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

(11) **EP 2 741 874 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(21) Anmeldenummer: **12740552.0**

(22) Anmeldetag: **19.07.2012**

(51) Int Cl.:
B22D 17/00 *(2006.01)* ***B22D 27/04*** *(2006.01)*
B22D 30/00 *(2006.01)* ***C22F 1/04*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/064178

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/020786 (14.02.2013 Gazette 2013/07)

(54) **VERFAHREN ZUR VERGÜTUNG EINES DRUCKGUSSTEILS**

METHOD FOR HARDENING A DIE-CAST PART

PROCÉDÉ D'AMÉLIORATION PAR TREMPE ET REVENU D'UNE PIÈCE COULÉE SOUS PRESSION

(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: **09.08.2011 DE 102011052514**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

(73) Patentinhaber: **KS HUAYU AluTech GmbH**
74172 Neckarsulm (DE)

(72) Erfinder:
- **REITER, Roland**
  74193 Schwaigern (DE)
- **MÖDING, Herbert**
  74177 Bad Friedrichshall (DE)
- **ZIEGLER, Steffen**
  74193 Schwaigern (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten Eberlein-Van Hoof Rütten**
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Burgunderstraße 29
40549 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 311 996
DE-A1-102006 057 660
JP-A- 10 005 966

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 2 741 874 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses, bei dem zunächst das Zylinderkurbelgehäuse in einer Gießform mit zumindest einer festen und einer beweglichen Formhälfte gegossen wird, daraufhin die Gießform durch Ausfahren der beweglichen Formhälfte geöffnet wird, anschließend das Zylinderkurbelgehäuse in der beweglichen Formhälfte abgeschreckt wird, im Folgenden das Zylinderkurbelgehäuse aus der beweglichen Formhälfte ausgeworfen wird und abschließend das Zylinderkurbelgehäuse warm ausgelagert wird.

[0002] Zum Vergüten beziehungsweise Aushärten von Aluminium-Gusslegierungen sind verschiedene Verfahren bekannt, welche je nach gewünschter Härte, Zugfestigkeit und Dehnung angewendet werden. Bei der Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen für die Automobilindustrie wurde in den letzten Jahren zur Vergütung der Aluminiumlegierungen bevorzugt eine T5-Wärmebehandlung angewendet. Bei diesem Verfahren wird das Gussteil aus der Gießhitze kontrolliert, abgekühlt und anschließend warm ausgelagert. Bei diesem Verfahren werden jedoch häufig insbesondere im dickwandigen Lagerstuhlbereich nicht die geforderten Werte prozesssicher erreicht. Insbesondere entsteht durch die Zeitverzögerung zwischen dem Öffnen der Form und der Kühlung ein Temperaturverlust, der zur Ausscheidung von Gleichgewichtsphasen, also zur Reduzierung der Übersättigung des Aluminium-Mischkristalls führt, eine Verringerung des Festigkeitsniveaus des Gussteils, Alternativ ist es bekannt, eine Vergütung durch das T6-Verfahren herbeizuführen. Dabei wird vor dem Warmauslagern zunächst ein Lösungsglühprozess durchgeführt, und das Gussteil abgeschreckt. Diese Homogenisierungsglühung findet bei Temperaturen von etwa 450 bis 540°C statt, so dass ein hoher Energieaufwand erforderlich ist, um bessere Festigkeiten zu erreichen.

[0003] Ein derartiges Verfahren wird beispielsweise in der EP 2 311 996 A2 beschrieben, wobei das Lösungsglühen mittels Infrarotstrahlen durchgeführt wird.

[0004] Daher wird in der DE 10 2007 041 445 A1 ein Verfahren zur Kühlung von Gussteilen vorgeschlagen, bei dem nach der Erstarrung des Angusskanals und nach dem Erstarren des Gussteils die Form geringfügig geöffnet wird, wobei der Spalt kleiner ist als die Dicke des Gussteils und anschließend in den Spalt ein Kühlmittel eingedüst wird. Hierdurch sollen Zykluszeiten verbessert werden.

[0005] Nachteilig ist jedoch, dass das eingedüste Kühlmittel sich über die Fläche des Gussteils verteilen muss, so dass Temperaturgefälle über das Gussteil auftreten. Entsprechend entsteht eine besonders gute Kühlung im Randbereich des Spaltes, an der Eindüsposition. Des Weiteren kann eine schlechte Kühlwirkung durch den Leidenfrost'sehen Effekt entstehen.

