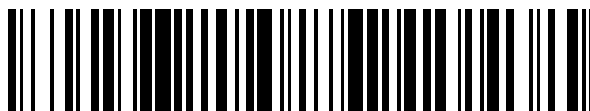


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 103**

51 Int. Cl.:

B22D 15/04	(2006.01)	B22D 29/04	(2006.01)
B22D 19/04	(2006.01)	B22C 5/08	(2006.01)
B22C 9/08	(2006.01)	B22D 33/00	(2006.01)
B22C 9/06	(2006.01)		
B22C 9/02	(2006.01)		
B22C 21/00	(2006.01)		
B22D 27/04	(2006.01)		
B22D 30/00	(2006.01)		
B22C 21/14	(2006.01)		
B22D 18/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2015 PCT/EP2015/069509**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.03.2016 WO16034467**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2015 E 15753958 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3188860**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de piezas de fundición de metal ferroso**

30 Prioridad:

04.09.2014 DE 102014217701

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

23.10.2018

73 Titular/es:

**HUPPERT ENGINEERING GMBH & CO. KG
(100.0%)
Gladenbacher Strasse 44
35232 Dautphetal, DE**

72 Inventor/es:

PUY, HANS-PETER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 687 103 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 la fabricación de piezas de fundición de metal ferroso

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de piezas de fundición de metal ferroso. Los procedimientos de fundición se diferencian de forma típica según su modo de fabricación, diferenciándose especialmente la fundición en un molde perdido y la fundición en un molde permanente, por ejemplo, la fundición de coquilla y la fundición a presión. El procedimiento de acuerdo con la invención combina ambas técnicas de fundición, introduciéndose un molde perdido con un espacio hueco para el alojamiento de la fundición en una coquilla de varias
10 piezas abierta. También se conoce fundamentalmente tal combinación de un molde perdido con una coquilla. Por ejemplo, se hace referencia a los documentos JP S59-97740 A, EP 0 760 723 B1, EP 1 131 175 B1 y DE 10 2010 035 440 A1.

15 Por el documento JP S59-97740 A se conoce un procedimiento de fundición en el que piezas insertadas de un material ignífugo, así como soluble en agua o soluble mediante un disolvente se insertan en un molde permanente metálico. A continuación el espacio hueco que queda se llena con una colada. El producto fundido de este modo se saca del molde permanente junto con las piezas insertadas y a continuación se sumerge en agua o en un disolvente, por lo que se retiran las piezas insertadas.

20 En el documento EP 0 760 723 B1 se proponen diferentes posibilidades para cerrar la entrada para la colada de un dispositivo de fundición. El dispositivo de fundición presenta, a este respecto, un molde de arena verde. El cierre se efectúa, en una realización, mediante un elemento hueco móvil, por el cual fluye la colada y que es apretado hacia el interior del molde en dirección axial con una fuerza suficientemente grande orientada axialmente y, de este modo, cierra la entrada. En otra realización está previsto un tapón de arena de moldeo, tapón que después del cierre de la
25 entrada de la colada es apretado hacia el interior de un canal de entrada, de forma que el canal de entrada se cierra.

El documento EP 1 131 175 B1 trata de un procedimiento y un dispositivo para fundir hierro de fundición en una coquilla cuyas paredes interiores están en contacto con un molde de un material de molde que se endurece o arena verde. Después de que el molde se haya introducido en la coquilla, las partes laterales de la coquilla se cierran y,
30 mediante un equipo de presión, son expuestas a una presión de apriete variable. La coquilla se enfría mediante un equipo de refrigeración después de introducir la colada. Para ello se propone controlar la velocidad de refrigeración durante todo el proceso de refrigeración hasta que haya terminado la transformación de perlita para garantizar las propiedades mecánicas deseadas de la fundición. Además se propone aumentar la velocidad de refrigeración en la fase de la transformación de perlita abriendo la coquilla, aumentando la refrigeración por aire que se forma la
35 velocidad de refrigeración y dando como resultado un aumento de la resistencia de la fundición. Como alternativa se propone reducir la velocidad de refrigeración abriendo la coquilla cuando la temperatura de la fundición se encuentre en el intervalo austenítico. Para ello la pieza de fundición debe integrarse en un agente aislante justo después de la apertura o cubrirse con este y mantenerse en este estado hasta que la temperatura de la pieza de fundición descienda por debajo de la temperatura de transformación de perlita.

40 El documento DE 10 2010 035 440 A1 propone prever, para conseguir una mejor controlabilidad de la refrigeración de la pieza de fundición, entre la pared interior de la coquilla y la pared exterior del molde perdido (molde de arena), al menos un espacio atravesado por agente refrigerante o un canal de agente refrigerante con forma de espiral dispuesto en torno al molde de arena.

45 Este dispositivo o uno comparable que conste de un molde perdido y una coquilla que encierre este molde perdido lo aprovecha la siguiente invención. Partiendo de esto, el objetivo de la presente invención es configurar el procedimiento para la fabricación de piezas de fundición de metal de forma aún más eficiente y flexible.

50 El objetivo se consigue mediante un procedimiento para la fabricación de piezas de fundición de metal ferroso con las características de la reivindicación 1. El procedimiento presenta los siguientes pasos:

- un molde perdido con un espacio hueco para el alojamiento de material de fundición se introduce en una coquilla de varias piezas abierta,
- 55 - la coquilla de varias piezas se cierra,
- el espacio hueco del molde perdido se llena con material de fundición, trasvasándose parcialmente con el material de fundición un equipo de soporte que sobresale parcialmente hacia el espacio hueco del molde
60 perdido,
- el molde perdido se enfría en la coquilla después del llenado,
- 65 - la coquilla de varias piezas se abre durante la refrigeración después de que la temperatura quede por debajo de la temperatura de liquidus; preferentemente, después de que la temperatura quede por debajo de la temperatura de sólidos; y de forma especialmente preferente, incluso antes de que la fundición haya llegado a la temperatura

de transformación eutectoide, y el molde perdido con la colada se retira de la coquilla abierta sin destrozarse,

- se sigue refrigerando suspendido en el dispositivo de soporte, por lo menos hasta que la formación de estructura de la fundición ha terminado
- la fundición se desmolda retirando el molde perdido.

Los moldes perdidos se fabrican de arena, especialmente de arena de moldeo ligada químicamente, habitualmente, por ejemplo, en un procedimiento Croning, un proceso de caja fría, de caja caliente, en un proceso de fabricación de moldes furánicos o en un proceso de silicato de sodio-CO₂, y en lo sucesivo se los denomina molde de arena o paquete de núcleo.

En pieza de fundición de metal ferroso se engloban fundiciones de todos los compuestos de hierro y carbono independientemente del contenido de carbono, es decir, hierros de fundición y aceros. Por material de fundición se entiende, en el ámbito de este documento, la colada de la pieza de fundición de metal ferroso. Si esta colada está endurecida (al menos parcialmente), se habla de fundición o pieza de fundición.

La coquilla es preferentemente una coquilla metálica, por ejemplo, de acero, hierro de fundición o latón, pero puede estar compuesta también de otro material de coquilla como, por ejemplo, grafito.

