

(19)



(11)

**EP 2 616 650 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.07.2018 Patentblatt 2018/29**

(51) Int Cl.:  
**F01P 3/02** <sup>(2006.01)</sup> **F01P 7/16** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02F 7/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11740569.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/003780**

(22) Anmeldetag: **28.07.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/034617 (22.03.2012 Gazette 2012/12)**

(54) **KÜHLMITTELKREISLAUF FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

COOLANT CIRCUIT FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

CIRCUIT DE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **13.09.2010 DE 102010045217**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.07.2013 Patentblatt 2013/30**

(73) Patentinhaber: **Audi AG  
85045 Ingolstadt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **HONZEN, Matthias  
71640 Ludwigsburg (DE)**  
• **RIEDL, Sebastian  
74172 Neckarsulm (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 225 319 JP-A- 10 184 358**  
**US-A- 5 497 734 US-A1- 2002 174 840**

**EP 2 616 650 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine, insbesondere als Zweikreiskühlung ausgebildeter Kühlmittelkreislauf für Brennkraftmaschinen mit mindestens zwei parallel liegenden Zylinderbänken, vorzugsweise in V- oder W-Bauform.

**[0002]** Derartige Kühlmittelkreisläufe werden im Brennkraftmaschinenbau für Kraftfahrzeuge zur Kühlung von Baugruppen der Brennkraftmaschine, insbesondere von Zylinderköpfen und Zylinderkurbelgehäuse, auf einem unterschiedlichen Temperaturniveau genutzt.

**[0003]** Kühlmittelkreisläufe für Brennkraftmaschinen mit einem Zylinderkurbelgehäuse, das gegenüberliegenden Zylinderbänke aufweist, also als sogenannter "V-Motor" ausgebildet ist, sind unter anderem aus der DE 103 18 744 A1 oder der DE 10 2006 044 680 A1 bekannt. Hierbei besteht jedoch stets eine strömungstechnische Verbindung zwischen dem Kühlmittelmantel des Zylinderkurbelgehäuses und dem Kühlmittelmantel in den darüber liegenden Zylinderköpfen, so dass keine getrennte Durchströmung auf unterschiedlichem Temperaturniveau möglich ist.

**[0004]** Eine derartige Zweikreiskühlung, wie sie aus der DE 198 03 885 A1 oder der JP 600 199 12 A hervorgeht, bei der das Zylinderkurbelgehäuse und der Zylinderkopf intern strömungstechnisch voneinander getrennt sind und dafür in parallel zueinander verlaufende Teilkreisläufe des Kühlmittelkreislaufs eingebunden sind, ist bisher hauptsächlich bei Reihenmotoren mit einer einzigen Zylinderbank verbreitet.

**[0005]** Die DE 100 21 525 A1 zeigt jedoch einen Kühlmittelkreislauf für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine in V-Bauform mit einem, ein Zylinderkopfgehäuse und einen Zylinderblock umgebenden, Kühlmantel, der über eine Pumpe mit Kühlflüssigkeit versorgt wird, wobei mindestens ein Zylinderkühlmantel und mindestens ein Zylinderkopfkühlraum mit einem Anschluss für die Zufuhr der Kühlflüssigkeit versehen sind und wobei die Durchströmung von Zylinderkopfgehäuse und Zylinderblock mit Kühlflüssigkeit parallel erfolgt.

**[0006]** Nachteilig ist jedoch, dass eine Sperrung des Abflusses des Zylinderkühlmantels, zur schnelleren Aufheizung der darin befindlichen Kühlflüssigkeit, bei gleichzeitiger Kühlflüssigkeitsströmung durch den Zylinderkopfkühlraum, eine unerwünschte Kühlflüssigkeitsbewegung im Zylinderkühlmantel durch Querströmungen zur Folge hat, was die Aufheizung des Zylinderblocks verlangsamt.

**[0007]** Die gattungsbildenden US 5,497,734 A und JP 10 184358 A zeigen jeweils einen Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine, aufweisend ein Zylinderkurbelgehäuse mit mindestens zwei Zylinderbänken, sowie zugehörigen Zylinderköpfen, wobei das Zylinderkurbelgehäuse und die Zylinderköpfe über parallel zueinander verlaufende Teilkreisläufe des Kühlmittelkreislaufs von einer Kühlmittelpumpe mit Kühlmittel beaufschlagbar sind, wobei ein erstes Stellventil mit mindestens zwei

synchron schaltbaren ersten Anschlüssen und einem zweiten Anschluss in einem Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf angeordnet ist und wobei die ersten Anschlüsse mit jeweils einer der Zylinderbänke paarweise strömungstechnisch verbunden sind. Nachteilig ist, dass die gezeigten Stellventile zur Zusammenführung des Kühlmittels aus den Zylinderbänken aufwendig aufgebaut und nur schwer synchron regelbar sind. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher einen Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine mit mehreren Zylinderbänken bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine, aufweisend ein Zylinderkurbelgehäuse mit mindestens zwei Zylinderbänken, sowie zugehörigen Zylinderköpfen, wobei das Zylinderkurbelgehäuse und die Zylinderköpfe über separate und parallel zueinander verlaufende Teilkreisläufe des Kühlmittelkreislaufs von einer Kühlmittelpumpe mit Kühlmittel beaufschlagbar sind, wobei ein erstes Stellventil mit mindestens zwei synchron schaltbaren ersten Anschlüssen und einem zweiten Anschluss in einem Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf angeordnet ist, wobei die ersten Anschlüsse mit jeweils einer der Zylinderbänke paarweise strömungstechnisch verbunden sind und wobei das erste Stellventil als um eine Drehachse drehbares Kugelventil ausgebildet ist, wobei die ersten Anschlüsse radial und der zweite Anschluss axial daran angeordnet sind.

