(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
30. Januar 2014 (30.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/016177 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01P 3/20 (2006.01) *F02F 1/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065080

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juli 2013 (17.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50298/2012 26. Juli 2012 (26.07.2012) AT

(71) Anmelder: **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1, A-8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: **KNOLLMAYR, Christof**; Hauffgasse 16, A-8042 Graz (AT). **FUCKAR, Gernot**; Dr. Tillygasse 15, A-8046 Graz (AT). **PETUTSCHNIG, Heinz**; Ahornstrasse 13, A-8111 Judendorf (AT).

(74) Anwalt: **BABELUK, Michael**; Mariahilfer Gürtel 39/17, A-1150 Wien (AT).

(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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

(54) Title: LIQUID COOLING SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung : FLÜSSIGKÜHLSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE EINES FAHRZEUGES

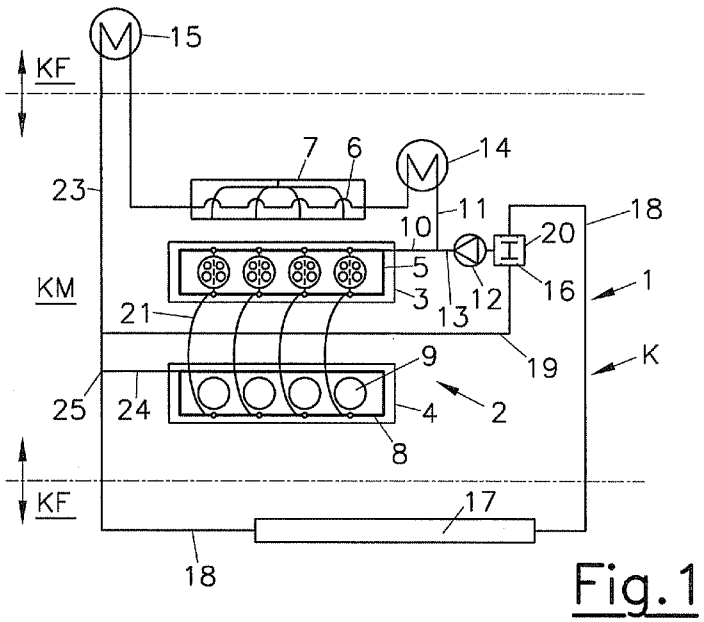


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a liquid cooling system (K) for an internal combustion engine (2) of a vehicle with a cylinder head (3) having an integrated exhaust manifold (7), wherein the cylinder head (3) has at least a first cooling chamber (5) for cooling areas adjoining a combustion chamber and at least a second cooling chamber (6) for cooling the exhaust manifold (7), wherein flows can pass through the first and second cooling chambers (5, 6) in parallel separately from one another. The cooling management can be improved in a simple manner if at least one oil cooler (14) and/or at least one vehicle heating element (15) is arranged in series with the second cooling chamber (6) in the cooling circuit (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Flüssigkühlsystem (K) mit für eine Brennkraftmaschine (2) eines Fahrzeuges mit einem einen integrierten Abgassammler (7) aufweisen- den Zylinderkopf (3), wobei der Zylinderkopf (3) zumindest einen ersten Kühlraum (5) zur Kühlung von an einen Brennraum grenzenden Bereichen und zumindest einen zweiten Kühlraum (6) zur Kühlung des Abgassammlers (7) aufweist, wobei die ersten und zweiten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/016177 A1

Kühlräume (5, 6) voneinander getrennt parallel durchströmbar sind. Das Kühlmanagement kann auf einfache Weise ver- bessert werden, wenn zumindest ein Ölkühler (14) und/oder zumindest ein Fahrzeugheizkörper (15) in Serie mit dem zweiten Kühlraum (6) im Kühlkreis (1) angeordnet ist.

Flüssigkühlsystem für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Flüssigkühlsystem für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges mit einem einen integrierten Abgassammler aufweisenden Zylinderkopf, wobei der Zylinderkopf zumindest einen ersten Kühlraum zur Kühlung von an einen Brennraum grenzenden Bereichen und zumindest einen zweiten Kühlraum zur Kühlung des Abgassammlers aufweist, wobei die ersten und zweiten Kühlräume voneinander getrennt parallel durchströmbar sind.

Aus der US 2005/0087154 A1 ist es bekannt, den Abgassammler integral mit dem Zylinderkopf auszuführen. Der durch einen oberen und einen unteren Teilkühlraum gebildete Hauptkühlraum ist thermisch mit dem Abgassammler verbunden.

Die EP 0 856 650 A1 zeigt ein Kühlsystem für einen Außenbordmotor, wobei die vom Brennraum ausgehenden Auslasskanäle im Zylinderkopf U-förmig gekrümmt sind und die Flanschflächen zum Anschluss eines Abgassammlers in der Zylinderkopfebene liegt. Der Abgassammler ist dabei integral mit dem Zylindergehäuse ausgebildet.

Die US 7,051,685 B2 offenbart einen Zylinderkopf mit integriertem Abgassammler, wobei der Abgassammler von einem ersten und einem zweiten Kühlraum umgeben ist, wobei die beiden Kühlräume durch mitgegossene Strömungsverbindungen miteinander verbunden sind. Der erste und der zweite Kühlraum sind dabei übereinander angeordnet.

Die AT 500 442 B1 beschreibt einen Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine mit Flüssigkeitskühlung mit einem ersten zentralen Kühlraum und einem einen integrierten Abgassammler umgebenden zweiten Kühlraum, wobei der Kühlmittelstrom durch den zweiten Kühlraum getrennt vom Kühlmittelstrom durch den ersten Kühlraum einstellbar ist.

Aus der WO 2011/061248 A1 ist ein Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine mit Flüssigkeitskühlung und mit einem integral mit dem Zylinderkopf ausgebildeten flüssigkeitsgekühlten Abgassammler bekannt, wobei der Zylinderkopf zumindest einen ersten und einen zweiten, von einem Kühlmittel durchströmten Kühlraum aufweist, und wobei der Bereich des Abgassammlers zumindest teilweise vom zweiten Kühlraum umgeben ist. Der erste und der zweite Kühlraum sind über zumindest eine Bohrung miteinander strömungsverbunden.

Es ist bekannt, den Fahrzeugkühler und den Ölkühler parallel zum Kühlraum des Abgaskrümmers anzuordnen. Um eine Störung der Kühlung zu vermeiden, ist ein relativ aufwändiges Kühlsystem erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten auf möglichst einfache Weise das Kühlmanagement zu verbessern.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass zumindest ein Ölkühler und/oder zumindest ein Fahrzeugheizkörper in Serie mit dem zweiten Kühlraum im Kühlkreis angeordnet ist.

Der Ölkühler kann im Kühlkreis stromaufwärts des zweiten Kühlraumes, und der Fahrzeugheizkörper im Kühlkreis stromabwärts des zweiten Kühlraumes angeordnet sein.

Besonders vorteilhaft verzweigen sich ein zum ersten Kühlraum führender erster Teilkühlkreis und ein zum zweiten Kühlraum führender zweiter Teilkühlkreis stromabwärts einer Kühlmittelpumpe vom gemeinsamen Hauptkühlkreis.

Stromaufwärts der Kühlmittelpumpe kann im Bereich einer Zusammenführung eines vom Kühlmittekühler kommenden Hauptkühlkreises und eines den Kühlmittekühler umgehenden Nebenkühlkreises ein erstes doppelt wirkendes Thermostatventil angeordnet sein.

Der erste Kühlraum ist dabei bevorzugt über einen ersten Kühlmittelstrang mit dem Nebenkühlkreis verbunden.

Der zweite Kühlraum ist vorteilhafter Weise über einen zweiten Kühlmittelstrang mit dem Hauptkühlkreis und/oder dem Nebenkühlkreis verbunden, wobei vorzugsweise im zweiten Kühlmittelstrang ein Fahrzeugheizkörper angeordnet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest ein im Zylinderblock angeordneter dritter Kühlraum über zumindest einen Übertrittskanal mit dem ersten Kühlraum im Zylinderkopf verbunden ist. Vorzugsweise ist der dritte Kühlraum über einen dritten Kühlmittelstrang mit dem Hauptkühlkreis verbunden ist, wobei die Verbindung mit dem Hauptkühlkreis stromaufwärts des Kühlmittelkühlers angeordnet ist. Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht dabei vor, dass im dritten Kühlmittelstrang ein einfach wirkendes Thermostatventil angeordnet ist.

In einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der dritte Kühlraum über einen vierten Kühlmittelstrang mit dem Nebenkühlkreis und/oder dem ersten Kühlmittelstrang verbunden ist. Im vierten Kühlmittelstrang kann dabei ein einfach wirkendes Thermostatventil angeordnet ist. Alternativ dazu ist es auch möglich, im Bereich eines Kreuzungspunktes des ersten

Kühlmittelstranges, des vierten Kühlmittelstranges und des Nebenkühlkreises ein zweites doppelt wirkendes Thermostatventil anzuordnen.

