(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 899 595 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.08.2013 Patentblatt 2013/33

(21) Anmeldenummer: **06762098.9**

(22) Anmeldetag: **20.06.2006**

(51) Int Cl.:
F02M 25/07 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/005908

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/136372 (28.12.2006 Gazette 2006/52)

(54) VORRICHTUNG ZUR RÜCKFÜHRUNG UND KÜHLUNG VON ABGAS FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE

DEVICE FOR RECYCLING AND COOLING EXHAUST GAS FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF DE RECYCLAGE ET DE REFROIDISSEMENT DE GAZ D'ECHAPPEMENT CONÇU POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **24.06.2005 DE 102005029322**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.2008 Patentblatt 2008/12

(73) Patentinhaber: **Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **EITEL, Jochen**
  73266 Bissingen (DE)
- **FLIK, Markus**
  70839 Gerlingen (DE)
- **GESKES, Peter**
  73760 Ostfildern (DE)
- **HECKENBERGER, Thomas**
  70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)
- **HEINLE, Dieter**
  73655 Plüderhausen (DE)
- **RUCKWIED, Jens**
  70195 Stuttgart (DE)
- **THUMM, Andreas**
  74360 Ilsfeld (DE)

(74) Vertreter: **Grauel, Andreas**
Grauel IP
Patentanwaltskanzlei
Presselstrasse 10
70191 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 464 823
WO-A-2005/116437
WO-A1-2004/051069
DE-A1- 19 734 801
DE-U1- 9 421 145
US-A- 5 607 010
US-B1- 6 213 105

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 12, 29. Oktober 1999 (1999-10-29) & JP 11 200955 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 27. Juli 1999 (1999-07-27)**

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).

EP 1 899 595 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Rückführung und Kühlung von Abgas einer Brennkraftmaschine (JP 11 200 955).

[0002] Die Abgasrückführung (Abkürzung: AGR), insbesondere die gekühlte Abgasrückführung wird in heutigen Fahrzeugen aufgrund gesetzlicher Bestimmungen eingesetzt, um die Partikel- und Schadstoff-, insbesondere Stickoxidemissionen zu senken. Da die Anforderungen an die Abgasreinhaltung strenger werden, sind größere Abgasmassenströme erforderlich, die mit den bekannten AGR-Systemen nur bedingt zu beherrschen sind.

[0003] Bekannte AGR-Systeme sind auf der Hochdruckseite des Verbrennungsmotors angeordnet, wie in der US 6,244,256 B1 beschrieben. Das bekannte AGR-System weist einen Abgasturbolader für einen Dieselmotor und eine AGR-Leitung mit einem AGR-Ventil auf, welches zwischen Motor und Abgasturbine angeordnet ist. Das rückgeführte Abgas wird vorzugsweise in zwei Stufen, d. h. in zwei Abgaswärmeübertragem gekühlt, welche jeweils durch einen gesonderten Kühlmittelkreislauf gekühlt werden und als Hochtemperatur- und Niedertemperatur-Abgaskühler ausgebildet sind. Das gekühlte, rückgeführte Abgas wird mit verdichteter und gekühlter Ladeluft zusammengeführt und dem Ansaugtrakt des Motors zugeführt.

[0004] Abgaswärmeübertrager, insbesondere Abgaskühler sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt: Durch die DE 199 07 163 A1 der Anmelderin wurde eine Schweißkonstruktion für einen Abgaswärmeübertrager bekannt, welcher aus einem Bündel von Abgasrohren besteht, die auf ihrer Außenseite von Kühlmittel umströmt werden, welches dem Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine entnommen wird.

[0005] Abgaswärmeübertrager sind vielfach auch mit einem Bypasskanal für das Abgas ausgestattet, d. h. für den Fall, dass eine Kühlung des Abgases oder - bei Heizzwecken - eine Erwärmung des Kühlmittels nicht erforderlich oder nicht vorteilhaft ist. In der DE 199 62 863 A1 der Anmelderin und in der DE 102 03 003 A1 sind derartige Abgaswärmeübertrager mit einem integrierten Bypass offenbart, wobei in einem Eintrittsdiffusor oder im Austrittsbereich des Abgaswärmeübertragers ein Bypassventil, vorzugsweise in Form einer Bypassklappe angeordnet ist, welche als Weiche für den Abgasstrom wirkt und diesen entweder durch das von Kühlmittel umspülte Rohrbündel oder durch den Bypasskanal leitet.

[0006] Wie durch die EP 1 030 050 A1 bekannt, kann der Bypasskanal für den Abgaswärmeübertrager auch separat, d. h. außerhalb des Wärmeübertragers angeordnet sein. Bei diesem bekannten AGR-System ist das AGR-Ventil im Übrigen im Rücklauf der AGR-Leitung, d. h. in Abgasströmungsrichtung hinter dem Abgaskühler angeordnet.

[0007] Durch die DE 198 41 927 A1 wurde eine Vorrichtung zur Abgasrückführung mit einer Ventileinrichtung bekannt, in welche ein Bypasskanal mit einer Bypassklappe integriert ist. Der Abgaswärmeübertrager weist ein Bündel von U-förmig geformten Abgasrohren auf, welche durch ein flüssiges Kühlmittel gekühlt werden.

[0008] Durch die DE 197 50 588 A1 wurde eine Vorrichtung zur Abgasrückführung bekannt, bei welcher ein Abgaswärmeübertrager mit einem Abgasrückführventil (AGR-Ventil) zu einer Baueinheit integriert ist. Damit lässt sich eine vereinfachte und damit verbilligte Herstellung durchführen, da auf einzelne Teile verzichtet werden kann.

[0009] Nachteilig bei den bekannten AGR-Systemen ist, dass diese aus einer Vielzahl von Einzelteilen bestehen, die separat gefertigt und einzeln montiert werden, was die Kosten erhöht. Darüber hinaus ist bei den bekannten AGR-Systemen von Nachteil, dass größere Abgasmassenströme nicht rückgeführt werden können, da die Druckdifferenz - aufgrund der Anordnung des AGR-Systems auf der Hochdruckseite des Motors - zwischen Abgas- und Ansaugseite des Motors nicht ausreicht, um größere Massenströme zu fördern.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Abgasrückführung der eingangs genannten Art einfacher und kostengünstiger zu gestalten. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Abgasrückführung zu schaffen, welche die Rückführung und Kühlung größerer Abgasmassenströme ermöglicht.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Integration eines ersten und eines zweiten Abgaswärmeübertragers zu einer Baueinheit bzw. einem Modul vorgesehen. Vorzugsweise sind die beiden Abgaswärmeübertrager als Hochtemperatur- und Niedertemperatur-Abgaskühler ausgebildet, welche jeweils durch einen separaten Kühlkreis gekühlt werden, durch den Kühlmittelkreislauf der Brennkraftmaschine und durch einen Niedertemperaturkühlkreislauf. Beide Wärmeübertrager sind mechanisch oder stoffschlüssig, d. h. durch Verschraubung, Schweißen oder Löten miteinander zu einer Baueinheit verbunden. Vorteilhaft hierbei ist, dass ein solches Modul in einem Fertigungsprozess hergestellt und als Einheit im Fahrzeug montiert werden kann, wobei auch die Montage von Zwischenleitungen entfällt. Dies reduziert die Kosten. Vorteilhaft ist ferner eine Reduzierung des Bauraumes, da die Komponenten des Moduls kompakt und ohne Zwischenleitungen angeordnet sind. Die Kühlung des Abgases ist nicht auf eine Flüssigkeitskühlung beschränkt, eine Luftkühlung oder eine Flüssigkeits- und Luftkühlung sind ebenfalls möglich.

