

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 779**

51 Int. Cl.:

B22D 11/12 (2006.01)

B22D 11/128 (2006.01)

B22D 11/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2011** **E 11425182 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 2543454**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la fabricación de productos metálicos largos en una colada continua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2020

73 Titular/es:
**PRIMETALS TECHNOLOGIES GERMANY GMBH
(100.0%)
Schuhstrasse 60
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:
MILANI, FRANCO

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 759 779 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

Procedimiento y aparato para la fabricación de productos metálicos largos en una colada continua

La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para la fabricación de productos largos en una planta de colada continua.

- 5 El término "productos largos" se refiere en el presente documento a palancones, tochos o generalmente a todos los productos en su forma física en la que salen del molde de una máquina de colada continua alimentados por un horno de siderurgia, tal como un horno de arco (EAF) o similar.

Con el fin de maximizar el rendimiento de una planta siderúrgica, se conoce la utilización del principio de colada continua, con una conexión directa a los laminadores aguas abajo.

- 10 La creación de este tipo de planta, sin embargo, presenta problemas considerables debido a la diferencia en velocidad con la que los productos largos abandonan el molde (habitualmente menor de 5 m/min) y la velocidad a la que deben alimentarse a los laminadores de partición, o la primera de las series de soportes de rodillo (habitualmente al menos 6 m/min).

- 15 Si, por una parte, no es posible seguir la estrategia de incrementar la velocidad de colada por encima de ciertos límites (para no arriesgar a obtener un producto defectuoso), ni siquiera puede concebirse, por otra parte, disminuir la velocidad de alimentación de los laminadores por debajo de ciertos valores (principalmente debido al calor excesivo al que estarían sujetos y a los excesivos gastos de la planta para cada producto laminado).

- 20 Se han preparado varias técnicas para superar estas desventajas: en el caso de laminados planos delgados (flejes), por ejemplo, se realiza un recurso para la presencia de dos estaciones de bobinado que, situadas aguas arriba del laminador de partición, crean un efecto de expansión que permite que se respeten las dos velocidades diferentes.

Incluso si esta solución es funcional, tiene la desventaja, sin embargo, de requerir un coste de instalación significativo.

- 25 Otra solución que es conceptualmente similar a la descrita anteriormente, pero aplicada al campo de los palancones y tochos, es la que se describe en el documento EP1187686: una línea de alimentación principal al laminador sale desde la colada continua junto con una o más líneas auxiliares paralelas desde las que los productos en bruto de la alimentación se transfieren a la línea principal para procesarse; en resumen, estas líneas auxiliares de nuevo actúan simplemente como un "tampón" para la alimentación del laminador.

Una primera desventaja de esta solución se refiere al hecho de que, con el fin de realizar el paso desde una línea auxiliar a la línea principal, deben instalarse sistemas de transferencia transversales apropiados.

- 30 Además, el control de las razones de transmisión de los productos en bruto en la alimentación (diferente para la línea principal y la línea auxiliar) debe ser particularmente preciso con el fin de permitir la alimentación continua regular del laminador.

- 35 También se conocen procedimientos, tales como los que se describen en la patente EP0603330 o en la solicitud de patente US2009/0056906, que son capaces de incrementar ligeramente la velocidad del producto elongado desde cuando abandona el molde hasta cuando entra en la unidad de extracción/estiramiento (indicada normalmente con el acrónimo W.S.U).

Cabe señalar inmediatamente que el incremento en la razón de los productos en bruto es una consecuencia necesaria del procedimiento que se describe en el presente documento, pero no el objetivo principal de este procedimiento, que ha sido concebido para otros fines.

- 40 Antes de entrar en los detalles de la descripción de estas soluciones, debe destacarse que, en estos tipos de planta, el producto P abandona el molde de lingote verticalmente y después se deforma a lo largo de una sección de circunferencia hasta que adquiere una posición horizontal y trayectoria recta, con el fin de limitar los impedimentos verticales de la planta.

- 45 Como resultado, en todas estas plantas, la trayectoria seguida por el producto P comprende una primera parte, inmediatamente aguas abajo del molde sección, que se desarrolla según una sección circular con una abertura de aproximadamente 90° (de vertical a horizontal) y una segunda parte que se desarrolla horizontalmente: la sección de unión de las dos trayectorias (línea curva y recta) se indica con el término "área de transición".

- 50 El W.S.U. (unidad de estiramiento de extracción, por sus siglas en inglés *Withdrawal Straightening Unit*) se sitúa normalmente en correspondencia con esta área, que estira el producto P de una forma curva a una forma recta y permite que se controle la velocidad de extracción.

El W.S.U. actúa, evidentemente, con sus rodillos en las secciones de trayectoria situadas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo del área de transición.

Con el fin de comprender el procesamiento descrito en el documento EP0603330, debe hacerse referencia a la figura 1: esta muestra la parte terminal del molde L de una colada continua desde la cual sale un producto P.

5 Según las enseñanzas del documento EP0603330, la planta debe modificarse y dimensionarse de manera que la "longitud metalúrgica" del producto P esté totalmente incluida dentro de la sección curva (desde el molde de lingote hasta los Rodillos W.S.U.), es decir aguas arriba del área de transición, mostrada en la figura1 con el símbolo de referencia ZT.

"Longitud metalúrgica" indica la parte de producto P en la que hay un núcleo central, no completamente solidificado aún (granos sólidos en suspensión coexisten en el núcleo, en una matriz líquida).

