



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 269 839**

51 Int. Cl.:
B22D 11/06 (2006.01)
B22D 11/00 (2006.01)
B21B 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03001761 .0**
86 Fecha de presentación : **28.01.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1354649**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2003**

54 Título: **Procedimiento de colada entre dos rodillos para la fabricación de una cinta de acero martensítico con altos contenidos de carbono y uso de dicha cinta de acero.**

30 Prioridad: **10.04.2002 DE 102 15 597**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2007

73 Titular/es: **ThyssenKrupp Nirosta GmbH**
Oberschlesienstrasse 16
47807 Krefeld, DE

72 Inventor/es: **Brückner, Gabriele;**
Krauschick, Hans-Joachim;
Schlump, Wolfgang y
Stellfeld, Ingo

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de colada entre dos rodillos para la fabricación de una cinta de acero martensítico con altos contenidos de carbono y uso de dicha cinta de acero.

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una cinta de acero martensítico que presenta un alto contenido de carbono. Las cintas de acero de este tipo se producen habitualmente a partir de desbastes obtenidos por colada continua que, a continuación, se laminan en caliente.

Los aceros martensíticos inoxidables fabricados de esta manera, conocidos por ejemplo por los números de material 1.4110 ó 1.4116, tienen tendencia a delaminaciones centrales del desbaste durante el laminado, en especial si presentan mayores contenidos de carbono y cromo. A causa de ello, durante el posterior laminado de cintas en caliente pueden formarse burbujas y producirse desgarros en forma de esquís que causan alteraciones considerables del proceso.

Se han llevado a cabo extensos estudios con el objetivo de reducir las segregaciones nucleares en los desbastes, reconocidas como la causa del fenómeno de delaminación de las palanquillas. Así, por ejemplo, se ha intentado reducir la cantidad de segregaciones mediante agitación electromagnética intensificada o mediante prolongados recocidos por difusión de los desbastes. Sin embargo, estos intentos no han conducido al éxito deseado.

A causa de las particularidades que se presentan en el transcurso de su producción, resulta toda una serie de limitaciones para las cintas de acero inoxidable con altos contenidos de carbono, las cuales tienen un efecto negativo, en especial con respecto a su uso para la fabricación de herramientas de corte. Así, los aceros del tipo en cuestión fabricados y procesados de forma convencional muestran marcas superficiales en estado finamente afilado, que suponen un claro perjuicio para el aspecto de los productos fabricados a partir de dicho acero. Asimismo se producen microgrietas, que pueden formar el punto de partida para la corrosión por fisuras o corrosión por picado. Además, los altos contenidos de carburos primarios, inevitables en la manera de fabricación convencional, fijan hasta el 70% del cromo contenido en el acero, de modo que sólo existe un relativamente bajo contenido de cromo disuelto en la matriz del acero, con el resultado de que el acero presenta en total una disminución de la resistencia a la corrosión. Finalmente, en especial en la fabricación de hojas de cuchillos pueden producirse delaminaciones del material, de modo que la correspondiente pieza bruta resulta inservible.

Además del estado de la técnica explicado anteriormente, del documento JP 2-182397 A se conoce un procedimiento para la fabricación de cintas delgadas de acero con un espesor de 0,3 - 0,6 mm, que pueden emplearse como materiales adicionales de soldadura para la soldadura de recubrimiento. Según el procedimiento conocido, una masa fundida que contiene (en % en peso) más del 0,1% de C, hasta el 1% de Si, hasta el 1% de V, hasta el 1% de Mo, hasta el 2% de Mn, así como contenidos de Cr medidos de acuerdo con determinadas fórmulas de al menos el 9% y contenidos de Ni de hasta el 1%, resto de hierro e impurezas inevitables, se cuela en una capa delgada directamente sobre un cilindro. La masa fundida que llega al cilindro solidifica allí y puede recogerse a continuación del cilindro como cinta. La cinta de acero así obtenida presenta una estructura martensítica con un alto contenido de carbono.

El requisito para esta posibilidad de producción de cinta colada es una combinación de un espesor especialmente pequeño de la cinta que se ha de fabricar con un dispositivo de colada especial. Sólo por el pequeño espesor se alcanza, en el estado de la técnica conocido del documento JP 2-182397 A, que la masa fundida haya solidificado suficientemente sobre el cilindro de colada cuando se recoge de éste como cinta. Al mismo tiempo, sólo un dispositivo de colada especial hace posible mantener la masa fundida en contacto con el correspondiente rodillo de colada sobre una sección de circunferencia suficientemente amplia para su solidificación antes de que se recoja del rodillo de colada en forma de cinta. Unos espesores de cinta mayores no pueden fabricarse de esta manera ya que, por una parte, sobre el rodillo de colada no se alcanzan los espesores de capa requeridos y, por otra parte, no puede garantizarse que la masa fundida aplicada con mayor espesor haya solidificado al llegar al punto de recogida.

