

(19)



(11)

EP 3 405 660 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.05.2020 Patentblatt 2020/19

(51) Int Cl.:
F01P 11/16 ^(2006.01) **F01P 3/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16809349.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/079985

(22) Anmeldetag: **07.12.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/125196 (27.07.2017 Gazette 2017/30)

(54) **NACHLAUFKÜHLSYSTEM, ZYLINDERKOPF SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES NACHLAUFKÜHLSYSTEMS**

COOLING SYSTEM AFTER ENGINE SHUT-DOWN, CYLINDER HEAD, AND METHOD FOR OPERATING A COOLING SYSTEM AFTER ENGINE SHUT-DOWN

SYSTÈME DE REFRROIDISSEMENT APRÈS ARRÊT DU MOTEUR ET PROCÉDÉ PERMETTANT DE FAIRE FONCTIONNER UN TEL SYSTÈME

(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: **18.01.2016 DE 102016200508**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **EISENSCHENK, Christoph**
85276 Pfaffenhofen (DE)
• **SCHEUER, Thomas**
80992 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 923 548 US-A- 3 835 822
US-A- 4 728 306

EP 3 405 660 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Nachlaufkühlsystem, einen Zylinderkopf für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs sowie ein Verfahren zum Betrieb eines Nachlaufkühlsystems.

[0002] Moderne Verbrennungsmotoren mit Kraftstoffdirekteinspritzung müssen aus Gründen der Kraftstoffeffizienz möglichst heiß betrieben werden, um die motorinterne Reibung zu reduzieren. Dies führt jedoch dazu, dass die beispielsweise mit der Auslass-Nockenwelle betriebene Kraftstoff-Hochdruckpumpe ebenfalls erwärmt wird, da diese im Bereich des Verbrennungsmotors vorgesehen ist. Beispielsweise kann die Kraftstoff-Hochdruckpumpe über eine Halterung direkt am Zylinderkopf des Verbrennungsmotors angeordnet sein.

[0003] Unter Umständen kann es vorkommen, dass sich die Kraftstoff-Hochdruckpumpe sehr stark erwärmt, wodurch gerade beim Heißabstellen des Verbrennungsmotors lokal sehr heiße Bereiche auftreten können, die dazu führen, dass der Kraftstoff in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verdampft. Dies tritt insbesondere bei leicht flüchtigen Otto-Winterkraftstoffen auf, die bei Kraftstoffdrücken von ca. 5 bis 6 bar relativ bereits bei ca. 100 °C siedend. Beim Verdampfen des Kraftstoffs entstehen dann Blasen, die die Kraftstoff-Förderung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe beeinträchtigen und auf der Hochdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zu einem ungenügenden Kraftstoffdruck und/oder Kraftstofffördevolumen beim erneuten Startversuch des Verbrennungsmotors führen. Dies kann zur Folge haben, dass der Motor nicht direkt startet oder kurz nach dem Start wieder abstirbt und sich erst wieder erfolgreich starten und betreiben lässt, wenn sich das System abgekühlt hat und der Kraftstoff im Niederdruck-Bereich des Kraftstoffsystems wieder in ausreichendem Maße flüssig ist, sodass die Kraftstoff-Hochdruckpumpe wieder in ausreichendem Maße flüssigen Kraftstoff fördern und somit im Hochdruck-Bereich des Kraftstoffsystems wieder Kraftstoff-Hochdruck aufbauen kann.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind kostenintensive Maßnahmen bekannt, um das oben genannte Problem zu lösen. Beispielsweise wird der Vorförderdruck erhöht, sodass die Siedetemperatur des Kraftstoffs im Niederdruck-Bereich des Kraftstoffsystems angehoben wird. Hierzu muss das Kraftstoffsystem auf höhere Drücke entsprechend ausgelegt werden, was höhere Kosten verursacht. Eine alternative Möglichkeit ist es, eine aktive Wasserkühlung zu verwenden, mit der die Kraftstoff-Hochdruckpumpe aktiv gekühlt wird. Auch hierbei entstehen hohe Kosten, da zusätzliche Komponenten verbaut werden, die zudem noch Platz benötigen, der üblicherweise in einem Motorraum eines Kraftfahrzeugs nicht vorhanden ist.

[0005] Aus der US 4 728 306 A ist ein Nachlaufkühlsystem mit einer Pumpe bekannt, die nach dem Abstellen eines Verbrennungsmotors Kühlmittel durch eine Kraftstoffpumpe des Verbrennungsmotors pumpt.

[0006] In der EP 1923 548 A2 ist ein Verbrennungsmotor mit einer Turboladernachlaufkühlung gezeigt.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kraftstoffpumpe in einfacher Weise, kostengünstig und effizient zu kühlen.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Nachlaufkühlsystem gelöst, mit einer Pumpe, einem Kühlmittelkanal für ein Kühlmittel und zumindest einem zu kühlenden Bauteil, wobei der Kühlmittelkanal einer Kraftstoffpumpe zugeordnet ist. Hierbei erstreckt sich der Kühlmittelkanal durch eine Halterung der Kraftstoffpumpe. Auf diese Weise wird verhindert, dass Wärme vom Motorblock oder Zylinderkopf durch die Halterung zur Kraftstoffpumpe wandert. Vorteilhaft hieran ist, dass die Kraftstoffpumpe in einfacher Weise gewechselt werden kann, ohne dass ein Kühlkreislauf unterbrochen und wieder neu hergestellt werden muss.

[0009] Der Grundgedanke der Erfindung ist es, ein Nachlaufkühlsystem derart auszubilden, dass das ohnehin vorhandene Nachlaufkühlsystem dazu verwendet wird, eine Überhitzung der Kraftstoffpumpe zu verhindern, falls das Kraftfahrzeug heiß abgestellt wird. Entsprechend entstehen keine zusätzlichen Kosten für zwei separate Kühlsysteme, da nicht jede einzelne Komponente des Verbrennungsmotors mit einem separat ausgebildeten Nachlaufkühlsystem gekühlt wird, sondern sich zumindest zwei Komponenten ein gemeinsames Nachlaufkühlsystem teilen. Es hat sich herausgestellt, dass die Kühlleistung ausreichend hoch ist, sodass mehrere Komponenten von einem gemeinsamen Kühlsystem gekühlt werden können. Bei der Kraftstoffpumpe handelt es sich beispielsweise um eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe.