**[0009]** Indem ein erstes Stellventil mit mindestens zwei synchron schaltbaren ersten Anschlüssen und einem zweiten Anschluss in dem Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf angeordnet ist, kann ein Kühlmittelfluss im Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf auch in Brennkraftmaschinen mit mehreren, insbesondere einander parallel gegenüberliegenden, Zylinderbänken unabhängig vom Kühlmittelfluss im Zylinderkopf-Teilkreislauf eingestellt werden. Das Zylinderkurbelgehäuse weist in der Regel einen einzigen Kühlmittelmantel auf, der die beiden Zylinderbänke umgibt, so dass ein Kühlmittelaustausch zwischen den Zylinderbänken prinzipiell jederzeit möglich ist. Der Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf und der Zylinderkopf-Teilkreislauf verlaufen innerhalb des Kühlmittelkreislaufs streckenweise parallel. Die synchrone Schaltbarkeit der mit den Zylinderbänken paarweise strömungstechnisch verbundenen ersten Anschlüsse verhindert eine unerwünschte Querströmung des Kühlmittels im Zylinderkurbelgehäuse zwischen den Zylinderbänken, unabhängig von der Kühlmittelströmung im Zylinderkopf-Teilkreislauf. Werden die ersten Anschlüsse des ersten Stellventils beispielsweise synchron geschlossen, so kann eine Kühlmittelströmung im parallelen Zylinderkopf-Teilkreislauf keine Querströmung des Kühlmittels zwischen den Zylinderbänken anregen. Das Zylinderkurbelgehäuse kann sich dadurch schneller erwärmen. Dieses Funktionsprinzip lässt sich analog für Brennkraftmaschinen in V- oder W-Bauweise oder Boxermotoren anwenden. Durch die Bauform als Kugelventil mit radialen ersten Anschlüssen und axialem zweiten

Anschluss kann ein erstes Stellventil besonders günstig bereitgestellt werden. Das Kugelventil besteht aus einem Gehäuse mit drehbar darin gelagerten Querschnittsverstellglied. Das Querschnittsverstellglied ist als kugeliges Hohlkörper, mit einer axialen Öffnung im Bereich der Drehachse des Querschnittsverstellglieds und zwei, vorzugsweise einander symmetrisch gegenüberliegender, radialer Öffnungen in einem radialen Umfangsbereich des Querschnittsverstellglieds, ausgebildet. Die axiale Öffnung befindet sich in jeder Drehstellung des Querschnittsverstellglieds in nahezu vollständiger Überdeckung mit dem zweiten Anschluss. Die radialen Öffnungen können synchron mit den ersten Anschlüssen stufenlos überschritten werden. Dabei ist die Überdeckung jedes ersten Anschlusses mit der komplementären radialen Öffnung in jeder Schaltstellung gleich groß. Die Drehbetätigung des Querschnittsverstellglieds erfolgt vorzugsweise über einen elektrischen Antrieb oder eine Druckdose mit elektropneumatischem Druckwandler.

**[0010]** In einer bevorzugten Ausführung ist die dem ersten Stellventil zuzuführende Kühlmittelmenge in jeder Schaltstellung des ersten Stellventils auf alle ersten Anschlüsse gleichmäßig zu verteilen. Dadurch wird sichergestellt, dass durch alle Zylinderbänke die gleiche Menge Kühlmittel fließt oder der Kühlmittelfluss durch die Zylinderbänke gleichzeitig unterbunden werden kann. Somit werden unerwünschte Querströmungen zwischen den Zylinderbänken in jeder Schaltstellung des ersten Stellventils vermieden.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausführung sind die Zylinderbänke über jeweils einen eigenen Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf parallel mit Kühlmittel beaufschlagbar.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführung ist das erste Stellventil stromab des Zylinderkurbelgehäuses angeordnet, wobei der zweite Anschluss mit einem Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf strömungstechnisch verbunden ist. Das erste Stellventil wird über die ersten Anschlüsse mit Kühlmittel aus den Zylinderbänken beaufschlagt. Das Kühlmittel wird, je nach Schaltstellung des Stellventils, über den zweiten Anschluss in einem Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf abgeführt.

**[0013]** In einer bevorzugten Ausführung ist das erste Stellventil stromauf des Zylinderkurbelgehäuses angeordnet, wobei der zweite Anschluss mit einem gemeinsamen Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf strömungstechnisch verbunden ist. Das erste Stellventil wird über den zweiten Anschluss mit Kühlmittel aus einem gemeinsamen Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf beaufschlagt. Das Kühlmittel wird, je nach Schaltstellung des Stellventils, über die ersten Anschlüsse auf die, den Zylinderbänken zugeordneten, parallelen Zylinderkurbelgehäuse-Vorläufe verteilt. Aus den Zylinderbänken wird das Kühlmittel über einen Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf abgeführt.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführung kann das Kühlmittel durch die Kühlmittelpumpe zumindest zeitweise zwischen einem Hauptwärmetauscher und den Zylinderköpfen und/oder dem Zylinderkurbelgehäuse zirkuliert werden. Der Kühlmittelfluss zwischen den genann-

ten Komponenten kann zeitweise durch Ventile oder eine zu- und abschaltbare Kühlmittelpumpe unterbunden werden, wodurch eine gezielte Temperierung der Komponenten unabhängig voneinander möglich ist.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausführung weist jeder Zylinderkopf einen eigenen Zylinderkopf-Vorlauf und einen eigenen Zylinderkopf-Rücklauf auf, wobei sich die Zylinderkurbelgehäuse-Vorläufe und die Zylinderkopf-Vorläufe aus einem gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt stromab der Kühlmittelpumpe gespeist werden.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführung ist der Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf an einer Verbindungsstelle mit den Zylinderkopf-Rückläufen zu einem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt zusammenführbar.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausführung führt der gemeinsame Rücklauf-Abschnitt zum Hauptwärmetauscher und geht der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt vom Hauptwärmetauscher ab.

