

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 067**

51 Int. Cl.:

B21B 21/00 (2006.01)

B21B 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2014 PCT/EP2014/054729**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14146935**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2014 E 14709637 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 2976167**

54 Título: **Método para producir un tubo de acero que incluye limpiar la pared de tubo exterior**

30 Prioridad:

18.03.2013 DE 102013102703

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

02.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FROBÖSE, THOMAS y
RAUFFMANN, UDO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 752 067 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

Método para producir un tubo de acero que incluye limpiar la pared de tubo exterior

5 La presente invención se refiere a un método para producir un tubo de acero que comprende la fabricación de un tubo de acero con una pared de tubo interior, una pared de tubo exterior y una sección transversal de tubo libre rodeada por la pared de tubo interior, en donde, después de la fabricación, el tubo de acero comprende al menos un contaminante en la pared de tubo exterior, y que comprende, después de la fabricación del tubo de acero, limpiar la pared de tubo exterior.

10 Para producir tubos de metal de alta precisión, especialmente tubos de metal hechos de acero, una preforma cilíndrica hueca expandida en estado totalmente frío queda sujeta a una reducción en frío mediante tensión por compresión o tracción. En el proceso, la preforma se conforma hasta formar un tubo que tiene un diámetro exterior reducido definido y un espesor de pared definido.

15 El método más utilizado normalmente para la reducción de tubos se conoce como laminación en frío ('cold pilgering'), haciéndose referencia a la preforma como carcasa hueca. La carcasa hueca es empujada durante la laminación sobre un mandril de laminación calibrado, es decir, un mandril de laminación que tiene el diámetro interior del tubo finalizado, y en el proceso es sujeta desde el exterior mediante dos rodillos calibrados, es decir, unos rodillos que definen el diámetro exterior del tubo finalizado, y es laminada en la dirección longitudinal sobre el mandril de laminación.

20 Durante la laminación en frío, la carcasa hueca es suministrada paso a paso en la dirección del mandril de laminación, sobre el mismo y más allá del mismo, mientras que los rodillos se mueven hacia atrás y hacia delante horizontalmente al girar sobre el mandril y, por lo tanto, sobre la carcasa hueca. En el proceso, el movimiento horizontal de los rodillos está predeterminado por una base de rodillos, en donde los rodillos están montados de forma giratoria. En las máquinas de laminación en frío con rodillos conocidas, la base de rodillos se mueve hacia atrás y hacia delante mediante una transmisión de cigüeñal en una dirección paralela con respecto al mandril de laminación, mientras que los propios rodillos se hacen girar mediante un soporte que es estacionario con respecto a la base de rodillos, y con el que engranan unas ruedas dentadas conectadas firmemente a los ejes de los rodillos.

25 El suministro de la carcasa hueca sobre el mandril se lleva a cabo mediante un carro de sujeción de suministro, que se traslada en una dirección en paralelo con respecto al eje del mandril de laminación.

30 Los rodillos calibrados cónicamente dispuestos uno sobre el otro en la base de rodillos giran de forma opuesta con respecto a la dirección de suministro del carro de sujeción de suministro. La denominada boca de laminación, formada por los rodillos, sujeta la carcasa hueca, y los rodillos empujan una pequeña ola de material hacia fuera, que se estira mediante el paso de alisamiento de los rodillos y mediante el mandril de laminación hasta el espesor de pared previsto, hasta que el paso libre de los rodillos libera el tubo finalizado. Durante la laminación, la base de rodillos con los rodillos unidos a la misma se mueve de forma opuesta con respecto a la dirección de suministro de la carcasa hueca. Mediante el carro de sujeción de suministro, la carcasa hueca se desplaza mediante una etapa adicional sobre el mandril de laminación, después de alcanzar el paso libre de los rodillos, mientras que los rodillos con la base de rodillos retornan a su posición de inicio horizontal. Al mismo tiempo, la carcasa hueca es sometida a un giro alrededor de su eje a efectos de obtener una forma uniforme del tubo finalizado. Como resultado de la laminación repetida de cada sección transversal del tubo, se consiguen un espesor y una redondez de pared uniformes del tubo, así como unos diámetros interior y exterior uniformes.

