

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 188**

51 Int. Cl.:

C21D 8/02 (2006.01)

C22C 38/28 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04701978 .1**

96 Fecha de presentación: **14.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1587963**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.10.2005**

54 Título: **ACERO LAMINADO EN CALIENTE DE RESISTENCIA MUY ELEVADA Y PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE BANDAS.**

30 Prioridad:
15.01.2003 FR 0300371

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.02.2012

73 Titular/es:
ArcelorMittal France
1 - 5, rue Luigi Cherubini
93200 Saint Denis, FR

72 Inventor/es:
SEUX, Mireille;
ISSARTEL, Christophe y
ROUMEGOUX, Fabienne

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 374 188 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).

DESCRIPCION

Acero laminado en caliente de resistencia muy elevada y procedimiento de fabricación de bandas

5 La presente invención se refiere a un acero laminado en caliente de resistencia muy elevada, y a un procedimiento de fabricación de bandas de este acero, cuya estructura es bainito-martensítica y puede contener hasta un 5% de ferrita.

10 Los aceros de resistencia muy elevada han sido desarrollados estos últimos años, particularmente con el fin de responder a las necesidades específicas de la industria del automóvil, que son en particular la reducción del peso y por consiguiente el espesor de las piezas, y la mejora de la seguridad que pasa por el aumento de la resistencia a la fatiga y el comportamiento a los impactos de las piezas. Estas mejoras no deben además deteriorar el comportamiento en la conformación de las chapas utilizadas para la fabricación de las piezas.

15 Este comportamiento en la conformación supone que el acero presenta un alargamiento A importante (> 10%) así como una relación del límite de elasticidad E sobre la resistencia a la tracción Rm con un valor bajo.

20 La mejora del comportamiento a los impactos de las piezas conformadas puede realizarse de diferentes maneras y, en particular, utilizando aceros que tengan por una parte un alargamiento A importante y, por otra parte, una relación E/Rm con un valor bajo, lo cual permite después de la conformación y gracias a la capacidad de consolidación del acero aumentar su límite de elasticidad.

25 El comportamiento a la fatiga de las piezas define su duración en función de las fuerzas experimentadas, y puede mejorarse aumentando la resistencia a la tracción Rm del acero. Pero el aumento de la resistencia deteriora el comportamiento en la conformación del acero, limitando así las piezas realizables, en particular en lo que respecta a su espesor.

30 Por acero de resistencia muy elevada, se designa en el marco de la presente invención, un acero cuya resistencia a la tracción Rm es superior a los 800 MPa.

35 Se conoce una primera familia de aceros de resistencia muy elevada, que son aceros que contienen proporciones elevadas de carbono (más de un 0,1%) y de manganeso (más de 1,2%) y cuya estructura es completamente martensítica. Presentan una resistencia de más de 1000 MPa, obtenida por un tratamiento térmico de temple, pero presentan un alargamiento A de menos de un 8% lo cual impide cualquier conformación.

Una segunda familia de aceros de resistencia muy elevada está constituida por aceros denominados de fase dual, de estructura que comprende aproximadamente un 10% de ferrita y un 90% de martensita. Estos aceros presentan una formabilidad muy buena, pero los niveles de resistencia no sobrepasan los 800 MPa.

40 El documento US6364968 describe un procedimiento de fabricación de una hoja de acero laminado en caliente de resistencia muy elevada que consiste en preparar y calentar un llantón con una composición de $0,05\% \leq C < 0,3\%$, $1,5\% \leq Mn \leq 3,5\%$, $0,03\% \leq Si \leq 1\%$, $Al \leq 0,07\%$, $S \leq 0,05\%$, $P \leq 0,02\%$, $N \leq 0,0200\%$, $0,003\% \leq Nb \leq 0,20\%$ o/y $0,005\% \leq Si \leq 0,20\%$ siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración a una temperatura $< 1200^\circ C$, laminar en caliente a una temperatura de $> 800^\circ C$, refrigerar esta hoja con una velocidad de refrigeración de $20-150^\circ C$ y bobinar la indicada hoja a una temperatura de bobinado de $300-350^\circ C$ y un acero con esta composición.

50 El fin de la presente invención es remediar los inconvenientes de los aceros de la técnica anterior proponiendo un acero laminado en caliente de resistencia muy elevada, apto para la conformación, y presentando un comportamiento a la fatiga y un comportamiento a los impactos mejorado.

