(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 024 607 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.02.2018 Patentblatt 2018/09

(21) Anmeldenummer: **14738472.1**

(22) Anmeldetag: **08.07.2014**

(51) Int Cl.:
B22D 27/11 *(2006.01)* ***B22C 9/02*** *(2006.01)*
B22C 9/06 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/064528

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/010886 (29.01.2015 Gazette 2015/04)

(54) **GIESSVORRICHTUNG UND GIESSVERFAHREN**

CASTING DEVICE AND CASTING METHOD

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE FONDERIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **25.07.2013 DE 102013214534**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
- **FENT, Andreas**
  94315 Straubing (DE)
- **LANG, Hubert**
  84028 Landshut (DE)
- **SCHÄCHTL, Richard**
  84076 Pfeffenhausen (DE)
- **STIER, Marcus**
  84061 Ergoldsbach (DE)
- **SUMMER, Thomas**
  84098 Hohenthann (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102006 036 369
JP-A- 2008 073 763
JP-U- S4 855 011
US-A- 4 875 518

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 024 607 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gießvorrichtung und ein Gießverfahren zum Herstellen, beziehungsweise Fertigstellen eines Zylinderkopfs.

[0002] Beim Schwerkraftguss von Zylinderköpfen wird herkömmlicherweise ein großvolumiger und vergleichsweise schwerer Sanddeckkern verwendet, in dem ein Speisersystem integriert ist. Das Speisersystem dient unter anderem zur Kompensation des Schwindens des Gussstücks während der Abkühlung und zur Vermeidung von Lunkern im Inneren des erstarrenden Gussstücks. Bei der Herstellung eines Zylinderkopfes eines Vierzylindermotors weist das Speisersystem ein Schmelzvolumen von etwa 14 kg, bei 6-Zylinder-Zylinderköpfen ein Schmelzvolumen von ca. 20 kg auf. Die große Menge an Schmelzvolumen ist deshalb notwendig, um sicher zu stellen, dass die Schmelze im Speiser noch flüssig ist, wenn das zu fertigende Bauteil fertig ist. Hierdurch kann stets Ausgleichen des Schwindens über das Speisersystem gewährleistet werden. Das Speisesystem ist herkömmlicherweise von dem Sanddeckkern umgeben und wird hierdurch auch thermisch isoliert

[0003] An der bekannten Lösung ist nachteilig, dass beide Bauteile Speiser und Sanddeckkern ein hohes Gewicht aufweisen, das bei dem Verfahren verarbeitet werden muss. Dies führt zu einer großen Menge an Umlaufmaterial und langen Taktzeiten.

[0004] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung bereitzustellen, mit der Bauteile im Schwerkraftguss hergestellt werden können, ohne dass die bisherigen großen und schweren Speisersysteme zum Einsatz kommen müssen, welche die Taktzeit der Fertigung begrenzen. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von derartigen Bauteilen, insbesondere Zylinderköpfen bereitzustellen. Die erfindungsgemäßen Aufgaben werden gelöst durch die jeweiligen Merkmalskombinationen der Patentansprüche 1 und 7. Hierbei ist eine Gießvorrichtung für die Fertigung von Bauteilen, insbesondere Zylinderköpfen, bereitgestellt mit einem von dem zu fertigenden Bauteil abhebbaren und wiederverwendbaren Stahloberkern, der ein bewegliches, in das zu fertigende Bauteil eindrückbares Verdrängerelement aufweist. Der bei dem Verfahren gemäß dem Stand der Technik verwendete Sanddeckkern mit integriertem Speisersystem wird vollständig durch den Stahloberkern substituiert. Ein Speisersystem im Sinne des Stands der Technik wird obsolet. Der Stahloberkern wird an Stelle des bisher verwendeten Sanddeckkerns auf das zu fertigende Bauteil aufgesetzt und bildet dessen Oberflächenkontur im Negativ ab. Zur Dichtspeisung wird ein Verdrängerelement in das noch nicht erstarrte zu fertigende Bauteil (Schmelze) eingedrückt, wodurch das Volumen des Verdrängerelements an Schmelze verdrängt. Dieses verdrängte Schmelzvolumen dient als Ersatz der sonst über die Speiser nachgeführten Schmelze. Die Dichtspeisung erfolgt somit mit Schmelzmaterial, das ursprünglich von dem zu fertigende Bauteil selbst bereitgestellt ist. Hierbei kann vorgesehen werden, eine minimal erhöhte Bearbeitungszugabe an Schmelzmaterial auf den oberen Flanschflächen vorzusehen.

