

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 717**

51 Int. Cl.:

**F27B 3/08** (2006.01)

**F27B 3/19** (2006.01)

**F27D 3/15** (2006.01)

**F27D 27/00** (2010.01)

**B22D 11/115** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2011 PCT/EP2011/064786**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13029653**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2011 E 11754639 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2751510**

54 Título: **Método y disposición para la reducción de vórtices en un proceso de fabricación de metales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.09.2017**

73 Titular/es:  
**ABB RESEARCH LTD. (100.0%)**  
**Affolternstrasse 44**  
**8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:  
**ERIKSSON, JAN- ERIK;**  
**KROON, TORD;**  
**RAHMANI, MOHAMED ALI;**  
**WIDLUND, OLA;**  
**ZHANG, XIAOJING;**  
**CARLSSON, CHRISTER y**  
**YANG, HONGLIANG**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 633 717 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 disposición para la reducción de vórtices en un proceso de fabricación de metales.

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere en general a un proceso de fabricación de metales y, en particular, a la reducción de vórtices durante las operaciones de colada en el proceso de fabricación de metales.

Antecedentes

En un proceso de fabricación de metales, el metal fundido se cuela durante las diversas etapas del proceso desde los orificios de colada de los recipientes metalúrgicos, tales como los hornos de arco eléctrico, las artesas o las cucharas. El metal fundido es transportado de este modo hasta la siguiente etapa en el proceso.

10 Cuando el metal fundido se cuela desde un recipiente metalúrgico, la formación de vórtices se produce normalmente por encima del orificio de colada. Cuando se forma el vórtice, la escoria en la parte superior de la masa fundida se trasiega hacia el siguiente recipiente metalúrgico por debajo del orificio de colada a través del vórtice. El trasiego de la escoria tiene efectos perjudiciales sobre la calidad del metal.

15 El documento EP0192991 describe un método de funcionamiento de un horno de fundición metalúrgico cuyo recipiente horno está provisto de al menos una abertura de colada. De acuerdo con la descripción, los vórtices son contrarrestados en la masa fundida en el área de la abertura de colada por medio de un electroimán que genera un campo electromagnético que actúa sobre la masa fundida. La formación de vórtices se contrarresta controlando el electroimán de tal manera que produzca campos electromagnéticos que proporcionen una contrarrotación con respecto al flujo de los vórtices en el metal fundido.

20 Resumen

Sin embargo, existen inconvenientes con el método anterior de generación de un movimiento de contrarrotación en la masa fundida por medio de un campo electromagnético. Por ejemplo, es difícil determinar la velocidad de rotación de los vórtices, que es necesaria para determinar un movimiento de contrarrotación correcto en la masa fundida por medio del campo electromagnético.

25 Además, el método descrito anteriormente se dispone para contrarrestar un vórtice que ya se ha formado en la región del orificio de colada, pero no evita la formación de un vórtice en el área del orificio de colada.

En vista de lo anterior, un objetivo general de la presente descripción es proporcionar un método simplificado y una disposición para reducir la formación de vórtices en el metal fundido durante la colada del metal fundido desde un recipiente metalúrgico.

30 Otro objetivo es proporcionar un método y una disposición para prevenir o al menos retrasar el inicio de la formación de vórtices por encima del orificio de colada durante la colada del metal fundido desde el recipiente metalúrgico.

35 Con este fin, en un primer aspecto de la presente descripción, se proporciona un método para reducir la formación de vórtices en el metal fundido cuando el metal fundido se cuela por el fondo desde un recipiente metalúrgico en un proceso de fabricación de metales, en donde el método comprende: colar el metal fundido a través de un orificio de colada en el recipiente metalúrgico; y proporcionar un flujo del tipo convección forzada del metal fundido en el recipiente metalúrgico mientras se cuela por medio de un campo electromagnético variable en el tiempo aplicado al recipiente metalúrgico y proporcionado por un agitador electromagnético, siendo el flujo del metal fundido tal que de forma constante mueve los vórtices en el metal fundido alejándolos de una región del orificio de colada del recipiente metalúrgico durante la colada para evitar de este modo la acumulación de los vórtices para la formación de vórtices sobre el orificio de colada.

