



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 326 084**

51 Int. Cl.:
B22D 11/06 (2006.01)
B22D 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04748770 .7**
96 Fecha de presentación : **25.06.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1648635**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.04.2006**

54 Título: **Método y equipo para la colada continua o semicontinua de metal.**

30 Prioridad: **30.06.2003 NO 20033001**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.09.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.09.2009

73 Titular/es: **NORSK HYDRO ASA**
0240 Oslo, SE

72 Inventor/es: **Heggset, Bjarne, Anders;**
Anesbug, Geir, Olav;
Vaagland, Bjørn;
Sæther, Torstein;
Benum, Steinar y
Hafsås, John, Erik

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 326 084 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).

ES 2 326 084 T3

DESCRIPCIÓN

Método y equipo para la colada continua o semicontinua de metal.

5 El presente invento se refiere a un método y un equipo para la colada continua o semicontinua de metal, en particular colada de enfriamiento directo (DC) de aluminio, que comprende un molde con una cavidad de molde o coquilla que está provista de una entrada enlazada con un almacenamiento de metal, y una salida con dispositivos para enfriar el metal, de modo que a través de la salida sea colado un objeto en forma de un cordón extendido, una varilla o una barra.

10 El equipo del tipo indicado en lo que antecede es muy conocido y usado para colar metal aleado, o no aleado, que siga siendo procesado por la cadena de producción, por ejemplo para fines de segunda fusión o de extrusión.

15 Una exigencia importante para este tipo de equipo de colada de la técnica anterior ha sido la de conseguir una superficie lisa libre de segregación en el producto colado. Esto ha sido de particular importancia para productos en los cuales la superficie no sea retirada antes del procesado.

Se supone que la segregación superficial es originada por dos fenómenos principales:

20 1. Segregación inversa: cuando el metal entra en contacto con la coquilla, la solidificación se iniciará en una capa delgada. Esta solidificación tendrá lugar normalmente desde la coquilla hacia el centro de la barra. Cuando el metal experimenta la transición de la fase líquida a la fase sólida, el volumen disminuirá en el exterior, y esa disminución debe ser sustituida con masa fundida aleada procedente de áreas más alejadas. Esto produce la denominada solidificación inversa, ya que tiene lugar la segregación hacia el frente de solidificación. Este tipo de segregación produce típicamente una zona aleada delgada bajo la superficie de la barra, que es un 10-20% más rica en elementos de aleación que el contenido de aleación nominal.

30 2. Eflorescencias: cuando la cáscara solidificada en el exterior de la barra no está en contacto físico con la pared de la coquilla, el metal aleado puede ser expulsado al exterior a través de la cáscara solidificada o parcialmente solidificada (refusión). Esta solidificación produce una delgada zona muy aleada fuera de la superficie original, y una zona empobrecida de aleación en correspondencia bajo la superficie original.

Se ha supuesto que la segregación inversa es afectada, a su vez, por:

35 1. La transferencia de calor desde la barra a las paredes de la coquilla.

2. La longitud de la zona de contacto entre la coquilla y la barra.

40 3. El refinamiento del grano y la morfología de la solidificación.

4. Los flujos próximos a la superficie de la barra y su efecto sobre el campo térmico.

45 5. Las propiedades específicas de la aleación (por ejemplo, la conductividad térmica y el camino que sigue la solidificación).

Además, se supone que las eflorescencias son afectadas por:

50 1. La transferencia de calor desde la barra a las paredes de la coquilla.

2. La distancia entre la zona de contacto en la coquilla y el punto de incidencia del agua.

3. La morfología de la solidificación y el refinamiento de grano.

55 4. Las deformaciones estacionarias y periódicas de la cáscara exterior (efecto de esponja).

5. Las diferencias de presión sobre la cáscara solidificada/semisolidificada.

60 6. Los flujos próximos a la superficie de la barra y su efecto sobre el campo térmico.

7. Las propiedades específicas de la aleación (por ejemplo, la conductividad térmica y el camino que sigue la solidificación).

65 Para reducir la segregación, se ha supuesto que es importante lo siguiente:

1. Una reducida transferencia de calor entre la coquilla y la barra. Esto incluye también una fricción reducida entre la pared de la coquilla y la barra.