Die beschriebenen Ausführungsvarianten erlauben ein einfaches Kühlmanagement, wobei der Durchfluss des Ölkühlers und des Fahrzeugheizkörpers keine nachteiligen Auswirkungen hat.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 bis Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Flüssigkühlsystem für eine Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante;

Fig. 4 bis Fig. 7 ein erfindungsgemäßes Flüssigkühlsystem für eine Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante;

Fig. 8 bis Fig. 11 ein erfindungsgemäßes Flüssigkühlsystem für eine Brennkraftmaschine in einer dritten Ausführungsvariante; und

Fig. 12 bis Fig. 16 ein erfindungsgemäßes Flüssigkühlsystem für eine Brennkraftmaschine in einer vierten Ausführungsvariante.

In den Figuren sind deaktivierte Teile des Flüssigkühlsystems K jeweils in strichlierten Linien dargestellt. Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Figuren zeigen jeweils ein Flüssigkühlsystem K mit einem Kühlkreis 1 für ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine 2 mit einem Zylinderkopf 3 und einem Zylinderblock 4, wobei im Zylinderkopf 3 zumindest ein erster Kühlraum 5 zur Kühlung von an den Brennraum grenzenden thermisch kritischen Bereichen und zumindest ein zweiter Kühlraum 6 zur Kühlung des in den Zylinderkopf 3 integrierten Abgassammlers 7 angeordnet sind. Weiters ist zumindest ein dritter Kühlraum 8 im Zylinderblock 4 zur Kühlung der Zylinder 9 vorgesehen.

Der motorseitige Bereich des Kühlsystems K ist mit KM, der fahrzeugseitige Bereich des Kühlsystem mit KF bezeichnet.

Die ersten und zweiten Kühlräume 5, 6 werden im Kühlkreis 1 hydraulisch parallel vom Kühlmittel durchströmt, wobei ein erster Teilkühlkreis 10 zum ersten Kühlraum 5 und ein zweiter Teilkühlkreis 11 zum zweiten Kühlraum 6 führt. Die ersten und zweiten Teilkühlkreise 10, 11 verzweigen sich stromabwärts einer Kühlmittelpumpe 12 von einem gemeinsamen Hauptstrang 13 des Flüssigkühlsystems K.

Im zweiten Teilkühlkreis 11 ist stromaufwärts des zweiten Kühlraumes 6 ein Ölkühler 14 und stromabwärts des zweiten Kühlraumes ein Fahrzeugheizkörper 15 angeordnet. Der Fahrzeugheizkörper 15 kann über ein nicht weiter dargestelltes Umgehungsventil deaktiviert werden.

Stromaufwärts der Kühlmittelpumpe 12 ist im Bereich einer Zusammenführung 16 eines vom Kühlmittelkühler 17 kommenden Hauptkühlkreises 18 und eines den Kühlmittekühler 17 umgehenden Nebenkühlkreises 19 ein erstes doppelt wirkendes Thermostatventil 20 angeordnet.

In den ersten drei Ausführungsbeispielen ist der erste und der dritte Kühlraum 5, 8 über zumindest einen Übertrittskanal 21 miteinander verbunden.

Der zweite Kühlraum 6 ist über einen zweiten Kühlmittelstrang 23 mit dem Hauptkühlkreis 18 und/oder dem Nebenkühlkreis 19 verbunden, wobei im zweiten Kühlmittelstrang 23 der Fahrzeugheizkörper 15 angeordnet ist. Der dritte Kühlraum 8 ist über einen dritten Kühlmittelstrang 24 mit dem Hauptkühlkreis 18 verbunden, wobei die Verbindung 25 mit dem Hauptkühlkreis 18 stromaufwärts des Kühlmittelkühlers 17 angeordnet ist.

Bei der in den Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellten ersten Ausführungsvariante ist nur ein einziges Thermostat, und zwar das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20, vorgesehen. Fig. 1 zeigt das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 in einer Zwischenstellung, in der sowohl der Hauptkühlkreis 18, als auch der Nebenkühlkreis 19 mit dem die Kühlmittelpumpe 12 aufweisenden Hauptstrang 13 verbunden ist. Fig. 2 zeigt die Situation bei betriebswarmer Brennkraftmaschine 2, wobei der Nebenkühlkreis 19 deaktiviert ist und die gesamte Kühlmittelmenge durch den Hauptkühlkreis 18 geleitet wird.

Fig. 3 zeigt das Flüssigkühlsystem K in kaltem Zustand, wobei der Hauptkühlkreis 18 deaktiviert ist und die gesamte Kühlmittelmenge – unter Umgehung des Kühlmittelkühlers 17 – durch den Nebenkühlkreis 19 geleitet wird.

Die Fig. 4 bis Fig. 7 zeigen eine zweite Ausführungsvariante mit verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten, bei der zusätzlich zu dem erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 noch ein einfach wirkendes Thermostatventil 26 im dritten Kühlmittelstrang 24 vorgesehen ist. Weiters ist der erste Kühlraum 5 über einen ersten Kühlmittelstrang 22 mit dem Nebenkühlkreis 19 verbunden.

In Fig. 4 befindet sich das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 – analog zu Fig. 1 – in einer Mittelstellung, das einfach wirkende Thermostatventil 26 ist geöffnet. Somit kann Kühlmittel sowohl im Hauptkühlkreises 18, als auch im Nebenkühlkreis 19, sowie im dritten Kühlmittelstrang 24 ungehindert strömen. Zum

Unterschied zu der ersten Ausführung kann das Kühlmittel über den ersten Kühlmittelstrang 22 direkt in den Nebenkühlkreis 19 strömen.

Fig. 5 zeigt die Situation bei kalter Brennkraftmaschine 2, wobei durch das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 der Hauptkühlkreis 18 geschlossen ist. Das gesamte Kühlmittel wird durch den Nebenkühlkreis 19 geleitet, wobei das Kühlmittel wieder über den ersten Kühlmittelstrang 22 direkt in den Nebenkühlkreis 19 strömen kann.

In Fig. 6 befindet sich die Brennkraftmaschine 2 im unteren betriebswarmen Bereich, wobei über das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 der Nebenkühlkreis 19 geschlossen und der Hauptkühlkreis 18 geöffnet ist. Durch Schließen des einfach wirkenden Thermostatventils 26 wird die Kühlung im Zylinderblock 4 deaktiviert. Das Kühlmittel strömt somit durch den ersten Kühlraum 5 in den ersten Kühlmittelstrang 22 und gelangt über den freien Teil 19a des Nebenkühlkreises 19 in den Hauptkühlkreis 18 stromaufwärts des Kühlmittelkühlers 17. Parallel dazu strömt das Kühlmittel durch den zweiten Teilkühlkreis 11 durch Ölkühler 14, zweiten Arbeitsraum 6 und Fahrzeugheizkörper 15 und gelangt - nach Vereinigung mit dem Kühlmittel aus dem ersten Teilkühlkreis 10 – ebenfalls in den Kühlmittelkühlers 17.

Fig. 7 unterscheidet sich von Fig. 6 dadurch, dass das einfach wirkende Thermostatventil 26 nun geöffnet ist, wodurch die Kühlung des Zylinderblockes 4 – im betriebswarmen bis heißen Temperaturbereich der Brennkraftmaschine 2 - aktiviert ist. Das Kühlmittel gelangt dabei aus dem Zylinderkopf 3 über die Übertrittskanäle 21 in den dritten Arbeitsraum 8 und verlässt den Zylinderblock 4 über den dritten Kühlmittelstrang 24 in Richtung Hauptkühlkreis 18, um im Kühlmittelkühler 17 die aufgenommene Wärme abzugeben.

Die Fig. 8 bis Fig. 11 zeigen eine dritte Ausführungsvariante mit verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten, bei der der dritte Kühlraum 8 über einen vierten Kühlmittelstrang 27 mit dem Nebenkühlkreis 19 und über den ersten Kühlmittelstrang 22 mit dem ersten Kühlraum 5 verbunden ist. Zusätzlich zu dem ersten doppelt wirkenden Thermostatventil 20 ist noch ein einfach wirkendes Thermostatventil 28 im dritten Kühlmittelstrang 24 vorgesehen. In dieser Ausführung ist kein weiterer Übertrittskanäle 21 zwischen erstem und dritten Kühlraum 5, 8 vorgesehen – die Funktion der Übertrittskanäle 21 wird durch den ersten und vierten Kühlmittelstrang 22, 27 übernommen.

In Fig. 8 befindet sich das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 – analog zu Fig. 1 und Fig. 4 – in einer Mittelstellung, das einfach wirkende Thermostatventil 28 ist geöffnet. Somit kann Kühlmittel sowohl im Hauptkühlkreis 18, als

auch im Nebenkühlkreis 19, sowie im dritten und vierten Kühlmittelstrang 24, 27 ungehindert strömen. Zum Unterschied zu der ersten Ausführung kann das Kühlmittel über den ersten Kühlmittelstrang 22 direkt in den Nebenkühlkreis 19 strömen und vom Nebenkühlkreis 19 über den vierten Kühlmittelstrang 27 in den dritten Kühlraum 8 strömen.

