

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 547**

51 Int. Cl.:

**B22D 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2009 E 09768538 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2490842**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado, lingote y dispositivo de moldeo asociados**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.03.2014**

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO SL (100.0%)  
C/ Chavarri, 6  
48910 Sestao, Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

**FAUDAN, THIERRY;  
DABIN, JEAN-LUC;  
LACAGNE, GILBERT;  
LEROY, MAXIME;  
SAVALLI, BRUNO y  
BRACONNIER, FRANCK**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 448 547 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 para fabricar un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado, lingote y dispositivo de moldeo asociados.

5 La presente invención se refiere a la fabricación de un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado longitudinal y en particular a un lingote de acero destinado a realizar unas piezas anulares forjadas.

10 Para realizar unas piezas anulares forjadas, tales como virolas, por ejemplo para la construcción de cubas de central nuclear o para la construcción de reactores de petroquímica, es conocido utilizar unos lingotes que son o bien unos lingotes macizos, que deben ser objeto entonces de una operación de forjado que comprende la perforación de un orificio axial, o bien la colada directa de lingotes que comprenden un orificio mecanizado central que pueden ser transformados directamente en forma de virola.

15 Estos dos tipos de lingotes se distinguen en particular en las condiciones de colada que se traducen particularmente en unos contenidos en hidrógeno retenido en el estado líquido y que pueden tener unas incidencias al mismo tiempo sobre las propiedades de las piezas obtenidas y sobre las condiciones de fabricación.

20 En efecto, los lingotes macizos pueden ser colados al vacío, lo cual les permite estar realizados en acero que ha sido desgasificado en el momento de la colada al vacío, para obtener unos contenidos en hidrógeno garantizados inferiores a 1 ppm.

25 Por el contrario, los lingotes que comprenden un orificio mecanizado central están colados en sifón con aire. Estos lingotes están colados con la ayuda de metal o de acero líquido que ha sido desgasificado durante las operaciones de metalurgia en cuchara, y que tienen en general un contenido en hidrógeno garantizado inferior a 1,5 ppm. Sin embargo, durante la colada en sifón, mediante el paso a través del aire y el contacto con los refractarios que constituyen el sifón, el acero recupera una cantidad de hidrógeno del orden de 0,3 ppm, y resulta por tanto difícil obtener unos lingotes de los que se pueda garantizar, cuando el acero está en el estado líquido en la lingotera, un contenido en hidrógeno inferior a 1,8 ppm.

30 Ahora bien, para ciertas aplicaciones, y en particular para las aplicaciones en el campo de la construcción de los reactores nucleares, es necesario obtener unas piezas cuyo contenido en hidrógeno en las piezas acabadas sea inferior a 0,8 ppm. Se pueden obtener unos contenidos de este tipo con unos lingotes macizos colados al vacío cuando la presión en el recinto de colada al vacío es en particular del orden de 0,1 Torr. Sin embargo, con los lingotes colados en sifón, y en particular con los lingotes que comprenden un orificio mecanizado longitudinal, esta garantía se puede obtener únicamente sometiendo las piezas en curso de forjado a una sucesión de tratamientos térmicos largos y costosos destinados en particular a hacer difundir el hidrógeno. Se desprende por lo tanto de estas diferencias que aunque los lingotes que presentan un orificio mecanizado longitudinal pueden ser forjados con un proceso de forjado simplificado con respecto al lingote macizo, necesitan por el contrario unos tratamientos de desgasificado muy largos y muy costosos que complican más el proceso.

40 Por el contrario, los lingotes macizos, aunque tienen un bajo contenido en hidrógeno y no necesitan por lo tanto tratamientos de desgasificación, necesitan un proceso de forjado más complicado. Efectivamente, este proceso debe comprender al menos una etapa destinada a realizar un orificio mecanizado que requiere varias operaciones de forjado y de recalentamiento en hornos.

50 Un objetivo de la presente invención es evitar estos inconvenientes proponiendo un medio para obtener unos lingotes de forja que presentan un orificio mecanizado longitudinal, teniendo al mismo tiempo desde el principio un contenido en hidrógeno suficientemente bajo, con el fin de poder garantizar unas condiciones de bajo contenido en hidrógeno en las piezas acabadas, sin que se necesiten numerosos tratamientos térmicos de desgasificación.