[0012] Gemäß der Erfindung weisen die beiden Abgaskühler einen Bypasskanal auf, der entweder integriert oder separat angeordnet sein kann. Dem Bypasskanal ist ein Bypassventil zugeordnet, welches eintritts- oder austrittsseitig am Abgaskühler angeordnet ist. Auch diese Komponenten, Bypass und Bypassventil, sind somit Bestandteil des erfindungsgemäßen Moduls.

[0013] Gemäß der Erfindung ist auch das AGR-Ventil in das Modul integriert, wobei auch hier eine Anordnung auf der Abgaseintritts- oder Abgasaustrittsseite möglich ist. Das AGR-Ventil kann entweder als reines Absperrventil oder ist erfindungsgemäß als Mengehregelventil, als Drei-Wege-Ventil ausgebildet, um den rückgeführten Massenstrom zu regeln.

[0014] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Hochtemperaturkühler einen Eintrittsdiffusor auf, in welchem ein Partikelfilter und/oder ein Oxidationskatalysator angeordnet ist, was insbesondere für die Abgasreinigung von Dieselmotoren von Vorteil ist und eine Rußablagerung in den Abgasrohren des Kühlers verhindert. Diese Komponenten werden also auch in das Modul integriert und bedürfen keiner zusätzlichen Montage.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird das Abgas im ersten oder zweiten Kühler mit Luft gekühlt, wobei die jeweils andere Kühlstufe mit Kühlmittel gekühlt wird.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschreiben. Es zeigen

Fig. 1a ein AGR-System mit Abgaskühler auf der Niederruckseite,

Fig. 1b ein AGR-System mit Abgaskühler auf der Niederruckseite und einem zweistufigen Turbinen-/Verdichtersystem mit Zwischenkühlung,

Fig. 2a ein AGR-System mit zweistufiger Abgaskühlung und Abgaskühlermodul auf der Niederdruckseite, wobei das AGR-Ventil auf der heißen Abgasseite, d.h. vor der zweistufigen Abgaskühlung angeordnet ist,

Fig. 2b ein AGR-System mit zweistufiger Abgaskühlung und Abgaskühlermodul auf der Niederdruckseite, wobei das AGR-Ventil auf der heißen Abgasseite, d.h. vor der zweistufigen Abgaskühlung angeordnet ist und das Turbinen-/Verdichtersystem zweistufig ist sowie über eine Zwischenkühlung verfügt,

Fig. 2c ein AGR-System mit zweistufiger Abgaskühlung und Abgaskühlermodul auf der Niederdruckseite, wobei das AGR-Ventil auf der kalten Abgasseite, d.h. nach der zweistufigen Abgaskühlung angeordnet ist,

Fig. 2d ein AGR-System mit zweistufiger Abgaskühlung und Abgaskühlermodul auf der Niederdruckseite, wobei das AGR-Ventil auf der kalten Abgasseite, d.h. nach der zweistufigen Abgaskühlung angeordnet ist und das Turbinen-/Verdichtersystem zweistufig ist sowie über eine Zwischenkühlung verfügt,

Fig. 3a ein AGR-System mit Abgaskühlermodul und integriertem AGR-Ventil sowie Partikelfilter und/oder Oxidationskatalysator,

Fig. 3b ein AGR-System mit Abgaskühlermodul und integriertem AGR-Ventil sowie Partikelfilter und/oder Oxidationskatalysator sowie einem zweistufigen Turbinen-/ Verdichtersystem mit Zwischenkühlung,

Fig. 4a ein AGR-System mit Abgaskühlermodul und integriertem AGR-Ventil, Bypass-Ventil sowie Partikelfilter und/oder Oxidationskatalysator, wobei das AGR-Ventil und das Bypass-Ventil in einem Multifunktionsventil zu einer Baueinheit zusammengefasst sind und

Fig. 4b ein AGR-System mit Abgaskühlermodul und integriertem AGR-Ventil, Bypass-Ventil sowie Partikelfilter und/oder Oxidationskatalysator, wobei das AGR-Ventil und das Bypass-Ventil in einem Multifunktionsventil zu einer Baueinheit zusammengefasst sind sowie einem zweistufigen Turbinen-/ Verdichtersystem mit Zwischenkühlung.

[0017] **Fig. 1a** zeigt ein Abgasrückführsystem (AGR-System) für eine aufgeladene, als Dieselmotor ausgebildete Brennkraftmaschine 1 eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges. Der Dieselmotor 1 weist eine Ansaugleitung 2 und eine Abgasleitung 3 auf, wobei in der Abgasleitung 3 eine Abgasturbine 4 und in der Ansaugleitung 2 ein von der Abgasturbine 4 angetriebener Verdichter 5 (so genannter Abgasturbolader) angeordnet sind. Zwischen Verdichter 5 und dem nicht näher dargestellten Ansaugtrakt des Motors 1 ist ein Ladeluftkühler 6 angeordnet, welcher, was nicht dargestellt ist, durch ein flüssiges Kühlmittel oder durch Luft gekühlt wird. Stromabwärts von der Abgasturbine 4 sind ein Partikelfilter und ein Oxidationskatalysator, dargestellt durch ein Rechteck 7, angeordnet. Der stromabwärts der Abgasturbine 4 befindliche Bereich 3a der Abgasleitung 3 und der stromaufwärts vom Verdichter 5 befindliche Abschnitt 2a der Ansauleitung 2 werden als Niederdruckseite bezeichnet. Zwischen den Leitungsabschnitten 2a, 3a sind eine Abgasrückführleitung (AGR-Leitung) 8 sowie ein Abgaskühler 9 angeordnet, welcher über zwei Stutzen 9a, 9b an einen nicht dargestellten Kühlmittelkreislauf des Motors 1 anschließbar ist.