A este respecto, la invención tiene por primer objeto un acero laminado en caliente de resistencia muy elevada, caracterizado porque su composición química comprende, en peso:

55 $0,05\% \leq C \leq 0,1\%$
 $0,7\% \leq Mn \leq 1,1\%$
 $0,5\% \leq Cr \leq 1,0\%$
 $0,05\% \leq Si \leq 0,3\%$
 $0,05\% \leq Ti \leq 0,1\%$
 $Al \leq 0,07\%$
 $S \leq 0,03\%$
 $P \leq 0,05\%$

60 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración, presentando el indicado acero una estructura bainito-martensítica que puede contener hasta un 5% de ferrita.

65 En un modo de realización preferido, la composición química comprende además, en peso:

ES 2 374 188 T3

$$\begin{aligned} 0,08\% &\leq C \leq 0,09\% \\ 0,8\% &\leq Mn \leq 1,0\% \\ 0,6\% &\leq Cr \leq 0,9\% \\ 0,2\% &\leq Si \leq 0,3\% \\ 0,05\% &\leq Ti \leq 0,09\% \\ &Al \leq 0,07\% \\ &S \leq 0,03\% \\ &P \leq 0,05\% \end{aligned}$$

5

10 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración.

En otro modo de realización preferido, la estructura del acero según la invención está constituida por un 70 a un 90% de bainita, por un 10 a un 30% de martensita y por un 0 a un 5% de ferrita, y de modo más particularmente preferido, por un 70 a un 85% de bainita, por un 15 a un 30% de martensita y por un 0 a un 5% de ferrita.

15

El acero según la invención puede igualmente comprender las características siguientes, solas o en combinación:

- una resistencia a la tracción R_m superior o igual a los 950 MPa,
- un alargamiento a la ruptura A superior o igual al 10%,
- un límite de elasticidad E superior o igual a 680 MPa,
- una relación E/R_m inferior a 0,8.

20

La invención tiene igualmente por segundo objeto un procedimiento de fabricación de una banda de acero laminado en caliente de resistencia muy elevada según la invención, en el cual se lamina en caliente un llantón cuya composición comprende:

25

$$\begin{aligned} 0,05\% &\leq C \leq 0,1\% \\ 0,7\% &\leq Mn \leq 1,1\% \\ 0,5\% &\leq Cr \leq 1,0\% \\ 0,05\% &\leq Si \leq 0,3\% \\ 0,05\% &\leq Ti \leq 0,1\% \\ &Al \leq 0,07\% \\ &S \leq 0,03\% \\ &P \leq 0,05\% \end{aligned}$$

30

35 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración, siendo la temperatura de laminado inferior a los 950°C, luego se refrigera la banda así obtenida hasta una temperatura inferior o igual a los 400°C, manteniendo una velocidad de refrigeración superior a los 50°C/s entre los 800 y los 700°C, luego se bobina la indicada banda a una temperatura de bobinado inferior o igual a los 250°C.

40 En un modo de realización preferido, la composición del llantón es la siguiente:

$$\begin{aligned} 0,08\% &\leq C \leq 0,09\% \\ 0,8\% &\leq Mn \leq 1,0\% \\ 0,6\% &\leq Cr \leq 0,9\% \\ 0,2\% &\leq Si \leq 0,3\% \\ 0,05\% &\leq Ti \leq 0,09\% \\ &Al \leq 0,07\% \\ &S \leq 0,03\% \\ &P \leq 0,05\% \end{aligned}$$

45

50

siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración.

En otro modo de realización preferido, la banda de acero laminado en caliente se reviste de zinc o una aleación de zinc, por inmersión en un baño de zinc o aleación de zinc fundido, al inicio del bobinado y después de haber sido desbobinada, luego se recuece.

55

El procedimiento según la invención consiste primeramente en laminar en caliente un llantón de composición específica, con el fin de obtener una estructura homogénea. La temperatura de laminado es inferior a los 950°C, y de preferencia inferior a los 900°C.

60

Al comienzo del laminado, se refrigera la banda así obtenida hasta una temperatura inferior o igual a los 400°C, manteniendo una velocidad de refrigeración superior a los 50°C/s entre los 800 y los 700°C. Esta refrigeración rápida se realiza de tal forma que se forme menos de un 5% de ferrita, de la cual no se desea la presencia, pues el titanio precipitaría preferentemente en esta fase. Esta velocidad de refrigeración se encuentra de preferencia comprendida entre 50°C/s y 200°C/s.

65

ES 2 374 188 T3

El procedimiento consiste seguidamente en bobinar la banda a una temperatura de bobinado inferior o igual a los 250°C. Se limita la temperatura de esta etapa con el fin de evitar provocar un revenido de la martensita, que disminuiría la resistencia mecánica y haría subir el límite elástico, de ahí una mala relación E/Rm.

