(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 619 323**

(51) Int. Cl.:

C21D 9/52	(2006.01)
C21D 1/26	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)
C21D 1/74	(2006.01)
C21D 1/32	(2006.01)
C21D 8/06	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.08.2009** **PCT/JP2009/063892**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **25.02.2010** **WO2010021244**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2009** **E 09808180 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2327806**

(54) Título: **Método para fabricar varilla redonda metálica de elevada resistencia**

(30) Prioridad:

20.08.2008 JP 2008212076

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.06.2017

(73) Titular/es:

BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)
10-1, Kyobashi 1-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-0031, JP

(72) Inventor/es:

OHNO YOSHIAKI

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 619 323 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

Método para fabricar varilla redonda metálica de elevada resistencia

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de producir un material de varilla o alambre metálico de elevada tenacidad, particularmente a un método de producir un material de alambre metálico de elevada tenacidad en el cual un material de alambre metálico que tiene propiedades mejoradas de flexión y torsión, así como elevada tenacidad y excelente resistencia a la fatiga, puede ser obtenido sin pérdida de tenacidad y propiedad de alargamiento.

Antecedentes técnicos

Se requieren varias propiedades para un alambre metálico utilizado como un componente de cordones. Por ejemplo, desde el punto de vista de recientes problemas medioambientales, es particularmente esencial reducir el peso de neumáticos, lo que contribuye a aumentar la eficacia de en consumo de combustible en automóviles. Para este fin, es necesario que un cordón usado como refuerzo en un neumático se haga altamente resistente para reducir la cantidad usada del mismo.

Como un método de proporcionar alta resistencia a un cordón, es útil comunicar alta resistencia al propio alambre que constituye el cordón. En esta operación de dar resistencia al alambre, la composición del mismo ha sido ajustada y/o el trefilado ha sido realizado para un material de alambre metálico que es el material de partida para un alambre obtenido mediante trefilado. Esto se ha conseguido para dar elevada resistencia a un cordón; sin embargo, es también un problema el que la ductilidad de un material de alambre metálico disminuye al aumentar su resistencia.

Usualmente, como unos medios para recuperar la ductilidad de un material de alambre metálico, es común realizar en el material de alambre metálico un tratamiento térmico a una baja temperatura durante un corto periodo de tiempo, denominado tratamiento de reducción de esfuerzos internos (bluing) en el material de alambre metálico.

En los Documentos 1 y 2 de Patente, por ejemplo, se informó de que el alargamiento a la rotura del cordón de acero puede ser aumentado realizando este tratamiento de reducción de esfuerzos internos en un intervalo de temperaturas de aproximadamente 400ºC durante un cierto tiempo de retención sobre un cordón de acero que tenga una resistencia a la tracción no mayor que 3.000 MPa.

Además, el Documento 3 de Patente informó de que el alargamiento elástico puede ser aumentado realizando un tratamiento de trefilado, un tratamiento de chapado y un tratamiento de reducción de esfuerzos internos en un intervalo de temperaturazas entre 340ºC y 500ºC durante varios segundos a varias decenas de segundos sobre un alambre de acero.

Además, en el Documento 4 de Patente se informó de que la ductilidad se puede aumentar realizando un tratamiento de reducción de esfuerzos internos (bluing) en el que el tiempo de retención se ajusta a entre 6 segundos y 15 minutos en un intervalo de temperaturas entre 250ºC y 440ºC sobre un alambre de acero al carbono para controlar el valor máximo de fricción interna del alambre de acero al carbono hasta dentro de un intervalo adecuado en un intervalo de temperaturas entre 180ºC y 220ºC.

Aún más, en el Documento 5 de Patente fue descubierta una correlación entre la existencia de un pico exotérmico alrededor de 100ºC y la aparición de exfoliación en deformación de torsión de alambre de acero extra-fino de alto contenido en carbono, en base a los resultados analíticos de la curva de calorímetro de exploración diferencial para alambre metálico extra-fino de acero de alto contenido en carbono y se divulgó que se puede suprimir la disminución de ductilidad de envejecimiento por deformación (inducido por difusión de C) por tratamiento a una temperatura baja en un proceso de trefilado.

