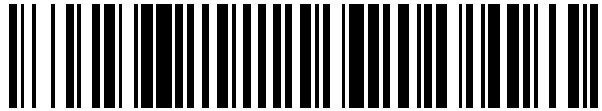


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 542**

51 Int. Cl.:

B23Q 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2009 E 09789904 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 2342045**

54 Título: **Aparato y método de carril flexible reconfigurable**

30 Prioridad:

15.08.2008 US 192248

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

22.04.2013

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**REID, ERIC, M.;
MERKLEY, ALAN, R. y
MURPHY, JAMES, C.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 542 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método de carril flexible reconfigurable.

5 **INFORMACIÓN DE ANTECEDENTES**

1. Campo:

La presente descripción se refiere, en general, a la fabricación y, en particular, a herramientas de fabricación y automatización. Todavía más particularmente, la presente descripción se refiere a herramientas montadas sobre carriles usadas para la fabricación.

2. Antecedentes:

La fabricación de aeronaves puede implicar el alineamiento de diferentes componentes sobre estructuras y/u otros componentes. Pueden perforarse orificios a través de estas partes alineadas para prepararlas para fijar las partes entre sí. Las piezas pueden ser fijadas usando elementos de fijación tales como, por ejemplo, sin limitación, remaches, tornillos, pernos y otros elementos de fijación adecuados. La creación de estos orificios puede ser realizada manualmente o por medio de máquinas herramientas.

Estas máquinas herramientas pueden comprender un aparato robótico que puede moverse con respecto a las partes alineadas y puede taladrar los orificios deseados. Frecuentemente, estos tipos de herramientas pueden requerir un espacio de suelo considerable y grandes costos de inversión, y pueden tener límites sobre la eficiencia, ya que estos tipos de herramientas sólo pueden perforar un orificio cada vez. Además, la cantidad y/o los tipos de trabajo que se pueden realizar usando estos tipos de herramientas pueden reducirse en base a las zonas de seguridad requeridas.

Otros tipos de máquinas herramientas incluyen herramientas flexibles más pequeñas, tales como, por ejemplo, sin limitación, herramientas sobre carriles flexibles. Estos tipos de herramientas pueden incluir carriles fijados a las partes. Por ejemplo, con el fuselaje, un sistema de carril puede ser fijado al fuselaje con una herramienta de perforación que se mueve a lo largo del carril para taladrar los orificios deseados. Estos tipos de sistemas de carril flexible pueden proporcionar costos de equipo y de implementación más bajos. Además, estos tipos de sistemas pueden permitir también un tiempo de configuración más corto y la capacidad de perforar orificios con muchos tipos de contornos superficiales.

Los sistemas de carril disponibles actualmente pueden tener la forma de un sistema de doble carril. Con el sistema de doble carril, la fijación y el mantenimiento de los carriles usando una configuración en paralelo con unas dimensiones de separación deseadas entre los carriles puede ser difícil dependiendo de la curvatura de la superficie del objeto sobre la que pueden realizarse las operaciones de perforación.

Además, una vez realizada una operación de perforación, puede aplicarse un sellador y/o elementos de fijación a los orificios usados para sujetar los componentes entre sí. Este tipo de operación puede requerir la retirada de los carriles y de la unidad y la colocación de un nuevo conjunto de carriles y una unidad sobre el fuselaje. En algunos sistemas, la unidad antigua puede ser sacada fuera del carril y una nueva unidad con la herramienta adecuada puede ser acoplada al carril. Este tipo de procedimiento puede requerir mucho tiempo, y puede ser también más costoso si se duplican los sistemas de carril y/o las unidades para operaciones diferentes.

Por consiguiente, existe una necesidad de un método y un aparato para minimizar las limitaciones descritas anteriormente.

El documento US 2005/265798A1 se refiere a una máquina herramienta con carril flexible que se acopla temporalmente a una estructura mediante copas de vacío y posiciona un cabezal de herramienta en cualquier punto deseado sobre una zona. El cabezal de herramienta puede realizar operaciones tales como perforación, inserción de pernos y adquisición de datos dimensionales. El carril flexible puede conformarse a la curvatura de la superficie en uno o más ejes. La perpendicularidad del cabezal de herramienta con respecto a la estructura puede detectarse y ajustarse según sea necesario. La posición fijada del carril puede ser compensada mediante una transformación de coordenadas, lo que permite que los orificios, por ejemplo, sean colocados con precisión considerable. Este documento forma la base para el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 10.

La presente invención se expone en las reivindicaciones independientes, con algunas características opcionales expuestas en las reivindicaciones dependientes de las mismas.

COMPENDIO

Las realizaciones ventajosas de la presente invención pueden proporcionar un método y un aparato para realizar operaciones sobre una pieza de trabajo. En una realización, un aparato puede comprender un sistema de carril flexible y

un carro multieje. El sistema de carril flexible puede ser capaz de ser fijado a una superficie de trabajo. El carro multieje puede ser acoplado al sistema de carril flexible. El carro multieje puede ser capaz de moverse a lo largo del sistema de carril flexible y puede ser capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo.

5 En otra realización ventajosa, un aparato puede estar presente para realizar operaciones sobre una pieza de trabajo. Un carril de vacío, flexible, puede ser capaz de ser fijado a una superficie de trabajo curvada de la pieza de trabajo. Un carro multieje puede ser acoplado, de manera desmontable, al sistema de carril flexible. El carro multieje puede ser capaz de moverse a lo largo del sistema de carril flexible y puede ser capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo curvada. El carro multieje puede comprender un primer motor capaz de mover el carro multieje sobre el carril flexible a lo largo de un eje X en los ejes. Un segundo motor puede ser capaz de mover la herramienta en el módulo de herramienta a lo largo de un eje Y de los ejes. Un módulo de herramienta puede ser capaz de ser acoplado, de manera desmontable, al carro multieje y puede comprender un bastidor. La herramienta puede estar montada sobre el bastidor. La herramienta puede estar situada en un primer lado del módulo de herramienta. La herramienta puede ser seleccionada de al menos uno de entre un taladro, una sonda de medición, una remachadora, una fresadora, una sierra de corte, una rueda de esmeril y un elemento de fijación. Una pata de presión puede estar situada en el primer lado y puede ser capaz de aplicar presión a la superficie de trabajo curvada. La pata de presión puede ser giratoria alrededor de un eje A paralelo al eje X, y puede ser capaz de proporcionar una fuerza que es normal a la superficie de trabajo curvada. Una unidad de reacción puede estar situada en un segundo lado del módulo de herramienta, y puede ser capaz de estabilizar el carro multieje durante el funcionamiento de la herramienta y mientras el carro multieje se mueve a lo largo del carril flexible. La unidad de reacción puede comprender al menos uno de entre un conjunto de patas fijas y un conjunto de rodillos.

En todavía otra realización ventajosa de la presente invención, un método está presente para realizar una operación sobre una pieza de trabajo. Un carril de vacío puede ser fijado con un carro multieje acoplado, de manera desmontable, al carril de vacío a una superficie de una pieza de trabajo. Un módulo de herramienta puede ser acoplado al carro multieje. El módulo de herramienta puede tener una herramienta capaz de realizar la operación. El carro multieje puede moverse a lo largo del carril de vacío, flexible, a una ubicación sobre la pieza de trabajo. La operación puede ser realizada en la ubicación.

30 En todavía otra realización ventajosa, un método para realizar una operación sobre una pieza de trabajo de una aeronave puede comprender un carril de vacío, flexible, y un módulo de herramienta. El carril de vacío, flexible, con un carro multieje acoplado, de manera desmontable, al carril de vacío, flexible, puede ser fijado a una superficie de la pieza de trabajo de una aeronave. El módulo de herramienta puede ser acoplado al carro multieje y puede tener una herramienta capaz de realizar la operación. El carro multieje puede moverse a lo largo del carril de vacío, flexible, a una ubicación sobre la pieza de trabajo de una aeronave. Puede aplicarse una fuerza contra la superficie con una pata de presión situada en un primer lado del módulo de herramienta. La pata de presión puede ser giratoria alrededor de un eje paralelo a un eje de movimiento del carro multieje. La fuerza puede ser normal a la superficie. Una fuerza de reacción puede ser proporcionada a la fuerza con una unidad de reacción localizada en un segundo lado del módulo de herramienta. La operación puede ser realizada una vez aplicadas la fuerza y la fuerza de reacción. La operación puede seleccionarse de entre al menos una operación de perforación y una operación de fijación.

1. Un aparato que comprende:

45 un sistema de carril flexible que puede ser fijado a una superficie de trabajo; y un carro multieje acoplado al sistema de carril flexible, en el que el carro multieje puede moverse a lo largo del sistema de carril flexible y es capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo.

2. Aparato según la reivindicación 1 que comprende además:

50 un módulo de herramienta capaz de ser acoplado, de manera desmontable, al carro multieje, en el que el módulo de herramienta comprende un bastidor y la herramienta, en la que la herramienta está montada sobre el bastidor.

3. Aparato según la reivindicación 2, en el que la herramienta se encuentra en un primer lado del módulo de herramienta que comprende además:

una pata de presión situada en el lado primero y capaz de aplicar presión a la superficie de trabajo.

4. Aparato según la reivindicación 3, en el que el sistema de carril flexible comprende un carril flexible, y en el que el módulo de herramienta comprende además:

una unidad de reacción situada en un segundo lado del módulo de herramienta y capaz de estabilizar el carro multieje durante el funcionamiento de la herramienta.

- 5 5. Aparato según la reivindicación 4, en el que la unidad de reacción es capaz de estabilizar el carro multieje, mientras el carro multieje se mueve a lo largo del carril flexible.
6. Aparato según la reivindicación 4, que comprende además:
- 10 un conjunto de rodillos asociados con la pata de presión.
7. Aparato según la reivindicación 5, en el que la unidad de reacción comprende al menos uno de entre un conjunto de patas y un conjunto de rodillos.
- 15 8. Aparato según la reivindicación 4, en el que el carro multieje comprende:
- un primer motor que es capaz de mover el carro multieje sobre el carril flexible a lo largo de un eje X en los ejes.
- 20 9. Aparato según la reivindicación 8, en el que el carro multieje comprende además:
- un segundo motor capaz de mover la herramienta en el módulo de herramienta a lo largo de un eje Y en los ejes.
- 25 10. Aparato según la reivindicación 4, en el que la pata de presión es giratoria alrededor de un eje A que es paralelo al eje X y puede ser movido para hacer contacto con la superficie de trabajo.
11. Aparato según la reivindicación 10, en el que la pata de presión es capaz de proporcionar una fuerza que es normal a la superficie de trabajo.
- 30 12. Aparato según la reivindicación 1, en el que el sistema de carril flexible es un sistema de carril de vacío, flexible.
13. Aparato según la reivindicación 1, en el que el sistema de carril flexible comprende:
- 35 una pluralidad de carriles.
14. Aparato según la reivindicación 1, en el que la superficie de trabajo está curvada.
- 40 15. Aparato según la reivindicación 2, en el que la herramienta está fijada, de manera desmontable, al bastidor.
16. Aparato según la reivindicación 2, en el que la herramienta se selecciona de entre un taladro, una sonda de medición, una remachadora, una fresadora, una sierra de recorte, una rueda de esmeril y un elemento de fijación.
- 45 17. Aparato según la reivindicación 1, en el que la superficie de trabajo es una superficie de una pieza de trabajo seleccionada de entre un fuselaje de aeronave, un ala de aeronave, una puerta de aeronave, una cola de aeronave, una superficie de control de aeronave, una nave espacial, un barco, un tanque y un edificio.
18. Un aparato para realizar operaciones sobre una pieza de trabajo de una aeronave.
- 50 un carril de vacío, flexible, capaz de ser fijado a una superficie de trabajo curvada de la pieza de trabajo;
un carro multieje acoplado al sistema de carril flexible, en el que el carro multieje es capaz de moverse a lo largo del sistema de carril flexible y es capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo curvada y en el que el carro multieje comprende:
- 55 un primer motor capaz de mover el carro multieje sobre el carril flexible a lo largo de un eje X en los ejes; y
un segundo motor capaz de mover la herramienta en un módulo de herramienta a lo largo de un eje Y en los ejes;
un módulo de herramienta capaz de ser acoplado, de manera desmontable, al carro multieje y que comprende:
- 60 un bastidor;

la herramienta, en la que la herramienta está montada sobre el bastidor, en el que la herramienta se encuentra en un primer lado del módulo de herramienta, y en la que la herramienta se selecciona de entre un taladro, una sonda de medición, una remachadora, una fresadora, una sierra de recorte, una rueda de esmeril y un elemento de fijación;

5 una pata de presión situada en el primer lado del módulo de herramienta, en el que la pata de presión es capaz de aplicar presión a la superficie de trabajo curvada, es giratoria alrededor de un eje A que es paralelo al eje X, y es capaz de proporcionar una fuerza que es normal a la superficie de trabajo curvada; y

10 una unidad de reacción situada en un segundo lado del módulo de herramienta y capaz de estabilizar el carro multieje durante el funcionamiento de la herramienta y capaz de estabilizar el carro multieje, mientras que el carro multieje se mueve a lo largo el carril flexible, en el que la unidad de reacción comprende al menos uno de entre un conjunto de patas fijos y un conjunto de rodillos.

22. Un método para realizar una operación sobre una pieza de trabajo de una aeronave que comprende:

15 fijar un carril de vacío, flexible, con un carro multieje acoplado al carril de vacío, flexible, a una superficie de la pieza de trabajo de una aeronave;

20 acoplar un módulo de herramienta al carro multieje, en el que el módulo de herramienta tiene una herramienta capaz de realizar la operación;

mover el carro multieje a lo largo del carril de vacío, flexible, a una ubicación sobre la pieza de trabajo de una aeronave; y

25 aplicar una fuerza contra la superficie con una unidad de presión situada en un primer lado del módulo de herramienta, en el que la unidad de presión es giratoria alrededor de un eje paralelo a un eje de movimiento del carro multieje y en el que la fuerza es normal a la superficie;

proporcionar una fuerza de reacción a la fuerza con una unidad de reacción situada en un segundo lado del módulo de herramienta; y

realizar la operación una vez aplicadas la fuerza y la fuerza de reacción, en el que la operación se selecciona de entre al menos una operación de perforación y una operación de fijación.

