

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 819**

51 Int. Cl.:

B21B 45/00 (2006.01)

B21B 45/04 (2006.01)

B21B 1/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2021 PCT/IB2021/055952**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2022 WO22003641**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2021 E 21746810 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2022 EP 3986628**

54 Título: **Planta y proceso para la fabricación continua de flejes de acero ultrafinos laminados en caliente**

30 Prioridad:

03.07.2020 IT 202000016120

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

02.12.2022

73 Titular/es:

**ARVEDI STEEL ENGINEERING S.P.A. (100.0%)
Piazza Lodi 7
26100 Cremona (CR), IT**

72 Inventor/es:

**ARVEDI, GIOVANNI;
BIANCHI, ANDREA TEODORO;
MANTOVA, ALDO y
VENTURINI, ROBERTO**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 929 819 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

Planta y proceso para la fabricación continua de flejes de acero ultrafinos laminados en caliente

- 5 La presente invención se refiere a una planta y un proceso para la fabricación continua de flejes de acero ultrafinos laminados en caliente hasta un grosor de 0,3 mm y con una cantidad de cascarilla reducida, para que sean aptos para ser directamente recubiertos contra la corrosión sin ser sometidos a tratamientos previos específicos de acondicionamiento superficial.
- 10 Es bien conocido que, en la industria siderúrgica, considerando tanto los incrementos de costes de las materias primas y de la energía empleada, y el incremento de competitividad requerido por el mercado global, así como las cada vez más restrictivas normativas en términos de contaminación, existe una necesidad particular de un procedimiento de fabricación de flejes de acero laminados en caliente de alta calidad, que requiera menores costes de inversión y de fabricación, con el resultado de grosores de fleje cada vez más delgados. Como resultado, también
- 15 la industria de procesamiento del producto final puede resultar más competitiva, con un menor consumo energético, reduciendo también de este modo al mínimo el impacto negativo sobre el medio ambiente.

El estado de la técnica es esencialmente tal como se describe en patentes anteriores del mismo inventor, tales como las Patentes EP 1558408, EP 1868748 y EP 1909979, a las que se hace referencia para más detalles. En la práctica se utiliza la tecnología denominada ESP (ESP = Endless Strip Production, Fabricación de flejes sin fin), que se basa en la "laminación en caliente" que combina la colada continua de un desbaste plano delgado con reducción del núcleo líquido (LCR = Liquid Core Reduction) con una primera fase de desbaste mediante un tren de laminación de desbaste (HRM = High Reduction Mill, Tren de laminación de alta reducción) que produce un producto intermedio, la llamada "palanquilla de transferencia". La colada se realiza a partir de un sistema de lingoteras basado en las

20 Patentes EP 0946316, EP 1011896 y EP 3154726, también del mismo inventor, a las que se hace referencia para más detalles, que se refieren al perfil geométrico tanto de la sección horizontal como de la vertical de la lingotera, así como a la forma geométrica concreta de la tobera diseñada para un alto flujo másico de material de hasta 7 a 8 ton/min.

30 La Patente EP 1558408 mencionada anteriormente también contempla la posibilidad de extraer chapas en desbaste después de la primera fase de desbastado como un sistema de emergencia, en caso de problemas en la parte de la planta situada a continuación del tren de desbaste, para evitar la interrupción de la colada continua y, en consecuencia, la producción de la línea, y no para una fabricación programada de chapas, dada la ausencia en la primera parte de la planta de un sistema de enfriamiento controlado necesario para la fabricación de chapas de alta

35 calidad.

La palanquilla de transferencia, tras una fase de calentamiento en un horno de inducción y posterior descascarillado, es procesada en una segunda fase de laminación de acabado, para transformarla en un fleje controlando su temperatura para que a la salida del tren de laminación de acabado todavía tenga una temperatura por encima de

40 aproximadamente 820 a 850 °C, que corresponde al extremo inferior del intervalo de la temperatura austenítica para la mayoría de los aceros.

Sin embargo, los resultados hasta el momento, aunque óptimos en términos de calidad del fleje de acero, han demostrado ser mejorables en términos de compacidad de la planta, ahorro de energía y del valor mínimo actual del grosor de fleje de 0,6 mm. Además, aunque se consigue una menor formación de óxido (cascarilla) en la superficie del fleje debido al mínimo tiempo de permanencia del material a temperatura, por medio del calentamiento por inducción mencionado anteriormente de la palanquilla de transferencia entre las etapas de desbaste y de acabado, esta menor formación no ha demostrado ser suficiente para evitar la etapa de decapado antes de aplicar el recubrimiento anticorrosión.

50 Con el fin de garantizar el deseado laminado final en el campo austenítico con una mayor flexibilidad de fabricación y para reducir aún más la formación de cascarilla, se conoce una planta del tipo descrito anteriormente a partir de la Patente US 9108234, que también incluye un segundo horno de inducción entre el dispositivo de descascarillado y el tren de acabado, teniendo lugar el calentamiento en dicho segundo horno en una atmósfera protectora que evita la oxidación de la palanquilla de transferencia, que está compuesta sustancialmente de gas inerte (nitrógeno) con una presencia mínima de oxígeno (aproximadamente el 5 % o menos). Otros ejemplos de calentamiento por inducción en una atmósfera protectora antes del laminado final se encuentran en la Patente US 8479550 que, sin embargo, da a conocer solo un horno de inducción después del dispositivo de descascarillado, la Patente US 2012/043049 que también da a conocer una atmósfera reductora utilizando hidrógeno pero sin desbaste, y la Patente DE 19936010

55 que, sin embargo, no incluye un horno de inducción después del dispositivo de descascarillado y que, para la atmósfera protectora explica la utilización de un gas de combustión producido en la propia planta, en lugar de un gas inerte, para reducir costes, pudiendo este gas estar distribuido también en diversas partes de la planta antes y después del horno de inducción (por ejemplo, calentador de inducción para bordes, dispositivo de descascarillado, tren de acabado, transportador de rodillos de salida, enrolladora). La Patente US 9108234, que se considera como el estado de la técnica anterior más relevante, da a conocer una planta para la fabricación adecuada en continuo de flejes de acero laminados en caliente con un grosor mínimo de 0,3 mm, que incluye, en secuencia, a lo largo de la

60

65

dirección del desplazamiento del material que se está procesando: - un dispositivo para la colada continua de desbastes planos delgados o medianos con un grosor comprendido entre 40 y 150 mm y una anchura máxima, como mínimo, de 2100 mm, - un tren de desbaste, compuesto por tres cajas, - un primer horno de inducción, - un dispositivo de descascarillado por agua, - un segundo horno de inducción, - un tren de acabado que consta de cuatro cajas, - un puesto de enfriamiento, - un puesto caja de corte, y - un puesto de enrollado, como mínimo, con un par de enrolladoras de carrusel o de enrolladoras individuales, - así como un sistema para alimentar una atmósfera protectora que contenga < 3 % en volumen de oxígeno.

Sin embargo, ninguno de estos documentos del estado de la técnica anterior contempla la obtención de un grosor de fleje por debajo del límite actual de 0,6 mm ni considera los problemas concretos que surgen al estar por debajo de este límite. De hecho, ninguna de las plantas descritas en estos documentos es adecuada para este propósito, debido a los requisitos contradictorios de mantener una alta temperatura de la palanquilla de transferencia a la entrada del tren de acabado para garantizar un laminado completamente austenítico de dicho fleje tan delgado y, por lo tanto, sujeto a un mayor enfriamiento, y la necesidad de limitar la formación de cascarilla a pesar del fuerte calentamiento tanto en términos de tiempo como de temperatura.

El propósito de la presente invención es, por lo tanto, dar a conocer una solución para la fabricación en continuo de flejes laminados en caliente con un grosor hasta 0,3 mm y una anchura máxima, como mínimo, de 2.100 mm, o cualquiera que sea la anchura máxima prevista de la lingotera, a partir de la colada de un desbaste de un grosor comprendido entre 40 y 150 mm sin pasar por plantas intermedias para decapado, laminado en frío y recocido, y con una cantidad limitada de cascarilla, de tal manera que estos flejes son aptos para ser recubiertos directamente contra la corrosión (concretamente, en líneas de galvanización) sin ser sometidos a tratamientos previos específicos de acondicionamiento superficial, especialmente en líneas de decapado.

Este resultado se obtiene con la utilización de tecnología de fabricación en continuo (denominada sin fin), que minimiza el tiempo de fabricación y el consumo y, en consecuencia, reduce los costes de fabricación, en concreto adoptando las siguientes medidas para controlar la temperatura del material y limitar su reducción a la vez que se evita una oxidación superficial excesiva del material:

- a) con el fin de limpiar el desbaste de cascarilla antes de entrar en el tren de desbaste (HRM) y permitir un número de pasadas de desbaste desde un mínimo de tres hasta un máximo de cinco, a la salida de la colada en continuo (dispositivo de colada) existe una sección inicial de acondicionamiento térmico y descascarillado que comprende, en secuencia, en la dirección de avance del desbaste, un calentador por inducción para los bordes, un calentador de inducción para el resto de la superficie del desbaste y un dispositivo de descascarillado por agua;
- b) con el fin de evitar que los chorros de agua y de vapor del dispositivo de descascarillado dañen las bobinas de inducción del calentador de superficie, el dispositivo de descascarillado está dispuesto en la entrada con obturadores móviles en sentido transversal que se apoyan directamente en los bordes del desbaste, mientras que el cierre en las caras superior e inferior del desbaste lo proporciona una pequeña caja de accionamiento, denominada rodillo de tracción, colocada adyacente a dichos obturadores en el lado de entrada del dispositivo de descascarillado orientada hacia el calentador de superficie;
- c) dada la baja velocidad del desbaste a la salida del dispositivo de colada, inferior a 10 m/min, con el fin de minimizar el tiempo que invierte el desbaste en pasar desde el dispositivo de colada hasta la entrada del tren de desbaste, de modo que se minimiza la formación de cascarilla y la caída de temperatura, dicha sección inicial debe ser lo más compacta posible, de modo que dichos calentadores para bordes, el calentador de superficie y el dispositivos de descascarillado, incluyendo este último rodillos de tracción y obturadores de apantallamiento, ocupen un espacio del orden de entre 3 y 5 metros de longitud;
- d) el calentador de bordes está equipado con un sistema de manipulación que permite mantener constante la eficiencia del sistema de calentamiento al variar la anchura del desbaste, para establecer la anchura óptima de la zona de los bordes a calentar y retirar/levantar las bobinas de inducción en caso de "ondulaciones" en el desbaste debido a piezas defectuosas en el tren de desbaste;
- e) el calentador de bordes puede calentar de manera diferente el borde derecho y el izquierdo del desbaste, para garantizar un perfil óptimo y homogéneo del desbaste que entra en el tren de desbaste, incluso si el desbaste que sale del dispositivo de colada presenta falta de homogeneidad de la temperatura entre los dos bordes;
- f) el dispositivo de descascarillado está diseñado para tener un diámetro de las toberas de agua de enfriamiento y una presión de suministro tal que la caída de temperatura a la salida del dispositivo de descascarillado está limitada a menos de 10 °C entre cuando el dispositivo de descascarillado está activo y cuando está inactivo.

Otras disposiciones ventajosas adoptadas preferentemente en la presente invención para mejorar la presente planta y proceso son:

- g) disponer el segundo dispositivo de descascarillado por agua, situado entre los dos hornos de inducción antes del tren de acabado, con una estructura similar al primer dispositivo de descascarillado mencionado anteriormente, e incluyendo rodillos de tracción tanto a la entrada como a la salida para proteger dichos dos hornos de inducción de los chorros de agua y vapor;

h) montar las boquillas para alimentar la atmósfera protectora en el tren de acabado sobre la estructura móvil de la llamada “formadora de bucles” (looper, en inglés) dispuesta entre las cajas de laminación, es decir, un rodillo equipado con un sensor de tensión del fleje que se puede desplazar verticalmente y permite que el material se disponga con un bucle adecuado entre las cajas, de tal manera que el sistema de control de velocidad varía la velocidad recíproca de las cajas con el fin de mantener una tensión constante en el fleje;

i) disponer un dispositivo mecánico de descascarillado, situado inmediatamente antes del segundo dispositivo de descascarillado por agua, compuesto, como mínimo, por tres rodillos dispuestos alternativamente por encima y por debajo de la línea de alimentación de la palanquilla de transferencia, y a una altura suficiente para provocar un estiramiento plástico de la superficie de la misma que provoque una rotura de la capa rígida de cascarilla y facilite su eliminación en el siguiente dispositivo de descascarillado con agua;

j) con el fin de permitir temperaturas elevadas para el enrollado de flejes ultrafinos, hasta 750 °C y en cualquier caso superiores a los puntos de transformación, disponer también enrolladoras de bobinado cerca de la última caja de laminación, por encima (“enrolladoras superiores”) o por debajo (“enrolladoras inferiores”) de la superficie del transportador de rodillos de salida, y precedidas por una corta línea de enfriamiento y una cizalla de alta velocidad (además de las enrolladoras finales similares tradicionalmente dispuestas después de una línea de enfriamiento normal y de la correspondiente cizalla);

k) disponer un primer y un segundo dispositivo de descascarillado mecánico, situados respectivamente entre la línea de enfriamiento y la cizalla de las enrolladoras cercanas y las enrolladoras finales, utilizando cepillos abrasivos en contrarrotación o chorros de lodos abrasivos;

l) disponer una línea de recubrimiento de protección contra la corrosión directamente después de las enrolladoras finales, para que sea posible aplicar dicho recubrimiento sin que el fleje de acero tenga que ser enrollado previamente en una enrolladora para formar bobinas;

m) disponer un depósito de enfriamiento en el que las bobinas extraídas de las enrolladoras puedan ser sumergidas en agua o en una solución acuosa ligeramente oxidante.