Además, en el Documento 6 de Patente, se informó de que, cuando se realiza un tratamiento térmico en un intervalo de temperaturas de 250-400ºC a un material de alambre metálico que tiene una resistencia a la tracción de 4.000 MPa o mayor, la ductilidad puede ser recuperada sin pérdida de la resistencia a la tracción y resistencia a la flexión del material de alambre metálico después del tratamiento térmico controlando el tiempo de retención en un intervalo de temperaturas de manera que la extensión de difusión de Fe esté dentro del intervalo prescrito para el material de alambre metálico después de un tratamiento térmico.

Se llama la atención hacia las descripciones de los documentos JP H4-346619, JP H6-299252 y Hitoshi Tashiro et al: “State of the Art for High Tensile Strength Steel Cord” (“Estado de la Técnica para Cordón de Acero de Elevada Resistencia a la Tracción”), Nippon Steel Technical Report, 1 de julio de 2003, XP055219217.

Referencia Técnica Relacionada

Documentos de Patentes

Documento 1 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. H9-228274

Documento 2 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. 2001-512191

Documento 3 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. 2000-80441

Documento 4 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. H11-269557

Documento 5 de Patente: Patente Japonesa No. 3983218

Documento 6 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. 2008-38199

Descripción de la invención

Problemas a resolver por la invención

En los diversos métodos de tratamiento térmico anteriormente descritos, que han sido empleados como medios para recuperar la ductilidad de material de alambre metálico y similares, ha habido problemas porque, aunque es ampliamente recuperado el alargamiento a la rotura, la resistencia disminuye en gran medida y también disminuye la propiedad de resistencia a la flexión debido a la estructuración esferoidal de la cementita. Por otra parte, en materiales de acero obtenidos mediante un método de tratamiento en frío, el envejecimiento por deformación anteriormente descrito progresa cuando se deja a la temperatura ambiente o durante un tratamiento térmico en la fabricación de un neumático tal como de un cordón de acero y, finalmente, se disminuye la ductilidad y la resistencia a la fatiga.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método de producir un material de alambre metálico de elevada tenacidad, con el que se puede obtener un material de alambre metálico que tiene propiedades mejoradas de flexión y torsión, así como elevada tenacidad y excelente resistencia a la fatiga, sin pérdida de propiedades de tenacidad y alargamiento.

Medios para resolver los problemas

Con el fin de resolver los problemas anteriormente descritos, un método de producir un material de alambre metálico de elevada tenacidad de acuerdo con la presente invención se refiere a un método, cuando se realiza un tratamiento térmico en un intervalo de temperaturas de 90-300ºC, en un material de alambre metálico de acero de alto contenido en carbono, que contiene 0,5-1,1% en peso de átomos de carbono y que tiene una deformación de procesamiento de 2,5 o mayor y una tenacidad de 4.000 MPa o mayor, satisface una relación entre el tiempo t(s) de tratamiento térmico y la temperatura T(K) de tratamiento térmico, en el intervalo de temperaturas anteriormente descrito, dada por la siguiente ecuación:

$$5 \leq Ln(t) - 10100 / T + 20 \leq 10 \qquad (2).$$

En la presente invención, se prefiere que sea realizado un tratamiento de relajación de envejecimiento por deformación antes del tratamiento térmico anteriormente descrito y, además, se prefiere que el tratamiento térmico anteriormente descrito sea realizado en un vacío o en gas inerte.

La presente invención fue completada en base a los siguientes descubrimientos.

Se sabe que se han empleado diversos mecanismos de mejora de resistencia en la resistencia de un cordón de hacer, principalmente, por ejemplo, comunicar resistencia por precipitación mediante una estructura de dos fases (estructura de perlita) de ferrita y cementita, comunicación de micro-resistencia mediante procesamiento, comunicación de resistencia de proceso por acumulación de deformaciones de procesamiento, y envejecimiento por deformación en el que átomos de C y N disueltos en ferrita se adhieren a la dislocación.

En vista de esto, fueron realizados estudios intensos sobre cómo cambian estos mecanismos de comunicar resistencia con calor, basados en el análisis térmico de un alambre que usa un calorímetro de exploración diferencial, y también en la resistencia y en la resistencia a la flexión del alambre sometido a un tratamiento térmico a respectivas temperaturas.

En primer lugar, basándose en los picos obtenidos, se descubrió que hay tres reacciones exotérmicas; a 90ºC (la primera reacción), 90-250ºC (la segunda reacción) y 250-400ºC (la tercera reacción).