40 La región del orificio de colada se define en la presente memoria como un área que se extiende axialmente desde el orificio de colada, centrada alrededor del eje central del orificio de colada, a través del recipiente metalúrgico.

45 Mediante el movimiento constante del metal fundido de tal manera que los vórtices que se presentan de forma natural en el volumen del metal fundido se muevan de forma constante, no se permite que los vórtices se acumulen en la región del orificio de colada, es decir, la región alrededor del eje central del orificio de colada. De este modo, se evita la formación de vórtices o se reduce al menos la probabilidad de formación de vórtices por encima del orificio de colada. Ventajosamente, evitando la formación de un vórtice por encima del orificio de colada, la escoria encima del metal fundido no se trasegará al siguiente recipiente metalúrgico durante las operaciones de colada y por lo tanto podrá mejorarse la calidad del metal del planchón, la palanquilla, el tocho u otro producto metálico.

50 El metal fundido puede ser, por ejemplo, acero fundido, aluminio fundido o cobre fundido.

En lugar de proporcionar movimiento de contrarrotación del metal fundido como en el documento EP0192991, el metal fundido se mueve de acuerdo con un movimiento convencional forzado en el recipiente metalúrgico durante la colada.

5 El metal fundido puede fluir en una dirección transversal al eje central del orificio de colada a cualquier profundidad dada del metal fundido en el recipiente metalúrgico. Por lo tanto, en esencia, a cualquier profundidad en el metal fundido por encima del orificio de colada, el metal fundido fluye esencialmente de forma perpendicular con respecto al eje central del orificio de colada. Con este fin, el metal fundido fluye esencialmente paralelo con la superficie del fondo del recipiente metalúrgico a cualquier profundidad en el metal fundido por encima del orificio de colada. Por lo tanto, el metal fundido fluye de tal manera que cerca de la superficie del fondo del recipiente metalúrgico, el metal fundido es empujado para descargarse rápidamente a través del orificio de colada, mientras que más cerca de la superficie del metal fundido el metal fundido es transportado de forma continua alejándose del eje central del orificio de colada y, por tanto, de la región del orificio de colada. De este modo, a cualquier profundidad por encima del orificio de colada, el metal fundido o bien se mueve alejándose de la región alrededor del eje central del orificio de colada o bien se empuja a través del orificio de colada para descargar el metal fundido. Por lo tanto, los vórtices se llevan lejos de la región del orificio de colada, y como resultado, se evita la formación de vórtices por encima del orificio de colada.

En una forma de realización, el metal fundido fluye hacia una primera parte de la pared interior del recipiente metalúrgico en el fondo del recipiente metalúrgico y hacia una segunda parte de la pared interior opuesta a la primera parte de la pared interior en la superficie del metal fundido.

20 En una forma de realización, el campo electromagnético variable en el tiempo tiene una fuerza tal que la velocidad de flujo del metal fundido está en el intervalo de 0,1-1 m/s.