[0018] Die Funktion des dargestellten AGR-Systems ist folgende: Frischluft wird über den Niederdruckabschnitt 2a angesaugt, vom Verdichter 5 auf einen erhöhten Druck, den Ladedruck, gebracht, über die Ansaugleitung 2 dem Ladeluftkühler 6 zugeführt, dort zwecks Erhöhung des Liefergrades gekühlt und dem Motor 1 zugeführt. Die den Motor verlassenden Abgase treiben die Abgasturbine 4 an, die ihrerseits den Verdichter 5 antreibt. Hinter der Abgasturbine 4 werden die Dieselabgase durch den Partikelfilter und den Oxidationskatalysator 7 gereinigt. Bevor die Abgase ins Freie treten, wird ein Teilstrom über die AGR-Leitung 8 abgezweigt, im Abgaskühler 9 gekühlt und dem Niederdruckabschnitt 2a zugeführt, wo eine Vermischung der rückgeführten Abgase mit der angesaugten Frischluft erfolgt. Die Leistung bzw. die Druckdifferenz am Verdichter 5 ist somit maßgebend für die über den Abgaskühler 9 rückgeführte

Abgasmenge (Massenstrom) und kann somit beträchtlich gesteigert werden, bezogen auf ein bekanntes AGR-System auf der Hochdruckseite, wo nur die Druckdifferenz zwischen Motorabgasseite und Motoransaugseite für den Förderstrom zur Verfügung steht.

[0019] **Fig. 1b** zeigt ein Abgasrückführsystem (AGR-System) wie es in Fig. 1a beschrieben ist. Im Unterschied zu Fig. 1a ist die Tubine (4) als zweistufiges Turbinensystem und der Verdichter (5) als zweistufiges Verdichtungssystem mit Zwischenkühlung ausgeführt.

[0020] Die Funktion des dargestellten AGR-Systems ist folgende: Frischluft wird über den Niederdruckabschnitt 2a angesaugt, von der ersten Verdichterstufe 5a auf einen höheren Druck, den Zwischendruck gebracht und über einen Zwischendruckabschnitt 2b einem Zwischenwärmetauscher 25 zugeführt. In dem Zwischenwärmetauscher wird das Abgas-/Luftgemisch zur Temperaturbegrenzung gekühlt und anschließend in einer zweiten Verdichterstufe 5b auf einen gegenüber dem Zwischendruck erhöhten Druck, den Ladedruck, gebracht, über die Ansaugleitung 2 dem Ladeluftkühler 6 zugeführt, dort zwecks Erhöhung des Liefergrades gekühlt und dem Motor 1 zugeführt.

[0021] Die den Motor verlassenden Abgase treiben eine erste Abgasturbinen 4a an, die ihrerseits die zweite Verdichterstufe 5b antreibt. Über eine Abgaszwischenleitung 3b wird das entspannte Abgas einer zweiten Abgasturbine 4b zugeführt, die ihrerseits die erste Verdichterstufe 5a antreibt. Hinter der Abgasturbine 4 werden die Dieselabgase durch den Partikelfilter und den Oxidationskatalysator 7 gereinigt. Bevor die Abgase ins Freie treten, wird ein Teilstrom über die AGR-Leitung 8 abgezweigt, im Abgaskühler 9 gekühlt und dem Niederdruckabschnitt 2a zugeführt, wo eine Vermischung der rückgeführten Abgase mit der angesaugten Frischluft erfolgt.

[0022] **Fig. 2a** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, d. h. ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1 - für gleiche Teile werden gleiche Bezugszahlen wie in Fig. 1a verwendet. Das AGR-System gemäß Fig. 2a entspricht auf der Hochdruckseite dem von Fig. 1a; auf der Niederdruckseite, d. h. zwischen den Leitungsabschnitten 2a, 3a ist ebenfalls eine AGR-Leitung 8 vorgesehen, welche zu einem Modul 10 führt, d. h. einer aus verschiedenen Komponenten aufgebauten Baueinheit, welche primär zwei abgasseitig hintereinander geschaltete Abgaskühler 11, 12 umfasst, die mechanisch, d. h. z. B. durch Verschraubung oder stoffschlüssig, d. h. durch Verlöten oder Verschweißen fest miteinander verbunden sind. Der abgasseitig stromaufwärts gelegene Abgaskühler 11 ist als Hochtemperaturkühler ausgebildet und an den nicht dargestellten Kühlkreislauf des Motors 1 angeschlossen. Der abgasseitig stromabwärts gelegene Kühler 12 ist als Niedertemperaturkühler ausgelegt und an einen nicht dargestellten Niedertemperaturkühlkreis angeschlossen. Stromaufwärts vom Hochtemperaturkühler 11 ist eine Ventileinrichtung 13 mit einer Bypassklappe 14 und einer die Abgaskühler 11, 12 umgehenden Bypassleitung 15 vorgesehen. Letztere kann in die Abgaskühler 11, 12 integriert oder als separate Leitung ausgebildet sein. Die Ventileinrichtung 13 mit Bypassklappe 14 kann - entgegen der zeichnerischen Darstellung - auch stromabwärts der Abgaskühler 11, 12 angeordnet sein. Vor der Ventileinrichtung 13, d. h. hier stromaufwärts gelegen, ist ein als Absperrventil ausgebildetes AGR-Ventil 16 vorgesehen, welches ebenfalls in das Modul 10 integriert, d. h. mit den übrigen Teilen zu einer Baueinheit verbunden ist. Schließlich kann in einem nicht dargestellten Eintrittsdiffusor des Abgaskühlers 11, also des Hochtemperaturkühters, ein Partikelfilter und/oder ein Oxidationskatalysator 17 vorgesehen werden, der ebenfalls baulich integriert wird. Somit sind die Komponenten 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 zu einem Modul 10 integriert, welches als eine Einheit herstellbar und lieferbar ist und somit auch als Einheit oder Baugruppe im Fahrzeug mit relativ wenigen Handgriffen montierbar ist. Das Modul 10 wird bei der Montage in die AGR-Leitung 8 eingesetzt, die Abgaskühler 11, 12 werden an die jeweiligen Kühlkreisläufe angeschlossen, und die Ventileinrichtung 13 sowie das Regelventil 16 werden mit nicht dargestellten Steuereinrichtungen verbunden. Die Befestigung des Moduls 10 kann an geeigneter Stelle im Kraftfahrzeug erfolgen.

