

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 211**

51 Int. Cl.:

**B23D 31/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2014** **E 15154076 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017** **EP 2889098**

54 Título: **Procedimiento para la rotura de una biela**

30 Prioridad:

**24.05.2013 EP 13382192**

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

**11.10.2017**

73 Titular/es:

**GAINDU, S.L. (100.0%)**  
**Polígono Olaso, 45**  
**20870 Elgóibar (Guipuzcoa), ES**

72 Inventor/es:

**PRIETO, GORKA y**  
**PEÑA, JAVIER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 637 211 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**

Procedimiento para la rotura de una biela

**5 Campo técnico**

La invención se refiere a máquinas y procedimientos para la producción de bielas, y especialmente a las máquinas para realizar la rotura de la cabeza de las bielas, y acciones relacionadas. En particular, la invención se refiere a un procedimiento de rotura de una biela de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Dicho procedimiento es conocido en general por el documento WO- 2013/034782-A1.

**Estado de la técnica**

En motores de combustión interna para automóviles, la biela se usa para conectar el pistón al cigüeñal. Las bielas se fabrican habitualmente de metal, tal como acero, aunque también pueden usarse otros materiales, por ejemplo, para conseguir una ligereza deseada. Una biela normalmente tiene un pie con un orificio pequeño, y una cabeza con un orificio grande. El pie se conecta al pistón mediante un pasador o similar, y la cabeza normalmente se conecta al cigüeñal.

La figura 1 ilustra un diseño típico de una biela. La biela 1000 comprende lo que en adelante se denominará una pieza de cuerpo o cuerpo 1001 (que comprende la parte de vástago 1004 y el pie 1003 en el que se forma el orificio pequeño 1005, así como parte de la cabeza en la que se forma el orificio grande 1006), y un sombrerete 1002 que, junto con la cabeza del cuerpo 1001, define el orificio grande 1006. El sombrerete 1002 se sujeta al cuerpo mediante tornillos 1007 que se atornillan en orificios correspondientes. La junta 1008 entre el cuerpo 1001 y el sombrerete 1002 a menudo es difícil de ver en la biela terminada.

La biela se obtiene mecanizando una pieza en bruto en forma de un único trozo de metal para producir una pieza en bruto de biela que comprende tanto el pie con el orificio pequeño como la cabeza con el orificio grande. Esta pieza en bruto de biela a continuación se divide en el cuerpo 1001 y el sombrerete 1002. Esta operación normalmente se denomina "rotura" de la biela, una operación que normalmente se realiza introduciendo un objeto, tal como dos piezas de mandril de expansión, en el orificio grande 1006, y separando estas dos piezas de mandril usando, por ejemplo, un elemento de cuña. Antes de realizar la propia rotura, se han realizado "muescas" en la cabeza, por ejemplo, mediante láser u otro medio adecuado, para establecer muescas que definen el plano en el que la cabeza se dividirá durante la separación de las dos piezas de mandril de expansión.

Debido al hecho de que el sombrerete 1002 y el cuerpo 1001 están separados entre sí "rompiendo" de hecho el metal (en lugar de, por ejemplo, cortando o por otros medios, o en lugar de producir el cuerpo y el sombrerete a partir de dos piezas en bruto independientes), las superficies en las que el cuerpo y el sombrerete se conectan uno con el otro se ajustan muy bien entre sí, una vez que el cuerpo y el sombrerete se han vuelto a montar para formar la biela.

La rotura de piezas en bruto de biela es convencional en la técnica de fabricación de bielas de conexión.

Por ejemplo, el documento DE-19841027-C1 describe una máquina usada para la rotura de bielas. Se usa un láser para producir las muescas que definen el plano de división. La rotura se realiza usando lo que parecen ser dos semimandriles de expansión, que se expanden debido al movimiento de un elemento de cuña. La máquina comprende además medios para atornillar el sombrerete en el cuerpo.

El documento US-6457621-B1 enseña un dispositivo para separar el cuerpo y el sombrerete de una biela, partiendo la cabeza usando dos semimandriles de expansión y una cuña de separación. El dispositivo comprende una mitad de dispositivo fijo y una mitad de dispositivo móvil. El documento US-6457621-B1 describe ampliamente cómo la pieza en bruto de biela puede fijarse en su posición durante la operación.

Asimismo los documentos DE-9320463-U1, EP-568119-A1 y EP-467198-A1 describen diferentes disposiciones para la rotura de bielas de conexión.

El documento US-6671955-B1 describe un procedimiento para tratar una biela tras su rotura, aplicando un tratamiento de vibración. Las superficies de división están en contacto durante el tratamiento de vibración.

Generalmente, el elemento expansible usado para la rotura de la cabeza, tal como un elemento expansible que comprende dos semimandriles de expansión, se actúa mediante émbolos mecánicos y, más frecuentemente, mediante sistemas hidráulicos. Se ha considerado que los sistemas hidráulicos funcionan bien y son en general fiables. Sin embargo, se considera que los sistemas hidráulicos pueden implicar ciertas desventajas. Por ejemplo, no siempre son tan limpios como se podría desear, y se cree que la estabilidad y el control de los procesos pueden estar lejos de ser perfectos. Además, los sistemas hidráulicos requieren sensores para verificar la velocidad, fuerza, posición, etc. También el funcionamiento de la máquina con actuadores hidráulicos puede depender de factores

externos tales como la temperatura. El funcionamiento del sistema hidráulico puede, a largo plazo, estar influenciado por la temperatura, dado que ésta influye en la viscosidad del fluido del sistema. Por ello, el rendimiento puede variar con la temperatura. También, al menos en algunas disposiciones conocidas, el consumo de energía de los sistemas hidráulicos o neumáticos puede ser bastante alto.

5 El documento US-2005/0044706-A1 enseña el uso de un motor de pasos combinado con un dispositivo de guía o de leva para actuar sobre un elemento de expansión para la rotura de la cabeza de una biela. Se desplaza una cuña en la dirección vertical dependiendo de la posición de un par de rodillos sobre una guía que tiene unas superficies de  
10 leva superior e inferior. Las diferentes partes de la superficie superior e inferior de la guía se colocan a diferentes niveles, mediante lo que la guía, cuando se dimensiona correctamente, hace posible mover con mucha precisión la cuña entre diferentes posiciones, en la dirección vertical. De ese modo, es posible obtener un desplazamiento muy preciso de la cuña en la dirección vertical, incluso cuando se usa un motor de pasos bastante simple y no caro.

15 Un inconveniente con el sistema desvelado en el documento US-2005/0044706-A1 es que las diferentes posiciones de la cuña en la dirección vertical se determinan mediante la forma de la guía. Por ello, para modificar el desplazamiento de la cuña en la dirección vertical, por ejemplo, para modificar la amplitud del desplazamiento, es necesario sustituir la guía por una guía diferente. Por ello, la adaptación de la forma en la que se desplaza la cuña, por ejemplo, para mejorar el proceso de rotura o para adaptar la máquina a una clase diferente de biela, es una  
20 tarea compleja que requiere la intervención de un operador para sustituir la guía.

El documento WO-2013/034782-A1 enseña un enfoque diferente, basado en el uso de una prensa eléctrica con un servomotor para actuar el elemento expansible. Una prensa eléctrica con un servomotor, que se puede controlar fácil y fiablemente por software, proporciona flexibilidad y fiabilidad. Los parámetros tales como la fuerza, velocidad, posición, etc., se pueden controlar fácilmente. Una prensa eléctrica actuada por un servomotor puede funcionar  
25 normalmente con una repetitividad del orden de +/- 0,005 mm. Este grado de repetitividad puede reducir la necesidad de realizar calibraciones cuando se adapta la máquina a, por ejemplo, la rotura de una nueva clase de biela. La forma en la que la prensa eléctrica trabaja, por ejemplo, en lo que respecta a desplazamientos y velocidades, se puede modificar fácilmente adaptando el software usado para controlar el servomotor, por ejemplo, mediante la conmutación entre un conjunto de instrucciones usadas para una clase de biela a un conjunto de  
30 instrucciones adecuadas para otra clase de biela. Por ello, contrariamente a lo que es el caso con la disposición enseñada por el documento US-2005/0044706-A1, la prensa eléctrica con el servomotor enseñada por el documento WO-2013/034782-A1 se pueda adaptar a diferentes clases de bielas simplemente adaptando el software usado para controlar el servomotor, y sin ninguna necesidad de cambios complejos en el hardware.

### 35 Descripción de la invención

La invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1 de rotura de una biela que tiene un pie y una cabeza, en una pieza de cuerpo y una pieza de sombrerete, usando una máquina que comprende:

40 elementos de posicionamiento para el posicionamiento de dicha biela en una posición para rotura; un elemento expansible dispuesto para ser insertado en un orificio en dicha cabeza de la biela de modo que permita la división de dicha biela en dicha pieza de cuerpo y dicha pieza de sombrerete mediante la expansión de dicho elemento expansible; y una prensa eléctrica que comprende un motor eléctrico para la actuación del elemento expansible por medio del  
45 desplazamiento de un actuador para expandir el elemento expansible, comprendiendo el método las etapas de:

el funcionamiento del motor eléctrico para acelerar primero dicho actuador hasta que alcanza una velocidad predeterminada, antes de la expansión de dicho elemento expansible y  
50 mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, dentro de un intervalo de velocidades que se desvían menos del 10 %, preferentemente menos del 5 %, más preferentemente menos del 2 % o del 1 % respecto a la velocidad predeterminada, durante la expansión de dicho elemento expansible hasta que la biela se haya roto en dicha pieza de cuerpo y dicha pieza de sombrerete. Como se explicará adicionalmente a continuación, mediante la realización de la fase de rotura con el actuador moviéndose a una velocidad fija y predeterminada, puede conseguirse una calidad  
55 consistente a lo largo de un gran número de bielas posteriormente rotas. Mientras que en algunas realizaciones el actuador comprende dos partes móviles relativamente entre sí, es posible también usar otras clases de actuadores, por ejemplo, un actuador de una pieza. Como se explicará adicionalmente a continuación, se considera práctico para la mayor parte de tamaños y clases de bielas para vehículos de combustión interna, tales como automóviles y camiones, que esta velocidad predeterminada se mantenga  
60 sustancialmente durante un par de centímetros de movimiento del actuador, por ejemplo, durante más de 1, 2 o 3 cm, pero durante menos de 15, 10, 8, 6, 5 o 4 cm. Tal como más de 2 pero menos de 10 cm. La velocidad sustancialmente constante debería mantenerse durante una distancia suficiente para asegurar que la pieza relevante del proceso de rotura, incluyendo la primera y segunda fractura y la expansión del elemento expandible, tendrá lugar mientras el actuador se desplaza sustancialmente a la velocidad predeterminada.

65 En algunas realizaciones de la invención, el método se lleva a cabo con una máquina o aparato que comprende:

elementos de posicionamiento para el posicionamiento de dicha biela en una posición para rotura;  
 un elemento expansible dispuesto para ser insertado en un orificio en dicha cabeza de la biela de modo que permita la división de dicha biela en dicha pieza de cuerpo y dicha pieza de sombrerete mediante la expansión de dicho elemento expansible; y  
 5 una prensa eléctrica que comprende un motor eléctrico, por ejemplo, un servomotor, para la actuación del elemento expansible.

La prensa eléctrica comprende una primera parte del actuador dispuesta para ser accionada por dicho motor eléctrico entre una primera posición y una segunda posición. La máquina comprende adicionalmente una segunda  
 10 parte del actuador dispuesta para ser accionada mediante dicha primera parte del actuador, entre una posición no expandida o inicial en la que no produce la expansión de dicho elemento expansible, y una posición expandida o final en la que produce la expansión de dicho elemento expansible.

La primera parte del actuador y la segunda parte del actuador se disponen de modo que cuando la primera parte del actuador es accionada por el motor eléctrico desde dicha primera posición a dicha segunda posición,  
 15

- (a) la primera parte del actuador se acciona primero mediante el motor eléctrico desde dicha primera posición a una posición intermedia sin desplazamiento de la segunda parte del actuador, y
- 20 (b) posteriormente la primera parte del actuador se acciona adicionalmente mediante el motor eléctrico desde dicha posición intermedia a dicha segunda posición, desplazando la segunda parte del actuador desde la posición no expandida a la posición expandida.

De ese modo, cuando se acciona desde dicha primera posición a dicha posición intermedia, la primera parte del actuador no desplaza la segunda parte del actuador y no pierde impulso, velocidad o energía debido a la potencia  
 25 necesaria para producir el desplazamiento de la segunda parte del actuador, que produce la expansión del elemento de expansión. Por ello, durante esta primera etapa cuando la primera parte del actuador se acciona desde la primera posición a la posición intermedia, el motor eléctrico puede acelerar la primera parte del actuador de modo que haga que alcance una velocidad e impulso deseados y/o acumule una cantidad deseada de energía cinética, sin gastar potencia en la expansión del elemento expansible. Una vez que la primera parte del actuador ha alcanzado la  
 30 velocidad deseada, la primera parte del actuador puede interactuar con la segunda parte del actuador de modo que lo desplace, produciendo la expansión del elemento expansible. Se ha hallado que, de ese modo, es posible mejorar la calidad del proceso de rotura, obteniendo una rotura o división eficiente y de alta calidad de la biela, por ejemplo, sin ninguna necesidad de un motor sobredimensionado.

En la técnica de la rotura de bielas, las bielas se rompen generalmente en dos posiciones diametralmente opuestas en la cabeza de la biela. Normalmente, la biela rompe primero en una de estas posiciones, y posteriormente en la otra (como se ilustra en, por ejemplo, la figura 7 del documento US-2002/0023939-A1 y la figura 13 del US-  
 35 2005/0044706-A1, que ilustran cómo tiene lugar la primera fractura inmediatamente antes de la segunda rotura). Para reducir el riesgo de deformaciones no deseadas en las partes de la biela en las áreas adyacentes a la rotura, se desea que el tiempo entre las dos fracturas sea pequeño y que la rotura se realice rápidamente. Se ha hallado que dejar al motor acelerar una primera parte del actuador antes de comenzar a mover la segunda parte del actuador, puede ser útil para acortar el tiempo entre las dos fracturas, y para reducir el riesgo de deformaciones no deseadas, reduciendo el tiempo entre el comienzo de la expansión del elemento expansible y el tiempo en que la  
 40 segunda rotura ha tenido lugar, completando de ese modo la rotura de la biela. Por medio de este proceso en dos etapas, el motor puede primero acelerar la primera parte del actuador hasta una velocidad deseada sin que esta aceleración sea perjudicada por la interacción entre la segunda parte del actuador y el elemento expansible, y posteriormente, la velocidad e impulso de la primera parte del actuador, ayudada por el motor, se usa para conseguir una rotura rápida.

En algunas realizaciones de la invención, el método se lleva a cabo con una máquina en la que dicha primera parte del actuador y dicha segunda parte del actuador se disponen relacionadas entre sí de modo que la primera parte del actuador se pueda desplazar axialmente con relación a dicha segunda parte del actuador en un grado que  
 50 corresponde a la distancia entre dicha primera posición y dicha posición intermedia. Esto es, se puede usar un tipo de disposición telescópica o similar, en la que la primera parte del actuador y la segunda parte del actuador forman un conjunto que permite un cierto grado de movimiento entre estas dos partes. Por ello, cuando se vuelve desde la segunda posición, la primera parte del actuador puede arrastrar a la segunda parte del actuador hacia atrás a su posición inicial.

