

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 258**

51 Int. Cl.:

B22D 11/00 (2006.01)
B22D 11/041 (2006.01)
B22D 11/106 (2006.01)
B22D 11/11 (2006.01)
B22D 11/111 (2006.01)
B22D 11/117 (2006.01)
B22D 27/00 (2006.01)
B22D 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2013 PCT/JP2013/072721**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15029106**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2013 E 13892362 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3040138**

54 Título: **Método de colada continua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.05.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL STAINLESS STEEL
CORPORATION (100.0%)
1-8-2 Marunouchi, Chiyoda-ku
Tokyo , JP**

72 Inventor/es:

**HONDA, YUUKI y
MORIKAWA, HIROSHI**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 761 258 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

Campo técnico

5 Esta invención se refiere a un método de colada continua.

Antecedentes de la invención

10 En el proceso para la fabricación de acero inoxidable, que es un tipo de metal, el hierro fundido se produce fundiendo materias primas en un horno eléctrico, el acero fundido se obtiene sometiendo el hierro fundido producido a un afino que incluye una descarburación efectuada, por ejemplo, para eliminar el carbono, que degrada las propiedades del acero inoxidable, en un convertidor y en un dispositivo de desgasificación al vacío, y el acero fundido a continuación se cuela de forma continua para solidificarlo y formar un planchón en forma de placa, por
15 ejemplo. En el proceso de afino se ajusta la composición final del acero fundido.

En el proceso de colada continua, el acero fundido se vierte desde una cuchara en una artesa y después se vierte desde la artesa en un molde de colada para la colada continua de fundición. En este proceso, se suministra un gas inerte que apenas reaccione con el acero fundido como gas de sellado alrededor del acero fundido transferido desde
20 la cuchara al molde de fundición para proteger la superficie del acero fundido de la atmósfera y evitar que el acero fundido, con la composición finalmente ajustada, reaccione con el nitrógeno y el oxígeno contenidos en la atmósfera, ya que tales reacciones aumentan el contenido de nitrógeno y producen una oxidación.

Por ejemplo, el documento PTL 1 divulga un método para la fabricación de un planchón de colada continua usando gas argón como gas inerte.
25

El documento JP 2012 061516 A1 divulga un método de colada para colar metales sólidos, en el que se controla el peso del acero fundido en la artesa y se determina la condición de inmersión del extremo inferior del tubo de inyección con respecto a la superficie del acero fundido. Cuando el peso del acero fundido en la artesa llega a un
30 valor predeterminado, se inicia el suministro de gas argón al espacio interior de la artesa y se detiene el suministro de gas nitrógeno. Después de sumergir el tubo de inyección en el acero fundido, el suministro de gas argón al espacio interior de la artesa se reduce y comienza su sustitución por gas nitrógeno y, de este modo, se lleva a cabo la colada continua del acero fundido.

35 El documento CN 1019 92280 A divulga un método que reduce el contenido de inclusiones en un proceso de colada de acero, en el que la tecnología comprende la fabricación de acero, afino, colada continua, calentamiento, calentamiento en horno y laminado en tándem. Durante el proceso de colada, antes de inyectar el acero fundido en la artesa, se sopla un gas inerte en la artesa y el tanque inerte es cubierto básicamente por el gas inerte.

40 Listado de citas

[Literatura de patente]

[PTL 1]

45 Solicitud de patente japonesa N.º H4-284945

Sumario de la invención

50 Problema técnico

Sin embargo, el uso de gas argón como gas de sellado en el método de fabricación del documento PTL 1 causa un problema. Es decir, el gas argón captado en el acero fundido permanece en el mismo en forma de burbujas. Como resultado, aparecen fácilmente defectos por burbujas, esto es, defectos superficiales sobre la superficie del planchón
55 de colada continua debido al gas argón. Asimismo, cuando aparecen tales defectos superficiales en el planchón de colada continua aparecen también otros problemas. Es decir, es necesario desbastar la superficie para asegurar la calidad requerida, lo que aumenta los costes.

La presente invención se ha creado para resolver los problemas anteriormente descritos y un objeto de la invención es proporcionar un método de colada continua en el que se suprime un aumento del contenido de nitrógeno durante
60 la colada de un planchón (metal sólido) y se reducen los defectos superficiales.

Solución al problema

65 A fin de resolver los problemas anteriormente descritos, la presente invención proporciona un método de colada continua para la colada de un metal sólido vertiendo el metal fundido de una cuchara en una artesa dispuesta debajo

de la misma y vertiendo de forma continua el metal fundido de la artesa en un molde de colada, incluyendo el método de colada continua: suministrar un gas nitrógeno como gas de sellado alrededor del metal fundido en la artesa; y verter en la artesa el metal fundido de la cuchara mediante una boquilla de vertido y verter en el molde de colada el metal fundido de la artesa, sumergiendo a la vez un borde de la boquilla de vertido, que sirve para verter el metal fundido de la cuchara en la artesa, en el metal fundido de la artesa, en el que se pulveriza un polvo para artesa sobre una superficie del metal fundido de la artesa, y el polvo para artesa se interpone entre el metal fundido y el gas nitrógeno, y en el que el polvo para artesa está constituido por una escoria sintética.

Efectos ventajosos de la invención

Con el método de colada continua de acuerdo con la presente invención, es posible suprimir un aumento del contenido de nitrógeno y reducir los defectos superficiales durante la colada de un metal sólido.

Breve descripción de las figuras

[Fig. 1]

La Fig. 1 es un diagrama esquemático que ilustra la configuración de un dispositivo de colada continua que se usa en el método de colada continua de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención.

[Fig. 2]

La Fig. 2 es un diagrama esquemático que ilustra un aparato de colada continua durante la colada con el método de colada continua de acuerdo con la Realización 2 de la presente invención.

[Fig. 3]

La Fig. 3 ilustra una comparación del número de burbujas generadas en la palanquilla de acero inoxidable del Ejemplo 3 y el Ejemplo comparativo 3.

[Fig. 4]

La Fig. 4 ilustra una comparación del número de burbujas generadas en la palanquilla de acero inoxidable del Ejemplo 4 y el Ejemplo comparativo 4.

[Fig. 5]

La Fig. 5 ilustra una comparación del número de burbujas generadas en la palanquilla de acero inoxidable del Ejemplo comparativo 3 y cuando se usa una boquilla alargada en el Ejemplo comparativo 3.

Descripción de las realizaciones

Realización 1 (no de acuerdo con la invención)

El método de colada continua de acuerdo con la Realización 1 se explicará a continuación en el presente documento con referencia a las figuras adjuntas. En la realización descrita más adelante, se explica un método para la colada continua de acero inoxidable.

El acero inoxidable se fabrica mediante la puesta en práctica de un proceso de fusión, un proceso de afino primario, un proceso de afino secundario y un proceso de colada en el orden de la descripción.

En el proceso de fusión, se funden chatarra o aleaciones que sirven como materiales de partida para la producción de acero inoxidable en un horno eléctrico a fin de producir hierro fundido, y el hierro fundido producido se transfiere a un convertidor. En el proceso de afino primario, se efectúa una descarburación bruta para eliminar el carbono contenido en la masa fundida mediante soplado de oxígeno en el hierro fundido del convertidor, produciendo así un acero inoxidable fundido y una escoria que incluye óxido de carbono e impurezas. Adicionalmente, en el proceso de afino primario, los componentes del acero inoxidable fundido se analizan y se lleva a cabo un ajuste bruto de los componentes cargando aleaciones para aproximar la composición del acero a la composición deseada. El acero inoxidable fundido producido en el proceso de afino primario se transvasa a una cuchara de colada y se transfiere al proceso de afino secundario.

