

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 557**

51 Int. Cl.:

**B21B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2013 PCT/EP2013/076738**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14095746**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2013 E 13807996 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2931445**

54 Título: **Tren de laminación de tipo Pilger con un accionamiento de manivela**

30 Prioridad:

**17.12.2012 DE 102012112398**

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

**17.05.2017**

73 Titular/es:

**SANDVIK MATERIALS TECHNOLOGY  
DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)  
Heerdter Landstrasse 229/243  
40549 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**FROBÖSE, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 612 557 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

Tren de laminación de tipo Pilger con un accionamiento de manivela

5 La presente invención se refiere a un tren de laminación de tipo Pilger con una caja de laminación que puede moverse linealmente atrás y adelante a lo largo de una dirección del movimiento y con un mecanismo de manivela, en el que el mecanismo de manivela comprende un cigüeñal que está soportado de forma rotatoria alrededor de un eje de rotación y que comprende un muñón de manivela a una distancia radial del eje de rotación, y comprende una varilla de empuje con un primer y un segundo extremos, en la que el primer extremo de la varilla de empuje está fijado de forma pivotable al muñón de manivela, y en la que el segundo extremo de la varilla de empuje está fijado de forma pivotable a la caja de laminación de manera que, durante el funcionamiento del tren de laminación de tipo Pilger, un movimiento rotatorio del cigüeñal se transforma en un movimiento oscilante de la caja de laminación a lo largo de la dirección del movimiento, y con un árbol de compensación que está soportado de forma rotatoria alrededor de un eje de rotación, en el que el árbol de compensación comprende una distribución de la masa que no es rotacionalmente simétrica con respecto a su eje de rotación y tiene una contramasa, en la que el cigüeñal y el árbol de compensación están conectados entre sí por una transmisión de manera que una rotación del cigüeñal conduce a una rotación del árbol de compensación.

15 Con el fin de fabricar tubos metálicos precisos, en particular de acero inoxidable, una pieza en bruto cilíndrica hueca extendida es reducida mediante tensiones por presión, durante las cuales la pieza en bruto es deformada hasta un tubo con un diámetro exterior definido y un espesor de la pared definido.

20 El procedimiento reductor de tubos más generalizado se conoce como laminación a paso de peregrino en frío, en la que la pieza en bruto se denomina coraza del tubo. La coraza del tubo es empujada en estado completamente frío durante la laminación sobre un mandril del cilindro, calibrado, es decir, que tiene el diámetro interior del tubo acabado, y está rodeado en el exterior por dos rodillos que están calibrados, es decir, que definen el diámetro exterior del tubo acabado, y es extendida en la dirección longitudinal sobre el mandril del cilindro.

25 Durante la laminación a paso de peregrino en frío, la coraza del tubo experimenta un avance paso a paso en la dirección del mandril del cilindro y/o pasa éste mientras los rodillos se mueven horizontalmente atrás y adelante de forma rotatoria sobre el mandril del cilindro y, por lo tanto, sobre la coraza del tubo. En ese momento, el movimiento horizontal de los rodillos se fija mediante una caja de laminación sobre la cual los rodillos están soportados de forma rotatoria. Los rodillos, por su parte, reciben su movimiento rotatorio mediante una cremallera dentada que está fija con relación a la caja de laminación, en la cual engranan los engranajes que están conectados permanentemente a los árboles de los rodillos. El avance de la coraza del tubo sobre el mandril del cilindro tiene lugar con la ayuda de una silleta de sujeción de la alimentación que hace posible un movimiento transitorio en una dirección paralela al eje del mandril del cilindro. El avance lineal de la silleta de sujeción de la alimentación en el conocido tren de laminación en frío de tipo Pilger se consigue con la ayuda de un husillo de bolas o con la ayuda de un accionamiento lineal.

35 Los rodillos calibrados cónicamente dispuestos superpuestos en la caja de laminación rotan en contra de la dirección de avance de la silleta de sujeción de la alimentación. La denominada boca de paso de peregrino formada por los rodillos agarra la coraza del tubo y los rodillos presionan una pequeña ola de material alejándola del exterior que se extiende desde el calibre liso de los rodillos y del mandril del cilindro hasta el espesor de pared proporcionado hasta que el calibre en marcha en vacío de los rodillos liberan el tubo acabado.

40 Durante la laminación, la caja de laminación se mueve con los rodillos fijados a ella en contra de la dirección de avance de la coraza del tubo. Con la ayuda de la silleta de sujeción de la alimentación, la coraza del tubo se hace avanzar después de haber alcanzado el calibre en marcha en vacío de los rodillos mediante otro paso hacia el mandril del cilindro mientras los rodillos con la caja de laminación vuelven a su posición horizontal de partida. Al mismo tiempo, la coraza del tubo experimenta una rotación alrededor de su eje para conseguir una forma uniforme del tubo terminado en la dirección circunferencial. Un espesor uniforme de la pared y una redondez del tubo, así como diámetros interior y exterior uniformes, se consiguen mediante una laminación múltiple sobre cada sección del tubo.

