

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 574**

51 Int. Cl.:

**B22D 7/00** (2006.01)

**B22D 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2014 PCT/US2014/023772**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14164911**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2014 E 14714104 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2969307**

54 Título: **Entrega intermitente de metal fundido**

30 Prioridad:

**12.03.2013 US 201361777574 P**

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

**03.10.2018**

73 Titular/es:

**NOVELIS, INC. (100.0%)  
3560 Lenox Road, Suite 2000  
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

**WAGSTAFF, ROBERT BRUCE y  
SINDEN, DAVID**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 684 574 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**

Entrega intermitente de metal fundido

**Campo de la invención**

5 La presente invención está relacionada con procesos automatizados que controlan dinámicamente la tasa de entrega de metal fundido a un molde durante un proceso de colada.

**Antecedentes de la invención**

Al principio de una colada de lingote, tal como en un proceso de colada de aluminio, es común en los primeros 300 mm de la colada que el menisco de metal se contraiga y se aleje del molde en las caras cortas y esquinas. Este fenómeno puede ocurrir por diversas razones.

10 Primero, puede haber flujo de metal inadecuado a la esquina y la cara corta, lo que permite que el metal se enfríe y se aleje de la superficie de molde. Típicamente este flujo inadecuado es rectificado diseñando sistemas de distribución de metal que preferencialmente redistribuyen el metal en estas áreas o minimizando el abombamiento de fondo, que de manera rotatoria tiene la tendencia de restringir el flujo de metal a la esquina y la cara corta.

15 Segundo, puede haber excesiva tensión superficial de interfaz líquido fundido-molde, que típicamente es un aspecto de la aleación que está siendo colada. Aleaciones que pueden experimentar este problema incluyen aleaciones de aluminio, magnesio y/o litio. En algunos casos estas aleaciones pueden ser modificadas por elementos activos de superficie, tales como, por ejemplo, estroncio, calcio y berilio.

20 Tercero, puede haber radios de esquina excesivamente agudos. Este problema a veces puede ser resuelto usando radios más liberales, pero con un compromiso de desconchado de lingote y recuperación de canto lineal caliente. Generalmente, compromisos hechos para inicio de la dinámica de colada y recuperación afectan negativamente a la recuperación total de lingote en la línea caliente, donde se pierden millones y millones de libras cada año.

Si no se hacen dichos compromisos, se ve afectada la recuperación total de lingote junto con el aspecto inherente de EHS de goteo de metal en el hueco de molde a menisco que potencialmente puede crear un enganche de fondo, lo que a su vez puede provocar una grave explosión de lingote.

25 En algunos procesos convencionales, durante el abombamiento, 150-250 mm en la colada, los operarios están continuamente en la mesa de colada para asegurarse de que el hueco de molde a menisco se rellena continuamente. De vez en cuando intervienen y tiran mecánicamente del pasador de control de metal, o sacuden el pasador-bolsa, para permitir una perturbación repentina del sistema de nivel de metal para vencer estadísticamente el efecto de tensión superficial y "rellenar" el hueco de esquina o de cara corta.

30 El documento US 6.289.971 B1 describe el tema de asunto del preámbulo de la reivindicación 1. Además, el documento US 6.289.971 B1 describe un aparato de molde para la colada de metal, que comprende: un molde; un conducto configurado para entregar metal fundido al molde, el conducto ocluido de manera controlada por un pasador de control; un posicionador acoplado al pasador de control; un sensor de nivel configurado para detectar el nivel de metal fundido en el molde; y un controlador acoplado con el pasador de control posicionador y el sensor de nivel, el controlador programado para aceptar una entrada en forma de al menos un punto de consigna de nivel de metal; y proporcionar al posicionador, una señal de orden que incluye una pluralidad de pulsos que modulan el flujo o caudal de metal fundido a través del conducto de manera que el nivel de metal fundido en el molde permanece en un intervalo de nivel de metal fundido entre 5 mm por encima y 3 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal.

40 La objeto de la presente invención es proporcionar un método mejorado para variar la tasa de entrega de metal fundido en un proceso de colada y para proporcionar un aparato de molde mejorado para la colada de metal.