En el proceso de afino secundario, el acero inoxidable fundido se introduce, junto con la cuchara, en un dispositivo de degasificación al vacío, y se efectúa un tratamiento de acabado de descarburación. Se produce un acero inoxidable fundido puro como resultado del tratamiento de acabado de descarburación del acero inoxidable fundido. Adicionalmente, en el proceso de afino secundario, los componentes del acero inoxidable fundido se analizan y se lleva a cabo un ajuste final de los componentes cargando aleaciones para aproximar la composición del acero a la

composición deseada.

En el proceso de colada, tal como se muestra en la Fig. 1, se extrae la cuchara 1 del dispositivo de desgasificación al vacío y se dispone en un dispositivo de colada continua (CC) 100. El acero inoxidable fundido 3, que es el metal fundido en la cuchara 1, se vierte en el dispositivo de colada continua 100 y se cuela, por ejemplo, en una palanquilla de acero inoxidable 3c en forma de plancha como metal sólido con un molde de colada 105 proporcionado en el dispositivo de colada continua 100. La palanquilla de acero inoxidable 3c colada se lamina en caliente o se lamina en frío en el proceso de laminación posterior (no ilustrado en las figuras) para obtener un fleje de acero laminado en caliente o un fleje de acero laminado en frío.

La configuración del dispositivo de colada continua (CC) 100 se explicará a continuación en el presente documento con mayor detalle.

El dispositivo de colada continua 100 tiene una artesa 101 que es un contenedor para recibir temporalmente el acero inoxidable fundido 3 transferido desde la cuchara 1 y para transferir el acero inoxidable fundido al molde de colada 105. La artesa 101 tiene un cuerpo principal 101b que está abierto por la parte superior, una tapa superior 101c que cierra la parte superior abierta del cuerpo principal 101b y protege al cuerpo principal del exterior, y una boquilla de inmersión 101d que se extiende desde la parte inferior del cuerpo principal 101b. En la artesa 101, el cuerpo principal 101b y la tapa superior 101c forman un espacio interior cerrado 101a dentro de la misma. La boquilla de inmersión 101d se abre en el interior 101a en el orificio de entrada 101e de la parte inferior del cuerpo principal 101b.

Asimismo, la cuchara 1 se dispone sobre la artesa 101, y se conecta una boquilla alargada 2 a la parte inferior de la cuchara 1. La boquilla alargada 2 es una boquilla de vertido para una artesa, que se extiende en el interior 101a a través de la tapa superior 101c de la artesa 101. Un borde 2a en la punta inferior de la boquilla alargada 2 se abre en el interior 101a. El sellado se realiza y la estanqueidad al gas se asegura entre la porción de paso de la boquilla alargada 2 en la tapa superior 101c y la tapa superior 101c.

Se proporciona una pluralidad de boquillas de suministro de gas 102 en la tapa superior 101c de la artesa 101. Las boquillas de suministro de gas 102 están conectadas a una fuente de suministro de gas (no representada en las figuras) y suministran un gas predeterminado desde la parte superior hacia abajo al interior 101a de la artesa 101.

Se proporciona una boquilla de polvo 103 en la tapa superior 101c de la artesa 101, que es para cargar un polvo para artesa (denominado en adelante "polvo TD") 5 (véase la Fig. 2) al interior 101a de la artesa 101. La boquilla de polvo 103 está conectada a una fuente de suministro de polvo TD (no representada en la figura) y suministra el polvo TD 5 desde la parte superior hacia abajo al interior 101a de la artesa 101. El polvo para artesa 5 está constituido por un agente de escoria sintético y este cubre la superficie del acero inoxidable fundido 3, produciendo los siguientes efectos, por ejemplo, en el acero inoxidable fundido 3: evita la oxidación de la superficie del acero inoxidable fundido 3, mantiene la temperatura del acero inoxidable fundido 3 y las inclusiones contenidas en el acero inoxidable fundido 3 se disuelven y se absorben. En la Realización 1, no se usa la boquilla de polvo 103 ni el polvo TD 5.

Se proporciona un tapón con forma de varilla 104 que puede moverse en dirección vertical por encima de la boquilla de inmersión 101d. El tapón 104 se extiende desde el interior 101a de la artesa 101 hasta el exterior a través de la tapa superior 101c de la artesa 101.

Cuando el tapón 104 se mueve hacia abajo, el extremo del mismo puede cerrar el orificio de entrada 101e de la boquilla de inmersión 101d. Además, el tapón se configura también de manera que, cuando se tira del tapón hacia arriba desde una posición en la que el orificio de entrada 101e está cerrado, el acero inoxidable fundido 3 en el interior de la artesa 101 fluye a la boquilla de inmersión 101d y la velocidad de flujo del acero inoxidable fundido 3 se puede controlar ajustando el área de abertura del orificio de entrada 101e de acuerdo con la cantidad de tracción. Asimismo, se efectúa el sellado y la estanqueidad al gas se asegura entre la porción de paso del tapón 104 en la tapa superior 101c y la tapa superior 101c.

El extremo 101f de la boquilla de inmersión 101d en la porción inferior de la artesa 101 se extiende en un orificio de paso 105a del molde de colada 105, que está localizado debajo de la misma, y se abre a los lados.

El orificio de paso 105a del molde de colada 105 tiene una sección transversal rectangular y pasa a través del molde de colada 105 en dirección vertical. El orificio de paso 105a se configura de tal manera que la superficie de la pared interior del mismo se enfría con agua mediante un mecanismo de enfriamiento primario (no representado en la figura). Como resultado, el acero inoxidable fundido 3 en el interior se enfría y se solidifica y se forma un planchón 3b con una sección transversal predeterminada.

Se proporciona una pluralidad de rodillos 106 para tirar hacia abajo y transferir el planchón 3b formado por el molde de colada 105, separados unos de otros por debajo del orificio de paso 105a del molde de colada 105. Se proporciona un mecanismo de enfriamiento secundario (no representado en la figura) entre los rodillos 106 para enfriar el planchón 3b por pulverización con agua.

Se explicará a continuación en el presente documento la operación del dispositivo de colada continua 100.

5 Con referencia a la Fig. 1, en el dispositivo de colada continua 100 la cuchara 1, que contiene en su interior el acero inoxidable fundido 3 que se ha afinado secundariamente, se dispone por encima de la artesa 101. Adicionalmente, la boquilla alargada 2 se monta en el extremo inferior de la cuchara 1, y la punta de la boquilla alargada que tiene el borde 2a se extiende en el interior 101a de la artesa 101. En esta configuración, el tapón 104 cierra el orificio de entrada 101e de la boquilla de inmersión 101d.

10 Se abre entonces una válvula (no representada en la figura) que se proporciona en la boquilla alargada 2, y el acero inoxidable fundido 3 en la cuchara 1 fluye hacia abajo por gravedad por el interior de la boquilla alargada 2 y fluye después en el interior 101a de la artesa 101. Asimismo, se inyecta gas nitrógeno (N₂) 4 que es soluble en el acero inoxidable fundido 3 a partir de una boquilla de suministro de gas 102 en el interior 101a de la artesa 101. Como resultado, el aire que incluye impurezas y está presente en el interior 101a de la artesa 101 es empujado por el gas nitrógeno 4 desde la artesa 101 hacia el exterior, y el gas nitrógeno 4 cargado en el interior 101a sella el área que rodea al acero inoxidable fundido 3 y evita que este entre en contacto con otro gas tal como el aire.