55 Con este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento para fabricar un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado longitudinal, mediante la colada de metal líquido en un molde que comprende una cavidad de moldeo generalmente anular, delimitada por una lingotera que se extiende verticalmente por encima de un soporte, comprendiendo la lingotera una cavidad abierta hacia arriba, por un noyo vertical dispuesto en el interior de la cavidad de la lingotera, y por un fondo.

Según el procedimiento

- 60 - el molde está dispuesto en el interior de un recinto de colada al vacío que comprende, en su parte superior, un medio de introducción de metal líquido;
- 65 - en la parte superior de la cavidad de moldeo está dispuesto un medio de recepción y de reparto de metal líquido adaptado para recibir el acero líquido introducido en el recinto de colada al vacío y para redistribuir el metal líquido en la cavidad de moldeo, y

- se introduce el metal líquido en el recinto de colada al vacío de manera que se forme un primer chorro de acero líquido al vacío para verter el metal líquido sobre el medio de recepción y de reparto y que se forme al menos un segundo chorro de acero líquido al vacío procedente del medio de recepción y de reparto y que desemboca en la cavidad de moldeo de manera que el metal líquido se cuele en la cavidad de moldeo.

5

El procedimiento según la invención puede comprender una o varias de las características siguientes:

- el medio de recepción y de reparto del metal líquido es un repartidor en forma de cubeta que comprende al menos un canal de evacuación, que desemboca en la cavidad de moldeo. El canal de evacuación puede tener diferentes formas (tubo, codo, etc.) y diferentes posiciones (horizontal, inclinada, etc.);
- el medio de recepción y de reparto del metal líquido es un cono de material refractario cuya punta está adaptada para recibir el primer chorro de acero líquido;
- el medio de recepción y de reparto del metal líquido está apoyado sobre el extremo superior del noyo;
- el noyo está constituido por un cuerpo generalmente cilíndrico de material refractario que comprende una armadura axial metálica;
- la armadura del noyo es un tubo metálico, por ejemplo de acero, cuya pared comprende una pluralidad de orificios;
- el molde es generalmente de revolución;
- el metal líquido es acero líquido;
- la presión en el recinto al vacío es inferior a 0,2 Torr.

10

15

20

25

30

La invención tiene además como objeto un lingote de acero que comprende un orificio mecanizado longitudinal obtenido mediante colada al vacío. Le lingote puede tener por ejemplo una forma generalmente de revolución.

El lingote puede tener un contenido en hidrógeno inferior a 1,2 ppm, preferentemente inferior o igual a 1 ppm y de manera más particularmente preferida, inferior o igual a 0,8 ppm.

35

La invención tiene asimismo por objeto un dispositivo para la colada al vacío de un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado longitudinal, que comprende una cavidad de moldeo delimitada por:

40

45

- una lingotera;
- un noyo de material refractario armado dispuesto verticalmente en la lingotera; y
- un fondo,
- y un medio de recepción y de reparto de metal líquido dispuesto apoyado sobre el extremo superior del noyo.

Según unas variantes:

50

- el medio de recepción y de reparto del metal líquido es un repartidor en forma de cubeta que comprende al menos un canal de evacuación que desemboca en la cavidad de moldeo;
- el medio de recepción y de reparto del metal líquido es un cono de material refractario cuya punta está adaptada para recibir el primer chorro de acero líquido.

55

La invención se describirá ahora de manera más precisa, pero no limitativa, haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

60

65

- la figura 1 representa en corte una instalación de colada al vacío de un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado longitudinal;
- la figura 2 es una vista por encima de una lingotera para la colada de un lingote que comprende un orificio mecanizado longitudinal provisto de un medio de recepción y de reparto del metal líquido;
- la figura 3 es una representación esquemática en corte de un segundo modo de realización del dispositivo de reparto de metal líquido en el vértice de la lingotera de colada de lingote que comprende un orificio mecanizado longitudinal;

- la figura 4 es una vista explosionada ampliada del dispositivo de recepción y de reparto de metal líquido representado en la figura 3.

5 En la figura 1, se ha representado una instalación que permite colar al vacío un lingote metálico, y en particular un lingote de acero, de forma generalmente de revolución y que comprende un orificio mecanizado central longitudinal.