45 El movimiento horizontal atrás y adelante de la caja de laminación se consigue con la ayuda de un mecanismo de manivela. El mecanismo de manivela consiste en un cigüeñal que puede rotar alrededor de un eje de rotación y que comprende un muñón de manivela a una distancia del eje de rotación, y una varilla de empuje con un primer y un segundo extremos. La varilla de empuje está articulada de forma pivotable en su primer extremo al muñón de manivela del cigüeñal y está articulada de forma pivotable en su segundo extremo a la caja de laminación de manera que un movimiento rotatorio del cigüeñal se transforma en un movimiento de traslación de la caja de laminación. La dirección del movimiento de la caja de laminación está fijada por raíles de guía.

55 El documento DE 1 815 521 divulga un tren de laminación de varillas que incorpora un castillete de laminación que es accionado por un par de brazos accionados por cigüeñales contrapesados. Los cigüeñales son rotados mediante piñones de engrane y un árbol de accionamiento. El árbol de accionamiento puede ser accionado por un motor hidráulico. El castillete puede ser accionado por cigüeñales dispuestos verticalmente. Los rodillos en el castillete tienen acanaladuras ahusadas que cooperan con un mandril ahusado fijo, estando el tubo axialmente y rotativamente indexado por unidades.

Para fabricar tubos fabricados con precisión es indispensable un avance paso a paso preciso y controlado de la silleta

de sujeción de la alimentación así como un movimiento de traslación preciso y controlado de la caja de laminación. En particular, la transformación de un par de torsión grande en una fuerza lineal en la dirección de la traslación de la caja de laminación está sometida a altas exigencias.

5 Con el fin de hacer posible un recorrido uniforme del movimiento oscilante de la caja de laminación y así disponer de una alta calidad del tubo extendido es, por lo tanto, necesario disponer de un accionamiento para el movimiento lineal de la caja de laminación que no tenga sustancialmente ni fuerzas libres ni momentos libres o en el que se minimicen las fuerzas libres o los momentos libres.

10 Al menos uno de estos problemas se resuelve según la invención mediante un tren de laminación de tipo Pilger con una caja de laminación que puede moverse linealmente atrás y adelante a lo largo de una dirección del movimiento y con un mecanismo de manivela, en el que el mecanismo de manivela comprende un cigüeñal que está soportado de forma rotatoria alrededor de un eje de rotación y que comprende un muñón de manivela a una distancia radial del eje de rotación, y comprende una varilla de empuje con un primer y un segundo extremos, en el que el primer extremo de la varilla de empuje está fijado de forma pivotable al muñón de manivela, y en el que el segundo extremo de la varilla de empuje está fijado de forma pivotable a la caja de laminación, de manera que, durante el funcionamiento del tren de laminación de tipo Pilger, un movimiento rotatorio del cigüeñal se transforma en un movimiento oscilante de la caja de laminación a lo largo de la dirección del movimiento, y con un árbol de compensación que está soportado de forma rotatoria alrededor de un eje de rotación, en el que el árbol de compensación comprende una distribución de la masa que no es rotacionalmente simétrica con respecto a su eje de rotación y tiene una contramasa, en el que el cigüeñal y el árbol de compensación están conectados entre sí mediante una transmisión de manera que una rotación del cigüeñal conduce a una rotación del árbol de compensación y en el que el eje de rotación del cigüeñal y el eje de rotación del árbol de compensación están separados entre sí en una dirección vertical a la dirección del movimiento de la caja de laminación, en donde el cigüeñal está construido como una rueda de manivela con el muñón de manivela a una distancia radial sobre el mismo desde el eje de rotación del cigüeñal, y en donde la rueda de manivela tiene una anchura en la dirección paralela al eje de rotación del cigüeñal, en la cual una masa de compensación está dispuesta dentro de la anchura de la rueda de manivela.

25 En otras palabras, según la invención, los ejes de rotación del cigüeñal y del árbol de compensación están dispuestos superpuestos uno encima del otro. En primer lugar, esto no excluye el hecho de que los ejes de rotación también tienen una distancia entre sí en una dirección paralela a la dirección del movimiento del movimiento lineal de la caja de laminación. La invención hace posible mantener pequeñas las dimensiones de la disposición consistente en un mecanismo de manivela y un árbol de compensación en una dirección paralela a la dirección del movimiento de la caja de laminación.

30 Sin embargo, es especialmente ventajoso si el eje de rotación del cigüeñal y el eje de rotación del árbol de compensación se encuentran en un plano vertical respecto a la dirección del movimiento de la caja de laminación. En ese caso, los ejes de rotación no están separados unos de otros en una dirección paralela a la dirección lineal del movimiento de la caja de laminación. Con esta realización se puede conseguir la menor longitud estructural de la disposición consistente en el mecanismo de manivela y el árbol de compensación.

35 Una realización de este tipo de tren de laminación de tipo Pilger con un mecanismo de manivela para accionar la caja de laminación y un árbol de compensación con una distribución de la masa con una contramasa, cuya distribución no es rotacionalmente simétrica con respecto a su eje de rotación, hace posible compensar, al menos en parte, las fuerzas y momentos que aparecen durante el funcionamiento del tren de laminación de tipo Pilger.

40 En una realización de la invención, la unión entre el cigüeñal y el árbol de compensación se realiza por medio de la transmisión de tal manera que una revolución completa del cigüeñal da como resultado de forma precisa una revolución completa del árbol de compensación. De esta forma, las fuerzas y momentos de primer orden que aparecen pueden ser compensadas al menos en parte. Es ventajoso que la contramasa sea aproximadamente igual de grande que la masa de la varilla de empuje que actúa sobre el cigüeñal.

