

(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  
10. August 2017 (10.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/133949 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F02F 3/18* (2006.01) *F02F 3/22* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/051549
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
25. Januar 2017 (25.01.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 201 621.0  
3. Februar 2016 (03.02.2016) DE
- (71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH  
[DE/DE]; Pragstrasse 26-46, 70376 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: SCHARP, Rainer; Jägerstrasse 28, 71665  
Vaihingen (DE).
- (74) Anwalt: BRP RENAUD UND PARTNER MBB;  
Königsstrasse 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, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : KOLBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

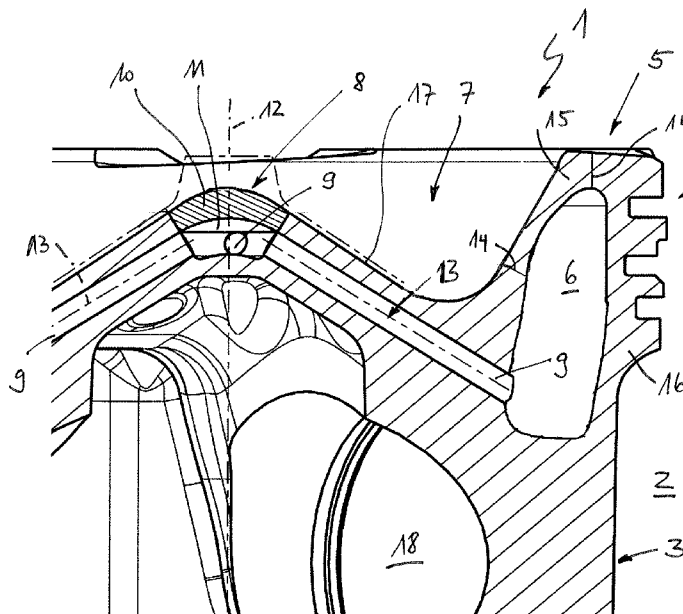


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a piston (1) of an internal combustion engine (2), comprising a piston shaft (3) and a piston head (5), in which a cooling channel (6) is provided for receiving a cooling medium, wherein the piston head (5) has a combustion bowl (7) with a dome (8). It is essential to the invention that at least two channel elements (9) are provided, which extend from the dome (8) and are closed in the area of the dome (8) by a common closing element (10) and that the at least two channel elements (9) are fluidically connected with the cooling channel (6).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben (1) einer Brennkraftmaschine (2), mit einem Kolbenschaft (3) und einem Kolbenkopf (5), in welchem ein Kühlkanal (6) zum Aufnehmen eines Kühlmediums vorgesehen ist, wobei der Kolbenkopf (5) eine Brennraummulde (7) mit einem Dom (8) aufweist. Erfindungswesentlich ist dabei, dass zumindest zwei von dem Dom (8) ausgehende und im Bereich des Doms (8) von einem gemeinsamen Verschlusselement (10) verschlossene Kanalelemente (9) vorgesehen sind, dass die zumindest zwei Kanalelemente (9) fluidisch mit dem Kühlkanal (6) verbunden sind.

WO 2017/133949 A1

**Veröffentlicht:**

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

## **Kolben einer Brennkraftmaschine**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben einer Brennkraftmaschine mit einem Kolbenschaft und einem Kolbenkopf, in dem ein Kühlkanal zum Aufnehmen eines Kühlmediums vorgesehen ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem solchen Kolben.

Aus der DE 10 2013 002 895 A1 ist ein gattungsgemäßer Kolben mit einem Kolbenschaft und einem Kolbenkopf bekannt, wobei in dem Kolbenkopf eine Brennraummulde mit einem zentralen Dom angeordnet ist. Ebenfalls vorgesehen ist wenigstens ein sich zumindest im Kolbenkopf erstreckendes Kanalelement, welches fluidisch vom Kühlkanal getrennt ist und in dem ein zweites, vom ersten Kühlmedium unterschiedliches Kühlmedium zum zumindest vergleichweisen Kühlen des Kolbens aufgenommen ist. Hierdurch soll insbesondere eine verbesserte Kühlung erreicht werden können.

