



(11) **EP 1 954 424 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.08.2011 Patentblatt 2011/32

(51) Int Cl.:
B22C 9/04 ^(2006.01) **B22C 7/02** ^(2006.01)
F02F 3/22 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06818435.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/010737

(22) Anmeldetag: **09.11.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/054299 (18.05.2007 Gazette 2007/20)

(54) **EINTEILIGER STAHLKOLBEN ALS FEINGUSS-VARIANTE MIT KERN FÜR DIE FEINGUSSTECHNISCHE HERSTELLUNG EINES KÜHLKANALES**

ONE-PART STEEL PISTON AS A PRECISION-CASTING VARIANT WITH A CORE FOR THE PRECISION-CASTING PRODUCTION OF A COOLING CHANNEL

PISTON EN ACIER D'UNE SEULE PIECE EN VARIANTE D'UNE COULEE DE PRECISION AVEC UN NOYAU POUR LA FABRICATION TECHNIQUE PAR COULEE DE PRESSION D'UN CANAL DE REFROIDISSEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **10.11.2005 DE 102005053999**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.08.2008 Patentblatt 2008/33

(73) Patentinhaber: **KS Kolbenschmidt GmbH**
74172 Neckarsulm (DE)

(72) Erfinder:
• **REHL, Andreas**
56751 Polch (DE)

- **WEIMAR, Hans-Joachim**
76870 Kandel (DE)
- **OTTLICZKY, Emmerich**
74670 Forchtenberg-Ernsbach (DE)
- **GNIESMER, Volker**
31061 Alfeld (DE)

(74) Vertreter: **Greif, Thomas et al**
Thul Patentanwaltsgesellschaft mbH
Rheinmetall Platz 1
40476 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 802 714 JP-A- 10 176 597

EP 1 954 424 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einteiligen Stahlkolbens für eine Brennkraftmaschine eines Personenkraftwagens sowie einen nach diesem Verfahren hergestellten Stahlkolben gemäß den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1.

[0002] Bekannt sind Stahlkolben, die allerdings im Bereich von Nutzkraftfahrzeugen serienmäßig eingesetzt wurden, da hier das Gewicht von Stahlkolben keine so große Rolle spielt wie bei Verbrennungsmotoren mit dem gegenüber kleineren Kolben im Personenkraftwagenbereich. Bei den bekannten Stahlkolben wurde ein Kühlkanal im Kolbenboden (auch Kolbenkopf genannt) offen gestaltet, wobei das Verschließen des Kühlkanales durch ein zusätzliches ein- oder mehrteiliges Element, wie zum Beispiel ein geteilter Ring, mit Hilfe von diversen Verbindungstechniken wie zum Beispiel Laserschweißen durchgeführt wurde. Durch diese zusätzlichen Fertigungs- und Montageschritte entstehen in nachteiliger Weise Mehrkosten.

[0003] Dem gegenüber sind schon einteilige Stahlkolben mit geschlossenem Kühlkanal bekannt, die im Sandguss-Verfahren hergestellt werden. Die Wandstärken im Sandguss-Gießverfahren und beim Kokillenguß sind jedoch deutlich höher als im Feinguss, so dass sich ein im PKW-Bereich gewünschter Leichtbau nicht realisieren lässt.

[0004] Bei modernen Brennkraftmaschinen ist eine fortlaufende Leistungssteigerung gewünscht, bei der aufgrund immer strengerer Auflagen von Gesetzgebern bezüglich der Abgasemissionen diese Emissionen gesenkt, zum anderen auf Wunsch der Kunden nach leistungsstärkeren Aggregaten ein weiter geringerer Verbrauch zu

[0005] die Merkmale des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 bekannt.

[0006] erzielt ist. Zur Erfüllung zumindest dieser beiden Forderungen, die sich in der Praxis widersprechen, führt die Verringerung der Abgasemissionen einerseits und die Leistungssteigerung andererseits zu einer höheren thermischen und mechanischen Belastung des Kolbens für Dieselmotoren. Diese Belastungen steigen mit den dann herrschenden Zünddrücken und Drehzahlen an.

