

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 709**

51 Int. Cl.:

**C22B 9/02** (2006.01)

**B22D 11/119** (2006.01)

**B22D 43/00** (2006.01)

**C22B 21/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2016 PCT/NO2016/000004**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2016 WO16126165**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2016 E 16746894 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3253897**

54 Título: **Aparato y método para la eliminación de inclusiones no deseadas de masas fundidas de metal**

30 Prioridad:

**06.02.2015 NO 20150180**  
**25.02.2015 NO 20150265**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.04.2020**

73 Titular/es:

**NORSK HYDRO ASA (100.0%)**  
**0240 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

**TUNDAL, ULF;**  
**STEEN, IDAR KJETIL;**  
**FAGERLIE, JOHN OLAV y**  
**HAUGEN, TERJE**

74 Agente/Representante:

**DIÉGUEZ GARBAYO, Pedro**

ES 2 755 709 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**

Aparato y método para la eliminación de inclusiones no deseadas de masas fundidas de metal

5 La presente invención se refiere a un aparato y un método para la eliminación de inclusiones no deseadas de masas fundidas de metal por filtración.

10 En general, se sabe cómo eliminar pequeñas inclusiones del metal fundido, tal como el aluminio fundido, por filtración. Un material habitual usado para tales filtros es un material cerámico o refractario poroso, habitualmente denominado CFF (filtros de espuma cerámica). Estos filtros CF no se humedecen fácilmente con el metal fundido y puesto que tales materiales tienen poros relativamente finos, se han detectado dificultades considerables al iniciar el flujo de metal a través del filtro (cebado del filtro). Por lo tanto, en general, se sabe cómo usar cajas de filtro profundas para generar una columna de metal suficiente por gravitación para forzar el metal a través del filtro.

15 La solicitud de patente japonesa JP 60-5829 se refiere a un método de filtrado que propone el uso de un vacío para cebar un filtro CF y donde el filtro se proporciona en el fondo de un recipiente de evacuación en el tanque de vacío. El tanque de vacío se somete al vacío mediante una bomba de vacío y, de este modo, se fuerza al metal a fluir desde el recipiente a través del filtro y dentro del tanque de vacío y más allá a través de una salida hasta un sitio de colada. Una vez que se inicia el flujo, la bomba de vacío se detiene y el metal fluye por sí mismo en función de una  
20 columna de metal (gravedad).

25 El documento EP 1 735 120 describe un método y un aparato para iniciar el flujo de metal a través de un filtro en una unidad de filtración de metal fundido en línea que tiene un filtro cerámico o refractario poroso montado horizontalmente en una caja de filtro. La caja de filtro está provista de una entrada y una salida para el metal fundido. Al operar el aparato, se suministra metal a través de la entrada para cubrir completamente el filtro y la salida se cierra, por lo que la caja se somete al vacío, de tal manera que se fuerza el metal hacia abajo a través del filtro. A continuación, tan pronto como se inicia el flujo de metal, se suprime el vacío y se abre la salida, de tal manera que el metal pueda fluir a través del filtro en función de la gravedad. Por lo tanto, el vacío solo se usa para iniciar el flujo de  
30 metal a través del filtro.

35 El documento N0318003B1 desvela un equipo que comprende un recipiente rectangular dividido en dos cámaras donde una primera cámara se llena con esferas de  $Al_2O_3$  o similares. La masa fundida llega a una entrada y atraviesa un lecho de esferas, donde las partículas que están contenidas en la masa fundida se adhieren a las esferas. La masa fundida se drena fuera del recipiente a través de una cámara de salida y un canal de transferencia. Para mantener una velocidad de flujo constante, el nivel de la masa fundida se regula desde el nivel 4 en el recipiente por medio de una subpresión que se crea por una bomba de vacío acoplada a la salida. Las esferas contaminadas se eliminan del canal de entrada que está abierto hacia la atmósfera. Las esferas formarán un ángulo de reposo en la entrada del recipiente. Pueden añadirse nuevas esferas a la cámara desde el silo.

40 El uso de un filtro CF implica costes adicionales. Estos costes están parcialmente relacionados con el propio filtro, que debe reemplazarse, normalmente después de cada operación de colada. También hay algunos costes relacionados con el calentamiento del filtro CF y la caja de filtro. Además, las cajas de filtro de acuerdo con la técnica anterior mencionadas anteriormente tienen un depósito de metal por debajo del filtro que debe drenarse después de cada ciclo de colada. Para una caja de filtro individual grande, la cantidad de metal drenado puede ascender a 5-600  
45 kg por colada. El coste asociado con la refusión de metal es habitualmente de 1000 NOK por tonelada, lo que da 10-15 NOK por tonelada de productos terminados (dependiendo del tamaño de la carga).

