



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 286 125**

51 Int. Cl.:
B22D 11/00 (2006.01)
B22D 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01942887 .9**
86 Fecha de presentación : **15.06.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1294507**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **26.03.2003**

54 Título: **Colada de bandas.**

30 Prioridad: **15.06.2000 AU PQ8180**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2007

73 Titular/es: **Castrip, L.L.C.**
c/o Nucor, 2100 Rexford Road
Charlotte, North Carolina 28211, US

72 Inventor/es: **Nikolovski, Nikolco**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Colada de bandas.

Campo técnico

La presente invención se refiere a la colada de bandas metálicas y a la fabricación de bandas de acero coladas. Tiene una aplicación particular a la colada de bandas metálicas mediante colada continua en una máquina de colar de rodillos gemelos.

En una máquina de colar de rodillos gemelos, se introduce metal fundido entre un par de rodillos de colada horizontales que giran en sentidos contrarios, que están refrigerados de tal modo que se solidifican cáscaras de metal sobre las superficies de los rodillos en movimiento, y se reúnen en el estrechamiento entre dichos rodillos, para producir un producto solidificado en forma de banda que se entrega en sentido descendente desde el estrechamiento entre los rodillos. La expresión "estrechamiento" se utiliza en la presente descripción para referirse en general a la zona en la que los rodillos se encuentran más juntos. El metal fundido puede ser vertido desde un caldero de colada a un recipiente menor, o a una serie de recipientes menores, desde los que fluye a través de una tobera de suministro del metal dispuesta por encima del estrechamiento, de tal modo que se forma un baño de colada de metal fundido soportado por las superficies de colada de los rodillos, inmediatamente encima del estrechamiento y que se extiende a lo largo de la longitud del estrechamiento. Dicho baño de colada se encuentra habitualmente confinado entre unas placas laterales o diques que se mantienen en acoplamiento deslizante con las superficies de los extremos de los rodillos, de tal modo que retienen los dos extremos del baño de colada contra derrames, aunque asimismo se han propuesto medios alternativos tales como barreras electromagnéticas.

La preparación y la regulación de los rodillos de colada en una colada de rodillos gemelos constituye un problema significativo. Los rodillos de colada deben estar instalados con precisión para definir correctamente una separación apropiada de los rodillos de colada en el estrechamiento, generalmente del orden de unos pocos milímetros o inferior. Asimismo, deben existir algunos medios para permitir que, por lo menos uno de los rodillos se desplace hacia el exterior venciendo una fuerza de desviación para adaptarse a las fluctuaciones de espesor de la banda, en particular durante la puesta en marcha.

Generalmente, uno de los rodillos está montado en cojinetes fijos, y el otro rodillo está montado de forma giratoria sobre soportes que pueden desplazarse venciendo la acción de los medios de desviación para permitir que el rodillo de desplace lateralmente para adaptarse a las fluctuaciones en la separación del rodillo de colada y en el espesor de la banda. Los medios de desviación pueden presentarse en forma de elementos de muelle helicoidales de compresión, o alternativamente, pueden comprender un par de unidades de cilindros con un fluido a presión.

En la solicitud de patente australiana n° 85185/98, y en la correspondiente solicitud de patente US n° 09/154213, se da a conocer una máquina de colada de bandas con elementos de muelle que desvían un rodillo, que puede desplazarse lateralmente. En dicho aparato, los elementos de muelle de desviación actúan entre los soportes del rodillo y un par de estructuras de reacción contra el empuje, cuyas posiciones pueden

ser establecidas por medio del funcionamiento de un par de gatos accionados mecánicamente para permitir ajustar la compresión inicial de los elementos de muelle para establecer las fuerzas iniciales de compresión que son iguales a ambos extremos del rodillo. Las posiciones de los soportes de los rodillos deben ser establecidas y ajustadas posteriormente después del inicio de la colada, de tal modo que la distancia entre los rodillos se mantenga constante en toda la anchura del estrechamiento con el fin de producir una banda de un perfil constante. No obstante, a medida que continúa la colada, inevitablemente variará el perfil de la banda debido a las excentricidades en los rodillos y a cambios dinámicos debidos a la dilatación variable debida al calor y a otros efectos dinámicos.

Las excentricidades en los rodillos de colada pueden conducir a variaciones en el espesor de la banda, a lo largo de dicha banda. Dichas excentricidades pueden surgir tanto debido al mecanizado y al montaje de los rodillos, como debido a distorsiones cuando los rodillos están calientes, debidas posiblemente a una distribución no uniforme del flujo calorífico. Específicamente, en cada revolución de los rodillos se producirá una configuración de variaciones de espesor que depende de las excentricidades en los rodillos, y esta configuración se repetirá en cada revolución de los rodillos de colada. Habitualmente, la configuración de la repetición será generalmente sinusoidal, pero pueden existir fluctuaciones secundarias o subsidiarias dentro de la configuración generalmente sinusoidal.

En el documento EP-A-1025931, publicado el 9 de Agosto de 2000 y comprendido en el estado de la técnica bajo el artículo 54(3) EPC, se describe una máquina de colada de bandas como la anterior, en la que están dispuestos sensores para detectar la posición de las estructuras de transmisión del empuje, y unos controladores están conectados a los sensores y a las unidades del cilindro, que determinan la compresión de los elementos de muelle, de tal modo que los movimientos de las estructuras de transmisión del empuje son contrarrestados con movimientos de las respectivas estructuras de reacción al empuje con el fin de mantener constantes las fuerzas de desviación. El sistema de control puede controlar asimismo la unidad del cilindro que debe ser accionado para producir variaciones en la fuerza de desviación que compensen las variaciones en el espesor de la banda en la totalidad de la anchura de la banda, o en un borde de la banda, debido a variaciones por deformación en los extremos de los rodillos durante la colada. Las variaciones en el espesor de la banda pueden ser detectadas mediante sensores de rayos X que exploran a través de la banda, más abajo de la máquina de colada.

Con mejoras en el diseño de los rodillos de colada de una máquina de colada de rodillos gemelos, en particular, mediante la disposición de superficies en relieve que permiten el control del flujo calorífico en la interconexión entre los rodillos de colada y el baño de colada, ha sido posible conseguir espectaculares incrementos en las velocidades de colada de bandas. Sin embargo, cuando se cueban bandas delgadas a elevadas velocidades de colada existe una mayor tendencia a que se produzcan variaciones en la galga, tanto de alta frecuencia como de baja frecuencia.

Exposición de la invención

Se ha hallado que las variaciones de la galga en la banda colada pueden paliarse mediante la reducción

de la fuerza de separación del rodillo de colada y que el defecto puede eliminarse prácticamente si la fuerza de separación del rodillo se reduce a un mínimo. En la práctica, existe por lo menos una cierta fuerza que se requiere para equilibrar la presión hidrostática del baño y para vencer la fricción mecánica implicada en el movimiento de los rodillos. Se ha hallado asimismo que pueden superarse las variaciones de galga de alta frecuencia y que puede fabricarse una banda colada de acero excepcional mediante la reducción de la rigidez de la banda en la zona del estrechamiento, permitiendo que pase una cierta cantidad de metal fundido o pastoso a través del estrechamiento entre las dos cáscaras solidificadas de la banda, mediante el mantenimiento de una distancia entre los rodillos en el estrechamiento, ligeramente superior a la distancia determinada por el espesor total de la cáscara solidificada. A estos efectos, preferentemente, se reducen a un mínimo las fuerzas mecánicas de fricción implicadas en el desplazamiento de los rodillos de colada uno con respecto al otro. Mediante la consecución de una rigidez de la banda muy reducida se desconecta la interacción de los rodillos sobre la banda y en consecuencia puede reducirse substancialmente la regeneración periódica de la galga, si no llega a eliminarse.

La presente invención combina las características de la aplicación de una fuerza constante de separación del rodillo de colada (que puede ser pequeña) con el establecimiento de una distancia constante del rodillo que permite que pase metal fundido a través del estrechamiento, para reducir todavía más la rigidez de la banda. Con el objetivo de mantener constante la fuerza de separación, junto con una distancia constante entre los rodillos, la presente invención permite asimismo la compensación de la excentricidad del rodillo.

Según la presente invención, se da a conocer un procedimiento para la colada de banda metálica que comprende:

montar un par de rodillos de colada refrigerados que tienen un estrechamiento entre sí y unos tabiques de confinamiento adyacentes a los extremos del estrechamiento, introduciendo metal fundido entre dicho par de rodillos de colada para formar un baño de colada entre los rodillos con los tabiques que limitan el baño adyacentes a los extremos del estrechamiento, girando los rodillos de tal modo que se solidifican cáscaras de metal procedente del baño de colada para formarse sobre los rodillos de colada, cuyas cáscaras se reúnen en el estrechamiento para producir una banda solidificada entregada en sentido descendente desde el estrechamiento, desviando por lo menos un rodillo de colada del par de rodillos hacia el otro rodillo del par, bajo una fuerza de desviación, caracterizado porque la fuerza de desviación se encuentra comprendida entre sustancialmente la misma y resulta ligeramente superior a la requerida para equilibrar la presión hidrostática del baño de colada y la fricción mecánica implicada en el movimiento de los rodillos de colada para desviarlos uno contra otro, de tal manera que se mantenga una distancia sustancialmente constante entre los rodillos en el estrechamiento, suficiente para proporcionar una separación entre las cáscaras solidificadas en el estrechamiento, y haciendo pasar metal fundido entre las cáscaras solidificadas a través del estrechamiento, de tal modo que, por lo menos una parte de dicho metal fundido puede quedar solidificado en la banda, por debajo del estrechamiento.