La diferencia fundamental del procedimiento de acuerdo con la invención para fabricar piezas de fundición de metal ferroso en comparación con los procedimientos conocidos es un proceso de refrigeración y de desmoldeo de dos pasos. Una primera refrigeración (primer paso de refrigeración) de la pieza de fundición al menos hasta que la temperatura queda por debajo de la temperatura de líquidus; preferentemente, hasta que la temperatura queda por debajo de la temperatura de sólidus; y de forma especialmente preferente, incluso antes de que la fundición haya llegado a la temperatura de transformación eutectoide, se efectúa en el molde, aún dentro de la coquilla. El límite inferior de temperatura preferido hasta el que la fundición en el núcleo se enfría como máximo en el primer paso de refrigeración se puede indicar con 723 °C. En este sentido se emplea preferentemente el dispositivo descrito en el documento DE 10 2010 035 440 A. Así pues el procedimiento de acuerdo con la invención prevé preferentemente que el molde perdido sea refrigerado por un agente refrigerante que fluye por una cavidad dispuesta entre la pared interior de la coquilla y la pared exterior del molde perdido. En lo sucesivo a este paso se lo denominará también "refrigeración primaria". El agente refrigerante es preferentemente aire o un gas inerte. La cavidad puede formarse en la forma de uno o varios canales de refrigeración dispuestos de forma que tienen su recorrido en forma de espiral en torno al molde. El proceso de refrigeración se efectúa preferentemente de forma controlada o regulada y empieza preferentemente después de llenar el molde. En caso excepcional puede empezar también ya durante el llenado del molde. La temperatura de fundición del molde perdido se mide, en este último caso, durante la refrigeración antes de retirar la coquilla, preferentemente en la suspensión. Esto puede efectuarse sin contacto, por ejemplo, ópticamente mediante cámara infrarroja o mediante sensores térmicos. Junto con una corriente de agente refrigerante con regulación de temperatura, esta se puede efectuar también con control de tiempo, de masa y/o de módulo (es decir, dependiendo de la relación superficie-volumen, denominada también relación de solidificación), determinándose antes (aritméticamente) una demanda de agente refrigerante para una tasa de refrigeración predeterminada y programándose correspondientemente la corriente de agente refrigerante.

Las propiedades de material deseadas (resistencia, dureza, ductilidad, etc.) se ajustan, como es sabido, eligiendo el contenido de carbono, la composición de aleación y, dependiendo de las temperaturas de transformación de estructura individuales, mediante programas de refrigeración adaptados respectivamente. A este respecto, la retirada de la unidad molde-fundición de la coquilla juega un papel decisivo que finaliza el primer paso de refrigeración durante la formación de austenita o endurecimiento o después de su conclusión e introduce un segundo paso de refrigeración. El instante de la retirada se produce así, de acuerdo con esto, como pronto después de llegar a la temperatura de líquidus. Considerando un descenso de temperatura hacia las paredes de la fundición, ya ha empezado un endurecimiento superficial que confiere a la fundición una estabilidad suficiente mientras el núcleo de la fundición puede así incluir todavía partes de colada. Preferentemente, con la retirada se espera hasta que la fundición ha llegado a la temperatura de sólidus también en el interior y no más que hasta que la fundición ha llegado a la temperatura de transformación eutectoide en el núcleo. La temperatura exacta depende respectivamente del estado de estructura (austenita, perlita gruesa/con bandas finas, ferrita gruesa-de grano fino, etc.) deseado y de la composición química, de los elementos de aleación, especialmente de la parte de carbono en el material.

El segundo paso de refrigeración empieza así, dependiendo de la estructura deseada y de las propiedades de pieza de fundición, como pronto cuando la fundición está endurecida al menos parcialmente, es decir, cuando la formación de austenita empieza o, preferentemente cuando ha concluido, y preferentemente hasta llegar a la temperatura de transformación eutectoide (723 °C). Para ello la coquilla se abre y el molde con la fundición endurecida se retira de esta sin destrozarse. A este respecto, el molde se mantiene de forma que rodea la pieza de fundición y acto seguido hace de material aislante o regulador del calor. Sin más medidas, se garantiza así una refrigeración uniforme por la superficie de la fundición que sigue encerrada en el molde mientras el molde está expuesto a las condiciones ambientales. Solo al final del segundo paso de refrigeración se desmolda la fundición.

Para una refrigeración eficaz y, sobre todo, uniforme de la fundición en el segundo paso de refrigeración, el molde se debe revestir de acuerdo con la capacidad de refrigeración necesaria, es decir, especialmente el espesor de pared del molde se debe revestir considerando las relaciones de superficie-volumen de la fundición, las condiciones ambientales y la estructura de material deseada de la fundición. Por condiciones ambientales, en este ámbito, se entienden, por ejemplo, las condiciones térmicas en una cámara frigorífica a la que el molde perdido, fundición incluida, se lleva suspendido en el dispositivo de soporte y en la que el molde se sigue refrigerando. En tal cámara frigorífica se pueden ajustar condiciones térmicas constantes y un transporte rápido del calor generado mediante una circulación suficiente/ un intercambio suficiente del agente refrigerante, preferentemente, a su vez, aire o un gas inerte. Preferentemente, la refrigeración bajo supervisión de la temperatura del molde y/o de la fundición se controla o se regula. La temperatura de fundición del molde perdido se mide, para ello, durante la refrigeración después de retirar la coquilla, a su vez, preferentemente en la suspensión. Esto puede efectuarse nuevamente sin contacto, por ejemplo, ópticamente mediante cámara infrarroja o mediante sensores térmicos. El segundo paso de refrigeración termina cuando se llega al objetivo de temperatura deseado para la retirada de la pieza moldeada por colada del paquete de núcleo, la temperatura de desempaquetado de preferentemente < 300 °C, a la que el curso de la temperatura del resto de la refrigeración ya no tiene ninguna influencia en la configuración de estructura.

Un papel decisivo, especialmente en el segundo paso de refrigeración lo juega la suspensión libre del molde junto con la pieza de fundición en el dispositivo de soporte. Esta suspensión reduce, por una parte, el peligro de dañar el molde perdido al retirarlo de la coquilla. Un deterioro expondría la fundición parcialmente o completamente al ambiente y podría dar como consecuencia una configuración de estructura incontrolada. Por otra parte, la suspensión hace posible, al contrario que el transporte horizontal, que el molde pueda ser irrigado con agente refrigerante uniformemente por todos los lados, y aumenta con ello la eficacia y la uniformidad de la refrigeración.

Preferentemente, el dispositivo de soporte junto con una caperuza de alimentación se coloca en el molde perdido antes de que este se coloque en la coquilla abierta. Tal caperuza de alimentación con dispositivo de suspensión se conoce, por ejemplo, por el documento DE 10 2010 051 348 A.

La coquilla puede prepararse, inmediatamente después de la retirada del molde, para el siguiente proceso de fundición, es decir, equiparse, entre otras cosas, con el siguiente molde perdido. Por ello, el procedimiento es muy eficiente y económico, ya que para la misma producción se necesita una cantidad menor de coquillas. Este procedimiento es también muy flexible y, a su vez, económico, ya que con la misma coquilla se pueden fabricar diferentes productos de fundición utilizando diferentes moldes perdidos. Así la fundidora no debe alcanzar un gran número de coquillas diferentes. Lo más versátil, para ello, es un molde de coquilla cilíndrico.

Además es ventajoso que el espacio hueco del molde perdido se llene de colada subiendo desde abajo. En este sentido es especialmente preferida la aplicación del procedimiento de fundición a baja presión.

Después de llenar el molde desde abajo, este se puede cerrar ventajosamente mediante una válvula de bloqueo.

Esto hace posible que la coquilla con el molde y la fundición se pueda retirar de la estación de llenado después del llenado, de forma que la estación de llenado ya esté preparada de nuevo para el llenado del siguiente molde/de la siguiente coquilla.

De forma especialmente preferente, la refrigeración del molde perdido empieza inmediatamente después del cierre del mismo mediante válvulas de bloqueo.

Un perfeccionamiento ventajoso de la invención prevé que durante el llenado del espacio hueco del molde perdido con material de fundición, los gases de fundición se puedan aspirar mediante una cavidad dispuesta entre la pared interior de la coquilla y la pared exterior del molde perdido.

La cavidad para la primera refrigeración y la cavidad para la aspiración de los gases de fundición es preferentemente la misma. Así, la cavidad presenta preferentemente una doble función, como conducto de aspiración durante la fundición y como suministro y desvío de agente refrigerante a la fundición o al molde perdido durante el primer paso de refrigeración de la fundición. A este respecto, es ventajoso que la cavidad pueda conectarse de forma sencilla a un sistema cerrado de aire de salida que deseché los gases de escape de forma dirigida antes de que puedan llegar al ambiente. Así se pueden evitar tapas de aire de escape de grandes dimensiones y, correspondientemente, sistemas de conducción que hagan circular mucho aire adicional.