Fig. 9 zeigt die Situation bei kalter Brennkraftmaschine 2: Durch das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 ist der Hauptkühlkreis 18 geschlossen - das gesamte Kühlmittel wird durch den Nebenkühlkreis 19 geleitet, wobei das Kühlmittel wieder über den ersten Kühlmittelstrang 22 direkt in den Nebenkühlkreis 19 strömen kann. Das einfach wirkende Thermostatventil 28 ist geschlossen und unterbindet somit die Strömung in den ersten Kühlraum 8.

In Fig. 10 befindet sich die Brennkraftmaschine 2 –analog zu Fig. 6 - im unteren betriebswarmen Bereich, wobei über das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 der Nebenkühlkreis 19 geschlossen und der Hauptkühlkreis 18 geöffnet ist. Durch Schließen des einfach wirkenden Thermostatventils 28 wird die Kühlung im Zylinderblock 4 deaktiviert. Das Kühlmittel strömt somit durch den ersten Kühlraum 5 in den ersten Kühlmittelstrang 22 und gelangt über den freien Teil 19a des Nebenkühlkreises 19 in den Hauptkühlkreis 18 stromaufwärts des Kühlmittelkühlers 17. Parallel dazu strömt das Kühlmittel durch den zweiten Teilkühlkreis 11 durch Ölkühler 14, zweiten Arbeitsraum 6 und Fahrzeugheizkörper 15 und gelangt - nach Vereinigung mit dem Kühlmittel aus dem ersten Teilkühlkreis 10 – ebenfalls in den Kühlmittelkühlers 17.

In Fig. 11 ist das einfach wirkende Thermostatventil 28 nun geöffnet, wodurch die Kühlung des Zylinderblockes 4 – im betriebswarmen bis heißen Temperaturbereich der Brennkraftmaschine 2 - aktiviert ist. Das Kühlmittel gelangt dabei aus dem ersten Kühlraum 5 des Zylinderkopfes 3 über den ersten und vierten Kühlmittelstrang 22, 27 in den dritten Arbeitsraum 8 des Zylinderblockes 4 und verlässt den Zylinderblock 4 über den dritten Kühlmittelstrang 24 in Richtung Hauptkühlkreis 18 stromaufwärts des Kühlmittelkühlers 17.

Die Fig. 12 bis Fig. 16 zeigen eine vierte Ausführungsvariante des Flüssigkühlsystems K mit verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten. Ähnlich wie bei der dritten Ausführungsvariante ist der dritte Kühlraum 8 über einen vierten Kühlmittelstrang 27 mit dem Nebenkühlkreis 19 und über den ersten Kühlmittelstrang 22 mit dem ersten Kühlraum 5 verbunden. An Stelle des einfach wirkenden Thermostatventils 28 ist nun zusätzlich zu dem ersten doppelt wirkenden Thermostatventil 20 noch ein zweites doppelt wirkendes Thermostatventil 29 im Kreuzungspunkt 30 des ersten und vierten Kühlmittelstranges 22, 27 mit dem Nebenkühlkreis 19 vorgesehen. Auch hier sind keine weiteren Übertrittskanäle 21

zwischen erstem und dritten Kühlraum 5, 8 vorgesehen – die Funktion der Übertrittskanäle 21 wird durch den ersten und vierten Kühlmittelstrang 22, 27 übernommen.

In Fig. 12 befinden sich beide doppelt wirkenden Thermostatventil 20, 29 in Mittelstellungen. Somit kann Kühlmittel sowohl im Hauptkühlkreis 18, als auch im Nebenkühlkreis 19, sowie im dritten und vierten Kühlmittelstrang 24, 27 ungehindert strömen. Das Kühlmittel kann über den ersten Kühlmittelstrang 22 direkt in den Nebenkühlkreis 19 oder in den vierten Kühlmittelstrang 27 strömen und vom Nebenkühlkreis 19 über den vierten Kühlmittelstrang 27 in den dritten Kühlraum 8 strömen.

Fig. 13 zeigt die Situation bei kalter Brennkraftmaschine 2: Durch das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 ist der Hauptkühlkreis 18 geschlossen - das gesamte Kühlmittel wird durch den Nebenkühlkreis 19 geleitet. Weiters ist durch das zweite doppelt wirkende Thermostatventil 29 der erste und der vierte Kühlmittelstrang 22, 27 geschlossen, so dass der erste Kühlraum 5 und der dritte Kühlraum 8 nicht durchströmt wird. Das Kühlmittel zirkuliert nur im kleinen Kreislauf durch den zweiten Kühlmittelstrang 11, den Ölkühler 14, den zweiten Arbeitsraum 7. den Fahrzeugheizkörper 15 und den Nebenkühlkreis 19.

Steigt die Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine 2, so wird zuerst über das zweite doppelt wirkende Thermostatventil 29 der erste Kühlmittelstrang 22 geöffnet, wie in Fig. 14 dargestellt ist. Dadurch wird nun auch der erste Kühlraum 5 im Zylinderkopf 3 durchströmt, wobei das Kühlmittel den ersten Kühlraum 5 durch den ersten Kühlmittelstrang 22 verlasst und über den Nebenkühlkreis 19 zur Kühlmittepumpe 12 zurückströmt.

Steigt die Temperatur der Brennkraftmaschine 2 weiter an, so wird der zur Kühlmittelpumpe 12 führende Nebenkühlkreis 19 zwischen dem Kreuzungspunkt 30 und der Zusammenführung 16 durch das zweite doppelt wirkende Thermostatventil 29 gesperrt, wie in Fig. 15 gezeigt ist. Das den ersten Arbeitsraum 5 durch den ersten Kühlmittelstrang 22 verlassende Kühlmittel fließt nun durch den freien Teil 19a des Nebenkühlkreises 19 in den Hauptkühlkreis 18 stromaufwärts des Kühlmittelkühlers 17.

Fig. 16 zeigt das Flüssigkühlsystem K bei betriebswarmer bis heißer Brennkraftmaschine 2. Das erste doppelt wirkende Thermostatventil 20 versperrt nun den Nebenkühlkreis 19 und öffnet den Hauptkühlkreis 18. Das zweite doppelt wirkende Thermostatventil 29 befindet sich nun in seiner Zwischenstellung, in der der erste und der vierte Kühlmittelstrang 22, 27 geöffnet sind, wodurch Kühlmittel aus dem ersten Kühlmittelstrang 22 sowohl in den freien Teil 19a des Neben-

kühlkreises 19, als auch in den vierten Kühlmittelstrang 27 strömen kann. Somit können die ersten und dritten Arbeitsräume 5, 8 durchströmt werden. Das Kühlmittel gelangt dabei aus dem ersten Kühlraum 5 des Zylinderkopfes 3 über den ersten und vierten Kühlmittelstrang 22, 27 in den dritten Arbeitsraum 8 des Zylinderblockes 4 und verlässt den Zylinderblock 4 über den dritten Kühlmittelstrang 24 in Richtung Hauptkühlkreis 18 stromaufwärts des Kühlmittelkühlers 17.

Unabhängig von den Stellungen der Thermostatventile 20, 26 28 und 29 werden der Ölkühler 14, der zweite Arbeitsraum 6 zur Kühlung des Abgassammlers 7 und der Fahrzeugheizkörper 15 stets durchströmt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Flüssigkühlsystem (K) mit für eine Brennkraftmaschine (2) eines Fahrzeuges mit einem einen integrierten Abgassammler (7) aufweisenden Zylinderkopf (3), wobei der Zylinderkopf (3) zumindest einen ersten Kühlraum (5) zur Kühlung von an einen Brennraum grenzenden Bereichen und zumindest einen zweiten Kühlraum (6) zur Kühlung des Abgassammlers (7) aufweist, wobei die ersten und zweiten Kühlräume (5, 6) voneinander getrennt parallel durchströmbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Ölkühler (14) und/oder zumindest ein Fahrzeugheizkörper (15) in Serie mit dem zweiten Kühlraum (6) im Kühlkreis (1) angeordnet ist.

2. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zum ersten Kühlraum (5) führender erster Teilkühlkreis (10) und ein zum zweiten Kühlraum (6) führender zweiter Teilkühlkreis (11) sich vorzugsweise stromabwärts einer Kühlmittelpumpe (12) von einem gemeinsamen Hauptstrang (13) verzweigen.

3. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ölkühler (14) im zweiten Teilkühlkreis (11) stromaufwärts des zweiten Kühlraumes (6) angeordnet ist.

4. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fahrzeugheizkörper (15) im zweiten Teilkühlkreis (11) stromabwärts des zweiten Kühlraumes (6) angeordnet ist.

5. Flüssigkühlsystem (K) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromaufwärts der Kühlmittelpumpe (12) im Bereich einer Zusammenführung (16) eines vom Kühlmittelkühler (17) kommenden Hauptkühlkreises (18) und eines den Kühlmittelkühler (17) umgehenden Nebenkühlkreises (19) ein erstes doppelt wirkendes Thermostatventil (20) angeordnet ist.

6. Flüssigkühlsystem (K) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Kühlraum (5) über einen ersten Kühlmittelstrang (22) mit dem Nebenkühlkreis (19) verbunden ist.