20 La superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101 se eleva por el acero inoxidable fundido 3 que entra. Cuando la superficie 3a ascendente hace que el borde 2a de la boquilla alargada 2 se sumerja en el acero inoxidable fundido 3 y la profundidad del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101 llega a ser una profundidad predeterminada D, el tapón 104 sube, el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a fluye en el orificio de paso 105a del molde de colada 105 a través del interior de la boquilla de inmersión 101d y se inicia la colada. Al mismo tiempo, el acero inoxidable fundido 3 en el interior de la cuchara 1 se vierte a través de la boquilla alargada 2 al interior 101a de la artesa 101 y se suministra acero inoxidable fundido 3. Cuando el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a alcanza la profundidad predeterminada D, es preferente que la boquilla alargada 2 penetre en el acero inoxidable fundido 3 de modo que el borde 2a esté a una profundidad de aproximadamente 100 mm a 150 mm desde la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3. Cuando la boquilla alargada 2 penetra a una profundidad mayor que la indicada anteriormente, es difícil que el acero inoxidable fundido 3 fluya hacia afuera desde el borde 2a de la boquilla alargada 2 debido a la resistencia producida por la presión interna del acero inoxidable fundido 3 que permanece en el interior 101a. Por otra parte, cuando la boquilla alargada 2 penetra a una profundidad menor que la indicada anteriormente, cuando la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3, que es controlada de manera que se mantenga en las proximidades de una posición predeterminada durante la colada, cambia y el borde 2a queda expuesto, el acero inoxidable fundido 3 que se ha vertido golpea la superficie 3a y el gas nitrógeno puede ser arrastrado al interior del acero.

35 El acero inoxidable fundido 3 que ha fluido en el orificio de paso 105a del molde de colada 105 se enfría mediante el mecanismo de enfriamiento primario (no representado en la figura) en el proceso de flujo a través del orificio de paso 105a, el acero en el lado de la superficie de la pared interior del orificio de paso 105a se solidifica, y se forma un revestimiento solidificado 3ba. El revestimiento solidificado 3ba formado es empujado hacia abajo hacia el exterior del molde de colada 105 por el revestimiento solidificado 3ba que se forma nuevamente en una zona superior del orificio de paso 105a. Se suministra un polvo de molde desde un lado del extremo 101f de la boquilla de inmersión 101d hasta la superficie de la pared interior del orificio de paso 105a. El polvo de molde actúa induciendo la fusión de la escoria sobre la superficie del acero inoxidable fundido 3, evita la oxidación de la superficie del acero inoxidable fundido 3 dentro del orificio de paso 105a, asegura la lubricación entre el molde de colada 105a y el revestimiento solidificado 3ba y mantiene la temperatura de la superficie del acero inoxidable fundido 3 dentro del orificio de paso 105a.

50 El planchón 3b está formado por el revestimiento solidificado 3ba que ha sido empujado hacia afuera y el acero inoxidable fundido 3 no solidificado dentro del mismo, y los rodillos 106 sujetan el planchón 3b por ambos lados y tiran de él hacia abajo y hacia afuera. En el proceso de su transferencia entre los rodillos 106, el planchón 3b que ha sido empujado hacia afuera se enfría por pulverización con agua mediante el mecanismo de enfriamiento secundario (no representado en la figura) y el acero inoxidable fundido 3 en el interior del mismo se solidifica por completo. Como resultado, mediante la formación de un nuevo planchón 3b dentro del molde de colada 105, mientras se empuja el planchón 3b hacia afuera del molde de colada 105 con los rodillos 106, es posible formar el planchón 3b que es continuo a lo largo de toda la dirección de extensión de los rodillos 106 desde el molde de colada 105. El planchón 3b se descarga al exterior de los rodillos 106 desde la sección final de los rodillos 106, y el planchón 3b saliente se corta para formar una planquilla de acero inoxidable 3c en forma de plancha.

60 La velocidad de colada a la que se cuele el planchón 3b se controla ajustando el área de abertura del orificio de entrada 101e de la boquilla de inmersión 101d con el tapón 104. Asimismo, la velocidad de entrada del acero inoxidable fundido 3 desde la cuchara 1 a través de la boquilla alargada 2 se ajusta de manera que sea igual a la velocidad de salida del acero inoxidable fundido 3 desde el orificio de entrada 101e. Como resultado, la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101 se controla de manera que mantenga una posición sustancialmente constante en dirección vertical en un estado en el que la profundidad del acero inoxidable fundido 3 permanece próxima a la profundidad predeterminada D. En ese momento, el borde 2a en el extremo distal de la boquilla alargada 2 se sumerge en el acero inoxidable fundido 3. Asimismo, el estado de la colada en el que la

posición vertical de la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a se mantiene sustancialmente constante, mientras el borde 2a de la boquilla alargada 2 está sumergido en el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101, tal como se ha mencionado anteriormente, se denomina estado estacionario.

5 Por tanto, siempre que la colada se lleva a cabo en el estado estacionario, el acero inoxidable fundido 3 que fluye desde la boquilla alargada 2 no golpea la superficie 3a y, por tanto, el gas nitrógeno 4b no es arrastrado al interior del acero inoxidable fundido 3, y se mantiene el estado del contacto leve del acero inoxidable fundido 3 con la superficie 3a.

10 Como resultado, aunque el gas nitrógeno 4 es soluble en el acero inoxidable fundido 3, se suprime la penetración del mismo en el acero inoxidable fundido 3 en el estado estacionario.

15 Cuando ya no queda acero inoxidable fundido 3 en el interior de la cuchara 1, la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101 cae por debajo del borde 2a de la boquilla alargada 2, aunque la superficie está en contacto con el gas nitrógeno 4 y no se ve perturbada, como cuando es golpeada por el acero inoxidable fundido 3 que fluye hacia abajo. Por tanto, se evita que el gas nitrógeno 4 se mezcle por disolución con el acero inoxidable fundido 3 hasta el final de la colada, momento en el cual no queda acero inoxidable fundido 3 en la artesa 101.

20 Incluso antes de que el borde 2a de la boquilla alargada 2 se sumerja en el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101, la mezcla del aire y el gas nitrógeno 4 causada por el arrastre al interior del acero inoxidable fundido 3 se reduce debido a que la distancia entre el borde 2a y la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 sobre la parte inferior o en el interior 101a del cuerpo principal 101b de la artesa 101 es pequeña, y también porque la superficie 3a es golpeada por el acero inoxidable fundido 3 solo durante una cantidad limitada de tiempo hasta
25 que el borde 2a se sumerge.

Además, excluyendo la palanquilla de acero inoxidable 3c que se cuela en el periodo inicial de la colada que se ve afectada por una cantidad muy pequeña de aire o gas nitrógeno 4 mezclados con el acero inoxidable fundido 3 durante un corto periodo de tiempo hasta que el borde 2a de la boquilla alargada 2 se sumerge en el acero
30 inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101, la colada de la palanquilla de acero inoxidable 3c durante un periodo que requiere la mayor parte del tiempo desde el inicio hasta el final de la colada, siendo este periodo distinto al periodo inicial de colada mencionado anteriormente, no se ve afectada por el aire y el gas nitrógeno 4 mezclados anteriormente mencionados y la mezcla del nuevo gas nitrógeno 4 se suprime. Por tanto, en la palanquilla de acero inoxidable 3c que se cuela durante la mayor parte del tiempo de colada mencionado
35 previamente, se suprime el aumento del contenido de nitrógeno de esta tras el segundo afino secundario y se suprime considerablemente la aparición de defectos superficiales causados por la formación de burbujas resultante de la disolución de una pequeña cantidad de gas nitrógeno 4 mezclado en el acero inoxidable fundido 3.

