

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 203**

51 Int. Cl.:

**B22D 23/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2014 PCT/EP2014/076292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15082489**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2014 E 14809617 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 3077138**

54 Título: **Procedimiento para la producción de piezas de fundición por medio de una técnica de fundición a partir de una masa fundida de metal**

30 Prioridad:

**03.12.2013 DE 102013113414**  
**28.02.2014 DE 102014102724**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.09.2017**

73 Titular/es:

**NEMAK, S.A.B. DE C.V. (100.0%)**  
**Libramiento Arco Vial Km. 3.8**  
**66000 García, Nuevo León, MX**

72 Inventor/es:

**CALIN, LIVIU;**  
**IRAUSCHEK, FRIEDRICH;**  
**HARTL, WALTER y**  
**MANN, REINHARD**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 634 203 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 producción de piezas de fundición por medio de una técnica de fundición a partir de una masa fundida de metal

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de piezas de fundición por medio de una técnica de fundición a partir de una masa fundida de metal de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1.

10 Un procedimiento de este tipo para la producción por fundición de piezas de fundición se conoce por el documento US 5.704.413 A.

15 Un problema fundamental en la producción por fundición de piezas de fundición a partir de una masa fundida de metal consiste en rellenar el molde con el material fundido líquido de tal manera que dentro de lo posible se mantenga reducido a un mínimo la inclusión de aire y óxido en la pieza de fundición. Adicionalmente, en muchas aplicaciones se quiere lograr un determinado desarrollo de la solidificación, con el fin de lograr una configuración estructural que satisfaga los respectivos requisitos relacionados con la distribución de las propiedades mecánicas.

20 En particular en la fundición de aleaciones de aluminio, a esto se suma que la masa fundida debe transferirse lo más rápido posible de la cubeta de fundición o el recipiente de colada al molde. De esta manera se evita que los componentes de la aleación reaccionen con el oxígeno ambiental y se formen óxidos duros. Al mismo tiempo, se quiere minimizar las pérdidas de temperatura durante la fundición, con el fin de asegurar una configuración estructural óptima. A estos requisitos se opone el peligro de que con un llenado rápido de la masa fundida en el molde se formen turbulencias importantes en la corriente de material fundido y se producen inclusiones de gas en la pieza fundida, por lo que se obstaculiza la formación de una estructura óptima en la pieza fundida.

30 En particular en el ámbito de la fundición de piezas requeridas para la construcción de motores de combustión interna, tales como culatas o cárteres de cigüeñal, a partir de una masa de metal ligero fundido, en particular una masa fundida de metal basada en aluminio, es particularmente importante un relleno "tranquilo" y libre de turbulencias del respectivo molde de fundición. De esta manera se puede minimizar la cantidad de óxidos y otras contaminaciones que flotan sobre el volumen de masa fundida a ser relleno en el molde de fundición y que de otra manera entrarían en el molde de fundición durante el vaciado. Para poder lograrlo, anteriormente se han desarrollado numerosas variantes del así llamado procedimiento de "colada basculante".

35 Una característica común de los procedimientos de colada basculante conocidos es que el molde de fundición se rellena a través de un recipiente de masa fundida acoplado al mismo, en el que el molde se rellena con el contenido del recipiente de masa fundida a partir de una posición inicial, en la que el recipiente de masa fundida cargado con la masa fundida que va a ser vaciada se gira alrededor de un eje de pivotado a una posición final, por lo que, debido a este movimiento de pivotado, la masa fundida puede fluir al interior del molde de fundición.

40 En una variante de la colada basculante, conocida por el documento EP 1 155 763 A1, un molde de fundición con el lado de vertido orientado hacia arriba se monta sobre una placa de base y luego se gira con la placa de base aproximadamente 180° alrededor de un eje de pivotado horizontal, hasta que el lado de entrada del molde de fundición queda orientado hacia abajo. Después, un recipiente de colada, que para la carga del molde de fundición está relleno con una porción suficiente de masa fundida, se acopla con su lado de salida de manera próxima al lado de entrada del molde de fundición. Posteriormente, el molde de fundición junto con el recipiente de colada acoplado se giran aproximadamente 180° alrededor de un eje de pivotado con orientación horizontal, de tal manera que la masa fundida fluye desde el recipiente de colada al molde de fundición. Una vez que el proceso de vertido se haya completado, el recipiente de colada puede ser retirado del molde de fundición. Los procedimientos de este tipo se conocen como procedimientos de fundición por rotación debido al amplio recorrido de pivotado.

55 Por el documento DE 10 2004 015 649 B3 se conoce un procedimiento adicional para la colada basculante, con el que se funden componentes constructivos de metal ligero, en particular aleaciones de aluminio. En este procedimiento, la masa fundida se llena en colada de cabecera dentro de un canal transversal dispuesto en el lado longitudinal de un molde de fundición. El molde de fundición primero se voltea por un ángulo de 45° a 70° alrededor de su eje longitudinal orientado horizontalmente. Después comienza la carga de la masa fundida líquida en el canal transversal, hasta que aproximadamente una quinta parte de la masa fundida requerida para la fundición del componente se haya cargado en el canal transversal, pero sin que la masa fundida ya fluya dentro del espacio interior hueco del molde de fundición. Después, el molde de fundición bajo recarga constante de masa fundida se gira fuera de la posición inclinada, de tal manera que la masa fundida fluye a lo largo de una pared del molde de fundición al interior del espacio hueco del molde.

65 Por el documento DE 10 2008 015 856 A1 se conoce una variante adicional de un procedimiento para la fundición de componentes constructivos de metal ligero de acuerdo con el principio de la colada basculante. En este procedimiento, la masa fundida se vierte dentro de un grupo constructivo asociado al molde de fundición. Desde este grupo constructivo, la masa fundida fluye durante un movimiento basculante del molde de fundición al interior del

espacio hueco del molde. Debido a que el molde de fundición se hace pivotar a partir de una posición final mediante una máquina de fundición asociada a una posición inicial de hasta 90° alrededor de un eje de pivotado con orientación horizontal, y debido a que el molde de fundición luego puede ser desplazado en un intervalo de 0° a 90°, se pueden fundir componentes geoméricamente exigentes con una buena configuración estructural en el plazo de cortos tiempos de ciclo durante la solidificación.

Por el documento DE 10 2010 022 343 A1 se conoce además un procedimiento para la fundición basculante de componentes, en el que en una primera etapa de trabajo, un molde, que define un espacio interior hueco del molde para recibir una masa fundida de metal y que presenta por lo menos un estanque de colada, se hace pivotar desde una posición inicial con el lado de vertido orientado hacia arriba en una primera dirección de pivotado alrededor de un primer ángulo de pivotado a una primera posición de pivotado. Después, el molde de fundición se prepara para la fundición de un nuevo componente mediante su limpieza, alisado y finalmente se dota con núcleos de fundición. Luego, el molde de fundición se hace pivotar en una segunda dirección de pivotado opuesta a la primera dirección de pivotado. En este movimiento pasa por la posición inicial y se hace pivotar hasta una segunda posición de pivotado, en la que el molde de fundición, referido a la posición inicial, presenta un segundo ángulo de pivotado. Después, el por lo menos un estanque de colada se carga para la fundición del componente con la masa fundida de metal prevista para esto. Después, el molde de fundición junto con el estanque de colada se hace pivotar en la dirección opuesta hasta la posición inicial, de tal manera que la masa fundida líquida fluye entre la segunda posición de pivotado y la posición inicial de manera laminar dentro del espacio interior hueco del molde de fundición. Una ventaja de esta variante de la fundición basculante sería que el estanque de colada estaría dispuesto relativamente lejos del operario, por lo que la radiación térmica que actúa sobre el operario es relativamente pequeña. Al mismo tiempo, también este procedimiento conocido de fundición basculante permitiría la fabricación de componentes de alta calidad mediante la técnica de fundición con tiempos de ciclo más cortos y, por ende, un mayor rendimiento de producción.