**[0018]** Die Aufteilung der Zylinderkopf-Vorläufe und der Zylinderkurbelgehäuse-Vorläufe aus dem gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt stromab des Hauptwärmetauschers ermöglicht einen möglichst geringen Einsatz von Verschlauchungen und die Nutzung eines einzigen Hauptwärmetauschers und einer einzigen Kühlmittelpumpe für alle Teilkreisläufe. Gleiches gilt analog für die Zusammenführung des Zylinderkurbelgehäuse-Rücklaufs und der Zylinderkopf-Rückläufe zu einem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt stromauf des Hauptwärmetauschers.

**[0019]** In einer bevorzugten Ausführung ist in dem gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt ein zweites Stellventil zwischen Hauptwärmetauscher und Kühlmittelpumpe angeordnet, in das zusätzlich ein Abzweig des gemeinsamen Rücklauf-Abschnitts, unter Umgehung des Hauptwärmetauschers, mündet. Durch den Abzweig kann der Hauptwärmetauscher, bei entsprechender Stellung des zweiten Stellventils, bedarfsweise umgangen werden. In diesem sogenannten Bypassbetrieb ist eine Kühlmittelströmung in den Zylinderköpfen, und in Abhängigkeit des ersten Stellventils auch in dem Zylinderkurbelgehäuse, möglich, ohne dass das erwärmte Kühlmittel im Hauptwärmetauscher abgekühlt wird. Dadurch kann eine besonders schnelle und gleichmäßige Erwärmung der Brennkraftmaschine auf einem erhöhten Temperaturniveau erfolgen. Alternativ dazu kann das zweite Stellventil bei Erreichen einer bestimmten Mindesttemperatur das Kühlmittel durch Schließen des Abzweigs über den Hauptwärmetauscher leiten. Als zweites Stellventil eignet sich hierbei bevorzugt ein kontinuierlich regelbares Stellventil und besonders bevorzugt ein Kennfeldthermostat, welches bei Bedarf zur Kennfeldänderung bestromt werden kann.

**[0020]** Der beschriebene Kühlmittelkreislauf erstreckt sich nicht ausschließlich auf die dargelegten Beispiele, insbesondere können nach Belieben weitere Wärmetauscher in weiteren Teilkreisläufen hinzugefügt werden. Zudem ist der Anschluss eines bekannten Entlüftungssystems mit einem Ausgleichsbehälter an den Kühlmittel-

telkreislauf vorgesehen.

**[0021]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

**[0022]** Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlmittelkreislaufs;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlmittelkreislaufs;

Fig. 3 eine Schnittansicht eines als Kugelventil ausgebildeten ersten Stellventils.

**[0023]** Gemäß Fig. 1 hat ein Kühlmittelkreislauf 1 für eine Brennkraftmaschine 2 einen Hauptwärmetauscher 8 zum Wärmeaustausch zwischen der ihn umströmenden Umgebungsluft und des ihn durchströmenden Kühlmittels aus dem Kühlmittelkreislauf 1, sowie eine Kühlmittelpumpe 7 zur Erzeugung einer Kühlmittelzirkulation in dem Kühlmittelkreislauf 1. Die Brennkraftmaschine 2 besteht im Wesentlichen aus einem Zylinderkurbelgehäuse 3, welches die Hubräume der Arbeitszylinder in zwei parallelen und einander gegenüberliegenden Zylinderbänken 3a enthält und von einem einzigen Kühlmittelmantel durchsetzt ist, sowie den, den Zylinderbänken 3a zugeordneten, Zylinderköpfen 4, die im Wesentlichen Vorrichtungen zum Gaswechsel für die Arbeitszylinder beherbergen und ebenso von einem Kühlmittelmantel durchsetzt sind. Die Kühlmittelmäntel der Zylinderköpfe 4 und des Zylinderkurbelgehäuses 3 sind nicht intern strömungstechnisch verbunden, sondern in separate und parallel zueinander verlaufende Teilkreisläufe 5 und 6 des Kühlmittelkreislaufs 1 eingebunden. Dazu verfügt jeder Zylinderkopf 4, sowie jede Zylinderbank 3a des Zylinderkurbelgehäuses 3 über einen eigenen Vorlaufanschluss 6a bzw. 5a, die von einem die Kühlmittelpumpe 7 aufweisenden gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt 14 mit Kühlmittel beaufschlagbar sind. Dazu zweigt sich der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt 14 an einer Verzweigungsstelle 12, an dem das Kühlmittel auf die beiden Seiten der V-förmigen Brennkraftmaschine 2 verteilt wird, auf. Weiter stromab erfolgt eine weitere Aufteilung zwischen Zylinderkopf 4 oder Zylinderbank 3a. Das Kühlmittel aus den Zylinderbänken 3a fließt über jeweils einen ersten Anschluss 9a zu einem ersten Stellventil 10. Das erste Stellventil 10 ist als ein in Fig. 3 näher dargestelltes Kugelventil ausgebildet, das die ersten Anschlüsse 9a derart synchron schaltet, dass die dem ersten Stellventil 10 zuzuführende Kühlmittelmenge in jeder Schaltstellung gleichmäßig auf die beiden ersten Anschlüsse 9a verteilt wird. Insbesondere kann das erste Stellventil 10 die beiden ersten Anschlüsse 9a komplett von einem, an einem zweiten Anschluss 9b des ersten Stellventils 10

angeschlossenen, Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf 5b strömungstechnisch trennen. Die Zylinderköpfe 4 verfügen indes über eigene Zylinderkopf-Rückläufe 6b, die an einer Verbindungsstelle 13 mit dem Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf 5b zu einem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt 15 zusammengeführt werden. Der gemeinsame Rücklauf-Abschnitt 15 verläuft zur Eingangsseite des Hauptwärmetauschers 8, während der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt 14 aus der Ausgangsseite des Hauptwärmetauschers 8 entspringt. Der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt 14 enthält neben der zentralen Kühlmittelpumpe 7 ein stromauf der Kühlmittelpumpe 7 angeordnetes zweites Stellventil 11, das zusätzlich von einem aus dem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt 15, unter Umgehung des Hauptwärmetauschers 8, abzweigenden Abzweig 16 kontaktiert wird. Das zweite Stellventil 11 ist als bestrombares Kennfeldthermostat ausgebildet, welches den Abzweig 16 in Abhängigkeit von durch Bestromung veränderbaren Kühlmitteltemperaturschwellwerten schließt und das Kühlmittel über den Hauptwärmetauscher 8 leitet. Ansonsten wird das Kühlmittel über den Abzweig 16 am Hauptwärmetauscher 8 vorbei zur Kühlmittelpumpe 7 geführt. Von einem der Zylinderköpfe 4 kann ein Heizkreislauf 17 mit einem darin befindlichen Heizungswärmetauscher 18 zur Beheizung von Umgebungsluft für einen Fahrzeuginnenraum abgehen, der stromauf der Kühlmittelpumpe 7 und stromab des zweiten Stellventils 11 wieder in den gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt 14 mündet.

