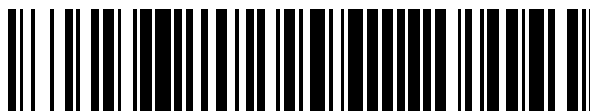


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 847**

51 Int. Cl.:

B22D 11/00 (2006.01)
B21B 1/46 (2006.01)
B22D 11/12 (2006.01)
B22D 11/128 (2006.01)
B22D 11/041 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)
C22C 38/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2014 PCT/JP2014/066180**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14203937**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2014 E 14814284 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 3012043**

54 Título: **Método para colar en continuo un desbaste plano**

30 Prioridad:

20.06.2013 JP 2013129089

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

22.01.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WATANABE, SHINSUKE y
MURAKAMI, TOSHIHIKO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 650 847 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 colar en continuo un desbaste plano

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método para colar en continuo un desbaste plano usado como material de un producto de barra de acero de alta calidad y especialmente se refiere a un método para colar en continuo un desbaste plano que consigue disminución de segregación central y de porosidad central e inhibición de grietas internas y de grietas superficiales.

Antecedentes

10 En general, se fabrica un producto de barra de acero de alta calidad colando en continuo un desbaste plano que tiene una sección transversal rectangular grande (denominado desbaste cuadrado para laminación) para fabricar un tocho de acero y laminando después el tocho para fabricar un producto de barra de acero o un producto de alambre. Los desbastes planos colados en continuo tienen a veces defectos, como segregación central y porosidad central, en la etapa final de solidificación. Si los desbastes planos destinados a convertirse en materiales de productos de barras de acero de alta calidad tienen dichos defectos, se degradan las propiedades de los productos de barras de
15 acero de alta calidad. Por lo tanto, es importante que no aparezcan dichos defectos en los desbastes planos colados en continuo.

20 Como métodos típicos de disminuir la segregación central y la porosidad central, se pueden mencionar un método de reducir el espesor de un desbaste plano en un estado en el que tiene una porción no solidificada en su interior (denominado a veces en lo sucesivo "método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado") y un método de reducir el espesor de un desbaste plano solidificado completamente hasta su interior (denominado a veces en lo sucesivo "método de reducción del espesor por laminación después de solidificación completa"). De acuerdo con el método de reducir el espesor por laminación en estado no solidificado, es posible disminuir la segregación central puesto que el acero fundido en el que están condensados elementos de segregación que forman una porción no solidificada en el interior del desbaste plano pueden ser descargados al lado corriente arriba de la dirección de colada. Además, de acuerdo con el método de reducir el espesor por laminación en estado no solidificado y el método de reducir el espesor por laminación después de solidificación completa, es posible aglomerar por prensado y disminuir la porosidad central.

30 Para disminuir la segregación central y la porosidad central de un desbaste plano que tiene una sección transversal rectangular (denominado a veces en lo sucesivo "desbaste plano rectangular") reduciendo el espesor del desbaste plano por medio de rodillos cilíndricos simples (denominados a veces en lo sucesivo "rodillos lisos"), se requiere una reducción grande del espesor para incrementar el grado de penetración de la reducción del espesor hasta la parte central del desbaste plano. En la presente memoria, el término "grado de penetración de la reducción del espesor" se refiere al nivel de concentración de la reducción del espesor en la parte central del desbaste plano. Cuanto mayor sea el grado de penetración de la reducción del espesor, mayor será la relación de la cantidad de deformación de la parte central del desbaste plano en la dirección de la reducción del espesor a la cantidad de deformación de la parte de la capa superficial. De acuerdo con la diferencia de la temperatura y resistencia a la deformación entre la capa superficial y la parte central en la dirección de la reducción del espesor del desbaste plano, la cantidad real de reducción del espesor de parte de la capa superficial del desbaste plano es diferente de la cantidad real de reducción del espesor de la parte central en la dirección de la reducción del espesor. El grado de penetración de la reducción del espesor también difiere dependiendo de la temperatura y resistencia a la deformación.

45 Sin embargo, si la cantidad de reducción del espesor es grande, se incrementa especialmente la posibilidad de que se formen grietas internas en el desbaste plano cuando se reduce el espesor del desbaste plano en estado no solidificado y también tienden a producirse grietas en una superficie en la que no se ha reducido el espesor, como se indica en la figura 1 mostrada al final. Por lo tanto, existe el problema de tener una alta posibilidad de que se deterioren las propiedades y calidad de los productos de barras de acero.

50 La figura 1 es una vista que muestra un estado en el que se forman grietas en una superficie en la que no se ha reducido el espesor en el caso de reducir el espesor del desbaste plano rectangular por rodillos lisos. En el caso de reducir el espesor de un desbaste plano rectangular 100 por los rodillos lisos 101 por el método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado o por el método de reducción del espesor por laminación después de solidificación completa, se produce tensión en toda la superficie de reducción del espesor del desbaste plano rectangular 100 y se produce deformación por pandeo en la superficie en la que no se ha reducido el espesor, por lo que sobresale una parte lateral corta del desbaste plano. Por lo tanto, disminuye el grado de penetración de la reducción del espesor. Además, se produce deformación por tracción en la superficie en la que no se ha reducido el espesor debido a la deformación que sobresale de la parte del lado corto del desbaste plano. En el caso en el que la reducción del espesor sea grande, se forma a veces una grieta 102 en la dirección de colada en la superficie del desbaste plano rectangular 100 en la que no se ha reducido el espesor originada por la tensión de tracción de la superficie del desbaste plano.

Contra este problema, la bibliografía de patentes 1 sugiere un método de incrementar el grado de penetración de la reducción del espesor en una porción no solidificada de un desbaste plano rectangular reduciendo el espesor de sólo una parte del desbaste plano enfrentada a la porción no solidificada en una relación predeterminada de reducción del espesor por medio de rodillos convexos, para incrementar el grado de penetración de la reducción del espesor de la porción no solidificada. El rodillo convexo incluye una parte convexa que tiene un diámetro grande proporcionado localmente a una parte central en la dirección del ancho de un rodillo liso.

Lista de citaciones

Bibliografía de patentes 1: JP 2000-190058 A

El documento JP 2000-176607 describe que se produce un tocho colado redondo reduciendo el espesor por laminación de un tocho colado en continuo que tiene una parte no solidificada en su parte interior y forma casi redonda en la sección transversal con un par de rodillos horizontales reductores del espesor por laminación en estado no solidificado y, después de conformar la sección transversal en forma casi elíptica, se reduce por laminación el espesor con un par de rodillos verticales de calibración para el conformado, decidiéndose el índice de reducción del espesor por laminación por un par de los rodillos horizontales de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado en base a la diferencia entre el eje menor del tocho colado en continuo y el diámetro del tocho colado redondo.

El documento JP H09-201602 describe que se cuela en continuo un tocho colado redondo, de 170-340 mm de diámetro exterior, de un acero que contiene una cantidad de cromo igual o mayor que 0,5%. Después de haberse completado la solidificación, se reduce por laminación el espesor de este tocho colado (en la parte posterior de los rodillos transportadores). Primero se reduce el espesor por laminación usando rodillos lisos que tienen calibre oval o rodillos que tienen un calibre oval en un primer laminador y sucesivamente se reduce el espesor por laminación en la dirección del diámetro máximo usando los rodillos lisos que tienen calibre redondo y sucesivamente se reduce el diámetro para conformar un tocho colado que tiene redondez completa. Sucesivamente, se reduce repetidamente de la misma manera el espesor por laminación y el diámetro usando el segundo laminador. Por este método, se mejora la calidad interior y se obtiene un tocho redondo colado en continuo para producir tubería de acero sin costura que tiene una alta aptitud de ser trabajado en el tiempo de ejecutar un punzonado Mannesmann.