10 Esta instalación comprende un molde 1 destinado a moldear el lingote metálico, constituido por una lingotera de fundición 2 ya conocida que delimita una cavidad 3 en cuyo interior está dispuesto un noyo vertical 4. El conjunto se dispone en un recinto de colada al vacío 5 constituido por una cuba 6 cerrada por una tapa 8 que comprende una canalización 7 de bombeo conectada a una instalación de bombeo no representada. La tapa 8 comprende un medio 9 de introducción del metal líquido en el interior del recinto al vacío que está constituido por una cuchara intermedia 10 cerrada por una buza deslizante 11 dispuesta en la unión entre la cuchara intermedia 10 y el recinto al vacío 5.

15 Una instalación de colada al vacío de este tipo es conocida y permite colar metal líquido y en particular acero que se vierte en primer lugar en la cuchara intermedia 10, y que se puede hacer penetrar a continuación en el recinto al vacío 5 abriendo la buza deslizante 11 sin que se rompa el vacío.

20 El molde 1 reposa sobre una cuña 17 cuya altura está adaptada para que la lingotera esté completamente dispuesta en el interior del recinto de colada al vacío 5, descansando dicho recinto de colada al vacío 5 bajo el suelo 16.

25 En su parte inferior, el molde 1 comprende un fondo referenciado generalmente por 27 que comprende un medio de calado 18 y una contraplaca de fundición 20. El fondo está adaptado para obtener la altura de lingote deseada. El medio de calado es por ejemplo de fundición. El espacio entre el medio de calado y la pared lateral de la lingotera está relleno con arena seca 19.

La contraplaca de fundición 20 destinada a recibir la parte inferior del noyo vertical 4, está rodeada por juntas de cromita.

30 De esta manera, la lingotera 2, el noyo 4 y el fondo 27 delimitan una cavidad de moldeo 3A, de forma generalmente anular, destinada a recibir el metal líquido.

35 El noyo vertical 4, de forma generalmente cilíndrica, está constituido, en su parte externa, por cromita que rodea una armadura metálica constituida por un tubo de acero 42 que se extiende sobre la totalidad de la altura y cuya pared puede presentar evidentemente unos orificios. Esta armadura metálica está destinada por una parte, a asegurar la rigidez y la solidez del noyo vertical 4 y por otra parte, a constituir una chimenea por la cual se pueden evacuar los gases que resultan de la desgasificación del noyo de cromita. El noyo de cromita puede estar recubierto ventajosamente con un revestimiento refractario a base de silicato de circonio o cualquier producto equivalente.

40 En la parte superior de la cavidad de moldeo 3A, están dispuestas unas placas de contrapeso 22 sobre la pared interna de la lingotera y sobre la pared externa del noyo. Dichas placas de contrapeso ya son conocidas por el experto en la materia.

45 En la parte superior del molde, está dispuesto un medio 11A de recepción y de reparto del acero líquido que está introducido en el recinto al vacío. Este medio 11A de recepción y de reparto del acero líquido que está introducido en el recinto al vacío. Este medio 11A de recepción y de reparto de los líquidos está constituido por un repartidor 12 en forma de cubeta y constituido por alúmina tabular, que comprende en su periferia unos canales 13 que desembocan verticalmente por encima de la cavidad de moldeo 3A. Los canales 13 están destinados a conducir el acero líquido que está contenido en el interior del repartidor 12 a la cavidad de moldeo 3A. Estos canales 13 son de material refractario y están contenidos en unas cajas 14 llenadas con arena. Descansan sobre una placa de soporte 15 que se apoyará sobre la parte superior del noyo vertical 4 y sobre la cara superior de la lingotera 2.

50 Como se puede apreciar en la figura 2, que es una vista por encima, el repartidor 12 comprende una cubeta interior 121 a partir de la cual salen cuatro canales 13 que están contenidos en cuatro cajas de sujeción que contienen arena 14 y que están soportados por los brazos 122 de la placa de soporte 15. Estos brazos 122, que están dispuestos en cruz, se apoyan sobre la parte superior de la lingotera 2.

