



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 269 183**

(51) Int. Cl.:

B22D 11/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **00965628 .1**

(86) Fecha de presentación : **18.09.2000**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1251981**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **30.10.2002**

(54) Título: **Fundición de bandas.**

(30) Prioridad: **17.09.1999 AU PQ2911/99**

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

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2007

(72) Inventor/es: **Fukase, Hisahiko y**
Osada, Shiro

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2007

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 269 183 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

Fundición de bandas.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a la fundición de bandas metálicas mediante colada continua en un fundidor de dos cilindros.

10 En un fundidor de dos cilindros, el metal fundido se introduce entre un par de cilindros de fundición horizontales en contrarrotación que son enfriados de modo que los revestimientos metálicos se solidifiquen sobre las superficies de los cilindros en movimiento y se transporten juntos a la línea de contacto entre ellos para fabricar, de este modo, un producto de bandas solidificadas suministrada hacia abajo desde la línea de contacto entre los cilindros. El término “línea de contacto” se utiliza en este caso para referirse a la zona general en la que los cilindros se encuentran más próximos entre sí. El metal fundido se puede verter desde una cuchara a un recipiente más pequeño o a una serie de recipiente más pequeños, desde los cuales fluye a través de una boquilla de colada de descarga metálica situada por encima de la línea de contacto, con el fin de dirigirlo hasta la línea de contacto entre los cilindros, formando así un depósito de colada de material fundido soportado sobre las superficies de fundición de los cilindros inmediatamente por encima de la línea de contacto y extendiéndose a lo largo de la longitud de dicha línea de contacto. Este depósito de colada está, normalmente, confinado entre placas o diques laterales mantenidos en acoplamiento deslizante con las superficies extremas de los cilindros de modo que protejan los dos extremos del depósito de colada contra el desbordamiento, aunque también se pueden disponer medios alternativos tales como barreras electromagnéticas.

25 El inicio de la fundición en un fundidor de doble cilindro plantea problemas significativos, en particular cuando se funden bandas de acero. En primer lugar, es necesario establecer un depósito de colada soportado sobre los cilindros. Cuando se ha establecido una fundición en régimen permanente, la separación en la línea de contacto entre los cilindros se cierra por la banda solidificada pero, al principio, el metal fundido puede caer a través de la separación sin solidificarse adecuadamente y, en tal caso, podría llegar a ser imposible fabricar una banda coherente. En la técnica anterior, se consideró necesario introducir, al principio, una barra ficticia entre los cilindros de fundición, con el fin de 30 bloquear la separación entre los cilindros, al tiempo que se establece el depósito de colada y se retira la barra ficticia con el extremo de ataque de la banda solidificada, a medida que se forma. La necesidad de introducir una barra ficticia retrasa el procedimiento de montaje inicial preparatorio para la fundición, y este procedimiento debe repetirse si una fundición ha sido interrumpida bruscamente por cualquier razón, y es necesario volver a iniciar la fundición. Esto 35 representa un problema importante cuando se funde acero, en cuyo caso el metal fundido está a temperaturas muy elevadas y los componentes refractarios del sistema de descarga de metal se deben precalentar a temperatura elevada y llevarse al montaje inmediatamente antes de la fundición y el metal fundido se debe verter dentro de un intervalo de tiempo muy corto, antes de que los refractarios puedan enfriarse de forma notable. Un procedimiento de arranque para iniciar la fundición en un fundidor de cilindro doble, sin el uso de una barra ficticia, permitiría que la fundición 40 se reanudase inmediatamente después de una colada interrumpida o abortada, sin la necesidad de un amplio reajuste del aparato del fundidor.

45 Las publicaciones de las patentes japonesas JP59215257A y JP 1133644A, dan a conocer propuestas para permitir la iniciación de la colada en un fundidor de doble cilindro, sin el uso de una barra ficticia. Ambas propuestas requieren una variación de la separación impuesta durante la iniciación y un correspondiente control de la velocidad del cilindro, destinado exclusivamente a dar a conocer una coincidencia entre la separación y el espesor de los revestimientos de acero solidificados en la línea de contacto, con el fin de cerrar la línea de contacto para establecer un depósito de colada. En la propuesta dada a conocer en el documento JP 59215257A, la iniciación comienza con una pequeña separación de los cilindros y la colada comienza a una velocidad del cilindro relativamente alta para producir una banda más delgada que la requerida. A continuación, se impone un aumento regular en la separación de los cilindros 50 y la velocidad de los cilindros se reduce para poder hacer coincidir un incremento en el espesor de la banda con la variación impuesta de la separación de los cilindros. En la propuesta dada a conocer en el documento JP 1133644A, el arranque comienza con una separación de cilindros relativamente amplia para permitir que se establezca el flujo sobre los cilindros a estabilizar y a continuación, la separación del cilindro se reduce para permitir la formación de un depósito de colada, después de lo cual se aumenta la separación del cilindro para producir una banda del espesor requerido. Hacer coincidir una separación del cilindro impuesta con un espesor real del metal solidificante es muy 55 difícil. Además, estas propuestas suponen superficies de cilindros sustancialmente paralelas y una separación uniforme durante el arranque. Sin embargo, cuando se realiza la fundición de una banda delgada, se ha considerado necesario emplear cilindros con coronas mecanizadas. Más concretamente, para poder fabricar bandas planas, los cilindros se deben mecanizar con una corona negativa, es decir, la superficie periférica de cada cilindro debe presentar, en su parte central, un radio más pequeño que en sus extremos, de modo que cuando los cilindros experimenten una dilatación térmica durante la fundición, lleguen a ser generalmente planos para producir, de este modo, una banda plana. Las propuestas anteriores que implican un control de la separación impuesta no han permitido, generalmente, un arranque con cilindros coronados. La presente invención da a conocer un procedimiento mejorado en el que no es impuesta la separación entre los cilindros durante el arranque de la fundición, pero depende del espesor del metal que se está 60 fundiendo durante el proceso de arranque. La invención hace posible utilizar cilindros coronados y también permite una mayor flexibilidad del control de la velocidad de la colada para la optimización de las condiciones de solidificación del metal y la velocidad de llenado del depósito de colada.

Descripción de la invención

Según la invención, se da a conocer un procedimiento de fundición de bandas metálicas que comprende el montaje de un par de primer y segundo cilindros de fundición, en relación paralela, para formar una “línea de contacto” entre 5 ellos con al menos uno de los cilindros desplazable lateralmente respecto al otro cilindro, vertiendo metal fundido de modo que se forme una piletilla de metal fundido soportado sobre las superficies periféricas de los primer y segundo cilindros de fundición, por encima de la “línea de contacto”, en el que, al comienzo de la colada y antes de que se forme el depósito de colada, se establece una separación inicial entre los primer y segundo cilindros de fundición, siendo dicha separación inicial menor que el espesor deseado de la banda objeto de colada continuada y después de la 10 formación del depósito de colada, la separación se incrementa para fundir bandas con el espesor deseado, caracterizado porque comprende las etapas siguientes: al comienzo de la fundición, impulsar continuamente dicho primer cilindro de fundición lateralmente hacia el segundo cilindro de función y con la contrarrotación de los primer y segundo cilindros de fundición a una velocidad tal que los revestimientos metálicos se solidifiquen sobre las superficies periféricas de ambos cilindros de fundición y se desplacen hacia la “línea de contacto” para producir, inmediatamente al comienzo de 15 la fundición, una banda de espesor superior a la separación inicial establecida entre los primer y segundo cilindros de fundición, y permitiendo que el primer cilindro de fundición se desplace lateralmente alejándose del segundo cilindro de fundición contra la impulsión continua para aumentar, de este modo, la separación en la línea de contacto entre los cilindros de forma que admitan el espesor de la banda inicialmente fundida y permitir la colada continua de la banda con el espesor deseado.

20 Preferentemente, las superficies periféricas de los cilindros son negativamente coronadas, cuando se enfrián, conformándose en sus partes medias a un radio que es menor que el radio de las partes extremas de dichas superficies, siendo la separación inicial tal que las partes extremas de las superficies periféricas de los cilindros estén separadas no más de 1,5 mm.

25 Preferentemente, la separación inicial entre las partes extremas de los cilindros está dentro del intervalo comprendido entre 0,2 y 1,4 mm.

30 La corona negativa radial para cada cilindro, que es la diferencia en radio de la parte media y dichas partes extremas de la superficie del cilindro, puede estar en el intervalo comprendido entre 0,1 y 1,5 mm.

35 Preferentemente, dicho segundo cilindro es sostenido contra el movimiento corporal lateral, estando dicho primer cilindro montado sobre un par de portadores de cilindros móviles, que permiten que dicho primer cilindro se desplace corporalmente en sentido lateral respecto al segundo cilindro y dicho primer cilindro está continuamente impulsado, en sentido lateral, hacia el segundo cilindro por la aplicación de fuerzas impulsoras a los portadores de cilindros móviles.

40 La separación inicial entre los cilindros se puede establecer mediante la colocación de medios de tope para limitar el movimiento corporal de dicho primer cilindro hacia el segundo cilindro. Los medios de tope pueden, por ejemplo, ser un tope que se puede establecer para su acoplamiento con uno o ambos portadores de cilindros móviles.

