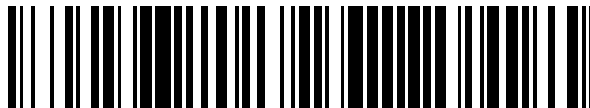


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 577**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/00** (2006.01)

**G01N 21/71** (2006.01)

**G01N 21/85** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2008 E 08875629 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2361323**

54 Título: **Método y dispositivo de medida de una composición química de un líquido metálico adaptado para un revestimiento de una banda de acero**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.06.2016**

73 Titular/es:

**PRIMETALS TECHNOLOGIES FRANCE SAS  
(100.0%)  
41, Route de Feurs  
42600 Savigneux, FR**

72 Inventor/es:

**MICHAUT, MARC y  
GRENIER, BENJAMIN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 575 577 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 y dispositivo de medida de una composición química de un líquido metálico adaptado para un revestimiento de una banda de acero.

4 La presente invención se relaciona con un método y un dispositivo de medida de una composición química de un líquido metálico adaptado para un revestimiento de una banda de acero según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 2.

8 Un marco principal de la invención se relaciona con baños de revestimiento metálicos para templado de bandas de acero, particularmente para el análisis químico de los dichos baños de revestimiento.

Por revestimiento metálico, se entiende cualquier tipo de aleaciones metálicas destinadas para mejorar la resistencia a la corrosión de las bandas de acero. Particularmente pero de manera no limitativa, se entienden las aleaciones de galvanización compuestas principalmente de zinc y aluminio.

12 La medida de la composición química de los baños de galvanización es, en particular, necesaria para añadir el contenido en al menos un elemento de la aleación con la ayuda por ejemplo de lingotes de composición apropiada introducido según una secuencia apropiada en un baño de líquido metálico destinado para el revestimiento. Se hace referencia a las técnicas de medida en estas muestras tomadas en el baño, solidificadas en lingotines luego  
16 analizados por espectroscopía. Este método es viable, pero presenta sin embargo el inconveniente de una lentitud que no permite reaccionar rápidamente modificando, por ejemplo, la alimentación del baño en lingotes de aleaciones. Por otra parte, la toma manual en el baño líquido expone a los operadores a condiciones de intervención peligrosas.

20 Se han propuesto así medidas similares a partir de colectores electroquímicos como las descritas en el documento US 5,256,272. Estos colectores son sin embargo frágiles y sus calibraciones deben ser verificadas de manera frecuente por análisis comparados con los antiguos métodos de toma manual y de análisis en lingotines.

24 Otros métodos de medida que se dirigen a un análisis en tiempo real han sido propuestos alrededor de un procedimiento de análisis espectroscópico por ablación con láser, más conocido bajo el nombre de "Laser Induced Breakdown Spectroscopy » o LIBS. Un tal método consiste en dirigir hacia el blanco que se va a analizar un muy fino haz de láser suficiente para lograr que un disparo muy breve baste para generar un plasma cuya radiación sea sometida a un análisis espectral. Una tal utilización en estos baños de metal líquido se considera en la solicitud WO  
28 02/063284 que propone realizar el análisis del baño en superficie de una muestra líquida circulante o portada en una celda de medida.

Ahora bien, particularmente en el caso de la galvanización de bandas de acero con aleaciones de zinc y aluminio este tipo de medida en superficie de una muestra líquida está sometida de una parte a un riesgo de oxidación de  
32 superficie y, de otra parte, la presencia de compuestos intermetálicos de hierro, aluminio y zinc denominados "escorias" o "batiduras" cuyos contenidos en aluminio y zinc son muy diferentes de los contenidos medios de los baños en los cuales se forman. En efecto, al contacto de la muestra líquida metálica se produce una disolución de hierro que proviene de la superficie de la banda. Este hierro disuelto participa por una parte en la formación de  
36 la superficie de la banda de una capa muy delgada de compuesto  $Fe_2Al_5Zn_x$  y por otra parte, se difunde hacia el baño de metal líquido en tanto que la capa de  $Fe_2Al_5Zn_x$  no está formada de manera continua. La capa de  $Fe_2Al_5Zn_x$  sirve de soporte a la capa protectora de zinc mientras que el hierro difundido en el baño va a contribuir a formar partículas de compuestos intermetálicos de Fe, Al y Zn de un tamaño de algunos micrones a algunas decenas de micrones.

