

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 734**

51 Int. Cl.:

C21D 1/607 (2006.01)
C21D 1/63 (2006.01)
C21D 1/70 (2006.01)
C21D 1/46 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C23G 5/00 (2006.01)
C23C 2/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.02.2013** **PCT/IB2013/050979**
87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014** **WO14122499**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2013** **E 13712601 (7)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.11.2021** **EP 2954076**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento térmico de una lámina de acero y dispositivo para su implementación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2022

73 Titular/es:

ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU

72 Inventor/es:

LARNICOL, MAÏWENN, TIFENN, SOAZIG;
BORDIGNON, MICHEL, ROGER, LOUIS;
VANDEN EYNDE, XAVIER, MARC, JACQUES,
EDMOND, ROBERT;
FARINHA, ANA, ISABEL;
GERKENS, PASCAL;
NOVILLE, JEAN-FRANÇOIS y
SMAL, JULIEN, CHRISTOPHER, MICHEL

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 900 734 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 tratamiento térmico de una lámina de acero y dispositivo para su implementación

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento térmico de una lámina de aleación ferrosa, y más particularmente, de una lámina de acero, y a un dispositivo diseñado para implementar dicho procedimiento.

10 **[0002]** Con el fin de mejorar su procesabilidad, las láminas de acero laminadas en frío se tratan térmicamente con un horno de recocido continuo que tiene, en secuencia, una zona de calentamiento, una zona de remojo, una primera y una segunda zona de enfriamiento y, posiblemente, una zona de sobreenviejecimiento, y a través de las cuales el fleje pasa continuamente.

15 **[0003]** La zona de calentamiento del horno de recocido continuo puede incluir un horno de recocido directo o un horno de recocido de tubo radiante. Estos dos tipos de hornos de recocido pueden usarse solos o en combinación para calentar el fleje hasta su temperatura de recristalización. Sin embargo, con un horno de recocido directo o con un horno de recocido de tubo radiante, es difícil controlar la temperatura del fleje y asegurar una buena homogeneidad de su temperatura a lo largo de la superficie del fleje. Además, el uso de estos hornos para calentar la lámina puede conducir a la formación de óxidos en las superficies de la lámina, que a continuación deben eliminarse mediante
20 decapado adicional y/o etapas de granallado.

[0004] Con el fin de resolver estos problemas, el documento FR- A-2 524 004 ha descrito un procedimiento de recocido de un fleje de acero continuo en el que dicho fleje, en lugar de pasar a través de un horno, pasa a través de un baño de vidrio fundido mantenido a 950 °C o más. A continuación, el fleje se saca del baño de vidrio fundido con
25 un recubrimiento de vidrio coagulado formado en las superficies del fleje, y a continuación el fleje se enfría hasta una temperatura inferior a 400 °C, preferentemente 300 °C o menos, para destruir y desprender los recubrimientos de vidrio. El baño tiene una viscosidad no superior a 20 Pa.s medida a 950 °C. La etapa de enfriamiento se realiza, por ejemplo, proyectando un gas, preferentemente un gas inerte, o agua líquida, sobre la superficie del fleje.

30 **[0005]** Este procedimiento permite recocer el fleje sin oxidación de la superficie, pero requiere mantener el baño de vidrio a una temperatura alta, y por lo tanto requiere una cantidad significativa de energía. Además, a estas altas temperaturas se evapora el vidrio fundido que compone el baño. Los vapores son nocivos, y deben ser recogidos. Además, el baño debe rellenarse regularmente, no solo porque la deposición de vidrio en el fleje debe compensarse, sino también porque la evaporación conduce a un consumo suplementario.

35 **[0006]** Este procedimiento también incluye la formación de un recubrimiento de vidrio en las superficies del fleje que, como se mencionó anteriormente, implica etapas adicionales de enfriamiento del fleje a una temperatura inferior a 400 °C, y de eliminación de los recubrimientos de vidrio. Estas etapas ralentizan la producción de flejes de acero, y el enfriamiento a una temperatura inferior a 400 °C implica que el fleje continuo debe recalentarse si se requiere una
40 galvanización en una etapa posterior del tratamiento.

[0007] El documento US3158515 A describe un tratamiento de metal en una composición de vidrio fundido. El documento JPS60145327 A describe un sistema de recocido continuo para el fleje de acero laminado en frío - tiene
45 baños de metal fundido dispuestos antes de la zona de calentamiento, en la zona de calentamiento y después de la zona de enfriamiento primario.

[0008] El documento US3390021 A describe un procedimiento para tratar con calor piezas de trabajo metálicas en un baño fundido de vidrio de borato que consiste en 100 partes en peso de 71,8 a 85,5 partes en peso de óxido bórico, de 5,5 a 10,7 partes en peso de óxido de metal alcalino del grupo que consiste en los óxidos de sodio, potasio
50 y litio, y de 9,0 a 17,5 partes en peso de óxido de control de viscosidad y tensión superficial del grupo que consiste en los óxidos de aluminio, titanio y circonio.

