

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 173**

51 Int. Cl.:

B23P 11/00 (2006.01)

B21C 37/12 (2006.01)

B21C 37/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2012 PCT/US2012/056414**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13043920**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2012 E 12833030 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2760629**

54 Título: **Construcción de estructura cónica**

30 Prioridad:

20.09.2011 US 201161537013 P

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

08.06.2020

73 Titular/es:

**KEYSTONE TOWER SYSTEMS, INC. (100.0%)
5390 Pecos Street
Denver, CO 80221, US**

72 Inventor/es:

**SMITH, ERIC, D.;
TAKATA, ROSALIND, K.;
SLOCUM, ALEXANDER, H. y
NAYFEH, SAMIR, A.**

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 765 173 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

Construcción de estructura cónica

CAMPO TÉCNICO

[0001] Este documento se refiere a la construcción de estructuras cónicas.

5 ANTECEDENTES

[0002] Existen varias técnicas y dispositivos que pueden producir estructuras cónicas, como conos o estructuras troncocónicas. Un enfoque general a la construcción de estructuras cónicas implica doblar o deformar de otro modo materia prima de metal en formas deseadas, y después unir la materia prima a sí misma en determinados puntos, o unir la materia prima a otras estructuras en determinados puntos. Algunas técnicas de construcción comienzan con materia prima metálica plana, e introducen deformaciones en plano (es decir, compresión) para dar forma a la materia prima de manera apropiada para construir la estructura. Estas deformaciones en plano suelen requerir una cantidad de energía relativamente grande, y por tanto aumentan el coste de la producción de estructuras utilizando esas técnicas.

[0003] El documento US20010018839 describe aparatos para formar tubos espirales cónicos a partir de tiras. El aparato comprende un sistema de formación de tubos en espiral para dar forma de tubo espiral a una tira; un sistema de avance de tiras adaptado para introducir una tira en un sistema de formación de tuberías; y medios controlados por ordenador para variar de forma continua la orientación angular del sistema de formación de tubos relativo al sistema de avance de tiras para variar de forma selectiva el diámetro del tubo que se forma. La variación selectiva del diámetro incluye perfiles curvados y cónicos de manera lineal, así como perfiles de diámetro constante (invariable) y combinaciones de los mismos.

SUMARIO

[0004] En la reivindicación independiente se definen varios aspectos de la presente invención. Algunas características preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

[0005] En general, en un aspecto, introducir materia prima utilizada para formar una estructura cónica en un dispositivo de curvado de manera que: cada punto de la materia prima se someta a un movimiento de rotación en torno a una ubicación de punta de la estructura cónica; y la materia prima se junte con una porción predecesora de materia prima a lo largo de uno o más bordes adyacentes. Introducir la materia prima en el dispositivo de curvado no imparte una deformación en plano a la materia prima. Unir además la materia prima a la parte predecesora a lo largo del uno o más bordes adyacentes.

[0006] Las implementaciones pueden tener una o más de las siguientes características. La ubicación de la punta se mueve a lo largo de un eje fijo. La materia prima es trapezoidal. El dispositivo de curvado incluye un rodillo triple. Unir la materia prima incluye completar una técnica seleccionada del grupo que consiste en: soldar, aplicar un adhesivo y aplicar un elemento de sujeción mecánica. Introducir la materia prima en el dispositivo de curvado incluye variar un ángulo de avance de la materia prima con respecto a una dirección de avance de manera que cada punto en la materia prima se mueva en traslación de manera tangencial en un círculo imaginario correspondiente de radio constante centrado en la ubicación de punta. Variar el ángulo de entrada incluye impartir al menos uno de un movimiento de rotación y un movimiento de traslación a la materia prima en relación con la dirección de introducción.

[0007] En la presente exposición, un sistema incluye por lo general: un rodillo triple configurado para impartir un grado controlable de curvatura a la materia prima; un sistema de avance capaz de: impartir un primer componente de movimiento de traslación a la materia prima sobre un primer punto en la materia prima; impartir un segundo componente de movimiento de traslación a la materia prima sobre un segundo punto en la materia prima; y rotar la materia prima en torno a un punto en el sistema de avance.

[0008] Las implementaciones pueden tener uno o más de los siguientes sistemas. El sistema también incluye un sistema de control configurado para hacer que: el sistema de avance desplace materia prima hasta el rodillo triple de manera que la materia prima sea sometida a un movimiento de rotación en torno a una punta de una estructura troncocónica; y que el rodillo triple imparta un grado de curvatura a la materia prima que varíe con el tiempo. El sistema de avance también incluye: un rodillo accionable para desplazar la materia prima hacia el rodillo triple a lo largo de la dirección de avance, y un posicionador accionable para mover en traslación la materia prima en la dirección distinta a la dirección de avance. El sistema de avance incluye un par de rodillos accionados de manera diferencial operables de manera colectiva para hacer girar la materia prima en torno al eje movable y para mover en traslación la materia prima en la dirección de avance. El rodillo triple incluye un par de rodillos accionados de manera diferencial operables de manera colectiva para hacer girar la materia prima en torno al eje movable y para mover en traslación la materia prima en la dirección de avance. El sistema de avance incluye un par de posicionadores que pueden accionarse de manera colectiva para mover en traslación la materia prima hasta el rodillo triple a lo largo de la dirección de avance, hacer girar la materia prima en torno al eje movable, y mover en traslación la materia prima en la dirección distinta a la dirección de avance. El sistema de

5 avance incluye un par de selectores que pueden accionarse de manera colectiva para mover en traslación la materia prima al rodillo triple a lo largo de la dirección de avance, hacer girar la materia prima en torno a un eje movable, y mover en traslación la materia prima en la dirección distinta a la dirección de avance. Una ubicación de la punta se mueve en relación con el rodillo triple mientras que la materia prima se desplaza a través del rodillo triple.

[0009] En otro aspecto de la presente exposición, un sistema incluye de manera general un rodillo triple configurado para impartir un grado controlable de curvatura a la materia prima; medios para desplazar materia prima a través del rodillo triple mediante un movimiento de rotación en torno a una punta de una estructura troncocónica.

10 [0010] Las implementaciones pueden tener una o más de las siguientes características. Una ubicación de la punta se mueve en relación con el rodillo triple mientras que la materia prima se desplaza a través del rodillo triple.

15 [0011] Otras implementaciones de cualquiera de los aspectos anteriores puede expresarse de varias maneras, incluyendo métodos, sistemas, aparatos, dispositivos, productos de programas informáticos, productos por procesos, u otras formas. Otras ventajas se derivarán de las siguientes figuras y descripción.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0012] Los modos de realización de la invención descritos en el presente documento pueden entenderse mediante referencia a las siguientes figuras, que se proporcionan a modo de ejemplo y sin carácter limitativo:

- 20 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de construcción.
- La figura 2 es una representación esquemática de un rodillo triple.
- Las figuras 3 a 5 son ilustraciones esquemáticas de materia prima deformada.
- Las figuras 6A-C son ilustraciones esquemáticas de materia prima que está siendo sometida a movimientos de rotación en torno a una punta.
- 25 La figura 6D es un diagrama cinemático que ilustra un movimiento de rotación de materia prima en torno a un punto.
- La figura 7A es una vista en perspectiva de un sistema de construcción.
- La figura 7B es una vista desde arriba de un sistema de construcción.
- La figura 8A es una vista en perspectiva de un sistema de construcción.
- 30 La figura 8B es una vista desde arriba de un sistema de construcción.
- La figura 9A es una vista en perspectiva de un sistema de construcción.
- La figura 9B es una vista desde arriba de un sistema de construcción.
- La figura 10A es una vista en perspectiva de un sistema de construcción.
- La figura 10B es una vista desde arriba de un sistema de construcción.
- 35 La figura 11A es una vista en perspectiva de un sistema de construcción.
- La figura 11B es una vista desde arriba de un sistema de construcción.
- La figura 12 es una representación esquemática de un conjunto de rodillos.
- La figura 13 es un gráfico.
- La figura 14 es un diagrama de flujo.

[0013] Los números de referencia similares hacen referencia a estructuras similares.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0014] A menudo es deseable formar una estructura cónica, como una estructura cónica o troncocónica, a partir de una materia prima metálica sustancialmente plana sin introducir una deformación en plano a la materia prima. Por ejemplo, el documento de patente U.S. 2011/0179 623 A1, titulado «TAPERED SPIRAL WELDED STRUCTURE» analiza algunas aplicaciones de tales estructuras. Entre otras cosas, las técnicas descritas a 45 continuación pueden utilizar para construir estructuras descritas en el documento U.S. 2011/0179 623 A1.

[0015] La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de construcción. El sistema 100 incluye una fuente de metal 102, un sistema de avance 104, un sistema de curvado 106, un soldador 108, y un sistema de control 110. Tal como se describirá a continuación con más detalle, el sistema 100 es operable para construir estructuras cónicas.

50 [0016] La fuente de metal 102 incluye el metal en bruto a partir del cual se forma la estructura cónica. En algunas implementaciones, la fuente de metal 102 puede incluir un conjunto de láminas de metal planas, dimensionadas de cualquiera de las maneras descritas en el documento U.S. 2011/0179 623 A1. Las láminas pueden estar fabricadas y dispuestas para facilitar que se seleccione fácilmente una lámina deseada en el proceso de fabricación. Por ejemplo, las láminas pueden almacenarse en un almacén u otro dispensador adecuado.

55 [0017] El sistema de avance 104 es operable para transportar metal desde la fuente de metal 102 hasta (y en algunas implementaciones, a través de) el dispositivo de curvado 106. El sistema de avance 104 puede incluir cualquier equipo apropiado para seleccionar una lámina deseada según las técnicas tradicionales. Dicho equipo

puede incluir, por ejemplo, brazos robóticos, pistones, servomotores, tornillos, accionadores, rodillos, ejes impulsores, electroimanes, etc., o combinaciones de cualquiera de los mismos.

5 **[0018]** En un modo de realización alternativo, la fuente de metal 102 incluye un rollo de materia prima de metal, y el sistema 100 incluye una herramienta de corte 103. En funcionamiento, la herramienta de corte 103 corta secciones de la materia prima de metal tal como se describe en el documento U.S. 2011/0179 623 A1, para formar un conjunto de láminas que pueden introducirse en el dispositivo de curvado 106 por el sistema de avance 104.

10 **[0019]** El dispositivo de curvado 106 es operable para curvar el metal introducido en este, sin impartir ninguna deformación en plano al metal. Asimismo, el dispositivo de curvado 106 puede impartir un grado controlable de curvatura al metal. En algunas implementaciones, el dispositivo de curvado 106 incluye un rodillo triple. Con referencia a la figura 2, el rodillo triple incluye tres rodillos cilíndricos paralelos operables para impartir una curvatura constante al metal desplazado a través de los rodillos en la dirección de la flecha discontinua. El grado de curvatura puede estar controlado, por ejemplo, al ajustar de manera dinámica el radio de uno o más rodillos, ajustando de manera dinámica las posiciones relativas de los rodillos, etc.

15 **[0020]** Con referencia de nuevo a la figura 1, de manera alternativa o adicional, el dispositivo de curvado 106 puede incluir uno o más rodillos con forma de cono en lugar de un rodillo cilíndrico en la configuración de rodillo triple. Un rodillo con forma de cono imparte de manera inherente una curvatura variable; es decir, una curvatura mayor hacia el vértice del cono, una curvatura menor hacia la base. Como una alternativa adicional, se puede utilizar un rodillo posiblemente con forma irregular para impartir una curvatura correspondiente a una materia prima introducida.

20

[0021] De manera adicional o alternativa a lo anterior, una estructura sólida puede sustituirse por un conjunto de estructuras más pequeñas (por ejemplo, ruedas, cojinetes, rodillos más pequeños, o similares) que se aproximen de manera colectiva al exterior de la estructura sólida correspondiente. Por ejemplo, un cilindro puede sustituirse con un conjunto de ruedas con radios iguales, un cono puede sustituirse con un conjunto de ruedas con radios decrecientes, etc.