5 La composición según la invención comprende carbono con un contenido comprendido entre un 0,05% y un 0,100%. Este elemento es esencial para la obtención de buenas características mecánicas, pero no debe estar presente en demasiada cantidad, pues podría generar segregaciones. Un contenido en carbono inferior a 0,100 permite particularmente disponer de una buena soldabilidad, y una mejora de las propiedades de conformación y de límite de resistencia.

10 La misma comprende igualmente manganeso con un contenido comprendido entre un 0,7% y un 1,1%. El manganeso mejora el límite de elasticidad del acero reduciendo fuertemente su ductilidad, esto es por lo que se limita su contenido. Un contenido inferior al 1,1% permite igualmente evitar cualquier segregación en la colada continua.

15 La composición comprende igualmente cromo con un contenido comprendido entre un 0,50% y un 1,0%. Un contenido mínimo del 0,50% permite favorecer la aparición de la bainita en la microestructura. Se limita sin embargo su contenido al 1,0% pues un contenido elevado en cromo favorecería el aumento de la cantidad de ferrita formada más allá del 5%, debido a su carácter alfaceno.

20 La composición comprende igualmente silicio con un contenido comprendido entre un 0,05% y un 0,3%. Mejora fuertemente el límite de elasticidad del acero reduciendo débilmente su ductilidad y deteriorando su revestibilidad, lo cual explica por qué se limita su contenido.

25 La composición comprende igualmente titanio con un contenido comprendido entre un 0,05 y un 0,1%. Este elemento permite aumentar notablemente las características mecánicas por un fenómeno de precipitación en el transcurso del laminado y la refrigeración. No aumenta la dureza en caliente debido a su contenido moderado. Se limita su contenido al 0,1% para evitar degradar las propiedades de resistencia al impacto, la dureza en caliente, así como el comportamiento al plegado.

30 La composición puede igualmente comprender fósforo con un contenido inferior al 0,05%, pues más allá podría plantear problemas de segregación en la colada continua.

35 La composición comprende igualmente aluminio con un contenido comprendido inferior al 0,07%, que se produce durante el calmado del acero en su elaboración en la fundición de acero.

Ejemplos

40 A título de ejemplo no limitativo, y con el fin de ilustrar mejor la invención, una clase de acero ha sido elaborada. Su composición se facilita en la tabla siguiente:

| | C | Mn | Cr | Si | Ti | S | P | Al |
|---|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 0,78 | 0,95 | 0,79 | 0,233 | 0,094 | 0,001 | 0,038 | 0,048 |

El resto de la composición está constituido por hierro e impurezas inevitables resultantes de la elaboración.

Abreviaturas utilizadas

Rm: resistencia a la tracción en MPa,
Rp0,2: límite de elasticidad en MPa,
A: alargamiento, medido en %

50 A partir de la clase A, se prepararon tres muestras, laminándolas a 860°C, luego someténdolas a vías termomecánicas diferentes. Se hicieron variar las velocidades de refrigeración entre los 800 y los 700°C, así como la temperatura de bobinado, con el fin de evidenciar las diferencias de estructura obtenidas.

55 Se midieron seguidamente las características mecánicas de los aceros obtenidos. Los resultados se agrupan en la tabla siguiente:

| Ensayo | V ₈₀₀₋₇₀₀ (°C) | T bobinado (°C) | Rm (MPa) | Rp0,2 (MPa) | E/Rm | A% |
|--------|------------------------------|--------------------|-------------|----------------|------|----|
| 1* | 57 | 200 | 995 | 690 | 0,7 | 14 |
| 2 | 42 | 200 | 780 | 635 | 0,8 | 14 |
| 3 | 20 | 400 | 800 | 705 | 0,9 | - |

* según la invención.

ES 2 374 188 T3

La microestructura del ensayo 1, conforme a la invención, es bainito-martensítica, mientras que la microestructura de los ensayos 2 y 3 es ferrito-bainítica.

5 Se observa que una velocidad de refrigeración entre 800 y 700°C inferior a 50°C/s, induce una presencia de ferrita en una proporción superior al 5%. El titanio se precipitará entonces en esta ferrita, lo cual no permite ya obtener el nivel de características mecánicas buscado, en particular un Rm elevado.

10 Por otro lado, una temperatura de bobinado superior a 250°C, asociada con una velocidad de refrigeración entre 800 y 700°C inferior a 50°C/s, aumenta el límite de elasticidad sin aumentar la resistencia mecánica. La relación E/Rm es por consiguiente demasiado elevada.

