

(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
15. Oktober 2015 (15.10.2015)



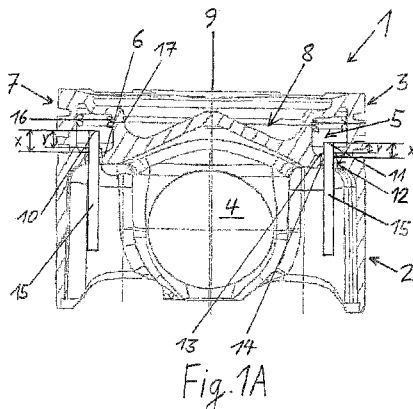
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/155309 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: F02F 3/00 (2006.01) F02F 3/22 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/057771
- (22) Internationales Anmeldedatum: 9. April 2015 (09.04.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2014 206 877.0 9. April 2014 (09.04.2014) DE
- (71) Anmelder: KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE/DE]; Karl-Schmidt-Straße, 74172 Neckarsulm (DE).
- (72) Erfinder: MÜLLER, Jochen; Mahlerstraße 27, 74629 Pfedelbach (DE).
- (74) Anwalt: GREIF, Thomas; Rheinmetall Platz 1, 40476 Düsseldorf (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, 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, KN, KP, KR, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELONGATED COOLING CHANNEL INLET FOR COOLING CHANNEL PISTONS, AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

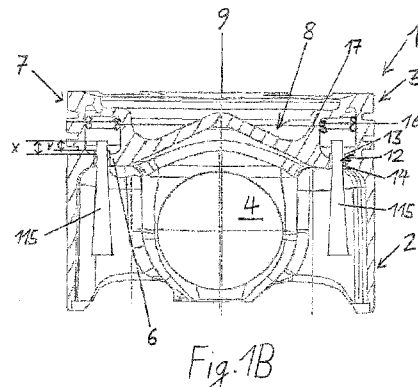
(54) Bezeichnung : VERLÄNGERTER KÜHLKANALZULAUF FÜR KÜHLKANALKOLBEN UND VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB



(57) Abstract: The invention relates to a piston (1), in particular for an internal combustion engine, having a piston lower part (2) and a piston upper part (3), having an internally situated, preferably ring-shaped cooling channel (5), and having at least one inlet opening (10) arranged on the piston lower part (2) and at least one outlet opening (11) arranged on the piston lower part (2), via which inlet opening and outlet opening an inflow of coolant into and an outflow of coolant out of the cooling channel (5) take place, wherein the at least one inlet opening (10) and/or the at least one outlet opening (11) are/is formed by a rim hole (12), and the latter is formed integrally with the piston lower part (2), wherein the at least one rim hole (12) has a screw thread (14) into which at least one tubular element (15, 115) is inserted. The invention also relates to a method for regulating the coolant level in a cooling channel (5) of a piston (1), in particular for internal combustion engines, which has at least one inlet opening (10) and/or outlet opening (11) in the cooling channel (5), formed by a rim hole (12), wherein the coolant level in the cooling channel (5) is set by way of an adjustable tubular element (15, 115).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/155309 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz*
TG). *3)*

Die Erfindung betrifft 1. Kolben (1), insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kolbenunterteil (2) und einem Kolbenoberteil (3), einem innenliegenden, vorzugsweise ringförmigen Kühlkanal (5) und zumindest einer am Kolbenunterteil (2) angeordneten Einlassöffnung (10) und zumindest einer am Kolbenunterteil (2) angeordneten Auslassöffnung (11), über welche ein Kühlmittelzufluss und -abfluss in den Kühlkanal (5) bzw. aus diesem erfolgt, wobei die zumindest eine Einlassöffnung (10) und/oder die zumindest eine Auslassöffnung (11) von einem Durchzug (12) gebildet sind/ist und dieser einstückig mit dem Kolbenunterteil (2) ausgebildet ist, wobei der mindestens eine Durchzug (12) ein Gewinde (14) aufweist in das mindestens ein rohrförmiges Element (15, 115) eingesetzt ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelniveaus in einem Kühlkanal (5) eines Kolbens (1), insbesondere für Brennkraftmaschinen, welcher über mindestens eine Einlassöffnung (10) und/oder Auslassöffnung (11) im Kühlkanal (5), gebildet durch einen Durchzug (12), verfügt, wobei das Kühlmittelniveau in dem Kühlkanal (5) über ein justierbares rohrförmiges Element (15, 115) eingestellt wird.

5 **Verlängerter Kühlkanalzulauf für Kühlkanalkolben und Verfahren zu seinem
Betrieb**

B E S C H R E I B U N G

10 Die Erfindung betrifft einen Kühlkanalkolben für Brennkraftmaschinen sowie ein
Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelniveaus im Kühlkanal gemäß den
Merkmale des jeweiligen Oberbegriffes der unabhängigen Patentansprüche.

Kühlkanalkolben, bei denen in dem Kolbenoberteil (auch Kolbenboden genannt) ein
15 Kühlkanal (auch Kühlraum genannt) angeordnet ist, sind bekannt. Der Kühlkanal
weist im Regelfall zumindest eine Öffnung auf, in die ein Kühlmedium eingeführt
wird. Nachdem dieses den Kühlkanal passiert hat, verlässt es den Kühlkanal an einer
weiteren Öffnung oder an der gleichen Öffnung.

20 Die DE 10 2011 007 285 A1 betrifft einen Kolben für eine Brennkraftmaschine mit
einem Kolbenoberteil und einem Kolbenunterteil, einem innenliegenden,
vorzugsweise ringförmigen Kühlkanal zur Kühlung des Kolbens während des
Betriebs der Brennkraftmaschine und zumindest einer am Kolbenunterteil
angeordneten Einlassöffnung und zumindest einer am Kolbenunterteil angeordneten
25 Auslassöffnung, über welche ein Kühlmittelzufluss und -abfluss in den Kühlkanal
bzw. aus diesem erfolgt, wobei die zumindest eine Einlassöffnung und/oder die
zumindest eine Auslassöffnung von einer Ringwulst oder einer rampenartigen
Erhöhung umgeben sind/ ist, die ein Absinken eines Kühlmittelpegels unter ein
vordefiniertes Niveau unterbindet, und der einstückig mit dem Kolbenunterteil
30 ausgebildet ist. Die Ringwulst lässt sich jedoch nur in der Höhe des verdrängten
Materials erstellen. Somit ist auch die Einflussmöglichkeit auf das Niveau bzw. den
Pegel des Kühlmittels im Kühlkanal beschränkt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, den Kühlmittelpegel in einem größeren Bereich einstellen zu können sowie ein Verfahren zur Einstellung des Kühlmittelniveaus im Kühlkanal bereitzustellen.

- 5 Diese Aufgabe wird durch einen Kolben und Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Kolben, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kolbenunterteil und einem Kolbenoberteil, einem innenliegenden, vorzugsweise ringförmigen Kühlkanal und zumindest einer am Kolbenunterteil angeordneten Einlassöffnung und zumindest einer am Kolbenunterteil angeordneten Auslassöffnung, über welche ein Kühlmittelzufluss und -abfluss in den Kühlkanal bzw. aus diesem erfolgt, wobei die zumindest eine Einlassöffnung und/oder die zumindest eine Auslassöffnung von einem Durchzug gebildet sind/ ist und dieser einstückig mit dem Kolbenunterteil ausgebildet ist, wobei der mindestens eine Durchzug ein Gewinde aufweist in das mindestens ein rohrförmiges Element eingesetzt ist. Durch das Vorsehen eines Gewindes in mindestens einer Einlassöffnung und/oder eine Auslassöffnung können beliebige Elemente in den Kolben eingeschraubt werden, beispielsweise rohrförmige Elemente, welche von Kühlmittel durchflossen werden können. Durch die Fertigung des Kolbens mit mindestens einem Gewinde kann eine spätere Konfektionierung im Hinblick auf das Kühlmittelniveau im Kühlkanal des Kolbens erfolgen. Die in Rede stehenden Kolben können bis zu diesem Schritt gleich gefertigt werden.

25 Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der mindestens eine Durchzug plan mit der Oberfläche einer Kühlkanalwand abschließt. Hierdurch kann das Kühlmittelniveau frei über die Einschraublänge eines rohrförmigen Elements eingestellt werden. Es entsteht somit kein Mindestfüllstand.

30 Alternativ ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der mindestens eine Durchzug mindestens einen Kragen aufweist. Hierdurch wird eine Verstärkung des dort einzubringenden Gewindes erzielt. Die Verbindung zwischen Kolben und eingeschraubten Bauteil, beispielsweise einem rohrförmigen Element wird fester.

Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der mindestens eine Kragen an der den Bolzenbohrungen zugewandten Seite der Kühlkanalwand ausgebildet ist. Hierdurch kann der mindestens eine Durchzug am aus Kolbenunterteil und Kolbenoberteil gefügten Kolben erstellt werden.

5

Alternativ ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der mindestens eine Kragen an der den Bolzenbohrungen abgewandten Seite der Kühlkanalwand ausgebildet ist und somit in den Kühlkanal hineinragt. Hierdurch wird im Kühlkanal ein Mindestkühlmittelfüllstand erreicht.

10

Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das mindestens eine rohrförmige Element bündig mit dem mindestens einen Durchzug oder mit dem Kragen des mindestens einen Durchzugs abschließt. In diesem Fall dient das rohrförmige Element der besseren Zuleitung von Kühlmittel zum Kühlkanal, jedoch nicht zur Beeinflussung des Kühlmittelniveaus im Kühlkanal.

15

In einer weiteren Ausgestaltung ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das mindestens eine rohrförmige Element über den mindestens einen Durchzug und/oder den Kragen des mindestens einen Durchzugs hinaus in den Kühlkanal ragt. Durch die Eindringtiefe des rohrförmigen Elements in den Kühlkanal wird das Niveau des Kühlmittels im Kühlkanal beeinflusst.

20

Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das mindestens eine rohrförmige Element über das mindestens eine Gewinde in der dem Kühlkanal entgegengesetzte Richtung hinausragt. In diesem Fall dient das rohrförmige Element der besseren Zuleitung von Kühlmittel zum Kühlkanal, beispielsweise kann das Kühlmittel mit Hilfe einer Düse direkt in das rohrförmige Element gefördert werden.

25

Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das vom Kühlkanal wegweisende Ende des mindestens einen rohrförmigen Elements trichterförmig ist. Ein trichterförmiger Aufbau des rohrförmigen Elements erhöht die Aufnahme von eingespritzten Kühlmittel aus der Düse. Durch die trichterförmige Ausgestaltung des rohrförmigen Elements können Toleranzen des Ölstrahls ausgeglichen werden. Falls der Ölstrahl aufgefächert wird, kann dennoch zwischen oberen und unteren Totpunkt

30

während der Auf- und Abbewegung des Kolbens nahezu der gesamte oder vorzugsweise der gesamte Volumenstrom in den Kühlkanal geleitet werden.

5 Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelniveaus in einem Kühlkanal eines Kolbens, insbesondere für Brennkraftmaschinen, welcher über mindestens eine Einlassöffnung und/oder Auslassöffnung im Kühlkanal, gebildet durch mindestens einen Durchzug, verfügt, vorgesehen, wobei das Kühlmittelniveau in dem Kühlkanal über ein justierbares rohrförmiges Element eingestellt wird.

10 Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Durchzug zur Bildung der mindestens einen Einlassöffnung und/oder Auslassöffnung durch Fließbohren erstellt ist. Fließbohren erzeugt keine Späne und ist somit ideal zum Einsatz bei der Herstellung von Kolben, da beim Einsatz des Kolbens in einer Brennkraftmaschine jeder Span den Betrieb der Brennkraftmaschine gefährden würde.

15 Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Gewinde im Durchzug der die mindestens eine Einlassöffnung und/oder Auslassöffnung bildet, durch Gewindeschneiden entstanden ist. Gewindeschneiden ist ein fertigungstechnisch bekanntes und beherrschtes Verfahren. Daher stellt Gewindeschneiden eine
20 Alternative zum Gewindeformen dar.