Finalmente, del documento JP 61-189845 A se conoce un procedimiento para la fabricación de desbastes de tipo chapa en el que una masa fundida de acero se cuela en una máquina de colada convencional de dos rodillos para obtener una cinta, que se enfría con velocidades de enfriamiento de 10°C/s hasta 10⁵°C/s. La masa fundida de acero colada presenta bajos contenidos de carbono claramente inferiores al 0,1% en peso y altos contenidos de cromo.

El objetivo de la invención consistía en especificar un procedimiento económicamente realizable para la fabricación de cintas de acero martensítico inoxidable de alto contenido de carbono, que también cumplan con las más elevadas exigencias de calidad en cuanto al aspecto, utilidad y resistencia a la corrosión de los productos finales fabricados a partir de éstas.

Este objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento para la fabricación de una cinta de acero martensítico que presenta un alto contenido de carbono, en el que se funde un acero con (en % en peso) C: $\geq 0,15\%$, Cr: 12,0 - 20,0%, Si: $\leq 1,0\%$, Mn: $\leq 2,0\%$, Mo: $\leq 2,0\%$, Ni: $\leq 1,0\%$, V: $\leq 1,0\%$, N: $\leq 0,1\%$, Ti: $\leq 0,1\%$, el resto hierro e impurezas inevitables, y en el que la masa de acero fundida de esta manera se cuela en una ranura de colada formada entre dos cilindros o rodillos rotatorios para obtener una cinta delgada con un espesor de al menos 1 mm hasta un máximo de 10 mm, en el que los cilindros o rodillos se refrigeran suficientemente para enfriar la cinta delgada en la ranura de colada con una velocidad de enfriamiento de al menos 200 K/s.

ES 2 269 839 T3

Preferentemente el acero contiene del 13,00 al 16,00% en peso de Cr, del 0,5% al 1% en peso de Mo y del 0,3% al 0,60% en peso de C.

Los contenidos de Cr, Mo y C en la aleación usada según la invención están optimizados en cuanto al efecto de estos elementos. El carbono, como formador de austenita, conduce a un aumento de la dureza de la martensita, pero tiene tendencia a segregaciones, lo que conlleva el peligro de la formación de carburos primarios. Cr y Mo, como potentes formadores de ferrita ocasionan la limitación del área de austenita a altas temperaturas y aumentan la resistencia a la corrosión del acero. A este respecto, el Mo mejora la resistencia a la corrosión en mayor medida que el Cr. Esto es cierto en especial en cuanto a la resistencia al picado, a cuyo respecto, el efecto del molibdeno es aproximadamente tres veces mejor que el del cromo. Sin embargo, para contenidos demasiado altos de Mo pueden producirse igualmente segregaciones, con el peligro de la formación de carburos primarios.

La limitación superior de los contenidos de Cr y Mo se establece, por consiguiente, debido a la capacidad de templeado. Para una buena templabilidad es deseable una considerable austenización a la temperatura de temple. Para contenidos demasiado elevados, Cr y Mo, como formadores de ferrita, ocasionan, entre otros, proporciones de ferrita no deseadas en la estructura de temple. La limitación inferior de los contenidos de Cr y Mo resulta de las exigencias de resistencia a la corrosión. Para contenidos demasiado bajos de estos elementos no se da ya una resistencia suficiente a la corrosión. Una cinta de acero producida según la invención presenta, a pesar de sus altos contenidos de carbono y de cromo, una estructura por la que se reduce a un mínimo la existencia de carburos primarios gruesos y se evitan esencialmente las líneas de carburo. Para alcanzar esto, la invención hace uso de la técnica básicamente conocida de la colada de cintas delgadas. En la colada de cintas delgadas, el acero líquido fundido se cuela entre los cilindros o rodillos de, por ejemplo, una máquina de colada de dos rodillos, conocida en el lenguaje técnico como “rodillo doble” (“double roller”). Según la invención, se enfría en ella tan intensamente que la formación de macrosegregaciones se reduce fuertemente.

Sorprendentemente, se ha demostrado que una cinta de acero producida según la invención posee excelentes propiedades de uso a consecuencia de la prevención de macrosegregaciones. Así, se ha comprobado que las macrosegregaciones que aparecen en las cintas de acero fabricadas convencionalmente a partir de desbastes de la misma composición en forma de extensas concentraciones de carbono en la masa fundida residual, son la causa de la mala calidad y malas propiedades de procesamiento de las cintas de acero del tipo en cuestión fabricadas tradicionalmente.