Esto objeto se resuelve según la invención mediante un método según la reivindicación 1 y un aparato según la reivindicación 9. Realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

**Breve compendio de la invención**

45 Lo siguiente presenta un compendio simplificado de algunas realizaciones de la invención a fin de proporcionar un entendimiento básico de la invención. Este compendio no es una visión general extensa de la invención. No pretende identificar elementos clave/críticos de la invención ni delinear el alcance de la invención. Su mera finalidad es presentar algunas realizaciones de la invención de una forma simplificada como preludio a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

50 Ciertas realizaciones de la invención resuelven algunos o todos estos problemas usando variación u oscilación dinámica de nivel de metal (tal como, por ejemplo, con pulsos del pasador o por variación del punto de consigna de control de nivel de metal) durante el llenado de molde y la parte transitoria de la colada. Se ha encontrado que el nivel oscilante resultante de metal, entre otras cosas, mantiene fluyendo el metal, venciendo así el efecto de "esquinas frías"

descrito anteriormente. Entre otras ventajas de ciertas realizaciones, los operarios ya no tienen que estar sobre la mesa a fin de vencer dichos efectos, y son menos necesarios o se obvian compromisos de radios de esquina.

Para un entendimiento más completo de la naturaleza y las ventajas de la presente invención, se debe hacer referencia a la descripción detallada que sigue y a los dibujos adjuntos.

**5 Breve descripción de los dibujos**

Se describirán diversas realizaciones según la presente descripción con referencia a los dibujos, en los que:

La figura 1 es una representación esquemática de un aparato de colada con enfriamiento directo como se ve hacia el final de una operación de colada, según una realización de la invención;

10 La figura 2 es una representación esquemática de un controlador implementado de manera digital y programable según una realización de la invención; y

La figura 3 es una gráfica de tendencia de pulsos de pasador en conexión con un proceso conducido según una realización de la invención.

**Descripción detallada de la invención**

15 En la siguiente descripción, se describirán diversas realizaciones. A los efectos de explicación, se presentan configuraciones y detalles específicos a fin de proporcionar un entendimiento profundo de las realizaciones. Sin embargo, también será evidente para el experto en la técnica que las realizaciones pueden ser puestas en práctica sin los detalles específicos. Además, rasgos muy conocidos pueden ser omitidos o simplificados para no enturbiar la realización que se describe.

20 La siguiente descripción servirá para ilustrar ciertas realizaciones de la presente invención además sin, al mismo tiempo, sin embargo, constituir ninguna limitación de la misma. Por el contrario, se tiene que entender claramente que se puede tener que recurrir a diversas realizaciones, modificaciones, y equivalentes de la misma que, tras leer la descripción en esta memoria, pueden sugerir por sí mismos a los expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la invención.

25 La figura 1 es una sección transversal vertical esquemática simplificada de un aparato erguido de colada con enfriamiento directo 10, tal como es apropiado en conexión con ciertas realizaciones de la invención, al final de una operación de colada. Tales moldes y partes de los mismos se describen en la patente de EE. UU. n.º 8.347.949 expedida el 8 de enero de 2013 para Anderson, et al. (más adelante en esta memoria "Anderson") y la patente de EE. UU. n.º 4.498.521 expedida el 12 de febrero de 1985 para Takeda, et al. ("Takeda"), dichas patentes se incorporan en la presente memoria por esta referencia. Takeda también describe procesos para realizar una colada que pueden ser apropiados para ciertas realizaciones de esta invención. Con referencia a la figura 1, el aparato incluye un molde de colada con enfriamiento directo 11, preferiblemente de forma anular rectangular en vista en planta superior pero opcionalmente circular o de otra forma, y un bloque inferior 12 que es movido gradualmente en vertical hacia abajo por medios de soporte adecuados (no se muestran) durante la operación de colada desde una posición superior que inicialmente cierra y sella un extremo inferior 14 del molde 11 a una posición inferior (como se muestra) que soporta un lingote de colada totalmente formado 15. El lingote se produce en la operación de colada al introducir metal fundido en un extremo superior 16 del molde a través de un caño hueco vertical 18 o mecanismo equivalente de alimentación de metal mientras el bloque inferior 12 es bajado lentamente. El metal fundido 19 es suministrado al caño 18 desde un horno de fusión de metal (no se muestra) por medio de una reguera 20 que forma un canal horizontal por encima del molde.

