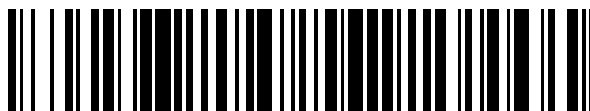


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 208**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/16	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)	C22C 38/18	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)	C21D 7/13	(2006.01)
C21D 8/06	(2006.01)		
C21D 6/00	(2006.01)		
C21D 9/52	(2006.01)		
C22C 38/02	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/08	(2006.01)		
C22C 38/12	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2014 PCT/JP2014/066532**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014 WO14208492**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2014 E 14818358 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3015563**

54 Título: **Alambrón de acero de alto contenido de carbono y procedimiento para la fabricación de mismo**

30 Prioridad:

24.06.2013 JP 2013131959
24.06.2013 JP 2013131961

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2018

73 Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP

72 Inventor/es:

OKONOGI MAKOTO y
HIRAKAMI DAISUKE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 688 208 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

Alambrón de acero de alto contenido de carbono y procedimiento para la fabricación de mismo

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un alambrón de acero de alto contenido de carbono que tiene una capacidad de trefilado excelente, que es adecuado para un cordón o cable de acero usado como material de refuerzo de un neumático radial para un vehículo o una correa y una manguera para diversas industrias, además, preferible para un alambre o cable de sierra, y a un procedimiento de fabricación del mismo.

10 Se reivindica la prioridad de la solicitud de patente japonesa N° 2013-131959, presentada el 24 de Junio de 2013 y de la solicitud de patente japonesa N° 2013-131961, presentada el 24 de Junio de 2013, cuyos contenidos se incorporan a la presente memoria como referencia.

Técnica relacionada

15 Los alambres de acero para los cordones de acero usados como material de refuerzo de un neumático radial para vehículo o una correa y una manguera para diversas industrias o alambres de acero para alambre de sierra comprenden, generalmente, alambres que tienen un diámetro de alambre a los cuales se les aplica un enfriamiento controlado después de una laminación en caliente, es decir, un diámetro de 4 mm a 6 mm. Se realiza un trefilado primario a los alambres con el fin de obtener alambres de acero que tienen un diámetro de 3 mm a 4 mm. A continuación, se realiza un tratamiento de patentado intermedio a los alambres de acero y se realiza un trefilado de alambre secundario a los alambres de acero para obtener alambres de acero que tienen un diámetro de 1 mm a 2 mm. Después del trefilado de alambre secundario, se realiza un tratamiento de patentado final a los alambres de acero y se aplica un baño de latón. A continuación, se realiza un trefilado de alambre en húmedo final para obtener alambres de acero que tienen un diámetro de 0,15 mm a 0,40 mm. Una pluralidad de los alambres de acero de alto contenido de carbono obtenidos son trenzados entre sí para formar alambres de acero trenzados. A continuación, los cordones de acero se fabrican con los alambres de acero trenzados obtenidos.

25 En años recientes, desde el punto de vista de la reducción de un coste de fabricación, hay muchos casos en los que se omite el tratamiento de patentado intermedio anterior, se realiza un trefilado de alambre directo al alambrón enfriado de manera controlada y se obtiene el alambrón que tiene un diámetro de 1 mm a 2 mm después del tratamiento de patentado final. Por lo tanto, las propiedades de trefilado directo, es decir, la capacidad de trefilado de los alambres, se requieren para los alambres enfriados de manera controlada, y hay una gran necesidad de que los alambres tengan una ductilidad y una capacidad de trefilado excelentes.

30 Por ejemplo, tal como se describe en los documentos de patente 1 a 5, se han propuesto muchos procedimientos para mejorar la capacidad de trefilado de los alambres a los que se realiza el tratamiento de patentado.

35 Por ejemplo, un alambrón de alto carbono que tiene un contenido de perlita del 95% o mayor por relación de área, el diámetro medio de nódulo de la perlita de 30 μm o menor, y la separación laminar promedio de 100 nm o mayor se describe en el documento de patente 1. Además, un alambrón de alta resistencia al que se añade B se describe en el documento de patente 4.

Sin embargo, no puede mejorarse una desconexión debida a una aceleración de la velocidad de trefilado o una desconexión causada por un aumento del grado de trefilado de alambre, o no puede obtenerse un efecto de mejora de la capacidad de trefilado que sea suficiente para afectar al coste de fabricación durante el trefilado, incluso si se describen estas técnicas anteriores.

Documento de la técnica anterior**Documento de patente**

[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación N° 2003-082434

[Documento de patente 2] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación N° 2005-206853

[Documento de patente 3] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación N° 2006-200039

45 [Documento de patente 4] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación N° 2007-131944

[Documento de patente 5] Solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación N° 2012-126954

Descripción de la invención

Problemas a resolver por la invención

5 La presente invención se ha realizado teniendo en cuenta las circunstancias descritas anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar, de manera económica, un alambcón de acero de alto contenido de carbono que tenga una capacidad de trefilado excelente que sea adecuado para un cordón de acero y un alambre de sierra y un procedimiento de fabricación del mismo con alta productividad y buen rendimiento.

Medios para resolver el problema

10 Con el fin de mejorar la capacidad de trefilado del alambcón de acero de alto contenido de carbono, es eficaz reducir la resistencia a la tracción del alambcón y mejorar la ductilidad del alambcón debido al refinado del bloque de perlita en la perlita.

Generalmente, la resistencia a la tracción y la ductilidad del alambcón de acero de alto contenido de carbono que tiene una estructura que incluye esencialmente perlita dependen de una temperatura de transformación de la perlita.

15 La perlita es una estructura laminar en la que la cementita y la ferrita están dispuestas en capas y una separación laminar correspondiente a una distancia de capa entre la cementita y la ferrita tiene una gran influencia sobre la resistencia a la tracción. Además, la separación laminar de la perlita está determinada por la temperatura de transformación a la que la austenita se transforma en perlita. Cuando la temperatura de transformación de la perlita es alta, la separación laminar de la perlita se amplía y, de esta manera, la resistencia a la tracción del alambcón se reduce. Por otra parte, cuando la temperatura de transformación de la perlita es baja, la separación laminar de la perlita es pequeña y, de esta manera, se mejora la resistencia a la tracción del alambcón.

20 Además, la ductilidad del alambcón está influenciada por el tamaño de grano del bloque de perlita (tamaño de bloque de perlita). Además, el tamaño del bloque de perlita está influenciado por la temperatura de transformación de la perlita, al igual que la separación laminar. Por ejemplo, cuando la temperatura de transformación de la perlita es alta, el tamaño del bloque de perlita es grande y, de esta manera, la ductilidad del alambcón se deteriora. Por otra parte, cuando la temperatura de transformación de la perlita es baja, el tamaño del bloque de perlita es pequeño y, de esta manera, se mejora la ductilidad del alambcón.

30 Es decir, cuando la temperatura de transformación de la perlita es alta, la resistencia a la tracción y la ductilidad del alambcón se deterioran. Por otra parte, cuando la temperatura de transformación de la perlita es baja, la resistencia a la tracción y la ductilidad del alambcón se mejoran. Con el fin de mejorar la capacidad de trefilado del alambcón, es eficaz mejorar la ductilidad del alambcón debido a la disminución de la resistencia a la tracción del alambcón. Sin embargo, tal como se ha descrito anteriormente, incluso si la temperatura de transformación es alta o baja, ha sido difícil obtener una resistencia a la tracción suficiente y una ductilidad suficiente del alambcón.