Alternativ ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Gewinde im Durchzug durch Gewindeformen entstanden ist. Gewindeformen ist der ideale Anschlusschritt zum Fließbohren, da auch beim Gewindeformen, wie auch beim Fließbohren, keine
25 Späne entstehen.

Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Regulierung des Kühlmittelniveaus über die Einschraublänge des rohrförmigen Elements in ein im Kühlkanal befindliches Gewinde erfolgt. Die Einschraublänge bezeichnet hier den
30 über den Durchzug bzw. den Kragen des Durchzugs in den Kühlkanal hineinragende Länge des rohrförmigen Elements. Durch ein Gewinde ist eine besonders genaue Regulierung des Kühlmittelniveaus möglich. Nach erfolgter Einstellung des Kühlmittelniveaus kann das rohrförmige Element kraft-, form- und/oder stoffschlüssig

festgelegt werden, damit die Einstellung des Kühlmittelniveaus während des Betriebs der Brennkraftmaschine fixiert ist.

5 Durch die Variation der Eindringtiefe des rohrförmigen Elements in den Kühlkanal erfolgt die Regulierung des Kühlmittelniveaus.

Weiterhin ist vorgesehen, dass das rohrförmige Element zum Transport von Kühlmittel dient. Somit kann die Zu- und/oder Ableitung von Kühlmittel zum Kühlkanal erfolgen. Sie können in ihrer Gestalt auf den jeweiligen Anwendungsfall
10 abgestimmt werden.

Vorgesehen ist ein Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelniveaus in einem Kühlkanal eines Kolbens, insbesondere für Brennkraftmaschinen, wobei das Kühlmittelniveau in dem Kühlkanal über ein justierbares rohrförmiges Element
15 eingestellt wird. Durch dieses Verfahren kann eine genau definierte Kühlmittelmenge während des Betriebs der Brennkraftmaschine im Kühlkanal des Kolbens vorgehalten werden.

Der in Rede stehende Kolben wird auch als Kühlkanalkolben bezeichnet und kann
20 aus mindestens zwei Kolbenteilen, beispielsweise einem Kolbenunterteil und einem Kolbenoberteil, die durch ein kraft-, form- und/oder stoffschlüssiges Fügeverfahren zu einem Kolben zusammengesetzt werden, bestehen. Alternativ kann der Kolben mit Kolbenunterteil und Kolbenoberteil auch in einem Herstellprozess, beispielsweise einem Gießverfahren, einstückig hergestellt werden, hierbei entfällt der Arbeitsschritt
25 zum Fügen von Kolbenunterteil und Kolbenoberteil. Zur Erzeugung der Kavitäten kommen bei einem Gießverfahren beispielsweise Sandkerne zum Einsatz, diese können nach dem Gießprozess durch eigens dafür vorgesehene Öffnungen ausgespült werden. Diese Öffnungen werden nach dem Ausspülen verschlossen.

30 Zu Beginn des Fließbohrprozesses wird eine relativ hohe Axialkraft und Drehzahl benötigt, um zwischen Fließbohrer und Kühlkanalwand die notwendige Reibungswärme zu erzeugen. Dabei steigt die Temperatur des Fließbohrers sehr schnell auf beispielsweise ca. 650 ° bis 800 °C, die der Kühlkanalwand beispielsweise lokal auf ca. 600 °C an.

Das zuerst aus der Kühlkanalwand verdrängte Material fließt anfänglich entgegen der Vorschubrichtung nach oben, mit zunehmender Eindringtiefe wird dann der eigentliche Durchzug in Vorschubrichtung erzeugt. Das Verhältnis zwischen nach oben und nach unten fließendem Material beträgt beispielsweise ca. 1/3 zu 2/3. Dies
5 variiert je nach Bohrdurchmesser und Materialstärke und kann auch weniger betragen (z.B. 1/4 zu 3/4).

Nachdem der Fließbohrer die Kühlkanalwand durchstoßen hat, formt dieser nun, je nach Fließbohrertyp, entweder das nach oben geflossene Material zu einem
10 homogenen Kragen bzw. Wulst um oder trägt dieses Material direkt wieder ab. Dabei wird die geometrische Form des Werkzeuges im Material abgebildet.

Es hat sich überraschend herausgestellt, dass Fließbohren (auch bekannt als Fließformen, Fließlochbohren oder Fließlochformen) eine vorteilhafte spanlose
15 Methode zur Erzeugung von Durchzügen an Kolben, insbesondere an Kolben für Brennkraftmaschinen ist. Dabei wird das Material nicht entfernt, sondern mit Hilfe von Kraft und Reibungshitze verdrängt, wulstförmig aufgeworfen und zu einer Art Buchse bzw. Durchzug am Kolben ausgeformt und somit die Entstehung von Spänen vermieden wird. Das verdrängte und wulstförmig aufgeworfene Kolbenmaterial kann
20 zu einem Kragen geformt werden oder abgetragen werden. Die erzeugten stabilen Buchsen bzw. Durchzüge entstehen durch Materialverdrängung und nicht durch Abtragung. Diese homogene Verformung bewirkt nicht nur eine zusätzliche Materialfestigung, sondern auch eine erhebliche Zeit- und Materialersparnis. Die Form und der Durchmesser des am Kolben entstandenen Durchzuges werden
25 bestimmt durch die Abmessung des zylindrischen Teiles des Fließbohrers. Durch Materialverdrängung entstehen keine Späne bei der Herstellung einer Öffnung an einem Kolben. Das verdrängte Material wird vorteilhaft zur Gestaltung des Bereiches um die Durchtrittsöffnung des Fließbohrers genutzt. Durch die Bildung eines Kragens durch wulstförmig aufgeworfenes Material kann der nachfolgend zu schaffende
30 Gewindegang verlängert werden. Die Stabilität zu dem in das Gewinde aufgenommenen Bauteil, beispielsweise ein rohrförmiges Element, wird erhöht. Bei einer Einschraubverbindung hat die Einschraubtiefe einen Einfluss auf die Stabilität der Verbindung zwischen dem aufnehmenden Kolben und dem eingeschraubten Element, beispielsweise einem rohrförmigen Element. Die Gefahr der

Schadensformen, Kraterausbruch, Gewindeumformung und/oder Gewindeabscherung werden durch eine durch einen Kragen am Durchzug in einem Kolben erhöhte Einschraubtiefe herabgesetzt. Die Einschraubtiefe ist diejenige Länge, auf der das vom Gewinde im Kolben aufgenommene Bauteil, beispielsweise ein rohrförmiges Element und das Innengewinde, tatsächlich tragend im Eingriff stehen. Lediglich im Bereich der ideellen Einschraubtiefe ist ein Gewinde als volltragend anzusehen. Die auslaufenden Gewindegänge sind im Sinne der Tragfähigkeit nicht als gleichwertig mit den dazwischenliegenden volltragenden Gewindegängen anzusetzen. Deswegen werden Längenabzüge von der physisch tragenden Einschraubtiefe vorgenommen, wonach sich die ideelle Einschraubtiefe ergibt. Somit erhöht ein durch Fließbohren am Kolben ausgebildeter Kragen vorteilhaft die Anzahl der Gewindegänge an der Verbindung im Kolben, beispielsweise der Verbindung zwischen dem Kolben und einem rohrförmigen Element. Mit Endeneinflüssen wird die Schwächung der Tragfähigkeit an den Ausläufen von Innengewindebauteil und im Gewinde aufgenommenen Bauteil bezeichnet. Durch Ausbildung des Kragens und dem darin eingebrachten Gewinde, werden die Endeneinflüsse auf die Einschraubverbindung am Kolben zumindest kompensiert. Vorteilhafterweise erhöht sich die Tragfähigkeit des Gewindes durch Ausbildung eines Kragens am Durchzug am Kolben, hergestellt durch Fließbohren, gegenüber einer konventionell, beispielsweise durch Bohren oder Gießen hergestellten Öffnung, im Kolben.

Die Anwendung des Fließbohr-Verfahrens an Kolben führt neben den zuvor genannten Vorteilen unter anderem zu den folgenden Vorteilen. Durch die Anwendung des Fließbohr-Verfahrens bei Kolben entstehen stabile Durchzüge bzw. Buchsen für die Aufnahme von Schraubverbindungen, wie rohrförmige Elemente, die von Kühlmittel durchflossen werden können. Weiterhin ist diagonales Fließbohren möglich, hierbei weicht die Mittelachse der Fließbohrung bzw. des entstehenden Durchzuges von der durch die Kolbenhubachse gebildeten senkrechten Linie in einem spitzen oder stumpfen Winkel ab. Fließbohren ist eine spanlose Fertigungsmethode, Verbindungselemente sind nicht notwendig. Fließbohren beinhaltet eine hohe Zeit-, Arbeits- und Werkstoffeinsparung, da keine zusätzlichen Komponenten erforderlich sind. Die Herstellung von Durchzügen an Kolben erfolgt in nur einem Arbeitsvorgang. Fließbohren ist ein komplett automatisierbares Verfahren

mit minimalen Rüstzeiten. Zum Fügen von Komponenten, wie beispielsweise rohrförmige Elemente, sind keine Einniet- und Anschweißmutter erforderlich. Das Fließbohrverfahren bietet mehr Sicherheit durch homogene Verformung, die Lebenszeit des Kolbens wird somit erhöht. Fließbohrer haben hohe Standzeiten und erzeugen hervorragende Oberflächenqualitäten. Es fallen keine Abfall- und Entsorgungskosten an, da es sich um ein spanloses Verfahren handelt. Weiterhin gefährden in besonders vorteilhafterweise keine Späne die Betriebssicherheit des Kolbens in der Brennkraftmaschine. Somit ist ein geringerer Ausfall von Produkten zu vermerken. Fließbohren bietet daher hohe Prozesssicherheit durch langlebige Werkzeuge aus Hartmetall.

Fließbohrer sind Vollhartmetallwerkzeuge mit einer Polygonkontur. Mit hoher Drehzahl und Axialkraft gegen dünnwandige metallische Werkstoffe gedrückt erzeugen sie extreme Reibungswärme. Dadurch lässt sich das Material der Kühlkanalwand lokal an der Fließbohrposition plastifizieren. Der Fließbohrer wird innerhalb weniger Sekunden durch die Kühlkanalwand geführt. Hierbei entsteht ganz ohne Materialverlust ein Durchzug bzw. eine Buchse aus dem Ausgangsmaterial. Die Länge dieser Buchse kann dabei etwa das drei bis fünf-fache der ursprünglichen Materialstärke betragen. Die maximal zu bearbeitende Materialstärke ist proportional zum Kernlochdurchmesser des Fließbohrers. Je nach Kernlochdurchmesser, ist zwischen 0,5 mm (bei optimaler Unterfütterung) und 12 mm (erfordert sehr hohe Spindelleistung) starkes Material bearbeitbar. Je nach Materialstärke und -güte können so ca. 5.000 bis 10.000 Bohrungen mit einem Fließbohrer erstellt werden.

Beim Gewindeformen werden die Vorteile des Fließbohrens weiterverfolgt. Die spanlose Buchsen- bzw. Durchzugfertigung bewirkt eine Materialkaltverfestigung des zu bearbeitenden Werkstoffs und das kalt eingewalzte Gewinde verstärkt die Gewindegänge zusätzlich. Für das Gewindeformen kann jede übliche Gewindeschneidvorrichtung verwendet werden. Es ist jedoch zu beachten, dass mit einer höheren Drehgeschwindigkeit (3- bis 10-fache Prozessgeschwindigkeit) gearbeitet wird. Beim Gewindeformen kann auch mit einer Handbohrmaschine gearbeitet werden. Diese sollte dabei über Rechts- oder Linkslauf und genügend Leistung verfügen. Als Handbohrmaschine werden handgeführte Bohrmaschinen bezeichnet. Sie sind je nach Bauart zum Fließbohren und/oder Gewindeformen in

unterschiedliche Werkstoffe wie Metall oder Metalllegierungen eines Kolbens geeignet. Gemeinsames Merkmal aller Handbohrmaschinen ist die Möglichkeit, Fließbohrer und andere rotierende Werkzeuge, wie beispielsweise Gewindeformer, in ein stirnseitig angebrachtes Bohrfutter einzusetzen. Wichtigstes
5 Unterscheidungsmerkmal für Handbohrmaschinen ist die Art der Energiezufuhr, die manuell von Hand mit Hilfe von Muskelkraft, elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch erfolgen kann. Derartige Handbohrmaschinen können vorzugsweise zur Fertigung von Kolben-Kleinserien eingesetzt werden. Somit kann jede vom Kunden gewünschte Kolbenanzahl mit durch Fließbohren erzeugten Durchzügen und durch
10 Gewindeumformen erzeugten Gewinden versehen werden.