[0009] Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es evitar o limitar los inconvenientes mencionados anteriormente y proponer un procedimiento de tratamiento térmico continuo de una lámina de aleación ferrosa, y más
55 particularmente una lámina de acero, que garantice la homogeneidad de la temperatura a lo largo de todas las superficies de la lámina, mientras reduce el consumo de energía global y no ralentiza la producción del fleje.

[0010] Para este propósito, el objetivo de la invención es un procedimiento de tratamiento térmico de una lámina de aleación ferrosa que comprende la etapa de realizar un tratamiento térmico en dicha lámina en circulación al
60 sumergirla en al menos un baño de óxidos fundidos, en el que dicho baño de óxidos fundidos tiene una viscosidad inferior a $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, preferentemente inferior a $2 \cdot 10^{-2}$ Pa.s, estando la superficie de dicho baño en contacto con una atmósfera no oxidante, y dichos óxidos fundidos son inertes hacia el hierro, la diferencia entre la temperatura de dicha lámina de aleación ferrosa a la entrada del baño y la temperatura de dicho baño se encuentra entre 25 °C y 900 °C, preferentemente entre 50 y 250 °C, y eliminar los residuos de óxidos que permanecen en las superficies de dicha
65 lámina de aleación ferrosa a la salida de dicho baño.

[0011] En una primera realización, la temperatura de dicha lámina de aleación ferrosa a la entrada del baño es inferior a la temperatura del baño, lo que resulta en un calentamiento de dicha lámina de aleación ferrosa.

5 **[0012]** Dicha lámina de aleación ferrosa se puede precalentar antes de la inmersión en dicho baño de óxidos fundidos, pudiendo realizarse dicho precalentamiento por cualquier medio clásico o sumergiendo la lámina en otro baño de óxidos fundidos a una temperatura más baja que dicho baño de óxidos fundidos.

10 **[0013]** La temperatura de dicho baño de óxidos fundidos puede encontrarse dentro del intervalo de 600 °C a 900 °C, preferentemente entre 700 °C y 850 °C.

[0014] Dicha lámina de aleación ferrosa puede enfriarse después de haberse calentado en dicho baño de óxidos fundidos.

15 **[0015]** El baño de óxidos fundidos puede contener inicialmente:

- 45 % p < B₂O₃ < 90 % p;
- 10 % p ≤ Li₂O ≤ 55 % p;
- 0 % p ≤ Na₂O ≤ 10 % p;

20 pudiendo reemplazarse el Na₂O cuando está presente, al menos parcialmente, por al menos uno o varios de CaO, K₂O, SiO₂, P₂O₅, Mn₂O.

25 **[0016]** La composición del baño de óxidos fundidos puede ser inicialmente 45 % p < B₂O₃ < 55 % p y 40 % p ≤ Li₂O ≤ 50 % p.

[0017] En otra realización, la temperatura de dicha lámina de aleación ferrosa a la entrada del baño puede ser mayor que la temperatura del baño, lo que resulta en un enfriamiento de dicha lámina de acero.

30 **[0018]** La temperatura de dicho baño de óxidos fundidos puede estar comprendida entre 600 °C y 700 °C.

[0019] El baño de óxidos fundidos puede contener inicialmente:

- 35
- al menos 45 % p de B₂O₃;
 - al menos 30 % p de Li₂O;
 - 10 % p ≤ Na₂O ≤ 20 % p;

40 **[0020]** pudiendo reemplazarse el Na₂O, al menos parcialmente, por uno o varios de CaO, K₂O, SiO₂, P₂O₅, Mn₂O.

[0021] Dicha etapa de enfriamiento de la lámina de aleación ferrosa después de una etapa de calentamiento se puede realizar en dicho baño de óxidos fundidos.

45 **[0022]** Los residuos de óxidos fundidos que permanecen en las superficies de dicha lámina de aleación ferrosa se pueden eliminar por cualquier medio adecuado, tal como, por ejemplo, dispositivos mecánicos (cepillos, fieltros de carbono, etc.) y/o boquillas de soplado de gas.

[0023] La lámina de aleación ferrosa finalmente se puede someter a una etapa de recubrimiento.

50 **[0024]** La lámina de aleación ferrosa puede ser una lámina de acero.

[0025] El objetivo de la invención es también un dispositivo para implementar dicho procedimiento de tratamiento térmico, que comprende un baño de óxidos fundidos que tiene una viscosidad inferior a 3.10⁻¹ Pa.s, preferentemente inferior a 2.10⁻² Pa.s, en el que:

- 55
- la superficie de dicho baño está en contacto con una atmósfera no oxidante;
 - dichos óxidos fundidos son inertes hacia el hierro;
 - y que comprende medios para eliminar los residuos de óxidos fundidos que permanecen en las superficies de dicha lámina de aleación ferrosa a la salida de dicho baño.

60 **[0026]** Puede comprender medios para precalentar la lámina de aleación ferrosa, ubicada aguas arriba del baño de óxidos fundidos.

