



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 182**

51 Int. Cl.:
B22D 11/115 (2006.01)
B22D 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03776132 .7**
96 Fecha de presentación : **28.11.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1567296**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54 Título: **Sistema de control, dispositivo y procedimiento para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo para la fundición de un metal.**

30 Prioridad: **29.11.2002 US 429884 P**
07.04.2003 SE 0301049

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.06.2011

73 Titular/es: **ABB AB.**
Kopparbergsvägen 2
721 83 Västerås, SE

72 Inventor/es: **Kollberg, Sten;**
Eriksson, Jan-Erik;
Lindberg, Carl-Fredrik;
Molander, Mats;
Löfgren, Peter;
Tallbäck, Göte;
Bel Fdhila, Rebei;
Samuelsson, Bertil y
Israelsson Tampe, Stefan

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 362 182 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

Sistema de control, dispositivo y procedimiento para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo para la fundición de un metal

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de control para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo para la fundición de un metal. El sistema de control comprende medios de detección para medir una variable de procedimiento, una unidad de control para evaluar los datos de los medios de detección y medios para variar de forma automática al menos un parámetro de procedimiento tal como la velocidad de fundición, el índice de flujo de gas noble, la fuerza del campo magnético de medios electromagnéticos, tal como un freno electromagnético o aparato de agitación, la anchura de la losa, o la profundidad de inmersión de una boquilla de entrada sumergida para optimizar las condiciones de fundición. La presente invención también se refiere a un producto del programa de ordenador, un dispositivo y un procedimiento para la fundición de metal.

10

15

Antecedentes de la invención

En el procedimiento continuo de fundición, metal fundido se vierte desde un caldero a un depósito (distribuidor) en la parte superior del dispositivo de fundición. A continuación, pasa a través de una boquilla sumergida o sin tapa a una velocidad controlada en un molde refrigerado con agua, donde la carcasa externa del metal se solidifica, produciendo una cadena de metal con una carcasa externa sólida y un núcleo líquido. Una vez que el depósito tiene un espesor suficiente, la cadena parcialmente solidificada se estira en una serie de rodillos y chorros de agua para extraer también calor de la superficie de la cadena, lo que garantiza que la cadena se enrolla y se conforma y se solidifica completamente al mismo tiempo. Mientras se retira la cadena (a la velocidad de fundición) el metal líquido se vierte en el molde para reponer el metal retirado a una velocidad igual.

20

25

Una vez que la cadena está completamente solidificada se endereza y se corta a la longitud requerida, por ejemplo, en losas (piezas largas, planas y gruesas de metal con una sección transversal rectangular), lingotes (una larga pieza de metal con una sección cuadrada) o barras (similar a los lingotes, pero con una sección transversal más pequeña), según el diseño del dispositivo de fundición continua.

30

La escoria se utiliza para eliminar las impurezas del metal, para proteger el metal de la oxidación atmosférica y para aislar térmicamente el metal. La escoria también proporciona lubricación entre las paredes del molde y la carcasa solidificada. El molde usualmente también oscila para minimizar la fricción y la adherencia de la carcasa que se solidifica a las paredes del molde y para evitar el desgarramiento de la carcasa.

35

En el interior del molde, el flujo circula en los lados de las paredes del metal que se solidifica. Cuando se utiliza una boquilla de entrada sumergida, se genera un flujo primario que fluye hacia abajo en la dirección de fundición, así como un flujo secundario que fluye hacia arriba a lo largo de las paredes del molde hacia el menisco, es decir, la capa superficial del metal líquido en el molde.

40

El metal fundido que entra en el molde lleva impurezas tales como óxidos de aluminio, calcio y hierro, por lo que un gas noble tal como el argón se inyecta usualmente en la boquilla para evitar que se obstruya con estos depósitos. Estas impurezas pueden flotar en la parte superior del molde en el flujo secundario, en el que son arrastradas sin causar daños a la capa de escoria en el menisco, a menudo después de circular dentro del molde, o pueden ser arrastradas hacia las partes inferiores del molde en el flujo primario y quedan atrapadas en la parte delantera de solidificación que conduce a defectos en los productos de metal fundido.

45

El flujo de metal en el molde debe controlarse para mejorar la flotación de las impurezas y evitar turbulencias de las impurezas que se retiran hacia abajo en el molde, donde se pueden incorporar en los productos de fundición. Esto suele hacerse mediante la aplicación de uno o más campos magnéticos para actuar en el metal líquido que entra en el molde, así como en el metal líquido en el interior del molde. Un freno electromagnético (EMBR) se puede utilizar para retrasar el metal líquido que entra en el molde para evitar que el metal fundido penetre profundamente en la cadena de fundición. Esto evita que partículas no metálicas y/o gas entren y queden atrapadas en la cadena solidificada y también evita que el metal caliente altere las condiciones térmicas y de transporte de masa durante la solidificación, provocando que la piel solidificada se derrita.

50

También se pueden utilizar medios de agitación electromagnéticos para garantizar un transporte de calor suficiente para que el menisco evite la congelación, así como para controlar la velocidad de flujo en el menisco, de manera que la eliminación de burbujas de gas e inclusiones de la fusión no se pone en riesgo.

