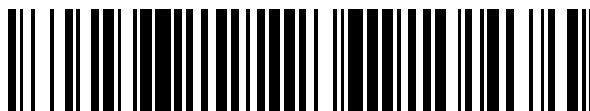


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 618**

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 16175434 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** **EP 3147910**

54 Título: **Un sistema de inspección vehicular para inspeccionar un lado secundario 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:

13.04.2020

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:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 753 618 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

Un sistema de inspección vehicular para inspeccionar un lado secundario de un generador de vapor

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los dispositivos de inspección generalmente 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.

10

Antecedentes de la invención

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

15

20

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 normalmente una "U" invertida separados por un carril, y se mantienen unidos por una pluralidad de placas de soporte, 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 soporte, 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.

25

30

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 soporte y dar lugar a otros daños. A pesar de que se requieren inspecciones periódicas de los generadores de vapor nucleares para cumplir con las regulaciones 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.

35

40

En el pasado, los tubos del generador de vapor y las placas de soporte 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 soporte. Debido al ambiente altamente radioactivo y al calor de las tuberías, la inspección humana visual directa normalmente 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 soporte, 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 EP A 0423013, JP2007161273, and US6887014B2.

45

50

Los tubos normalmente se extienden a través de las placas de soporte 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 soporte. Sin embargo, las pequeñas áreas en las que la abertura de cuatro hojas debe entrar en contacto con los tubos da lugar a áreas 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.

55

60

Además, la orientación de las partes componentes dentro de los generadores de vapor proporciona retos extremos para diseñar dispositivos viables para inspeccionar tales áreas. 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 puertos 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).

Sumario de la divulgación

65

En algunos aspectos de los presentes conceptos, un sistema de inspección para inspeccionar un lado secundario de

un generador de vapor incluye todas las características de la reivindicación independiente 1.

En otro aspecto de los presentes conceptos, un método para inspeccionar un lado secundario de un generador de vapor incluye todas las características de la reivindicación independiente 8.

5 El sumario 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.

10 Breve descripción de los dibujos

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

15 La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un sistema de despliegue vertical (VDS, Vertical Deployment System) para generadores de vapor de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 Las figuras 2a-2b muestran vistas de una porción del VDS de la figura 1 que muestra una cápsula de administración de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 3 muestra el VDS de las figuras anteriores insertado en un generador de vapor de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 20 La figura 4 muestra el VDS de las figuras anteriores en un estado instalado y plegado en un generador de vapor de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 5 muestra el VDS de las figuras anteriores en un estado instalado y desplegado en un generador de vapor de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 25 La figura 6 muestra otra vista del VDS de las figuras anteriores en un estado instalado y desplegado en un generador de vapor de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 7 muestra otra vista del VDS de las figuras anteriores en un estado instalado y desplegado en un generador de vapor, en donde se despliega una estación móvil de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 30 La figura 8 muestra otra vista de la cápsula de administración, la estación móvil desplegada y la estación móvil integrada desplegada de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 9 muestra una vista de la cápsula de administración con la estación móvil retenida en la misma de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 10 muestra una vista de una estación móvil desplegada y de una estación móvil integrada desplegada de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 35 La figura 11a muestra otra realización de un vehículo de inspección para inspección de generadores de vapor de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 11b muestra el vehículo de inspección de la figura 11a que despliega una estación móvil integrada de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 40 Las figuras 12a-12c muestran una secuencia del movimiento del vehículo de inspección de las figuras 11a-11b de acuerdo con 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 soporte del generador de vapor.
 La figura 12d es una vista frontal de un vehículo de inspección de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos en una placa de soporte de la parte superior del generador de vapor.
 45 Las figuras 12e-12f muestran una secuencia del movimiento del vehículo de inspección de las figuras 11a-11b de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos, que cambia del movimiento a lo largo de la placa de soporte del generador de vapor hasta una envoltura del generador de vapor.
 Las figuras 12g-12h son vistas en corte alejado en perspectiva de un vehículo de inspección que despliega una estación móvil integrada de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos en una placa de soporte de la parte superior del generador de vapor.
 50 La figura 13 muestra otra vista del vehículo de inspección de las figuras 11a-11b de acuerdo con al menos algunos aspectos de los presentes conceptos.
 La figura 14 muestra un ejemplo de un diseño de control para el VDS de las figuras 1-10.

55 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 el presente documento. 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.

60 Descripción detallada de la invención

Las figuras 1-9 muestran diversos 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 porciones superiores de los tubos del generador de vapor, las porciones superiores e inferiores de las placas de soporte, las soldaduras de las placa de

soporte a la envoltura y otras estructuras internas del generador de vapor.

En general, el VDS 100 se diseña para una elevación vertical de instrumentos, sensores, herramientas y/o cargas útiles de alrededor 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 figura 3) en el centro o por debajo del orificio de registro, que tiene como mínimo 102 mm (4") de diámetro de acceso despejado en el generador de vapor. En una configuración alternativa, se puede utilizar un soporte desplegable en combinación con el conjunto de rail 110 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 al puerto de acceso 205, tal que el conjunto de rail está en voladizo dentro del generador de vapor. Las placas de soporte 225 del generador de vapor también deben contener orificios de flujo con la dimensión aproximada de alrededor de unos 89 mm (3,5") de diámetro o equivalente en ancho para una sección rectangular, o más grande.

El VDS 100 comprende dos componentes principales estructurales, un conjunto de rail 110 (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 juego de cilindro apilado accionado hidráulicamente y, en un extremo distal, una cápsula de administración 130.

El conjunto de rail 110 de la VDS 100, como se muestra en las figuras 1-5, por ejemplo, se dispone a través de un puerto de acceso 205 de la pared del generador de vapor 200 y se une a una pestaña del puerto de acceso (no mostrada) mediante una placa de montaje del puerto de acceso (no mostrada). Cuando se une el conjunto de rail 110, en un extremo proximal, al puerto 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 de rail 110 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 actuador convencional, tal como un actuador giratorio o un actuador lineal.

En al menos una configuración, se une un servomotor accionado por cremallera a la placa de montaje del puerto de acceso y una manivela manual 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 figuras 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 el área 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 varios actuadores (por ejemplo, actuador(es) lineal(es), actuador(es) giratorio(s), o la combinación de los mismos, etc.). Como se muestra en la figura 3, después de la fijación del VDS 100 al puerto 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 del puerto 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 de rail 110 para facilitar la inserción a través del puerto de acceso 205.

El VDS 100 se dispone inicialmente cerca de la base del generador de vapor 200 en el carril del tubo, el área 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 figura 3. En esta configuración de instalación, el sistema VDS 100 es de alrededor de 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 porción de acceso, como se muestra en la figura 3, el conjunto del aguilón telescópico 120 y la cápsula de administración 130 cargadas de esta manera, se elevan a una posición vertical en el carril de tubos a una altura de alrededor de 76 cm (30"), y se extienden por medio del accionamiento del juego cilíndrico apilado del conjunto del aguilón telescópico 120, a través de una ranura de flujo 220 en las placas de soporte 225 del generador de vapor, como se muestra en la figura 4. La figura 5 muestra la extensión continua del conjunto del aguilón telescópico 120 y de la cápsula de administración 130 cargados en ranuras de flujo 220 sucesivamente mayores en las placas de soporte superiores 225, como se muestra adicionalmente en la figura 6.

Se proporciona una cámara 134 en una porción superior de la cápsula de administración 130 y puede comprender una cámara fija o, como se muestra en la figura 2b, una cámara en bandeja, inclinada y/o con zoom. La cápsula de administración 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 administración 130 a través de un rango seleccionado. La cámara 134 mejora la habilidad del operador para pilotar la cápsula de administración 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 figura 7 muestra la cápsula de administración 130 que se extiende a través de una ranura de flujo interior 220 por encima de una placa de soporte 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 soporte 225. El conjunto de rail 110 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 administración 130 alineada con la ranura de flujo 220 en cada placa de soporte 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 soporte 225 se disponen en una relación espaciada verticalmente a lo largo de la altura del generador de vapor de intervalos de alrededor 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 figuras 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 de rail 110 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 varios sensores de posicionamiento. Para facilitar el movimiento horizontal o lateral del conjunto del aguilón telescópico 120, se proporciona preferentemente un aparato de registro, el aparato de registro (no mostrado) que comprende juegos 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 juego de guías se extiende, un juego de guías entra en contacto con la pata caliente de un tubo en U y un juego de guías entra en contacto con la pata "fría" 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 preferente 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 figura 14 es un esquema de un diseño de control potencial para el VDS 100. El monitor de área 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 de rail 110 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 donde 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 la operación 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 administración 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, etc., para hacer funcionar todos los sistemas y subsistemas de la cápsula de administración. Todas las conexiones de los componentes del sistema terminan en la consola de control principal 302. La estación del operador para el dispositivo preferentemente contiene un ordenador 302 de control, que ejecuta una interfaz gráfica de usuario (por ejemplo, una plataforma Microsoft

Windows®), asociada al hardware de control 304, la supervisión de vídeo 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 la operación.

5 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 diversas placas de soporte 225. Después de la extensión de un extremo
10 distal del conjunto del aguilón telescópico 120 a una placa de soporte 225 deseada, tal como se muestra en la figura 7, se despliega un robot o "estación móvil" 150 desde la cápsula de administración 130, tal como se muestra en la figura 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 varias cámaras o dispositivos de grabación de vídeo, uno o varios paquetes LED u otros sistemas de iluminación, una o varias sondas de examen, un sensor de corrientes inducidas y una herramienta de despliegue y/o instrumental de recuperación.

15 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
20 abierto.

Para facilitar la operación y el examen de los elementos internos del generador de vapor, se proporciona una pluralidad 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 de la estación móvil, así como
25 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 pluralidad 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 porciones accesibles del generador de vapor, se puede conseguir utilizando una o varias de las cámaras de la estación móvil 150 mientras la estación móvil se retiene de forma segura dentro de la cápsula de administración 130.

35 El análisis integrado (es decir, el análisis entre los tubos 203 en U del generador de vapor) se puede conseguir mediante el despliegue, desde una cavidad o bahía de almacenamiento 158 de la estación móvil 150, una estación móvil integrada 160 pequeña, mecanizada que comprende en si misma vídeo e iluminación (vídeo en color, IR, UV, CCD, etc.) embarcados y, opcionalmente, uno o varios sensores adicionales y/o herramientas (por ejemplo, una herramienta de recuperación). La estación móvil integrada comprende un sistema de accionamiento (por ejemplo, motor accionado por correa(s), pista(s), ruedas, etc.) que permiten a la estación móvil de inspección integrada moverse lateralmente lejos de la estación móvil 150 y dentro de la región paquete de tubos. Para facilitar el movimiento de la estación móvil integrada 160 entre los tubos en U del generador de vapor, el ancho de la estación móvil integrada 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 alrededor de 0,6 cm (0,25"), etc.) y en al menos un aspecto es de alrededor de 0,6 cm (0,25")
45 de ancho.

La estación móvil integrada 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 integrada 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 integrada 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 integrada 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 integrada 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 integrada de la estación móvil integrada 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.
65

- 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 soporte con la retroalimentación posicional de altura que se proporciona mediante los sensores, tales como los
- 5 codificadores de cadena. Una vez que la cápsula de administración 130 se encuentra en la elevación deseada, la estación móvil 150 se puede desplegar desde el alojamiento de administración sobre la placa de soporte 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 integrada 160 al hueco de almacenamiento 158 de la estación móvil 150, recuperar la estación móvil 150 en el hueco de almacenamiento 132 de la cápsula de administración 130.
- 10 Una vez que la estación móvil 150 se asegura en su posición, el juego cilíndrico apilado libera lentamente la presión del fluido para bajar el sistema al estado plegado mostrado en la figura 4 y a continuación al estado de inserción que se muestra en la figura 3 mediante el giro del conjunto del aguilón telescópico 120. El VDS 100 se puede entonces desacoplar del puerto de acceso 205 y retirarse.
- 15 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 soporte 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 administración dentro del generador de vapor 200. En conjunción con la extensión vertical y la supervisión de la posición vertical del conjunto del aguilón
- 20 telescópico 120, también se verifica la posición horizontal del conjunto del aguilón telescópico 120 de forma preferentemente visual (por ejemplo, a través de la cámara 134 de la cápsula de administración 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
- 25 120 se puede conseguir, por ejemplo, utilizando un aparato de registro de accionamiento neumático para extender y retraer secuencialmente juegos de guías de registro, miembros 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 juego 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.
- 30 Por lo tanto, de acuerdo con el VDS 100 anteriormente descrito y las estaciones móviles 150, 160 cargadas de este modo, un operador puede mover la cápsula de administración hasta una placa de soporte 225 deseada, desplegar la estación móvil 150 a una posición deseada a lo largo del carril central de la placa de soporte, y desplegar adicionalmente la estación móvil integrada 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 integrada moverse lateralmente lejos de la estación móvil de la placa y en la región del haz de tubos.
- 35 Las figuras 11a-11b muestran un sistema 500 de administración de una estación móvil magnética configurado para insertarse en un puerto de acceso 205 (por ejemplo, un orificio de registro) de un generador de vapor 200 u otro vasija o área cerrada. Las dimensiones totales de la estación móvil magnética 500 son alrededor de 20 cm (8") de longitud, 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 un puerto de acceso u orificio de registro de 102 mm (4"), cortes de la envoltura en las placas de soporte de 95,25 mm (3,75") de ancho y 91,4 mm (3,6") de profundidad, medidos desde la
- 40 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.
- 45 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 diversos
- 50 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 preferentemente superaría alrededor de 44,4 Newtons (10 libras de fuerza)
- 55 A modo de ejemplo, las pistas 554 pueden comprender una pista de tipo lengüetas de goma o una pista con apariencia de goma con lengüetas magnéticas. En otro ejemplo, se proporciona una pluralidad 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 paquete de tubos 203 y a través de las aberturas 210 en las placas de soporte 225 del tubo, tales como las aberturas 210 en el generador de vapor FRAMATOME 68/19, como se muestra
- 60 en la figura 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.
- 65

Como se muestra en las figuras 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 hueco de almacenamiento 558. La figura 11b muestra una estación móvil integrada 160, como se ha descrito anteriormente, desplegada desde el hueco de almacenamiento 558 de la estación móvil magnética 500, la estación móvil magnética integrada 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 pluralidad 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 alrededor de 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 integrada, la estación móvil magnética 500 utiliza la estación móvil integrada 160 para administrar inspección de cámaras de inspección integrada, 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 varias cámaras(s) de color que utiliza(n) iluminación LED y una o varias 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 pluralidad de electroimanes, que se pueden utilizar durante el despliegue de la estación móvil magnética 500 en las diversas elevaciones de la placa de soporte 225. Montado en el lateral de la guía de carro de la estación móvil magnética 500 hay un miembro 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 soporte 225 y viceversa al empujar la estación móvil lejos o levantándola hasta la envoltura.

