

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 863**

51 Int. Cl.:

B21C 47/18 (2006.01)

B21C 47/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2017** **PCT/US2017/053813**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2018** **WO18064221**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2017** **E 17783661 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 3393692**

54 Título: **Sistema y método para enhebrar un sustrato de metal en un laminador**

30 Prioridad:

27.09.2016 US 201662400426 P

14.05.2017 US 201762505948 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2020

73 Titular/es:

NOVELIS, INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US

72 Inventor/es:

HOBBIS, ANDREW JAMES;
PRALONG, ANTOINE JEAN WILLY;
MICK, STEPHEN LEE;
BROWN, RODGER;
FINN, MARK;
KNELSEN, PETER;
LEE, TERRY;
ALDER, HANSJUERG;
BECK, WILLIAM;
QUINTAL, ROBERTO;
IYER, NATASHA y
GEHO, JEFFREY EDWARD

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 766 863 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

Sistema y método para enhebrar un sustrato de metal en un laminador

5 **Campo de la invención**

Esta aplicación se refiere al procesamiento de metales y, más particularmente, a sistemas y métodos para enhebrar una bobina de un sustrato de metal en un laminador.

10 **Antecedentes**

Durante el procesamiento del metal, a veces se desbobina un sustrato de metal de una bobina del sustrato de metal. Sin embargo, el método tradicional de desbobinar el sustrato de metal de la bobina puede provocar daños como arañazos u otros defectos al sustrato de metal.

15 Por ejemplo, a partir del documento DE 857787 C se conoce un método de enhebrar un sustrato de metal en el que el sustrato de metal se desbobina de una bobina y se guía a una estación de trabajo de un laminador mediante un sistema de enhebrado.

20 **Sumario**

La invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Otros aspectos se definen en las reivindicaciones dependientes.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Se ilustran los rasgos y los componentes de las siguientes figuras para enfatizar los principios generales de la presente divulgación. Los rasgos y los componentes correspondientes a lo largo de las figuras pueden designarse haciendo coincidir los caracteres de referencia en aras de la coherencia y la claridad.

30 La figura 1 es un esquema de un sistema para enhebrar una bobina en un laminador según aspectos de la presente divulgación.

35 La figura 2 es otro esquema del sistema de la figura 1.

La figura 3 es otro esquema del sistema de la figura 1.

La figura 4 es otro esquema del sistema de la figura 1.

40 La figura 5 es un esquema de un sistema para enhebrar una bobina en un laminador según aspectos de la presente divulgación.

La figura 6 es una fotografía de un sistema para enhebrar una bobina en un laminador según aspectos de la presente divulgación.

45 La figura 7 es otra fotografía del sistema de la figura 6.

La figura 8 es una fotografía de un elemento de agarre del sistema de la figura 6.

50 La figura 9 es otra fotografía del elemento de agarre de la figura 8 agarrando un sustrato de metal.

La figura 10 es una fotografía de un sistema para enhebrar una bobina en un laminador según aspectos de la presente divulgación.

55 La figura 11 es otra fotografía del sistema de la figura 10.

La figura 12 es otra fotografía del sistema de la figura 10.

La figura 13 es otra fotografía del sistema de la figura 10.

60 La figura 14 es otra fotografía del sistema de la figura 10.

La figura 15 es otra fotografía del sistema de la figura 10.

65 La figura 16 es un esquema de un sistema para enhebrar una bobina en un laminador según aspectos de la presente divulgación.

La figura 17 es un esquema de un rollo de agarre para un sistema para enhebrar una bobina en un laminador según aspectos de la presente divulgación.

- 5 La figura 18 es un esquema de un elemento de agarre agarrando un sustrato de metal según aspectos de la presente divulgación.

Descripción detallada

10 Se dan a conocer sistemas y métodos para enhebrar una bobina de un sustrato de metal en un laminador. Pueden usarse aspectos y rasgos de la presente divulgación con bobinas de cualquier sustrato de metal adecuado, y pueden ser especialmente útiles con bobinas de aluminio o aleaciones de aluminio. Específicamente, pueden lograrse resultados deseables cuando son aleaciones de desbobinación como serie 2xxx, serie 3xxx, serie 4xxx, serie 5xxx, serie 6xxx, serie 7xxx, o aleaciones de aluminio de la serie 8xxx. Para una comprensión del sistema de designación numérica usado más comúnmente para nombrar e identificar el aluminio y sus aleaciones, consulte el documento "International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Alloys" o "Registration Record of Aluminum Association Alloy Designations and Chemical Compositions Limits for Aluminum Alloys in the Form of Castings and Ingot", ambos publicados por The Aluminum Association.

20 En algunos casos, los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento pueden utilizarse con materiales no ferrosos, que incluyen aluminio, aleaciones de aluminio, magnesio, materiales a base de magnesio, titanio, materiales a base de titanio, cobre, materiales a base de cobre, acero, materiales a base de acero, bronce, materiales a base de bronce, latón, materiales a base de latón, materiales compuestos, láminas utilizadas en materiales compuestos, o cualquier otro metal, no metal o combinación de materiales adecuados. El artículo puede incluir materiales monolíticos, así como materiales no monolíticos tales como materiales chapados por laminación, materiales chapados, materiales compuestos (como pero no limitados a materiales que contienen fibra de carbono), o diversos otros materiales. En un ejemplo no limitante, los sistemas y métodos pueden utilizarse para calentar artículos de metal como bandas de metal de aluminio, losas, piezas en bruto u otros artículos hechos de aleaciones de aluminio, que incluyen las aleaciones de aluminio que contienen hierro.

30 Pueden utilizarse aspectos y rasgos de la presente divulgación con bobinas de un sustrato de metal a cualquier temperatura, y pueden ser especialmente útiles con bobinas a temperaturas elevadas de al menos 450 °C. En otros ejemplos, pueden utilizarse aspectos y rasgos de la presente divulgación con bobinas de un sustrato de metal a una temperatura de menos de 450 °C, como menos de 100 °C. Por ejemplo, en algunos casos, pueden utilizarse aspectos y rasgos de la presente divulgación con bobinas de un sustrato de metal a temperatura ambiente que deben calentarse o sustrato de metal caliente a una temperatura de menos de 450 °C que debe enfriarse. Tal como se utiliza en el presente documento, el significado de "temperatura ambiente" puede incluir una temperatura de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 30 °C, por ejemplo aproximadamente 15 °C, aproximadamente 16 °C, aproximadamente 17 °C, aproximadamente 18 °C, aproximadamente 19 °C, aproximadamente 20 °C, aproximadamente 21 °C, aproximadamente 22 °C, aproximadamente 23 °C, aproximadamente 24 °C, aproximadamente 25 °C, aproximadamente 26 °C, aproximadamente 27 °C, aproximadamente 28 °C, aproximadamente 29 °C o aproximadamente 30 °C.

45 Un ejemplo de un sistema de enhebrado 100 para enhebrar un sustrato de metal 102 de una bobina 106 en un laminador 104 se ilustra en las figuras 1-4.

El laminador 104 incluye al menos una estación de trabajo 120. En algunos ejemplos, el laminador 104 incluye una pluralidad de estaciones de trabajo 120, como dos estaciones de trabajo 120, tres estaciones de trabajo 120, cuatro estaciones de trabajo 120, o cualquier otro número deseado de estaciones de trabajo 120. La estación de trabajo 120 incluye un par de rollos de trabajo alineados verticalmente 122. En algunos ejemplos, la estación de trabajo 120 también incluye rollos de apoyo 124 que soportan el par de rollos de trabajo 122. En diversos ejemplos, la estación de trabajo 120 incluye también rollos intermedios. Un hueco de rollo 126 se define entre los rollos de trabajo 122.

55 Durante el procesamiento, el sustrato de metal 102 se hace pasar a través del hueco de rollo 126 de manera que los rollos de trabajo 122 reducen el grosor del sustrato de metal 102 a un grosor deseado e imparten propiedades particulares sobre el sustrato de metal 102. Las propiedades particulares impartidas pueden depender de la composición del sustrato de metal 102. En algunos ejemplos, el laminador 104 puede ser un laminador en caliente que se configura para laminar el sustrato de metal 102 cuando la temperatura del sustrato de metal 102 está por encima de la temperatura de recristalización del sustrato de metal 102. En otros ejemplos, el laminador 104 puede ser un laminador en frío que se configura para laminar el sustrato de metal 102 cuando la temperatura del sustrato de metal 102 está por debajo de la temperatura de recristalización del sustrato de metal 102. En diversos otros ejemplos, el laminador 104 puede ser un laminador en templado que se configura para laminar el sustrato de metal 102 cuando la temperatura del sustrato de metal 102 está por debajo de la temperatura de recristalización, pero por encima de la temperatura durante el laminado en frío.

65 En diversos ejemplos, la bobina 106 se soporta sobre un mandril de desenrollamiento 108. En algunos casos, el

mandril de desenrollamiento 108 está a una distancia predeterminada de la estación de trabajo 120. En determinados ejemplos no limitantes, la distancia predeterminada desde la estación de trabajo 120 hasta el mandril de desenrollamiento 108 es menor que aproximadamente 20 metros, como menor de aproximadamente 15 metros, como menor de aproximadamente 10 metros. En algunos ejemplos, la distancia predeterminada es de aproximadamente 3 metros a aproximadamente 5 metros. En otros ejemplos, la distancia predeterminada es mayor que aproximadamente 20 metros. La distancia predeterminada puede cambiarse dependiendo del sustrato de metal que va a procesarse, de la configuración de laminador deseada, o de diversas otras consideraciones.

En algunos ejemplos, el mandril de desenrollamiento 108 se configura para recibir y/o soportar la bobina 106 mientras que la bobina 106 está a una temperatura elevada. En algunos ejemplos, la temperatura elevada es superior a 450 °C, aunque no es necesario. En algunos casos la temperatura elevada es de aproximadamente 450 °C a aproximadamente 560 °C. En otros ejemplos, la temperatura elevada es superior a 560 °C. En determinados casos, la temperatura elevada es menor que un punto de fusión del sustrato de metal. En un ejemplo donde el sustrato de metal 102 es de aluminio o una aleación de aluminio, la temperatura elevada es menor que un punto de fusión de la aleación de aluminio o aluminio. En diversos ejemplos, puede ser beneficioso utilizar temperaturas de bobina elevadas para lograr una temperatura de entrada de rollo elevada a una estación de trabajo de un laminador (como una temperatura superior a 500 °C, entre otras). También pueden utilizarse temperaturas de bobina elevadas para que las bobinas puedan laminarse directamente desde un horno de homogeneización. En otros ejemplos, la bobina 106 puede estar a menos de 450 °C. En determinados ejemplos, la bobina 106 puede estar a temperatura ambiente o diversas otras temperaturas inferiores a 450 °C.

El mandril de desenrollamiento 108 define un eje de rotación 110 alrededor del que la bobina 106 se hace rotar para desenrollar el sustrato de metal 102. En el sistema de enhebrado 100 ilustrado en las figuras 1-4, la bobina 106 está montada en el mandril de desenrollamiento 108 de manera que la bobina 106 se hace rotar en el sentido indicado por la flecha 112 para desbobinar el sustrato de metal 102. Desbobinar en el sentido indicado por la flecha 112 se conoce generalmente como "subenrollar". En la configuración de subenrollado, un punto de desenrollado 114, o el punto donde el sustrato de metal 102 se separa de la bobina 106, está por definición por debajo del eje de rotación 110. En diversos ejemplos, desbobinar el sustrato de metal 102 por subenrollado permite que el peso de la capa más externa de la bobina 106 sostenga firmemente el resto de la bobina 106 sobre el mandril de desenrollamiento 108. Subenrollar también puede permitir que la capa más externa de la bobina 106 (también conocida como el solape exterior de la bobina) se separe del resto de la bobina 106 usando la gravedad. En otros ejemplos, la bobina 106 se monta en el mandril de desenrollamiento 108 de manera que la bobina 106 se hace rotar en el sentido opuesto, que se conoce como "sobreenrollar" y se comenta en detalle a continuación con respecto a la figura 5.

Tanto en las configuraciones de subenrollado como de sobreenrollado, se define una línea de paso 116 entre el punto de desenrollado 114 y el hueco de rollo 126 de la estación de trabajo 120. En algunos ejemplos, la línea de paso 116 se extiende en un ángulo distinto de cero con respecto a un plano horizontal. En otros ejemplos, la línea de paso 116 es sustancialmente paralela al plano horizontal. Las figuras 1-4 ilustran ejemplos en los que la línea de paso 116 es sustancialmente paralela al plano horizontal. En diversos ejemplos, el mandril de desenrollamiento 108 puede ajustarse verticalmente de manera que cuando la bobina 106 se desenrolla (y el diámetro de la bobina 106 disminuye), se puede mantener el ángulo relativo de la línea de paso 116 con respecto al plano horizontal.