40 A efectos de reducir la fricción entre los rodillos y la carcasa hueca durante la conformación, se aplica un lubricante en los rodillos. Después de la conformación, este lubricante se adhiere al menos parcialmente a la pared de tubo exterior del tubo finalizado. Aunque un contaminante de la pared de tubo exterior de este tipo, que consiste en lubricante de barra de mandril residual, no es importante en algunas aplicaciones de los tubos finalizados, en otras aplicaciones, la pared de tubo exterior debe limpiarse con un alto coste.

45 No obstante, contaminantes similares de la pared de tubo exterior también están presentes en técnicas de conformación alternativas, tales como, por ejemplo, estiramiento de tubos.

50 En el estiramiento de tubos, una preforma ya tubular se conforma en estado frío en un banco de estiramiento, de modo que se obtienen las dimensiones deseadas. No obstante, el estiramiento no solamente permite obtener unas dimensiones precisas del tubo finalizado, que son ajustables a voluntad, sino que la conformación en frío también permite obtener un endurecimiento del material, es decir, su límite elástico y su resistencia aumentan, y, al mismo tiempo, sus propiedades de alargamiento disminuyen. Esta optimización de las propiedades del material es un efecto deseado del estiramiento de tubos en numerosas aplicaciones, por ejemplo, en tecnología de alta presión y tecnología médica, en la producción de aviones, aunque también en la producción de máquinas en general.

55 En este caso, aplicar el CO₂ según la presente invención significa que el CO₂ contacta o se une con la pared exterior o el contaminante.