La figura 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 soporte 225. El miembro actuador 550, 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 miembro 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 figura 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 pluralidad 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 miembro actuador.

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

La figura 12d muestra la estación móvil magnética 500 en una placa de soporte 225 en la región 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 integrada 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 figuras 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 donde entonces sería capaz de reactivar el movimiento hacia arriba o hacia abajo a lo largo de la envoltura. En esta operación, el miembro 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 soporte 225. Específicamente, se muestra el miembro actuador 550 para proporcionar una fuerza de resistencia contra la placa de soporte 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 miembro 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.

5 Las figuras 12g-12h muestra la estación móvil integrada 160 en una posición desplegada en donde la estación móvil de inspección integrada, 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 integrada 160 en sí misma comprende, como se señaló anteriormente, diversas cámaras (por ejemplo, frontales, traseras, bajas) y luces asociadas (por ejemplo, LEDs blancos) que proporcionan datos de posición
10 útiles para maniobrar y/o ubicar la estación móvil integrada, 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 la operación de la estación móvil magnética, la estación móvil integrada 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 integrada 160 pueden incluir, pero no se limitan a, la cámara/unidades LED de diversos 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 hueco de almacenamiento 558 de la estación móvil magnética 500 o desde otra bahía de
15 almacenamiento. Por ejemplo, se puede utilizar un brazo robótico (no mostrado) para unir y retirar diversas herramientas y sensores a los puertos correspondientes de la estación móvil integrada 160.

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
25 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 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 pestaña de montaje para permitir que el sistema de gestión del cableado se monte en el puerto de acceso 205 del generador de vapor y un alojamiento de rodillos que aloja los rodillos y motores que agarran o "aprietan"
30 el cableado para llevarlo efectivamente hacia o fuera del generador de vapor en respuesta o de 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 del puerto 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
35 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 eléctricos de CC del sistema de gestión de cables y el módulo de control, el sistema de control en bucle 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 el puerto de acceso y la estación móvil magnética se inserta en el generador de vapor 200 y el cable (número de referencia 539 en la figura 11a) se enrosca a través de la entrada del cable de la guía de cable, que se instala entonces en el puerto de acceso. A continuación, se monta un alimentador de cable motorizado en el montaje del puerto 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.
40 Cuando el cable 539 está correctamente 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 divulgación anterior se ha presentado con fines de ilustración y descripción. La descripción anterior no pretende
50 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.

55 La invención únicamente se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección vehicular operable para inspeccionar un lado secundario de un generador de vapor, que comprende:

5 un vehículo de inspección (500) que incluye un cuerpo y un primer sistema de accionamiento (554), definiendo el cuerpo del vehículo de inspección (500) un hueco de almacenamiento (558) e incluyendo una cámara de inspección (555), un sistema de iluminación (556), y cableado (539) que conecta el vehículo de inspección (500) a uno o varios de un sistema de gestión de cables, una pantalla de vídeo (300), un suministro de potencia (314), y un controlador (312) fuera de un generador de vapor (200),
 10 **caracterizado por que:**

15 el primer sistema de accionamiento tiene al menos un primer miembro de accionamiento magnético (554) sobre un primer lado lateral del cuerpo y al menos un segundo miembro de accionamiento magnético (554) sobre un segundo lado lateral del cuerpo opuesto al primer lado lateral, y el sistema de inspección vehicular comprende además un vehículo de inspección robótica integrado (160) dimensionado para ser soportado por el hueco de almacenamiento (558) del vehículo de inspección (500), incluyendo el vehículo de inspección robótica integrado (160) un segundo sistema de accionamiento (162), una cámara de inspección (164), un sistema de iluminación y cableado (169) que conecta el vehículo de inspección robótica integrado (160) al vehículo de inspección (500),
 20 en donde el vehículo de inspección (500) incluye además un actuador (550) operable para desplegar un miembro actuador (550) contra una primera superficie (201) del lado secundario del generador de vapor (200) sobre el que se encuentra el vehículo de inspección (500) adherido magnéticamente para superar una adhesión magnética entre el vehículo de inspección (500) y la primera superficie (201) y para separar al menos una porción del al menos un primer miembro de accionamiento magnético (554) y el al menos un segundo miembro de accionamiento magnético (554) desde la primera superficie (201) para iniciar la transición del vehículo de inspección (500) desde la primera superficie (201) a una segunda superficie (225) del lado secundario del generador de vapor (200), y
 25 en donde la primera superficie (201) es sustancialmente vertical y la segunda superficie (225) es sustancialmente horizontal.
 30

2. El sistema de inspección vehicular de la reivindicación 1, en donde el actuador (550) es operable además para desplegar el miembro actuador (550) contra la segunda superficie (225) para retardar un avance del vehículo de inspección (500) cuando el vehículo de inspección (500) transita desde la segunda superficie (225) a la primera superficie (201) hasta que el vehículo de inspección (500) esté adherido magnéticamente a la primera superficie (201).
 35

3. El sistema de inspección vehicular de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el vehículo de inspección (500) tiene alrededor de 20,3 cm de longitud, alrededor de 8,1 cm de altura y alrededor de 8,9 cm de ancho.

40 4. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde una fuerza magnética total del al menos un primer miembro de accionamiento magnético (554) y el al menos un segundo miembro de accionamiento magnético (554) está entre 22-44 N (5-10 libras de fuerza).

45 5. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el al menos un primer miembro de accionamiento magnético (554) incluye una primera pista y el al menos un segundo miembro de accionamiento magnético (554) incluye una segunda pista.

50 6. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la primera pista y la segunda pista incluyen cada una una pluralidad de imanes de tierras raras espaciados, y preferentemente en donde la primera pista y la segunda pista incluyen lengüetas de goma o polímero, estando la pluralidad de imanes de tierras raras espaciados dispuestos dentro de las lengüetas.

55 7. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el actuador (550) es operable para polarizar selectivamente el miembro actuador (550) contra una seleccionada de la primera superficie (201) o la segunda superficie (225).

8. Un método para inspeccionar un lado secundario de un generador de vapor (200) usando un vehículo de inspección (500), que comprende:

60 mover el vehículo de inspección (500) con un sistema de accionamiento, que tiene miembros de accionamiento magnético (554), verticalmente a lo largo de una envoltura (201) del generador de vapor (200) a una posición debajo de una abertura (210) en una placa de soporte (225) del generador de vapor (200); mover el vehículo de inspección (500) parcialmente a través de la abertura (210) en la placa de soporte; accionar un miembro actuador (550), soportado por el vehículo de inspección (500), empujar contra una porción de la envoltura (201) sobre la abertura (210) para separar los miembros de accionamiento magnético (554) de la envoltura (201); y
 65

- 5 hacer avanzar el vehículo de inspección (500) a través de la abertura (210) mientras el miembro actuador (550) aplica una fuerza de polarización contra la porción de la envoltura (201) sobre la abertura (210) para hacer que los miembros de accionamiento magnético (554) progresivamente se separen de la envoltura (201) hasta que la gravedad que actúa sobre el vehículo de inspección (500) tire del vehículo de inspección (500) sobre la placa de soporte.
9. El método de la reivindicación 8, que incluye, además, antes de mover el vehículo de inspección (500) verticalmente a lo largo de la envoltura (201):
10 hacer pasar el vehículo de inspección (500) a través de un agujero de mano (205) del lado secundario del generador de vapor (200).
10. El método de la reivindicación 9, en donde el agujero de mano tiene al menos 10,16 cm de diámetro.
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-10, que incluye, además:
15 desplegar, desde un hueco de almacenamiento (558) definida por un cuerpo del vehículo de inspección (500), un vehículo de inspección robótica integrado (160) para realizar inspecciones visuales integradas usando una cámara de inspección (164) y un sistema de iluminación.
12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que incluye, además:
20 mover el vehículo de inspección (500) horizontalmente a lo largo de la placa de soporte (225) a una posición adyacente a la abertura (210) en la placa de soporte;
mover una porción del vehículo de inspección (500) sobre la abertura (210) en la placa de soporte;
25 accionar el miembro actuador (550) para entrar en contacto con una porción de la placa de soporte (225) adyacente a la abertura (210) para retardar el movimiento hacia abajo del vehículo de inspección (500) a través de la abertura (210);
hacer avanzar el vehículo de inspección (500) a través de la abertura (210) hasta que los miembros de accionamiento magnético (554) entren en contacto con la envoltura (201);
30 hacer avanzar el vehículo de inspección (500) a través de la abertura (210), con el miembro actuador (550) que entra en contacto con una porción de la placa de soporte (225) adyacente a la abertura (210) para retardar el movimiento hacia abajo del vehículo de inspección (500) a través de la abertura (210), para aumentar el enganche de los miembros de accionamiento magnético (554) a la envoltura (201); y
mover el miembro de actuación fuera de enganche con la placa de soporte (225) después de que los miembros de accionamiento magnético (554) se adhieran a la envoltura (201) y soporten independientemente el vehículo de
35 inspección (500).
13. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el segundo sistema de accionamiento (162) incluye una pista debajo del vehículo de inspección robótica integrado (160).
- 40 14. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con la reivindicación 13, en donde un ancho del vehículo de inspección robótica integrado (160) es entre 6,35 mm y 12,7 mm.
15. El sistema de inspección vehicular de acuerdo con la reivindicación 13, en donde un ancho del vehículo de inspección robótica integrado (160) es de alrededor de 6,35 mm.
45

