(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Juni 2018 (28.06.2018)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/114223 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B21K 1/18 (2006.01) *F02F 3/22* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/080383

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. November 2017 (24.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 225 637.8
20. Dezember 2016 (20.12.2016) DE

(71) Anmelder: **MAHLE INTERNATIONAL GMBH** [DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **LINKE, Timo**; Höhbergstraße 8, 70327 Stuttgart (DE). **SCHARP, Rainer**; Jägerstraße 28, 71665 Vaihingen (DE). **SEIFRIED, Matthias**; Graf-Johann-Straße 7, 78662 Boesingen (DE).

(74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**; Königstraße 28, 70173 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING A ONE-PART PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE BY FORGING AND PISTON PRODUCED IN SUCH A WAY

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES EINTEILIGEN KOLBENS FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR DURCH SCHMIEDEN UND DERART HERGESTELLTER KOLBEN

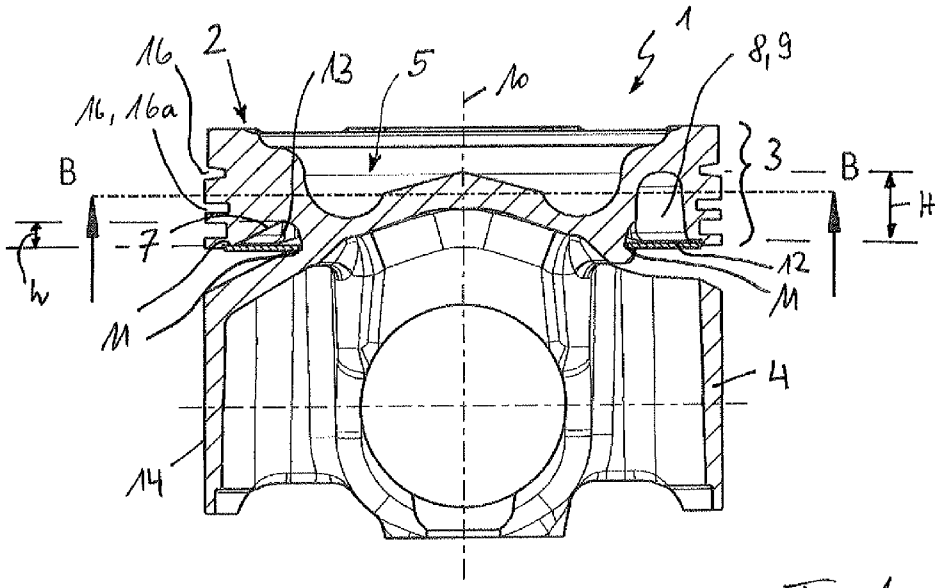


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a one-part piston (1) for an internal combustion engine by forging, comprising a piston skirt (4) formed in one piece with a piston head (2), wherein a cooling duct (8) which is open towards the piston skirt (4) and runs around at least part of the periphery is provided in the piston head (2), in which method at least two pockets (9), which are interrupted in the circumferential direction (6) by an at least equal number of webs (7), are open towards the piston skirt (4) and form the later cooling duct (8), are forged together, then a supporting surface (11) that runs around at least part of the periphery for a cooling duct covering (12) is plunge-cut, wherein an aperture (13) is made in at least one web (7), and a fluidic connection between at least two adjacent pockets (9) is thus created. The invention also relates to a one-part forged piston produced in this way.

WO 2018/114223 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines einteiligen Kolbens (1) für einen Verbrennungsmotor durch Schmieden, mit einem einstückig mit einem Kolbenkopf (2) ausgebildeten Kolbenschaft (4), wobei im Kolbenkopf (2) ein zum Kolbenschaft (4) hin offener und zumindest teilweise umlaufender Kühlkanal (8) vorgesehen ist, bei dem, zumindest zwei in Umfangsrichtung (6) durch eine zumindest gleiche Anzahl an Stegen (7) unterbrochene und zum Kolbenschaft (4) hin offene Taschen (9) mitgeschmiedet werden, die den späteren Kühlkanal (8) bilden, anschließend eine zumindest teilweise umlaufende Auflagefläche (11) für eine Kühlkanalabdeckung (12) eingestochen wird, wobei ein Durchbruch (13) in zumindest einem Steg (7) eingebracht und so eine fluidische Verbindung zwischen zumindest zwei benachbarten Taschen (9) geschaffen wird. Die Erfindung betrifft auch einen derart hergestellten einteiligen Schmiedekolben.

VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES EINTEILIGEN KOLBENS FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR DURCH SCHMIEDEN UND DERART HERGESTELLTER KOLBEN

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines einteiligen Kolbens für einen Verbrennungsmotor durch Schmieden. Die Erfindung betrifft außerdem einen nach diesem Verfahren hergestellten Kolben.

Einteilige Stahlkolben bzw. Kolben generell, sind hinlänglich bekannt, insbesondere aus der DE 10 2006 045 728 A1.

Stahlkolben können bspw. durch Schmieden hergestellt werden, wobei nach Abschluss des Schmiedeverfahrens ein umlaufender Kühlkanal durch eine spanabhebende Bearbeitung von unten eingebracht wird. Diese spanabhebende Bearbeitung erhöht jedoch nicht nur die Taktzeit, sondern auch die Herstellungskosten für einen derartig hergestellten Kolben. Besonders das Drehen der Kühlkanalgeometrie in den geschmiedeten Kolben stellt dabei zudem eine technisch aufwendige Lösung dar.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, ein Verfahren zur Herstellung eines einteiligen Kolbens für einen Verbrennungsmotor mittels Schmieden anzugeben, welches die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile nicht mehr aufweist.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, erstmals bei einem durch Schmieden hergestellten, einteiligen Kolben einen Kühlkanal zumindest bereichsweise gleich mit einzuschmieden, wodurch der bislang zur Herstellung bei einem solchen Kolben erforderliche Drehprozess zum Einbringen des Kühlkanals entfallen, zumindest aber stark reduziert werden kann. Der durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Kolben weist dabei einen Kolbenkopf mit einer Ringpartie sowie einen einstückig mit dem Kolbenkopf ausgebildeten Kolbenschaft auf. Im Kolbenkopf ist dabei ein zum Kolbenschaft hin, das heißt üblicherweise nach unten hin offener und zumindest teilweise umlaufender Kühlkanal vorgesehen. Erfindungsgemäß werden nun zumindest zwei in Umfangsrichtung durch eine zumindest gleiche Anzahl an Stegen unterbrochene und zum Kolbenschaft hin offene Taschen mitgeschmiedet, die den späteren Kühlkanal bilden. Die einzelnen Taschen sind dabei in Umfangsrichtung somit durch die Stege voneinander getrennt, bilden jedoch im Bereich der Taschen bereits die endgültige Kontur des späteren Kühlkanals. Nach dem Schmieden wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, insbesondere mittels eines schräg zur Kolbenachse geführten Stechmeißels, eine zumindest teilweise umlaufende Auflagefläche für eine Kühlkanalabdeckung eingestochen, wobei mit dem Stechmeißel ein Durchbruch in zumindest einem Steg eingebracht und so eine fluidische Verbindung zwischen zumindest zwei in Umfangsrichtung benachbarten Taschen geschaffen wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit ein Großteil des Kühlkanals bereits beim Schmieden durch die Taschen hergestellt, wodurch die bislang hierfür erforderliche spanabhebende Bearbeitung entfallen und das gesamte Herstellungsverfahren deutlich gestrafft und hinsichtlich seiner Kosten reduziert werden kann. Üblicherweise werden dabei zumindest zwei Taschen beim Schmieden eingeformt, woraus sich zwei die jeweiligen Taschen in Umfangsrichtung unterbrechende Stege ergeben. Eine den späteren Kühlkanal ausformende bzw. bildende Tasche entsteht dabei durch einen beim Schmieden von unten eingedrückten Stempel. Da dies im Bereich der

Kastenwände bspw. nicht möglich ist, sind dort üblicherweise Stege angeordnet. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es somit erstmals möglich, geschmiedete Kolben deutlich kostengünstiger anzubieten als bisher.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zumindest vier in Umfangsrichtung durch eine zumindest gleiche Anzahl an Stegen unterbrochene und zum Kolbenschaft hin offene Taschen mitgeschmiedet, die den späteren Kühlkanal bilden. Bei vier in Umfangsrichtung durch ebenfalls vier dazwischen angeordnete Stege unterbrochene Taschen werden die Stege im Bereich der Kastenwände angeordnet, so dass der Kolben in diesem Bereich keinen oder lediglich einen marginalen Steifigkeitsverlust erfährt.

