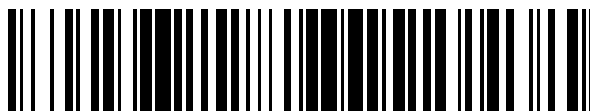


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 990**

51 Int. Cl.:

**G01F 23/26** (2006.01)

**B22D 11/18** (2006.01)

**B22D 2/00** (2006.01)

**B22D 11/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2010 PCT/FR2010/050810**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2010 WO10125310**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2010 E 10727058 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2425212**

54 Título: **Sensor y procedimiento de medición del nivel de la superficie de un metal en fase líquida**

30 Prioridad:

**29.04.2009 FR 0952849**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.03.2019**

73 Titular/es:

**AVEMIS (100.0%)  
Zone Industrielle Grange-Eglise, Hôtel  
d'Entreprise n° 2  
69590 Saint-Symphorien-Sur-Coise, FR**

72 Inventor/es:

**DUSSUD, MICHEL**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 704 990 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**

Sensor y procedimiento de medición del nivel de la superficie de un metal en fase líquida

5 La presente invención se refiere a un sensor de medición del nivel de metal en una lingotera de colada continua.

El procedimiento siderúrgico de colada continua prevé colar metal en fundición a una temperatura del orden de 1500 °C en un molde sin fondo. La forma de la lingotera determina la sección del lingote que se extruye de manera continua.

10 Un parámetro crítico de este procedimiento es el nivel del metal en fundición en la lingotera.

El control del nivel de metal en fundición se puede realizar de manera convencional mediante un sensor electromagnético suspendido como se muestra, por ejemplo, en el documento US-A-4.647.854.

15 Este tipo de sensor tiene dos o tres bobinas separadas e independientes que son todas paralelas a la superficie del metal en fundición. Una primera bobina tiene una función de excitación; la segunda y la tercera bobinas tienen una función de medición y se disponen a cada lado de la bobina de excitación.

20 El principio de funcionamiento de este tipo de sensor consiste en hacer circular en la bobina de excitación una señal eléctrica alterna generada mediante una electrónica de control, lo que crea un campo magnético.

Este campo magnético se altera más o menos en función del nivel de metal en fundición presente en la lingotera.

25 Dado que el campo magnético varía en función del nivel de metal en fundición, la tensión inducida en la bobina de medición, que es adyacente al metal en fundición, es representativa del nivel de metal en la lingotera.

La tensión inducida que fluye a través de la bobina de medición adyacente al metal en fundición se compara con la tensión inducida que fluye a través de la bobina de medición opuesta y, por lo tanto, no alterada, lo que permite deducir el nivel de metal líquido mediante la diferencia de estas dos tensiones inducidas.

30 En la práctica, los sensores electromagnéticos están suspendidos sobre el metal en fundición para evitar principalmente efectos de borde.

35 El posicionamiento de estos sensores sobre el metal en fundición dificulta en gran medida las intervenciones de los operarios en la colada. De hecho, estos deben garantizar permanentemente la «limpieza» de la superficie del metal en fundición y se usan para intervenir sobre la superficie del metal en fundición.

Además, durante el cambio del tubo que lleva el metal en fundición a la lingotera desde una bolsa situada aguas arriba de la lingotera, el sensor se debe retirar pura y simplemente de la lingotera.

40 En este contexto técnico, un objetivo de la invención es proponer un sensor electromagnético de medición de metal en fundición para una lingotera de colada continua, como se describe en la reivindicación 1. Este sensor se puede desplazar con respecto a la superficie de colada y es poco sensible a las alteraciones electromagnéticas y térmicas.

45 La invención se refiere a un sensor de medición del nivel de la superficie de un metal en fase líquida para una instalación de colada continua que comprende una lingotera que tiene una cara superior en la que desemboca una abertura en la que se admite el metal líquido.

