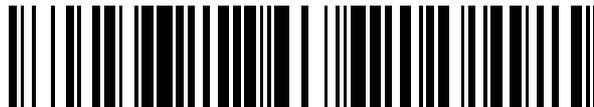


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 752**

51 Int. Cl.:

B21D 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07020337 .7**

96 Fecha de presentación: **14.02.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1889672**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.02.2008**

54 Título: **Sistema para controlar la deformación de extremo en procesos de laminación con rodillos**

30 Prioridad:

17.02.2004 US 780413

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

13.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

13.12.2012

73 Titular/es:

**THE BRADBURY COMPANY, INC. (100.0%)
1200 EAST COLE
MOUNDRIDGE, KANSAS 67107, US**

72 Inventor/es:

**GREEN, JASON E. y
SMITH, GREGORY S.**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 392 752 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 para controlar la deformación de extremo en procesos de laminación con rodillos

5 **Campo de la descripción**

La presente descripción se refiere en general a procesos de laminación con rodillos y, más particularmente, a métodos y a un aparato para controlar la deformación de extremo en procesos de laminación con rodillos.

10 **Antecedentes**

Los procesos de laminación con rodillos se usan normalmente para fabricar componentes conformados tales como vigas estructurales, revestimientos, estructuras dúctiles, y/o cualquier otro componente que tiene un perfil conformado. Un proceso de laminación con rodillos puede implementarse usando una máquina o sistema de laminación con rodillos que tiene una pluralidad secuenciada de pasadas de conformación. Cada una de las pasadas de conformación incluye normalmente un conjunto de rodillos configurado para moldear, conformar, doblar, y/o plegar un material en movimiento. El número de pasadas de conformación requerido para conformar un componente puede estar dictado por las características de material del material (por ejemplo, la resistencia del material) y la complejidad del perfil del componente conformado (por ejemplo, el número de dobleces, pliegues, etc. necesarios para producir un componente terminado). El material en movimiento puede ser, por ejemplo, un material de banda metálico que se desenrolla de material de banda bobinado y se mueve a través del sistema de laminación con rodillos. A medida que el material se mueve a través del sistema de laminación con rodillos, cada una de las pasadas de conformación realiza una operación de doblado y/o plegado en el material para conformar progresivamente el material para conseguir un perfil deseado. Por ejemplo, el perfil de un componente en forma de C (ampliamente conocido en la técnica como CEE) tiene el aspecto de la letra C cuando se mira a un extremo del componente en forma de C.

Un proceso de laminación con rodillos puede basarse en proceso de poscorte o en un proceso de precorte. Un proceso de poscorte implica desenrollar un material de banda de una bobina y alimentar el material de banda a través de un sistema de laminación con rodillos. En algunos casos, el material de banda en primer lugar se nivela, aplana, o acondiciona de otro modo antes de entrar en el sistema de laminación con rodillos. Una pluralidad de operaciones de doblado y/o plegado se realiza en el material de banda a medida que se mueve a través de las pasadas de conformación para producir un material conformado que tiene un perfil deseado. El material conformado entonces se retira de la última pasada de conformación y se mueve a través de una prensa de corte o cizalla que corta el material conformado en secciones que tienen una longitud predeterminada. En un proceso de precorte, el material de banda se pasa a través de una prensa de corte o cizalla antes de entrar en el sistema de laminación con rodillos. De esta manera, piezas de material conformado que tienen una longitud predeterminada se procesan individualmente por el sistema de laminación con rodillos.

Los materiales conformados o componentes conformados se fabrican normalmente para cumplir con valores de tolerancia asociados con ángulos de doblado, longitudes de material, distancias de una curva a otra, etc. En particular, los ángulos de doblado que se desvían de un ángulo deseado suelen estar asociados con una cantidad de deformación de extremo. En general, la deformación de extremo puede manifestarse en componentes conformados como una estructura que está doblada hacia dentro o hacia fuera respecto a una posición nominal deseada. Por ejemplo, un sistema de laminación con rodillos o parte del mismo puede estar configurado para realizar un doblez de 90 grados en un material para producir un perfil en forma de L. El sistema de laminación con rodillos puede estar configurado para conformar el perfil en forma de L de modo que las paredes del componente conformado que tiene un perfil en forma de L formen un ángulo de 90 grados dentro de, por ejemplo, un valor de tolerancia de deformación de extremo de +/- 5 grados. Si la primera estructura y la segunda estructura no forman un ángulo de 90 grados, se dice que el componente conformado tiene deformación de extremo. Un componente conformado puede tener deformación de extremo hacia dentro, deformación de extremo hacia fuera, o ambas tal como, por ejemplo, deformación de extremo hacia dentro en un extremo de entrada y deformación de extremo hacia fuera en un extremo de salida. La deformación de extremo hacia dentro normalmente es resultado de exceso de conformación y la deformación de extremo hacia fuera normalmente es resultado de falta de conformación. De manera adicional o alternativa, la deformación de extremo puede ser resultado de características de material tales como, por ejemplo, una característica de resistencia de deformación elástica o permanente de un material. Por ejemplo, un material puede salir de la deformación (es decir, tender a volver a su forma anterior a la operación de conformación) tras salir de una pasada de laminación con rodillos y/o un sistema de laminación con rodillos.

La deformación de extremo suele ser una característica de componente no deseable y puede ser problemática en muchas aplicaciones. Por ejemplo, suelen usarse materiales conformados en aplicaciones estructurales tales como construcción de edificios. En algunos casos, los cálculos de resistencia y soporte estructural se realizan basándose en la resistencia esperada de un material conformado. En estos casos, los valores de tolerancia tales como los valores de tolerancia de deformación de extremo son muy importantes porque están asociados con una resistencia esperada de los materiales conformados. En otros casos, controlar los valores de tolerancia de deformación de

extremo es importante cuando se interconecta (por ejemplo, suelda) un componente conformado con otro componente conformado. La interconexión de componentes conformados normalmente requiere que los extremos de los componentes conformados sean sustancialmente similares o idénticos.

5 Los métodos tradicionales para controlar la deformación de extremo normalmente requieren una cantidad significativa de tiempo de preparación para controlar la deformación de extremo uniformemente a través de todo un componente conformado. Algunos sistemas de laminación con rodillos no pueden controlar la deformación de extremo uniformemente a través de todo a componente conformado. En general, un método conocido para controlar la deformación de extremo implica cambiar las posiciones de conjuntos de rodillos de pasadas de conformación, moviendo un material a través de las pasadas de conformación, midiendo la deformación de extremo de los componentes conformados, y reajustando las posiciones de los conjuntos de rodillos basándose en la deformación de extremo medida. Este proceso se repite hasta que los conjuntos de rodillos se ajustan en una posición que reduce la deformación de extremo para que esté dentro de una tolerancia de deformación de extremo especificada. Los conjuntos de rodillos permanecen entonces en una posición fija (es decir, ajuste estático) a través de toda la operación del sistema de laminación con rodillos. Otro método conocido para controlar la deformación de extremo implica añadir un accesorio enderezador o accesorio de deformación de extremo en línea con las pasadas de conformación de un sistema de laminación con rodillos. El accesorio enderezador o accesorio de deformación de extremo incluye uno o más rodillos inactivos que se ajustan en una posición fija y aplican presión a superficies con extremos deformados de un componente conformado para reducir la deformación de extremo. Desgraciadamente, los métodos de control de deformación de extremo estáticos o fijos, tales como los descritos anteriormente, permiten que la deformación de extremo varíe a lo largo de la longitud de los componentes conformados.

El documento FR 2 766 740 A1 da a conocer la comparación del perfil de un material frente a una referencia, y el ajuste de los rodillos en consecuencia para conseguir un perfilado preciso. El perfil se mide a medida que pasa a través de la máquina y se compara con un perfil de referencia para determinar la desviación del perfil requerido. Los rodillos posteriores de la máquina se controlan entonces para corregir el perfil y hacer que coincida con el perfil requerido de referencia.

30 **Breve descripción de la invención**

Con vistas a mejorar los enfoques conocidos, particularmente los mencionados anteriormente, la presente invención proporciona un objeto según las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas del mismo se definen en las reivindicaciones dependientes.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1A es una vista en alzado y la figura 1B es una vista en planta de un sistema de laminación con rodillos de ejemplo que puede usarse para formar componentes a partir de un material en movimiento.

40 Las figuras 2A y 2B son vistas isométricas de un componente en forma de C y un componente en forma de Z, respectivamente.

La figura 3 es un ejemplo de una secuencia de pasadas de conformación que puede usarse para hacer el componente en forma de C de la figura 2A.

45 Las figuras 4A y 4B son vistas isométricas de una unidad de conformación de ejemplo.

La figura 5 es otra vista isométrica de la unidad de conformación de ejemplo de las figuras 4A y 4B.

50 La figura 6 es una vista en alzado de la unidad de conformación de ejemplo de las figuras 4A y 4B.

Las figuras 7A y 7B son vistas más detalladas de conjuntos de rodillos que pueden usarse en la unidad de conformación de ejemplo de las figuras 4A y 4B.

55 La figura 8A es una vista isométrica y la figura 8B y 8C son vistas en planta de componentes en forma de C de ejemplo que tienen extremos no deformados y/o con exceso de deformación.

La figura 9 es una vista de secuencia temporal de ejemplo que muestra el funcionamiento de un rodillo de ala.

60 La figura 10 es una vista en planta de un sistema de control de deformación de extremo de ejemplo que puede usarse para controlar la deformación de extremo asociada con un componente laminado con rodillos.

La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra una manera de ejemplo en la que el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo de la figura 10 puede estar configurado para controlar la deformación de extremo de un componente conformado.

La figura 12 es un diagrama de flujo de un proceso de realimentación de ejemplo que puede usarse para determinar las posiciones de un rodillo de ala de lado de operario y un rodillo de ala de lado de accionamiento.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra otra manera de ejemplo en la que el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo de la figura 10 puede estar configurado para controlar la deformación de extremo de un componente conformado.

La figura 14 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo que puede usarse para implementar los métodos de ejemplo descritos en el presente documento.

La figura 15 es un sistema de procesador de ejemplo que puede usarse para implementar los métodos y el aparato e ejemplo descritos en el presente documento.

Descripción detallada

La figura 1A es una vista en alzado y la figura 1B es una vista en planta de un sistema de laminación con rodillos de ejemplo que puede usarse para conformar componentes a partir de un material de banda 102. El sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo puede formar parte de, por ejemplo, un sistema de fabricación de material en movimiento continuo. Un sistema de fabricación de material en movimiento continuo de este tipo puede incluir una pluralidad de subsistemas que modifican o alteran el material 102 usando procesos que, por ejemplo, desenrollan, pliegan, perforan, y/o apilan el material 102. El material 102 puede ser un material de hoja o de banda metálica suministrado en un rollo o puede ser cualquier otro material metálico o no metálico. Además, el sistema de fabricación de material continuo puede incluir el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo que, tal como se describe en detalle a continuación, puede estar configurado para formar un componente tal como, por ejemplo, una viga o viga maestra de metal que tiene cualquier perfil deseado. Para mayor claridad, un componente en forma de C 200 (figura 2A) que tiene un perfil en forma de C (es decir, un perfil CEE) y un componente en forma de Z 250 (figura 2B) que tiene un perfil en forma de Z (es decir, un perfil ZEE) se describen a continuación en conexión con las figuras 2A y 2B. Los componentes 200 y 250 de ejemplo se denominan normalmente en la industria largueros, que pueden conformarse realizando una pluralidad de operaciones de plegado o doblado en el material 102.

El sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo puede estar configurado para conformar, por ejemplo, los componentes 200 y 250 de ejemplo a partir de un material continuo en una operación de laminación con rodillos de poscorte o a partir de una pluralidad de hojas de material en una operación de laminación con rodillos de precorte. Si el material 102 es un material continuo, la laminadora de rodillos 100 de ejemplo puede estar configurada para recibir el material 102 a partir de un soporte de desenrollado (no mostrado) e impulsar, mover, y/o trasladar el material 102 en una dirección generalmente indicada por la flecha 104. Alternativamente, la laminadora de rodillos 100 de ejemplo puede estar configurada para recibir el material 102 a partir de una cizalla (no mostrada) si el material 102 es una hoja precortada de material (por ejemplo, una longitud fija de un material de banda).

El sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo incluye una unidad de accionamiento 106 y una pluralidad de pasadas de conformación 108a-g. La unidad de accionamiento 106 puede estar acoplada operativamente a y configurada para accionar partes de las pasadas de conformación 108ag a través de, por ejemplo, engranajes, poleas, cadenas, correas, etc. Cualquier unidad de accionamiento adecuada tal como, por ejemplo, un motor eléctrico, un motor neumático, etc. puede usarse para implementar la unidad de accionamiento 106. En algunos casos, la unidad de accionamiento 106 puede ser una unidad dedicada que se usa sólo por el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo. En otros casos, la unidad de accionamiento 106 puede omitirse del sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo y las pasadas de conformación 108a-g pueden estar acopladas operativamente a una unidad de accionamiento de otro sistema en un sistema de fabricación de material. Por ejemplo, si la laminadora de rodillos 100 de ejemplo está acoplada operativamente a un sistema de desenrollado de material que tiene una unidad de accionamiento de sistema de desenrollado de material, la unidad de accionamiento de sistema de desenrollado de material puede estar acoplada operativamente a las pasadas de conformación 108a-g.

Las pasadas de conformación 108a-g funcionan actuando conjuntamente para plegar y/o doblar el material 102 para conformar los componentes 200 y 250 de ejemplo conformados. Cada una de las pasadas de laminación con rodillos 108a-g puede incluir una pluralidad de rodillos de laminación descritos en conexión con las figuras 4 a 6 que pueden estar configurados para aplicar fuerzas de doblado al material 102 en líneas de plegado predeterminadas a medida que el material 102 se impulsa, mueve, y/o traslada a través del sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo en la dirección 104. Más específicamente, a medida que el material 102 se mueve a través del sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo, cada una de las pasadas de conformación 108a-g realiza una operación progresiva de conformación o doblado en el material 102 tal como se describe en detalle a continuación en conexión con la figura 3.

En general, si el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo está configurado para conformar un pliegue de noventa grados a lo largo de un borde del material 102, más de una de las pasadas de conformación 108a-g puede estar configurada para formar actuando conjuntamente el doblez en ángulo de noventa grados. Por ejemplo, el

ángulo de noventa grados puede conformarse mediante las cuatro pasadas de conformación 108a-d, cada una de las cuales puede estar configurada para realizar un doblez en ángulo de quince grados en el material 102. De esta manera, tras mover el material 102 a través de la pasada de conformación 108d, el doblez en ángulo de noventa grados está completamente formado. El número de pasadas de conformación en el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo puede variar basándose en, por ejemplo, la resistencia, el espesor, y el tipo del material 102. Además, el número de pasadas de conformación en el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo puede variar basándose en el perfil del componente conformado tal como, por ejemplo, el perfil en forma de C del componente en forma de C 200 de ejemplo y el perfil en forma de Z del componente en forma de Z 250 de ejemplo.

Tal como se muestra en la figura 1B, cada una de las pasadas de conformación 108a-d incluye un par de unidades de conformación tales como, por ejemplo, las unidades de conformación 110a y 110b que corresponden a lados opuestos del material 104. Además, tal como se muestra en la figura 1B, las pasadas de conformación 108e-g incluyen unidades de conformación escalonadas. Las unidades de conformación 110a y 110b pueden estar configuradas para realizar dobleces en ambos lados o bordes longitudinales del material 102 de manera simultánea. A medida que el material 102 se conforma o forma progresivamente mediante las pasadas de conformación 108a-g, el ancho global o eficaz del material 102 se reduce. Dado que el ancho global del material 102 se reduce, pares de unidades de conformación (por ejemplo, las unidades de conformación 110a y 110b) o pares de rodillos de laminación de la unidad de conformación pueden estar configurados para estar más cerca unos de otros para doblar adicionalmente el material 102. Para algunos procesos de conformación, el ancho del material 102 puede reducirse a un ancho que haría que los rodillos de pares de unidades de conformación opuestas interfirieran (por ejemplo, entraran en contacto) entre sí. Por este motivo, cada una de las pasadas de conformación 108e-g está configurada para incluir unidades de conformación escalonadas.

Las figuras 2A y 2B son vistas isométricas del componente en forma de C 200 de ejemplo y el componente en forma de Z 250 de ejemplo, respectivamente. El componente en forma de C 200 de ejemplo y el componente en forma de Z 250 de ejemplo pueden conformarse mediante el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo de las figuras 1A y 1B. Sin embargo, el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo no se limita a conformar los componentes 200 y 250 de ejemplo. Tal como se muestra en la figura 2A, el componente en forma de C 200 incluye dos estructuras de retorno 202a y 202b, dos estructuras de ala 204a y 204b, y una estructuras de alma 206 dispuestas entre las estructuras de ala 204a y 204b. Tal como se describe a continuación en conexión con la figura 3, las estructuras de retorno 202a-b, las estructuras de ala 204a-b, y las estructuras de alma 206 pueden conformarse plegando el material 102 en una pluralidad de líneas de plegado 208a, 208b, 210a, y 210b.

La figura 3 es un ejemplo de una secuencia de pasadas de conformación 300 que puede usarse para hacer el componente en forma de C 200 de ejemplo de la figura 2A. La secuencia de pasadas de conformación 300 de ejemplo se ilustra usando el material 102 (figura 1A) y una línea de secuencia de pasadas de conformación 302 que muestra una pluralidad de pasadas de conformación p0-p5 asociada con pliegues o dobleces que crean uno correspondiente de una pluralidad de perfiles de componente 304a-g. Las pasadas de conformación p0-p5 pueden implementarse, por ejemplo, mediante cualquier combinación de las pasadas de conformación 108a-g de las figuras 1A y 1B. Tal como se describe a continuación, los pliegues o dobleces asociados con las pasadas p0-p5 se aplican a lo largo de la pluralidad de líneas de plegado 208a-b y 210a-b (figura 2A) para crear las estructuras de retorno 202a-b, las estructuras de ala 204a-b, y las estructuras de alma 206 mostradas en la figura 2A.

