



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 174**

51 Int. Cl.:  
**B22D 11/045** (2006.01)  
**B22D 11/049** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04802284 .2**  
96 Fecha de presentación : **10.12.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1704004**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.09.2006**

54 Título: **Colada continua horizontal de metales.**

30 Prioridad: **11.12.2003 US 735076**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.07.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.07.2010**

73 Titular/es: **Novelis Inc.**  
**191 Evans Avenue**  
**Toronto, ON M8Z 1J5, CA**

72 Inventor/es: **Bowles, Wade Lee;**  
**Hamby, Jack;**  
**Fischer, Alexander J. y**  
**Salee, David A.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 342 174 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

Colada continua horizontal de metales.

5 **Campo técnico**

La presente invención versa acerca de una colada continua horizontal de metales, en particular metales ligeros tales como aluminio y sus aleaciones.

10 **Técnica anterior**

En la colada horizontal continua de metales, tal como aluminio, se mantiene el metal fundido en un depósito aislado y desde ahí se introduce dentro del extremo de entrada de una cavidad del molde horizontal de extremo abierto que tiene un eje generalmente horizontal. Dentro de la cavidad del molde se refrigera inicialmente el metal fundido lo suficiente como para formar un cuerpo metálico que comprende una capa o corteza externa que rodea un núcleo metálico aún fundido. Según sale este cuerpo metálico de la cavidad del molde, se le pulveriza refrigerante líquido, por ejemplo agua, para un enfriamiento y una solidificación adicionales.

Se introduce el metal fundido dentro de la cavidad del molde a través de una abertura o buza que tiene un corte transversal menor que el de la cavidad del molde, de manera que se forma un borde o un saliente en el extremo de entrada de la cavidad del molde. Normalmente, esta buza de entrada de metal es una placa refractaria con una abertura de entrada.

Según entra el metal fundido a través de la buza de entrada y se expande hacia fuera para llenar la cavidad del molde, se forma un menisco metálico entre el saliente de entrada y la pared periférica de la cavidad del molde. Por detrás de este menisco hay una cavidad de espacio relativamente libre de metal.

Para conseguir un flujo fluido de metal a través de la cavidad del molde sin que se adhiera a la pared de la cavidad, es bien conocido que se debe inyectar tanto un gas como un lubricante dentro del molde. En la patente US nº 4.157.728 se introduce un chorro de aire presurizado dentro de la cavidad por detrás del menisco para expandir el menisco hacia abajo por la pared periférica de la cavidad del molde. Además, se introduce un aceite para lubricar la pared de la cavidad del molde.

Wagstaff *et al.*, patente U.S. nº 4.598.763 describe un sistema para inyectar una mezcla de gas y lubricante dentro de la cavidad del molde por medio de una porción permeable de pared de la pared periférica de la cavidad del molde. Se mezclan el gas y el lubricante en la pared permeable y son suministrados a la pared periférica de la cavidad. En una colada horizontal, se vuelve más complejo el problema de evitar la adherencia por la diferencia en la carga metalostática entre la parte superior y la parte inferior del molde que actúan en combinación con las distintas relaciones entre la placa refractaria de transición (con forma de disco) y la pared (cilíndrica) del molde. La inyección de gas en dichos moldes puede provocar que el óxido que se forma en la superficie del lingote emergente esté formado de forma desigual en torno a la periferia del lingote emergente con la formación resultante de defectos de la superficie.

Watts, patente nº 3.630.266 describe una máquina de fundición horizontal en el que se inyecta gas por medio de pasadizos dentro de la cavidad del molde, por ejemplo, por detrás del menisco. El gas puede contener diversos lubricantes y se controla el flujo por medio de mediciones de la carga metálica.

En Suzuki *et al.*, patente U.S. nº 4.653.571 también se introduce gas dentro de las esquinas de entrada del molde, es decir, la cavidad detrás del menisco. Este diseño utiliza canales separados para introducir gas y lubricante y proporciona canales para controlar el escape de gas en ciertas ubicaciones en torno al molde.

En Johansen *et al.*, solicitud internacional WO 91/00353, se suministra gas a una pared permeable en torno a la periferia del molde desde segmentos separados en torno al molde.

En Wagstaff, patente U.S. nº 6.260.602 se describe un sistema de colada horizontal continua en el que la cavidad del molde tiene un ahusamiento hacia fuera y hay chorros de agua para refrigerar en una configuración alternada. El grado de ahusamiento y la colocación de los chorros de agua en torno al molde pueden variar para equilibrar las fuerzas de ensanchamiento con las fuerzas de contracción térmica y conseguir de esta manera una forma deseada de lingote. Por lo tanto, puede utilizarse en una máquina de fundición horizontal para obtener un lingote de corte transversal circular de un molde en el que se somete al metal a fuerzas gravitacionales desiguales.

En Ohno, patente U.S. nº 4.605.056 se describe un sistema de colada horizontal continua en el que se proporciona un sistema de calentamiento auxiliar dentro del molde para retrasar la solidificación del metal.

La formación de una superficie coherente en el cuerpo metálico formado dentro del molde es un aspecto importante de la colada continua horizontal. Por ejemplo, una corteza o capa externa desigual o incoherente dentro del molde puede adherirse al molde, lo que tiene como resultado una superficie irregular en un lingote fundido o puede producirse un “rebose” de metal fundido.

## ES 2 342 174 T3

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento mejorado para controlar el paso fluido del metal a través de una cavidad del molde horizontal y para conseguir, de ese modo, un lingote fundido con propiedades superficiales mejoradas.

5 Es un objetivo adicional de la presente invención poder aumentar el flujo térmico a través de la superficie del lingote emergente y conseguir una solidificación más rápida del lingote fundido.