[0007] Die DE 38 02 714 A1 offenbart einen zweiteiligen Kolben für Brennkraftmaschinen, mit einem Kopfteil aus Eisenmetall oder einer Aluminium-Legierung und mit einem Kolbenschaft, der in einem Abstand vom Kopfteil entfernt angeordnet und mittels eines Anlenkzapfens mit einem Paar von Tragaugen verbunden ist, die unten an vom Kopfteil vorstehenden Stützgliedern angebracht sind, wobei das Kopfteil mit einem im Querschnitt geschlossenen ringförmig umlaufenden Kühlkanal im Bereich zwischen Ringgürtel und Brennraum des Kolbens versehen ist. Zur Herstellung des Kopfteiles wird angegeben, dass das Kopfteil als ein durch Präzisionsguss, Sandformguss oder Schalenguss hergestelltes Stahlteil

bzw. Sphäroguss hergestelltes Stahlteil bzw. Sphäroguss- oder Temperguss-Teil ausgeführt ist. Aus dem gattungsbildenden US-A-4 28 330 sind die Merkmale des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 bekannt.

5 **[0008]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Stahlkolben insbesondere für den Betrieb von schnell laufenden und hoch belasteten Dieselmotoren bereitzustellen, der die eingangs geschilderten Parameter erfüllt, bei dem insbesondere die Abgasemissionen im Betrieb des Kolbens gesenkt und gleichzeitig bei einer Leistungssteigerung ein geringerer Verbrauch der Brennkraftmaschine erzielt wird, wobei auch die Herstellungskosten für einen solchen Stahlkolben zu beachten sind.

10 **[0009]** Diese Aufgabe ist durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst

[0010] Erfindungsgemäß ist ein Herstellungsverfahren vorgesehen, bei dem das Gießverfahren ein Feingussverfahren ist und wird Hierdurch bleibt zunächst der Vorteil bestehen, dass zum einen ein höher festerer Werkstoff, insbesondere Stahl, zum Einsatz kommt und zum anderen der Kühlkanal, insbesondere dessen Querschnitt, vergrößert wird. Die größere Oberfläche des Kühlkanales erhöht die Wärmeabfuhr und reduziert die Wärmebelastung der kritischen Bereiche am Stahlkolben, insbesondere im Bereich des Kolbenbodens. Die mechanischen Eigenschaften des Stahls und das größere Potenzial des Feinguss-Verfahrens, wirken bezüglich der Gestaltungsfreiheit der erhöhten Belastung entgegen. Damit bezieht sich die Neuheit der Erfindung auf die Realisierung eines einteiligen Stahlkolbens eines hoch belasteten, zukunftsorientierten Stahlkolbens für den Betrieb von schnell laufenden hoch belasteten Dieselmotoren, der im Feinguss-Verfahren hergestellt wird und bei dem ggfs. das Verschließen des Kühlkanals erfolgen kann, aber nicht muß. Insbesondere geht es um einen Kern, vor allen Dingen einen Kern aus hochtemperaturfesten Werkstoffen, insbesondere einen Keramikern, der auf einfache und schnelle Art und Weise gemäß der vorliegenden Erfindung aus dem gegossenen Stahlkolben entfernt werden kann. Damit betrifft die Erfindung einen gegossenen einteiligen Stahlkolben, bei dem das Entfernen des Kernes für den Kühlkanal, insbesondere des Keramikerns, auf eine wirtschaftliche Art und Weise geschieht, insbesondere die zu einer Kostenreduzierung führt. Hierzu werden mehrere Öffnungen mit beliebigem ausreichendem Querschnitt, insbesondere nierenförmige oder ähnliche Öffnungen mit einem ausreichenden Querschnitt, in dem Gussteil vorgesehen, die nach dem Entfernen des Kernes form- oder stoffschlüssig verschlossen werden. Dabei kann in dem verschließenden Bauteil bereits die Öleintritts- bzw. Ölaustrittsbohrung durch geeignetes Fertigungsverfahren integriert sein.

45 **[0011]** In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Gießform dazu ausgebildet ist, den verlorenen Kern über Pinolen oder dergleichen zu halten. Damit kann der gesamte Stahlkolben sehr schnell und einfach

im Feinguss-Verfahren gegossen werden, wobei ebenso schnell und einfach der verlorene Kern nach dem Erstarren der Gießschmelze entfernt werden kann.

