

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 895 083**

51 Int. Cl.:

**B65B 43/52** (2006.01)

**G01N 35/02** (2006.01)

**G21G 1/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.01.2017 PCT/US2017/014148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.11.2017 WO17192188**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2017 E 17703859 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.09.2021 EP 3452377**

54 Título: **Sistema de transporte para operación en un entorno radiactivo**

30 Prioridad:

**04.05.2016 US 201662331608 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**17.02.2022**

73 Titular/es:

**CURIUM US LLC (100.0%)  
111 Westport Plaza, Suite 800  
St. Louis, MO 63146, US**

72 Inventor/es:

**D'HOOGHE, MICHAEL J.;  
VERMA, SUMIT;  
GRAVES, KEVIN B. y  
PETROFSKY, BRYAN S.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 895 083 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

Sistema de transporte para operación en un entorno radiactivo

### 5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica prioridad por la solicitud de patente provisional de Estados Unidos número 62/331.608, presentada el 4 de mayo de 2016.

### 10 Campo

El campo de la descripción se refiere en general a sistemas de transporte y, más en concreto, a un sistema de transporte para operación en un entorno radiactivo.

### 15 Técnica anterior

El material radiactivo se utiliza en medicina nuclear con fines diagnósticos y terapéuticos mediante la inyección a un paciente de una pequeña dosis de material radiactivo, que se concentra en determinados órganos o regiones del paciente. Entre los materiales radiactivos que se suelen utilizar en medicina nuclear se encuentran germanio-68 ("Ge-68"), estroncio-87m ("Tc-99m"), tecnecio-99m ("Tc-99m"), indio-111m ("In-111"), yodo-131 ("I-131") y talio-201. Estos materiales radiactivos pueden producirse utilizando un generador de radionúclidos. Los generadores de radionúclidos generalmente incluyen una columna que tiene un medio para retener un radionúclido padre de larga vida que decae espontáneamente en un radionúclido hijo que tiene una vida media relativamente corta. La columna puede estar incorporada a un conjunto de columnas que tiene un puerto de salida en forma de aguja que recibe un vial evacuado para extraer solución salina u otro líquido eluyente, proporcionado a un puerto de entrada en forma de aguja, a través de un recorrido de flujo del conjunto de columnas, incluida la propia columna. Este líquido puede eluir y entregar el radionúclido hijo desde la columna y al vial evacuado para su uso posterior en aplicaciones de formación de imágenes en medicina nuclear, entre otros usos.

Durante el procesamiento y la manipulación de los generadores de radionúclidos, los componentes de los generadores de radionúclidos pueden ser transportados a través de al menos una estación. Por consiguiente, se necesita un sistema de transporte que transporte eficazmente los componentes de los generadores de radionúclidos y que sea adecuado para su uso en un entorno radiactivo.

Se conocen sistemas de transporte adecuados, por ejemplo, por los documentos de patente EP 2 420 450 A1 y WO 2005/093433 A1.

Esta sección Técnica anterior pretende introducir al lector en varios aspectos de la técnica que pueden estar relacionados con varios aspectos de la presente descripción, que se describen y/o reivindican a continuación. Se considera que esta discusión es útil para proporcionar al lector información de fondo para facilitar una mejor comprensión de los diversos aspectos de la presente descripción. En consecuencia, debe entenderse que estas declaraciones deben leerse a la luz de esto, y no como admisiones del estado de la técnica.

### 45 Breve resumen

Un sistema de fabricación de generadores de radionúclidos según la presente invención se define en la reivindicación independiente 1 y un método de transporte de un rack en un entorno radiactivo se define en la reivindicación independiente 6. Se definen realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

Existen varios refinamientos de las características señaladas en relación con los aspectos mencionados anteriormente. También pueden incorporarse otras características a los aspectos mencionados anteriormente. Estos refinamientos y características adicionales pueden existir individualmente o en cualquier combinación. Por ejemplo, varias características discutidas más adelante en relación con cualquiera de las realizaciones ilustradas pueden incorporarse a cualquiera de los aspectos descritos anteriormente, solas o en cualquier combinación.

### 55 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de la producción de generadores de radionúclidos.

La figura 2 es una vista en planta de un sistema de transporte del sistema mostrado en la figura 1.

La figura 3 es una vista isométrica del sistema de transporte.

La figura 4 es una vista lateral del sistema de transporte.

La figura 5 es una vista isométrica de una sección del sistema de transporte.

Las figuras 6-9 son vistas laterales de partes del sistema de transporte.

La figura 10 es una vista isométrica de una parte del sistema de transporte.

La figura 11 es una vista isométrica de un rack transportado por el sistema de transporte.

La figura 12 es una vista isométrica de la parte inferior del rack.

La figura 13 es una vista en planta de una sección de amortiguación del sistema de transporte.

La figura 14 es una vista isométrica de la sección de amortiguación

La figura 15 es una vista isométrica de una sección de transferencia del sistema de transporte.

La figura 16 es una vista isométrica de una sección de transferencia del sistema de transporte.

La figura 17 es una vista isométrica de un sensor del sistema de transporte.

La figura 18 es una vista isométrica de un rack para sostener viales.

Caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes en todas las vistas de los dibujos.

### Descripción detallada

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema 100 para fabricar generadores de radionúclidos. El sistema 100 mostrado en la figura 1 puede ser utilizado para producir varios generadores de radionúclidos, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, generadores de Tecnecio, generadores de Indio y generadores de Estroncio. El sistema 100 de la figura 1 es particularmente adecuado para producir generadores de Tecnecio. Un generador de Tecnecio es un fármaco y dispositivo utilizado para crear soluciones inyectables estériles que contienen Tc-99m, un agente utilizado en el diagnóstico por imágenes con una vida media radiológica relativamente corta de 6 horas, lo que permite que el Tc-99m se elimine con relativa rapidez del tejido humano. El Tc-99m se "genera" a través de la desintegración natural del molibdeno ("Mo-99"), que tiene una vida media de 66 horas, lo que es deseable porque da al generador una vida útil relativamente larga de dos semanas. Durante el funcionamiento del generador (es decir, elución con una solución salina), el Mo-99 permanece unido químicamente a un lecho de alúmina (es decir, un medio de retención) empaquetado dentro de la columna del generador, mientras que el Tc-99m se lava libremente en un vial de elución, listo para ser inyectado a un paciente. Aunque el sistema 100 se describe aquí con referencia a los generadores de tecnecio, se entiende que el sistema 100 puede utilizarse para producir generadores de radionúclidos distintos de los generadores de tecnecio.

Como se muestra en la figura 1, el sistema 100 incluye generalmente una pluralidad de estaciones. En la realización ejemplar, el sistema 100 incluye una estación de carga de barriles 102, una estación de formulación 104, una estación de activación 106, una estación de llenado/lavado 108, una estación de carga de ensayo/autoclave 110, una estación de autoclave 112, una estación de descarga de autoclave 114, una estación de prueba de control de calidad 116, una estación de blindaje 118 y una estación de empaquetado 120.

La estación de carga de barriles 102 está configurada para recibir y manipular barriles o recipientes de material radiactivo, como un radionúclido padre, y transferir el material radiactivo a la estación de formulación 104. El material radiactivo puede transportarse en recipientes y frascos de contención secundarios que deben extraerse de un tonel exterior antes de la formulación. La estación de carga de barriles 102 incluye herramientas y mecanismos adecuados para extraer los recipientes de contención secundarios y los frascos de los barriles exteriores, así como para transferir los frascos a la celda de formulación. Los dispositivos adecuados que pueden utilizarse en la estación de carga de barriles incluyen, por ejemplo y sin limitación, telemanipuladores.

En la estación de formulación 104, el material radiactivo en bruto (es decir, Mo-99) se somete a un control de calidad, se trata químicamente si es necesario y se ajusta el pH mientras se diluye el material radiactivo en bruto hasta alcanzar la concentración final deseada. El material radiactivo formulado se almacena en un recipiente de contención adecuado (por ejemplo, dentro de la estación de formulación 104).

Los conjuntos de columna que contienen una columna de medios de retención (por ejemplo, alúmina) se activan en la estación de activación 106 para facilitar la unión del material radiactivo formulado con los medios de retención. En algunas realizaciones, los conjuntos de columna se activan eluyendo los conjuntos de columna con un volumen adecuado de cloruro de hidrógeno (HCl) a un nivel de pH adecuado. Los conjuntos de columna se mantienen durante un tiempo de espera mínimo antes de cargar los conjuntos de columna con el radionúclido padre.

Tras la activación, los conjuntos de columna se cargan en la estación de llenado/lavado 108 utilizando un mecanismo de transferencia adecuado (por ejemplo, un cajón de transferencia). A continuación, cada conjunto de columnas se carga con el radionúclido padre mediante la elusión de la solución radiactiva formulada (por ejemplo, Mo-99) desde la estación de formulación 104 a través de los conjuntos de columna individuales utilizando sistemas adecuados de manipulación de líquidos (por ejemplo, bombas, válvulas, etc.). El volumen de solución radiactiva formulada eluida a través de cada conjunto de columnas se basa en la actividad curie (Ci) deseada para el conjunto de columnas correspondiente. El volumen eluido a través de cada conjunto de columnas es equivalente a la actividad Ci total identificada en el momento de la calibración para el conjunto de columnas. Por ejemplo, si el volumen de Mo-99 formulado requerido para hacer un generador de 1,0 Ci (en el momento de la calibración) es "X", el volumen requerido para hacer un generador de 19,0 Ci es simplemente 19 veces X. Después de un tiempo mínimo de espera, los conjuntos de columna cargados se eluyen con un volumen y concentración adecuados de ácido acético, seguido de una elución con un volumen y concentración adecuados de solución salina para "lavar" los conjuntos de columna. Los conjuntos de columna se mantienen durante un tiempo de espera mínimo antes de realizar ensayos en los conjuntos de columna.

Los conjuntos de columna cargados y lavados (o generadores de radionúclidos) se transfieren entonces a la estación de carga de ensayos/autoclaves 110, en la que se toman ensayos de cada conjunto de columnas para comprobar la cantidad de radionúclidos padre e hijo producidos durante la elución. Cada conjunto de columnas se eluye con un volumen adecuado de solución salina, y la solución resultante se analiza para comprobar los niveles de radionúclidos padre e hijo en el ensayo. Cuando el material radiactivo es Mo-99, las eluciones se analizan tanto para Tc-99m como para Mo-99. Se rechazan los conjuntos de columna que tienen un ensayo de radionúclidos hijos (por ejemplo, Tc-99m) que está fuera de un rango de cálculo aceptable. También se rechazan los conjuntos de columna que tienen un avance de radionúclidos padre (por ejemplo, Mo-99) que excede un límite máximo aceptable.

Tras el proceso de ensayo, se aplican tapones de punta al puerto de salida y al puerto de llenado del conjunto de columnas. Los conjuntos de columna pueden estar provistos de tapones de punta ya aplicados al puerto de entrada. Si el conjunto de columna no está provisto de un tapón de punta preaplicado al puerto de entrada, se puede aplicar un tapón de punta antes, después o simultáneamente con la aplicación de tapones de punta al puerto de salida y al puerto de llenado. Los conjuntos de columna ensayados y tapados con puntas se cargan entonces en un esterilizador de autoclave situado en la estación de autoclave 112 para su esterilización final. Los conjuntos de columna sellados se someten a un proceso de esterilización en autoclave dentro de la estación de autoclave 112 para producir conjuntos de columna esterilizados de forma terminal.

Tras el ciclo de esterilización en autoclave, los conjuntos de columna se descargan de la estación de autoclave 112 a la estación de descarga de autoclaves 114. Los conjuntos de columna son transferidos entonces a la estación de blindaje 118 para su blindaje.

