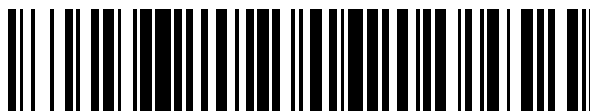


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 172**

51 Int. Cl.:

**B22D 11/10** (2006.01)

**B22D 41/50** (2006.01)

**B22D 11/103** (2006.01)

**B22D 41/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2010 PCT/JP2010/005916**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2011 WO11055484**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2010 E 10828046 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2497585**

54 Título: **Procedimiento de colada continua para metal fundido**

30 Prioridad:

**06.11.2009 JP 2009255222**

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

**08.03.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TSUKAGUCHI, YUICHI y  
USHIRO, MARIKO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 658 172 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

Procedimiento de colada continua para metal fundido

## 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una técnica para generar un flujo turbulento en un metal fundido que atraviesa una buza de entrada sumergida durante la colada continua de metal fundido, por ejemplo de acero fundido. La generación de un flujo turbulento en un metal fundido que atraviesa la buza de entrada sumergida resulta eficaz para la estabilización del comportamiento de un fluido de metal fundido en la buza de entrada sumergida y en el molde.

## ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

En la colada continua en la que se utiliza un molde ancho, como por ejemplo en la colada continua de desbastes planos, por lo general, el metal fundido se suministra a través de una única buza de entrada sumergida provista de unas aberturas de salida opuestas. En dicho caso, se produce una oscilación autoexcitada en el flujo dentro de un molde, lo que provoca una fluctuación en la velocidad de flujo o una fluctuación ondulante de la superficie del metal fundido. Por consiguiente, se debe disminuir la velocidad de la colada para evitar la formación de defectos en la capa superficial del desbaste plano colado.

Con vistas a controlar el flujo dentro de un molde, anteriormente se han dado a conocer un freno electromagnético o agitador electromagnético que utiliza la fuerza electromagnética o una buza de entrada sumergida que genera un flujo turbulento tal como se describe en la bibliografía de patente 1 o la bibliografía de patente 2. En la bibliografía de patente 1 se describe una buza de entrada sumergida provista de una parte de placa retorcida para generar un flujo turbulento en acero fundido. En la bibliografía de patente 2 se describe una buza de entrada sumergida para colada continua que incluye un álabe de turbulencia con forma de placa retorcida, en la que el paso de la torsión del álabe de turbulencia, el ángulo de torsión del álabe de turbulencia, el diámetro del álabe de turbulencia y el grosor de la placa del álabe de turbulencia se fijan respectivamente en valores dentro de intervalos predeterminados, el área de la sección transversal tras la reducción de la buza se especifica reduciendo el diámetro interno entre el extremo inferior del álabe de turbulencia y una abertura de salida, y un valor de predicción de la altura necesaria de la columna de metal entre una artesa y un molde está limitado a un intervalo apropiado.

Además, también son conocidas una buza de entrada sumergida con su parte inferior en forma de cubeta profunda tal como se describe en la bibliografía de patente 3 y una buza de entrada sumergida con un escalón anular interno tal como se describe en la bibliografía de patente 4. Una buza de entrada sumergida para colada continua que se describe en la bibliografía de patente 3 posee un cuerpo de buza situado en el interior de una pared frontal estrecha de desbaste plano colado, una abertura de salida formada en la pared lateral del cuerpo de la buza y abierta hacia abajo en dirección a la pared frontal estrecha de desbaste plano colado, y una parte inferior en forma de cubeta de la buza de entrada sumergida, en las que se estipula la proporción entre la profundidad de la parte inferior y el diámetro interno y el ángulo de salida de flujo de la abertura de salida. En una buza de entrada sumergida para colada continua que se describe en la bibliografía de patente 4, la parte del orificio de la buza está provista de un refractario que constituye una parte que entra en contacto con el metal fundido y contiene grafito, y una pluralidad de estructuras escalonadas con una cierta longitud de la zona de la estructura escalonada, en los que se estipulan el diámetro interno mínimo de la parte del orificio de la buza, el área mínima de la sección transversal, y el área de la sección transversal de la abertura de salida con respecto a la cantidad de acero fundido que la atraviesa.

No obstante, el procedimiento en el que se emplea la fuerza electromagnética resulta muy costoso en lo que respecta al equipamiento y es difícil rentabilizar la inversión. Debido a que el flujo de metal fundido en cuanto a lo que se desea controlar resulta difícil de medir, el control se ha de realizar sin conocer el estado de lo que se desea controlar. Por lo tanto, técnicamente es difícil que surta el efecto suficiente.

Por otra parte, se confirma que la técnica relacionada con la buza de entrada sumergida que genera un flujo turbulento mencionada anteriormente y descrita en la bibliografía de patente 1 o 2 (denominada en lo sucesivo "buza de entrada sumergida de flujo turbulento") resulta eficaz como medida práctica capaz de estabilizar el flujo dentro del molde. No obstante, debido a que tienden a adherirse inclusiones no metálicas en el álabe de turbulencia proporcionado en el interior de la buza durante la colada de un metal fundido que contiene abundantes inclusiones no metálicas, resulta difícil colar de manera continua una gran cantidad de metal fundido.

Aunque se dice que la utilización de la buza de entrada sumergida descrita en la bibliografía de patente 3 permite prevenir de manera eficaz el atrapamiento de polvo de colada sin que aumente la velocidad de flujo superficial en un

- molde, incluso en el caso de que se aumente la velocidad de colada, resulta difícil garantizar un efecto estable para prevenir el atrapamiento durante el funcionamiento real. La buza de entrada sumergida descrita en la bibliografía de patente 4 tiene como objetivo lograr una mejora en la calidad del desbaste plano colado y la prevención de las roturas suprimiendo el flujo irregular del acero fundido en la buza de entrada sumergida para homogeneizar el flujo en un molde al tiempo que se evita el atascamiento de la buza de entrada sumergida debido a la adherencia de inclusiones de alúmina. No obstante, aunque se utilice dicha buza, el funcionamiento real de la colada tiende a ocasionar el atascamiento de la buza y, además, es difícil obtener un efecto estable para suprimir un flujo irregular del acero fundido.
- 10 Los presentes inventores completaron las invenciones que se muestran en la bibliografía de patente 5 y la bibliografía de patente 6 como procedimientos para resolver los problemas mencionados anteriormente. Estas invenciones están destinadas a resolver el atascamiento de la buza, que constituye un punto débil de la buza de entrada sumergida de flujo turbulento mencionada anteriormente con un álabe de turbulencia, proporcionando un mecanismo de flujo turbulento sencillo y eficaz para generar un flujo turbulento de metal fundido en una artesa. Por tanto, se puede estabilizar el flujo de metal fundido en un molde y debería esperarse la estabilización del funcionamiento de la colada y una mejora en la calidad del desbaste plano colado.

#### LISTADO DE CITAS

#### 20 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE

- BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 1: WO 99/15291  
 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 2: Solicitud de publicación de patente japonesa n.º 2002-239690  
 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 3: Patente japonesa n.º 3027645  
 25 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 4: Patente japonesa n.º 3207793  
 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 5: Solicitud de publicación de patente japonesa n.º 2007-69236  
 BIBLIOGRAFÍA DE PATENTE 6: Solicitud de publicación de patente japonesa n.º 2008-030069

#### RESUMEN DE LA INVENCION

30

#### PROBLEMA TÉCNICO

En cualquier caso, por los resultados de nuevas investigaciones y actividades de desarrollo, los presentes inventores descubrieron, en relación con los elementos tecnológicos descritos en la bibliografía de patente 5 y la bibliografía de patente 6, que sus efectos para estabilizar el flujo de metal fundido en un molde no son necesariamente suficientes.

35

Al respecto de este problema, se ha obtenido la presente invención que tiene como objeto proporcionar un procedimiento de colada continua capaz de mejorar el efecto de estabilización del flujo de metal fundido en un molde en un grado mucho mayor que las invenciones descritas en la bibliografía de patente 5 y la bibliografía de patente 6.

40

#### SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Para resolver el problema mencionado anteriormente, los presentes inventores realizaron un gran número de pruebas y estudios sobre un procedimiento de colada capaz de generar un flujo turbulento en un metal fundido que atraviesa una buza de entrada sumergida sin provocar el atascamiento de la buza de entrada sumergida para estabilizar el flujo de metal fundido en un molde. De este modo, los presentes inventores realizaron los siguientes descubrimientos (a)-(g) y obtuvieron la presente invención.

45

(a) En el procedimiento de generación de un flujo turbulento mediante la instalación de un álabe de turbulencia con forma de placa retorcida en una buza de entrada sumergida, se producen un estancamiento y un vórtice de flujo cuando un flujo descendente de metal fundido en la buza de entrada sumergida choca contra el álabe de turbulencia, lo que da lugar a la adherencia de inclusiones no metálicas tales como  $Al_2O_3$ . Además, la instalación de un mecanismo de flujo turbulento tal como el álabe de turbulencia con forma de placa retorcida en una buza de entrada sumergida con una alta velocidad de flujo presenta el problema de hacer frente a la gran resistencia al flujo del metal fundido y la baja eficiencia energética en la generación del flujo turbulento. Por lo tanto, cuando se requiere un gran volumen de producción, la intensidad del flujo turbulento generado se ve limitada.

50

(b) Se crea un mecanismo de flujo turbulento que se dispondrá en una artesa por encima de una buza de entrada sumergida, teniendo el mecanismo de flujo turbulento una superficie lateral de refractario de tipo cilíndrico, cónico o troncocónico hueco con un diámetro relativamente grande, incluyendo la superficie lateral un orificio u orificios laterales para imprimir un componente circunferencial de velocidad a un flujo entrante de metal fundido. Este

60

mecanismo de flujo turbulento puede minimizar la velocidad de flujo del metal fundido que atraviesa el mecanismo de flujo turbulento, ya que el orificio u orificios laterales que constituyen un conducto para el flujo de metal fundido presentan una gran área de la sección transversal.

(c) De acuerdo con la configuración mencionada anteriormente en (b), una forma de conducto de flujo que apenas provoca estancamientos o vórtices del flujo inhibe la adherencia de las inclusiones no metálicas tales como  $Al_2O_3$  a la pared interna del conducto de flujo de metal fundido. Las inclusiones no metálicas, aunque se adhieran, son menos susceptibles de provocar un atascamiento, ya que el área de la sección transversal del conducto de flujo es grande. Además, debido a que la velocidad de flujo minimizada y la menor probabilidad de generación de vórtices procuran una baja resistencia al flujo del metal fundido, la energía potencial se puede utilizar de manera eficaz para generar un intenso flujo turbulento.

