

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 609**

51 Int. Cl.:

C22F 1/00 (2006.01)

C22F 1/04 (2006.01)

C22F 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2017 PCT/EP2017/057051**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.09.2017 WO17162849**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2017 E 17714410 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2022 EP 3433394**

54 Título: **Procedimiento de conversión de alambión de metales no ferrosos y aleaciones de los mismos en alambre con alto alargamiento y en el estado recocido**

30 Prioridad:

25.03.2016 IT UA20162023

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

26.05.2022

73 Titular/es:

**PROPERZI, GIULIO (100.0%)
Via Pietro Cossa,1
20121 Milano, IT**

72 Inventor/es:

PROPERZI, GIULIO

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 912 609 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de conversión de alambión de metales no ferrosos y aleaciones de los mismos en alambre con alto alargamiento y en el estado recocido

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para convertir alambión de metales no ferrosos y aleaciones de los mismos que comienza a temperatura ambiente, en alambre con alto alargamiento y en el estado recocido. En aras de la simplicidad, a continuación se denominará "metal" al material del alambión y del alambre obtenido a partir del mismo, ya sea que este material esté constituido por un metal o este material esté constituido por

10 una aleación metálica.

[0002] Como se sabe, el procesamiento inicial del alambión de metales no ferrosos para uso eléctrico, en particular de cobre o aluminio, comúnmente conocido como la etapa de desbaste o simplemente desbaste, se lleva a cabo utilizando placas de matriz de múltiples etapas, tanto de alambre simple como de doble alambre, es decir, placas

15 de matriz que funcionan simultáneamente en dos alambiones en paralelo.

[0003] Para ETP o FRHC o cobre libre de oxígeno, las placas de matriz de desbaste se utilizan sustancialmente para reducir alambión de 8 mm de diámetro a un alambre con un diámetro comprendido en el intervalo de 2-1,5 mm.

20 **[0004]** El intervalo más utilizado está en torno a 2-1,8 mm de diámetro, debido al hecho de que los diámetros más pequeños, como resultado de las limitaciones intrínsecas de la máquina, reducen excesivamente la producción por hora.

25 **[0005]** Para el aluminio, el diámetro de partida más común, es decir, del alambión, es de 9,5 mm, que se reduce a un diámetro mínimo de aproximadamente 2,5 mm.

[0006] Las placas de matriz multietapa se componen sustancialmente de una serie de placas de matriz, alternadas con cabrestantes de trefilado. El alambre se reduce a un diámetro menor ya que tiene que pasar a través del orificio cónico de la placa de matriz bajo la tracción del cabrestante.

30

[0007] La deformación en frío producida por el trefilado reduce las dimensiones de las celdas de la red cristalina del metal, y produce siempre un efecto de endurecimiento del metal, es decir, un aumento de la carga de rotura con una drástica disminución simultánea del porcentaje de alargamiento.

35 **[0008]** En algunos casos, se persigue este efecto para aumentar la carga de rotura del alambre; sin embargo, en la mayoría de los casos, cuando el alambre necesita someterse a más procedimientos en frío, este efecto de endurecimiento significa que el alambre debe someterse a un tratamiento térmico de recocido ya que el alambre, por debajo de ciertos límites de alargamiento, deja de ser plástico y dúctil y se rompe bajo tensión y por lo tanto no es posible someterlo a procedimientos de deformación plástica.

40

[0009] La necesidad de recocer el alambre después del trefilado es más importante en el procesamiento de aleaciones de aluminio para usos mecánicos y de cobre que para el aluminio puro, conocido como "grado EC", ya que este, por lo general, no se procesa hasta fino o incluso diámetros capilares como ocurre con el cobre.

45 **[0010]** Para optimizar la producción, la práctica industrial es utilizar, en la línea de montaje después del trefilado, un horno de recocido para restaurar las características de la aleación de aluminio o del cobre al estado original, es decir, a una condición de alta trabajabilidad y ductilidad. Dado que existen demasiadas aleaciones de aluminio para usos mecánicos para describir el comportamiento de cada una, la presente descripción, aunque el procedimiento según la invención también puede aplicarse a las aleaciones de aluminio, considerará principalmente el cobre.

50

[0011] El horno de recocido en línea es básicamente un calentador y enfriador del alambre, que se lleva (generalmente por el efecto Joule) primero a la temperatura de recristalización durante un tiempo muy corto y a continuación se vuelve a la temperatura ambiente con un enfriamiento drástico. Este tratamiento se realiza en atmósfera controlada para evitar la oxidación de la superficie del alambre, que se produciría como consecuencia de la

55 alta temperatura.

[0012] Este tratamiento térmico anula el endurecimiento que sufrió el cobre durante la deformación en frío en la placa matriz, restaurando el alargamiento del alambre en torno al 35-40 %, pero tiene una influencia considerable en los costes de producción del alambre.

60

[0013] Solo a modo de ejemplo, una de las modernas placas de matriz monofilas de múltiples etapas más conocidas en el mercado, que puede convertir alambión con un diámetro de 8 mm de cobre ETP en un alambre con un diámetro de 2 mm a una velocidad de producción de 25 m/s, requiere la instalación de aproximadamente 350 kW de potencia para la placa de matriz y aproximadamente 220 kW para el horno de recocido. Teniendo en cuenta que se

65 suele utilizar aproximadamente el 70 % de la potencia instalada, se tiene un consumo real de 245 kWh para trefilado

y 154 kWh para el horno de recocido.

[0014] Con una tasa de producción por hora de aproximadamente 2,5 t/h, la operación de recocido requiere el consumo de energía eléctrica en torno a 150 kWh dividido por 2,5 t/h, es decir, alrededor de 60 kWh por cada tonelada de alambre producida.

[0015] Por lo tanto, en general, con un procedimiento tradicional de este tipo, se consume alrededor de 160 kWh de energía por tonelada de alambre producida.

10 **[0016]** El uso de un horno de recocido, necesario en las técnicas de producción convencionales, tiene una influencia considerable en los costes globales de producción, tanto por su amortización como por el coste de la energía necesaria para su funcionamiento, que se añade a la energía requerida para el trefilado.

15 **[0017]** El documento US 3 613 767 se refiere a la fundición de una barra que se envía a continuación a un laminador para producir un alambra que a continuación se trefila en un alambre.