Algunos de los conjuntos de columna se transfieren a la estación de control de calidad 116 para el control de calidad. En la realización ejemplar, la estación de pruebas de control de calidad 116 incluye un aislador de pruebas de control de calidad que se desinfecta antes de las pruebas de control de calidad, y se mantiene a una presión positiva y un entorno de sala limpia de grado A para minimizar las posibles fuentes de contaminación. Los conjuntos de columna se eluyen asépticamente para el muestreo de control de calidad durante el proceso y se someten a pruebas de esterilidad dentro del aislador de la estación de pruebas de control de calidad 116. Se aplican tapones de punta a las agujas de entrada y salida de los conjuntos de columna antes de que los conjuntos de columna sean transferidos de nuevo a la estación de descarga de autoclaves 114.

El sistema 100 incluye un mecanismo de transferencia adecuado para transferir los conjuntos de columna desde la estación de descarga de autoclave 114 (que se mantiene en un entorno de sala limpia de grado B con diferencial de presión negativo) al aislador de la estación de pruebas de control de calidad 116. En algunas realizaciones, los conjuntos de columna sometidos a pruebas de control de calidad pueden transferirse desde la estación de pruebas de control de calidad 116 de nuevo a la estación de descarga de autoclave 114, y pueden volver a esterilizarse y probarse de nuevo, o volver a esterilizarse y empaquetarse para su envío. En otras realizaciones, los conjuntos de columna son desechados después de ser sometidos a las pruebas de control de calidad.

En la estación de blindaje 118, los conjuntos de columna de la estación de descarga de autoclave 114 se inspeccionan visualmente para detectar la presencia de la pieza de cierre del recipiente, y luego se colocan dentro de un recipiente de blindaje contra la radiación (por ejemplo, un tapón de plomo). El recipiente de blindaje contra la radiación se inserta en una caja fuerte apropiada construida con material de blindaje contra la radiación adecuado (por ejemplo, plomo, tungsteno o uranio empobrecido). Los conjuntos de columna blindados se liberan entonces de la estación de blindaje 118.

En la estación de empaquetado 120, los conjuntos de columna blindados de la estación de blindaje 118 se colocan en cubos preetiquetados con las etiquetas reglamentarias apropiadas (por ejemplo, de la FDA). También se imprime y se aplica a cada cubo una etiqueta que identifica de forma exclusiva a cada generador. A continuación, se aplica un capuchón a cada cubo. A continuación, se aplica un asa a cada capuchón.

El sistema de la invención 100 incluye el sistema de transporte 200 y puede incluir generalmente cualquier dispositivo adecuado para facilitar la transferencia de conjuntos de columna entre estaciones. En algunas realizaciones, por ejemplo, cada una de las estaciones incluye al menos un telemanipulador para permitir a un operador fuera del entorno de celda caliente (es decir, dentro de la sala o laboratorio circundante) manipular y transferir conjuntos de columna dentro del entorno de la celda caliente. Además, en algunas realizaciones, el sistema 100 incluye un sistema de transporte 200 para transportar automáticamente conjuntos de columna entre las estaciones y/o entre subestaciones dentro de una o más estaciones (por ejemplo, entre una subestación de llenado y una subestación de lavado dentro de la estación de llenado/lavado 108).

En la realización ejemplar, algunas estaciones del sistema 100 incluyen y/o están encerradas dentro de una cámara de contención de radiación nuclear blindada, también denominada aquí una "celda caliente". Las celdas calientes generalmente incluyen un recinto construido con material de blindaje de radiación nuclear diseñado para proteger el entorno circundante de la radiación nuclear. Los materiales de blindaje adecuados con los que pueden construirse las celdas calientes incluyen, por ejemplo y sin limitación, plomo, uranio empobrecido y tungsteno. En algunas realizaciones, las celdas calientes se construyen con paredes de plomo revestidas de acero que forman un cubo o un prisma rectangular. En algunas realizaciones, una celda caliente puede incluir una ventana de visualización construida con un material de blindaje transparente. Los materiales adecuados con los que se pueden construir las ventanas de visualización incluyen, por ejemplo y sin limitación, vidrio de plomo. En la realización ejemplar, cada una de las estaciones de carga de barriles 102, la estación de formulación 104, la estación de llenado/lavado 108, la estación de carga de ensayo/autoclave 110, la estación de autoclave 112, la estación de descarga de autoclave 114, y la estación de blindaje 118 incluyen y/o están encerradas dentro de una celda caliente.

En algunas realizaciones, una o más estaciones se mantienen en un determinado grado de sala limpia (por ejemplo, Grado B o Grado C). En la realización ejemplar, las celdas calientes de preautoclave (es decir, la estación de carga de barriles 102, la estación de formulación 104, la estación de llenado/lavado 108, la estación de carga de ensayo/autoclave 110) se mantienen en un entorno de sala limpia de Grado C, y la celda o estación de descarga de autoclave 114 se mantiene en un entorno de sala limpia de Grado B. La estación de blindaje 118 se mantiene en un entorno de sala limpia de grado C. Las estaciones de empaquetado 120 se mantienen en un entorno de sala limpia de grado D.

Además, la presión dentro de una o más estaciones del sistema 100 puede controlarse a un diferencial de presión negativo o positivo en relación con el entorno circundante y/o en relación con las celdas o estaciones adyacentes. En algunas realizaciones, por ejemplo, todas las celdas calientes se mantienen a una presión negativa con respecto al entorno circundante. Además, en algunas realizaciones, el aislador de la estación de pruebas de control de calidad 116 se mantiene a una presión positiva en relación con el entorno circundante y/o en relación con las estaciones adyacentes del sistema 100 (por ejemplo, en relación con la estación de descarga de autoclave 114).

La figura 2 es una vista en planta de un sistema de transporte 200 del sistema 100. En particular, el sistema de transporte 200 transporta materiales a través de al menos la estación de llenado/lavado 108 y la estación de carga de ensayo/autoclave 110 del sistema 100. En realizaciones alternativas, el sistema de transporte 200 puede transportar materiales a través de cualquier estación del sistema 100. Además, el sistema de transporte 200 puede transportar cualquier material, incluyendo materiales radiactivos y no radiactivos. Según la invención, el sistema de transporte 200 transporta racks 202 que pueden contener conjuntos de columna 204 cargados con materiales radiactivos. Además, el sistema de transporte 200 es resistente a los efectos de la radiación. En algunas realizaciones, el sistema de transporte 200 puede transportar racks de viales 600 (mostrados en la figura 18) que pueden contener viales 602 (mostrados en la figura 18).

Como se muestra en la figura 2, el sistema de transporte 200 incluye una pista de avance 206 y una pista de retorno 208. Los racks 202 pueden ser transportados en la pista de avance 206 en una dirección de avance 210 y en la pista de retorno 208 en una dirección de retorno 212. Por ejemplo, durante el funcionamiento del sistema 100, los conjuntos de columna 204 pueden ser transferidos en racks 202 en la pista de avance 206 a la estación de llenado/lavado 108 y a la estación de carga de ensayos/autoclaves 110. Los racks 202 vacíos pueden ser transportados en la pista de retorno 208 hasta un extremo de la pista de retorno 208 donde el rack puede ser posicionado en la pista de avance 206 y cargado con conjuntos de columna 204. En consecuencia, la pista de avance 206 y la pista de retorno 208 forman un bucle continuo.

Con referencia a las figuras 3 y 4, el sistema de transporte 200 incluye una porción superior 214 y una porción inferior 216. La porción superior 214 está situada por encima de una encimera 218 e incluye pistas 206, 208 y carros 220. En particular, la porción inferior 216 incluye sustancialmente todos los componentes electrónicos y de accionamiento mecánicos del sistema de transporte 200, tales como servomotores, ejes, tornillos de avance y mecanismos de elevación. La porción inferior 216 está separada de la porción superior 214, y de otras porciones de una celda caliente, por una base 222 y la encimera 218. La base 222 y la encimera 218 están herméticamente sellados para aislar la porción inferior 216. Como resultado, la encimera 218 define un espacio de trabajo limpio y la contaminación debida a los componentes electrónicos y de accionamiento de la porción inferior 216 se encuentra en el exterior del espacio de trabajo. Además, el área por encima de la encimera 218 puede ser desinfectada con

productos químicos tales como peróxido de hidrógeno vaporizado que de otra manera dañaría la porción inferior 216 del sistema de transporte.

Para permitir el mantenimiento de la porción inferior 216, se proporciona un espacio de acceso debajo de al menos algunos componentes de la porción inferior. Por ejemplo, se proporciona al menos 55,88 cm (22 pulgadas) por debajo del mecanismo de viga de desplazamiento. Además, todos los componentes de la parte inferior son desmontables en secciones que pesan menos de una cantidad predeterminada. Por ejemplo, las secciones pueden pesar menos de 30 libras.

La base 222 y la encimera 218 pueden hacerse de cualquier material que permita al sistema 100 operar como se describe. En esta realización, la base 222 y la encimera 218 están hechos de acero inoxidable. Además, la base 222 y la encimera 218 están selladas por juntas tóricas 224 (o juntas estancas) para separar herméticamente la parte inferior 216 del espacio de trabajo limpio. En algunas realizaciones, cada junta tórica 224 puede incluir una tira de elastómero que encaja en una ranura mecánica. Por ejemplo, las juntas tóricas 224 pueden extenderse a lo largo de un borde de la base 222 y fijarse entre la base 222 y la encimera 218 cuando la base 222 se fija al tablero 218. Además, las juntas tóricas 224 pueden extenderse entre los carros 220 y la base 222 y formar un cierre hermético al gas. Durante el ensamblaje, las juntas tóricas 224 pueden ser comprimidas para proporcionar un cierre hermético al gas. En realizaciones alternativas, el sistema 100 puede incluir cualquier cierre que permita que el sistema 100 funcione como se describe.

Todos los componentes del sistema de transporte 200 son insensibles a la radiación para permitir que el sistema de transporte 200 se ubique completamente en un entorno radiactivo sin que se deteriore debido a la radiación. Por ejemplo, los servomotores 226 del sistema de transporte incluyen retroalimentación basada en resolutor y cableado eléctrico aislado. El cableado eléctrico puede estar aislado utilizando materiales, como poliuretano, que son adecuados para soportar altos niveles de radiación. Además, los mecanismos de elevación 228 del sistema de transporte de viga de desplazamiento utilizan sistemas neumáticos que son insensibles a la radiación.

En algunas realizaciones, el sistema de transporte 200 puede estar seccionado. Por ejemplo, el sistema de transporte 200 puede incluir secciones correspondientes a diferentes estaciones y subestaciones del sistema 100. En esta realización, el sistema de transporte 200 incluye al menos tres secciones. Específicamente, la pista de avance 206 del sistema de transporte 200 incluye tres secciones y la pista de retorno 208 incluye dos secciones. En realizaciones alternativas, el sistema de transporte 200 puede incluir cualquier número de secciones que permitan que el sistema de transporte funcione como se describe en el presente documento.

Con referencia a las figuras 5-10, el sistema de transporte 200 incluye carros 220, pista de avance 206, pista de retorno 208 (mostrada en la figura 2), un mecanismo de desplazamiento 230, un servomotor 226, y un mecanismo de elevación 228. Los carros 220 se mueven a lo largo de la pista de avance 206 y la pista de retorno 208 para transportar materiales. En la figura 5 se muestran tres carros 220. En realizaciones alternativas, el sistema de transporte 200 puede incluir cualquier número de carros que permitan que el sistema de transporte funcione como se ha descrito. Además, cada sección puede incluir cualquier número de carros 220. Por ejemplo, en algunas realizaciones, cada sección incluye de tres a seis carros 220 que están conectados entre sí y se mueven al unísono.

