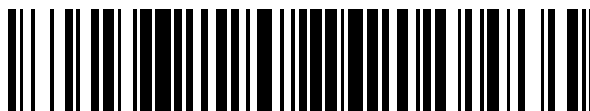


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 532**

51 Int. Cl.:

<b>B25J 19/00</b>	(2006.01)
<b>B25J 21/00</b>	(2006.01)
<b>B25J 9/00</b>	(2006.01)
<b>B25J 18/04</b>	(2006.01)
<b>A61J 3/00</b>	(2006.01)
<b>B01L 1/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2013 PCT/IB2013/000801**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13156851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2013 E 13777821 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 2812163**

54 Título: **Aparato y sistema de brazo articulado**

30 Prioridad:

**08.02.2012 US 201261596698 P**

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

**21.10.2020**

73 Titular/es:

**VANRX PHARMASYSTEMS INC. (100.0%)  
200 - 3731 North Fraser Way  
Burnaby, BC V5J 5J2, CA**

72 Inventor/es:

**PROCYSHYN, CHRISTOPHER, A.;  
IMMERZEEL, JEROEN;  
PARK, STEVE, SANG, JOON y  
GOLD, ROSS, M.**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 788 532 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**

Aparato y sistema de brazo articulado

**5 Campo de la invención**

Esta invención se refiere, en general, al procesamiento farmacéutico. Más específicamente, esta invención se refiere a un aparato de brazo de manipulación articulado multieje y a un método de manipulación de productos farmacéuticos.

**10 Antecedentes de la invención**

Es deseable que diversos procesos u operaciones farmacéuticas, biotecnológicas y alimentarias se realicen en un entorno estéril. Antes de que esto pueda ocurrir, el entorno de proceso generalmente necesita prepararse con un número de etapas, tales como la limpieza mediante lavado y/o lavado, y la descontaminación mediante métodos basados en luz gas, líquido vaporizado, y/o líquido. Por lo general, la presión del entorno de proceso tiene que mantenerse y es necesario que se garantice una baja generación de partículas durante el proceso. Además, a menudo es deseable un contacto humano limitado en los procesos estériles para limitar la contaminación de superficies de manipulación de productos.

En algunos casos, los procesos mencionados anteriormente deben contenerse para la integridad del producto y/o la seguridad del operario. Ejemplos de tales procesos incluyen el procesamiento de productos sensibles al oxígeno y productos citotóxicos. En tales casos, es necesario que el sistema se haga funcionar en un entorno de presión negativa para evitar la salida del aire de proceso y/o el sistema puede funcionar en un entorno de gas inerte como el nitrógeno. Además del requisito de contención, el sistema puede requerir el control de la entrada de partículas para evitar la contaminación del producto.

En entornos de funcionamiento como el laboratorio o la producción, los requisitos mencionados anteriormente se cumplen a menudo mediante el empleo de sistemas de automatización. Sin embargo, los sistemas de automatización tienden a tener flexibilidad limitada o pueden normalmente cumplir solo requisitos de procesos estériles o solo requisitos de procesos de contención.

Superficies exteriores de aparatos en su uso para operaciones farmacéuticas, biotecnológicas y de procesos alimentarios requieren ser lisas, impermeables, libres de grietas y hendiduras, no tóxicas, resistentes a la corrosión y que pueden limpiarse. El acero inoxidable es un ejemplo de un material que se utiliza ampliamente para tales superficies. Además de acero inoxidable existen otros materiales diversos con características similares o superiores.

Durante muchos años, los aparatos de brazo de manipulación articulado multieje se han construido casi exclusivamente usando segmentos de brazo relativamente ligeros de aleaciones de aluminio mecanizadas o fundidas. Normalmente, estos segmentos de brazo se anodizan para aumentar la resistencia a la corrosión y la dureza de la superficie. En algunos entornos de funcionamiento es preferible no usar aluminio o aluminio anodizado como material de construcción. El material no es altamente resistente a arañazos; puede astillarse por impacto o desprenderse por fricción. Además, se sabe que no es inerte cuando se expone a agentes oxidantes que se usan para procesos de limpieza y descontaminación.

Normalmente este tipo de aparato de brazo articulado multieje comprende segmentos de brazo que tienen placas con pernos que cubren aberturas que proporcionan acceso a mecanismos de accionamiento como motores, codificadores, poleas y correas. La placa de cubierta da como resultado una hendidura difícil de limpiar, al igual que los pernos y los tornillos de la máquina. Las articulaciones rotatorias y los árboles de movimiento lineal de estos aparatos normalmente no se sellan para facilitar la limpieza y descontaminación. En algunos casos, se requiere que los aparatos tengan sistemas de control complejos en el sitio para mantener la integridad del sistema.

El documento JP HI 1 347982 A da a conocer un elemento de sello dispuesto sobre una parte deslizante entre una parte de extremo superior de una base de soporte de brazo y una parte de árbol rotatoria de un primer brazo, una parte deslizante entre el primer brazo y un segundo brazo, y una parte deslizante entre el segundo brazo y una mano. En cada elemento de sello, se recubre una película de carbono dura sobre una goma anular. Una cubierta protectora expansible se dispone sobre una parte deslizante entre una superficie superior de un marco y una superficie inferior de la base de soporte de brazo que se dispondrá en el interior del marco de manera giratoria y de elevación/descenso. Se aplica una película de carbono dura sobre la goma de tipo fuelle sobre la cubierta protectora expansible.

El documento US 5775169 A da a conocer un brazo robótico con una base con una superficie superior y una abertura en el mismo. Un árbol se extiende hacia arriba a través de la abertura, y hay un hueco entre el árbol y un borde interior de la abertura. Un protector contra salpicaduras puede extenderse sobre dicho hueco, y una muesca en dicha superficie superior puede rodear al menos parcialmente el hueco. Un sello, que incluye un cojinete y una barrera, se ubica en el hueco. El cojinete permite que las superficies interior y exterior roten una con respecto a otra. La barrera incluye una pluralidad de bridas anulares que apuntan hacia el exterior unidas a una superficie interior intercaladas con una pluralidad de bridas anulares que apuntan hacia el interior unidas a una superficie exterior. Las bridas pueden

estar dispuestas en ángulo y tener un reborde hacia arriba ubicado en un borde interior de cada brida.

**Sumario de la invención**

5 La presente invención se define por un aparato de brazo articulado multieje sellado herméticamente según la reivindicación 1 y un método de manipulación de productos farmacéuticos en una cámara aisladora sellable según la reivindicación 14.

10 El árbol puede ser un árbol de movimiento lineal que está configurado además para moverse axialmente con respecto a la abertura a lo largo del eje. El elemento de sellado puede incluir un fuelle montado entre la superficie de montaje y la superficie de sellado de árbol, y la superficie de sellado de árbol puede conectarse de manera operativa al primer segmento de brazo. El fuelle puede disponerse dentro de la cámara aisladora. El fuelle puede ser un fuelle de acero inoxidable.

15 Las superficies exteriores del árbol de movimiento lineal, el fuelle y los segmentos de brazo pueden ser de acero inoxidable. El acero inoxidable puede electropulirse. El acero inoxidable puede ser uno de los aceros inoxidables 304, 316 y 316L. El fuelle puede ser un fuelle de PTFE.

20 Al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo puede unirse a otro de la pluralidad de segmentos de brazo mediante una articulación de codo rotatoria sellada herméticamente, comprendiendo la articulación de codo rotatoria un buje rotatorio, un alojamiento de codo y un elemento de sello radial para sellar de manera hermética el buje al alojamiento de codo. El elemento de sello radial puede comprender una parte de sellado de manera circunferencial que se extiende axialmente hacia el exterior desde el alojamiento de codo a lo largo del buje para evitar la contaminación. La parte de sellado de manera circunferencial puede ser un sello de reborde radial que puede limpiarse expuesto. El elemento de sello radial puede comprender una pluralidad de partes de sellado de manera circunferencial. La pluralidad de partes de sellado de manera circunferencial puede incluir al menos tres partes de sellado de manera circunferencial.

30 Al menos uno de los segmentos de brazo del aparato de brazo articulado multieje sellado herméticamente puede comprender una carcasa exterior de acero inoxidable que aumenta una relación de resistencia con respecto a masa del al menos un segmento de brazo lo suficiente como para hacer que la relación esté más cerca de una relación de resistencia con respecto a masa de un brazo de aluminio de dimensiones equivalentes que se mecaniza a partir de una pieza sólida que a una relación de resistencia con respecto a masa de un brazo de acero inoxidable de dimensiones equivalentes que se mecaniza a partir de una pieza sólida. El segmento de brazo terminal es, del al menos uno de los segmentos de brazo, el que comprende la carcasa exterior de acero inoxidable que aumenta el límite elástico.

40 Una superficie superior de al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo puede configurarse para inhibir la acumulación de un líquido en el aparato de brazo articulado y facilitar la salida del líquido del aparato de brazo articulado. La superficie superior puede tener un perfil para dirigir contaminantes fuera de la superficie superior. El perfil puede comprender al menos una sección con una pendiente de al menos un grado con respecto a la horizontal. Una pluralidad de bordes de al menos un segmento de brazo pueden redondearse para facilitar la retirada de líquidos. El efector de extremo puede configurarse para dispensar un producto farmacéutico. El efector de extremo puede configurarse para soportar una bandeja. El efector de extremo puede configurarse para manipular un cierre de contenedor. El efector de extremo también puede configurarse para manipular uno o más contenedores. El segmento de brazo unido de manera operativa al árbol de movimiento lineal puede ser más corto que al menos otro de la pluralidad de segmentos de brazo. Al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo puede ser de diseño de única carcasa sin costuras. Toda la pluralidad de segmentos de brazo puede ser de diseño de única carcasa sin costuras.

50 El aparato de brazo articulado multieje sellado puede ser un brazo articulado reprogramable y controlado automáticamente. El sistema de accionamiento puede estar operativo además para accionar el efector de extremo. Las superficies del brazo que se expondrán al interior de la cámara aisladora sellable pueden estar libres de ranuras o huecos de una anchura menor a aproximadamente 10 mm.

55 El método según la reivindicación 14 puede incluir además las etapas de traslado del árbol en una serie de carreras opuestas mientras que la etapa de sellar una parte del árbol mantiene un sello hermético durante las etapas de traslado. La etapa de sellar una parte del árbol puede realizarse mediante un elemento que se expande y se contrae durante las etapas de traslado. La etapa de sellar un espacio dentro de los segmentos de brazo interconectados puede sellar un mecanismo de accionamiento para mover los segmentos de brazo en el interior de los segmentos de brazo.

**Breve descripción de los dibujos**

65 Los dibujos ilustran generalmente, a modo de ejemplo, pero no a modo de limitación, diversas realizaciones comentadas en el presente documento.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un brazo articulado.

La figura 2 es una vista en perspectiva de otra realización de un brazo articulado.

5 La figura 3 es una vista en sección transversal de una articulación rotatoria de un brazo articulado.

La figura 4 es una vista segmentada en sección transversal ampliada de un sello de junta tórica montado a ras de la articulación rotatoria de la figura 3.

10 La figura 5 es una vista en perspectiva de una sección de un brazo articulado.

La figura 6 es una vista en perspectiva de un primer alojamiento de articulación de un brazo articulado.

La figura 7 es una vista en perspectiva de un segundo alojamiento de articulación de un brazo articulado.

15 La figura 8 es una vista en perspectiva de una sección de un brazo articulado.

La figura 9 es una vista en perspectiva adicional de un primer alojamiento de articulación de un brazo articulado.

20 La figura 10 es una vista en perspectiva adicional de un segundo alojamiento de articulación de un brazo articulado.

La figura 11 es una vista superior de una sección de un brazo articulado.

25 La figura 12 es una vista en sección transversal de una sección de un brazo articulado, la sección transversal tomada a lo largo de la línea 12--12 de la figura 11.

La figura 13 es una vista superior de un brazo articulado dentro de un rango de recorrido de alto alcance.

30 La figura 14 es una vista superior de un brazo articulado dentro de un rango de recorrido de medio alcance.

La figura 15 es una vista superior de un brazo articulado dentro de un rango de recorrido de bajo alcance.

La figura 16 es una vista esquemática superior de un brazo articulado que realiza un operación de llenado.