En algunas realizaciones de la invención dicha primera parte del actuador y dicha segunda parte del actuador se disponen de modo que una de dichas partes del actuador tiene una zona dispuesta dentro de una zona de la otra parte del actuador de modo que dicha una de dichas partes del actuador se retiene dentro de dicha otra parte del actuador y, de modo móvil, tal como axialmente móvil, con relación a dicha otra parte del actuador en un grado que  
 60 corresponde a la distancia entre dicha primera posición y dicha posición intermedia. Esto es, se consigue un montaje con posibilidades de movimiento que permite, por un lado, la aceleración de la primera parte del actuador sin que sea perjudicado por la segunda parte del actuador. Debido al hecho de que las dos partes del actuador se retienen una dentro de la otra, cuando la primera parte del actuador vuelve a su posición original, arrastra a la segunda parte  
 65

del actuador a la posición intermedia, colocándola de ese modo en una posición lista para iniciar una operación de rotura adicional.

5 En algunas realizaciones de la invención, una zona del extremo de dicha primera parte del actuador se retiene dentro de una zona de retención de dicha segunda parte del actuador, tal como una zona del extremo que puede tener un diámetro más grande que una zona adyacente de dicha primera parte del actuador y/o proyecciones laterales, de modo que permanezca retenida.

10 En algunas realizaciones de la invención, dicha zona del extremo de dicha primera parte del actuador se puede desplazar, dentro de dicha zona de retención de dicha segunda parte del actuador, una distancia que corresponde a la distancia entre dicha primera posición y dicha posición intermedia.

15 En algunas realizaciones de la invención, dicha primera parte del actuador se dispone para impactar sobre dicha segunda parte del actuador cuando dicha primera parte del actuador alcanza dicha posición intermedia desde dicha primera posición. Por ello, se puede conseguir un impacto de tipo martillo o similar, permitiendo una rápida rotura de la biela. En algunas realizaciones de la invención, la primera parte del actuador se coloca por encima de la segunda parte del actuador de modo que cuando dicha primera parte del actuador alcanza dicha posición intermedia procedente de dicha primera posición, una zona del extremo de dicha primera parte del actuador impacta sobre una zona del extremo de la otra zona de dicha segunda parte del actuador, aplicando así un empuje hacia abajo sobre dicha segunda parte del actuador. Se ha hallado que esta clase de disposición es fácil de implementar y funciona de una manera fiable. Por ejemplo, las zonas de acoplamiento se pueden enroscar o disponer en otra forma para soportar un gran número de impactos sin sufrir un desgaste excesivo.

25 En algunas realizaciones de la invención, la primera parte del actuador se dispone para desplazarse en la dirección vertical entre dicha primera posición y dicha segunda posición, mediante un husillo dispuesto para ser girado mediante dicho motor eléctrico. Por ejemplo, dicha primera parte del actuador se puede fijar a un carro que se acopla a dicho husillo de modo que el carro se desplace verticalmente de acuerdo con la rotación del husillo mediante el motor eléctrico. De ese modo, se obtiene una disposición simple y compacta. En algunas realizaciones de la invención, el husillo se dispone en paralelo con un eje de salida del motor eléctrico, por lo que un medio de transmisión interconecta dicho eje de salida y dicho husillo de modo que la rotación de dicho eje de salida produzca la rotación del husillo. Esta disposición del eje del motor y del husillo en paralelo ha demostrado que es apropiada y permite una construcción compacta de la máquina.

35 En algunas realizaciones de la invención, el elemento expansible comprende semimandriles de expansión dispuestos para ser separados mediante un elemento de cuña, comprendiendo dicha segunda parte del actuador dicho elemento de cuña.

40 En algunas realizaciones de la invención, dicho motor eléctrico y dicha primera parte del actuador se disponen de modo que dicho motor eléctrico acelere primero dicha primera parte del actuador hasta que alcanza una velocidad predeterminada y posteriormente mantiene dicha primera parte del actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, estando configurada la máquina de modo que la rotura de la biela mediante una primera fractura y una segunda fractura tenga lugar mientras dicha primera parte del actuador se mueve sustancialmente a dicha velocidad predeterminada. Por ejemplo, la primera parte del actuador puede comenzar a desplazar dicha segunda parte del actuador después de que haya alcanzado esta velocidad predeterminada, de modo que la expansión completa del elemento expansible tiene lugar mientras dicha primera parte del actuador se mueve a dicha velocidad sustancialmente constante, predeterminada. Obviamente, pueden ocurrir variaciones mínimas en dicha velocidad, pero las desviaciones de la velocidad predeterminada durante este intervalo son menores del 10 %, más preferentemente menores del 5 % e incluso más preferentemente menores del 2 % o del 1 %. El mantenimiento de las partes del actuador moviéndose a una velocidad sustancialmente constante y predeterminada durante el proceso de rotura, incluyendo al menos un punto en el tiempo antes de la primera fractura y un punto en el tiempo después de la segunda fractura, e incluyendo preferentemente la etapa completa de expansión del elemento expansible hasta después de la segunda fractura, se ha hallado que es útil para asegurar que la rotura de bielas de conexión posteriores se pueda realizar de la misma manera, esto es, contribuye a la repetitividad del proceso y a garantizar la calidad y similitud entre productos producidos posteriormente. Se considera práctico para la mayor parte de tamaños y clases de bielas para vehículos de combustión interna, tales como automóviles y camiones, que esta velocidad predeterminada se mantenga sustancialmente durante un par de centímetros del movimiento de la primera parte del actuador, por ejemplo para más de 1, 2 o 3 cm, pero para menos de 15, 10, 8, 6, 5 o 4 cm, tal como para más de 2 pero menos de 10 cm. La velocidad sustancialmente constante debería mantenerse durante una distancia suficiente para asegurar que la parte relevante del proceso de rotura, incluyendo la primera y la segunda fractura y parte o toda la expansión del elemento expansible, tendrá lugar mientras la primera parte del actuador y también la segunda parte del actuador se desplazan sustancialmente a la velocidad predeterminada. Sin embargo, mover la parte del actuador a la velocidad predeterminada durante una distancia excesiva no contribuiría a la calidad sino simplemente al desgaste y al uso innecesario de energía.

65 En algunas realizaciones de la invención, el motor eléctrico es un servomotor. El servomotor se puede controlar mediante software, y se pueden realizar convenientemente ensayos de prueba y error adaptando el software hasta

que se halle que las bielas se rompen de una forma fiable y repetible. Por ejemplo, el software se puede adaptar para asegurar que la primera parte del actuador alcanza una velocidad programada y predeterminada y posteriormente se mantiene a esta velocidad durante el proceso de rotura, como se ha explicado anteriormente.

5 En algunas realizaciones de la invención, cuando se usa una máquina tal como se descrito anteriormente, el procedimiento comprende las etapas de:

el funcionamiento del motor eléctrico para acelerar la primera parte del actuador mientras desplaza dicha primera parte del actuador desde dicha primera posición a dicha posición intermedia; y

10 posteriormente, un funcionamiento adicional del motor eléctrico para accionar la primera parte del actuador a dicha segunda posición de modo que dicha primera parte del actuador desplace dicha segunda parte del actuador desde la posición no expandida o inicial a la posición expandida para expandir el elemento expansible para romper la biela en dicha pieza de cuerpo y dicha pieza de sombrerete.

15 Naturalmente, no es necesario que la aceleración tenga lugar durante el desplazamiento completo desde la primera posición a la posición intermedia, por ejemplo, en algunas realizaciones de la invención, la primera parte del actuador alcanza su velocidad deseada y predeterminada antes de alcanzar dicha posición intermedia.

20 Como se ha explicado anteriormente, el motor eléctrico se hace funcionar para acelerar primero la primera parte del actuador hasta que alcanza una velocidad predeterminada, y se hace funcionar posteriormente el motor eléctrico para mantener dicha primera parte del actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada hasta después de la rotura de la biela mediante una primera fractura y una segunda fractura. Por ejemplo, la primera parte del actuador puede llegar a dicha primera velocidad antes de que comience a desplazar la segunda parte del actuador, de modo que ambas de dichas partes del actuador se accionen a una velocidad sustancialmente

25 constante y predeterminada durante el proceso de rotura, incluyendo la etapa de expansión del elemento expansible hasta después de la finalización de la rotura de la biela en dos fracturas. Una velocidad sustancialmente constante implica desviaciones en menos del 10 %, 5 %, 2 % o 1 % del valor predeterminado de la velocidad. La aceleración y mantenimiento de la velocidad se puede conseguir mediante una programación adecuada de una unidad de control que controle el motor eléctrico.

30 En algunas realizaciones de la invención, el procedimiento comprende adicionalmente la etapa de hacer funcionar el motor eléctrico para desplazar la primera parte del actuador desde dicha segunda posición de vuelta a dicha primera posición, usando dicha primera parte del actuador para arrastrar dicha segunda parte del actuador desde dicha posición expandida a dicha posición no expandida o inicial.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Para completar la descripción y para proporcionar una comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, que no se debería interpretar como restrictiva del alcance de la invención, sino solamente como un ejemplo de cómo se puede realizar la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

La figura 1 ilustra un ejemplo de una biela.

45 Las figuras 2A y 2B son dos vistas desde arriba de una máquina que puede usarse en una realización de la invención, sin y con una biela que va a romperse, respectivamente.

La figura 3 es una vista parcial en perspectiva de la máquina de las figuras 2A y 2B.

La figura 4 ilustra esquemáticamente los primeros elementos de posicionamiento.

La figura 5 es una vista en perspectiva de la máquina, que incluye el actuador del elemento expansible.

50 La figura 6 es una vista lateral en sección transversal de un primer carro de posicionamiento y equipo asociado.

La figura 7 es una vista en perspectiva de un primer carro de posicionamiento.

Las figuras 8A y 8B son vistas laterales esquemáticas en sección transversal de un primer carro de posicionamiento y equipo asociado, que ilustra cómo un carro se bloquea en posición.

La figura 9 es una vista posterior esquemática de la parte de la máquina asociada a los primeros carros de posicionamiento.

55 La figura 10 es una vista posterior en perspectiva de dicha parte de la máquina.

La figura 11 es una vista en sección transversal esquemática de la máquina usada en una realización preferida de la invención.

Las figuras 12A-12D son vistas en perspectiva esquemáticas de parte del mecanismo para el accionamiento de la cuña de separación, en cuatro etapas diferentes del proceso de rotura.

60 La figura 13 ilustra esquemáticamente la velocidad de la primera parte del actuador en función del tiempo, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 14 ilustra los resultados de un ensayo de una máquina de acuerdo con una realización de la invención.

#### Descripción de una forma de realización de la invención

65 La presente invención se puede implementar sobre la base de una máquina como la descrita en el documento WO-

2013/034782-A1, que se describirá a continuación con referencia a las figuras 2A-10, que son idénticas a las de WO-2013/034782-A1. Las figuras 2A y 2B ilustran esquemáticamente esta máquina, que incluye un bastidor de máquina básico que incluye una primera parte 1, fija, respecto a la cual una segunda parte 2, que comprende un primer carro 21 (principal), está montada de manera deslizante, entre una posición proximal y una posición distal. La segunda parte 2 comprende además un segundo carro 22, que está montado de manera deslizante dentro del primer carro, de modo que puede moverse hacia delante y hacia atrás dentro de dicho primer carro 21. Se prevé un actuador o dispositivo de accionamiento 25 en el primer carro 21, para desplazar de manera controlable el segundo carro 22 dentro del primer carro, por ejemplo, para desplazar el segundo carro contra los topes 26 en una fase de carga de la operación de la máquina.

Como puede verse mejor en la figura 3, una primera semicarcasa o parte de manguito 19 está sujeta a la primera parte 1 mediante tornillos 190, y una segunda semicarcasa o parte de manguito 29 está sujeta al primer carro 21 mediante tornillos 290. Estas dos partes de manguito 19 y 29 forman, cuando están juntas (es decir, cuando el primer carro está en la posición proximal, tal como se ilustra en la figura 3), un saliente, que entrará en el orificio grande de la biela de conexión 1000 cuando la biela esté montada en la máquina para la rotura (como se muestra en la figura 2B). Estas partes de manguito forman parte de un elemento de expansión 3, que comprende además dos semimandriles de expansión 31 y 32, situados dentro del manguito o cilindro formado por las partes de manguito primera 19 y segunda 29. Una de estas piezas de mandril de expansión 31 está unida a la primera parte 1 de la máquina, y la otra pieza de mandril de expansión está sujeta al primer carro 21. Los semimandriles de expansión están dispuestos para separarse mediante un movimiento de avance de una cuña de separación 33. La cuña de separación puede accionarse mediante cualquier medio de accionamiento adecuado, tal como un actuador hidráulico convencional usado a menudo en esta clase de máquinas, aunque a veces puede ser preferible usar una prensa 4 eléctrica, como se ilustra esquemáticamente en la figura 5.

Además del manguito constituido por las partes de manguito primera 19 y segunda 29, existen varios medios de posicionamiento adicionales para posicionar la biela en la máquina. Primeros medios de posicionamiento están dispuestos en la primera parte 1 e incluyen primeros elementos de posicionamiento 11, que están dispuestos para desplazarse hacia delante y hacia atrás mediante correspondientes actuadores alojados en los carros 11A (denominados en el presente documento primeros carros de posicionamiento), montados en la primera parte 1 de la máquina. Estos primeros elementos de posicionamiento 11 están dispuestos para insertarse al menos parcialmente en los orificios de tornillo de la biela que se usan para alojar los tornillos que sujetan la pieza de sombrerete a la pieza de cuerpo tras la rotura, como se ilustra esquemáticamente en la figura 4. Estos primeros elementos de posicionamiento incluyen una pieza de tobera o parte 111 que se inserta en dichos orificios de tornillo desde el extremo de pieza de sombrerete de la biela, y una superficie de contacto 110 o parte de tope que, cuando los elementos de posicionamiento se llevan hacia la biela durante el funcionamiento de la máquina, hace tope contra la pieza de sombrerete de la biela y por tanto la desplaza hacia la primera pieza de manguito 19, estableciendo contacto con dicha primera pieza de manguito 19. Las piezas de tobera se insertan así completamente en los orificios de tornillo. Como se ilustra en la figura 4, las piezas de tobera 111 incluyen salidas de fluido 12 y, durante el funcionamiento de la máquina, puede preverse un fluido de limpieza para que fluya de manera constante o intermitente de estas salidas 12. Estas salidas están posicionadas de modo que cuando tiene lugar la rotura, el fluido procedente de estas salidas de fluido 12 incidirá en las superficies de división de la pieza de sombrerete y/o la pieza de cuerpo, para ayudar a eliminar las partículas sueltas.

Por otro lado, como se muestra mejor en la figura 3, se prevén salidas de fluido 13 adicionales en la primera parte 1 y en el primer carro 21, adyacentes al área en el que las dos piezas de manguito 19 y 29 se encuentran, para proporcionar fluido adicional a las superficies de división cuando tiene lugar la rotura, para ayudar a eliminar las partículas sueltas.

El fluido puede ser, por ejemplo, aire comprimido.

Medios de posicionamiento adicionales para posicionar la biela para la rotura comprenden un pasador de centrado 23, dispuesto para ajustarse en el orificio pequeño 1005 de la biela, y dos posicionadores 24 adicionales dispuestos para desplazar la cabeza de la biela alejándose del pasador de centrado 23. El pasador de centrado 23 y los posicionadores 24 adicionales están dispuestos en el segundo carro 22 que, como se explicó anteriormente, puede moverse dentro del primer carro 21. El objetivo de esta disposición flotante de los medios de posicionamiento es reducir el riesgo de esfuerzos o fuerzas excesivas que puedan dañar o deteriorar la biela durante una fase inicial de la operación de división.