[0006] Zusätzlich ist es aus der JP 10-005966 AA bekannt, ein dünnwandiges Gussteil, in Form eines Automobilrades unmittelbar nach dem Öffnen einer Gießform mittels einer Sprühvorrichtung mit Kühlmittel abzuschrecken.

[0007] Ein ähnliches Verfahren offenbart die DE 10 2006 057 660 A1. Hieraus ist ein Verfahren zum Druckgießen insbesondere von dünnwandigen Bauteilen bekannt, bei dem das Bauteil unmittelbar nach dem Erstarren in der Druckgussform abgeschreckt wird. Hierzu kann beispielsweise Wasser über eine Sprühvorrichtung auf das Gussteil aufgebracht werden, wie sie benutzt wird, um eine Gießform zu kühlen. Problematisch ist, dass bei dickwandigen Bauteilen keine ausreichende Kühlwirkung aufgrund des Leidenfrost'sehen Effektes erzielt wird.

[0008] Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Verfahren zur Vergütung eines Druckgussteils bereit zu stellen, mit welchem in gewünschten Bereichen eine Erhöhung der Härte, der Streckgrenze und der Zugfestigkeit der Legierung bei möglichst gleich bleibenden Dehnungswerten erreichbar ist, ohne den Energieverbrauch zu erhöhen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Dadurch, dass unmittelbar nachdem oder während die Gießform geöffnet wird, Sprühwerkzeuge einer Sprühvorrichtung zwischen die Formhälften eingefahren werden, mit welchen ein Kühlmittel zum Abschrecken auf das Zylinderkurbelgehäuse aufgebracht wird, wobei der Sprühdruck mindestens 8 bar, vorzugsweise 25 bar beträgt und die Sprühwerkzeuge auf den Lagerstuhlbereich ausgerichtet werden, kann eine dosierte Kühlung des Druckgussteils durchgeführt werden, welche sowohl bezüglich der Position als auch der eingebrachten Kühlmittelmengen optimiert werden kann. So können optimale Gefügequalitäten erreicht werden. Bei diesen Sprühdrücken wird das Kühlmittel derart beschleunigt, dass der Leidenfrost'sehe Effekt auch bei noch heißen Druckgussteilen zuverlässig durchschlagen wird. Tritt das zerstäubte Kühlmittel durch die Düse aus und trifft mit einer entsprechend hohen Austrittsgeschwindigkeit auf die noch heiße Wand des Gussteils, so entsteht zwar ein Dampfpolster durch die Verdampfung, jedoch ist dieses nicht in der Lage den weiteren Sprühstrahl gemäß des Leidenfrost'sehen Effektes von der Oberfläche fernzuhalten, da der Sprühstrahl aufgrund seiner hohen kinetischen Energie das Dampfpolster durchschlägt. Somit gelangt jedoch das Kühlmittel direkt auf die Oberfläche der Wand. Hieraus resultiert sowohl eine sehr gute Kühlwirkung, als auch eine optimale Benetzung der Formwand der Gussform mit dem Trennmittel. Die besonders kurze Abschreckzeit mit besonders hohem Temperaturgradienten zwischen Kühlmittel und Gussteil führt zu einem hohen Festigkeitspotential für nachfolgende Aushärtungsvorgänge. So kann im hochbelasteten Lagerstuhlbereich eine hohe Festigkeit erzielt werden, ohne die Zylinderbereiche stark zu beeinflussen, und Spannungsniveau signifikant zu erhöhen. Durch das Ausrichten der Sprühwerkzeuge der Sprühvorrichtung auf den

dickwandigen Bereich des Lagerstuhls des Zylinderkurbelgehäuses und den dadurch entstehenden Abschreckeffekt werden in den dickwandigen Bereichen Gefüge mit hohen Festigkeiten und guten Dehnungswerten erzielt, da die Übersättigung des Aluminiummischkristalls nicht abgebaut wird und die gelösten Elemente noch für den Aushärtungsprozess zur Verfügung stehen.

[0011] Zur Reduzierung der Taktzeiten kann gleichzeitig mit dem Besprühen des Zylinderkurbelgehäuses in der beweglichen Formhälfte die feste Formhälfte besprüht werden, so dass diese in einem Verfahrensschritt mit gekühlt wird.

[0012] Vorzugsweise ist das Sprühmedium ein Kühlmittel- Luft- Gemisch, wobei das Verhältnis zwischen Luft und Kühlmittel geregelt wird. So kann eine optimale Zerstäubung erreicht werden, die den Kühleffekt verstärkt.