Preferentemente, adicionalmente a la primera refrigeración del molde perdido, también la coquilla, es decir, las paredes de coquilla, se refrigeran directamente después del llenado ("refrigeración secundaria"). Esto se efectúa en conductos de refrigeración previstos expresamente para ello en la pared de coquilla, conductos de refrigeración que también son atravesados por agente refrigerante.

Otro perfeccionamiento ventajoso de la invención prevé que el molde perdido, al introducirlo en la coquilla de varias piezas abierta, se mantenga en la coquilla por presión negativa.

De forma especialmente preferente, el molde perdido y la coquilla presentan elementos adaptadores que, al introducir el molde perdido en la coquilla de varias piezas abierta, se encajan unos en otros y aseguran así una posición definida del molde en la coquilla. Los elementos adaptadores que cooperan entre sí se denominan también, por ello, cojinetes de núcleo. Los elementos adaptadores y el soporte de presión negativa se pueden combinar, a este respecto, como se explica a continuación mediante ejemplos de realización.

Muestran:

- 5
- 10 La figura 1, una primera forma de realización de un molde perdido durante la introducción del mismo en la coquilla.
- La figura 2, una ilustración del paso de llenado mediante una segunda forma de realización del molde perdido combinado con coquilla.
- 15 La figura 3, una ilustración de la refrigeración primaria del molde perdido combinado con coquilla.
- La figura 4, una ilustración de la apertura del molde perdido combinado con coquilla.
- 20 La figura 5, una tercera forma de realización de un molde perdido combinado con coquilla para la utilización en el procedimiento de acuerdo con la invención.
- La figura 6, una cuarta forma de realización de un molde perdido combinado con coquilla para la utilización en el procedimiento de acuerdo con la invención.
- 25 La figura 7, una quinta forma de realización de un molde perdido combinado con coquilla para la utilización en el procedimiento de acuerdo con la invención.
- La figura 8, una representación esquemática del transcurso del procedimiento de acuerdo con la invención en una longitud de fundición automatizada en gran medida.
- 30

En la figura 1 se muestra un molde perdido 10 con un espacio hueco 12 para el alojamiento de material de fundición. El espacio hueco 12 presenta una superficie interior que representa el contorno exterior de la pieza de fundición que se debe producir. El molde perdido 10 está compuesto de una arena de moldeo ligada preferentemente químicamente que forma una estructura intrínsecamente estable.

En el molde 10 un dispositivo de soporte 14 está fijado mediante dos primeros elementos de anclaje 16. El dispositivo de soporte está así ya unido suficientemente con el molde 10 como para soportar su propio peso. El dispositivo de soporte presenta además un segundo elemento de anclaje 18, el cual sobresale por la pared del molde 10 hasta entrar en el espacio hueco 12 para ser rociado en este parcialmente con el material de fundición.

El llenado posterior del espacio hueco 12 en el molde perdido 10 se efectúa habitualmente mediante uno o varios orificios de entrada 20 que desemboca o desembocan, preferentemente desde abajo, en el espacio hueco 12, de forma que el espacio hueco 12 del molde perdido se puede llenar con material de fundición subiendo desde abajo, de forma especialmente preferente, en el proceso de fundición a baja presión.

Antes de llenarlo con material de fundición de la forma mostrada en la figura 1, el molde perdido 10 se introduce primero en una primera parte, en este caso, en una primera mitad 22, de una coquilla de varias piezas abierta antes de que la coquilla se cierre, acoplándose su segunda mitad 24 con la primera mitad 22. Para que el molde perdido 10 sea alojado con precisión primero en la primera mitad 22 de la coquilla y, después de cerrar la coquilla, también en la segunda mitad 24 de la coquilla, tanto el molde perdido 10 como las mitades de la coquilla 22, 24 poseen elementos adaptadores 26 o 28 que están configurados complementariamente uno respecto a otro. Los elementos adaptadores del molde perdido 10 están configurados por varios arrastradores 26 que sobresalen ampliamente de una pared lateral 30 del molde 10. Las mitades de coquilla 22, 24 presentan, para ello, respectivamente, cavidades 28 complementarias en sus paredes laterales 32. Los elementos adaptadores 26 y 28 que cooperan entre sí forman el denominado cojinete de núcleo 34.

Las mitades de coquilla 22, 24 presentan además canales de unión 36 entre las cavidades 28 por una parte y un lado exterior 38 de las mitades de coquilla 22 y 24. A los canales de unión 32 se puede conectar, en el lado exterior 34, un conducto de aspiración (no mostrado), de forma que entre la pared interior 32 y la pared exterior 30 se puede generar una presión negativa. Con ello, el molde 10 es aspirado con sus salientes 26 hacia el interior de la cavidad 28 de la mitad de coquilla 22 y se mantiene en esta por la presión negativa constante hasta que la coquilla está cerrada. Después la presión negativa deja de ser necesaria y el conducto de aspiración se puede retirar o la presión negativa se puede desactivar.

Evidentemente, la unión 32 puede acometerse también en otro lado de la superficie límite entre el molde perdido 10 y la coquilla de varias piezas, de forma que los elementos adaptadores y los canales de unión están separados unos

de otros espacialmente para la fijación por presión negativa. No obstante, en la forma mostrada los elementos adaptadores y los agentes para la fijación por presión negativa están combinados de forma ventajosa.

5 Entre la pared interior 32 de la coquilla y la pared exterior 30 del molde perdido 10 está dispuesta una cavidad 40 que hace de conducto para un agente refrigerante para refrigerar el molde perdido, es decir, la refrigeración primaria. La cavidad 40 como conducto para agente refrigerante cerrado ampliamente se forma solo al ensamblar el molde perdido 10 y la coquilla, ya que la mitad de la cavidad está configurada en la pared exterior 30 en el molde respectivamente de un canal 42 o 44 abierto con forma de espiral o de caracol. En lugar de una cavidad que circula pueden estar previstas también varias cavidades. Además esta debe estar dispuesta de forma que circula, no con en forma de espiral o de caracol, en torno al molde perdido 10, sino que puede estar configurada, por ejemplo, también en forma de meandro o de modo que se cruce múltiples veces en forma de reja. La cavidad 40 presenta al menos dos canales de unión 46 y 48 hacia el lado exterior de la coquilla, de forma que esta se puede conectar a un sistema de circulación o a un sistema de suministro para un agente refrigerante.

15 Como agente para una refrigeración secundaria de las paredes de coquilla está previsto otro sistema de conducción 50 en las paredes de coquilla, sistema que, a su vez, está conducido hacia fuera por empalmes no mostrados y se puede conectar a un sistema de circulación o de suministro para otro agente refrigerante.

20 En la figura 2 está representado el paso de procedimiento del llenado del espacio hueco 12 del molde perdido 10 con material de fundición 54. El material de fundición 54 se introduce en el espacio hueco 12 del molde perdido 10 desde abajo por el orificio de entrada 20 después de que la coquilla se haya cerrado acoplando las mitades de coquilla 22 y 24. Al mismo tiempo, con el llenado, los gases de fundición en el espacio hueco 12 entran por la estructura porosa del molde de arena 10 en la cavidad 40 entre la pared interior de la coquilla y la pared exterior del molde de arena 10 y desde esta son conducidas hacia fuera de la coquilla por el canal de unión 48. En este caso, el canal de unión 48 está señalado, solo a modo de ejemplo, como canal de aire de salida. El canal de unión 46 se mantiene cerrado en este caso, por ejemplo, mediante un tapón o una válvula (no mostrado ninguno de los dos). El gas de fundición puede, no obstante, aspirarse también a la inversa por el canal de unión 46 o al mismo tiempo por los dos canales de unión 46 y 48.