Ante este trasfondo del estado de la técnica arriba descrito, el objetivo de la presente invención ha consistido en crear un procedimiento para la fabricación de piezas de fundición mediante la técnica de fundición, con el que se asegura una óptima calidad de las piezas de fundición mediante un relleno optimizado adicionalmente del molde de fundición, junto con un desarrollo optimizado de la solidificación como resultado de esto.

De acuerdo con la presente invención, este objetivo se logra siguiendo las etapas de trabajo mencionadas en la reivindicación 1 para la fundición de piezas de fundición a partir de una masa fundida de metal.

En un procedimiento de acuerdo con la presente invención, para la producción de piezas de fundición mediante la técnica de fundición a partir de una masa fundida de metal, se emplea correspondientemente un molde de fundición, que se encuentra colocado en una máquina de fundición de manera que puede pivotar alrededor de un eje de pivotado con orientación horizontal y a este respecto define un espacio interior hueco que refleja la forma de la pieza de fundición que se va a fundir, y que además presenta una tapa que limita el espacio interior hueco por uno de sus lados, en la que está prevista por lo menos una abertura de entrada para introducir la masa fundida de metal dentro del espacio interior hueco, así como una pared lateral de referencia que topa con la tapa y que limita del espacio interior hueco por uno de sus lados mediante superficies de pared, en las que un plano principal de la pared lateral de referencia, que se extiende de manera axialmente paralela al eje de pivotado, está dispuesto de tal manera que su orientación se aproxima al valor medio de las orientaciones de las superficies de pared, que también se extienden respectivamente en una dirección orientada de manera paralela al eje de pivotado, y un fondo, cuyas superficies de fondo asociadas al espacio interior hueco reflejan la terminación en el lado del fondo de la pieza de fundición.

Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención se emplea una artesa, que en su lado de entrada para el vertido de la masa fundida de metal en la artesa y en un lado de salida que topa con el lado de entrada y con el fondo de la artesa está abierta por lo menos por secciones, a través de la que la masa fundida de metal cargada en artesa fluye desde la artesa al interior del molde de fundición durante el proceso de fundición.

De acuerdo con la presente invención, en una primera etapa de trabajo la artesa se dispone junto al molde de fundición de tal manera que su lado de salida queda adyacente a la tapa del molde de fundición y el fondo de la artesa está asociado a la pared lateral de referencia, y la abertura de entrada del molde de fundición y la sección abierta del lado de salida por lo menos se solapan entre sí.

Después, el molde de fundición se hace pivotar a una posición de carga, en la que el plano principal de la pared lateral de referencia forma, con el nivel del baño de una porción de masa fundida de metal que se va a cargar en la artesa, un ángulo  $\beta_1$  menor de 180°, y el nivel del baño de la porción de masa fundida de metal que se va a llenar en artesa se encuentra por debajo de la abertura de entrada del molde de fundición.

Luego, la artesa que se encuentra en la posición de carga, se llena con una porción suficiente de masa fundida de metal para llenar el molde de fundición.

Finalmente, el molde de fundición se hace pivotar junto con la artesa dispuesta junto al mismo alrededor de un eje de pivotado en una dirección de pivotado, en la que debido al pivotado y al efecto de la fuerza de gravedad la masa

fundida de metal fluye desde el artesa al interior del molde de fundición, y el pivotado continúa hasta que se alcanza una posición final, en la que el molde de fundición se ha llenado con la masa fundida de metal, y el ángulo  $\beta_1$  respectivamente formado entre el plano principal de la pared lateral de referencia y el nivel del baño de la porción de masa fundida de metal contenida dentro de la artesa siempre es más pequeño que  $180^\circ$ , por lo menos hasta que la

5

Con el procedimiento de acuerdo con la presente invención, en comparación con los procedimientos de fundición de rotación convencionales, en los que normalmente se recorre una trayectoria de pivotado de  $180^\circ$ , se logra un acortamiento sustancial de la trayectoria de pivotado. Esto resulta en un ahorro sustancial de tiempo en comparación con los procedimientos mencionados.

10

Al mismo tiempo, tanto en comparación con los procedimientos de fundición de rotación convencionales como también en comparación con los procedimientos de colada basculante convencionales, en los que entre la posición inicial, en la que todavía no fluye ninguna masa fundida al interior del molde de fundición desde el respectivo recipiente de colada acoplado al molde de fundición, hasta la posición final, en la que el molde de fundición se ha rellenado completamente, normalmente se recorre una trayectoria de pivotado de hasta  $110^\circ$ , se logra un mejoramiento sustancial del proceso de llenado del molde y por ende también del resultado de la fundición. Así, con el procedimiento de acuerdo con la presente invención, la energía cinética, que actúa sobre la masa fundida dentro de la artesa debido al movimiento de pivotado, se reduce a un mínimo. De esta manera se previene la formación de turbulencias en la masa fundida que se encuentra dentro de la artesa. De manera correspondiente, también se minimiza la cantidad de inclusiones de óxido o de otro tipo que se introducen en la masa fundida dentro de la artesa por la superficie.

15

20

Esto se logra debido a que para la realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención, la posición de pivotado de la combinación formada por el molde de fundición y la artesa dispuesta en el mismo que sirve como recipiente de colada se selecciona en la posición inicial de tal manera que después de haberse cargado la porción de masa fundida de metal requerida en el molde de fundición, el nivel del baño de la porción de masa fundida de metal forma con el plano principal de la pared lateral de referencia un ángulo  $\beta_1$  menor que  $180^\circ$ .

25

Este ángulo  $\beta_1$  de acuerdo con la presente invención se mide respectivamente entre el plano principal de la pared lateral de referencia y la superficie libre del nivel del baño virtual hasta la carga de la porción de masa fundida de metal. El término "pared lateral de referencia" se refiere a la pared lateral del molde de fundición que, cuando la artesa está acoplada al molde de fundición, se encuentra inmediatamente adyacente a la artesa. El término "plano principal" de la pared lateral de referencia se refiere entonces a un plano imaginario que está definido entre un vector de dirección que se extiende de manera paralela al eje de pivotado del molde de fundición y un segundo vector de dirección que por una parte está orientado de manera perpendicular al eje de pivotado y cuya orientación por otra parte corresponde al valor medio de las orientaciones de vectores igualmente posicionados de manera perpendicular al eje de pivotado, que se aplican a aquellas superficies de pared que se extienden respectivamente paralelas al eje de pivotado.

30

35

40

El ángulo  $\beta_1$  se selecciona de acuerdo con la presente invención mediante un pivotado correspondiente de la combinación de molde de fundición/artesa para la posición de carga, de tal manera que durante de pivotado de la combinación de molde de fundición/artesa efectuado para cargar la porción de masa fundida de metal requerida en la artesa que sirve como recipiente de colada, este ángulo se mantiene más pequeño que  $180^\circ$ , hasta que la masa fundida choca contra el fondo del molde de fundición. Esto significa que en el procedimiento de acuerdo con la presente invención, la masa fundida que se va a verter, durante de pivotado y la entrada consecuyente de la misma en el molde de fundición, alcanza de forma creciente y plana las superficies de pared interiores de la pared lateral de referencia que definen la posición del plano principal, hasta que alcanza el fondo del molde de fundición. De manera similar a una marea que incide suavemente contra una playa de declive plano, también en la masa fundida que entra en el molde de fundición en todo caso se producen solo turbulencias mínimas.

45

50

Por lo tanto, durante el pivotado efectuado de acuerdo con la presente invención, el molde de fundición se llena de manera particularmente uniforme y tranquila con la masa fundida que entra en el molde de fundición debido al movimiento de pivotado y al efecto de la fuerza de gravedad. Con el procedimiento de acuerdo con la presente invención, la pieza de fundición se va formando paulatinamente a medida que aumenta el pivotado a partir de la pared lateral de referencia en el espacio hueco interior del molde de fundición, hasta que se alcanza la posición final en la trayectoria de pivotado y el molde de fundición se ha llenado completamente con la masa fundida.