Como se ilustra en las figuras 1-4, en diversos ejemplos, el sistema de enhebrado 100 incluye un carro de enhebrado 128 que se configura para guiar el sustrato de metal 102 desde la bobina 106 hasta la estación de trabajo 120 para enhebrar el sustrato de metal 102 en el hueco de rollo 126. En algunos casos, el carro de enhebrado 128 puede moverse a lo largo de una vía 134 que soporta el carro de enhebrado 128. En diversos ejemplos, el carro de enhebrado 128 incluye opcionalmente ruedas, rodillos, deslizadores o diversos otros mecanismos de movimiento adecuados que permiten el movimiento del carro de enhebrado 128 a lo largo de la vía 134. Como se ilustra en las figuras 1-4, la vía 134 se extiende al menos parcialmente entre el mandril de desenrollamiento 108 y la estación de trabajo 120. En algunos ejemplos, diversos elementos de movimiento mecánicos pueden mover el carro de enhebrado 128 a lo largo de la vía 134. Los elementos de movimiento mecánicos incluyen, pero no están limitados a cadenas, alambres (véase, por ejemplo, cables 702 en la figura 7), piñón y cremallera, motores de accionamiento, brazos robóticos o diversos otros dispositivos adecuados para mover el carro de enhebrado 128 a lo largo de la vía 134. En diversos casos, el carro de enhebrado 128 se mueve a lo largo de la vía 134 hacia la estación de trabajo 120 a una velocidad lineal que coincide o se aproxima a una velocidad de rotación de la bobina 106.

El carro de enhebrado 128 incluye un elemento de agarre 130, que se configura para agarrar y liberar selectivamente el sustrato de metal 102 como se describe en detalle a continuación. El elemento de agarre 130 puede ser una cuña de agarre (véanse las figuras 6-9), un par de rollos de agarre (véanse las figuras 10-15), una abrazadera, u diversos otros mecanismos adecuados para agarrar y liberar selectivamente el sustrato de metal 102. En diversos ejemplos, el elemento de agarre 130 se configura para agarrar el sustrato de metal 102 próximo a un borde de entrada 132 del sustrato de metal 102 a medida que se desenrolla de la bobina 106. En algunos ejemplos tal como se ilustra en las figuras 1-4, el elemento de agarre 130 se configura para agarrar el sustrato de metal 102 en una posición a lo largo del sustrato de metal 102 que está desviada con respecto al borde de entrada 132 del sustrato de metal 102. Al agarrar el sustrato de metal 102 en la posición de desviación con respecto al borde de entrada 132, el carro de enhebrado 128 puede enhebrar el borde de entrada 132 del sustrato de metal al interior del

huevo de rollo 126 sin ponerse en contacto con los rollos de trabajo 122 (u otras partes de la estación de trabajo 120) (véase la figura 3). En determinados ejemplos, el elemento de agarre 130 puede agarrar el sustrato de metal 102 en una posición que está aproximadamente a 500 mm del borde de entrada 132. En diversos ejemplos, la posición de desplazamiento puede ajustarse según se desee para ser superior o inferior a 500 mm. En otros ejemplos, el elemento de agarre 130 puede agarrar el sustrato de metal 102 en o cerca del borde de entrada 132 de manera que el borde de entrada 132 puede estar en el interior del hueco de rollo 126 sin que el carro 128 se ponga en contacto con los rollos de trabajo 122.

Una vez que el carro de enhebrado 128 guía el sustrato de metal 102 y el borde de entrada 132 está enhebrado en el interior del hueco de rollo 126, el elemento de agarre 130 puede liberar el sustrato de metal 102. En algunos ejemplos, una liberación del elemento de agarre 130 provoca que el elemento de agarre 130 libere el sustrato de metal 102. La liberación puede ser de diversos mecanismos de liberación adecuados que pueden ser automáticos (por ejemplo, ganchos con carga de resorte, pasadores, clips, presillas u otros mecanismos de liberación automática adecuados) o manuales (por ejemplo, mecanismos que requieren un operario). Como ejemplo, la liberación puede ser una liberación automática que se desencadena por un dispositivo de desencadenamiento cuando el borde de entrada 132 se enhebra en el interior del hueco de rollo 126. En algunos casos, como cuando el elemento de agarre 130 incluye rollos de agarre, los rollos de agarre podrían seguir agarrando el sustrato de metal 102 después de que el borde de entrada 132 se enhebre en el hueco de rollo 126 y los rollos de agarre se encuentran en su posición máxima aguas abajo (por ejemplo, los rollos de agarre se encuentran en una posición próxima a la estación de trabajo 120. En tales casos, los rollos de agarre pueden rotar y además ayudar a enhebrar el sustrato de metal 102. En determinados ejemplos, los rollos de agarre pueden seguir enhebrando el sustrato de metal 102 durante el enhebrado de mordida abierta donde los rollos de trabajo 122 están abiertos y no "muerden" el sustrato de metal 102 durante el enhebrado. En otros ejemplos, el carro de enhebrado 128 continúa agarrando el sustrato de metal 102 después de que el sustrato de metal 102 se enhebre en el interior del hueco de rollo. En determinados ejemplos, el carro de enhebrado 128 puede desengancharse del sustrato de metal 102 cuando el borde de entrada del sustrato de metal se agarra por una bobinadora 111 (véase la figura 16).

En determinados ejemplos opcionales, cuando el sustrato de metal 102 está completamente desenrollado del mandril de desenrollamiento 108, el elemento de agarre 130 puede agarrar el sustrato de metal 102 en una posición a lo largo del sustrato de metal 102 que está desviada con respecto a o en el borde de salida 133 del sustrato de metal 102 (véase la figura 4). Al agarrar el sustrato de metal 102 en o próximo al borde de salida 133, el carro de enhebrado 128 puede guiar el borde de salida 133 hasta la estación de trabajo 120. Una vez que el carro de enhebrado guía el sustrato de metal 102 de manera que el borde de salida 133 está próximo al hueco de rollo 126, el elemento de agarre 130 puede liberar el sustrato de metal 102.

Como se ilustra en las figuras 1-4, en algunos ejemplos, el sistema de enhebrado 100 incluye al menos un imán rotatorio 136 que se configura para soportar/estabilizar el sustrato de metal 102 ya que se guía a la estación de trabajo 120 sin ponerse en contacto con el sustrato de metal 102. En diversos ejemplos, se proporciona una pluralidad de imanes rotatorios 136. En algunos ejemplos, los imanes rotatorios 136 están situados por debajo o por encima de la línea de paso 116. En otros ejemplos, algunos imanes rotatorios 136 están situados por debajo de la línea de paso 116 y otros imanes rotatorios 136 están situados por encima de la línea de paso 116. En determinados ejemplos, un conjunto de imán rotatorio incluye un par de imanes rotatorios alineados verticalmente 136 en lados opuestos de la línea de paso 116. En algunos casos, cada imán rotatorio 136 del conjunto de imán rotatorio puede estar situado a equidistancia de la línea de paso 116 para evitar tirar del sustrato de metal 102 en sentido contrario de la línea de paso 116. En algunos ejemplos, los imanes rotatorios 136 del conjunto de imán rotatorio rotan en sentidos opuestos, aunque no es necesario en otros ejemplos. En diversos otros ejemplos, los imanes rotatorios 136 por encima de la línea de paso 116 pueden estar desviados con respecto a los imanes rotatorios 136 por debajo de la línea de paso 116.

Cada imán rotatorio 136 puede incluir uno o más imanes permanentes o electroimanes. A medida que el sustrato de metal 102 pasa a lo largo de la línea de paso 116 por encima o por debajo de un imán rotatorio 136 o entre un par de imanes rotatorios 136, los imanes rotatorios 136 aplican una fuerza repulsiva vertical al sustrato de metal 102. La fuerza repulsiva vertical de los imanes rotatorios 136 proporciona estabilización vertical y permite que el sustrato de metal 102 pase por encima de y/o entre los imanes rotatorios 136 sin entrar en contacto con los imanes rotatorios 136 (por ejemplo, para flotar a lo largo de la línea de paso 116). En algunos ejemplos con una pluralidad de imanes rotatorios 136, un imán rotatorio descendente (es decir, un imán rotatorio 136 más cerca de la estación de trabajo 120) puede desviar una tensión inducida por un imán rotatorio ascendente 136 (es decir, un imán rotatorio 136 más cerca de la bobina 106). En diversos ejemplos, la tensión puede desviarse por el imán rotatorio descendente 136, haciéndolo rotar en un sentido opuesto al sentido de rotación del imán rotatorio ascendente 136. Como ejemplo, un imán rotatorio ascendente 136 puede rotar en sentido descendente (por ejemplo, en sentido horario en la figura 1) mientras que un imán rotatorio descendente 136 puede hacerse rotar en sentido ascendente (por ejemplo, en sentido antihorario en la figura 1).

En algunos ejemplos, la pluralidad de imanes rotatorios 136 también está situada y configurada para calentar el sustrato de metal 102 por lo que tiene una temperatura de entrada deseada al entrar en la estación de trabajo 120. En algunos casos, el sustrato de metal tiene una temperatura de entrada de rollo entre aproximadamente 20 °C y

aproximadamente 600 °C, aunque diversas otras temperaturas pueden utilizarse dependiendo de la aplicación particular.

5 En algunos ejemplos, un monitor de deslizamiento de solape u otro monitor adecuado puede proporcionarse para monitorizar ópticamente (o monitorizar a través de otras técnicas adecuadas) el sustrato de metal 102 entre la bobina 106 y el imán rotatorio 136 para garantizar que no se genere tensión o ningún deslizamiento en la bobina en el sustrato de metal 102.

10 En algunos ejemplos opcionales, el sistema de enhebrado 100 incluye al menos un elemento de temple 138. En otros ejemplos, puede omitirse el elemento de temple 138 (véase, por ejemplo, la figura 10). El número y la ubicación de los elementos de temple 138 pueden variarse según se desee. Por ejemplo, en algunos casos, como se ilustra en las figuras 1-4, el sistema de enhebrado 100 incluye dos elementos de temple 138, con un elemento de temple 138 por encima de la línea de paso 116 y un elemento de temple 138 por debajo de la línea de paso 116. En el ejemplo ilustrado en las figuras 1-4, los elementos de temple 138 se sitúan entre imanes rotatorios 136. En otros ejemplos, los elementos de temple 138 pueden encontrarse en diversas otras ubicaciones y pueden tener menos o más elementos de temple 138. Los elementos de temple 138 se configuran para rociar o reducir de otro modo la temperatura del sustrato de metal 102 cuando se alimenta a la estación de trabajo 120. Los elementos de temple 138 pueden reducir la temperatura del sustrato de metal 102 a diversas temperaturas dependiendo de si el laminador 104 es un laminador en caliente, un laminador en frío o un laminador en templado. En algunos ejemplos, los elementos de temple 138 también reducen o desvían cualquier calentamiento nominal en el sustrato de metal 102 que pueda provocarse por los imanes rotatorios 136. En algunos casos, los elementos de temple 138 añaden rigidez al sustrato de metal 102.

25 En algunos casos, usar elementos de temple 138 y/o imanes rotatorios 136 para hacer flotar y calentar opcionalmente el sustrato de metal 102 optimiza el tratamiento térmico del sustrato de metal 102 durante el enhebrado para ayudar a aumentar la recuperación, lo que significa que menos del sustrato de metal 102 se pierde como desecho o se descarta debido a propiedades metalúrgicas no queridas y/o no deseadas en el sustrato de metal y/o diversos otros defectos en el sustrato de metal que de otro modo podrían producirse. Durante el procesamiento, la cabeza o la cola del sustrato de metal 102 puede no estar a la temperatura objetivo. A través del calentamiento y el temple, la cabeza y/o la cola del sustrato de metal 102 puede controlarse mejor para estar a la temperatura objetivo (por ejemplo, y tener las propiedades metalúrgicas deseadas), lo que aumenta la recuperación del sustrato de metal 102 (es decir, menos del sustrato de metal 102 se pierde como desecho o es descartado debido a propiedades metalúrgicas no queridas y/o no deseadas, así como diversos otros defectos en el sustrato de metal).

35 En diversos ejemplos, después de un primer elemento de temple 138, los imanes rotatorios 136 pueden utilizarse para aumentar la tensión posterior hacia el laminador 104 en cada imán rotatorio 136. Esto puede mejorar las condiciones de laminación en el hueco de rollo 126, así como las condiciones de temple, ya que el sustrato de metal 102 puede mantenerse más estable en la línea de paso 116 en las zonas de temple.

40 La figura 5 ilustra un ejemplo del sistema de enhebrado 100 en el que la bobina 106 está montada en el mandril de desenrollamiento 108 de manera que la bobina 106 se hace rotar en el sentido indicado por la flecha 502 para desenrollar el sustrato de metal 102. El desenrollamiento en el sentido indicado por la flecha 502 se conoce generalmente como "sobreenrollamiento", y en tales configuraciones, el punto de desenrollado 114 está generalmente por encima del eje de rotación 110.