50 Para un filtro con tamaños de poro pequeños (> ~ 50 PPI (poros por pulgada)) también puede haber problemas para activar (cebar) todo el filtro durante el arranque y, por lo tanto, permitir que funcione de manera óptima. El cebado de todo el filtro a menudo está relacionado con un precalentamiento correcto, pero también puede estar relacionado con la obtención de una presión lo suficientemente alta sobre el metal inicial que atraviesa el filtro. Las posibles soluciones sugeridas son una sobrepresión delante del filtro o una subpresión detrás del filtro, como se indica en las soluciones de la técnica anterior mencionadas en las referencias JP y EP citadas anteriormente. Otra solución conocida es un aparato CF con una solución de filtro que usa un campo electromagnético que "empuja" el metal a  
55 través del filtro. Esta solución es bastante costosa y también se ve dificultada con un pobre drenaje de metal.

60 Con la presente invención, se proporciona un aparato de filtro CF que reduce el coste operativo ya que es autodrenante y no necesita la eliminación de metal después de cada operación de colada. Además, el nuevo concepto de filtro CF proporciona un cebado muy bueno del filtro.

65 La invención se caracteriza por las características definidas en la reivindicación 1 del aparato independiente y las reivindicaciones 10 y 11 del método.

Las reivindicaciones dependientes 2-9 y 12-14 definen las realizaciones preferidas de la invención.

La invención se describirá con más detalle a continuación por medio de ejemplos y con referencia a los dibujos

donde:

- Figura 1 muestra en una vista en perspectiva una sección transversal de un dispositivo o aparato de filtro CF de acuerdo con la invención,
- Figura 2 muestra una vista parcialmente longitudinal del aparato de filtro CF como se muestra en la figura 1, pero con la entrada y la salida conectadas a un canal proporcionado en paralelo para el suministro de metal hacia y desde el aparato de filtro,
- Figura 3 muestra a menor escala una sección transversal esquemática del aparato de filtro y el canal como se muestra en las figuras anteriores,
- Figuras 4-8 muestran esquemáticamente y también a menor escala unas secciones transversales superiores de secuencias de etapas operativas del aparato de acuerdo con la invención.
- Figura 9 muestra en una vista en sección transversal y parcialmente en perspectiva una realización adicional de un aparato de filtro CF de acuerdo con la invención como se muestra en las figuras 1 y 2.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el aparato de filtro CF de acuerdo con la presente invención incluye una construcción de recipiente o caja 1 con una cubierta o carcasa exterior de metal y una construcción de revestimiento o pared interior térmicamente aislada interna fabricada de un material aislante y refractario resistente al calor (no mostrado con más detalle). Se proporciona una tapa desmontable 2 (preferentemente abisagrada al recipiente) en la parte superior del recipiente para mantener el recipiente sellado (hermético) durante la operación del filtro CF 7. El recipiente 1 tiene una cámara de entrada 3 con una abertura de entrada 4 (la cámara de entrada debe ser lo más pequeña posible) y una cámara de salida 5 con una abertura de salida 6 donde está montado el filtro CF 7.

La cámara de entrada 3 y la cámara de salida 5 se proporcionan una al lado de otra dentro del recipiente 1, divididas por una pared divisoria 16 que se extiende desde la parte inferior del recipiente y hacia arriba, hasta una altura preestablecida (aproximadamente 2/3) de la altura del recipiente.

Haciendo referencia a la figura 2, el recipiente está conectado en paralelo con un canal de suministro de metal 10 a través de unas secciones de canal de metal transversales 8, 9 proporcionadas, respectivamente, entre las aberturas de entrada 4 y de salida 6 y el canal de suministro de metal 10. Para controlar el flujo de metal en el canal de suministro de metal, se proporcionan dos presas o discos de válvula (válvulas tipo mariposa) en el canal 10, una presa 11 en la salida del recipiente 1 y la otra presa 12 en el canal 10 entre las dos secciones de canal 8 y 9.

Las aberturas de entrada y de salida del recipiente están provistas, además, de unos cierres o tapones 13, 14 respectivamente (no descritos con más detalle).