Otras ventajas y características de la planta y del proceso según la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción de algunas de sus realizaciones, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

las figuras 1a, 1b, 1c muestran una vista esquemática de la planta en una realización que comprende todos los componentes opcionales, excepto la línea de recubrimiento anticorrosión;

la figura 2 es una vista esquemática que muestra solamente la línea de recubrimiento anticorrosión conectada al final de la planta de las figuras 1a a 1c;

la figura 3 es una vista lateral de la sección inicial de acondicionamiento térmico y descascarillado;

la figura 4 es una vista esquemática, en sección vertical, del dispositivo de descascarillado de la figura 3;

la figura 5 es una vista frontal, en transparencia, que muestra algunos componentes del dispositivo de descascarillado de la figura 3;

la figura 6 es una vista esquemática, en sección vertical, del segundo dispositivo de descascarillado por agua;

la figura 7 es una vista esquemática, en sección vertical, de algunos componentes del segundo horno de inducción que precede al tren de acabado;

la figura 8 es una vista esquemática, en sección vertical, de una primera realización del dispositivo de dispensación de atmósfera protectora colocado entre dos cajas del tren de acabado;

la figura 9 es una vista esquemática, en sección vertical, a lo largo de la línea A-A de la figura 8 de un detalle del dispositivo de dispensación;

la figura 10 es una vista similar a la figura 8, de una segunda realización del dispositivo de dispensación de la atmósfera protectora;

la figura 11 es una vista esquemática, en sección vertical, a lo largo de la línea B-B de la figura 10, de un detalle del dispositivo de dispensación;

la figura 12 es una vista similar a la figura 8, de una tercera realización del dispositivo de dispensación de la atmósfera de protección; y

la figura 13 es una vista esquemática, en sección vertical, a lo largo de la línea C-C de la figura 12, de un detalle del dispositivo de dispensación.

Haciendo referencia a las figuras 1a a 1c, se ve que una planta, según la presente invención, comprende, tradicionalmente, un dispositivo de colada 1 para la colada continua de desbastes delgados o medianos con un grosor comprendido entre 40 y 150 mm, seguido de un tren de desbaste (HRM) 2 formado, en el ejemplo mostrado, por cuatro cajas 2.1 a 2.4 pero también pueden ser tres o cinco, lo que transforma los desbastes planos en palanquillas de transferencia con un grosor ≤ 8 mm. Los ensayos experimentales han demostrado que una reducción limitada del grosor (≤ 20 %) en la primera caja de desbaste 2.1 puede permitir mantener las tensiones superficiales dentro de los límites de resistencia de la austenita gruesa que constituye el desbaste como una colada. De esta manera, la recristalización casi estática de la superficie en la primera etapa de desbaste, en concreto en aceros con presencia de microaleaciones, puede permitir realizar sin defectos ni fisuras las considerables reducciones de grosor posteriores necesarias para obtener palanquillas de transferencia adecuadas para la fabricación de flejes ultrafinos.

Después del HRM 2, está dispuesto un sistema de emergencia para la fabricación y eliminación de chapas en desbaste en caso de problemas en la parte de la planta a continuación de la HRM, comprendiendo dicho sistema

una cizalla 15 de péndulo, un apilador 16 para la extracción de chapas, una cizalla 17 giratoria y una formadora de bucles 18, teniendo por objetivo estos dos últimos dispositivos liberar la línea del material entre la cizalla 15 de péndulo y el posterior primer horno de inducción 6.1 siguiente en la fase de inicio con piezas defectuosas.

5 Dicho primer horno de inducción 6.1 es el primer componente de la sección central 6 de acondicionamiento térmico y descascarillado, que comprende, además, en secuencia, en la dirección de avance de la palanquilla de transferencia, un dispositivo 7 mecánico (opcional) para romper la cascarilla, del tipo descrito anteriormente y formado en este caso por cinco rodillos, un dispositivo de descascarillado 8 por agua y un segundo horno de inducción 6.2. De esta manera, la palanquilla de transferencia recibe un calentamiento adicional antes de entrar en el tren de acabado 3 adyacente que, en el ejemplo mostrado, está formado por siete cajas 3.1 a 3.7 pero también podrían ser cinco o seis. Finalmente, el fleje es enfriado de manera controlada mediante una cinta transportadora 12 de rodillos de enfriamiento seguida de un puesto de enrollado final que comprende una cizalla 10 volante y, como mínimo, un par de enrolladoras 11 individuales.

15 Con el fin de permitir altas temperaturas de enrollado para flejes ultrafinos, tal como se mencionó anteriormente, la planta también comprende, preferentemente, enrolladoras de bobinado próximas, es decir, que preceden a los elementos 10 a 12 mencionados anteriormente, en forma de un par de enrolladoras 9 de "carrusel", dispuestas en las proximidades de la última caja de laminación 3.7, y precedidas por un transportador 12' de rodillos de enfriamiento corto y una cizalla 10' de alta velocidad análoga a dichos elementos 10, 12, aunque el transportador 12' de rodillos puede estar dispuesto, preferentemente, para realizar un enfriamiento ultrarrápido con el fin de obtener una cascarilla que sea más fácilmente eliminable en los procesos posteriores de aplicación del recubrimiento protector.

20 Entre cada par de elementos 10, 12 y 10', 12' también está dispuesto preferentemente un respectivo dispositivo de descascarillado 14, 14' mecánico de un tipo conocido y, por lo tanto, no descrito más adelante, que utiliza cepillos que giran en sentido contrario o chorros de lodos abrasivos para un tratamiento superficial final del fleje antes de ser enrollado en las enrolladoras 9 u 11.

30 Tal como se mencionó anteriormente, la planta representada en las figuras 1a a 1c también incluye un sistema para dispensar una atmósfera protectora en ciertas zonas de la misma, indicadas esquemáticamente mediante recuadros de líneas gruesas que, en el ejemplo mostrado, se extienden como mínimo desde la entrada del segundo horno de inducción 6.2 hasta la tercera caja 3.3 del tren de acabado 3, preferentemente hasta la última caja y, aún más preferentemente, también en los siguientes puestos de enfriamiento y enrollado. Obviamente, también sería posible contemplar la extensión de este sistema a otros componentes de la planta tal como se describe en el estado de la técnica anterior antes mencionado.

35 Un primer aspecto innovador de la presente invención, tal como se mencionó anteriormente, es la presencia de una sección inicial 4 de acondicionamiento térmico y descascarillado dispuesta entre la salida del dispositivo de colada 1 y el HRM 2, y diseñada para tener una longitud de poco más de tres metros, para minimizar el tiempo de paso entre dichos dos componentes. Dicha sección 4 comprende un calentador de inducción 4.1 para bordes, un calentador de inducción 4.2 y un dispositivo de descascarillado 5 por agua mejor mostrado en detalle en las figuras 3 a 5.

40 Más específicamente, el calentador 4.1 para bordes está diseñado preferentemente para funcionar con flujo transversal utilizando bobinas laterales 4.1a en una configuración de "canal" con concentradores de flujo, con el doble propósito de aumentar la eficiencia del sistema de calentamiento y concentrar el flujo magnético en la zona elegida del desbaste a calentar. Además, es capaz de calentar de manera diferente el borde derecho del izquierdo del desbaste gracias a la presencia de dos convertidores de frecuencia, uno para cada bobina 4.1a, en lugar de un solo convertidor para todo el dispositivo tal como suele estar dispuesto. De las pruebas experimentales realizadas por el solicitante, resulta que la anchura de la banda a calentar debe alcanzar preferentemente hasta 150 mm desde el borde, y que el aumento de temperatura óptimo en dicha banda es de hasta 120 °C, para evitar la fusión de la cascarilla.

45 El calentador 4.1 para bordes está dotado de un sistema de manipulación que realiza un movimiento transversal para adaptar el dispositivo a la anchura del desbaste, determinar la anchura de la zona de los bordes a calentar y alejar (y, si es necesario, levantar por rotación) las bobinas 4.1a de los bordes del desbaste en caso de que existan "ondulaciones" en el desbaste debido a piezas defectuosas en el tren de desbaste. Dicho sistema de manipulación puede ser realizado, por ejemplo, colocando cada bobina 4.1a sobre un carro móvil a lo largo de una guía transversal bajo la acción de un dispositivo de accionamiento, tal como un motor eléctrico, que acciona un gato de husillo.

60 El calentador de inducción 4.2 comprende una bobina de calentamiento superficial, diseñada para integrarse con el calentador 4.1 para bordes, que puede ser controlado de tal manera que el aumento de temperatura del desbaste alcanza valores de hasta un máximo de 150 °C, evitando así la fusión del desbaste.

65 El dispositivo de descascarillado 5 consecutivo consiste en el rodillo de tracción 5.1, en el lado hacia el calentador de inducción 4.2, y el propio dispositivo de descascarillado 5.2 en el lado hacia el HRM 2. Tal como se muestra en las

figuras 4 y 5, para evitar que los chorros de agua y vapor provenientes del dispositivo de descascarillado 5.2 puedan dañar las bobinas de inducción del calentador 4.2, el dispositivo de descascarillado 5.2 está dotado en la entrada de obturadores 20 móviles en sentido transversal, que se apoyan directamente sobre los bordes del desbaste, mientras que el cierre en las caras superior e inferior del desbaste es proporcionado por el rodillo de tracción 5.1.

Más específicamente, en la realización mostrada en la figura 5, cada obturador 20 está montado sobre un soporte de un paralelogramo formado por un par de brazos 21 paralelos que pivotan entre el obturador 20 y la estructura del dispositivo de descascarillado 5.2, y son movidos por un accionador 22. Cabe señalar que, en la figura 5, los obturadores 20 se muestran en una posición abierta y también parcialmente en una posición cerrada 20' apoyada en los bordes del desbaste.

El descascarillado con agua se realiza mediante una fila 23 de toberas superiores y una fila 24 de toberas inferiores dispuestas transversalmente con respecto al desbaste, y estando las toberas inclinadas para lanzar un chorro en sentido contrario al sentido de desplazamiento del desbaste. Una espiral superior 25 y una espiral inferior 26, dispuestas especularmente más arriba de las toberas y con sus aberturas hacia las toberas, recogen la mayor parte del agua a través de un reborde en contacto con el desbaste y la conducen hasta sus extremos, donde es descargada.

Además, una fila 27 de toberas superiores y una fila 28 de toberas inferiores dispuestas transversalmente con respecto al desbaste más arriba de las espirales y con las toberas inclinadas para lanzar un chorro de aire en la dirección del desplazamiento del desbaste, eliminan el agua residual. La combinación de los componentes 5.1, 20, 25, 26, 27 y 28 garantiza que las bobinas de inducción del calentador 4.2 no sufran daños por el agua utilizada en el dispositivo de descascarillado 5.

Tal como se mencionó anteriormente, el dispositivo de descascarillado 5.2 está diseñado para limitar el descenso de temperatura a menos de 10 °C entre cuando está activo y cuando está inactivo y, para ello, la presión del agua de enfriamiento es inferior a 150 bar y el diámetro de las toberas es inferior a 3 mm. Cabe señalar que las filas 23, 24 de las toberas de agua mostradas en la figura 5 (donde están omitidas las espirales 25, 26 y las filas 27, 28 de las toberas de aire) son más anchas que el desbaste, debido a que están dimensionadas para la anchura máxima del desbaste, y las toberas fuera del desbaste que se está procesando se pueden cerrar con tapones o los chorros desde las mismas "se cancelan" por colisión, y en este caso las toberas superior e inferior deben estar dispuestas en posiciones opuestas, estar alineadas verticalmente y tener el mismo ángulo de inclinación (por ejemplo, 5°).

El segundo dispositivo de descascarillado 8 por agua, mostrado en la figura 6, tiene una estructura similar al primer dispositivo de descascarillado 5 por agua, pero es sustancialmente doble, puesto que al estar dispuesto entre los dos hornos de inducción 6.1 y 6.2 tiene que evitar que se escape agua y vapor tanto hacia arriba como hacia abajo. Comprende, por lo tanto, un primer rodillo de tracción 8.1 de entrada, en el lado del primer horno de inducción 6.1, el propio dispositivo de descascarillado 8.2 y un segundo rodillo de tracción 8.1' de salida en el lado del segundo horno de inducción 6.2. Cabe señalar que, en este caso, se puede prescindir de obturadores transversales análogos a los obturadores 20 del primer dispositivo de descascarillado 5, puesto que este último debe cerrar un conducto lateral de una altura igual al grosor del desbaste proveniente del dispositivo de colada 1, es decir de entre 40 y 150 mm, mientras que el grosor de la palanquilla de transferencia que entra en el segundo dispositivo de descascarillado 8 es del orden de entre 5 y 20 mm, por lo que la posible fuga lateral de agua es mucho menor.