40 Así pues, usando gas nitrógeno 4 como gas de sellado en el estado estacionario de la colada, es posible suprimir la aparición de burbujas en la palanquilla de acero inoxidable 3c tras la colada. Asimismo, el aumento del contenido de nitrógeno durante la misma tras el afino secundario se puede suprimir vertiendo el acero inoxidable fundido 3 a través de la boquilla alargada 2 sumergida por el borde 2a de la misma en el acero inoxidable fundido en la artesa 101.

45 Realización 2

En el método de colada continua de acuerdo con la Realización 2 de la invención, el polvo TD 5 se pulveriza para cubrir la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en la artesa 101 durante la colada en el método de colada
50 continua de acuerdo con la Realización 1.

En el método de colada continua de acuerdo con la Realización 2, el dispositivo de colada continua 100 se usa de manera similar a la de la Realización 1. Por tanto, se omite en este apartado la explicación de la configuración del dispositivo de colada continua 100.

55 La operación del aparato de colada continua 100 en la Realización 2 se explicará con referencia a la Fig. 2.

En el aparato de colada continua 100, en la artesa 101 en la que se dispone la cuchara 1 y se monta la boquilla alargada 2 en la cuchara 1, se vierte el acero inoxidable fundido 3 desde la cuchara 1 al interior 101a de la artesa 101 a través de la boquilla alargada 2 en un estado en el que el orificio de entrada 101e de la boquilla de inmersión
60 101d está cerrado con el tapón 104, del mismo modo que en la Realización 1. Asimismo, se suministra gas nitrógeno 4 a partir de la boquilla de suministro de gas 102 en el interior 101a de la artesa 101, y el interior se llena con el gas nitrógeno 4.

65 Cuando la superficie 3a del acero inoxidable fundido, que se eleva debido a la entrada del acero inoxidable fundido 3, llega muy cerca del borde 2a de la boquilla alargada 2 en el interior 101a de la artesa 101, disminuye la intensidad con la que el acero inoxidable fundido 3, que fluye hacia abajo desde el borde 2a, golpea la superficie 3a. De

acuerdo con esto, el polvo TD 5 se pulveriza desde la boquilla de polvo 103 hacia la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a. El polvo TD 5 se pulveriza 3a de modo que cubra toda la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3.

5 Además, cuando la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 se eleva y la profundidad del mismo llega a ser la profundidad predeterminada D en el interior 101a de la artesa 101 en la que se vierte el acero inoxidable fundido 3, el tapón 104 se eleva. Como resultado, el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a fluye al molde de colada 105 y se inicia la colada.

10 Durante la colada, en la artesa 101, la cantidad de acero inoxidable fundido 3 que sale de la boquilla de inmersión 101d y la cantidad de acero inoxidable fundido 3 que fluye a través de la boquilla alargada 2 se ajustan de modo que la profundidad del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a se mantenga próxima a la profundidad predeterminada D y la superficie 3a adopte una posición sustancialmente constante, mientras el borde 2a de la boquilla alargada 2 permanece sumergido en el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101.

15 Como resultado, en la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 cubierta por el polvo TD 5, se evita que el polvo TD 5 sea perturbado por el acero inoxidable fundido 3 que se vierte, con lo cual se evita que la superficie 3a quede expuesta y entre en contacto con el gas nitrógeno 4. Por consiguiente, el polvo TD 5 protege continuamente la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 del gas nitrógeno 4 siempre que la colada se lleve a cabo en el estado estacionario.

20 Adicionalmente, cuando ya no queda acero inoxidable fundido 3 en el interior de la cuchara de sustitución 1, la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a de la artesa 101 baja y llega por debajo del borde 2a de la boquilla alargada 2. En este caso, el polvo TD 5 sobre la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 llena la zona en la que la boquilla alargada 2 se ha convertido en un orificio de paso y cubre toda la superficie 3a. Por tanto, el polvo TD 5 evita continuamente el contacto entre la superficie 3a del acero inoxidable fundido 3 y el gas nitrógeno 4 hasta el final de la colada cuando ya no queda acero inoxidable fundido 3 en la artesa 101.

25 Por tanto, en la artesa 101, el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a se cubre con el polvo TD 5 y el acero inoxidable fundido 3 de la cuchara 1 se vierte en el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a a través de la boquilla alargada 2 que se sumerge por el borde 2a de la misma en el acero inoxidable fundido 3 en el interior 101a en el estado estacionario de la colada después de haber pulverizado el polvo TD 5 y hasta el fin posterior de la colada. Como resultado, el acero inoxidable fundido 3 no entra en contacto con el gas nitrógeno 4 y el gas nitrógeno 4 no se mezcla prácticamente con el acero inoxidable fundido 3.

30 Además, excluyendo la palanquilla de acero inoxidable 3c que se cuele en el periodo inicial de la colada que se ve afectada por una cantidad muy pequeña de aire o gas nitrógeno 4 mezclados con el acero inoxidable fundido 3 durante un corto periodo de tiempo antes de pulverizar el polvo TD 5, la colada de la palanquilla de acero inoxidable 3c durante un periodo que requiere la mayor parte del tiempo desde el inicio hasta el final de la colada, siendo este periodo distinto al periodo inicial de colada mencionado anteriormente, no se ve afectada por el aire y el gas nitrógeno 4 mezclados anteriormente mencionados antes de pulverizar el polvo TD 5 y prácticamente no se mezcla nuevo gas nitrógeno 4. Por tanto, en la palanquilla de acero inoxidable 3c que se cuele durante la mayor parte del tiempo de colada mencionado previamente, el contenido de nitrógeno prácticamente no aumenta en esta tras el segundo afinado secundario y se suprime considerablemente la aparición de defectos superficiales causados por la formación de burbujas del gas mezclado tal como el gas nitrógeno 4.

35 Asimismo, otras características y operaciones relativas al método de colada continua de acuerdo con la Realización 2 de la invención son las mismas que las de la Realización 1 y, por tanto, se omite la explicación de las mismas.

50 Ejemplos

A continuación se explican ejemplos en los que se han colado palanquillas de acero inoxidable mediante el uso de métodos de colada continua de acuerdo con las Realizaciones 1 y 2.

55 La evaluación de las propiedades se efectuó con respecto a los Ejemplos 1 a 4 en los que se colaron planchones, que son palanquillas de acero inoxidable, usando los métodos de colada continua de las Realizaciones 1 y 2 con respecto a SUS430, un acero inoxidable de una sola fase ferrítica (composición química (19Cr-0,5Cu-Nb-LCN)) y SUS316L, y en los Ejemplos comparativos 1 y 2 en los que se colaron planchones de acero inoxidable SUS430 usando una boquilla corta como boquilla de vertido y gas argón o gas nitrógeno como gas de sellado. Los resultados de detección descritos a continuación se obtuvieron mediante un muestreo de los planchones colados en el estado estacionario, excluyendo el periodo inicial de la colada, en los ejemplos, y mediante un muestreo de los planchones colados en el mismo periodo que el periodo de muestreo de los ejemplos desde el inicio de la colada, en los ejemplos comparativos.