[0013] In einer weiterführenden Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden vor dem Auswerfen des Zylinderkurbelgehäuses die Sprühwerkzeuge der Sprühvorrichtung aus dem Zwischenraum zwischen den Formhälften ausgefahren und nach dem Auswerfen des Zylinderkurbelgehäuses zur Kühlung der Gießform wieder eingefahren. Durch dieses erneute Besprühen der festen Formhälfte und dem erneuten Besprühen der beweglichen Formhälfte werden diese besonders schnell für den nächsten Zyklus zur Verfügung gestellt.

[0014] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Sprühvorrichtung an einem Auswerferarm befestigt ist, so dass die Sprühvorrichtung erst beim Auswerfen aus dem Zwischenraum zwischen den Formhälften ausgefahren wird. So kann auf einen zusätzlichen Arm am Roboter verzichtet werden. Des Weiteren wird die Taktzeit verkürzt, da auf ein Ein- und Ausfahren verzichtet werden kann.

[0015] Ein besonders hohes Festigkeitsniveau lässt sich erreichen, wenn das Warmauslagern bei einer Temperatur von 140 - 250 °C durchgeführt wird, da übersättigt im Aluminiumkristall gelöste Gase, im Gegensatz zur T6 Wärmebehandlung, bei diesen Temperaturen nicht ausgeschieden werden, und somit keine Erhöhung des Porositätsgrades erfolgt.

[0016] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Vergütung eines Zylinderkurbelgehäuses kann entsprechend ein Zylinderkurbelgehäuse hergestellt werden, welches in den unterschiedlichen Bereichen unterschiedliche optimale Gefügeeigenschaften aufweist, ohne dass zusätzliche Kosten entstehen. Die spannungskritischen Zonen der Zylinderrohre und -buchsen sind durch die Formhälfte abgedeckt, so dass die Lagerstühle selektiv angesprüht werden ohne die Zylinderbereiche in höherem Maße zu beeinflussen, in denen eine höhere Härte häufig nicht gewünscht ist.

[0017] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft anhand der Figuren erklärt.

Figur 1 zeigt schematisch die geschlossene Gießform.

Figur 2 zeigt die Gießform nach dem Öffnen.

Figur 3 zeigt die Gießform nach dem Auswerfen des Zylinderkurbelgehäuses.

[0018] In der Figur 1 ist eine Gießform 2 zur Durchführung eines Druckgussverfahrens dargestellt, welche eine feste Formhälfte 4 und eine bewegliche Formhälfte 6 aufweist. In der Figur ist im Bereich der Trennfläche zwischen fester und beweglicher Formhälfte 4, 6 eine Sprühvorrichtung 8 angeordnet, die wie die Gießform 2 mit einem Steuergerät 10 verbunden ist. Die Sprühvorrichtung 8 besteht üblicherweise zumindest aus einem Kühlmittelzulauf und einem Kühlmitteltank, wobei das Kühlmittel über eine frequenzgeregelte Flüssigkeitsdruckpumpe zu einem Sprühgerät 12 gefördert wird, wobei der Druck des Kühlmittels auf 25 bar erhöht wird.

[0019] Das druckfest ausgeführte Sprühgerät 12 weist mehrere Sprühwerkzeuge 14 auf, von denen jeweils zumindest eine für das Besprühen der festen Formhälfte 4 und eine für das Besprühen der beweglichen Formhälfte 6 beziehungsweise eines in der beweglichen Formhälfte 6 angeordneten Druckgussteils 16 ausgerichtet sind. Die Bewegung des Sprühgerätes 12 und der Sprühwerkzeuge 14 kann dabei computergesteuert über das Steuergerät 10 erfolgen. Die Sprühwerkzeuge 14 weisen einen Druckluftanschluss und einen Anschluss für das Kühlmittel auf und sind ebenfalls auf die hohen Fluiddrücke ausgelegt. Im Sprühwerkzeug 14 werden die Druckluft und das Kühlmittel gemischt. Durch diese Mischung entsteht eine gleichmäßige Zerstäubung des Kühlmittels. Hierzu ist eine ausreichende Strömungsgeschwindigkeit der Druckluft in der Mischkammer des Sprühwerkzeugs 14 erforderlich, die durch eine entsprechend geregelte Luftpumpe 18 für die Druckluft sichergestellt wird.

[0020] Das Druckgussteil 16 ist ein Zylinderkurbelgehäuse mit einem Lagerstuhlbereich 20 und einem Zylinderbereich 22.