30 En la forma de realización mostrada, el molde perdido 10 presenta sobre el espacio hueco 12 para la pieza de fundición otro espacio hueco en el que se había introducido anteriormente una caperuza de alimentación 52, como está descrito en el documento DE 10 2010 051 348 A. La caperuza de alimentación 52 sirve para el alojamiento de material de fundición 54 y presenta propiedades aislantes del calor y/o exotérmicas para mantener el material de fundición incluido más tiempo en estado líquido mientras ya empieza a endurecerse en el espacio hueco 12. La reducción de volumen del material de fundición 54 que comienza a causa del endurecimiento se compensa con la colada más caliente y de viscosidad más baja en la caperuza de alimentación 52.

40 A causa de la utilización de una caperuza de alimentación 52, en este ejemplo también el dispositivo de soporte 14 está configurado de otra manera. Este presenta un elemento de anclaje 18 que engrana en el espacio hueco de la caperuza de alimentación 52, elemento de anclaje el cual está unido de forma suficientemente fija con la caperuza de alimentación y/o el molde 10 como para poder soportar su propio peso. Después de que el material de fundición 54 incorporado esté endurecido en torno al elemento de anclaje 18, la carga es soportada también o, incluso, en gran medida por la unión formada así y la pieza de fundición puede mantenerse en el dispositivo de soporte junto con el molde 10.

45 Al final del paso de llenado mostrado en la figura 2, el orificio de entrada 20 se cierra mediante una válvula de bloqueo 55, de forma que la coquilla con el molde perdido se puede retirar de la estación de llenado.

50 En la figura 3 está ilustrado el paso de procedimiento de la refrigeración del molde perdido 10 en la coquilla después del llenado, es decir, la refrigeración primaria. Este paso empieza preferentemente después de cerrar el molde perdido 10 mediante válvulas de bloqueo 55 para que el endurecimiento del material de fundición no comience ya durante el llenado. Con fines de refrigeración, un agente refrigerante se introduce en la cavidad 40 por el canal de unión 46 descrito anteriormente y se vuelve a sacar de esta por el canal de unión 48, con lo que se transporta calor desde el molde perdido 10. Para que la cavidad 40 pueda asumir de forma sencilla la doble función como conducto de gas de salida durante la fundición ilustrada en la figura 2 y como conducto de alimentación y derivación de un agente refrigerante durante el paso de refrigeración primaria ilustrado en la figura 3, en los conductos de alimentación (no mostrados) a los enlaces 46 y 48 está prevista preferentemente, respectivamente, una válvula. Los conductos de alimentación pueden estar, con ello, o cerrados o conectados a conductos de agente refrigerante o a conductos de gas de salida. La refrigeración primaria se implementa hasta que la fundición está endurecida al menos parcialmente y la pieza de fundición 56 presenta una estructura estable. Dependiendo del estado estructural buscado del producto que se debe fabricar, la refrigeración primaria y, con ella, el primer paso de refrigeración pueden efectuarse también durante más tiempo. Fundamentalmente, por razones de eficiencia es razonable parar la refrigeración primaria con la retirada de la unidad molde-fundición de la coquilla y, así, con la finalización del primer paso de refrigeración.

65

En la figura 1 está ilustrado el paso de la apertura de la coquilla, paso que se suma a la refrigeración primaria. En este sentido, ambas mitades 22 y 24 de la coquilla se mueven separándose una de otra mientras el molde perdido 10 se mantiene suspendido en el dispositivo de soporte 14. El dispositivo de soporte 14 se corresponde, en el ejemplo de realización mostrado en este caso, con el mostrado en la figura 1. Como en este punto la fundición ya está endurecida, al menos parcialmente, especialmente en la superficie, presenta una estabilidad propia, de forma que la carga del molde y de la fundición es soportada tanto por medio del enlace del dispositivo de soporte 14 respecto al molde 10 como respecto a la pieza de fundición 56.

De este modo, el molde se retira de la coquilla sin destrozarse y se lleva al segundo paso de refrigeración. Como se ha descrito previamente, el molde 10 se transporta así, por ejemplo, a un espacio hueco, enfriándose más de forma deseada en condiciones térmicas reguladas o al menos controladas hasta que la temperatura de fundición, medida preferentemente en el dispositivo de soporte 14, haya llegado al valor ajustado previamente, que es el caso preferentemente cuando se ha llegado o se ha bajado por debajo de la temperatura de desmoldeo deseada de, por ejemplo, 300 °C y la refrigeración posterior ya no tiene ninguna influencia en la estructura ni en las propiedades de pieza de fundición.

La figura 5 muestra el molde perdido 10 combinado con coquilla con una configuración alternativa del dispositivo de soporte 14. Este está simplificado en comparación con los dos dispositivos de soporte descritos anteriormente en el sentido de que presenta solo un elemento de anclaje 18, el cual sobresale por el molde perdido 10 hasta entrar en la pieza de fundición 56. El elemento de anclaje 18 puede estar configurado de forma que no sea adecuado para soportar el molde 10 sin pieza de fundición, de forma que este se debe manipular de otra manera al introducirlo en la coquilla. Como alternativa, a lo largo de la superficie del elemento de anclaje 18 pueden estar previstas estructuras no mostradas (ganchos o similares) que establezcan una unión suficiente con el molde de arena 10 como para resistir el desgaste por tracción al levantar y transportar el molde de arena 10 vacío en el dispositivo de soporte 14. El extremo inferior del elemento de anclaje 18 sobresale por lo demás, del modo descrito ya anteriormente, entrando en el espacio hueco del molde de arena 10, de forma que después de endurecerse la fundición del modo mostrado en este caso esté unido con la pieza de fundición 56 y mediante este enlace sea adecuado soportar el molde de arena 10 junto con la pieza de fundición 56.

La figura 6 muestra una forma de realización, modificada de nuevo en cuanto al dispositivo de soporte 14, de un molde perdido 10 combinado con coquilla. Esta forma de realización combina los dos primeros elementos de anclaje 16, que, de acuerdo con la primera forma de realización en la figura 1, se extienden hasta el interior del molde de arena 10, con un segundo elemento de anclaje 18 que se engancha a través del molde de arena 10, que, de acuerdo con la segunda forma de realización en la figura 2 se extiende hasta el interior de la pieza de fundición 56 y por lo cual está prevista una caperuza de alimentación que está integrada en el molde de arena 10 y proporciona un espacio hueco para el material de fundición.

La figura 7 muestra una quinta forma de realización de un molde perdido 10 combinado con coquilla, la cual se diferencia, por ejemplo, de la forma de realización mostrada en la figura 5, por orificios ciegos 58 adicionales en el molde de arena 10. El orificio ciego 58 en el molde 10 desemboca en una sección de la cavidad 40 y amplía así su volumen para el alojamiento de un agente refrigerante. La disposición de los orificios ciegos 58 se corresponde con secciones del molde de arena 10 que presentan un espesor de pared mayor para acercar el agente refrigerante en estos puntos más a la superficie de la pieza de fundición 56 o, antes de su endurecimiento, a la superficie límite del material de fundición respecto al molde 10. Con esta medida, en el caso de diferentes espesores de pared del molde 10, se puede conseguir una refrigeración más homogénea de la superficie de la fundición o, en caso necesario, también una refrigeración, acelerada de forma dirigida, de la fundición en secciones escogidas de la superficie. En lugar de los orificios ciegos pueden estar previstos también orificios pasantes y/o canales que aceleran de nuevo el intercambio de calor o el proceso de refrigeración en los puntos correspondientes o permiten una regulación más precisa. Especialmente son posibles así una refrigeración dirigida de masas locales más grandes (centros térmicos) y/o una optimización estructural local.

Mediante el esquema de proceso en la figura 8 se debe explicar el procedimiento de acuerdo con la invención de una forma de realización especialmente ventajosa. El procedimiento comprende otros pasos de procedimiento que se anteponen o se sitúan después del procedimiento de fundición propiamente dicho. Empieza con un paso de fabricación de núcleo 100 en el que el molde perdido se fabrica, por ejemplo, en un proceso de caja fría, de caja caliente, en un procedimiento Croning, en un proceso de fabricación de moldes furánicos o en un proceso de silicato de sodio-CO₂, como molde de arena ligado preferentemente químicamente. Este paso 100 se efectúa preferentemente bajo supervisión óptica y con control por ordenador.