El metal fundido puede ser acero fundido y el procedimiento puede producir banda de acero solidificada con una velocidad de colada, por lo menos de 30 metros/minuto. La velocidad de colada puede ser, por lo menos de 60 metros/minuto. Preferentemente, el espacio de la separación entre las cáscaras solidificadas en el estrechamiento está comprendido entre 0 y 50 micras. Dicha separación facilita mantener una distancia sustancialmente constante con una pequeña zona de desviación.

La fuerza de desviación es sustancialmente igual o ligeramente superior a la fuerza mínima precisa para equilibrar la presión hidrostática del baño de colada y para vencer la fricción mecánica implicada en el movimiento del rodillo desviado. En el caso de rodillos de 500 mm de diámetro y de 1.350 mm de anchura y un baño de 175 mm, dejando aparte la fricción mecánica que debe mantenerse reducida, la fuerza hidrostática del baño de colada fundido será de unos 0,75 kN. Por consiguiente, la fuerza de desviación estará comprendida entre 0,75 y 2 kN por ampuesa (es decir, por lado) y la fuerza de separación correspondiente, dentro de un intervalo sustancialmente de 0 a 1,25 kN. La fuerza de separación del rodillo es la fuerza neta ejercida sobre la banda.

Más preferentemente, la fuerza de desviación del rodillo está comprendida entre 0,75 y 1,2 kN, y la correspondiente fuerza de separación del rodillo se encuentra comprendida sustancialmente entre 0 y menos de 0,45 kN. Preferentemente, en el caso de espesores de banda por encima de 1 mm, la fuerza de separación del rodillo es inferior a 0,45 kN. A título de ejemplo, para una banda de 1,6 mm de espesor, la fuerza de separación del rodillo es aproximadamente de 0,45 kN.

Por lo menos, uno de los rodillos de colada puede estar montado en un par de soportes móviles del rodillo para proporcionar dicho movimiento global, por lo menos de uno de los rodillos de colada con respecto al otro rodillo de colada, y dicha fuerza de desviación puede estar aplicada a los soportes de los rodillos mediante un par de unidades de desviación. Cada unidad de desviación comprende un generador de empuje que actúa entre una estructura de transmisión del empuje conectada al soporte del rodillo respectivo, y una estructura de reacción al empuje que genera un empuje en el soporte del rodillo que depende de la separación entre la estructura de reacción al empuje y la estructura de transmisión del empuje. El generador de empuje puede comprender un muelle de compresión o una unidad con un cilindro de un fluido a presión.

El procedimiento de la presente invención puede comprender las etapas de iniciación de la colada de la banda con una distancia determinada entre rodillos para hacer que las cáscaras solidificadas se encuentren en el estrechamiento, permitiendo que uno de dichos rodillos se desplace en conjunto para seguir la variación del espesor de la banda debida a excentricidades del rodillo de colada, para establecer una disposición de movimientos del rodillo debida a estas excentricidades, aplicando la misma disposición de movimiento a las estructuras de reacción al empuje de las unidades de desviación para mantener una fuerza de desviación constante, incrementando la distancia entre los rodillos de colada de tal modo que pase metal fundido a través del estrechamiento entre las cáscaras solidificadas y continuando la colada de la banda manteniendo la distancia incrementada de manera sustancialmen-

te constante, y aplicando dicha disposición de movimiento a las estructuras de reacción al empuje para mantener una fuerza de desviación del rodillo sustancialmente constante.

La presente invención da a conocer asimismo un aparato para la colada continua de bandas metálicas que comprende: un par de rodillos paralelos que forman un estrechamiento entre sí, un sistema de suministro de metal para entregar metal fundido en el estrechamiento entre los rodillos para formar un baño de colada de metal fundido soportada por las superficies de los rodillos de colada, inmediatamente encima del estrechamiento, un par de placas de cierre para confinar el metal fundido en el baño de colada, adyacentes a los extremos del estrechamiento, impidiendo su derrame, un mecanismo de accionamiento de los rodillos para accionar los rodillos de colada en direcciones de rotación contrarias para producir una banda solidificada de metal entregada en sentido descendente desde el estrechamiento, estando montado, por lo menos uno de los rodillos en un par de soportes móviles de los rodillos que permiten que el rodillo se desplace acercándose y alejándose del otro rodillo, un par de unidades de desviación del rodillo que actúan, una en cada uno, del par de soportes móviles de los rodillos, para desviar dicho rodillo hacia el otro rodillo, y un sistema de control, caracterizado porque dicho sistema de control y el control del funcionamiento de las unidades de desviación del rodillo y del posicionado de las unidades de desviación del rodillo, mantienen una distancia sustancialmente constante entre los rodillos, suficiente para proporcionar la distancia, en el estrechamiento entre las cáscaras solidificadas formadas sobre los rodillos de colada durante la colada.

Preferentemente, las unidades de desviación comprenden servomecanismos. Las unidades de desviación del rodillo pueden comprender una estructura de transmisión del empuje conectada al soporte del rodillo respectivo, una estructura de reacción al empuje, un generador de empuje que actúa entre la estructura de reacción al empuje y la estructura de transmisión del empuje para ejercer un empuje en la estructura de transmisión del empuje y el soporte del rodillo respectivo, una unidad de posicionado que puede ser accionada para variar la posición de la estructura de reacción al empuje, en la que el sistema de control está configurado para controlar el funcionamiento de los medios de posicionado, de modo que reproduzcan una configuración del movimiento de los soportes del rodillo debido a la excentricidad del rodillo, en forma de una configuración aplicada de movimientos de la estructura de reacción al empuje para mantener una fuerza constante de desviación del rodillo y para incrementar la distancia entre los rodillos una vez se ha establecido dicha disposición aplicada de movimientos.

Preferentemente, el sistema de control puede funcionar para producir un aumento incremental de la distancia entre rodillos dentro de un intervalo de 0 a 50 micras. El sistema de control puede funcionar para desplazar dicho rodillo. Como alternativa, puede funcionar para desplazar el otro rodillo de colada. En otras formas de realización, para proporcionar una pequeña fuerza de separación, la distancia entre rodillos puede ser fija y puede variarse la velocidad de colada hasta conseguir la fuerza de separación requerida. En este caso, puede aplicarse la compensación de excentricidad antes de proceder a la regulación de

la velocidad.

La presente invención da a conocer una banda de acero colada excepcional, con una composición como la descrita con mayor detalle más adelante, en la descripción de las formas de realización preferidas.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de explicar con mayor detalle la presente invención, se describirá una forma de realización particular y una posible modificación de la misma, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es una sección transversal vertical a través de una máquina de colada de bandas, fabricada según la presente invención;

la Figura 2 es una vista ampliada de parte de la Figura 1, ilustrando los componentes más importantes de la máquina de colada;

la Figura 3 es una vista longitudinal, en sección transversal, de los componentes más importantes de la máquina de colada;

la Figura 4 es un alzado de la máquina de colada;

las Figuras 5, 6 y 7, muestran la máquina de colada en condiciones variables durante la colada y durante la extracción del módulo de los rodillos de la máquina de colada;

la Figura 8 es una sección transversal vertical a través de una unidad de desviación del rodillo que incorpora elementos de muelle de desviación del rodillo;

la Figura 9 es una representación esquemática de los componentes esenciales de la máquina de colada;

la Figura 10 es una sección transversal de una banda colada de acero fabricada de la manera descrita mediante la presente invención; y

la Figura 11 es una sección transversal de una banda colada de acero de la técnica anterior ilustrada a efectos de comparación, como explicación de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

La máquina de colada ilustrada comprende una estructura principal 11 de la máquina que está en posición vertical en el suelo de la fábrica (no representado) y soporta un módulo de rodillos de colada en forma de una caja 13 que puede ser desplazada a una posición operativa en la máquina de colada como una unidad, pero que puede ser desmontada fácilmente cuando deben sustituirse los rodillos. La caja 13 lleva un par de rodillos de colada paralelos 16 refrigerados, que presentan un estrechamiento 16A entre sí, al que se suministra metal fundido durante la operación de colada, desde un caldero de colada (no representado) mediante una artesa 17, un distribuidor 18 y una tobera de suministro 19 para crear un baño de colada 30. Los rodillos de colada 16 están refrigerados por agua, de tal modo que en ellos se forman cáscaras solidificadas sobre las superficies móviles de los rodillos, que se unen entre sí en el estrechamiento 16A para producir un producto 20 de una banda solidificada a la salida del producto. Este producto puede alimentar una bobinadora normal.

Los rodillos de colada 16 giran en sentidos contrarios mediante ejes de accionamiento 41 de un motor eléctrico y de una transmisión montada en la estructura principal de la máquina. El eje de accionamiento puede ser desconectado de la transmisión cuando debe desmontarse la caja. Los rodillos 16 presentan unas paredes periféricas de cobre formadas por una serie de pasos refrigerados por agua que se extienden en

sentido longitudinal y separados circunferencialmente, que están alimentados a través de los extremos de los rodillos por conductos de suministro de agua en los ejes de accionamiento de los rodillos 41, que están conectados a las mangueras 42 de suministro de agua a través de casquillos giratorios 43. Típicamente, el rodillo puede ser de unos 500 mm de diámetro y de hasta 2.000 mm de longitud con el fin de fabricar productos de banda de una anchura aproximada a la de los rodillos.

El caldero es de construcción totalmente convencional y está soportado en una torreta giratoria desde donde puede ser colocado en posición encima de la artesa 17 para llenar la artesa. La artesa puede estar provista de una válvula de compuerta deslizante 47 que puede ser accionada mediante un servocilindro para permitir que el metal fundido fluya desde la artesa 17 a través de la válvula 47 y de un recubrimiento refractario 48, al distribuidor 18.