Nachteilig bei dem aus dem Stand der Technik bekannten, gattungsgemäßen Kolben ist jedoch, dass das zumindest eine Kanalelement nur vergleichsweise aufwendig, bspw. durch eine von einer Schaftwand des Kolbenschafts ausgehenden Schrägbohrung hergestellt werden kann. Hierzu ist es bspw. erforderlich, die Außenfläche des Kolbenschaftes zuerst spanend zu bearbeiten, um ein Abrutschen des Bohrers vermeiden zu können. In gleicher Weise schwierig ist bei derartig hergestellten Kanalelementen deren Befüllen sowie deren Verschließen.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für einen Kolben der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine

alternative Ausführungsform anzugeben, die insbesondere die Nachteile aus dem Stand der Technik vermeidet.

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, zumindest zwei Kanalelemente, welche mit einem Kühlkanal eines Kolbens fluidisch verbunden sind, als von einem Dom im Bereich einer Brennraummulde ausgehend auszubilden und anschließend durch ein Verschlusselement zu verschließen, was den großen Vorteil bietet, dass insbesondere ein bislang erforderliches, aufwendiges, spanendes Bearbeiten des Kolbenschaftes zum Einbringen der das Kanalelement bildenden Bohrung entfallen kann. Dabei ist selbstverständlich klar, dass die Kanalelemente durch Bohren hergestellt werden können, oder aber alternativ durch das Vorsehen eines entsprechenden Gießkerns, was insbesondere auch einen nicht linearen Verlauf der einzelnen Kanalelemente ermöglicht. Besonders das Herstellen der Kanalelemente mittels Bohren stellt jedoch eine besonders bevorzugte, da kostengünstige Variante dar. Zugleich werden üblicherweise ausgehend von dem Dom nicht nur zwei, sondern bspw. drei oder mehr Kanalelemente vorgesehen, die anschließend mit lediglich einem einzigen, gemeinsamen Verschlusselement verschlossen werden können. Hierdurch ist es möglich, auch den Aufwand des Verschließens im Vergleich zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Kolben deutlich zu reduzieren, da bei diesem alle Kanalelemente separat verschlossen werden mussten. Beim Vorsehen von mehreren im Bereich des Doms startenden Kanalelementen können diese zudem auch fluidisch miteinander verbunden sein und dadurch einen Austausch des darin angeordneten Kühlmediums über die Ausnehmung untereinander ermöglichen. Der erfindungsgemäße Kolben, der üblicherweise in

einer Hubkolbenbrennkraftmaschine eingesetzt wird, weist dabei in bekannter Weise einen Kolbenschaft mit einem eine umlaufende Ringpartie aufweisenden Kolbenkopf auf, in dem ein zumindest teilweise umlaufender Kühlkanal zum Aufnehmen eines Kühlmediums vorgesehen ist. Der Kolbenkopf selbst besitzt eine Brennraummulde mit dem insbesondere zentralen Dom. Erfindungsgemäß vorgesehen sind nun die zumindest zwei Kanalelemente, die vom Dom ausgehen, fluidisch mit dem Kühlkanal verbunden und im Bereich des Doms von einem gemeinsamen Verschlusselement verschlossen sind. In den zumindest zwei Kanalelementen und dem Kühlkanal ist dabei dasselbe Kühlmedium aufgenommen. Wie eingangs erwähnt, kann durch die zentrale Anordnung der Eingänge der Kanalelemente im Bereich des Doms ein Bohren derselben von oben durch die Brennraummulde erfolgen, was nicht nur deutlich einfacher ist, sondern auch die Möglichkeit eröffnet, diese durch ein einziges Verschlusselement gemeinsam zu verschließen, wodurch das Vorsehen einer der Anzahl der Kanalelemente entsprechenden Anzahl an Verschlusselementen nicht mehr erforderlich ist. Durch das Zusammenlaufen der zumindest zwei Kanalelemente im Bereich des Doms und das Anordnen deren Einfüllöffnungen im Bereich des Doms, können diese auch gemeinsam und damit deutlich einfacher befüllt werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist der Dom eine Ausnehmung auf, in welche die zumindest zwei Kanalelemente münden. Eine derartige Ausnehmung bietet dabei den großen Vorteil, dass diese zum einen das Einfüllen des Kühlmediums deutlich vereinfacht (sofern es sich um ein geschlossenes Kühlsystem handelt) und zum anderen durch ein entsprechendes Verschlusselement auch einen Fluidaustausch zwischen den einzelnen Kanalelementen im Betriebszustand ermöglicht. Das Verschlusselement kann somit alternativ derart ausgebildet sein, dass es in montiertem Zustand im Bereich des Doms eine fluidische Trennung der einzelnen