60

Si la velocidad del flujo de metal en la superficie del menisco es demasiado grande, puede cortar algunas de las capas de escoria y formar así otra fuente de inclusiones perjudiciales si quedan atrapadas en los productos de fundición. Sin embargo, si el flujo superficial es demasiado lento, el polvo del molde en el menisco puede enfriarse a una temperatura demasiado baja y solidificarse, lo que disminuye su eficacia.

65

- Las variaciones de velocidad periódicas del flujo de metal en el molde se producen debido a la oscilación del molde, a cambios en la velocidad de flujo del metal líquido que sale de la boquilla y a variaciones de la velocidad de fundición. Estas variaciones de velocidad dan lugar a variaciones en la presión y la altura en el menisco, que puede dar lugar a que la escoria se retire en la parte inferior del molde, un espesor de escoria desigual y el riesgo de formación de grietas. La velocidad del flujo en el menisco, por lo tanto, es fundamental para eliminar las impurezas y la captura de polvo de escoria y, de este modo, relacionado con la calidad de los productos de fundición. El documento EP 0707909 describe que la velocidad de flujo en el menisco, v_m , se debe mantener dentro del rango de 0,2 - 0,4 ms⁻¹ para un procedimiento de fundición continuo. Sin embargo, v_m es difícil de medir directamente.
- El documento US 6.494.249 describe un procedimiento para una fundición continua o semi-continua de un metal, en donde la velocidad del flujo secundario se monitoriza de manera que al detectar un cambio en el flujo secundario, la información sobre el cambio detectado se suministra a una unidad de control en la que el cambio se evalúa y la densidad de flujo magnético del freno electromagnético de un dispositivo de fundición se regula para mantener o ajustar la velocidad de flujo. Este procedimiento se basa en el supuesto de que el flujo en el menisco, v_m , es una función del flujo secundario dirigido hacia arriba.
- El documento US 6.494.249 describe que la velocidad de flujo secundaria dirigida hacia arriba en uno de los lados del molde se puede monitorizar mediante la monitorización de la altura, la posición y/o la forma de una onda estacionaria, que se genera en el menisco mediante el flujo secundario dirigido hacia arriba en uno de los lados del molde. Si se detecta un cambio, el cambio se evalúa y la densidad de flujo magnético se regula en base a esta evaluación.
- Una desventaja de este procedimiento es que la onda estacionaria tiene que ser monitorizada durante un período de tiempo con el fin de detectar un cambio antes de que la información que indica que se ha producido un cambio se pueda suministrar a la unidad de control. La oscilación del molde durante el período de monitorización puede afectar a la altura, la forma y la posición de la onda estacionaria, y por lo tanto afectar negativamente a la exactitud de la monitorización.
- Además, el documento US 6.494.249 describe el uso de sensores de inducción electromagnética para monitorizar la onda estacionaria. Los sensores de inducción electromagnética funcionan detectando cambios de la impedancia en la bobina del sensor (activa o reactiva), que varía como resultado del cambio de distancia entre la bobina del sensor y la superficie de un material conductor. Una bobina activada mediante una corriente variable en el tiempo genera un campo magnético alrededor de la bobina del sensor. Cuando un material ferromagnético se introduce en este campo, la reactancia inductiva de la bobina suele aumentar debido a la alta permeabilidad del material ferromagnético. Un problema con el uso de sensores que se basan en la inducción electromagnética es que pueden sufrir interferencias de medios electromagnéticos, tal como puede producir al alimentar la unidad de control. La oscilación del molde durante el período de monitorización puede afectar a la altura, la forma y la posición de la onda estacionaria y, por lo tanto, afecta negativamente a la exactitud de la monitorización.
- Además, el documento US 6.494.249 describe el uso de sensores de inducción electromagnética para monitorizar la onda estacionaria. Los sensores de inducción electromagnética funcionan detectando cambios de la impedancia en la bobina del sensor (activa o reactiva), que varía como resultado del cambio de distancia entre la bobina del sensor y la superficie de un material conductor. Una bobina activada por una corriente variable en el tiempo genera un campo magnético alrededor de la bobina del sensor. Cuando un material ferromagnético se introduce en este campo, la reactancia inductiva de la bobina suele aumentar debido a la alta permeabilidad del material ferromagnético. Un problema con el uso de sensores que se basan en inducción electromagnética es que pueden sufrir interferencias de medios electromagnéticos, tales como EMBR o aparatos de agitación que usualmente se utilizan en dispositivos de fundición, que afecta a la exactitud de tales sensores.
- El documento US 5.605.188 describe un sistema de control para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo para la fundición de un metal, que comprende medios de detección operativos para medir una altura de un menisco en al menos dos puntos en el menisco de forma instantánea a través de un procedimiento de fundición. El nivel de metal fundido en un molde se controla aumentando o disminuyendo el flujo de metal fundido en el molde pero por debajo del menisco, y se sugiere también controlar el flujo de metal fundido relacionado con la velocidad de producción del producto fundido de esta manera que se puede utilizar para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo de fundición en lugar de la dificultad de obtener mediciones v_m .
- Una vez que v_m se ha deducido, al menos un parámetro del procedimiento se varía con el fin de mantener v_m dentro de un rango predeterminado o en un valor predeterminado en el rango de 0,1 a 0,5 ms⁻¹, preferentemente en el rango de 0,2 a 0,4 ms⁻¹. El sistema de control regula activamente al menos un parámetro del procedimiento para mantener la característica del menisco o v_m dentro de un rango óptimo, y de esta manera proporciona las condiciones que minimizan la aparición de ampollas (formadas por burbujas de gas atrapado) e inclusiones en los productos de fundición.
- De acuerdo con otra realización preferida de la invención, la característica del menisco que se mide es la temperatura, que se mide directamente, o indirectamente mediante la medición de la temperatura de la pared del

molde, por ejemplo. La temperatura del menisco se controla para evitar defectos en la superficie, y una temperatura alta y uniforme en el menisco es ideal para esto. La medición de la temperatura en dos puntos en el menisco también proporciona una forma indirecta de medir vm, es decir, vm se deduce de las mediciones de temperatura.