Según la presente realización, cuando la biela va a situarse en la máquina, el segundo carro 21 se desplaza contra los topes 26 mediante el actuador 25, y la biela se inserta en la máquina, de modo que el pasador de centrado 23 entra en el orificio pequeño de la biela. El pasador de centrado 23 puede desplazarse hacia la primera parte 1 mediante fuerzas externas, para facilitar un correcto posicionamiento de la biela, que se sitúa de modo que el manguito 19+29 entra en el orificio grande 1006 de la biela.

Una vez se ha posicionado la biela, los primeros elementos de posicionamiento 11 se llevan hacia delante (es decir, hacia la biela), las toberas 111 entran en los orificios de tornillo, y las superficies de contacto 110 hacen tope contra

la pieza de sombrerete de la biela, de modo que la biela se desplaza firmemente contra, y en contacto con, la primera pieza de manguito 19; tanto los actuadores de los primeros elementos de posicionamiento (alojados en los primeros carros 11A de posicionamiento) como el actuador 25 tienden por tanto a desplazar la biela hacia la primera pieza de manguito 19. Esto genera una pequeña separación entre la superficie interior del orificio grande de la biela, y la segunda pieza de manguito 29.

Cuando la cuña de separación 33 comienza a avanzar, se fuerza a la segunda pieza de manguito 29 a moverse alejándose de la primera pieza de manguito 19, hacia el pie de la biela; el primer carro 21 en el que la segunda pieza de manguito 29 está montada se moverá asimismo. Si el pie de la biela se hubiera fijado al primer carro 21, se habrían producido tensiones en la biela, puesto que se impide que su cabeza se mueva mediante la primera pieza de manguito 19. Sin embargo, puesto que el pasador 23 está montado en el segundo carro 22, que es flotante respecto al primer carro 21, la biela puede mantener su posición original sin esfuerzos sustanciales, a pesar de este movimiento inicial del primer carro 21. De este modo, estas tensiones y esfuerzos no se producen o, al menos, se reducen sustancialmente.

Una vez que la segunda pieza de manguito 29 hace tope con la superficie interior del orificio grande de la biela, tiene lugar la rotura de la manera normal, según muescas o similares, realizadas previamente mediante, por ejemplo, láser, de manera convencional. Tras la rotura, la pieza de cuerpo y la pieza de sombrerete se separan, y la pieza de cuerpo se aleja de la pieza de sombrerete debido al movimiento del primer carro 21.

La figura 5 ilustra esquemáticamente el uso de un accionamiento de prensa eléctrica en lugar de un accionamiento hidráulico usado convencionalmente. Las ventajas que implica se han descrito anteriormente.

Para adaptar la máquina a diferentes clases de bielas que van a producirse, puede ser necesario cambiar la distancia entre los primeros elementos de posicionamiento 11, para adaptar esta distancia a la distancia entre los orificios de tornillo en el extremo de sombrerete de la biela que va a producirse, de modo que las piezas de tobera 111 pueden insertarse en dichos orificios de tornillo o, si los primeros elementos de posicionamiento no incluyen esta clase de piezas de tobera, la superficie de contacto 110 hará tope contra la cabeza de la biela en un punto o área deseados de dicha cabeza. Para facilitar esto, los primeros elementos de posicionamiento 11 pueden situarse en primeros carros 11A de posicionamiento que están dispuestos de manera que pueden desplazarse lateralmente a lo largo de guías 11F horizontales, como se muestra en la figura 6. Estas guías 11F están asociadas a una pieza 1A fija de la máquina, que puede fijarse respecto a, por ejemplo, la primera parte 1 de la máquina. Volantes manuales 11G están montados en dicha pieza 1A fija para desplazar elementos de bloqueo 11C usados para bloquear los primeros carros de posicionamiento en posiciones seleccionadas, cada una de dichas posiciones seleccionadas correspondiente a una posición predeterminada del correspondiente primer elemento de posicionamiento 11. Por tanto, situando los primeros carros de posicionamiento en una posición específica seleccionada, la máquina puede adaptarse para fabricar una clase específica de biela, que tiene una distancia específica entre los orificios de tornillo.

La figura 7 ilustra cómo un primer carro de posicionamiento está dotado de una pluralidad de aberturas 11B, distribuidas en la dirección vertical. Cada una de dichas aberturas tiene una posición específica también en la dirección lateral u horizontal (a primera vista, puede parecer que las aberturas 11B están todas en la misma posición a lo largo del eje horizontal, pero esto solo se debe al hecho de que las aberturas son sustancialmente mayores que la diferencia en su posición en la dirección horizontal; la diferencia entre las distancias de los orificios de tornillo de diferentes bielas puede ser bastante pequeña, de modo que el desplazamiento lateral de los primeros carros de posicionamiento necesario para adaptar la máquina a diferentes clases de bielas a menudo no es muy grande; sin embargo, puede preferirse el uso de aberturas 11B bastante grandes; por ejemplo, puede preferirse que todas las aberturas se solapen entre sí en más del 50 % cuando se proyecten —ortogonalmente— sobre el eje horizontal, puesto que esto puede facilitar la inserción del elemento de bloqueo cuando se conmuta de una abertura a la otra, tal como quedará claro a partir de nuestra explicación posterior).

Por tanto, insertando el elemento de bloqueo 11C en una seleccionada de dichas aberturas 11B, el carro 11A puede situarse en una posición específica lateral/horizontal, correspondiente a una posición específica del primer elemento de posicionamiento. La figura 8A muestra cómo el elemento de bloqueo 11C se ha situado al nivel de la segunda abertura 11B desde arriba, y haciendo girar el volante manual 11G el elemento de bloqueo se introduce en esta abertura, hasta la posición mostrada en la figura 8B, en la que ajusta perfectamente en dicha abertura 11B, bloqueando así el carro 11A en una determinada posición lateral seleccionada.

Como puede verse en las figuras 8A y 8B, el elemento de bloqueo 11C tiene un extremo cónico. La figura 7 ilustra cómo las aberturas 11B tienen todas un tamaño de modo que se solapan sustancialmente cuando se proyectan sobre el eje horizontal. Es decir, cuando se desplaza el elemento de bloqueo 11C en la dirección vertical para cambiarlo de haberse insertado en una de estas aberturas a insertarse en otra de estas aberturas, la punta del elemento de bloqueo estará en correspondencia con la nueva abertura, evitando de este modo la necesidad de desplazar “de manera manual” el carro lateralmente para poder insertar la punta en la correspondiente abertura. Ahora, cuando se hace girar el volante manual para introducir el elemento de bloqueo en la nueva abertura, debido al carácter biselado del extremo y al ajuste perfecto entre el elemento de bloqueo 11C y la abertura 11B cuando el elemento de bloqueo está completamente insertado, el movimiento de avance del elemento de bloqueo 11C

desplazará el carro 11A lateralmente a su posición deseada.

Las figuras 9 y 10 ilustran una guía 11H vertical para la estructura 11D de unión mediante la cual los elementos de bloqueo 11C correspondientes a los dos carros 11A se unen entre sí, junto con sus volantes manuales 11G asociados. Esta guía está montada en la parte posterior de la pieza 1A fija de la máquina, e incluye una pluralidad de aberturas 11J, cada una de dichas aberturas correspondiente a una de las aberturas 11B en los carros 11A. Puede verse cómo las aberturas 11B en los carros 11A son visibles desde la parte posterior a través de las ranuras 11I a través de las cuales penetran los elementos de bloqueo 11C (véanse también las figuras 8A y 8B).

En la posición mostrada en la figura 9, los elementos de bloqueo 11C están asociados a las aberturas 11B más inferiores de los dos carros 11A. Para cambiar la máquina para la fabricación de una biela que tiene una distancia diferente entre los orificios de tornillo en el extremo de sombrerete, por ejemplo, la distancia correspondiente a la segunda abertura 11B desde arriba, el operario de la máquina moverá en primer lugar los volantes manuales 11G para retirar los elementos de bloqueo 11C de las aberturas 11B. A continuación, el operario tirará de los medios 11E de bloqueo hacia atrás, de modo que se extrae un pasador correspondiente de las aberturas 11J más inferiores. A continuación, el operario levantará, por ejemplo, de manera manual, toda la disposición de bloqueo, incluyendo la estructura 11D de unión, los volantes manuales 11G, y los elementos de bloqueo 11C asociados, hasta que el pasador (no mostrado) de los medios 11E de bloqueo alcance el nivel de la segunda abertura 11J desde arriba, en la que el operario dejará que el pasador (tal como un pasador pre cargado de resorte) se ajuste en esta abertura. Esto corresponde a la posición de la figura 8A. El operario puede ahora simplemente girar los volantes manuales para introducir los elementos de bloqueo 11C en las segundas aberturas 11B desde arriba, y durante esta inserción de los elementos de bloqueo en las aberturas 11B respectivas, los dos carros 11A se desplazan a sus nuevas posiciones, posicionando así los primeros elementos de posicionamiento en la posición correcta para fabricar la nueva clase de biela.

Naturalmente, la invención se puede implementar también en diferentes clases de máquinas, y en variantes de la máquina explicada con referencia a las figuras 2A-10. Por ejemplo, en algunas variantes, los posicionadores 24 adicionales se omiten.

La figura 11 ilustra esquemáticamente una sección transversal de la máquina de acuerdo con una realización de la invención, con una biela 1000 que se dispone en una posición para rotura, en la que dicha rotura se produce por el desplazamiento de la cuña de separación 33 de modo que se separen los dos semimandriles de expansión 31 y 32, y por ello las piezas del manguito 19 y 29, como se ha explicado anteriormente. La cuña de separación 33 es accionada mediante una prensa 4 eléctrica que comprende un motor eléctrico 400, que tiene un eje de salida 402 orientado verticalmente, que, a través de una correa, cadena u otro medio de transmisión 403 adecuado, acciona un eje roscado o husillo 401 orientado verticalmente de modo que este husillo gire alrededor de su eje vertical. Se conecta un carro 412 a una tuerca 404 roscada o similar de modo que cuando gire el husillo 401, el carro 412 sea accionado hacia arriba o abajo, dependiendo de la dirección de rotación del husillo 401. Se conecta un primer elemento 410 de actuador al carrito de modo que se pueda accionar entre una primera posición, mostrada en la figura 12A y una segunda posición, mostrada en la figura 12C.

Por otro lado, la cuña de separación 33 está en una parte del extremo inferior de una segunda parte del actuador 430, teniendo dicha segunda parte del actuador una zona 432 del extremo superior contra la que colisiona la primera parte del actuador cuando se mueve hacia abajo desde dicha primera posición a dicha segunda posición, más específicamente, cuando alcanza una posición intermedia como se muestra en la figura 12B.

La primera parte del actuador 410 tiene una zona del extremo 411 que se dispone para hacer contacto con dicha segunda parte del actuador cuando la primera parte del actuador 410 alcanza dicha posición intermedia cuando procede desde dicha primera posición. Dicha zona del extremo 411 de dicha primera parte del actuador 410 se retiene dentro de una zona de retención 431 de dicha segunda parte del actuador, básicamente dentro de una clase de estructuras de jaula que comprende elementos 431A verticales o paredes y elementos 431B de retención horizontales, dispuestos para impedir que la zona del extremo 411 de dicha primera parte del actuador 410 sea extraída de dicha zona de retención 431. La zona de retención se diseña de modo que permita un movimiento relativo entre dicha primera parte del actuador 410 y dicha segunda parte del actuador, en la dirección vertical o axial, en un grado que corresponde a la distancia entre dicha primera posición y dicha posición intermedia.

Se puede incluir un sensor de presión 433, por ejemplo, como parte de la segunda parte del actuador 430. Este sensor de presión se puede usar para detectar variaciones en la presión ejercida por la segunda parte del actuador, y esta información se puede transmitir a una unidad de control (no mostrada en la figura 11) y usarse para determinar, por ejemplo, cuando tiene lugar la primera y la segunda fracturas y, por ello, para verificar que se realiza el proceso de rotura en la forma deseada, por ejemplo, que el tiempo entre las dos fracturas está dentro de un intervalo de tiempo deseado.

Así, como se muestra en las figuras 12A – 12D, el proceso de rotura de una biela puede comprender las siguientes etapas:

En la figura 11, la primera parte del actuador 410 está en su primera o más elevada posición, también mostrada en la figura 12A. Desde aquí, el motor eléctrico 400 es activado para girar el husillo 401 de modo que accione el carro 412 con la primera parte del actuador 410 hacia abajo, acelerándola hasta que alcance una velocidad deseada. Debido a la distancia X entre los extremos opuestos 411 y 432 de la primera y segunda partes del actuador (véase la figura 11), durante esta etapa, la segunda parte del actuador no se desplaza. Así, el primer extremo 411 de la primera parte del actuador simplemente se mueve hacia abajo dentro de la estructura de retención 431. Por ello, el motor puede acelerar la primera parte del actuador sin que tenga que superar una fuerza debida al desplazamiento de la cuña de separación 33 que forma parte de la segunda parte del actuador 430.

En la figura 12B, la primera parte del actuador 410 se ha accionado hacia abajo y acelerado hasta que alcanza la posición intermedia, cuando su extremo 411 impacta sobre el extremo 432 superior de la segunda parte del actuador 430. A partir de ese momento, el motor eléctrico 400 continúa accionando la primera parte del actuador 410 hacia abajo y, con ella, la segunda parte del actuador 430, mediante lo que la cuña de separación 33 se desplaza hacia abajo y separa los semimandriles 31 y 32, para producir la rotura de la biela. La primera parte del actuador se acciona hacia abajo hasta que alcanza la segunda posición, ilustrada esquemáticamente en la figura 12C.

Después de la rotura, el motor eléctrico se invierte para accionar la primera parte del actuador 410 hacia arriba. Después del movimiento hacia arriba en una distancia X que corresponde a la libertad de movimiento permitida por la zona de retención 431, la parte del extremo 411 de la primera parte del actuador, que tiene un diámetro mayor que la zona adyacente de la primera parte del actuador 410, hace tope desde abajo contra los elementos 431B de retención horizontal (como se muestra en la figura 12D), tirando de ese modo de la segunda parte del actuador 430 hacia arriba, hasta que alcanza su posición inicial, mostrada en la figura 12A. En este estado, la cuña de separación se ha retirado y devuelto a la posición mostrada en la figura 12A, y se puede cargar una nueva biela dentro de la máquina, por lo que a continuación se puede repetir el proceso.

La figura 13 ilustra esquemáticamente como se puede hacer funcionar el motor eléctrico para primero acelerar la primera parte del actuador, durante el intervalo A, hasta que alcanza una velocidad predeterminada. El motor eléctrico se hace funcionar para mantener la primera parte del actuador moviéndose a dicha velocidad predeterminada durante el intervalo B, y para desacelerar posteriormente el movimiento durante un intervalo C adicional. En una realización preferida de la invención, la primera parte del actuador comienza a desplazar la segunda parte del actuador después de que se haya alcanzado la velocidad predeterminada, y continúa posteriormente moviéndose sustancialmente a la velocidad predeterminada durante el intervalo D, durante el que tiene lugar la expansión del elemento de expansión y la rotura de la biela, con las dos fracturas. Se ha hallado que la realización de la rotura completa en un intervalo en el que la primera y la segunda partes del actuador se mueven a una velocidad sustancialmente constante ayuda a asegurar que los cigüeñales posteriores se rompen de una forma muy similar, asegurando de ese modo la repetitividad del proceso.