65 La Tabla 1 muestra las calidades del acero, los tipos y caudales de suministro del gas de sellado, los tipos de las boquillas pulverizadoras, y si se usó o no el polvo TD con respecto a los ejemplos y ejemplos comparativos. La

boquilla corta, a la que se hace referencia en la Tabla 1, tiene una longitud tal que cuando se monta la boquilla corta en lugar de la boquilla alargada 2 en la cuchara 1 de la configuración representada en la Fig. 1, el extremo distal en el lado inferior de la misma está aproximadamente a la misma altura que la superficie inferior de la tapa superior 101c de la artesa 101.

5 Tabla 1

	Calidad del acero	Gas de sellado		Tipo de boquilla de vertido	Polvo TD
		Tipo	Caudal de suministro		
Ejemplo 1 (no de acuerdo con la invención)	SUS430	N ₂	100 Nm ³ /h	Boquilla alargada	No usado
Ejemplo 2	SUS430	N ₂	100 Nm ³ /h	Boquilla alargada	Usado
Ejemplo 3	Acero inoxidable de una sola fase ferrítica	N ₂	100 Nm ³ /h	Boquilla alargada	Usado
Ejemplo 4	SUS316L	N ₂	100 Nm ³ /h	Boquilla alargada	Usado
Ejemplo comparativo 1	SUS430	Ar	100 Nm ³ /h	Boquilla corta	No usado
Ejemplo comparativo 2	SUS430	N ₂	100 Nm ³ /h	Boquilla corta	No usado

10 En el Ejemplo 1 (no de acuerdo con la invención), se coló un planchón de acero inoxidable SUS430 usando el método de colada continua de la Realización 1.

En el Ejemplo 2, se coló un planchón de acero inoxidable SUS430 usando el método de colada continua de la Realización 2.

15 En el Ejemplo 3, se coló un planchón de acero inoxidable de un acero inoxidable de una sola fase ferrítica (composición química (19Cr-0,5Cu-Nb-LCN)), que es un acero con bajo contenido de nitrógeno, usando el método de colada continua de la Realización 2.

20 En el Ejemplo 4, se coló un planchón de acero inoxidable SUS316L (un acero austenítico con bajo contenido de nitrógeno), que es un acero con un contenido reducido de nitrógeno, usando el método de colada continua de la Realización 2.

25 En el Ejemplo comparativo 1, se coló un planchón de acero inoxidable SUS430 usando la boquilla corta en lugar de la boquilla alargada 2 y usando gas argón (Ar) en lugar de gas nitrógeno como gas de sellado en el método de colada continua de la Realización 1.

En el Ejemplo comparativo 2, se coló un planchón de acero inoxidable SUS430 usando la boquilla corta en lugar de la boquilla alargada 2 en el método de colada continua de la Realización 1.

30 La Tabla 2 muestra los resultados relativos a la captura de N, que es la cantidad de nitrógeno (N) captada en los planchones colados en los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos comparativos 1 y 2. Las capturas de N medidas en una pluralidad de planchones colados en los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos comparativos 1 y 2 se resumen en la Tabla 2. La captura de N es el aumento del componente de nitrógeno contenido en el planchón colado con respecto al componente de nitrógeno en el acero inoxidable fundido 3 en la cuchara 1 tras el ajuste final de la composición en el proceso de afino secundario, siendo este aumento la masa del componente de nitrógeno nuevamente introducido en el acero inoxidable fundido en el proceso de colada. La captura de N se representa como una concentración en masa en unidades de ppm.

40 Tabla 2

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2
Calidad del acero	SUS430	SUS430	Acero inoxidable de una sola fase ferrítica	SUS316L	SUS430	SUS430

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2
Captura de N	50						
	40						Promedio 50 ppm
ΔN (ppm)	30	Promedio 10 ppm				Promedio 8 ppm	
	20						
	10		Promedio -4 ppm	Promedio -9 ppm	Promedio -7 ppm		
	0						
	-10						
Tipo de gas de sellado		N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	Ar	N ₂
Se usa/no se usa la boquilla alargada		o	o	o	o	-	-
Se usa/no se usa el polvo TD		-	o	o	o	-	-

En el Ejemplo comparativo 1, se usó gas argón en lugar de gas nitrógeno como gas de sellado. Como resultado, la captura de N estaba en un intervalo de 0 ppm a 20 ppm, y el valor promedio de la misma era de tan solo 8 ppm.

- 5 En el Ejemplo comparativo 2, se usó la boquilla corta. Como resultado, el acero inoxidable fundido vertido en la artesa 101 golpeó la superficie del acero inoxidable fundido de la artesa 101 y una gran cantidad del gas nitrógeno circundante fue arrastrado al interior del acero. Como consecuencia, la captura de N fue de 50 ppm y el valor promedio de la misma subió también a 50 ppm.
- 10 En el Ejemplo 1, el borde 2a de la boquilla alargada 2 se sumergió en el acero inoxidable en el estado estacionario de la colada. Como resultado, se evitó que el acero inoxidable fundido que se vertió en la misma golpeará la superficie del acero inoxidable fundido en la artesa 101 y el gas nitrógeno estaba en contacto solamente con la superficie lisa del acero inoxidable fundido. Por tanto, la captura de N se redujo a aproximadamente el mismo nivel que en el Ejemplo comparativo 1. Más específicamente, la captura de N en el Ejemplo 1 estaba en un intervalo de 0 ppm a 20 ppm, y el valor promedio de la misma era de tan solo 10 ppm.
- 15

En los Ejemplos 2 a 4, además de usar la boquilla alargada 2, el acero inoxidable fundido en la artesa 101 se protegió del gas nitrógeno mediante el polvo TD en el estado estacionario de la colada. Por esta razón, la captura de N era sustancialmente inferior que la del Ejemplo comparativo 1 y la del Ejemplo 1. Más específicamente, la captura de N en el Ejemplo 2 estaba en un intervalo de -10 ppm a 0 ppm, y el valor promedio de la misma era muy bajo e igual a -4 ppm. En otras palabras, el contenido de nitrógeno en el planchón era inferior al del acero inoxidable fundido tras el afino secundario. Esto es aparentemente debido a que el polvo TD había absorbido el componente de nitrógeno contenido en el acero inoxidable fundido. La captura de N en el Ejemplo 3 estaba también en un intervalo de -10 ppm a 0 ppm, y el valor promedio de la misma era muy bajo e igual a -9 ppm. Adicionalmente, la captura de N en el Ejemplo 4 estaba también en un intervalo de -10 ppm a 0 ppm, y el valor promedio de la misma era muy bajo e igual a -7 ppm.

20

25

Cuando hay gas argón, que es un gas inerte, contenido en el acero inoxidable fundido, este permanece en su mayor parte en forma de burbujas en el planchón de colada, sin disolverse en el acero inoxidable fundido, pero el nitrógeno, que es soluble en el acero inoxidable fundido, se disuelve en su mayor parte en el acero inoxidable fundido. Por tanto, en los ejemplos en los que se usó gas nitrógeno como gas de sellado, no se detectó prácticamente nitrógeno en forma de burbujas en el planchón. En otras palabras, en los Ejemplos 1 a 4 y en el Ejemplo comparativo 2, se confirmó que no había prácticamente burbujas en los planchones, mientras que en el Ejemplo comparativo 1, se confirmó la presencia de un gran número de burbujas como defectos superficiales en el planchón.