[0012] Die beiden Figuren 1 und 2 zeigen einerseits einen Schnitt durch einen einteiligen Stahlkolben 1, und andererseits eine dreidimensionale Ansicht eines solchen Kolbens, der im Feinguss-Gießverfahren hergestellt worden ist. Hierbei ist erkennbar, dass im Kolbenboden 2, insbesondere hinter einem Ringfeld 3 mit mehreren Ringnuten und einer Brennraummulde 4 verlaufend, ein vorzugsweise radial umlaufender Kühlkanal 5 vorhanden ist, der mittels eines Kernes, insbesondere eines sand-, keramik- und/oder faserhaltigen Kernes, hergestellt worden ist. Außerdem weist der Kolben 1 in an sich bekannter Weise Kolbenschäfte und Bolzenbohrungen auf, die unterhalb des Kolbenbodens 2 angeordnet sind. Eine derartige beispielhafte, aber nicht einschränkende Ausgestaltung ist in den Figuren 1 und 2 gezeigt.

[0013] Nach dem Gießen des Kolbens 1 wird zumindest ein Verschlusssteil 6, insbesondere mehrere Verschlusssteile 6, vorgesehen, die eine runde, ovale, nieren- oder andere geometrische Form aufweisen, das oder die nach dem Gießen des Kolbens 1 in die durch die Gießform und den verlorenen Kern gebildete Verbindung zu dem Kühlkanal 5 eingesetzt wird (werden). Diese Verschlusssteile 6 werden aber nicht in alle Verbindungen eingesetzt, so dass dann zumindest eine Öleintritts- und zumindest eine Ölaustrittsbohrung bzw. -Öffnung zur Verfügung steht. Daneben ist es selbstverständlich auch denkbar, dass der Hohlraum nicht für ein zirkulierendes Kühlmedium, sondern zur Gewichtsersparnis genutzt wird.

[0014] Bei dem konkreten Ausführungsbeispiel, mit dem die in den Figuren 1 und 2 gezeigten Kolben hergestellt werden, handelt es sich also um das Feinguss-Verfahren. Bei diesem Verfahren wird eine Negativ-Form, die die späteren äußeren Konturen des zu gießenden Kolbenrohrlings abbildet, aus einem hitzebeständigen Material hergestellt. Dabei wird in erfindungsgemäßer Weise an dieser Form über Stifte, Pinolen oder dergleichen das Kernmaterial auf Distanz befestigt und die Negativ-Form mit Gießschmelze gefüllt. Nachdem Erstarren der Gießschmelze wird die Negativ-Form entfernt, so dass als Zulauf bzw. Ablauföffnungen für den Kühlkanal die zu entfernenden Stifte, Pinolen und dergleichen dienen. Nachdem auch diese entfernt worden sind, genauso wie das Kernmaterial, wird das zumindest eine Verschlusssteil in die Öffnung eingebracht, um den Kühlkanal zu verschließen. Das jeweilige Verschlusssteil kann kraft- und/oder formschlüssig an der Unterseite des Kühlkanales oder an anderer Stelle, an der sich die Halterung für das Kernmaterial befunden haben, angebracht werden. Ergänzend oder alternativ zu dem Verschlusssteil ist es denkbar, an die zumindest eine Stelle, an der nach dem Gießen die Öffnung entstanden ist, kein Verschlusssteil anzubringen, um damit die Zulauf oder Ablaufbohrung zu realisieren.