Tal como se muestra en la figura 3, el material 102 tiene un perfil de componente inicial 304a, que corresponde a un estado inicial en la línea de secuencia de pasadas de conformación 302. Las estructuras de retorno 202a-b se forman en las pasadas p₀ a p₂. La pasada p₀ está asociada con un perfil de componente 304b. La pasada p₀ puede implementarse, por ejemplo, mediante la pasada de conformación 108a, que puede estar configurada para realizar una operación de plegado a lo largo de líneas de plegado 208a-b para iniciar la formación de las estructuras de retorno 202a y 202b. El material 102 se mueve entonces a través de la pasada p₁, que puede implementarse, por ejemplo, mediante la pasada de conformación 108b. La pasada p₁ realiza una operación de plegado o doblado adicional a lo largo de las líneas de plegado 208a y 208b para formar un perfil de componente 304c, tras lo cual la pasada p₂ recibe el material 102. La pasada p₂, que puede implementarse mediante la pasada de conformación 108c, puede estar configurada para realizar una operación de plegado o doblado final en las líneas de plegado 208a y 208b para completar la formación de las estructuras de retorno 202a y 202b tal como se muestra en un perfil de componente 304d.

Las estructuras de ala 204a y 204b se forman entonces en pasadas p₃ a p₅. La pasada p₃ puede implementarse mediante la pasada de conformación 108e, que puede estar configurada para realizar una operación de plegado o doblado a lo largo de líneas de plegado 210a y 210b para formar un perfil de componente 304e. La pasada p₄ puede entonces realizar una operación de plegado o doblado adicional a lo largo de las líneas de plegado 210ab para formar un perfil de componente 304f. El perfil de componente 304f puede tener un ancho sustancialmente reducido que puede requerir implementar la pasada p₄ usando unidades de conformación escalonadas tales como, por ejemplo, las unidades de conformación escalonadas de la pasada de conformación 108e. De manera similar, una pasada p₅ puede implementarse mediante la pasada de conformación 108f y puede estar configurada para realizar una operación de plegado o doblado final a lo largo de las líneas de plegado 210a y 210b para completar la

formación de las alas 204a-b para que coincida con un perfil de componente 304g. El perfil de componente 304g puede ser sustancialmente similar o idéntico al perfil del componente en forma de C 200 de ejemplo de la figura 2A. Aunque el componente en forma de C 200 se muestra como que está formado por las seis pasadas p_0 - p_5 , puede usarse cualquier otro número de pasadas en su lugar.

5 Las figuras 4A y 4B son vistas isométricas de una unidad de conformación de ejemplo 400. La unidad de conformación de ejemplo 400 u otras unidades de conformación sustancialmente similares o idéntica a la unidad de conformación de ejemplo 400 pueden usarse para implementar las pasadas de conformación 108a-g. La unidad de conformación de ejemplo 400 se muestra a modo de ejemplo como que tiene un rodillo de lado superior 402a, un
10 rodillo de lado inferior 402b, y un rodillo de ala o de retorno 404 (es decir, un rodillo de ala 404) (mostrado claramente en la figura 4B).

15 Cualquier material que pueda soportar las fuerzas asociadas con el doblado o plegado de un material tal como, por ejemplo, acero, puede usarse para implementar los rodillos 402a-b y 404. Los rodillos 402a-b y 404 pueden implementarse también usando cualquier forma adecuada para realizar una operación de plegado o doblado deseada. Por ejemplo, tal como se describe con más detalle a continuación en conexión con las figuras 7A y 7B, el ángulo de una superficie de conformación 406 del rodillo de ala 404 puede estar configurado para formar una estructura deseada (por ejemplo, las estructuras de retorno 202a-b y/o las estructuras de ala 204a-b) que tienen cualquier ángulo deseado.

20 Las posiciones de los rodillos 402a-b y 404 pueden ajustarse para adaptarse, por ejemplo, a materiales de diferentes espesores. Más específicamente, la posición del rodillo de lado superior 402a puede ajustarse mediante un sistema de ajuste de posición 408, la posición del rodillo de lado inferior 402b puede ajustarse mediante un sistema de ajuste de posición 410, y la posición del rodillo de ala 404 puede ajustarse mediante un sistema de ajuste de posición 412. Tal como se muestra en la figura 4A, el sistema de ajuste de posición 408 está acoplado mecánicamente a un
25 armazón de soporte de rodillo de lado superior 414a. A medida que se ajusta el sistema de ajuste de posición 408, el armazón de soporte de rodillo de lado superior 414a hace que el rodillo de lado superior 402a se mueva a lo largo de un trayecto curvo hacia o alejándose del rodillo de ala 404. De manera similar, el sistema de ajuste de posición 410 está acoplado mecánicamente a un armazón de soporte de rodillo de lado inferior 414b a través de un elemento de extensión 416 (por ejemplo, una varilla de empuje, un brazo de enlace, etc.). Tal como se muestra claramente en la
30 figura 5, el ajuste del sistema de ajuste de posición 410 mueve el elemento de extensión 416 para hacer que el armazón de soporte de rodillo de lado inferior 414b gire el rodillo de lado inferior 402b hacia o alejándose del rodillo de ala 404. El ángulo de ajuste del rodillo de ala 404 con respecto al sistema de ajuste de posición 410 se describe a continuación en conexión con la figura 5.

35 La figura 5 es otra vista isométrica de la unidad de conformación de ejemplo 400 de las figuras 4A y 4B. En particular, los sistemas de ajuste de posición 410 y 412, el elemento de extensión 416, y el armazón de soporte de rodillo de lado inferior 414b de la figura 4 se muestran claramente en la figura 5. El sistema de ajuste de posición 412 puede acoplarse mecánicamente a un elemento de extensión 502 y a un codificador lineal 504. Además, el elemento de extensión 502 y el codificador lineal 504 también pueden acoplarse mecánicamente a un armazón de soporte de rodillo 506 tal como se muestra. El sistema de ajuste de posición 412, el elemento de extensión 502, y el codificador lineal 504 pueden usarse para ajustar y/o medir la posición o ángulo del rodillo de ala 404 tal como se describe con más detalle a continuación en conexión con la figura 9.

45 En general, el sistema de ajuste de posición 412 se usa en un entorno de fabricación para conseguir un valor de tolerancia de deformación de extremo especificado. La deformación de extremo está asociada generalmente con las alas de un componente conformado tal como, por ejemplo, el componente en forma de C 200 de ejemplo de la figura 2A y el componente en forma de Z 250 de ejemplo de la figura 2B. Tal como se describe a continuación en conexión con las figuras 8A y 8B, la deformación de extremo normalmente se produce en los extremos de componentes conformados y puede ser el resultado de exceso de conformación o falta de conformación. La deformación de extremo puede medirse en grados midiendo un ángulo entre un ala (por ejemplo, las estructuras de ala 204a-b de la figura 2A) y un alma (por ejemplo, las estructuras de alma 206 de la figura 2A). El ángulo de funcionamiento del rodillo 404 de retorno o de ala puede ajustarse hasta que, por ejemplo, el componente en forma de C 200 de ejemplo tenga una cantidad de deformación de extremo que está dentro del valor de tolerancia de deformación de
50 extremo especificado.

60 El sistema de ajuste de posición 412 puede implementarse usando cualquier dispositivo de accionamiento que pueda accionar el elemento de extensión 502. Por ejemplo, el sistema de ajuste de posición 412 puede implementarse usando un servomotor, un motor paso a paso, un motor hidráulico, una tuerca, un accionamiento manual, un pistón neumático, etc. Además, el sistema de ajuste de posición 412 puede acoplarse mecánicamente o estar formado de manera solidaria con una varilla roscada que se atornilla o enrosca en el elemento de extensión 502. De esta manera, cuando se hace funcionar el sistema de ajuste de posición 412 (por ejemplo, se hace girar o rotar), la varilla roscada hace que el elemento de extensión 502 se extienda o retraiga para mover el armazón de soporte de rodillo 506 para variar el ángulo del rodillo de ala 404.

El codificador lineal 504 puede usarse para medir la distancia a través de la cual el sistema de ajuste de posición 412 desplaza el armazón de soporte de rodillo 506. De manera adicional o alternativa, la información recibida desde el codificador lineal 504 puede usarse para determinar el ángulo y/o la posición del rodillo de ala 404. En cualquier caso, cualquier dispositivo que pueda medir una distancia asociada con el movimiento del armazón de soporte de rodillo 506 puede usarse para implementar el codificador lineal 504.

El codificador lineal 504 puede acoplarse comunicativamente a un sistema de procesamiento de información tal como, por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1510 de la figura 15. Tras adquirir una medición, el codificador lineal 504 puede comunicar la medición a una memoria del sistema de procesador de ejemplo 1510 (por ejemplo, la memoria de sistema 1524 o memoria de almacenamiento masivo 1525 de la figura 15). Por ejemplo, el rodillo de ala 404 puede estar configurado para usar uno de una pluralidad de ajustes de ángulo basándose en las características del material que está procesándose. Para facilitar la preparación o configuración de la unidad de conformación de ejemplo 400 para un material particular, pueden recuperarse ajustes o mediciones objetivo asociadas con el codificador lineal 504 de la memoria de almacenamiento masivo 1525. El sistema de ajuste de posición 412 puede usarse entonces para ajustar la posición del armazón de soporte de rodillo 504 basándose en los ajustes o mediciones objetivo recuperados para conseguir un ángulo deseado del rodillo de ala 404.

La posición y/o ángulo del rodillo de ala 404 pueden estar configurados a mano (es decir, manualmente) o de manera automatizada. Por ejemplo, si el sistema de ajuste de posición 412 incluye un accionamiento manual, un operario puede girar o accionar manualmente el sistema de ajuste de posición 412 hasta que el (los) ajuste(s) objetivo adquiridos por el codificador lineal 504 coincida(n) o sea(n) sustancialmente igual(es) a la medición recuperada de la memoria de almacenamiento masivo 1525. Alternativamente, si se usa un motor paso a paso o servomotor para implementar el sistema de ajuste de posición 412, el sistema de procesador de ejemplo 1510 puede estar acoplado comunicativamente a y configurado para accionar el sistema de ajuste de posición 412 hasta que la medición recibida desde el codificador lineal 504 coincida o sea sustancialmente igual a el (los) ajuste(s) objetivo recuperados de la memoria de almacenamiento masivo 1525.

Aunque, el sistema de ajuste de posición 412 y el codificador lineal 504 se muestran como unidades separadas, pueden integrarse en una única unidad. Por ejemplo, un servomotor usado para implementar el sistema de ajuste de posición 412 puede integrarse con un codificador radial que mide el número de revoluciones realizado por el sistema de ajuste de posición 412 para desplazar el armazón de soporte de rodillo 506. Alternativamente, el codificador lineal 504 puede integrarse con un dispositivo de accionamiento lineal tal como un pistón neumático. De esta manera, el codificador lineal 504 puede adquirir una medición de distancia o desplazamiento a medida que el pistón neumático se extiende para desplazar el armazón de soporte de rodillo 506.

La figura 6 es una vista en alzado de la unidad de conformación de ejemplo 400 de las figuras 4A y 4B. La figura 6 muestra claramente las relaciones mecánicas entre el rodillo de ala 404, el sistema de ajuste de posición 412 de la figura 4A, el elemento de extensión 502, el codificador lineal 504, y el armazón de soporte de rodillo 506 de la figura 5. Cuando el sistema de ajuste de posición 412 mueve el elemento de extensión 502, el armazón de soporte de rodillo 506 se desplaza, lo que hace que el rodillo de ala 404 se incline o rote alrededor de un punto de pivote 508 del rodillo de ala 404. El punto de pivote 508 puede definirse mediante el punto en el que el rodillo de lado superior 402a, el rodillo de lado inferior 402b, y el rodillo de ala 404 formen un pliegue o doblez. El elemento de extensión 502 se extiende hasta que el rodillo de ala 404 se sitúe en un ángulo negativo tal como se muestra, por ejemplo, en una configuración en el momento t_0 908a de la figura 9. Cuando el sistema de ajuste de posición 412 retrae el elemento de extensión 502 para mover el rodillo de ala 404 alrededor del punto de pivote 508, el rodillo de ala 404 se sitúa en un ángulo positivo tal como se muestra, por ejemplo, en una configuración en el momento t_2 908c de la figura 9.

Las figuras 7A y 7B son vistas en planta de conjuntos de rodillos 700 y 750 de ejemplo de una unidad de conformación (por ejemplo, la unidad de conformación 400 de las figuras 4A y 4B). Los conjuntos de rodillos 700 y 750 corresponden a diferentes pasadas de conformación de, por ejemplo, el sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo. Por ejemplo, el conjunto de rodillos 700 de ejemplo puede corresponder a la pasada p_4 de la figura 3 y el conjunto de rodillos 750 de ejemplo puede corresponder a la pasada p_5 de la figura 3. En particular, el conjunto de rodillos 700 de ejemplo muestra los rodillos 402a-b y 404 de las figuras 4A y 4B en una configuración para doblar o plegar un material (es decir, el material 102 de la figura 1) para formar el perfil de componente 304d (figura 3). El conjunto de rodillos 750 de ejemplo muestra un rodillo de lado superior 752a, un rodillo de lado inferior 752b, y un rodillo de ala 754 que tiene una superficie de conformación 756. Los rodillos 752a-b y 754 pueden estar configurados para recibir el material 102 desde, por ejemplo, el conjunto de rodillos de ejemplo 700 y realizar una operación de doblado o plegado para formar el perfil de componente 304e (figura 3).

Tal como se muestra en las figuras 7A y 7B, las superficies de conformación 406 y 756 están configuradas para formar un doblez deseado en el material 102 (figura 1). Las superficies de conformación de otros conjuntos de rodillos del sistema de laminación con rodillos 100 de ejemplo pueden estar configuradas para tener diferentes ángulos para formar cualquier doblez deseado en el material 102. Normalmente, los ángulos de las superficies de conformación (por ejemplo, las superficies de conformación 406 y 756) aumentan gradualmente en pasadas de

conformación sucesivas (por ejemplo, las pasadas de conformación 108a-g de la figura 1) de modo que a medida que el material 102 pasa a través de cada una de las pasadas de conformación 108a-g, el material 102 se dobla o pliega gradualmente para formar un perfil final deseado tal como se describió anteriormente en conexión con la figura 3.

5 La figura 8A es una vista isométrica y la figura 8B y 8C son vistas en planta de componentes en forma de C de ejemplo que tienen extremos con falta de conformación (es decir, extremos deformados hacia fuera) y/o con exceso de conformación (es decir, extremos deformados hacia dentro). En particular, la figura 8A es una vista isométrica y la figura 8B es una vista en planta de un componente en forma de C 800 de ejemplo que tiene extremos no deformados (es decir, extremos deformados hacia fuera). El componente en forma de C 800 de ejemplo incluye estructuras de retorno 802a y 802b, estructuras de ala 804a y 804b, una estructura de alma 806, un borde de entrada 808, y un borde de salida 810. En un componente en forma de C tal como el componente en forma de C 800 de ejemplo, los extremos deformados hacia fuera o hacia dentro están normalmente asociados con las estructuras de ala 804a-b. Sin embargo, la deformación de extremo puede también producirse en las estructuras de retorno 802a-b.

La deformación de extremo normalmente se produce en los extremos de componentes conformados y puede ser el resultado de exceso de conformación o de falta de conformación, lo que puede estar provocado por las posiciones de rodillos y/o por propiedades de material variables. En particular, las características de deformación elástica o deformación permanente de un material (es decir, el material 102 de la figura 1A) pueden hacer que las estructuras de ala 804a-b se deformen hacia fuera o tengan falta de conformación al salir de una pasada de conformación (por ejemplo, una de las pasadas de conformación 108a-g de la figura 1). El exceso de conformación o deformación de extremo hacia dentro normalmente se produce cuando un componente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C 800 de ejemplo) se desplaza a una pasada de conformación y los rodillos de laminación (por ejemplo, el rodillo de ala 404 de la figura 4) producen un exceso de conformación, por ejemplo, las estructuras de ala 804a-b a medida que el componente en forma de C 800 de ejemplo se alinea con los rodillos de laminación. En general, la deformación de extremo puede medirse en grados determinando el ángulo entre la una o más de las estructuras de ala 804a-b y las estructuras de alma 806 en ambos extremos de un componente conformado (es decir, el extremo de entrada 808 y el extremo de salida 810).

Tal como se muestra en la figura 8B, el componente en forma de C de ejemplo 800 incluye una zona de deformación de extremo de entrada 812 y una zona de deformación de extremo de salida 814. La cantidad de deformación de extremo asociada con la zona de deformación de extremo de entrada 812 puede medirse tal como se muestra en la figura 8A determinando la medición de un ángulo de deformación de extremo de entrada 816. De manera similar, la cantidad de deformación de extremo en la zona de deformación de extremo de salida 814 puede medirse determinando la medición de un ángulo de deformación de extremo de salida 818. Normalmente no se desea la deformación de extremo y es necesario que sea menor que o igual a un valor de tolerancia de deformación de extremo. Para reducir la deformación de extremo, el ángulo del rodillo de ala o retorno 404 de la figura 2A y/o el rodillo de ala o retorno 854 de la figura 8B pueden ajustarse tal como se describe a continuación en conexión con la figura 9.

La figura 8C es una vista en planta de otro componente en forma de C de ejemplo 850 que tiene un extremo de entrada con exceso de conformación 852 (es decir, un extremo deformado hacia dentro) y un extremo de salida con falta de conformación 854 (es decir, un extremo deformado hacia fuera). Tal como se muestra en la figura 8C, la deformación de extremo hacia dentro se produce normalmente a lo largo de la longitud de una zona de deformación de extremo de entrada 856 y una deformación de extremo hacia fuera se produce normalmente en una zona de deformación de extremo de salida 858. Tal como se describió anteriormente, la deformación de extremo hacia dentro puede producirse cuando un componente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800) se desplaza hacia una pasada de conformación y los rodillos de laminación (por ejemplo, el rodillo de ala 404 de la figura 4) conforman con exceso, por ejemplo, las estructuras de ala 804a-b hasta que el componente en forma de C de ejemplo 800 está alineado con los rodillos de laminación. Esto da como resultado normalmente un componente conformado que es sustancialmente similar o idéntico al componente en forma de C de ejemplo 850. Aunque, los métodos y aparatos de ejemplo descritos en el presente documento se describen con respecto al componente en forma de C de ejemplo 800, será obvio para un experto habitual en la técnica que los métodos y aparatos también pueden aplicarse al componente en forma de C de ejemplo 850.