En una forma de realización, la velocidad de flujo está en el intervalo 0,1-0,6 m/s. Proporcionando un campo electromagnético variable en el tiempo que genere una velocidad de flujo del metal fundido en el intervalo de 0,1-0,6 m/s, se puede ahorrar energía para alimentar, por ejemplo, un agitador electromagnético para la generación del campo electromagnético variable en el tiempo. En particular, el intervalo de 0,1 a 0,6 m/s es una velocidad de flujo más baja que la velocidad de flujo utilizada cuando el agitador electromagnético agita el metal fundido durante la fundición y la agitación de la masa fundida en el recipiente metalúrgico. Además, la velocidad de flujo más baja no altera la mezcla metálica, por ejemplo, la mezcla de acero, obtenida durante, por ejemplo, el proceso de fundición por medio de proporcionar aditivos al metal y la agitación del mismo.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente descripción, se proporciona la disposición para un proceso de fabricación de metales, comprendiendo la disposición: un recipiente metalúrgico para el alojamiento del metal fundido, teniendo el recipiente metalúrgico un orificio de colada para colar por el fondo el metal fundido desde el recipiente metalúrgico y un agitador electromagnético dispuesto para generar un campo electromagnético variable en el tiempo en el metal fundido dispuesto en el recipiente metalúrgico, en donde el agitador electromagnético comprende una disposición de bobinas, un convertidor de frecuencia para accionar la disposición de bobinas y una unidad de control para controlar el convertidor de frecuencia de tal manera que el agitador electromagnético cuando se aplica al recipiente metalúrgico durante la colada del metal fundido desde el recipiente metalúrgico genera un campo electromagnético variable en el tiempo en el metal fundido para generar de este modo un flujo del metal fundido en el recipiente metalúrgico, en donde el campo electromagnético variable en el tiempo proporcionado por el agitador electromagnético es tal que proporciona una convección forzada del metal fundido en el recipiente metalúrgico de tal manera que el flujo mueve de forma constante los vórtices alejándolos de una región del orificio de colada durante la colada para evitar de este modo la acumulación de los vórtices para la formación de vórtices sobre el orificio de colada.

En una forma de realización, el recipiente metalúrgico es un horno de arco eléctrico.

45 En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben de interpretarse de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico, a menos que explícitamente se defina de otro modo en la presente memoria. Todas las referencias a "uno/una/unos/unas/el elemento, el aparato, el componente, el medio, la etapa, etc." deben interpretarse abiertamente como referentes a al menos un ejemplo del elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método descrito en la presente memoria no tienen que realizarse en el orden exacto descrito, a menos que se declare explícitamente.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá el concepto inventivo, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de una disposición para la fabricación de metales;

55 La Fig. 2a es una vista desde arriba de un recipiente metalúrgico en el que se forman vórtices por encima de un orificio de colada durante la colada;

La Fig. 2b es una vista desde arriba de un recipiente metalúrgico en el que se ha formado un vórtice a partir de varios vórtices por encima del orificio de colada del recipiente metalúrgico; y

La Fig. 3 es una vista en perspectiva esquemática de la disposición de la Fig. 1 durante la colada.

Descripción detallada

5 El concepto inventivo se describirá ahora más completamente en lo sucesivo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran determinadas formas de realización. No obstante, debe tenerse en cuenta que el recipiente metalúrgico descrito en la presente memoria puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las formas de realización expuestas más adelante; más bien, estas formas de realización se proporcionan a modo de ejemplo para que esta descripción sea exhaustiva y completa y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. Los números similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción.

10 Los recipientes metalúrgicos se utilizan en la producción de metales, por ejemplo, en trabajos con acero o metales. Dichos recipientes metalúrgicos pueden ser, por ejemplo, cucharas, hornos de arco eléctrico o artesas. Siempre que se haga referencia en lo que sigue, debe entenderse por recipiente metalúrgico un horno de arco eléctrico, una cuchara, una artesa o cualquier otro recipiente metalúrgico refractario que tenga un orificio de colada en su fondo.

15 La Fig. 1 muestra una disposición 1 para la fabricación de metales. La disposición 1 comprende un recipiente metalúrgico 3 y un agitador electromagnético 5. El agitador electromagnético 5 comprende una disposición de bobinas 6, un convertidor de frecuencia 7 para operar la disposición de bobinas 6 y una unidad de control 9 para controlar el convertidor de frecuencia 7. El agitador electromagnético 5 está dispuesto por debajo del recipiente metalúrgico 3. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, dependiendo de la forma de un recipiente metalúrgico, el agitador electromagnético también podría estar situado en uno de los lados del recipiente metalúrgico.