[0005] In einer erfindungsgemäß günstigen Ausführung ist vorgesehen, dass das Verdrängerelement an einer Position des Stahloberkerns angeordnet ist, die mit einer Position des zu fertigenden Bauteils korreliert, welche in einem finalen Zustand des zu fertigenden Bauteils eine Aussparung bildet. Das Eindrücken des Verdrängerelements in das zu fertigende Bauteil ist somit gleichzeitig ein Herstellungsschritt einer Aussparung im zu fertigenden Bauteil. Bei der Herstellung eines Zylinderkopfs ist günstiger weise vorgesehen, dass die Position des Verdrängerelements der Position des Zündkerzenschachts des Zylinderkopfes entspricht. Die Anzahl der Verdrängerelemente richtet sich in einem solchen Fall nach der Zylinderzahl des zu Zylinderkopfes.

[0006] Für die Fertigung eines solchen Schachtes ist günstig, dass das Verdrängerelement als beweglicher Stahlstift ausgebildet ist, der in die Schmelze des Zylinderkopfes eindrückbar ist und dort eine zylindrische Aussparung erzeugt.

[0007] Ferner ist in einer Ausführung vorgesehen, dass das Verdrängerelement mit einer Kühleinrichtung und/oder Heizeinrichtung ausgestattet ist. Die Kühleinrichtung ist ausgebildet, am Verdrängerelement Luft, Wasser oder Öl als Kühlmittel beispielweise über innen liegende Kanäle vorbeizuführen, um dieses zu kühlen. Als Heizeinrichtung ist in einer möglichen Ausführung eine Heizpatrone in das Verdrängerelement integriert. Somit kann das Verdrängerelement gekühlt und/oder beheizt und die Einwirkung auf die Schmelze im Bereich des Verdrängerelements wahlweise und individuell abgestimmt werden. Ebenfalls Teil der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderkopfes im Gießverfahren, wobei ein an dem zu fertigenden Bauteil abhebbarer und wiederverwendbarer Stahloberkern als Substitution für einen Sandeckkern verwendet wird, der ein Verdrängerelement aufweist, das zur Dichtspeisung in eine Schmelze eingedrückt wird, die im verfestigten Zustand den Zylinderkopf bildet. Bei dem Verfahren ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Verdrängerelement erst in den Zylinderkopf gedrückt wird, nachdem die Schmelze soweit abgekühlt ist, dass sie eine Außenhaut gebildet hat. Das ist deshalb günstig, dass eine Wandschale am Sandkern vorliegt und nicht die Schmelze in den Sandkern des Zylinderkopfes gedrückt wird.

[0008] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen insbesondere darin, dass der bisher notwendige Sanddeckkern mit integriertem Speisersystem vollständig durch eine einzigen Stahloberkern ersetzt wird. Der erfindungsgemäße Stahloberkern ist in die Gießanlage integrierbar, wiederverwendbar und von dem zu fertigenden Bauteil abhebbar. Das Speiservolumen, das durch das zu fertigende Bauteil selbst bereitgestellt wird, entspricht in nur noch 10-15 % des ursprünglichen Volu-

mens, welches früher in Speisern bereitgestellt wurde. Aufgrund des reduzierten Schmelzvolumens kommt es zu einer schnelleren Erstarrung und zu kürzeren Taktzeiten. Bei einer Nutzung des Raumes, der durch das Verdrängerelement verdrängt wird (beispielsweise als Zündkerzenschacht), kann ein nachfolgender Spanungsprozess vermieden werden.

[0009] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet, beziehungsweise werden nachstehend mit der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 einen Zylinderkopf mit einem Speisersystem gemäß dem Stand der Technik;

Figur 2 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Gießen eines Zylinderkopfes;

Figur 3 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung aus Figur 2; und

Figur 4 eine perspektivische Ansicht eines Zylinderkopfes aus Figur 2.

[0010] Die Figuren sind beispielhaft schematisch. Gleiche Bezugszeichen benennen gleiche Teile in allen Figuren.