Si el molde de arena está fabricado, se pasa manualmente, de forma parcialmente automática o, preferentemente, de forma totalmente automática mediante un robot R1, a la siguiente estación. En esta tiene lugar el denominado montaje de paquete de núcleo 102. En este sentido se ensamblan varios moldes parciales para el paquete de núcleo, el molde perdido, como necesite para la fundición. Este paso puede complementarse, según la capacidad de desmoldeo y las exigencias en cuanto a la calidad superficial de la pieza de fundición, en caso necesario, mediante un alisado de núcleo adicional, por ejemplo, mediante robots pulverizadores.

Al montaje de paquete de núcleo 102 le sigue, de forma opcional, el almacenamiento 104 del paquete de núcleo. Está disponible en el cojinete. Según el número de piezas, la velocidad de proceso, las circunstancias de fabricación de núcleo y los requerimientos de proceso de producción se alcanza habitualmente una cantidad determinada de paquetes de núcleo o puede estar prevista una producción justo a tiempo con circunstancias de producción de núcleo óptimas sin almacenaje cuando su fabricación se logra exactamente igual de rápido o más rápido que los pasos de trabajo descritos a continuación.

En caso necesario el paquete de núcleo se retira del cojinete de núcleo y se lleva al siguiente paso de proceso 106. La retirada y el suministro se efectúan de nuevo, preferentemente, de forma completamente automática mediante un robot R2.

El módulo central para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención es una denominada célula de fabricación I1, denominada también "carrusel", en la que se realizan al menos 5, en este caso 6 de los pasos de procedimiento fundamentales para la invención. Como primer paso de trabajo 106, en una primera estación de trabajo de la célula de fabricación I1 el paquete de núcleo se introduce en una coquilla de varias piezas abierta y esta se cierra. Esto se efectúa preferentemente del modo descrito previamente en referencia a la figura 1.

Si la coquilla de varias piezas está cerrada, la estación de trabajo cambia y en un paso de trabajo 108 el espacio hueco del molde perdido se llena de material de fundición, preferentemente en el procedimiento de fundición a baja presión. Si el llenado ha terminado, el molde perdido se cierra mediante una válvula de bloqueo y después se puede llevar al siguiente paso de trabajo 110. Para ello la coquilla pasa de nuevo a la siguiente estación de trabajo, en la que empiezan el primer paso de refrigeración, es decir, la refrigeración primaria del molde y, de forma opcional, al mismo tiempo o consecutivamente, la refrigeración secundaria de la coquilla. Para ello la coquilla o, mejor dicho, los canales de unión 46 y 48 descritos anteriormente, se conectan a un sistema de agente refrigerante, preferentemente a un circuito de agente refrigerante. Además, también el sistema de conductos 50, descrito anteriormente, en las paredes de coquilla se puede conectar a un sistema de agente refrigerante, preferentemente a un circuito de agente refrigerante y el o los sistemas de agente refrigerante se ponen en marcha. Los procesos de refrigeración de este paso de trabajo 110 se efectúan, de forma especialmente preferente, de forma regulada bajo supervisión de la temperatura de fundición o de coquilla. Esta se puede medir, a su vez, preferentemente en el dispositivo de soporte descrito anteriormente.

En esta forma de realización la refrigeración se efectúa a lo largo de tres estaciones de trabajo en total, es decir, también en los pasos de trabajo 112 y 114. Durante todo el proceso de refrigeración primaria, la célula de fabricación I1 se mueve así dos posiciones de trabajo más, de forma que entretanto las estaciones de trabajo anteriores vuelvan a estar disponibles para la realización de los pasos de trabajo 106 y 108. La relación de la duración para la introducción del molde 10 en la coquilla en el paso 106 y el llenado en el paso 108 con la duración del proceso de refrigeración primario (en caso necesario, con refrigeración de la coquilla) determina el número de las estaciones de trabajo reservadas para la refrigeración.

En la última estación de trabajo de la célula de fabricación la coquilla con el molde perdido 10 refrigerado es sometida al paso de trabajo 116, en el que la coquilla de varias piezas se abre, como pronto después de que la fundición, como se ha descrito anteriormente, esté endurecida al menos parcialmente. Al mismo tiempo, el molde perdido suspendido en el dispositivo de soporte se retira, del modo descrito anteriormente, de la coquilla abierta. Esto se efectúa, de nuevo, preferentemente de forma completamente automatizada mediante un robot R3 para garantizar una retirada sin daños del molde perdido.

Entonces el robot R3 traslada el molde perdido a un tramo de refrigeración en el que se sigue refrigerando suspendida en el dispositivo de soporte, paso 118.

Si la fundición, con la estructura deseada, incluida en el molde perdido llega finalmente a la temperatura de desmoldeo de, por ejemplo, 300 °C, a continuación se efectúa el paso 120, en el que la fundición se desmolda finalmente retirando mecánicamente el molde perdido. Este paso se denomina también "vaciado" o "limpieza de arena gruesa".

Acto seguido se efectúa una radiación 122 para quitar los restos de arena a la fundición. Si este paso de proceso ha terminado, el molde de fundición se lleva, preferentemente de forma totalmente automatizada mediante otro robot R4, a una estación de separación que comprende como siguiente paso la separación 124 del alimentador y/o del dispositivo de soporte. A este se conectan, de una manera conocida en sí, los controles finales 126 así como la entrega 128 al envío o al almacén de piezas.

Referencias

- 10 Molde perdido, paquete de núcleo
- 12 Espacio hueco
- 14 Dispositivo de soporte
- 16 Primer elemento de anclaje

18	Segundo elemento de anclaje
20	Orificio de entrada
22	Primera mitad de coquilla
5	24 Segunda mitad de coquilla
	26 Elemento adaptador, arrastrador
	28 Elemento adaptador, cavidad
30	Pared exterior del molde
10	32 Pared interior de la coquilla
	34 Cojinete de núcleo
	36 Canal de unión
	38 Lado exterior de la coquilla
15	40 Cavidad
	42 Canal con forma de espiral o de caracol
	44 Canal con forma de espiral o de caracol
	46 Canal de unión
	48 Canal de unión
20	50 Sistema de conductos
	52 Caperuza de alimentación
	54 Material de fundición
	55 Válvula de bloqueo
25	56 Fundición o pieza de fundición
	58 Orificio ciego
100	Fabricación de núcleo
102	Montaje de paquete de núcleo
30	104 Cojinete de núcleo
	106 Introducción del molde perdido y cierre de la coquilla
	108 Llenado
110	Refrigeración
35	112 Refrigeración
	114 Refrigeración
	116 Apertura de la coquilla y retirada del molde abierto
	118 Refrigeración del molde perdido
40	120 Desmoldeo de la pieza de fundición
	122 Radiación
	124 Separación del dispositivo de soporte
	126 Controles finales
	128 Almacenamiento o envío
45	

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de piezas de fundición de metal ferroso en el que

- 5 - se introduce un molde perdido (10), con un espacio hueco (12) para el alojamiento del material de fundición (54), en una coquilla (22, 24) de varias piezas abierta (paso 106),
- se cierra la coquilla de varias piezas (22, 24) (paso 106),
- se llena con material de fundición (54) el espacio hueco (12) del molde perdido, rociándose parcialmente con el material de fundición (54) un dispositivo de soporte (14) que sobresale parcialmente hasta entrar en el espacio hueco (12) del molde perdido (10) (paso 108),
- 10 - después del llenado, se enfría el molde perdido (10) en la coquilla (22, 24) (paso 110, 112, 114),
- se abre la coquilla (22, 24) de varias piezas durante el enfriamiento, como pronto, después de que la temperatura quede por debajo de la temperatura de líquidos; preferentemente, después de que la temperatura quede por debajo de la temperatura de sólidos y de forma especialmente preferente, incluso antes de que la fundición haya llegado a la temperatura de transformación eutectoide, y el molde perdido (10) con la fundición es retirado de la coquilla abierta sin destrozarlo (paso 116),
- 15 - se sigue enfriando el molde perdido (10) con la fundición suspendido en el dispositivo de soporte (14), por lo menos hasta que ha terminado la formación de la estructura de la fundición (paso 118),
- se desmoldea la fundición retirando el molde perdido (10) (paso 120).