[0018] El documento JP 2015/028903 ilustra una técnica para producir perfiles y alambres basada en el principio de extrusión continua.

20 **[0019]** El objetivo de la presente invención es concebir un procedimiento para convertir alambra de metales no ferrosos y aleaciones de los mismos en alambre con alto alargamiento y en el estado recocido, que permita reducir sensiblemente los costes generales de producción.

25 **[0020]** Dentro de este objetivo, un objeto de la invención es concebir un procedimiento que no requiera un horno de recocido y que, por lo tanto, elimine tanto el coste de compra como los costes de funcionamiento de este componente.

30 **[0021]** Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento que se pueda llevar a cabo con aparatos convencionales o con aparatos que se puedan derivar, con modificaciones que sean fáciles de llevar a cabo, de aparatos convencionales.

[0022] Este objetivo y estos y otros objetos que se harán más evidentes en lo sucesivo se logran mediante un procedimiento para convertir alambra de metales no ferrosos y aleaciones de los mismos en alambre con alto alargamiento y en el estado recocido, como se define en la reivindicación 1.

35 **[0023]** Las características y ventajas adicionales de la invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada a continuación de una realización preferida, pero no exclusiva, del procedimiento según la invención, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, donde:

40 La Figura 1 es una vista esquemática de una planta para llevar a cabo el procedimiento según la invención; las Figuras 2a y 2b son vistas transversales esquemáticas de los cilindros de laminación de dos unidades de laminación contiguas de un tipo de laminador que se pueden usar para llevar a cabo el procedimiento según la invención; las Figuras 3a y 3b son vistas transversales esquemáticas de los cilindros de laminación de dos unidades de laminación contiguas de otro tipo de laminador que se pueden usar para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

50 **[0024]** Con referencia a las figuras, el procedimiento según la invención se basa sustancialmente en el uso de al menos parte de la energía mecánica del laminado, que se proporciona al metal que se está trabajando con el fin de llevar a cabo la reducción del diámetro del mismo y que se convierte en energía térmica, con el fin de llevar el metal que se está trabajando al menos a la temperatura de recristalización cerca del final del procesamiento para reducir el diámetro. Más específicamente, en el procedimiento según la invención, la reducción del diámetro para pasar de alambra a alambre se logra mediante un procedimiento de deformación plástica y la temperatura del metal sometido a deformación plástica se controla para que, al final del procedimiento de deformación plástica, el alambre se encuentre a una temperatura mayor o igual que la temperatura de recristalización.

[0025] Preferentemente, el procedimiento de deformación plástica está adaptado para producir una reducción del área de la sección transversal del alambra de al menos un 85 %.

60 **[0026]** El procedimiento de laminación, combinado con el enfriamiento controlado del metal que se está laminando, lleva la temperatura, al final del procedimiento de laminación, al menos a la temperatura de recristalización del metal.

65 **[0027]** En la práctica, el procedimiento según la invención se basa en aprovechar, para el recocido del metal, la potencia del motor o motores que accionan las unidades de laminación del laminador y que se convierte en calor

dentro del metal que se está trabajando. En la técnica conocida, este calor se elimina por completo mediante el circuito de enfriamiento de las placas de matriz, que actualmente se utilizan para el desbaste, o de las unidades de laminación de los laminadores, mediante el uso, como un agente de enfriamiento, de una emulsión compuesta de agua y aceite mineral o sintético, o una formulación especial con un porcentaje de aceite generalmente comprendido entre el 1 % y el 5 % en peso calculado sobre el peso del agua.

[0028] El procedimiento según la invención, en cambio, utiliza un agente de enfriamiento en forma líquida con una formulación diferente, y un circuito de enfriamiento correspondiente que, sin embargo, puede controlar la extracción de calor del metal que se está trabajando elevando su temperatura en las etapas finales del laminado. Esta actividad de control de la extracción de calor, es decir, de la temperatura final del metal, es más fácil utilizando laminadores ya que las matrices de las placas de matriz utilizadas hoy en día están diseñadas para trabajar a bajas temperaturas.

[0029] En sustancia, el metal, en el procedimiento según la invención, durante el laminado, se trabaja a una temperatura que es más alta que en los procedimientos de laminado convencionales y que es suficiente para obtener la recrystalización cerca de la finalización de su reducción de diámetro en la transición de alambroón a alambre.

[0030] De esta manera, se obtiene un alambre con un endurecimiento mínimo, es decir, con un alto alargamiento, lo que evita cualquier necesidad de recocido antes de su posterior procesamiento.

[0031] Más específicamente, el agente de enfriamiento utilizado en los procedimientos de laminación convencionales, que también deben tener propiedades lubricantes en relación con los cilindros de laminación, juntas y otras partes de la máquina, suele ser una emulsión de agua y aceite de formulación específica en la que el aceite está presente en una cantidad comprendida entre el 1 % y el 5 % en peso con respecto a la cantidad de agua. En el procedimiento según la invención, el agente de enfriamiento también está constituido por una emulsión de aceite y agua, pero el aceite está presente en un porcentaje superior al 5 % y hasta un 25 % en peso con respecto a la cantidad de agua. Dado que el aceite tiene una capacidad de calor específica mucho menor que el agua, esta emulsión, que tiene una alta proporción de aceite, aproximadamente reduce la extracción de calor en línea con la relación entre la capacidad de calor específica del aceite y la capacidad de calor específica del agua, y proporcionalmente al porcentaje de aceite con respecto al porcentaje de agua.

[0032] Una planta para llevar a cabo el procedimiento según la invención se muestra esquemáticamente en la Figura 1 y se designa generalmente con el número de referencia 1.

[0033] Un alambroón 2, que se origina a partir de una bobina 3, entra en un laminador 4 donde experimenta la reducción de diámetro hasta que se convierte en alambre, designado con el número de referencia 2a, y donde, como se ha explicado anteriormente, se somete a un calentamiento que lleva su temperatura, en las etapas finales del laminado, al menos a la temperatura de recrystalización. El alambre 2a, en la salida del laminador 4, entra en una cámara 5 con una atmósfera controlada no oxidante donde sigue una sección guiada por poleas 6 y, en el punto de salida de la cámara 5, se enfría en un tubo 7 en el que una emulsión de enfriamiento fluye a alta velocidad. En la salida del tubo 7, el alambre 2a se recoge, de una manera en sí conocida, en un recipiente 8 mediante una bobinadora 9 cuya velocidad está sincronizada con la del laminador 4 mediante un sensor 10.