Bei dem sogenannten Gewinden drückt der Gewindeformer das Material des Durchzuges bzw. der Buchse in die Gewindeflanken und bewirkt durch eine spanlose Kaltumformung eine Gefügeverdichtung des Kolbenmaterials. Dadurch wird eine
15 sehr hohe Festigkeit des Gewindes im Kolben sowie eine exakte Gewindeführung erreicht. Durch den ununterbrochenen Verlauf des Kolbenmaterials in den Gewindegängen und das Kaltwalzen des Gewindeformens ist eine hoch belastbare Verbindung entstanden. Aufgrund der exakten Gewindeführung besteht keine Gefahr des Verschneidens.

20 Das Fertigen von Gewinden an Kolben mit Hilfe des Gewindeform-Verfahrens weist unter anderen die folgenden Vorteile auf. Das Gewindeformen ist ein spanloses Verfahren und ergänzt somit vorteilhaft das Fließbohr-Verfahren. Da bei diesem Produktionsschritt keine Späne entstehen, können sie auch später nicht den Betrieb
25 des Kolbens in einer Brennkraftmaschine gefährden. Beim Gewindeformen wird eine Produktivitätssteigerung durch eine höhere Prozessgeschwindigkeit erzielt. Die durch Gewindeformen im Kolben erzeugte Verbindung ist hoch belastbar und weist exakte Gewindeführung auf. Durch beispielsweise eine spezielle TiN-Beschichtung kann eine Erhöhung der Standzeit erreicht werden. Weiterhin bleiben die Länge und
30 Wandstärke des im Fließbohr-Verfahren erzeugten Durchzuges vollständig erhalten. Auch das Gewindeform-Verfahren ist ein vollständig automatisierbares Verfahren. Es können bestehende Betriebsmittel zum Einsatz kommen, da das Gewindeform-Verfahren auf allen üblichen Gewindeschneidvorrichtungen einsetzbar ist.

Im Gegensatz zum herkömmlichen Gewindeschneiden hat das Gewindeformen in Verbindung mit dem Fließbohren enorme Vorteile. Die vorangegangene halbwarmer Verdrängung des Materials beim Fließbohren und das anschließende Kaltwalzen beim Gewindeformen bewirken eine starke Verfestigung des Materials der Kühlkanalwand. Diese gewährleistet hochauszugsfeste Gewindeverbindungen. Der spanlos arbeitende Gewindeformer bewirkt durch die sehr hohe Schnittgeschwindigkeit und extrem lange Standzeit eine deutliche Produktivitätssteigerung.

Die Öffnung, der das Kühlmedium zugeführt wird, ist in Richtung einer Kühlöldüse ausgerichtet, wobei aus der Kühlöldüse das Kühlmedium in Richtung der Öffnung gespritzt wird. Dabei ist während der Montage des Kühlkanalkolbens im Zylinder der Brennkraftmaschine und auch während des Betriebes darauf zu achten, dass während der oszillierenden Auf- und Abbewegung des Kolbens in dem Zylinderraum der die Kühlöldüse verlassende Kühlölstrahl genau die Öffnung auf der Unterseite des Kolbeninnenbereiches trifft, damit das Kühlöl in den Kühlkanal gelangen kann.

Der Kühlkanal wird zum Beispiel in an sich bekannter Weise beim Gießen des Kühlkanalkolbens mit Hilfe eines verlorenen Kernes realisiert, wobei vom Kolbeninnenbereich her, nachdem Gießprozess zumindest eine Öffnung, zum Beispiel eine Bohrung, eingebracht wird, um zu dem verlorenen Kern zu gelangen und diesen auszuspülen.

Neben dieser Ausgestaltungsform ist es bekannt, dass ein verlängerter Zulauf als zusätzliche Bohrung im eigentlichen Kolben realisiert wird. Es wird dabei im Kolbengrundkörper eine Verdickung im Regelfall im Bereich der Kolbennarbe gegossen oder geformt, wobei diese Verdickung anschließend aufgebohrt wird.

Diese verlängerte Zulauföffnung von der Kolbeninnenseite in Richtung des Hypermales hat den Vorteil, dass das in diesen Zulauf eingespritzte bzw. eingeführte Kühlmedium besser geführt und gezielter in den Kühlkanal abgelenkt und dort zirkulieren kann.

Die Erfindung basiert auf einem Kühlkanalkolben, bei dem nach der Herstellung des Kühlkanalkolbens auf beliebige Art und Weise ein Kühlkanal (oder auch mehrere Kühlkanäle oder Abschnitte oder dergleichen) im Kolbenboden vorgesehen ist, wobei in etwa unterhalb der Ebene, in der der Kolbenboden nach unten hin betrachtet endet (also oberhalb der Bolzenbohrung bzw. des Scheitels des Bolzens) sich die
5 zumindest eine Öffnung für den Zulauf des Kühlmediums befindet. Ein solcher Kolben, der die Basis für die Erfindung bildet, weist somit keine Verdickung an der Kolbennabe auf, die gegossen und geformt ist und anschließend aufgebohrt wird.

10 Ausgehend von der zumindest einen Öffnung für den Zulauf (oder Ablauf) des Kühlmediums in etwa unterhalb der Ebene des axialen Endes des Kolbenbodens wird an der Zulauföffnung ein Bauteil angeordnet, das einen verlängerten Kühlkanalzulauf (oder einen verlängerten Kühlkanalablauf) bildet. Dieses Bauteil ist einstückig oder kann auch aus mehreren Bauteilen realisiert sein. Das zumindest
15 eine Bauteil besteht beispielsweise aus einem Stahlwerkstoff (z.B. Blech), Kunststoff, einem Verbundwerkstoff oder einem Leichtmetallwerkstoff und kann z.B. in Form eines sich aufweitenden oder verjüngenden rohrförmigen Bauteiles bzw. rohrförmigen Elements kostengünstig hergestellt werden. Die Anbindung kann durch ein einfaches Anbringungsverfahren wie Schrauben, Kleben, Heften, Formschluss,
20 Einklippsen, Verlöten, Verschweißen, Schrumpfen oder Verpressen oder dergleichen erfolgen.

Das Bauteil kann so ausgeführt sein, dass es bis in das Innere des Kühlkanalzulaufs hineinragt, dass heißt, über die Ebene hinaus, in der sich die Zulauf- bzw.
25 Ablauföffnung befindet. Der dadurch entstehende in den Kühlkanal hineinragende Bund verhindert in vorteilhafter Weise ein Rückströmen vom Kühlmedium in Richtung des Bauteiles. Das bedeutet, dass gewährleistet ist, dass während der oszillierenden Auf- und Abbewegung des Kolbens im Zylinder der Brennkraftmaschine immer eine gewisse Menge Kühlmedium im Kühlkanal verbleibt. Dieses kann Wärme aus den
30 umliegenden Bereichen des Kolbenbodens aufnehmen und wird durch die Shakerwirkung mit zuströmendem frischem Kühlmedium vermischt und kann dadurch Wärme verbessert abführen.

Durch den verlängerten Kühlkanalzulauf durch die Ergänzung des Kühlkanales mit dem zumindest einem erfindungsgemäßen Bauteil lässt sich die Befüllung des Kühlkanalkolbens mit Kühlmedium vor allem am unteren Totpunkt deutlich verbessern. Messungen haben hier eine Verbesserung von 60 % nicht nur bei der Befüllung, sondern auch bei der Wärmeabfuhr erbracht.

Außerdem ist eine Gewichtsreduzierung gegeben, wenn nicht neben der Kolbennabe verdickte Bereiche, in die eine Bohrung zwecks verlängertem Kühlkanalzulauf einzubringen wäre, vorgesehen werden müssen. Dadurch gestaltet sich die Anbindung des Kolbenschaftes des Kühlkanalkolbens an seine Nabe wesentlich günstiger.

Außerdem ist es denkbar, beliebige Kolben, die einen Kühlkanal aufweisen, wobei der Kühlkanal selber über zumindest eine Ablauf- und/oder Zulauföffnung verfügt, diese mit dem erfindungsgemäßen verlängerten Kühlkanalzulauf bzw. -ablauf auszustatten.

Durch diese Erfindung soll ein verlängerter Kühlkanalzulauf durch eine oder mehrere zusätzlicher Bauteile am Kolben realisiert werden. Der verlängerte Kühlkanalzulauf soll als zusätzliche(s) Bauteil(e) für Kolben für einen Verbrennungsmotor vorgesehen werden, beispielsweise als rohrförmiges Element.

Die Erfindung ermöglicht es, die Befüllung des Kühlkanals deutlich zu verbessern. Es ist eine kostengünstigere Herstellung möglich.

Ein verlängerter Zulauf wird bisher als zusätzliche Bohrung im eigentlichen Kolben realisiert. Es wird im Kolbenwerkstoff eine Verdickung an der Kolbennabe gegossen oder geformt, die anschließend aufgebohrt wird. Dies ist bei Aluminium-Kolben seit vielen Jahren Stand der Technik, hier kann die Bohrung gegossen werden.

Durch den verlängerten Kühlkanalzulauf lässt sich die Befüllung des Kühlkanals im Kolben mit Kühlöl vor allen am unteren Totpunkt deutlich verbessern. Messungen zeigen eine Verbesserung von bis zu 60 %.

Die Erfindung erzielt eine kostengünstigere Herstellung des verlängerten Kühlkanalzulaufs, vor allem bei Kolben, die nicht gegossen werden. Mit einer solchen Lösung gestaltet sich die Anbindung vom Kolbenschaft an die Nabe kostengünstiger, da kein Material zum späteren Aufbohren vorgesehen werden muss. Eine Reduzierung des Kolbengewichts bzw. der Masse des Kolbens ist möglich. Im Stand der Technik ist der Kolben jedoch im herkömmlichen Design ausgeführt, das heißt, die Verdickung wird angeschmiedet und anschließend wird der verlängerte Zulauf aufgebohrt.

Es kann auch durch Fließbohren eine relativ kurzer Kragen, bezogen auf die Durchtrittslänge der Einlassöffnung und/oder Auslassöffnung, erzeugt werden. Hier ist die Kühlwirkung in erster Linie dadurch verbessert, dass im Kühlkanal ein Kragen hergestellt wird, der das Zurückströmen des Kühllöls verhindert. Zur Verlängerung kann ein Röhrchen, beispielsweise ein rohrförmiges Element, eingeschraubt werden.

Dieses Verfahren hat auch den Vorteil, dass eine Bohrung ohne Späne zu erzeugen entsteht. Das Fließbohren kann daher das momentane sehr aufwändige Öffnen durch ein ECM Verfahren ersetzt. Elektrochemisches Abtragen (engl.: Electro Chemical Machining, ECM) ist ein abtragendes Fertigungsverfahren insbesondere für sehr harte Werkstoffe, dem Trennen zugeordnet. ECM ist geeignet für einfache Entgratarbeiten bis hin zur Herstellung von Öffnungen an Kolben.

Bei einem Durchzug mit einem Kragen oder von einem Ringwulst oder einer rampenartige Erhöhung umgeben, kann das Absinken eines Kühlmittelpegels unter ein vordefiniertes Niveau unterbunden werden. Dieser mindestens eine Durchzug wird in der den Bolzenbohrungen zugewandten Kühlkanalwand umgesetzt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben, aus denen sich weitere Vorteile ergeben. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren gezeigt und nachfolgend beschrieben.