Por el contrario, las cintas de acero producidas según la invención son especialmente adecuadas para la fabricación de herramientas de corte de alta calidad como filos de cuchillos o productos similares, para cuyo aspecto exterior, por una parte, y para cuya resistencia a la corrosión y resistencia durante la fabricación y el uso, por otra parte, se establecen las máximas exigencias de calidad.

En los desbastes fabricados convencionalmente por colada continua, la composición química de la matriz es diferente en los bordes y en el núcleo de la palanquilla por las segregaciones y la formación de carburos primarios. A causa de ello resultan dos temperaturas óptimas de temple diferentes. Por tanto, la temperatura de temple empleada en la práctica es siempre un compromiso. Por el contrario, en la cinta delgada producida según la invención es aplicable una temperatura de temple óptima.

Las segregaciones y formaciones de carburos en la cinta delgada, ampliamente reprimidas debido a la forma de fabricación, resultan en un mayor grado de libertad en la elección de la composición química. Esto permite una optimización de la composición del acero procesado en cuanto a las propiedades mecánicas óptimas del producto obtenido.

Dado que en el procedimiento según la invención no se forman carburos primarios gruesos y, por consiguiente, no se retira el cromo de la matriz en la cinta delgada, para proporciones totales de cromo en la aleación inferiores se alcanzan resistencias a la corrosión que en la forma de fabricación convencional sólo pueden realizarse con contenidos de Cr claramente superiores.

Finalmente, las propiedades de desgaste pueden mejorarse mediante la incorporación precisa de carburos finos, cuyo tamaño y volumen puede controlarse a través de la química del acero usado y de la velocidad de enfriamiento.

A este respecto, el procedimiento según la invención puede realizarse en máquinas de colada convencionales, sin que para ello se requieran equipos adicionales o costosas etapas de procedimiento. Así, con la invención es posible, con un coste justificado, la fabricación de una cinta de acero de alta calidad, la cual posee unas propiedades de producto claramente mejoradas frente a las cintas de acero de la misma composición producidas convencionalmente.

Preferentemente, el espesor de la cinta delgada colada en el transcurso de la realización del procedimiento según la invención se ajusta lo más próximo posible al espesor final deseado. Así por ejemplo, es favorable que el espesor de la cinta delgada ascienda a 1 mm a 5 mm, en especial de 1 mm a 3 mm. Estas cintas tan delgadas pueden procesarse con poco coste para obtener cintas laminadas en caliente con un espesor que hace posible un procesamiento inmediato hasta el producto final sin una laminación intermedia en frío.

A este respecto, la laminación en caliente se realiza preferentemente en línea, a continuación de la colada de la cinta, de modo que la cinta colada que abandona la ranura de colada se lamina en caliente en una etapa de trabajo

ES 2 269 839 T3

que sigue de forma continua a la colada. En ello, el grado de conformación total alcanzado durante la laminación en caliente deberá ser típicamente del 25 - 40%. Mediante un grado de conformación total tan bajo, claramente por debajo de los grados de conformación requeridos en las líneas de cinta ancha en caliente en la laminación de palanquillas, se evita con seguridad la formación de líneas de, dado el caso, los carburos primarios y secundarios presentes.

A continuación se explicará la invención con más detalle mediante un ejemplo de realización. Se muestran:

Diagrama 1, el perfil de las proporciones de las masas de C a lo largo del espesor de una cinta delgada producida según la invención.

Diagrama 2, el perfil de las proporciones de las masas de C a lo largo de una capa media del espesor de una palanquilla producida convencionalmente.

Diagrama 3, el perfil de las proporciones de las masas de Cr a lo largo del espesor de una cinta delgada producida según la invención.

Diagrama 4, el perfil de las proporciones de las masas de Cr a lo largo de una capa media del espesor de un desbaste producido convencionalmente.

Diagrama 5, el perfil de las proporciones de las masas de Mo a lo largo del espesor de una cinta delgada producida según la invención.

Diagrama 6, el perfil de las proporciones de las masas de Mo a lo largo de una capa media del espesor de un desbaste producido convencionalmente.

Para comprobar las ventajas alcanzadas por el procedimiento según la invención, se funde un acero con la composición conocida en sí, reproducida a continuación en la tabla 1 (número de material 1.4110 (X 55 CrMo 14)), y se cuela en una máquina de colada de dos rodillos para obtener una cinta delgada de 2,5 mm de espesor. La velocidad de enfriamiento alcanzada en la ranura de colada ascendió a al menos 200 K/s durante la colada de la cinta delgada.

TABLA 1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Resto
0,48	0,3	0,39	0,017	0,005	15,0	0,66	0,09	Fe, impurezas
Datos en % en peso								

Con fines de comparación se produjo una palanquilla con un espesor de 240 mm en colada continua a partir de una masa fundida de acero con una composición comparable, indicada a continuación en la tabla 2.