Otro objetivo adicional de la presente invención es obtener un lingote fundido que tenga una microestructura mejorada.

10

Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un medio para controlar de forma fiable el uso de lubricante para mejorar la calidad de la superficie del lingote fundido.

### Revelación de la invención

15

En un aspecto, la presente invención versa acerca de un molde para una colada horizontal de metal fundido que comprende un cuerpo del molde que forma una cavidad de extremo abierto del molde que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida. Hay montado un miembro de pared permeable anular en el cuerpo del molde adyacente al extremo de entrada de la cavidad del molde, formando una cara interna de la misma una cara interior del molde. Hay montada una placa refractaria de transición en el extremo de entrada de la cavidad del molde, proporcionando esta placa de transición una abertura de entrada del molde que tiene un corte transversal menor que el de la cavidad del molde. Esto proporciona un reborde anular en el extremo de entrada de la cavidad. Se proporcionan medios para introducir aluminio fundido a través de la abertura de la entrada. También se proporcionan conductos separados para introducir un gas dentro del reborde y la cara interna por medio del medio de pared permeable.

25

El gas introducido en el reborde forma una cavidad de espacio libre de metal detrás de un menisco metálico que se forma en la esquina entre el reborde y la pared de la cavidad.

La introducción de gas a la cara interna forma una capa de gas entre el metal y la pared de la cavidad.

30

Preferentemente, también se introduce lubricante por medio de un conducto para que fluya dentro del medio de pared permeable. Este conducto está ubicado entre los dos conductos de gas.

35

En una realización el conducto de gas que alimenta el reborde se comunica con el espacio o cavidad libre de metal en la esquina detrás del menisco metálico por medio de una pluralidad de ranuras o canales finos. En una realización particularmente preferente, este conducto de gas se comunica con la cavidad libre de metal por medio de una porción del medio de pared permeable.

40

Los dos conductos de gas están alimentados con distintos gases, siendo el gas que se comunica con la cavidad libre de metal más reactivo con el aluminio fundido que el gas que se comunica con la cara interna del molde.

45

El gas más reactivo que se utiliza es uno que reacciona con el aluminio fundido, por ejemplo oxígeno, aire, silano, SF<sub>6</sub> o metano, incluyendo mezclas de dicho gas en un gas inerte para formar una capa o corteza sobre el mismo. Cuando se utiliza oxígeno, aire o una mezcla de estos gases en un gas inerte (es decir, el gas reactivo es un gas oxidante), la capa comprende óxidos de aluminio y/o algunos de sus elementos de aleación. El gas menos reactivo que se utiliza es uno que reacciona comparativamente menos con el aluminio fundido y puede incluir aire, nitrógeno o gas inerte puro. El aire puede ser un gas menos reactivo (es decir, oxidante) únicamente cuando se utiliza con un gas más reactivo que el aire en la cavidad libre de metal. En una realización preferente particular, el gas más reactivo es oxígeno y el gas menos reactivo es una mezcla de oxígeno en gas inerte, tal como argón.

50

Al utilizar la inyección de dos etapas de gas en vez de la inyección de etapa única de la técnica anterior, se genera una película diseñada de productos de reacción (más frecuentemente óxidos) que contienen componentes de aleación de aluminio en la superficie del menisco de metal fundido. En particular, el uso del gas más reactivo en la ubicación corriente arriba mantiene el reborde libre de metal contra la carga metalostática, mientras que asegura la formación o la reparación rápida de una película resistente de soporte del producto de reacción sobre la superficie, mientras que el gas menos reactivo corriente abajo asegura un contacto mínimo entre la película del producto de reacción y las paredes del molde y al mismo tiempo minimiza los efectos perjudiciales de la reacción del lubricante con el gas que se producirían si se utilizase el mismo gas en todo momento. Así, esta combinación garantiza que se reduce el flujo térmico entre el metal y las paredes del molde (es decir, en el área denominada de enfriamiento primario) y que el lingote sale del molde con una temperatura superficial elevada y el enfriamiento y la solidificación se llevan a cabo casi completamente por medio de la aplicación del segundo refrigerante directamente a la superficie emergente. Así, se aumenta mucho el flujo térmico a través de la superficie en el punto de incidencia del refrigerante secundario y el resultado es una tasa elevada de solidificación esencialmente en el diámetro completo del lingote.

65

Esto significa que es posible una tasa de solidificación de más de 100°C/seg, lo que tiene como resultado un lingote que tiene una estructura de grano fino. Por lo tanto, la invención versa adicionalmente acerca de un producto de lingote fundido que tiene una microestructura según está fundido radialmente uniforme que tiene un tamaño medio de célula (separación entre los brazos dendríticos inferior a 10 micrómetros). Además, el lingote tiene una irregularidad (R<sub>z</sub>) de

la superficie inferior a aproximadamente 50 micrómetros en al menos el 50% de cualquier superficie circunferencial del lingote fundido emergente.

La cantidad de lubricante añadida en la presente invención es reducida, y se utiliza principalmente para mejorar la eficacia del medio de pared permeable para conducir gas desde el conducto que alimenta la superficie interna del molde a la superficie. Esto requiere una cantidad mínima de lubricante. Por lo tanto, es ventajoso proporcionar un medio bastante preciso para determinar el requerimiento de lubricante. Conforme a una característica preferente de la invención, se ubican detectores para medir la resistencia eléctrica entre la pared de la cavidad del molde y el metal fundido en el molde. El flujo de lubricante varía en base a la resistencia medida.