**[0024]** Gemäß Fig. 2 hat ein Kühlmittelkreislauf 1 für eine Brennkraftmaschine 2 einen Hauptwärmetauscher 8 zum Wärmeaustausch zwischen der ihn umströmenden Umgebungsluft und des ihn durchströmenden Kühlmittels aus dem Kühlmittelkreislauf 1, sowie eine Kühlmittelpumpe 7 zur Erzeugung einer Kühlmittelzirkulation in dem Kühlmittelkreislauf 1. Die Brennkraftmaschine 2 besteht im Wesentlichen aus einem Zylinderkurbelgehäuse 3, welches die Hubräume der Arbeitszylinder in zwei parallelen und einander gegenüberliegenden Zylinderbänken 3a enthält und von einem einzigen Kühlmittelmantel durchsetzt ist, sowie den, den Zylinderbänken 3a zugeordneten, Zylinderköpfen 4, die im Wesentlichen Vorrichtungen zum Gaswechsel für die Arbeitszylinder beherbergen und ebenso von einem Kühlmittelmantel durchsetzt sind. Die Kühlmittelmäntel der Zylinderköpfe 4 und des Zylinderkurbelgehäuses 3 sind nicht intern strömungstechnisch verbunden, sondern in separate und parallel zueinander verlaufende Teilkreisläufe 5 und 6 des Kühlmittelkreislaufs 1 eingebunden. Dazu verfügt jeder Zylinderkopf 4, sowie jede Zylinderbank 3a des Zylinderkurbelgehäuses 3 über einen eigenen Vorlaufanschluss 6a bzw. 5a, die von einem die Kühlmittelpumpe 7 aufweisenden gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt 14 mit Kühlmittel beaufschlagbar sind. Dazu zweigt sich der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt 14 an einer Verzweigungsstelle 12, an dem das Kühlmittel auf die Zylinderköpfe 4 oder die Zylinderbänke 3 verteilt wird, auf. Ein gemeinsamer Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf 5c mün-

det an einen zweiten Anschluss 9b eines, in Fig. 3 näher dargestellten, ersten Stellventils 10. Das erste Stellventil 10 verteilt das Kühlmittel über synchron schaltbare erste Anschlüsse 9a auf die parallelen Zylinderkurbelgehäuse-Vorläufe 5a, die zu den Zylinderbänken 3a führen. Das erste Stellventil 10 schaltet die ersten Anschlüsse 9a derart synchron, dass die dem ersten Stellventil 10 zuzuführende Kühlmittelmenge in jeder Schaltstellung gleichmäßig auf die beiden ersten Anschlüsse 9a verteilt wird. Insbesondere kann das erste Stellventil 10 die beiden ersten Anschlüsse 9a komplett von dem gemeinsamen Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf 5c strömungstechnisch trennen. Die Zylinderköpfe 4 verfügen indes über eigene Zylinderkopf-Rückläufe 6b, die an einer Verbindungsstelle 13 mit dem Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf 5b zu einem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt 15 zusammengeführt werden. Der gemeinsame Rücklauf-Abschnitt 15 verläuft zur Eingangsseite des Hauptwärmetauschers 8, während der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt 14 aus der Ausgangsseite des Hauptwärmetauschers 8 entspringt. Der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt 14 enthält neben der zentralen Kühlmittelpumpe 7 ein stromauf der Kühlmittelpumpe 7 angeordnetes zweites Stellventil 11, das zusätzlich von einem aus dem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt 15, unter Umgehung des Hauptwärmetauschers 8, abzweigenden Abzweig 16 kontaktiert wird. Das zweite Stellventil 11 ist als bestrombares Kennfeldthermostat ausgebildet, welches den Abzweig 16 in Abhängigkeit von durch Bestromung veränderbaren Kühlmitteltemperaturschwellwerten schließt und das Kühlmittel über den Hauptwärmetauscher 8 leitet. Ansonsten wird das Kühlmittel über den Abzweig 16 am Hauptwärmetauscher 8 vorbei zur Kühlmittelpumpe 7 geführt. Von einem der Zylinderköpfe 4 kann ein Heizkreislauf 17 mit einem darin befindlichen Heizungswärmetauscher 18 zur Beheizung von Umgebungsluft für einen Fahrzeuginnenraum abgehen, der stromauf der Kühlmittelpumpe 7 und stromab des zweiten Stellventils 11 wieder in den gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt 14 mündet.