Zweckmäßig wird der Kühlkanal ausschließlich im Bereich der Auflagefläche nachbearbeitet, bleibt ansonsten jedoch unbearbeitet. Der zu einer Brennraummulde bzw. zum Kolbenkopf hin zeigende Bereich des Kühlkanals bleibt somit komplett unbearbeitet und weist dadurch im Vergleich zu einer spanabhebenden Herstellung des Kühlkanals eine dem Schmiedeverfahren eigene und größere Oberflächenrauigkeit im Bereich des Kühlkanals auf, wodurch eine größere Oberfläche zum Wärmetausch zur Verfügung steht und dadurch ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellter Kolben zusätzlich eine bessere Kühlung der hoch belasteten Bereiche, wie bspw. einer Brennraummulde und einem Feuersteg, bewirken kann. Durch den Wegfall der Nachbearbeitung im oberen Bereich lassen sich ebenfalls Herstellungskosten reduzieren.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest eine Kühlkanalabdeckung angebracht, wobei der Durchbruch in zumindest einem Steg derart hergestellt wird, dass ein dort zwischen dem Kolben und der Kühlkanalabdeckung verbleibender Querschnitt

zumindest halb so groß ist wie ein Querschnitt einer Zulauföffnung in den Kühlkanal. Hierdurch soll eine ausreichende Strömung des Kühlmediums, bspw. Öl, zwischen zwei benachbarten Taschen und damit eine Gewährleistung einer Kühlleistung gewährleistet werden können.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, einen einteiligen Schmiedekolben nach dem zuvor beschriebenen Verfahren herzustellen, bei welchem eine axiale Höhe zumindest eines Durchbruchs zumindest 10% einer axialen Höhe des Kühlkanals an seiner höchsten Stelle beträgt. Auch dieser Grenzwert soll wiederum einen Minimalquerschnitt des Durchbruchs im Vergleich zu einem Querschnitt des Kühlkanals und damit ein ausreichendes und zuverlässiges Umlaufen des Kühlmediums gewährleisten, was letztlich für eine zuverlässige Kühlung des Kolbens erforderlich ist.

Zweckmäßig reicht bei dem erfindungsgemäßen Kolben der Kühlkanal zumindest bereichsweise bis zu einer zweiten Ringnut. Der Kühlkanal ist somit hinsichtlich seiner axialen Höhe soweit nach oben gezogen, dass die temperaturkritischen Bereiche des Kolbens, wie bspw. Feuersteg, Ringpartie und/oder Brennraummulde, zuverlässig gekühlt werden können. Eine ausreichende Kühlung der zuvor erwähnten, temperaturkritischen Bereiche des Kolbens ist dabei essentiell für eine hohe Funktionszuverlässigkeit des Kolbens und eine lange Lebensdauer desselben.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination,

sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Kolben,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung entlang der Schnittebene B-B durch den Kolben aus Fig. 1,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung durch den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kolben entsprechend der Fig. 1, jedoch bei einer um 90° verdrehten Schnittebene.

Entsprechend den Fig. 1 und 3, weist ein nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellter einteiliger Kolben 1 für einen nicht gezeigten Verbrennungsmotor einen Kolbenkopf 2 mit einer Ringpartie 3 sowie einen einstückig mit dem Kolbenkopf 2 ausgebildeten Kolbenschaft 4 auf. Im Bereich seines Kolbenkopfes 2 besitzt der hier dargestellte Kolben 1 eine Brennraummulde 5. Zudem ist im Kolbenkopf 2 ein zum Kolbenschaft 4 hin offener und zumindest teilweise umlaufender Kühlkanal 8 vorgesehen.