40 El caño 18 rodea un extremo inferior de un pasador de control 21 que regula y puede terminar el flujo de metal fundido a través del caño. En una realización, un tapón, tal como un tapón cerámico que forma un extremo distal del pasador 21, es recibido dentro de un canal interior en disminución del caño 18 de manera que cuando se sube el pasador 21, aumenta el área entre el tapón y el extremo abierto del caño 18, permitiendo así que fluya metal fundido alrededor del tapón y afuera de la punta inferior 17 del caño 18. Así, flujo y tasa de flujo de metal fundido pueden ser controlados con precisión subiendo o bajando apropiadamente el pasador de control 21. Además de las estructuras mostradas en Anderson, combinaciones de caño 18 y pasador 21 que consiguen tales propósitos también se describen en la pub. de EE. UU. n.º 2010/0032455 publicada el 11 de febrero de 2010 para James, dicha publicación se incorpora en la presente memoria por esta referencia. Se puede usar cualquier estructura o mecanismo deseable para control de flujo de metal fundido al molde. Por conveniencia, los términos "conducto," "pasador de control" y "señales de orden" que controlan la posición del pasador de control respecto al conducto se utilizan en este documento para referirse a cualquier mecanismo o estructura que pueda regular el flujo o caudal de metal fundido al molde en virtud de señales de orden desde un controlador; por consiguiente, la referencia en esta memoria (incluidas las reivindicaciones) a proporcionar señales de orden a un posicionador de pasador de control para regular el flujo o caudal de metal fundido a un molde se entenderá que significa proporcionar señales de orden a un accionador del tipo que sea para controlar el flujo o caudal de metal fundido al molde de la manera que sea y usar una estructura o mecanismo que sean.

55 En la estructura mostrada en la figura 1, el pasador de control 21 tiene un extremo superior 22 que se extiende hacia

arriba desde el caño 18. El extremo superior 22 se conecta de manera pivotante a un brazo de control 23 que sube o baja el pasador de control 21 según sea necesario para regular o terminar el flujo de metal fundido a través del caño 18. Durante la operación de colada, el pasador de control 21 es sostenido a veces momentáneamente en una posición subida agarrando y subiendo manualmente el soporte de pasador 22, que se conecta al pasador 21, de modo que metal fundido puede discurrir libre y rápidamente a través del caño 18 y al molde 11. Para la colada, la reguera 20 y el caño 18 se bajan suficientemente para permitir que una punta inferior 17 del caño se sumerja en metal fundido que forma una balsa 24 en el lingote embrionario para evitar salpicar y la turbulencia en el metal fundido. Esto minimiza la formación de óxido e introduce metal fundido nuevo en el molde. La punta también puede ser provista de una bolsa de distribución (no se muestra) en forma de tela de malla de metal que ayuda a distribuir y filtrar el metal fundido conforme entra al molde. Al término de la colada, el pasador de control 21 es movido a una posición inferior donde bloquea el caño e impide completamente que pase metal fundido a través del caño, terminando de ese modo el flujo de metal fundido al molde. En este momento, el bloque inferior 12 ya no desciende, o desciende aún más únicamente una pequeña cantidad, y el lingote recientemente moldeado 15 permanece en el sitio soportado por el bloque inferior 12 con su extremo superior todavía en el molde 11.

El aparato 10 puede incluir un sensor de nivel de metal 50 cuya estructura y funcionamiento es convencional (a diferencia del sensor 50 descrito en Anderson, que se conecta a un accionador 51 para permitir que el sensor de Anderson funcione de una manera particular a fin de realizar procesos particulares descritos y reivindicados en Anderson). Por ejemplo, el sensor 50 se puede estructurar y funcionar de la manera en la que flotador y transductor se estructuran y funcionan como se ha descrito, por ejemplo, en Takeda figura 1 y columna 6, líneas 21-52, entre otros lugares en Takeda. Como alternativa, el sensor 50 podría ser un sensor de láser u otro tipo de sensor de nivel de fluido fijo o móvil que tiene propiedades deseadas para acomodar metal fundido. Durante las operaciones de llenado de cavidad, la información desde el sensor 50 se puede alimentar al controlador 52. El controlador 52 puede usar esos datos entre otros datos para determinar cuándo el pasador de control 21 va a ser subido y/o bajado por el accionador 54 de modo que puede fluir metal al molde 11 para rellenar una cavidad parcial, es decir, cuándo la profundidad de la cavidad predeterminada alcanza un límite predeterminado. Así, el sensor 50 y el accionador 54 se acoplan con el controlador 52, como se muestra en la figura 1, para permitir que información desde el sensor 50 sea usada en conexión con posicionamiento del pasador de control 21 bajo control del accionador 54 y de ese modo controlar el flujo y/o caudal de metal al molde 11. En una realización preferida, el controlador 52 es un controlador proporcional-integral-derivativo (PID), que puede ser un controlador PID convencional, o un controlador PID que se implementa según se desee de manera digital y programable.