Además, puesto que al segundo dispositivo de descascarillado 8 le sigue el segundo horno de inducción 6.2 que aumenta significativamente la temperatura de la palanquilla de transferencia antes del laminado final, el descascarillado puede ser más fuerte, incluso a expensas de una mayor reducción de la temperatura. Por lo tanto, está dispuesta una primera fila 33 de toberas superiores con una fila 34 correspondiente de toberas inferiores, también dispuestas transversalmente con respecto a la palanquilla de transferencia y con las toberas inclinadas para suministrar un chorro en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la palanquilla, así como una segunda fila 33' idéntica de toberas superiores con una fila 34' correspondiente de toberas inferiores. Preferentemente, las segundas filas 33', 34' están escalonadas transversalmente medio paso, siendo el paso el espacio entre dos toberas de una fila, con respecto a las primeras filas 33, 34, de modo que las dos filas sucesivas 33, 33' y 34, 34' cubran completamente la superficie superior e inferior de la palanquilla, respectivamente, para aumentar la eficiencia del proceso de descascarillado hidráulico, al eliminar las ineficiencias que se manifiestan en las bandas superpuestas de las toberas adyacentes de cada fila.

Las dos filas 33, 33' de toberas superiores están igualmente precedidas por una espiral 35, 35' superior que, sin embargo, en este caso está separada del reborde 32, 32' que está en contacto con la superficie superior de la palanquilla de transferencia y es móvil entre una posición de reposo, mostrada en la figura 6, y una posición de trabajo, en la que gira en sentido horario y se alinea con la espiral 35, 35'. Además, el primer reborde 32 está precedido de manera similar por una primera fila 37 de toberas superiores dispuestas en sentido transversal a la palanquilla de transferencia, para suministrar un chorro de aire que, en este caso, es sustancialmente perpendicular a la superficie superior de la palanquilla, mientras que una segunda fila 37' idéntica de toberas de aire superiores está dispuesta más abajo de la segunda fila 33' de toberas de agua superiores.

Puesto que no se requiere que el dispositivo de descascarillado 8 sea tan compacto en longitud como el dispositivo de descascarillado 5, la palanquilla de transferencia puede estar soportada debajo por rodillos de transporte 36, 36' ordinarios, que realizan una función de cierre en el lado inferior similar a la de la espiral inferior 26. Por este motivo, el dispositivo de descascarillado 8 no comprende componentes inferiores equivalentes a los componentes superiores 32, 32', 37, 37' sino solo las toberas de agua inferiores 34, 34'. No obstante, la combinación de los componentes 8.1, 8.1', 32, 32', 35, 35', 36, 36', 37 y 37' garantiza que las bobinas de inducción de los hornos 6.1 y 6.2 no se dañen con el agua utilizada en el dispositivo de descascarillado 8.

Tal como se mencionó anteriormente, puesto que el dispositivo de descascarillado 8 está diseñado para un descascarillado más fuerte, la presión del agua de enfriamiento puede ser de hasta 380 bar, de nuevo con toberas de menos de 3 mm de diámetro, aunque esto puede resultar en una reducción de hasta entre 150 y 200 °C en la temperatura de la palanquilla de transferencia. Obviamente, incluso en el dispositivo de descascarillado 8 las filas 33, 34 y 33', 34' de las toberas de agua están dimensionadas para la anchura máxima de la palanquilla, siendo cerradas las toberas fuera de la palanquilla que se está procesando con tapones o con chorros que se "anulan" por colisión, y en este caso las toberas superior e inferior deben estar alineadas verticalmente y tener el mismo ángulo de inclinación (por ejemplo, 5°).

Haciendo referencia a continuación a la figura 7, que muestra cuatro inductores 40 del segundo horno de inducción 6.2, se puede ver que la palanquilla de transferencia está soportada por los rodillos 41 inferiores dispuestos en los espacios entre los inductores 40, estando cerrados dichos espacios en la parte inferior por la estructura de soporte de dichos rodillos 41 y en la parte superior por tapas 42 amovibles. Por lo tanto, es ventajoso montar sobre dichas tapas 42 filas transversales de toberas 43, para obtener una serie de cámaras en las que se puede inyectar la atmósfera protectora por medio de dichas toberas 43.

Esta atmósfera protectora puede ser de varios tipos siempre que tenga un contenido de oxígeno muy bajo o nulo, con el fin de limitar o evitar la oxidación superficial del material. Habitualmente, el oxígeno se reduce mediante un suministro continuo de nitrógeno desde las toberas 43 hasta que se obtiene una atmósfera poco oxidante con un máximo de 3 % en volumen de contenido de oxígeno. Otras posibilidades son la utilización de una atmósfera compuesta íntegramente de gas inerte (nitrógeno, argón, etc.), o la adición de hidrógeno al gas inerte hasta un contenido máximo del 5 % en volumen, para obtener una atmósfera ligeramente reductora.

Tal como se mencionó anteriormente, se puede considerar una solución similar para obtener cámaras entre las cajas del tren de acabado 3 montando las toberas sobre la estructura de la formadora de bucles dispuesta en el espacio entre dos cajas. Una primera realización de esta solución se muestra en las figuras 8 y 9, que muestran cómo el sistema de alimentación de la atmósfera protectora tiene una doble simetría de espejo tanto con respecto al plano de la sección A-A indicado en la figura 8, es decir, con respecto al lado de más arriba y de más abajo de la formadora de bucles 51, y con respecto al plano medio longitudinal vertical Y del fleje indicado en la figura 9, es decir, con respecto al lado derecho e izquierdo del fleje. En el ejemplo mostrado en estas figuras, el sistema está dispuesto entre las dos primeras cajas 3.1 y 3.2 del tren de acabado 3, pero es evidente que el mismo sistema puede estar dispuesto entre cualquier par de cajas de este tren.

Este sistema comprende a cada lado del fleje un par de conductos de alimentación 52, 52' verticales montados en la estructura de la formadora de bucles 51, respectivamente más arriba y más abajo de la misma, y desde cada uno de dichos conductos 52, 52' se ramifican en dos filas de toberas sustancialmente horizontales dispuestas longitudinalmente por encima y por debajo del fleje, y paralelas a sus bordes. Más específicamente, cada una de las dos filas 53, 53' de las toberas superiores se extiende hacia ambas cajas 3.1, 3.2 casi hasta el plano de la sección A-A que pasa por el centro de la formadora de bucles 51, mientras que cada una de las dos filas 54, 54' de toberas inferiores se extiende solo hasta la caja 3.1, 3.2 adyacente, respectivamente. Además, tal como se muestra en el detalle de la figura 9, las toberas están inclinadas en el plano vertical con una orientación hacia la superficie del fleje.

Para limitar la dispersión de la atmósfera protectora, las filas de toberas están preferentemente alojadas en el interior de una cámara formada por un par de aletas 55, 55' superiores y un par de aletas 56, 56' inferiores que, obviamente, están conformadas para permitir que el fleje pase a través de la cámara. Más específicamente, cada una de las aletas pivota en uno de sus extremos externos para permitir la apertura de la cámara de contención mediante un giro de 90°, tal como se indica en la figura 8, en la que la cámara cerrada está representada con una línea más gruesa mientras, que las referencias numéricas 55, 55', 56 y 56' indican las aletas pivotadas a una posición abierta.

Una segunda realización del sistema análoga a la anterior se muestra en las figuras 10 y 11, y muestra los mismos elementos de las figuras 8 y 9, cuyas referencias numéricas por lo tanto no se repiten, solo con la adición en la cara externa de cada aleta, como mínimo, de dos filas 57, 57', 58, 58' paralelas de toberas transversales. La atmósfera protectora llega a cada par de filas a través del conducto 50, 50', 59, 59' de alimentación respectivo y las toberas están orientadas en una dirección sustancialmente perpendicular a las superficies superior e inferior del fleje.

Finalmente, en las figuras 12 y 13 se muestra una tercera realización del sistema que, en la práctica, se deriva de la anterior, eliminando los elementos de las figuras 8 y 9 y manteniendo solamente como mínimo las dos filas 63, 63',

ES 2 929 819 T3

64, 64' paralelas transversales dispuestas sobre las respectivas aletas 65, 65', 66, 66', y alimentadas a través de los respectivos conductos 61, 61', 62, 62'. Las diferencias con respecto a los elementos análogos mostrados en las figuras 10, 11 son las siguientes:

- 5 - las múltiples toberas 57, 57', 58, 58' son reemplazadas por una sola tobera sustancialmente de la misma anchura que el fleje, es decir, una hendidura;
- las toberas no están orientadas en una dirección sustancialmente perpendicular a las superficies superior e inferior del fleje, sino que están orientadas con una inclinación hacia la caja de laminación 3.1 y 3.2 adyacente, respectivamente;
- 10 - la atmósfera protectora es alimentada a cada par de filas 63, 63', 64, 64' transversales, no a través de un solo conducto central, como en la segunda realización, sino a través de dos conductos 61, 61', 62, 62' laterales como, en la primera realización de las figuras 8 y 9.

15 Tal como se mencionó anteriormente, la planta descrita anteriormente puede estar integrada con una línea 13 para la aplicación de un recubrimiento protector, habitualmente una línea de galvanizado, conectada directamente a continuación de las enrolladoras 11 finales, tal como se muestra en la figura 2. De esta manera, la planta puede fabricar tanto bobinas de fleje no recubierto que se enrollan en las enrolladoras 9 u 11, como bobinas de fleje recubierto, que se enrollan en otra estación de enrollado al final de la línea 13.

20 Otra alternativa posible es realizar un enfriamiento mediante líquido de la bobina enrollada en las enrolladoras 9 u 11 en un depósito (no mostrado) que contiene agua o una solución acuosa ligeramente oxidante. Esto permite obtener una cascarilla que es más fácilmente eliminable en los procesos posteriores de aplicación del recubrimiento protector.

25 Además, los escáneres térmicos, que no se muestran en la figura, están situados preferentemente a la salida del dispositivo de colada 1, el HRM 2, el primer horno de inducción 6.1, el dispositivo de descascarillado 8, el segundo horno de inducción 6.2, el tren de acabado 3 y los transportadores 12, 12' de rodillos de enfriamiento. Estos escáneres térmicos están conectados operativamente a un sistema de gestión y control de la temperatura que, gracias también a los termopares (no mostrados) introducidos en las chapas de cobre de la lingotera, influye en la

30 distribución de la temperatura del acero en el molde por medio de un freno electromagnético (EMBR, ElectroMagnetic BRake) introducido en el molde, que tampoco se muestra. De hecho, los escáneres térmicos y los termopares proporcionan una imagen de la distribución de la temperatura en el desbaste, lo que le proporciona al sistema de control la capacidad de tomar medidas correctivas sobre los parámetros operativos del EMBR y del sistema de enfriamiento del desbaste. Obviamente, este sistema de control también actúa sobre todos los demás

35 componentes que influyen activamente en la temperatura del material que se está procesando, tanto durante el calentamiento (4.1, 4.2, 6.1, 6.2) como durante el enfriamiento (5.2, 7, 8.2, 12, 12', 14, 14').

40 A modo de ejemplo, la siguiente tabla representa una posible hoja de laminación para la fabricación de un fleje ultrafino de 0,4 mm de grosor con una temperatura de enrollado en las enrolladoras finales de 680 °C:

Caja		2.1	2.2	2.3	2.4			
Temperatura de entrada	[°C]	1250						
Velocidad de entrada	[m/s]	0,1						
Grosor de entrada	[mm]	90	40,5	18,2	10			
Grosor de salida	[mm]	40,5	18,2	10	6,5			
Reducción	[%]	55	55	45	35			
Temperatura de salida	[°C]				970			
Caja		3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Temperatura de entrada	[°C]	1150						
Velocidad de entrada	[m/s]	1,38						
Grosor de entrada	[mm]	6,5	2,92	1,6	0,97	0,68	0,54	0,46
Grosor de salida	[mm]	2,92	1,6	0,97	0,68	0,54	0,46	0,4
Reducción	[%]	55	45	40	30	20	15	13
Temperatura de salida	[°C]							870
Velocidad de salida	[m/s]							22,6

El proceso de fabricación correspondiente que utiliza la plantilla descrita anteriormente en su realización más completa, comprende por consiguiente la siguiente secuencia de etapas:

- 5 (a) colada continua de desbastes finos o medios (1);
- (b) calentamiento por inducción (4.1) de los bordes del desbaste;
- (c) calentamiento por inducción (4.2) del resto de la superficie del desbaste
- (d) primer descascarillado con agua (5.2);
- (e) laminado de desbaste (2) en 3 a 5 pasadas, para obtener una palanquilla de transferencia;
- 10 (f) primer calentamiento por inducción (6.1) de la palanquilla de transferencia;
- (g) ruptura mecánica (7) de la cascarilla;
- (h) segundo descascarillado con agua (8.2);
- (i) segundo calentamiento por inducción (6.2) de la palanquilla de transferencia;
- (j) laminado de acabado (3) en 5 a 7 pasadas para obtener el fleje;
- (k) enfriamiento controlado (12; 12') del fleje;
- 15 (l) descascarillado mecánico (14; 14');
- (m) corte del fleje (10; 10') y enrollado (9; 11) en una enrolladora; o
- (n) paso directo del fleje a una etapa (13) de aplicación de una capa protectora con enrollado final;

20 en el que como mínimo las fases (i) y (j), como mínimo hasta la tercera pasada, y preferentemente también las fases (k) y (m), en la parte de enrollado, se realizan en una atmósfera protectora ligeramente oxidante, inerte o ligeramente reductora, tal como se ha descrito anteriormente.