40 La cinética de germinación y de crecimiento de estos compuestos intermetálicos en los baños de galvanización es conocida del experto en el arte. Según la temperatura del baño de zinc líquido y su contenido en aluminio, la cantidad de hierro capaz de ser disuelta varía dentro de límites suficientemente amplios. Cuando el contenido en hierro difundido sobrepasa el límite de solubilidad, se hacen posibles la nucleación y el crecimiento de compuestos  
44 intermetálicos. En los procesos habituales de galvanización en continuo, estando el baño de revestimiento siempre saturado en hierro, se deduce que cualquier hierro disuelto a partir de la banda y difundido en la mezcla líquida se encuentra disponible para la creación en el seno del baño líquido de partículas de compuestos intermetálicos cuyo tamaño puede alcanzar varias decenas de micrones. Según su composición que determina su densidad, estas  
48 partículas se decantan por una parte hacia el fondo del crisol o sobrenadan en una parte principal, en la superficie del baño líquido, y se denominan así usualmente escorias/batiduras de fondo o de superficie.

La presencia de estos compuestos intermetálicos en la muestra, en particular en su superficie, es por lo tanto de naturaleza tal que falsea el análisis suministrando concentraciones diferentes de diferentes constituyentes medidos –  
52 por ejemplo zinc, aluminio y hierro- diferentes de los del baño mismo.

La solicitud WO 2008/067620 propone resolver el problema planteado por las partículas de los compuestos intermetálicos, llamadas "bataduras de superficie" que flotan en el baño líquido, utilizando un sistema de inspección automático de superficie que permite discriminar la presencia de bataduras en el baño líquido, asegurar así el direccionamiento de un análisis de tipo LIBS hacia zonas libres de bataduras o de iniciar la acción de un dispositivo de espumadura de escorias de las bataduras con el fin de liberar la superficie del baño. Esta técnica ardua y compleja de vigilancia por vídeo de la superficie puede sin embargo revelarse demasiado imprecisa (incluso imposible en casos de fuerte recubrimiento de bataduras) para garantizar que el disparo del láser de ablación no sea dirigido hacia las bataduras demasiado discretas para ser identificadas como tales por los sistemas de tratamiento de imagen.

La DE 4443407 A1 presenta un dispositivo de medida de una composición de metal líquido en un baño que comprende bataduras de fondo y de superficie, para el cual una muestra de metal líquido es tomada a través de una tubuladura vertical (de tipo "jeringa") mediante el cual una abertura de aspiración es sumergida entre las zonas de bataduras en superficie y el fondo con el fin de llenar de metal líquido hasta una altura dada. En la cima de esta altura se realiza una medida de composición química, por ejemplo, a través de un análisis de tipo LIBS. Este documento divulga que un medio de calentamiento de la tubuladura está previsto con el fin de evitar una solidificación/rigidificación de la muestra en estado líquido tomada y mantenida estáticamente a una cierta altura en la tubuladura. Alternativamente, la US 4995723A presenta un método y un dispositivo de medida de una composición química de una muestra situada en pared lateral en una primera cavidad del líquido metálico. La medida en pared se hace por una abertura de pared situada la misma entre una capa de batadura de superficie y de fondo. Un gas neutro con una temperatura de más de 300°C incluso 500°C se inyecta desde el exterior hacia la abertura de pared (punto de medida) para mantener el metal bajo forma líquida en la cavidad. Ni la DE 4443407A1 ni la US 4995723A formulan el hecho que la muestra tomada estáticamente fuera de la cavidad o medida a través de la pared de la cavidad puede comprender impurezas, pues supone la ausencia de compuestos intermetálicos en la dicha muestra, lo que es físicamente casi imposible.

Un objeto de la presente invención es así proponer un método y un dispositivo de medida de una composición química de un líquido metálico adaptado para un revestimiento de una banda de acero, para las cuales una medida directa de una muestra de líquido metálico es mejorada cualitativamente.