La figura 9 es una vista de secuencia de tiempo de ejemplo 900 que muestra el funcionamiento de un rodillo de ala (por ejemplo, el rodillo de ala 404 de la figura 4B). En particular, la secuencia de tiempo de ejemplo 900 muestra la relación variable en el tiempo entre dos rodillos 902a y 902b y un rodillo de ala 904 durante el funcionamiento del sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 (figura 1). Tal como se muestra en la figura 9, la secuencia de tiempo de ejemplo 900 incluye una línea de tiempo 906 y muestra los rodillos 902ab y 904 en varios momentos durante su funcionamiento. Más específicamente, los rodillos 902a-b y 904 se muestran en una secuencia de configuraciones indicadas por una configuración 908a en el momento t_0 , una configuración 908b en el momento t_1 , y una configuración 908c en el momento t_2 . Un ángulo 910 del rodillo de ala 904 se ajusta para controlar la deformación de extremo de un componente perfilado (es decir, el componente en forma de C de ejemplo 800 de las

figuras 8A y 8B) como un material (por ejemplo, el material 102 de la figura 1) que se desplaza a través de los rodillos 902a-b y 904. El rodillo de ala 904 puede volver a situarse a través de, por ejemplo, el sistema de ajuste de posición 412, el elemento de extensión 502, y el bastidor de soporte de rodillo 506 tal como se describió anteriormente en conexión con la figura 5.

Los rodillos 902a-b y 904 pueden usarse para implementar una pasada de conformación final del sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 (figura 1) tal como, por ejemplo, la pasada de conformación 108g. La pasada de conformación final 108g puede estar configurada para recibir el componente en forma de C de ejemplo 800 de las figuras 8A y 8B mientras que los rodillos 902a-b y 904 están configurados tal como se indica mediante la configuración en el momento t_0 908a. Alternativamente, la pasada de conformación final 108g puede estar configurada para recibir el componente en forma de C de ejemplo 850 de la figura 8C. En este caso, el rodillo 902a aplica una fuerza hacia fuera a una de las alas con exceso de conformación de la zona de deformación de extremo de entrada 856, haciendo así que el ala con exceso de conformación se mueva hacia la superficie del rodillo de ala 904 que está situada a un ángulo negativo tal como se muestra mediante la configuración en el momento t_0 908a. De esta manera, un ala con exceso de conformación puede empujarse hacia fuera hacia una posición de ala nominal.

Después de que la pasada de conformación 108g reciba la zona de deformación de extremo de entrada 812 (figura 8B) y el componente en forma de C de ejemplo 800 se desplace a través de la unidad de conformación 108g, el rodillo de ala 904 puede volver a situarse a través de modo que el ángulo 910 se reduzca de un valor de ángulo negativo a un valor de ángulo nominal o sustancialmente igual a cero. El rodillo de ala 904 se sitúa según la configuración en el momento t_1 908b cuando el ángulo 910 es sustancialmente igual a un valor de ángulo nominal o sustancialmente igual a cero. Como el componente en forma de C de ejemplo 800 continúa moviéndose a través del proceso de conformación, la zona de deformación de extremo de salida 814 entra en la pasada de conformación 108g y el rodillo de ala 904 vuelve a situarse adicionalmente hacia un ángulo positivo tal como se muestra mediante la configuración en el momento t_2 908c.

La posición o el ángulo del rodillo de ala 904 puede medirse mediante el codificador lineal 504, que puede proporcionar mediciones de distancia a un sistema de procesador tal como, por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1510 de la figura 15. El sistema de procesador de ejemplo 1510 puede controlar entonces el sistema de ajuste de posición 412 de las figuras 4 a 6. Aunque, el rodillo de ala 904 se muestra teniendo un perfil de superficie de conformación cilíndrico, puede usarse cualquier tipo de perfil de conformación tal como, por ejemplo, un perfil de sección decreciente sustancialmente similar o idéntico al mostrado en conexión con el rodillo de laminación o retorno 404 de las figuras 4A y 4B.

La figura 10 muestra un sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 que puede usarse para controlar la deformación de extremo asociada con un componente (por ejemplo, el componente en forma de C 200 de la figura 2A y/o el componente en forma de Z 250 de la figura 2B). El sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 puede usarse para controlar la deformación de extremo en componentes conformados que tienen cualquier perfil deseado. Sin embargo, por motivos de claridad, en la figura 10 se muestra el componente en forma de C de ejemplo 800. El sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 puede estar integrado en el sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 de la figura 1 o puede ser un sistema separado. Por ejemplo, si el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 está integrado en el sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100, puede implementarse usando la pasada de conformación 108g.

El sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 incluye un rodillo de ala de lado de operario 1002 y un rodillo de ala de lado de accionamiento 1004. El rodillo de ala de lado de operario 1002 y el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 pueden estar integrados en el sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 (figura 1). Los rodillos de ala 1002 y 1004 pueden ser sustancialmente similares o idénticos al rodillo de ala 756 de la figura 7B o cualquier otro rodillo de ala descrito en el presente documento. Tal como se conoce, el lado de operario del sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 es el lado asociado con un operario (es decir, una persona) que hace funcionar el sistema. El lado de accionamiento del sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 es el lado que normalmente está más lejos del operario u opuesto al lado de operario.

El sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 puede estar configurado para inclinar, hacer pivotar, o situar de otro modo el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 y el rodillo de ala de lado de operario 1002, tal como se describió anteriormente en conexión con la figura 9, mientras que el componente en forma de C de ejemplo 800 se mueve más allá de los rodillos 1002 y 1004. La variación de un ángulo (por ejemplo, el ángulo 910 de la figura 9) asociado con una posición de los rodillos de ala 1002 y 1004 permite al sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 controlar la cantidad de deformación de extremo en ambos extremos del componente en forma de C de ejemplo 800. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8A, el ángulo de deformación de extremo de entrada 816 es menor que el ángulo de deformación de extremo de salida 818. Si los rodillos de ala 1002 y 1004 se mantuvieran en una posición cuando el componente en forma de C de ejemplo 800 pasa a través de los mismos, una de las alas (por ejemplo, una de las alas 804a y 804b de la figura 8A) podría tener un exceso de conformación o una falta de conformación. Inclinando o haciendo pivotar los rodillos de ala 1002 y

1004 mientras que el material (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800) se mueve a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000, cada una de las alas puede acondicionarse individualmente a través de un ajuste de ángulo o pivote diferente y acondicionarse de manera variable a lo largo de la longitud de las zonas de deformación de extremo correspondientes 812 y 814.

5 El rodillo de ala de lado de operario 1002 está acoplado mecánicamente a un primer codificador lineal 1006 y un primer sistema de ajuste de posición 1008 a través de un primer bastidor de soporte de rodillo 1010. De manera similar, el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 está acoplado mecánicamente a un segundo codificador lineal 1012 y un segundo sistema de ajuste de posición 1014 a través de un segundo bastidor de soporte de rodillo 1016. Los codificadores lineales 1006 y 1012, los sistemas de ajuste de posición 1008 y 1014, y los bastidores de soporte de rodillo 1010 y 1016 puede ser sustancialmente similares o idénticos al codificador lineal 504 (figura 5), el sistema de ajuste de posición 412 (figura 4), y el bastidor de soporte de rodillo 506 (figura 5), respectivamente. Adicionalmente, los sistemas de ajuste de posición 1008 y 1014 y los detectores lineales 1006 y 1012 puede estar acoplados comunicativamente a un sistema de procesador 1018 tal como se muestra. El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede ser sustancialmente similar o idéntico al sistema de procesador de ejemplo 1510 de la figura 15.

20 El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede estar configurado para accionar los sistemas de ajuste de posición 1008 y 1014 y cambiar las posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 a través de los bastidores de soporte de rodillo 1016 y 1016. A medida que se mueven los bastidores de soporte de rodillo 1010 y 1016, los detectores lineales 1006 y 1012 pueden comunicar un valor de desplazamiento al sistema de procesador de ejemplo 1018. El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede usar entonces el valor de desplazamiento para accionar los rodillos de ala 1002 y 1004 a posiciones (por ejemplo, ángulos) apropiadas.

25 El sistema de procesador de ejemplo 1018 también puede estar acoplado comunicativamente a un sensor de componente de lado de operario 1022a, y un sensor de componente de lado de accionamiento 1022b, un sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a, y un sensor de retroalimentación de lado de accionamiento 1024b. Los sensores de componente 1022a-b pueden usarse para detectar el borde de entrada 808 del componente en forma de C de ejemplo 800 a medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se mueve hacia los rodillos de ala 1002 y 1004 en una dirección indicada generalmente mediante la flecha 1026. Adicionalmente, los sensores de componente 1022a-b pueden estar configurados para medir una cantidad de deformación de extremo asociada con, por ejemplo, las estructuras de ala 804a-b (figura 10) de manera continua a medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se desplaza a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 tal como se describe en detalle a continuación en conexión con el método de ejemplo de la figura 12. Las mediciones de deformación de extremo pueden comunicarse al sistema de procesador de ejemplo 1018, que entonces puede controlar las posiciones (es decir, el ángulo 910 mostrado en la figura 9) de los rodillos de ala 1002 y 1004 de manera continua en respuesta a las mediciones de deformación de extremo para reducir, modificar, o controlar de otro modo la deformación de extremo asociada con el componente en forma de C de ejemplo 800.

40 Aunque la funcionalidad para detectar un borde de entrada y la funcionalidad para medir una cantidad de deformación de extremo se muestran integradas en cada uno de los sensores de componente 1022a-b, las funcionalidades pueden proporcionarse por sensores separados. En otras palabras, la funcionalidad para detectar un borde de entrada puede implementarse por un primer conjunto de sensores y la funcionalidad para medir una cantidad de deformación de extremo puede implementarse por un segundo conjunto de sensores. Adicionalmente, la funcionalidad para detectar un borde de entrada puede implementarse por un único sensor.

50 Los sensores de componente 1022a-b pueden implementarse usando cualquier sensor adecuado para detectar la presencia de un componente conformado tal como, por ejemplo, el componente en forma de C 800 (figura 8) y medir la deformación de extremo del componente conformado. En un ejemplo, los sensores de componente 1022a-b pueden implementarse usando un sensor cargado por resorte que tiene una rueda que entra en contacto (por ejemplo, se monta sobre), por ejemplo, con las estructuras de ala 804a-b (figura 8). El sensor cargado por resorte puede incluir un transductor de desplazamiento de tensión lineal (LVDT) que mide un desplazamiento de las estructuras de ala 804a-b de manera continua a medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se desplaza a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 (figura 10). El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede determinar entonces un valor de medición de deformación de extremo basándose en el desplazamiento medido por el LVDT. Alternativamente, los sensores de componente 1022a-b pueden implementarse usando cualquier otro sensor que puede estar configurado para medir la deformación de extremo a lo largo de la longitud de un componente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800) a medida que se mueve a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 tal como, por ejemplo, un sensor óptico, un fotodiodo, un sensor de láser, un sensor de proximidad, un sensor ultrasónico, etc.

65 Los sensores de componente 1022a-b pueden estar configurados para avisar al sistema de procesador de ejemplo 1018 cuando se detecta el borde de entrada 808. El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede accionar entonces las posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 en respuesta al aviso desde los sensores de componente

1022a-b. Más específicamente, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede estar configurado para determinar cuándo el borde de entrada 808 alcanza los rodillos de ala 1002 y 1004 basándose en una distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1028 y una distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1030. Por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede detectar cuándo el borde de entrada 808 alcanza los rodillos de ala 1002 y 1004 basándose en cálculos matemáticos y/o un codificador de posición.

Mediante el uso de cálculos matemáticos, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede determinar el tiempo (por ejemplo, tiempo transcurrido) requerido para que el borde de entrada 808 se desplace desde los sensores de componente 1022a-b al rodillo de ala de lado de operario 1002 y/o al rodillo de ala de lado de accionamiento 1004. Estos cálculos pueden basarse en información recibida desde los sensores de componente 1022a-b, la distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1028, una velocidad del componente en forma de C de ejemplo 800, y un temporizador. Por ejemplo, los sensores de componente 1022a-b pueden avisar al sistema de procesador de ejemplo 1018 de que se ha detectado el borde de entrada 808. El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede determinar entonces el tiempo requerido para que el borde de entrada 808 alcance el rodillo de ala de lado de operario 1002 dividiendo la distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1028 entre la velocidad del componente en forma de C de ejemplo 800 (es decir, tiempo (segundos) = longitud (pulgadas) / velocidad (pulgadas/segundos)). Mediante el uso de un temporizador, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede comparar entonces el tiempo requerido para que el borde de entrada se desplace desde los sensores de componente 1022a-b al rodillo de ala de lado de operario 1002 con el valor de un temporizador para determinar cuándo el borde de entrada 808 alcanza el rodillo de ala de lado de operario 1002. El tiempo (por ejemplo, tiempo transcurrido) requerido para que el borde de entrada 808 alcance el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 puede determinarse de la misma manera basándose en la distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1030.

De una manera similar, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede detectar cuándo cualquier ubicación en el componente en forma de C de ejemplo 800 alcanza los rodillos de ala 1002 y 1004. Por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede determinar cuándo el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 alcanza el rodillo de ala de lado de operario 1002 sumando la distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1028 a la longitud de la zona de deformación de extremo de entrada 812.

Alternativamente, la determinación de cuándo cualquier ubicación en el componente en forma de C de ejemplo 800 alcanza los rodillos de ala 1002 y 1004 puede conseguirse basándose en un codificador de posición (no mostrado). Por ejemplo, un codificador de posición puede ponerse en contacto con el componente en forma de C de ejemplo 800 o un mecanismo de accionamiento o componente asociado con el accionamiento del componente en forma de C hacia los rodillos de ala 1002 y 1004. A medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se mueve hacia los rodillos de ala 1002 y 1004, el codificador de posición mide la distancia atravesada por el componente en forma de C de ejemplo 800. La distancia atravesada por el componente en forma de C de ejemplo 800 puede usarse entonces por el sistema de procesador de ejemplo 1018 para compararse con las distancias 1028 y 1030 para determinar cuándo el borde de entrada 808 alcanza los rodillos de ala 1002 y 1004.

Los sensores de retroalimentación 1024a-b pueden estar configurados para medir una cantidad de deformación de extremo del componente en forma de C de ejemplo 800 a medida que el componente en forma de C se aleja de los rodillos de ala 1002 y 1004 en una dirección indicada generalmente mediante la flecha 1026. Los sensores de retroalimentación 1024a-b pueden implementarse usando cualquier sensor o detector que pueda medir una cantidad de deformación de extremo asociada con el componente en forma de C de ejemplo 800. Por ejemplo, los sensores de retroalimentación 1024a-b pueden implementarse usando un sistema de visión de máquina, un fotodiodo, un sensor de láser, un sensor de proximidad, un sensor ultrasónico, etc.

Los sensores de retroalimentación 1024a-b pueden estar configurados para comunicar valores de deformación de extremo medidos al sistema de procesador de ejemplo 1018. El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede usar entonces los valores de deformación de extremo medidos para ajustar la posición de los rodillos de ala 1002 y 1004. Por ejemplo, si los valores de deformación de extremo medidos son mayores que una tolerancia de deformación de extremo, pueden ajustarse las posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 para aumentar el ángulo 910 mostrado en la configuración en el momento t_2 908c de modo que la deformación de extremo del componente conformado siguiente puede reducirse para cumplir con la tolerancia de deformación de extremo deseada.

La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra una manera de ejemplo en la que puede configurarse el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 de la figura 10 para controlar la deformación de extremo de un componente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800 de las figuras 8A y 8B). En general, el método de ejemplo puede controlar la deformación de extremo en el componente en forma de C de ejemplo 800 variando las posiciones de un rodillo de ala de lado de accionamiento (por ejemplo, el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 de la figura 10) y un rodillo de ala de lado de operario (por ejemplo, el rodillo de ala de lado de operario 1002 de la figura 10), tal como se describió anteriormente, en respuesta a la ubicación del componente en forma de C 800 dentro del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000.

Inicialmente, el método de ejemplo determina si se detecta un borde de entrada (por ejemplo, el borde de entrada 808 de la figura 8) (bloque 1102). La detección del borde de entrada 808 puede realizarse mediante, por ejemplo, los sensores de componente 1022a-b. La detección del borde de entrada 808 puede accionarse o sondearse con interrupción. Si no se detecta el borde de entrada 808, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1102 hasta que se detecta el borde de entrada 808. Si se detecta el borde de entrada 808 en el bloque 1102, el rodillo de ala de lado de operario 1002 y el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 se ajustan a una primera posición o respectivas primeras posiciones (bloque 1104). Las primeras posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 pueden ser sustancialmente similares o idénticas a la posición del rodillo de ala 904 de la configuración en el momento t_0 908a tal como se muestra en la figura 9. Sin embargo, en algunos casos la primera posición de los rodillos de ala 1002 y 1004 puede no ser idéntica para adaptarse a las variaciones de material (es decir, la variación en el material que está conformándose) y/o variaciones en el equipo de laminación con rodillos.

A continuación se determina si el extremo de una zona de deformación de extremo de entrada (por ejemplo, la zona de deformación de extremo de entrada 812) ha alcanzado el rodillo de ala de lado de operario 1002 (bloque 1106). Puede implementarse una operación para determinar cuándo el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 alcanza el rodillo de ala de lado de operario 1002 tal como se describió anteriormente en conexión con la figura 10. Si se determina en el bloque 1106 que el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 no ha alcanzado el rodillo de ala de lado de operario 1002, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1106 hasta que se detecta el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812. Sin embargo, si el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de operario 1002, el rodillo de ala de lado de operario 1002 se ajusta a una segunda posición (bloque 1108). La segunda posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 puede ser sustancialmente similar o idéntica a la posición del rodillo de ala 904 de la configuración 908b en el momento t_1 tal como se muestra en la figura 9.

El método de ejemplo determina entonces si el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 (bloque 1110). Si se determina en el bloque 1110 que el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 no ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1110 hasta que se detecta el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812. Sin embargo, si el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004, el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 se ajusta a una tercera posición (bloque 1112). La tercera posición del rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 puede ser sustancialmente similar o idéntica a la posición del rodillo de ala 904 de la configuración 908b en el momento t_1 tal como se muestra en la figura 9.