Además, el sensor comprende:

50 - una bobina de excitación de aire orientada perpendicularmente a la cara superior de la lingotera alimentada por una corriente para crear un campo magnético cuyas líneas de campo se propagan a lo largo de las líneas de campo superiores que se alejan de la lingotera y a lo largo de las líneas de campo inferiores que recubren la cara superior de la lingotera y la superficie del metal en fundición y

55 - una bobina de recepción inferior de aire paralela a la bobina de excitación en la que se genera una tensión inducida mediante la acción de las líneas de campo inferiores, siendo estas últimas susceptibles de ser modificadas por una variación en el nivel de la superficie del metal en fundición, y

60 - una bobina de recepción superior de aire paralela a la bobina de excitación y directamente superpuesta a la bobina de recepción inferior y de geometría y de características idénticas a la misma en la que se genera una tensión inducida mediante la acción de las líneas de campo superiores, estando estas últimas sustancialmente libres de alteraciones generadas por la superficie del metal en fundición,

65 estando la bobina de excitación, la bobina de recepción inferior y la bobina de recepción superior orientadas en los planos perpendiculares a la superficie del metal líquido, estando el sensor diseñado para disponerse sobre la cara

superior de la lingotera sobre el borde de la abertura.

La invención propone así un sensor de medición que tiene una arquitectura original que permite posicionar este sensor de manera permanente sobre la lingotera en el borde del metal líquido. Aunque no sobresale el metal líquido como en el caso convencional, el sensor según la invención proporciona una medición del nivel del metal en fundición. Esto se hace posible gracias a la disposición según la que las bobinas de excitación y de recepción están orientadas en planos perpendiculares a la superficie del metal líquido. Por lo tanto, el sensor según la invención utiliza un campo magnético que es paralelo a la superficie del metal líquido a medir.

Además, el sensor según la invención está provisto de bobinas de aire, es decir, bobinas que no utilizan un núcleo ferromagnético. Esta disposición es importante para la calidad de la medición porque los núcleos ferromagnéticos que se encuentran en los sensores convencionales son sensibles a las variaciones de temperatura y las alteraciones electromagnéticas; estos presentan una histéresis que hace extremadamente difícil la modelación de su comportamiento. El sensor según la invención, por lo tanto, presenta una inmunidad con respecto a las alteraciones y variaciones magnéticas y térmicas.

Preferentemente, la bobina de recepción superior y la bobina de recepción inferior se yuxtaponen a la bobina de excitación. Esta disposición permite obtener un sensor compacto, lo que le hace que altere menos.

Según una disposición de la invención, la bobina de recepción inferior y la bobina de recepción superior se disponen simétricamente con respecto al plano de simetría de la bobina de excitación.

En la práctica, el sensor comprende un núcleo no magnético y un aislante eléctrico sobre el que se enrollan los cables eléctricos que forman la bobina de excitación y las dos bobinas de recepción.

Se prevé que el núcleo presente una ranura en la que se enrolla helicoidalmente un cable eléctrico que forma la bobina de excitación y dos ranuras superpuestas que tienen ejes paralelos entre sí y paralelas al eje de la ranura que recibe la bobina de excitación en cada una de las que se enrolla helicoidalmente un cable eléctrico que forma una bobina de recepción.

Para facilitar su fabricación, se puede prever que el núcleo comprenda dos subpartes superpuestas que comprendan, cada una, una ranura para una bobina de recepción y una semirranura para una bobina de excitación.

En la práctica, cada una de las ranuras presenta un perfil sustancialmente rectangular.

Además, el sensor presenta una carcasa destinada a garantizar la protección de las bobinas y de los medios de conexión eléctrica a las bobinas.

Con el fin de minimizar las pérdidas de campo magnético por corrientes de Foucault, las paredes superior e inferior, así como la pared frontal, de la carcasa están constituidas de un material con alta resistividad eléctrica.

Como alternativa, con el fin de orientar el campo magnético, el sensor puede estar equipado con placas de baja resistividad eléctrica que duplican sus paredes inferior y superior.

Se prevé que el sensor incorpore un circuito de refrigeración.

Según una posibilidad, en sensor de medición se puede conectar a una sonda de medición de temperatura posicionada en la proximidad de la abertura y destinada a medir la temperatura de la placa de cobre de la lingotera. Esta medición se podrá utilizar para compensar las desviaciones de la señal del sensor relacionadas con las variaciones de temperatura en la pared de la lingotera. La sonda de temperatura se puede posicionar en la pared de la lingotera.