Además, las siguientes fueron descubiertas basándose en la resistencia y resistencia de la flexión del alambre sometido a un tratamiento térmico dentro de cada zona de reacción.

(La primera reacción)

Esta reacción es la reacción de envejecimiento por deformación (inducida por difusión de C, N), descrita en la Patente Japonesa No. 3983218 (Documento 5 de Patente) y la resistencia aumenta mientras que la resistencia a la flexión disminuye, Esta reacción ocurre también a una temperatura en torno a la ambiental durante el proceso de trefilado.

(La segunda reacción)

La resistencia disminuyó ligeramente; sin embargo, la resistencia a la flexión aumentó significativamente. Como no hubo cambio significativo de la estructura metálica, se cree que este fenómeno, en el que la primera reacción y el proceso de comunicación de resistencia se relajaron, fue causado, por ejemplo, por la generación de carburo o relajación por migración de esfuerzos (Fenómeno de recuperación).

(La tercera reacción)

Tanto la resistencia como la resistencia a la flexión disminuyeron significativamente. La estructura metálica también fue desorganizada, sugiriendo que la significativa disminución de la resistencia y de la resistencia a la flexión fue inducida por cambio estructural.

Por lo tato, el presente inventor dirigió su atención sobre la segunda reacción de entre estas reacciones y, puesto que se cree que el progreso de la reacción es controlado por difusión de átomos, el coeficiente fue derivado de la extensión de difusión de átomos, X, en la ecuación general que sigue:

$$X = \sqrt{(2 \times D \times t)}$$

$$D = DO \times E \times P\ (-Q / RT)$$

t: tiempo de retención (s)

T: temperatura (K)

R: constante del gas

Q: energía de activación (kJ/mol)

DO: coeficiente de difusión

A partir de la ecuación anterior, se calculó el coeficiente y se prosiguió usando la temperatura T y tiempo de retención t en un intervalo apropiado de tratamiento térmico, para obtener la siguiente ecuación:

$$0{,}1 \leq Ln(t) - 10100 / T+20 \leq 11.$$

Efectos de la invención

De acuerdo con la presente invención, se puede producir material de alambre metálico de elevada tenacidad, que tiene propiedades mejoradas de flexión y torsión, así como elevada tenacidad y excelente resistencia a la fatiga, sin pérdida de tenacidad y propiedad de alargamiento.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 e un gráfico que muestra la relación entre los índices de tratamiento térmico y los índices de propiedad de flexión en Ejemplos.

Modo de realización de la invención

En lo que sigue se explicarán concretamente realizaciones de la presente invención. En la presente invención se realizó un tratamiento térmico sobre un acero de alto contenido en carbono, que contenía 0,5-1,1% en peso de átomos de carbono y que tenía una estructura de perlita. Se ha confirmado que, en el acero de elevado contenido en carbono que tiene el contenido de átomos de carbono en una cantidad del intervalo anteriormente citado, la cementita en la perlita se descompone mediante un procesamiento y el contenido de carbono en ferrita, que contribuye al aumento de la ductilidad, aumenta, de manera que se facilita el envejecimiento por deformación (adhesión de átomos de carbono a la deformación) y la ductilidad resulta disminuida. Esta deformación es relajada mediante un tratamiento térmico a 90-300ºC, de modo que la ductilidad es favorablemente mejorada.

Además, en la presente invención, la deformación por procesamiento de acero de elevado contenido en carbono es 2,5 o mayor, preferiblemente 3 o mayor. Se ha confirmado que la descomposición anteriormente descrita de la cementita es facilitada en aceros de elevado contenido en carbono que tienen la deformación por procesamiento de 2,5 o mayor. Particularmente, la descomposición resulta significativa en aceros de elevado contenido en carbono que tienen la deformación por procesamiento de 3 o mayor, por lo que es probable que sea disminuida la ductilidad. Aquí, con el fin de conseguir el efecto o los efectos esperados, es conveniente relajar el envejecimiento por deformación ocurrido durante el procesamiento utilizando un procesamiento de comunicación de resistencia, un tratamiento de granallado, trefilado de pasada de endurecimiento y similares, inmediatamente después del procesamiento.