Los presentes inventores investigaron en detalle las influencias sobre la capacidad de trefilado debidas a la estructura y a las propiedades mecánicas de los alambcones con el fin de resolver el problema anterior. Como resultado, los presentes inventores hicieron los siguientes hallazgos.

35 En adelante, una región dentro de un rango de 1 mm o menor de profundidad desde una superficie del alambcón se establece como la primera parte de superficie, y una región dentro de un rango de 30 µm o menor de profundidad desde una superficie del alambcón se establece como la segunda parte de superficie.

40 (a) Con el fin de reducir la frecuencia de desconexión, es eficaz establecer la estructura de la primera parte de superficie y la segunda parte de superficie de manera que sean una estructura que incluye esencialmente perlita. Cuando una estructura blanda, tal como ferrita proeutectoide, perlita degenerada y bainita se incluye en la segunda parte de superficie, la deformación se concentra y se convierte en un punto de inicio en el que se genera un agrietamiento durante el trefilado de alambre. Por consiguiente, la limitación de estas estructuras blandas es eficaz para mejorar la capacidad de trefilado.

45 (b) Con el fin de reducir la frecuencia de desconexión, es eficaz establecer un tamaño promedio de bloque de perlita en la sección transversal del alambcón de 15 µm a 35 µm. Además, cuando la relación de área del bloque de perlita gruesa que tiene un tamaño de bloque de más de 50 µm es mayor del 20%, la frecuencia de desconexión aumenta.

50 (c) El establecimiento de la separación laminar de la perlita en la primera parte de superficie a ser ensanchada es eficaz para mejorar la capacidad de trefilado del alambcón. Además, cuando la relación de área de una región en la que la separación laminar es de 150 nm o menor es del 20% o menor en la primera parte de superficie, la frecuencia de desconexión puede reducirse.

(d) El establecimiento de la resistencia a la tracción del alambcón a $760 \times Ceq + 325$ MPa o menor es eficaz para

mejorar la capacidad de trefilado del alambón.

(e) La reducción de una dispersión de la resistencia a la tracción del alambón es eficaz para mejorar la capacidad de trefilado del alambón. Particularmente, cuando la desviación estándar de la resistencia a la tracción del alambón es de 20 MPa o menor, la frecuencia de desconexión puede deteriorarse.

5 (f) La no suavización de la dureza de la primera parte de superficie y de la segunda parte de superficie del alambón es eficaz para reducir la frecuencia de desconexión. Cuando la primera parte de superficie y la segunda parte de superficie se ablandan debido a la descarburación o a la reducción de carbono, la frecuencia de generación de la desconexión aumenta durante una deformación fuerte, tal como una deformación de trabajo de más de 3,5 en el trefilado de alambre proporcionado al alambón. En particular, cuando la dureza de Vickers en la segunda parte de superficie es menor de HV 280, la frecuencia de desconexión aumenta.

10

La presente invención se ha completado en base a los hallazgos anteriores y el resumen de la presente invención es tal como se describe a continuación.

(1) Según un aspecto de la presente invención, un alambón de acero de alto contenido de carbono incluye como componente químico, en % en masa: C: del 0,60% al 1,20%, Si: del 0,10% al 1,5%, Mn: del 0,10% al 1,0%, P: del 0,001% al 0,012%, S: del 0,001% al 0,010%, Al: del 0,0001% al 0,010% y N: del 0,0010% al 0,0050%, y un resto que incluye Fe e impurezas; en el que la relación de área de la perlita es del 95% o mayor y un resto es una estructura no perlítica que incluye una o más de entre una bainita, una perlita degenerada, una ferrita proeutectoide y una cementita proeutectoide en una sección transversal perpendicular a una dirección longitudinal; en el que el tamaño de bloque promedio de la perlita es de 15 μm a 35 μm y la relación de área de la perlita que tiene un tamaño de bloque de 50 μm o mayor es del 20% o menor; en el que la relación de área de una región en la que la separación laminar de la perlita es de 150 nm o menor es del 20% o menor en una región dentro de una profundidad desde una superficie del alambón de acero de alto contenido de carbono de 1 mm o menor; cuando C [%], Si [%] y Mn [%] representan la cantidad de C, la cantidad de Si y la cantidad de Mn respectivamente en una ecuación A y se calcula un valor C_{eq} con la ecuación A, la resistencia a la tracción del alambón de acero de alto contenido de carbono es de $760 \times C_{eq} + 325$ MPa o menor y la desviación estándar de la resistencia a la tracción es de 20 MPa o menor.

15

20

25

$$C_{eq} = C[\%] + Si[\%]/24 + Mn[\%]/6 \quad \text{Ecuación A,}$$

(2) En el alambón de acero de alto contenido de carbono según (1), el alambón de acero de alto contenido de carbono puede incluir, como componente químico, en % en masa: C: del 0,70% al 1,10%; en el que la relación de área de la perlita en una región dentro de una profundidad desde la superficie del alambón de acero de alto contenido de carbono de 30 μm o menor puede ser del 90% o mayor y un resto puede ser la estructura no perlítica que incluye uno o más de entre la bainita, la perlita degenerada y la cementita proeutectoide; y la dureza de Vickers promedio en una posición a 30 μm de profundidad desde la superficie del alambón de acero de alto contenido de carbono puede ser de HV 280 a HV 330.

30

(3) En el alambón de acero de alto contenido de carbono según (1) o (2), el alambón de acero de alto contenido de carbono puede incluir, como componente químico, en % en masa: uno o más tipos seleccionados de entre el grupo que consiste en B: del 0,0001% al 0,0015%, Cr: del 0,10% al 0,50%; Ni: del 0,10% al 0,50%; V: del 0,05% al 0,50%; Cu: del 0,10% al 0,20%; Mo: del 0,10% al 0,20% y Nb: del 0,05% al 0,10%.

35

(4) Según otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de fabricación de un alambón de acero de alto contenido de carbono, en el que el procedimiento incluye: calentar un tocho a entre 950°C y 1.130°C, en el que el tocho incluye, como componente químico, en % en masa: C: del 0,60% al 1,20%, Si: del 0,1% al 1,5%, Mn: del 0,1% al 1,0%, P: del 0,001% al 0,012%, S: del 0,001% al 0,010%, Al: del 0,0001% al 0,010% y N: del 0,0010% al 0,0050%, y un resto que incluye Fe e impurezas, laminar en caliente el tocho para obtener un alambón después de calentar, enrollar el alambón a 700°C a 900°C, aplicar un enfriamiento primario al alambón a entre 630°C y 660°C a una velocidad de enfriamiento primario de 15°C/seg a 40°C/seg, mantener el alambón a entre 660°C y 630°C durante entre 15 segundos y 70 segundos, y aplicar un enfriamiento secundario al alambón a entre 25°C y 300°C a una velocidad de enfriamiento secundario de 5°C/seg a 30°C/seg.

40

45

(5) En el procedimiento de fabricación de alambón de acero de alto contenido de carbono según (4), en el que una diferencia de la velocidad de enfriamiento primario entre una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es máxima en un anillo de alambre de acero y una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es mínima en el anillo de alambre de acero puede ser ajustada a 10°C/seg o menor en el enfriamiento primario.

