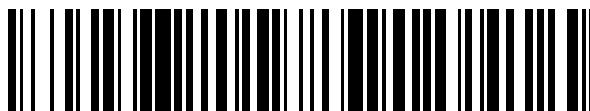


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 031**

51 Int. Cl.:

B22C 9/10 (2006.01)
B22C 9/02 (2006.01)
B22D 30/00 (2006.01)
B22D 27/04 (2006.01)
B22D 29/00 (2006.01)
B22C 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2013 E 13719081 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 2844409**

54 Título: **Procedimiento para fundir una pieza de fundición dotada de al menos una abertura de paso**

30 Prioridad:

03.05.2012 DE 102012103884

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

21.01.2016

73 Titular/es:

**FRITZ WINTER EISENGIESSEREI GMBH & CO.
KG (100.0%)
Albert-Schweitzer-Strasse 15
35260 Stadtallendorf, DE**

72 Inventor/es:

ARNOLD, KLAUS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 557 031 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

Procedimiento para fundir una pieza de fundición dotada de al menos una abertura de paso

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para fundir una pieza de fundición dotada de al menos una abertura de paso a partir de una masa fundida de metal. En el caso de las piezas de fundición en cuestión, se trata normalmente de bloques del motor para motores de combustión interna con elevadas potencias, que se funden a partir de un material de hierro fundido.
- 10 Los motores de combustión interna modernos se perfeccionan continuamente para la reducción del consumo de combustible. En este sentido, la reducción del volumen y del peso de las piezas de construcción tiene una importancia central. Esta dirección en el desarrollo se documenta en los medios competentes con el término “*downsizing*” (reducción de tamaño). La meta del “*downsizing*” es, por ejemplo, alcanzar potencias con tamaños de motor más pequeños que hasta ahora requerían volúmenes de construcción mayores.
- 15 Para un *downsizing* exitoso de motores de combustión interna es necesario, entre otros, aumentar permanentemente las propiedades tecnológicas de sus piezas individuales. Así con construcciones de motor modernas la potencia alcanzable con el mismo tamaño de construcción pudo más que triplicarse.
- 20 Para garantizar una capacidad de carga suficiente de bloques del motor que se componen de hierro fundido con esta densidad de potencia, en lugar de fundición gris convencional hoy se emplea parcialmente hierros fundidos con grafito vermicular, o se utilizan materiales de hierro fundido de aleación más alta para alcanzar las resistencias necesarias.
- 25 Las piezas de fundición del tipo descrito anteriormente se vierten habitualmente en moldes de fundición que se componen de varias piezas de moldeo y núcleos de fundición. Mientras que las piezas de moldeo por lo general determinan la forma externa de la pieza de fundición, los núcleos de fundición se insertan en el molde de fundición para reproducir entalladuras, cavidades, aberturas de paso y similares en la pieza de fundición que va a fabricarse.
- 30 En función de su posición dentro o sobre la pieza de fundición y de la capacidad de desmoldarse tras la solidificación de la pieza de fundición, las piezas de moldeo y núcleos de fundición están diseñados como piezas de moldeo duraderas y núcleos de fundición duraderos o como piezas de moldeo y núcleos de fundición perdidos. Mientras que las piezas de moldeo duraderas y núcleos de fundición duraderos se componen de materiales que soportan las cargas que aparecen durante la fundición, y por lo tanto pueden emplearse repetidas veces para una pluralidad de
- 35 operaciones de fundición, las piezas de moldeo y núcleos de fundición perdidos se componen habitualmente de materiales de moldeo que pueden destruirse sin problemas mediante la acción de la fuerza y de temperatura. Si un molde de fundición se compone completamente o al menos fundamentalmente de piezas de moldeo y núcleos de fundición perdidos habitualmente se habla de un molde perdido, mientras que moldes de fundición que se componen predominantemente de piezas de moldeo duraderas también se denominan moldes de fundición duraderos cuando
- 40 están insertados en ellos núcleos de fundición perdidos. En el sector de la fundición de hierro se emplean normalmente moldes perdidos, mientras que en el sector de la fundición de metal ligero a menudo se emplean moldes de fundición duradera o combinaciones de piezas de moldeo de fundición duraderas y piezas de moldeo perdidas.
- 45 Normalmente, en los materiales de moldeo, de los que se componen las partes de moldeo y los núcleos de fundición perdidos se trata de arenas mezcladas con un aglutinante adecuado que, en la fabricación de las piezas de moldeo o núcleos de fundición respectivos se endurecen mediante una reacción química hasta que para la solidificación de la masa fundida que se cuela en el molde de fundición poseen una estabilidad de la forma suficiente. Los componentes del material de moldeo pueden estar adaptados en este caso unos a otros de manera que el núcleo de
- 50 fundición respectivo o la pieza de moldeo respectiva ya durante el transcurso del enfriamiento de la pieza de fundición a consecuencia de las tensiones que aparecen con ello se quiebran automáticamente. Alternativamente o adicionalmente la desintegración de las piezas de moldeo y núcleos de fundición perdidos puede provocarse mediante la aplicación de fuerzas que actúan mecánicamente. Así, por ejemplo, los núcleos de fundición pueden destruirse mediante sacudidas de la pieza de fundición respectiva para dar lugar a piezas tan pequeñas que su
- 55 material de moldeo se escurre desde la pieza de fundición automáticamente, o la destrucción de los núcleos de fundición se acelera mediante taladro, expulsión o enjuague. Sin embargo, la condición para ello en cada caso es que la pieza de fundición se haya enfriado esencialmente en su totalidad para que las cargas que aparecen en la destrucción mecánica o térmica de los núcleos de fundición o piezas de moldeo perdidas provoquen ningún daño de la pieza de fundición.
- 60 El proceso del enfriamiento de la pieza de fundición tiene influencia decisiva en sus propiedades mecánicas. Los problemas en el enfriamiento de una pieza de fundición pueden aparecer porque la pieza de fundición se enfría por zonas a distinta velocidad a consecuencia de una distribución de material desigual o evacuación de calor desigual. A consecuencia de un enfriamiento desigual de este tipo puede llegarse a tensiones propias de la pieza de fundición que pueden ocasionar un empeoramiento drástico de su capacidad de carga mecánica.
- 65

Para minimizar la aparición de tales tensiones durante la fundición de piezas de fundición con espesores de pared que varían intensamente, el enfriamiento de la temperatura de fundición se realiza lentamente de manera encauzada hasta una temperatura situada por lo general por debajo de 600 °C. Para ello las instalaciones de fundición empleadas en la práctica están equipadas con tramos de enfriamiento de una longitud determinada, pudiendo comprender estos tramos de enfriamiento adicionalmente las denominadas “estaciones de enfriamiento” en las cuales los moldes de fundición con las piezas de fundición que van a enfriarse en ellos permanecen durante un espacio de tiempo determinado para retrasar adicionalmente el enfriamiento. Si no se proporcionan medios para garantizar un enfriamiento suficientemente lento, o incluso si tras un enfriamiento lento de este tipo existen todavía tensiones propias demasiado altas en la pieza de fundición, las piezas de fundición deben someterse a un recocido adicional para eliminar las tensiones en cuestión.