20 El recipiente metalúrgico 3 tiene las paredes 11-1 y 11-2 que presentan las partes de pared interior primera y segunda, respectivamente. La primera y la segunda partes de pared interior son opuestas entre sí. El recipiente metalúrgico 3 tiene además un fondo 13 que presenta una superficie de fondo interior 15 y un orificio de colada 17 que se extiende a través del fondo 13. El orificio de colada 17 proporciona una abertura pasante desde el interior del recipiente metalúrgico 3 hasta su exterior. El orificio de colada 17 se proporciona normalmente descentrado con respecto a un punto central C de la superficie inferior 15, pero también se prevé un orificio de colada situado en el centro en algunas formas de realización. El orificio de colada 17 tiene un eje central A que se extiende axialmente a través del orificio de colada 17.

25 Cuando está dispuesto el recipiente metalúrgico 3 para recibir la chatarra o metal fundido depende de en qué parte del proceso de fabricación de metales tiene que utilizarse el recipiente metalúrgico 3. Si el recipiente metalúrgico 3 es un horno de arco eléctrico, está dispuesto para recibir la chatarra para la fundición de la chatarra a metal fundido. Si el recipiente metalúrgico 3 es una artesa o una cuchara, está dispuesto para recibir el metal fundido, por ejemplo, desde un horno de arco eléctrico. En cualquier caso, el metal fundido se cuela desde el recipiente metalúrgico 3 a través del orificio de colada 17 en el fondo 13.

30 Cuando se cuela el metal fundido desde el recipiente metalúrgico 3, el metal fundido se cuela normalmente en otro recipiente metalúrgico 19.

35 En los casos en que el recipiente metalúrgico 3 es un horno de arco eléctrico, el orificio de colada 17 está normalmente relleno con un material refractario tal como la arena refractaria cuando se carga con chatarra para fundir. Como resultado, el metal fundido resultante de la fundición de la chatarra se mantiene dentro del recipiente metalúrgico 3 hasta que se desee colarlo. Cuando tiene que realizarse posteriormente la colada del metal fundido, el material refractario se retira del orificio de colada 17, permitiendo de ese modo que el metal fundido sea colado del recipiente metalúrgico 3 a través del orificio de colada 17.

40 El recipiente metalúrgico 3 puede en algunas variaciones ser pivotable para realizar la colada del metal fundido desde el recipiente metalúrgico 3. El metalúrgico recipiente 3 puede ser, por ejemplo, pivotable cuando se realiza como un horno de arco eléctrico. De este modo, puede facilitarse la colada por el fondo a través del orificio de colada.

45 Los principios de la formación de vórtices en un recipiente metalúrgico se describirán ahora en breve con referencia a las Fig. 2a y 2b.

50 Las Fig. 2a-b muestran vistas superiores del recipiente metalúrgico 3 que aloja un metal fundido 21. El orificio de colada 17 se muestra tanto en la Fig. 2a como en la Fig. 2b para simplificar la comprensión del proceso de formación de vórtices. En realidad, el metal fundido cubre el orificio de colada 17 y, por lo tanto, no es visible desde arriba.

55 Durante la colada del metal fundido 21 desde el recipiente metalúrgico 3 varios vórtices tales como los vórtices V1, V2, V3, V4 y V5 se forman en el metal fundido 21. Los vórtices V1, V2, V3, V4 y V5 se mueven hacia el orificio de colada 17 en el volumen del metal fundido 21, según se muestra por las flechas 23.

Los vórtices V1, V2, V3, V4 y V5 se acumulan por encima del orificio de colada en una región alrededor del eje central A de la Fig. 1. Según se ilustra en la Fig. 2b los vórtices acumulados V1, V2, V3, V4 y V5 forman un vórtice más grande  $V_{tot}$ . El vórtice  $V_{tot}$  no es deseable ya que trasiega la escoria de la superficie del metal fundido 21 hacia, por ejemplo, el siguiente recipiente metalúrgico en el proceso.

- 5 Con referencia a la Fig. 3 se describirá ahora un método para prevenir o al menos reducir la formación del vórtice  $V_{tot}$  encima del orificio de colada 17.