### Breve descripción de los dibujos

En los dibujos que ilustran ciertas realizaciones preferentes de la invención:

La Fig. 1 es un alzado sencillo de un dispositivo típico de colada horizontal;

la Fig. 2 es una vista en corte transversal de un molde conforme a la presente invención;

las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d son vistas en corte transversal parcial de un molde de la presente invención que muestran diversas realizaciones de introducción de gas y/o lubricante;

la Fig. 4 es una vista en corte transversal que muestra un dispositivo de medición de resistencia con una capa de aire en el molde;

la Fig. 5 es una vista en corte transversal que muestra el dispositivo de medición de resistencia sin capa de aire en el molde; y

la Fig. 6 es un diagrama de bloques para la operación de la medición de la resistencia.

La Fig. 7 es una micrografía que muestra la microestructura según está fundido de un lingote fundido utilizando la presente invención.

### Mejores modos para llevar a cabo la invención

La Fig. 1 muestra un molde típico de colada horizontal del tipo sobre el que versa la presente invención, que incluye un depósito aislado 10 de aluminio fundido, una artesa 12 de entrada y un molde 11 de colada horizontal. Se suministra un lingote 13 proveniente del molde y se transporta desde el molde por medio de un transportador 14.

En la Figura 2 se muestra un cuerpo 16, 17 del molde de dos piezas, en el que se contienen canales 18 de agua alimentados por una tubería (no mostrada) de suministro de refrigerante y se comunica con un conjunto de agujeros alternados 20, 21 de salida de refrigerante en torno a la periferia del cuerpo del molde.

Hay montado un anillo anular permeable ahusado 24 de grafito dentro del cuerpo 16 del molde, de manera que forma una superficie interna para el molde. Hay montado una placa 26 de transición formada de material refractario corriente arriba (o el extremo de entrada de metal) 28 del molde. Tiene una abertura de corte transversal interior más pequeño que el anillo anular 24, formando de ese modo un reborde y una cavidad 30 en la esquina del molde. Se proporciona una junta tórica 31 en la intersección del anillo refractario 26, del anillo 24 de grafito y del cuerpo 16 del molde.

Los agujeros 20, 21 de salida de refrigerante pueden tener una separación variable y pueden estar dirigidos a distintos ángulos con respecto al eje del molde y puede variar el ahusamiento del anillo 24 de grafito en torno a la periferia del molde como se describe adicionalmente en la patente US nº 6.260.602. Se utiliza esta variación para compensar la asimetría vertical que se produce en la colada horizontal como se ejemplifica mediante la asimetría evidente en el frente de solidificación representado por la línea continua 56 presente en la colada. La abertura de entrada en la placa de transición también puede tener forma no circular y ubicada descentrada para compensar esta asimetría cuando se va a fundir un lingote circular.

Se pueden suministrar gas y lubricante (cuando se utiliza) al interior del molde de diversas formas como se muestra en las Figuras 3a a 3d.

Se mecanizan dos canales anulares 32, 34 en la cara externa del anillo anular 24 y están dotadas de conexiones (no mostradas) de alimentación a través del cuerpo del molde. A los canales anulares 32 y 34 se les suministran distintos gases, al canal 32 (el más cercano a la entrada al molde) se le introduce un gas más reactivo que el canal 34 (más alejado de la entrada al molde), por ejemplo una mezcla de oxígeno en argón y argón puro, respectivamente.

En la Figura 3a el gas suministrado por medio del canal anular 32 fluye a través del anillo permeable 24 para llenar la cavidad libre de metal formado en los rebordes adyacentes 30 del molde y el gas suministrado por medio del canal anular 34 fluye a través del anillo permeable 24 de grafito y forma una capa de gas en la interfaz adyacente entre el cuerpo metálico 40 en el molde y la cara interna del molde 42.

## ES 2 342 174 T3

En las Figuras 3b a 3d, se proporciona un canal anular adicional 33 en la cara externa del anillo de grafito al que se le suministra lubricante por medio de una o más conexiones a través del cuerpo (no mostrado) del molde. El lubricante penetra en el anillo poroso 24 de grafito para facilitar la introducción de gas a través del material. En la Figura 3b se introducen los gases y se comunican con el interior del molde como en la Figura 3a, excepto que la presencia del lubricante proporciona un flujo de gas más controlable.

Las cargas de gas y lubricante están controladas por medio de válvulas de control y de dispositivos de medición de diseño conocido (no mostrado).

En la Fig. 3c, el canal anular 32 está colocado en un extremo del anillo 24 de grafito y se introduce gas desde el canal anular 32 a la cavidad 30 por medio de una pluralidad de ranuras o agujeros finos 44 en el borde del anillo de grafito.

En la Fig. 3d, se introduce gas de forma similar como en la Fig. 3b excepto que se proporciona una barrera impermeable 46 dentro del anillo 24 de grafito, separándolo en dos porciones, una de las cuales se utiliza para introducir gas desde el canal anular 32 y la otra para introducir gas/lubricante desde los canales anulares 33 y 34. Esto evita que el lubricante entre en la porción superior del anillo de grafito y entre en contacto con el gas suministrado desde el canal 32. También aísla, de forma más eficaz, los dos chorros de gas entre sí. La barrera impermeable también puede estar colocada de forma que se suministran gas y lubricante a la porción superior del anillo de grafito y de la cavidad, mientras que solo se suministra gas a la porción inferior del anillo de grafito.

En algunas realizaciones el gas puede contener líquidos, por ejemplo en forma de gotitas que forman un vaho y en otras realizaciones el gas puede estar contenido dentro de un líquido para su suministro, por ejemplo en forma de una emulsión. Generalmente el líquido es un lubricante.

