

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 003**

51 Int. Cl.:

B21D 1/02 (2006.01)

G01B 11/30 (2006.01)

B21D 1/05 (2006.01)

B21B 37/28 (2006.01)

B21B 38/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14159949 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2777839**

54 Título: **Métodos y aparato para monitorizar máquinas de acondicionamiento de materiales en banda**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201313839809

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

05.04.2018

73 Titular/es:

**THE BRADBURY COMPANY, INC. (100.0%)
1200 East Cole Street, Moundridge
Kansas 67107, US**

72 Inventor/es:

**SMITH, GREGORY S. y
COX III, CLARENCE B.**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 662 003 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

Métodos y aparato para monitorizar máquinas de acondicionamiento de materiales en banda

Campo de la invención

5 [0001] La presente invención se refiere en general a máquinas de acondicionamiento de material y, más en concreto, a sistemas y a un método para monitorizar máquinas de acondicionamiento de material.

Descripción de la técnica anterior

10 [0002] Las acondicionadoras de material se han utilizado durante mucho tiempo en el procesamiento de material en banda utilizado en relación con los sistemas de fabricación o producción en masa. En un sistema de fabricación, normalmente se retira un material en banda (p. ej., un metal) de una cantidad enrollada del material en banda. Sin embargo, el material en banda o metal laminado desenrollado puede presentar determinadas características no deseables como, por ejemplo, *coil set* (deformación debida al enrollado), *longbow* (deformación en la dirección longitudinal), *crossbow* (deformación en la dirección transversal), etc., debido a defectos de forma y tensiones residuales internas que resultan del proceso de fabricación del material en banda y/o el almacenamiento del material en banda en una configuración enrollada.

15 [0003] Para conseguir una condición de material deseada, un material en banda retirado de una bobina a menudo requiere un acondicionamiento (p. ej., aplanamiento y/o nivelación) antes de un procesamiento posterior en una perfiladora, una máquina de estampado, una cortadora láser y/u otra(s) máquina(s). Para una producción de piezas óptima, un material en banda debe presentar una planicidad uniforme a lo largo de su sección transversal y su longitud longitudinal y no presentar defectos de forma ni tensiones residuales internas. Las aplanadoras y/o niveladoras pueden aplanar considerablemente un material en banda para eliminar los defectos de forma y/o liberar las tensiones residuales internas a medida que el material en banda se desenrolla de la bobina.

20 [0004] El documento JP-S-61123418 describe una combadura de un cuerpo metálico con forma de placa que se ajusta automáticamente a una cantidad permisible prescrita o inferior a la misma detectando la combadura del cuerpo con un detector y ajustando el hueco de los cilindros en un mecanismo de ajuste nivelador cuando la cantidad de combadura excede la cantidad prescrita. Un cuerpo metálico con forma de placa 1 que presenta una forma de banda rectangular se introduce en un detector de combadura 3 que, a su vez, pone en contacto con el cuerpo 1 medidores de detección de contacto 31'-34' conectados a interruptores de contacto 31-34. Se calcula la combadura sobre todo el cuerpo a partir del porcentaje de elongación de los medidores 31'-34' en esta etapa. Cuando el valor calculado excede el valor prescrito, cambia el hueco de los cilindros 5 en el mecanismo de ajuste nivelador 4, y disminuye la combadura del cuerpo 1 que pasa entre los cilindros 5. El dispositivo utiliza un gran número de costosos sensores para detectar una deformación en la dirección longitudinal (*longbow*) en un cuerpo con forma de placa rectangular y además no es adecuado para el procesamiento de un material en banda continua.

Sumario de la invención

35 [0005] En las reivindicaciones independientes 1 y 2 se definen dos modos de realización alternativos del sistema según la invención. En la reivindicación independiente 9 se define un método según la invención. Las reivindicaciones dependientes definen modos de realización ventajosos.

Breve descripción de los dibujos

[0006] Estos y otros aspectos de la invención se explicarán con mayor detalle a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

40 La figura 1 ilustra un material en banda de ejemplo en una condición enrollada.

La figura 2A es una vista lateral de un sistema de producción de ejemplo que presenta una niveladora de ejemplo configurada para procesar un material en banda móvil construido según la información dada a conocer en el presente documento.

La figura 2B es una vista en planta de la niveladora de ejemplo de la figura 2A.

45 La figura 3 ilustra una configuración de ejemplo de los cilindros de trabajo de la niveladora de ejemplo de las figuras 2A y 2B.

La figura 4 es una vista frontal de la niveladora de ejemplo de las figuras 2A, 2B y 3.

La figura 5 es una vista ampliada de la niveladora de ejemplo de las figuras 2A, 2B 3 y 4 que muestra un sistema de detección de combas de ejemplo construido según la información dada a conocer en el presente documento.

50 La figura 6 ilustra un sistema de ejemplo que puede utilizarse para hacer funcionar la niveladora de ejemplo de las figuras 2A, 2B, 3-5.

La figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un método de ejemplo para implementar el sistema de ejemplo de la figura 6.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques de una plataforma de procesador de ejemplo que puede utilizarse para implementar los métodos y el aparato de ejemplo descritos en el presente documento.

- 5 **[0007]** Los dibujos de las figuras no están hechos a escala ni son proporcionales. En general, los componentes idénticos se indican mediante los mismos números de referencia en las figuras.

Descripción detallada de los modos de realización de la invención

10 **[0008]** La figura 1 ilustra un material en banda 100 en una condición o estado enrollado 102. El material en banda enrollado manifiesta con frecuencia condiciones de material no deseables que son resultado del estiramiento longitudinal del material en banda 100 durante el enrollado y/o como resultado de la permanencia en el estado enrollado 102 durante un periodo de tiempo. En particular, el proceso de bobinado se realiza normalmente bajo una alta tensión, que puede provocar una condición denominada comúnmente *coil set* (deformación debida al enrollado). Si es considerable, el *coil set* puede manifestarse en sí como una condición comúnmente denominada *longbow* (deformación en la dirección longitudinal) (p. ej., comba hacia abajo /comba hacia arriba) provocando que el material en banda 100 experimente curvatura (p. ej., concavidad) a lo largo de su eje longitudinal. El *longbow*, por ejemplo, se debe a un diferencial de longitud entre superficies a lo largo de una longitud longitudinal L del material en banda 100 debido a que el material en banda 100 se encuentra en el estado enrollado 102. En otras palabras, el material en banda 100 retiene la curvatura (p. ej., un perfil encorvado o curvado) a lo largo de la longitud longitudinal L del material en banda 100. Esta condición no deseable se manifiesta en una condición o estado desenrollado cuando el material en banda 100 se desbobina de una bobina o carrete 10. Por ejemplo, debido a encontrarse en el estado enrollado 102, una superficie superior 106 del material en banda 100 es más larga (p. ej., curvada a lo largo de la longitud longitudinal L del material en banda 100) con respecto a una superficie interior o inferior 108 del material en banda 100. A medida que se tira de una parte desenrollada 104, la superficie superior más larga 106 hace que la superficie inferior más corta 108 se curve o se doble (es decir, *longbow*).

25 **[0009]** Las condiciones de material no deseables tales como el *longbow* pueden eliminarse considerablemente utilizando técnicas de nivelación o aplanamiento. Las técnicas de nivelación y/o aplanamiento se implementan en función de las maneras en que los materiales en banda reaccionan a las tensiones impartidas en los mismos (p. ej., la cantidad de carga o fuerza aplicada a una material en banda). Por ejemplo, el grado en que cambia la estructura y las características del material en banda 100 depende, en parte, de la cantidad de carga, fuerza, o tensión aplicada en el material en banda 100.

30 **[0010]** Las niveladoras normalmente doblan un material en banda hacia delante y hacia atrás mediante una serie de cilindros de trabajo para reducir las tensiones internas cambiando de forma permanente la memoria del material en banda 100. Más específicamente, los cilindros de trabajo se colocan o se encajan en una posición de profundidad de caída requerida para deformar plásticamente el material en banda. Por ejemplo, la posición de profundidad de caída puede determinarse mediante características de material conocidas como, por ejemplo, el grosor del material en banda, el límite de elasticidad del material en banda, la composición del material en banda y/o el diámetro de los cilindros de trabajo, etc.

35 **[0011]** En la posición de profundidad de caída, los cilindros de trabajo aplican una fuerza de caída para deformar plásticamente el material en banda 100 a medida que el material entra en la máquina niveladora. Doblar el material en banda 100 utilizando una fuerza de caída relativamente baja mantiene el material en banda 100 en una fase elástica de manera que las tensiones residuales en el material en banda 100 permanecen inalteradas. Para reducir considerablemente o eliminar las tensiones residuales, se estira el material en banda 100 más allá de la fase elástica a una fase plástica para estirar el material en banda 100 a lo largo de todo el grosor del material en banda 100. La cantidad de fuerza requerida para hacer que un metal cambie de una condición elástica a una condición plástica se conoce comúnmente como límite de elasticidad. La fuerza de caída aplicada al material en banda 100 puede aumentarse para hacer pasar el material de la fase elástica a la fase plástica con el fin de reducir considerablemente o eliminar las tensiones residuales del material en banda 100 que producen deformaciones o características no deseadas (p. ej., como *coil set* y/o *longbow*). Específicamente, aumentos pequeños en la fuerza o carga aplicada al material en banda 100 pueden hacer que se produzcan cantidades de estiramiento (es decir, deformación) relativamente grandes.

40 **[0012]** Aunque el límite de elasticidad del material en banda 100 es constante, el efecto del *coil set* puede requerir que una fuerza mayor doble o estire el borde trasero 112 del material en banda 100 más allá del límite de elasticidad del material en banda en comparación con una fuerza requerida para doblar o estirar el borde delantero 110 del material en banda 100 más allá del límite de elasticidad del material en banda 100. Sin embargo, en algunos ejemplos, si el material en banda 100 se procesa con una fuerza de caída considerable (p. ej., se aplica demasiada fuerza de caída al material en banda 100), la fuerza de caída puede hacer que la superficie superior 106 se curve hacia la superficie inferior 108 (es decir, se combe hacia abajo). De forma adicional o alternativa, el *coil set* puede variar a lo largo de un ancho W del material en banda 100 (p. ej., entre los respectivos bordes periféricos 114 y 116).

[0013] Como resultado, encajar los cilindros de trabajo en función solo de una posición de profundidad de caída puede no explicar los cambios en la fuerza de caída necesaria a lo largo de diferentes partes (p. ej., longitudes) del material en banda 100 a medida que el material en banda 100 se desenrolla del carrete 10. En otras palabras, pueden necesitarse diferentes cantidades de fuerza (p. ej., fuerza vertical) para acondicionar el material en banda 100 (p. ej., estirar el material en banda más allá de su límite de elasticidad o evitar el estiramiento excesivo) a medida que se desenrolla el material en banda 100 del carrete 10. Por ejemplo, una fuerza de caída insuficiente proporcionada por una posición de profundidad de caída de los cilindros de trabajo puede no estirar o elongar una parte del material en banda 100 más allá del límite de elasticidad del material en banda 100, lo que puede provocar un cambio permanente relativamente menor o insignificante en las tensiones internas en la parte no estirada del material en banda 100. Cuando se retira una fuerza de caída aplicada a una parte del material en banda 100 sin haber estirado partes del material en banda a la fase plástica, las tensiones residuales permanecen en esas partes del material en banda 100, provocando que el material en banda 100 vuelva a su forma antes de aplicar la fuerza. En ese caso, el material en banda 100 se ha doblado, pero no se ha curvado. En algunos ejemplos, el material en banda 100 puede procesarse o estirarse en exceso con una profundidad o fuerza de caída considerable, provocando que la superficie superior 106 del material en banda se combe hacia abajo hacia la superficie inferior 108.

[0014] Los métodos y el aparato de ejemplo dados a conocer en el presente documento monitorizan la curvatura, concavidad o *longbow* del material en un material en banda y/o proporcionan un material en banda 100 considerablemente plano que presenta un *longbow* mínimo o considerablemente reducido.