La Fig. 3 muestra la disposición 1, que ya se ha descrito estructuralmente en la Fig. 1, durante la colada. El recipiente metalúrgico 3 representado en la Fig. 3 contiene el metal fundido 21 y el material refractario en el orificio de colada 17 se ha retirado con el fin de permitir la colada del metal fundido 21. Además, el recipiente metalúrgico 3 está ligeramente pivotado para facilitar la colada del metal fundido 21 a través del orificio de colada 17.

La unidad de control 9 controla el convertidor de frecuencia 7 de tal manera que el agitador electromagnético 5 genere un campo electromagnético variable en el tiempo que se aplica al recipiente metalúrgico 3 y que genera un campo electromagnético variable en el tiempo en el metal fundido 21. El campo electromagnético variable en el tiempo es preferiblemente un campo electromagnético lineal en el sentido de que da lugar a una fuerza lineal en el metal fundido. Con este fin, el campo electromagnético lineal afecta esencialmente a la totalidad del metal fundido en el recipiente metalúrgico, es decir, esencialmente la totalidad del metal fundido se mueve en el recipiente metalúrgico por la fuerza lineal generada por el campo electromagnético lineal. En este caso, el campo electromagnético variable en el tiempo en el metal fundido proporciona un flujo F del metal fundido 21 en el recipiente metalúrgico 3. El flujo F es del tipo convección forzada, haciendo circular el metal fundido 21 en el recipiente metalúrgico 3. En particular, el flujo F generado es no rotacional y el flujo F es transversal o cruza el eje central A de la abertura de colada 17 para mover de este modo el metal fundido alejándose del eje central A, a lo largo de una parte superior de la profundidad d del metal fundido 21 mientras que empuja el metal fundido 21 que está cerca de la superficie del fondo interior 15 para la descarga a través del orificio de colada 17. Por lo tanto, el flujo F es tal que el metal fundido 21 fluye hacia la primera parte de la pared interior del recipiente metalúrgico 3 en el fondo 13 del recipiente metalúrgico 3 y hacia la segunda parte de la pared interior opuesta a la primera parte de la pared interior en la superficie del metal fundido 21. Cualesquiera de los vórtices V1, V2, V3, V4 y V5 formados en el volumen del metal fundido 21 y que se mueve hacia el eje central A debido a la colada a través del orificio de colada 17 se aleja por tanto de forma constante del eje central A, evitando de este modo la acumulación de los vórtices V1, V2, V3, V4 y V5 por encima del orificio de colada alrededor del eje central A y evitando de este modo la formación de un vórtice acumulado tal como el vórtice  $V_{tot}$  de la Fig. 2b.

El campo electromagnético variable en el tiempo generado en el metal fundido 21 puede ser de tal fuerza que una velocidad de flujo del flujo F del metal fundido 21 sea mayor que 0,1 m/s. En una forma de realización, la velocidad de flujo F del metal fundido 21 puede estar en el intervalo de 0,1-0,7 m/s y preferiblemente en el intervalo de 0,1 m/s a menos de 0,7 m/s. En una forma de realización, la velocidad de flujo F del metal fundido 21 puede estar en el intervalo de 0,1-0,6 m/s.

En una forma de realización donde el recipiente metalúrgico es un horno de arco eléctrico, el campo electromagnético variable en el tiempo puede tener la misma fuerza que cuando se agita el metal fundido durante la fundición. Sin embargo, se prefiere generar una velocidad de flujo más baja del metal fundido que al agitar el metal fundido durante la fundición.

El campo electromagnético variable en el tiempo a ser generado por el agitador electromagnético 5 y aplicado al recipiente metalúrgico 3 puede determinarse por estudios empíricos basados en el tipo de metal a fundir, la forma y estructura del recipiente metalúrgico, el uso específico del recipiente metalúrgico, por ejemplo, como un horno de arco eléctrico, una artesa o una cuchara o las composiciones específicas añadidas al metal durante la fundición o una combinación de las mismas. De este modo se puede determinar y utilizar un esquema de control más adecuado para la aplicación específica en la unidad de control 9 para el control del convertidor de frecuencia 7.