En referencia a la figura 6, cada carro 220 incluye una base 232, rodillos 234, un imán de carro 236, y postes de carro 238. En esta realización, el imán de carro 236 es un imán laminado conectado a la base del carro 232. En algunas realizaciones, el carro 220 puede incluir una herramienta de alineación para realinear el imán de carro 236 si el carro 220 se desalinea con el mecanismo de viga de desplazamiento 230. Como se describirá más adelante, los carros 220 son movidos por el mecanismo de desplazamiento 230. Al menos algunos de los carros 220 están conectados de tal manera que los carros 220 se mueven al unísono. Por lo tanto, el mecanismo de desplazamiento 230 puede mover los carros 220 conectados enganchando directamente sólo uno de los carros conectados. En realizaciones alternativas, los carros 220 pueden moverse por separado. En otras realizaciones, los carros 220 pueden ser impulsados de cualquier manera que permita que el sistema de transporte 200 funcione como se describe. Por ejemplo, en algunas realizaciones, algunos de los carros 220 pueden ser movidos manualmente a lo largo de al menos una porción del sistema de transporte 200.

El carro 220 engancha el mecanismo de viga de desplazamiento 200 a través de la base 222. En particular, el imán de carro 236 genera un campo magnético que atrae una porción del mecanismo de desplazamiento 230. Debido al acoplamiento magnético, las porciones del mecanismo de desplazamiento 230 no tienen que extenderse al espacio de trabajo limpio para acoplarse a los carros 220. Más bien, los carros 220 y el mecanismo de desplazamiento 230 se acoplan magnéticamente a través de la base 222. La base 222 puede hacerse de un material a través del cual pasen los campos magnéticos. En esta realización, la base 222 está hecha de acero inoxidable. En realizaciones alternativas, el carro 220 y el mecanismo de desplazamiento 230 pueden engancharse de cualquier manera que permita que el sistema de transporte 200 funcione como se describe. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el carro 220 puede incluir un material ferromagnético que es atraído por un imán del mecanismo de desplazamiento 230.

En esta realización, los rodillos 234 están conectados a la base 232 y se mueven a lo largo de la pista 206 para guiar el carro 220. Los postes de carro 238 se extienden hacia arriba desde la base 232 y soportan los racks 202.

Los postes de carro 238 minimizan el peso del carro 220 y reducen la perturbación del aire cuando el carro se mueve. En esta realización, cada carro 220 incluye cuatro postes de carro 238. En realizaciones alternativas, los carros 220 pueden incluir cualquier poste que permita que los carros funcionen como se describe.

En referencia a las figuras 6 y 7, el mecanismo de desplazamiento 230 incluye un mecanismo de accionamiento 240, un eje 242, un soporte 244, y un imán 246. El mecanismo de accionamiento 240 está conectado al servomotor 226 y al eje 242. El imán 246 está acoplado al eje 242 por el soporte 244 y se mueve con el eje. En esta realización, el imán 246 es un imán laminado. El imán 246 se acopla con el imán de carro 236 a través de la base. Por lo tanto, el imán 246 y el imán de carro 236 aseguran la alineación exacta del mecanismo de viga de desplazamiento 230 y el carro 220.

En esta realización, el mecanismo de accionamiento 240 es un mecanismo de tornillo lineal que incluye un eje roscado 248 y una tuerca de desplazamiento 250. El servomotor 226 hace que el eje roscado 248 gire. Cuando el eje roscado 248 gira, la tuerca de avance 250 se mueve linealmente a lo largo de las roscas. La tuerca de avance 250 está conectada al eje roscado y hace que el eje roscado, el soporte 244 y el imán 246 se muevan linealmente. El servomotor 226 hace girar el eje roscado 248 alternativamente en dos direcciones diferentes, lo que hace que la tuerca de avance 250, el eje roscado, el soporte 244, el imán 246 y, por tanto, los carros 220 alternen linealmente. En realizaciones alternativas, el mecanismo de desplazamiento 230 puede tener cualquier configuración que permita que el sistema de transporte 200 funcione como se ha descrito.

El sistema de transporte 200 puede incluir cualquier número de mecanismos de desplazamiento 230. En esta realización, el sistema de transporte 200 incluye un mecanismo de desplazamiento 230 para cada sección del sistema de transporte. Cada mecanismo de desplazamiento 230 engancha magnéticamente un solo carro 220 que está conectado a otros carros. El mecanismo de desplazamiento 230 mueve los carros 220 a lo largo de la sección respectiva del sistema de transporte 200. Los mecanismos de desplazamiento 230 de las diferentes secciones están separados por una cubierta.

En referencia a las figuras 7-9, el mecanismo de elevación 228 incluye actuadores neumáticos 252, ejes 254, levas 256, seguidores de leva 258, y brazos de elevación 260. En esta realización, los actuadores neumáticos 252 incluyen cilindros de aire horizontales. Los actuadores neumáticos 252 están conectados a los ejes 254 que están conectados a las levas 256. Como se muestra en la figura 10, los seguidores de leva 258 se extienden en ranuras 262 de las levas 256 y están conectados a los brazos de elevación 260. En realizaciones alternativas, el mecanismo de elevación 228 puede incluir cualquier componente que permita que el mecanismo de elevación 228 funcione como se describe.

En la operación, los actuadores neumáticos 252 alternan los ejes 254 de tal manera que las levas 256 se mueven horizontalmente. Cuando las levas 256 se mueven horizontalmente, los seguidores de leva 258 se mueven verticalmente en las ranuras curvadas 262 de las levas 256. El movimiento vertical de las levas 256 se traslada a los brazos de elevación 260. Como resultado, los brazos de elevación 260 enganchan y mueven los racks 202 en la dirección vertical. Los mecanismos de elevación 228 de una sola sección están conectados entre sí para asegurar que los brazos de elevación 260 muevan los racks 202 simultáneamente.

Adecuadamente, los brazos de elevación 260 están ubicados en estaciones. En consecuencia, los racks 202 pueden ser levantados y los fluidos dispensados mientras los conjuntos de columna 204 están en la posición elevada. Por ejemplo, los brazos de elevación 260 adyacentes a una estación de llenado pueden elevar los racks 202 para que los conjuntos de columna 204 se llenen en la estación de llenado. Además, los brazos de elevación 260 adyacentes a una estación de lavado pueden elevar los racks 202 para que los conjuntos de columna 204 sean lavados en la estación de lavado. En realizaciones alternativas, los brazos de elevación 260 pueden estar ubicados en cualquier posición que permita que el sistema de transporte 200 funcione como se describe.

El mecanismo de desplazamiento 230 y el mecanismo de elevación 228 están temporizados de tal manera que el movimiento lineal de los carros 220 y el movimiento vertical de los racks 202 estén sincronizados. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el mecanismo de desplazamiento 230 hace que los carros 220 se muevan hacia adelante desde una primera posición a una segunda posición. Mientras los carros 220 están en la segunda posición, el mecanismo de elevación 228 levanta los racks 202 de los carros. Posteriormente, el mecanismo de desplazamiento 230 hace que los carros 220 retrocedan desde la segunda posición a la primera posición. El mecanismo de elevación 228 baja entonces los racks 202 sobre nuevos carros 220 en la primera posición y el proceso se repite. Por consiguiente, los racks 202 pueden ser transportados hacia adelante de forma incremental en una serie de carros alternantes 220.

La figura 11 es una vista isométrica de un rack 202 para uso con el sistema de transporte 200. El rack 202 puede sostener conjuntos de columna 204 durante la operación del sistema 100. El sistema de transporte 200 puede incluir cualquier número de racks 202 que permitan que el sistema 100 funcione como se describe. En esta realización, cada carro 220 sostiene un rack 202 y el sistema de transporte 200 incluye 60 carros y racks. Cada rack 202 puede contener cualquier número de conjuntos de columna 204. Por ejemplo, en esta realización, el rack 202 soporta hasta 8 conjuntos de columna. Cada rack 202 incluye un soporte de columna 264, un asa 266 y un protector de columna

268. El soporte de columna 264 incluye una pluralidad de ranuras 270 para soportar los conjuntos de columna 204. El protector de columna 268 se extiende hacia abajo desde el soporte de columna 264 para proteger las porciones inferiores de los conjuntos de columna 204 contra el daño. Además, los racks 202 pueden estar dimensionados e incluir entradas 272 para tener en cuenta la holgura del acoplamiento magnético entre el carro 220 y el mecanismo de desplazamiento 230. Las entradas 272 pueden estar formadas por bordes inclinados o biselados que facilitan o “canalizan” la inserción o la dirección de los conjuntos de columna 204. Las entradas 272 pueden extenderse adyacentes a las ranuras 270 para facilitar la inserción de los conjuntos de columna 204. Por ejemplo, en esta realización, el rack 202 incluye una entrada 272 de aproximadamente 2 milímetros (mm) adyacente a cada ranura.

El soporte de columna 264 descansa en los postes de carro 238 cuando el rack 202 es transportado por el carro 220. El mecanismo de elevación 228 puede enganchar el soporte de columna 264 para mover el rack 202 en la dirección vertical. La palanca 266 se extiende hacia arriba desde el soporte de columna 264 para movimiento manual del soporte de columna. La palanca 266 incluye una placa superior 274 que puede ser agarrada por un telemanipulador (no mostrado) en una ubicación por encima de los conjuntos de columna 204 para levantar y/o reposicionar el rack 202. Los racks 202 deben pesar menos que la carga útil máxima de los telemanipuladores para permitir que los racks sean movidos por los telemanipuladores controlados por operadores en el exterior de la celda caliente. En esta realización, los racks 202 pesan aproximadamente tres libras.

En esta realización, los racks 202 están hechos de un material como el acero inoxidable que es resistente a la radiación. Además, los racks 202 están electropulidos para protegerlas de los repetidos ciclos de autoclave. Algunas partes del rack 202, como el soporte de columna 264 y el protector de columna 268, pueden estar soldadas. Otras partes del rack 202, como el soporte de columna 264 y la palanca 266, pueden estar formados como una sola pieza. En realizaciones alternativas, los racks 202 se hacen de cualquier manera que permita que los racks funcionen como se describe.

Además, en referencia a la figura 12, los racks 202 incluyen características de referencia, en general características de localización, 276. Las características de referencia 276 incluyen agujeros en la parte inferior de los racks 202 que reciben conos, características de localización amplia, 278 que se extienden desde los postes de carro 238. En otras realizaciones, el sistema de transporte 200 puede incluir cualquier característica de localización que permita que el sistema de transporte 200 funcione como se describe.

En esta realización, los racks 202 son transportados secuencialmente a través de las siguientes estaciones: una estación de llenado, una estación de lavado, una estación de ensayo, una estación de tapón de punta y una estación de carga de autoclave. En algunas realizaciones, debe transcurrir un tiempo de espera especificado entre el procesamiento en cada estación. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el procesamiento en las estaciones de llenado y lavado debe estar separado por al menos 30 minutos. Además, el procesamiento en las estaciones de lavado y ensayo debe estar separado por al menos 30 minutos. En consecuencia, el sistema de transporte 200 incluye conjuntos de amortiguación 300 (mostrados en la figura 13) para satisfacer los tiempos de espera requeridos entre las estaciones. En realizaciones alternativas, el sistema de transporte 200 puede transferir los racks 202 entre estaciones de cualquier manera que permita que el sistema 100 funcione como se describe. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la velocidad del sistema de transporte 200 se ajusta entre las estaciones. Además, las estaciones pueden estar separadas por una distancia que permita transportar los racks 202 en un periodo de tiempo deseado. En otras realizaciones, al menos algunos racks 202 se retiran del sistema de transporte 200 durante un periodo de tiempo necesario para proporcionar el tiempo deseado entre las estaciones.