55 Por último, en la parte superior de la cavidad de moldeo 3A y cerca de la desembocadura de los canales 13 que permiten verter acero líquido en la cavidad de moldeo 3A, el molde 1 comprende unas placas 22 de contrapeso que rodean por un lado, el noyo vertical 4 y por otro lado, la lingotera 2. Dichas placas de contrapeso son ya conocidas por el experto en la materia.

Se describirá ahora un procedimiento de colada de un lingote metálico, y en particular de un lingote de acero de forma generalmente de revolución que comprende un orificio mecanizado central asimétrico de revolución.

65 Después de haber cerrado la cuba 6 con ayuda de la tapa 8, se realiza en vacío en el recinto de colada al vacío 5 bombeando a través de la canalización 7 con la ayuda de una instalación de bombeo al vacío ya conocida por el

5 experto en la materia. De esta manera, se hace descender la presión de la atmósfera en el interior del recinto al vacío 5 hasta un valor que puede descender por debajo de 0,5 Torr, y mejor por debajo de 0,2 Torr, y mejor todavía por debajo de 0,1 Torr. Una vez realizado el vacío en el recinto, se dispone una cuchara de acero por encima de la  
 10 cuchara intermedia 10, se vierte acero líquido en la cuchara intermedia 10. Cuando la cuchara intermedia 10 está  
 5 suficientemente llenada con acero, se abre la buza deslizante 11, lo cual permite introducir acero líquido en el interior del recinto al vacío 5. Este acero líquido forma un primer chorro 50 que pasa a formar una reserva 51 de  
 10 acero líquido en la cubeta 121 del repartidor 12.

10 La reserva 51 de acero líquido fluye entonces a través de los canales 13 para formar unos chorros secundarios 52  
 que introducen acero líquido en el interior de la cavidad de moldeo 3A y que llenan progresivamente esta cavidad de  
 moldeo 3 formando un volumen de acero líquido 53 en el interior de la cavidad de moldeo 3A.

15 Debido a la formación de una pluralidad de chorros 50, 52 de acero líquido en un recinto al vacío 5, que son por un  
 lado, el chorro 50 situado entre la buza deslizante y el repartidor 12 y por otro lado, los chorros 52 de llenado de la  
 20 cavidad de moldeo 3A, la desgasificación del acero es particularmente eficaz. Efectivamente, tanto el primer chorro  
 50 como los otros chorros 52 explotan y la explosión de estos chorros 50, 52 en el vacío favorece la evacuación  
 del hidrógeno.

20 De esta manera, utilizando un acero líquido que ha sido previamente desgasificado estáticamente en una cuchara  
 de desgasificación estática o durante una operación de metalurgia secundaria, de manera que se obtenga un  
 contenido de hidrógeno comprendido entre 1,2 y 1,5 ppm preferentemente, se puede obtener un lingote que  
 presenta un orificio mecanizado longitudinal que, cuando se encuentra todavía en el estado líquido en el interior de  
 la lingotera, puede tener un contenido en hidrógeno sustancialmente inferior a 0,8 ppm.

25 En una variante de realización, se podrá partir sin embargo de un acero líquido que tiene un contenido en hidrógeno  
 superior a 1,5 ppm, obteniendo al mismo tiempo siempre un lingote cuyo contenido en hidrógeno será  
 sustancialmente inferior a 0,8 ppm.

30 Una vez llenada con acero líquido la cavidad de moldeo 3A, se procede de manera conocida dejando que el lingote  
 se solidifique en el interior del recinto de colada al vacío 5.

Se puede abrir entonces el recinto de colada al vacío 5 retirando la tapa 8, retirando a continuación el medio de  
 recepción y de reparto 11, y desmoldando después el lingote de una forma ya conocida por el experto en la materia.

35 Se obtiene así un lingote metálico, en particular un lingote de acero, y en particular de acero poco aleado, que tiene  
 unas propiedades metálicas elevadas, que se puede utilizar para fabricar unas piezas forjadas para equipos  
 pesados, tales como cubas de central nuclear o equipos de petroquímica. El lingote tiene un contenido en hidrógeno  
 muy bajo, que puede estar garantizado inferior a 1,2 ppm e incluso inferior a 1 ppm, y mejor todavía, inferior  
 eventualmente a 0,8 ppm.