(d) Para garantizar una turbulencia con una intensidad apropiada que posea un efecto favorable sobre el flujo de metal fundido en un molde, se debe optimizar el momento angular del flujo turbulento de metal fundido en el mecanismo de flujo turbulento mencionado anteriormente en (b) cuando el metal fundido atraviesa los orificios laterales.

(e) Como índice del momento angular del flujo turbulento de metal fundido en la buza de entrada sumergida, se define el índice P expresado por la siguiente ecuación (1) que emplea el caudal de metal fundido y la forma del mecanismo de flujo turbulento. Se puede obtener el flujo turbulento con la intensidad apropiada diseñando el mecanismo de flujo turbulento con una forma apropiada, de manera que el valor del índice P se encuentre en un intervalo predeterminado apropiado.

20

$$P = R \times Q / S \times \sin \theta 1 \dots (1)$$

Cada símbolo de la anterior ecuación (1) representa:

R: radio interno medio de la sección transversal circular horizontal del mecanismo de flujo turbulento en la zona de  
25 abertura de los orificios laterales;

Q: caudal de metal fundido;

S: área total de abertura de los orificios laterales; y

$\theta 1$ : ángulo formado por el eje central del orificio lateral con respecto a una línea virtual (dirección radial) en el lado de  
30 salida de su abertura.

El área total de abertura S de los orificios laterales equivale a la suma de áreas de sección transversal de los conductos de flujo en todos los orificios laterales, y Q/S en la anterior ecuación (1) equivale a la velocidad media a través de los orificios laterales para el metal fundido.

(f) Para que los orificios laterales del mecanismo de flujo turbulento de (b) mencionado anteriormente impriman una  
35 velocidad circunferencial al metal fundido, existe un índice T mínimo requerido (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral) en función de la velocidad media Q/S en los orificios laterales. Es decir, es necesario que T sea 1,0 o más cuando Q/S es inferior a 0,05 m/s; 0,8 o más cuando Q/S es 0,05 m/s o más, pero inferior a 0,1 m/s; 0,6 o más cuando Q/S es 0,1 m/s o más, pero inferior a 0,4 m/s; 0,5 o más cuando Q/S es 0,4 m/s o más, pero inferior a 1,2 m/s; y 0,4 o más cuando Q/S es 1,2  
40 m/s o más.

(g) Si existiera una abertura en una parte de extremo superior del mecanismo de flujo turbulento de (b) mencionado anteriormente cuando el mecanismo de flujo turbulento se sumerge en el metal fundido de la artesa, se induciría un vórtice que se extendería desde el nivel del metal fundido de la artesa hasta el interior del mecanismo de flujo turbulento. Es preferible que no se produzca este vórtice, ya que atrapa escoria en el nivel del metal fundido de la artesa o inclusiones no metálicas. Para evitar este vórtice, es necesario que no haya ninguna abertura en la parte  
45 del extremo superior del mecanismo de flujo turbulento o insertar un vástago de tapón que se extienda desde encima de la artesa a la abertura en la parte del extremo superior del mecanismo de flujo turbulento.

La presente invención se obtiene a partir de los descubrimientos mencionados anteriormente, y los resúmenes de  
50 los mismos están representados en los procedimientos de colada continua de metal fundido que se indican a continuación (1) a (4).

(1) Un procedimiento de colada continua de metal fundido en el que una estructura de material refractario de tipo cilíndrico, cónico o troncocónico hueco que posee uno o más orificios laterales en su pared lateral está dispuesta en  
55 una artesa por encima de una buza de entrada sumergida con el eje central de la estructura de material refractario alineado verticalmente para suministrar metal fundido desde la artesa a la buza de entrada sumergida, en el que: un eje central del orificio lateral cruza una línea virtual que se extiende radialmente desde el centro de una sección transversal circular horizontal de la estructura de material refractario en una intersección de la misma con una superficie interna de la estructura de material refractario, estando el eje central del orificio lateral inclinado  
60 horizontalmente a un ángulo  $\theta 1$  con respecto a la línea virtual en la intersección, el metal fundido contenido en la

artesa pasa desde las aberturas del lado de entrada de los orificios laterales que se abren en una superficie externa de la estructura de material refractario hasta las aberturas del lado de salida de la misma que se abren en la superficie interna de la estructura de material refractario, se genera un flujo turbulento en el metal fundido suministrado desde la artesa a la buza de entrada sumergida al tiempo que se imprime una velocidad circunferencial al mismo, en el que el diámetro interno medio  $2R$  de la sección transversal circular horizontal de la estructura en la zona provista de aberturas de orificios laterales es de 250 a 1.200 mm, la altura de la sección del orificio lateral es de 30 a 500 mm, el ángulo  $\theta_1$  es de 15 a 80°; y se caracteriza porque: un índice  $P$  expresado por la anterior ecuación (1) satisface la condición  $0,015 \text{ m}^2/\text{s} \leq P \leq 0,100 \text{ m}^2/\text{s}$ , estando el índice  $P$  representado por el caudal  $Q$  del metal fundido, las áreas totales de abertura  $S$  de los orificios laterales, el radio interno medio  $R$  de la sección transversal circular horizontal en la zona provista de aberturas de orificios laterales, y el ángulo  $\theta_1$  (también denominado en lo sucesivo como "primera invención").

(2) El procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con el mencionado anteriormente (1), caracterizado porque la relación entre un índice  $T$  representado por la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral, el caudal  $Q$  del metal fundido y las áreas totales de abertura  $S$  de los orificios laterales satisface las siguientes condiciones (también denominado en lo sucesivo como "segunda invención").

$T$  es 1,0 o más cuando  $Q/S$  es inferior a 0,05 m/s;

$T$  es 0,8 o más cuando  $Q/S$  es 0,05 m/s o más, pero inferior a 0,1 m/s;

20  $T$  es 0,6 o más cuando  $Q/S$  es 0,1 m/s o más, pero inferior a 0,4 m/s;

$T$  es 0,5 o más cuando  $Q/S$  es 0,4 m/s o más, pero inferior a 1,2 m/s; y

$T$  es 0,4 o más cuando  $Q/S$  es 1,2 m/s o más.

(3) El procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con los mencionados anteriormente (1) o (2), caracterizado porque todo el cuerpo de la estructura de material refractario se sumerge en el metal fundido dentro de la artesa; y se proporciona una abertura en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario, y se inserta un vástago de tapón de material refractario desde encima de la artesa y a través de la abertura (también denominado en lo sucesivo como "tercera invención").

(4) El procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con los mencionados anteriormente (1) o (2), caracterizado porque todo el cuerpo de la estructura de material refractario se sumerge en el metal fundido dentro de la artesa; y no se proporciona ninguna abertura en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario (también denominado en lo sucesivo como "tercera invención").

En la presente invención, el "ángulo  $\theta_1$  formado por el eje central del orificio lateral con respecto a la línea virtual (dirección radial) en la abertura del lado de salida" también se denomina "ángulo de inclinación ( $\theta_1$ ) del orificio lateral" en la siguiente descripción.

Un "radio interno de la sección transversal circular horizontal" hace referencia a una distancia entre una intersección del eje central del orificio lateral con la línea virtual (dirección radial) en la abertura del lado de salida del orificio lateral (la intersección en la que se forma el ángulo  $\theta_1$ ) y el centro de la sección transversal circular horizontal de la estructura de material refractario, y  $R$  se determina como un valor medio de una pluralidad de radios en la zona provista de aberturas de orificios laterales.

#### EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

45 El procedimiento de la presente invención puede garantizar el funcionamiento continuo y estable de la colada continua y la mejora en la calidad del desbaste plano mediante la formación de un flujo turbulento con la intensidad apropiada en metal fundido en una buza de entrada sumergida al tiempo que resuelve el problema de atascamiento de la buza, que constituye un punto débil de las buzas de entrada sumergidas de flujo turbulento con álabe de turbulencia convencionales, y alcanzar una estabilidad de flujo de metal fundido en el molde o la eliminación de inclusiones no metálicas, lo que constituye un efecto excelente de dichas buzas de entrada sumergidas de flujo turbulento.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55 [Figs. 1] Las figs. 1(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de una máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, en las que la fig. 1(a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en la fig. 1(b), y la fig. 1(b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua.

60 [Figs. 2] Las figs. 2(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de otra máquina de colada continua para llevar a cabo el

procedimiento de la presente invención, en las que la fig. 2(a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en la fig. 2(b), y la fig. 2(b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua.

[Figs. 3] Las figs. 3(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de la otra máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, en las que la fig. 3(a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en la fig. 3(b), y la fig. 3(b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua.

[Figs. 4] Las figs. 4(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de una máquina de colada continua como ejemplo comparativo con la presente invención, en las que la fig. 4(a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en la fig. 4(b), y la fig. 4(b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua.

[Figs. 5] Las figs. 5(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de otra máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, en las que la fig. 5(a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en la fig. 5(b), y la fig. 5(b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua.

15

## DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

Tal como se describe anteriormente, la presente invención incluye “un procedimiento de colada continua de metal fundido en el que una estructura de material refractario de tipo cilíndrico, cónico o troncocónico hueco provista de uno o más orificios laterales en su pared lateral está dispuesta en una artesa por encima de una buza de entrada sumergida con el eje central de la estructura de material refractario alineado verticalmente para suministrar metal fundido desde la artesa a la buza de entrada sumergida, estando el procedimiento caracterizado porque el eje central del orificio lateral cruza una línea virtual que se extiende radialmente desde el centro de una sección transversal circular horizontal de la estructura de material refractario en una intersección de la misma con una superficie interna de la estructura de material refractario, estando el eje central del orificio lateral inclinado horizontalmente a un ángulo  $\theta_1$  con respecto a la línea virtual en la intersección, el metal fundido contenido en la artesa pasa desde las aberturas del lado de entrada de los orificios laterales que se abren en una superficie externa de la estructura de material refractario hasta las aberturas del lado de salida de la misma que se abren en la superficie interna de la estructura de material refractario, se genera un flujo turbulento en el metal fundido suministrado desde la artesa a la buza de entrada sumergida al tiempo que se imprime una velocidad circunferencial al mismo, en el que el diámetro interno medio  $2R$  de la sección transversal circular horizontal de la estructura en la zona provista de aberturas de orificios laterales es de 250 a 1.200 mm, la altura de la sección del orificio lateral es de 30 a 500 mm, el ángulo  $\theta_1$  es de 15 a 80°; y un índice  $P$  expresado por la siguiente ecuación (1) satisface la condición  $0,015 \text{ m}^2/\text{s} \leq P \leq 0,100 \text{ m}^2/\text{s}$ , estando el índice  $P$  representado por el caudal  $Q$  del metal fundido, las áreas totales de abertura  $S$  de los orificios laterales, el radio interno medio  $R$  de la sección transversal circular horizontal en la zona provista de aberturas de orificios laterales, y el ángulo  $\theta_1$ ”.

$$P = R \times Q / S \times \sin\theta_1 \dots (1)$$

40 A continuación, se describirá más detalladamente el contenido de la presente invención.

Las figs. 1(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de una máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, en las que (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua.