65 **[0027]** Puede comprender medios para recubrir la lámina de aleación ferrosa, ubicada aguas abajo del baño de óxidos fundidos.

[0028] Puede comprender medios para enfriar la lámina de aleación ferrosa, preferentemente ubicada entre el baño de óxidos fundidos y los medios de recubrimiento.

5 **[0029]** Los medios para eliminar los residuos de óxidos fundidos que permanecen en las superficies de la lámina de aleación ferrosa a la salida del baño pueden comprender cepillos y/o boquillas de soplado de gas.

[0030] Básicamente, la invención difiere del procedimiento del documento FR-A-2 524 004 en que requiere una eliminación completa del vidrio fundido que puede estar presente en la lámina después de su salida del baño, particularmente si a continuación la lámina se somete a un procedimiento de recubrimiento tal como una galvanización, un galvanizado y recocido y una aluminización. Una ventaja del procedimiento de la invención es también que la capa de óxido de hierro que puede existir en la superficie de la lámina de acero antes de que entre en el baño se retira en el baño, y después de que ha salido del baño, la superficie de la lámina está lista para una etapa de recubrimiento sin limpieza adicional de la superficie.

15 **[0031]** Las características y ventajas de la presente invención se harán más claramente evidentes a partir de la siguiente descripción, ejemplo y con referencia a las figuras adjuntas en las que:

- La Figura 1 es una vista esquemática de una línea de recocido continuo según una primera realización de la invención;
20 - La Figura 2 es una vista esquemática de una línea de recocido continuo según una segunda realización de la invención.

[0032] Como se ilustra en la figura 1, en una primera realización de la invención, una lámina de acero laminada en frío 1 pasa continuamente a través de los diferentes módulos de la línea, y es movida por un grupo de rodillos de transporte 2.

[0033] La lámina de acero se transporta primero a través de un módulo de recocido 9. Este módulo de recocido está compuesto por un recipiente 3 que contiene un baño 5 de óxidos fundidos que son inertes al hierro. En otras palabras, estos óxidos no reaccionan químicamente con la superficie y las regiones más externas de la lámina 1, al contrario de lo que sucede con una atmósfera que contiene oxígeno. El fleje de acero se desengrasa preferentemente antes de entrar en el baño de óxido, especialmente si la temperatura del fleje está cerca de la temperatura ambiente cuando entra en el baño de óxido. El baño 5 tiene una temperatura T_B superior a la temperatura T_E de la lámina de acero 1 cuando entra en el baño 5, y tiene una viscosidad η a esta temperatura inferior a $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, preferentemente inferior a $2 \cdot 10^{-2}$ Pa.s. La temperatura del baño T_B se establece, por ejemplo, entre 600 °C y 900 °C, preferentemente entre 700 y 850 °C. El baño se mantiene a dicha temperatura T_B por medios de calentamiento (no mostrados) tales como medios de calentamiento por inducción, quemadores sumergidos o medios de calentamiento por resistencia. Los medios de calentamiento precisos que se pueden usar pueden depender del material utilizado para fabricar el recipiente 3. La composición inicial del baño 5 es, por ejemplo, entre 45 % y 90 % en peso de B_2O_3 (límites incluidos, como para todos los demás contenidos), entre 10 % y 55 % en peso de Li_2O , y opcionalmente hasta 10 % de Na_2O . El Na_2O se puede reemplazar parcial o totalmente por uno o varios de CaO , K_2O , SiO_2 , P_2O_5 , Mn_2O . Debe entenderse que la composición del baño puede variar durante el funcionamiento del dispositivo, ya que el baño inevitablemente se contamina con óxidos como óxidos de aluminio, silicio, manganeso, cromo o hierro resultantes de la oxidación de la superficie del fleje. Lo que es esencial es que, durante el funcionamiento del dispositivo, estos cambios de composición no conduzcan a cambios en la viscosidad del baño que establecerían esta viscosidad fuera de los límites requeridos.

[0034] Una composición inicial preferida del baño 5 es 45 % p < B_2O_3 < 55 % p y 40 % p < Li_2O < 50 % p, que rodea el eutéctico binario Li_2O - B_2O_3 , que es 53 % p B_2O_3 y 47 % p Li_2O . Un baño 5, cuya composición está cerca de una composición eutéctica, permite trabajar a una temperatura más baja, y el comportamiento del baño es más fácilmente predecible.

[0035] La viscosidad máxima del baño es $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, y preferentemente $2 \cdot 10^{-2}$ Pa.s. El requisito de una viscosidad tan baja del baño es aún más importante, ya que reduce la cantidad de residuos de vidrio que se arrastra sobre la lámina. Dichos residuos de vidrio no son deseables en el marco de la presente invención y deben eliminarse.

[0036] El baño 5 se coloca bajo una atmósfera no oxidante, compuesta, por ejemplo, de gases N_2 y H_2 (por ejemplo, $N_2 + 1$ % de H_2). El baño 5 se puede agitar mediante medios de agitación (no mostrados) tales como medios de burbujeo o cualquier otro dispositivo de agitación conocido, para mejorar su homogeneidad de temperatura.