[0015] Para reducir considerablemente o eliminar el *longbow* del material en banda 100, los métodos y el aparato de ejemplo descritos en el presente documento monitorizan o miden la curvatura del material (p. ej., la concavidad) para monitorizar, detectar, corregir o eliminar el *longbow* a lo largo del eje longitudinal de la longitud L del material en banda 100. La detección del *longbow* permite un ajuste suficiente de una máquina niveladora y/o cualquier otra máquina o máquinas de aplanamiento para aplicar una fuerza suficiente a un material en banda con el fin de eliminar de forma efectiva el efecto *longbow* (p. ej., deformar plásticamente el material en banda 100) a lo largo de toda la longitud del material en banda 100 (p. ej., a lo largo de la longitud longitudinal L entre los bordes delantero y trasero 110, 112). De forma más específica, para detectar curvatura a lo largo de la longitud L del material en banda 100, los métodos y el aparato de ejemplo dados a conocer en el presente documento monitorizan o detectan una diferencia en los valores de altura medidos entre una referencia (p. ej., una base de un sensor) y el material en banda 100 (p. ej., un diferencial de distancia vertical) a medida que el material en banda sale de las niveladoras. Por ejemplo, los valores de altura medidos pueden tomarse al menos en dos posiciones laterales (p. ej., posiciones horizontales) en el material en banda 100 a medida que el material en banda sale de una máquina niveladora u otra máquina o máquinas de aplanamiento. Los valores de altura medidos pueden tomarse al menos en dos posiciones laterales de forma simultánea o dentro de un intervalo o intervalos de tiempo específico(s).

[0016] Por ejemplo, los métodos y el aparato de ejemplo detectan una altura o distancia (p. ej., un hueco o espacio vertical) entre un punto de referencia y la superficie superior 106 del material en banda 100 medida en una primera posición o punto del material en banda 100 y una segunda posición o punto (p. ej., más adelante de la primera posición) a medida que el material en banda 100 sale de la máquina niveladora y se aleja de la máquina niveladora. Por ejemplo, la primera y la segunda posición están alejadas (p. ej., horizontalmente) entre sí y en relación con una salida de la máquina niveladora. En algunos ejemplos, las posiciones de altura pueden medirse de forma simultánea en la primera y la segunda posición (es decir, medir dos puntos laterales diferentes en el material en banda 100 al mismo tiempo). De forma adicional o alternativa, en algunos ejemplos, puede medirse el mismo punto del material en banda 100 en diferentes intervalos de tiempo a medida que el material en banda 100 se mueve entre una primera posición contigua a la salida de la niveladora y una segunda posición más adelante de la primera posición (es decir, medir el mismo punto o ubicación del material en banda 100 a medida que el punto o ubicación que se ha de medir se desplaza entre una primera posición y una segunda posición). Se determina una diferencia entre el primer y el segundo valor de altura medidos para monitorizar, y/o detectar, curvatura del material. En particular, una diferencia entre la primera y la segunda posición de altura indica que existe *longbow* en el material en banda 100. Esta diferencia puede ser un valor positivo o un valor negativo, que indica la dirección y la magnitud para detectar una combadura hacia abajo o hacia arriba.

[0017] Como resultado, los métodos y el aparato de ejemplo dados a conocer en el presente documento permiten que una niveladora u otra máquina de aplanamiento cambie una fuerza de caída (p. ej., aumente o reduzca) aplicada al material en banda 100 suficiente para estirar (p. ej., deformar plásticamente) el material en banda con el fin de corregir el *longbow* (p. ej., combadura hacia abajo/combadura hacia arriba). Cuando la diferencia entre los valores de altura medidos es igual a un valor de referencia o umbral (p. ej., una diferencia de umbral alrededor de cero o aproximadamente cero), se corrige o se elimina considerablemente el *longbow*, proporcionando de esta manera propiedades de planicidad considerablemente mejoradas y/o propiedades de combustión con láser plano en el material en banda después del nivelado.

[0018] La figura 2A es una vista lateral y la figura 2B es una vista en planta de un sistema de producción de ejemplo 20 configurado para procesar un material en banda móvil 100 utilizando una niveladora de ejemplo 202 dada a conocer en el presente documento. En algunas implementaciones de ejemplo, el sistema de producción de ejemplo

20 puede formar parte de un sistema de fabricación de material en banda continuamente en movimiento, que puede incluir una pluralidad de subsistemas que modifican, condicionan o alteran el material en banda 100 utilizando procesos que, por ejemplo, nivelan, aplanan, perforan, cortan y/o pliegan el material en banda 100. En implementaciones de ejemplo alternativas, la niveladora 202 puede implementarse como un sistema independiente.

[0019] En el ejemplo ilustrado, la niveladora de ejemplo 202 puede colocarse entre una desbobinadora 204 y una unidad operativa posterior 206. En el ejemplo ilustrado, el material en banda 100 se desplaza desde la desbobinadora 204 a través de la niveladora 202 y hasta la unidad operativa posterior 206 en una dirección generalmente indicada por la flecha 208. La unidad operativa posterior 206 puede ser un sistema de suministro de material continuo que transporta el material en banda 100 desde la niveladora 202 hasta un proceso operativo posterior tal como, por ejemplo, una prensa punzonadora, una prensa de cizalla, una perfiladora de rodillos, una cortadora láser, etc. Por ejemplo, durante la operación de nivelación, pueden llevarse a cabo operaciones posteriores (p. ej., una operación de corte realizada mediante una cortadora láser) a medida que el material en banda 100 se mueve de forma continua por la niveladora 202. En algunos ejemplos, puede emplearse un transportador para transferir y/o soportar el material en banda 100 entre la niveladora 202 y la unidad operativa posterior 206. En otras implementaciones de ejemplo, pueden suministrarse hojas previamente cortadas de, por ejemplo, el material en banda 100 de hoja en hoja a través de la niveladora 202.

[0020] El material en banda 100 puede ser una sustancia metálica como, por ejemplo, acero o aluminio, o puede ser cualquier otro material deformable. En un estado enrollado, el material en banda 100 puede someterse a una distribución variable y asimétrica de tensiones residuales a lo largo de su ancho W (p. ej., un eje lateral) y largo L (p. ej., un eje longitudinal o línea central) que producen defectos de forma en el material en banda 100. A medida que el material en banda 100 se desenrolla o se retira del carrete enrollado 10, puede adoptar una o más condiciones propias del desenrollamiento o defectos de forma como, por ejemplo, *coil set* y/o *longbow*. No eliminar las tensiones internas del material en banda 100 puede provocar que el material en banda desenrollado 100 se curve o se combe (p. ej., hacia arriba) y dañe, por ejemplo, una cortadora láser a medida que el material en banda 100 es cortado por la cortadora láser.

[0021] Para acondicionar el material en banda 100 y eliminar las tensiones internas que pueden causar condiciones de desenrollamiento tales como *coil set* o *longbow*, el material en banda 100 se desplaza a través de la niveladora 202. La niveladora 202 del ejemplo ilustrado emplea una pluralidad de cilindros de trabajo 212 para remodelar o trabajar el material en banda 100 con el fin de reducir el *coil set* y/o las tensiones internas en el material en banda 100 y para impartir una forma plana en el material en banda 100 a medida que sale de la niveladora 202. De esta manera, la eliminación de las tensiones internas evita considerablemente que el material en banda 100, por ejemplo, se combe y dañe, por ejemplo, una cortadora láser a medida que el material en banda 100 es cortado por la cortadora láser. En otras palabras, se elimina la memoria interna del material en banda 100 mediante la niveladora 202.

[0022] Para detectar o asegurar que se elimina la curvatura del material (p. ej., *longbow* o *comba*) del material en banda 100, la niveladora de ejemplo 202 del ejemplo ilustrado emplea un sistema o aparato de detección de combas 214 según la información dada a conocer en el presente documento. Como se describe con más detalle a continuación, el sistema de detección de combas 214 mide una diferencia de altura en uno o más puntos o posiciones a lo largo de una longitud del material en banda 100 (p. ej., a lo largo de una línea central L de la figura 2B) a medida que el material en banda 100 sale de la niveladora 202.

[0023] La figura 3 ilustra una configuración de ejemplo de los cilindros de trabajo 212 de la niveladora de ejemplo 202 de las figuras 2A y 2B. Como se muestra en el ejemplo ilustrado de la figura 3, la pluralidad de cilindros de trabajo 212 de la niveladora 202 están dispuestos como una pluralidad de cilindros de trabajo superiores 302 y cilindros de trabajo inferiores 304. Para remodelar o trabajar el material en banda 100, los cilindros de trabajo superiores 302 y cilindros de trabajo inferiores 304 están colocados en una relación inclinada (p. ej., una relación encajada o alterna) unos con respecto a los otros en lados opuestos del material en banda 100 que se procesa para crear una trayectoria de material que envuelve por encima y por debajo superficies opuestas de los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 alternos. Acoplar las superficies opuestas del material en banda 100 utilizando los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 de esta forma alterna facilita la liberación de las tensiones residuales en el material en banda 100 para acondicionar (p. ej., aplanar, nivelar, etc.) el material en banda 100.

[0024] En el ejemplo ilustrado, los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 se dividen en una pluralidad de cilindros de trabajo de entrada 306 y una pluralidad de cilindros de trabajo de salida 308. Los cilindros de trabajo de entrada 306 remodelan el material en banda 100 reduciendo las tensiones internas del material en banda 100. Los cilindros de trabajo de salida 308 ajustan cualquier tensión interna restante del material en banda 100 para impartir una forma plana en el material en banda 100 a medida que el material en banda 100 sale de la niveladora 202. La niveladora 202 del ejemplo ilustrado puede emplear también una pluralidad de cilindros de trabajo inactivos 310 colocados entre los cilindros de trabajo de entrada 306 y los cilindros de trabajo de salida 308 y en línea con los mismos. Por ejemplo, los cilindros de trabajo de entrada y de salida 306 y 308 pueden accionarse mediante,

por ejemplo, un motor y los cilindros de trabajo inactivos 310 pueden no accionarse, pero pueden accionarse en algunas implementaciones. En algunos ejemplos, los cilindros de trabajo de entrada 306 pueden accionarse independientemente de los cilindros de trabajo de salida 308 y los cilindros de trabajo de entrada 306 pueden controlarse independientemente de los cilindros de trabajo de salida 308. En algunos ejemplos, los cilindros de trabajo de entrada 306 y los cilindros de trabajo de salida 308 pueden accionarse juntos y/o controlarse independientemente entre sí.

[0025] Las magnitudes de las fuerzas utilizadas para acondicionar el material en banda 100 dependen del tipo o la cantidad de reacción que presenta el material en banda 100 para envolverse o curvarse alrededor de una superficie de cada cilindro de trabajo 212. Como se muestra en la FIG. 2, cada cilindro de trabajo 212 se utiliza para aplicar una carga (es decir, una fuerza de caída F) al material en banda 100. La fuerza de caída aplicada por cada cilindro de trabajo 212 al material en banda 100 se crea aumentando una caída del cilindro de trabajo 212 hacia el material en banda 100. De forma más específica, para variar la fuerza de caída, puede variarse una caída del cilindro de trabajo cambiando una distancia entre centros o profundidad de caída 312 entre los ejes centrales 314 y 316 de los respectivos cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304. En general, para cualquier caída o profundidad de caída dada de los cilindros de trabajo, una distancia disminuida o profundidad de caída aumentada incrementa la tensión de tracción impartida al material en banda 100 y, por tanto, la probabilidad de deformación plástica, lo que acondiciona el material en banda 100. En el ejemplo ilustrado, se ajusta la caída de los cilindros de trabajo de entrada 306 para deformar el material en banda 100 más allá de su límite de elasticidad y, por consiguiente, la caída de los cilindros de trabajo de entrada 306 es relativamente mayor que una profundidad de caída de los cilindros de trabajo de salida 308. En algunas implementaciones de ejemplo, puede ajustarse la caída de los cilindros de trabajo de salida 308 de manera que no deformen el material en banda 100 mediante cualquier cantidad considerable, sino que, en su lugar, ajusten la forma del material en banda 100 a una forma plana (p. ej., se ajusta la caída de los cilindros de trabajo de salida 308 de forma que un hueco de separación entre superficies opuestas de los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 sea sustancialmente igual al grosor del material en banda 100).