Fig. 1A u. 1B zeigen jeweils eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Kolbens quer zur Bolzenachse,

- Fig. 2A u. 2B zeigen Schnittansichten von Kolbenoberteil und Kolbenunterteil vor dem Fügen zu einem Kolben,
- 5 Fig. 3A u. 3B zeigen je eine Schnittansicht des Kolbenunterteils aus Figur 2B während der Bearbeitung,
- Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht eines aus Kolbenoberteil und Kolbenunterteil gemäß Figuren 2A und 2B gefügten Kolbens,
- 10 Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht eines Kolbens gemäß Figur 4 während der Bearbeitung,
- Fig. 6 zeigt eine Schnittansicht eines Kolbens gemäß Figur 5 während einer Gewindeformung,
- 15 Fig. 7 zeigt eine Schnittansicht eines Kolbens gemäß Figur 6 nach der Fertigstellung der Gewinde,
- Fig. 8A bis 8G zeigen schematisch die Bearbeitungsschritte beim Fließbohren eines Kolbens,
- 20 Fig. 9A bis 9H zeigen die Ausgestaltungsformen von Fließbohrungen an Kolben und
- 25 Fig. 10 zeigt schematisch die Erstellung eines Gewindes.

In der nachfolgenden Figurenbeschreibung beziehen sich Begriffe wie oben, unten, links, rechts, vorne, hinten usw. ausschließlich auf die in den jeweiligen Figuren gewählte beispielhafte Darstellung und Position der Vorrichtung und anderer
30 Elemente. Diese Begriffe sind nicht einschränkend zu verstehen, das heißt durch verschiedene Positionen und/oder spiegelsymmetrische Auslegung oder dergleichen können sich diese Bezüge ändern.

Die Figuren 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6 und 7 zeigen einen Kolben 1 bzw. Bestandteile des Kolbens 1 in Form eines Kolbenunterteils 2 und/oder eines Kolbenoberteils 3. Die folgende Figurenbeschreibung befasst sich mit den übergreifenden Merkmalen des in Rede stehenden Kolbens 1.

5

Das Kolbenunterteil 3 weist mindestens eine Bolzenbohrung 4 auf. Weiterhin weist der Kolben 1 hinter einem nicht näher bezeichneten Ringfeld 7 einen radial umlaufenden Kühlkanal 5 auf. Dieser Kühlkanal 5 wird in Richtung der Bolzenbohrungen 4 von einer Kühlkanalwand 6 begrenzt. Das Kolbenoberteil 3 weist eine Brennraummulde 8 auf. Die Brennraummulde 8 kann, muss aber nicht vorhanden sein. Während des Betriebs des Kolbens 1 in einer Brennkraftmaschine bewegt sich der Kolben 1 in Richtung einer Kolbenhubachse 9. Das Kolbenunterteil 2 und das Kolbenoberteil 3 werden zu einem Kolben 1 gefügt, durch eine stoffschlüssige Verbindung. Zum stoffschlüssigen Fügen bietet sich Schweißen, insbesondere Reibschweißen an. Beim Schweißen entsteht eine äußere Fügenaht 16 sowie eine innere Fügenaht 17. Die Figur 2B zeigt das Kolbenunterteil 2 vor dem Fügen des Kolbens 1 und die Figur 2A zeigt das Kolbenoberteil 3 vor dem Fügen des Kolbens 1.

Die Kühlkanalwand 6 weist mindestens einen Durchzug 12 auf. Dieser Durchzug 12 ist mit einem Kragen 13 versehen (siehe Figuren 1A, 1B, 3A, 3B, 6 und 7). Der mindestens eine Durchzug 12 dient als zumindest eine Einlassöffnung und/oder die zumindest eine Auslassöffnung für Kühlmittel. Der mindestens eine Durchzug 12 ist mit einem Gewinde 14 versehen. In dieses Gewinde 14 kann ein gerades rohrförmiges Element 15 (mit gleichem Durchmesser) oder ein mindestens einseitig aufgeweitetes rohrförmiges Element 115 (trichterförmig, mit zumindest in Teilbereichen veränderlichen Durchmesser) eingebracht werden. Über diese rohrförmigen Elemente 15, 115 erfolgt Zu- und/oder Abfluss von Kühlmittel zum/vom Kühlkanal 5. Über die Einschraublänge dieser rohrförmigen Elemente 15, 115 kann das Niveau des Kühlmittels im Kühlkanal 5 eingestellt werden. Mit X ist der Abstand zwischen Kühlkanalwand 6 und der am Ende der rohrförmigen Elemente 15, 115 liegenden Öffnung bezeichnet. Mit Y ist der Abstand zwischen Kragen 13 und der am Ende der rohrförmigen Elemente 15, 115 liegenden Öffnung bezeichnet. Der Pegel des Kühlmittels im Kühlkanal 5 stellt anhand des kleinsten Wertes für X ein.

Wenn mehrere rohrförmigen Elemente 15, 115 verbaut sind, bestimmt somit das mit der geringsten freien Länge in den Kühlkanal 5 ragende rohrförmige Element 15, 115 das Niveau des Kühlmittels im Kühlkanal 5. Sofern die Einlassöffnung 10 höher liegt als die Auslassöffnung 11, bildet sich ein ständiger Kühlmittelfluss zwischen Einlassöffnung 10 und der Auslassöffnung 11 heraus. Das Niveau des Kühlmittels im Kühlkanal 5 wird durch die Position der Auslassöffnung 11 im Kühlkanal 5 bestimmt. Die im Kühlkanal 5 lokalisierte endseitige Öffnung der rohrförmigen Elemente 15, 115 kann somit als Einlassöffnung 10 und/oder Auslassöffnung 11 fungieren. Am äußeren Umfang weisen die rohrförmigen Elemente 15, 115 zumindest in einem Teilbereich ein Gewinde auf. Dieses Gewinde ist dergestalt ausgefertigt, dass es in das Gewinde 14 eingeschraubt werden kann. Abhängig von dem Gewindeaufbau ist eine sehr genaue Justierung der Einlassöffnung 10 und/oder Auslassöffnung 11 im Kühlkanal 5 ermöglicht. Somit kann das Kühlmittelniveau im Kühlkanal 5 des Kolbens 1 genau auf die spätere Verwendung eingestellt werden. Es ermöglicht, dass ein Kolben 1 mit verschiedenen Kühlmittelniveaus im Markt angeboten werden kann. Weiterhin kann ein gerade gestaltetes rohrförmiges Element 15 oder alternativ ein mindestens einseitig aufgeweitetes rohrförmiges Element 115 verbaut werden. Der Kolben 1 ist daher variable in der im Betrieb in einer Brennkraftmaschine vorgesehen Kühlmittelmenge. Je Kolben kann auch lediglich ein rohrförmiges Element 15, 115 eingesetzt werden. Das mindestens einseitig aufgeweitete rohrförmige Element 115 eignet sich insbesondere zur Aufnahme eines durch Düsen versprühten Kühlmittelstrahles.

Die Figur 1A zeigt den Kolben 1 mit zwei rohrförmigen Elementen 15. Die Figur 1B zeigt einen Kolben 1 mit einem mindestens einseitig aufgeweiteten rohrförmigen Element 115. Nach der Justierung der rohrförmigen Elemente 15, 115 können diese kraft- form- oder stoffschlüssig fixiert werden. Die Fixierung kann beispielsweise am Durchzug 12 oder an der Kühlkanalwand 6 erfolgen.

Die Figuren 3A und 3B zeigen ein Kolbenunterteil 2 bei der Herstellung eines Durchzuges 12 im Bereich der Kühlkanalwand 6 mit Hilfe eines Fließbohrers 18. Der Durchzug 12 ist hier nahezu fertig gestellt, da der Kragen 13 schon voll ausgebildet ist.

Die Figur 4 zeigt den Kolben 1 gemäß der Figuren 2A (Kolbenoberteil 3) und 2B (Kolbenunterteil 2) nach der Durchführung eines stoffschlüssigen Fügeverfahrens, insbesondere eines Reibschweißverfahrens. An den Fügenähten 16, 17 sind Schweißwulste ausgebildet.

5

Die Figur 5 zeigt einen aus Kolbenunterteil 2 und Kolbenoberteil 3 gefügten Kolben 1 während des Einwirkens von Fließbohrern 18 auf die Kühlkanalwand 6. Das Fließbohrverfahren kann an dem Kolbenunterteil 2 vor dem Fügen (siehe Fig. 3A und 3B) oder nach dem Fügen (siehe Fig. 5) angewendet werden. Nach dem Fügen oder
10 der Bearbeitung der Kühlkanalwand aus Richtung der Bolzenbohrungen 4 entsteht der Kragen 13 an der den Bolzenbohrungen zugewandten Seite der Kühlkanalwand 6 (siehe Figuren 3A und 5). Durch das spätere Einformen eines Gewindes 14 (siehe Figuren 5 und 6) bzw. das Einformen eines Gewindes 14 aus Richtung der Bolzenbohrungen 4 (siehe Figuren 3A und 6) in den Durchzug 12 ist die Entstehung
15 eines Kragens innerhalb des Kühlkanals 5 nicht erforderlich, durch die Verwendung der rohrförmigen Elemente 15, 115 kann das Niveau des Kühlmittels im Kühlkanal 5 frei eingestellt werden. Der Kragen 13 entfaltet seine Gewindeverlängernde Wirkung und damit auch Verbindungsverstärkende Wirkung unabhängig davon, ob er an der
20 der an der den Bolzenbohrungen 4 zugewandten Seite der Kühlkanalwand 6 angeordnet ist oder an der den Bolzenbohrungen 4 abgewandten Seite der Kühlkanalwand 6 angeordnet ist. Somit kann die Bearbeitung der Kühlkanalwand 6 durch Fließbohren und nachfolgendes Gewindeformen auch an aus Kolbenunterteil
10 und Kolbenoberteil 11 erfolgen. Alternativ kann die Kombination aus Fließbohren und Gewindeformen an einem einteilig geschmiedeten oder gegossenen Kolben
25 durchgeführt werden.

Die Figur 6 zeigt schematisch die Erstellung des Gewindes 14 im Durchzug 12 durch ein Gewindeform-Verfahren. Auf den zuvor durch Fließbohren erzeugten Durchzug 12 in der Kühlkanalwand 6 wirkt ein Gewindeformer 19 zur Erzeugung des
30 Gewindes 14 ein.

Die Figuren 1A, 1B, 3A, 5, 6 und 7 zeigen die parallele Erstellung von zwei Durchzügen 12 bzw. zwei Gewinden 14, es sei jedoch darauf hingewiesen, dass auch lediglich ein Durchzug 12 bzw. ein Gewinde 14 erstellt werden kann, wie in der

Figur 3B dargestellt. Auch können mehr als zwei Durchzüge 12 mit Gewinden 14 am Kolben 1 ausgebildet werden, beispielsweise an einer Kühlkanalwand 6 des Kühlkanals 5. Auch kann ein hier nicht dargestellter, zentraler Kühlraum mit mindestens einem Durchzug und mindestens einem Gewinde versehen werden.

5

Die Figur 7 zeigt einen Kolben 1 nach der Herstellung von Durchzügen 12 mit Gewinden 14.

10

Der in den Figuren 8A bis 8G schematisch dargestellte Fließbohrprozess umfasst die folgenden Schritte.

Der in Figur 8A dargestellte erste Schritt beinhaltet das Aufsetzen der Spitze des Fließbohrers 18 auf die Kühlkanalwand 6.

15

Die Figuren 8B und 8C zeigen das Vorwärmen. Hierzu wird der Fließbohrer 18 mit hoher Axialkraft und Drehzahl auf die Kühlkanalwand 6 gedrückt, wodurch die notwendige Reibungswärme erzeugt und ihr Material aufgeheizt wird. Der Fließbohrer 18 kann nun in das Material eindringen und den Durchzug 12 ausformen.

