

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 707**

51 Int. Cl.:

**B22D 11/115** (2006.01)

**B22D 11/04** (2006.01)

**B22D 11/11** (2006.01)

**B22D 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2008 PCT/JP2008/057511**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2008 WO09001609**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2008 E 08740581 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2158985**

54 Título: **Método de colada continua de acero**

30 Prioridad:

**28.06.2007 JP 2007170578**

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

**26.12.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KAWAMOTO, MASAYUKI;  
OKADA, NOBUHIRO;  
HANA, MASAHITO;  
TAKATANI, KOUJI y  
OTA, KOZO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 694 707 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 de colada continua de acero

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método de colada continua de acero que emplea una bobina electromagnética capaz de activar selectivamente el frenado electromagnético o la agitación electromagnética, mientras se controla el flujo de acero fundido en el molde.

10

**Técnica anterior**

En la típica colada continua de acero, el acero fundido se inyecta en un molde mediante el uso de una boquilla de inmersión con dos puertos de salida. La figura 2 es una vista esquemática en sección de un estado fluido de acero fundido dentro de un molde en esta colada continua típica. El acero fundido 2, que se descarga desde un puerto de salida 1a de una boquilla de inmersión 1, choca contra una carcasa en solidificación 2c en un lado estrecho 3a de un molde 3. Después del contacto con la carcasa en solidificación 2c en el lado estrecho 3a, el acero fundido se separa en un flujo ascendente 2a y un flujo descendente 2b. El flujo ascendente 2a forma un flujo horizontal debajo del menisco y se mueve en la dirección de la boquilla de inmersión 1. El número de referencia 4 en la figura 2 muestra un polvo de molde.

15

20

25

El control del flujo de acero fundido en el molde es de la mayor importancia en la operación y el control de calidad de bloques fundidos. Existen varios métodos para lograr el control de flujo del acero fundido, tal como mejorar la forma de la boquilla de inmersión o aplicar una fuerza electromagnética al acero fundido en el molde. En los últimos años, se han utilizado ampliamente métodos de aplicación de una fuerza electromagnética al acero fundido. Existen dos métodos para aplicar una fuerza electromagnética al acero fundido: usar un freno electromagnético para aplicar una fuerza de frenado al flujo de acero fundido descargado de la boquilla de inmersión y usar agitación electromagnética para agitar el acero fundido por medio de una fuerza electromagnética.

30

35

El frenado electromagnético y la agitación electromagnética cada uno tiene sus ventajas y desventajas, pero en términos generales, el frenado electromagnético se utiliza en colada de alta velocidad, y la agitación electromagnética se utiliza en colada a baja velocidad. Los frenos electromagnéticos y los agitadores electromagnéticos están equipados con un núcleo electromagnético que tiene un núcleo de hierro bobinado con una bobina. El núcleo de hierro se dispone típicamente en el lado posterior de una placa de cobre de un molde. Los dispositivos que tienen estas bobinas electromagnéticas típicamente tienen una sola función, ya sea frenado electromagnético o agitación electromagnética.

40

Por consiguiente, desde hace algún tiempo, se han desarrollado dispositivos de bobina electromagnética con la capacidad de funcionar como un freno electromagnético y como un agitador electromagnético (citado más adelante como una bobina de doble propósito), como lo describe el solicitante en las Referencias de Patente 1 y 2.

Referencia de Patente 1: Publicación de la solicitud de patente japonesa Kokai n.º 2005-349454  
Referencia de Patente 2: Publicación de la solicitud de patente japonesa Kokai n.º 2007-007719

45

La bobina de doble propósito de las Referencias de Patente 1 y 2 provoca selectivamente el frenado electromagnético o la agitación electromagnética para actuar en el acero fundido en un molde, mediante el suministro de corriente continua o alterna a una bobina electromagnética dispuesta en la periferia exterior del molde.

50

La bobina de doble propósito divulgada en las Referencias de Patente 1 y 2 permite el uso tanto del frenado electromagnético como de la agitación electromagnética, que hasta ahora era imposible.

**Divulgación de la invención**

**Problema a resolver por la invención**

55

El problema a resolver por la presente invención es que en el caso de una bobina de doble propósito capaz de funcionar tanto como un freno electromagnético y como un agitador electromagnético, no estaba claro cómo aplicar corriente eléctrica durante la colada continua de acero, según lo divulgado por el solicitante.