[0034] El laminador utilizado para llevar a cabo el procedimiento según la invención está constituido por un laminador con unidades de laminación dispuestas en línea, es decir, en secuencia, preferentemente un laminador de precisión multietapa adaptado para laminar diámetros pequeños de ≤ 2 mm, por ejemplo, pero no exclusivamente, un laminador del tipo Micro Rolling Mill fabricado por Continuus-Properti S.p.A.

[0035] Las Figuras 2a y 2b muestran dos unidades de laminación, de un laminador que se puede utilizar para llevar a cabo el procedimiento según la invención, dispuestas en secuencia entre sí a lo largo de la trayectoria seguida por el metal durante el laminado. En cada unidad de laminación, los cilindros de laminación 11, tres por unidad y distribuidos alrededor del eje del alambroón 2, se conectan, mediante ruedas dentadas 12, a un eje de transmisión 13, que, a su vez, está conectado a una transmisión de ruedas dentadas 14 mediante una junta 15. La transmisión de ruedas dentadas 14 está conectada a un motor, convencional y no mostrado en aras de la simplicidad, que acciona las diversas unidades de laminación. Como se puede ver, los cilindros de laminación de la unidad de laminación que se muestra en la Figura 2a están contorneados para obtener, para el alambroón 2, una sección transversal triangular con vértices redondeados, mientras que los cilindros de laminación de la unidad de laminación que se muestra en la Figura 2b están contorneados para obtener, para el alambroón 2, una sección transversal circular o redonda. Las unidades de laminación del laminador están dispuestas de manera que produzcan progresivamente una deformación de la sección transversal del alambroón en una secuencia triángulo-círculo-triángulo hasta el círculo final.

[0036] Las Figuras 3a y 3b muestran dos unidades de laminación de un tipo diferente, también de un laminador que se puede utilizar para llevar a cabo el procedimiento según la invención, dispuestas en secuencia entre sí a lo largo de la trayectoria seguida por el metal durante el laminado. En este caso, cada unidad de laminación está compuesta por dos cilindros de laminación 21a, 21b mutuamente opuestos entre los cuales se hace pasar el

alambrón 2. En la unidad de laminación que se muestra en la Figura 3a, los cilindros de laminación 21a están conectados mutuamente mediante ruedas dentadas 22a y se conectan, mediante una junta 23a, a una transmisión de rueda dentada 25a que está conectada, a su vez, a un motor 24a. En la unidad de laminación que se muestra en la Figura 3b, los cilindros de laminación 21b se conectan, mediante ruedas dentadas 22b, a un eje de transmisión 25b, que, a su vez, está conectado a un motor correspondiente 24b mediante una junta 23b. Como se puede ver, en este caso, los cilindros de laminación de la unidad de laminación que se muestra en la Figura 3a están contorneados para obtener, para el alambrón 2, una sección transversal elíptica, mientras que los cilindros de laminación de la unidad de laminación que se muestra en la Figura 3b están contorneados para obtener, para el alambrón 2, una sección transversal circular o redonda. Las unidades de laminación del laminador están dispuestas de manera que produzcan progresivamente una deformación de la sección transversal del alambrón en una secuencia elipse-círculo-elipse hasta el círculo final.

[0037] La distribución del agente de enfriamiento en las diversas unidades de laminación se minimiza y puede ser pulsada y/o sinusoidal, es decir, el caudal de la emulsión puede ajustarse de cero al máximo y puede variar a voluntad a lo largo de los intervalos de tiempo; por ejemplo, puede pasar de cero al máximo en 2 segundos y a continuación volver a cero en otros 2 segundos, reduciendo así a la mitad el caudal medio de emulsión en la unidad de tiempo. Esta tendencia permite no dañar los cilindros de laminación, ya sean de acero, de carburo o de cerámica, y/o las demás partes mecánicas, y al mismo tiempo reducir a voluntad, en una amplia gama de posibilidades, el calor extraído del metal. Dado que $C = K \cdot P \cdot \Delta T$, donde C son las calorías eliminadas, P el caudal de la emulsión, ΔT el incremento de temperatura entre la emulsión en el punto de suministro y la emulsión en el punto de salida y K es la capacidad de calor específica de la emulsión, será necesario reducir K, como se ha explicado anteriormente, aumentando el porcentaje de aceite en la emulsión, con respecto a la técnica conocida, y minimizando el caudal de la misma.

[0038] Un segundo procedimiento de distribución de la emulsión es controlarla de manera diferente de unidad de laminación a unidad de laminación; por ejemplo, utilizando un mayor caudal de emulsión en las primeras unidades de laminación y reduciéndolo al mínimo en las unidades de laminación finales, o viceversa.

[0039] De esta manera, se obtiene una acción lubricante suficiente de la emulsión y, al mismo tiempo, se minimiza la acción de enfriamiento, lo que asegura que la mayor parte de la potencia del motor o motores que accionan las unidades de laminación contribuya a aumentar la temperatura del metal que se está trabajando.

[0040] Al controlar el enfriamiento proporcionado por la emulsión, correlacionado con la velocidad de salida, que en la realización preferida está entre 25 y 30 m/s, y correlacionado con la potencia absorbida del motor, puede producir un alambre de 2 mm de diámetro después de la última unidad de laminación a la temperatura de recristalización deseada mayor o igual a 250 °C.

[0041] La emulsión, según las necesidades, se puede distribuir a todas las unidades de laminación o sólo a una parte de ellas. Además, la emulsión se puede distribuir en forma atomizada.

[0042] Opcionalmente, la emulsión utilizada para controlar la temperatura del metal sometido a laminación puede aditarse con un porcentaje de alcohol etílico, metílico o isopropílico comprendido entre el 1 % y el 3 % calculado sobre el peso total de la emulsión, con el fin de aprovechar la propiedad de tales alcoholes de combinarse con el oxígeno disolviendo químicamente así la oxidación de la superficie del alambre, si es de cobre.