ES 2 326 084 T3

2. Una distancia óptima entre el inicio de la zona de contacto y el punto de incidencia del agua (debe ser ajustada con relación a los parámetros de la colada y a la transferencia de calor entre la coquilla y la barra).

3. Un reducido nivel de metal sobre, o en, la coquilla.

4. Fluctuaciones reducidas en el nivel del metal (producen menos segregación y menores variaciones en la topografía de la superficie).

5. Evitar las fluctuaciones periódicas en la zona de contacto, debidas a la variación de la presión de gas y de volumen dentro de moldes de mazarota caliente (moldes de gas-slip). Esto produce los característicos anillos que se ven en la superficie de las varillas.

El único método actualmente en uso que puede dar por resultado una barra sin segregación superficial es el de colada electromagnética, pero ese método requiere una cuantiosa inversión y sistemas de control completo. Con la colada electromagnética, se cancelan las diferencias de presión sobre la cáscara, es decir, que desaparecen las eflorescencias. Al mismo tiempo, no hay contacto entre el metal y la pared del molde, y por lo tanto tampoco se forma una zona de segregación inversa. Usando la tecnología de colada convencional, es posible reducir tanto las eflorescencias como la segregación inversa, reduciendo para ello el efecto del contacto de la coquilla con el metal.

Usando una denominada mazarota caliente con dispositivos de suministro para el gas y el aceite en la zona de solidificación para el metal, y donde se forma un cojín de gas bajo la mazarota caliente, se reduce la zona de contacto con la coquilla y la transferencia de calor a la coquilla, ya que se reduce la distancia desde el punto de incidencia del agua a la zona de contacto con la pared de la coquilla. De este modo se consigue una pequeña zona de segregación inversa. Con este método de colada, sin embargo, se usa una presión metalostática relativamente alta, por lo que subsisten todavía algunas eflorescencias. Además, el método produce pulsaciones en la cantidad de suministro de gas, combinadas con la reducción periódica de la pared de la coquilla, lo cual da lugar a un proceso de segregación anular y también a una topografía anular en la varilla.

Usando una boquilla de aguja o una boquilla de bola flotante, se puede también reducir la diferencia de presión sobre la cáscara solidificada y la zona de contacto entre la coquilla y la barra, de modo que se disminuye la segregación superficial. Sin embargo, éste es un método difícil de usar óptimamente, debido a la regulación individual de los moldes y a los aspectos de seguridad, por cuanto el flujo de metal puede ser detenido bruscamente (boquillas cegadas). Con las condiciones óptimas de colada para la segregación superficial, el agua penetrará entonces en el aluminio líquido y creará un riesgo de explosión. Por lo tanto, la mayor parte de los procesos de boquilla de aguja se llevan a cabo con un nivel de metal en el molde más alto que el óptimo, para una reducida segregación superficial, es decir, que se aumenta la fuerza que motiva la segregación.

La Patente de EE.UU. N° 3.552.478, se refiere a un método para iniciar y mantener el suministro de metal a un molde de colada continua que opere hacia abajo, e incluye los pasos de aspirar metal de un depósito, a través de un tubo de subida, al interior de una artesa por encima del depósito, cerrar luego el tubo de subida y mantener cerrada una bajante al molde, y dejar después que aumente la presión en la artesa y abrir a continuación la bajante y dejar que fluya el metal y se inicie la colada. El método es especialmente adecuado para la colada de metal en moldes de oruga.

El presente invento representa un método para la colada continua o semicontinua de metal, con el cual se reducen considerablemente o se eliminan las desventajas antes indicadas de segregación inversa y de eflorescencias. Además, se ha llegado a una solución con la que se obtiene mucha más seguridad durante la operación de la colada, es decir, a una solución HSE mejorada. Además, se ha llegado a una solución que hace posible regular el nivel de metal en la coquilla (o coquillas), es decir, el nivel de metal en relación con el enfriamiento primario y secundario, que hace sea sencillo adaptar la operación de la colada a la aleación a ser colada.

El método se caracteriza por las propiedades que se definen en la reivindicación independiente 1 que se acompaña.

Además, el equipo se caracteriza por las propiedades que se definen en la reivindicación independiente 3 que se acompaña.

En las reivindicaciones subordinadas 2 y 4-5 se definen características ventajosas del presente invento.