El documento JP S6-3215353 describe que se usa un molde que tiene una sección transversal de forma redonda o de forma poligonal como molde de enfriamiento por agua en una máquina de colada continua y para una reducción del espesor por laminación hay dispuestos grupos de rodillos I, II, III uno después de otro. Después de los grupos de rodillos I, II hay dispuestos alternativamente laminadores verticales y laminadores horizontales, uno después de otro, que aplican al material colado en continuo la cantidad prescrita de reducción del espesor por laminación.

El documento JP H11-267809 describe que un acero fundido se vierte en un molde de colada continua cuya sección plana es circular, se enfría en el molde y se forma fuera una envoltura solidificada. Se hace pasar a través de una zona de enfriamiento por pulverización una pieza fundida retirada de este molde, entra en una zona de rodillos transportadores y se prensa, con su porción central no solidificada, generalmente en dirección uniaxial con un par de rodillos horizontales y verticales o rodillos horizontales estriados.

El documento JP H08-238550 describe un desbaste plano colado que tiene pocos defectos por haber reducido su espesor por laminación hasta un intervalo de ancho en estado no solidificado en el desbaste plano colado con uno o más pares de rodillos que estrechan sucesivamente en la dirección de fundición los anchos de partes que sobresalen.

El documento JP-2000-107845 describe un método de colada de acero inoxidable colado, a base de cromo.

Resumen de la invención

Problema técnico

De acuerdo con el método sugerido en la bibliografía de patentes 1, es posible obtener un alto grado de penetración de la reducción del espesor con una reducción menor del espesor en comparación con el caso de usar rodillos lisos de laminación. Sin embargo, después de intensas investigaciones se ha descubierto que, en el caso de reducir el espesor del desbaste plano por rodillos convexos, se produce distorsión cuando la superficie del desbaste plano tiene forma cóncava, lo cual puede crear fisuras en la superficie del desbaste plano.

Como se ha descrito anteriormente, es importante disminuir la segregación central y la porosidad central de un desbaste plano para mejorar las propiedades y calidad de un producto de barra de acero de alta calidad. Además, también es importante inhibir que se formen grietas internas y grietas superficiales durante la reducción del espesor. Sin embargo, no se ha conseguido una técnica de colada en continuo que satisfaga todos los requisitos, incluida una mejora en la productividad.

La presente invención se ha realizado considerando estos problemas. Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de colada continua para obtener un desbaste plano que tenga excelente calidad interna y

excelente calidad superficial, que satisfaga los requisitos de disminuir la segregación central y la porosidad central e inhiba la formación de grietas internas y de grietas superficiales de un desbaste plano y que sea aplicable a diversos tipos de aceros que se han de usar para productos de barras de acero de alta calidad.

Solución al problema

5 Se han realizado intensas investigaciones para encontrar un método de fabricación de un desbaste plano adecuado para productos de barras de acero de alta calidad, método que usa rodillos lisos de laminación y satisface los requisitos de disminuir la segregación central y porosidad central e inhibir la formación de grietas internas y grietas superficiales.

10 Para fabricar un desbaste plano que tenga una calidad adecuada para productos de barras de acero de alta calidad, un método eficaz es aumentar la superficie de la sección transversal del desbaste plano. Esto se debe a que, por tener una superficie grande de la sección transversal, se aumenta la productividad por lo que es posible disminuir la velocidad de colada en un aparato de colada continua. Disminuyendo la velocidad de colada, se forman fácilmente cristales isométricos eficaces para disminuir la segregación central, y las inclusiones en el acero fundido flotan y se separan para ser eliminadas fácilmente,

15 Sin embargo, cuanto mayor sea la superficie de la sección transversal del desbaste plano, mayor será la contracción por solidificación. Por lo tanto, para disminuir la segregación central con el método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado, cuanto mayor sea la superficie de la sección transversal es necesaria una reducción mayor del espesor del desbaste plano. Así, con el método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado, cuanto mayor sea la superficie de la sección transversal del desbaste plano, más fácilmente se forman grietas internas del desbaste plano originadas por distorsión de la superficie de acuerdo con el método de reducción del espesor que tiene una cantidad grande de reducción del espesor.

20 Además, para inhibir que se produzca segregación central y porosidad central en el desbaste plano, es necesario que el grado de penetración de la reducción del espesor sea alto. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, para incrementar el grado de penetración de la reducción del espesor con rodillos lisos, es necesario que la reducción del espesor sea grande, teniendo en cuenta la parte de deformación por pandeo del desbaste plano. Por lo tanto, se incrementa la posibilidad de que se formen grietas internas en el desbaste plano y se pueden formar grietas en la superficie en la que no se ha reducido el espesor.

25 Además, si el desbaste plano sufre deformación por pandeo en el caso de aplicar el método de reducción del espesor en estado no solidificado, el desbaste plano se deforma hacia fuera en dirección vertical a la dirección de la reducción del espesor [la dirección del ancho del desbaste plano cuando la reducción del espesor se realiza en la dirección del espesor del desbaste plano (véase la figura 1)]. Si el desbaste plano sufre deformación por pandeo, la porción no solidificada en la parte central del desbaste plano también se deforma hacia fuera en la dirección del ancho del desbaste plano. Por lo tanto, si se produce deformación por pandeo, disminuye la acción de descargar el acero fundido en el que se condensan elementos de segregación al lado corriente arriba de la dirección de colada. Por lo tanto, el acero fundido en el que están condensados elementos de segregación no se descarga suficientemente al lado corriente arriba de la dirección de colada y no disminuye suficientemente la segregación central incluso aunque se aplique el método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado.

30 Como método ideal de reducción del espesor de un desbaste plano, se puede mencionar un método de reducir el espesor de sólo la porción no solidificada de un desbaste plano sin originar deformación por pandeo. De acuerdo con el método de usar rodillos convexos, descrito en la bibliografía de patentes 1, es posible reducir localmente el espesor de una parte correspondiente a la porción no solidificada. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, en el caso de aplicar este método, en la superficie del desbaste plano se produce por la parte convexa de los rodillos una distorsión que tiene forma cóncava, distorsión que puede crear grietas en la superficie del desbaste plano.

35 Como resultado de intensas investigaciones relativas a estos problemas se ha descubierto lo siguiente: en el caso de reducir por rodillos lisos el espesor de un desbaste plano que tiene una sección transversal redonda (denominado a veces en lo sucesivo "desbaste plano redondo"): (1) se puede obtener una cantidad casi igual de penetración de la reducción del espesor con menos cantidad de reducción del espesor en comparación con el caso de reducir por rodillos convexos el espesor de un desbaste plano rectangular y (2) la cantidad de distorsión y deformación de la superficie del desbaste plano durante la reducción del espesor es menor que la de un desbaste plano rectangular y es posible evitar la formación de grietas en la superficie. Esto es porque cuando se reduce el espesor de un desbaste plano redondo, actúa una tensión que concentra en el arco parte del desbaste plano en contacto con los rodillos lisos.

40 También se ha descubierto que cuando se aplica el método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado a un desbaste plano redondo por medio de rodillos lisos cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal (denominados a veces en lo sucesivo "rodillos horizontales"), es posible disminuir suficientemente la segregación central evitando al mismo tiempo la formación de grietas internas y grietas superficiales en el desbaste plano haciendo que una parte en la que el desbaste plano contacta con los rodillos lisos en una sección transversal del desbaste plano tenga un ancho predeterminado. Esto es porque limitando el ancho de la parte en la que el

desbaste plano contacta con los rodillos lisos, es posible reducir localmente la porción no solidificada del desbaste plano por lo que se puede obtener un grado suficiente de penetración de la reducción del espesor

Además, se ha descubierto lo siguiente: después de haberse formado un par de superficies paralelas en el desbaste plano redondo con el método de reducción por laminación en estado solidificado, aplicando el método de reducción del espesor por laminación después de solidificación completa al desbaste plano solidificado completamente hasta su interior, por medio de un grupo de rodillos en los que un par de rodillos horizontales y un par de rodillos lisos cuyos ejes están dispuestos alternativamente (denominados a veces en lo sucesivo "rodillos verticales"), es posible formar en la sección transversal del desbaste plano un par de superficies horizontales que son verticales a la parte de las superficies horizontales formadas antes, evitando al mismo tiempo que se formen grietas internas o grietas superficiales en el desbaste plano. Es decir, es posible hacer que la sección transversal del desbaste plano tenga forma de un rectángulo cuyas esquinas son redondeadas (el término "rectángulo" incluye "cuadrado"). Esto mismo se aplica en lo sucesivo.