La figura 14 ilustra esquemáticamente los resultados del ensayo de una máquina como se ha descrito anteriormente, usando un servomotor como el motor eléctrico 400. Un primer gráfico 451 ilustra la velocidad teórica de la primera parte del actuador (el eje vertical izquierdo indica la velocidad del motor, en vueltas por minuto; esta velocidad es proporcional a la velocidad con la que la primera parte del actuador se desplaza en la dirección vertical); como se muestra mediante dicho gráfico, se deseaba que la primera parte del actuador primero acelerase hasta alcanzar una velocidad predeterminada (de aproximadamente 600 mm/s, que en la realización de la invención que se ensayó correspondía a una velocidad de motor de aproximadamente 2700 rpm), a la que se debería mantener durante el proceso de rotura, y posteriormente tiene lugar la desaceleración. Un segundo gráfico 452 ilustra la velocidad del motor tal como se mide durante el ensayo, y un tercer gráfico 453 ilustra la corriente del motor (el eje vertical del lado derecho indica la corriente eficaz del motor en A) en la figura 14 se puede observar cómo no tuvo lugar ningún frenado sustancial de la primera parte del actuador durante el proceso de rotura, esto es, el impulso de la primera parte del actuador y la fuerza de accionamiento del motor fueron suficientes para realizar la rotura a una velocidad sustancialmente constante. El gráfico 453 de corriente muestra elevadas corrientes del motor durante la aceleración (correspondientes al intervalo A en la figura 13) y desaceleración (correspondientes al intervalo C en la figura 13), y entre medias hay un corto pico de corriente correspondiente al momento en el que tiene lugar la rotura. Es claro a partir de este gráfico que es posible, usando un servomotor adecuadamente programado, mantener la repetitividad. En este ensayo, la amplitud total del desplazamiento de la primera parte del actuador en la dirección vertical fue de aproximadamente 70 mm, y la velocidad predeterminada constante, de aproximadamente 600 mm/s, se mantuvo durante aproximadamente 38 mm, incluyendo un intervalo antes y después de la rotura que tuvo lugar en aproximadamente 110 ms, en el que se puede observar el pico de corriente en la figura 14.

#### Lista de números de referencia:

- 1 primera parte de la máquina
- 1A pieza fija de la máquina, que puede fijarse respecto a dicha primera parte de la máquina
- 2 segunda parte de la máquina
- 3 elemento expansible
- 4 prensa eléctrica

## ES 2 637 211 T3

	11	primeros elementos de posicionamiento
	11A	primeros carros de posicionamiento, que alojan, por ejemplo, los actuadores de los primeros elementos de posicionamiento
5	11B	primeros medios de acoplamiento, para fijar la posición lateral de los primeros carros de posición; estos primeros medios de acoplamiento pueden ser aberturas
	11C	segundos medios de acoplamiento dispuestos para interactuar con los primeros medios de acoplamiento para fijar la posición de los primeros carros de posición; estos segundos medios de acoplamiento pueden comprender un elemento de bloqueo que va a insertarse en una de las aberturas
10	11D	estructura de unión
	11E	medios de bloqueo de la estructura de unión
	11F	guías horizontales
	11G	volante manual para desplazar un elemento de bloqueo 11C
	11H	guía vertical para la estructura 11D de unión
15	11I	ranuras
	11J	aberturas en la guía 11H vertical
	12	salidas de fluido en los primeros elementos de posicionamiento
	13	salidas de fluido
	19	primera parte de manguito
20	21	primer carro de la segunda pieza
	22	segundo carro de la segunda pieza
	23	segundo elemento de posicionamiento
	24	elementos de posicionamiento adicionales
	25	dispositivo de accionamiento / actuador
25	26	topes
	29	segunda parte de manguito
	31, 32	semimandriles de expansión
	33	cuña de separación
	110	superficie de contacto
30	111	parte de tobera
	190, 290	tornillos
	400	motor eléctrico
	401	husillo
	402	eje de salida del motor eléctrico
35	403	medio de transmisión tal como correa o cadena
	404	tuerca
	410	primera parte del actuador de la prensa eléctrica
	411	zona del extremo de la primera parte del actuador
	412	carro conectado al husillo
40	430	segunda parte del actuador de la prensa eléctrica
	431	zona de retención
	431A	elementos verticales
	431B	elementos de retención horizontales
	432	zona del extremo de la segunda parte del actuador
45	433	sensor de presión
	451	gráfico de la velocidad deseada
	452	gráfico de la velocidad medida
	453	gráfico de la corriente del motor
	1000	biela
50	1001	cuerpo
	1002	sombbrero
	1003	pie
	1004	vástago
	1005	orificio pequeño
55	1006	orificio grande
	1007	tornillos
	1008	junta entre cuerpo y sombrero
	A	etapa de aceleración
	B	etapa con velocidad sustancialmente constante, predeterminada
60	C	etapa de desaceleración/frenado
	D	etapa de expansión y rotura
	X	distancia entre la primera posición y la posición intermedia de la primera parte del actuador

65 En este texto, el término “comprende” y sus derivaciones (tales como “comprendiendo”, etc.) no deberían entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deberían interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo descrito y definido pueda incluir elementos, etapas, etc. adicionales.

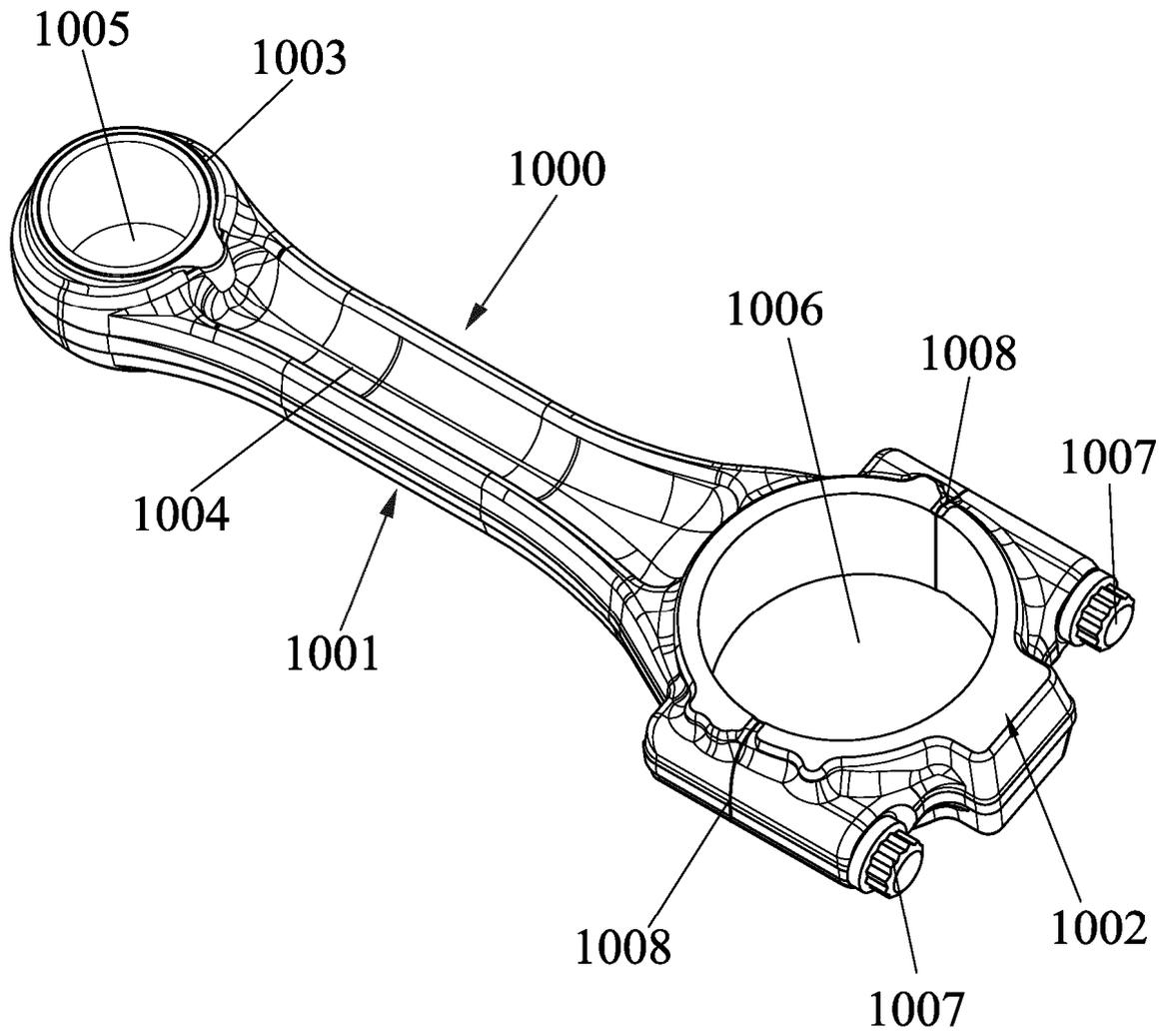
Por otro lado, la invención no se limita obviamente a la(s) realización(es) específica(s) descrita(s) en el presente documento, sino que también engloba cualesquiera variaciones que cualquier experto en la técnica pueda considerar (por ejemplo, en lo que respecta a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

5

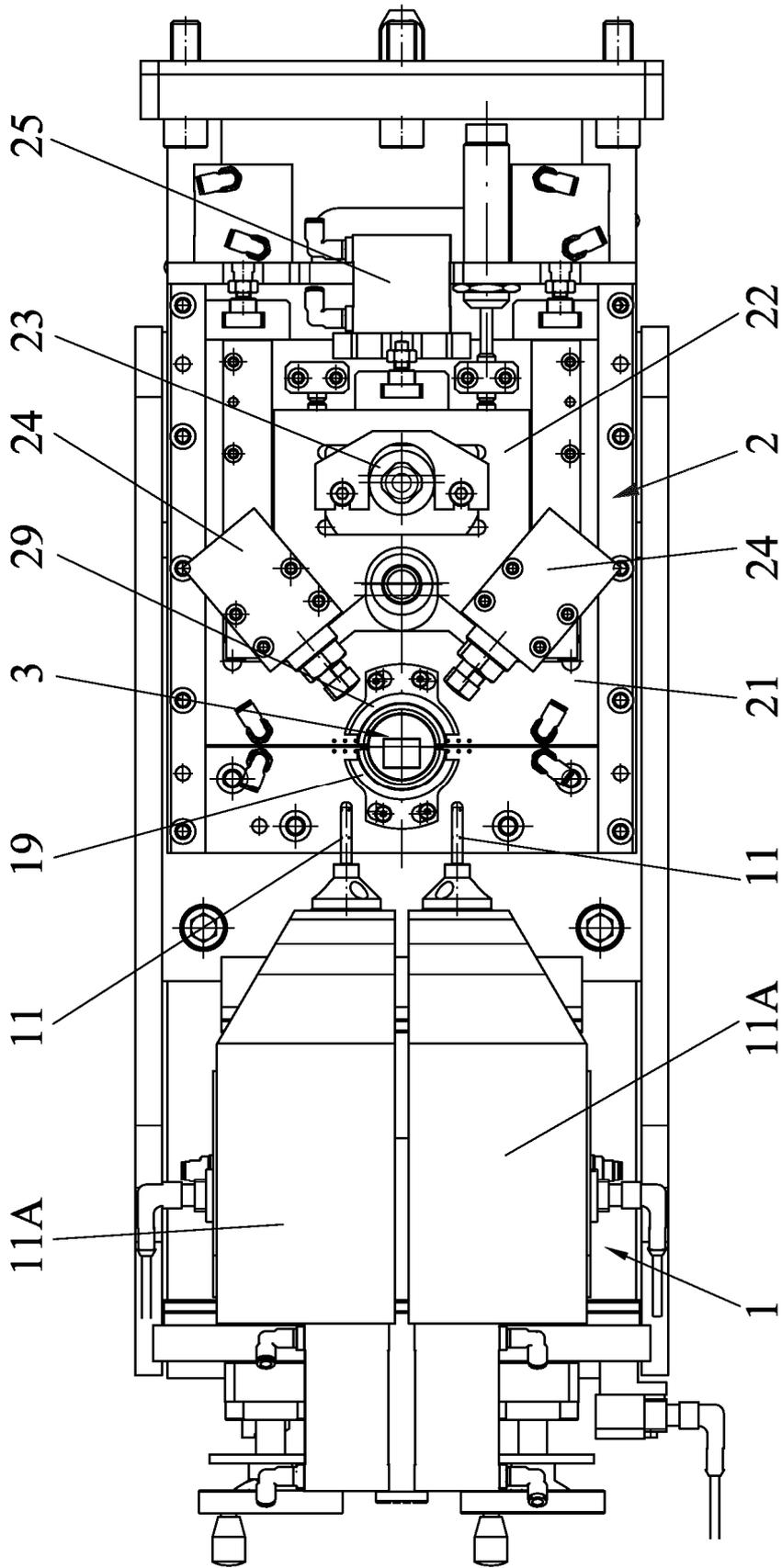
REIVINDICACIONES

1. Método de rotura de una biela que tiene un pie y una cabeza, en una parte de cuerpo (1001) y una parte de sombrerete (1002), usando una máquina que comprende:
- 5 elementos de posicionamiento para el posicionamiento de dicha biela en una posición para rotura; un elemento expansible (3) dispuesto para ser insertado en un orificio en dicha cabeza de la biela de modo que permita la división de dicha biela (1000) en dicha pieza de cuerpo (1001) y dicha pieza de sombrerete (1002) mediante la expansión de dicho elemento expansible; y
- 10 una prensa eléctrica (4) que comprende un motor eléctrico (400) para la actuación del elemento expansible por medio del desplazamiento del actuador (410, 430) para expandir dicho elemento expansible, **caracterizado por que** el método comprende las etapas de:
- 15 el funcionamiento del motor eléctrico (400) para acelerar primero dicho actuador (410, 430) hasta que alcanza una velocidad predeterminada, antes de la expansión de dicho elemento expansible (3), y mantenimiento posteriormente de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada durante la expansión de dicho elemento expansible (3) hasta que la biela se haya roto en dicha pieza de cuerpo y dicha pieza de sombrerete, en donde la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada se lleva a cabo de modo que dicho actuador se mantiene moviéndose dentro de un intervalo de velocidades que se desvían menos del 10 % respecto a dicha velocidad predeterminada.
- 25 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada se lleva a cabo de modo que dicho actuador se mantiene moviéndose dentro de un intervalo de velocidades que se desvían menos del 5 % respecto a dicha velocidad predeterminada.
- 30 3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada se lleva a cabo de modo que dicho actuador se mantiene moviéndose dentro de un intervalo de velocidades que se desvían menos del 2 % respecto a dicha velocidad predeterminada.
- 35 4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada se lleva a cabo de modo que dicho actuador se mantiene moviéndose dentro de un intervalo de velocidades que se desvían menos del 1 % respecto a dicha velocidad predeterminada.
- 40 5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza más de 1 cm y menos de 15 cm.
- 45 6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza más de 2 cm y menos de 10 cm.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza más de 3 cm.
- 50 8. Método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza menos de 8 cm.
9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza menos de 6 cm.
- 55 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza menos de 5 cm.
- 60 11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, el actuador se desplaza menos de 4 cm.
- 65 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que durante la etapa de mantenimiento posterior de dicho actuador moviéndose sustancialmente a dicha velocidad predeterminada, dicho actuador se desplaza a una distancia suficiente para asegurar que una parte del proceso de rotura, incluyendo una primera y una segunda fracturas, tendrá lugar mientras el actuador se está desplazando a sustancialmente la velocidad predeterminada.