10 También en este caso, el W.S.U. no es una unidad tradicional, pero se produce específicamente para que actúe solamente en la parte recta, aguas abajo del área de transición ZT: este W.S.U. especial, de hecho, comprende una serie de rodillos, todos situados aguas abajo del área de transición ZT y presentan ejes de rotación paralelos entre sí y situados sustancialmente a la misma distancia del producto P.

15 El producto P, inmediatamente aguas abajo del molde, pasa a través de los soportes de rodillo R, que están estructurados para generar una deformación del producto que crea una variación seccional obtenida para mantener el perímetro del producto P constante.

Esta deformación normalmente se define en el campo técnico como "reducción de núcleo blando" y tiene el objetivo principal de mejorar la calidad del producto terminado.

Bajo ciertas condiciones, la variación seccional del producto P puede ser, evidentemente, útil para incrementar la velocidad de avance del producto.

20 Siguiendo las enseñanzas proporcionadas por la patente EP0603330, sin embargo, este incremento en razón es demasiado limitado para permitir una alimentación directa al laminador RM sin utilizar los recursos descritos anteriormente (es decir, las soluciones "tampón").

Además, aparte de no poder utilizarse para estos objetivos, la solución ilustrada en el documento EP0603330 tiene varias desventajas.

25 En primer lugar, la instalación de la planta es extremadamente cara, ya que los soportes de rodillo R deben producirse con carcasas de "pinza" adecuadas para abrirse y cerrarse para permitir el paso de la así llamada "cabezal de la barra falsa" en la fase de arranque inicial de la planta, que tiene una sección fija, igual a la de la boca de salida del molde.

30 Con el fin de permitir el paso del cabezal de la barra falsa, los soportes de rodillo R no deben tener una sección de paso cónica, de lo contrario, la cabeza (con una dimensión fija) no podría pasar.

35 Esta solución, además, es bastante compleja de realizar y es principalmente adecuada para productos P que tienen pequeñas dimensiones: mantener la longitud metalúrgica dentro de la sección curva, de hecho, requiere alternativamente o una velocidad de avance extremadamente reducida (que, por consiguiente, no ayuda a alcanzar la razón de alimentación de los laminadores) o un radio de curvatura extremadamente ancho (con consecuencias negativas en términos de impedimento vertical de la planta con costes relativos).

Aún otra desventaja está unida al hecho de que el W.S.U. debe estar específicamente diseñado y producido para esta planta.

40 La divulgación del documento US2009/0056906 se basa en las enseñanzas básicas del documento EP0603330 discutido hasta ahora, e incluso si hay aparentemente un montaje en línea con las estaciones de laminación, las últimas (por las razones mencionadas anteriormente) se alimentan presuntamente a una velocidad reducida, con las desventajas presentadas anteriormente.

A partir de lo anteriormente especificado, resulta evidente que es necesario hacer uso de un procedimiento y aparato para la fabricación de productos largos en una planta de colada continua, en la que los laminadores pueden alimentarse de una manera sencilla y económica.

45 Un ejemplo, el documento JPH03198964A da a conocer un recorrido de salida de colada sobre una línea metalúrgica (en la que el producto caliente comprende un núcleo líquido) que comprende como medios de reducción dos pares de rodillos con un eje vertical y solo un par de rodillos con un eje horizontal y situados entre dichos rodillos. En el último par de rodillos, el producto caliente con núcleo líquido solo se comprimirá reduciendo en una dirección unidireccional y también puede alargarse "libremente" en la otra dirección perpendicular (por ejemplo, de un cuadrado a una sección rectangular en la que la altura del producto se reduce, pero la longitud transversal es libre de incrementar). Una deformación de este tipo no permite una reducción robusta tanto en perímetro como en sección y, por consiguiente, no puede proporcionar una aceleración significativa del producto si la hubiera.