### 35 **Descripción detallada de una realización ilustrativa**

Se presenta un ejemplo de un aparato de brazo articulado para su uso en una cámara aisladora sellable, siendo el aparato compatible con diversos métodos de descontaminación. Cumple con un requisito de generación de partículas y puede utilizarse en sistemas estériles y de contención como los que se encuentran en entornos de procesamiento y manipulación de productos farmacéuticos. El aparato tiene al menos dos segmentos de brazo con capacidad de funcionamiento multieje, y tiene superficies que están libres de imperfecciones como fisuras, pliegues y hendiduras. Evita tener superficies superiores que sean planas y, en su lugar, proporciona superficies superiores perfiladas, particularmente superficies superiores inclinadas. Las conexiones de parte que se sellan herméticamente y los elementos de sellado están a ras de las superficies de las partes. El aparato está compuesto por componentes que tienen una construcción de única carcasa. El término "única carcasa" se usa en el presente documento para describir un objeto mecánico de cierre formado por una sola pieza contigua de material y dentro del cual pueden contenerse otras partes operativas hechas de otros materiales. No hay partes expuestas con radios afilados, y se evitan tornillos y pernos de máquinas estándar. El aparato es estanco en lo que respecta al aire, fluidos de proceso y fluidos de limpieza. Partes y subconjuntos están libres de ranuras o huecos de una anchura menor de aproximadamente 10 mm, que de otro modo podrían restringir el acceso para inspección, fluidos de limpieza y agentes de descontaminación. Cualquiera de los árboles que se mueven dentro y fuera del espacio de contención del aislador no lo hacen a un espacio contaminado. Todos los mecanismos de accionamiento están completamente encerrados.

En la figura 1 se proporciona un aparato de brazo de manipulación articulado multieje 100 que es compatible con diversos métodos de descontaminación, cumple con un requisito de generación de partículas, y pueden usarse en sistemas estériles y de contención. El aparato de brazo articulado 100 comprenden una base 102 configurada para unirse dentro de un área o entorno de trabajo, incluyendo pero sin limitarse a, un área de producción, una cámara aisladora, una línea de proceso o similares. Uno o más motores o actuadores (no mostrados) pueden incluirse en la base 102 para alimentar y controlar diversos movimientos del aparato de brazo articulado 100, como se describe más detalladamente a continuación. La base 102 puede comprender, además, una brida 103 que permite que la base 102 se monte omnidireccionalmente a ras de suelo, pared o techo del entorno o área de trabajo. La brida 103 puede incluir un elemento de sello alrededor de una circunferencia de la brida 103. Esta disposición permite que la base 102 y su(s) motor(es) se ubiquen fuera del entorno o área de trabajo. En otras realizaciones, el suelo, pared o techo del entorno puede comprender un sello para sellarse con la brida 103.

65 El aparato 100 comprende, además, un árbol de hombro 112 unido al motor en el interior de la base 102. El árbol de

hombro 112 puede ser un árbol de movimiento lineal rotatorio configurado para rotar alrededor de su propio eje con respecto a la base 102 y moverse axialmente a lo largo de su propio eje con respecto a la base 102.

El árbol de hombro 112 puede incluir un fuelle 124 para extenderse y contraerse con el árbol de hombro 112 para limitar, si no eliminar, la contaminación del entorno dentro del que está ubicado el aparato de brazo articulado 100 y/o 200. El fuelle 124 puede configurarse para cubrir la parte del árbol de hombro 112 que se extiende desde la base 102 en una posición elevada o extendida del árbol de hombro 112, sirviendo de ese modo para ayudar en la contención de cualquier contaminante de dentro de la base 102, particularmente en aquellas situaciones en las que el árbol de hombro 112 se extiende axialmente.

El fuelle 124 es un contenedor flexible sellable con una pared estructuralmente contigua y compresible. La pared está configurada para comprimir y extender el contenedor a lo largo de al menos una dirección manteniendo al mismo tiempo la contigüidad de la pared y la integridad del sello. La pared del contenedor puede incluir, pero no se limita a, una estructura de concertina o acordeón compresible que tiene uno o más segmentos. Los segmentos pueden ser, pero no se limitan a ser, curvados, plegados y/o elásticos. El contenedor es normalmente, pero no necesariamente, cilíndricamente simétrico alrededor de un eje de compresión y extensión del contenedor. La pared del fuelle puede hacerse de cualquier material adecuado, como un metal (por ejemplo, acero inoxidable 304, 316 o 316L) o un material polimérico (por ejemplo, PTFE).

El brazo articulado 100 puede incluir un primer segmento de brazo 110 que se extiende desde el árbol de hombro 112. El primer segmento de brazo 110 puede incluir un alojamiento de hombro 114 y un alojamiento de codo 118, con un primer alojamiento de segmento de brazo 116 acoplado entre los mismos, como se describirá más detalladamente a continuación. Los alojamientos de hombro y codo 114 y 118 pueden acoplarse de manera rígida al primer alojamiento de segmento de brazo 116. El alojamiento de hombro 114 puede acoplarse al árbol de hombro 112 para rotar con el árbol de hombro 112.

El alojamiento de codo 118 puede incluirse en una articulación de codo 120 configurada para permitir el movimiento de un segundo segmento de brazo 130 del brazo articulado 100 con respecto al primer segmento de brazo 110. La articulación de codo 120 se describirá más detalladamente a continuación. El segundo segmento de brazo 130 puede incluir un armazón 122 acoplado a un alojamiento de codo 132. El alojamiento de codo 132 puede incluirse en la articulación de codo 120. El armazón 122 puede acoplarse de manera rígida al alojamiento de codo 132 para rotar con el alojamiento de codo 132. Un efector de extremo 104 puede acoplarse al armazón 122. Más particularmente, el efector de extremo 104 puede acoplarse a un extremo del armazón 122. El armazón 122 puede incluir una construcción de armazón abierta para aumentar la resistencia al tiempo que disminuye la inercia del armazón 122 y/o se promueve un mejor flujo de aire laminar alrededor del armazón 122. En otra realización, el armazón 122 puede formarse como un armazón de alambre. En general, la inercia del armazón 122 puede disminuirse, para permitir una mayor aceleración y/o deceleración de la articulación de codo 120. Esto reduce la carga de cualquier motor o actuador empleado para hacer funcionar un segundo segmento de brazo 130.

En virtud de las configuraciones específicas de los diversos sellos descritos anteriormente y en virtud de la construcción de única carcasa sellada de los diversos segmentos de brazo del aparato de brazo articulado 100 y 200, el aparato sella herméticamente la cámara aisladora dentro de la cual se dispone.

El efector de extremo 104 puede configurarse para realizar una o más operaciones del proceso para el que se usa el brazo articulado 100. En la realización mostrada en la figura 1, el efector de extremo 104 incluye una aguja de llenado 104 usada, por ejemplo, para dispensar una sustancia. A modo de ejemplo, la aguja de llenado 104 puede dispensar una sustancia farmacéutica al interior de un contenedor, como un vial, un frasco u otro recipiente. En otros ejemplos, la aguja de llenado 104 puede usarse para dispensar otras sustancias en el interior de otros tipos de recipientes. La aguja de llenado 104 puede incluir una línea de suministro (no mostrada) para suministrar la sustancia que va a dispensarse a la aguja de llenado 104. La línea de suministro puede dirigirse o bien fuera del brazo articulado 100 o bien dentro de al menos una parte del brazo articulado 100. El efector de extremo 104 puede incluir más de una aguja de llenado para dispensar uno o más productos. El efector de extremo 104 puede incluir otros dispositivos además o en lugar de la aguja de llenado 104, como una o más de una ventosa; una mordaza; un sensor, que incluye pero no se limita a, un sensor de presencia de pieza y/o un sensor de nivel; una herramienta, que incluye pero no se limita a, un alicate y una herramienta de atornillado y/u otro dispositivo.

En la figura 2 se muestra una realización adicional del aparato de la figura 1 como idéntica en todos los aspectos, excepto en lo que se refiere a la combinación del segundo segmento de brazo 130 de la figura 1 y al efector de extremo 104 de la figura 1, que se sustituyen por la combinación de un segundo segmento de brazo 230 y un efector de extremo 204. El segundo segmento de brazo 230 incluye un segundo alojamiento de segmento de brazo 222 que está acoplado al alojamiento de codo 132. El segundo alojamiento de segmento de brazo 222 se acopla de manera rígida al alojamiento de codo 132 para rotar con el alojamiento de codo 132. El efector de extremo 204 se acopla al segundo alojamiento de segmento de brazo 222. En un ejemplo, el efector de extremo 204 se acopla a un extremo del segundo alojamiento de segmento de brazo 222. Más particularmente, el efector de extremo 204 se acopla de manera rotatoria al segundo alojamiento de segmento de brazo 222 con una articulación de extremo 240. La articulación de extremo 240 puede ser similar a la articulación de codo 120. La articulación de extremo 240 incluye un alojamiento de extremo

234 acoplado al segundo alojamiento de segmento de brazo 222 y un alojamiento de efector de extremo 242 acoplado al efector de extremo 240, y que puede rotar con respecto al segundo alojamiento de segmento de brazo 222. La articulación de extremo 240 se describe con más detalle a continuación. El efector de extremo 204 puede configurarse para realizar una o más operaciones del proceso para el que se usa el brazo articulado 200.

A modo de ejemplo, el efector de extremo 204 puede incluir un soporte 204 usado, por ejemplo, para sostener y/o manejar una bandeja. El soporte 204 puede sostener y/o manejar selectivamente una bandeja que sostiene uno o más contenedores, como uno o más viales, frascos u otros recipientes. El efector de extremo 104 puede incluir otros dispositivos además o en lugar del soporte 204, como uno o más de una ventosa; un mordaza; un sensor, que incluye pero no se limita a, un sensor de presencia de parte y/o un sensor de nivel; una herramienta, que incluye pero no se limita a, un alicate y una herramienta de atornillado, y/u otro dispositivo.

Los segmentos de brazo 130 y 230, que forman parte de realizaciones mostradas respectivamente en la figura1 y la figura2, pueden describirse mediante el término "segmento de brazo terminal", ya que son el brazo final antes del efector de extremo 104 y 204 respectivamente en la serie de segmentos de brazo mostrados en las dos realizaciones respectivas.

La figura 3 muestra una realización de ejemplo de la articulación de codo 120 de la figura 1 y la figura 2. La misma descripción también puede aplicarse a otras articulaciones, que incluyen pero no se limitan a, la articulación de extremo 240 en la figura 2. La articulación de codo 120 incluye el alojamiento de codo 118 del primer segmento de brazo 110. Un husillo 121 se acopla de manera rígida al alojamiento de codo 118 con el fin de impedir el movimiento relativo entre el husillo 121 y el alojamiento de codo 118. El husillo 121 está acoplado al alojamiento de codo 118 con elementos de sujeción 119 dispuestos dentro de un interior del alojamiento de codo 118 para evitar tener elementos de sujeción externos, que podrían recoger y/o ser la fuente de contaminantes y podrían recoger disolventes u otros limpiadores durante la limpieza de los brazos articulados 100 o 200. El husillo 121 puede ser hueco para permitir una alimentación a través de componentes como, por ejemplo, uno o más cables eléctricos, tubos neumáticos, tubos de vacío o similares, o una combinación de los mismos. De esta manera, el cableado, los tubos o similares pueden dirigirse desde el primer segmento de brazo 110 hacia el extremo distal de los brazos articulados 100 o 200, por ejemplo por medio del alojamiento de codo 132 del segundo segmento de brazo 130 o 230, hasta el propio segundo segmento de brazo 130 o 230, y/o hasta los efectores de extremo 104 o 204.

La articulación de codo 120 incluye un buje rotatorio 126, rotatorio con respecto al alojamiento de codo 118. La articulación de codo 120 incluye elementos de cojinete 123 entre el husillo 121 y el buje 126 para facilitar la rotación del buje 126. En otras realizaciones, la rotación del buje 126 puede facilitarse de otras maneras, como, por ejemplo, usando un material con un coeficiente de fricción relativamente bajo entre el buje 126 y el husillo 121 y/o haciendo tope contra las superficies del buje y del husillo y recubriendo al menos una de las superficies con un material con un coeficiente de fricción relativamente bajo para facilitar el movimiento deslizante entre el buje y el husillo.

La articulación de codo 120 incluye un elemento de sello radial 300 dispuesto entre el alojamiento de codo 118 y el buje 126. A modo de ejemplo, el elemento de sello radial 300 puede disponerse en un borde superior del alojamiento de codo 118. El elemento de sello radial 300 proporciona un sello entre el alojamiento de codo 118 y el buje rotatorio 126. El elemento de sello radial 300 puede comprender uno o más dedos 302 que se extienden radialmente hacia el interior hacia y haciendo tope contra el buje 126, y axialmente hacia el exterior a lo largo del eje de articulación de codo 126 (es decir, hacia arriba en la figura 3). En un ejemplo de realización en la figura 3, el elemento de sello radial 300 comprende dos dedos 302, extendiéndose tanto los dedos externos como los internos radialmente hacia dentro hacia y haciendo tope contra el buje 126, y axialmente hacia fuera a lo largo del eje de buje 126 (es decir, hacia arriba en la figura 3), para proporcionar un sello aumentado entre el alojamiento de codo 118 y el buje rotatorio 126. Los dedos 302 pueden tener una propiedad resiliente que mantenga los dedos 302 en contacto con el buje 126 y, de ese modo, proporcione un sello.

