

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 379**

51 Int. Cl.:

G21C 17/013 (2006.01)

F22B 37/00 (2006.01)

B62D 55/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2010 E 10781249 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 2436012**

54 Título: **Herramientas de inspección de haz superior de un generador de vapor**

30 Prioridad:

27.05.2009 US 181560 P

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

14.10.2016

73 Titular/es:

**ROLLS-ROYCE NUCLEAR FIELD SERVICES INC
(100.0%)
6546 Pound Road
Williamson NY 14589 , US**

72 Inventor/es:

**DEAN, URIAH, C.;
JEWETT, MATTHEW, R.;
MOSHANO, STEVE y
DELACROIX, BRADLEY**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 586 379 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

Herramientas de inspección de haz superior de un generador de vapor

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de los dispositivos de inspección en general y, más específicamente, a los dispositivos de inspección del generador de vapor de una central eléctrica y, aún más específicamente, a los dispositivos de inspección del generador de vapor de una central eléctrica nuclear.

Antecedentes de la invención

10 En una planta de energía de reactor nuclear, se utiliza una vasija del reactor nuclear para generar calor para la producción de vapor y electricidad. La vasija del reactor típicamente es una vasija presurizada que encierra un núcleo de combustible nuclear y agua de refrigeración. Tales plantas de energía nuclear típicamente contienen tres componentes principales: una vasija del reactor que contiene el combustible que produce agua sobrecalentada para su transporte a uno o más generadores de vapor, cuyo vapor de salida acciona una turbina de vapor de múltiples etapas para generar energía eléctrica.

15 El agua sobrecalentada se transporta al generador de vapor mediante tuberías. Estas tuberías introducen el agua en numerosos tubos dentro del generador de vapor. Estos tubos tienen forma de U, para introducir el agua de vuelta a las tuberías en la salida del generador de vapor para recircularla de nuevo al reactor. Los tubos en un generador de vapor nuclear forman típicamente una "U" invertida separados por un carril, y se mantienen unidos por una multitud de placas de sujeción, separadas en intervalos verticales periódicos. La altura de cada fila de tubos puede exceder de 9,8 metros (32 pies). Se utilizan de seis a ocho o más placas de sujeción, cada una separada verticalmente a intervalos de 0,9 a 1,8 metros (de 3 a 6 pies). En el generador de vapor, el tubo que lleva el agua sobrecalentada se enfría con agua fría, la cual genera el vapor que acciona la turbina para producir electricidad.

20 Este procedimiento para generar vapor presenta varios problemas. El agua utilizada para enfriar los tubos a menudo tiene impurezas y productos químicos que pueden corroer tanto los tubos del generador de vapor como las placas de sujeción y dar lugar a otros daños. A pesar de que se requieren inspecciones periódicas de los generadores de vapor nucleares para cumplir con las normas de seguridad, supervisar la limpieza del generador de vapor sigue siendo un problema. El ambiente altamente corrosivo del generador de vapor es particularmente problemático para muchos de los reactores nucleares más antiguos en servicio en todo el mundo.

25 En el pasado, los tubos del generador de vapor y las placas de sujeción eran inaccesibles para la inspección visual. La información se recogía mediante complicados sistemas que no podían inspeccionar adecuadamente todas las secciones de tubos y placas de sujeción. Debido al ambiente altamente radioactivo y al calor de las tuberías, la inspección humana visual directa típicamente se ha restringido a entre tres y cinco minutos por hombre por períodos de seis meses. Este período de tiempo no proporciona una oportunidad amplia para la inspección cuidadosa de la corrosión, orificios y fugas. Por lo tanto, es difícil inspeccionar dentro de los carriles estrechos y los huecos de separación de los tubos en las placas de sujeción, debido al calor, la radioactividad y la estrechez de los carriles que separan los tubos. Se muestran sistemas de inspección de diversos tipos y campos de aplicación mediante los documentos JPS58146955U, JP2007161273 y US6887014B2.

30 Los tubos típicamente se extienden a través de las placas de sujeción en orificios de cuatro hojas. Estas aberturas proporcionan un flujo con características para mejorar el flujo de agua en el generador y para reducir la acumulación de sedimentos en las placas de sujeción. Sin embargo, las pequeñas áreas en las que la abertura de cuatro hojas debe entrar en contacto con los tubos da lugar a zonas de acumulación de material en los tubos, o incluso a la adherencia del material que se "deposita" en los tubos. Este material contribuirá a la corrosión prematura de los tubos. Con los dispositivos de inspección conocidos, este estado no se detectará en todos los tubos, sino en los tubos que bordean el carril.

35 Además, la orientación de las piezas componentes dentro de los generadores de vapor proporciona retos extremos para diseñar dispositivos viables para inspeccionar tales zonas. Los orificios de inserción (también conocidos como orificios de registro) en el fondo de los generadores de vapor a menudo son tan pequeños como un diámetro de 12,5 o 15,24 cm (cinco o seis pulgadas). Para el propósito de esta solicitud tales portales se referirán inclusive como lumbreras de acceso. Los deflectores de distribución del flujo dentro del generador a menudo obstruyen cualquier espacio para maniobrar el equipo dentro del generador. La inspección dentro de los generadores de vapor a alturas de hasta nueve metros (treinta pies) o más, proporcionará importantes retos de ingeniería. Además, las ranuras de flujo entre filas de tubos son a menudo de menos de 5,08 cm (dos pulgadas) de ancho y las dimensiones del hueco de separación del tubo son a menudo inferiores a 2,5 cm (una pulgada), por debajo de 0,76 cm (0,30 pulgadas).

Compendio de la descripción

40 En algunos aspectos de los presentes conceptos, un sistema de inspección para inspeccionar el interior de un generador de vapor incluye todas las características de la reivindicación independiente 1, entre otras cosas, un primer aguilón y un segundo aguilón, telescópico, que tiene un extremo proximal fijado de forma pivotante al primer

aguilón y un extremo distal que lleva una cápsula de entrega, la cápsula de entrega que define un compartimento de almacenamiento. El sistema de inspección incluye un primer vehículo robótico de inspección que se ajusta en el compartimento de almacenamiento de la cápsula de entrega y en sí define un compartimento de almacenamiento. El primer vehículo de inspección robótico incluye un sistema de accionamiento, al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación. El primer vehículo robótico de inspección incluye, además, el cableado que conecta el primer vehículo robótico de inspección a la cápsula de entrega. El sistema de inspección también incluye un segundo vehículo robótico de inspección para que se ajuste en el compartimento de almacenamiento del primer vehículo de inspección robótico. El segundo vehículo de inspección robótico incluye, al menos, una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación y además incluye el cableado que conecta el segundo vehículo de inspección robótico al primer vehículo de inspección robótico.

En otro aspecto de los presentes conceptos, un sistema de inspección vehicular para inspeccionar el interior de un generador de vapor incluye todas las características de la reivindicación independiente 7, en particular un vehículo de inspección magnético que comprende un sistema de accionamiento que utiliza imanes, electroimanes, o una combinación de los mismos para facilitar el movimiento vertical del vehículo de inspección magnético a lo largo de una superficie vertical que comprende un metal ferroso, el vehículo de inspección magnético que define un compartimento de almacenamiento y que comprende al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación, el vehículo de inspección magnético que comprende, además, el cableado que conecta el vehículo de inspección magnético, en un extremo distal, a uno o más de un sistema de gestión de cables, una pantalla de vídeo, una fuente de alimentación y un controlador fuera de un generador de vapor. El sistema de inspección vehicular también incluye un vehículo de inspección en haces robótico dimensionado para que se ajuste en el compartimento de almacenamiento del vehículo de inspección magnético, el vehículo de inspección en haces robótico que comprende un sistema de accionamiento, al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación y que además comprende el cableado que conecta el vehículo de inspección en haces robótico al vehículo de inspección magnético.

En todavía otro aspecto de las presentes conceptos, que en parte se superpone con una alternativa de la presente invención definida por la reivindicación independiente 7, pero que no necesariamente comprende todas las características de la invención y por tanto que no forma parte de la misma, un sistema de inspección vehicular para inspeccionar el interior de un generador de vapor incluye un primer vehículo de inspección que comprende un sistema de accionamiento de doble pista, una multitud de cámaras de inspección y una multitud de luces, el primer vehículo de inspección que comprende un chasis que define un compartimento de almacenamiento interno, el vehículo de inspección magnético que además comprende el cableado que conecta el vehículo de inspección magnético a un controlador distal. También se proporciona un vehículo de inspección en haces robótico y comprende un sistema de accionamiento de pista única, el vehículo de inspección en haces robótico que se dimensiona para encajar en el compartimento de almacenamiento interno del primer vehículo de inspección, el vehículo de inspección en haces robótico que comprende una multitud de cámaras de inspección y una multitud de luces y que además comprende el cableado que conecta el vehículo de inspección en haces robótico al primer vehículo de inspección.

El compendio anterior de la presente invención no pretende representar cada realización, o cada aspecto, de la presente invención. Las características y beneficios adicionales de la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada, de las figuras y de las reivindicaciones expuestas a continuación.

Otros objetivos y ventajas de la invención se harán evidentes al leer la siguiente descripción detallada en conjunción con los dibujos.

La FIG. 1 muestra una vista en perspectiva de un sistema de despliegue vertical (VDS, Vertical Deployment System) para generadores de vapor según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

Las FIGS. 2a-2b muestran vistas de una parte del VDS de la FIG. 1 que muestra una cápsula de entrega según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 3 muestra el VDS de las figuras precedentes insertado en un generador de vapor según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 4 muestra el VDS de las figuras precedentes en un estado instalado y plegado en un generador de vapor según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 5 muestra el VDS de las figuras precedentes en un estado instalado y extendido en un generador de vapor según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 6 muestra otra vista del VDS de las figuras precedentes en un estado instalado y extendido en un generador de vapor según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 7 muestra otra vista del VDS de las figuras precedentes en un estado instalado y extendido en un generador de vapor, en el que se despliega una estación móvil, según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 8 muestra otra vista de la cápsula de entrega, la estación móvil desplegada y la estación móvil en haces desplegada según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 9 muestra una vista de la cápsula de entrega con la estación móvil retenida en la misma según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

- 5 La FIG. 10 muestra una vista de una estación móvil desplegada y de una estación móvil en haces desplegada según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 11a muestra otra realización de un vehículo de inspección para inspección de generadores de vapor según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

- 10 La FIG. 11b muestra el vehículo de inspección de la FIG. 11a que despliega un rover en haces según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

Las FIGS. 12a-12c muestran una secuencia del movimiento del vehículo de inspección de las FIGS. 11a-11b según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos, que cambia del movimiento a lo largo de la envoltura del generador de vapor hasta una placa de sujeción del generador de vapor.

- 15 La FIG. 12d es una vista frontal de un vehículo de inspección según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos en una placa de sujeción de la parte superior del generador de vapor.

Las FIGS. 12e-12f muestran una secuencia del movimiento del vehículo de inspección de las FIGS. 11a-11b según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos, que cambia del movimiento a lo largo de una placa de sujeción del generador de vapor hasta la envoltura del generador de vapor.

- 20 Las Figs. 12g-12h son vistas en perspectiva en sección de un vehículo de inspección que despliega una estación móvil en haces según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos dispuesto sobre una placa de sujeción de la parte superior del generador de vapor.

La FIG. 13 muestra otra vista del vehículo de inspección de las FIGS. 11a-11b según al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.

La FIG. 14 muestra un ejemplo de un diseño de control para el VDS de las FIGS. 1-10.

- 25 Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, las realizaciones específicas se han mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán con detalle en la presente memoria. Debería entenderse, sin embargo, que la invención no pretende limitarse a las formas particulares descritas. Más bien, la invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de la invención

- 30 Las FIGS. 1-9 muestran varios aspectos de un sistema de despliegue vertical (VDS) 100 que corresponden en general en su estructura al dispositivo para inspeccionar el interior de los generadores de vapor descrito en la Patente de EE.UU. N° 6.145.583, expedida el 14 de noviembre de 2000 a Gay et al., cuyo dispositivo se configura para inspeccionar visualmente los tubos del generador de vapor, incluidas las partes superiores de los tubos del generador de vapor, las partes superiores e inferiores de las placas de sujeción, las soldaduras de las placa de sujeción a la envoltura y otras estructuras internas del generador de vapor.

- 35 En general, el VDS 100 se diseña para una elevación vertical de instrumentos, sensores, herramientas y/o cargas útiles de 9-10 metros (30-33 pies) o más, que depende de la estructura del tipo particular de generador de vapor que se va a inspeccionar. En las figuras adjuntas, el generador de vapor representado es el modelo FRAMATOME 68/19, pero el VDS se puede utilizar en otros generadores de vapor, tales como, pero sin limitarse al generador de vapor Westinghouse Modelo F y otros generadores de vapor. El VDS 100 se puede desplegar en modelos de generadores de vapor que tienen el Deflector de Distribución del Flujo (FDB, Flow Distribution Baffle) 275 (véase la FIG. 3) en el centro o por debajo del orificio de registro, que tiene como mínimo 102mm (4") de diámetro de acceso despejado en el generador de vapor. En una configuración alternativa, se puede utilizar una sujeción desplegable en combinación con el conjunto 110 de rail para proporcionar una sujeción a otra superficie o componente del generador de vapor. En todavía otra configuración, el conjunto de rail se puede conectar simplemente a la lumbrera de acceso 205, tal que el conjunto de rail está en voladizo dentro del generador de vapor. Las placas de sujeción 225 del generador de vapor también deben contener orificios de flujo con la dimensión aproximada de unos 89 mm (3,5") de diámetro o equivalente en anchura para una sección rectangular, o más grande.

- 40 El VDS 100 comprende dos componentes principales estructurales, un conjunto 110 de rail (por ejemplo, un "primer aguilón") y un conjunto de aguilón telescópico 120 (por ejemplo, "segundo aguilón"). Se describen a continuación, al menos en algunos aspectos de los presentes conceptos, el conjunto del aguilón telescópico 120 que comprende un set cilíndrico apilado accionado hidráulicamente y, en un extremo distal, una cápsula de entrega 130.

El conjunto 110 de rail de la VDS 100, como se muestra en las FIGS. 1-5, por ejemplo, se dispone a través de una lumbrera de acceso 205 de la pared del generador de vapor 200 y se une a una pestaña de la lumbrera de acceso (no mostrada) mediante una placa de montaje de la lumbrera de acceso (no mostrada). Cuando se une el conjunto 110 de rail, en un extremo proximal, a la lumbrera de acceso 110, el conjunto de rail proporciona una pata de estabilización que proporciona la estabilidad del sistema para el despliegue del conjunto del aguilón telescópico 120, como se muestra en la Patente de EE.UU. N° 5.265.129, la Patente de EE.UU. N° 5.504.788 y la Patente de EE.UU. N° 6.145.583. El conjunto 110 de rail unido, en un extremo distal, al conjunto del aguilón telescópico 120 en una abrazadera pivotante 135 se puede accionar manualmente o accionarse a través de un dispositivo de accionamiento convencional, tal como un actuador giratorio o un actuador lineal.

En al menos una configuración, se une un servo motor accionado por cremallera a la placa de montaje de la lumbrera de acceso y una manivela 140 acciona una conexión (por ejemplo, engranajes(s) o engranajes(s) y varilla(s)) unidos en un extremo distal a la abrazadera pivotante 135, que se asegura al conjunto del aguilón telescópico 120. Una vez que el VDS 100 se inserta hasta el carril del tubo o "carril del no-tubo", como se llama a veces, se muestra en las FIGS. 3-5, y se asegura, el conjunto del aguilón telescópico 120 se puede entonces enderezar utilizando la manivela mecánica 140. El carril del tubo es la zona estrecha más interna creada por los tubos en U invertidos. El vapor entra en un lado de la curva en U (la tubería caliente) y se desplaza alrededor de la curva en U de la tubería y se enfría mediante el agua fría en el generador de vapor y continua hacia el otro lado de la curva en U (la tubería fría). La manivela manual 140 se acciona tanto para desplegar el aguilón telescópico 120 como para plegar el aguilón telescópico a la posición plegada para la extracción del VDS 100. En lugar de la manivela manual, se podrían utilizar, alternativamente, uno o más actuadores (por ejemplo, actuador(es) lineal(es), actuador(es) giratorio(s), o la combinación de los mismos, etc.). Como se muestra en la FIG. 3, después de la fijación del VDS 100 a la lumbrera de acceso 205 del generador de vapor 200, la posición plegada o doblada del VDS se extiende horizontalmente en el generador de vapor a través de la pestaña de la lumbrera de acceso y a través de la envoltura del generador de vapor 201. En esta configuración, el conjunto del aguilón telescópico 120 se alinea sustancialmente paralelo con el conjunto 110 de rail para facilitar la inserción a través de la lumbrera de acceso 205.