Erfindungsgemäß wird nun der gemäß den Fig. 1 bis 3 dargestellte Kolben 1 wie folgt hergestellt: Zunächst wird ein Kolbenrohling in ein entsprechendes Schmiedewerkzeug (nicht dargestellt) eingelegt und anschließend der Kolben 1 durch Schmieden hergestellt. Hierbei werden zugleich zumindest zwei in Umfangsrichtung 6 (vgl. Fig. 2) durch eine zumindest gleiche Anzahl an Stegen 7 unterbrochene und zum Kolbenschaft 4 hin, das heißt im vorliegenden Fall gemäß den Fig. 1 und 3 nach unten hin offene Taschen 9 mitgeschmiedet, die den späteren Kühlkanal 8 bilden. Nach dem Schmieden wird mittels eines schräg zur Kolbenachse 10 geführten und nicht gezeigten Stechmeißels eine zumindest teilweise umlaufende Auflagefläche 11 für eine Kühlkanalabdeckung 12 eingestochen, wobei mit dem Stechmeißel zugleich ein Durchbruch 13 (vgl. Fig. 1) in zumindest einem Steg 7 eingebracht und so eine fluidische Verbindung zwischen zumindest zwei benachbarten Taschen 9 geschaffen wird. Ein derartiger Durchbruch 13 ist dabei in den Darstellungen ausschließlich in Fig. 1 zu sehen.

Erfindungsgemäß werden dabei zumindest zwei Taschen 9 durch Schmieden eingebracht, wobei jedoch auch denkbar ist, dass bei einer erhöhten geforderten Steifigkeit des Kolbens 1 ein Steg 7, z. Bsp. hinter also radial innen gelegen, zu einer Lauffläche 14 stehen bleiben kann (vgl. linke Taschen 9 und Steg 7 in Fig. 2). Dadurch wird die Steifigkeit des Schafts auf Druckseite im Vergleich zum Kolbenschaft 4 auf Gegendruckseite gesteigert. Somit kann die Sekundärbewegung beeinflusst werden.

Werden dabei zwei Taschen 9 beim Schmieden eingeformt, ergeben sich mindestens zwei Stege 7. Bei vier Taschen 9 ergeben sich mindestens vier Stege 7. Je nachdem ob ein oder beide Schäfte des Kolbenschaftes 4 angebunden werden sollen, können selbstverständlich auch mehr Stege 7 entstehen. Üblicherweise ergeben sich jedoch mindestens vier Stege 7 durch die Kastenwände 15 (vgl. Fig. 2).

Von besonderem Vorteil bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren ist, dass der Kühlkanal 8 nicht nachträglich durch eine spanabhebende Bearbeitung eingebracht werden muss, was nicht nur eine Taktzeit verlängert, sondern zudem auch die Herstellungskosten deutlich erhöht. Durch den im oberen Teil unbearbeiteten Kühlkanal 8, weist dieser dort aufgrund des Schmiedeprozesses auch eine zumindest geringfügig höhere Oberflächenrauigkeit auf, als dies mit einer spanabhebenden Bearbeitung der Fall wäre, wodurch sich eine vergrößerte Oberfläche zum Wärmetausch ergibt, so dass mit dem erfindungsgemäßen Kolben 1 auch eine Kühlung desselben im Bereich des Kolbenkopfs 2, das heißt insbesondere im Bereich der Ringpartie 3 bzw. der Brennraummulde 5 verbessert werden kann. Der mittels des Stechmeißels einzubringende Einstich zum Herstellen der Auflageflächen 11 und der Durchbrüche 13 kann dabei vergleichsweise einfach und kostengünstig realisiert werden.

Um ein Umlaufen des durch eine Zulauföffnung eingeführten Kühlmediums, bspw. Öl, im Kühlkanal 8 gewährleisten zu können, ist ein Querschnitt des Durchbruchs 13 zumindest halb so groß, wie ein Querschnitt einer Zulauföffnung. Der Querschnitt des Durchbruchs 13 ist dabei einerseits durch die Kühlkanalabdeckung 12 und andererseits durch den Kolben 1 begrenzt.

Nach dem Einbringen des Einstichs wird der Kolben 1 selbstverständlich noch gedreht, wobei in diesem Prozessschritt auch einzelne Ringnuten 16 im Bereich der Ringpartie 3 eingebracht, insbesondere eingedreht oder eingeschliffen, werden.