[0043] En las pruebas realizadas también se ha descubierto que el alambre debe permanecer a una temperatura al menos igual a la temperatura de recristalización durante el tiempo necesario para obtener una recristalización suficiente para asegurar que el alambre tenga un alargamiento del 35 % o más antes de ser enfriado. El tiempo necesario es de al menos 1/5 de segundo y se obtiene haciendo que el alambre se desplace por una trayectoria entre las poleas de transmisión 6 ubicadas en la cámara 5 con la atmósfera controlada no oxidante.

[0044] El alambre en la salida de la cámara con atmósfera controlada 5 es finalmente enfriado en el tubo 7 por medio de una emulsión que puede estar constituida por la misma emulsión utilizada para controlar la temperatura en el laminador 4. Por enfriamiento en el tubo 7, la temperatura del alambre se lleva por debajo de la temperatura de oxidación.

[0045] Si el alambre producido se va a vender más por razones estéticas que tecnológicas, dado que mediante el laminado se pueden obtener tolerancias de redondeo iguales a ± 1 %, a continuación después de enfriar pero aún en la línea de procedimiento se puede ejecutar un pequeño pase de laminación en superficie con un ligero porcentaje de reducción de área inferior al 5 %, para obtener un excelente acabado superficial con sólo una mínima reducción del porcentaje de alargamiento.

[0046] Únicamente a modo de ejemplo, a continuación se muestran dos ejemplos de ejecución del procedimiento según la invención, en comparación con un procedimiento convencional ejecutado con una moderna placa de matriz monofilar de múltiples etapas para convertir alambrón con un diámetro de 8 mm de cobre ETP en un

alambre con un diámetro de 2 mm a una velocidad de producción de 25 m/s.

Ejemplo 1:

- 5 **[0047]** Se llevó a cabo una primera prueba de aplicación del procedimiento según la invención con una planta del tipo que se muestra en la Figura 1, utilizando como laminador un Micro Rolling Mill producido por Continuus-Properti SpA de Milán, Italia equipado con un desbobinador de alambón, un circuito para la emulsión de enfriamiento, un motor único de 250 kW para accionar el laminador y una bobinadora Niehoff para recoger el alambre.
- 10 **[0048]** El tipo de laminador utilizado tiene ocho unidades de laminación, cada una con tres cilindros con un diámetro teórico de 170 mm. La secuencia de laminación acepta alambón de cobre de 8 mm de diámetro, y con etapas triángulo-círculo-triángulo lo reduce a 2 mm de diámetro en salida. Se utilizó alambón de cobre ETP estándar, de 8 mm de diámetro adquirido en el mercado europeo.
- 15 **[0049]** En la salida del laminador, una serie de seis poleas de transmisión forzaban el alambre a lo largo de un recorrido de aproximadamente 6 m en una cámara con atmósfera controlada no oxidante, antes de entrar en un tubo de enfriamiento alimentado por la misma emulsión de enfriamiento que el laminador. A continuación, el alambre se enrolló de una manera conocida.
- 20 **[0050]** Después de algunas pruebas para estabilizar las operaciones, se laminó alambón de 8 mm de diámetro, alcanzando un diámetro final de 2 mm a 25 m/s, equivalente a unos 2.500 kg/h, con emulsión proporcionada alternativamente a todas las unidades de laminación impares y después de dos segundos a las unidades de laminación pares; es decir, cada unidad de laminación recibió emulsión durante dos segundos a razón de 10 l/min, alternados con dos segundos sin emulsión. El porcentaje de aceite sintético en el agua para formar la emulsión se mantuvo entre
- 25 el 10 % y el 11 %. El alargamiento del alambre recogido en la bobina se mantuvo constantemente por encima del 40 %, mientras que para un procesamiento de placa de matriz convencional similar se obtendría un alargamiento ≤ 5 % antes del recocido.
- [0051]** Como se mencionó anteriormente, el consumo total de energía de una placa de matriz más un horno de recocido, es decir, utilizando un procedimiento de tipo convencional, está en torno a 160 kWh por tonelada de alambre producida, según los datos de las propuestas de los fabricantes y los datos de funcionamiento recopilados.
- [0052]** El nuevo procedimiento llevado a cabo utilizando un modelo de laminador Micro Rolling Mill permitió un ahorro de energía promedio durante las pruebas de alrededor del 50 %, ya que se produjo un consumo de solo 83-85 kWh por tonelada de alambre producida.
- 35

Ejemplo 2:

- [0053]** En una segunda prueba, realizada con la misma planta utilizada en el ejemplo 1, se laminó el mismo alambón a la misma velocidad que en el ejemplo 1 y con el mismo diámetro final. En esta segunda prueba, la emulsión se distribuyó uniformemente a todas las unidades de laminación pero a alta presión y utilizando pulverizadores que atomizaban la emulsión propiamente dicha. El punto de equilibrio que produjo (como en la primera prueba) alambre de 2 mm de diámetro con un alargamiento del 40 % se alcanzó con un caudal total de emulsión igual a 45 l/min en las ocho unidades de laminación. En las últimas cuatro unidades de laminación se utilizaron cojinetes de alta
- 45 temperatura.
- [0054]** El consumo total de energía, en esta segunda prueba también, se descubrió que seguía siendo muy ventajoso con respecto a los procedimientos de la técnica conocida, estabilizándose a alrededor de 85 kWh por tonelada de alambre producida.
- 50 **[0055]** En la práctica se ha descubierto que el procedimiento según la invención logra completamente el objetivo establecido ya que, al eliminar la necesidad de utilizar un horno de recocido, permite reducir sensiblemente los costes de producción del alambre.
- 55 **[0056]** Con el procedimiento según la invención, no solo se ahorra la potencia para el horno de recocido, sino que también se obtiene un ahorro en el procedimiento de deformación plástica del metal, ya que la deformación por laminación requiere menos energía que la que se obtiene a través de una serie de matrices y esto se debe a la diferencia intrínseca en la deformación de los cristales metálicos en los dos tipos de deformación, y también porque elevar la temperatura del metal significa que se requiere menos energía para la deformación durante el laminado.
- 60 **[0057]** El procedimiento según la invención también aporta una ventaja medioambiental; de hecho, el circuito de agua industrial que enfría la emulsión y la torre de enfriamiento correspondiente también libera una cantidad de calor en el ambiente que se reduce prácticamente a la mitad con respecto a una planta con placa de matriz y horno de recocido.
- 65

[0058] Otra ventaja del procedimiento según la invención es que permite llevar a cabo el desbaste de alambón no ferroso con plantas más compactas y silenciosas.