[0010] Insbesondere handelt es sich bei dem zumindest einen zu kühlenden Bauteil um einen Abgasturbolader. Neben der Kraftstoffpumpe wird somit der Abgasturbolader gekühlt. Der Abgasturbolader wird üblicherweise mit einem Wasser-Glykol-Gemisch als Kühlmittel gekühlt. Das zur Kühlung des Abgasturboladers verwendete Kühlsystem kann derart umgestaltet werden, dass es gleichzeitig die Kraftstoffpumpe kühlt, um sicherzustellen, dass der Kraftstoff nicht verdampft.

[0011] Bei dem zumindest einen zu kühlenden Bauteil kann es sich um einen Zylinderkopf handeln. Der Zylinderkopf ist mit der Kraftstoffpumpe direkt oder indirekt verbunden. Hierdurch können gleichzeitig Komponenten des Zylinderkopfs gekühlt werden.

[0012] Gerade bei der Kühlung des Abgasturboladers muss sichergestellt sein, dass die Kühlung des Abgasturboladers auch beim Heißabstellen des Motors aufrecht erhalten wird, um Temperaturschäden am Abgasturbolader auszuschließen. Diese Nachlaufkühlung kann entsprechend für die Kraftstoffpumpe verwendet werden, sodass auch beim Heißabstellen des Verbrennungsmotors ein Verdampfen des Kraftstoffs verhindert wird.

[0013] Die Nachlaufkühlung wird dadurch realisiert, dass eine Pumpe, insbesondere eine elektrische Haupt-

wasserpumpe oder eine separate elektrische Zusatzpumpe, vorgesehen ist, die das Kühlmittel durch den Kühlmittelkanal fördert, der der Kraftstoffpumpe und dem Abgasturbolader und/oder dem Zylinderkopf als zu kühlende Bauteile oder als zu kühlendes Bauteil zugeordnet ist.

[0014] Alternativ oder ergänzend können auch andere Komponenten des Verbrennungsmotors, die nachlaufend gekühlt werden, Teil des Nachlaufkühlsystems sein und sich einen gemeinsamen Kühlmittelkanal und eine Pumpe teilen.

[0015] Gemäß einem Aspekt erstreckt sich der Kühlmittelkanal durch die Kraftstoffpumpe, beispielsweise durch deren Gehäuse. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Kraftstoffpumpe und der darin befindliche Kraftstoff im Wesentlichen direkt gekühlt werden, da das Kühlmittel unmittelbar durch die Kraftstoffpumpe strömt, insbesondere durch einen Gehäusebereich der Kraftstoffpumpe. Etwaige Wärmeübertragungsverluste können so minimiert werden.

[0016] Gemäß einem Aspekt ist ein Kühlmittelkühler im Nachlaufkühlsystem zumindest stückweise parallel zu oder in Reihe mit dem Kühlmittelkanal vorgesehen. Hierdurch lässt sich eine besonders wirkungsvolle Kühlung erreichen, insbesondere der Kraftstoffpumpe und der zu kühlenden Bauteile. Der Kühlmittelkühler erzeugt eine noch höhere Kühlwirkung.

[0017] Insbesondere kann dem Nachlaufkühlsystem ein Lüfter zugeordnet sein. Der Lüfter kann dazu verwendet werden, die zusätzliche Kühlwirkung des Kühlmittelkühlers nochmals zu erhöhen.

[0018] Die Aufgabe der Erfindung wird zudem durch einen Zylinderkopf für einen Verbrennungsmotor gelöst, durch den sich ein Teil des Kühlmittelkanals eines Nachlaufkühlsystems der zuvor genannten Art erstreckt. Die Kraftstoffpumpe ist hierbei mittels einer Halterung am Zylinderkopf angebracht, wobei sich der Kühlmittelkanal in der Nähe des Bereichs befindet, in dem die Halterung für die Kraftstoffpumpe am Zylinderkopf angeordnet ist. Der Zylinderkopf umfasst somit einen Bereich des Kühlmittelkanals, sodass der Zylinderkopf zur Kühlung von zu kühlenden Bauteilen und/oder der Kraftstoffpumpe dient. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Kraftstoffpumpe in indirekter Weise gekühlt wird, da das Kühlmittel direkt im Anbindungsbereich der Kraftstoffpumpe durch den separat hiervon ausgebildeten Zylinderkopf strömt. "Indirekte Kühlung" bedeutet dabei, dass eine Wärmeübertragung von einem heißen Bauteil zur Kraftstoffpumpe verhindert ist. Ein Wechsel der Kraftstoffpumpe ist in einfacher Weise möglich, da keine Kühlmittelleitungen durch die Kraftstoffpumpe selbst laufen. Ferner ist so eine einheitliche Schnittstelle für unterschiedliche Kraftstoffpumpen geschaffen, über die die entsprechend angebundene Kraftstoffpumpe gekühlt werden kann.

[0019] Ferner stellt die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Nachlaufkühlsystems der zuvor genannten Art bereit, bei dem der Betrieb der Pumpe des Nachlauf-

kühlsystems anhand einer ermittelten bedarfsgerechten Ansteuerung erfolgt. Hierdurch ist es möglich, die Kühlung durch das Nachlaufkühlsystem zu optimieren, da diese bedarfsgerecht erfolgt. Hierzu kann vom Nachlaufkühlsystem die jeweils größte Einzel-Kühlungsanforderung der jeweiligen zu kühlenden Komponenten erfüllt werden. Hierdurch lässt sich der vom Nachlaufkühlsystem benötigte Energieverbrauch bedarfsgerecht minimieren.

[0020] Ein Aspekt sieht vor, dass die Ansteuerung der Pumpe aus bekannten Größen eines Motorsteuergeräts ermittelt wird, insbesondere über eine Software zur Bestimmung der Mindest-Kühlungsanforderung des zumindest einen zu kühlenden Bauteils und der Kraftstoffpumpe. Es ist somit in einfacher Weise möglich, die bedarfsgerechte Ansteuerung der Pumpe zu realisieren, da keine zusätzlichen Werte zuvor ermittelt werden müssen.