A partir de un método de medida de una composición química de un líquido metálico adaptado para un revestimiento de una banda de acero en avance continuo, para lo cual el líquido metálico que se compone de una aleación de zinc y aluminio está formado de manera continua en una primera cavidad y se efectúa una medida de su composición en una superficie de medida directa del dicho líquido, porque un medio de análisis de composición química efectúa su medida física en incidencia directa con la superficie de medida,

La invención prevé que una muestra de líquido metálico que alcanza la superficie de medida está sometida a un recalentamiento a una temperatura escogida de manera que aisle de la dicha superficie de medida las impurezas con base principal de hierro, destinado el dicho recalentamiento para poner en solución en el baño líquido compuestos intermetálicos a base de hierro presentes bajo la forma de impurezas y así no preservar más que la composición química del líquido metálico en la superficie de medida directa.

La terminología de superficie de medida directa significa en particular que un medio de análisis de composición química (tal como un haz de láser de LIBS) efectúa su medida física en incidencia directa con la superficie de medida localmente predefinida. Visto que la dicha superficie de medida está exenta de impurezas mientras que la muestra que se va a medir yace allí según la invención, no es más por lo tanto ventajosamente necesario buscar una superficie de medida aparentemente libre de impurezas con la ayuda de medios de reconocimiento complejos y muy a menudo muy imprecisos.

En otros términos, el método según la invención se caracteriza porque la muestra de una aleación líquida es en general sometida, antes de una medida de su composición para su análisis, a un recalentamiento destinado colocar en solución en el baño líquido compuestos intermetálicos a base de hierro presentes bajo la forma de impurezas y así no preservar más que la composición deseada en la superficie, incluso el volumen de medida directa. El recalentamiento es ejecutado así hasta que la dicha temperatura escogida asegura la homogeneidad del baño líquido y una solubilidad de hierro suficiente contra las impurezas, teniendo en cuenta la composición de la aleación.

En efecto, en el caso de aleaciones de zinc y de aluminio, y para un contenido dado en aluminio, el límite de solubilidad de hierro en la mezcla líquida aumenta con la temperatura. Por ejemplo, para un contenido en aluminio cercano de 0, 20%, el paso de una temperatura de 460°C -temperatura usual de un tal baño de galvanización- a 480°C, duplica casi el límite de solubilidad del hierro. Una temperatura aún más importante, por ejemplo escogida según la invención, comprendida entre 500°C y 600°C, asegura entonces la solubilidad del hierro en contenidos superiores a los habitualmente encontrados en condiciones sobresaturadas en los baños de galvanización. Lo que permite retomar en solución completa las impurezas (fuera de la muestra que alcanza puntualmente la superficie de medida directa) a partir de compuestos intermetálicos que no son más, desde ese momento, de naturaleza tal que

perturbe el análisis para el órgano de medida para análisis que se enfoca en la dicha superficie.

La invención prevé también un dispositivo apto para utilizar el método según la invención descrita precedentemente.

4 De una manera general, a partir de una disposición de medida de una composición química de un líquido metálico que se compone de una aleación de zinc y aluminio formado de manera continua y adaptada para un revestimiento de una banda de acero en avance continuo, el dicho dispositivo según la invención comprende:

- una primera cavidad que comprende el líquido metálico,

- un órgano de medida de composición del líquido metálico en una superficie de medida directa del dicho líquido,

8 y está caracterizado porque un regulador de temperatura está dispuesto en la cercanía de la superficie de medida de manera que aisle de impurezas con base principal de hierro de una muestra de líquido metálico que alcanza la dicha superficie de medida, estando situada la superficie de medida directa en un circuito (3) de circulación del líquido metálico de la primera cavidad.

12 El método y el dispositivo según la invención son así descritos también mediante el contenido de las reivindicaciones 1 y 2.

Un conjunto de subreivindicaciones presenta igualmente ventajas de la invención.

16 En lo que sigue del presente documento, se describen modos de realización del dispositivo según la invención y, a título de ejemplo, se suministran dos de entre ellos con la ayuda de figuras descritas:

Figura 1. Esquema de principio de un primer modo de realización del dispositivo según la invención.

Figura 2. Esquema de principio de un segundo modo de realización del dispositivo según la invención.

La figura 1 representa un esquema de principio y un primer modo de realización del dispositivo según la invención.

20 El dicho dispositivo de medida de una composición química de un líquido metálico (1) se adapta a un revestimiento de una banda de acero en avance continuo (no representado) y comprende:

- una primera cavidad (2) que comprende el líquido metálico,

24 - un órgano (9) de medida de composición del líquido metálico en una superficie de medida directa (6) del dicho líquido,

- estando dispuesto un regulador (7) de temperatura en la cercanía de la superficie (6, 12) de medida de manera que aisle de impurezas con base principal en hierro de una muestra (5) del líquido metálico que alcanza la dicha superficie de medida.