50

Efectos de la invención

Según los aspectos (1) a (5) respectivos de la presente invención descritos anteriormente, es posible proporcionar, de manera económica, un alambón de acero de alto contenido de carbono que tenga una excelente capacidad de trefilado.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática que muestra una segunda parte de superficie en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal de un alambroón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención.

- 5 La Fig. 2 es una vista esquemática que muestra una primera parte de superficie, una parte 1/2D y una parte 1/4 D en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal de un alambroón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención.

Realizaciones de la invención

- 10 En primer lugar, se describirá la razón para limitar los componentes químicos de un alambroón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención. Aquí, "%" en la siguiente descripción representa "% en masa".

C: del 0,60% al 1,20%

El C es un elemento esencial para mejorar la resistencia de un alambroón.

- 15 Cuando una cantidad de C es menor del 0,60%, es difícil proporcionar, de manera estable, resistencia a un producto final y es difícil obtener una perlita uniforme debido a la promoción de la precipitación de ferrita proeutectoide en un límite de grano de austenita.

Por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de C se establece al 0,60%. Para obtener perlita más uniforme, la cantidad de C se establece preferiblemente al 0,70% o mayor.

- 20 Por otra parte, cuando la cantidad de C es más del 1,20%, es fácil que ocurra una desconexión durante el trefilado debido a que la cementita proeutectoide que tiene una estructura de malla se genera en el límite del grano austenítico y la dureza y la ductilidad de un alambre de acero de alto contenido de carbono se deterioran notablemente después del trefilado de alambre final.

Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de C se establece al 1,20%. Para prevenir, de manera segura, el deterioro en la dureza y ductilidad del alambroón, la cantidad de C se establece preferiblemente al 1,10% o menor.

Si: del 0,10% al 1,5%

- 25 El Si es un elemento esencial para mejorar la resistencia de un alambroón.

Además, el Si es un elemento útil como desoxidante, y el Si es un elemento esencial cuando el objetivo es un alambroón que no incluye Al.

Cuando la cantidad de Si es menor del 0,10%, una acción de desoxidación es demasiado pequeña. Por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de Si se establece al 0,10%.

- 30 Por otra parte, cuando la cantidad de Si es mayor del 1,5%, la precipitación de ferrita proeutectoide se promueve en el acero hipereutectoide. Además, el límite de trabajo se deteriora durante el trefilado. Además, es difícil realizar un trefilado mediante decapado mecánico, es decir, MD. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Si se establece al 1,5%.

Mn: del 0,10% al 1,0%

El Mn es un elemento esencial para actuar como un desoxidante, similar al Si.

- 35 Además, el Mn tiene un efecto para mejorar la templabilidad y puede mejorarse la resistencia del alambroón. Además, el Mn tiene el efecto de prevenir una fragilidad en caliente al fijar el S en el acero como MnS.

Cuando la cantidad de Mn es menor del 0,10%, es difícil obtener el efecto anterior. Por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de Mn se establece al 0,10%.

- 40 Por otra parte, el Mn es un elemento que tiende a segregarse. Cuando la cantidad de Mn es mayor del 1,0%, el Mn se segrega en un centro del alambroón y se genera martensita y/o bainita en la parte segregada. De esta manera, la capacidad de trefilado se deteriora. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Mn se establece al 1,0%.

La cantidad total de Si y Mn en el alambroón se establece preferiblemente al 0,61% o mayor.

- 45 Cuando la cantidad total de Si y Mn es menor del 0,61%, hay un caso en el que puede obtenerse el efecto de desoxidación anterior o el efecto para prevenir la fragilización en caliente. Además, con el fin de obtener eficazmente el efecto como el desoxidante, la cantidad total de Si y Mn se establece preferiblemente al 0,64% o mayor, y se establece

más preferiblemente al 0,67% o mayor.

5 Por otra parte, cuando la cantidad total de Si y Mn es más del 2,3%, hay un caso en el que el Mn o/y el Si se segregan notablemente en el centro del alambre de acero. Por lo tanto, la cantidad total de Si y Mn se establece preferiblemente al 2,3% o menor. Para obtener una manera más adecuada para el trefilado, la cantidad total de Si y Mn se establece más preferiblemente al 2,0% o menor, y todavía más preferiblemente se establece al 1,7% o menor.

P: del 0,001% al 0,012%

El P es un elemento que deteriora la dureza del alambón al segregarse en un límite de grano.

10 Cuando la cantidad de P es más del 0,012%, la ductilidad del alambón se deteriora notablemente. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de P se establece al 0,012%. Por otra parte, el límite inferior de la cantidad de P se establece al 0,001% teniendo en cuenta las técnicas de refinación actuales y el coste de fabricación.

S: del 0,001% al 0,010%

El S es un elemento que previene la fragilización en caliente mediante la formación un MnS de sulfuro con Mn.

15 Cuando la cantidad de S es más del 0,010%, la ductilidad del alambón se deteriora notablemente. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de S se establece al 0,010%. Por otra parte, el límite inferior de la cantidad de S se establece al 0,001% teniendo en cuenta las técnicas de refinación actuales y el coste de fabricación.

Al: del 0,0001% al 0,010%

20 El Al es un elemento que deteriora la ductilidad del alambón mediante la formación de una inclusión no metálica basada en alúmina que es dura y no se deforma. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Al se establece al 0,010%. Por otra parte, el límite inferior de la cantidad de Al se establece al 0,001% teniendo en cuenta las técnicas de refinación actuales y el coste de fabricación.

N: del 0,0010% al 0,0050%

25 El N es un elemento que deteriora la ductilidad del alambón al promover un envejecimiento como N en solución sólida en el trefilado de alambre. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de N se establece al 0,0050%. Por otra parte, el límite inferior de la cantidad de N se establece al 0,0010% teniendo en cuenta las técnicas de refinación actuales y el coste de fabricación.

La cantidad total de Al y N en el alambón se establece preferiblemente al 0,007% o menor. Cuando la cantidad de Al y N es más del 0,007%, hay un caso en el que la ductilidad del alambón se deteriora mediante la generación de una inclusión metálica. Por otra parte, el límite inferior de la cantidad total de Al y N se establece preferiblemente al 0,003% cuando se tienen en cuenta las técnicas de refinado actuales y el coste de fabricación.

30 Los elementos descritos anteriormente son componentes básicos del alambón de acero de alto contenido de carbono según la realización de la presente invención, y un resto distinto de los elementos descritos anteriormente incluye Fe e impurezas inevitables. Sin embargo, además de estos componentes básicos, con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas del alambón de acero de alto contenido de carbono, tales como la resistencia, la dureza o la ductilidad, uno o más tipos seleccionados de entre el grupo que consiste en B, Cr, Ni, V, Cu, Mo y Nb pueden añadirse al alambón de
35 acero de alto contenido de carbono según la realización de la presente invención, en lugar de una parte de Fe en el resto.

B: del 0,0001% al 0,0015%

40 El Bi es un elemento que se segrega en el límite del grano y mejora la capacidad de trefilado mediante la supresión de la generación de la estructura no perlítica, tal como la ferrita, la perlita degenerada o la bainita, cuando B está en la austenita como B en solución sólida. Por lo tanto, una cantidad de B se establece preferiblemente al 0,0001% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de B es mayor del 0,0015%, se genera un carburo de boro grueso tal como $Fe_{23}(CB)_6$, y se deteriora la capacidad de trefilado del alambón. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de B se establece preferiblemente al 0,0015%.