5 Según una realización preferida de la invención, una característica del menisco se mide en una primera región donde el flujo de metal hacia arriba del flujo secundario hace impacto con el menisco y en una segunda región aguas abajo de la primera región. La primera y segunda regiones están usualmente situadas en el mismo lado de la boquilla de entrada sumergida, es decir, entre la boquilla de entrada sumergida y una pared del molde.

10 El sistema de control de la presente invención comprende medios de detección para muestras de datos de forma continua o periódica. Los medios de detección son dispositivos basados en la inducción electromagnética, incluyendo sensores de impedancia variable, reluctancia variable, inductivos y de corriente estacionaria, dispositivos ópticos, radiactivos o térmicos, tales como un termopar que mide el flujo térmico.

15 Según una realización preferida de la invención, al menos uno de los medios de detección está dispuesto desplazable a través y esencialmente paralelo al menisco.

20 Según una realización preferida de la invención, cuando los sensores de inducción se utilizan junto con medios electromagnéticos, tales como EMBR o aparatos de agitación electromagnéticos, los medios electromagnéticos están temporalmente desactivados, mientras que los sensores de inducción toman muestras de datos. Las variables del procedimiento tales como vm cambian a menudo de forma relativamente lenta, de modo que si un EMBR se desconecta, se necesitan al menos unos segundos antes de que vm cambie considerablemente. Los sensores usualmente hacen mediciones en menos de un segundo, así como la duración del período de desconexión es corta, entonces vm no variará considerablemente durante este período.

25 El campo magnético del EMBR no se descompone por completo cuando el EMBR se desactiva; se mantiene una inducción magnética, es decir, remanencia. Sin embargo, si el EMBR se desconecta en una posición predeterminada de la fase del sensor, la cantidad de remanencia se puede calcular y tener en cuenta para corregir las mediciones efectuadas por el sensor. En una realización preferida de la invención, los medios electromagnéticos, por lo tanto, están desactivados en una posición predeterminada de la fase de los medios de detección, de manera que la remanencia restante se puede corregir.

30 Alternativamente, al menos un pulso de corriente se proporciona mediante los medios electromagnéticos durante su período de desactivación con el fin de eliminar la remanencia que queda después de su desactivación, lo que reduce aún más la cantidad de errores en las mediciones.

35 En los dispositivos de fundición en los que el molde oscila, varias variables del procedimiento, incluyendo el nivel del menisco, se ven influenciadas por estas oscilaciones, lo que interfiere con las mediciones realizadas. En otra realización de la invención, para minimizar la interferencia de la oscilación con las mediciones realizadas por los medios de detección, las mediciones se toman en sincronización con la oscilación del molde para garantizar que las mediciones se realizan siempre en la misma posición de fase de la oscilación del molde. Alternativamente, se utilizan el filtrado o el tiempo promedio de las señales de los sensores.

40 En otra realización preferida de la invención, los medios de detección se incorporan en los medios electromagnéticos para garantizar que se efectúan las mediciones lo más cerca posible del área en la que los medios electromagnéticos influyen a la variable de procedimiento que se está midiendo. De acuerdo con una realización aún más preferida de la invención, los medios de detección y los medios electromagnéticos utilizan el mismo, o partes del mismo núcleo magnético y/o la misma bobina de inducción.

45 De acuerdo con otra realización preferida de la invención, el molde se divide en dos o más zonas de control y una característica del menisco se mide en cada zona de control. El molde preferiblemente se divide en una línea vertical en el centro del molde, y uno de los parámetros del procedimiento se varía con el fin de lograr un flujo esencialmente simétrico en el molde. Para un molde rectangular que comprende dos paredes laterales largas y dos paredes laterales cortas, los sensores se disponen preferentemente entre la boquilla de entrada sumergida y un lado corto del molde. Para lograr un flujo simétrico, se varía una distancia, que se extiende entre al menos un lado corto del molde de fundición y la boquilla de entrada sumergida. La distancia se varía moviendo la boquilla de entrada sumergida en una dirección substancialmente paralela al lado ancho del molde o moviendo al menos uno de los lados cortos del molde.

50 Cuando el molde se divide en dos o más zonas de control, los medios electromagnéticos se pueden dividir en un número de partes que corresponde al número de zonas de control en el molde. Cuando se detecta una característica asimétrica del menisco de las zonas de control, el campo magnético de al menos una parte se varía para influir en el flujo en su zona de control correspondiente y lograr un flujo simétrico en el molde.