Preferentemente, se proporciona un control lógico programable (PLC) para controlar el funcionamiento del aparato de filtro de acuerdo con la invención. Esta unidad de PLC no se describirá con más detalle y no se muestra en las figuras ya que se considera que forma parte de la base de conocimiento general de los expertos en la materia.

La figura 3 muestra, como se ha indicado anteriormente, a menor escala, una sección transversal esquemática del aparato de filtro y del canal, como se muestra en las figuras anteriores 1 y 2. Como puede verse, el recipiente 1 en su parte superior está conectado a un dispositivo eyector u otro medio de evacuación de aire 15 para permitir la evacuación de aire del recipiente. Por lo tanto, al cerrar la tapa 2 es posible someter el recipiente al vacío y, por lo tanto, extraer el metal líquido del canal e introducirlo en el recipiente y elevar aún más el nivel de metal en el recipiente como se explicará a continuación.

El principio de funcionamiento del aparato de filtro de acuerdo con la invención es, con referencia a las figuras 4-8, el siguiente:

cuando se usa el aparato de filtro en relación con una operación de colada de metal, el metal se suministra desde un depósito de metal, tal como un horno de conservación de metal fundido, por el canal 10 al recipiente de filtro 1.

Haciendo referencia a la figura 4, ambas aberturas de entrada 4 y de salida 6 se cierran por medio de los tapones 13, 14, respectivamente, durante el llenado del canal. A continuación, se pone en marcha el eyector y, de este modo, se evacua el aire del recipiente tan pronto como el nivel de metal está por encima de las aberturas.

Con referencia adicional a la figura 5, la operación de cebado se realiza, a continuación, abriendo los tapones 14 en la entrada 4 y los tapones 13 en la salida 6 del recipiente de filtro, y la subpresión (vacío) creada por el eyector eleva el metal hasta que se encuentra con la parte inferior del filtro 7 en la cámara de salida y en una posición ligeramente por encima de la parte superior del filtro en la cámara de entrada. A continuación, la entrada se cierra con el tapón 14 y la subpresión aumenta aún más hasta que se fuerza el metal hacia atrás a través del filtro.

Al evacuar el recipiente de filtro antes de abrir la salida, la operación de cebado puede controlarse ajustando la abertura de salida 6 con el tapón 13. De esta manera, la operación de cebado puede realizarse más rápido y

controlarse mejor.

La subpresión sobre el filtro determina la fuerza aplicada sobre el metal. A continuación, la subpresión puede ajustarse para proporcionar un buen cebado también para filtros CF con altos valores de PPI.

5 Después de haber cebado el filtro, se abre la entrada 4 retirando el tapón 14, como se muestra en la figura 6. A continuación, haciendo referencia a la figura 7, cuando el nivel de metal dentro del recipiente de filtro ha alcanzado un nivel preestablecido por encima de la pared divisoria 16, se cierra la presa 12 (véase además la figura 2) entre las aberturas de entrada y de salida, mientras que se abre la presa 11 cercana al recipiente de filtro. A continuación, se fuerza el metal para que atraviese el filtro CF y el nivel del metal se mantiene en su posición preestablecida por el vacío provocado por el eyector o fuente de vacío 15. La diferencia de altura (columna de metal) entre el metal fuera de la abertura de entrada y el metal fuera de la abertura de salida es la fuerza impulsora para hacer pasar el metal a través del filtro CF.

15 Al final de la operación de colada, el nivel de metal dentro del recipiente 1 se baja gradualmente reduciendo la subpresión. Cuando el metal ha alcanzado un cierto nivel, se abre la presa 11 entre la entrada 4 y la salida 6, y todo el metal en la caja se libera al foso de colada (no mostrado).

20 El metal en la cámara de entrada 3 (que preferentemente debe ser lo más pequeña posible) irá o bien hacia atrás o hacia el foso de colada, sin embargo, no entrará en la parte del producto que va al cliente.

El tapón 13 en la abertura de salida 6 está allí principalmente para evitar que los óxidos y otras inclusiones en la parte superior de la masa fundida entren en el recipiente de filtro y provoquen problemas en la operación de cebado.

25 Como se ha mencionado anteriormente, podría ser una ventaja evacuar el recipiente de filtro antes de abrir el tapón 13 en la salida 6. A continuación, el cebado podría realizarse más rápido y con más subpresión (vacío) a medida que el metal entra por las aberturas de filtro.

30 Una opción que podría facilitar la operación de cebado sería purgar la caja de filtro con gas argón antes del proceso de evacuación. Esto puede reducir la oxidación del metal que entra en la caja de filtro, lo que probablemente sea beneficioso en la operación de cebado.