5 **[0059]** Aunque la invención se ha descrito predominantemente con referencia al procesamiento de cobre, también se puede utilizar para procesar aleaciones de aluminio mediante el control de la temperatura del metal para obtener, al final del procedimiento de deformación plástica del metal, alambre con el diámetro deseado a partir de alambón, un alambre con una temperatura mayor o igual que la temperatura de recristalización del metal que se está trabajando.

10 **[0060]** El procedimiento así concebido admite numerosas modificaciones y variaciones, todas las cuales se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Así, por ejemplo, en lugar de usar cilindros de laminación motorizados, se pueden usar cilindros de laminación inactivos alternados con cabrestantes motorizados que arrastran el alambre que se está trabajando. La deformación plástica del metal con el fin de obtener la reducción deseada de diámetro en la transición de alambón a alambre, en última instancia, también se puede implementar con
15 placas de matriz siempre que se modifiquen con respecto a las placas de matriz convencionales, que están diseñadas para trabajar a bajas temperaturas, de modo que, en la etapa final de la deformación plástica, se alcance una temperatura que sea al menos igual a la temperatura de recristalización del metal que se está trabajando.

20 **[0061]** Asimismo, todos los detalles pueden ser sustituidos por otros elementos técnicamente equivalentes.

[0062] Las descripciones en la solicitud de patente italiana n.º 102016000031451 (UA2016A002023) de la cual esta solicitud reivindica prioridad se incorporan en esta invención como referencia.

25 **[0063]** Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación vayan seguidas de signos de referencia, estos signos de referencia han sido incluidos con el único propósito de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y, por consiguiente, tales signos de referencia no tienen ningún efecto limitativo en la interpretación de cada elemento identificado a modo de ejemplo por tales signos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de conversión de alambón de metales no ferrosos y aleaciones de los mismos, comenzando a temperatura ambiente, en alambre con alto alargamiento y en el estado recocido, sin usar un horno de
5 recocido, en el que la reducción de diámetro para pasar del alambón a alambre se lleva a cabo mediante un procedimiento de deformación plástica y en el que al menos parte de la energía mecánica, proporcionada al metal que se está trabajando para llevar a cabo la reducción de diámetro del mismo, se convierte en energía térmica para recocido del metal, donde la temperatura del metal sometido a deformación plástica se controla para que, al final del procedimiento de deformación plástica, el alambre se encuentre a una temperatura mayor o igual que la temperatura
10 de recristalización, llevándose a cabo la reducción de diámetro para pasar de alambón a alambre mediante un procedimiento de laminación, controlando el enfriamiento del metal que se está laminando para llevar su temperatura, al final del procedimiento de laminación, a dicha temperatura que es mayor o al menos igual que la temperatura de recristalización del metal, controlándose el enfriamiento del metal que se está laminando utilizando como agente de enfriamiento en el procedimiento de laminado una emulsión de aceite emulsionable sintético y agua con un porcentaje
15 de aceite emulsionable sintético comprendido entre el 5 % y el 25 % con respecto a la cantidad de agua.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho procedimiento de deformación plástica está adaptado para producir una reducción del área de la sección transversal del alambón al menos igual al
20 85 %.
3. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alambón sometido al procedimiento de deformación plástica está hecho de ETP o FRHC o cobre libre de oxígeno y **porque** la temperatura del alambre al final del procedimiento de deformación plástica es de al menos 250 °C.
- 25 4. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** el alambón sometido al procedimiento de deformación plástica está hecho de aluminio o aleación de aluminio y la temperatura del alambre al final del procedimiento de deformación plástica es al menos igual a la temperatura de recristalización del material que constituye el alambón.
- 30 5. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el procedimiento de laminación se lleva a cabo mediante un laminador (4) compuesto por unidades de laminación dispuestas en sucesión, distribuyéndose dicha emulsión a todas las unidades de laminación.
6. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el procedimiento
35 de laminación se lleva a cabo mediante un laminador (4) compuesto por unidades de laminación dispuestas en sucesión, distribuyéndose dicha emulsión a parte de dichas unidades de laminación.
7. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha emulsión se distribuye de manera pulsada a al menos parte de dichas unidades de laminación.
40 8. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha emulsión se distribuye de manera pulsada a al menos parte de dichas unidades de laminación con un período de pulsación variable.
- 45 9. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha emulsión se distribuye a al menos parte de dichas unidades de laminación en forma atomizada.
10. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alambre, después del procedimiento de laminación, se mantiene en una atmósfera no oxidante durante un tiempo
50 preestablecido.
11. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alambre, después del procedimiento de laminación, se mantiene en una atmósfera no oxidante durante un tiempo igual a al menos 1/5 de segundo.
55 12. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alambre, después del
procedimiento de laminación, se somete a enfriamiento para llevar su temperatura por debajo de la temperatura de
60 oxidación.
13. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alambre, después del procedimiento de laminación, se somete a enfriamiento para llevar su temperatura por debajo de la temperatura de oxidación, a una temperatura que es adecuada para un pequeño pase de laminación en superficie.
65

14. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alambre, después de dicho procedimiento de laminación, se somete a una etapa de trefilado de acabado de superficie.

15. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicho
5 enfriamiento del alambre, después del procedimiento de laminación, se lleva a cabo mediante la misma emulsión utilizada para controlar el enfriamiento del metal que se está laminando.

16. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha
emulsión se complementa con un porcentaje de alcohol etílico o metílico o isopropílico comprendido entre el 1 % y el
10 3 %.