45 En algunos ejemplos opcionales, una capa de lámina 504 se enrolla con el sustrato de metal 102 dentro de la bobina 106 para separar las capas adyacentes del sustrato de metal 102. Puede incluirse la capa de lámina 504 para evitar araños de intersolape en la bobina 106, que pueden producirse durante el desbobinado. En diversos ejemplos, la capa de lámina 504 puede incluirse con bobinas 106 a temperaturas elevadas, aunque también pueden incluirse con bobinas 106 a diversas otras temperaturas. En determinados ejemplos, la capa de lámina 504 incluye un metal que tiene un punto de fusión más alto que un punto de fusión del sustrato de metal 102. En algunos casos, la capa de lámina 504 puede tener una dureza que es menor que una dureza del sustrato de metal 102. En el ejemplo ilustrado en la figura 5, el sustrato de metal 102 incluye aluminio o aleación de aluminio, y la capa de lámina 504 incluye acero.

50 Aunque la capa de lámina 504 puede incluirse con el sustrato de metal 102 dentro de la bobina 106, la capa de lámina 504 se retira durante el enhebrado y el desbobinado del sustrato de metal 102. En diversos ejemplos, desbobinar el sustrato de metal 102 en el sentido de sobreenrollado puede facilitar la separación de una capa de lámina de la bobina 106 tal como se ilustra en la figura 5, aunque en otros ejemplos, la capa de lámina puede separarse de la bobina 106 en la configuración de subenrollado.

55 Las figuras 6-9 ilustran un ejemplo de un sistema de enhebrado 600 que es similar al sistema de enhebrado 100. En el sistema de enhebrado 600, el elemento de agarre 130 del carro de enhebrado 128 incluye una cuña de agarre 602. La cuña de agarre 602 incluye una base 606 y una parte superior 608. La parte superior 608 puede situarse con respecto a la base 606 entre una posición de agarre (véase la figura 6) para agarrar el sustrato de metal 102 y una

posición de liberación (véanse las figuras 8 y 9) para liberar el sustrato de metal 102. Opcionalmente, en algunos casos, la cuña de agarre 602 incluye guías 610A-B, que pueden facilitar el posicionamiento inicial del sustrato de metal 102 en relación con el carro de enhebrado 128.

- 5 En algunos ejemplos, la cuña de agarre 602 incluye al menos una cresta 604 que se configura para doblar el sustrato de metal 102 mientras que la cuña de agarre 602 agarra el sustrato de metal 102 e imparte al menos una curvatura lateral a través de una anchura del sustrato de metal 102. La cresta 604 puede estar en la base 606 o la parte superior 608 de la cuña de agarre 602. En diversos ejemplos, puede proporcionarse cualquier número de crestas 604 en la base 606 y/o la parte superior 608. En algunos ejemplos, el número de crestas 604 puede variarse dependiendo de un patrón de curvatura lateral deseado. Por ejemplo, las crestas 604 pueden proporcionarse para impartir una sola curva, una pluralidad de curvas (por ejemplo, un patrón similar a una onda sinusoidal), o cualquier otro patrón según se desee. En algunos ejemplos, una altura de las crestas 604, que es una distancia que la cresta 604 sobresale desde la base 606 y/o parte superior 608, puede ajustarse para ajustar un radio de curvatura de la curvatura lateral. En algunos ejemplos, la altura de una cresta 604 puede ser diferente de la altura de otra cresta 604. En algunos ejemplos, la curvatura lateral impartida por la cuña de agarre 602 puede permitir que el borde de entrada 132 del sustrato de metal 102 permanezca más cerca de la línea de paso 116 (es decir, que no se hunda como se ilustra en la figura 9), lo que puede facilitar el enhebrado del borde de entrada 132 al interior del hueco de rollo 126.
- 10
- 15
- 20 La figura 18 ilustra un ejemplo no limitante de una cuña de agarre 1802 que es similar a la cuña de agarre 602 e incluye tres crestas 604 (dos crestas 604 en la base 606 y una cresta 608 en la parte superior 608). Como se ilustra, la cuña de agarre 1802 agarra el sustrato de metal 108 e imparte tres curvaturas laterales 1804 a través de una anchura del sustrato de metal 102.
- 25 Las figuras 10-15 ilustran un ejemplo de un sistema de enhebrado 1000 que es similar al sistema de enhebrado 100. En el sistema de enhebrado 1000, el elemento de agarre 130 del carro de enhebrado 128 incluye rollos de agarre 1002. En algunos ejemplos, los rollos de agarre 1002 están alineados verticalmente y pueden moverse verticalmente entre una posición de liberación (véase la figura 10) y una posición de agarre (véase la figura 13). El sistema de enhebrado 1000 también incluye un rollo de arrastre opcional 1202. El rollo de arrastre 1202 se configura para dirigir el sustrato de metal 102 desde el mandril de desenrollamiento 108 hasta el carro de enhebrado 128. En diversos ejemplos, el rollo de arrastre 1202 se configura para rotar a una velocidad de rotación que coincida con una velocidad lineal de movimiento del sustrato de metal 102.
- 30
- 35 En determinados ejemplos, los rollos de agarre 1002 se configuran para añadir rigidez al sustrato de metal 102 similar a la cuña de agarre 602 doblando el sustrato de metal 102 con los rollos de agarre 1002 de manera que el sustrato de metal incluye al menos una curvatura lateral a través de la anchura del sustrato de metal. En determinados ejemplos, los rollos de agarre 1002 pueden doblar el sustrato de metal 102 a través del plegado de los rollos de agarre 1002. En algunos ejemplos, los rollos de agarre 1002 tienen un perfil adecuado para doblar el sustrato de metal. Como ejemplo no limitativo, los rollos de agarre 1002 pueden tener un radio variable a lo largo del eje de los rollos 1002. Por ejemplo, la figura 17 ilustra un ejemplo de un rollo de agarre 1002 en el que el rollo de agarre 1002 incluye al menos dos diámetros diferentes 1702 y 1704. Pueden utilizarse rollos de agarre 1002 que tienen diversos otros perfiles de diámetro o formas según se desee. En otros ejemplos, pueden proporcionarse uno o más rollos de agarre verticalmente ajustables 1002 a través de la anchura de banda, y cada rollo de agarre 1002 puede ajustarse verticalmente para proporcionar el doblado deseado en el sustrato de metal. En otros ejemplos, pueden proporcionarse múltiples rollos de agarre estrechos 1002 en la parte superior y/o inferior del sustrato de metal, y los rollos de agarre 1002 pueden desplazarse verticalmente para dar la curvatura lateral en la banda. Pueden utilizarse diversos otros mecanismos adecuados para doblar el sustrato de metal 1002 con o sin los rollos de agarre 1002.
- 40
- 45
- 50 También se da a conocer un método de enhebrar el sustrato de metal 102 en el laminador 104. Haciendo referencia a la figura 1, en algunos ejemplos, el método incluye recibir la bobina 106 del sustrato de metal 102. La bobina 106 puede estar a una temperatura elevada, que puede ser superior a 450 °C, aunque no es necesario. Por ejemplo, en otros casos, la bobina 106 puede estar a temperatura ambiente, o diversas otras temperaturas inferiores a 450 °C. En determinados ejemplos, una temperatura de la bobina 106 puede depender al menos parcialmente del material del sustrato de metal 102.
- 55

El método incluye desbobinar el sustrato de metal 102 de la bobina 106. En algunos ejemplos, la bobina 106 incluye una soldadura que sujeta el borde de entrada 132 del sustrato de metal 102 contra la bobina 106. En tales casos, desbobinar el sustrato de metal 102 incluye romper la soldadura con un cuchillo pelador u otro dispositivo adecuado. En algunos ejemplos, desbobinar el sustrato de metal 102 incluye desbobinar el sustrato de metal 102 mientras que la bobina 106 está a la temperatura elevada. En otros ejemplos, desbobinar el sustrato de metal 102 incluye desbobinar el sustrato de metal 102 mientras que la bobina 106 está a cualquier temperatura. En diversos ejemplos, la bobina 106 está montada en el mandril de desenrollamiento 108 de manera que desbobinar el sustrato de metal 102 incluye subenrollar el sustrato de metal 102 de la bobina 106 (véanse las figuras 1-4). En otros ejemplos, la bobina 106 está montada en el mandril de desenrollamiento 108 de manera que desbobinar el sustrato de metal 102 incluye sobre enrollar el sustrato de metal 102 de la bobina 106 (véase la figura 5). En determinados ejemplos, si la

bobina 106 incluye la capa de lámina 504 entre las capas adyacentes del sustrato de metal 102, desbobinar el sustrato de metal 102 de la bobina 106 incluye separar la capa de lámina 504 con respecto al sustrato de metal 102 (véase la figura 5). En algunos ejemplos, desbobinar el sustrato de metal 102 también incluye mantener un ángulo de alimentación predeterminado de una línea de paso 116 con respecto al hueco de rollo 126 ajustando una posición vertical del mandril de desenrollamiento 108, que ajusta verticalmente la posición de la bobina 106.

El método también incluye guiar el sustrato de metal 102 a la estación de trabajo 120 del laminador 104. En algunos ejemplos, guiar el sustrato de metal 102 a la estación de trabajo 120 incluye guiar el sustrato de metal 102 a un carro de enhebrado (como el carro de enhebrado 128) y agarrar el sustrato de metal 102 con un elemento de agarre (como el elemento de agarre 130) del carro de enhebrado 128 (véase la figura 1). Después de que el carro de enhebrado 128 agarre el sustrato de metal 102, el método incluye mover el carro de enhebrado 128 hacia la estación de trabajo 120 (véanse las figuras 1-4). En diversos ejemplos, el carro de enhebrado 128 agarra el sustrato de metal 102 en una posición que está desviada con respecto al borde de entrada 132 del sustrato de metal de manera que cuando el borde de entrada 132 se alimenta al interior del hueco de rollo 126 de la estación de trabajo 120, el carro de enhebrado 128 se separa de los rollos de trabajo 122 de la estación de trabajo 120 (véase la figura 3).

En determinados ejemplos opcionales, el sustrato de metal 102 se guía al carro de enhebrado 128 con un rollo de arrastre 1202 (véase la figura 12). En algunos de estos ejemplos, el rollo de arrastre 1202 se hace rotar a una velocidad de rotación que coincide con una velocidad lineal de movimiento del sustrato de metal 102 cuando se desbobina de la bobina 106.

En diversos ejemplos, el carro de enhebrado 128 incluye la cuña de agarre 602, y agarrar el sustrato de metal 102 incluye dirigir el sustrato de metal 102 a través de la cuña de agarre 602 mientras que la cuña de agarre 602 está en la posición de liberación (véase la figura 9). Después de que el sustrato de metal 102 se sitúe con respecto a la cuña de agarre 602, el método incluye cerrar la cuña de agarre 602 a la posición de agarre (véase la figura 7) para agarrar el sustrato de metal 102. En algunos casos, la cuña de agarre 602 agarra el sustrato de metal 102 en una posición que está desviada con respecto al borde de entrada 132 del sustrato de metal 102 (véase la figura 9). En diversos aspectos, agarrar el sustrato de metal 102 con la cuña de agarre 602 incluye doblar el sustrato de metal 102 con la cuña de agarre 602 para impartir al menos una curvatura lateral a través de la anchura del sustrato de metal 102.

Según otros ejemplos, el carro de enhebrado 128 incluye un par de rollos de agarre 1002. En estos ejemplos, agarrar el sustrato de metal 102 incluye dirigir el sustrato de metal 102 entre los rollos de agarre 1002 y agarrar el sustrato de metal 102 con los rollos de agarre 1002 en una posición que está desviada con respecto al borde de entrada 132 del sustrato de metal 102.

En determinados ejemplos, mover el carro de enhebrado 128 hacia la estación de trabajo 120 incluye mover mecánicamente el carro de enhebrado 128 a lo largo de la vía 134. En diversos casos, el carro de enhebrado 128 se mueve hacia la estación de trabajo 120 a una velocidad lineal que coincide con una velocidad de rotación de la bobina 106.

En algunos ejemplos, el método incluye liberar el sustrato de metal 102 del carro de enhebrado 128 cuando el borde de entrada 132 del sustrato de metal 102 se encuentra en o próximo a la estación de trabajo 120. Según diversos ejemplos, el método incluye opcionalmente agarrar el sustrato de metal 102 próximo al borde de salida 133 del sustrato de metal 102 con el elemento de agarre 130, guiar el borde de salida 133 a la estación de trabajo 120, y desenganchar el carro de enhebrado 128 del sustrato de metal 102 cuando el borde de salida 133 del sustrato de metal 102 está próximo a la estación de trabajo 120.