La figura 2 es un ejemplo de un controlador 210 que se implementa de manera digital y programable usando componentes informáticos convencionales, y que puede ser usado en conexión con ciertas realizaciones de la invención, incluidos equipos tales como se muestra en la figura 1, para llevar a cabo procesos de tales realizaciones. El controlador 210 incluye un procesador 212 que puede ejecutar código almacenado en un medio tangible legible por ordenador en una memoria 218 (o en otro sitio tal como medios portátiles, en un servidor o en la nube entre otros medios) para provocar que el controlador 210 reciba y procese datos y para realizar acciones y/o controlar componentes de equipos tal como se muestra en la figura 1. El controlador 210 puede ser cualquier dispositivo que pueda procesar datos y ejecutar código que sea un conjunto de instrucciones para realizar acciones tales como controlar equipos industriales. El controlador 210 puede adoptar la forma de un controlador PID implementado de manera digital y programable, un controlador lógico programable, un microprocesador, un servidor, un ordenador personal de escritorio o portátil, un ordenador personal portátil, un dispositivo informático de mano, y un dispositivo móvil.

Ejemplos del procesador 212 incluyen cualquier circuitería deseada de procesamiento, un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), lógica programable, una máquina de estado, u otra circuitería adecuada. El procesador 212 puede incluir un procesador o cualquier número de procesadores. El procesador 212 puede acceder a código almacenado en la memoria 218 por medio de un bus 214. La memoria 218 puede ser cualquier medio no transitorio legible por ordenador configurado para incorporar tangiblemente código y puede incluir dispositivos electrónicos, magnéticos u ópticos. Ejemplos de la memoria 218 incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, un disco flexible, disco compacto, dispositivo de vídeo digital, disco magnético, un ASIC, un procesador configurado, u otro dispositivo de almacenamiento.

En la memoria 218 o en el procesador 212 se pueden almacenar instrucciones como código ejecutable. Las instrucciones pueden incluir instrucciones específicas de procesador generadas por un compilador y/o un intérprete a partir de código escrito en cualquier lenguaje adecuado de programación informática. Las instrucciones pueden adoptar la forma de una aplicación que incluye una serie de puntos de consigna, parámetros para el proceso de colada, y etapas programadas que, cuando son ejecutadas por el procesador 212, permiten al controlador 210 controlar el flujo de metal a un molde, tal como usando la retroinformación de nivel de metal fundido desde el sensor 50 en combinación con puntos de consigna de nivel de metal y otros parámetros relacionados con colada que puedan ser introducidos en el controlador 210 para controlar el accionador 54 y de ese modo la posición del pasador 21 en el caño 18 en el aparato mostrado en la figura 1 para controlar el flujo y/o caudal de metal fundido al molde 11.

El controlador 210 incluye una interfaz de entrada/salida (E/s) 216 a través de la que el controlador 210 puede comunicarse con dispositivos y sistemas externos al controlador 210, incluido sensor 50, accionador 54 y/u otros componentes de aparato de molde. La interfaz 216 también puede recibir, si se desea, datos introducidos desde otras

fuentes externas. Tales fuentes pueden incluir paneles de control, otras interfaces humano/máquina, ordenadores, servidores u otros equipos que pueden, por ejemplo, enviar instrucciones y parámetros al controlador 210 para controlar sus prestaciones y funcionamiento; almacenar y facilitar la programación de aplicaciones que permiten al controlador 210 ejecutar instrucciones en esas aplicaciones para controlar el flujo de metal a un molde tal como en conexión con los procesos de ciertas realizaciones de la invención; y otras fuentes de datos necesarias o útiles para que el controlador 210 lleve a cabo sus funciones para controlar el funcionamiento del molde, tal como el molde 11 de la figura 1. Tales datos se pueden comunicar a la interfaz de E/S 216 por medio de una red, cableado, inalámbricamente, por medio de bus, o de otro modo deseado.

La figura 3 muestra una gráfica de tendencia de pulsos de pasador para un proceso de colada de aluminio con enfriamiento directo realizado según una realización de la invención. La gráfica muestra el nivel de metal real (numeral 310); punto de consigna de nivel de metal (312), la orden al posicionador de pasador (desde el algoritmo PID en el controlador)(314), y retroinformación de posición de posicionador de pasador real (316). (La escala vertical en este gráfico corresponde al punto de consigna de nivel de metal 312.) Los pulsos se empezaron en una longitud de colada de 50 mm, y continuaron activos hasta que terminó la colada a 500 mm.