7. Flüssigkühlsystem (K) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Kühlraum (6) über einen zweiten Kühlmittelstrang (23) mit dem Hauptkühlkreis (18) und/oder dem Nebenkühlkreis (19) verbunden ist, wobei vorzugsweise im zweiten Kühlmittelstrang (23) der Fahrzeugheizkörper (15) angeordnet ist.

8. Flüssigkühlsystem (K) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein im Zylinderblock (4) angeordneter dritter Kühlraum (8) über zumindest einen Übertrittskanal (21) mit dem ersten Kühlraum (5) im Zylinderkopf (3) verbunden ist.

9. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Kühlraum (8) über einen dritten Kühlmittelstrang (24) mit dem Hauptkühlkreis (18) verbunden ist, wobei die Verbindung (25) mit dem Hauptkühlkreis (18) stromaufwärts des Kühlmittelkühlers (17) angeordnet ist.

10. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass im dritten Kühlmittelstrang (24) ein einfach wirkendes Thermostatventil (26) angeordnet ist.

11. Flüssigkühlsystem (K) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Kühlraum (8) über einen vierten Kühlmittelstrang (27) mit dem Nebenkühlkreis (19) und/oder dem ersten Kühlmittelstrang (22) verbunden ist.

12. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass im vierten Kühlmittelstrang (27) ein einfach wirkendes Thermostatventil (28) angeordnet ist.

13. Flüssigkühlsystem (K) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich eines Kreuzungspunktes (30) des ersten Kühlmittelstranges (22), des vierten Kühlmittelstranges (24) und des Nebenkühlkreises (19) ein zweites doppelt wirkendes Thermostatventil (30) angeordnet ist.

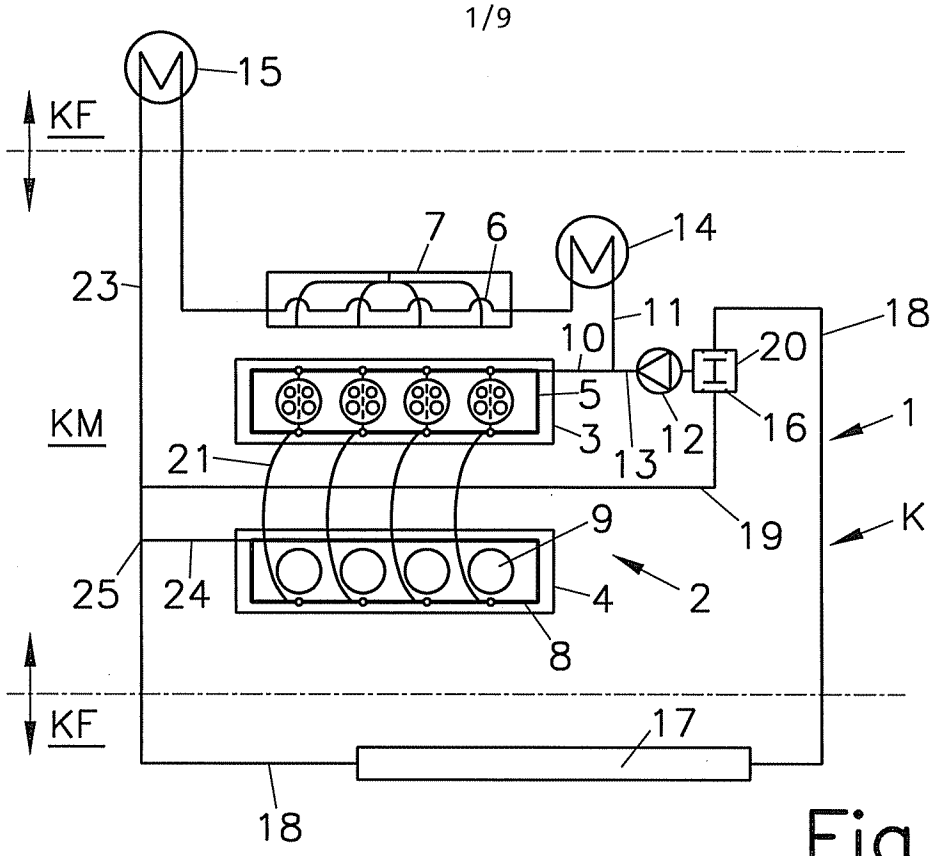

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
16
1
3
12
13
21
19
K
9
25
24
4
2
8
KF
17
18

Fig.1

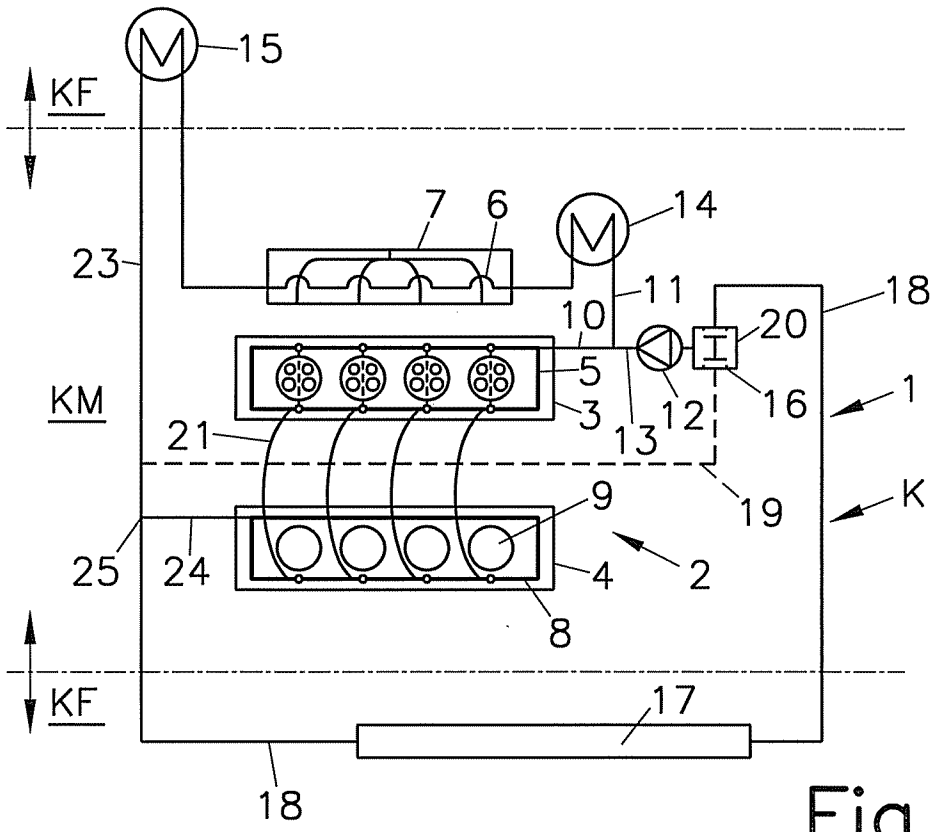

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
16
1
3
12
13
21
19
K
9
25
24
4
2
8
KF
17
18