Como posibilidad alternativa las tensiones debidas a la tracción en la zona interior de un bloque del motor se ha propuesto en el documento DE 10 2008 048 761 A1 enfriar la masa fundida tras colarla orientada en el molde de fundición de manera que la solidificación de la masa fundida se provoca primero en el interior del cuerpo de fundición o la solidificación se realiza desde una zona del cuerpo de fundición orientada a un alimentador. Esto debe alcanzarse porque la potencia de enfriamiento diferente de al menos dos circuitos de enfriamiento independientes, previstos en el molde de fundición respectivo influye en la solidificación de la pieza de fundición respectiva. No obstante, esto puede llevarse a cabo solamente entonces cuando el molde de fundición respectivo está diseñado como molde de fundición permanente al menos en las zonas en las que la potencia de enfriamiento debe aplicarse de manera encauzada. De esta manera para el moldeo de las aberturas de cilindro del cárter de los cilindros respectivo están previstas pinolas moldeadas especialmente que tras la solidificación se extraen de la pieza de fundición sin destruirse. En este caso para la retirada de las pinolas tras la solidificación ha demostrado ser ventajoso si se empieza con el enfriamiento del borde de las aberturas de cilindro en otro momento diferente al de la realización del enfriamiento de la superficie de cilindro y el enfriamiento del borde de cilindro con una intensidad diferente al enfriamiento de la superficie de cilindro. De esta manera la solidificación del bloque para del motor fundido debe poder realizarse en la zona de las aberturas de cilindro de manera que el bloque del motor puede desmoldarse en un momento en el que, aunque está solidificado, todavía presenta una temperatura elevada.

Otra posibilidad de un enfriamiento acelerado encauzado de zonas de piezas de fundición que están dispuestas en el interior de la pieza de construcción respectiva se describe en el documento DE 11 2006 000 627 T5. El molde para la fundición en arena conocido por esta publicación previa para la fabricación de una pieza de fundición a partir de una aleación de aluminio comprende una sección que está fabricada por medio de un disolvente, especialmente agua, un aglutinante soluble, y otra sección adicional que está fabricada por medio de un aglutinante que no puede disolverse con el disolvente en cuestión. Esta distribución de las secciones del molde de arena, permite eliminar el núcleo fabricado a base del aglutinante soluble mediante la aplicación de presión con el disolvente, es decir por ejemplo a través de aplicación de presión mediante un chorro de agua, de manera que las zonas interiores de la pieza de fundición sometidas al efecto del disolvente se enfrían más rápido que el resto de la pieza de fundición. Sin embargo esta solución se refiere solamente a cavidades que están presentes en la pieza de fundición y condiciona una configuración compleja del molde de arena de materiales de moldeo diferentes.

En el documento DE 10 2010 003 346 A1 se ha realizado otra propuesta para el enfriamiento acelerado de las zonas de una pieza de fundición que rodean una abertura de paso, determinada para un caso de aplicación especial y adecuada para la fundición de metal ligero. En el procedimiento descrito en el mismo, para fundir un émbolo para un motor de combustión interna, tras la solidificación de capa marginal en la zona de las aberturas para perno de émbolo, las pinolas previstas para moldear estas perforaciones se retiran y la zona de la perforación respectiva se enfría mediante un medio de refrigeración que se alimenta mediante al menos una de las pinolas.

El documento JPH03138068 A describe un procedimiento para la fabricación de un bloque de cilindro, en el que se insufla gas de refrigeración a través de una abertura de desaireación desde abajo hacia el núcleo de arena existente todavía en la camisa de cilindro, tan pronto como la temperatura de la camisa de cilindro haya alcanzado el punto de transformación A1.

Ante el trasfondo del estado de la técnica explicado anteriormente el objetivo de la invención consistía en indicar un procedimiento que posibilitara con un gasto de aparatos reducido fabricar piezas de fundición que presenten aberturas de paso con propiedades mecánicas optimizadas.

De acuerdo con la invención este objetivo se ha conseguido mediante el procedimiento indicado en la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes están indicadas configuraciones ventajosas de la invención y se explican a continuación en detalle como la idea general de la invención.

El procedimiento de acuerdo con la invención para fundir una pieza de fundición dotada de al menos una abertura de paso a partir de una masa fundida de metal comprende por lo tanto las siguientes etapas de trabajo:

a) facilitar un molde de fundición en el que al menos esté presente un núcleo de fundición para reproducir la

abertura de paso, en el que el núcleo de fundición se compone de un material de moldeo que comprende un aglutinante que se desintegra bajo la acción de la fuerza o de la temperatura,

b) colar la masa fundida de metal en el molde de fundición para formar la pieza de fundición,

c) enfriar la pieza de fundición en el molde de fundición a una temperatura que se sitúa por debajo de la temperatura de líquido de la masa fundida de metal, aunque por encima de una temperatura mínima hasta que la cual se llega a la configuración de textura de resistencia más elevada con un enfriamiento acelerado.

d) fabricar un canal de paso que atraviesa la abertura de paso de la pieza de fundición que desemboca en cada caso en un lado exterior del molde de fundición al quemarse el aglutinante del material de moldeo del núcleo de fundición que reproduce la abertura de paso mediante el calor aportado en el molde de fundición al colar la masa fundida de metal en el mismo, o al destruirse al menos parcialmente de manera mecánica el núcleo de fundición que reproduce la abertura de paso respectiva para la fabricación del canal de paso y las zonas del molde de fundición dispuestas en su prolongación,

e) enfriar la pieza de fundición en el molde de fundición mediante la circulación de un medio de refrigeración a través del canal de paso.

La invención se basa en la idea, ya durante el enfriamiento de la pieza de fundición que sigue a la colada de la masa fundida de metal, de producir un estado mediante una intervención en el molde de fundición mediante el cual la pieza de fundición, en una zona situada en el interior, que es decisiva para su capacidad de carga futura, se enfríe con una velocidad, que es notablemente más alta que la velocidad con la que la pieza de fundición se enfriaría en esta zona si el molde de fundición permaneciera de manera convencional hasta el enfriamiento a temperatura ambiente en el estado en el que se realiza la colada.

Para ello, de acuerdo con la invención, en un momento en el que la pieza de fundición aunque todavía no se ha enfriado completamente sin embargo ya se ha vuelto sólida, se introduce en el molde de fundición un canal de paso que punzona el molde de fundición, que atraviesa al menos una abertura de paso de la pieza de fundición.