- 5 Dependiendo del material usado, se hace una distinción entre los denominados estiramiento de hueco, estiramiento de núcleo y estiramiento de barra. Mientras que en el caso del estiramiento de hueco solamente se reduce el diámetro exterior del tubo en una herramienta denominada anillo de estiramiento o matriz de estiramiento, en el caso del estiramiento de núcleo y del estiramiento de barra también se definen el diámetro interior y el espesor de pared del tubo estirado.
- 10 Un efecto no deseado durante el estiramiento en frío de los tubos es la denominada agitación. En este caso, debido a la elevada fricción entre la herramienta y el tubo a estirar, se produce una velocidad de estiramiento irregular. En el caso más inconveniente, el tubo se mueve intermitentemente o no se mueve en absoluto con respecto a la herramienta o se mueve a alta velocidad. Como resultado de la agitación se forman unas ranuras, especialmente en la superficie interior del tubo estirado.
- 15 Por lo tanto, para conseguir velocidades de estiramiento uniformes y para evitar la agitación se usan aceites de estiramiento a efectos de reducir la fricción por deslizamiento entre el tubo a estirar y las herramientas.
- En el estado de la técnica son conocidos diversos métodos para limpiar la pared de tubo exterior de un tubo de acero. Por lo tanto, por ejemplo, es posible sumergir todo el tubo en un disolvente, que disuelve de este modo el contaminante en la pared de tubo exterior. En una realización alternativa de la técnica anterior el tubo se limpia mecánicamente con un tejido y un fieltro.
- 20 La patente US 5.626.050 describe un método para fabricar bates de aluminio con una preforma que tiene una sección cilíndrica, una sección de mango y una sección estrechada que conecta la sección cilíndrica y la sección de mango. La fabricación de la preforma se lleva a cabo en una máquina con rodillos de reducción, en donde, después de la etapa de reducción, el tubo se limpia para retirar materiales superficiales no deseados. El preámbulo de la reivindicación 1 se basa en este documento.
- 25 El artículo "Cryogenic Blast Cleaning", de Calvin A. Keeney y col., Iron And Steel Engineer, Vol. 75, No. 1, del 1 de Enero de 1998, páginas 56/57, describe un proceso de proyección de hielo seco criogénico que utiliza pellets de hielo seco impulsados mediante gas de nitrógeno o aire comprimido seco en la superficie de un equipo industrial a limpiar.
- En comparación con esta técnica anterior, el objetivo de la invención consiste en dar a conocer un método para limpiar un tubo de acero que hace posible limpiar de forma eficaz tubos que tienen longitudes grandes, de manera que la pared de tubo exterior queda exenta de contaminantes.
- El objetivo descrito anteriormente se obtiene mediante un método según la reivindicación 1.
- 30 Sorprendentemente, se ha descubierto que aplicar CO₂ líquido o sólido en la pared de tubo exterior resulta bastante adecuado para retirar el contaminante de dicha pared de tubo exterior y, por lo tanto, para limpiar la pared de tubo exterior del tubo.
- 35 Aunque es posible en principio limpiar la pared de tubo interior alternativamente con CO₂ líquido o sólido, el CO₂ líquido tiende a presentar el inconveniente de que, en el contacto entre el CO₂ líquido y la pared a limpiar, se forma una película de gas entre la pared y el CO₂ líquido, lo que reduce la acción de limpieza.
- En comparación, el CO₂ sólido no solamente presenta una transferencia de calor ventajosa del CO₂ sólido a la pared de tubo a limpiar o al contaminante y, por lo tanto, un mejora acción de limpieza, sino que el CO₂ sólido también presenta un efecto abrasivo, de modo que cuando se usa CO₂ sólido el método es un método de limpieza mediante proyección.
- 40 Al usar CO₂ sólido para limpiar la pared de tubo exterior, es posible distinguir, por un lado, entre una proyección denominada de nieve de CO₂ y, por otro lado, una proyección denominada de hielo seco. La diferencia entre los dos métodos consiste en que, en el caso de una proyección de nieve de CO₂, el CO₂ sólido es generado en el propio proceso. En este proceso, un gas portador o un chorro de transmisión se hace pasar a presión a través de una línea de chorro hasta una boquilla de chorro, y se suministra CO₂ líquido a través de una línea de suministro, que se transforma mediante reducción de presión en nieve seca y es suministrado a la línea de chorro, introduciéndose el CO₂ de la línea de suministro a través de un espacio de reducción de presión con una sección transversal ampliada en la línea de chorro. Un método de este tipo es conocido, por ejemplo, por WO 2004/033154 A1. Por otro lado, en el caso de la proyección de hielo seco, se suministra CO₂ ya sólido al proceso y se acelera hacia la superficie a limpiar, en este caso, la pared de tubo exterior.
- 45
- 50 En una realización, el CO₂ líquido o sólido se acelera sobre la pared exterior del tubo de acero mediante un fluido presurizado, preferiblemente aire presurizado.
- Además, para limpiar la pared de tubo exterior, resulta ventajoso aplicar el CO₂ líquido o sólido en forma de un chorro en la pared de tubo exterior, siendo preferiblemente la dirección del chorro del CO₂ sustancialmente perpendicular con respecto a la pared de tubo exterior.

En una proyección de este tipo de la pared de tubo exterior del tubo de acero se ha descubierto que resulta ventajoso medir la temperatura del chorro en la dirección del chorro detrás del tubo de acero. La temperatura del CO₂ ya utilizado en el proceso de limpieza, es decir, después de la interacción con el tubo de acero, es un indicador de la eficacia del proceso de limpieza.

- 5 Según la presente invención, el valor de medición de temperatura se usa para determinar si el tubo se ha limpiado de forma eficaz o no. Si la temperatura medida está por encima de cierto umbral de temperatura, es decir, si el chorro detrás del tubo está excesivamente caliente, entonces, en una realización, se asume que la limpieza no fue eficaz y el proceso de limpieza se repite o los parámetros de limpieza cambian.