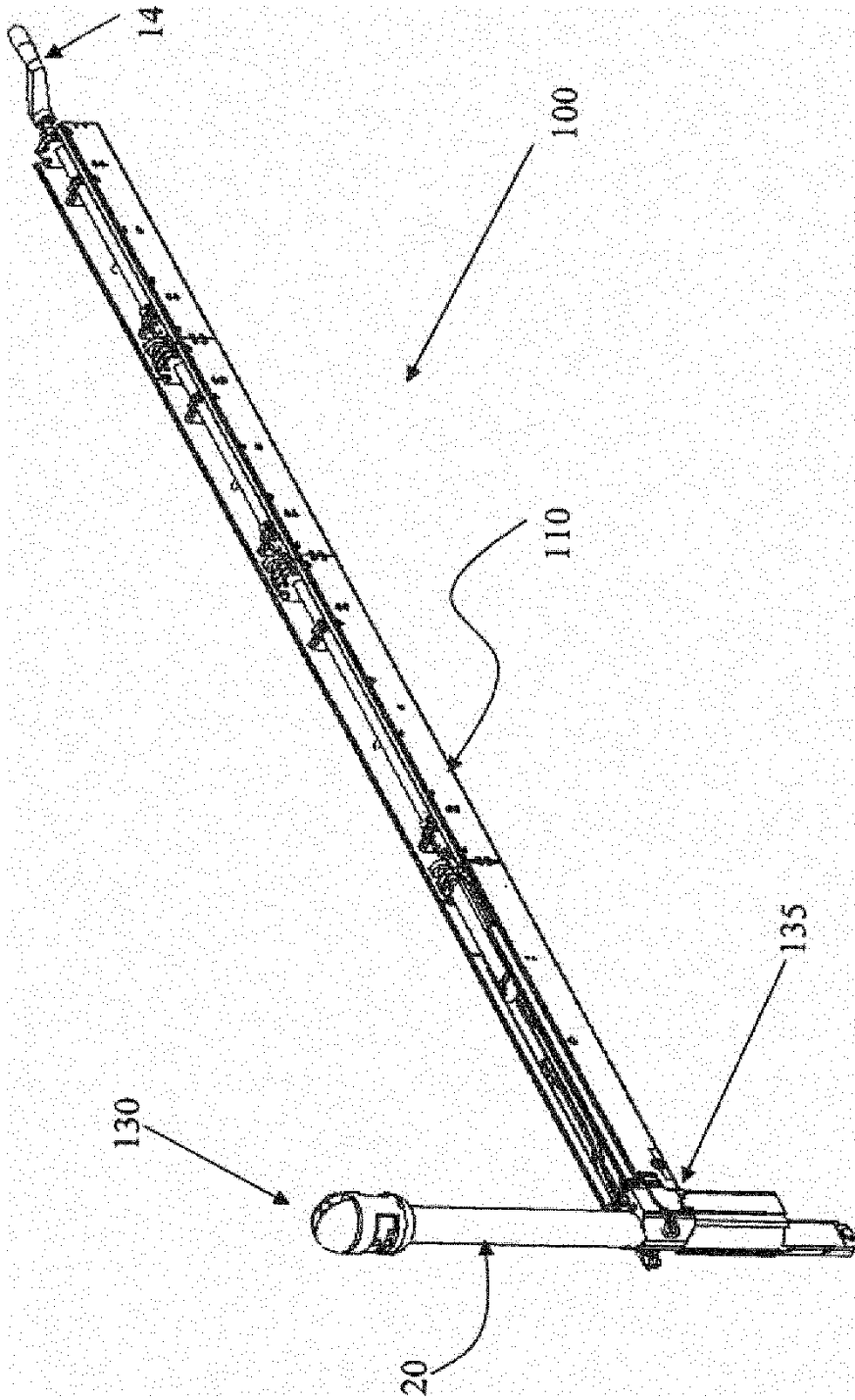
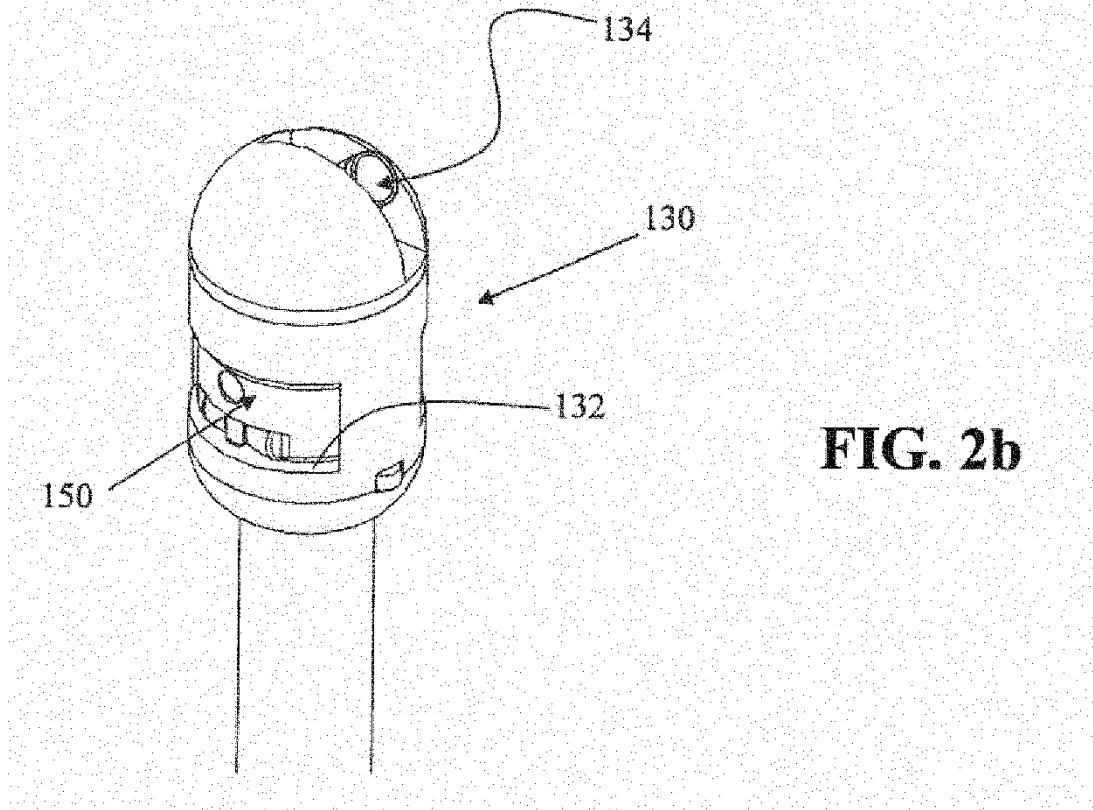
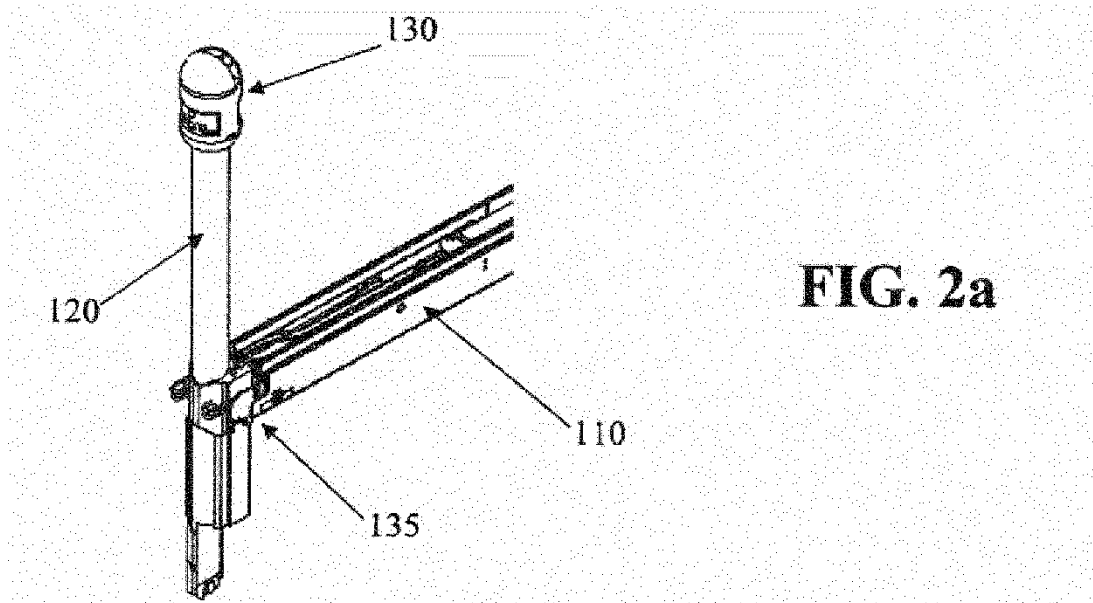