[0021] Nach dem Gießen des Druckgussteils 16 öffnet sich, wie in Figur 2 dargestellt ist, die Gießform 2 also die bewegliche Formhälfte 6 wird mit dem darin befindlichen Druckgussteil 16 von der feststehenden Formhälfte 4 wegbewegt, so dass ein Zwischenraum entsteht, in den etwa gleichzeitig mit dem Öffnen der Gießform 2 die Sprühwerkzeuge 14 des Sprühgerätes 12 eingefahren werden. Die Sprühwerkzeuge 14 besprühen im Folgenden an der einen Seite die feststehende Formhälfte 2, die somit gekühlt wird, an der entgegengesetzten Seite jedoch das Druckgussteil 16 und hier aufgrund seiner Lage in der Form vor allem den dickwandigen Bereich des Lagerstuhls 20, während die spannungskritischen Zonen der Zylinderrohre 22 beziehungsweise - buchsen durch die bewegliche Formhälfte 6 und die Pinolen abgedeckt bleiben. Entsprechend entsteht eine selektive Kühlung des Lagerstuhlbereichs, die dazu führt, dass ein Härteanstieg in diesem Bereich von etwa 17% nachweisbar ist, während die Härte im Abstand von ca. 30mm vom Zylinderdeck lediglich um etwa 3 bis 5% ansteigt und am Zylinderdeck gar nicht ansteigt. Gleichzeitig steigt die Zugfestigkeit um etwa 13% und die 0,2%-Dehngrenze

um 23%.

[0022] Dies ist auf den Abschreckeffekt zurückzuführen, durch den die Ausscheidung von Gleichgewichtsphasen verhindert wird und ein hoher Übersättigungsgrad des Aluminiummischkristalls erhalten bleibt und somit ein hohes Festigkeitsniveau, vergleichbar mit einer Homogenisierungsbehandlung, erzielt werden kann. Dieser Effekt ist bei hohen Temperaturgradienten, also hohen Ausgangstemperaturen und niedrigen Kühlmitteltemperaturen am Druckgussteil besonders hoch, so dass die Öffnung der Gießform 2 möglichst unmittelbar nachdem das Druckgussteil 16 erstarrt ist, geöffnet wird und das Kühlmittel möglichst unmittelbar am Druckgussteil wirken sollte. Hierzu wird das Kühlmittel mit einem Druck von 25bar aufgebracht, wodurch auf der heißen Formwand zwar ein Dampfpolster durch die Verdampfung entsteht, jedoch ist dieses nicht in der Lage den weiteren Sprühstrahl gemäß des Leidenfrost'sehen Effektes von der Oberfläche fernzuhalten, da der Sprühstrahl aufgrund seiner hohen kinetischen Energie das Dampfpolster durchschlägt. Somit gelangt jedoch das Kühlmittel direkt auf die Oberfläche des Druckgussteils 16. Hierdurch wird ein Ausscheiden von Gleichgewichtsphasen vermieden.

[0023] Im Folgenden wird das Druckgussteil 16 ausgeworfen, nachdem die Sprühwerkzeuge 14 aus dem Zwischenraum zwischen den Formhälften ausgefahren wurden. Nach der Entnahme können die Sprühwerkzeuge zur weiteren Kühlung der festen Formhälfte 4 und der beweglichen Formhälfte 6 wieder eingefahren werden. Alternativ ist es möglich, die Sprühvorrichtung 8 direkt am Auswerferarm zu befestigen, so dass auf ein Ausfahren der Sprühvorrichtung 8 vor dem Auswerfen verzichtet werden kann.

[0024] Das Druckgussteil wird im Folgenden bei einer Temperatur von etwa 150°C warmausgelagert. Auf diese Weise lassen sich Zugfestigkeiten von 300MPa erreichen, ohne eine folgende Homogenisierungsglühung durchführen zu müssen. Im Aluminiumkristall gelöste Elemente werden nicht ausgeschieden und stehen entsprechend beim Aushärtungsvorgang zur Verfügung.

[0025] Aus alledem folgt, dass mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens Zylinderkurbelgehäuse hergestellt werden können, die im hochbelasteten Lagerstuhlbereich ein deutlich erhöhtes Festigkeitsniveau aufweisen, ohne die Strukturen in den spannungskritischen Bereichen der Zylinderrohre zu ändern. Entsprechend können Kosten im Vergleich zur sonst notwendigen T6-Wärmebehandlung deutlich reduziert werden. Dabei werden bei hohen Temperaturgradienten zwischen Druckgussteil und Kühlmittel besonders gute Ergebnisse bezüglich des Gefüges erzielt.