[0026] La figura 4 ilustra una vista lateral de la niveladora de ejemplo 202 de la figura 2. Con referencia a la figura 4, la niveladora 202 presenta una estructura o carcasa 400 que incluye una estructura superior 402 y una estructura inferior 404. La estructura superior 402 incluye un soporte superior 406 montado sobre el mismo y la estructura inferior 404 incluye un soporte ajustable 408 montado sobre el mismo. En el ejemplo ilustrado de la figura 4, el soporte superior 406 no es ajustable y se fija a la estructura superior 402 y el soporte ajustable 408 se ajusta con respecto al soporte superior 406. Sin embargo, en otras implementaciones de ejemplo, el soporte superior 406 también puede ser ajustable.

[0027] El soporte superior 406 incluye una fila de cojinetes de soporte 410 sustentados por un escalón no ajustable 412 y la pluralidad de cilindros de trabajo superiores 302 que son sustentados por los cojinetes de soporte superiores 410. Por tanto, los cojinetes de soporte superiores 410 fijan los cilindros de trabajo superiores 302 en su lugar.

[0028] El soporte ajustable 408 incluye una fila de cojinetes de soporte inferiores 414 soportados por uno o más escalones ajustables 416. Los cojinetes de soporte inferiores 414 soportan la pluralidad de cilindros de trabajo inferiores 304. En algunos ejemplos, pueden colocarse cilindros intermedios (no se muestran) entre los cojinetes de soporte superiores 410 y los cilindros de trabajo superiores 302 y/o entre los cojinetes de soporte inferiores 414 y los cilindros de trabajo inferiores 304 para reducir considerablemente o eliminar el deslizamiento de los cilindros de trabajo que de otro modo podría dañar el material en banda 100 o marcar superficies relativamente blandas o pulidas del material en banda 100. En general, los rodamientos (no se muestran) acoplan de forma rotatoria los cilindros de trabajo inferiores y superiores 302 y 304 a la estructura 400 para permitir la rotación de los cilindros de trabajo 302 y 304. Los cilindros de trabajo 212 presentan un diámetro pequeño y son soportados por los respectivos cojinetes de soporte 410 y 414 para evitar desviaciones no deseadas a lo largo de la longitud de los cilindros de trabajo 212.

[0029] En el ejemplo ilustrado, la niveladora 202 utiliza el soporte ajustable 408 (es decir, los escalones ajustables) para ajustar la caída o una posición de los cilindros de trabajo inferiores 304 con respecto a los cilindros de trabajo superiores fijos 302 (p. ej., con el fin de aumentar o disminuir una profundidad de caída entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304). El ajuste de los cilindros de trabajo inferiores 304 con respecto a los cilindros de trabajo superiores fijos 302 puede permitir una variación considerablemente continua o gradual de la caída de los cilindros de trabajo 212, permitiendo de esta manera una variación considerablemente continua o gradual de la tensión impartida al material en banda 100.

[0030] De forma más específica, uno o más actuadores o cilindros hidráulicos 418 y 420 mueven los cojinetes de soporte inferiores 414 mediante los escalones ajustables 416 para aumentar o disminuir una profundidad de caída entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304. En particular, la niveladora 202 puede cambiar la longitud del material en banda 100 al ajustar la posición de los cilindros de trabajo inferiores 304 en relación con los cilindros de trabajo superiores 302 mediante los actuadores 418 y 420 con el fin de crear un trayecto más largo. Crear un trayecto más largo al aumentar una caída de los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304

provoca que el material en banda 100 se estire y se elongue más que un trayecto más corto creado al disminuir una caída de los cilindros de trabajo 302 y 304.

5 **[0031]** En el ejemplo ilustrado de la figura 4, el actuador 418 mueve un primer extremo 422 del escalón ajustable 416 con respecto a un segundo extremo 424 del escalón ajustable 416 con el fin de ajustar una posición de los cilindros de trabajo inferiores 302 con respecto a los cilindros de trabajo superiores 304 en una entrada 426 de la niveladora 202 (p. ej., los cilindros de trabajo de entrada 306 de la figura 3). El actuador 420 mueve el segundo extremo 424 del escalón ajustable 416 con respecto al primer extremo 422 con el fin de ajustar la posición de los cilindros de trabajo inferiores 304 con respecto a los cilindros de trabajo superiores 302 en una entrada 428 de la niveladora 202 (p. ej., los cilindros de trabajo de salida 308 de la figura 3). De esta forma, los cojinetes de soporte inferiores 414 soportados contiguos al primer extremo 422 del escalón ajustable 416 pueden colocarse a una primera distancia o altura (p. ej., una distancia vertical) con respecto a los cilindros de trabajo superiores fijos 302 contiguos a la entrada 426 y los cojinetes de soporte inferiores 414 soportados contiguos al segundo extremo 424 del escalón ajustable 416 pueden colocarse a una segunda distancia o altura (p. ej., una distancia vertical o una distancia diferente de la primera altura) con respecto a los cilindros de trabajo superiores fijos 302 contiguos a la salida 428. En otras implementaciones de ejemplo, la posición o caída de los cilindros de trabajo 212 puede ajustarse moviendo el soporte superior 406 con respecto al soporte ajustable 408 utilizando, por ejemplo, configuraciones de motor y de rosca (p. ej., husillo de bolas, gato de tornillo, etc.). Como se ha indicado anteriormente, para detectar curvatura de material o *longbow* en el material en banda 100, la niveladora de ejemplo 202 de las figuras 204 incluye el sistema de detección de combas 214. El sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado se coloca en la salida 428 de la niveladora de ejemplo 202 o contigua a la misma.

25 **[0032]** La figura 5 ilustra una parte ampliada de la salida 428 de la niveladora de ejemplo 202 de las figuras 2-4. De forma más específica, la figura 5 ilustra una parte ampliada del aparato o sistema de detección de combas de ejemplo 214 de las figuras 2A, 2B y 4. Con referencia a la figura 5, el sistema de detección de combas 214 se coloca en la salida 428 de la niveladora 202 o contiguo (p. ej., próximo) a la misma. De forma más específica, el sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado se coloca dentro de una cubierta dimensional o estructura más externa de la niveladora 202. De esta manera, el sistema de detección de combas 214 se coloca o se monta dentro de (p. ej., una cubierta dimensional de) la niveladora 202. De forma alternativa, el sistema de detección de combas 214 puede colocarse más adelante (p. ej., lejos de la salida 428 o fuera de una cubierta dimensional) de la niveladora 202.

30 **[0033]** El sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado mide o detecta curvatura del material (p. ej., concavidad, convexidad, comba hacia abajo, comba hacia arriba, etc.) del material en banda 100 para detectar la presencia de *longbow*. Para medir o detectar curvatura del material, el sistema de detección de combas de ejemplo 214 del ejemplo ilustrado emplea un módulo de sensores 502. El módulo de sensores 502 del ejemplo ilustrado se acopla o se adjunta a una parte de estructura 504 de la estructura 400. De forma más específica, el módulo de sensores 502 se soporta, acopla o adjunta a la estructura superior 402 de la niveladora 202 mediante un soporte de montaje 506. El soporte de montaje 506 del ejemplo ilustrado es un soporte en forma de L que presenta un primer brazo 506a acoplado a la parte de estructura 504 y un segundo brazo o parte 506b que está en voladizo o sobresale de la misma para soportar el módulo de sensores 502. De forma más específica, el primer brazo 506a del soporte de montaje 506 se acopla a la estructura superior 402 mediante un tornillo pasador 508 y el módulo de sensores 502 del ejemplo ilustrado se acopla a la segunda parte 506b del soporte 506 mediante tornillos pasadores 510. Los tornillos pasadores 508, 510 del ejemplo ilustrado incluyen arandelas y/o roscas ajustables para posibilitar el ajuste del módulo de sensores 502 en una primera dirección 512 (p. ej., una dirección vertical) y una segunda dirección 514 (p. ej., una dirección horizontal).

45 **[0034]** El módulo de sensores 502 del ejemplo ilustrado incluye un primer sensor 516 y un segundo sensor 518. Por ejemplo, los sensores 516, 518 pueden ser sensores del modelo Keyence IL-065 fabricados por Keyence America, Inc. En otros ejemplos, el módulo de sensores 502 puede incluir solo un sensor y/o una pluralidad de sensores (p. ej., más de dos sensores).

50 **[0035]** Tanto el primer como el segundo sensor 516, 518 del ejemplo ilustrado están acoplados o soportados por una carcasa 520 del módulo de sensores 502. De forma adicional o alternativa, tanto el primer como el segundo sensor 516, 518 del ejemplo ilustrado se acoplan de forma móvil a la carcasa 520 mediante una corredera 522. De forma más específica, cada corredera 522 del ejemplo ilustrado posibilita un ajuste independiente del primer y el segundo sensor 516, 518 con respecto a la carcasa 520, el material en banda 100 y/o entre sí, tanto en la primera dirección 512 (p. ej., arriba y abajo en una dirección vertical) como en la segunda dirección 514 (p. ej., de un lado a otro en una dirección horizontal). Por tanto, el módulo de sensores 502 del ejemplo ilustrado permite un ajuste del primer y el segundo sensor 516, 518 con respecto a (p. ej., acercarse y alejarse de) una superficie superior 524 del material en banda 100. De forma adicional, el módulo de sensores 502 o la corredera 522 del ejemplo ilustrado también permite un ajuste (p. ej., un ajuste de izquierda y derecha o de un lado a otro) del primer y el segundo sensor 516, 518 entre sí y/o la salida 428 de la niveladora 202 en la segunda dirección 514 (p. ej., en la dirección horizontal). Cada corredera 522 del ejemplo ilustrado puede configurarse para permitir el ajuste manual de los sensores 516, 518 (p. ej., mediante tornillos pasadores) y/o el ajuste automático de los sensores 516, 518 (p. ej., mediante motores de velocidad gradual) en la primera y la segunda dirección 512, 514.