65 De acuerdo con otra realización preferida de la invención, el sistema de control comprende medios de software para derivar vm utilizando datos de los medios de detección y para determinar la cantidad de regulación de un parámetro

del procedimiento que es necesaria para llevar vm al rango deseado o al valor deseado en caso de detectarse una desviación del rango o valor óptimo.

De acuerdo con otra realización preferida de la invención, la unidad de control comprende una red neuronal.

La presente invención también se refiere a un producto del programa de ordenador, para su uso en el sistema de control de un dispositivo para la fundición de un metal, que comprende medios de código de programa de ordenador para evaluar los datos de medios de detección que miden una característica del menisco en el molde de un dispositivo de fundición en por lo menos dos puntos en el menisco de forma instantánea en todo el procedimiento de fundición. El producto del programa de ordenador no tiene que estar necesariamente instalado en la misma posición que el dispositivo de fundición. Puede comunicarse con el sistema de control de dicho dispositivo desde una ubicación remota a través de una red tal como Internet.

La presente invención también se refiere a un dispositivo para la fundición de metal que comprende un molde, medios de suministro de metal líquido al molde y medios electromagnéticos, tal como un freno electromagnético o aparato de agitación para regular el flujo de metal líquido en el molde. El dispositivo comprende un sistema de control tal como se describe en cualquiera de las realizaciones anteriores para controlar la intensidad del campo magnético de los medios electromagnéticos.

La presente invención se refiere también a un procedimiento para la fundición de metal en el que se suministra metal líquido a un molde y medios electromagnéticos, tales como un freno electromagnético o un aparato de agitación, se utilizan para regular el flujo de metal líquido en el molde. El procedimiento comprende medir una característica del menisco, tal como la altura del menisco o la temperatura en al menos dos puntos en el menisco de forma instantánea utilizando medios de detección, evaluar los datos de los medios de detección y variar de forma automática por lo menos un parámetro del procedimiento, tal como la velocidad de fundición, el caudal del gas noble, o la intensidad del campo magnético de los medios electromagnéticos, para lograr la calidad deseada del producto. En la evaluación de la variable de procedimiento medida, al menos un parámetro del procedimiento, tal como la velocidad de fundición, el caudal del gas noble, la intensidad del campo magnético de los medios electromagnéticos, tales como un freno electromagnético o un aparato de agitación, la anchura de la losa, la profundidad de inmersión de una boquilla de entrada sumergida, o un ángulo de la boquilla de entrada sumergida se varían para mantener el procedimiento variable dentro de un rango predeterminado o en un valor predeterminado.

El sistema de control, el producto de programa informáticos, el dispositivo y el procedimiento son adecuados para su uso particularmente, pero no exclusivamente, en la fundición continua o semi-continua de un metal tal como acero, aluminio o cobre.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo y con referencia al dibujo adjunto, en el que:

La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo para la fundición continua de un metal, La figura 2 muestra una vista ampliada de una parte del dispositivo de fundición de la figura 1 que representa un sistema de control de acuerdo con una realización preferida de la invención, La figura 3 muestra parte de un dispositivo de fundición que representa un sistema de control de acuerdo con una realización preferida de la invención donde el molde se divide en al menos dos zonas de control, y La figura 4 muestra parte de un dispositivo de fundición que representa un sistema de control de acuerdo con una realización de la invención en donde al menos un detector está dispuesto desplazable.

Descripción de las realizaciones preferidas

En el dispositivo de fundición continua que se muestra en la figura 1, se vierte metal fundido desde un cucharón (no representado) en un distribuidor 2. A continuación, pasa a través de una boquilla de entrada sumergida 3 en un molde refrigerado por agua 4, donde la carcasa externa del metal se solidifica, produciendo una cadena de metal con una carcasa externa sólida 5 y un núcleo líquido. Una vez que la carcasa tiene un espesor suficiente, la cadena parcialmente solidificada se separa en una serie de rollos 6, donde la cadena se enrolla en forma y se solidifica por completo. Una vez que la cadena está completamente solidificada, se endurece y se corta a la longitud requerida en el punto de corte 7.

La figura 2 muestra el patrón de flujo de metal fundido 1 que entra en un molde 4 a través de puertos laterales 8 en una boquilla de entrada sumergida 3. En el interior del molde, el flujo circula en los lados de las paredes del metal que se solidifica 5. Un flujo primario 9 fluye hacia abajo en la dirección de fundición. Un flujo secundario 10 fluye hacia arriba a lo largo de los lados del molde con una velocidad u hacia el menisco 11. La energía cinética del flujo secundario que se mueve hacia arriba determina la magnitud de vm. Un EMBR está dispuesto para desacelerar el flujo de metal secundario 10 en la parte superior del molde cuando sea necesario.

Se muestra un sistema de control para regular el flujo de metal líquido en la parte superior derecha del molde. El

sistema de control comprende dos sensores 12, 13, tales como láseres que miden la distancia entre el sensor y el menisco, z, o la temperatura del menisco en dos posiciones y comunican esta información a una unidad de control 14 a través de una señal eléctrica, óptica o de radio. Los sensores están situados en una primera región donde el metal que fluye hacia arriba del flujo secundario con una velocidad u , impacta con el menisco 11 (sensor 12) y en una segunda región aguas abajo de la primera, por ejemplo, en el centro del molde 4 donde la altura del menisco no se ve afectada por el flujo de metal hacia arriba del flujo secundario y, en consecuencia, es relativamente estable (sensor 13).