30 Las características, funciones y ventajas se pueden conseguir independientemente en diversas realizaciones de la presente descripción o pueden combinarse en todavía otras realizaciones en las que pueden verse más detalles con referencia a la descripción siguiente y a los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Los rasgos novedosos que se consideran característicos de las realizaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ventajosas, así como un modo de uso preferente, objetivos y ventajas adicionales de las mismas, se comprenderán mejor con referencia a la descripción detallada siguiente de una realización ventajosa de la presente descripción, cuando se lee en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

40 La Figura 1 es un diagrama de flujo de una metodología de producción u revisión de aeronaves en la que puede implementarse una realización ventajosa;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una aeronave según una realización ventajosa;

La Figura 3 es un diagrama de bloques de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

45 La Figura 4 es un diagrama de una vista en perspectiva de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

La Figura 5 es un diagrama de una vista superior de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

La Figura 6 es un diagrama de una vista frontal de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

La Figura 7 es un diagrama de una vista lateral de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

50 La Figura 8 es un diagrama de una vista en perspectiva de un aparato flexible en la que el módulo de herramienta está desacoplado del carro multieje;

La Figura 9 es un diagrama de otra vista en perspectiva de un módulo de herramienta separado de un carro multieje según una realización ventajosa;

La Figura 10 es un diagrama de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

55 La Figura 11 es una vista lateral de un aparato de carril flexible con múltiples herramientas según una realización ventajosa;

La Figura 12 es un diagrama de una vista frontal de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

La Figura 13 es un diagrama de una vista en perspectiva con un módulo de herramienta separado de un carro multieje según una realización ventajosa;

60 La Figura 14 es un diagrama que ilustra otra configuración de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

La Figura 15 es un diagrama de una vista superior de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa;

La Figura 16 es un diagrama que ilustra un aparato de carril flexible sobre una superficie curva según una realización ventajosa; y

La Figura 17 es un diagrama de flujo de un procedimiento para realizar una operación sobre una pieza de trabajo según una realización ventajosa.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Con referencia más particularmente a los dibujos, las realizaciones de la descripción pueden ser descritas en el contexto de un método 100 de fabricación y de revisión de aeronaves, tal como se muestra en la Figura 1 y una aeronave 102, tal como se muestra en la Figura 2. Durante la pre-producción, el método 100 de fabricación y de revisión de aeronaves puede incluir la especificación y el diseño 104 de la aeronave 102 y la adquisición 106 de material.

10

Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación 108 de componentes y subconjuntos y la integración 110 del sistema de aeronave 102. A continuación, la aeronave 102 puede pasar por una certificación y entrega 112 con el propósito de ser puesta en servicio 114. Mientras está en servicio para un cliente, la aeronave 102 está programada para un mantenimiento y una revisión 116 rutinarios (que pueden incluir también una modificación, reconfiguración, renovación, etc.).

15

Cada uno de los procedimientos del procedimiento 100 de fabricación y de revisión de aeronaves puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, una tercera parte y/o un operario (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de la presente descripción, un integrador de sistemas puede incluir, por ejemplo, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; una tercera parte puede incluir, por ejemplo, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser, por ejemplo, sin limitación, una línea aérea, una compañía de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios o una entidad adecuada.

20

25

Tal como se muestra en la Figura 2, la aeronave 102 producida mediante el método 100 de fabricación y de revisión de aeronaves puede incluir un fuselaje 118, una pluralidad de sistemas 120, y un interior 122. Los ejemplos de sistemas 120 incluyen uno o más de entre un sistema 124 de propulsión, un sistema 126 eléctrico, un sistema 128 hidráulico y un sistema 130 ambiental. Cualquier número de otros sistemas pueden estar incluidos en este ejemplo. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la descripción pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria del automóvil.

30

Los aparatos y métodos incorporados en la presente memoria pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 100 de fabricación y de revisión de aeronaves. Por ejemplo, los componentes o los subconjuntos correspondientes a la fabricación 108 de componentes y subconjuntos pueden ser fabricados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 102 está en servicio.

35

También, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden ser utilizadas durante la fabricación 108 de los componentes y subconjuntos y la integración 110 del sistema, por ejemplo, sin limitación, acelerando sustancialmente el montaje de la aeronave 102 o reduciendo el costo de la misma. De manera similar, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden ser utilizadas mientras la aeronave 102 está en servicio, por ejemplo, sin limitación, para el mantenimiento y la revisión 116.

40

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que los sistemas de carril flexible, disponibles actualmente, todavía pueden tener ciertas limitaciones que pueden ser indeseables. Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que los sistemas de carril disponibles actualmente pueden ser sistemas de doble carril. Con un sistema de doble carril, la aplicación y el mantenimiento de los carriles en una configuración en paralelo con las dimensiones de separación deseadas entre los carriles puede ser difícil, especialmente cuando hay presentes contornos complejos.

45

50

Además, las diferentes realizaciones ventajosas reconocen que las unidades de posicionamiento de perforación disponibles actualmente están integradas como una sola unidad. En otras palabras, la herramienta puede estar integrada como parte de la unidad que se desplaza sobre el carril. Como resultado, cuando se requieren cambios en los tipos de herramientas, puede necesitarse un tiempo de configuración adicional. Además, al cambiar la unidad completa, las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que puede necesitarse una duplicación de los componentes, aumentando el gasto de mantenimiento de las herramientas.

55

Por ejemplo, cuando se realizan operaciones sobre una pieza de trabajo tal como, por ejemplo, sin limitación, un fuselaje, un conjunto de orificios pueden ser perforados en el fuselaje. A continuación, puede aplicarse un sellador a la zona de avellanado del orificio, y pueden usarse elementos de fijación para fijar los componentes en el fuselaje, unos a los otros. Este tipo de operación puede requerir el cambio de la unidad completa. Este tipo de cambio puede requerir retirar los

60

carriles y colocar nuevos carriles y una nueva unidad sobre el fuselaje. En otros tipos de sistemas de doble carril, la unidad puede ser sacada fuera de los carriles y una nueva unidad con la herramienta apropiada puede ser acoplada a los carriles. Este tipo de operación puede requerir mucho tiempo, siendo también más costoso al requerir sistemas de doble carril y/o múltiples unidades para diferentes operaciones.

5 Además, incluso con la realización de las operaciones de perforación, un taladro particular puede estar dedicado para un rango seleccionado de parámetros de perforación en base al diseño del husillo. Si los parámetros de perforación deseados caen fuera del rango seleccionado, puede requerirse un taladro diferente. Como resultado, pueden requerirse múltiples unidades con taladros que tienen diferentes rangos de parámetros de perforación. El cambio de un taladro
10 puede requerir mover la unidad desde la pista y sustituir el carro con una unidad nueva. A continuación, la unidad puede ser movida de nuevo a la posición deseada y las operaciones pueden comenzar. Este tipo de retirada y sustitución de la unidad puede requerir tiempo, aumentando el tiempo necesario para completar la fabricación de un componente.

15 De esta manera, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato para realizar operaciones sobre piezas de trabajo. En una realización ventajosa, un sistema de carril flexible puede ser fijado a una superficie de trabajo de una pieza de trabajo. Un carro multieje puede ser acoplado al sistema de carril flexible. El carro multieje puede ser capaz de moverse a lo largo del sistema de carril flexible y puede ser capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo. Un módulo de herramienta puede ser acoplado, de manera desmontable, al carro multieje. De esta manera, el cambio de herramientas puede realizarse rápidamente sin necesidad de retirar y sustituir el
20 carro. Además, las diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar también una capacidad de emplear un sistema de carril flexible con un único carril.

25 Puede usarse una unidad de reacción para estabilizar un carro multieje durante el movimiento del carro multieje a lo largo del carril flexible. Además, esta unidad de reacción puede ser capaz también de estabilizar el carro multieje durante el funcionamiento de la herramienta. En otras realizaciones ventajosas, el módulo de herramienta puede incluir una capacidad para mover o girar la herramienta alrededor de un eje A para mantener una capacidad para perforar un orificio normal a la superficie de la pieza de trabajo.

30 Con referencia ahora a la Figura 3, en la misma se representa un diagrama de bloques de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. El aparato 300 de carril flexible es un ejemplo de un aparato que puede ser usado para realizar operaciones sobre la pieza 302 de trabajo. En estos ejemplos, la pieza 302 de trabajo puede adoptar diversas formas. Por ejemplo, sin limitación, la pieza 302 de trabajo puede ser una parte, un subconjunto, un sistema o alguna otra estructura. La pieza 302 de trabajo puede ser, por ejemplo, sin limitación, múltiples partes alineadas entre sí para la
35 realización de una operación usando un aparato 300 de carril flexible. La pieza 302 de trabajo puede ser, por ejemplo, sin limitación, un fuselaje, un ala, una cola, una puerta de la aeronave, un empenaje de aeronave, una carcasa de motor, una superficie de control de aeronave o cualquier otro objeto adecuado.

40 El aparato 300 de carril flexible puede incluir un sistema 304 de carril flexible, un carro 306 multieje y un módulo 308 de herramienta. El sistema 304 de carril flexible puede ser acoplado o fijado, de manera desmontable, a la superficie 310 de la pieza 302 de trabajo. En estos ejemplos, el sistema 304 de carril flexible puede estar compuesto de un carril 312 flexible, que puede ser fijado a la superficie 310 de la pieza 302 de trabajo usando copas 314 de vacío. Con el carril 312 flexible, el aparato 300 de carril flexible puede ser fijado al contorno 318 en la superficie 310 de la pieza 302 de trabajo. Este contorno puede ser, por ejemplo, sin limitación, una curva en un fuselaje. El contorno 318 puede ser una curva
45 compleja y/o compuesta.

50 Con el uso de carril 312 flexible por sí mismo, pueden evitarse problemas con el mantenimiento de dos o más carriles paralelos entre sí con configuraciones de separación apropiadas. Además, el carril 312 flexible evita también problemas que pueden ocurrir con los carriles dobles que siguen contornos complejos. Estos tipos de contornos pueden resultar en un estrés no deseado sobre el carro 306 multieje. El aparato 300 de carril flexible puede minimizar también las imprecisiones de posicionamiento. Además, con el uso de sólo un carril 312 flexible, puede haber menos espacio, costo y/o peso en el aparato 300 de carril flexible.

55 El carro 306 multieje puede ser acoplado a un carril 312 flexible, tal como se muestra mediante la flecha 319. El carro 306 multieje puede incluir un motor 320 de carril, un motor 322 de módulo de herramienta y un controlador 323. El motor 320 de carril puede mover el carro 306 multieje a lo largo del carril 312 flexible. Este movimiento puede mover el carro 306 multieje a lo largo de un eje, por ejemplo, un eje X. El motor 322 de módulo de herramienta puede ser usado para mover el módulo 308 de herramienta a lo largo de un eje, por ejemplo, un eje Y.

60 El controlador 323 puede controlar el movimiento y el funcionamiento del aparato 300 de carril flexible con respecto a la pieza 302 de trabajo. El controlador 323 puede ser, por ejemplo, sin limitación, un ordenador, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un circuito de control o algún otro dispositivo adecuado.

5 En estos ejemplos ilustrativos, el módulo 308 de herramienta puede ser acoplado, de manera desmontable, al carro 306 multieje. El módulo 308 de herramienta puede incluir un bastidor 324 y una herramienta 326. La herramienta 326 puede ser montada sobre el bastidor 324. Además, la herramienta 326 puede ser montada también, de manera desmontable, al bastidor 324, permitiendo que la herramienta 326 sea intercambiada con otra herramienta.

10 En este ejemplo, el módulo 308 de herramienta puede incluir también una unidad 328 de reacción y una unidad 330 de presión. La unidad 328 de reacción puede estar situada en el lado 332 del bastidor 324, mientras que la unidad 330 de presión puede estar situada en el lado 334 del bastidor 324. De esta manera, la unidad 328 de reacción y la unidad 330 de presión pueden estar situadas una frente a la otra en el módulo 308 de herramienta. Además, estas dos unidades de reacción pueden estar situadas en lados opuestos del carril 312 flexible.

15 La unidad 328 de reacción puede ser capaz de estabilizar el carro 306 multieje durante el movimiento del carro 306 multieje a lo largo del carril 312 flexible. Además, la unidad 328 de reacción puede ser capaz también de estabilizar el carro 306 multieje durante el funcionamiento de la herramienta 326. En estos ejemplos, la unidad 330 de presión puede ser capaz de proporcionar una fuerza 336 que es normal a la superficie 310, tal como se ilustra mediante la flecha 338.

20 La unidad 328 de reacción puede contactar la superficie 310 de manera continua o sólo durante ciertas operaciones. La unidad 328 de reacción puede generar una fuerza 344 de reacción en la dirección de la flecha 339 para contrarrestar la fuerza 336. La unidad 328 de reacción puede incluir patas 340 y/o rodillos 342. La unidad 328 de reacción puede proporcionar una fuerza 344 de reacción, que puede ser aplicada a la superficie 310. La fuerza 344 de reacción puede ser aplicada durante el movimiento del carro 306 multieje a lo largo del carril 312 flexible para estabilizar el carro 306 multieje.

25 Además, la unidad 328 de reacción puede proporcionar una fuerza 344 de reacción para contrarrestar o para proporcionar estabilidad al carro 306 multieje durante las operaciones de perforación y/o en respuesta a la fuerza 336 generada por la unidad 330 de presión. La unidad 330 de presión puede incluir patas 346 y/o rodillos 348. La pata 346 puede generar una fuerza 336. Los rodillos 348 pueden permitir una estabilización adicional del carro 306 multieje durante el movimiento, así como proporcionar contribuciones adicionales a la fuerza 336.

30 En este ejemplo, la unidad 330 de presión puede generar una fuerza 336 antes de que la herramienta 326 realice las operaciones de perforación sobre la pieza 302 de trabajo. En estos ejemplos, la herramienta 326 puede adoptar diversas formas. Por ejemplo, sin limitación, la herramienta 326 puede ser un taladro 350, una unidad 352 de fijación, una unidad 354 de sellado y/o algún otro dispositivo adecuado. El taladro 350 puede ser usado para perforar los orificios 356 en la pieza 302 de trabajo. La unidad 352 de fijación puede ser usada para aplicar elementos 358 de fijación a la pieza 302 de trabajo. La unidad 354 de sellado aplica sellador 359 a los orificios 356 perforados.

40 Además, la unidad 330 de presión, junto con la herramienta 326 puede ser desplazable alrededor del eje A 360. Este eje A puede ser paralelo al eje 362 X a lo largo del cual se mueve el carro 306 multieje cuando se mueve a lo largo del carril 312 flexible. Al permitir que la unidad 330 de presión y/o la herramienta 326 se muevan alrededor del eje 360 A, la herramienta 326 se puede mantener en una posición que es normal a la superficie 310 para realizar diferentes operaciones. Además, la unidad 330 de presión y/o la herramienta 326 pueden ser bloqueadas en su lugar para fijar estos componentes con respecto al eje 360 A durante una operación.