[0011] In Figur 1 ist ein Zylinderkopf 21 mit darauf angeordnetem Speisersystem 20 in perspektivischer Ansicht dargestellt. Das Speisersystem, hier für einen vier-Zylindermotor, enthält die Schmelze, die den Schwund des erstarrenden Bauteils ausgleicht und die Dichtspeisung gewährleistet. Das Speisersystem 20 ist von einem nicht dargestellten Sanddeckkern umgeben, der die obere Abschlussfläche für den Zylinderkopf 21 bildet und das Speisersystem 20 aufnimmt. Der Sanddeckkern und das Speisersystem 20 weisen ein beträchtliches Volumen und Gewicht auf.

[0012] In Figur 2 ist die erfindungsgemäße Gießvorrichtung 10 in einer seitlichen Schnittansicht dargestellt, wobei für die Erfindung nicht relevante Bauteile weggelassen sind. Die Gießvorrichtung 10 weist einen von dem Zylinderkopf 2 abhebbaren und wiederverwendbaren Stahloberkern 1 auf, durch den sich mehrere, als Stahlstifte ausgebildete Verdrängerelemente 3 erstrecken. Die Verdrängerelemente 3 sind beweglich und über eine Steuervorrichtung 7 zu vorbestimmter Zeit und mit vorbestimmtem Duck in den Zylinderkopf eindrückbar. Zu vorbestimmter Zeit bedeutet hierbei, dass die Schmelze des Zylinderkopfes noch nicht erstarrt sein darf, so dass das eindringende Verdrängerelement 3 zu einer Verdrängung von Schmelze führt. Der durch die Verdrängung erzielte Überschuss an Schmelze wird im wesentlichen über den gesamte Zylinderkopf 2 verteilt und die als Dichtspeisung. Das Speisersystem 20 aus Figur 1 ist somit obsolet.

[0013] In Figur 3 ist die Gießvorrichtung 10 aus Figur 2 in perspektivischer Ansicht dargestellt. Der Stahloberkern 1 ist von seiner unteren, dem Zylinderkopf 2 zugewandten Seite zu erkennen. Die Position der Verdrängerelemente 3 ist derart gewählt, dass sie mit Positionen des Zylinderkopfes 2 korrelieren, die im fertigen Zustand jeweils den Zündkerzenschacht bilden. Zusätzlich weist der Stahloberkern 1 mehrere Vorsprünge 4 auf seiner dem Zylinderkopf 2 zugewandten Oberfläche auf, welche im fertigen Zustand des Zylinderkopfs 2 einen Hohlraum bilden. Die Oberflächengeometrie des Stahloberkerns 1 kann somit ausgewählt werden, ein Negativ des zu fertigenden Bauteils, vorliegend des Zylinderkopfes 2 zu bilden.

[0014] Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Zylinderkopfes 2, mit den zu den Verdrängerelementen 3 korrelierenden Positionen 5, welche in dem Zylinderkopf 2 den Zündkerzenschacht bilden. Auf eine Darstellung des Sandkerns zur Bildung der übrigen Hohlräume innerhalb des Zylinderkopfes 2 wurde verzichtet. Zur Herstellung des Zylinderkopfes 2 wird wie üblich die dargestellte Grundform gegossen. Zur Gewährleisung der Dichtspeisung wird jedoch nicht mehr das Speisersystem 20 aus Figur 1 verwendet, sondern die in den Stahloberkern 1 integrierten Verdrängerelemente 3 in die teilweise erstarrte Schmelze des Zylinderkopfes 2 eingedrückt. Die Gießvorrichtung 10 schließt mit dem Stahloberkern 1 das zu fertigende Bauteil dicht ab, so dass durch das Eindrücken der Verdrängerelemente 3 der Innendruck steigt, wodurch das bei der Schmelze schwindende Material ausgeglichen wird. Sobald die Schmelze ausreichend erstarrt ist, dass die Verdrängerelemente 3 wieder in den Stahloberkern 1 zurückgezogen werden können, ohne dass es zu einer Verformung in den entsprechenden Bereichen kommt, kann der Stahloberkern abgehoben und das Bauteil, vorliegend der Zylinderkopf 2 entnommen werden.