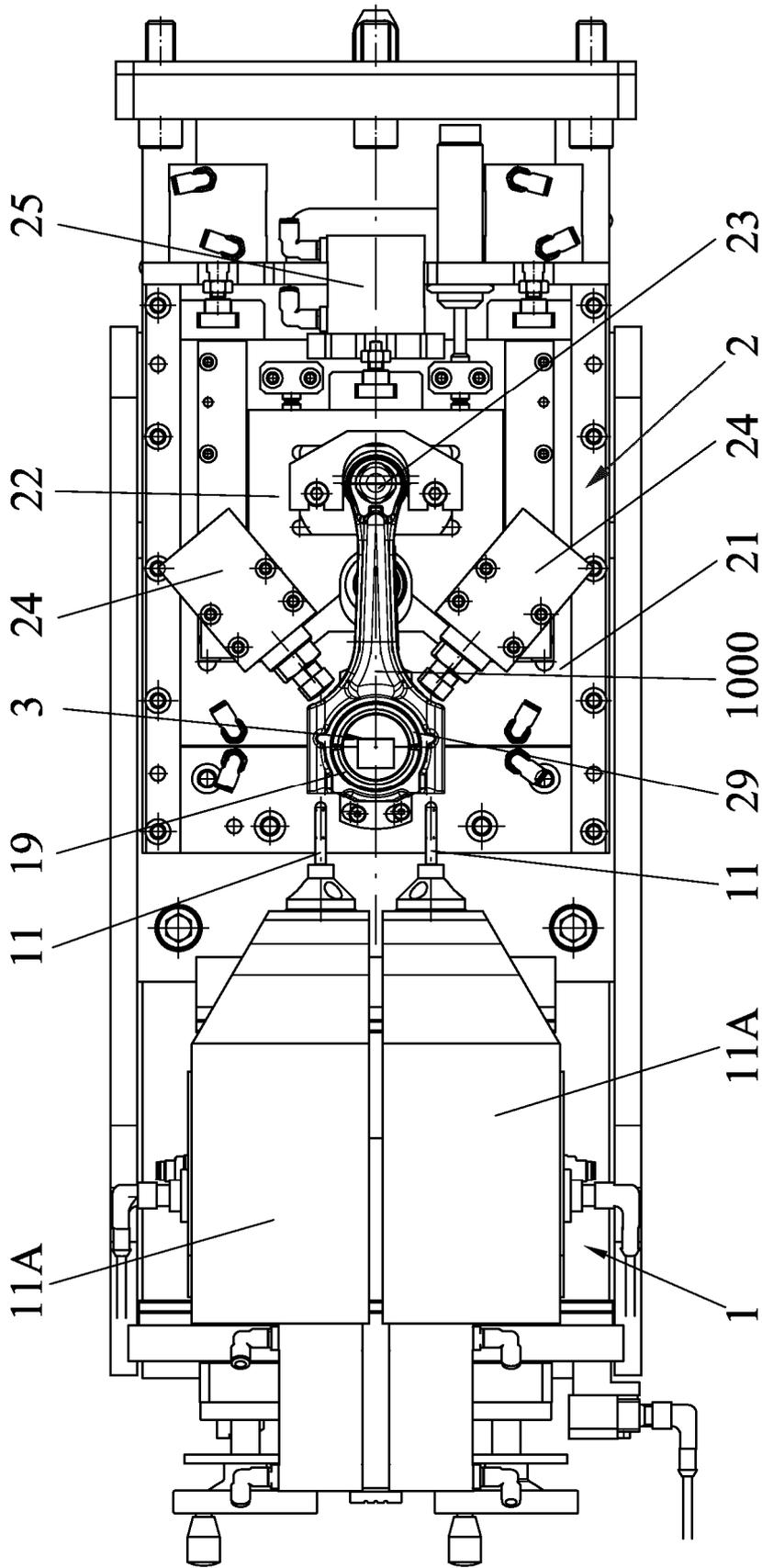
13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el motor eléctrico es un servomotor.