25 Es evidente que las realizaciones de la planta y del proceso según la invención descritos y mostrados anteriormente son solo ejemplos que son susceptibles de numerosas variaciones. Por ejemplo, aunque todas las filas de toberas descritas anteriormente y mostradas en las figuras 4 a 6 y 8 a 11 están formadas por una pluralidad de toberas dispuestas con un paso constante, sería también posible disponer toberas con diferentes pasos dependiendo de las zonas, y/o reemplazar todas o parte de las toberas por una hendidura que se extienda de forma continua tal como se muestra en la figura 13. De manera similar, tanto las enrolladoras próximas como las enrolladoras finales pueden ser implementadas como enrolladoras 9 de carrusel o enrolladoras 11 individuales, por lo que la planta puede comprender cualquier combinación de las mismas.

35 Además, es evidente que por razones de espacio y/o de coste, el sistema podría carecer de las cámaras de contención que se muestran en las figuras 8 a 13, aunque esto haría más difícil controlar la composición de la atmósfera en el espacio entre las cajas de laminación. En este caso, las filas de toberas transversales mostradas en las figuras 10 a 13 estarían montadas sobre soportes giratorios simples que no forman cámaras de contención.

REIVINDICACIONES

1. Planta para la fabricación continua de flejes de acero laminados en caliente con un grosor mínimo de 0,3 mm incluyendo secuencialmente, a lo largo de la dirección del desplazamiento del material que se está procesando:
- 5
- un dispositivo (1) para la colada continua de desbastes delgados o medios, con un grosor comprendido entre 40 y 150 mm y una anchura máxima, como mínimo, de 2.100 mm,
 - un tren de desbaste (2), que comprende, como mínimo, tres cajas,
 - un primer horno de inducción (6.1),
- 10
- un dispositivo de descascarillado (8) por agua,
 - un segundo horno de inducción (6.2),
 - un tren de acabado (3), que comprende de cinco a siete cajas,
 - un puesto de enfriamiento (12),
 - un puesto de corte (10), y
- 15
- un puesto de enrollado, como mínimo, con un par de enrolladoras (9) de carrusel o enrolladoras (11) individuales, así como un sistema para alimentar una atmósfera protectora con un contenido $\leq 3\%$ en volumen de oxígeno como mínimo desde la entrada de dicho segundo horno de inducción (6.2) hasta la tercera caja de dicho tren de acabado (3),
- 20
- incluyendo, además, entre dicho dispositivo de colada continua (1) y dicho tren de desbaste (2), una sección inicial (4) de acondicionamiento térmico y de descascarillado que comprende, en secuencia, un calentador de inducción (4.1) para bordes, un calentador de inducción (4.2) para el resto de la superficie del desbaste y un primer dispositivo de descascarillado (5) por agua.
- 25
2. Planta, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicho primer dispositivo de descascarillado (5) por agua comprende un rodillo de tracción (5.1), en el lado del calentador de inducción (4.2), seguido del dispositivo de descascarillado (5.2) propiamente dicho que está dotado en la entrada de un par de obturadores (20) móviles transversalmente que se apoyan directamente en los bordes del desbaste, estando cada uno de dichos obturadores (20) montado preferentemente sobre un soporte en paralelogramo formado por un par de brazos (21) paralelos que pivotan entre el obturador (20) y la estructura del dispositivo de descascarillado (5.2) y son movidos por un dispositivo de accionamiento (22).
- 30
3. Planta, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicha sección inicial (4) de acondicionamiento térmico y descascarillado tiene una longitud de 3 a 5 metros.
- 35
4. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el calentador (4.1) de bordes está diseñado para funcionar con un flujo transversal utilizando bobinas laterales (4.1a) con una configuración de "canal" con concentradores de flujo, estando equipada cada una de dichas bobinas laterales (4.1a) preferentemente con su propio convertidor de frecuencia para que el calentador (4.1) para bordes pueda calentar de manera diferente los bordes derecho e izquierdo del desbaste.
- 40
5. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el calentador (4.1) de bordes está dimensionado para calentar una banda lateral del desbaste de hasta 150 mm de cada borde y/o para obtener un aumento de temperatura en dicha banda lateral de hasta 120° C.
- 45
6. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el calentador (4.1) de bordes está equipado con un sistema de manipulación que realiza un desplazamiento transversal para adaptar el calentador (4.1) para bordes a la anchura del desbaste, para determinar la anchura de la banda lateral a calentar y apartarlo y, si es necesario, levantar por rotación las bobinas de inducción de los bordes del desbaste plano, estando implementado dicho sistema de manipulación preferentemente colocando cada bobina de inducción en un carro deslizante a lo largo de una guía transversal bajo la acción de un dispositivo de accionamiento, preferentemente un motor eléctrico que acciona un gato de husillo.
- 50
7. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el primer dispositivo de descascarillado (5) incluye:
- 55
- una fila (23) de toberas de agua superiores y una fila (24) de toberas de agua inferiores dispuestas transversalmente con respecto al desbaste y con las toberas inclinadas para suministrar un chorro en la dirección opuesta a la dirección de desplazamiento del desbaste plano,
 - una espiral (25) superior y una espiral (26) inferior dispuestas especularmente más arriba de dichas filas (23, 24) de toberas y con sus aberturas enfrentadas, estando dotada cada una de dichas espirales (25, 26) de drenajes en los extremos para la evacuación del agua recogida a través de un reborde en contacto con el desbaste,
 - una fila (27) de toberas de aire superiores y una fila (28) de toberas de aire inferiores dispuestas transversalmente con respecto al desbaste, más arriba de las espirales (25, 26) y con las toberas inclinadas para suministrar un chorro en la dirección del desplazamiento del desbaste,
- 60
- 65

estando dispuestas dichas filas (23, 24) de toberas de agua preferentemente en posiciones opuestas, estando alineadas las toberas verticalmente y con el mismo ángulo de inclinación, y preferentemente con un diámetro <3 mm.

- 5 8. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el segundo dispositivo de descascarillado (8) con agua colocado entre los dos hornos de inducción (6.1, 6.2) comprende un primer rodillo de tracción (8.1), en el lado hacia el primer horno de inducción (6.1), un dispositivo de descascarillado propiamente dicho (8.2) y un segundo rodillo de tracción (8.1') en el lado hacia el segundo horno de inducción (6.2).
- 10 9. Planta según reivindicación anterior, **caracterizada por que** el segundo dispositivo de descascarillado (8) con agua comprende:
- una primera fila (33) y una segunda fila (33') de toberas de agua superiores y una primera fila (34) y una segunda fila (34') de toberas de agua inferiores, estando dispuestas la totalidad de dichas filas transversalmente con respecto a la palanquilla de transferencia y con las toberas inclinadas para lanzar un chorro en sentido contrario al sentido de desplazamiento de la palanquilla, estando dichas segundas filas (33', 34') preferentemente escalonadas transversalmente medio paso con respecto a dichas primeras filas (33, 34),
 - estando precedidas cada una de las dos filas (33, 33') de toberas de agua superiores por una espiral (35, 35') superior y un reborde móvil (32, 32') que, en posición de trabajo entra en contacto con la superficie superior de la palanquilla de transferencia y se alinea con la respectiva espiral (35, 35'),
 - una primera fila (37) y una segunda fila (37') de toberas de aire superiores dispuestas transversalmente con respecto a la palanquilla de transferencia y con las toberas preferentemente perpendiculares a la superficie superior de la palanquilla, estando situada dicha primera fila (37) más arriba de dicho primer reborde móvil (32) y estando situada dicha segunda fila (37') más abajo de la segunda fila (33') de toberas de agua superiores,
- 25 estando dispuestas las filas (33, 33') de toberas de agua superiores preferentemente opuestas a las filas (34, 34') de toberas de agua inferiores, con las toberas alineadas verticalmente y con el mismo ángulo de inclinación, y preferentemente de un diámetro < 3 mm.
- 30 10. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el sistema de alimentación de la atmósfera protectora al tren de acabado (3) incluye a cada lado del fleje, en el espacio entre dos cajas de acabado (3.1, 3.2, ..., 3.7), un par de tuberías de alimentación (52, 52') montadas en la estructura de una formadora de bucles (51), respectivamente en el lado de más arriba y de más abajo de la misma, y de cada uno de estos tubos de alimentación (52, 52') salen dos filas de toberas sustancialmente horizontales dispuestas longitudinalmente por encima (53, 53') y por debajo (54, 54') del fleje y paralelas a sus bordes, extendiéndose cada una de las dos filas (53, 53') de toberas superiores preferentemente hacia dichas dos cajas (3.1, 3.2, ..., 3.7) casi hasta el plano vertical transversal al fleje y que pasa por el centro de dicha formadora de bucles (51), mientras que cada una de las dos filas (54, 54') de las toberas inferiores se extiende únicamente hacia la caja adyacente (3.1, 3.2, ..., 3.7), estando las toberas preferentemente inclinadas en el plano vertical con una orientación hacia la superficie del fleje.
- 40 11. Planta, según la reivindicación anterior, **caracterizada por que** el sistema para alimentar la atmósfera protectora comprende, además, como mínimo dos filas horizontales paralelas (57, 57', 58, 58') de toberas dispuestas transversalmente por encima y por debajo del fleje en cada una de dichas filas longitudinales (53, 53', 54, 54'), llegando la atmósfera protectora a cada par de filas transversales (57, 57', 58, 58') a través de la respectiva tubería de alimentación (50, 50', 59, 59') y estando orientadas las toberas preferentemente en una dirección sustancialmente perpendicular a las superficies superior e inferior del fleje.
- 45 12. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por que** el sistema de alimentación de la atmósfera protectora al tren de acabado (3) incluye, en el espacio entre dos cajas de acabado (3.1, 3.2, ..., 3.7), como mínimo dos pares de filas (63, 63', 64, 64') horizontales paralelas de toberas dispuestas transversalmente por encima y por debajo del fleje tanto antes como después de una formadora de bucles (51), llegando la atmósfera protectora a cada uno de dichos pares de filas transversales (63, 63', 64, 64') a través del respectivo par de tuberías de alimentación (61, 61', 62, 62'), estando las toberas preferentemente inclinadas en el plano vertical con una orientación hacia la caja de acabado adyacente (3.1, 3.2, ..., 3.7).
- 50 13. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizada por que** las filas de toberas están alojadas en el interior de una cámara formada por un par de aletas (55, 55'; 65, 65') superiores y un par de aletas (56, 56'; 66, 66') inferiores que tienen una forma para permitir que el fleje pase a través de dicha cámara, y pueden girar alrededor de un pasador extremo para permitir que la cámara se abra.
- 55 14. Planta, según la reivindicación anterior cuando dependa de la reivindicación 11 o 12, **caracterizada por que** las filas (57, 57', 58, 58'; 63, 63', 64, 64') de toberas transversales están montadas sobre las aletas (55, 55'; 56, 56'; 65, 65'; 66, 66').
- 60 15. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la primera caja (2.1) del tren de desbaste (2) es una caja diseñada para una reducción del grosor del desbaste ≤ 20 %.
- 65