[0021] Ferner kann das Nachlaufkühlsystem einen Lüfter umfassen, dessen Betrieb anhand einer ermittelten Ansteuerung erfolgt. Der Lüfter hat einen Einfluss auf die Kühlleistung, weswegen eine unterschiedliche Ansteuerung des Lüfters eine entsprechend andere Kühlleistung hervorrufen kann.

[0022] Insbesondere wird die Ansteuerung des Lüfters aus bekannten Größen eines Motorsteuergeräts ermittelt, insbesondere über eine Software zur Bestimmung der Mindest-Kühlungsanforderung des zumindest einen zu kühlenden Bauteils und der Kraftstoffpumpe. Es ist somit in einfacher Weise möglich, die bedarfsgerechte Ansteuerung des Lüfters zu realisieren, da keine zusätzlichen Werte zuvor ermittelt werden müssen.

[0023] Bei den bekannten Größen zur Ermittlung der Ansteuerung der Pumpe und/oder des Lüfters handelt es sich beispielsweise um Größen des aktuellen Motorbetriebs, z. B. aktuelle Kühlmitteltemperatur, aktuelle Öltemperatur, über einen bestimmten Zeitraum gemittelte aktuelle Motorleistung und/oder aktuelle Umgebungstemperatur.

[0024] Gemäß einem weiteren Aspekt ist dem Nachlaufkühlsystem mindestens ein schaltbares Stellglied zugeordnet, das beim Betrieb des Nachlaufkühlsystems so geschaltet wird, dass eine möglichst gute Kühlwirkung für das zumindest eine zu kühlende Bauteil und/oder die Kraftstoffpumpe erzielt wird. Hiermit ist es möglich, die Kühlleistung bedarfsgerecht zu schalten.

[0025] Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 eine Perspektivansicht eines Verbrennungsmotors mit einem erfindungsgemäßen Zylinderkopf,
- Figur 2 eine Schnittdarstellung eines Teils des Verbrennungsmotors aus Figur 1,
- Figur 3 eine schematische Übersicht eines erfindungsgemäßen Nachlaufkühlsystems bei einem

Verbrennungsmotor gemäß einer ersten Ausführungsform, und

- Figur 4 eine schematische Übersicht eines erfindungsgemäßen Nachlaufkühlsystems bei einem Verbrennungsmotor gemäß einer zweiten Ausführungsform.

[0026] In Figur 1 ist ein Verbrennungsmotor 10 gezeigt, der einen Motorblock 12 sowie einen Zylinderkopf 14 aufweist, der mit dem Motorblock 12 gekoppelt ist.

[0027] Der Verbrennungsmotor 10 umfasst zudem eine Kraftstoffpumpe 16, die in der gezeigten Ausführungsform über eine Halterung 18 in Form eines Pumpenträgers am Zylinderkopf 14 befestigt ist. Bei der Kraftstoffpumpe 16 kann es sich um eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe handeln. Darüber hinaus weist der Verbrennungsmotor 10 einen Abgasturbolader 20 auf, der ein zu kühlendes Bauteil des Verbrennungsmotors 10 ist.

[0028] Der Verbrennungsmotor 10 weist ferner ein Nachlaufkühlsystem 22 auf, mit dem unter anderem der Abgasturbolader 20 und die Kraftstoffpumpe 16 gekühlt werden, wie nachfolgend erläutert wird.

[0029] Das Nachlaufkühlsystem 22 ist insbesondere derart ausgebildet, dass die zu kühlenden Komponenten bzw. Bauteile des Verbrennungsmotors 10 auch dann noch gekühlt werden, wenn der Verbrennungsmotor 10 heiß abgestellt wird.

[0030] Hierzu weist das Nachlaufkühlsystem 22 eine eigene Pumpe 24 auf, die in der gezeigten Ausführungsform als elektrische Zusatzpumpe ausgebildet ist (siehe Figur 3). Alternativ kann eine nicht-elektrische Pumpe vorgesehen sein. Des Weiteren umfasst das Nachlaufkühlsystem 22 einen Kühlmittelkanal 26 für ein Kühlmittel, der sich von der Pumpe 24 durch den Zylinderkopf 14 bis zum Abgasturbolader 20 erstreckt.

[0031] Der Kühlmittelkanal 26 weist dementsprechend einen Kühlmittelvorlauf 28 auf, welcher sich von der Pumpe 24 bis in den Zylinderkopf 14 erstreckt. Vom Kühlmittelvorlauf 28 abgehend verläuft der Kühlmittelkanal 26 entlang eines Bereichs 29 innerhalb des Zylinderkopfs 14, der der Halterung 18 der Kraftstoffpumpe 16 zugeordnet ist. Das durch den Kühlmittelkanal 26 strömende Kühlmittel (K), welches durch den Pfeil dargestellt ist, reduziert dabei die vom Verbrennungsmotor 10 an die Halterung 18 übertragene Wärme (W), die ebenfalls durch entsprechende Pfeile dargestellt ist. Der Wärmeeintrag des Verbrennungsmotors 10 in die Halterung 18 und die daran angebundene Kraftstoffpumpe 16 ist daher deutlich reduziert, weswegen auch der in der Kraftstoffpumpe 16 vorhandene Kraftstoff nicht so stark erhitzt wird, dass er siedeln könnte.

[0032] Nachdem das Kühlmittel durch den Zylinderkopf 14 geströmt ist, strömt das Kühlmittel in eine Abgasturbolader-Vorlaufleitung 30, welche sich in der gezeigten Ausführungsform seitlich am Motorblock 12 befindet und zu einem Eintritt 32 des Abgasturboladers 20 führt. Der Abgasturbolader 20 wird demnach durch das-

selbe Kühlmittel gekühlt, welches zuvor die Kraftstoffpumpe 16 gekühlt hat.

[0033] Zudem umfasst der Verbrennungsmotor 10 eine beispielweise mechanisch angetriebene Wasserpumpe 34.

