

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 012 807**

51 Int. Cl.:

A61F 2/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2021** **PCT/GB2021/051649**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2022** **WO22018396**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2021** **E 21740178 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024** **EP 4185237**

54 Título: **Aparato de émbolo para un dispositivo de administración**

30 Prioridad:

23.07.2020 GB 202011447

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

10.04.2025

73 Titular/es:

ALCON INC. (100.00%)
Rue Louis-d'Affry 6
1701 Fribourg, CH

72 Inventor/es:

MEIJER, ROBERTUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 012 807 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 de émbolo para un dispositivo de administración

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de émbolo, para un dispositivo de administración para desplegar una sustancia u objeto, y a procedimientos de fabricación asociados. La presente invención tiene una relevancia particular, pero no exclusiva, para un aparato de émbolo para un dispositivo para la implantación de una lente intraocular (LIO) en un ojo de un sujeto y los procedimientos correspondientes para la fabricación de dicho aparato.
- 10 Existen muchos procedimientos médicos y no médicos en los que se requiere que un médico u otro operador dispense una sustancia viscosa, o despliegue un objeto pequeño (a menudo contenido en un medio viscoso), de una manera precisa y controlada. Estos procedimientos requieren habitualmente que un operador altamente capacitado aplique una fuerza relativamente alta, a menudo de manera rutinaria, mientras mantiene un alto nivel de precisión.
- 15 Una de estas aplicaciones es la implantación de una lente intraocular (LIO) en el ojo de un paciente como parte de un procedimiento para tratar afecciones médicas tales como cataratas o miopía.
- Para facilitar estos procedimientos, se han desarrollado inyectores o dispositivos de inserción de LIO que permiten al cirujano insertar una LIO en el ojo de un paciente a través de una incisión que es considerablemente más estrecha que el ancho de la lente. Estos dispositivos suelen doblar la lente a un tamaño más pequeño haciéndola avanzar, con un émbolo, a través de una boquilla estrecha. Por razones clínicas, se añade un agente viscoso, conocido como viscoelástico o "dispositivo viscoquirúrgico oftálmico" ("OVD"), a medida que la lente se acerca a la boquilla.
- 20 La fricción entre la lente y la boquilla de un inyector de LIO puede ser alta y, según el tamaño y el tipo de lente, el médico responsable puede tener que accionar el émbolo de administración con una fuerza correspondientemente alta. La administración debe ejecutarse de una manera muy controlada para evitar una liberación rápida de la energía almacenada en el momento en que la lente sale de la boquilla y entra en el ojo.
- 25 Los dispositivos existentes suelen venir en forma de dispositivos de administración similares a jeringas, accionados manualmente. Sin embargo, estos pueden ser difíciles de controlar para un operador, particularmente cuando la LIO sale del inyector, debido a la caída abrupta en la fuerza necesaria para la administración, desde el nivel relativamente alto requerido para empujar la lente a través de la boquilla, a casi cero inmediatamente después de que la lente ha salido de la boquilla. Como la fuerza cae repentinamente, existe el riesgo de que el operador pueda perder el control del dispositivo y, como resultado, que la boquilla, que reposa en una pequeña incisión en el ojo, cause una lesión ocular.
- 30 Si bien el riesgo asociado con el cambio de paso en la fuerza de aplicación puede mejorarse en dispositivos de administración de LIO basados en tornillos operados manualmente, estos dispositivos tienden a aplicar lentes con relativa lentitud. Además, los movimientos rotatorios realizados por el operador para operar un dispositivo basado en tornillos o similar pueden causar un movimiento indeseable de la boquilla con un riesgo asociado de que el tejido ocular pueda desgarrarse adyacente a la incisión.
- 35 En general, los dispositivos basados en tornillos operados manualmente también requieren dos manos para su operación. Sin embargo, existe una preferencia entre los cirujanos por tener una mano libre para ayudar a estabilizar el ojo del paciente durante la implantación de la lente y guiar la lente emergente a su ubicación. Se han contemplado y lanzado al mercado mecanismos de administración accionados eléctricamente, hidráulicamente, por gas comprimido y por resorte. Si bien estos tienen la ventaja de que pueden liberar la mano del cirujano para ayudar en el procedimiento de inserción, los dispositivos existentes tienden a ser pesados, mal equilibrados, mecánicamente complejos y costosos.
- 40 Se apreciará que pueden surgir problemas análogos con cualquier dispositivo de administración similar para otras aplicaciones en las que se requiere que un operador dispense una sustancia viscosa, o que despliegue un dispositivo mantenido en un medio viscoso, de una manera precisa y controlada. Incluso cuando la fuerza o precisión requerida no es particularmente grande, existe un riesgo de lesión por esfuerzo repetitivo en cualquier procedimiento similar en el que se requiere que un operador use un dispositivo de administración de este tipo de manera rutinaria.
- 45 La técnica anterior relevante se ejemplifica en los documentos US 5 129 825 A, US 2005/282117 A1 y US 2016/220327 A1.
- 50 La invención tiene como objetivo proporcionar un aparato de émbolo mejorado y un procedimiento asociado, por ejemplo, un aparato de émbolo para un dispositivo de administración que supera o al menos mejora parcialmente uno o más de los problemas anteriores, y uno o más procedimientos asociados para fabricar o usar dicho aparato de émbolo.
- 55 Los aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes adjuntas. Otras características opcionales se enumeran en las reivindicaciones dependientes.

Según un ejemplo, se da a conocer un aparato de émbolo para un dispositivo de administración, comprendiendo el aparato de émbolo: una carcasa; un émbolo configurado para moverse en una dirección axial con respecto a la carcasa para expulsar al menos un objeto y/o material desde una boquilla del dispositivo de administración; una fuente de energía mecánica almacenada para proporcionar una fuerza para impulsar el movimiento del émbolo en la dirección axial con respecto a la carcasa; un elemento giratorio sujeto por la carcasa y configurado para girar con respecto a la carcasa, por lo que la rotación del elemento giratorio proporciona una liberación controlada del émbolo para el movimiento del émbolo, en la dirección axial con respecto a la carcasa, bajo la fuerza proporcionada por la fuente de energía mecánica almacenada; y un actuador para que un operador del aparato de émbolo lo opere para inducir la rotación del elemento giratorio con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo para el movimiento axial del émbolo bajo la fuerza proporcionada por la fuente de energía mecánica almacenada.

La rotación del elemento giratorio puede ser, por ejemplo, alrededor de un eje de rotación que es paralelo a la dirección axial. Cuando la rotación del elemento giratorio se produce a través de un desplazamiento rotacional acumulativo dado, el aparato de émbolo puede estar configurado para el movimiento del émbolo, en la dirección axial con respecto a la carcasa, para un desplazamiento longitudinal que depende del desplazamiento rotacional acumulativo.

El émbolo y la carcasa pueden estar configurados mutuamente para un movimiento axial relativo entre sí en el que se inhibe la rotación del émbolo, con respecto a la carcasa a medida que el émbolo se mueve en la dirección axial. El émbolo y el elemento giratorio pueden tener cada uno una superficie roscada respectiva. Cuando el émbolo y el elemento giratorio tienen cada uno una superficie roscada respectiva, las superficies roscadas del émbolo y del elemento giratorio pueden, opcionalmente, estar configuradas para un acoplamiento mutuo, por lo que el elemento giratorio puede estar configurado para la rotación con respecto al émbolo a medida que el elemento giratorio gira con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo.

Cuando el émbolo y el elemento giratorio tienen cada uno una superficie roscada respectiva, las superficies roscadas del émbolo y del elemento giratorio pueden estar configuradas de manera que el elemento giratorio pueda accionarse en sentido inverso con respecto al émbolo. Las superficies roscadas del émbolo y del elemento giratorio pueden estar configuradas para inhibir el movimiento axial del émbolo, con respecto a la carcasa, cuando el elemento giratorio no está girando.

El elemento giratorio y el émbolo pueden estar configurados mutuamente para un movimiento axial el uno con respecto al otro en el que se inhibe la rotación del elemento giratorio, con respecto al émbolo, a medida que el émbolo se mueve en la dirección axial.

El émbolo y la carcasa pueden tener cada uno una superficie roscada respectiva. Cuando el émbolo y la carcasa tienen cada uno una superficie roscada respectiva, las superficies roscadas del émbolo y la carcasa pueden estar configuradas opcionalmente para un acoplamiento mutuo, por lo que el émbolo está configurado para girar con respecto a la carcasa, a medida que el elemento giratorio gira con respecto a la carcasa, para proporcionar la liberación controlada del émbolo.

El elemento giratorio y la carcasa pueden estar configurados mutuamente para un movimiento giratorio relativo entre sí en el que se inhibe el movimiento axial del elemento giratorio con respecto a la carcasa.

La fuente de energía mecánica almacenada puede comprender un resorte que está dispuesto para almacenar energía potencial elástica, antes del accionamiento del aparato de émbolo, para proporcionar la fuerza para impulsar el movimiento del émbolo. El resorte puede estar dispuesto para estar en un estado comprimido para almacenar la energía potencial elástica antes del accionamiento del aparato de émbolo para proporcionar la fuerza para impulsar el movimiento del émbolo. Alternativamente, el resorte puede estar dispuesto para estar en un estado tensado para almacenar la energía potencial elástica antes del accionamiento del aparato de émbolo para proporcionar la fuerza para impulsar el movimiento del émbolo.

La fuente de energía mecánica almacenada puede comprender un actuador neumático para proporcionar una fuerza neumática como fuerza para impulsar el movimiento del émbolo.