[0023] Die Funktion des dargestellten AGR-Systems ist ähnlich wie bei Fig. 1a, zunächst mit dem Unterschied, dass hier eine zweistufige Abkühlung des über die AGR-Leitung 8 rückgeführten Abgasstromes erfolgt. Sofern keine Abkühlung erforderlich oder vorteilhaft ist, können beide Abgaskühler 11, 12 durch die Bypassleitung 15 umgangen werden. Die Menge des rückgeführten Abgases 8 wird über das Absperrventil 16 geregelt, wobei in den einfachsten Fällen eine Schwarz-Weiß-Regelung (auf oder zu) ausreichend ist. Der Partikelfilter 17, der zusätzlich zu dem Partikelfilter 7 in der Abgasleitung 3a vorgesehen ist, verhindert eine Rußablagerung in den nicht dargestellten Abgasrohren der beiden Abgaskühler 11, 12. Da das Abgaskühlermodul 10 auf der Niederdruckseite (2a, 3a) angeordnet ist, steht auch hier eine beliebig hohe Druckdifferenz zur Förderung des Abgasstromes am Verdichter 5 zur Verfügung, was aufgrund der Vielzahl von Komponenten in der AGR-Leitung 8 und hohen Abgasmassenströmen von Vorteil ist.

[0024] **Fig.2b** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, d. h. ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1 - für gleiche Teile werden gleiche Bezugszahlen wie in Fig. 1b und 2a verwendet. Im Unterschied zu Fig. 2a ist die Tubine (4) als zweistufiges Turbinensystem und der Verdichter (5) als zweistufiges Verdichtungssystem mit Zwischenkühlung ausgeführt, wie dieses in Fig. 1b beschrieben ist.

[0025] **Fig.2c** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, d. h. ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1 - für gleiche Teile werden gleiche Bezugszahlen wie in Fig. 2a verwendet. Im Unterschied zu Fig. 2a ist das als Absperrventil ausgebildete AGR-Ventil 16, welches ebenfalls in das Modul 10 integriert

ist, d. h. mit den übrigen Teilen zu einer Baueinheit verbunden ist, stromabwärts der Abgaskühler 11, 12 und der Einmündungsstelle des Bypasskanals 15 angeordnet.

[0026] **Fig.2d** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, d. h. ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1 - für gleiche Teile werden gleiche Bezugszahlen wie in Fig. 2a und 2c verwendet. Im Unterschied zu Fig. 2c ist die Tubine (4) als zweistufiges Turbinensystem und der Verdichter (5) als zweistufiges Verdichtungssystem mit Zwischenkühlung ausgeführt; wie dieses in Fig. 1b beschrieben ist.

[0027] **Fig. 3a** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung für ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1, wobei wiederum gleiche Bezugszahlen für gleiche Teile verwendet werden. Auf der Niederdruckseite, d. h. zwischen dem Ansaugleitungsabschnitt 2a und dem Abgasleitungsabschnitt 3a ist eine Abgasrückführleiturig 8 angeordnet, die weitestgehend in ein Modul 18 integriert ist. Das Modul 18 weist wie das Modul 10 in Fig. 2a ebenfalls die Abgaskühler 11, 12, die Ventileinrichtung 13 mit Bypassklappe 14 sowie Bypasskanal 15 auf, und enthält ferner das Partikelfilter und/oder den Oxidationskatalysator 17. Abweichend gegenüber dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist ein als Drei-Wege-Ventil ausgebildetes Mengenregelventil 19 (AGR-Ventil), welches an der Abzweigungsstelle von Abgasleitung 3a und AGR-Leitung 8 angeordnet ist. Durch das Regelventil 19 kann der Anteil an Abgas, welcher dem Gesamtabgasstrom entnommen wird, eingestellt werden. Dadurch ist eine genauere Regelung des rückgeführten Abgasmassenstromes möglich. Im Übrigen sind die Funktionen des Moduls 18 gleich gegenüber dem Modul 10 in Fig. 2a.

[0028] Die Darstellungen der Module 10, 18 und ihrer Komponenten sind schematischer Art, d. h. es sind viele konstruktive Varianten möglich. Dies gilt zunächst für die Abgaskühler 11, 12, welche als Rohrbündel Wärmeübertrager mit geraden oder U-förmig gebogenen Rohren mit kreisförmigen, rechteckförmigen oder sonstigen Querschnitten ausgebildet sein können. Ebenso sind für die Bypasseinrichtung verschiedene Varianten bezüglich des Ventilschließgliedes, des zugehörigen Stellantriebes und des Bypasskanals (integriert oder separat) möglich. Entscheidend ist, dass die genannten Komponenten weitestgehend zu einer transportfähigen vorgefertigten Baueinheit zusammengefasst sind, die am Fahrzeug mit geringem Montage- und Zeitaufwand in das gesamte AGR-System einsetzbar und anschließbar ist. Daraus ergibt sich schließlich auch ein entscheidender Bauraumvorteil, da die Komponenten eine kompakte Multifunktionseinheit bilden.

[0029] **Fig. 3b** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung für ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1, wobei wiederum gleiche Bezugszahlen für gleiche Teile wie in Fig. 3a verwendet werden. Im Unterschied zu Fig. 3a ist die Tubine (4) als zweistufiges Turbinensystem und der Verdichter (5) als zweistufiges Verdichtungssystem mit Zwischenkühlung ausgeführt, wie dieses in Fig. 1b beschrieben ist.

[0030] **Fig. 4a** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung für ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1, wobei wiederum gleiche Bezugszahlen für gleiche verwendet werden.

[0031] Im Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsformen sind das AGR-Ventil 19, die Ventileinrichtung 13 und die Bypassklappe14 zu einer Baueinheit zusammengefasst, die ein Multifunktionsventil 26 bilden.

[0032] **Fig. 4b** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung für ein AGR-System auf der Niederdruckseite des Motors 1, wobei wiederum gleiche Bezugszahlen für gleiche verwendet werden.