En otras realizaciones el elemento de sello radial 300 puede incluir un solo dedo, siendo por defecto un dedo externo, que se extiende radialmente hacia dentro hacia y que hace tope contra el buje 126, y que se extiende axialmente hacia fuera a lo largo del eje de buje 126. En otras realizaciones más, el elemento de sello radial 300 puede incluir una combinación de un dedo externo que se extiende radialmente hacia dentro hacia y que hace tope contra el buje 126, y axialmente hacia fuera a lo largo del eje del buje 126 (es decir, hacia arriba en la figura 3) y un dedo interno que se extiende radialmente hacia dentro hacia y que hace tope contra el buje 126, y que se extiende axialmente hacia dentro a lo largo del eje del buje 126 (es decir, hacia abajo en la figura 3). En más realizaciones adicionales, el elemento de sello radial 300 puede comprender más de dos dedos 302.

En todavía más realizaciones, el elemento de sello radial puede incluir una combinación de un sello cargado por resorte y uno o más dedos, siendo al menos uno de los uno o más dedos un dedo externo que se extiende radialmente hacia dentro hacia y que hace tope contra el buje 126, y axialmente hacia fuera a lo largo del eje del buje 126 (es decir, hacia arriba en la figura 3). Al tener el dedo externo 302 como una parte de sellado de manera circunferencial que se extiende axialmente hacia fuera a lo largo del buje 126, se impide que contaminantes y otros fluidos y partículas se acumulen en el elemento de sello radial 300 contra el buje 126. El dedo externo 302, en las diversas realizaciones descritas en el presente documento, puede describirse con el término "sello de labio radial que puede limpiarse

expuesto”.

En algunas realizaciones, el elemento de sello radial 300 puede incluir el dedo superior 302 y una superficie superior que están ambos inclinados, o perfilados con una pendiente, para permitir que líquidos, como disolventes o limpiadores, drenen o fluyan fuera del elemento de sello radial 300 en lugar de acumularse o recogerse de otro modo en o alrededor del elemento de sello radial 300. A modo de ejemplo, el elemento de sello radial 300 puede incluir una superficie externamente expuesta de orientación axial que no tiene surcos, orificios, hendiduras o similares, estando perfilada la superficie para dirigir líquidos circunferencialmente hacia fuera alejándose del buje 126 y fuera del elemento de sello radial 300 para limitar el residuo que se retenga en o alrededor del elemento de sello radial 300. El elemento de sello radial 300 puede disponerse en el borde superior del alojamiento de codo 126, donde es relativamente fácil acceder. Esto facilita la inspección, limpieza, mantenimiento y similares. El elemento de sello radial 300 puede usarse para inhibir la contaminación del entorno en el que los brazos articulados 100 o 200 se ubican por fuga de lubricantes y polvo potencialmente creados por mecanismos de accionamiento u otros componentes internos de los brazos articulados 100 o 200. El elemento de sello radial 300 puede ser compacto, lo que ayuda a minimizar la masa/inercia de los componentes de los brazos articulados 100 y 200.

El elemento de sello radial 300 puede mantenerse mediante fricción entre el buje 126 y el alojamiento de codo 118. En otras realizaciones, el elemento de sello radial 300 puede retenerse en su lugar usando diversos otros métodos, incluyendo pero sin limitarse a un anillo de metal ajustado a presión unido al elemento de sello radial 300, una característica roscada, una lengüeta cargada por resorte o similares. El elemento de sello radial 300 puede formarse a partir de un material de funcionamiento en seco, incluyendo pero sin limitarse a politetrafluoretileno (PTFE) y/o compuestos del mismo.

Con referencia a las figuras 1-3, el alojamiento de codo 118 incluye una polea 129 unida al buje 126. La polea 129 está configurada para rotar con el buje 126 (de manera que no hay rotación relativa entre el buje 126 y la polea 129) y alberga una cinta, correa, banda, cadena o similar, que se acopla operativamente a y se acciona por un motor dispuesto dentro de la base 102. A modo de ejemplo, el motor dentro de la base 102 puede accionar un árbol de accionamiento dispuesto dentro del árbol de hombro 112 para accionar una polea acoplada al árbol de accionamiento. El árbol de accionamiento puede hacerse rotar independientemente del árbol de hombro 112 para permitir la rotación del buje 126 independientemente de la rotación del árbol de hombro 112. La polea puede disponerse dentro del alojamiento de hombro 114. La cinta, correa, banda, cadena, etc. puede entonces dirigirse alrededor de ambas poleas, de manera que la rotación de la polea dentro del alojamiento de hombro 114 (accionado por el motor dentro de la base 102) acciona la cinta, correa, banda, cadena, etc. para accionar, a su vez, la polea dentro del alojamiento de codo 118, provocando de ese modo que el buje 126 rote con respecto al alojamiento de codo 118. La cinta, correa, banda, cadena, etc. puede incluir una cinta elastómera, una cinta dentada, una banda de metal, una tira de metal, una cadena, una cuerda, un alambre o similares. El alojamiento de codo 118 puede incluir un motor y, en algunas realizaciones, codificadores adecuados, en el mismo para accionar el buje 126, en lugar de incluir el sistema de polea descrito anteriormente.

La articulación de extremo 240 puede accionarse de manera similar a la descrita con respecto a la articulación de codo 120. A modo de ejemplo, un árbol de accionamiento independiente, que puede hacerse rotar independientemente con respecto al árbol de accionamiento y al árbol de hombro 112 descritos anteriormente, puede accionarse por otro motor dentro de la base 102. Otro sistema de polea, similar pero independiente del sistema de polea descrito anteriormente, puede disponerse dentro del primer segmento de brazo 110 para accionar un árbol dentro de, pero que puede hacerse rotar independientemente con respecto a, el buje 126, para accionar otro sistema de polea, similar al sistema de polea descrito anteriormente, dentro del segundo segmento de brazo 230 para accionar la articulación de extremo 240 de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la articulación de codo 120. La articulación de codo 120 puede incluir un motor, y, en algunas realizaciones, sensores y codificadores adecuados, para accionar la articulación de extremo 240 usando un sistema de polea similar dentro del segundo segmento de brazo 230. La articulación de extremo 240 puede incluir un motor configurado para accionar el efector de extremo 204. Diversas combinaciones de los sistemas de accionamiento descritos anteriormente pueden usarse para accionar partes del brazo articulado 100 o 200. La determinación de qué sistema de accionamiento o combinación de sistemas de accionamiento usar con el brazo articulado 100 y/o 200 puede depender de diversos factores. Estos incluyen, pero no se limitan a, las características inerciales deseadas de los brazos articulados 100 y 200 y partes de los mismos, la energía necesaria para accionar diversas partes de los brazos articulados 100 y 200, el tamaño de diversas partes de los brazos articulados 100 y 200, y el tamaño de los motores usados para el accionamiento de diversas partes de los brazos articulados 100 y 200, etc.

El alojamiento de codo 132 del segundo segmento de brazo 130 y 230 puede acoplarse al buje 126 para rotar con el buje 126. De esta manera, la rotación del buje 126 provoca la rotación del segundo segmento de brazo 130 y 230. Los elementos de sello estáticos 310 pueden usarse entre las articulaciones estáticas de los brazos articulados 100 y 200, como, por ejemplo, entre el buje 126 y el alojamiento de codo 132 del segundo segmento de brazo 130 y 230. El elemento de sello estático 310 puede disponerse en una articulación estática entre el alojamiento de codo 132 del segundo segmento de brazo 130 y una tapa de codo 131 de la articulación de codo 120. Elementos de sello similares a los elementos de sello estáticos 310 mostrados en la figura 3 pueden usarse para otras articulaciones estáticas entre componentes de los brazos articulados 100 y 200. A modo de ejemplo, tales elementos de sello estáticos pueden usarse

entre la brida 103 de la base 102 y el suelo del entorno en el que se usan los brazos articulados 100 y 200. Tales elementos de sello estáticos pueden usarse en la articulación de extremo 240 de una manera similar a la descrita en el presente documento con respecto a la articulación de codo 120. Un elemento de sello estático puede usarse entre el alojamiento de hombro 114 y el árbol de hombro 112 y/o entre el alojamiento de hombro 114 y una tapa de hombro 115. Tales elementos de sello estáticos pueden usarse para todas estas articulaciones estáticas entre componentes de los brazos articulados 100 y 200. A continuación se incluye una descripción más detallada del elemento de sello estático 310.

Con referencia a las figuras 3 y 4, el elemento de sello estático 310 incluye un sello de tipo junta tórica que se coloca dentro de un canal externamente accesible, como un canal 133 (como se muestra en la figura 4) formado dentro de una parte de la tapa de codo 131 y una parte del alojamiento de codo 132. Aunque la presente descripción se refiere específicamente al elemento de sello estático 310 entre la tapa de codo 131 y el alojamiento de codo 132, debe entenderse que pueden usarse disposiciones similares en las demás ubicaciones de ejemplo de los brazos articulados 100 y 200 para los que puede usarse un elemento de sello estático 310 de este tipo, como los otros ejemplos mencionados anteriormente. En una realización, cuando el elemento de sello estático 310 se captura dentro del canal 133 y la tapa de codo 131 está enganchada dentro del alojamiento de codo 132, una parte del elemento de sello estático 310 se extiende hacia fuera desde el canal 133 para disponerse al menos parcialmente dentro de una abertura 135 formada por la tapa de codo 131 y el alojamiento de codo 132. El elemento de sello estático 310 puede formar un sello relativamente estanco entre la tapa de codo 131 y el alojamiento de codo 132. En otras realizaciones, el elemento de sello estático 310 puede extenderse al interior de la abertura 135 de sustancialmente a ras. Es decir, el elemento de sello estático 310 se extiende al interior de la abertura 135 de una manera que crea pocas o ninguna hendidura, cavidad u otras características que faciliten la acumulación o la recogida de contaminantes o líquidos, como disolventes, limpiadores o similares.

Como se muestra en la figura 4, las superficies expuestas de la tapa de codo 131, el alojamiento de codo 132 y el elemento de sello estático 310 se orientan para facilitar la salida de líquidos y disminuir la probabilidad de acumulación y recogida de líquidos. Además, las superficies expuestas son relativamente fácilmente accesibles para facilitar la inspección y/o limpieza. El elemento de sello estático 310 pueden usarse para disminuir, si no eliminar, el atrapamiento de contaminantes, líquidos, residuos, etc. dentro de los sellos estáticos, por ejemplo, a través de fuerzas capilares posibles entre componentes. Tales fuerzas capilares pueden estar presentes, por ejemplo, entre componentes metálicos que hacen tope, y pueden dar como resultado una mayor probabilidad de que líquidos, contaminantes, residuos, etc. puedan atraerse entremedio de los componentes metálicos. Al usar el elemento de sello estático 310 de los ejemplos anteriores, se disminuyen tales fuerzas capilares, si no se eliminan, reduciendo de ese modo, si no eliminando, tal atracción de líquidos, contaminantes, residuos, etc. entre componentes enganchados estáticamente de los brazos articulados 100 y 200. El elemento de sello estático 310 puede formarse a partir de un material que discurre en seco, como, por ejemplo, PTFE y/o materiales compuestos del mismo. En diversos ejemplos, el elemento de sello estático 310 es relativamente compacto, lo que ayuda a minimizar la masa/inercia de los componentes de los brazos articulados 100 y 200.

Las figuras 5-10 muestran componentes de ejemplo del primer segmento de brazo 110. Se observa que pueden usarse componentes similares en algunos ejemplos del segundo segmento de brazo 230 (figura 2), aunque en algunos ejemplos, los componentes del segundo segmento de brazo 230 pueden dimensionarse de manera diferente a los componentes del primer segmento de brazo 110. En otros ejemplos, el segundo segmento de brazo 130 del brazo articulado 100 (figura 1) puede reemplazarse por componentes similares a los componentes del primer segmento de brazo 110. Como tal, la descripción a continuación puede aplicarse a tales ejemplos, aunque la descripción se refiere al primer segmento de brazo 110.