[0015] Erfindungsgemäß ist nicht ausgeschlossen, dass noch ein zusätzliches Speisersystem 9 auf einem zu fertigenden Bauteil verwendet wird, insbesondere in Bereichen, die nicht in unmittelbarer Fließverbindung mit den Positionen 5 stehen. D.h. in Bereichen, die nicht von dem verdrängten Schmelzmaterial erreicht werden können, kann durchaus ein zusätzliches Speisersystem 9 angeordnet werden. Dieses ist jedoch bezüglich seines Volumens und Gewichts verglichen zu den Speisersystemen gemäß Figur 1 minimal.

[0016] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebene bevorzugte Ausführung. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch von grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Beispielsweise muss das Verdrängerelement keinen Zündkerzenschacht bilden, sondern kann andere, in dem zu fertigenden Bauteil gewünschte Aussparungen freipressen.

Patentansprüche

1. Schwerkraftgießvorrichtung für die Fertigung von Bauteilen, insbesondere Zylinderköpfen (2), mit einem von dem zu fertigenden Bauteil abhebbaren und wiederverwendbaren Stahloberkern (1), der als Substitution für einen Sanddeckkern dient, eine Oberflächenkontur des zu fertigenden Bauteils im Negativ abbildet und ein bewegliches, in das zu fertigende Bauteil eindrückbares Verdrängerelement (3) aufweist.

2. Schwerkraftgießvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerelement (3) an einer Position des Stahloberkerns angeordnet ist, die mit einer Position des zu fertigenden Bauteils korreliert, welche im finalen Zustand eine Aussparung bildet.

3. Schwerkraftgießvorrichtung für die Fertigung von Zylinderköpfen nach mindestens einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position des Verdrängerelements (3) der Position des Zündkerzenschachts des Zylinderkopfes (2) entspricht.

4. Schwerkraftgießvorrichtung nach mindestens einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerelement (3) als beweglicher Stahlstift ausgebildet ist.

5. Schwerkraftgießvorrichtung nach mindestens einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem zu fertigenden Bauteil zuweisende Oberfläche mindestens einen Vorsprung (4) aufweist.

6. Schwerkraftgießvorrichtung nach mindestens einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerelement (3) eine Kühleinrichtung und/oder Heizeinrichtung aufweist.

7. Verfahren zum Herstellen eines Zylinderkopfes im Schwerkraftgießverfahren, wobei ein von dem zu fertigenden Bauteil abhebbarer und wiederverwendbarer Stahloberkern (1), der eine Oberflächenkontur des zu fertigenden Bauteils im Negativ abbildet, als Substitution für einen Sanddeckkern verwendet wird, wobei der Stahloberkern (1) ein Verdrängerelement (3) aufweist, das zur Dichtspeisung in eine Schmelze eingedrückt wird, die im verfestigten Zustand den Zylinderkopf bildet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerelement (3) in den Zylinderkopf (2) gedrückt wird, nachdem die Schmelze so weit abgekühlt ist, dass sie eine Außenhaut gebildet hat.

9. Verfahren nach mindestens einem der vorigen Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerelement (3) als Stahlstift ausgebildet und in den zu fertigenden Zylinderkopf an einer Position gedrückt wird, welche den Zündkerzenschacht bildet.

10. Verfahren nach mindestens einem der vorigen Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerelement (3) gekühlt und/oder beheizt wird.

Claims

1. A gravity die casting device for manufacturing components, especially cylinder heads (2), with a steel upper core (1) which can be lifted off from the component to be manufactured and can be re-used, which core serves as a substitution for a sand cover core, forms a negative of a surface contour of the component to be manufactured and has a movable displacement element (3) which can be pressed into the component to be manufactured.

2. A gravity die casting device according to Claim 1, **characterised in that** the displacement element (3) is arranged at a position of the steel upper core which correlates with a position of the component to be manufactured which forms a cutout in the final state.

3. A gravity die casting device for manufacturing cylinder heads according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the position of the displacement element (3) corresponds to the position of the spark-plug hole of the cylinder head (2).

4. A gravity die casting device according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the displacement element (3) is formed as a movable steel pin.

5. A gravity die casting device according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the surface facing the component to be manufactured has at least one projection (4).

6. A gravity die casting device according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the displacement element (3) has a cooling means and/or heating means.