[0033] Im Unterschied zu Fig. 4a ist die Tubine (4) als zweistufiges Turbinensystem und der Verdichter (5) als zweistufiges Verdichtungssystem mit Zwischenkühlung ausgeführt, wie dieses in Fig. 1b beschrieben ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Rückführung und Kühlung von Abgas einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere eines Dieselmotors in einem Kraftfahrzeug mit einer Abgasrückführ(AGR)-Leitung (8), mindestens einem Abgaswärmeübertrager (11) und einem Abgasrückführ(AGR)-Ventil (19), wobei ein erster und ein zweiter Abgaswärmeübertrager (11, 12) zu einer Baueinheit zusammengefasst sind und ein Modul (10, 18) bilden, wobei der erste und der zweite Abgaswärmeübertrager abgasseitig hintereinander geschaltet und als Hochtemperaturkühler (11) und als Niedertemperaturkühler (12) ausgelegt sind und der Hochtemperaturkühler (11) von einem ersten Kühlkreis als dem Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine (1) und der Niedertemperaturkühler (12) von einem zweiten Kühlkreis kühlbar sind, wobei der Hochtemperatur- und der Niedertemperaturkühler (11, 12) mechanisch oder stoffschlüssig miteinander verbunden sind, wobei der Hochtemperaturkühler (11) aus einem anderen Material besteht als der Niedertemperaturkühler (12) und der Hochtemperaturkühler (11) aus einem korrosionsbeständigen Edelstahl und der Niedertemperaturkühler (12) aus Aluminium besteht, das vor Korrosion geschützt ist, wobei die beiden Abgaswärmeübertrager im Gegenstrom betrieben werden, wobei der Hochtemperatur- und der Niedertemperaturkühler (11, 12) einen Bypasskanal (15) für das Abgas aufweisen, wobei dem Bypasskanal (15) ein Bypassventil (13, 14) zugeordnet ist, durch welches der Abgasstrom entweder durch die Kühler (11, 12) oder durch den Bypasskanal (15) lenkbar ist und das AGR-Ventil (16, 19) in das Modul (10, 18) integriert ist, wobei das AGR-Ventil (16, 19) vor den Kühlem (11, 12) angeordnet ist, wobei das AGR-Ventil ein Mengenregelventil ist, welches den rückgeführten Massenstrom regelt und das AGR-

Ventil als Drei-Wege-Ventil ausgebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Kühlmedium des ersten Kühlkreises von dem Kühlmedium des zweiten Kühlkreises unterscheidet.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmedium des ersten Kühlkreises gasförmig und das Kühlmedium des zweiten Kühlkreises flüssig ist oder umgekehrt.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmedium des ersten Kühlkreises vorzugsweise Luft ist und das Kühlmedium des zweiten Kühlkreises vorzugsweise ein Kühlmittel ist oder umgekehrt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Partikelfilter mit dem AGR-Ventil (16) eine Baueinheit bildet.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochtemperaturkühler (11) einen Einlassdiffusor aufweist, in dem ein Partikelfilter und/oder ein Oxidationskatalysator (17) angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine erste Verdichterstufe (5a) und mindestens eine weitere Verdichterstufe (5b) umfasst.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine erste Abgasturbine (4a) und mindestens eine zweite Abgasturbine (4b) umfasst.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens einen Zwischenwärmetauscher (25) umfasst, der vorzugsweise abströmseitig der ersten Verdichterstufe (5a) und zuströmseitig der zweiten Verdichterstufe (5b) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Abgasturbine (4a) mit der zweiten Verdichterstufe (5b) gekoppelt ist und die zweite Abgasturbine (4b) mit der ersten Verdichterstufe (5b) gekoppelt ist

Claims

1. Device for recirculating and cooling exhaust gas of an internal combustion engine (1), especially of a diesel engine, in a motor vehicle with an exhaust-gas recirculation (AGR) line (8), at least one exhaust-gas heat exchanger (11), and an exhaust-gas recirculation (AGR) valve (19), wherein a first and a second exhaust-gas heat exchanger (11, 12) are combined into one structural unit and form one module (10, 18), wherein the first and second exhaust-gas heat exchangers are connected one behind the other on the exhaust-gas side and are designed as high-temperature coolers (11) and low-temperature coolers (12), and the high-temperature cooler (11) can be cooled by a first cooling circuit as the cooling circuit of the internal combustion engine (1), and the low-temperature cooler (12) can be cooled by a second cooling circuit, wherein the high-temperature and the low-temperature coolers (11, 12) are connected to each other mechanically or materially, wherein the high-temperature cooler (11) is made from a different material than the low-temperature cooler (12), and the high-temperature cooler (11) is made from a corrosion-resistant stainless steel, and the low-temperature cooler (12) is made from aluminum, which is protected from corrosion, wherein the two exhaust-gas heat exchangers are operated with reverse flow, wherein the high-temperature cooler and the low-temperature cooler (11, 12) have a bypass channel (15) for the exhaust gas, wherein a bypass valve (13, 14), through which the exhaust-gas flow can be guided either through the coolers (11, 12) or through the bypass channel (15), is assigned to the bypass channel (15), and the AGR valve (16, 19) is integrated into the module (10, 18), wherein the AGR valve (16, 19) is arranged in front of the coolers (11, 12), wherein the AGR valve is a volume-controlling valve, which controls the mass flow that is recirculated, and the AGR valve is constructed as a three-way valve.

2. Device according to claim 1, **characterized in that** the cooling agent of the first cooling circuit differs from the cooling agent of the second cooling circuit.

3. Device according to one of the preceding claims 1 or 2, **characterized in that** the cooling agent of the first cooling circuit is gaseous and the cooling agent of the second cooling circuit is liquid or vice versa.

4. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling agent of the first cooling circuit is preferably air and the cooling agent of the second cooling circuit is preferably a coolant or vice versa.

5. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the particulate filter forms one structural unit with the AGR valve (16).

6. Device according to one of the preceding claims,

characterized in that the high-temperature cooler (11) has an inlet diffuser in which a particulate filter and/or an oxidation-type catalytic converter (17) are arranged.

7. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** it includes a first compressor stage (5a) and at least one other compressor stage (5b).

8. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** it includes a first exhaust-gas turbine (4a) and at least one second exhaust-gas turbine (4b).

9. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** it includes at least one intermediate heat exchanger (25), which is arranged preferably on the downstream side of the first compressor stage (5a) and on the inflow side of the second compressor stage (5b).

10. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first exhaust-gas turbine (4a) is coupled to the second compressor stage (5b) and the second exhaust-gas turbine (4b) is coupled to the first compressor stage (5b).