55

De manera sorprendente, se ha demostrado que el llenado del molde de fundición como resultado del procedimiento de acuerdo con la presente invención se realiza de manera tan tranquila, que los óxidos y otros contaminantes existentes sobre el baño de masa fundida dentro de la artesa se mantienen en gran medida fuera del espacio hueco interior del molde de fundición, sin que para esto se requieran medidas especiales. En este tipo de moldes de fundición, en los que en la zona de la tapa está prevista una escotadura para recoger una porción de masa fundida que sirve como mazarota para la pieza de fundición que se va a fundir, los óxidos y otros contaminantes de manera correspondiente se acumulan en una zona cercana a la superficie, en la que no representan ningún peligro para la calidad de la pieza de fundición. De esta manera se reduce a un mínimo la formación de inclusiones en las piezas de

60

65

fundición fabricadas de acuerdo con la presente invención. Por lo tanto, no se requieren otras medidas de carácter constructivo u operativo, tales como la disposición de una cuchilla de retención, un filtro o un tamiz en la zona de la entrada de llenado del molde de fundición, o alguna otra cosa similar. Por lo tanto, la presente invención no solo resulta en un ahorro sustancial de tiempo comparado con los procedimientos de fundición de rotación convencionales, sino también en características de producción mejoradas de las piezas de fundición fabricadas en comparación con otras piezas de fundición que fueron producidas de acuerdo con procedimientos de colada basculante convencionales.

Una ventaja adicional de la presente invención consiste en que como recipiente de colada se puede emplear una artesa abierta hacia su lado de entrada durante el proceso de llenado y pivotado, con la configuración geométrica más sencilla posible. A este respecto, si se siguen las especificaciones de acuerdo con la presente invención, se logra respectivamente una posición de vertido fácilmente alcanzable, en la que mediante el uso de una cuchara de fundición convencional se puede cargar respectivamente la porción de masa fundida requerida en la artesa.

La abertura de llenado provista en la tapa del molde de fundición, para el procedimiento de acuerdo con la presente invención puede estar configurada de tal manera que el llenado también se puede efectuar en secciones del molde de fundición muy alejadas de la abertura de llenado, mediante una corriente directamente incidente. Es decir, la abertura de llenado de manera óptima no está limitada a una pequeña sección de superficie de la tapa, de tal manera que la masa fundida pueda entrar en el molde de fundición en forma de una corriente de flujo rápido, sino que más bien está diseñada de tal manera que en una vista desde arriba sobre la tapa ella cubre en gran medida la superficie ocupada por la sección transversal orientada paralelamente a la tapa del espacio hueco interior del molde de fundición. Esto también se puede lograr, si a las diferentes secciones del molde de fundición distribuidas sobre la superficie de sección transversal se asocia respectivamente una abertura de llenado propia o si una determinada sección se asocia a una abertura de llenado común de gran tamaño. Para esto, varias aberturas de llenado mutuamente superpuestas pueden estar configuradas de tal manera que en su secciones solapadas trascienden unas en otras, para formar así una abertura de llenado ramificada en dos o más secciones. A este respecto, el objetivo es que la abertura de llenado presente un tamaño máximo, con el fin de permitir la entrada simultánea de un gran volumen de masa fundida dentro del molde de fundición en forma de una corriente tranquila y previniendo que se formen picos locales de la velocidad de flujo.

El llenado tranquilo del molde de fundición también se puede apoyar si el eje de pivotado, alrededor del que se hace pivotar el molde de fundición, se extiende a través o cerca del fondo del molde de fundición. Debido a esta disposición del eje de pivotado desplazada en dirección al molde de fundición, excéntrica con respecto al molde de fundición, se reduce adicionalmente el declive y por ende la energía cinética con la que la masa fundida entra en el molde de fundición.

Debido a los resultados de fundición optimizados y los tiempos de fundición minimizados, el procedimiento de acuerdo con la presente invención es apropiado en particular para la producción a gran escala de culatas y cárteres de cigüeñal para motores de combustión interna, cuya aptitud mecánica y térmica está sujeta a las máximas exigencias. Aquí se demuestran las ventajas del procedimiento de acuerdo con la presente invención, en particular si como material de fundición se emplea una masa fundida de metal basada en aluminio.

Para la realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención, la artesa o bien puede estar unida de manera fija y permanente con el molde de fundición, o también puede ser desprendible del molde de fundición por medio de dispositivos de sujeción apropiados. Esta última forma de realización presenta la ventaja de que la artesa puede ser separada fácilmente del molde de fundición, por ejemplo con fines de limpieza o sustitución. Al mismo tiempo, a través de una fuerza de retención suficiente se asegura la unión estanca de las juntas, en las que la artesa entra en contacto con el molde de fundición, incluso si por efecto del calor o el desgaste las superficies de contacto mutuamente asociadas ya no se adaptan de manera perfecta entre sí. Como dispositivo para sujetar la artesa en el molde de fundición los dispositivos de contacto a presión de funcionamiento hidráulico, que en un espacio muy reducido pueden producir fuerzas de contacto a presión y fuerzas de retención muy grandes.

En vista de la deseada entrada tranquila y uniforme de la masa fundida en el molde de fundición, se ha demostrado como particularmente efectivo si la artesa presenta un fondo que es plano en la superficie del fondo que está orientada hacia la masa fundida de metal. A este respecto, la superficie de fondo plana de manera óptima está orientada de tal manera, que como más temprano en el momento en el que la masa fundida que entra en el molde de fundición incide sobre el fondo del molde de fundición, se encuentra en posición horizontal.

En la fundición de piezas de fundición, que presentan una superficie de cabeza y de fondo claramente definida, óptimamente plana, tal como en el caso de culatas o cárteres de cigüeñal para motores de combustión interna, en los que el molde de fundición igualmente presenta de manera correspondiente en el lado exterior de la tapa y del fondo dos superficies exteriores orientadas de manera paralela entre sí, esto se puede asegurar si la superficie del fondo de la artesa forma un ángulo recto con el fondo del molde de fundición.

La artesa se puede disponer y alinear de manera particularmente fácil en el molde de fundición, si el lado de vertido está abierto a lo largo de la altura y la anchura del espacio de contención rodeado por la artesa. Con un molde de

fundición en cuya tapa están previstas varias aberturas o entalladuras de entrada, por las que la masa fundida se ha de distribuir en el molde de fundición, esta forma de realización presenta la ventaja adicional de que la porción de masa fundida de metal existente en la artesa durante el pivotado fluye de manera uniforme contra la tapa del molde de fundición a lo largo de una gran anchura y de manera correspondiente fluye uniformemente dentro de las aberturas provistas en el molde de fundición.

Se puede minimizar la cantidad de óxidos y otros contaminantes que se incluyen en la porción de masa fundida de metal cargada en la artesa, si también el vertido mismo se efectúa en forma de una corriente lo más tranquila posible. Esto se puede apoyar si en uno de los lados orientados hacia la masa fundida de metal de una de las paredes laterales cerradas de la artesa se forma una superficie de incidencia que, partiendo del fondo de la artesa, asciende en dirección hacia el borde superior libre de esta pared lateral, y contra la que se dirige la masa fundida de metal durante el vertido de la masa fundida de metal al interior de la artesa. El chorro de masa fundida que incide sobre la superficie inclinada formada de esta manera se desvía con pérdida de energía cinética, de tal manera que incide de forma distribuida a lo largo de un frente más ancho sobre la masa fundida que ya se encuentra dentro de la artesa, por lo que se minimiza la intensidad y profundidad de las turbulencias que necesariamente se forman allí. Dependiendo de la concentración con la que el chorro de masa fundida choca contra la superficie de incidencia durante el llenado, puede ser ventajoso si la superficie de incidencia se configura de manera cóncava hacia adentro, plana o cóncava hacia afuera.

Bajo consideración de las propuestas de la presente invención que se han resumido en lo anterior, se ha demostrado como particularmente ventajosa y apropiada una artesa, cuyo espacio interior de artesa presenta una forma de base cuadrada, en la que el lado de salida asociado al molde de fundición y el lado superior de la artesa están abiertos, mientras que la superficie de incidencia está realizada en la superficie interior opuesta al lado de salida de la artesa.