Haciendo referencia ahora a las figuras 5-7, el primer segmento de brazo 110 incluye el primer alojamiento de segmento de brazo 116, el alojamiento de hombro 114 y el alojamiento de codo 118. El primer alojamiento de segmento de brazo 116 puede incluir un tubo sustancialmente rectangular, segmentos soldados o material de hoja formado con extremos sustancialmente cóncavos para albergar los alojamientos de hombro y codo sustancialmente cilíndricos 114 y 118. Uno o ambos alojamientos de hombro y codo 114 y 118 están mecanizados. El primer alojamiento de segmento de brazo 116 puede incluir paredes laterales reducidas en sección para disminuir un área de sección transversal del primer alojamiento de segmento de brazo 116 de un extremo del primer alojamiento de segmento de brazo 116 al otro extremo del primer alojamiento de segmento de brazo 116. Un grosor del primer alojamiento de segmento de brazo 116 puede determinarse por la capacidad de transporte de carga del brazo articulado 100 y 200 y cálculos de resistencia de material. Los alojamientos de hombro y codo 114 y 118 incluyen ventanas dentro de sus paredes laterales para adaptarse a sistemas de polea, como los descritos anteriormente. Los alojamientos de hombro y codo 114 y 118 están unidos al primer alojamiento de segmento de brazo 116. En particular, los alojamientos de hombro y codo 114 y 118 pueden unirse de manera rígida al primer alojamiento de segmento de brazo 116. Más particularmente, los alojamientos de hombro y codo 114 y 118 pueden soldarse al primer alojamiento de segmento de brazo 116.

Haciendo referencia ahora a las figuras 8-10, el primer segmento de brazo puede incluir un primer alojamiento de segmento de brazo 116', un alojamiento de hombro 114' y un alojamiento de codo 118'. El primer alojamiento de segmento de brazo 116' puede incluir un tubo sustancialmente rectangular o un material de hoja formado con extremos cerrados y orificios conformados de manera sustancialmente circular a través de una superficie superior y una



superficie inferior próxima a los extremos para adaptarse a los alojamientos de hombro y codo conformados de manera sustancialmente cilíndrica 114' y 118'. Uno o ambos de los alojamientos de hombro y codo 114' y 118' pueden mecanizarse. La cuestión de la elección de materiales y técnicas de fabricación se comenta con más detalle a continuación.

5 El primer alojamiento de segmento de brazo 116' puede incluir paredes laterales reducidas en sección para disminuir un área de sección transversal del primer alojamiento de segmento de brazo 116' desde un extremo del primer alojamiento de segmento de brazo 116' hasta el otro extremo del primer alojamiento de segmento de brazo 116'. Un grosor del primer alojamiento de segmento de brazo 116' puede determinarse por la capacidad de transporte de carga del brazo articulado y los cálculos de resistencia de material. En algunas realizaciones de ejemplo, los alojamientos de hombro y codo 114' y 118' pueden incluir ventanas dentro de sus paredes laterales para albergar sistemas de polea, como los descritos anteriormente. Los alojamientos de hombro y codo 114' y 118' están unidos al primer alojamiento de segmento de brazo 116'. En particular, los alojamientos de hombro y codo 114' y 118' pueden unirse de manera rígida al primer alojamiento de segmento de brazo 116'. Más particularmente, los alojamientos de hombro y codo 114' y 118' pueden soldarse al primer alojamiento de segmento de brazo 116'.

Haciendo referencia a las figuras 11 y 12, el primer alojamiento de segmento de brazo 116 puede incluir una superficie superior perfilada 116A para permitir la fuga de contaminantes, líquidos u otras sustancias. La superficie superior 116A puede perfilarse para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo. Es decir, la superficie superior 116A puede configurarse para inhibir la acumulación o la recogida de un material en la misma. Otras superficies del aparato de brazo articulado 100 y 200 pueden perfilarse de manera similar para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo. Otras superficies dispuestas de manera sustancialmente horizontal del aparato de brazo articulado 100 y 200 pueden perfilarse de manera similar para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo. Por ejemplo, una superficie superior del segundo alojamiento de segmento de brazo 222 (figura 2) puede perfilarse para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo de manera similar a la descrita anteriormente con respecto al primer alojamiento de segmento de brazo 116.

En otras realizaciones, una superficie orientada hacia arriba de la tapa de codo 131 (figura 3) puede perfilarse para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto al primer alojamiento de segmento de brazo 116.

En más realizaciones adicionales, la tapa de hombro 115 (figuras 1 y 2) y una tapa de extremo 241 (figura 2) pueden perfilarse para ser curvadas, inclinadas, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto al primer alojamiento de segmento de brazo 116.

En todavía más realizaciones, pueden perfilarse superficies orientadas hacia arriba de los efectores extremo 104 y 204 (figuras 1 y 2) para ser curvadas, inclinadas, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto al primer alojamiento de segmento de brazo 116.

En otras realizaciones más, una superficie orientada hacia arriba de la brida 103 de la base 102 (figuras 1 y 2) puede perfilarse para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto al primer alojamiento de segmento de brazo 116.

Más generalmente, la brida 103 y el fuelle 124 forman un elemento de sellado que proporciona una superficie de sellado para sellarse directa o indirectamente contra una superficie interior de la cámara y una superficie de sellado que sella el árbol. Y mientras que la brida independiente incorporada en el cuerpo mostrado en los dibujos se prefiere actualmente, el elemento de sellado también puede definirse de otras maneras. El fuelle puede tener una brida integral, por ejemplo, que puede interactuar directamente con la superficie interior de la cámara, eliminando por tanto la necesidad de una brida y un cuerpo independientes. En una realización, un sello simple, como un sello cargado por resorte, puede actuar en su lugar como el elemento de sellado.

En diversas realizaciones, cualquier superficie del aparato de brazo articulado 100 y 200 donde podría darse como resultado la recogida o la acumulación de una sustancia, puede perfilarse para ser curvada, inclinada, disponerse en pendiente o en ángulo de otro modo de una manera similar para disminuir la probabilidad de tal la acumulación o recogida y facilitar la salida, el drenaje o la retirada de una sustancia de este tipo.

Cuando cualquiera de las superficies perfiladas anteriormente está en ángulo, el ángulo de la superficie es preferiblemente 1 grado o más con respecto a la horizontal. Los bordes de los segmentos de brazo pueden redondearse para facilitar la retirada de líquidos.

Pueden construirse componentes externos de brazos articulados 100 y 200 como cobertura estructural que proporciona la resistencia estructural requerida; alternativamente los componentes pueden construirse como una carcasa única que tiene una o una pluralidad de estructuras internas que proporcionan parte o la totalidad de la resistencia estructural requerida.

Pueden formarse componentes externos de los brazos articulados 100 y 200 a partir de uno o más materiales rígidos.

En particular, los componentes externos de los brazos articulados 100 y 200 (distintos al menos de partes al menos de los elementos de sello radiales y estáticos 300 y 310) pueden formarse a partir de un material metálico o aleación metálica.

5 En la mayoría de realizaciones, las superficies exteriores del árbol de movimiento lineal, la base, el fuelle y los segmentos de brazo están hechos de acero inoxidable. El acero inoxidable de grado 304, 316 o 316L es el material preferido de construcción, ya que estos son los grados más ampliamente usados de acero inoxidable en la construcción de aparatos para su uso en procesos u operaciones farmacéuticas, biotecnológicas y alimentarias. El acero inoxidable se conoce normalmente por ser un material aceptable para el proceso o una operación particulares.

10 El acabado superficial de materiales de construcción es otra consideración importante en la elección de materiales. Las normas para equipos alimentarios requieren superficies desbastadas o pulidas para cumplir con un acabado número 4 y superficies sin pulir para cumplir con un acabado de fresado número 2B. Para el equipo farmacéutico no existen tales normas predeterminadas. El acabado superficial puede variar por proceso y por producto, y tiene que determinarse mediante estudios de validación de limpieza. Para la descontaminación de equipos por agentes gaseosos como peróxido de hidrógeno, formaldehído, dióxido de cloro, se conocen superficies con un amplio rango de acabado superficial que van desde 2B hasta el pulido de espejo mecánico o electropulido que funcionan de manera efectiva.

15 El acero inoxidable tiene una relación de límite elástico relativamente baja con respecto a la densidad en comparación con algunos otros materiales como aluminio o titanio. Esto podría ser de interés para aplicaciones de aparatos de brazo robótico que requieren momentos de inercia muy bajos, como pueden requerirse para facilitar altas tasas de aceleración y deceleración. Si se requiriese, la desventaja de relación de resistencia con respecto a densidad puede mitigarse por diversos métodos de fabricación de segmento de brazo expuestos a continuación:

20 Los segmentos de brazo de una sola carcasa de acero inoxidable pueden fabricarse combinando dos o más partes mecanizadas mediante soldadura. Las partes mecanizadas de acero inoxidable que superan el tamaño de micromecanizado y las limitaciones de coste normalmente tienen un grosor de pared mínimo de aproximadamente 1/8". El peso del conjunto puede reducirse significativamente reemplazando algunas o todas las superficies del conjunto por materiales de acero inoxidable con grosor de pared más delgado que 1/8". Ejemplos de materiales de paredes delgadas adecuados son tuberías, tubos, hojas metálicas o material de suplemento delgado. Estos materiales pueden formarse por un amplio rango de métodos como curvatura, estampación, trefilado, dibujo profundo, laminación, hidroformación y/o corte a las dimensiones requeridas para ajustarse al conjunto. Además, algunas o todas de las superficies pueden reemplazarse por partes de acero inoxidable de paredes delgadas coladas.

25 La soldadura de conjuntos de acero inoxidable de pared delgada se complica normalmente por deformaciones por abombamiento debido al calor requerido para fusionar las diferentes partes y debido al calor requerido para añadir material de relleno de acero inoxidable. Estas deformaciones pueden compensarse mediante el mecanizado final del conjunto después de la soldadura; alternativamente puede utilizarse una técnica de soldadura de calor bajo, como la soldadura por láser o por haz de electrones.

30 En vista de lo anterior, el segmento de brazo inoxidable puede fabricarse con un grosor de pared adecuado que cumpla con las especificaciones de resistencia y fatiga requeridas para una sola carcasa estructural para su uso en un aparato de brazo articulado. Si el peso y el momento de inercia de tal segmento de brazo excedieran las limitaciones del momento de inercia, la carcasa única podría cambiarse a una carcasa única no estructural con una o una pluralidad de estructuras estructurales internas.

35 Momentos bajos de inercia son beneficiosos para cualquier aparato de brazo articulado, permitiendo una mayor aceleración y deceleración; motores de menor tamaño; correas de transmisión de menor tamaño; y, consecuentemente, aparatos de menor tamaño para alojar todas estas partes. La reducción del tamaño y la huella del aparato también es una ventaja durante la limpieza y la descontaminación.

40 En algunas realizaciones, los componentes externos de los brazos articulados 100 y 200 (distintos al menos de partes de los elementos de sello radiales y estáticos 300, 310) pueden formarse a partir de un material diferente del acero inoxidable, incluyendo, pero sin limitarse a, titanio, una aleación de titanio y una aleación de metal amorfo. En otras realizaciones más, los componentes externos de los brazos articulados 100 y 200 (distintos al menos de partes al menos de los elementos de sello radiales y estáticos 300 y 310) pueden formarse a partir de un metal de baja densidad como aleación de aluminio o material compuesto cuya superficie exterior está totalmente recubierta con un material resistente a la corrosión, sin astillamiento, sin descamación, impermeable tal como PTFE, material cerámico o una aleación de metal amorfo.

45 En realizaciones adicionales, los componentes externos de los brazos articulados 100 y 200 (distintos al menos de partes de los elementos de sello radiales y estáticos 300 y 310) pueden formarse a partir de una combinación de dos o más materiales, incluyendo, pero sin limitarse a, acero inoxidable, materiales totalmente recubiertos, titanio, aleación de metal amorfo o similares.

En diversas realizaciones de ejemplo, los componentes externos de los brazos articulados 100 y 200 pueden incluir características de superficie específicas que son propicias para diversos métodos de descontaminación de gas y vapor. En realizaciones de ejemplo adicionales, mantener distancias intermedias mínimas de segmentos de brazo 110 y 130 (o 110 y 230, o 130 y 230) puede mejorar diversos procesos de descontaminación de gas y vapor (además de mover brazos durante procesos de descontaminación) y disminuir, si no eliminar, la acumulación y el atrapamiento de agentes de limpieza, disolventes y otras partículas. Además, la adaptación del segmento de brazo de estilo armazón 130 en el brazo articulado 100 mejora además diversos procesos de descontaminación basados en luz, vapor y gas al disminuir o minimizar los canales de sombra y estrechos donde pueden crearse zonas muertas de circulación de aire.