A continuación se determina si se ha detectado el borde de salida 810 (bloque 1114). El borde de salida 810 puede detectarse usando, por ejemplo, los sensores de componente 1022a-b de la figura 10 usando un método basado en sondeo y/o interrupción. La detección del borde de salida 812 puede usarse para determinar si la zona de deformación de extremo de salida 814 es próxima a los rodillos de ala 1002 y 1004. La detección del borde de salida 810 puede usarse en combinación con, por ejemplo, un método asociado con un codificador de posición y una distancia conocida tal como se describió anteriormente en conexión con la figura 10 para determinar si la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado la proximidad de los rodillos de ala 1002 y 1004. Alternativamente, puede usarse la detección del borde de entrada 808 en el bloque 1102 y una distancia o longitud asociada con el borde de entrada 808 y el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 para determinar si la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado la proximidad de los rodillos de ala 1002 y 1004. Si en el bloque 1114 se determina que no se ha detectado el borde de salida 810, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1114 hasta que se detecta el borde de salida 810. Por otro lado, si se detecta el borde de salida 810, se determina si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el lado de operario (bloque 1116).

Si se determina que el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 no ha alcanzado el rodillo de ala de lado de operario 1002, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1116 hasta que el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 alcanza el rodillo de ala de lado de operario 1002. Si se determina en el bloque 1116 que el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de operario 1002, el rodillo de ala de lado de operario 1002 se ajusta a una cuarta posición (bloque 1118). La cuarta posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 puede ser sustancialmente similar o idéntica a la posición del rodillo de ala 904 de la configuración 908c en el momento t_2 tal como se muestra en la figura 9.

El método de ejemplo puede determinar entonces si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 (bloque 1120). Si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 no ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1120 hasta que el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004. Por otro lado, si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004, el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 se ajusta a una quinta posición (bloque 1122). La quinta posición del rodillo de ala de lado de accionamiento

1004 puede ser sustancialmente similar o idéntica a la posición del rodillo de ala 904 de la configuración 908c en el momento t_2 tal como se muestra en la figura 9.

El método de ejemplo determina entonces si el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre (bloque 1124). El sensor de retroalimentación 1024a-b (figura 10) puede usarse para detectar si el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre. Si se determina en el bloque 1124 que el componente en forma de C de ejemplo 800 no está libre, el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1124 hasta que el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre. Si el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre, los rodillos de ala 1002 y 1004 se ajustan a una posición inicial (bloque 1126). La posición inicial puede ser cualquier posición en la que los rodillos de ala 1002 y 1004 pueden ser inactivos (por ejemplo, las primeras posiciones descritas anteriormente en conexión con el bloque 1104). A continuación se determina si se ha conformado el último componente (bloque 1128). Si se ha conformado el último componente, el proceso vuelve o finaliza. Si no se ha conformado el último componente, control se pasa de vuelta al bloque 1102.

La deformación de extremo se manifiesta normalmente en un componente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800) de una manera gradual o progresiva desde una primera ubicación en el componente conformado (por ejemplo, el borde de entrada 808 mostrado en la figura 8) a una segunda ubicación en el componente conformado (por ejemplo, el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 mostrado en la figura 8). Las posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 pueden cambiarse basándose en diversos parámetros de componente tales como, por ejemplo, el gradiente de deformación de extremo en una zona de deformación de extremo (por ejemplo, la zona de deformación de extremo de entrada 812 y/o la zona de deformación de extremo de salida 814), la longitud de la zona de deformación de extremo, y la velocidad del componente en forma de C de ejemplo 800 (figura 8). Adicionalmente, pueden variarse diversos parámetros asociados con el movimiento de los rodillos de ala 1002 y 1004 para adaptarse a los parámetros de componente tales como, por ejemplo, la velocidad de un rodillo de ala, la pendiente de rampa de un rodillo de ala, y la aceleración de un rodillo de ala. La velocidad de un rodillo de ala puede usarse para controlar la velocidad a la que se mueven los rodillos de ala 1002 y 1004 desde una primera posición a una segunda posición.

Por ejemplo, el rodillo de ala de lado de operario 1002 puede ajustarse gradualmente con el tiempo desde una primera posición en el bloque 1104 a una segunda posición en el bloque 1108 a medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se desplaza a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000. El movimiento del rodillo de ala de lado de operario 1002 desde la primera posición a la segunda posición puede configurarse ajustando, por ejemplo, el velocidad de un rodillo de ala, la pendiente de rampa de un rodillo de ala, y la aceleración de un rodillo de ala basándose en el gradiente de la zona de deformación de extremo de entrada 812 y/o la zona de deformación de extremo de salida 814, la longitud de una o ambas zonas de deformación de extremo 812 y 814, y la velocidad del componente en forma de C de ejemplo 800. A medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se desplaza a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 (figura 10), la posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 puede moverse gradualmente desde una primera posición a una segunda posición para seguir un gradiente de deformación de extremo.

Más específicamente, con respecto al método de ejemplo de la figura 11, después de detectar el borde de entrada 808, la posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 puede ajustarse a una primera posición (bloque 1104). Cuando el borde de entrada 808 alcanza o está en la proximidad del rodillo de ala de lado de operario 1002, la posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 puede comenzar a cambiar o ajustarse desde la primera posición a una segunda posición y se ajustará gradualmente durante una cantidad de tiempo requerida para que el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 (figura 8) (por ejemplo, tiempo (segundos) = longitud del componente en forma de C de ejemplo 800 (pulgadas) / velocidad del componente en forma de C de ejemplo 800 (pulgadas/segundo)) alcance o esté en la proximidad del rodillo de ala de lado de operario 1002. Cuando el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 (figura 8) alcanza o está en la proximidad del rodillo de ala de lado de operario 1002 tal como se determina en el bloque 1106, el rodillo de ala de lado de operario 1002 está en la segunda posición descrita en conexión con el bloque 1108. Será evidente para un experto habitual en la técnica que pueden usarse los métodos descritos anteriormente para ajustar el rodillo de ala de lado de operario 1002 para ajustar el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 y pueden usarse para controlar la deformación de extremo en cualquier posición o ubicación a lo largo de la longitud de un componente conformado tal como, por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800.

Los valores de posición (por ejemplo, ajustes de ángulo) para los rodillos de ala 1002 y 1004 descritos en conexión con el método de ejemplo de la figura 11 pueden determinarse moviendo uno o más componentes conformados tales como, por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800 a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 y ajustando las posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 hasta que la deformación de extremo medida está dentro de un valor de especificación de tolerancia de deformación de extremo. Más específicamente, las posiciones pueden determinarse ajustando los rodillos de ala 1002 y 1004 a una posición, moviendo el componente en forma de C de ejemplo 800 o una parte del mismo (por ejemplo, una de las zonas de deformación de extremo 812 y 814) a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000, midiendo la deformación de extremo del componente en forma de C de ejemplo 800, y volviendo a situar los rodillos

de ala 1002 y 1004 basándose en la deformación de extremo medida. Este proceso puede repetirse hasta que la deformación de extremo medida está dentro de un valor de especificación de tolerancia de deformación de extremo. Adicionalmente, puede realizarse este proceso para cualquier parte con deformación de extremo del componente en forma de C de ejemplo 800.

5 Los valores de posición (por ejemplo, ajustes de ángulo) para los rodillos de ala 1002 y 1004 pueden almacenarse en una memoria tal como, por ejemplo, la memoria de almacenamiento masivo 1525. Más específicamente, los valores de posición pueden almacenarse en, por ejemplo, una base de datos y recuperarse múltiples veces durante el funcionamiento del método de ejemplo. Adicionalmente, pueden almacenarse una pluralidad de perfiles para una pluralidad de tipos de material, espesores, etc. que pueden usarse en, por ejemplo, el sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 de la figura 1. Por ejemplo, pueden predeterminarse una pluralidad de conjuntos de valores de posición para cualquier número de materiales diferentes con diferentes características de material. Cada uno de los conjuntos de valores de posición puede almacenarse entonces como un perfil en una entrada de base de datos y referirse al mismo usando información de identificación de material. Durante la ejecución del método de ejemplo de la figura 11, un operario puede informar al sistema de procesador de ejemplo 1018 del material que está usándose y el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede recuperar el conjunto de valores de posición o perfil asociado con el material.

20 La figura 12 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo de un proceso de retroalimentación para determinar las posiciones (por ejemplo, el ángulo 910 mostrado en la figura 9) de un rodillo de ala de lado de operario (por ejemplo, el rodillo de ala de lado de operario 1002 de la figura 10) y un rodillo de ala de lado de accionamiento (por ejemplo, el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 de la figura 10). Más específicamente, el proceso de retroalimentación puede implementarse en conexión con el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 (figura 10) configurando los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b (figura 10) para medir una cantidad de deformación de extremo de un componente completamente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800 de la figura 8). El sistema de procesamiento de ejemplo 1018 (figura 10) puede obtener entonces las mediciones de deformación de extremo de los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b y determinar los valores de posición óptima para los rodillos de ala 1002 y 1004 (figura 10) (es decir, los valores para las posiciones descritas en conexión con los bloques 1104, 1108, 1112, 1118 y 1112 de la figura 11) basándose en una comparación de las mediciones de deformación de extremo del componente completado y un valor de especificación de tolerancia de deformación de extremo. El proceso de retroalimentación puede repetirse basándose en uno o más componentes conformados hasta que se consiguen los valores de posición óptima. Alternativamente, el proceso de retroalimentación puede realizarse de manera continua durante el funcionamiento de, por ejemplo, el sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100 (figura 1). De esta manera, puede usarse el sistema de retroalimentación para monitorizar la calidad de los componentes conformados. Adicionalmente, si cambian las características del material durante el funcionamiento del sistema de laminación con rodillos de ejemplo 100, puede usarse el sistema de retroalimentación para actualizar los valores de posición para los rodillos de ala 1002 y 1004 para variar el valor de posición de manera adaptativa para conseguir un valor de deformación de extremo deseado (es decir, para cumplir con una tolerancia de deformación de extremo).

40 El proceso de retroalimentación puede realizarse en conexión con el método de ejemplo de la figura 11. Adicionalmente, un experto habitual en la técnica apreciará fácilmente que el proceso de retroalimentación puede implementarse usando el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a y/o el sensor de retroalimentación de lado de accionamiento 1024b. Sin embargo, por motivos de claridad, el proceso de retroalimentación se describe, a modo de ejemplo, basándose en el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a.

50 Inicialmente, el proceso de retroalimentación determina si el borde de entrada 808 (figura 8) del componente en forma de C de ejemplo 800 (figura 8) ha alcanzado el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a (bloque 1202). El sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a puede usarse para detectar el borde de entrada 808 y puede avisar, por ejemplo, al sistema de procesador de ejemplo 1018, cuando se detecta el borde de entrada 808. Si el borde de entrada 808 no ha alcanzado el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a, el proceso de retroalimentación puede permanecer en el bloque 1202 hasta que el borde de entrada 808 alcanza el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a. Por otro lado, si el borde de entrada 808 ha alcanzado el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a, el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a obtiene una medición de deformación de extremo asociada con la zona de deformación de extremo de entrada 812 (figura 8) (bloque 1204). Por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede configurar el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a para adquirir un valor de medición de deformación de extremo (bloque 1204) asociado con el ángulo de deformación de extremo de entrada 816 (figura 8) después de que se detecte el borde de entrada 808 (bloque 1202). El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede obtener entonces y almacenar el valor de medición de deformación de extremo y/o el valor del ángulo de deformación de extremo de entrada 816.

65 El proceso de retroalimentación determina entonces si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a (bloque 1206). Si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 no ha alcanzado el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a, el

proceso de retroalimentación puede permanecer en el bloque 1206 hasta que el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 alcanza el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a. Sin embargo, si el inicio de la zona de deformación de extremo de salida 814 ha alcanzado el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede configurar el sensor de retroalimentación de lado de operario 1024a para obtener un valor de medición de deformación de extremo asociada con el ángulo de deformación de extremo de salida 818 (figura 8) de la zona de deformación de extremo de salida 814 (bloque 1208).

El valor de medición de deformación de extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 y el valor de medición de deformación de extremo de la zona de deformación de extremo de salida 814 pueden compararse entonces con un valor de tolerancia de deformación de extremo para determinar si la deformación de extremo en el componente en forma de C de ejemplo 800 es aceptable (bloque 1210). El valor de tolerancia de deformación de extremo para la zona de deformación de extremo de entrada 812 puede ser diferente del valor de tolerancia de deformación de extremo para la zona de deformación de extremo de salida 814. Alternativamente, los valores de tolerancia de deformación de extremo pueden ser iguales entre sí. Un valor de medición de deformación de extremo es aceptable si está dentro del valor de tolerancia de deformación de extremo. Más específicamente, si se especifica la estructura de ala 804a (figura 10) para formar un ángulo de 90 grados con el alma 806 (figura 10) y se especifica que está dentro de +/- 5 grados, el valor de tolerancia de deformación de extremo es de +/- 5 grados. En este caso, cuando se reciben los valores de medición de deformación de extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 y la zona de deformación de extremo de salida 814, se comparan con el valor de tolerancia de deformación de extremo de +/- 5 grados. Los valores de medición de deformación de extremo son aceptables si están dentro del valor de tolerancia de deformación de extremo de +/- 5 grados (es decir, 85 grados < valor de medición de deformación de extremo aceptable < 95 grados).

Si se decide en el bloque 1210 que uno ambos de los valores de medición de deformación de extremo no son aceptables, se ajustan los valores de posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 (bloque 1212). Por ejemplo, si el valor de medición de deformación de extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 no es aceptable, se ajusta la primera posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 descrita en conexión con el bloque 1104 de la figura 11. Alternativa o adicionalmente, si el valor de medición de deformación de extremo de la zona de deformación de extremo de salida 814 no es aceptable, se ajusta la cuarta posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 descrita en conexión con el bloque 1118 de la figura 11. Después de ajustar uno o más de los valores de posición, el control se pasa de vuelta al bloque 1202.

Si se decide en el bloque 1210 que ambos de los valores de medición de deformación de extremo son aceptables, puede finalizarse el proceso de retroalimentación. Alternativamente, aunque no se muestra, si se usa el proceso de retroalimentación en un modo continuo (por ejemplo, un modo de control de calidad), el control puede pasarse de vuelta al bloque 1202 desde el bloque 1210 cuando los valores de medición de deformación de extremo son aceptables.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra otra manera de ejemplo en la que el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 de la figura 10 puede estar configurado para controlar la deformación de extremo de un componente conformado (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800 mostrado en la figura 8). Además de usar el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 de la figura 10 en conexión con posiciones predeterminadas (por ejemplo, el ángulo 910 mostrado en la figura 9) del rodillo de ala de lado de operario 1002 (figura 10) y el rodillo de ala de lado de accionamiento 1004 (figura 10) tal como se describió anteriormente en conexión con el método de ejemplo de la figura 11, el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 también puede usarse en una configuración de ajuste de posición de rodillo de ala. En particular, los sensores de componente 1022ab pueden estar configurados para medir una cantidad de deformación de extremo asociada con, por ejemplo, las estructuras de ala 804a-b (figura 8), a medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se desplaza a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000. El sistema de procesador de ejemplo 1018 (figura 10) puede hacer entonces que los sistemas de ajuste de posición 1008 y 1014 ajusten las posiciones de los rodillos de ala 1004 y 1008, respectivamente, en respuesta a las mediciones de deformación de extremo. Tal como se describe a continuación, este proceso puede realizarse de manera continua a lo largo de la longitud del componente en forma de C de ejemplo 800. Un experto habitual en la técnica apreciará fácilmente que el método de ejemplo de la figura 13 puede implementarse usando el sensor de componente de lado de operario 1022a y/o el sensor de componente de lado de accionamiento 1022b. Sin embargo, por motivos de claridad, el método de ejemplo de la figura 13 se describe, a modo de ejemplo, basándose en el sensor de componente de lado de operario 1022a.

Inicialmente, el método de ejemplo determina si el borde de entrada 808 (figura 8) del componente en forma de C de ejemplo 800 (figura 8) ha alcanzado el sensor de componente de lado de operario 1022a (bloque 1302). El sensor de componente de lado de operario 1022a puede usarse para detectar el borde de entrada 808 y puede avisar, por ejemplo, al sistema de procesador de ejemplo 1018 cuando se detecta el borde de entrada 808. Si no se detecta el borde de entrada (es decir, no ha alcanzado el sensor de componente de lado de operario 1022a), el método de ejemplo puede permanecer en el bloque 1302 hasta que se detecta el borde de entrada. Si se detecta el borde de entrada en el bloque 1302, el sensor de componente de lado de operario 1022a puede obtener una medición de

deformación de extremo de, por ejemplo, la estructura de ala 804a (figura 8) (bloque 1304). El sensor de componente de lado de operario 1022a puede estar configurado para comunicar una interrupción o aviso al sistema de procesador de ejemplo 1018 que indique que se ha obtenido una medición de deformación de extremo. Alternativamente, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede sondear el sensor de componente de lado de operario 1022a de manera continua para leer un valor de medición de deformación de extremo actualizado de manera continua. El sistema de procesador de ejemplo 1018 puede estar configurado alternativamente para imponer órdenes de medición al sensor de componente de lado de operario 1022a de modo que el sensor de componente de lado de operario 1022a obtenga una medición de deformación de extremo en momentos determinados por el sistema de procesador de ejemplo 1018.

El valor de medición de deformación de extremo puede compararse entonces con un valor de especificación de tolerancia de deformación de extremo para determinar si el valor de medición de deformación de extremo es aceptable (bloque 1306) tal como se describió anteriormente en conexión con el bloque 1210 de la figura 12. Si se determina en el bloque 1306 que el valor de medición de deformación de extremo es aceptable, el control se pasa de vuelta al bloque 1304. Sin embargo, si se determina que el valor de medición de deformación de extremo no es aceptable, se ajusta la posición (por ejemplo, el ángulo 910 mostrado en la figura 9) del rodillo de ala de lado de operario 1002 (bloque 1306). Por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1018 puede determinar un valor de diferencia entre el valor de medición de deformación de extremo y un valor de especificación de tolerancia de deformación de extremo y configurar el sistema de ajuste de posición 1008 para cambiar o ajustar la posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 basándose en el valor de diferencia. El sistema de ajuste de posición 1008 puede entonces empujar, doblar y/o formar de otro modo, por ejemplo, la estructura de ala 804a para que esté dentro del valor de especificación de tolerancia de deformación de extremo.