7. A method for manufacturing a cylinder head by a gravity die casting method, wherein a steel upper core (1) which can be lifted off from the component to be manufactured and can be re-used, which forms a negative of a surface contour of the component to be manufactured, is used as a substitution for a sand

cover core, wherein the steel upper core (1) has a displacement element (3) which for dense feeding is pressed into a melt which in the solidified state forms the cylinder head.

8. A method according to Claim 7, **characterised in that** the displacement element (3) is pressed into the cylinder head (2) once the melt has cooled to such an extent that it has formed an outer skin.

9. A method according to at least one of the preceding Claims 7 to 8, **characterised in that** the displacement element (3) is formed as a steel pin and is pressed into the cylinder head to be manufactured at a position which forms the spark-plug hole.

10. A method according to at least one of the preceding Claims 7 to 9, **characterised in that** the displacement element (3) is cooled and/or heated.

Revendications

1. Dispositif de coulée par gravité permettant la fabrication de pièces, en particulier de culasses (2) comportant un noyau supérieur en acier (1) pouvant être extrait de la pièce à fabriquer et réutilisé, servant de substitut de noyau de couverture en sable, formant en négatif le contour de surface de la pièce à fabriquer, et comportant un élément de déplacement (3) mobile pouvant être enfoncé dans la pièce à fabriquer.

2. Dispositif de coulée par gravité conforme à la revendication 1,
caractérisé en ce que
l'élément de déplacement (3) est situé dans une position du noyau supérieur en acier qui correspond à une position de la pièce à fabriquer qui forme un évidement à l'état final.

3. Dispositif de coulée par gravité permettant la fabrication de culasses conforme à au moins l'une des revendications principales,
caractérisé en ce que
la position de l'élément de déplacement (3) correspond à la position du puits des bougies d'allumage de la culasse (2).

4. Dispositif de coulée par gravité conforme à au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'élément de déplacement (3) est réalisé sous la forme d'une broche en acier mobile.

5. Dispositif de coulée par gravité conforme à au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la surface tournée vers la pièce à fabriquer comporte au moins une saillie (4).

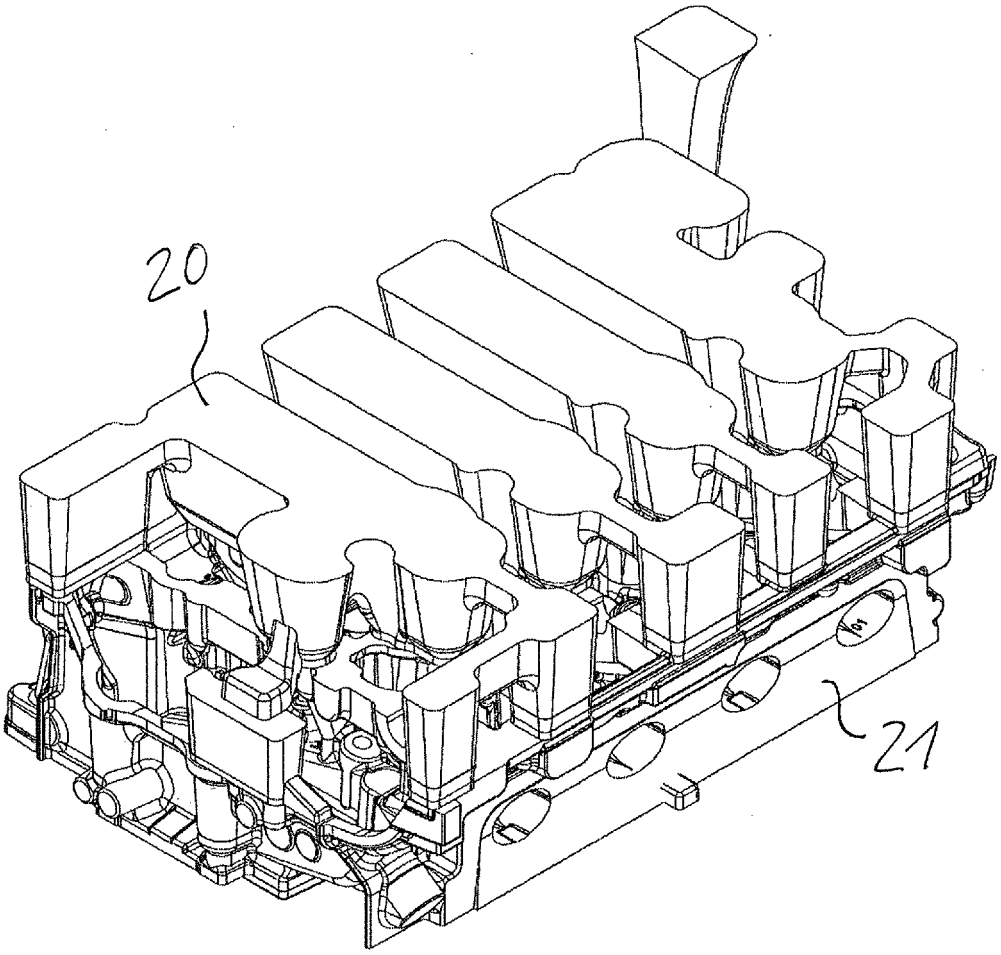
6. Dispositif de coulée par gravité conforme à au moins l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'élément de déplacement (3) comporte un dispositif de refroidissement et/ou un dispositif de chauffage.