Mediante este canal de paso circula a continuación un medio de refrigeración. La circulación con el medio de refrigeración provoca que el material de la pieza de fundición que rodea la abertura de paso se enfríe de manera claramente más rápida de lo que sería el caso, si el molde de fundición permaneciera cerrado de manera convencional, hasta que la pieza de fundición haya alcanzado la temperatura final de enfriamiento especificada. En función del medio de refrigeración empleado en cada caso, del caudal de medio de refrigeración, del modo y manera de cómo el canal introducido en el molde de fundición de acuerdo con la invención está configurado y guiado, pueden alcanzarse a este respecto tasas de enfriamiento que son más elevadas que las tasas de enfriamiento que se alcanzan en el lado exterior del molde de fundición.

Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención el gradiente de temperatura entre zonas interiores y exteriores puede reducirse drásticamente, y al mismo tiempo, aumentarse la tasa de enfriamiento de la pieza de fundición en general. De esta manera, por un lado, se reduce a un mínimo las tensiones condicionadas térmicamente en la pieza de fundición. Por otro lado, con las piezas de fundición fabricadas de la manera de acuerdo con la invención se alcanzan resistencias que se sitúan claramente por encima de las resistencias que presentan piezas de fundición fundidas de manera convencional, y enfriadas en el molde de fundición sin medidas adicionales.

El procedimiento de acuerdo con la invención ha resultado ser especialmente efectivo en la creación de piezas de fundición a partir de una masa de hierro fundido. En este caso la temperatura mínima a la que la pieza de fundición se enfría al máximo hasta la fabricación del canal de paso que va a introducirse de acuerdo con la invención en el molde de fundición (etapa de trabajo c)) se ajusta de manera que se sitúa por encima de la temperatura A_1 en la que se llega a la transformación de la austenita. Mediante el enfriamiento acelerado posibilitado de acuerdo con la invención, en el interior de la pieza de fundición puede generarse de esta manera un porcentaje más elevado de textura de dureza que contribuye a un aumento de resistencia notable. En el caso de aleaciones de hierro fundido empleadas especialmente en el sector de la fundición de bloques para el motor, la temperatura mínima que durante el enfriamiento en la etapa de trabajo c) no se alcanza, se sitúa normalmente en el intervalo de 1153 a 600 °C.

En el caso del medio de refrigeración puede tratarse, por ejemplo, de aire o de otro medio gaseoso. Por ejemplo, en casos en los que se exige una tasa de enfriamiento mínima elevada determinada es concebible emplear vapor de agua o una mezcla de aire-vapor de agua como medio de refrigeración.

La circulación del canal de paso con un medio de refrigeración gaseoso que aparece en el entorno del molde de fundición tratado de acuerdo con la invención, se establece ya a consecuencia del efecto de chimenea que ocurre mediante la emisión de energía térmica de la pieza de fundición al medio de refrigeración gaseoso que entra en el canal de paso en cada caso a consecuencia de la convección. Este efecto puede fomentarse porque la pieza de fundición se orienta con el molde de fundición, o el canal de paso introducido en el molde de fundición se realiza de

manera que la dirección principal del canal de paso está orientada en vertical. En este caso, el aire presente en el canal de paso o que fluye posteriormente en él en cada caso y calentado puede subir sin obstáculos en el canal de paso.

Si son necesarias tasas de circulación más elevadas el medio de refrigeración puede conducirse también en un flujo forzado a través del canal de paso. Para ello la circulación del medio de refrigeración puede forzarse por medio de un dispositivo transportador, que por ejemplo se trata de un ventilador o una bomba. El dispositivo transportador en cuestión puede colocarse para ello delante de una de las desembocaduras del canal de paso dispuestas sobre una de las superficies laterales exteriores, o en el caso necesario, tras la introducción del canal de paso deslizarse en este.

Lógicamente el modo de proceder de acuerdo con la invención también puede aplicarse en piezas de fundición que presentan varias aberturas de paso. En este caso, si fuera necesario en la zona de cada una de las aberturas de paso se genera un canal de paso a través del cual a continuación circula medio de refrigeración para provocar el enfriamiento acelerado de acuerdo con la invención en la abertura de paso respectiva.

Puede alcanzarse un éxito especialmente grande con el modo de proceder de acuerdo con la invención la pieza de fundición tratada de acuerdo con la invención es un bloque de motor para un motor de combustión interna y la abertura de paso es al menos una abertura de cilindro prevista en el bloque del motor. En este caso, por ejemplo, antes del enfriamiento completo de la pieza de fundición, los núcleos de fundición que reproducen las respectivas aberturas de cilindro se retiran completamente, así como el núcleo de fundición que reproduce el espacio del cigüeñal y las piezas del molde de fundición que están dispuestas en la prolongación de la abertura de cilindro se retiran al menos hasta que pueda circular aire u otro medio de refrigeración gaseoso a través de la abertura de cilindro, mientras que las otras piezas de la pieza de fundición todavía están rodeadas del molde de fundición. Debido a que mediante la invención se posibilita una refrigeración acelerada en el interior de la pieza de fundición se alcanzan en general resistencias más elevadas de lo que es posible en procedimientos de fundición convencionales, en los que las piezas de fundición se enfrían en el molde cerrado solas debido a la evacuación de calor que se realiza a través de los lados exteriores del molde de fundición. En este caso es concebible, mediante un enfriamiento localmente acelerado alcanzar de manera encauzada una resistencia más elevada en la zona que limita directamente con la abertura de cilindro respectiva, que en la zona circundante del bloque del motor, dispuesta más alejada que se enfría allí más despacio que en la zona directamente recubierta de medio de refrigeración de la manera de acuerdo con la invención y conserva así su elevada tenacidad.

El modo de proceder de acuerdo con la invención puede realizarse en la práctica de manera especialmente sencilla y al mismo tiempo económica y flexible porque el molde de fundición está configurado totalmente o al menos en la zona de la abertura de paso como paquete de núcleos cuyas piezas de moldeo y núcleos de fundición que están dispuestos en la zona de la abertura de paso y de la prolongación del núcleo de fundición que reproduce la abertura de paso se componen de un material de moldeo que se desintegra bajo la acción de la fuerza y de la temperatura.

En este caso ha resultado ser especialmente favorable, bajo las condiciones de producción prácticas, si en la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se renuncia completamente a una técnica de fundición relacionada con las cajas de molde y el molde de fundición se realiza en conjunto como paquete de núcleos.

Dado que el molde de fundición de acuerdo con la invención, al menos en la zona de la abertura de paso de la pieza de fundición que va a dotarse con el canal de paso, se compone de núcleos de fundición o piezas de moldeo perdidos los núcleos de fundición y piezas de moldeo en cuestión están fabricados de materiales de moldeo convencionales que, como se explica al principio, se componen habitualmente de una arena, un aglutinante orgánico o inorgánico, pudiendo agregarse al material de moldeo naturalmente determinados aditivos de manera complementaria para optimizar sus propiedades. El aglutinante del material de moldeo puede estar diseñado en este caso de manera conocida *per se*, de manera que el aglutinante que garantiza la estabilidad de forma de las piezas de moldeo y núcleos de fundición se quema mediante el calor introducido en el molde de fundición durante la colada de la masa de metal fundido en el mismo. En este caso los núcleos de fundición y piezas de moldeo en cuestión se desintegran automáticamente para dar lugar a piezas parciales pequeñas que a continuación también se escurren del molde de fundición o de la pieza de fundición al descubrir el canal de paso.