[0026] Es sollte deutlich sein, dass der Schutzbereich der Anmeldung nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt ist. Insbesondere können sich die Druckgussformen und Sprühgeräte von den dargestellten unterscheiden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) mit folgenden Schritten:

   - Gießen des Zylinderkurbelgehäuses (16) in einer Gießform (2) mit zumindest einer festen und einer beweglichen Formhälfte (4, 6)
   - Öffnen der Gießform (2) durch Ausfahren der beweglichen Formhälfte (6)
   - Abschrecken des Zylinderkurbelgehäuses (16) in der beweglichen Formhälfte (6)
   - Auswerfen des Zylinderkurbelgehäuses (16) aus der beweglichen Formhälfte (6)
   - Warmauslagern des Zylinderkurbelgehäuses (16)

   dadurch gekennzeichnet, dass
   unmittelbar nachdem oder während die Gießform (2) geöffnet wird, Sprühwerkzeuge (14) einer Sprühvorrichtung (8) zwischen die Formhälften (4, 6) eingefahren werden, mit welchen ein Kühlmittel zum Abschrecken auf das Zylinderkurbelgehäuse (16) aufgebracht wird, wobei der Sprühdruck mindestens 8 bar beträgt und die Sprühwerkzeuge (14) auf den Lagerstuhlbereich (20) ausgerichtet werden.

2. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   der Sprühdruck 25 bar beträgt.

3. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch, gekennzeichnet, dass
   gleichzeitig mit dem Zylinderkurbelgehäuse (16) in der beweglichen Formhälfte (6) die feste Formhälfte (4) besprüht wird.

4. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Sprühmedium ein Kühlmittel- Luft- Gemisch ist, wobei das Verhältnis zwischen Luft und Kühlmittel geregelt wird.

5. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   vor dem Auswerfen des Zylinderkurbelgehäuses (16) die Sprühwerkzeuge (14) der Sprühvorrichtung (8) aus dem Zwischenraum zwischen den Formhälften (4, 6) ausgefahren werden und nach dem Aus-

werfen des Zylinderkurbelgehäuses (16) (16) zur Kühlung der Gießform (2) wieder eingefahren werden.

6. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sprühvorrichtung (8) an einem Auswerferarm befestigt ist, so dass die Sprühvorrichtung (8) erst beim Auswerfen aus dem Zwischenraum zwischen den Formhälften (4, 6) ausgefahren wird.

7. Verfahren zur Vergütung eines durch Druckgießen hergestellten Zylinderkurbelgehäuses (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Warmauslagern bei einer Temperatur von 140 - 250 °C durchgeführt wird.

Claims

1. A method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting, the method comprising the following steps:

- casting the cylinder crankcase (16) in a casting mold (2) having at least one fixed and one movable mold half (4, 6),
- opening the casting mold (2) by moving out the movable mold half (6),
- quenching the cylinder crankcase (16) in the movable mold half (6),
- ejecting the cylinder crankcase (16) from the movable mold half (6),
- ageing the cylinder crankcase (16) artificially,

characterized in that
spraying tools (14) of a spraying device (8) are inserted between the mold halves (4, 6) immediately after or while the casting mold (2) is opened, with which spraying tools a coolant is applied to the cylinder crankcase (16) to quench the same, wherein the spraying pressure is at least 8 bar and the spraying tools (14) are directed towards the bearing bracket portion (20).

2. The method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting according to claim 1, **characterized in that** the spraying pressure is 25 bar.

3. The method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting of one of the preceding claims, **characterized in that** the fixed mold half (4) is sprayed at the same time as the cylinder crankcase (16) in the movable mold half (6).

4. The method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting of one of the preceding claims, **characterized in that** the spray medium is a cooling agent/air mixture, wherein the ratio of air and cooling agent is controlled.

5. The method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting of one of the preceding claims, **characterized in that**, prior to the ejection of the cylinder crankcase (16), the spraying tools (14) of the spraying device (8) are moved out of the gap between the mold halves (4, 6) and are inserted again to cool the mold (2) after the cylinder crankcase (16) has been ejected.

6. The method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting of one of the preceding claims, **characterized in that** the spraying device (8) is mounted on an ejector arm so that the spraying device (8) is moved out of the gap between the two mold halves (4, 6) only upon ejection.

7. The method for hardening a cylinder crankcase (16) made by die-casting of one of the preceding claims, **characterized in that** the artificial ageing is performed at a temperature of 140 - 250°C.

