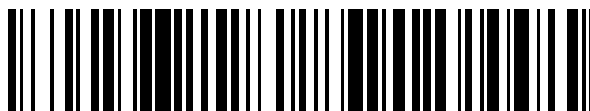


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 091**

51 Int. Cl.:

C21D 9/46 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.12.2015 PCT/IB2015/060026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017 WO17115107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2015 E 15828384 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3397785**

54 Título: **Procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada y recocida de ultra alta resistencia y lámina galvanizada y recocida obtenida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.07.2020

73 Titular/es:
**ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:
**GIRINA, OLGA, A. y
PANAHI, DAMON**

74 Agente/Representante:
SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 774 091 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 para producir una lámina de acero galvanizada y recocida de ultra alta resistencia y lámina galvanizada y recocida obtenida

5

[0001] La presente invención se refiere a la fabricación de una lámina de acero galvanizada y recocida de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción mejorada y un alargamiento total mejorado, y una lámina de acero galvanizada y recocida obtenida por este procedimiento.

10 **[0002]** Para fabricar diversos equipos, tales como piezas de elementos estructurales de la carrocería y paneles de la carrocería para vehículos automovilísticos, en la actualidad resulta habitual utilizar láminas fabricadas de aceros FD (de fase dual), de fase múltiple, de fase compleja o aceros martensíticos.

15 **[0003]** Por ejemplo, una fase múltiple de alta resistencia puede incluir una estructura bainítica-martensítica con/sin algo de austenita retenida y contiene aproximadamente un 0,2 % de C, aproximadamente un 2 % de Mn, aproximadamente un 1,5 % de Si, lo que daría como resultado una carga de fluencia de aproximadamente 750 MPa, una resistencia a la tracción de aproximadamente 980 MPa, y un alargamiento total de aproximadamente un 10 %. Estas láminas se producen en una línea de recocido continuo templando de una temperatura de recocido superior al punto de transformación Ac3 a una temperatura de sobreenviejamiento superior al punto de transformación Ms y
20 manteniendo la lámina a la temperatura durante un tiempo dado. Opcionalmente, la lámina es galvanizada o galvanizada y recocida.

[0004] Para reducir el peso de las piezas de automóviles con el fin de mejorar su eficiencia en consumo de combustible, en vista de la conservación global del medio ambiente, es deseable tener láminas que tengan un mejor
25 equilibrio entre la resistencia y la ductilidad. Pero dichas láminas también deben tener una buena formabilidad.

[0005] Además, es deseable producir una lámina de acero galvanizada y recocida, ya que el galvanizado y recocido proporciona una soldabilidad mejorada y una alta resistencia a la corrosión después de la soldadura por
30 puntos y el estampado.

[0006] A este respecto, es deseable proporcionar una lámina de acero galvanizada y recocida que tenga una resistencia a la tracción RT de al menos 1450 MPa y un alargamiento total AT de al menos el 17 %. Estas propiedades se miden según la norma ISO 6892-1, publicada en octubre de 2009. Se debe enfatizar que, debido a las diferencias en los procedimientos de medida, en particular debido a las diferencias en el tamaño de la muestra utilizada, los valores
35 del alargamiento total según el estándar ISO son muy diferentes, en particular más bajos, que los valores del alargamiento total según el estándar JIS Z 2201-05. Además, es deseable producir las láminas galvanizadas y recocidas con un procedimiento de fabricación que sea robusto, es decir, que las variaciones en los parámetros del procedimiento no conduzcan a variaciones importantes de las propiedades mecánicas obtenidas.

40 **[0007]** El documento EP2762592A1 divulgó una lámina de acero galvanizada en caliente de alta resistencia y su procedimiento de producción.

[0008] Por lo tanto, el propósito de la presente invención es proporcionar tal lámina y un procedimiento fuerte para producirla.
45

[0009] Para este propósito, la invención se refiere a un procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada y recocida, comprendiendo el procedimiento las etapas sucesivas de:

50 - proporcionar una lámina de acero laminada en frío hecha de un acero que tiene una composición química que comprende, en % en peso:

- 0,34 % ≤ C ≤ 0,45%
- 1,50 % ≤ Mn ≤ 2,30 %
- 1,50 ≤ Si ≤ 2,40 %
- 55 0 % < Cr ≤ 0,7 %
- 0 % ≤ Mo ≤ 0,3 %
- 0,10 % ≤ Al ≤ 0,7 %, y
- y opcionalmente 0 % ≤ Nb ≤ 0,05 %,