En referencia a la figura 13, cada conjunto de almacenamiento intermedio 300 incluye un mecanismo de viga de desplazamiento 302, una primera pista 304, una segunda pista 306, y un conjunto de transferencia 308. La primera pista 304, la segunda pista 306, y el conjunto de transferencia 308 juntos forman un bucle. Los racks 202 son transportados a lo largo de la primera pista 304 en una primera dirección 310. Al final de la primera pista 304, los racks 202 se transfieren a la segunda pista 306 y se transportan en una segunda dirección 312 opuesta a la primera dirección 310. En realizaciones alternativas, el sistema de transporte 200 puede incluir cualquier conjunto amortiguador 300 que permita que el sistema de transporte 200 funcione como se describe. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema de transporte 200 incluye un conjunto amortiguador 300 con una sola pista continua y sin un conjunto de transferencia.

En referencia a la figura 14, cada una de las pistas primera y segunda 304, 306 incluye raíles estacionarios 314 y raíles de elevación 316. Los racks 202 se apoyan en nidos de raíles estacionarios 318 de los raíles estacionarios 314. Los raíles de elevación 316 se mueven en al menos dos dimensiones para mover los racks 202. Los raíles de elevación 316 están conectados a los actuadores neumáticos 320 mediante un mecanismo seguidor de leva 322. El mecanismo seguidor de leva 322 permite el movimiento vertical de los raíles de elevación 316. Los raíles de elevación también están conectados a conjuntos de actuadores neumáticos 323 que proporcionan el movimiento horizontal de los raíles de elevación 316.

Durante la operación del conjunto de amortiguación 300, los raíles de elevación 316 primero levantan neumáticamente todos los racks 202 simultáneamente. Con los racks 202 levantados, los raíles de elevación 316 se mueven neumáticamente de forma lateral y mueven los racks 202. Específicamente, los racks 202 en la primera



pista 304 se mueven hacia la parte trasera de la celda caliente y los racks 202 en la segunda pista 306 se mueven en la dirección opuesta. Los raíles de elevación 316 bajan entonces los racks 202 sobre los nidos de raíles estacionarios 318, y los raíles de elevación 316 se indexan de nuevo a la posición original. Por consiguiente, los racks 202 se transportan a lo largo de la primera pista 304 y de la segunda pista 306. Cuando los racks 202 alcanzan el final de la primera pista 304, un conjunto de transferencia giratorio 308 transfiere los racks 202 desde el final de la primera pista 304 hasta el inicio de la segunda pista 306. En realizaciones alternativas, los racks pueden ser transportados a lo largo de la primera pista 304 y la segunda pista 306 de cualquier manera que permita que el conjunto de amortiguación 300 funcione como se describe en el presente documento. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los raíles 314 son movidos vertical y/o horizontalmente por un actuador.

En referencia a la figura 15, el conjunto de transferencia 308 incluye un soporte 324, un servomotor 326, y una placa de cubierta 328. El soporte 324 está conectado rotativamente al servomotor 326 a través de la placa de cubierta 328. Durante la operación, el soporte 324 recibe el rack 202 de la primera pista 304 y gira el rack hasta una posición en la que el rack se coloca en la segunda pista 306. La placa de cubierta 328 separa el servomotor 326 y otros componentes electromecánicos de la parte superior de la celda para proporcionar un espacio de trabajo higiénico. Además, un tren de engranajes sellado 330 mantiene la orientación del rack 202 durante la transferencia de la primera pista 304 a la segunda pista 306.

En referencia a la figura 16, los sistemas de transporte 200 pueden transferir los racks 202 entre dos celdas contiguas 400. Por ejemplo, los racks 202 pueden transferirse entre una celda de llenado/lavado y una celda de ensayo. Una pared 402 que separa las celdas puede incluir un portal 404 para que los racks 202 sean transferidos a su través. El portal 404 incluye una puerta blindada que puede cerrarse durante un proceso de higienización, o para fines de mantenimiento. En consecuencia, los carros 220 pasan por encima de un intervalo que permite cerrar la puerta sin que el sistema de transporte interfiera. Por ejemplo, en esta realización, los carros pasan sobre un intervalo de 170 mm (6,69 pulgadas) entre la celda de llenado/lavado y la celda de ensayo. Durante el funcionamiento, el mecanismo de desplazamiento 230 se extiende a través del intervalo para mover los carros sobre el intervalo. En realizaciones alternativas, los racks pueden ser transferidos entre celdas de cualquier manera que permita que el sistema de transporte opere como se describe.

Como se muestra en la figura 16, un puente de transferencia 406 puede ser usado para deslizar manualmente los racks 202 entre las celdas 400. Por ejemplo, el puente de transferencia 406 puede ser utilizado para mover los racks 202 entre las celdas 400 si el mecanismo de desplazamiento 230 no funciona correctamente. Los racks 202 pueden ser guiados manualmente a lo largo del puente de transferencia 406 para mover los racks 202 desde un primer carro 220 posicionado en una primera celda 400 a un segundo carro 220 posicionado en una segunda celda 400. El puente de transferencia 406 puede almacenarse en la pared 402 de la celda 400 y moverse a la posición operativa cuando sea necesario. El puente de transferencia 406 puede ser movido por telemanipuladores (no mostrados) controlados por operadores en el exterior de la celda caliente. En consecuencia, el puente de transferencia 406 debe pesar menos que la carga útil máxima de los telemanipuladores. En esta realización, el puente de transferencia 406 pesa menos de aproximadamente 20 libras. Además, el puente de transferencia 406 puede estar hecho de cualquier material adecuado, como plásticos o metales, y combinaciones de los mismos. En esta realización, el puente de transferencia 406 está hecho de acero inoxidable y polietileno.

La figura 17 es una vista isométrica de un sensor 500 del sistema de transporte 200. Los sensores 500 están posicionados a lo largo del sistema de transporte 200 para supervisar la posición de los racks 202 y detectar desalineaciones. Los sensores 500 son insensibles a la radiación y son adecuados para uso en un entorno radiactivo. Por ejemplo, los sensores 500 pueden tener contactos eléctricos accionados magnéticamente. Además, los sensores 500 pueden incluir interruptores mecánicos. En algunas realizaciones, se puede utilizar más de un sensor 500 en una sola ubicación para proporcionar redundancia.

En esta realización, el sensor 500 incluye un soporte 502, un alojamiento 504, y un mecanismo de sensor 506. El mecanismo del sensor 506 se coloca en el alojamiento 504 y se conecta al cableado dentro del alojamiento 504. El interior del alojamiento 504 está sellado con respecto al espacio de trabajo limpio. El alojamiento 504 puede extenderse por debajo de la encimera 218 (mostrada en la figura 4). En esta realización, el mecanismo sensor 506 incluye un interruptor mecánico que abre o cierra un circuito cuando el mecanismo sensor 506 detecta un rack 202.

Los sensores 500 pueden colocarse en cualquier lugar a lo largo del sistema de transporte 200. Por ejemplo, los sensores 500 pueden colocarse en las posiciones de carga y descarga de los conjuntos de columna 204. Además, los sensores 500 pueden colocarse en posiciones de parada intermedias del sistema de transporte. En esta realización, al menos un sensor 500 está situado junto a cada mecanismo de elevación neumático 228. Los sensores 500 adyacentes a cada mecanismo de elevación neumático 228 pueden indicar una posición extendida y una posición retraída de los mecanismos de elevación 228. Por ejemplo, los sensores 500 adyacentes a los mecanismos de elevación neumáticos pueden incluir un mecanismo de sensor magnético tal como un sensor de efecto Hall.

Además, los sensores 500 pueden rastrear la posición de los carros 220 y los racks 202. Por ejemplo, los sensores 500 pueden estar colocados debajo de las pistas 206, 208 para rastrear los imanes de los carros 220 y determinar

que los racks 202 están colocados correctamente. Pueden incluirse sensores 500 separados para detectar diferentes tipos de racks. Por ejemplo, algunos sensores 500 pueden ser activados por los racks 202 que sostienen los conjuntos de columna 204 y otros sensores pueden ser activados por los racks 600 (mostrados en la figura 17) que sostienen los viales 602. Las dos últimas posiciones de los racks en la pista de avance 206 pueden ser detectadas para confirmar que los racks 202 han sido movidos manualmente hacia el autoclave.

La figura 18 es una vista isométrica de un rack de viales 600 para sostener viales 602 para uso con el sistema de transporte 200. El rack de viales 600 puede utilizarse en una estación de alimentación por gravedad y en una estación de elución. El rack de viales 600 incluye un soporte 604, un soporte 606 que define una pluralidad de ranuras 608 para los viales 602, y palancas 610 que se extienden desde el soporte. El soporte 604 puede incluir entradas 612 como bordes inclinados para facilitar la inserción de los viales 602 en las ranuras 608. Por ejemplo, los bordes de entrada 612 pueden extenderse al menos 2 mm y situarse junto a las ranuras 608. El soporte 604 puede descansar sobre los postes de carro 238 y enganchar el mecanismo de elevación 228. Una parte del soporte 604 puede estar inclinada para asegurar la alineación adecuada de los viales 602. Además, el soporte 604 puede incluir aberturas para acomodar los tabiques sin que entren en contacto con las superficies de los mismos. Una parte del soporte de viales 600 puede incluir una característica de activación, como un corte, que activa sensores predeterminados. Además, el rack 600 puede incluir cortes para permitir la inspección visual del fluido dentro de los viales 602.

El rack de viales 600 puede hacerse de cualquier material adecuado para soportar el entorno radiactivo. En esta realización, la palanca 610 está hecha de acero inoxidable y el soporte 604 está hecho de plástico. En algunas realizaciones, el rack 600 puede incluir un material de alto contraste, como un plástico de color o acero inoxidable, para indicar una superficie frontal del rack. Convenientemente, el rack 600 pesa menos de tres libras.

Las realizaciones de los sistemas y métodos descritos proporcionan varias ventajas sobre los sistemas conocidos. Por ejemplo, las realizaciones de los sistemas de transporte no son sensibles a los niveles de radiación y pueden transportar automáticamente materiales en un entorno radiactivo sin la intervención del operador y sin riesgo de que se caiga un producto frágil y altamente radiactivo. Los sistemas de transporte son accionados por servomotores que proporcionan una colocación muy precisa de los materiales. Además, los sistemas de transporte transportan los materiales de forma controlada para minimizar los niveles de partículas durante el funcionamiento. Además, los sistemas de transporte minimizan la contaminación porque los componentes electrónicos y de accionamiento de los sistemas de transporte están sellados con respecto al espacio de trabajo. En consecuencia, el sistema de transporte permite que el espacio de trabajo sea desinfectado con productos químicos que de otro modo podrían dañar los componentes electrónicos y de accionamiento.

Además, las partes del sistema de transporte en el espacio de trabajo son accesibles para la limpieza y tienen superficies (por ejemplo, de acero inoxidable) que facilitan la limpieza. Además, los sistemas de transporte transfieren automáticamente y con mayor precisión los racks entre estaciones y reducen la necesidad y el riesgo de utilizar telemanipuladores. El sistema de transporte crea un bucle semiautomático, en el que los racks llenos de producto avanzan en una dirección y los racks vacíos en la dirección opuesta. Además, el sistema de transporte incluye componentes redundantes para aumentar la fiabilidad del sistema de transporte.