El campo electromagnético variable en el tiempo puede aplicarse de forma continua al recipiente metalúrgico 3 desde la fundición hasta la colada, por ejemplo, cuando el recipiente metalúrgico 3 es un horno de arco eléctrico. En este caso, la fuerza del campo electromagnético variable en el tiempo puede ajustarse para la colada, como se ha descrito anteriormente. Alternativamente, el campo electromagnético variable en el tiempo puede ser aplicado al recipiente metalúrgico 3 esencialmente de forma simultánea a medida que comienza la colada del metal fundido 21.

El concepto inventivo principalmente se ha descrito anteriormente con referencia a unas pocas formas de realización. Sin embargo, como se aprecia fácilmente por un experto en la técnica, son igualmente posibles otras formas de realización que las descritas anteriormente dentro del alcance del concepto inventivo, como se define en las reivindicaciones de patente adjuntas. Por ejemplo, el movimiento del metal fundido puede cambiarse de una dirección de flujo hacia delante a una dirección de flujo hacia atrás en el recipiente metalúrgico modificando el campo electromagnético variable en el tiempo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para reducir la formación de vórtices en el metal fundido (21) cuando el metal fundido (21) se cuela por el fondo de un recipiente metalúrgico (3) en un proceso de fabricación de metales, en donde el método comprende:
- colar el metal fundido (21) a través de un orificio de colada (17) en el recipiente metalúrgico (3), y
- 5 proporcionar un flujo (F) del tipo convección forzada del metal fundido (21) en el recipiente metalúrgico (3) mientras se cuela por medio de un campo electromagnético variable en el tiempo aplicado al recipiente metalúrgico (3) y proporcionado por un agitador electromagnético (5), siendo el flujo (F) del metal fundido tal que mueve de forma constante los vórtices (V1, V2, V3, V4, V5) en el metal fundido (21) alejándolos de una región del orificio de colada del recipiente metalúrgico (3) durante la colada para evitar de este modo la acumulación de los vórtices (V1, V2, V3, V4, V5) para la formación de vórtices sobre el orificio de colada (17).
- 10
2. El método según se reivindica en la reivindicación 1, en donde el flujo del metal fundido (21) es transversal a un eje central (A) del orificio de colada (17).
3. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el metal fundido (21) fluye hacia una primera parte de la pared interna del recipiente metalúrgico (3) en el fondo (13) del recipiente metalúrgico (3) y hacia una segunda parte de la pared interior opuesta a la primera parte de la pared interior en la superficie del metal fundido (21).
- 15
4. El método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el campo electromagnético variable en el tiempo tiene tal fuerza que una velocidad de flujo del metal fundido (21) está en el intervalo de 0,1-1 m/s.
- 20
5. El método según se reivindica en la reivindicación 4, en donde la velocidad de flujo está en el intervalo 0,1-0,6 m/s.
6. Una disposición (1) para un proceso de fabricación de metales, comprendiendo la disposición:
- un recipiente metalúrgico (3) para alojar al metal fundido (21), teniendo el recipiente metalúrgico (3) un orificio de colada (17) para colar por el fondo el metal fundido (21) desde el recipiente metalúrgico (3), y
- 25 un agitador electromagnético (5) dispuesto para generar un campo electromagnético variable en el tiempo en el metal fundido (21) dispuesto en el recipiente metalúrgico (3),
- en donde el agitador electromagnético (5) comprende una disposición de bobinas (6), un convertidor de frecuencia (7) para operar la disposición de bobinas (6) y una unidad de control (9) para controlar el convertidor de frecuencia (7) de tal manera que el agitador electromagnético (5) cuando se aplica al recipiente metalúrgico (3) durante la colada del metal fundido (21) desde el recipiente metalúrgico (3) genera un campo electromagnético variable en el tiempo en el metal fundido (21) para generar de este modo un flujo (F) del metal fundido (21) en el recipiente metalúrgico (3), en donde el campo electromagnético variable en el tiempo proporcionado por el agitador electromagnético (5) es tal que proporciona una convección forzada del metal fundido en el recipiente metalúrgico de tal manera que el flujo (F) mueve de forma constante los vórtices (V1, V2, V3, V4, V5) alejándose de una región del orificio de colada durante la colada para evitar de este modo la acumulación de los vórtices (V1, V2, V3, V4, V5) para la formación de un vórtice sobre el orificio de colada (17).
- 30
- 35
7. La disposición (1) según se reivindica en la reivindicación 6, en donde el recipiente metalúrgico (3) es un horno de arco eléctrico.