60 **[0037]** La lámina de acero 1 se sumerge en dicho baño 5, y gracias al valor de viscosidad específica η de dicho baño 5, la lámina de acero 1 se calienta homogéneamente hasta una temperatura T_O , mayor que T_E , medida a la salida del baño 5. Dado que el baño 5 se coloca bajo una atmósfera no oxidante y los óxidos fundidos que componen el baño son inertes hacia el hierro, la lámina de acero 1 no se oxida durante la inmersión, y no se requiere una etapa de descalcificación de la superficie de la lámina, por ejemplo, mediante decapado y/o granallado, después del recocido.

[0038] Los inventores han observado que si la diferencia ΔT entre la temperatura de la lámina de acero 1 a medida que entra en el baño T_E y la temperatura del baño T_B es superior a 250 °C, existe el riesgo de que los óxidos del baño se solidifiquen en la lámina 1 y formen una película de óxidos en las superficies de la lámina de acero 1 en su entrada en el baño. Sin embargo, este óxido solidificado se fundirá nuevamente siempre que se realice una agitación suficiente del baño y/o que se disminuya la velocidad de la línea para aumentar el tiempo de inmersión de la lámina de acero. Otra forma de limitar o suprimir este problema es inyectar un flujo de óxido líquido a alta temperatura (alrededor de 900 °C) en la lámina de acero, cuando entra en el baño. Esto se puede hacer instalando un segundo crisol de óxido fundido, destinado principalmente a recalentar el óxido recogido en el crisol principal utilizado para el tratamiento térmico de la lámina de acero, antes de reinyectarlo en el fleje con una bomba de circulación. En otras palabras, este segundo crisol es principalmente un «intercambiador de calor». Este segundo crisol también se puede usar para purificar el óxido líquido de elementos contaminantes como Mn, Al, Si, Cr.

[0039] Para evitar estas complicaciones, la lámina de acero 1 se puede precalentar opcionalmente primero, por ejemplo, en un horno de inducción (no se muestra) antes de su inmersión en el baño 3. Por lo tanto, ΔT se puede bajar a un valor más seguramente satisfactorio (no más de 250 °C).

[0040] Pero también se descubrió que si la diferencia ΔT es inferior a 25 °C, el intercambio térmico entre la lámina de acero 1 y el baño 5 es demasiado bajo para calentar o enfriar la lámina de acero de manera eficiente. Con más seguridad, evitar intercambios térmicos demasiado bajos se obtiene con una ΔT de 50 °C al menos

[0041] Por lo tanto, ΔT debe mantenerse entre 25 y 900 °C, posiblemente por una acción combinada en la temperatura de la lámina a medida que entra en el baño T_E y en la temperatura del baño T_B . El intervalo ΔT preferido es de 50-250 °C. No es posible definir un intervalo ΔT más preciso que sería válido para cada realización de la invención. En particular, para las bajas temperaturas del fleje, el valor ΔT óptimo depende del espesor del fleje, de la velocidad de circulación del fleje, de la intensidad de la agitación del baño. Con respecto al límite superior de la temperatura del baño, que es un parámetro del límite superior del intervalo ΔT , está determinado por la velocidad de evaporación aceptable del baño de óxido y la resistencia mecánica del recipiente 3 a altas temperaturas.

[0042] Después del módulo de recocido 9, la lámina de acero 1 pasa a través de un módulo de limpieza 10, en el que se eliminan los óxidos fundidos residuales que permanecen en las superficies de la lámina de acero. Estos óxidos fundidos residuales pueden eliminarse fácil y rápidamente de las superficies, gracias al valor de viscosidad específica η del baño 5, y esta etapa no ralentiza la producción. Dicho módulo de limpieza puede incluir una o varias boquillas de gas 11, cepillos, o cualquier otro medio que permita la eliminación de los óxidos fundidos o solidificados restantes de las superficies de la lámina de acero 1. Si los óxidos se eliminan por soplado de gas, el gas es preferentemente caliente (550 °C al menos) para evitar una solidificación de las gotitas de vidrio que dificultaría su eliminación por soplado de gas. Si las gotitas de vidrio ya están solidificadas, un cepillado realizado a una temperatura alta (470-600 °C) es óptimo.

[0043] A continuación, la lámina de acero 1 pasa a través de un módulo de recubrimiento 7, tal como un módulo de galvanización donde la lámina de acero 1 se sumerge en un baño 4 de zinc fundido o aleación de zinc, como se conoce clásicamente. Si la temperatura T_S de la lámina de acero 1 a medida que entra en el baño de galvanización 4 es demasiado alta para garantizar una buena adhesión del recubrimiento de zinc o para evitar la evaporación del recubrimiento, la lámina de acero 1 puede pasar opcionalmente a través de un módulo de enfriamiento (no mostrado) colocado antes del módulo de recubrimiento 7. Este módulo de enfriamiento puede incluir, por ejemplo, boquillas que proyectan agua o gas en la lámina de acero 1, o puede ser un módulo de enfriamiento tal como se describe en la segunda realización de la invención. Después de su salida del baño de galvanización 4, la lámina 1, como se conoce en la técnica, es tratada por un dispositivo de limpieza 8 (tal como un dispositivo de soplado de gas) que permite regular el espesor de la capa de recubrimiento.