Las experiencias prácticas demuestran que en particular en la fundición de culatas y cárteres de cigüeñal para motores de combustión interna se obtienen resultados de fundición óptimos, si antes de efectuarse el pivotado con el molde de fundición en posición de carga, el ángulo  $\beta_1$  formado entre la superficie del nivel del baño de la porción de masa fundida cargada en la artesa y el plano principal de la pared lateral de referencia es de 120-160°.

El llenado del molde de fundición se puede efectuar a través de un sistema interior de distribución realizado en la tapa del molde o antepuesto a la tapa del molde, si esto se considera como ventajoso desde el punto de vista técnico de la fundición y la reología. Sin embargo, las ventajas particulares del procedimiento de acuerdo con la presente invención también se demuestran en particular si en la tapa desembocan dos o más entalladuras como aberturas de llenado, por las que la masa fundida durante el pivotado fluye directamente al interior del espacio hueco del molde de fundición. En este sentido, se ha demostrado que debido al llenado particularmente tranquilo, que se asegura a través de la presente invención, sigue siendo igualmente posible dirigir la corriente directamente contra la tapa, cuando la misma está formada por un material de molde como macho de molde perdido.

De manera correspondiente, el procedimiento de acuerdo con la presente invención resulta particularmente apropiado para la fundición de piezas de fundición de formas filigranas, que se componen enteramente o por lo menos parcialmente de un así llamado paquete del núcleo formado por una pluralidad de núcleos de fundición preformados en particular con un material de molde. Este tipo de moldes de fundición son aptos en particular para fabricar piezas de fundición conformadas de manera afiligranada con una pluralidad de canales interiores, tales como se requieren para la construcción de motores de combustión interna.

El ángulo de pivotado recorrido en el procedimiento de acuerdo con la presente invención durante el pivotado del molde de fundición con la artesa acoplada al mismo entre la posición de llenado y la posición final se ubica normalmente en el alcance de por lo menos 110° hasta un máximo de 160°, aunque en la práctica se ha demostrado como particularmente apropiado un ángulo de pivotado de 120-150°.

La presente invención se describe más detalladamente a continuación basándose en un ejemplo de realización con referencia a los dibujos. En las figuras se muestra respectivamente de forma esquemática lo siguiente:

- 55 la Fig. 1 una máquina de fundición pivotada a la posición inicial para la fundición de piezas de fundición en una vista lateral.
- la Fig. 2 la máquina de fundición de acuerdo con la Fig. 1 en una vista desde arriba.
- 60 la Fig. 3 la máquina de fundición de acuerdo con la Fig. 1 en la posición inicial con una artesa dispuesta en la misma en una vista lateral.
- la Fig. 4 la máquina de fundición de acuerdo con la Fig. 1 en la posición de llenado en una vista lateral.
- 65 la Fig. 5 la máquina de fundición de acuerdo con la Fig. 4 durante el vertido de la masa fundida dentro de la artesa en una vista lateral.

las Figs. 6-8 la máquina de fundición de acuerdo con la Fig. 1 en diferentes posiciones de pivotado en una vista lateral.

5 la Fig. 9 la máquina de fundición en la posición final alcanzada después de completarse el movimiento de pivotado en una vista lateral.

La máquina de fundición G presenta una placa de soporte 2 apoyada en un bastidor 1, que puede hacerse pivotar por medio de un accionamiento de pivotado 3 alrededor de un eje de pivotado horizontalmente orientado HS. Con la máquina de fundición G en la posición inicial (Fig. 1), la placa de soporte 2 está orientada de manera horizontal.

10 En una superficie de montaje 4 formada en el lado superior de la placa de soporte 2, se encuentra montado un molde de fundición 5 compuesto por una pluralidad de núcleos de fundición 6-11 prefabricados de manera conocida, para la fundición de, por ejemplo, una culata, un cárter de cigüeñal o un bloque de motor para un motor de combustión interna. El material de molde, del que están hechos los núcleos de fundición 6-11, es una mezcla de arena para moldes, aditivos opcionales y un aglutinante que se endurece por medio de un tratamiento químico o por  
15 la aplicación de calor, con el fin de producir la solidez requerida del molde. Obviamente, núcleos individuales o partes del molde de fundición 5 también pueden estar hechos de otros materiales, con el fin de poder usarlos de manera repetida. Asimismo, en el molde de fundición 5 pueden disponerse de hierros de refrigeración o elementos similares, no mostrados aquí, para producir una solidificación dirigida de la masa fundida cargada en el molde de  
20 fundición 5.

El molde de fundición, que por razones de claridad aquí solo se representa de una manera no detallada, comprende un fondo 6, paredes laterales 7, 8, que forman el cierre lateral exterior del molde de fundición 5, una tapa 9, así como núcleos de fundición 11 dispuestos dentro del espacio interior hueco 10 del molde, que reproducen canales y  
25 otros espacios huecos en la pieza de fundición que se va a fundir. El fondo 6 y las paredes laterales 7, 8 pueden estar hechos, por ejemplo, como núcleos de fundición con material de molde, o también como piezas de molde de fundición permanentes hechas de un material metálico, tal como, por ejemplo, un material de acero resistente al calor, o un material de cobre. Con miras a la capacidad de desmolde de la pieza de fundición que se va a fundir en el molde de fundición 5, sin embargo, solo la tapa 9 normalmente está hecha de material de molde, mientras que el  
30 fondo 6 y las paredes laterales 7, 8 están realizadas como piezas de molde permanentes.

Desde su lado superior, en la tapa 9 se encuentra formada una escotadura en forma de cuba 12, en cuyo fondo terminan entalladuras 13 que sirven como aberturas de llenado, por las que el espacio interior hueco 10 del molde de fundición 5 se puede llenar con la masa fundida.

35 La máquina de fundición G comprende adicionalmente un dispositivo de pivotado y posicionamiento 14 que también están montados sobre la placa de soporte 2. Por medio del dispositivo 14, una artesa 15 puede hacerse pivotar entre una posición de espera, en la que se encuentra fuera de la zona que antes del proceso de fundición se requiere para el montaje del molde de fundición 5 sobre la placa de soporte 2 o que después de completarse el proceso de  
40 fundición se requiere para extraer el molde de fundición 5, y una posición de llenado, en la que con su lado de salida 16 se encuentra dispuesta de manera adyacente al lado exterior 17 de la tapa 9.

La artesa 15 abierta en su lado de salida 16 y en su lado superior O, hecha de un material resistente al fuego, con su fondo 18, así como con dos paredes laterales longitudinales 19, 20 paralelas entre sí que se extienden a lo largo del  
45 fondo 18, y una pared posterior 21, define un espacio interior de artesa 22. A este respecto, la pared posterior 21 se extiende de manera paralela al lado de salida abierto 16 entre los extremos asociados a ella de las paredes laterales longitudinales 19, 20 y en su lado asociado al espacio interior de artesa 22 presenta una superficie de incidencia 23 que asciende de forma oblicua a partir de la superficie de fondo plana, asociada al espacio interior de la artesa 22, del fondo 18 en dirección hacia el borde superior libre de la pared posterior 21.

50 En su posición de uso, la artesa 15 se sostiene por medio del dispositivo 14 en el molde de fundición 5, de tal manera que el molde de fundición 5, con los lados frontales respectivamente libres de las paredes laterales longitudinales 19, 20 y del fondo 18, se pone en contacto estrechamente adyacente a las superficies de contacto asociadas de la tapa 9 del molde de fundición 5.

55 Durante el ensamblaje del molde de fundición 5, la placa de soporte 2 con el molde de fundición 5 montado encima se encuentra en la posición inicial. El ángulo de pivotado  $\beta_2$  alrededor del eje de pivotado HS en esta posición es igual a "0".

60 Después del montaje del molde de fundición 5 sobre la placa de soporte 2, el dispositivo 14 coloca la artesa 15 con su lado de salida sobre la tapa 9 del molde de fundición 5 (Fig. 3). El dispositivo 14 mantiene la artesa en esta posición junto al molde de fundición 5, hasta que se haya completado el proceso de fundición.