En diversos casos, el método incluye soportar una parte del sustrato de metal 102 entre el carro de enhebrado 128 y la bobina 106 con al menos un imán rotatorio 136 sin ponerse en contacto con el sustrato de metal 102. En algunos casos, el método también incluye opcionalmente controlar una tensión del sustrato de metal 102 con el menos un imán rotatorio 136. En algunos casos, el método incluye controlar una tensión del sustrato de metal 102 con al menos dos imanes rotatorios 136 haciendo rotar un imán rotatorio aguas arriba 136 en un primer sentido y haciendo rotar un imán rotatorio descendente 136 que rota en un segundo sentido opuesto al primer sentido. En algunos aspectos, el método incluye opcionalmente templar el sustrato de metal 102 con al menos un elemento de temple 138 al tiempo que se guía el sustrato de metal 102 a la estación de trabajo 120.

En algunos casos, los sistemas y métodos dados a conocer permiten que un sustrato de metal 102 se enhebre desde una bobina 106 al interior de una estación de trabajo 120 con una tensión suficientemente baja para evitar deslizamientos en la bobina 106 y para evitar o reducir marcas superficiales en una superficie del sustrato de metal 102. En algunos casos, como se mencionó anteriormente, la bobina 106 se hace rotar a la misma velocidad lineal que el movimiento del sustrato de metal 102 para evitar generar tensión o deslizamiento en la bobina 106. Los sistemas y métodos dados a conocer también permiten que una bobina a una temperatura elevada se lamine a temperaturas elevadas (por ejemplo, superiores a 500 °C), al tiempo que se reduce o se elimina el riesgo de daño a la superficie del sustrato de metal 102. En otros ejemplos, la bobina y/o el sustrato de metal 102 puede no estar a temperaturas elevadas. Por ejemplo, el sustrato de metal puede estar a temperatura ambiente o diversas otras

temperaturas inferiores a 500 °C.

Se observa que, si bien los sistemas de enhebrado se describen con respecto al enhebrado del borde de entrada del sustrato de metal, también podrían utilizarse para guiar el borde de salida del sustrato de metal durante el descolado. Por ejemplo, durante el descolado, los sistemas de enhebrado podrían utilizarse para controlar la tensión en el sustrato de metal y la posición del sustrato de metal con respecto a la línea de paso. En determinados ejemplos, usar los sistemas de enhebrado durante el descolado puede producir menos arañazos u otros defectos en el sustrato de metal, puede proporcionar un mejor control de la temperatura (a través de calentamiento magnético o temple), y pueden permitir una mayor recuperación del sustrato de metal en el borde de salida. En determinados ejemplos, cuando se utilizan los sistemas de enhebrado para el descolado, el sistema de enhebrado puede incluir un segundo elemento de agarre que se mueve a lo largo de la misma vía 134 u otra guía del elemento de agarre 130. En otros ejemplos, el mismo elemento de agarre 130 puede utilizarse para guiar el borde de salida durante el descolado. En algunos de estos ejemplos, el elemento de agarre 130 puede volver a una posición próxima al mandril de desenrollamiento 108 para enganchar el borde de salida del sustrato de metal.

REIVINDICACIONES

1. Un método de enhebrar un sustrato de metal (102) en un laminador (104) que comprende:
5 recibir una bobina (106) del sustrato de metal (102);
desbobinar el sustrato de metal (102) de la bobina (106); y
10 guiar el sustrato de metal (102) a una estación de trabajo (120) del laminador (104) con un sistema de enhebrado (100), en el que guiar el sustrato de metal (102) a la estación de trabajo (120) comprende:
guiar el sustrato de metal (102) a un carro de enhebrado (128) del sistema de enhebrado (100);
15 agarrar el sustrato de metal (102) con el carro de enhebrado (128); y
mover el carro de enhebrado (128) hacia la estación de trabajo (120),
en el que el carro de enhebrado (128) comprende un par de rollos de agarre (1002), y
20 en el que agarrar el sustrato de metal (102) con el carro de enhebrado (128) comprende dirigir el sustrato de metal (102) entre el par de rollos de agarre (1002) y agarrar el sustrato de metal (102) con los rollos de agarre (1002),
25 en el que el par de rollos de agarre (1002) agarran el sustrato de metal (102) en una posición que está desviada con respecto a un borde de entrada (132) del sustrato de metal (102) de manera que cuando el borde de entrada (132) se alimenta al interior de un hueco de rollo (126) de la estación de trabajo (120), el carro de enhebrado (128) se separa de los rollos de trabajo (122) de la estación de trabajo (120), caracterizado porque el método comprende además añadir rigidez al sustrato de metal (102) añadiendo un
30 perfil de diámetro a lo largo de una longitud de los rollos de agarre (1002) de manera que el sustrato de metal (102) comprende al menos una curvatura lateral a través de una anchura del sustrato de metal (102).
2. El método según la reivindicación 1, en el que guiar el sustrato de metal (102) a la estación de trabajo (120) del laminador (104) comprende dirigir el sustrato de metal (102) al interior de un hueco de rollo (126) definido entre un rollo de trabajo superior (122) y un rollo de trabajo inferior (122) de la estación de trabajo (120).
35
3. El método según la reivindicación 1, en el que el carro de enhebrado (128) agarra el sustrato de metal (102) próximo a un borde de entrada (132) del sustrato de metal (102), y en el que el método comprende además desenganchar el carro de enhebrado (128) del sustrato de metal (102) cuando el borde de entrada (132) del sustrato de metal (102) está agarrado por una bobinadora (111).
40
4. Un método de enhebrar un sustrato de metal (102) en un laminador (104) que comprende:
45 recibir una bobina (106) del sustrato de metal (102);
desbobinar el sustrato de metal (102) de la bobina (106); y
guiar el sustrato de metal (102) a una estación de trabajo (120) del laminador (104) con un sistema de enhebrado (100), en el que guiar el sustrato de metal (102) a la estación de trabajo (120) comprende:
50 guiar el sustrato de metal (102) a un carro de enhebrado (128) del sistema de enhebrado (100);
agarrar el sustrato de metal (102) con el carro de enhebrado (128); y
55 mover el carro de enhebrado (128) hacia la estación de trabajo,
en el que el carro de enhebrado (128) comprende una cuña de agarre (602), y en el que agarrar el sustrato de metal (102) con el carro de enhebrado (128) comprende dirigir el sustrato de metal (102) a través de la cuña de agarre (602) y cerrar la cuña de agarre (602) en el sustrato de metal (102) en una posición que
60 está desviada con respecto a un borde de entrada (132) del sustrato de metal (102) para agarrar el sustrato de metal (102),
caracterizado porque el método comprende además añadir rigidez al sustrato de metal (102) cerrando la cuña de agarre (602) y doblando el sustrato de metal (102) con la cuña de agarre (602) de manera que el
65 sustrato de metal (102) comprende al menos una curvatura lateral a través de una anchura del sustrato de metal (102), en el que, preferiblemente, añadir rigidez al sustrato de metal (102) comprende doblar el

sustrato de metal (102) con la cuña de agarre (602) de manera que el sustrato de metal (102) comprende una pluralidad de curvaturas laterales a través de la anchura del sustrato de metal (102).

5. El método según la reivindicación 1, en el que el carro de enhebrado (128) agarra el sustrato de metal (102) próximo a un borde de entrada (132) del sustrato de metal (102), y en el que el método comprende, además:

desenganchar el carro de enhebrado (128) del sustrato de metal (102) cuando el borde de entrada (132) del sustrato de metal (102) está próximo a la estación de trabajo (120);

agarrar el sustrato de metal (102) próximo a un borde de salida (133) del sustrato de metal (102) próximo a una desbobinadora; y

desenganchar el carro de enhebrado (128) del sustrato de metal (102) cuando el borde de salida (133) del sustrato de metal (102) está próximo a la estación de trabajo (120).

6. El método según la reivindicación 1, que comprende, además, templar el sustrato de metal (102) con al menos un rociador de temple guiando al mismo tiempo el sustrato de metal (102) a la estación de trabajo (120), o en el que el método comprende además controlar la tensión, controlar la temperatura de un sustrato de metal (102), guiar el sustrato de metal (102), modificar una línea de paso del sustrato de metal (102), o soportar sin contacto el sustrato de metal (102) con al menos un imán rotatorio (136).

7. Un sistema para enhebrar un sustrato de metal (102) en un laminador (104) que comprende:

un carro de enhebrado (128) que comprende un elemento de agarre (130) configurado para agarrar un sustrato de metal (102); y

una vía (134) que se extiende entre un mandril de desenrollamiento (108) y una estación de trabajo (120) del laminador (104),

en el que el carro de enhebrado (128) puede moverse a lo largo de la vía (134), y en el que el carro de enhebrado (128) se configura para guiar y aplicar tensión al sustrato de metal (102) entre el mandril de desenrollamiento (108) y la estación de trabajo (120),

en el que el elemento de agarre (130) comprende un par de rollos de agarre (1002) configurados para agarrar el sustrato de metal (102), caracterizado porque cada rollo de agarre (1002) del par de rollos de agarre (1002) comprende un diámetro que varía a lo largo de una longitud del rollo de agarre (1002) de manera que los rollos de agarre (1002) imparten al menos una curvatura lateral a través de una anchura del sustrato de metal (102).

8. Un sistema para enhebrar un sustrato de metal (102) en un laminador (104) que comprende:

un carro de enhebrado (128) que comprende un elemento de agarre (130) configurado para agarrar un sustrato de metal (102); y

una vía (134) que se extiende entre un mandril de desenrollamiento (108) y una estación de trabajo (128) del laminador (104), en el que el carro de enhebrado (128) puede moverse a lo largo de la vía (134), y en el que el carro de enhebrado (128) se configura para guiar y aplicar tensión al sustrato de metal (102) entre el mandril de desenrollamiento (108) y la estación de trabajo,

en el que el elemento de agarre (130) comprende una cuña de agarre (602) configurada para cerrarse sobre el sustrato de metal (102) en una posición que está desviada con respecto a un borde de entrada (132) del sustrato de metal (102), caracterizado porque la cuña de agarre (602) está configurada además para doblar el sustrato de metal (102) de manera que el sustrato de metal (102) comprende al menos una curvatura lateral a través de una anchura del sustrato de metal (102).

9. El sistema según la reivindicación 7, que comprende además al menos un imán rotatorio (136) entre el mandril de desenrollamiento (108) y la estación de trabajo (120), en el que, preferiblemente, el al menos un imán rotatorio (136) comprende un par de imanes rotatorios alineados verticalmente (136), y el sustrato de metal (102) está configurado para pasar entre el par de imanes rotatorios alineados verticalmente (136).