- 10 Si la temperatura medida está por debajo de cierto umbral de temperatura, es decir, si el chorro detrás del tubo está excesivamente frío, entonces se asume que la limpieza no fue eficaz, y el proceso de limpieza se repite o los parámetros de limpieza cambian. En este caso, debe asumirse que no se ha producido una suficiente interacción entre el CO₂ y el tubo de acero a limpiar, o que el tubo ya está congelado.

Si la temperatura medida está por debajo de cierto primer umbral de temperatura y por encima de cierto segundo umbral de temperatura, entonces se asume que la limpieza fue eficaz.

- 15 En una realización adicional de la invención, la velocidad del CO₂ líquido o sólido al salir de una línea de suministro se regula en función de la temperatura del chorro en la dirección del chorro del CO₂ líquido o sólido detrás del tubo de acero. Por ejemplo, si la temperatura cae por debajo de un umbral de temperatura predeterminado, entonces la velocidad del chorro aumenta en una realización.

- 20 En el método según la invención, no es importante el transcurso de tiempo existente entre la fabricación del tubo, es decir, el proceso de conformación, y la limpieza del tubo. De forma específica, el método según la invención puede ser utilizado en la fabricación de producción en línea, en donde la fabricación y la limpieza se producen temporalmente inmediatamente una detrás de la otra. De forma alternativa, también es posible introducir periodos de tiempo considerablemente más largos, en el orden de magnitud de días, semanas o meses, entre la fabricación y la limpieza.

- 25 Durante la aplicación del CO₂ líquido o sólido se mide la temperatura del tubo de acero, y la limpieza se interrumpe si la temperatura del tubo de acero cae por debajo de un umbral de temperatura predeterminado.

- 30 Se ha mostrado que la temperatura de un tubo limpiado con CO₂ líquido o sólido es una medida de la limpieza del tubo que ya se ha producido, es decir, del grado de limpieza del tubo. Por lo tanto, si la temperatura del tubo a limpiar cae por debajo de cierto umbral de temperatura, entonces puede asumirse que el tubo ha alcanzado un grado deseado de limpieza, y que la limpieza con el CO₂ líquido o sólido puede interrumpirse.

- 35 Se asume que, al limpiar la pared de tubo exterior, en primer lugar se produce una transferencia de calor del contaminante al CO₂ líquido o sólido, de modo que, siempre que el tubo siga contaminado, el propio tubo permanece a una temperatura sustancialmente constante, o por otro lado, solamente se enfría ligeramente. Sólo cuando el contaminante ha sido retirado en gran medida de la pared de tubo exterior se produce una transferencia de calor del propio tubo al CO₂ líquido o sólido, de modo que el tubo se enfría de forma adicional.

- 40 En este caso, en una realización, la fabricación del tubo de acero se produce de forma específica realizando, preferiblemente mediante conformación en frío, una carcasa hueca con la forma del tubo de acero dimensionado finalizado. Esta conformación puede llevarse a cabo según la invención mediante laminación en frío de la carcasa hueca hasta la forma del tubo de acero finalizado o mediante estiramiento en frío de la carcasa hueca hasta la forma del tubo de acero finalizado.

Si la conformación se lleva a cabo mediante laminación en frío de la carcasa hueca hasta la forma del tubo de acero finalizado, entonces, en una realización, un lubricante es transferido durante la laminación en frío de un rodillo de la máquina de laminación en frío a la pared de tubo exterior, y es retirado a continuación nuevamente de la pared de tubo exterior aplicando CO₂ líquido o sólido.

- 45 Por otro lado, si la conformación se lleva a cabo mediante estiramiento en frío de la carcasa hueca hasta la forma del tubo de acero finalizado, entonces, en una realización, un aceite de estiramiento es transferido durante el estiramiento en frío de una matriz a la pared de tubo exterior, y es retirado a continuación nuevamente de la pared de tubo exterior aplicando el CO₂ líquido o sólido.