A continuación se determina si el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre o se ha desplazado más allá de la proximidad del sensor de componente de lado de operario 1022a (bloque 1310). Si el componente en forma de C de ejemplo 800 no está libre, el control se pasa de vuelta al bloque 1304. Sin embargo, si el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre, se detiene el método de ejemplo. Alternativamente, aunque no se muestra, si el componente en forma de C de ejemplo 800 está libre, el control puede pasarse de vuelta al bloque 1302 para realizar el método de ejemplo para otro componente conformado.

Los métodos de ejemplo descritos anteriormente en conexión con las figuras 11-13 pueden implementarse en hardware, software, y/o cualquier combinación de los mismos. En particular, los métodos de ejemplo pueden implementarse en hardware definido por el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 y/o el sistema de ejemplo 1400 de la figura 14. Alternativamente, el método de ejemplo puede implementarse por software y ejecutarse en un sistema de procesador tal como, por ejemplo, el sistema de procesador de ejemplo 1018 de la figura 10.

La figura 14 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo 1400 que puede usarse para implementar los métodos y aparatos de ejemplo descritos en el presente documento. En particular, el sistema de ejemplo 1400 puede usarse en conexión con el sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 de la figura 10 para ajustar las posiciones de los rodillos de ala 1002 y 1004 (figura 10) de una manera sustancialmente similar o idéntica al método de ejemplo de la figura 11. El sistema de ejemplo 1400 también puede usarse para implementar un proceso de retroalimentación sustancialmente similar o idéntico al proceso de retroalimentación descrito en conexión con la figura 12.

Tal como se muestra en la figura 14, el sistema de ejemplo 1400 incluye un detector de componente 1402, un detector de posición de componente 1404, una interfaz de almacenamiento 1406, un ajustador de rodillo de ala 1408, una interfaz de sensor de deformación de extremo 1410, un comparador 1412, y un modificador de valor de posición de rodillo de ala 1414, estando todos acoplados comunicativamente tal como se muestra.

La interfaz de detector de componente 1402 y el detector de posición de componente 1404 pueden estar configurados para trabajar actuando conjuntamente para detectar un componente (por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800 de la figura 8) y la posición del componente durante, por ejemplo, el funcionamiento del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 (figura 10). En particular, la interfaz de detector de componente 1402 puede estar acoplada comunicativamente a un sensor y/o detector tal como, por ejemplo, los sensores de componente 1022a-b de la figura 10. La interfaz de detector de componente 1402 puede leer periódicamente (es decir, sondear) una etiqueta de detección o valor de detección desde los sensores de componente 1022a-b para determinar si, por ejemplo, el borde de entrada 808 del componente en forma de C de ejemplo 800 está en la proximidad de los sensores de componente 1022a-b. Alternativa o adicionalmente, la interfaz de detector de componente 1402 puede accionarse con interrupción y puede configurar los sensores de componente 1022a-b para enviar una interrupción o aviso cuando se detecta el componente en forma de C de ejemplo 800.

El detector de posición de componente 1404 puede estar configurado para determinar la posición del componente en forma de C de ejemplo 800 (figura 8). Por ejemplo, a medida que el componente en forma de C de ejemplo 800 se desliza a través del sistema de control de deformación de extremo de ejemplo 1000 (figura 10), el detector de

posición de componente 1404 puede determinar cuándo el extremo de la zona de deformación de extremo de entrada 812 (figura 8) alcanza los rodillos de ala 1002 y 1004 (figura 10). Además, el detector de posición de componente 1404 puede usarse en conexión con los bloques 1106, 1110, 1116, y 1120 de la figura 11 para determinar cuándo diversas partes del componente en forma de C de ejemplo 800 alcanzan los rodillos de ala 1002 y 1004.

El detector de posición de componente 1404 puede estar configurado para obtener interrupciones o avisos desde la interfaz de detector de componente 1402 que indican cuando se detecta el borde de entrada 808 o el borde de salida 810 del componente en forma de C de ejemplo 800. En un ejemplo, el detector de posición de componente 1404 puede recuperar valores de fabricación de la interfaz de almacenamiento 1406 y determinar la posición del componente en forma de C de ejemplo 800 basándose en las interrupciones o avisos desde la interfaz de detector de componente 1402 y los valores de fabricación. Los valores de fabricación pueden incluir una velocidad del componente en forma de C de ejemplo 800, una longitud del componente en forma de C de ejemplo 800, la distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1028 (figura 10), la distancia de detector a rodillo de ala de lado de operario 1030 (figura 10), y valores de temporizador, pudiendo usarse todos ellos para determinar el tiempo de duración requerido para que el borde de entrada 808 alcance los rodillos de ala de lado 1002 y 1004 tal como se describió anteriormente en conexión con la figura 10.

La interfaz de almacenamiento 1406 puede estar configurada para almacenar valores de datos en una memoria tal como, por ejemplo, la memoria de sistema 1524 y la memoria de almacenamiento masivo 1525 de la figura 15. Adicionalmente, la interfaz de almacenamiento 1406 puede estar configurada para recuperar valores de datos de la memoria. Por ejemplo, tal como se describió anteriormente, la interfaz de almacenamiento 1406 puede obtener valores de fabricación de la memoria y comunicarlos al detector de posición de componente 1404. La interfaz de almacenamiento 1406 también puede estar configurada para obtener valores de posición para los rodillos de ala 1002 y 1004 (figura 10) y comunicar los valores de posición al ajustador de rodillo de ala 1408. Adicionalmente, la interfaz de almacenamiento 1406 puede obtener valores de tolerancia de deformación de extremo de la memoria y comunicar los valores de tolerancia de deformación de extremo al comparador 1412.

El ajustador de rodillo de ala 1408 puede estar configurado para obtener valores de posición de la interfaz de almacenamiento 1406 y ajustar la posición de, por ejemplo, los rodillos de ala 1002 y 1004 (figura 10) basándose en los valores de posición. El ajustador de rodillo de ala 1408 puede estar acoplado comunicativamente al sistema de ajuste de posición 1008 (figura 10) y al codificador lineal 1006 (figura 10). El ajustador de rodillo de ala 1408 puede accionar entonces el sistema de ajuste de posición 1008 para cambiar la posición del rodillo de ala de lado de operario 1002 y obtener valores de medición de desplazamiento del codificador lineal 1006 que indican la distancia o ángulo con el que se ha ajustado o desplazado el rodillo de ala de lado de operario 1002. El ajustador de rodillo de ala 1408 puede comunicar entonces los valores de medición de desplazamiento y los valores de posición al comparador 1412. El ajustador de rodillo de ala 1408 puede continuar entonces con el accionamiento o detención del sistema de ajuste de posición 1008 basándose en una comparación de los valores de medición de desplazamiento y los valores de posición.

La interfaz de sensor de deformación de extremo 1410 puede estar acoplada comunicativamente a un dispositivo o sensor de medición de deformación de extremo (por ejemplo, los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b de la figura 10) y configurada para obtener valores de medición de deformación de extremo de, por ejemplo, el componente en forma de C de ejemplo 800 (figura 8). La interfaz de sensor de deformación de extremo 1410 puede leer periódicamente (es decir, sondear) valores de medición de deformación de extremo de los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b. Alternativa o adicionalmente, la interfaz de sensor de deformación de extremo 1410 puede accionarse con interrupción y puede configurar los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b para enviar una interrupción o aviso cuando se ha obtenido un valor de medición de deformación de extremo. La interfaz de sensor de deformación de extremo 1410 puede leer entonces el valor de medición de deformación de extremo de uno o ambos de los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b en respuesta a la interrupción o aviso. Adicionalmente, la interfaz de sensor de deformación de extremo 1410 también puede configurar los sensores de retroalimentación 1024a y 1024b para detectar la presencia o ausencia del componente en forma de C de ejemplo 800 tal como se describe en conexión con el bloque 1124 de la figura 11.

El comparador 1412 puede estar configurado para realizar comparaciones basándose en valores obtenidos de la interfaz de almacenamiento 1406, el ajustador de rodillo de ala 1408, y la interfaz de sensor de deformación de extremo 1410. Por ejemplo, el comparador 1412 puede obtener valores de medición de deformación de extremo de la interfaz de sensor de deformación de extremo 1410 y valores de tolerancia de deformación de extremo de la interfaz de almacenamiento 1406. El comparador 1412 puede comunicar entonces los resultados de la comparación de los valores de medición de deformación de extremo y los valores de tolerancia de deformación de extremo al modificador de valor de posición de rodillo de ala 1414.

El modificador de valor de posición de rodillo de ala 1414 puede estar configurado para modificar valores de posición de rodillo de ala (por ejemplo, valores para las posiciones descritas en conexión con los bloques 1104, 1108, 1112, 1118 y 1112 de la figura 11) basándose en los resultados de comparación obtenidos del comparador 1412. Por

ejemplo, si los resultados de comparación obtenidos del comparador 1412 indican que un valor de medición de deformación de extremo es mayor o menor que el valor de tolerancia de deformación de extremo, por consiguiente puede modificarse la posición de rodillo de ala para cambiar un ángulo (por ejemplo, el ángulo 910 de la figura 9) de, por ejemplo, uno o ambos de los rodillos de ala 1002 y 1004.

5 La figura 15 es un diagrama de bloques de un sistema de procesador de ejemplo 1510 que puede usarse para implementar los aparatos y métodos descritos en el presente documento. Tal como se muestra en la figura 15, el sistema de procesador 1510 incluye un procesador 1512 que está acoplado a una red o bus de interconexión 1514. El procesador 1512 incluye un espacio de registro o conjunto de registro 1516, que se muestra en la figura 15
10 completamente en chip, pero que alternativamente podría ubicarse por completo o en parte fuera de chip y acoplado directamente al procesador 1512 a través de conexiones eléctricas dedicadas y/o a través del bus o red de interconexión 1514. El procesador 1512 puede ser cualquier procesador, unidad de procesamiento o microprocesador adecuado. Aunque no se muestra en la figura 15, el sistema 1510 puede ser un sistema multiprocesador y, por tanto, puede incluir uno o más procesadores adicionales idénticos o similares al procesador
15 1512 y acoplados comunicativamente a la red o bus de interconexión 1514.

El procesador 1512 de la figura 15 está acoplado a un conjunto de chips 1518, que incluye un controlador de memoria 1520 y un controlador de entrada/salida (E/S) 1522. Como se conoce bien, un conjunto de chips proporciona normalmente funciones de gestión de memoria y E/S así como una pluralidad de registros, temporizadores, etc. de propósito general y/o propósito especial a los que se accede o que se usan por uno o más procesadores acoplados al conjunto de chips. El controlador de memoria 1520 realiza funciones que permiten al procesador 1512 (o a los procesadores si hay múltiples procesadores) acceder a una memoria de sistema 1524 y una memoria de almacenamiento masivo 1525.

25 La memoria de sistema 1524 puede incluir cualquier tipo deseado de memoria volátil y/o no volátil tal como, por ejemplo, memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), memoria *flash*, memoria de sólo lectura (ROM), etc. La memoria de almacenamiento masivo 1525 puede incluir cualquier tipo deseado de dispositivo de almacenamiento masivo incluyendo controladores de disco duro, controladores ópticos, dispositivos de almacenamiento en cinta, etc.

30 El controlador de E/S 1522 realiza funciones que permiten que permiten al procesador 1512 comunicarse con dispositivos de entrada/salida (E/S) periféricos 1526 y 1528 a través de un bus de E/S 1530. Los dispositivos de E/S 1526 y 1528 puede ser cualquier tipo deseado de dispositivo de E/S tal como, por ejemplo, un teclado numérico, un monitor o pantalla de vídeo, un ratón, etc. Aunque en la figura 15 se muestran el controlador de memoria 1520 y el controlador de E/S 1522 como bloques funcionales separados dentro del conjunto de chips 1518, las funciones realizadas por estos bloques pueden integrarse dentro de un único circuito semiconductor o pueden implementarse usando dos o más circuitos integrados separados.

40 Los métodos descritos en el presente documento pueden implementarse usando instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador que se ejecutan por el procesador 1512. El medio legible por ordenador puede incluir cualquier combinación deseada de medios ópticos, magnéticos y/o de estado sólido implementados usando cualquier combinación deseada de dispositivos de almacenamiento masivo (por ejemplo, controlador de disco), dispositivos de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, disquetes, tarjetas o *memory sticks*, etc.) y/o dispositivos de memoria integrada (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, memoria *flash*, etc.).

45

REIVINDICACIONES

1. Sistema para controlar la deformación de extremo en un proceso de laminación con rodillos, que comprende:
 - 5 una interfaz de almacenamiento (1406) configurada para recuperar un valor de posición de rodillo de una memoria;
 - un ajustador de rodillo de ala (1408) acoplado comunicativamente a la interfaz de almacenamiento (1406) y configurado para obtener el valor de posición de rodillo de la interfaz de almacenamiento (1406) y cambiar una posición de un rodillo basándose en el valor de posición de rodillo;
 - 10 un comparador (1402) acoplado comunicativamente a la interfaz de almacenamiento (1406) y configurado para obtener un valor de tolerancia de deformación de extremo de la interfaz de almacenamiento (1406);
 - una interfaz de sensor (1410) acoplada comunicativamente al comparador (1412) y configurada para comunicar un valor de medición de deformación de extremo al comparador (1412), en el que el comparador (1412) está configurado para comparar el valor de tolerancia de deformación de extremo con el valor de medición de deformación de extremo, y en el que el valor de posición de rodillo se determina basándose en la comparación del valor de tolerancia de deformación de extremo y el valor de medición de deformación de extremo; y
 - 15 un detector de posición de componente (1404) configurado para detectar un componente.
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el ajustador de rodillo de ala (1408) está configurado para cambiar la posición del rodillo (1002, 1004) en respuesta a que el detector de posición de componente (1404) detecta el componente.
3. Sistema según la reivindicación 1, en el que la interfaz de sensor (1402) está configurada para acoplarse comunicativamente a al menos uno de un transductor de desplazamiento de tensión lineal, un sensor óptico, un sensor de láser, un sensor de proximidad, o un sensor ultrasónico.
4. Sistema según la reivindicación 1, en el que el componente es un larguero que tiene al menos una estructura de ala; y en el que el valor de medición de deformación de extremo indica al menos uno de un exceso de conformación o una falta de conformación de la estructura de ala.
5. Sistema según la reivindicación 1, en el que el ajustador de rodillo de ala (1408) está configurado para acoplarse comunicativamente a un sistema de ajuste de posición (1008) y a un codificador lineal (1006).
6. Sistema según la reivindicación 1, en el que el ajustador de rodillo de ala (1408) está configurado para cambiar la posición del rodillo (1002, 1004) inclinando o haciendo pivotar el rodillo (1002, 1004).
7. Medio accesible por máquina que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que una máquina de laminación con rodillos:
 - 40 detecte un material en movimiento a través de un proceso de laminación con rodillos;
 - varíe una posición de un rodillo para cambiar una característica de deformación de extremo del material a medida que el material se mueve a través del proceso de laminación con rodillos;
 - en el que el material es un componente conformado;
 - 45 obtenga un valor de medición de deformación de extremo asociado con el material y un valor de tolerancia de deformación de extremo;
 - compare el valor de medición de deformación de extremo con el valor de tolerancia de deformación de extremo; y determine un valor de posición de rodillo basándose en la comparación del valor de medición de deformación de extremo y el valor de tolerancia de deformación de extremo; y
 - 50 varíe la posición del rodillo en respuesta a la comparación del valor de medición de deformación de extremo y el valor de tolerancia de deformación de extremo.
8. Medio accesible por máquina según la reivindicación 7 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina almacene el valor de posición de rodillo en una base de datos.
9. Medio accesible por máquina según la reivindicación 8 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina recupere el valor de posición de rodillo de la base de datos basándose en información de identificación de material asociada con el material.
10. Medio accesible por máquina según la reivindicación 7, en el que el valor de medición de deformación de extremo está asociado con al menos una de una condición de deformación de extremo hacia dentro y una condición de deformación de extremo hacia fuera.
11. Medio accesible por máquina según la reivindicación 7 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina determine una ubicación del material dentro del proceso de laminación con rodillos.

- 5
12. Medio accesible por máquina según la reivindicación 11 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina varíe automáticamente la posición del rodillo basándose en la ubicación del material dentro del proceso de laminación con rodillos.
- 10
13. Medio accesible por máquina según la reivindicación 7 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina varíe automáticamente la posición del rodillo según al menos una de una velocidad de rodillo deseada, una pendiente de rampa de rodillo deseada, y una aceleración de rodillo deseada.
- 15
14. Medio accesible por máquina según la reivindicación 7 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina varíe automáticamente un ángulo del rodillo.
- 15
15. Medio accesible por máquina según la reivindicación 7 que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, hacen que la máquina varíe automáticamente la posición del rodillo basándose en una característica de material del material.