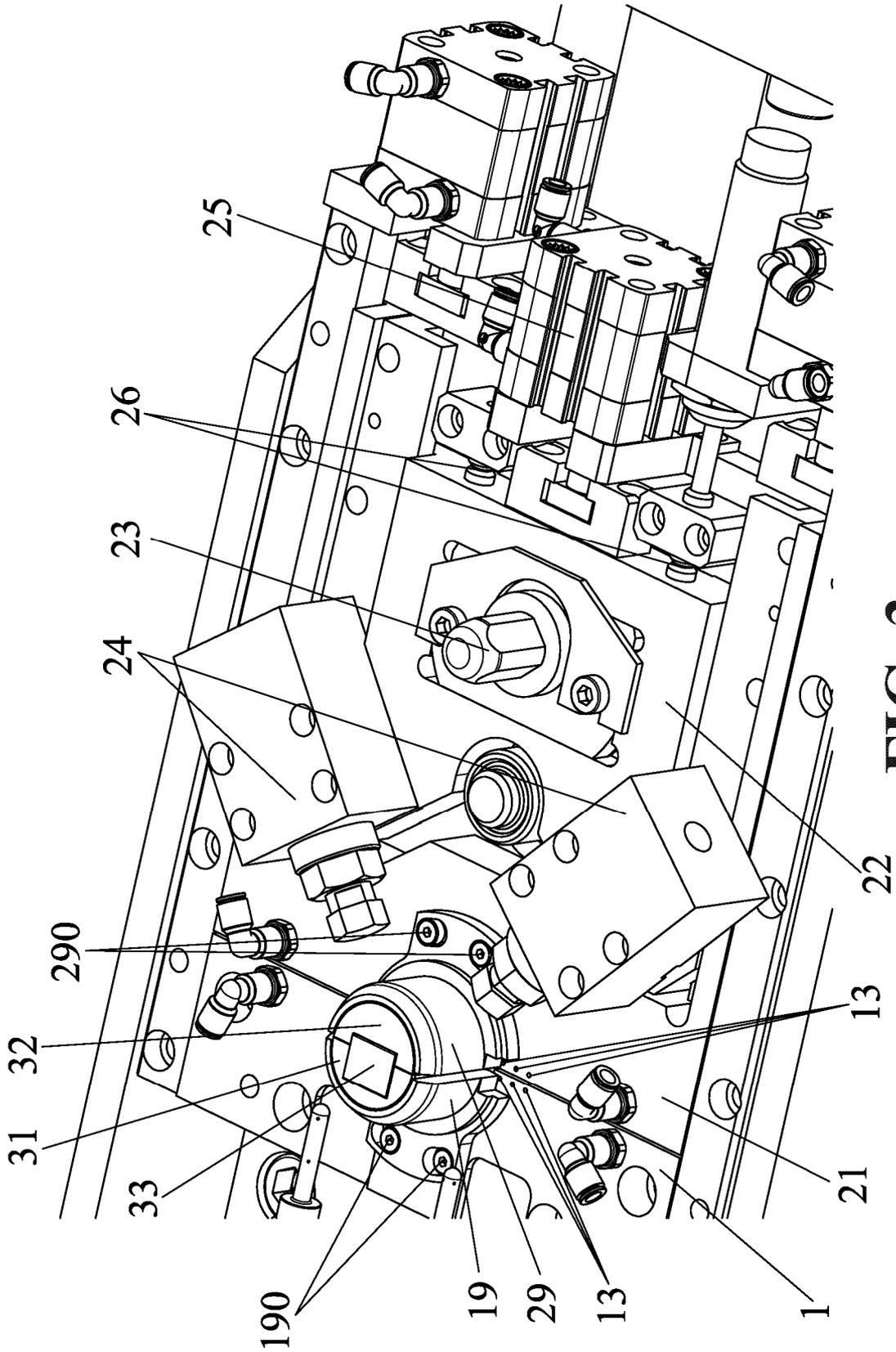
**FIG. 1**



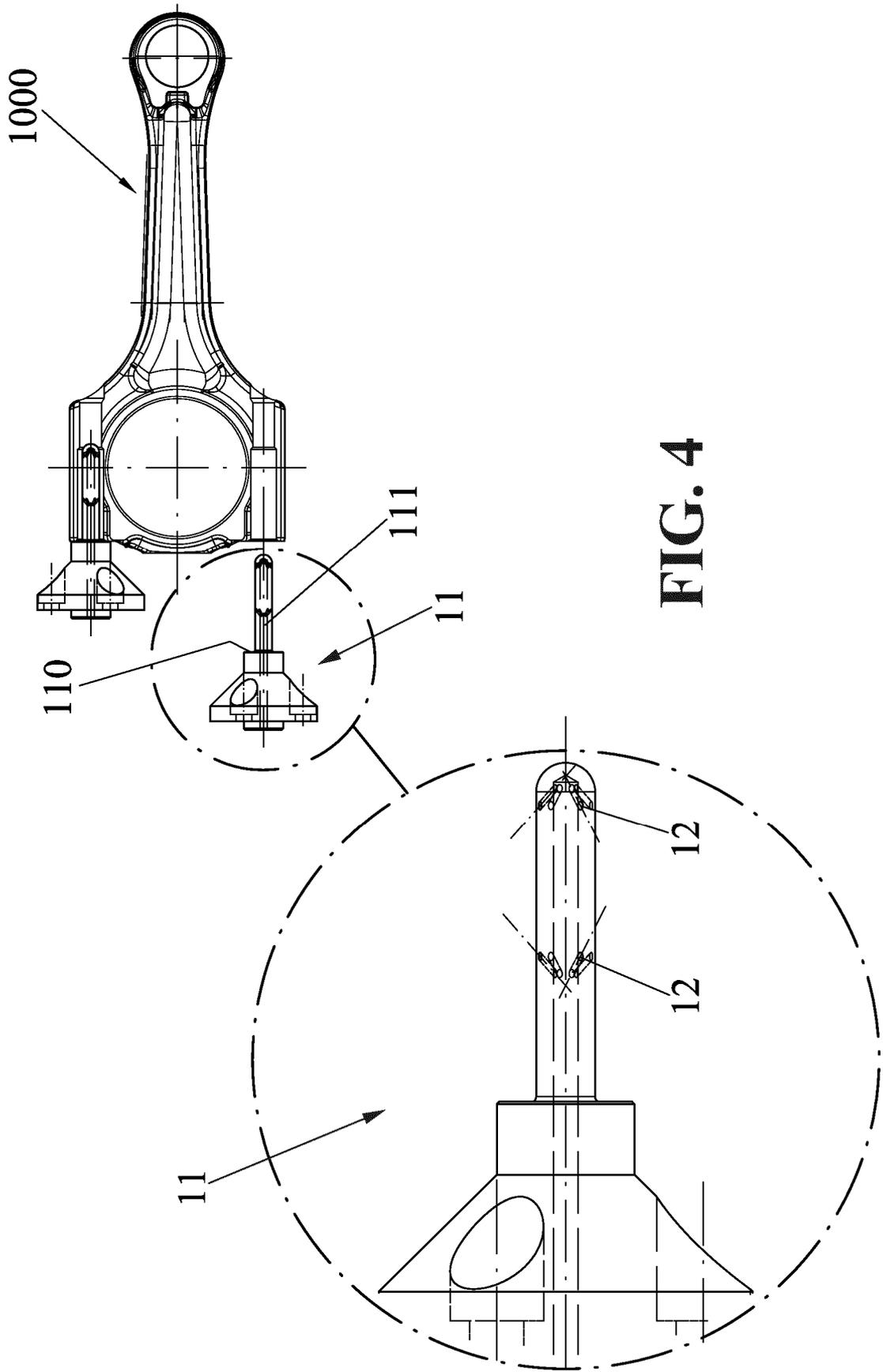
**FIG. 2A**



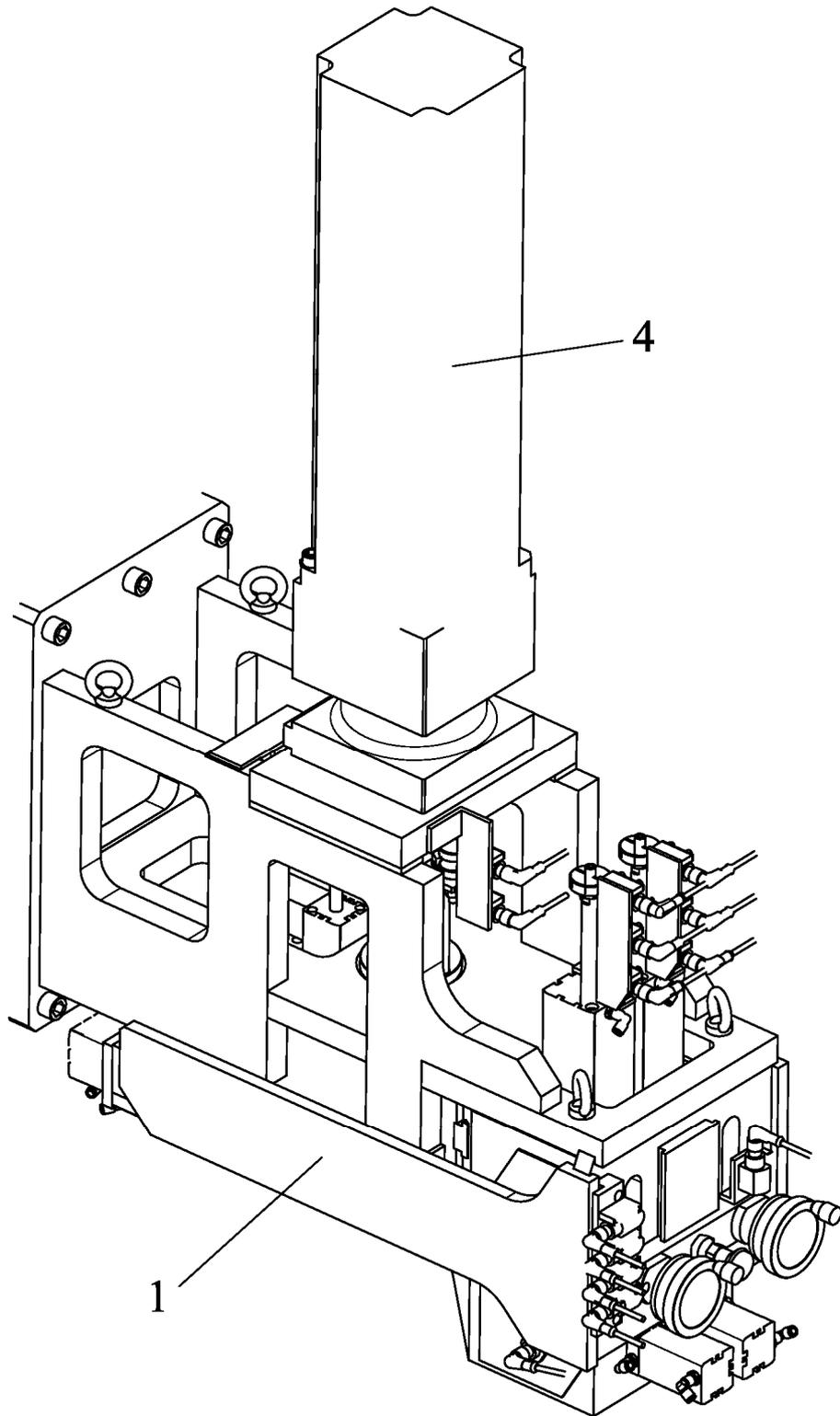
**FIG. 2B**



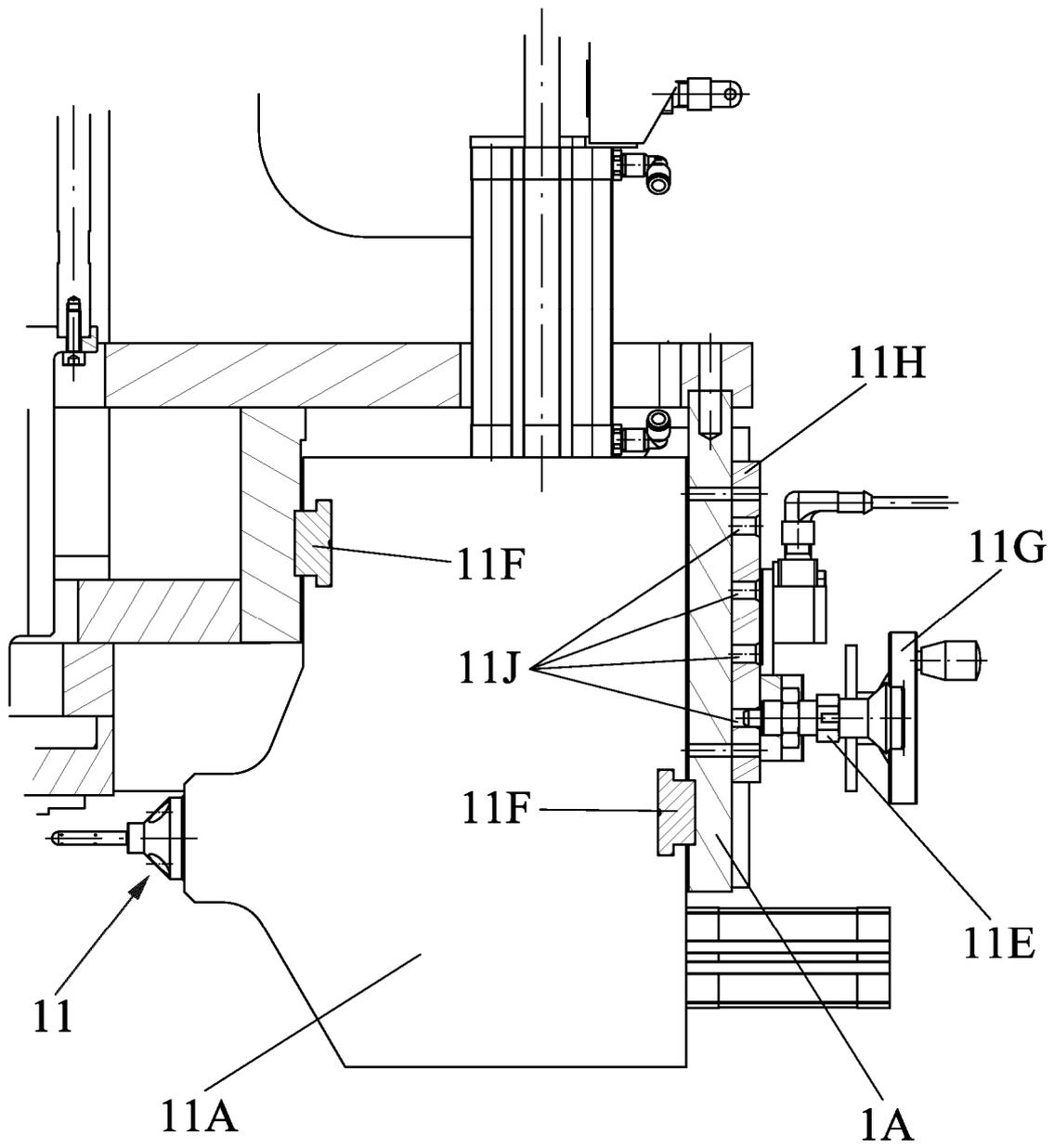
**FIG. 3**



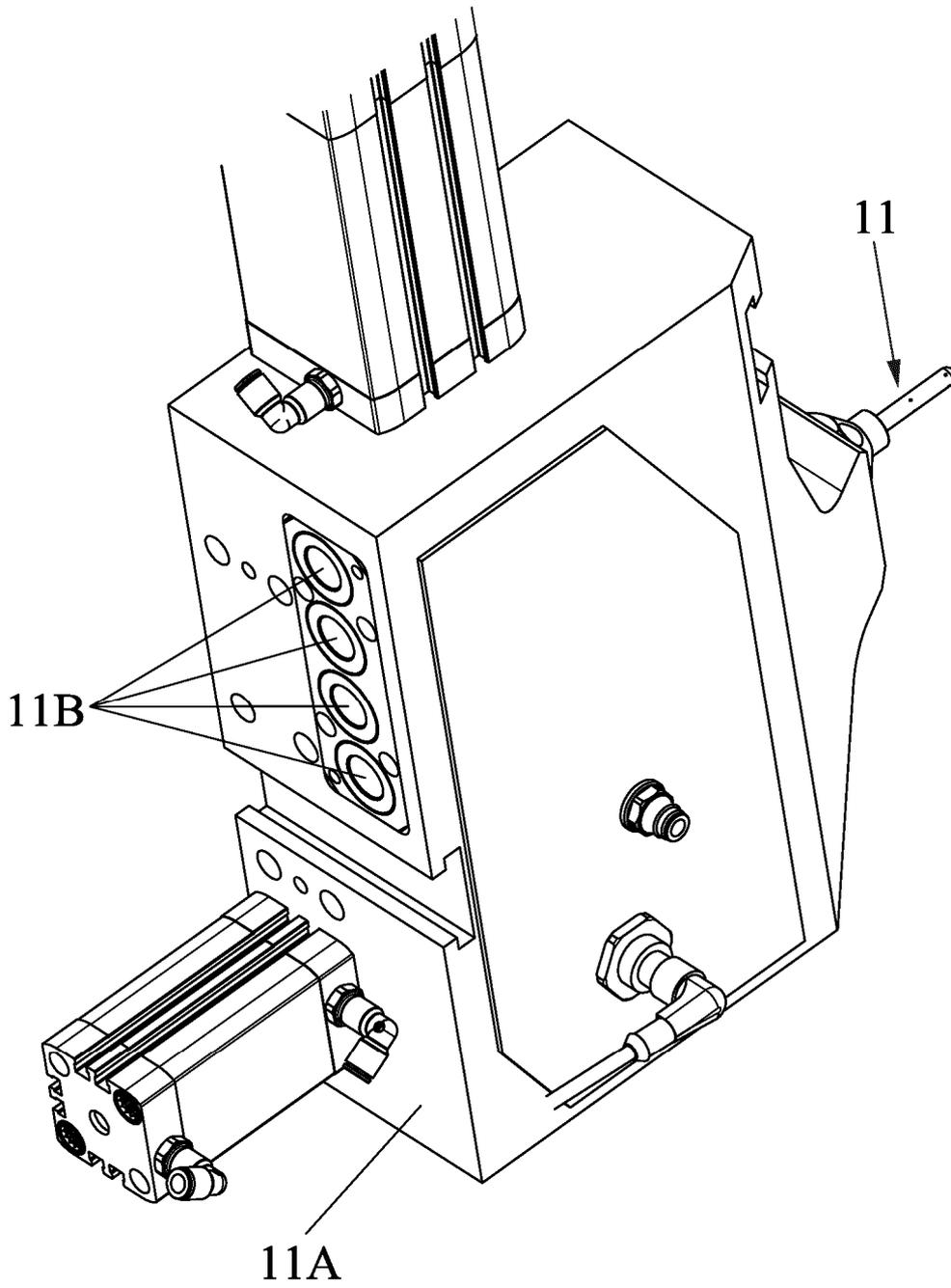
**FIG. 4**



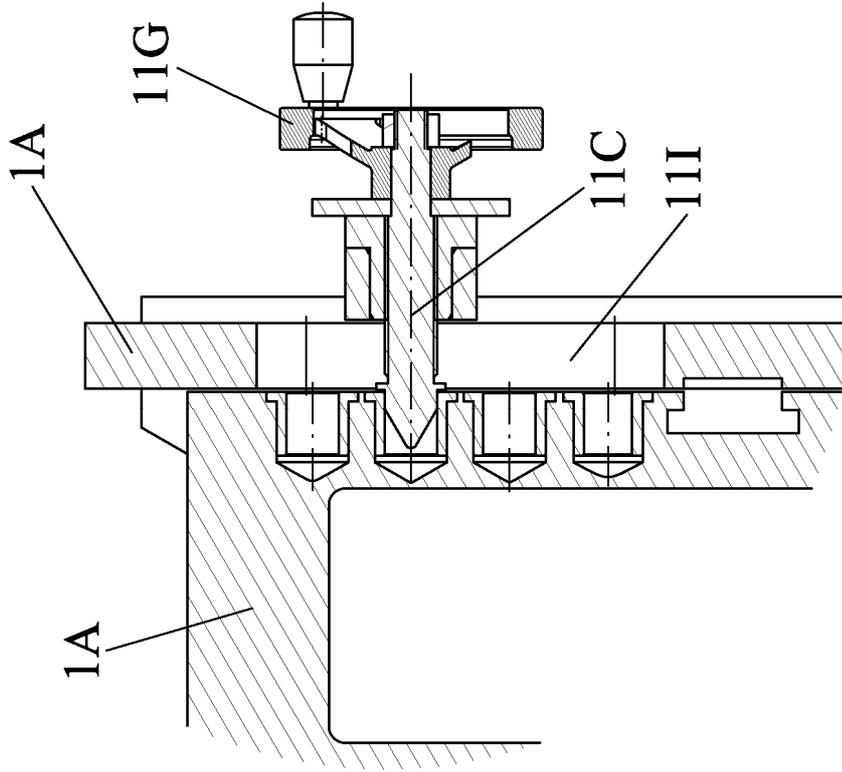