Cr: del 0,10% al 0,50%

45 El Cr es un elemento eficaz que reduce la separación laminar de la perlita y mejora la resistencia, la capacidad de trefilado, etc., del alambón. Para exhibir de manera eficaz las acciones anteriores, la cantidad de Cr se establece preferiblemente al 0,10% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de Cr es más del 0,50%, el tiempo hasta que se completa la transformación de la perlita se hace más largo, y preocupa la generación de una estructura sobre-enfriada, tal como martensita o bainita. Además, se deteriora la propiedad de decapado mecánico. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Cr se establece preferiblemente al 0,50%.

Ni: del 0,10% al 0,50%

5 El Ni es un elemento que no es muy eficaz para mejorar la resistencia del alambroón, pero mejora la dureza del alambroón de acero de alto contenido de carbono. Para exhibir de manera eficaz las acciones anteriores, una cantidad de Ni se establece preferiblemente al 0,10% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de Ni es más del 0,50%, el tiempo hasta que se completa la transformación de perlita se hace más largo. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Ni se establece preferiblemente al 0,50%.

V: del 0,05% al 0,50%

10 El V es un elemento eficaz que forma un carbonitruro fino en la ferrita y mejora la ductilidad del alambroón previniendo el engrosamiento de un grano de austenita durante el calentamiento. Además, el V tiene un efecto que contribuye a una mejora de la resistencia del alambroón después del laminado en caliente. Para exhibir de manera eficaz las acciones anteriores, una cantidad de V se establece preferiblemente al 0,05% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de V es más del 0,50%, la cantidad de carbonitruro formado se incrementa excesivamente y el tamaño de partícula del carbonitruro aumenta. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de V se establece preferiblemente al 0,50%.

Cu: del 0,10% al 0,20%

15 El Cu tiene un efecto que mejora la resistencia a la corrosión del alambroón de acero de alto contenido de carbono. Para exhibir de manera eficaz las acciones anteriores, una cantidad de Cu se establece preferiblemente al 0,10% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de Cu es mayor del 0,20%, el CuS se segrega en el límite de grano al reaccionar el Cu con S y se generan defectos en el tocho o en el alambroón de acero durante el procedimiento de fabricación del alambroón. Para prevenir de manera eficaz la influencia negativa anterior, el límite superior de la cantidad de Cu se establece preferiblemente al 0,20%.

Mo: del 0,10% al 0,20%

25 El Mo tiene un efecto que mejora la resistencia a la corrosión del alambroón de acero de alto contenido de carbono. Para exhibir de manera eficaz las acciones anteriores, la cantidad de Mo se establece preferiblemente al 0,10% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de Mo es más del 0,20%, el tiempo hasta que se completa la transformación de perlita se hace más largo. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Mo se establece preferiblemente al 0,20%.

Nb: del 0,05% al 0,10%

30 El Nb tiene un efecto que mejora la resistencia a la corrosión del alambroón de acero de alto contenido de carbono. Para exhibir de manera eficaz las acciones anteriores, la cantidad de Nb se establece preferiblemente al 0,05% o mayor. Por otra parte, cuando la cantidad de Nb es mayor del 0,10%, el tiempo hasta que se completa la transformación de la perlita se hace más largo. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Nb se establece preferiblemente al 0,10%.

A continuación, se describirán las estructuras y las propiedades mecánicas del alambroón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención.

35 En el alambroón de acero de alto contenido de carbono que tiene una estructura que incluye esencialmente perlita según una realización de la presente invención, cuando una estructura no perlítica tal como una ferrita proeutectoide, una bainita, una perlita degenerada y una cementita proeutectoide en una sección transversal perpendicular a una dirección longitudinal del alambroón es mayor del 5% por una relación de área, la capacidad de trefilado se deteriora ya que es fácil que se produzca una grieta durante el trefilado. Por lo tanto, la relación de área de la perlita se establece al 95% o mayor.

40 La relación de área de la estructura no perlítica en el alambroón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención significa lo siguiente. Cuando D representa un diámetro de alambre, la relación de área media de la estructura no perlítica puede obtenerse promediando cada relación de área de las estructuras no perlíticas en la primera parte de superficie, en la parte 1/2D y en la parte 1/4D. Por otra parte, la relación de área media de la estructura perlítica puede obtenerse promediando cada relación de área de la estructura perlítica en la primera parte de superficie, en la parte 1/2D y en la parte 1/4D.

45 La relación de área de la estructura no perlítica puede medirse mediante los siguientes procedimientos. Después de incluir en resina una sección transversal perpendicular a una dirección longitudinal del alambroón, es decir, la sección C transversal, se realiza un pulido con alúmina a la sección C transversal y la sección C transversal es sometida a corrosión con solución picral. A continuación, la sección C transversal obtenida puede ser observada con un SEM (Scanning Electron Microscope, microscopio electrónico de barrido). En adelante, una región dentro de un rango de 1 mm o menor de profundidad desde una superficie del alambroón se establece como la primera parte de superficie. Cuando D representa un diámetro de alambre, las observaciones con SEM se realizan en la primera parte de superficie, en la parte 1/2D y en la parte 1/4D. A continuación, se toman fotografías en las 8 posiciones con intervalos de 45° con un aumento de 3.000 veces en cada área de observación con un cuadrado de 50 μm × 40 μm. Además, la relación de área de la estructura no

5 perlítica, tal como la perlita degenerada en la que la cementita se dispersa de manera granular, la bainita en la que la cementita formada en forma plana se dispersa en una separación laminar que es 3 veces más gruesa que el entorno, la ferrita proeutectoide precipitada en un límite de grano de austenita anterior y la cementita proeutectoide se mide mediante un análisis de imagen, respectivamente. A continuación, se suma la relación de área medida de cada estructura no perlítica y el valor obtenido se establece como la relación de área de la estructura no perlítica. Además, la relación de área de la perlita puede obtenerse restando del 100% la relación de área obtenida de la estructura no perlítica.

10 En el alambroón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención, una región dentro de un intervalo de 30 μm o menor de profundidad desde una superficie del alambroón se establece como la segunda parte de superficie. Cuando una estructura no perlítica, tal como una ferrita proeutectoide, una bainita y una perlita degenerada, en la segunda parte de superficie es más del 10% por relación de área, la resistencia en la superficie del alambroón se vuelve no uniforme y es fácil que aparezcan grietas en la superficie durante el trefilado de alambre y, de esta manera, hay un caso en el que la capacidad de trefilado se deteriora. Por lo tanto, la relación de área de perlita en la segunda parte de superficie se establece preferiblemente al 90% o mayor. Un resto distinto de perlita se establece preferiblemente a una estructura no perlítica que incluye una o más de entre bainita, perlita degenerada y cementita proeutectoide. Más preferiblemente, el resto distinto de perlita se establece a la estructura no perlítica que consiste en una o más de entre bainita, perlita degenerada y cementita proeutectoide.