65 Con la artesa 15 colocada sobre el molde de fundición 5, la pared lateral 7 que en esta posición representa la pared lateral de referencia más próxima al fondo 18 de la artesa 5 del molde de fundición, que es determinante para determinar la posición de carga, en la que la artesa 5 se rellena con la masa fundida. En su lado asociado al espacio

huevo interior del molde 10, la pared lateral 7 presenta superficies de pared 24 que representan superficies de molde en la superficie exterior lateral asociada de la pieza de fundición que se va a fundir. Cada una de las superficies de pared 24 presenta una determinada orientación con respecto al eje de pivotado HS, que puede ser indicada por medio de respectivamente un vector VW aplicado a la respectiva superficie de pared 24 y orientado de manera perpendicular al eje de pivotado HS.

Para determinar el ángulo de pivotado  $\beta_2$ , alrededor del que se tiene que hacer pivotar el molde de fundición 5 con la artesa 15 desde la posición inicial a la posición de llenado, en la pared lateral 7 se coloca un plano principal virtual HE, que por una parte se extiende de manera paralela al eje de pivotado HS y por otra parte está orientado de tal manera que su orientación se aproxima al valor medio de las orientaciones indicadas por los vectores VW de las superficies de pared 24, que igualmente se extienden en una dirección orientada de manera paralela al eje de pivotado.

El ángulo de pivotado  $\beta_2$ , alrededor del que se hace pivotar el molde de fundición 5 después del acoplamiento de la artesa 15 en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el ejemplo aquí representado alrededor del eje de pivotado HS a partir de la posición inicial mostrada en la Fig. 3 a la posición de llenado mostrada en las Figs. 4, 5, se selecciona de tal manera que el ángulo  $\beta_1$  formado entre el lado superior del lado superior BS del baño, que en ese momento todavía es virtual, de la porción de masa fundida de metal S que se debe cargar en la artesa 15 y el plano principal HE del lado de referencia B, es menor de  $180^\circ$ . En el ejemplo de realización aquí representado, este ángulo  $\beta_1$  es, por ejemplo, de  $135-165^\circ$ , mientras que el ángulo de pivotado  $\beta_2$  se ubica en el alcance de  $110-160^\circ$ , en particular de  $120-150^\circ$ .

A este respecto, para determinar el ángulo de pivotado  $\beta_2$  se tiene en cuenta adicionalmente que el nivel del baño BS con el molde de fundición 5 y la artesa 15 pivotados a la posición de llenado se encuentra por debajo de la entalladura 13 del molde de fundición 5 que en esa posición se encuentra más en la tapa 9.

Después de que la combinación formada por el molde de fundición 5 y la artesa 15 se haya pivotado a la posición de llenado con el ángulo  $\beta_2$  determinado de la manera arriba descrita, mediante el uso de una cuchara de fundición convencional 25 se carga la porción de masa fundida de metal requerida S en la artesa 15. Como masa fundida de metal en este caso se usa una aleación de fundición de aluminio, tal como se usan normalmente para la fundición de componentes para motores de combustión interna. Para asegurar un llenado tan tranquilo y libre de turbulencias como sea posible de la artesa 15, el chorro de fundición 26 que sale de la cuchara de fundición 25 se dirige contra la superficie de incidencia 23 de la artesa 15. El chorro 26 que incide allí se desvía con pérdida de energía cinética en dirección hacia la superficie del fondo de la artesa 15, y de esta manera incide en forma de una corriente comparativamente suave, distribuida a lo largo de una mayor anchura, sobre la masa fundida que ya se encuentra dentro de la artesa 15.

Después de completarse el llenado de la artesa 15, el molde de fundición 5 con la artesa 15 vuelven a hacerse pivotar en el sentido de las manecillas del reloj en dirección hacia la posición inicial. A medida que aumenta el pivotado, una cantidad cada vez mayor de masa fundida S fluye al interior del espacio interior hueco 10 del molde de fundición 5, hasta que finalmente, al alcanzarse la posición final (= posición inicial), la porción de masa fundida de metal S se ha cargado completamente dentro del molde de fundición 5. A este respecto, el volumen excedente de masa fundida es recogido por la escotadura 12 en la tapa 9. El volumen de masa fundida recogido allí después de completarse el pivotado del molde de fundición 5 sirve como mazarota para compensar la contracción de material que se presenta en el proceso de solidificación de la masa fundida.

De acuerdo con la presente invención, el ángulo de pivotado  $\beta_2$  seleccionado para la posición de llenado se ajusta de tal manera que el ángulo  $\beta_1$  entre el nivel del baño BS y el plano principal HB de la pared lateral 7 siempre permanece más pequeño que es  $180^\circ$ , hasta que la masa fundida S que fluye dentro del molde de fundición 5 entra en contacto con el fondo 6 del molde de fundición. Con este ajuste se asegura que la masa fundida S incida con un ángulo agudo de manera plana contra las superficies de pared 24 de la pared lateral de referencia (pared lateral 7). De esta manera se logra un llenado tranquilo, en forma de capas consecutivas, del molde de fundición 5, que proporciona condiciones óptimas para la realización de una estructura uniforme en la pieza fundida acabada. De esta manera se previene en la mayor medida posible la formación de espuma sobre la masa fundida. Asimismo, debido al proceso de llenado tranquilo, la pieza fundida producida está libre en su mayor parte de inclusiones u otros defectos. Los contaminantes y óxidos, que causan tales inclusiones, se acumulan en la capa superior del volumen de mazarota SV formado por la masa fundida restante S en la escotadura 12, mientras que en la artesa 15 en todo caso quedarían pequeños residuos que se pueden eliminar fácilmente.

60 **Lista de símbolos de referencia**

- 65  $\beta_1$       Ángulo formado entre el lado superior del nivel del baño BS y el plano principal HE
- $\beta_2$       Ángulo de pivotado
- BS      Nivel del baño de la masa fundida S existente dentro de la artesa 15
- G      Máquina de fundición
- HS      Eje de pivotado



## ES 2 634 203 T3

	HE	Plano principal de la pared lateral de referencia (pared lateral 7)
	S	Masa metálica fundida
	SV	Mazarota
	O	Lado superior de la artesa 15
5	VW	Vectores que indican la orientación de las superficies de pared 24
	1	Bastidor
	2	Placa de soporte
	3	Accionamiento de pivotado
10	4	Superficie de montaje
	5	Molde de fundición
	6	Fondo
	7	Pared lateral (pared lateral de referencia)
	8	Pared lateral
15	9	Tapa
	10	Espacio interior hueco del molde
	11	Núcleo de fundición
	12	Escotadura
	13	Entalladuras
20	14	Dispositivo de pivotado y posicionamiento
	15	Artesa
	16	Lado de salida
	17	Lado exterior de la tapa 9
	18	Fondo de la artesa 15
25	19, 20	Paredes laterales longitudinales de la artesa 15
	21	Pared posterior de la artesa 15
	22	Espacio interior de la artesa
	23	Superficie de incidencia de la artesa 15
	24	Superficies de pared de la pared lateral 7
30	25	Cuchara de fundición
	26	Chorro de fundición

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de piezas de fundición mediante la técnica de fundición a partir de una masa fundida de metal utilizando

5 - un molde de fundición (5) dispuesto en una máquina de fundición (G) de manera que puede pivotar alrededor de un eje de pivotado con orientación horizontal (HS), que define un espacio interior hueco del molde (10) que refleja la respectiva pieza de fundición que se va a fundir, y que presenta

10 - una tapa (9) que limita el espacio interior hueco del molde (10) por uno de sus lados, en la que está prevista por lo menos una abertura de llenado (13) para introducir la masa fundida de metal (S) dentro del espacio interior hueco del molde (10),

15 - una pared lateral de referencia (7) que topa con la tapa (9), y que limita el espacio interior hueco del molde (10) por uno de sus lados mediante superficies de pared (24), en las que un plano principal (HE) de la pared lateral de referencia (7), que se extiende de manera axialmente paralela al eje de pivotado (HS), está dispuesto de tal manera que su orientación se aproxima al valor medio de las orientaciones (VW) de las superficies de pared (24), que en cada caso también se extienden en una dirección orientada de manera paralela al eje de pivotado (HS),