7. Procédé de fabrication d'une culasse par coulée par gravité, selon lequel un noyau supérieur en acier (1) pouvant être extrait de la pièce à fabriquer et réutilisé, qui forme en négatif le contour de surface de la pièce à fabriquer est utilisé en tant que substitut d'un noyau de couverture en sable, le noyau supérieur en acier (1) comprenant un élément de déplacement (3) qui est enfoncé dans une masse fondue qui forme la culasse à l'état fini pour permettre une alimentation étanche.

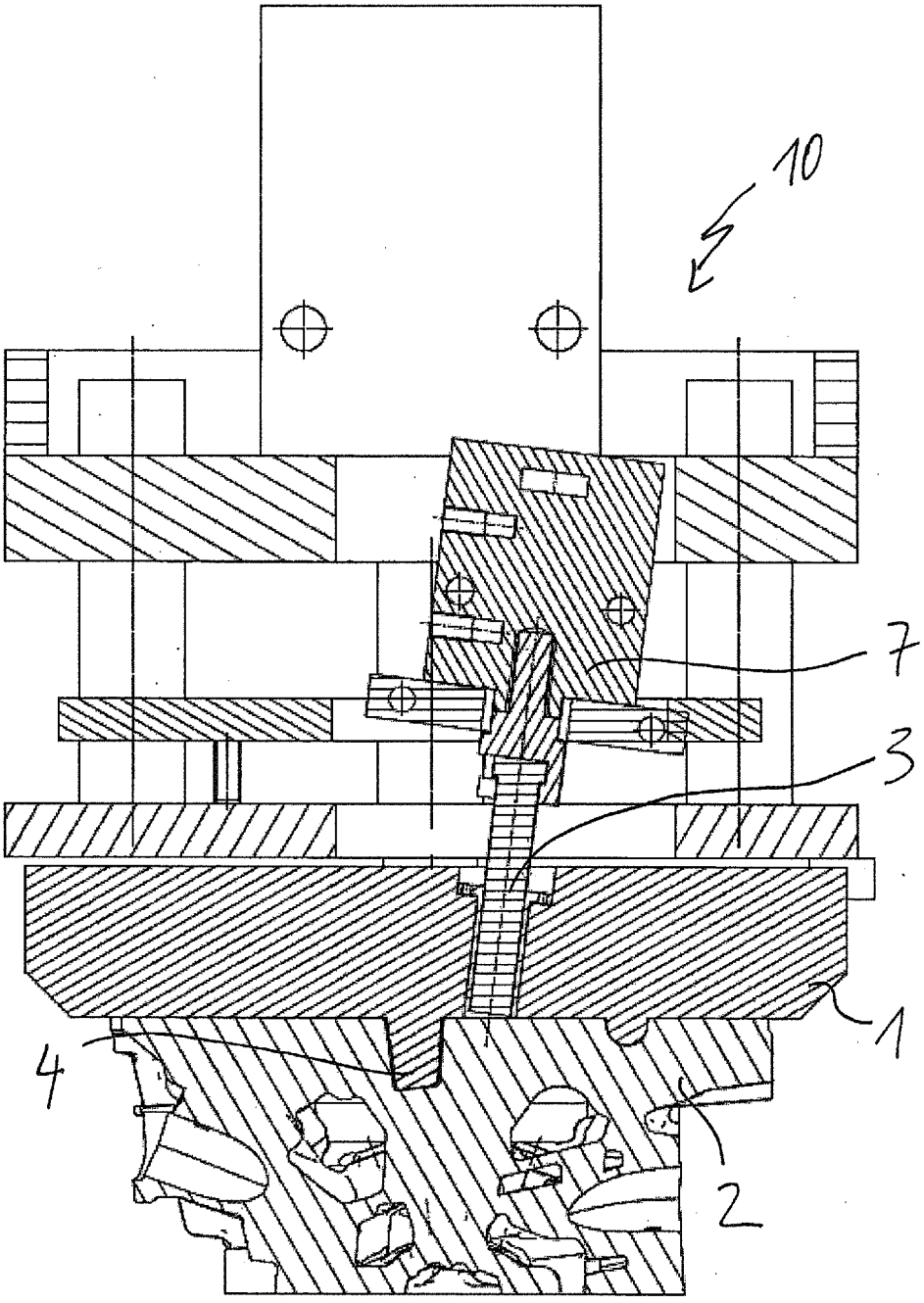
8. Procédé conforme à la revendication 7,
caractérisé en ce que
l'élément de déplacement (3) est enfoncé dans la culasse (2) après que la masse fondue ait été suffisamment refroidie pour former une peau extérieure.