- 50 En una realización de la invención, el tubo de acero es un tubo de acero inoxidable, preferiblemente un tubo redondo hecho de acero inoxidable.

Las ventajas, características y posibilidades de aplicación adicionales de la presente invención resultan evidentes basándose en la siguiente descripción de una realización y en las figuras asociadas.

La Figura 1 muestra la máquina de laminación en frío de la técnica anterior en una vista lateral esquemática.

La Figura 2 muestra una vista en sección de una realización para llevar a cabo las etapas de limpieza según la invención.

5 En la Figura 1, se representa esquemáticamente en una vista lateral la estructura de una máquina de laminación en frío. En este caso, la descripción de la laminación en frío se usa como un ejemplo de la fabricación del tubo de acero y como un ejemplo de cómo puede producirse la presencia de un contaminante en la pared de tubo exterior del tubo de acero, que debe ser retirado a continuación de la pared de tubo exterior.

10 La máquina de laminación consiste en una base 101 de rodillos con unos rodillos 102, 103, un mandril 104 de laminación calibrado, así como un carro 105 de sujeción de suministro. En la realización representada, la máquina de laminación en frío comprende un motor lineal 106 como transmisión directa para el carro 105 de sujeción de suministro. El motor lineal 106 está formado por un rotor 116 y un estátor 117.

15 Durante la laminación en frío en la máquina de laminación mostrada en la Figura 1, la carcasa hueca 111 es suministrada paso a paso en la dirección del mandril 104 de laminación, sobre el mismo y más allá del mismo, mientras que los rodillos 102, 103, al girar, se mueven hacia atrás y hacia delante horizontalmente sobre el mandril 104 y, por lo tanto, sobre la carcasa hueca 111. En el proceso, el movimiento horizontal de los rodillos 102, 103 está predeterminado por una base 101 de rodillos, en donde los rodillos 102, 103 están montados de forma giratoria. La base 101 de rodillos se mueve hacia atrás y hacia delante mediante una transmisión 121 de cigüeñal en una dirección paralela con respecto al mandril 104 de laminación, mientras que los propios rodillos 102, 103 se hacen girar mediante un soporte que es estacionario con respecto a la base 101 de rodillos, y con el que engranan unas ruedas dentadas conectadas firmemente a los ejes de los rodillos.

20 El suministro de la carcasa hueca 111 sobre el mandril 104 se lleva a cabo mediante el carro 105 de sujeción de suministro, lo que permite obtener un movimiento de traslación en una dirección en paralelo con respecto al eje del mandril de laminación. Los rodillos 102, 103 calibrados cónicamente dispuestos uno sobre el otro en la base 101 de rodillos giran contra la dirección de suministro del carro 105 de sujeción de suministro. La denominada boca de laminación, formada por los rodillos, sujeta la carcasa hueca 111, y los rodillos 102, 103 empujan una pequeña ola de material desde fuera, que se estira mediante el paso de alisamiento de los rodillos 102, 103 y mediante el mandril 104 de laminación hasta el espesor de pared previsto, hasta que un paso libre de los rodillos 102, 103 libera el tubo finalizado. Durante la laminación, la base 101 de rodillos con los rodillos 102, 103 unidos a la misma se mueve contra la dirección de suministro de la carcasa hueca 111. Mediante el carro 105 de sujeción de suministro, la carcasa hueca 111 es suministrada mediante una etapa adicional sobre el mandril 104 de laminación, después de alcanzar el paso libre de los rodillos 102, 103, mientras que los rodillos 102, 103 con la base 101 de rodillos retornan a su posición de inicio horizontal. Al mismo tiempo, la carcasa hueca 111 es sometida a un giro alrededor de su eje a efectos de obtener una forma uniforme del tubo finalizado. Como resultado de las laminaciones múltiples de cada sección del tubo, se consiguen un espesor y una redondez de pared uniformes del tubo, así como unos diámetros interior y exterior uniformes.