60

**Medios para resolver estos problemas**

El método de colada continua de acero según una realización de la presente invención es un método que especifica un modo para la aplicación de corriente a una bobina de doble propósito. El método puede incluir los actos de:

65

disponer al menos dos bobinas electromagnéticas de doble propósito en el mismo número en la periferia exterior de un lado ancho de un molde, para un total de  $(2n + 2)$  en la periferia exterior del lado ancho del molde, en el

que n es un número natural, en el que cada una de las bobinas electromagnéticas de doble propósito comprende dos núcleos magnéticos de hierro polares, y una primera bobina de excitación bobinada alrededor de la periferia exterior del núcleo magnético de hierro polar, y en el que una segunda bobina de excitación está bobinada alrededor de la periferia externa de los dos núcleos magnéticos de hierro polares, de modo que los dos núcleos magnéticos de hierro polares se bobinan juntos;

aplicar, en el caso de agitación electromagnética, una corriente alterna multifásica a las bobinas de excitación de todas las bobinas electromagnéticas, en el que la corriente alterna multifásica tiene al menos 3 fases, teniendo cada fase una diferencia de fase de entre 90° y 120°;

aplicar, en el caso de frenado electromagnético, una corriente continua a la segunda bobina de excitación o a las primeras bobinas de excitación bobinadas alrededor de los dos núcleos de hierro magnéticos polares y la segunda bobina de excitación, y

activar selectivamente el frenado electromagnético o la agitación electromagnética de acuerdo con la composición del acero fundido y la cantidad de acero fundido suministrado.

En un aspecto, cuando la concentración de carbono constituyente del acero fundido suministrado al molde es de al menos de un 0,07 % y un 0,16 % o menos en términos de porcentaje en masa:

1) se aplica una corriente alterna multifásica de 3 o más fases a la primera bobina de excitación y a la segunda bobina de excitación, lo que provoca que la agitación electromagnética actúe sobre el acero fundido dispuesto en el molde, cuando el acero fundido se suministra a menos de 3 ton/min, y

2) se aplica una corriente continua a la primera bobina de excitación y a la segunda bobina de excitación para hacer que el frenado electromagnético actúe sobre el acero fundido dispuesto en el molde, cuando el acero fundido se suministra a 3 ton/min o más.

En otro aspecto, cuando la concentración de carbono constituyente del acero fundido suministrado al molde es mayor de un 0,0050 % y menos de un 0,07 % en términos de porcentaje en masa:

1) se aplica una corriente alterna multifásica de 3 o más fases a la primera bobina de excitación y a la segunda bobina de excitación para que la agitación electromagnética actúe sobre el acero fundido dispuesto en el molde, cuando el acero fundido se suministra a menos de 4 ton/min, y

2) se aplica una corriente continua a la primera bobina de excitación y a la segunda bobina de excitación para hacer que el frenado electromagnético actúe sobre el acero fundido dispuesto en el molde, cuando el acero fundido se suministra a 4 ton/min o más.

En aún otro aspecto, cuando la concentración de carbono constituyente del acero fundido suministrado al molde es de un 0,0050 % o menos en términos de porcentaje en masa:

1) se aplica una corriente alterna multifásica de 3 o más fases a la primera bobina de excitación y a la segunda bobina de excitación para que la agitación electromagnética actúe sobre el acero fundido dispuesto en el molde, cuando el acero fundido se suministra a menos de 5 ton/min, y

2) se aplica una corriente continua a la primera bobina de excitación y a la segunda bobina de excitación para hacer que el frenado electromagnético actúe sobre el acero fundido dispuesto en el molde, cuando el acero fundido se suministra a 5 ton/min o más.

### Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con el método de colada continua de acero según una realización de la presente invención, es posible producir de forma estable bloques de colada con buena calidad superficial, incluso con diferentes tipos de condiciones de acero y de fundición. Además, en la realización de la presente invención, se puede controlar la aparición de rupturas y se puede lograr una operación de colada estable.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra la configuración de la bobina de doble propósito utilizada en el método de la presente invención. La figura 1 (a) es una vista en sección horizontal. La figura 1 (b) es una vista en sección vertical.

La figura 2 es una vista en sección vertical que muestra esquemáticamente el estado de flujo del acero fundido en el molde en un método de colada continua convencional.