28 En este ejemplo, la superficie de medida directa está situada en un circuito (3) de circulación del líquido metálico de la primera cavidad, teniendo el dicho circuito una entrada de circulación idealmente dispuesta a una altura de la cavidad (2) de tal forma que una parte principal de impurezas tales como escorias de superficie y de fondo, sea mantenida separada el dicho circuito (3).

32 La primera cavidad puede ser aquí un crisol de revestimiento y el circuito (3) de circulación puede comprender entonces un circuito dispuesto externamente al dicho crisol.

36 El circuito (3) de circulación puede comprender alternativamente un canal de circulación de líquido metálico interno o al menos acoplado a la primera cavidad, estando idealmente el dicho canal previsto para un calentamiento por inducción del baño líquido metálico. Por este desvío, la infraestructura de circulación de la muestra que se va a medir hasta la superficie de medida directa es muy simple de realizar, pues no necesita solamente más que una disposición de una cavidad (5) de medida lateral al canal de calentamiento con el fin de poder introducir allí un haz de medida directa. La solubilidad del hierro alcanzada intrínsecamente en el canal de calentamiento, eventualmente  
40 tiene necesidad de una adición de una unidad de inducción apropiada para alcanzar allí una temperatura puntualmente bien escogida en el objeto de la invención.

La primera cavidad puede también ser al menos un crisol de fusión de aleación de metales para la preparación de líquido metálico estando conectado el dicho crisol de fusión con una segunda cavidad tal como un crisol de