35 Como el cebado se realiza en la dirección inversa, es importante que el filtro CF esté correctamente sujeto al interior del recipiente (no se muestra con más detalle).

Puede obtenerse una realización más simple de la caja de filtro sin los tapones 13 y 14. En ese caso, podría ser beneficioso tener presas (no mostradas) al comienzo de las secciones de canal de metal transversales 8 y 9 para liberar metal a la caja de filtro solo desde el fondo del canal levantando gradualmente las presas. Esto evitará que los óxidos y otras partículas no metálicas en la parte superior de la masa fundida entren en la caja de filtro. Tan pronto como el nivel de metal esté por encima de las aberturas de entrada y de salida 4, 6, el eyector 15 comienza a evacuar el aire dentro de la caja 1 arrastrando el metal hacia arriba en las cámaras de entrada y de salida 3, 5. El metal se detendrá contra la parte inferior del filtro 7 en la cámara de salida debido a que hay una resistencia para que el metal entre en un filtro con poros pequeños. En la cámara de entrada, el metal continuará subiendo a medida que aumenta la subpresión. Cuando la diferencia de altura entre la parte inferior del filtro 7 y el metal dentro de la cámara de entrada 3 haya alcanzado un cierto nivel, la presión en la parte inferior del filtro será lo suficientemente alta como para cebar el filtro. La presión máxima para el cebado que puede obtenerse con esta solución será la diferencia de altura entre la parte inferior del filtro 7 y la parte superior de la pared divisoria 16. Esta diferencia estará limitada por las dificultades operativas para montar y desmontar el filtro CF 7 muy abajo en una cámara de salida profunda. Por lo tanto, esta solución puede funcionar bien para filtros relativamente gruesos donde la presión necesaria para cebar los filtros no es demasiado alta.

55 Como una realización alternativa, también podría haber una opción para hacer la cámara de entrada más grande y la cámara de salida más pequeña montando el filtro CF justo por encima de la abertura de la cámara de entrada. En ese caso, la dirección del flujo del metal será la misma en la fase de cebado que en la fase operativa. El inconveniente es que habrá más metal liberado hacia el foso de colada al final de cada operación de colada que no haya atravesado el filtro CF.

60 El precalentamiento del filtro CF y el recipiente de filtro antes de la operación de filtrado de metal es importante. Esto podría hacerse o bien a través de la abertura de entrada o de salida (no se muestra con más detalle) o podría haber alguna disposición para el precalentamiento en la tapa del recipiente de filtro (tampoco se muestra).

65 Como una realización alternativa, puede fabricarse una caja de filtro doble que tenga una cámara de entrada y dos cámaras de salida con filtros separados. Con dos aberturas de salida y los tapones correspondientes, los filtros CF pueden cebarse uno por uno. Sin tapones delante de las aberturas, los filtros se cebarán de manera similar a la descrita para una cámara de salida.

5 En otra realización, también existe la opción de no vaciar el recipiente de filtro entre cada operación de colada, sino reutilizar el filtro CF durante varios ciclos de colada. Esto puede hacerse cerrando tanto la entrada como las salidas y manteniendo la masa fundida caliente entre cada operación de colada. Al mantener una subpresión en el recipiente, será más fácil evitar fugas de masa fundida en las aberturas de entrada y de salida durante el reposo entre coladas.

10 La forma de cebado propuesta de acuerdo con la invención es muy beneficiosa para las opciones de filtro doble, un filtro por encima del otro, donde sería posible tener un filtro grueso como una etapa de filtrado inicial y un filtro más fino después, y, preferentemente, con un espacio entre los mismos. En una caja de filtro convencional es muy probable que haya aire atrapado entre los filtros cuando el primer metal atraviese el filtro superior y cubra el filtro inferior. Para evitar esto, puede proporcionarse un tubo junto con la superficie del filtro superior y por encima del nivel de metal para dejar escapar el aire entre los filtros. Cuando se completa el cebado del filtro inferior, puede retirarse el tubo.

15 Con la invención actual, el filtro inferior con los poros más pequeños, que es más difícil de cebar, será el primero en cebarse. Toda la operación de cebado con dos filtros no requerirá ningún manejo manual en cuanto al diseño de caja de filtro actual.