[0044] Desde su entrada en el recipiente 3 que contiene el baño de óxidos 5 hasta su salida del baño de galvanización 4, la lámina de acero 1 se puede colocar bajo una atmósfera no oxidante mediante una o varias bocas 6 en las que se mantiene una atmósfera neutra (N_2) o reductora (N_2-H_2).

[0045] En una segunda realización de la invención, que se muestra en la figura 2, una lámina de acero laminada en frío 1 pasa continuamente a través de los diferentes módulos de la línea mediante rodillos de transporte 2. Esta lámina de acero laminada en frío 1 primero pasa a través de un módulo de calentamiento 12 que permite que el fleje alcance la temperatura de recristalización del acero. Este módulo de calentamiento 12 puede ser un horno de inducción como se muestra esquemáticamente, o cualquier otro dispositivo de calentamiento conocido.

[0046] A continuación, la lámina de acero laminada en frío 1 pasa a través de una zona de retención de temperatura 13, en la que la temperatura se mantiene constante durante un tiempo suficiente para permitir la recristalización. A continuación, la lámina de acero 1, a una temperatura T_E pasa a través de un módulo de enfriamiento 14. Este módulo de enfriamiento está compuesto por un recipiente 15 que contiene un baño 16 de óxidos fundidos que son inertes al hierro. El baño 16 tiene una viscosidad η' inferior a $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, preferentemente inferior a $2 \cdot 10^{-2}$

Pa.s, y tiene una temperatura T_B inferior a la temperatura T_E de la lámina de acero. La temperatura del baño T_B se establece, por ejemplo, entre 600 °C y 700 °C. El baño 16 se mantiene a la temperatura T_B por medios de enfriamiento necesarios para eliminar las calorías inyectadas por el fleje caliente. Este medio de enfriamiento se puede colocar dentro o fuera del baño, por ejemplo, en otro recipiente que contenga algún óxido fundido mantenido a la temperatura requerida. El baño 16 se coloca bajo una atmósfera no oxidante, compuesta, por ejemplo, de gases N_2 y H_2 . El baño 16 se agita mediante medios de agitación tales como medios de burbujeo o cualquier otro dispositivo de agitación conocido. La lámina de acero 1 se sumerge en el baño 16 y gracias a la viscosidad específica η' de dicho baño 16 la lámina de acero 1 se enfría homogéneamente a una temperatura T_S menor que T_E a la salida del baño 16. La diferencia $\Delta T'$ entre la temperatura de la lámina de acero 1 a la entrada del baño T_E y la temperatura del baño T_B debe estar comprendida entre 25 y 900 °C por las mismas razones expuestas para la primera realización de la invención.

[0047] Después del módulo de enfriamiento, la lámina de acero 1 pasa a través de un módulo de limpieza 20, en el que se eliminan los óxidos fundidos residuales que permanecen en las superficies de la lámina de acero. Estos óxidos fundidos residuales pueden eliminarse fácil y rápidamente de las superficies, gracias a la viscosidad específica η' del baño 16, y esta etapa no ralentiza la producción. Dicho módulo de limpieza puede incluir cepillos 21, boquillas de gas o cualquier otro medio que pueda eliminar los óxidos fundidos restantes de las superficies de la lámina de acero 1.

[0048] Si la temperatura alcanzada después del módulo de limpieza 20 no es lo suficientemente baja para las etapas posteriores de producción, la lámina de acero 1 puede sumergirse en otro baño (no representado) de óxidos fundidos que son inertes hacia el hierro, teniendo dicho baño, también, una viscosidad inferior a $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, preferentemente inferior a $2 \cdot 10^{-2}$ Pa.s, y que tiene una temperatura T_{B2} inferior a la temperatura de la lámina de acero T_S .

[0049] Como se ha visto, los valores de viscosidad para el baño de óxidos fundidos 16 o baños de esta segunda realización son los mismos que para la primera realización. Esto es lógico, ya que los requisitos de un bajo drenaje de vidrio fundido en la superficie de la lámina y de una fácil extracción del vidrio restante en la lámina 1 son idénticos. Pero dado que la temperatura del baño 16 es generalmente inferior a la de la primera realización (puede ser de aproximadamente 600-700 °C, por ejemplo), la composición del baño puede tener que adaptarse para obtener esta viscosidad a esta temperatura inferior. Un ejemplo de dicha composición es de al menos 45 % en peso de B_2O_3 (límites incluidos, como para todos los siguientes contenidos), al menos 30 % en peso de Li_2O y entre 10 % y 20 % de Na_2O . El Na_2O se puede reemplazar parcial o totalmente por uno o varios de CaO , K_2O , SiO_2 , P_2O_5 , MnO_2 . Por lo tanto, el baño 16 puede tener un contenido relativamente alto en Na_2O y/u óxidos funcionalmente similares, lo que asegura una temperatura de fusión más baja del baño.