Según otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de medición del nivel de una instalación de colada continua que comprende una lingotera que tiene una cara superior en la que desemboca una abertura en la que se admite el metal líquido caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas que consisten en:

- aplicar una tensión a una bobina de excitación de aire orientada perpendicularmente a la cara superior de la lingotera y dispuesta sobre el borde de la abertura, para crear un campo magnético cuyas líneas de campo se propagan a lo largo de las líneas de campo superiores que se alejan de la lingotera y a lo largo de las líneas de campo inferiores que recubren la cara superior de la lingotera y la superficie del metal en fundición;

- medir una tensión inducida generada mediante la acción de las líneas de campo inferiores, siendo estas últimas susceptibles de ser modificadas por una variación en el nivel de la superficie del metal en fundición, en una bobina de recepción inferior de aire paralela a la bobina de excitación;

- medir una tensión inducida generada mediante la acción de las líneas de campo superiores, estando estas últimas sustancialmente libres de alteraciones generadas por la superficie del metal en fundición, en una bobina de recepción

superior de aire paralela a la bobina de excitación y superpuesta a la bobina de recepción inferior y de geometría y de características idénticas a la misma, estando la bobina de excitación, la bobina de recepción inferior y la bobina de recepción superior orientadas en los planos perpendiculares a la superficie del metal líquido;

- 5 - comparar y realizar un procesamiento digital de las tensiones inducidas medidas en las bobinas de recepción inferior y superior para obtener un valor del nivel de metal en fundición en la lingotera;
- medir la temperatura de la lingotera;

- 10 - corregir mediante un procesamiento digital el valor del nivel de metal en fundición en función de la temperatura de la lingotera.

La invención prevé efectuar una medición del nivel a partir de la lingotera, lo que puede tener una influencia sobre la calidad de la medición. Para neutralizar la influencia de las variaciones de temperatura de la lingotera, la invención

15 prevé medir esta temperatura y corregir la medición del nivel de metal de fundición en función de la temperatura.

Como variante, se puede prever una etapa de corrección mediante un procesamiento digital del valor del nivel de metal en fundición en función de la anchura de la lingotera.

- 20 Para una buena comprensión, la invención se describe con referencia al dibujo adjunto que representa, a modo de ejemplo no limitativo, una forma de realización de un sensor de medición según el mismo.

La Figura 1 representa esquemáticamente un sensor de medición posicionado sobre una lingotera parcialmente

25 representada;

la Figura 2 muestra en perspectiva un núcleo que pertenece al sensor de medición,

las Figuras 3 y 4 muestran en sección los canales de refrigeración del sensor.

- 30 Se puede observar en la Figura 1 una lingotera parcialmente representada. De manera convencional, la lingotera presenta una cara superior 3 y una abertura 4 cuya sección transversal determina la sección del lingote que proviene de la lingotera 2.

El metal líquido se introduce mediante un tubo de alimentación (no representado) en la abertura 4 de la lingotera 2 y resulta necesario medir el nivel de manera continua con el fin de controlar el caudal de la alimentación de metal líquido.

35

El sensor 1, como se puede observar en la Figura 1, está posicionado en la proximidad de la abertura 4. En otras palabras, el sensor 1 se coloca sobre el borde de la abertura 4, pero no sobresale por encima de la abertura 4.

- 40 El sensor comprende una carcasa 5 que puede ser de cerámica o de metal. Como se representa en la Figura 1, el dispositivo puede comprender una duplicación de las placas 6, por ejemplo, de cobre sobre sus paredes interiores superior 5a e inferior 5b que garantizan un blindaje magnético. En otra forma de realización de la invención, se pretende preparar directamente las paredes superior 5a e inferior 5b de la carcasa en un material que proporcione un
- 45 blindaje magnético.

En cambio, la cara frontal de la carcasa (es decir, la cara que se posiciona de manera adyacente a la abertura 4 de la lingotera) puede estar constituida preferentemente de un metal de resistividad eléctrica muy alta.

- La carcasa 5 puede estar equipada con un sistema de enfriamiento por agua o aire teniendo en cuenta la alta temperatura que rodea al sensor. Las Figuras 3 y 4 muestran un circuito de refrigeración que comprende varios canales
- 50 11 dispuestos en la carcasa 5 en los que circula un fluido de refrigeración.

La carcasa 5 se puede fijar sobre la lingotera mediante bridas o tornillos. A diferencia de los sensores convencionales, el sensor según la invención está destinado a posicionarse de manera permanente sobre la lingotera.

55

En el interior de su carcasa 5, el sensor 1 está provisto de tres bobinas que están orientadas perpendicularmente a la cara superior de la lingotera y que, por lo tanto, están también en los planos perpendiculares a la superficie del metal líquido.