30

35

Por ejemplo, en la Fig. 3, el número de burbujas con un diámetro de 0,4 mm o mayor que aparecía en los planchones se comparó entre el Ejemplo 3 y el Ejemplo comparativo 3 (calidad del acero: acero inoxidable de una sola fase ferrítica [composición química: 19Cr-0,5Cu-Nb-LCN], gas de sellado: Ar, caudal de suministro del gas de

sellado: 60 Nm³/h, boquilla de vertido: boquilla corta). En la Fig. 3 se muestran los números de burbujas por 10 000 m² (una región de 100 mm x 100 mm) en 6 puntos de medición obtenidos dividiendo una región del centro al extremo en la dirección de la anchura de la superficie del planchón en segmentos iguales, realizando la división desde el centro hasta el extremo.

5 Tal como se muestra en la Fig. 3, en el Ejemplo 3 el número de burbujas era 0 a lo largo de toda la región, y en el Ejemplo comparativo 3 se confirmó la presencia de burbujas a lo largo de sustancialmente toda la región, confirmando de 0 a 14 burbujas en cada punto de medición.

10 Asimismo, en la Fig. 4, el número de burbujas con un diámetro de 0,4 mm o mayor que aparecía en los planchones se comparó entre el Ejemplo 4 y el Ejemplo comparativo 4 (calidad del acero: SUS316L (acero austenítico con bajo contenido de nitrógeno), gas de sellado: Ar, caudal de suministro del gas de sellado: 60 Nm³/h, boquilla de vertido: boquilla corta). En la Fig. 4 se muestran los números de burbujas por 10 000 m² (una región de 100 mm x 100 mm) en 5 puntos de medición obtenidos dividiendo una región del centro al extremo en la dirección de la anchura de la superficie del planchón en segmentos iguales, realizando la división desde el centro hasta el extremo.

15 Tal como se muestra en la Fig. 4, en el Ejemplo 4 el número de burbujas era 0 a lo largo de toda la región, y en el Ejemplo comparativo 4 se confirmó la presencia de burbujas a lo largo de sustancialmente toda la región, confirmando de 5 a 35 burbujas en cada punto de medición.

20 Incidentalmente, en la Fig. 5, el número de burbujas con un diámetro de 0,4 mm o mayor que aparecía en el planchón en el Ejemplo comparativo 3 mencionado anteriormente se compara con el número de burbujas con un diámetro de 0,4 mm o mayor que aparecía en el planchón colado en el estado estacionario, con la excepción del periodo inicial, cuando se usó la boquilla alargada 2 en lugar de la boquilla corta en el Ejemplo comparativo 3. En la Fig. 5 se muestran los números de burbujas por 10 000 m² (una región de 100 mm x 100 mm) en 6 puntos de medición obtenidos dividiendo una región del centro al extremo en la dirección de la anchura de la superficie del planchón en segmentos iguales, realizando la división desde el centro hasta el extremo.

25 Tal como se muestra en la Fig. 5, cuando se usó la boquilla alargada 2, se redujo el número de burbujas con respecto al del Ejemplo comparativo 3, aunque se confirmó la presencia de 3 a 7 burbujas a lo largo de toda la región, y no se pudo confirmar el efecto de reducción de las burbujas tal como se demostró en los Ejemplos 1 a 4.

30 Por tanto, en el Ejemplo 1 que usa el método de colada continua de la Realización 1, la captura de N en el proceso de colada se puede suprimir a aproximadamente el mismo nivel que en el Ejemplo comparativo 1, en el que no se usó gas nitrógeno como gas de sellado, suprimiendo a la vez los defectos por burbujas en el planchón hasta casi cero. Por tanto, el método de colada continua de la Realización 1 se puede usar eficazmente en lugar del método de colada convencional que usa gas argón como gas de sellado para la producción de acero inoxidable con un bajo contenido de nitrógeno en el que el contenido del componente de nitrógeno es de 400 ppm o inferior.

35 Adicionalmente, en los Ejemplos 2 a 4 que usan el método de colada continua de la Realización 2, suprimiendo a la vez los defectos por burbujas en el planchón hasta casi cero, se puede suprimir la captura de N en el proceso de colada por debajo de la del Ejemplo comparativo 1, en el que no se usó nitrógeno como gas de sellado, y puede ser efectivamente cero. Así pues, el método de colada continua de la Realización 2 se puede usar eficazmente para la producción de aceros inoxidables de una calidad de acero con bajo contenido de nitrógeno y este método demuestra un efecto de reducción de los defectos por burbujas.

40 Por tanto, usando gas nitrógeno como gas de sellado en el estado estacionario de la colada, es posible suprimir la aparición de burbujas en la palanquilla de acero inoxidable colada. Además, usando la boquilla alargada 2 sumergida por el borde 2a de la misma en el acero inoxidable fundido en la artesa 101 en el estado estacionario de la colada, es posible reducir la captura de N. Adicionalmente, cubriendo la superficie del acero inoxidable fundido en la artesa 101 con polvo TD en el estado estacionario de la colada, es posible reducir la captura de N hasta casi 0.

45 Además de las calidades de acero anteriormente mencionadas, la presente invención se aplicó también a SUS409L, SUS444, SUS445J1 y SUS304L y se confirmó la posibilidad de obtener el efecto de reducción de la captura de N y el efecto de reducción de las burbujas tal como se demostró en los Ejemplos 1 a 4.

Asimismo, los métodos de colada continua de acuerdo con las Realizaciones 1 y 2 se aplicaron a la producción de acero inoxidable, si bien se pueden aplicar también a la producción de otros metales.

60 El control en la artesa 101 en los métodos de colada continua de acuerdo con las Realizaciones 1 y 2 se aplica a la colada continua, si bien se puede aplicar también a otros métodos de colada.

[Símbolos de referencia]

65 1 cuchara, 2 boquilla alargada, 2a borde, 3 acero inoxidable fundido (metal fundido), 3c palanquilla de acero inoxidable (metal sólido), 4 gas nitrógeno, 5 polvo para artesa, 100 dispositivo de colada continua, 101 artesa, 105

molde de colada.

REIVINDICACIONES

1. Un método de colada continua para colar un metal sólido vertiendo un metal fundido de una cuchara (1) en una
5 artesana (101) dispuesta debajo de la misma y vertiendo de forma continua el metal fundido de la artesana (101) en un
molde de colada (105), comprendiendo el método de colada continua:
- suministrar un gas nitrógeno (4) como gas de sellado alrededor del metal fundido en la artesana (101); y
10 verter en la artesana (101) el metal fundido de la cuchara (1) mediante una boquilla de vertido y verter en el molde
de colada el metal fundido de la artesana (101), sumergiendo a la vez un borde (2a) de la boquilla de vertido, que
sirve para verter en la artesana (101) el metal fundido de la cuchara (1), en el metal fundido de la artesana (101),
en el que se pulveriza un polvo para artesana (5) sobre una superficie del metal fundido de la artesana (101), y el
polvo para artesana (5) se interpone entre el metal fundido y el gas nitrógeno (4), y en el que el polvo para artesana
(5) está constituido por un agente de escoria sintético.
- 15 2. El método de colada continua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el borde (2a) de la boquilla de vertido
se inserta hasta una profundidad de 100 mm a 150 mm en el metal fundido de la artesana (101).
3. El método de colada continua de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el metal sólido que se va a colar es
20 un acero inoxidable con una concentración de nitrógeno contenido de 400 ppm o inferior.