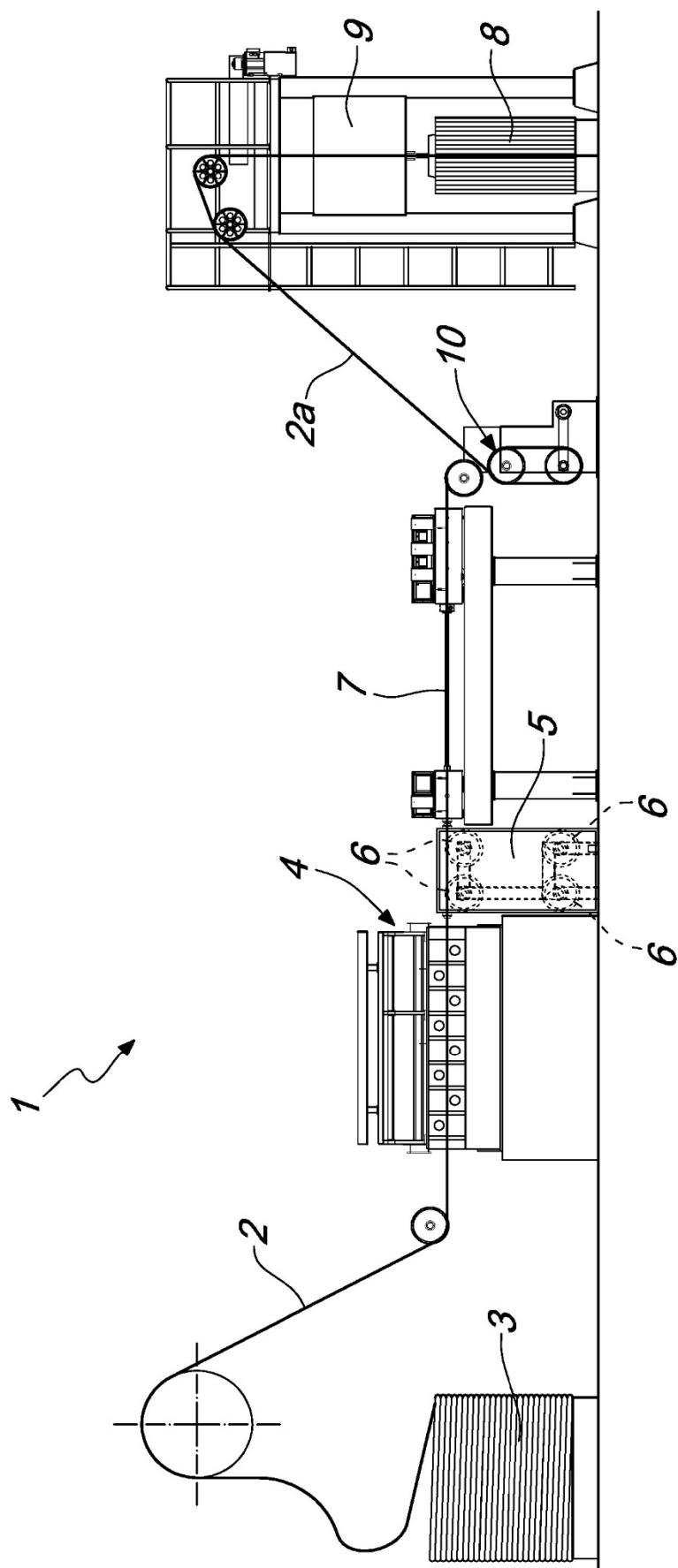


Fig. 1

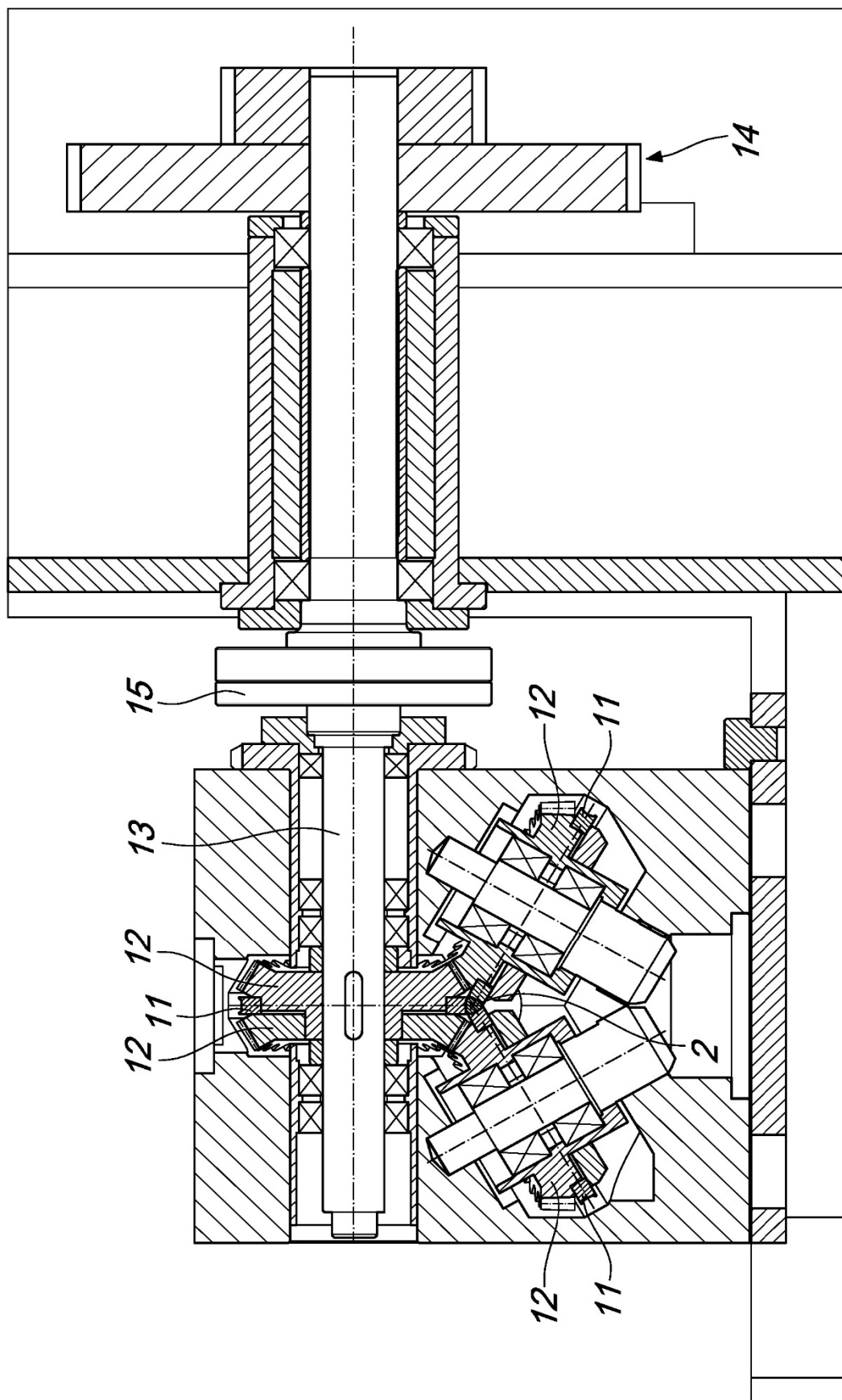