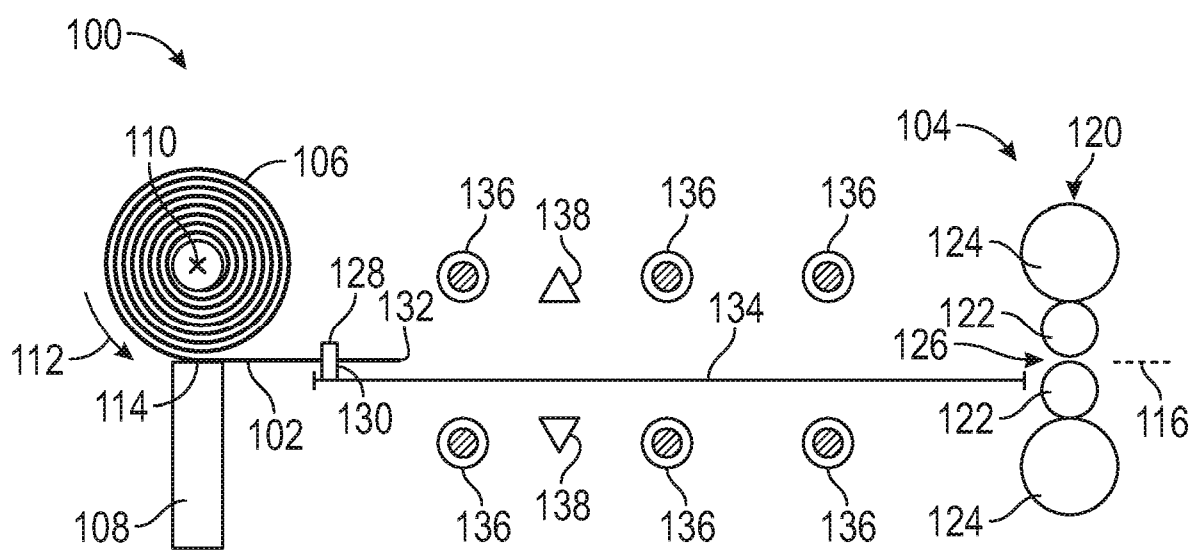


FIG. 1

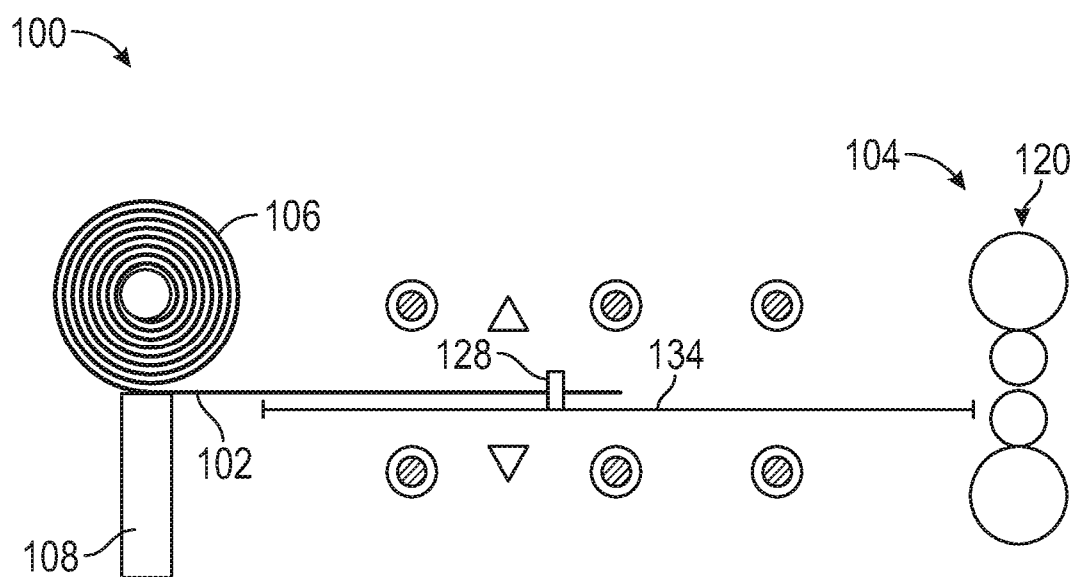


FIG. 2

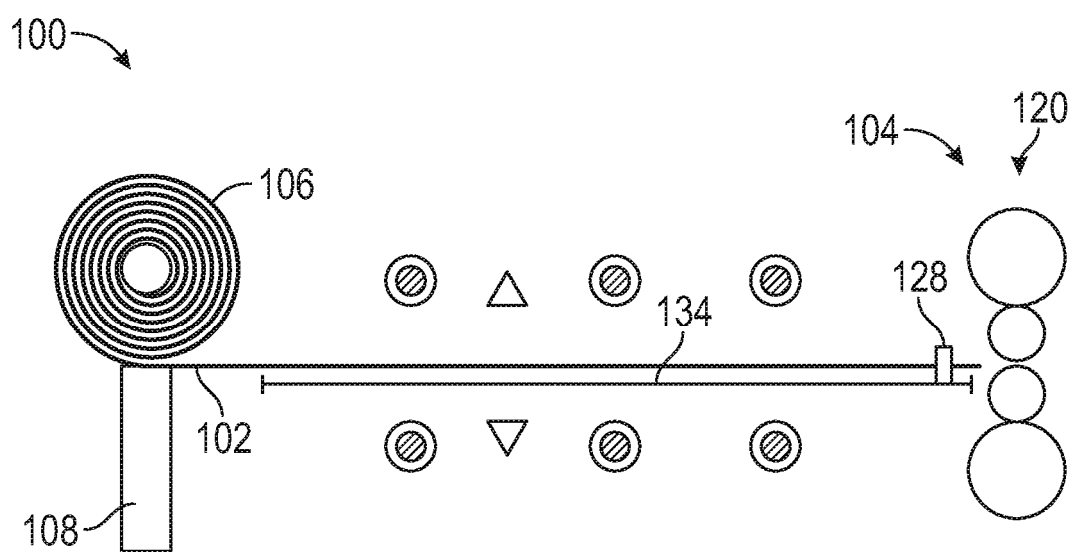


FIG. 3

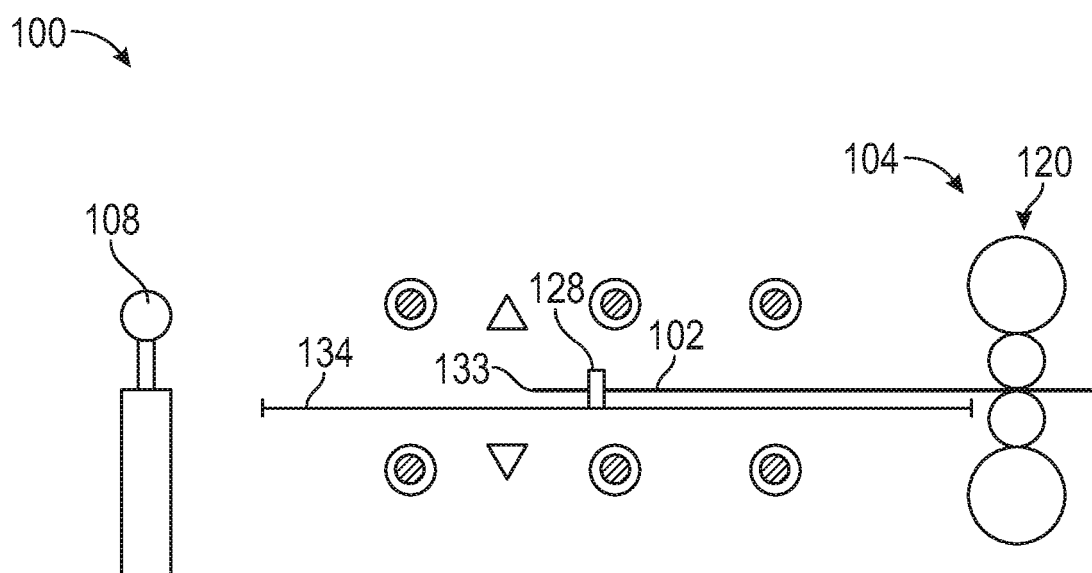


FIG. 4

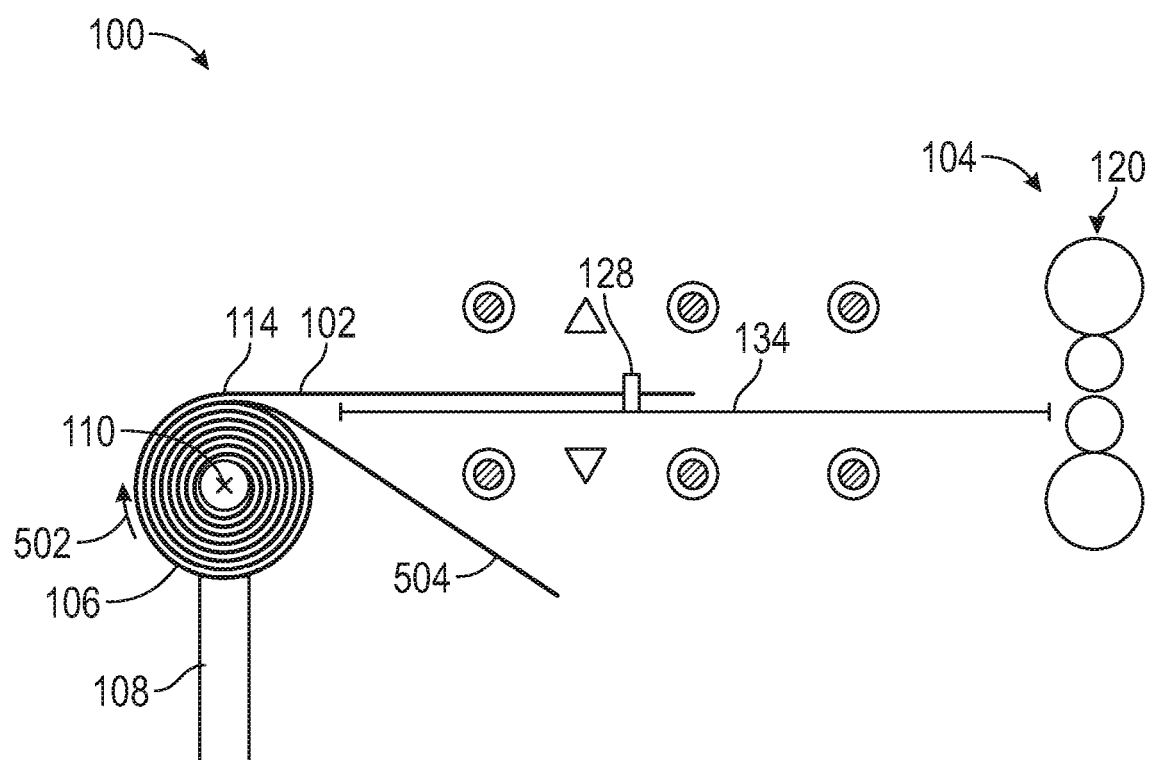