- 5 **[0036]** Como se muestra en el ejemplo ilustrado, el primer sensor 516 se coloca a una primera distancia o posición 526 (p. ej., una distancia horizontal) de un eje central 528 de un cilindro de trabajo 530 de la pluralidad de cilindros de trabajo 212. En este ejemplo, el cilindro de trabajo 530 es uno de la pluralidad de cilindros de trabajo de salida 308 y es el cilindro de trabajo más cercano a la salida 428 de la niveladora 202. El segundo sensor 518 del ejemplo
- 10 ilustrado se coloca a una segunda distancia o posición 532 (p. ej., una distancia horizontal) del primer sensor 516 y/o el eje central 528 del cilindro de trabajo 530. Por ejemplo, la primera distancia 526 puede estar entre aproximadamente 5,08 cm (dos pulgadas) y 10,16 cm (cuatro pulgadas) del eje central 528 del cilindro de trabajo 530 y la segunda distancia 532 puede estar entre aproximadamente 6,35 cm (dos pulgadas y media) y 15,24 cm (seis pulgadas) de un eje 534 (p. ej., un eje vertical) del primer sensor 516.
- 15 **[0037]** En el ejemplo ilustrado, el primer sensor 516 también está separado a una tercera distancia 536 (p. ej., una distancia vertical) de la superficie superior 524 del material en banda 100 y el segundo sensor 518 está colocado a una cuarta distancia 538 (p. ej., una distancia vertical) de la superficie superior 524 del material en banda 100. Como se muestra en la figura 5, las distancias 536, 538 son considerablemente iguales o idénticas. Por ejemplo, el primer y el segundo sensor 516, 518 pueden estar colocados a una distancia de entre aproximadamente 5,08 cm (dos pulgadas) y 10,16 cm (cuatro pulgadas) lejos de la superficie superior 524 del material en banda 100. De forma alternativa, en otros ejemplos, la distancia 536 puede ser diferente a la distancia 538.
- 20 **[0038]** De forma adicional o alternativa, los sensores 516, 518 del sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado están colocados o alineados con respecto al eje longitudinal L (figura 2B) del material en banda 100. En otras palabras, el módulo de sensores 502 y/o los sensores 516, 518 están centrados entre los bordes periféricos 114, 116 del material en banda 100. Sin embargo, en otros ejemplos, los sensores 516, 518 pueden estar inclinados con respecto al eje longitudinal L (figura 2B) del material en banda 100. En algunos ejemplos, uno de los sensores 516, 518 puede estar inclinado con respecto al eje longitudinal L y el otro de los sensores 516, 518 puede estar alineado con el eje longitudinal L del material en banda 100. En algunos ejemplos, el primer sensor 516 puede estar inclinado con respecto a un primer lado del eje longitudinal L (p. ej., hacia el borde periférico 114 del material en banda 100) y el segundo sensor 518 puede estar inclinado a un segundo lado del eje longitudinal L (p. ej., hacia el borde periférico 116 del material en banda 100).
- 25 **[0039]** Como se describe con detalle a continuación, se calibra cada uno de los sensores 516, 518. Se calibra cada sensor 516, 518 con un valor de referencia debido a que cada uno de los sensores 516, 518 puede colocarse a una altura o inclinación diferente con respecto a la superficie superior 524 del material en banda 100. Por ejemplo,
- 30 los sensores 516, 518 se calibran de manera que cada base 540 de los respectivos sensores 516, 518 proporciona una referencia para medir una altura o distancia vertical entre la superficie superior 524 del material en banda 100 y la base 540 de cada uno de los sensores 516, 518. Por tanto, la base 540 del primer sensor 516 puede estar a una primera altura o distancia con respecto a la superficie superior 524 del material en banda 100 y la base 540 del segundo sensor 518 puede estar a una segunda altura o distancia con respecto a la superficie superior 524.
- 35 Con el fin de proporcionar la posición o el punto de referencia 540 para cada uno de los respectivos sensores 516, 518, se calibra tanto el primer como el segundo sensor 516, 518 del ejemplo ilustrado (p. ej., de forma independiente el uno del otro) para proporcionar un valor inicial o referencia (p. ej., una distancia o valor de referencia correspondiente a las distancias 516, 516) que indica que el material en banda 100 presenta una característica de planicidad deseada.
- 40 **[0040]** En algunos ejemplos, las posiciones o puntos de referencia de los sensores 516, 518 se calibran de forma manual en función de la verificación del operador. Por ejemplo, la niveladora 202 se ajusta a una profundidad de caída concreta en función de las características del material en banda 100. Se corta una parte nivelada del material en banda 100 y se comprueba (p. ej., se comprueba visualmente) si existe *longbow* (p. ej., comba hacia abajo/hacia arriba). Cuando no existe *longbow* en el material de prueba (es decir, cuando la parte del material en banda cortado
- 45 100 es considerablemente plana y está considerablemente exenta de combas hacia abajo o hacia arriba), se miden las posiciones (p. ej., las posiciones verticales) de los sensores 516, 518, indicadas o registradas como los valores de referencia predeterminados o calibrados (p. ej., valores umbral, distancias correspondientes a las distancias 536, 538) para los respectivos sensores 516, 518. Por ejemplo, los valores de referencia o calibrados de las respectivas distancias 536, 538 asociados a los sensores 516, 518 se indican o se registran como alturas o
- 50 posiciones de referencia (p. ej., valores de referencia) entre la base 540 de los respectivos sensores 516, 518 y la superficie superior 524 del material en banda 100 durante la calibración. A su vez, durante el funcionamiento, la distancia 536 entre la base 540 del primer sensor 516 y la superficie superior 524 se mide en función del valor de referencia previamente determinado o calibrado (p. ej., el valor de la distancia calibrada) del primer sensor 516, y la distancia 538 entre la base 540 del segundo sensor 518 y la superficie superior 524 se mide en función del valor
- 55 de referencia previamente determinado o calibrado (p. ej., el valor de la distancia calibrada) del segundo sensor 518. Por tanto, durante el funcionamiento, cada uno de los sensores 516, 518 proporciona una señal representativa de una distancia medida entre la base 540 de los respectivos sensores 516, 518 y la superficie superior 524 del material en banda 100 en función de sus respectivos valores de referencia calibrados o predeterminados. Los cambios en las distancias medidas por los sensores 516, 518 en comparación con el valor umbral (p. ej., un valor
- 60 próximo a cero) indican *longbow*.

[0041] De forma alternativa, pueden colocarse placas de calibración que presenten un grosor conocido entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304. Por ejemplo, un operador puede colocar las placas de calibración entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 antes de cada ciclo de producción. Al estar las placas de calibración colocadas entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302, 304, los cilindros de trabajo inferiores 304 se mueven hacia los cilindros de trabajo superiores 302 hasta que los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 se acoplan o se cierran contra superficies opuestas de las placas de calibración. Al estar las placas de calibración en su lugar, los valores de altura medidos de las respectivas distancias 536, 538 se miden entre la base 540 de los respectivos sensores 516, 518 y las placas de calibración para definir el valor de referencia predeterminado o calibrado para cada uno de los sensores 516, 518 (p. ej., un valor de referencia calibrado).

[0042] Al medir o determinar el punto de referencia (p. ej., cuando se calibran el primer y el segundo sensor 516, 518), el sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado mide la altura o distancia 536 entre la base 540 del primer sensor 516 y la superficie superior 524 del material en banda 100, y la altura o distancia 538 entre la base 540 del sensor 518 y la superficie superior 524 del material en banda 100. Los valores de altura medidos se basan en los valores de referencia calibrados predeterminados de los respectivos sensores 516, 518. El sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado calcula entonces una diferencia entre los valores medidos representativos de las distancias 536, 538 para detectar *longbow* o curvatura del material. La diferencia calculada se compara con el valor umbral (p. ej., un valor próximo a cero). Si una magnitud de la diferencia calculada de los valores de altura de las respectivas distancias 536, 538 excede el umbral, entonces la diferencia calculada indica *longbow*. Además, un valor negativo o positivo de la diferencia calculada indica una combadura hacia arriba o hacia abajo (p. ej., la dirección del *longbow*).

[0043] En otras palabras, para detectar *longbow* o curvatura del material, el sistema de detección de combas de ejemplo 214 del ejemplo ilustrado monitoriza o detecta una diferencia (p. ej., un diferencial de distancia vertical) entre la distancia o altura 536 (p. ej., en función del valor de referencia calibrado) en una primera posición en el material en banda 100 asociada al primer sensor 516, y una distancia o altura 538 (p. ej., en función del valor de referencia o calibrado) en una segunda posición en el material en banda 100 asociada al segundo sensor 518. En algunos ejemplos, el sistema de detección de combas de ejemplo 214 del ejemplo ilustrado mide una diferencia entre la superficie superior 524 del material en banda 100 y cada base 540 de forma simultánea a lo largo de más de dos ubicaciones diferentes (p. ej., dos posiciones horizontales) asociadas a los sensores 516, 518 en el material en banda 100 a medida que el material en banda 100 sale de la niveladora 202.

[0044] De forma alternativa, un primer valor de altura medido por el primer sensor 516 puede compararse con un segundo valor de altura medido por el primer sensor 516 a medida que el material en banda 100 se desplaza por el sistema de producción 20. Asimismo, un primer valor de altura medido por el segundo sensor 518 puede compararse con un segundo valor de altura medido por el segundo sensor 516 a medida que el material en banda 100 se desplaza por el sistema de producción 20. En otras palabras, en algunos de estos ejemplos, el módulo de sensores 502 puede emplear solo un sensor para detectar *longbow* o curvatura del material.

[0045] El sistema de detección de combas 214 del ejemplo ilustrado incluye una placa, un transportador y/o una plataforma 544 que recibe o soporta el material en banda 100 a medida que el material en banda 100 sale de los cilindros de trabajo 212. De forma más específica, el material en banda 100 se soporta en el transportador 544 para evitar o reducir la desviación del material en banda 100 en una dirección descendente a medida que el material en banda 100 sale de la niveladora 202 y se mueve a través de los sensores 516, 518 en la segunda dirección 514. De esta manera, los sensores 516, 518 pueden leer o detectar de forma más precisa los valores de altura medidos representativos de las distancias 536, 538 entre la base 540 y la superficie superior 524 del material en banda 100, dando lugar de esta manera a una detección más precisa del *longbow* o curvatura del material.

[0046] En funcionamiento, un diferencial entre los valores de altura medidos de las respectivas distancias 536, 538 asociados a los respectivos sensores 516, 518 indica la presencia de *longbow* o curvatura del material en el material en banda 100. Por ejemplo, una diferencia entre los valores medidos representativos de las distancias 536, 538 que sea inferior a (p. ej., presenta un valor negativo) cero indica combadura hacia abajo y una diferencia medida entre los valores medidos representativos de las distancias 536, 538 que sea superior a (p. ej., presenta un valor positivo) cero indica combadura hacia arriba. Por lo tanto, el módulo de sensores 502 también proporciona una indicación de la dirección y/o magnitud de las tensiones presentes en el material en banda 100 que pueden provocar *longbow*.

[0047] Como resultado, los métodos y el aparato de ejemplo dados a conocer en el presente documento permiten que la niveladora 202 (u otra máquina de aplanamiento) cambie o ajuste (p. ej., aumente o reduzca) una fuerza de caída aplicada al material en banda 100 suficiente para estirar (p. ej., deformar plásticamente) el material en banda 100 con el fin de corregir el *longbow* (p. ej., combadura hacia abajo/combadura hacia arriba). Cuando la diferencia medida entre las distancias 536, 538 asociadas al sensor 516, 518 es sustancialmente cero, se elimina sustancialmente el *longbow* o la curvatura del material y se acondiciona el material en banda 100 para que presente una característica sustancialmente plana. La eliminación de la curvatura del material reduce considerablemente la

tensión en el material en banda 100 para proporcionar propiedades de planicidad considerablemente mejoradas y/o propiedades de combustión con láser plano en el material en banda 100 después de la nivelación.

5 **[0048]** Sin embargo, cuando el módulo de sensores 502 detecta que existe *longbow* (p.ej., una diferencia entre los valores de altura medidos asociados a las distancias 536, 538), la niveladora de ejemplo 202 del ejemplo ilustrado puede proporcionar una indicación a un operador para ajustar (p. ej., reducir o aumentar) la profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212. De forma adicional o alternativa, la niveladora de ejemplo 202 puede ajustar de forma automática la profundidad o posición de caída de los cilindros de trabajo 212 en función de las características del material en banda 100 y el valor de diferencial de altura detectado o medido. Por ejemplo, una diferencia entre los valores medidos representativos de las respectivas distancias 536, 538 asociados al primer y al segundo sensor 10 516, 518 de aproximadamente 0,0127 cm (0,005 pulgadas) puede requerir un ajuste de caída de aproximadamente 0,00254 cm (0,001 pulgadas) para eliminar o corregir el *longbow* o la curvatura del material en el material en banda 100. Además, dependiendo de si el diferencial es un valor negativo o positivo, la niveladora 202 puede ajustarse para aumentar o disminuir la profundidad de caída en aproximadamente 0,00254 cm (0,001 pulgadas). En algunos ejemplos, si la diferencia es superior a un valor umbral (p. ej., un valor de diferencia máximo), la niveladora de ejemplo 202 o el sistema de producción 20 puede generar una alarma y/o detener automáticamente un ciclo de producción. 15

20 **[0049]** La figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema o aparato de ejemplo 600 para monitorizar automáticamente y acondicionar el material en banda 100. En particular, el aparato de ejemplo 600 puede utilizarse en relación con la niveladora de ejemplo 202 de las figuras 2A, 2B y 3-5 o partes de las mismas y/o puede utilizarse para implementar la misma con el fin de ajustar una profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212 en función de una diferencia medida detectada o proporcionada por el módulo de sensores 502. El aparato de ejemplo 600 también puede utilizarse para implementar un proceso de retroalimentación con el fin de ajustar una profundidad de caída de los cilindros de trabajo de entrada y/o de salida 306 y 308 (figura 3) para acondicionar el material en banda 100 en función de la diferencia de altura medida proporcionada por el módulo de sensores 502.

25 **[0050]** El sistema de ejemplo 600 puede implementarse utilizando cualquier combinación deseada de *hardware*, *firmware*, y/o *software* (p. ej., un PLC). Por ejemplo, pueden utilizarse uno o más circuitos integrados, componentes semiconductores discretos y/o componentes electrónicos pasivos. De forma adicional o alternativa, alguno de los bloques del sistema de ejemplo 600, o todos ellos, o partes de los mismos, pueden implementarse utilizando instrucciones, un código y/u otro *software* y/o *firmware*, etc. almacenado en un medio accesible por máquina que, cuando lo ejecuta, por ejemplo un sistema procesador (p. ej., la plataforma de procesador 810 de la figura 8), realiza las operaciones representadas en la gráfica de flujo de la figura 7. Aunque se describe que el sistema de ejemplo 600 presenta uno de cada uno de los bloques descritos a continuación, el sistema de ejemplo 600 puede proporcionarse con dos o más de cualquiera de los bloques descritos a continuación. Además, algunos bloques pueden desactivarse, omitirse o combinarse con otros bloques. 30

35 **[0051]** Como se muestra en la figura 6, el sistema de ejemplo 600 incluye una interfaz de usuario 602, un controlador 604, un detector de posición de caída 606, un dispositivo de ajuste de posición o profundidad de caída 608, una interfaz de módulo de sensores 610, un comparador 612, una interfaz de almacenamiento 614 y una interfaz de calibrador 616, de los cuales todos pueden acoplarse de forma comunicativa como se muestra o de cualquier otra forma adecuada.