20 Para medir una relación de área de la estructura no perlítica en la segunda parte de superficie, después de incluir en resina la sección C transversal del alambroón, se realiza un pulido con alúmina en la sección C transversal y la sección C transversal es sometida a corrosión con solución picral y, a continuación, la sección C transversal obtenida puede ser observada con un SEM. En la observación con SEM, se toman fotografías en las 8 posiciones con intervalos de ángulos centrales de 45° de la sección C transversal con un aumento de 2.000 veces en la segunda parte de superficie. Además, la relación de área de la estructura no perlítica, tal como la perlita degenerada en la que la cementita se dispersa de manera granular, la bainita en la que la cementita formada en forma plana se dispersa en una separación laminar que es 3 veces más gruesa que el entorno y la ferrita proeutectoide precipitada en el límite de grano de austenita anterior se mide mediante un análisis de imagen, respectivamente. A continuación, se suma la relación de área medida de cada estructura no perlítica y el valor obtenido se establece como la relación de área de la estructura no perlítica. Además, la relación de área de la perlita puede obtenerse restando del 100% la relación de área obtenida de la estructura no perlítica.

30 Un bloque de perlita es sustancialmente esférico. El bloque de perlita significa una región en la que se observa que la orientación de un cristal de ferrita está orientada en la misma dirección y cuando un tamaño de bloque promedio es más refinado, la ductilidad del alambroón se mejora más. Cuando el tamaño de bloque promedio es mayor de 35 μm , la ductilidad del alambroón se deteriora y es fácil que se produzca una desconexión durante el trefilado de alambre. Por otra parte, cuando el tamaño de bloque promedio es menor de 15 μm , la resistencia a la tracción aumenta y la resistencia a la deformación aumenta durante el trefilado de alambre y, de esta manera, el coste de fabricación aumenta. Además, cuando la relación de área de la perlita que tiene el tamaño de bloque de 50 μm o mayor es más del 20%, la frecuencia de desconexión durante el trefilado de alambre aumenta. En adelante, el tamaño de bloque es un diámetro de círculo que tiene un área equivalente a un área ocupada por el bloque de perlita.

40 El tamaño del bloque de perlita puede obtenerse mediante los siguientes procedimientos. Después de incluir en resina la sección C transversal, se realizan un corte y un pulido a la sección C transversal. A continuación, una región que tiene un tamaño cuadrado de 800 μm \times 800 μm en el centro de la sección C transversal es analizada con EBSD. En la región, una interfaz que tiene una diferencia de orientación de 9° o mayor se establece como una interfaz de bloque de perlita. A continuación, una región rodeada por las interfaces es analizada como un bloque de perlita. Se obtiene un valor promedio promediando los diámetros de círculo equivalentes analizados y el valor promedio se establece como el tamaño promedio de bloque de perlita.

45 Cuando una relación de área de una región en la que la separación laminar de la perlita es de 150 nm o menor es mayor del 20% en la primera parte de superficie, es fácil que se produzca una desconexión durante el trefilado de alambre. La separación laminar de la perlita puede obtenerse mediante los siguientes procedimientos. En primer lugar, la sección C transversal del alambroón es grabada con solución picral para que aparezca la perlita. A continuación, en la observación con FE-SEM, se toman fotografías en las 8 posiciones con intervalos de ángulos centrales de 45° de la sección C transversal con un aumento de 10.000 veces en la primera parte de superficie. Posteriormente, la separación laminar en cada colonia se obtiene en base al número de laminillas que se cruzan perpendicularmente con un segmento de 2 μm en cada colonia donde las laminillas están orientadas en la misma dirección. Por lo tanto, la relación de área de una región en la que una separación laminar de la perlita es de 150 nm o menor puede obtenerse mediante un análisis de imagen en un campo visual de observación.

55 Cuando la dureza de Vickers promedio en una posición a 30 μm de profundidad desde la superficie del alambroón de acero de alto contenido de carbono es menor de HV 280, hay un caso en el que la frecuencia de desconexión durante el trefilado de alambre aumenta. Por lo tanto, el límite inferior de la dureza de la superficie, es decir, el límite inferior de la dureza de Vickers en la posición se establece preferiblemente a HV 280. Por otra parte, cuando la dureza Vickers es mayor de HV

330, la capacidad de trefilado se deteriora debido al desgaste del troquel. Por lo tanto, el límite superior de la dureza de Vickers en la posición se establece preferiblemente a HV 330.

Además, la dureza superficial anterior, es decir, la dureza de Vickers, se mide en las 8 posiciones situadas a 30 µm de profundidad desde una superficie o desde la sección C transversal del alambón con intervalos de ángulos centrales de 45° usando un medidor de dureza micro Vickers.

Cuando una resistencia a la tracción del alambón es mayor de $760 \times C_{eq} + 325$ MPa, la resistencia a la deformación aumenta durante el trefilado de alambre. Como resultado, la capacidad de trefilado del alambón se deteriora. En adelante, C_{eq} puede obtenerse mediante la ecuación (1) siguiente. Además, cuando una desviación estándar de la resistencia a la tracción es mayor de 20 MPa, la frecuencia de desconexión durante el trefilado de alambre aumenta.

$$C_{eq} = C[\%] + Si[\%]/24 + Mn[\%]/6 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Se realiza un ensayo de tracción según JIS Z 2241 con el fin de medir la resistencia a la tracción del alambón. Se recopilan, de manera continua, dieciséis muestras 9B a partir del alambón a lo largo de una dirección longitudinal del alambón y se obtiene la resistencia a la tracción. A continuación, la resistencia a la tracción del alambón se evalúa promediando estos valores medidos.

Se obtiene una desviación estándar de la resistencia a la tracción en base a los dieciséis de los datos medidos.

A continuación, se describirá un procedimiento de producción de un alambón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención.

En una realización de la presente invención, un tocho que tiene los componentes químicos descritos anteriormente es calentado a entre 950°C y 1.130°C, el tocho es laminado en caliente para obtener un alambón después del calentamiento, el alambón se enrolla a entre 700°C y 900°C, se realiza un enfriamiento primario al alambón a entre 630°C y 660°C a una velocidad de enfriamiento primario de 15°C/seg a 40°C/seg después del enrollado, el alambón es mantenido en un intervalo de temperaturas de 660°C a 630°C durante entre 15 segundos y 70 segundos, y se realiza un enfriamiento secundario al alambón a entre 25°C y 300°C a una velocidad de enfriamiento secundario de 5°C/seg a 30°C/seg. Un alambón de acero de alto contenido de carbono según una realización de la presente invención puede fabricarse mediante los procedimientos descritos anteriormente. Además, una diferencia de la velocidad de enfriamiento primario entre la parte de velocidad de enfriamiento primario máxima, es decir, la velocidad de enfriamiento primario en una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es máxima en un anillo de alambre de acero, y la parte de velocidad de enfriamiento primario mínima, es decir, la velocidad de enfriamiento primario en una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es mínima en el anillo de alambre de acero, se establece preferiblemente a 10°C/seg o menor en el enfriamiento primario. Mediante este procedimiento de fabricación, no se necesita un re-calentamiento en el procedimiento de enfriamiento después del laminado de alambre y, de esta manera, es posible fabricar de manera económica un alambón de acero de alto contenido de carbono.

Cuando una temperatura de calentamiento del tocho es menor de 950°C, la resistencia a la deformación aumenta durante el laminado en caliente y la productividad se deteriora. Por otra parte, cuando la temperatura de calentamiento del tocho es mayor de 1.130°C, hay un caso en el que el tamaño promedio de bloque de perlita aumenta o la relación de área de las estructuras no perlíticas en la segunda parte de superficie es mayor debido a la descarburación. Por lo tanto, la capacidad de trefilado se deteriora.