El actuador puede estar configurado para un movimiento axial, por parte del operador, con respecto a la carcasa, por lo que el movimiento axial del actuador puede inducir la rotación del elemento giratorio con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo. El actuador y la carcasa pueden estar configurados mutuamente para un movimiento axial relativo entre sí, en el que se puede inhibir la rotación del actuador, con respecto a la carcasa, a medida que el actuador se mueve en la dirección axial.

El actuador y el elemento giratorio pueden tener cada uno una superficie roscada respectiva. Cuando el actuador y el elemento giratorio tienen cada uno una superficie roscada respectiva, las superficies roscadas del actuador y del elemento giratorio pueden, opcionalmente, estar configuradas para un acoplamiento mutuo, por lo que el elemento giratorio está configurado para la rotación con respecto al actuador, a medida que el actuador se mueve en la dirección axial, para proporcionar así la liberación controlada del émbolo. Las superficies roscadas del actuador y del elemento

giratorio pueden configurarse de manera que el elemento giratorio pueda accionarse en sentido inverso con respecto al actuador.

5 El elemento giratorio y el actuador pueden configurarse mutuamente para un movimiento axial relativo entre sí, en el que se puede inhibir la rotación del elemento giratorio, en relación con el actuador, a medida que el actuador se mueve en la dirección axial.

10 El actuador y la carcasa pueden tener cada uno una superficie roscada respectiva. Cuando el actuador y la carcasa tienen cada uno una superficie roscada respectiva, las superficies roscadas del actuador y la carcasa pueden configurarse opcionalmente para un acoplamiento mutuo, por lo que el actuador está configurado para la rotación en relación con la carcasa, para girar el elemento giratorio en relación con la carcasa, por lo que se proporciona la liberación controlada del émbolo.

15 El actuador puede estar provisto de un mecanismo electromecánico para impulsar la rotación del elemento giratorio en relación con la carcasa y, opcionalmente, de un interruptor para la operación del mecanismo electromecánico, por parte de un operador, para controlar la operación del elemento giratorio, por lo que se proporciona la liberación controlada del émbolo.

20 El aparato de émbolo también puede comprender al menos una fuente adicional de energía mecánica para proporcionar una fuerza para impulsar la rotación del elemento giratorio. Por ejemplo, la al menos una fuente adicional de energía mecánica puede comprender un resorte, tal como un resorte de torsión o similar, y/o puede comprender una fuente de energía mecánica alimentada eléctricamente.

25 El aparato de émbolo puede comprender también al menos un elemento para proporcionar una resistencia preconfigurada entre el actuador y la carcasa para resistir el movimiento axial del actuador con respecto a la carcasa, por lo que el actuador puede ser movido por un operador, por ejemplo, aplicando una fuerza sustancialmente uniforme que sea suficiente para vencer la resistencia preconfigurada.

30 La carcasa, el émbolo, el elemento giratorio y el actuador pueden estar configurados mutuamente para la operación del actuador por parte de un operador que aplique una fuerza sustancialmente uniforme para mover el actuador en la dirección axial, por lo que hace girar el elemento giratorio con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo; desde una primera posición con respecto a la carcasa en la que el aparato de émbolo está preparado para su uso; hasta una segunda posición con respecto a la carcasa en la que el aparato de émbolo está configurado para expulsar el al menos un objeto y/o material de la boquilla del dispositivo de administración en funcionamiento.

40 Según un ejemplo, se da a conocer un dispositivo de administración para expulsar al menos un objeto y/o material, comprendiendo el dispositivo de administración una boquilla para expulsar el al menos un objeto y/o material y un aparato de émbolo como se reivindica en cualquier reivindicación precedente.

El dispositivo de administración puede estar configurado para expulsar una lente intraocular en el ojo de un paciente.

45 Según un ejemplo, se da a conocer un procedimiento de fabricación del aparato de émbolo mencionado anteriormente, comprendiendo el procedimiento: proporcionar la carcasa, el émbolo, la fuente de energía mecánica almacenada, el elemento giratorio y el actuador del aparato de émbolo; y ensamblar la carcasa, el émbolo, la fuente de energía mecánica almacenada, el elemento giratorio y el actuador para formar el aparato de émbolo.

50 A continuación se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la Figura 1(a) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional de un aparato de émbolo ejemplar para un dispositivo de administración;

55 la Figura 1(b) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a) cuando se emplea como parte de un dispositivo de administración para una lente intraocular (LIO);

60 la Figura 2(a) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional, con las piezas desmontadas, del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a);

la Figura 2(b) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional de parte del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a);

65 la Figura 3(a) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista en sección tridimensional de parte del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a);

la Figura 3(b) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, otra vista en sección tridimensional del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a);

la Figura 4 es una ilustración que muestra, conceptualmente, las fuerzas que actúan sobre varias partes del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a) durante la operación; y

la Figura 5 es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista en sección tridimensional, parcialmente con las piezas desmontadas, del aparato de émbolo ejemplar de la Figura 1(a) durante el montaje.

Descripción general

Las Figuras 1(a) y 1(b) muestran, en general en 100, un aparato de émbolo para un dispositivo de administración. La Figura 1(a) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional de un aparato de émbolo ejemplar para un dispositivo de administración. La Figura 1(b) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional del aparato de émbolo 100 de la Figura 1(a) empleado como parte de un dispositivo de administración para el despliegue de una lente intraocular (LIO) 102.

Como se ve en la Figura 1(a), el aparato de émbolo 100 se parece a una jeringa médica o similar y comprende un émbolo 104, una carcasa 106, un actuador 108 y un resorte 110 que están dispuestos coaxialmente con respecto a sus ejes longitudinales (es decir, con respecto al eje X-X' en las Figuras 1(a) y 1(b)). La carcasa 106 está configurada para recibir de manera deslizable una parte del émbolo 104 en un extremo de la carcasa 106 y una parte del actuador 108 en el otro extremo de la carcasa 106. El resorte 110 comprende un resorte de compresión que, cuando el aparato de émbolo 100 está completamente ensamblado y listo para su uso, se encuentra en un estado precomprimido. El resorte 110 está dispuesto para proporcionar una fuerza de accionamiento para impulsar el émbolo 104, en la dirección de la flecha A, alejándolo del actuador 108 y la carcasa 106.

Como se ve en la Figura 1(b), el dispositivo de administración de la LIO comprende una vaina alargada similar a una cubierta 112 de sección transversal generalmente circular. La cubierta 112 forma una cámara interna en la que se ubica la LIO 102 (junto con cualquier agente viscoelástico/dispositivo viscoquirúrgico oftálmico (OVD)) para su despliegue. La cubierta 112 tiene una boquilla 114, dispuesta longitudinalmente en un extremo de la cámara interna (coaxialmente con el eje X-X'), a través de la cual la LIO 102 ubicada en la cámara puede ser impulsada por el émbolo 104 durante el funcionamiento. Una abertura 116, está dispuesta longitudinalmente en el extremo de la cámara interna opuesto a la boquilla 114, para recibir el aparato de émbolo 100 para su ensamblaje para formar el dispositivo de administración de LIO. Se apreciará que la ilustración del dispositivo de administración de LIO se proporciona con el fin de ilustrar cómo se puede utilizar el aparato de émbolo 100 y se simplifica por razones de claridad.

El aparato de émbolo 100 está dispuesto de tal manera que, en funcionamiento, un usuario del aparato de émbolo 100 puede operar el dispositivo aplicando una fuerza relativamente baja y generalmente constante entre el actuador 108 y la carcasa 106 (como se indica mediante las flechas F-F') para hacer deslizar el actuador en el sentido de la flecha A. Por ejemplo, el dispositivo se puede operar utilizando una mano mediante el usuario presionando el actuador 108 con un pulgar mientras retiene la carcasa 106 en posición entre dos dedos a la manera de una jeringa.

De manera beneficiosa, las características internas del aparato de émbolo 100 están configuradas para desacoplar la fuerza requerida para mover el émbolo 104 (la "fuerza del émbolo") de la fuerza que se debe aplicar al actuador 108 (la "fuerza de actuación"), en relación con la carcasa 106, para operar el dispositivo. En concreto, como se describirá con más detalle más adelante, las características internas del aparato de émbolo 100 están configuradas de tal manera que, cuando se aplica una fuerza relativamente baja y constante al actuador, el movimiento del actuador a medida que se desliza dentro de la carcasa 106 desencadena el movimiento correspondiente del émbolo 104. Las características del aparato de émbolo 100 están configuradas de manera beneficiosa de tal manera que el émbolo 104 es impulsado, en el sentido A, completamente (o al menos predominantemente) por la fuerza de resorte ejercida por el resorte precomprimido 110.

Las características internas del aparato de émbolo 100 también están configuradas de tal manera que cuando el aparato de émbolo 100 está ensamblado, y no se aplica ninguna fuerza al actuador, el émbolo 104 se mantiene en su posición y la fuerza de resorte no puede impulsar el émbolo 104 en el sentido de la flecha A. Por lo tanto, el movimiento del actuador 106 por parte del operador controla el desplazamiento del émbolo 104 y la velocidad de administración.

Por lo tanto, durante la operación por parte de un usuario, tal como un cirujano, cuando se implementa como parte de un dispositivo de administración de LIO, el émbolo 104 presiona la LIO a través de la sección transversal más estrecha de la boquilla 114 hacia la cámara anterior del ojo. La fuerza relativamente alta requerida para lograr esto (potencialmente hasta 50 N dependiendo de la selección de la lente y la elección del agente viscoelástico) es proporcionada por el resorte 110. Cuando la fuerza de inserción cae drásticamente, una vez que la mayor parte de la lente ha pasado a través de la sección más estrecha de la boquilla 114, el control fino requerido para evitar traumatismos en el ojo es proporcionado por el ajuste fino del actuador 108.