45

Tal como se muestra en las anteriores figuras, una estructura de material refractario de tipo cilíndrico hueco 1 provista de uno o más orificios laterales 2 en su pared lateral está dispuesta en una artesa 5 por encima de una buza de entrada sumergida 4, estando los orificios laterales abiertos respectivamente de manera que los centros de las aberturas del lado de salida quedan situados en unas líneas virtuales  $X_1$  a  $X_5$  que se extienden radialmente desde el centro  $O$  de una sección transversal circular horizontal y cada una de las direcciones de los ejes centrales  $Y_1$  a  $Y_5$  de los orificios está inclinada horizontalmente con respecto a la línea virtual correspondiente entre  $X_1$  y  $X_5$ . La estructura de material refractario posee un eje vertical 3. El metal fundido 6 contenido en la artesa 5 recibe un componente de velocidad circunferencial, cuando fluye hacia el interior de la estructura de material refractario 1 a través de los orificios laterales 2, para generar un flujo turbulento, y después se suministra desde la artesa 5 al interior del molde 11 a través de la buza de entrada sumergida 4.

55

### (1) Primera invención

Tal como se describe anteriormente, una primera invención es un procedimiento de colada continua de metal

fundido en el que una estructura de material refractario de tipo cilíndrico, cónico o troncocónico hueco 1 provista de uno o más orificios laterales 2 en su pared lateral está dispuesta en una artesa 5 por encima de una buza de entrada sumergida 4 con el eje central de la estructura de material refractario 1 alineado verticalmente para suministrar metal fundido 6 desde la artesa 5 a la buza de entrada sumergida 4, estando el procedimiento caracterizado porque cada uno de los orificios laterales 2 está configurado de manera que el centro de la abertura del lado de salida queda situado en una línea virtual correspondiente X1 a XN (N representa el número de líneas virtuales) que se extiende radialmente desde el centro O de una sección transversal circular horizontal de la estructura de material refractario 1, la dirección del eje central del orificio está inclinado horizontalmente a un ángulo  $\theta_1$  con respecto a la línea virtual X1 a XN, el metal fundido 6 contenido en la artesa 5 pasa desde las aberturas del lado de entrada de los orificios laterales 2 que se abren en una superficie externa de la estructura de material refractario 1 hasta las aberturas del lado de salida de la misma que se abren en la superficie interna de la estructura de material refractario 1, y se genera un flujo turbulento en el metal fundido suministrado desde la artesa a la buza de entrada sumergida al tiempo que se imprime una velocidad circunferencial al mismo, en el que el diámetro interno medio  $2R$  de la sección transversal circular horizontal de la estructura en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 250 a 1.200 mm, la altura de la sección del orificio lateral 2 es de 30 a 500 mm, el ángulo  $\theta_1$  es de 15 a 80°; y un índice P expresado por la anterior ecuación (1) satisface la condición  $0,015 \text{ m}^2/\text{s} \leq P \leq 0,100 \text{ m}^2/\text{s}$ , estando el índice P representado por el caudal Q del metal fundido, las áreas totales de abertura S de los orificios laterales, el radio interno medio R de la sección transversal circular horizontal en la zona provista de aberturas de orificios laterales, y el ángulo  $\theta_1$ .

Debido a que esta estructura de material refractario 1 está provista de unos orificios laterales 2, cada uno de ellos con el ángulo de inclinación  $\theta_1$ , el flujo turbulento se puede generar en el metal fundido 6 imprimiendo el componente de velocidad al mismo. Aunque el número de orificios laterales 2, cada uno con el ángulo de inclinación  $\theta_1$ , puede ser de uno, es preferible proporcionar una pluralidad de orificios laterales 2 alrededor de toda la circunferencia de la estructura de material refractario 1 con el fin de protegerse ante el riesgo de atascamiento por las inclusiones no metálicas contenidas en el metal fundido 6. Además, los orificios laterales 2 se pueden proporcionar en una pluralidad de posiciones alrededor de toda la circunferencia de la estructura de material refractario 1, además de en una pluralidad de niveles en la dirección de la altura (a lo largo de la dirección del eje vertical 3). No obstante, cuando se proporciona una pluralidad de orificios laterales 2, cada uno tiene preferentemente la misma altura de sección con vistas a evitar un aumento no deseado de la altura de la estructura de material refractario 1.

El ángulo de inclinación  $\theta_1$  puede ser constante o variar dentro de un cierto intervalo entre una pluralidad de orificios laterales 2. No obstante, es preferible arremolinar el metal fundido 6 en la misma dirección de rotación. Además, puede haber un cierto número de orificios laterales 2 formados en una dirección circunferencial de la estructura de material refractario 1, cada uno de ellos con una delgada pared de partición similar a una aleta entre los orificios laterales 2.

El orificio lateral 2 tiene preferentemente una sección con unas dimensiones que permiten el paso de sustancias extrañas con un tamaño de partícula máximo de aproximadamente 30 mm en el metal fundido. Las superficies internas en el lado superior y el lado inferior del orificio lateral 2 pueden estar inclinadas horizontal o verticalmente. No obstante, el borde inferior de la abertura del lado de salida del orificio lateral 2 se encuentra preferentemente a un nivel tan bajo que nunca se produce una reducción del rendimiento debida a los residuos del metal fundido 6 contenido en la artesa 5 al final de la colada, es decir, a un nivel situado a menos de 200 mm del fondo de la artesa.

No es necesario proporcionar una cubierta superior en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario 1. Cuando se proporciona una cubierta superior en la parte del extremo superior 7 de la estructura de material refractario 1, se prefiere que la altura de la superficie interna de la misma esté a un nivel por encima de 150 mm o menos desde el borde superior de la abertura del lado de salida del orificio lateral 2 con vistas a evitar la atenuación del flujo turbulento generado.

Cuando la parte de extremo superior de la estructura de material refractario 1 está abierta, sin cubierta, el metal fundido 6 contenido en la artesa 5 (en la parte superior y en el exterior de la estructura de material refractario 1) es impulsado y girado por el flujo turbulento de metal fundido 6 generado en el interior de la estructura de material refractario 1. En este caso, debido a que la energía cinética angular del flujo turbulento se consume para este impulso, el flujo turbulento de metal fundido 6 en la estructura de material refractario 1 se debilita. Esta energía consumida es mayor a medida que crece el área de abertura en el extremo superior de la estructura de material refractario 1. Por lo tanto, cuando no se proporciona una cubierta en la parte del extremo superior 7 de la estructura de material refractario 1, su diámetro interior por encima del nivel en el que se proporciona el orificio lateral 2 se reduce preferentemente a 50 a 200 mm, que es inferior al diámetro interno de la parte situada por debajo del nivel en

el que se proporciona el orificio lateral 2, con vistas, igualmente, a evitar la atenuación del flujo turbulento. Además, cuando no se proporciona cubierta superior, es preferible establecer el nivel de la parte del extremo superior 7 de manera que sea más elevado que el nivel de metal fundido de la artesa 5 con vistas a evitar que la escoria de la artesa se mezcle dentro de la estructura de material refractario 1.

5

En la presente invención, el diámetro interno medio 2R de la sección transversal circular horizontal de la estructura de material refractario 1 en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 se fija en el intervalo de 250 a 1.200 mm. El motivo es que un diámetro interno medio 2R inferior a 250 mm resulta demasiado pequeño para el mecanismo de flujo turbulento y dificulta la obtención de un momento angular suficiente y, además, el menor tamaño del área de la sección transversal del conducto de metal fundido provoca problemas tales como el aumento del atascamiento del orificio lateral 2 o el aumento en la resistencia al rozamiento del metal fundido 6. Por otra parte, un diámetro interno medio 2R superior a 1.200 mm resulta demasiado grande para el mecanismo de flujo turbulento y da lugar, no solo a un aumento en el coste de la estructura de material refractario 1, sino además a un aumento en el coste del equipo de colada debido a la necesidad de disponer de una artesa dedicada exclusivamente.

15

Aunque la forma de la sección transversal horizontal de la estructura de material refractario 1 es preferentemente la de un círculo perfecto, se puede obtener el mismo efecto incluso con una forma poligonal o elíptica. En ese caso, el valor medio de la distancia desde el centro de la sección transversal se considera como el diámetro interno medio 2R. No obstante, cuando la forma de la sección transversal no es la de un círculo perfecto, la eficiencia energética del flujo turbulento se deteriora, en comparación con el caso del círculo perfecto.

20

La altura de la sección del orificio lateral 2 en la estructura de material refractario 1 se fija en el intervalo de 30 a 500 mm. El motivo de ello es que, cuando la altura de la sección del orificio lateral 2 que se proporciona en la estructura de material refractario 1 es inferior a 30 mm, tiende a producirse atascamiento, ya que el área del conducto de flujo de metal fundido es demasiado pequeña. Por otra parte, cuando la altura de la sección del orificio lateral 2 supera los 500 mm, resulta difícil obtener un momento angular suficiente al tiempo que se garantiza la velocidad de flujo de metal fundido a través del orificio lateral 2, ya que el área del conducto de flujo de metal fundido (el área de la sección transversal del orificio lateral 2) es demasiado grande. Además, es preferible que la altura de la sección del orificio lateral 2 no supere los 500 mm, ya que la altura total de la estructura de material refractario 1 se incrementa de manera innecesaria. El intervalo más preferible para la altura de la sección del orificio lateral 2 es el intervalo de 50 a 250 mm.