**[0025]** Gemäß Fig. 3 hat ein Kugelventil 10 für einen Kühlmittelkreislauf einer Brennkraftmaschine ein Gehäuse 10b, in dem ein Querschnittsverstellglied 10a um eine Drehachse A drehbar gelagert ist. Das Gehäuse 10b hat einen axialen zweiten Anschluss 9b und zwei einander symmetrisch gegenüberliegende, radiale erste Anschlüsse 9a. Das Querschnittsverstellglied 10a ist als kugelförmiger Hohlkörper mit korrespondierenden Öffnungen 10d und 10e ausgebildet. Die axiale Öffnung 10e ist unabhängig von der aktuellen Stellung des Querschnittsverstellglieds 10a stets annähernd deckungsgleich mit dem zweiten Anschluss 9b. Die radialen Öffnungen 10d sind symmetrisch über den radialen Umfang des Querschnittsverstellglieds verteilt, so dass die ersten Anschlüsse 9a in jeder Drehstellung des Querschnittsverstellglieds 10a die gleiche Überdeckung mit den komplementären radialen Öffnungen 10d einnehmen. In der gezeigten Stellung sind die ersten Anschlüsse 9a vollständig geöffnet. Wird das Querschnittsverstellglied 10a in

einem Winkel von 90° um die Drehachse A verdreht, so sind die ersten Anschlüsse 9a geschlossen. Neben diesen beiden Randstellungen sind alle möglichen Zwischenstellungen denkbar. Dazu kann zur Betätigung des Querschnittsverstellglieds 10a beispielsweise eine nicht dargestellte Druckdose mit elektropneumatischem Druckwandler angreifen. Zur Vermeidung von Leckagen wird der Spalt zwischen Querschnittsverstellglied 10a und Gehäuse 10b von Dichtungen 10c abgedichtet.

Liste der Bezugszeichen:

#### **[0026]**

15	A	Drehachse
	1	Kühlmittelkreislauf
	2	Brennkraftmaschine
	3	Zylinderkurbelgehäuse
20	3a	Zylinderbank
	4	Zylinderkopf
	5	Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf
	5a	Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf
	5b	Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf
25	5c	gemeinsamer Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf
	6	Zylinderkopf-Teilkreislauf
	6a	Zylinderkopf-Vorlauf
	6b	Zylinderkopf-Rücklauf
	7	Kühlmittelpumpe
30	8	Hauptwärmetauscher
	9a	erster Anschluss
	9b	zweiter Anschluss
	10	erstes Stellventil
	10a	Querschnittsverstellglied
35	10b	Gehäuse
	10c	Dichtung
	10d	radiale Öffnung
	10e	axiale Öffnung
	11	zweites Stellventil
40	12	Verzweigungsstelle
	13	Verbindungsstelle
	14	gemeinsamer Vorlauf-Abschnitt
	15	gemeinsamer Rücklauf-Abschnitt
	16	Abzweig
45	17	Heizkreislauf
	18	Heizungswärmetauscher

#### **Patentansprüche**

1. Kühlmittelkreislauf (1) für eine Brennkraftmaschine (2), aufweisend ein Zylinderkurbelgehäuse (3) mit mindestens zwei Zylinderbänken (3a), sowie zugehörigen Zylinderköpfen (4), wobei das Zylinderkurbelgehäuse (3) und die Zylinderköpfe (4) über separate und parallel zueinander verlaufende Teilkreisläufe (5, 6) des Kühlmittelkreislaufs (1) von einer Kühlmittelpumpe (7) mit Kühlmittel beaufschlagbar

- sind, wobei ein erstes Stellventil (10) mit mindestens zwei synchron schaltbaren ersten Anschlüssen (9a) und einem zweiten Anschluss (9b) in einem Zylinderkurbelgehäuse-Teilkreislauf (5) angeordnet ist und wobei die ersten Anschlüsse (9a) mit jeweils einer der Zylinderbänke (3a) paarweise strömungstechnisch verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Stellventil (10) als um eine Drehachse (A) drehbares Kugelventil ausgebildet ist, wobei die ersten Anschlüsse (9a) radial und der zweite Anschluss (9b) axial daran angeordnet sind.
2. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem ersten Stellventil (10) zuzuführende Kühlmittelmenge in jeder Schaltstellung des ersten Stellventils (10) auf alle ersten Anschlüsse (9a) gleichmäßig zu verteilen ist.
  3. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylinderbänke (3a) über jeweils einen eigenen Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf (5a) parallel mit Kühlmittel beaufschlagbar sind.
  4. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Stellventil (10) stromab des Zylinderkurbelgehäuses (3) angeordnet ist, wobei der zweite Anschluss (9b) mit einem Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf (5b) strömungstechnisch verbunden ist.
  5. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Stellventil (10) stromauf des Zylinderkurbelgehäuses (3) angeordnet ist, wobei der zweite Anschluss (9b) mit einem gemeinsamen Zylinderkurbelgehäuse-Vorlauf (5c) strömungstechnisch verbunden ist.
  6. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmittel durch die Kühlmittelpumpe (7) zumindest zeitweise zwischen einem Hauptwärmetauscher (8) und den Zylinderköpfen (4) und/oder dem Zylinderkurbelgehäuse (3) zirkuliert werden kann.
  7. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Zylinderkopf (4) einen eigenen Zylinderkopf-Vorlauf (6a) und einen eigenen Zylinderkopf-Rücklauf (6b) aufweist, wobei sich die Zylinderkurbelgehäuse-Vorläufe (5a) und die Zylinderkopf-Vorläufe (6a) aus einem gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt (14) stromab der Kühlmittelpumpe (7) gespeist werden.
  8. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinderkurbelgehäuse-Rücklauf (5b) an einer Verbindungsstelle (13) mit den Zylinderkopf-Rückläufen (6b) zu einem gemeinsamen Rücklauf-Abschnitt (15) zusammenführbar ist.
  9. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemeinsame Rücklauf-Abschnitt (15) zum Hauptwärmetauscher (8) führt und der gemeinsame Vorlauf-Abschnitt (14) vom Hauptwärmetauscher (8) abgeht.
  10. Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem gemeinsamen Vorlauf-Abschnitt (14) ein zweites Stellventil (11) zwischen Hauptwärmetauscher (8) und Kühlmittelpumpe (7) angeordnet ist, in das zusätzlich ein Abzweig (16) des gemeinsamen Rücklauf-Abschnitts (15), unter Umgehung des Hauptwärmetauschers (8), mündet.