Cuando se introducen elementos de la presente invención o de la realización o realizaciones de la misma, los artículos “un/uno/una”, “el/la/los/las” y “dicho” pretenden significar que hay uno o más elementos. Los términos “que comprende”, “que incluye” y “que tiene” pretenden ser inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales además de los elementos enumerados.

Dado que se pueden realizar varios cambios en las construcciones y métodos anteriores sin apartarse del alcance de la invención, se pretende que todo el material contenido en la descripción anterior y mostrado en los dibujos adjuntos se interprete como ilustrativo y no en un sentido limitante. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para la fabricación de generadores de radionúclidos, comprendiendo el sistema:
  - 5 un recinto que define un entorno radiactivo, incluyendo el recinto un blindaje contra la radiación nuclear para evitar que la radiación nuclear dentro del entorno radiactivo se mueva hacia el exterior del recinto; y
  - un sistema de transporte (200) dentro del recinto, comprendiendo el sistema de transporte (200):
    - 10 una pista de avance (206);
    - primeros carros colocados y desplazables a lo largo de la pista de avance (206) para transportar racks (202) en una primera dirección;
    - 15 un primer mecanismo de viga de desplazamiento que comprende un mecanismo de desplazamiento (230) y un mecanismo de elevación (228), estando el primer mecanismo de viga de desplazamiento acoplado magnéticamente a los primeros carros para mover los primeros carros; una pista de retorno (208), en la que la pista de avance (206) y la pista de retorno (208) forman un bucle; y
    - 20 segundos carros colocados y desplazables a lo largo de la pista de retorno (208) para transportar racks (202) en una segunda dirección opuesta a la primera dirección.
2. El sistema (100) de la reivindicación 1 que comprende además una primera estación y una segunda estación, donde la pista de avance (206) incluye una primera sección y una segunda sección, extendiéndose la primera  
25 sección a través de la primera estación y extendiéndose la segunda sección a través de la segunda estación; y
- terceros carros colocados y desplazables a lo largo de la segunda sección, y un segundo mecanismo de viga de desplazamiento acoplado magnéticamente a los terceros carros para mover los terceros carros, donde los racks (202) son transferidos automáticamente entre los primeros carros y los terceros carros.  
30
3. El sistema (100) de la reivindicación 2, en el que el sistema de transporte (200) comprende además un conjunto amortiguador (300) para transportar los racks (202) durante un tiempo predeterminado entre la primera sección y la segunda sección.
- 35 4. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que el sistema de transporte (200) comprende además:  
un segundo mecanismo de viga de desplazamiento acoplado magnéticamente a los segundos carros para mover los segundos carros.
- 40 5. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que el sistema de transporte (200) comprende además un servomotor (226) conectado al primer mecanismo de viga de desplazamiento.
6. Un método de transportar un rack (202) en un entorno radiactivo, comprendiendo el método:  
45 colocar el rack (202) sobre un primer carro que se desplaza a lo largo de una pista (206) situada por encima de una encimera que define un espacio de trabajo limpio;
- accionar un mecanismo de viga de desplazamiento que comprende un mecanismo de desplazamiento (230) y un mecanismo de elevación (228), estando el mecanismo de viga de desplazamiento acoplado magnéticamente al  
50 primer carro para mover el primer carro a lo largo de la pista (206) en una primera dirección, donde el mecanismo de desplazamiento (230) está sellado con respecto al espacio de trabajo limpio;
- colocar el rack (202) en un segundo carro acoplado magnéticamente al mecanismo de viga de desplazamiento; y
- 55 accionar el mecanismo de desplazamiento (230) para mover el segundo carro a lo largo de la pista (206) en la primera dirección.
7. El método de la reivindicación 6 que comprende además cargar conjuntos de columna en el rack (202) y dispensar un líquido a los conjuntos de columna mientras los conjuntos de columna están en el rack (202).  
60
8. El método de la reivindicación 6 que comprende además posicionar el rack (202) sobre un tercer carro acoplado magnéticamente a un segundo mecanismo de viga de desplazamiento.
9. El método de la reivindicación 8 que comprende además colocar el rack (202) en un conjunto de amortiguación  
65 (300) durante un tiempo predeterminado antes de colocar el rack en el tercer carro.

10. El método de la reivindicación 6, en el que el primer carro y el segundo carro están conectados de tal manera que el primer carro y el segundo carro se muevan al unísono cuando se accione el mecanismo de viga de desplazamiento.

5 11. El método de la reivindicación 6, que comprende además detectar una posición de al menos uno del primer carro, el segundo carro y el rack (202).

10 12. El método de la reivindicación 6 que comprende además levantar el rack (202) y accionar el mecanismo de viga de desplazamiento para mover el primer carro a lo largo de la pista en una segunda dirección opuesta a la primera dirección mientras se eleva el rack (202).