FIG. 1



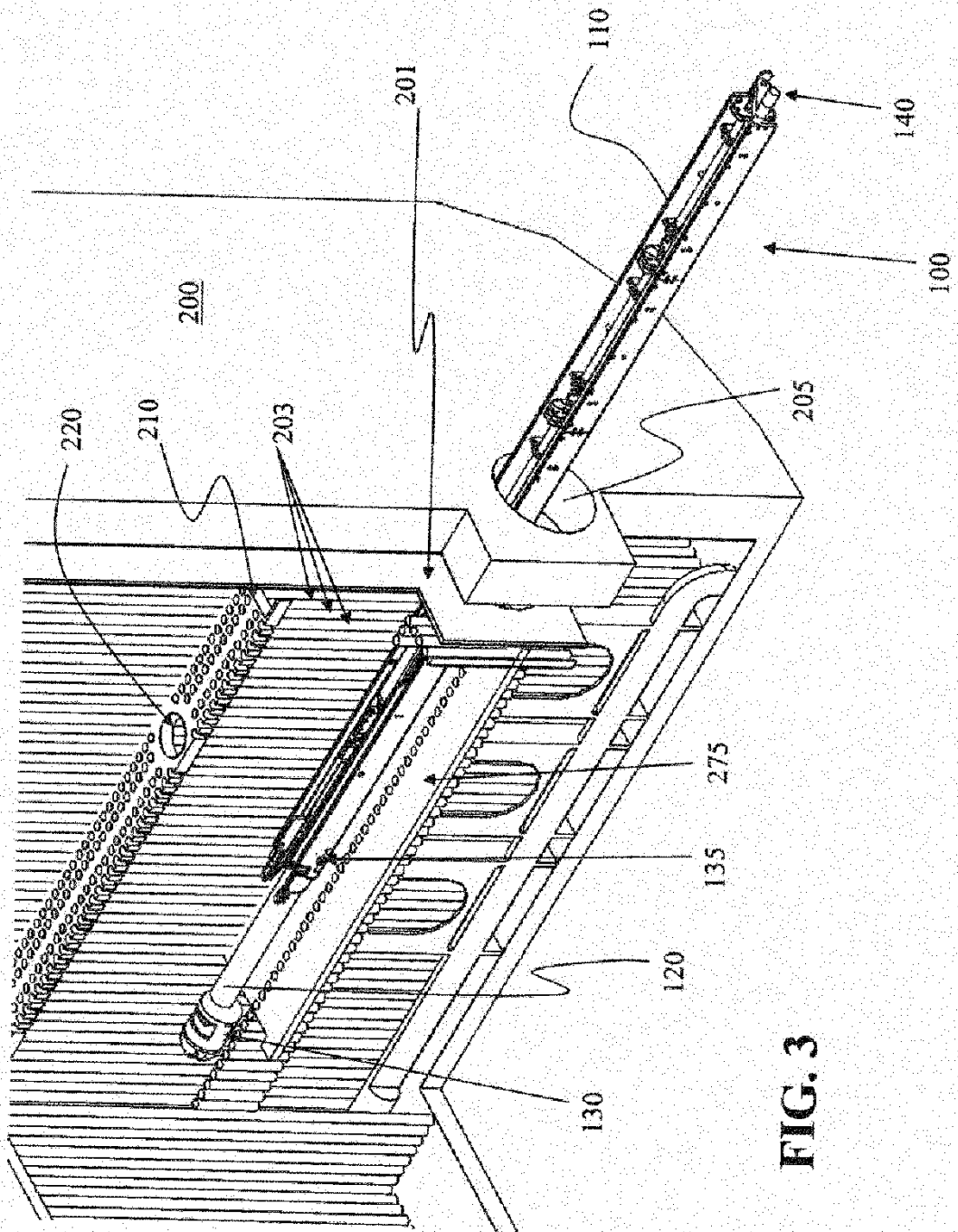


FIG. 3

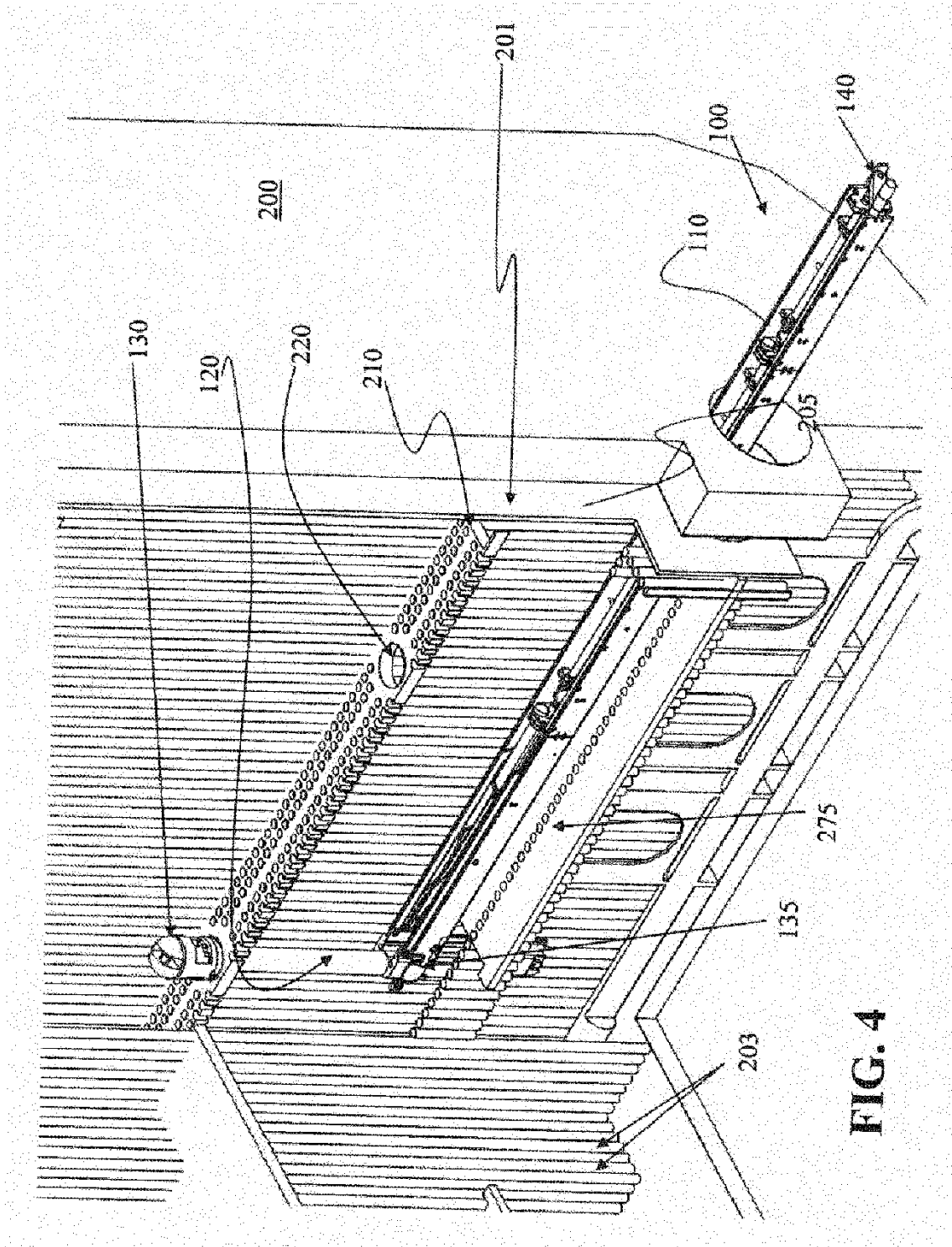


FIG. 4

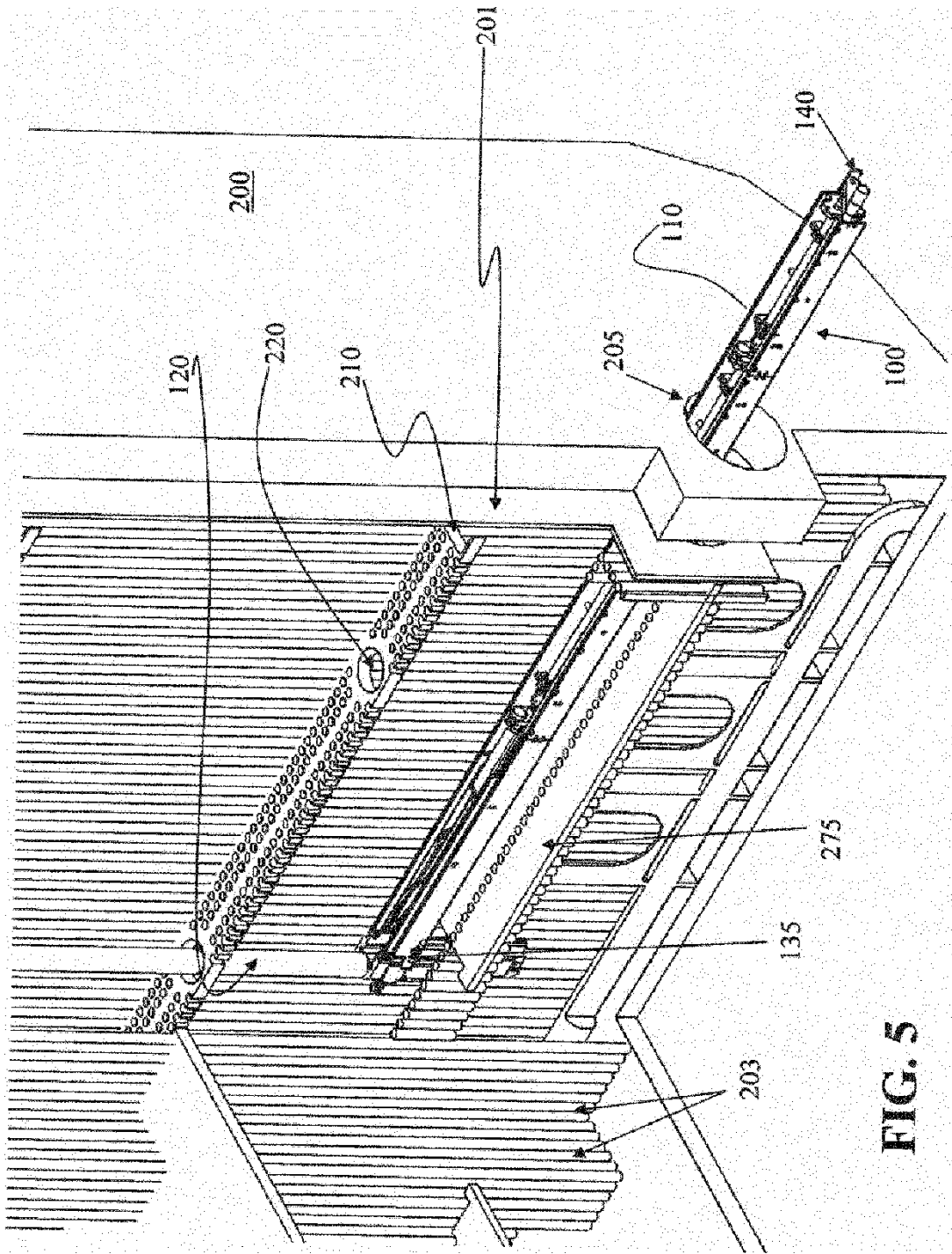


FIG. 5

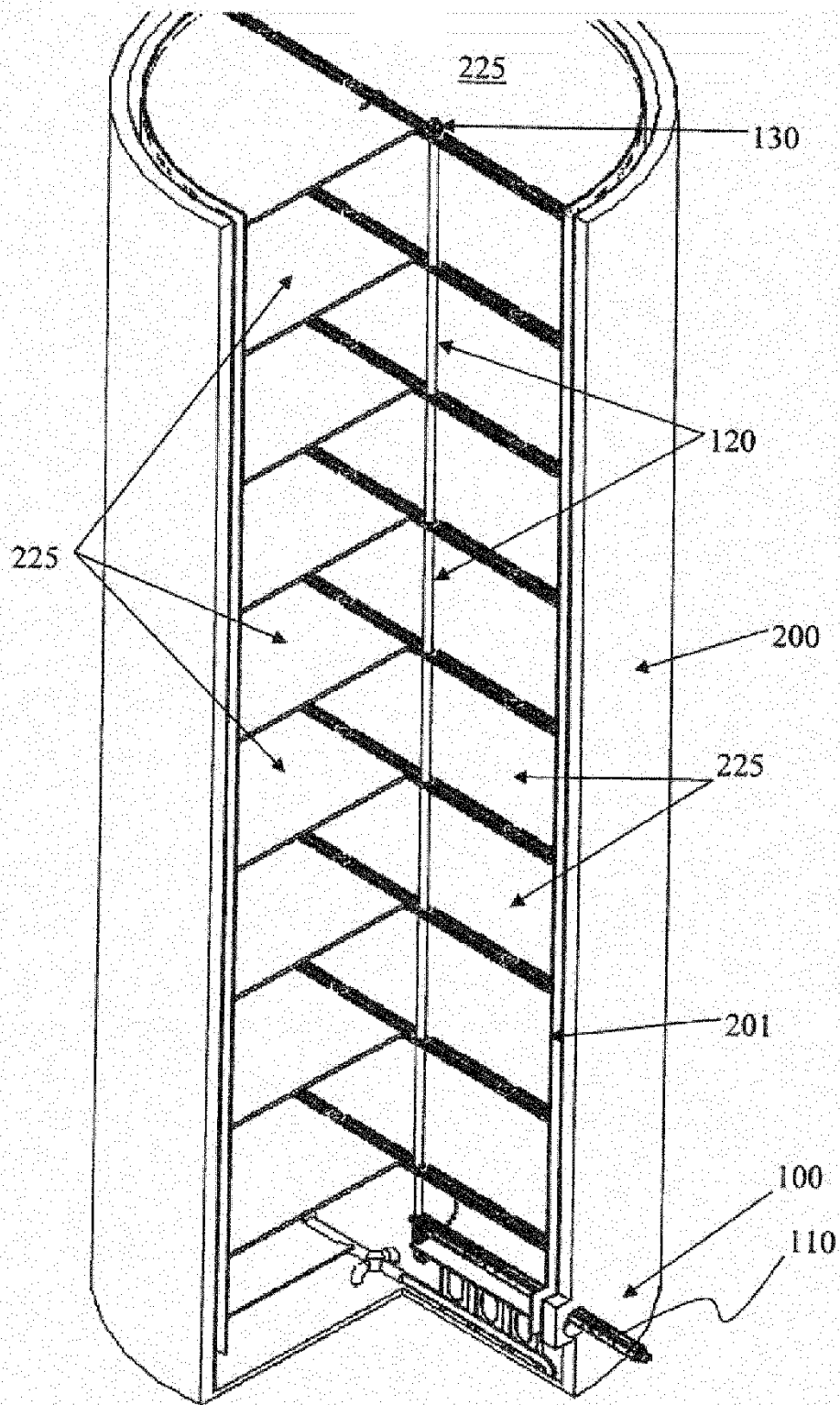


FIG. 6

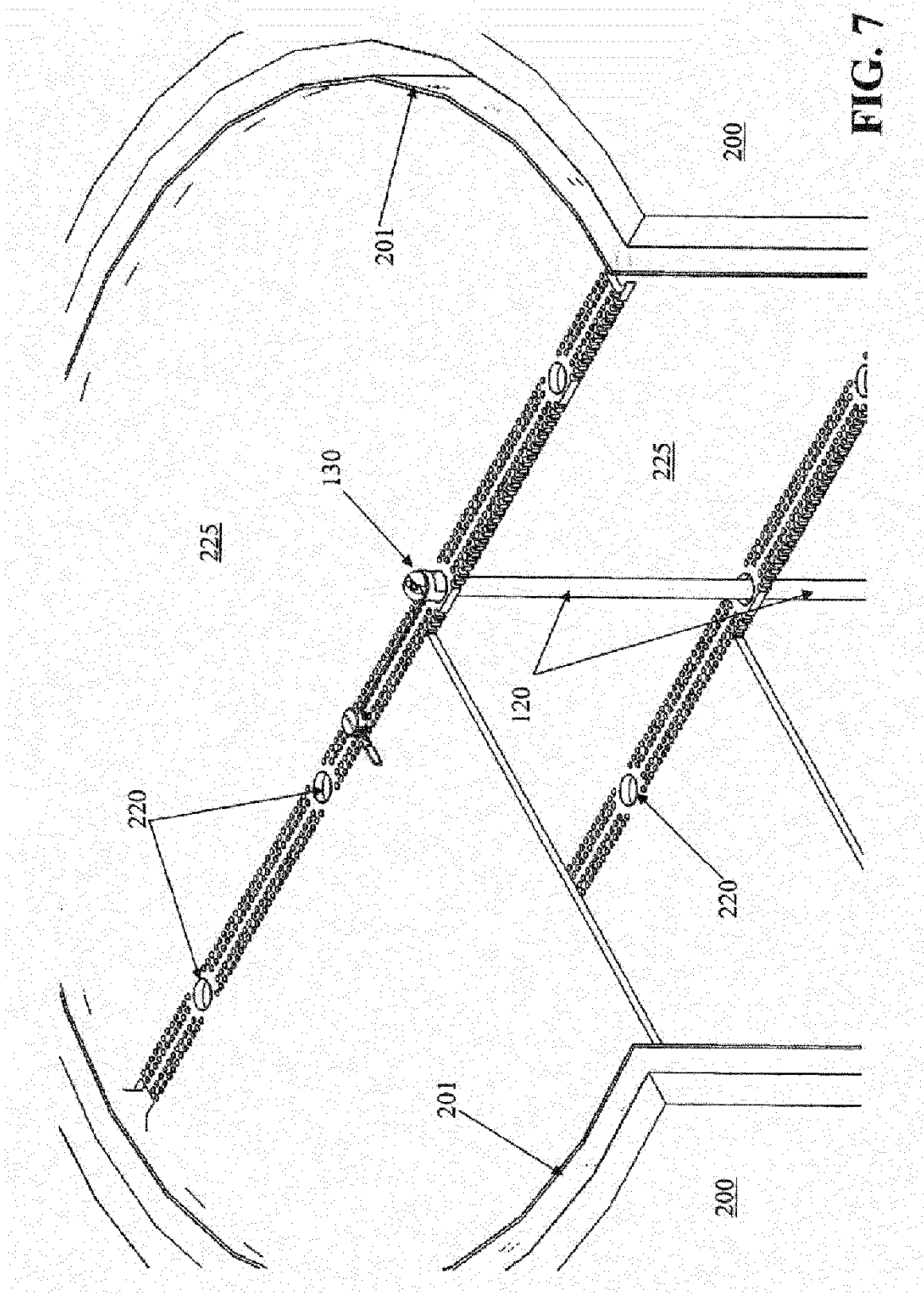