## 25 Claims

1. Coolant circuit (1) for an internal combustion engine (2), which has a cylinder crankcase (3) having at least two cylinder banks (3a), and associated cylinder heads (4), wherein the cylinder crankcase (3) and the cylinder heads (4) can be supplied with coolant by a coolant pump (7) by means of separate sub-circuits (5, 6) of the coolant circuit (1) extending parallel to each other, wherein a first control valve (10) having at least two synchronously switchable first connections (9a) and a second connection (9b) is arranged in a cylinder crankcase sub-circuit (5) and wherein the first connections (9a) each have a flow connection with one of the cylinder banks (3a) in pairs, **characterised in that** the first control valve (10) is configured as ball valve rotatable about an axis of rotation (A), wherein the first connections (9a) are arranged radially thereon and the second connection (9b) is arranged axially thereon.
2. Coolant circuit for an internal combustion engine according to claim 1, **characterised in that** the quantity of coolant to be fed to the first control valve (10) in each switch position of the first control valve (10) is to be distributed evenly over all the first connections (9a).
3. Coolant circuit for an internal combustion engine according to claim 1 or 2, **characterised in that** each of the cylinder banks (3a) can be supplied with coolant in parallel via its own cylinder crankcase feed (5a).

4. Coolant circuit for an internal combustion engine according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the first control valve (10) is arranged downstream of the cylinder crankcase (3), wherein the second connection (9b) has a flow connection with a cylinder crankcase return (5b). 5
5. Coolant circuit for an internal combustion engine according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the first control valve (10) is arranged upstream of the cylinder crankcase (3), wherein the second connection (9b) has a flow connection with a shared cylinder crankcase feed (5c). 10
6. Coolant circuit for an internal combustion engine according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the coolant can be circulated by the coolant pump (7) at least at times between a main heat exchanger (8) and the cylinder heads (4) and/or the cylinder crankcase (3). 15 20
7. Coolant circuit for an internal combustion engine according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** each cylinder head (4) has its own cylinder head feed (6a) and its own cylinder head return (6b), wherein the cylinder crankcase feeds (5a) and the cylinder head feeds (6a) are fed from a shared feed section (14) downstream of the coolant pump (7). 25
8. Coolant circuit for an internal combustion engine according to claim 7, **characterised in that** the cylinder crankcase return (5b) can be merged with the cylinder head returns (6b) at a connection point (13), to form a shared return section (15). 30 35
9. Coolant circuit for an internal combustion engine according to claim 8, **characterised in that** the shared return section (15) leads to the main heat exchanger (8) and the shared feed section (14) leaves the main heat exchanger (8). 40
10. Coolant circuit for an internal combustion engine according to any one of claims 7 to 9, **characterised in that** in the shared feed section (14) there is arranged between main heat exchanger (8) and coolant pump (7) a second control valve (11), into which additionally a branch (16) of the shared return section (15) leads, bypassing the main heat exchanger (8). 45 50

## Revendications

1. Circuit de liquide de refroidissement (1) pour un moteur à combustion interne (2), présentant un carter de moteur à cylindres (3) avec au moins deux bancs de cylindres (3a), ainsi que des têtes de cylindres (4) associées, dans lequel le carter de moteur à cy-

lindres (3) et les têtes de cylindre (4) peuvent être soumis à l'action d'un liquide de refroidissement exercée par une pompe de liquide de refroidissement (7) par l'intermédiaire de circuits partiels (5, 6) séparés, s'étendant l'un par rapport à l'autre de manière parallèle, du circuit de liquide de refroidissement (1), dans lequel une première soupape de réglage (10) avec au moins deux premiers raccords (9a) pouvant être commutés de manière synchrone et un deuxième raccord (9b) est disposée dans un circuit partiel (5) de carter de moteur à cylindres et dans lequel les premiers raccords (9a) sont reliés fluidiquement par paires à respectivement un des bancs de cylindres (3a), **caractérisé en ce que** la première soupape de réglage (10) est réalisée sous la forme d'une soupape sphérique pouvant tourner autour d'un axe de rotation (A), dans lequel les premiers raccords (9a) sont disposés de manière radiale et le deuxième raccord (9b) est disposé de manière axiale au niveau de la soupape sphérique.

2. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la quantité de liquide de refroidissement à amener à la première soupape de réglage (10) est à répartir de manière homogène dans chaque position de commutation de la première soupape de réglage (10) sur tous les premiers raccords (9a).
3. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les bancs de cylindres (3a) peuvent être soumis à l'action d'un liquide de refroidissement de manière parallèle par l'intermédiaire de respectivement une arrivée de carter de moteur à cylindres (5a) propre.
4. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 3, **caractérisé en ce que** la première soupape de réglage (10) est disposée en aval du carter de moteur à cylindres (3), dans lequel le deuxième raccord (9b) est relié fluidiquement à un retour de carter de moteur à cylindres (5b).
5. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la première soupape de réglage (10) est disposée en aval du carter de moteur à cylindres (3), dans lequel le deuxième raccord (9b) est relié fluidiquement à une arrivée de carter de moteur à cylindres (5c) commune.
6. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le liquide

de refroidissement peut circuler grâce à la pompe de liquide de refroidissement (7) au moins en partie entre un échangeur de chaleur principal (8) et les têtes de cylindre (4) et/ou le carter de moteur à cylindres (3).