Puede verse, por lo tanto, que el aparato de émbolo ejemplar presentado anteriormente tiene aplicación en un dispositivo de administración de LIO (o dispositivo similar) para la inserción relativamente sin esfuerzo de una LIO (o para la administración de otros objetos o materiales viscosos), de manera que se pueda usar con una sola mano. El dispositivo de administración ejemplar representa una mejora con respecto a muchos dispositivos existentes que se manejan con una sola mano, ya que reduce la fuerza que debe aplicar un cirujano para forzar la lente a través de la boquilla y mejora el control cuando la lente sale de la boquilla. De lo contrario, la fuerza necesaria para empujar la LIO a través de la boquilla 114 sería incómodamente alta para su administración con una sola mano.

Aparato de émbolo

A continuación se describirá con más detalle el aparato de émbolo 100, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a las Figuras 2(a) y 2(b), y a las Figuras 3(a) y 3(b). La figura 2(a) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional, con las piezas desmontadas, del aparato de émbolo 100 de la Figura 1(a). La figura 2(b) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional del émbolo 104 del aparato de émbolo 100. La Figura 3(a) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista tridimensional en sección del émbolo 104 y la carcasa 106 del aparato de émbolo 100 ejemplar de la Figura 1(a) en un estado parcialmente ensamblado. La Figura 3(b) es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista en sección tridimensional del émbolo 104, la carcasa 106 y el actuador 108 del aparato de émbolo 100 ejemplar de la Figura 1(a) en un estado ensamblado.

Como se ve en las Figuras 2(a) a 3(b), el émbolo 104 comprende una punta 118 del émbolo para empujar la LIO 102 desde la boquilla 114 de la cámara de administración de LIO, un retenedor de resorte 120 generalmente en forma de disco para retener el resorte 110 y un cuerpo 122 del émbolo generalmente cilíndrico. La punta 118 del émbolo, el retenedor de resorte 120 y el cuerpo 122 del émbolo están dispuestos coaxialmente entre sí a lo largo de un eje central común (eje X-X'). El cuerpo 122 del émbolo se extiende desde el retenedor de resorte 120 en una dirección a lo largo del eje central X-X' y la punta 118 del émbolo se extiende en el sentido opuesto.

El cuerpo 122 del émbolo comprende una porción roscada 124, una porción de enclavamiento 126 y un tope 128 del émbolo dispuesto a lo largo del eje central X-X'. La porción roscada 124 está ubicada en un extremo del cuerpo 122 del émbolo que está más alejado de la punta 118 del émbolo; el tope 128 del émbolo está ubicado en un extremo del cuerpo 122 del émbolo que está más cerca de la punta 118 del émbolo; y la porción de enclavamiento 126 está ubicada entre el tope 128 del émbolo y la porción roscada 124.

La carcasa 106 comprende una primera porción de cubierta 130 hueca, alargada y generalmente cilíndrica y una segunda porción de cubierta 132 hueca, alargada y generalmente cilíndrica. La primera porción de cubierta 130 tiene un diámetro menor que la segunda porción de cubierta 132 y está alineada coaxialmente con ella. La primera porción de cubierta 130 se extiende desde la segunda porción de cubierta 132 hacia el extremo de la punta del émbolo del aparato de émbolo 100 cuando está ensamblado.

Una brida 134 con forma generalmente anular está provista en un extremo de la segunda porción de cubierta 130 que está más alejado de la punta 118 del émbolo cuando se ha ensamblado el aparato de émbolo 100. La brida 134 tiene un diámetro mayor que la segunda porción de la cubierta 132 y está alineada coaxialmente con ella. Por lo tanto, la brida 134 permite que un usuario coloque un par de dedos contra una superficie lateral del émbolo de la brida, durante el funcionamiento, para retener la carcasa 106 en su posición mientras aplica presión al actuador 108 a la manera de una jeringa o similar.

Como se ve mejor en las Figuras 3(a) y 3(b), la carcasa 106 también está provista de una porción interna hueca, alargada y generalmente cilíndrica 136 que se extiende en un sentido opuesto a la primera porción de cubierta 130, hacia la segunda porción de cubierta 132. La porción interna 136 tiene un diámetro menor que una cámara interior formada por la segunda porción de cubierta 132, y está alineada coaxialmente con la misma. Por lo tanto, la porción interna 136 y las segundas porciones de cubierta 130 definen juntas una cámara 137 de sección transversal anular dentro de la segunda porción de cubierta 132.

La porción interna 136 y la primera porción de cubierta 130 definen, cada una, una cámara interior respectiva, generalmente cilíndrica, que está abierta en ambos extremos. Estas cámaras internas, al estar alineadas coaxialmente entre sí, forman un canal central 138 sustancialmente continuo que está abierto en ambos extremos. La porción interna 136 y la primera porción de cubierta 130 de la carcasa 106, y la porción roscada 124 y la porción de enclavamiento 126 del cuerpo 122 del émbolo, tienen forma y dimensiones que están configuradas mutuamente para permitir que la porción roscada 124 y la porción de enclavamiento 126 se reciban de manera deslizable dentro y a través del canal central 138 de la carcasa 106, cuando se ensambla el aparato de émbolo 100.

La primera porción de cubierta 130 y el tope 128 del émbolo del cuerpo 122 del émbolo están configurados mutuamente de tal manera que cuando el cuerpo 122 del émbolo se recibe de manera deslizable en el canal central 138, durante el ensamblaje, el tope 128 del émbolo, finalmente, se acoplará contra el extremo de la primera porción de cubierta 130 que está más cerca de la punta 118 del émbolo, e inhibirá el movimiento adicional del cuerpo 122 del émbolo en el canal central 138.

La porción de enclavamiento 126 del cuerpo 122 del émbolo tiene aproximadamente la misma longitud que la primera porción de cubierta 130 y, como se ve en la Figura 2(b), comprende una pluralidad de características de enchavetado 126'. Estas características de enchavetado 126' están configuradas para acoplarse con características de enchavetado 130' mutuamente compatibles, dispuestas en la primera porción de cubierta 130, para inhibir la rotación del émbolo 104 cuando el cuerpo 122 del émbolo ha sido recibido en el canal central 138. En este ejemplo, las características de enchavetado 126' de la porción de enclavamiento 126 comprenden una pluralidad de estrías que se extienden a lo largo de la porción de enclavamiento 126. Las características de enchavetado 130' de la primera porción de cubierta 130 comprenden una pluralidad de ranuras que se extienden a lo largo del canal central 138, a lo largo de la primera porción de cubierta 130, y están configuradas para acoplarse con las estrías 126'. Se apreciará, sin embargo, que se puede utilizar cualquier mecanismo adecuado para inhibir la rotación del émbolo 104.

La porción roscada 124 del cuerpo 122 del émbolo tiene una longitud que es mayor que la longitud de la segunda porción de la cubierta 132 de la carcasa 106 de modo que cuando el cuerpo 122 del émbolo ha sido recibido completamente en el canal central 138, con el tope 128 del émbolo en contacto con la primera porción de cubierta 130, la porción roscada se extiende a través y más allá del extremo de la segunda porción de cubierta 132 que está más alejado de la punta 118 del émbolo.

El actuador 108 comprende un cuerpo 140 del actuador hueco, generalmente cilíndrico y alargado que tiene una o más ranuras espirales provistas en su cara interior para formar una superficie roscada interna 142, y una abertura generalmente circular respectivamente en cada extremo. Un botón 144 del actuador se encuentra en un extremo del actuador 108 que está más alejado de la punta 118 del émbolo cuando el aparato de émbolo 100 está ensamblado. El botón 144 del actuador comprende una porción generalmente anular 144-1, que tiene un diámetro mayor que el cuerpo 140 del actuador y está alineada coaxialmente con él, y una tapa 144-2. La porción anular 144-1 y el cuerpo 140 del actuador están configurados mutuamente para definir un rebaje en el que se puede recibir de forma extraíble la tapa 144-2 para cerrar el actuador 108 en el extremo que está más alejado de la punta 118 del émbolo.

Se proporciona un elemento de fricción 146 alrededor de la superficie interior de la abertura en el extremo del actuador 108 que está más alejado de la punta 118 del émbolo. Como se ve en la Figura 3(b), el elemento de fricción 146 está configurado para acoplarse mutuamente con la porción interna cilíndrica 136 de la carcasa 106, cuando se ensambla el aparato de émbolo 100, para proporcionar una fuerza resistiva constante a medida que el actuador 108 se empuja hacia el interior de la carcasa 106, a lo largo del eje X-X', en el sentido de la flecha A.

El elemento de fricción 146 puede comprender cualquier mecanismo adecuado para proporcionar la cantidad requerida de resistencia al movimiento del actuador 108. En este ejemplo, el elemento de fricción comprende un anillo de material apropiado (por ejemplo, caucho o similar) que está configurado para ajustarse alrededor de la porción interna 136 de la carcasa 106, cuando se ensambla el aparato de émbolo 100, como se ve en la Figura 3(b). Se puede ver, por lo tanto, que el elemento de fricción es análogo al tapón de caucho, o similar, que proporciona fricción durante el funcionamiento de una jeringa desechable. Se apreciará, sin embargo, que un elemento de fricción similar puede proporcionarse alternativa o adicionalmente alrededor de la superficie exterior del cuerpo 140 del actuador para su acoplamiento contra una superficie interna de la segunda porción de cubierta 132 de la carcasa 106. Además, se puede utilizar una disposición más sofisticada en la que el elemento de fricción 146 y/o la característica o características relacionadas de la carcasa 106 están especialmente configuradas para reducir la diferencia entre la fricción estática y cinética.