En las figuras 13-15 se muestran diversas posiciones del brazo articulado 100. La figura 13 muestra un ejemplo del brazo articulado 100 dentro de un rango de recorrido de alto alcance. La figura 14 muestra un ejemplo del brazo articulado 100 dentro de un rango de recorrido de alcance medio. La figura 15 muestra un ejemplo del brazo articulado 100 dentro de un rango de recorrido de bajo alcance. El movimiento del brazo articulado 100 desde el rango de recorrido de alcance medio hasta el rango de recorrido de alto alcance se realiza principalmente con la rotación de la articulación de codo 120 con solo una cantidad de rotación relativamente limitada del árbol de hombro 112. Esta configuración permite que el brazo articulado 100 realice una transición relativamente rápida entre los rangos de recorrido de alcance medio y alto. Como tal, el brazo articulado 100 puede ser deseable para trayectorias de herramientas que pueden planificarse de manera que requieren rotaciones relativamente pequeñas del árbol de hombro 112 y rotaciones relativamente grandes de la articulación de codo 120.

Como se muestra en las figuras 13-15, el segundo segmento de brazo 130 incluye una longitud diferente a la del primer segmento de brazo 110. El segundo segmento de brazo 130 es más largo que el primer segmento de brazo 110, de manera que el efector de extremo 104 puede borrar el alojamiento de hombro 114 y la tapa de hombro 115. De esta manera, el segundo segmento de brazo 130 puede hacerse rotar totalmente sin la preocupación de poner en contacto el efector de extremo 104 con el alojamiento de hombro 114 y/o tapa de hombro 115 y dañar potencialmente el efector de extremo 104.

La figura 16 muestra un ejemplo de aplicación de llenado farmacéutico de brazo articulado 100 que llena contenedores situados en una bandeja rectangular. En un ejemplo, no es necesario envasar los contenedores en un conjunto apretado. En un ejemplo, todos los contenedores pueden llenarse en trayectorias de herramientas que requieren rotaciones repetitivas y relativamente cortas del árbol de hombro 112 en combinación con rotaciones relativamente grandes de la articulación de codo 120. En un ejemplo, pueden utilizarse un sistema de visión y un algoritmo de planificación de trayectorias para trayectorias de herramientas que se accionan por objetos situados aleatoriamente, como los contenedores que se muestran en la figura 16.

Aunque los ejemplos anteriores de los brazos articulados 100 y 200 incluyen articulaciones que rotan alrededor de ejes verticales, tales brazos articulados pueden incluir articulaciones que pueden rotar alrededor de ejes distintos de los ejes verticales o que además pueden hacerse rotar alrededor de ejes verticales. Como tal, se contempla en el presente documento que las articulaciones de los ejemplos de brazo articulado descritos en el presente documento puedan hacerse rotar alrededor de ejes orientados de manera diversa, dependiendo de diversos factores, incluyendo, pero sin limitarse a, el movimiento deseado del brazo articulado, el tamaño del espacio de trabajo y/o la configuración, la tarea o el proceso que va a realizarse, etc.

Los brazos articulados 100 y 200 y los sistemas descritos en el presente documento pueden utilizarse para procesos de fabricación en sistemas aisladores en uso en aplicaciones, como automatización de farmacias, automatización de procesos biotecnológicos, fabricación de productos farmacéuticos y alimenticios, montaje y envasado de pruebas de diagnóstico y dispositivos médicos y similares. En un ejemplo, los sistemas pueden usarse en el manejo y la manipulación de contenedores farmacéuticos estériles, cierres, sellos y otros materiales para sistemas de fabricación de productos, tales como sistemas de procesamiento y llenado asepticos.

Los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento proporcionan sellos estáticos que pueden limpiarse y descontaminarse para su uso en sistemas alimentarios y farmacéuticos. En otro ejemplo, los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento proporcionan para sellos rotatorios que pueden limpiarse y descontaminarse para su uso en sistemas alimentarios y farmacéuticos. En otro ejemplo, los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento proporcionan brazos articulados y sistemas articulados relativamente altamente que pueden limpiarse. Estos brazos articulados 100 y 200 permiten la manipulación multieje de productos, piezas y/o envases en instalaciones farmacéuticas y/o alimentarias. Los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden ser un robot de 3 ejes totalmente sellados para permitir la manipulación multieje de productos, piezas y/o envases en entornos críticos para la contaminación, como, por ejemplo, instalaciones de fabricación alimentaria y farmacéutica. Los brazos articulados 100 y 200 permiten procesos automatizados de fabricación y ensayo y pueden disminuir, si no eliminar, la necesidad de manipulación humana en el procesado. Cualquiera o todos los componentes de los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden limpiarse mediante disolventes, disoluciones acuosas de ácidos, bases, detergentes y similares, y/o pueden descontaminarse por medios químicos, como, por ejemplo, por exposición a vapor de peróxido de hidrógeno.

- Los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento proporcionan componentes dispuestos de manera externa que tienen un menor número de grietas y cavidades y un menor número de salientes. Tales componentes, en diversos ejemplos, permiten una mayor limpieza de los componentes; descontaminación aumentada de los componentes, por ejemplo, usando descontaminación química, como, por ejemplo, usando peróxido de hidrógeno gaseoso. Tales componentes, en algunos ejemplos, permiten una mayor inspección visual. Tales componentes, en algunos ejemplos, permiten una inspección aumentada mediante métodos asistidos, como, por ejemplo, ensayos de residuos de riboflavina.
- En algunas realizaciones, los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento proporcionan brazos articulados de acero inoxidable sellados para su uso en sistemas aisladores. En algunas realizaciones, componentes del brazo articulado incluyen relativamente pocas o ninguna esquina afilada y relativamente pocas o ninguna articulación de metal a metal sin sellado y son de diseño de carcasa única sin costuras.
- En algunas realizaciones, las articulaciones rotatorias y las articulaciones estáticas se sellan y se diseñan de tal manera que existen pocas o ninguna hendidura en las articulaciones selladas. En un ejemplo, la mayoría de, si no todas, las superficies de los brazos articulados 100 y 200 son autodrenantes y relativamente fácilmente accesibles para su limpieza, inspección, descontaminación y similares.
- Los sistemas de accionamiento para accionar y controlar el árbol de movimiento lineal, la pluralidad de segmentos de brazo, y el efector de extremo pueden encerrarse completamente dentro del aparato de brazo articulado para evitar que entren en el espacio de trabajo cualquier residuo o contaminación asociado a tales sistemas de accionamiento de la cámara aisladora.
- Los presentes inventores creen que los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento son ventajosos por muchos motivos, incluyendo al menos los siguientes motivos. Por ejemplo, los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden reducir el riesgo de exposición del operario al manipular compuestos potentes y/o materiales citotóxicos. Los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden disminuir la probabilidad de contaminación cruzada al usar equipos no dedicados. Asimismo, se cree que los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento proporcionan repetibilidad aumentada de procesos de limpieza y/o descontaminación de componentes. Adicionalmente, se cree que los sellos y otros componentes de los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento permiten la limpieza mediante un proceso automatizado y/o descontaminación, por ejemplo, usando descontaminación química que usa vapor de peróxido de hidrógeno o similares.
- Además, los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden proporcionarse para ubicar un efector de extremo a una velocidad relativamente alta. También se cree que la construcción de los componentes de los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento permiten disminuir el peso y, a su vez, las características inerciales de los componentes. Al menos por este motivo, los presentes inventores creen que los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden usarse ventajosamente en sistemas que requieren recorrido de alta velocidad relativamente frecuentes y cambios de dirección relativamente frecuentes. Además, los sistemas y/o brazos articulados 100 y 200 descritos en el presente documento pueden escalarse a cualquier alcance deseado y/o capacidad de transporte de carga.
- El brazo articulado 100 o 200 puede utilizarse en un sistema de llenado configurado para llenar contenedores con un producto. El producto puede ser un producto líquido, un producto farmacéutico o un producto potencialmente tóxico o dañino de otro modo. El sistema de llenado puede configurarse para ubicar, orientar y llenar contenedores dentro de una bandeja o nido. Se contemplan muchos tipos de contenedores en el presente documento, incluyendo, pero sin limitarse a, viales, jeringas, botellas, vasos, tubos de ensayo, etc. El sistema de llenado incluye una cámara configurada para mantener las condiciones ambientales deseadas. La cámara puede ser una cámara aisladora capaz de mantener un entorno aséptico dentro de la cámara.
- El sistema de llenado permite el llenado robótico de contenedores. En un ejemplo, el sistema permite el llenado aséptico de viales y jeringas, particularmente para series pequeñas y de desarrollo de materiales tóxicos y/o potentes. El sistema puede proporcionar un sistema de llenado aséptico automatizado que no requiere el uso de componentes únicos o especializados para diversos tamaños de contenedor. El sistema permite el llenado de contenedores de diversos tamaños o formas, siempre que exista una abertura de contenedor reconocible. Además, el sistema de llenado puede incluir un sistema óptico para permitir la inspección de contenedores antes del llenado, reduciendo por tanto la posibilidad de rechazo debido a defectos de contenedores posteriores al llenado. Además, la inspección previa al llenado puede realizarse con un sensor óptico sin el uso de partes adicionales o etapas manuales. En un ejemplo, los sistemas se configuran para ser mínimamente disruptivos con respecto a flujos de aire esterilizados comúnmente usados en el llenado aséptico.
- De esta manera, los contenedores colocados de manera aleatoria pueden llenarse automáticamente, dando como resultado potencialmente ahorros de trabajo y tiempo. El sistema de sensores ópticos permite seleccionar objetivos con precisión y llenar los contenedores, lo que puede reducir el potencial de salidas de materiales tóxicos o de alto

valor que podrían requerir contención. Debido a que el sistema de llenado es capaz de manipular diversos productos y contenedores de diferentes tamaños y formas, el sistema de llenado puede adaptarse de manera relativamente rápida a nuevos productos y procesos. Además, al usar sensores ópticos en algunos ejemplos, el sistema permite la reducción de pérdidas de productos debido a la inclusión de una inspección previa al llenado de contenedores.

5 Adicionalmente, debido a que el sistema es relativamente pequeño y está contenido, proporciona una limpieza relativamente fácil de superficies y partes. Además, al configurarse para aceptar contenedores de diferentes tamaños y formas, el sistema permite reducir los costes porque se necesitan pocas o ninguna pieza específica del contenedor.

10 En una realización, el sellado hermético proporcionado por el brazo articulado es suficiente para satisfacer los requisitos predeterminados según la norma ISO ISO10648-2, titulada "Containment Enclosures Part 2 - Classification According to Leak Tightness and Associated Checking Methods". Específicamente, el sellado es preferiblemente suficiente para satisfacer la clase 3, o más preferiblemente la clase 2, o incluso más preferiblemente la clase 1. En otra realización, el sellado hermético proporcionado por el brazo articulado es suficiente para satisfacer requisitos predeterminados según el PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology Report n° 34, titulado "Design And Validation of Isolator Systems for the Manufacturing and Testing of Health Care Products" (septiembre/octubre de 15 2001).

### Notas

20 Los dibujos y las descripciones asociadas se proporcionan para ilustrar realizaciones de la invención y no para limitar el alcance de la invención. La referencia en el memoria descriptiva a "una realización" se pretende que indique que un rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con la realización está incluida en al menos una realización de la invención. Las apariciones de la expresión "en una realización" o "una realización" en diversos lugares de la memoria descriptiva no todas hacen referencia necesariamente a la misma realización. Tal como se utiliza en esta divulgación, salvo cuando el contexto lo requiera de otra manera, el término "comprender" y las variaciones del 25 término, como "que comprende", "comprende" y "comprendido" no se pretende que excluyan otros aditivos, componentes, números enteros o etapas.

30 En la memoria descriptiva anterior, la invención se ha descrito con referencia a realizaciones específicas de la misma. Sin embargo, será evidente que pueden hacerse diversas modificaciones y cambios sin apartarse del alcance más amplio de la invención. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse en un sentido ilustrativo en lugar de restrictivo. Debe apreciarse que la presente invención no debe interpretarse como que está limitada por tales realizaciones.

35 A partir de la descripción anterior se hará evidente que la presente invención tiene un número de ventajas, algunas de las cuales se han descrito en el presente documento, y otras de las cuales son inherentes a las realizaciones de la invención descrita o reivindicada en el presente documento. Además, se entenderá que pueden hacerse modificaciones al dispositivo, aparato y método descrito en el presente documento sin apartarse de las enseñanzas de la materia objeto descrita en el presente documento. Como tal, la invención no debe limitarse a las realizaciones 40 descritas, excepto como se requiere por las reivindicaciones adjuntas.