20 - un fondo (6), cuyas superficies de fondo asociadas al espacio interior hueco del molde (10) reflejan la terminación en el lado del fondo de la pieza de fundición,

y

25 - una artesa (15), que en su lado de entrada para el vertido de la masa fundida de metal en la artesa (15) y en un lado de salida que topa con el lado de entrada y con el fondo de la artesa (15) está abierta respectivamente por lo menos por secciones, a través de la que la masa fundida de metal cargada en la artesa (15) fluye desde la artesa (15) al interior del molde de fundición (5) durante la operación de fundición,

estando dispuesta la artesa (15) de tal manera junto al molde de fundición (5) que su lado de salida (16) queda adyacente a la tapa (9) del molde de fundición (5) y el fondo (18) de la artesa (15) está asociado a la pared lateral de referencia (7), solapándose la abertura de entrada (13) del molde de fundición (5) y la sección abierta del lado de salida (16) por lo menos mutuamente,

30 **caracterizado por** las siguientes etapas de trabajo:

35 - hacer pivotar el molde de fundición (5) a una posición de carga, en la que el plano principal (HE) de la pared lateral de referencia (7) forma, con el nivel del baño (BS) de una porción de masa fundida de metal (S) que se va a cargar en la artesa (15), un ángulo  $\beta_1$  que es menor de  $180^\circ$ , y el nivel del baño (BS) de la porción de masa fundida de metal (S) que se va a cargar en la artesa (15) se encuentra por debajo de la abertura de llenado (13) del molde de fundición (5);

40 - llenar la artesa (15) colocada en la posición de llenado con una porción de masa fundida de metal (S) suficiente para llenar el molde de fundición (5);

y

45 - hacer pivotar el molde de fundición (5) junto con la artesa (15) dispuesta junto al mismo alrededor del eje de pivotado (HS) en una dirección de pivotado en la que, debido al pivotado, la masa fundida de metal (S) fluye desde el artesa (15) al interior del molde de fundición (5), continuando el pivotado hasta que se haya alcanzado una posición final, en la que el molde de fundición (5) se ha llenado con la masa fundida de metal (S), y siendo el ángulo  $\beta_1$  formado entre el plano principal (HE) de la pared lateral de referencia (7) y el nivel del baño (BS) de la porción de masa fundida de metal (S) respectiva contenida dentro de la artesa (15) siempre más pequeño que  $180^\circ$ , por lo menos hasta que la masa fundida que fluye al interior del molde de fundición (5) alcanza el fondo (6) del molde de fundición (5).

50 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el fondo (18) de la artesa (15) es plano en su lado orientado hacia la masa fundida de metal (S).

55 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una superficie de fondo formada en el lado interior de la artesa (15) forma un ángulo recto con el fondo (6) del molde de fundición (5).

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el lado de salida (16) de la artesa (15) asociado al molde de fundición (5) está abierto.

60 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la abertura de entrada (13) del molde de fundición (5) se extiende sobre el lado asociado a la artesa (15) de la tapa (9) del molde de fundición (5).

65 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en la tapa (9) del molde de fundición (5) se encuentra formada una escotadura (12) que, con el molde de fundición (5) completamente pivotado, recoge un volumen de masa fundida que sirve como mazarota (SV).

- 5 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el lado orientado hacia la masa fundida de metal (S) de una de las paredes cerradas (21) de la artesa (15) se encuentra formada una superficie de incidencia (23) que, partiendo del fondo (18), asciende en dirección hacia el borde superior libre de esa pared (21), y contra la que se dirige la masa fundida de metal durante el vertido de la masa fundida de metal al interior de la artesa (15).
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el ángulo  $\beta_1$  es de 120-160° cuando el molde de fundición (5) se encuentra en la posición de carga.
- 10 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en la tapa (9) desembocan dos o más entalladuras (13) como aberturas de entrada, por las que durante el pivotado a la posición final la masa fundida fluye al interior del espacio interior hueco del molde (10) del molde de fundición (5).
- 15 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** durante el pivotado a la posición final la masa fundida de metal (S) fluye directamente contra la tapa (9) del molde de fundición (5) y fluye al interior de la abertura de entrada (13) respectiva existente allí.
- 20 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el ángulo de pivotado recorrido por el molde de fundición (5) con la artesa (15) dispuesta junto al mismo entre la posición de carga y la posición final es de 110-160°.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el eje de pivotado (HS) se extiende a través o cerca del fondo (6) del molde de fundición (5).
- 25 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la masa fundida de metal (S) es una masa fundida de metal ligero.
14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pieza de fundición que se va a fundir es una culata o un cárter de cigüeñal para un motor de combustión interna.
- 30