En el caso de reducir el espesor del desbaste plano sólo en la misma dirección que en el método de disminución del espesor por laminación en estado no solidificado después de solidificación completa, la deformación por pandeo del desbaste plano origina que la sección transversal del desbaste plano tenga una forma muy deformada en la dirección vertical a la dirección de reducción del espesor del desbaste plano, lo cual puede hacer que el desbaste plano sea muy difícil de manejar después de haberse completado la reducción del espesor. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, haciendo que la sección transversal del desbaste plano después de haberse completado la reducción del espesor tenga una forma rectangular con las esquinas redondeadas por medio de los rodillos horizontales y los rodillos verticales, el desbaste plano puede ser manejado fácilmente.

Como resultado de intensas investigaciones se ha descubierto que aplicando el método de reducción del espesor por laminación después de solidificación completa por medio de rodillos horizontales y rodillos verticales cuando la temperatura de la parte central del desbaste plano es mayor que la de su superficie, es posible incrementar el grado de penetración de la reducción del espesor y eliminar la porosidad central por presión, en comparación con el caso en el que todo el desbaste plano tenga una temperatura uniforme. Esto es porque la parte central del desbaste plano tiene una resistencia a la deformación menor que la superficie cuando la temperatura de la parte central del desbaste plano es mayor que la de su superficie.

La presente invención se ha conseguido en base a los descubrimientos antes mencionados. El objetivo de la presente invención es un método para colar en continuo un desbaste plano, método que incluye las siguientes etapas: etapa 1 de moldear con una lingotera un desbaste plano que tiene una sección transversal redonda; etapa 2 de reducir el espesor del desbaste plano mediante una pluralidad de pares de rodillos que consisten en rodillos cilíndricos cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal hasta que no haya ninguna porción no solidificada en el interior del desbaste plano, para formar en el desbaste plano un par de superficies; y etapa 3 de reducir alternativamente el espesor del desbaste plano solidificado completamente después de la reducción del espesor realizada en la etapa 2, mediante un par de rodillos cilíndricos horizontales cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal y un par de rodillos cilíndricos verticales cuyos ejes están dispuestos en dirección vertical, para formar un par de superficies que son verticales al par de superficies paralelas formadas en el desbaste plano en la etapa 2; método en el que: en la etapa 2 el porcentaje de reducción del espesor del desbaste plano por cada par de una pluralidad de pares de rodillos es mayor que 0,5% y no mayor que 3% y la relación del ancho de la porción no solidificada en una sección transversal del desbaste plano en una posición de cada uno de los citados rodillos al ancho de una parte del desbaste plano cuando el desbaste plano contacta con los rodillos es de 0 a 7,15; y en la etapa 3 cada uno de los porcentajes de reducción del espesor del desbaste plano por los rodillos horizontales y reducción del espesor del desbaste plano por los rodillos verticales es de 5,4 a 6,8%.

En el método de colar en continuo un desbaste plano, es preferible que la sección transversal de la superficie de la pared interior de la lingotera sea de 5,4 a 6,8%.

En el método para colar en continuo el desbaste plano, es preferible que la sección transversal de la pared interior de la lingotera tenga un diámetro de 400 a 600 mm.

Además, en la etapa 3, es preferible que la temperatura en la parte central del desbaste plano sea mayor que la temperatura en la superficie en 150°C o más. También es preferible que, al término de la etapa 3, dos pares de las superficies paralelas tengan un mismo intervalo de 235 a 270 mm.

Efecto ventajoso de la invención

El método para colar en continuo el desbaste plano de la presente invención es aplicable a diversos tipos de aceros a usar para productos de barras de acero de alta calidad. De acuerdo con el método para colar en continuo el desbaste plano de la presente invención, es posible fabricar por medio de rodillos lisos un desbaste plano que tenga una sección transversal grande, adecuado para productos de barras de acero de alta calidad, siendo el desbaste plano fácil de manejar y no teniendo segregación central, porosidad central, grietas internas ni grietas superficiales.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista que muestra un estado en el que se forman grietas en una superficie de un desbaste plano rectangular en la que no se ha reducido el espesor, en el que se reduce el espesor del desbaste plano por medio de rodillos lisos de laminación.

5 La figura 2 es una vista que muestra un ejemplo de estructura de un aparato para colada continua que puede aplicar el método para colar en continuo un desbaste plano de la presente invención.

La figura 3 es una vista que muestra un desbaste plano 6 a fabricar por la etapa 1.

La figura 4 es una vista esquemática que muestra cambios en la forma de un desbaste plano por reducción del espesor mediante un grupo de rodillos reductores.

10 Descripción de realizaciones

1. Estructura básica del aparato para colada continua

15 La figura 2 es una vista que muestra un ejemplo de estructura de un aparato para colada continua que puede aplicar el método de colada continua de la presente invención. A una tolva de alimentación 1 se suministra desde una cuchara (no mostrada) un acero fundido 2. Desde la tolva de alimentación 1 el acero fundido 2 se vierte en la lingotera 4 mediante una boquilla sumergida 3 para formar un menisco 5 y después se realiza un enfriamiento secundario mediante agua de refrigeración rociada desde un grupo de boquillas secundarias de refrigeración (no mostradas) dispuestas junto a la lingotera 4 y bajo la lingotera 4, para formar una envoltura solidificada que será el desbaste plano 6. La figura 3 muestra una sección transversal simplificada del desbaste plano 6.

20 El desbaste plano 6, soportado por una pluralidad de rodillos guías 7 cuando tiene en su interior una porción no solidificada, se extrae por un grupo de pares de rodillos de reducción del espesor 8 dispuestos en el lado corriente abajo en la dirección de colada de los rodillos guías 7 y se disminuye su espesor. .

25 El grupo de rodillos de reducción del espesor 8 incluye pares de rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado que disminuyen en varias etapas el espesor del desbaste plano 6 en un estado en el que tiene en su interior una parte no solidificada, hasta que no haya en el desbaste plano ninguna porción no solidificada; y rodillos de reducción del espesor 10 después de haberse completado la solidificación dispuestos a continuación de los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado y que reducen el espesor del desbaste plano 6 solidificado completamente. Los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado están formados por una pluralidad de pares de rodillos cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal (rodillos horizontales). Los rodillos de reducción del espesor 10 después de la solidificación completa están formados por un par de rodillos horizontales 11 cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal y un par de rodillos verticales 12 cuyos ejes están dispuestos alternativamente. Todos los rodillos que forman el grupo de rodillos de reducción del espesor 8 son rodillos cilíndricos simples, es decir, rodillos lisos.

2. Método para colar en continuo el desbaste plano de la presente invención

35 En el método de colada continua de la presente invención, para colar el desbaste plano 6 que tiene una sección transversal redonda se usa una lingotera 4 que no tiene fondo y cuya superficie de la pared interior tiene una sección transversal redonda (etapa 1).