### Breve descripción de los números de referencia

1: Boquilla de inmersión  
2: Acero fundido

- 3: Molde
- 3a: Lado estrecho
- 3b: Lado ancho
- 5: Bobina de doble propósito
- 5a: Núcleo magnético de hierro polar
- 5b: Primera bobina de excitación
- 5c: Segunda bobina de excitación
- 5d: Núcleo

10 **Realizaciones preferidas**

La presente invención especifica un modo para aplicar una corriente a una bobina de doble propósito según la composición del acero fundido y la cantidad de acero fundido suministrado al realizar la colada continua de acero usando una bobina de doble propósito que es capaz de servir ambas funciones de frenado electromagnético y agitación electromagnética.

**Realizaciones**

La figura 1 ilustra las realizaciones preferidas de la presente invención y un proceso desde su concepción inicial de la presente invención hasta su solución de los problemas de la técnica anterior.

Los inventores han estudiado cómo aplicar selectivamente de frenado electromagnético o agitación electromagnética a condiciones de colada cuando se realiza la colada continua de acero usando una bobina de doble propósito como se describe en la Referencia de Patente 2.

El frenado electromagnético puede tener el efecto de reducir grietas longitudinales causadas por la solidificación desigual de acero fundido, y la inhibición de la fusión adicional de la carcasa en solidificación para controlar de ese modo la ocurrencia de roturas. La razón de esto es que el frenado electromagnético reduce la velocidad del flujo del acero fundido que se descarga desde la boquilla de inmersión, de modo que la velocidad de flujo del acero fundido es menor cuando choca contra la carcasa en solidificación.

Por otro lado, la agitación electromagnética tiene el efecto de evitar defectos superficiales en bloques de colada mediante el aumento de la velocidad de flujo del acero fundido por debajo del menisco mediante la adición de un flujo de acero fundido que es paralelo a la carcasa en solidificación, lo que impide que burbujas de aire e inclusiones queden atrapadas en la carcasa en solidificación.

Los presentes inventores llevaron a cabo investigaciones en las que cuando la aplicación selectiva de frenado electromagnético o agitación electromagnética de acuerdo con las condiciones de colada variaron la concentración de carbono, un componente básico de acero, y la cantidad de acero fundido suministrado al molde que se determina por la velocidad de colada y el área seccional del molde.

La razón de que se especifica la cantidad de acero fundido suministrado, en lugar de establecer la velocidad de colada como un parámetro, es que la cantidad de acero fundido descargado desde la boquilla de inmersión es un parámetro principal de flujo de acero fundido en el molde, y, por lo tanto, la cantidad de acero fundido suministrado es un parámetro más apropiado que la velocidad de fundición para determinar el método de control del flujo de acero fundido.

La siguiente es una explicación de los resultados de las investigaciones realizadas por los inventores. El acero fundido se fundió teniendo las composiciones que se dan en la Tabla 1 a continuación, utilizando un molde continuo de curvado vertical capaz de producir bloques con una anchura de 1500 mm y un espesor de 270 mm.

TABLA 1

Tipo de acero	C	Mn	Si	P	S	Al	Ti	Nb
A1 (acero bajo en carbono)	0,0051	0,24	0,01	0,07	0,006	0,02	0,06	0,014
A2 (acero bajo en carbono)	0,05	0,03	0,01	0,01	0,008	0,03	Tr	Tr
A3 (acero bajo en carbono)	0,06	0,14	Tr	0,01	0,002	0,03	Tr	Tr
B1 (acero ultra bajo en carbono)	0,0050	0,05	0,03	0,01	0,003	0,02	Tr	Tr
B2 (acero ultra bajo en carbono)	0,0025	0,35	0,01	0,04	0,004	0,04	0,01	0,005
C1 (acero hipoperitético)	0,07	0,52	0,09	0,01	0,004	0,01	Tr	Tr
C2 (acero hipoperitético)	0,1	1,1	0,05	0,02	0,004	0,01	Tr	Tr
C3 (acero hipoperitético)	0,16	0,45	0,2	0,02	0,012	0,05	0,01	0,017
(Unidad de masa %)								
Nota: El acero con bajo contenido de carbono, el acero con muy bajo contenido de carbono y el acero hipoperitético tienen hierro residual e impurezas inevitables.								