- 60 Una de las bobinas es una bobina de excitación 7 que es, por lo tanto, perpendicular a la cara superior de la lingotera. La bobina de excitación 7 está constituida por un enrollamiento helicoidal de un cable conductor y en su través fluye una corriente eléctrica de baja frecuencia del orden de 400 a 1200 Hz.

Las otras dos bobinas son bobinas de recepción que se superponen según una bobina de recepción inferior 8 y una

65 bobina de recepción superior 9.

La bobina de recepción inferior 8 y la bobina de recepción superior 9 se disponen simétricamente con respecto al plano de simetría de la bobina de excitación 7.

5 En aras de la claridad en la Figura 1, esta figura no representa el núcleo 10 sobre el que se enrollan las bobinas de excitación y de recepción. El núcleo 10 se representa específicamente en la Figura 2.

10 En la práctica, el núcleo 10 presenta una ranura 12 en la que se enrolla helicoidalmente un cable eléctrico que forma la bobina de excitación 7 y dos ranuras 13 superpuestas que tienen ejes paralelos entre sí y paralelas al eje de la ranura 12 que recibe la bobina de excitación en cada una de las que se enrolla helicoidalmente un cable eléctrico que forma una bobina de recepción.

Se puede observar que cada una de las ranuras 12 y 13 presenta un perfil sustancialmente rectangular.

15 Para facilitar su fabricación, el núcleo puede comprender dos subpartes 10a, 10b superpuestas que comprenden, cada una, una ranura 13 para una bobina de recepción y una semirranura 12 para una bobina de excitación.

El núcleo 10 se prepara a partir de un material no magnético y un aislante eléctrico, tal como un material cerámico o plástico resistente a las altas temperaturas.

20 Durante el funcionamiento, la bobina de excitación 7, que es atravesada por una corriente, crea un campo magnético en el interior y el exterior de la bobina.

25 Las líneas de campo superiores 14 se difunden alejándose de la lingotera y a través de la bobina de recepción superior 9; por otro lado, las líneas de campo inferiores 15 irrigan la lingotera y, en particular, la parte de la lingotera 2 en la que se encuentra la superficie del metal en fundición y se difunden a través de la bobina de recepción inferior 8.

30 Como se representa en la Figura 1 en línea discontinua, las variaciones de nivel del metal en fundición alteran las líneas de campo inferiores, lo que se traduce en una variación de la tensión inducida en la bobina de recepción inferior 8.

Las bobinas de recepción inferior y superior 8 y 9 están conectadas a una unidad de procesamiento electrónico en la que se procesan, amplifican y comparan las tensiones inducidas.

35 En comparación con la tensión inducida en la bobina superior 9, resulta entonces posible determinar el nivel de metal líquido en la lingotera. La disposición original de la bobina de excitación y de las bobinas de recepción hace que sea posible posicionar el sensor sobre la lingotera en el borde de la abertura de colada.

40 También se puede pretender dotar al sensor según la invención de una sonda de temperatura. Esta sonda de temperatura se posiciona preferentemente en la proximidad inmediata de la abertura 4 o en la pared de la lingotera.

Esta sonda de temperatura del tipo de termopar o termistor está conectada a la unidad de procesamiento electrónico para integrar los datos relacionados con la temperatura y, posiblemente, para compensar las desviaciones de medición relacionadas con las variaciones de temperatura en la pared de la lingotera.

45 Por supuesto, la invención no está limitada a la forma de realización descrita con anterioridad a modo de ejemplo no limitativo, sino que, por el contrario, esta abarca todas las formas de realización.

**REIVINDICACIONES**

1. Sensor de medición (1) del nivel de la superficie de un metal en fase líquida para una instalación de colada continua que comprende una lingotera que tiene una cara superior (3) en la que desemboca una abertura (4) en la que se admite el metal líquido caracterizado por que el sensor comprende:
- 5
- una bobina de excitación (7) de aire orientada alimentada por una corriente para crear un campo magnético cuyas líneas de campo se propagan a lo largo de las líneas de campo superiores (14) que se alejan de la lingotera y a lo largo de las líneas de campo inferiores (15) que recubren la cara superior de la lingotera y la superficie del metal en fundición,

10

  - una bobina de recepción inferior (8) de aire paralela a la bobina de excitación en la que se genera una tensión inducida mediante la acción de las líneas de campo inferiores (15), siendo estas últimas susceptibles de ser modificadas por una variación en el nivel de la superficie del metal en fundición, y