Kanalelemente voneinander bewirkt, oder aber eine fluidische Verbindung zwischen den einzelnen Kanalelementen im Bereich des Doms zulässt und dadurch eine besonders gleichmäßige und homogene Zusatzkühlung ermöglicht.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung verlaufen die zumindest zwei Kanalelemente schräg zur Längsachse des Kolbens, insbesondere sogar entlang eines Brennraummuldenbodens. Hierdurch kann eine besonders gezielte Kühlung des Brennraummuldenbodens ermöglicht werden. Der Verlauf der einzelnen Kanalelemente ist dabei üblicherweise linear, wobei selbstverständlich auch kurvige Verläufe denkbar sind, insbesondere sofern die einzelnen Kanalelemente nicht durch Bohren, sondern durch einen Gießkern hergestellt sind.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist das Verschlusselement mit dem Dom bzw. einer Innenwandung der im Bereich des Doms angeordneten Ausnehmung verschweißt, bspw. mittels Reibschweißen, MIG-Schweißen oder Laserschweißen. Alternativ ist auch denkbar, dass das Verschlusselement mit dem Dom verlötet ist. Das Verschweißen bietet dabei den großen Vorteil, dass dieses gleichzeitig mit dem Verschweißen bspw. eines ersten Kolbenteils mit einem zweiten Kolbenteil erfolgen könnte. Der erfindungsgemäße Kolben kann somit nicht nur einteilig bzw. einstückig, sondern auch mehrteilig ausgebildet sein, bspw. mit einem den Kolbenboden bildenden ersten Kolbenteil und einem zumindest einen Bereich des Kolbenschafts bildenden zweiten Kolbenteil. Der Kolben kann dabei geschmiedet oder aus geschmiedeten Kolbenteilen zusammengesetzt sein. Auch eine andere Herstellung ist selbstverständlich denkbar. Auch die Materialauswahl für den erfindungsgemäßen Kolben ist nicht beschränkt, so dass dieser bspw. aus Stahl oder aus Aluminium ausgebildet sein kann.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung bilden der Kühlkanal und die zumindest zwei Kanalelemente ein geschlossenes Kühlsystem mit Natrium und/oder Kalium als Kühlmedium. Natrium hat bspw. einen Schmelzpunkt von knapp unter 100 °C und wird somit im Betrieb der Brennkraftmaschine flüssig, wodurch das in den Kanalelementen aufgenommene Natrium hin und her schwappen und dadurch mittels des so genannten Shakereffekts die Kühlung des Kolbens bewirken kann. Kalium schmilzt bereits bei ca. 63 °C, so dass durch das Anreichern des Kühlmediums mit Kalium dessen Schmelzpunkt im Vergleich zu reinem Natrium gesenkt werden kann. Selbstverständlich kann anstelle von Natrium/Kalium auch Lithium bzw. Lithiumnitrid als Kühlmedium verwendet werden.

Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass der Kühlkanal und die zumindest zwei Kanalelemente ein offenes Kühlsystem mit Kühllöl als Kühlmedium bilden. In diesem Fall wird wie bei bekannten Kolben Kühllöl in einen Eingang des Kühlkanals gespritzt, läuft in diesem um und wird zusätzlich in den Kanalelementen mittels des Shakereffekts hin und her geschüttelt. Anschließend verlässt das nun aufgeheizte Kühllöl den Kühlkanal über einen Ausgang.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung verlaufen die zumindest zwei Kanalelemente entlang eines Brennraummuldenbodens und enden in einem unteren Bereich des Kühlkanals. Durch den Verlauf entlang eines Brennraummuldenbodens kann insbesondere eine besonders effektive Kühlung des dem Brennraum ausgesetzten Brennraummuldenbodens erreicht werden, (wobei durch eine Erstreckung der Kanalelemente bis in den Kolbenschaft eine nochmals verbesserte Kühlung erreicht werden kann). In diesem Fall würde der Kühlkanal lokal nach unten (in den Kolbenschaft) erweitert werden, sodass die Wärme in diesem vergleichsweise kälteren Gebiet besonders effektiv abgeführt werden könnte.

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

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.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Die einzige Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Kolben.

Entsprechend der Fig. 1, weist ein erfindungsgemäßer Kolben 1 einer nur angedeuteten Brennkraftmaschine 2 einen Kolbenschaft 3 und einen, eine umlaufende Ringpartie 4 aufweisenden Kolbenkopf 5 auf, in dem ein, insbesondere zumindest teilweise umlaufender, Kühlkanal 6 zum Aufnehmen eines Kühlmediums vorgesehen ist. Der Kolbenkopf 5 besitzt eine Brennraummulde 7 mit einem zentralen Dom 8. Selbstverständlich kann der Dom 8 rein theoretisch auch dezentral angeordnet sein. Erfindungsgemäß sind nun zumindest zwei Kanalelemente 9 vorgesehen, die fluidisch mit dem Kühlkanal 7 verbunden sind und in denen dasselbe Kühlmedium zum Kühlen des Kolbens 1 aufgenommen ist. Die zumindest zwei Kanalelemente 9 gehen dabei erfindungsgemäß von dem Dom 8 aus und sind im Bereich des Doms 8 von einem Verschlusselement 10 verschlossen.

Betrachtet man dabei den Dom 8 genauer, so kann man gemäß der Fig. 1 erkennen, dass dort eine Ausnehmung 11 vorgesehen ist, in welche die zumindest zwei Kanalelemente 9 münden bzw. von der die zumindest zwei Kanalelemente 9 ausgehen. Betrachtet man dabei das Verschlusselement 10 gemäß der Fig. 1, so kann man erkennen, dass dieses auch im montierten Zustand eine fluidische Verbindung zwischen den einzelnen Kanalelementen 9 im Bereich der Ausnehmung 11 ermöglicht, so dass rein theoretisch auch ein Austausch des Kühlmediums zwischen den einzelnen Kanalelementen 9 im Betrieb der Brennkraftmaschine 2 möglich ist. Alternativ ist selbstverständlich auch denkbar, dass das Verschlusselement 10 derart ausgebildet ist, dass es die Ausnehmung 11 komplett ausfüllt und dadurch in montiertem Zustand die einzelnen Kanalelemente 9 im Bereich des Doms 8 fluidisch voneinander trennt und verschließt.

Betrachtet man die zumindest zwei Kanalelemente 9 gemäß der Fig. 1, so kann man erkennen, dass diese schräg zur Längsachse 12 des Kolbens 1 verlaufen, wobei sich die einzelnen Längsachsen 13 der Kanalelemente 9 im Bereich der Längsachse 12 des Kolbens 1 treffen. Insgesamt sind dabei vorzugsweise vier Kanalelemente 9 vorgesehen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung bilden der Kühlkanal 6 und die zumindest zwei Kanalelemente 9 ein geschlossenes Kühlsystem mit Natrium und/oder Kalium als Kühlmedium. Natrium hat bspw. einen Schmelzpunkt von knapp unter 100 °C und wird somit im Betrieb der Brennkraftmaschine 2 flüssig, wodurch das in den Kanalelementen 9 aufgenommene Natrium hin und her schwappen und dadurch mittels des so genannten Shakereffekts die Kühlung des Kolbens 1 bewirken kann. Kalium schmilzt bereits bei ca. 63 °C, so dass durch das Anreichern des Kühlmediums mit Kalium dessen Schmelzpunkt im Vergleich zu reinem Natrium gesenkt