45 Las fuerzas impulsoras se pueden aplicar a los portadores de cilindros móviles, por medio de resortes.

Breve descripción de los dibujos

50 Con el fin de que la invención se ponga más claramente de manifiesto, el funcionamiento de una forma de realización particular del fundidor de bandas se describirá en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 la figura 1 es una sección transversal vertical a través de un fundidor de bandas que funciona según la presente invención;

la figura 2 es una ampliación de parte de la figura 1 que ilustra componentes importantes del fundidor;

la figura 3 es una sección transversal longitudinal a través de partes importantes del fundidor;

la figura 4 es una vista en alzado de un extremo del fundidor;

la figura 5, 6 y 7 ilustran el fundidor en diversas condiciones durante la colada y durante la retirada del módulo de cilindros desde el fundidor;

60 la figura 8 es una sección transversal vertical a través de una unidad impulsora de cilindros que incorpora un resorte impulsador del cilindro.

la figura 9 es una sección transversal vertical a través de una unidad impulsora de cilindros que incorpora un dispositivo de accionamiento de fluido a presión;

la figura 10 ilustra dos perfiles de superficies de cilindros típicos que presentan una corona negativa;

la figura 11 ilustra esquemáticamente la configuración inicial de dos cilindros negativamente coronados cuando están fríos; y

la figura 12 ilustra los mismos dos cilindros cuando están en condición caliente durante la fundición.

5

Descripción detallada de la forma de realización preferida

El fundidor ilustrado comprende un bastidor de máquina principal 11 que se levanta del suelo de la fábrica (no representado) y soporta un módulo de cilindros de fundición en la forma de una caja 13 que se puede desplazar a una posición operativa en el fundidor como una unidad, pero que se puede retirar fácilmente cuando los cilindros hayan de sustituirse. La caja 13 soporta un par de cilindros de fundición en paralelo 16 a los que se suministra metal fundido durante una operación de colada, desde una cuchara (no representada) a través de una artesa de colada 17, un distribuidor 18 y una boquilla de colada de descarga 19 para crear un depósito de colada 30. Los cilindros de fundición 16 son enfriados por agua con lo que los revestimientos se solidifican sobre las superficies del cilindro en movimiento y se llevan juntos a la línea de contacto entre ellos para obtener un producto de banda solidificada 20 a la salida del cilindro. Este producto se puede alimentar a un bobinador estándar.

Los cilindros de fundición 26 son objeto de contrarrotación mediante ejes impulsores 41 desde un motor eléctrico y una transmisión montada sobre el bastidor de la máquina principal. El eje impulsor se puede desconectar de la transmisión cuando la caja va a ser retirada. Los cilindros 16 presentan paredes periféricas de cobre formadas con una serie de vías de paso de refrigeración por agua que se extienden longitudinalmente y están circunferencialmente separadas, alimentándose con agua de refrigeración a través de los extremos de cilindros desde conductos de suministro de agua en los ejes impulsores de cilindros 41 que están conectados a las mangueras de suministro de agua 42 a través de prensaestopas giratorios 43. El cilindro puede presentar típicamente unos 500 mm de diámetro y hasta 2.000 mm de longitud con el fin de fabricar un producto de bandas de aproximadamente la anchura de los cilindros.

La cuchara es de construcción totalmente convencional y está soportada sobre una torreta giratoria, desde la que se puede desplazar a su posición sobre la artesa de colada 17 para rellenarla. La artesa de colada puede estar provista de una válvula de compuerta deslizante 47 que se puede accionar por un cilindro bajo servocontrol para permitir que el metal fundido fluya desde la artesa de colada 17 a través de la válvula 47 y el recubrimiento refractario 48 hacia el distribuidor 18.

El distribuidor 18 es también de construcción convencional. Está formado como un plato ancho fabricado de un material refractario, tal como óxido de magnesio (MgO). Un lado del distribuidor 18 recibe metal fundido procedente de la artesa de colada 17 y el otro lado del distribuidor 18 está provisto de una serie de aberturas de salida de metal longitudinalmente separadas 52. La parte inferior del distribuidor 18 incorpora ménsulas de montaje 53 para el montaje del distribuidor sobre el bastidor del fundidor principal 11, cuando la caja se instala en su posición operativa.

La boquilla de colada de descarga 19 está formada como un cuerpo alargado fabricado de un material refractario, tal como grafito de alúmina. Su parte inferior está conificada para converger hacia el interior y hacia abajo, de modo que pueda sobresalir en la "línea de contacto" entre los cilindros de fundición 16. Su parte superior está formada por bridas laterales 55, que sobresalen hacia fuera, que están situadas en una ménsula de montaje 60 que forma parte del bastidor principal 11.

La boquilla de colada 19 puede presentar una serie de vías de paso de flujo horizontalmente separadas, que se extienden en general verticalmente, para producir una descarga de metal a velocidad adecuadamente baja en toda la anchura de los cilindros y para descargar el metal fundido en la "línea de contacto" entre los cilindros sin incidencia directa sobre las superficies del cilindro en las que tiene lugar la solidificación inicial. Como alternativa, la boquilla de colada puede presentar una salida de ranura continua única para descargar una cortina a baja velocidad de metal fundido directamente en la "línea de contacto" entre los cilindros y/o se puede sumergir en la piletta de metal fundido.

La piletta está limitada en los extremos de los cilindros por un par de placas de cierre lateral 56 que se mantienen contra los extremos escalonados 57 de los cilindros cuando la caja de cilindros se encuentra en su posición operativa. Las placas de cierre laterales 56 están realizadas en un material refractario resistente, por ejemplo nitruro de boro, y presentan bordes laterales festoneados para coincidir con la curvatura de los extremos escalonados de los cilindros. Las placas laterales se pueden montar sobre soportes de placa 82 que se pueden desplazar accionando un par de unidades de cilindros hidráulicos 83 para llevar las placas laterales al acoplamiento con los extremos escalonados de los cilindros de fundición para formar cierres extremos de la piletta de metal fundido formada sobre los cilindros de fundición durante una operación de colada.

Durante una operación de colada, la válvula de compuerta deslizante 47 se acciona para permitir que el metal fundido se vierta desde la artesa de colada 17 al distribuidor 18 y a través de la boquilla de colada de descarga de metal 19, desde donde fluye a los cilindros de fundición. El extremo de cabecera del producto de banda 20 es dirigido, accionando una mesa frontal 96 a un cilindro constrictor y desde este último a la estación de enfriamiento (no representada). La mesa frontal 96 cuelga de los montajes de pivote 97 en el bastidor principal y puede hacerse oscilar hacia el cilindro constrictor accionando una unidad de cilindro hidráulico (no representada) después de que se haya formado el extremo del cabezal de limpieza.

La caja de cilindro extraíble 13 está construida de modo que se puedan montar los cilindros de fundición 16 y la línea de contacto entre ellos se pueda ajustar antes de que la caja se instale en su posición en el fundidor. Además, cuando la caja está instalada, dos pares de unidades impulsoras de cilindros 10, 111, montadas en el bastidor de la máquina principal 11, se pueden conectar rápidamente a los soportes de cilindros sobre la caja, para proporcionar fuerzas impulsoras que resisten la separación de los cilindros.

La caja de cilindros 13 comprende un bastidor de grandes dimensiones 102 que soporta los cilindros y la parte superior 103 del recubrimiento refractario para encerrar la banda fundida debajo de la línea de contacto. Los cilindros 16 están montados sobre soportes de cilindros 104 que presentan unos cojinetes extremos de cilindros (no representados) mediante los cuales los cilindros están montados para la rotación alrededor de su eje longitudinal en relación paralela entre sí. Los dos pares de soportes de cilindros 104 están montados sobre el bastidor de la caja de cilindros 102 por medio de cojinetes lineales 106 de modo que se puedan deslizar lateralmente desde el bastidor de la caja para proporcionar un movimiento corporal de los cilindros hacia y alejándose uno del otro permitiendo, de este modo, el movimiento de separación y de cierre entre los cilindros paralelos.

El bastidor de la caja de cilindros 102 soporta también dos espaciadores ajustables 107 dispuestos por debajo de los cilindros en torno a un plano vertical central entre los cilindros y situados entre los dos pares de soportes de cilindros 104 de modo que sirvan de topes que limitan el movimiento hacia el interior de los dos soportes de cilindros para definir, de este modo, la anchura mínima de la línea de contacto entre los cilindros. Según se describe a continuación, las unidades impulsoras de cilindros 110, 111 se pueden accionar para desplazar los soportes de cilindros hacia el interior contra estos topes centrales, pero para permitir el movimiento elástico hacia el exterior de uno de los cilindros contra las fuerzas impulsoras preestablecidas.

Cada separador centralizador 107 presenta la forma de un tornillo sinfín o gato accionado por tornillo a un cuerpo 108 fijado en relación con el plano vertical central del fundidor y dos extremos 109 que se pueden desplazar accionando el gato igualmente en direcciones opuestas para permitir la expansión y contracción del gato para ajustar la anchura de la línea de contacto, al tiempo que se mantiene una separación equidistante de los cilindros desde el plano vertical central del fundidor.