40 Un lingote de este tipo tiene la ventaja de permitir posteriormente unas operaciones de forjado muy simplificadas  
 para obtener unas piezas que tienen unas cualidades muy elevadas. En el modo de realización que se ha  
 representado en la presente memoria, el medio 11A de recepción y de reparto del metal líquido está constituido por  
 un repartidor 12 que comprende una cubeta y que está apoyado sobre el noyo central 4. Son posibles otros modos  
 45 de realización, siendo esencial que se realice al menos la formación de dos chorros sucesivos de metal líquido, al  
 vacío, que pueden explotar de manera que aseguren dos operaciones de desgasificación sucesivas.

50 En la figura 3, se ha representado otro modo de realización posible en el que la lingotera 2 está coronada por un  
 medio de recepción y de reparto 11' del chorro 50 de metal líquido que se introduce en el recinto de colada al vacío.  
 Este medio 11' está constituido por un cono 110 apoyado sobre el noyo central 4. El metal líquido que procede del  
 chorro 50 fluye sobre una zona 51' que es el contorno exterior del cono 110, y después desemboca en la cavidad de  
 moldeo 3A formando unos chorros 52' que explotan y que pueden asegurar una buena desgasificación.

55 En la figura 4, se ha representado el cono 110 del medio de recepción y de reparto de acero líquido que se completa  
 por un caballete 111 en forma de U que está destinado a mantener el cono 110.

60 En la descripción anterior, se ha descrito la fabricación de un lingote generalmente de revolución que comprende un  
 orificio mecanizado axial también de revolución. Pero el experto en la materia comprenderá que el lingote y el orificio  
 mecanizado pueden no ser de revolución, y que el orificio mecanizado puede no ser axial. En todos los casos, la  
 cavidad de moldeo se denomina generalmente anular.

65 Asimismo, se ha descrito un noyo y una lingotera generalmente cilíndricos, pero el experto en la materia  
 comprenderá que el noyo y/o la lingotera pueden ser asimismo ligeramente cónicos. De una manera general, el  
 experto en la materia comprenderá que la cavidad de moldeo puede presentar unas despullas destinadas a facilitar  
 el desmolde.

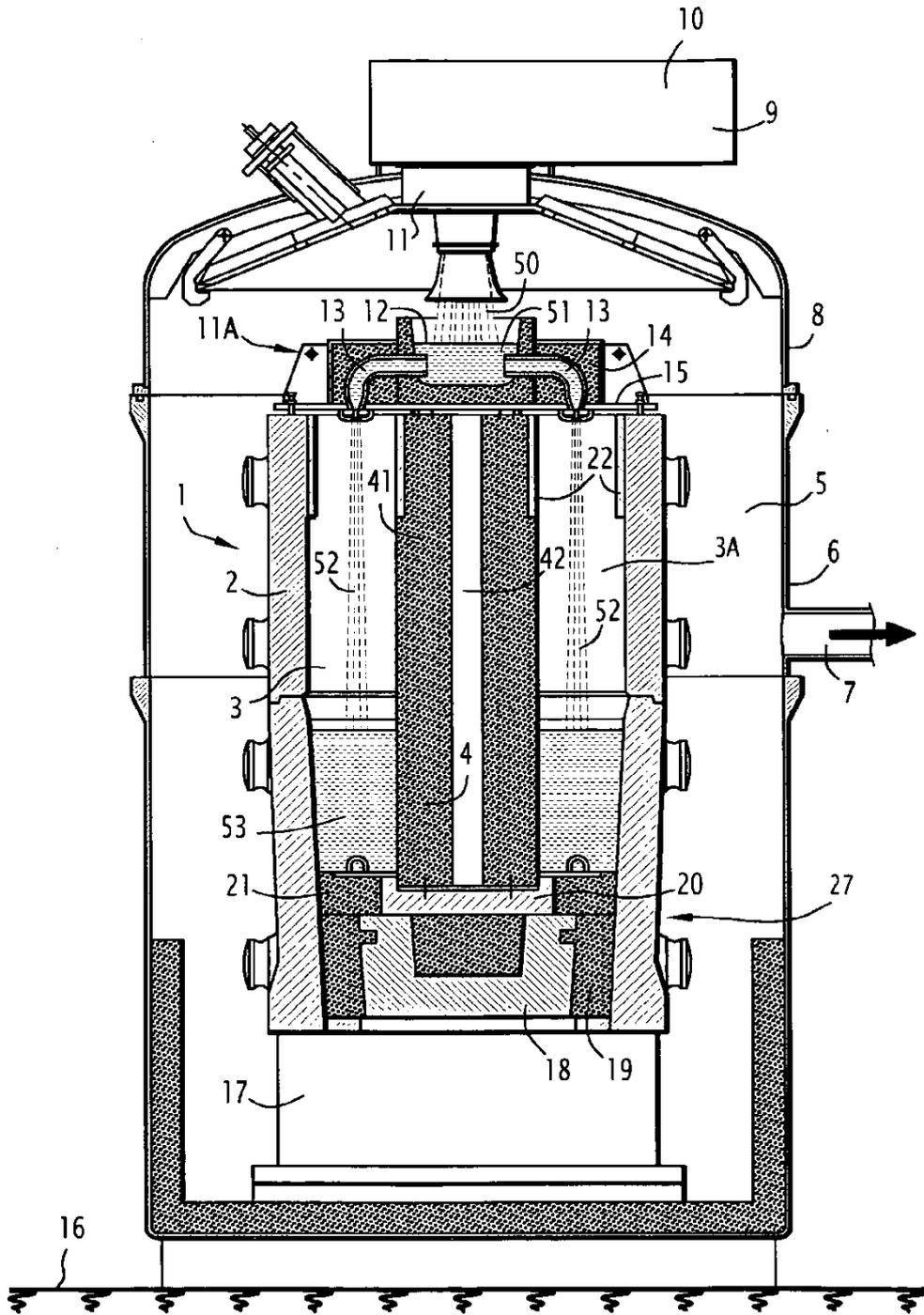
Por último, de manera ya conocida, la lingotera puede estar constituida por varios segmentos ensamblados.