El distribuidor 18 está conformado como un plato ancho realizado en un material refractario tal como óxido de magnesio (MgO). Uno de los lados del distribuidor 18 recibe metal fundido de la artesa 17 y el otro lado del distribuidor 18 está dotado de una serie de aberturas de salida del metal 52 separadas longitudinalmente. La parte inferior del distribuidor 18 lleva unos soportes de montaje 53 para el montaje del distribuidor 18 en la estructura principal 11 de volteo cuando la caja 13 se encuentra en su posición de funcionamiento.

La tobera de entrega 19 está configurada como un cuerpo alargado fabricado en un material refractario tal como grafito aluminoso. Su parte inferior es cónica, de tal modo que converge hacia el interior y hacia abajo de modo que puede sobresalir en el estrechamiento 16A, entre los rodillos de colada 16. Su parte superior está formada con pestañas laterales 55 que se sobresalen hacia el exterior, de modo que se sitúan en un soporte de montaje 60 que forma parte de la estructura principal 11.

La tobera 19 puede presentar una serie de pasos para el flujo que se extienden en general verticalmente, separados en sentido horizontal, para producir una descarga adecuada de metal fundido a velocidad reducida, en toda la anchura de los rodillos, y para entregar el metal fundido al estrechamiento 16A entre los rodillos, sin colisión directa con las superficies del rodillo en las que se produce la solidificación inicial. Como alternativa, la tobera 19 puede presentar una única ranura continua para entregar una cortina de metal fundido a velocidad reducida directamente al estrechamiento 16A entre los rodillos de colada 16, y/o puede encontrarse sumergida en el baño de metal fundido entre los rodillos de colada 16.

El baño está confinado, en los extremos de los rodillos, mediante un par de placas laterales o diques de cierre 56 que están mantenidos contra los extremos escalonados 57 de los rodillos cuando la caja de rodillos está en su posición de funcionamiento. Las placas laterales de cierre 56 están fabricadas en un material refractario resistente y tienen los bordes laterales dentados para acoplarse a la curvatura de los extremos escalonados de los rodillos. Las placas laterales de cierre 56 pueden estar montadas en soportes de placas 82 que son móviles mediante la actuación de un par de unidades de cilindros hidráulicos 83 para colocar las placas laterales en acoplamiento con los extremos escalonados de los rodillos de colada para

formar cierres extremos para el baño de metal fundido formado sobre los rodillos de colada durante una operación de colada. Las placas laterales de cierre 56 son adyacentes a los extremos del estrechamiento 16A y limitan el baño de colada formado entre los rodillos de colada 16.

Durante una operación de colada, se acciona la válvula de compuerta deslizante 47 para permitir que el metal fundido sea vertido desde la artesa 17 al distribuidor 18 y a través de la tobera de entrega del metal 19 desde donde fluye sobre los rodillos de colada para formar el baño de colada con la limitación de las placas laterales 56 de cierre. El extremo de la cabeza de la banda producida 20 está guiado mediante la actuación de una mesa en rampa 96 hasta un rodillo de pinzado y desde allí a una estación de bobinado (no representada). La mesa en rampa 96 cuelga de los pivotes de montaje 97 de la estructura principal y puede ser inclinada hacia el rodillo de pinzado mediante la actuación de una unidad de un cilindro hidráulico (no representado) una vez que se ha formado el extremo delantero limpio.

La caja desmontable 13 de los rodillos está fabricada de modo que los rodillos de colada 16 pueden ser montados, y regulada la distancia del estrechamiento 16A entre sí, antes de que la caja sea instalada en posición en la máquina de colada. La distancia entre los rodillos de colada en este momento del montaje debería ser preferentemente tan pequeña como sea posible sin que los rodillos de colada se toquen entre sí. Además, una vez que la caja 13 está instalada, pueden conectarse rápidamente dos pares de unidades de desviación de los rodillos 110 y 111, montadas en la estructura principal 11 de la máquina, a los soportes de los rodillos en la caja 13, para proporcionar las fuerzas de desviación para resistir a la separación de los rodillos.

La caja de los rodillos 13 comprende un gran bastidor 102 que lleva los rodillos de colada 16 y la parte superior 103 del cierre de refractario para rodear la banda colada por debajo del estrechamiento 16A. Los rodillos 16 están montados en los soportes 104 de los rodillos que comprenden un par de extremos de la estructura 90 de soporte de los rodillos (figura 4) que lleva los rodamientos 100 de los extremos de los rodillos mediante los cuales se montan los rodillos para girar alrededor de su eje longitudinal en relación de paralelismo entre sí. Los dos pares de soportes de los rodillos 104 están montados en el bastidor de la caja de los rodillos 102 mediante rodamientos lineales 106, con los que pueden deslizarse lateralmente fuera del bastidor de la caja para proporcionar un movimiento global de los rodillos acercándose y alejándose entre sí, permitiendo de este modo el movimiento de separación y de cierre entre los dos rodillos de colada paralelos 16.

El bastidor 102 de la caja de rodillos lleva asimismo dos medios de topes regulables 107 dispuestos debajo de los rodillos de colada 16, aproximadamente en un plano vertical central entre rodillos, y dispuesto entre los dos pares de soportes 104 de los rodillos, de tal modo que sirven de topes para limitar el movimiento hacia el interior, de los dos soportes 104 de los rodillos, para definir de este modo la dimensión mínima de la distancia en el estrechamiento 16A entre los rodillos 16. Tal como se explica a continuación, las unidades 110 y 111 de desviación de los rodillos pueden ser accionadas para mover los soportes 104 de los ro-

rodillos hacia el interior contra estos medios centrales, regulables, de tope, pero permitiendo el movimiento elástico hacia el exterior de uno de los rodillos de colada 16 contra fuerzas de desviación predeterminadas.

Cada uno de los medios de tope 107 regulables, tiene la forma de un gato de tornillo sin fin o de husillo roscado, que presenta un cuerpo 108 fijo con respecto al plano central vertical de la máquina de colada y dos extremos 109 que pueden ser desplazados con la actuación del gato accionado en una medida igual en direcciones opuestas, para permitir la expansión y la contracción del gato para regular la anchura de la distancia en el estrechamiento 16A, manteniendo una separación equidistante de los rodillos 16 con respecto al plano vertical central de la máquina de colada y asimismo una distancia sustancialmente constante entre los rodillos de colada 16.

La máquina de colada comprende dos pares de unidades de desviación de los rodillos 110 y 111, estando conectado uno de los pares a los soportes 104 de cada rodillo 16. Las unidades de desviación de los rodillos 110, a un lado de la máquina, están construidas y funcionan según la presente invención. Dichas unidades están provistas de elementos de muelle helicoidales de desviación 112 para proporcionar fuerzas de desviación a los soportes respectivos 104 de los rodillos. Las unidades de desviación 111 del otro lado de la máquina, incorporan servomotores hidráulicos 113. Estos servomotores pueden ser accionados para mantener los soportes respectivos 104 de los rodillos de uno de los rodillos, firmemente sujeto contra los topes centrales, teniendo el otro rodillo libertad para moverse lateralmente venciendo la acción de los elementos de muelle de desviación 112 para desviar los rodillos de colada 110 uno hacia el otro.

Los detalles constructivos de las unidades de desviación 110 están ilustrados en la Figura 8. Tal como se muestra en dicha figura, la unidad de desviación comprende un cuerpo de elementos de muelle cilíndrico 114 dispuesto en el interior de un cuerpo exterior 115 que está fijado a la estructura principal 116 de la máquina de colada mediante pernos de sujeción 117.

El cuerpo del elemento de muelle 114 comprende un pistón 118 que corre por el interior del cuerpo exterior 115. El cuerpo del elemento de muelle 114 puede estar dispuesto de un modo alternativo en una posición extendida, tal como la ilustrada en la Figura 8, o en una posición retraída mediante el flujo de un fluido hidráulico que entra y sale del cilindro 118. El extremo exterior del cuerpo del cilindro 114 dispone de unos medios que pueden ser accionados mediante un fluido a presión, en forma de una unidad de un cilindro hidráulico 119 que puede ser accionada para fijar la posición de un émbolo de reacción 121 del elemento de muelle, conectado al pistón de la unidad 119 mediante una varilla de conexión 130.

El extremo interior del elemento de muelle 112 actúa sobre una estructura de transmisión del empuje 122, que está conectada al correspondiente soporte 104 del rodillo, a través de una célula de carga 125. La estructura de empuje es arrastrada inicialmente hasta un acoplamiento seguro con el soporte del rodillo mediante un conector 124 que puede ser extendido por medio del funcionamiento de un cilindro hidráulico 123, cuando debe desconectarse la unidad de desviación.

Cuando la unidad de desviación 110 está conec-

tada a su soporte respectivo 104 del rodillo, con el cuerpo del elemento de muelle 114 fijado en posición extendida, tal como se muestra en la Figura 8, la posición del cuerpo del elemento de muelle 114 y de la unidad 119 del cilindro, están fijas con respecto a la estructura de la máquina, y puede determinarse la posición del émbolo elástico de reacción 121 para regular la distancia efectiva entre los topes elásticos en el émbolo de reacción y la estructura 122 de transmisión del empuje. La compresión del elemento de muelle 112 puede ser regulada de este modo para variar la fuerza de empuje aplicada a la estructura 122 de transmisión del empuje y al soporte respectivo 104 del rodillo. Con esta disposición, el único movimiento relativo durante la operación de colada es el movimiento del soporte 104 del rodillo, y la estructura de empuje 122 como una unidad contra el elemento de muelle de desviación. Dado que la unidad de desviación actúa para desviar el soporte 104 del rodillo hacia el interior contra el tope, puede ser regulada para precargar el soporte del rodillo con la fuerza de desviación requerida en el soporte antes de que el metal pase realmente entre los rodillos de colada y para que la fuerza de desviación se mantenga durante la posterior operación de colada.