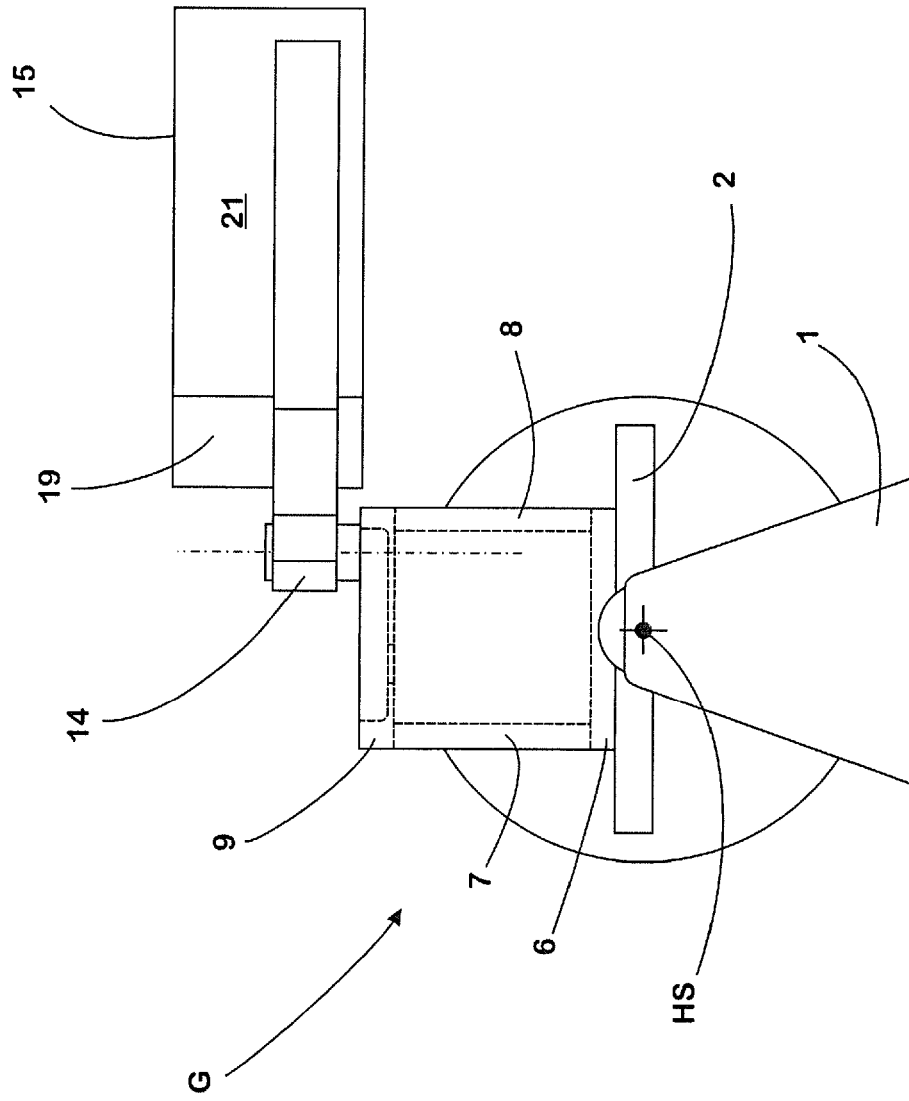


Fig. 1

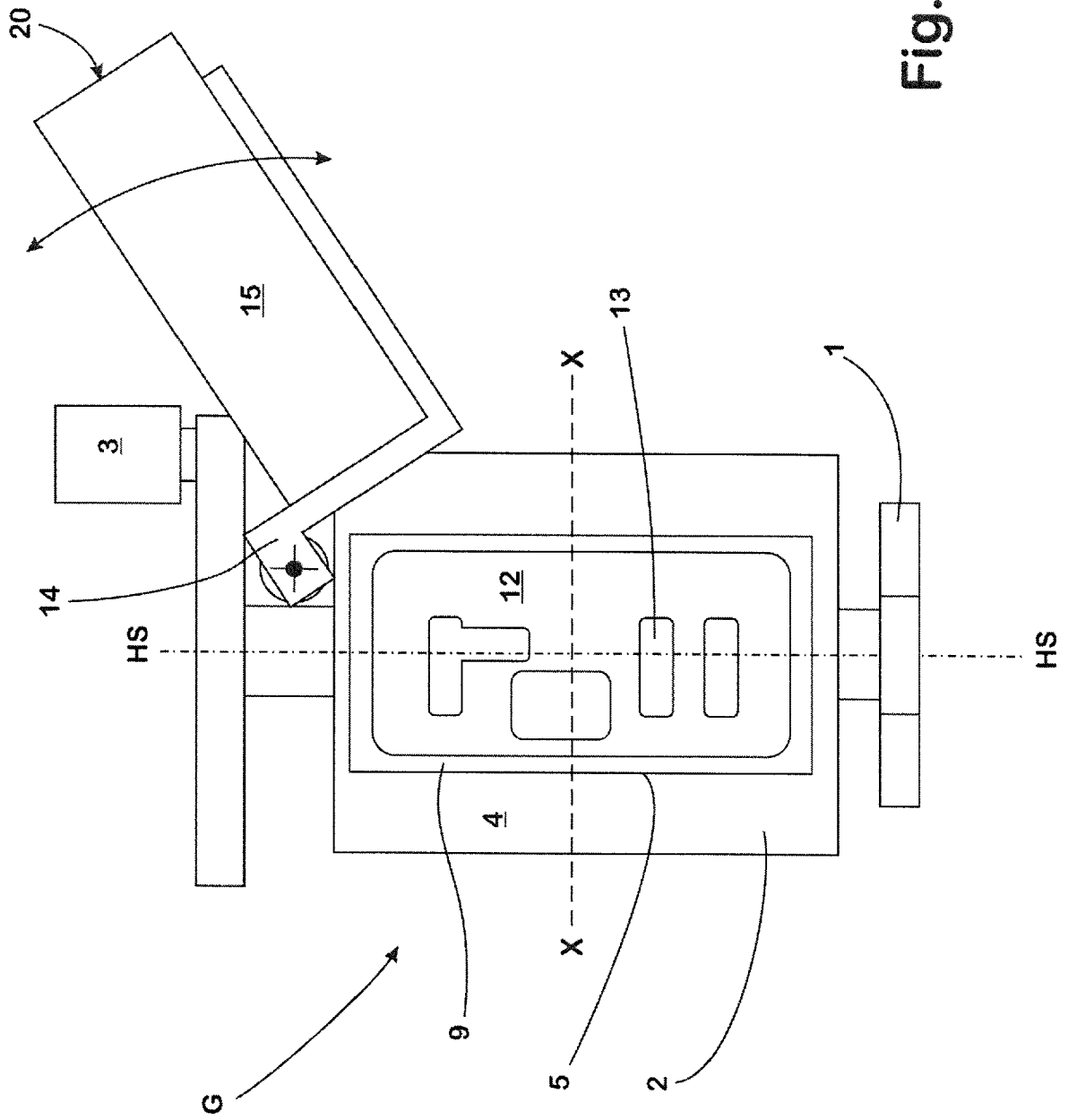


Fig. 2

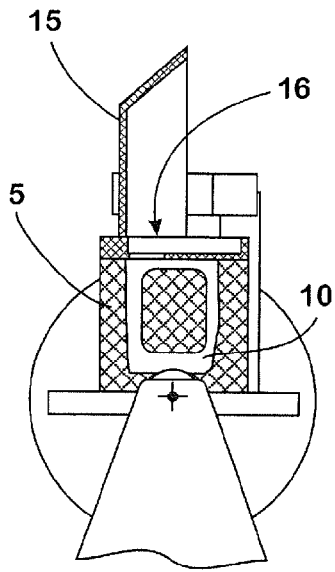


Fig. 3

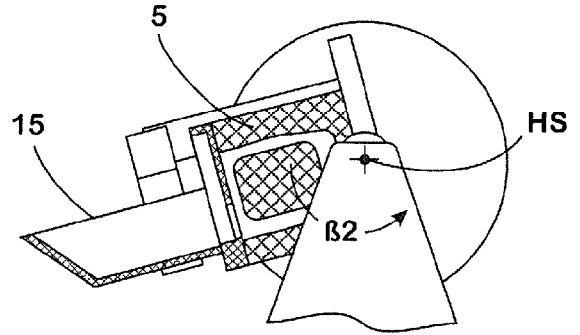


Fig. 4

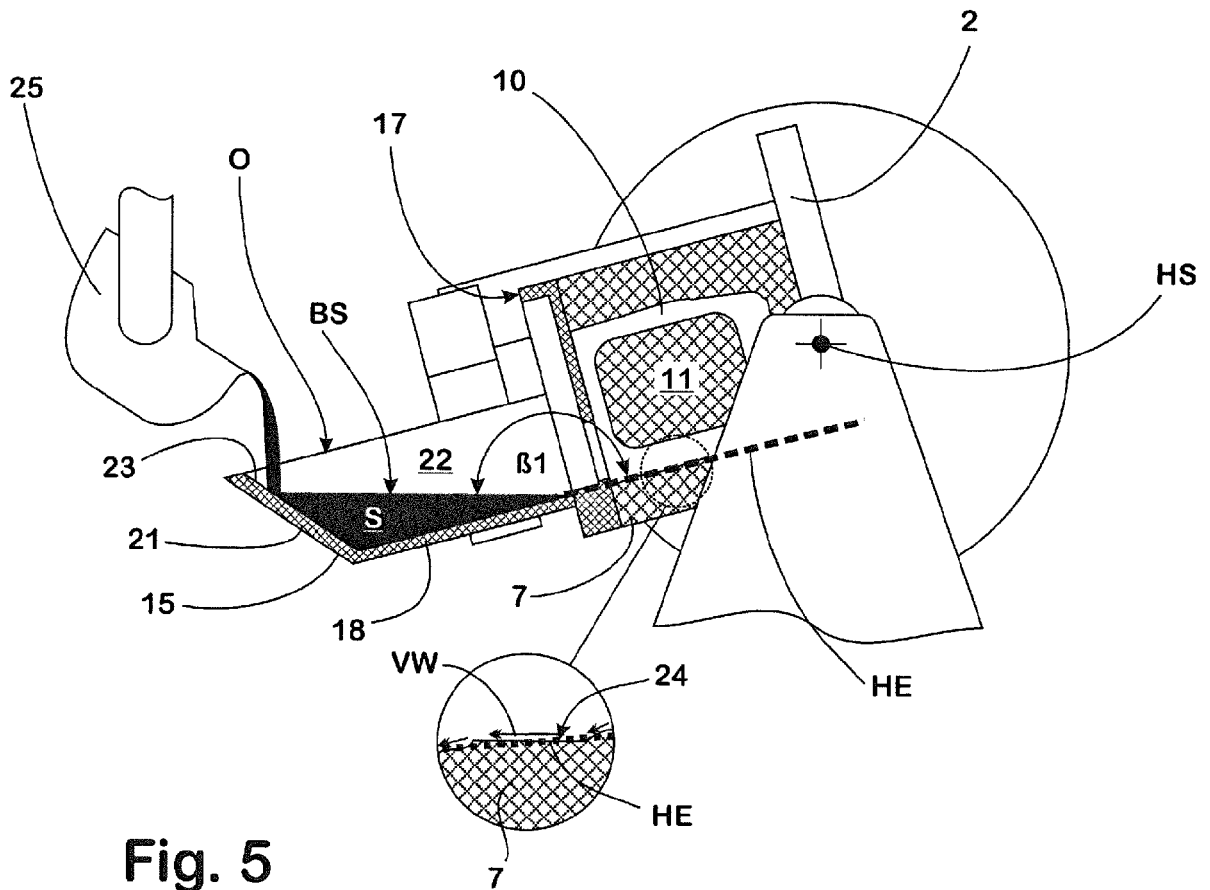