25

[0022] Cuando una pieza de materia prima rectangular es introducida en un rodillo triple «de frente» (esto es, con el borde entrante de la materia prima rectangular paralelo a los ejes de los cilindros de los rodillos triples), después se deformará en un arco circular, tal como se ilustra en la figura 2. No obstante, cuando una pieza de materia prima rectangular se introduce en diagonal, la materia prima se deformará en una forma «de espiral», potencialmente con huecos entre cada giro, tal como se ilustra en la figura 3. Las técnicas descritas a continuación implican variar el ángulo de avance (y otros parámetros descritos a continuación) de manera que los bordes de la materia prima sean adyacentes entre sí, permitiendo que se unan (por ejemplo, con soldaduras) para formar la estructura deseada, tal como se muestra en la figura 4.

30

[0023] Una forma de conseguirlo es la siguiente. Como cuestión preliminar, cualquier estructura cónica incluye o bien una punta real o una punta virtual. Una punta real es un punto en el que la conicidad al final disminuye a cero. Por ejemplo, un cono tiene una punta real en su vértice. Para una estructura truncada, como una estructura troncocónica, una «punta virtual» es el punto en el que la conicidad disminuiría finalmente a cero si la estructura no estuviera truncada. En este documento, la palabra «punta» incluye puntas reales y puntas virtuales.

35

[0024] Una manera de variar el ángulo de avance descrito anteriormente es controlar el acercamiento de la materia prima de metal de manera que la materia prima esté simplemente rotando (es decir, sin traslación) con respecto a la punta de la estructura según se va introduciendo la materia prima en el dispositivo de curvado 106. Esta condición es equivalente a requerir que cada punto de la lámina de materia prima entrante esté a una distancia constante desde la punta de la estructura según la materia prima es deformada por el dispositivo de curvado 106. No obstante, cabe señalar que la punta de la propia estructura podría estar moviéndose en relación con otras partes del sistema 100, tal como se describirá con más detalle a continuación. La condición «puramente rotativa» descrita anteriormente solo afecta al movimiento relativo de la materia prima introducida con respecto a la ubicación de la punta. Esto es, la materia prima y la punta también pueden moverse en traslación o experimentar un movimiento más complicado con respecto a otros componentes del sistema 100. Si se cumple esta condición, entonces incluso materia prima metálica con una forma irregular puede unirse a una estructura cónica, tal como se muestra en la figura 5.

40

45

50

[0025] En algunas implementaciones, el sistema de avance incluye uno o más posicionadores, carros, brazos articulados, o similares, que desplazan cada lámina de materia prima hasta el dispositivo de curvado y pueden controlarse de manera colectiva por el sistema de control 110 para asegurar que se cumple esta condición de avance.

55 **[0026]** Además de controlar el ángulo de avance, también se controla el grado de curvatura impartida desde el dispositivo de curvado. Para formar una estructura cónica o troncocónica, por ejemplo, la curvatura con la que un punto determinado en la materia prima entrante se deforma varía de manera lineal con la altura a lo largo del eje del cono resultante a la que está el punto determinado. Otras estructuras cónicas requieren otros grados de curvatura impartida.

[0027] El soldador 108 es operable para unir láminas de materia prima introducidas en este a otras láminas de materia prima introducidas (o a sí mismas, o a otras estructuras). En algunas implementaciones, el soldador 108 incluye uno o más cabezales de soldadura cuya posición y funcionamiento puede controlarse..

5 **[0028]** El sistema de control 110 es operable para controlar y coordinar las varias tareas descritas anteriormente, incluyendo pero sin carácter limitativo manejar el sistema de avance 104, manejar el dispositivo de curvado 106, y manejar el soldador 108. El sistema de control 110 incluye *hardware* de ordenador, *software*, circuitos o similares, que proporcionan y generan de manera colectiva señales de control a los componentes descritos anteriormente para completar las tareas deseadas.

10 **[0029]** Por tanto, de conformidad con lo anterior, un método para construir una estructura cónica incluye: identificar materia prima (por ejemplo, una lámina de materia prima); transportar la materia prima hasta un dispositivo de curvado; identificar la ubicación de la punta de la estructura cónica (que puede cambiar en función del tiempo); introducir la materia prima en el dispositivo de curvado de manera que la materia prima experimente un movimiento puramente rotativo en relación con la ubicación de la punta; y soldar la materia prima a lo largo de los bordes donde la materia prima se junta con láminas anteriores de materia prima, formando por tanto la estructura cónica.

15 **[0030]** En lo anterior, se han descrito varias tareas que implican un movimiento relativo de varios componentes. No obstante, se reconoce que las limitaciones de diseño variables pueden requerir que determinados componentes se queden fijos (en relación con el suelo) o que experimenten solo un movimiento mínimo. Por ejemplo, el sistema 100 puede estar diseñado de tal manera que cualquiera de los siguientes componentes se quede fijo en relación con el suelo: la fuente de metal 102, cualquier componente deseado del sistema de avance 20 104, cualquier componente deseado del dispositivo de curvado 106, cualquier componente deseado del soldador 108, la punta de la estructura cónica en construcción, etc. De manera similar, el sistema 100 puede estar diseñado de tal manera que ninguno de los componentes anteriores se quede fijo en relación con el suelo (o, salvo en lo mencionado anteriormente, unos respecto a los otros). En algunas implementaciones, los 25 componentes más pesados o más difíciles de mover se quedan fijos en relación con el suelo. En algunas implementaciones, el movimiento relativo de los componentes se elige para mitigar mejor el riesgo de lesión para los que se encuentren cerca del sistema 100. En algunas implementaciones, el movimiento relativo de los componentes se elige para maximizar la vida útil prevista del sistema 100 como un todo o la vida útil prevista de uno o más componentes.

30 **[0031]** Tal como se ha expuesto anteriormente, es deseable hacer que se introduzcan láminas de materia prima enteras en el sistema 100 para que experimenten un movimiento puramente rotativo en el proceso de avance; es decir, el periodo desde justo antes de que el primer punto de la materia prima se introduzca en el dispositivo de curvado 106, hasta justo después de que el último punto de materia prima salga del dispositivo de curvado 106. Conseguir esta condición durante el proceso de avance da como resultado que los bordes de la materia prima 35 finalmente estén adyacentes a los bordes correspondientes de la materia prima predecesora que se ha introducido previamente en el dispositivo de curvado. Esta condición se ilustra de manera adicional en las figuras 6A-C, en el contexto de la construcción de una estructura troncocónica. La estructura troncocónica parcialmente formada 600 tiene una punta (virtual) en el punto P, y lados tangentes a las líneas discontinuas. Para ilustrar con más claridad la condición de «movimiento puramente rotativo», el sistema de construcción 100 no se muestra.

40 **[0032]** En las figuras 6A y B, se muestra una lámina de materia prima 602, y un punto arbitrario en la misma etiquetado con una «A». La distancia entre el punto A y la punta virtual P se etiqueta con una línea continua R. Según la lámina 602 se introduce en el sistema, tal como se muestra en la figura 6C, la distancia R entre el punto A y la punta P se mantiene constante, incluso cuando la lámina 602 es deformada por el dispositivo de curvado del sistema 100. Por supuesto, la distancia desde la lámina 602 hasta la punta P variará entre los puntos de la 45 hoja 602. No obstante, si la lámina 602 experimenta un movimiento puramente rotativo con respecto al punto P, entonces para cualquier punto fijado en la lámina 602, la distancia desde ese punto hasta el punto P se mantiene constante, incluso cuando se deforma la lámina 602.

50 **[0033]** La figura 6D es un diagrama cinemático que ilustra un movimiento de rotación de materia prima en torno a un punto P. En la figura 6D, se identifica un punto arbitrario en la materia prima, y ese punto A se mantiene a una distancia constante R desde P según gira la materia prima en torno al punto P. Con independencia de una configuración de equipo, puede pensarse inicialmente que implementar el movimiento de rotación requiera determinados ingredientes: primero la habilidad de impartir una traslación tangencial a lo largo del círculo de radio R centrado en P; y segundo, la habilidad de impartir rotación en la dirección apropiada en torno al centro geométrico de la materia prima.

55 **[0034]** Asimismo, como la dirección tangencial cambia según se mueve según se mueve la materia prima, la implementación de este aspecto del movimiento de rotación es posible si se puede implementar la traslación en dos direcciones fijas (por ejemplo, una dirección de avance y otra dirección), siempre y cuando las direcciones sean diferentes. Si esto es posible, entonces puede conseguirse una traslación arbitraria por una combinación lineal apropiada de las direcciones fijadas.

[0035] La descripción anterior de la condición puramente rotativa se ha expuesto en el contexto de una punta estacionaria P. No obstante, en algunas implementaciones, el punto P puede moverse durante el proceso de construcción. Por ejemplo, si el dispositivo de curvado 106 está fijado en relación con el suelo, entonces cada nueva adición de materia prima puede empujar el punto P más lejos del dispositivo de curvado. Cuando el punto P se mueve en una dirección determinada en un tiempo determinado, la materia prima también debería moverse en la misma dirección al mismo tiempo, además de tener un componente rotativo puro, a fin de satisfacer la condición de «rotación pura».

[0036] Aunque la frase movimiento «puramente rotativo» se haya utilizado anteriormente, pueden permitirse pequeñas desviaciones de la rotación pura (es decir, ligeras traslaciones de la materia prima o la punta, uno en relación con el otro). Si la materia prima experimenta cualquier movimiento de traslación con respecto al pico durante el proceso de avance, la estructura resultante puede desviarse de una geometría troncocónica ideal. En concreto, puede haber huecos donde la materia prima no se junte con los bordes correspondientes de porciones predecesoras de materia prima, la materia prima puede solaparse, o ambos.

[0037] En algunas implementaciones, puede tolerarse cierto grado de desviación de una estructura troncocónica ideal. Por ejemplo, si los bordes de materia prima se han de unir mediante soldadura, calafateado, epoxi, o similar, entonces puede ser deseable un pequeño hueco para acomodar la soldadura o el adhesivo. De manera similar, si los bordes de la materia prima se han de unir mediante remaches, pernos, tornillos u otros elementos de sujeción mecánica, adhesivos o similares, entonces será deseable un ligero grado de solapamiento.

[0038] Tal como se utiliza en este documento, movimiento «sustancialmente rotativo» significa un movimiento puramente rotativo tal como se ha descrito anteriormente, excepto que permite ligeras desviaciones que pueden ser útiles después en el proceso de fabricación. El grado de estas desviaciones permisibles, en general, variará con las dimensiones de la estructura troncocónica deseada y los pasos de fabricación que se ajusten a las desviaciones. Asimismo, tal como se utiliza en este documento, el «movimiento de rotación» debe entenderse que significa un movimiento sustancialmente rotativo o un movimiento puramente rotativo. En cambio, si el movimiento de la materia prima soporta un componente rotativo en torno a la punta P así como un componente de traslación más allá de lo que sea necesario o deseable para pasos de fabricación posteriores, dicho movimiento no es «de rotación en torno a la punta» dentro del significado de este documento.

[0039] La figura 7A es una vista en perspectiva de una implementación de un sistema de construcción, y la figura 7B es una vista desde arriba correspondiente de la implementación.

[0040] En algunos modos de realización, el dispositivo de curvado incluye un rodillo triple 700. El rodillo triple incluye una porción superior 701 que puede articularse de manera vertical, ya sea de manera manual o bajo la dirección del sistema de control 110 (figura 1). Articular la porción superior puede ser útil para acoplar la materia prima 102, o para controlar la cantidad de curvatura impartida a la materia prima 102 según pasa a través del rodillo triple 700. En general, puede articularse una porción distinta; cualquier cambio controlable en la posición relativa de los rodillos puede utilizarse para impartir cantidades correspondientes de curvatura a la materia prima 102.

[0041] En algunas implementaciones, el rodillo triple 700 incluye una pluralidad de rodillos individuales 712 dispuestos en bancos. En varias implementaciones, estos rodillos 712 pueden accionarse de manera individual, accionarse de manera colectiva o no accionarse. No es necesario que los bancos sean paralelos.