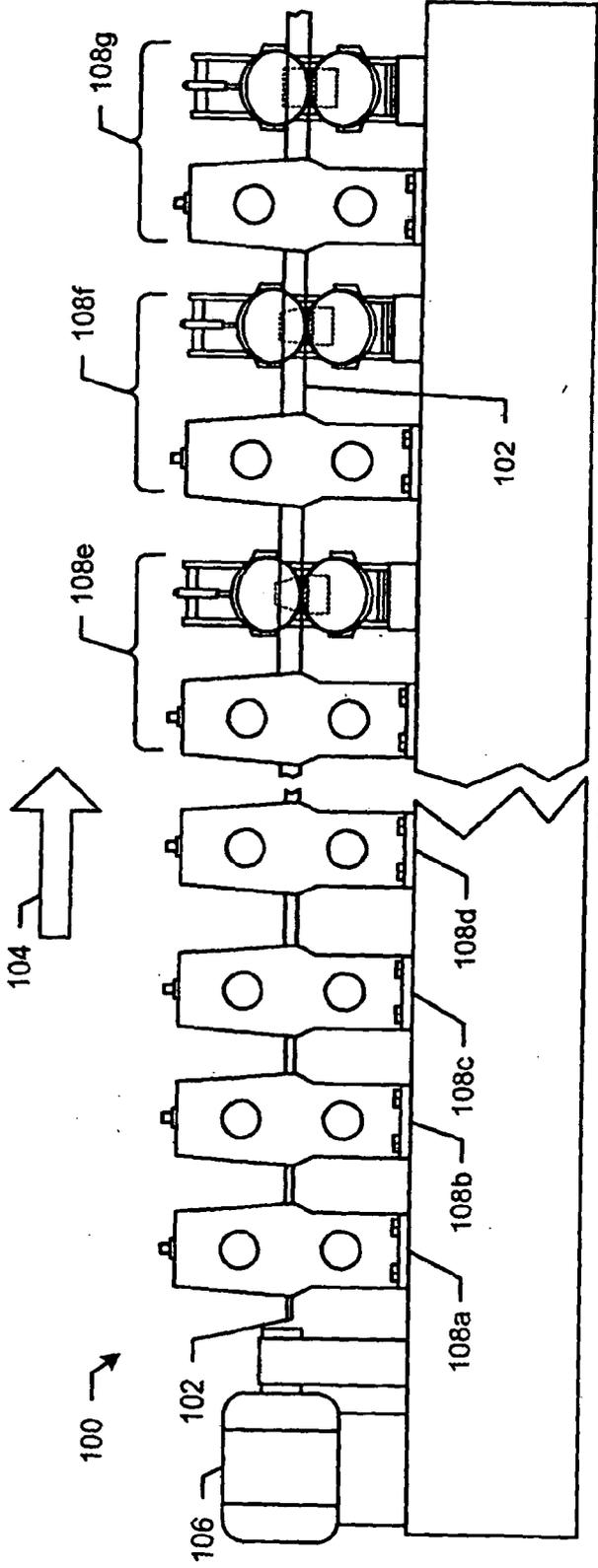


FIG. 1A

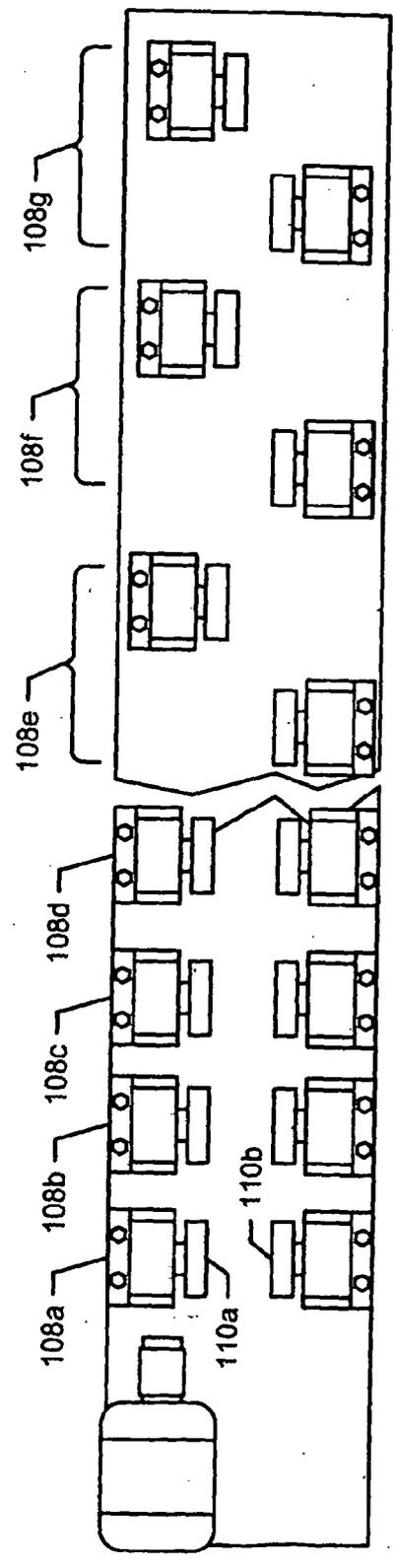


FIG. 1B

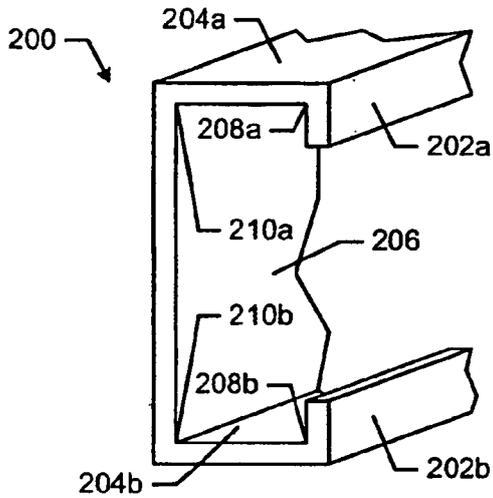


FIG. 2A

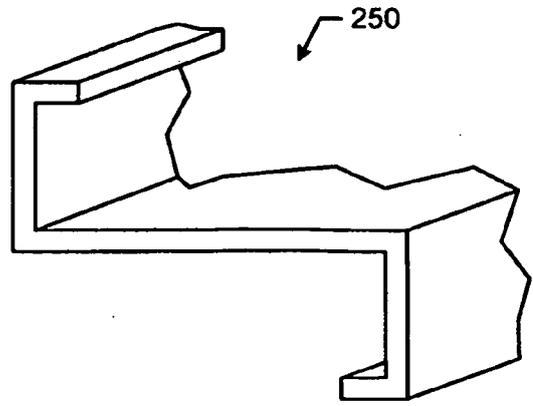


FIG. 2B

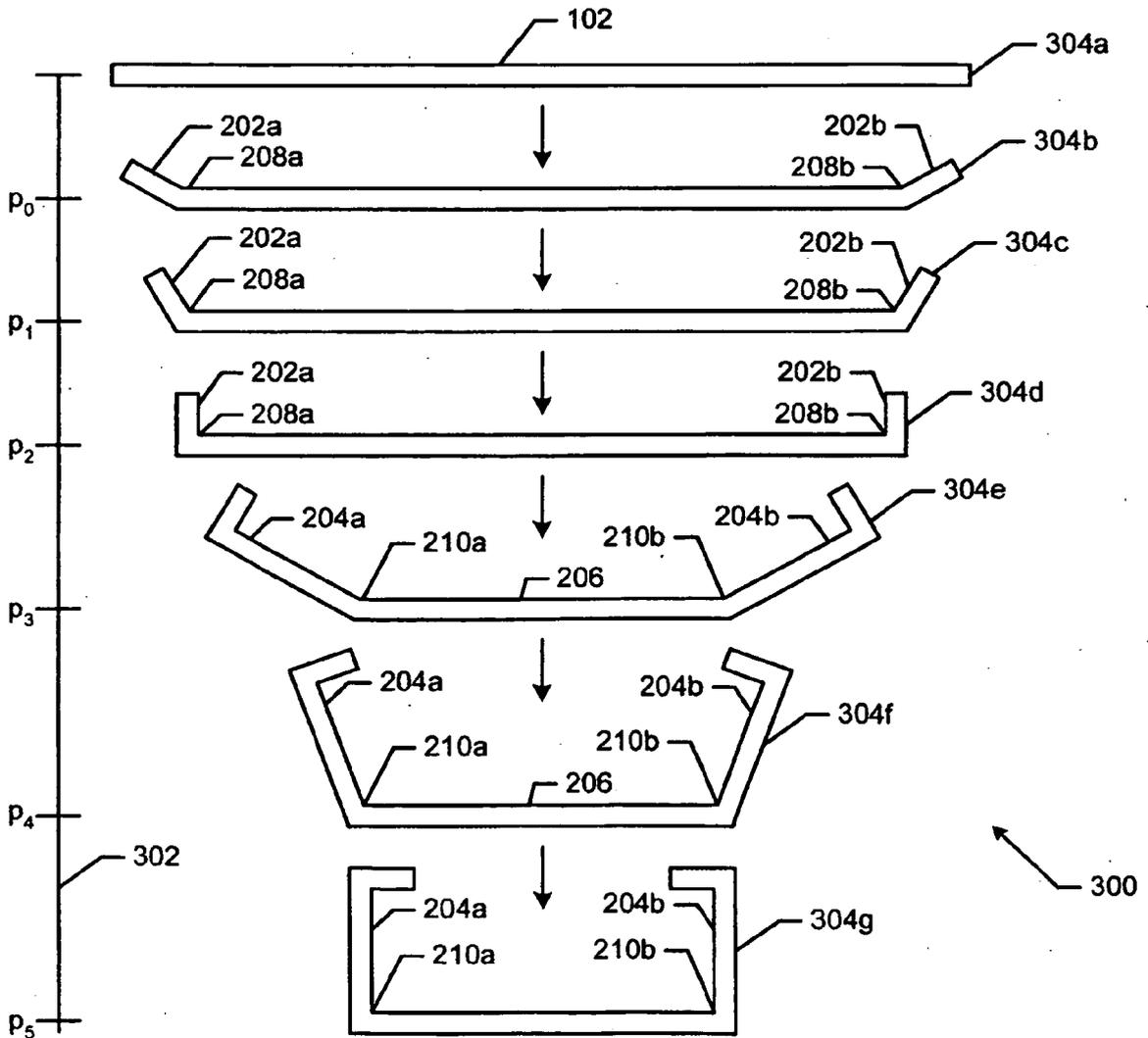


FIG. 3

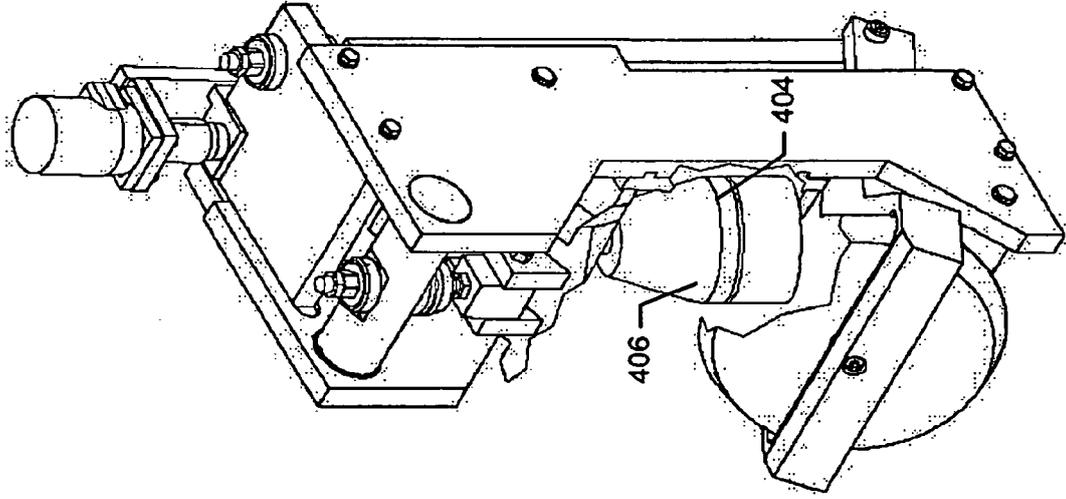


FIG. 4B

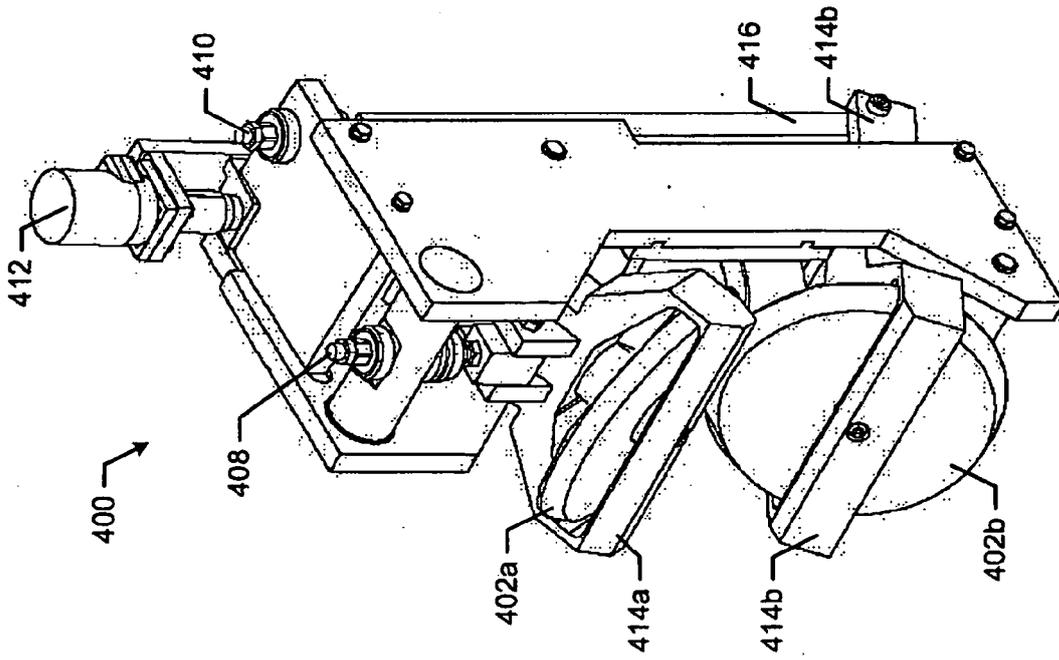