15 Por último, se observa que una velocidad de refrigeración entre 800 y 700°C superior a 50°C/s, asociada con una temperatura de bobinado inferior a los 250°C, proporciona excelentes valores de resistencia mecánica y de límite de elasticidad. La estructura esencialmente bainito-martensítica confiere al producto una buena relación E/Rm y un alargamiento superior al 10%.

Además, el acero según la invención presenta un buen comportamiento en el revestimiento por inmersión en un baño de metal fundido, tal como zinc o una aleación de zinc, o de aluminio o una de sus aleaciones.

20

REIVINDICACIONES

1. Acero laminado en caliente de resistencia muy elevada, caracterizado porque su composición química comprende, en peso:

| | | |
|----|--|-----------------------------|
| 5 | | $0,05\% \leq C \leq 0,1\%$ |
| | | $0,7\% \leq Mn \leq 1,1\%$ |
| | | $0,5\% \leq Cr \leq 1,0\%$ |
| | | $0,05\% \leq Si \leq 0,3\%$ |
| 10 | | $0,05\% \leq Ti \leq 0,1\%$ |
| | | $Al \leq 0,07\%$ |
| | | $S \leq 0,03\%$ |
| | | $P \leq 0,05\%$ |

15 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración, presentando el indicado acero una estructura bainito-martensítica que puede contener hasta un 5% de ferrita.

2. Acero según la reivindicación 1, caracterizado porque su composición comprende además:

| | | |
|----|--|------------------------------|
| 20 | | $0,08\% \leq C \leq 0,09\%$ |
| | | $0,8\% \leq Mn \leq 1,0\%$ |
| | | $0,6\% \leq Cr \leq 0,9\%$ |
| | | $0,2\% \leq Si \leq 0,3\%$ |
| 25 | | $0,05\% \leq Ti \leq 0,09\%$ |
| | | $Al \leq 0,07\%$ |
| | | $S \leq 0,03\%$ |
| | | $P \leq 0,05\%$ |

30 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración, teniendo el indicado acero una estructura bainito-martensítica que puede contener hasta un 5% de ferrita.

3. Acero según una u otra de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado además porque su estructura está constituida por un 70 a un 90% de bainita, por un 10 a un 30% de martensita y por un 0 a un 5% de ferrita.

35 4. Acero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque presenta una resistencia a la tracción Rm superior o igual a 950 MPa.

40 5. Acero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque presenta un alargamiento a la ruptura A superior o igual al 10%.

6. Acero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque presenta un límite de elasticidad E superior o igual a 680 MPa.

45 7. Acero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque presenta una relación E/Rm inferior a 0,8.

8. Procedimiento de fabricación de una banda de acero laminado en caliente de resistencia muy elevada según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque se lamina en caliente un llantón cuya composición comprende:

| | | |
|----|--|-----------------------------|
| 50 | | $0,05\% \leq C \leq 0,1\%$ |
| | | $0,7\% \leq Mn \leq 1,1\%$ |
| | | $0,5\% \leq Cr \leq 1,0\%$ |
| | | $0,05\% \leq Si \leq 0,3\%$ |
| 55 | | $0,05\% \leq Ti \leq 0,1\%$ |
| | | $Al \leq 0,07\%$ |
| | | $S \leq 0,03\%$ |
| | | $P \leq 0,05\%$ |

60 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración, siendo la temperatura de laminado inferior a los 950°C, luego se refrigera la banda así obtenida hasta una temperatura inferior o igual a los 400°C, manteniendo una velocidad de refrigeración superior a los 50°C/s entre los 800 y los 700°C, luego se bobina la indicada banda a una temperatura de bobinado inferior o igual a los 250°C.

65 9. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 8, caracterizado además porque se lamina en caliente un llantón cuya composición comprende:

ES 2 374 188 T3

$$\begin{aligned} 0,08\% &\leq C \leq 0,09\% \\ 0,8\% &\leq Mn \leq 1,0\% \\ 0,6\% &\leq Cr \leq 0,9\% \\ 0,2\% &\leq Si \leq 0,3\% \\ 0,05\% &\leq Ti \leq 0,09\% \\ &Al \leq 0,07\% \\ &S \leq 0,03\% \\ &P \leq 0,05\% \end{aligned}$$

5

10 siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración.

10. Procedimiento de fabricación según una u otra de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado porque la banda de acero laminado en caliente se reviste de zinc o una aleación de zinc, por inmersión en una bañó de zinc o aleación de zinc fundido, al inicio de dicho bobinado y después de haber sido desbobinada, y luego recocida.

15