En otras realizaciones el lubricante también puede contener un gas, por ejemplo, al formar una emulsión del gas en el lubricante antes de que se suministre al canal de alimentación. Si el gas es reactivo con el gas suministrado a la cavidad, entonces se puede utilizar el producto de reacción para modificar la superficie diseñada del producto de reacción.

Debido a que la inyección de gas dentro de la cavidad 30, al igual que en la cara 42 del molde, el cuerpo metálico 40 forma una superficie diseñada del producto de reacción (generalmente óxidos del aluminio y/o algunos de sus elementos de aleación) en la superficie externa. Esto proporciona un mayor grado de aislamiento térmico de la cara 42 del molde que la que se encuentra normalmente en moldes de colada y está aislado por lo tanto del enfriamiento indirecto normal dentro de la cavidad del molde. Por consiguiente, el lingote sale del molde con una temperatura superficial mayor que la que se encuentra normalmente. Por lo tanto, el refrigerante secundario 52 incide en la superficie 54 con un flujo térmico mucho mayor del que se produce normalmente debido al diferencial elevado de temperatura entre la superficie del lingote y el refrigerante. El resultado es que (a) se forma un colector menos profundo de metal líquido en el lingote emergente y (b) se produce una tasa elevada de solidificación en todo el diámetro del lingote. Se obtiene una tasa de solidificación superior a 100°C/seg (en comparación con la normal de 5 a 30°C/seg), lo que tiene como resultado una estructura uniforme de grano fino en todo el diámetro del lingote.

En la Figura 2 se muestra un frente típico de solidificación (es decir, el extremo del colector de metal fundido) 56 como una línea continua que puede compararse con el frente 58 de solidificación y el colector sustancialmente más profundo de los moldes de colada típico de la técnica anterior.

El uso de un molde de colada como en la presente invención tiene como resultado un lingote uniforme de grano fino que tiene buenas propiedades de la superficie. Para mejorar adicionalmente las propiedades de la superficie se ha descubierto que es útil tratar la placa refractaria de transición para reducir su reactividad al aluminio fundido. La mayoría de tales placas de transición están fabricadas de sílice que contiene material refractario que es atacado por el aluminio fundido. El resultado es una reducción de la calidad de la superficie del lingote. Un medio tal de protección es añadir aditivos de óxido de bario o sulfato de bario al producto refractario, por ejemplo como se producen por medio de los procedimientos de la solicitud en tramitación como la presente con nº de serie 10/735.057 presentada el 11 de diciembre de 2003, titulada "Method for Suppressing Reaction of Molten Metals with Refractory Materials", transferida al mismo cesionario de la presente invención.

Es muy deseable poder utilizar la cantidad mínima de lubricante durante la colada de un lingote y la formación mejorada de una superficie diseñada de óxido en el metal que está siendo fundido conforme a la presente invención hace que sea posible una reducción en la cantidad del lubricante requerido dado que la contención del metal depende de la superficie diseñada de óxido formada de esta manera y menos en la superficie del molde. El aire y el lubricante suministrados a la cara del molde por medio del anillo anular permeable de grafito crean un colchón de aire en la superficie. En la Fig. 4 se muestra la posición preferente de operación con un pequeño espacio 60 entre el cuerpo metálico 40 que está siendo fundido y la cara 42 de la cavidad. Esta posición requiere la menor cantidad de lubricante. La Fig. 5 muestra la posición en la que no se ha mantenido el espacio y el cuerpo metálico 40 ha entrado sustancialmente en contacto con la cara 42 de la cavidad, punto en el que el lingote es susceptible de adherirse y desgarrarse. Se ha descubierto que este requerimiento de lubricante puede controlarse de forma automática por medio de la medición de la resistencia entre el cuerpo metálico fundido 20 y el molde 62. Esto se lleva a cabo instalando electrodos 64 y 66,

## ES 2 342 174 T3

de forma que se pueda medir la resistencia entre el aluminio fundido y el molde. Estos electrodos se conectan a un dispositivo 68 de medición de la resistencia.

5 Como se muestra en la Fig. 5, se introducen las entradas de los electrodos 64 y 66 en el dispositivo 68 de medición de resistencia y se obtiene una lectura de resistencia. Se introduce esta en un comparador 70 en el que se compara la resistencia con una resistencia objetivo. Según se acerca el molde a la condición mostrada en la Fig. 6, la resistencia aumenta y esto proporciona una señal a la bomba 72 de lubricante para aumentar el flujo de lubricante.

10 La Figura 7 es una micrografía que muestra una porción de un corte transversal de un lingote fundido en el molde y conforme al procedimiento de la presente invención. La separación media interdendrítica medida es inferior a aproximadamente 10 micrómetros y se mide sustancialmente la misma separación en todas las ubicaciones radiales en el lingote. La irregularidad de la superficie del lingote (medida como  $R_z$ ) en una longitud de 1,27 centímetros de la superficie es típicamente menor que 50 micrómetros en la mayoría de la superficie y normalmente menor que 30 micrómetros. Hay algunas porciones de la superficie que exhiben una  $R_z$  mayor, pero es una característica del producto  
15 de la presente invención que la irregularidad ( $R_z$ ) de la superficie sea menor que 50 micrómetros en al menos el 50% de la superficie circunferencial del lingote.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## ES 2 342 174 T3