5

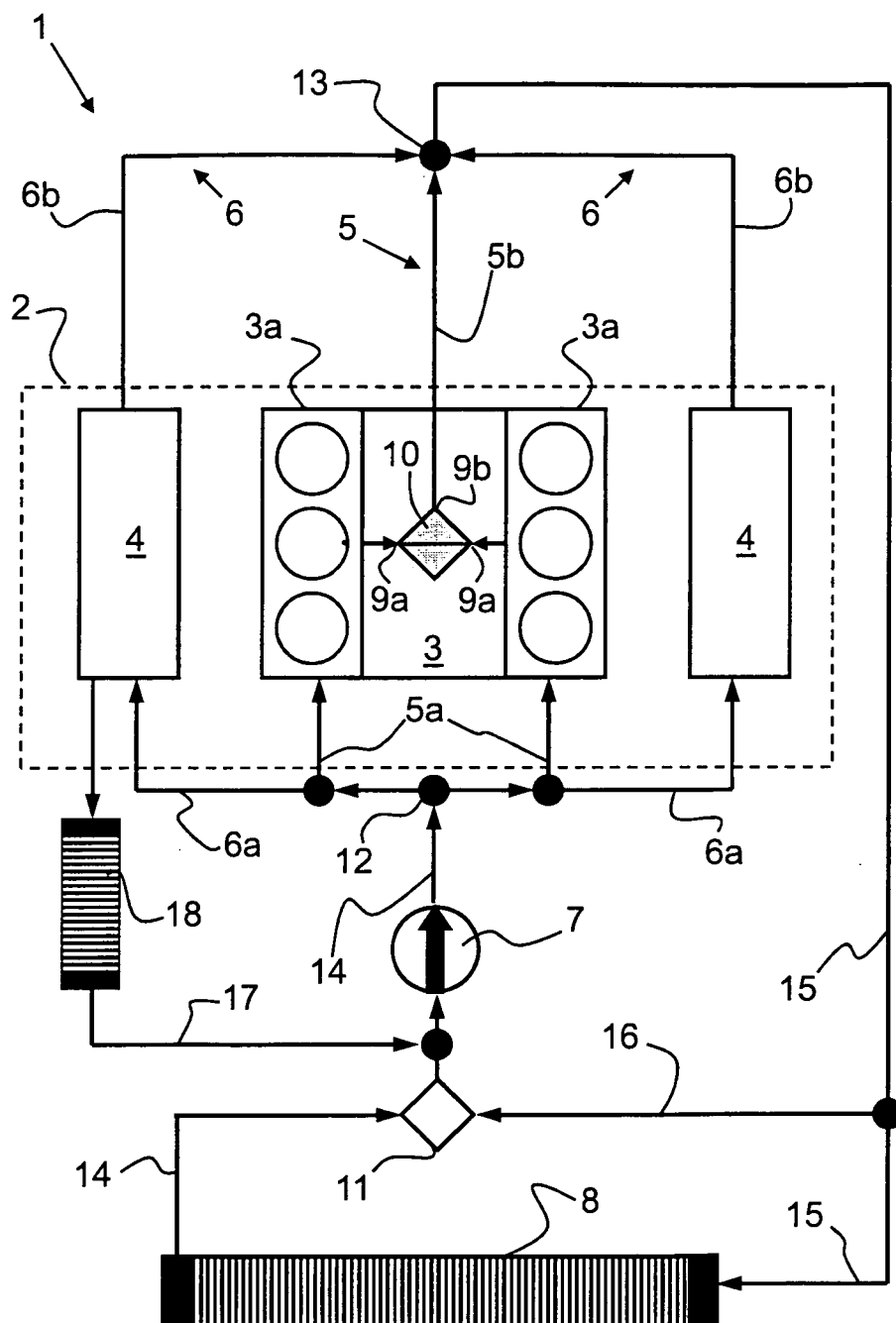
7. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** chaque tête de cylindre (4) présente une arrivée de tête de cylindre (6a) propre et un retour de tête de cylindre (6b) propre, dans lequel les arrivées de carter de moteur à cylindres (5a) et les arrivées de tête de cylindre (6a) sont alimentées à partir d'une section d'arrivée (14) commune en aval de la pompe de liquide de refroidissement (7). 10 15
8. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le retour de carter de moteur à cylindres (5b) peut être regroupé au niveau d'un emplacement de liaison (13) avec les retours de tête de cylindre (6b) en une section de retour (15) commune. 20
9. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la section de retour (15) commune mène à l'échangeur de chaleur principal (8) et la section d'arrivée (14) commune part de l'échangeur de chaleur principal (8). 25 30
10. Circuit de liquide de refroidissement pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce qu'**est disposée, dans la section d'arrivée (14) commune, une deuxième soupape de réglage (11) entre l'échangeur de chaleur principal (8) et la pompe de liquide de refroidissement (7), dans laquelle débouche en supplément un embranchement (16) de la section de retour (15) commune en contournant l'échangeur de chaleur principal (8). 35 40