La figura 1 muestra una bobina de doble propósito utilizada en la fundición, y sus dimensiones típicas. En la figura 1, el número de referencia 5 representa dos bobinas de doble propósito dispuestas continuamente en los respectivos lados anchos 3b de un molde 3. Como se ilustra en la figura 1, dos núcleos magnéticos de hierro polares 5a están provistos de una primera bobina de excitación 5b y estos dos dientes están unidos además por una segunda bobina de excitación 5c. Debe observarse que el número de referencia 5d es un núcleo, cuyo extremo superior está a la misma altura que el menisco, y el número de referencia 6 es una placa de respaldo instalada en el lado exterior del molde 3.

Las especificaciones para la bobina de doble propósito, que funciona como un freno electromagnético y como un agitador electromagnético, se dan a continuación. Las condiciones de la colada se dan en la Tabla 2, y los resultados de la colada se dan en la Tabla 3.

(Especificaciones de la bobina de doble propósito)

Fuerza electromagnética en el centro del molde en la dirección del espesor: 3000 Gauss  
 Frecuencia: 4,0 Hz  
 Corriente aplicada a cada bobina de excitación: giros de 45.000 amperios  
 Fase de corriente alterna: 120°, corriente alterna trifásica

TABLA 2

	n.º	Tipo de acero	Velocidad de fusión (m/min)	Agitación electromagnética	Frenado electromagnético	Cantidad de acero fundido suministrado (t/min)
Ejemplos de Trabajo	1	A2	1,3	Encendido		3,7
	2	A2	1,5		Encendido	4,3
	3	A2	1,7		Encendido	4,8
	4	A2	2,0		Encendido	5,7
	5	B2	1,3	Encendido		3,7
	6	B2	1,5	Encendido		4,3
	7	B2	1,7	Encendido		4,8
	8	B2	2,0		Encendido	5,7
	9	C2	1,3		Encendido	3,7
	10	C2	1,5		Encendido	4,3
	11	C2	1,7		Encendido	4,8
	12	C2	2,0		Encendido	5,7
	13	A1	1,38	Encendido		3,9
	14	A3	1,41		Encendido	4,0
	15	B1	1,73	Encendido		4,9
	16	B3	1,76		Encendido	5,0
	17	C1	1,02	Encendido		2,9
	18	C3	1,06		Encendido	3,0
Ejemplos Comparativos	21	A2	1,3			3,7
	22	A2	1,5			4,3
	23	A2	2,0			5,7
	24	B2	1,3			3,7
	25	B2	1,8			5,3
	26	C2	1,02			2,9
	27	C2	1,5			4,3
	28	C2	1,7			4,8

TABLA 3

	n.º	Tasa de ruptura	Tasa de defectos superficiales (%)
Ejemplos de Trabajo	1	0,1 veces/año	0,2
	2	0,1 veces/año	0,2
	3	0,1 veces/año	0,2
	4	0,1 veces/año	0,2
	5	0,1 veces/año	1,0
	6	0,1 veces/año	1,0
	7	0,1 veces/año	1,0
	8	0,1 veces/año	1,5
	9	0,2 veces/año	0,3
	10	0,2 veces/año	0,3
	11	0,2 veces/año	0,3

	n.º	Tasa de ruptura	Tasa de defectos superficiales (%)
	12	0,3 veces/año	0,3
	13	0,2 veces/año	0,3
	14	0,1 veces/año	0,3
	15	0,2 veces/año	1,0
	16	0,1 veces/año	1,2
	17	0,1 veces/año	0,5
	18	0,1 veces/año	0,5
	Ejemplos Comparativos	21	0,2 veces/año
	22	0,8 veces/año	0,2
	23	0,8 veces/año	0,2
	24	0,2 veces/año	8,0
	25	0,2 veces/año	8,5
	26	0,2 veces/año	1,3
	27	5 veces/año	1,0
	28	5,5 veces/año	1,0

5 En cuanto a la Tabla 2, el acero en el grupo de tipo A era un acero matado con aluminio con bajo contenido de carbono que tenía una concentración de carbono superior al 0,0050 % e inferior al 0,07 % en términos de porcentaje en masa. En el acero de tipo A, la solidificación desigual no se produjo fácilmente, y cuando se comprobaron los defectos superficiales de los bloques, la tasa de aparición no fue alta. Por lo tanto, incluso con una alta tasa de suministro de acero fundido de 5,7 ton/min, se podría realizar la colada, incluso sin activar el frenado electromagnético convencional o la agitación electromagnética (Ejemplo Comparativo 23).