FIG. 7

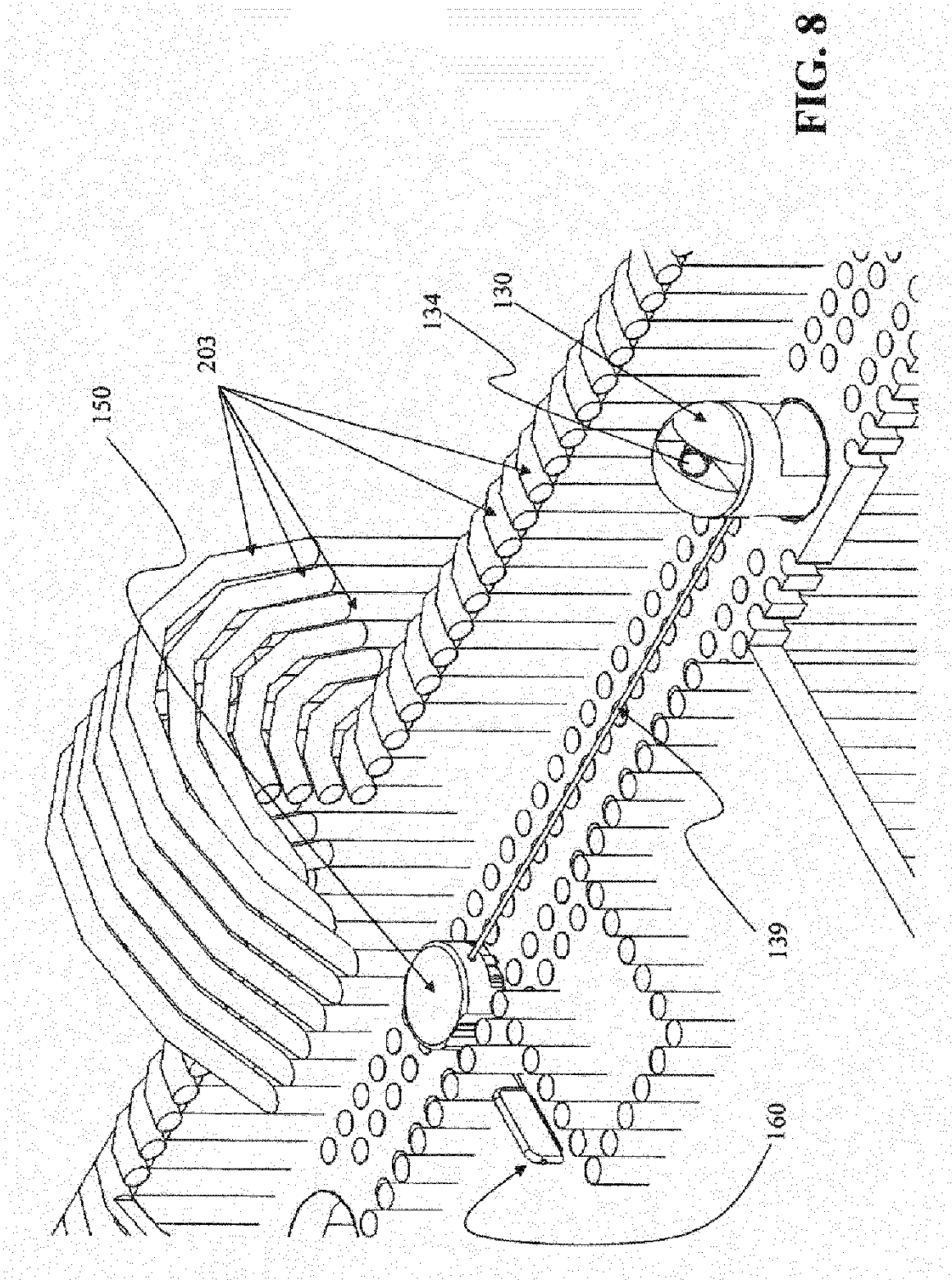


FIG. 8

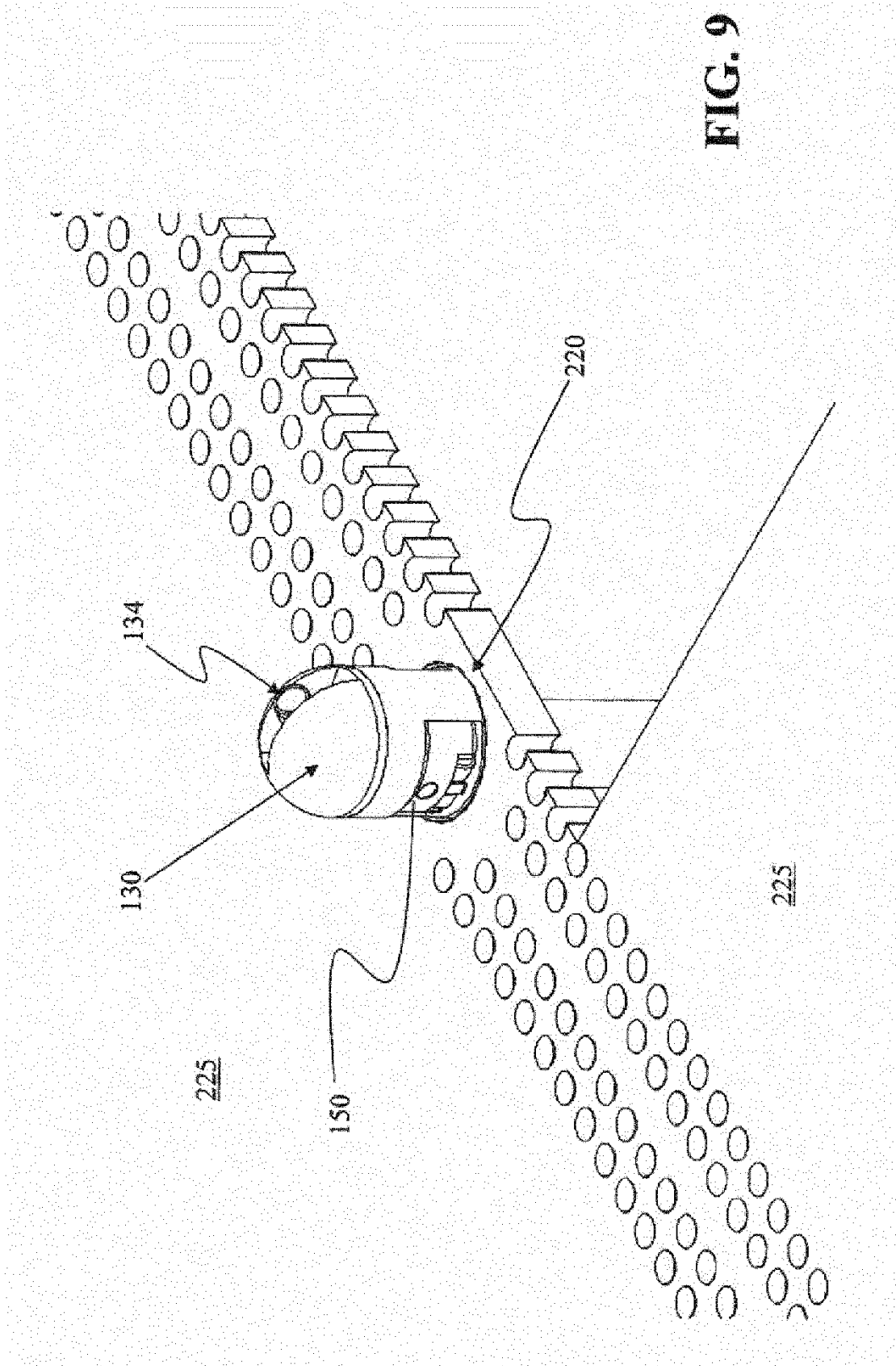


FIG. 9

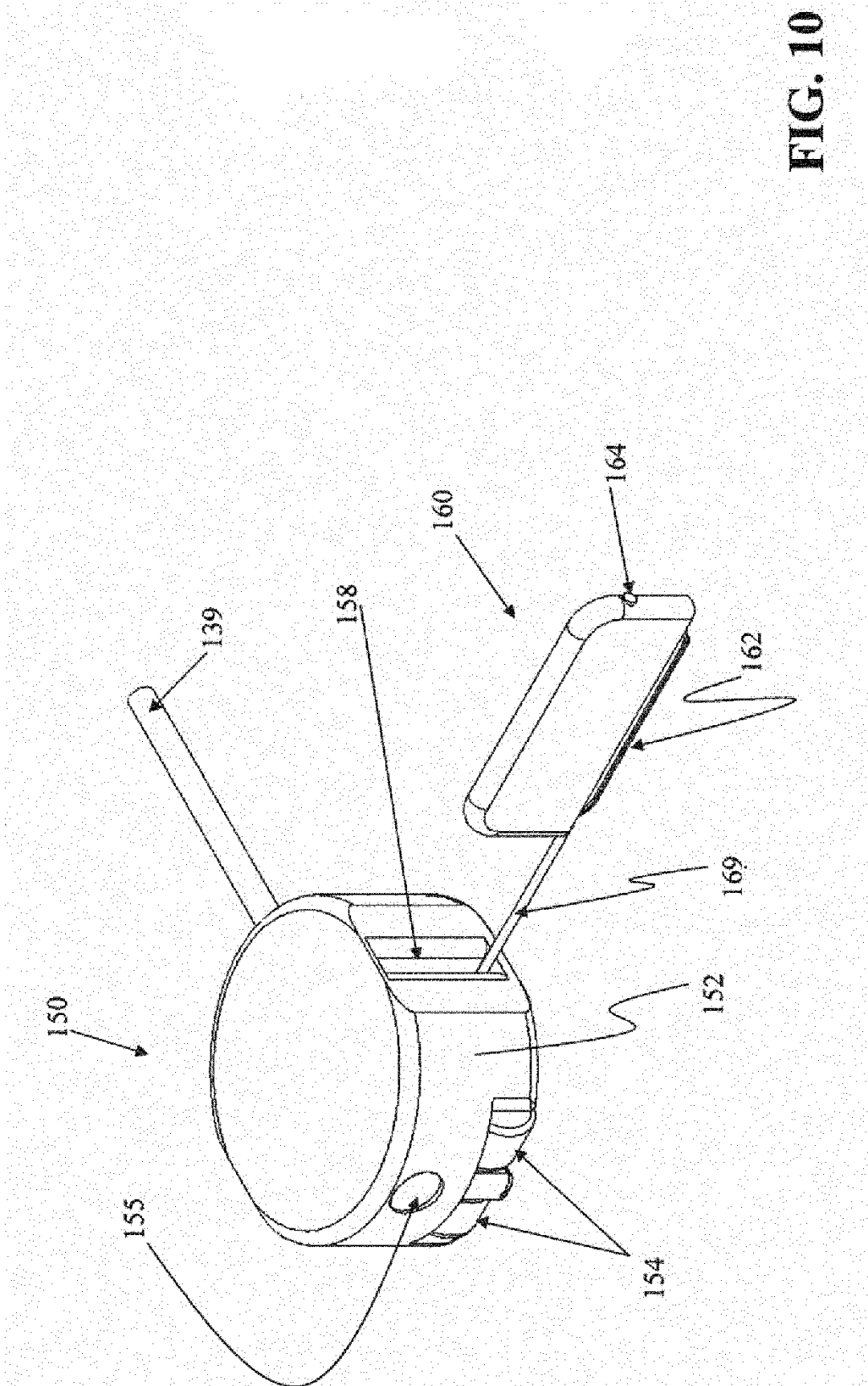


FIG. 10

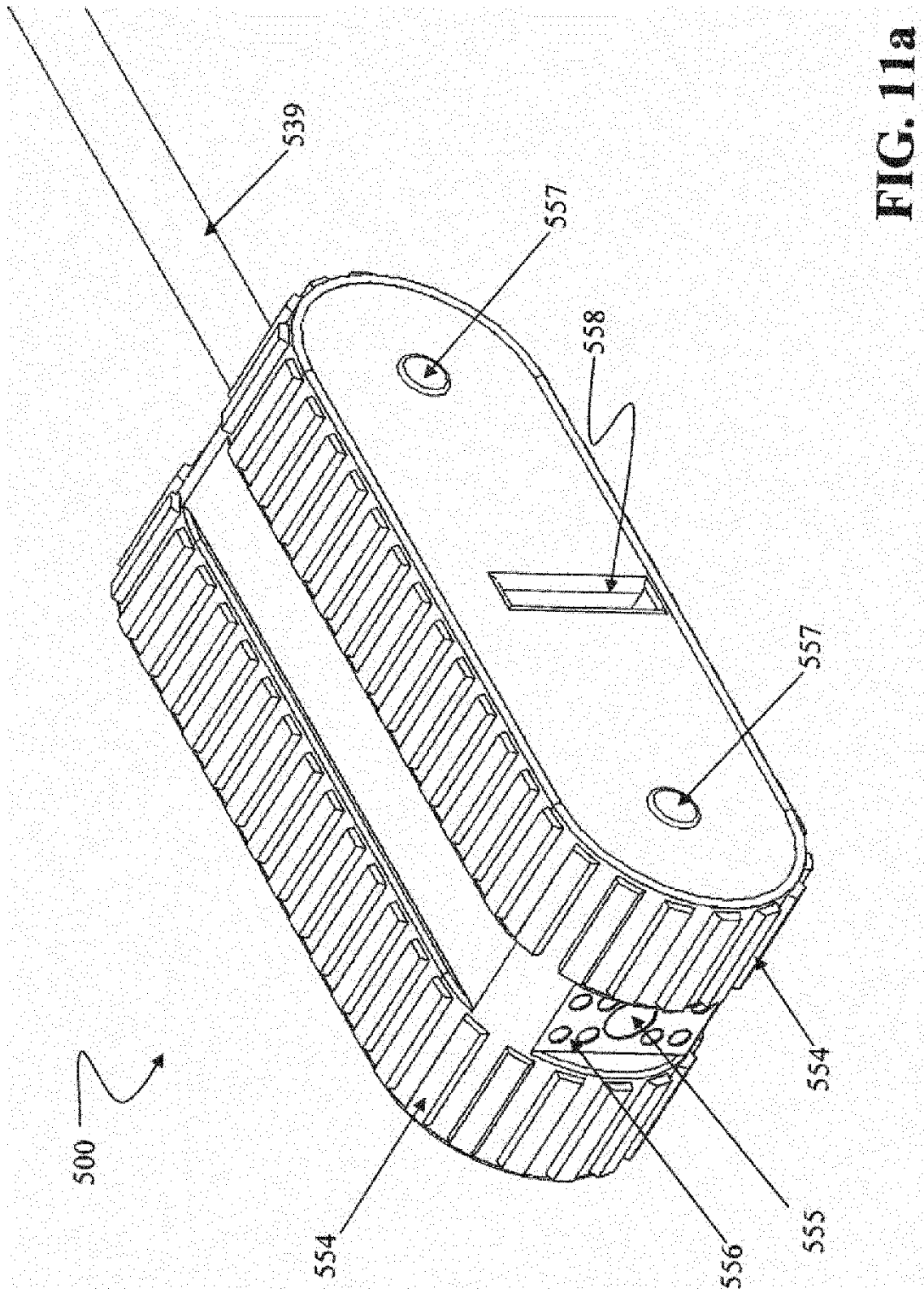
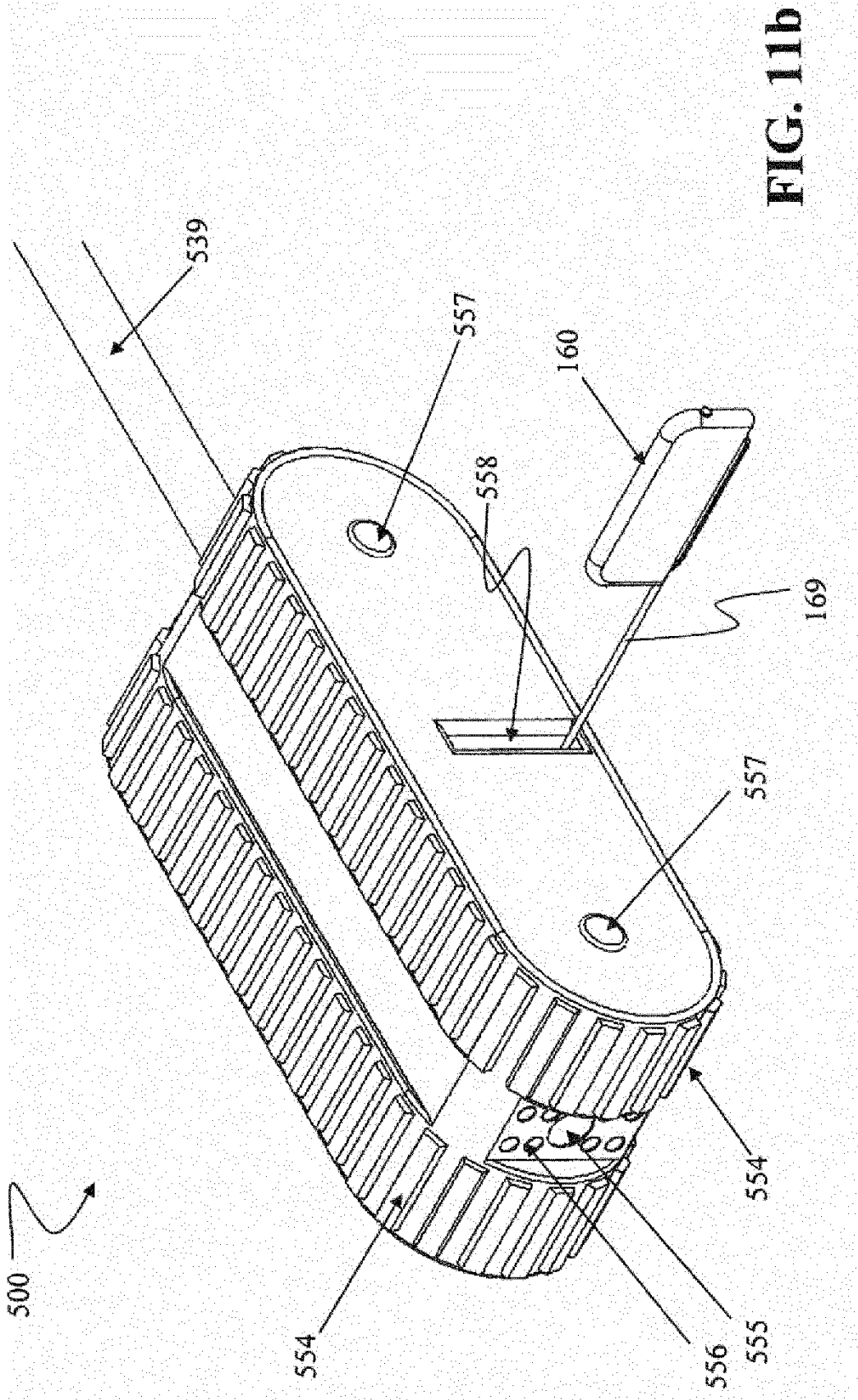