- 5 16. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** comprende, además, después del tren de desbaste (2), un sistema de emergencia para la fabricación y retirada de chapas en desbaste, que incluye en secuencia una cizalla (15) de péndulo, un apilador (16) para la extracción de las chapas de metal, una cizalla (17) rotativa y una formadora de bucles (18).
- 10 17. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** incluye, además, entre el primer horno de inducción (6.1) y el segundo dispositivo de descascarillado (8) con agua, un dispositivo (7) mecánico para romper la cascarilla formado, como mínimo, por tres rodillos dispuestos alternativamente por encima y por debajo de la línea de alimentación de la palanquilla de transferencia y a una altura tal que provoque un estiramiento plástico de su superficie que ocasione la rotura de la capa rígida de cascarilla.
- 15 18. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** incluye, además, en secuencia, entre el tren de laminación de acabado (3) y el puesto de enfriamiento (12), otro puesto de enfriamiento (12'), otro puesto de corte (10') y otro puesto de enrollado (9; 11), siendo dicho puesto de enfriamiento (12') adicional preferentemente capaz de realizar un enfriamiento ultrarrápido.
- 20 19. Planta, según la reivindicación anterior, **caracterizada por que** incluye, además, entre cada puesto de enfriamiento (12; 12') y cada puesto de corte (10; 10'), un dispositivo de descascarillado (14; 14') mecánico mediante cepillos en contrarrotación o chorros de lodos abrasivos.
- 25 20. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** incluye, además, una línea (13) para recubrimiento anticorrosión situada directamente después del puesto de enrollado (9; 11) final, de modo que sea posible aplicar dicho recubrimiento al fleje sin necesidad de enrollarlo primero en una bobina.
- 30 21. Planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** incluye, además, un sistema de control y de gestión de la temperatura del material a procesar, conectado operativamente a un freno electromagnético introducido en una lingotera, que forma parte del dispositivo de colada continua (1), así como conectado a termopares introducidos en las chapas de cobre de dicha lingotera y a escáneres térmicos dispuestos a lo largo de la planta, preferentemente a la salida del dispositivo de colada continua (1), del tren de desbaste (2), del primer horno de inducción (6.1), del segundo dispositivo de descascarillado (8) con agua, del segundo horno de inducción (6.2), del tren de acabado (3) y del puesto de enfriamiento (12, 12'), estando dicho sistema de control conectado operativamente también a todos los demás componentes de la planta que afectan activamente a la temperatura del material que se está procesando, tanto en el calentamiento (4.1, 4.2, 6.1, 6.2) como en el enfriamiento (5.2, 7, 8.2, 12, 12', 14, 14').
- 35 22. Proceso para la fabricación continua de flejes de acero laminados en caliente con un grosor mínimo de 0,3 mm por medio de una planta, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye la siguiente secuencia de etapas:
- 40 (a) colada continua (1) de desbastes delgados o medios con un grosor comprendido entre 40 y 150 mm;
 (b) laminado de desbaste (2) para obtener una palanquilla de transferencia en 3 a 5 pasadas;
 (c) primer calentamiento por inducción (6.1) de la palanquilla de transferencia;
 (d) descascarillado con agua (8.2);
 45 (e) segundo calentamiento por inducción (6.2) de la palanquilla de transferencia;
 (f) laminado de acabado (3) para obtener el fleje en 5 a 7 pasadas;
 (g) enfriamiento controlado (12; 12') del fleje; y
 (h) corte (10; 10') del fleje y su enrollado (9; 11) en una enrolladora;
- 50 en el que como mínimo las etapas (e) y (f), como mínimo hasta la tercera pasada, y preferentemente también las etapas (g) y (h), en la parte de enrollado, se realizan en una atmósfera protectora que es ligeramente oxidante, inerte o ligeramente reductora, en el que entre las etapas (a) y (b) se prevén las etapas adicionales de:
- 55 (a') calentamiento por inducción (4.1) de los bordes del desbaste;
 (a'') calentamiento por inducción (4.2) del resto de la superficie del desbaste;
 (a''') descascarillado con agua (5.2).
- 60 23. Proceso, según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** la etapa (h) es sustituida por el paso directo del fleje a una etapa de aplicación de un recubrimiento de protección (13) con posterior enrollado final.
- 65 24. Proceso, según la reivindicación 22 o 23, **caracterizado por que** en la etapa (b) la primera pasada (2.1) del laminado de desbaste (2) da como resultado una reducción del grosor del desbaste $\leq 20\%$.
25. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 24, **caracterizado por que** entre las etapas (c) y (d) se

prevé otra etapa (c') de ruptura mecánica (7) de la cascarilla.

- 5 26. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 25, **caracterizado por que** entre las etapas (g) y (h) se prevé otra etapa (g') de descascarillado mecánico (14; 14').
27. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 26, **caracterizado por que** entre las etapas (b) y (c) está dispuesta otra etapa de fabricación y de eliminación de chapas desbastadas (15, 16) en caso de problemas en la parte de la planta siguiente al laminado de desbaste (2).
- 10 28. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 27, **caracterizado por que** la etapa (a''') se realiza con una presión de agua inferior a 150 bar y/o la etapa (d) se realiza con una presión de agua de hasta 380 bar.
- 15 29. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 28, **caracterizado por que** la etapa (e) se realiza con una temperatura final tal que garantice que la etapa (f) se realiza totalmente en el campo austenítico.
30. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 29, **caracterizado por que** la etapa (a') se realiza en una banda de hasta 150 mm desde cada borde del desbaste y/o origina un aumento de la temperatura en esta banda de hasta 120 °C.
- 20 31. Proceso, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 30, **caracterizado por que** a la etapa (h) le sigue una etapa (i) de enfriamiento mediante líquido de la bobina en un depósito que contiene agua o una solución acuosa ligeramente oxidante.