Alternativa o complementariamente puede ser ventajoso especialmente, en cuanto a un aumento de la efectividad y la planificación para conseguir los objetivos del procedimiento de acuerdo con la invención, provocar de manera encauzada la destrucción necesaria de las piezas de moldeo asociadas al canal de paso en cuestión, para la formación del canal de paso del molde de fundición mediante un procesamiento mecánico. Para ello los núcleos de fundición o piezas de moldeo asociados a la abertura de paso respectiva de la pieza de fundición pueden expulsarse por medio de un punzón, o el canal de paso puede introducirse en el molde de fundición por medio de un perforador.

Para posibilitar un enfriamiento rápido lo más intensivo posible de la zona de material de la pieza de fundición que rodea la abertura de paso respectiva, en la fabricación del canal de paso, el al menos un núcleo de fundición que reproduce la abertura de paso, y las zonas del molde de fundición dispuestas en su prolongación, se retiran en la práctica por lo general completamente.

Sin embargo, si en la zona de la abertura de paso respectiva de la pieza de fundición se provocara un enfriamiento acelerado, el medio de refrigeración en este caso no recubre directamente las superficies de la pieza de fundición que delimitan la abertura de paso respectiva, así especialmente por medio del procesamiento mecánico el canal de paso puede guiarse por medio de la abertura de paso respectiva de la pieza de fundición, de manera que el núcleo de fundición que forma la abertura de paso de la pieza de fundición solamente se retira parcialmente. Entre el canal de paso y la superficie interior de la abertura de paso queda solamente entonces arena del núcleo de fundición, que sigue teniendo un cierto efecto aislante. Por consiguiente, el enfriamiento de la zona adyacente a la abertura de paso se realiza en función del espesor del material de núcleo de fundición que queda no se realiza tan rápido como sería el caso en una retirada completa del núcleo de fundición que reproduce la abertura de paso y un recubrimiento directo de las superficies interiores de la abertura de paso con el medio de refrigeración.

La rentabilidad del procedimiento de acuerdo con la invención puede aumentarse todavía más porque el molde de fundición presenta al menos dos cavidades de molde para la fundición simultánea de al menos dos piezas de fundición y la masa fundida de metal se conduce mediante un canal de entrada común en las cavidades de molde del molde de fundición.

A continuación se explica la invención con más detalle mediante un dibujo que representa un ejemplo de realización. Muestran en cada caso de manera simplificada, esquemática y no a escala:

- la figura 1 un dispositivo para fundir dos piezas de fundición en corte longitudinal;
- la figura 2 el dispositivo de acuerdo con la figura 1 durante la colada de una masa de hierro fundido en una vista seccionada correspondiente a la figura 1;
- la figura 3 el dispositivo de acuerdo con la figura 1 tras la solidificación de la masa de hierro fundido en una vista seccionada correspondiente a la figura 1;
- la figura 4 el dispositivo de acuerdo con la figura 1 durante la introducción de canales de paso en una vista seccionada correspondiente a la figura 1;
- la figura 5 el dispositivo de acuerdo con la figura 1 durante la circulación de un medio de refrigeración por los canales de paso en una vista seccionada correspondiente a la figura 1.

El dispositivo 1 para la fundición simultánea de dos piezas de fundición Z1, Z2 comprende un molde de fundición 2 que está apoyado sobre un bastidor 3. En el caso de las piezas de fundición Z1, Z2 se trata de bloques del motor configurados de manera convencional que están determinados en cada caso para la construcción en cada caso de un motor de combustión interna de cuatro cilindros en serie.

El molde de fundición 2 está compuesto como paquete de núcleos de piezas de moldeo externas 4, 5, 6, 7 y núcleos de fundición 8-19 dispuestos en el interior del molde de fundición 2. Mientras que las piezas de moldeo externas 4 - 7 determinan la forma externa de las piezas de fundición Z1, Z2 que van a fundirse los núcleos de fundición 8, 9 reproducen la forma interna de las cajas del cigüeñal K1, K2 con los cojinetes del cigüeñal L1, L2, y los núcleos de fundición 10- 17 reproducen las aberturas de cilindro de las piezas de fundición Z1, Z2 configuradas como abertura de paso 01, 02. Las piezas de molde de fundición 5, 7 dispuestas en cada caso lateralmente forman en este caso respectivamente el lado frontal de la pieza de fundición Z1, Z2 respectiva mientras que los núcleos de fundición 18 respectivos dispuestos de manera enfrentada con respecto a la pieza de moldeo exterior 5, 7 asociada en cada caso reproducen el lado frontal de la pieza de fundición Z1, Z2 respectiva dispuesto en este caso en el interior del molde de fundición 2. Los núcleos de fundición 19 adicionales sirven, por ejemplo, para la creación de canales de agua o de aceite en las piezas de fundición Z1, Z2. El molde de fundición 2 está orientado en cada caso de manera que la dirección H principal de las aberturas de paso 01, 02 está orientada en dirección V vertical.

Las cavidades de moldeo 20, 21 del molde de fundición 2 circundadas por las piezas de moldeo 4 - 7 y núcleos de fundición 8 - 19, cuando el molde de fundición 2 no está lleno, están unidas mediante entradas no representadas en este caso adicionalmente con una entrada 22 común dispuesta centralmente en el molde de fundición 2, y orientada en vertical. La entrada 22 central está unida a su vez a un canal de entrada 23 configurado también centralmente en el lado superior del molde de fundición 2, a través del cual se realiza el llenado del molde de fundición 2 con masa de hierro fundido S. La entrada 22 y las otras entradas no mostradas del molde de fundición 2 están en este caso colocadas de manera que el llenado de las cavidades de moldeo 20, 21 se realiza en contra de la dirección R de acción de la gravedad.

El molde de fundición 2 se asienta sobre una rejilla de parrilla del bastidor 25 soportada por apoyos 24.

Las piezas de molde externas 4, 5, 6, 7 y los núcleos de fundición 8 - 19 están moldeados a partir de un material de moldeo habitual en el mercado, mezclado de un aglutinante inorgánico y una arena, que mediante alimentación de calor y extracción de humedad está tan solidificado que posee la estabilidad de forma suficiente para la sujeción del

molde de fundición 2 y las fuerzas que aparecen durante el proceso de colada. Sin embargo, mediante el aumento de temperatura que acompaña a la colada de la masa de hierro fundido S se establece ya una descomposición especialmente de las piezas de moldeo 4, 5, 6, 7 y núcleos de fundición 8 -19 que están sometidos directamente al calor de fundición de la masa de hierro fundido S.