werden kann. Das Verschlusselement 10 kann nach dem Befüllen der einzelnen Kanalelemente 9 mit dem Kühlmedium, bspw. mit Natrium und/oder Kalium, in der Ausnehmung 11 des Doms 8 fixiert werden, bspw. mit dem Dom 8 verlötet oder verschweißt werden. Ein Verschweißen kann dabei insbesondere durch ein Laserschweißen, ein MIG-Schweißen oder ein Reibschweißen erfolgen. Der Kolben 1 selbst kann dabei aus Stahl oder aus Aluminium ausgebildet sein und einteilig bzw. mehrteilig ausgeführt werden. Bei einer mehrteiligen Ausführungsform, wie diese bspw. gemäß der Fig. 1 dargestellt ist, ist sogar denkbar, dass die einzelnen Verbindungsstellen 14 zwischen einem ersten Kolbenteil 15 und einem zweiten Kolbenteil 16 in einem Arbeitsschritt mit den Verbindungsstellen 14' zwischen dem Verschlusselement 10 und dem Dom 8, das heißt im vorliegenden Fall dem zweiten Kolbenteil 16 verbunden, bspw. verschweißt werden. Der Kolben 1 kann dabei geschmiedet oder aus geschmiedeten Kolbenteilen 15, 16 zusammengesetzt sein. Auch eine andere Herstellung ist selbstverständlich denkbar.

Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass der Kühlkanal 6 und die zumindest zwei Kanalelemente 9 ein offenes Kühlsystem mit Kühlöl als Kühlmedium bilden. In diesem Fall wird wie bei bekannten Kolben Kühlöl in einen in Fig. 1 nicht gezeigten Eingang des Kühlkanals 6 gespritzt, läuft in diesem um und wird zusätzlich in den Kanalelementen 9 mittels des Shakereffekts hin und her geschüttelt. Anschließend verlässt das nun aufgeheizte Kühlöl den Kühlkanal 6 über einen ebenfalls nicht gezeichneten Ausgang. Unabhängig von der gewählten Ausführungsform ist der Kühlkanal 6 im Umfangsbereich zwischen den Naben 18 tiefer, wobei in diesen Bereichen die Kanalelemente 9 in den Kühlkanal 6 münden. Im Bereich der Naben 18 ist der Kühlkanal 6 nicht so tief. Dies bedeutet, dass sich der Kühlkanal 6 im Bereich der Nabenanbindung an den Kolbenschaft 3, das heißt abseits der Naben 18, weiter in axialer Richtung

erstreckt als im übrigen Bereich, das heißt als im in Umfangsrichtung dazwischen liegenden Bereich.

Um eine besonders effektive Kühlung der Brennraummulde 7 erreichen zu können, verlaufen die zumindest zwei Kanalelemente 9 entlang eines Brennraummuldenbodens 17, wobei der Kühlkanal 6 tiefer ausgebildet ist und dadurch bis in den Bereich des Kolbenschaftes 3 ragt, wodurch eine besonders effektive Wärmeabfuhr aus dem Bereich des Brennraummuldenbodens 17 erreicht werden kann.