En lo que sigue se describirá el presente invento con más detalle por medio de ejemplos y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Fig. 1 representa una vista en perspectiva, vista parcialmente desde un lado y desde el frente, de un sencillo equipo de colada de acuerdo con el presente invento, en el cual una cubierta que está diseñada para cerrar el equipo por arriba se mantiene abierta, de modo que sea posible ver parcialmente por el conducto de suministro de metal aislado térmicamente.

La Fig. 2 representa una vista en alzado del equipo representado en la Fig. 1, en el cual se suministra el metal líquido al equipo durante la iniciación de una operación de colada.

ES 2 326 084 T3

La Fig. 3 representa lo mismo que la Fig. 2, pero durante una etapa posterior de la operación de la colada.

Las Figs. 4 a) y c) representan imágenes de varillas coladas con el equipo de colada de mazarota caliente tradicional y con un equipo de acuerdo con el presente invento, respectivamente; y las Figs. 4 b) y d) representan imágenes de la prueba de muestras de metal de las varillas ilustradas en las Figs. 4 a) y b), respectivamente.

Como se ha dicho en lo que antecede, la Fig. 1 representa una vista en perspectiva de un ejemplo de equipo de colada simple, de acuerdo con el presente invento, para colar lingotes de extrusión. Es simple en el sentido de que únicamente comprende seis coquillas o moldes 3 (véanse también las Figs. 2 y 3) con entradas de metal 4. Este tipo de equipo puede comprender bastantes más coquillas, hasta algunos cientos, dependiendo de su diámetro, entre otras cosas, y puede tener capacidad para colar decenas de toneladas de metal por hora.

Expresado en términos generales, además de las coquillas, las cuales no se han representado en la Fig. 1, el equipo comprende una estructura de bastidor 2 con un sistema de canalón 6 aislado térmicamente para el suministro de metal desde un almacenamiento de metal (horno de depósito o similar) y una cámara de distribución aislada en correspondencia (colector de metal) 5, para la distribución del metal a las respectivas coquillas. Sobre la cámara de distribución 6, el equipo está provisto de una tapa o cubierta desmontable 7, que está diseñada para sellar la cámara de distribución con respecto al ambiente. Trozos cortos de tubo 8 dispuestos en conexión con la cubierta 7, que se usan para inspección durante la colada, entre otras cosas, están conectados a la entrada 4 para cada coquilla 3 y están cerrados durante la colada, mientras que los conductos de ventilación 9 (véanse también las Figs. 2-3) que emergen desde otros trozos cortos de tubo con un dispositivo de cierre sobre la pared del molde en el equipo, están conectados a la cavidad 11 del molde en el molde 3. En el extremo del equipo hay un panel de control 19 que no forma parte del presente invento y que no se describirá aquí con mayor detalle.

Como se ha ilustrado con más detalle en las Figs. 2 y 3, el equipo para colada representado concierne a una solución vertical, semicontinua, en la cual se usa un apoyo móvil 13 para cada coquilla 3, para mantener cerrada por el fondo la coquilla al principio de cada colada. Las propias coquillas son del tipo de mazarota caliente, en el cual se usa un collar o protección 14 de aislamiento térmico directamente en la entrada a la cavidad del molde. Además, el aceite y el gas se suministran a través de anillos permeables 15 en la pared de la cavidad 11 del molde. Como se ha dicho en lo que antecede, se ha previsto un conducto de ventilación 9 para cada coquilla. Éste se cierra por medio de un dispositivo de cierre 10 o un tapón 16, al principio de cada colada (véase la sección correspondiente en lo que sigue).

Además, se ha previsto un trozo corto de tubo 27 que está diseñado para conexión con un depósito de vacío (depósito de presión negativa o sistema de extracción), de modo que se pueda aplicar una presión negativa a la cámara de distribución 5 durante la colada (véase la sección pertinente en lo que sigue).