### REIVINDICACIONES

1. Un molde de colada horizontal para una colada horizontal de aluminio fundido que comprende un cuerpo del molde que forma una cavidad de extremo abierto del molde que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida, un primer miembro anular permeable de pared montado en el cuerpo del molde adyacente al extremo de entrada de la cavidad del molde, formando una cara interna de la misma una cara interior del molde, una placa refractaria de transición montada en el extremo de entrada de la cavidad del molde, proporcionando dicha placa de transición una abertura de entrada del molde que tiene un corte transversal menor que el de la cavidad del molde y proporcionando de ese modo un reborde anular en el extremo de entrada de la cavidad, un medio de alimentación para introducir aluminio fundido a través de dicha abertura de entrada, y conductos primero y segundo para introducir un gas dentro de dicha cavidad del molde, colocado dicho primer conducto más cercano al reborde anular que el segundo conducto, en el que el primer conducto está adaptado para introducir gas para formar una cavidad libre de metal en una esquina entre el reborde y la pared de la cavidad y el segundo conducto está adaptado para introducir gas a través de dicho miembro permeable de pared para entrar en contacto con el aluminio adyacente a la cara interior del molde, y el primer conducto está conectado a una fuente de gas que es más reactivo al aluminio fundido y el segundo conducto está conectado a una fuente de gas que es menos reactivo al aluminio fundido, en el que el gas más reactivo es un gas que reacciona con el aluminio fundido para formar una capa o corteza sobre el mismo.
2. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, que incluye un tercer conducto para introducir un lubricante dentro del miembro permeable de pared, estando ubicado dicho tercer conducto entre el primer conducto y el segundo conducto.
3. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el primer conducto está conectado por medio de ranuras a la cavidad para introducir gas dentro de la cavidad.
4. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el primer conducto está conectado por medio de la pared permeable con la cavidad para introducir gas a la cavidad.
5. Un molde como se reivindica en la reivindicación 2, que también incluye una barrera impermeable en el miembro permeable de pared ubicado entre el primer conducto y el tercer conducto.
6. Un molde como se reivindica en la reivindicación 2, que también incluye una barrera impermeable en el miembro permeable de pared ubicado entre el segundo conducto y el tercer conducto.
7. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, que incluye detectores ubicados para medir una resistencia eléctrica entre la pared de la cavidad del molde y el aluminio fundido presente en el molde durante la colada.
8. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la cavidad del molde está ahusada hacia fuera en la dirección del flujo de metal.
9. Un molde como se reivindica en la reivindicación 8, en el que el ahusamiento varía en torno a la circunferencia de la cavidad del molde.
10. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la abertura de entrada del molde tiene un corte transversal no circular para producir un lingote que tiene un corte transversal circular.
11. Un molde como se reivindica en la reivindicación 10, en el que la abertura de entrada del molde no es circular.
12. Un molde como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el cuerpo del molde incluye canales de suministro de refrigerante conectados con aberturas de descarga de refrigerante en el extremo de salida del molde.
13. Un molde como se reivindica en la reivindicación 12, en el que las aberturas de descarga de refrigerante se encuentran en ubicaciones alternadas y los tamaños de las aberturas de descarga y los ángulos de descarga varían en torno al molde.
14. Un molde como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende conductos para introducir un lubricante a través de dicha porción permeable de pared y que entran en contacto con el metal adyacente a la cara interior del molde, y un medio para controlar la cantidad de lubricante que está siendo suministrada a la cavidad del molde que comprende detectores ubicados para medir la resistencia eléctrica entre la pared de la cavidad del molde y el metal fundido presente en el molde durante la colada, siendo indicativa dicha resistencia eléctrica de la cantidad de lubricante en contacto con el metal.
15. Un procedimiento para una colada continua horizontal de aluminio fundido que comprende:
  - introducir continuamente aluminio fundido de una artesa de alimentación a través de una abertura en una placa refractaria de transición en un extremo de entrada de una cavidad de extremo abierto del molde formada dentro de un cuerpo del molde, proporcionando dicha placa de transición una abertura de entrada del molde que tiene

## ES 2 342 174 T3

un corte transversal menor que la de la cavidad del molde, proporcionando de ese modo un reborde en torno al extremo de entrada de la cavidad del molde,

5 mover dentro de la cavidad del molde el aluminio fundido más allá de una porción permeable refractaria de pared que forma parte de la cara interior de la cavidad del molde con la formación de un menisco metálico adyacente al reborde,

10 dirigir un primer flujo de un gas reactivo con el aluminio dentro del reborde para formar una cavidad libre de metal y que entra en contacto con el aluminio fundido para formar de ese modo un cuerpo de aluminio que tiene una superficie externa que comprende un producto de reacción del gas con el aluminio, y

dirigir un segundo flujo de gas dentro de la cavidad del molde y en contacto con una capa del cuerpo de aluminio corriente abajo desde dicho primer flujo de gas,

15 en el que

el gas en el primer flujo es más reactivo al aluminio fundido que el gas en el segundo flujo.

20 16. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 15, en el que el gas en el primer flujo está seleccionado del grupo constituido por oxígeno, aire, silano, SF<sub>6</sub> y metano o una mezcla de un gas inerte con uno o más de dicho grupo.

25 17. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 16, en el que dicho gas en el primer flujo es una mezcla de argón y oxígeno.

18. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 15, en el que el segundo flujo de gas pasa a través de la porción permeable de pared.

30 19. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 18, en el que el segundo flujo de gas es una mezcla de oxígeno en un gas inerte, y el primer flujo de gas es oxígeno.

20. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 18, en el que el gas en el segundo flujo está seleccionado del grupo constituido por aire, nitrógeno y un gas inerte.

35 21. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 20, en el que el gas en el segundo flujo es argón.

40 22. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 18, en el que se introduce un flujo de lubricante a través de la porción permeable de pared y entra en contacto con la capa del cuerpo de aluminio en una ubicación entre el primer flujo de gas y el segundo flujo de gas.

23. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 22, en el que se evita que el flujo de lubricante entre en contacto con el primer flujo de gas antes de que el primer flujo de gas entre en la cavidad del molde.