FIG. 1

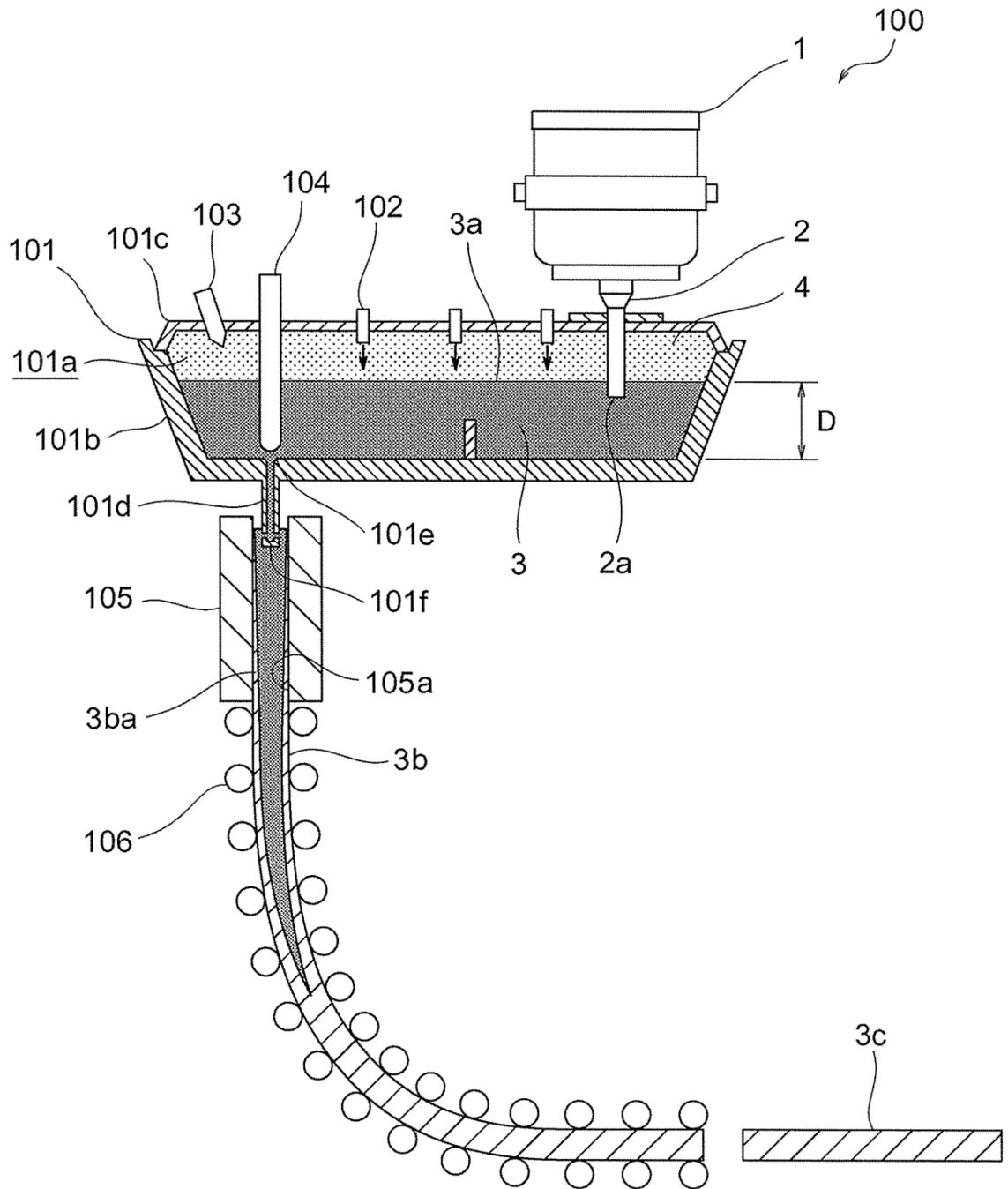


FIG. 2

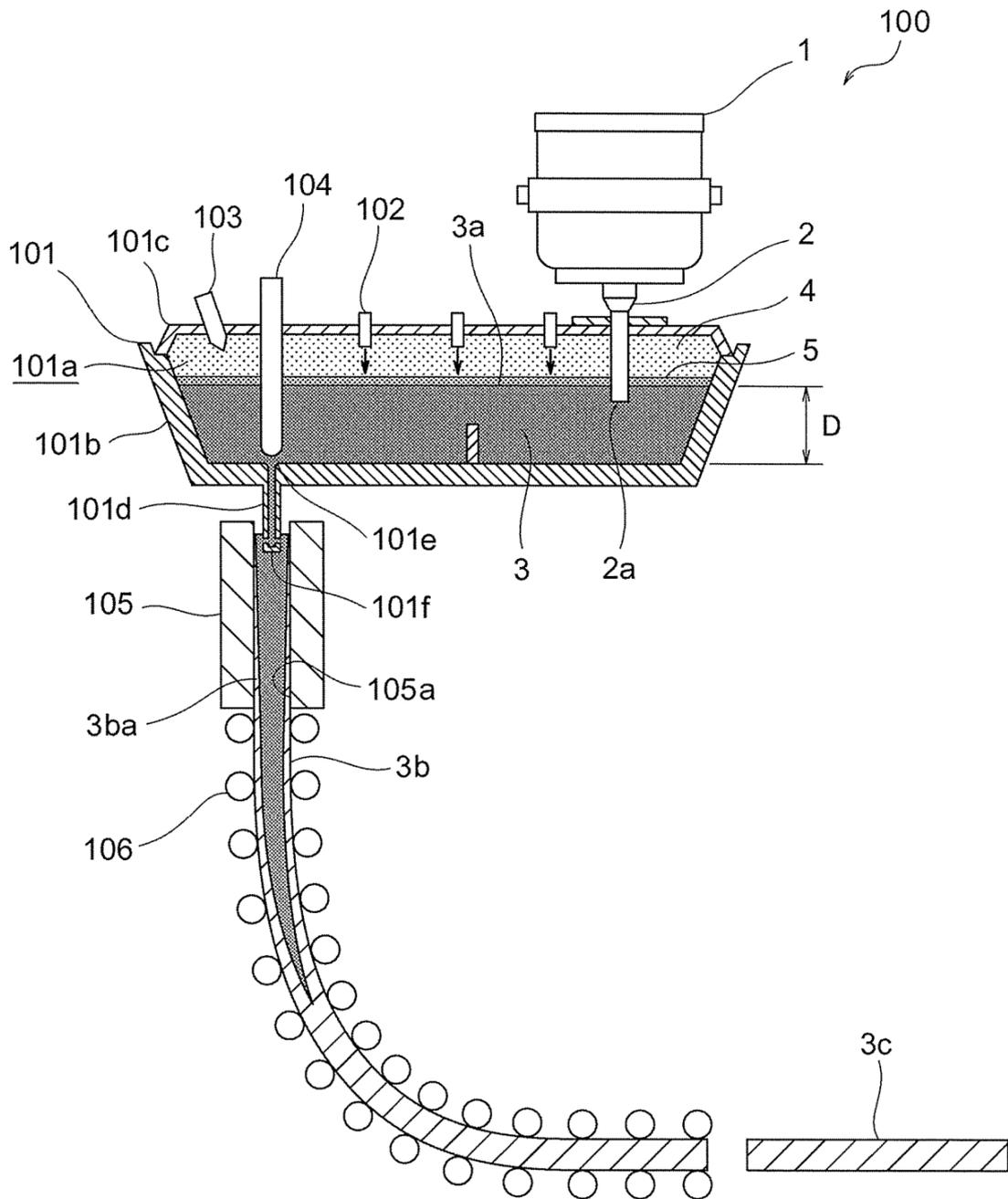