60 siendo el resto Fe e impurezas inevitables,
- recocer la lámina de acero laminado en frío a una temperatura de recocido TR superior al punto de transformación Ac3 del acero,
- templar la lámina de acero recocida enfriándola a una temperatura de temple TT inferior al punto de transformación Ms del acero y comprendida entre 150 °C y 250 °C,
65 - recalentar la lámina de acero templada a una temperatura de partición TP entre 350 °C y 450 °C y mantener la lámina

de acero a la temperatura de partición TP durante un tiempo de partición Tp de al menos 80 s,
 - recubrir la lámina de acero mediante recubrimiento por inmersión en caliente en un baño de cinc seguido de galvanizado y recocida, con una temperatura de aleación GAT comprendida entre 470 °C y 520 °C.

5 **[0010]** Según otros aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento comprende además una o más de las siguientes características, consideradas en solitario o según cualquier combinación técnicamente posible:

- durante el temple, la lámina de acero recocido se enfría a la temperatura de temple TT a una velocidad de enfriamiento suficientemente para evitar la formación de ferrita al enfriarse, con el fin de obtener una lámina de acero
- 10 templada que tenga una estructura que consiste en martensita y austenita,
- dicha velocidad de enfriamiento es superior o igual a 20 °C/s,
- la temperatura de enfriamiento está entre 200 °C y 230 °C,
- el tiempo de partición Tp está comprendido entre 100 s y 300 s,
- la temperatura de recocido TR está comprendida entre 870 °C y 930 °C,
- 15 - la temperatura de aleación GAT está comprendida entre 480 °C y 500 °C,
- la lámina de acero se mantiene a la temperatura de aleación GAT durante un tiempo GAt comprendido entre 5 s y 15 s,
- la composición del acero es tal que $Al \leq 0,30 \%$,
- la composición del acero es tal que $0,15 \% \leq Al$,
- 20 - la composición del acero es tal que $0,03 \% \leq Nb \leq 0,05 \%$,
- dicha lámina de acero galvanizado y recocido presenta una resistencia a la tracción RT de al menos 1450 MPa y un alargamiento total AT de al menos el 17 %.

25 **[0011]** La invención también se refiere a una lámina de acero galvanizada y recocida hecha de acero que tiene una composición química que comprende, en % en peso:

- 0,34 % $\leq C \leq 0,45\%$
- 1,50 % $\leq Mn \leq 2,30 \%$
- 1,50 $\leq Si \leq 2,40 \%$
- 30 0 % $< Cr \leq 0,7 \%$
- 0 % $\leq Mo \leq 0,3 \%$
- 0,10 % $\leq Al \leq 0,7 \%$,
- y opcionalmente 0 % $\leq Nb \leq 0,05 \%$,

35 siendo el resto Fe e impurezas inevitables, consistiendo la estructura del acero en entre el 50 % y el 70 % de martensita, austenita residual y bainita.

40 **[0012]** Según otros aspectos ventajosos de la invención, la lámina de acero galvanizada y recocida comprende una o más de las siguientes características, consideradas en solitario o según cualquier combinación técnicamente posible:

- la composición del acero es tal que $Al \leq 0,30 \%$,
- la composición del acero es tal que $0,15 \% \leq Al$,
- la composición del acero es tal que $0,03 \% \leq Nb \leq 0,05 \%$,
- 45 - la austenita retenida tiene un contenido de C comprendido entre el 0,9 % y el 1,2 %,
- dicha lámina de acero galvanizado y recocido presenta una resistencia a la tracción RT de al menos 1450 MPa y un alargamiento total AT de al menos el 17 %.

50 **[0013]** La invención se describirá ahora en detalle, pero sin introducir limitaciones.

[0014] Según la invención, la lámina se obtiene mediante tratamiento térmico de una lámina de acero laminada en caliente y preferentemente laminada en frío hecha de acero que tiene una composición química que comprende, en % en peso:

- 55 - del 0,34 % al 0,45 % de carbono para garantizar una resistencia satisfactoria y mejorar la estabilidad de la austenita retenida, lo que es necesario para obtener un alargamiento suficiente. Si el contenido de carbono es superior al 0,45 %, la lámina laminada en caliente es demasiado dura para laminar en frío y la soldabilidad es insuficiente.
- del 1,50 % al 2,40 % de silicio con el fin de estabilizar la austenita, para proporcionar una fortificación de la solución sólida y retrasar la formación de carburos durante la división con procedimientos adecuados para prevenir la formación
- 60 de óxidos de silicio en la superficie de la lámina, lo que será perjudicial para la capacidad de recubrimiento. Preferentemente, el contenido de silicio es superior o igual al 1,80 %. Preferentemente, el contenido de silicio es inferior o igual al 2,20 %.