50

- 5 En particular, un objetivo de la presente invención es resolver las desventajas anteriormente mencionadas proporcionando un procedimiento y aparato para la fabricación de productos en una planta de colada continua en la que es posible obtener una aceleración del producto aguas abajo del molde de lingote de manera que la razón de avance del producto puede incrementarse de la razón de colada inicial a la razón de alimentación de los laminadores, sin tener que aplicar costosas modificaciones a las plantas conocidas y manteniendo impedimentos relativamente limitados.
- 10 Estos objetivos se alcanzan según un primer aspecto de la invención mediante un procedimiento para la fabricación de un producto metálico largo en una planta de colada continua, en el que dicho producto sigue una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta. El procedimiento comprende al menos una primera y una segunda fase de deformación, comprendiendo cada una de dichas fases una deformación contemporánea del perímetro y de la sección transversal de dicho producto, realizándose la primera fase de deformación en dicha sección curvilínea y realizándose la segunda fase de deformación en dicha sección recta, realizándose la primera y la segunda fase de deformación en un área en la que el metal líquido aún está presente en el producto y en una ubicación en la que cada deformación provoca un incremento en la velocidad del producto.
- 15 El procedimiento según la invención también puede comprender las siguientes etapas:
- una deformación adicional de dicho perímetro y dicha sección transversal de dicho producto sucede en un área de transición situada entre la primera y la segunda deformación,
 - dichas fases de deformación crean una deformación de la sección de dicho producto en una dirección, preferiblemente una dirección vertical,
- 20 - hay fases de deformación adicionales a lo largo de dicha línea de deformación (LD)
- dichas fases de deformación crean una deformación de la sección de dicho producto en dos direcciones perpendiculares entre sí, preferiblemente en una dirección vertical y horizontal alternante.
- El procedimiento según la invención también puede comprender las siguientes etapas:
- 25 a- colar un producto metálico largo con una sección cuadrada, avanzando el producto a lo largo de una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta, estando la extremidad de una línea metalúrgica de dicho producto aguas arriba y aguas abajo de un área de transición situada entre dicha sección curvilínea y dicha sección recta;
- b- deformar dicho producto aguas arriba de dicha área de transición para reducir dicha sección en una primera dirección, preferiblemente vertical, para obtener una sección rectangular;
- 30 c- deformar dicho producto en dicha área de transición para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- d- deformar adicionalmente dicho producto aguas abajo de dicha área de transición para reducir adicionalmente dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- El procedimiento según la invención puede comprender también las siguientes etapas:
- 35 a1- colar un producto metálico largo con un molde, avanzando el producto a lo largo de una trayectoria que comprende una primera sección curvilínea y una segunda sección recta, estando las extremidades de una línea metalúrgica de dicho producto aguas arriba y aguas abajo de un área de transición situada entre dicha sección curvilínea y dicha sección recta;
- 40 b1- deformar dicho producto aguas arriba de dicha área de transición para reducir dicha sección en una primera dirección, preferiblemente vertical, para obtener una sección rectangular;
- c1- deformar dicho producto aguas arriba de dicha área de transición para reducir dicha sección en una segunda dirección perpendicular a dicha primera dirección, preferiblemente horizontal, para obtener una sección cuadrada;
- d1- deformar dicho producto en dicha área de transición para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- 45 e1- deformar dicho producto en dicha área de transición para reducir además dicha sección en dicha segunda dirección;
- f1- deformar dicho producto aguas abajo de dicha área de transición para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- 50 g1- deformar dicho producto aguas abajo de dicha área de transición, para reducir además dicha sección en dicha segunda dirección.

En una realización, la reducción de dicha sección en dicha primera o dicha segunda dirección que se obtiene como un todo entre la sección aguas arriba de la primera deformación y la de aguas abajo de una última deformación oscila desde el 14% hasta el 16,8%, y es preferiblemente igual al 15,4% de la dimensión inicial.

5 En una realización la velocidad de avance de dicho producto aguas abajo de dicho molde de lingote es igual a aproximadamente 5 m/min.

En una realización dichas deformaciones se crean en una unidad de extracción/estiramiento de dicho producto.

Según un segundo aspecto, la invención también se refiere a un aparato para fabricar un producto metálico largo que realiza el procedimiento anteriormente mencionado.

El aparato puede comprender:

10 - medios para guiar el producto a lo largo de una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta;

15 - una unidad de extracción/estiramiento que comprende una pluralidad de pares de rodillos en los que al menos un primer par de rodillos se sitúa en dicha sección curvilínea y al menos un segundo par de rodillos se sitúa en la sección recta, estando además situados el primer y el segundo par de rodillos en un área en la que el metal líquido aún está presente en el producto y en una ubicación en la que los rodillos provocan un incremento en la velocidad del producto.

En una realización las distancias entre dos rodillos consecutivos de dos pares consecutivos disminuyen para formar una deformación de un producto metálico largo vertido desde un molde, en particular una reducción de la sección en una dirección, preferiblemente una dirección vertical.

20 La unidad de extracción/estiramiento puede comprender pares de rodillos alternantes que tienen ejes de rotación perpendiculares entre rodillos de pares adyacentes, en particular ejes vertical y horizontal alternantes, en los que las distancias entre dos rodillos de cada par disminuyen para formar una deformación de un producto metálico largo vertido desde un molde, en particular una reducción de la sección en dos direcciones, preferiblemente una dirección vertical y una dirección horizontal.

25 En resumen, el solicitante ha observado que el objetivo anteriormente mencionado puede alcanzarse reduciendo la sección y perímetro del producto, actuando tanto en el área anterior a y posterior al área de transición desde la forma curva hasta la forma lineal del producto, realizándose dichas reducciones en la sección y perímetro en condiciones del producto que presentan un núcleo no totalmente solidificado y en una ubicación en la que el producto puede acelerarse significativamente.

30 En este caso, la sección y perímetro se modifican en el desarrollo de la longitud metalúrgica, que se extiende más allá del área de transición del producto de curvilínea a rectilínea.

De esta manera, sin la velocidad de colada sobrepasando los 5 m/min, es posible incrementar la velocidad de avance del producto hasta la velocidad de alimentación de los laminadores, es decir 6 m/min.

35 Las características estructurales y funcionales de la invención y sus ventajas con respecto a la técnica conocida pueden entenderse claramente a partir de la siguiente descripción, con referencia a los dibujos incluidos, que muestran una posible realización de la invención.

En los dibujos:

- la figura 1 muestra una solución de la técnica conocida;

- la figura 2 muestra un esquema de una primera realización a partir de la técnica anterior;

40 - la figura 3 muestra un esquema de una segunda realización de la presente invención;

- la figura 4 muestra una pluralidad de secciones transversales de un producto durante diferentes fases de funcionamiento del procedimiento según la presente invención.

Con relación a la figura 2, esta muestra un esquema con referencia al procedimiento y aparato según una primera realización a partir de la técnica anterior.

45 En general, el procedimiento para fabricar un producto 1 metálico elongado en una planta de colada continua según la presente invención, prevé que el producto 1 siga una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta y que comprende al menos una primera y una segunda fase de deformación, incluyendo cada una de dichas fases una deformación contemporánea del perímetro y sección transversal de dicho producto 1.