[0042] En algunos modos de realización, el sistema de avance 104 (figura 1) incluye el sistema de accionamiento 704. Este sistema de accionamiento incluye una pluralidad de rodillos 706a, 706b, 706c, 706d, un posicionador 708, y ruedas 710. Los rodillos 706a-d pueden ser accionados de manera individual por el sistema de control 110 (figura 1). En concreto, los rodillos 706a-d pueden accionarse de manera diferencial (por ejemplo, con rodillos 706a, 706c siendo accionados a una velocidad distinta a los rodillos 706b, 706d) de manera que hagan que la materia prima rote 102 según pasa a través de los rodillos 706a-d. Controlar la velocidad de rotación de los rodillos (junto con otros parámetros descritos en el presente documento) puede ayudar a implementar el movimiento de rotación de la materia prima 102 en torno a la punta de la estructura troncocónica 702.

[0043] El sistema de accionamiento 704 está acoplado al rodillo triple 700 (u otro objeto conveniente) mediante un posicionador 708. El posicionador 708 es operable para mover el sistema de accionamiento 704 (y con él, la materia prima 102) en relación con el rodillo triple 700, bajo la dirección del sistema de control 110 (figura 1). El posicionador 708 puede incluir un pistón hidráulico, un pistón neumático, un servomotor, un tornillo, un accionador, una cremallera y un piñón, un sistema de cable y polea, una leva, un accionamiento electromagnético, u otro dispositivo capaz de impartir el movimiento deseado.

[0044] En algunas implementaciones, el sistema de accionamiento 704 se asegura de manera rotativa en torno a un punto pivotante 711, de manera que activar el posicionador 708 provoca rotación en torno al punto pivotante. En algunas implementaciones, el sistema de accionamiento 704 incluye ruedas 710 para permitir que el sistema 704 se mueva con más facilidad.

[0045] Controlar el movimiento del sistema de accionamiento 704 mediante el posicionador 708 (junto con otros parámetros descritos en el presente documento) puede ayudar a implementar un movimiento de rotación de la materia prima 102 en torno a la punta de la estructura troncocónica 702 durante el proceso de construcción.

5 **[0046]** La figura 8A es una vista en perspectiva de otro modo de realización de un sistema de construcción 100, y la figura 8B es una vista aérea correspondiente al modo de realización. Este modo de realización incluye un rodillo triple 800 que presenta una porción superior 801 tal como se ha descrito anteriormente y un sistema de accionamiento 804.

10 **[0047]** El sistema de accionamiento 804 incluye dos posicionadores 806, 808 que están acoplados de manera rotatoria al suelo (u otro objeto conveniente) en las juntas 807a, 809a, y acoplados de manera rotatoria a una mesa 810 en las juntas 807b, 809b. Como se indica anteriormente, el posicionador puede incluir un pistón, un servomotor, un tornillo, un accionador, una leva, un accionamiento electromagnético u otro dispositivo capaz de impartir un movimiento deseado. La barra de tensión 812 está montada de manera pivotante en la mesa 810 en una junta 813, y montada de manera pivotante al suelo (u otro objeto conveniente) en la junta 811. La barra de tensión 812 desvía la mesa 810 contra los posicionadores 806, 808 y el sistema de accionamiento 804.

15 **[0048]** En algunas implementaciones, la mesa 810 incluye características para guiar o ayudar de otra manera a que la materia prima 102 se mueva hacia el rodillo triple. Por ejemplo, la mesa 810 puede incluir uno o más rodillos 814, cojinetes de aire, sistemas electromagnéticos, tratamientos o revestimientos de baja fricción, bolas de transporte, etc.

20 **[0049]** Cada posicionador 806, 808 está controlado por el sistema de control 110, que da como resultado el movimiento de la mesa 810 (y la materia prima 102). Son posibles varios movimientos. Por ejemplo, activar un posicionador (y no el otro) da como resultado la rotación de la mesa 810 en torno a la junta donde el posicionador inactivado se encuentra con la mesa. Activar ambos posicionadores 806, 808 para que se muevan en paralelo a la misma velocidad mueve en traslación la mesa 810 en paralelo a la dirección de movimiento. Activar ambos posicionadores a distintas velocidades o en distintas direcciones produce un movimiento mixto de traslación/rotación. Controlar este movimiento (junto con otros parámetros descritos en el presente documento) puede ayudar a implementar movimiento de rotación de la materia prima 102 en torno a la punta de la estructura troncocónica 802.

30 **[0050]** La figura 9A muestra una vista en perspectiva, y la figura 9B es una vista desde arriba correspondiente, de otra implementación de un sistema de construcción. En algunas implementaciones, el rodillo triple 900 incluye una pluralidad de rodillos individuales 1200 dispuestos en bancos, tal como se ha descrito anteriormente. No es necesario que los bancos sean paralelos. Tal como se describe a continuación, los rodillos 1200 pueden orientarse de manera individual.

35 **[0051]** En algunas implementaciones, el sistema de avance 104 (figura 1) incluye el sistema de accionamiento 904. Este sistema de accionamiento 904 incluye un rodillo 918, un posicionador 906 y una rueda 916. El posicionador 906 está montado de manera rotatoria en el sistema de accionamiento 904 en una junta 908, y montado de manera giratoria al suelo (u otro objeto conveniente) en la junta 910. El rodillo 918 es activado por el sistema de control 110 (figura 1) de manera que conduzca (es decir, mueva en traslación) la materia prima hacia el rodillo triple 900.

40 **[0052]** El posicionador 906 es operable para hacer girar el sistema de accionamiento 904 (y con él, la materia prima 102) en relación con el rodillo triple 900, bajo la dirección del sistema de control 110 (figura 1). El posicionador 906 puede incluir un pistón hidráulico, un pistón neumático, un servomotor, un tornillo, un accionador, una cremallera y un piñón, un motor electromagnético, un sistema de cable y polea, u otro dispositivo como una leva, un accionamiento electromagnético, capaz de impartir el movimiento deseado.

45 **[0053]** No obstante, cabe destacar que el centro de esta rotación es la unión 914, que en general no es la ubicación de la punta de la estructura troncocónica.

50 **[0054]** Para ayudar a que la materia prima rote en torno a la punta de la estructura troncocónica, los rodillos individuales 1200 del rodillo triple pueden controlarse de varias maneras. En algunas implementaciones, los rodillos individuales 1200 pueden dirigirse con el sistema de control. Esto es, el movimiento de dirección impartido a la materia prima por los rodillos 1200, representado con la flecha X en la figura 9B, puede controlarse, al hacer girar los rodillos individuales 1200 con respecto al chasis de rodillo triple. En concreto, puede hacerse que la dirección de la flecha X sea diferente de la dirección de avance; esto es, el movimiento de dirección impartido por el rodillo 918 representado por la flecha Y en la figura 9B.

55 **[0055]** En algunas implementaciones, los rodillos 1200 están montados de manera fija para impartir una dirección de movimiento distinta de la dirección de avance, pero la velocidad de rotación de los rodillos 1200 puede controlarse. En algunas implementaciones, controlar las velocidades relativas de los rodillos 918 y 1200 puede impartir de manera colectiva movimiento de rotación de la materia prima en torno a la punta de la estructura troncocónica.

[0056] La figura 10A es una vista en perspectiva de otra implementación de un sistema de construcción 100, y la figura 10B es una vista aérea correspondiente a la implementación. Esta implementación incluye un rodillo triple 1000 que presenta una porción superior 1001 tal como se ha descrito anteriormente y un sistema de accionamiento 1004.

5 **[0057]** El sistema de accionamiento 1004 incluye dos posicionadores 1006, 1010 que están acoplados, respectivamente, al suelo (u otro objeto conveniente) en las juntas 1008, 1012, y están acoplados cada uno al sistema de accionamiento 1004 en la junta 1014. Como se indica anteriormente, los posicionadores pueden incluir un pistón, un servomotor, un tornillo, un accionador, una leva, un accionamiento electromagnético u otro dispositivo capaz de impartir un movimiento deseado.

10 **[0058]** El sistema de accionamiento 1004 también incluye un par de rodillos 1020a, 1020b que pueden controlarse con un sistema de control 110. Estos rodillos pueden accionarse para conducir (es decir, mover en traslación) la materia prima 102 hacia el rodillo triple 1000. De manera adicional, cada posicionador 1006, 1010 está controlado por el sistema de control 110, que da como resultado el movimiento de los rodillos 1020a, 1020b (y en algunas implementaciones, la materia prima 102). Son posibles varios movimientos, desde una traslación pura, hasta una rotación pura, hasta movimientos mixtos de traslación/rotación. Controlar este movimiento (junto con otros parámetros descritos en el presente documento) puede ayudar a implementar un movimiento de rotación de la materia prima 102 en torno a la punta de la estructura troncocónica 802.

[0059] La figura 11A es una vista en perspectiva de otra implementación de un sistema de construcción, y la figura 11B es la vista aérea correspondiente a la implementación.

20 **[0060]** Aquí, el sistema de construcción incluye un rodillo triple 1100 con una parte superior controlable tal como se ha descrito anteriormente que deforma la materia prima 102 en una estructura troncocónica 1102. El sistema de avance 104 incluye un sistema de accionamiento 1104. El sistema de accionamiento incluye un ensamblaje 1106, que presenta dos o más selectores 1108. Cada selector 1108 está montado de manera deslizable en un carril 1110, y cada carril 1110 está montado de manera deslizable en dos vías 1112a y 1112b. Bajo el control del sistema de control 110, los selectores pueden estar situados a cualquier ubicación deseada dentro del área accesible definida por el carril 1110 y las vías 1112a, b.

25 **[0061]** Cada selector 1108 puede accionarse para engranarse, sujetarse o adherirse de otro modo a la materia prima 102. En algunas implementaciones, un selector 1108 puede incluir electroimanes controlables, dispositivos de succión, abrazaderas, bridas, adhesivos o similares. En algunas implementaciones, pueden emplearse brazos robóticos en lugar del ensamblaje 1106 para mover los selectores 1108 hasta ubicaciones deseadas.

[0062] Pueden impartirse movimientos complicados (incluyendo de rotación y/o traslación) a la materia prima al engranarse, sujetarse o adherirse de otro modo a la materia prima en dos o más puntos. En particular, utilizar los selectores 1108 de esta manera puede ayudar a implementar un movimiento de rotación de la materia prima 102 en torno a una punta de la estructura troncocónica.

35 **[0063]** La figura 12 muestra una vista esquemática de un único banco de rodillos en un rodillo triple, en consonancia con otra implementación del sistema de construcción. En la figura 12, las flechas de cada rodillo individual 1200 representan un componente de movimiento impartido a la materia prima por el rodillo 1200 según pasa la materia prima sobre el rodillo. Cada flecha es una función de la orientación del rodillo y la velocidad a la que se acciona el rodillo. Por tanto, por ejemplo, el rodillo 1200a imparte un movimiento horizontal relativamente pequeño a la materia prima en la ubicación del rodillo 1200a, mientras que el 1200g imparte un movimiento horizontal relativamente grande en la ubicación del 1200g.

40 **[0064]** Con exactamente dos rodillos accionados de manera diferencial 1200, puede impartirse un componente de rotación (o un componente mixto de rotación/traslación) a la materia prima. Con más de dos rodillos 1200, es deseable disponer cada rodillo para que imparta de manera consistente el mismo movimiento general a la materia prima. Por ejemplo, para implementar un movimiento de rotación en la dirección de la flecha X en torno a una ubicación de punta P (que se está moviendo en vertical), cada rodillo 1200 está configurado para impartir un movimiento vertical idéntico al movimiento vertical de P, y un grado de movimiento horizontal que aumenta de manera lineal (tal como lo muestra la línea discontinua) con la distancia del rodillo desde P.

45 **[0065]** Las implementaciones de ejemplo anteriores utilizaron varias estructuras (posicionadores, rodillos simples, pares o sistemas de rodillos accionados de manera diferencial, selectores, etc.) para que muevan o contribuyan a mover la materia prima de manera que el resultado final sea la materia prima moviéndose de manera rotativa con respecto a la punta según se mueve a través del dispositivo de curvado. Estas implementaciones de ejemplo ilustran solo unos pocos del número virtualmente infinito de posibilidades para conseguir este resultado. En concreto, las implementaciones anteriores no ilustran de manera exhaustiva el alcance completo de la invención.