65 - 1,50 % al 2,30 % de manganeso. El contenido mínimo se define para tener una templabilidad suficiente para obtener una microestructura que contenga al menos el 50 % de martensita, y una resistencia a la tracción de al menos 1450

MPa. El máximo se define para evitar tener problemas de segregación que son perjudiciales para la ductilidad.

- del 0 % al 0,3 % de molibdeno y del 0 % al 0,7 % de cromo para aumentar la templabilidad y estabilizar la austenita retenida para reducir considerablemente la descomposición de la austenita durante la partición. El valor cero absoluto se excluye debido a cantidades residuales. Según una realización, la composición comprende del 0 % al 0,5 % de cromo. Preferentemente, el contenido de molibdeno está comprendido entre el 0,07 % y el 0,20 %, y el contenido de cromo está comprendido preferentemente entre el 0,25 % y el 0,45 %.

- 0,10 % al 0,7 % de aluminio. Se añade aluminio para obtener un alto nivel de alargamiento, así como un buen equilibrio entre resistencia y ductilidad, y para aumentar la robustez del procedimiento de fabricación, en particular para aumentar la estabilidad de las propiedades mecánicas obtenidas cuando la temperatura de temple y el tiempo de partición varían. El contenido máximo de aluminio del 0,7 % se define para evitar un aumento del punto de transformación Ac_3 a una temperatura que dificultaría el recocido. Preferentemente, el contenido de aluminio es superior o igual al 0,15 %, y/o inferior o igual al 0,30 %, lo que permite obtener un alargamiento total AT de al menos el 17 % y un alargamiento uniforme AU de al menos el 16 %. Preferentemente, se añade aluminio en una etapa tardía, después de la etapa de desoxidación.

[0015] El resto es hierro y elementos residuales o impurezas inevitables resultantes de la fabricación del acero. A este respecto, al menos Ni, Cu, V, Ti, B, S, P y N se consideran elementos residuales que son impurezas inevitables. Por lo tanto, generalmente, su contenido es menor del 0,05 % de Ni, 0,05 de Cu, 0,007 % de V, 0,001 % de B, 0,005 % de S, 0,02 % de P y 0,010 % de N.

[0016] La adición de elementos de microaleación, tales como niobio del 0 % al 0,05 % y/o titanio del 0 % al 0,1 %, se puede utilizar para obtener la microestructura deseada y una combinación óptima de propiedades del producto, en particular una mayor resistencia a la tracción. Por ejemplo, se añade Nb en una cantidad comprendida entre el 0,03 % y el 0,05 %.

[0017] La lámina laminada en caliente se puede producir de una manera conocida a partir de este acero.

[0018] Como ejemplo, una lámina que tiene la composición anterior se calienta a una temperatura entre 1200 °C y 1280 °C, preferentemente aproximadamente 1250 °C, se lamina en caliente con una temperatura de laminado de acabado preferentemente inferior a 850 °C, a continuación, se enfría y se enrolla a una temperatura comprendida preferentemente entre 500 °C y 730 °C. La lámina se lamina en frío.

[0019] Después del laminado, la lámina se decapa o se limpia, a continuación, se trata térmicamente y se galvaniza y se recuece.

[0020] El tratamiento térmico, que se realiza preferentemente en una línea de recocido continuo y recubrimiento por inmersión en caliente, comprende las siguientes etapas sucesivas:

- recocer la lámina laminada en frío a una temperatura de recocido TR igual o superior al punto de transformación Ac_3 del acero, y preferentemente superior a + 15 °C de Ac_3 , para obtener una lámina de acero recocida que tenga una estructura completamente austenítica, pero inferior a 1000 °C para no engrosar demasiado los granos austeníticos. Generalmente, una temperatura superior a 870 °C es suficiente para el acero según la invención y esta temperatura no necesita ser superior a 930 °C. A continuación, la lámina de acero se mantiene a esta temperatura, es decir, se mantiene entre TR - 5 °C y TR + 10 °C, durante un tiempo suficiente para homogeneizar la temperatura en el acero.