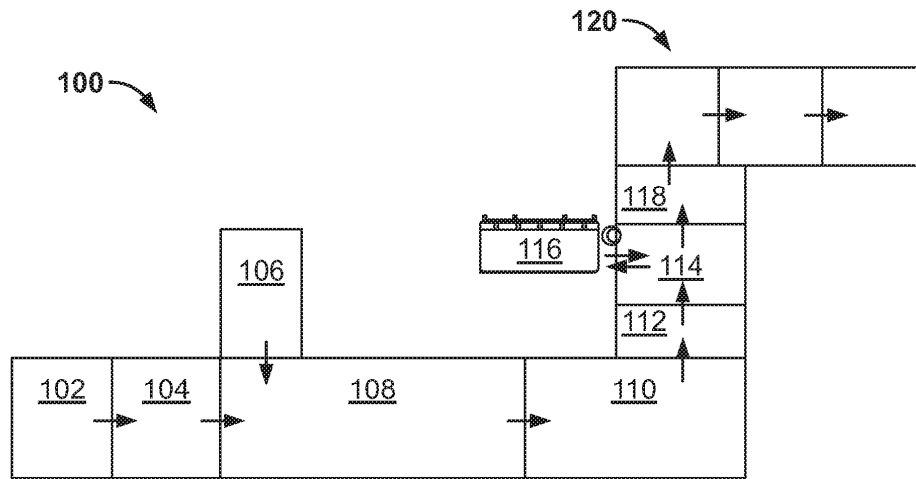


FIG. 1

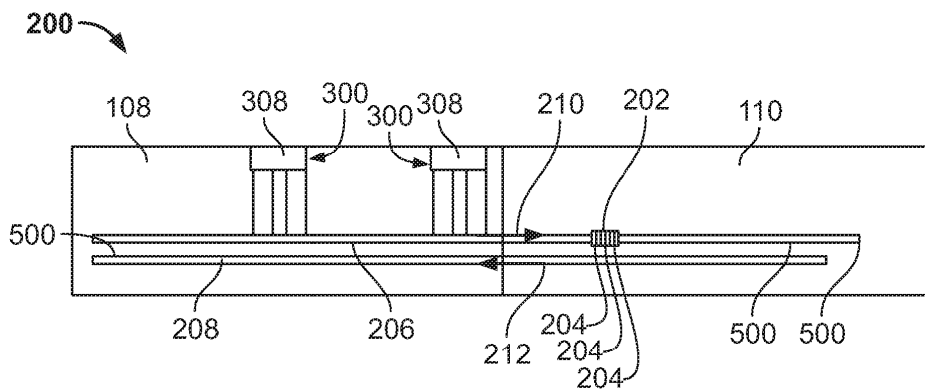


FIG. 2

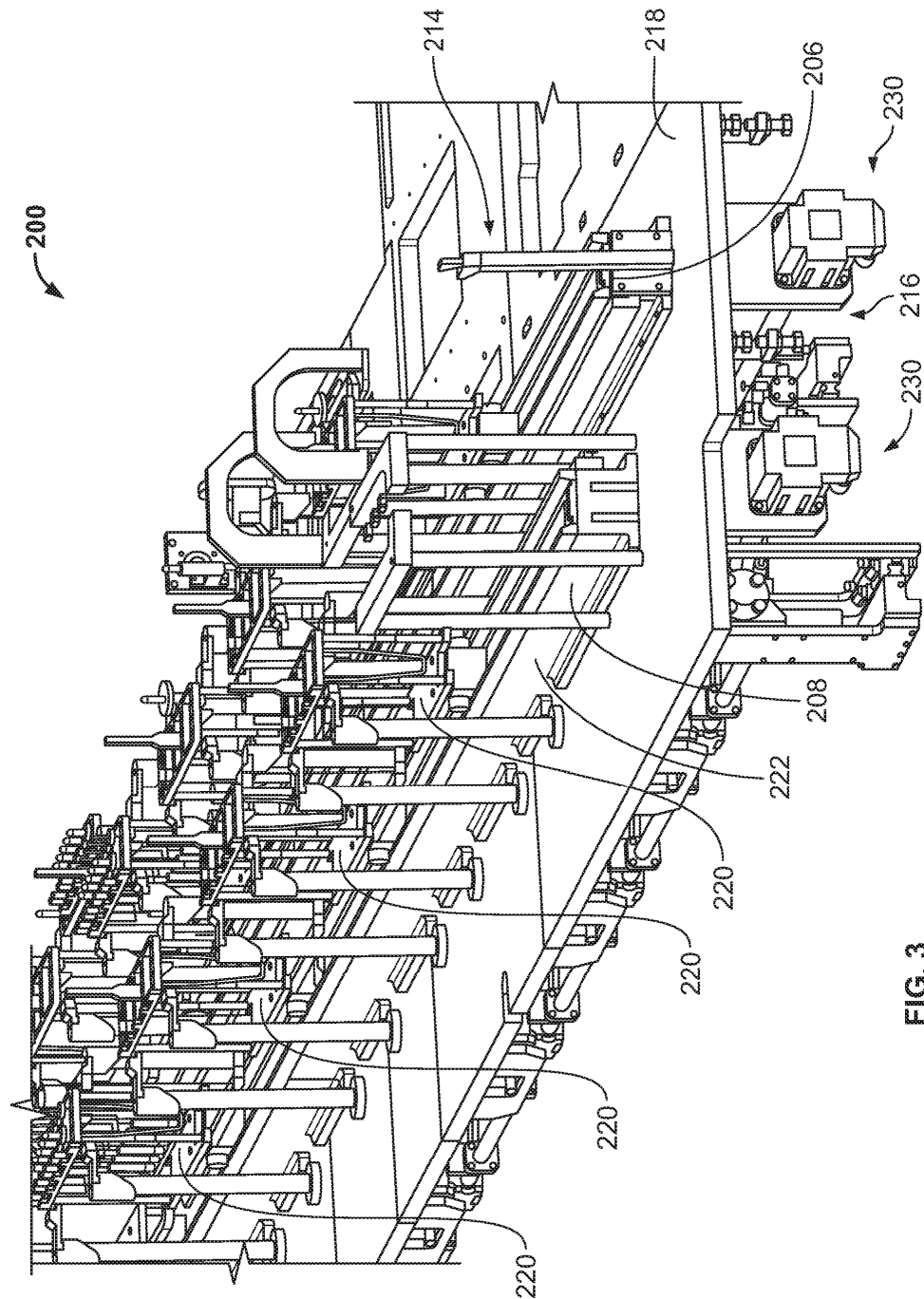


FIG. 3

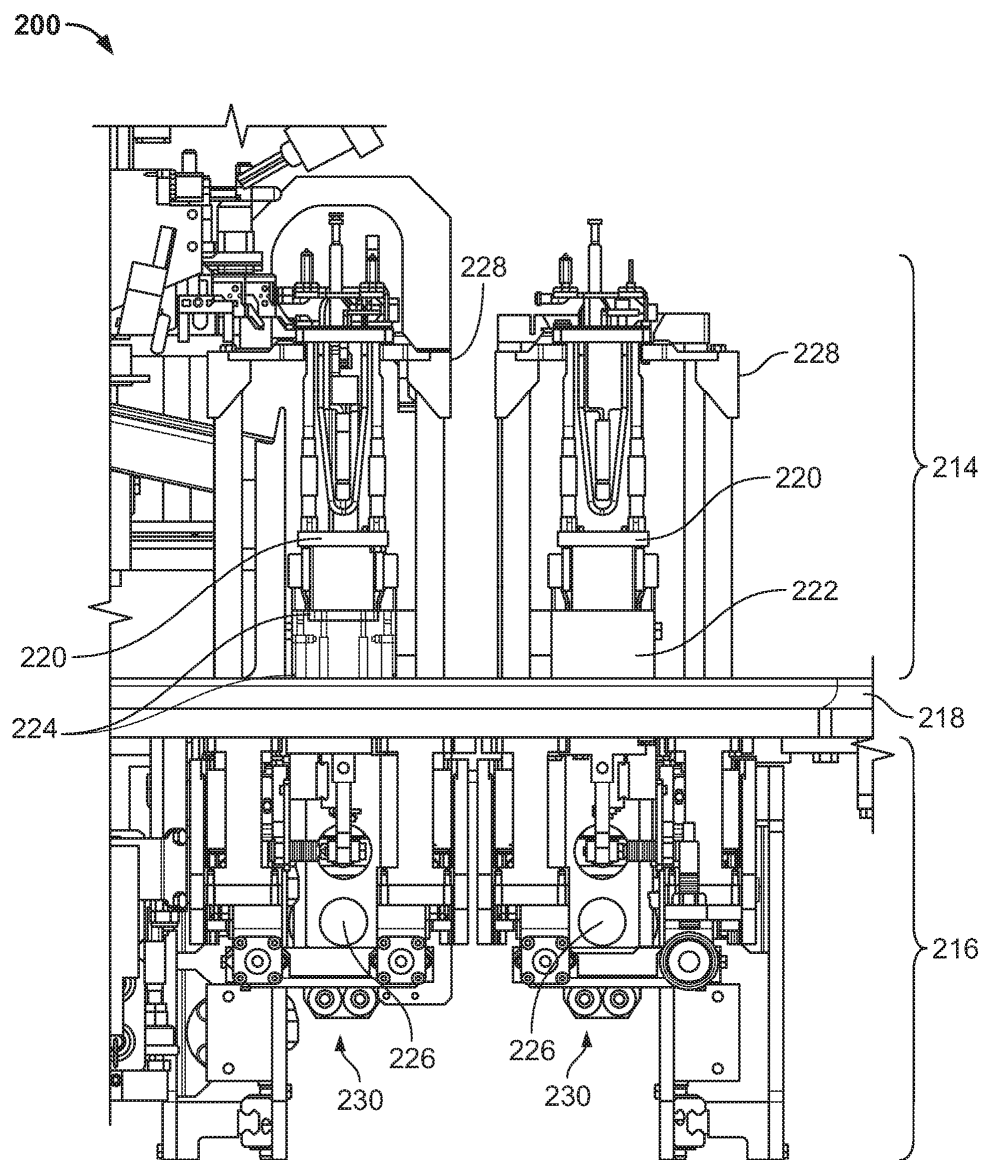


FIG. 4

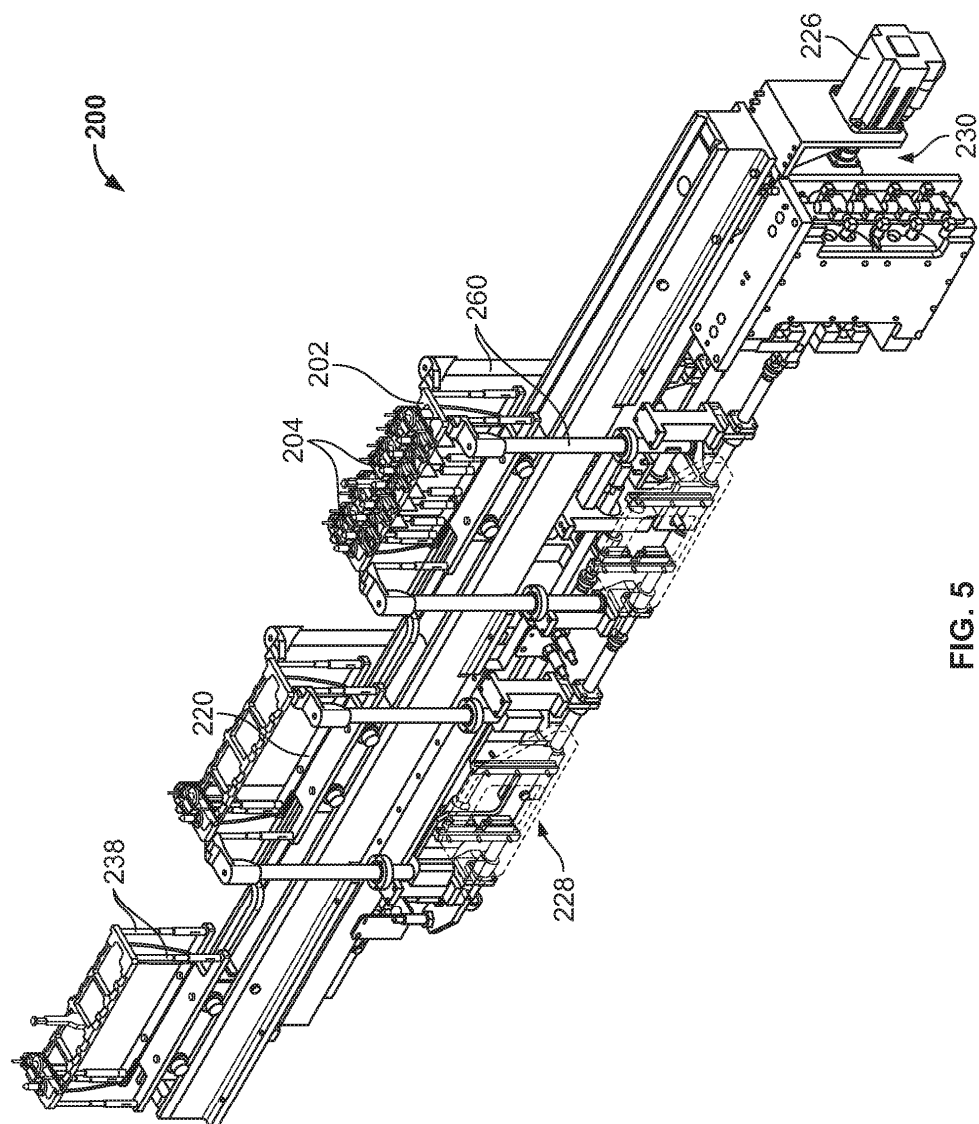


FIG. 5