50 **[0066]** Además, incluso para una configuración específica del equipo, en general puede haber más de una forma de controlar los varios componentes de manera que el efecto final es mover de manera rotatoria la materia prima en torno a la punta en el recorrido de la materia prima hasta el dispositivo de curvado. El gráfico mostrado en la

figura 13 ilustra un escenario de control concreto en el contexto de las implementaciones en consonancia con la figura 7. Cuando las velocidades de rotación de un par de ruedas motrices exteriores (p. ej., los rodillos 706a, 706c) y un par de ruedas motrices interiores (p. ej., los rodillos 706b, 706d) varían tal como se muestra en la figura 13, se consigue un movimiento de rotación en torno a una ubicación de punta.

5 **[0067]** Pueden identificarse con facilidad otras técnicas de control.

[0068] La figura 14 es un diagrama de flujo que muestra un método para construir una estructura cónica de conformidad con cada una de las implementaciones anteriores. En el paso 1402, se identifica la materia prima. Tal como se ha analizado anteriormente, en algunas implementaciones la materia prima puede incluir un rodillo de metal o de otro material. En algunas implementaciones, la materia prima comprende láminas individuales
10 cortadas previamente, tal como se describe en el documento U.S. 2011/0179 623 A1.

[0069] En el paso 1404 la materia prima se transporta hasta el dispositivo de curvado. Esto puede producirse utilizando cualquier medio conocido. En concreto, no existen limitaciones en el movimiento de la materia prima en este paso, y no necesita rotar con respecto a ningún punto.

[0070] En el paso 1406 la materia prima se introduce en el dispositivo de curvado. En este paso, la materia prima
15 mantiene un movimiento de rotación con respecto a la punta de la estructura troncocónica durante el proceso de introducción. El paso 1406 da como resultado la deformidad de la materia prima para impartir un grado determinado de curvatura. No obstante, en algunas implementaciones, no se produce ninguna deformación en plano de la materia prima.

[0071] En el paso 1408, los bordes de la materia prima se unen donde se juntan, a fin de formar la estructura
20 cónica. En algunas implementaciones, puede producirse un paso de unión separada antes del paso 1406. Por ejemplo, para láminas con forma trapezoidal de materia prima que presentan un par de lados largos y un par de lados cortos, los lados cortos pueden unirse primero (por ejemplo, con otras láminas de materia prima), luego se deforma la materia prima, y después se unen los lados largos.

[0072] Se puede conseguir la unión de la materia prima mediante cualquier medio conocido, incluyendo
25 soldaduras autógenas, adhesivos, epoxi, cemento, mortero, remaches, grapas, cinta adhesiva, soldaduras fuertes, soldaduras, o características geométricas complementarias (por ejemplo, pernos que se encajan en agujeros, dientes que encajan entre sí, broches, etc.).

[0073] Los sistemas, dispositivos, métodos, procesos anteriores y similares pueden estar realizados de
30 *hardware*, *software*, o cualquier combinación de los mismos adecuada para el control, adquisición de datos y procesamiento de datos descrito en el presente documento. Esto incluye la realización en uno o más microprocesadores, microcontroladores, microcontroladores incrustados, procesadores de señal digital programables u otros circuitos de procesamiento o dispositivos programables, junto con una memoria externa y/o interna. Esto puede incluir además, o en su lugar, uno o más circuitos integrados específicos para la aplicación, matrices de puertas programables, componentes lógicos de matriz programables, o cualquier otro dispositivo o
35 dispositivos que puedan configurarse para procesar señales electrónicas. Se apreciará de manera adicional que una realización de los procesos o dispositivos descritos anteriormente puede incluir código ejecutable por ordenador creado utilizando un lenguaje de programación estructurado, como C, un lenguaje de programación orientado a objetos, como C++, o cualquier otro lenguaje de programación de alto o bajo nivel (incluidos lenguajes ensambladores, lenguajes de descripción de hardware, y lenguajes y tecnologías de programación de bases de datos) que puedan almacenarse, compilarse o interpretarse para ejecutarse en uno de los dispositivos
40 anteriores, así como combinaciones heterogéneas de procesadores, arquitecturas de procesador, o combinaciones de distinto *hardware* y *software*. Al mismo tiempo, el procesamiento puede distribuirse a través de dispositivos como los varios sistemas descritos anteriormente, o toda la funcionalidad puede integrarse en un dispositivo independiente específico.

[0074] En algunos modos de realización dados a conocer en el presente documento se encuentran productos de
45 programas informáticos que comprenden código ejecutable por ordenador o código que pueda utilizarse por ordenador que, cuando se ejecuta en uno o más dispositivos de computación (como los dispositivos/sistemas descritos anteriormente), lleva a cabo cualquiera y/o todos los pasos descritos anteriormente. El código puede almacenarse de manera no transitoria en una memoria de ordenador, que puede ser una memoria desde la que el programa ejecute (como una memoria de acceso aleatorio asociada a un procesador), o un dispositivo de
50 almacenamiento como una unidad de disco, una memoria flash, o cualquier otro dispositivo ópticos, electromagnéticos, magnéticos, infrarrojos, u otro dispositivo o combinación de dispositivos. En otro aspecto, cualquiera de los procesos descritos anteriormente pueden llevarse a cabo en cualquier medio de propagación o transmisión adecuado que lleve el código ejecutable por ordenador descrito anteriormente y/o cualquier entrada
55 o salida de los mismos.

REIVINDICACIONES

1. Método de formación de una estructura cónica, comprendiendo el método:

5 introducir materia prima (102, 602) en un dispositivo de curvado (106); y hacer que la materia prima (102, 602) se junte con una parte predecesora de materia prima a lo largo de uno o más bordes adyacentes, **caracterizado por que:**

10 la introducción de materia prima se realiza de manera que cada punto (A) de la materia prima (602) se someta a un movimiento de rotación en torno a una ubicación de punta (P) de la estructura cónica, es decir, cada punto (A) en la lámina de materia prima (102, 602) entrante está a una distancia constante de la ubicación de punta (P) de la estructura cónica según la materia prima (102, 602) es deformada por el dispositivo de curvado (106), de manera que el dispositivo de curvado (106) no imparta una deformación en plano a la materia prima (102, 602).

2. Método según la reivindicación 1, donde la ubicación de punta (P) se mueve a lo largo de un eje fijo.

3. Método según la reivindicación 1, donde la materia prima (102, 602) es trapezoidal.

- 15 4. Método según la reivindicación 1, donde introducir la materia prima (102, 602) en el dispositivo de curvado (106) incluye variar un ángulo de avance de la materia prima (102, 602) con respecto a una dirección de avance de manera que cada punto en la materia prima (102, 602) se mueva en traslación de manera tangencial en un círculo imaginario correspondiente de radio (R) constante centrado en la ubicación de punta (P).

- 20 5. Método según la reivindicación 4, donde variar el ángulo de avance incluye impartir al menos uno de un movimiento de rotación y un movimiento de traslación a la materia prima (102, 602) relativo a la dirección de avance.

6. Método según la reivindicación 1, donde el dispositivo de curvado (106) incluye un rodillo triple (700).

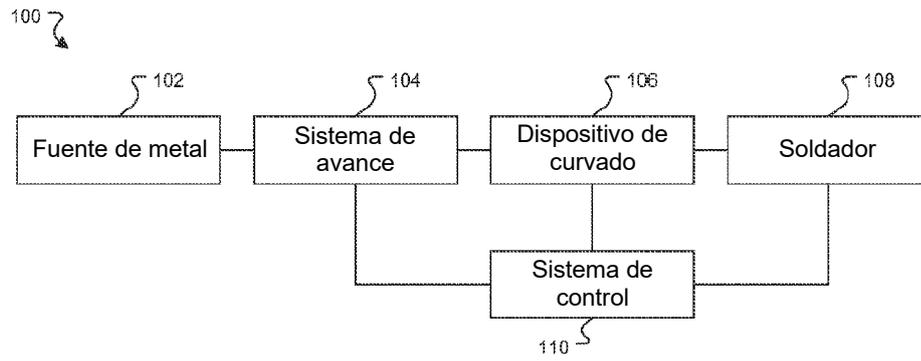


FIG. 1

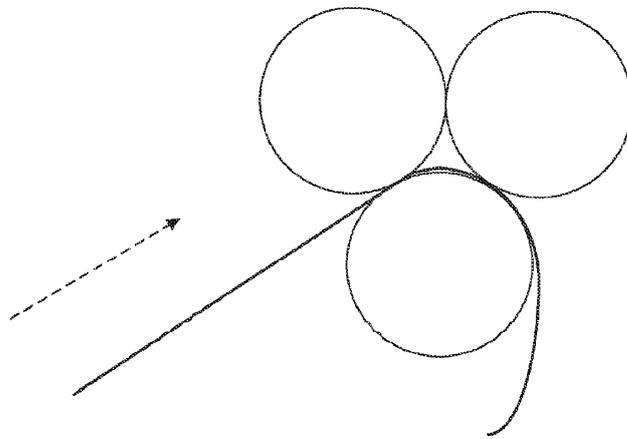
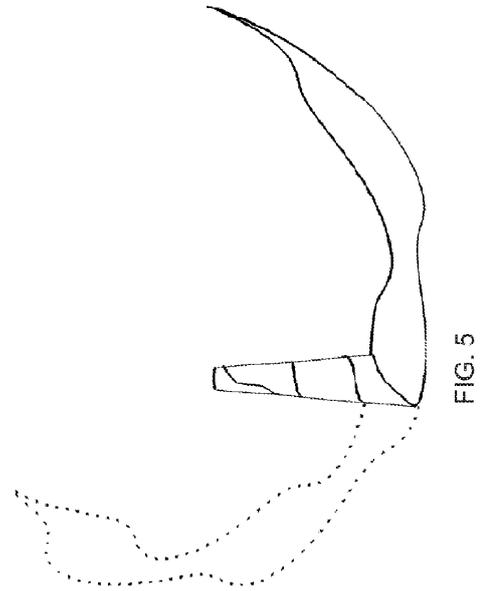
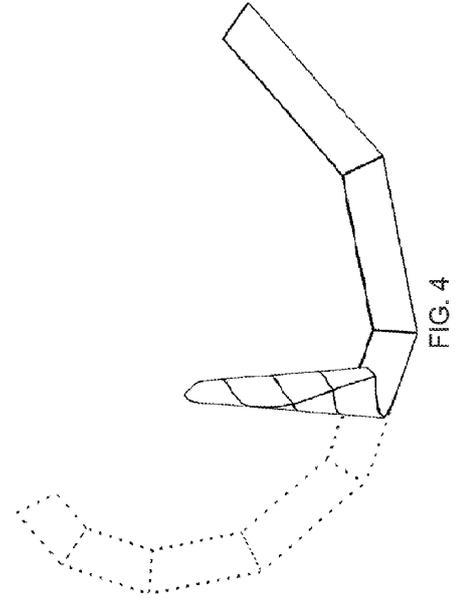
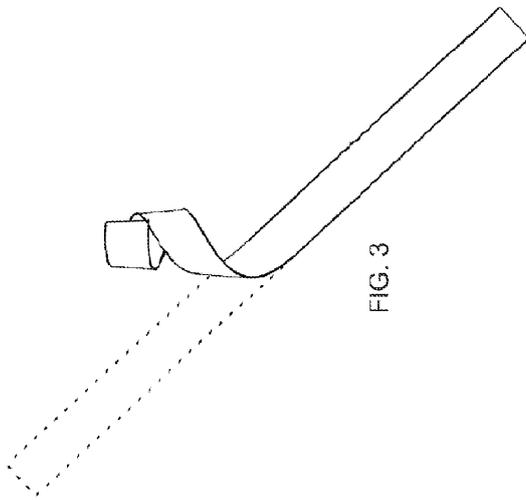