40 La figura 4 es una vista esquemática que muestra cambios en la forma de un desbaste plano cuyo espesor ha sido reducido mediante un grupo de rodillos de reducción del espesor. El desbaste plano 6 colado en la etapa 1 y que tiene una sección transversal redonda se somete, como se ha descrito en la figura 4, a una reducción de su espesor en varias etapas mediante los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado hasta que no haya ninguna porción no solidificada 6a en el interior del desbaste plano 6, para formar un par de superficies paralelas. En este tiempo, se hace que el ancho W2 en la dirección horizontal de la porción no solidificada 6a en una sección transversal del desbaste plano 6 y el ancho W2 en el punto de reducción del espesor por cada uno de los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado, sean 0 a 7,15 veces el ancho W1 de una parte del desbaste plano 6 en contacto con los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado. Es decir, se hace que la relación W2/W1 del ancho W2 de la porción no solidificada del desbaste plano al ancho W1 de la parte que contacta (denominada a veces en lo sucesivo "relación de contacto") sea 0 a 7,15 (etapa 2, método de reducción del espesor por laminación en estado no solidificado). El valor del ancho W2 de la porción no solidificada del desbaste plano se puede obtener en base a un valor medido preliminarmente por medio de un método de husillo. En la etapa 2, para inhibir succión de acero fundido condensado alrededor de la parte central del desbaste plano se requiere una reducción suave del espesor realizada por una pluralidad de rodillos a la porción no solidificada del interior del desbaste plano deformado en elipse debido a la formación de un par de superficies paralelas por una reducción suave del espesor, para inhibir de modo continuo la succión de acero fundido condensado. Las razones por las que 55 las superficies paralelas se limitan a un par son las siguientes: para inhibir la succión de acero fundido condensado y para evitar la formación de grietas es más eficaz reducir más el espesor de la porción no solidificada en elipse por la

reducción suave del espesor previa. En el caso en que se formen dos pares de superficies paralelas por reducción del espesor en la dirección horizontal y en la dirección vertical, la cantidad de reducción suave del espesor en cada etapa es grande, lo cual puede hacer que se formen grietas internas debido a la reducción suave del espesor de la porción no solidificada.

5 Después de haberse formado el par de superficies paralelas en la etapa 2, el espesor del desbaste plano 6 solidificado completamente hasta su interior se reduce mediante los rodillos de reducción del espesor 10 después de la solidificación completa. Es decir, como se muestra en la figura 4, reduciendo el espesor del desbaste plano 6 por los rodillos horizontales 11 en la misma dirección que la dirección de reducción de los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado, se aumenta el ancho del par de superficies horizontales formadas por los rodillos de reducción del espesor 9 en estado no solidificado. Además, reduciendo el espesor del desbaste plano 6 por los rodillos verticales 12 en la dirección vertical a la dirección de reducción del espesor de los rodillos horizontales 11, se forma un par de superficies paralelas verticales al par de superficies paralelas agrandadas por los rodillos horizontales. Después, se repite varias veces la serie de reducciones del espesor en la dirección horizontal y en la dirección vertical por los rodillos horizontales 11 y los rodillos verticales 12 (etapa 3, método de reducción del espesor por laminación después de la solidificación completa). Como resultado, la sección transversal del desbaste plano 6 tiene forma rectangular con esquinas redondeadas.

El método para colar en continuo un desbaste plano de la presente invención es un método que incluye una serie de las etapas 1 a 3 antes mencionadas.

20 El desbaste plano obtenido por el método de colada continua de la presente invención no tiene segregación central, porosidad central, grietas internas ni grietas superficiales, pero tiene buenas propiedades internas y buenas propiedades superficiales. Además, como la sección transversal del desbaste plano es rectangular con esquinas redondeadas, es fácil manejar el desbaste plano en comparación con desbastes redondos. Además, se puede obtener el efecto de la presente invención incluso aplicando la presente invención a cualquier tipo de acero, como acero al carbono y acero aleado.

25 En la etapa 2, la relación de reducción del espesor del desbaste plano por cada uno de los rodillos de laminación en estado no solidificado es mayor que 0,5% y no mayor que 3,0%. La relación de reducción del espesor del desbaste plano en la etapa 2 significa la relación de la cantidad de reducción del espesor por cada rodillo en la dirección del espesor del desbaste plano al espesor del desbaste plano antes de la reducción del espesor.

30 La razón para fijar el intervalo antes mencionado es: si la relación de reducción del espesor es 0,5% o menos, podría no poder reducirse suficientemente el espesor del desbaste plano y por lo tanto sería difícil inhibir que se produzca segregación central; y si la relación de reducción del espesor es mayor que 3,0%, se aplica al desbaste plano una cantidad excesiva de reducción del espesor, que incrementa la posibilidad de que se formen grietas internas en el desbaste plano y grietas superficiales en la superficie no reducida. La relación de reducción del espesor del espesor es preferiblemente mayor que 0,5% y no mayor que 2,5%. La cantidad de reducción del espesor del desbaste plano por cada par de rodillos se puede fijar fijando adecuadamente la reducción del espesor en la etapa 2 controlando intervalos de rodillos en la dirección de reducción por cada par de rodillos.

Es preferible usar en la etapa 2 dos a seis pares de rodillos de reducción en estado no solidificado.

40 En el caso de aplicar en la etapa 2 el método de reducción por laminación en estado no solidificado, se fija la relación $W2/W1$ en 0 a 7,15 (véase la figura 4). Si la relación de reducción del espesor es excesivamente grande en una posición en la que la relación de la fase sólida central de la porción no solidificada 6a (relación de la fase sólida en la parte central del desbaste plano) es 0,2 a 0,8, se producen en el desbaste plano grietas internas y si la relación de reducción del espesor es insuficiente, se produce segregación central. Por lo tanto, la finalidad de fijar la relación de contacto $W2/W1$ en 0 a 7,5 es hacer que la relación de reducción del espesor esté en un intervalo adecuado para evitar estos defectos.

45 Cuando $W2/W1$ es mayor que 7,15, la proporción de fase sólida central es baja, lo cual es un estado preliminar de succión de acero fundido condensado. Por lo tanto, no se requiere todavía una reducción suave del espesor. Además, cuando $W2/W1$ es cero, la porción no solidificada en el interior del desbaste plano es completamente cero, lo cual significa que el desbaste plano está en estado de solidificación completa. Por lo tanto, la reducción suave del espesor del desbaste plano en este estado no afecta a la inhibición de segregación central. Es decir, es eficaz controlar la cantidad de reducción suave del espesor por cada rodillo para que ésta se realice hasta que $W2/W1$ cambie linealmente de 7,15 a 0. Esto es porque es posible obtener sin ambigüedad la longitud de una parte del desbaste plano cuando éste contacte con rodillos de reducción suave del espesor, controlando la cantidad de reducción suave para que el desbaste plano tenga una sección transversal redonda.

Es preferible que el método de colada continua de la presente invención tenga la siguiente configuración.

55 Es preferible que la sección transversal de la superficie de la pared interior de la lingotera usada en la etapa 1 tenga un diámetro de 400 a 600 mm debido a las siguientes razones.

Para descargar suficientemente el acero fundido que tiene elementos de segregación condensados al lado de la

corriente superior en la dirección de la colada continua, para inhibir que se produzca segregación central por el método de reducción en estado no solidificado, es necesario reducir en un amplio intervalo la porción no solidificada del desbaste plano. Sin embargo, cuanto menor sea la superficie de la sección transversal del desbaste plano a obtener por la colada, más fácil será que el desbaste plano se enfríe hasta su parte central. Por lo tanto, la distancia desde el menisco en la lingotera hasta la posición en la que el desbaste plano solidifica completamente (denominada en lo sucesivo "longitud de la porción no solidificada") es corta. Específicamente, si el diámetro de la superficie de la pared interior de la lingotera es menor que 400 mm, la longitud de la porción no solidificada es demasiado corta para descargar suficientemente el acero fundido que tiene elementos de segregación condensados al lado corriente arriba en la dirección de colada. Además, cuanto menor sea el diámetro de la superficie de la pared interior de la lingotera, más necesario es incrementar el número de hebras para garantizar la productividad de desbastes planos. Por lo tanto, es necesario un aparato de colada continua de coste enorme. Por lo tanto, es preferible que el diámetro de la superficie de la pared interna de la lingotera sea 400 mm o más.