La segunda porción de cubierta 132 de la carcasa 106 y el cuerpo 140 del actuador están configurados mutuamente para la recepción deslizante del cuerpo 140 del actuador, en la carcasa 106, desde el extremo de la segunda porción de cubierta 132 que está más alejado de la punta 118 del émbolo, durante el funcionamiento. La segunda cubierta y las porciones internas 132, 136 de la carcasa 106, el cuerpo 140 del actuador y el elemento de fricción 146 están configurados mutuamente de tal manera que, a medida que el cuerpo 140 del actuador se desliza dentro de la carcasa 106 y el extremo del actuador 108 más cercano a la punta 118 del émbolo entra en la sección transversal anular de la cámara 137, el elemento de fricción 146 se acopla alrededor y contra una superficie exterior de la porción interna 136 para proporcionar la fuerza de resistencia constante contra el movimiento del actuador 108.

El cuerpo 140 del actuador también comprende una pluralidad de características de enchavetado 148 para acoplarse con características de enchavetado correspondientes provistas en la segunda porción de cubierta 132 para inhibir la rotación del actuador 108, cuando el cuerpo 140 del actuador se ha recibido de manera deslizante en la carcasa 106. En este ejemplo, las características de enchavetado 148 del cuerpo 140 del actuador comprenden una pluralidad de estrías que se extienden sustancialmente a lo largo del cuerpo 140 del actuador. Las características de enchavetado de la segunda porción de cubierta 132 comprenden una pluralidad de ranuras que se extienden sustancialmente a lo largo de la segunda porción de cubierta 132 y están configuradas para acoplarse con las estrías 148 del cuerpo del actuador. Se apreciará, sin embargo, que se puede utilizar cualquier mecanismo adecuado para inhibir la rotación del actuador 108.

El resorte 110 se proporciona alrededor, y alineado coaxialmente con el cuerpo 122 del émbolo y la primera porción de cubierta 130. El cuerpo 122 del émbolo y las porciones de cubierta 130, 132 de la carcasa están configurados de

tal manera que, cuando el aparato de émbolo 100 está completamente ensamblado y listo para su uso, el resorte está en un estado precomprimido y se retiene entre el retenedor de resorte 120 del aparato de émbolo 100 y el extremo de la segunda porción de cubierta 132 de mayor diámetro. Por lo tanto, el resorte ejerce una fuerza de resorte sobre el émbolo 104, en el sentido de la flecha A, alejándose del actuador 108 y la carcasa 106.

Como se ve en las Figuras 2(a) a 3(b), el aparato de émbolo 100 también está provisto de un elemento giratorio que, en este ejemplo, tiene la forma de una tuerca 150. La tuerca 150 tiene una superficie roscada interna 152 y una superficie roscada externa 154.

La superficie roscada interna 152 de la tuerca 150 y la porción roscada 124 del cuerpo 122 del émbolo están configuradas mutuamente para acoplarse entre sí para permitir que la tuerca 150 se enrosque sobre la porción roscada 124 y se mueva linealmente con respecto a la porción roscada 124, a medida que la tuerca 150 gira alrededor del eje central X-X'. En este ejemplo, la rosca de la superficie roscada interna 152 de la tuerca 150 y la rosca de la porción roscada 124 son de paso relativamente alto y están configuradas mutuamente de modo que, si la tuerca 150 gira en una dirección, ϕ , el desplazamiento de la tuerca 150 con respecto a la punta 118 del émbolo aumenta (y viceversa). En este ejemplo, la rosca de la porción roscada 124 tiene beneficiosamente una pluralidad de inicios de rosca, aunque se apreciará que esto no tiene por qué ser así.

A modo de ilustración, en este ejemplo de un émbolo accionable en sentido inverso, un intervalo habitual para el paso es entre una y dos veces el diámetro del paso de la rosca del émbolo, aunque se apreciará que la selección del material influye en el paso óptimo y, por lo tanto, los valores fuera de este intervalo pueden ser adecuados dependiendo del material utilizado.

La superficie roscada externa 154 de la tuerca 150 y la superficie roscada interna 142 del cuerpo 140 del actuador están configuradas mutuamente para acoplarse entre sí para permitir que la tuerca 150 se enrosque en el cuerpo 140 del actuador y se mueva linealmente con respecto al cuerpo 140 del actuador, a medida que la tuerca 150 gira alrededor del eje central X-X'. En este ejemplo, la rosca de la superficie roscada externa 154 de la tuerca 50 y la rosca de la superficie roscada interna 142 del cuerpo 140 del actuador tienen un paso relativamente alto y están configuradas mutuamente de modo que, si la tuerca 150 se gira en un sentido, ϕ , el desplazamiento de la tuerca 150 con respecto al botón 144 del actuador disminuye (y viceversa). En este ejemplo, la rosca de la superficie roscada interna 142 tiene de manera beneficiosa una pluralidad de inicios de rosca, aunque se apreciará que no es necesario que esto sea así.

Como se ve en la Figura 3(b), cuando el aparato de émbolo 100 está completamente ensamblado, la tuerca 150 se encuentra tanto en acoplamiento roscado en la porción roscada 124 del cuerpo 122 del émbolo, como en acoplamiento roscado con la superficie interna 142 del cuerpo 140 del actuador. La tuerca 150 se encuentra dentro del cuerpo 140 del actuador, entre el elemento de fricción 146 y el botón 144 del actuador, en contacto con el extremo de la porción interna 136 de la carcasa 106. Por lo tanto, se inhibe el movimiento lineal de la tuerca 150 hacia la punta 118 del émbolo, en el sentido de la flecha A. Este mecanismo permite así controlar el desplazamiento de la punta 118 del émbolo mediante la rotación de la tuerca 150.

En este ejemplo, las roscas en la interfaz entre la porción roscada 124 y la tuerca 150 están configuradas de modo que la tuerca 150 se pueda accionar en sentido inverso con respecto al cuerpo 122 del émbolo. Por lo tanto, cuando un operador ejerce una fuerza sobre el botón 144 del actuador para deslizar el cuerpo 140 del actuador dentro de la carcasa 106, el movimiento del actuador 108 no se ve inhibido por la tuerca 150. En cambio, la tuerca 150 comienza a girar dentro del cuerpo 140 del actuador, y alrededor de la porción roscada 124 del cuerpo 122 del émbolo, sin movimiento axial de la tuerca 150 porque el movimiento axial se ve inhibido por la porción interna 136 de la carcasa 106. Por lo tanto, el émbolo 104 comienza a moverse axialmente, en el sentido de la flecha A, bajo la fuerza ejercida por el resorte 110 contra el retenedor de resorte 120, sin girar porque la rotación del émbolo 104 está inhibida por las características de enchavetado 126' de la porción de enclavamiento 126.

Se puede ver que la rotación de la tuerca 150 a través de un desplazamiento rotacional acumulativo dado proporciona así una liberación del émbolo en el sentido de la flecha A, bajo la fuerza proporcionada por el resorte 110, para un desplazamiento axial acumulativo que es proporcional a ese desplazamiento rotacional. Esta dependencia entre el desplazamiento rotacional y lineal permite un control significativamente mejorado sobre los mecanismos de embrague, y similares, que funcionan para sujetar el émbolo contra la fuerza del resorte, hasta que se opera el embrague o mecanismo similar y el resorte se libera más repentinamente y de una manera menos controlada. La dependencia entre el desplazamiento rotacional y lineal será habitualmente una relación proporcional en la que un desplazamiento rotacional relativamente grande de la tuerca 150 proporciona un movimiento axial relativamente pequeño del émbolo en la dirección longitudinal de la flecha A.

La fuerza que un operador, tal como un cirujano, ejerce sobre el actuador 108 es por lo tanto efectivamente una fuerza constante. Esta fuerza sustancialmente constante es igual a la fuerza requerida para vencer la fuerza resistiva proporcionada por el elemento de fricción 146, para mover el actuador 108 con respecto a la carcasa 106, menos una fuerza resultante, en el sentido de la flecha A, que la rosca externa de la tuerca 150 ejerce sobre la rosca del cuerpo 140 del actuador (por ejemplo, como resultado de la fuerza del resorte 110 que actúa sobre el émbolo 104 para impulsar la rotación de la tuerca 150).

Se puede ver que, mediante el diseño apropiado de los diversos pasos de rosca y del elemento de fricción 146, el aparato de émbolo puede configurarse para garantizar que la fuerza del resorte sea insuficiente para provocar una rotación inducida por retroceso de la tuerca 150 sin el funcionamiento del actuador 108.

En este ejemplo, las partes roscadas del aparato de émbolo 100 descritas anteriormente también están configuradas para proporcionar una relación esencialmente de uno a uno entre el desplazamiento del actuador y el desplazamiento del émbolo.

En este ejemplo, hay una serie de opciones de diseño que pueden utilizarse para optimizar el aparato de émbolo 100, en particular para minimizar la fuerza axial de la tuerca 150 sin que la fuerza cambie efectivamente de dirección. Estas opciones incluyen, por ejemplo, la selección de: los tipos de material utilizado; acabados superficiales; pasos y perfiles de rosca; y diseño del cojinete de empuje entre la tuerca 150 y la carcasa 106.

La Figura 4 es una ilustración que muestra, conceptualmente, las fuerzas que actúan sobre varias partes del aparato de émbolo 100 ejemplar de la Figura 1(a) cuando se implementa como parte de un dispositivo de administración de LIO, durante el funcionamiento, en función del desplazamiento de la punta 118 del émbolo.