FIG. 2



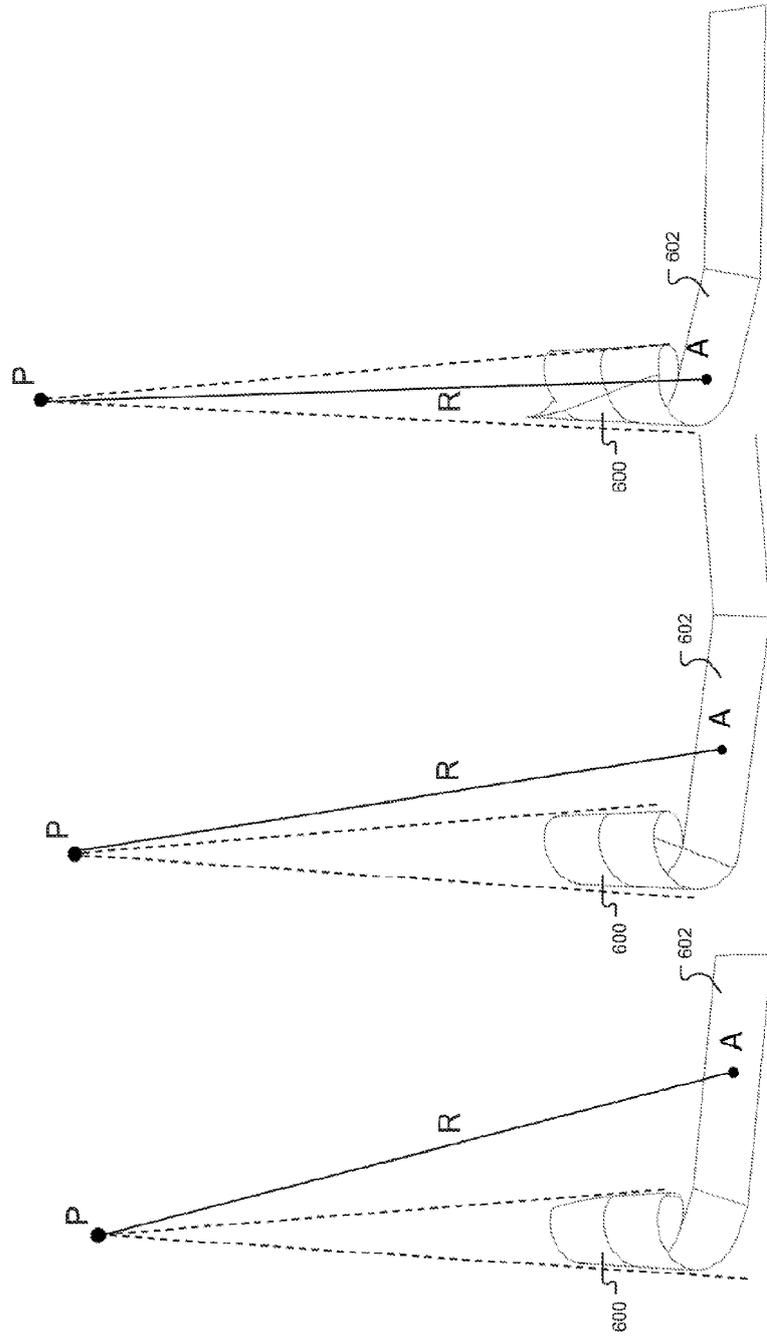


FIG. 6C

FIG. 6B

FIG. 6A

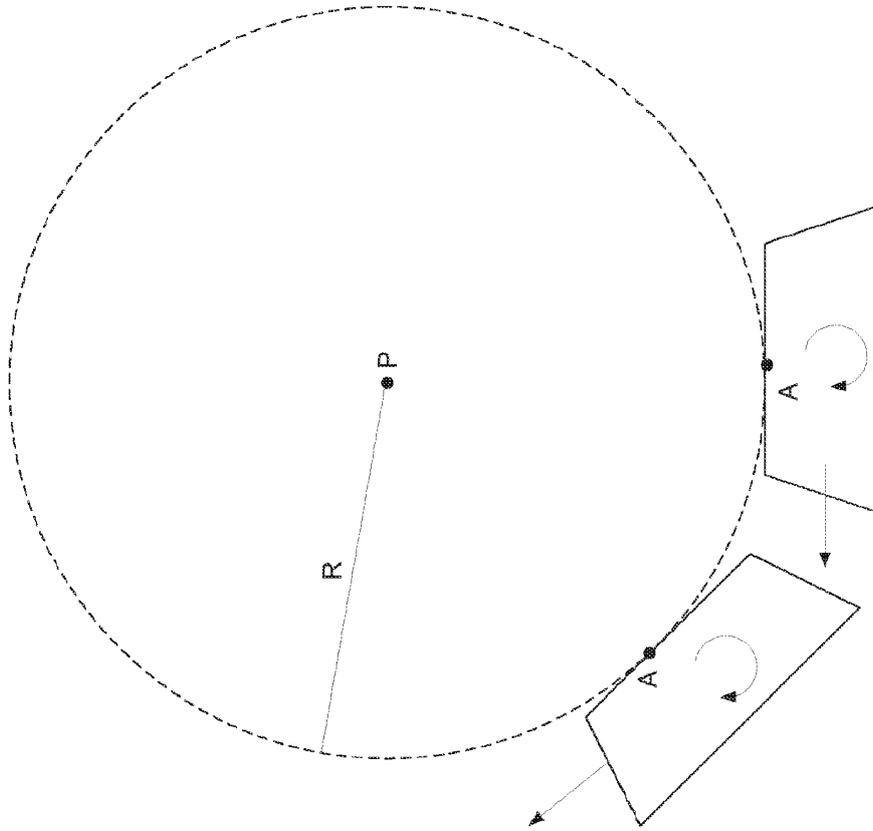


FIG. 6D

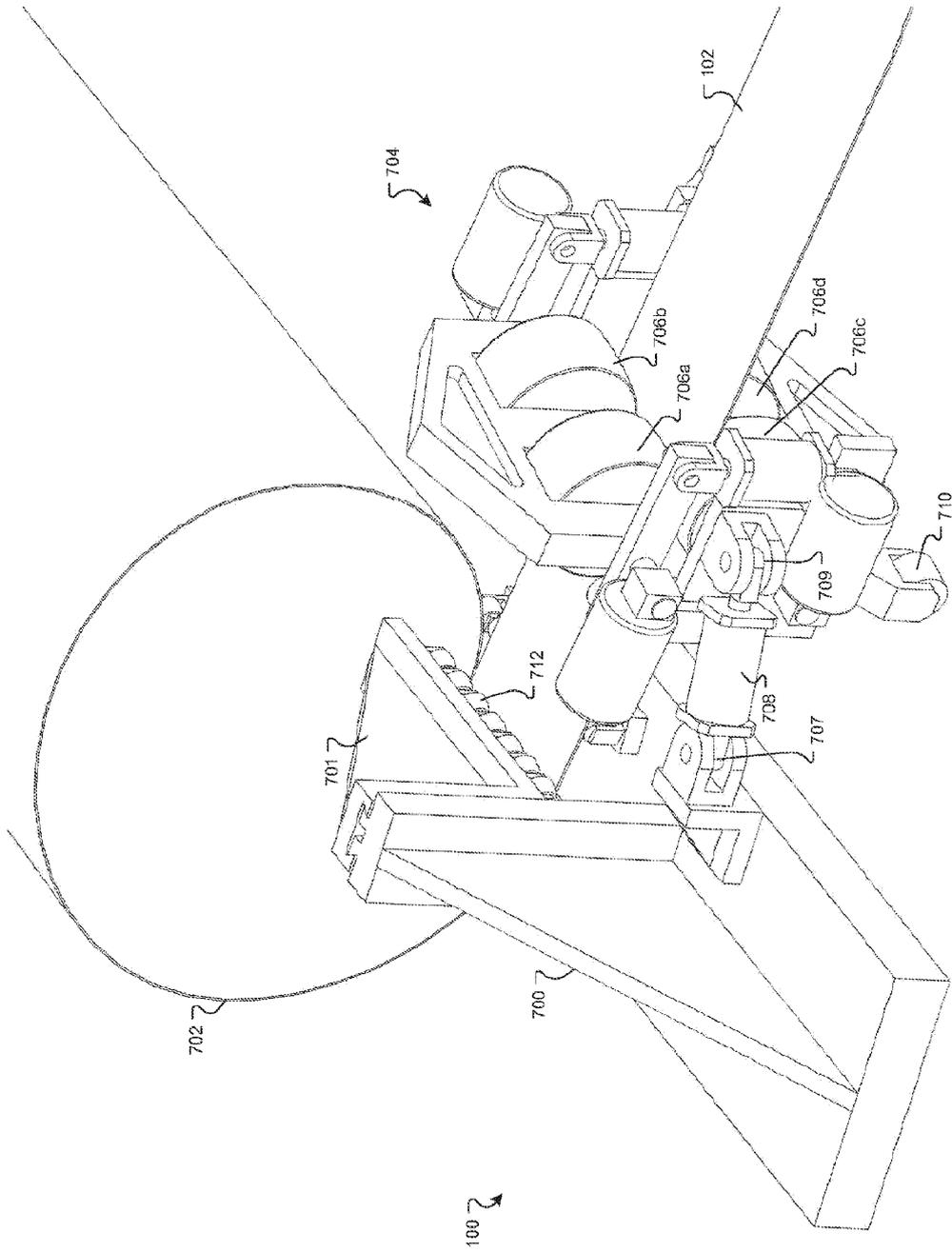
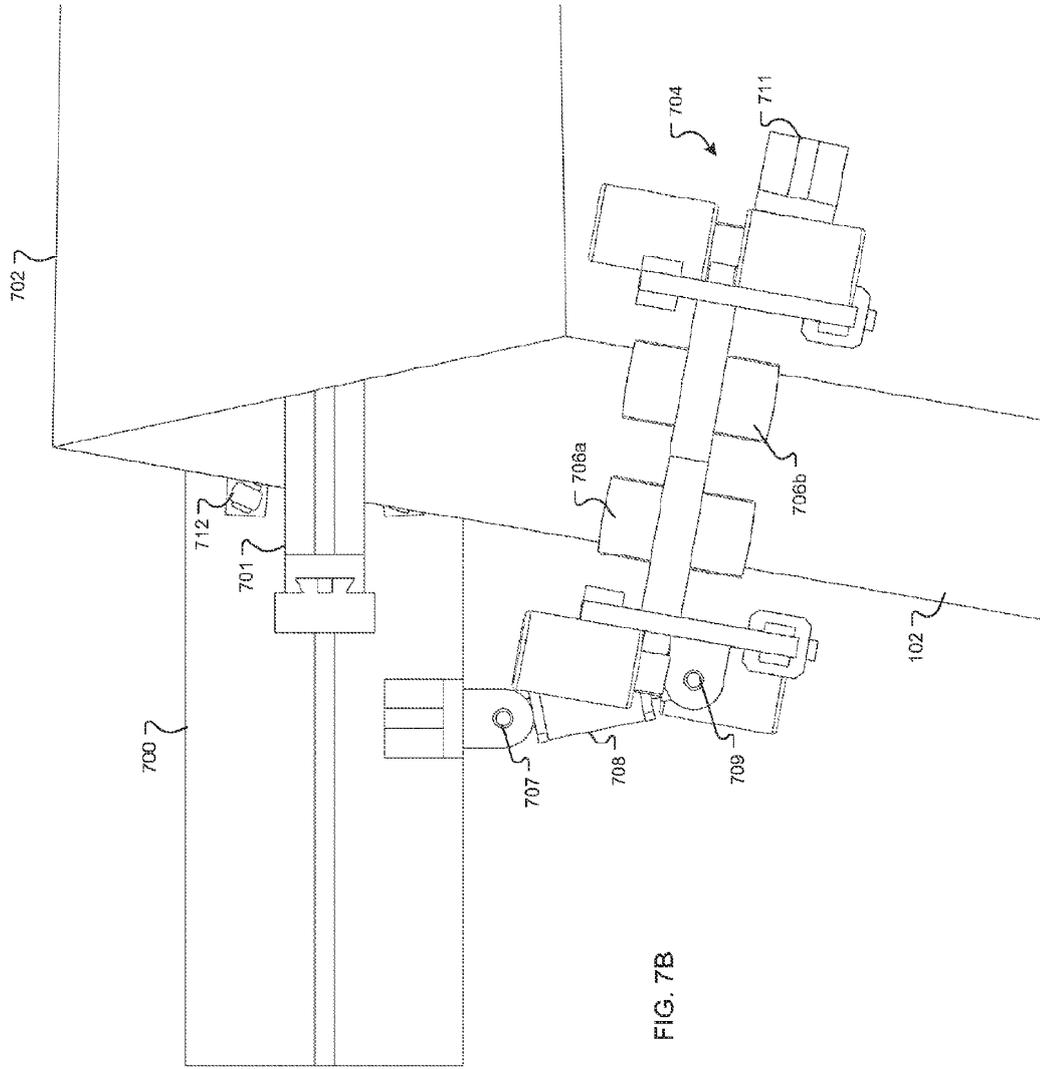
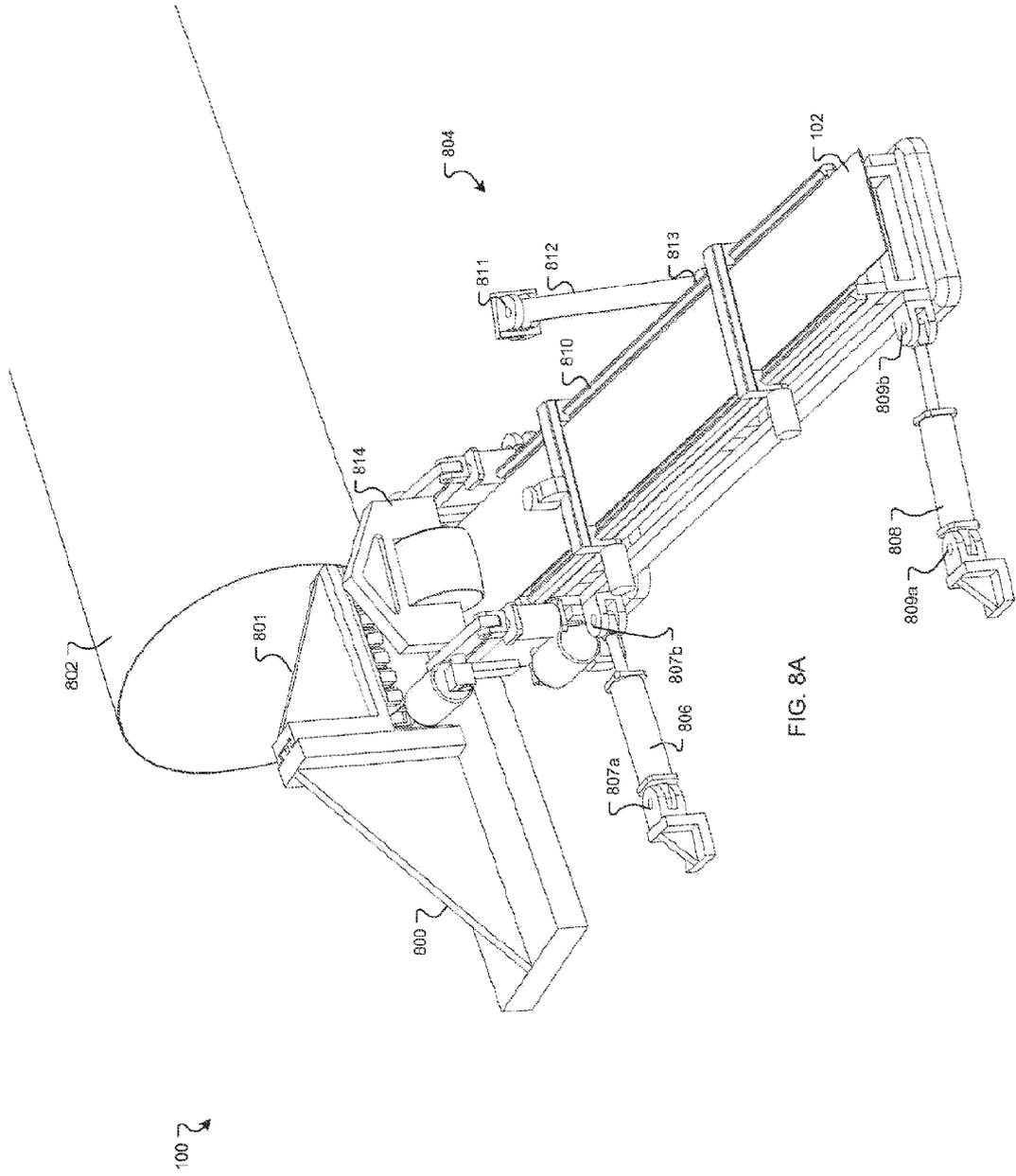