45 24. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 22, en el que se evita que el flujo de lubricante entre en contacto con el segundo flujo de gas antes de que el segundo flujo de gas entre en la cavidad del molde.

25. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 15, en el que el gas en el primer flujo es suministrado como un gas, un gas que contiene un líquido o un líquido que contiene un gas.

50 26. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 22, en el que el lubricante contiene un gas adicional.

55 27. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 26, en el que el primer flujo de gas en el lubricante reacciona con el gas en la cavidad para formar un producto de reacción modificado en el cuerpo de aluminio.

28. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 15, en el que se alimenta el aluminio fundido a través de la abertura de entrada del molde que tiene un corte transversal no circular para obtener un lingote que tiene un corte transversal circular.

60 29. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 28, en el que se introduce el aluminio fundido a través de la abertura de entrada del molde que está ubicada descentrada.

30. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 15, en el que se dirigen chorros de líquido refrigerante sobre un lingote en formación según sale de la cavidad del molde.

65 31. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 30, en el que el líquido refrigerante enfría el lingote en formación con una tasa superior a 100°C/seg, formando de ese modo una estructura de grano fino dentro del lingote.

## ES 2 342 174 T3

32. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 15, en el que se mide una resistencia eléctrica entre el molde y un lingote que se está formando dentro del molde y se varía el flujo de lubricante a la pared permeable del molde en base a la resistencia medida.

5 33. Un procedimiento como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 32, en el que las condiciones del proceso son tales como para producir un lingote de aleación de aluminio fundido, teniendo dicho lingote fundido una estructura uniforme según está fundido con una separación media entre los brazos dendríticos menor que 10 micrómetros.

10 34. Un procedimiento como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 33, en el que las condiciones del proceso son tales como para producir un lingote fundido que tiene una irregularidad ( $R_z$ ) de la superficie menor que 50 micrómetros en al menos el 50% del área circunferencial.