20 En cuanto a la aplicación de dos filtros, debe añadirse que la invención no está restringida a la solución descrita anteriormente. Por lo tanto, puede ser posible proporcionar los filtros, respectivamente, en la cámara de entrada 3 y la cámara de salida 5. Incluso puede ser posible, dentro del alcance de la invención, usar una combinación de tres o más filtros si se desea.

25 El principio de elevar el metal para evitar el drenaje también puede utilizarse con filtros de partículas aglomeradas (BPF) y filtros de lecho profundo (DBF). Este medio de filtro BPF es un agregado de gránulos de SiC o de  $Al_2O_3$ , clasificados con una distribución de tamaño de partículas específica y, a continuación, unidos entre sí usando un aglomerante cerámico. En una realización adicional, como se muestra en la figura 9, la cámara de salida puede fabricarse mucho más grande y profunda de lo que se indica en las figuras y puede llenarse con unas bolas de  $Al_2O_3$  17 (o similar), como en un filtro de lecho profundo (DBF). Normalmente, un DBF no se vacía entre coladas ya que  
30 contiene varias toneladas de metal que deben drenarse y desecharse. Además, después de vaciar una caja de filtro convencional, habrá una oxidación severa de las fracciones de metal que quedan dentro debido al aire que estará disponible. Con la presente invención, el metal dentro de la cámara de salida puede liberarse lentamente añadiendo gas argón para reducir la subpresión y vaciar casi por completo la cámara en el foso de colada hacia el final de la colada. Con las aberturas de entrada y de salida selladas con metal y la temperatura dentro de la caja de filtro  
35 mantenida durante el reposo entre coladas, casi no habrá oxígeno y, por lo tanto, muy poca oxidación del aluminio dentro de la caja de filtro durante el reposo. Cuando comience la próxima colada, solo quedará una fracción de la aleación anterior dentro de la caja de filtro. Por lo tanto, un cambio en la aleación, al menos dentro del mismo sistema de aleación, normalmente no debería ser un problema.

40 De esta manera, podría ser posible operar un DBF también para una línea de colada con cambios de aleación más frecuentes. Para un rendimiento operativo, sería preferible tener un aparato de filtrado en funcionamiento en cada línea de colada mientras se reconstruye uno con nuevas bolas de  $Al_2O_3$ . La tapa solo necesitaría abrirse cuando las bolas de  $Al_2O_3$  tuvieran que reemplazarse, por ejemplo, aproximadamente cada 5000 toneladas (apertura manual).

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato para filtrar metal fundido, en particular aluminio, que incluye un recipiente (1) con una cubierta o carcasa exterior de metal y una construcción de revestimiento o pared interior térmicamente aislada interna fabricada de un material aislante y refractario resistente al calor, una tapa (2) desmontable proporcionada en la parte superior del recipiente para mantener el recipiente sellado (hermético) durante la operación, estando el recipiente (1) provisto de una cámara de entrada (3) que tiene una abertura de entrada (4) que recibe metal de un canal de suministro de metal (10) y una cámara de salida (5) con una abertura de salida (6), estando el recipiente provisto además de un medio de evacuación de aire (15) y un filtro cerámico o refractario (7) en la cámara de entrada y/o de salida, comprendiendo el aparato un medio para cebar dicho filtro mediante metal fundido en una dirección inversa al flujo de metal fundido durante el filtrado, en el que la cámara de entrada (3) y la cámara de salida (5) se proporcionan una al lado de otra dentro del recipiente (1) y se dividen por una pared divisoria (16) que se extiende desde la parte inferior del recipiente y hacia arriba hasta un nivel preestablecido de la altura interior del recipiente, por lo que el recipiente (1) se conecta en paralelo con un canal de suministro de metal (10) a través de unas secciones de canal de metal transversales (8, 9) proporcionadas, respectivamente, entre las aberturas de entrada (4) y de salida (6) y el canal de suministro de metal (10), estando el canal (10) provisto de un dispositivo de presa o válvula (11) en la salida del recipiente (1) y otro dispositivo de presa o válvula (12) entre las dos secciones de canal (8 y 9), estando las aberturas de entrada y de salida del recipiente provistas además de unos cierres o tapones opcionales (13, 14), respectivamente, que permiten el cierre y la apertura, respectivamente, de la entrada (4) y la salida (6) del recipiente.
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el recipiente de filtro está provisto de un medio de calentamiento para precalentar el interior del recipiente (1) y el filtro (7).
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el medio de calentamiento se proporciona de manera permanente en la tapa del recipiente (no mostrado).
4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1-3, caracterizado por que el filtro cerámico (7) se proporciona en la cámara de salida (5).
5. Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-3, caracterizado por que el recipiente de filtro (1) está provisto de una cámara de entrada más grande (3) donde el filtro cerámico (7) se monta justo por encima de la abertura de entrada y una cámara de salida más pequeña (5).
6. Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-3, caracterizado por que el recipiente de filtro (1) está provisto de una caja de filtro doble que tiene una cámara de entrada y dos cámaras de salida con filtros separados y con una o dos aberturas de salida y, opcionalmente, unos tapones correspondientes para todas las aberturas.
7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que el recipiente de filtro (1) está provisto de una caja de filtro doble que tiene dos cámaras de entrada con filtros cerámicos separados y con una o dos aberturas de entrada y una cámara de salida y, opcionalmente, unos tapones correspondientes para todas las aberturas.
8. Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-3, caracterizado por que el recipiente de filtro es más alto y tiene una cámara de salida que es más grande y está llena de bolas de  $Al_2O_3$  u otros medios habituales para un filtro de lecho profundo.
9. Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, caracterizado por que el filtro es un filtro de partículas aglomeradas.
10. Un método para filtrar metal fundido usando el aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, caracterizado por que el cebado y el funcionamiento del filtro cerámico se logran mediante las siguientes etapas para una caja de filtro sin tapones (13 y 14):
- suministrar metal desde un depósito de metal por el canal (10), cerrando la presa (11) después de la abertura de salida y abriendo la presa (12) entre la entrada y la salida hasta que el nivel de metal se encuentre por encima de la parte superior de las aberturas de entrada y de salida,