El VDS 100 se dispone inicialmente cerca de la base del generador de vapor 200 en el carril del tubo, la zona estrecha creada por los tubos en U 210 invertidos más internos, y más específicamente a través del "carril del no-tubo" de los mismos, como se muestra en la FIG. 3. En esta configuración de instalación, el sistema VDS 100 es de unos 229 cm (90") de largo, 10 cm (4") de alto y 10 cm (4") de ancho. Esta longitud se puede ajustar a una longitud mayor o menor durante el proceso de instalación a través de la sección insertable y extraíble si los dictan la geometría de la planta y los requisitos de retirada.

Una vez que el VDS 100 se instala horizontalmente a través de la parte de acceso, como se muestra en la FIG. 3, el conjunto del aguilón telescópico 120 y la cápsula de entrega 130 cargadas de esta manera, se elevan a una posición vertical en el carril de tubos a una altura de unos 76 cm (30"), y se extienden por medio del accionamiento del set cilíndrico apilado del conjunto del aguilón telescópico 120, a través de una ranura de flujo 220 en las placas de sujeción 225 del generador de vapor, como se muestra en la FIG. 4. La FIG. 5 muestra la extensión continua del conjunto del aguilón telescópico 120 y de la cápsula de entrega 130 cargados en ranuras de flujo 220 sucesivamente mayores en las placas de sujeción superiores 225, como se muestra adicionalmente en la FIG. 6.

Se proporciona una cámara 134 en una parte superior de la cápsula de entrega 130 y puede comprender una cámara fija o, como se muestra en la FIG. 2b, una cámara en bandeja, inclinada y/o con zoom. La cápsula de entrega 130 en sí misma se puede fijar a un extremo distal del conjunto del aguilón telescópico 120 o, alternativamente, se puede unir de manera giratoria al mismo con un sistema de accionamiento asociado (por ejemplo, un motor, un actuador de giro, etc.) para hacer girar la cápsula de entrega 130 a través de un rango seleccionado. La cámara 134 mejora la habilidad del operador para pilotar la cápsula de entrega 130 verticalmente a través de las ranuras de flujo 220 y, para la realización de la cámara en bandeja, inclinada y/o con zoom, también proporciona la capacidad de inspección visual adicional. La FIG. 7 muestra la cápsula de entrega 130 que se extiende a través de una ranura de flujo interior 220 por encima de una placa de sujeción 225 del generador de vapor 200.

El conjunto 110 de rail se configura para moverse dentro o fuera del generador de vapor 200 para alinear el conjunto del aguilón telescópico 120 con una de las ranuras de flujo deseada a lo largo de las placas de sujeción 225. El conjunto 110 de carril se puede mover hacia atrás y hacia delante ligeramente o agitarse para facilitar el movimiento vertical del conjunto del aguilón telescópico 120 con el fin de mantener la cápsula de entrega 130 alineada con la ranura de flujo 220 en cada placa de sujeción 225. El conjunto del aguilón telescópico 120 es capaz de extenderse telescópicamente a cualquier posición vertical deseada en el generador de vapor 200 a lo largo de las ranuras de flujo 220. Como se señaló anteriormente, las placas de sujeción 225 se disponen en una relación espaciada verticalmente a lo largo de la altura del generador de vapor de intervalos aproximados de 7,62 cm a 15,24 cm (3 pies a 6 pies), dependiendo de la marca y el modelo del generador de vapor.

Como se representa en las FIGS. 3-5, por ejemplo, el conjunto del aguilón telescópico 120 controlado hidráulicamente se activa para extenderse verticalmente a una altura deseada dentro del generador de vapor 200. El movimiento vertical del conjunto del aguilón telescópico 120 y/o el movimiento horizontal del conjunto 110 de carril

se pueden controlar por ordenador o, alternativamente, controlarse manualmente. Cuando el conjunto del aguilón telescópico 120 se despliega inicialmente en una posición vertical a una posición horizontal deseada, se verifica la posición horizontal. Esta verificación se puede realizar, bien visualmente (por ejemplo, por referencia a las columnas de tubos o de otros puntos de referencia visuales), bien a través de dispositivos mecánicos o electromecánicos (por ejemplo, aparatos de distanciamiento mecánico, tales como poleas o engranajes, codificadores giratorios, etc.), o bien a través de uno o más sensores de posicionamiento. Para facilitar el movimiento horizontal o lateral del conjunto del aguilón telescópico 120, se proporciona preferiblemente un aparato de registro, el aparato de registro (no mostrado) que comprende sets de guías de registro (por ejemplo, proyecciones en forma de dedos) que se pueden accionar selectivamente de forma neumática hacia fuera desde una posición retraída en reposo o hacia dentro desde una posición extendida. Cuando cada set de guías se extiende, un set de guías entra en contacto con el brazo caliente de un tubo en U y un conjunto de guías entra en contacto con el brazo "frío" del mismo tubo en U.

El control hidráulico del conjunto del aguilón telescópico 120 se proporciona mediante un sistema de bomba hidráulica convencional accionada eléctricamente. La bomba hidráulica actualmente preferida para el conjunto del aguilón telescópico 120 comprende una bomba centrífuga de paletas, una válvula de alivio de la presión, dos válvulas de control proporcional, una válvula de bloqueo de solenoide, un depósito de fluido y manómetros. La energía de control y las señales se alimentan desde la consola de control principal sobre un solo cable y la energía principal de 110 V de CA para hacer funcionar la bomba se obtiene de una fuente local a la bomba. El conjunto del aguilón telescópico 120 puede comprender, alternativamente, un diseño accionado neumáticamente, en contraposición al accionado hidráulicamente.

El funcionamiento de la VDS 100 se controla mediante una estación principal de operaciones, en la que se ven y/o almacenan los datos procedentes de las cámaras y los instrumentos VDS (y los sistemas desplegados por el VDS) en o sobre un soporte de almacenamiento físico. La FIG. 14 es un esquema de un diseño de control potencial para el VDS 100. El monitor de zona 300, el ordenador de la interfaz 302 de control, las electrónicas auxiliares opcionales 304 y la bomba hidráulica 306 se ubican preferentemente en el exterior de un escudo biológico 308 y tienen sus cables 310 dirigidos para controlar las electrónicas 312 y los suministros 314 de energía y de aire, que se configuran adyacentes a la abertura 321 de acceso del generador. Se adjunta una transmisión 316 de cremallera y piñón al conjunto 110 de rail que se une a la abrazadera pivotante 135. El hardware de control para la presente invención se divide opcionalmente en el hardware de control primario y el hardware de la estación del operador, en la que el hardware de control primario se configura en la plataforma del generador de vapor. En esta configuración, el hardware de control primario comprende dos pequeñas cajas 312, 314 del tamaño de una maleta, la primera que contiene la consola de control principal 312 y la segunda caja 314 que contiene las fuentes de alimentación centralizadas. La energía de CA y el aire comprimido suministrados a la planta se suministran a estas cajas para el funcionamiento del sistema. Una fuente de alimentación del tipo de conmutación proporciona energía al hardware del ordenador de la caja principal de la consola de control.

La consola principal de control 312 proporciona al sistema la capacidad de control manual. La energía para las cargas del motor, la iluminación, las cámaras y la circuitería de soporte se suministra mediante la caja 314 de la fuente de suministro centralizada a través de los conectores eléctricos 317 apropiados. La línea 318 representa el cableado de control para la cápsula de entrega 130 y todos los sistemas relacionados, que incluyen, pero no se limitan a, el cable de alimentación eléctrica, los cables de A/V, la línea de alimentación neumática, etcétera, para hacer funcionar todos los sistemas y subsistemas de la cápsula de entrega. Todas las conexiones de los componentes del sistema terminan en la consola de control principal 302. La estación del operador para el dispositivo preferiblemente contiene un ordenador 302 de control, que ejecuta una interfaz gráfica de usuario (por ejemplo, una plataforma Microsoft Windows®), asociada al hardware 304 de control, la supervisión de video 300 y el equipo de grabación y el equipo de comunicación de audio. En una realización, las comunicaciones de audio enlazan la plataforma del generador de vapor y la estación del operador para ayudar en la configuración, la instalación y/o el funcionamiento.

Como se describió anteriormente, la VDS 100 se utiliza para acceder a regiones internas de los generadores de vapor, específicamente en las elevaciones de las distintas placa de sujeción 225. Después de la extensión de un extremo distal del conjunto del aguilón telescópico 120 a una placa de sujeción 225 deseada, tal como se muestra en la FIG. 7, se despliega un robot o "estación móvil" 150 desde la cápsula de entrega 130, tal como se muestra en la FIG. 8. La estación móvil 150 se controla a través de un cable de amarre/umbilical 155 que alberga todo el control, el vídeo y los conductores auxiliares necesarios para el funcionamiento de y la sujeción firme de la estación móvil 150 y todos los sistemas asociados. El equipo embarcado en la estación móvil 150 puede comprender, pero no se limita a, una o más cámaras o dispositivos de grabación de vídeo, uno o más paquetes LED u otros sistemas de iluminación, una o más sondas de examen, un sensor de corrientes inducidas y una herramienta de despliegue y/o instrumental de recuperación.

El chasis de la estación móvil 150 comprende un bastidor principal 152 al que se unen todos los componentes o están dentro de él. Se montan las pistas 154 de doble polímero a cada lado de la línea central del bastidor y se accionan independientemente mediante respectivos motores de servo-engranajes de CC para su uso con un sistema de control de bucle cerrado o mediante motores paso a paso de CC que permiten el uso de un sistema de control de bucle abierto.

Para facilitar la operación y el examen de los elementos internos del generador de vapor, se proporciona una multitud de conjuntos de cámaras embarcadas de forma ventajosa para proporcionar retroalimentación visual, no sólo de las partes internas del generador de vapor, sino también de los alrededores inmediatos del vehículo, así como para facilitar la navegación. En un aspecto, se monta en el frente de la oruga un primer conjunto 155 de cámaras, que puede ser una cámara en blanco y negro o una cámara a color que utiliza iluminación LED o una cámara de infrarrojos que utiliza LED infrarrojo. En otro aspecto, un segundo conjunto de cámaras (no mostrado) se monta en el otro lado de la estación móvil 150 (por ejemplo, un lado posterior o un lado lateral). Estos sistemas de cámaras para la estación móvil 150, en los que se proporciona una multitud de cámaras, comprenden ventajosamente una mezcla de cámaras en color, que utilizan iluminación LED y cámaras de infrarrojos que utilizan infrarrojos LED rojos. El examen del carril del no-tubo, u otras partes accesibles del generador de vapor, se puede conseguir utilizando una o más de las cámaras de la estación móvil 150 mientras la estación móvil se retiene de forma segura dentro de la cápsula de entrega 130.

El análisis en haces (es decir, el análisis entre los tubos 203 en U del generador de vapor) se puede conseguir mediante el despliegue, desde una cavidad o compartimento de almacenamiento 158 de la estación móvil 150, una estación móvil en haces 160 pequeña, mecanizada que comprende en si misma vídeo e iluminación (vídeo en color, IR, UV, CCD, etc.) embarcados y, opcionalmente, uno o más sensores adicionales y/o herramientas (por ejemplo, una herramienta de recuperación). La estación móvil en haces comprende un sistema de accionamiento (por ejemplo, motor accionado por correa(s), pista(s), ruedas, etc.) que permiten a la estación móvil de inspección en haces moverse lateralmente lejos de la estación móvil 150 y dentro de la región de haces de tubos. Para facilitar el movimiento de la estación móvil en haces 160 entre los tubos en U del generador de vapor, la anchura de la estación móvil en haces 160 debe correspondientemente ser menor que la de la separación de los tubos en U adyacentes (por ejemplo, menos de 1,3 cm (0,5"), menos de aproximadamente 0,6 cm (0,25"), etc.) y en al menos un aspecto es de unos 0,6 cm (0,25") de ancho.

La estación móvil en haces 160 comprende una cámara frontal 164 hacia adelante, tal como una ultra-mini cámara Q-SEE QMSCC de color, fabricada por Digital Peripheral Systems, Inc., de Anaheim, California, que es de 4,6 mm de diámetro y de aproximadamente 17 mm de longitud. En otro aspecto, el vídeo y la iluminación embarcados de la estación móvil en haces 160 comprenden una sonda de vídeo que incluye un recubrimiento inoxidable flexible o una varilla flexible laminada, que contiene refuerzo estructural para proporcionar soporte estructural al tiempo que permite una cierta flexibilidad y que contiene todos los conductores asociados a la cámara y a la iluminación. Opcionalmente, también se proporcionan una cámara posterior hacia atrás y/o una cámara frontal mirando hacia abajo (delantera y/o trasera), con una iluminación auxiliar (por ejemplo, LED, LED de infrarrojos, etc.). La estación móvil en haces 160 puede comprender también, opcionalmente, sensores (por ejemplo, de ensayos/análisis no destructivos, etc.) y/o instrumental de recuperación (por ejemplo, de enganche).

La estación móvil en haces 160 se une a la estación móvil 150 mediante el cableado 169 (por ejemplo, cable eléctrico, cable A/V, etc.), que se pueden unificar en un recubrimiento del cable externo, que a su vez se conecta a un tambor giratorio configurado para dejar salir y retraer el cableado 169 la estación móvil en haces 160 se mueve hacia fuera y hacia atrás, respectivamente, a través de las columnas de los tubos 203 del generador de vapor. En la posición en haces de la estación móvil en haces 160 se consigue, al menos en algunos aspectos, utilizar codificación electrónica (por ejemplo, un codificador giratorio utilizado en combinación con el tambor giratorio) en combinación con las capacidades de vídeo embarcado para proporcionar retroalimentación sobre la posición del tubo y la distancia de despliegue.

Una vez que el VDS 100 se inserta y el conjunto del aguilón telescópico 120 se bloquea en la posición vertical, se baja una pata de estabilización (no mostrada) para estabilizar aún más el sistema. El conjunto del aguilón telescópico 120 se despliega entonces verticalmente a través del cilindro hidráulico apilado a la elevación deseada de la placa de sujeción con la retroalimentación posicional de altura que se proporciona mediante los sensores, tales como los codificadores de cadena. Una vez que la cápsula de entrega 130 se encuentra en la elevación deseada, la estación móvil 150 se puede desplegar desde el alojamiento de entrega sobre la placa de sujeción 225, referenciar las columnas de tubos y comenzar los análisis utilizando su sistema de vídeo embarcado. La recuperación del sistema comienza con recuperar la estación móvil en haces 160 al compartimento de almacenamiento 158 de la estación móvil 150, recuperar la estación móvil 150 en el compartimento de almacenamiento 132 de la cápsula de entrega 130. Una vez que la estación móvil 150 se asegura en su posición, el set cilíndrico apilado libera lentamente la presión del fluido para bajar el sistema al estado plegado mostrado en la FIG. 4 y a continuación al estado de inserción que se muestra en la FIG. 3 mediante el giro del conjunto del aguilón telescópico 120. El VDS 100 se puede entonces desacoplar del orificio de acceso 205 y retirarse.

El conjunto del aguilón telescópico 120 controlado hidráulicamente se activa a continuación para permitir al dispositivo extenderse verticalmente hasta la altura deseada lo que puede hacer que el dispositivo avance a través de las sucesivas ranuras de flujo de las placas de sujeción 225. Se mide la altura del extremo distal del conjunto del aguilón telescópico 120 mediante maquinaria controlada por ordenador o controlada manualmente, con sensibilidad y precisión, para asegurar el posicionamiento vertical preciso de la cápsula de entrega dentro del generador de vapor 200. En conjunción con la extensión vertical y la supervisión de la posición vertical del conjunto del aguilón telescópico 120, también se verifica la posición horizontal del conjunto del aguilón telescópico 120 de forma preferiblemente visual (por ejemplo, a través de la cámara 134 de la cápsula de entrega y/o numéricamente (por

ejemplo, codificador, aparatos de distanciamiento mecánico, tales como poleas o engranajes, sensores de posición, sensores de reconocimiento de patrones, etc.). El movimiento horizontal del conjunto del aguilón telescópico 120 se puede conseguir, por ejemplo, utilizando un aparato de registro de accionamiento neumático para extender y retraer secuencialmente sets de guías de registro, elementos móviles en forma de dedo configurados para extenderse desde una primera posición a una segunda posición, para proporcionar un movimiento de “caminar”. Cuando se extiende cada set de guía de registro, una guía entrará en contacto con el tubo caliente y, en el lado opuesto, otra guía entrará en contacto con el tubo frío del mismo tubo en U.