Preferentemente, este tiempo es de más de 30 segundos, pero no necesita ser de más de 300 segundos. Para calentarse a la temperatura de recocido, la lámina de acero laminada en frío, por ejemplo, primero se calienta a una temperatura de aproximadamente 600 °C a una velocidad de calentamiento típicamente inferior a 20 °C/s, por ejemplo, inferior a 10 °C/s, a continuación, se calienta de nuevo a una temperatura de aproximadamente 800 °C a una velocidad de calentamiento típicamente inferior a 10 °C/s, por ejemplo, inferior a 2 °C/s, y finalmente se calienta a la temperatura de recocido a una velocidad de calentamiento inferior a 5 °C/s, por ejemplo, por debajo de 1,5 °C/s. En este caso, la lámina se mantiene a la temperatura de recocido TR durante un tiempo de recocido Tr de entre 40 y 150 segundos.

- templar la lámina recocida enfriándola a una temperatura de temple TT inferior al punto de transformación Ms, y comprendida entre 150 °C y 250 °C. La lámina recocida se enfría a la temperatura de temple TT a una velocidad de enfriamiento suficiente para evitar la formación de ferrita al enfriarse. Preferentemente, la velocidad de enfriamiento está comprendida entre 20 °C/s y 50 °C/s, por ejemplo, superior o igual a 25 °C/s. La temperatura de temple TT y la velocidad de enfriamiento durante el temple se eligen para obtener una lámina templada que tenga una estructura consistente en martensita y austenita. El contenido de martensita y austenita en la lámina templada se eligen para permitir obtener, después del tratamiento térmico y el galvanizado y recocido, una estructura final que consiste en el 50 % al 70% de martensita, austenita retenida y bainita. Si la temperatura de temple TT es inferior a 150 °C, la fracción de martensita repartida en la estructura final es demasiado alta para estabilizar una cantidad suficiente de austenita retenida, de manera que el alargamiento total no alcanza el 17 %. Además, si la temperatura de temple TT es superior a 350 °C, la fracción de martensita repartida es demasiado baja para obtener la resistencia a la tracción deseada. Preferentemente, la temperatura de temple TT está comprendida entre 200 °C y 230 °C

- recalentar la lámina templada hasta una temperatura de partición TP comprendida entre 350 °C y 450 °C. La velocidad de calentamiento es preferentemente de al menos 30 °C/s.

- mantener la lámina a la temperatura de partición TP durante un tiempo de partición Tp de al menos 80 s, por ejemplo, comprendida entre 80 s y 300 s, preferentemente al menos 100 s. Durante la etapa de partición, el carbono se reparte, es decir, se difunde desde la martensita hacia la austenita, que se enriquece así en carbono. El grado de partición aumenta con la duración de la etapa de retención. Por lo tanto, la duración de retención Tp se elige lo suficientemente
- 5 larga como para proporcionar una partición lo más completa posible. Sin embargo, una duración demasiado larga puede causar la descomposición de austenita y una partición demasiado alta de la martensita y, por lo tanto, una reducción de las propiedades mecánicas. Por lo tanto, el tiempo de partición es limitado para evitar tanto como sea posible la formación de ferrita.
- recubrir por inmersión en caliente la lámina en un baño de cinc seguido de galvanizado y recocido, a una temperatura
- 10 de aleación GAT. El calentamiento a la temperatura de aleación se realiza preferentemente a una velocidad de calentamiento de al menos 20 °C/s, preferentemente al menos 30 °C/s. Preferentemente, la temperatura de aleación GAT está comprendida entre 470 °C y 520 °C. Aún preferentemente, la temperatura de aleación es inferior o igual a 500 °C y/o superior o igual a 480 °C. La lámina se mantiene a la temperatura de aleación GAT durante un tiempo GAT que está comprendido, por ejemplo, entre 5 s y 20 s, preferentemente entre 5 s y 15 s, por ejemplo, entre 8 s y 12 s.
- 15 - enfriar la lámina galvanizada y recocida a la temperatura ambiente después del galvanizado y recocido. La velocidad de enfriamiento a la temperatura ambiente está preferentemente entre 3 y 20 °C/s.

[0021] Este tratamiento térmico y el galvanizado y recocido permiten obtener una estructura final, es decir, después de la partición, el galvanizado y recocido y el enfriamiento a temperatura ambiente, que consiste en

20 martensita, con una fracción de superficie comprendida entre el 50 % y el 70 % de austenita retenida y bainita.