[0015] In Figur 2 ist noch einmal das Verschlusssteil 6 erkennbar, das in die Öffnung, die nach dem Gießen des Stahlkolbens entsteht eingesetzt wird. Die beim Gießen entstehende Öffnung erstreckt sich in vorteilhafter Weise in Bezug auf die Kolbenhubachse nach unten, da aus dieser Richtung im Regelfall das Kühlmedium (Kühlöl) eingespritzt wird. Die Erfindung sieht vor, dass die beim Gießen entstehenden Öffnungen in dem Kühlkanal 5 radial umlaufend an mehreren Stellen unterhalb des Kühlkanales 5 vorhanden sind, dass bedeutet das solche Öffnungen nur abschnittsweise vorhanden sind. Das heißt, dass der Kühlkanal 5 an seiner Unterseite nach dem Gießen verschlossen ist, jedoch zwei oder mehr Öffnungen vorhanden sind. Diese Öffnungen werden als Zulauf und Ablauföffnung für das Kühlmedium genutzt. Sind mehr als zwei solcher Öffnungen vorhanden, können diese ebenfalls als Zulauf oder Ablauföffnung für das Kühlmedium dienen. Daneben ist es denkbar, sämtliche Öffnungen mit dem Verschlusssteil 6 zu verschließen, bis auf zumindest eine Zulauf und zumindest eine Ablauföffnung für das Kühlmedium. Außerdem ist es denkbar, dass sämtliche nach dem Gießen vorhandenen Öffnungen in dem Kühlkanal 5 von einem Verschlusssteil 6 verschlossen ist, so dass danach der Kühlkanal 5 komplett verschlossen ist. Um den Zulauf und den Ablauf für das Kühlmedium zu realisieren kann dann entweder an anderer Stelle (neben der durch das Verschlusssteil 6 verschlossenen Öffnung zu mindest eine Zulauf und Ablauföffnung für das Kühlmedium) eingebracht, insbesondere gebohrt werden. Weiterhin ist es denkbar, dass das Verschlusssteil 6 seinerseits eine Öffnung aufweist, die dann als Zulauf oder Ablauf für das Kühlmedium dient.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines einteiligen Stahlkolbens einer Brennkraftmaschine eines Personenkraftwagens, wobei der Stahlkolben in einem Gießverfahren unter Verwendung einer die äußeren Konturen des Stahlkolbens bildende Gießform hergestellt und nach dem Gießen fertig bearbeitet wird, wobei zur Realisierung eines Kühlkanales ein verlorener Kern eingesetzt wird, wobei die Gießform und der verlorene Kern so gestaltet sind, dass zumindest zwei oder mehr Öffnungen in dem Kühlkanal entstehen, nachdem die Gießform und der verlorene Kern entfernt worden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gießverfahren ein Feingussverfahren ist und , zumindest eine Öffnung des Kühlkanales mit einem Verschlusssteil verschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießform dazu ausgebildet ist, den verlorenen Kern über Pinolen zu halten.
3. Stahlkolben (1) mit einem Kühlkanal (5), **gekenn-**

zeichnet durch seine Herstellung nach dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine Öffnung des Kühlkanales mit einem Verschluss teil verschlossen ist.

4. Stahlkolben (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verschluss teil (6) für die zumindest eine Öffnung des Kühlkanales (5) oval- oder nierenförmig ausgebildet ist.
5. Stahlkolben (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verschluss teil (6) Kraft- und/oder Formschlüssig in die zumindest eine Öffnung des Kühlkanales (5) eingesetzt ist.
6. Stahl kolben (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verschluss teil (6) eine Öffnung für einen Zulauf- oder Ablauf eines Kühlmediums in den Kühlkanal (5) hinein oder aus dem Kühlkanal (5) heraus aufweist.