### Lista de partes

45 100 aparato de brazo articulado  
102 base  
103 brida  
50 104 aguja de llenado  
110 primer segmento de brazo  
112 árbol de hombro  
55 114 alojamiento de hombro  
114' alojamiento de hombro  
60 115 tapa de hombro  
116 primer alojamiento de segmento de brazo  
65 116A superficie superior  
116' alojamiento de segmento de brazo

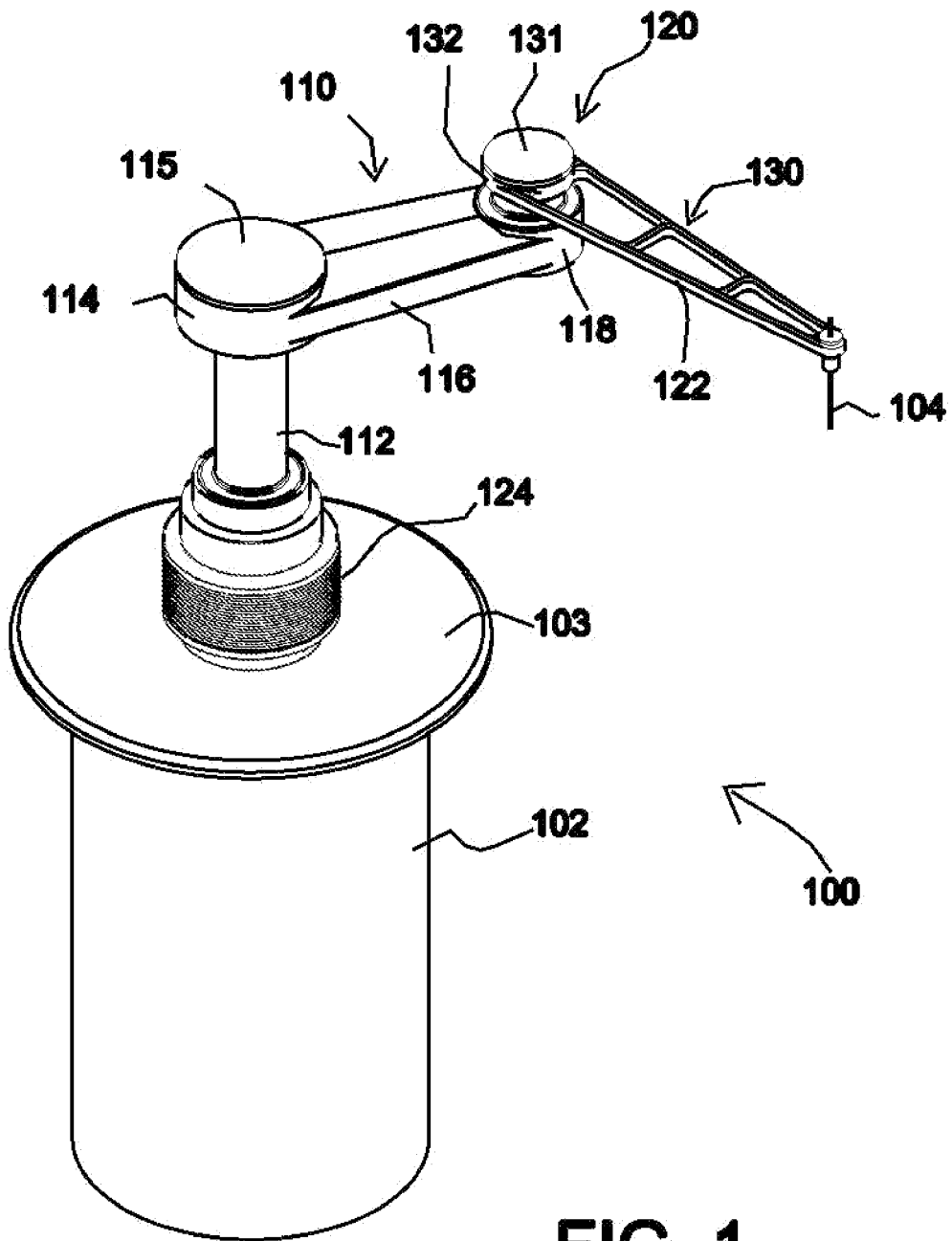
	118 alojamiento de codo
5	118' alojamiento de codo
	119 elementos de sujeción
	120 articulación de codo
10	121 husillo
	122 efector de extremo
	123 cojinetes
15	124 fuelle
	126 buje rotatorio
20	129 polea
	130 segundo segmento de brazo
	131 tapa de codo
25	132 alojamiento de codo
	133 canal
30	135 abertura
	200 aparato de brazo articulado
	204 efectores de extremo
35	222 segundo alojamiento de segmento de brazo
	230 segundo segmento de brazo
40	234 alojamiento de extremo
	240 articulación de extremo
	241 tapa de extremo
45	242 efector de extremo
	300 sello radial
50	302 dedos
	310 sello estático

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de brazo articulado multieje sellado herméticamente (100) para su uso dentro de una cámara aisladora sellable, comprendiendo el aparato:
- 5 un árbol (112) que tiene un eje de rotación, en el que el árbol está configurado para pasar a través de una abertura en la cámara aisladora sellable y está configurado para rotar alrededor del eje;
- 10 un elemento de sellado (124, 300), que incluye:
- una superficie de montaje configurada para montar el elemento de sellado en y sellar herméticamente el mismo a una superficie interior de la cámara aisladora sellable, de manera que en uso la superficie de montaje y la superficie interior rodean de manera continua la abertura en la cámara aisladora sellable,
- 15 una superficie de sellado de árbol definida por el elemento de sellado, que rodea y sella el árbol,
- una pluralidad de segmentos de brazo sellados herméticamente interconectados (110, 130), en la que uno de la pluralidad de segmentos de brazo es un segmento de brazo terminal (130), y uno de la pluralidad de segmentos de brazo es un primer segmento de brazo unido de manera operativa al árbol (112);
- 20 un efector de extremo (122) configurado para manipular productos farmacéuticos que está unido al segmento de brazo terminal; y
- 25 al menos un sistema de accionamiento para accionar y controlar el árbol y la pluralidad de segmentos de brazo, estando el sistema de accionamiento encerrado completamente dentro del aparato de brazo articulado, caracterizado por que la cámara aisladora sellable está configurada para mantener una condición aséptica para aplicaciones farmacéuticas, y por que el elemento de sellado incluye un sello de reborde radial que puede limpiarse expuesto.
- 30 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el árbol es un árbol de movimiento lineal que está configurado además para moverse axialmente con respecto a la abertura a lo largo del eje, y, opcional o preferiblemente, en el que el segmento de brazo unido de manera operativa al árbol de movimiento lineal es más corto que al menos uno de los otros de la pluralidad de segmentos de brazo.
- 35 3. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de sellado incluye un fuelle (124) montado entre la superficie de montaje y la superficie de sellado de árbol, y en el que la superficie de sellado de árbol está conectada de manera operativa al primer segmento de brazo y, opcional o preferiblemente, en el que el fuelle se dispone dentro de la cámara aisladora.
- 40 4. Aparato según la reivindicación 3, en el que el fuelle es uno de un fuelle de acero inoxidable o un fuelle de PTFE, y/o en el que las superficies exteriores del árbol, fuelle y segmentos de brazo son de acero inoxidable.
- 45 5. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo se une a otro de la pluralidad de segmentos de brazo por una articulación de codo rotatoria sellada herméticamente (120), comprendiendo la articulación de codo un buje rotatorio (126), un alojamiento de codo (132), y un elemento de sello radial (300) para sellar herméticamente el buje al alojamiento de codo; y, opcional o preferiblemente, en el que el elemento de sello radial comprende una parte de sellado de manera circunferencial que se extiende axialmente hacia el exterior desde el alojamiento de codo a lo largo del buje para impedir la contaminación.
- 50 6. Aparato según la reivindicación 5, en el que la parte de sellado de manera circunferencial es un sello de reborde radial que puede limpiarse expuesto y, opcional o preferiblemente, en el que el elemento de sello radial comprende una, dos, tres o al menos tres partes de sellado de manera circunferencial.
- 55 7. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que al menos uno de los segmentos de brazo comprende una carcasa exterior de acero inoxidable y/o en el que al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo es de diseño de carcasa única sin costuras.
- 60 8. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que una superficie superior de al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo está configurada para inhibir la acumulación de un líquido en el aparato de brazo articulado y facilitar la salida del líquido del aparato de brazo articulado y/o inspección y/o limpieza.
- 65 9. Aparato según la reivindicación 8, en el que la superficie superior tiene un perfil para dirigir contaminantes fuera de la superficie superior y, opcional o preferiblemente, en el que el perfil comprende al menos una sección con una pendiente de al menos un grado con respecto a la horizontal.

10. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que una pluralidad de bordes de al menos un segmento de brazo están redondeados para facilitar la retirada de líquidos.
- 5 11. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el efector de extremo está configurado para dispensar un producto farmacéutico, para soportar una bandeja de contenedor farmacéutico, para manipular un cierre de contenedor, o para manipular uno o más contenedores farmacéuticos y, opcional o preferiblemente, uno o más contenedores farmacéuticos estériles.
- 10 12. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el aparato de brazo articulado multieje sellado es un brazo articulado reprogramable y controlado automáticamente.
- 15 13. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que las superficies del brazo que va a exponerse al interior de la cámara aisladora sellable están libres de ranuras o huecos de anchura menor de aproximadamente 10 mm.
- 20 14. Método de manipulación de productos farmacéuticos en una cámara aisladora sellable, que comprende:  
 rotar un árbol (112) que pasa a través de una abertura en la cámara aisladora sellable, proporcionar una pluralidad de segmentos de brazo interconectados (110, 130) que se conectan de manera operativa al árbol en la cámara aisladora sellable,  
 sellar un espacio dentro de la pluralidad de segmentos de brazo interconectados por un sello radial que puede limpiarse expuesto al interior del aislador, y  
 25 sellar una parte del árbol en el interior de la cámara, y  
 mover la pluralidad de segmentos de brazo interconectados para manipular los productos farmacéuticos, caracterizado por que la cámara aisladora sellable está configurada para mantener una condición aséptica para aplicaciones farmacéuticas, y por que el sello radial que puede limpiarse es un sello de reborde radial que puede limpiarse expuesto.
- 30 15. Método según la reivindicación 14, que incluye además las etapas de traslado del árbol en una serie de carreras opuestas mientras que la etapa de sellar una parte del árbol mantiene un sello hermético durante las etapas de traslado, y/o sellar dicho espacio dentro de la pluralidad de segmentos de brazo interconectados por un sello radial que se extiende hacia dentro y que hace tope contra un buje y/o sella una parte del árbol por un elemento que se expande y se contrae durante las etapas de traslado y/o en el que la etapa de sellar un espacio dentro de los segmentos de brazo interconectados sella un mecanismo de accionamiento para mover los segmentos de brazo en el interior de los segmentos de brazo; y/o en el que la etapa de sellar facilita la limpieza, y/o en el que una superficie superior de al menos uno de la pluralidad de segmentos de brazo está configurado para inhibir la acumulación de un líquido en el aparato de brazo articulado y facilitar la salida del líquido del aparato de brazo articulado y/o inspección y/o limpieza.
- 40