La unidad de control 14 evalúa los datos de los sensores y envía por lo menos una señal a un dispositivo limitador de corriente que controla el amperaje suministrado a las bobinas de los electroimanes en el EMBR o medios mecánicos que ajustan la distancia entre el núcleo magnético del EMBR y el molde, por ejemplo, variando así la intensidad del campo magnético del EMBR que actúa en al menos una parte de la región 15.

Los sensores, 12 y 13, miden la altura del menisco en dos posiciones. La diferencia de altura entre estas dos posiciones se calcula y v_m se deriva de este cálculo. El campo magnético proporcionado por el EMBR entonces se manipula para lograr un v_m de 0,1-0,5 ms⁻¹. Además de regular el EMBR, el caudal de gas noble en el molde y la velocidad de función también están regulados para mantener estos parámetros en el valor óptimo para cada intensidad del campo magnético. Al programar previamente el sistema de control con datos sobre los parámetros que pueden cambiar durante el procedimiento de fundición en función del tiempo u otro parámetro, el sistema de control puede ser utilizado para compensar fenómenos transitorios, tal como un cambio de cucharón o la erosión de la boquilla de entrada.

La figura 2 muestra que los sensores están dispuestos en una mitad del molde. Sin embargo, las ondulaciones del menisco nunca son completamente simétricas, debido a los bloqueos de los puertos de la boquilla mediante la adhesión de inclusiones o su desbloqueo repentino cuando estas inclusiones se desbloquean, por ejemplo. Por lo tanto, es conveniente dividir el molde en una serie de zonas tal como se muestra en la figura 3, de cualquier forma o tamaño, comprendiendo cada una al menos un sensor que proporciona información a un sistema de control que regula los medios electromagnéticos que actúan sólo dentro de esa zona, independientemente de los medios electromagnéticos que influyen en las otras zonas del molde. Además de regular los medios electromagnéticos, cuando el dispositivo de control 14 ha detectado un flujo asimétrico, también llamado flujo parcial, la característica del menisco se puede controlar. En un molde rectangular, que comprende dos paredes laterales largas (no representadas) y dos paredes laterales cortas 18, los sensores están colocados preferentemente entre la boquilla de entrada sumergida y un lado corto del molde. Mediante la regulación de la distancia a , b se extiende entre al menos una pared lateral corta del molde 4 y la boquilla de entrada sumergida 3. La regulación de esta distancia a , b se puede lograr moviendo al menos una de las paredes laterales cortas del molde. Preferiblemente, las dos paredes laterales cortas se mueven al mismo tiempo, de modo que la anchura de la losa se mantiene. Otra forma de regular la distancia a , b entre la boquilla de entrada sumergida 3 y las paredes laterales cortas es mover la boquilla de entrada sumergida paralela a la pared lateral ancha del molde, de manera que se logra un flujo simétrico en las dos zonas de control 15, 16. Sin embargo, otra manera de lograr un flujo simétrico en las dos zonas de control 15,16 del molde es variar el ángulo de la boquilla de entrada sumergida 3 en relación a la dirección de fundición (z).

Cuando el molde se divide en dos o más zonas de control 15, 16, tal como se muestra en la figura 4, los medios electromagnéticos pueden dividirse en una serie de partes que corresponden al número de zonas de control 15, 16 en el molde 4. Cuando se detecta una característica asimétrica del menisco 3 para las zonas de control 15, 16, el campo magnético de al menos una parte de los medios electromagnéticos varía para influir en el flujo en su zona de control correspondiente y lograr un flujo simétrico en el molde.

Tal como se muestra en la figura 3, el sistema de control puede comprender sólo un sensor 12 en lugar de dos sensores 12, 13, dispuestos para ser desplazables en el menisco 11. El sensor 12 explora en el menisco y mide la altura en al menos dos puntos en el menisco. La diferencia de altura entre dos puntos en el menisco se utiliza para obtener la velocidad del flujo de metal fundido en el menisco (v_m). En lugar de medir la velocidad de flujo, los sensores pueden medir la temperatura en al menos dos puntos en el menisco.