Después de llenar el molde de fundición 2 con la masa de hierro fundido S (figura 2), las piezas de fundición Z1, Z2 se enfrían a una temperatura mínima situada en el intervalo de 850 a 650 °C, en la que, por un lado, el material de hierro fundido se solidifica, sin embargo, por otro lado, la temperatura de las piezas de fundición Z1, Z2 todavía es tan alta que mediante un enfriamiento acelerado puede crearse una textura de dureza. De manera óptima la temperatura se sitúa en este caso tan alta que la textura de las piezas de fundición Z1, Z2 es todavía completamente austenítica.

Si se ha alcanzado este estado (figura 3) se introducen canales de paso G1, G2 en el molde de fundición 2 (figura 4) de los cuales uno está asociado en cada caso a las aberturas de paso 01, 02 de la pieza de fundición Z1, Z2. Para ello, con ayuda de expulsores 26, 27, de los cuales también uno está asociado en cada caso a las aberturas de paso 01, 02 de las piezas de fundición Z1, Z2, los núcleos de fundición 10 -17 que reproducen las aberturas de paso 01, 02 de las piezas de fundición Z1, Z2, en ese momento ya desintegrados parcialmente para dar lugar a fragmentos más pequeños, así como las secciones de la pieza de moldeo externa 4 que forma la tapa del molde de fundición 2, situadas por encima en su prolongación V1, V2 ideada, y los núcleos de fundición 8, 9 que reproducen la caja del cigüeñal K1, K2 con los cojinetes del cigüeñal L1, L2, situados por debajo en su prolongación V1, V2 ideada, así como las secciones de la pieza de moldeo inferior 6 que forma el suelo del molde de fundición 2, situadas por debajo de los núcleos de fundición 8, 9 también en la prolongación V1, V2 se empujan del molde de fundición 2. Los canales de paso G1, G2 formados de esta manera, que se guían a través de las aberturas de paso G1, G2 desembocan de manera correspondiente en cada caso con su extremo superior en el lado exterior superior, formado a través de la superficie externa superior de la pieza de moldeo-tapa 4, y con su extremo inferior en el lado exterior, inferior del molde de fundición 2 formado por la superficie exterior inferior de la pieza 6 de moldeo-suelo.

Las secciones de pieza de moldeo expulsadas, y los fragmentos de núcleos de fundición se desintegran en este caso para dar lugar a un material M de piezas pequeñas que pueden escurrirse, que cae a través del bastidor de rejilla y se acumula en el suelo por debajo del molde de fundición 2. Las sacudidas, golpeteo u otro tratamiento mecánico pueden fomentar, en caso necesario, de manera conocida por sí misma que el material de moldeo-material M corra se escurra del molde de fundición 2. El material M que cae del molde de fundición 2 puede transportarse mediante un dispositivo transportador no mostrado en este caso.

Después de que los canales de paso G1, G2 estén despejados y se posibilite de esta manera una circulación de las piezas de fundición Z1, Z2 en dirección vertical V, por debajo del molde de fundición 2 se coloca un dispositivo de toberas 28 a través del cual, una corriente M1, M2 de medio de refrigeración acelerada por medio de un ventilador no mostrado, se insufla al molde de fundición 2 desde abajo en dirección vertical R (figura 5). En el ejemplo de realización explicado en este caso, el medio de refrigeración es aire.

La corriente de medio de refrigeración M1, M2 respectiva circula a través de los canales de paso G1-G2 que atraviesan las aberturas de paso 01, 02 de las piezas de fundición Z1, Z2, y provoca un enfriamiento acelerado de las secciones de pared de las piezas de fundición Z1, Z2 recubiertas por ella. Así se origina especialmente en la zona de las aberturas de paso 01, 02 de los cojinetes del cigüeñal L1, L2 y de los tensores A1, A2 que soportan en cada caso los cojinetes de cigüeñal L1, L2 una textura caracterizada por una perlita de rayas finas con una granulación fina al mismo tiempo, que presenta una resistencia más elevada que la resistencia que se alcanza en piezas de fundición que de manera convencional se enfrían en un molde de fundición cerrado solamente mediante pérdida de calor natural a través de sus piezas de moldeo externas. De manera correspondiente, está minimizada la diferencia de temperatura entre las zonas dispuestas en el interior de las piezas de fundición Z1, Z2, colindantes con las aberturas de paso 01, 02, con los cojinetes del cigüeñal L1, L2 y con los tensores A1, A2 que soportan en cada caso los cojinetes del cigüeñal L1, L2, y las zonas exteriores de las piezas de fundición Z1, Z2, situadas más alejadas, que debido a los espesores de pared más reducidos que se dan allí, se enfrían con tasas de enfriamiento comparables.

En conjunto de esta manera se consigue que los gradientes de temperatura entre la zona exterior y la zona interior de las piezas de fundición Z1, Z2 permanezcan reducidos. El gradiente de temperatura reducido reduce las tensiones propias debidas a la tracción en la zona interior. Al mismo tiempo la tasa de enfriamiento más elevada provoca una resistencia a la tracción del material de hierro fundido más elevada, de manera que mediante el modo de proceder de acuerdo con la invención se consiguen, como resultado en las piezas de fundición Z1, Z2, capacidades de carga que son un 50 % más elevadas que la capacidad de carga de bloques del motor enfriados lentamente en el molde de fundición, generados de manera convencional.

Signos de referencia

- 1 dispositivo para fundir simultáneamente dos piezas de fundición Z1, Z2
- 2 molde de fundición

3	bastidor
4-7	piezas de moldeo externas del molde de fundición 2
8-19	núcleos de fundición
20, 21	cavidades de moldeo del molde de fundición 2
5 22	entrada central del molde de fundición 2
23	canal de entrada del molde de fundición 2
24	apoyos de bastidor 3
25	rejilla de parrilla del bastidor 3
26, 27	expulsor
10 28	dispositivo de toberas
A1-A2	tensores de las piezas de fundición Z1, Z2
G1-G2	canales de paso del molde de fundición 2
H	dirección principal de las aberturas de paso 01, 02
K1, K2	caja del cigüeñal de las piezas de fundición Z1, Z2
15 L1, L2	cojinetes de cigüeñal de las piezas de fundición Z1, Z2
M	material de moldeo-material
M1, M2	corrientes de medio de refrigeración
01, 02	aberturas de paso (aberturas de cilindro) de las piezas de fundición Z1, Z2
R	dirección de acción de la gravedad
20 S	masa de hierro fundido
V	dirección vertical
V1, V2	prolongación ideada de las aberturas de paso 01, 02 del molde de fundición 2
Z1, Z2	piezas de fundición (bloque del motor)
25	

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fundir una pieza de fundición (Z1, Z2), dotada al menos de una abertura de paso, de una masa fundida de metal (S) que comprende las siguientes etapas de trabajo:

- a) proporcionar un molde de fundición (2) en el que al menos está presente un núcleo de fundición (8-19) para reproducir la abertura de paso (01, 02), componiéndose el núcleo de fundición (8-19) de un material de moldeo que comprende un aglutinante, que se desintegra bajo la acción de una fuerza o de una temperatura,
- b) colar la masa fundida de metal (S) en el molde de fundición (2) para formar la pieza de fundición (Z1, Z2),
- c) enfriar la pieza de fundición (Z1, Z2) en el molde de fundición (2) a una temperatura que se sitúa por debajo de la temperatura de líquido de la masa fundida de metal (S), aunque por encima de una temperatura mínima, hasta en la que se llega a la configuración de textura de resistencia más elevada con un enfriamiento acelerado,
- d) fabricar un canal de paso (G1, G2) que atraviesa la abertura de paso (01, 02) de la pieza de fundición (Z1, Z2), que desemboca en cada caso en un lado exterior del molde de fundición (2) al quemarse el aglutinante del material de moldeo del núcleo de fundición (8-19) que reproduce la abertura de paso (01, 02) mediante el calor aportado en el molde de fundición al colar la masa fundida de metal en el mismo, o destruyendo al menos parcialmente de manera mecánica el núcleo de fundición (8-19) que reproduce la abertura de paso (01, 02) respectiva para la fabricación del canal de paso (G1, G2) y las zonas del molde de fundición (2) dispuestas en su prolongación (V1, V2),
- e) enfriar la pieza de fundición (Z1, Z2) en el molde de fundición (2) mediante la circulación de un medio de enfriamiento (M1, M2) a través del canal de paso (G1, G2).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la masa fundida de metal es una masa de hierro fundido y la temperatura mínima por encima de la cual en la etapa de trabajo c) se termina el enfriamiento corresponde a la temperatura A₁ de la masa fundida de metal.

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la masa fundida de metal (S) es una masa de hierro fundido y la temperatura a la que se enfría la pieza de fundición (Z1, Z2) en la etapa de trabajo c) en el molde de fundición (2) se sitúa en el intervalo de 1153 - 600 °C.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza de fundición (Z1, Z2) es un cárter de los cilindros para un motor de combustión interna y la abertura de paso (01, 02) es una abertura de cilindro prevista en la pieza de fundición (Z1, Z2).

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde de fundición (2) está configurado como paquete de núcleos, cuyas piezas de moldeo (4-7) y núcleos de fundición (8-19), que están dispuestos en la zona de la abertura (01, 02) de paso y de la prolongación (V1, V2) del núcleo de fundición (8-19) que reproduce la abertura de paso (01, 02), se componen de un material de moldeo que se desintegra bajo la acción de una fuerza o de una temperatura.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la dirección principal (H) del canal de paso (G1, G2) está orientada en vertical.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para la fabricación del canal de paso (G1, G2), el núcleo de fundición (8-19) que reproduce la abertura de paso (01, 02) y las zonas del molde de fundición (2) dispuestas en su prolongación (V1, V2) se retiran completamente.

8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de enfriamiento (M1, M2) se conduce en un flujo forzado acelerado a través del canal de paso (G1, G2).

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de refrigeración es gaseoso.

10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde de fundición (2) presenta al menos dos cavidades de moldeo (20, 21) para fundir simultáneamente al menos dos piezas de fundición (Z1, Z2), y **por que** la masa fundida de metal (S) se conduce a través de un alimentador (23) o una entrada (22) comunes a las cavidades de moldeo (20, 21).