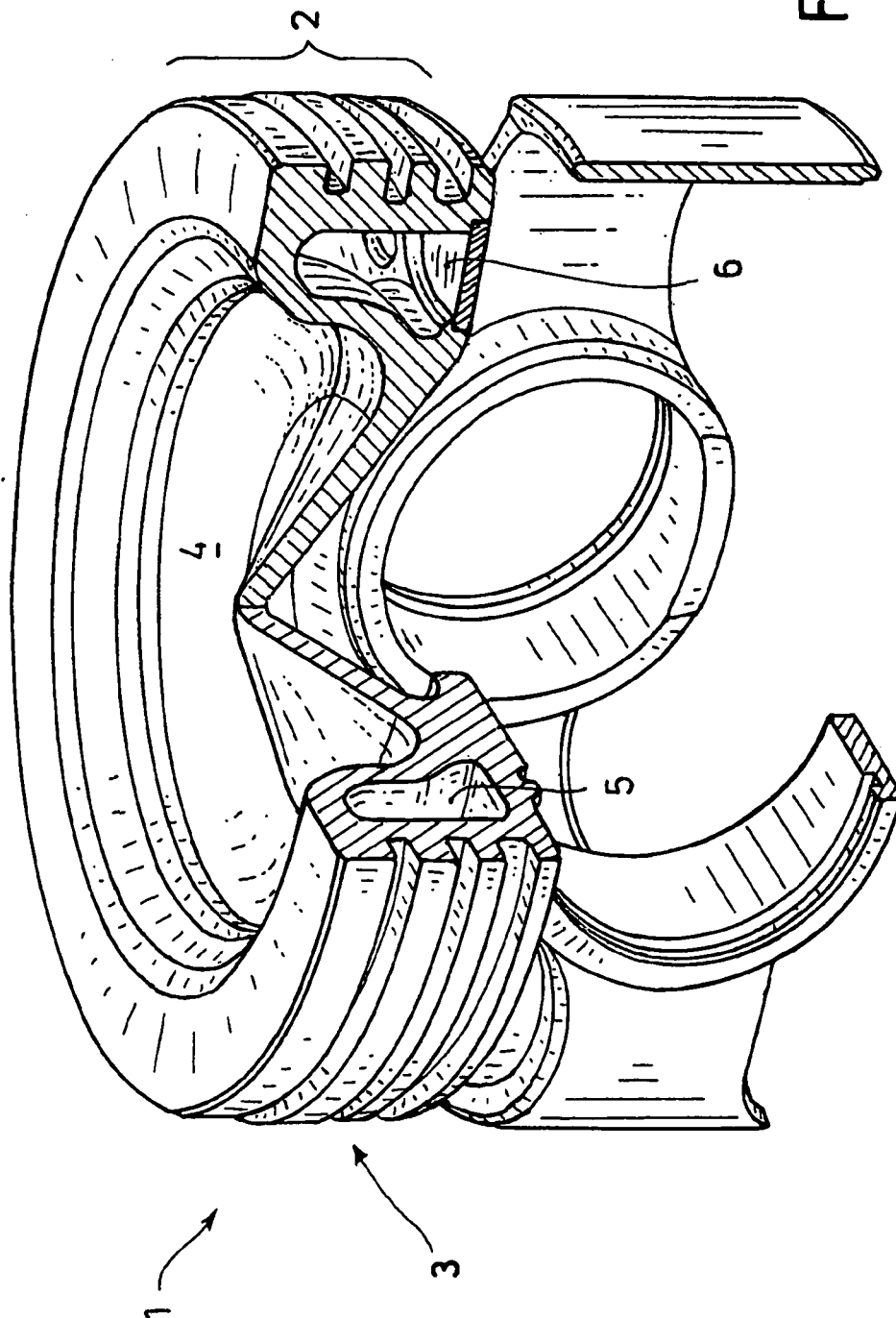
Claims

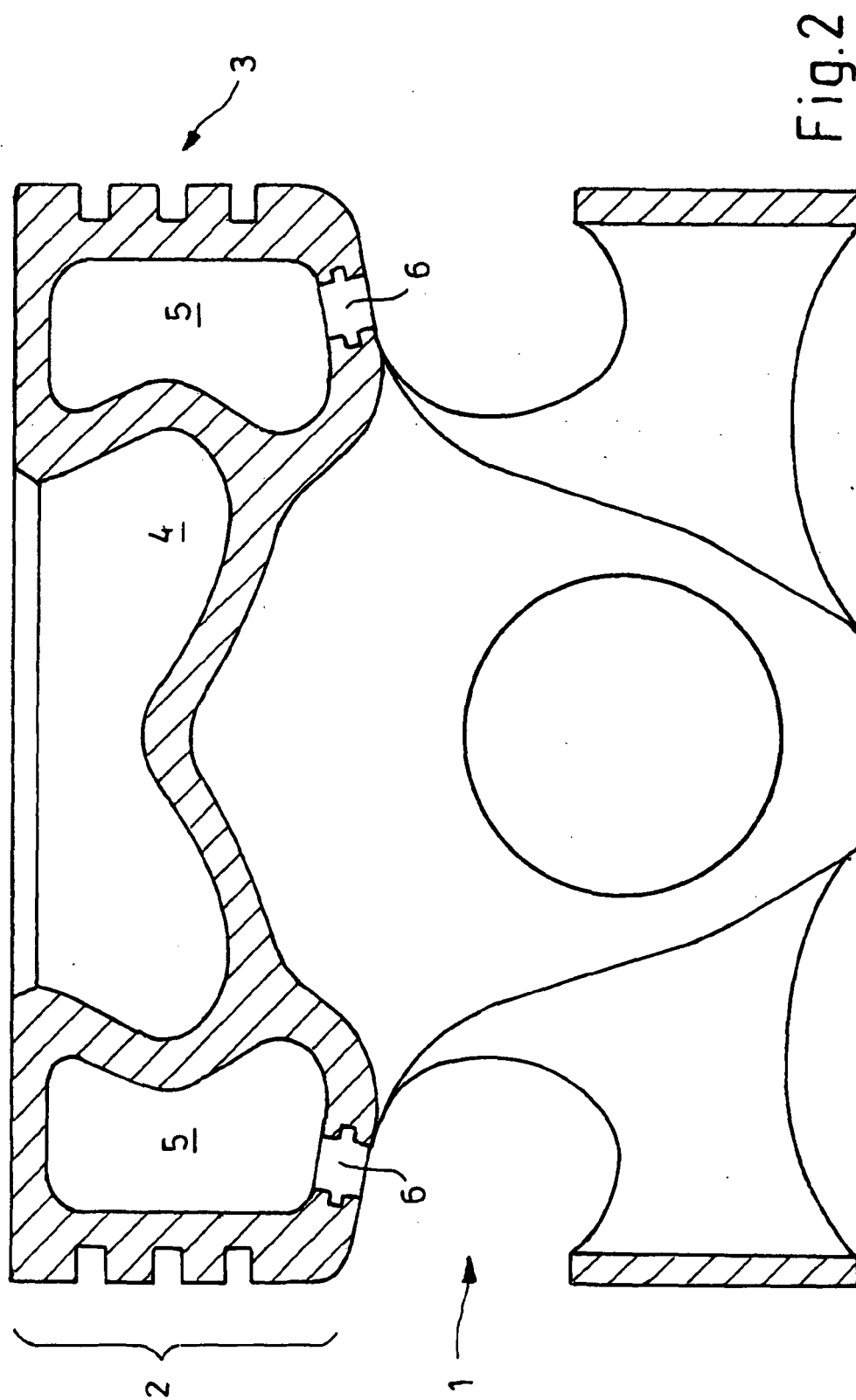
1. Method for producing a one-part steel piston of an internal combustion engine in a passenger vehicle, wherein the steel piston is produced in a casting process using a casting mould which forms the outer contours of the steel piston, and is finished after the casting operation, wherein an expendable core is used to realize a cooling channel, wherein the casting mould and the expendable core are configured in such a manner that at least two or more openings are produced in the cooling channel after the casting mould and the expendable core have been removed, **characterized in that** the casting process is a precision-casting process and at least one opening in the cooling channel is closed with a closure part.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the casting mould is designed to hold the expendable core via centre sleeves.
3. Steel piston (1) with a cooling channel (5), **characterized by** the production of said piston in accordance with the method according to one of the preceding claims, wherein at least one opening in the cooling channel has been closed with a closure part.
4. Steel piston (1) according to Claim 3, **characterized in that** the closure part (6) for the at least one opening in the cooling channel (5) is designed to be oval or kidney-shaped.
5. Steel piston (1) according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the closure part (6) is inserted in a frictional and/or interlocking manner into the at least one opening in the cooling channel (5).

6. Steel piston (1) according to one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the closure part (6) has an opening for admission of a cooling medium into the cooling channel (5) or discharge of a cooling medium from the cooling channel (5).