20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se introduce el dispositivo de soporte (14), junto con una caperuza de alimentación (52), en el molde perdido (10) antes de que este se introduzca en la coquilla abierta.

25 3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** se llena, subiendo desde abajo, con material de fundición (54) el espacio hueco (12) del molde perdido (10).

30 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** se llena el espacio hueco (12) del molde perdido (10) en el procedimiento de fundición a baja presión.

5. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado por que** se cierra el molde perdido (10) mediante una válvula de bloqueo después del llenado con material de fundición (54).

35 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** después del cierre se retiran de la estación de fundición la coquilla con molde perdido (10) y la fundición.

7. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** la refrigeración del molde perdido (10) empieza después de cerrar el molde perdido.

40 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde perdido (10) es enfriado por un agente refrigerante que fluye por una cavidad (40) dispuesta entre la pared interior de la coquilla (32) y la pared exterior del molde perdido (30).

45 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** la corriente de agente refrigerante se efectúa con regulación de temperatura y/o con control de masa, de tiempo y/o de módulo.

50 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se llevan el molde perdido (10) y la fundición (56), suspendidos en el dispositivo de soporte (14), a un espacio de refrigeración y en él se siguen enfriando de forma controlada o regulada, opcionalmente, con supervisión de temperatura.

55 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la temperatura de fundición durante la refrigeración del molde perdido (10) se mide en el dispositivo de soporte (14) antes y/o después de retirar la coquilla (22, 24).

60 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, durante el llenado (108) del espacio hueco (12) del molde perdido (10) con material de fundición (54), se aspiran gases de fundición por una cavidad (40) dispuesta entre la pared interior (32) de la coquilla (22, 24) y la pared exterior del molde perdido (30).

13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se refrigera la coquilla (22, 24) después del llenado (108).

65 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al introducirlo en la coquilla de varias piezas (22, 24) abierta, se mantiene el molde perdido (10) en la coquilla

mediante presión negativa.

15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**
5 el molde perdido (10) y la coquilla presentan elementos adaptadores (16, 28) que, al introducir el molde perdido (10) en la coquilla (22, 24) de varias piezas abierta, encajan unos en otros.