25

30

La altura de la sección del orificio lateral 2 está representada por la altura de la sección del propio orificio lateral 2 cuando los orificios laterales 2 se proporcionan solo en un nivel a lo largo de la dirección vertical, pero equivale a la suma de alturas de la sección de orificios laterales 2 en una pluralidad de niveles, con un orificio lateral en cada nivel, cuando los orificios laterales 2 también están alineados verticalmente en una pluralidad de niveles (por ejemplo, cuando el orificio lateral 2 con una altura de sección de 200 mm se proporciona en dos niveles, la altura de la sección se considera como 400 mm, calculada aplicando  $200 \text{ [mm]} \times 2$ ). Cuando la forma de la sección transversal del orificio lateral 2 no es rectangular, se considera como altura máxima de la sección la altura de la sección del orificio lateral 2. Además, cuando las alturas de las secciones entre una pluralidad de orificios laterales 2 proporcionados en una dirección circunferencial difieren entre sí, el valor medio de las alturas de las secciones de estos orificios laterales 2 se considera como la altura de la sección del orificio lateral 2.

35

40

La anchura de la sección del orificio lateral 2 se encuentra preferentemente en el intervalo de 30 a 200 mm. Cuando la anchura de la sección del orificio lateral 2 es inferior a 30 mm, tiende a producirse atascamiento, y cuando supera los 200 mm, se reduce la robustez de la estructura 1. Además, cuando la anchura de la sección del orificio lateral 2 supera los 200 mm, el área de la sección transversal del orificio lateral 2 resulta demasiado grande y hace que sea difícil que el valor de la ecuación (1) cumpla con el intervalo estipulado. Cuando la forma de la sección transversal del orificio lateral 2 no es una forma rectangular, se considera como anchura máxima de la sección la anchura de la sección del orificio lateral 2.

45

50

El ángulo de inclinación  $\theta_1$  del orificio lateral 2 se fija en el intervalo de 15 a 80°. El motivo es que, cuando el ángulo de inclinación  $\theta_1$  del orificio lateral 2 que se proporciona en la estructura de material refractario 1 es inferior a 15°, la intensidad del flujo turbulento resulta insuficiente. Cuando el ángulo de inclinación  $\theta_1$  supera los 80°, se reduce el grosor de la pared lateral de la estructura de material refractario 1, lo que ocasiona un problema con la robustez.

55

A continuación se da el motivo por el que se estipula, en el procedimiento de la presente invención, un índice P ( $P = R \times Q/S \times \sin \theta_1$ ) en el intervalo de 0,015 m<sup>2</sup>/s a 0,100 m<sup>2</sup>/s, estando el índice P representado por la velocidad media a través de los orificios laterales Q/S que se determina a partir del caudal Q del metal fundido y las áreas totales de abertura S de los orificios laterales, el radio interno medio R de la sección transversal circular horizontal en

60



la zona provista de aberturas de orificios laterales, y el ángulo  $\theta_1$ .

Los presentes inventores descubrieron que se puede generar el flujo turbulento con una intensidad apropiada en la buza de entrada sumergida adoptando un producto P del diámetro interno medio R y un componente tangencial (dirección vertical con respecto al radio) de la velocidad media Q/S del metal fundido que atraviesa los orificios laterales 2 como índice del momento angular del flujo turbulento de metal fundido en la estructura de material refractario 1, y controlando este índice P en un intervalo apropiado.

El flujo turbulento generado en el interior de la estructura de material refractario 1 es regulado mediante un dispositivo de control de flujo tal como un tapón o compuerta deslizante antes de que fluya hacia el interior de la buza de entrada sumergida. El comportamiento de atenuación del flujo turbulento mostrado por esta regulación es complicado, lo que provoca un fenómeno en el que el flujo turbulento generado en la estructura 1 se atenúa de manera más acentuada a medida que aumenta la intensidad del flujo turbulento (al aumentar el momento angular). Es decir, si el flujo turbulento generado en la estructura 1 es demasiado intenso, la atenuación del flujo turbulento mediante el dispositivo de control de flujo adquiere un carácter predominante, y se deteriora la eficiencia energética de la generación de un flujo turbulento.

Como consecuencia de los rigurosos exámenes sobre el comportamiento de atenuación del flujo turbulento mediante el dispositivo de control de flujo, los presentes inventores descubrieron que, cuando el valor del índice P está en el intervalo de 0,015 m<sup>2</sup>/s a 0,100 m<sup>2</sup>/s, la atenuación del flujo turbulento mediante la regulación del dispositivo de control de flujo (pérdida energética) no predomina, y el flujo turbulento generado en la buza de entrada sumergida puede garantizar la suficiente intensidad con vistas a controlar de manera estable el flujo en el molde, y obtuvieron la presente invención.

Cuando el valor del índice P supera el valor límite superior de 0,100 m<sup>2</sup>/s, la atenuación del flujo turbulento es ocasionada de manera predominante por la regulación del dispositivo de control de flujo, y la eficiencia energética de la generación de un flujo turbulento se deteriora por esta pérdida de presión. Además, una velocidad circunferencial excesivamente grande provoca la vibración de la buza de entrada sumergida. Por otra parte, cuando el valor del índice P se encuentra por debajo del valor límite inferior de 0,015 m<sup>2</sup>/s, no se puede ejercer el suficiente efecto de estabilización del flujo en el molde debido al débil flujo turbulento generado en la buza de entrada sumergida. El intervalo más preferible para el índice P es de 0,020 m<sup>2</sup>/s a 0,085 m<sup>2</sup>/s.

Más adelante se describirán las definiciones para las áreas de la sección transversal S de los orificios laterales 2 y el ángulo  $\theta_1$  en un caso en el que dos superficies laterales del orificio lateral 2 no son paralelas entre sí. Cuando las superficies laterales opuestas del orificio lateral 2 son paralelas entre sí, el ángulo  $\theta_1$  se puede determinar definitivamente como el ángulo formado por el eje central del orificio lateral 2 y la línea virtual en su abertura del lado de salida, debido a que el eje central del orificio lateral 2 es paralelo a las superficies laterales. La anchura de la sección del orificio lateral 2 también se determina definitivamente como la distancia entre las superficies laterales. Por otra parte, cuando las superficies laterales opuestas del orificio lateral 2 no son paralelas entre sí, el ángulo  $\theta_1$  varía dependiendo de cómo se determine el eje central del orificio lateral 2, y la anchura de la sección del orificio lateral 2 varía dependiendo del ángulo  $\theta_1$ . En este caso, el ángulo  $\theta_1$  y la anchura de la sección del orificio lateral 2 se determinan del siguiente modo. En el orificio lateral 2 se generan dos líneas horizontales paralelas que son suficientemente más largas que las superficies laterales en la dirección del flujo de metal fundido (más largas que la longitud total del orificio lateral 2) con el fin de que hagan contacto con dos superficies laterales, una con cada línea, respectivamente. Se toma como eje central del orificio lateral 2 la línea central entre las líneas paralelas en un estado en el que la distancia entre las líneas paralelas es la más larga. Se determina como ángulo  $\theta_1$  el ángulo formado por el eje central del orificio lateral y la línea virtual en la abertura del lado de salida del orificio lateral 2. La distancia entre las líneas paralelas se considera como la anchura de la sección del orificio lateral. La zona de abertura de cada orificio lateral 2 es el área en la parte en la que se minimiza la sección transversal vertical con respecto al eje central del orificio lateral 2.

## (2) Segunda invención

Se describirá una segunda invención de la presente invención empleando las figs. 1 mencionadas anteriormente de modo similar a la primera invención.

Una segunda invención es el procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con la primera invención, caracterizado porque la relación entre la velocidad media Q/S en el lado del orificio lateral 2 de la estructura de material refractario 1 y el índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral 2) satisface las siguientes condiciones.

Concretamente, T es 1,0 o más cuando Q/S es inferior a 0,05 m/s;  
 T es 0,8 o más cuando Q/S es 0,05 m/s o más, pero inferior a 0,1 m/s;  
 T es 0,6 o más cuando Q/S es 0,1 m/s o más, pero inferior a 0,4 m/s;  
 5 T es 0,5 o más cuando Q/S es 0,4 m/s o más, pero inferior a 1,2 m/s; y  
 T es 0,4 o más cuando Q/S es 1,2 m/s o más.

10 Cuando la velocidad media Q/S en el orificio lateral 2 es baja, la función de imprimir la velocidad circunferencial al metal fundido se deteriora a menos que se aumente la longitud de la pared lateral con respecto a la anchura de la sección del orificio lateral. El valor mínimo del índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral 2), que representa la proporción entre la longitud del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral, es el valor mencionado anteriormente. Aunque no se estipula concretamente el límite superior del índice T, se considera que 2,0 es un límite superior sustancial de T, ya que una T excesivamente grande aumenta de manera innecesaria el grosor de la pared lateral, lo que da lugar a una  
 15 enorme ampliación de la escala de la estructura de material refractario 1. El grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral es un valor que se obtiene dividiendo entre dos la diferencia entre el diámetro externo y el diámetro interno de la estructura de material refractario 1 en la zona provista de aberturas de orificios laterales.

**(3)A Tercera invención**

20 Las figs. 2(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de otra máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención. En las mismas figuras, (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua. En la máquina de colada continua que se muestra en las figs 2, se asignan los mismos signos de referencia a las partes sustancialmente idénticas a  
 25 las de la máquina de colada continúa mencionada anteriormente que se muestra en las figs. 1(a) y (b).

Una tercera invención consiste en el procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con la primera invención o la segunda invención, caracterizado porque se proporciona una abertura en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario 1 que se sumerge completamente en el metal fundido, y se inserta un  
 30 vástago de tapón de material refractario 14 desde encima de la artesa y a través de la abertura, tal como se muestra en las figs. 2(a) y (b).

Debido a que se genera un flujo turbulento de metal fundido en el interior de la estructura de material refractario 1 cuando se sumerge todo el cuerpo de la estructura de material refractario 1 en el metal fundido, se produce un  
 35 fenómeno en el que se genera un vórtice que se extiende desde el nivel del metal fundido hasta el interior de la buza de entrada sumergida 4 para arrastrar hacia el molde y mezclar la escoria del nivel del metal fundido contenido en la artesa 5 si la abertura se proporciona en la parte del extremo superior de la estructura de material refractario 1. Para evitar este fenómeno, resulta eficaz insertar el vástago de tapón de material refractario 14 en la parte central de sección transversal circular de la estructura de material refractario 1 desde encima de la artesa.