40 **[0052]** La interfaz de usuario 602 puede configurarse para determinar las características del material en banda. Por ejemplo, la interfaz de usuario 602 puede implementarse utilizando una interfaz de usuario mecánica y/o gráfica mediante la que un operador pueda introducir las características del material en banda. Las características del material pueden incluir, por ejemplo, un grosor del material en banda 100, el tipo de material (p. ej., aluminio, acero, etc.), datos del límite de elasticidad, etc. En algunos ejemplos, la interfaz de almacenamiento 614 puede recuperar un valor de profundidad de caída de una tabla de consulta o estructura de datos que presenta ajustes de profundidad de caída iniciales para diferentes tipos de material en función de, por ejemplo, valores de grosor del material y/o valores de límite de elasticidad recibidos por la interfaz de usuario 602. De forma adicional o alternativa, un operador puede seleccionar manualmente la profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212 introduciendo un valor de profundidad de caída mediante la interfaz de usuario 602. En otros ejemplos, un operador u otro usuario puede establecer manualmente la profundidad de caída inicial de los cilindros de trabajo 212. La interfaz de usuario 50 602 puede configurarse para comunicar las características del material en banda al controlador 604 y/o al dispositivo de ajuste de la posición de caída 608.

55 **[0053]** El dispositivo de ajuste de la posición de caída 608 puede configurarse para obtener características del material en banda de la interfaz de usuario 602 con el fin de establecer las posiciones de caída o verticales de los cilindros de trabajo 212 (p. ej., la distancia entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 de la figura 3). En algunos ejemplos, el dispositivo de ajuste de la posición de caída 608 puede recuperar valores de posición de caída predeterminados de la interfaz de almacenamiento 614 y determinar la posición de caída de los cilindros de trabajo 212 en función de las características de entrada del material en banda de la interfaz de usuario 602.

- 5 **[0054]** De forma más específica, el controlador 604 puede hacer que el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 ajuste automáticamente los cilindros de trabajo de entrada y de salida 306 y 308 a profundidades de caída predeterminadas de los cilindros de trabajo de entrada y de salida correspondientes a los datos del material en banda concretos proporcionados por el usuario mediante la interfaz de entrada de usuario 602. Por ejemplo, el controlador 604 y/o el dispositivo de ajuste de la posición de caída 608 pueden determinar la profundidad de caída de los cilindros de trabajo de entrada 306 y/o los cilindros de trabajo de salida 308 requerida para acondicionar o procesar el material en banda 100 en función de las características del material en banda. Por ejemplo, los cilindros de trabajo de entrada 306 pueden ajustarse para proporcionar una profundidad de caída que sea más profunda (p. ej., mayor) que la profundidad de caída de los cilindros de trabajo de salida 308.
- 10 **[0055]** Para ajustar la profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212, el dispositivo de ajuste de la posición de caída 608 hace que los actuadores 418 y 420 (figura 4) ajusten las posiciones de profundidad de caída de los cilindros de trabajo de entrada 306 y/o los cilindros de trabajo de salida 308. Por ejemplo, el controlador 604 puede controlar el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 para suministrar o entregar un fluido de control presurizado a los actuadores 418 y 420 suficiente para colocar los escalones ajustables 416 y, por consiguiente, los cojinetes de soporte 414 con respecto a los cilindros de trabajo superiores 302 para proporcionar profundidades de caída deseadas.
- 15 **[0056]** El detector de posición de caída 608 puede configurarse para percibir o detectar los valores de posición de profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212. Por ejemplo, el detector de posición de caída 606 puede detectar la distancia o posición vertical entre los cilindros de trabajo 212 (es decir, los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304) para conseguir una posición de profundidad de caída concreta. Para detectar la posición de la profundidad de caída, el detector de posición de caída 606 recibe un valor de señal de posición mediante, por ejemplo, sensores de posición asociados a los actuadores 418, 420. El detector de posición de caída 606 puede comunicar entonces el valor de posición de profundidad de caída al controlador 604 y/o al comparador 612.
- 20 **[0057]** De forma adicional, la interfaz de sensor 610 puede configurarse para comunicarse con los sensores 516, 518. De forma más específica, la interfaz de sensor 610 puede configurarse para recibir valores representativos de las distancias medidas 536, 538 entre la base 540 y la superficie superior 524 del material en banda 100 proporcionados por los respectivos sensores 516, 518. La interfaz de sensor 610 puede configurarse para comunicar los valores medidos al comparador 612, al controlador 604 y/o al dispositivo de ajuste de la posición de caída 608. En algunos ejemplos, la interfaz de sensor 610 puede configurarse para determinar o calcular el valor de diferencia entre el valor medido representativo de la distancia o altura 536 proporcionada por el primer sensor 516 y el valor medido representativo de la distancia o altura 538 proporcionada por el segundo sensor 518. En algunos ejemplos, el comparador 612 y/o el controlador 604 pueden configurarse para obtener los valores de distancia medidos correspondientes a las distancias 536, 538 de la interfaz de sensor 610 y pueden configurarse para determinar el valor de diferencia comparando los valores de distancia medidos obtenidos de la interfaz de sensor 610. Por ejemplo, la interfaz de sensor 610, el comparador 612 y/o el controlador 604 pueden configurarse para realizar comparaciones, calcular u obtener de otra manera un valor diferencial o de diferencia entre el primer y el segundo valor medidos. En función de las comparaciones, la interfaz de sensor 610, el comparador 612 y/o el controlador 604 puede determinar si el valor diferencial se desvía de un umbral o referencia (p. ej., un valor próximo a cero, etc.). La interfaz de sensor 610, el comparador 612 y/o el controlador 604 pueden comunicar entonces los resultados de las comparaciones al dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 para ajustar una profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212.
- 25 **[0058]** El calibrador 616 puede configurarse para calibrar o determinar y/o registrar el valor de referencia calibrado (p. ej., un valor inicial o valor de referencia que indica que el material en banda 100 presenta una característica de planicidad deseada) del primer y el segundo sensor 516, 518. Por ejemplo, el calibrador 616 puede configurarse para que se inicie cuando se selecciona un comando de entrada del usuario mediante la interfaz de entrada del usuario 602. Por ejemplo, durante un ciclo de prueba o de producción previa, el calibrador 616 puede configurarse para calibrar un valor de referencia en función de si el material en banda 100 presenta características sustancialmente planas. Por ejemplo, después de determinar con una inspección visual que el material en banda 100 es sustancialmente plano, puede iniciarse o configurarse el calibrador 616 para registrar o establecer el valor de referencia (p. ej., un valor de referencia predeterminado) a una distancia que corresponda con las distancias 536, 538 de los respectivos sensores 516, 518. El calibrador 616 puede configurarse para comunicar esta posición inicial o valor de referencia calibrado al comparador 612, a la interfaz de sensor 610 y/o al controlador 604. En algunos ejemplos, el calibrador 616 puede configurarse para comunicar el valor de referencia calibrado con la interfaz de almacenamiento 614, el comparador 612, el controlador 604 y/o la interfaz de sensor 610.
- 30 **[0059]** En algunos ejemplos, el calibrador 616 puede iniciar una calibración de los sensores 516, 518 antes de procesar el material en banda 100 mediante la niveladora 202. De forma adicional o alternativa, el calibrador 616 puede configurarse para iniciar de forma automática la calibración de los sensores 516, 518 antes de comenzar un ciclo de producción.
- 35 **[0060]** En algunos ejemplos, las placas de calibración que presentan un grosor conocido pueden colocarse entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 y el calibrador 616 puede configurarse para indicarle al
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 que mueva los cilindros de trabajo inferiores 304 hacia los cilindros de trabajo superiores 302 hasta que los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304 se acoplen o se cierren contra superficies opuestas de las placas de calibración. Por ejemplo, un operador puede colocar las placas de calibración entre los cilindros de trabajo superiores e inferiores 302 y 304. Una vez que los cilindros de trabajo se encuentran en la posición cerrada, el calibrador 616 puede establecer el valor de distancia 536, 538 como el valor o los valores de referencia (p. ej., un valor de base).

[0061] La interfaz de almacenamiento 614 puede configurarse para almacenar valores de datos en una memoria como, por ejemplo, la memoria del sistema 813 y/o la memoria de almacenamiento masivo 828 de la figura 8. De forma adicional, la interfaz de almacenamiento 614 puede configurarse para recuperar valores de datos de la memoria (p. ej., una estructura de posición de profundidad de caída y/o una estructura de presión de profundidad de caída). Por ejemplo, la interfaz de almacenamiento 614 puede acceder a una estructura de datos para obtener valores de posición de caída de la memoria y comunicar los valores al dispositivo de ajuste de la posición de caída 606. La interfaz de almacenamiento 614 puede configurarse para almacenar el valor de referencia proporcionado por la interfaz de sensor 610 y/o el calibrador 616.

[0062] La figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un método de ejemplo 700 que puede utilizarse para implementar el sistema de ejemplo 600 de la figura 6. En algunas implementaciones de ejemplo, el método de ejemplo 700 de la figura 7 puede implementarse utilizando instrucciones legibles por máquina que comprenden un programa para que lo ejecute un procesador (p. ej., el procesador 812 del sistema de procesador de ejemplo 800 de la figura 8). Por ejemplo, las instrucciones legibles por máquina las puede ejecutar el controlador 604 (figura 6). El programa puede incluirse en un *software* almacenado en un medio tangible como un CD-ROM, un disquete, un disco duro, un disco versátil digital (DVD), o una memoria asociada al procesador 812 y/o incluirse en un *firmware* y/o *hardware* dedicado. Aunque los programas de ejemplo se describen con referencia al diagrama de flujo ilustrado en la figura 7, los expertos en la materia entenderán fácilmente que pueden utilizarse de forma alternativa muchos otros métodos de implementación de la niveladora de ejemplo 202. Por ejemplo, puede cambiarse el orden de ejecución de los bloques y/o pueden cambiarse, eliminarse o combinarse algunos de los bloques descritos.

[0063] Para fines de análisis, el método de ejemplo 700 de la figura 7 se describe en relación con la niveladora de ejemplo 202 de las figuras 2A, 2B y 3-5 y el aparato de ejemplo 600 de la figura 6. De esta manera, cada una de las operaciones de ejemplo del método de ejemplo 700 de la figura 7 es una forma de ejemplo de implementación de una o más operaciones correspondientes realizadas por uno o más de los bloques del aparato de ejemplo 600 de la figura 6.

[0064] Volviendo con detalle a la figura 7, el sistema 700 recibe información de características del material en banda (bloque 702). Por ejemplo, un usuario puede introducir las características del material mediante una interfaz de usuario como, por ejemplo, la interfaz de usuario 602 de la figura 6.

[0065] La profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212 se ajusta en función de las características del material en banda (bloque 704). Por ejemplo, el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 suministra fluido de control presurizado a los respectivos actuadores 418 y 420. De forma más específica, como se ha indicado anteriormente, el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 ajusta la posición de caída de los cilindros de trabajo 212 en la entrada 426 de la niveladora 202 (p. ej., los cilindros de trabajo de entrada 306) y la posición de caída de los cilindros de trabajo 212 en la salida 428 de la niveladora 202 (p. ej., los cilindros de trabajo de salida 308). Después de establecer la profundidad de caída, se procesa el material en banda 100 mediante la niveladora 202.