50 Según las enseñanzas proporcionadas en el presente documento, la primera y segunda fase se realizan respectivamente, una en la sección curvilínea y la otra en la sección recta.

ES 2 759 779 T3

La primera y segunda fases de deformación definen respectivamente dos extremidades de una línea de deformación indicada por LD y situada en un eje baricéntrico del producto 1.

5 Esta línea de deformación LD está incluida dentro de una línea metalúrgica (también llamada longitud metalúrgica) LM medida en el mismo eje baricéntrico de dicho producto 1 y delimitada por un primer punto extremo en el que metal líquido sobrecalentado está presente en el producto 1, y un segundo punto extremo en el que dicho producto 1 está completamente solidificado; este aspecto se abordará más adelante.

En una primera versión básica, el procedimiento prevé la deformación de la sección y perímetro del producto, actuando en una única dirección, preferiblemente una dirección vertical.

10 Una variante más desarrollada del procedimiento y relativo aparato prevé que la deformación se realiza actuando en dos direcciones perpendiculares, horizontal y vertical.

Con respecto a la figura 2, el símbolo de referencia 1 indica el producto elongado que abandona verticalmente el molde 2 de lingote, mientras que el símbolo de referencia 10 indica el aparato como un todo.

El producto 1 es preferiblemente acero en forma de tocho o palancón o secciones similares.

15 Aguas abajo del molde 2 de lingote, el producto 1 se guía por rodillos 3 de guiado (línea de puntos) hasta la unidad de extracción/estiramiento (W.S.U.) indicada como un todo por el símbolo de referencia 4.

El W.S.U. incluye al menos tres pares de rodillos 4A, 4B, 4C, situados, con relación al área de transición ZT (punto o región en la que el producto 1 pasa de una configuración curva a plana) aguas arriba (rodillos 4A) del área ZT, en correspondencia con el área ZT (rodillos 4B) y aguas abajo del área ZT (rodillos 4C).

20 Los rodillos 4A, 4B y 4C tienen todos un eje horizontal y al menos un rodillo, preferiblemente uno para cada par, está motorizado.

25 Más específicamente, para los rodillos del par 4A aguas arriba y en correspondencia 4B con el área ZT, puede observarse que los ejes de rotación de los rodillos de cada par 4A, 4B se encuentran a lo largo del mismo radio conectados a un único centro CM, es decir, el así llamado "centro de máquina", que es el centro de la circunferencia que subtiende el arco de magnitud 90° en el que se desarrolla la trayectoria curva del producto 1, aguas abajo del molde de lingote y aguas arriba del área de transición ZT.

La distancia entre el primer par de rodillos 4A y el segundo par de rodillos 4B es mayor que la distancia entre el segundo par de rodillos 4B y el tercer par de rodillos 4C, creando, por tanto, una deformación del producto 1, en particular una reducción en la sección en una dirección, en particular vertical.

30 Más específicamente, la disminución en la dimensión vertical que se obtiene como un todo entre la sección aguas arriba del primer par de rodillos 4A y aguas abajo del tercer par de rodillos 4C oscila desde el 14% hasta el 16,8%, preferiblemente igual al 15,4%.

Según la conservación del principio de masa, en estas condiciones, la velocidad aguas abajo del tercer par de rodillos 4C se incrementa por un valor igual a aproximadamente el 18,7%.

Por tanto, puede decirse que el procedimiento realizado comprende las siguientes etapas:

35 a- preparar un producto 1 metálico con una sección cuadrada, preferiblemente con un lado de 130 mm, vertido desde un molde 2 y adecuado para avanzar con una velocidad de avance preferiblemente igual a 5 m/min a lo largo de una trayectoria que comprende una primera sección curvilínea y una segunda sección recta, estando las extremidades de una línea metalúrgica LM de dicho producto 1 aguas arriba y aguas abajo de un área de transición ZT entre dicha sección curvilínea y dicha sección recta;

40 b- deformar dicho producto 1 aguas arriba de dicha área de transición ZT para reducir dicha sección en una primera dirección, preferiblemente vertical, para obtener una sección rectangular que tiene preferiblemente lados de 130 mm y 122 mm;

c- deformar dicho producto 1 en dicha área de transición ZT para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular que tiene preferiblemente lados de 130 mm y 116 mm;

45 d- deformar adicionalmente dicho producto 1 aguas abajo de dicha área de transición ZT, para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular que tiene preferiblemente lados de 130 mm y 110 mm.

50 En condiciones de funcionamiento, los mejores resultados se obtienen, de hecho, cuando el producto 1, aguas abajo del molde 2 de lingote, tiene una sección sustancialmente cuadrada, con un lado de 130 mm y una velocidad de avance igual a aproximadamente 5 m/min.

ES 2 759 779 T3

En estas condiciones, se realizan las siguientes etapas:

- una primera deformación realizada por el primer par de rodillos 4A para permitir que el producto 1 adquiera una sección sustancialmente rectangular con lados de 130 mm y 122 mm.

5 - una segunda deformación realizada por el segundo par de rodillos 4B para permitir que el producto 1 adquiera una sección sustancialmente rectangular con lados de 130 mm y 116 mm.

- una tercera deformación realizada por el tercer par de rodillos 4C para permitir que el producto 1 adquiera una sección sustancialmente rectangular con lados de 130 mm y 110 mm.

10 Cabe señalar que la sección a la cual se hace referencia anteriormente se indica como "sustancialmente" rectangular ya que, en realidad, tiene bordes redondeados que normalmente se derivan de la deformación del producto 1 en una dimensión (vertical) y en estas condiciones de funcionamiento.