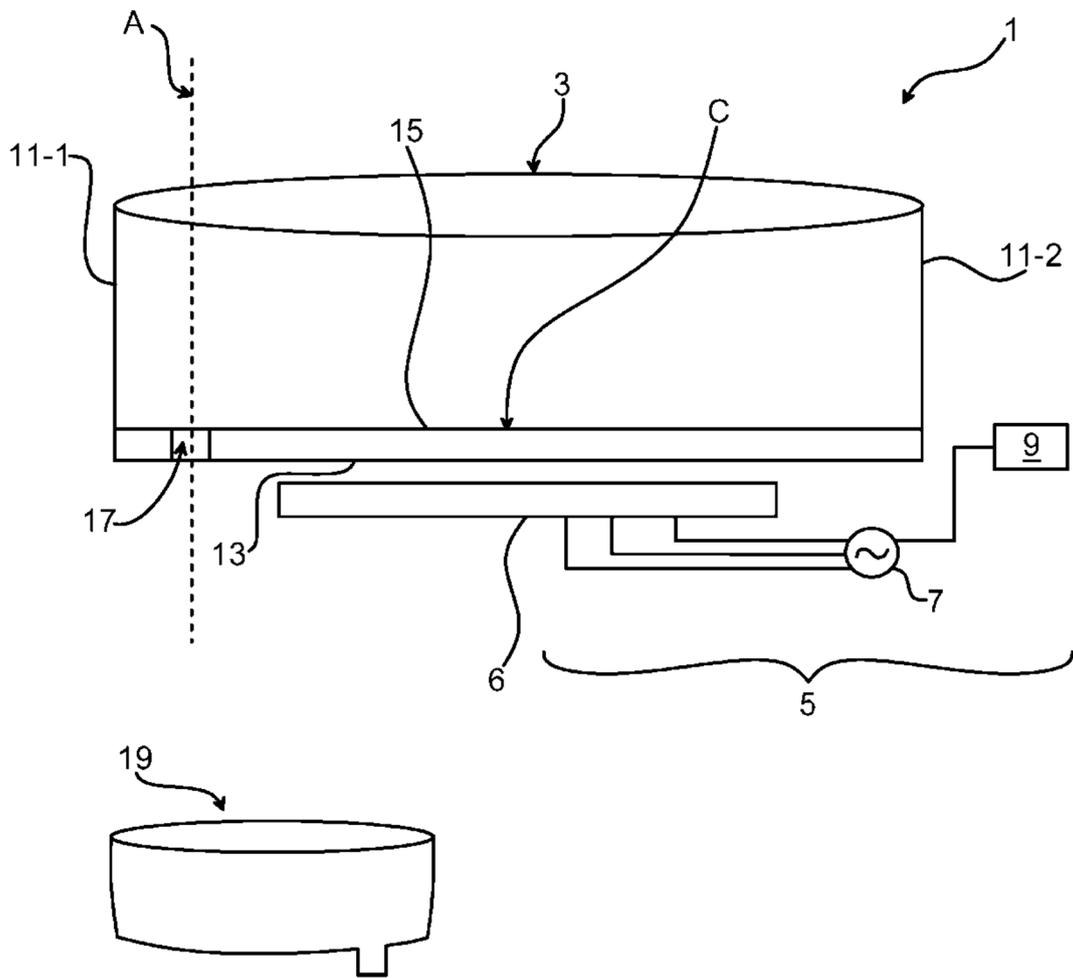


Fig. 1

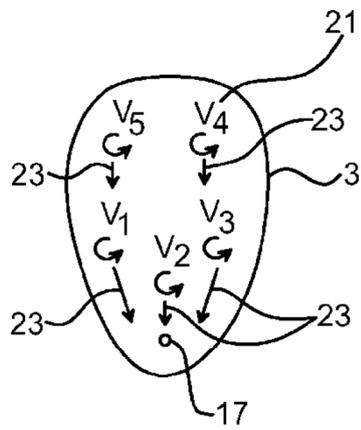


Fig. 2a