- 4 revestimiento (tal como se describe anteriormente) y el circuito (3) de circulación está conectado a una canalización de líquido metálico entre la primera y la segunda cavidad. Un tal ordenamiento multicavidad permite generalmente poder aislar mejor una parte principal de las escorias/batiduras así como regular mejor las temperaturas de los diversos baños (fusión/revestimiento).
- 8 En el ejemplo de la figura 1, un metal (1) líquido de revestimiento puede también estar contenido en un crisol (2) que sirve al revestimiento de una banda de acero o para la fusión de lingotes necesaria para la constitución compuesta del dicho líquido (1) metálico.
- 8 El circuito (3) de circulación de metal líquido puede asegurar una transferencia de metal líquido entre el crisol de fusión de los lingotes y el crisol separado del revestimiento de la banda o asegurar una circulación para la toma y retorno en circuitos en los dichos crisoles (2). La dicha circulación puede hacerse girar o ser forzada por intermedio de al menos una bomba (4) dispuesta hacia arriba del circuito (3) de circulación.
- 12 Una cavidad (5) de medida está asociada en un flanco de circuito (3) de circulación y recibe una cantidad de metal líquido limitada por la dicha superficie (6) de medida directa (libre de impurezas) situada a una altura (H) que corresponde a la superficie libre del baño líquido de la cavidad (2) inicial en el caso de un circuito de circulación por giro o que corresponde a la cavidad de elevación del dispositivo de bombeo en caso de circulación forzada.
- 16 Un dispositivo (7) de calentamiento por inducción con corriente alternativa monofásica o polifásica asegura el calentamiento de la cavidad (5) con el fin de poder regular la temperatura de una muestra del líquido metálico que circula y por lo tanto según la invención liberar la muestra de impurezas no deseadas.
- 20 Una vaina (8) asegura la unión hermética entre la cavidad (5) de medida y un órgano (9) de análisis tal como un LIBS. Comprende, del lado del órgano (9) de medida una escotilla (10) transparente al haz de láser (11a) de ablación que proviene del órgano de análisis y transparente la radiación (11b) del plasma (12) generado por el dicho haz en la superficie (6) de medida directa del líquido metálico. La vaina (8) está provista de orificios (81; 82) que permiten asegurar entre la superficie (6) de metal líquido y la escotilla (10), un barrido (13) por un gas neutro como el nitrógeno. Esto permite evitar una oxidación en la superficie del líquido metálico para una mejor medida de su composición.
- 24 Un orificio de toma del circuito (3) de circulación en la pared de la cavidad (2) se sitúa hacia abajo de una chicana (14) en la dicha cavidad apta para retener las partículas de compuestos (15) intermetálicos que flotan en la superficie del baño (1).
- 28 La figura 2 presenta un esquema de principio de un segundo modo de realización del dispositivo según la invención. A diferencia de la figura 1, el circuito (3) de circulación comprende una derivación bajo la forma de una tubuladura (8, 31a) verticalmente montante de una altura al menos más elevada que el nivel del líquido en la primera cavidad (no representada, pero posiblemente idéntica a la de la figura 1) y la superficie (6) de medida directa se define por el nivel del líquido en la dicha tubuladura. La tubuladura (31a) verticalmente montante está conectada a una tubuladura (31b) verticalmente descendente que llega en retorno en el circuito (3) de circulación siguiendo el sentido de circulación del dicho circuito. Cada una de las tubuladuras (31a, 31b) comprende una válvula (311, 312), por ejemplo electromagnéticas con el fin de bloquear provisionalmente el líquido en la derivación de la cavidad (5) de medida. Más precisamente, al menos una de las válvulas (311, 312) está sometida a una temporización de bloqueo definido para asegurar un calentamiento de duración suficiente mediante un aislamiento suficiente de las impurezas fuera de la superficie de medida después de lo cual una se inicia una fase de medida y por lo tanto la calidad de medida es mejorada. Otras ventajas están también ligadas con este aspecto, a saber: poder permitir bajo temporización una mejor agitación de la mezcla líquida que se va a medir, en particular si el medio de calentamiento comprende un elemento de inducción electromagnética; finalmente siguiendo las exigencias del órgano de medida de composición en superficie, con el fin de inmovilizar la muestra que se va a medir para efectuar una medida bajo condiciones estables mecánicamente incluso estables ópticamente si el órgano de medida requiere una adaptación óptica. Para el retorno del líquido metálico en el circuito (3) de circulación, la tubuladura (31b) verticalmente descendente comprende una entrada de líquido por desbordamiento en una pared de la cavidad (5) de medida. Este desbordamiento fija también simplemente el nivel en altura de la superficie de medida directa con el fin de ventajosamente evitar cualquier desplazamiento óptico en la dicha superficie.
- 32 Tal como en la figura 1, un regulador (7) de temperatura según la figura 2 se dispone sobre al menos una parte subyacente a la superficie de medida, idealmente por medio de calentamiento por inducción, tal como un sistema de corriente alternativa monofásica no generando más que una agitación significativa del líquido. Del mismo modo, incluso si no está representado en la primera cavidad, una aspiración del líquido metálico por el circuito (3) de circulación esta precedido de un dispositivo de chicana adaptado para detener al menos dos compuestos flotantes) en la superficie del baño del líquido tomada por tanto en la primera cavidad. Igualmente, un circuito de circulación de un gas inerte se aplica a la superficie de medida directa del líquido metálico para protegerlo de reacciones de oxidación y por lo tanto un flujo de circulación gaseoso asegura un barrido hermético entre la cavidad (5) de medida
- 40
- 44
- 48
- 52
- 56

4 que comprende la superficie (6) de medida directa y el órgano (9) de medida situado frente a la dicha superficie. De la misma manera que en la figura 1, una escotilla (10) en material transparente con un rayo de ablación láser y con una radiación de plasma puede estar dispuesta entre el órgano de medida y la superficie (6) medida directa de manera que forma una cavidad (5) de medida hermética.

En todos los modos de realización del dispositivo según la invención:

- el órgano de medida es un dispositivo de análisis espectral por ablación con láser en la superficie (6) de medida directa, pero puede ser otro sistema de medida del estado del arte.

8 - la superficie (6) de medida directa está situada idealmente en una cavidad (5) de medida construida en materiales no reactivos con el líquido metálico tal como un acero inoxidable austenítico, una cerámica o un metal revestido de cerámica.

12 Hay que resaltar también que el circuito (3) de circulación según la figura 1 o 2 puede comprender una bomba de toma de líquido metálico al menos en su entrada. La bomba puede ser de tipo electromagnético, mecánico (por ejemplo de tipo centrífugo) o neumático (por medio por ejemplo de un inicio de bomba por efecto Venturi). La bomba asegura así una circulación. Si es electromagnética, participa al menos parcialmente en un calentamiento inductivo del líquido con miras a elevar el umbral de solubilidad del hierro y por lo tanto aislar de impurezas una muestra allí circulante tal como la invención lo prevé. Así, el circuito (3) de circulación puede comprender una bomba cuyas propiedades de bombeo están acopladas con un aislamiento de impurezas, idealmente en el caso de una bomba electromagnética o igualmente en el caso de una bomba provista de un atenuador con desbordamiento apto para separar físicamente el líquido metálico de las impurezas.