9. Procédé conforme à au moins l'une des revendications précédentes 7 et 8,
caractérisé en ce que
l'élément de déplacement (3) est réalisé sous la forme d'une broche en acier et est enfoncé dans la culasse à fabriquer dans une position qui forme le puits des bougies d'allumage.

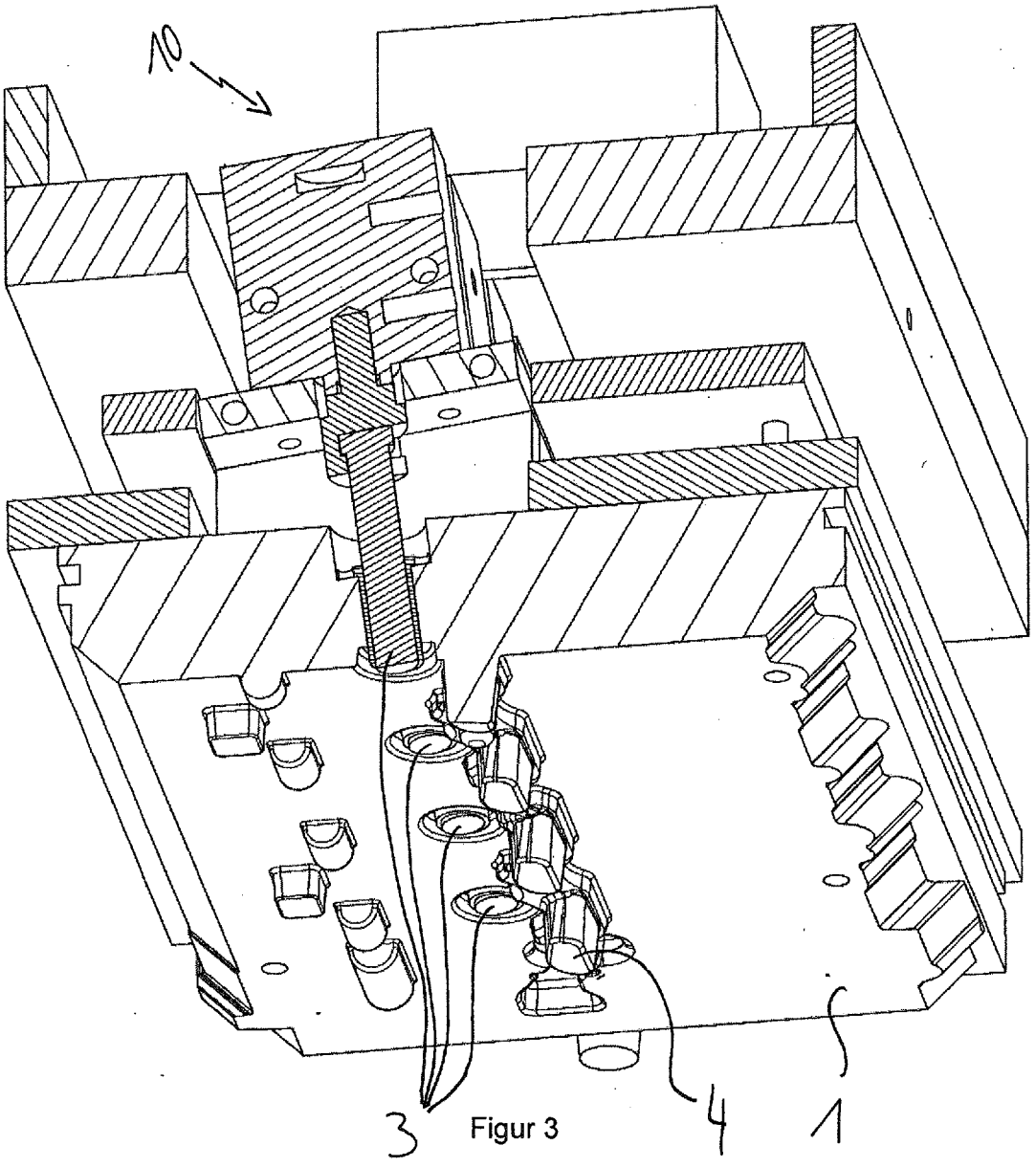
10. Procédé conforme à au moins l'une des revendications précédentes 7 à 9,
caractérisé en ce que
l'élément de déplacement (3) est refroidi et/ou chauffé.