15

  - bobina de recepción superior (9) de aire paralela a la bobina de excitación (7) y directamente superpuesta a la bobina de recepción inferior (8), de geometría y de características idénticas a la misma, en la que se genera una tensión inducida mediante la acción de las líneas de campo superiores (14), estando estas últimas sustancialmente libres de alteraciones generadas por la superficie del metal en fundición, caracterizado por que la bobina de excitación (7), la bobina de recepción inferior (8) y la bobina de recepción superior (9) se orientan en los planos perpendiculares a la superficie cuyo nivel se mide;

20
- el sensor (1) está diseñado para disponerse sobre la cara superior (3) de la lingotera sobre el borde de la abertura (4).
- 25
2. Sensor de medición del nivel según la reivindicación 1, caracterizado por que la bobina de recepción superior (9) y la bobina de recepción inferior (8) se yuxtaponen a la bobina de excitación (7).
- 30
3. Sensor de medición del nivel según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que la bobina de recepción inferior (8) y la bobina de recepción superior (9) se disponen simétricamente con respecto al plano de simetría de la bobina de excitación (7).
- 35
4. Sensor de medición del nivel según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que este comprende un núcleo (10) no magnético y un aislante eléctrico sobre el que se enrollan los cables eléctricos que forman la bobina de excitación (7) y las dos bobinas de recepción (8,9).
- 40
5. Sensor de medición según la reivindicación 4, caracterizado por que el núcleo (10) presenta una ranura (12) en la que se enrolla helicoidalmente un cable eléctrico que forma la bobina de excitación (7) y dos ranuras (13) superpuestas que tienen ejes paralelos entre sí y paralelas al eje de la ranura que recibe la bobina de excitación (7) en cada una de las que se enrolla helicoidalmente un cable eléctrico que forma una bobina de recepción (8,9).
- 45
6. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado por que el núcleo (10) comprende dos subpartes (10a, 10b) superpuestas que comprenden, cada una, una ranura (13) para una bobina de recepción y una semirranura (12) para una bobina de excitación.
- 50
7. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizado por que cada una de las ranuras (12,13) presenta un perfil sustancialmente rectangular.
8. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que este presenta una carcasa (5) destinada a garantizar la protección de las bobinas y de los medios de conexión eléctrica a las bobinas.
- 55
9. Sensor de medición según la reivindicación 8, caracterizado por que las paredes superior e inferior (5a, 5b), así como la pared frontal (5c) de la carcasa están constituidas de un material con alta resistividad eléctrica.
10. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el sensor está equipado de placas (6) de alta resistividad magnética que doblan las paredes inferior y superior.
- 60
11. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que este se conecta a una sonda de medición de temperatura posicionada en la proximidad de la abertura (4).
- 65
12. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que este se conecta a una sonda de medición de temperatura posicionada en la pared de la lingotera.
13. Sensor de medición según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que este comprende un circuito de refrigeración.
14. Procedimiento de medición del nivel de una instalación de colada continua que comprende una lingotera que tiene

una cara superior en la que desemboca una abertura (4) en la que se admite el metal líquido caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas que consisten en:

- 5 - aplicar una tensión a una bobina de excitación (7) de aire para crear un campo magnético cuyas líneas de campo se propagan a lo largo de las líneas de campo superiores que se alejan de la lingotera y a lo largo de las líneas de campo inferiores que recubren la cara superior de la lingotera y la superficie del metal en fundición;
- 10 - medir una tensión inducida generada mediante la acción de las líneas de campo inferiores, siendo estas últimas susceptibles de ser modificadas por una variación en el nivel de la superficie del metal en fundición, en una bobina de recepción inferior (8) de aire paralela a la bobina de excitación;
- 15 - medir una tensión inducida generada mediante la acción de las líneas de campo superiores, estando estas últimas sustancialmente libres de alteraciones generadas por la superficie del metal en fundición, en una bobina de recepción superior (9) de aire paralela a la bobina de excitación y superpuesta a la bobina de recepción inferior y de geometría y de características idénticas a la misma;
- 20 - comparar y realizar un procesamiento digital de las tensiones inducidas medidas en las bobinas de recepción inferior y superior para obtener un valor del nivel de metal en fundición en la lingotera;
- 25 caracterizado por que la bobina de excitación (7), la bobina de recepción inferior (8) y la bobina de recepción superior (9) se orientan en los planos perpendiculares a la superficie del metal líquido y el conjunto formado por la bobina de excitación (7), la bobina de recepción inferior (8) y la bobina de recepción superior (9) está diseñado para disponerse sobre la cara superior de la lingotera sobre el borde de la abertura,
- 30 y por que el procedimiento comprende, además, las siguientes etapas:
  - medir la temperatura de la lingotera;
  - corregir mediante un procesamiento digital el valor del nivel de metal en fundición en función de la temperatura de la lingotera.
- 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que este comprende, además, una etapa de corrección mediante un procesamiento digital del valor del nivel de metal en fundición en función de la anchura de la lingotera.