En la realización mostrada en la figura 3, durante los pulsos, la señal analógica real al pasador es en forma de pulsos cuadrados establecidos al 100 %, evitando la señal de orden del algoritmo PID. Esta onda cuadrada no es evidente en la figura 3, pero corresponde generalmente en tiempo y duración al tiempo y duración de pulsos de posicionador de pasador 316. El hecho de que la señal analógica evite la señal de orden del algoritmo PID es evidente, como se muestra con el nivel de metal que está constantemente por encima del punto de consigna aproximadamente el primer 50 % del tiempo después de que comiencen los pulsos. En esas condiciones, el controlador PID sacaría ordinariamente una orden de posición de pasador 0 % abierto en un intento de hacer que el metal deje de fluir al molde. En aplicación real según algunas realizaciones, esto no sería permitido dado que una orden de posición de pasador abierto que esté por debajo de un valor predeterminado un periodo de tiempo predeterminado, tal como posición de pasador 0 % abierto o por debajo de posición de pasador 1 % abierto durante 5 segundos, constituye una condición de enganche de lingote y activa un alarma de enganche de lingote. Un enganche de lingote es donde el lingote se atasca en el molde, que puede ocurrir debido a excesivo abombamiento de fondo durante la parte temprana de la colada entre aproximadamente 50 y 400 mm de longitud de colada. Las condiciones que constituyen el enganche de lingote y que activan la alarma de enganche de lingote pueden variar en cierto modo entre plantas, y normalmente dan como resultado un aborto automático de la colada. Sin embargo, durante el proceso en la gráfica de la figura 3, esta alarma fue inhabilitada temporalmente.

En la realización particular en la gráfica de la figura 3, la frecuencia de pulsos varía con el tiempo. Esta variación se debe al algoritmo de pulsos que restringe los pulsos para que ocurran únicamente si el nivel de metal real no es más alto de 1 mm por encima del punto de consigna. También, en este ejemplo particular la frecuencia de pulsos se establece a 3 pulsos/minuto (o menos si no se cumplen las condiciones de nivel de metal).

Aunque la figura 3 está relacionada con un proceso según una realización de la invención, no es necesariamente representativo de otras ciertas realizaciones, que podrían ser realizadas de la siguiente manera:

1. Según la invención, los pulsos de pasador de control ocurren de una manera que se modula el flujo o caudal de metal fundido a través del conducto de manera que el nivel de metal fundido en el molde permanece en un intervalo de nivel de metal fundido entre 5 mm por encima y 3 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal, y preferiblemente en un intervalo de nivel de metal fundido entre 3 mm por encima y 1 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal.

En el intervalo de nivel de metal fundido, el nivel de metal subirá a 3 mm por encima del punto de consigna como resultado de cada pulso, y entre pulsos (antes del siguiente pulso) caerá a 1 mm por debajo del punto de consigna bajo el control del algoritmo PID como resultado de falta de vertido.

2. En algunas realizaciones, los pulsos ocurren en una frecuencia de 3 - 4 pulsos/min, inclusive, o un mínimo de 15 - 20 segundos entre pulsos, inclusive.

3. En algunas realizaciones, se permitirá que los pulsos ocurran únicamente si el nivel de metal real está en o por debajo del punto de consigna de nivel de metal Y la señal de orden al posicionador de pasador está por encima de un valor predeterminado (por ejemplo posición de pasador mayor del 5 % abierto, de manera que la lógica de alarma de enganche no se verá afectada negativamente).

4. En algunas realizaciones, durante los pulsos, la señal de orden real al posicionador de pasador se establece preferiblemente a una posición de pasador 100 % abierto durante preferiblemente unos 3 segundos, dicho periodo puede ser más grande o más pequeño, tras lo que retornará bajo el control del algoritmo PID. El posicionador de pasador tarda tiempo en abrir/cerrar y así únicamente puede abrirse al 30 % y 50 % de abertura en 3 segundos. En algunas realizaciones, dependiendo de características del posicionador de pasador de control particular en cuestión, la señal de orden al posicionador de pasador se establece para posición de pasador abierto un periodo más largo o más corto que es al menos parcialmente función de lo rápidamente que el posicionador de pasador pueda abrirse y/o cerrarse.

5. En algunas realizaciones, los pulsos empezarán a una longitud de colada de 50 mm.

6. En algunas realizaciones, los pulsos terminarán cuando la longitud de colada alcance, preferiblemente, entre 400 y 500 mm.

5 Los pulsos de pasador se pueden conseguir de cualquier número de maneras alternativas según diversas realizaciones de la invención. Por ejemplo, los pulsos podrían conseguirse variando en el tiempo el punto de consigna de nivel de metal, o variando en el tiempo sinusoidalmente y la señal de orden de posicionador de pasador aproximadamente el valor de control de PID (añadiendo una señal sinusoidal al valor de control de salida de PID).