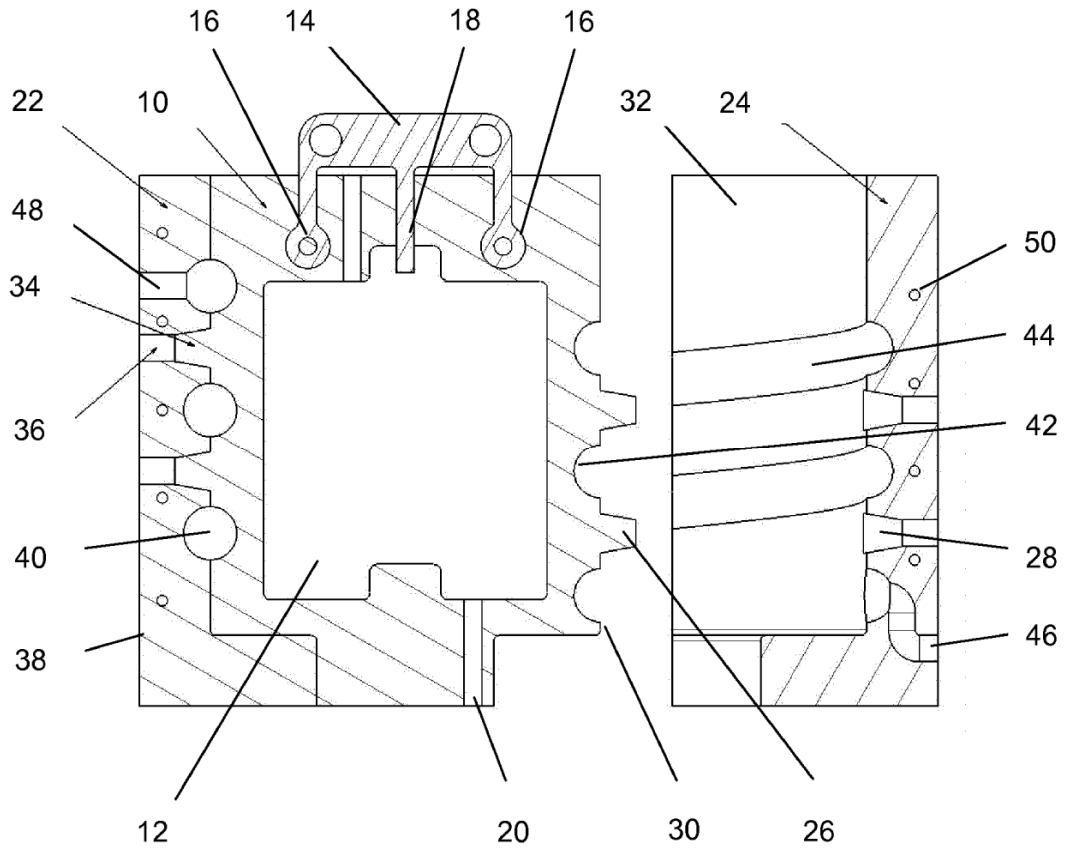


Fig. 1

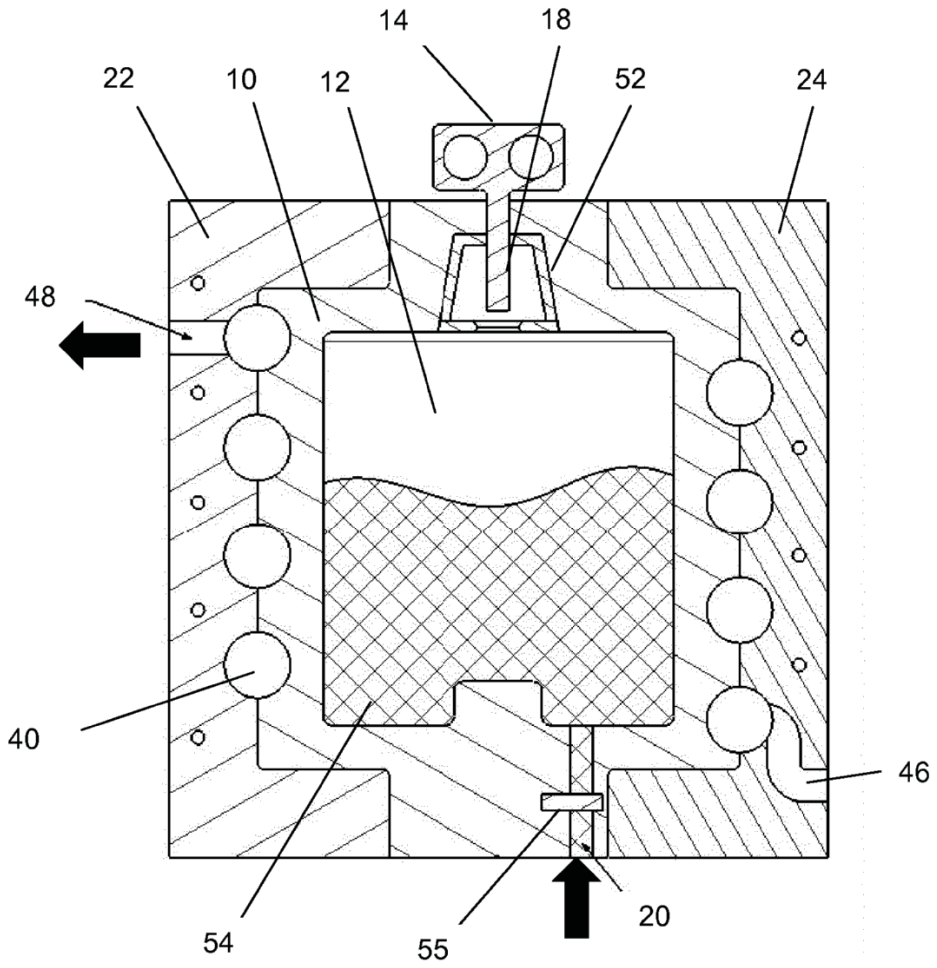


Fig. 2

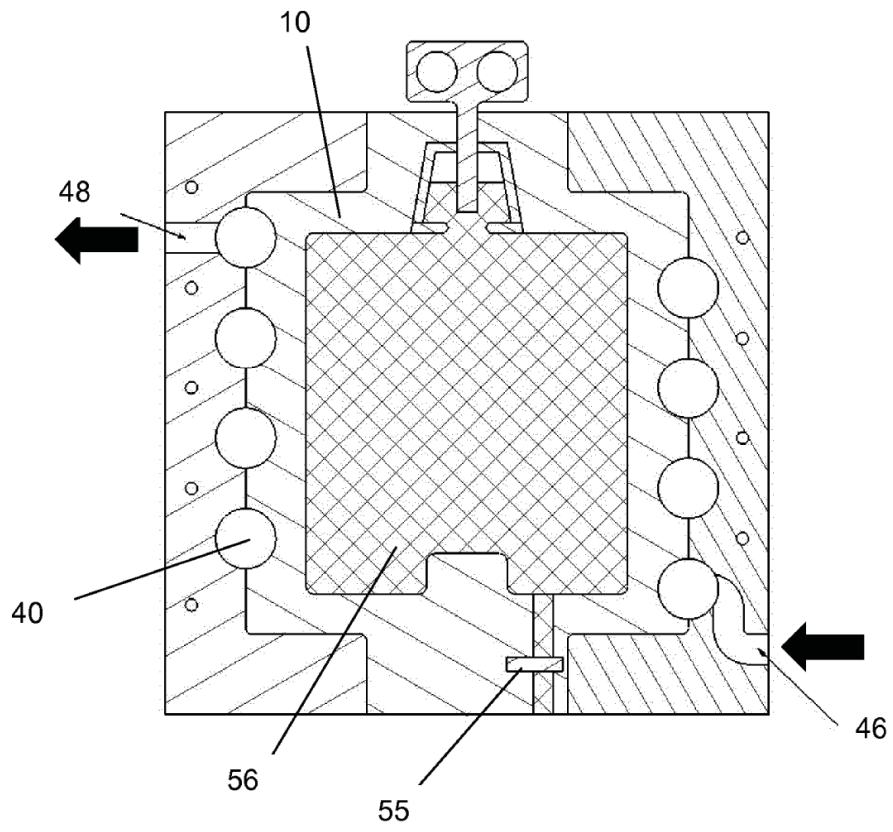


Fig. 3

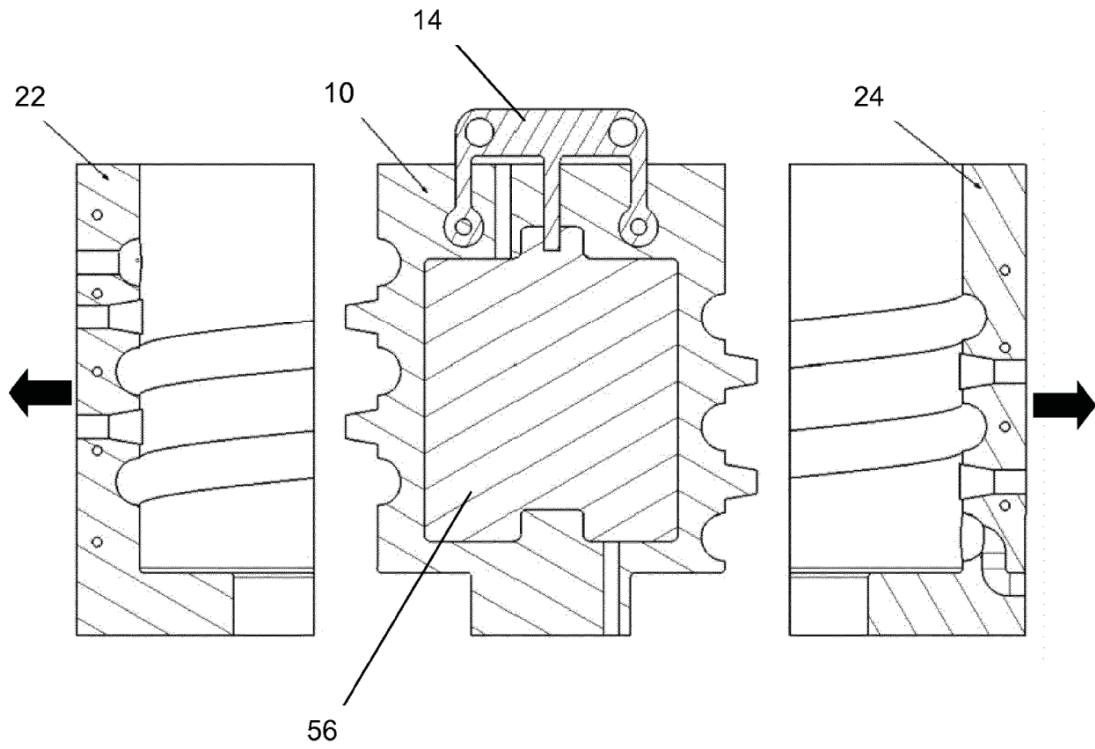


Fig. 4

