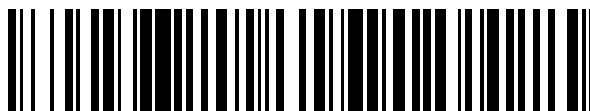


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 221**

51 Int. Cl.:

B22D 11/124	(2006.01)
B22D 11/00	(2006.01)
B22D 11/22	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)
C22C 38/08	(2006.01)
C22C 38/58	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2009 PCT/JP2009/062808**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2010 WO10008019**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2009 E 09797944 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018 EP 2311585**

54 Título: **Losa de colada continua y procedimiento para la producción de la misma**

30 Prioridad:

15.07.2008 JP 2008183909

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

11.04.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KIYOSE AKIHITO;
KAJITANI TOSHIYUKI;
NIIZUMA MINEO y
OOTANI YASUHIKO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 663 221 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

Losa de colada continua y procedimiento para la producción de la misma

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la Invención

La presente invención se refiere a una losa de colada continua, que es de acero adicionado con Ni, producida usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco, y en la que está restringida la aparición de grietas superficiales, y a un método de producción de la misma.

Se reivindica prioridad de la solicitud de Patente japonesa núm. 2008-183909, solicitada el 15 de Julio de 2008, y cuyo contenido se incorpora en la presente memoria por referencia.

15 Descripción de la técnica relacionada

En general, el Ni se añade al acero con el fin de mejorar la dureza del acero. Sin embargo, cuando el acero adicionado con Ni se funde usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco, puede aparecer una grieta sobre la superficie de la losa de colada. En este caso, es necesario llevar a cabo un tratamiento de desbaste y similar como proceso posterior y como resultado, se incrementa el número de procesos. En consecuencia, es necesario evitar la aparición de la grieta superficial sobre la losa de colada con el fin de mejorar la productividad del acero adicionado con Ni.

Como medio para resolver este problema, en la solicitud de Patente japonesa no examinada, primera publicación núm. H09-47854, se divulga un método para restringir las grietas superficiales de una losa de colada obtenida mediante fundición en continuo de acero. Conforme al método de restricción, el tiempo necesario para arrastrar una losa de colada a partir de una porción de menisco de acero fundido en un molde hasta el extremo inferior del molde, está dentro de 1 minuto, y el enfriamiento secundario se lleva a cabo inmediatamente después del arrastre para enfriar la temperatura superficial de la losa de colada hasta la temperatura de transformación A_3 o inferior dentro de 1 minuto. Adicionalmente, la superficie de la losa de colada en el punto de curvado y en el punto de enderezamiento se recalienta hasta 850°C o superior tras el enfriamiento de la superficie de la losa de colada hasta la temperatura de transformación A_3 o inferior. De acuerdo con el método de restricción, el enderezamiento de la losa de colada puede estar acabado dentro de un tiempo de 20 minutos después de que el acero fundido pase a través de un menisco del molde.

El documento WO2007119878 divulga losas de colada continuas de composición similar pero con una matriz bainítica. En la solicitud de Patente japonesa no examinada, primera publicación núm. 2002-307149, se divulga un método de colada en continuo descrito a continuación. Conforme al método de colada en continuo, cuando se funde una losa de colada que tiene una configuración de sección transversal rectangular usando una máquina de colada continua de tipo arco o del tipo de curvado vertical, se lleva a cabo un enfriamiento secundario de la losa de colada inmediatamente después de extraer la losa de colada desde un molde para enfriar la temperatura superficial de la losa de colada una sola vez de modo que alcance una temperatura más baja que la temperatura de transformación A_{r3} . Una vez que ha terminado el enfriamiento secundario, la losa de colada se recalienta hasta una temperatura que excede a la temperatura de transformación A_{r3} . Después de esto, la losa de colada se endereza. En particular, el enfriamiento secundario de la losa de colada se lleva a cabo satisfaciendo las siguientes fórmulas (1) y (2):

$$50 \leq t(s) \leq 500 \quad (1)$$

$$0,13t + 493 \leq T_{\min} (^\circ\text{C}) < 0,045t + 798 \quad (2)$$

en donde, $t(s)$ indica un tiempo para mantener la temperatura superficial de la losa de colada a la temperatura más baja que la temperatura de transformación A_{r3} , y $T_{\min} (^\circ\text{C})$ indica la temperatura superficial más baja que la temperatura superficial de la losa de colada puede alcanzar mientras se recalienta la losa de colada hasta una temperatura que exceda a la de transformación A_{r3} después de que haya sido enfriada una sola vez hasta una temperatura inferior a la temperatura de transformación A_{r3} . De acuerdo con el enfriamiento secundario, una estructura de solidificación desde la superficie de la losa de colada hasta al menos una profundidad de 2 mm está compuesta por una estructura mixta de ferrita y perlita de la que el borde de grano de la austenita no está claro.