La unidad del cilindro hidráulico 119 funciona de manera continua para variar la posición del émbolo elástico de reacción para reproducir los movimientos de la estructura de transmisión del empuje 122 debidos a los movimientos laterales del soporte 104 del rodillo. Cualquier movimiento hacia el interior o hacia el exterior, del soporte 104 del rodillo producirá el correspondiente movimiento hacia el interior o hacia el exterior del cilindro de la unidad 119 del cilindro y, por consiguiente, del émbolo elástico de reacción 121 de tal modo que se mantenga una compresión constante del elemento de muelle de compresión 112. De acuerdo con ello, puede mantenerse una fuerza de desviación constante contra los rodillos de colada 16 en cada extremo del rodillo, sin tener en cuenta los movimientos de los montajes de los rodillos. Los medios de reglaje del elemento de muelle, regulables de manera continua, permiten un reglaje muy preciso de las fuerzas de desviación constantes, que puede ser mantenido a lo largo de toda una operación de colada. Además, es posible utilizar elemento de muelles de una rigidez muy reducida y, debido a que los dos sistemas de compensación o de control para los dos rodillos funcionan de manera completamente independiente, no existen interferencias entre ambos. De acuerdo con ello, esta disposición permite que la fuerza de desviación del rodillo quede reducida a un nivel muy bajo según la presente invención. Existe una fuerza mínima que se requiere para equilibrar la presión hidrostática del baño de colada (aproximadamente 0,75 kN por lado, en una máquina de colada de rodillos gemelos de 500 mm de diámetro y de 1.350 mm de anchura de rodillos) y para vencer la fricción mecánica implicada en el movimiento de los rodillos (menor de 0,6 kN aproximadamente por lado en una máquina de colada de rodillos gemelos de 500 mm de diámetro). Esto tiene como resultado un nivel práctico reducido de la fuerza de desviación, que preferentemente puede estar comprendido entre 0,75 y 2 kN.

Tal como se ilustra en la Figura 9 en forma de diagrama, los medios de control pueden comprender sensores de posición 150 que detectan la posición de

las estructuras 122 de transmisión del empuje y están conectados a un circuito de control que controla el funcionamiento de la unidad del cilindro 119, de tal modo que los movimientos de las estructuras 122 de transmisión del empuje son reproducidos mediante los cilindros de las unidades 119. El circuito de control puede comprender controladores 151 conectados a los sensores 150 y a las unidades de los cilindros 119 para accionar los cilindros 119, de tal modo que reproducen los movimientos de las estructuras 122 de transmisión del empuje. Los controladores 151 controlan asimismo el funcionamiento de los cilindros para el reglaje inicial de los soportes de los rodillos, antes de la colada, y la regulación posterior para añadir un movimiento incremental similar de los cilindros 119 a través de los controladores de etapas 160 para mantener constante la fuerza de desviación y para incrementar la distancia en el estrechamiento 16A entre los rodillos de colada 16, de tal modo que se crea una distancia entre los rodillos 16 en el estrechamiento 16A que es superior a la distancia determinada por el espesor de la cáscara solidificada durante la colada. Los controladores de etapas tienen una entrada del punto de referencia en 161.

Típicamente, según la presente invención, el sistema puede ser accionado para mantener una distancia en el estrechamiento 16A, entre los rodillos de colada 16, superior a la distancia determinada por el espesor de la cáscara solidificada. Durante el funcionamiento del sistema, la colada empieza con una distancia determinada inicialmente por medio del espesor de la cáscara solidificada. El espesor se ilustra en la Figura 11 en la que las dendritas de las cáscaras solidificadas de la banda se unen en la banda formada. El movimiento de los soportes del rodillo debido a la excentricidad remanente del rodillo es detectado mediante los sensores 150 y la unidad de control aprende la configuración de los movimientos del rodillo debidos a dicha excentricidad. Con el fin de compensar la excentricidad inducida por la fluctuación de las fuerzas, las trayectorias de las ampuestas de los rodillos se reproducen en las estructuras de reacción elástica por medio del sistema de control de la posición y dichos movimientos compensatorios son continuos. A continuación se incrementa la distancia entre rodillos en una pequeña cantidad (tal como, por ejemplo, de 0 a 50 micras) mientras continúa la configuración de movimientos de la estructura de reacción elástica. Esto mejora todavía más la separación sustancialmente constante ya formada entre los rodillos de colada mediante una reducción adicional o incluso una eliminación de la fluctuación de la fuerza inducida por la compensación de la excentricidad del rodillo.

En el sistema de control ilustrado en la Figura 9, la etapa de incrementar la distancia en el estrechamiento 16A entre los rodillos de colada 16, se consigue moviendo los soportes de los rodillos que soportan el rodillo desviado elásticamente y se activan las unidades accionadas hidráulicamente del otro rodillo para bloquear el otro rodillo en una posición fija. El sistema de la presente invención puede utilizarse en combinación con el sistema de control de la excentricidad descrito en nuestra solicitud de patente australiana en

trámite 14901/00, cuya descripción se incorpora como referencia. En dicho sistema, las variaciones de espesor debidas a la excentricidad del rodillo pueden reducirse considerablemente mediante la imposición de una configuración de variaciones de velocidad, en la velocidad de rotación de los rodillos. Una compensación de este tipo resulta posible porque incluso pequeñas variaciones pueden variar el tiempo de contacto de las cáscaras de metal que se están solidificando en los rodillos de colada en el interior de del baño de colada y, por consiguiente, afectan al espesor de la banda y a la carga térmica del rodillo para facilitar la producción de bandas de espesor constante. Si se adopta dicha forma de control de la excentricidad, ésta reducirá la amplitud de las fluctuaciones iniciales del soporte del rodillo y la necesidad de movimientos de compensación dentro del sistema de fuerza mínima/distancia constante de la presente invención. La presente invención proporciona asimismo una mejora de la productividad.

Haciendo referencia a la Figura 10, en ella se ilustra el exclusivo producto de acero fabricado por medio del procedimiento actualmente descrito. La exclusiva banda de acero colada se realiza mediante las siguientes etapas: montaje de un par de rodillos de colada refrigerados que presentan un estrechamiento entre sí y unos tabiques de confinamiento adyacentes a los extremos del estrechamiento, introduciendo metal fundido entre dicho par de rodillos de colada para formar un baño de colada entre los rodillos con los cierres que limitan el baño adyacentes a los extremos del estrechamiento, girando los rodillos de tal modo que las cáscaras del metal del baño de colada se solidifican sobre los rodillos de colada y se unen entre sí en el estrechamiento para producir una banda solidificada que es entregada en sentido descendente desde el estrechamiento, desviando, por lo menos, un rodillo del par de rodillos de colada hacia el otro rodillo del par, bajo una fuerza de desviación y manteniendo una distancia sustancialmente constante entre los rodillos en el estrechamiento, suficiente para proporcionar una separación entre las cáscaras solidificadas en el estrechamiento, creando preferentemente con la fuerza de desviación, una fuerza de separación del rodillo inferior a 0,45 kN y dejando pasar metal fundido entre las cáscaras solidificadas a través del estrechamiento, en el que por lo menos una parte de dicho metal fundido se solidifica dentro de la banda por debajo del estrechamiento. La estructura columnar de dendritas de acero realizada en las cáscaras solidificadas en los rodillos de colada 16 no llega a unirse. Esto se ilustra comparándolo con la Figura 11, en la que se ilustra la estructura de la banda de acero realizada mediante el procedimiento de colada de bandas descrito anteriormente. En este caso, la estructura columnar de dendritas de la cáscara solidificada se une en la banda formada a medida que las cáscaras solidificadas se unen entre sí. Sin embargo, en la banda de acero fabricada según la presente invención, existe una zona central en el interior de la banda de acero, entre las cáscaras solidificadas, que se solidifica una vez que la banda pasa a través de la separación entre los rodillos de colada 16 en el estrechamiento 16A.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la colada de bandas metálicas, que comprende:

montar un par de rodillos de colada refrigerados que presentan un estrechamiento entre sí y unos cierres de confinamiento adyacentes a los extremos del estrechamiento,

introducir metal fundido entre dicho par de rodillos de colada para formar un baño de colada entre los rodillos con los cierres que confinan el baño adyacentes a los extremos del estrechamiento,

girar los rodillos, de tal modo que se solidifican las cáscaras del metal procedente del baño de colada para formarse en los rodillos de colada y se reúnen entre sí en el estrechamiento para producir una banda solidificada entregada en sentido descendente desde el estrechamiento,

desviar, por lo menos uno del par de rodillos de colada, hacia el otro rodillo del par, bajo una fuerza de desviación, **caracterizado** porque la fuerza de desviación está comprendida entre sustancialmente la misma fuerza y una fuerza ligeramente superior a la requerida para equilibrar la presión hidrostática del baño de colada y la fricción mecánica implicada en el movimiento de los rodillos de colada para desviarlos uno contra el otro, de tal modo que se mantiene una distancia sustancialmente constante entre los rodillos en el estrechamiento, suficiente para proporcionar una separación entre las cáscaras solidificadas en el estrechamiento, y

pasar metal fundido entre las cáscaras solidificadas a través del estrechamiento, de tal modo que, por lo menos una parte de dicho metal fundido se puede solidificar dentro de la banda por debajo del estrechamiento.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** asimismo porque el metal fundido es acero.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** asimismo porque los rodillos de colada giran para producir una banda de acero solidificada con una velocidad de colada, por lo menos de 30 metros/minuto.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** asimismo porque la velocidad de colada es por lo menos de 60 metros/minuto.