10 Sin embargo, si el frenado electromagnético no se ha activado, cuando la cantidad de acero fundido suministrado era 4 ton/min o mayor, la tasa de rotura de salida aumentó (Ver los Ejemplos Comparativos 22 y 23). Por otro lado, si la cantidad de acero fundido suministrado fue inferior a 4 ton/min, se produjeron defectos superficiales con frecuencia en los bloques cuando no se activó la agitación electromagnética (Ver Ejemplo Comparativo 21).

15 Por el contrario, si la cantidad de acero fundido suministrado era 4 ton/min o superior, podría lograrse una colada estable mediante la activación de frenado electromagnético (Ver los Ejemplos de Trabajo 2-4 y 14). Además, si la cantidad de acero fundido suministrado era inferior a 4 ton/min, la aparición de defectos en la superficie de los bloques podría reducirse activando la agitación electromagnética (Ver los Ejemplos de Trabajo 1 y 13).

20 El acero en el grupo de tipo B era un acero de carbono ultra bajo que tenía una concentración de carbono de 0,0050 % o menos en términos de porcentaje en masa. Aunque, en términos generales, en el acero de tipo B no se produjo fácilmente una solidificación desigual, la tasa de aparición de defectos superficiales en los bloques fue extremadamente alta. Cuando no se activó la agitación electromagnética o el frenado electromagnético, se produjeron defectos superficiales en los bloques, incluso si la cantidad de acero fundido suministrado era inferior a 5 ton/min (Ver Ejemplo Comparativo 24), y si la cantidad de acero fundido suministrado era de 5 ton/min o mayor, se produjeron defectos superficiales con frecuencia en los bloques (Ver Ejemplo Comparativo 25).

30 El uso de acero en el grupo de tipo B, si la cantidad de acero fundido suministrado era de menos de 5 ton/min, era eficaz para activar agitación electromagnética, y de hecho el efecto fue particularmente significativo (Ver los Ejemplos de Trabajo 5-7 y 15). Además, si la cantidad de acero fundido suministrado fue de 5 ton/min o mayor, también fue efectivo para activar el frenado electromagnético (Ver los Ejemplos de Trabajo 8 y 16).

35 El acero en el grupo de tipo C era un acero hipoperitectónico que tenía una concentración de carbono del 0,07 % o más y del 0,16 % o menos en términos de porcentaje en masa. En el acero de tipo C, la solidificación desigual se produce fácilmente, y la aparición de defectos superficiales fue baja. Al utilizar acero en el grupo de tipo C, cuando no se activó el frenado electromagnético o la agitación electromagnética, si la cantidad de acero fundido suministrado fue de 4 ton/min o más, se produjeron grietas longitudinales y una fusión adicional, y la tasa de aparición era extremadamente alto (Ver los Ejemplos Comparativos 27 y 28).

40 El uso de acero en el grupo de tipo C, la tasa de ocurrencia de roturas podría reducirse mediante la activación de agitación electromagnética cuando la cantidad de acero fundido suministrado era menos de 3 ton/min (Ver Ejemplo de Trabajo 17), y mediante la activación del frenado electromagnético cuando la cantidad de acero fundido suministrado fue de 3 ton/min o mayor (Ver los Ejemplos de Trabajo 9-12 y 18).

45 Estos resultados muestran que el frenado electromagnético fue muy eficaz en los siguientes casos: cuando el acero fundido bajo en carbono se suministró a 4 ton/min o más; cuando se suministró acero fundido ultra bajo en carbono a 5 ton/min o más; y cuando se suministró acero fundido hipoperitectónico a 3 ton/min o más. En particular, el frenado electromagnético fue extremadamente efectivo en el caso del acero hipoperitectónico, en el que se produjo una solidificación desigual y una fusión adicional de la carcasa en solidificación.

Por otro lado, si la cantidad de acero fundido de los tipos anteriores fue suministrada fue menor que las cantidades dadas anteriormente, entonces la agitación electromagnética fue muy eficaz. En el caso del acero ultra bajo en carbono, en particular, hubo casos en que la tasa de defectos superficiales podría ser alta, pero se encontró que la activación de la agitación electromagnética era muy efectiva para eliminar dichos defectos.