[0034] Aufgrund der vorgesehenen Pumpe 24 ist eine Nachlaufkühlung geschaffen, die auch noch aktiv ist, wenn der Verbrennungsmotor 10 bei einem Heißabstellen ausgeschaltet ist bzw. noch nachläuft. Dementsprechend wird das Kühlmittel bei einem heißabgestellten Verbrennungsmotor noch durch den Kühlmittelkanal 26 gefördert, um die Kraftstoffpumpe 16 und den Abgasturbolader 20 zu kühlen. Bei einer elektrischen Pumpe als Pumpe 24 kann die Nachlaufkühlung entsprechend unabhängig vom Betrieb des Verbrennungsmotors erfolgen.

[0035] Das zur Kühlung des Abgasturboladers 20 verwendete Kühlmittel wird somit zunächst in den Zylinderkopf 14 umgeleitet, sodass das Kühlmittel den Zylinderkopf 14 kühlt bzw. den Wärmeeintrag verringert, insbesondere in den Bereich 29, an dem die Halterung 18 mit der Kraftstoffpumpe 16 angeordnet ist. Insofern wird die Kraftstoffpumpe 16 und der darin enthaltene Kraftstoff indirekt gekühlt, wodurch wirkungsvoll verhindert wird, dass der Kraftstoff verdampft und sich Dampfblasen bilden, die zu einem schlechten Startverhalten des Verbrennungsmotors 10 führen können. Nach der Kühlung der Kraftstoffpumpe 16 wird der Abgasturbolader 20 von demselben Kühlmittel gekühlt.

[0036] Alternativ zu der gezeigten Ausführungsform, bei der der Kühlmittelkanal 26 die Kraftstoffpumpe 16 indirekt kühlt, kann auch vorgesehen sein, dass die Kraftstoffpumpe 16 in ihrem Gehäuse eine Schnittstelle aufweist, an die der Kühlmittelkanal 26 angeschlossen werden kann, sodass der Kühlmittelkanal 26 zumindest teilweise durch die Kraftstoffpumpe 16 selbst laufen würde.

[0037] Eine besonders wirkungsvolle Kühlung der beschriebenen Bauteile wird erreicht, wenn im Nachlaufkühlsystem 22 ein Kühlmittelkühler 40, beispielsweise in Form eines Luft-Kühlmittel-Wärmetauschers, in Reihe oder zumindest stückweise parallel zum Kühlmittelkanal 16 eingebunden ist und zumindest mit einem Teilvolumenstrom des Kühlmittels durchströmt wird (siehe Figur 4).

[0038] Die zusätzliche Kühlwirkung des Kühlmittelkühlers 40 auf das Kühlmittel und damit auch auf die zu kühlenden Bauteile kann beispielsweise durch den Betrieb eines, insbesondere elektrischen, Lüfters 41 nach dem Heißabstellen des Verbrennungsmotors 10 noch erhöht werden. Durch den Betrieb der Pumpe 24 wird dabei zumindest ein Teilvolumenstrom des Kühlmittels durch den Kühlmittelkühler 40 gepumpt, welches durch den Betrieb des Lüfters 41 zusätzlich gekühlt wird und damit eine wirkungsvollere Kühlung der zu kühlenden Bauteile ermöglicht, insbesondere der Kraftstoffpumpe 16 und des Abgasturboladers 20 und/oder des Zylinderkopfes 14.

[0039] Die Reihenfolge, in der die zu kühlenden Komponenten mit dem Kühlmittel durchströmt werden, ist hier

nur beispielhaft dargestellt und kann beliebig gewählt werden. Beispielsweise kann die in den Figuren 2 bis 4 schematisch, mit Hilfe der Pfeile dargestellte Strömungsrichtung des Kühlmittels auch in die Gegenrichtung umgekehrt werden, sodass z. B. ausgehend von der Pumpe 24 erst der Abgasturbolader 20 und dann die Kraftstoffpumpe 16 gekühlt wird.

[0040] Da keine zusätzlichen Bauteile benötigt werden, ist das Nachlaufkühlsystem 22, mit dem die Kraftstoffpumpe 16 und der Abgasturbolader 20 gekühlt werden, besonders kostengünstig ausgebildet, da lediglich auf bereits verwendete Bauteile zurückgegriffen wird, die zur Nachlaufkühlung des Abgasturboladers 20 dienen.

[0041] Zudem werden keine zusätzlichen elektronischen Komponenten benötigt, da die bereits vorhandenen elektronischen Komponenten der Nachlaufkühlung des Abgasturboladers 20 lediglich angepasst werden müssen.

[0042] Darüber hinaus kann auf aufwendige Entlüftungsmaßnahmen bei dem Nachlaufkühlsystem 22 verzichtet werden, da die Kraftstoffpumpe 16 im eingebauten Zustand des Verbrennungsmotors 10 oberhalb der Komponenten des Nachlaufkühlsystems 22 liegt, wodurch eine Siphonbildung im Nachlaufkühlsystem 22 vermieden wird.

[0043] Des Weiteren ist bei dem Nachlaufkühlsystem 22 oder dem Zylinderkopf 14 eine zusätzliche Kühlfunktion für thermisch hochbeanspruchte Bereiche des Zylinderkopfes 14 geschaffen, beispielsweise Auslassventilstege.

[0044] Eine besonders vorteilhafte erfindungsgemäße Umsetzung ergibt sich, wenn die Kühlung der Komponenten bedarfsgerecht erfolgt. Dabei muss vom Nachlaufkühlsystem 22 die jeweils größte Einzel-Kühlungsanforderung der jeweiligen, zu kühlenden Komponenten erfüllt werden.

[0045] Eine solche Einzel-Kühlungsanforderung besteht beispielsweise aus der Kombination einer Ansteuer-Dauer und einer Ansteuer-Intensität, z. B. zur Variation des geförderten Kühlmittel-Volumenstroms, der Pumpe 24, einer Ansteuer-Dauer und Ansteuer-Intensität, z. B. zur Variation der Drehzahl, eines Lüfters 41 sowie einer Ansteuer-Dauer und einem Ansteuer-Signal von eventuell weiteren schaltbaren Komponenten im Nachlaufkühlsystem 22, beispielsweise eines elektrisch geschalteten Stellglieds 42 (siehe Figur 4).