45 En particular, es ventajoso si el cigüeñal tiene también una masa de compensación que, como el muñón de manivela, esté a una distancia del eje de rotación y esté dispuesta separada de este último en aproximadamente 180° con respecto al eje de rotación.

50 El cigüeñal según la presente invención está formado por una rueda de manivela que está soportada de forma rotatoria sobre un árbol, en el que el muñón de manivela está fijado excéntricamente al eje de rotación sobre la propia rueda.

Una construcción de este tipo del cigüeñal como una rueda de manivela tiene una serie de ventajas. Simplifica claramente el montaje y el mantenimiento. Además, un cigüeñal construido como una rueda de manivela se puede utilizar como una masa adicional del volante que asegura un mejorado **menor ruido** de la caja de laminación.

55 Si se van a laminar diferentes tipos de tubos con el mismo tren de laminación de tipo Pilger, es ventajosa una realización en la que el muñón de manivela se pueda fijar a diferentes distancias radiales desde el eje de rotación del cigüeñal sobre el anterior, preferiblemente sobre la rueda de manivela, de manera que se pueden realizar diferentes longitudes de carrera de la caja de laminación con el mismo mecanismo de manivela.

Además, es ventajosa una realización en la que se proporciona una masa de compensación en el cigüeñal, en donde la masa de compensación se fija preferiblemente en el cigüeñal de una manera reemplazable de manera que se puede variar la masa de la masa de compensación. Además, se prefiere una realización en la que incluso la posición de la masa de compensación se puede ajustar con respecto a su distancia radial desde el eje de rotación del cigüeñal y/o con respecto a la distancia angular desde el muñón de manivela.

Es especialmente ventajoso que la rueda de manivela tenga una anchura en una dirección paralela al eje de rotación, en la que esté dispuesta una masa de compensación dentro de la anchura de la rueda de manivela.

Es especialmente ventajoso si la masa de compensación y el muñón de manivela con la varilla de empuje están dispuestos a una distancia uno de otro en la dirección del eje de rotación.

En una realización, el árbol de compensación está construido como una rueda de compensación que tiene una anchura en la dirección del eje de rotación del árbol de compensación, en la cual la contramasa está dispuesta al menos en secciones fuera de la anchura de la rueda de compensación.

Además, una realización en la que el cigüeñal como rueda de cigüeñal así como el árbol de compensación está construido como una rueda de compensación resulta ser ventajosa dado que hace posible que la rueda de manivela y la rueda de compensación sean engranajes que engranan entre sí y forman la transmisión que conecta el cigüeñal y el árbol de compensación entre sí. De esta manera se puede eliminar una transmisión adicional con otros engranajes que son afectados por desgaste.

En una realización de la invención, el eje de rotación del cigüeñal está dispuesto en una dirección vertical a la dirección del movimiento de la caja de laminación por debajo del eje de rotación del árbol de compensación. De esta manera se puede conseguir un ángulo plano entre la dirección del movimiento de la caja de laminación que se va a accionar y la varilla de empuje, lo que da como resultado de nuevo una pasada menos ruidosa de la caja de laminación y además reduce el desgaste de las guías lineales de la caja de laminación.

Es especialmente ventajoso si la caja de laminación comprende dos rodillos, en la que los rodillos fijan el eje central del tubo de un tubo que se va a laminar, en el que el eje de rotación del cigüeñal está dispuesto por debajo del eje central del tubo y el eje de rotación del árbol de compensación está dispuesto por encima del eje central del tubo.

Es especialmente ventajoso si la caja de laminación comprenda dos rodillos, en la que los rodillos fijan el eje central del tubo de un tubo que se va a laminar, en el que el eje de rotación del cigüeñal está dispuesto por debajo del eje central del tubo y el eje de rotación del árbol de compensación está dispuesto por encima del eje central del tubo.

De esta manera, se puede disponer una unidad de tracción para la caja de laminación con mecanismo de manivela y árbol de compensación que tiene una corta longitud de construcción en una dirección paralela a la dirección del movimiento de la caja de laminación pero cuya longitud, por otra parte, no requiere un foso profundo en la nave de la máquina para el tren de laminación de tipo Pilger.

Con el fin de reducir las fuerzas y momentos libres que se producen, resultó que era especialmente ventajoso si el accionamiento de manivela comprende dos ruedas de manivela que pueden rotar alrededor de un eje común de rotación y con muñones de manivela a una distancia radial desde el eje de rotación y comprende dos bielas con un primer y un segundo extremos, en las que el primer extremo de cada biela está fijado de manera pivotable a un muñón de manivela y en las que el segundo extremo de cada biela está fijado de manera pivotable a la caja de laminación, de manera que durante el funcionamiento del tren de laminación de tipo Pilger, un movimiento rotatorio del cigüeñal se transforma en un movimiento linealmente oscilante de la caja de laminación a lo largo de la dirección del movimiento, y en las que el árbol de compensación comprende dos ruedas de compensación que pueden rotar alrededor del mismo eje de rotación y que cada una comprenden una masa de compensación.