**FIG. 1**

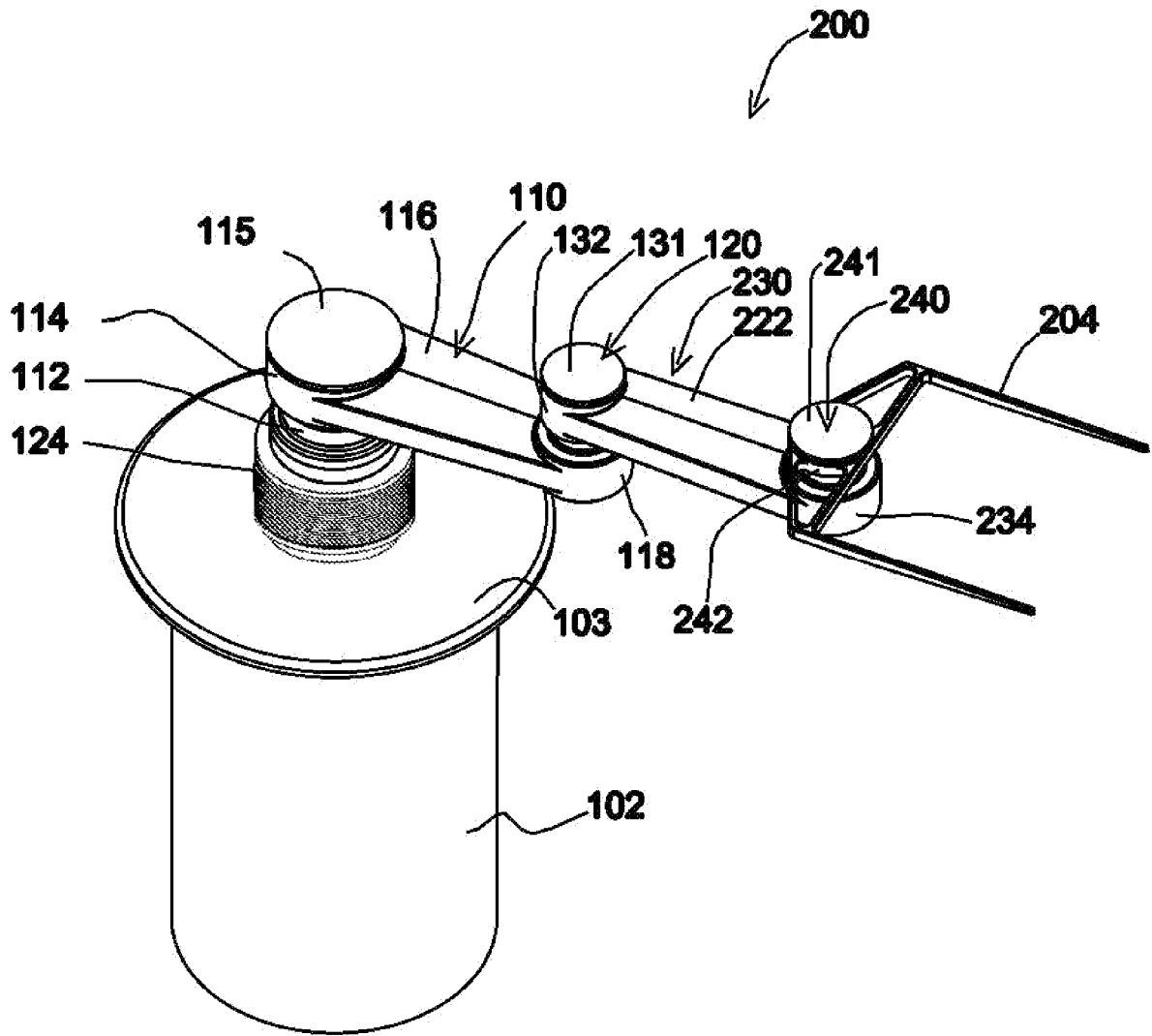
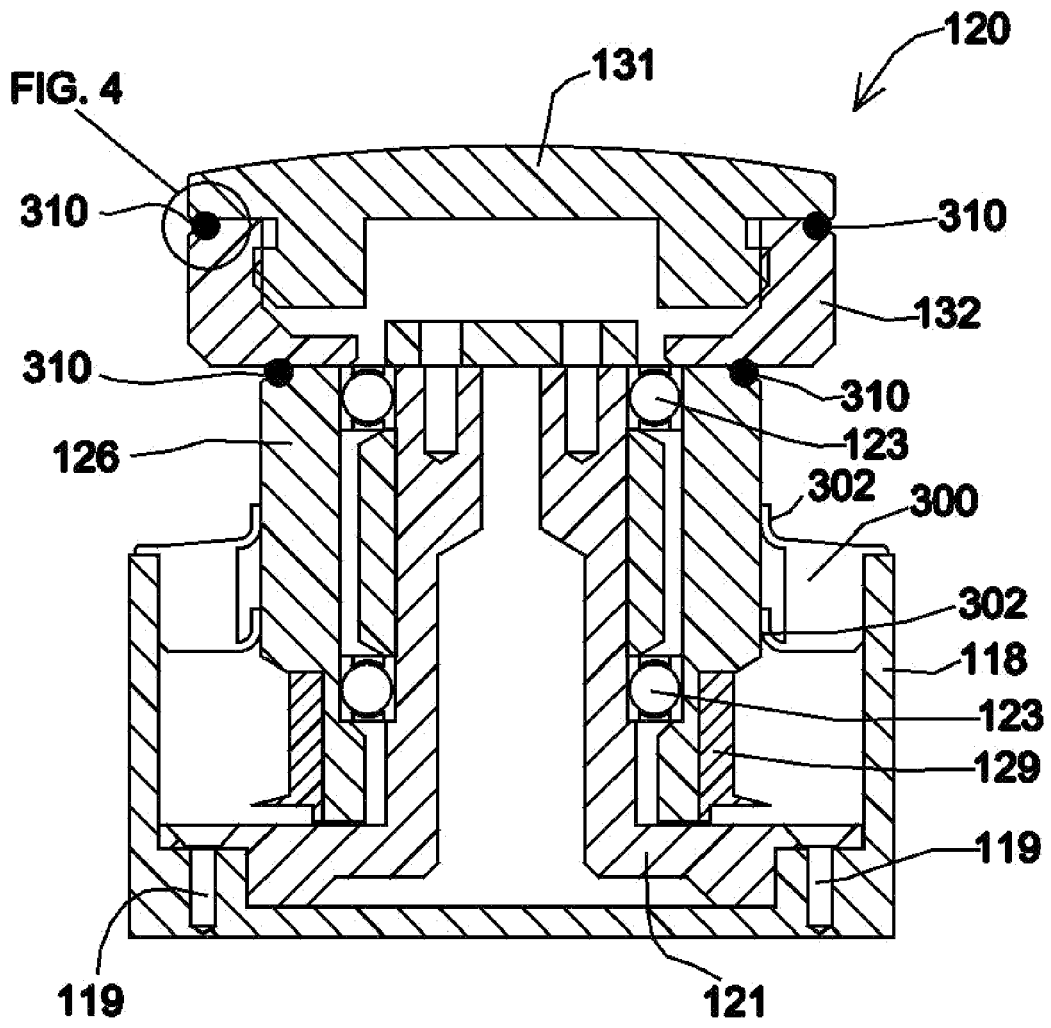
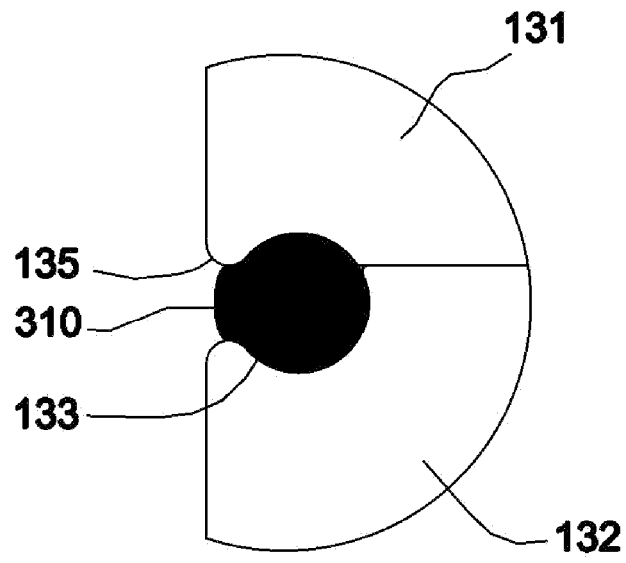