45 Con el uso del carro 306 multieje y el módulo 308 de herramienta, puede proporcionarse una capacidad de reconfiguración para el aparato 300 de carril flexible. Esta capacidad puede permitir la reconfiguración del aparato 300 de carril flexible para realizar diferentes tipos de operaciones, minimizando el tiempo necesario para las reconfiguraciones. En contraste con los sistemas de carril flexible disponibles actualmente, el aparato 300 de carril flexible puede ser reconfigurado cambiando el módulo 308 de herramienta.

50 El módulo 308 de herramienta puede ser retirado y/o separado del carro 306 multieje. Por ejemplo, si el módulo 308 de herramienta incluye un taladro 350, después de perforar orificios en la pieza 302 de trabajo, el módulo 308 de herramienta puede ser retirado y otra versión del módulo 308 de herramienta puede ser fijada al carro 306 multieje para sujetar partes de piezas de la pieza 302 de trabajo. Además, con este tipo de configurabilidad, pueden necesitarse menos gastos para el aparato 300 de carril flexible ya que los motores y los componentes en el carro 306 multieje no tienen que ser reproducidos para cada tipo de herramienta.

60 Además, la capacidad de girar la herramienta 326 y la unidad 330 de presión alrededor del eje 360 A en el aparato 300 de carril flexible puede controlar la unidad 330 de presión de una manera que proporciona un posicionamiento de la unidad 330 de presión y la herramienta 326 normal a la superficie 310. El cambio en el eje 360 A sólo se produce en estos ejemplos durante el enclavamiento o el cambio de la unidad 330 de presión para permitir una normalización cuando el carro 306 multieje se mueve a otra posición.

Además, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionadas por la unidad 328 de reacción pueden permitir una colocación más fácil del aparato 300 de carril flexible sobre la pieza 302 de trabajo, ya que puede necesitarse sólo un único carril 312 flexible en lugar de dos o más carriles. Además, al usar un único carril 312 flexible, puede reducirse también el costo del aparato 300 de carril flexible.

La ilustración de un aparato 300 de carril flexible en la Figura 3 no pretende imponer limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la que las diferentes realizaciones ventajosas pueden ser implementadas. Esta ilustración del aparato 300 de carril flexible en la Figura 3 se proporciona con el propósito de ilustrar algunas características que pueden encontrarse en diferentes realizaciones ventajosas.

Por ejemplo, sin limitación, en otras realizaciones ventajosas, el sistema 304 de carril flexible puede incluir dos o más carriles flexibles en lugar de sólo un único carril 312 flexible. En todavía otras realizaciones ventajosas, el motor 322 del módulo de herramienta puede estar situado dentro del módulo 308 de herramienta en lugar de dentro del carro 306 multieje.

Además, aunque la herramienta 326 se ha descrito con respecto a un taladro 350, la unidad 352 de fijación y la unidad 354 de sellado, la herramienta 326 puede incluir otros tipos de herramientas en otras realizaciones ventajosas. Por ejemplo, la herramienta 326 puede incluir una o más de herramientas diferentes además de o en lugar de éstas. Estas herramientas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, un taladro, una sonda de medición, una remachadora, una fresadora, una sierra de recorte, una rueda de esmeril y/o alguna otra herramienta adecuada.

Aunque las diferentes realizaciones ventajosas descritas en este ejemplo están relacionadas con aeronaves y partes de aeronaves, otras realizaciones ventajosas pueden ser aplicadas para su uso en la realización de operaciones sobre otros tipos de piezas de trabajo. Por ejemplo, la pieza 302 de trabajo puede ser, por ejemplo, sin limitación, una nave espacial, un submarino, un barco, un tanque, una estructura de una planta de energía, un edificio, un autobús, un tren o algún otro objeto adecuado.

Con referencia ahora a la Figura 4, en la misma se representa un diagrama de una vista en perspectiva de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el aparato 400 de carril flexible incluye un carril 402 de vacío, flexible, un carro 404 multieje y un módulo 406 de herramienta. El carro 404 multieje puede incluir un motor 408 de carril, un motor 410 de módulo de herramienta y un controlador 412. El módulo 406 de herramienta puede ser acoplado, de manera desmontable, al carro 404 multieje.

En estos ejemplos ilustrativos, el carril 402 de vacío, flexible, puede ser fijado, de manera desmontable, usando fuerzas de vacío a la superficie 414.

El carro 404 multieje puede moverse a lo largo del eje 416 X, mientras se mueve a lo largo del carril 402 de vacío, flexible. Además, el carro 404 multieje puede mover el módulo 406 de herramienta a lo largo de eje 418 Y usando el motor 410 del módulo de herramienta. A través de este movimiento, el taladro 420 puede ser desplazado alrededor del eje 416 X y/o del eje 418 Y.

El módulo 406 de herramienta puede incluir también una pata 424 de presión, una pata 426 de reacción y una pata 428 de reacción. La pata 424 de presión es un ejemplo de una implementación de la unidad 330 de presión en la Figura 3. La pata 426 de reacción y la pata 428 de reacción son ejemplos de una implementación de la unidad 328 de reacción en la Figura 3. La pata 426 de reacción y la pata 428 de reacción pueden moverse a lo largo del eje 430 Z para acoplarse a la superficie 414 después de que el carro 404 multieje se mueve a una ubicación sobre la superficie 414.

La superficie 414 puede tener un eje 430 z que cambia conforme se realizan movimientos en la dirección del eje 416 x y/o el eje 418 y. El carril 402 de vacío, flexible, puede acomodar y/o aceptar una curvatura a lo largo de un plano definido por el eje 418 y el eje 430 z. La rotación de la pata 424 de presión y/o el taladro 420 alrededor del eje 440 A puede acomodar los cambios en un plano definido por el eje 416 x y el eje 430 z. De esta manera, el eje 430 z sigue siendo normal a la superficie 414.

Después de que la pata 426 de reacción y la pata 428 de reacción se acoplan a la superficie 414, la pata 424 de presión puede moverse también a lo largo del eje 430 z para acoplarse a la superficie 414. La pata 424 de presión puede acoplarse a la superficie 414 para proporcionar una fuerza de precarga sobre la superficie 414 antes de la realización de una operación de perforación mediante el taladro 420. En estos ejemplos, la pata 424 de presión puede aplicar simplemente una presión hacia abajo sobre la superficie 414. En algunas realizaciones ventajosas, la pata 424 de presión puede acoplarse también a la superficie 414 usando un vacío.

ES 2 401 542 T3

La fuerza aplicada por la pata 424 de presión puede ser mayor que la fuerza aplicada por el taladro 420 conforme se realiza una operación de perforación. La pata 426 de reacción y/o la pata 428 de reacción pueden contrarrestar la fuerza generada por la pata 424 de presión para estabilizar el carro 404 multi-acceso. La compensación puede ser una reacción contra cualquier momento alrededor del carril 402. En este ejemplo representado, la pata 426 de reacción y/o la pata 428 de reacción pueden ser movidas a lo largo del eje 430 Z usando un mecanismo 432 de desplazamiento y un mecanismo 434 de desplazamiento.

Una vez que la pata 426 de reacción y la pata 428 de reacción están en su lugar, los mecanismos 435 y 437 de bloqueo pueden ser usados para bloquear la pata 426 de reacción y/o la pata 428 de reacción en su lugar. Estos mecanismos de bloqueo pueden ser usados después de que los mecanismos 432 y 434 de desplazamiento mueven la pata 426 de reacción y/o la pata 428 de reacción a la superficie 414. La pata 424 de presión puede ser movida a lo largo del eje 430 Z por el mecanismo 436 de desplazamiento.

Los mecanismos 432, 434 y 436 de desplazamiento pueden ser cualquier tipo de actuador. En este ejemplo ilustrativo, puede usarse un cilindro neumático en el mecanismo 434 de desplazamiento. Otros ejemplos de mecanismos de desplazamiento incluyen, por ejemplo, sin limitación, una pinza neumática, una tuerca de acción rápida, un bloqueo de leva, un freno de tipo solenoide eléctrico, un muelle y/o algún otro dispositivo adecuado.

Además, en estas realizaciones ventajosas, la pata 424 de presión y/o el taladro 420 pueden ser movidos a lo largo del eje 440 A. Más específicamente, el taladro 420 puede estar montado en la pata 424 de presión, que puede ser giratoria alrededor del eje 440 A. El taladro 420 puede estar fijado, de manera desmontable, a la pata 424 de presión en la carcasa 438. La pata 424 de presión puede ser también giratoria alrededor del eje 430 Z en estos ejemplos. En el ejemplo representado, el eje 440 A puede ser sustancialmente paralelo al eje 416 X. La rotación de la pata 424 de presión y/o el taladro 420 alrededor del eje 440 A se puede realizar usando el mecanismo 436 de desplazamiento para mantener estos componentes sustancialmente normales a la superficie 414. Una vez posicionadas la pata 424 de presión y/o el taladro 420 con respecto al eje 440 A, estos componentes pueden ser bloqueados mediante el mecanismo 439 de bloqueo. De esta manera, los orificios perforados en la superficie 414 pueden ser sustancialmente normales a la superficie 414 en lugar de formar un ángulo menor que un ángulo recto. La rotación del taladro 420 y/o la pata 424 de presión en la carcasa 438 alrededor del eje 440 A se puede realizar para compensar los contornos locales en la superficie 414.

El mecanismo 436 de desplazamiento puede ser bloqueado también con la pata 424 de presión en su lugar para prevenir el movimiento alrededor del eje 440 A. A través del mecanismo 439 de bloqueo, la estabilidad de la pata 424 de presión puede ser mantenida durante las operaciones de perforación usando el taladro 420.

El elemento 442 de fijación y/o el elemento 444 de fijación pueden ser usados para acoplar el módulo 406 de herramienta al carro 404 multiteje. Además, un asidero 446 y un asidero 448 pueden estar fijados al bastidor 422 del módulo 406 de herramienta. El asidero 446 y/o el asidero 448 pueden proporcionar a un operario la capacidad de retirar y/o colocar más fácilmente el módulo 406 de herramienta en el carro 404 multiteje.

En estos ejemplos, los elementos 442 y 444 de fijación pueden ser, por ejemplo, sin limitación, pernos, tornillos, bloqueo de leva y/o algunos otros mecanismos de fijación adecuados. Estos elementos de fijación pueden ser manipulados para acoplar y desacoplar el módulo 406 de herramienta del carro 404 multiteje. De esta manera, las diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar una capacidad para cambiar la configuración del aparato 400 de carril flexible con un esfuerzo reducido en comparación con el cambio del aparato completo.

Además, se puede proporcionar una mayor flexibilidad mediante el uso de la carcasa 438, que puede estar configurada para aceptar, de manera desmontable, una herramienta, tal como, por ejemplo, sin limitación, un taladro 420. De esta manera, pueden generarse diferentes configuraciones de herramienta para el aparato 400 de carril flexible gracias a la posibilidad de extracción del módulo 406 de herramienta y/o el taladro 420.

Con referencia ahora a la Figura 5, en la misma se representa un diagrama de una vista superior de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. Tal como puede observarse en este ejemplo ilustrativo, el motor 410 del módulo de herramienta en el carro 404 multiteje puede mover el carril 500 motorizado. El movimiento del carril 500 motorizado puede causar el movimiento del módulo 406 de herramienta a lo largo de eje 418 Y. Aunque se ilustra un carril 500 motorizado, pueden usarse otros tipos de dispositivo para mover el módulo 406 de herramienta a lo largo del eje 418 Y. Por ejemplo, sin limitación, puede usarse un tornillo acampanado, un mecanismo de piñón de inserción, un mecanismo de transmisión por correa, un actuador lineal y/o algún otro dispositivo adecuado.

Con referencia ahora a la Figura 6, en la misma se representa un diagrama de una vista frontal de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. A continuación, la Figura 7 es un diagrama de una vista lateral de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa.

- 5 A continuación, la Figura 8 es un diagrama de una vista en perspectiva de un aparato flexible en el que el módulo 406 de herramienta puede ser desacoplado del carro 404 multieje según una realización ventajosa. En este ejemplo particular, pueden verse también el carril 800 y el carril 802. El bastidor 422 puede acoplarse al carril 800 y/o al carril 802. Estos carriles pueden permitir el movimiento a lo largo del eje 418 Y. En este ejemplo, el punto 804 de fijación y el punto 806 de fijación pueden estar situados en el carril 800 y el carril 802. El punto 804 de fijación y el punto 806 de fijación pueden proporcionar puntos de fijación y/o acoplamiento para el elemento 442 de fijación y el elemento 444 de fijación.
- 10 Además, el bastidor 422 puede incluir también un gancho 808 extremo que puede fijarse al carril 802 para ayudar a asegurar el bastidor 422 al carril 802. Otro gancho extremo (no mostrado) puede ser usado para ayudar a asegurar la estructura 422 al carril 800. También en esta vista, el carril 500 motorizado puede incluir puntos 810, 812, 814 y 816 de acoplamiento, los cuales pueden acoplarse al bastidor 422 para permitir que el carril 500 motorizado mueva el bastidor 422 sobre los carriles 800 y 802 a lo largo del eje 418 Y.
- 15 Con referencia ahora a la Figura 9, en la misma se representa un diagrama de otra vista en perspectiva de un módulo de herramienta separado de un carro multieje según una realización ventajosa. En este ejemplo, el gancho 808 extremo y el gancho 900 extremo pueden verse en la parte 902 inferior del bastidor 422. El gancho 808 extremo y el gancho 900 extremo pueden acoplarse con el carril 800 y el carril 802 para ayudar a acoplar el bastidor 422 al carro 404 multieje.
- 20 El aparato 400 de carril flexible ilustrado en las Figuras 4-9 se ha proporcionado para ilustrar una manera en la que puede implementarse un aparato de carril flexible. Esta ilustración no pretende imponer limitaciones físicas y/o arquitectónicas a una manera en la que se pueden implementarse otras realizaciones ventajosas.
- 25 Por ejemplo, en otras realizaciones ventajosas sólo puede emplearse una pata de reacción en lugar de las dos patas 426 y 428 de reacción. En otras realizaciones, el carril 500 motorizado puede estar fijado al bastidor 422 en lugar de al carro 404 multieje.
- 30 Con referencia ahora a la Figura 10, en la misma se representa un diagrama de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. En este ejemplo, el aparato 400 de carril flexible ha sido reconfigurado para incluir el módulo 1000 de herramienta en lugar del módulo 406 de herramienta en la Figura 4.
- 35 En este ejemplo, el módulo 1000 de herramienta puede incluir el bastidor 1002. La pata 1004 de reacción y la pata 1006 de reacción son ejemplos de una implementación de la unidad 328 de reacción en la Figura 3 y pueden ser fijadas al bastidor 1002. En este ejemplo, la carcasa 1008 puede incluir múltiples herramientas. Tal como se ilustra, la carcasa 1008 puede incluir un taladro 1010, un módulo 1012 aplicador de sellado y un módulo 1014 de inserción de perno.
- 40 La carcasa 1008 puede incluir también una pata 1016 de presión, que puede ser usada con el taladro 1010 para realizar las operaciones de perforación. La pata 1016 de presión es un ejemplo de una implementación de la unidad 330 de presión en la Figura 3.
- 45 El asidero 1018 y el asidero 1019 pueden estar fijados al bastidor 1002 del módulo 1000 de herramienta. El asidero 1018 y el asidero 1019 pueden proporcionar agarres para su uso por un operario para acoplar y/o desacoplar el módulo 1000 de herramienta del carro 404 multieje. En este ejemplo ilustrativo, el taladro 1010, el módulo 1012 de aplicador de sellado y el módulo 1014 de inserción de pernos pueden girar, todos ellos, alrededor del eje 1020 A.
- 50 A continuación, con referencia a la Figura 11, en la misma se representa una vista lateral de un aparato de carril flexible con múltiples herramientas según una realización ventajosa. En este ejemplo, se representa otra vista del aparato 400 de carril flexible con el módulo 1000 de herramienta.
- 55 Con referencia ahora a la Figura 12, en la misma se representa un diagrama de una vista frontal de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. En este ejemplo, se muestra una vista frontal del carro 404 multieje con el módulo 1000 de herramienta.
- 60 A continuación, con referencia a la Figura 13, en la misma se representa un diagrama de una vista en perspectiva con un módulo de herramienta separado de un carro multieje según una realización ventajosa. En este ejemplo, el módulo 1000 de herramienta puede ser desacoplado del carro 404 multieje.
- De esta manera, pueden colocarse y/o acoplarse diferentes módulos de herramienta al carro 404 multieje para reconfigurar el aparato 400 de carril flexible. Estas reconfiguraciones pueden ser realizadas más rápidamente en comparación con los sistemas de carril flexible disponibles actualmente. Esta modularidad puede permitir una sustitución rápida de las herramientas. Además, las diferentes herramientas ilustradas en estos ejemplos pueden ser desmontables