Sin embargo, según los métodos mencionados con anterioridad, se pueden presentar los problemas siguientes.

Según el método para restringir las grietas superficiales de una losa de colada obtenida mediante fundición en continuo de acero descrito en la solicitud de Patente japonesa no examinada, primera publicación núm. H09-47854, se extrae una losa de colada desde un molde y la losa de colada se somete inmediatamente a un enfriamiento secundario para rebajar la temperatura superficial de la losa de colada hasta la temperatura de transformación A_3 o inferior dentro de 1 minuto. Sin embargo, los actuales inventores han encontrado que por ejemplo, resulta imposible impedir el agrietamiento de la losa de colada en el punto de curvado y en el punto de enderezamiento incluso cuando la losa de colada se enfría hasta 725°C , la cual es la temperatura más baja entre las temperaturas

divulgadas en los ejemplos de la solicitud de Patente japonesa no examinada, primera publicación núm. H09-47854. Se considera que el motivo se debe a que fue imposible refinar la estructura de la porción superficial de la losa de colada.

5 Según el método de colada en continuo descrito en la solicitud de Patente japonesa no examinada, primera publicación núm. 2002-307149, t(s), que indica un tiempo para el mantenimiento de la temperatura superficial de la losa de colada a la temperatura más baja que la temperatura de transformación Ar_3 , y T_{min} ($^{\circ}C$), que indica la temperatura superficial más baja que la temperatura superficial de la losa de colada puede alcanzar mientras la losa de colada se recalienta hasta la temperatura que excede a la temperatura de transformación Ar_3 después de que se ha enfriado una sola vez hasta una temperatura más baja que la temperatura de transformación Ar_3 , están limitados hasta un rango predeterminado. Conforme a este método, es posible impedir las grietas superficiales en la losa de colada.

15 En general, el enfriamiento de una losa de colada se clasifica a grandes rasgos en enfriamiento por medio de un rodillo que está en contacto con la losa de colada y enfriamiento por agua o una mezcla de agua y aire descargada desde una boquilla dispuesta entre los rodillos. Sin embargo, en una zona de enfriamiento secundario justamente por debajo de un molde, la losa de colada no está en contacto con los rodillos y existe una región en la losa de colada donde el agua o la mezcla de agua y aire no llegan, incrementándose con ello la temperatura superficial en esa región.

20 Por consiguiente, incluso cuando la losa de colada se enfría de una sola vez hasta una temperatura más baja que la temperatura de transformación Ar_3 , la losa de colada se recalienta inmediatamente hasta una temperatura que excede a la temperatura de transformación Ar_3 . Por lo tanto, resulta extremadamente difícil mantener de manera uniforme la losa de colada a una temperatura no mayor que la temperatura de transformación Ar_3 durante 50 segundos o más con la instalación de enfriamiento general. Debido a los motivos mencionados con anterioridad, el método de colada en continuo descrito en la solicitud de Patente japonesa no examinada, primera publicación núm. 2002-307149 no es realista desde el punto de vista industrial.

30 Por lo tanto, la presente invención consiste en proporcionar una losa de colada continua de acero adicionado con Ni, producida usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco, en la que está restringida la aparición de grietas superficiales, y en proporcionar un método de producción de la misma.

SUMARIO DE LA INVENCION

Los puntos principales de la presente invención son los que siguen.

35 (1) una losa de colada continua incluye los siguientes componentes: en % en masa, C: 0,1 – 0,3%, Si: 0,05 – 0,5%, Mn: 0,4 – 2%, P: 0,03% o menos, S: 0,03% o menos, Al: 0,005 – 0,03%, Ni: 0,2 – 2%, O: 0,006% o menos, y N: 0,006% o menos; y opcionalmente, uno o más de entre Cu: 0,2 – 2%, Cr: 0,2 – 2%, Ti: 0,005 – 0,02%, Nb: 0,005 – 0,04% y V: 0,005 – 0,04%, en donde el resto se compone de Fe e impurezas inevitables; en donde una estructura de acero en una región del interior de al menos 2 mm desde una superficie amplia consiste en ferrita y en perlita, y un diámetro circular equivalente de granos de ferrita en la región es igual a, o menor que, 30 μm .

40 (2) un método para producir una losa de colada continua, donde el método incluye: colar de forma continua un acero fundido consistente en los componentes químicos según (1) usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco, enfriar la superficie hasta 550 $^{\circ}C$ o más baja entre la salida de un molde y una zona de enderezamiento; y recalentamiento a continuación hasta 850 $^{\circ}C$ o más para el enderezamiento.