El fundidor está provisto de dos pares de unidades impulsoras de cilindros 110, 111, conectado un par a los soportes 104 de cada cilindro 16. Las unidades impulsoras de cilindros 110, en un lado de la máquina, están provistas de resortes impulsores helicoidales 112 para proporcionar fuerzas impulsoras sobre los respectivos soportes de cilindros 104, mientras que las unidades impulsoras 111, en el otro lado de la máquina, incorporan dispositivos de accionamiento hidráulicos 113. La construcción detallada de las unidades impulsoras 110, 111 se ilustra en las Figuras 8 y 9. La disposición es tal que proporciona dos modos de funcionamiento separados. En la primera modalidad, las unidades impulsoras 111 están bloqueadas para mantener los respectivos soportes de cilindros 104 de un cilindro contra los topes centrales 107 y el otro cilindro está libre para desplazarse lateralmente contra la acción de los muelles impulsores 112 de las unidades 110. En el modo alternativo de funcionamiento, las unidades impulsoras 110 están bloqueadas para mantener los respectivos soportes 104 del otro cilindro firmemente contra los topes centrales y los dispositivos de accionamiento hidráulicos 113 de las unidades impulsoras 111 son accionados para proporcionar una impulsión hidráulica con servocontrol del cilindro respectivo. Para una fundición normal, es posible utilizar un simple impulso elástico o una impulsión bajo servocontrol.

La construcción detallada de las unidades impulsoras 110 se ilustra en la Figura 8. Como se ilustra en dicha figura, la unidad impulsora comprende una carcasa cilíndrica elástica 114 dispuesta dentro de una carcasa exterior 115 que se fija al bastidor del fundidor principal 116 por medio de pernos de fijación 117.

La carcasa elástica 114 está formada por un pistón 118 que se desplaza dentro de la carcasa exterior 115. La carcasa elástica de resorte 114 se puede fijar, como alternativa, en una posición extendida, según se ilustra en la Figura 8 y en una posición retraída por el flujo de fluido hidráulico hacia y desde el cilindro 118. El extremo exterior de la carcasa elástica 114 incorpora un gato de husillo 119 accionado por un motorreductor 120, que se puede accionar para establecer la posición de un émbolo de reacción elástica 121 unido al gato de husillo mediante una varilla 130.

El extremo interno del muelle 112 actúa sobre una estructura de varilla de empuje 122 que está unida al soporte del cilindro 104 respectivo a través de una célula de carga 125. La estructura de empuje se lleva inicialmente a un acoplamiento firme con el soporte de cilindro por medio de un conector 124 que se puede extender por el funcionamiento de un cilindro hidráulico 123 cuando la unidad impulsora ha de desconectarse.

Cuando la unidad impulsora 110 está unida a su respectivo soporte de cilindro 104, ajustado en su condición extendida, según se ilustra en la Figura 8, la posición de la carcasa elástica y el gato de husillo se fija con respecto al bastidor de la máquina y la posición del émbolo de reacción elástica 121 se puede establecer para ajustar la compresión del muelle 112 y para servir como un tope fijo contra el que el muelle puede reaccionar para aplicar una fuerza de empuje a la estructura de empuje 122 y directamente sobre el respectivo soporte de cilindro 104. Con esta disposición, el único movimiento relativo durante la operación de colada es el movimiento del soporte de cilindro 104 y la estructura de empuje 122, como una unidad contra el muelle impulsor. Por lo tanto, el muelle y la célula de carga están sometidos a solamente una única fuente de carga de fricción y la carga realmente aplicada al soporte de cilindro se puede medir con gran precisión por la célula de carga. Además, puesto que la unidad impulsora actúa para empujar el soporte de cilindro 104 hacia dentro contra el tope, se puede ajustar para precargar el soporte de cilindro con una fuerza impulsora

elástica requerida antes de que el metal pase realmente entre los cilindros de fundición y que dicha fuerza impulsora sea mantenida durante una operación de colada posterior.

La construcción detallada de las unidades impulsoras 111 se ilustra en la Figura 9. Según se ilustra en dicha figura, el dispositivo de accionamiento hidráulico 113 está formado por una estructura de carcasa exterior 131 fijada al bastidor de la máquina mediante espárragos de fijación 132 y una estructura de pistón interior 133 que forma parte de una estructura de empuje 134 que actúa sobre el respectivo soporte de cilindro 104 a través de una célula de carga 137. La estructura de empuje se lleva inicialmente a un acoplamiento firme con el soporte de cilindro mediante un conector 135 que se puede extender accionando un pistón hidráulico y una unidad de cilindro 136 cuando la estructura de empuje ha de desconectarse del soporte de cilindro. El dispositivo de accionamiento hidráulico 113 se puede accionar para desplazar la estructura de empuje 134 entre las condiciones extendida y retraída y cuando está en la condición extendida, para aplicar un empuje que se transmite directamente al cojinete de soporte de cilindro 104 a través de la célula de carga 137. Como en el caso de las unidades impulsoras de resorte 110, el único movimiento que tiene lugar, durante la fundición, es el movimiento del soporte de cilindro y la estructura de empuje como una unidad en relación con el resto de la unidad impulsora. Por lo tanto, el dispositivo de accionamiento hidráulico y la célula de carga solamente necesitan actuar contra una sola fuente de carga de fricción y la fuerza impulsora aplicada por la unidad se puede controlar y medir con gran precisión. Como en el caso de las unidades impulsoras de resorte, la impulsión directa hacia el interior de los soportes de cilindro contra el tope fijo permite la precarga de los soportes de cilindro con fuerzas impulsoras, medidas con precisión, antes de que comience la fundición.

En el caso de fundición normal, las unidades impulsoras 111 se pueden bloquear para mantener los respectivos soportes de cilindro con firmeza contra los topes centrales simplemente aplicando fluido a alta presión a los dispositivos de accionamiento 113 y los resortes 112 de las unidades impulsoras 110 pueden proporcionar las fuerzas impulsoras necesarias sobre uno de los cilindros. Como alternativa, si las unidades impulsoras 111 han de usarse para proporcionar fuerzas impulsoras bajo servocontrol, las unidades 110 se bloquean ajustando las posiciones de los émbolos de reacción elástica 121 para aumentar las fuerzas elásticas a un nivel mucho mayor que las fuerzas impulsoras de cilindro requeridas para la fundición normal. A continuación, los resortes mantienen los respectivos portadores de cilindros firmemente contra los topes centrales, durante la fundición normal, pero proporcionan una liberación de emergencia del cilindro, si se producen fuerzas excesivas de separación de los cilindros.

El bastidor de la caja de cilindros 102 está soportado sobre cuatro ruedas 141, de modo que se puede desplazar para llevarle dentro y fuera de la posición operativa, dentro del fundidor. Al llegar a la posición operativa, todo el bastidor se eleva mediante un montacargas 143, que comprende unidades de cilindros hidráulicos 144 y a continuación, se colocan centralmente en la máquina.

Según la presente invención, los espaciadores o topes centralizados 107 se establecen antes de una operación de fundición, de modo que, en el arranque, la separación en la línea de contacto entre los cilindros de fundición 16 es mucho menor que el espesor en el que la banda ha de ser fundida. Cuando se funden bandas de acero delgadas, los cilindros de fundición están sujetos a acero fundido a temperaturas por encima de 1.200°C y por lo tanto, pueden experimentar una dilatación térmica o pandeo bajo las condiciones de la fundición. En consecuencia, se mecanizan con una corona negativa sustancial con el fin de expandirse una forma cilíndrica generalmente paralela bajo las condiciones de la fundición. Esta corona negativa debe estar permitida al establecer la separación inicial entre los cilindros.

La Figura 10 ilustra dos perfiles de cilindros típicos, presentando ambos una corona negativa cuyas partes extremas tienen un radio del orden de 450 micrones o de 0,4 mm mayor que el radio de la superficie periférica en el punto central del cilindro. La corona será típicamente de $0,4 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ para una amplia gama de posibles anchuras de bandas y diámetros de los cilindros. Un cilindro típico puede presentar un diámetro de 500 mm para fabricar una banda de 1.300 mm de anchura. La corona es significativa solamente en los extremos de los cilindros y es relativamente grande en comparación con el espesor típico de una banda de fundición del orden de 0,5 a 5 mm.

La Figura 11 ilustra, de forma esquemática, el ajuste inicial de la separación de cilindros, con los cilindros en condición fría y, por lo tanto, presentando una corona negativa c. La separación inicial, en el centro de los cilindros, es $d_o = 2c + g_o$, siendo c la corona radial de cada cilindro y g_o la separación de los bordes de cilindros. La separación de bordes de cilindros g_o se establece entre un valor mínimo que asegura que los cilindros no entren en contacto accidental o no uniforme y un valor máximo que asegura que el metal fundido no pueda caer libremente a través de la separación mayor d_o en las partes centrales de los cilindros, lo que podría impedir el cierre adecuado de la línea de contacto y un llenado controlado del depósito de colada. Se ha descubierto que para conseguir un arranque suave y un llenado de la piletilla más satisfactorio, el valor de g_o debe estar comprendido preferentemente entre 0,5 mm y 1,4 mm, para poder fundir la banda entre 0,2 y 5 mm de espesor.