**FIG. 5**



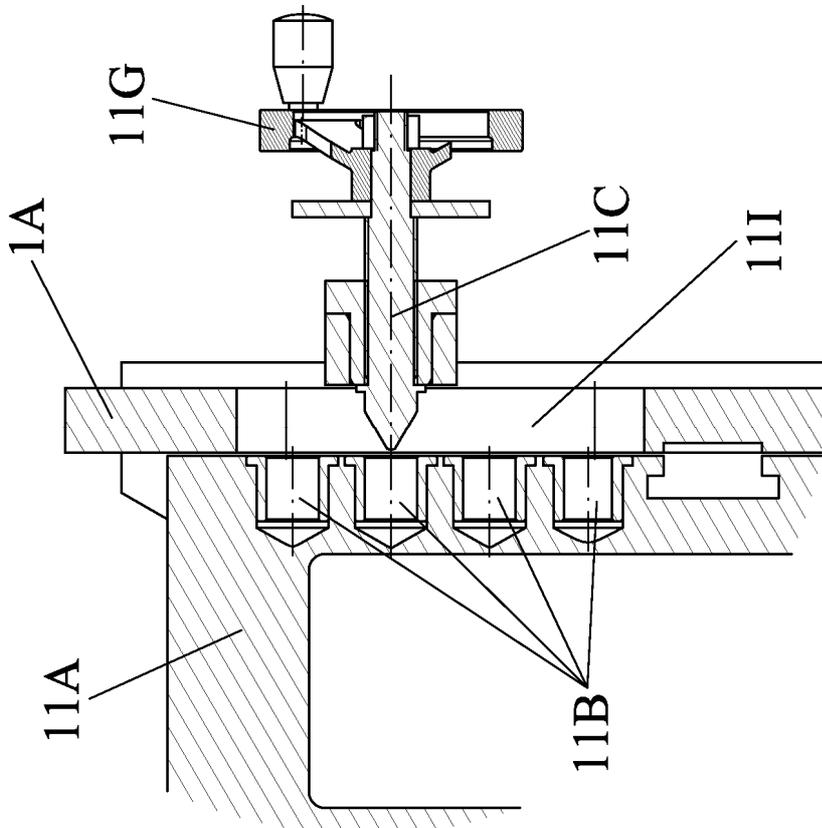
**FIG. 6**



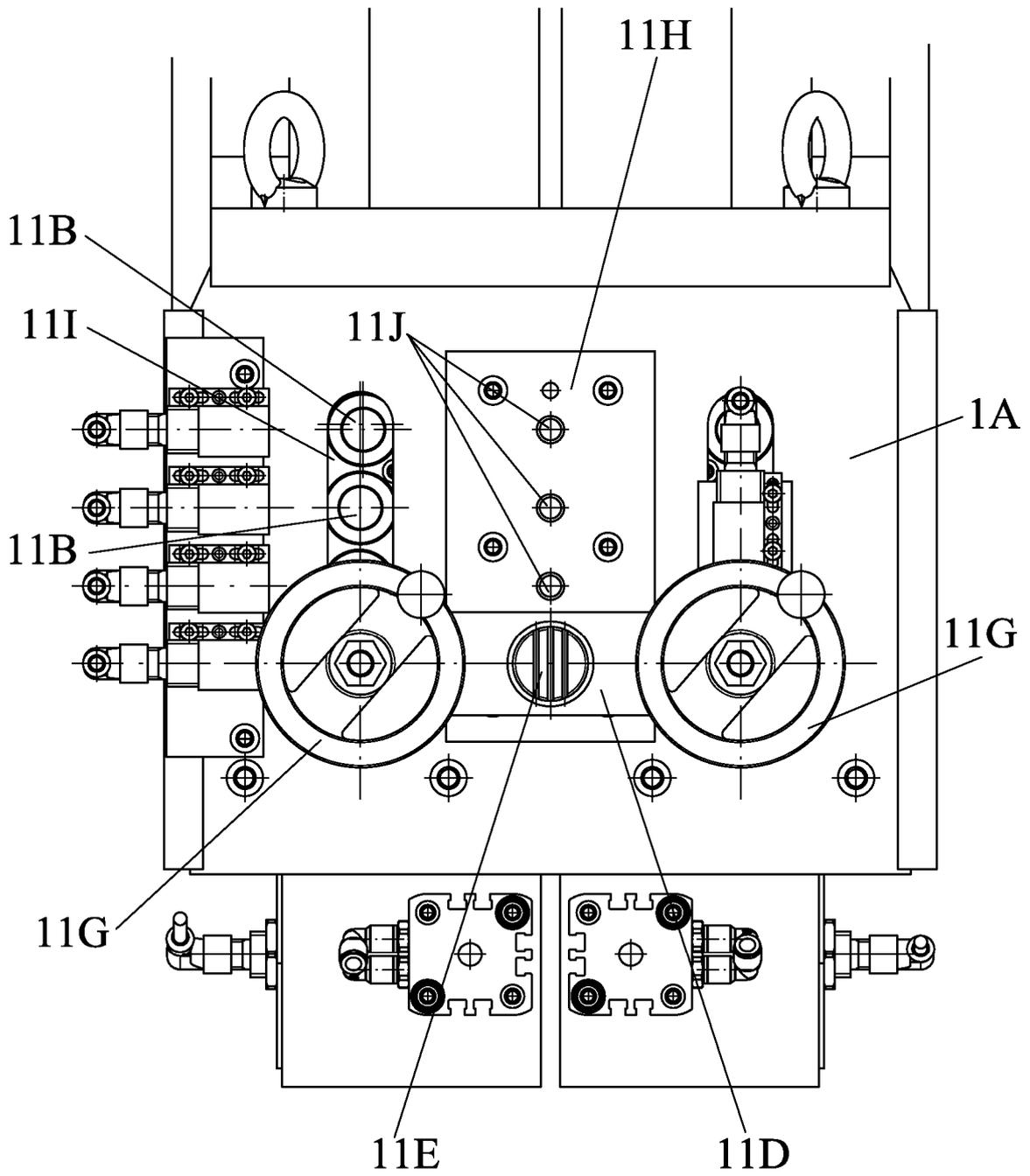
**FIG. 7**



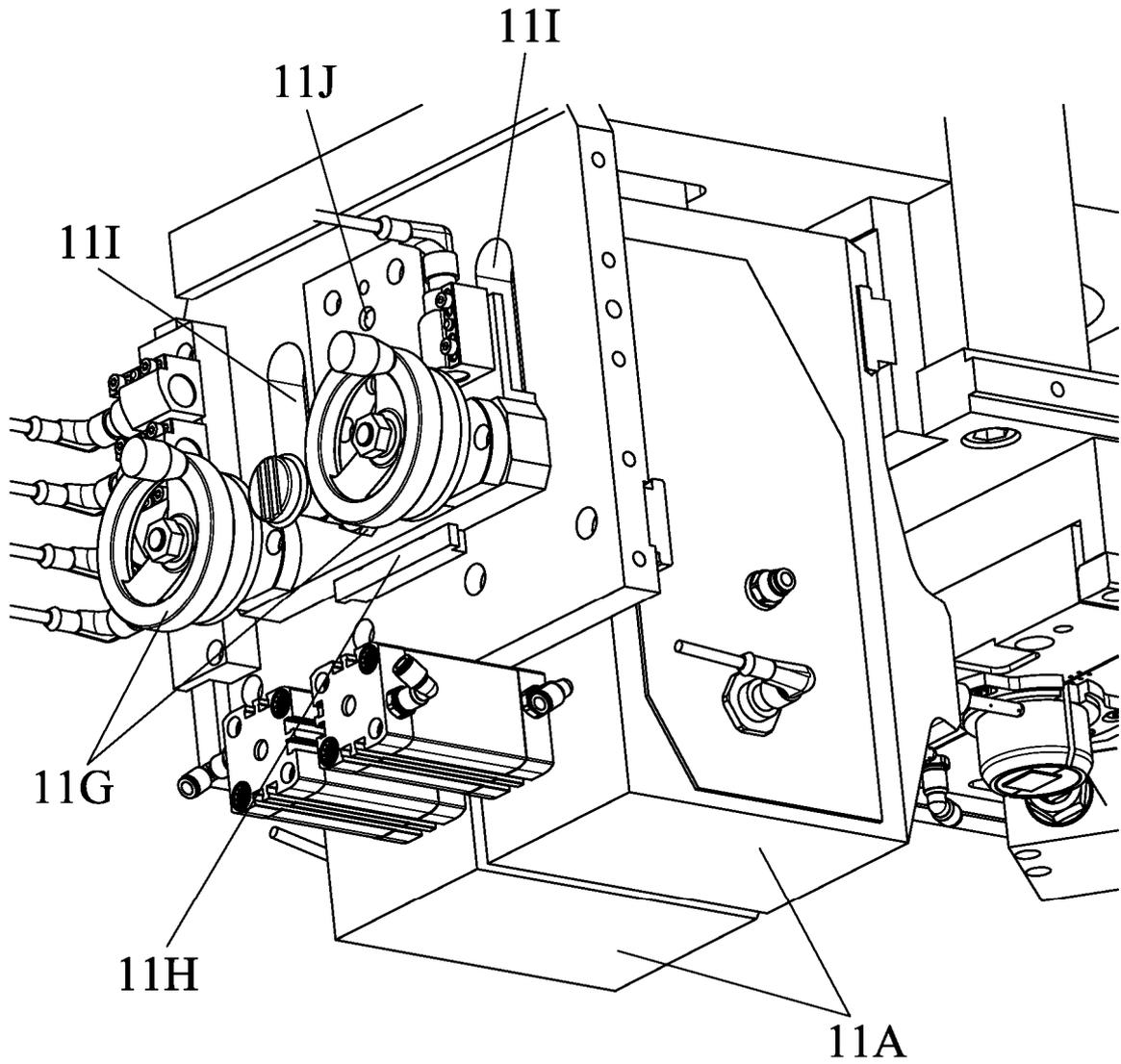
**FIG. 8B**



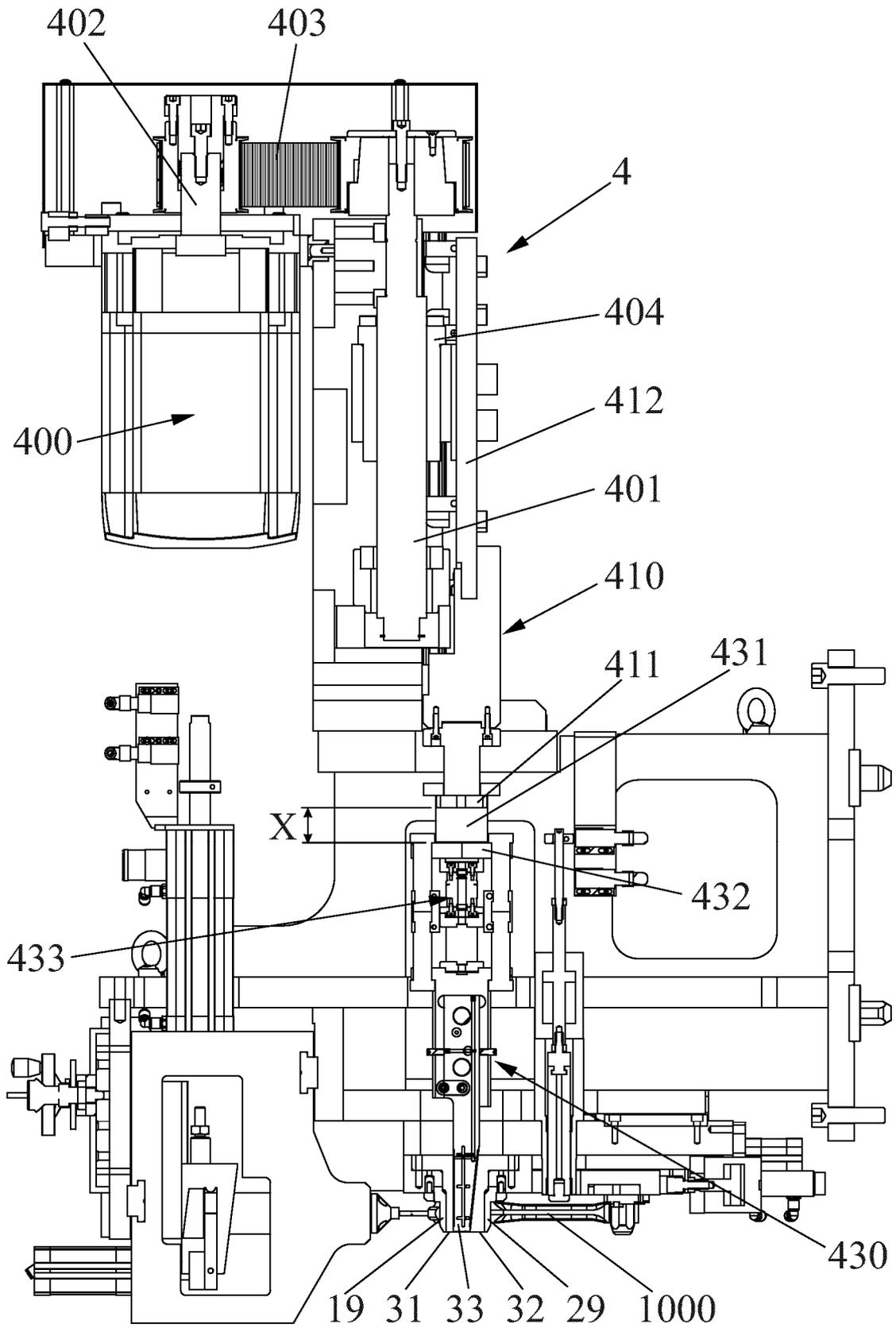
**FIG. 8A**



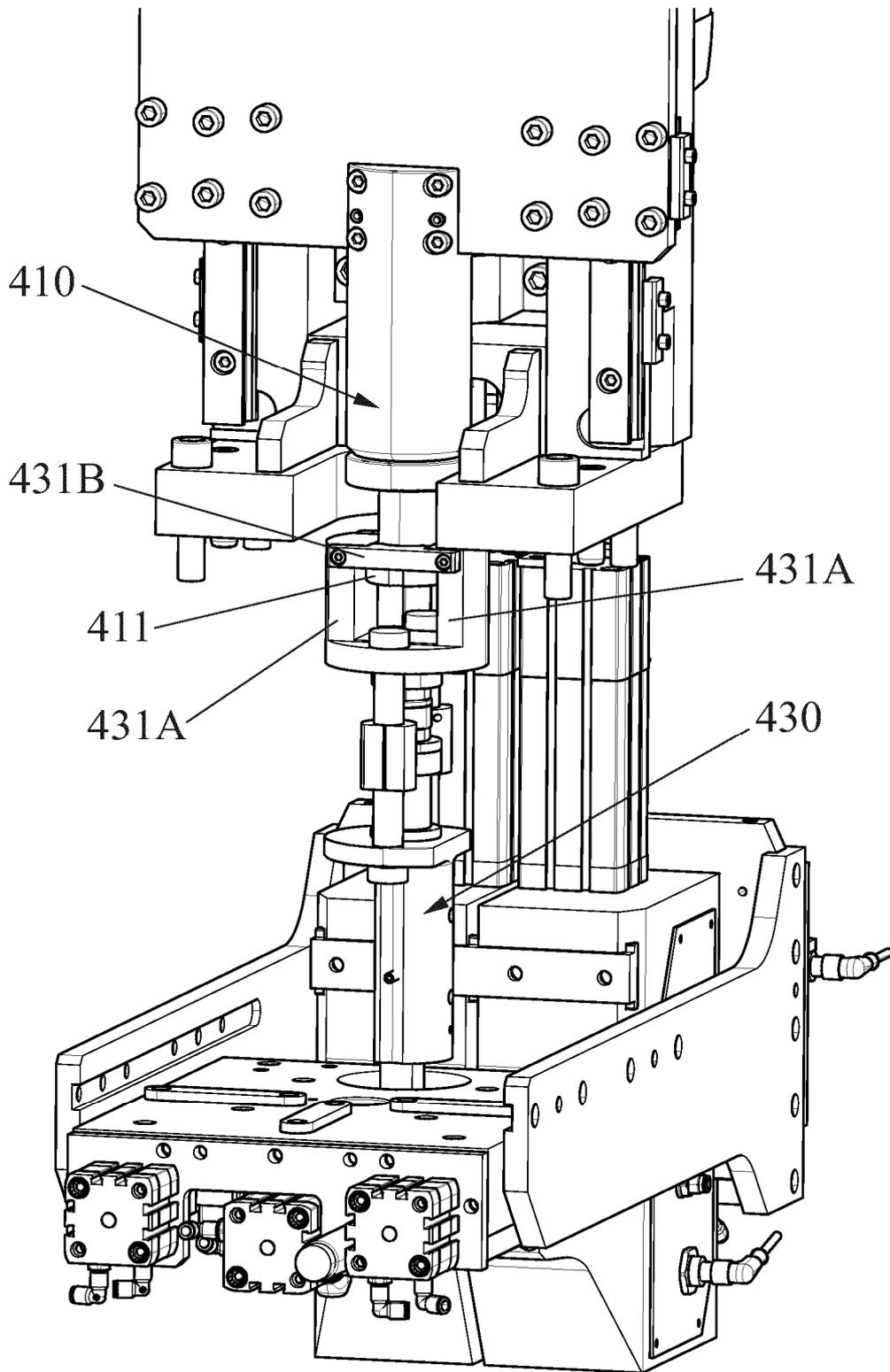