Aunque solamente ciertas funciones preferidas de la presente invención se han ilustrado y descrito, muchas modificaciones y cambios serán evidentes para los expertos en la materia. Por lo tanto, debe entenderse que todas estas modificaciones y cambios de la presente invención están incluidos en el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de control para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo para la fundición de metal, que comprende medios de detección (12, 13) operativos para medir una característica, tal como, la altura del menisco en al menos dos puntos en el menisco o la temperatura del menisco, de forma instantánea a través de un procedimiento de fundición, y una unidad de control (14, 17) operativa para evaluar los datos de los medios de detección, caracterizado porque dicha unidad de control (14, 17) está dispuesta para utilizar una diferencia entre dichas características del menisco (11) en los al menos dos puntos para obtener una velocidad de flujo de metal fundido en el menisco (vm) y medios para variar de forma automática al menos un parámetro del procedimiento para optimizar las condiciones de fundición, y en el que dicho al menos un parámetro del procedimiento está dispuesto para ser variable con el fin de mantener la velocidad de flujo de metal fundido en el menisco (vm) dentro de un rango predeterminado o en un valor predeterminado, y en el que dicho que al menos un parámetro del procedimiento es la velocidad de fundición, el caudal de gas noble, la intensidad del campo magnético de medios electromagnéticos, la anchura de la losa, la profundidad de inmersión de una boquilla de entrada sumergida, o el ángulo de la boquilla de entrada sumergida (3).
- 15 2. Sistema de control según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos medios electromagnéticos comprenden un freno electromagnético o un aparato de agitación.
- 20 3. Sistema de control según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la velocidad de flujo de metal fundido en el menisco (vm) está adaptada para estar en el rango de 0,1-0,5 ms⁻¹, preferiblemente en el rango de 0,2-0,4 ms⁻¹.
- 25 4. Sistema de control según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de detección (12, 13) están adaptados para medir la temperatura del menisco directa o indirectamente.
- 30 5. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque una característica del menisco está adaptada para ser medida en una primera región donde el metal que fluye hacia arriba de un flujo secundario impacta con el menisco (11) y en una segunda región aguas abajo de la primera región.
- 35 6. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los medios de detección (12, 13) están adaptados a tomar muestras de datos de forma continua.
- 40 7. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los medios de detección (12, 13) están adaptados para tomar muestras de datos periódicamente.
- 45 8. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos uno de los medios de detección (12, 13) está dispuesto para ser desplazable a través y esencialmente paralelo al menisco (11).
- 50 9. Sistema de control según la reivindicación 7, para su uso en un dispositivo para fundir un metal, que comprende medios electromagnéticos, tales como un freno electromagnético o un aparato de agitación para regular el flujo de metal líquido en el molde, caracterizado porque los medios electromagnéticos están temporalmente desactivados y los medios de detección (12, 13) están adaptados para tomar muestras de datos durante este período.
- 55 10. Sistema de control según la reivindicación 9, caracterizado porque los medios electromagnéticos están adaptados para ser desactivados en una posición predeterminada de la fase de los medios de detección (12, 13) para permitir la corrección de la remanencia restante.
- 60 11. Sistema de control según las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado porque los medios electromagnéticos están adaptados para proporcionar por lo menos un pulso de corriente durante el período de desactivación para eliminar la remanencia restante después de la desactivación de los medios electromagnéticos.
- 65 12. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, para su uso en un dispositivo para la fundición de metal que comprende un molde (4) que comprende medios para oscilar el molde, caracterizado porque los medios de detección (12, 13) están adaptados para sincronizarse con la oscilación del molde de manera que se toman muestras de datos en la misma posición de fase de la oscilación del molde.
13. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado porque los medios de detección (12, 13) se incorporados en los medios electromagnéticos.
14. Sistema de control según la reivindicación 13, caracterizado porque los medios de detección (12, 13) y los medios electromagnéticos están adaptados para utilizar el mismo, o partes del mismo, núcleo magnético y/o el mismo bobinado de inducción.
15. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende medios de software adaptados para obtener la velocidad del flujo del metal fundido en el menisco (Vm) utilizando datos de los medios de detección (12, 13) y determinar la cantidad de regulación de un parámetro del procedimiento que se

requiere para ajustar la velocidad del flujo del metal fundido en el menisco (v_m) en el rango deseado o en el valor deseado en caso de detectarse una desviación del rango o valor óptimo.

- 5 16. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el molde (4) está adaptado para ser dividido en dos o más zonas de control (15, 16), en el que una característica del menisco está adaptada para ser medida en cada zona de control (15, 16), y en el que al menos un parámetro del procedimiento está adaptado para ser variable con el fin de lograr un flujo simétrico en el molde (4).
- 10 17. Sistema de control según la reivindicación 16, caracterizado porque el molde (4) comprende dos lados cortos (18) y dos lados largos, y porque el al menos un parámetro del procedimiento es una distancia (a, b) entre por lo menos una pared lateral corta del molde (4) y la boquilla de entrada sumergida (3).
- 15 18. Sistema de control según la reivindicación 17, caracterizado porque la distancia (a, b) está adaptada para ser variable moviendo la boquilla sumergida de entrada (3) en una dirección paralela y horizontal a la pared lateral larga del molde (4).
- 20 19. Sistema de control según la reivindicación 17, caracterizado porque la distancia (a, b) está adaptada para ser variable moviendo al menos una de las paredes laterales cortas (18) del molde (4).
- 25 20. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, caracterizado porque los medios electromagnéticos están divididos en un número de partes que corresponde al número de zonas de control (15, 16) en el molde (4), y que, al detectar una característica asimétrica del menisco desde las zonas de control (15, 16), el campo magnético de al menos una parte está adaptado para ser variable con el fin de influir en el flujo en su zona de control correspondiente (15, 16) y para lograr una flujo simétrico en el molde.
- 30 21. Procedimiento para regular el flujo de metal líquido en un dispositivo para la fundición de metal, comprendiendo dicho dispositivo medios de detección (12, 13) operativos para medir una característica, tal como, la altura del menisco en por lo menos dos puntos en el menisco o la temperatura del menisco, de forma instantánea a través de un procedimiento de fundición, y una unidad de control (14, 17) operativa para evaluar los datos de los medios de detección, caracterizado porque dicha unidad de control utiliza una diferencia entre la altura del menisco (11) en los por lo menos dos puntos para obtener una velocidad de flujo de metal fundido en el menisco (v_m) y medios para variar de forma automática al menos un parámetro del procedimiento para optimizar las condiciones de fundición y porque al menos un parámetro del procedimiento se varía con el fin de mantener la velocidad de flujo del metal fundido en el menisco (v_m) dentro de un rango predeterminado o en un valor predeterminado, y en el que dicho al menos un parámetro del procedimiento es la velocidad de fundición, la velocidad de flujo de gas noble, la intensidad del campo magnético de los medios electromagnéticos, la anchura de la losa, la profundidad de inmersión de una boquilla de entrada sumergida, o el ángulo de la boquilla de entrada sumergida (3).
- 35 22. Procedimiento según la reivindicación 21, caracterizado porque dichos medios electromagnéticos comprenden un freno electromagnético o un aparato de agitación.
- 40