50 Cuando se aplica un método para la producción de una losa de colada conforme a la presente invención, es posible restringir la aparición de grietas superficiales en acero adicionado con Ni que tiene una alta dureza producido usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55 La Figura 1 es un diagrama que muestra la relación entre un índice de agrietamiento superficial de una losa de colada y el diámetro circular equivalente de granos de ferrita en la región del interior de 2 mm de la superficie de la losa de colada.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

60 Los actuales inventores han examinado con interés una estructura de acero en la porción superficial de una losa de colada (losa de colada continua) y un método para la obtención de la estructura de acero con el fin de restringir la aparición de grietas superficiales en una superficie amplia de la losa de colada de acero adicionado con Ni producida usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco.

65 En particular, los actuales inventores han puesto atención en, y han examinado, el refinamiento de la estructura de acero en la porción superficial de la losa de colada. Como resultado, los actuales inventores han encontrado que

cuando la porción superficial de la losa de colada tiene una estructura compuesta por ferrita y perlita, en la que el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita es igual a, o menor que, 30 μm , es posible impedir las grietas superficiales de la losa de colada de acero adicionado con Ni.

5 En la estructura, los tamaños de grano de la ferrita y la perlita son sustancialmente iguales. Sin embargo, en cuanto a la proporción de ferrita respecto a perlita, la mayor parte de la estructura está hecha de ferrita. Por lo tanto, el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita se definió como el índice para el refinamiento. Adicionalmente, los actuales inventores también han aclarado las condiciones apropiadas para el refinamiento de la estructura de ferrita.

10 Las descripciones detalladas son como sigue.

15 Se sabe que las grietas superficiales aparecen en el acero adicionado con Ni, el cual se produce usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco, a lo largo de los límites del grano de austenita cuando se endereza una losa de colada que tiene una temperatura superficial de 700 a 850° C.

20 Por lo tanto, los actuales inventores han concebido la idea de que cuando se refina el tamaño del grano de austenita (en lo que sigue, se puede mencionar como tamaño de grano de γ), la profundidad del agrietamiento se reduce de modo que es posible restringir la aparición de agrietamiento hasta una medida en la que no se requiere desbaste incluso cuando aparece el agrietamiento.

25 En una zona de enderezamiento, puesto que la losa de colada tiene una temperatura alta, es imposible observar directamente el tamaño de grano de γ . La estructura de la losa de colada observada tras el enfriamiento de la losa de colada hasta la temperatura ambiente, es una estructura mezclada con ferrita y perlita. Puesto que el tamaño de grano de la ferrita observada resulta ser más pequeño, el tamaño de grano de la austenita resulta ser pequeño.

30 De acuerdo con los aceros 1 a 9 mostrados en la Tabla 1 (representada más adelante), la relación entre el tamaño de grano de la ferrita y un índice de agrietamiento superficial de la losa de colada ha sido investigada. Los resultados se han mostrado en la Figura 1. El tamaño de grano de la ferrita varía conforme a un cambio en las condiciones operativas mostradas en la tabla 2 (representada más adelante). Un método para calcular el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita va a ser descrito más adelante.

35 El índice de agrietamiento superficial de la losa de colada ha sido evaluado conforme a las 3 etapas siguientes. En la losa de colada de la etapa "1", la profundidad del agrietamiento es menor que 0,2 mm. Por lo tanto, no se necesita ningún desbaste. En la losa de colada de la etapa "2", la profundidad del agrietamiento es igual a, o mayor que, que 0,2 mm y más corta que 1 mm. Por lo tanto, se necesita desbaste. En la losa de colada de la etapa "3", la profundidad del agrietamiento es igual a, o mayor que, 1 mm. Por lo tanto, la losa de colada debe ser descartada. Según se ha mostrado en la Figura 1, se ha confirmado que la aparición de agrietamiento está restringida cuando el tamaño de grano de la ferrita es igual a, o menor que, 30 μm .

40 La relación entre el tamaño del grano de austenita y el tamaño del grano de ferrita, que se transforma a partir de la austenita enfriada hasta alcanzar la temperatura ambiente, ha sido investigada usando un analizador Formastor. Las muestras se mantuvieron bajo diversas temperaturas donde la austenita puede existir en una sola fase para variar el tamaño de grano de la austenita inicial. Adicionalmente, la relación entre el tamaño de grano de la austenita inicial, que ha sido enfriada rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente mediante pulverización de un gas He a la muestra, y el tamaño de grano de la ferrita, que ha sido enfriada levemente mediante enfriamiento en aire, ha sido investigada.