El metal llega a través del canalón 6 y es suministrado a un depósito intermedio 17 a un nivel algo inferior, a través de un dispositivo de válvula 19 (no representado en detalle). El depósito intermedio 17 está abierto por la parte superior (en 22), pero un conducto 20 está diseñado para pasar el metal a la cámara de distribución 5, la cual está situada a un nivel más alto, y a las coquillas. Con esta solución, en la que se ha previsto un depósito intermedio 17 a un nivel inferior, y en la que el metal es hecho pasar (aspirado) desde ese nivel a través de la cámara de distribución 5 a la cavidad del molde situada a un nivel más alto que el del depósito 17, se usa el principio de sifón para alimentar el metal a la coquilla. Por consiguiente, es posible también, regulando el nivel en el depósito intermedio 17, regular el nivel 26 del metal en la cavidad del molde 11, y por consiguiente también el punto de contacto (zona de solidificación) contra la pared de la coquilla. Por lo tanto, regulando el nivel en el depósito 17, se regula también el nivel 26 en la cavidad del molde, mientras que la presión metalostática contra el punto de contacto 15 en la coquilla (cavidad del molde) es virtualmente 0. Esto es la esencia del presente invento, y se explicará con más detalle en lo que sigue.

Con respecto al resto del equipo, se ha previsto un tubo corto de drenaje 21 en conexión con el depósito intermedio 17. A través de ese tubo corto de drenaje, es posible drenar (eliminar) el metal restante de la cámara de distribución 5 y del depósito intermedio 17.

Con referencia a las Figs. 2 y 3, se describirá con más detalle el método de la operación del equipo de acuerdo con el presente invento. En la Fig. 2 se ha ilustrado el punto de partida de una operación de colada. Se suministra metal desde un almacenamiento (no representado) a través del canalón 6, a través del dispositivo 18 de válvula abierta, al depósito intermedio 17, a la cámara de distribución 5 y a las coquillas 3 (solamente se han representado dos coquillas en estas Figs., por razones prácticas). Se acopla la tapa 7 y se conecta el tubo corto de conexión 27 al sistema de extracción, de modo que se evacue todo el aire. Se llenan el canalón 7, el depósito intermedio 17 y la cámara de distribución 5, incluidos los moldes 3, hasta un mismo nivel (el metal se ha representado en un color gris más oscuro). Se cierra la tubería de ventilación 9, que se extiende desde la cavidad de molde 3, por medio del dispositivo de cierre 10 y/o del tapón 16.

En la Fig. 2 se ha representado una situación en la cual la operación de colada no se ha iniciado todavía y el apoyo 13 está mantenido apretado contra la salida de la coquilla. El dispositivo de válvula 18 está abierto en ese momento, pero se irá cerrando gradualmente. Después de que haya sido suministrado el metal líquido al depósito intermedio 17, a las coquillas y a la cámara de distribución 5 y de que haya quedado equilibrado, se inicia la operación se inicia la operación de colada. Entonces bajará el nivel del metal en el depósito 17, mientras que se mantendrá el nivel del metal en la cámara de distribución 5, por medio de la presión negativa (en relación con la ambiente) formada por medio de

la extracción a través del tubo corto de conexión 27. Se forma entonces un lingote 25 de extrusión por colada, como se ha ilustrado en la Fig. 3. Se mantienen cerrados el dispositivo de cierre 10 y/o el tapón 16 para la tubería de ventilación 9, que impiden la ventilación a la atmósfera hasta que la presión metalostática en la coquilla 11 sea equivalente a la presión atmosférica. Se quita entonces el tapón 16 y existe equilibrio entre el nivel del metal 23 en el depósito 17 y el nivel del metal 26 en la coquilla, con el resultado de que fluirá metal a la coquilla 3 cuando se suministre metal al depósito intermedio 17 desde el canalón de suministro 6.

En la Fig. 3 se ha representado la situación ideal (equilibrada) de colada, en la cual el tapón 16 ha sido retirado y la válvula 10 está abierta. Existe equilibrio entre el nivel del metal 26 en el molde 3 y el nivel del metal 23 en el depósito intermedio 17. En tal situación, la presión metalostática es virtualmente cero en el punto de contacto del metal contra la coquilla. El método de acuerdo con el presente invento viene representado, como se ha visto en lo que antecede, precisamente por eso, es decir, porque el metal es suministrado a la coquilla de tal modo y con tal regulación que la presión metalostática en el punto de contacto contra la coquilla es virtualmente cero durante la colada. Esto se consigue por medio del equipo representado en las figuras y que se ha descrito en lo que antecede.