FIG. 3

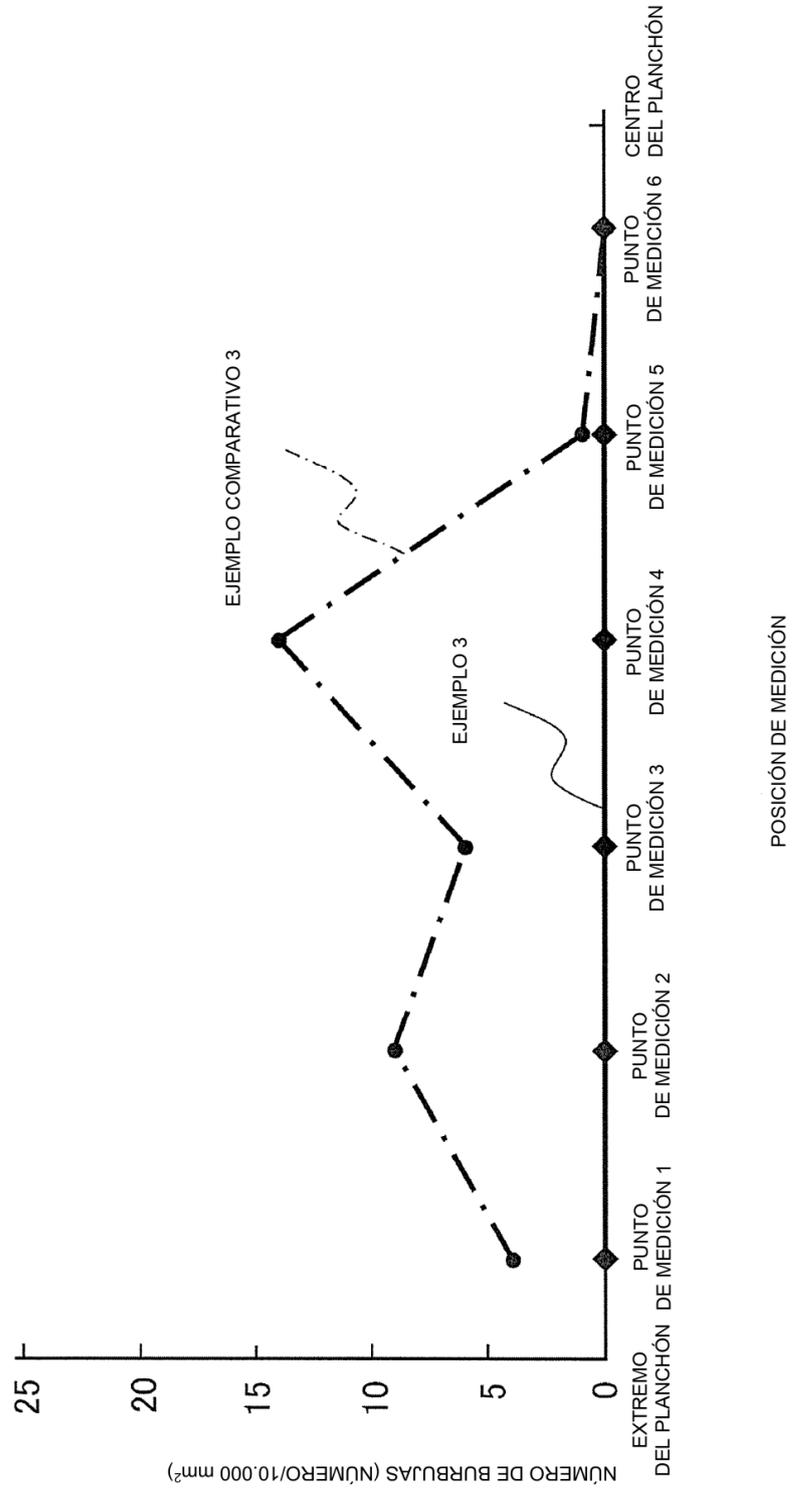


FIG. 4

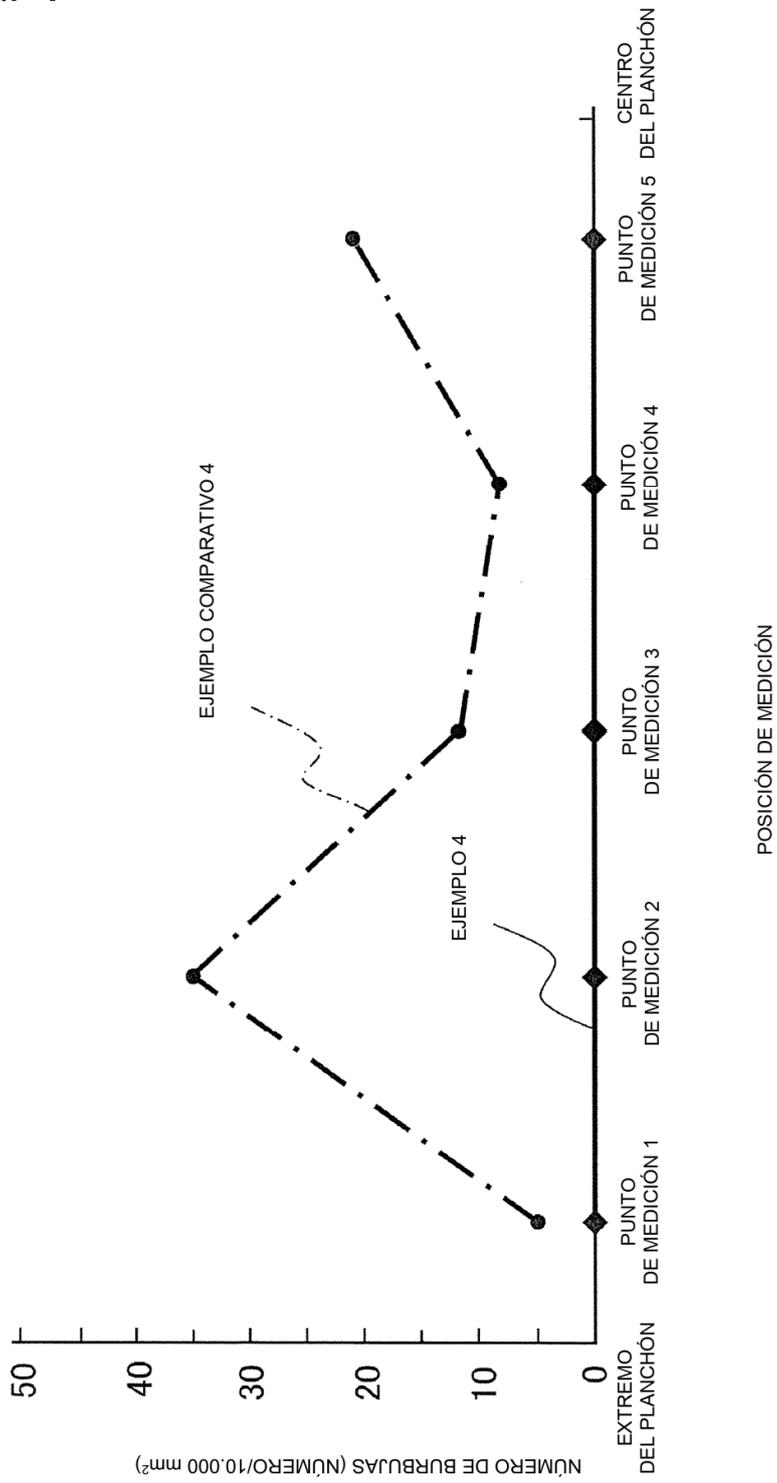


FIG. 5