Al ponerse en marcha, se hace girar los cilindros antes del vertido y el metal fundido es a continuación vertido en la línea de contacto entre los cilindros para establecer el depósito de colada y formar una banda. Los revestimientos de metal solidificado se forman sobre los dos cilindros y se llevan juntos a la línea de contacto para obtener la banda fundida.

ES 2 269 183 T3

La velocidad de solidificación del metal fundido depende de la velocidad a la que se extrae el calor a través de las superficies de los cilindros de fundición que, a su vez, depende del sistema de refrigeración interna del cilindro, del caudal del agua de refrigeración, de la textura de las superficies de fundición y de la velocidad de los cilindros. La velocidad de los cilindros se puede controlar, durante la fase de arranque, de modo que permita la acumulación rápida

5 de metal fundido en el depósito de colada, pero también, según la presente invención, para obtener un espesor de banda que sea sustancialmente mayor que la separación inicial establecida entre los cilindros. El cilindro impulsado (bajo impulso por resorte o bajo impulso hidráulico, dependiendo del modo de funcionamiento del aparato) se desplaza a continuación lateralmente bajo la influencia de las unidades impulsoras correspondientes (110 ó 111) para admitir la formación de la banda al espesor aumentado.

10 Debido a que la separación inicial establecida es tan estrecha en comparación con la velocidad de descarga de metal fundido a la línea de contacto y con la velocidad de solidificación requerida para obtener la banda más gruesa, el depósito de colada se llena con rapidez y la separación se cierra también con rapidez mediante el metal solidificado para permitir que se establezca inmediatamente una banda coherente sin pérdida significativa de metal y sin excesivos 15 defectos en la banda. Durante la fase de arranque, las superficies de fundición de los cilindros aumentan de temperatura, de tal modo que la forma varía para establecer una condición térmica final, que es generalmente plana, según se ilustra en la Figura 12. Esto puede tardar del orden de 45 segundos entre los cilindros y afectar significativamente a la separación entre los cilindros. Sin embargo, el espesor final de la banda y por lo tanto, la separación entre los cilindros vendrá determinada por la velocidad a la cual giran los cilindros, estando el cilindro en movimiento libre 20 para desplazarse contra las fuerzas impulsoras aplicadas para admitir el espesor de la banda así obtenida. Por lo tanto, la velocidad del cilindro se puede variar, durante el procedimiento de arranque, para permitir el llenado de la piletta y para establecer un espesor deseado de la banda fundida. Más concretamente, la velocidad de rotación de los cilindros se controla como sigue:

25

$$v_o d_o < \alpha(VpD + \Delta(Q)) \quad \text{Ecuación 1}$$

30

$$\alpha > 1.0 \quad \text{Ecuación 2}$$

en las que:

35 α factor

Vp velocidad de producción pretendida

40 D espesor de producción deseado o separación entre los centros de cilindros

40 $\Delta(Q)$ aumento incremental del vertido desde corriente arriba para ayudar al llenado inicial del depósito

Los significados físicos de estas ecuaciones 1 y 2, son:

45 si $\alpha = 1$ y $V_o d_o = \alpha(VpD + \Delta(Q))$, entonces el metal fundido apenas puede comenzar a llenar el depósito de colada, debido a que las boquillas de colada de descarga del distribuidor y que se ha hecho coincidir el nivel con el caudal de producción. En consecuencia, el aumento incremental del caudal $\Delta(Q)$ no puede evitar un goteo libre significativo a través de la separación.

50 si $\alpha = 2$ y $V_o d_o < \alpha(VpD + \Delta(Q))$, entonces el depósito de colada se llena rápidamente en unos 5 segundos, dependiendo de los demás parámetros. Es decir, se llena por el metal fundido sin el uso de una barra ficticia al comienzo.

55 Los valores Vp y D reflejan la solidificación real a la velocidad Vp y el espesor conseguido D al nivel total pretendido del depósito de colada y por lo tanto, un valor α suficientemente elevado garantiza el llenado o taponado de la línea de contacto entre cilindros inicialmente por el metal fundido y a continuación, por el revestimiento solidificado, incluso bajo el nivel de la piletta total pretendido, cuando se siguen las condiciones de las ecuaciones 1 y 2.

60 Más preferentemente, el valor α es de 2 ± 0.5 .

Una vez que se ha establecido la piletta para obtener una banda de anchura total a un espesor próximo a do la corona térmica del cilindro a desarrollar casi puede aplastar la separación en aproximadamente 30 segundos, según se ilustra en la Figura 12. Esto causa una expansión radial de los cilindros para estrechar la separación, de modo que los revestimientos solidificados comiencen a empujar a los cilindros impulsados hacia atrás, incluso antes de que se haya llenado completamente el depósito de colada.

ES 2 269 183 T3

En un fundidor de dos cilindros específico, accionado exclusivamente según la presente invención, se deberán aplicar las condiciones siguientes:

5	Diámetro del cilindro de fundición	500 mm
	Velocidad del cilindro de fundición	15 m/minuto
	Flujo de calor	14,5 Mw/m ²
	Espesor de la banda	1,6 - 1,55 mm
10	Separación entre los cilindros en el centro	1,3 mm
	Corona del cilindro	0,25 mm (negativa)
	Separación de los cilindros en los bordes	0,8 mm

15 Bajo las condiciones anteriores, normalmente se tarda unos 5 segundos en formar el depósito de colada y establecer una banda coherente.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