FIG. 4A

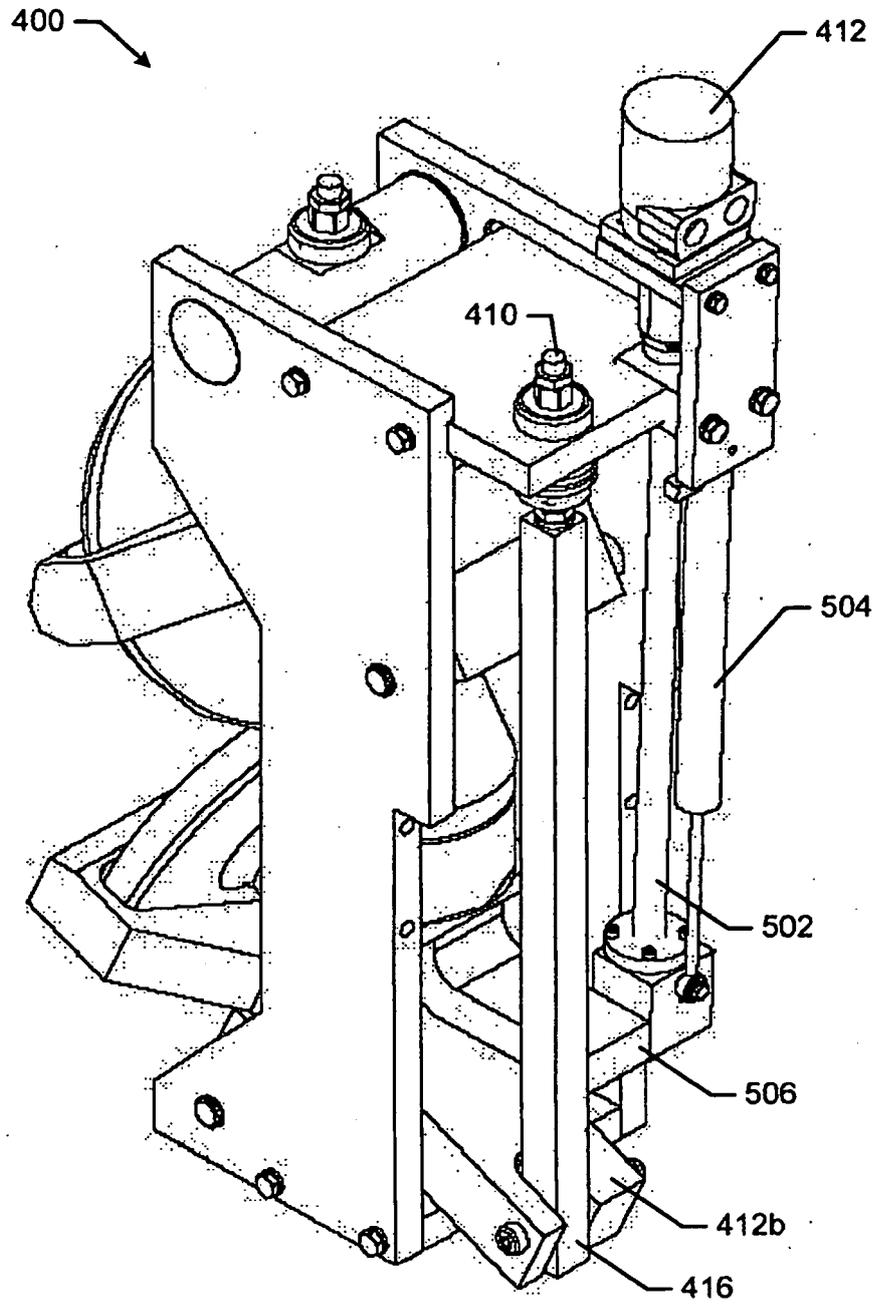


FIG. 5

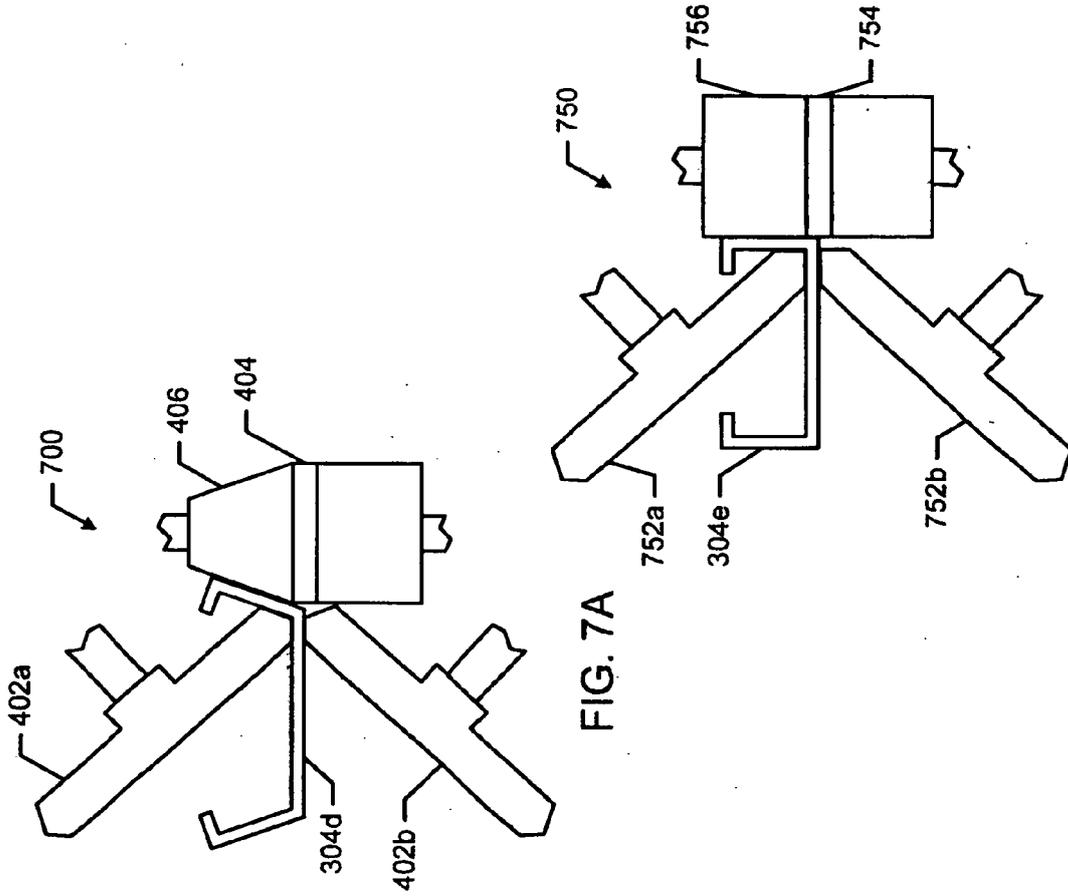


FIG. 7B

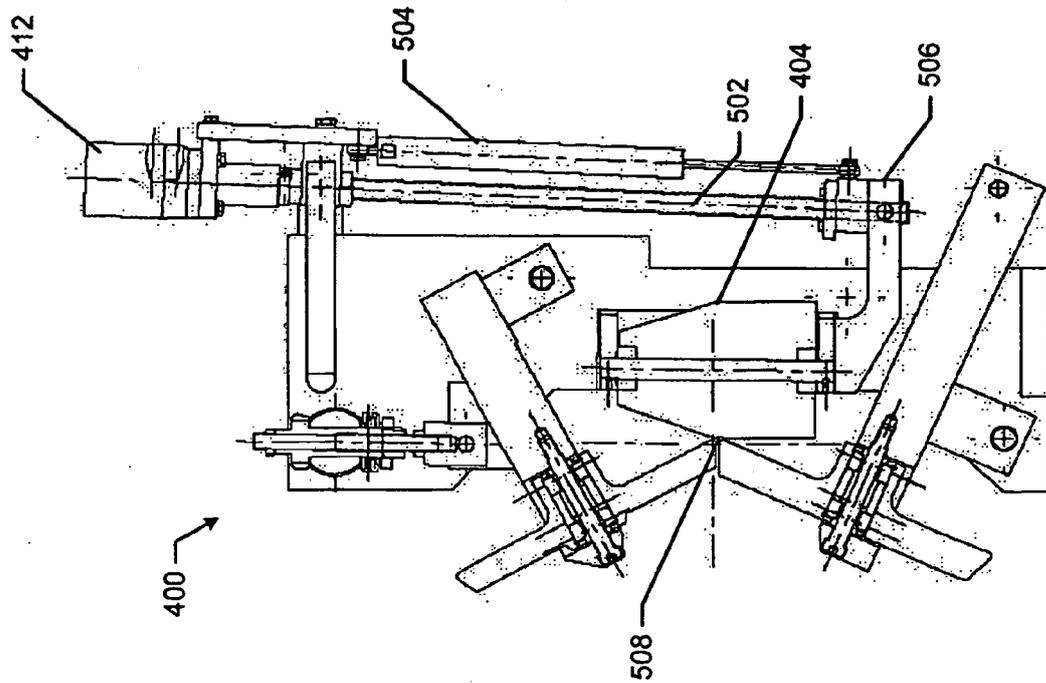


FIG. 6

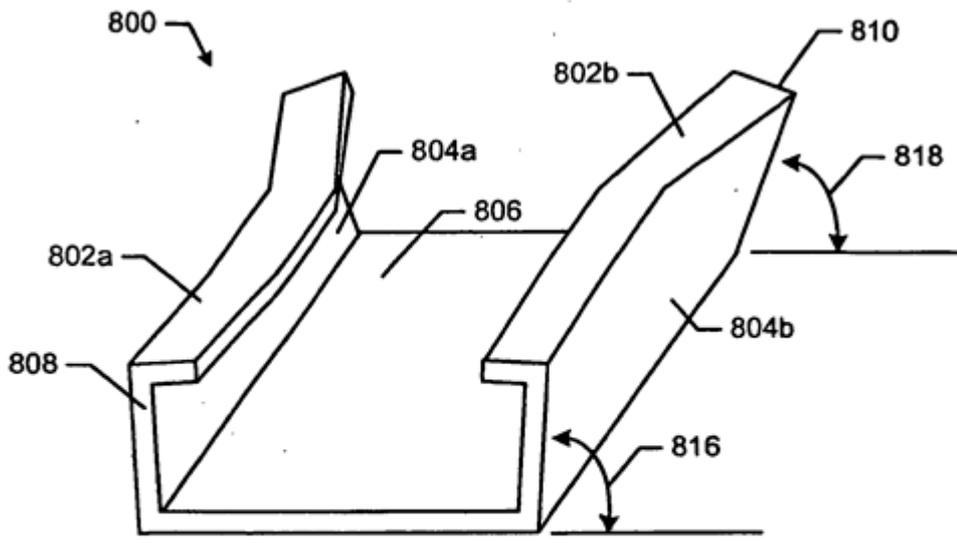


FIG. 8A

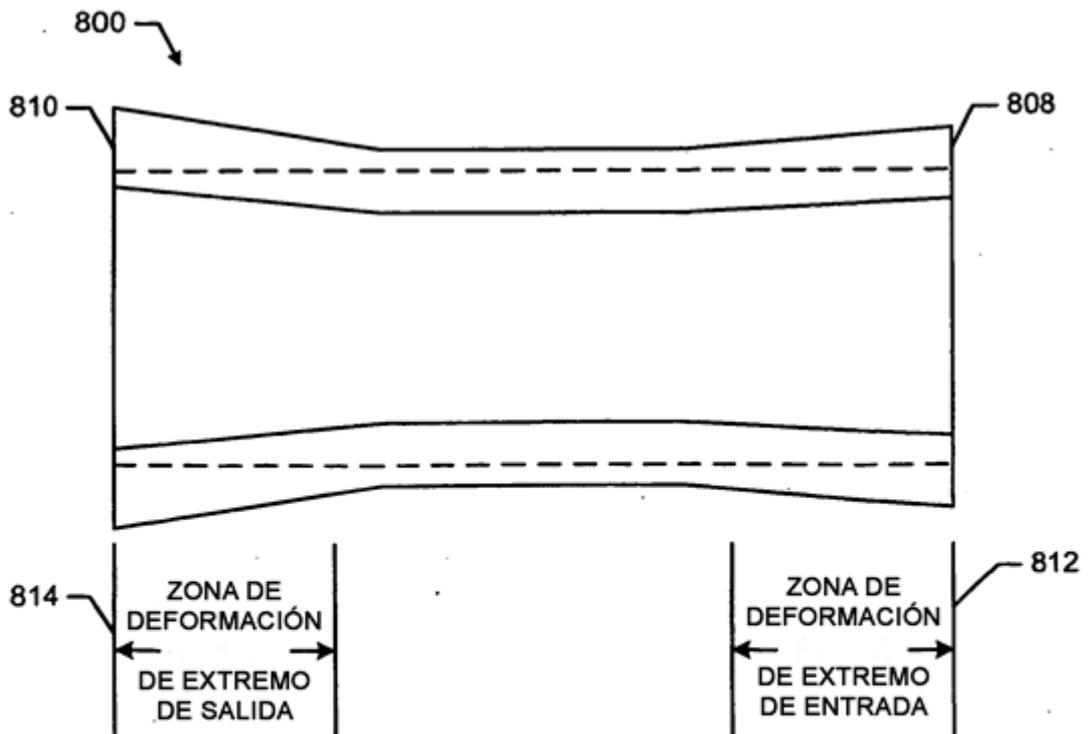


FIG. 8B

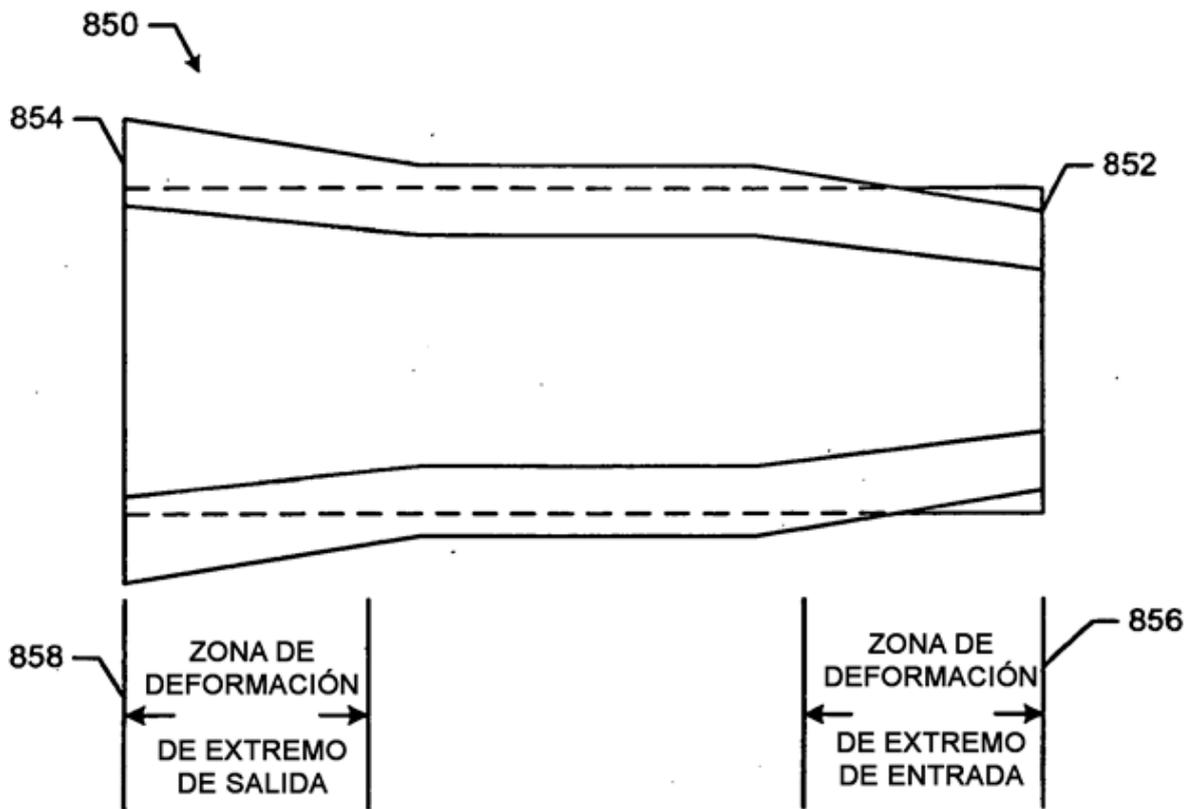


FIG. 8C