En estas condiciones, la velocidad aguas abajo del tercer par de rodillos 4C es igual a aproximadamente 6 m/min y, por tanto, óptima para enviar el producto 1 directamente a un laminador L.

Opcionalmente, antes de los laminadores L, el producto 1 puede precalentarse en un horno de inducción o similar.

15 Es fundamental recordar que, para los fines de la presente invención, el núcleo 11 semisólido del producto 1 se extiende en el área de deformación entre el primer 4A y tercer 4C par de rodillos.

Sería conveniente, en este punto, explicar brevemente cómo tiene lugar la solidificación del producto 1 aguas abajo del molde 2.

En la primera área aguas abajo del molde 2, el producto 1 tiene un "grosor de capa exterior" relativamente reducido (es decir, un grosor de la pared 12 perimétrica sólida).

20 El centro, o núcleo 11 central, del producto 1, se extiende significativamente en esta área y ocupa aproximadamente una superficie mayor que 80% de la sección transversal del producto 1.

La temperatura del centro 11 es, evidentemente, mayor que la de la pared 12 perimétrica, de manera que tanto la fase líquida como los granos metálicos ya solidificados coexisten en dicho centro 11.

25 Debido al enfriamiento progresivo, a lo largo de la trayectoria seguida por el producto 1, el grosor 12 de capa exterior tiende a incrementar y la sección del centro 11 a disminuir progresivamente.

30 Según las enseñanzas proporcionadas en el presente documento es, por tanto, necesario para la "línea metalúrgica" LM (con referencia a la longitud de la parte de producto 1 medida en el eje baricéntrico del producto 1 y en la que hay un núcleo central no solidificado completamente aún, en el que los granos sólidos y metal líquido no sobrecalentado coexisten, midiéndose la LM desde la salida del molde 2), para extenderse más allá del último par de rodillos 4C de la máquina 4 W.S.U.

La línea de deformación LD debe, por tanto, incluirse dentro de la longitud metalúrgica LM.

35 En resumen, el producto 1 debe alcanzar el área de transición ZT aún dotada de un núcleo semilíquido que continúa estando presente al menos hasta el último rodillo 4C del W.S.U. 4, como se ilustra de manera esquemática en la figura 4 incluida. Además, los rodillos, y en particular el primer par de rodillos 4A, se sitúan en una posición en la que el grosor 12 de capa exterior solidificada es lo suficientemente importante para que la deformación realizada por los rodillos también provoca un incremento de la velocidad del producto en la dirección de avance del producto. En otras palabras, los rodillos no deberían situarse demasiado cerca del molde 2 en el que el producto es aún demasiado líquido y en el que la deformación no provocaría suficiente aceleración del producto.

Esto se obtiene dimensionalmente, en una solución preferida, respetando estas condiciones:

Fases de reducción	Dimensiones de los lados L1, L2 de la sección transversal del producto 1	Velocidad de avance V
Medición inicial	L1=130 mm L2=130 mm	5 m/min
Medición final	L1=130 mm L2=110 mm	5,9 m/min

40 Cabe señalar de inmediato que las variantes pueden aplicarse en donde hay una reducción en solo dos etapas, por ejemplo, solo en correspondencia con los primeros rodillos 4A y terceros rodillos 4C, todos incluidos en el alcance de la presente invención.

ES 2 759 779 T3

En la figura 3 se muestra una variante adicional, en la que las mismas partes se indican con los mismos números de referencia y, por consiguiente, no se hará referencia adicional a los mismos.

5 En este caso, el aparato difiere del aparato descrito anteriormente en que el W.S.U. 45 comprende tanto los pares de rodillos 4A,4B,4C descritos anteriormente como también una pluralidad (por ejemplo, tres) de pares de rodillos 5A,5B,5C que tienen un eje de rotación perpendicular al de los pares de rodillos 4A,4B,4C.

Los pares 4A, 4B, 4C, por ejemplo, tienen un eje horizontal, mientras que los pares 5A, 5B, 5C tienen un eje vertical.

En particular, la máquina 45 W.S.U. comprende en este caso tanto series de rodillos, los pares con un eje horizontal 4A, 4B, 4C, como también aquellos con un eje vertical 5A, 5B, 5C alternando, de manera que un par de rodillos con un eje horizontal se sigue por un par con un eje vertical y viceversa.

10 El primer par de rodillos 4A de la máquina 45 W.S.U. que encuentra el producto 1 cuando abandona el molde 2 es preferiblemente un par de rodillos con un eje horizontal.

En este caso, los pares de rodillos 4A,4B,4C,5A,5B,5C se disponen y dimensionan para generar una deformación del producto 1 en dos direcciones perpendiculares entre sí, preferiblemente horizontal y vertical.

15 La disposición de los pares de rodillos 4A,4B,4C,5A,5B,5C es de tal manera que una deformación en una dirección vertical se sigue por una deformación en una dirección horizontal y viceversa.

Las ventajas, en este caso, son sustancialmente análogas a las ofrecidas con el aparato 1 y, por consiguiente, no se hará más mención a esto, salvo el señalar que la deformación en dos direcciones permite que se obtenga una velocidad final mucho más elevada (aguas abajo de los rodillos 5C) del producto 1.

20 También en este caso, la "línea metalúrgica" LM puede extenderse más allá del último par de rodillos 5C de la máquina 45 W.S.U. y la longitud de deformación LD se incluye dentro de la línea metalúrgica LM.