Como se ilustra en la Figura 4, la fuerza del resorte disminuye, sustancialmente de manera lineal, desde su valor máximo, cuando el resorte 110 está en su estado precomprimido y la punta 118 del émbolo está en desplazamiento cero, hasta un valor inferior cuando se dispensa la LIO 102. La fuerza de administración, necesaria para administrar la LIO 102 al ojo, aumenta a medida que la LIO 102 se presiona contra la boquilla con estrechamiento 114 antes de caer bruscamente a medida que la LIO 102 pasa a través del extremo de la boquilla 114. La fuerza del operador, necesaria para accionar el actuador 108, permanece baja y constante durante todo el procedimiento.

Como reconocerían los expertos en la materia, la fricción seca cinética puede ser significativamente menor que la fricción seca estática. Una diferencia demasiado grande entre estas fricciones podría dar como resultado una fricción estática no deseada y perceptible. En consecuencia, los materiales utilizados se seleccionan para tener esto en cuenta, de modo que la parada y el arranque no den como resultado picos significativos de la fuerza del operador.

Se puede ver, por lo tanto, que la fuerza del émbolo está desacoplada de la fuerza de accionamiento, y el desplazamiento del actuador 106, por parte del operador, da como resultado un desplazamiento correspondiente de la punta 118 del émbolo que se puede controlar con mayor precisión. De este modo, el aparato de émbolo 100 se puede utilizar con una sola mano, lo que reduce la fuerza que de otro modo tendría que aplicar un operador y también proporciona un mayor control.

Montaje y almacenamiento del aparato de émbolo

Se describirá el posible montaje y almacenamiento del aparato de émbolo, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a la Figura 5, que es una ilustración que muestra, esquemáticamente, una vista en sección tridimensional, parcialmente con las piezas desmontadas, del aparato de émbolo 100 ejemplar de la Figura 1(a) durante el montaje. Se apreciará que el procedimiento de montaje descrito es ilustrativo y que se pueden utilizar diferentes procedimientos de montaje dependiendo de cómo se implemente el aparato de émbolo 100.

Durante el montaje, el émbolo 104, el resorte 110, la carcasa 106, el elemento de fricción 146 y el actuador 108 se ensamblan juntos como se ilustra en la Figura 5, en un grupo inicial de pasos de montaje. Específicamente, el resorte 110 se coloca sobre el cuerpo 122 del émbolo contra el retenedor de resorte 120, y el émbolo 104 se introduce en la primera porción de cubierta 130 de la carcasa 106 y se empuja a una posición de inicio comprimiendo de ese modo el resorte 110. El elemento de fricción 146 se coloca en la ubicación correcta ya sea dentro del cuerpo 140 del actuador, o alrededor del extremo saliente de la porción interna 136 de la carcasa 106. El cuerpo 140 del actuador del 108 se introduce en la primera porción de cubierta 130 de la carcasa 106 para ubicar el actuador 108 en su posición de inicio con el elemento de fricción 146 acoplado en la ubicación correcta tanto dentro del cuerpo 140 del actuador como alrededor de la porción interna 136 de la carcasa 106.

Para facilitar el montaje y desmontaje, como se ve en la Figura 5, el aparato de émbolo 100 de este ejemplo está configurado para proporcionar acceso para la instalación y extracción de la tuerca 150, a través de la abertura en el extremo del cuerpo 140 del actuador más alejado de la punta 118 del émbolo, mediante la extracción de la tapa 144-2.

La tuerca 150 se ofrece a través de la abertura de acceso en el cuerpo 140 del actuador y se enrosca hasta que la tuerca se acopla contra el extremo saliente de la porción interna 136 de la carcasa 106. Para este fin, se puede proporcionar una herramienta, tal como una llave de tubo o similar, con un par de salientes para manipulación. Una vez que la tuerca 150 alcanza su posición final, el aparato de émbolo 100 está listo mecánicamente y la abertura en el cuerpo 140 del actuador se puede cubrir mediante la tapa 144-2.

Se puede proporcionar un clip de resorte extraíble 160, o similar, para colocarlo sobre los extremos del resorte

precomprimido y para soportar la carga del resorte 110 durante el almacenamiento. El clip 160 protege al aparato de émbolo 100 del deslizamiento que, de otro modo, podría surgir como resultado de las fuerzas ejercidas por el resorte cargado. El clip 160 se puede retirar como parte de un procedimiento para cebar el dispositivo antes de su uso.

5 Modificaciones y alternativas

Por ejemplo, se apreciará que, si bien el ejemplo anterior se describe en el contexto de un dispositivo de administración de LIO, los principios técnicos descritos se pueden extender a procedimientos fuera del espacio de administración de LIO. Por ejemplo, los principios podrían aplicarse en cualquier situación en la que se requiera que un médico u otro operador despliegue una fuerza potencialmente alta mientras mantiene simultáneamente un alto nivel de precisión y control para administrar un material u objeto. Incluso cuando la fuerza o precisión requerida no es particularmente grande, como reconocerían los expertos en la materia, las características descritas anteriormente tienen el potencial de reducir el riesgo de lesiones por esfuerzo repetitivo en cualquier procedimiento similar en el que se requiera que un operador administre rutinariamente una sustancia u objeto. En ortopedia, por ejemplo, procedimientos similares pueden incluir la inyección de biomateriales, cemento óseo y ácido hialurónico. Pueden encontrarse aplicaciones similares en cirugía de columna y odontología.

Puede verse que el aparato de émbolo ejemplar descrito anteriormente está configurado para evitar cualquier contragolpe en la cadena de componentes desde el actuador hasta la punta del émbolo y que existe esencialmente una relación de uno a uno entre la posición del actuador y la posición del émbolo. Esto significa que el concepto se presta a cualquier aplicación en la que se requiera el posicionamiento preciso de algo en la punta del émbolo controlando el desplazamiento del actuador. Otras aplicaciones que pueden beneficiarse de dicho control pueden encontrarse en cardiología, por ejemplo, para la colocación de válvulas cardíacas y stents, y neurología.

La presencia del resorte precargado, que permite que el dispositivo de administración esté esencialmente libre de contragolpes, significa que existe el potencial de utilizar los mismos principios para proporcionar un instrumento de alta precisión que podría utilizarse para la administración precisa y medible de medicamentos valiosos.

Sin embargo, se apreciará que la relación entre el desplazamiento del actuador y el desplazamiento del émbolo no necesita ser de uno a uno. Con un diseño apropiado, el cuerpo del actuador y del émbolo podrían configurarse de manera que un pequeño desplazamiento del actuador conduzca a un gran desplazamiento del émbolo, lo que puede ser beneficioso cuando el dispositivo en el que se implementa el aparato del émbolo se utiliza para administrar una cierta cantidad de sustancia rápidamente. Por el contrario, el cuerpo del actuador y del émbolo podrían configurarse de manera que un gran desplazamiento del actuador conduzca a un pequeño desplazamiento del émbolo (por ejemplo, para proporcionar un control más preciso en la punta del émbolo). La relación entre el desplazamiento del actuador y del émbolo se puede configurar esencialmente para que sea un número fijo, por ejemplo, de modo que un desplazamiento del actuador de 10 mm dé como resultado un recorrido del émbolo de, por ejemplo, 0,5 mm.

Se apreciará que el dispositivo se puede implementar como un dispositivo desechable o como un dispositivo reutilizable.

Se apreciará que, si bien el uso del resorte precomprimido para proporcionar la fuente de energía para accionar el émbolo es particularmente beneficioso, se podría utilizar otra fuente de energía mecánica como alternativa al resorte o además de él. Por ejemplo, se podría utilizar un actuador neumático o similar. Un actuador neumático de este tipo puede, por ejemplo, ser alimentado por una fuente de aire comprimido, separada del dispositivo inyector, y conducida al dispositivo por medio de un tubo flexible o similar. El aire comprimido es generalmente una fuente de energía fácilmente disponible, aunque los actuadores neumáticos a veces pueden ser difíciles de controlar.

Se apreciará que el resorte puede estar dispuesto para estar en un estado tensado para proporcionar la fuente de energía para accionar el émbolo.

Si bien, en el ejemplo anterior, la rotación de la tuerca accionada en sentido inverso está controlada por el movimiento del actuador controlado axialmente, la rotación podría controlarse de otras maneras. Por ejemplo, el control de la rotación podría proporcionarse mediante un amortiguador rotatorio, tal como un amortiguador electromecánico. El operador en este escenario puede, por ejemplo, estar provisto de un medio para encender o apagar el amortiguador y/o una rueda unida a una resistencia variable para controlar la velocidad de administración.

Se apreciará que, si bien las roscas del ejemplo descrito anteriormente se eligen de manera que la tuerca se pueda accionar en sentido inverso con respecto a la parte roscada del cuerpo del émbolo, se podría implementar un aparato de émbolo en el que las roscas estén configuradas de manera que la tuerca no se pueda accionar en sentido inverso con respecto al émbolo. La rotación de la tuerca en una disposición en la que no se puede accionar en sentido inverso por el émbolo todavía se puede accionar mediante un actuador como se describe para el ejemplo anterior, aunque las fuerzas en juego entre la tuerca y el actuador son diferentes, ya que se acoplarán diferentes caras del perfil de la rosca. Por ejemplo, si la tuerca no se puede accionar en sentido inverso con respecto al émbolo, entonces la fuerza que el operador ejerce sobre el actuador será habitualmente la suma de la fuerza requerida para mover el actuador con respecto a la carcasa y la fuerza que el actuador ejerce sobre la rosca de la tuerca para hacer que la tuerca gire.