- 5 La presente invención, por supuesto, no se limita a los ejemplos anteriores, y las realizaciones, por supuesto, pueden modificarse adecuadamente, siempre y cuando estén dentro del alcance de las ideas técnicas mencionadas en las reivindicaciones.
- 10 Por ejemplo, la corriente alterna no tiene que ser trifásica, pero puede tener un mayor número de fases, siempre que la diferencia de fase actual sea de entre aproximadamente  $90^\circ$  a aproximadamente  $120^\circ$ .

**Aplicabilidad industrial**

- 15 La presente invención descrita anteriormente se puede aplicar a colada continua utilizando un molde curvado, un molde vertical o cualquier forma de molde, siempre que implique colada continua. Además, la presente invención puede aplicarse no solo a la colada continua de bloques, sino también a la colada continua de velos.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de colada continua de un acero que especifica un modo para aplicar corriente a una bobina electromagnética de doble propósito (5), que comprende:

5  
 10  
 15  
 20  
 25  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50  
 55

disponer al menos dos bobinas electromagnéticas de doble propósito (5) en el mismo número en la periferia exterior de un lado ancho (3b) de un molde (3), para un total de  $(2n + 2)$  en la periferia exterior del lado ancho (3b) del molde (3), en el que n es un número natural, en el que cada una de las bobinas electromagnéticas de doble propósito (5) comprende dos núcleos magnéticos de hierro polares (5a), y una primera bobina de excitación (5b) bobinada alrededor de la periferia externa de cada núcleo magnético de hierro polar (5a), y en el que una segunda bobina de excitación (5c) está bobinada alrededor de la periferia externa de los dos núcleos magnéticos de hierro polares (5a), de modo que los dos núcleos magnéticos de hierro polares (5a) se bobinan juntos;

aplicar, en el caso de agitación electromagnética, una corriente alterna multifásica a las bobinas de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c) de todas las bobinas electromagnéticas (5), en el que la corriente alterna multifásica tiene al menos 3 fases, teniendo cada fase una diferencia de fase de entre  $90^\circ$  y  $120^\circ$ ;

aplicar, en el caso de frenado electromagnético, una corriente continua a la segunda bobina de excitación (5c) o a las primeras bobinas (5b) de excitación bobinadas alrededor de los dos núcleos de hierro magnéticos polares (5a) y la segunda bobina de excitación (5c), y

activar selectivamente el frenado electromagnético o la agitación electromagnética de acuerdo con la composición del acero fundido (2) y la cantidad de acero fundido (2) suministrado.

2. Un método de colada continua de un acero de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, cuando la concentración de carbono constituyente del acero fundido (2) suministrado al molde (3) es de al menos un 0,07 % y un 0,16 % o menos en términos de porcentaje en masa:

1) se aplica una corriente alterna multifásica de 3 o más fases a la primera bobina de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c), lo que provoca que la agitación electromagnética actúe sobre el acero fundido (2) dispuesto en el molde (3), cuando el acero fundido (2) se suministra a menos de 3 ton/min, y

2) se aplica una corriente continua a la primera bobina de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c) para hacer que el frenado electromagnético actúe sobre el acero fundido (2) dispuesto en el molde (3), cuando el acero fundido (2) se suministra a 3 ton/min o más.

3. Un método de colada continua de un acero de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, cuando la concentración de carbono constituyente del acero fundido (2) suministrado al molde (3) es mayor de un 0,0050 % y menor de un 0,07 % en términos de porcentaje en masa:

1) se aplica una corriente alterna multifásica de 3 o más fases a la primera bobina de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c), para provocar que la agitación electromagnética actúe sobre el acero fundido (2) dispuesto en el molde (3), cuando el acero fundido (2) se suministra a menos de 4 ton/min, y

2) se aplica una corriente continua a la primera bobina de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c) para hacer que el frenado electromagnético actúe sobre el acero fundido (2) dispuesto en el molde (3), cuando el acero fundido (2) se suministra a 4 ton/min o más.