20 Finamente y en particular para la figura 3, una variante del dispositivo según la invención puede prever que el circuito (3) de circulación comprende al menos una entrada tal como una tubuladura o una ramificación de toma adaptada para ser sumergida a través de la superficie del metal líquido en la cavidad. En otros términos, el dispositivo completo de medida de composición se hace amovible y por lo tanto posicionable en la cavidad, formando una ramificación de toma tal como la tubuladura (31a) y una ramificación de expulsión tal como la tubuladura (31b).

**REIVINDICACIONES.**

- 4 1. Método de medida de una composición química de un líquido metálico (1) adaptado con un revestimiento de una banda de acero, para la cual el líquido metálico se compone de una aleación de zinc y aluminio y está formada de una manera continua en una primera cavidad (2) y una medida de su composición se efectúa en una superficie (6) de medida directa del dicho líquido, en donde un medio de análisis de composición química efectúa su medida física en incidencia directa con la superficie de medida,
- caracterizado porque
- 8 una muestra del líquido metálico que alcanza la superficie de medida se somete a un recalentamiento a una temperatura (7) escogida de manera que aisle de la dicha superficie de medida impurezas con base principal de hierro, destinado el dicho recalentamiento para colocar en solución en el baño líquido compuestos intermetálicos a base de hierro presentes bajo forma de impurezas y así no preservar más que la composición química del líquido metálico en la superficie de medida directa.
- 12 2. Dispositivo apto para utilizar el método según la reivindicación 1 para medir una composición química de un líquido metálico (1) que se compone de una aleación de zinc y aluminio formada de manera continua y adaptada como revestimiento de una banda de acero, que comprende:
- 16 - una primera cavidad (2) que comprende el líquido metálico,
- un órgano (9) de medida de composición del líquido metálico en una superficie (6) de medida directa del dicho líquido, en donde un medio de análisis de composición química efectúa su medida física en incidencia directa con la superficie de medida,
- 20 caracterizado porque:
- la superficie de medida directa está situada en un circuito (3) de circulación del líquido metálico de la primera cavidad,
- 24 - un regulador (7) de temperatura está dispuesto en la cercanía de la superficie de medida para un recalentamiento de manera que aisle de impurezas con base principal de hierro de una muestra de líquido metálico que alcanza la dicha superficie de medida, destinado el dicho recalentamiento para colocar en solución en el baño líquido compuestos intermetálicos a base de hierro presentes bajo forma de impurezas y también de no preservar más que la composición química del líquido metálico en la superficie de medida directa.
- 28 3. Dispositivo según la reivindicación 2, mediante el cual el dicho circuito tiene una entrada de circulación dispuesta en una altura de la cavidad tal que una parte principal de impurezas, tales como escorias de superficie y de fondo, se mantiene apartada del dicho circuito.
- 32 4. Dispositivo según la reivindicación 3, mediante el cual la primera cavidad es un crisol de revestimiento y de circuito (3) de circulación comprende un circuito externamente dispuesto al dicho crisol.
5. Dispositivo según la reivindicación 2 o 3, para el cual el circuito (3) de circulación comprende un canal de circulación del líquido metálico interno o al menos acoplado a la primera cavidad, estando idealmente el dicho canal previsto para un calentamiento por inducción del baño del líquido metálico.
- 36 6. Dispositivo según la reivindicación 3, mediante el cual la primera cavidad es al menos un crisol de fusión de aleación de metales para la preparación del líquido metálico, estando conectado el dicho crisol de fusión con una segunda cavidad tal como un crisol de revestimiento y el circuito (3) de circulación está conectado con una canalización de líquido metálico entre la primera y la segunda cavidad.
- 40 7. Dispositivo según la reivindicación 4, 5 o 6, mediante el cual el circuito (3) de circulación comprende una derivación bajo forma de una tubuladura verticalmente montante (8, 31a) de una altura (H) al menos más elevada que el nivel del líquido en la primera cavidad y la superficie de medida directa está definida por el nivel del líquido en la dicha tubuladura.
- 44 8. Dispositivo según la reivindicación 7, mediante el cual la tubuladura (31a) verticalmente montante está unida con una tubuladura (31b) verticalmente descendente que desemboca en el circuito (3) de circulación.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, mediante el cual cada una de las tubuladuras (31a, 31b) comprende una vaina (311, 312) con el fin de bloquear provisionalmente el líquido en la derivación.