35 A efectos de reducir la fricción entre los rodillos 102, 103 y la carcasa hueca 111 se aplica un lubricante, por ejemplo, un lubricante que contiene grafito, en los rodillos 102, 103. Este lubricante forma residuos en la pared de tubo exterior del tubo reducido finalizado. El objetivo consiste en retirar este residuo de la pared de tubo exterior en toda la longitud del tubo mediante las etapas de proceso según la invención que se describen a continuación.

40 En la realización de la invención descrita en este caso a título de ejemplo la máquina de laminación en frío se usa para fabricar el tubo de acero, es decir, para conformar la carcasa hueca hasta la forma del tubo finalizado. No obstante, de forma alternativa, esta etapa de conformación de la invención también podría llevarse a cabo específicamente estirando en frío la carcasa hueca.

45 La Figura 2 muestra una proyección de hielo seco en la pared 3 de tubo exterior de un tubo 1 reducido finalizado obtenido mediante laminación en frío. En esta proyección de hielo seco, el lubricante se limpia del tubo 1 contaminado en su pared 3 de tubo exterior durante la laminación en frío.

Con tal fin, una lanza 4 de limpieza se orienta hacia el tubo 1. A través de la lanza 4 de limpieza se aplica nieve seca 6 mediante aire presurizado 7 en el tubo 1 y se acelera o proyecta a través de una boquilla 5 de salida sobre la pared 3 de tubo exterior, de modo que la pared exterior 3 se limpia mediante la nieve seca.

50 Tal como indican las flechas, el tubo 1 gira alrededor de su eje durante la limpieza y se mueve linealmente más allá de la boquilla 5 de salida de la lanza de limpieza. No obstante, no resulta importante en este caso que el tubo se mueva o que la lanza 4 de limpieza se mueva, siempre que el chorro de nieve seca interactúe durante el proceso de limpieza con la pared exterior 3 en toda la longitud del tubo. Durante el proceso de limpieza el tubo 1 gira de forma adicional alrededor de su eje, de modo que el tubo se limpia en toda su periferia.

55 En la realización representada, la temperatura del chorro formado por nieve seca y aire presurizado se mide mediante un detector 8 de temperatura en la dirección del chorro detrás del tubo 1, es decir, después de la interacción de la nieve seca 6 con la pared 3 de tubo exterior.

5 En consecuencia, la temperatura del “chorro de gas residual” detrás del tubo 1 se usa como un indicador de si la pared 3 de tubo exterior se ha limpiado o no se ha limpiado eficazmente. Si la temperatura del chorro de gas residual está fuera de cierto intervalo de temperatura, definido por un primer umbral de temperatura superior y un segundo umbral de temperatura inferior, entonces debe asumirse que la limpieza no fue eficaz y el proceso de limpieza se repite.

10 A efectos de la descripción original, se hace referencia al hecho de que todas las características, descritas para una persona con conocimientos en la técnica a partir de la presente descripción, los dibujos y las reivindicaciones, incluso si se han descrito en términos específicos solamente en conexión con ciertas características adicionales, pueden combinarse individualmente y también según cualquier combinación deseada con otras características o grupos de características descritas en la presente memoria, hasta un punto en que lo anteriormente descrito no se excluye explícitamente, o hasta un punto en que las circunstancias técnicas hacen que dichas combinaciones sean imposibles o no razonables. Una descripción comprensiva y explícita de todas las combinaciones de características concebibles se omite en este caso solamente a efectos de brevedad y facilidad de lectura de la descripción.

15 Aunque la invención se ha representado y descrito de forma detallada en los dibujos y en la anterior descripción, esta representación y esta descripción solamente son ilustrativas y no se pretende que limiten el alcance de protección definido por las reivindicaciones. La invención no se limita a las realizaciones descritas.