45 Se midió el tamaño de grano de la austenita inicial y el tamaño de grano de la ferrita que ha sido transformada. Sin embargo, debido al enfriamiento rápido, la austenita se transforma en ferrita mientras que tiene sustancialmente el tamaño de grano de la austenita. Por consiguiente, en el sentido del tamaño de grano de cuando la ferrita era la austenita, el tamaño de grano de la ferrita se menciona como tamaño de grano de la austenita inicial.

50 Como resultado, se ha confirmado que cuando el tamaño de grano de la ferrita es de 30 μm , el tamaño de grano de la austenita inicial es de aproximadamente 200 μm . Según la presente invención, puesto que los granos de austenita inicial son refinados hasta aproximadamente 200 μm , se considera que es posible impedir el agrietamiento superficial.

55 Se ha confirmado que cuando un grano de ferrita tiene un tamaño igual a, o menor que, 30 μm por dentro de al menos una profundidad de 2 mm desde la superficie amplia de una losa de colada, es posible impedir un gran agrietamiento que necesite desbaste. Cuando una región en la que el tamaño de grano de ferrita es igual a, o menor que, 30 μm está a una profundidad menor de 2 mm desde la superficie de la losa de colada, es imposible mantener la profundidad de agrietamiento en menos de 0,2 mm. Por lo tanto, el rango en el que el tamaño de grano de ferrita es igual a, o menor que, 30 μm , se establece dentro de al menos una profundidad de 2 mm desde la superficie de la losa de colada.

- 5 El diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en la porción superficial de la losa de colada puede ser calculado como sigue. La losa de colada se corta en dirección perpendicular a la dirección de colada, y se recorta una muestra que tiene una profundidad de aproximadamente 20 mm desde la superficie amplia de la losa de colada y una anchura de aproximadamente 20 mm en la dirección en anchura de la losa de colada. La superficie perpendicular a la dirección de colada se usa como superficie de observación y se somete a un pulido de espejo y a continuación a grabado químico mediante nital, poniendo con ello de relieve una estructura de acero.
- 10 En ese momento, la estructura de acero está compuesta por una estructura mezclada con ferrita y perlita y los tamaños de grano de la ferrita y de la perlita son sustancialmente iguales que los mencionados con anterioridad.
- 15 Después de esto, se seleccionan aleatoriamente 20 granos de ferrita, y se miden los tamaños de los mismos para calcular un valor medio. El diámetro circular que tiene la misma área que el valor medio se define como el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita.
- Los actuales inventores han confirmado que se seleccionan aleatoriamente alrededor de 20 granos de ferrita, de modo que el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita calculado según se ha mencionado con anterioridad resulta ser un valor representativo.
- 20 A continuación se va a describir el motivo por el que la composición química del acero de la presente invención está limitada. En lo que sigue, % representa % en masa.
- C: hasta 0,3%
- 25 C es indispensable como elemento básico que mejora la resistencia del material de base de acero. Con el fin de mejorar la resistencia, es necesario que contenga C en una cantidad igual o mayor que el 0,01%. Sin embargo, cuando C está contenido extremadamente en una cantidad mayor que el 0,3%, la dureza y la soldabilidad del material de acero se pueden deteriorar. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de C que puede estar contenido se establece en 0,3%. Por consiguiente, la cantidad de C es de 0,01 a 0,3% y con preferencia de 0,05 a 0,2%.
- 30 Si: 0,05 a 0,5%
- El Si es un elemento que mejora la resistencia de un material de acero. Con el fin de mejorar la resistencia, es necesario que contenga Si en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,05%. Sin embargo, cuando el Si está contenido en una cantidad mayor que el 0,5%, la dureza de una zona soldada afectada por calor (HAZ) puede deteriorarse. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad Si que debe estar contenido se establece en un 0,5%. Por consiguiente, la cantidad de Si es de 0,05 a 0,5% y con preferencia de 0,10 a 0,40%.
- 40 Mn: 0,4 a 2%
- El Mn es un elemento esencial para asegurar la resistencia y la dureza del material de base. Con el fin de asegurar tales efectos, es necesario que contenga el Mn en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,4%. Sin embargo, cuando se contiene el Mn en una cantidad mayor de un 2%, la dureza se deteriora considerablemente. Por lo tanto, la cantidad de Mn que debe estar contenida es igual a, o menor que, un 2% y con preferencia desde un 0,8 hasta un 1,5%.
- 45 P: 0,03% o menos
- P es un elemento que afecta a la dureza del acero. Cuando P está contenido en una cantidad mayor que un 0,03%, la dureza de un material de acero se deteriora considerablemente. Por lo tanto, la cantidad de P que debe estar contenida se establece como igual a, o menor que, un 0,03% y el límite inferior de la cantidad que debe estar contenida es 0%.
- 50 S: 0,03% o menos
- El S es un elemento que afecta a la dureza del acero. Cuando el S está contenido en una cantidad mayor que un 0,03%, la dureza de un material de acero se deteriora considerablemente. Por lo tanto, la cantidad de S que debe estar contenida se establece como igual a, o menor que, un 0,03%, y el límite inferior de la cantidad que debe estar contenida es 0%.
- 60 Al: 0,005 a 0,03%
- El Al es un elemento esencial para la desoxidación del acero. Con el fin de reducir suficientemente la concentración de oxígeno en el acero, es necesario que contenga el Al en una cantidad de al menos un 0,005%. Sin embargo, cuando el Al está contenido extremadamente en una cantidad mayor que un 0,03%, no solo el efecto de
- 65