**REIVINDICACIONES**

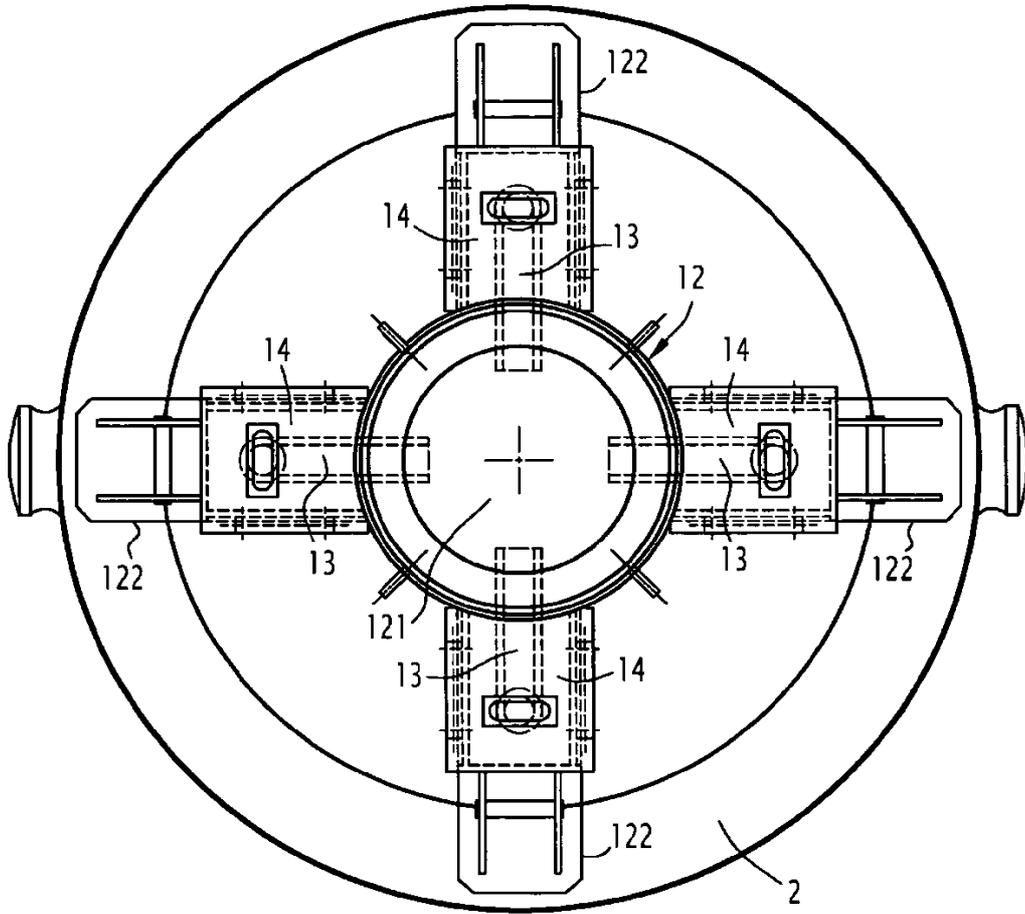
1. Procedimiento para fabricar un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado longitudinal, por colada de metal líquido en un molde (1) que comprende una cavidad de moldeo (3A) generalmente anular, delimitada por una lingotera (2) que se extiende verticalmente por encima de un soporte (17), comprendiendo la lingotera una cavidad (3) abierta hacia arriba, por un noyo (4) vertical dispuesto en el interior de la cavidad (3) y por un fondo (27), caracterizado porque
- el molde (1) está dispuesto en el interior de un recinto de colada al vacío (5) que comprende, en su parte superior, un medio (9) de introducción de metal líquido;
  - estando dispuesto en la parte superior de la cavidad de moldeo (3A) un medio (11A, 11') de recepción y de reparto de metal líquido adaptado para recibir el acero líquido introducido en el recinto de colada al vacío (5) y para redistribuir el metal líquido en la cavidad de moldeo (3A),
- y porque
- se introduce el metal líquido en el recinto de colada al vacío (5) de manera que forme un primer chorro de acero líquido (50) al vacío para verter el metal líquido sobre el medio de recepción y de reparto (11A, 11') y que forme al menos un segundo chorro de acero líquido (52) al vacío procedente del medio de recepción y de reparto (11A, 11') y que desemboca en la cavidad de moldeo (3A) de manera que llene con metal líquido la cavidad de moldeo (3A).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio (11A) de recepción y de reparto del metal líquido es un repartidor (12) en forma de cubeta que comprende al menos un canal de evacuación (13) que desemboca en la cavidad de moldeo (3A).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio (11') de recepción y de reparto del metal líquido es un cono (110) de material refractario cuya punta está adaptada para recibir el primer chorro de acero líquido.