40 En este caso, la estructura de material refractario 1 provista de la abertura en la parte del extremo superior puede tener cualquier forma cilíndrica, cónica o troncocónica. El nivel de una superficie interna de la parte del extremo superior de la estructura de material refractario 1 se fija preferentemente al mismo nivel o, como máximo, 150 mm por encima del borde superior de la abertura del lado de salida de los orificios laterales 2 con el fin de hacer que la  
 45 estructura de material refractario 1 sea compacta. El diámetro de la abertura proporcionada en la cubierta superior de la estructura de material refractario 1 se fija preferentemente en un valor de 1 a 20 mm mayor que el diámetro del vástago del tapón 14.

Debido a que el vástago del tapón 14, por lo general, lleva a cabo la apertura y el cierre del conducto del metal fundido que se extiende desde el interior de la artesa 5 hasta la buza de entrada sumergida 4, el extremo inferior del vástago del tapón 14 se sitúa a entre varios mm y una docena de mm por encima del fondo de la artesa 5 durante la colada, y la parte del extremo superior del mismo está conectada con un mecanismo de elevación instalado por encima de una parte superior de la artesa 5.

55 En la presente invención, el vástago del tapón 14 se utiliza con el fin de prevenir la generación del vórtice asociado con un flujo turbulento. No obstante, si el vástago del tapón 14 tiene una función elevadora, se puede utilizar para controlar el nivel del metal fundido en el molde 11. En caso contrario, solo se puede utilizar para abrir y cerrar el conducto del metal fundido al comienzo de la colada y al final de la misma. Cuando el vástago del tapón 14 se utiliza únicamente para abrir y cerrar el conducto del metal fundido al comienzo y al final de la colada, el control del nivel de  
 60 metal fundido en el molde 11 durante la colada se lleva a cabo preferentemente mediante una compuerta deslizante

9 que se proporciona entre la buza de entrada sumergida 4 y una buza superior 8.

**(4) Cuarta invención**

5 Las figs. 3(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de la otra máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención. En las mismas figuras, (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua. En la máquina de colada continua que se muestra en las figs. 3(a) y (b), se asignan los mismos signos de referencia a las partes sustancialmente idénticas a las de la máquina de colada continua mencionada anteriormente que se muestra en las figs. 1(a) y (b).

10 Una cuarta invención consiste en el procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con la primera invención, caracterizado porque no se proporciona ninguna abertura en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario 1 que está completamente sumergida en metal fundido dentro de una artesa, tal como se muestra en las figs. 3(a) y (b).

15 Debido a que se genera un flujo turbulento de metal fundido en el interior de la estructura de material refractario 1 cuando se sumerge todo el cuerpo de la estructura de material refractario 1 en el metal fundido, se puede generar un vórtice que se extiende desde el nivel del metal fundido hasta el interior de la buza de entrada sumergida 4 si se proporciona una abertura en la parte del extremo superior de la estructura de material refractario 1, para arrastrar hacia el molde 11 y mezclar la escoria del nivel del metal fundido de la artesa 5. Para evitar este fenómeno, resulta eficaz no proporcionar ninguna abertura en la parte del extremo superior de la estructura de material refractario 1.

**EJEMPLOS**

25 A continuación se describirán detalladamente los efectos del procedimiento de colada continua de metal fundido de la presente invención a partir de ejemplos. En los siguientes ejemplos, como metal fundido se utiliza acero fundido.

**(Ejemplo inventivo 1)**

30 Las figs. 1(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de una máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención tal como se describe anteriormente, en las que (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua. El ejemplo que se muestra en las mismas figuras satisface las condiciones estipuladas en la primera invención y la segunda invención mencionadas anteriormente.

35 Tal como se muestra en las mismas figuras, una estructura de material refractario 1 de tipo cilíndrico hueco posee un diámetro interno de 400 mm, un diámetro externo de 550 mm y una altura total de 1.200 mm, incluye una zona provista de aberturas de orificios laterales, y está hecha de material refractario de tipo alúmina-sílice. Es decir, el radio interno medio R en la zona provista de aberturas de orificios laterales 2 es 200 mm. El nivel de metal fundido de la artesa 5 durante el estado estable de la colada se encuentra 200 mm por debajo de la parte del extremo superior 7 de la estructura de material refractario 1.

45 En la pared lateral de la estructura de material refractario 1, tal como se muestra en (a) de las mismas figuras, se proporcionan cinco orificios laterales 2, cada uno con una sección transversal de 180 mm de altura y 80 mm de ancho, en una dirección circunferencial, de manera que cada uno de los ejes centrales Y1 a Y5 de los mismos forman un ángulo de inclinación  $\theta_1 = 40^\circ$  con respecto a una línea radial virtual entre X1 y X5 en la superficie interna de la estructura de material refractario. Es decir, las áreas totales de abertura S de los orificios laterales 2 equivalen a 72.000 mm<sup>2</sup>, calculadas mediante  $S = 180 \text{ [mm]} \times 80 \text{ [mm]} \times 5 \text{ [elementos]}$ . El caudal Q de acero fundido durante el estado estable de la colada equivale a 60 m<sup>3</sup>/h. Por consiguiente, el valor del índice P expresado por la ecuación (1) mencionada anteriormente es de 0,030 m<sup>2</sup>/s, calculado mediante  $P = R \times Q/S \times \sin \theta_1 = 200 \text{ [mm]} \times 60 \text{ [m}^3/\text{h]} / 72.000 \text{ [mm}^2] \times 0,643$ .

55 El valor del índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral) es  $75 \text{ [mm]} / 80 \text{ [mm]} = 0,938$ , que corresponde al valor apropiado (T: 0,6 o más) para la velocidad media a través de los orificios laterales del acero fundido de  $Q/S = 0,231 \text{ m/s}$ .

60 En el ejemplo inventivo 1 que se muestra en las figs. 1(a) y (b), se imprime una velocidad circunferencial al acero fundido 6 al atravesar los orificios laterales 2, la velocidad circunferencial aumenta de acuerdo con la ley de conservación del momento angular cuando el acero fundido atraviesa la buza superior 8 con un diámetro interno reducido y la compuerta deslizante 9, y se genera un flujo turbulento intenso en la buza de entrada sumergida 4. El

flujo turbulento generado en la buza de entrada sumergida 4 se descarga de manera uniforme y equitativa a través de dos aberturas de salida en las proximidades del extremo inferior de la buza de entrada sumergida 4 mediante el efecto de la fuerza centrífuga para generar un flujo estable en el molde 11.

- 5 Además, cuando se inyecta gas argón desde el contorno interno de una placa fija superior de la compuerta deslizante 9 con puertas dobles, el gas argón forma una cortina de burbujas con forma de cono invertido por la fuerza centrífuga que actúa sobre el acero fundido 6. En ese caso, también se proporciona un efecto tal que las inclusiones no metálicas del acero fundido 6 que fluyen hacia abajo atravesando la cortina de burbujas son capturadas eficazmente por las burbujas, flotan hacia la superficie y son retiradas junto con las burbujas en el molde
- 10 11. También se puede obtener el mismo efecto cuando se inyecta el gas argón desde la buza superior 8. Independientemente del lugar de la inyección, el efecto se puede intensificar inyectando el gas desde todo el contorno interno, y no solo desde parte del mismo.

Debido a que el efecto de estabilización del flujo en un molde mencionado anteriormente facilita el control de la

15 velocidad de flujo del acero fundido en un molde para mantenerlo dentro de un intervalo apropiado, se puede obtener de manera adecuada un acero limpio. Además, el efecto de captura y flotamiento de inclusiones mediante burbujas mencionado anteriormente también favorece la limpieza del acero. Debido a que el flujo turbulento estabiliza el flujo de metal fundido en las proximidades de la pared interna de la buza de entrada sumergida 4, el atascamiento de la buza de entrada sumergida debido a la adherencia de inclusiones no metálicas resulta muy

20 improbable.

La estructura de material refractario 1 que se muestra en las figs. 1(a) y (b) está configurada para evitar que la escoria contenida en la artesa 5 entre en su interior mediante la colocación de la parte del extremo superior 7 a un nivel superior al nivel del metal fundido de la artesa 5. Por lo tanto, aunque el vórtice se genere en el interior de la

25 estructura de material refractario 1, la escoria contenida en la artesa 5 nunca queda atrapada en el molde 11.

#### (Ejemplo inventivo 2)

Las figs. 2(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de otra máquina de colada continua para llevar a cabo el

30 procedimiento de la presente invención tal como se describe anteriormente, en las que (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua. El ejemplo que se muestra en las mismas figuras satisface todas las condiciones estipuladas en las invenciones 1 a 3 mencionadas anteriormente.

35 Tal como se muestra en las mismas figuras, en una estructura de material refractario 1 de tipo troncocónico hueco el diámetro interno en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 550 mm en el borde inferior de la abertura del lado de salida del orificio lateral 2 y es de 400 mm en el borde superior de la abertura del lado de salida del orificio lateral 2. El diámetro externo en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 700 mm en el borde inferior de la abertura del lado de entrada del orificio lateral 2 y es de 550 mm en el borde superior de la

40 abertura del lado de entrada del orificio lateral 2. La estructura tiene una altura de 140 mm con respecto a la superficie interna de la cubierta superior y una altura total de 180 mm. El material de la estructura de material refractario 1 es un refractario de tipo alúmina-magnesia. El diámetro interno medio 2R en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 475 mm calculado mediante  $(550 \text{ [mm]} + 400 \text{ [mm]}) / 2$ , y el radio interno medio R es de 237,5 mm.