FIG. 11a



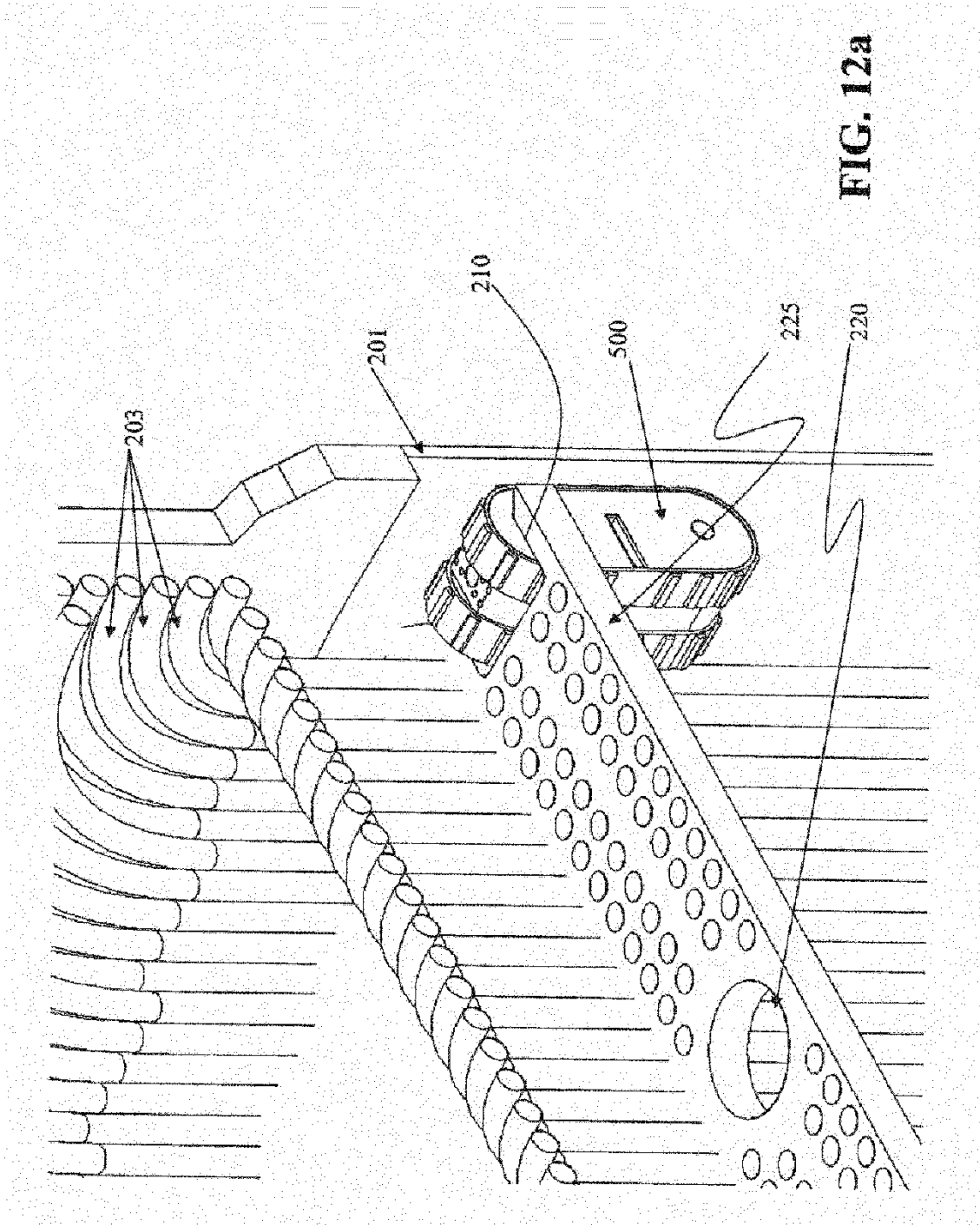


FIG. 12a

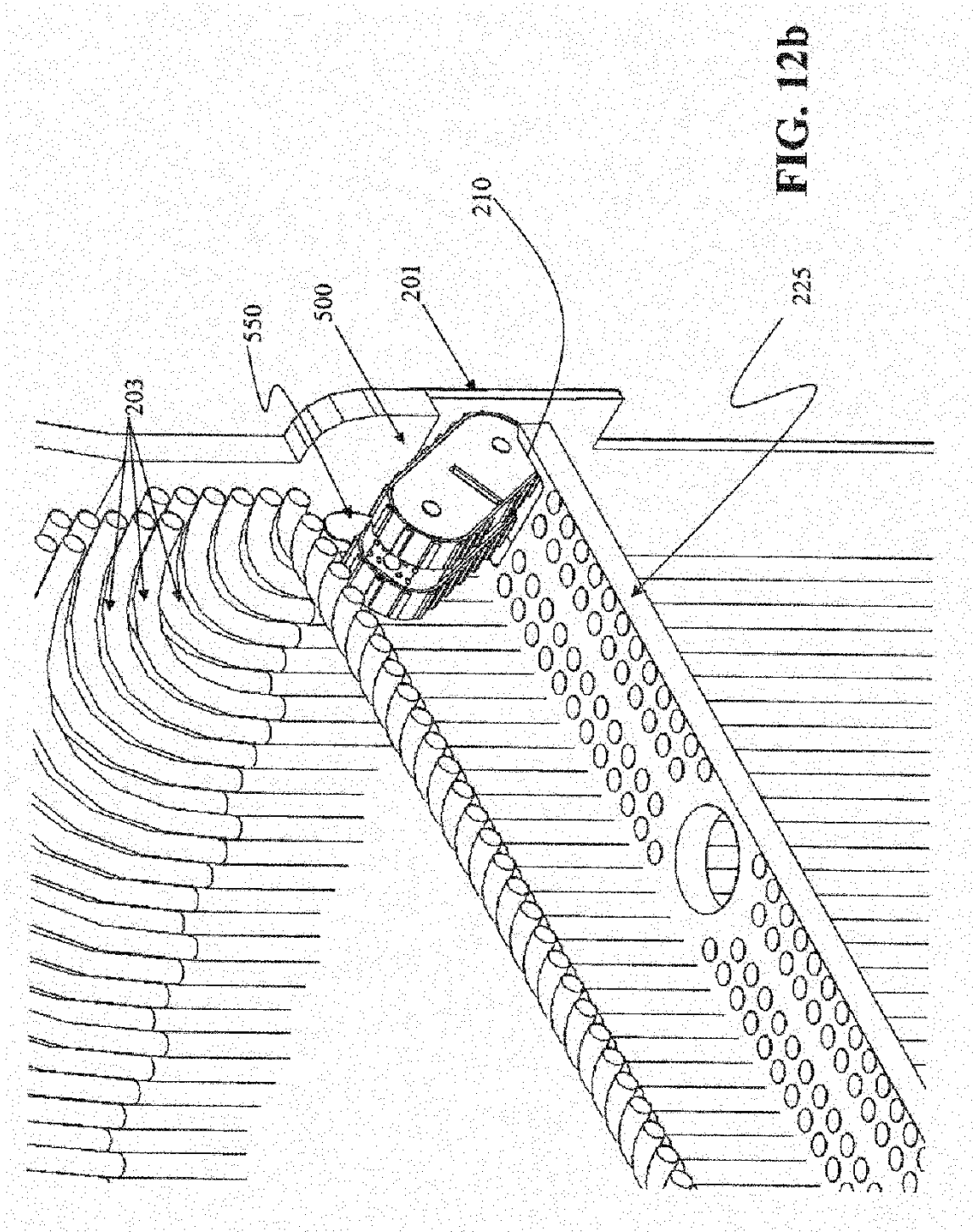


FIG. 12b

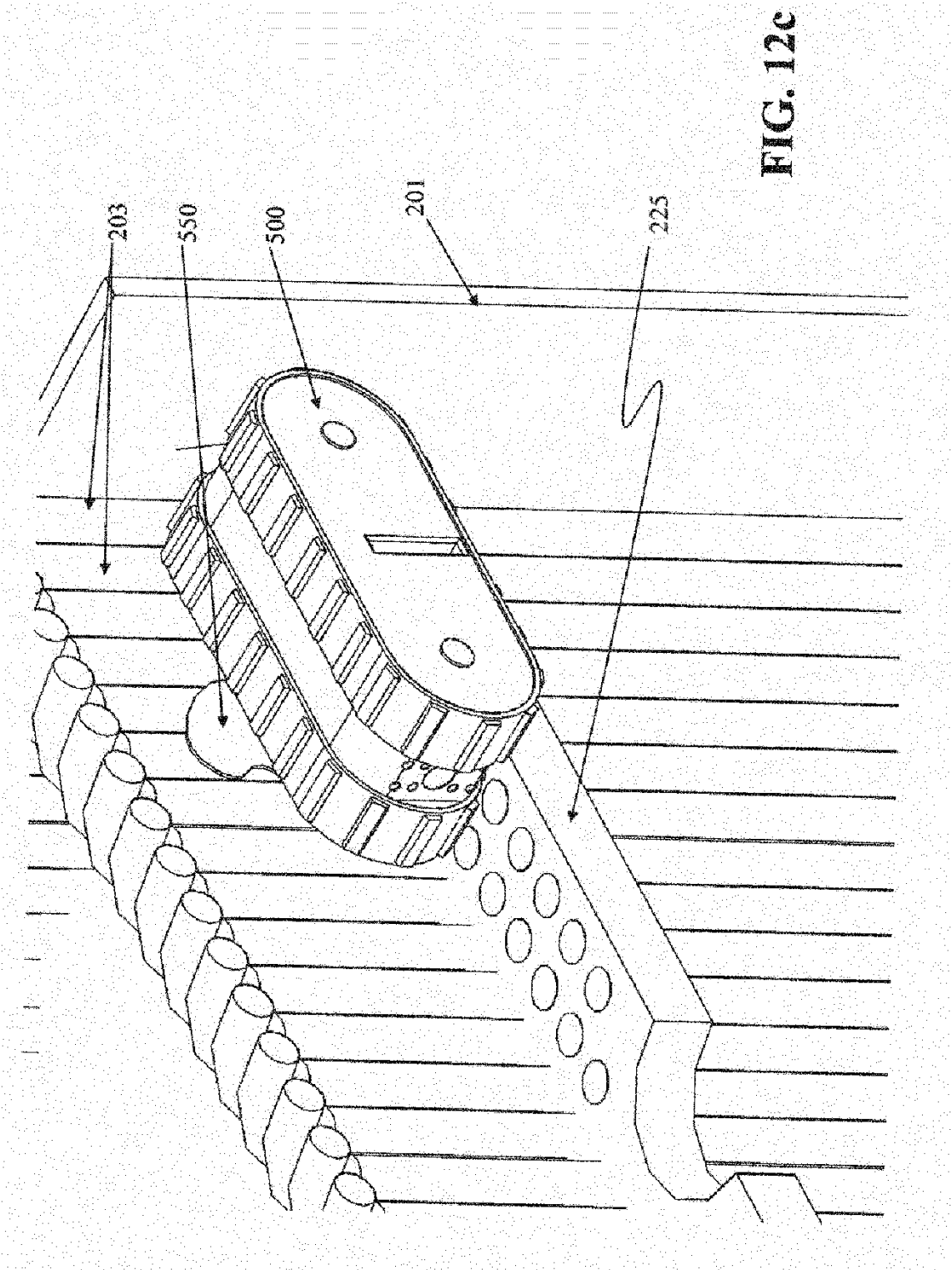


FIG. 12c