TABLA 2

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Resto
0,55	0,4	0,33	0,018	0,002	14,5	0,66	0,09	Fe, impurezas
Datos en % en peso								

En los diagramas 1, 3 y 5 se indican las proporciones de las masas de C, Cr y Mo a lo largo del espesor de la cinta delgada colada según la invención. En cada caso se muestra una distribución uniforme, esencialmente homogénea. En ninguno de los elementos considerados se observan enriquecimientos especiales en el centro de la cinta. Esto es notable, en especial con respecto a la distribución de las masas de C y Cr, cuya intensa concentración en la zona central de la cinta ocasiona los problemas en el procesado y en la calidad del producto.

Por el contrario, en la cinta delgada producida según la invención se observa incluso una segregación ligeramente negativa en dirección hacia el centro del espesor de la cinta. Por lo tanto, la aparición de carburos primarios gruesos asociada con macrosegregaciones en las palanquillas delgadas producidas convencionalmente se reprime esencialmente por completo en la cinta delgada producida según la invención.

En caso de que haya presentes carburos primarios, estos se caracterizan por un tamaño pequeño, con un diámetro que, por lo general, es muy inferior a 5 μm . De esta manera, el peligro de empobrecimiento de cromo en la matriz que existe en el estado de la técnica se reduce a un mínimo en la cinta delgada producida según la invención. Igualmente, ya no se presenta el peligro de desconchados superficiales en el afilado que siempre existe en el estado de la técnica.

ES 2 269 839 T3

Más bien, los carburos finamente distribuidos presentes en la cinta delgada colada según la invención ocasionan un aumento de la densidad de carburo y, con ello la compactación de la matriz del acero. Como consecuencia de esto, dicha matriz se erosiona menos intensamente con esfuerzos abrasivos. Como resultado, la fina distribución de los carburos ocasiona así un aumento de la durabilidad del corte y la vida útil de los productos finales fabricados a partir de la cinta delgada producida según la invención, como filos de cuchillos o similares.

En los diagramas 2, 4 y 6 se representan las distribuciones de las proporciones de las masas de C, Cr y Mo para una capa media de 80 mm de espesor del desbaste fabricado con fines de comparación. En cada caso se observa una clara concentración del correspondiente componente de la aleación en el centro del desbaste. A este respecto, el carbono, que se encuentra en parte fijado en carburos primarios gruesos, alcanza proporciones de masa de hasta el 2,5%.

La comparación de las distribuciones de las masas de C, Cr y Mo en la cinta delgada fabricada según la invención con las correspondientes distribuciones de masas en el desbaste producido convencionalmente da claramente como resultado que sólo mediante la colada realizada según la invención de la masa fundida de acero en una máquina de colada de dos rodillos con el enfriamiento simultáneo suficientemente rápido en la ranura de colada se cumplen los requisitos para la clara mejora de las propiedades de una cinta de acero martensítico con alto contenido de carbono, la cual puede procesarse sin problemas hasta un producto final y posee unas óptimas propiedades de uso.

ES 2 269 839 T3

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una cinta de acero martensítico que presenta un alto contenido de carbono,

- en el que se funde un acero con (en % en peso)

C: $\geq 0,15\%$

Cr: 12,0 - 20,0%

Si: $\leq 1,0\%$

Mn: $\leq 2,0\%$

Mo: $\leq 2,0\%$

Ni: $\leq 1,0\%$

V: $\leq 1,0\%$

N: $\leq 0,1\%$

Ti: $\leq 0,1\%$

el resto hierro e impurezas inevitables y

- en el que la masa de acero fundida se cuela en una ranura de colada formada entre dos cilindros o rodillos rotatorios para obtener una cinta delgada con un espesor de al menos 1 mm y un máximo de 10 mm,

- en el que los cilindros o rodillos se refrigeran suficientemente para enfriar la cinta delgada en la ranura de colada con una velocidad de enfriamiento de al menos 200 K/s.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el acero contiene del 13,00 al 16,00% en peso de Cr.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el acero contiene del 0,5 al 1% en peso de Mo.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el acero contiene del 0,3 al 0,60% en peso de C.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el espesor de la cinta delgada colada asciende a 1 mm a 5 mm, en especial a 1 mm a 3 mm.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la cinta delgada colada que abandona la ranura de colada se lamina en caliente en una etapa de trabajo que sigue de forma continua a la colada.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el grado de conversión total alcanzado durante la laminación en caliente asciende al 25 - 40%.

8. Uso de una cinta de acero fabricada por el procedimiento desarrollado según una de las reivindicaciones 1 a 7 para la fabricación de herramientas de corte, en especial hojas de cuchillos.