[0022] Una fracción de martensita comprendida entre el 50 % y el 70 % permite obtener una resistencia a la tracción de al menos 1450 MPa.

25 [0023] Además, este tratamiento permite obtener un mayor contenido de C en la austenita retenida, que es de al menos el 0,9 %, preferentemente de al menos el 1,0 % y hasta el 1,2 %.

[0024] Con este tratamiento térmico, es posible obtener láminas que tengan una carga de fluencia de al menos 900 MPa, una resistencia a la tracción de al menos 1450 MPa, un alargamiento uniforme de al menos el 16 % y un

30 alargamiento total de al menos el 17 %.

[0025] Como ejemplos y comparación, se fabricaron láminas hechas de aceros cuya composición en % en peso y temperatura crítica, tal como Ac3 y Ms, se presentan en la tabla I.

35

Tabla I

Ref. acero	% de C	% de Mn	% de Si	% en Cr	% en Mo	% de Al	% de Nb	°C de Ac3	°C de Ms
I1	0,41	2,02	1,92	0,31	0,16	0,17	-	875	305
C1	0,38	1,98	1,93	0,51	0,003	<u>0,048</u>	0,039	825	290

[0026] Los valores subrayados no son según la invención.

[0027] Se trataron térmicamente varias láminas mediante recocido a una temperatura Ta durante un tiempo ta de 80 s, temple a una temperatura TT a una velocidad de enfriamiento de 25 °C/s, se recalentaron a una temperatura de partición TP a una velocidad de recalentamiento de 40 °C/s, y se mantuvieron a la temperatura de partición TP durante un tiempo de partición Tr, a continuación se galvanizaron y recociéron a una temperatura de aleación GAT durante un tiempo GAT o 10 s, después se enfriaron a temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento de 5 °C/s.

45 [0028] Las propiedades mecánicas se midieron en la dirección transversal con respecto a la dirección de laminado. Como es bien sabido en la técnica, el nivel de ductilidad es ligeramente mejor en la dirección de laminado que en la dirección transversal para dicho acero de alta resistencia. Las propiedades medidas son la carga de fluencia CF, el esfuerzo de tracción ET, el alargamiento uniforme AU y el alargamiento total AT.

50 [0029] Las condiciones de tratamiento y las propiedades mecánicas se presentan en la Tabla II.

[0030] En estas tablas, TR es la temperatura de recocido, TT la temperatura de temple, TP la temperatura de partición, Tp el tiempo de partición y GAT es la temperatura de aleación.

Tabla II

Ejemplo	Acero	TR	TT	TP	TP	GAT	CF	Rt	AU	AT
		°C	°C	°C	s	°C	MPa	MPa	%	%
1	I1	900	215	400	100	500	990	1479	16,5	22
2	I1	900	215	400	200	500	950	1460	16,6	22,1
3	I1	900	215	400	300	500	1070	1450	16,4	21,5
4	I1	900	230	400	100	500	910	1460	18	23
5	I1	900	230	400	200	500	950	1465	18,1	24
6	I1	900	230	400	300	500	1000	1450	16,6	22
7	C1	900	205	400	50	500	1062	1548	14,7	16,5
8	C1	900	205	400	100	500	990	1561	14,3	16,5
9	C1	900	205	400	150	500	998	1581	12,7	14,3