15

20

25

30

35

40

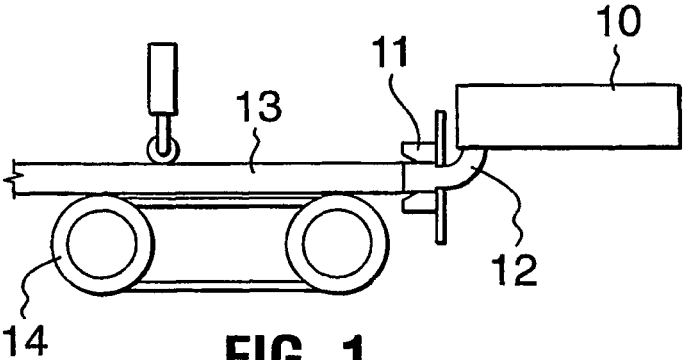
45

50

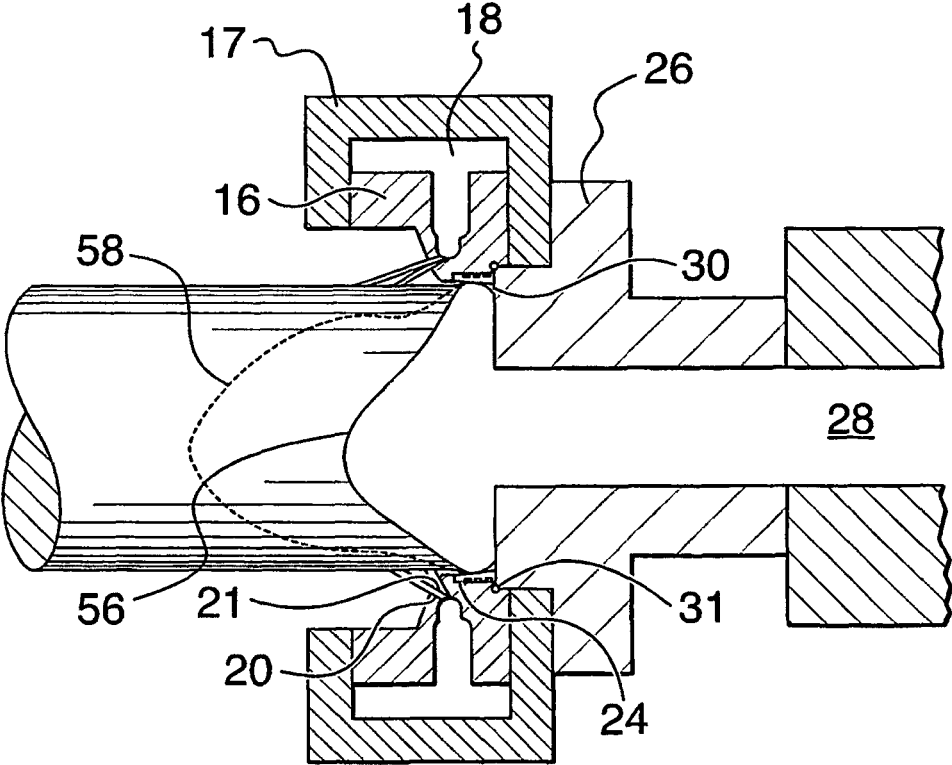
55

60

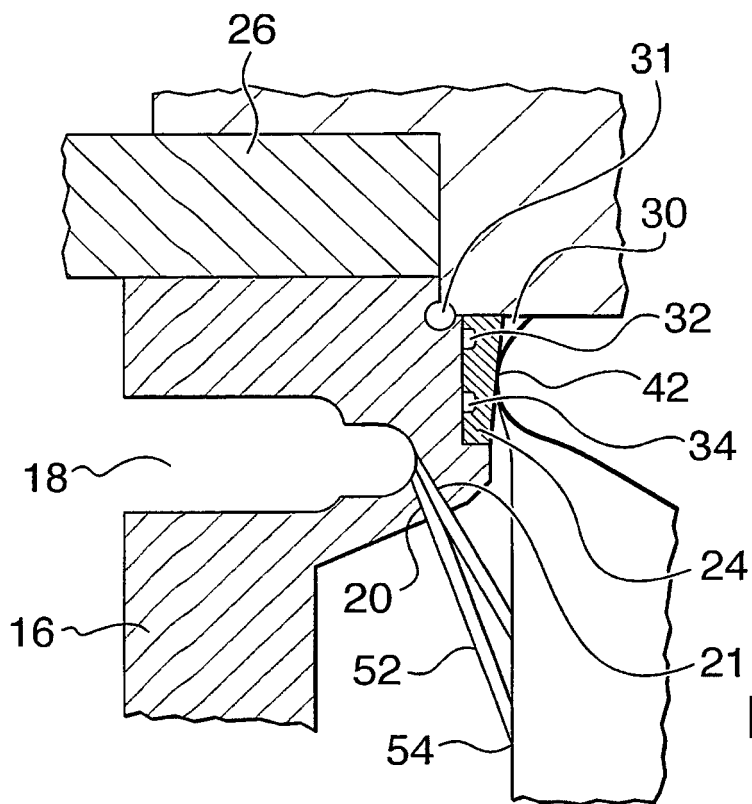
65



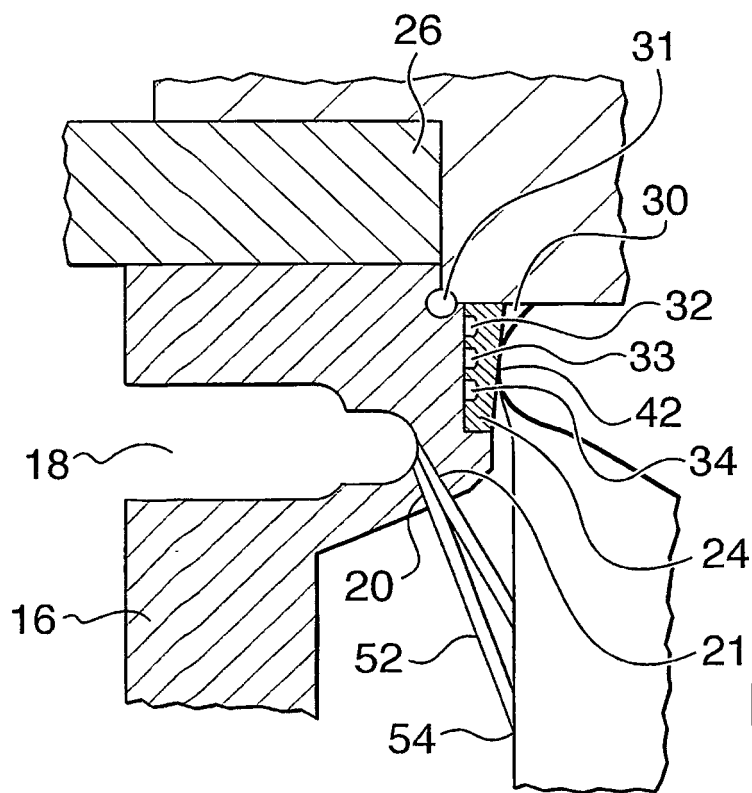
**FIG. 1**



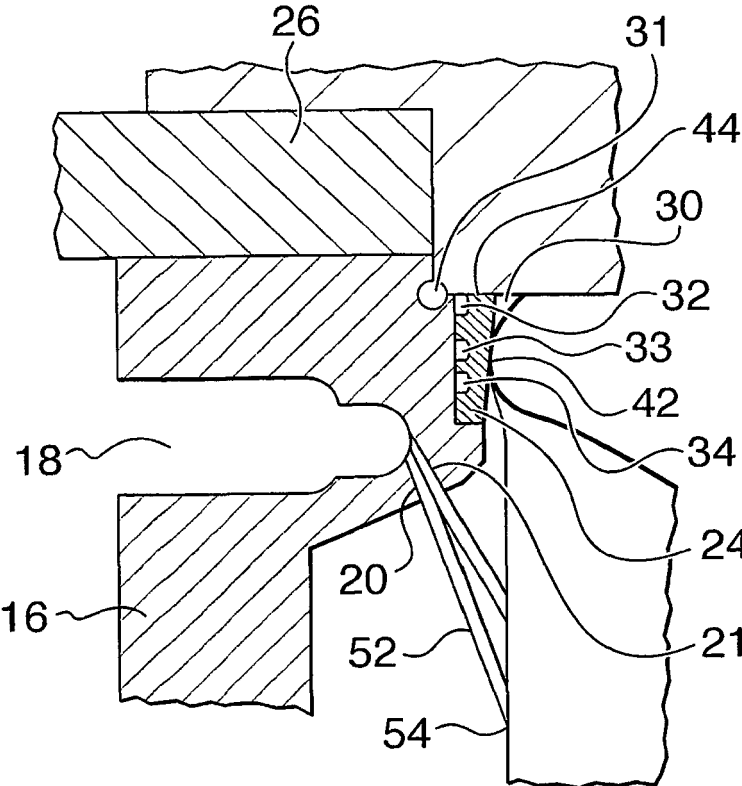