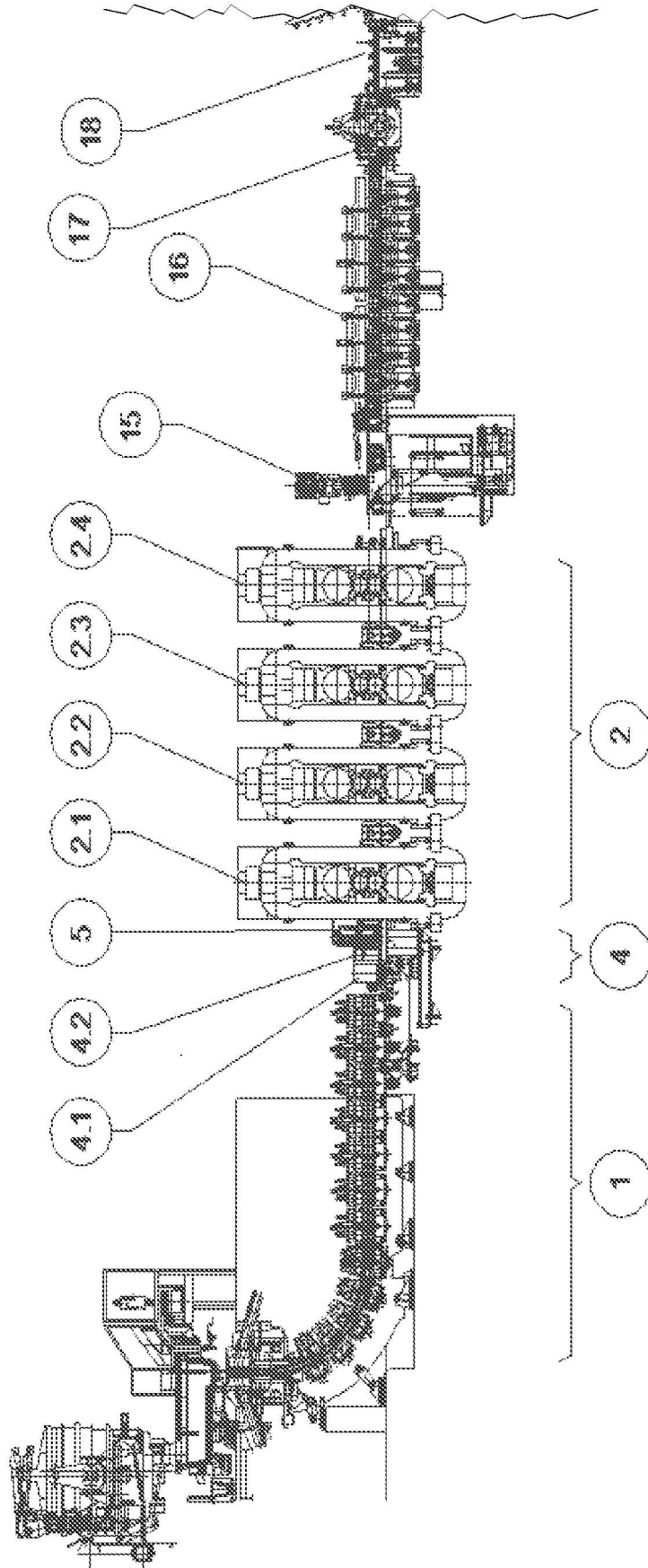


Fig.1a

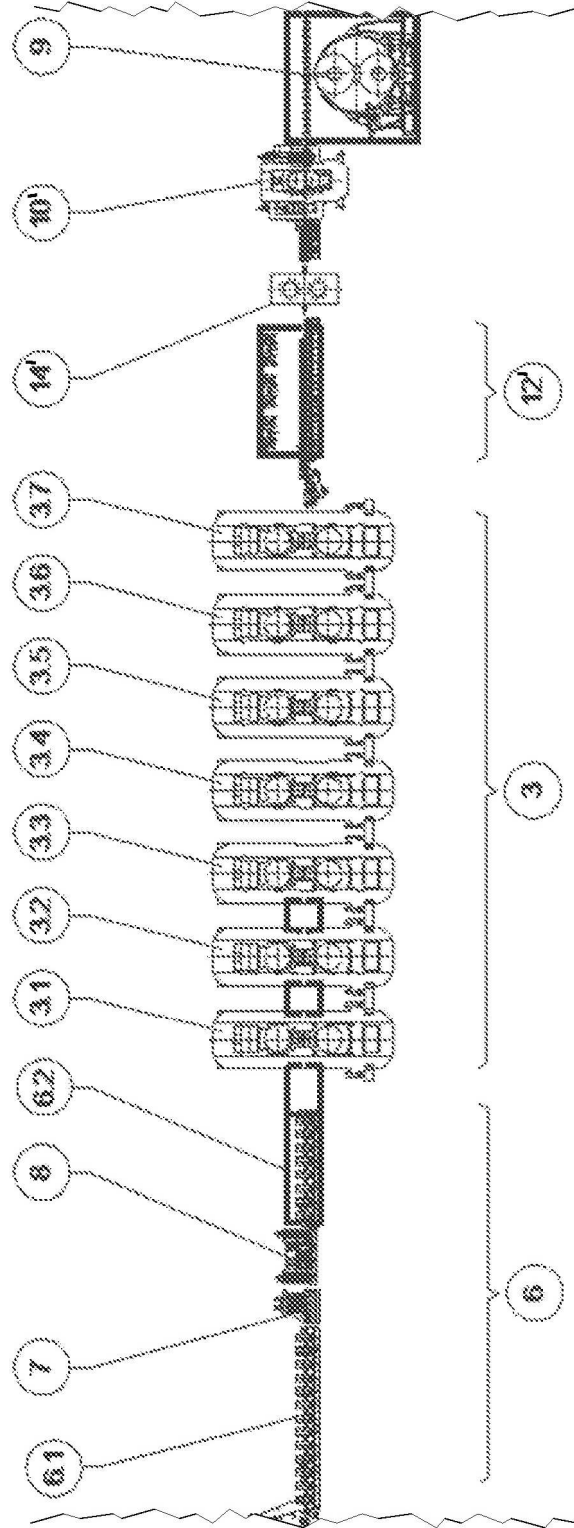


Fig. 1b

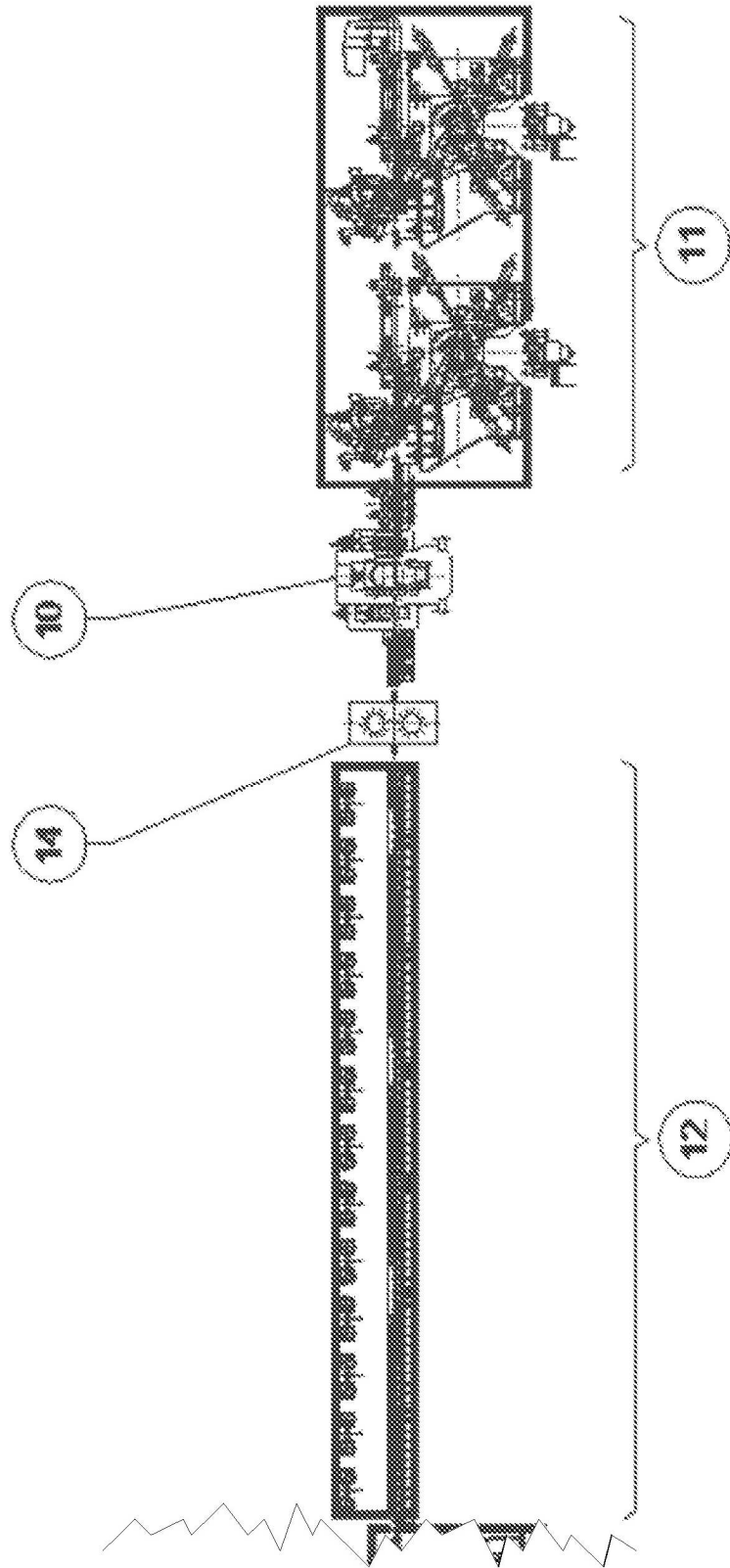


Fig.1c

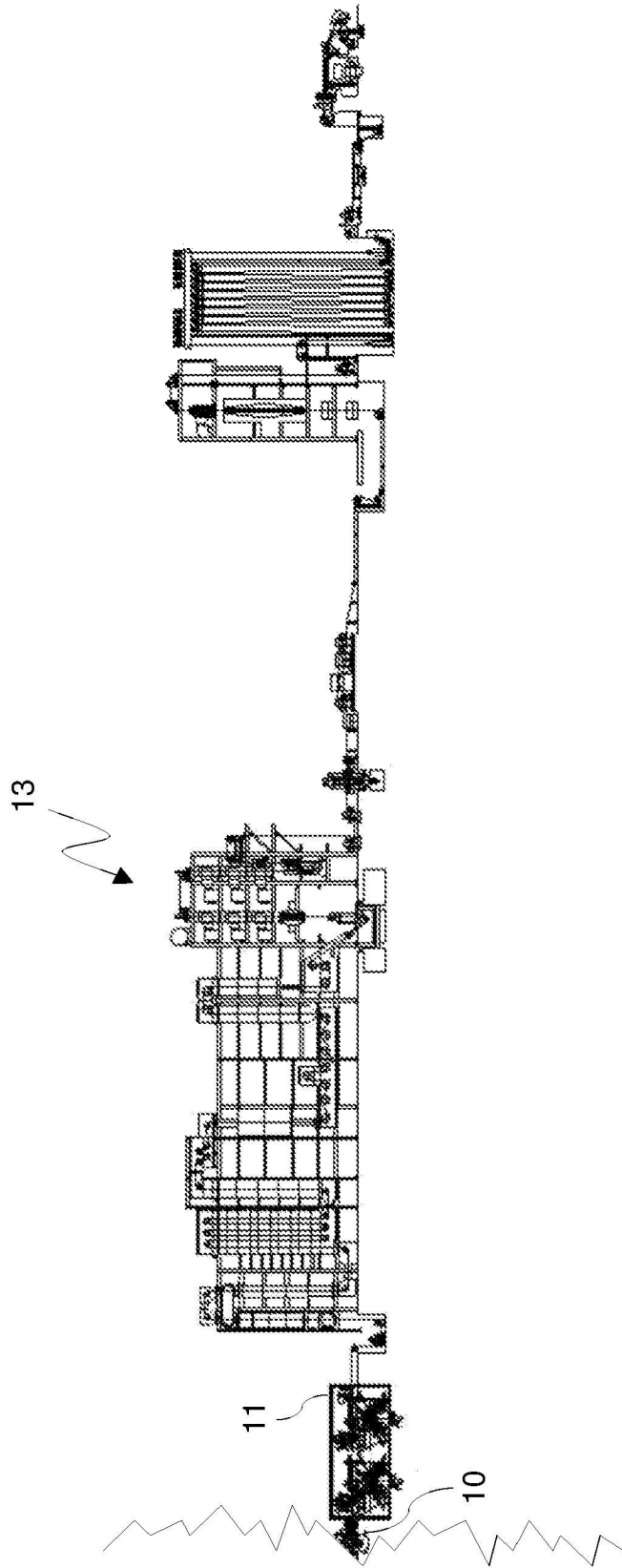


Fig.2

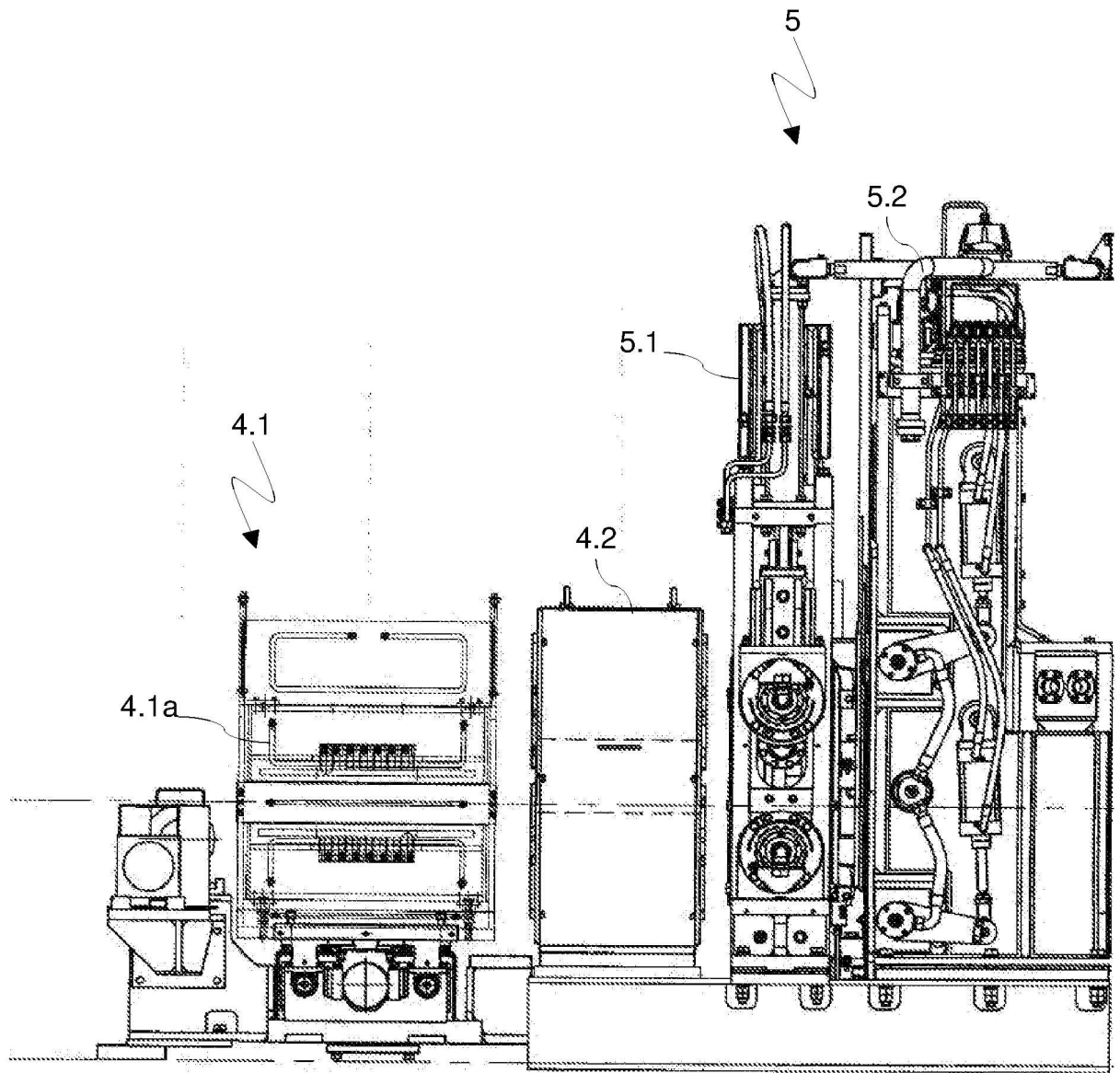


Fig.3

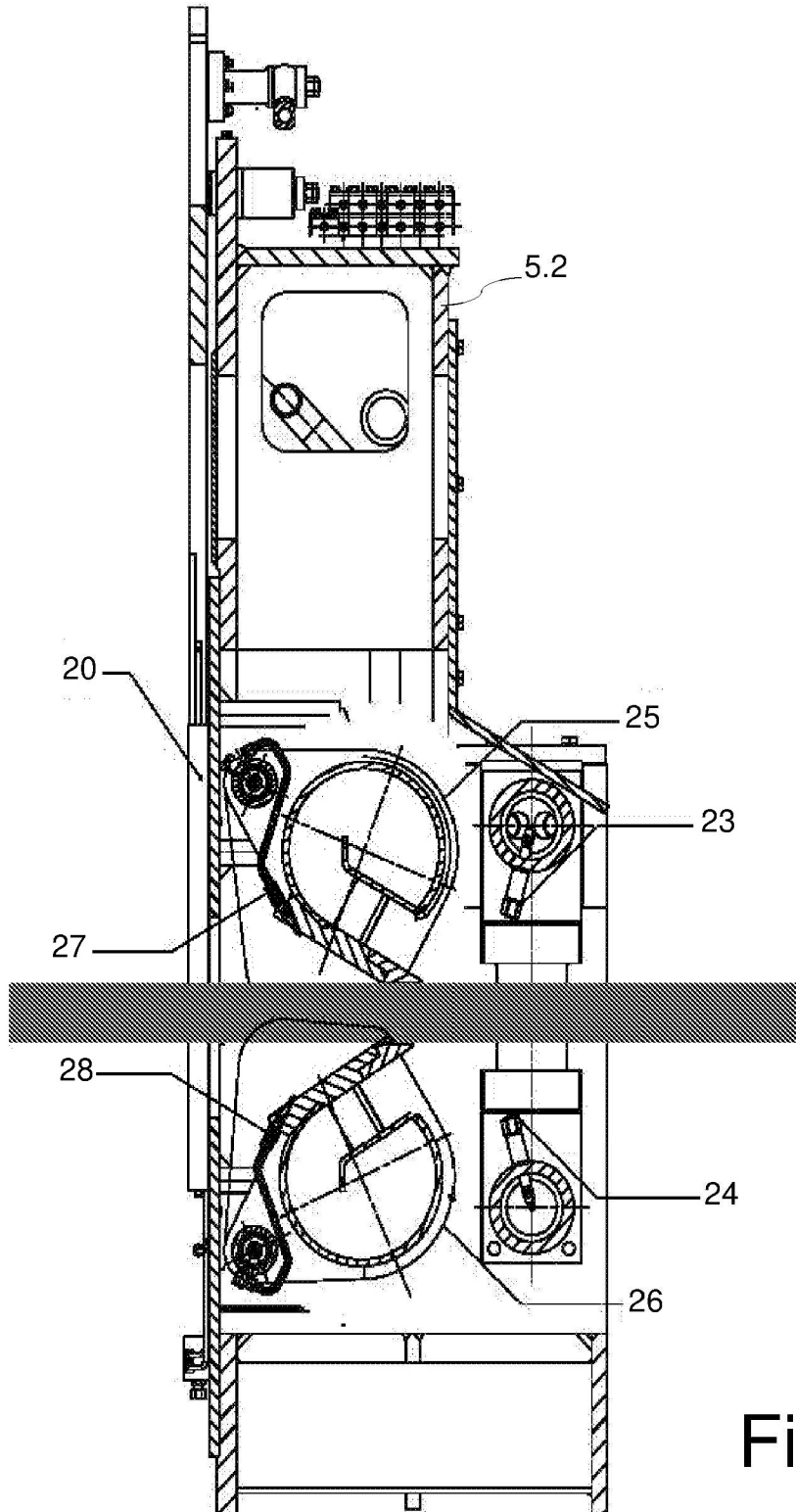


Fig.4

