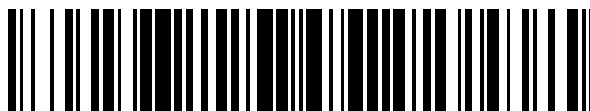


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 835**

51 Int. Cl.:

C21D 8/04	(2006.01)	C22C 38/34	(2006.01)
C21D 1/19	(2006.01)	C22C 38/38	(2006.01)
C21D 1/25	(2006.01)	C22C 38/00	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)	C22C 38/22	(2006.01)
C21D 9/46	(2006.01)	C25D 7/06	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/06	(2006.01)		
C22C 38/26	(2006.01)		
C23C 2/28	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2014** E 18213687 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** EP 3492608

54 Título: **Procedimiento para producir una lámina de acero de ultra alta resistencia no recubierta y una lámina obtenida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.08.2020

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 2 777 835 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 de ultra alta resistencia no recubierta y una lámina obtenida

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a la fabricación de láminas de acero de alta resistencia recubiertas o no recubiertas que tienen una resistencia a la tracción mejorada y un alargamiento total mejorado y las láminas obtenidas mediante 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 descubiertas, electrogalvanizadas, galvanizadas y recocidas 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 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 manteniendo la lámina a la temperatura durante un tiempo dado. Opcionalmente, la lámina es galvanizada o galvanizada y recocida.
- 20 **[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 equilibrio entre la resistencia y la ductilidad. Pero dichas láminas también deben tener una buena formabilidad.
- 25 **[0005]** A este respecto, se propuso producir láminas hechas de acero utilizando las llamadas templadas y particionadas que tienen mejores propiedades mecánicas y buena formabilidad. El objetivo es proporcionar láminas recubiertas o no recubiertas (descubiertas) que tienen una resistencia a la tracción RT de aproximadamente 1470 MPa y un alargamiento total de al menos un 19 %.
- 30 **[0006]** El documento EP2546368 A1 describe un procedimiento para producir una lámina de acero de alta resistencia.
- 35 **[0007]** Por lo tanto, el propósito de la presente invención es proporcionar dicha lámina y un procedimiento para producirla.
- [0008]** Para este fin, la invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1.
- 40 **[0009]** Preferentemente, la temperatura de recocido TR se encuentra entre 870 y 930 °C.
- [0010]** Preferentemente, el acero laminado en frío descubierto es luego electrogalvanizado.
- [0011]** La invención se refiere también a una lámina de acero no recubierta según la reivindicación 8.
- 45 **[0012]** La invención se describirá ahora en detalle pero sin introducir limitaciones.
- [0013]** Según la invención, la lámina se obtiene mediante el tratamiento térmico de una lámina de acero no tratada laminada en caliente o preferentemente en frío hecha de acero cuya composición química contiene, en % en peso:
- 50 - del 0,34 % al 0,40 % de carbono para garantizar una resistencia satisfactoria y mejorar la estabilidad de la austenita retenida. Esto es necesario para obtener un alargamiento suficiente. Si el contenido de carbono es demasiado alto, la lámina laminada en caliente es demasiado dura para laminar en frío y la soldabilidad es insuficiente.
- 55 - 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 de óxidos de silicio en la superficie de la lámina, lo cual es perjudicial para la capacidad de recubrimiento.
- del 1,50 % al 2,30 % de manganeso para tener una capacidad de endurecimiento suficiente para obtener una estructura que contenga al menos un 60 % de martensita, una resistencia a la tracción de más de 1470 MPa y para evitar problemas de segregación que son perjudiciales para la ductilidad.
- 60 - del 0 % al 0,05 % de molibdeno y del 0 % al 0,05 % de cromo. El valor cero absoluto se excluye debido a cantidades residuales. En la lámina de acero de la invención, no recubierta, el molibdeno y el cromo se eliminan y su contenido permanece menor del 0,05 % de cada uno.
- del 0,01 % al 0,08 % de aluminio, que normalmente se añade al acero líquido preferentemente con fines de desoxidación.
- 65