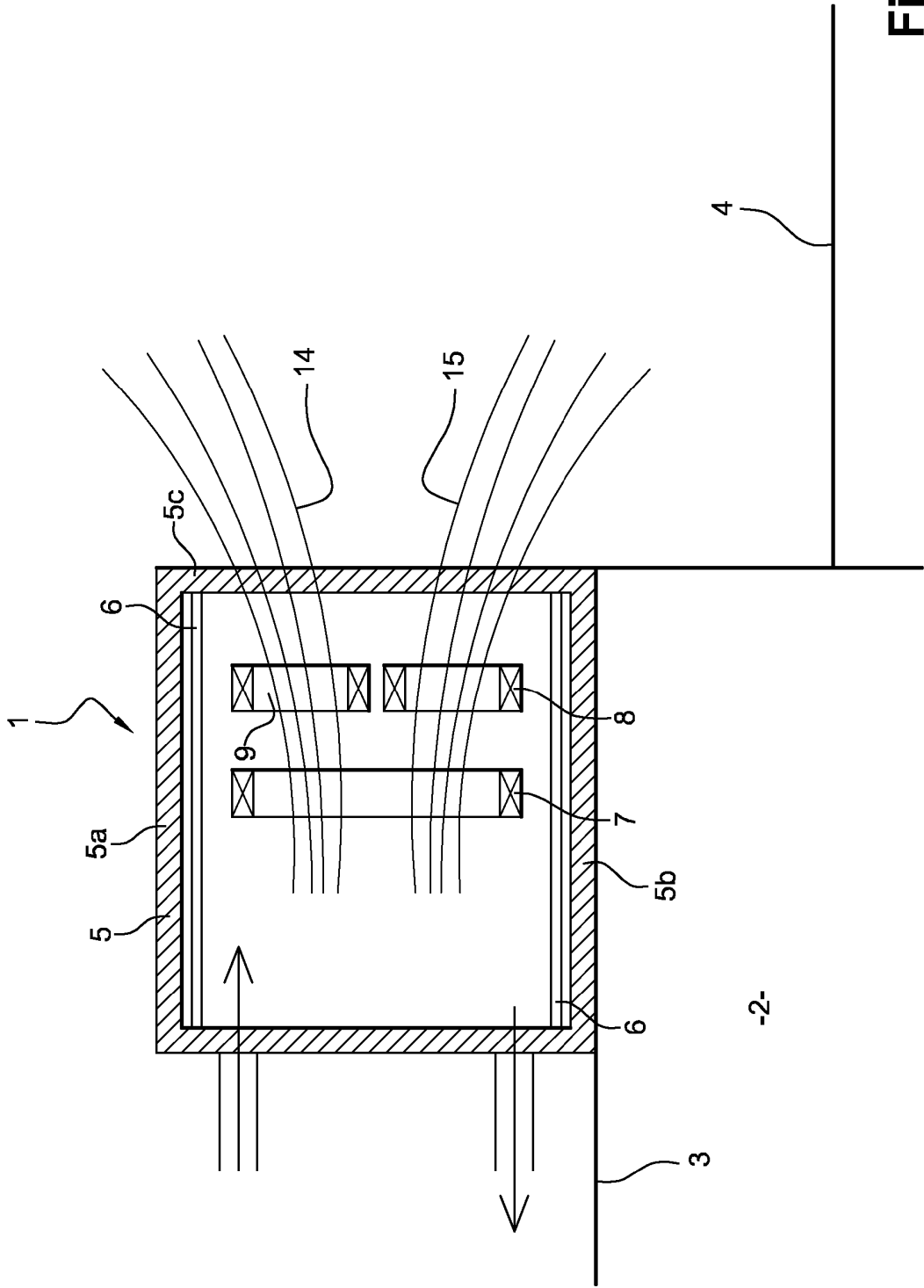


Fig. 1