Debido a la simetría de una disposición de este tipo, las fuerzas y momentos libres, en particular los de primer orden, se reducen claramente si es que no llegan a suprimirse completamente. Este es especialmente el caso si la disposición está construida simétricamente en un plano vertical a los ejes de rotación del cigüeñal y del árbol de compensación.

También es ventajoso aquí que los muñones de manivela con las bielas recibidas sobre ellos así como las contramasas de las ruedas de compensación se extiendan en un plano común vertical a los ejes de rotación.

Se entiende que en una construcción simétrica de este tipo con dos árboles de manivela, todas las características opcionales descritas anteriormente pueden ser también realizadas de forma ventajosa.

En una realización, el tren de laminación de tipo Pilger comprende un motor de accionamiento con un árbol del motor, en el que el árbol del motor está conectado directamente al cigüeñal o al árbol de compensación de tal manera que una revolución del árbol del motor da como resultado exactamente una revolución del cigüeñal o del árbol de compensación. Una conexión directa en el sentido de la presente invención indica una conexión sin transmisión. En particular, una conexión de este tipo se puede realizar porque el árbol del motor está conectado al cigüeñal o al árbol de compensación mediante un acoplamiento, o porque el árbol del motor y el cigüeñal o el árbol de compensación están contruidos de una sola pieza. En una realización preferida, el motor de accionamiento es un motor de árbol hueco que es empujado

sobre el cigüeñal o sobre el árbol de compensación. Aquí, el árbol hueco del motor está conectado de forma ventajosa al cigüeñal o al árbol de compensación y el estator del motor está fijado de forma fija de manera que el motor de árbol hueco acciona directamente el cigüeñal o el árbol de compensación.

5 En una realización de la invención, el motor de accionamiento es un denominado motor de par de torsión que, como un motor eléctrico, pone en disposición un par de torsión suficiente para dicho accionamiento directo del cigüeñal o del árbol de compensación.

10 Aquí es ventajoso que el tren de laminación de tipo Pilger comprenda un motor de accionamiento que esté dispuesto de tal manera que accione el árbol de compensación y, por medio del árbol de compensación, el cigüeñal. Dicho diseño demostró ser especialmente ventajoso en una disposición en la que el cigüeñal se encuentra en una dirección vertical a la dirección del movimiento de la caja de laminación por debajo del árbol de compensación, ya que el motor no tiene entonces que ser bajado a un foso en la nave de la máquina. De esta manera el motor está libre y fácilmente accesible para trabajos de mantenimiento.

Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención quedan claras utilizando la siguiente descripción de las realizaciones y de las figuras asociadas.

15 La figura 1 muestra una vista lateral esquemática de una primera realización de un tren de laminación de tipo Pilger según la invención.

La figura 2 muestra una vista en planta de la realización de la figura 1.

La figura 3 muestra una vista esquemática en parte separada de la parte frontal sobre un accionamiento de manivela con árbol de compensación en otra realización de la invención.

20 En las figuras, elementos iguales se designan con los mismos números de referencia.

Las figuras 1 y 2 muestran una primera realización del tren de laminación de tipo Pilger según la invención y una unidad de accionamiento para la caja de laminación de dicho tren de laminación de tipo Pilger en vistas esquemáticas.

25 Una caja 2 de laminación del tren de laminación 1 de tipo Pilger es accionada de esa manera con la ayuda del accionamiento aquí expuesto que se mueve atrás y adelante oscilando de una manera lineal en una dirección 3 del movimiento. Con el fin de generar este movimiento linealmente oscilante de la caja 2 de laminación, se utiliza un accionamiento de manivela que comprende un cigüeñal 4 y una biela 5. El cigüeñal 4 puede rotar alrededor de un eje 13 de rotación.

30 El cigüeñal 4 consiste en la realización mostrada de una rueda 4 de manivela con un muñón 6 de manivela fijado de forma excéntrica en el mismo sobre el que la biela 5 está dispuesta de forma pivotable con la ayuda de un cojinete. Mientras que el primer extremo 7 de la biela 5 está fijado sobre la rueda de manivela o su muñón 6 de manivela, el segundo extremo 8 de la biela 5 está fijado de forma pivotable sobre la caja 2 de laminación con la ayuda de un cojinete. De esta manera, una rotación de la rueda 4 de manivela da como resultado un movimiento linealmente oscilante de la caja 2 de laminación en la dirección 3 del movimiento. La rueda 4 de manivela comprende además una distribución de la masa no rotacionalmente simétrica que se dispone de manera que una masa 9 de compensación está fijada excéntricamente en la rueda 4 de manivela.

35 La rueda 4 de manivela está construida como una rueda dentada en la realización mostrada. Esta rueda de manivela engrana con una rueda 10 de transmisión que por su parte es accionada por un motor de par de torsión y pone, de ese modo, la rueda 4 de manivela en rotación.

40 Además, la rueda 4 de manivela engrana con una rueda 11 de compensación como un árbol de compensación en el sentido de la presente solicitud. La rueda 11 de compensación sirve para compensar fuerzas y momentos libres de primer orden a causa del movimiento oscilante de la caja 2 de laminación y contribuyen, de ese modo, a un recorrido menos ruidoso y más uniforme de la caja 2 de laminación.