Por lo tanto, según el VDS 100 anteriormente descrito y las estaciones móviles 150, 160 cargadas de este modo, un operador puede mover la cápsula de entrega hasta una placa de sujeción 225 deseada, desplegar la estación móvil 150 a una posición deseada a lo largo del carril central de la placa de sujeción, y desplegar adicionalmente la estación móvil en haces 160, que, como se señaló anteriormente, comprende su propio sistema de accionamiento (por ejemplo, correa(s), pista(s), ruedas, etc.) que permiten a la estación móvil de inspección en haces moverse lateralmente lejos de la estación móvil de la placa y en la región del haz de tubos.

Las FIGS. 11a-11b muestran un sistema 500 de entrega de una estación móvil magnética configurado para insertarse en una lumbrera de acceso 205 (por ejemplo, un orificio de registro) de un generador de vapor 200 u otro recipiente o zona cerrada. Las dimensiones totales de la estación móvil magnética 500 son unos 20 cm (8") de largo, 8,1 cm (3,2") de alto y 8,9 cm (3,5") de ancho. El sistema de la estación móvil magnética 500 se puede desplegar en los modelos de generador de vapor que tienen el Deflector de Distribución del Flujo (FDB) en el centro o por debajo del orificio de registro, que tiene como mínimo una lumbrera de acceso u orificio de registro de 102 mm (4"), cortes de la envoltura en las placas de sujeción de 95,25 mm (3,75") de ancho y 91,4 mm (3,6") de profundidad, medidos desde la tangente de la envoltura a la parte posterior del corte. Si el FDB está por encima del orificio de registro, el FDB también debe contener estos cortes.

El operador de la estación móvil magnética 500 está situado fuera del generador de vapor (por ejemplo, de forma remota) y utiliza una interfaz de usuario (por ejemplo, una interfaz gráfica de usuario (GUI), una palanca de mando, etc.) para recibir retroalimentación del sensor de la estación móvil magnética 500 (por ejemplo, retroalimentación visual, señal de GPS, etc.) para controlar el movimiento de la estación móvil magnética. La estación móvil magnética 500 comprende imanes de tierras raras (por ejemplo, neodimio, etc.) o electroimanes en las pistas 554 o debajo de las pistas 554 (o ruedas, opcionalmente provistas de raspadores). El número total de imanes en las pistas podría variar. En algunos aspectos, hay aproximadamente veinte imanes distribuidos a lo largo de cada pista. En varios aspectos, la fuerza magnética total que se requiere para mantener la estación móvil magnética firmemente en su lugar, cuando se dispone verticalmente sobre la envoltura, superaría 22,2 Newtons (5 libras de fuerza) y aún más preferiblemente superaría aproximadamente 44,4 Newtons (10 libras de fuerza).

A modo de ejemplo, las pistas 554 pueden comprender una pista de tipo orejeta de goma o una pista con apariencia de goma con orejetas magnéticas. En otro ejemplo, se proporciona una multitud de electroimanes separados, accionables de forma independiente (por ejemplo, delante, en medio o detrás). Las pistas magnéticas 554 (o ruedas) permiten a la estación móvil magnética 500 subir verticalmente a lo largo del diámetro interior (ID) de la envoltura 201 del generador de vapor, entre la envoltura 201 y el haz de tubos 203 y a través de las aberturas 210 en las placas de sujeción 225 del tubo, tales como las aberturas 210 en el generador de vapor FRAMATOME 68/19, como se muestra en la FIG. 12a. Las pistas magnéticas 554 (o ruedas) se configuran ventajosamente, pero no necesariamente, para permitir que la estación móvil magnética también se mueva boca abajo.

Como se muestra en las FIGS. 11a-11b, se proporcionan para la navegación una cámara 555 frontal hacia delante y las luces asociadas 556 (por ejemplo, LEDs, etc.). También se proporciona, descrito a continuación, un compartimento de almacenamiento 558. La FIG. 11b muestra una estación móvil en haces 160, como se ha descrito anteriormente, desplegada desde el compartimento de almacenamiento 558 de la estación móvil magnética 500, la estación móvil magnética en haces 160 que se conecta a la estación móvil magnética 500 mediante un cableado retráctil 169, como se ha descrito anteriormente. Se proporcionan de forma ventajosa una multitud de cámaras de posición y de inspección (por ejemplo, la cámara CCD HD) 557 y las luces correspondientes (por ejemplo, LEDs blancos) (no mostrados) para la iluminación en ubicaciones sobre la estación móvil magnética 500, para proporcionar amplios, incluso potencialmente redundantes, datos de imagen para la retroalimentación de posición y la inspección.

Para acceder a la región en haces, la estación móvil magnética 500 utiliza la estación móvil en haces 160 para entregar cámaras de inspección en haces, lo que permite la inspección de muchas columnas accesibles de tubos. En un aspecto, se monta un conjunto de cámara/iluminación 555 en el frente de la oruga y se montan dos conjuntos de cámara/iluminación en los lados laterales de la estación móvil magnética. Esto es ventajoso, pero no necesario, para que la estación móvil magnética 550 comprenda una combinación de diferentes sistemas de cámaras de coberturas diferentes, tales como una o más cámara(s) de color que utiliza(n) iluminación LED y una o más cámaras de infrarrojos que utilizan LED de infrarrojos.

El chasis de la estación móvil magnética 500 comprende un bastidor principal que tiene pistas de doble polímero/magnéticas 554 que se montan en los lados opuestos de la línea central de bastidor. Las pistas de polímero/magnéticas 554 se accionan de forma independiente mediante motores de servo-engranajes de CC para

su uso con un sistema de control de bucle cerrado o mediante motores paso a paso de CC que permiten el uso de un sistema de control de bucle abierto. En combinación con las pistas magnéticas 554, el bastidor principal también aloja ventajosamente un electroimán, o una multitud de electroimanes, que se pueden utilizar durante el despliegue de la estación móvil magnética 500 en las diferentes elevaciones de la placa de sujeción 225. Montado en el lateral de la guía de carro de la estación móvil magnética 500 hay un elemento actuador 550, tal como un brazo electromecánico o neumático, configurado para ayudar a la extracción de la estación móvil magnética 500 desde la envoltura 201 sobre la placa de sujeción 225 y viceversa al empujar la estación móvil lejos o levantándola hasta la envoltura.

La FIG. 12b muestra la estación móvil magnética 500 en una posición intermedia en la transición entre el movimiento a lo largo de la envoltura 201 del generador de vapor hasta el movimiento a lo largo de la placa de sujeción 225. El elemento actuador 550, se ha indicado anteriormente, se configura para empujar contra la envoltura 201 para contrarrestar las fuerzas magnéticas que provocan que la estación móvil magnética 500 se adhiera a la envoltura. El elemento actuador 550 empuja contra la envoltura 201 y gira generalmente de forma sincronizada con el movimiento hacia delante de la estación móvil magnética 500, haciendo con ello que la estación móvil magnética se separe de la envoltura con un ángulo creciente para aumentar del movimiento hacia delante de la estación móvil magnética. En algún momento, el centro de gravedad de la estación móvil magnética 500 se desplazará suficientemente de modo que la gravedad tire de la parte delantera de la estación móvil magnética hacia abajo a la posición mostrada en la FIG. 12c.

Alternativamente, se pueden emplear otros dispositivos para conseguir la separación de la estación móvil magnética 500 de la envoltura 201, tales como, pero no limitados a, una boquilla neumática que sopla aire comprimido o un actuador lineal extensible. Cuando la estación móvil magnética comprende una multitud de electroimanes, los electroimanes de la parte frontal, central y a continuación los traseros, se desactivan de forma secuencial para facilitar la separación de la estación móvil magnética 500 de la envoltura 201, conjuntamente con la acción del elemento actuador.

La FIG. 12c muestra la estación móvil magnética 500 situada sobre la abertura 210 (que no se muestra en la FIG. 12c), en la que es capaz de reanudar entonces el movimiento a lo largo de la placa de sujeción 225 hasta cualquier ubicación deseada, como se muestra en general en las FIGS. 12g-12h (u opcionalmente volver y moverse atrás hacia abajo a través de la abertura 210).

La FIG. 12d muestra la estación móvil magnética 500 en una placa de sujeción 225 en la zona del carril de tubos entre las patas calientes y las patas frías de los tubos en U 203. En consecuencia, la estación móvil magnética 500 se configura tanto para realizar inspecciones como para desplegar una estación móvil en haces 160, descrita anteriormente, y no requiere, para llegar a su posición, el uso del VDS 100, descrito anteriormente, u otros sistemas relacionados desarrollados por R. Brooks Associates of Williamson, Nueva York, que se muestran a modo de ejemplo en la Patente de los EE.UU. N° 6.145.583 y en la Patente de EE.UU. N° 5.265.129.

Las FIGS. 12e-12f muestran la estación móvil magnética 500 colocada a mitad de camino en la abertura 210 cuando vuelve de nuevo a entrar en contacto con la envoltura del generador de vapor 201, en la que entonces sería capaz de reactivar el movimiento hacia arriba o hacia abajo a lo largo de la envoltura. En esta operación, el elemento actuador 550 se despliega de manera diferente a la descrita anteriormente con respecto al movimiento de la estación móvil magnética 500 sobre la placa de sujeción 225. Específicamente, se muestra el elemento actuador 550 para proporcionar una fuerza de resistencia contra la placa de sujeción para retardar el movimiento hacia abajo de la estación móvil magnética 500. A medida que la estación móvil magnética 500 se mueve para entrar en contacto más y más con la envoltura, el elemento actuador 550 se gira fuera del camino con el fin de permitir un incremento del movimiento hacia delante de la estación móvil magnética. En algún momento, la fuerza magnética de los imanes de la estación móvil magnética 500 es suficiente para adherir de forma segura la estación móvil magnética a la envoltura.

Las FIGS. 12g-12h muestra la estación móvil 160 en una posición desplegada en la que la estación móvil de inspección en haces, bajo el control de su propio sistema de accionamiento 162 (por ejemplo, correa(s), pista(s), ruedas, etc.), se mueve lateralmente lejos de la estación móvil magnética 500 y en la región de los haces de los tubos 203. La estación móvil en haces 160 en sí misma comprende, como se señaló anteriormente, una diversidad de cámaras (por ejemplo, frontales, traseras, bajas) y luces asociadas (por ejemplo, LEDs blancos) que proporcionan datos de posición útiles para maniobrar y/o ubicar la estación móvil en haces, así como para obtener datos de inspección útiles.

La estación móvil magnética 500 se controla mediante el cableado 539 que contiene todo el control asociado, vídeo y conductores auxiliares para el funcionamiento de la estación móvil magnética, la estación móvil en haces 160 y todos los sistemas asociados (por ejemplo, iluminación, vídeo, actuadores, etc.). Los equipos embarcados por la estación móvil magnética 500 y/o la estación móvil en haces 160 pueden incluir, pero no se limitan a, la cámara/unidades LED de varios tipos (por ejemplo, color, blanco y negro, IR, etc.) que permiten una amplia gama de opciones de visualización, a sondas/dispositivos de análisis y almacenamiento, sensores y herramientas e instrumental de recuperación que se pueden desplegar desde el compartimento de almacenamiento 558 de la estación móvil magnética 500 o desde otro compartimento de almacenamiento. Por ejemplo, se puede utilizar un

brazo robótico (no mostrado) para unir y retirar una diversidad de herramientas y sensores a las lumbreras correspondientes de la estación móvil en haces 160.

5 El sistema de la estación móvil magnética 500 utiliza ventajosamente un sistema de gestión del cable como el
mostrado en la Solicitud de Patente de EE.UU. N° 12/714.090, titulada " Inspection System And Inspection Process
Utilizing Magnetic Inspection Vehicle", que se cede al cesionario de la presente solicitud y que se incorpora en la
presente memoria como referencia en su totalidad, para introducir y sacar la cantidad adecuada de cableado. Tal
10 sistema de gestión del cableado alimenta y controla los cables y tubos que enlazan la estación móvil magnética 500
a los sistemas externos (por ejemplo, el ordenador utilizado por el operador, la caja de control en bucle abierto, etc.)
y comprende, por ejemplo, una brida de montaje para permitir que el sistema de gestión del cableado se monte en la
lumbrera de acceso 205 del generador de vapor y un alojamiento de rodillos que aloja los rodillos y motores que
agarran o "aprietan" el cableado para llevarlo efectivamente hacia o fuera del generador de vapor en respuesta o de
15 manera sincronizada con las señales de control proporcionadas por el operador a la estación móvil magnética. Los
motores de accionamiento eléctricos, tales como el MicroMo 2842S012S +30/1 246: 1, se pueden utilizar en
combinación con los rodillos para apretar y empujar el cable dentro o fuera de la lumbrera de acceso. El sistema de
gestión del cableado también comprende ventajosamente un regulador de la tensión que comprende un eje del que
se puede tirar para facilitar la instalación del cable y un resorte para mantener la tensión en el(los) cable(s). Una caja
de interfaz eléctrico comprende el punto de conexión eléctrica de la interfaz entre los servomotores internos
20 eléctricos de CC del sistema de gestión de cables y el módulo de control, el sistema de control en lazo abierto
(OLCS, Open Loop Control System). Para configurar la estación móvil magnética 500 para inspección, se instala una
placa de montaje de gestión de cables en la lumbrera de acceso y la estación móvil magnética se inserta en el
generador de vapor 200 y el cable (número de referencia 539 en la FIG. 11a) se enrosca a través de la entrada del
cable de la guía de cable, que se instala entonces en la lumbrera de acceso. A continuación se monta un
alimentador de cable motorizado en el montaje de la lumbrera de acceso y el cable 539 se inserta a través de una
ranura del cable al tirar hacia arriba de una placa de resorte cargada. Cuando el cable 539 está correctamente
25 posicionado entre las ruedas de alimentación, la placa del resorte se libera y tanto la parte delantera como la trasera
del cable 539 se colocan y se mantienen en su lugar. El contenedor del cable se coloca directamente detrás del
sistema de gestión de cables y el cable enrollado en el interior, con el fin de minimizar cualquier enredo.

La descripción anterior se ha presentado con fines de ilustración y descripción. La descripción anterior no pretende
30 limitar los presentes conceptos para las formas, características, configuraciones, módulos o aplicaciones descritos
en la presente memoria a modo de ejemplo. Otras configuraciones, combinaciones y/o subcombinaciones no
enumeradas de estas formas, características, configuraciones, módulos y/o aplicaciones se considera que
permanecen dentro del alcance de los conceptos descritos. La invención únicamente se define mediante las
reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección configurado para inspeccionar el lado secundario de un generador de vapor (200), que comprende:
 - un primer aguilón (110);
 - 5 un segundo aguilón (120) que tiene un extremo proximal unido de forma pivotante al primer aguilón, y comprendiendo el segundo aguilón un extremo distal que lleva una cápsula de entrega (130), la cápsula de entrega que define un compartimento de almacenamiento (132); y
 - un primer vehículo de inspección robótico (150) dimensionado para encajar en el compartimento de almacenamiento de la cápsula de entrega, definiendo el primer vehículo de inspección robótico un
 - 10 compartimento de almacenamiento (158) y comprendiendo al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación, comprendiendo además el primer vehículo de inspección robótico el cableado (139) que conecta el primer vehículo de inspección robótico a la cápsula de entrega;
 - caracterizado por que:
 - el segundo aguilón es un aguilón telescópico;
 - 15 la unión pivotante del segundo aguilón al primer aguilón permite la rotación hacia arriba del segundo aguilón con relación al primer aguilón en un ángulo de aproximadamente 90 grados; y
 - por que el sistema de inspección comprende además un segundo vehículo de inspección robótico (160) dimensionado para encajarse en el compartimento de almacenamiento (158) del primer vehículo de inspección robótico, comprendiendo el segundo vehículo de inspección robótico un sistema de accionamiento, al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación y comprendiendo
 - 20 además el cableado (169) que conecta el segundo vehículo de inspección robótico al primer vehículo de inspección robótico.
2. El sistema de inspección según la reivindicación 1, en el que la cápsula de entrega comprende al menos una cámara y al menos un sistema de iluminación.
- 25 3. El sistema de inspección según la reivindicación 1, en el que la cápsula de entrega se une de manera giratoria al extremo distal del segundo aguilón telescópico y en el que la cápsula de entrega se acopla al extremo distal del segundo aguilón telescópico mediante un actuador giratorio para girar alrededor de un eje longitudinal del segundo aguilón telescópico.
4. El sistema de inspección según la reivindicación 1, en el que el sistema de accionamiento del segundo vehículo de inspección robótico utiliza una pista única.
- 30 5. El sistema de inspección según la reivindicación 1, en el que el segundo vehículo de inspección robótico tiene una anchura de menos de 25,4 mm (1,0 pulgadas).
6. El sistema de inspección según la reivindicación 1, en el que el segundo vehículo de inspección robótico tiene una anchura de menos de 12,7 mm (0,5 pulgadas).
- 35 7. Un sistema de inspección vehicular (500) configurado para inspeccionar el lado secundario de un generador de vapor (200), que comprende:
 - un vehículo de inspección magnético (550) que define un compartimento de almacenamiento (558) y que comprende al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación, comprendiendo el
 - 40 vehículo de inspección magnético el cableado (539) que conecta el vehículo de inspección magnético a, en un extremo distal, uno o más de un sistema de gestión de cables, una pantalla de vídeo, una fuente de alimentación y un controlador fuera de un generador de vapor;
 - caracterizado por que:
 - el vehículo de inspección magnético además comprende un sistema de accionamiento que utiliza imanes, electroimanes o una combinación de los mismos en un elemento de accionamiento (554) adaptado para
 - 45 ponerse en contacto con una superficie sobre la que el vehículo de inspección magnético se mueve para permitir el movimiento vertical independiente del vehículo de inspección magnético a lo largo de una superficie vertical que comprende un metal ferroso debido a la adhesión magnética entre el elemento de accionamiento y la superficie vertical; y
 - por que el sistema de inspección vehicular comprende además un vehículo de inspección en haces robótico
 - 50 (160) dimensionado para encajar en el compartimento de almacenamiento del vehículo de inspección magnético, comprendiendo el vehículo de inspección en haces robótico un sistema de accionamiento que

tiene un elemento de accionamiento, al menos una cámara de inspección y al menos un sistema de iluminación y que comprende además el cableado (169) que conecta el vehículo de inspección en haces robótico al vehículo de inspección magnético.