Fig.2

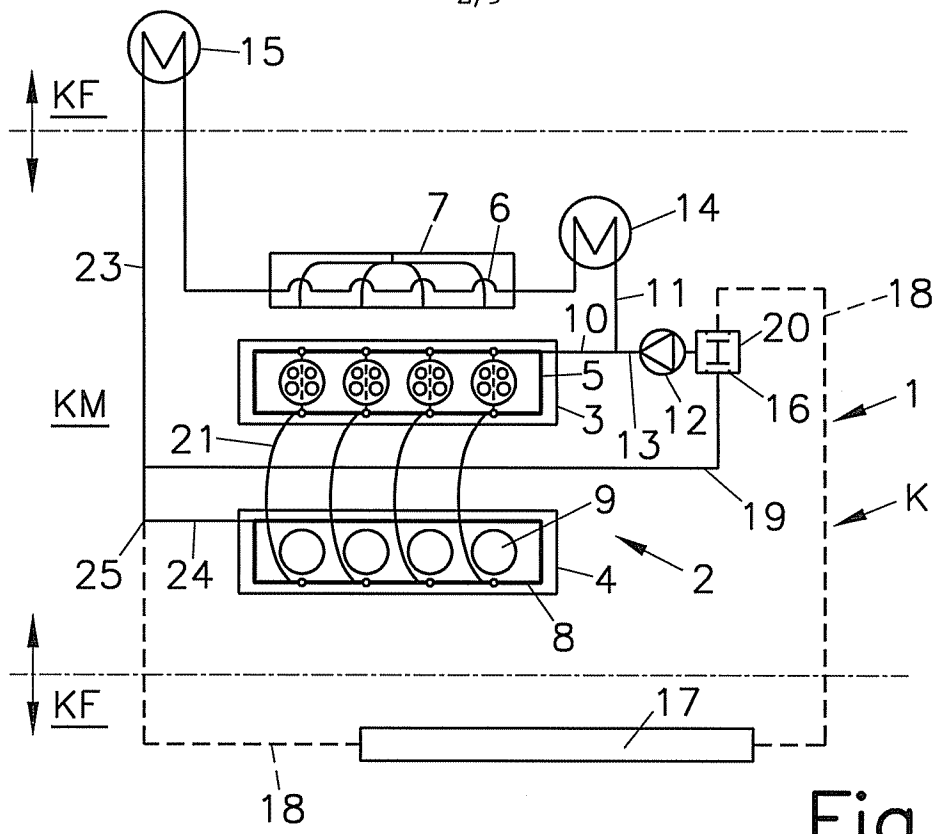


Fig.3

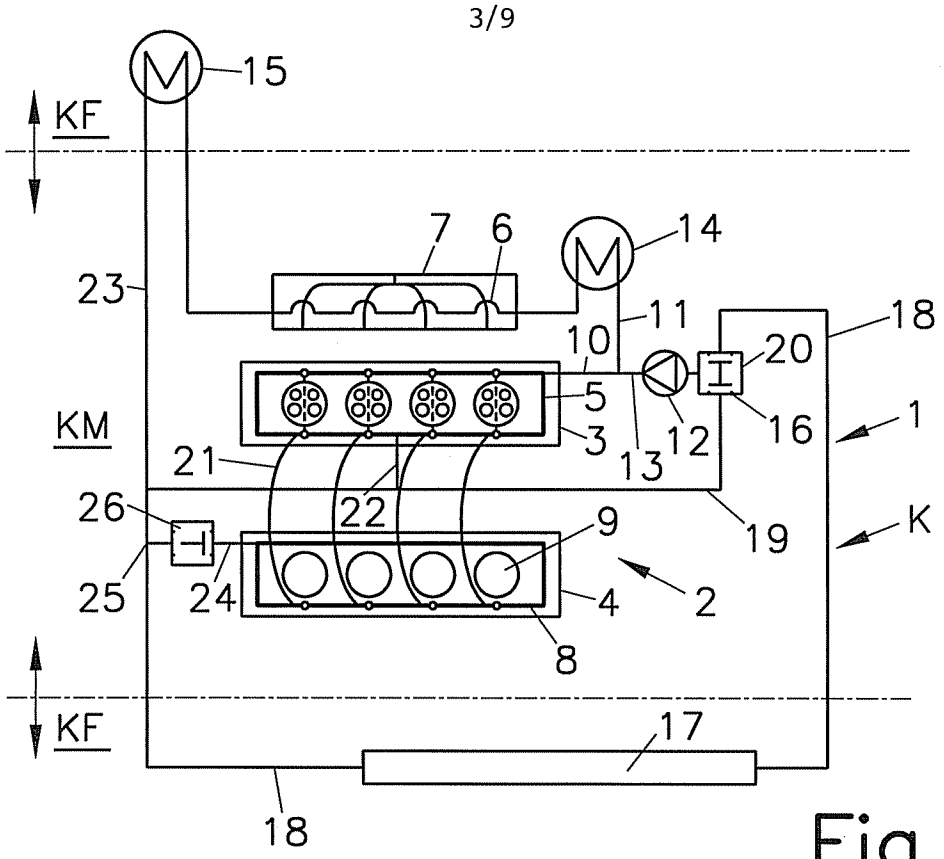

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
21
13
22
26
19
K
9
25
24
4
2
8
KF
17
18

Fig.4

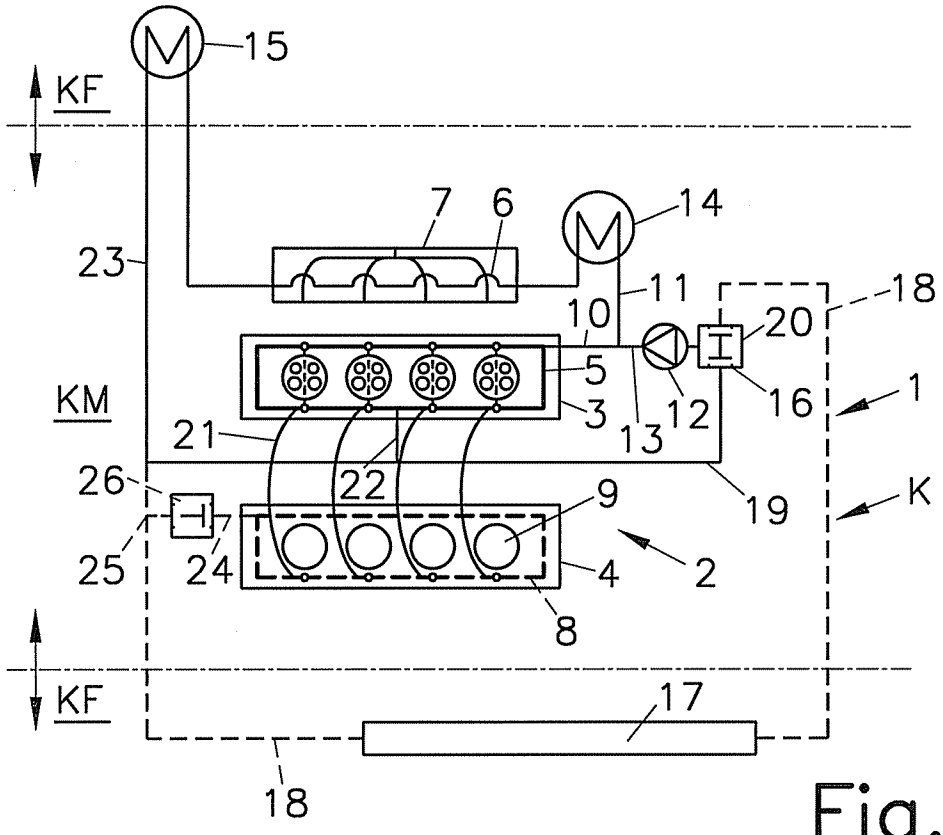

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
21
13
22
26
19
K
9
25
24
4
2
8
KF
17
18

Fig.5

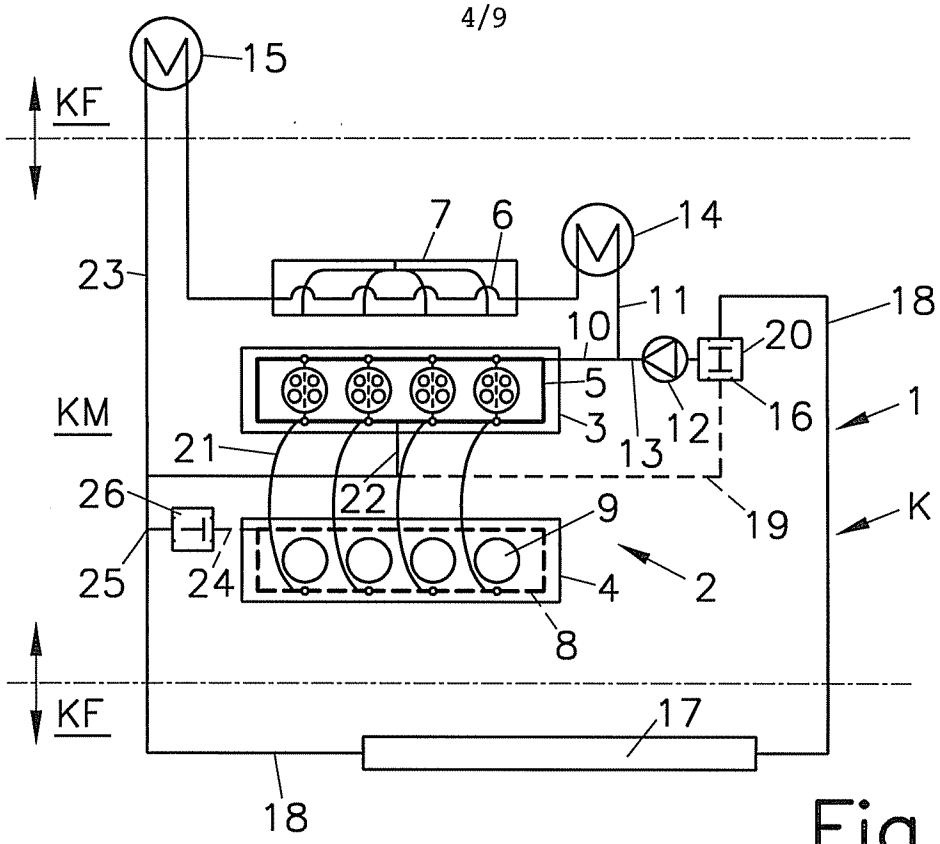

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
21
13
22
19
26
9
K
25
24
4
2
8
KF
17
18