Se puede proporcionar un mecanismo en el aparato de émbolo para aplicar una fuerza para rotar activamente la tuerca y, por lo tanto, permitir que el émbolo se impulse hacia adelante. Aunque un mecanismo de este tipo es particularmente beneficioso cuando la tuerca no se puede accionar en sentido inverso, también se puede utilizar de forma beneficiosa cuando la tuerca se puede accionar en sentido inverso. Por ejemplo, la rotación de la tuerca podría ser impulsada por medios electromecánicos, tales como un motorreductor o un motor paso a paso, donde el cirujano dispone de un medio para detener e iniciar la rotación, y posiblemente para controlar la velocidad de administración. Una ventaja de tener un resorte precomprimido que proporciona la fuerza motriz mecánica principal en este caso es que el motor sólo necesita proporcionar un par de torsión relativamente bajo, es decir, suficiente para superar la fricción.

Alternativamente, o adicionalmente, se puede proporcionar un resorte de torsión en la cavidad anular que se precarga cuando se ensambla el dispositivo. Este resorte de torsión se puede configurar para actuar sobre la tuerca para proporcionar una fuerza activa para girar la tuerca en una dirección que hará funcionar el émbolo.

En el ejemplo descrito con referencia a las Figuras, ni el émbolo ni el actuador pueden girar con respecto a la carcasa por medio de características de enchavetado en forma de estrías y ranuras asociadas. Se apreciará que existen otras formas de proporcionar un efecto similar. Las características de enchavetado entre la carcasa y el émbolo pueden, por ejemplo, estar en espiral, siempre que su paso y dirección sean diferentes del acoplamiento de rosca entre el émbolo y la tuerca. En una implementación en la que la interfaz entre el émbolo y la carcasa esté roscada, la interfaz entre la tuerca y el émbolo podría elegirse para que sea una estría recta.

De manera similar, las interfaces entre la tuerca y el actuador y entre el actuador y la carcasa pueden modificarse. La interfaz entre la tuerca y el actuador podría ser una estría recta, mientras que la interfaz entre la carcasa y el actuador puede estar roscada, o ambas interfaces pueden estar roscadas.

La rosca entre la tuerca y el actuador podría estar en el sentido opuesto con respecto a la rosca en el émbolo. En esta disposición, el émbolo y el actuador se desplazarían en sentidos opuestos, durante el funcionamiento, y el operador tendría que sacar el actuador de la carcasa para permitir que el émbolo se impulse hacia adelante.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de émbolo (100) para un dispositivo de administración adecuado para administrar un objeto o sustancia, tal como una lente intraocular, comprendiendo el aparato de émbolo (100):

una carcasa (106);
un émbolo (104) configurado para moverse en una dirección axial con respecto a la carcasa para expulsar al menos un objeto y/o material desde una boquilla del dispositivo de administración;
una fuente (110) de energía mecánica almacenada para proporcionar una fuerza para impulsar el movimiento del émbolo en la dirección axial con respecto a la carcasa;
un elemento giratorio (150) retenido por la carcasa y configurado para girar con respecto a la carcasa, alrededor de un eje de rotación que es paralelo a la dirección axial, con lo que la rotación del elemento giratorio a través de un desplazamiento rotacional acumulativo dado proporciona una liberación controlada del émbolo para el movimiento del émbolo, en la dirección axial con respecto a la carcasa, bajo la fuerza proporcionada por la fuente de energía mecánica almacenada, para un desplazamiento longitudinal que depende del desplazamiento rotacional acumulativo; y
un actuador (108) para que un operador del aparato de émbolo lo opere para inducir la rotación del elemento giratorio con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo para el movimiento axial del émbolo bajo la fuerza proporcionada por la fuente de energía mecánica almacenada.

2. Aparato de émbolo, según la reivindicación 1, en el que el émbolo y la carcasa están configurados mutuamente para un movimiento axial entre sí en el que se inhibe la rotación del émbolo con respecto a la carcasa a medida que el émbolo se mueve en la dirección axial.

3. Aparato de émbolo, según la reivindicación 1 o 2, en el que el émbolo y el elemento giratorio tienen cada uno una superficie roscada respectiva, en el que las superficies roscadas del émbolo y del elemento giratorio están configuradas para un acoplamiento mutuo, por lo que el elemento giratorio está configurado para la rotación con respecto al émbolo a medida que el elemento giratorio gira con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo.

4. Aparato de émbolo, según la reivindicación 3, en el que las superficies roscadas del émbolo y del elemento giratorio están configuradas de tal manera que el elemento giratorio se puede accionar en sentido inverso con respecto al émbolo y/o,

en el que las superficies roscadas del émbolo y del elemento giratorio están configuradas para inhibir el movimiento axial del émbolo, con respecto a la carcasa, cuando el elemento giratorio no está siendo girado.

5. Aparato de émbolo, según la reivindicación 1, en el que el elemento giratorio y el émbolo están configurados mutuamente para un movimiento axial entre sí, en el que se inhibe la rotación del elemento giratorio, con respecto al émbolo, a medida que el émbolo se mueve en la dirección axial.

6. Aparato de émbolo, según la reivindicación 1 o 5, en el que el émbolo y la carcasa tienen cada uno una superficie roscada respectiva, en el que las superficies roscadas del émbolo y la carcasa están configuradas para un acoplamiento mutuo, por lo que el émbolo está configurado para girar con respecto a la carcasa, a medida que el elemento giratorio gira con respecto a la carcasa, para proporcionar la liberación controlada del émbolo.

7. Aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento giratorio y la carcasa están configurados mutuamente para un movimiento de rotación relativo entre sí, en el que se inhibe el movimiento axial del elemento giratorio con respecto a la carcasa.

8. Aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de energía mecánica almacenada comprende un resorte que está dispuesto para almacenar energía potencial elástica antes del accionamiento del aparato de émbolo para proporcionar la fuerza necesaria para impulsar el movimiento del émbolo, o un actuador neumático para proporcionar una fuerza neumática como fuerza para impulsar el movimiento del émbolo.

9. Aparato de émbolo, según las reivindicaciones 1 a 7, en el que la fuente de energía mecánica almacenada comprende un resorte que está dispuesto para almacenar energía potencial elástica antes del accionamiento del aparato de émbolo para proporcionar la fuerza para impulsar el movimiento del émbolo, y en el que el resorte está dispuesto para estar en un estado comprimido para almacenar la energía potencial elástica antes del accionamiento del aparato de émbolo para proporcionar la fuerza para impulsar el movimiento del émbolo.

10. Aparato de émbolo, según cualquier reivindicación anterior, en el que el actuador está configurado para un movimiento axial, por parte del operador, con respecto a la carcasa, por lo que el movimiento axial del actuador induce la rotación del elemento giratorio con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo y/o,

en el que el actuador y la carcasa están configurados mutuamente para un movimiento axial entre sí en el que se inhibe la rotación del actuador, con respecto a la carcasa, a medida que el actuador se mueve en la dirección axial.

11. Aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el actuador y el elemento giratorio tienen cada uno una superficie roscada respectiva, en el que las superficies roscadas del actuador y del elemento giratorio están configuradas para un acoplamiento mutuo, de modo que el elemento giratorio está configurado para girar con respecto al actuador cuando el actuador se mueve en la dirección axial, para proporcionar así la liberación controlada del émbolo, en el que preferentemente las superficies roscadas del actuador y del elemento giratorio están configuradas de modo que el elemento giratorio se puede accionar en sentido inverso con respecto al actuador.

12. Aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el elemento giratorio y el actuador están configurados mutuamente para un movimiento axial entre sí, en el que se inhibe la rotación del elemento giratorio con respecto al actuador cuando el actuador se mueve en la dirección axial.

13. Aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 o 12, en el que el actuador y la carcasa tienen cada uno una superficie roscada respectiva, en el que las superficies roscadas del actuador y la carcasa están configuradas para un acoplamiento mutuo, por lo que el actuador está configurado para girar con respecto a la carcasa, para hacer girar el elemento giratorio con respecto a la carcasa, por lo que se proporciona la liberación controlada del émbolo.

14. Aparato de émbolo, según cualquier reivindicación anterior, en el que el actuador está provisto de un mecanismo electromecánico para impulsar la rotación del elemento giratorio con respecto a la carcasa y un interruptor para el funcionamiento del mecanismo electromecánico, por parte de un operador, para controlar el funcionamiento del elemento giratorio, por lo que se proporciona la liberación controlada del émbolo.