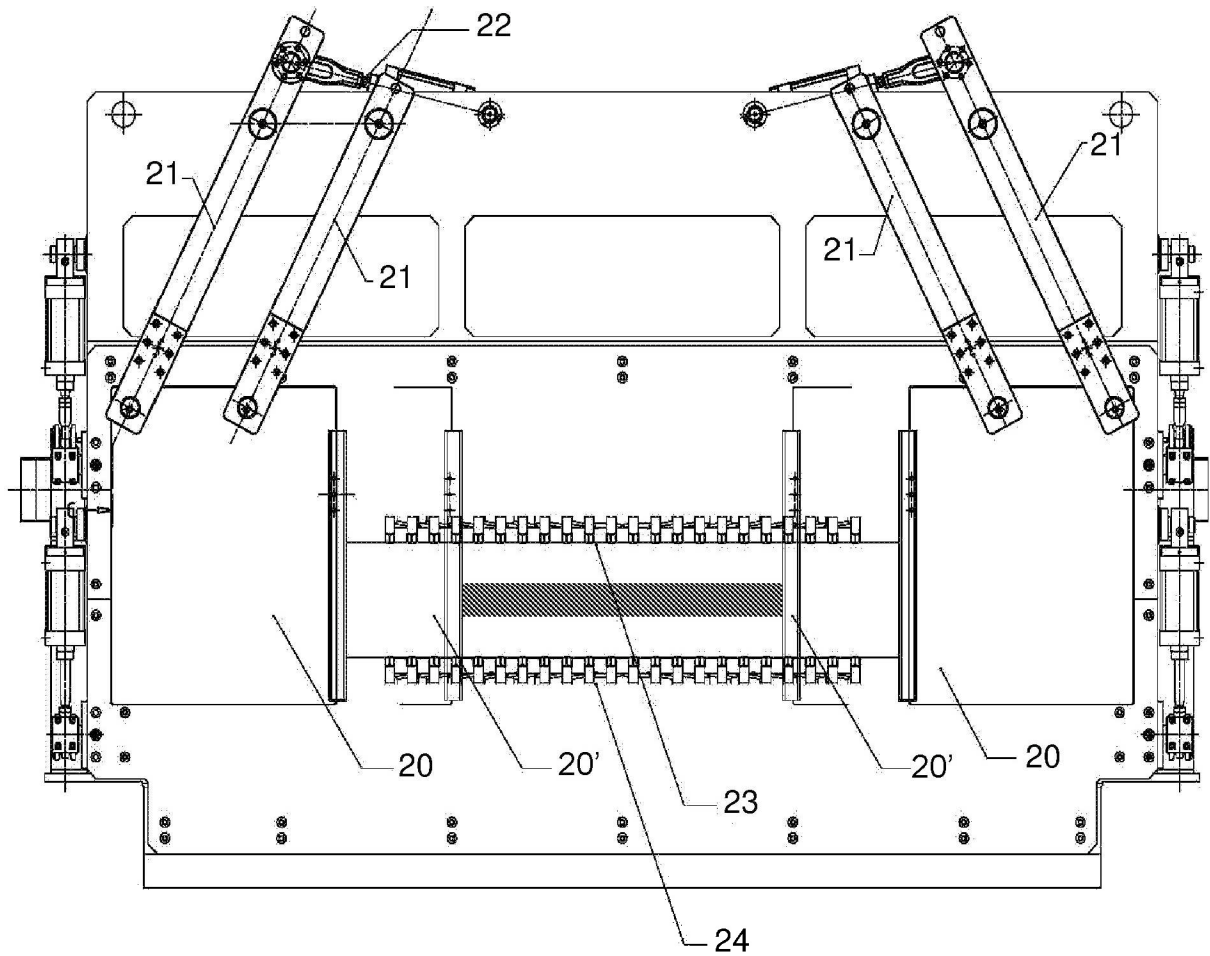


Fig.5

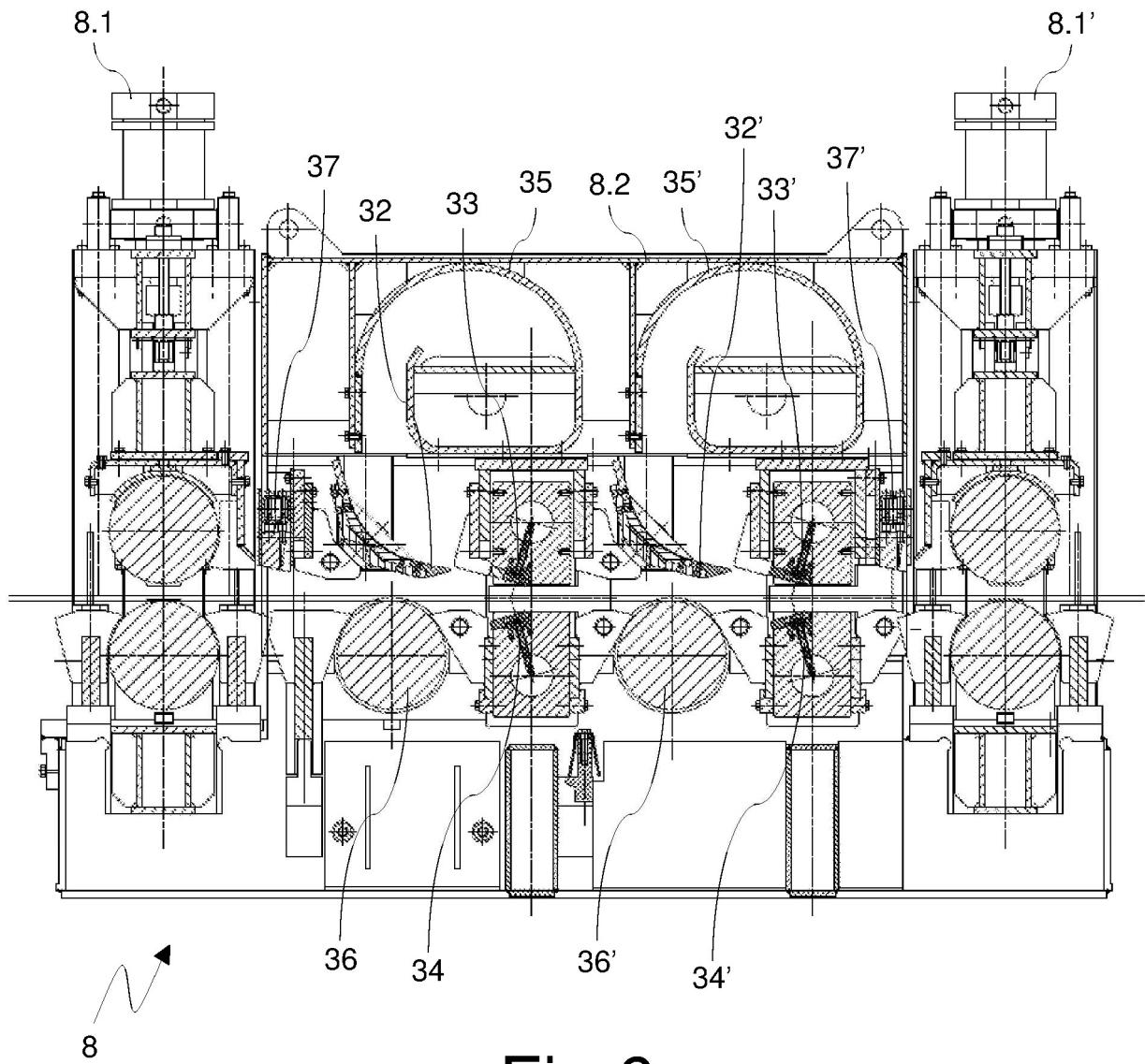


Fig.6

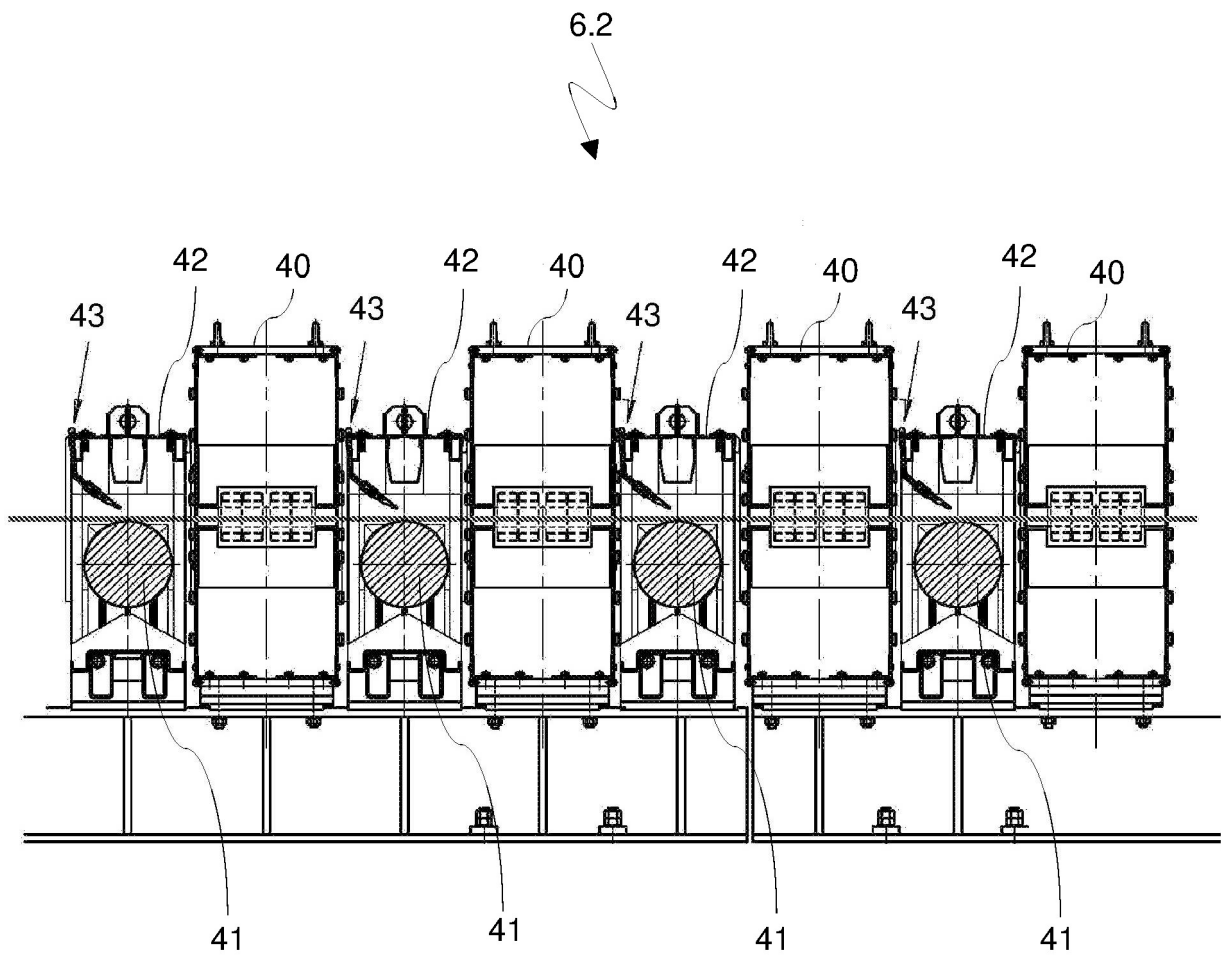


Fig.7

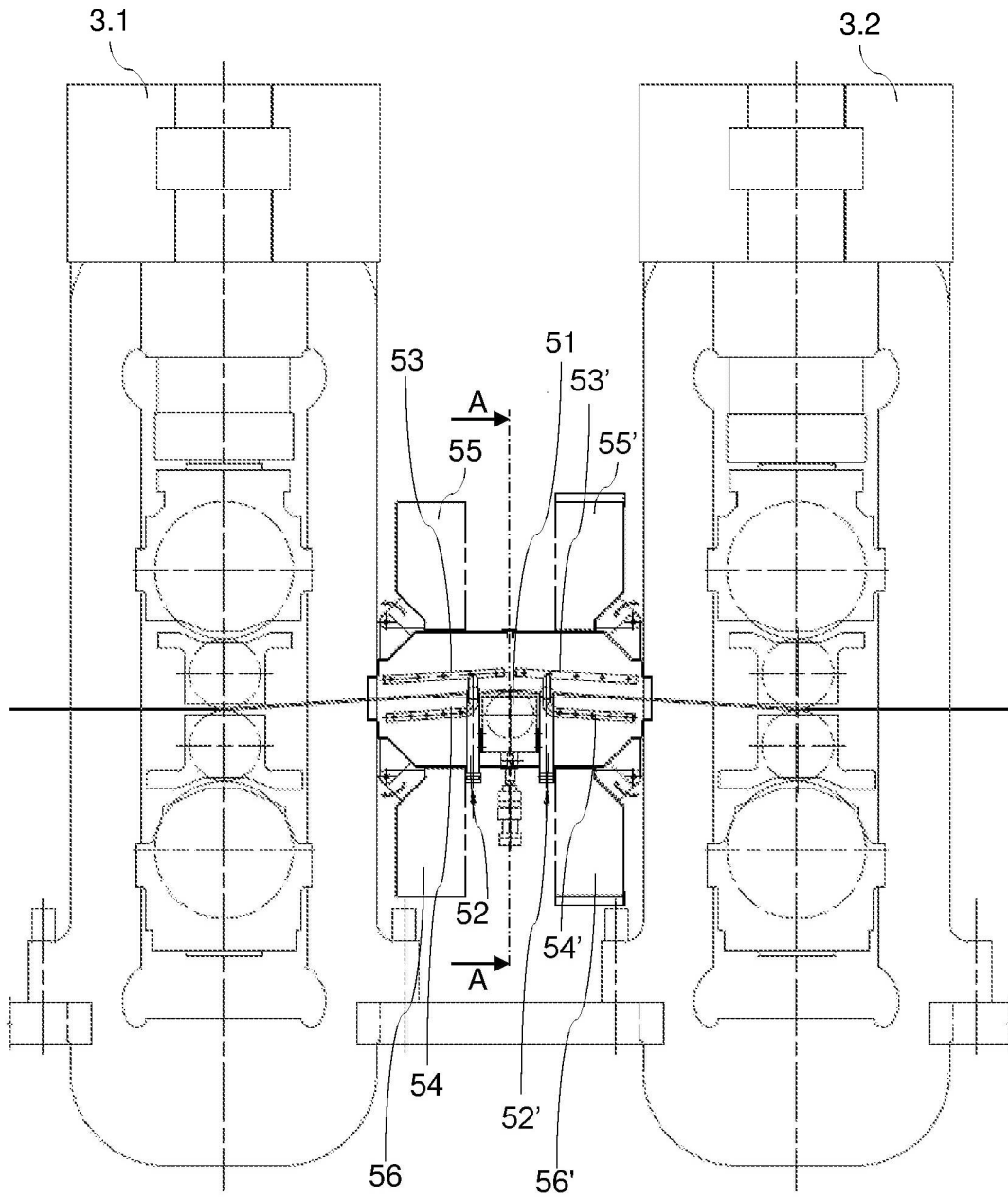


Fig.8

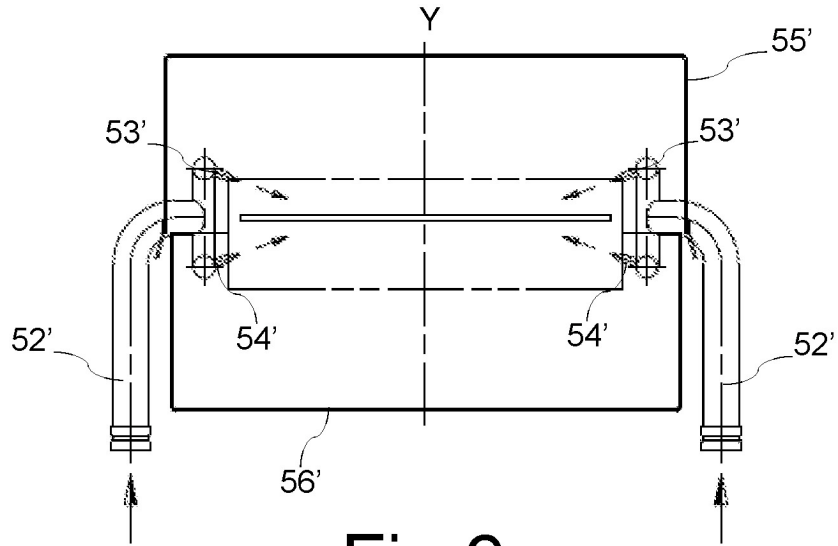


Fig.9

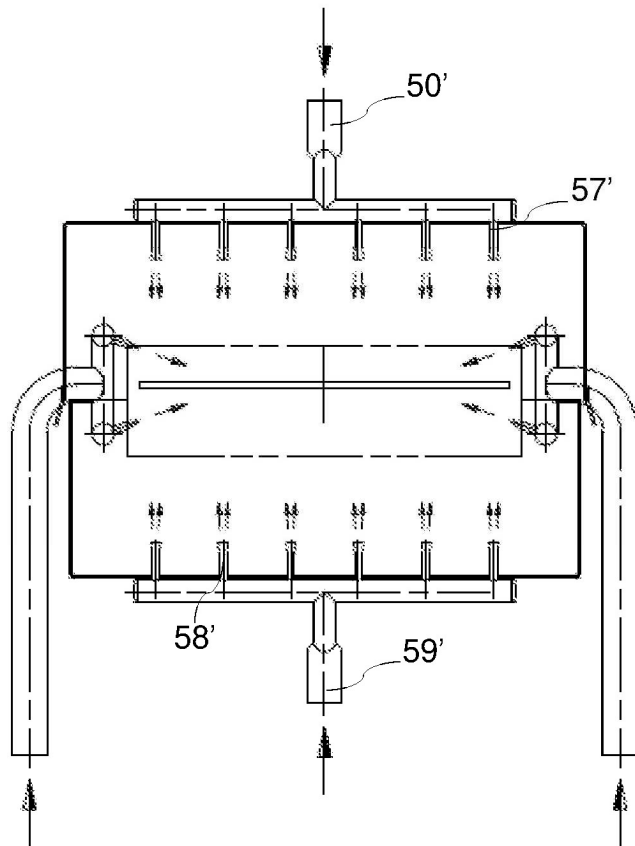


Fig.11

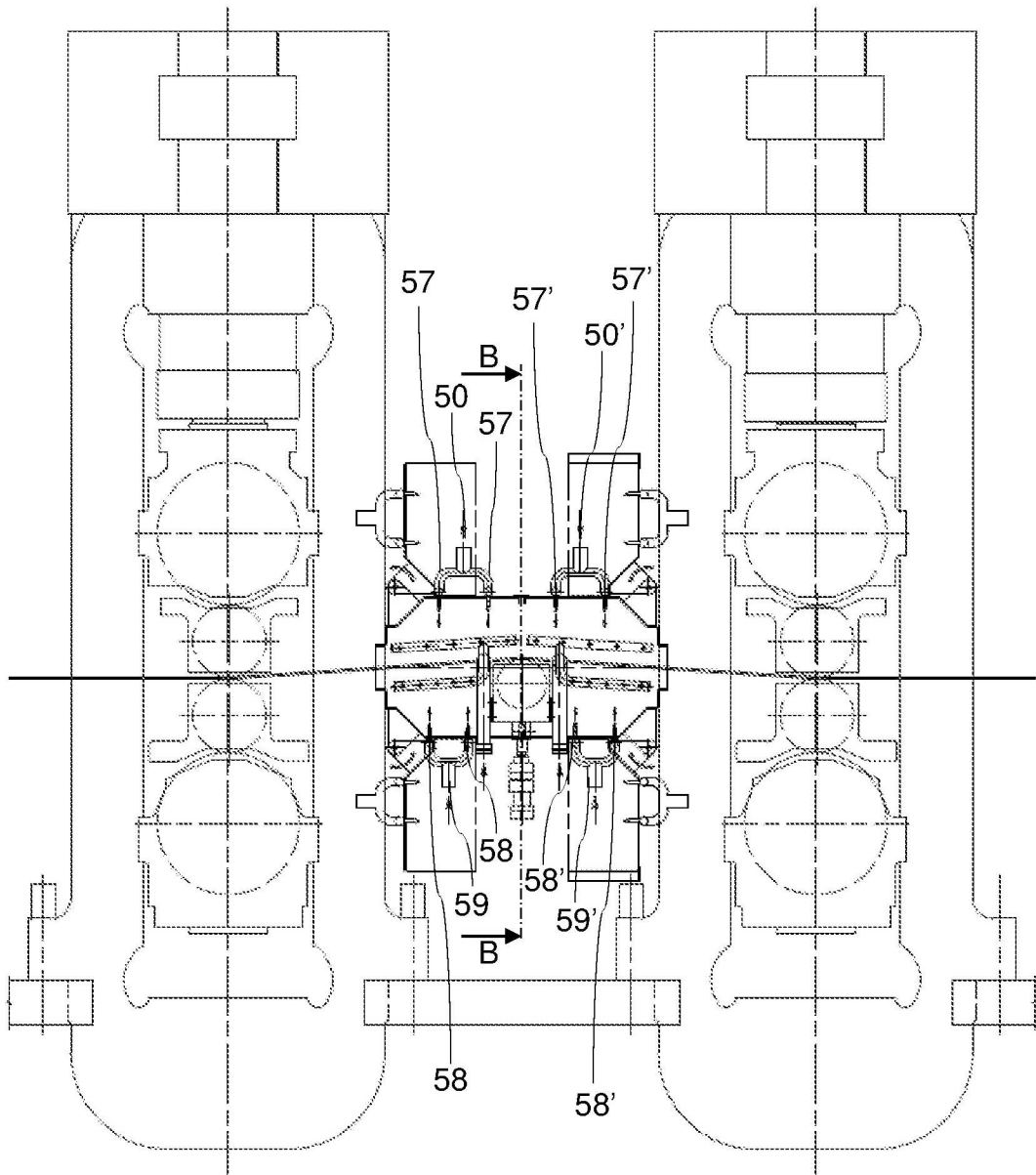