- evacuar el aire del recipiente (1) tan pronto como el nivel de metal esté por encima de las aberturas (4, 6) y, de este modo, arrastrar el metal hacia arriba hasta la cámara de entrada (3) y la cámara de salida (5),
  - el metal se detendrá contra la parte inferior del filtro cerámico (7) pero continuará subiendo en la cámara de entrada (3) a medida que aumenta la subpresión,
  - 5 - la diferencia de altura entre la pared divisoria (16) y la parte inferior del filtro cerámico (7) proporcionará una presión de metal sobre el filtro y, finalmente, cebará el filtro cerámico,
  - ajustar la subpresión hasta que el metal alcance un nivel preestablecido por encima de la pared divisoria (16),
  - abrir la presa (11) en la salida y, simultáneamente, cerrar la presa (12) y mantener el vacío en el recipiente al nivel preestablecido, haciendo de este modo que el metal fluya a través del recipiente de filtro (1),
  - 10 - al final de la operación de colada, bajar gradualmente el nivel del metal dentro del recipiente (1) reduciendo la subpresión en el recipiente de filtro (1),
  - abrir la presa (12) entre la entrada (4) y la salida (6) cuando el metal haya alcanzado un nivel preestablecido, por lo que todo el metal restante en el recipiente de filtro se libera al foso de colada.
- 15 11. Un método para filtrar metal fundido usando el aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, caracterizado por que el cebado y el funcionamiento del filtro se logran mediante las siguientes etapas para una caja de filtro con tapones (13 y 14):
- 20 - suministrar metal desde un depósito de metal por el canal (10), cerrándose las aberturas de entrada (4) y de salida (6) con los tapones (13 y 14), y cerrándose la presa (11) después de la abertura de salida y abriéndose la presa (12) entre la entrada y la salida hasta que el nivel de metal se encuentre por encima de la parte superior de las aberturas de entrada y de salida,
  - evacuar el aire del recipiente (1) tan pronto como el nivel de metal esté por encima de las aberturas y abrir las aberturas de entrada y de salida (6) retirando los tapones (13 y 14) y, de este modo, arrastrar el metal hacia
  - 25 arriba hasta que el metal se detenga contra el filtro en la cámara de salida y esté ligeramente por encima de la parte superior del filtro en la cámara de entrada y mantener el metal en esta posición,
  - cerrar la abertura (4) a la cámara de entrada con el tapón (14) y, a continuación, aumentar la subpresión hasta que se fuerce el metal hacia arriba a través del filtro cerámico (7),
  - abrir la entrada de recipiente (4) retirando el tapón (14) y ajustar la subpresión hasta que el metal alcance un
  - 30 nivel preestablecido por encima de la pared divisoria (16),
  - abrir la presa (11) en la salida y, simultáneamente, cerrar la presa (12) y mantener el vacío en el recipiente al nivel preestablecido, haciendo de este modo que el metal fluya a través del recipiente de filtro (1),
  - al final de la operación de colada, bajar gradualmente el nivel del metal dentro del recipiente (1) reduciendo la subpresión en el recipiente de filtro (1),
  - 35 - abrir la presa (12) entre la entrada (4) y la salida (6) cuando el metal haya alcanzado un nivel preestablecido, por lo que todo el metal restante en el recipiente de filtro se libera al foso de colada.
12. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado por que
- 40 el filtro (7), antes de cada operación de filtrado, se calienta a una temperatura cerca o por encima de la temperatura de fusión del aluminio.
13. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 10-12, caracterizado por que
- 45 el recipiente de filtro (1) se purga con gas inerte, preferentemente argón, antes del proceso de evacuación.
14. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 11 y 12, caracterizado por que
- 50 el metal no se drena desde el recipiente de filtro (1) entre cada operación de colada, por lo que las aberturas de entrada y de salida (4, 6) se mantienen cerradas y el recipiente y la masa fundida se mantienen calientes hasta que se inicia la siguiente operación de filtrado.