5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** asimismo porque dicha fuerza de desviación produce una fuerza de separación de los rodillos comprendida entre 0 a 1,25 kN.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** asimismo porque dicha fuerza de desviación produce una fuerza de separación de los rodillos no superior a 0,45 kN.

7. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** asimismo porque la desviación se realiza mediante desviación elástica.

8. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** asimismo porque la desviación se realiza mediante desviación servocontrolada.

9. Procedimiento para la colada de bandas metálicas, según la reivindicación 1, **caracterizado** asimismo porque dicha fuerza de desviación es una fuerza sustancialmente constante que crea una fuerza de separación de los rodillos no superior a 0,45 kN.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende las etapas adicionales de montar por lo menos uno de los rodillos de colada en unos soportes

móviles del rodillo para proporcionar un movimiento de los rodillos de colada uno contra el otro, y aplicar dicha fuerza de desviación a los soportes de los rodillos mediante un par de unidades de desviación.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende las etapas adicionales de incluir en la unidad de desviación un generador de empuje que actúa entre una estructura de transmisión del empuje conectada a los soportes de los rodillos, e incluir una estructura de reacción al empuje que genera un empuje en el soporte del rodillo, que depende de la separación entre la estructura de reacción al empuje y la estructura de transmisión del empuje.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** asimismo porque el generador de empuje comprende un muelle de compresión, o una unidad de un cilindro de un fluido a presión.

13. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende las etapas adicionales siguientes:

iniciar la colada de la banda con una distancia entre los rodillos determinada por medio de las cáscaras solidificadas que se permite que se encuentren en el estrechamiento,

permitir que dichos rodillos de colada se desplacen entre sí, para seguir la variación de espesor de la banda debida a las excentricidades del rodillo de colada,

aplicar la misma configuración de movimiento a las estructuras de reacción al empuje de las unidades de desviación para mantener dicha fuerza de desviación sustancialmente constante durante la rotación de los rodillos de colada,

aumentar la distancia entre los rodillos de colada de tal modo que pase metal fundido a través del estrechamiento entre las cáscaras solidificadas en la banda, y

continuar la colada de la banda solidificada, manteniendo sustancialmente constante la distancia incrementada, mientras se continúa aplicando dicha configuración de movimiento a las estructuras de reacción al empuje para mantener una fuerza de desviación del rodillo sustancialmente constante.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** asimismo porque el incremento de dicha distancia se encuentra comprendido entre 0 y 50 micras.

15. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** asimismo porque el incremento de dicha distancia se realiza mediante el movimiento relativo del rodillo de colada.

16. Aparato para la colada continua de bandas de metal que comprende:

un par de rodillos paralelos (16) que forman un estrechamiento entre sí, un sistema de suministro de metal (17 a 19) para suministrar metal fundido al estrechamiento entre los rodillos, para formar un baño de colada (30) de metal fundido soportado sobre las superficies de los rodillos de colada inmediatamente por encima del estrechamiento,

un par de placas de cierre (56) para confinar el metal fundido en el baño contra el desbordamiento, adyacentes a los extremos del estrechamiento,

un mecanismo de accionamiento del rodillo para accionar los rodillos de colada en direcciones de giro opuestas, para producir una banda solidificada de metal entregada en sentido descendente desde el estrechamiento,

montar por lo menos uno de los rodillos de cola-

da en un par de soportes móviles de los rodillos (104) que permiten que el rodillo se desplace, acercándose y alejándose del otro rodillo,

un par de unidades de desviación del rodillo (110, 111) que actúan una en cada par de los soportes móviles de los rodillos para desviar uno de dichos rodillos hacia el otro rodillo, y un sistema de control,

caracterizado porque dicho sistema de control y las unidades de desviación del rodillo (110, 111) controlan el funcionamiento y el posicionado de las unidades de desviación del rodillo (110, 111), de tal modo que mantienen una distancia sustancialmente constante entre los rodillos, suficiente para proporcionar una separación en el estrechamiento entre las cáscaras solidificadas realizadas sobre los rodillos de colada durante la colada.

17. Aparato según la reivindicación 16, en el que las unidades de desviación de los rodillos (110, 111) comprenden unos servomecanismos.

18. Aparato según la reivindicación 16, en el que las unidades de desviación comprenden:

una estructura de transmisión del empuje (122) conectada al soporte del rodillo respectivo, una estructura de reacción al empuje (121),

un generador de empuje (112) que actúa entre la estructura de reacción al empuje y la estructura de transmisión del empuje para ejercer un empuje en la estructura de transmisión del empuje y el soporte del rodillo respectivo, y

una unidad de posicionado (119) que puede accionarse para variar la posición de la estructura de reacción al empuje,

en el que el sistema de control está configurado para controlar el funcionamiento de la unidad de posicionado, de tal modo que reproduzca una configuración del movimiento de los soportes de los rodillos debido a la excentricidad del rodillo como una configuración aplicada de movimientos de la estructura de reacción al empuje para mantener una fuerza constante de desviación del rodillo y para incrementar la distancia entre los rodillos después de haber establecido dicha configuración aplicada de movimientos.

19. Aparato según la reivindicación 16, 17 ó 18, en el que el sistema de control puede accionarse para producir un aumento incremental de la distancia entre los rodillos, comprendido entre 0 y 50 micras.

20. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, en el que puede accionarse el sistema de control para mover dicho único rodillo.

21. Aparato según la reivindicación 18, en el que

el generador de empuje comprende un muelle de compresión (112).

22. Aparato según la reivindicación 18, en el que el generador de empuje comprende una unidad de un cilindro con un fluido a presión.

23. Aparato según la reivindicación 18, en el que la unidad de posicionado para variar la posición de la estructura de reacción al empuje comprende una unidad hidráulica (119).

24. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23, en el que el sistema de control comprende uno o varios sensores de posición (150).

25. Aparato según la reivindicación 24, en el que el sistema de control comprende asimismo uno o varios circuitos de control para controlar el funcionamiento de los medios para variar la posición de la estructura de reacción al empuje.

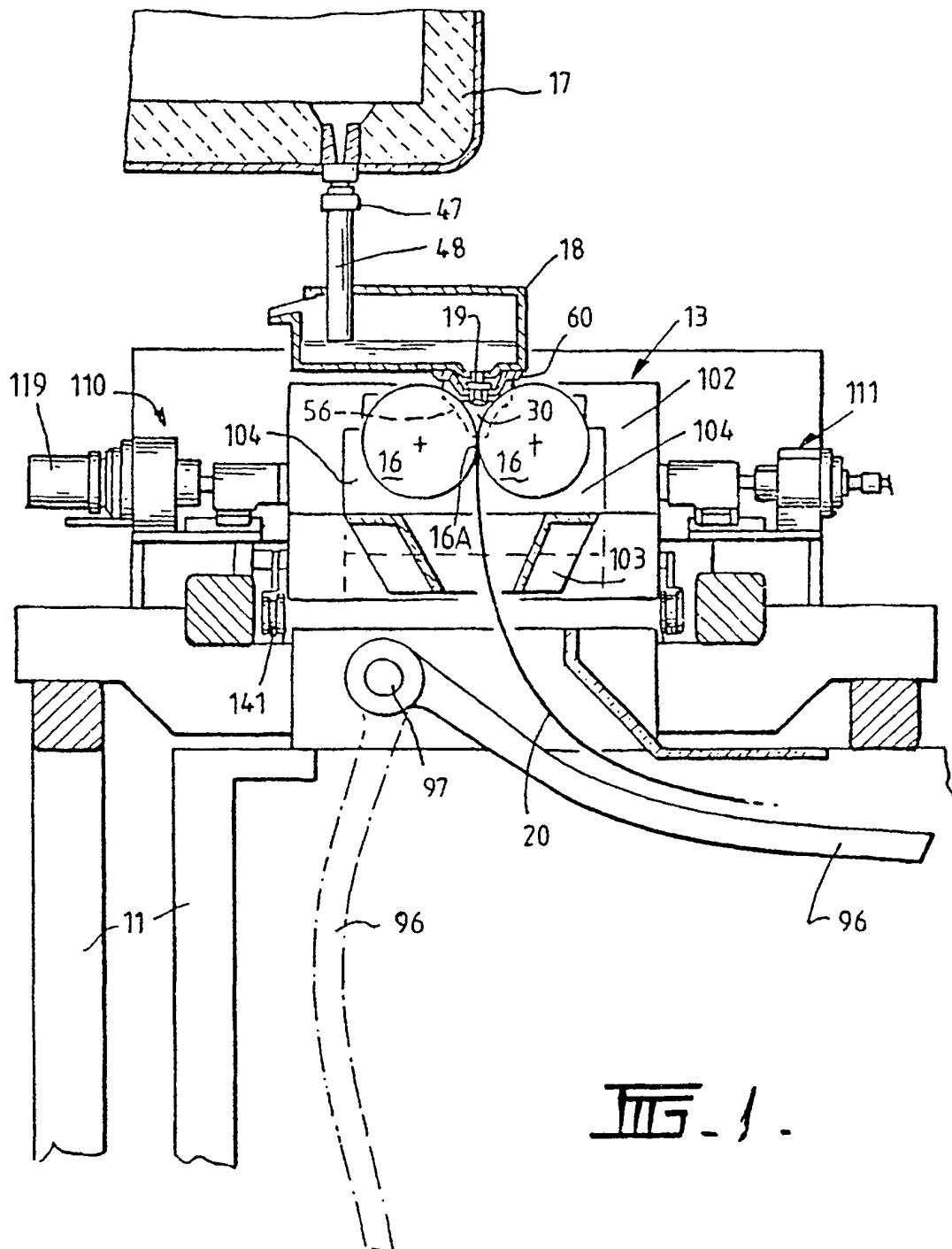
26. Aparato según la reivindicación 25, en el que uno o varios circuitos de control comprenden uno o varios controladores (151, 160).