desoxidación resulta ser insuficiente, sino que también se forma una gran cantidad de óxidos gruesos que provocan el deterioro de la resistencia y la dureza del material de acero. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Al que debe estar contenido, se establece en un 0,03%. Por consiguiente, la cantidad de Al es de 0,005 a 0,03%.

5 Ni: 0,2 a 2%

10 El Ni es un elemento añadido a un material de acero con el fin de mejorar la resistencia y la dureza del material de acero. Con el fin de mejorar la resistencia y la dureza, es necesario que contenga Ni en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,2%. Cuando el Ni está contenido extremadamente en una cantidad mayor que un 2%, el punto de partida de un agrietamiento del contorno de un grano aparece debido al exceso de oxidación del contorno del grano de austenita. Por esa razón, incluso cuando el tamaño de grano de γ se refina, es difícil reducir la profundidad del agrietamiento. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad Ni que puede estar contenido se establece en un 2%. En consecuencia, la cantidad de Ni es de 0,2 a 2%, y con preferencia, de 0,4 a 1,8%.

15 O: 0,006% o menos

20 La mayor parte del O contenido en el acero existe en forma de óxidos. Cuando la concentración de oxígeno se hace más alta, el número de óxidos se incrementa y el tamaño de los óxidos se hace grueso. Cuando existe una gran cantidad de óxidos gruesos en el acero, la resistencia y la dureza del acero se deterioran. Cuando la cantidad de O excede el 0,006%, el número de óxidos gruesos se incrementa. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad O que puede estar contenida se establece como un 0,006% y el límite inferior de la cantidad que puede estar contenida es de 0%.

25 N: 0,006% o menos

25 Cuando el N está contenido en el acero en una cantidad mayor que un 0,006%, la dureza del acero se deteriora. Por lo tanto, la cantidad de N se establece como igual a, o menor que, un 0,006%. Sin embargo, puesto que es inevitable que el N esté mezclado en el acero, el límite inferior de la cantidad que puede estar contenida no es 0%.

30 La composición básica del acero de la presente invención contiene los elementos mencionados con anterioridad y el resto está compuesto de Fe e impurezas inevitables.

35 Adicionalmente, con el fin de mejorar la resistencia y la dureza de un material de acero, es preferible que éste contenga uno o más de los siguientes elementos.

Cu: 0,2 a 2%

40 Cuando el acero contiene Cu en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,2%, la resistencia del material de acero se incrementa considerablemente. Sin embargo, cuando la cantidad de Cu excede un 2%, se puede presentar fácilmente un agrietamiento superficial debido al Cu. Por lo tanto, la cantidad de Cu se establece en un 0,2 a un 2%.

Cr: 0,2 a 2%

45 El Cr se añade al acero con el fin de mejorar la resistencia y la resistencia a la corrosión. Cuando el Cr está contenido en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,2%, es posible que presente esas propiedades. Sin embargo, cuando el Cr está contenido en una cantidad mayor que un 2%, la dureza del material de acero se deteriora fácilmente. Por lo tanto, la cantidad de Cr se establece como igual a, o menor que, un 2%. Por consiguiente, la cantidad de Cr se establece en un 0,2 a un 2%.

50 Adicionalmente, con el fin de mejorar la resistencia y la dureza de un material de acero, es preferible que éste contenga uno o más de los siguientes elementos.

Ti: 0,005 a 0,02%

55 El Ti se enlaza con el N y el C para producir respectivamente TiN y TiC finos, contribuyendo con ello a la mejora de la dureza del material de acero. Este efecto se presenta cuando el Ti está contenido en el material de acero en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,005%. Por otra parte, cuando la cantidad de Ti excede el 0,02%, se forman TiN y TiC gruesos de modo que la dureza del material de acero se deteriora fácilmente. Por consiguiente, la cantidad de Ti se establece en un 0,005 a un 0,02%.