45 Con este fin, la rueda 11 de compensación comprende una contramasa 12 que está fijada excéntricamente sobre la rueda 11 de compensación. Dado que la rueda 4 de manivela y la rueda 11 de compensación tienen el mismo diámetro, una revolución de la rueda 4 de manivela da como resultado exactamente una revolución de la rueda 11 de compensación y de la contramasa 12 fijada sobre ella. Comparada con la masa 9 de compensación de la rueda 4 de manivela, la contramasa 12 de la rueda 11 de compensación está dispuesta desplazada en aproximadamente 180° con respecto a la dirección 3 de traslación de la caja 2 de laminación. Es decir, la masa 9 de compensación y la contramasa 12 están situadas en mitades opuestas de la rueda 4 de manivela y de la rueda 11 de compensación en los puntos de inversión de la caja 2 de laminación (en un cambio de dirección).

50 Se puede reconocer claramente en la figura 1 que el eje 13 de rotación de la rueda 4 de manivela y el eje 14 de rotación de la rueda 11 de compensación se encuentran en un plano 15 que es vertical a la dirección 3 del movimiento de la caja 2 de laminación, es decir, están dispuestos verticalmente uno encima del otro. Esto hace posible una disposición que ahorra espacio con respecto a la longitud de construcción del tren de laminación.

Los rodillos recibidos en la caja 2 de laminación (no mostrados en la figura 1) definen la posición del eje central 16 del tubo que se va a laminar. Se puede deducir claramente de la representación de la figura 1 que, debido a la disposición de los ejes 13, 14 de rotación de la rueda 4 de manivela y de la rueda 11 de compensación una encima de otra, el eje central 16 discurre entre estos ejes 13, 14 de rotación.

5 La construcción seleccionada tiene dos ventajas generales. Por un lado, la proximidad del eje 13 de rotación de la rueda 4 de manivela al eje central 16 del tubo permite un ángulo comparativamente plano entre la biela 5 y la dirección 3 de traslación de la caja 2 de laminación. Esto da como resultado un recorrido más uniforme de la caja 2 de laminación y por lo tanto un menor desgaste en sus elementos de guía. Dado el deseo simultáneo de una corta longitud de construcción del tren de laminación de tipo Pilger con la consecuencia resultante de la disposición vertical de los ejes 13, 14 de rotación uno encima del otro, existe una solución en la que la rueda 11 de compensación está dispuesta profundamente por debajo en una fosa en la nave de la máquina con todas las dificultades asociadas o, como se resuelve óptimamente en la realización presentada, con una disposición de la rueda 11 de compensación verticalmente por encima de la rueda 4 de manivela.

10 Considerando que la disposición vertical de las ruedas 4, 11 y sus ejes 13, 14 de rotación unos encima de otros, aquí la rueda 11 de compensación por encima de la rueda 4 de manivela, se puede recoger claramente de la figura 1, la figura 2 muestra en una vista en planta sobre el tren de laminación 1 de tipo Pilger en la figura 1 que la disposición seleccionada se refiere a una disposición que es simétrica en un plano vertical a los ejes 13, 14 de rotación y a través del eje central 16 del tubo que se va a laminar.

15 De la figura 2 se desprende claramente que la disposición comprende dos ruedas 4, 4' de manivela (que en realidad no se muestran en la figura 2 porque están situadas en la vista mostrada desde arriba por debajo de las ruedas 11, 11' de compensación y cubiertas por ellas) que accionan bielas 5, 5' por medio de dos muñones 6, 6' de manivela. Además, los dos extremos 8, 8' de las bielas 5, 5' están unidos de manera pivotable a la caja 2 de laminación. Incluso la rueda 10, 10' de tracción está presente dos veces y cada una engrana con una rueda 4, 4' de manivela. La disposición simétrica con respecto a un plano de simetría a través del eje central 16 del tubo que se va a laminar ayuda a compensar los momentos de flexión que actúan sobre la disposición.

20 La figura 2 muestra también que el accionamiento de las ruedas 10, 10' de tracción está disponible mediante una impulsión eléctrica directa con un motor 17 que actúa, sin transmisión intermedia, por medio de un acoplamiento en el árbol 18 de las ruedas 10, 10' de tracción.

25 La realización de la figura 3 difiere de la realización de las figuras 1 y 2 sustancialmente en que el motor 17 de impulsión aquí no actúa primero sobre el árbol de dos ruedas de tracción, sino más bien que el árbol hueco del motor 17 es empujado directamente sobre una sección 19 saliente del árbol 20 de las ruedas 11, 11' de compensación y está conectado a él. De esta manera, el motor 17 acciona directamente el árbol 20 de las ruedas 11, 11' de compensación. Las ruedas 11, 11' de compensación reemplazan, por lo tanto, las ruedas 10, 10' de tracción de la realización en las figuras 1 y 2. Dado que las ruedas 11, 11' de compensación están diseñadas como anteriormente como engranajes que engranan con las ruedas 4, 4' de manivela, las ruedas de manivela son impulsadas directamente por el motor, es decir, sin aumento ni disminución, ya que las ruedas 11, 11' de compensación así como las ruedas 4, 4' de manivela tienen el mismo diámetro. El alto par de torsión requerido para esto está disponible mediante un denominado motor de par de torsión. El motor de par de torsión en el sentido de la presente solicitud es, en particular, una impulsión eléctrica directa de alta polaridad del grupo de motores de baja velocidad. Los motores de par de torsión tienen pares de torsión muy altos a velocidades de rotación relativamente bajas.