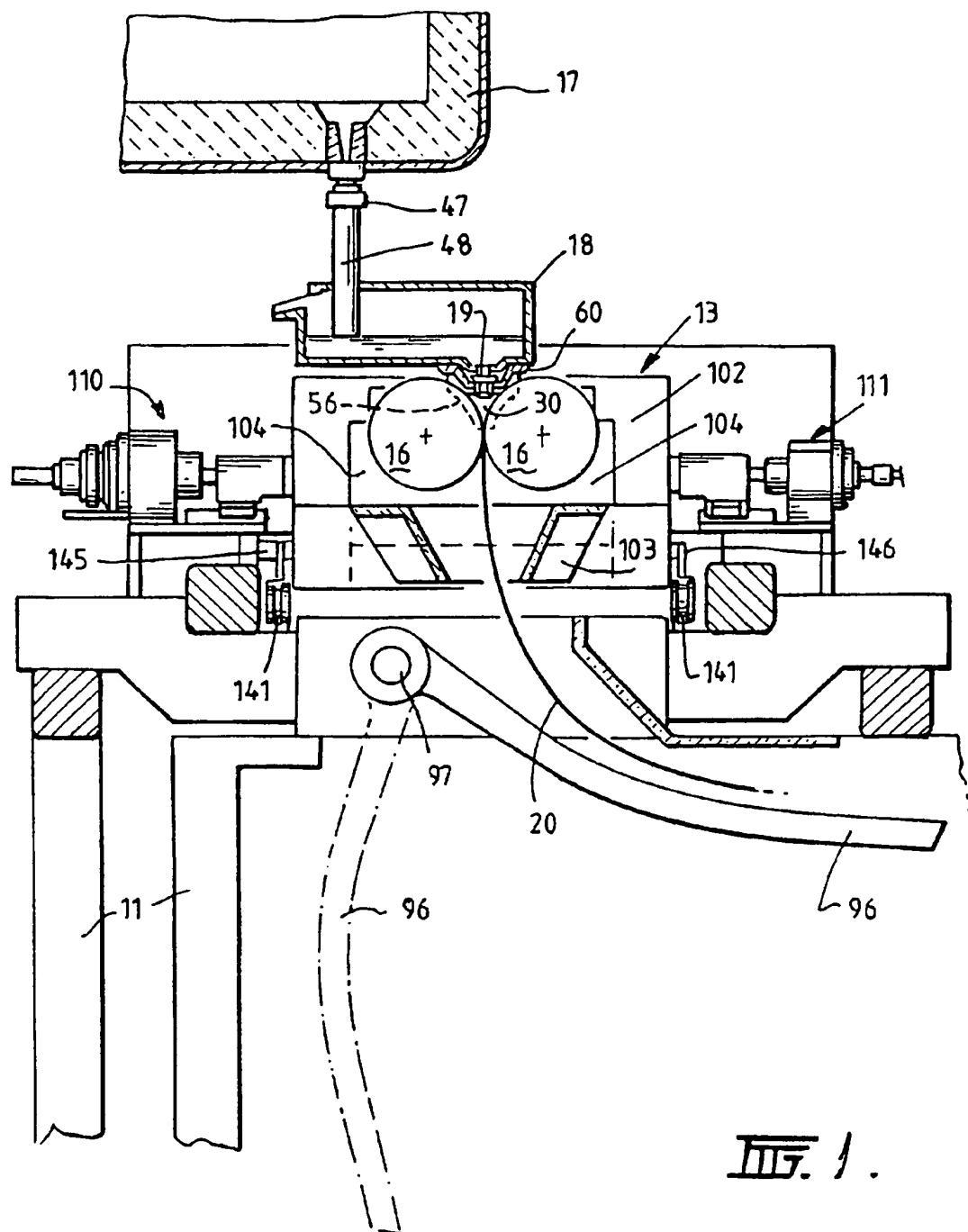
- 5 1. Procedimiento de fundición de bandas metálicas que comprende el ensamblaje de un par de primer y segundo cilindros de fundición en relación paralela para formar una línea de contacto entre ellos con al menos uno de los cilindros móvil en sentido lateral, en relación con el otro cilindro, el vertido de metal fundido con el fin de formar un depósito de colada de metal fundido, soportado sobre las superficies periféricas del primer y segundo cilindros de fundición, por encima de la línea de contacto, sin necesidad de una barra ficticia y fundir la banda a partir del metal fundido en el depósito de colada descargado hacia abajo, desde la línea de contacto, en el que al comienzo de la fundición y antes de que se forme el depósito de colada, se establece una separación inicial, en la línea de contacto entre el primer y el segundo cilindros, siendo la separación inicial inferior a un espesor deseado de la banda que se va a fundir de forma continua y después de la formación del depósito de colada, la separación se aumenta para fundir bandas del espesor deseado, **caracterizado** porque comprende las etapas siguientes:
- 10 al comienzo de la fundición, impulsar continuamente dicho primer cilindro de fundición lateralmente hacia el segundo cilindro de fundición y girando en contrarrotación el primer y el segundo cilindros de fundición a tal velocidad que los revestimientos metálicos se solidifiquen sobre las superficies periféricas de ambos cilindros de fundición y se desplacen hacia la línea de contacto para producir inmediatamente, al comienzo de la fundición, una banda de un espesor mayor que la separación inicial establecida entre el primer y el segundo cilindros de fundición; y
- 15 permitir que el primer cilindro de fundición se desplace en sentido lateral alejándose del segundo cilindro de fundición contra la impulsión continua para aumentar la separación en la línea de contacto entre los cilindros de tal modo que admita el espesor de la banda inicialmente fundida y permita la fundición continua de la banda en dicho espesor deseado.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las superficies periféricas de los cilindros están negativamente coronadas cuando se enfrían estando formadas en sus partes medias según un radio que es inferior al radio de las partes extremas de dichas superficies, estableciéndose la separación inicial de tal modo que las partes extremas de las superficies periféricas de los cilindros no se encuentren separadas en más de 1,5 mm.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la separación entre las partes extremas de los cilindros está comprendida entre 0,5 y 1,4 mm.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, en el que la corona negativa radial para cada cilindro está comprendida entre 0,1 y 1,5 mm.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho segundo cilindro se mantiene contra el desplazamiento corporal lateral, estando dicho primer cilindro montado sobre un par de portadores de cilindros móviles, que permiten que dicho primer cilindro se desplace corporalmente, en sentido lateral, respecto al segundo cilindro y dicho primer cilindro sea continuamente impulsado lateralmente hacia el segundo cilindro mediante la aplicación de fuerzas impulsoras a los portadores de los cilindros móviles.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la separación inicial entre los cilindros se establece mediante el ajuste el posicionado de unos medios de tope para limitar el movimiento corporal de dicho primer cilindro hacia el segundo cilindro.
- 45 7. Procedimiento según las reivindicaciones 5 y 6, en el que los medios de tope son un tope que se establece de tal modo que se acople con uno o ambos portadores de los cilindros móviles.