- 5 8. El sistema de inspección vehicular según la reivindicación 7, en el que el elemento de accionamiento del vehículo de inspección magnético comprende una multitud de pistas o ruedas.
9. El sistema de inspección vehicular según la reivindicación 7, en el que el elemento de accionamiento del vehículo de inspección en haces robótico comprende una pista única.
10. El sistema de inspección vehicular según la reivindicación 7, en el que el vehículo de inspección en haces robótico tiene una anchura de menos de 25,4 mm (1,0 pulgadas).
- 10 11. El sistema de inspección vehicular según la reivindicación 7, en el que el vehículo de inspección en haces robótico tiene una anchura de menos de 12,7 mm (0,5 pulgadas).

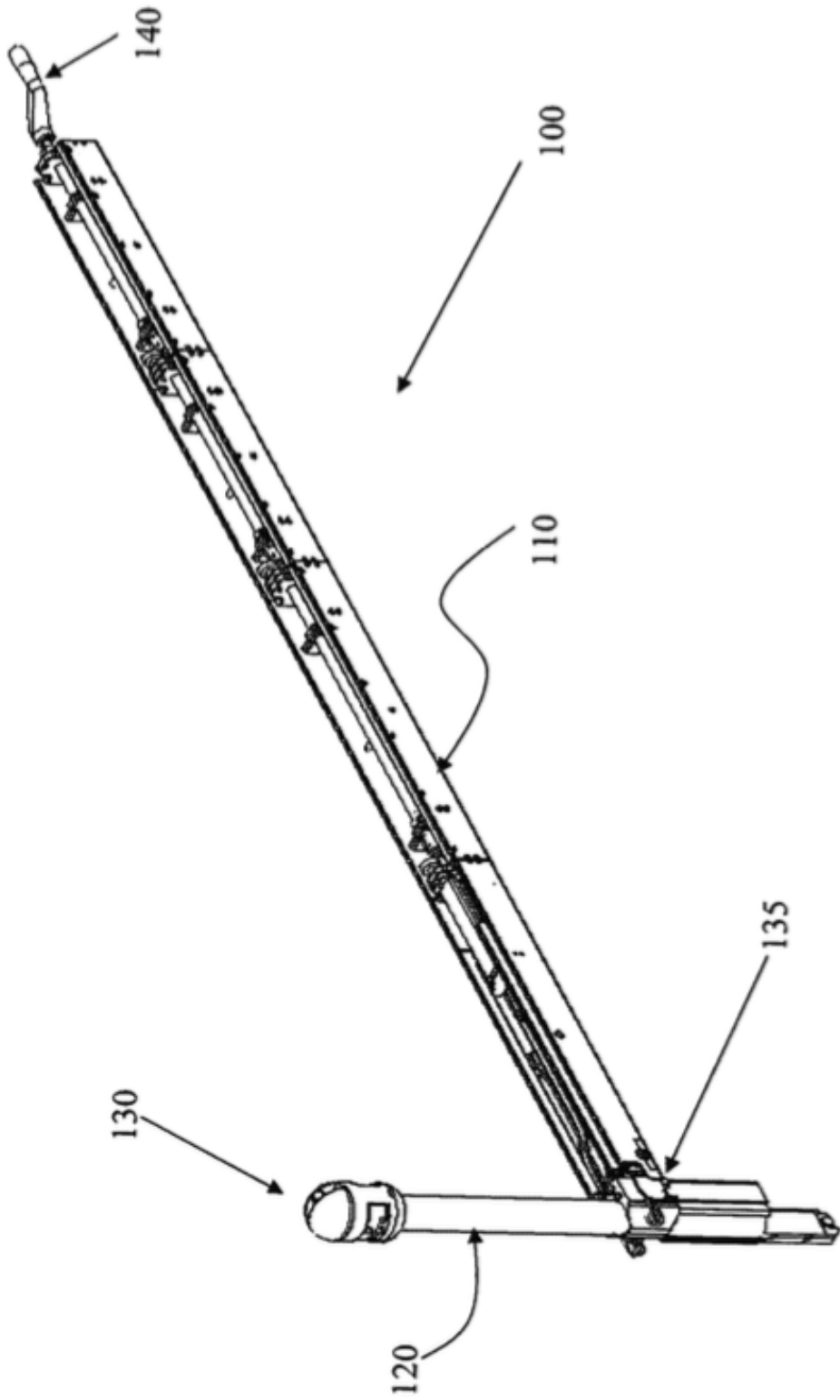


FIG. 1

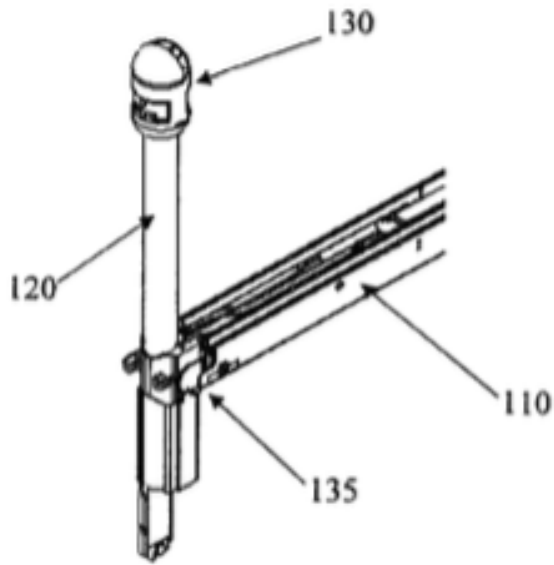


FIG. 2a

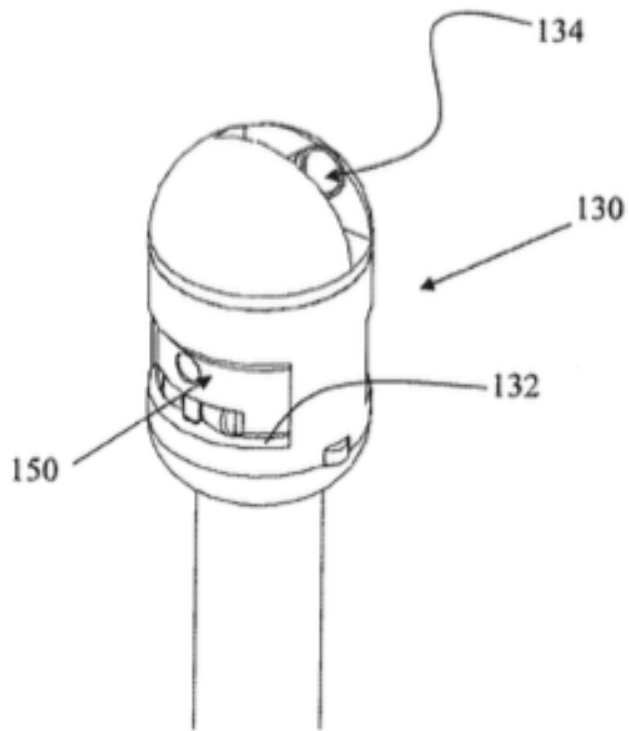


FIG. 2b

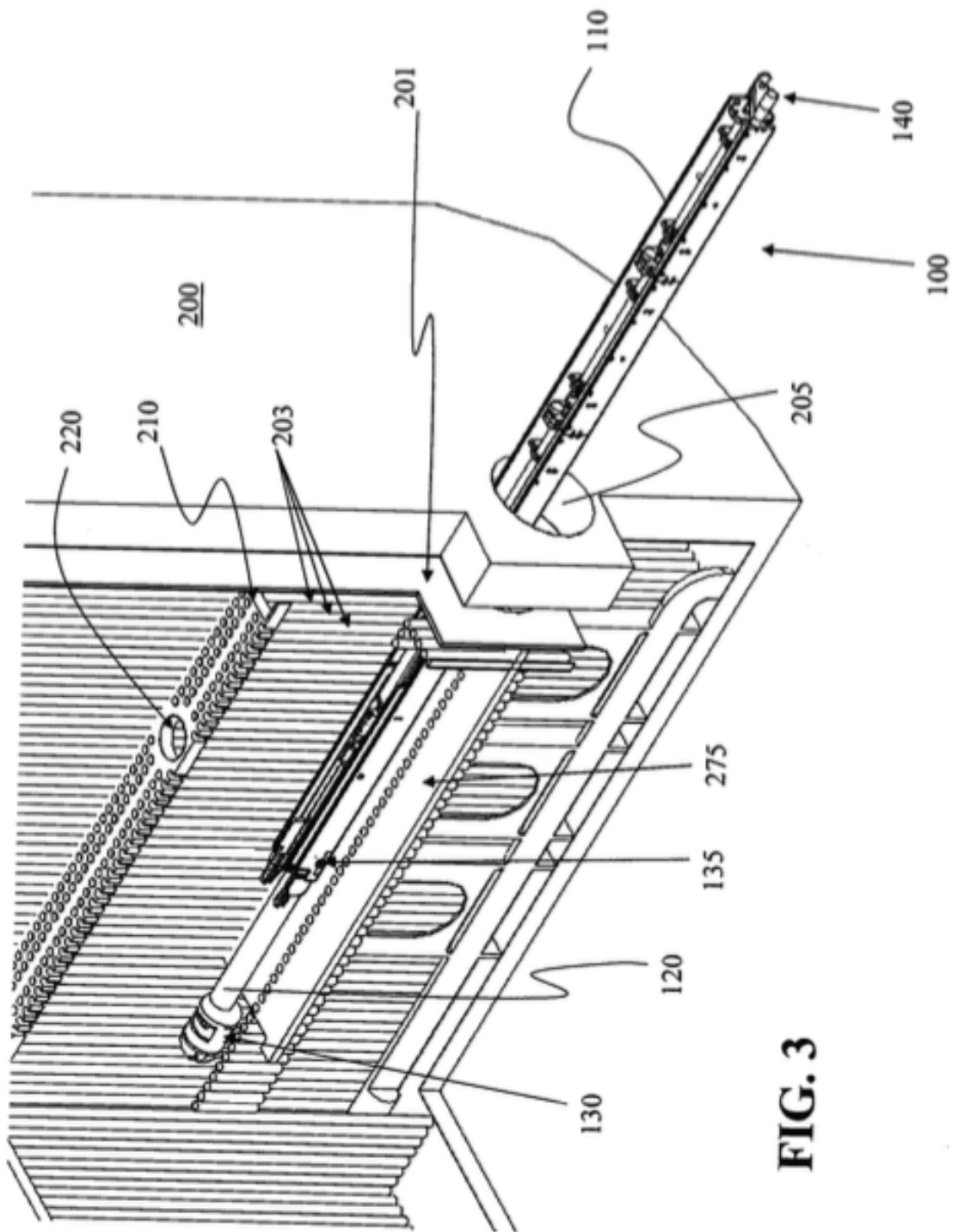


FIG. 3

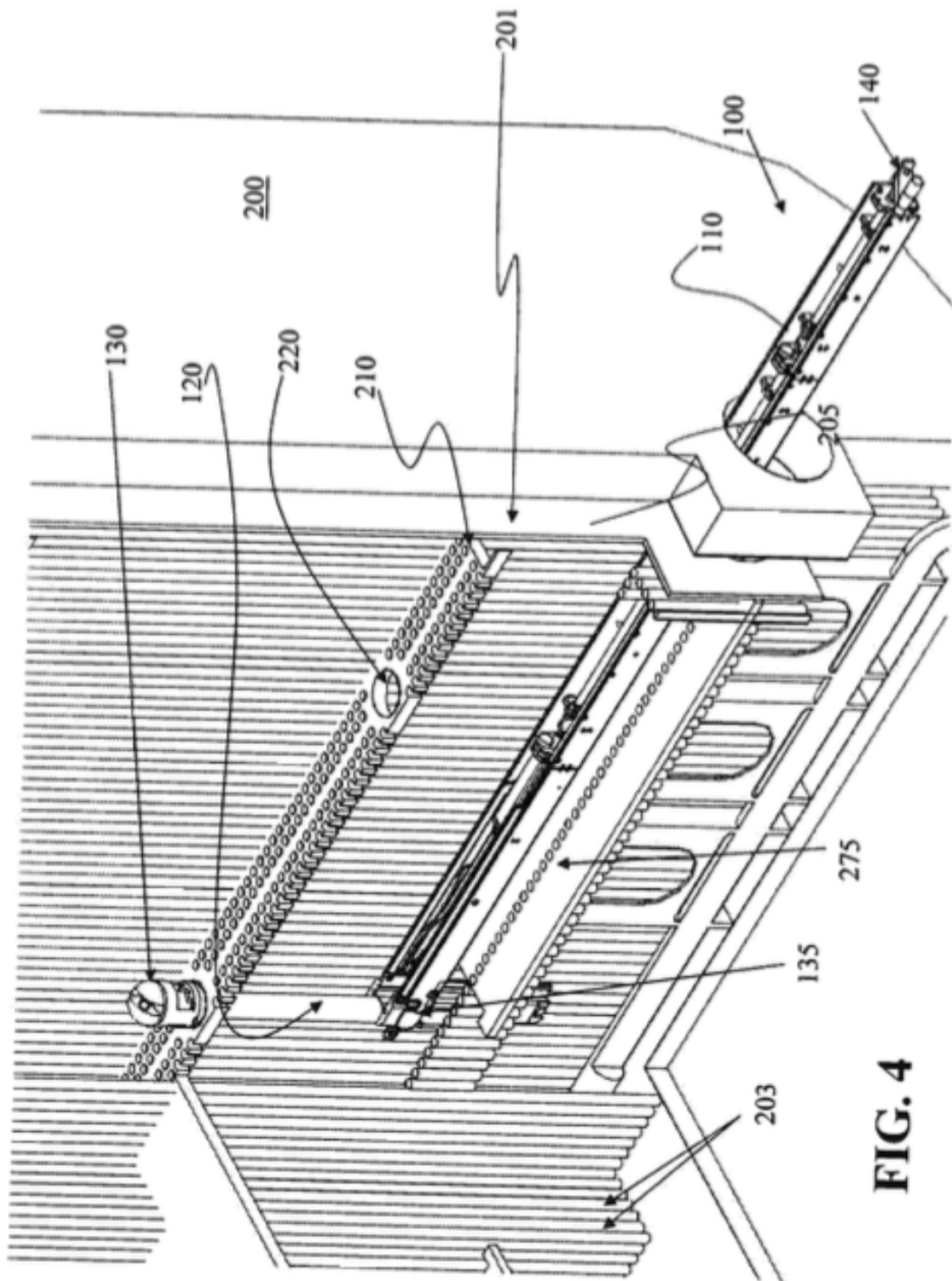


FIG. 4

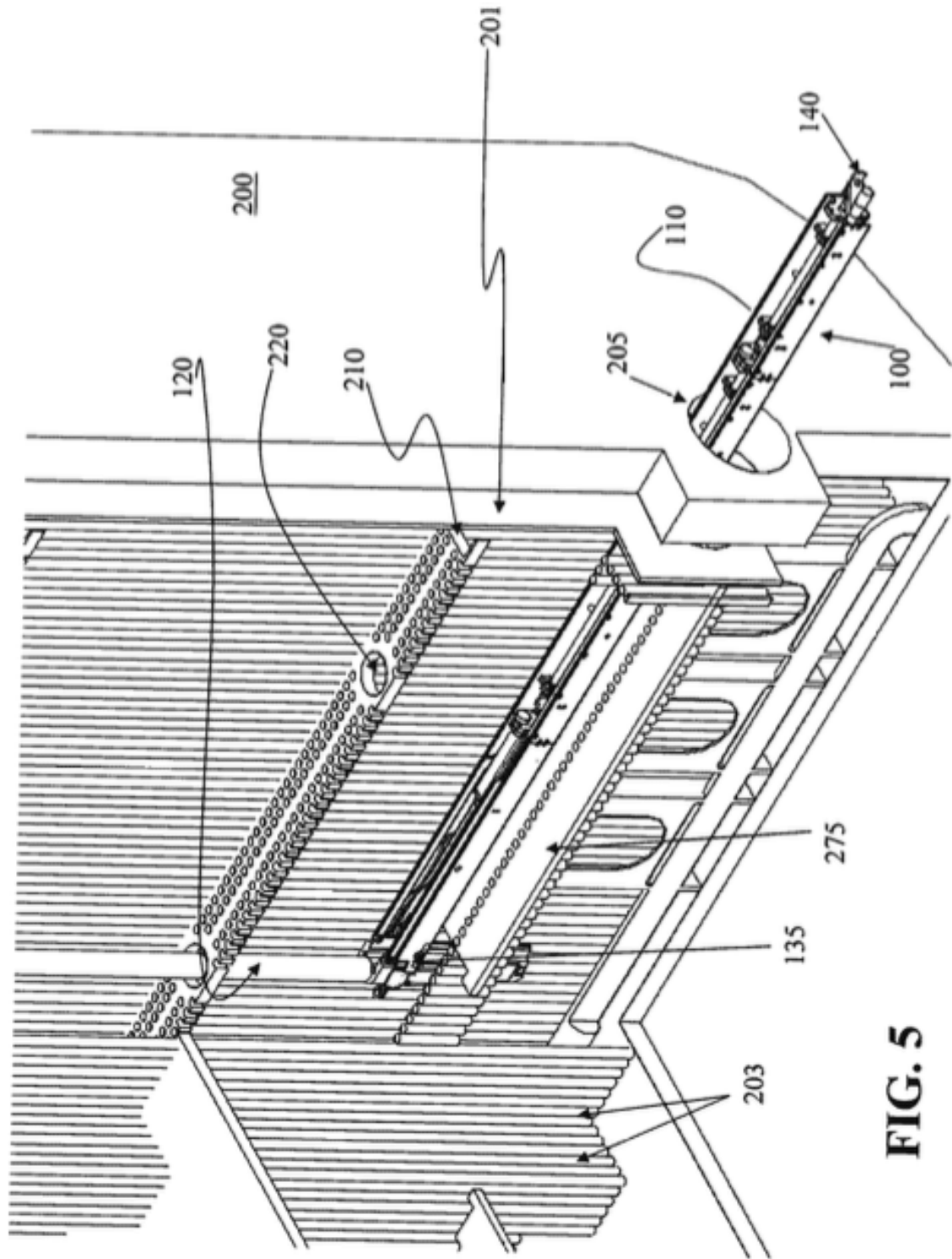


FIG. 5

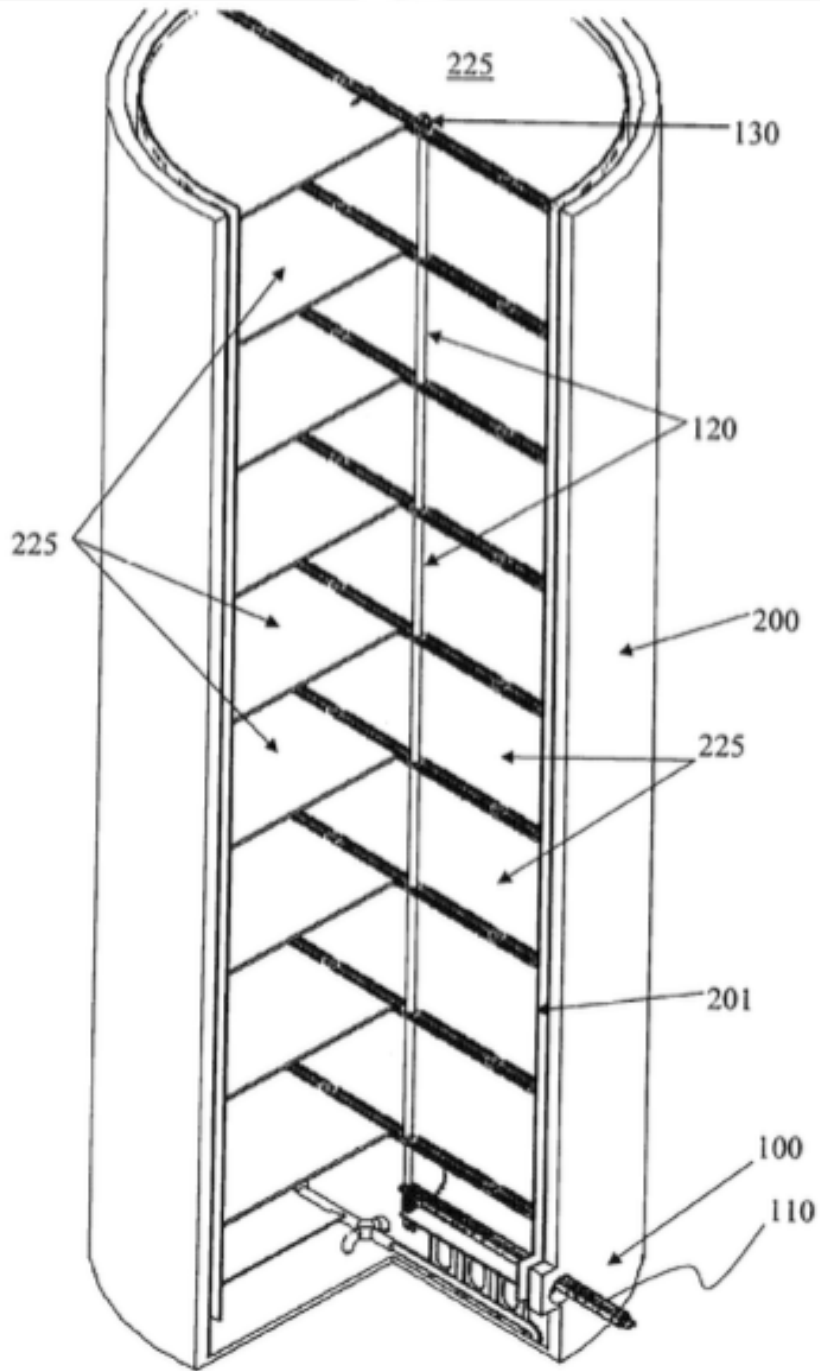


FIG. 6

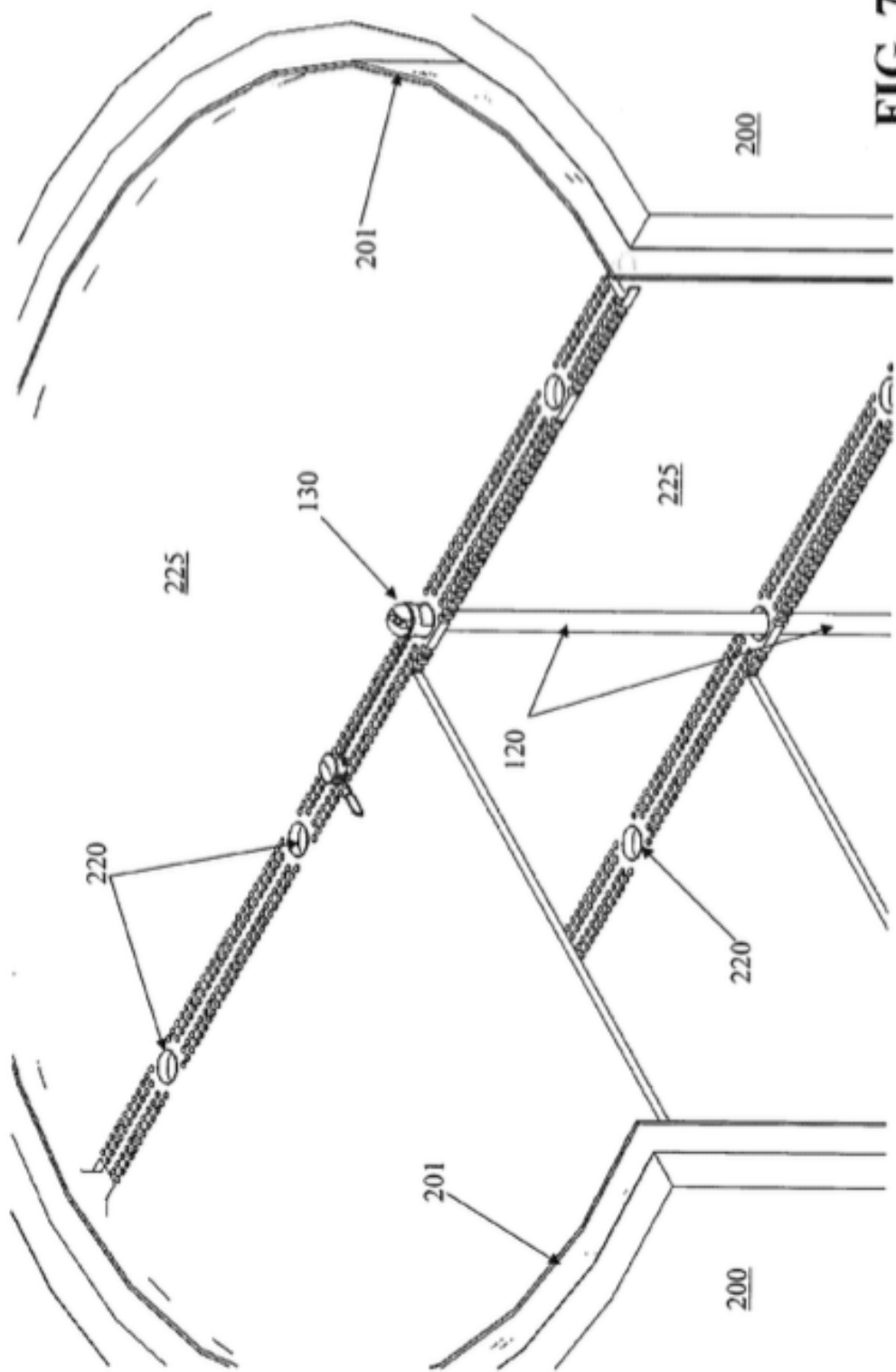
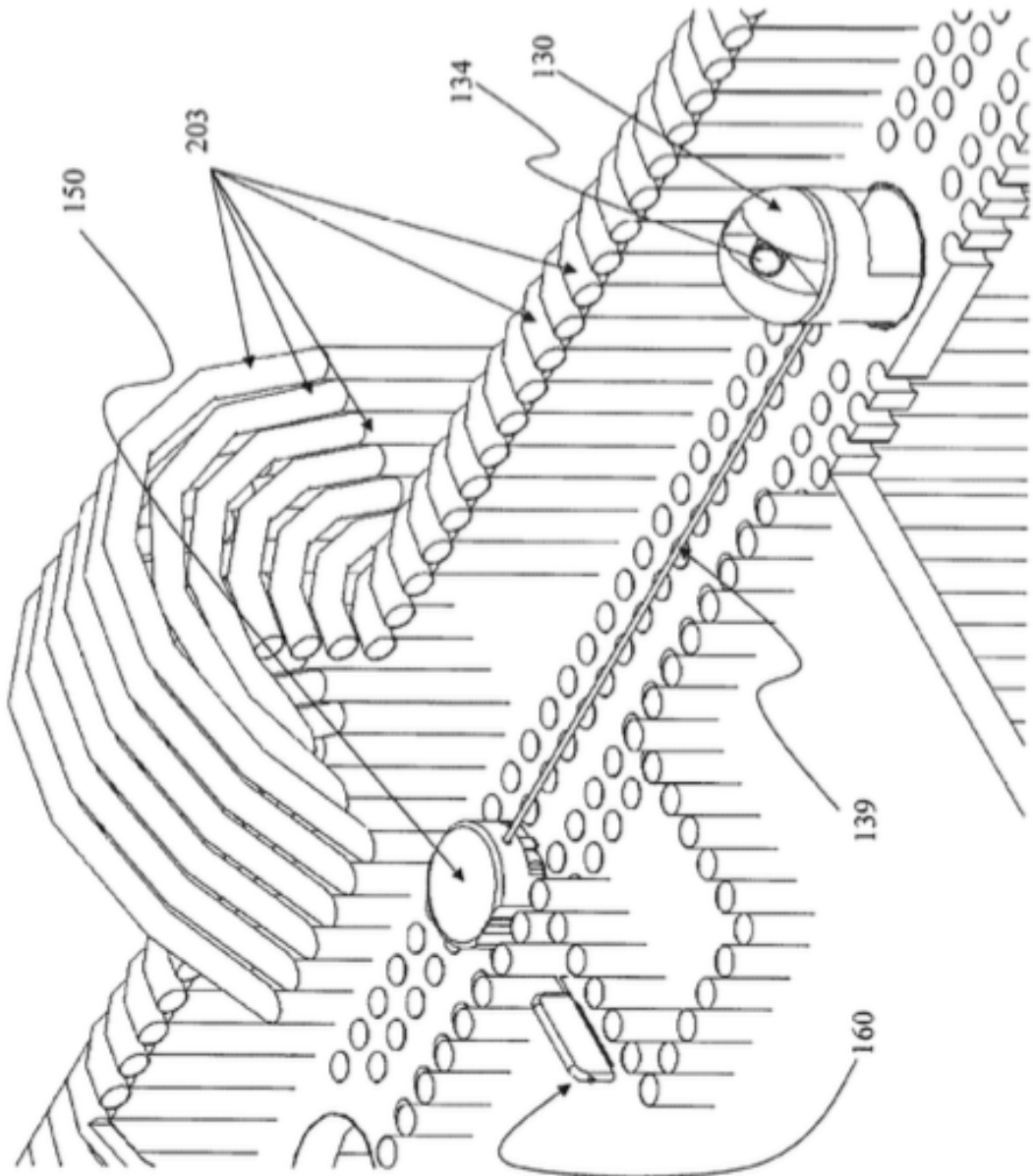