30 Además, la representación de la realización de la figura 3 permite que se reconozca claramente una disposición simétrica preferida de las masas sobre las ruedas 4, 4', 11, 11'. Como se muestra, las ruedas 11, 11' de compensación así como las ruedas 4, 4' de manivela tienen una anchura limitada. Los muñones 6, 6' de manivela de las ruedas 4, 4' de manivela se extienden axialmente hacia fuera desde las ruedas, es decir, están situados fuera de su anchura, de modo que las bielas 5, 5' pueden pivotar libremente sobre los muñones 6, 6' de manivela. Las masas 9, 9' de compensación (no pueden reconocerse en la vista de la figura 3) están situadas enfrente de ellas dentro de la anchura de las ruedas 4, 4' de manivela. En otras palabras, los muñones de manivela y los primeros extremos 7, 7' de las bielas 5, 5' recibidas sobre ellos se encuentran en un primer plano vertical a los ejes 13, 14 de rotación y las masas 9, 9' de compensación se encuentran en un segundo plano desplazado respecto al primer plano en la dirección axial.

35 Las contramasas 12, 12' de las ruedas 11, 11' de compensación están dispuestas de forma opuesta en los mismos planos que los muñones 6, 6' de manivela y las bielas 5, 5' fijadas a ellos.

40 Se señala, a los efectos de la divulgación original, que todas las características que se derivan para una persona experta en la técnica de la presente memoria descriptiva, los dibujos y las reivindicaciones, incluso si se hubieran descrito concretamente sólo conjuntamente con otras ciertas características, se pueden combinar individualmente así como en cualquier combinación, en la medida en que esto no estuviera expresamente excluido o las características técnicas hicieran tales combinaciones imposibles o sin sentido. En aras de la brevedad y de la legibilidad de la memoria descriptiva, no se hace aquí una presentación exhaustiva y explícita de todas las combinaciones imaginables de las características.

Considerando que la invención se ha presentado y descrito en detalle en los dibujos y en la memoria descriptiva precedente, esta presentación y esta descripción sólo deben considerarse a título de ejemplo y no como una limitación del ámbito de protección definido por las reivindicaciones. La invención no se limita a las realizaciones descritas.

5 Las modificaciones de las realizaciones descritas son obvias para la persona experta en la técnica a partir de los dibujos, la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones la palabra "comprender" no excluye otros elementos o pasos y los artículos indefinidos "un" y "una" no excluyen una pluralidad. El mero hecho de que ciertas características se reivindiquen en diferentes reivindicaciones no excluye su combinación. Los números de referencia en las reivindicaciones no deben considerarse una limitación del ámbito de protección.

**Lista de números de referencia**

10	1	tren de laminación de tipo Pilger
	2	caja de laminación
	3	dirección del movimiento
	4, 4'	rueda de manivela
	5, 5'	biela
15	6, 6'	muñón de manivela
	7, 7'	primer extremo de la biela
	8, 8'	segundo extremo de la biela
	9, 9'	masa de compensación
	10, 10'	rueda de tracción
20	11, 11'	rueda de compensación
	12, 12'	contramasa
	13	eje de rotación de la rueda de manivela
	14	eje de rotación de la rueda de compensación
	15	plano
25	16	eje central del tubo que se va a laminar
	17	motor
	18	árbol de las ruedas de tracción
	19	árbol de accionamiento
	20	árbol de las ruedas de compensación