20 Formas variantes de las realizaciones descritas resultarán evidentes para una persona con conocimientos en la técnica a partir de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra “comprender” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye el plural. El mero hecho de que ciertas características se reivindiquen en diferentes reivindicaciones no excluye su combinación. No se pretende que los números de referencia en las reivindicaciones limiten el alcance de protección.

Lista de números de referencia

	1	Tubo
	2	Pared de tubo interior
25	3	Pared de tubo exterior
	4	Lanza de limpieza
	5	Boquilla de salida
	6	Nieve seca
	7	Aire presurizado
30	8	Detector de temperatura
	101	Base de rodillos
	102, 103	Rodillo
	104	Mandril de laminación
	105	Carro de sujeción de suministro
35	106	Motor lineal
	111	Carcasa hueca
	112	Útil
	116	Rotor
	117	Estátor

40

REIVINDICACIONES

1. Método para producir un tubo (1) de acero, que comprende
la fabricación de un tubo (1) de acero con una pared (2) de tubo interior, una pared (3) de tubo exterior y una sección transversal de tubo libre rodeada por la pared (2) de tubo interior, en donde, después de la fabricación, el tubo (1) de
5 acero comprende en la pared (3) de tubo exterior al menos un contaminante,
caracterizado por que
después de la fabricación del tubo (1) de acero, la pared (2) de tubo exterior se limpia aplicando CO₂ líquido o sólido en la pared (3) de tubo exterior a efectos de retirar el contaminante de la pared (3) de tubo exterior,
10 en donde, durante la aplicación del CO₂ líquido o sólido en la pared (3) de tubo exterior, se mide la temperatura del tubo (1) de acero, y la limpieza se interrumpe si la temperatura del tubo (1) de acero cae por debajo de un umbral de temperatura predeterminado.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la limpieza de la pared (3) de tubo exterior se lleva a cabo mediante proyección de nieve de CO₂ o mediante proyección de hielo seco.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el CO₂ líquido o sólido se aplica en la pared (3) de
15 tubo exterior mediante aire presurizado.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el CO₂ líquido o sólido se aplica en forma de un chorro en la pared de tubo exterior, en donde la dirección del chorro del CO₂ es preferiblemente sustancialmente perpendicular con respecto a la pared de tubo exterior.
5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que la temperatura del chorro se mide en la dirección del
20 chorro del CO₂ líquido o sólido detrás del tubo (1) de acero.
6. Método según la reivindicación 5, caracterizado por que la velocidad del CO₂ líquido o sólido al salir de una línea de suministro se regula en función de la temperatura del chorro en la dirección del chorro del CO₂ líquido o sólido detrás del tubo (1) de acero.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el tubo de acero gira durante la
25 limpieza bajo un chorro de CO₂ líquido o sólido.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que, durante la limpieza, un chorro de CO₂ líquido o sólido se orienta en la dirección longitudinal sobre la pared exterior del tubo de acero.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la fabricación del tubo (1) de acero incluye conformar una carcasa hueca hasta la forma del tubo (1) de acero dimensionado finalizado.
- 30 10. Método según la reivindicación 9, caracterizado por que la conformación se lleva a cabo mediante laminación en frío de la carcasa hueca hasta la forma del tubo (1) de acero finalizado.
11. Método según la reivindicación 10, caracterizado por que, durante la laminación en frío, un lubricante se transfiere de un rodillo a la pared (3) de tubo exterior y se retira nuevamente de la pared (3) de tubo exterior aplicando el CO₂ líquido o sólido.
- 35 12. Método según la reivindicación 9, caracterizado por que la conformación se lleva a cabo mediante estiramiento en frío de la carcasa hueca hasta la forma del tubo (1) de acero finalizado.
13. Método según la reivindicación 12, caracterizado por que, durante el estiramiento en frío, un aceite de estiramiento se transfiere de una matriz a la pared (3) de tubo exterior y se retira nuevamente de la pared (3) de tubo exterior aplicando el CO₂ líquido o sólido.