**FIG. 9**



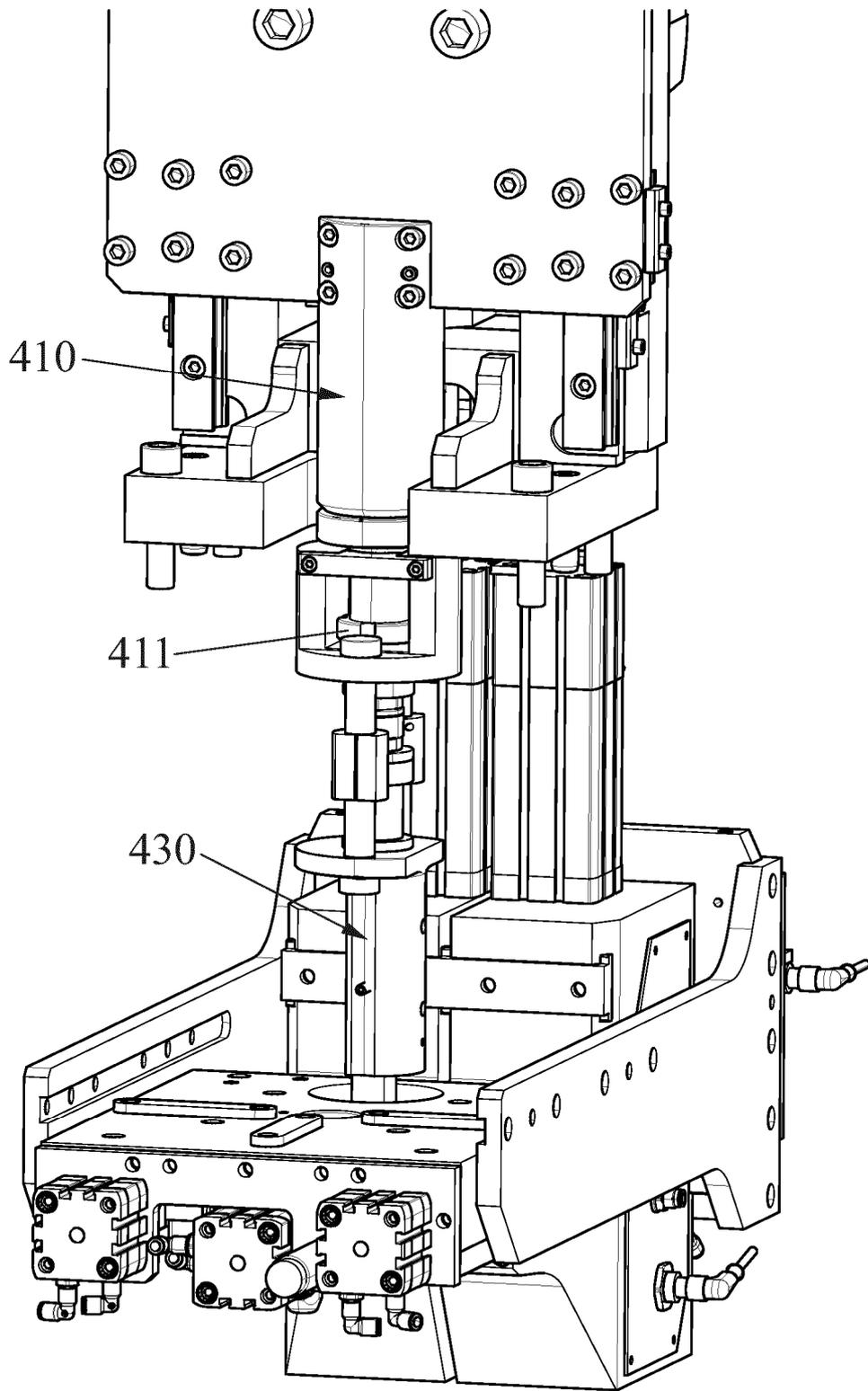
**FIG. 10**



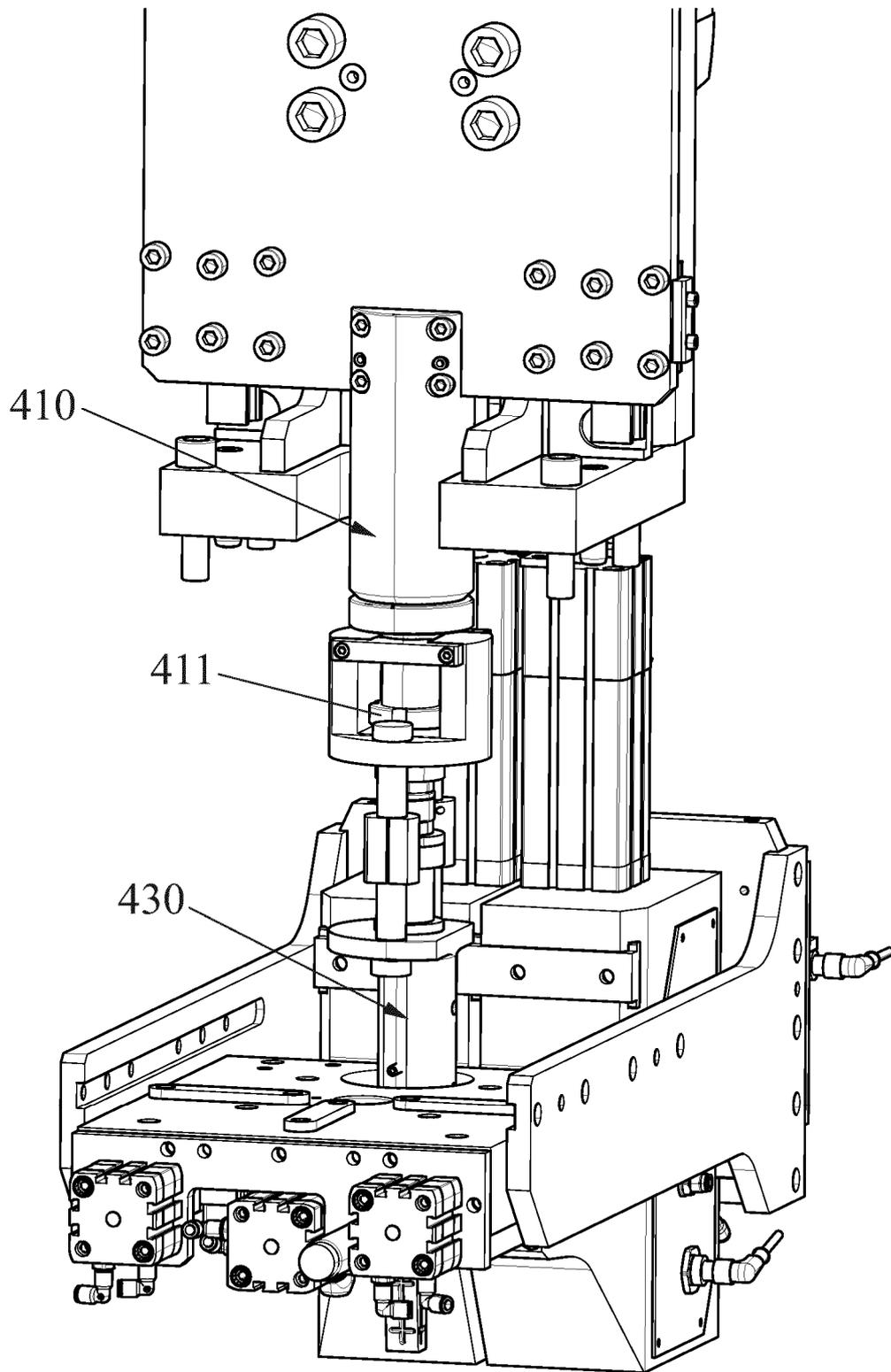
**FIG. 11**



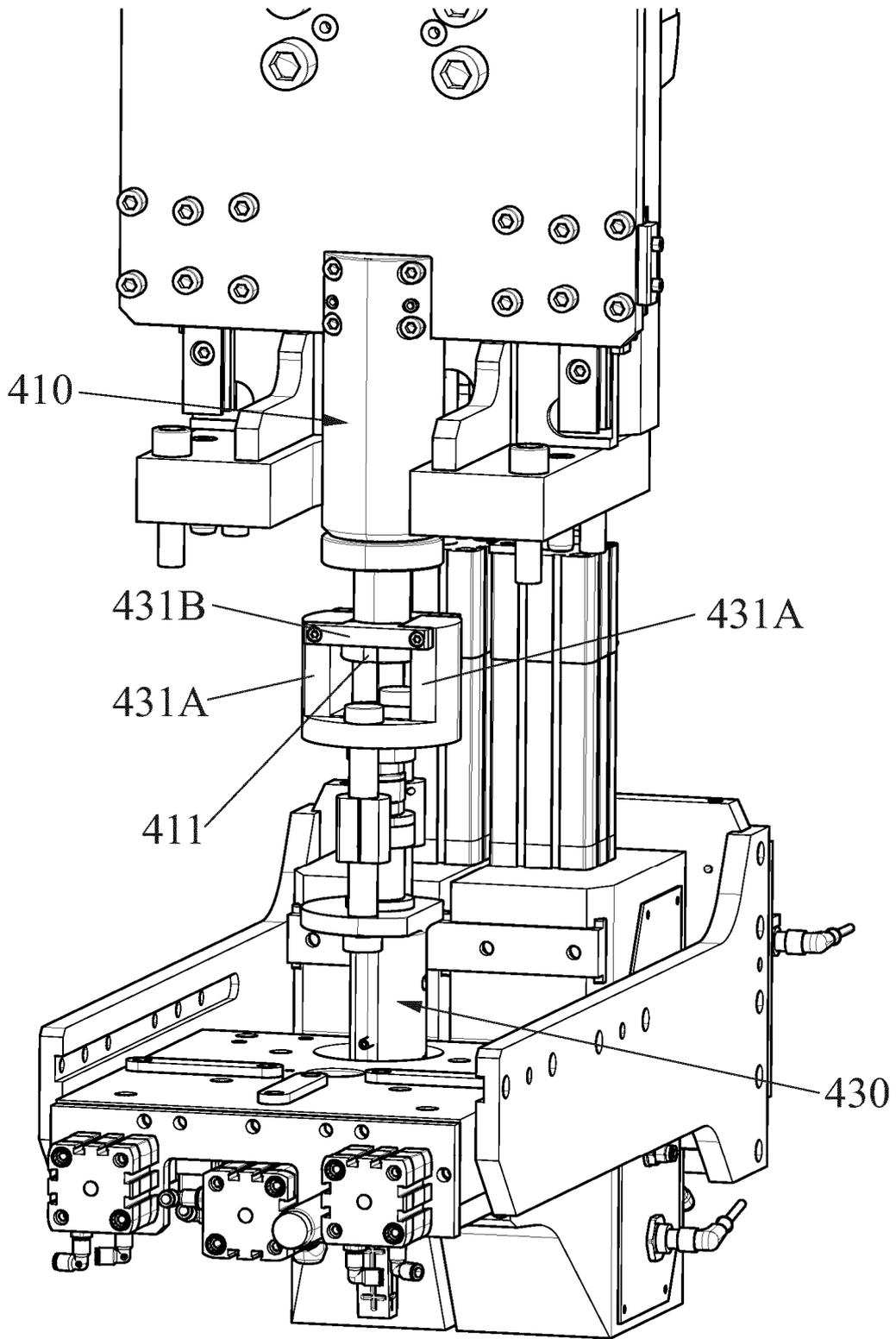
**FIG. 12A**



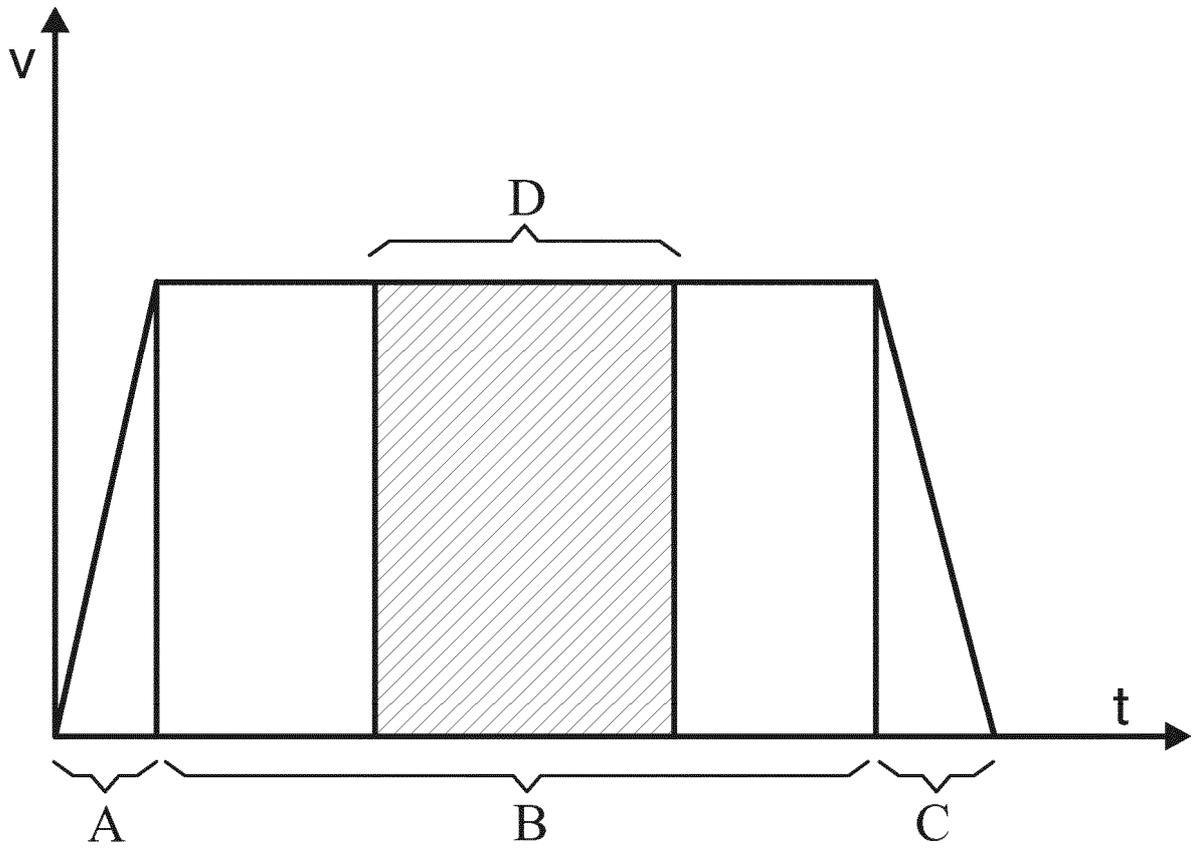
**FIG. 12B**



**FIG. 12C**



**FIG. 12D**



**FIG. 13**

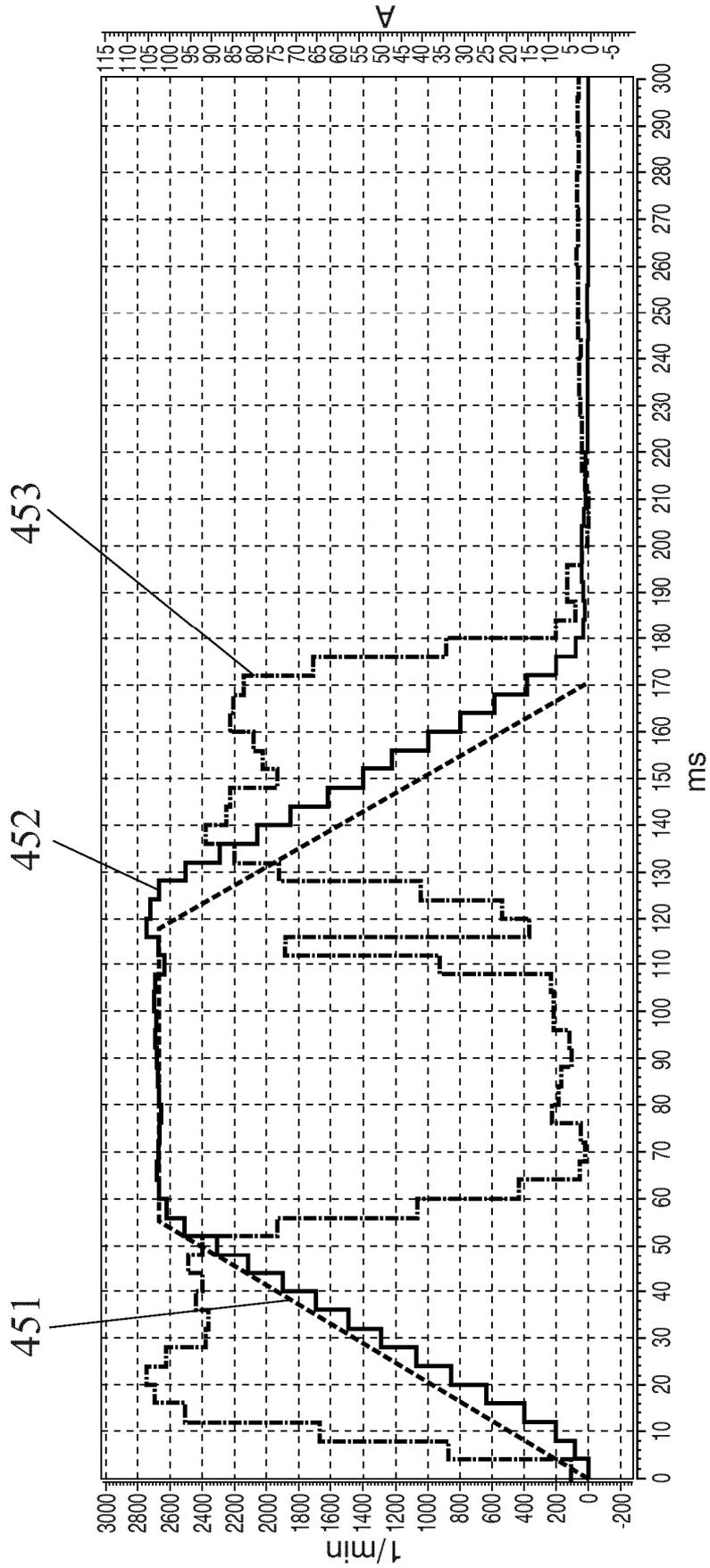


FIG. 14