30

**REIVINDICACIONES**

1. Un tren de laminación (1) de tipo Pilger con una caja (2) de laminación que puede moverse linealmente atrás y adelante a lo largo de una dirección (3) del movimiento y con un mecanismo de manivela, en el que el mecanismo de manivela
- 5 comprende un cigüeñal que está soportado de forma rotatoria alrededor de un eje (13, 14) de rotación y que comprende un muñón (6, 6') de manivela a una distancia radial del eje (13, 14) de rotación,
- y
- comprende una biela (5, 5') con un primer (7) y un segundo (8, 8') extremos,
- 10 en el que el primer extremo (7) de la biela (5, 5') está fijado de forma pivotable a la manivela (6, 6'), y en el que el segundo extremo (8, 8') de la biela (5, 5') está fijado de forma pivotable a la caja (2) de laminación, de manera que durante el funcionamiento del tren de laminación (1) de tipo Pilger, un movimiento rotatorio del cigüeñal se transforma en un movimiento linealmente oscilante de la caja (2) de laminación, y
- 15 con un árbol (11, 11') de compensación que está soportado de forma rotatoria alrededor de un eje (13, 14) de rotación, en el que el árbol (11, 11') de compensación comprende una distribución de la masa que no es rotacionalmente simétrica con respecto a su eje (13, 14) de rotación y tiene una contramasa (12, 12'),
- 20 en el que el cigüeñal y el árbol (11, 11') de compensación están conectados entre sí por una transmisión de modo que una rotación del cigüeñal conduce a una rotación del árbol (11, 11') de compensación, en el que el eje (13, 14) de rotación del cigüeñal y el eje (13, 14) de rotación del árbol (11, 11') de compensación se encuentran a una distancia uno de otro en una dirección vertical a la dirección (3) del movimiento de la caja (2) de laminación,
- caracterizado por que
- el cigüeñal está construido como una rueda (4, 4') de manivela con el muñón (6, 6') de manivela a una distancia radial en el mismo desde el eje (13, 14) de rotación del cigüeñal, y
- 25 en el que la rueda (4, 4') de manivela tiene una anchura en una dirección paralela al eje (13, 14) de rotación del cigüeñal, en el que una masa de compensación (9, 9') está dispuesta dentro de la anchura de la rueda (4, 4') de manivela.
2. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según la reivindicación 1, caracterizado por que el eje (13, 14) de rotación del cigüeñal y el eje (13, 14) de rotación del árbol (11, 11') de compensación se encuentran en un plano (15) vertical a la dirección (3) del movimiento de la caja (2) de laminación.
- 30 3. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el eje (13, 14) de rotación del cigüeñal está dispuesto en una dirección vertical a la dirección (3) del movimiento de la caja (2) de laminación bajo el eje (13, 14) de rotación del árbol (11, 11') de compensación.
4. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la caja (2) de laminación comprende dos rodillos, en el que los rodillos fijan el eje central (16) del tubo de un tubo que se va a laminar, en el que el eje (13, 14) de rotación del cigüeñal está dispuesto por debajo del eje central (16) del tubo y el eje (13, 14) de rotación del árbol (11, 11') de compensación está dispuesto por encima del eje central (16) del tubo.
- 35 5. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según la reivindicación 1, caracterizado por que la masa de compensación (9, 9') y el muñón (6, 6') de manivela con la biela (5, 5') están dispuestos a una distancia uno de otro en la dirección del eje (13, 14) de rotación.
- 40 6. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el árbol de compensación está construido como una rueda (11, 11') de compensación que tiene una anchura en la dirección del eje (13, 14) de rotación del árbol de compensación, en el que la contramasa (12, 12') está dispuesta al menos en secciones fuera de la anchura de la rueda (11, 11') de compensación.
- 45 7. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según la reivindicación 6, caracterizado por que la rueda (4, 4') de manivela y la rueda (11, 11') de compensación son ruedas dentadas que engranan entre sí y forman la transmisión que conecta el cigüeñal y el árbol de compensación entre sí.
8. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el mecanismo de manivela
- 50 comprende dos muñones (6, 6') de manivela que pueden girar alrededor de un eje común (13, 14) de rotación y están distanciados radialmente desde el eje de rotación y
- dos bielas (5, 5'), cada una con un primer (7) y un segundo (8, 8') extremos,
- en el que el primer extremo (7) de cada biela (5, 5') está fijado de forma pivotable sobre un muñón (6, 6') de manivela y en el que el segundo extremo (8, 8') de cada biela (5, 5') está fijado de forma pivotable sobre la caja (2) de laminación de manera que durante el funcionamiento del tren de laminación (1) de tipo Pilger, un movimiento rotatorio del cigüeñal se transforma en un movimiento linealmente oscilante de la caja (2) de laminación, y
- 55 en el que el árbol de compensación comprende dos masas (9, 9') de compensación que pueden rotar alrededor del mismo eje (13, 14) de rotación.
9. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el



tren de laminación (1) de tipo Pilger comprende un motor (17) de impulsión con un árbol del motor, en el que el árbol del motor está conectado directamente al cigüeñal o al árbol de compensación de tal manera que una rotación del árbol del motor da como resultado exactamente una rotación del cigüeñal o del árbol de compensación.

- 5 10. El tren de laminación (1) de tipo Pilger según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tren de laminación (1) de tipo Pilger comprende un motor (17) de impulsión dispuesto de manera que acciona el árbol de compensación y por medio de éste acciona el cigüeñal.