10 El uso de los términos “un” y “el” y referentes similares en el contexto de describir la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) se ha de interpretar que cubren tanto el singular como el plural, a menos que se indique de otro modo en esta memoria o lo contradiga claramente el contexto. Los términos “que comprende”, “que tiene”, “que incluye” y “que contiene” se han de interpretar como términos abiertos (es decir, que significan “que incluye, pero sin limitación”,) a menos que se señale de otro modo. La expresión “conectado” se ha de interpretar como contenido parcial o totalmente dentro, conectado o unido junto, incluso si hay algo entremedio. La recitación de intervalos de valores en esta memoria está pensada meramente para que sirva como método abreviado para hacer referencia individualmente a cada valor separado que se encuentra dentro del intervalo, a menos que se indique de otro modo en esta memoria, y cada valor separado se incorpora en la memoria descriptiva como si se recitara individualmente en esta memoria.

15 Todas las referencias, incluidas publicaciones, solicitudes de patente, y patentes citadas en esta memoria se incorporan por la presente por referencia en la misma medida que si cada referencia se indicara individual y específicamente para ser incorporada por referencia y se presentara en su totalidad en esta memoria.

20 La descripción anterior cubre la realización que no muestra todos los rasgos de la invención de un método para variar la tasa de entrega de metal fundido en un proceso de colada, que comprende proporcionar un aparato de molde, el aparato de molde incluye: un molde; un conducto configurado para entregar metal fundido al molde, el conducto ocluido de manera controlada por un pasador de control; un posicionador acoplado al pasador de control; un sensor de nivel configurado para detectar el nivel de metal fundido en el molde; y un controlador acoplado con el posicionador y el sensor de nivel, el controlador configurado para aceptar una entrada en forma de al menos un punto de consigna de nivel de metal; y proporcionar por medio del controlador, al posicionador, una señal de orden que incluye una pluralidad de pulsos que modulan el flujo o caudal de metal fundido a través del conducto de manera que el nivel de metal fundido en el molde permanece en un intervalo de nivel de metal fundido entre 5 mm por encima y 3 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal, en donde el posicionador en respuesta en al menos algunos de los pulsos de señal de orden se abre entre el 30 % y el 50 % en 3 segundos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para variar la tasa de entrega de metal fundido en un proceso de colada, que comprende:  
proporcionar un aparato de molde, el aparato de molde incluye:  
un molde (11);
- 5 un conducto configurado para entregar metal fundido al molde (11), el conducto ocluido de manera controlada por un pasador de control (21);  
un posicionador acoplado al pasador de control (21);  
un sensor de nivel (50) configurado para detectar el nivel de metal fundido en el molde (11); y
- 10 un controlador (52) acoplado con el posicionador y el sensor de nivel (50), el controlador (52) configurado para aceptar una entrada en forma de al menos un punto de consigna de nivel de metal; y  
proporcionar por medio del controlador (52), al posicionador, una señal de orden que incluye una pluralidad de pulsos que modulan el flujo o caudal de metal fundido a través del conducto de manera que el nivel de metal fundido en el molde (11) permanece en un intervalo de nivel de metal fundido entre 5 mm por encima y 3 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal;
- 15 caracterizado por que  
el nivel del metal fundido en el molde sube a 3 mm por encima del punto de consigna de nivel de metal como resultado de cada pulso, y entre pulsos, antes del siguiente pulso, cae a 1 mm por debajo del punto de consigna de nivel de metal bajo el control de un algoritmo proporcional-integral-derivativo, PID, como resultado de falta de vertido.
- 20 2. Un método según la reivindicación 1 en donde la etapa de proporcionar la señal de orden incluye proporcionar una señal de orden que incluye una pluralidad de pulsos que modulan el flujo o caudal de metal fundido a través del conducto de manera que el nivel de metal fundido en el molde (11) permanece en un intervalo de nivel de metal fundido entre 3 mm por encima y 1 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal.
- 25 3. Un método según la reivindicación 1 en donde la etapa de proporcionar la señal de orden incluye proporcionar una señal de orden que incluye una pluralidad de pulsos a una frecuencia entre 3 y 4 pulsos por minuto, inclusive, o una pluralidad de pulsos con un mínimo entre 15 y 20 segundos entre pulsos, inclusive.
4. Un método según la reivindicación 1 en donde el metal fundido es aluminio fundido.
5. Un método según la reivindicación 4 en donde proporcionar la señal de orden incluye proporcionar una señal de orden en donde los pulsos empiezan en una longitud de colada de 50 mm o finalizan cuando la longitud de colada está entre 400 y 500 mm.
- 30 6. Un método según la reivindicación 1 en donde el controlador (52) es un controlador PID que incluye un algoritmo PID para colada de aluminio, el controlador (52) configurado para aceptar o determinar al menos un punto de consigna de nivel de metal.
7. Un método según la reivindicación 6 en donde proporcionar la señal de orden incluye proporcionar una señal de orden en donde los pulsos ocurren únicamente
- 35 si (1) el nivel de metal fundido en el molde (11) está en o por debajo de un punto de consigna predeterminado de nivel de metal Y (2) el controlador (52) no está enviando una señal de orden al posicionador menor o igual al 5 % de abertura,  
o si (1) el nivel de metal fundido en el molde (11) está en o por debajo de un punto de consigna predeterminado de nivel de metal Y (2) el controlador (52) no está enviando una señal de orden que provoca que el controlador (52) emita una señal de alarma de enganche.
- 40 8. Un método según la reivindicación 6 en donde la señal de orden se establece al 100 % de abertura para una duración de 3 segundos durante un pulso, tras lo que la señal de orden retorna bajo el control del algoritmo PID.
9. Un aparato de molde para la colada de metal, que comprende:  
un molde (11);
- 45 un conducto configurado para entregar metal fundido al molde (11), el conducto ocluido de manera controlada por un pasador de control (21);  
un posicionador acoplado al pasador de control (21);