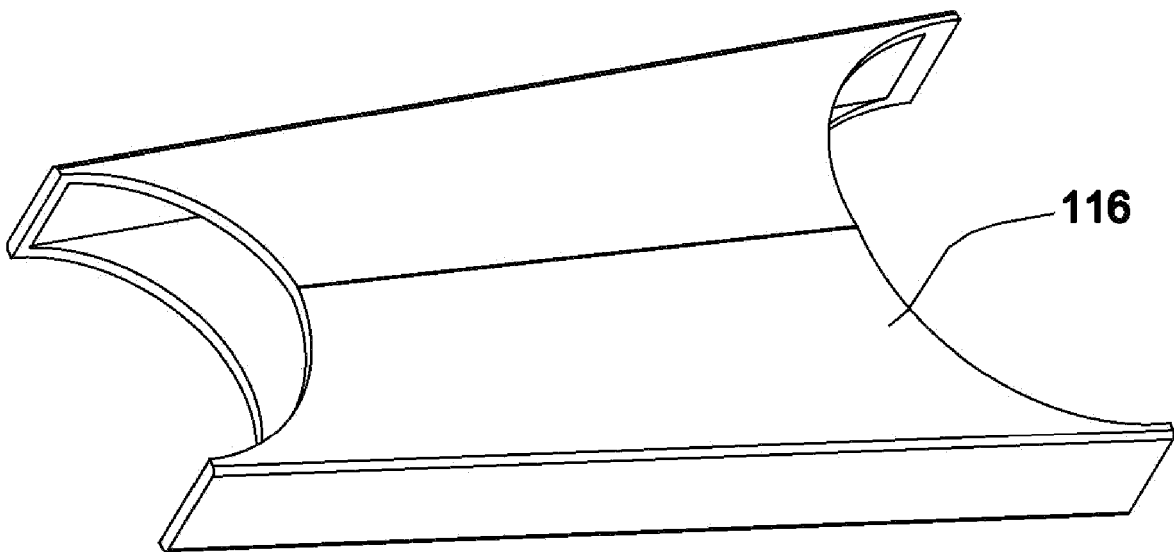
FIG. 2



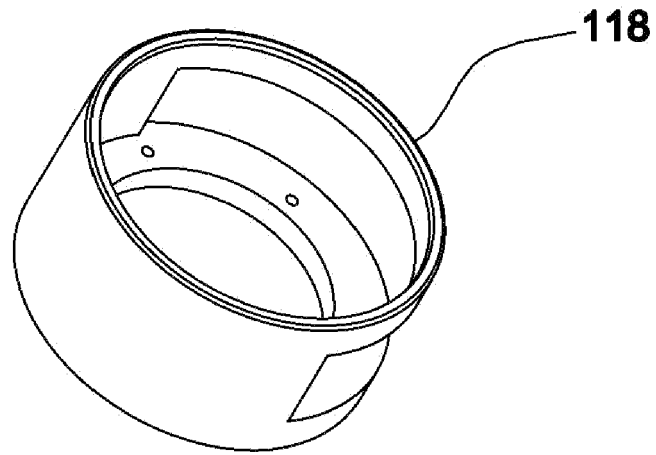
**FIG. 3**



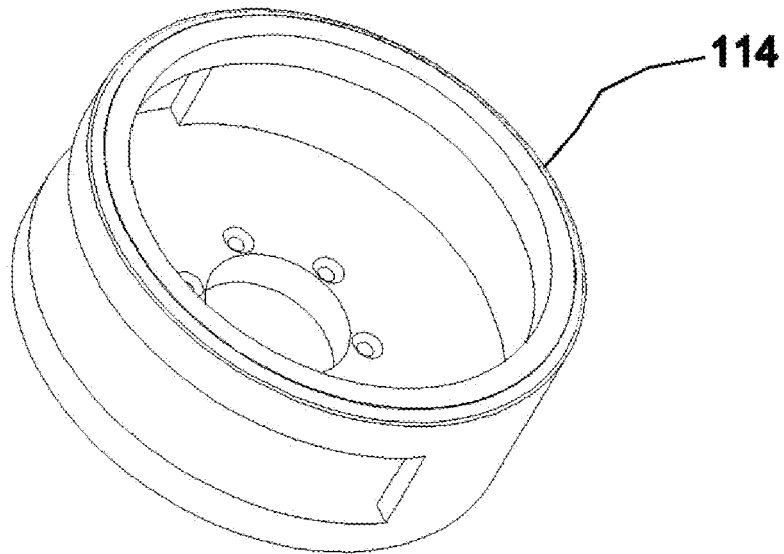
**FIG. 4**



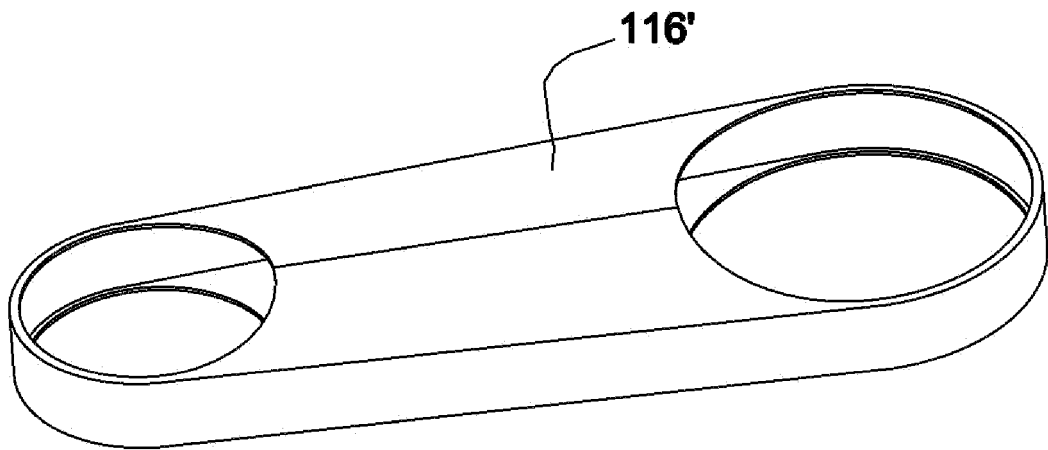
**FIG. 5**



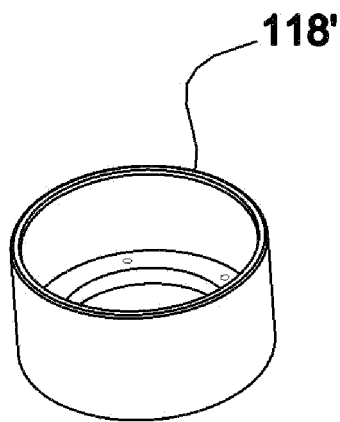
**FIG. 6**



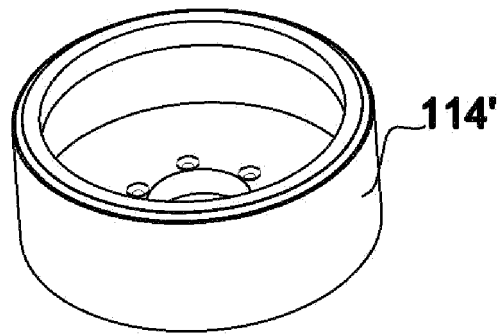
**FIG. 7**



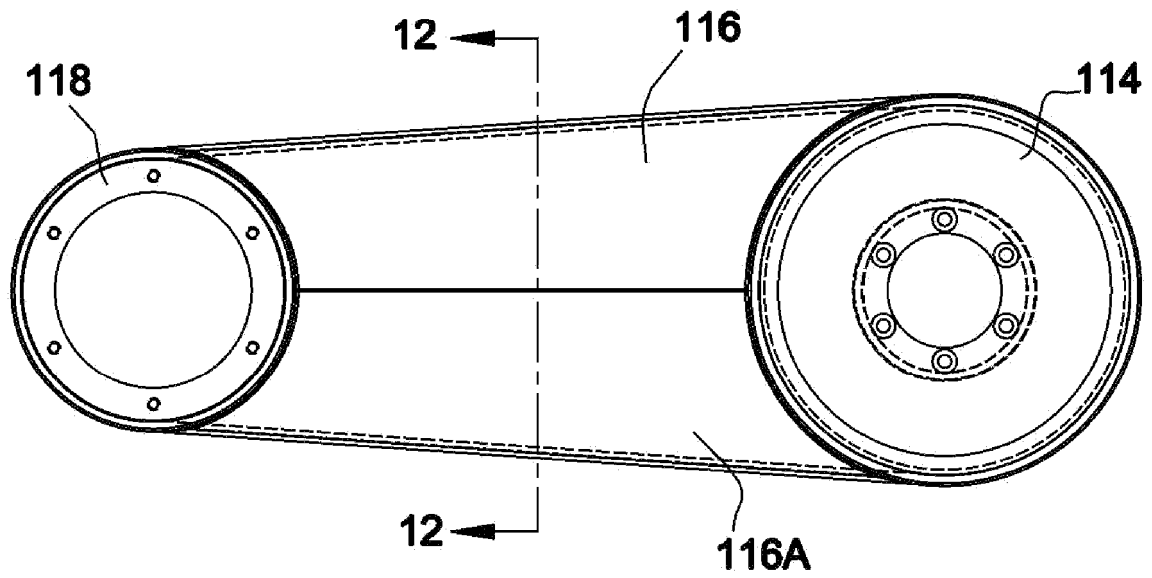
**FIG. 8**



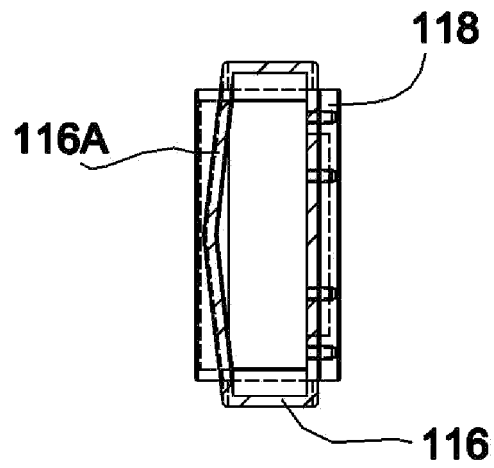
**FIG. 9**



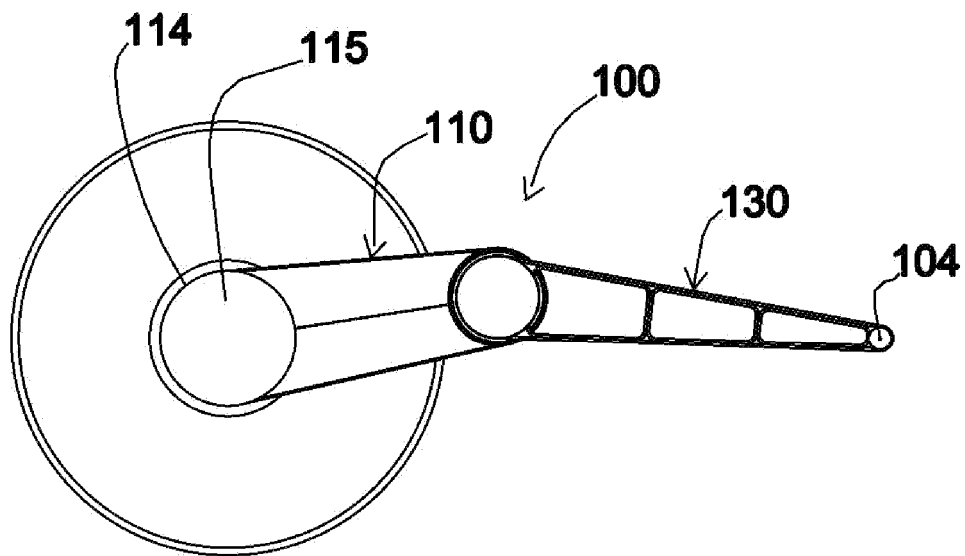
**FIG. 10**



**FIG. 11**

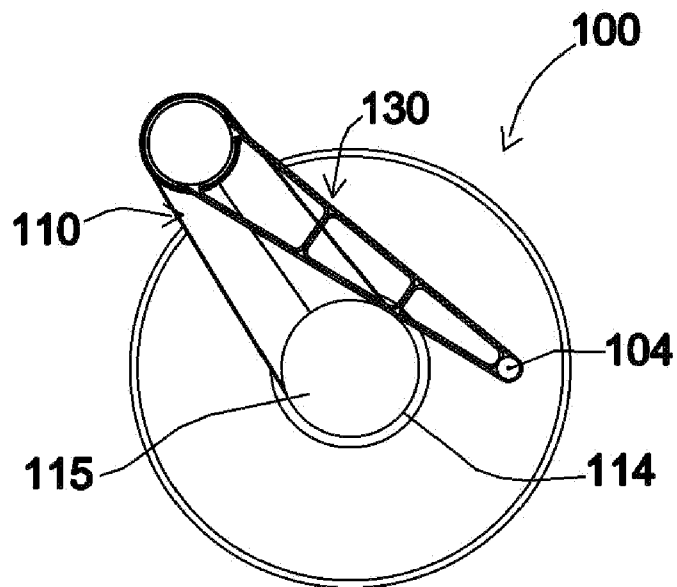
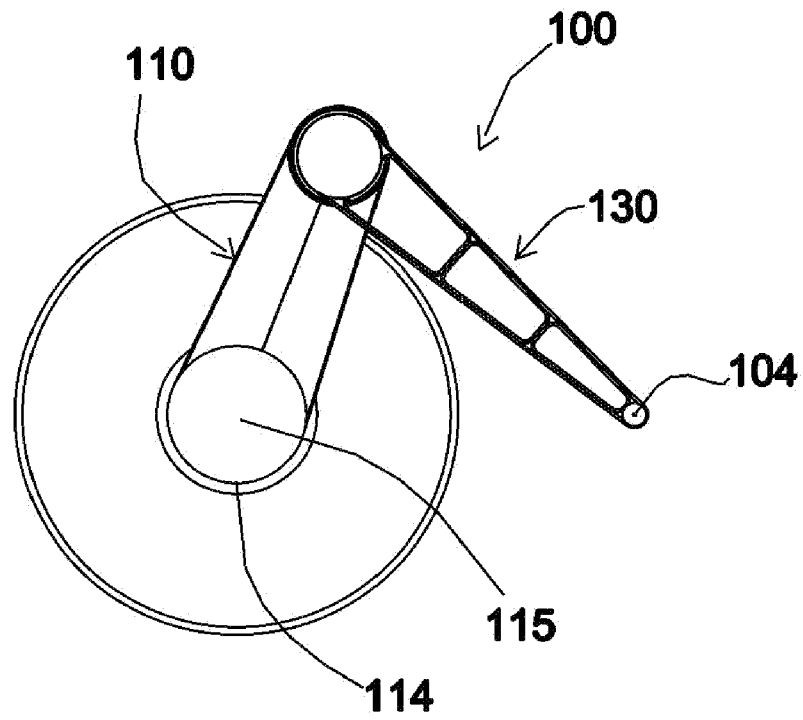


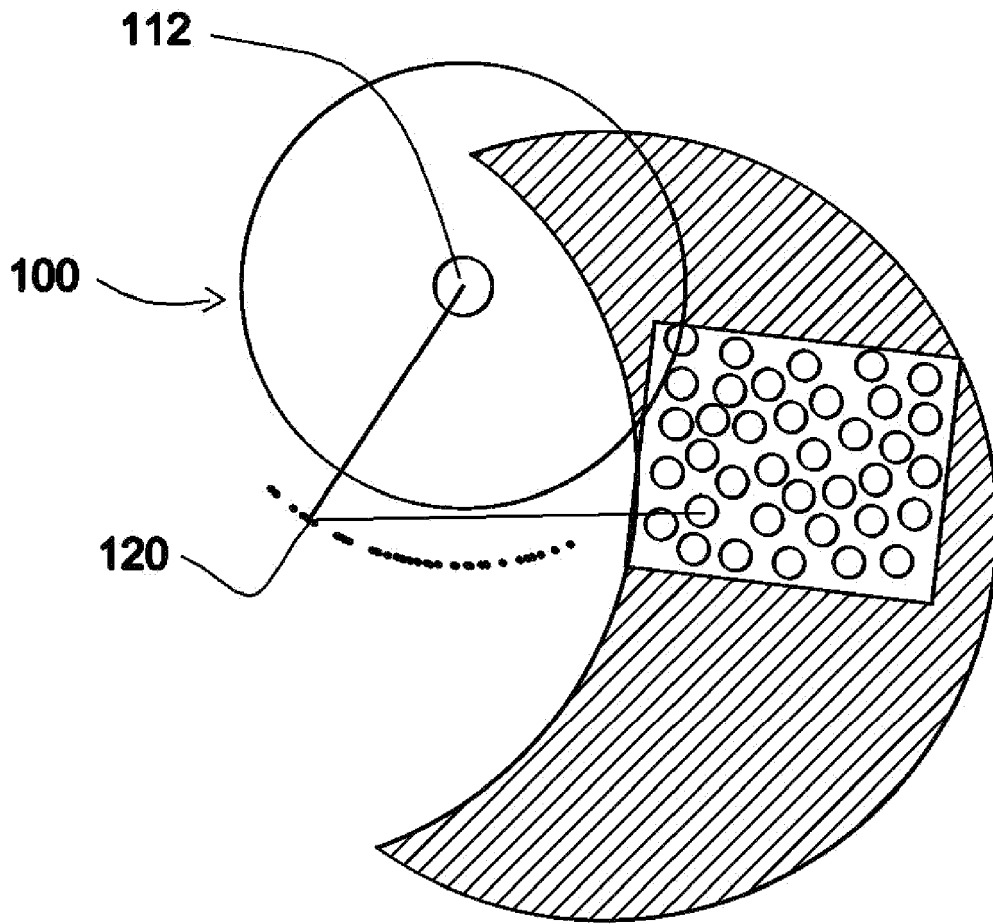
**FIG. 12**



**FIG. 13**







**FIG. 16**