60 Nb: 0,005 a 0,04%

65 Debido al Nb, se forman nitruros y carburos, contribuyendo con ello a la mejora de la resistencia del material de acero. Este efecto se presenta cuando el Nb está contenido en el material de acero en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,005%. Por otra parte, cuando la cantidad de Nb exceder el 0,04%, se forman nitruros y carburos gruesos

de modo que la resistencia del material de acero se deteriora fácilmente. Por consiguiente, la cantidad de Nb se establece como un 0,005 a un 0,4%.

V: 0,005 a 0,04%

5 Debido al V, se forman nitruros y carburos, contribuyendo con ello a la mejora de la resistencia del material de acero. Este efecto se presenta cuando el V está contenido en el material de acero en una cantidad igual a, o mayor que, un 0,005%. Por otra parte, cuando la cantidad de V excede el 0,04%, se forman nitruros y carburos gruesos de modo que la resistencia del material de acero se deteriora fácilmente. Por consiguiente, la cantidad de V se establece en un 0,005 a un 0,04%.

10 La composición mencionada con anterioridad se prepara en un estado de acero fundido con anterioridad al inicio de colada mediante control según el método común. Por ejemplo, cada elemento de la aleación puede estar contenido en el acero por adición de los elementos al acero fundido durante un proceso convertidor y/o un proceso de refinado secundario. En ese momento, se puede usar metal puro y/o aleación.

15 Un método de colada continua para refinar el tamaño del grano de ferrita en una porción superficial de una losa de colada, va a ser descrito a continuación. Con el fin de reducir el tamaño del grano de ferrita en una porción superficial de una losa de colada, es necesario reducir el tamaño de grano de la austenita a una temperatura alta de 20 850° C o mayor, donde se endereza una losa de colada durante una colada continua.

25 Los granos de austenita en una zona de enderezamiento no pueden ser refinados simplemente enfriando fuertemente una losa de colada extraída de un molde. El tamaño de los granos de austenita es de al menos alrededor de 2 a 3 mm según la dirección en anchura de la losa de colada. Con el fin de refinar los granos de austenita hasta un tamaño igual a, o más pequeño que, 200 µm para impedir el agrietamiento superficial, se aplica una transformación inversa en el interior de una máquina de colada continua.

30 Es decir, la losa de colada extraída de un molde se enfría fuertemente una sola vez para formar ferrita. Después de esto, la losa de colada se recalienta y la perrita se convierte en austenita una vez más. Debido a esta transformación inversa, es posible refinar los granos de austenita. Los actuales inventores han encontrado que el historial de calentamiento en la superficie de una losa de colada es importante para refinar la estructura en la región del interior de al menos 2 mm de la superficie de la losa de colada aplicando la transformación inversa.

35 Con el uso de los aceros 1 a 9 que tienen los componentes químicos según se ha mostrado en la Tabla 1, se investigó la estructura y el agrietamiento de losas de colada que tienen varios historiales de calentamiento. Entre una salida de un molde y una zona de enderezamiento, las superficies de las losas de colada fueron enfriadas hasta 550° C o menos, y a continuación fueron recalentadas hasta 850° C o más para enderezar las losas de colada. Como resultado, se ha confirmado que una estructura de acero en la región del interior de al menos 2 mm desde la superficie de la losa de colada está compuesta por ferrita y perlita, y que es posible refinar el tamaño de grano de la ferrita para que sea igual a, o menor que, 30 µm. Adicionalmente, los actuales inventores han confirmado que no existe ningún agrietamiento de una profundidad igual o mayor que 0,2 mm sobre la superficie de la losa de colada.

40 El límite inferior de la temperatura superficial de la losa de colada entre la salida de un molde y una zona de enderezamiento, no ha sido particularmente descrito. Sin embargo, cuando la temperatura superficial de la losa de colada es igual a, o menor que, 480° C, es difícil de recalentar la superficie de la losa de colada hasta una temperatura igual, o mayor que, 850° C en la zona de enderezamiento. Adicionalmente, el agrietamiento superficial puede ocurrir en la losa de colada debido a un fuerte enfriamiento. Por consiguiente, la temperatura superficial de la losa de colada entre la salida del molde y la zona de enderezamiento es con preferencia mayor de 480° C.

45 Con el fin de recalentar fácilmente la superficie de la losa de colada hasta una temperatura igual a, o mayor que, 850° C en la zona de enderezamiento, la temperatura superficial de la losa de colada entre la salida del molde y la zona de enderezamiento es de forma más preferible igual a, o mayor que 490° C y más preferiblemente igual a, o mayor que, 500° C.

50 El tiempo para el enfriamiento de la superficie de una losa de colada hasta una temperatura igual a, o menor que, 550° C no está particularmente limitado. Es preferible establecer el tiempo dentro de un rango adecuado capaz de recalentar una losa de acero hasta una temperatura igual a, o mayor que, 850° C en la zona de enderezamiento después de que la temperatura de la superficie de la losa de acero alcance una temperatura igual a, o menor que, 550° C.