20

Der dritte Schritt wird in den Figuren 8D bis 8F dargestellt und umfasst das Formen. Der Fließbohrer 18 verdrängt das Material der Kühlkanalwand 6 anfänglich entgegen der Vorschubrichtung nach oben. Mit zunehmender Eindringtiefe wird dann der Durchzug 12 in Vorschubrichtung erzeugt. Das Verhältnis zwischen dem nach oben und nach unten fließendem Material beträgt ca. 1/3 zu 2/3.

25

Figur 8G zeigt den vierten Schritt, das Ausformen. Der fließgeformte Durchzug 12 ist fertig. Je nach Fließbohrer 18 wurde das nach oben geflossene Material der Kühlkanalwand 6 zu einem homogenen Kragen 13 bzw. Wulst umgeformt. Im Werkzeughandel werden die hierzu benötigten Fließbohrer üblicherweise als Typ „Form“ bzw. „Standard“ bezeichnet. Alternativ wurde das nach oben geflossene Material der Kühlkanalwand 6 direkt wieder abgetragen. Im Werkzeughandel werden die zum Abtragen benötigten Fließbohrer üblicherweise als Typ „Cut“ bzw. „Flach“ bezeichnet. Sofern der Kragen 13 nahezu abgetragen oder abgetragen wurde, kann dennoch vorteilhaft ein rohrförmiges Element 15, 115 in dem im Durchzug 12 ausgebildeten Gewinde 14 vorgesehen werden. Es können auch zwei rohrförmige

30

Elemente 15, 115 in ein Gewinde 14 eingebracht sein, wobei sie bevorzugt innerhalb der Gewindegänge aufeinander stoßen.

Die Bildung des Kragens 13 erfolgt je nach Werkzeugtyp, beispielsweise als Rand in Form eines Dichtringes oder als plane Oberfläche. Die Figuren 9A bis 9H zeigen Ausgestaltungen von Durchzügen 12 mit Krägen 13, erzeugt durch unterschiedliche Werkzeugtypen.

Die Figur 9 zeigt schematisch die Herstellung des Gewindes 14 durch Gewindeformen. Der Prozessablauf beim Gewindeformen stellt sich wie folgt dar.

Die Herstellung des Gewindes 14 durch Gewindeumformen wird als Gewinden bezeichnet, hierbei drückt der Gewindeformer 19 das Material des Durchzuges 12 in die Gewindeflanken und bewirkt durch eine spanlose Kaltumformung eine Gefügeverdichtung. Dadurch wird eine sehr hohe Festigkeit des Gewindes 14 sowie eine exakte Gewindeführung erreicht. Als Resultat ist durch den ununterbrochenen Verlauf des Materials in den Gewindegängen und das Kaltwalzen des Gewindeformens eine hoch belastbare Verbindung entstanden. Aufgrund der exakten Gewindeführung besteht keine Gefahr des Verschneidens.

BEZUGSZEICHENLISTE

5	1	Kolben
	2	Kolbenunterteil
	3	Kolbenoberteil
	4	Bolzenbohrung
	5	Kühlkanal
10	6	Kühlkanalwand
	7	Ringfeld
	8	Brennraummulde
	9	Kolbenhubachse
	10	Einlassöffnung
15	11	Auslassöffnung
	12	Durchzug
	13	Kragen
	14	Gewinde
	15	Rohrförmiges Element, gerade
20	115	Rohrförmiges Element, trichterförmig
	16	Fügenreihe, außen
	17	Fügenreihe, innen
	18	Fließbohrer
	19	Gewindeformer
25		
	X	Abstand zwischen Kühlkanalwand und Öffnung des rohrförmigen Elements
	Y	Abstand zwischen Kragen und Öffnung des rohrförmigen Elements

5

PATENTANSPRÜCHE

- 10 1. Kolben (1), insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kolbenunterteil (2) und einem Kolbenoberteil (3), einem innenliegenden, vorzugsweise ringförmigen Kühlkanal (5) und zumindest einer am Kolbenunterteil (2) angeordneten Einlassöffnung (10) und zumindest einer am Kolbenunterteil (2) angeordneten Auslassöffnung (11), über welche ein Kühlmittelzufluss und -abfluss in den Kühlkanal
15 (5) bzw. aus diesem erfolgt, wobei die zumindest eine Einlassöffnung (10) und/oder die zumindest eine Auslassöffnung (11) von einem Durchzug (12) gebildet sind/ ist und dieser einstückig mit dem Kolbenunterteil (2) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Durchzug (12) ein Gewinde (14) aufweist in das mindestens ein rohrförmiges Element (15, 115) eingesetzt ist.
- 20 2. Kolben (1) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Durchzug (12) plan mit der Oberfläche einer Kühlkanalwand (6) abschließt.
- 25 3. Kolben (1) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Durchzug (12) mindestens einen Kragen (13) aufweist.
4. Kolben (1) nach Patentanspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kragen (13) an der den Bolzenbohrungen (4) zugewandten Seite
30 der Kühlkanalwand (6) ausgebildet ist.
5. Kolben (1) nach Patentanspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kragen (13) an der den Bolzenbohrungen (4) abgewandten Seite der Kühlkanalwand (6) ausgebildet ist und somit in den Kühlkanal (5) hineinragt.

6. Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine rohrförmige Element (15, 115) bündig mit dem mindestens einen Durchzug (12) oder mit dem Kragen (13) des mindestens einen Durchzugs (12) abschließt.

5

7. Kolben (1) nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine rohrförmige Element (15, 115) über den mindestens einen Durchzug (12) und/oder den Kragen (13) des mindestens einen Durchzugs (12) hinaus in den Kühlkanal (5) ragt.

10

8. Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine rohrförmige Element (15) über das Gewinde (14) in der dem Kühlkanal (5) entgegengesetzte Richtung hinausragt.

15

9. Kolben (1) nach Patentanspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das vom Kühlkanal (5) wegweisende Ende des mindestens einen rohrförmigen Elements (115) trichterförmig ist.

10. Verfahren zur Regulierung des Kühlmittelniveaus in einem Kühlkanal (5) eines Kolbens (1), insbesondere für Brennkraftmaschinen, welcher über mindestens eine Einlassöffnung (10) und/oder Auslassöffnung (11) im Kühlkanal (5), gebildet durch mindestens einen Durchzug (12), verfügt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmittelniveau in dem Kühlkanal (5) über ein justierbares rohrförmiges Element (15, 115) eingestellt wird.

20

11. Verfahren nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchzug (12) zur Bildung der mindestens einen Einlassöffnung (10) und/oder Auslassöffnung (11) durch Fließbohren erstellt ist.

25

12. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewinde (14) im Durchzug (12) der die mindestens eine Einlassöffnung (10) und/oder Auslassöffnung (11) bildet, durch Gewindeschneiden entstanden ist.

30

13. Verfahren nach einem der Patentansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewinde (14) im Durchzug (12) der die mindestens eine Einlassöffnung (10) und/oder Auslassöffnung (11) bildet, durch Gewindeformen entstanden ist.

5

14. Verfahren nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regulierung des Kühlmittelniveaus über die Einschraublänge des rohrförmigen Elements (15, 115) in ein im Kühlkanal (5) befindliches Gewinde (14) erfolgt.