[0046] Die Ermittlung der Einzel-Kühlungsanforderung einer Komponente kann z. B. über ein empirisches oder physikalisches Modell, beispielsweise in Form eines Modells der maximalen Temperatur der Komponente für den Zeitbereich nach einem möglichen Abstellen des Verbrennungsmotors 10 erfolgen, welches im Motorsteuergerät hinterlegt ist.

[0047] Beispielsweise kann aus Größen des aktuellen Motorbetriebs, z. B. aktuelle Kühlmitteltemperatur, aktuelle Öltemperatur, über einen bestimmten Zeitraum gemittelte aktuelle Motorleistung, aktuelle Umgebungstemperatur usw., die Notwendigkeit und die Größe einer Ein-

zel-Kühlungsanforderung beispielsweise der Kraftstoffpumpe 16 oder des Abgasturboladers 20 ermittelt werden.

[0048] Wenn sich daraus die Notwendigkeit der Nachlaufkühlung mindestens einer Komponente ergibt, wird beim Abstellen des Verbrennungsmotors 10 das Nachlaufkühlsystem 22 aktiviert und entsprechend der größten Einzel-Kühlungsanforderung aller zu kühlenden Komponenten bedarfsgerecht betrieben.

[0049] Dadurch lässt sich der vom Nachlaufkühlsystem 22 benötigte Energieverbrauch entsprechend minimieren.

[0050] Somit sind in einfacher Weise ein Nachlaufkühlsystem 22 sowie ein Zylinderkopf 14 geschaffen, mit denen eine aktive Kühlung der Kraftstoffpumpe 16 effizient und kostengünstig gewährleistet werden kann.

[0051] Beispielsweise kann aus Größen des aktuellen Motorbetriebs, z. B. aktuelle Kühlmitteltemperatur, aktuelle Öltemperatur, über einen bestimmten Zeitraum gemittelte aktuelle Motorleistung, aktuelle Umgebungstemperatur usw., die Notwendigkeit und die Größe einer Einzel-Kühlungsanforderung beispielsweise der Kraftstoffpumpe 16 oder des Abgasturboladers 20 ermittelt werden.

[0052] Wenn sich daraus die Notwendigkeit der Nachlaufkühlung mindestens einer Komponente ergibt, wird beim Abstellen des Verbrennungsmotors 10 das Nachlaufkühlsystem 22 aktiviert und entsprechend der größten Einzel-Kühlungsanforderung aller zu kühlenden Komponenten bedarfsgerecht betrieben.

[0053] Dadurch lässt sich der vom Nachlaufkühlsystem 22 benötigte Energieverbrauch entsprechend minimieren.

[0054] Somit sind in einfacher Weise ein Nachlaufkühlsystem 22 sowie ein Zylinderkopf 14 geschaffen, mit denen eine aktive Kühlung der Kraftstoffpumpe 16 effizient und kostengünstig gewährleistet werden kann.

Patentansprüche

1. Nachlaufkühlsystem (22) mit einer Pumpe (24), einem Kühlmittelkanal (26) für ein Kühlmittel und zumindest einem zu kühlenden Bauteil, wobei der Kühlmittelkanal (26) einer Kraftstoffpumpe (16) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kühlmittelkanal (26) durch eine Halterung (18) der Kraftstoffpumpe (16) erstreckt.
2. Nachlaufkühlsystem (22) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu kühlende Bauteil ein Abgasturbolader (20) ist.
3. Nachlaufkühlsystem (22) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu kühlende Bauteil ein Zylinderkopf (14) ist.
4. Nachlaufkühlsystem (22) nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kühlmittelkanal (26) durch die Kraftstoffpumpe (16) erstreckt.

5. Nachlaufkühlsystem (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kühlmittelkühler (40) im Nachlaufkühlsystem (22) zumindest stückweise parallel zu oder in Reihe mit dem Kühlmittelkanal (26) vorgesehen ist. 5
6. Nachlaufkühlsystem (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Nachlaufkühlsystem (22) ein Lüfter (41) zugeordnet ist. 10
7. Zylinderkopfanordnung mit einem Nachlaufkühlsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, (14) für einen Verbrennungsmotor (10), wobei sich durch die Zylinderkopfanordnung ein Kühlmittelkanal des Nachlaufkühlsystems erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffpumpe (16) mittels der Halterung (18) am Zylinderkopf (14) angebracht ist und dass sich der Kühlmittelkanal (26) in der Nähe des Bereichs befindet, in dem die Halterung (18) für die Kraftstoffpumpe (16) mit dem Zylinderkopf (14) verbunden ist. 15 20 25
8. Verfahren zum Betrieb eines Nachlaufkühlsystems (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Betrieb der Pumpe (24) des Nachlaufkühlsystems (22) anhand einer ermittelten Ansteuerung erfolgt. 30
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung der Pumpe (24) aus bekannten Größen eines Motorsteuergeräts ermittelt wird, insbesondere über eine Software zur Bestimmung der Mindest-Kühlungsanforderung des zumindest einen zu kühlenden Bauteils und der Kraftstoffpumpe (16). 35
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nachlaufkühlsystem (22) einen Lüfter (41) umfasst, dessen Betrieb anhand einer ermittelten bedarfsgerechten Ansteuerung erfolgt. 40
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung des Lüfters (41) aus bekannten Größen eines Motorsteuergeräts ermittelt wird, insbesondere über eine Software zur Bestimmung der Mindest-Kühlungsanforderung des zumindest einen zu kühlenden Bauteils und der Kraftstoffpumpe (16). 45 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein schaltbares Stellglied (42) dem Nachlaufkühlsystem (22) zugeordnet ist, das beim Betrieb des Nachlauf-

kühlsystems (22) so geschaltet wird, dass eine möglichst gute Kühlwirkung für das zumindest eine zu kühlende Bauteil und/oder die Kraftstoffpumpe (16) erzielt wird.