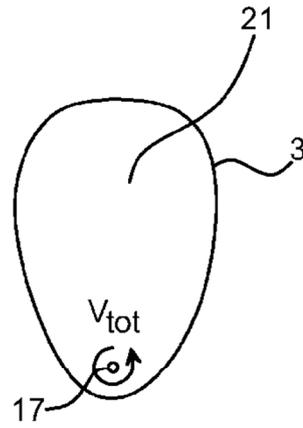


Fig. 2b

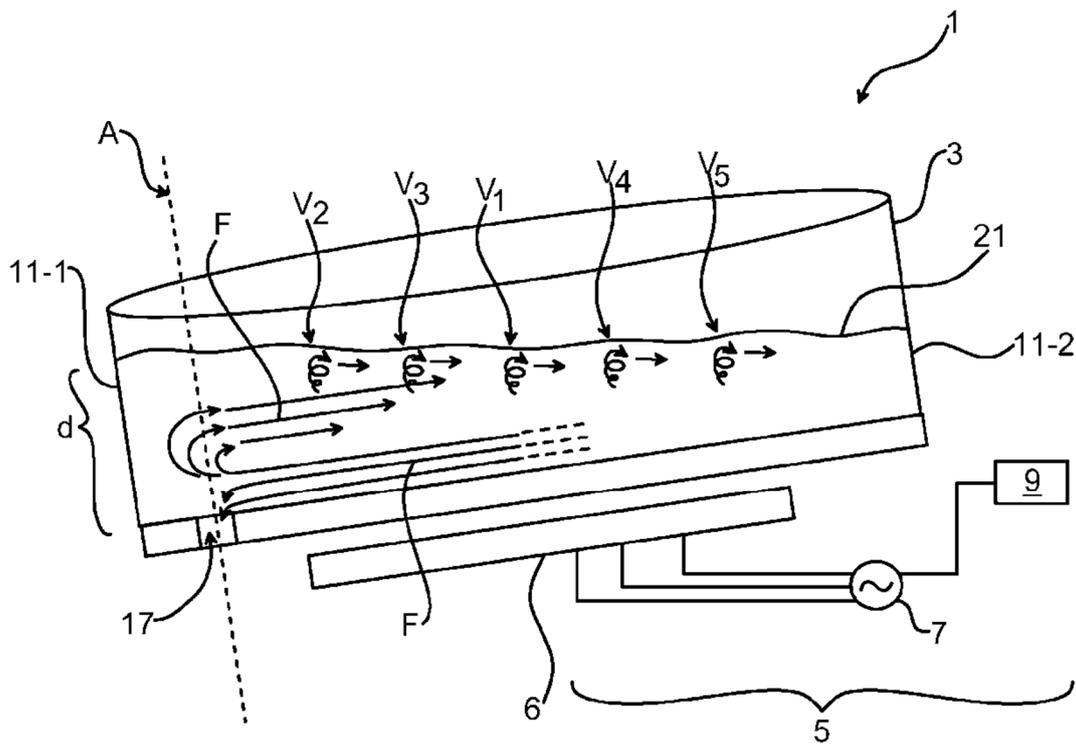


Fig. 3