- [0014]** 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, su contenido es inferior al 0,05 % para Ni, 0,05 % para Cu, 0,007 % para V, 0,001 % para B, 0,005 % para S, 0,02 % para P y 0,010 % para N. Podría utilizarse la adición de elementos de microaleación tales como Nb del 0 al 0,05 % y/o Ti del 0 al 0,1 % para obtener la microestructura deseada y una combinación óptima de propiedades del producto.
- [0015]** La lámina de acero no tratada es una lámina laminada en frío preparada según los procedimientos conocidos por los expertos en la técnica.
- [0016]** Después del laminado, las láminas se decapan o limpian y, a continuación, se tratan térmicamente y, opcionalmente, se recubren por inmersión en caliente.
- [0017]** El tratamiento térmico que se realiza preferentemente en un recocido continuo cuando la lámina no está recubierta, comprende las siguientes etapas sucesivas:
- recocer la lámina laminada en frío a una temperatura de recocido TR igual o superior al punto de transformación Ac3 del acero, y preferentemente superior a + 15 °C de Ac3, 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 se calienta, por ejemplo, primero a una temperatura de aproximadamente 600 °C a una velocidad típicamente inferior a 20 °C/s, luego se calienta nuevamente a una temperatura de aproximadamente 800 °C a una velocidad típicamente inferior a 10 °C/s y finalmente se calienta a la temperatura de recocido a una velocidad de calentamiento inferior a 5 °C/s. En este caso, la lámina se mantiene a la temperatura de recocido durante un tiempo de entre 40 y 150 segundos.
 - templar la lámina recocida enfriando a una temperatura de temple TT inferior al punto de transformación Ms entre 190 °C y 210 °C a una velocidad de enfriamiento lo suficientemente rápida como para evitar la formación de ferrita en el enfriamiento y, preferentemente, de más de 35 °C/segundo, para obtener una lámina templada que tenga una estructura que consista en martensita y austenita y luego, la estructura final contiene al menos un 60 % de martensita y entre el 12 % y el 15 % de austenita. En la lámina de acero de la invención que contiene menos del 0,05 % de molibdeno y menos del 0,05 % de cromo, la temperatura de temple está entre 190 °C y 210 °C.
 - recalentar la lámina templada hasta una temperatura de partición TP 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 entre 90 s y 110 s. Durante la etapa de partición, el carbono se separa, es decir, se difunde desde la martensita a la austenita que, de este modo, se enriquece.
 - Enfriar la lámina a temperatura ambiente si no se desea el recubrimiento.
- [0018]** La velocidad de enfriamiento a la temperatura ambiente está preferentemente entre 3 y 20 °C/s.
- [0019]** Cuando la lámina no está recubierta, y el acero contiene menos del 0,05 % de cromo y menos del 0,05 % de molibdeno, entonces el tiempo de partición es de entre 90 s y 110 s. Con dicho tratamiento es posible obtener láminas con una carga de fluencia de más de 1150 MPa, una resistencia a la tracción de más de 1470 MPa y un alargamiento total de más del 19 %.
- [0020]** Como ejemplos y comparación, se fabricaron láminas hechas de aceros cuyas composiciones en peso y temperaturas características tales como Ac3 y Ms se muestran en la tabla I.
- [0021]** Las láminas se laminaron en frío, se recoció, se templaron, se separaron y se enfriaron a temperatura ambiente o, se galvanizaron después de la partición antes de enfriarlas a temperatura ambiente.
- [0022]** 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 relación de expansión de agujero REA medida según la norma ISO 16630: 2009, la carga de fluencia CF, la tensión de tracción Tt, el alargamiento uniforme AU y el alargamiento total AT.
- [0023]** Las condiciones de tratamiento y las propiedades mecánicas se presentan en la Tabla II para las láminas no recubiertas y en la Tabla III para las láminas recubiertas.
- [0024]** En estas tablas, TR es la temperatura de recocido, TT la temperatura de temple, TP la temperatura de partición. En la Tabla II, GI es la temperatura de galvanización.

ES 2 777 835 T3

Tabla I

Ref. acero	% de C	% de Mn	% de Si	% en Cr	% en Mo	% de Al	°C de Ac3	°C de Ms
S180	0,29	2,02	2,44	0,004	Residual (<0,003)	0,059	920	290
S181	0,39	2,03	1,95	0,003	Residual (<0,003)	0,058	860	240
S80	0,36	1,99	1,95	0,41	0,088	0,045	850	250
S81	0,38	1,98	1,93	0,34	0,14	1,047	860	270