Por otro lado, si el diámetro de la superficie de la pared interna de la lingotera es mayor que 600 mm, la posición en la que el desbaste plano solidifica completamente será una posición más lejana que la longitud de un aparato normal de colada continua, lo cual dificulta en la etapa 3 aplicar el método de reducción después de solidificación completa, por lo que es difícil unir por presión y disminuir la porosidad central. Para hacer aplicable el método de reducción por laminación después de solidificación completa y hacer posible reducir el tamaño de los desbastes planos para poder eliminar la formación de desbastes cuadrados gruesos, es necesario que la longitud de los aparatos de colada continua sea muy grande. Por lo tanto, se necesita un aparato de colada continua de enorme coste. Por lo tanto, es preferible que el diámetro de la superficie de la pared interior de la lingotera sea 600 mm o menos.

Por las razones antes indicadas, la superficie de la pared interior de la lingotera tiene preferiblemente un diámetro de 400 a 600 mm. Más preferiblemente el diámetro es 400 a 600 mm. En el caso en el que el diámetro de la superficie de la pared interior de la lingotera esté dentro de estos intervalos, es fácil disminuir la velocidad de colada al intervalo preferible antes indicado (0,35 a 0,65 m/min) puesto que la productividad del desbaste plano es alta.

En el método de colada continua de la presente invención, la velocidad de colada es preferiblemente 0,20 a 0,65 m/min. Si la velocidad de colada es menor que 0,30 m/min, hay una alta posibilidad de que el desbaste plano solidifique completamente hasta su interior antes de que el desbaste plano alcance los rodillos de reducción en estado no solidificado, por lo que no se podría aplicar en la etapa 2 el método de reducción por laminación en estado no solidificado. Además, cuando en la etapa 3 se reduce el espesor del desbaste plano por los rodillos de reducción después de solidificación completa existe la posibilidad de que el grado de penetración de la reducción sea bajo por lo que no se ha eliminado suficientemente por presión la porosidad central, puesto que la diferencia de temperatura entre la parte central y la superficie del desbaste plano es pequeña para hacer que la diferencia entre la resistencia a la deformación de la parte central y la resistencia a la deformación de la superficie del desbaste plano sea pequeña.

Por otro lado, si la velocidad de colada es mayor que 0,65 m/min, existe una alta posibilidad de que la posición en la que el desbaste plano solidifica completamente sea una posición más lejana que la longitud de un aparato normal de colada continua. Como resultado, resulta difícil aplicar el método de reducción después de solidificación completa de la etapa 3, lo cual hace difícil unir por presión y disminuye la porosidad central.

Por la razón antes indicada, la velocidad de colada es preferiblemente 0,30 a 0,65 m/min. Si la velocidad de colada está dentro de este intervalo, se generan fácilmente cristales isométricos, por lo que es posible disminuir más la segregación central. Además, es fácil hacer flotar y eliminar inclusiones en el acero fundido, lo cual origina una mejora mayor de la calidad del desbaste plano. Más preferiblemente, la velocidad de colada es 0,35 a 0,60 m/min.

En el método de colada continua de la presente invención, la cantidad específica de agua usada en el enfriamiento secundario del desbaste plano es preferiblemente 0,10 a 0,55 litros/kg de acero. Esto es porque si la cantidad específica de agua es menor que 0,10 litros/kg de acero, es difícil enfriar suficientemente una parte predeterminada del desbaste plano y mantener duchas de agua de refrigeración en una forma predeterminada. Si la cantidad específica de agua es mayor que 0,55 litros/kg de acero, la intensidad de enfriamiento local del desbaste plano es excesivamente grande. En la parte en la que la intensidad de enfriamiento es excesivamente grande, la diferencia de temperatura cuando el desbaste plano se enfría y cuando el desbaste plano se recupera es grande, lo cual podría formar grietas superficiales. Más preferiblemente, la cantidad específica de agua en el enfriamiento secundario es 0,15 a 0,20 litros/kg de acero.

En la etapa 3 (método de reducción por laminación después de solidificación completa) de la presente invención, cada una de las relaciones de reducción del espesor por los rodillos horizontales y por los rodillos verticales es 5,4 a 6,8%. En lo sucesivo, salvo que se indique lo contrario, relación de reducción del espesor del desbaste plano en la etapa 3 significa: con respecto a los rodillos horizontales, la relación de la cantidad de reducción del espesor del desbaste plano en la dirección del espesor por cada uno de los rodillos horizontales al espesor en la dirección del espesor del desbaste plano antes de la reducción; y con respecto a los rodillos verticales la relación de la cantidad de reducción del espesor en la dirección del ancho del desbaste plano por cada uno de los rodillos verticales al ancho en la dirección del ancho del desbaste plano antes de la reducción.

La razón de fijar en la etapa 3 la relación de reducción del espesor del desbaste plano dentro del intervalo de 5,4 a

6,8% es que si la relación de reducción es menor que 5,4%, no se reduce suficientemente el espesor del desbaste plano, por lo que es difícil unir por presión y disminuir la porosidad central. Por otro lado, si la relación de reducción del espesor es mayor que 6,8%, la relación de reducción del espesor del desbaste plano es excesivamente grande, por lo que se forman grietas superficiales en el desbaste plano. Las grietas superficiales incluyen grietas originadas por deformación por pandeo originadas por la reducción.

Los rodillos de reducción después de solidificación completa usados en la etapa 3 pueden ser un grupo formado por un par de rodillos horizontales y un par de rodillos verticales, adyacentes entre sí, pero es preferible usar dos a siete grupos.

En la etapa 3, es preferible realizar la reducción en condiciones en las que la temperatura de la parte central del desbaste plano sea mayor que la temperatura de la superficie en 150°C o más. En el caso en el que la temperatura de la parte central del desbaste plano sea mayor que la temperatura de la superficie en 150°C o más, la resistencia a la deformación del desbaste plano es suficientemente pequeña comparada con la resistencia a la deformación de la superficie del desbaste plano, por lo que es posible incrementar el grado de penetración de la reducción incluso con una cantidad pequeña de reducción. Por lo tanto, es posible con mayor certeza inhibir la segregación central y disminuir la porosidad central mediante unión por presión. El estado en el que la temperatura de la parte central del desbaste plano es mayor que la temperatura de la superficie en 150°C o más se puede conseguir controlando suficientemente la velocidad de colada y la cantidad específica de agua usada en el enfriamiento secundario. Además, la diferencia de temperatura entre la parte central y la superficie se puede obtener, por ejemplo, por una temperatura de la parte central obtenida por un cálculo de modelo de solidificación, basado en la temperatura de la superficie del desbaste plano medida por un visualizador de temperatura o termómetro de radiación. En la etapa 3, la diferencia de temperatura entre la parte central y la superficie del desbaste plano es preferiblemente 500°C o menos-

Además, en la etapa 3 es preferible que los dos pares de superficies paralelas del desbaste plano tengan un mismo intervalo de 235 a 270 mm, es decir, que la sección transversal del desbaste plano sea un cuadrado regular de 235 a 270 mm de lado, con esquinas redondeadas. La razón es que, en la laminación del desbaste plano realizada después de preparar un tocho (cuya sección transversal es un cuadrado regular cuyo lado es 100 a 200 mm o un cuadrado con esquinas redondeadas cuyo diámetro es 100 a 200 mm), es posible eliminar la etapa de formación de desbastes cuadrados grandes (etapa de laminación primaria para conformar la sección transversal del desbaste plano en forma de cuadrado regular cuyo lado sea 235 a 275 mm). Por lo tanto es posible reducir el coste energético necesario para calentar el desbaste plano antes de la laminación.

Ejemplos

Se realizó el siguiente ensayo de colada para confirmar el efecto del método para colar en continuo un desbaste plano de la presente invención.

(1) Condiciones del ensayo

Para el ensayo de colada se usó el aparato de colada continua mostrado en la figura 2. Se dispusieron los rodillos de reducción en estado no solidificado en una sección de 17 a 32 m desde el menisco en la lingotera en el lado corriente abajo de la dirección de colada y se dispusieron los rodillos de reducción después de solidificación completa en una sección de 32 a 45 m desde el menisco en el lado corriente abajo de la dirección de colada. Como rodillos de reducción en estado no solidificado, se dispusieron seis pares de rodillos horizontales que tenían una separación (distancia entre pares de rodillos adyacentes entre sí en la dirección de colada) de 1,2 m. Como rodillos de reducción después de solidificación completa, se dispusieron un par de rodillos horizontales y un par de rodillos verticales formando un grupo y se dispusieron siete grupos en la dirección de colada desde el lado corriente arriba de la dirección de colada.