[0066] En funcionamiento, pueden requerirse variaciones en las fuerzas para someter el material en banda 100 más allá de su límite de elasticidad debido a, por ejemplo, los efectos del *coil set* o el *longbow*. A medida que se introduce el material en banda por la niveladora 202, el módulo de sensores 610 monitoriza una distancia (p. ej., una distancia vertical) entre el material en banda 100 y una ubicación de referencia o de base (bloque 706). Por ejemplo, la interfaz de sensor 610 monitoriza y/o lee uno o más valores de distancia correspondientes a las distancias 536, 538 a medida que el material en banda 100 es procesado por la niveladora 202. Por ejemplo, el valor de referencia o de base puede ser el valor de referencia calibrado determinado durante la calibración de los sensores 516, 518 midiendo las distancias 536, 538 cuando el material en banda 100 presenta una característica de planicidad conocida determinada mediante, por ejemplo, inspección visual de una parte cortada del material en banda 100.

[0067] A medida que el material en banda 100 sale de la niveladora 202, un primer sensor proporciona una primera señal (bloque 708). Por ejemplo, la primera señal representa un valor medido correspondiente a la distancia 536 entre la base 540 del primer sensor 516 y la superficie superior 524 del material en banda 100. La primera señal o valor medido por el primer sensor 516 puede comunicarse a la interfaz de sensor 610, al comparador 612 y/o al controlador 604.

[0068] Un segundo sensor también proporciona una segunda señal (bloque 710). Por ejemplo, la segunda señal representa un valor medido correspondiente a la distancia 538 entre la base 540 del segundo sensor 518 y la superficie superior 524 del material en banda 100. Por ejemplo, la segunda señal o valor medido por el segundo

sensor 518 puede comunicarse a la interfaz de sensor 610, al comparador 612 y/o al controlador 604. En algunos ejemplos, la primera y la segunda señal se proporcionan de forma simultánea a la interfaz de sensor 610, al comparador 612 y/o al controlador 604.

5 **[0069]** Para detectar curvatura del material, el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 comparan el primer valor representativo de la primera señal y un segundo valor representativo de la segunda señal (bloque 712). Por ejemplo, el primer valor de la primera señal se compara con el segundo valor de la segunda señal para determinar o calcular una diferencia entre el primer y el segundo valor. Por ejemplo, el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 pueden configurarse para determinar o calcular la diferencia entre el primer y el segundo valor medidos proporcionados por la primera y la segunda señal (p. ej., los sensores 516, 10 518).

[0070] El comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 determinan entonces si la comparación entre el primer y el segundo valor medidos indica un ajuste de profundidad de caída (bloque 714). Por ejemplo, el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 determina si la diferencia entre el primer y el segundo valor medidos es sustancialmente igual a un valor umbral como, por ejemplo, un valor cero o un valor próximo a cero. Si la diferencia calculada es igual al valor umbral, entonces el método 700 vuelve al bloque 706. 15 En algunos ejemplos, el valor umbral puede presentar un error o imprecisión (p. ej., un valor o rango). Por ejemplo, el error o imprecisión puede ser el valor umbral más o menos un valor como, por ejemplo, 0,001. Por tanto, una diferencia calculada incluida en el rango de error o imprecisión daría como resultado que la diferencia calculada es igual al valor umbral.

20 **[0071]** Si la diferencia calculada se desvía del valor umbral, el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 determina si el valor de comparación (p. ej., el valor de diferencia calculado) se encuentra dentro de un rango aceptable (bloque 716). Por ejemplo, el valor de comparación puede desviarse del valor umbral si el valor de diferencia calculado es superior o inferior al valor umbral (p. ej., próximo a cero).

[0072] Si la diferencia se encuentra dentro del rango aceptable, entonces se ajusta la posición de profundidad de caída de los cilindros de trabajo (bloque 718). Por ejemplo, el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 determina un valor de ajuste de profundidad de caída necesario y provoca que el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 ajuste (p. ej., aumente o disminuya) una profundidad de caída de los cilindros de trabajo 212. Por ejemplo, el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 ajusta la profundidad de caída en función del valor proporcionado por la diferencia calculada entre el primer y el segundo valor de distancia. Por ejemplo, un valor de diferencia de aproximadamente 0,0127 cm (0,005 pulgadas) puede hacer que el dispositivo de ajuste de la posición de caída 606 ajuste la caída de uno o más de los cilindros de trabajo 212 en 0,00254 cm (0,001 pulgadas). Además, dependiendo de si el valor de diferencia presenta un valor positivo o negativo, el ajuste puede realizarse hacia la posición cerrada (p. ej., los cilindros de trabajo 212 se mueven el uno hacia el otro) o hacia la posición abierta (p. ej., los cilindros de trabajo 212 se alejan el uno del otro). 25 30

35 **[0073]** El comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 determina si el ciclo de producción está completo (bloque 720). Si la producción no está completa en el bloque 720, el método 700 vuelve al bloque 706. Si el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 determinan que el ciclo de producción está completo en el bloque 720, el método 700 termina.

40 **[0074]** Si el valor de diferencia se encuentra fuera del rango aceptable en el bloque 714, entonces se inicia una alarma (bloque 722). La alarma, por ejemplo, alerta a un operador para que reinicie el ciclo de producción. De forma adicional o alternativa, en algunos ejemplos, cuando se inicia la alarma, el comparador 612, la interfaz de sensor 610 y/o el controlador 604 también pueden ordenar al calibrador 616 que inicie (p. ej., de forma automática) una rutina de calibración para calibrar los sensores 516, 518.

45 **[0075]** La figura 8 es un diagrama de bloques de una plataforma de procesador de ejemplo 800 capaz de ejecutar o procesar los métodos o instrucciones de la figura 7 con el fin de implementar el aparato 600 de la figura 6 y/o la niveladora 202 de las figuras 2A, 2B y 3-5. La plataforma de procesador 800 puede ser, por ejemplo, un servidor, un ordenador, un circuito lógico programable (PLC), y/o cualquier otro tipo de dispositivo informático.

[0076] La plataforma de procesador 800 del ejemplo ilustrado incluye un procesador 812. El procesador 812 del ejemplo ilustrado es *hardware*. Por ejemplo, el procesador 812 puede implementarse por uno o más circuitos integrados, circuitos lógicos, microprocesadores o controladores de cualquier familia o fabricante deseado. 50

[0077] El procesador 812 del ejemplo ilustrado incluye una memoria local 813 (p. ej., una caché). El procesador 812 del ejemplo ilustrado se encuentra en comunicación con una memoria principal que incluye una memoria volátil 814 y una memoria no volátil 816 mediante un bus 818. La memoria volátil 814 puede implementarse mediante memoria de acceso aleatorio dinámica sincrónica (SDRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica RAMBUS (RDRAM) y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria no volátil 816 puede implementarse mediante memoria flash y/o cualquier otro tipo deseado de dispositivo de memoria. El acceso a la memoria principal 814, 816 se controla mediante un controlador de memoria. 55

[0078] La plataforma de procesador 800 del ejemplo ilustrado incluye también un circuito de interfaz 820. El circuito de interfaz 820 puede implementarse mediante cualquier tipo de norma de interfaz, como una interfaz Ethernet, un bus serial universal (USB) y/o una interfaz PCI express.

5 **[0079]** En el ejemplo ilustrado, uno o más dispositivos de entrada 822 están conectados al circuito de interfaz 820. El dispositivo o los dispositivos de entrada 822 permite(n) a un usuario introducir datos y comandos en el procesador 812. El dispositivo o los dispositivos de entrada se pueden implementar mediante, por ejemplo, un teclado, un pulsador, una pantalla táctil, un dispositivo móvil (p. ej., un teléfono, una tableta tal como un iPad™), un panel táctil y/o un sistema de reconocimiento de voz.

10 **[0080]** También se conectan uno o más dispositivos de salida 824 al circuito de interfaz 820 del ejemplo ilustrado. Los dispositivos de salida 824 pueden implementarse, por ejemplo, mediante dispositivos de visualización (p. ej., un diodo emisor de luz (LED), un diodo orgánico emisor de luz (OLED), una pantalla de cristal líquido, una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla táctil, un dispositivo de salida táctil, un diodo emisor de luz (LED), una impresora y/o altavoces). Por tanto, el circuito de interfaz 820 del ejemplo ilustrado incluye normalmente una tarjeta de controlador de gráficos, un chip de controlador de gráficos o un procesador de controlador de gráficos.

15 **[0081]** El circuito de interfaz 820 del ejemplo ilustrado también incluye un dispositivo de comunicación tal como un transmisor, un receptor, un transceptor, un módem y/o una tarjeta de interfaz de red para facilitar el intercambio de datos con máquinas externas (p. ej., dispositivos informáticos de cualquier tipo) mediante una red 826 (p. ej., una conexión Ethernet, una línea de abonado digital (DSL), una línea telefónica, un cable coaxial, un sistema de telefonía celular, etc.).

20 **[0082]** La plataforma de procesador 800 del ejemplo ilustrado también incluye uno o más dispositivos de almacenamiento masivo 828 para almacenar *software* y/o datos. Los ejemplos de dichos dispositivos de almacenamiento masivo 828 incluyen unidades de disquetes, unidades de discos duros, unidades de discos compactos, unidades de discos Blu-ray, sistemas RAID y unidades de disco versátil digital (DVD).

25 **[0083]** Pueden almacenarse instrucciones codificadas 832 para implementar el método de la figura 7 en el dispositivo de almacenamiento masivo 828, en la memoria volátil 814, en la memoria no volátil 816 y/o en un medio de almacenamiento legible por ordenador extraíble tal como un CD o un DVD.

30 **[0084]** De lo anterior, se entenderá que los métodos, aparatos y artículos de fabricación dados a conocer anteriormente utilizan valores de diferencia de distancia para determinar si se aplica una fuerza suficiente con el fin de estirar o deformar plásticamente el material en banda (p. ej., el material en banda 100) que pasa a través de los cilindros de trabajo encajados (p. ej., los cilindros de trabajo 212) para eliminar el *longbow* o la curvatura del material (p. ej., la concavidad del material). De forma más específica, las distancias medidas (p. ej., distancias verticales) pueden utilizarse para determinar si la fuerza proporcionada por los cilindros de trabajo 212 es suficiente para someter (p. ej., estirar o doblar) el material en banda 100 más allá de su límite de elasticidad con el fin de liberar las tensiones internas (p. ej., eliminar el *coil set* o el *longbow*) en el material en banda 100 para proporcionar un material en banda 100 sustancialmente plano.

35 **[0085]** Los números de referencia en las reivindicaciones no limitan su alcance de protección. El uso de los verbos "comprender", "incluir", "estar compuesto por" o cualquier otra variante, así como sus respectivas conjugaciones, no excluye la presencia de elementos distintos a los indicados. El uso del artículo "un/a" o "el/la" precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de dichos elementos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema que comprende:

una pluralidad de cilindros de trabajo (212) para procesar un material en banda continua (100);
 un primer sensor (516) para medir una primera distancia entre una superficie superior (524) del material en banda y una primera ubicación de referencia (540), encontrándose el primer sensor (516) más adelante de una salida (428) de los cilindros de trabajo y midiendo el primer sensor (516) una segunda distancia entre la superficie superior del material en banda y la primera ubicación de referencia, midiéndose la primera y la segunda distancia en dos momentos diferentes; y
 un controlador para determinar un valor de diferencia entre la primera distancia y la segunda distancia con el fin de detectar curvatura de material en el material en banda.

2. Sistema que comprende:

una pluralidad de cilindros de trabajo (212) para procesar un material en banda continua (100);
 un primer sensor (516) para medir una primera distancia (536) entre una superficie superior (524) del material en banda y una primera ubicación de referencia (540), encontrándose el primer sensor más adelante de una salida (428) de los cilindros de trabajo;
 un segundo sensor (518) para medir una segunda distancia (538) entre una superficie superior (524) del material en banda y una segunda ubicación de referencia, midiéndose la primera y la segunda distancia de forma simultánea, encontrándose el segundo sensor (518) más adelante de la salida (428) de los cilindros de trabajo y más adelante del primer sensor (516); y
 un controlador para determinar un valor de diferencia entre la primera distancia y la segunda distancia con el fin de detectar curvatura de material en el material en banda.

3. Sistema de la reivindicación 2, caracterizado por que la primera ubicación de referencia se encuentra a una primera altura con respecto al material en banda y **por que** la segunda ubicación de referencia se encuentra a una segunda altura con respecto al material en banda, siendo la primera altura sustancialmente igual a la segunda altura.

4. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado por que el primer y el segundo sensor (516, 518) están montados en una estructura contigua a la salida de los cilindros de trabajo (212).

5. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que el primer sensor (516) está montado a una primera distancia (526) de un eje central (528) de un cilindro de trabajo (530) de la pluralidad de cilindros de trabajo (212) y **por que** el segundo sensor (518) está montado a una segunda distancia (532) del eje central (528) de dicho cilindro de trabajo (530).

6. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, que comprende además un transportador (544) colocado contiguo a los cilindros de trabajo de salida (308) de la pluralidad de cilindros de trabajo (212) para soportar el material en banda a medida que el material en banda sale de los cilindros de trabajo y pasa por el primer y el segundo sensor.

7. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sistema está configurado para implementar una niveladora (202).

8. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo de ajuste de caída para ajustar una profundidad de caída (312) de los cilindros de trabajo (212) si una magnitud del valor de diferencia excede un valor umbral.

9. Método para detectar curvatura de material en un material en banda, comprendiendo el método:

el procesamiento de un material en banda continua (100) mediante una pluralidad de cilindros de trabajo (212);
 la obtención de un primer valor de distancia (536) entre una superficie superior (524) del material en banda y un primer punto de referencia, en una primera ubicación (540) en el material en banda a medida que el material en banda sale de los cilindros de trabajo;
 la obtención de un segundo valor de distancia (538) entre la superficie superior (524) del material en banda y un segundo punto de referencia en una segunda ubicación en el material en banda a medida que el material en banda sale de los cilindros de trabajo; obteniéndose el primer y el segundo valor de distancia de forma simultánea; y
 el cálculo de un valor de diferencia entre la primera distancia y la segunda distancia con el fin de detectar curvatura de material del material en banda.

10. Método de la reivindicación 9, que comprende además ajustar una profundidad de caída (312) de los cilindros de trabajo (212) si una magnitud del valor de diferencia se desvía de un valor umbral y excede el mismo.

11. Método de la reivindicación 1, **caracterizado por que** el valor umbral es sustancialmente cero o próximo a cero.
- 5 12. Método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por que** la obtención del primer valor de distancia comprende la medición de una primera distancia vertical, mediante un primer sensor (516), entre la superficie superior del material en banda y una base del primer sensor.
13. Método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** la obtención del segundo valor de distancia comprende la medición de una segunda distancia vertical, mediante un segundo sensor (518), entre la superficie superior del material en banda y una base del segundo sensor.
- 10 14. Método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además la colocación del primer sensor a una primera distancia (526) de una salida de los cilindros de trabajo (212) y la colocación del segundo sensor a una segunda distancia (532) de la salida de los cilindros de trabajo.