Esto se obtiene dimensionalmente, en una solución preferida, respetando las siguientes condiciones:

Fases de reducción	Dimensiones de los lados L1, L2 de la sección transversal del producto 1	Velocidad de avance V
Medición inicial	L1=130 mm L2=130 mm	5 m/min
Medición final	L1=110 mm L2=110 mm	7 m/min

Por tanto, podría decirse que, en esta variante, el procedimiento comprende las siguientes etapas:

25 a1- preparar un producto 1 metálico con una sección cuadrada, preferiblemente con un lado de 130 mm, vertido desde un molde 2 y adecuado para avanzar con una velocidad de avance preferiblemente igual a 5 m/min a lo largo de una trayectoria que comprende una primera sección curvilínea y una segunda sección recta, estando las extremidades de una línea metalúrgica LM de dicho producto 1 aguas arriba y aguas abajo de un área de transición ZT entre dicha sección curvilínea y dicha sección recta;

30 b1- deformar dicho producto 1 aguas arriba de dicha área de transición ZT para reducir dicha sección en una primera dirección, preferiblemente vertical, para obtener una sección rectangular que tiene preferiblemente lados de 130 mm y 122 mm;

c1- deformar adicionalmente dicho producto 1 aguas arriba de dicha área de transición ZT para reducir dicha sección en una segunda dirección perpendicular a dicha primera dirección, preferiblemente horizontal, para obtener una sección cuadrada que tiene preferiblemente lados de 122 mm;

35 d1- deformar adicionalmente dicho producto 1 en dicha área de transición ZT para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular que tiene preferiblemente lados de 122 mm y 116 mm;

e1- deformar adicionalmente dicho producto 1 en dicha área de transición ZT para reducir además dicha sección en dicha segunda dirección, obteniendo, por tanto, una sección cuadrada que tiene preferiblemente lados de 116 mm;

40 f1- deformar adicionalmente dicho producto 1 aguas abajo de dicha área de transición ZT, para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular que tiene preferiblemente lados de 116 mm y 110 mm;

g1- deformar adicionalmente dicho producto 1 aguas abajo de dicha área de transición ZT, para reducir además dicha sección en dicha segunda dirección, obteniendo, por tanto, una sección cuadrada que tiene preferiblemente lados de 110 mm.

5 Una ventaja adicional obtenida con la presente invención es que la máquina 4 W.S.U. puede ser una máquina, en la que existe el recurso de situar los pares de rodillos 4A,4B,4C a distancias adecuadas con el fin de realizar el método descrito anteriormente.

Alternativamente, una máquina W.S.U. puede modificarse añadiendo dos, tres o más pares de rodillos 5A,5B,5C con un eje horizontal para provocar una reducción en la sección del producto 1 en más de una dirección.

10 Evidentemente, pueden aplicarse numerosas modificaciones a lo que se ha descrito hasta el momento, por ejemplo, los porcentajes de reducción pueden variar de un par de rodillos al par siguiente, o las secciones pueden ser diferentes de cuadradas o rectangulares.

Los objetivos indicados en el preámbulo de la descripción, por tanto, se han alcanzado.