Fig. 1

Flujo de metal  
durante la operación

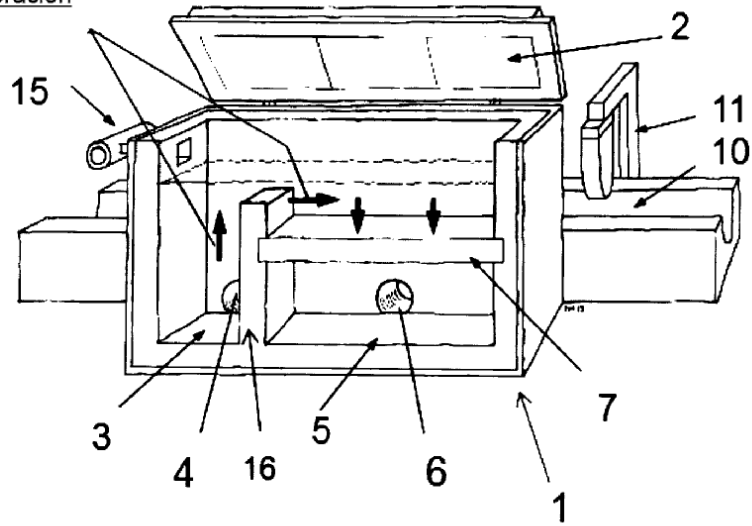


Fig. 2

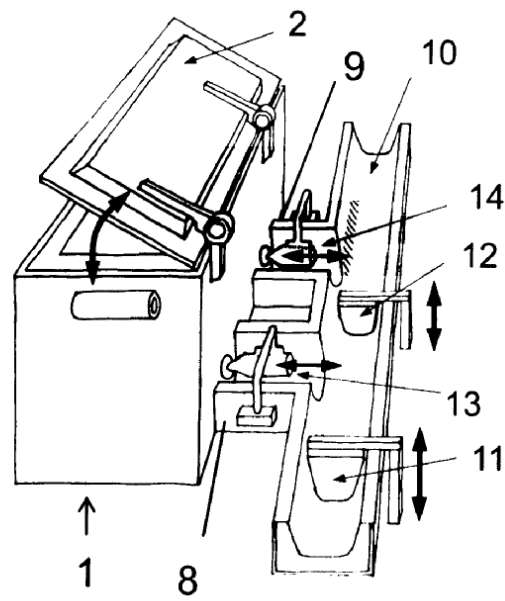




Fig. 3

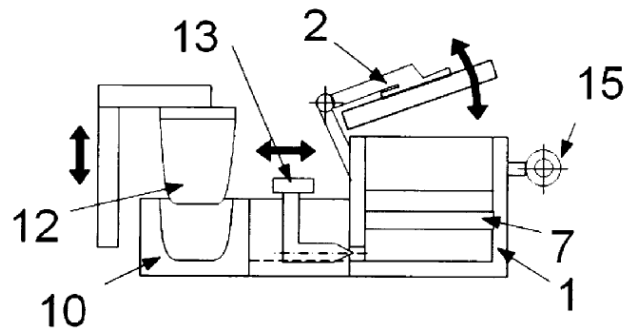


Fig. 4

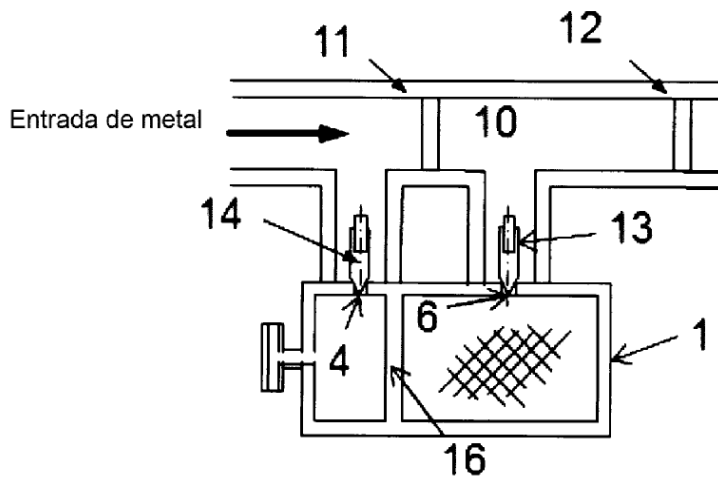