La velocidad de colada fue 0,30 m/min (ensayo número 3) o 0,50 m/min (ensayos números 1 a 2 y 4 a 9). La cantidad específica de agua usada en el enfriamiento secundario fue 0,20 litros/kg de acero. El acero usado en el ensayo de colada tenía la composición química indicada en la tabla 1.

Tabla 1

Composición química (% en masa; el resto es Fe e impurezas)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	N
0,72	0,27	0,73	0,016	0,010	0,09	0,024	0,0040

La tabla 2 indica, como condiciones del ensayo, cada forma de la sección transversal de la superficie de la pared interior de las lingoteras, las condiciones de reducción en la etapa 2 (método de reducción en estado no solidificado) y las condiciones de reducción en la etapa 3 (método de reducción después de solidificación completa). Como

5 condiciones de reducción en la etapa 2 se indican el intervalo de la relación de reducción por cada par de rodillos de reducción en estado no solidificado; el intervalo de la relación de contacto (relación $W2/W1$) o relación del ancho ($W2$ en la figura 4) de la porción no solidificada del desbaste plano al ancho ($W1$ en la figura 4) de la parte de contacto del desbaste plano con los rodillos de reducción en estado no solidificado); y la relación de reducción total por todos los rodillos de reducción en estado no solidificado. Como condiciones de reducción en la etapa 3 se indican la relación de reducción por cada par de rodillos de reducción después de solidificación completa (rodillos horizontales y rodillos verticales) y la relación de reducción total por todos los rodillos horizontales y todos los rodillos verticales. El intervalo en la dirección de reducción de cada par de rodillos de reducción en estado no solidificado se fijó para formar una cierta cantidad de conicidad de la reducción...

10

Tabla 2

Ensayo Número	Clasificación	Forma de la sección transversal de la lingotera	Etapa 2 (Método de reducción del espesor por rodillos en estado no solidificado)			Etapa 3 (Método de reducción del espesor por rodillos después de solidificación completa)				Diferencia entre la temperatura de la parte central y la temperatura de la superficie del desbaste plano (°C)
			Reducción del espesor por los rodillos ¹ (%)	Relación de contacto con los rodillos ² (W2/W1) (%)	Reducción total del espesor (%)	Reducción total del espesor (%)			En la dirección del ancho	
						En la dirección del espesor	En la dirección del ancho	En la dirección del espesor		
1	Ejemplo	Redonda	0,5<=2,0	0,0-7,1	7,5	6,7	6,8	40,3	47,8	150 o más
2	Ejemplo	Redonda	0,8<=1,8	0,0-5,6	7,8	5,4	5,7	32,2	40,0	150 o más
3	Ejemplo	Redonda	0,8<=1,8	0,0-5,6	7,8	5,4	5,7	32,2	40,0	Menos de 150
4	Ej. comparativo	Redonda	0,5<=2,0	0,0-7,1	7,5	-	-	-	-	150 o más
5	Ej. comparativo	Redonda	0,0<=0,3	0,0-5,2	1,0	5,8	5,1	34,6	35,6	150 o más
6	Ej. comparativo	Redonda	0,5<=2,0	0,0-7,1	7,5	4,7	5,1	28,1	35,6	150 o más
7	Ej. comparativo	Redonda	1,0<=3,0	0,0-5,1	13,0	6,4	7,3	38,1	51,1	150 o más
8	Ej. comparativo	Perpendicular	0,5<=2,0	-	7,5	-	-	-	-	150 o más
9	Ej. comparativo	Perpendicular	1,0<=3,0	-	13,0	-	-	-	-	150 o más

(1) Porcentaje de reducción del espesor por cada par de rodillos o intervalo del porcentaje de reducción del espesor (valor máximo y valor mínimo)

(2) Intervalo de la relación del ancho de la porción no solidificada al valor de la parte del desbaste plano en contacto con los rodillos (valor máximo y valor mínimo)

En los ensayos números 1 a 5, se usaron lingoteras redondas que tenían una sección transversal de la superficie de la pared interior de 450 mm de diámetro. En los ensayos 6 y 7, se usaron lingoteras rectangulares que tenían una sección transversal de la superficie de la pared interior de 345 mm de espesor y 460 mm de ancho. La longitud de cada lingotera fue 800 mm.

5 Los ensayos números 1 y 2 son ejemplos de la presente invención que satisfacen las condiciones definidas en la presente invención. El ensayo número 3 es un ejemplo en el que la velocidad de colada fue 0,30 m/min y la diferencia entre la temperatura de la parte central y la temperatura de la superficie del desbaste plano fue menor que 150°C. El ensayo número 4 es un ejemplo comparativo en el que el intervalo de la relación de reducción en la etapa 2 fue el mismo que en el ensayo número 1 pero no se aplicó la etapa 3 (método de reducción por laminación después de solidificación completa) después de la etapa 2 (método de reducción por laminación en estado no solidificado). El ensayo número 5 es un ejemplo comparativo en el que el valor máximo del intervalo de la relación de contacto fue mayor en la etapa 2 que el valor máximo definido en la presente invención y la relación de reducción por cada par de rodillos fue menor en la etapa 2 que la relación de reducción definida en la presente invención. El ensayo número 6 es un ejemplo comparativo en el que la relación de reducción por cada par de rodillos fue menor en la etapa 3 que la relación de reducción definida en la presente invención. El ensayo número 7 es un ejemplo comparativo en el que la relación de reducción por cada par de rodillos fue mayor en la etapa 3 que la relación de reducción definida en la presente invención.

Los ensayos números 8 y 9 son ejemplos comparativos en los que cada desbaste plano fue un desbaste plano rectangular y no se aplicó la etapa 3. En el ensayo número 8, el intervalo de la relación de reducción en la etapa 2 fue el mismo que en el ensayo número 1. En el ensayo número 9, el intervalo de la relación de reducción en la etapa 2 fue mayor que el del ensayo número 8.

(2) Resultados de los ensayos

La tabla 3 indica los resultados de evaluación de la calidad de los desbastes planos obtenidos. Como evaluación de la calidad se evaluaron estados en los que se produjeron segregación central, porosidad central, grietas internas y grietas superficiales en la superficie no reducida. "Grietas en la superficie no reducida" significa grietas en las superficies correspondientes a las superficies de los desbastes planos obtenidos y que no contactaron en la etapa 2 con los rodillos de reducción en estado no solidificado. En la tabla 3, los resultados se valoraron en una escala de 1 a 3, en la que 1 significa que el desbaste plano es de nivel aceptable (se puede usar sin ninguna limitación de aplicación del producto), 2 significa que el desbaste plano es de nivel aceptable si se limita la aplicación del producto y 3 significa que el desbaste plano es rechazable (no se puede usar cualquiera que sea la aplicación del producto).

Se evaluó la segregación central pulimentando hasta conseguir una superficie especular muestras de sección transversal cortadas de los desbastes planos obtenidos y observando las superficies pulimentadas decapándolas con una solución de ácido pícrico. Como resultado de la observación, se consideró que un desbaste plano tenía calidad 1 en el caso de tener una sección transversal en la que el ancho mayor de segregación central generada en la dirección paralela a cada uno de los dos pares de superficies paralelas del desbaste plano fue menor que 3 m. Se consideró que un desbaste plano tenía calidad 2 en el caso de tener una sección transversal en la que el ancho mayor de la segregación central fue no menor que 3 m y menor que 10 mm, y se consideró que tenía calidad 3 en el caso de tener una sección transversal en la que el ancho mayor de la segregación central fue 10 mm o más.