Además, en la presente invención, la tenacidad del material de alambre metálico del acero de elevado contenido en carbono es de 4.000 MPa o mayor. La ductilidad de este material de alambre metálico que tiene una tenacidad de 4.000 MPa o mayor es probable que sea significativamente disminuida por exfoliación y similares, por lo que es ventajoso aplicar el tratamiento térmico de acuerdo con la presente invención a un tal material de alambre para aumentar la ductilidad del mismo.

El material de alambre metálico anteriormente descrito puede ser obtenido mediante un método conocido, y el método de producción tal como el trefilado no debe ser particularmente limitado.

En la presente invención, se realiza un tratamiento térmico sobre el material de alambre metálico anteriormente descrito en un intervalo de temperaturas de 90-300ºC. Como se ha descrito anteriormente, este intervalo de temperaturas es una reacción exotérmica secundaria y es crucial que sea satisfecha la relación entre el tiempo t(s) de tratamiento térmico y la temperatura T(K) del tratamiento térmico, representada por la siguiente ecuación:

$$0{,}1 \leq Ln(t) - 10100 / T + 20 \leq 11 \qquad (1)$$

y es también necesario que sea satisfecha la siguiente ecuación:

$$5 \leq Ln(t) - 10100 / T + 20 \leq 10 \qquad (2)$$

Además, como para el tiempo de tratamiento térmico, son preferibles 3 minutos (180 s) o más para que se aplique calor uniformemente, y se prefieren 50 horas (180 ks) o menos, ya que la productividad disminuye en un tratamiento realizado en un periodo de tiempo prolongado.

Cuando se satisface la relación anteriormente descrita, difícilmente ocurre la formación esferoidal de cementita y aunque no hay recuperación de alargamiento, la tenacidad difícilmente disminuye y mediante una relajación del envejecimiento por deformación se mejoran la propiedad de torsión, la propiedad de flexión y la resistencia a la fatiga. Además, cuando el tratamiento térmico se realiza a una temperatura baja de 90-300ºC, raramente se observa formación de película de óxido tal como en tratamiento de reducción de esfuerzos internos (bluing).

Además, en la presente invención, se prefiere que un tratamiento térmico en material de alambre metálico sea realizado en una presión educida o en gas inerte. En casos en los que el tratamiento térmico es realizado en el aire, la superficie del material de alambre metálico se oxida y, por ejemplo, cuando el material de alambre metálico cuya superficie se ha oxidado es usado como refuerzo para un producto de caucho tal como un neumático y similares, la adherencia al caucho puede ser perjudicada. El óxido recubre el material de alambre metálico puede ser eliminado también; sin embargo, es eficaz realizar el tratamiento térmico en un vacío o en gas inerte en el que se suprime la oxidación de la superficie del material de alambre metálico, en lugar de añadir el proceso de eliminación a las operaciones del procedimiento de producción del material de alambre metálico.

Ejemplo

A continuación se explicará la presente invención por medio de ejemplos.

(Efectos del tratamiento térmico sobre el material de alambre metálico)

Se realizó un tratamiento térmico sobre un material de alambre metálico de acero con elevado contenido en carbono, que tenía 1,0% en peso de contenido en átomos de carbono, deformación de procesamiento de 3,8 y tenacidad de 4.200 MPa (al que se hace referencia en lo que sigue como “material 1 de alambre metálico de muestra”) para medir el calor de reacción del material de alambre metálico a cada temperatura, la resistencia (resistencia a la tracción) y la resistencia a la ductilidad.

El calor de reacción del material de alambre metálico a cada temperatura se determinó en base a un calorímetro de exploración diferencial (DSC). Además, la resistencia del material de alambre metálico después del tratamiento térmico fue evaluada como el valor determinado construyendo una curva de tensión-deformación basada en el ensayo de tracción de acuerdo con JIS Z 2241, a partir de cuya curva se determinó la tensión máxima. Además, la resistencia a la ductilidad después del tratamiento térmico se determinó en base al método de calcular la tasa de retención de resistencia de bucle, descrito en la Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. H6-184963.

A partir de la curva de calor de reacción así obtenida, se confirmaron tres reacciones exotérmicas a 90ºC (la primera), 90-250ºC (la segunda) y 250-400ºC (la tercera). Además, se descubrió que la resistencia a la ductilidad disminuye mientras que es elevada la resistencia en la primera reacción, esa resistencia disminuye ligeramente mientras la resistencia a la ductilidad mejora en la segunda reacción, y que tanto la resistencia a la tracción como la resistencia a la ductilidad disminuyen en la tercera reacción.