Revendications

1. Dispositif de recyclage et de refroidissement de gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (1), en particulier d'un moteur diesel dans un véhicule automobile, comprenant une conduite (8) de recyclage des gaz d'échappement (AGR), au moins un échangeur de chaleur de gaz d'échappement (11) et une électrovalve (19) de recyclage des gaz d'échappement (AGR), où un premier et un deuxième échangeurs de chaleur de gaz d'échappement (11, 12) sont regroupés pour constituer un ensemble unitaire et forment un module (10, 18), où le premier et le deuxième échangeurs de chaleur de gaz d'échappement sont montés l'un derrière l'autre, côté gaz d'échappement, et conçus comme un refroidisseur à haute température (11) et comme un refroidisseur à basse température (12), et le refroidisseur à haute température (11) peut être refroidi par un premier circuit de refroidissement servant de circuit de refroidissement du moteur à combustion interne (1), le refroidisseur à basse température (12) pouvant être refroidi par un deuxième circuit de refroidissement, où les refroidisseurs à haute température et à basse température (11, 12) sont assemblés l'un à l'autre mécaniquement ou par continuité de matière, où le refroidisseur à haute température (11) se compose d'un matériau différent de celui du refroidisseur à basse température (12), et le refroidisseur à haute température (11) se compose d'un acier spécial résistant à la corrosion, le refroidisseur à basse température (12) étant en aluminium qui est protégé contre la corrosion, où les deux échangeurs de gaz d'échappement sont actionnés à flux opposés, où les refroidisseurs à haute température et à basse température (11, 12) présentent un conduit de dérivation (15) pour les gaz d'échappement, où une soupape de dérivation (13, 14) est associée au conduit de dérivation (15), soupape de dérivation à travers laquelle le flux de gaz d'échappement peut être dirigé soit à travers les refroidisseurs (11, 12), soit à travers le conduit de dérivation (15), et l'électrovalve AGR (16, 19) est intégrée dans le module (10, 18), où l'électrovalve AGR (16, 19) est disposée en amont des refroidisseurs (11, 12), où l'électrovalve AGR est une électrovalve de régulation débitmétrique qui régule le débit massique recyclé, et l'électrovalve AGR est conçue comme une valve à trois voies.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le milieu de refroidissement du premier circuit de refroidissement se différencie du milieu de refroidissement du deuxième circuit de refroidissement.

3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le milieu de refroidissement du premier circuit de refroidissement est sous forme gazeuse, le milieu de refroidissement du deuxième circuit de refroidissement étant sous forme liquide ou inversement.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le milieu de refroidissement du premier circuit de refroidissement est de préférence de l'air, et le milieu de refroidissement du deuxième circuit de refroidissement est de préférence un liquide de refroidissement ou inversement.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre à particules, avec l'électrovalve AGR (16), forme un ensemble unitaire.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le refroidisseur à haute température (11) présente un diffuseur d'admission dans lequel sont disposés un filtre à particules et/ou un catalyseur d'oxydation (17).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend un premier étage de compresseur (5a) et au moins un autre étage de compresseur (5b).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications

précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend une première turbine à gaz d'échappement (4a) et au moins une deuxième turbine à gaz d'échappement (4b).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend au moins un échangeur de chaleur intermédiaire (25) qui est disposé, de préférence, côté sortie d'écoulement du premier étage de compresseur (5a) et côté entrée d'écoulement du deuxième étage de compresseur (5b).

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première turbine à gaz d'échappement (4a) est couplée au deuxième étage de compresseur (5b), et la deuxième turbine à gaz d'échappement (4b) est couplée au premier étage de compresseur (5b).