FIG. 7

FIG. 8



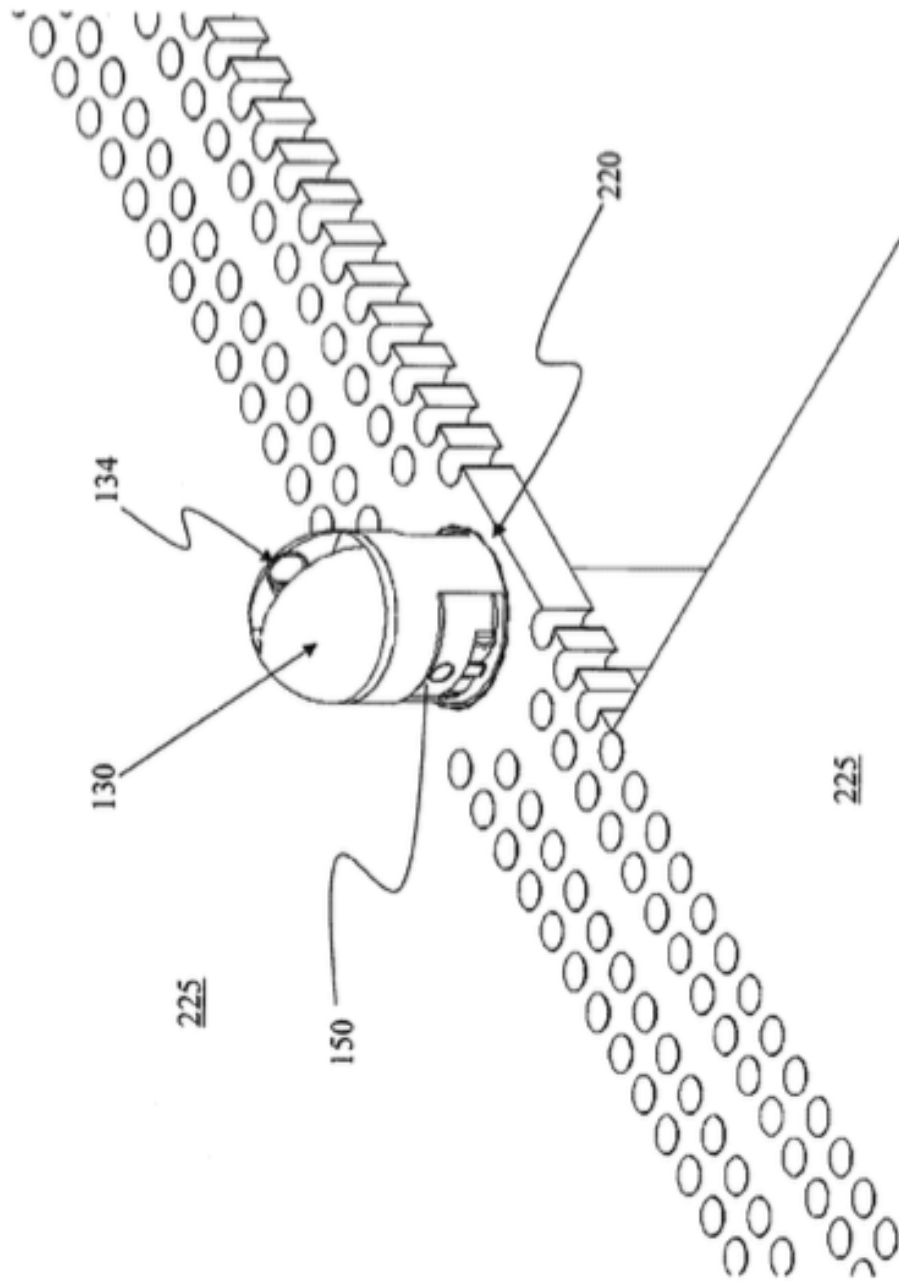
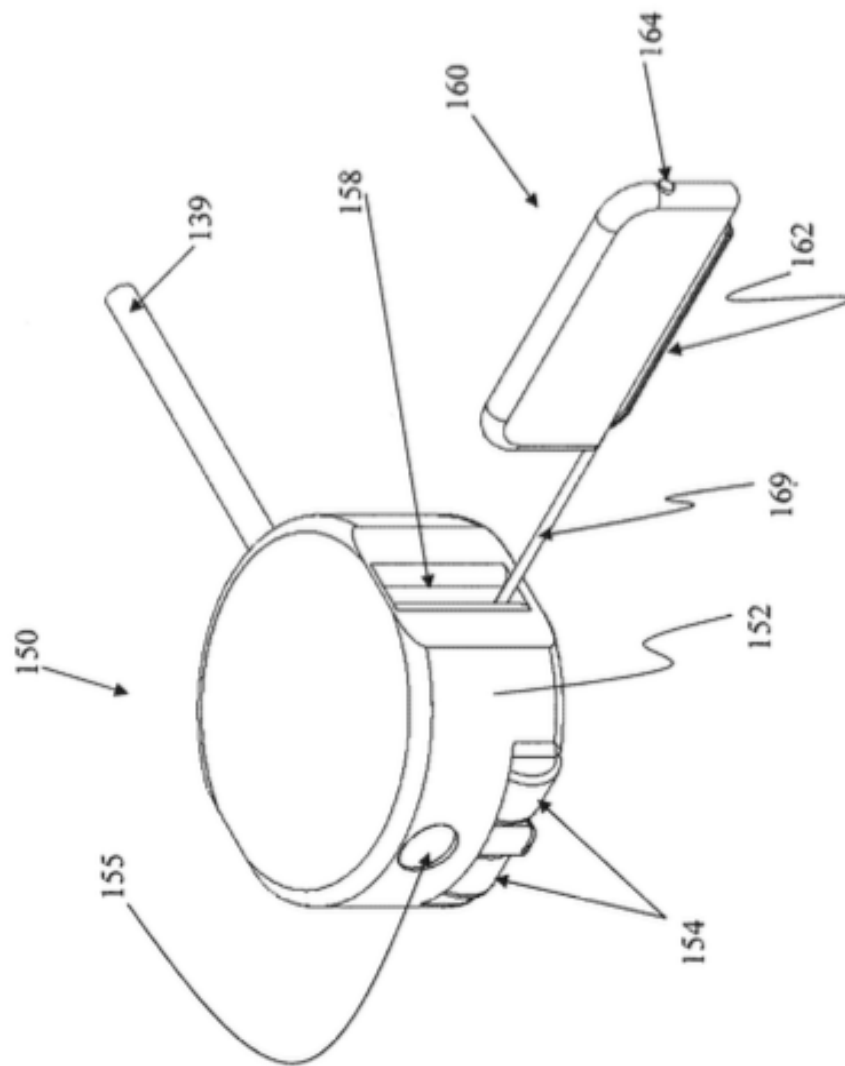