Cuando una temperatura de enrollado es menor de 700°C, es difícil exfoliar las incrustaciones durante el decapado mecánico. Por otra parte, cuando la temperatura de enrollado es mayor de 900°C, el tamaño promedio de bloque de perlita aumenta y, de esta manera, la capacidad de trefilado se deteriora.

Cuando una velocidad de enfriamiento primario es menor de 15°C/seg, el tamaño promedio de bloque de perlita es mayor de 35 µm. Por otra parte, cuando la velocidad de enfriamiento primario es más rápida que 40°C/s, es difícil controlar una temperatura debido al sobre-enfriamiento y, de esta manera, es difícil que las resistencias de los alambones sean uniformes.

Cuando una temperatura de mantenimiento es mayor de 660°C, el tamaño promedio de bloque de perlita aumenta y, de esta manera, la capacidad de trefilado se deteriora. Por otra parte, cuando la temperatura de mantenimiento es menor de 630°C, la resistencia del alambón aumenta y, de esta manera, la capacidad de trefilado se deteriora. Además, cuando el tiempo de mantenimiento o de retención es menor de 15 segundos, la relación de área de una región en la que la separación laminar de la perlita es de 150 nm o menor es más del 20%. Por otra parte, cuando un tiempo de mantenimiento es mayor de 70 segundos, un efecto que se obtiene con el mantenimiento o la retención se satura.

Cuando una velocidad de enfriamiento secundario es menor de 5°C/s, es difícil exfoliar las incrustaciones durante el decapado mecánico. Por otra parte, cuando una velocidad de enfriamiento secundario es más rápida que 30°C/s, el efecto obtenido por el enfriamiento secundario se satura.

Además, cuando una diferencia de la velocidad de enfriamiento primario entre una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es máxima y una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es mínima es mayor de 10°C/seg en el enfriamiento primario, hay un caso en el que las resistencias de los alambrones no son uniformes y, de esta manera, no es preferible.

5 Ejemplos

10 A continuación, se describirá el contenido técnico de la presente invención con referencia a los ejemplos de la presente invención. Sin embargo, las condiciones en los ejemplos son simplemente ejemplos de condiciones adoptadas para confirmar la viabilidad y los efectos de la presente invención, y la presente invención no se limita a los ejemplos de las condiciones. La presente invención puede adoptar una diversidad de condiciones dentro del alcance de la presente invención, siempre que puedan conseguirse los objetos de la presente invención.

(Ejemplo 1)

Después de calentar los tochos que tenían los componentes químicos mostrados en la Tabla 1, los tochos se laminaron en caliente para obtener alambrones con un diámetro de 5,5 mm, los alambrones se enrollaron a una temperatura prescrita y los alambrones se refrigeraron con un equipo Stelmor.

15 Usando los alambrones enfriados, se observaron las texturas de la sección C transversal de los alambrones y se realizó el ensayo de tracción. Después de exfoliar mediante decapado las incrustaciones de los alambrones obtenidos, se prepararon diez alambrones que tenían una longitud de 4 m a los que se les aplicó revestimiento de fosfato de cinc mediante bonderización. A continuación, usando un troquel que tenía un ángulo de aproximación de 10°, se realizó un trefilado de alambre con tipo monobloque con una reducción del 16% al 20% por cada pasada. Finalmente, se obtuvo el valor promedio de la deformación real en un punto de frenado durante el trefilado.

25 Las condiciones de fabricación, las estructuras y las propiedades mecánicas se muestran en la Tabla 2. El "Tiempo de mantenimiento o de retención" en la Tabla 2 muestra un tiempo de mantenimiento en un intervalo de temperaturas de 660°C a 630°C. Las características técnicas requeridas de la presente invención no cumplieron el objetivo en los ejemplos comparativos N° 2, 4, 6, 11, 14 y 16 en la Tabla 2. En los ejemplos comparativos N° 2, 11 y 14, una relación de área de una región en la que una separación laminar de la perlita es de 150 nm o menor era mayor del 20% en la primera parte de superficie. Además, en estos ejemplos comparativos, las resistencias a la tracción no estaban dentro de un intervalo preferible de la presente invención. En comparación con los ejemplos N° 1, 10 y 13, que eran ejemplos de la presente invención que usan el mismo acero, los valores de la deformación en un punto de frenado durante el trefilado fueron menores en estos ejemplos comparativos. Además, los tamaños de bloque promedio de la perlita eran superiores al límite superior de la presente invención y las relaciones de área de la perlita que tenía un tamaño de bloque de 50 µm o mayor eran mayores del 20% en los ejemplos comparativos N° 4 y 16. En comparación con los ejemplos N° 3 y 15, que eran ejemplos de la presente invención que usaban el mismo acero, los valores de la deformación en un punto de frenado durante el trefilado fueron menores en estos ejemplos comparativos. Además, una desviación estándar de la resistencia a la tracción del ejemplo comparativo N° 6 estaba por encima del intervalo preferible de la presente invención. En 35 comparación con el ejemplo N° 5, que era un ejemplo de la presente invención que usaba el mismo acero, el valor de la deformación en un punto de frenado durante el trefilado era menor en este ejemplo comparativo.

TABLA I

(% EN MASA)

ACERO	C	Si	Mn	P	S	Al	N	B	Cr	Ni	V	Cu	Mo	Nb
A	0,68	0,19	0,82	0,010	0,009	0,002	0,0042	0,0007						
B	0,72	0,20	0,49	0,008	0,009	0,001	0,0026							
C	0,72	0,19	0,50	0,009	0,008	0,001	0,0034		0,12					
D	0,73	0,21	0,48	0,008	0,009	0,001	0,0029			0,11				
E	0,77	0,20	0,51	0,009	0,008	0,002	0,0031							0,06
F	0,82	1,21	0,50	0,008	0,009	0,001	0,0028						0,13	
G	0,82	0,19	0,50	0,008	0,009	0,001	0,0033							
H	0,92	0,18	0,51	0,009	0,006	0,001	0,0024							
I	0,92	0,18	0,50	0,007	0,008	0,001	0,0029					0,12		
J	1,02	0,19	0,49	0,008	0,009	0,002	0,0032				0,07			
K	1,12	0,20	0,49	0,007	0,008	0,001	0,0029							