Eine axiale Höhe h zumindest eines Durchbruchs 13 beträgt dabei zumindest 10% einer axialen Höhe H des Kühlkanals 8 an seiner höchsten Stelle, wie dies bspw. gemäß der Fig. 1 dargestellt ist. Auch hierdurch soll gewährleistet werden,

dass der Querschnitt des Durchbruchs 13 so groß ist, dass ein zuverlässiges Umlaufen von Kühlmedium, bspw. Öl, im Kühlkanal 8 zwischen zwei benachbarten Taschen 9 und damit eine zuverlässige Kühlung des Kolbens 1 erreicht werden kann. Die axiale Höhe H des Kühlkanals 8 verläuft dabei zumindest bereichsweise bis zu einer zweiten Ringnut 16a, um sowohl die Ringpartie 3 als auch die Brennraummulde 5 des Kolbens 1, das heißt die temperaturkritischen Bereiche des Kolbens 1, zuverlässig kühlen zu können.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann somit erstmals ein geschmiedeter Kolben 1 kostengünstig und mit vergleichsweise geringer Taktzeit hergestellt werden, da der Kühlkanal 8 in Form von zumindest zwei in Umfangsrichtung durch Stege 7 unterbrochene Taschen 9 bereits mit eingeschmiedet und deshalb nicht nachträglich durch eine spanabhebende Bearbeitung eingebracht werden muss. Der erfindungsgemäße Kolben 1 lässt sich somit als geschmiedeter Kolben 1 kostengünstiger anbieten.

*****

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines einteiligen Kolbens (1) für einen Verbrennungsmotor durch Schmieden,
   - mit einem einstückig mit einem Kolbenkopf (2) ausgebildeten Kolbenschaft (4),
   - wobei im Kolbenkopf (2) ein zum Kolbenschaft (4) hin offener und zumindest teilweise umlaufender Kühlkanal (8) vorgesehen ist,

   bei dem,
   - zumindest zwei in Umfangsrichtung (6) durch eine zumindest gleiche Anzahl an Stegen (7) unterbrochene und zum Kolbenschaft (4) hin offene Taschen (9) mitgeschmiedet werden, die den späteren Kühlkanal (8) bilden,
   - anschließend eine zumindest teilweise umlaufende Auflagefläche (11) für eine Kühlkanalabdeckung (12) eingestochen wird, wobei ein Durchbruch (13) in zumindest einem Steg (7) eingebracht und so eine fluidische Verbindung zwischen zumindest zwei benachbarten Taschen (9) geschaffen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass zumindest vier in Umfangsrichtung (6) durch eine gleiche Anzahl an Stegen (7) unterbrochene und zum Kolbenschaft (4) hin offene Taschen (9) mitgeschmiedet werden, die den späteren Kühlkanal (8) bilden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zumindest teilweise umlaufende Auflagefläche (11) für die Kühlkanalabdeckung (12) mittels eines schräg zur Kolbenachse (10) geführten Stechmeißels eingestochen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine Kühlkanalabdeckung (12) angebracht wird, wobei der Durchbruch (13) in zumindest einem Steg (7) derart hergestellt wird, dass ein dort zwischen Kolben (1) und Kühlkanalabdeckung (12) verbleibender Querschnitt zumindest halb so groß ist wie ein Querschnitt einer Zulauföffnung in den Kühlkanal (8).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass in eine Ringpartie (3) Nuten (16,16a) für Kolbenringe eingebracht, insbesondere eingedreht oder eingeschliffen, werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kühlkanal (8) ausschließlich mittels des Stechmeißels im Bereich der Auflagefläche (11) nachbearbeitet wird, ansonsten unbearbeitet bleibt.

7. Einteiliger Schmiedekolben (1), hergestellt nach dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

8. Kolben nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine axiale Höhe (h) zumindest eines Durchbruchs (13) zumindest 10% einer axialen Höhe (H) des Kühlkanals (8) an seiner höchsten Stelle beträgt.

9. Kolben nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchbruch (13) in zumindest einem Steg (7) einen Querschnitt aufweist, der zumindest halb so groß ist wie ein Querschnitt einer Zulauföffnung in den Kühlkanal (8).

10. Kolben nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kühlkanal (8) zumindest bereichsweise bis zu einer zweiten Ringnut (16a) reicht.