Fig.10

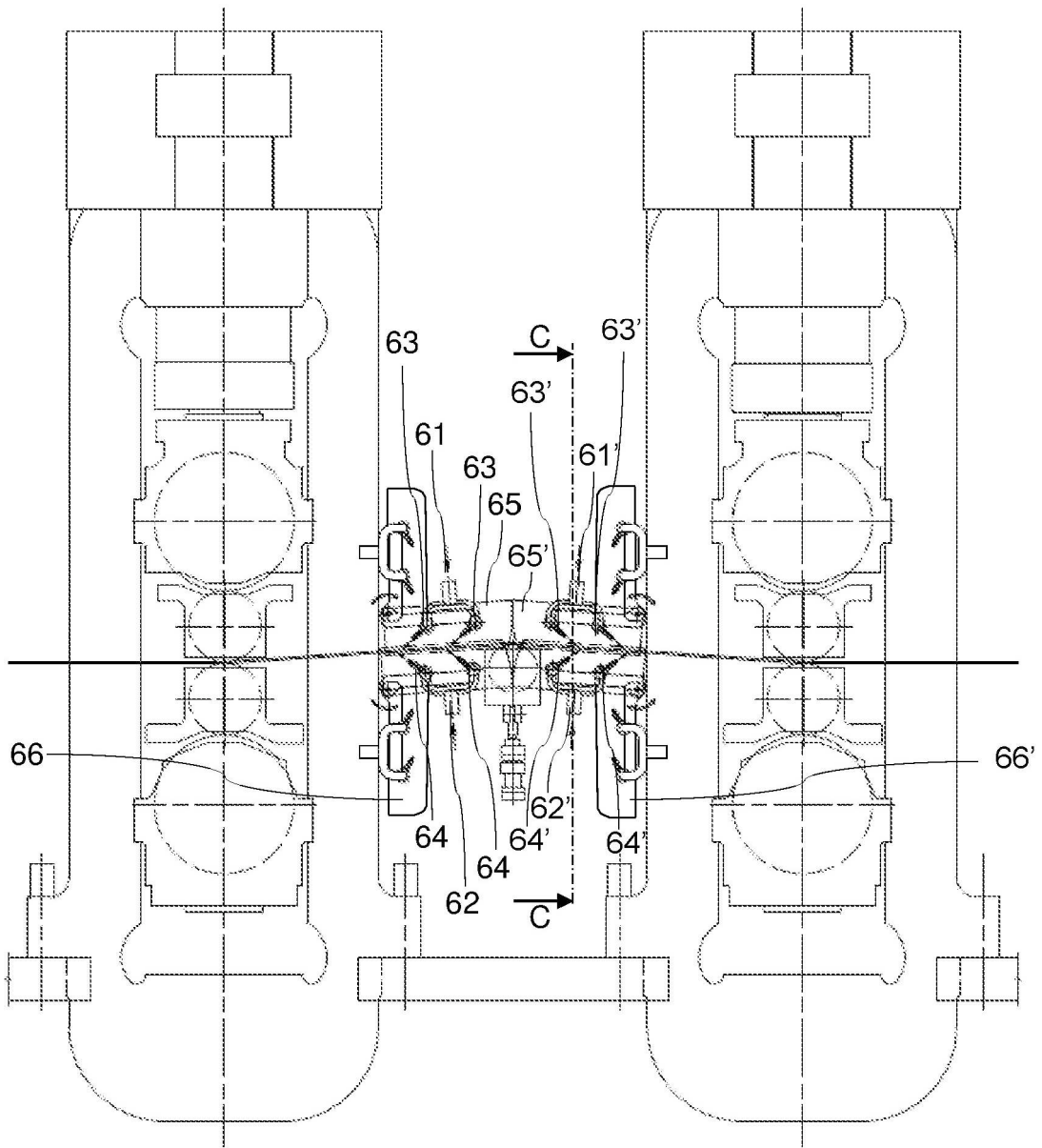


Fig.12

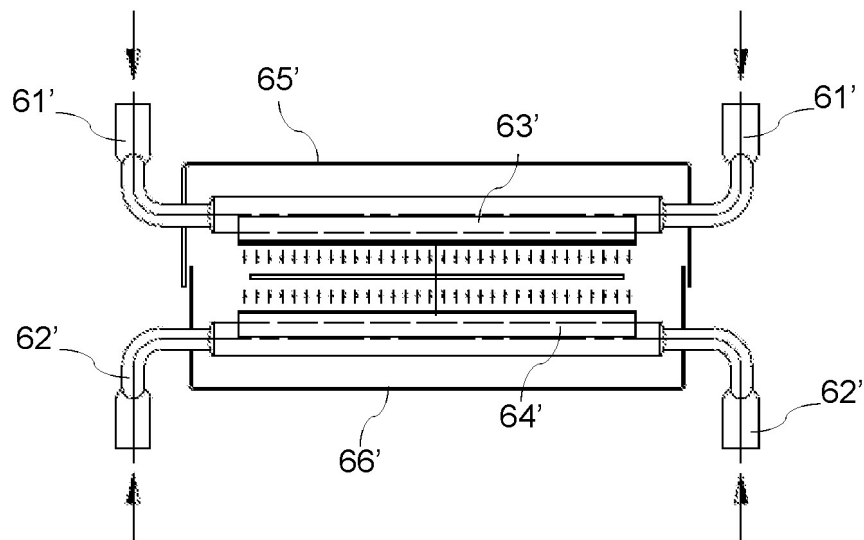


Fig.13

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 1558408 A
- EP 1868748 A
- EP 1909979 A
- EP 0946316 A
- EP 1011896 A
- EP 3154726 A
- US 9108234 B
- US 8479550 B
- US 2012043049 A
- DE 19936010