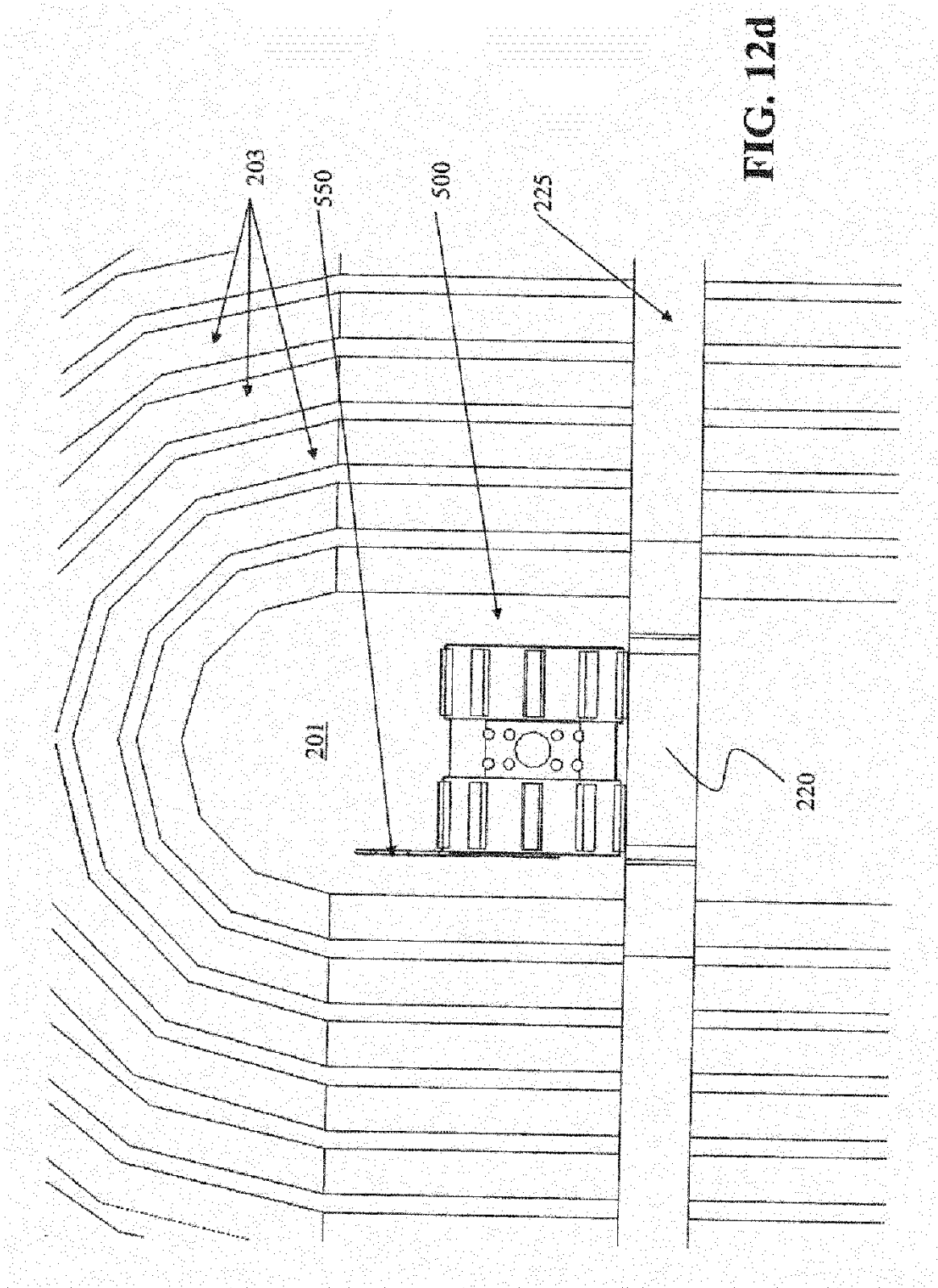


FIG. 12d

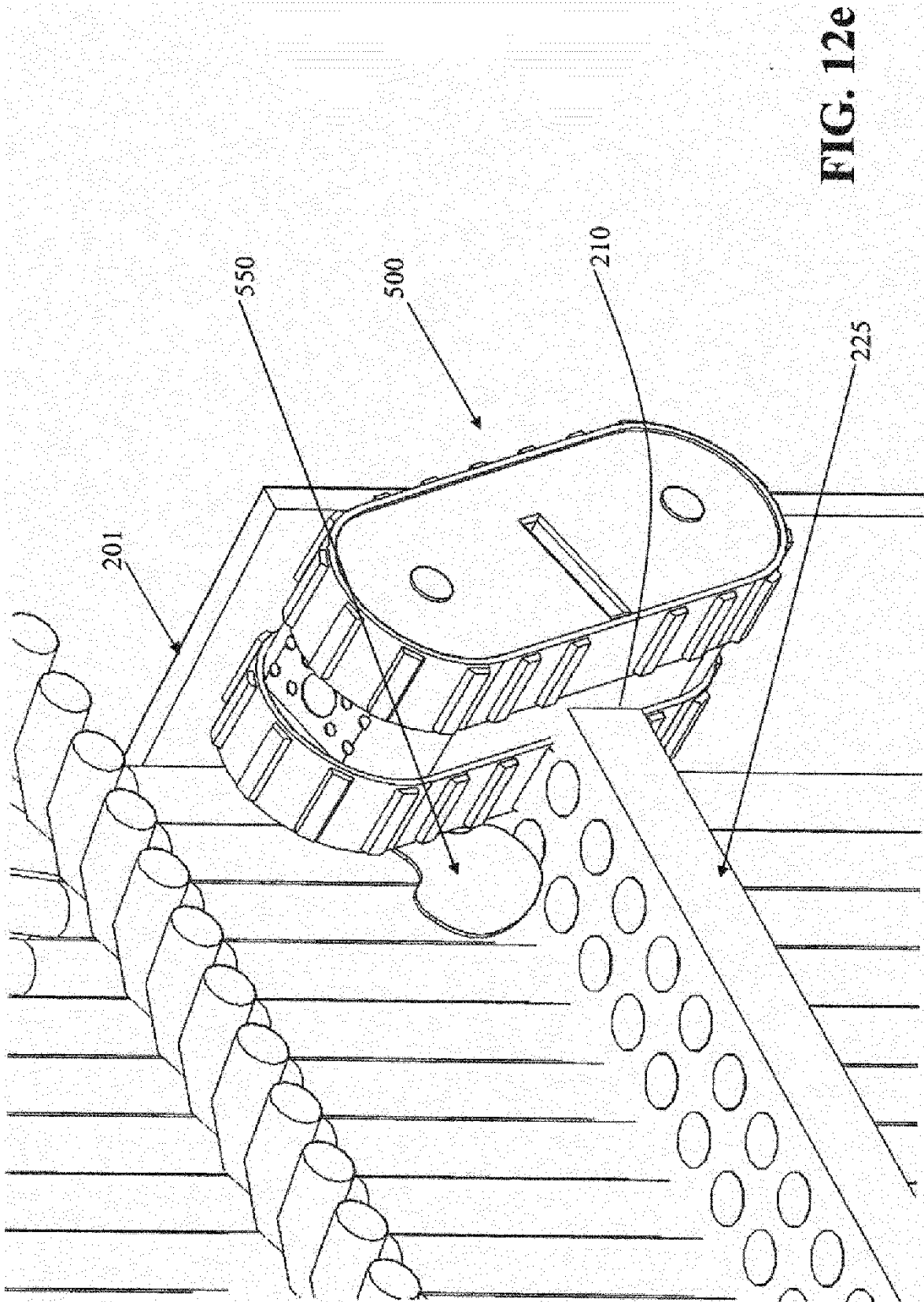


FIG. 12e

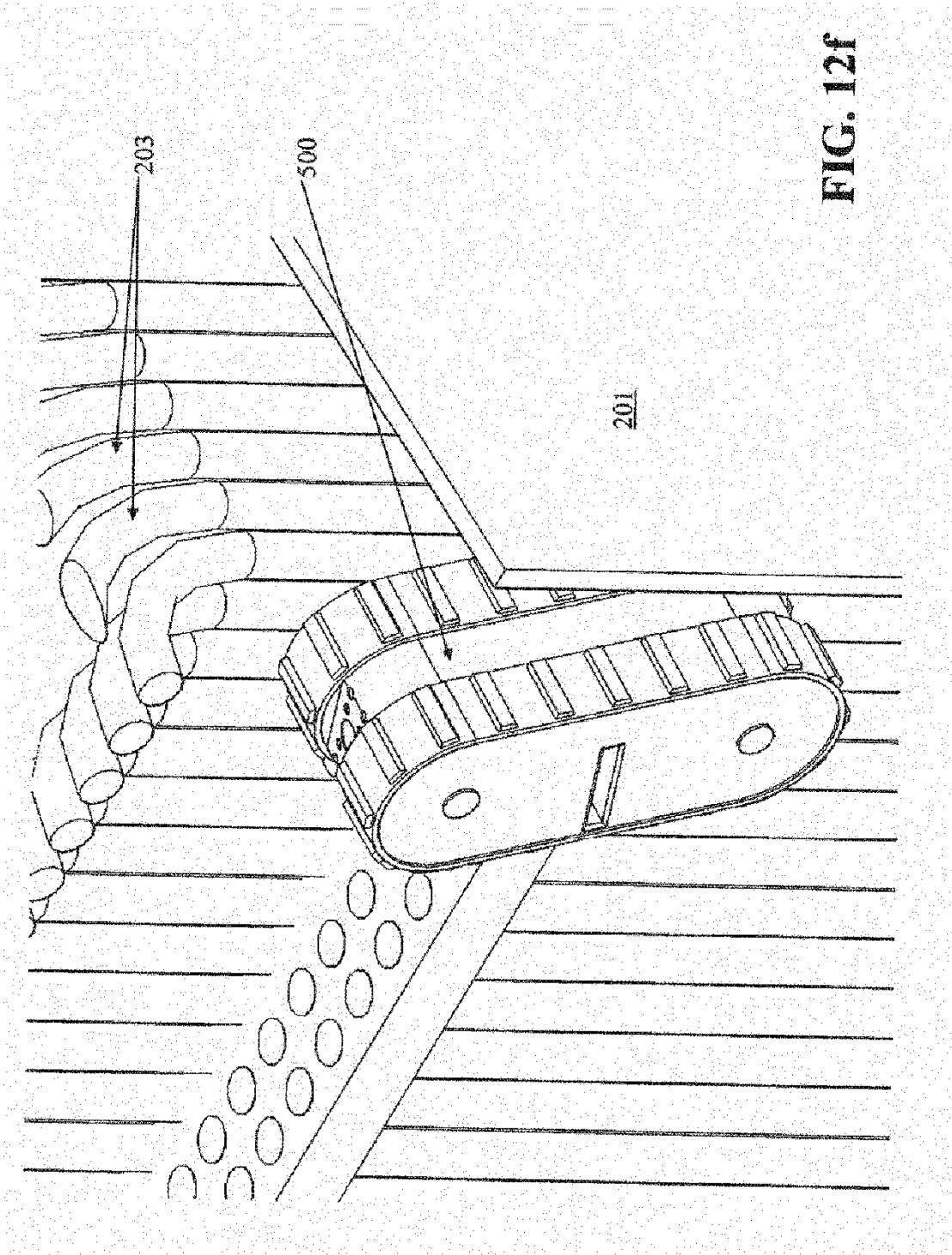


FIG. 12f

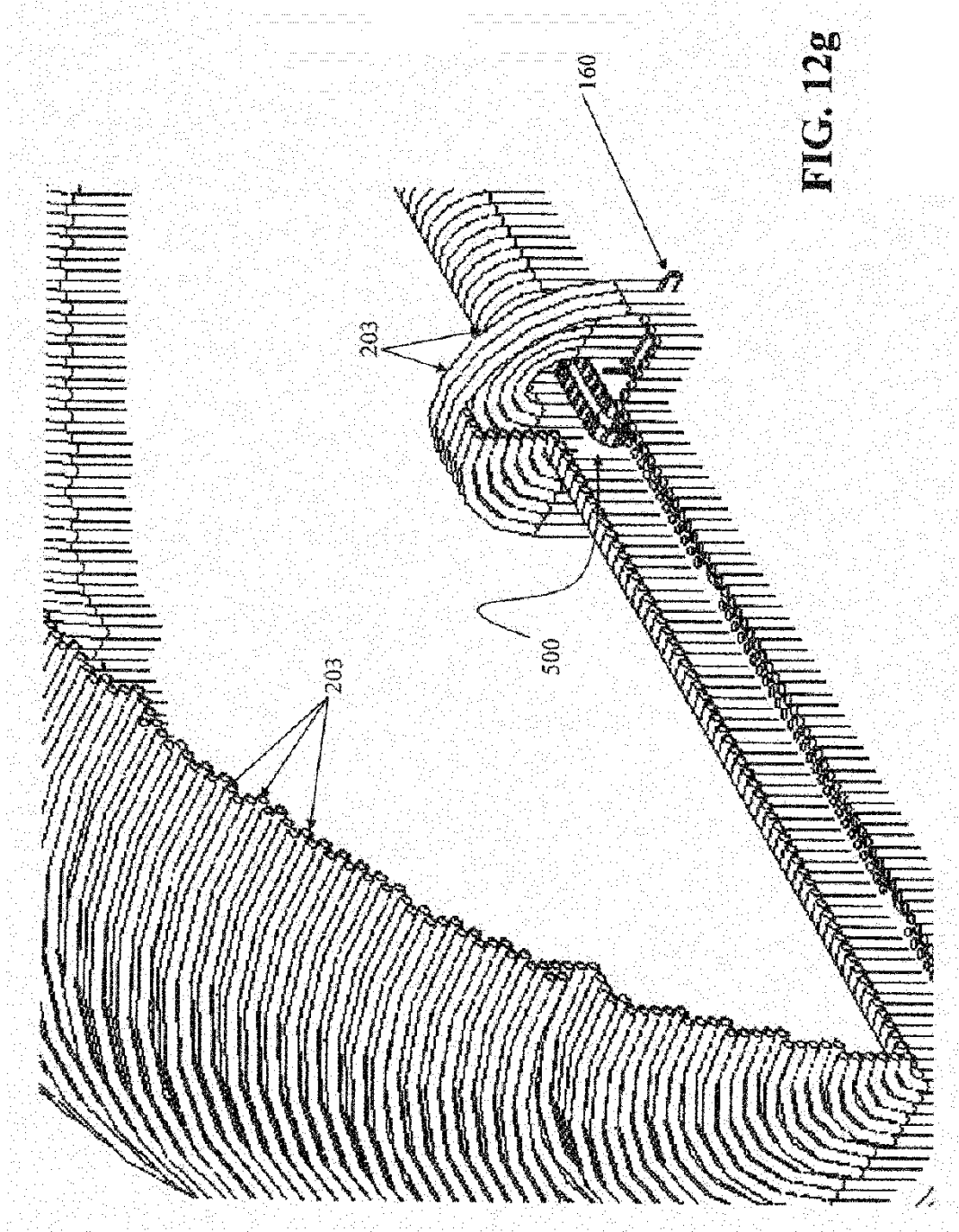