10. Dispositivo según la reivindicación 9, mediante el cual al menos una de las válvulas (311, 312) está sometida a una temporización de bloqueo definida para asegurar un aislamiento suficiente de las impurezas fuera de la superficie de medida, después de lo cual se acopla una fase de medida.
- 4 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 10, mediante el cual la tubuladura (31b) verticalmente descendente, comprende una entrada de líquido por desbordamiento.
- 8 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 10, para el cual el regulador de temperatura se dispone en al menos una parte subyacente a la superficie de medida, idealmente por medio de calentamiento por inducción, tal como un sistema de corriente alternativa monofásica no generando más que una agitación moderada del líquido o un sistema de corriente alternativa polifásica que genera una agitación significativa del líquido.
- 12 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, para el cual en la primera cavidad, una aspiración de líquido metálico por el circuito (3) de circulación está precedida de un dispositivo de chicana (14) adaptado para detener al menos los compuestos (15) flotantes en la superficie del baño del líquido tomado en la primera cavidad.
- 16 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, para el cual el circuito de circulación de un gas (13) inerte se aplica a la superficie (6) de medida directa de líquido metálico para protegerlo de reacciones de oxidación y por lo tanto un flujo de circulación gaseoso asegura un barrido hermético entre una cavidad (5) de medida que comprende la superficie (6) de medida directa y el órgano (9) de medida.
- 20 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, para el cual una escotilla (10) en material transparente a un rayo de ablación láser (11a) y a una radiación de plasma (11b) está dispuesta entre el órgano (9) de medida y la superficie (6) de medida directa de manera que forma una cavidad (5) de medida hermética.
- 24 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, por el cual el órgano (9) de medida es un dispositivo de análisis espectral para ablación láser en la superficie (6) de medida directa.
- 28 17. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, para el cual la superficie (6) de medida directa está situada en una cavidad (5) de medida construida en materiales no reactivos con el líquido metálico tal como acero inoxidable austenítico, una cerámica o un metal revestido en cerámica.
- 32 18. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes 3-17, para el cual el circuito (3) de circulación comprende una bomba de toma al menos en su entrada, siendo la dicha toma de tipo electromagnético, mecánico - por ejemplo de tipo centrífuga- o neumático- por medio por ejemplo de un iniciador de bomba por efecto Venturi.
19. Dispositivo según la reivindicación 18, por el cual el circuito (3) de circulación comprende una bomba cuyas propiedades de bombeo están acopladas con un aislamiento de impurezas, idealmente en el caso de una bomba electromagnética o de una bomba provista de un atenuador con desbordamiento.
20. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes 3-17, para el cual el circuito (3) de circulación comprende al menos una entrada de toma adaptada para ser sumergida a través de la superficie de metal líquido.