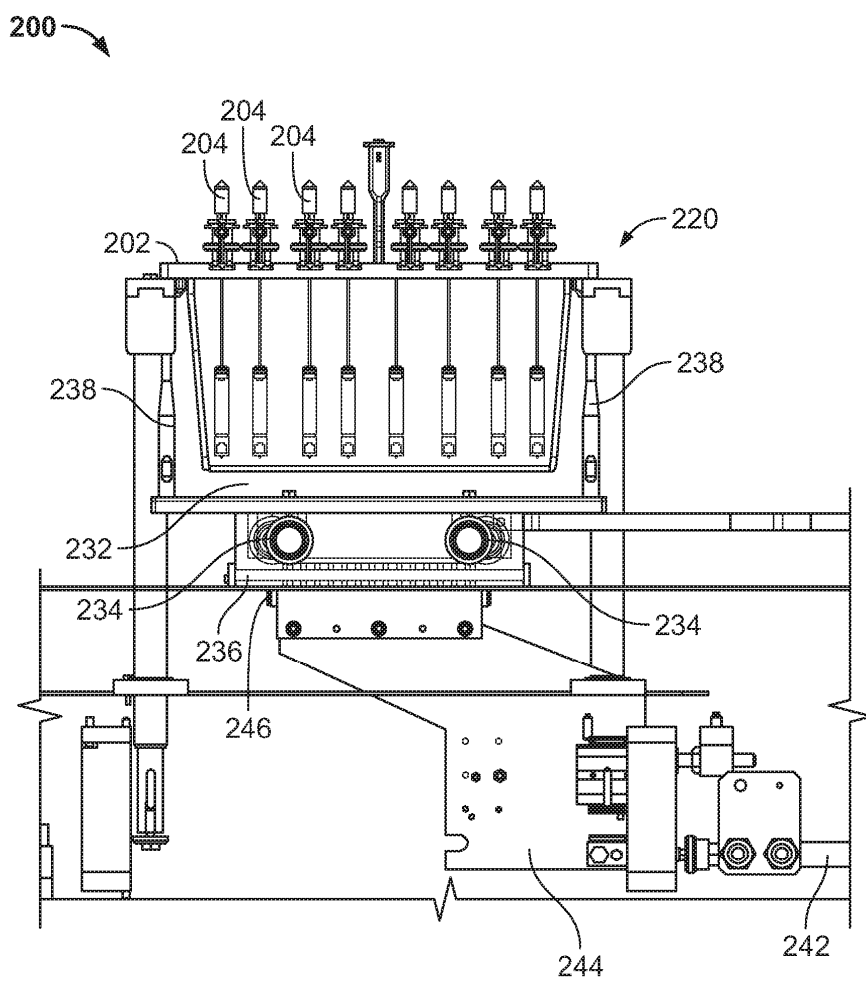


FIG. 6

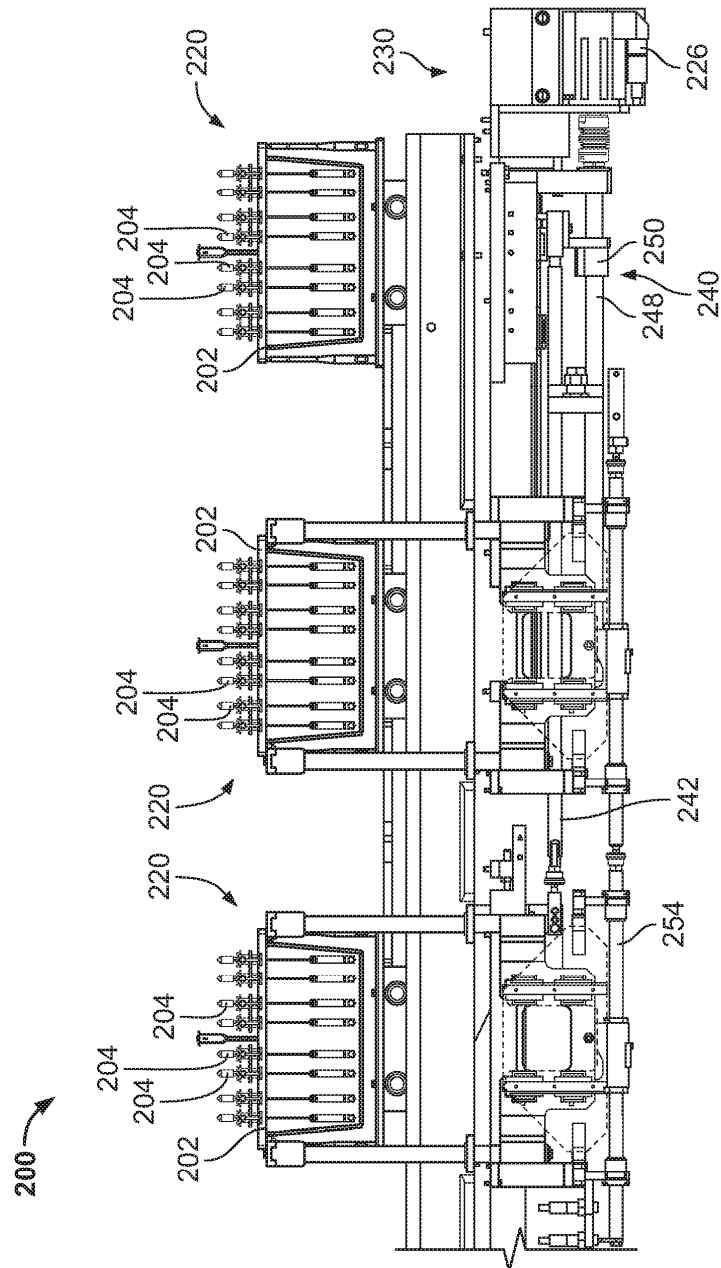


FIG. 7

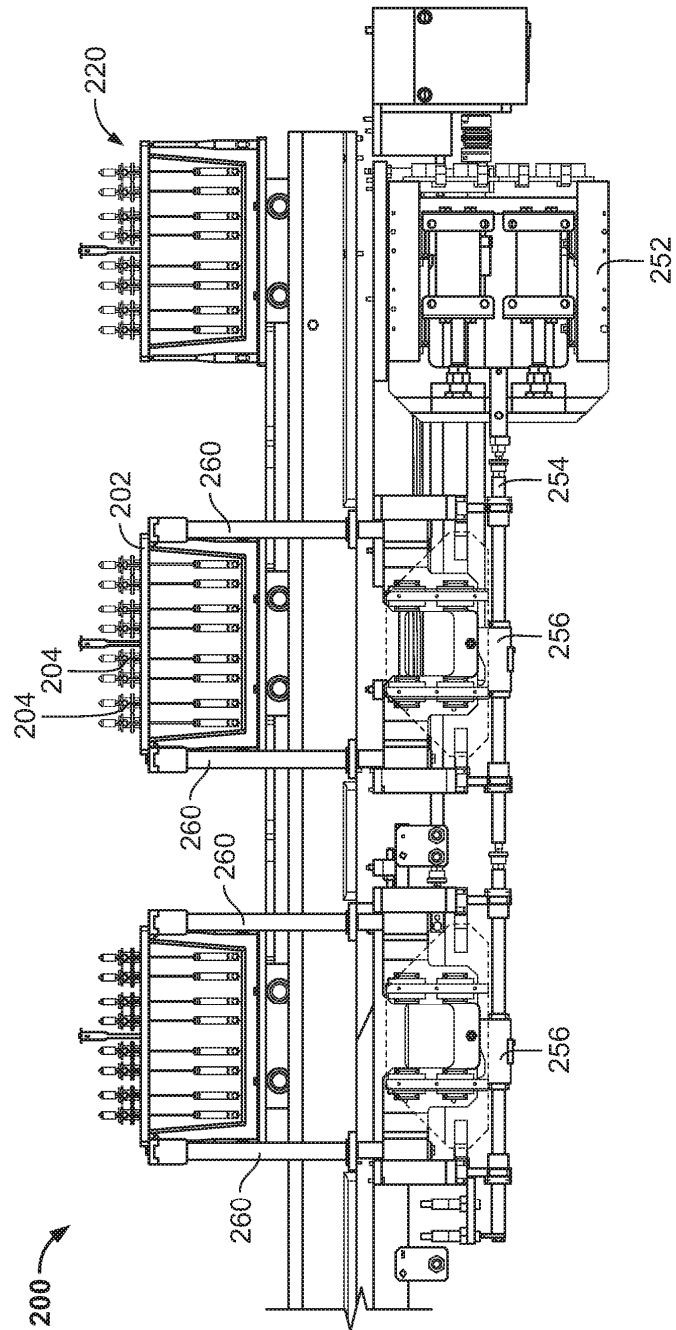


FIG. 8

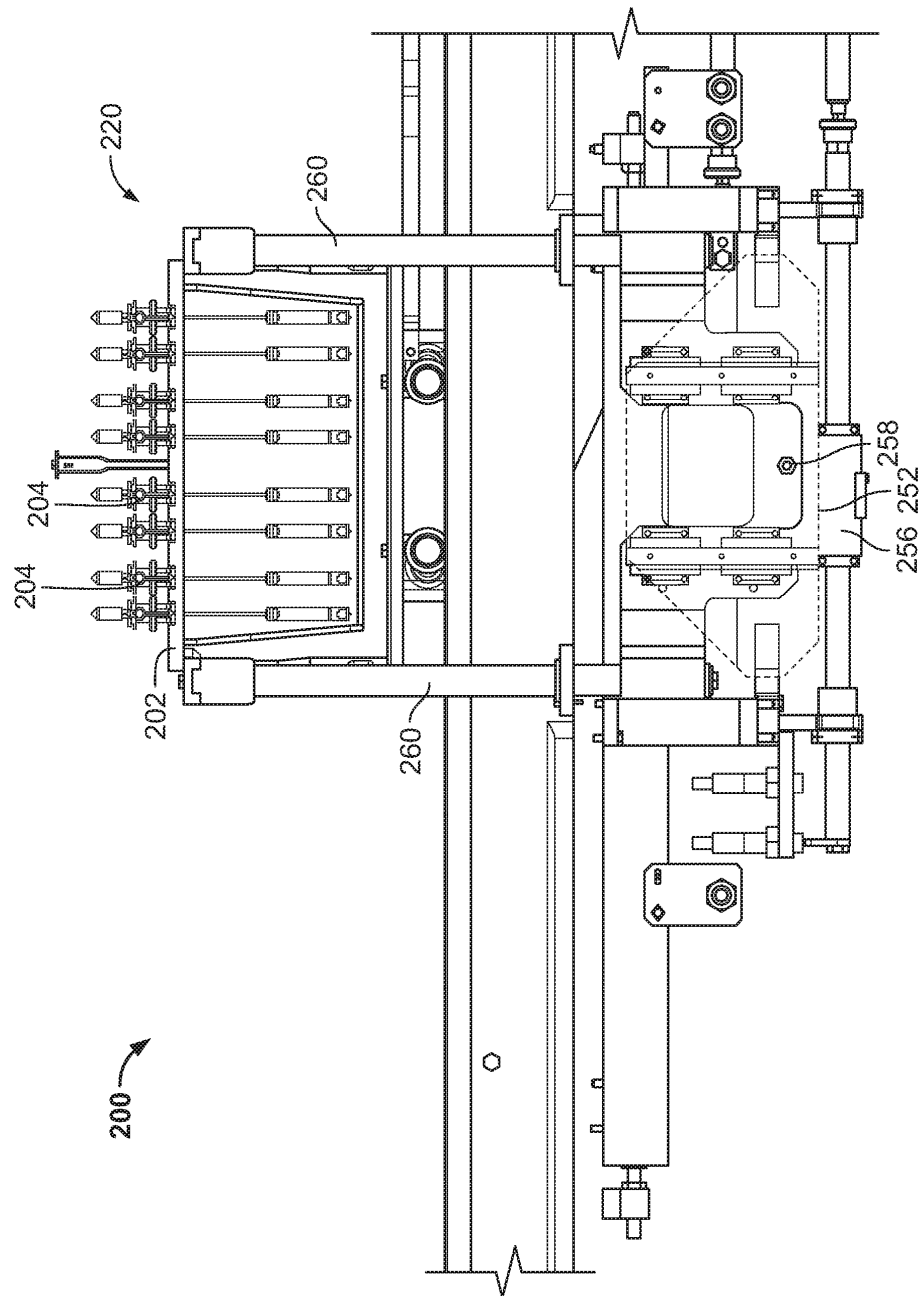


FIG. 9

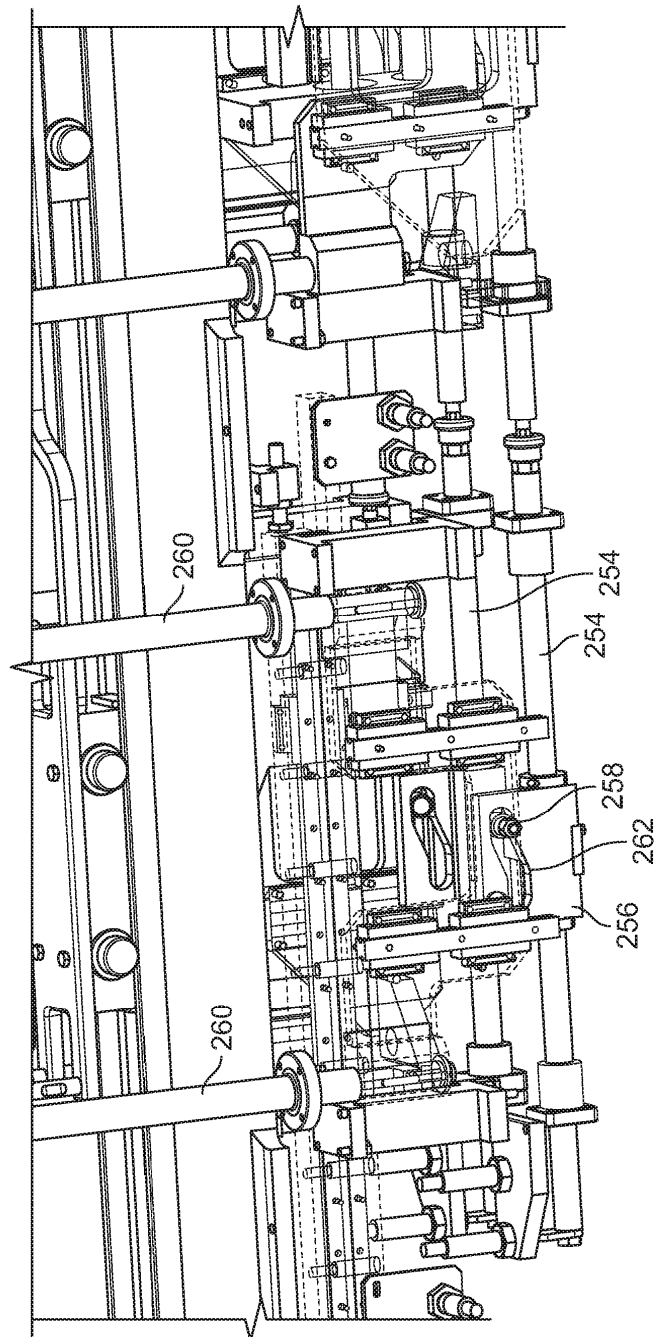


FIG. 10