El alcance de la invención se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un producto (1) metálico largo en una planta de colada continua, en el que dicho producto (1) sigue una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta, dicho procedimiento comprende al menos una primera y una segunda fase de deformación, comprendiendo cada una de dichas fases una deformación contemporánea del perímetro y de la sección transversal de dicho producto (1), realizándose la primera fase de deformación en dicha sección curvilínea y realizándose la segunda fase de deformación en dicha sección recta, realizándose la primera y la segunda fases de deformación en un área definida como una línea metalúrgica (LM) en la que metal líquido aún está presente en el producto (1), y en una ubicación en la que cada reducción provoca un incremento de la velocidad del producto, caracterizado porque dichas fases de deformación crean una deformación de la sección de dicho producto en dos direcciones perpendiculares entre sí en una dirección horizontal y vertical alternante, situando pares de rodillos (4A, 4B) con eje vertical y añadiendo al menos dos pares de rodillos (5A, 5B) con un eje horizontal.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que una deformación adicional de dicho perímetro y dicha sección transversal de dicho producto sucede (1) en un área de transición (ZT) situada entre la primera y la segunda deformación.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que hay fases de deformación adicionales a lo largo de una línea de deformación (LD).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las siguientes etapas:
- a- colar un producto (1) metálico largo con una sección cuadrada, avanzando el producto a lo largo de una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta, estando la extremidad de una línea metalúrgica (LM) de dicho producto (1) aguas arriba y aguas abajo de un área de transición (ZT) situada entre dicha sección curvilínea y dicha sección recta;
- b- deformar dicho producto (1) aguas arriba de dicha área de transición (ZT) para reducir dicha sección en una primera dirección, preferiblemente vertical, para obtener una sección rectangular;
- c- deformar dicho producto (1) en dicha área de transición (ZT) para reducir adicionalmente dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- d- deformar adicionalmente dicho producto (1) aguas abajo de dicha área de transición (ZT) para reducir adicionalmente dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, que comprende las siguientes etapas:
- a1- colar un producto (1) metálico largo con un molde (2), avanzando el producto a lo largo de una trayectoria que comprende una primera sección curvilínea y una segunda sección recta, estando las extremidades de una línea metalúrgica (LM) de dicho producto (1) aguas arriba y aguas abajo de un área de transición (ZT) situada entre dicha sección curvilínea y dicha sección recta;
- b1- deformar dicho producto (1) aguas arriba de dicha área de transición (ZT) para reducir dicha sección en una primera dirección, preferiblemente vertical, para obtener una sección rectangular;
- c1- deformar dicho producto (1) aguas arriba de dicha área de transición (ZT) para reducir dicha sección en una segunda dirección perpendicular a dicha primera dirección, preferiblemente horizontal, para obtener una sección cuadrada;
- d1- deformar dicho producto (1) en dicha área de transición (ZT) para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- e1- deformar dicho producto (1) en dicha área de transición (ZT) para reducir además dicha sección en dicha segunda dirección;
- f1- deformar dicho producto (1) aguas abajo de dicha área de transición (ZT) para reducir además dicha sección en dicha primera dirección, obteniendo, por tanto, una sección rectangular;
- g1- deformar dicho producto (1) aguas abajo de dicha área de transición (ZT), para reducir además dicha sección en dicha segunda dirección.
6. Procedimiento según las reivindicaciones 4 o 5, en el que la reducción de dicha sección en dicha primera o dicha segunda dirección que se obtiene como un todo entre la sección aguas arriba de la primera deformación y la de aguas abajo de una última deformación oscila desde el 14% hasta el 16,8%, y es preferiblemente igual al 15,4% de la dimensión inicial.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la velocidad de avance de dicho producto (1) aguas abajo de dicho molde (2) de lingote es igual a aproximadamente 5 m/min.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas deformaciones se crean en una unidad (4) de extracción/estiramiento de dicho producto (1).
- 5 9. Aparato para fabricar un producto metálico largo realizando el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende:
- medios para guiar el producto a lo largo de una trayectoria que comprende una sección curvilínea y una sección recta;
 - una unidad (45) de extracción/estiramiento que comprende una pluralidad de pares de rodillos (4A,4B,4C) en la que al menos un primer par de rodillos se sitúa en dicha sección curvilínea y al menos un segundo par de rodillos se sitúa en la sección recta, estando además colocados el primer y el segundo par de rodillos en un área definida como una línea metalúrgica (LM) en la que metal líquido aún está presente en el producto (1) y en una ubicación en la que los rodillos provocan un incremento en la velocidad del producto caracterizado porque la unidad (45) de extracción/estiramiento comprende pares de rodillos alternantes que tienen ejes de rotación perpendiculares entre rodillos de pares adyacentes y ejes vertical y horizontal alternantes, situando pares de rodillos (4A, 4B) con dicho eje vertical y añadiendo al menos dos pares de rodillos (5A, 5B) con dicho eje horizontal.
- 10 10. Aparato según la reivindicación 9 en el que las distancias entre dos rodillos consecutivos de dos pares consecutivos (4A,4B,4C) disminuyen para formar una deformación de un producto (1) metálico largo vertido desde un molde (2), en particular una reducción de la sección en una dirección, preferiblemente una dirección vertical.
- 15 11. Aparato según la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque las distancias entre dos rodillos de cada par (4A,4B,4C,5A,5B,5C) disminuyen para formar una deformación de un producto (1) metálico largo vertido desde un molde (2), en particular una reducción de la sección en dos direcciones, preferiblemente una dirección vertical y una dirección horizontal.
- 20