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un piston en acier d'une seule pièce pour un moteur combustion interne d'une voiture automobile, dans lequel on fabrique le piston par un procédé de coulée en utilisant un moule formant les contours extérieurs du piston en acier et on effectue l'usinage de finition après la coulée, dans lequel on utilise un noyau perdu pour la réalisation d'un canal de refroidissement, et dans lequel le moule de coulée et le noyau perdu sont configurés de telle manière qu'il se forme au moins deux ou plusieurs ouvertures dans le canal de refroidissement et le moule de coulée et le noyau perdu ont ensuite été enlevés, **caractérisé en ce que** le procédé de coulée est un procédé de coulée de précision et **en ce que** l'on ferme au moins une ouverture du canal de refroidissement au moyen d'une pièce de fermeture.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moule de coulée est configuré de manière à maintenir le noyau perdu au moyen de douilles.
3. Piston en acier (1) avec un canal de refroidissement (5), **caractérisé par** sa fabrication par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins une ouverture du canal de refroidissement est fermée au moyen d'une pièce de fermeture.
4. Piston en acier (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la pièce de fermeture (6) pour ladite au moins une ouverture du canal de refroidissement (5) est réalisée sous forme ovale ou réniforme.
5. Piston en acier (1) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la pièce de fermeture (6) est posée en complémentarité de force et/ou de forme dans ladite au moins une ouverture du canal de refroidissement (5).
6. Piston en acier (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** la pièce de fermeture (6) présente une ouverture pour une arrivée ou une évacuation d'un fluide de refroidissement dans le canal de refroidissement (5) ou hors du canal de refroidissement (5).





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

- DE 3802714 A1 [0007]
- US 4428330 A [0007]