TABLA 2

Nº	ACERO	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DE ENROLLADO (°C)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO PRIMARIO (°C/s)	TIEMPO DE RETENCIÓN O MANTENIMIENTO (s)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO SECUNDARIO (°C/s)	RELACIÓN DE ÁREA DE PERLITA (%)	TAMAÑO PROMEDIO DE BLOQUE DE PERLITA (µm)	RELACIÓN DE ÁREA DE LA PERLITA QUE TIENE UN TAMAÑO DE BLOQUE DE 50 µm O MAYOR (%)	RELACIÓN DE ÁREA DE LA REGIÓN EN LA QUE LA SEPARACIÓN LAMINAR DE LA PERLITA ES DE 150 nm O MENOR (%)	LÍMITE SUPERIOR DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN 760 X Ceq. + 325 (MPa)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	VALOR DE DEFORMACIÓN PROMEDIO EN EL PUNTO DE RUPTURA DURANTE EL TREFILADO	OBSERVACIONES
															EJEMPLO
1	A	1050	900	16	16	15	95	19	3,3	18	952	920	13	4,2	EJEMPLO
2	A	1050	880	13	7	13	95	16	1,9	45	952	1063	16	3,7	EJEMPLO COMPARATIVO
3	B	1110	820	23	23	16	96	26	6,7	13	941	913	11	4,4	EJEMPLO
4	B	1110	880	8	40	8	98	43	38	6	941	904	28	3,7	EJEMPLO COMPARATIVO
5	C	1010	870	19	25	14	96	25	8,9	15	942	911	14	4,4	EJEMPLO
6	C	1010	750	14	40	15	97	27	12	15	942	904	38	3,7	EJEMPLO COMPARATIVO
7	D	1090	740	26	24	13	97	27	9,4	14	947	921	15	4,2	EJEMPLO
8	E	1040	860	19	18	16	97	28	7,6	16	981	952	8	4,0	EJEMPLO
9	F	1090	880	17	22	15	98	22	7,1	12	1050	1021	13	4,0	EJEMPLO
10	G	1060	870	18	22	13	96	26	8,5	13	1018	989	15	4,2	EJEMPLO
11	G	1060	880	15	8	18	97	21	2,4	55	1018	1112	18	3,5	EJEMPLO COMPARATIVO
12	H	1020	890	16	29	16	98	23	9,4	8	1095	1065	9	3,7	EJEMPLO
13	I	1090	760	22	26	18	98	18	2,2	7	1093	1073	11	3,7	EJEMPLO
14	I	1090	870	15	8	18	99	15	0,9	72	1093	1204	17	3,2	EJEMPLO COMPARATIVO
15	J	1120	850	19	18	21	98	24	8,4	10	1168	1139	16	3,7	EJEMPLO
16	J	1120	870	9	42	9	99	45	41	7	1168	1102	31	3,2	EJEMPLO COMPARATIVO
17	K	1130	870	15	19	14	99	32	15	6	1245	1219	12	3,4	EJEMPLO

(Ejemplo 2)

Después de calentar los tochos que tenían los componentes químicos mostrados en la Tabla 3, los tochos se laminaron en caliente para obtener alambrones con un diámetro de 5,5 mm, los alambrones se enrollaron a una temperatura prescrita y los alambrones se refrigeraron con un equipo Stelmor.

5 Usando los alambrones enfriados, se observaron las estructuras de la sección C transversal de los alambrones y se realizó el ensayo de tracción. Después de exfoliar mediante decapado las incrustaciones de los alambrones obtenidos, se prepararon diez alambrones con una longitud de 4 m, a los que se les aplicó revestimiento de fosfato de cinc mediante bonderización. A continuación, usando un troquel que tenía un ángulo de aproximación de 10°, se realizó un trefilado de alambre con tipo monobloque con una reducción del 16% al 20% por pasada. Finalmente, se obtuvo el valor promedio de la deformación real en un punto de frenado durante el trefilado.

10 Las condiciones de fabricación, las estructuras y las propiedades mecánicas se muestran en la Tabla 4. El "Tiempo de mantenimiento" en la Tabla 4 muestra un tiempo de mantenimiento en un intervalo de temperaturas de 660°C a 630°C. La relación de área de perlita en la segunda parte de superficie es una relación de área de perlita en una región dentro de un intervalo de 30 µm o menor de profundidad desde la superficie del alambón. La dureza de Vickers en la segunda parte es la dureza Vickers en una posición a 30 µm de profundidad desde la superficie del alambón. Las características técnicas preferibles de la presente invención no consiguieron el objetivo en los ejemplos comparativos N° 19, 22, 24, 26, 30 y 32. En los ejemplos comparativos N° 19, 22, 26 y 30, la relación de área de la perlita en la segunda parte de superficie estaba por encima del intervalo preferible de la presente invención. Además, en los ejemplos comparativos N° 19, 22, 26 y 30, la dureza media de Vickers en la segunda parte de superficie estaba por debajo del intervalo preferible de la presente invención. En comparación con los ejemplos N° 18, 21, 25 y 12, que eran ejemplos de la presente invención que usaban el mismo acero, los valores de la deformación en un punto de frenado durante el trefilado fueron menores en los ejemplos comparativos. Además, la dureza media de Vickers en la segunda parte de superficie estaba por debajo del intervalo preferible de la presente invención en el ejemplo comparativo N° 29. En comparación con el ejemplo N° 31, que era un ejemplo de la presente invención que usaba el mismo acero, el valor de la deformación en un punto de frenado durante el trefilado era menor en este ejemplo comparativo. Además, una desviación estándar de la resistencia a la tracción del ejemplo comparativo N° 24 estaba por encima del intervalo preferible de la presente invención. En comparación con el ejemplo N° 23, que era un ejemplo de la presente invención que usaba el mismo acero, el valor de la deformación en un punto de frenado durante el trefilado era menor en este ejemplo comparativo.

TABLA 3

(% EN MASA)

ACERO	C	Si	Mn	P	S	Al	N	B	Cr	Ni	V	Cu	Mo	Nb
A2	0,72	0,19	0,51	0,008	0,008	0,001	0,0029			0,12				
B2	0,72	0,20	0,49	0,008	0,009	0,001	0,0027		0,11					
C2	0,72	1,19	0,49	0,007	0,008	0,001	0,0030							
D2	0,77	0,18	0,51	0,008	0,009	0,002	0,0034					0,11		
E2	0,82	0,22	0,49	0,007	0,009	0,001	0,0027						0,12	
F2	0,82	0,18	0,48	0,008	0,008	0,001	0,0026							
G2	0,92	0,19	0,48	0,008	0,009	0,002	0,0031							0,06
H2	0,92	0,18	0,49	0,009	0,009	0,001	0,0036	0,0005						
I2	1,02	0,19	0,49	0,008	0,008	0,001	0,0029				0,07			

TABLA 4

N°	ACERO	TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO (°C)	TEMPERATURA DE ENROLLADO (°C)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO PRIMARIO (°C/s)	TIEMPO DE RETENCIÓN O MANTENIMIENTO (s)	VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO SECUNDARIO (°C/s)	RELACIÓN DE ÁREA DE PERLITA EN LA SEGUNDA PARTE DE SUPERFICIE (%)	DUREZA DE VICKERS EN LA SEGUNDA PARTE DE SUPERFICIE (HV)	LÍMITE SUPERIOR DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN 760 X Ceq. + 325 (MPa)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	VALOR DE DEFORMACIÓN REAL PROMEDIO EN EL PUNTO DE FRENADO DURANTE EL TREFILADO	OBSERVACIONES
												EJEMPLO COMPARATIVO
18	A2	1030	890	16	17	10	91	297	943	924	4,4	EJEMPLO
19	A2	1250	950	15	17	8	77	240	943	915	3,7	EJEMPLO COMPARATIVO
20	B2	1050	870	18	22	11	93	305	941	925	4,4	EJEMPLO
21	C2	1060	830	20	20	8	90	304	972	953	4,2	EJEMPLO
22	C2	1230	910	19	19	10	81	259	972	942	3,7	EJEMPLO COMPARATIVO
23	D2	1040	850	18	18	9	93	298	981	966	4,2	EJEMPLO
24	D2	1040	850	20	8	22	95	301	981	1021	3,9	EJEMPLO COMPARATIVO
25	E2	1010	750	16	20	15	95	314	1017	990	4,0	EJEMPLO
26	E2	1010	720	3	40	8	71	249	1017	992	3,5	EJEMPLO COMPARATIVO
27	F2	990	870	17	23	12	92	299	1015	983	4,0	EJEMPLO
28	G2	1000	740	25	22	10	93	308	1091	1074	3,8	EJEMPLO
29	H2	1010	790	16	20	10	95	315	1092	1069	3,8	EJEMPLO
30	H2	1030	720	3	42	9	88	265	1092	1066	3,4	EJEMPLO COMPARATIVO
31	I2	1040	820	16	21	11	94	305	1168	1140	3,5	EJEMPLO
32	I2	1250	920	16	22	10	90	277	1168	1136	3,1	EJEMPLO COMPARATIVO