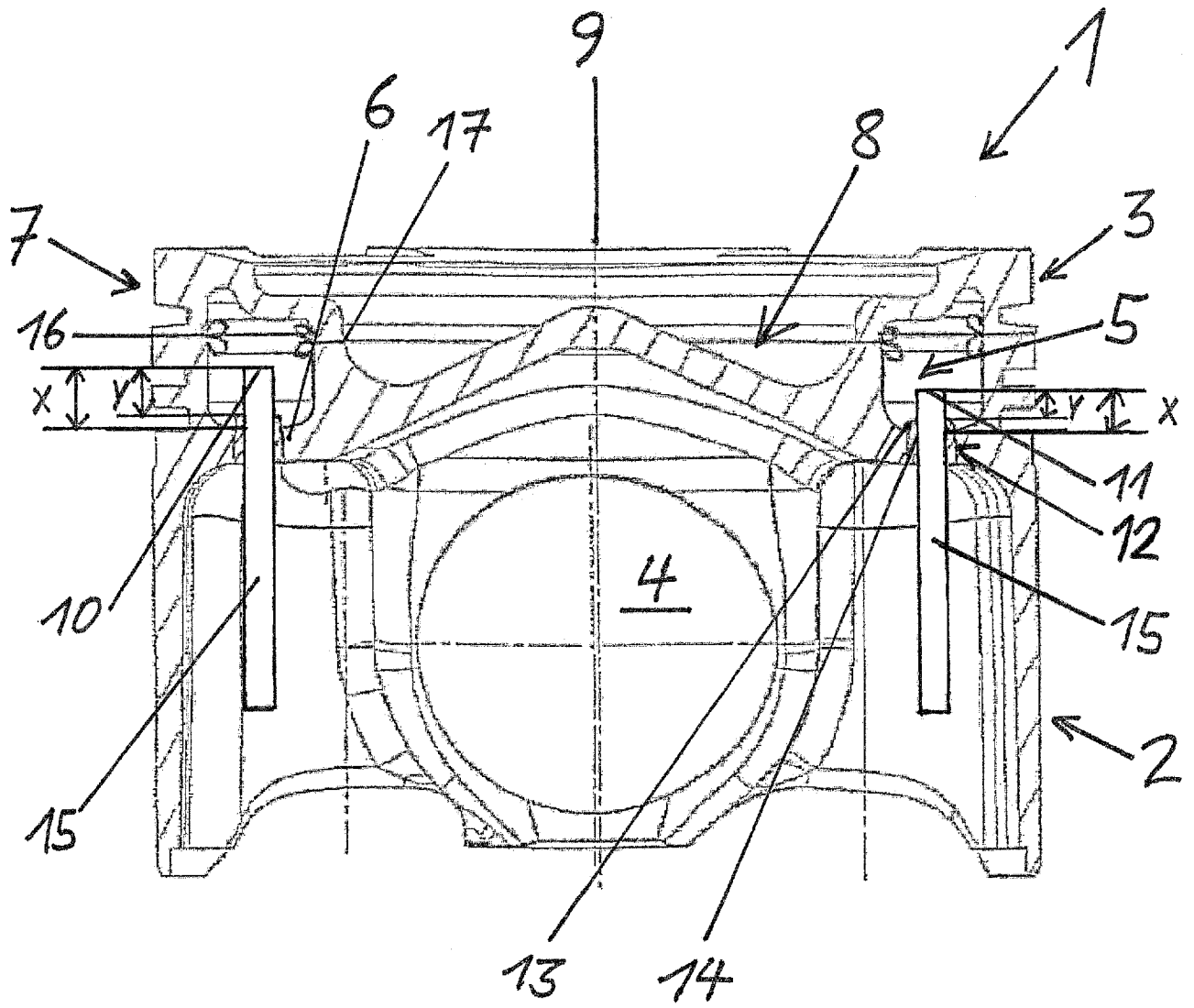


Fig. 1A

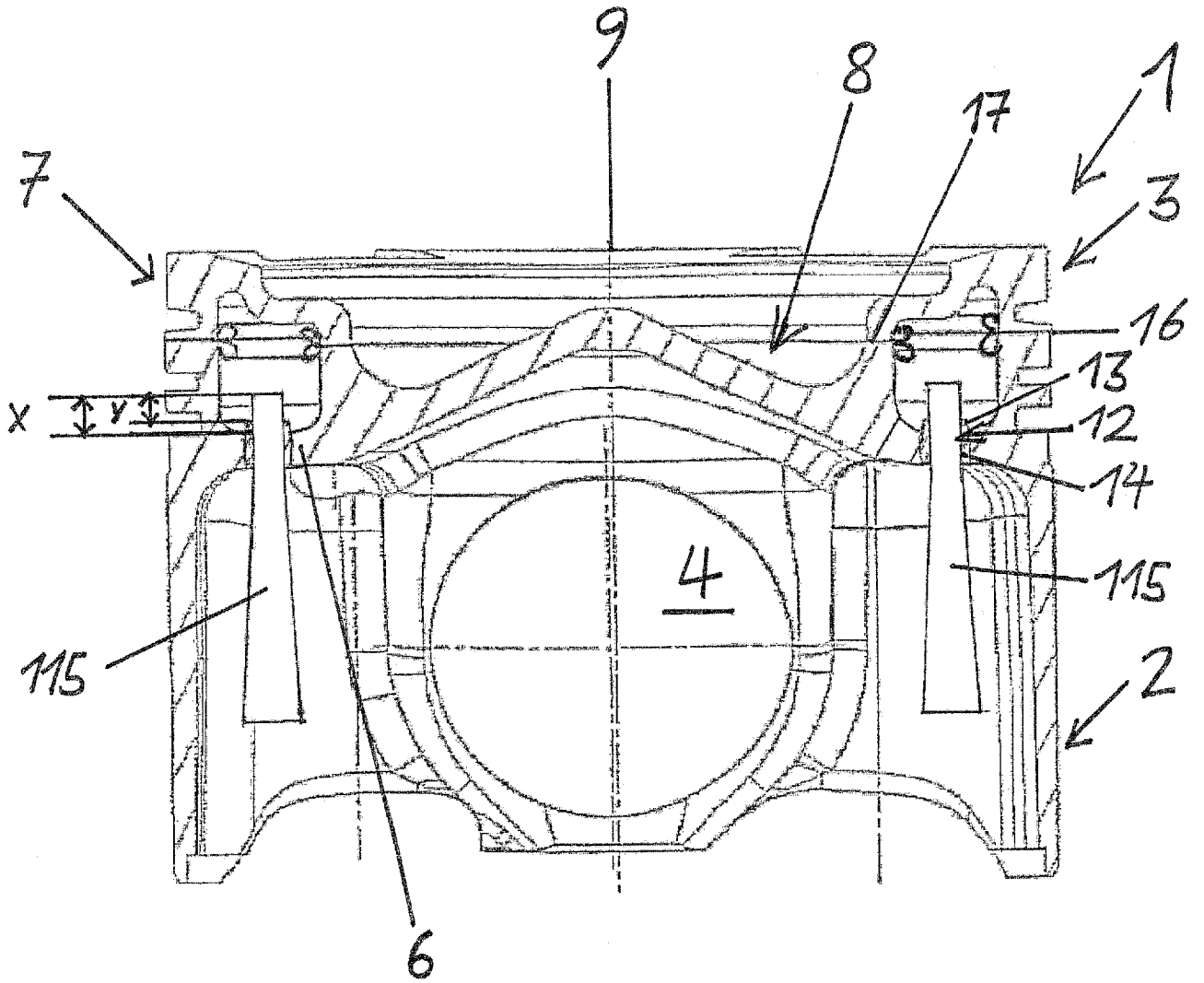


Fig. 1B

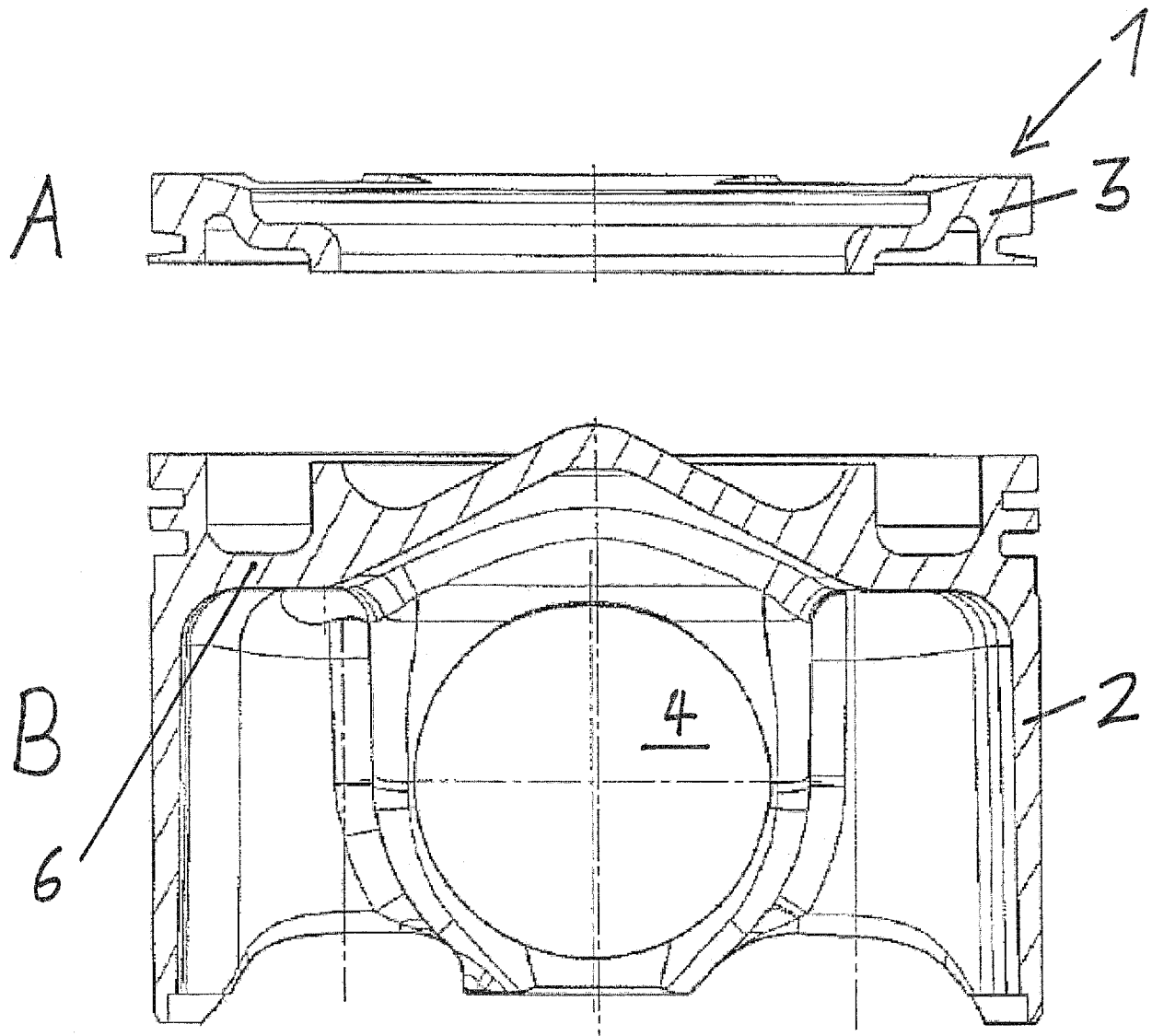


Fig.2

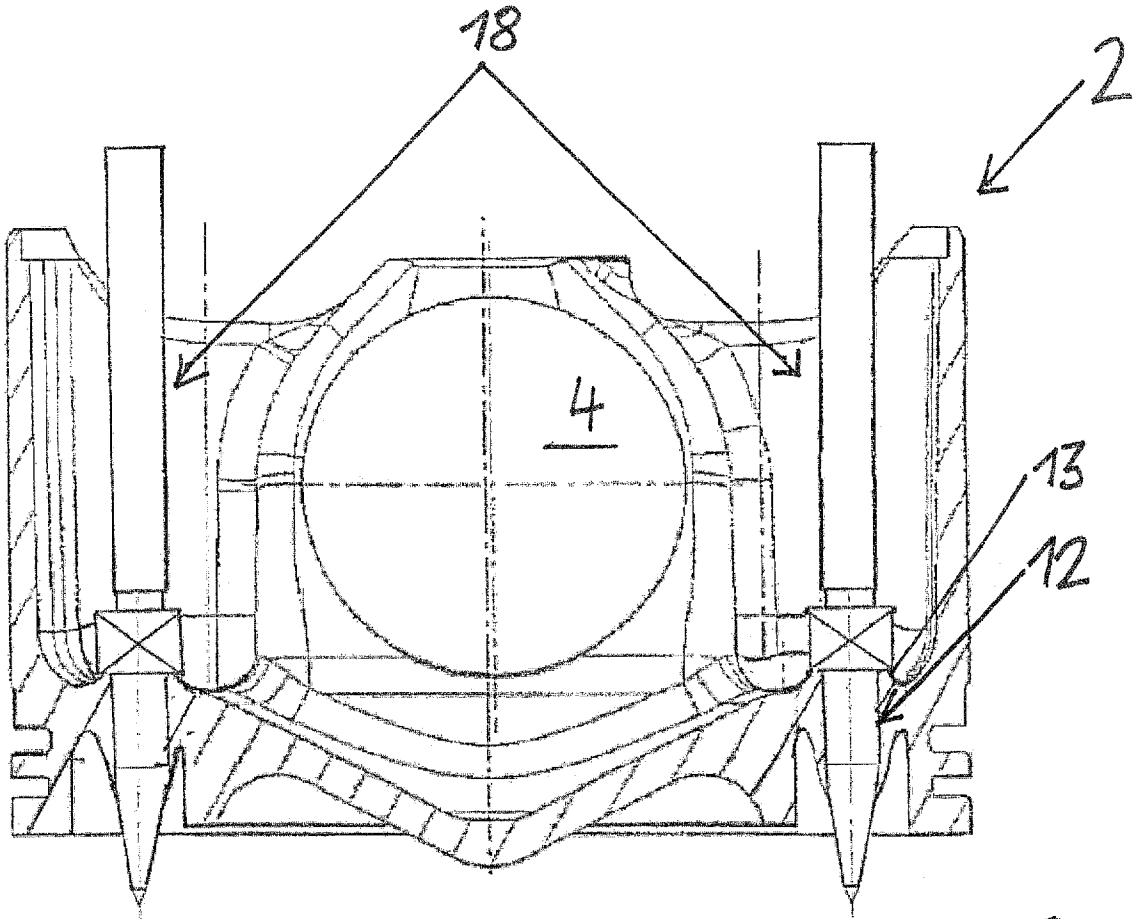


Fig. 3A

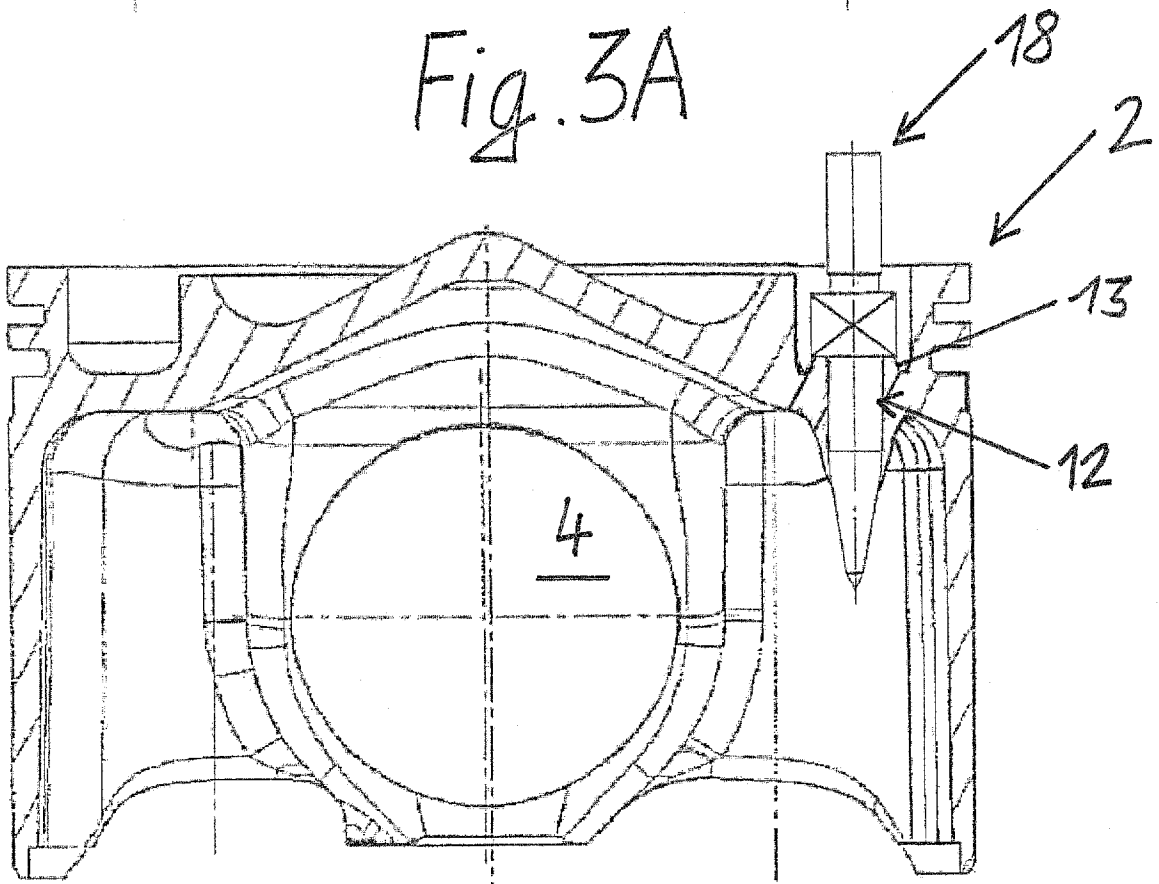


Fig. 3B

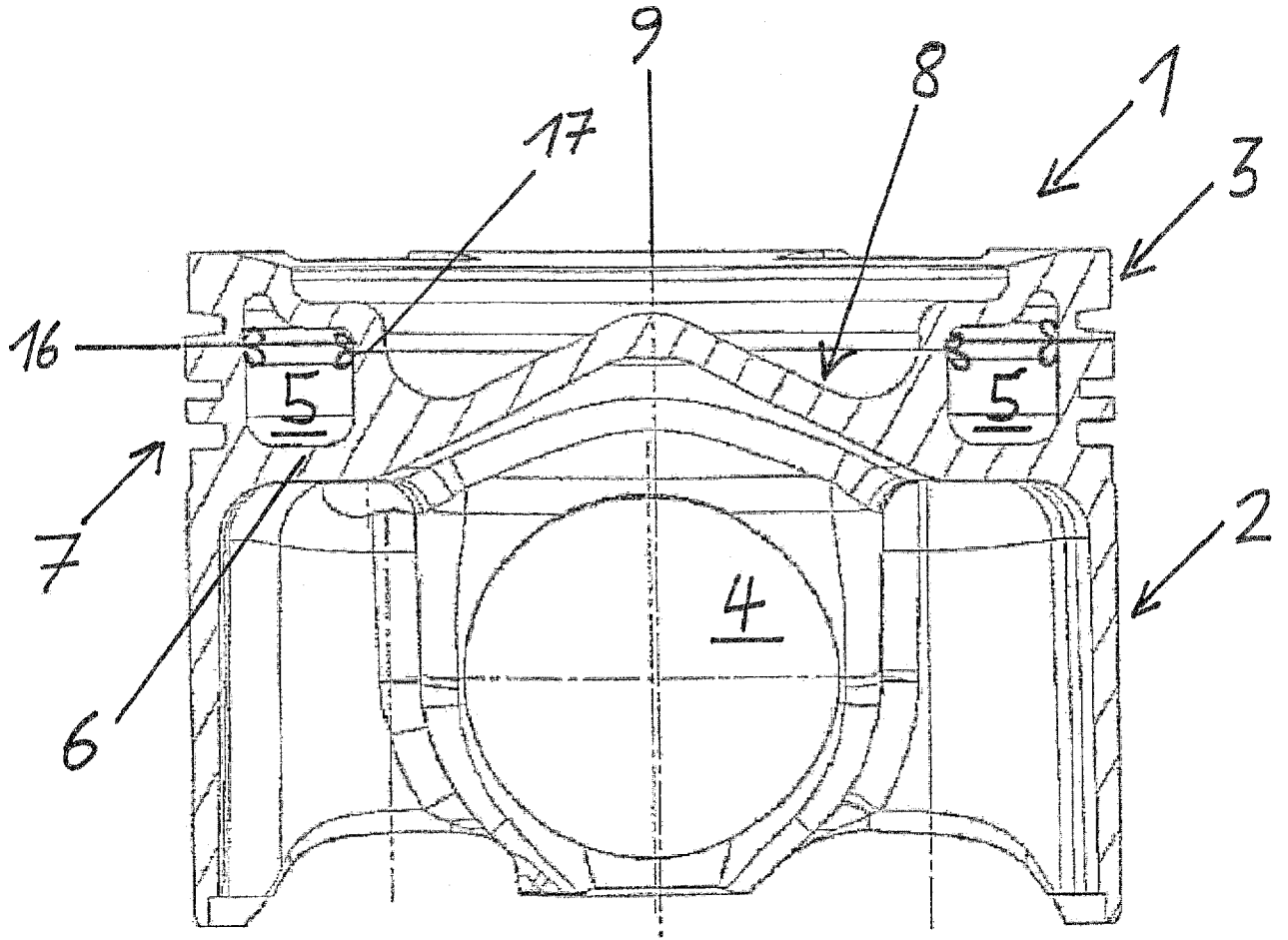


Fig. 4

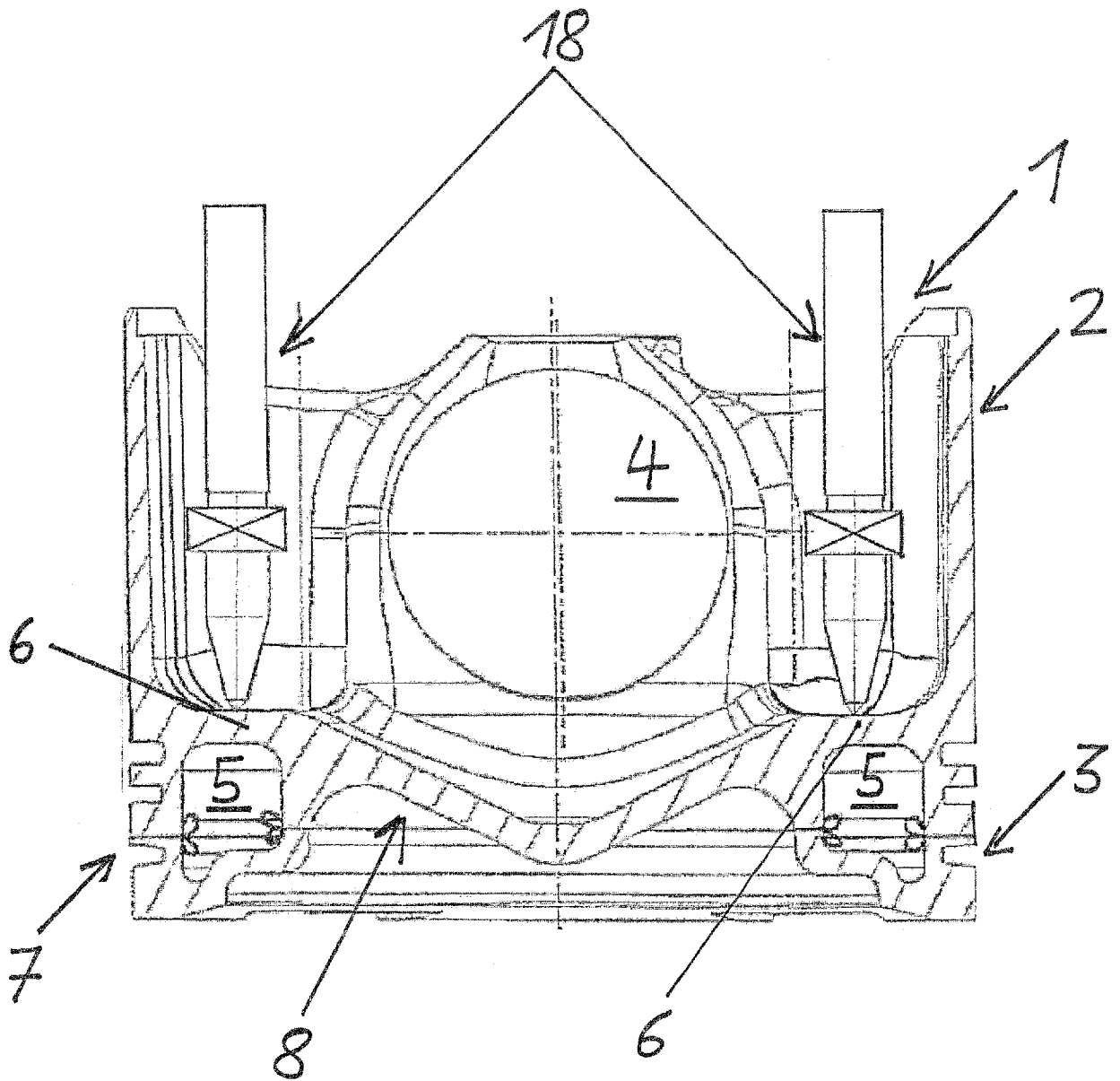


Fig. 5

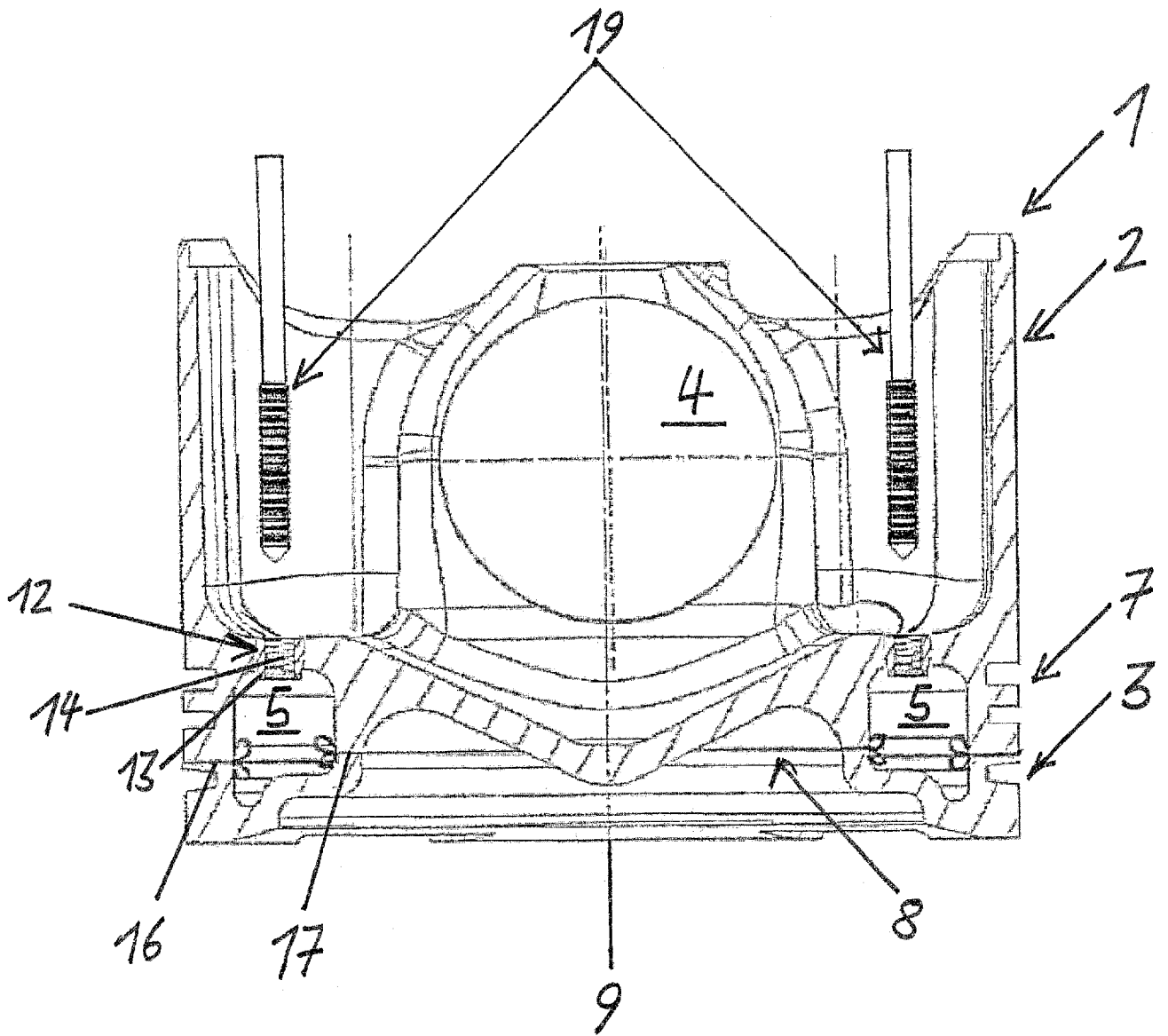


Fig. 6

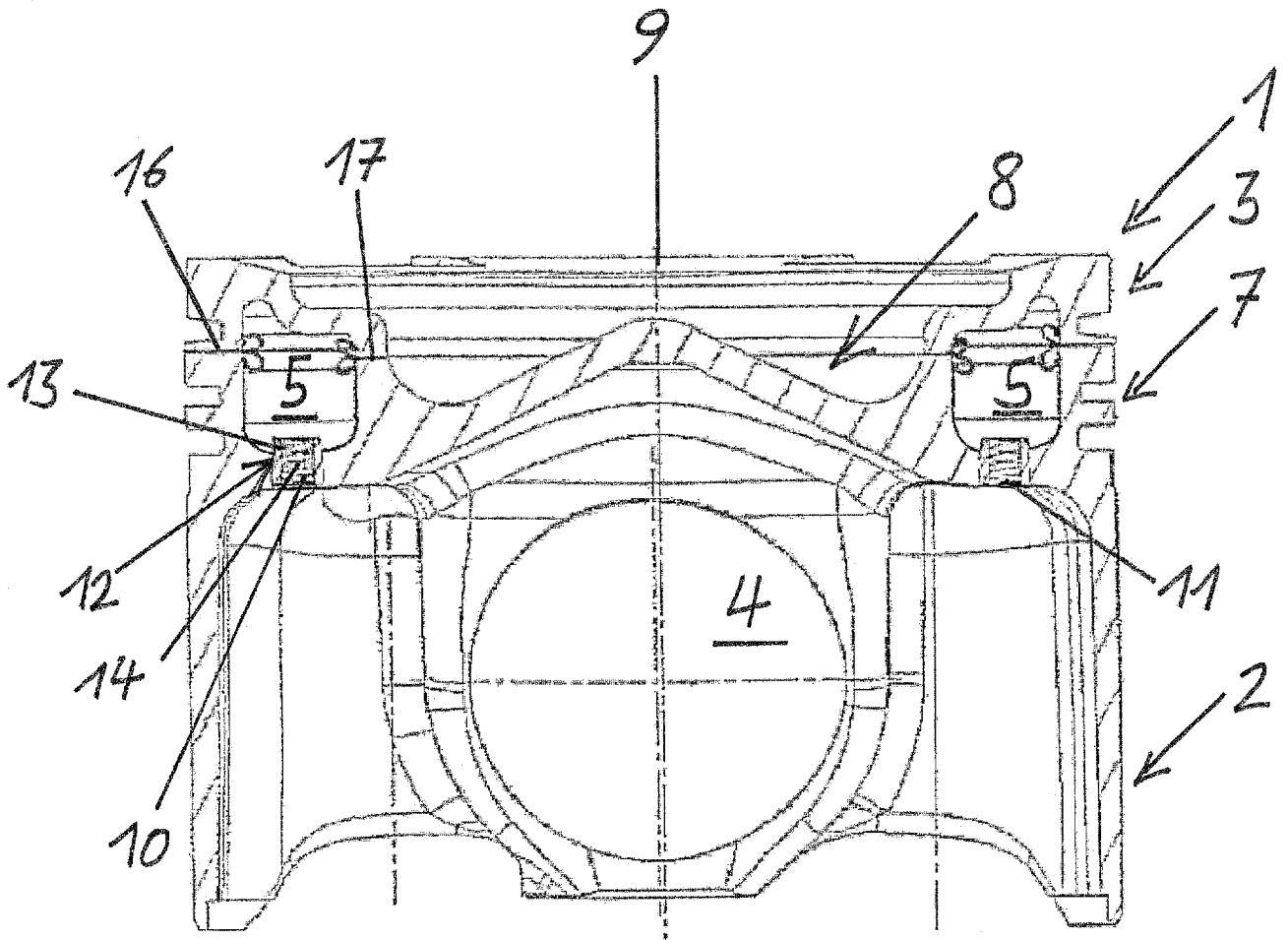


Fig. 7

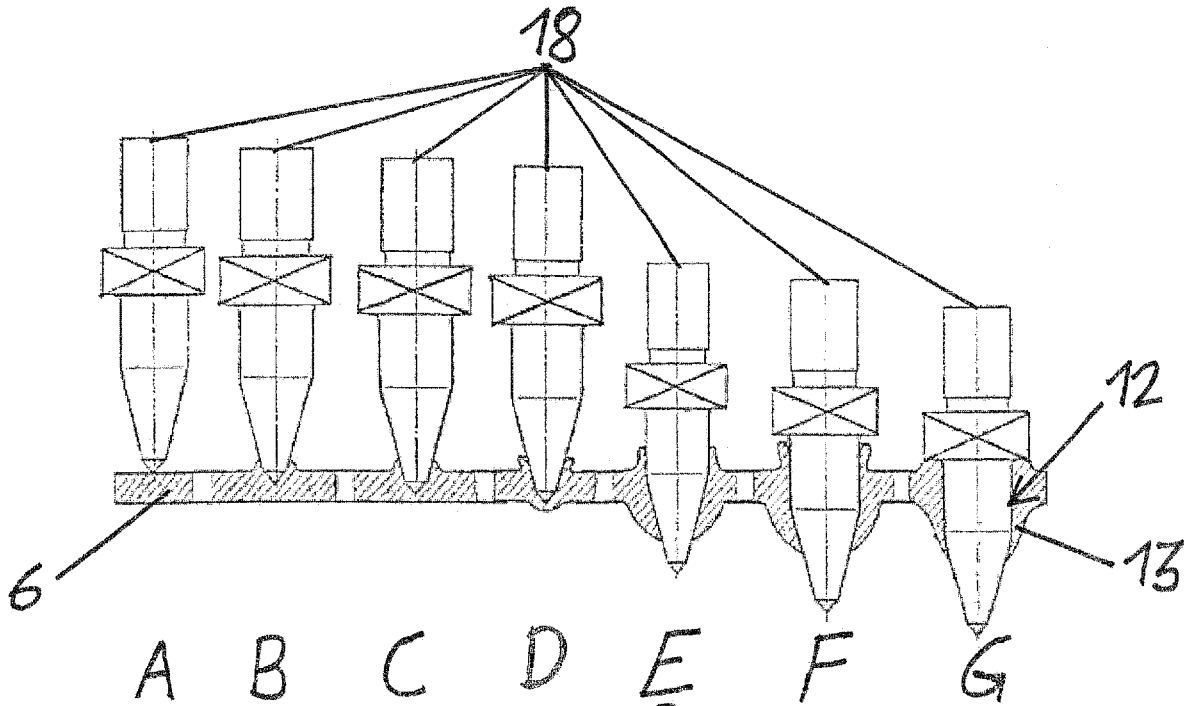


Fig. 8

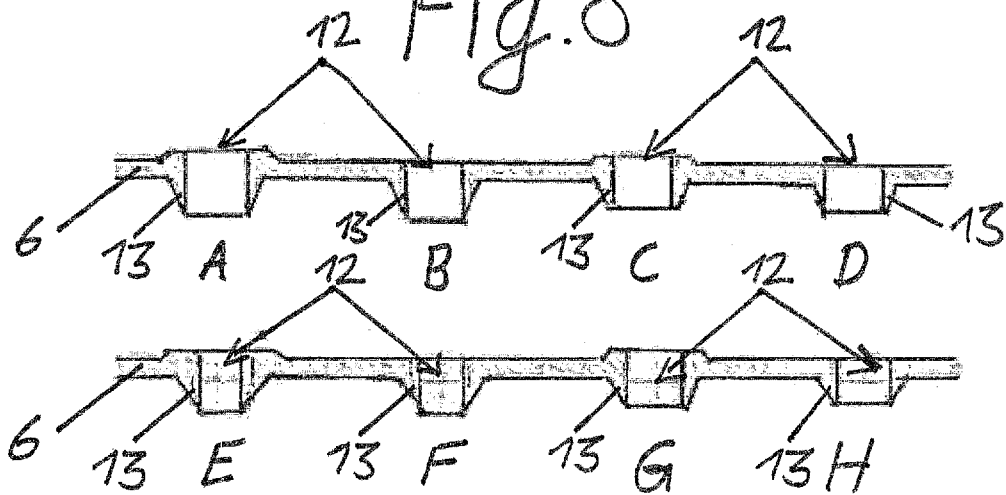


Fig. 9

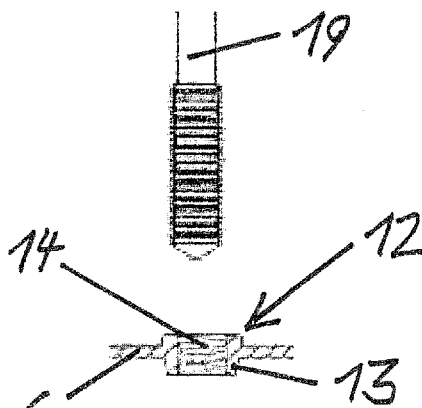


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/057771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02F3/00 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 F01P
 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.
A	WO 2010/009779 A1 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE]; GNIESMER VOLKER [DE]) 28 January 2010 (2010-01-28) page 3, paragraphs 1,2 page 5, paragraph 3; figures 1,2 -----	1-14
A	DE 19 30 302 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 17 December 1970 (1970-12-17) page 6, lines 22-29; figures 1,2 -----	1-14