55 La temperatura superficial de la losa de colada puede ser medida según un método que incluye insertar un termopar entre rodillos para que esté en contacto con la superficie de la losa de colada, y un método que utiliza un termómetro de radiación. Adicionalmente, una ecuación de transferencia de calor y una ecuación de solidificación pueden ser resueltas y calculadas proporcionando condiciones de liberación de calor tales como agua y rodillos de enfriamiento.

60

65

(Ejemplo 1)

Se usaron aceros fundidos que incluyen componentes químicos (componentes químicos descritos en la presente invención) de los aceros 1 a 9 mostrados en la Tabla 1. Estos aceros fundidos fueron sometidos a colada continua respectivamente usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco bajo las condiciones núm. 1 a 8 mostradas en la Tabla 2, obteniendo con ello losas de colada. En ese momento, variando la condición de enfriamiento de una instalación de enfriamiento secundaria y la tasa de colada, el historial de calentamiento en la superficie de la losa de colada fue variado según se ha mostrado en la Tabla 2. Los componentes químicos de las losas de colada obtenidas a partir de los aceros fundidos que tienen los componentes químicos de los aceros 1 a 9, no se cambiaron como se ha mostrado en la Tabla 1.

Adicionalmente, la resistencia a la tracción TS y la temperatura de transición de fractura vT_{TS} de una placa de acero obtenida por aplanamiento de la losa de colada, han sido mostrados en la Tabla 1. Se ha mostrado que todos los aceros tenían una alta resistencia debido a los contenidos de Ni de los aceros.

Conforme al método para producir una losa de colada continua de la presente invención, las condiciones de enfriamiento mostradas en la Tabla 2 para enfriar la porción superficial de la losa de colada afectan al agrietamiento superficial de la losa de colada, pero raramente afectan al enfriamiento del interior de la losa de colada. Por consiguiente, TS y vT_{TS} , que indican las calidades de la placa de acero, no cambian en función de las condiciones de enfriamiento mostradas en la Tabla 2.

La losa de colada así obtenida fue enfriada hasta alcanzar la temperatura ambiente. La losa de colada fue cortada en dirección perpendicular a la dirección de colada y se observó la superficie en sección transversal de la superficie vecina de la amplia superficie de la losa de colada. Se seleccionaron aleatoriamente 20 granos de ferrita en una región del interior de 2 mm desde la superficie de la losa de colada y se calculó el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita de la manera que se ha mencionado con anterioridad. Al igual que para el agrietamiento superficial de la losa de colada, la escala en la superficie de la losa de colada fue eliminada usando un escariador de control y a continuación se observó la superficie de la losa de colada, investigando con ello la profundidad del agrietamiento.

El historial de calentamiento de la superficie de la losa de cola, el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en una región del interior de 2 mm desde la superficie de la losa de colada, y el índice de agrietamiento superficial que aparece en la losa de colada anteriormente mencionada, han sido mostrados en la Tabla 2.

Los números 1 a 4 representan los casos en que la losa de colada fue producida conforme a las condiciones operativas descritas en la presente invención. En esos casos, la temperatura superficial más baja de la losa de colada entre la salida del molde y la zona de enderezamiento se estableció como igual a, o menor que, 550° C, y la temperatura superficial de la losa de colada en el punto de enderezamiento se estableció como igual a, o mayor que, 850° C. Como resultado, el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en una región en el interior de 2 mm desde la superficie de la losa de colada resultó ser igual a 30 μm , y el índice de agrietamiento superficial de la losa de colada resultó ser igual a "1", sin que causara problemas.

Los números 5 a 8 representan los casos en que la losa de colada fue producida conforme a condiciones operativas no descritas en la presente invención. En los números 5 y 6, la temperatura superficial más baja de la losa de colada entre la salida del molde y la zona de enderezamiento fue mayor de 550° C. Por lo tanto, el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en una región del interior de 2 mm de la superficie de la losa de colada resultó ser mayor de 30 μm . Por consiguiente, apareció un agrietamiento problemático.

En los números 7 y 8, la temperatura superficial más baja de la losa de colada entre la salida del molde y la zona de enderezamiento fue igual a, o menor que, 550° C. Sin embargo, en esos casos, la temperatura superficial de la losa de colada en el punto de enderezamiento fue inferior a 850° C. Por lo tanto, el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en una región del interior de 2 mm de la superficie de la losa de colada resultó ser mayor de 30 μm . Por consiguiente apareció agrietamiento problemático.