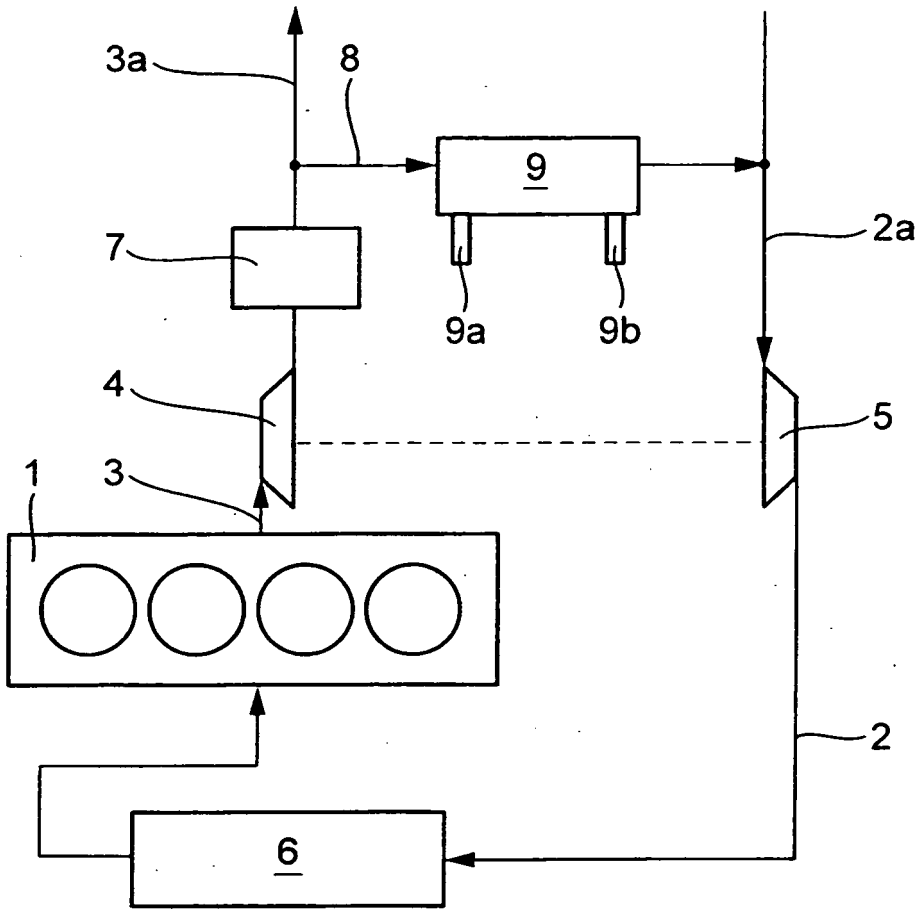


Fig. 1a

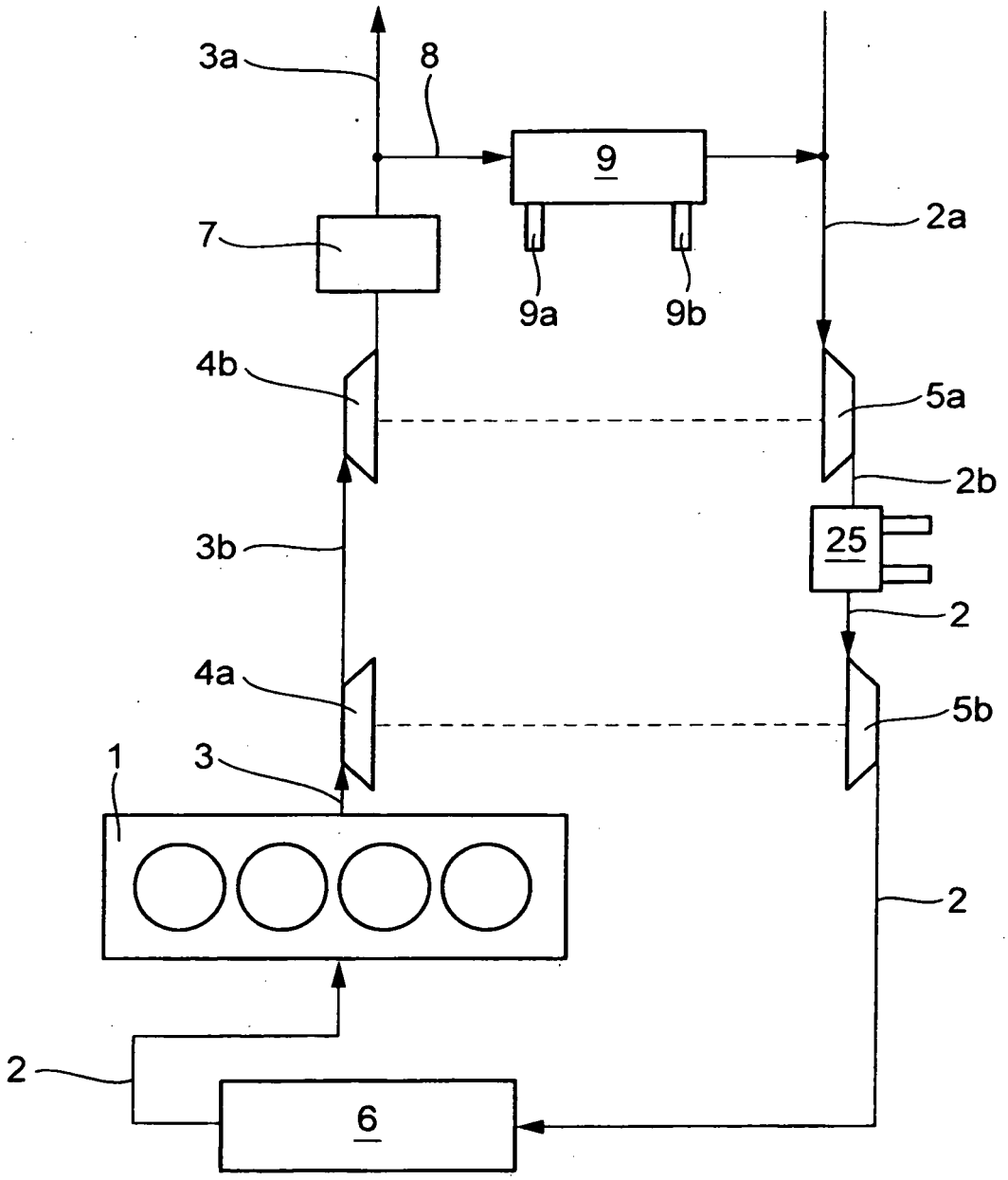


Fig. 1b

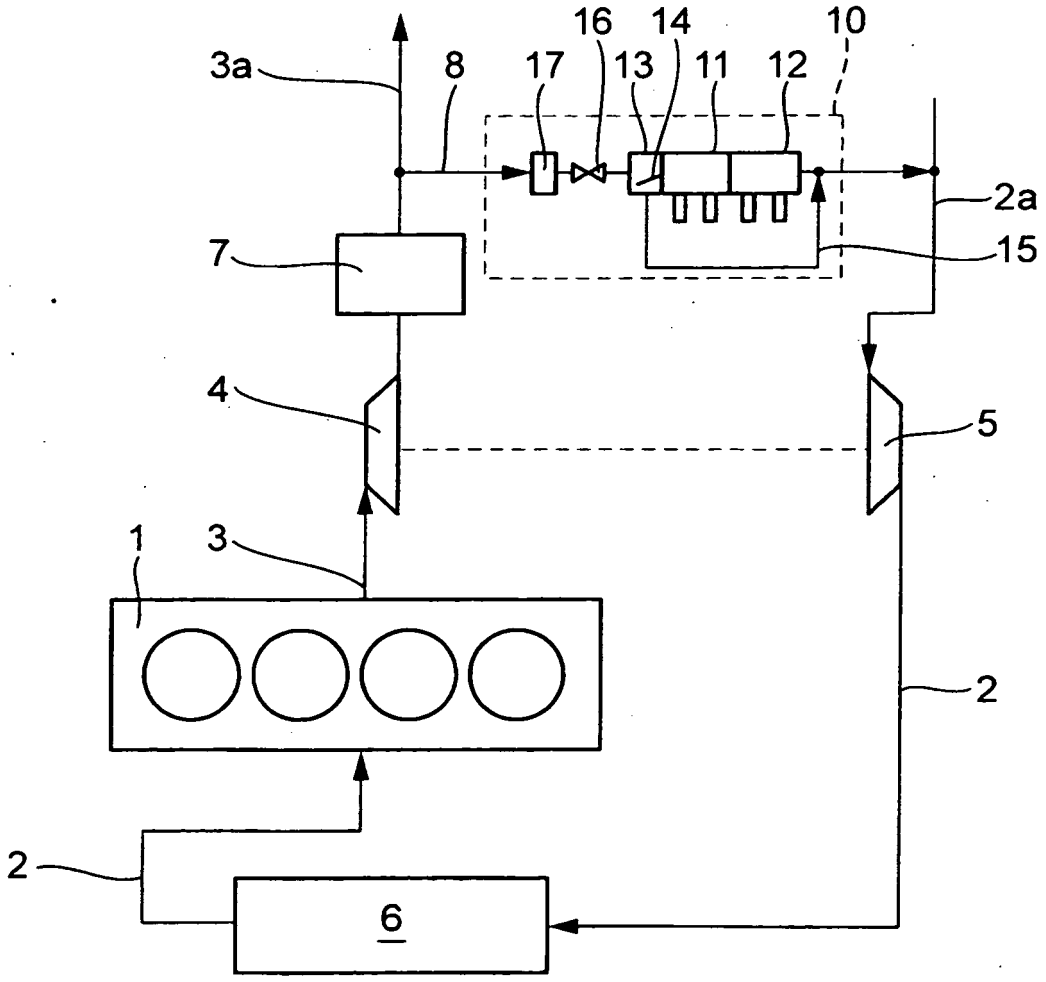