Revendications

1. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, le procédé comportant les étapes suivantes:

- couler le carter moteur (16) dans un moule (2) ayant au moins un demi-moule (4, 6) fixe et un demi-moule (4, 6) déplaçable,
- ouvrir le moule (2) en déployant le demi-moule (6) déplaçable,
- tremper le carter moteur (16) dans le demi-moule (6) déplaçable,
- éjecter le carter moteur (16) du demi-moule (6) déplaçable,
- vieillir à chaud le carter moteur (16),

caractérisé en ce que
directement après ou pendant l'ouverture du moule (2), des outils de vaporisation (14) d'un moyen de vaporisation (8) sont introduits entre les demi-moules (4, 6), par lesquels outils un agent de refroidissement est appliqué sur le carter moteur (16) pour le tremper, la pression de vaporisation étant au moins 8 bar et les outils de vaporisation (14) étant orientés vers la région du logement de palier (20).

2. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression de

vaporisation est 25 bar.

3. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le demi-moule (4) fixe est aspergé simultanément au carter moteur (16) dans le demi-moule (6).

4. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la substance vaporisée est un mélange agent de refroidissement/air, le rapport d'air à l'agent de refroidissement étant réglé.

5. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**avant l'éjection du carter moteur (16), les outils de vaporisation (14) du moyen de vaporisation (8) sont retirés de l'espace entre les demi-moules (4, 6) et sont réintroduits après l'éjection du carter moteur (16) pour le refroidissement du moule (2).

6. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moyen de vaporisation (8) est monté sur un bras éjecteur de sorte que le moyen de vaporisation (8) n'est retiré de l'espace entre les demi-moules (4, 6) qu'au moment d'éjection.

7. Procédé de traitement par trempe et revenu d'un carter moteur (16) coulé sous pression, selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le vieillissement à chaud est effectué à une température de 140 - 250 °C.