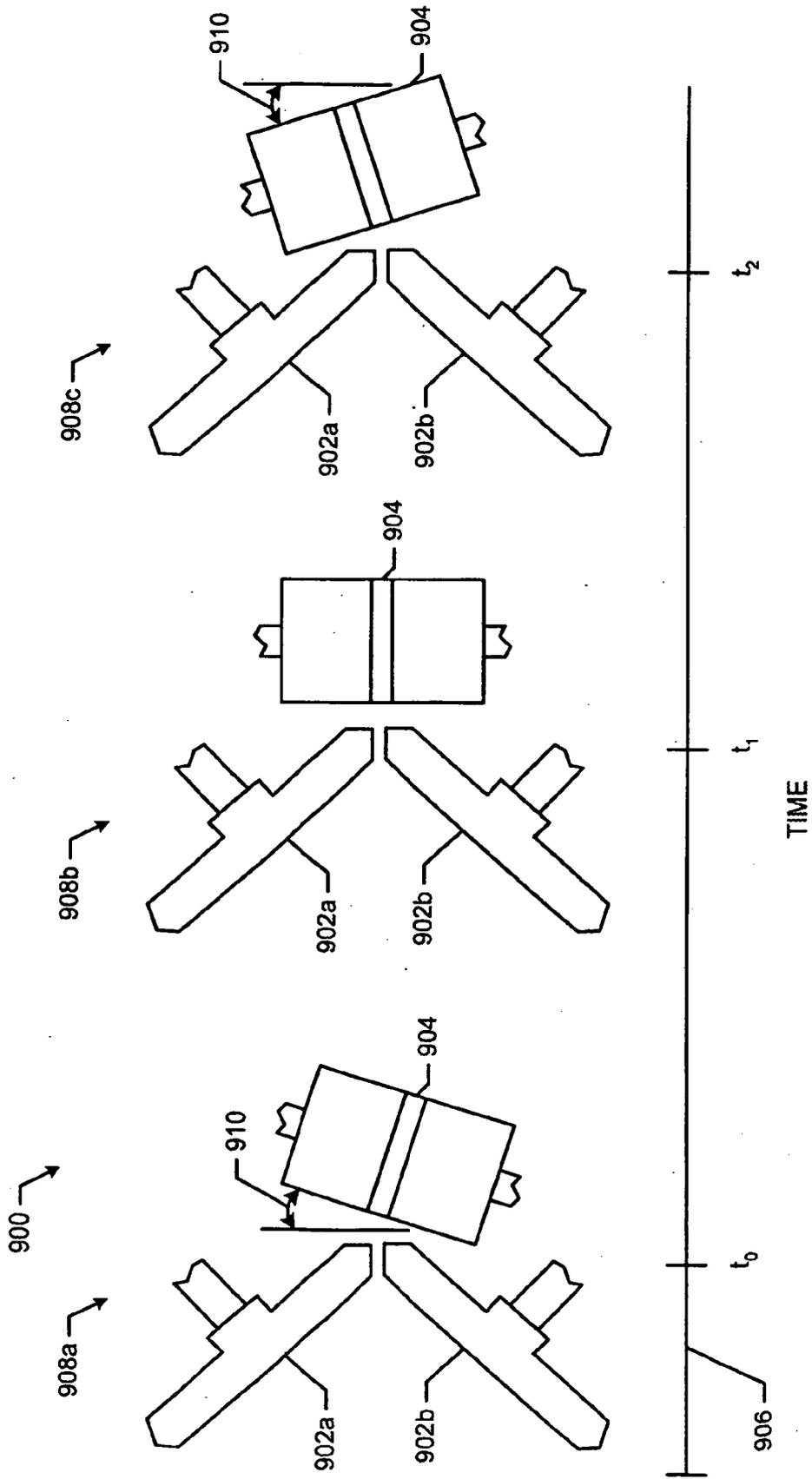


FIG. 9

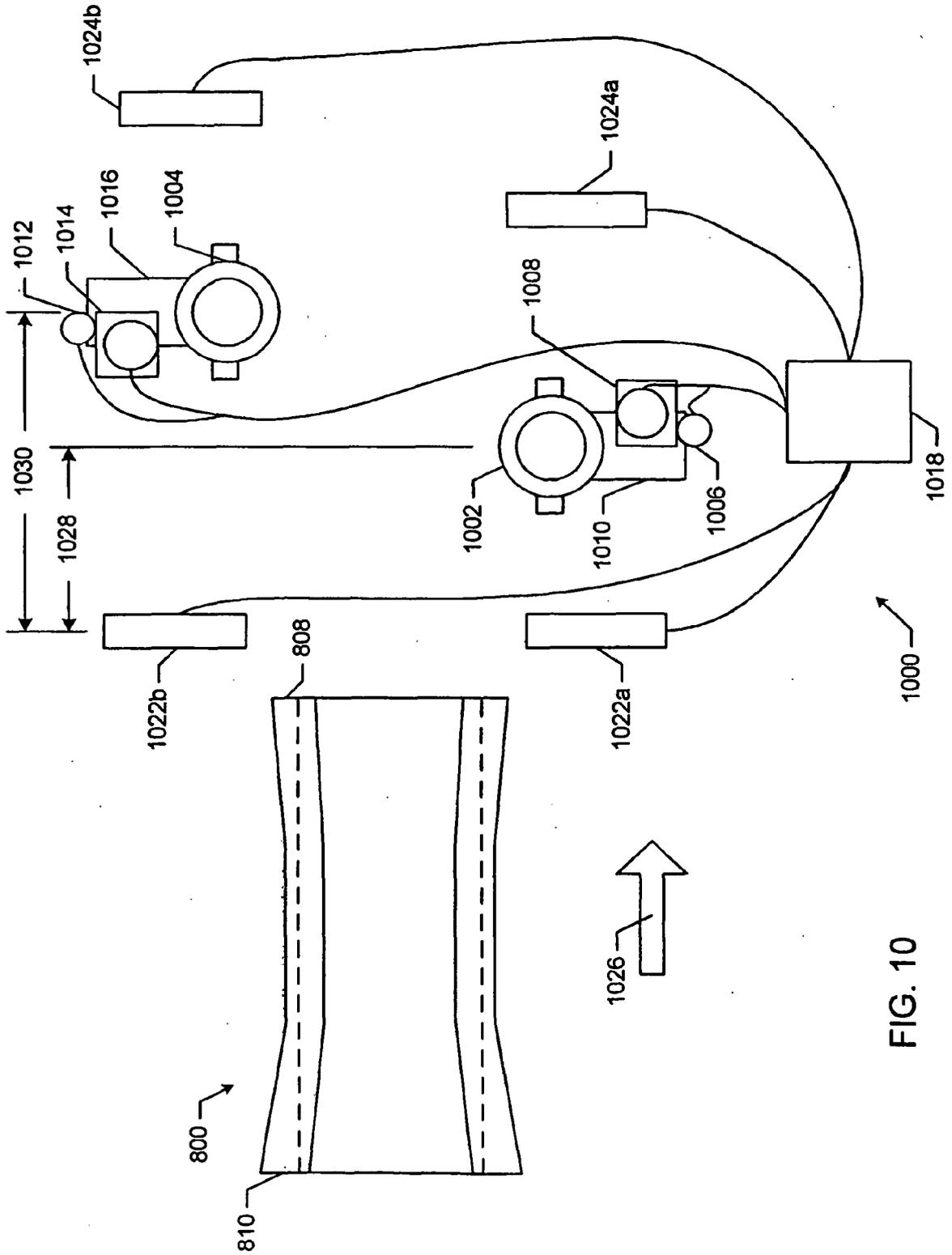


FIG. 10

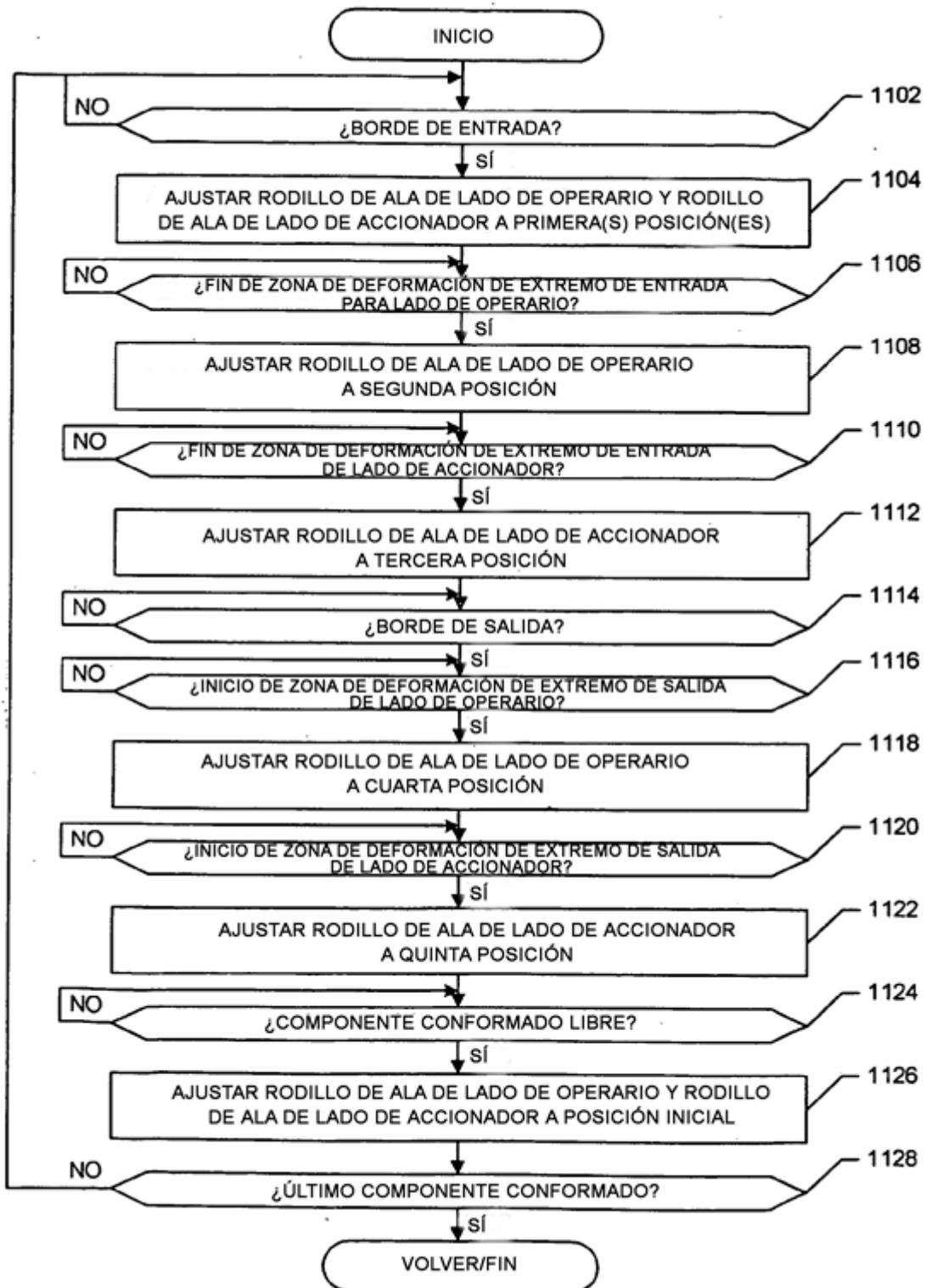


FIG. 11

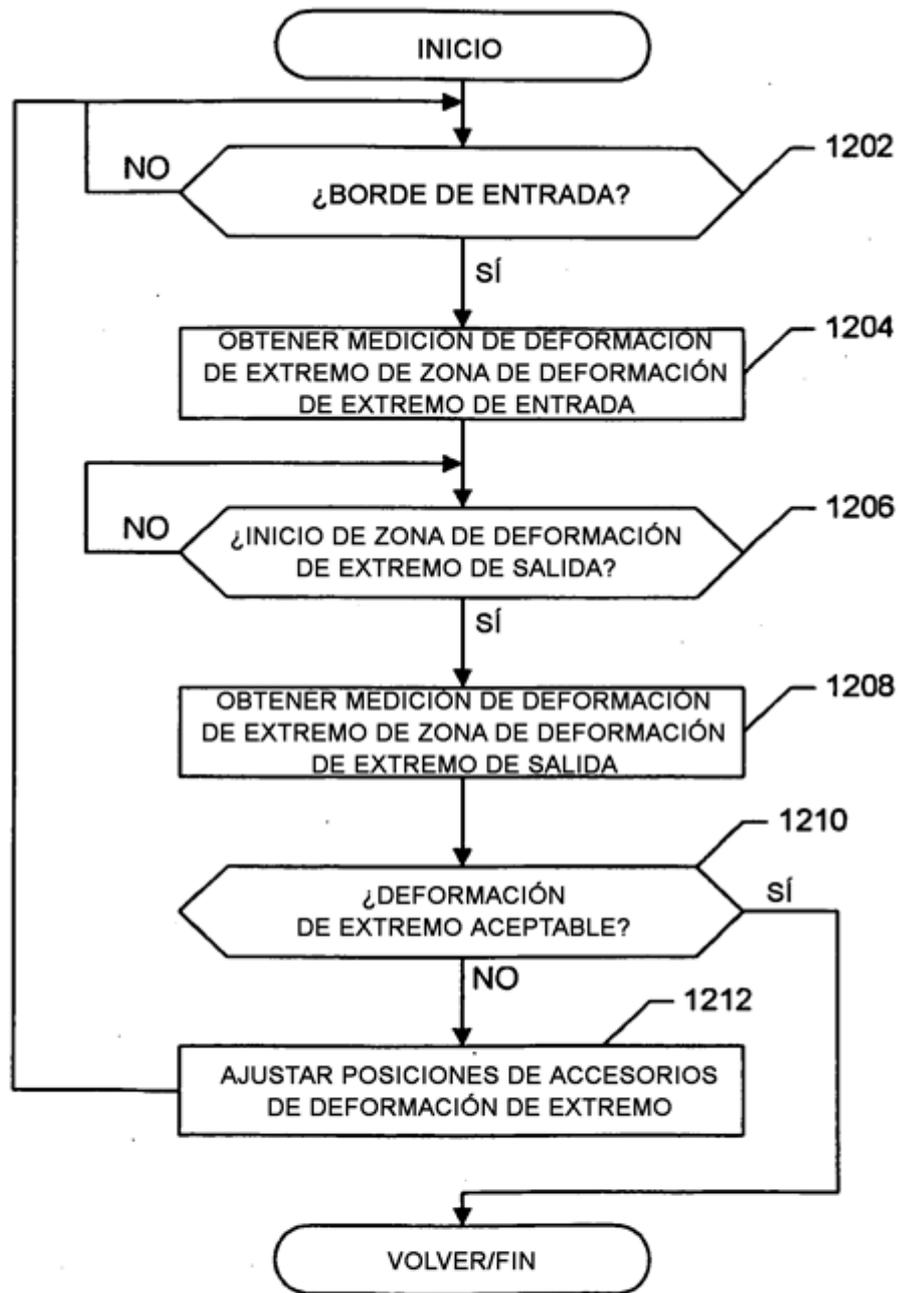


FIG. 12

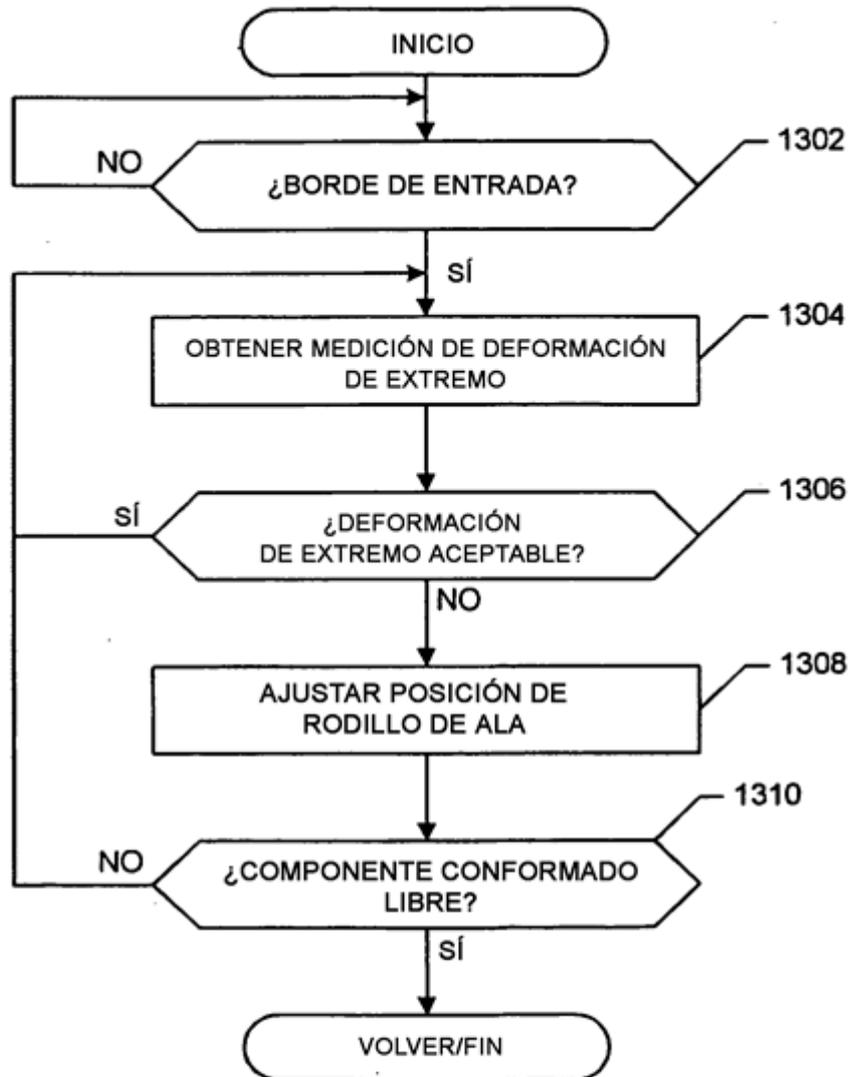


FIG. 13

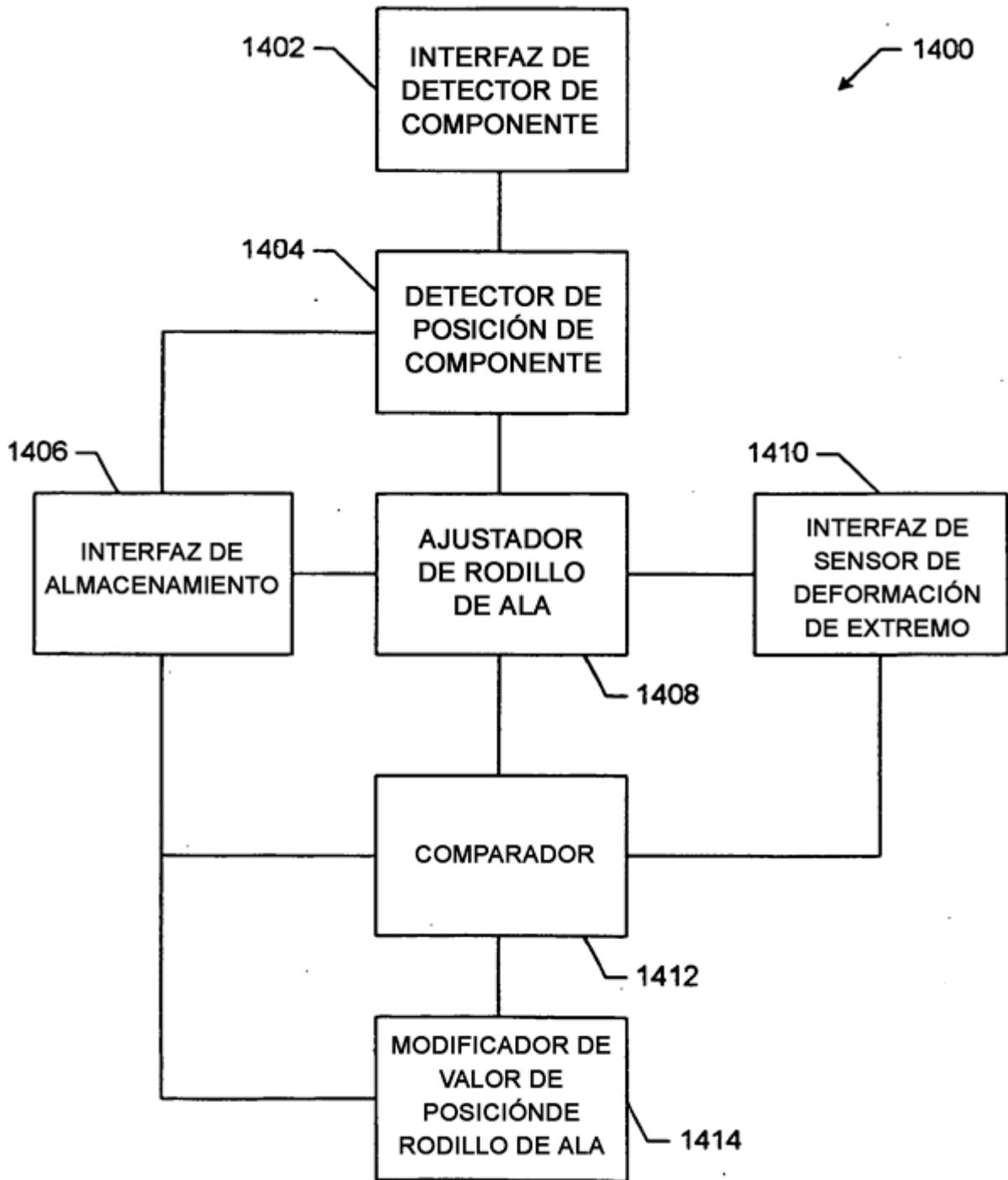


FIG. 14

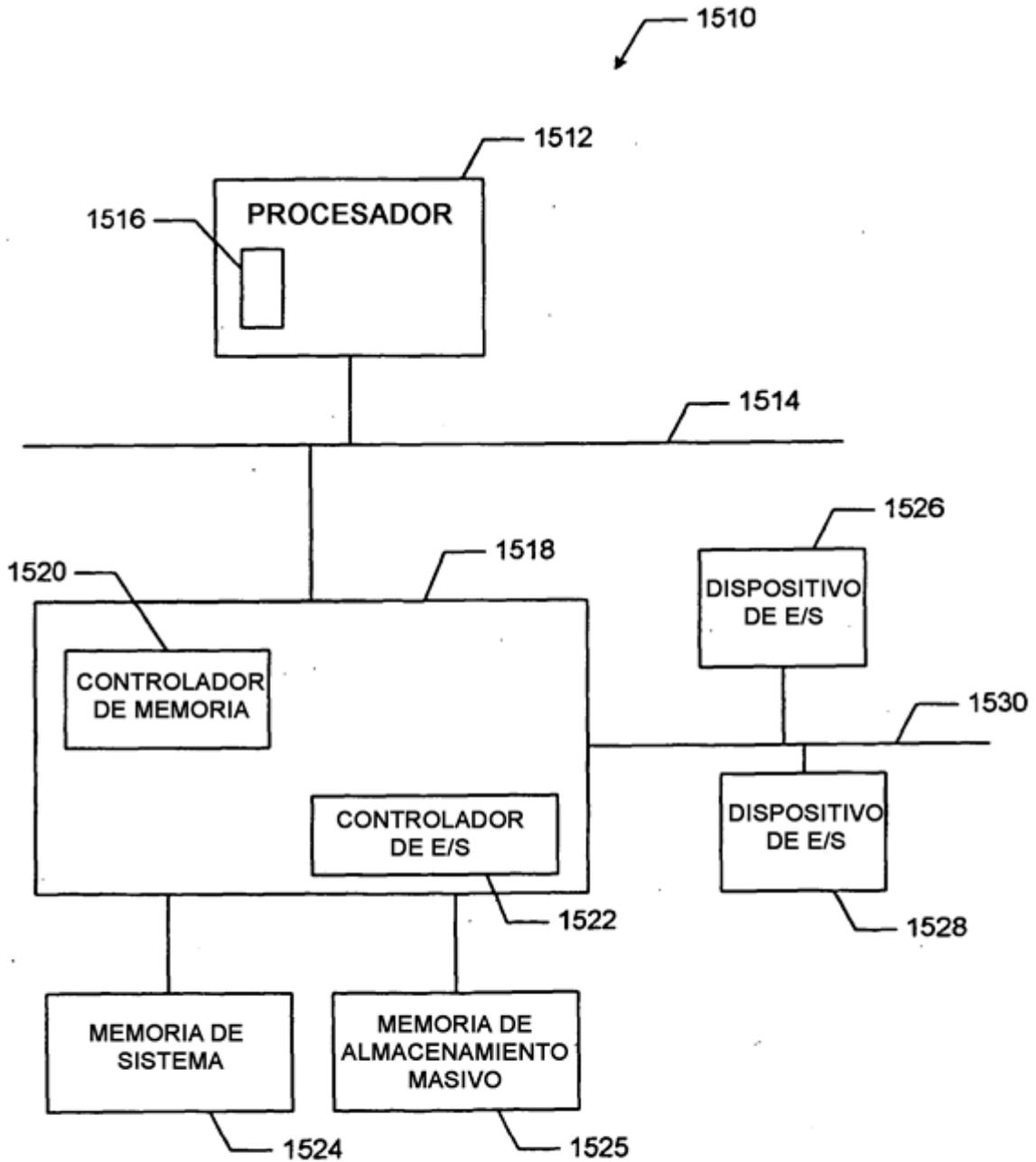


FIG. 15