Aplicabilidad industrial

5 Según los aspectos descritos anteriormente de la presente invención, es posible proporcionar de manera económica un alambón de acero de alto contenido de carbono que tenga una capacidad de trefilado excelente que sea adecuado para un cordón de acero y para un alambre de sierra, y un procedimiento de fabricación del mismo con alta productividad y buen rendimiento. Por lo tanto, la presente invención es suficiente para que tenga aplicabilidad industrial en la industria de fabricación de alambres.

Breve descripción de los símbolos de referencia

- 10 1: Segunda parte de superficie
- 2: Primera parte de superficie
- 3: Parte 1/2D
- 4: Parte 1/4D

15

REIVINDICACIONES

1. Alambrcn de acero de alto contenido de carbono que comprende, como componentes qumicos, en % en masa:

C: del 0,60% al 1,20%;

Si: del 0,10% al 1,5%;

5 Mn: del 0,10% al 1,0%;

P: del 0,001% al 0,012%;

S: del 0,001% al 0,010%;

Al: del 0,0001% al 0,010%;

N: del 0,0010% al 0,0050%; y

10 que incluye opcionalmente, como un componente qumico, en % en masa: uno o ms tipos seleccionados de entre el grupo que consiste en

B: del 0,0001% al 0,0015%,

Cr: del 0,10% al 0,50%;

Ni: del 0,10% al 0,50%;

15 V: del 0,05% al 0,50%;

Cu: del 0,10% al 0,20%;

Mo: del 0,10% al 0,20%;

Nb: del 0,05% al 0,10%; y

un resto de Fe e impurezas,

20 en el que una relacin de rea de perlita es del 95% o mayor y un resto es una estructura no perlítica que incluye una o ms de entre una bainita, una perlita degenerada, una ferrita proeutectoide y una cementita proeutectoide en una seccin transversal perpendicular a una direccin longitudinal;

en el que un tamao de bloque promedio de la perlita es de 15 μm a 35 μm y una relacin de rea de la perlita que tiene un tamao de bloque de 50 μm o mayor es del 20% o menor;

25 en el que una relacin de rea de una regin en la que una separacin laminar de la perlita es de 150 nm o menor es del 20% o menor en una regin dentro de una profundidad desde una superficie del alambrcn de acero de alto contenido de carbono de 1 mm o menor, y

30 en el que cuando C[%], Si[%] y Mn[%] representan una cantidad de C, una cantidad de Si y una cantidad de Mn respectivamente en la ecuacin (1) siguiente y se calcula una C_{eq} mediante la ecuacin (1) siguiente, la resistencia a la traccin del alambrcn de acero de alto contenido de carbono es $760 \times C_{eq} + 325$ MPa o menor y una desviacin estandar de la resistencia a la traccin es de 20 MPa o menor,

$$C_{eq} = C[\%] + Si[\%]/24 + Mn[\%]/6 \text{ Ecuacin (1)}$$

2. Alambrcn de acero de alto contenido de carbono segn la reivindicacin 1,

35 en el que el alambrcn de acero de alto contenido de carbono incluye, como componente qumico, en % en masa:

C; del 0,70% al 1,10%.

3. Alambrcn de acero de alto contenido de carbono segn la reivindicacin 1,

40 en el que la relacin de rea de la perlita en una regin dentro de una profundidad desde la superficie del alambrcn de acero de alto contenido de carbono de 30 μm o menor es del 90% o mayor y un resto es la estructura no perlítica que incluye una o ms de entre la bainita, la perlita degenerada y la cementita proeutectoide.

4. Alambión de acero de alto contenido de carbono según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,

en el que el alambión de acero de alto contenido de carbono incluye, como componente químico, en % en masa:

uno o más tipos seleccionados de entre el grupo que consiste en

5 B: del 0,0001% al 0,0015%,

Cr: del 0,10% al 0,50%;

Ni: del 0,10% al 0,50%;

V: del 0,05% al 0,50%;

Cu: del 0,10% al 0,20%;

10 Mo: del 0,10% al 0,20% y

Nb: del 0,05% al 0,10%.

5. Procedimiento de fabricación de un alambión de acero de alto contenido de carbono, que comprende:

calentar un tocho a entre 950°C y 1.130°C, en el que el tocho comprende, como componente químico, en % en masa:

15 C: del 0,60% al 1,20%,

Si: del 0,1% al 1,5%,

Mn: del 0,1% al 1,0%,

P: del 0,001% al 0,012%,

S: del 0,001% al 0,010%,

20 Al: del 0,0001% al 0,010% y

N: del 0,0010% al 0,0050%, y

opcionalmente incluye, como componente químico, en % en masa, uno o más tipos seleccionados de entre el grupo que consiste en

B: del 0,0001% al 0,0015%,

25 Cr: del 0,10% al 0,50%;

Ni: del 0,10% al 0,50%;

V: del 0,05% al 0,50%;

Cu: del 0,10% al 0,20%;

Mo: del 0,10% al 0,20%;

30 Nb: del 0,05% al 0,10%; y

un resto de Fe e impurezas,

y laminar en caliente el tocho para obtener un alambión después del calentamiento;

enrollar el alambión a entre 700°C y 900°C;

35 aplicar un enfriamiento primario al alambión a entre 630°C y 660°C a una velocidad de enfriamiento primario de 15°C/seg a 40°C/seg;

mantener el alambión a entre 660°C y 630°C durante entre 15 segundos y 70 segundos; y

aplicar un enfriamiento secundario al alambión a entre 25°C y 300°C a una velocidad de enfriamiento

secundario de 5°C/seg a 30°C/seg.

- 5 6. Procedimiento de fabricación de un alambón de acero de alto contenido de carbono según la reivindicación 5, en el que una diferencia de la velocidad de enfriamiento primario entre una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es máxima en un anillo de alambre de acero y una posición en la que la velocidad de enfriamiento primario es mínima en el anillo de alambre de acero es de 10°C/seg. o menor en el enfriamiento primario.

FIG. 1

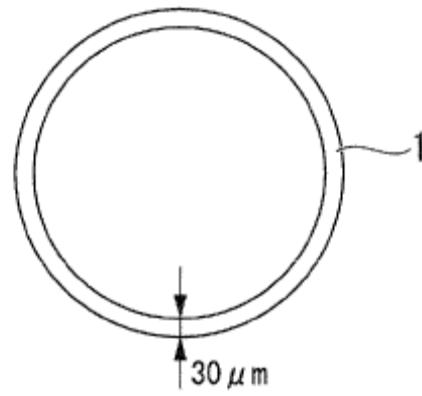


FIG. 2