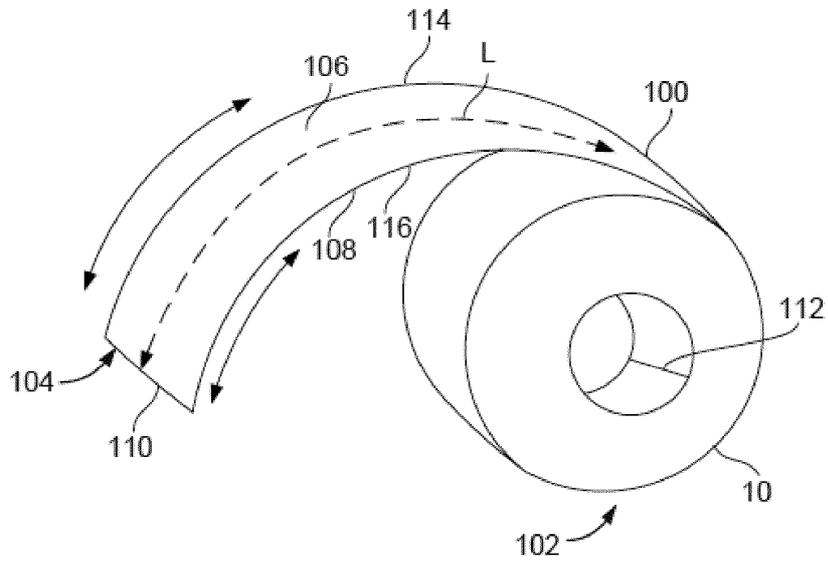


FIG. 1

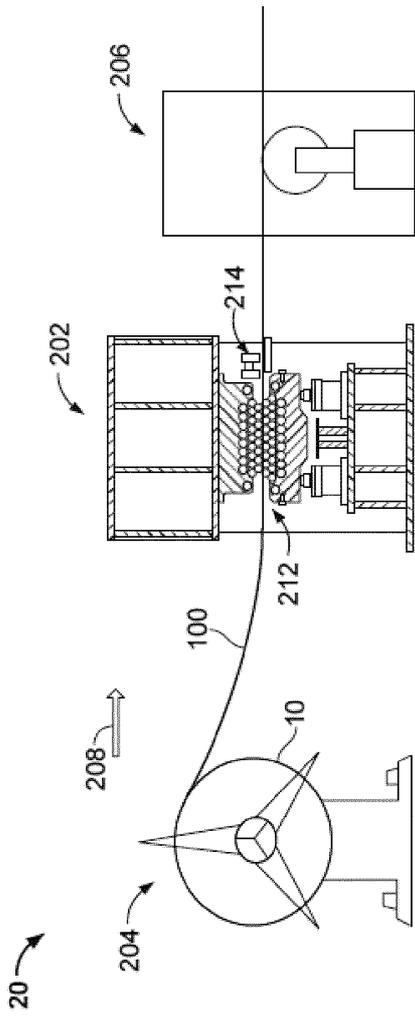


FIG. 2A

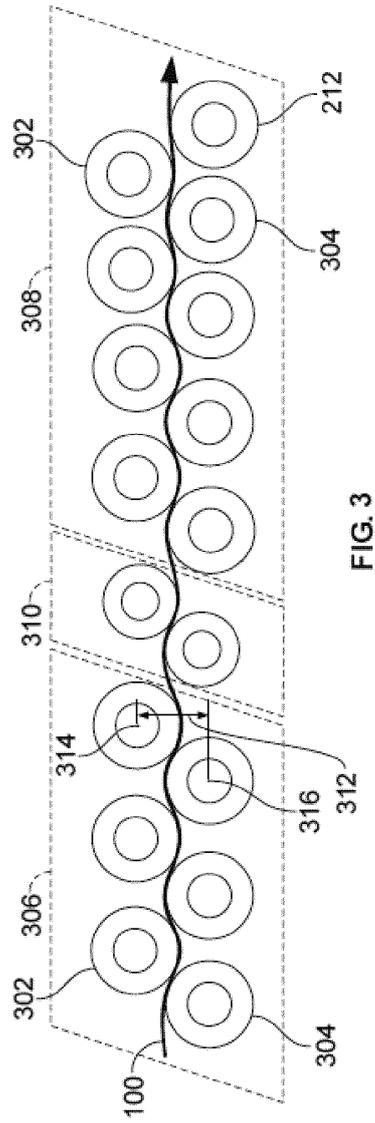


FIG. 3

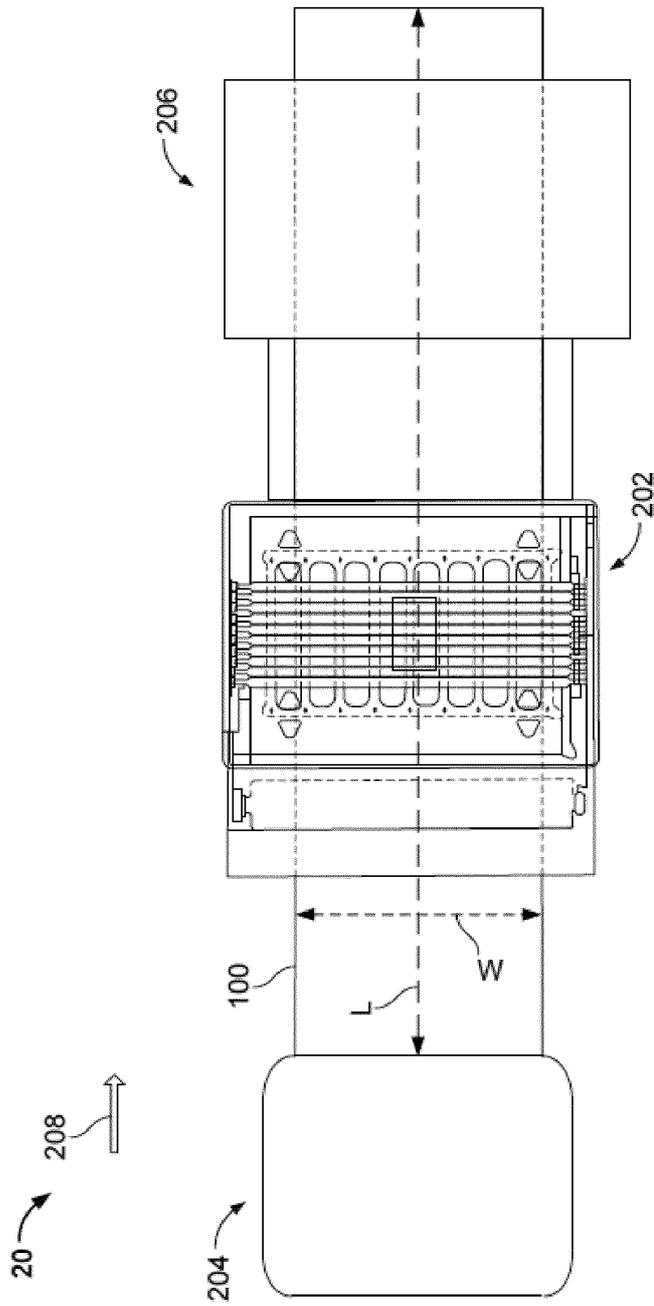


FIG. 2B

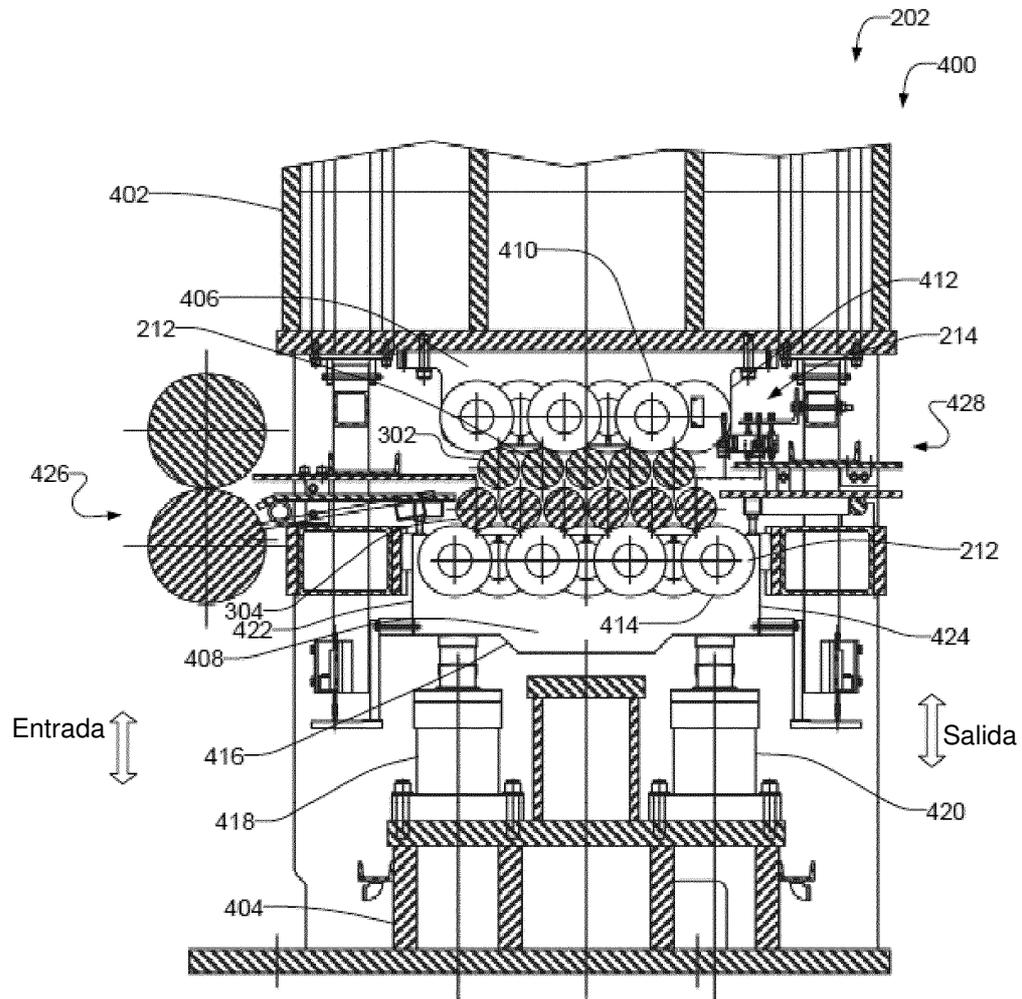


FIG. 4

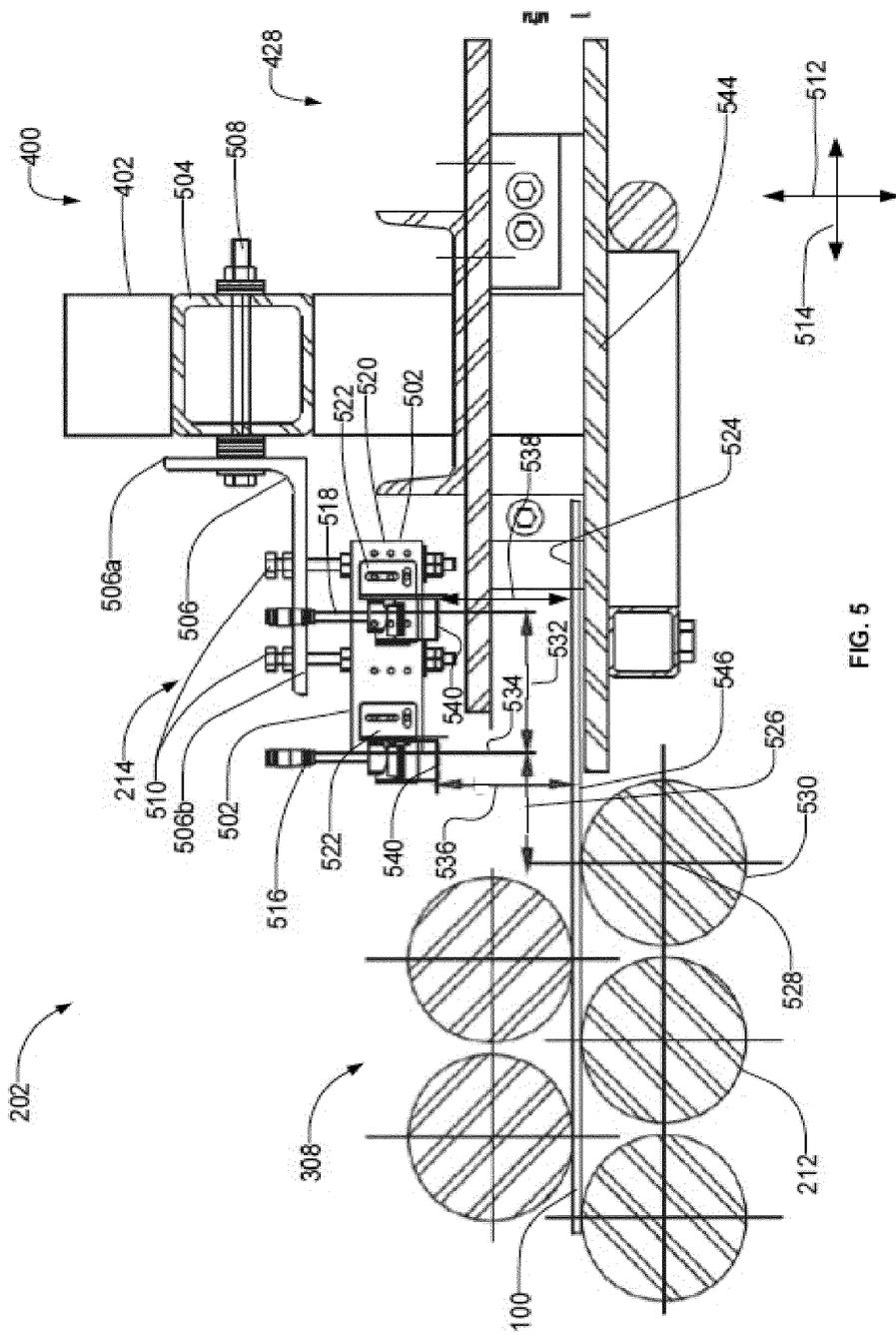


FIG. 5

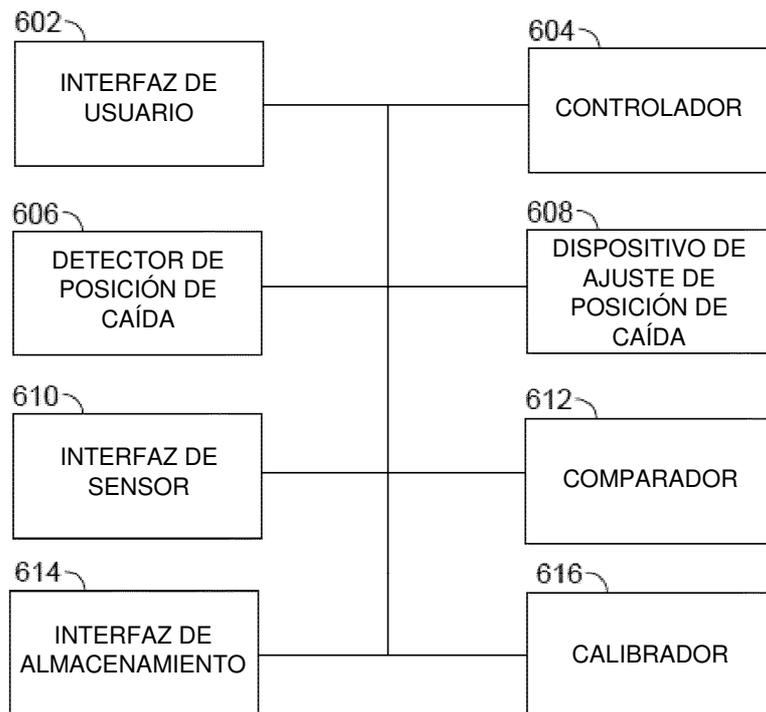


FIG. 6

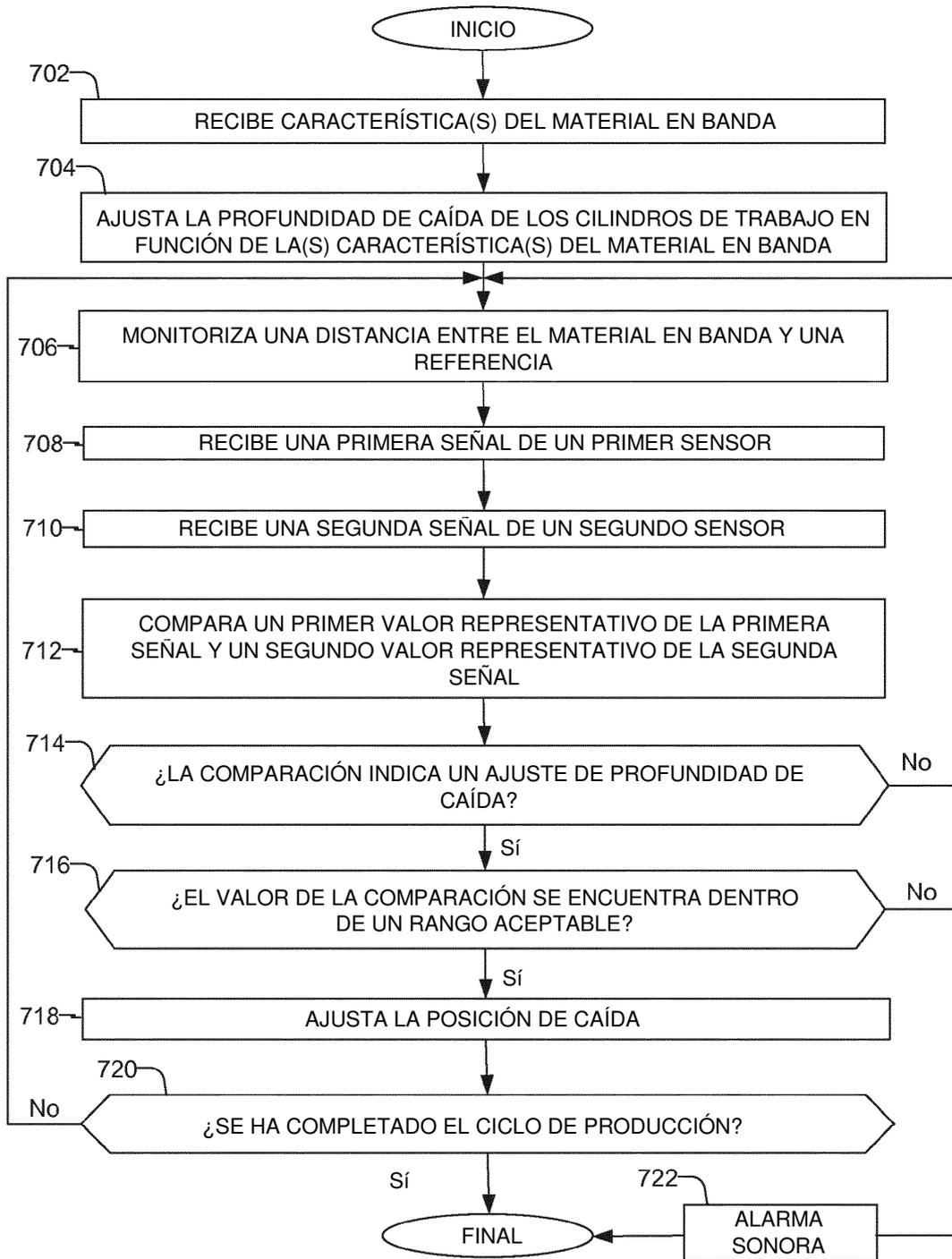


FIG. 7

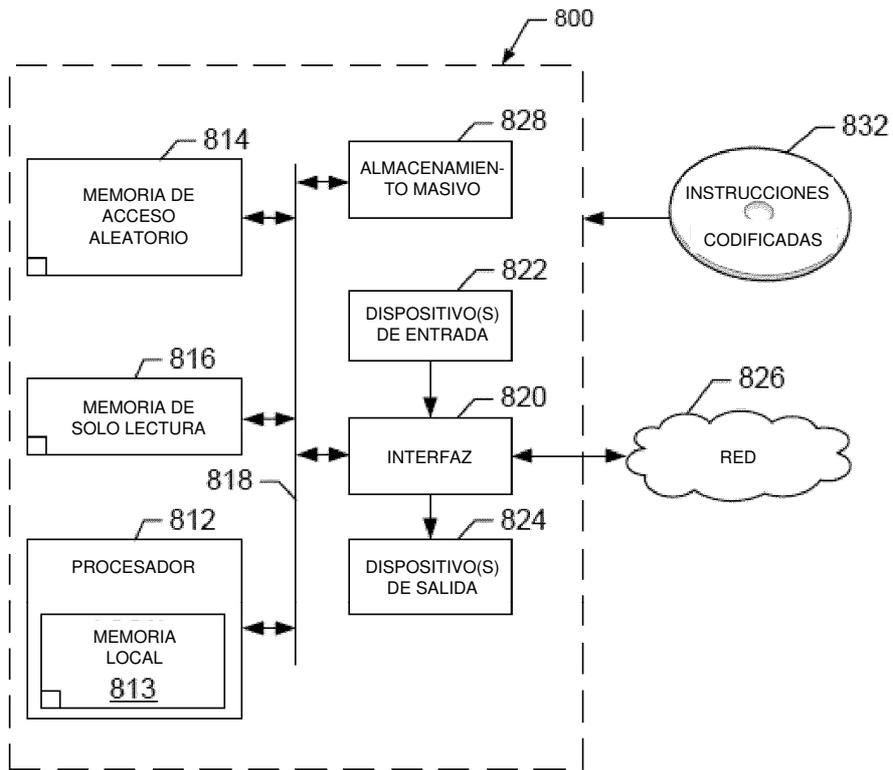


FIG. 8