45

50

55





**Fig. 1**

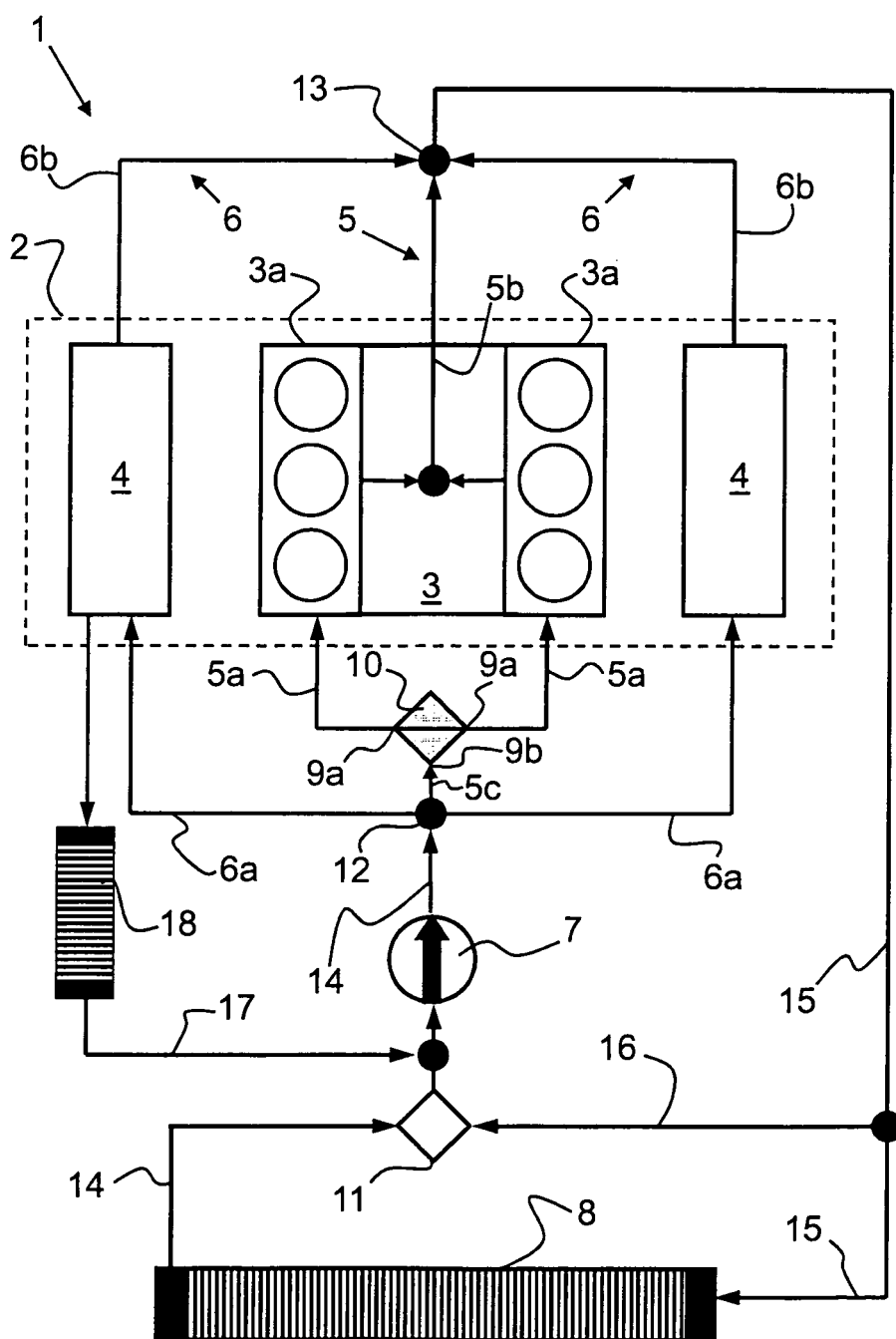


Fig. 2

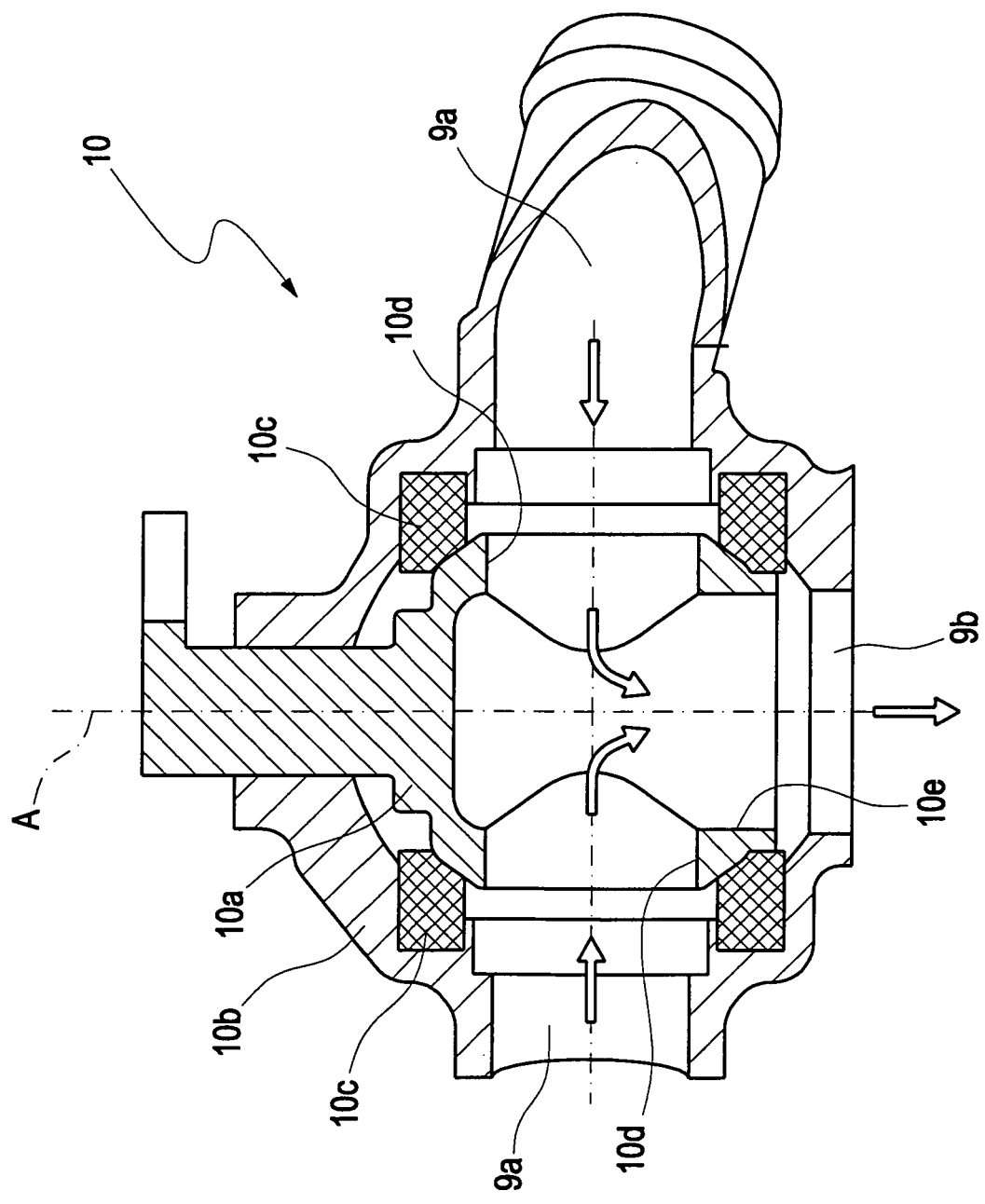


Fig. 3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10318744 A1 [0003]
- DE 102006044680 A1 [0003]
- DE 19803885 A1 [0004]
- JP 60019912 A [0004]
- DE 10021525 A1 [0005]
- US 5497734 A [0007]
- JP 10184358 A [0007]