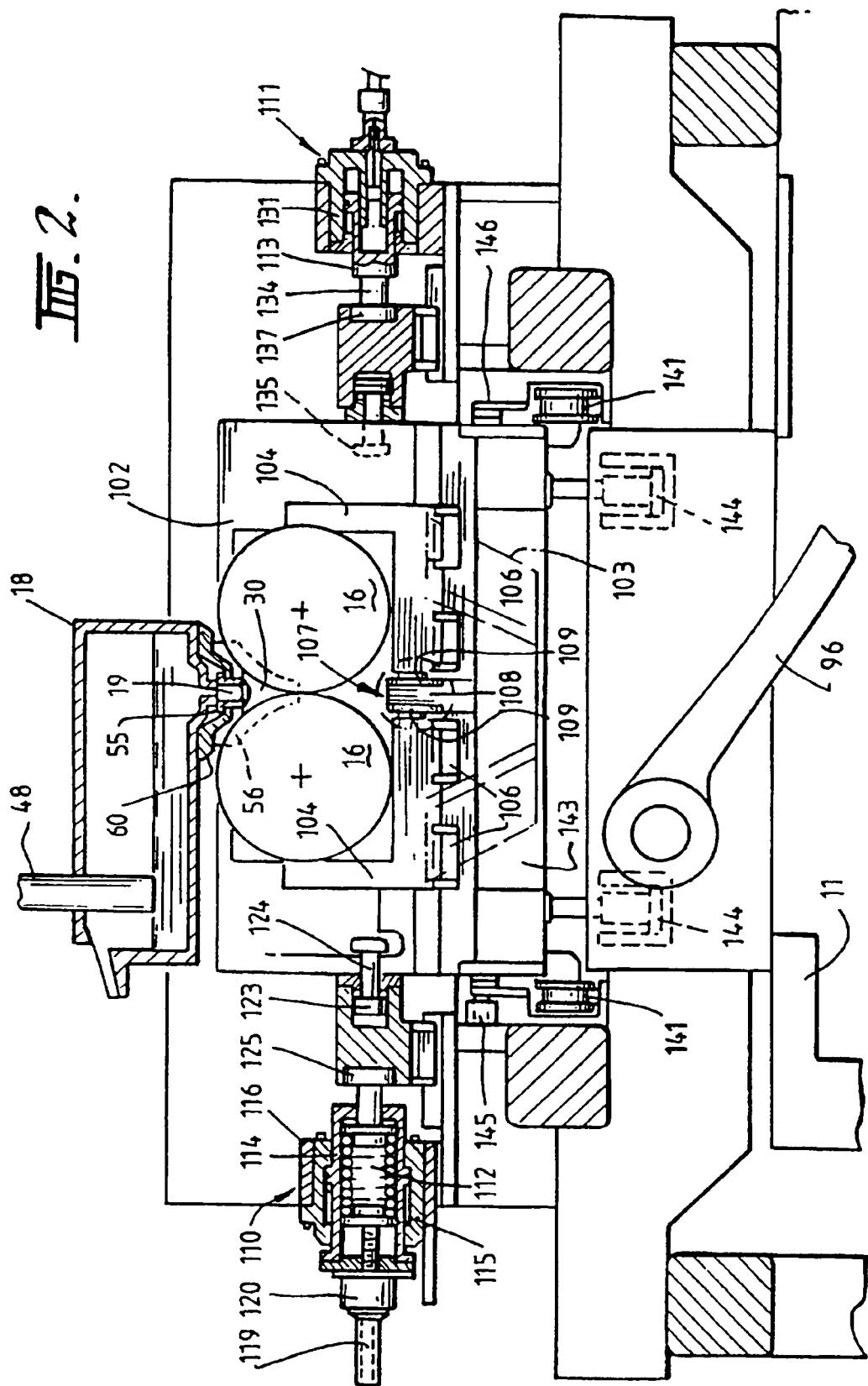
50

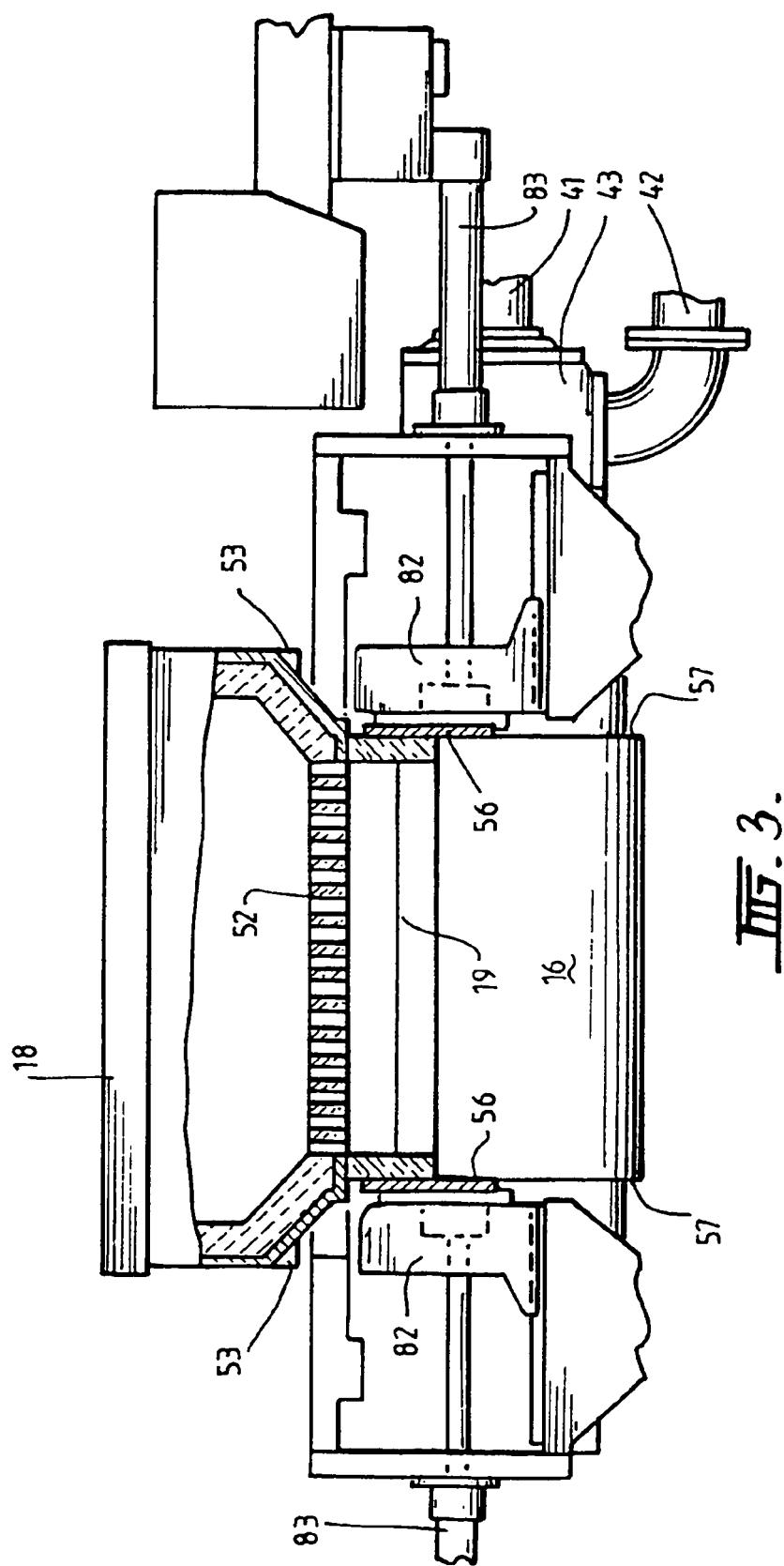
55

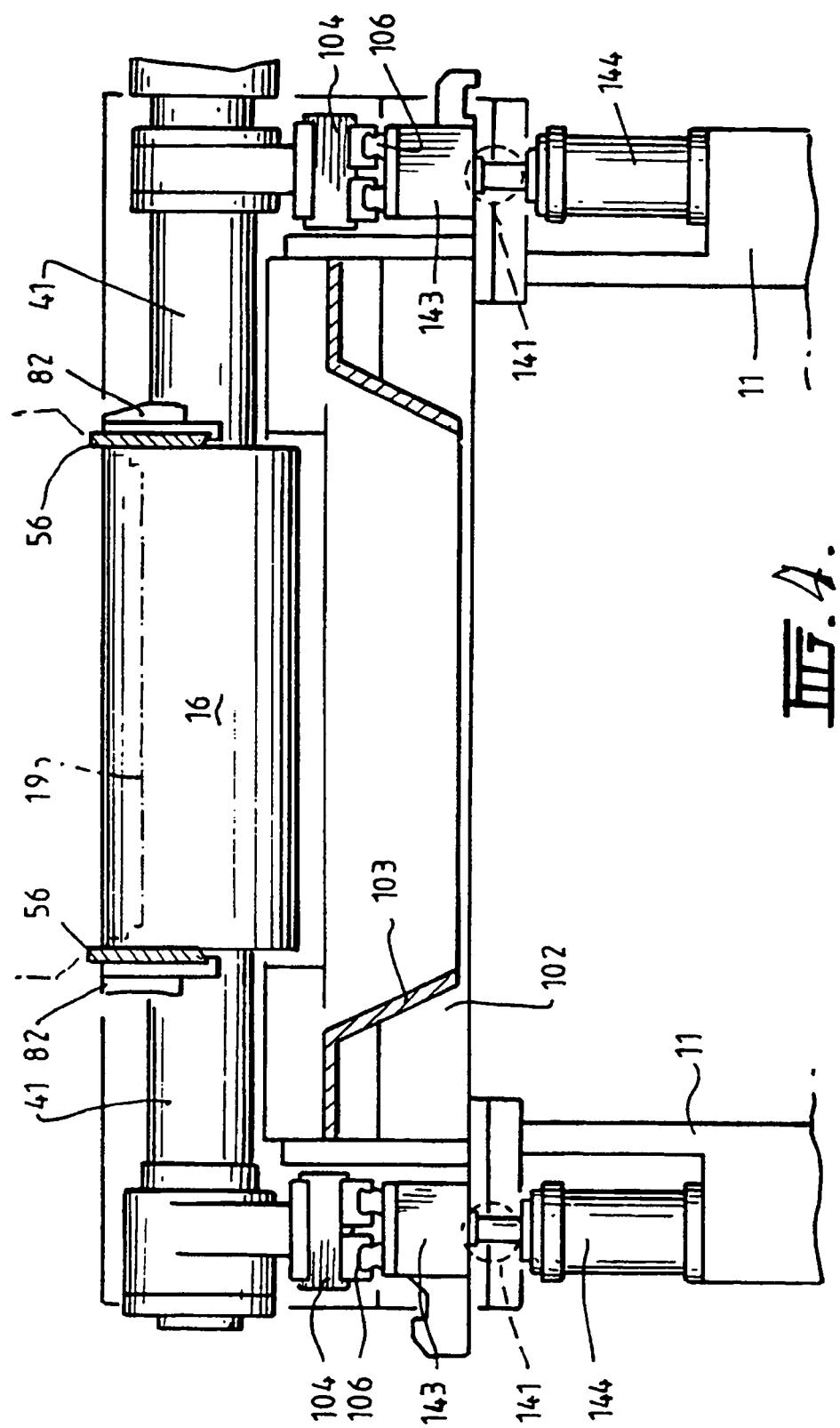