40

Fig. 1

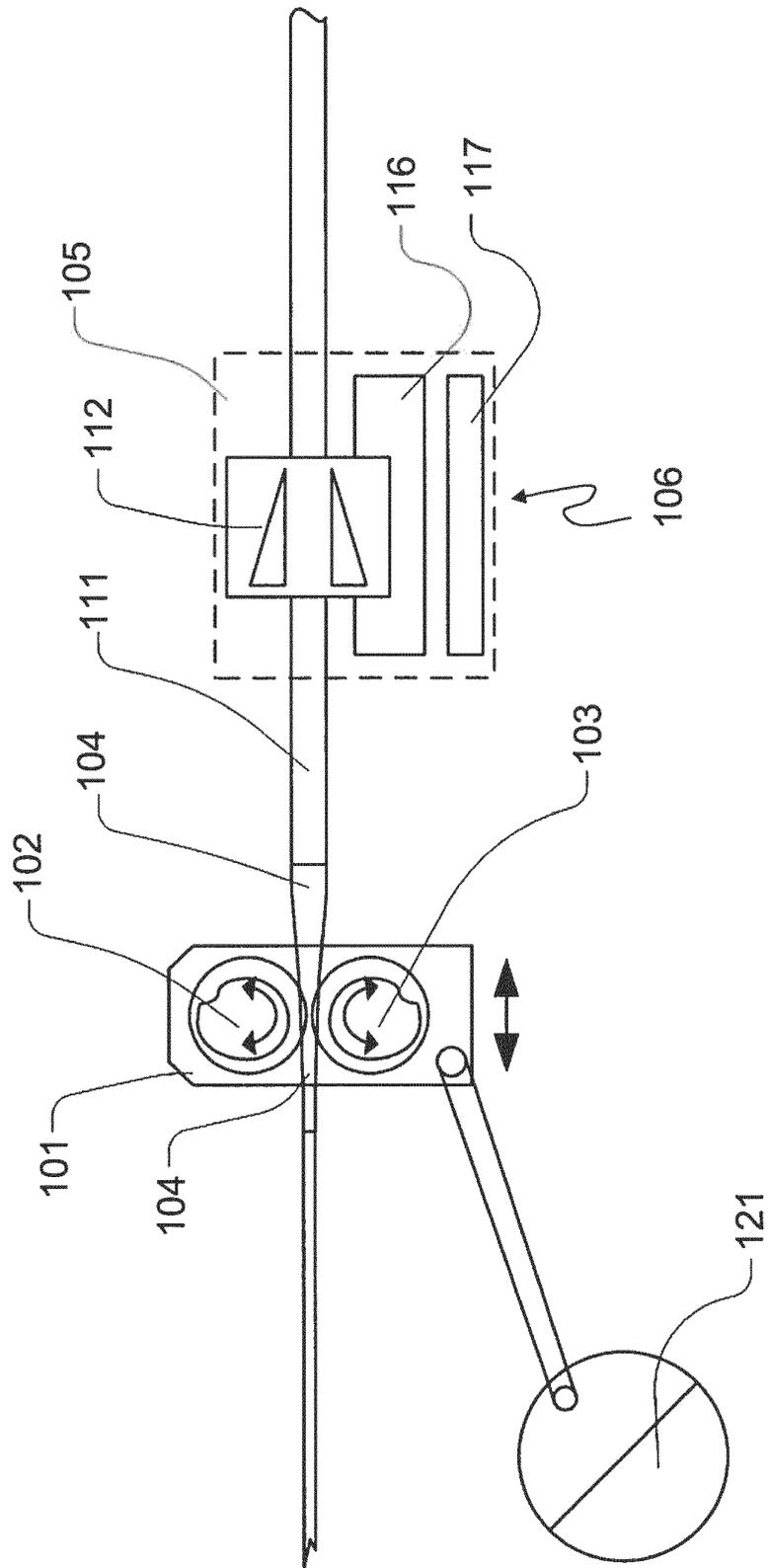


Fig. 2