FIG. 7A





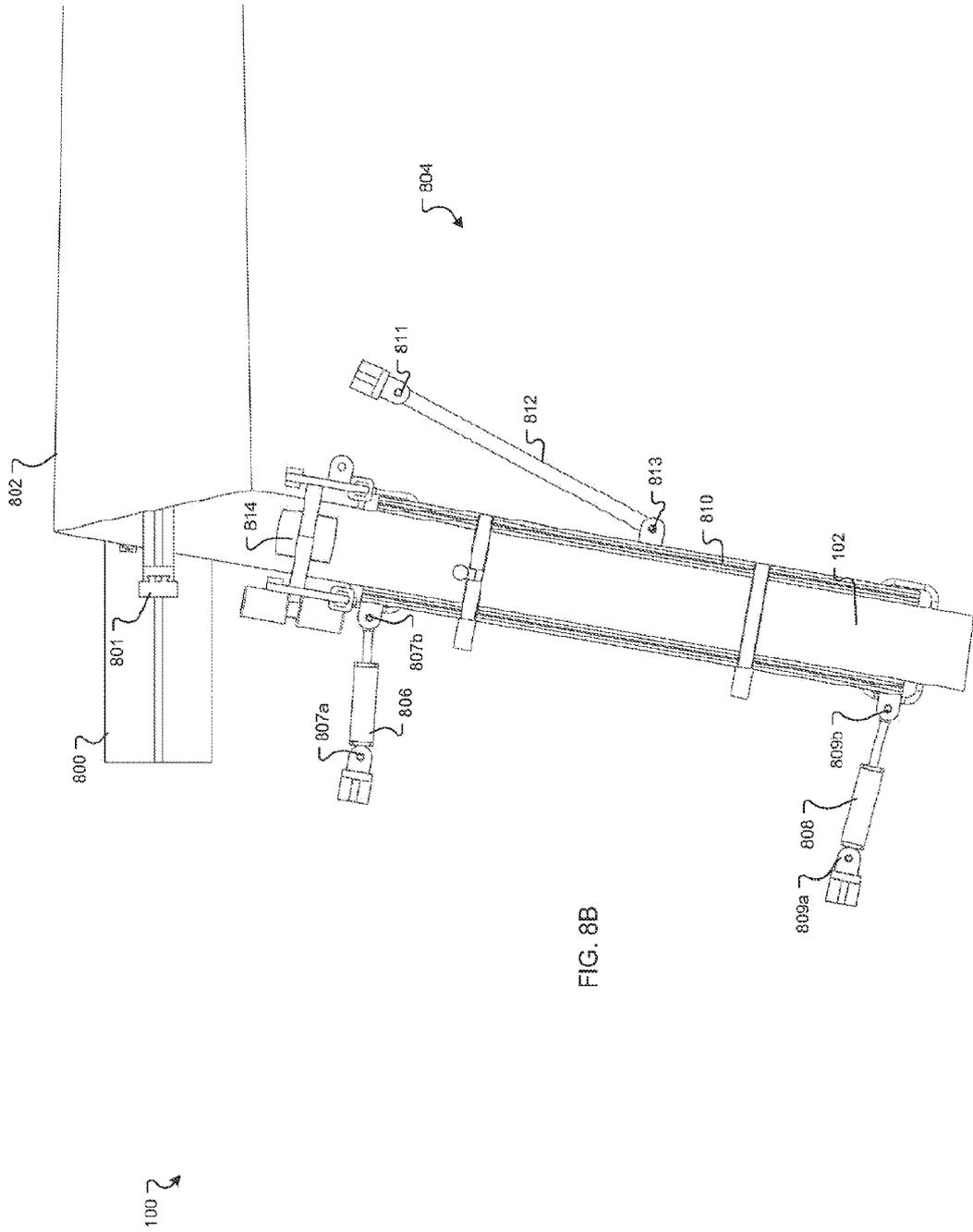


FIG. 8B

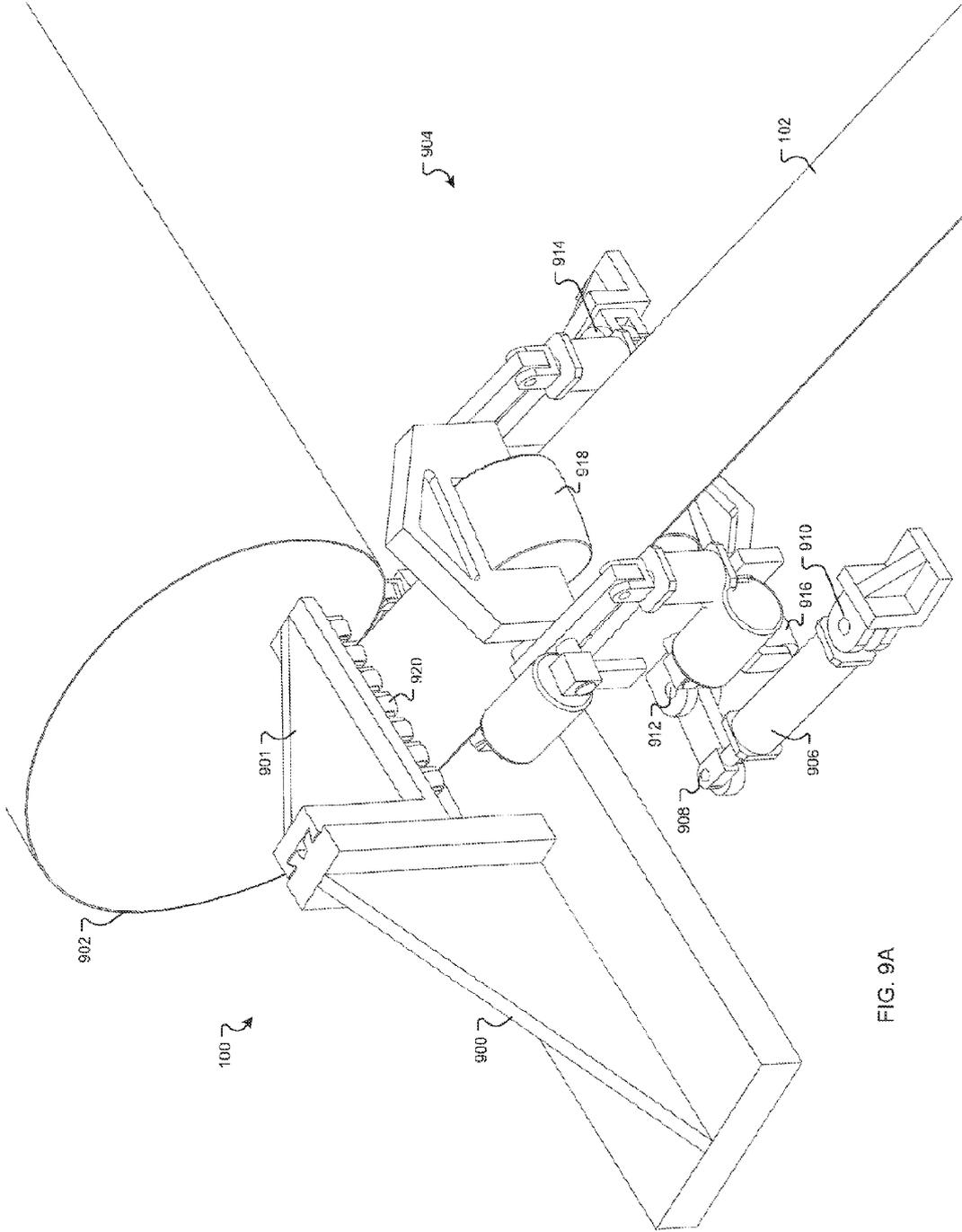


FIG. 9A

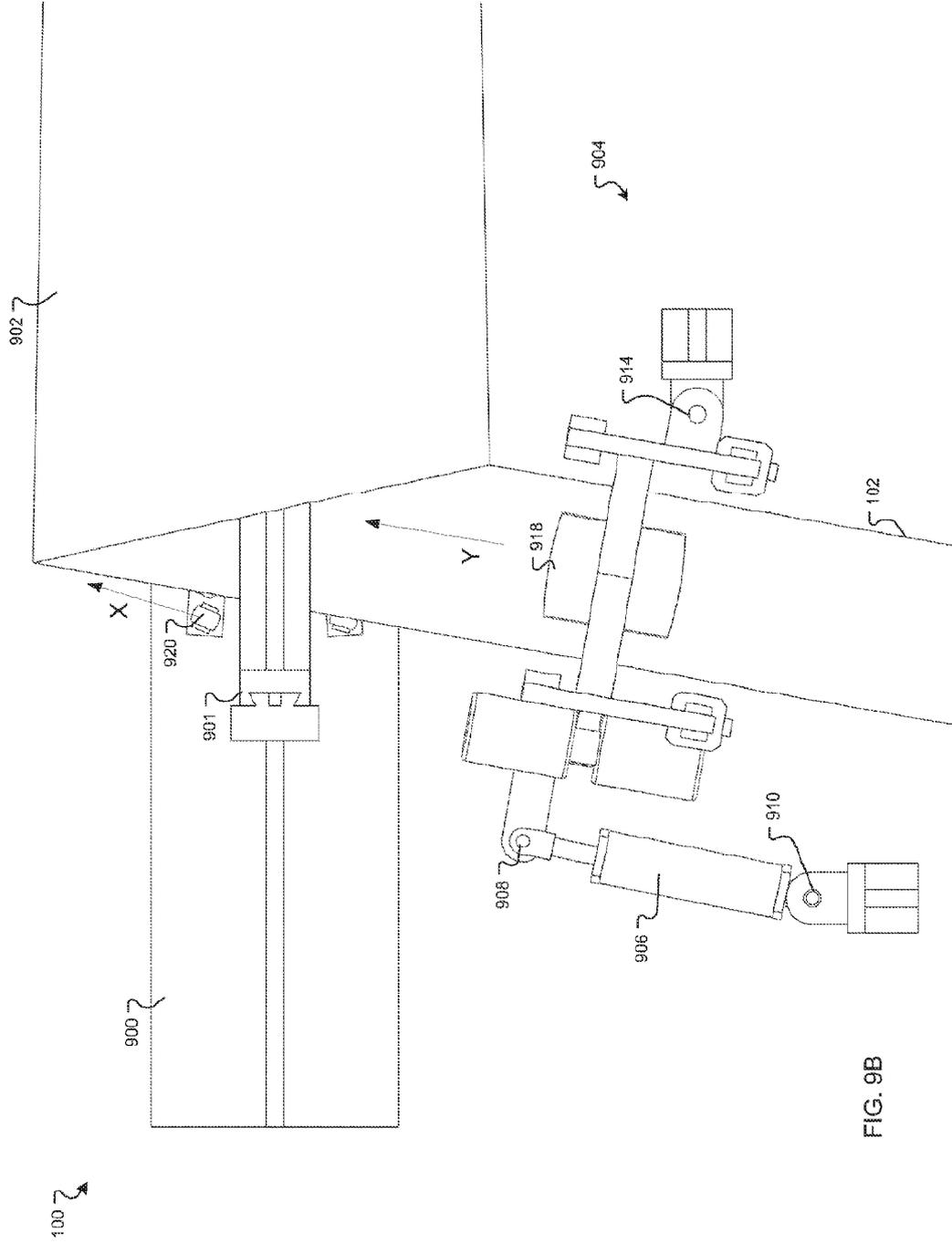