también de sus carcasas.

5 Con referencia ahora a la Figura 14, en la misma se representa un diagrama que ilustra otra configuración de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo adicional, el aparato 400 de carril flexible puede tener el módulo 1400 de herramienta acoplado al carro 404 multiteje. En este ejemplo ilustrativo, el asidero 1401 puede estar fijado al carro 404 multiteje para proporcionar una manipulación más fácil para un operario.

10 El módulo 1400 de herramienta puede incluir un bastidor 1402. La carcasa 1406 puede estar fijada al bastidor 1402, y puede sostener una remachadora 1408. La remachadora 1408 puede ser también desmontable de la carcasa 1406 en estos ejemplos. Los rodillos 1404 de reacción pueden estar fijados al bastidor 1402. En esta realización, pueden usarse rodillos en lugar de las patas de reacción. Los rodillos 1404 de reacción pueden ser otro ejemplo de una implementación de la unidad 328 de reacción en la Figura 3.

15 Tal como se ilustra en este ejemplo, el carro 1410 de la pata de presión puede ser fijado a la carcasa 1406 junto con los rodillos 1412 y 1414. El uso de estos rodillos con el carro 1410 de la pata de presión y los rodillos 1404 de reacción puede proporcionar una estabilidad adicional del carro 404 multiteje cuando se mueve a lo largo del carril 402 flexible.

20 El asidero 1416 y el asidero 1418 pueden estar fijados al bastidor 1302. El asidero 1416 y el asidero 1418 pueden ser usados para retirar el módulo 1400 de herramienta del carro 404 multiteje. En este ejemplo, el elemento 1420 de fijación puede ser usado para acoplar y/o fijar el módulo 1400 de herramienta al carro 404 multiteje.

25 Con referencia ahora a la Figura 15, en la misma se representa un diagrama de una vista superior de un aparato de carril flexible según una realización ventajosa. En esta vista, los rodillos 1500 y 1502 pueden verse también unidos a la carcasa 1406.

30 Con referencia ahora a la Figura 16, en la misma se representa un diagrama que ilustra un aparato de carril flexible sobre una superficie curvada según una realización ventajosa. En este ejemplo, el aparato 400 de carril flexible puede ser colocado sobre una superficie 1600 curvada. Además, en esta vista, la pata 1602 de presión puede verse fijada al carro 1410 de la pata de presión. El carro 1410 de la pata de presión y los rodillos 1404 la reacción puede estar en ángulo para acoplarse, de manera más estrecha, a los contornos en la superficie 1600 curvada. La angularidad del eje del carro 1410 de la pata de presión puede mantenerse usando un cojín 1604 elastomérico en estos ejemplos.

35 La ilustración de las diferentes configuraciones para el aparato 400 de carril flexible en las Figuras 4-16 no pretenden imponer limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la que puede construirse y/o implementarse un aparato 400 de carril flexible para proporcionar características diferentes a las de las realizaciones ventajosas. Por ejemplo, aunque las diferentes realizaciones ventajosas ilustran las herramientas sobre el módulo 406 de herramienta en el lado derecho del carro 404 multiteje, en otras realizaciones ventajosas, una o más herramientas pueden estar situadas en el lado izquierdo. En todavía otras realizaciones ventajosas, una herramienta puede estar situada en ambos lados del carro 404 multiteje. Además, en otras realizaciones ventajosas, una unidad de reacción que contiene componentes, tales como, por ejemplo, patas de reacción, puede ser innecesaria.

45 Con referencia ahora a la Figura 17, en la misma se representa un diagrama de flujo de un procedimiento para realizar una operación sobre una pieza de trabajo según una realización ventajosa. El procedimiento ilustrado en la Figura 17 puede ser implementado usando un aparato de carril flexible tal como, por ejemplo, sin limitación, el aparato 300 de carril flexible en la Figura 3.

50 El procedimiento puede empezar fijando el carril 402 de vacío, flexible, en la Figura 4, con el carro 404 multiteje acoplado al carril 402 de vacío, flexible, a la superficie 310 de la pieza 302 de trabajo en la Figura 3 (operación 1700). El procedimiento puede empezar también fijando el carril de vacío, flexible, a la superficie de la pieza de trabajo y, posteriormente, fijando el carro multiteje al carril de vacío, flexible. A continuación, el procedimiento puede acoplar el módulo 406 de herramienta al carro 404 multiteje (operación 1702). A continuación, el procedimiento puede mover el carro 404 multiteje a una ubicación (operación 1704).

55 Puede realizarse una operación en la ubicación (operación 1706). Esta operación puede ser, por ejemplo, sin limitación, una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de fijación, una operación de medición y/o alguna otra operación adecuada. A continuación, puede realizarse una determinación de si deben realizarse operaciones adicionales (operación 1708).

60 Si deben realizarse operaciones adicionales, puede realizarse una determinación en relación a si se necesitará o no un módulo de herramienta diferente (operación 1710). Si se necesita un módulo de herramienta diferente, el procedimiento puede reemplazar el módulo de herramienta actual con otro módulo de herramienta (operación 1712), a continuación,

volviendo el procedimiento directamente a la operación 1704. Si no se necesita un módulo de herramienta diferente, entonces el procedimiento puede proseguir directamente a la operación 1704, tal como se ha descrito anteriormente. Con referencia de nuevo a la operación 1708, si no se necesitan más operaciones, entonces el procedimiento termina.

5 La ilustración de las operaciones en la Figura 17 no pretende limitar la manera en la que pueden realizarse las operaciones sobre una pieza de trabajo. Pueden realizarse otras operaciones además de o en lugar de las operaciones ilustradas. Además, las operaciones ilustradas en el procedimiento en la Figura 17 pueden realizarse en diferentes órdenes, dependiendo de la implementación particular. En algunas realizaciones ventajosas, la operación 1702 puede ser realizada antes de la operación 1700. Como otro ejemplo no limitativo, el carro 404 multieje puede estar fijado al carril 402 de vacío, flexible, después de que el carril 402 de vacío, flexible, ha sido fijado a la superficie de trabajo.

10 De esta manera, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato para realizar operaciones sobre una pieza de trabajo. En las diferentes realizaciones ventajosas, un sistema de carril flexible puede ser fijado a una superficie de trabajo. Un carro multieje pueden ser acoplado a un sistema de carril flexible en el que el carro multieje puede ser capaz de moverse a lo largo del sistema de carril flexible y puede ser capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo. Además, puede emplearse un módulo de herramienta capaz de ser acoplado, de manera desmontable, al carro multieje, en el que la herramienta tiene un bastidor y la herramienta puede ser montada en el bastidor.

15 En las diferentes realizaciones ventajosas, puede usarse un único carril flexible. Puede usarse una unidad de reacción para estabilizar el carro multieje durante el funcionamiento de la herramienta y, posiblemente, durante la operación de movimiento del carro multieje.

20 El uso de la expresión "al menos uno de entre", cuando se usa con una lista de elementos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los elementos. Esta lista puede significar que pueden necesitarse más de un elemento de cada tipo de elemento de la lista. Por ejemplo, "al menos uno de entre el elemento A, el elemento B y el elemento C" puede incluir, por ejemplo, sin limitación, un elemento A o un elemento A y un elemento B. Este ejemplo puede incluir también un elemento A, un elemento B y un elemento C. Además, este ejemplo puede incluir dos elementos A, un elemento B y tres elementos C. Por supuesto, puede emplearse cualquier combinación adecuada de elementos y el número de elementos dependiendo de la implementación particular.

25 La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado con propósitos de ilustración y de descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en las formas descritas. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para las personas con conocimientos ordinarios en la materia. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas.

30 La realización o las realizaciones seleccionadas se han elegido y descrito con el propósito de explicar de la mejor manera los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otras personas con conocimientos ordinarios en la materia comprendan la divulgación para diversas realizaciones con diversas modificaciones según sean adecuadas para el uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

5 un sistema (304) de carril flexible, que comprende un carril flexible y que es capaz de ser fijado a una superficie de trabajo;
 un carro (306) multieje acoplado al sistema de carril flexible, en el que el carro multieje es capaz de moverse a lo largo del sistema de carril flexible y es capaz de mover una herramienta en unos ejes con respecto a la superficie de trabajo;
 10 un módulo (308) de herramienta capaz de ser acoplado, de manera desmontable, al carro multieje, en el que el módulo de herramienta comprende un bastidor y la herramienta, en el que la herramienta está montada sobre el bastidor y está ubicada en un primer lado del módulo de herramienta, y el módulo de herramienta incluye una unidad (328) de reacción situada en un segundo lado del módulo de herramienta y es capaz de estabilizar el carro multieje durante el funcionamiento de la herramienta;
 15 una pata (424) de presión situada en el primer lado y capaz de aplicar presión a la superficie de trabajo; y
caracterizado por
 un conjunto de rodillos (348) asociados con la pata de presión para proporcionar una estabilidad adicional al carro multieje cuando es movido a lo largo del carril flexible.

20 2. El aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad de reacción es capaz de estabilizar el carro multieje mientras el carro multieje se mueve a lo largo del carril flexible.

3. El aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad de reacción comprende al menos uno de entre un conjunto de patas y un conjunto de rodillos.

25 4. El aparato según la reivindicación 1, en el que el carro multieje comprende:

un primer motor que es capaz de mover el carro multieje sobre el carril flexible a lo largo de un eje X en los ejes.

30 5. El aparato según la reivindicación 4, en el que el carro multieje comprende además:

un segundo motor capaz de mover la herramienta en el módulo de herramienta a lo largo de un eje Y.

35 6. El aparato según la reivindicación 5, en el que la pata de presión es giratoria alrededor de un eje A que es paralelo al eje X y puede ser movido para hacer contacto con la superficie de trabajo.

7. El aparato según la reivindicación 1, en el que la pata de presión es capaz de proporcionar una fuerza que es normal a la superficie de trabajo.

40 8. El aparato según la reivindicación 1, en el que la pata de presión está dispuesta para acoplarse a la superficie de trabajo usando un vacío.

45 9. El aparato según la reivindicación 1, en el que la superficie de trabajo comprende una superficie curvada, y en el que el sistema de carril flexible está dispuesto sobre la superficie curvada, la pata de presión está dispuesta para su fijación a un carro de pata de presión, y la unidad de reacción comprende rodillos de reacción; y en el que el carro de pata de presión y los rodillos de reacción forman un ángulo para adaptarse a los contornos en la superficie curvada.

50 10. Un método para realizar una operación sobre una pieza de trabajo, comprendiendo el método:

fijar un carril de vacío flexible, con un carro multieje acoplado al carril de vacío, a una superficie de una pieza de trabajo;
 55 acoplar un módulo (308) de herramienta al carro multieje, en el que el módulo de herramienta tiene una herramienta capaz de realizar la operación;
 mover el carro (306) multieje a lo largo del carril de vacío, flexible, a una ubicación sobre la pieza de trabajo;
 aplicar una fuerza contra la superficie con una unidad (424) de presión situada sobre un primer lado del módulo de herramienta;
 proporcionar una fuerza de reacción contraria a la fuerza con una unidad (328) de reacción situada en un
 60 segundo lado del módulo de herramienta, y
 realizar la operación en la ubicación, estando **caracterizado por que**

la unidad de presión comprende un conjunto de rodillos (348) asociados con la unidad de presión.

11. El método según la reivindicación 10, en el que la unidad de presión es giratoria alrededor de un eje paralelo a un eje de movimiento del carro multiteje y en el que la fuerza es normal a la superficie, y
5 la operación se realiza una vez aplicadas la fuerza y la fuerza de reacción.

12. El método según la reivindicación 11, en el que la operación se selecciona de entre al menos uno de una operación de perforación, una operación de sellado, una operación de medición y una operación de fijación.