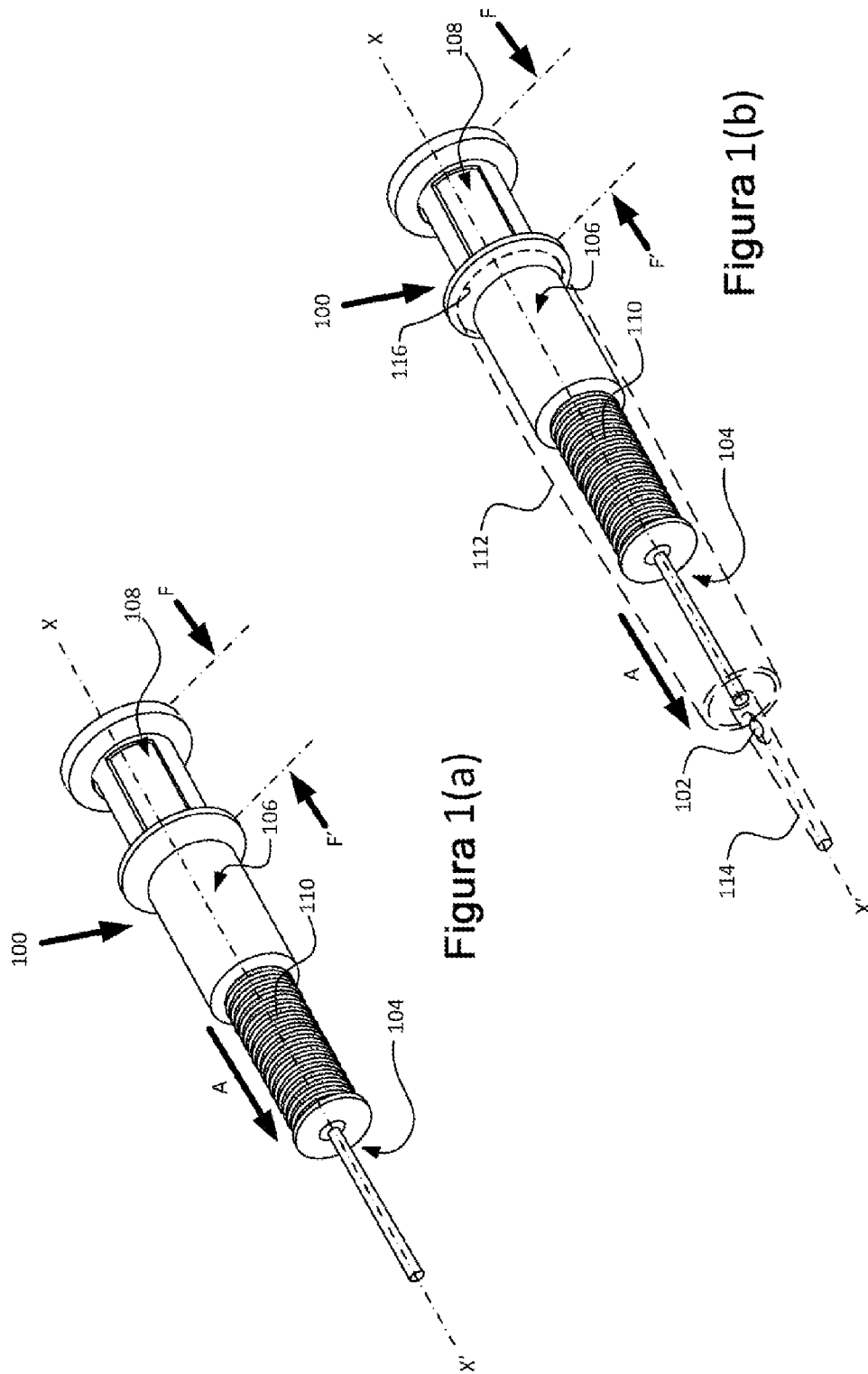
15. Aparato de émbolo, según cualquier reivindicación anterior, que comprende, además, al menos un elemento para proporcionar una resistencia preconfigurada entre el actuador y la carcasa para resistir el movimiento axial del actuador con respecto a la carcasa, por lo que el actuador puede moverse por un operador que aplica una fuerza sustancialmente uniforme que es suficiente para vencer la resistencia preconfigurada.

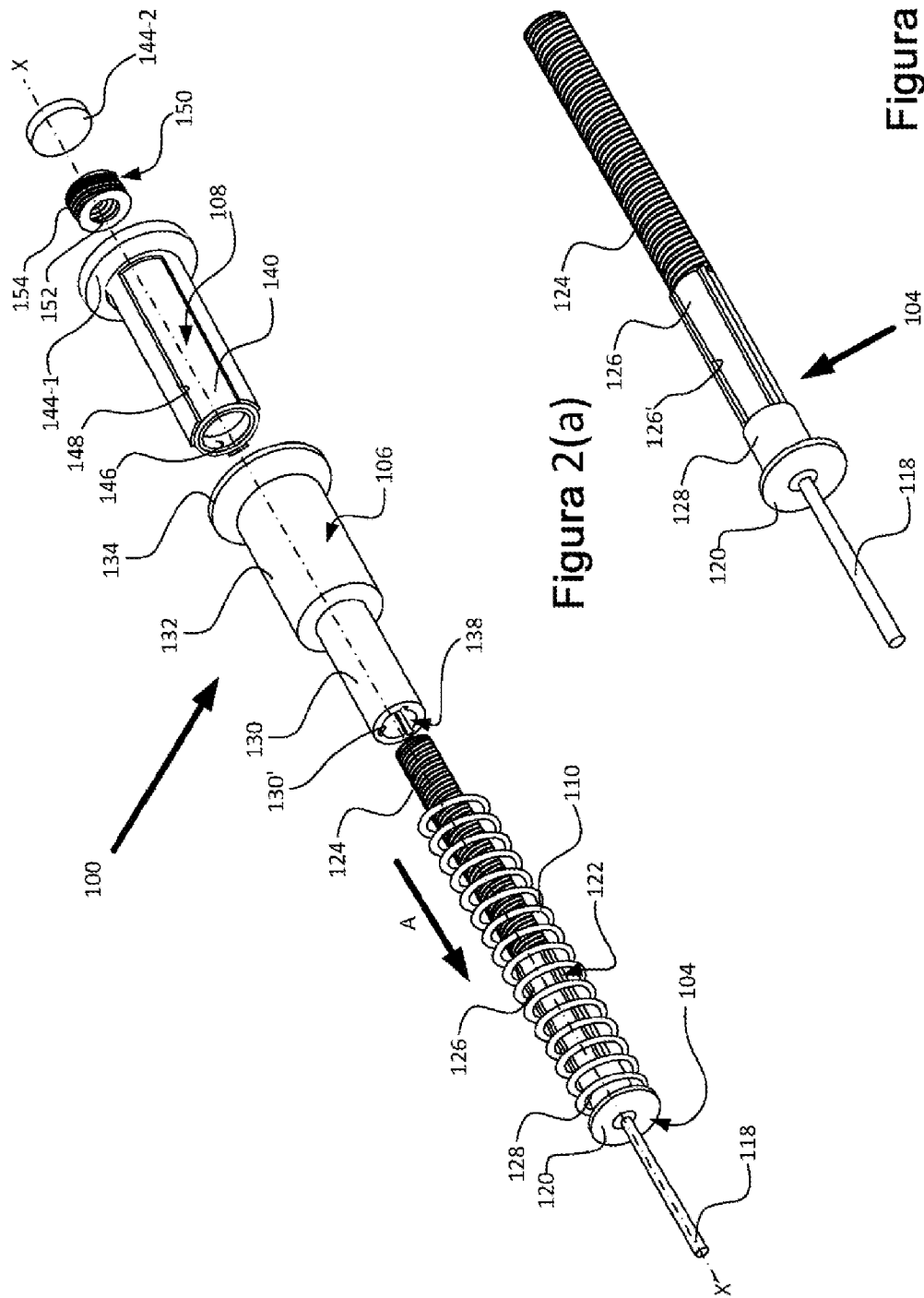
16. Aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carcasa, el émbolo, el elemento giratorio y el actuador están configurados mutuamente para que un operador pueda hacer funcionar el actuador aplicando una fuerza sustancialmente uniforme para mover el actuador en la dirección axial, con lo que se hace girar el elemento giratorio con respecto a la carcasa para proporcionar la liberación controlada del émbolo; desde una primera posición con respecto a la carcasa en la que el aparato de émbolo está preparado para su uso; hasta una segunda posición con respecto a la carcasa en la que el aparato de émbolo está configurado para expulsar el al menos un objeto y/o material de la boquilla del dispositivo de administración en funcionamiento.

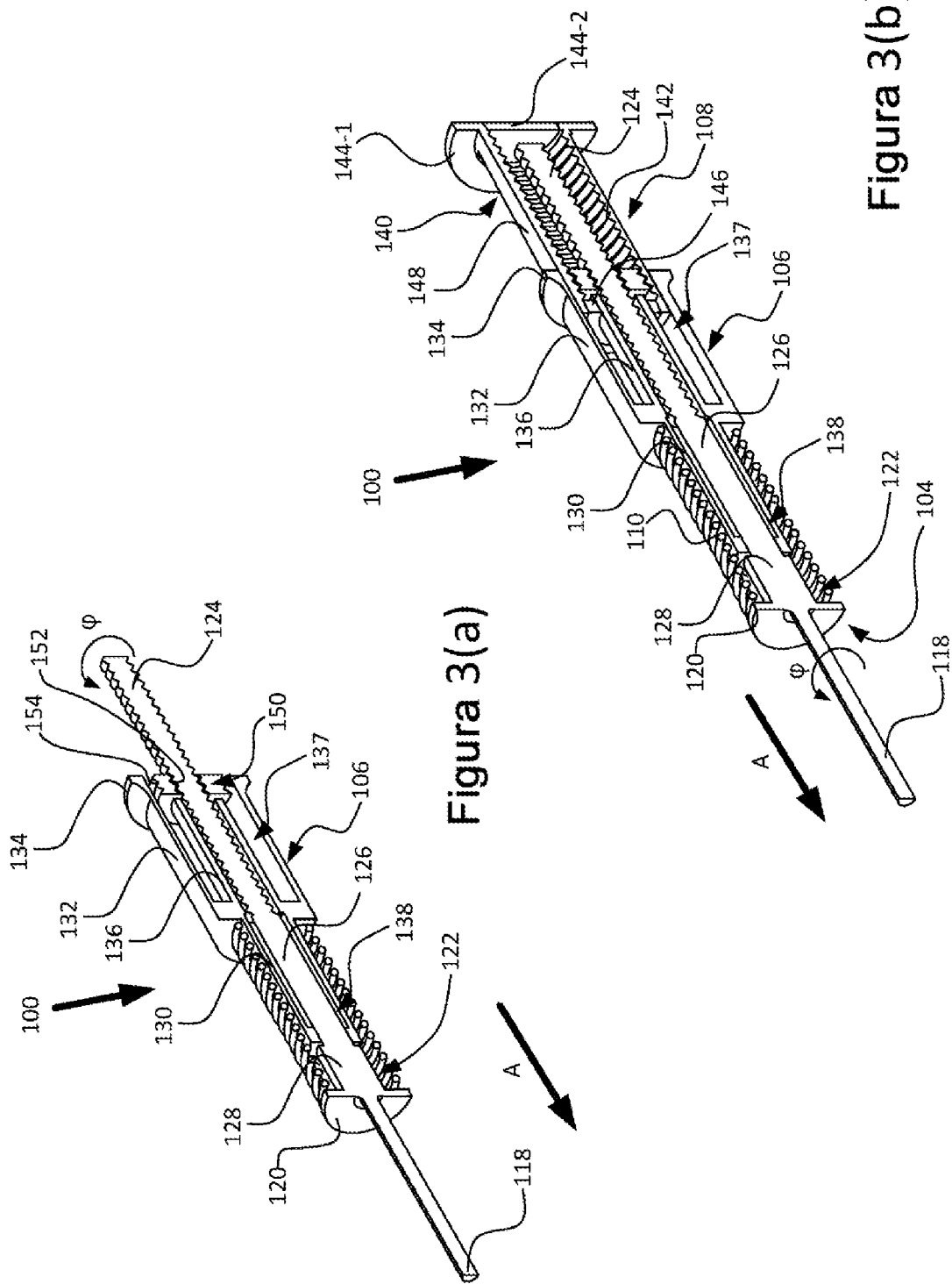
17. Dispositivo de administración para expulsar al menos un objeto y/o material, comprendiendo el dispositivo de administración una boquilla (114) para expulsar el al menos un objeto y/o material y un aparato de émbolo (100), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y en el que preferentemente el dispositivo de administración está configurado para expulsar una lente intraocular en el ojo de un paciente.