4. Un método de colada continua de un acero de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, cuando la concentración de carbono constituyente del acero fundido (2) suministrado al molde (3) es de un 0,0050 % o menos en términos de porcentaje en masa:

1) se aplica una corriente alterna multifásica de 3 fases o más a la primera bobina de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c) para que la agitación electromagnética actúe sobre el acero fundido (2) dispuesto en el molde (3), cuando el acero fundido (2) se suministra a menos de 5 ton/min, y

2) se aplica una corriente continua a la primera bobina de excitación (5b) y a la segunda bobina de excitación (5c) para hacer que el frenado electromagnético actúe sobre el acero fundido (2) dispuesto en el molde (3), cuando el acero fundido (2) se suministra a 5 ton/min o más.

Figura 1

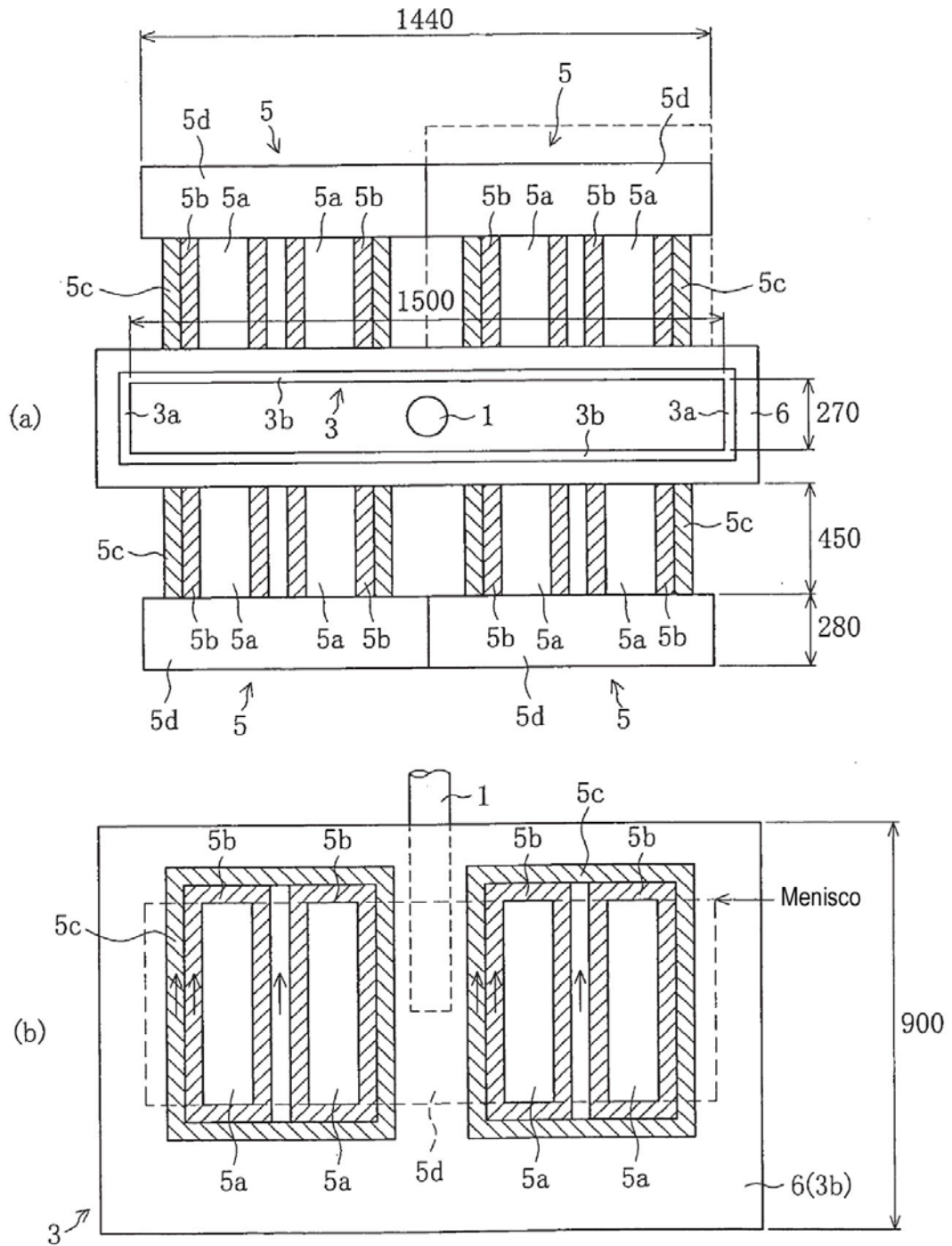


Figura 2