Fig.6

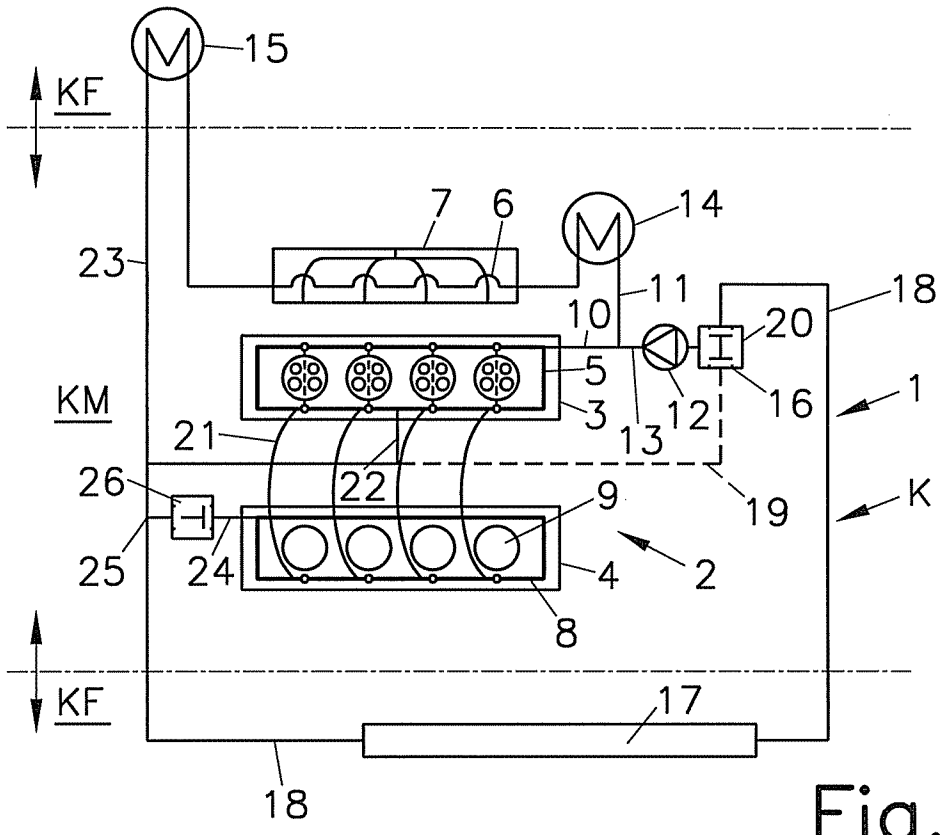

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
21
13
22
19
26
9
K
25
24
4
2
8
KF
17
18

Fig.7

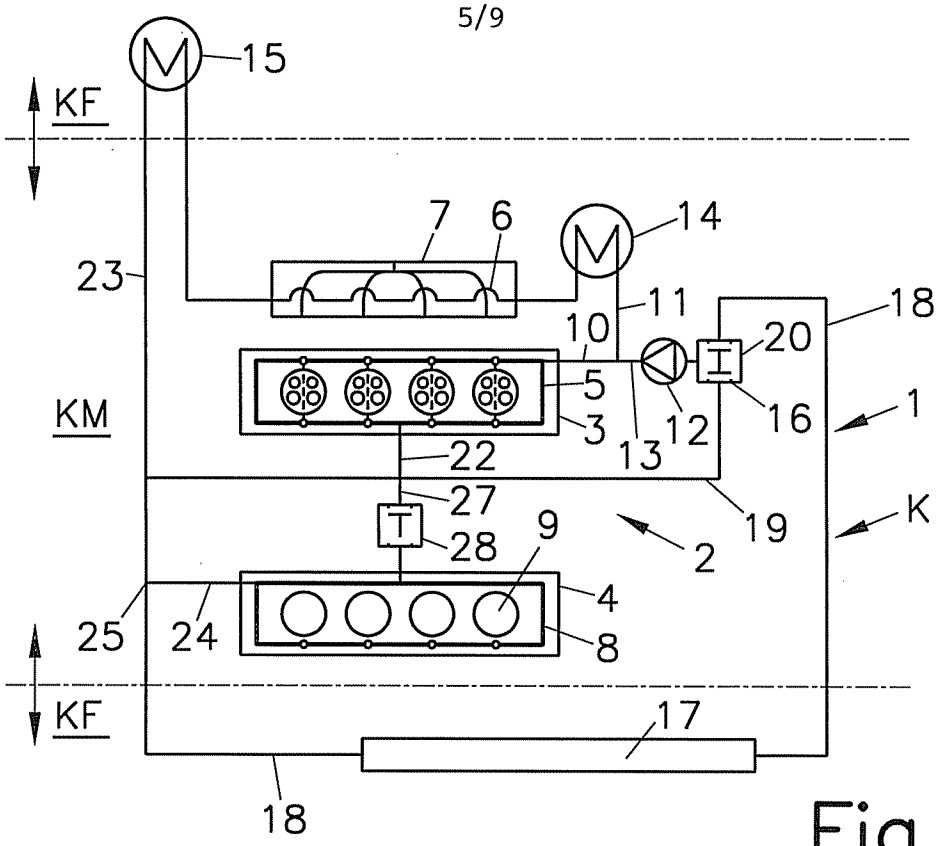

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
13
22
27
19
K
28
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.8

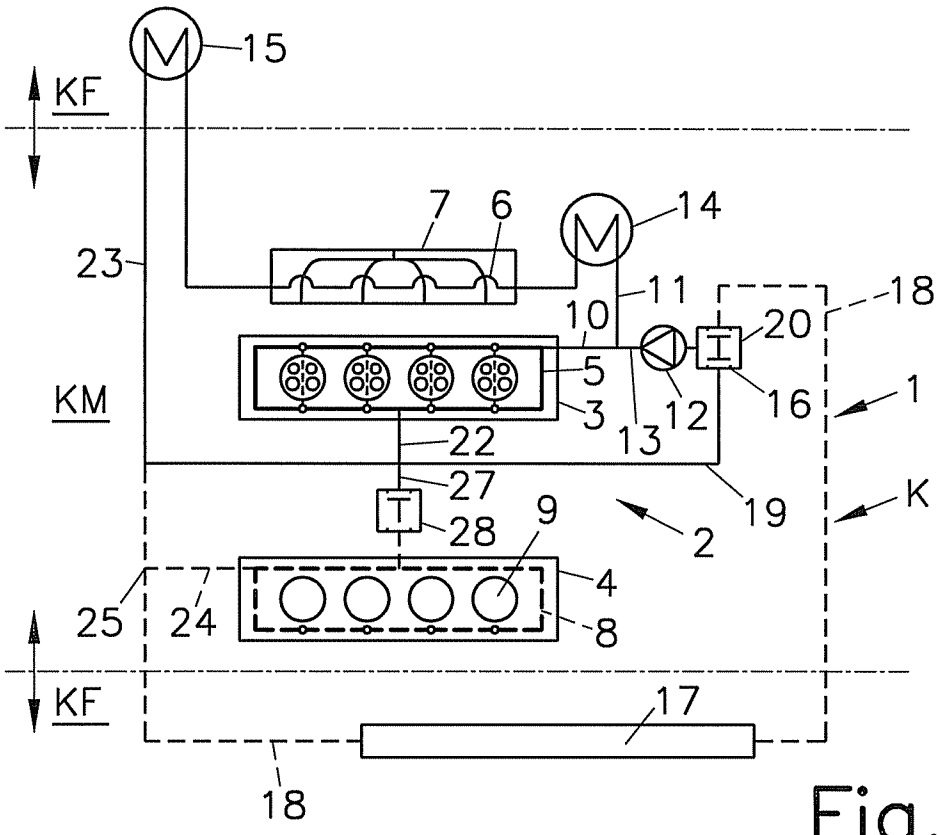

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
13
22
27
19
K
28
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.9

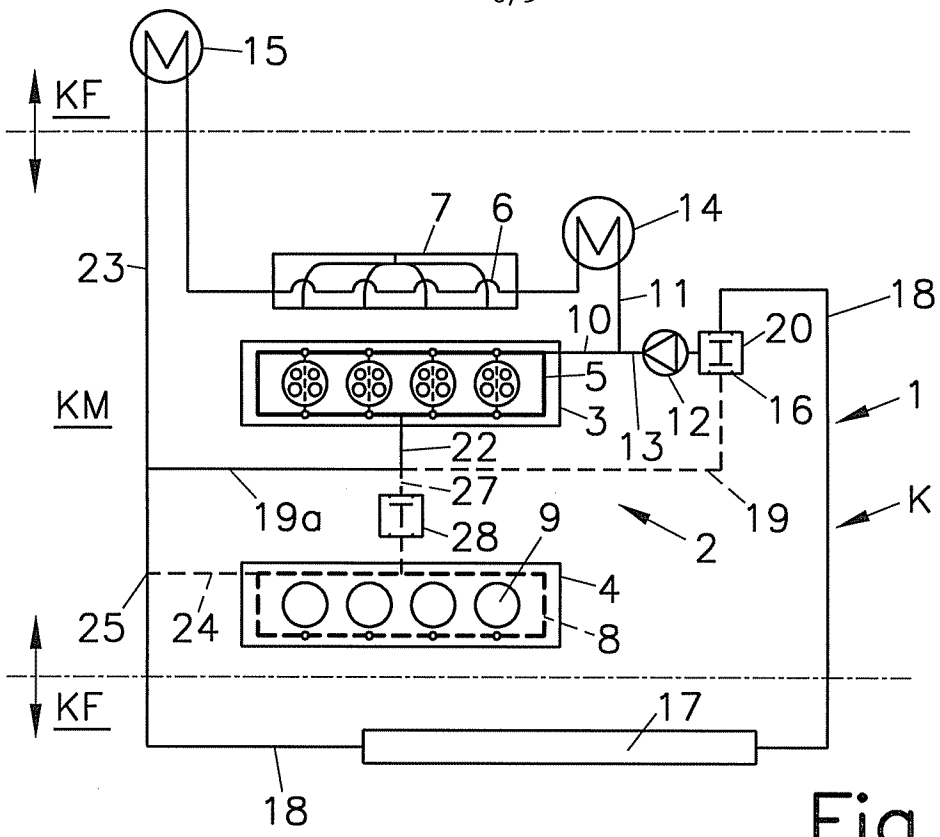

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
13
22
27
19a
19
K
28
9
2
25
24
4
8
KF
17
18