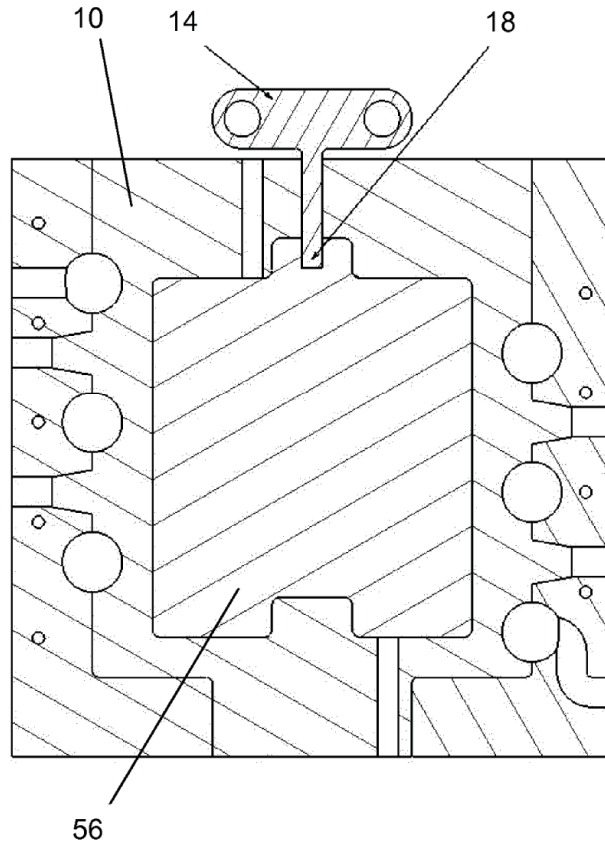


Fig. 5

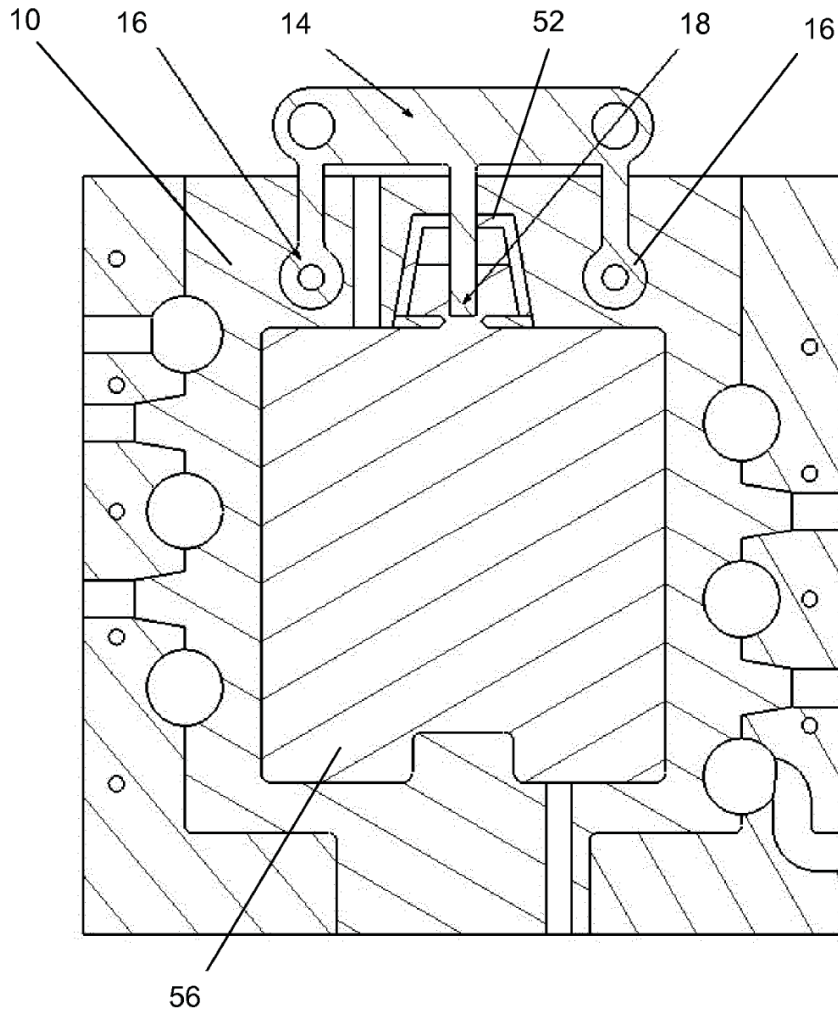


Fig. 6

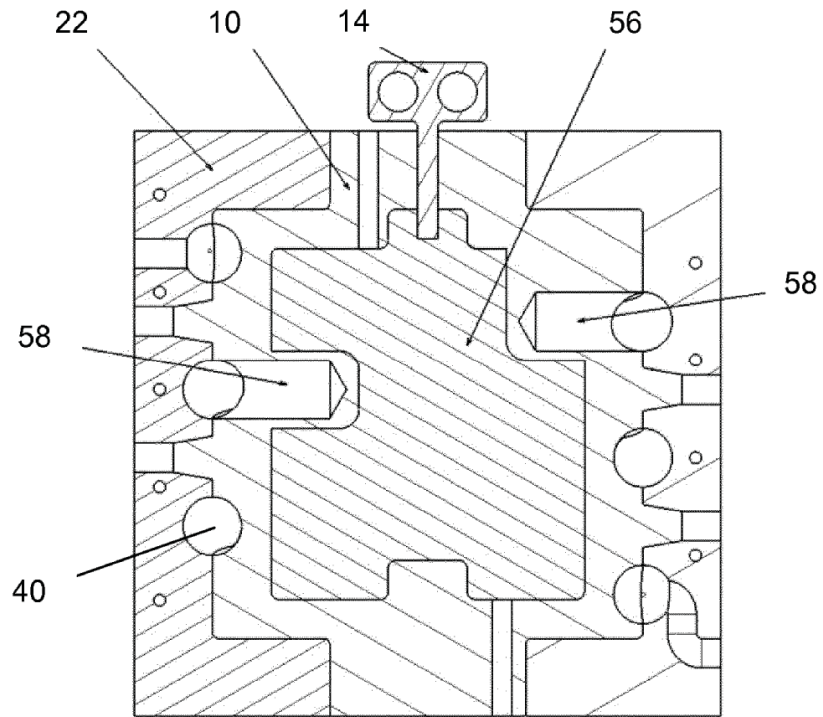


Fig. 7

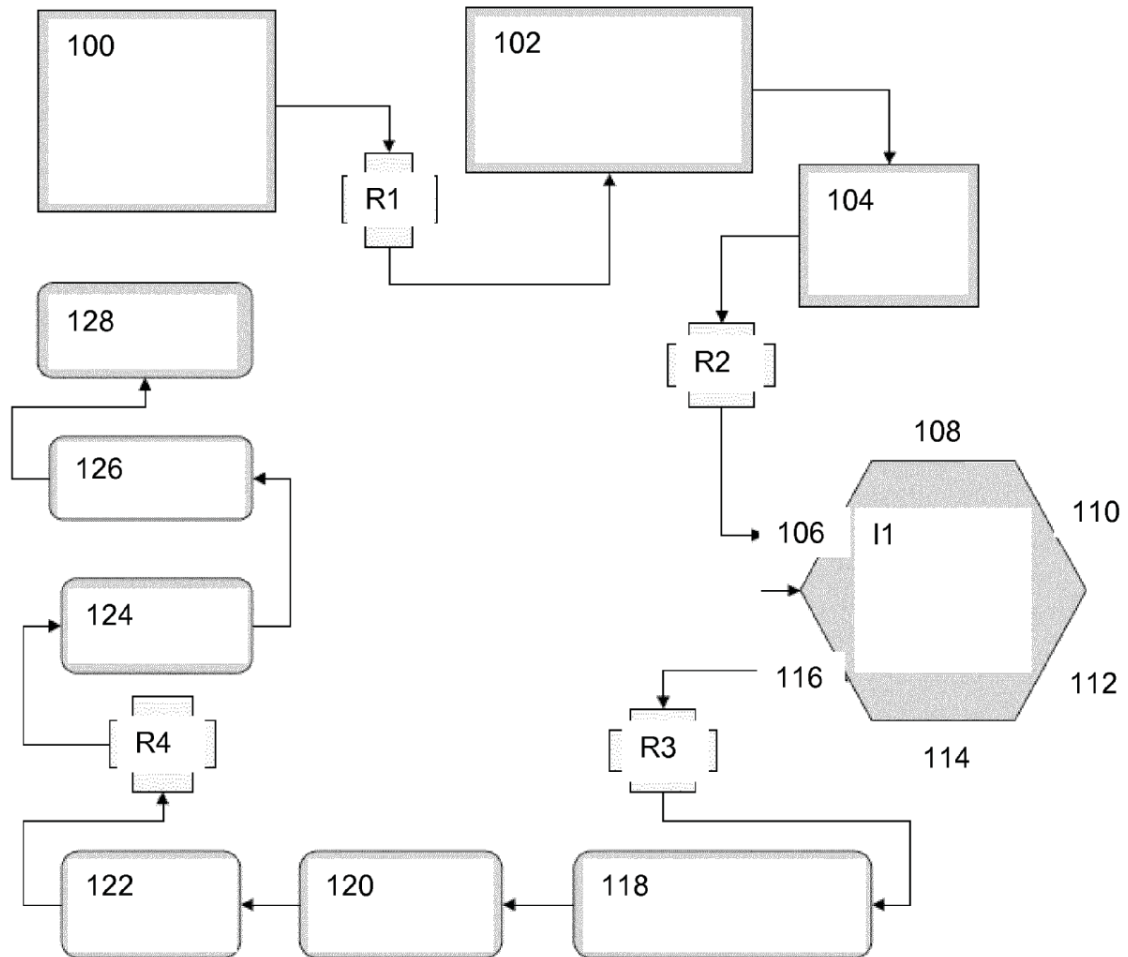


Fig. 8