Fig. 2a

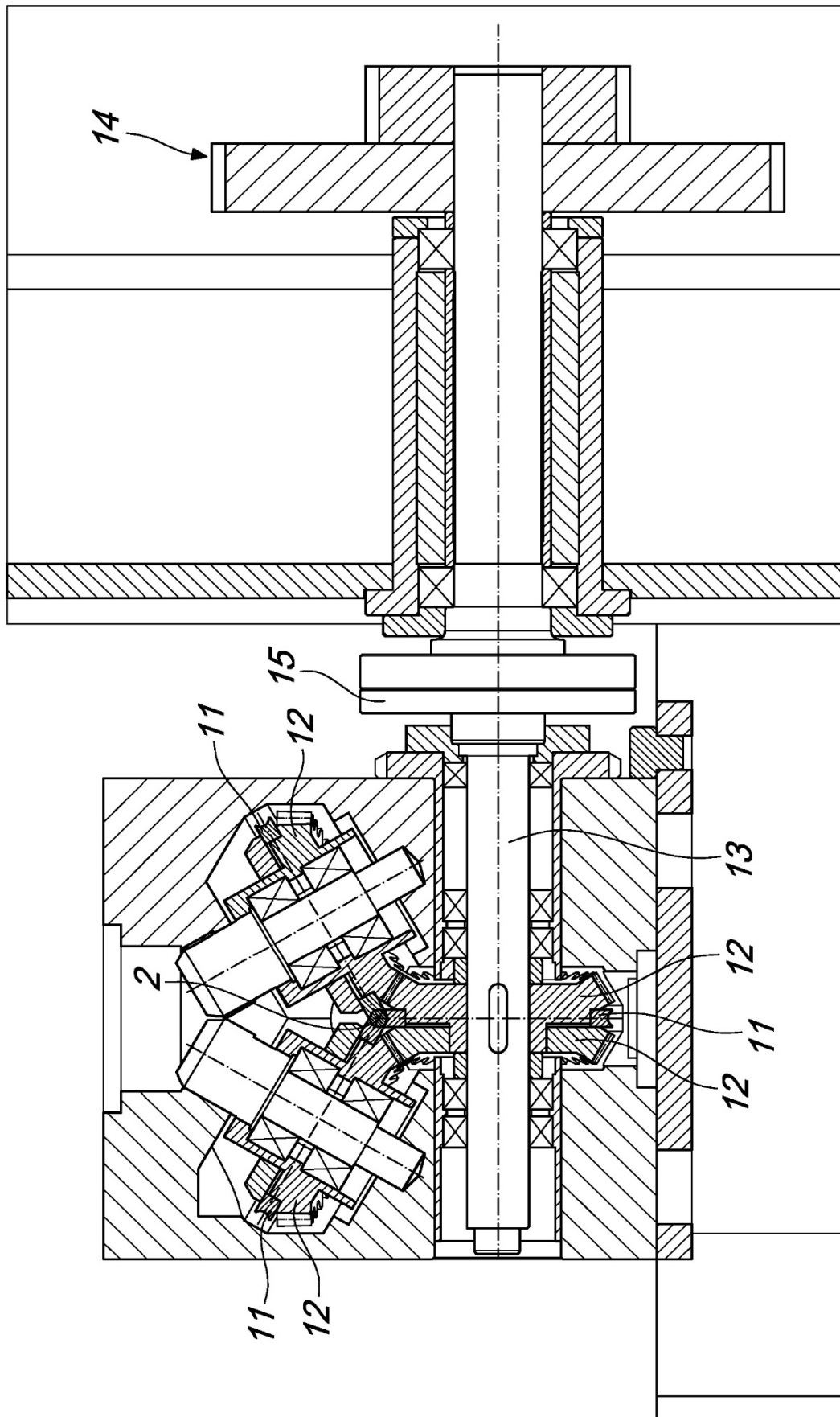
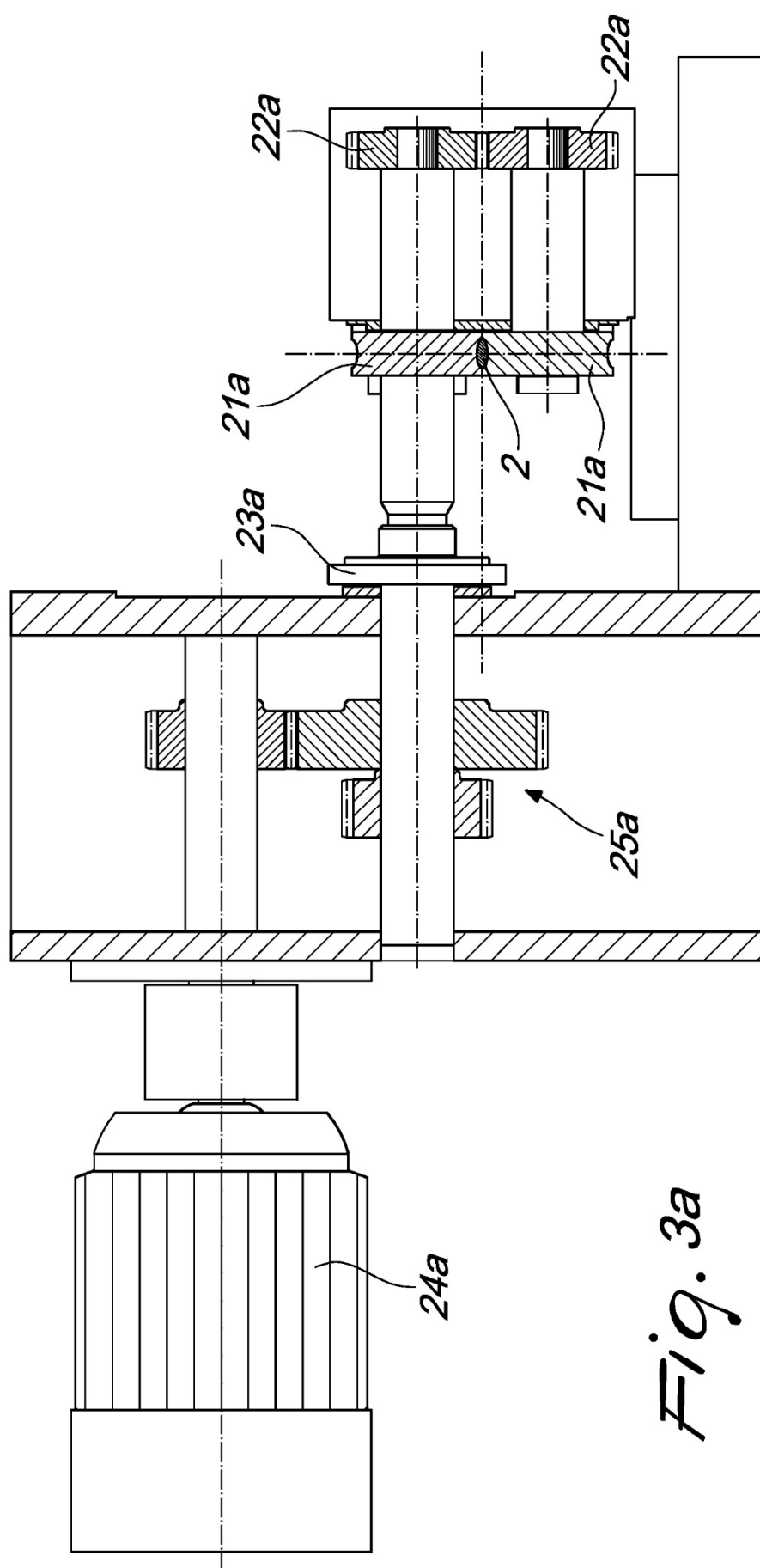