10

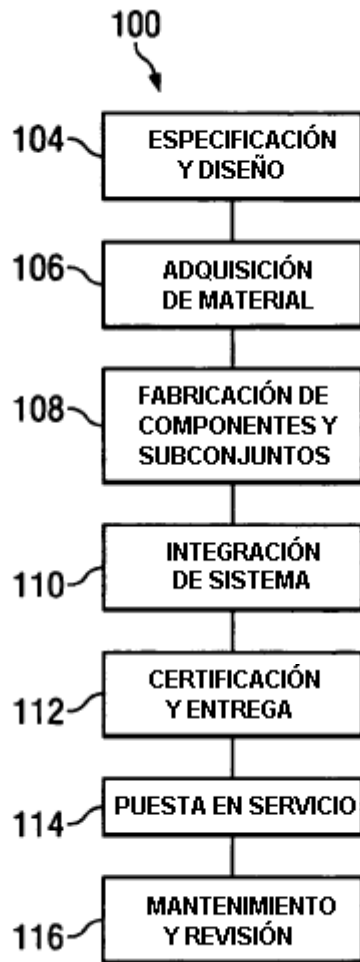


FIG. 1

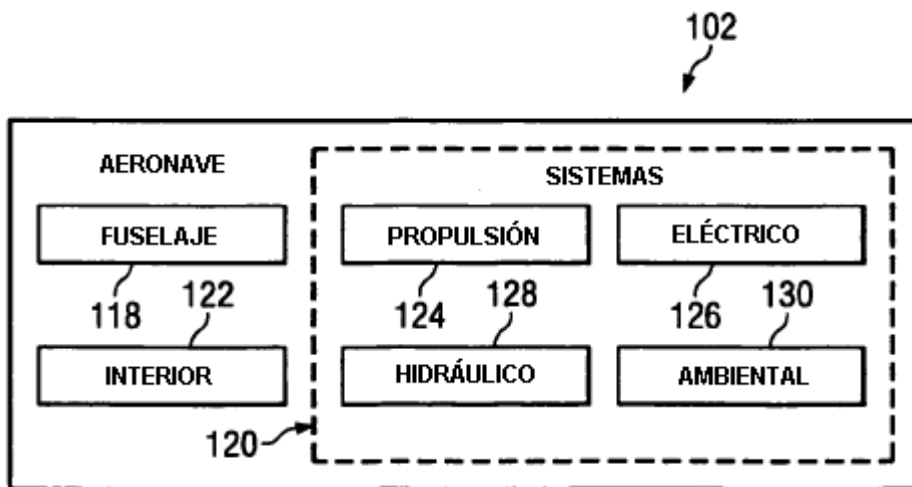


FIG. 2

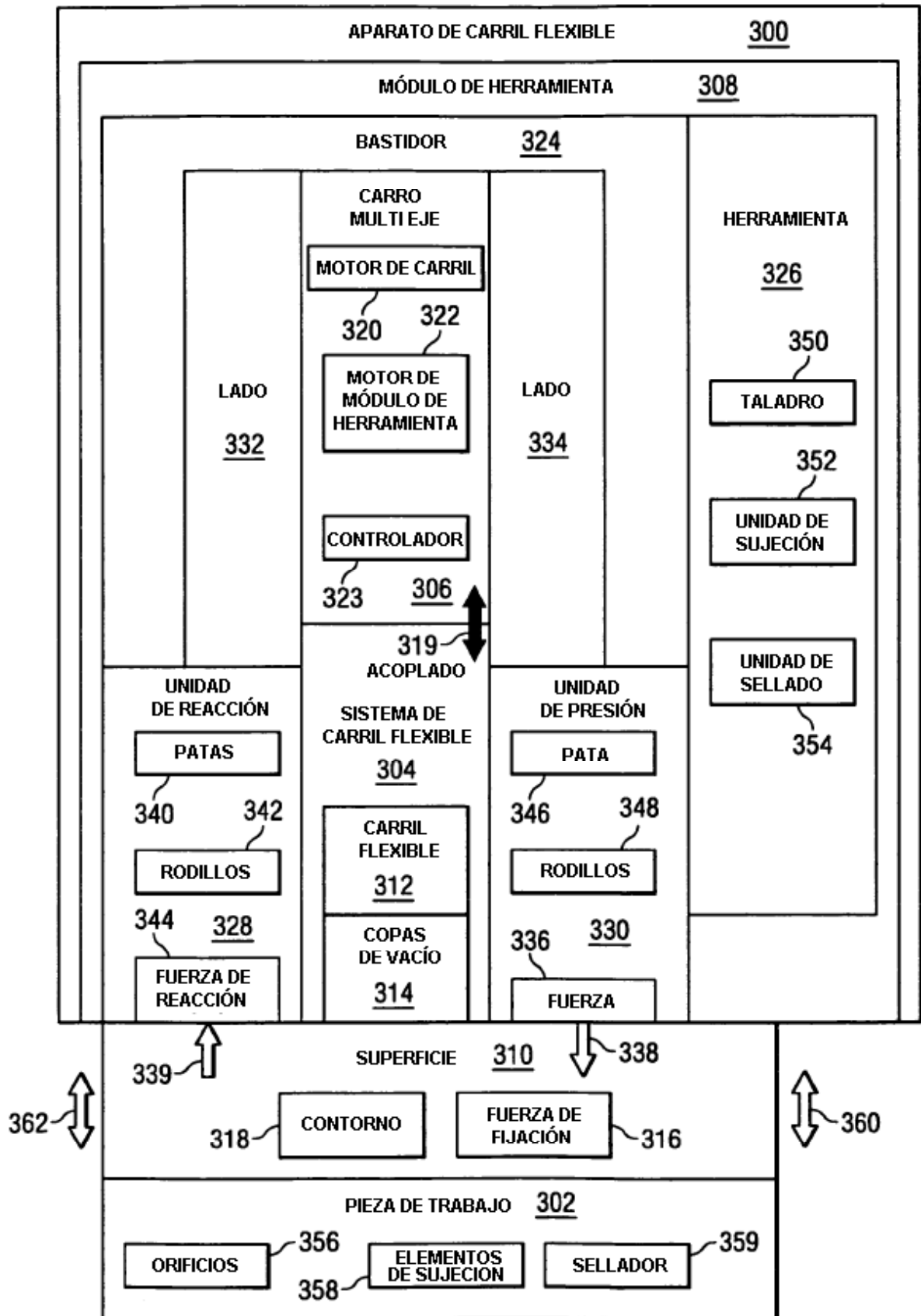


FIG. 3

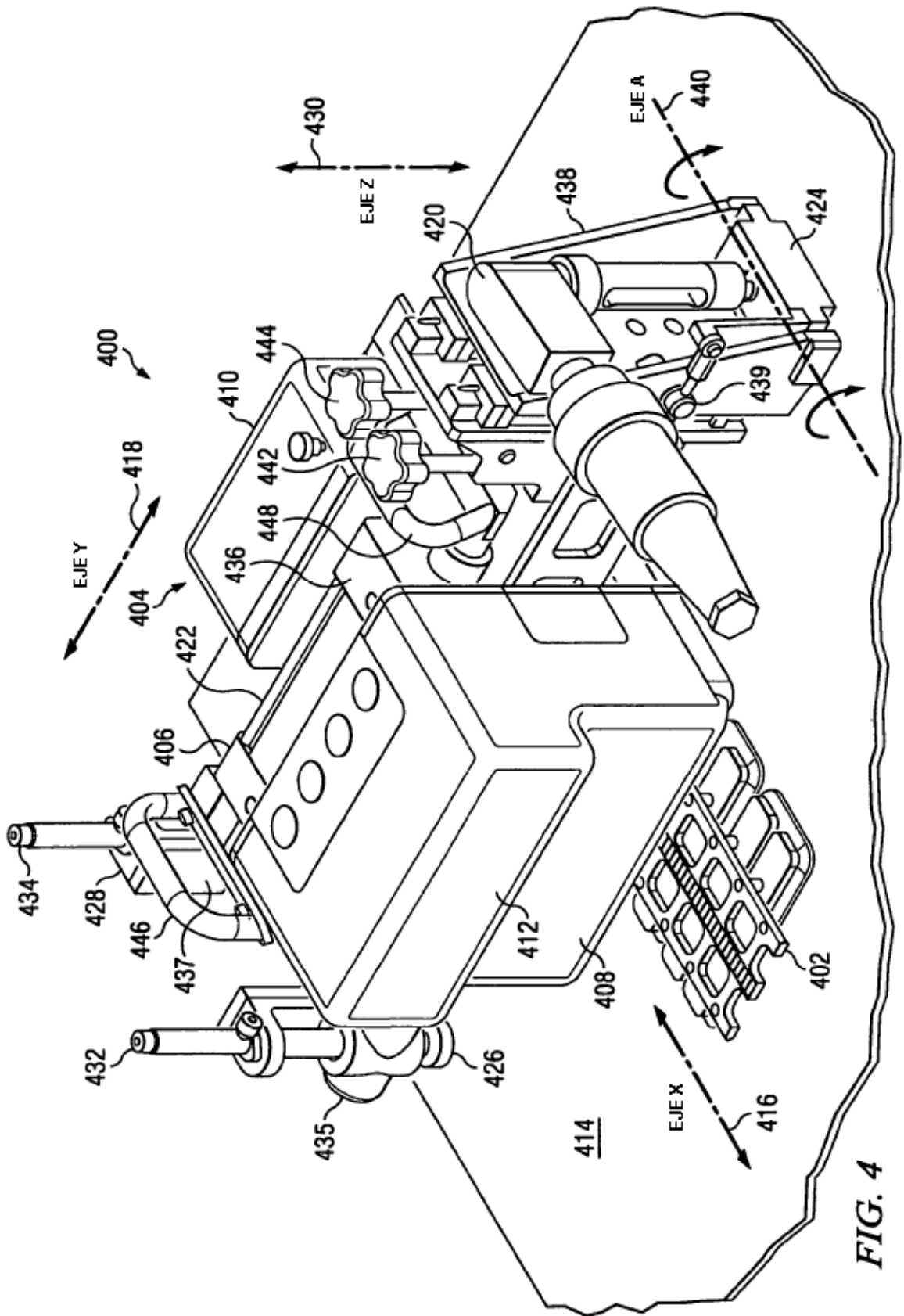