[0050] Los componentes de baño utilizados como ejemplos preferidos para la primera y la segunda realización presentan las siguientes características.

[0051] El B_2O_3 se funde a baja temperatura (460 °C), pero su viscosidad en estado líquido es muy alta. Por lo tanto, la viscosidad del baño disminuye mediante la adición de principalmente Li_2O , y también de Na_2O y/o los otros óxidos citados anteriormente.

[0052] Se prefiere Li_2O porque este óxido es muy estable y no será reducido por ningún otro elemento de aleación del acero.

[0053] El Na_2O también puede usarse debido a su fuerte impacto en la viscosidad. Además, también aumenta fuertemente la naturaleza higroscópica del vidrio solidificado, lo que hace que el material sea más difícil de manipular. Además, el Na_2O es agresivo con el fleje de acero y se evapora fácilmente. Por lo tanto, no se recomienda el uso masivo de Na_2O en baños que se establecen a temperaturas relativamente altas, a las que su viscosidad es lo suficientemente baja con una cantidad pequeña o nula de este componente.

[0054] Tal como se aclara a lo largo de la descripción, el procedimiento de tratamiento térmico según la invención se puede usar para enfriar o calentar una lámina de aleación ferrosa mediante el uso de módulos que comprenden crisoles que contienen baños de óxido fundido. Dichos módulos se pueden usar en una línea de fabricación clásica como reemplazo o además de los hornos clásicos o dispositivos de enfriamiento en su lugar. Estos módulos son compactos y se pueden implementar fácilmente en una línea de producción existente o, por supuesto, en una nueva línea de producción.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de tratamiento térmico de una lámina de aleación ferrosa (1) que comprende la etapa de realizar un tratamiento térmico en dicha lámina (1) en circulación, al sumergirla en al menos un baño de óxidos fundidos (5, 16), en el que dicho baño de óxidos fundidos (5, 16) tiene una viscosidad inferior a $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, preferentemente inferior a $2 \cdot 10^{-2}$ Pa.s, estando la superficie de dicho baño (5, 16) en contacto con una atmósfera no oxidante, siendo dichos óxidos fundidos inertes hacia el hierro, estando la diferencia (ΔT) entre la temperatura de dicha lámina de aleación ferrosa (1) a la entrada del baño (5, 16) y la temperatura de dicho baño (5, 16) entre 25 °C y 900 °C, y eliminar los residuos de óxidos que permanecen en las superficies de dicha lámina de aleación ferrosa (1) a la salida de dicho baño (5, 16).
2. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 1, en el que la temperatura de dicha lámina de aleación ferrosa (1) cuando entra en el baño (5, 16) es inferior a la temperatura de dicho baño (5, 16), lo que resulta en un calentamiento de dicha lámina de aleación ferrosa (1).
3. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 2, en el que dicha lámina de aleación ferrosa (1) se precalienta antes de la inmersión en dicho baño de óxidos fundidos (5, 16).
4. Un procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que la temperatura de dicho baño de óxidos fundidos (5, 16) se encuentra dentro del intervalo de 600 °C a 900 °C, preferentemente entre 700 y 850 °C.
5. Un procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha lámina de aleación ferrosa (1) se enfría después de haberse calentado en dicho baño de óxidos fundidos (5, 16).
6. Un procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el baño de óxidos fundidos (5, 16) consiste inicialmente en:
 - 45 % p < B_2O_3 < 90 % p;
 - 10 % p ≤ Li_2O ≤ 55 % p;
 - 0 % p ≤ Na_2O ≤ 10 % p;
 pudiendo reemplazarse el Na_2O cuando está presente, al menos parcialmente, por uno o varios de CaO , K_2O , SiO_2 , P_2O_5 , Mn_2O .
7. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 6, en el que el baño de óxidos fundidos (4, 16) consiste inicialmente en 45 % p < B_2O_3 < 55 % p y 40 % p < LiO_2 < 50 % p.
8. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 1, en el que la temperatura de dicha lámina de aleación ferrosa (1) cuando entra en el baño (5, 16) es mayor que la temperatura de dicho baño (5, 16), lo que resulta en un enfriamiento de dicha lámina de aleación ferrosa (1).
9. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 8, en el que la temperatura de dicho baño de óxidos fundidos (5, 16) está comprendida entre 600 °C y 700 °C.
10. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 8 o 9, en el que el baño de óxidos fundidos (4, 16) consiste inicialmente en:
 - al menos 45 % p de B_2O_3 ;
 - al menos 30 % p de Li_2O ;
 - 10 % p ≤ Na_2O ≤ 20 % p;
 pudiendo reemplazarse el Na_2O , al menos parcialmente, por uno o varios de CaO , K_2O , SiO_2 , P_2O_5 , Mn_2O .
11. Un procedimiento de tratamiento térmico según la reivindicación 5, en el que dicha etapa de enfriamiento se realiza mediante el uso de un procedimiento según las reivindicaciones 8 a 10.
12. Un procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que los residuos de óxidos fundidos que permanecen en las superficies de dicha lámina de aleación ferrosa (1) se eliminan, mediante acción mecánica y/o soplado de gas.
13. Un procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que dicha lámina de aleación ferrosa (1) se somete finalmente a una etapa de recubrimiento.
14. Un procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la

lámina de aleación ferrosa (1) es una lámina de acero.