FIG. 9

FIG. 10



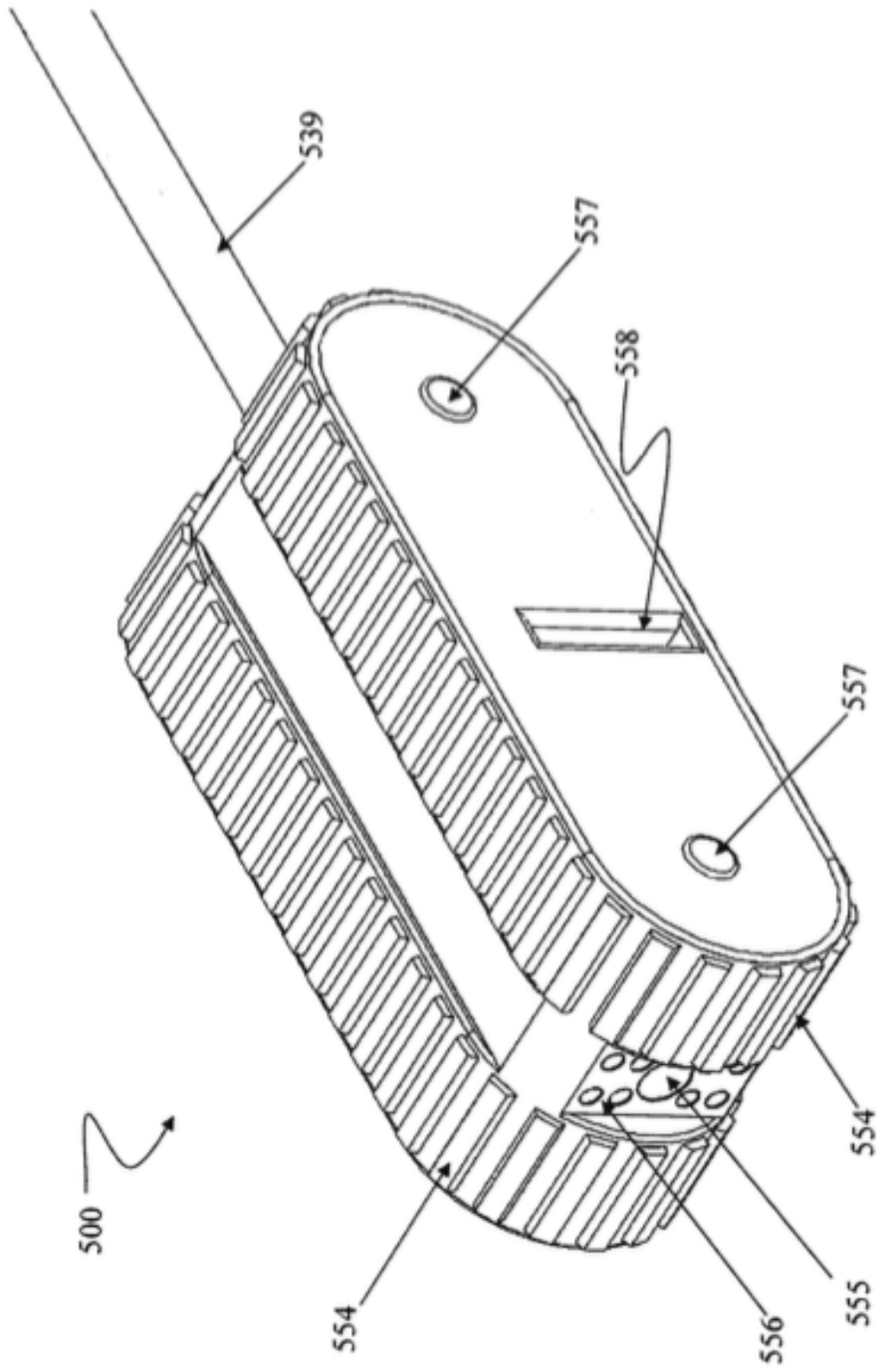


FIG. 11a

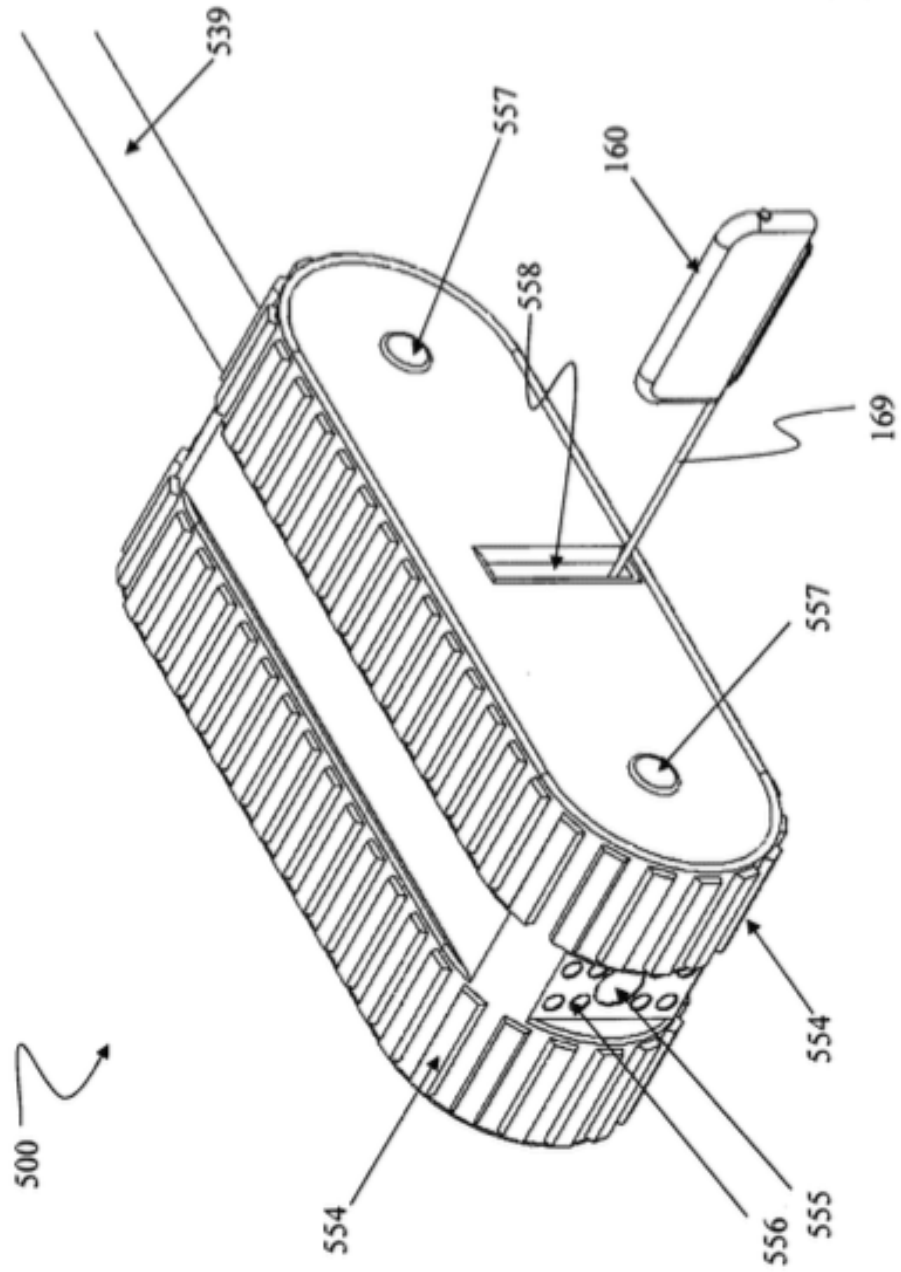


FIG. 11b

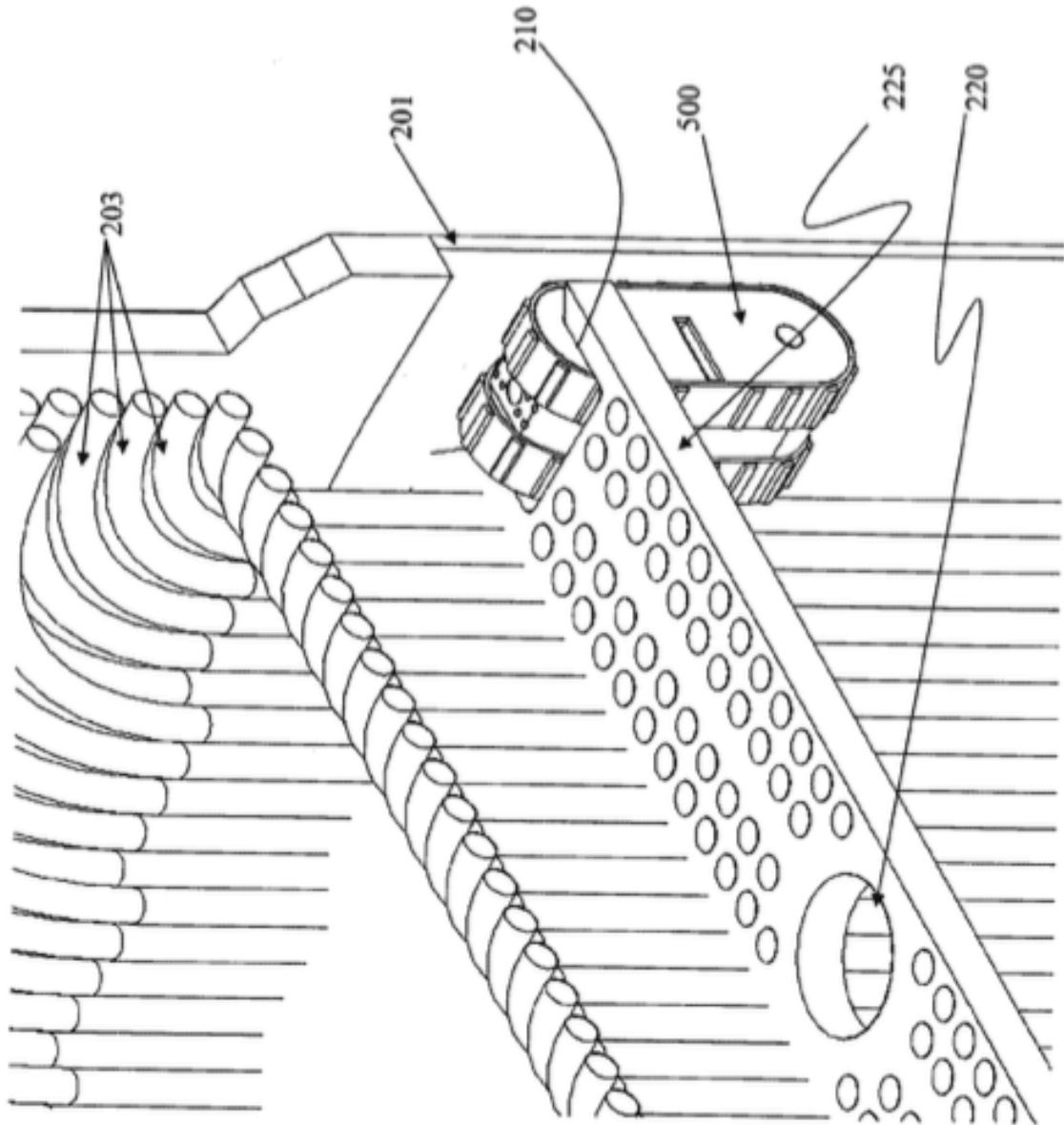


FIG. 12a

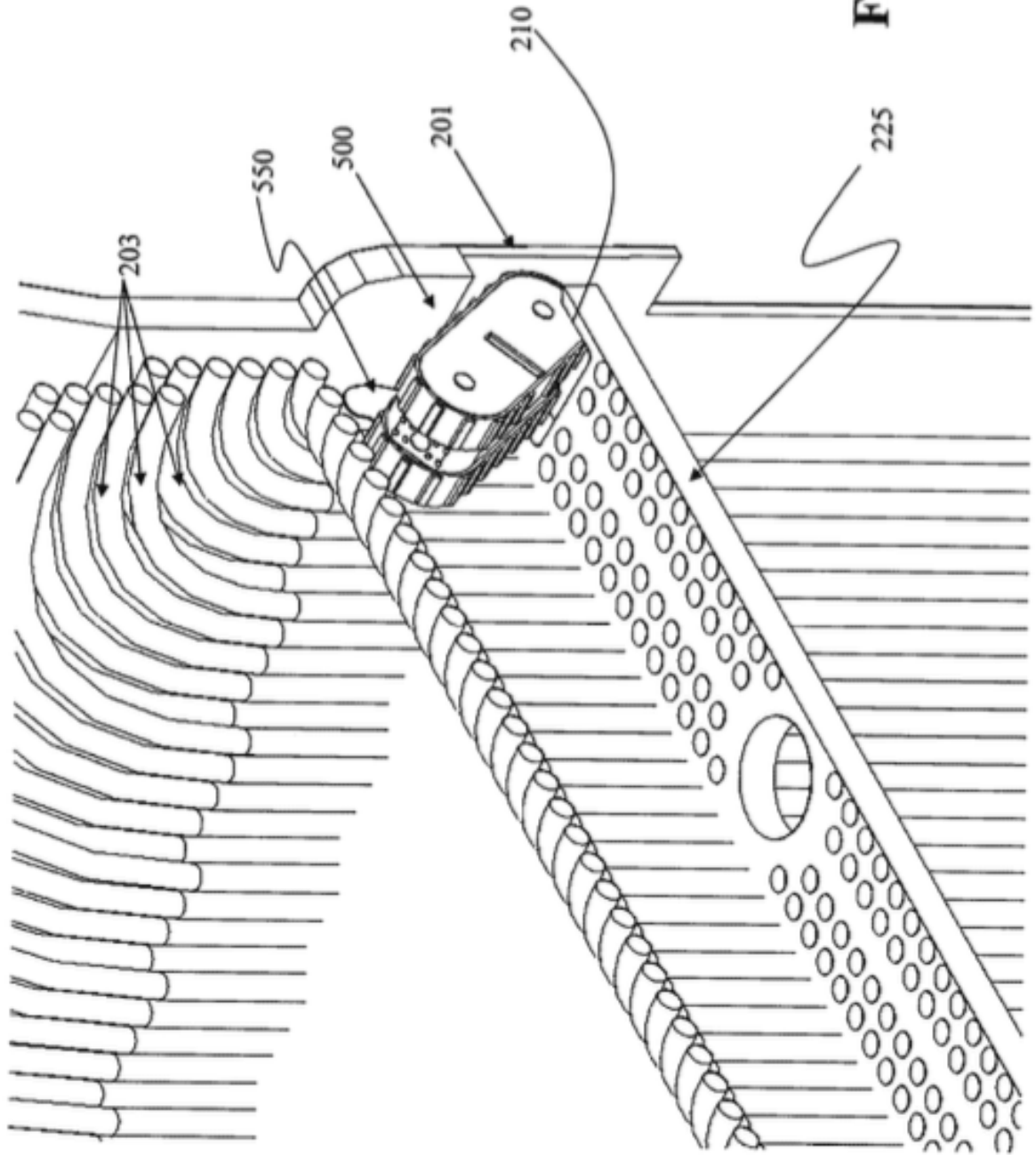


FIG. 12b

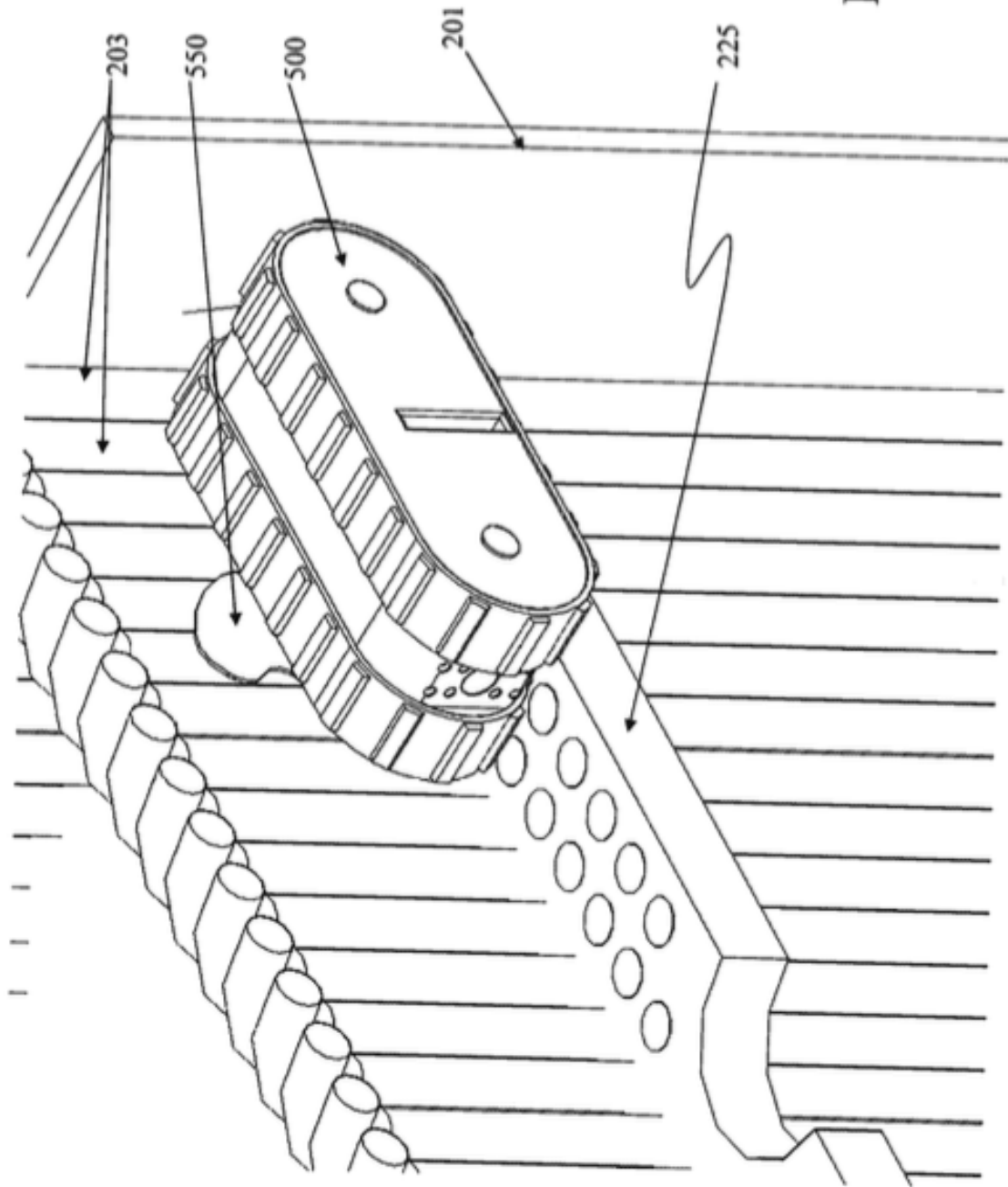


FIG. 12c

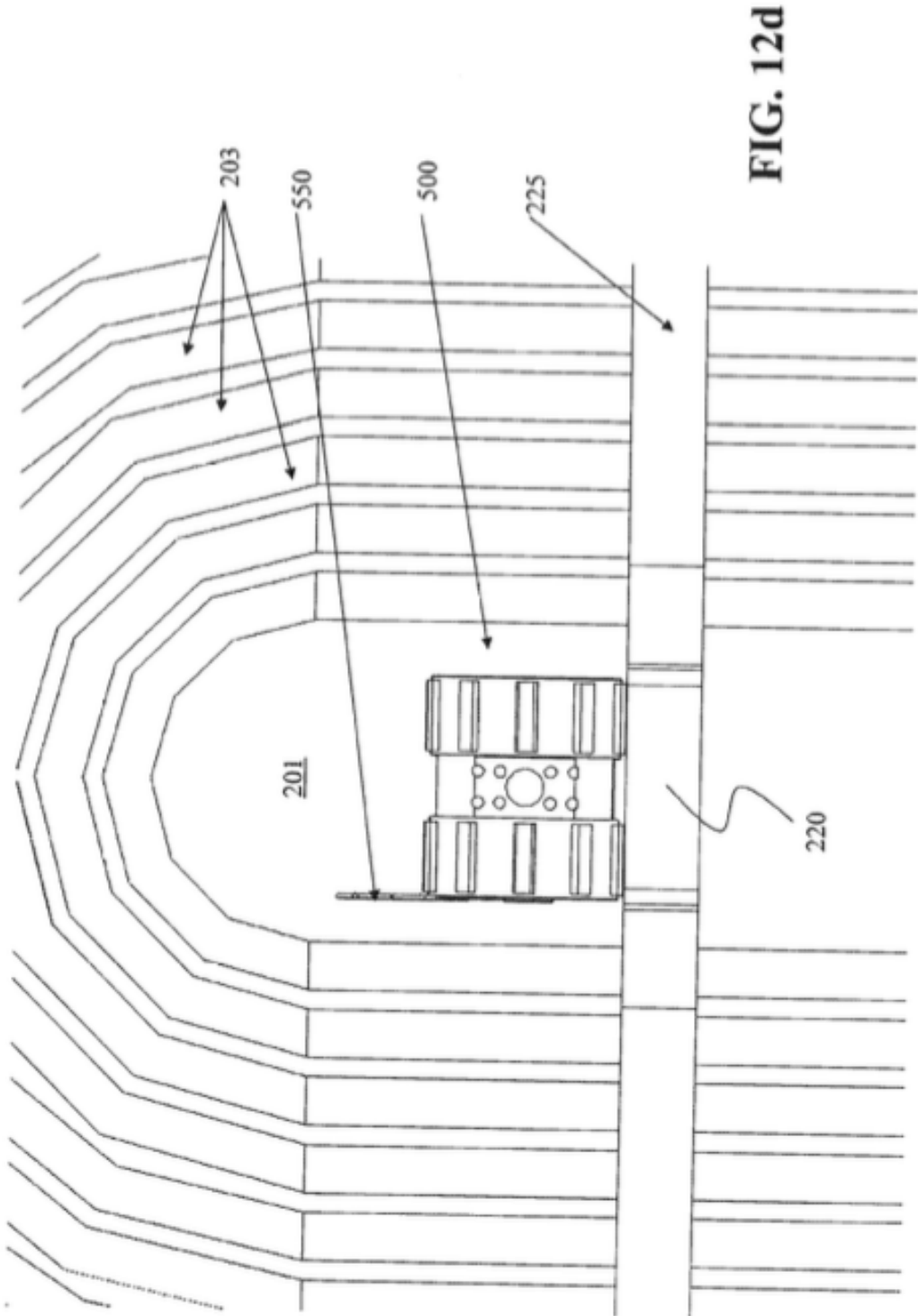
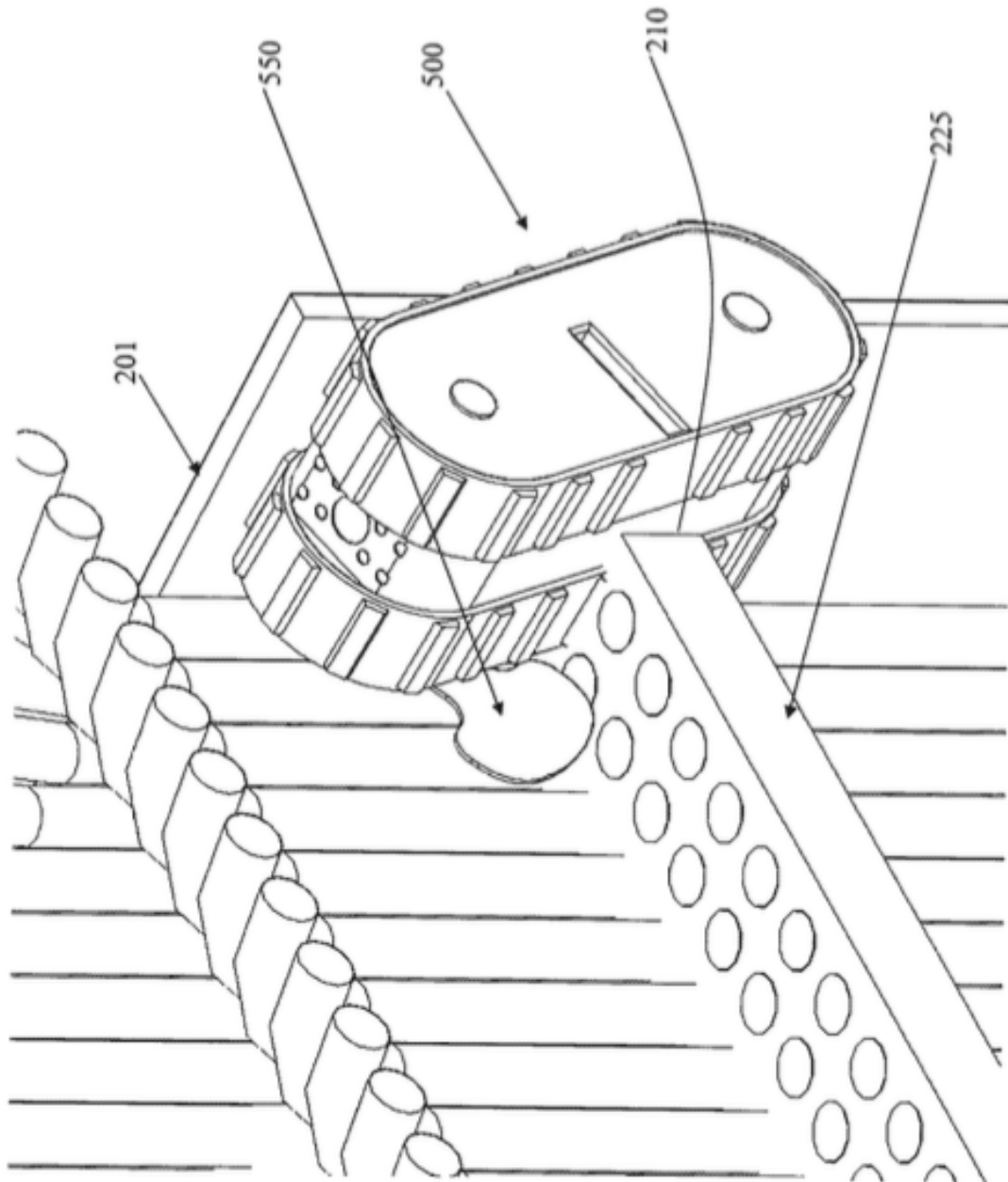