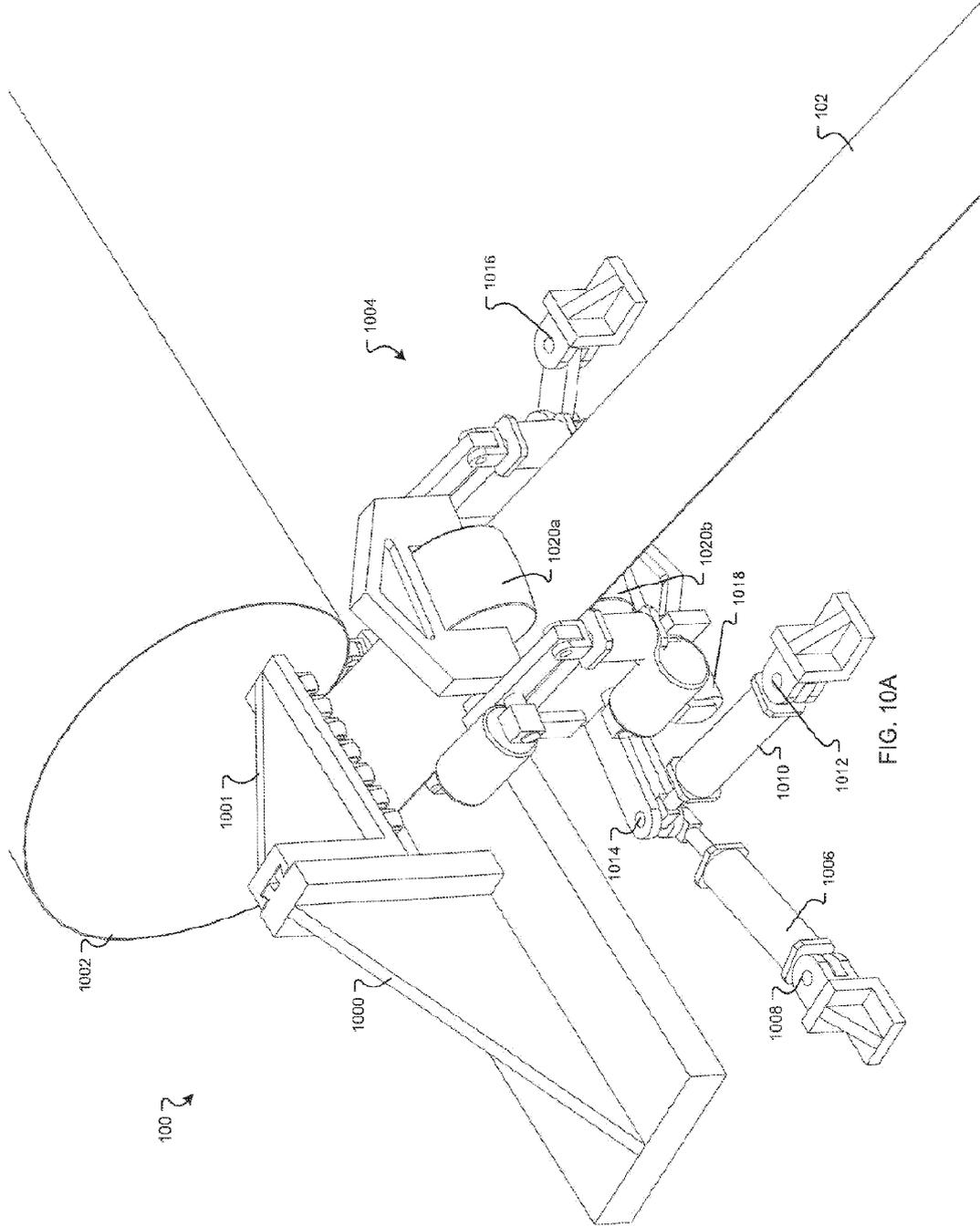
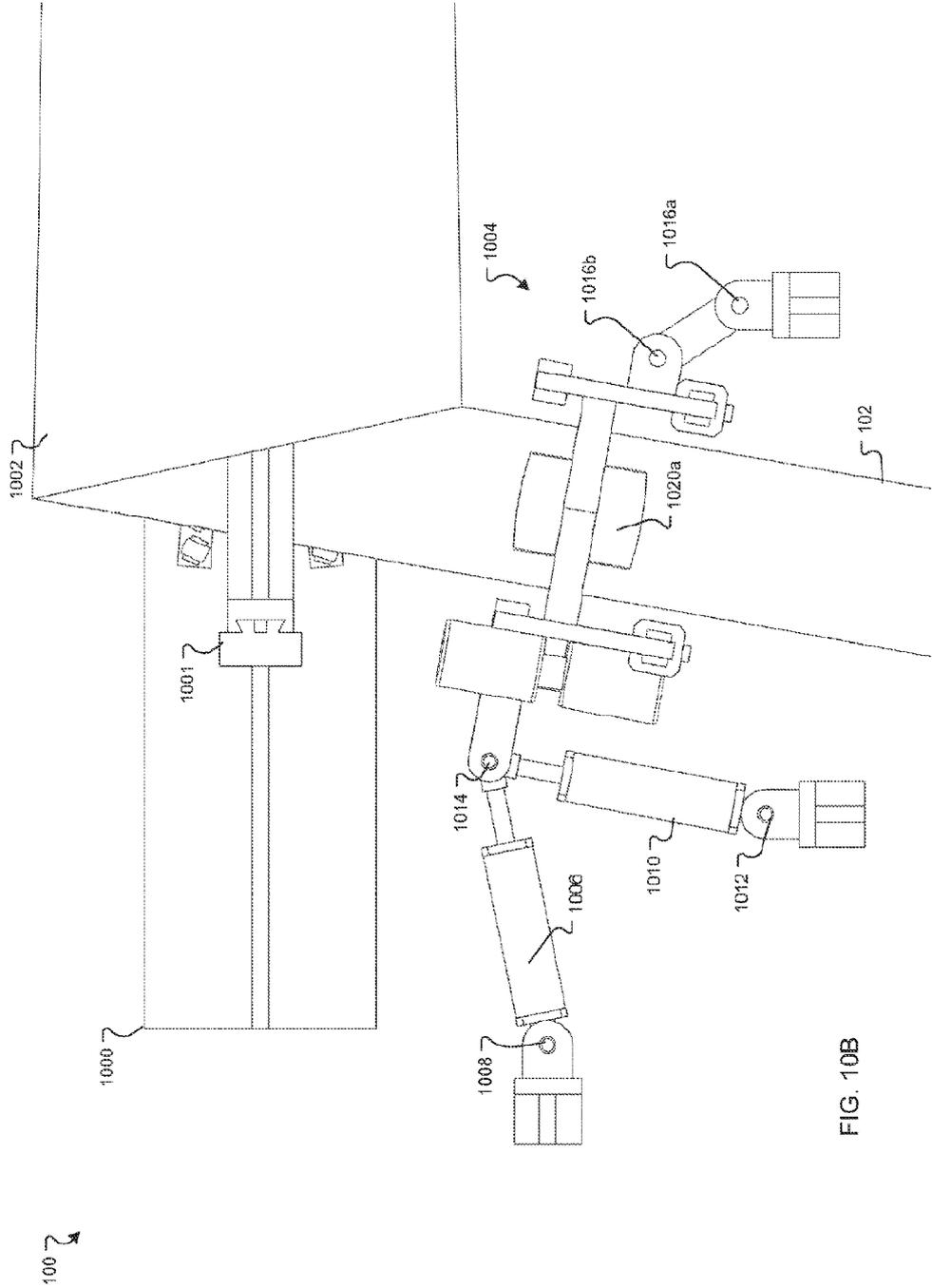
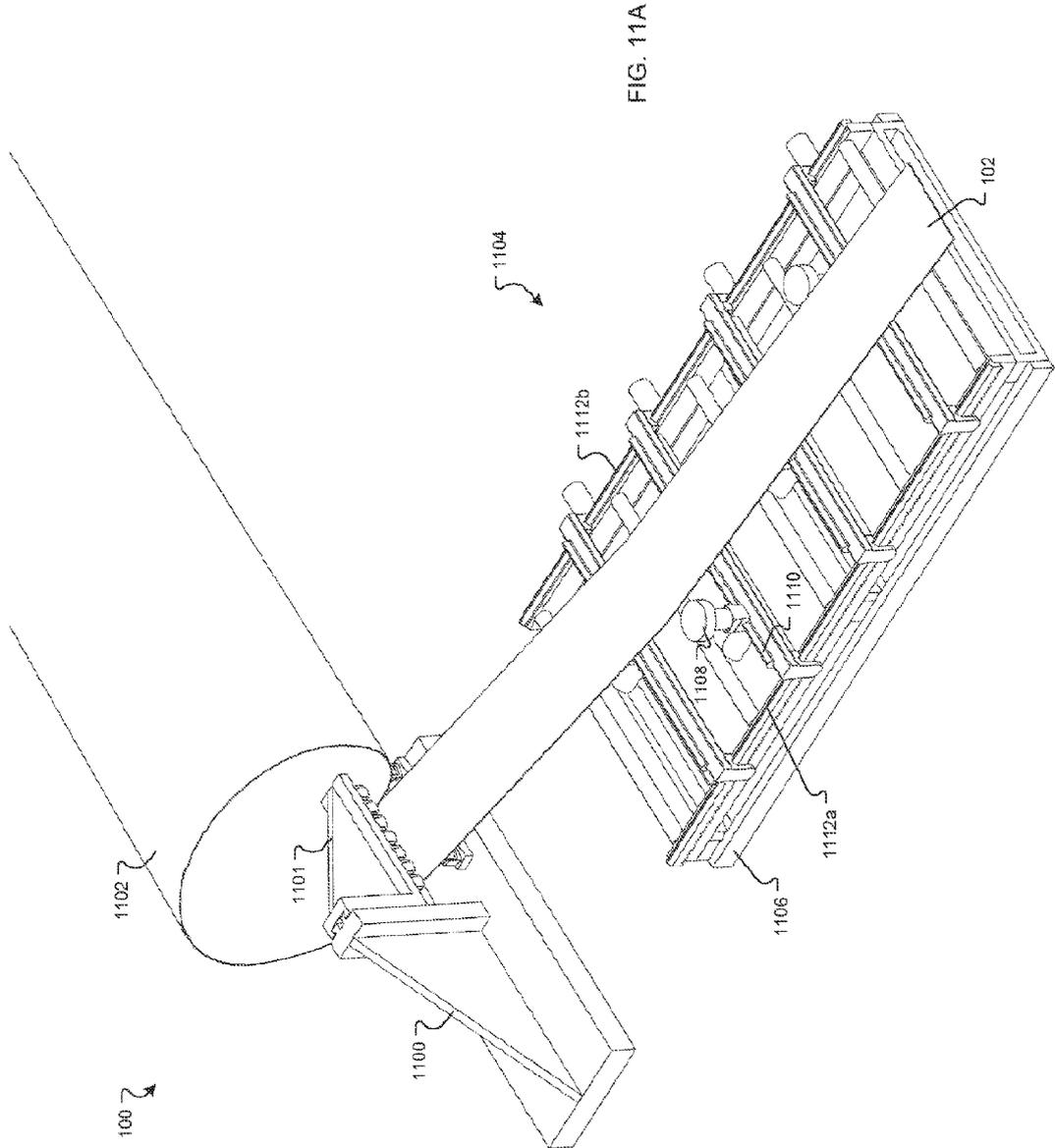
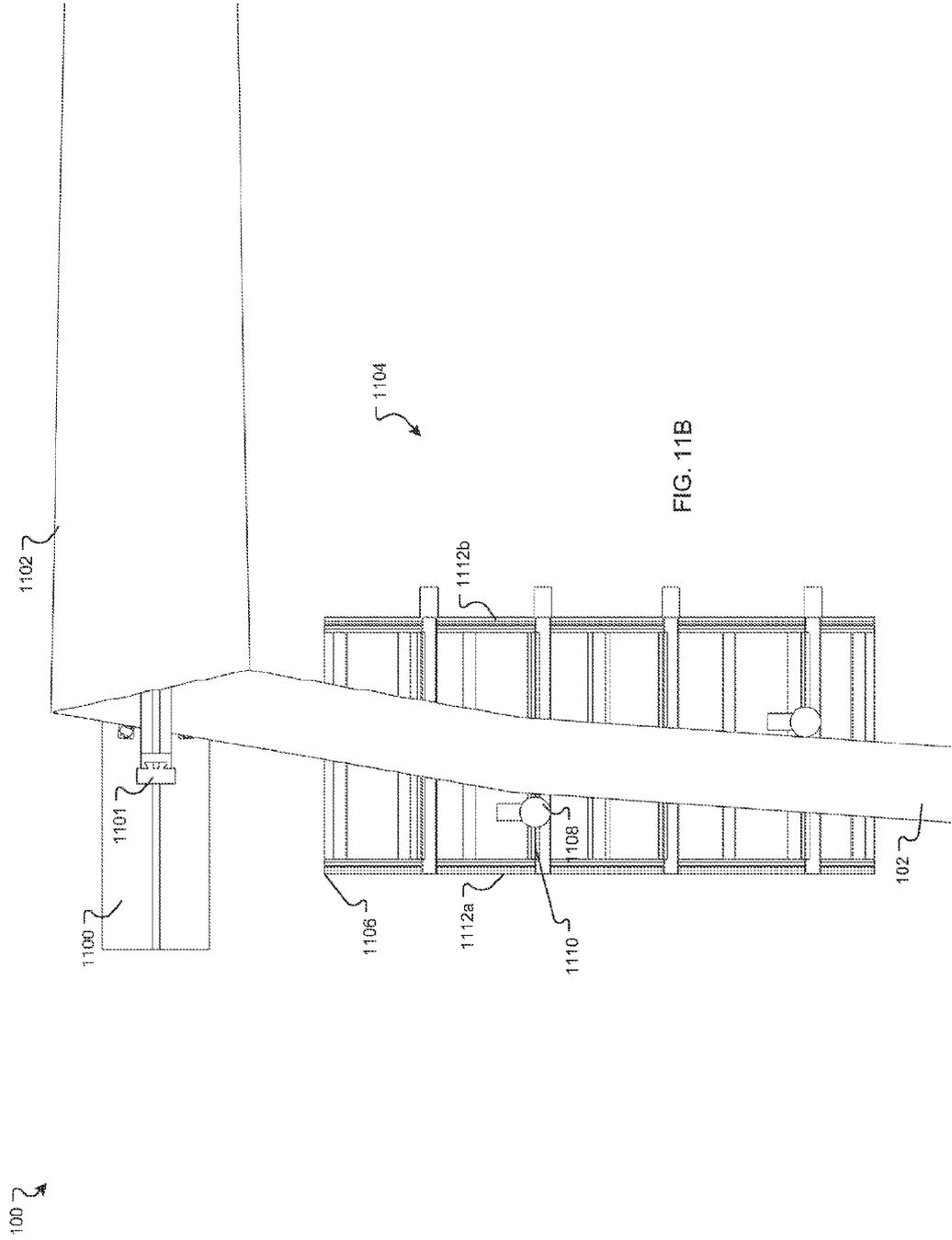