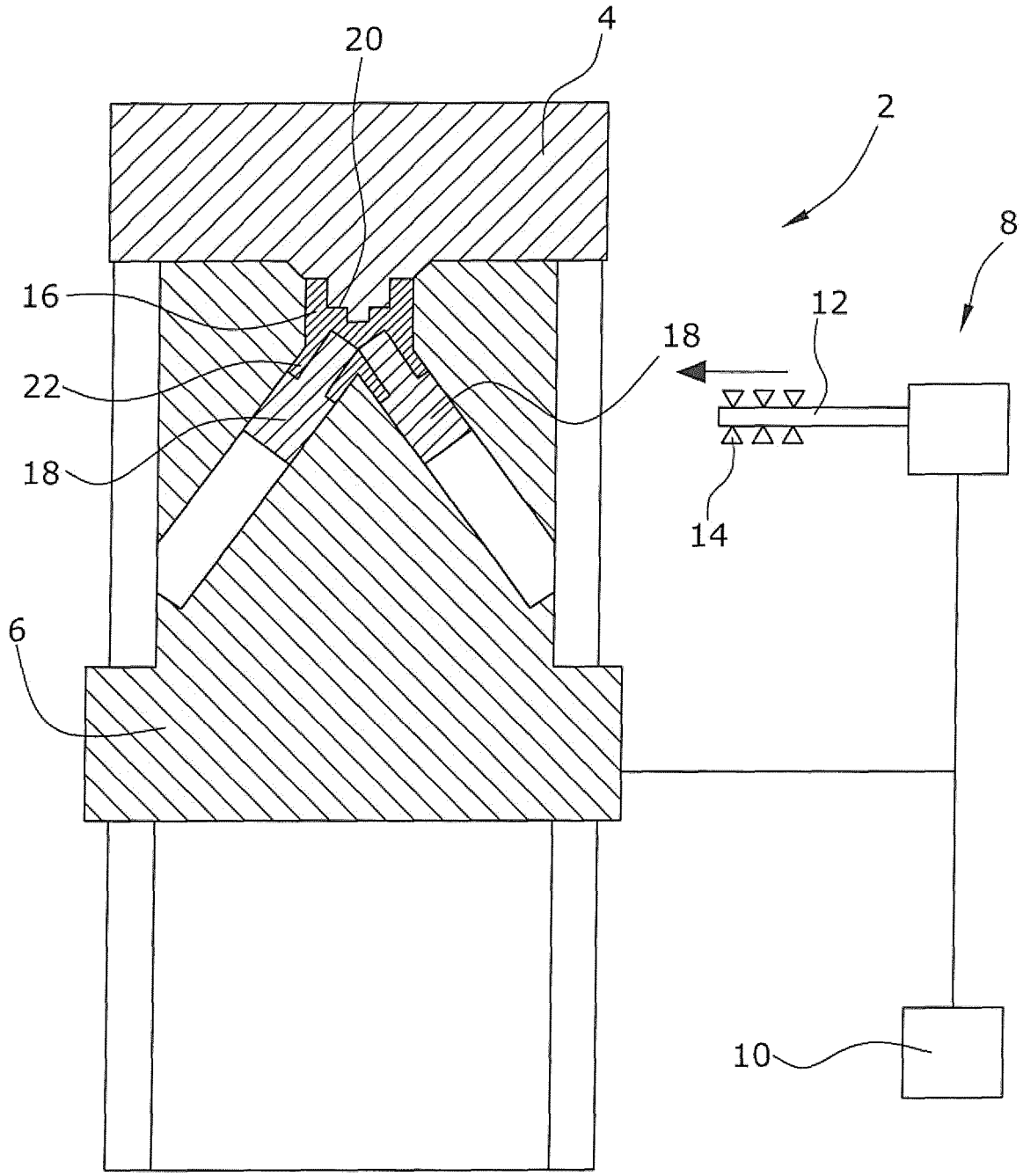


Fig.1

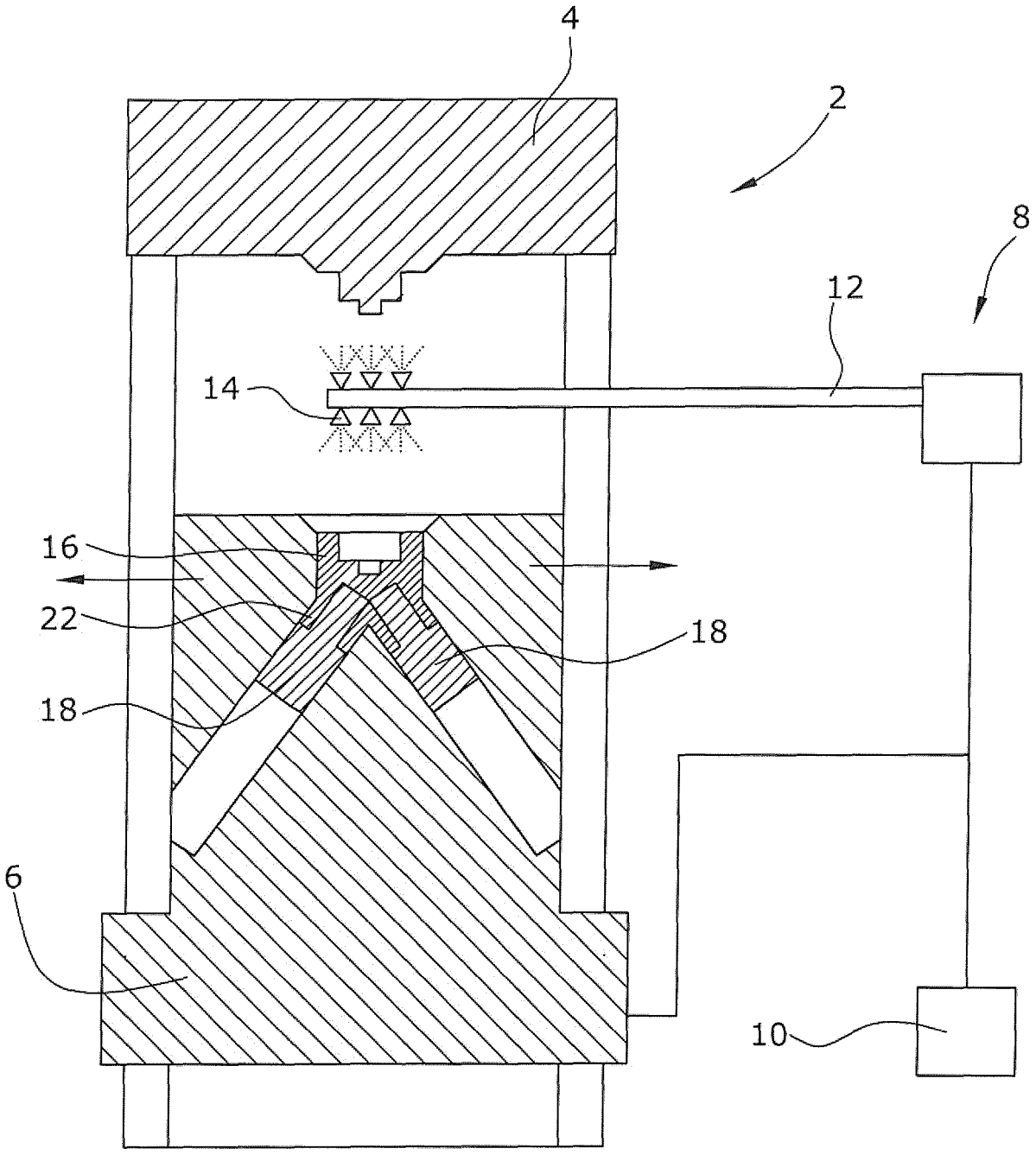


Fig.2

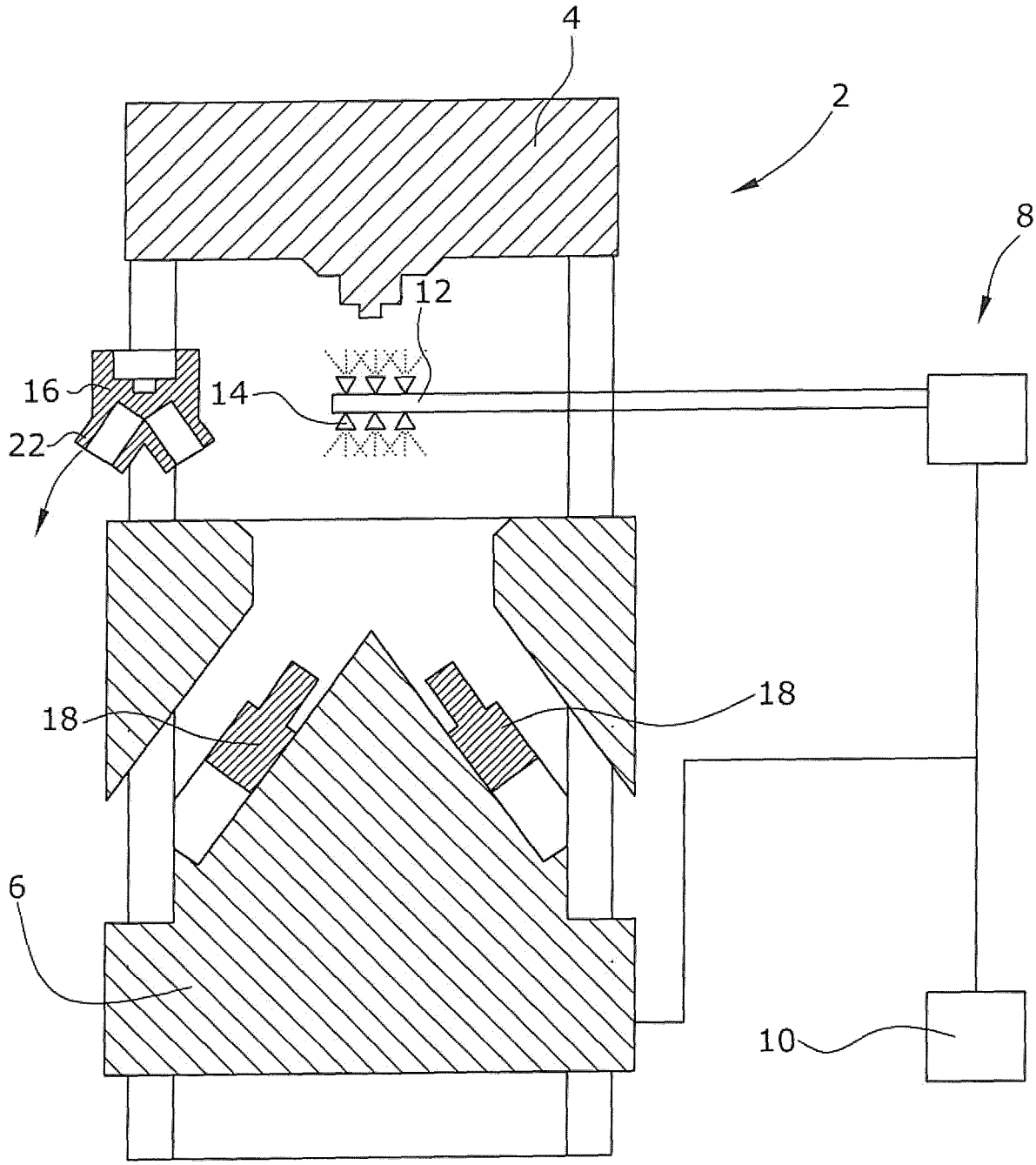


Fig.3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2311996 A2 **[0003]**
- DE 102007041445 A1 **[0004]**
- JP 10005966 AA **[0006]**
- DE 102006057660 A1 **[0007]**