Tabla II

Ejemplo	acero	TR	TT	TP	Tp	EA	CF	Rt	AU	AT (%)
		°C	°C	°C	s	%	MPa	MPa	%	%
1	S180	920	240	400	10	-	982	1497	11,4	15,9
2	S180	920	240	400	100	17	1073	1354	13,9	19,9
3	S180	920	240	400	500	-	1082	1309	13,2	18,4
4	S181	900	200	400	10	-	1095	1583	12,5	13,8
5	S181	900	200	400	100	21	1238	1493	13,0	19,4
6	S181	900	200	400	500	-	1207	1417	13,1	17,7
7	S80	900	220	400	10	-	925	1658	9,4	9,4
8	S80	900	220	400	30	-	929	1603	15,1	20,5
9	S80	900	220	400	50	-	897	1554	16,1	21,1
10	S80	900	220	400	100	-	948	1542	18,1	21,4
11	S81	900	240	400	10	-	867	1623	8,1	9,3
12	S81	900	240	400	30	-	878	1584	11,4	11,8
13	S81	900	240	400	50	-	833	1520	10,8	12,2
14	S81	900	240	400	100	-	840	1495	15,9	17,3

5

Tabla II

Ejemplo	Acero	TR	TT	TP	GI	Tp	EA	CF	Rt	AU	AT (%)
		°C	°C	°C	°C	s	%	MPa	MPa	%	%
15	S180	920	240	400	460	100	24	1127	1310	13,7	20,7
16	S181	900	200	400	460	10	-	933,4	1348	14,0	18,0
17	S181	900	200	400	460	30	-	1170	1425	13,8	20,1
18	S181	900	180	400	460	100	-	1353	1507	8,0	14,1
19	S181	900	200	400	460	100	19	1202	1399	13,0	20,2
20	S181	900	220	400	460	100	-	936	1280	14,3	18,0
21	S181	900	200	420	460	10	-	906	1346	11,2	10,6
22	S181	900	200	420	460	30	-	841	1298	14,7	19,3
23	S181	900	200	420	460	100	-	900	1322	14,5	19,1
24	S181	900	200	360	460	10	-	910	1357	14,5	19,0
25	S181	900	200	360	460	30	-	992	1356	14,0	18,9

ES 2 777 835 T3

(continuación)

Ejemplo	Acero	TR	TT	TP	GI	Tp	EA	CF	Rt	AU	AT (%)
		°C	°C	°C	°C	s	%	MPa	MPa	%	%
26	S80	900	220	400	460	10	-	756	1576	10,5	11,1
27	S80	900	220	400	460	30	-	836	1543	18,3	20,3
28	S80	900	220	400	460	50	-	906	1534	18,6	21,6
29	S80	900	220	400	460	100		941	1394	8,1	8,58
30	S81	900	240	400	460	10	-	704	1518	6,6	6,8
31	S81	900	240	400	460	30		951	1438	8,9	8,9
32	S81	900	240	400	460	50	-	947	1462	13,5	18,5
33	S81	900	240	400	460	100	-	987	1447	15,7	19,6

5 **[0025]** Los ejemplos 1 a 14 muestran que solo con el acero S181, que no contiene cromo ni molibdeno, y el acero S80 (no según la invención), que contiene tanto cromo como molibdeno, es posible alcanzar las propiedades deseadas, es decir, $RT \geq 1470$ MPa y $AT \geq 19$ %. En la aleación S181, las propiedades deseadas se alcanzan para una temperatura de temple TT de 200 °C y un tiempo de partición de 100 segundos. En este caso, la carga de fluencia es superior a 1150 MPa.

10 **[0026]** En la aleación S80, que contiene cromo y molibdeno, se alcanzan las propiedades deseadas para una temperatura de temple rápido TT de 220 °C y un tiempo de partición entre 30 y 100 segundos (ejemplos 7 a 10). En este caso, la resistencia a la tracción es superior a 1520 MPa y el alargamiento total es más del 20 %. Además, vale la pena mencionar que todos los ejemplos que contienen Cr y Mo (7 a 14) tienen cargas de fluencia significativamente más bajas que los ejemplos 1 a 6, en relación con un acero sin Cr y Mo.