FIG. 5

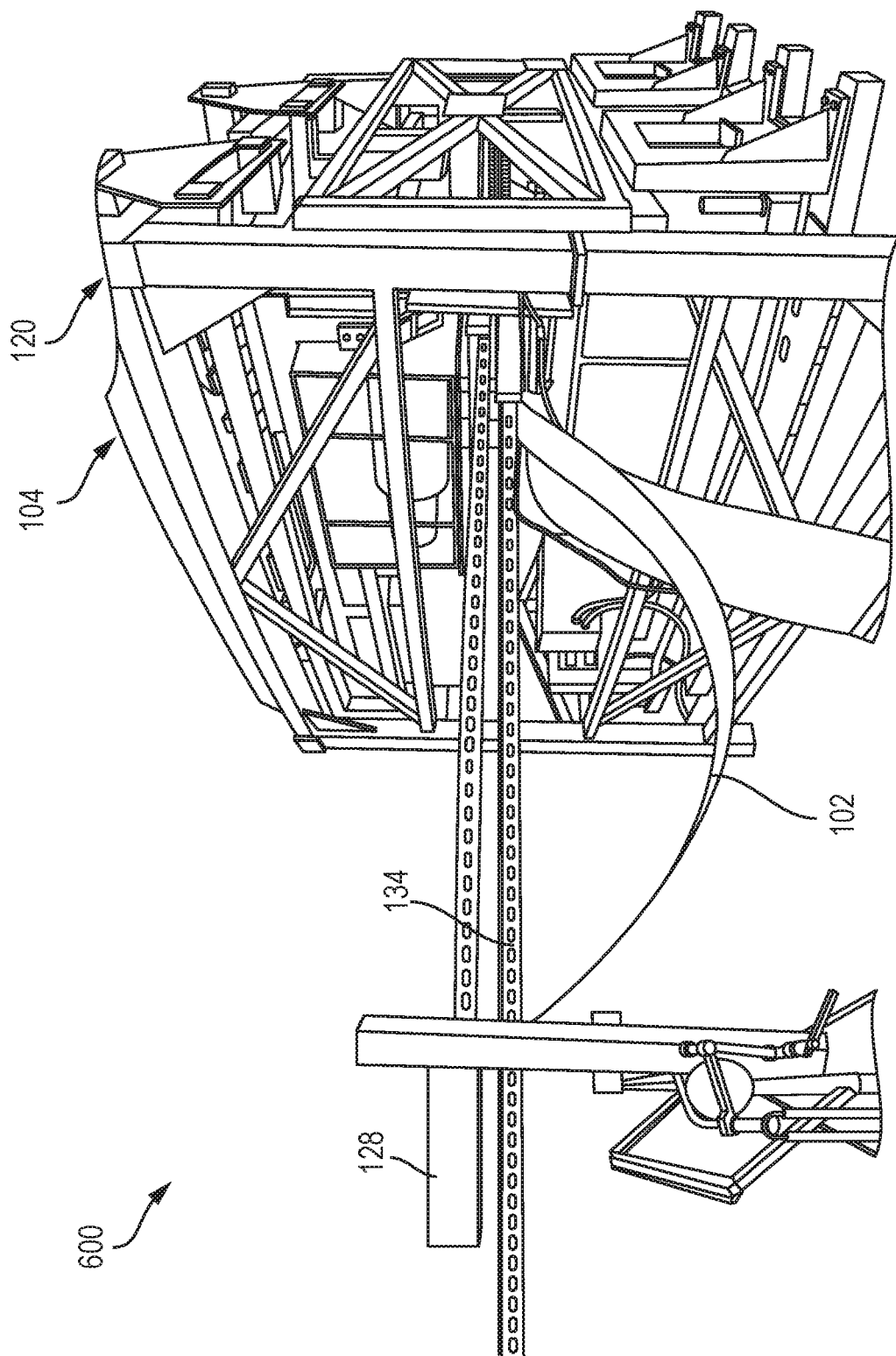


FIG. 6

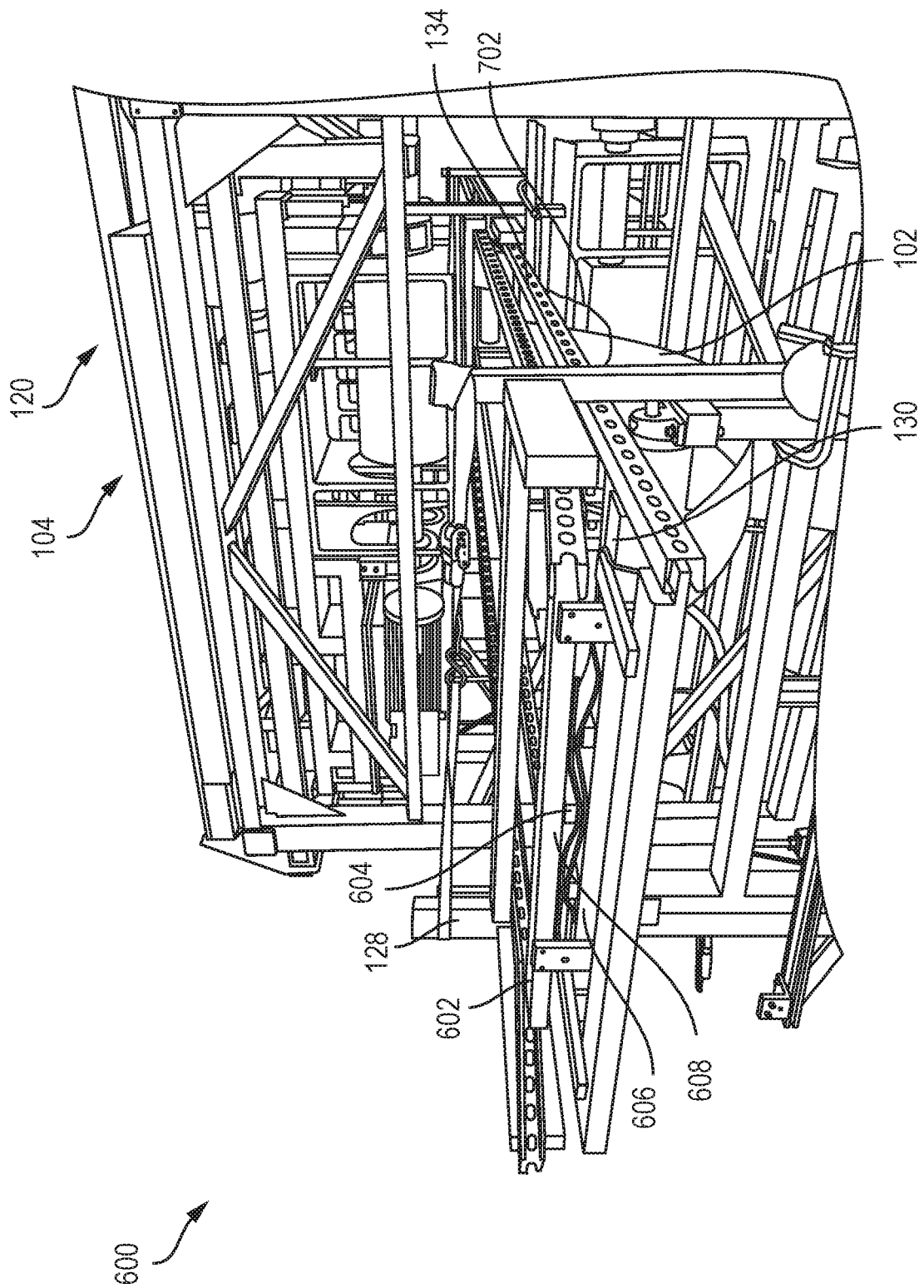


FIG. 7

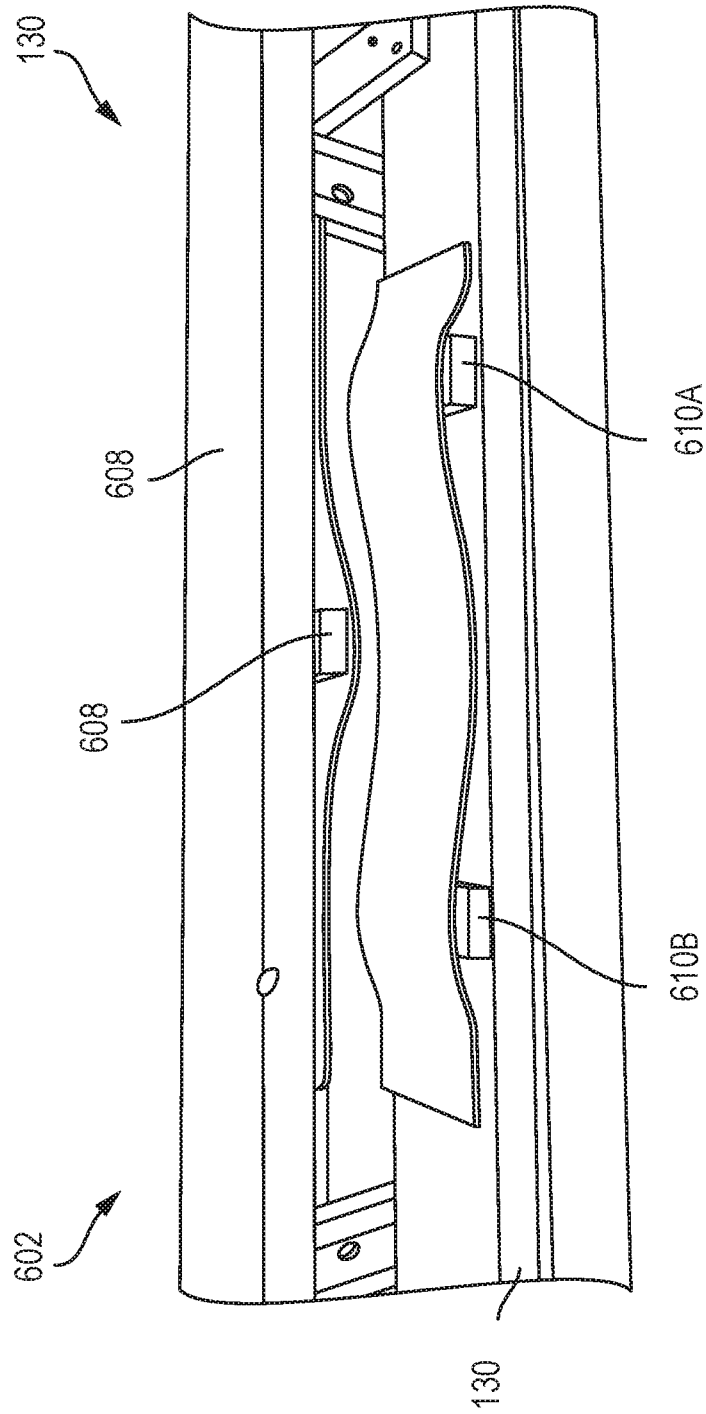


FIG. 8

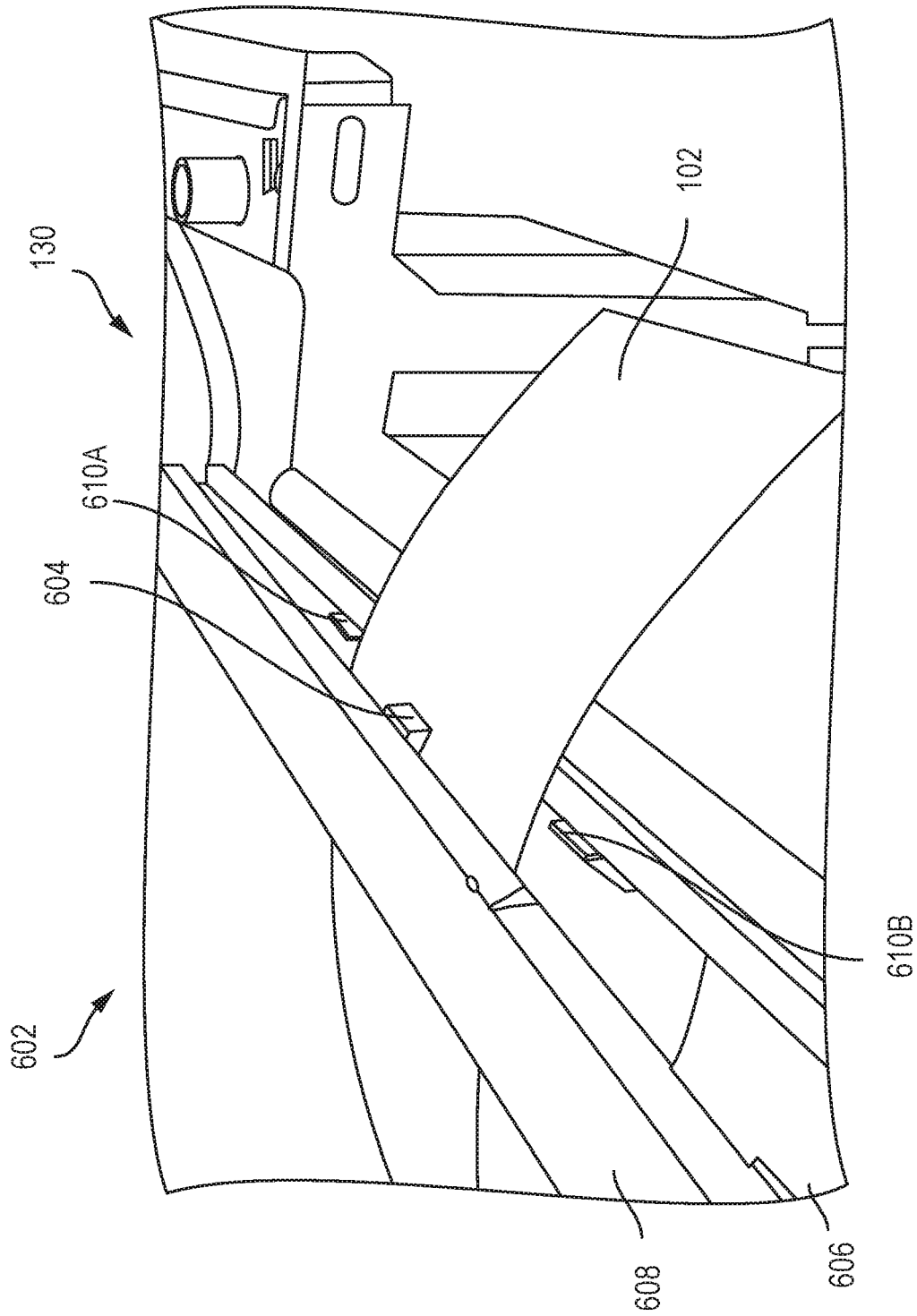


FIG. 9