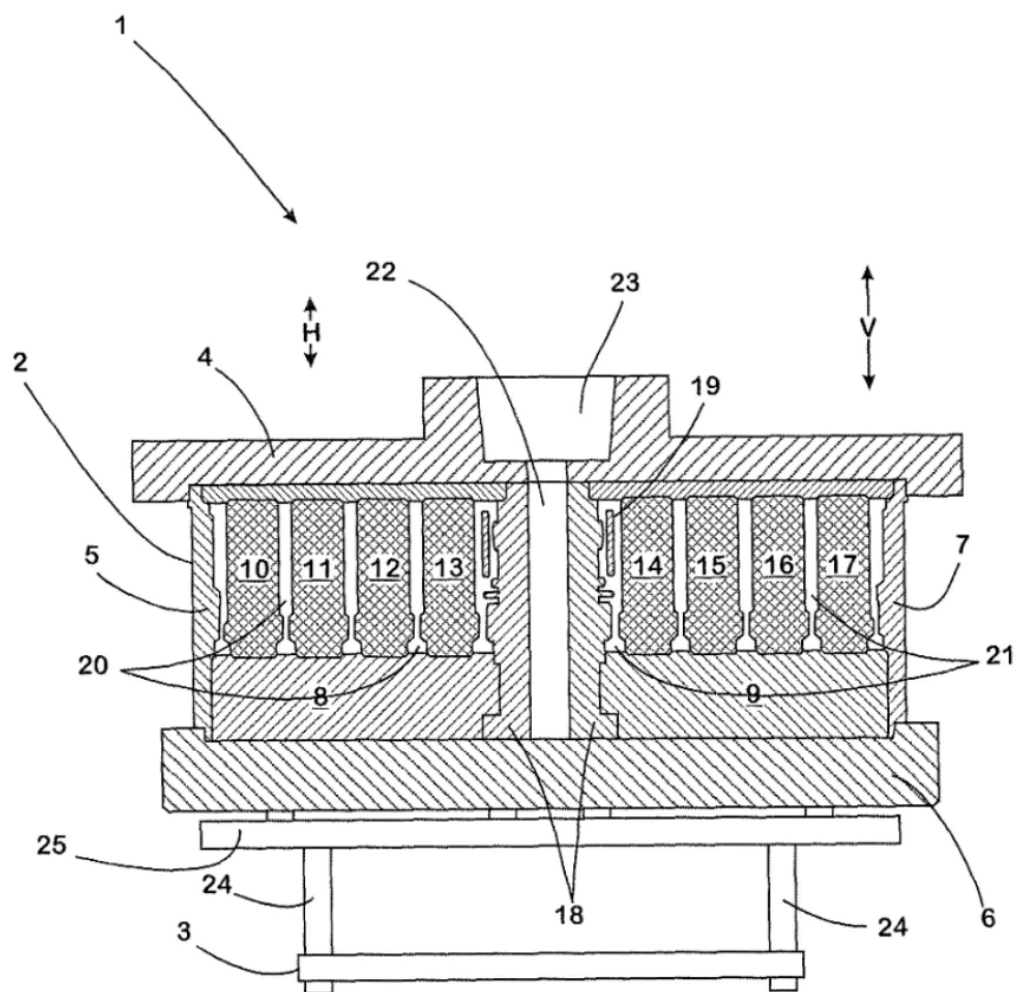


Fig. 1

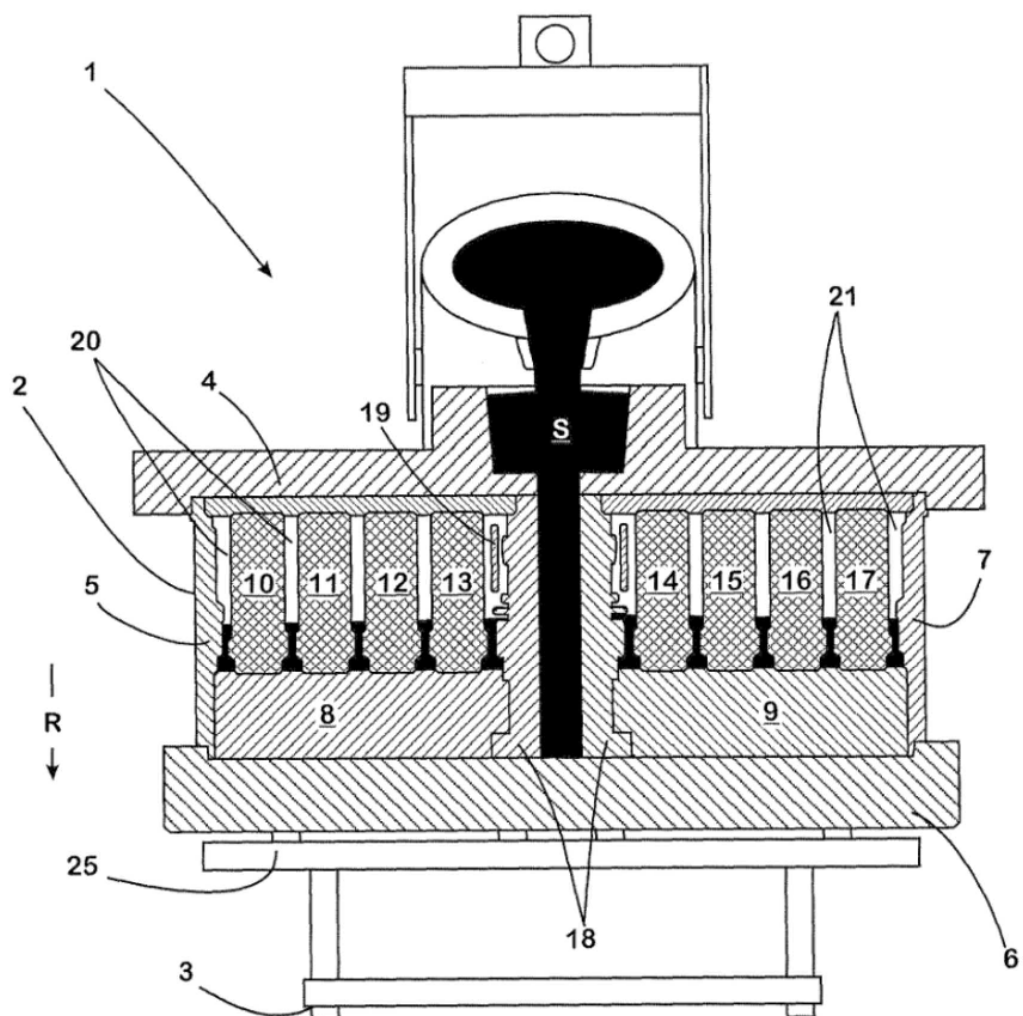


Fig. 2

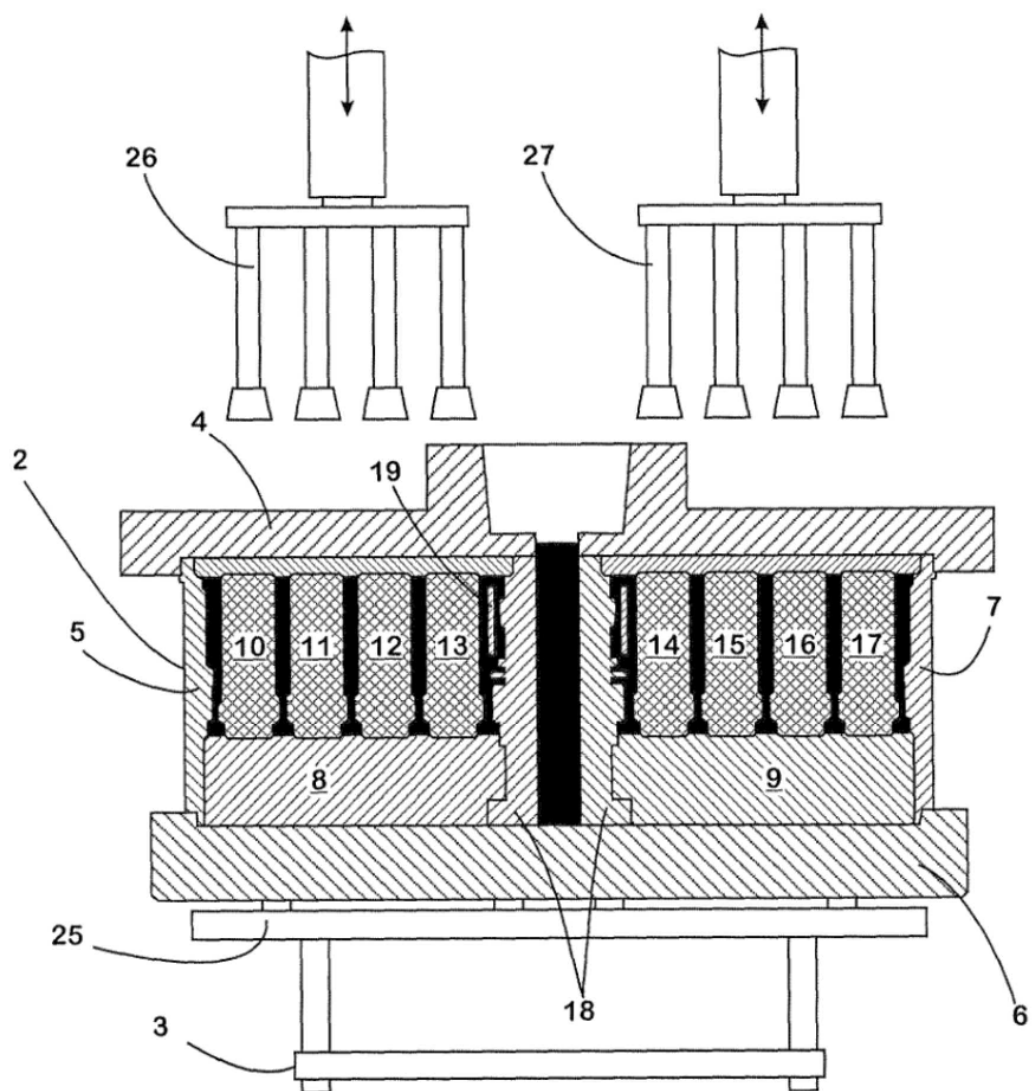