FIG. 12e



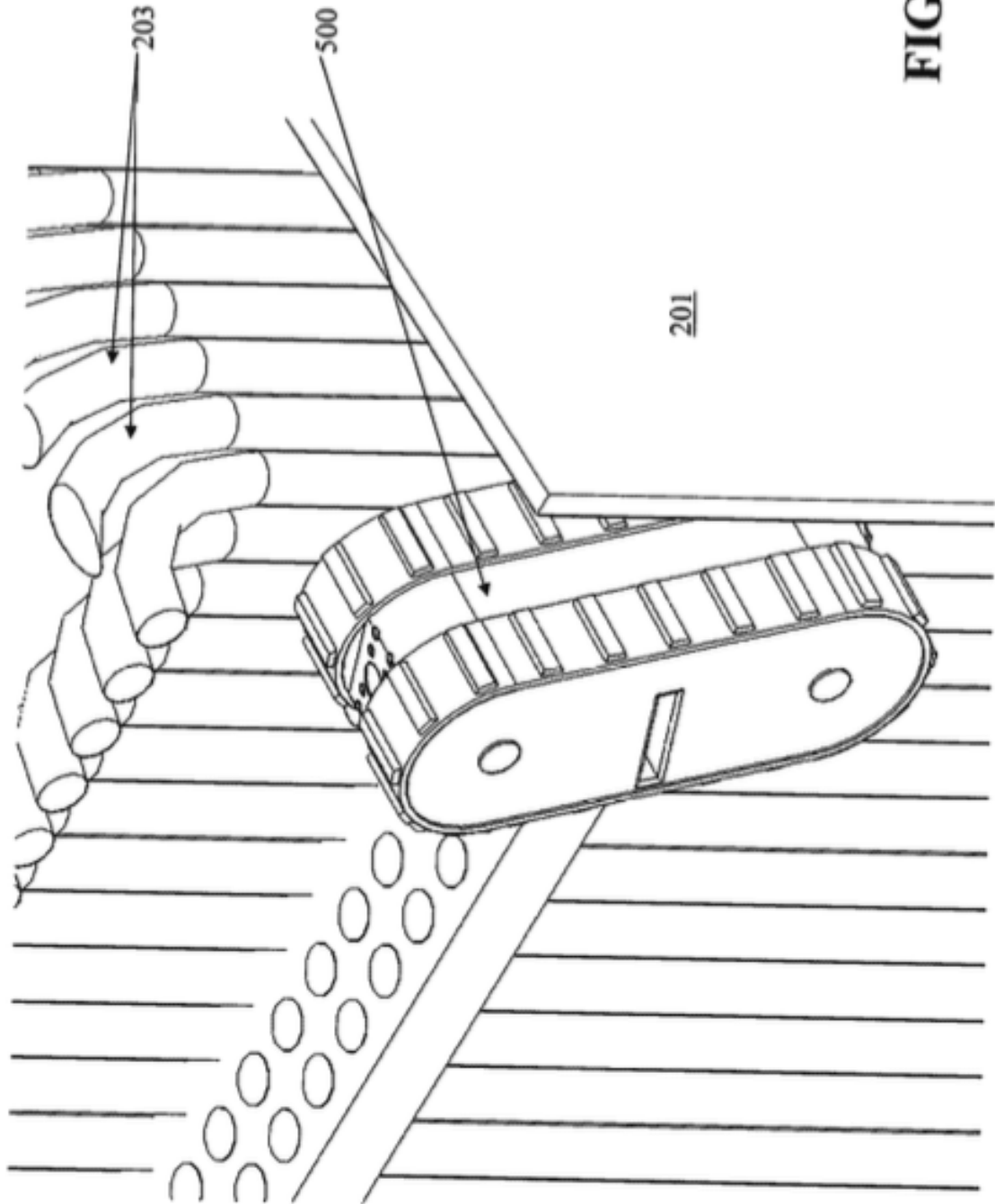


FIG. 12f

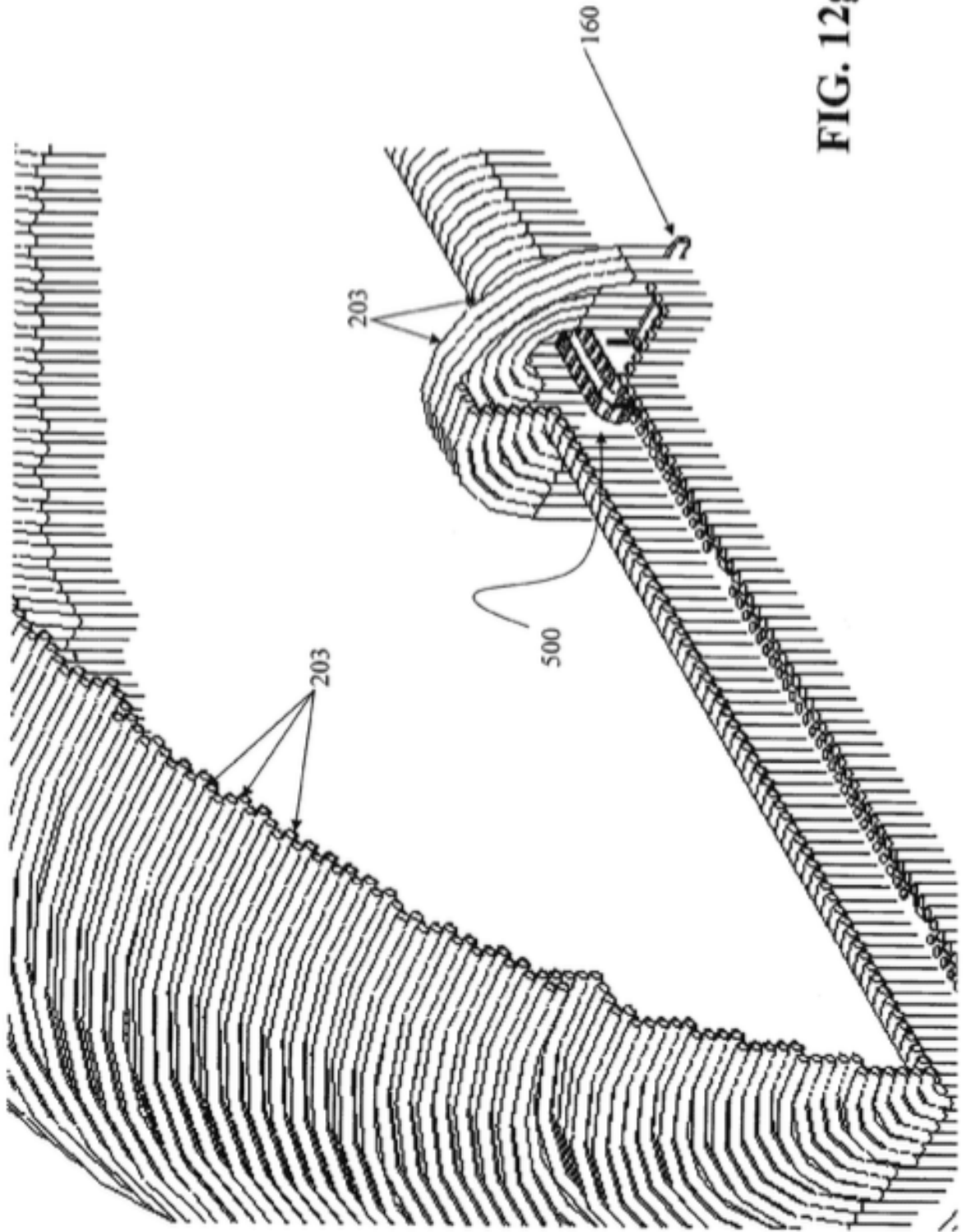


FIG. 12g

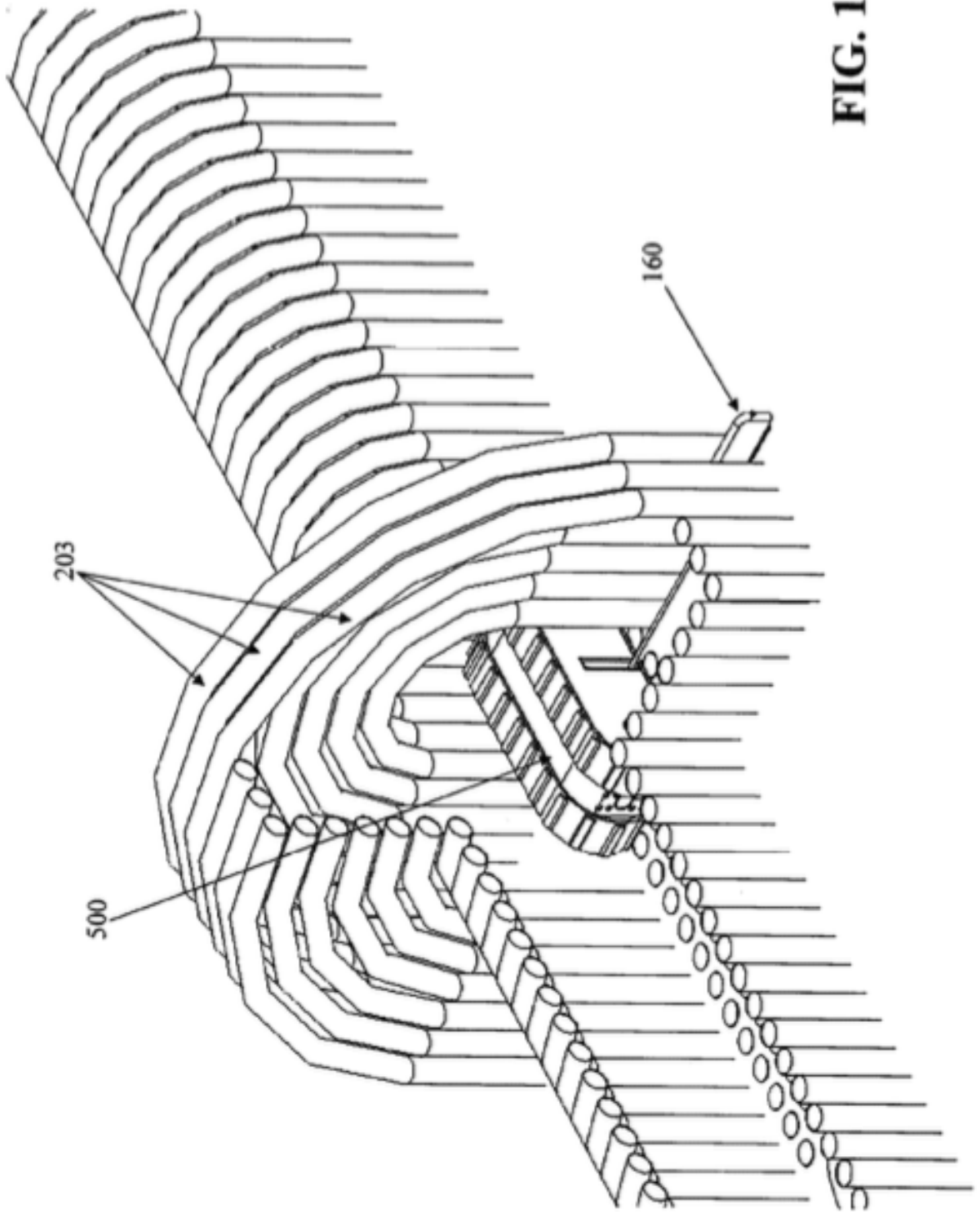
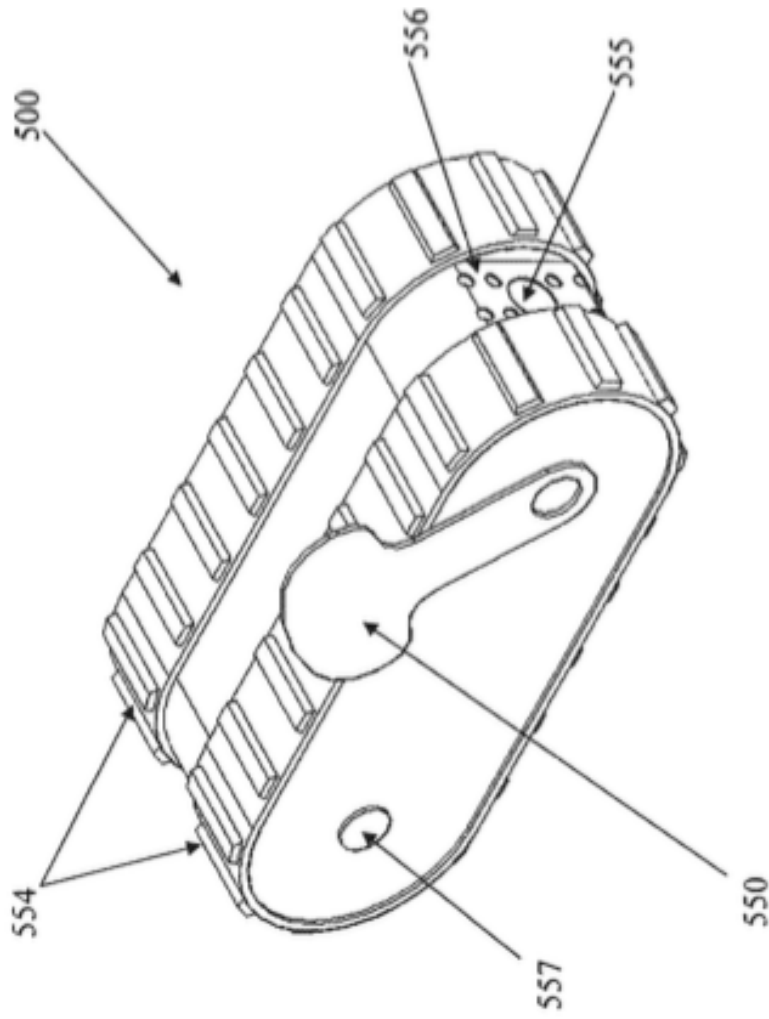


FIG. 12h

FIG. 13



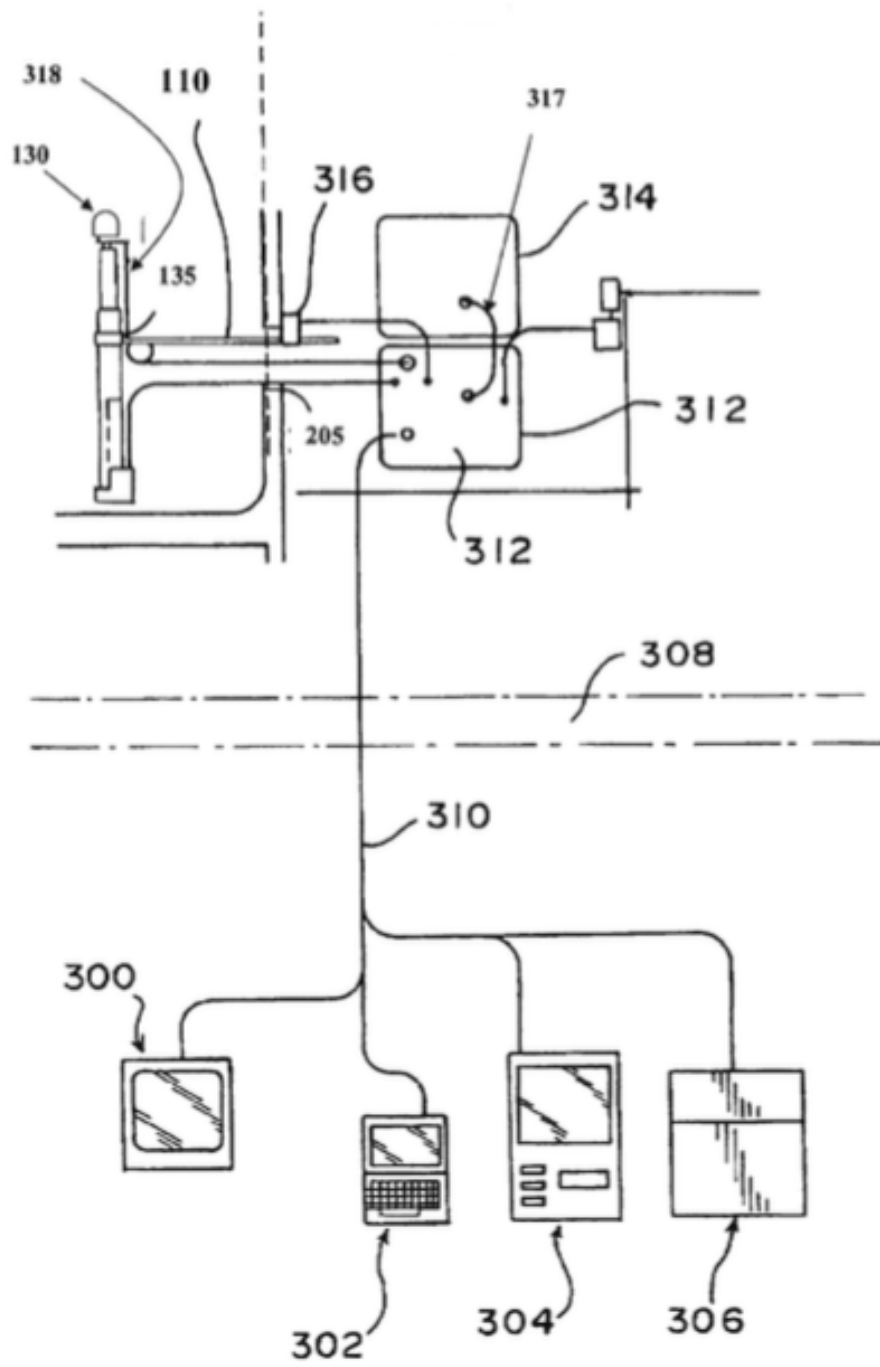


FIG. 14