(Relación entre el tratamiento térmico y la propiedad de flexión)

A continuación se determinó la relación entre el tratamiento térmico y la propiedad de flexión. La propiedad de flexión se determinó para el material 1 de alambre metálico de muestra y el material 2 de alambre metálico de

muestra (0,9% en peso de contenido de átomos de carbono, deformación de procesamiento de 4,2, tenacidad de 4.400 MPa), que tenía un diámetro de 0,22 mm Φ, basándose en el método de cálculo de la tasa de retención de resistencia de bucle descrito en la Publicación de la Solicitud de Patente Japonesa no Examinada No. H6-184963 y representada como índices, tomando como 100 la condición del material de alambre metálico como está, sin tratamiento térmico. Un valor mayor indica mejor propiedad de flexión.

Además, los valores de la ecuación que representa la relación entre el tiempo t(s) de tratamiento térmico y la temperatura T(K) del tratamiento térmico, en la zona de reacción exotérmica de la segunda reacción: Ln(t) - 10100 / T+20, fueron usados como los índices del tratamiento térmico. Como resultado, según se ilustra en la figura 1, se descubrió que, tanto para el material 1 de alambre metálico de muestra como para el material 2 de alambre metálico de muestra, solo ocurrió envejecimiento por deformación en casos en los que los que el valor anteriormente citado es menor que 0,1, y que incluso en casos en los que los valores exceden de 11, la propiedad de flexión disminuye también debido a la aparición de reacción de fragmentación (formación esferoidal) de cementita.

REIVINDICACIONES

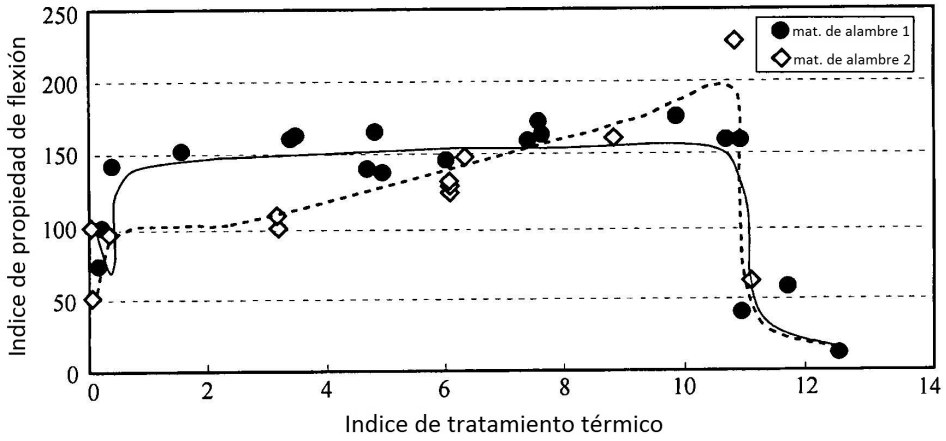
1. Un método de producir un material de alambre metálico de elevada tenacidad, en el que cuando se realiza un tratamiento térmico en un intervalo de temperaturas de 90 a 300ºC sobre un material de alambre metálico de acero de elevado contenido en carbono, que contiene de 0,5 a 1,1% en peso de átomos de carbono y que tiene una deformación de procesamiento de 2,5 o mayor y una tenacidad de 4.000 MPa o mayor, una relación entre el tiempo t(s) del tratamiento térmico y una temperatura T(K) del tratamiento térmico en dicho intervalo de temperaturas, es satisfecha por la siguiente ecuación:

$$5 \leq Ln(t) - 10100 / T + 20 \leq 10 \qquad (2)$$

2. El método de producir un material de alambre metálico de elevada tenacidad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que es realizado un tratamiento de relajación de envejecimiento por deformación antes del citado tratamiento térmico.

3. El método de producir un material de alambre metálico de elevada tenacidad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho tratamiento térmico es realizado en un vacío o en gas inerte.

Fig.1


mat. de alambre 1
mat. de alambre 2
Indice de propiedad de flexión
Indice de tratamiento térmico
0
50
100
150
200
250
0
2
4
6
8
10
12
14