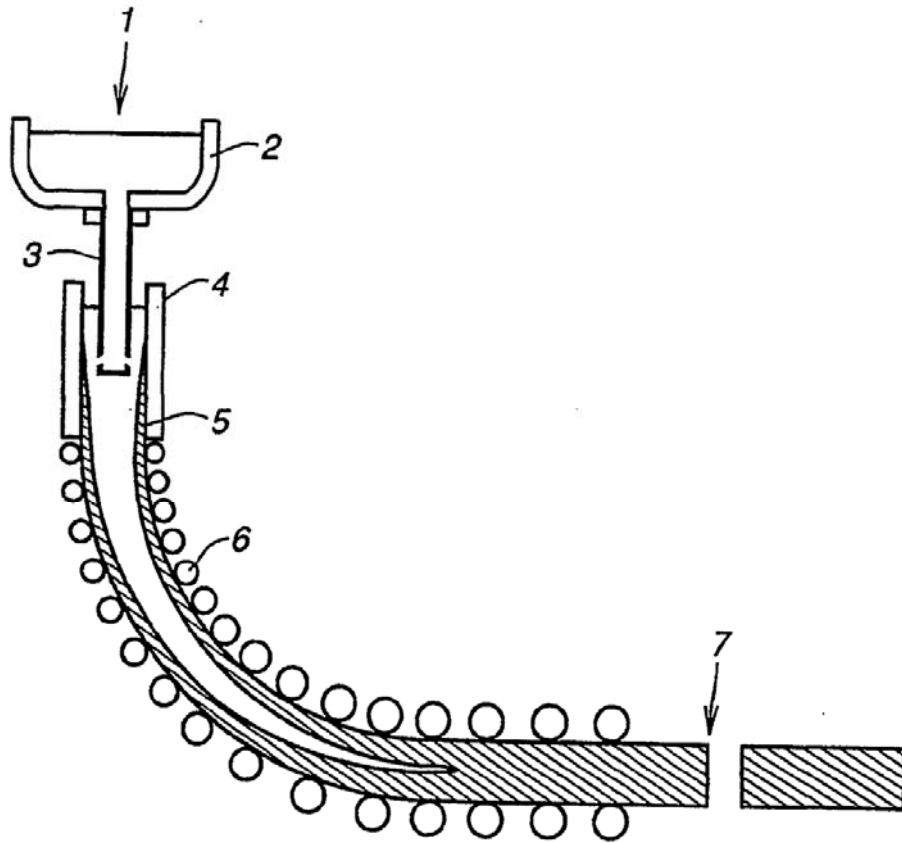


Fig. 1

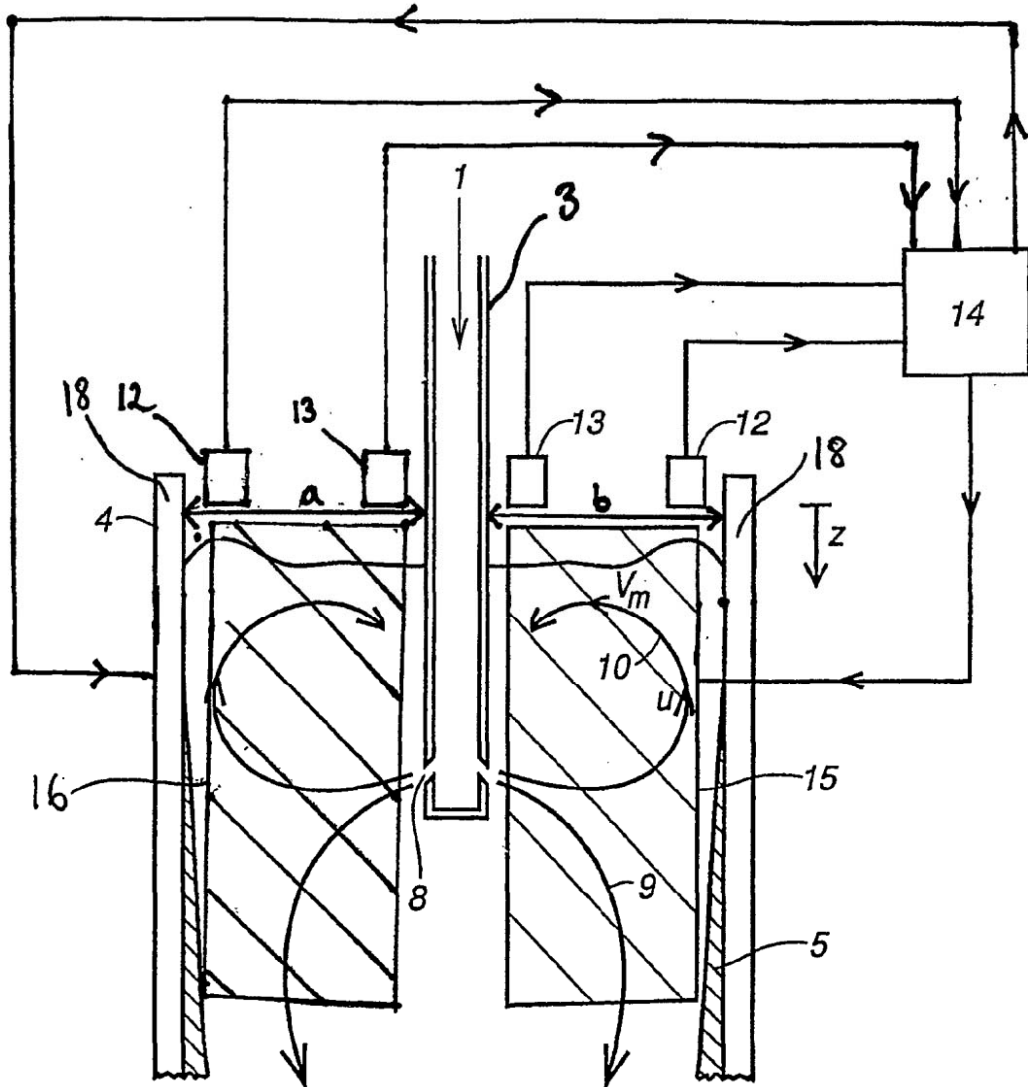