Hergestellt wird der erfindungsgemäße Kolben 1 bspw. wie folgt: Zunächst wird der Kolben 1 hergestellt, entweder als einstückiges Bauteil oder durch zwei separate Kolbenteile 15, 16. Die Kanalelemente 9 können dabei entweder anschließend von der Ausnehmung 11 ausgehend gebohrt werden oder aber bereits zusammen mit dem Kolben 1, das heißt insbesondere zusammen mit dem zweiten Kolbenteil 16 hergestellt werden, insbesondere sofern hierfür ein die Kanalelemente 9 freihaltender Gießkern vorgesehen wird. Nach dem Herstellen der Kanalelemente 9 bzw. dem Entfernen des diese bildenden Gießkerns werden die Kanalelemente 9 bei einem geschlossenen Kühlsystem mit dem Kühlmedium, bspw. Natrium und/oder Kalium, befüllt und anschließend das Verschlusselement 10 aufgesetzt und insbesondere randseitig dicht mit der Ausnehmung 11 verbunden, bspw. verlötet oder verschweißt. Das Verlöten bzw. Verschweißen kann dabei gleichzeitig mit bspw. dem Verschweißen der anderen Verbindungsstellen 14 zwischen dem ersten und zweiten Kolbenteil 15, 16 erfolgen. Abschließend wird nun endgültig die Kontur des Brennraummuldenbodens 17 durch Drehen hergestellt, so dass das Verschlusselement 10 ausgehend von der gemäß der Fig. 1 mit unterbrochen gezeichneten Linie dargestellten Gestalt die gemäß der Fig. 1 mit durchgehender Linie gezeichnete Gestalt einnimmt.

Mit dem erfindungsgemäßen Kolben 1 ist es erstmals möglich, eine Kühlung zusätzlich unterstützende Kanalelemente 9 zentral vom Dom 8 ausgehend vorzusehen und durch ein einziges, gemeinsames Verschlusselement 10 zu verschließen, wodurch das Verschließen der Kanalelemente 9 im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Kanalelementen deutlich vereinfacht werden kann. Insbesondere muss auch kein separates spanendes Bearbeiten einer Kolbenschafffläche erfolgen, um die Kanalelemente bislang bildenden Bohrungen zuverlässig einbringen zu können.

\*\*\*\*\*

## Patentansprüche

1. Kolben (1) einer Brennkraftmaschine (2),
  - mit einem Kolbenschaft (3) und einem Kolbenkopf (5), in welchem ein Kühlkanal (6) zum Aufnehmen eines Kühlmediums vorgesehen ist,
  - wobei der Kolbenkopf (5) eine Brennraummulde (7) mit einem Dom (8) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet,
    - dass zumindest zwei von dem Dom (8) ausgehende und im Bereich des Doms (8) von einem gemeinsamen Verschlusselement (10) verschlossene Kanalelemente (9) vorgesehen sind,
    - dass die zumindest zwei Kanalelemente (9) fluidisch mit dem Kühlkanal (6) verbunden sind.
  
2. Kolben nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Dom (8) eine Ausnehmung (11) aufweist, von welcher die zumindest zwei Kanalelemente (9) ausgehen.
  
3. Kolben nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zumindest zwei Kanalelemente (9) im Bereich der Ausnehmung (11) miteinander fluidisch verbunden sind.
  
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Verschlusselement (10) in montiertem Zustand die zumindest zwei Kanalelemente (9) im Bereich des Doms (8) fluidisch voneinander trennt

oder derart ausgestaltet ist, dass eine fluidische Verbindung zwischen den zumindest zwei Kanalelementen (9) im Bereich des Doms (8) bestehen bleibt.

5. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Kanalelemente (9) schräg zur Längsachse (12) des Kolbens (1) verlaufen.
6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass insgesamt vier Kanalelemente (9) vorgesehen sind.
7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement (10) mit dem Dom (8) verschweißt oder verlötet ist.
8. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
  - dass der Kolben (1) als Stahl- oder als Aluminiumkolben ausgebildet ist, und/oder
  - dass der Kolben (1) einteilig oder mehrteilig ausgebildet ist.
9. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
  - dass der Kolben (1) geschmiedet ist, oder
  - dass zumindest ein Kolbenteil (15, 16) geschmiedet ist.

10. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,
  - dass der Kühlkanal (6) und die zumindest zwei Kanalelemente (9) ein geschlossenes Kühlsystem mit Natrium und/oder Kalium als Kühlmedium bilden, oder
  - dass der Kühlkanal (6) und die zumindest zwei Kanalelemente (9) ein offenes Kühlsystem mit Kühlöl als Kühlmedium bilden.
  
11. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Kanalelemente (9) entlang eines Brennraummuldenbodens (17) verlaufen und in einem unteren Bereich des Kühlkanals (6) enden.
  
12. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Kühlkanal (6) im Bereich der Nabenanbindung an den Kolbenschaft (3) weiter in axialer Richtung erstreckt als im übrigen Bereich.
  
13. Brennkraftmaschine (2) mit zumindest einem Kolben (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

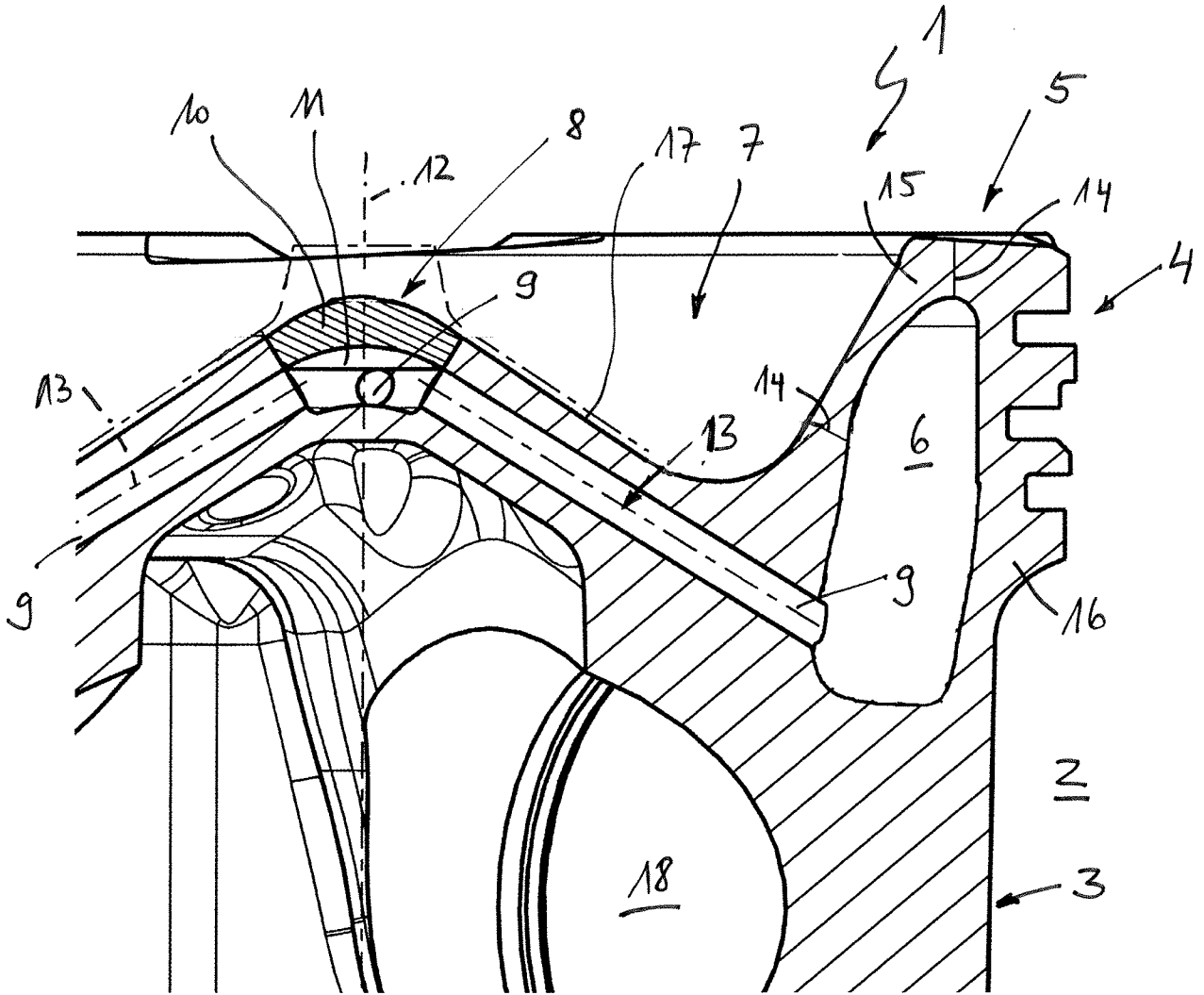


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/051549

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F02F3/18 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)  
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	DE 23 51 166 A1 (METALLGUSSKOMBINAT LEIPZIG VEB) 25 April 1974 (1974-04-25) figure 1 -----	1-6, 8-11,13
X	EP 2 505 816 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 3 October 2012 (2012-10-03) figures 1-7 -----	1-13
Y	JP S49 128955 U (-) 6 November 1974 (1974-11-06) figure 1 -----	1-5,8-13
Y	SU 1 208 286 A1 (BYKOV LEONID A) 30 January 1986 (1986-01-30) figure 1 -----	1-5,8-13
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  20 March 2017	Date of mailing of the international search report  29/03/2017
--	--

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

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/051549

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 839 580 A (SULZER AG) 6 April 1939 (1939-04-06) figures	1
A	----- DE 10 49 174 B (MAHLE KG) 22 January 1959 (1959-01-22) figures	1