Fig. 5

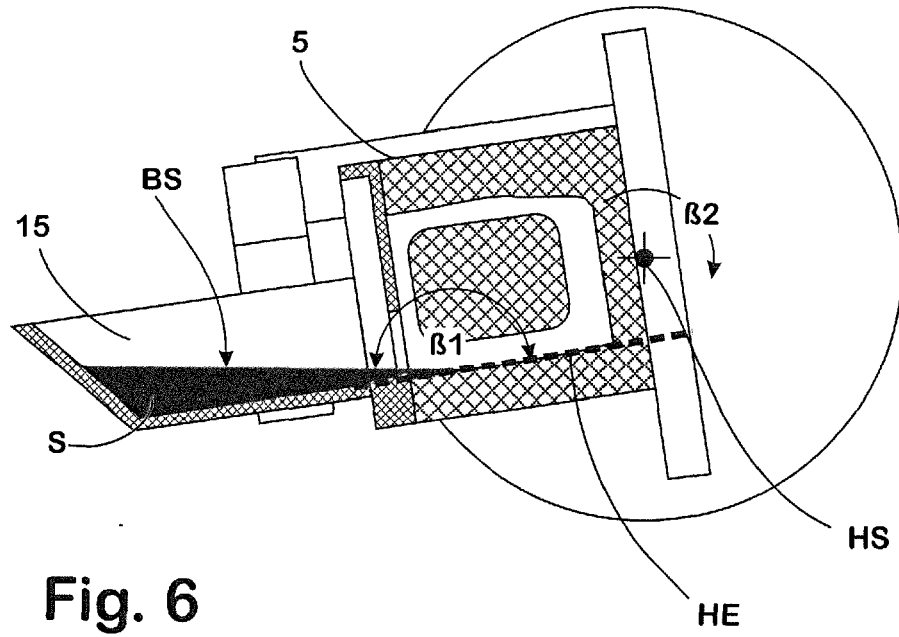


Fig. 6

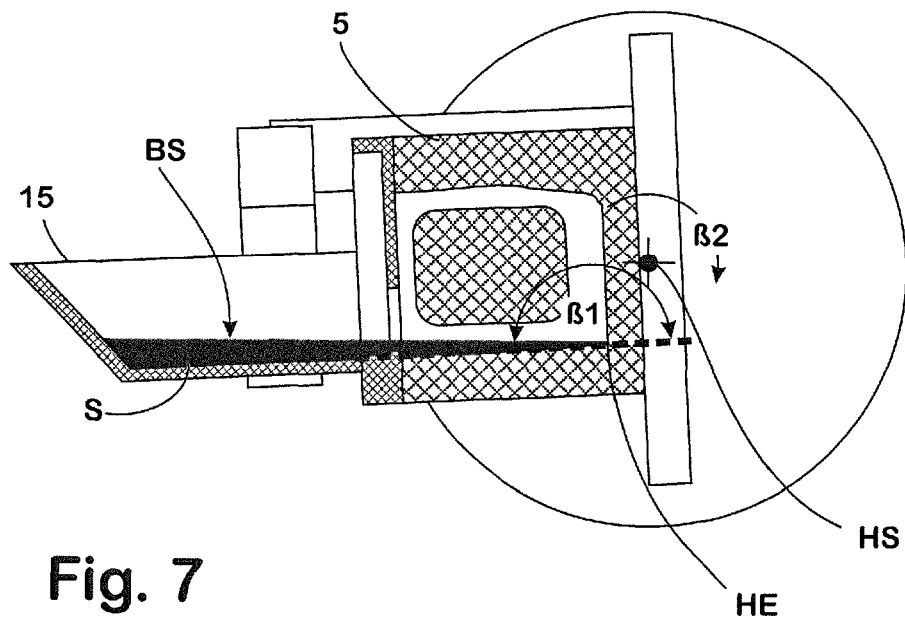


Fig. 7

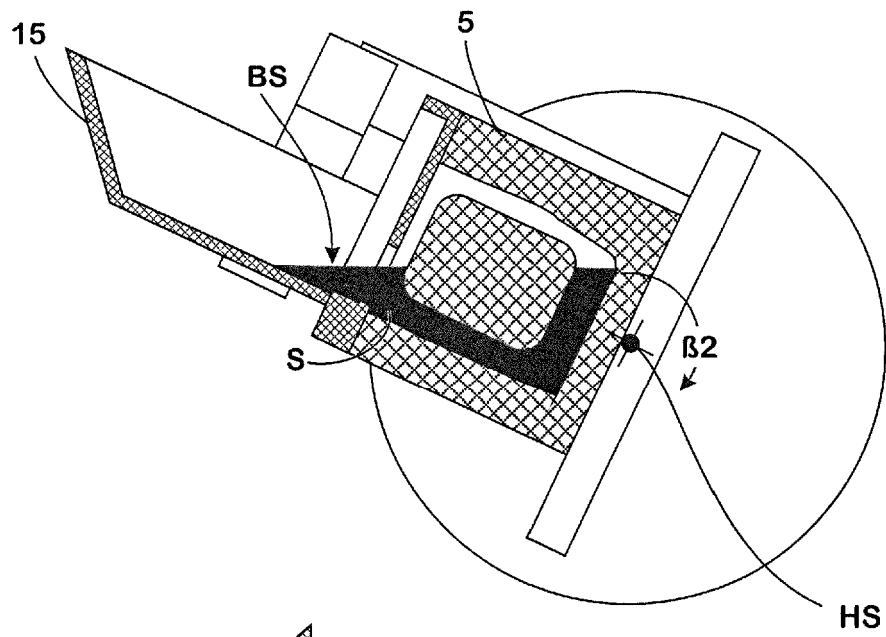


Fig. 8

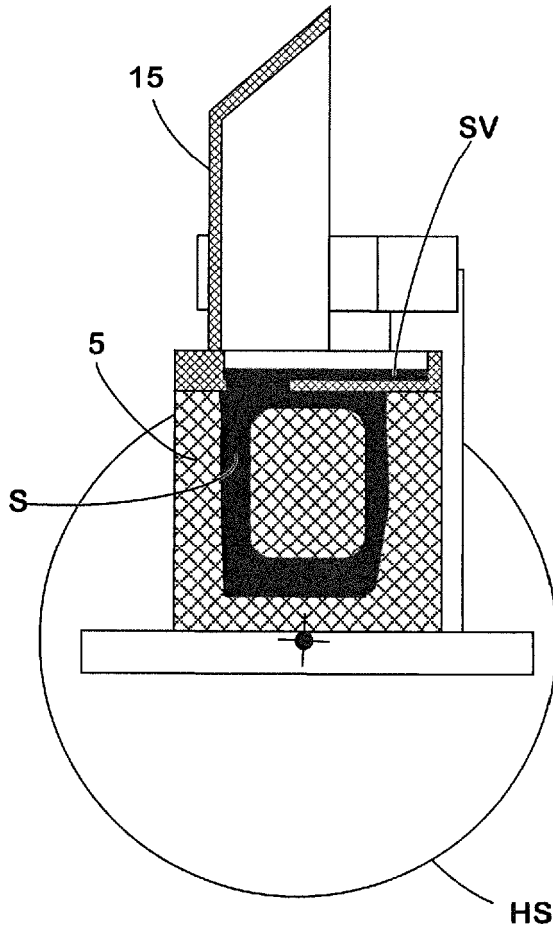


Fig. 9