15. Dispositivo para implementar el procedimiento de tratamiento térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende un baño de óxidos fundidos (5, 16) que tiene una viscosidad inferior a $3 \cdot 10^{-1}$ Pa.s, preferentemente inferior a $2 \cdot 10^{-2}$ Pa.s, en el que:

- la superficie de dicho baño (5, 16) está en contacto con una atmósfera no oxidante;
- dichos óxidos fundidos son inertes hacia el hierro;
- y que comprende medios para eliminar los residuos de óxidos fundidos que permanecen en las superficies de dicha lámina de aleación ferrosa (1) a la salida de dicho baño.

16. Dispositivo según la reivindicación 17, que comprende medios (12) para precalentar la lámina de aleación ferrosa, ubicada aguas arriba del baño de óxidos fundidos (5, 16).

15 17. Dispositivo según la reivindicación 15 o 16, que comprende medios (7) para recubrir la lámina de aleación ferrosa (1), ubicada aguas abajo del baño de óxidos fundidos (5, 16).

18. Dispositivo según la reivindicación 17, que comprende medios (11) para enfriar la lámina de aleación ferrosa (1), ubicada entre el baño de óxidos fundidos (5, 16) y los medios de recubrimiento (7).

20 19. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, en el que los medios para eliminar los residuos de óxidos fundidos que permanecen en las superficies de la lámina de aleación ferrosa (1) a la salida del baño comprenden cepillos (21) y/o boquillas de soplado de gas caliente.