Fig. 2b



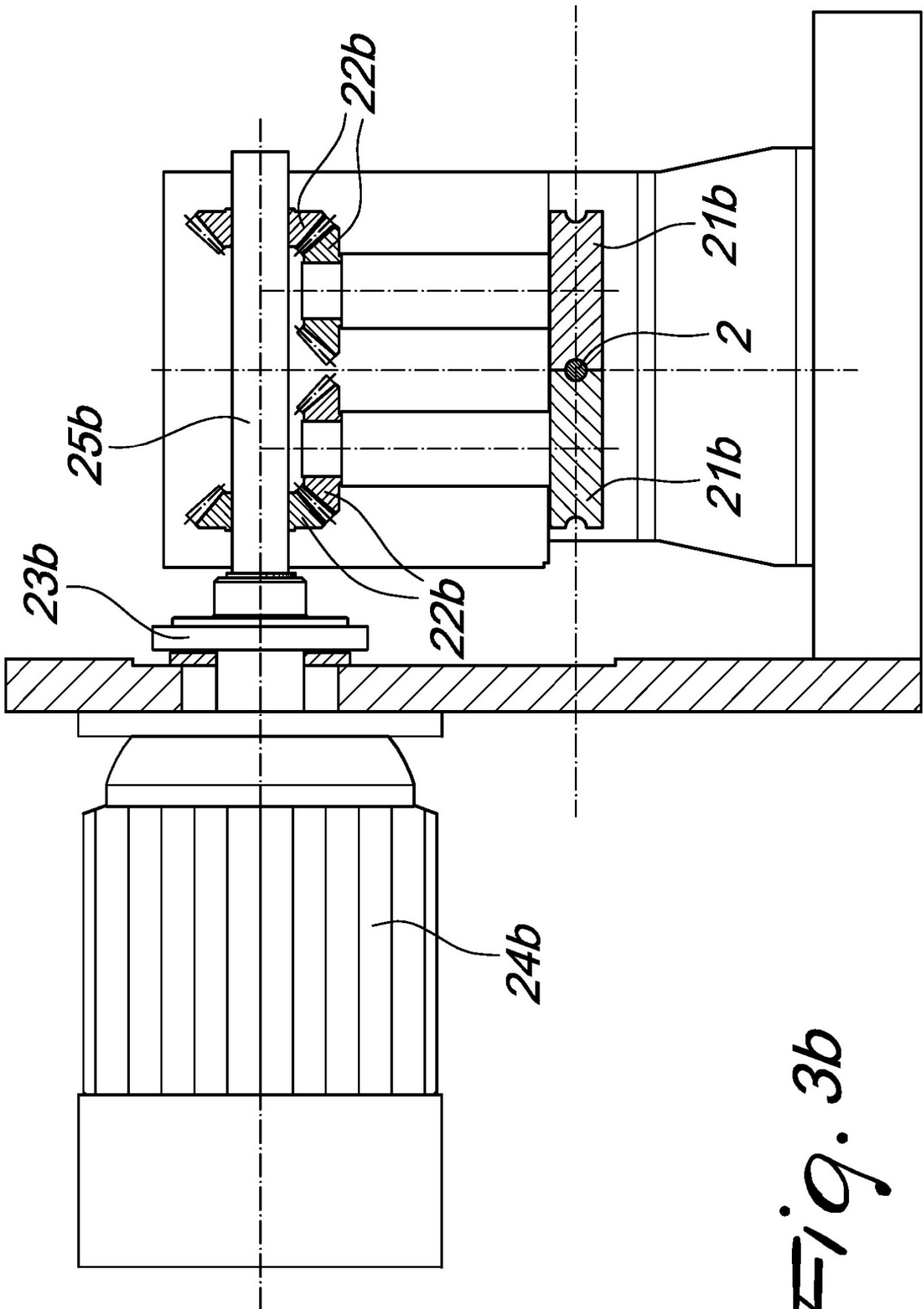


Fig. 3b