Fig. 3

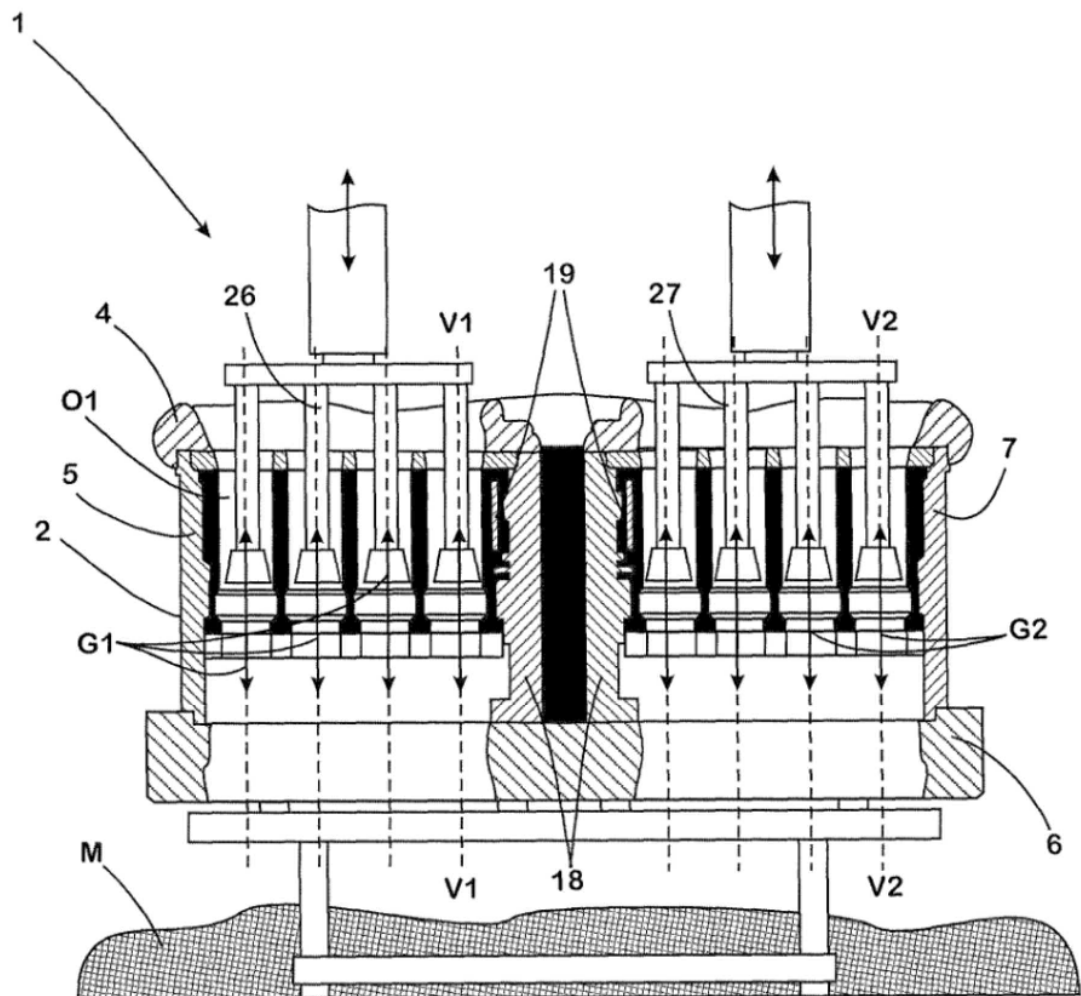


Fig. 4

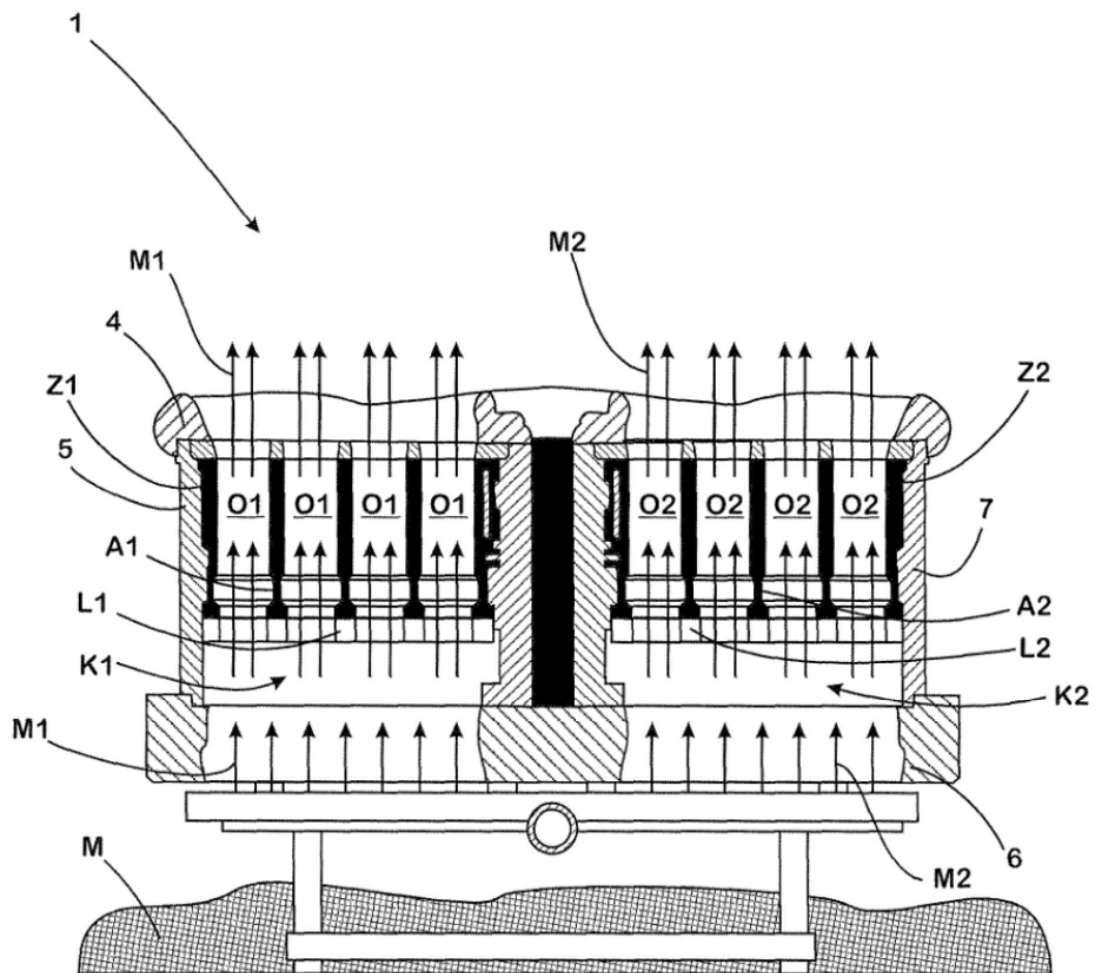


Fig. 5