A	----- DE 10 97 210 B (FONDERIE TECH DE VITRY SUR SEI) 12 January 1961 (1961-01-12) figures	1
	-----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/051549

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2351166	A1	25-04-1974	DD 99418 A1 13-08-1973 DE 2351166 A1 25-04-1974
EP 2505816	A1	03-10-2012	CN 102667127 A 12-09-2012 EP 2505816 A1 03-10-2012 JP 5365700 B2 11-12-2013 WO 2011064853 A1 03-06-2011
JP S49128955	U	06-11-1974	JP S5421606 Y2 31-07-1979 JP S49128955 U 06-11-1974
SU 1208286	A1	30-01-1986	NONE
FR 839580	A	06-04-1939	NONE
DE 1049174	B	22-01-1959	NONE
DE 1097210	B	12-01-1961	NONE

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 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	DE 23 51 166 A1 (METALLGUSSKOMBINAT LEIPZIG VEB) 25. April 1974 (1974-04-25) Abbildung 1 -----	1-6, 8-11,13
X	EP 2 505 816 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 3. Oktober 2012 (2012-10-03) Abbildungen 1-7 -----	1-13
Y	JP S49 128955 U (-) 6. November 1974 (1974-11-06) Abbildung 1 -----	1-5,8-13
Y	SU 1 208 286 A1 (BYKOV LEONID A) 30. Januar 1986 (1986-01-30) Abbildung 1 -----	1-5,8-13
	-/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. März 2017	29/03/2017

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 839 580 A (SULZER AG) 6. April 1939 (1939-04-06) Abbildungen -----	1
A	DE 10 49 174 B (MAHLE KG) 22. Januar 1959 (1959-01-22) Abbildungen -----	1
A	DE 10 97 210 B (FONDERIE TECH DE VITRY SUR SEI) 12. Januar 1961 (1961-01-12) Abbildungen -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051549

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2351166	A1	25-04-1974	DD 99418 A1 13-08-1973 DE 2351166 A1 25-04-1974
EP 2505816	A1	03-10-2012	CN 102667127 A 12-09-2012 EP 2505816 A1 03-10-2012 JP 5365700 B2 11-12-2013 WO 2011064853 A1 03-06-2011
JP S49128955	U	06-11-1974	JP S5421606 Y2 31-07-1979 JP S49128955 U 06-11-1974
SU 1208286	A1	30-01-1986	KEINE
FR 839580	A	06-04-1939	KEINE
DE 1049174	B	22-01-1959	KEINE
DE 1097210	B	12-01-1961	KEINE