45 En la pared lateral de la estructura de material refractario 1, tal como se muestra en (a) de las mismas figuras, se proporcionan cuatro orificios laterales 2, cada uno con una sección transversal de 100 mm de altura y 100 mm de ancho, en una dirección circunferencial, de manera que cada uno de los ejes centrales Y1 a Y4 de los mismos forman un ángulo de inclinación  $\theta_1 = 55^\circ$  con respecto a una correspondiente línea radial virtual entre X1 y X4 en la

50 superficie interna de la estructura de material refractario. Es decir, las áreas totales de abertura S de los orificios laterales 2 equivalen a 40.000 mm<sup>2</sup>, calculadas mediante  $S = 100 \text{ [mm]} \times 100 \text{ [mm]} \times 4$  [elementos]. El caudal Q de acero fundido durante el estado estable de la colada equivale a 50 m<sup>3</sup>/h. Por consiguiente, el valor del índice P expresado por la ecuación (1) mencionada anteriormente es de 0,068 m<sup>2</sup>/s, calculado mediante  $P = R \times Q/S \times \sin \theta_1 = 237,5 \text{ [mm]} \times 50 \text{ [m}^3/\text{h]} / 40.000 \text{ [mm}^2\text{]} \times 0,819$ .

55 El valor del índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral) es  $75 \text{ [mm]} / 100 \text{ [mm]} = 0,75$ , que corresponde al valor apropiado (T: 0,6 o más) para la velocidad media a través de los orificios laterales del acero fundido de  $Q/S = 0,347 \text{ m/s}$ .

60 Se proporciona una abertura de 110 mm de diámetro en una parte de extremo superior 7 del tronco de cono hueco,

y se inserta un vástago de tapón 14 con un diámetro de 100 mm en las proximidades de la buza superior 8 desde encima de la artesa 5 y a través de la abertura. El nivel del metal fundido en la artesa 5 durante el estado estable de la colada es tal que la estructura de material refractario 1 queda completamente sumergida.

- 5 En el ejemplo inventivo 2 que se muestra en las figs. 2(a) y (b), además, se imprime una velocidad circunferencial al acero fundido 6 al atravesar los orificios laterales 2, de manera similar al caso del ejemplo inventivo 1 mencionado anteriormente, la velocidad circunferencial aumenta de acuerdo con la ley de conservación del momento angular cuando el acero fundido atraviesa la buza superior 8 con un diámetro interno reducido y la compuerta deslizante 9, y se genera un flujo turbulento intenso en la buza de entrada sumergida 4. El flujo turbulento generado en la buza de  
10 entrada sumergida 4 se descarga de manera uniforme y equitativa a través de dos aberturas de salida en las proximidades del extremo inferior de la buza de entrada sumergida 4 mediante el efecto de la fuerza centrífuga para generar un flujo estable en el molde.

- 15 Cuando se inyecta gas argón desde el contorno interno de la buza superior 8, este gas argón forma una cortina de burbujas con forma de cono invertido por la fuerza centrífuga que actúa sobre el acero fundido 6. Por lo tanto, también se produce un efecto tal que las inclusiones no metálicas del acero fundido 6 que fluyen hacia abajo atravesando esta cortina de burbujas son capturadas eficazmente por las burbujas, flotan hacia la superficie y son retiradas junto con las burbujas en el molde 11. También se puede obtener el mismo efecto cuando se inyecta el gas argón desde la compuerta deslizante 9. Independientemente del lugar de la inyección, este efecto se puede  
20 intensificar inyectando el gas desde todo el contorno interno, y no solo desde parte del mismo.

- Debido a que el efecto de estabilización del flujo en un molde mencionado anteriormente facilita el control de la velocidad de flujo del acero fundido en un molde para mantenerlo dentro de un intervalo apropiado, se puede obtener de manera adecuada un acero limpio. Además, el efecto de captura y flotación de inclusiones mediante  
25 burbujas mencionado anteriormente también favorece la limpieza del acero. Además, debido a que el flujo turbulento estabiliza el flujo de metal fundido en las proximidades de la pared interna de la buza de entrada sumergida 4, el atascamiento de la buza de entrada sumergida debido a la adherencia de inclusiones no metálicas resulta muy improbable.

- 30 En el ejemplo inventivo 2, la existencia del vástago del tapón 14 evita la generación del vórtice resultante del flujo turbulento, y la posibilidad de que la escoria contenida en la artesa 5 sea arrastrada hacia el molde 11 es extremadamente baja. Además, durante el estado estable de la colada, se puede controlar el caudal de acero fundido que pasa al molde abriendo completamente la compuerta deslizante 9 para hacer que la sección transversal del conducto del flujo tenga forma de círculo perfecto, y ajustando el nivel del vástago del tapón 14. En ese caso, se  
35 puede generar un flujo turbulento equilibrado circunferencialmente en la buza de entrada sumergida 4. Dicho flujo turbulento equilibrado circunferencialmente da lugar a un mayor flujo uniformizado y estabilizado de acero fundido en un molde, en comparación con el ejemplo inventivo 1.

### (Ejemplo inventivo 3)

- 40 Las figs. 3(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de la otra máquina de colada continua para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención tal como se describe anteriormente, en las que (a) es un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) es una sección longitudinal de la máquina de colada continua. El ejemplo que se muestra en las mismas figuras satisface todas las condiciones reguladas en las invenciones 1, 2 y 4 mencionadas  
45 anteriormente.

- Tal como se muestra en las mismas figuras, en una estructura de material refractario 1 de tipo troncocónico hueco el diámetro interno en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 550 mm en el borde inferior de la  
50 abertura del lado de salida del orificio lateral 2 y es de 400 mm en el borde superior de la misma. El diámetro externo en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 700 mm en el borde inferior de la abertura del lado de entrada del orificio lateral 2 y es de 550 mm en el borde superior de la misma. La estructura tiene una altura de 140 mm con respecto a la superficie interna de la cubierta superior y una altura total de 180 mm. El material de la estructura de material refractario 1 es un refractario de tipo alúmina-magnesia. El diámetro interno medio 2R en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 475 mm calculado mediante  $(550 \text{ [mm]} + 400 \text{ [mm]}) / 2$ , y  
55 el radio interno medio R es de 237,5 mm.

- En la pared lateral de la estructura de material refractario 1, tal como se muestra en (a) de las mismas figuras, se proporcionan cuatro orificios laterales 2, cada uno con una sección transversal de 100 mm de altura y 100 mm de  
60 ancho, en una dirección circunferencial, de manera que cada uno de los ejes centrales Y1 a Y4 de los mismos forman un ángulo de inclinación  $\theta_1 = 55^\circ$  con respecto a una correspondiente línea radial virtual entre X1 y X4 en la

superficie interna de la estructura de material refractario. Es decir, las áreas totales de abertura S de los orificios laterales 2 equivalen a 40.000 mm<sup>2</sup>, calculadas mediante  $S = 100 \text{ [mm]} \times 100 \text{ [mm]} \times 4$  [elementos]. El caudal Q de acero fundido durante el estado estable de la colada equivale a 60 m<sup>3</sup>/h. Por consiguiente, el valor del índice P expresado por la ecuación (1) mencionada anteriormente es de 0,081 m<sup>2</sup>/s, calculado mediante  $P = R \times Q/S \times \sin \theta_1$   
 5 = 237,5 [mm] × 60 [m<sup>3</sup>/h] / 40.000 [mm<sup>2</sup>] × 0,819.

El valor del índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral) es 75 [mm] / 100 [mm] = 0,75, que corresponde al valor apropiado (T: 0,5 o más) para la velocidad media a través de los orificios laterales del acero fundido de  $Q/S = 0,417 \text{ m/s}$ .

10

No se proporciona ninguna abertura en una parte de extremo superior 7 del tronco de cono hueco. El nivel del metal fundido en la artesa 5 durante el estado estable de la colada es tal que la estructura de material refractario 1 queda completamente sumergida.

- 15 En el ejemplo inventivo 3 que se muestra en las figs. 3(a) y (b), además, se imprime una velocidad circunferencial al acero fundido 6 al atravesar los orificios laterales 2, de manera similar al caso del ejemplo inventivo 1 mencionado anteriormente, la velocidad circunferencial aumenta de acuerdo con la ley de conservación del momento angular cuando el acero fundido atraviesa la buza superior 8 con un diámetro interno reducido y la compuerta deslizante 9, y se genera un intenso flujo turbulento intenso en la buza de entrada sumergida 4. El flujo turbulento generado en la  
 20 buza de entrada sumergida 4 se descarga de manera uniforme y equitativa a través de dos aberturas de salida en las proximidades del extremo inferior de la buza de entrada sumergida 4 mediante el efecto de la fuerza centrífuga para generar un flujo estable en el molde.

- 30 Cuando se inyecta gas argón desde el contorno interno de la buza superior 8, el gas argón forma una cortina de burbujas con forma de cono invertido por la fuerza centrífuga que actúa sobre el acero fundido 6. Por lo tanto, también se produce un efecto tal que las inclusiones no metálicas del acero fundido 6 que fluyen hacia abajo atravesando esta cortina de burbujas son capturadas eficazmente por las burbujas, flotan hacia la superficie y son retiradas junto con las burbujas en el molde 11. También se puede obtener el mismo efecto cuando se inyecta el gas argón desde la compuerta deslizante 9. Independientemente del lugar de la inyección, este efecto se puede  
 35 intensificar inyectando el gas desde todo el contorno interno, y no solo desde parte del mismo.

- Debido a que el efecto de estabilización del flujo en un molde mencionado anteriormente facilita el control de la velocidad de flujo del acero fundido en un molde para mantenerlo dentro de un intervalo apropiado, se puede obtener de manera adecuada un acero limpio. Además, el efecto de captura y flotación de inclusiones mediante  
 35 burbujas mencionado anteriormente también favorece la limpieza del acero. Además, debido a que el flujo turbulento estabiliza el flujo de metal fundido en las proximidades de la pared interna de la buza de entrada sumergida 4, el atascamiento de la buza de entrada sumergida debido a la adherencia de inclusiones no metálicas resulta muy improbable.

- 40 En el ejemplo inventivo 3, debido a que no se proporciona ninguna abertura en la parte del extremo superior 7 del tronco de cono hueco, se evita la generación del vórtice resultante del flujo turbulento, y la posibilidad de que la escoria contenida en la artesa 5 quede atrapada en el molde 11 es extremadamente baja. El ejemplo inventivo 3 tiene un bajo coste, ya que la estructura de material refractario 1 es pequeña en comparación el ejemplo inventivo 1. Además, el ejemplo inventivo 3 también es superior al ejemplo inventivo 1 en lo que respecta al coste, ya que no se  
 45 utiliza el vástago del tapón 1.