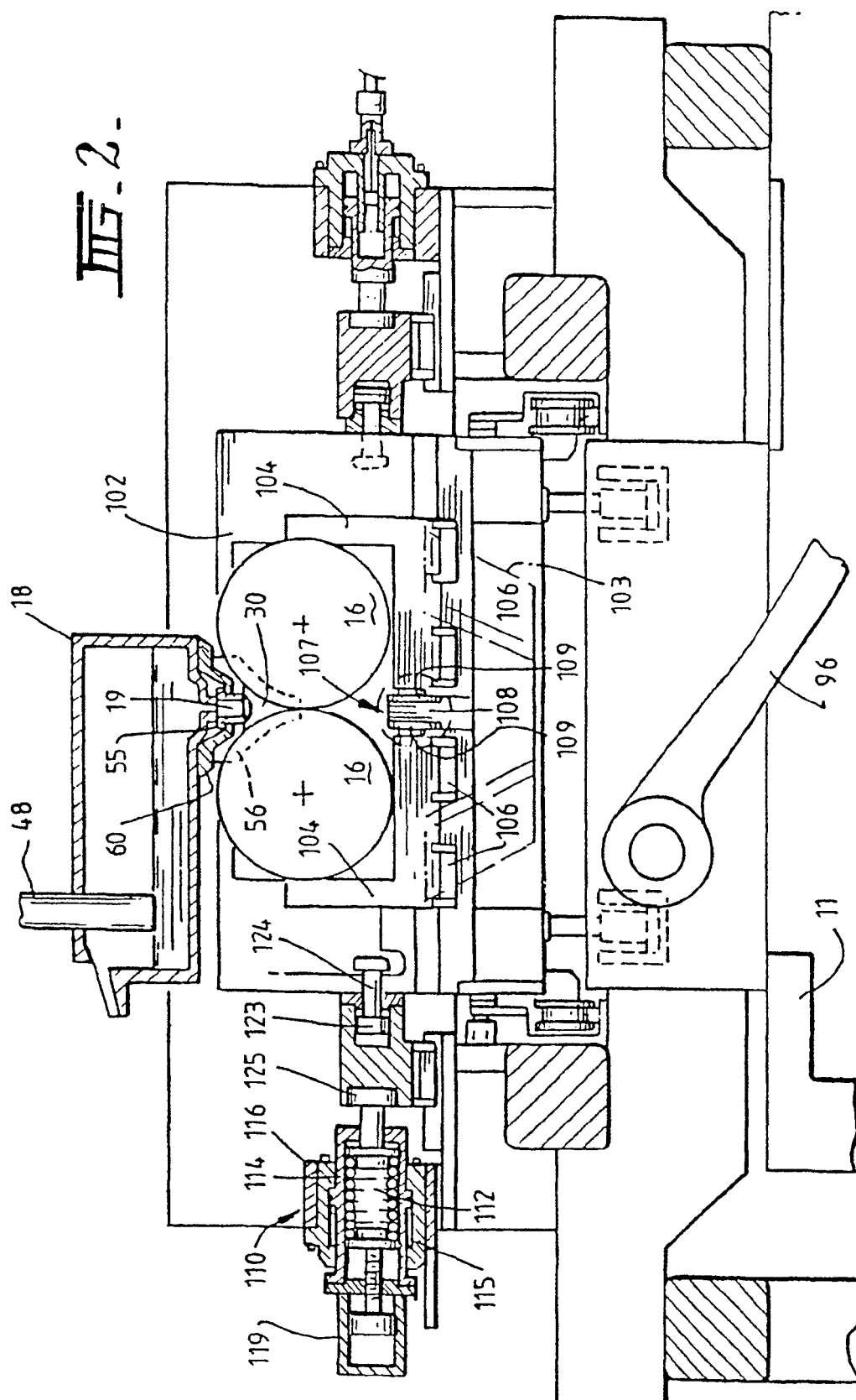
27. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 26, en el que dicho sistema de control controla el funcionamiento y el posicionado de las unidades de desviación del rodillo, de tal modo que la fuerza de desviación se encuentra comprendida sustancialmente entre la misma fuerza y una fuerza ligeramente superior a la requerida para equilibrar la presión hidrostática del baño de colada y la fricción mecánica implicada en el movimiento de los rodillos de colada, para desviarlos entre sí.

28. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27, en el que el sistema de control controla el funcionamiento de las unidades de desviación del rodillo (110, 111) de tal modo que produce una fuerza de separación del rodillo comprendida entre 0 y 1,25 kN.

29. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 28, en el que el sistema de control controla el funcionamiento de las unidades de desviación del rodillo (110, 111) de tal modo que produce una fuerza de separación del rodillo no superior 0,45 kN.

30. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 29, en el que el sistema de control controla unos medios elásticos de reglaje que funcionan de modo continuo para el reglaje de las fuerzas constantes de desviación, y en el que el control de los dos extremos del rodillo mediante cada unidad de desviación del rodillo es independiente para, de este modo, evitar interferencias.





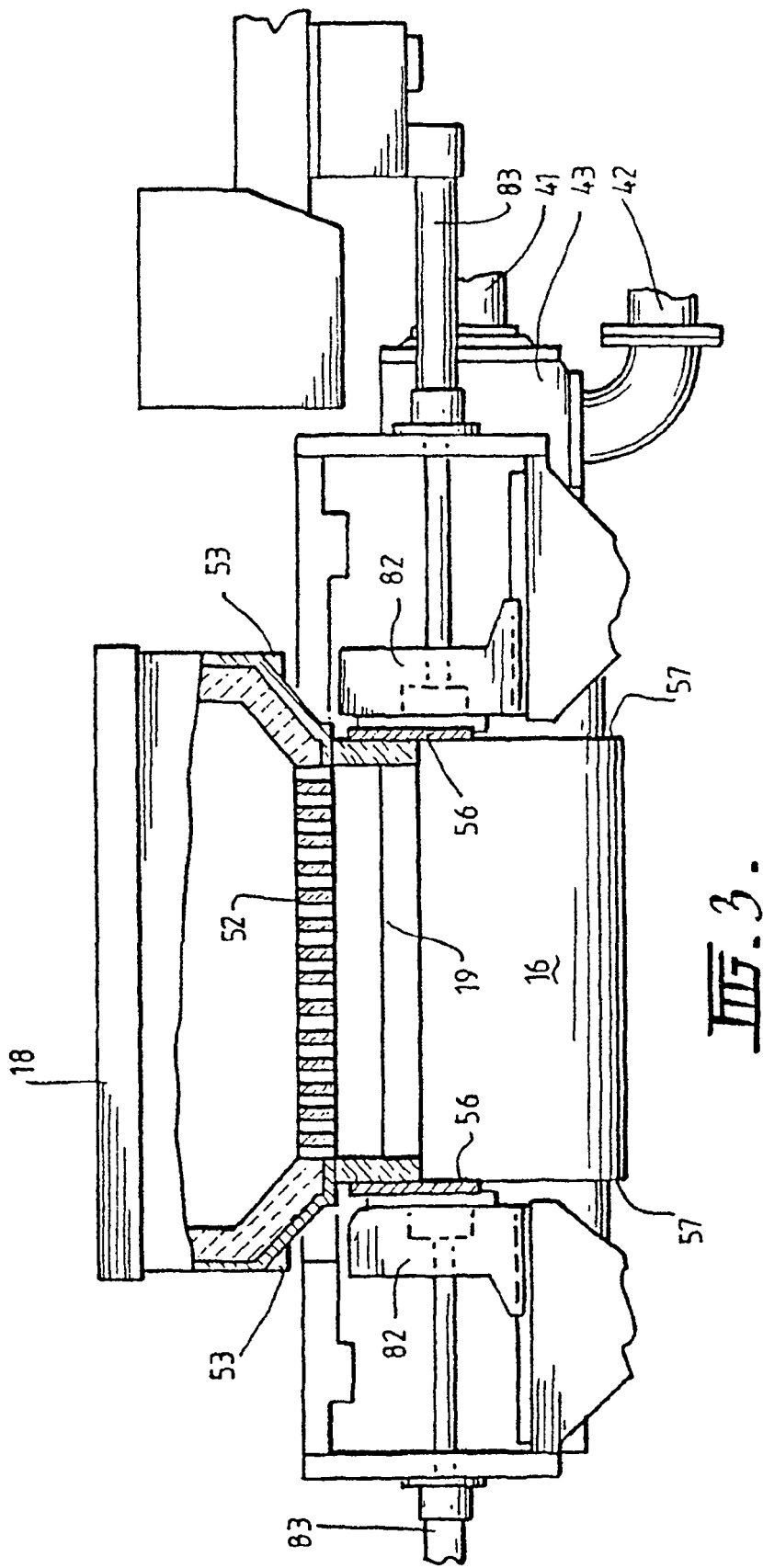


Fig. 3.