15 **[0027]** Los ejemplos 15 a 33 muestran que solo los ejemplos correspondientes a los aceros que contienen Cr y Mo son capaces de alcanzar las propiedades deseadas cuando las láminas están galvanizadas (ejemplos 27 y 28, no según la invención). Para el acero S80, la temperatura de temple debe ser de 220 °C y una partición de 10 segundos es demasiado corta, mientras que un tiempo de partición de 100 segundos es demasiado largo. Cuando el acero no
20 contiene Cr y no contiene Mo, la resistencia a la tracción siempre permanece por debajo de 1470 MPa.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para producir una lámina de acero laminada en frío que tiene una resistencia a la tracción RT de al menos 1470 MPa y un alargamiento total AT de al menos el 19%, midiéndose las propiedades mecánicas en la dirección transversal con respecto a la dirección de laminación, comprendiendo el procedimiento las etapas sucesivas de:
- recocer a temperatura de recocido TR una lámina de acero laminada en frío hecha de acero cuya composición química contiene en % en peso:
 - 10 $0,36 \% \leq C \leq 0,40 \%$
 - $1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$
 - $1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$
 - 15 $0 \% < Cr < 0,05 \%$
 - $0 \% < Mo < 0,05 \%$
 - $0,01 \% \leq Al \leq 0,08 \%$
- siendo el resto Fe e impurezas inevitables, incluyendo menos del 0,05 % de Ni, menos del 0,05 % de Cu, menos del 0,007 % de V, menos del 0,001 % de B, menos del 0,005 % de S, menos del 0,02 % de P y menos del 0,010 % de N, siendo la temperatura de recocido TR más alta que el punto de transformación Ac3 del acero y menor de 1000 °C para obtener una lámina de acero recocida que tenga una estructura completamente austenítica, y manteniendo la hoja de acero entre una TR-5 °C y una TR+10 °C durante un tiempo de más de 30 s,
- templar la lámina de acero recocida enfriándola a una temperatura de temple TT inferior al punto de transformación Ms del acero y entre 190 °C y 210 °C, a una velocidad de enfriamiento lo suficientemente rápida como para evitar la formación de ferrita tras el enfriamiento para obtener una lámina de acero templada que tiene una estructura que consiste en martensita y austenita y,
 - realizar un tratamiento de partición recalentando la lámina de acero templada a una temperatura de partición TP entre 350 °C y 450 °C y manteniendo la lámina de acero a esta temperatura durante un tiempo de partición Tp de entre 90 segundos y 110 segundos
 - 30 - después de la partición, la lámina de acero se enfría a temperatura ambiente para obtener una lámina de acero no recubierta, que tiene una estructura que contiene al menos el 60 % de martensita y entre el 12 % y el 15 % de austenita.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la temperatura de recocido TR se encuentra entre 870 °C y 930 °C.
3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la lámina de acero laminada en frío se mantiene a la temperatura de recocido TR al mantenerse entre TR-5 °C y AT+10 °C durante un tiempo de entre 30 y 300 segundos.
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, para calentarse a la temperatura de recocido TR, la lámina de acero laminada en frío se calienta primero a una temperatura de 600 °C a una velocidad de calentamiento inferior a 20 °C/s, a continuación se calienta de nuevo a una temperatura de 800 °C a una velocidad de calentamiento inferior a 10 °C/s, y después se calienta a la temperatura de recocido TR a una velocidad de calentamiento inferior a 5 °C/s, manteniéndose la lámina de acero laminada en frío a la temperatura de recocido TR al mantenerse entre TR-5 °C y TR+10 °C durante un tiempo de entre 40 y 150 segundos.
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la lámina de acero templada se recalienta a la temperatura de partición con una velocidad de calentamiento de al menos 30 °C.
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la lámina de acero se enfría a temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento comprendida entre 3 y 20 °C/s.
7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la lámina de acero laminada en frío está electro-galvanizada.
8. Una lámina de acero no recubierta hecha de acero cuya composición química comprende en % en peso:
 - 60 $0,34 \% \leq C \leq 0,40 \%$
 - $1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$
 - $1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$
 - $0 \% < Cr < 0,05 \%$
 - $0 \% < Mo < 0,05 \%$
 - 65 $0,01 \% \leq Al \leq 0,08 \%$

ES 2 777 835 T3

siendo el resto Fe e impurezas inevitables,, incluyendo menos del 0,05 % de Ni, menos del 0,05 % de Cu, menos del 0,007 % de V, menos del 0,001 % de B, menos del 0,005 % de S, menos del 0,02 % de P y menos del 0,010 % de N, comprendiendo la estructura al menos el 60 % de martensita y entre el 12 % y el 15 % de austenita residual, siendo la tensión de tracción de al menos 1470 MPa, siendo la carga de fluencia superior a 1150 MPa, y siendo el alargamiento total de al menos el 19 %, midiéndose las propiedades mecánicas en la dirección transversal con respecto a la dirección de laminado.

5 9. La lámina de acero no recubierta según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la composición del acero es tal que $0,36\% \leq C \leq 0,40\%$.