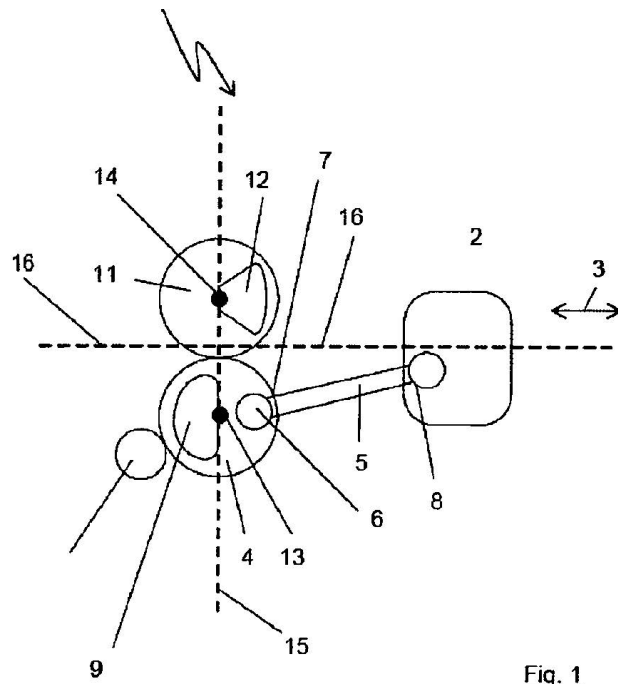


Fig. 1

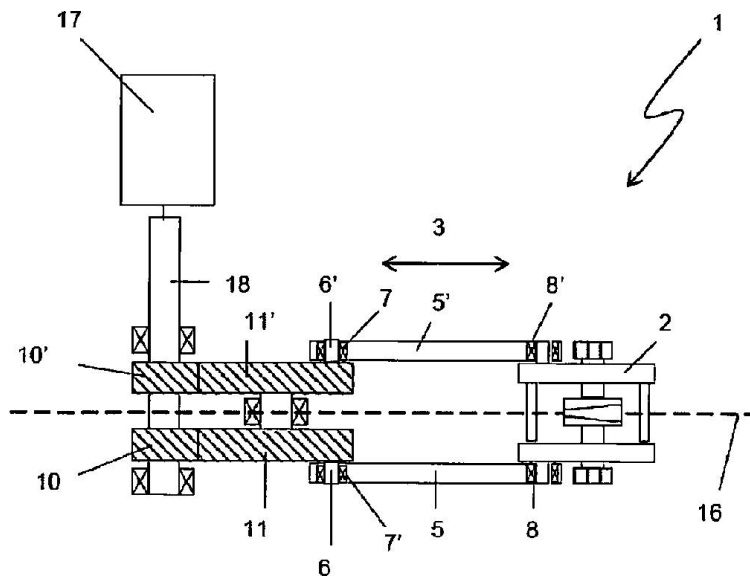


Fig. 2

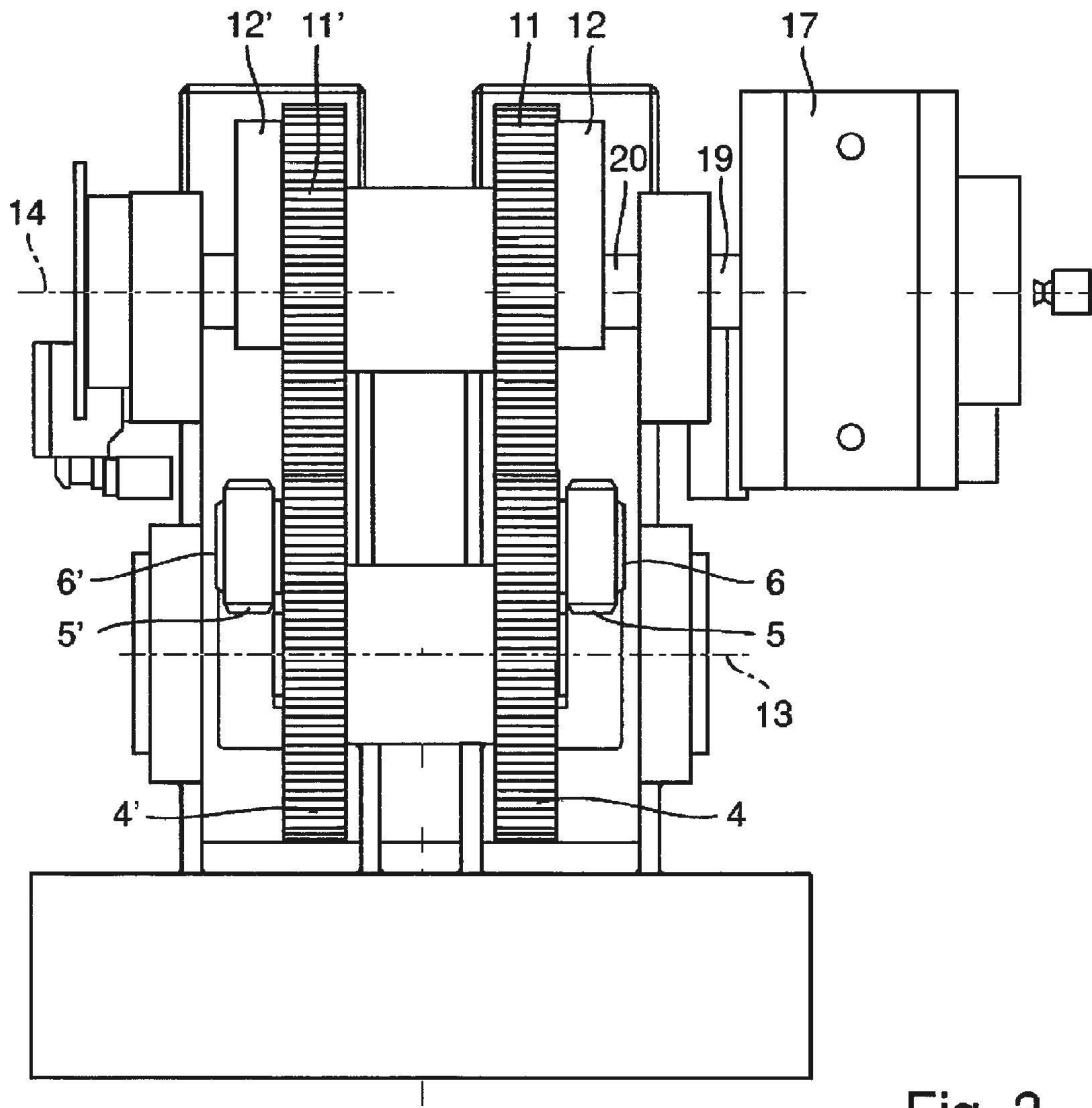


Fig. 3