18. Procedimiento para fabricar un aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar la carcasa, el émbolo, la fuente de energía mecánica almacenada, el elemento giratorio y el actuador del aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16; y
ensamblar la carcasa, el émbolo, la fuente de energía mecánica almacenada, el elemento giratorio y el actuador para formar el aparato de émbolo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.







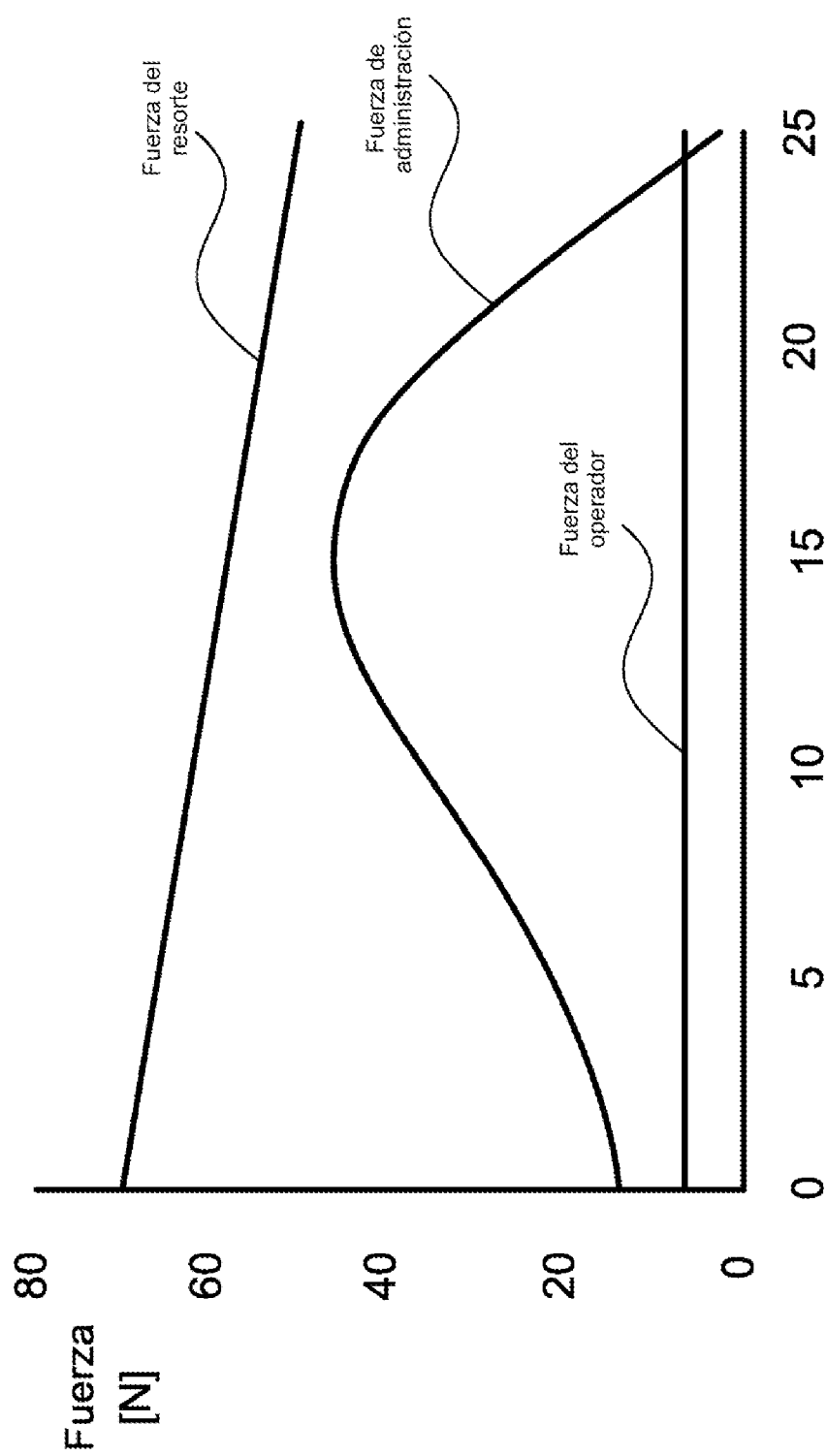


Figura 4

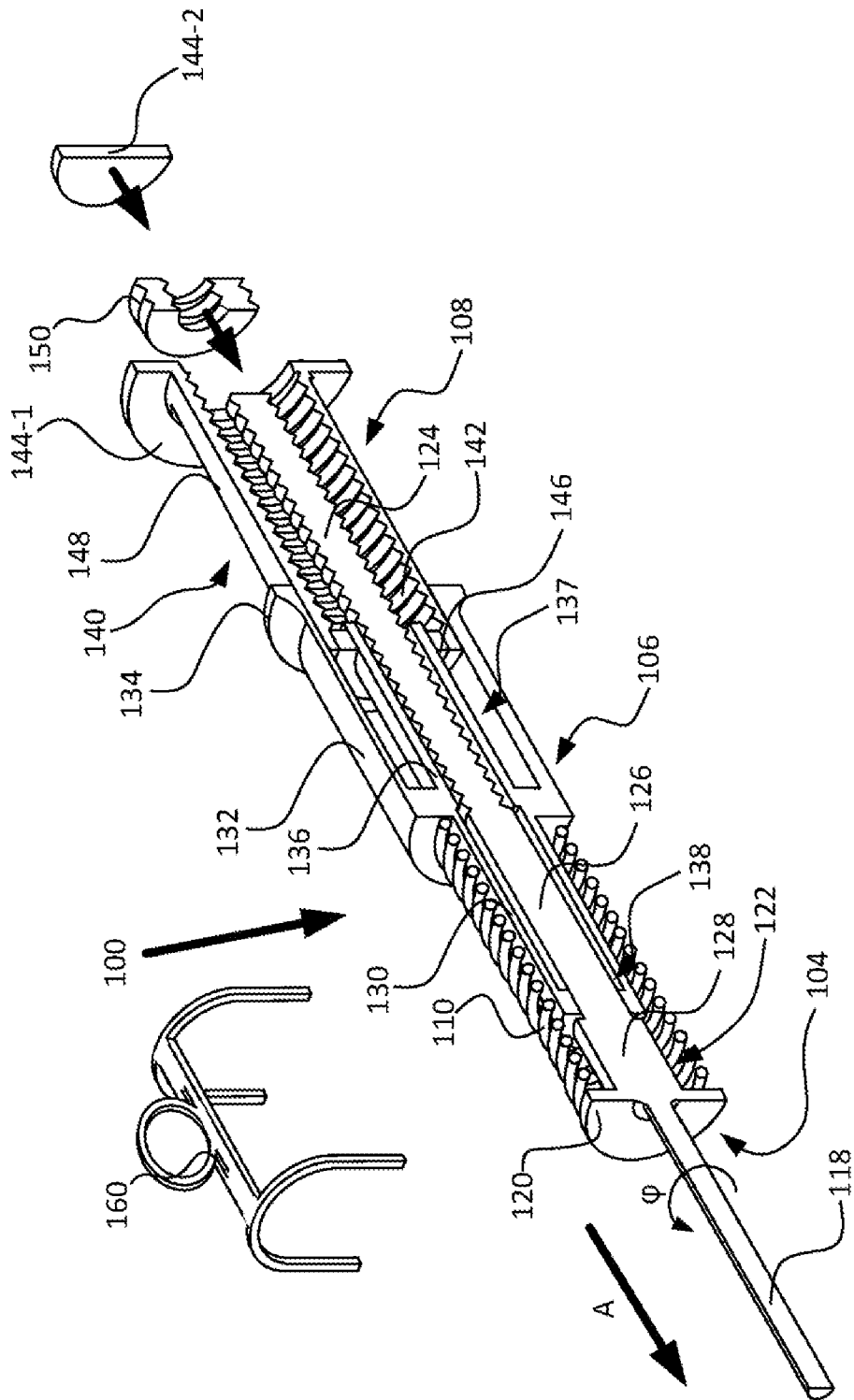


Figura 5