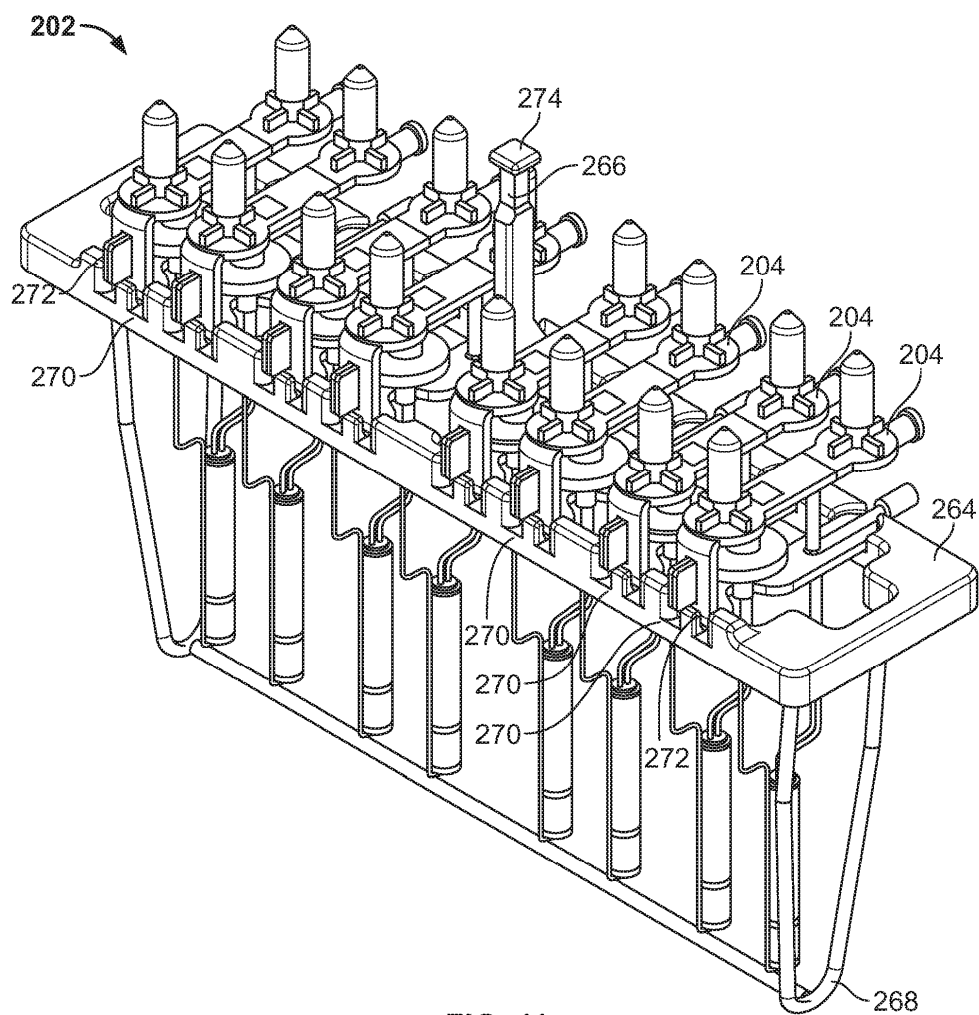


FIG. 11

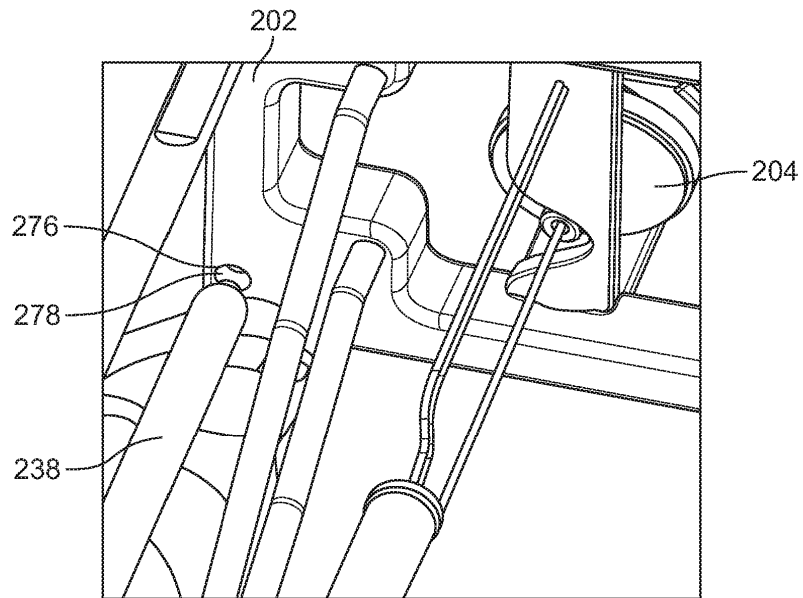


FIG. 12

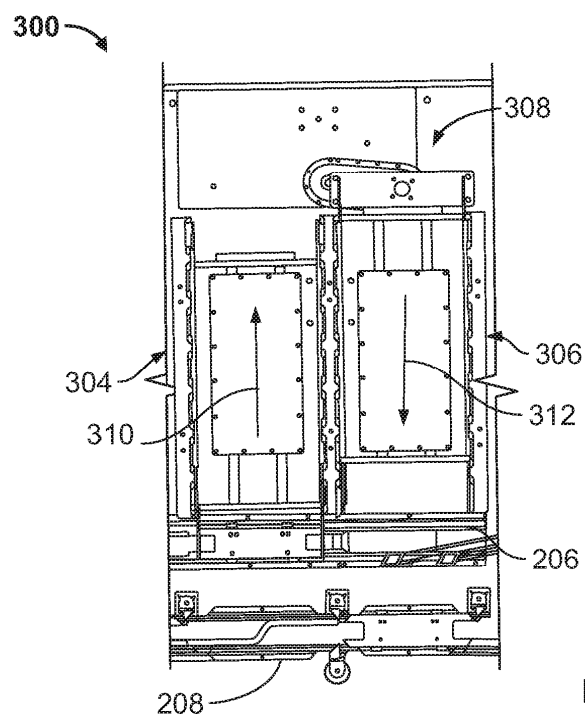


FIG. 13

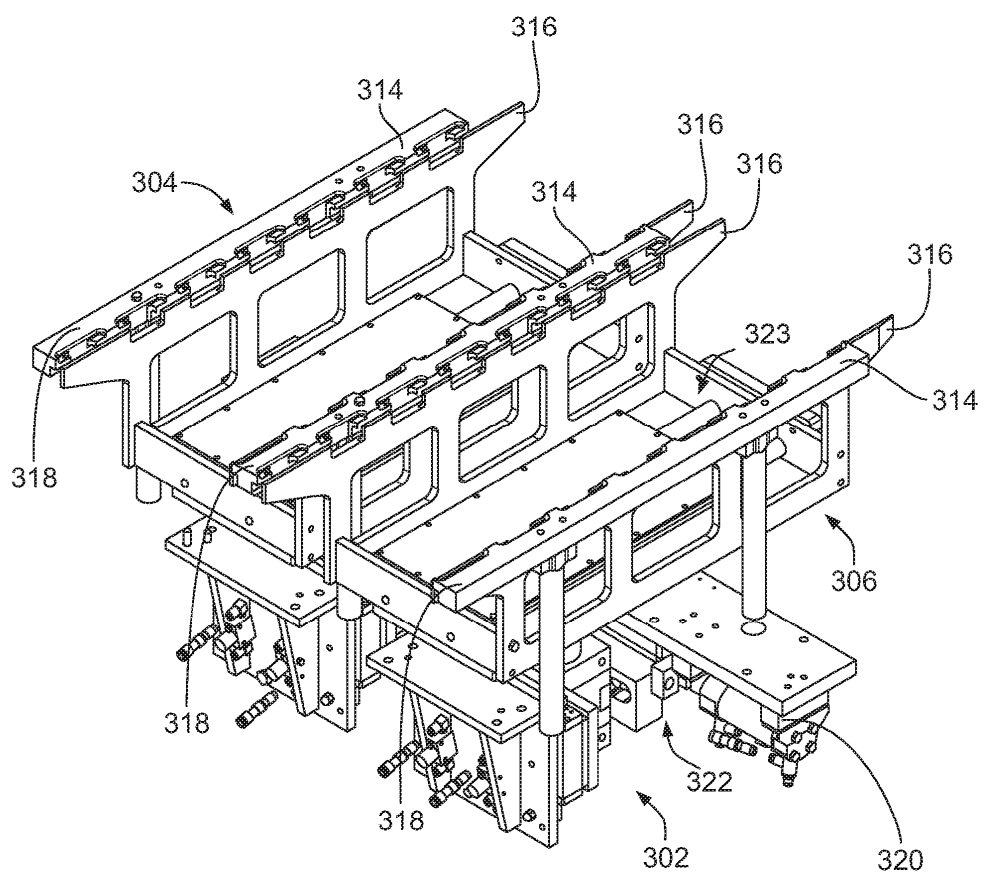


FIG. 14



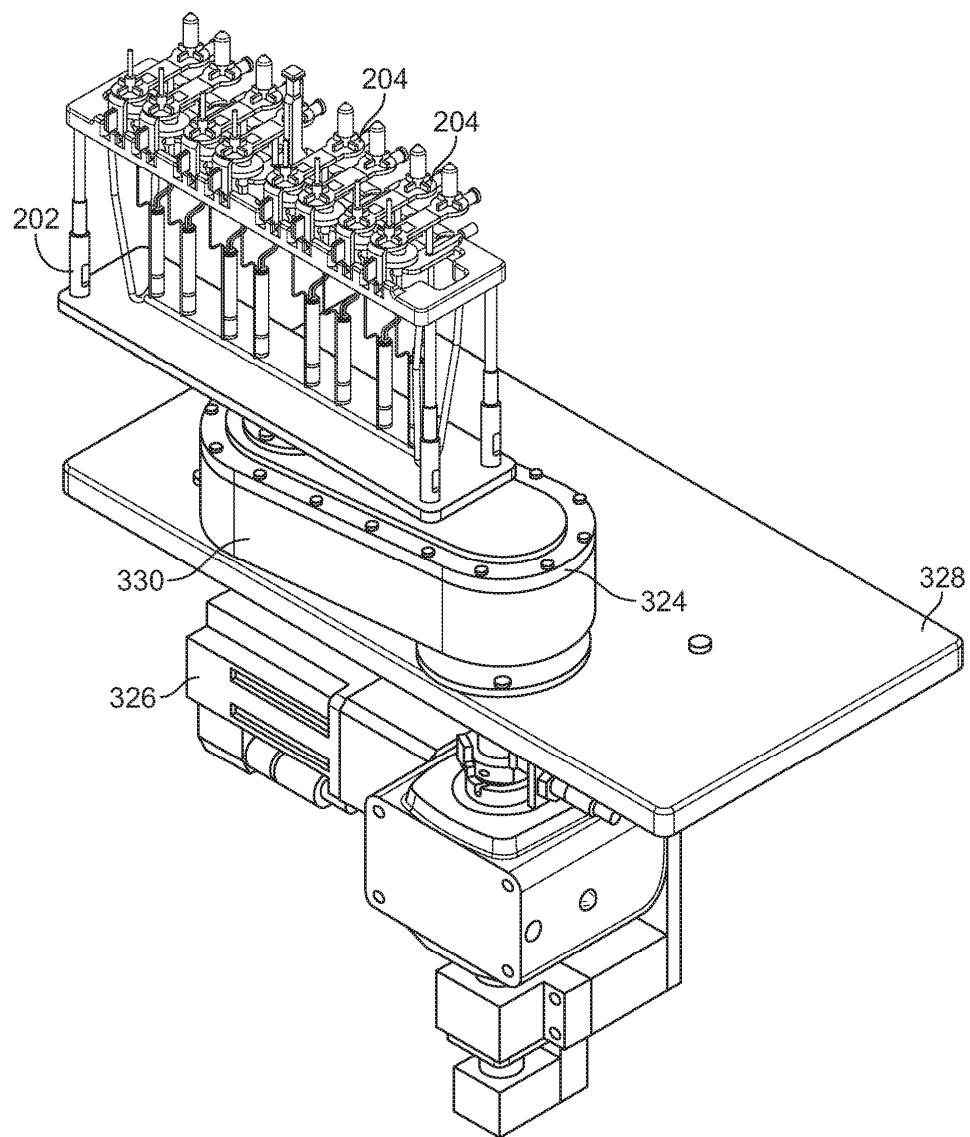


FIG. 15