FIG. 12g

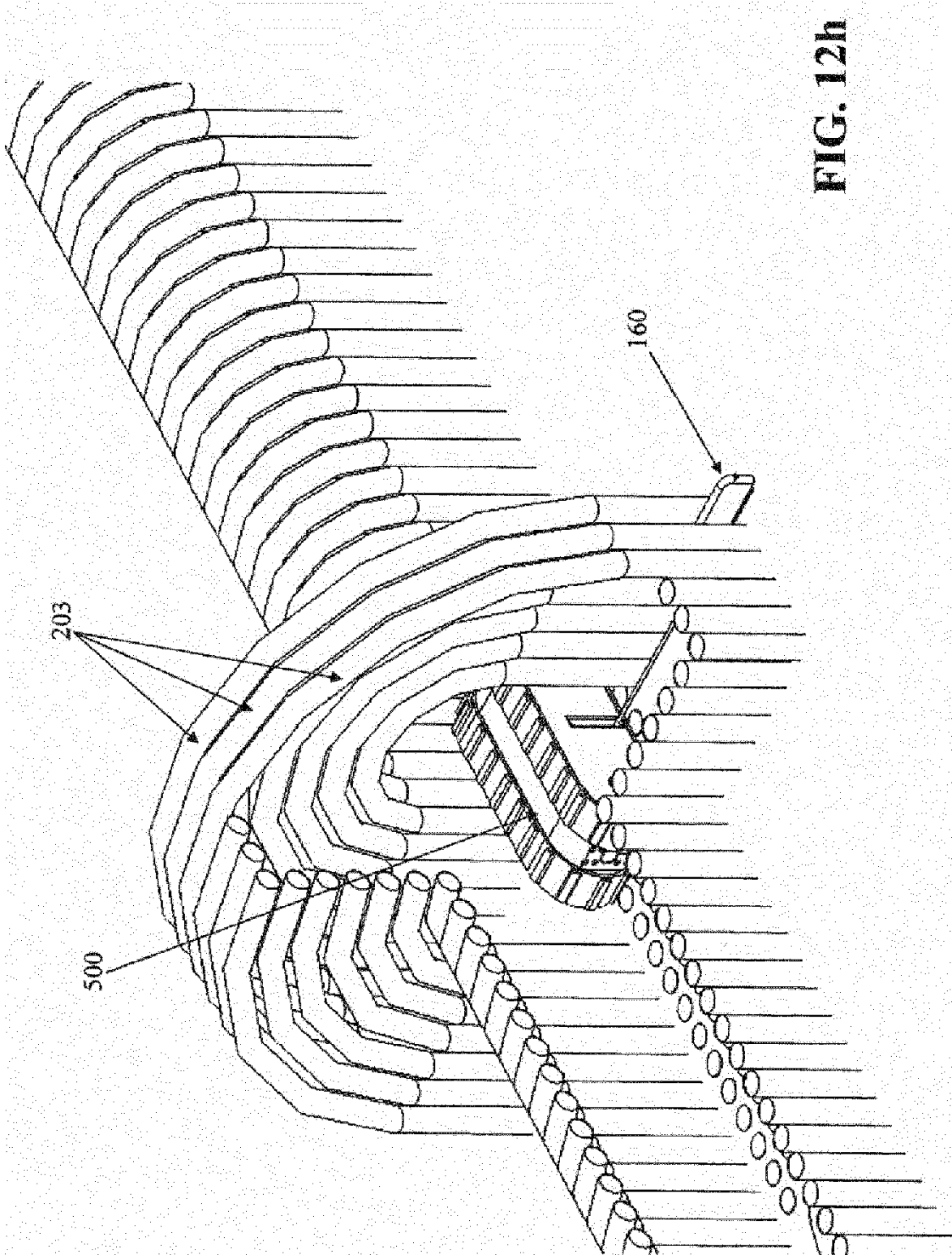


FIG. 12h

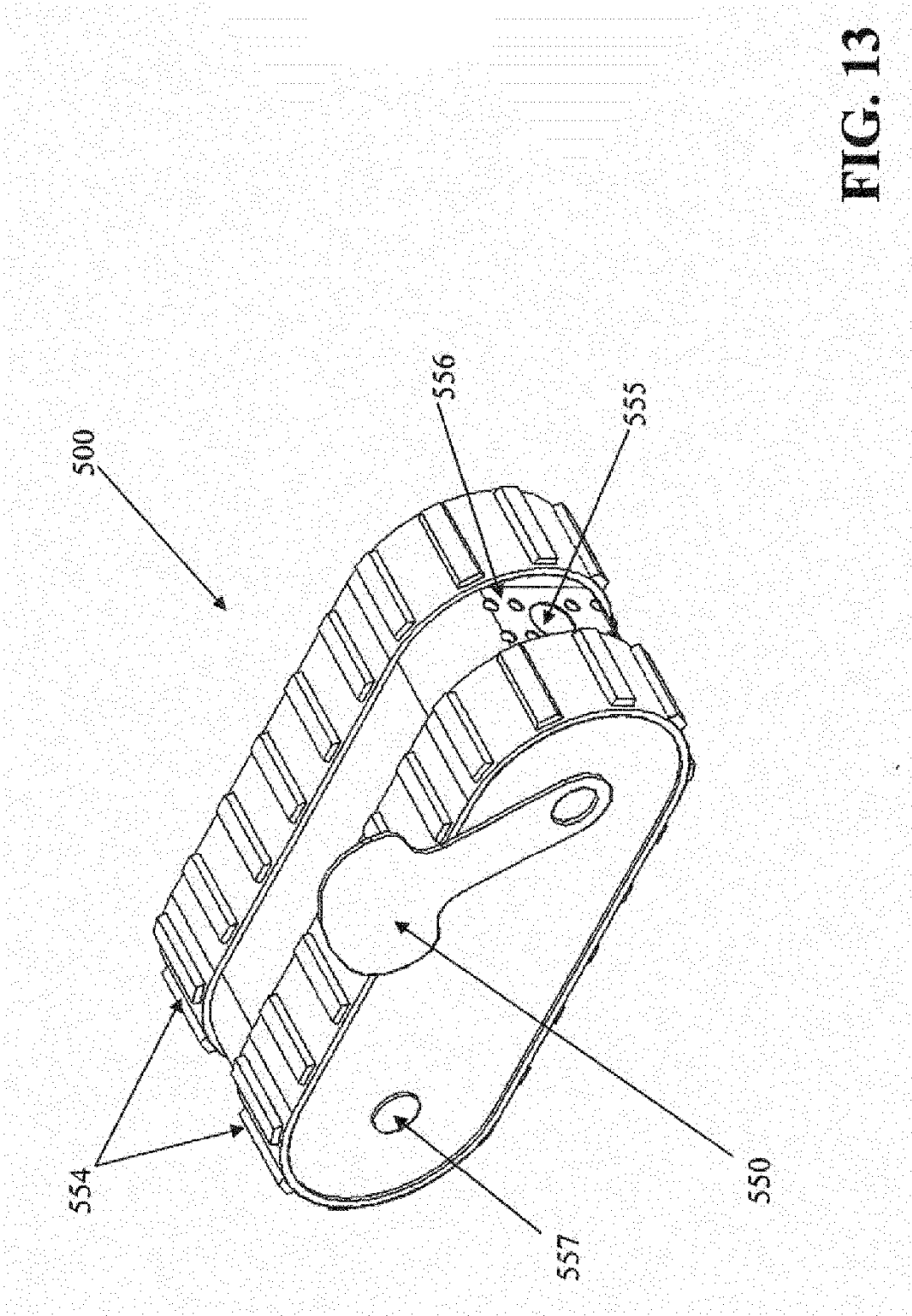


FIG. 13

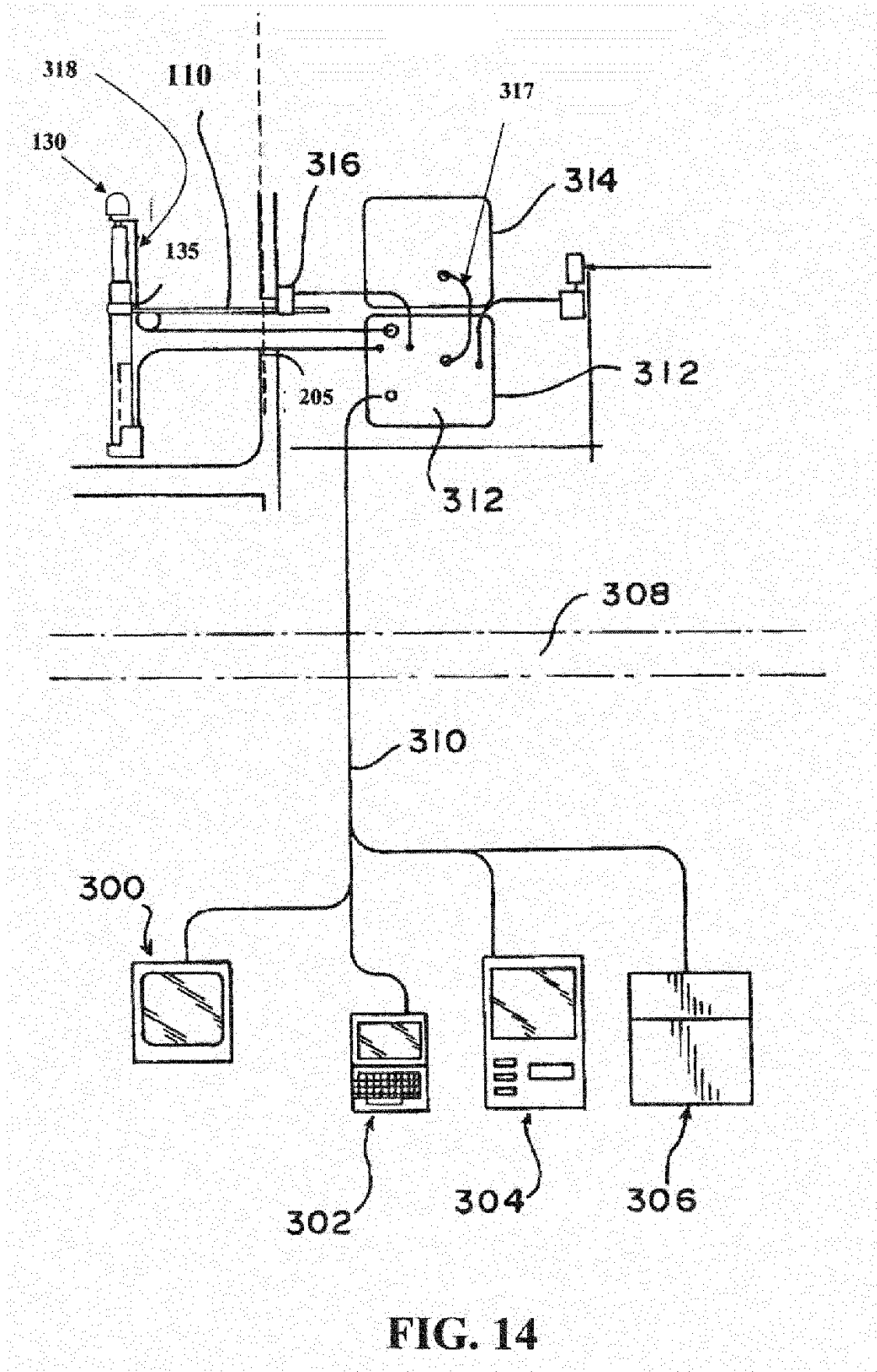


FIG. 14