**FIG. 2**



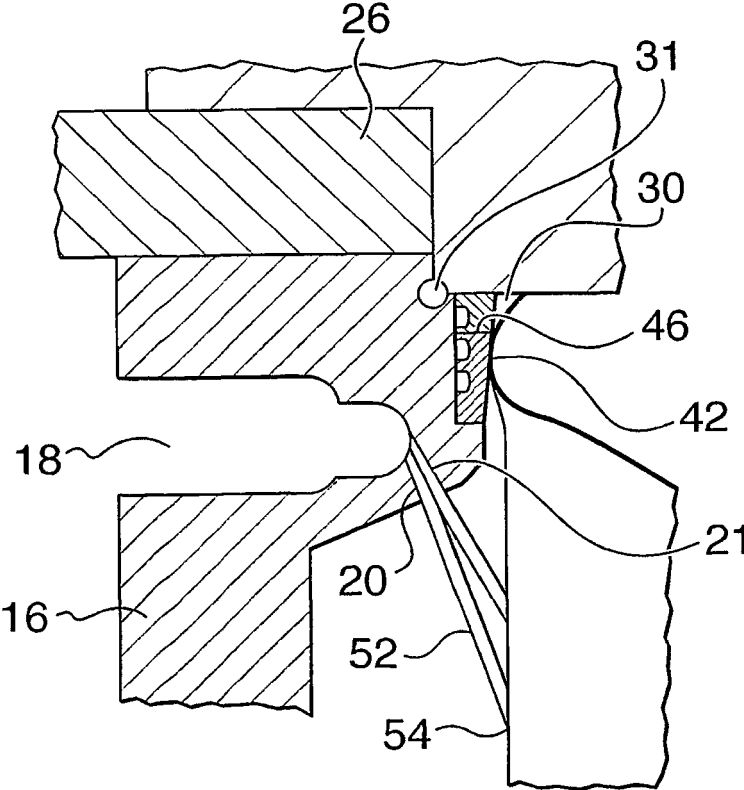
**FIG. 3A**



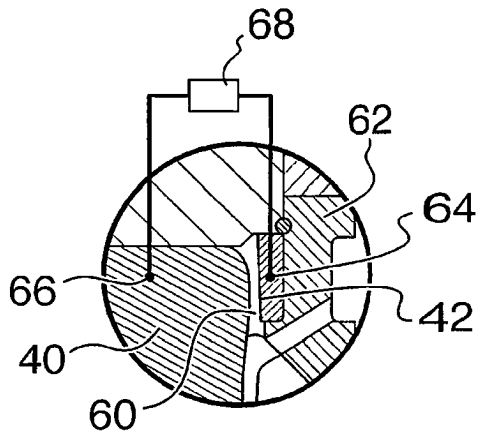
**FIG. 3B**



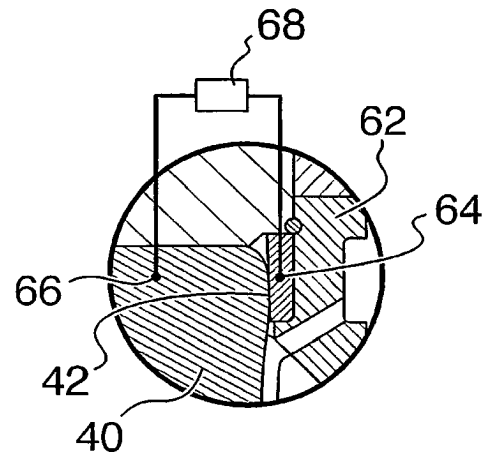
**FIG. 3C**



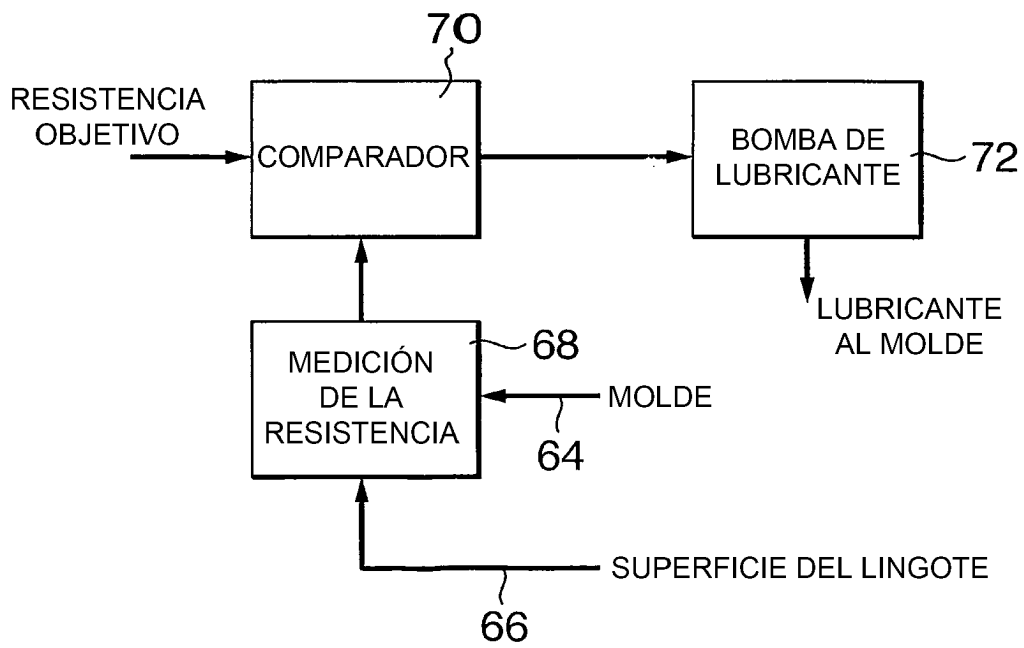
**FIG. 3D**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**