Claims

1. An engine-off cooling system (22), with a pump (24), a coolant duct (26) for a coolant and at least one component which is to be cooled, wherein the coolant duct (26) is associated with a fuel pump (16), **characterised in that** the coolant duct (26) extends through a holding means (18) of the fuel pump (16). 10
2. An engine-off cooling system (22) according to Claim 1, **characterised in that** the component which is to be cooled is an exhaust turbocharger (20). 15
3. An engine-off cooling system (22) according to Claim 1 or Claim 2, **characterised in that** the component which is to be cooled is a cylinder head (14). 20
4. An engine-off cooling system (22) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the coolant duct (26) extends through the fuel pump (16). 25
5. An engine-off cooling system (22) according to one of the preceding claims, **characterised in that** a coolant cooler (40) is provided in the engine-off cooling system (22) at least piece-wise parallel to or in series with the coolant duct (26). 30
6. An engine-off cooling system (22) according to one of the preceding claims, **characterised in that** a fan (41) is associated with the engine-off cooling system (22). 35
7. A cylinder head assembly with a engine-off cooling system according to one of the preceding claims (14) for an internal combustion engine (10), wherein a coolant duct of the engine-off cooling system extends through the cylinder head assembly, **characterised in that** the fuel pump (16) is attached to the cylinder head (14) by means of the holding means (18) and **in that** the coolant duct (26) is located in the vicinity of the region in which the holding means (18) for the fuel pump (16) is connected to the cylinder head (14). 40 45
8. A method for operating an engine-off cooling system (22) according to one of Claims 1 to 6, wherein the operation of the pump (24) of the engine-off cooling system (22) takes place using an ascertained control. 50
9. A method according to Claim 8, **characterised in that** the control of the pump (24) is ascertained from 55

known variables of an engine control unit, especially by way of software for determining the minimum cooling requirement of the at least one component which is to be cooled and the fuel pump (16).

10. A method according to Claim 8 or Claim 9, **characterised in that** the engine-off cooling system (22) comprises a fan (41), the operation of which takes place using an ascertained control which is tailored to meet requirements.
11. A method according to Claim 10, **characterised in that** the control of the fan (41) is ascertained from known variables of an engine control unit, especially by way of software for determining the minimum cooling requirement of the at least one component which is to be cooled and the fuel pump (16).
12. A method according to one of Claims 8 to 11, **characterised in that** at least one switchable actuating element (42) is associated with the engine-off cooling system (22), which element is switched during operation of the engine-off cooling system (22) such that as good as possible a cooling action for the at least one component which is to be cooled and/or the fuel pump (16) is achieved.

Revendications

1. Système de refroidissement après fonctionnement (22) comprenant une pompe (24), un canal de fluide de refroidissement (26) destiné à un fluide de refroidissement et au moins un composant à refroidir, le canal de fluide de refroidissement (26) étant associé à une pompe de carburant (16),
caractérisé en ce que
le canal de fluide de refroidissement (26) s'étend au travers d'un organe de retenue (18) de la pompe de carburant (16).
2. Système de refroidissement après fonctionnement (22) conforme à la revendication 1,
caractérisé en ce que
le composant à refroidir est un turbocompresseur à gaz d'échappement (20).
3. Système de refroidissement après fonctionnement (22) conforme à la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que
le composant à refroidir est une culasse (14).
4. Système de refroidissement après fonctionnement (22) conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le canal de fluide de refroidissement (26) s'étend au travers de la pompe de carburant (16).
5. Système de refroidissement après fonctionnement (22) conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
il comporte un refroidisseur de fluide de refroidissement (40), au moins partiellement parallèle à ou en série avec le canal de fluide de refroidissement (26).
6. Système de refroidissement après fonctionnement (22) conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
un ventilateur (41) est associé à ce système de refroidissement après fonctionnement (22).
7. Agencement de culasse (14) comprenant un système de refroidissement après fonctionnement conforme à l'une des revendications précédente, destiné à un moteur à combustion interne (10), un canal de fluide de refroidissement du système de refroidissement après fonctionnement s'étendant au travers de l'agencement de culasse,
caractérisé en ce que
la pompe de carburant (16) est montée sur la culasse (14) au moyen de l'organe de retenue (18) et le canal de fluide de refroidissement (26) est situé à proximité de la zone dans laquelle l'organe de retenue (18) de la pompe de carburant (16) est relié à la culasse (14).
8. Procédé de gestion d'un système de refroidissement après fonctionnement (22) conforme à l'une des revendications 1 à 6, selon lequel le fonctionnement de la pompe (24) du système de refroidissement après fonctionnement (22) s'effectue sur le fondement d'une commande déterminée.
9. Procédé conforme à la revendication 8,
caractérisé en ce que
la commande de la pompe (24) est déterminée à partir de grandeurs connues d'un appareil de commande du moteur, en particulier par l'intermédiaire d'un logiciel permettant de déterminer la demande de refroidissement minimum d'au moins un composant à refroidir, et de la pompe de carburant (16).
10. Procédé conforme à la revendication 8 ou 9,
caractérisé en ce que
le système de refroidissement après fonctionnement (22) comporte un ventilateur (41) dont le fonctionnement s'effectue sur le fondement d'une commande déterminée selon les besoins.
11. Procédé conforme à la revendication 10,
caractérisé en ce que
la commande du ventilateur (41) est déterminée à partir de grandeurs connues d'un appareil de commande du moteur, en particulier par l'intermédiaire

d'un logiciel permettant de déterminer la demande de refroidissement minimum du ou des composant(s) à refroidir et de la pompe de carburant (16).