- [0031]** Los ejemplos 1-6 muestran que, con un acero que tiene una composición según la invención, en particular que comprende el 0,17 % de Al, con una temperatura de temple TT de 215 °C o 230 °C, y una temperatura de partición TP de 400 °C, se puede obtener una lámina de acero que tenga un alto nivel de alargamiento y un buen equilibrio entre resistencia y ductilidad. De hecho, todas las láminas de los ejemplos 1-6 tienen una carga de fluencia de al menos 910 MPa, una resistencia a la tracción de al menos 1450 MPa, un alargamiento uniforme AU de al menos el 16,5 % y un alargamiento total AT de al menos el 17 %, e incluso del 21 %.
- 5
- [0032]** La comparación de las propiedades mecánicas de los ejemplos 1-6 muestra además que las propiedades mecánicas deseadas obtenidas son casi no sensibles a la temperatura de temple TT que varía de 215 °C a 230 °C y al tiempo de partición Tp cuando está comprendido entre 100 s y 300 s. Por lo tanto, las propiedades obtenidas son muy robustas a las variaciones de la temperatura de temple y/o el tiempo de partición.
- 10
- [0033]** En comparación, las propiedades de los ejemplos 7-8, hechas de un acero que contiene el 0,048 % de Al, son más sensibles a las variaciones del tiempo de partición Tp.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para producir una lámina de acero galvanizado y recocido, que comprende las etapas sucesivas de:
- 5 - proporcionar una lámina de acero laminada en frío hecha de un acero que tiene una composición química que comprende, en % en peso:
- 10 $0,34 \% \leq C \leq 0,45\%$
 $1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$
 $1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$
 $0 \% < Cr \leq 0,7 \%$
 $0 \% \leq Mo \leq 0,3 \%$
 $0,10 \% \leq Al \leq 0,7 \%$,
- 15 y opcionalmente $0 \% \leq Nb \leq 0,05 \%$,
- siendo el resto Fe e impurezas inevitables,
- recocer la lámina de acero laminado en frío a una temperatura de recocido TR superior al punto de transformación Ac3 del acero,
- 20 - templar la lámina de acero recocida enfriándola a una temperatura de temple TT inferior al punto de transformación Ms del acero y comprendida entre 150 °C y 250 °C,
- recalentar la lámina de acero templada a una temperatura de partición TP entre 350 °C y 450 °C y mantener la lámina de acero a la temperatura de partición TP durante un tiempo de partición Tp de al menos 80 s,
- 25 - recubrir la lámina de acero mediante recubrimiento por inmersión en caliente en un baño de cinc seguido de galvanizado y recocida, con una temperatura de aleación GAT comprendida entre 470 °C y 520 °C.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que, durante el temple, la lámina de acero recocida se enfría a la temperatura de temple TT a una velocidad de enfriamiento suficiente para evitar la formación de ferrita al enfriarse, para obtener una hoja de acero templada que tiene una estructura que consiste en martensita y austenita.
- 30 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que dicha velocidad de enfriamiento es superior o igual a 20 °C/s.
4. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la temperatura de temple
- 35 está entre 200 °C y 230 °C.
5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el tiempo de partición Tp está comprendido entre 100 s y 300 s.
- 40 6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la temperatura de recocido TR está comprendida entre 870 °C y 930 °C.
7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la temperatura de aleación GAT está comprendida entre 480 °C y 500 °C.
- 45 8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la lámina de acero se mantiene a la temperatura de aleación GAT durante un tiempo GAt comprendido entre 5 s y 15 s.
9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la composición del acero es
- 50 tal que $Al \leq 0,30 \%$.
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la composición del acero es tal que $0,15 \% \leq Al$.
- 55 11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la composición del acero es tal que $0,03 \% \leq Nb \leq 0,05 \%$.
12. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que dicha lámina de acero galvanizada y recocida presenta una resistencia a la tracción RT de al menos 1450 MPa y un alargamiento total AT
- 60 de al menos el 17 %.
13. Una lámina de acero galvanizada hecha de acero que tiene una composición química que comprende, en % en peso:
- 65 $0,34 \% \leq C \leq 0,45\%$

ES 2 774 091 T3

1,50 % ≤ Mn ≤ 2,30 %

1,50 ≤ Si ≤ 2,40 %

0 % < Cr ≤ 0,7 %

0 % ≤ Mo ≤ 0,3 %

- 5 0,10 % ≤ Al ≤ 0,7 %, y opcionalmente 0 % ≤ Nb ≤ 0,05 %,

siendo el resto Fe e impurezas inevitables, consistiendo la estructura del acero en entre el 50 % y el 70 % de martensita, austenita residual y bainita.

10

14. La lámina de acero galvanizada y recocida según la reivindicación 13, en la que la composición del acero es tal que Al ≤ 0,30 %.

15. La lámina de acero galvanizada y recocida según cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, en la que la composición del acero es tal que 0,15 % ≤ Al.

16. La lámina de acero galvanizada y recocida según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en la que la composición del acero es tal que 0,03 % ≤ Nb ≤ 0,05 %.

- 20 17. La lámina de acero galvanizada y recocida según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en la que la austenita retenida tiene un contenido de C comprendido entre el 0,9 % y el 1,2 %.

18. La lámina de acero galvanizada y recocida según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, en la que dicha lámina de acero galvanizada y recocida presenta una resistencia a la tracción RT de al menos 1450 MPa y un alargamiento total AT de al menos el 17 %.

25