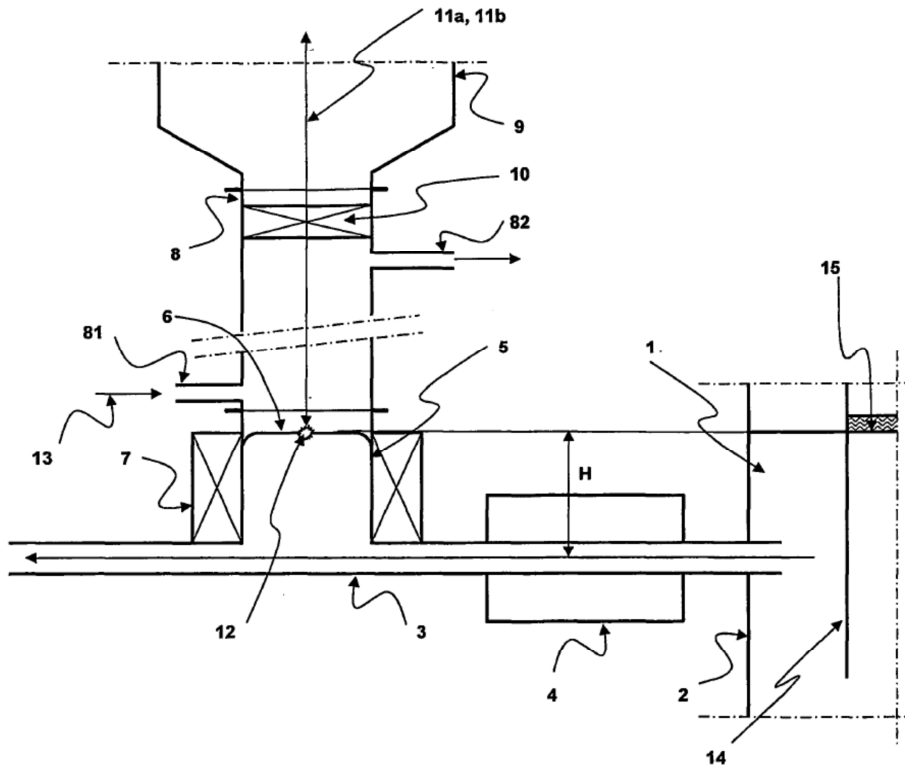


Fig 1

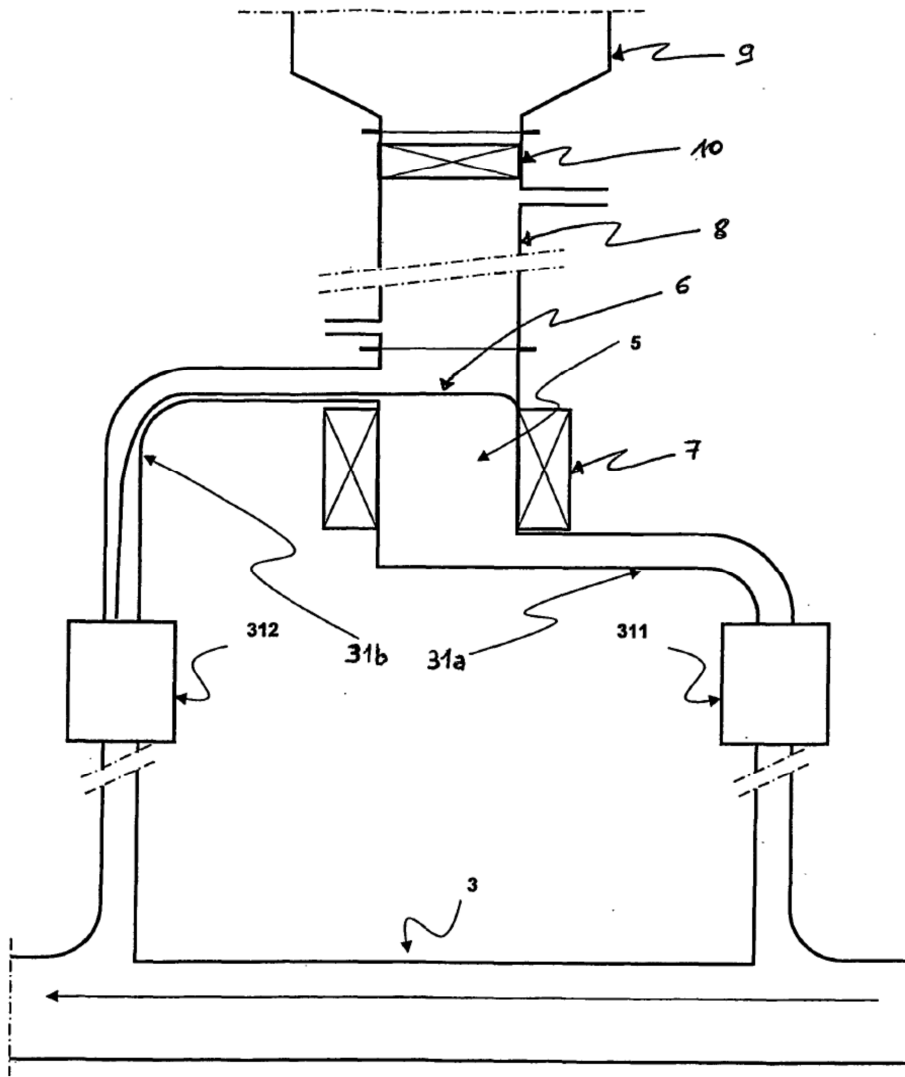


Fig 2