Se evaluó la porosidad central detectando defectos por ultrasonidos en los desbastes planos obtenidos. Como resultado de la detección de defectos por ultrasonidos, se consideró que un desbaste plano tenía calidad 1 en el caso en el que la altura del eco fue menor que 20%. Se consideró que tenía calidad 2 en el caso en el que la altura del eco fue no menor que 20% y menor que 60% y se consideró que tenía calidad 3 en el caso en que la altura del eco fue 60% o más.

Se evaluó la formación de grietas internas pulimentando hasta conseguir una superficie especular muestras de las secciones transversales cortadas de los desbastes planos colados obtenidos y observando visualmente las superficies pulimentadas aplicándolas una impresión de azufre. Se evaluó la formación de grietas superficiales en la superficie no reducida observando visualmente las superficies no reducidas (superficies correspondientes a las superficies que no habían contactado con los rodillos de reducción en estado no solidificado) de los desbastes planos obtenidos.

50

Tabla 3

Ensayo número	Clasificación	Segregación central	Porosidad central	Grietas internas	Grietas superficiales*
1	Ejemplo	1	1	Ninguna	Ninguna
2	Ejemplo	1	1	Ninguna	Ninguna
3	Ejemplo	1	1	Ninguna	Ninguna
4	Ejemplo comparativo	1	2	Ninguna	Ninguna
5	Ejemplo comparativo	2	2	Ninguna	Ninguna
6	Ejemplo comparativo	1	2	Ninguna	Ninguna
7	Ejemplo comparativo	1	1	Se formaron	Se formaron
8	Ejemplo comparativo	2	2	Ninguna	Ninguna
9	Ejemplo comparativo	1	1	Se formaron	Se formaron

(*) Presencia o ausencia de grietas superficiales en superficies no reducidas del desbaste plano (superficies correspondientes a superficies que no han contactado con rodillos en la etapa 2)

- 5 Como se indica en la tabla 3, las evaluaciones de la segregación central y la porosidad central de los desbastes planos de los ensayos números 1 y 2, que son ejemplos de la presente invención, fueron 1. Cada uno de los desbastes planos tenía buena calidad interna en la que no se confirmaron grietas internas y tenía buena calidad superficial en la que no se confirmaron grietas superficiales en la superficie no reducida. El ensayo número 3 en el que la diferencia de la temperatura de la parte central y la temperatura de la superficie del desbaste plano fue menor que 150°C tenía un valor mayor de la altura del eco que el del ensayo número 2. Sin embargo, la evaluación de la porosidad central fue 1. La evaluación de la segregación central y porosidad central del ensayo número 3 mantuvo el nivel aceptable. El ensayo número 3 tenía buena calidad interna en la que no se confirmaron grietas internas y tenía buena calidad superficial en la que no se confirmaron grietas superficiales en la superficie no reducida.
- 10
- 15 Se consideró que el desbaste plano del ensayo número 4, que fue un ejemplo comparativo, tenía calidad 2 en la evaluación de la porosidad central y tenía mala calidad interna. Se consideró esto porque no se aplicó el método de reducción por laminación después de solidificación completa de la etapa 3 y, por lo tanto, se mantuvo la porosidad central. Se consideró que las evaluaciones de otras cualidades distintas de la porosidad central fueron iguales que en el ensayo número 1.
- 20 Se consideró que el desbaste plano del ensayo número 5, que fue un ejemplo comparativo, tenía calidad 2 en la evaluación de la segregación central y porosidad central y tenía mala calidad interna. Se considera que tenía calidad 2 en la evaluación de la segregación central puesto que la relación de contacto en la etapa 2 fue alta y la cantidad de reducción del desbaste plano en estado no solidificado fue insuficiente. Además, se considera que tenía calidad 2 en la evaluación de la porosidad 2 puesto que la relación de reducción después de solidificación completa en la etapa 3 fue baja, por lo que se mantuvo la porosidad central. No se confirmaron grietas internas ni grietas superficiales en la superficie no reducida.
- 25
- 30 Se consideró que el desbaste plano del ensayo número 6, que fue un ejemplo comparativo, tenía calidad 1 en la evaluación de la segregación central pero calidad 2 en la evaluación de la porosidad central y tenía mala calidad interna. Se considera tenía calidad 2 en la evaluación de la porosidad central 2 puesto que la relación de reducción después de solidificación completa en la etapa 3 fue baja y, por lo tanto, se mantuvo la porosidad central. No se confirmaron grietas internas ni grietas superficiales en la superficie no reducida.
- 35 Se confirmó que el desbaste plano del ensayo número 7, que fue un ejemplo comparativo, tenía grietas internas y grietas superficiales en la superficie no reducida junto con deformación por pandeo. Se considera que esto es porque la relación de contacto en la etapa 2 fue baja y la cantidad de reducción del desbaste plano en estado no solidificado fue excesivamente alta y porque la relación de reducción después de solidificación completa en la etapa 3 fue excesivamente alta. Se consideró que la evaluación de la segregación central y porosidad central dio los mismos valores que en el ensayo número 1.
- Se consideró que el desbaste plano rectangular del ensayo número 8, que fue un ejemplo comparativo, tenía calidad 2 en la evaluación de la segregación central y porosidad central y tenía peor calidad interna que el desbaste plano redondo del ensayo número 1 que tenía la misma relación de reducción. Se considera que esto es porque: los

5 rodillos de reducción en estado no solidificado contactaron con todo el ancho del desbaste plano rectangular mientras que el desbaste plano redondo tenía, en la parte en la que el desbaste plano había contactado con los rodillos, un ancho menor que el desbaste plano rectangular. Por lo tanto, el desbaste plano rectangular tenía un grado de penetración durante la reducción menor que el del desbaste plano redondo. No se confirmaron grietas internas ni grietas superficiales en la superficie no reducida.

10 Se confirmó que el desbaste plano rectangular del ensayo número 9, que fue un ejemplo comparativo, tenía grietas internas y grietas superficiales en la superficie no reducida. En el ensayo número 9, la relación de reducción en la etapa 2 se incrementó más que en el ensayo número 8 para incrementar el grado de penetración durante la reducción. Se considera que se formaron grietas superficiales en la superficie no reducida (superficie en el lado menor del desbaste plano rectangular) puesto que la cantidad de reducción fue excesivamente alta por lo que se generó una distorsión grande en la superficie no reducida del desbaste plano originada por deformación por pandeo en la reducción. Se consideró que la evaluación de la segregación central y porosidad central dio los mismos valores que en el ensayo número 1.

Aplicabilidad industrial

15 El método para colar en continuo un desbaste plano de la presente invención es aplicable a diversos tipos de aceros a usar para productos de barras de acero de alta calidad. De acuerdo con el método para colar en continuo un desbaste plano de la presente invención, es posible fabricar un desbaste plano que tiene una sección transversal grande, que es adecuado para un producto de barra de acero de alta calidad y fácil de manejar y que no tiene segregación central, porosidad central, grietas internas ni grietas superficiales.,

20 Lista de números de referencia

- 1 artesa de distribución
- 2 acero fundido
- 3 boquilla sumergida
- 4 molde de colada
- 25 5 menisco
- 6 desbaste plano
- 6a porción no solidificada
- 7 rodillo guía
- 8 grupo de rodillos de reducción
- 30 9 rodillo de reducción en estado no solidificado
- 10 rodillos de reducción después de solidificación completa
- 11 rodillo horizontal
- 12 rodillo vertical
- 100 desbaste plano rectangular
- 35 101 rodillo plano
- 102 grieta superficial