un sensor de nivel (50) configurado para detectar el nivel de metal fundido en el molde (11); y

un controlador (52) acoplado con el pasador de control (21), el posicionador y el sensor de nivel (50), el controlador (50) programado para:

aceptar una entrada en forma de al menos un punto de consigna de nivel de metal; y

- 5 proporcionar al posicionador, una señal de orden que incluye una pluralidad de pulsos que modulan el flujo o caudal de metal fundido a través del conducto de manera que
  - el nivel de metal fundido en el molde (11) permanece en un intervalo de nivel de metal fundido entre 5 mm por encima y 3 mm por debajo, inclusive, del punto de consigna de nivel de metal; y
  - el nivel del metal fundido en el molde sube a 3 mm por encima del punto de consigna de nivel de metal como resultado de cada pulso, y entre pulsos, antes del siguiente pulso, cae a 1 mm por debajo del punto de consigna de nivel de metal bajo el control de un algoritmo proporcional-integral-derivativo, PID, como resultado de falta de vertido.
- 10 10. Un aparato según la reivindicación 9 en donde el controlador (50) se configura para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 2, 3, 5, 6, 7 y 8.
11. Un aparato según la reivindicación 9 en donde el metal fundido es aluminio fundido.
- 15 12. Un aparato según la reivindicación 9 en donde el posicionador se configura, en respuesta a al menos alguno de los pulsos de señal de orden, para abrir entre el 30 % y el 50 % en 3 segundos.