Fig. 5

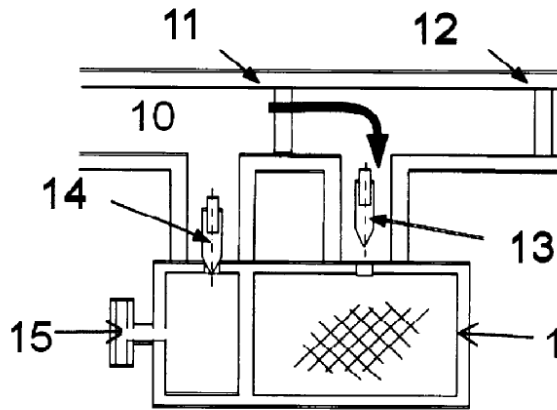


Fig. 6

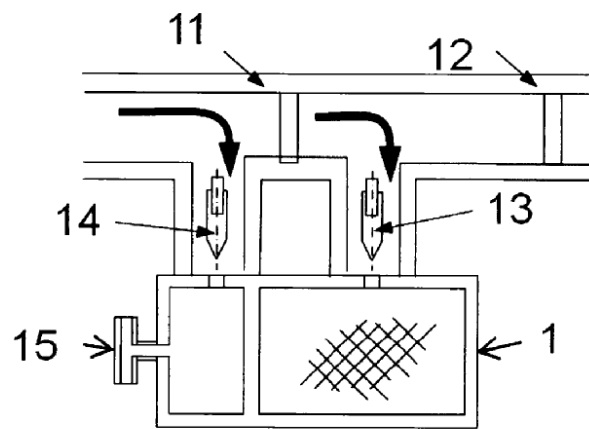


Fig. 7

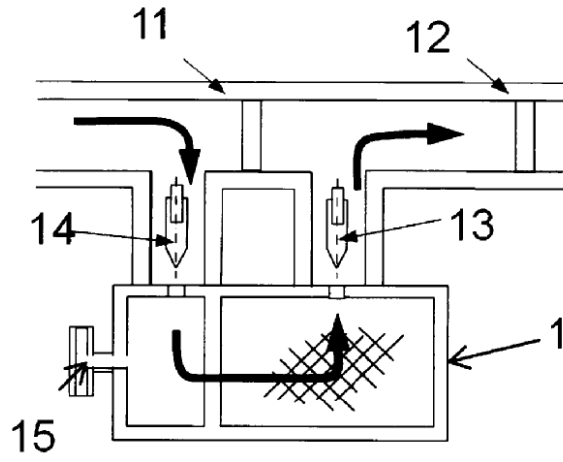


Fig. 8

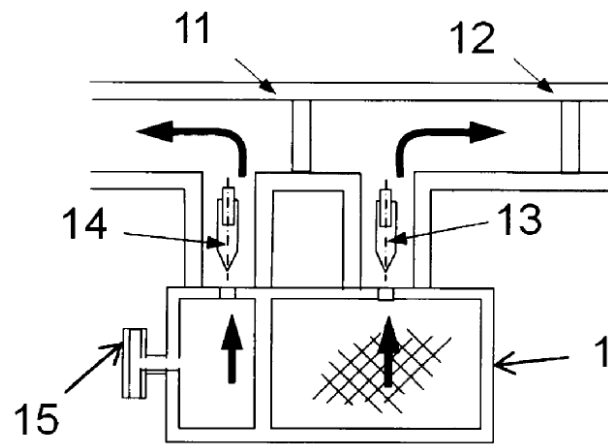


Fig. 9

Flujo de metal  
durante la operación