Tabla 1

Acero Nº	Composición química (% en masa)													TS MPa	T _{rs} °C		
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ni O N			Cu	Cr Ti	Nb	V				
1	0.08	0.20	1.2	0.020	0.020	0.025	0.40	0.0040	0.0040							550	-50
2	0.15	0.45	0.4	0.010	0.010	0.005	0.70	0.0060	0.0055							600	-55
3	0.10	0.21	1.0	0.008	0.005	0.030	0.70	0.0030	0.0025	1.50						600	-75
4	0.25	0.10	2.0	0.027	0.003	0.025	0.80	0.0030	0.0035		1.00					560	-80
5	0.10	0.21	1.0	0.008	0.026	0.030	0.70	0.0030	0.0025	0.30	0.25					600	-75
6	0.08	0.36	1.2	0.015	0.003	0.026	0.22	0.0035	0.0040			0.015				560	-80
7	0.12	0.05	1.2	0.015	0.003	0.005	0.50	0.0050	0.0035	0.0035						560	-80
8	0.08	0.20	1.2	0.015	0.003	0.025	0.80	0.0030	0.0050					0.010		560	-80
9	0.10	0.34	1.2	5	0.003	0.006	1.80	0.0045	0.0015					0.010	0.005	560	-80
10	0.08	0.20	1.2	0.020	0.020	0.020	2.50	0.0040	0.0040							550	-80

Tabla 2

Nº	Temperatura Superficial Más Baja de Losa de Colada entre Salida de Molde y Zona de Enderezamiento (°C)	Temperatura Superficial de Losa de Colada en Punto de Enderezamiento (°C)	Diámetro Circular Equivalente de Granos de Ferrita en la Región dentro de 2 mm de la Superficie de la Losa de Colada (µm)	Índice de Agrietamiento Superficial
1	540	900	25	1
2	510	870	18	1
3	490	860	15	1
4	490	900	30	1
5	600	900	35	2
6	700	860	50	2
7	540	800	70	3
8	490	750	60	3

(Ejemplo 2)

5 De la misma manera que en lo que antecede, se usó acero fundido que incluía componentes de acero 10 mostrados en la Tabla 1. El acero fundido fue sometido a colada en continuo usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco bajo las condiciones números 1 a 4 mostradas en la Tabla 2, obteniendo con ello una losa de colada. Los componentes químicos de la losa de colada obtenida a partir del acero fundido que tiene los componentes químicos del acero 10, no fueron cambiados según se ha mostrado en la Tabla 1. La profundidad del agrietamiento en la losa de colada de acero 10 fue también investigada de la misma manera que en lo que antecede.

15 En acero 10, dado que la concentración de Ni excede el 2%, no satisface el rango de concentración de Ni descrito en la presente invención. Bajo las condiciones operativas descritas en la presente invención, tal como los números 1 a 4 mostrado en la Tabla 2, el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en una región del interior de 2 mm desde la superficie de la losa de colada resultó ser igual a, o menor que, 30 µm. Sin embargo, el acero 10 que tenía una concentración de Ni mayor de un 2%, tuvo un índice de agrietamiento superficial de "2". Por lo tanto, fue imposible restringir el agrietamiento.

20 Es posible restringir la aparición de un agrietamiento superficial en acero adicionado con Ni que tenga una alta dureza producida con el uso de una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco.

REIVINDICACIONES

1.- Una losa de colada continua que comprende los siguientes componentes:

- 5 en % en masa.
C: 0,01 – 0,3%,
Si: 0,05 – 0,5%,
Mn: 0,4 – 2%
P: 0,03% o menos,
10 S: 0,03% o menos,
Al: 0,005 – 0,03%
Ni: 0,2 – 2%
O: 0,006% o menos
15 N: 0,006% o menos; y opcionalmente, uno o más de:
Cu: 0,2 – 2%
Cr: 0,2 – 2%,
Ti: 0,005 – 0,02%,
Nb: 0,005 – 0,04%, y
20 V: 0,005 – 0,04%,

en donde el resto está compuesto por Fe e impurezas inevitables,

en donde la estructura del acero en una región del interior de al menos 2 mm desde una superficie amplia de la losa de colada continua consiste en ferrita y perlita, y el diámetro circular equivalente de los granos de ferrita en esa región es igual a, o menor que, 30 µm.

25 2.- Un método para producir una losa de colada continua, comprendiendo el método:

30 colar en continuo un acero fundido consistente en los componentes químicos según la reivindicación 1, usando una máquina de colada continua del tipo de curvado vertical o de tipo arco, enfriar la superficie hasta 550° C o menos entre la salida del molde y la zona de enderezamiento, y recalentar a continuación hasta 850° C o más para el enderezamiento.

FIG. 1