Se hace notar, sin embargo, que el presente invento, tal como se ha definido en las reivindicaciones, no queda limitado a las soluciones ilustradas y descritas en lo que antecede. Por lo tanto, el concepto del presente invento será aplicable no solamente a equipo de colada semicontinua, sino también a equipo de colada continua horizontal. Además, es posible conseguir de otros modos una diferencia de presión de virtualmente cero en el punto de contacto contra la coquilla, por ejemplo, poniendo a presión un depósito de colada con una presión igual a la presión metalostática en la cavidad del molde (solución de contrapresión).

La solución, tal como se define en las reivindicaciones, tampoco está limitada a las denominadas coquillas de mazarota caliente o de gas-slip, sino que puede ser usada en un equipo de colada enfriado directamente, más tradicional. Además, el equipo puede ser también dispuesto en conexión con la entrada de la coquilla, para agitar el metal con objeto de atenuar cualquier otro problema que se plantee en relación con la segregación o la efluencia. Además, con objeto de eliminar problemas con posible formación de óxido, se puede usar un gas inerte, por ejemplo argón.

Se llevaron a cabo varias pruebas en las que se colaron lingotes de extrusión de diversas aleaciones de aluminio, usando un equipo de acuerdo con el presente invento. Se compararon esas pruebas con pruebas en las cuales se colaron las mismas aleaciones usando equipo de colada de mazarota caliente existente. En las Figs. 4 a) y b) se han representado imágenes de la superficie y de micro estructura de la superficie de un lingote de extrusión de aleación AA 6082 colado con el equipo de mazarota caliente existente, mientras que en las Figs. 4 c) y d) se han representado imágenes de un lingote de extrusión colado con un equipo de acuerdo con el presente invento. Como se muestra en la Fig. 4 c), la superficie es mucho más fina y más lisa para las varillas coladas según el presente invento. Además, la Fig. 4 d) revela claramente que la microestructura de una varilla colada con el presente invento tiene menos poros oscuros contra la superficie que indiquen segregación.

REIVINDICACIONES

5 1. Un método para colada continua o semicontinua de enfriamiento directo (DC) de aluminio, que incluye un molde (1) con al menos un molde o coquilla (3) del tipo de mazarota caliente con una cavidad de molde (11) que está cerrada con respecto al ambiente y provista de medios de suministro para aceite y gas, estando provisto cada molde de una entrada (4) enlazada con una cámara (5) de distribución del metal, con lo que se suministra el metal a la cámara de distribución (5) desde un almacenamiento de metal en base a un suministro del tipo de sifón, estando además provisto cada molde de una salida con dispositivos (3) para enfriar el metal, de modo que sea colado a través de la salida un objeto en forma de un cordón extendido, un lingote de extrusión (25) o una barra de alambre,

10 **caracterizado** porque

15 se suministra el metal al molde (3) desde el almacenamiento de metal por medio de un sistema de suministro de metal (5, 31) que está sellado con respecto al ambiente, con lo que la presión de gas sobre el nivel de metal (26) en la zona de solidificación se regula de tal modo que la presión metalostática en el punto de contacto contra el molde es virtualmente cero durante la colada.

20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1,

25 **caracterizado** porque

30 se suministra el metal a una cámara de distribución (5) o conducto (31) que está en comunicación con un depósito de vacío a través de un tubo corto de conexión (33) y cuyo conducto (31) está además conectado a, y recibe suministro desde, un depósito de metal intermedio (17) dispuesto a un nivel inferior, con lo que el metal es suministrado al depósito (17) a través de un dispositivo de válvula (18) y es regulado por medio de ese dispositivo de válvula para lograr un efecto de sifón a través del conducto (31) con lo que el nivel (23) del metal en el depósito (17) es virtualmente el mismo que el, o ligeramente superior al, el nivel (27) del metal en la cavidad de molde (11) en el molde (3), y de modo que la contrapresión en la coquilla durante la colada es equivalente a la presión atmosférica.

35 3. Equipo para colada continua o semicontinua de enfriamiento directo (DC) de aluminio, que incluye un molde (1) con al menos un molde o coquilla (3) del tipo de mazarota caliente, con una cavidad de molde (11) que está cerrada con respecto al ambiente y provista de medios de suministro para aceite y gas, estando provisto cada molde de una entrada (4) enlazada con una cámara (5) de distribución del metal, con lo que se suministra metal a la cámara de distribución (5) desde un almacenamiento, sobre la base de un suministro del tipo de sifón, estando además provisto cada molde de una salida con dispositivos (3) para enfriar el metal, de modo que sea colado un objeto en forma de un cordón extendido, una varilla (25) o un lingote de extrusión, a través de la salida,

40 **caracterizado** porque

45 se ha previsto un sistema de suministro de metal (5, 31) que está sellado con respecto al ambiente, entre el almacenamiento de metal y la entrada (4) del molde (3), y medios para regular la presión de gas sobre el nivel del metal (26) en la zona de solidificación, de tal modo que la presión metalostática en el punto de contacto con el molde sea virtualmente cero durante la colada.