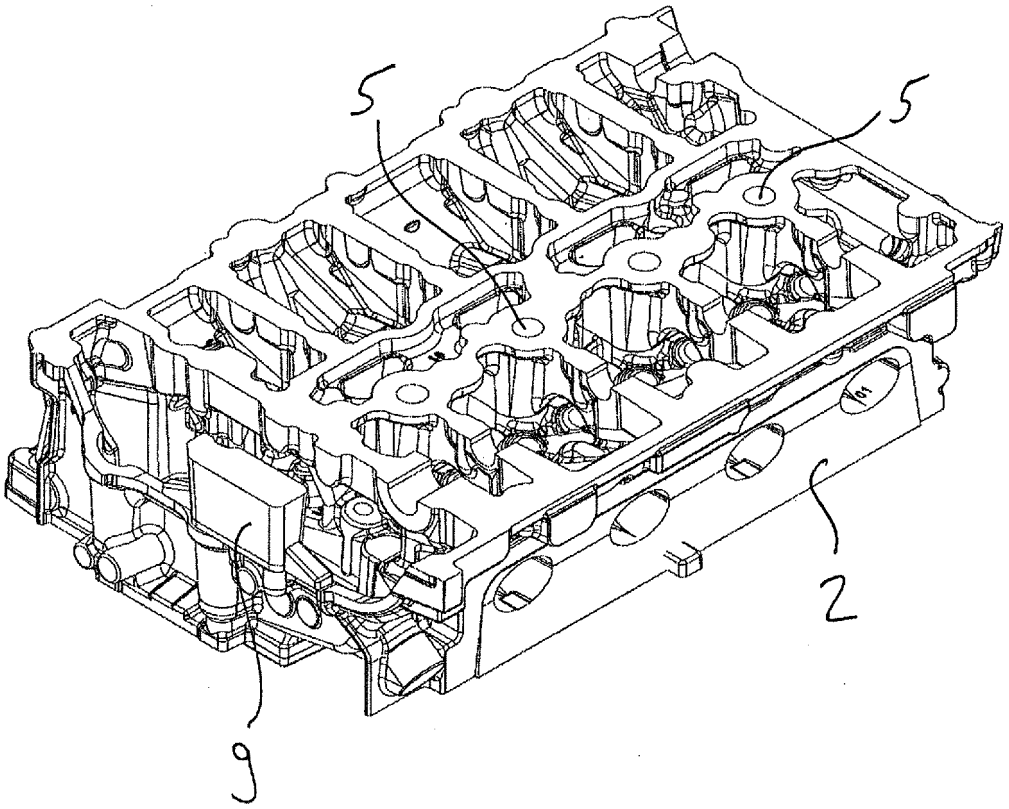
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4