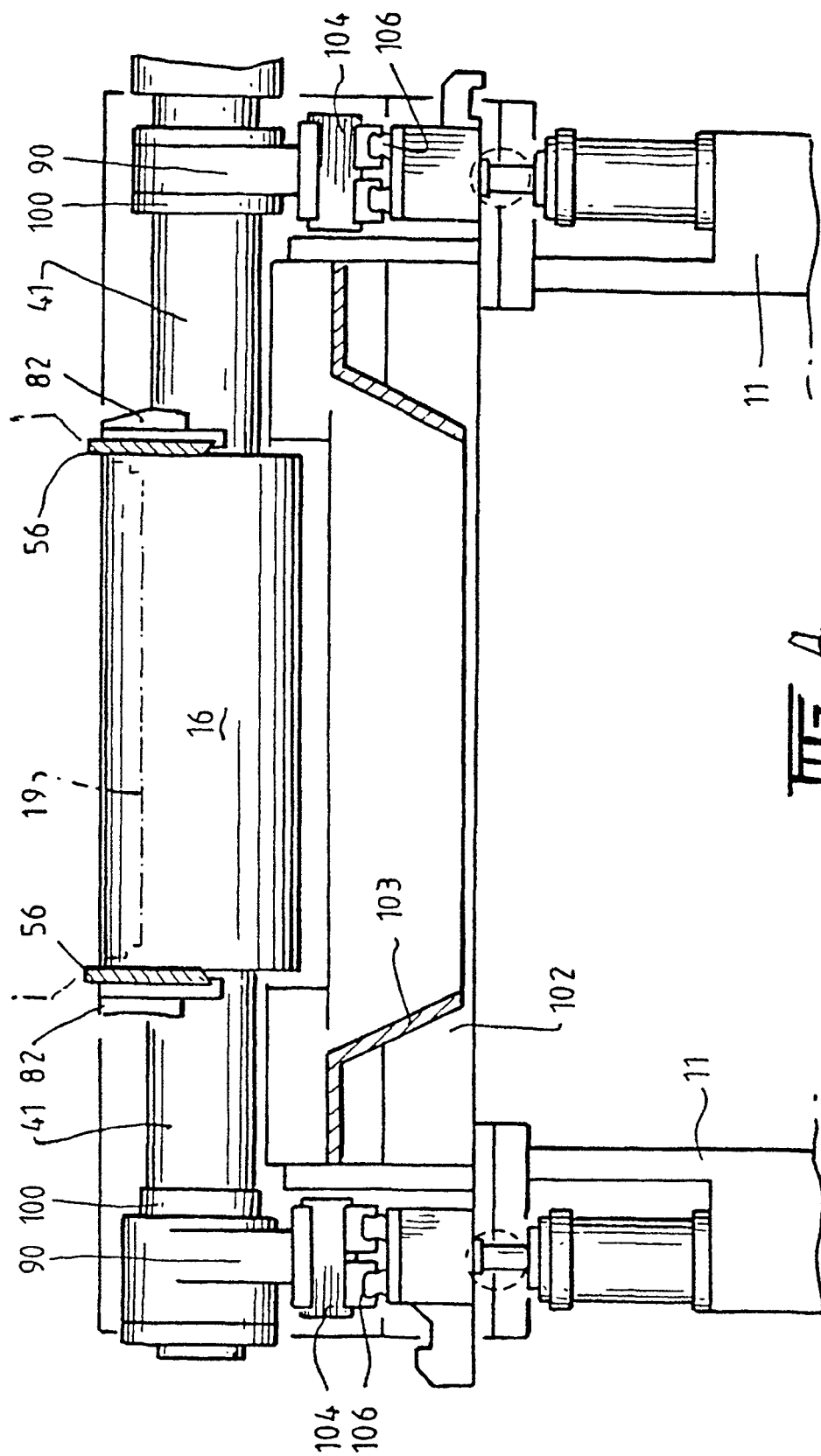


Fig. 4.

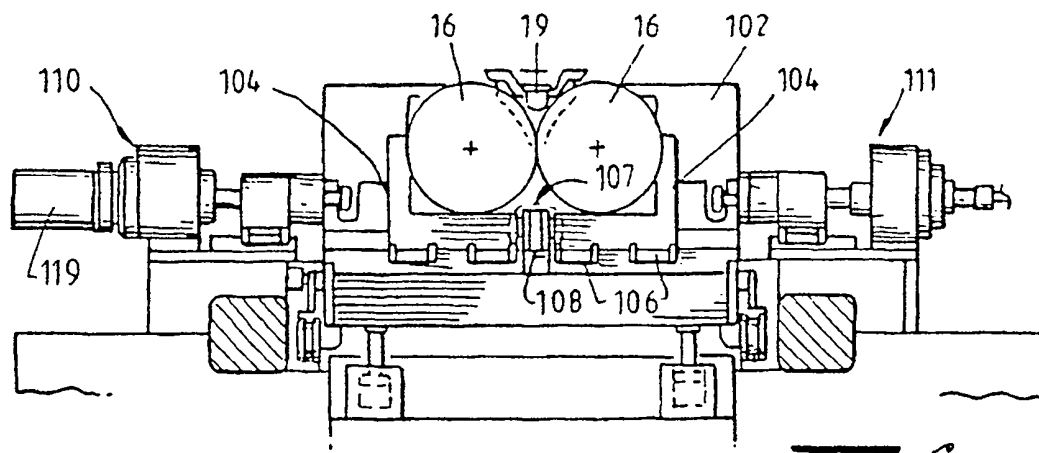


FIG. 5.

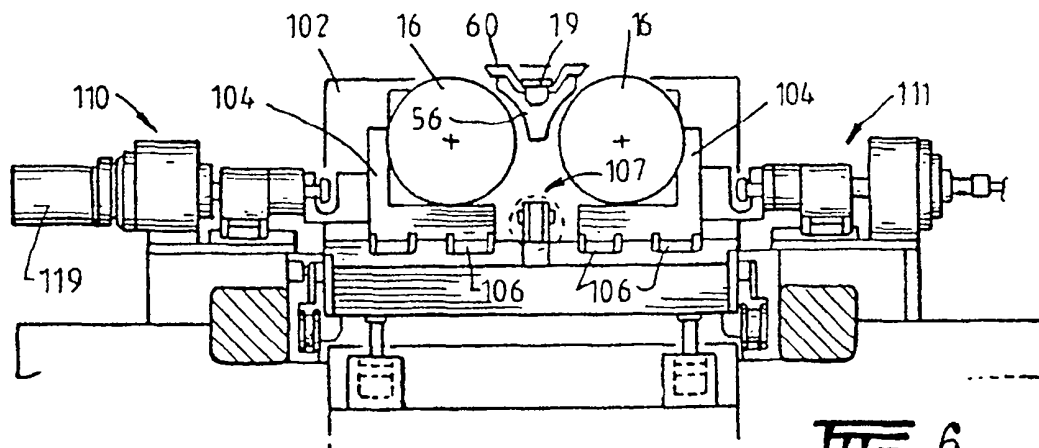


FIG. 6.

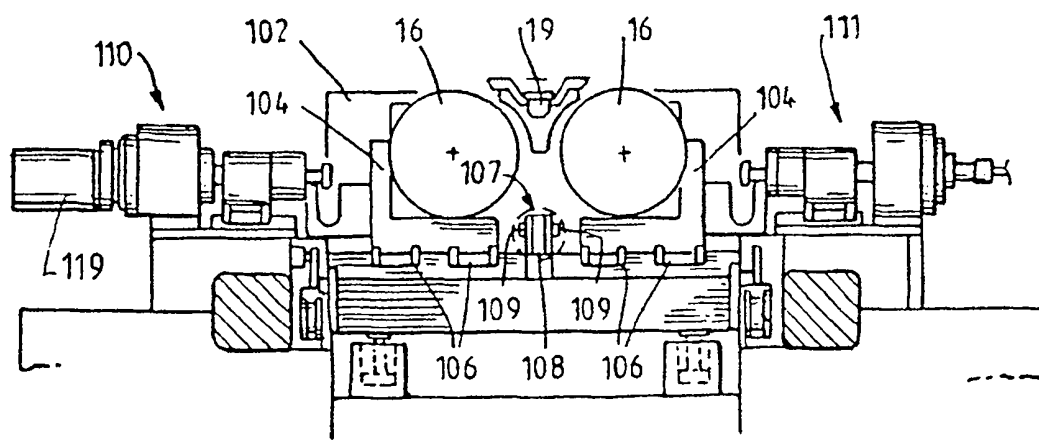
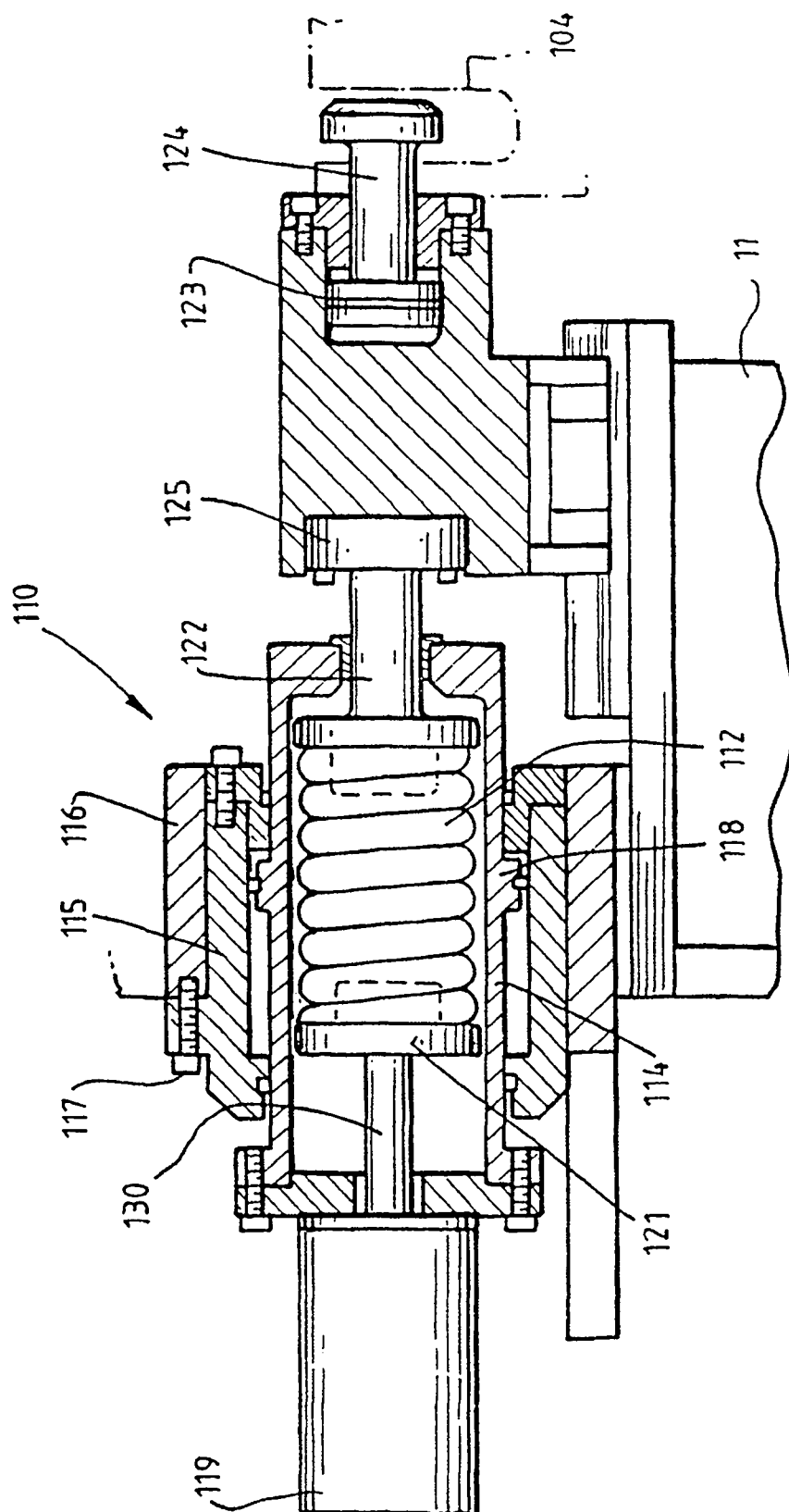