Fig. 3

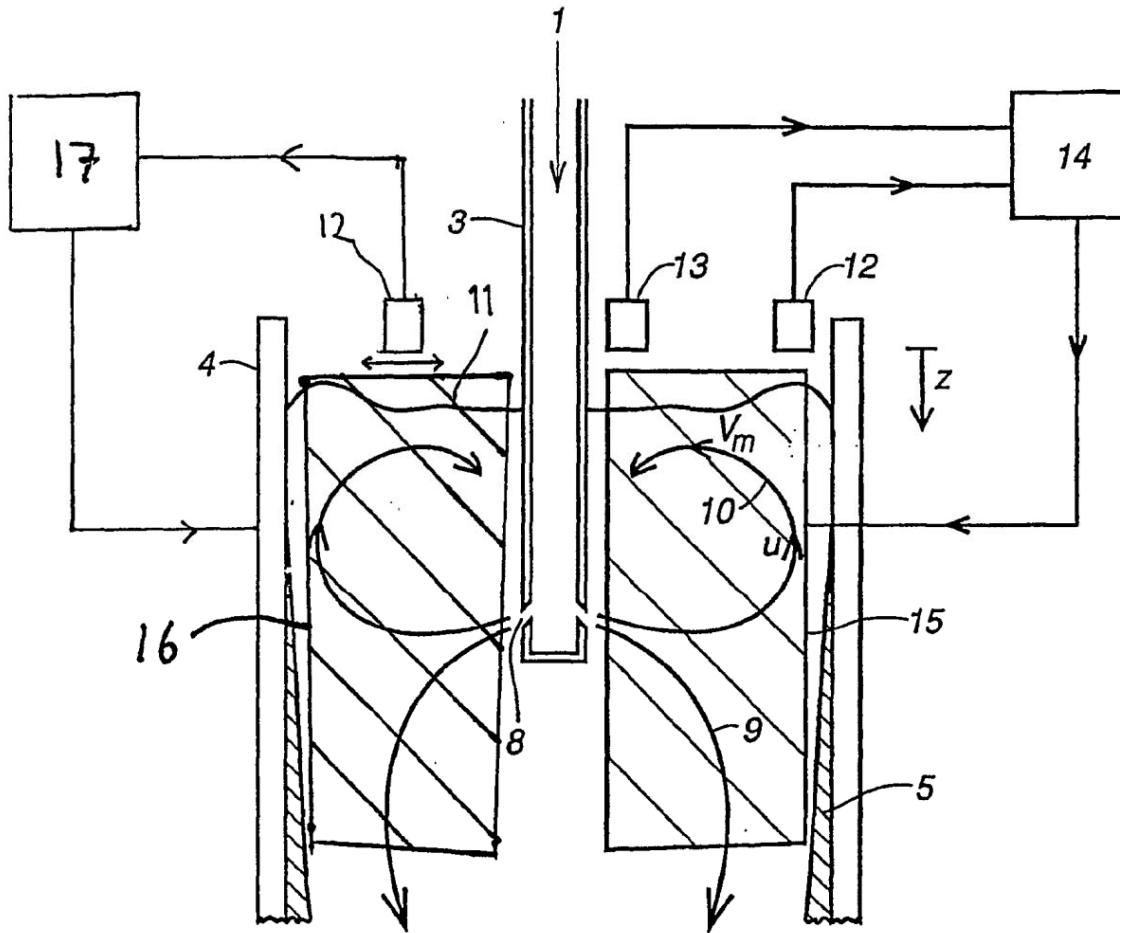


Fig. 4