REIVINDICACIONES

1. Un método para colar en continuo un desbaste plano (6), comprendiendo el método una serie de:
- una etapa 1 de colar con una lingotera (4) un desbaste plano (6) que tiene una sección transversal redonda;
- 5 una etapa 2 de reducir el espesor del desbaste plano (6) por una pluralidad de pares de rodillos (9) que consisten en rodillos cilíndricos cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal hasta que no haya ninguna porción no solidificada en el interior del desbaste plano (6), para formar en el desbaste plano un par de superficies paralelas;
- 10 una etapa 3 de reducir alternativamente el espesor en el desbaste plano (6) solidificado completamente después de la reducción del espesor de la etapa 2, por un par de rodillos cilíndricos horizontales (11) cuyos ejes están dispuestos en dirección horizontal y un par de rodillos cilíndricos verticales (12) cuyos ejes están dispuestos en dirección vertical, para formar en el desbaste plano (6) un par de superficies paralelas que son verticales al par de superficies paralelas formadas en la etapa (2);
- en el que:
- 15 en la etapa 2, la relación de reducción del espesor del desbaste plano (6) por cada par de la pluralidad de pares de rodillos (9) es mayor que 0,5% y no mayor que 3% y la relación del ancho (W2) de la porción no solidificada en la sección transversal del desbaste plano (6) en una posición de la reducción del espesor por el citado cada par de rodillos al ancho (W1) de una parte del desbaste plano donde contacta con los rodillos es de 0 a 7,15; y
- 20 en la etapa 3, cada una de la relación de reducción del espesor del desbaste plano (6) por los rodillos horizontales (11) y la relación de reducción del espesor del desbaste plano por los rodillos verticales es de 5,4 a 6,8%.
2. El método para colar en continuo un desbaste plano (6) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proporcionar la lingotera (4), en el que la lingotera proporcionada (4) tiene una sección transversal de la superficie de la pared interior de 400 a 660 mm de diámetro.
3. El método para colar en continuo un desbaste plano (6) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que en la etapa 3, la temperatura de la parte central del desbaste plano (6) es mayor que la temperatura de la superficie en 150°C o más.
- 25 4. El método para colar en continuo un desbaste plano (6) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que al término de la etapa 3, dos pares de las superficies paralelas tienen un mismo intervalo de 235 a 270 mm.

Fig. 1

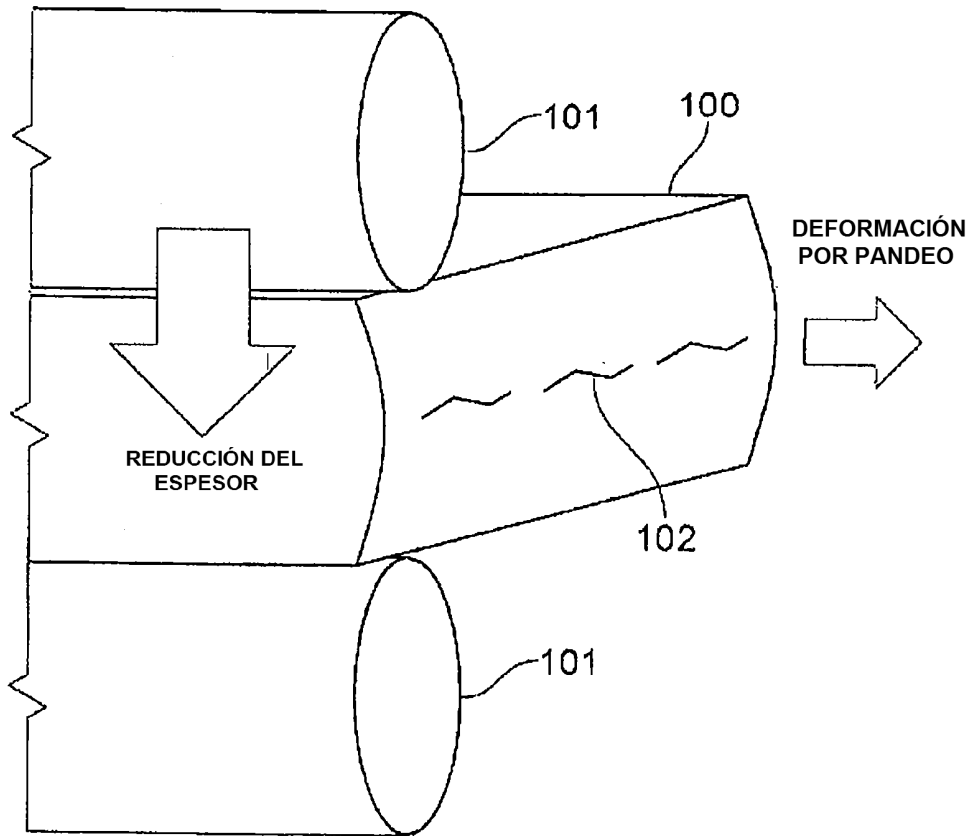


Fig. 2

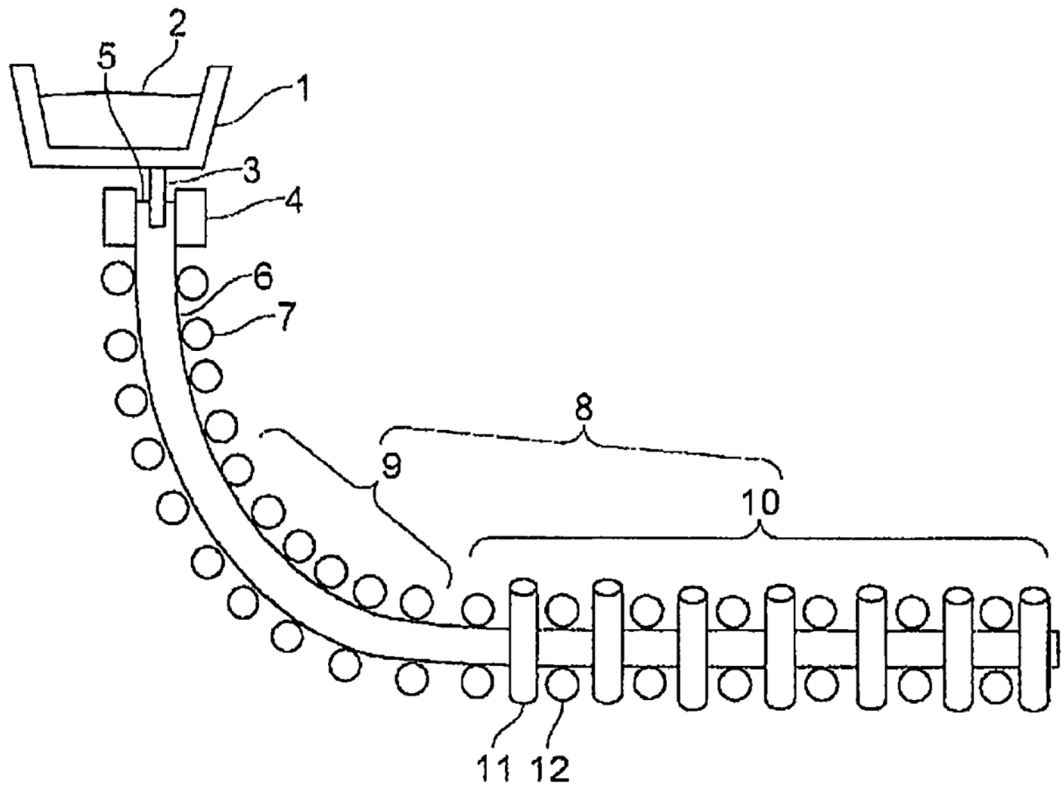


Fig. 3

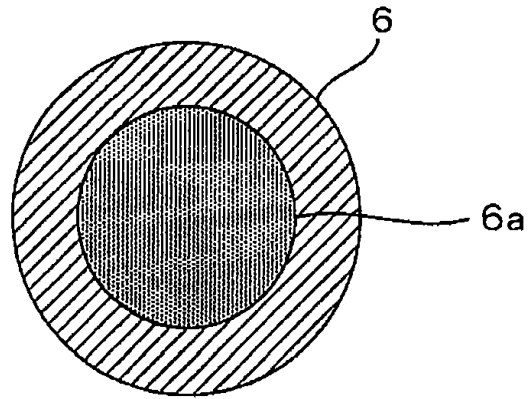


Fig. 4