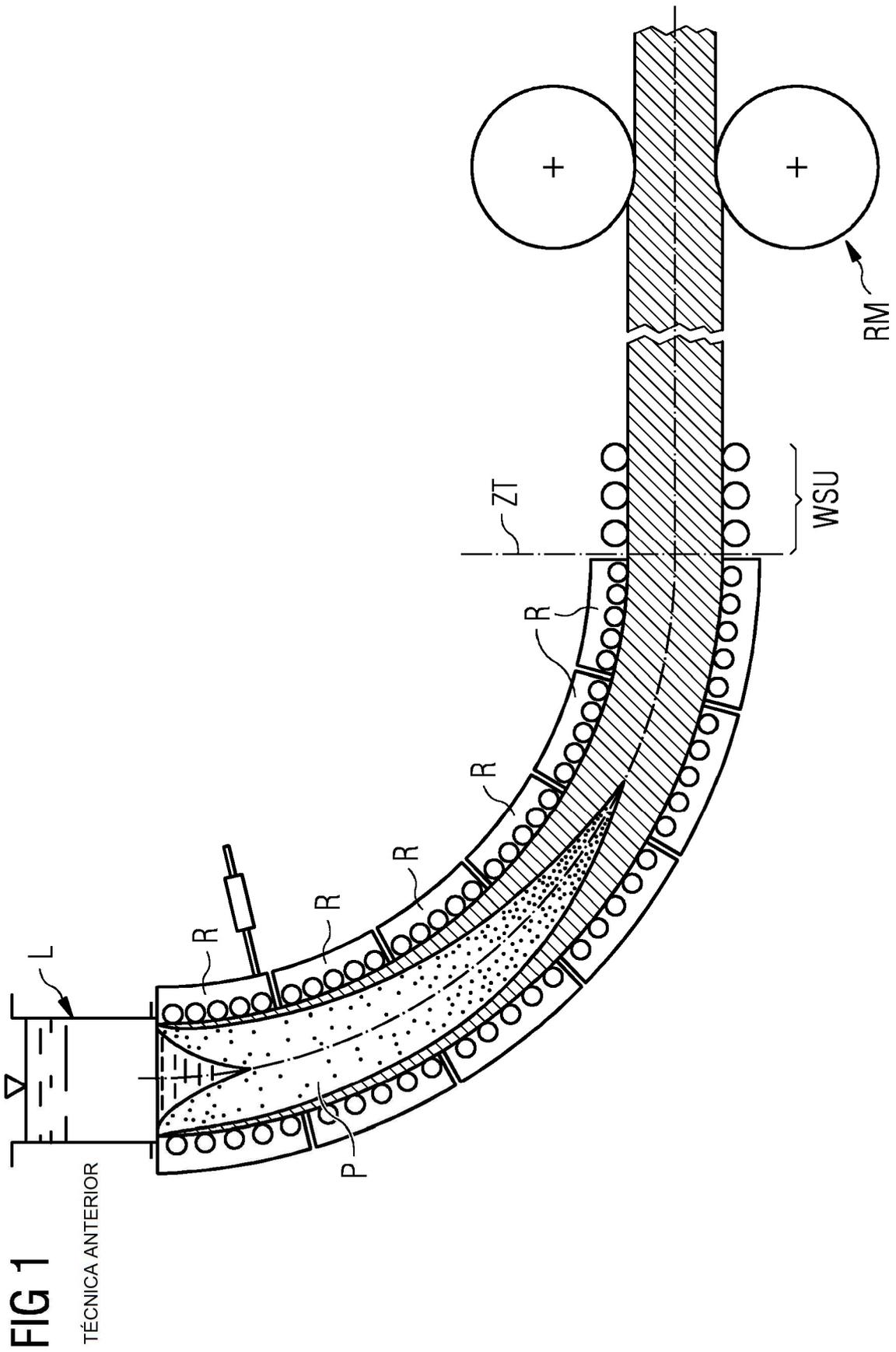


FIG 2

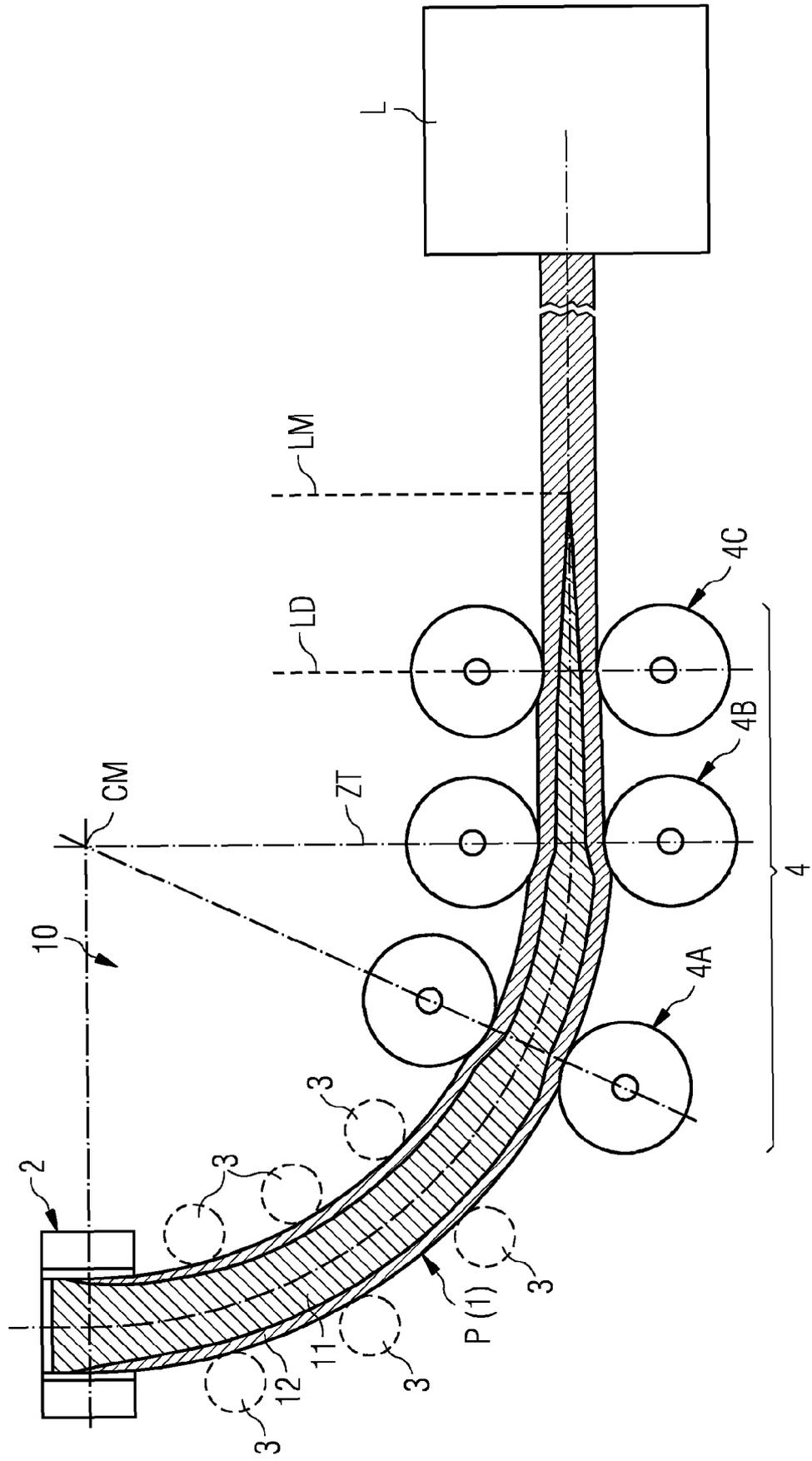


FIG 4