FIG. 7.



III. 8.

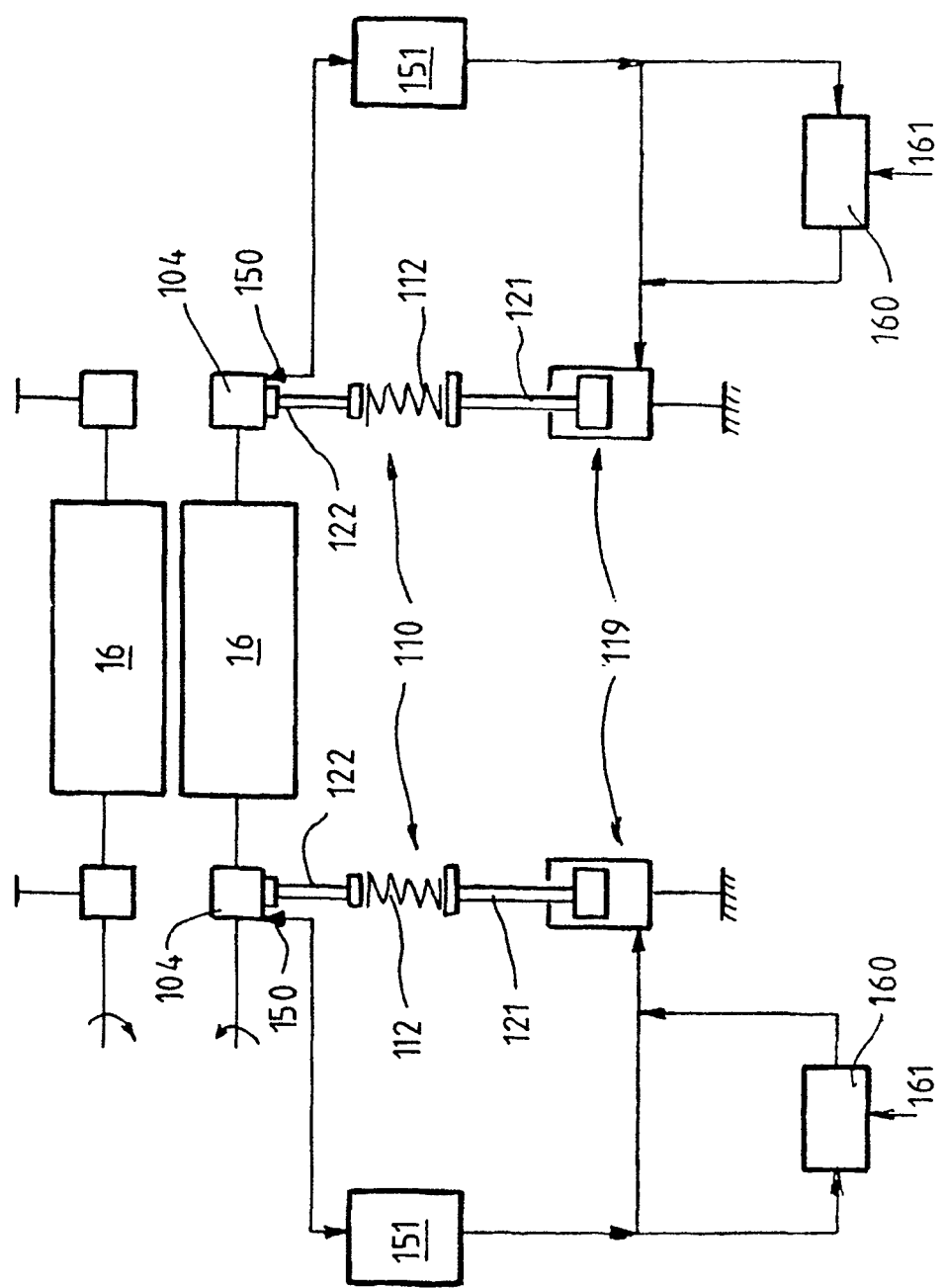


Fig. 9.

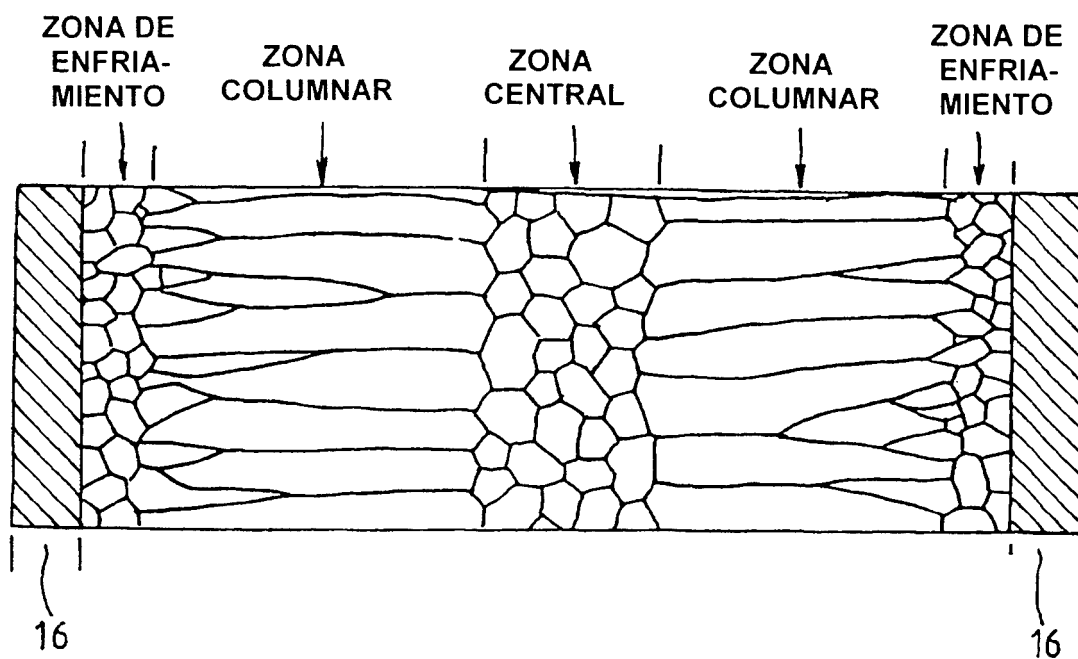


FIG. 10.

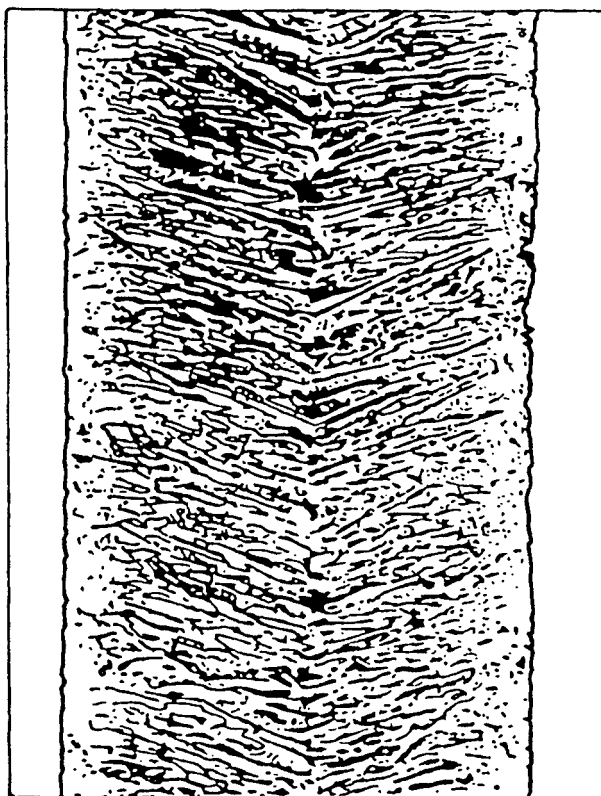


FIG. 11.