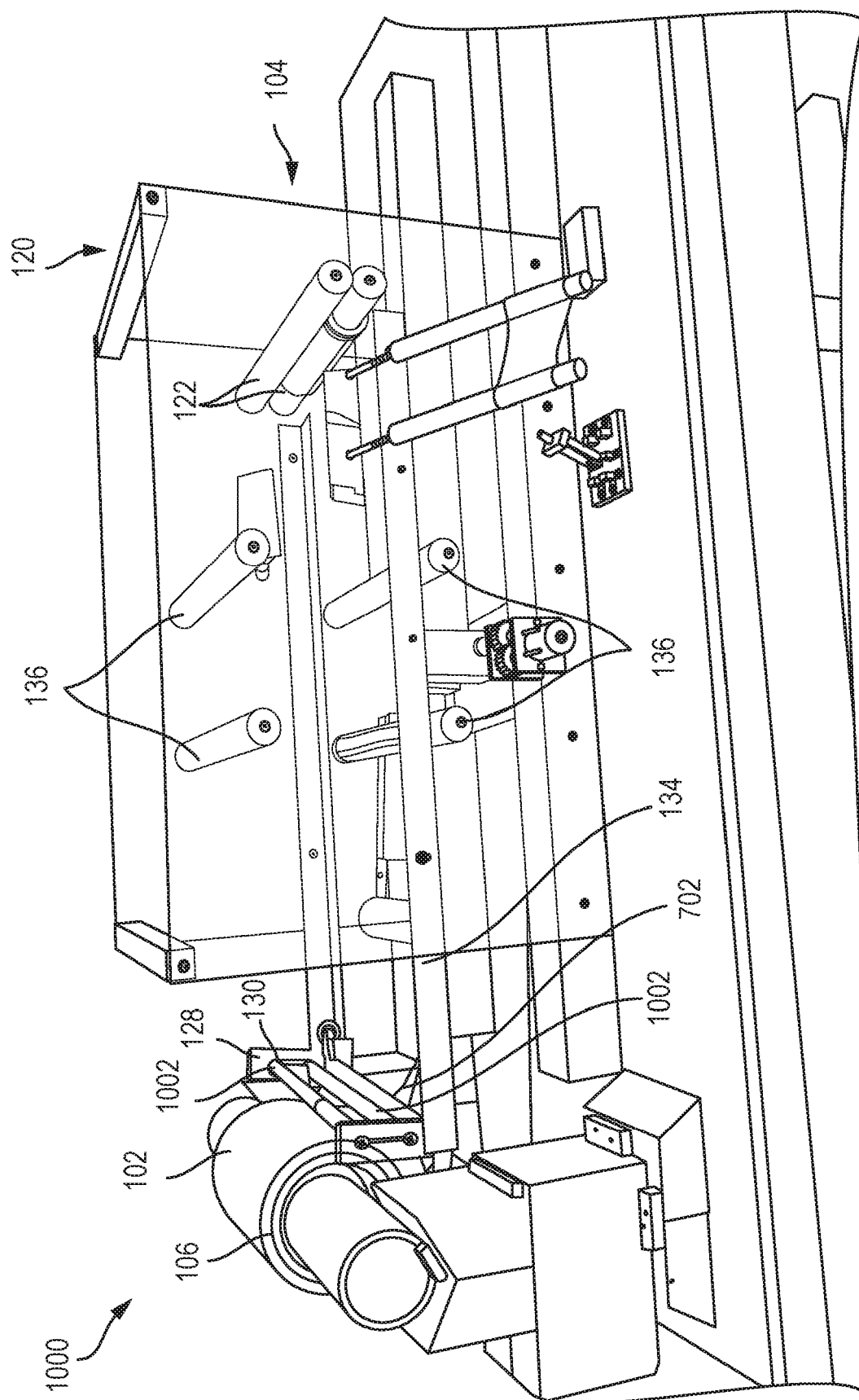


FIG. 10

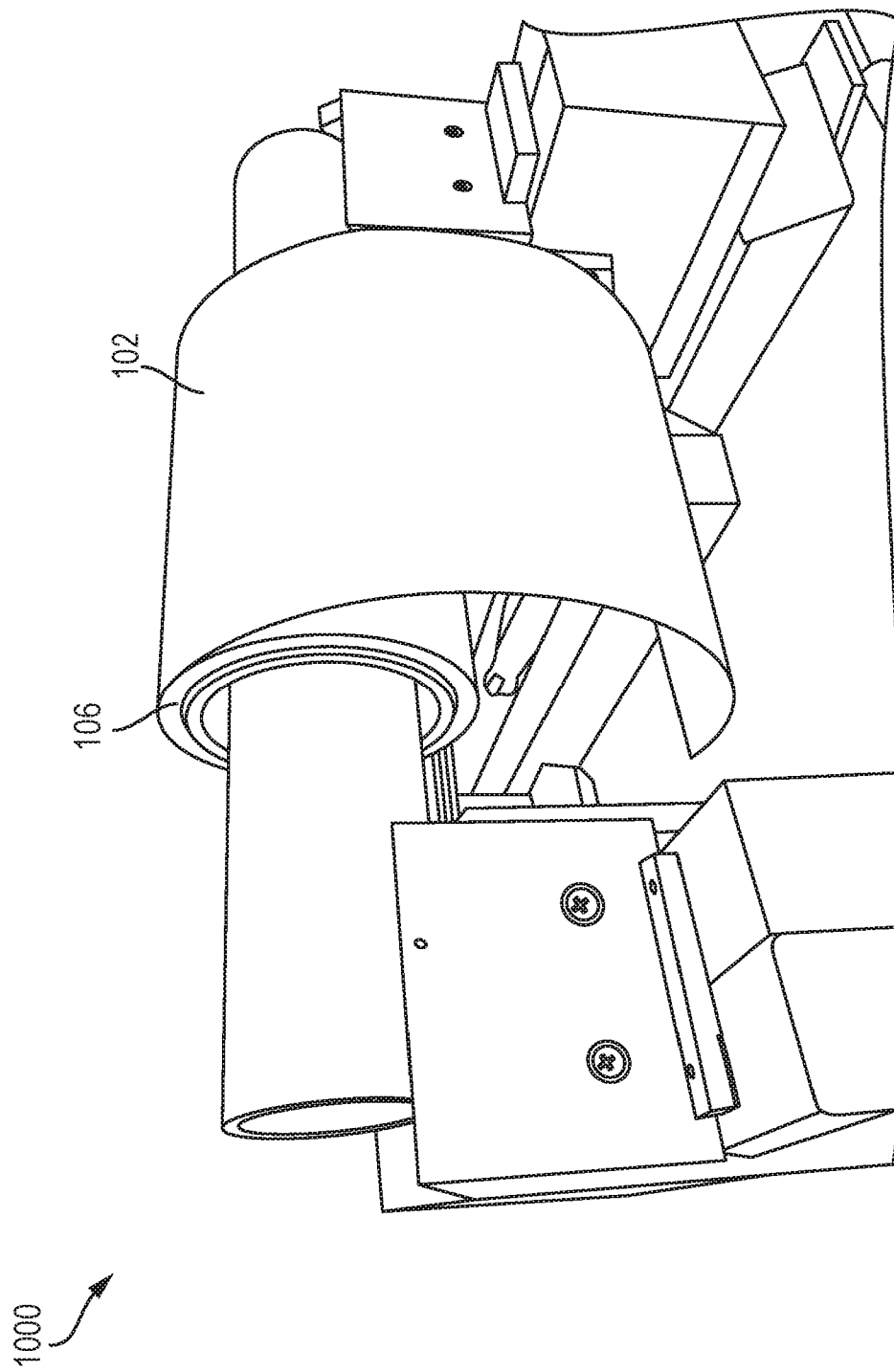


FIG. 11

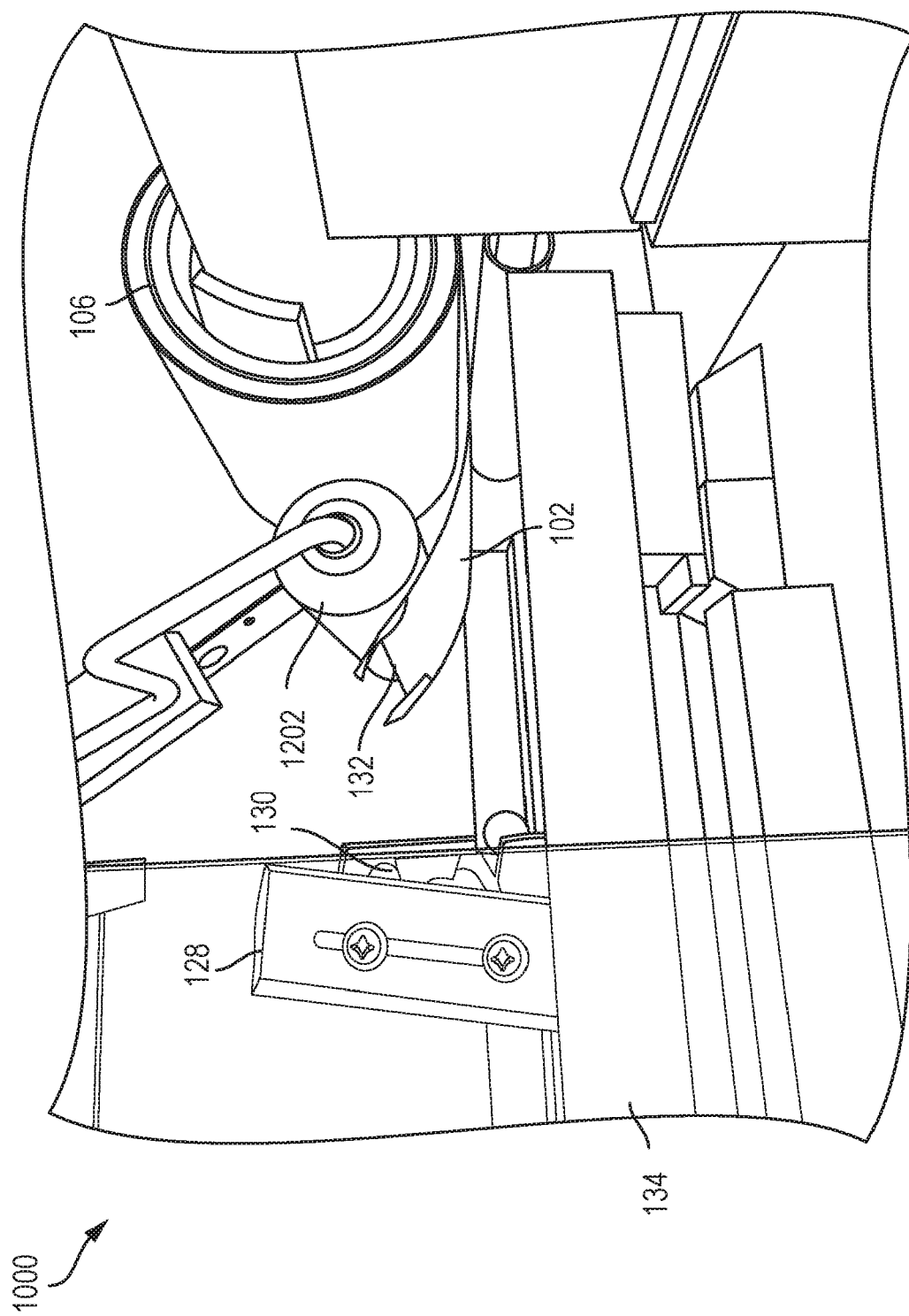


FIG. 12

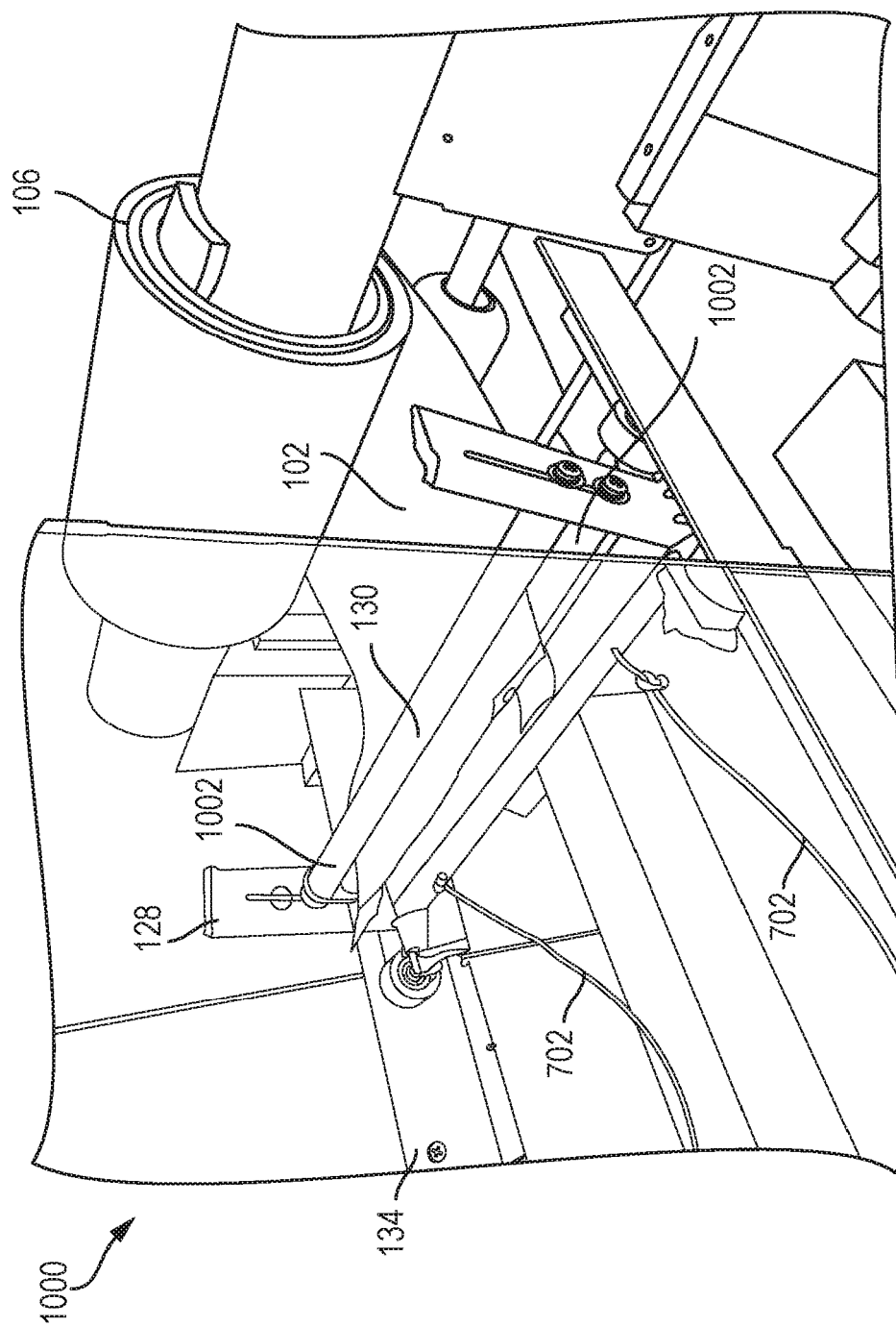


FIG. 13

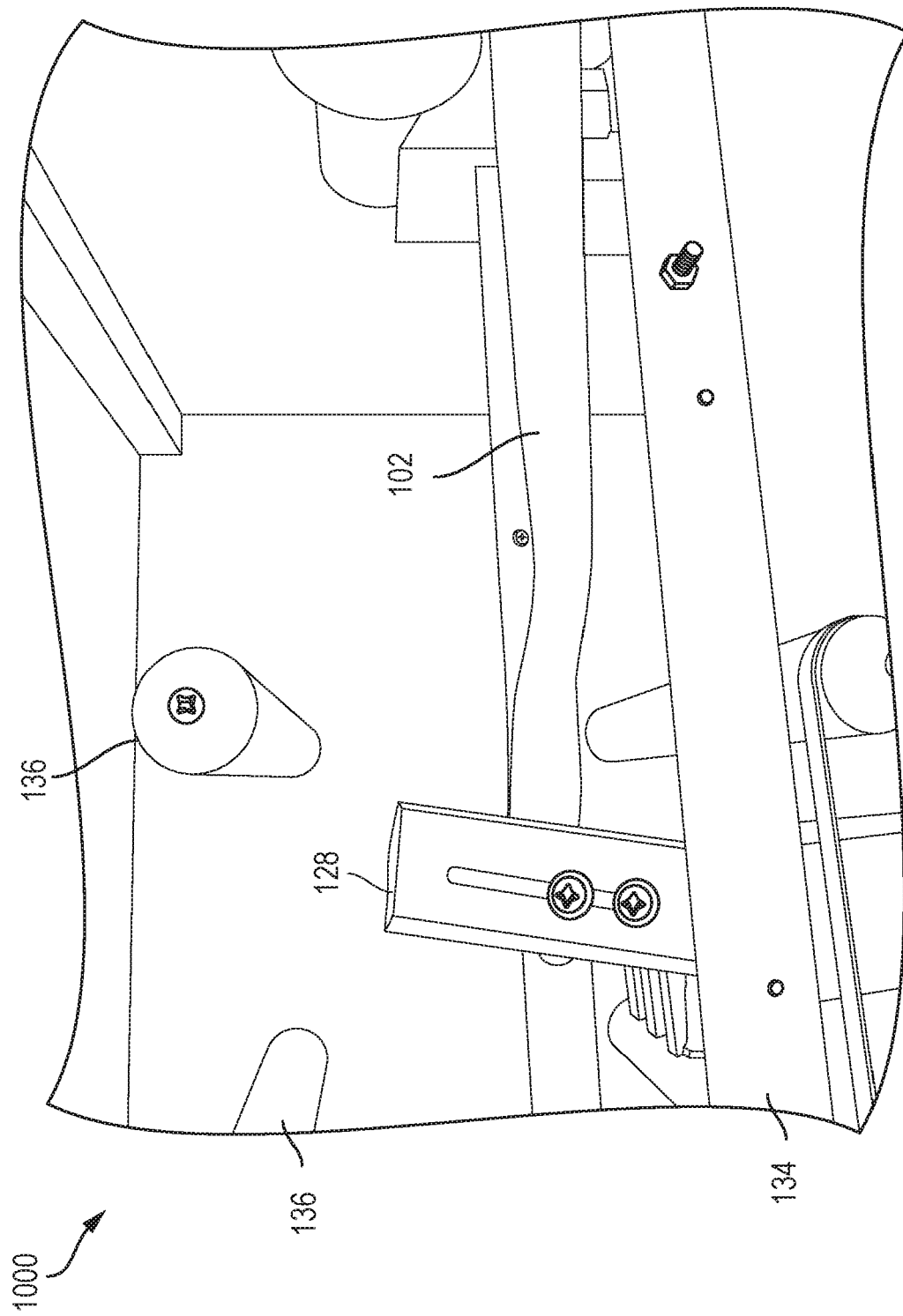