Fig. 1

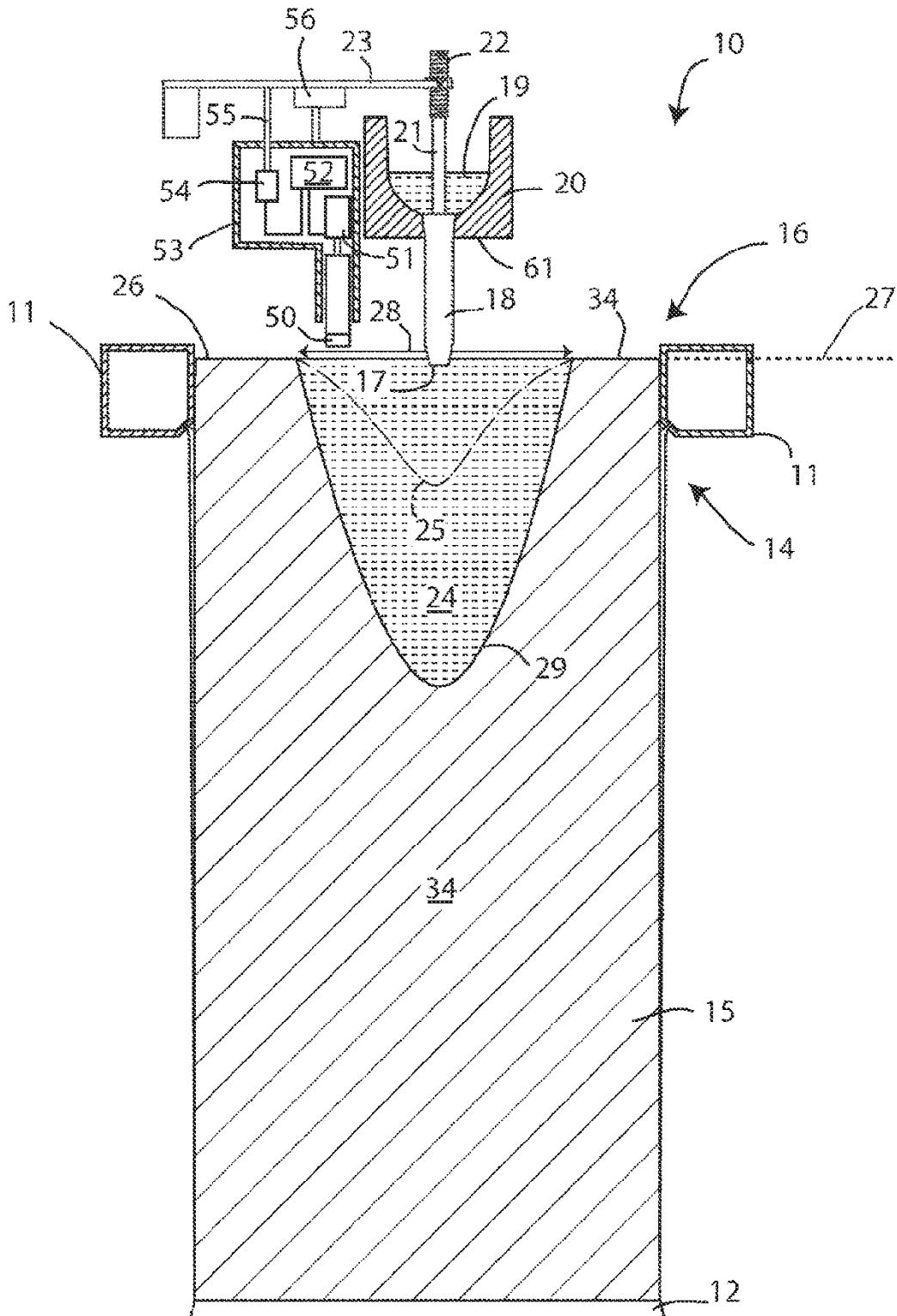


Fig. 2

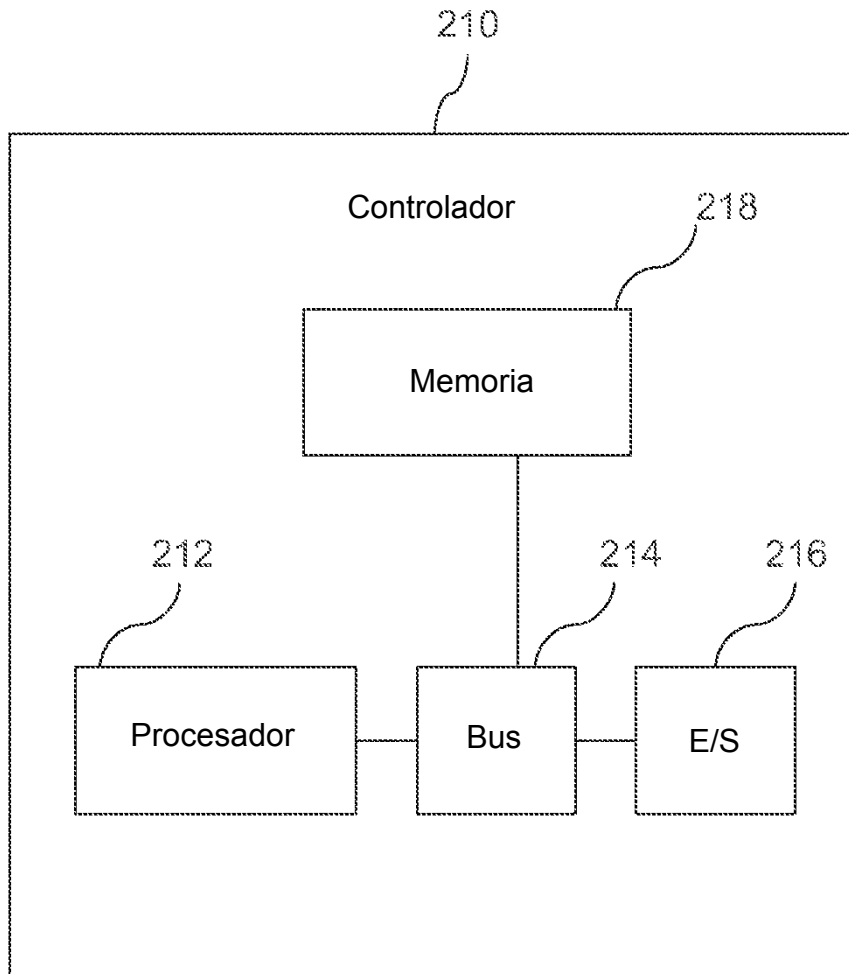


Fig. 3