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el medio (11A, 11') de recepción y de reparto del metal líquido está apoyado sobre el extremo superior del noyo (4).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el noyo (4) está constituido por un cuerpo (41) generalmente cilíndrico de material refractario que comprende una armadura axial metálica (42).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la armadura del noyo es un tubo metálico (42), por ejemplo de acero, cuya pared comprende una pluralidad de orificios.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el molde es generalmente de revolución.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el metal líquido es acero líquido.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la presión en el recinto de colada al vacío (5) es inferior a 0,5 Torr.
10. Lingote de acero que comprende un orificio mecanizado longitudinal, caracterizado porque ha sido obtenido por colada al vacío, y porque tiene un contenido de hidrógeno inferior a 1,2 ppm.
11. Dispositivo de moldeo (1) para la colada al vacío de un lingote metálico que comprende un orificio mecanizado longitudinal, caracterizado porque comprende:
- un molde (1) que comprende una cavidad de moldeo (3A) delimitada por:
    - una lingotera (2);
    - un noyo (4) de material refractario armado dispuesto en la lingotera (2); y
    - un fondo (27);
  - y un medio (11A, 11') de recepción y de reparto de metal líquido dispuesto apoyado sobre el extremo superior del noyo.
12. Dispositivo de moldeo según la reivindicación 11, caracterizado porque el medio (11A) de recepción y de reparto del metal líquido es un repartidor (12) en forma de cubeta que comprende al menos un canal (13) de evacuación que

desemboca en la cavidad de moldeo (3A).

5 13. Dispositivo de moldeo (1) según la reivindicación 11, caracterizado porque el medio (11') de recepción y de reparto del metal líquido es un cono (110) de material refractario cuya punta está adaptada para recibir el primer chorro de acero líquido.



**FIG.1**



**FIG.2**