50 4. Equipo de acuerdo con la reivindicación 3,

55 **caracterizado** porque

60 el sistema de suministro de metal adopta la forma de una cámara de distribución o conducto (5, 31) que comunica con un depósito de vacío a través de un tubo corto de conexión (33), y cuyo conducto (31) está además conectado a, y está diseñado para ser suministrado con metal procedente de un depósito intermedio de metal (17) dispuesto a un nivel inferior, con lo que el metal está diseñado para ser suministrado al depósito (17) a través de un dispositivo de válvula (18) y está diseñado para ser regulado por medio de ese dispositivo de válvula, consiguiéndose un efecto de sifón a través del conducto (31), con lo que el nivel (23) del metal en el depósito es virtualmente el mismo que el, o ligeramente superior al, nivel (26) del metal en la cavidad de molde en el molde (3), y con lo que la contrapresión en el molde durante la colada es equivalente a la presión atmosférica.

65 5. Equipo de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4,

caracterizado porque

el sistema de contrapresión comprende una cuba de presión o depósito de presión en el cual la presión es más alta que la presión atmosférica ambiente.

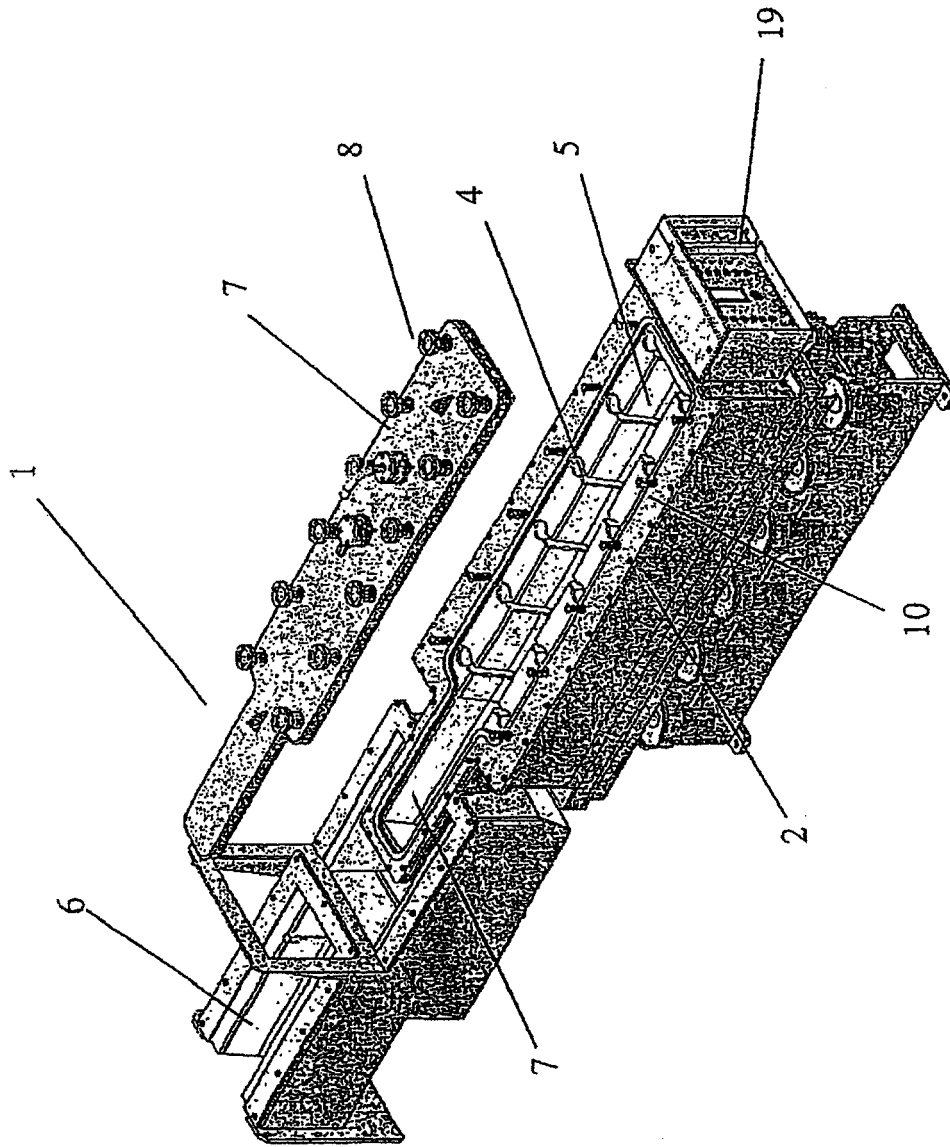


Fig. 1

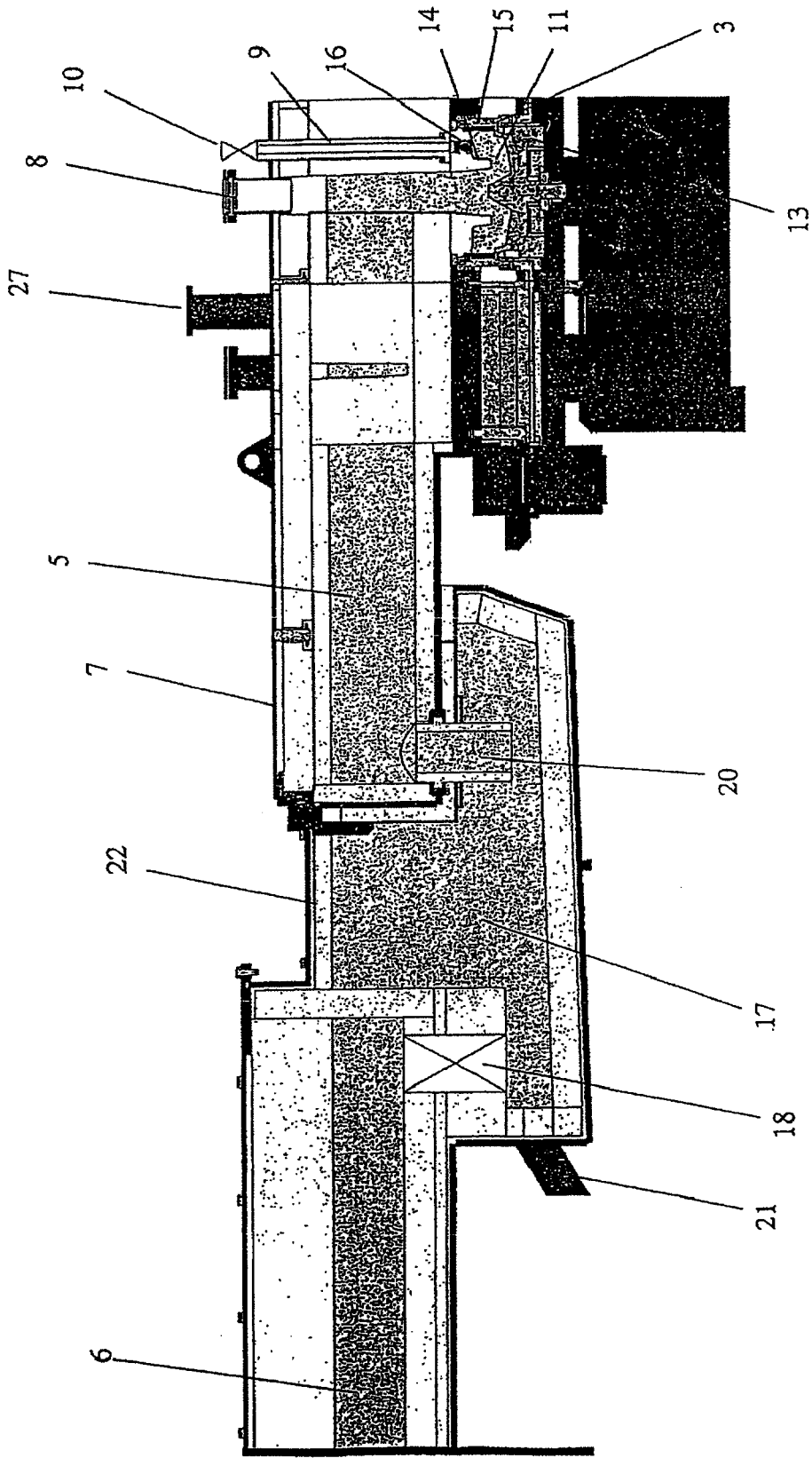


Fig. 2

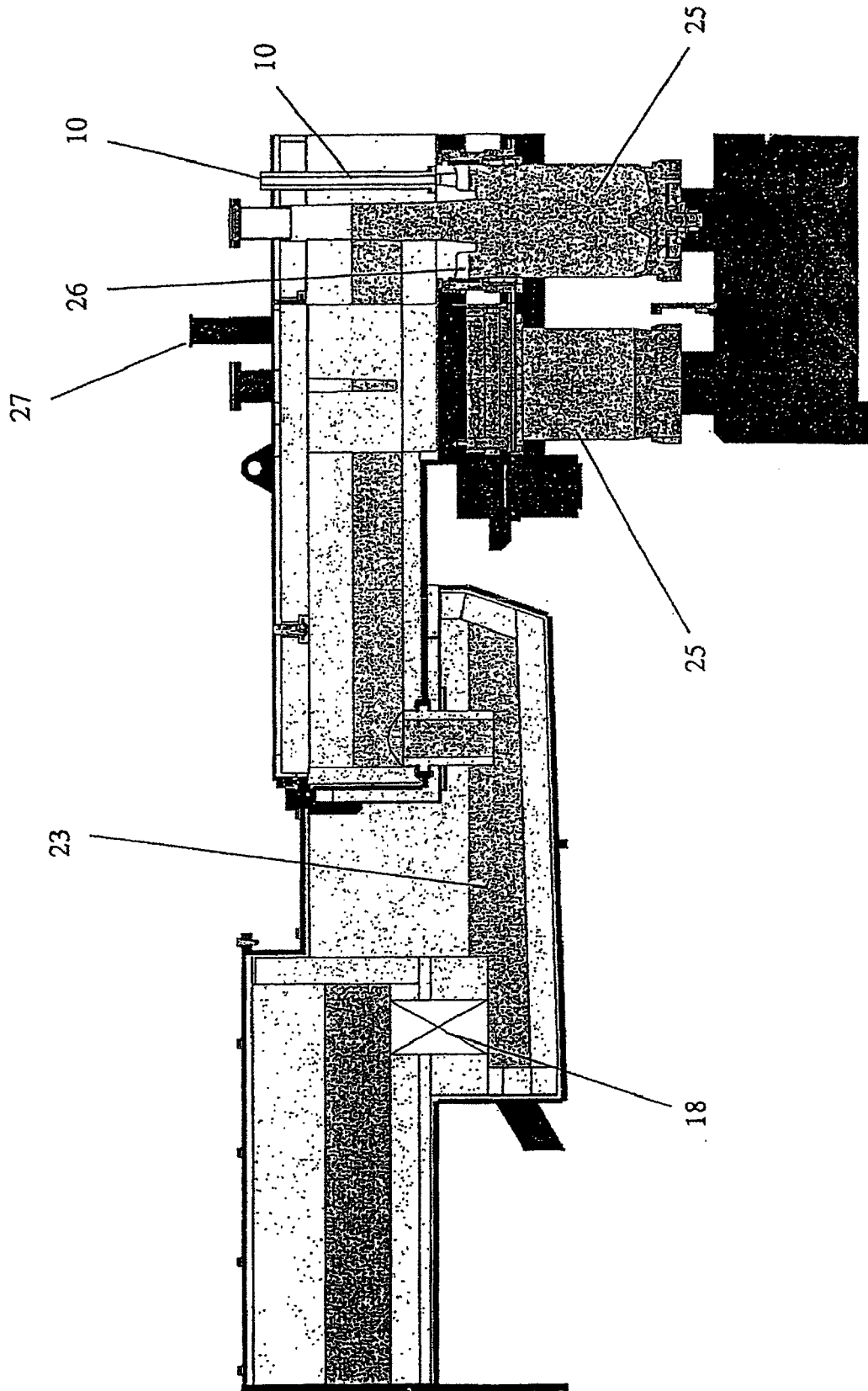


Fig. 3