Fig.10

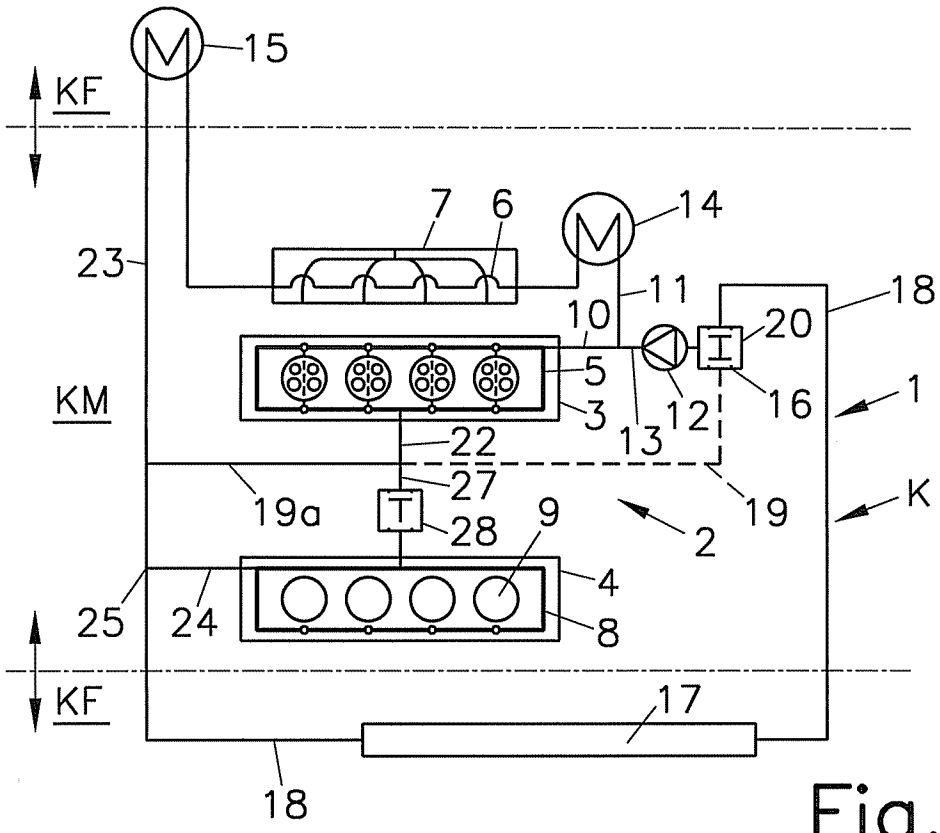

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
13
22
27
19a
19
K
28
9
2
25
24
4
8
KF
17
18

Fig.11

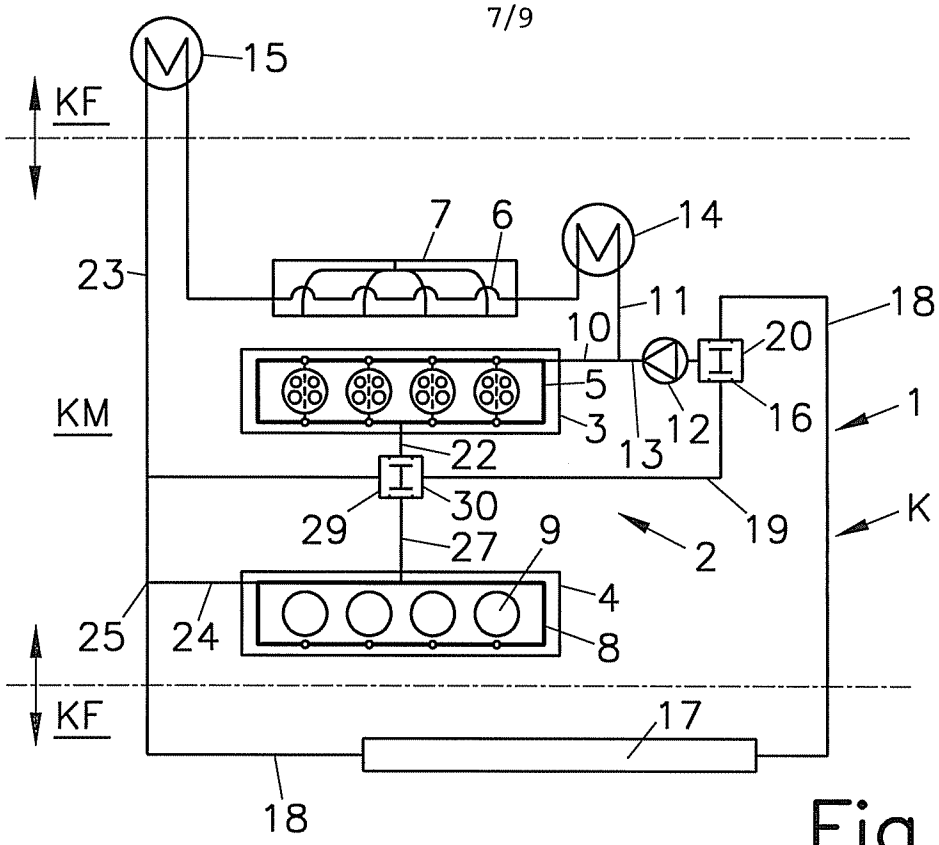

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
13
22
29
30
19
K
27
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.12

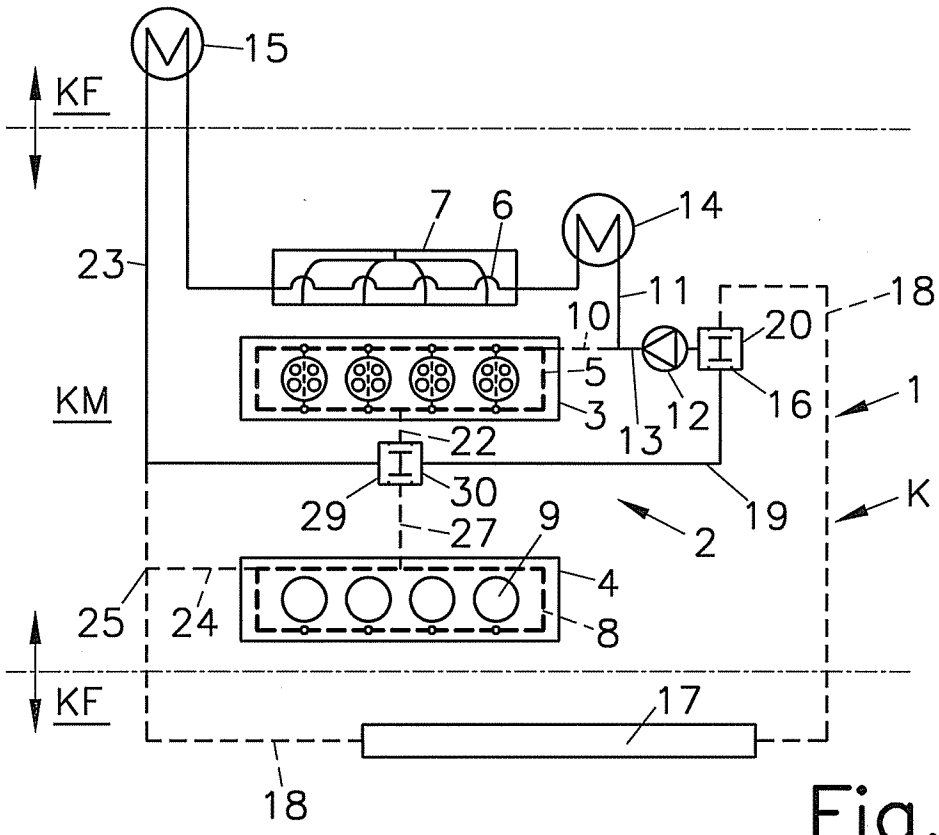

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
13
22
29
30
19
K
27
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.13