60

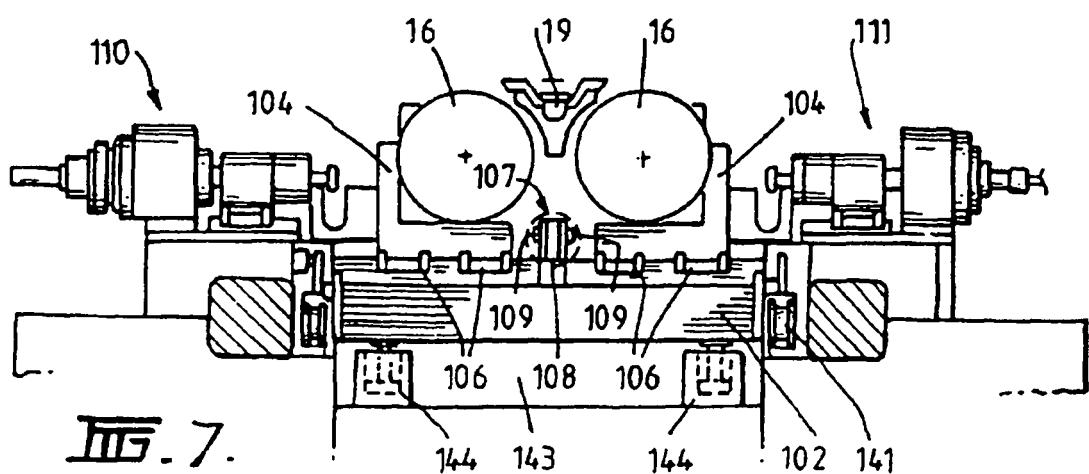
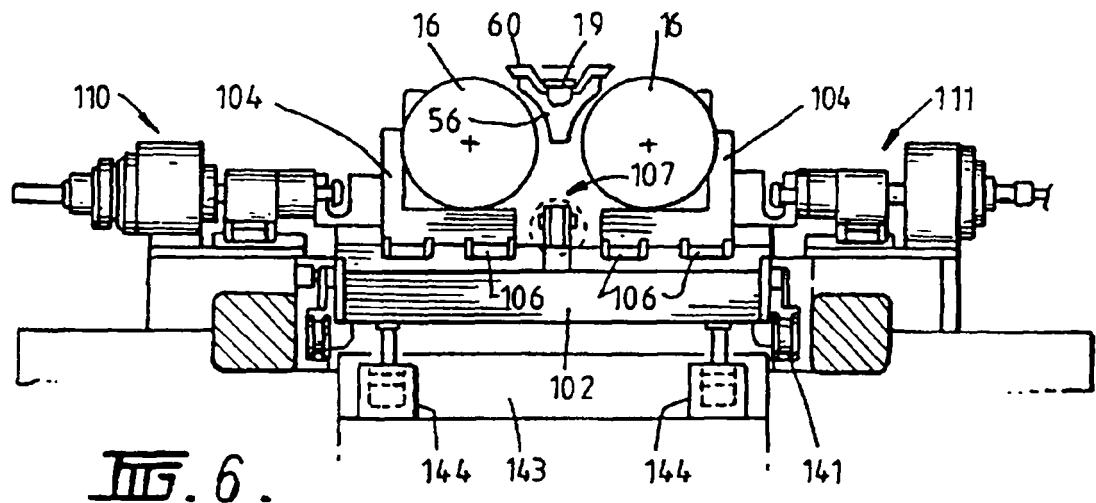
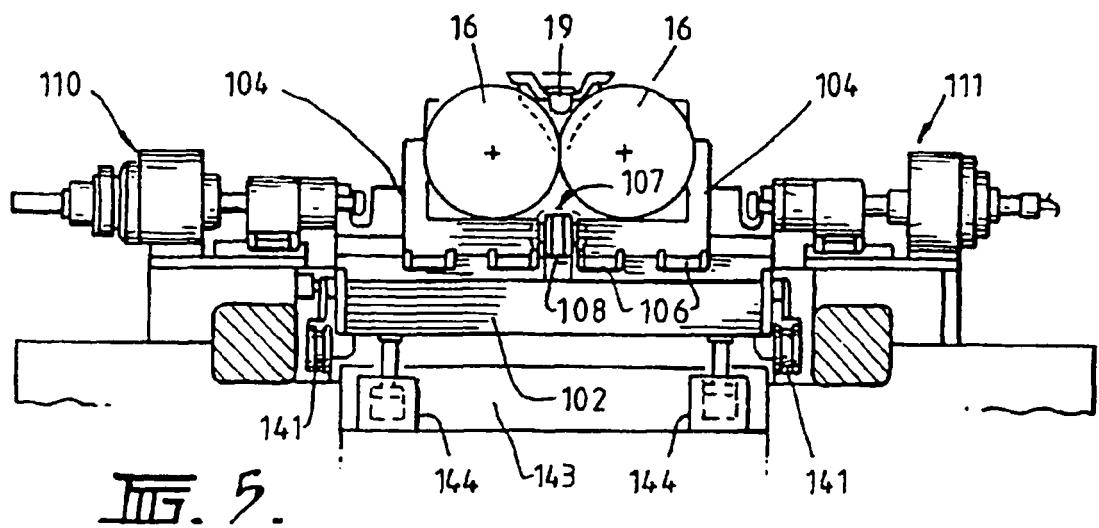
65