12. Procédé conforme à l'une des revendications 8 à 11, 5
caractérisé en ce qu'

au moins un organe de réglage commutable (42) est associé au système de refroidissement après fonctionnement (22) qui, lors du fonctionnement de ce système de refroidissement après fonctionnement (22) est branché de façon à obtenir une action de refroidissement aussi bonne que possible du ou des composant(s) à refroidir et/ou de la pompe de carburant (16).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

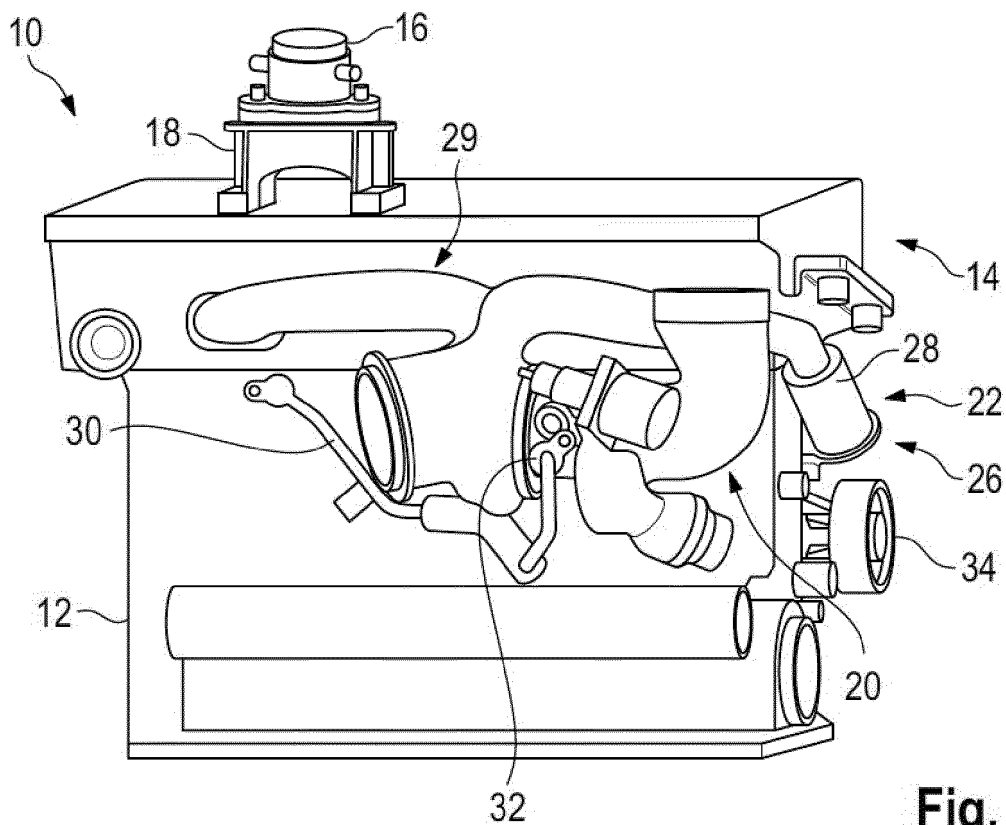


Fig. 1

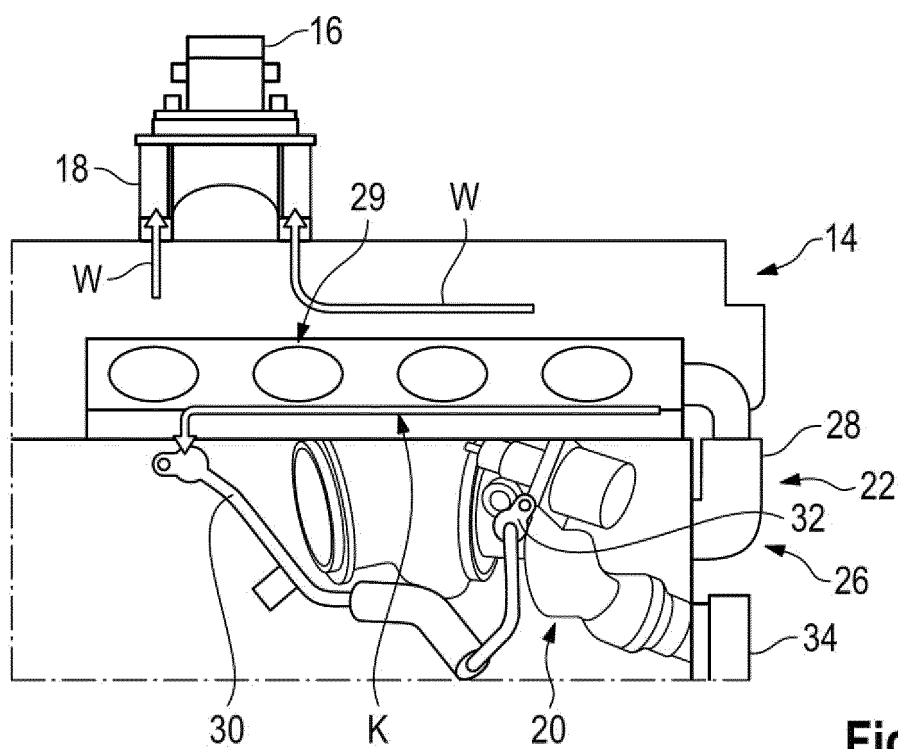


Fig. 2

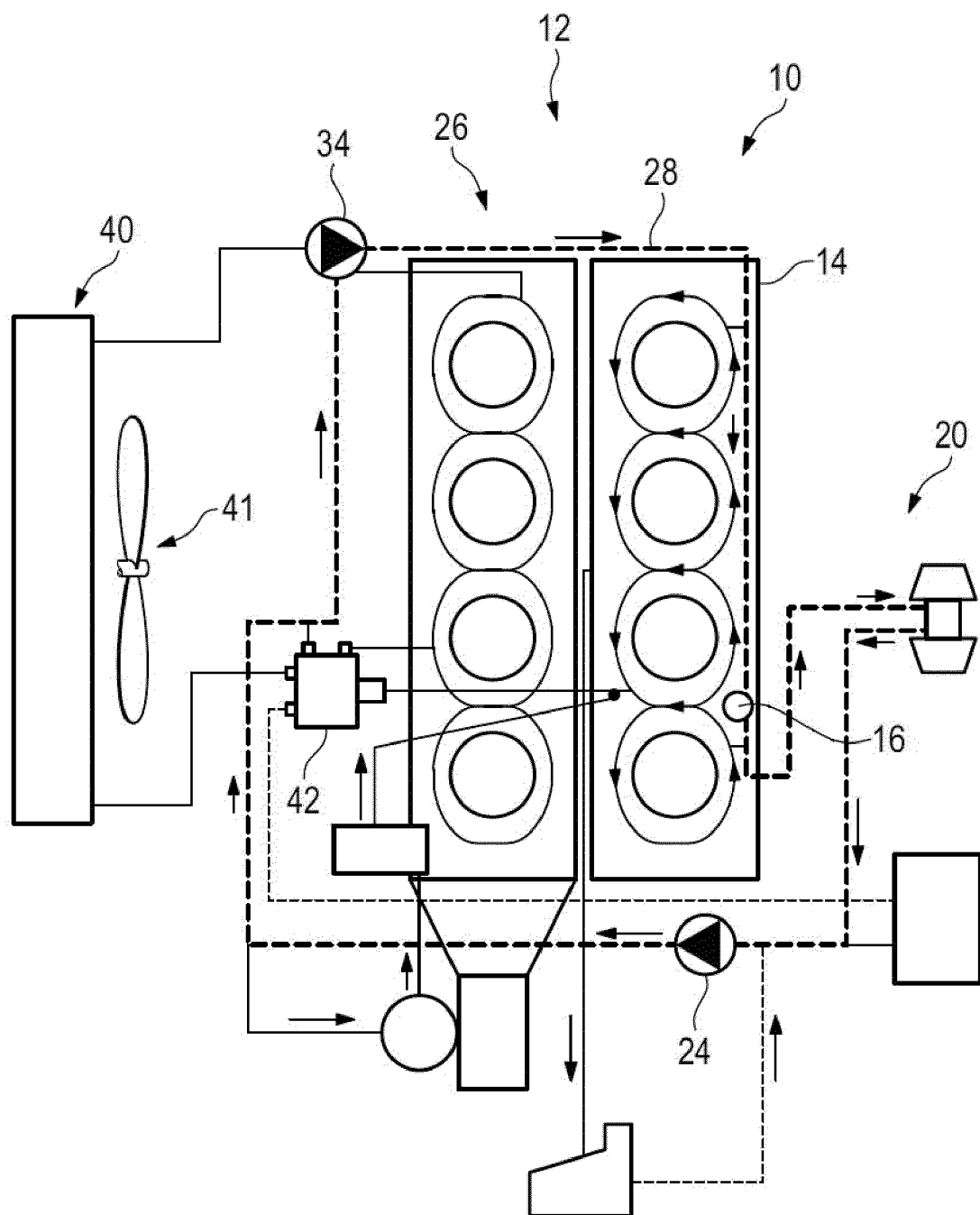


Fig. 3

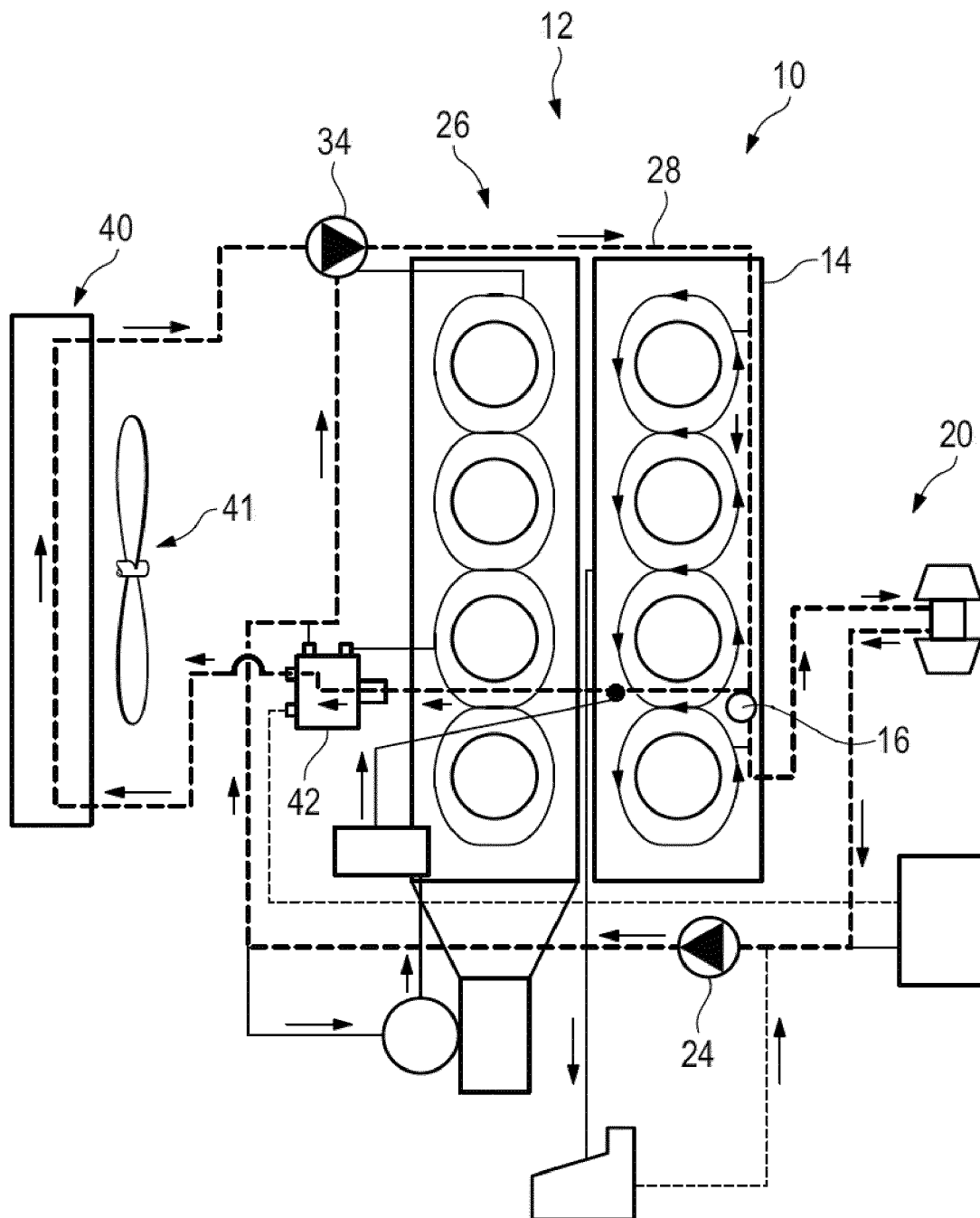


Fig. 4

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

- US 4728306 A [0005]
- EP 1923548 A2 [0006]