- Debido a que el procedimiento de colada continua de metal fundido de la presente invención que se muestra en los ejemplos inventivos 1 a 3 mencionados anteriormente puede estabilizar el flujo en las proximidades de la pared interna de la buza de entrada sumergida 4 para suprimir la adherencia de inclusiones no metálicas a la pared  
 50 interna, ya que el flujo turbulento se puede generar en la buza de entrada sumergida 4, en comparación con un procedimiento de colada continua ordinario sin la instalación de la estructura de material refractario 1. Por consiguiente, el procedimiento de la presente invención ejerce un gran efecto sobre la mejora en la calidad del desbaste plano y la productividad de la colada continua por medio de la estabilización del flujo en un molde.

#### 55 (Ejemplo comparativo 1)

- Las figs. 4(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de una máquina de colada continua como ejemplo comparativo con la presente invención, en las que (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una  
 60 sección longitudinal de la máquina de colada continua. En la máquina de colada continua que se muestra en las mismas figuras, se asignan los mismos signos de referencia a las partes sustancialmente idénticas a las de la

máquina de colada continúa mencionada anteriormente que se muestra en las figs. 2(a) y (b). El ejemplo que se muestra en las mismas figuras no satisface las condiciones estipuladas en la primera invención.

Tal como se muestra en las mismas figuras, en una estructura de material refractario 1 de tipo troncocónico hueco, el diámetro interno en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 600 mm en el borde inferior de la abertura del lado de salida del orificio lateral 2 y es de 400 mm en el borde superior de la misma. El diámetro externo en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 700 mm en el borde inferior de la abertura del lado de entrada del orificio lateral 2 y es de 500 mm en el borde superior de la misma. Además, la estructura tiene una altura de 350 mm con respecto a la superficie interna de la cubierta superior y una altura total de 400 mm, y está formada por un refractario de tipo alúmina-magnesia. El diámetro interno medio 2R en la zona provista de aberturas de los orificios laterales 2 es de 500 mm, calculado mediante  $(600 \text{ [mm]} + 400 \text{ [mm]}) / 2$ , y el radio interno medio R es de 250 mm.

En la pared lateral de la estructura de material refractario 1, tal como se muestra en (a) de las mismas figuras, se proporcionan ocho orificios laterales 2, cada uno con una sección transversal de 250 mm de altura y 100 mm de ancho, en una dirección circunferencial, de manera que cada uno de los ejes centrales Y1 a Y8 de los mismos forman un ángulo de inclinación  $\theta_1 = 55^\circ$  con respecto a una correspondiente línea radial virtual entre X1 y X8 en la superficie interna de la estructura de material refractario. Es decir, las áreas totales de abertura S de los orificios laterales 2 equivalen a 200.000 mm<sup>2</sup>, calculadas mediante  $S = 250 \text{ [mm]} \times 100 \text{ [mm]} \times 8$  [elementos]. El caudal Q de acero fundido durante el estado estable de la colada equivale a 32 m<sup>3</sup>/h. Por consiguiente, el valor del índice P expresado por la ecuación (1) mencionada anteriormente es de 0,009 m<sup>2</sup>/s, calculado mediante  $P = R \times Q/S \times \sin \theta_1 = 250 \text{ [mm]} \times 32 \text{ [m}^3\text{/h]} / 200.000 \text{ [mm]} \times 0,819$ , que es más pequeño que el intervalo estipulado por la presente invención.

El valor del índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral) es de  $50 \text{ [mm]} / 100 \text{ [mm]} = 0,5$ , que es demasiado pequeño comparado con el valor apropiado (T: 1,0 o más) para la velocidad media a través de los orificios laterales del acero fundido de  $Q/S = 0,044$  m/s.

Se proporciona una abertura de 110 mm de diámetro en una parte de extremo superior 7 del tronco de cono hueco, y se inserta un vástago de tapón 14 con un diámetro de 100 mm en las proximidades de la buza superior 8 desde encima de la artesa 5 y a través de la abertura. El nivel del metal fundido en la artesa 5 durante el estado estable de la colada es tal que la estructura de material refractario 1 queda completamente sumergida.

En el ejemplo comparativo que se muestra en las figs. 4(a) y (b), se imprime una velocidad circunferencial al acero fundido 6 que atraviesa los orificios laterales 2, la velocidad circunferencial aumenta de acuerdo con la ley de conservación del momento angular cuando el acero fundido atraviesa la buza superior 8 con un diámetro interno reducido y una compuerta deslizante 9, y se genera un flujo turbulento en la buza de entrada sumergida 4. No obstante, debido a que el valor del índice T es pequeño, y se encuentra fuera del intervalo estipulado de la presente invención tal como se describe anteriormente, no se puede generar un flujo turbulento con la suficiente intensidad.

### (Ejemplo comparativo 2)

Las figs. 5(a) y (b) son unas vistas esquemáticas de otra máquina de colada continua como ejemplo comparativo con la presente invención, en las que (a) muestra un diagrama en sección transversal A-A en (b), y (b) muestra una sección longitudinal de la máquina de colada continua. En la máquina de colada continua que se muestra en las figuras 5(a) y (b), se asignan los mismos signos de referencia a las partes sustancialmente idénticas a las de la máquina de colada continúa mencionada anteriormente que se muestra en las figs. 1(a) y (b). El ejemplo que se muestra en las mismas figuras no satisface las condiciones estipuladas en las invenciones 1 a 3 mencionadas anteriormente.

Una estructura de material refractario 1 de tipo cilíndrico hueco posee un diámetro interno de 400 mm, un diámetro externo de 550 mm y una altura total de 1.250 mm, incluye una zona provista de aberturas de orificios laterales, y está formada por un material refractario de tipo alúmina-sílice. Es decir, el radio interno medio R en la zona provista de aberturas de orificios laterales 2 es 200 mm. El nivel de metal fundido en la artesa 5 durante el estado estable de la colada se encuentra 100 mm por debajo de la parte del extremo superior 7 de la estructura de material refractario 1.

En la pared lateral de la estructura de material refractario 1, tal como se muestra en (a) de las mismas figuras, se proporcionan tres orificios laterales 2, cada uno con una sección transversal de 80 mm de altura y 80 mm de ancho,

en una dirección circunferencial, de manera que cada uno de los ejes centrales Y1 a Y3 de los mismos forman un ángulo de inclinación  $\theta_1 = 40^\circ$  con respecto a una correspondiente línea radial virtual entre X1 y X3 en la superficie interna de la estructura de material refractario. Es decir, las áreas totales de abertura S de los orificios laterales 2 equivalen a 19.200 mm<sup>2</sup>, calculadas mediante  $S = 80 \text{ [mm]} \times 80 \text{ [mm]} \times 3 \text{ [elementos]}$ . El caudal Q de acero fundido durante el estado estable de la colada equivale a 65 m<sup>3</sup>/h. Por consiguiente, el valor del índice P expresado por la ecuación (1) mencionada anteriormente es de 0,121 m<sup>2</sup>/s, calculado mediante  $P = R \times Q/S \times \sin \theta_1 = 200 \text{ [mm]} \times 65 \text{ [m}^3\text{/h]} / 19.000 \text{ [mm}^2\text{]} \times 0,643$ , que es más grande que el intervalo estipulado por la presente invención.

El valor del índice T (T: la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral) es  $75 \text{ [mm]} / 80 \text{ [mm]} = 0,938$ , que es suficientemente grande comparado con el valor apropiado (T: 0,5 o más) para la velocidad media a través de los orificios laterales del acero fundido de  $Q/S = 0,940 \text{ m/s}$ .

En el ejemplo comparativo 2 que se muestra en las figs. 5(a) y (b), se imprime una velocidad circunferencial al acero fundido 6 que atraviesa los orificios laterales 2, la velocidad circunferencial aumenta de acuerdo con la ley de conservación del momento angular cuando el acero fundido atraviesa la buza superior 8 con un diámetro interno reducido y una compuerta deslizante 9, y se genera un flujo turbulento en la buza de entrada sumergida 4. No obstante, debido a que el valor del índice T es excesivamente grande, tal como se describe anteriormente, la intensidad excesivamente alta del flujo turbulento provoca un deterioro en la eficiencia energética. Además, también se origina el problema de la vibración de la buza de entrada sumergida 4.

#### APLICACIÓN INDUSTRIAL

De acuerdo con el procedimiento de la presente invención, se puede lograr un funcionamiento estable de la colada continua y una mejora en la calidad del desbaste plano generando un flujo turbulento en metal fundido en una buza de entrada sumergida sin provocar el atascamiento de la buza, que constituye un punto débil de una buza de entrada sumergida de flujo turbulento convencional provista de un álabe de turbulencia con forma de placa retorcida, y ejerciendo los efectos que posee la buza de entrada sumergida de flujo turbulento, tales como una excelente estabilidad del flujo de metal fundido en un molde o la eliminación de inclusiones no metálicas. Por lo tanto, el procedimiento de colada continua de metal fundido de la presente invención constituye una técnica con un amplio abanico de aplicaciones en el campo de la colada, en el que se busca la estabilización de la colada continua y lograr un alto nivel de limpieza del desbaste plano, mediante un dispositivo barato y un procedimiento sencillo.

#### LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

1: Estructura de material refractario, 2: orificio lateral, 3: eje de la estructura de material refractario, 4: buza de entrada sumergida, 5: artesa, 51: refractario de artesa, 52: coraza de artesa, 6: metal fundido (acero fundido), 7: parte de extremo superior de la estructura de material refractario, 8: buza superior, 9: compuerta deslizante, 10: gas inerte, 11: molde, 12: costra solidificada, 13: polvo de colada, 14: vástago de tapón, O: centro de la sección transversal circular horizontal, X1 a X8: líneas virtuales que se extienden radialmente,  $\theta_1$ : ángulo de inclinación del orificio lateral.