FIG. 14

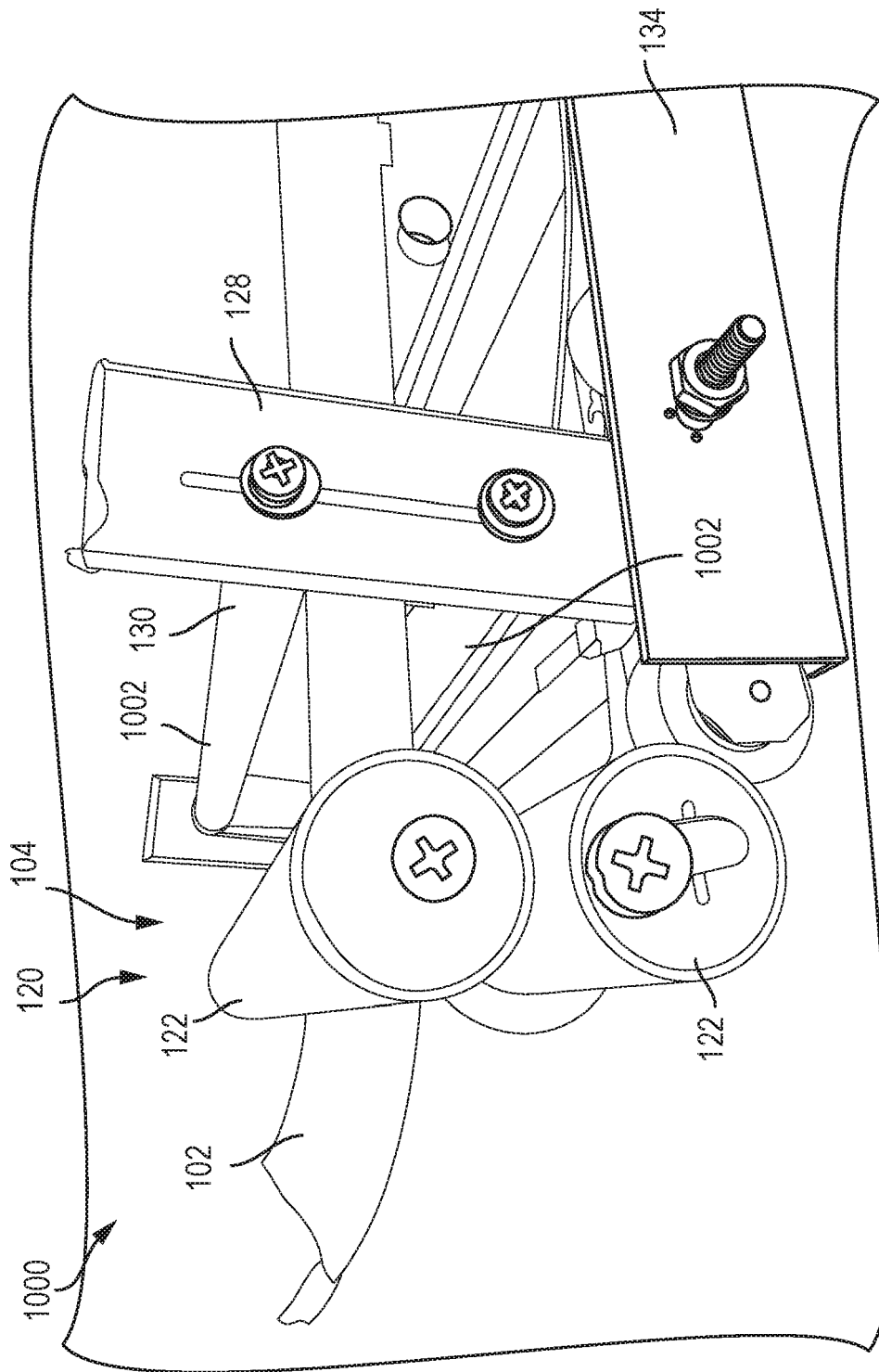


FIG. 15

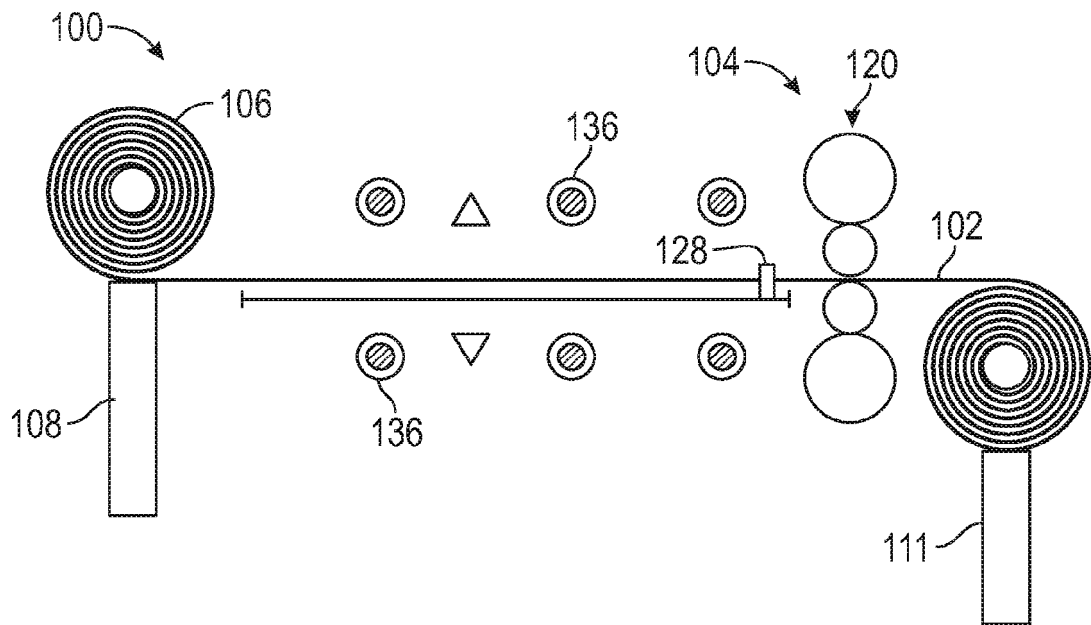


FIG. 16

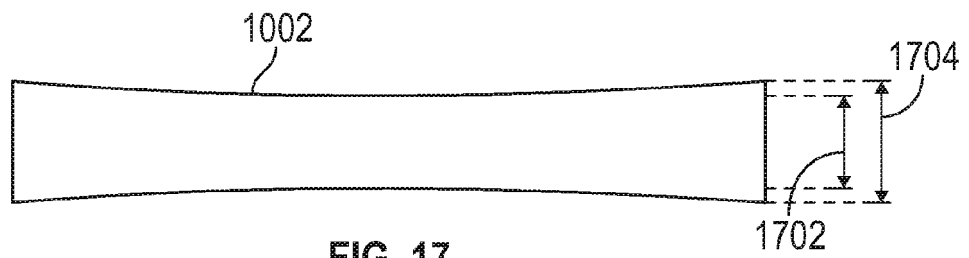


FIG. 17

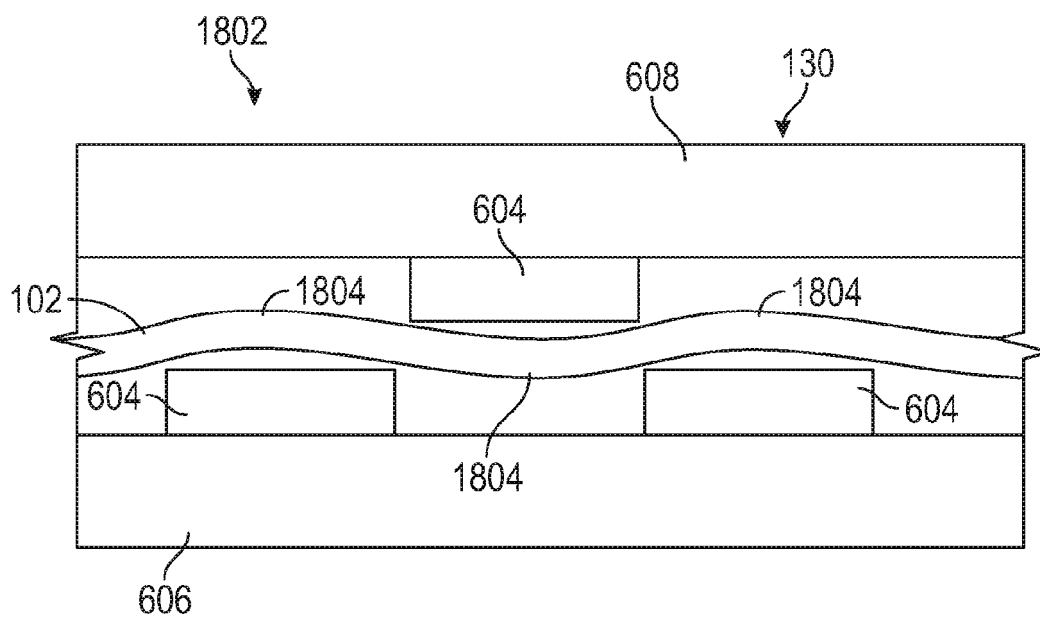


FIG. 18