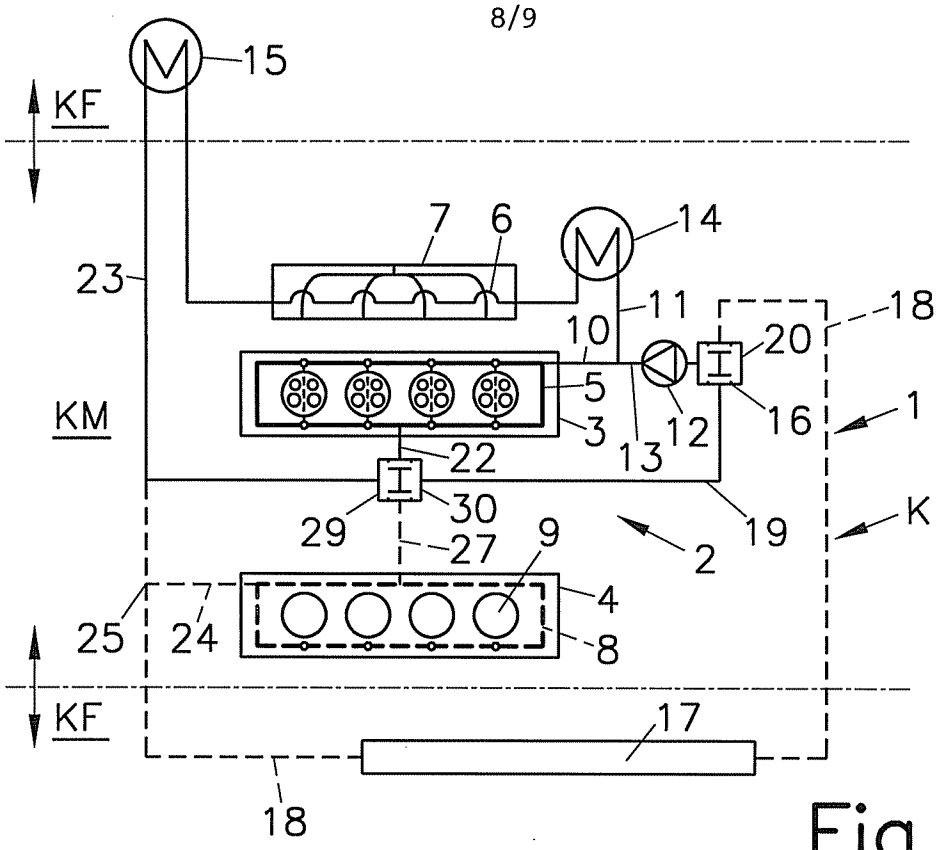

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
22
13
30
29
19
K
27
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.14

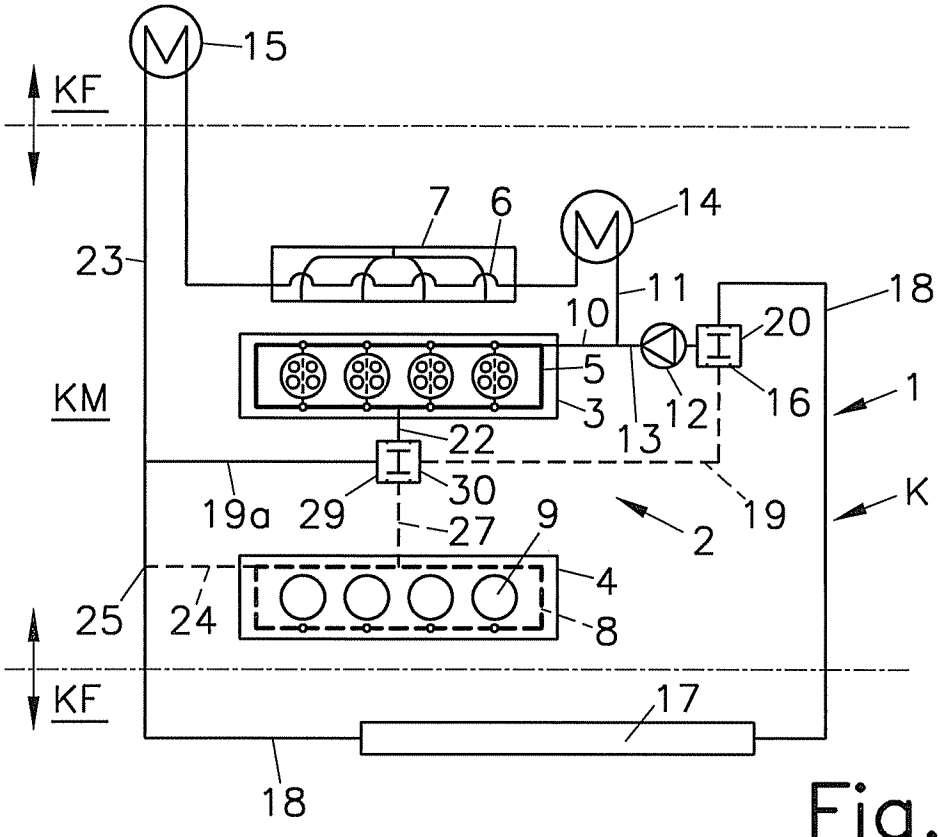

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
22
13
30
19a
29
19
K
27
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.15

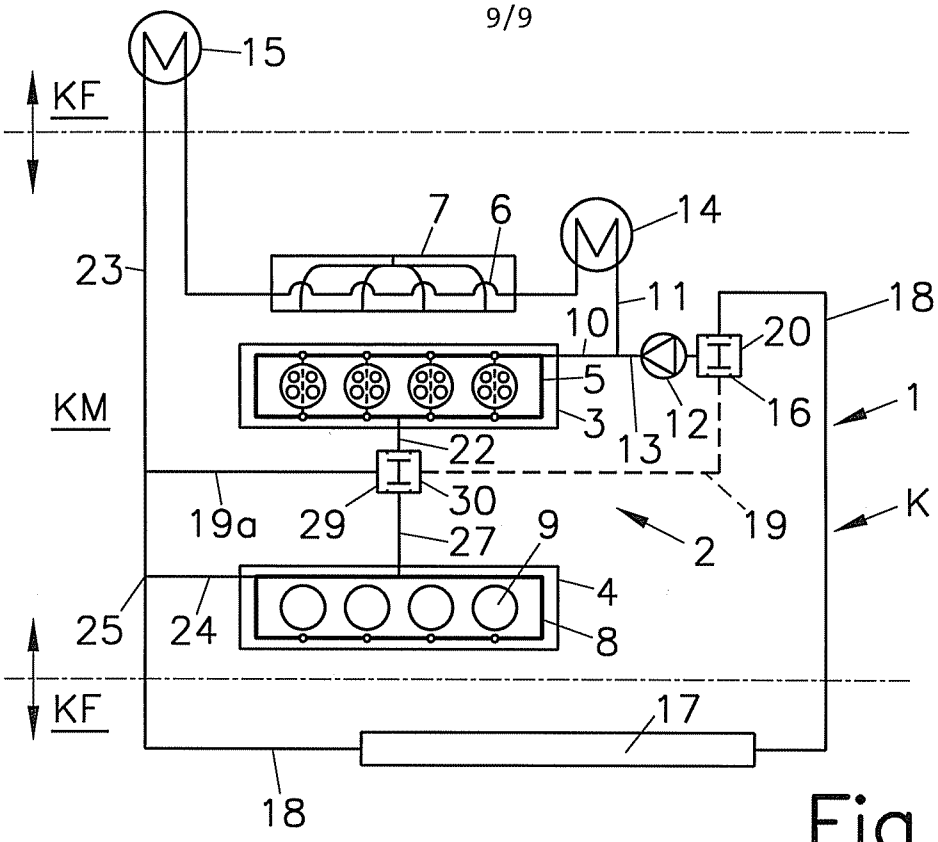

15
KF
7
6
14
23
11
18
10
20
5
KM
3
12
16
1
22
13
19a
29
30
19
K
27
9
2
4
25
24
8
KF
17
18

Fig.16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01P3/20 F02F1/24
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)
F01P F02F

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/197832 A1 (BERKEMEIER OLIVER [DE] ET AL) 18 August 2011 (2011-08-18) paragraphs [0006], [0007]; figures 1,3	1-13
A	DE 10 2010 001803 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 11 August 2011 (2011-08-11) paragraphs [0030] - [0032]; figures 4,5	1-13
A	GB 1 154 777 A (FORD MOTOR CO [GB]) 11 June 1969 (1969-06-11) page 1, line 54 - page 2, line 26; figure 1	1-13

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 September 2013	07/10/2013

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

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/065080

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011197832 A1	18-08-2011	CN 102162391 A	24-08-2011
		DE 102010002082 A1	18-08-2011
		US 2011197832 A1	18-08-2011
DE 102010001803 A1	11-08-2011	NONE	
GB 1154777 A	11-06-1969	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/065080

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01P3/20 F02F1/24
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01P F02F

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/197832 A1 (BERKEMEIER OLIVER [DE] ET AL) 18. August 2011 (2011-08-18) Absätze [0006], [0007]; Abbildungen 1,3	1-13
A	DE 10 2010 001803 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 11. August 2011 (2011-08-11) Absätze [0030] - [0032]; Abbildungen 4,5	1-13
A	GB 1 154 777 A (FORD MOTOR CO [GB]) 11. Juni 1969 (1969-06-11) Seite 1, Zeile 54 - Seite 2, Zeile 26; Abbildung 1	1-13

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

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

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. September 2013	07/10/2013

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/065080

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011197832 A1	18-08-2011	CN 102162391 A	24-08-2011
		DE 102010002082 A1	18-08-2011
		US 2011197832 A1	18-08-2011
DE 102010001803 A1	11-08-2011	KEINE	
GB 1154777 A	11-06-1969	KEINE	