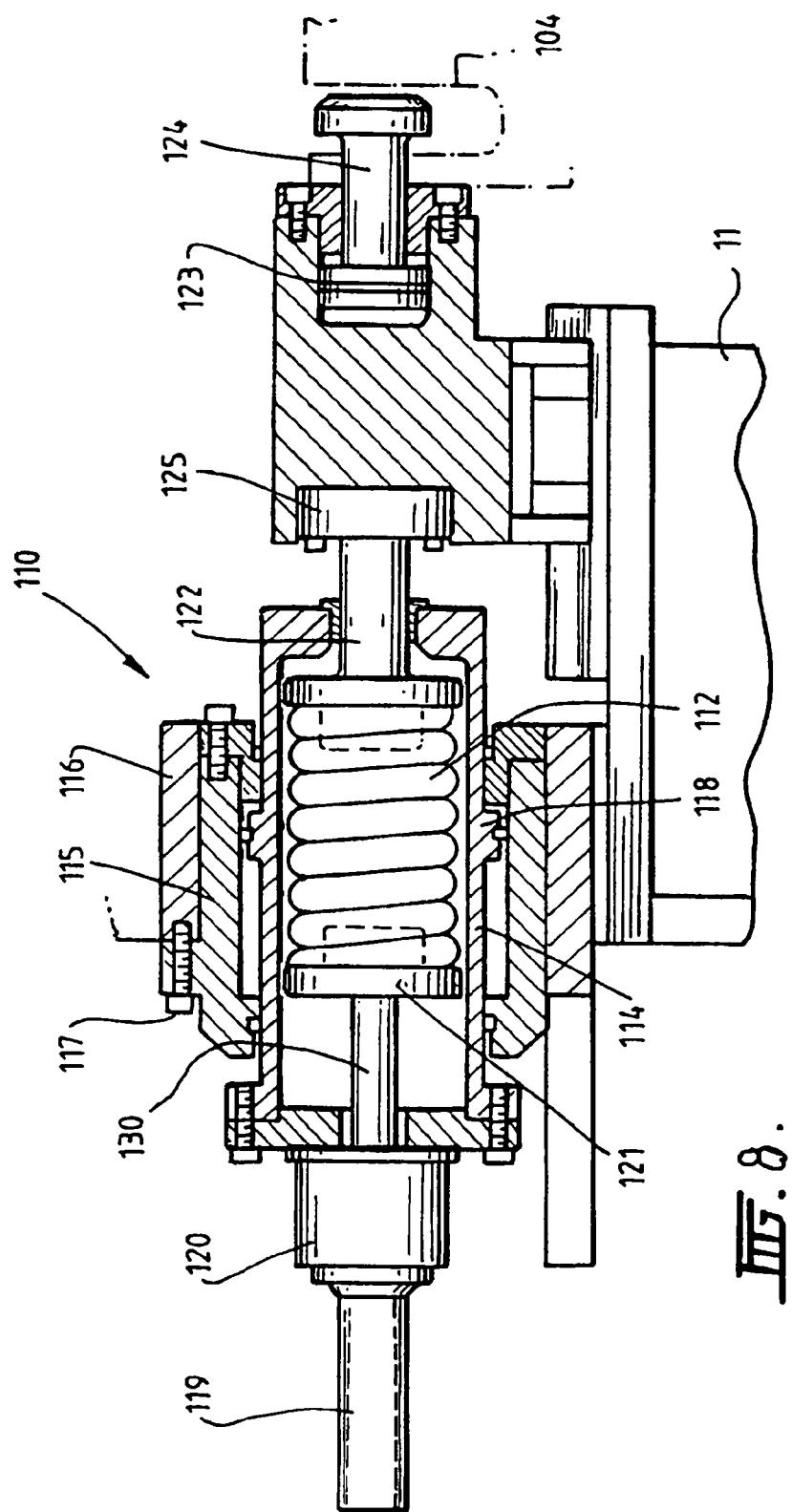


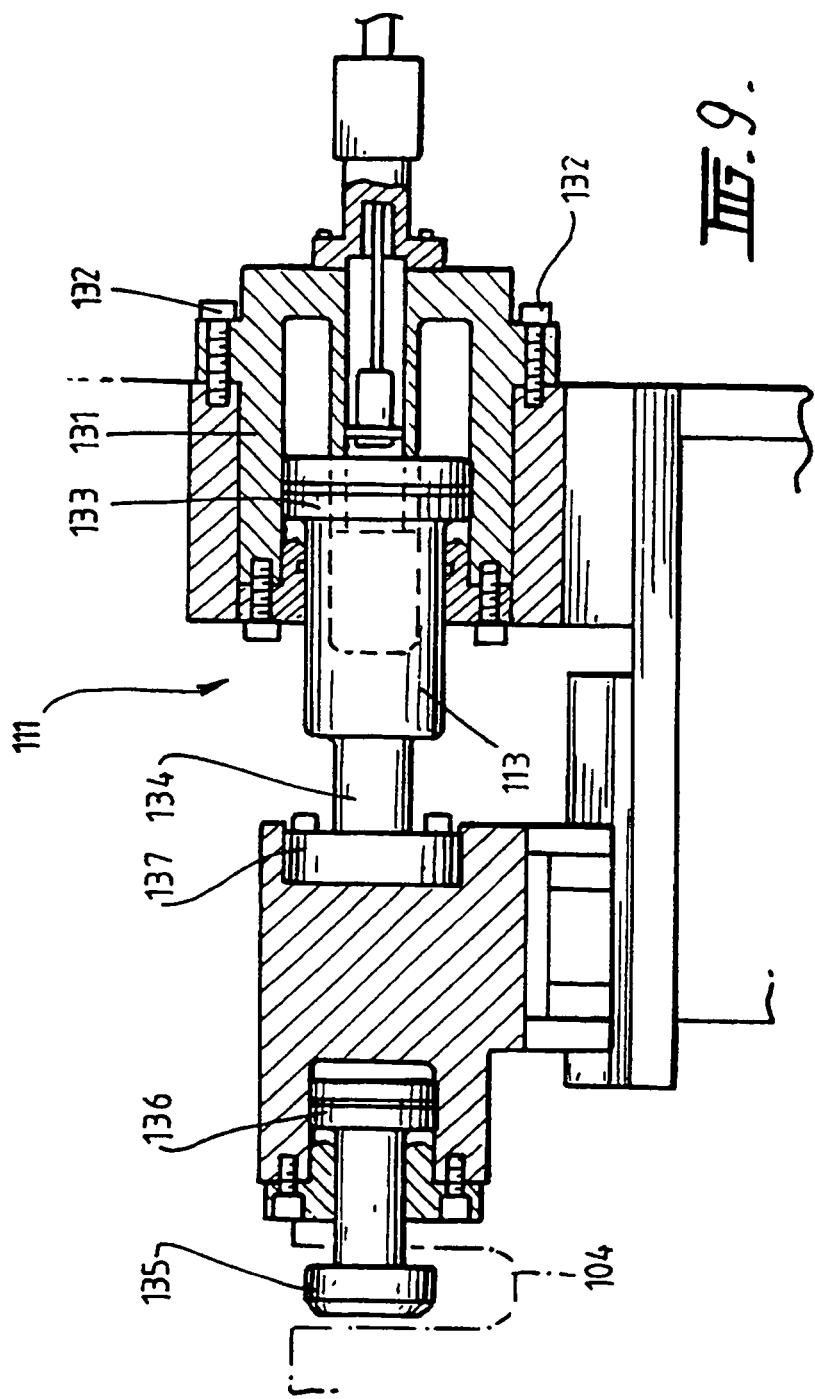


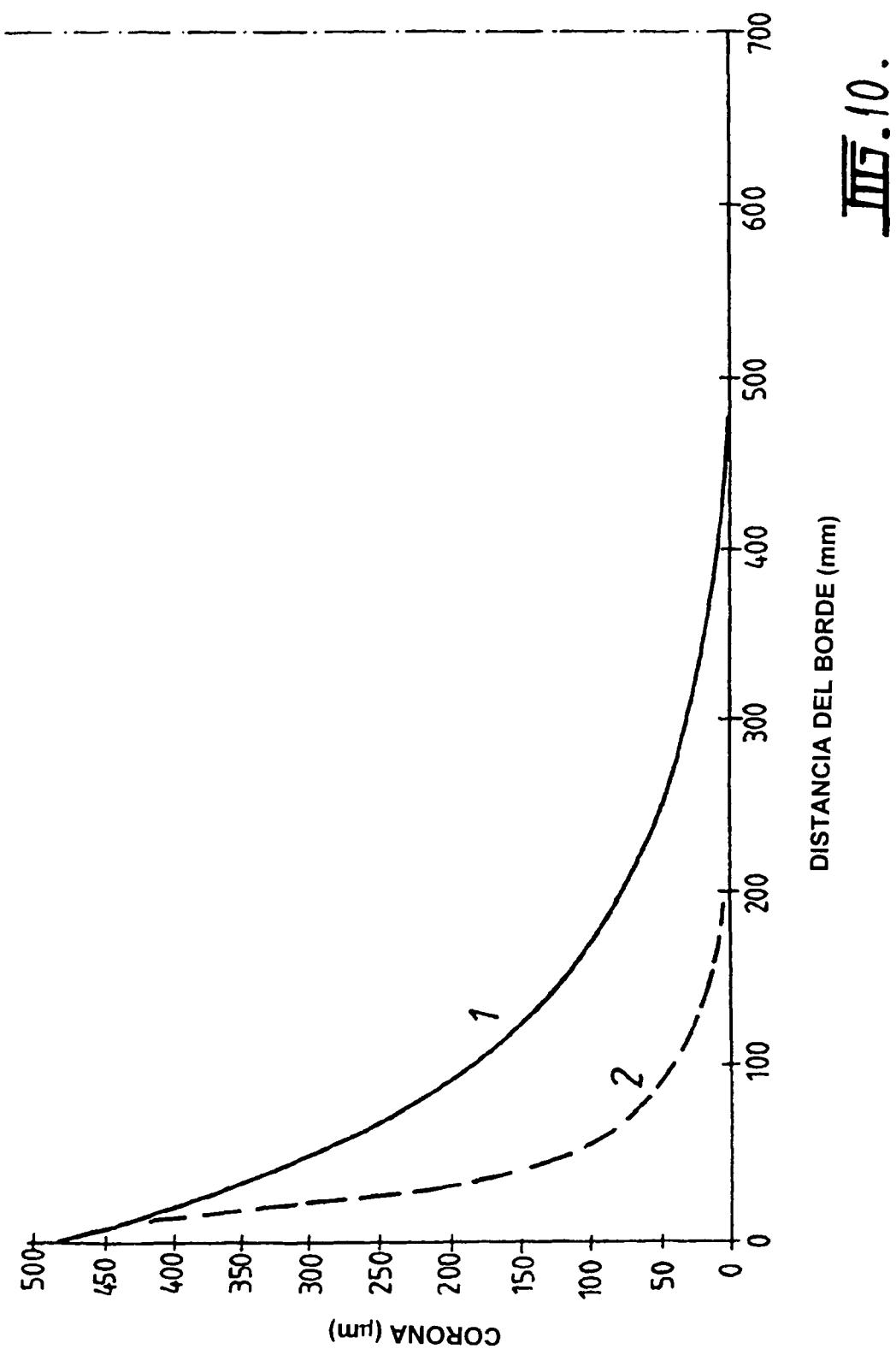


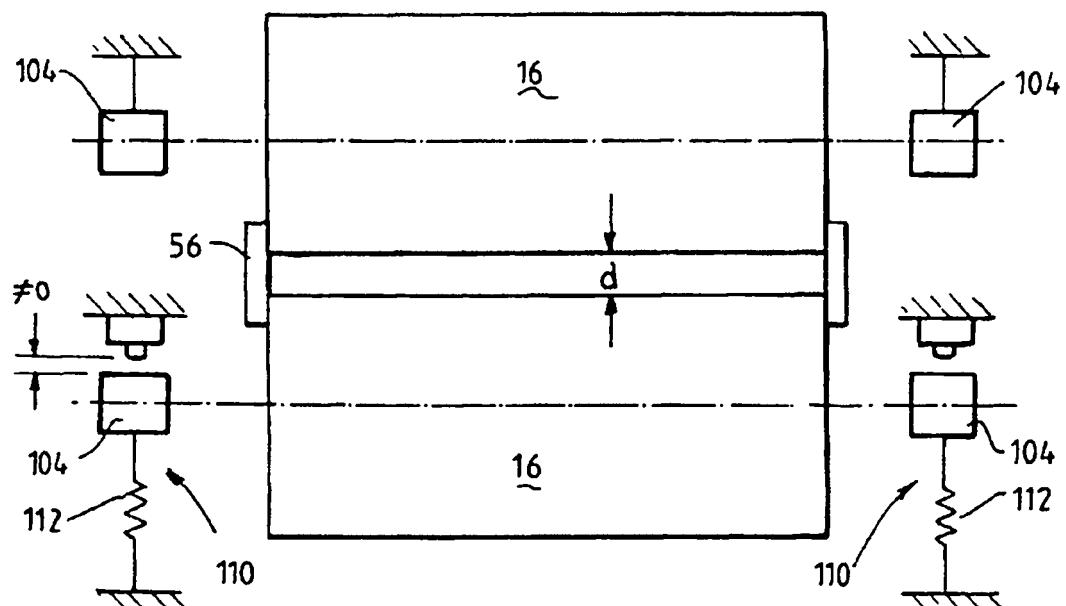
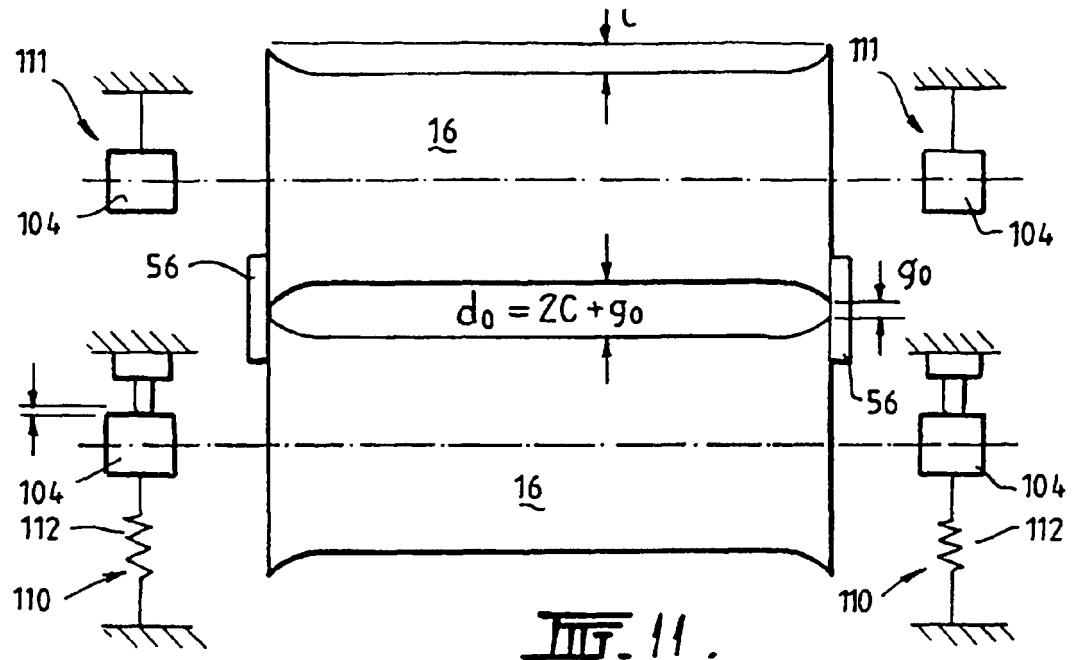












III. 12.