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de colada continua de metal fundido en el que una estructura de material refractario de tipo cilíndrico, cónico o troncocónico hueco que posee uno o más orificios laterales en su pared lateral está dispuesta en una artesa por encima de una buza de entrada sumergida con el eje central de la estructura de material refractario alineado verticalmente para suministrar metal fundido desde la artesa a la buza de entrada sumergida, en el que:

un eje central del orificio lateral cruza una línea virtual que se extiende radialmente desde el centro de una sección transversal circular horizontal de la estructura de material refractario en una intersección de la misma con una superficie interna de la estructura de material refractario, estando el eje central del orificio lateral inclinado horizontalmente a un ángulo  $\theta_1$  con respecto a la línea virtual en la intersección;

el metal fundido contenido en la artesa pasa desde las aberturas del lado de entrada de los orificios laterales que se abren en una superficie externa de la estructura de material refractario hasta las aberturas del lado de salida de la misma que se abren en la superficie interna de la estructura de material refractario, por lo cual se genera un flujo turbulento en el metal fundido suministrado desde la artesa a la buza de entrada sumergida al tiempo que se imprime una velocidad circunferencial al mismo; y

un diámetro interno medio  $2R$  de la sección transversal circular horizontal de la estructura en la zona provista de aberturas de orificios laterales de 250 a 1.200 mm, la altura de la sección del orificio lateral es de 30 a 500 mm, y el ángulo  $\theta_1$  es de 15 a 80°; **caracterizado porque:**

un índice  $P$  expresado por la anterior ecuación (1) satisface la condición  $0,015 \text{ m}^2/\text{s} \leq P \leq 0,100 \text{ m}^2/\text{s}$ , estando el índice  $P$  representado por el caudal  $Q$  del metal fundido, las áreas totales de abertura  $S$  de los orificios laterales, el radio interno medio  $R$  de la sección transversal circular horizontal en una zona provista de aberturas de orificios laterales, y el ángulo  $\theta_1$ .

$$P = R \times Q / S \times \sin \theta_1 \dots (1)$$

2. El procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** una relación entre un índice  $T$  representado por la proporción entre el grosor de la pared lateral en la parte del orificio lateral y la anchura de la sección del orificio lateral, el caudal  $Q$  del metal fundido y las áreas totales de abertura  $S$  de los orificios laterales satisface las siguientes condiciones.

$T$  es 1,0 o más cuando  $Q/S$  es inferior a 0,05 m/s;

$T$  es 0,8 o más cuando  $Q/S$  es 0,05 m/s o más, pero inferior a 0,1 m/s;

$T$  es 0,6 o más cuando  $Q/S$  es 0,1 m/s o más, pero inferior a 0,4 m/s;

$T$  es 0,5 o más cuando  $Q/S$  es 0,4 m/s o más, pero inferior a 1,2 m/s; y

$T$  es 0,4 o más cuando  $Q/S$  es 1,2 m/s o más.

3. El procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** todo el cuerpo de la estructura de material refractario se sumerge en el metal fundido contenido en la artesa; y

se proporciona una abertura en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario, y se inserta un vástago de tapón de material refractario desde encima de la artesa y a través de la abertura.

4. El procedimiento de colada continua de metal fundido de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** todo el cuerpo de la estructura de material refractario se sumerge en el metal fundido contenido en la artesa; y

no se proporciona ninguna abertura en una parte de extremo superior de la estructura de material refractario.

FIG. 1

Sección transversal A-A

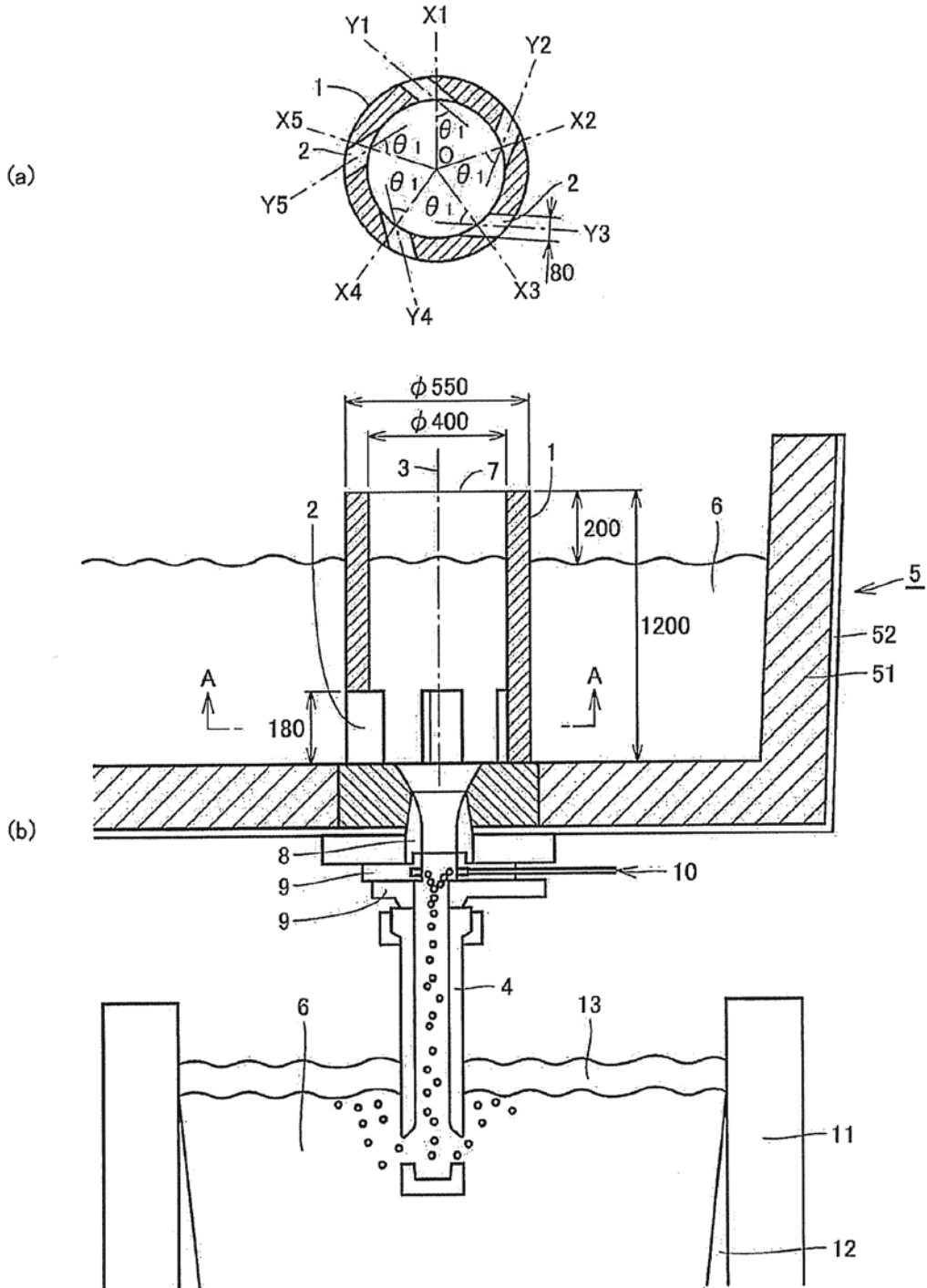






FIG. 4

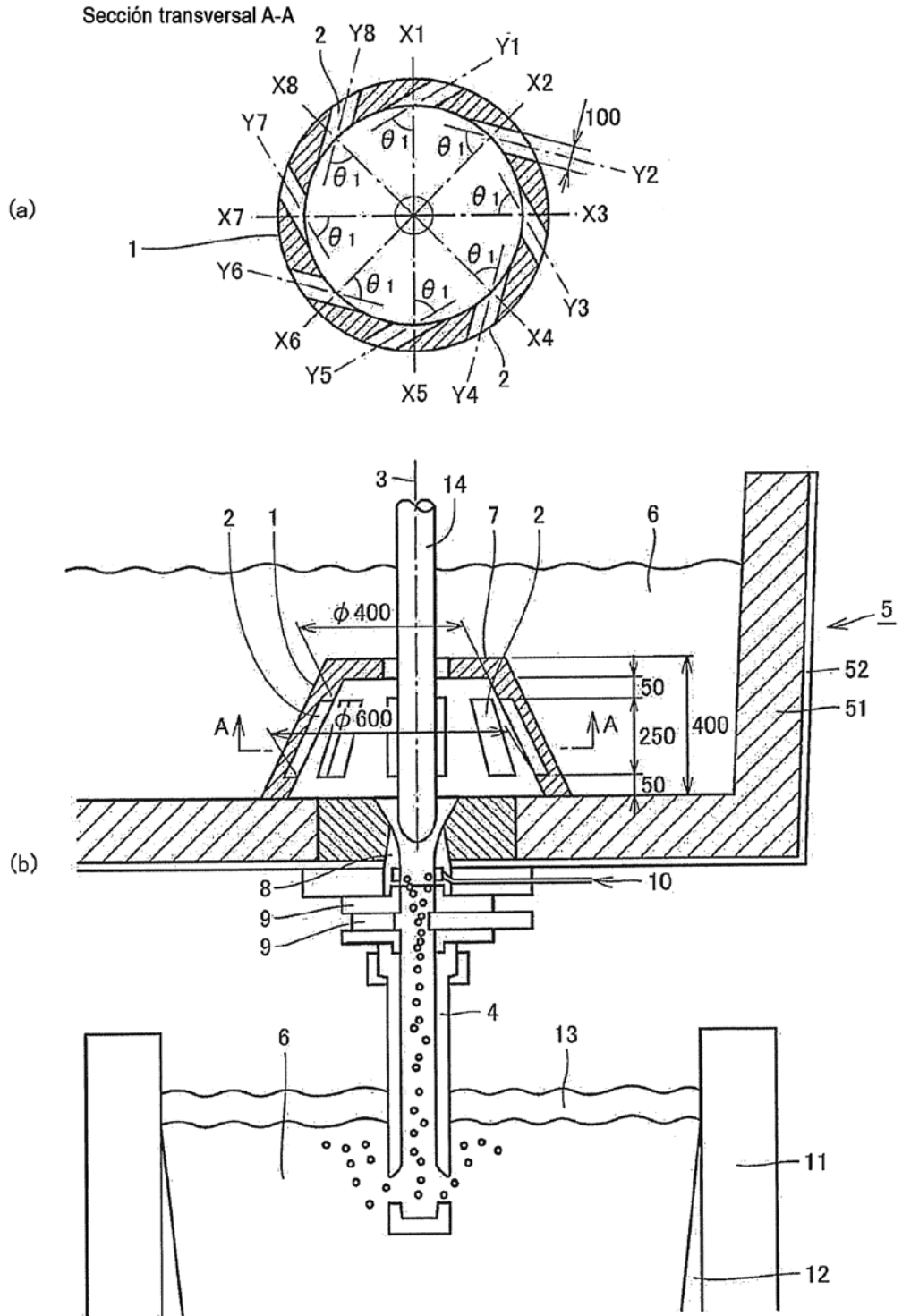


FIG. 5