FIG. 4

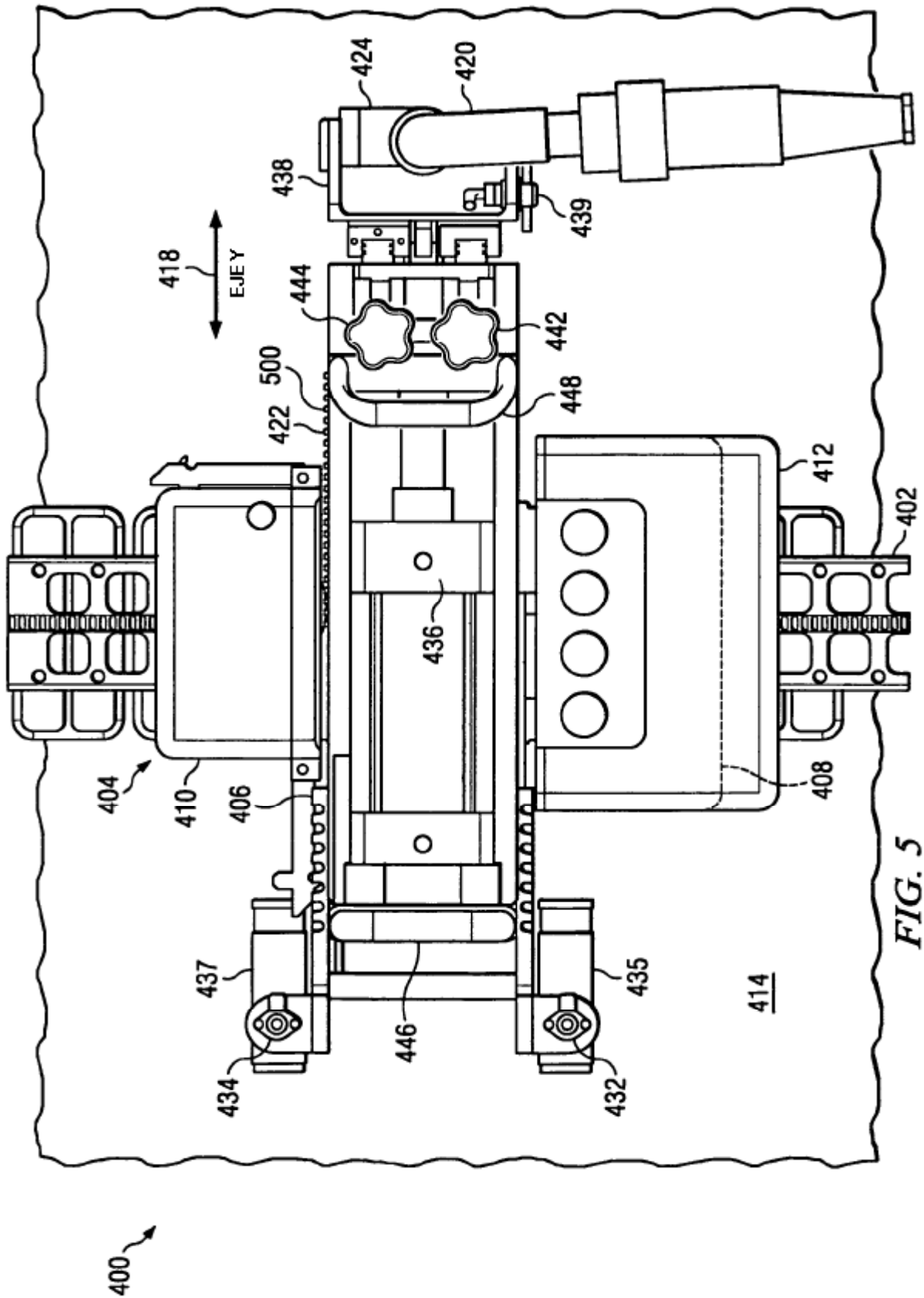


FIG. 5

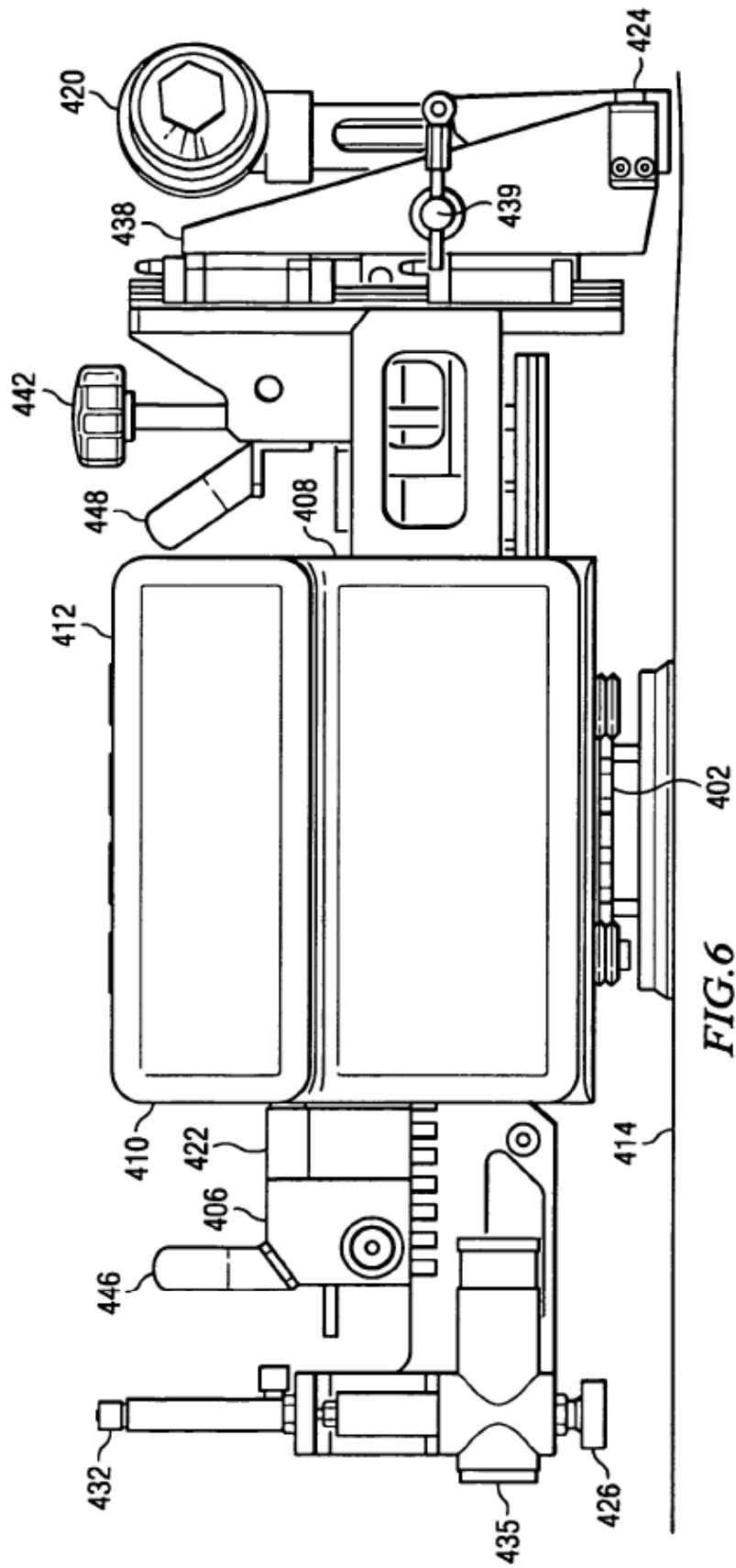


FIG.6

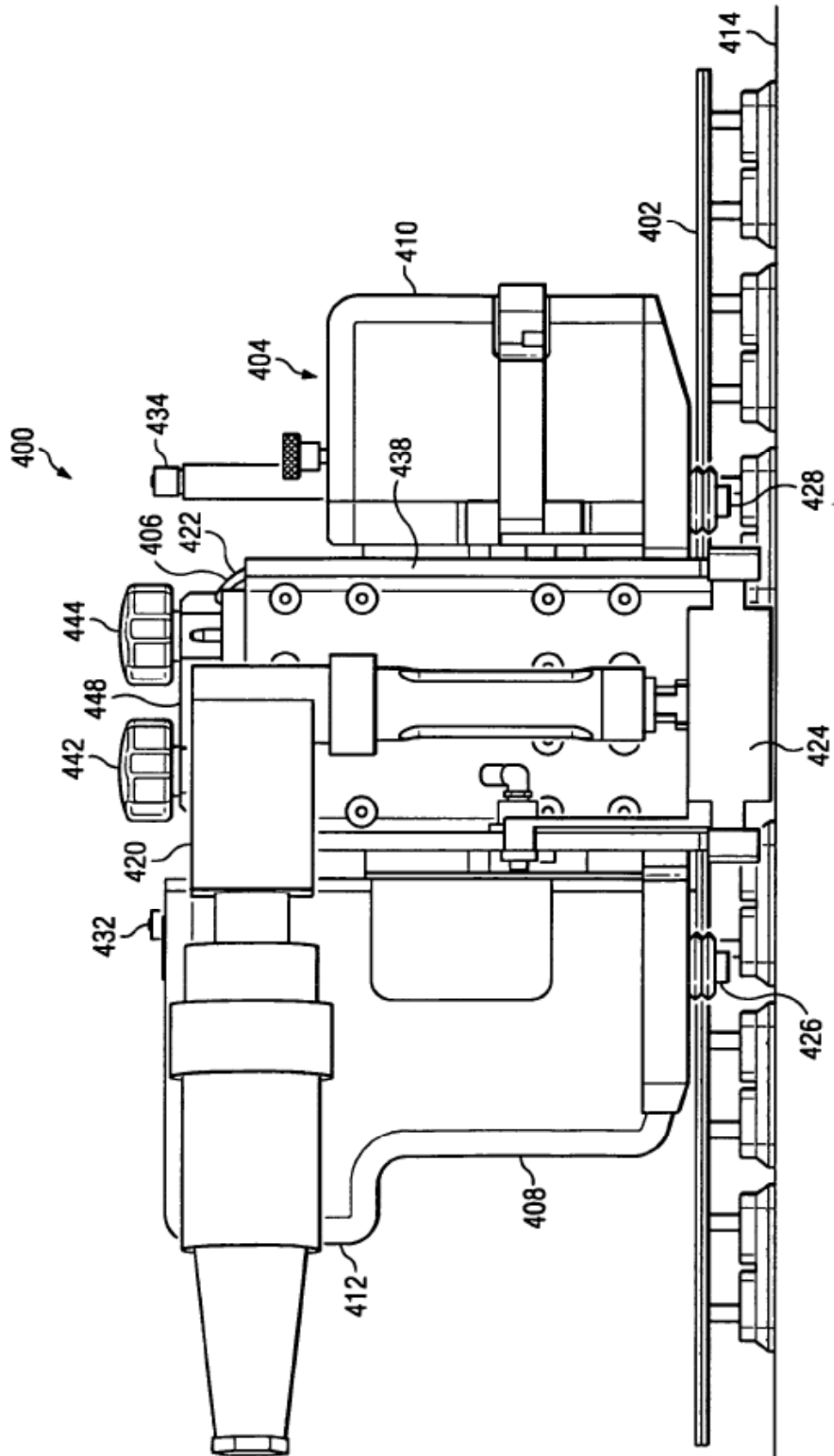
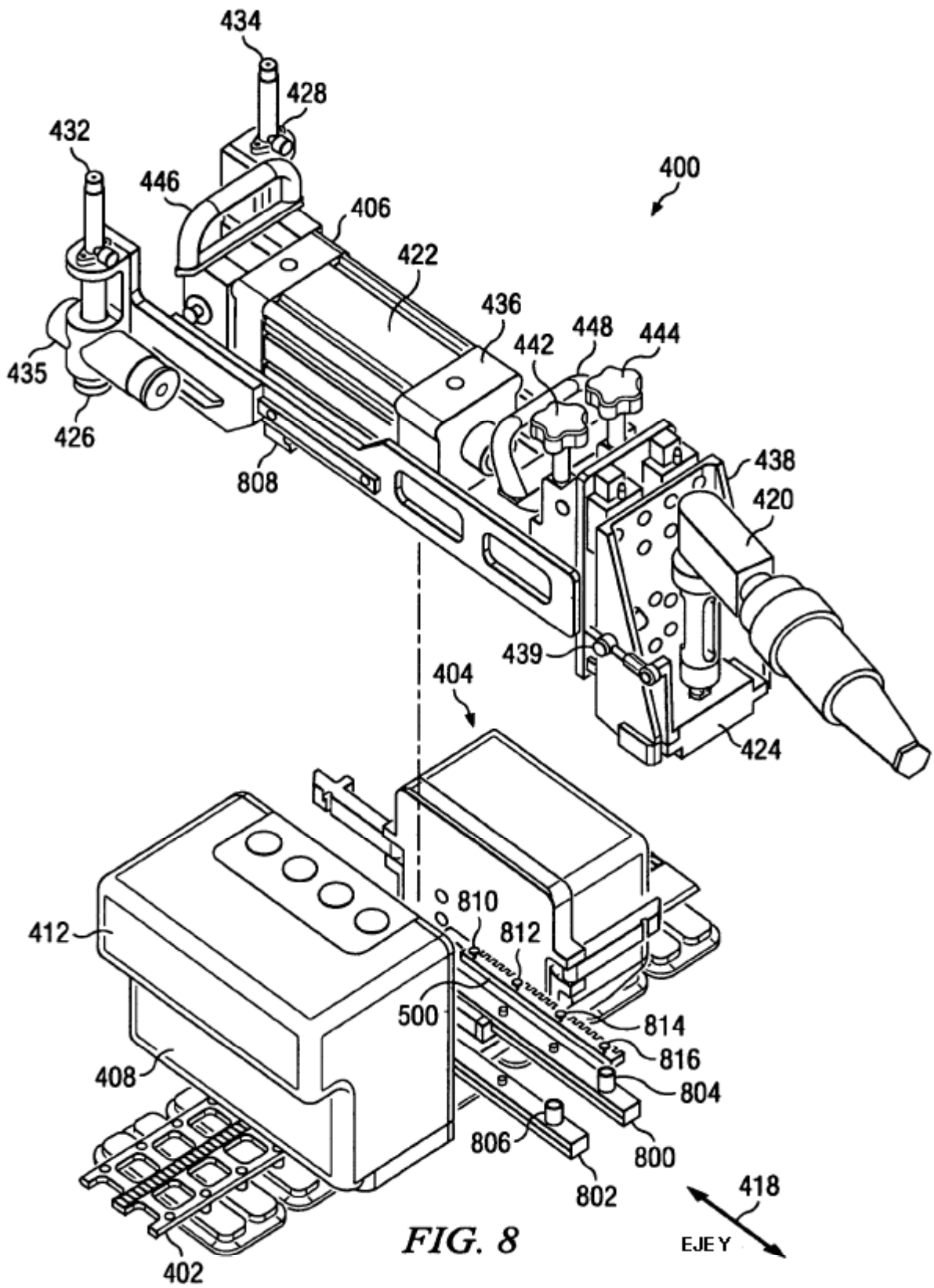