FIG. 9B









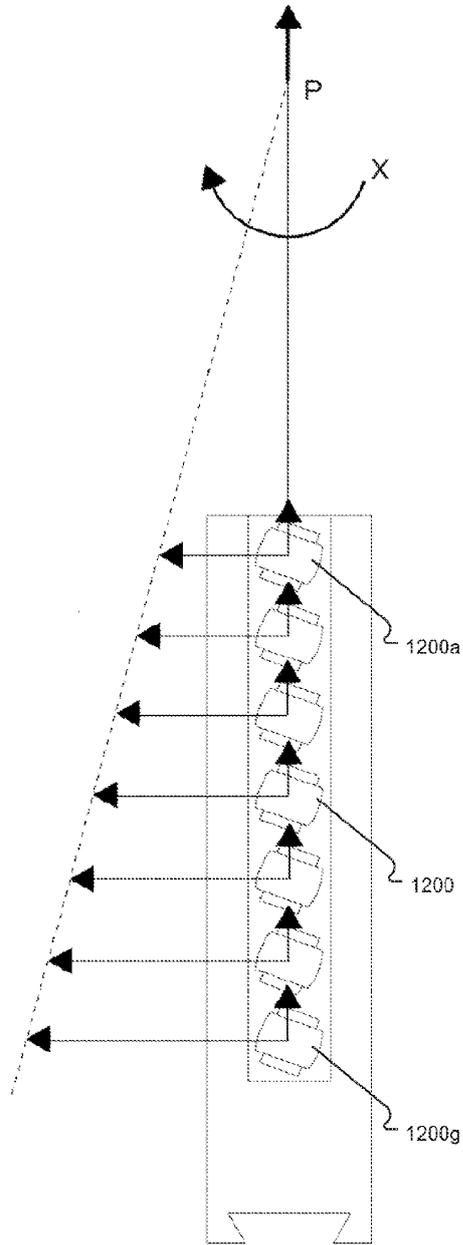


FIG. 12

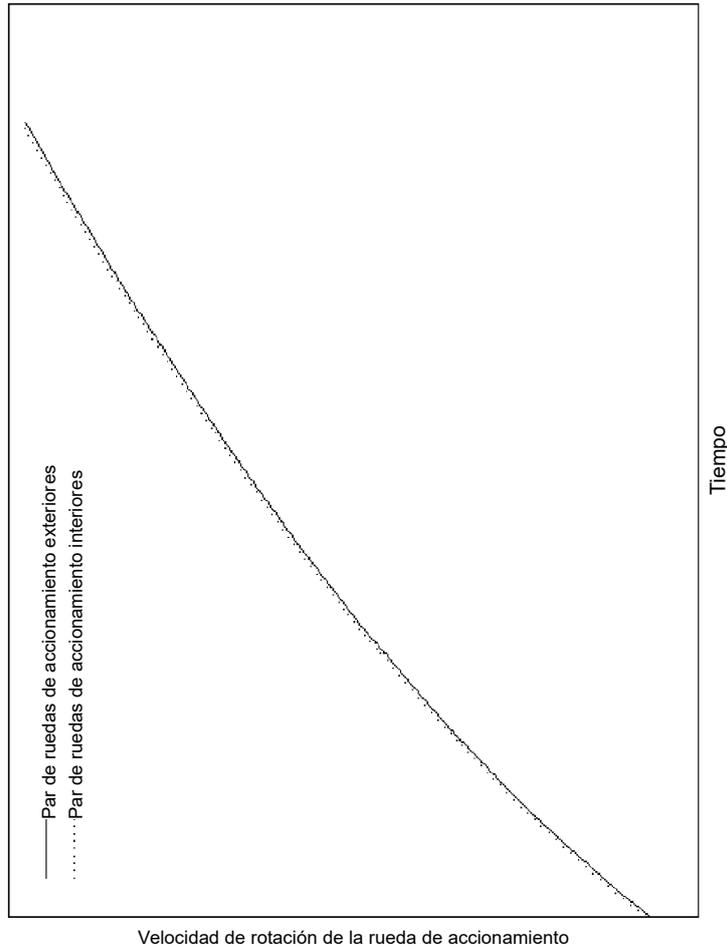


FIG. 13

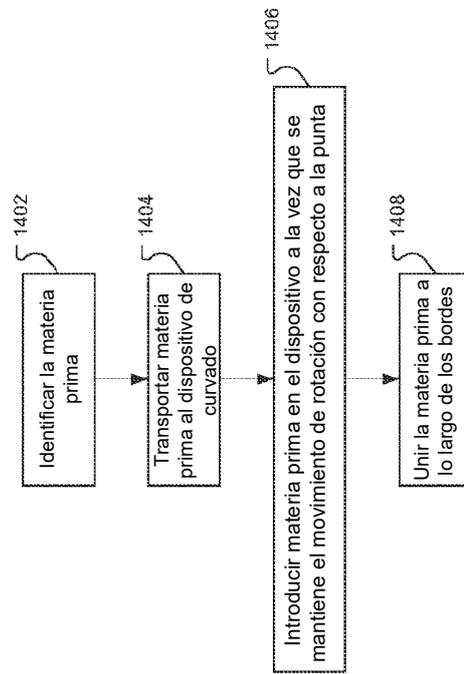


FIG. 14