*****

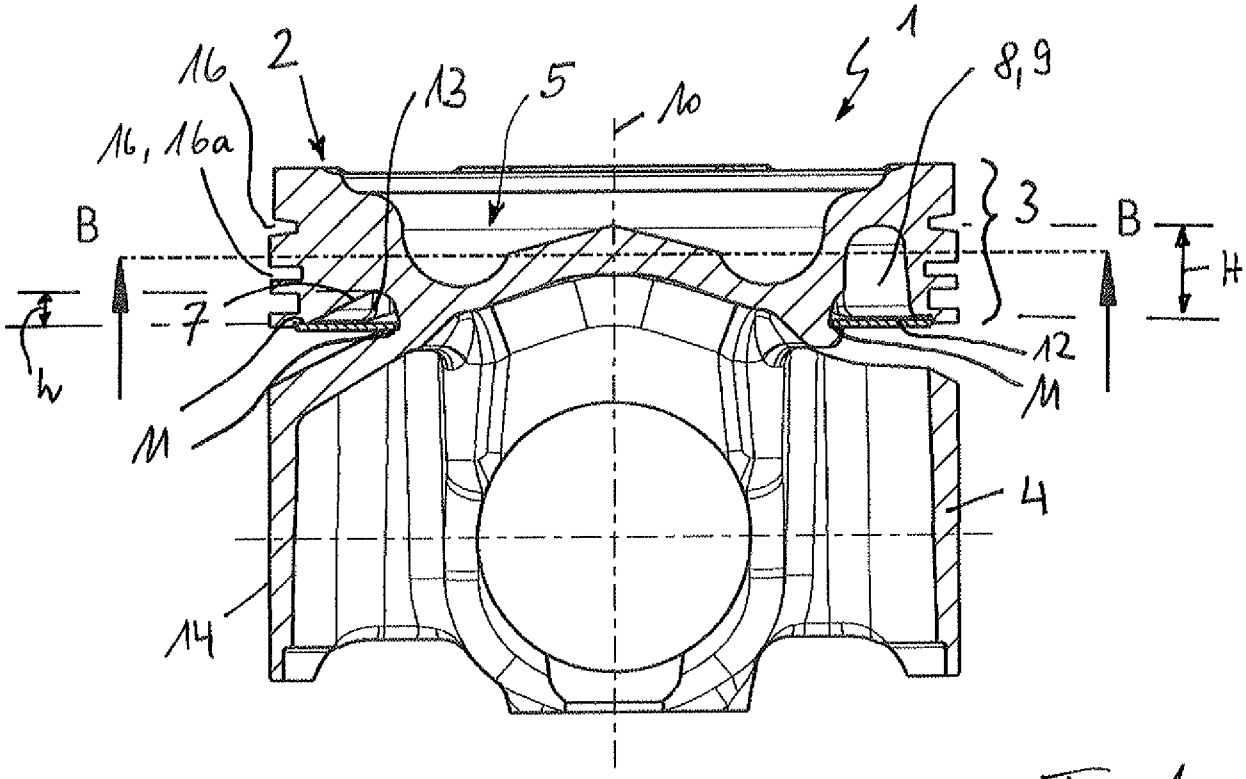

16
2
13
5
10
1
8,9
16, 16a
B
3
B
H
h
7
12
11
11
4
14

Fig. 1

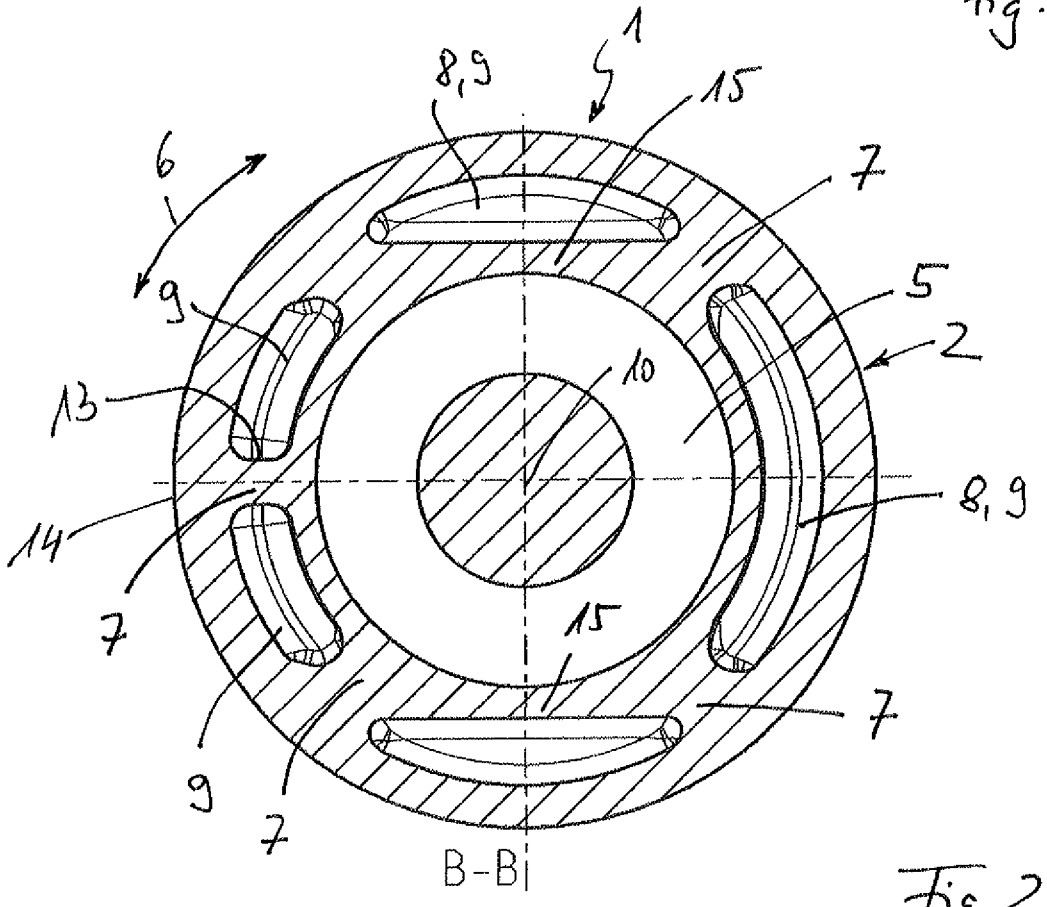

8,9
1
15
6
7
9
5
2
13
10
14
8,9
7
15
7
9
7
B-B

Fig. 2

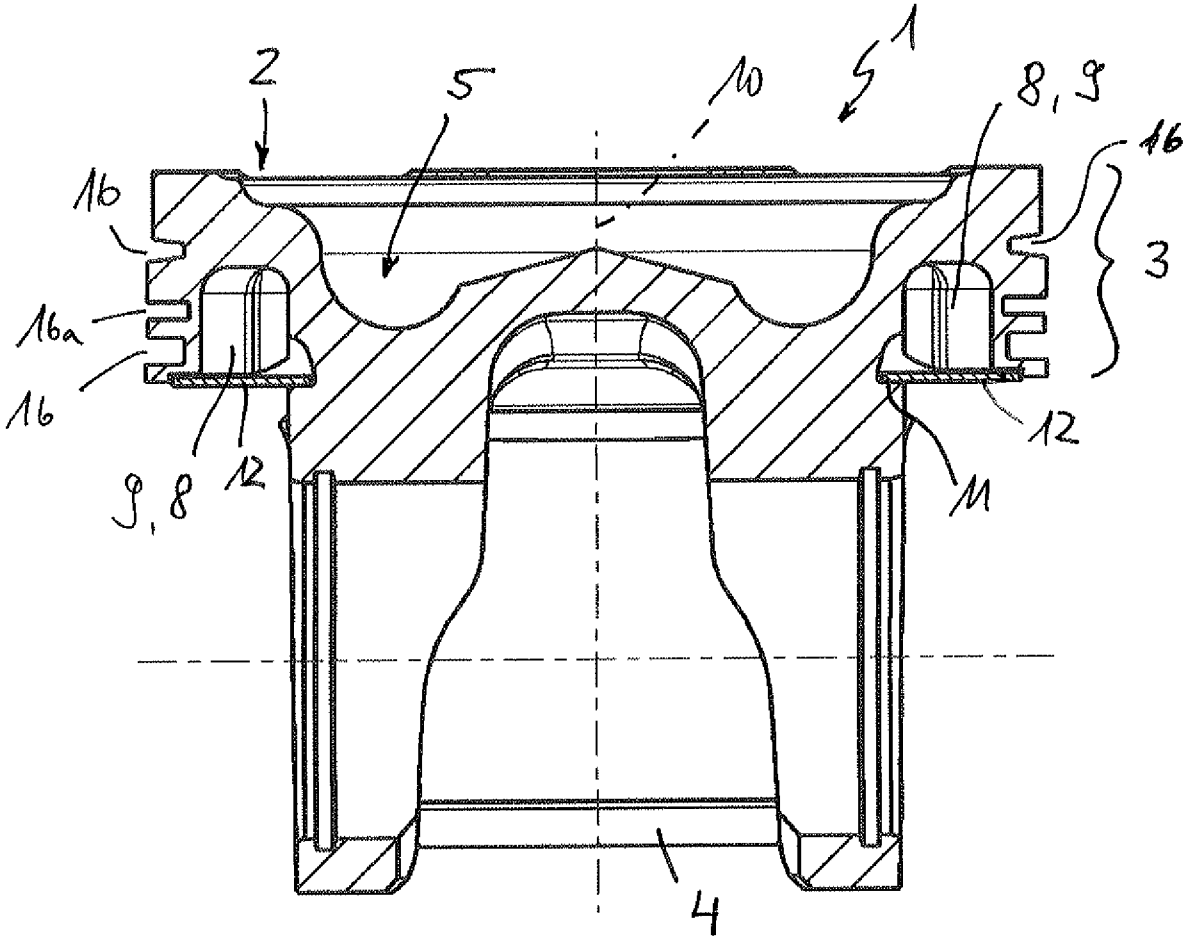


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/080383

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21K1/18 F02F3/22
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21K F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96/20340 A1 (MAHLE GMBH [DE]; KEMNITZ PETER [DE]) 4 July 1996 (1996-07-04)	7-10
A	page 2, last paragraph - page 3, last paragraph; figures 1-4	1-6

X	DE 10 2006 027810 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 20 December 2007 (2007-12-20)	7-10
A	paragraph [0016] - paragraph [0029]; figures 1-6	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 March 2018	05/04/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ritter, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/080383