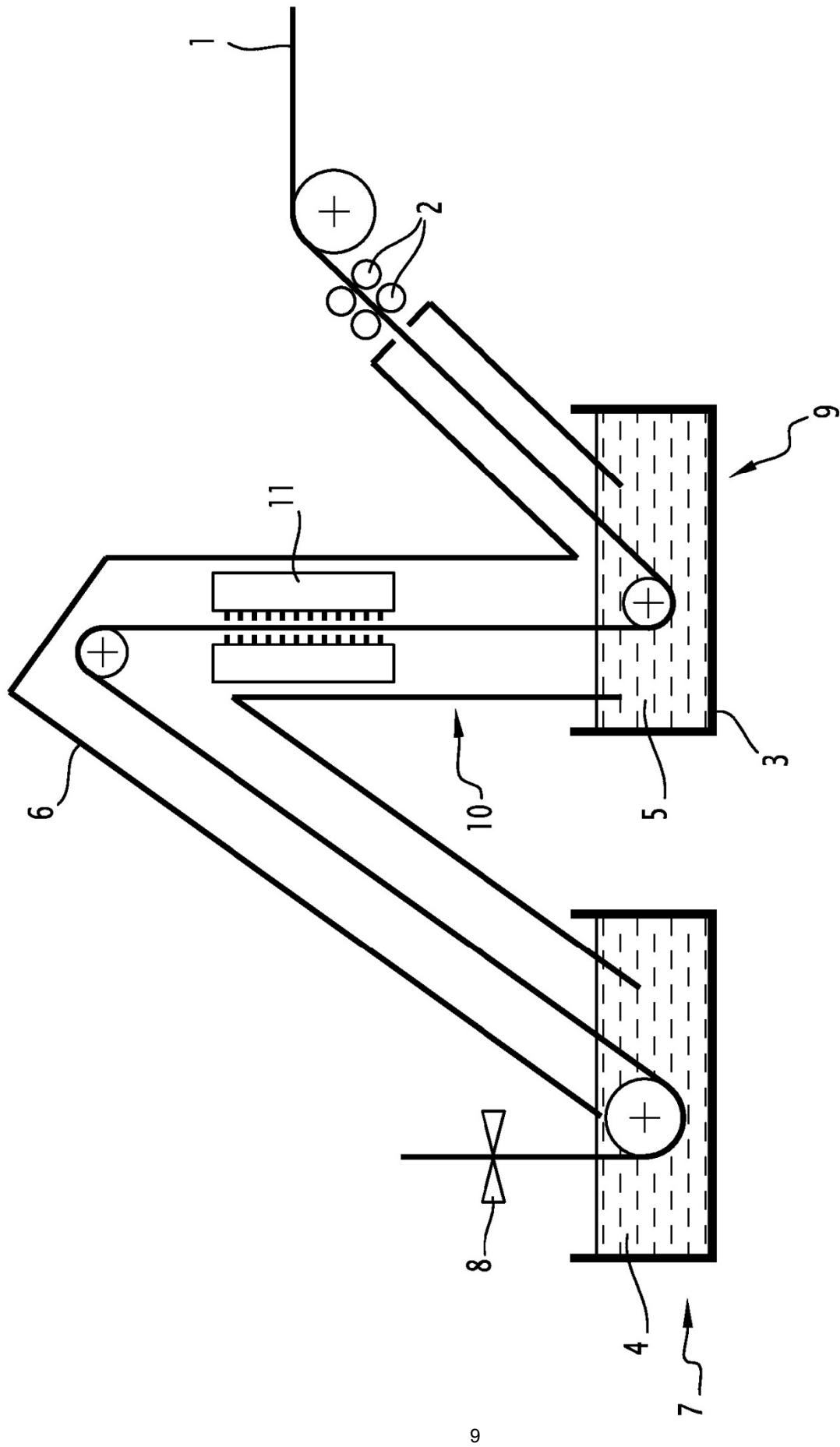


FIG. 1

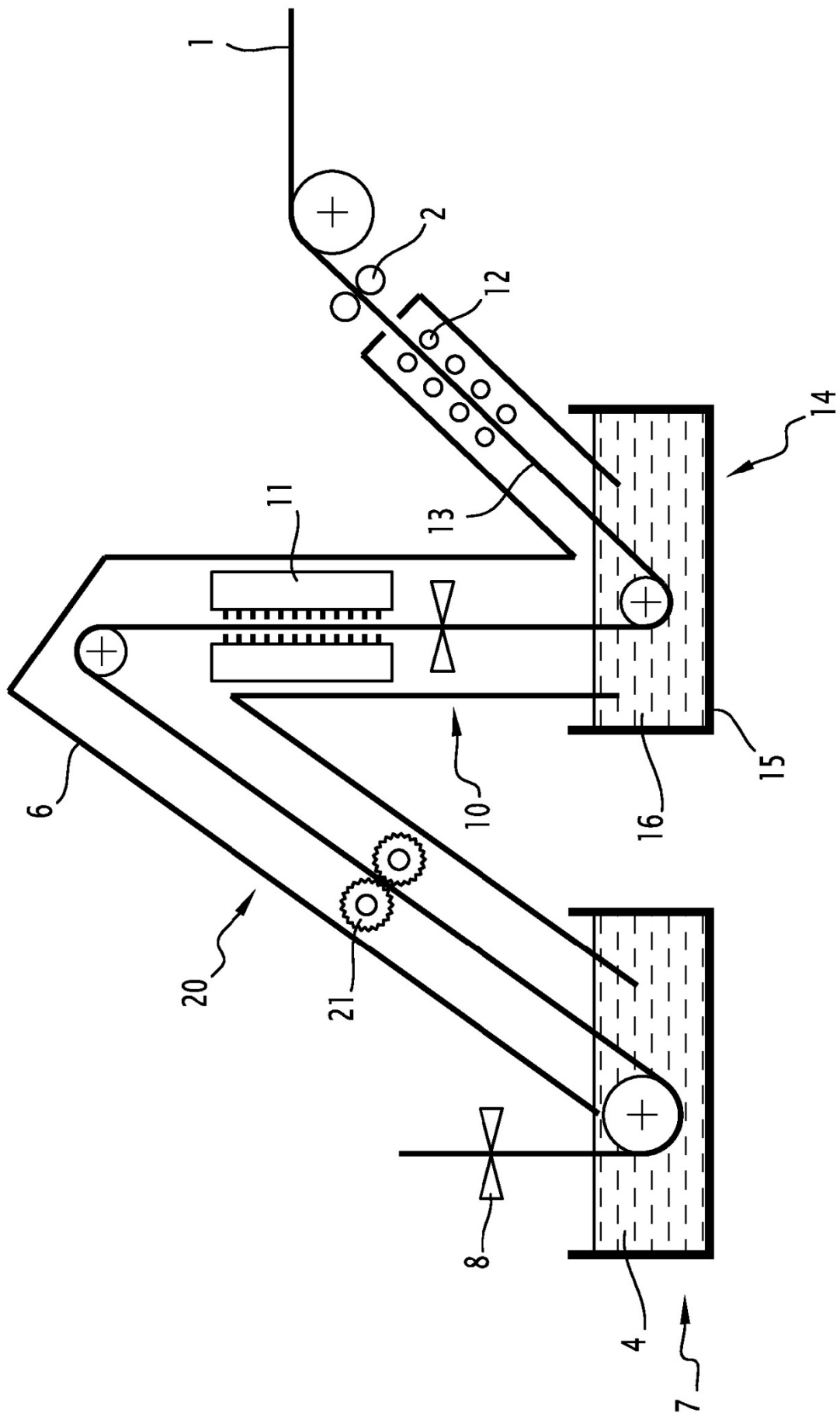


FIG.2