FIG. 7



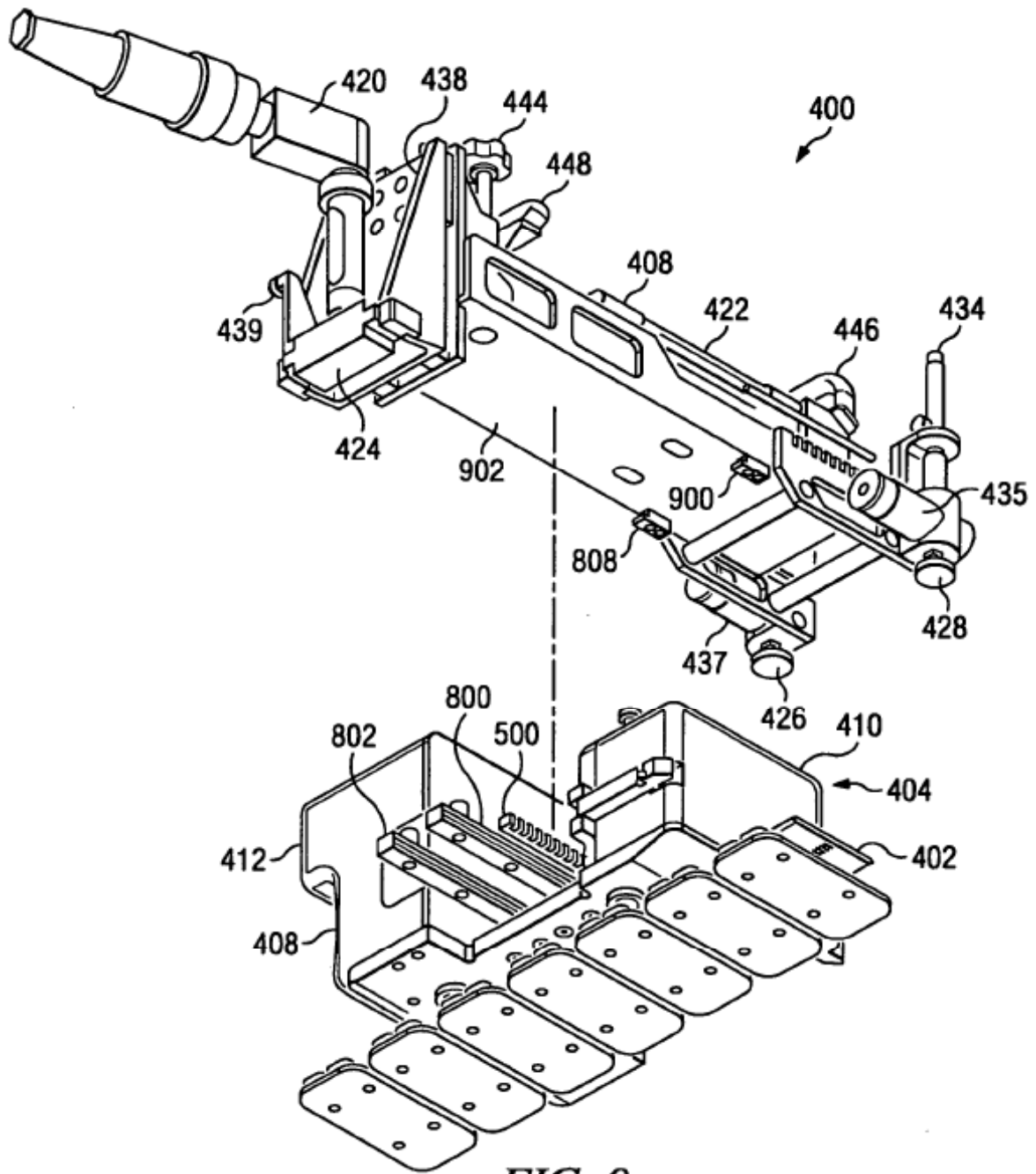


FIG. 9

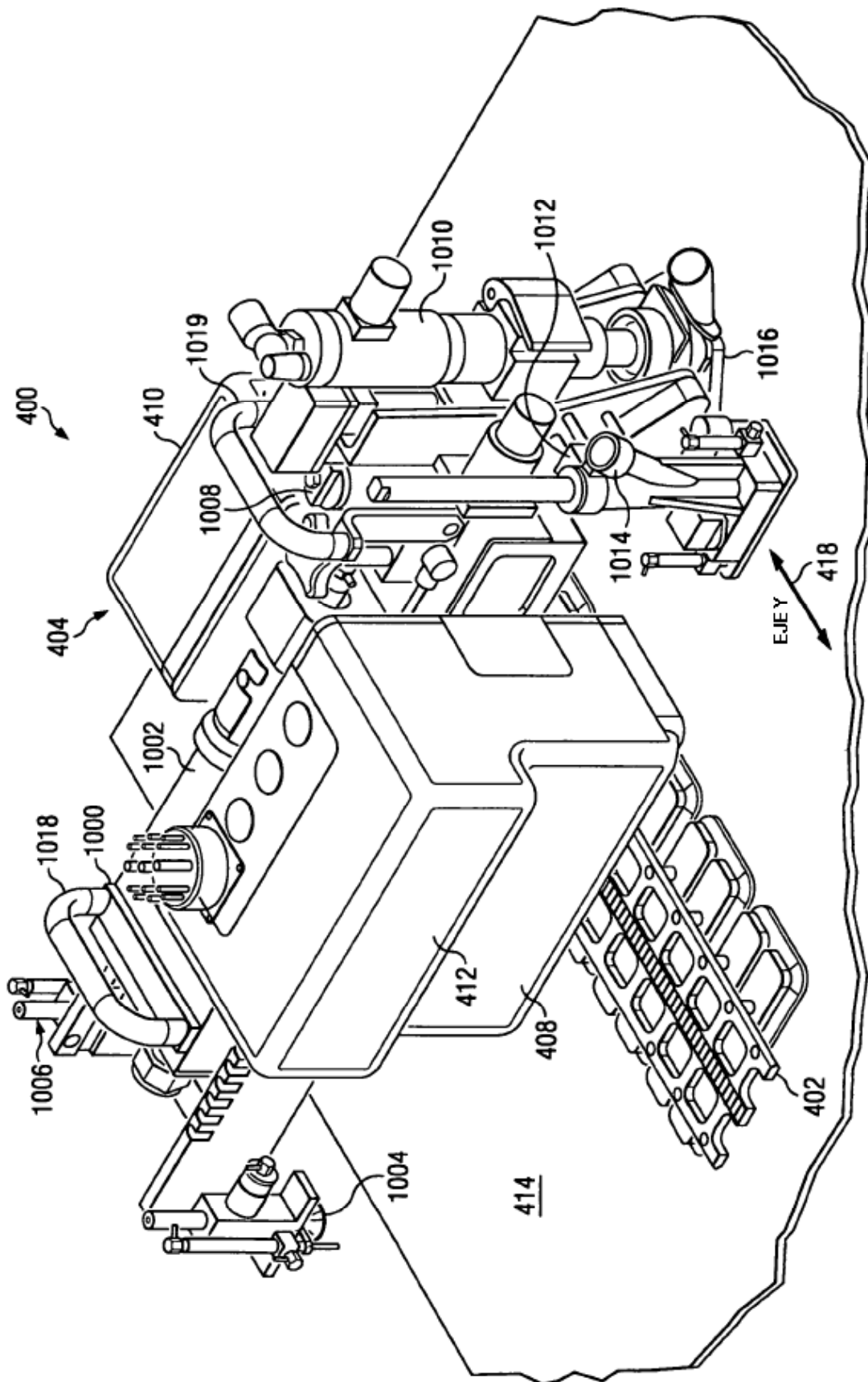


FIG. 10

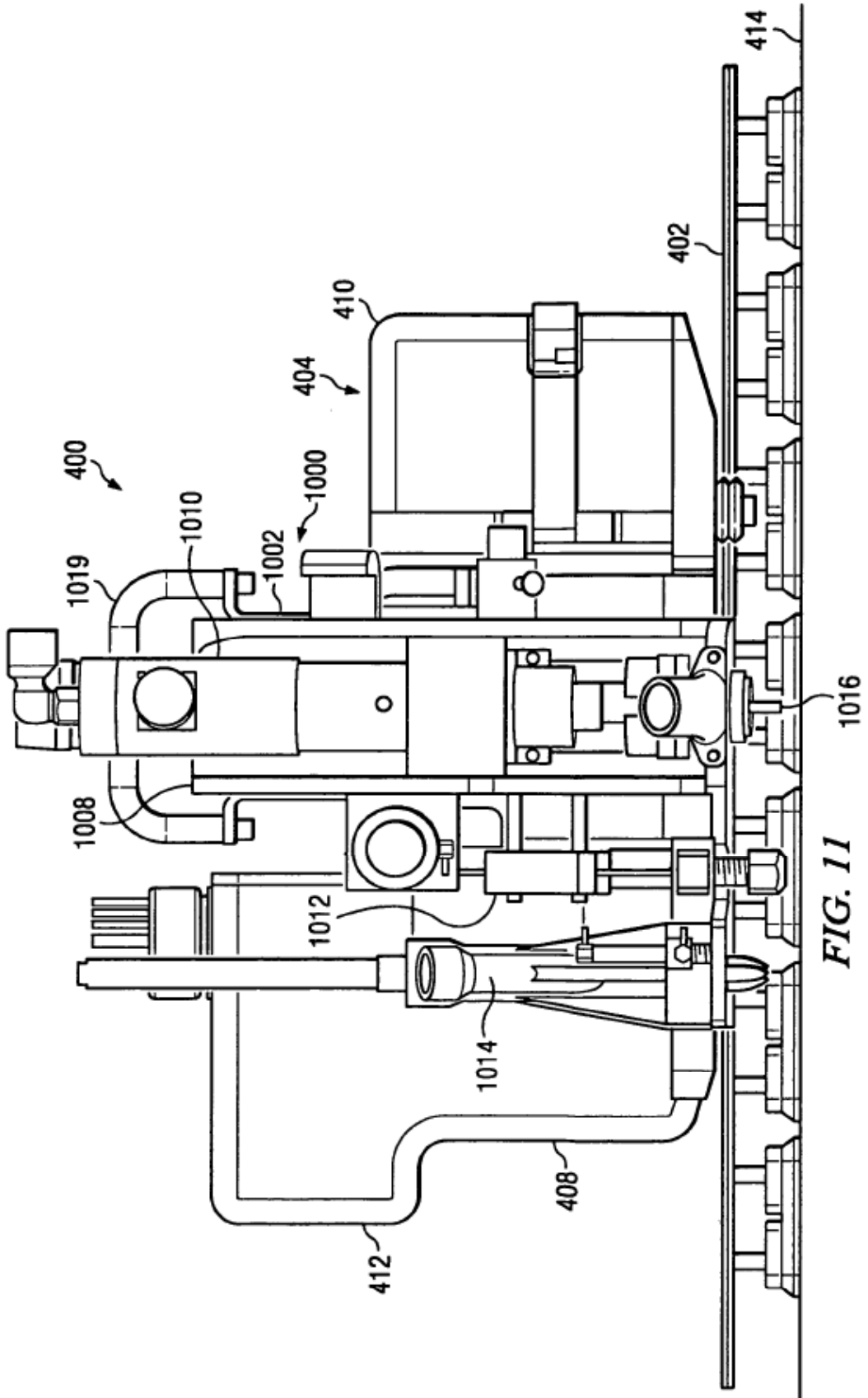


FIG. 11

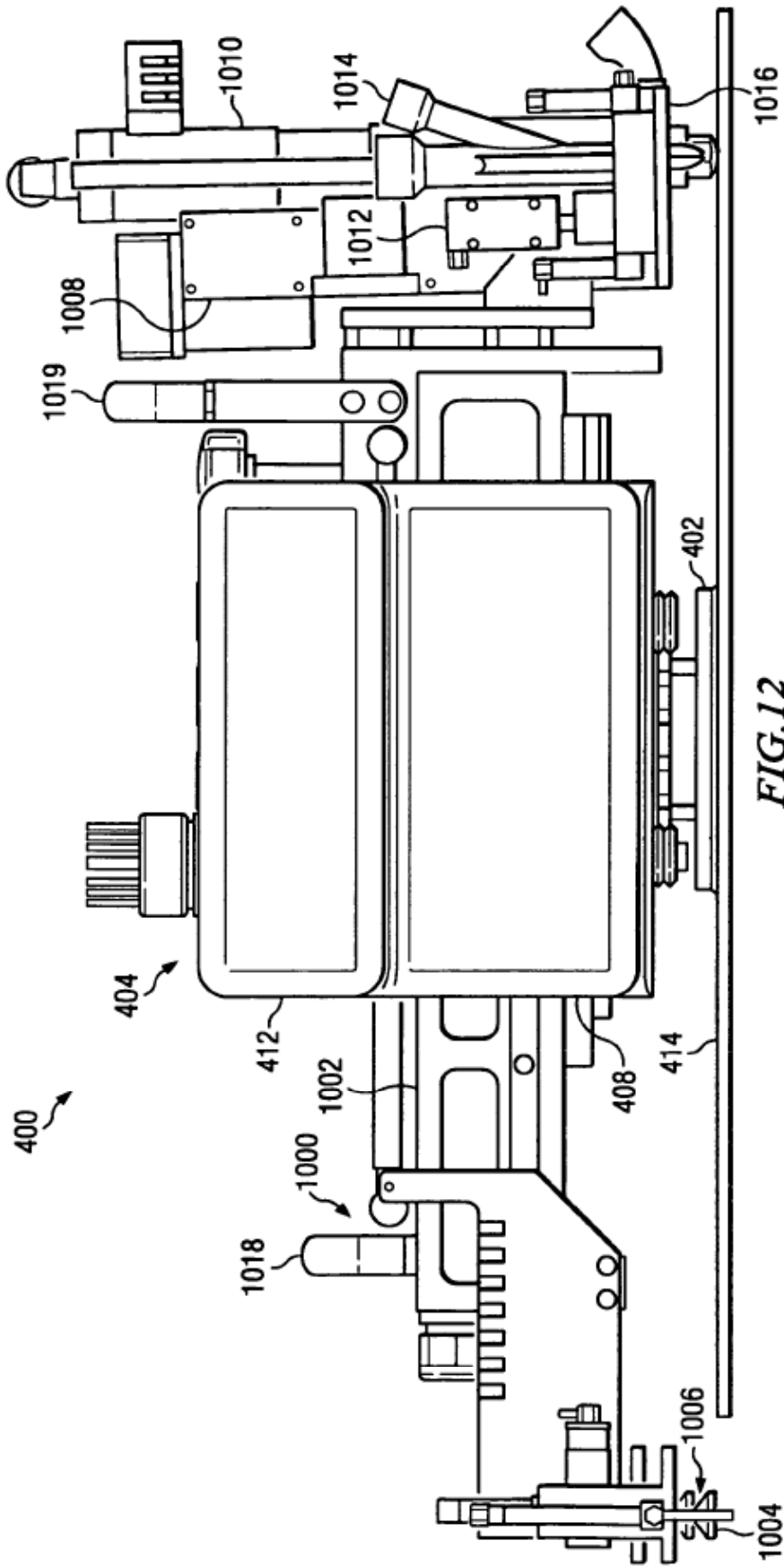
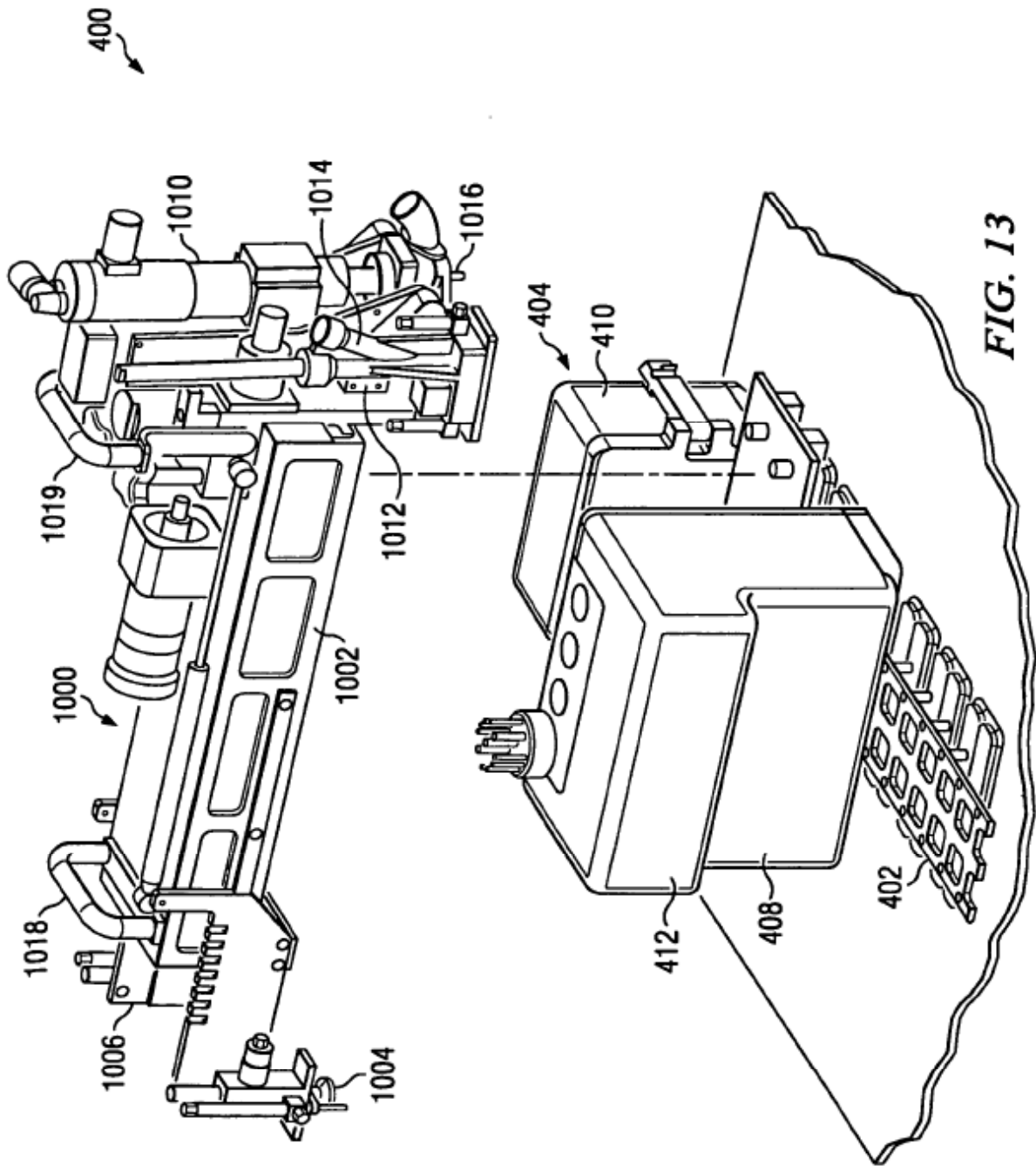