A	JP S56 124650 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 30 September 1981 (1981-09-30) abstract; figures 2,3 -----	1-14
A	DE 10 2011 075300 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 8 November 2012 (2012-11-08) paragraphs [0003], [0007], [0009]; figures 1,2 -----	1,10

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
 29 May 2015

Date of mailing of the international search report
 15/06/2015

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
 Luta, Dragos

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/057771

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010009779	A1	28-01-2010	
		CN 102149916 A	10-08-2011
		DE 102008034430 A1	27-05-2010
		EP 2304210 A1	06-04-2011
		JP 2011528764 A	24-11-2011
		WO 2010009779 A1	28-01-2010

DE 1930302	A1	17-12-1970	NONE

JP S56124650	A	30-09-1981	NONE

DE 102011075300	A1	08-11-2012	
		DE 102011075300 A1	08-11-2012
		US 2012279390 A1	08-11-2012
		US 2015060526 A1	05-03-2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/057771

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02F3/00 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 F01P

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.
A	WO 2010/009779 A1 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE]; GNIESMER VOLKER [DE]) 28. Januar 2010 (2010-01-28) Seite 3, Absätze 1,2 Seite 5, Absatz 3; Abbildungen 1,2 -----	1-14
A	DE 19 30 302 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 17. Dezember 1970 (1970-12-17) Seite 6, Zeilen 22-29; Abbildungen 1,2 -----	1-14
A	JP S56 124650 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 30. September 1981 (1981-09-30) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 -----	1-14
A	DE 10 2011 075300 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 8. November 2012 (2012-11-08) Absätze [0003], [0007], [0009]; Abbildungen 1,2 -----	1,10

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
29. Mai 2015	15/06/2015

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 Luta, Dragos
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/057771

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010009779 A1	28-01-2010	CN 102149916 A DE 102008034430 A1 EP 2304210 A1 JP 2011528764 A WO 2010009779 A1	10-08-2011 27-05-2010 06-04-2011 24-11-2011 28-01-2010

DE 1930302 A1	17-12-1970	KEINE	

JP S56124650 A	30-09-1981	KEINE	

DE 102011075300 A1	08-11-2012	DE 102011075300 A1 US 2012279390 A1 US 2015060526 A1	08-11-2012 08-11-2012 05-03-2015