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9620340 A1	04-07-1996	BR 9510105 A	25-11-1997
		DE 4446726 A1	27-06-1996
		DE 59504762 D1	18-02-1999
		EP 0799373 A1	08-10-1997
		JP 3884771 B2	21-02-2007
		JP H10511756 A	10-11-1998
		US 5778533 A	14-07-1998
		WO 9620340 A1	04-07-1996
DE 102006027810 A1	20-12-2007	BR PI0713663 A2	23-10-2012
		CN 101472705 A	01-07-2009
		DE 102006027810 A1	20-12-2007
		EP 2029318 A1	04-03-2009
		JP 5119244 B2	16-01-2013
		JP 2009540200 A	19-11-2009
		KR 20090020603 A	26-02-2009
		US 2010236515 A1	23-09-2010
		WO 2007143968 A1	21-12-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/080383

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21K1/18 F02F3/22
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21K F02F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96/20340 A1 (MAHLE GMBH [DE]; KEMNITZ PETER [DE]) 4. Juli 1996 (1996-07-04)	7-10
A	Seite 2, letzter Absatz - Seite 3, letzter Absatz; Abbildungen 1-4	1-6

X	DE 10 2006 027810 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 20. Dezember 2007 (2007-12-20)	7-10
A	Absatz [0016] - Absatz [0029]; Abbildungen 1-6	1-6

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
26. März 2018	05/04/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ritter, Florian

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/080383

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9620340 A1	04-07-1996	BR 9510105 A	25-11-1997
		DE 4446726 A1	27-06-1996
		DE 59504762 D1	18-02-1999
		EP 0799373 A1	08-10-1997
		JP 3884771 B2	21-02-2007
		JP H10511756 A	10-11-1998
		US 5778533 A	14-07-1998
		WO 9620340 A1	04-07-1996
DE 102006027810 A1	20-12-2007	BR PI0713663 A2	23-10-2012
		CN 101472705 A	01-07-2009
		DE 102006027810 A1	20-12-2007
		EP 2029318 A1	04-03-2009
		JP 5119244 B2	16-01-2013
		JP 2009540200 A	19-11-2009
		KR 20090020603 A	26-02-2009
		US 2010236515 A1	23-09-2010
		WO 2007143968 A1	21-12-2007