FIG. 12



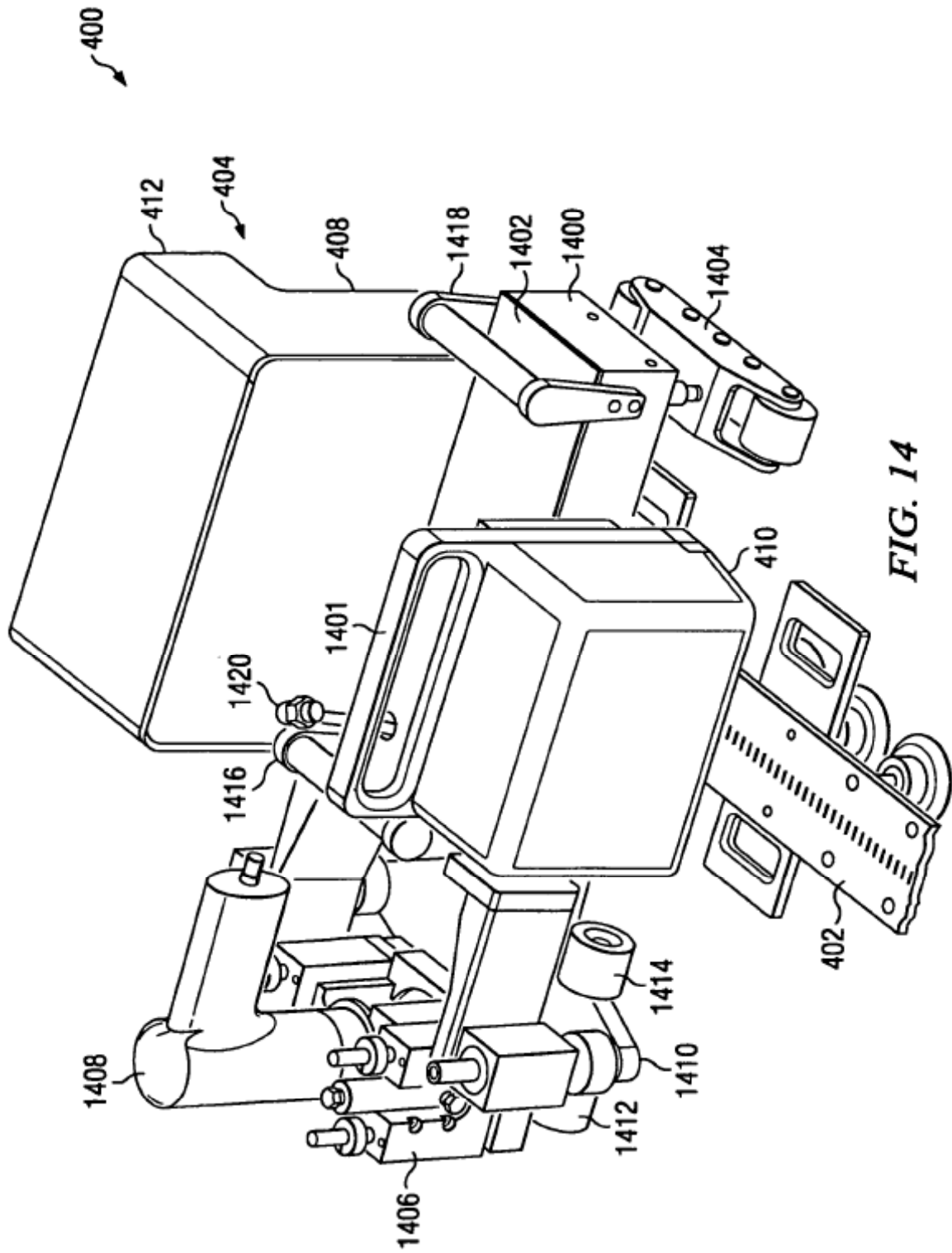


FIG. 14

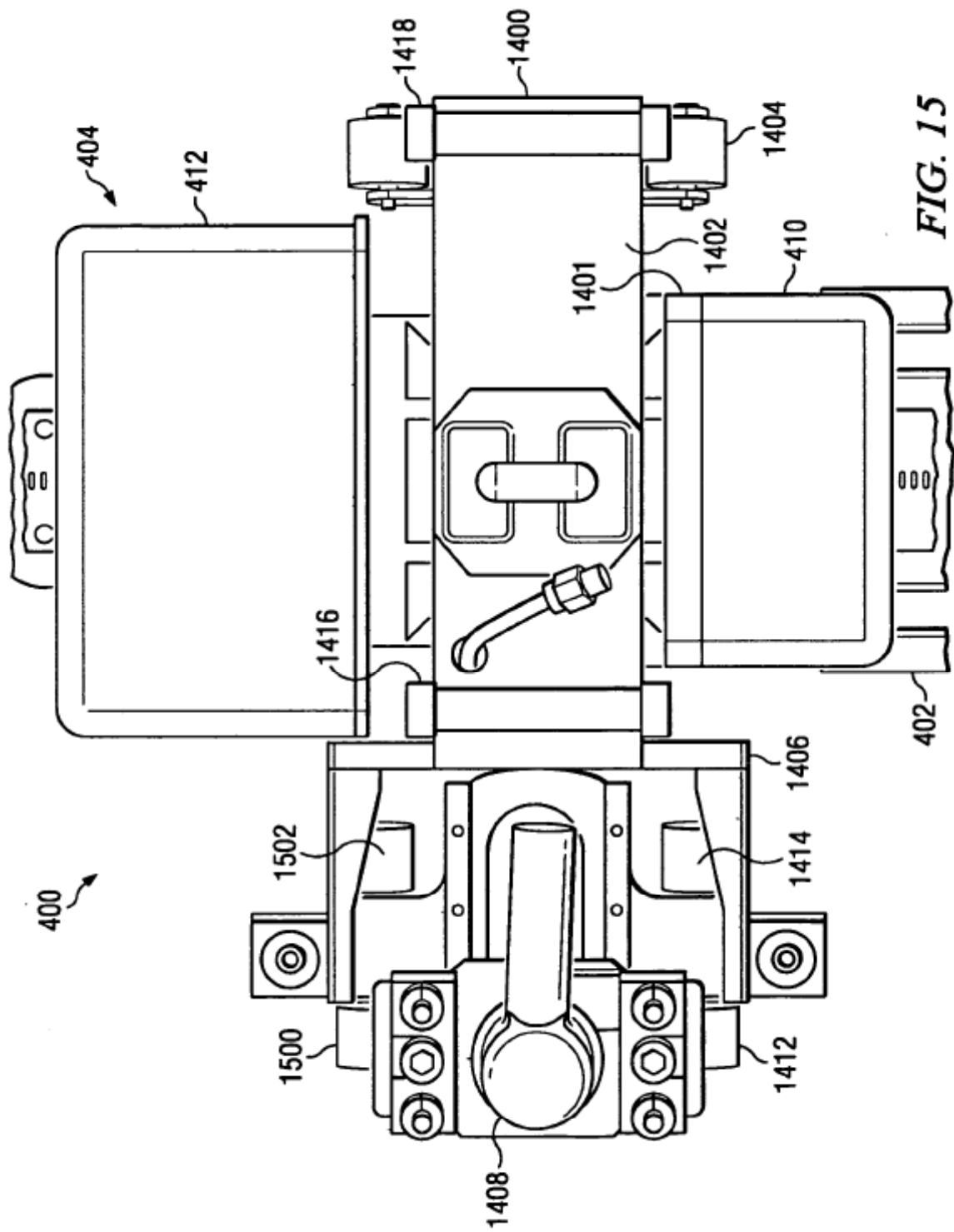


FIG. 15

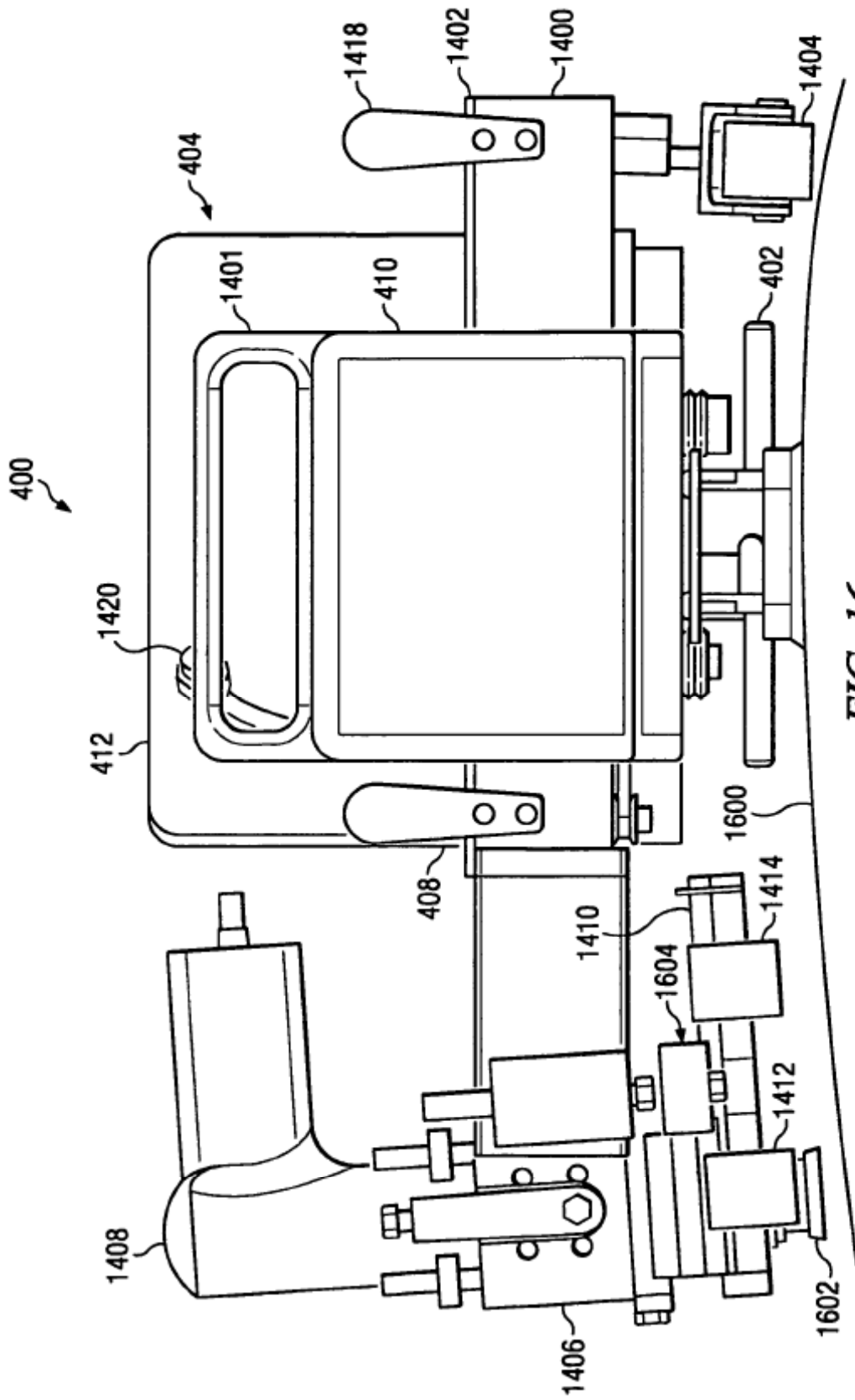


FIG. 16

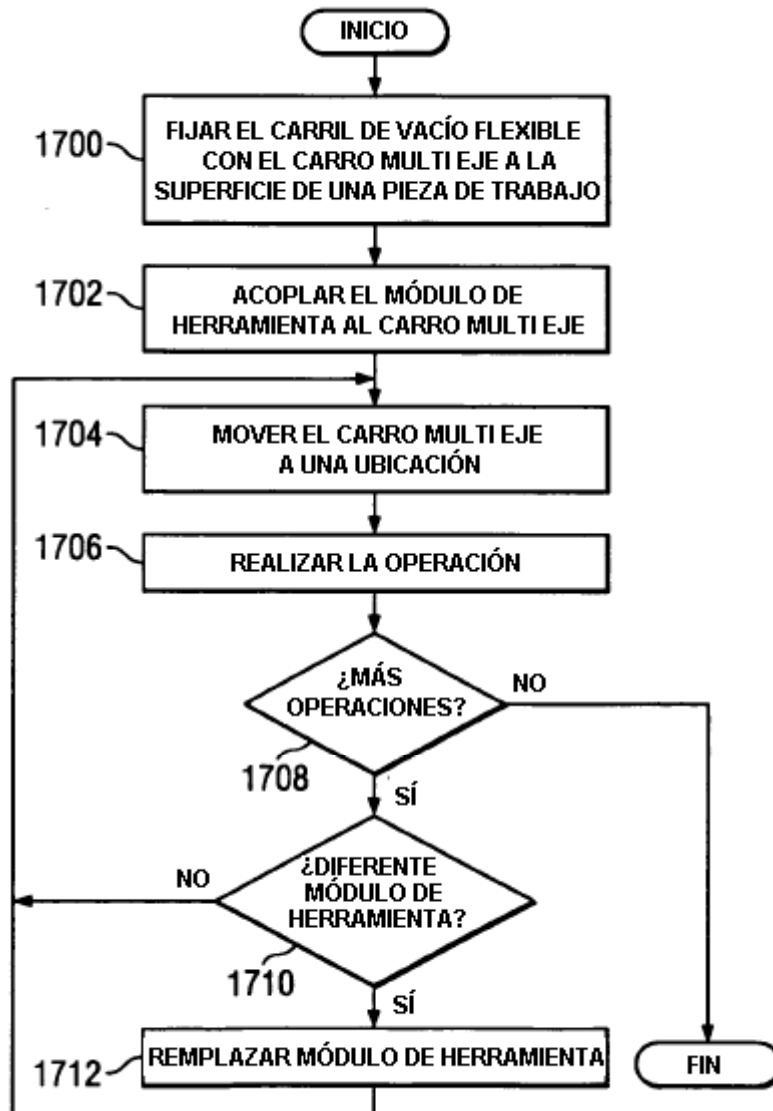


FIG. 17