Fig. 2a

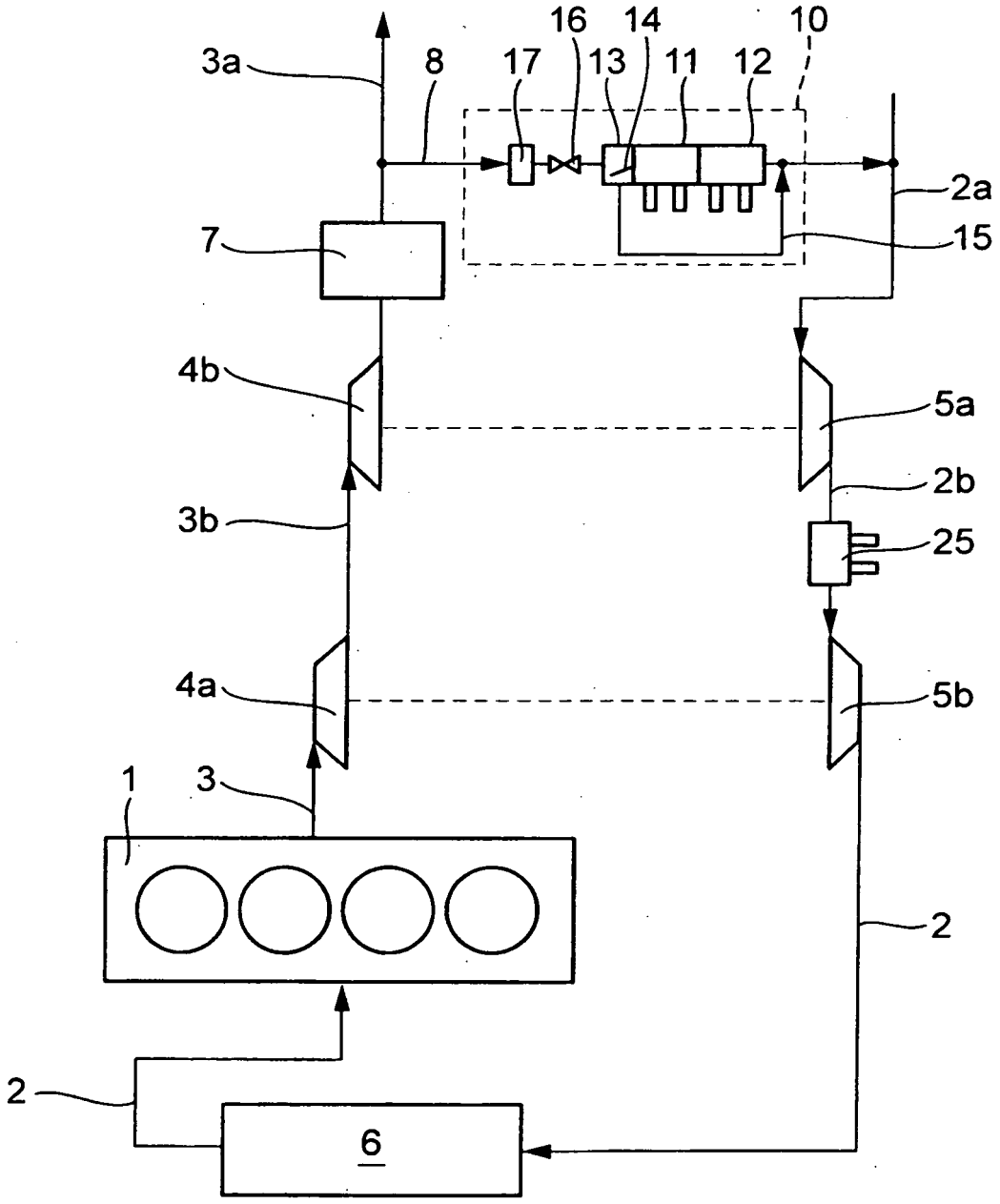


Fig. 2b

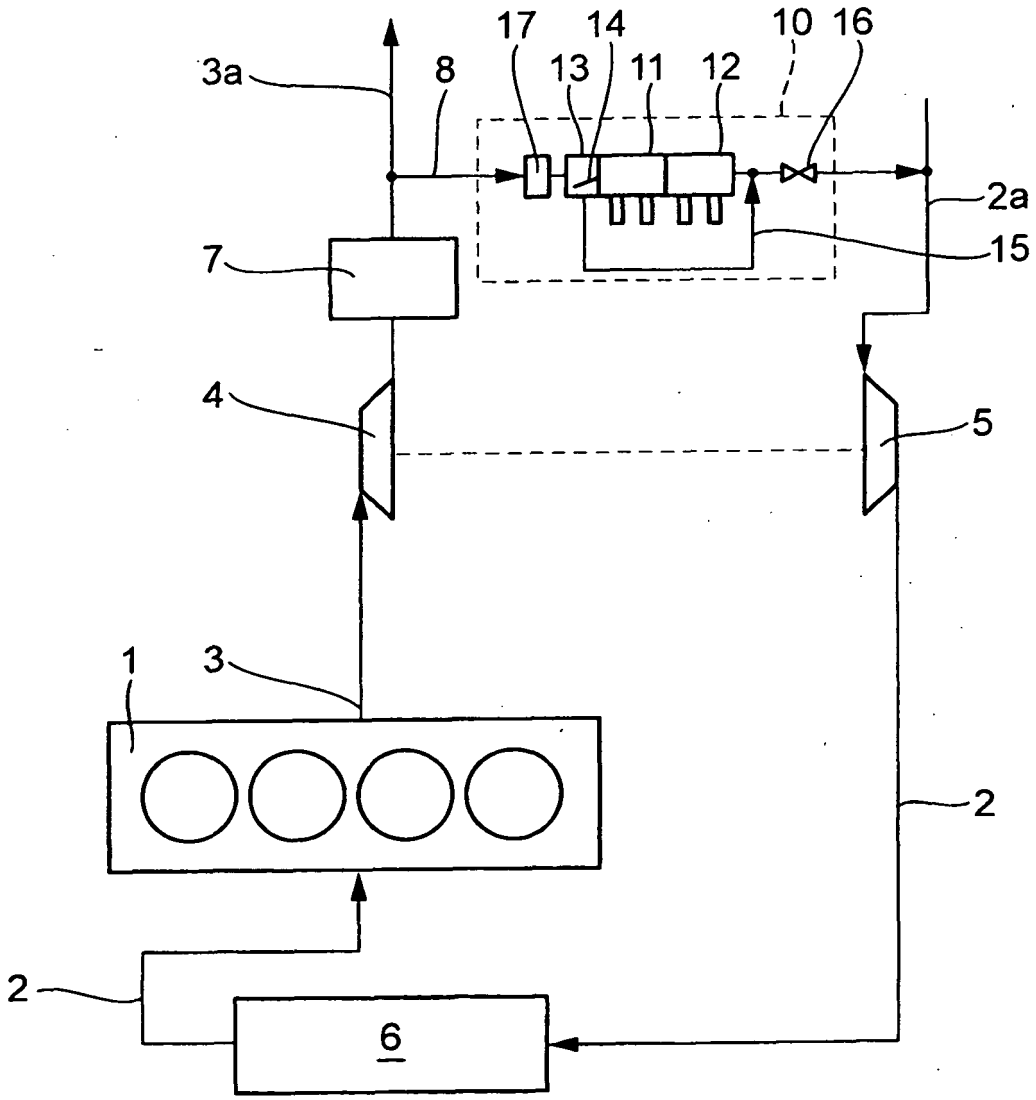


Fig. 2c

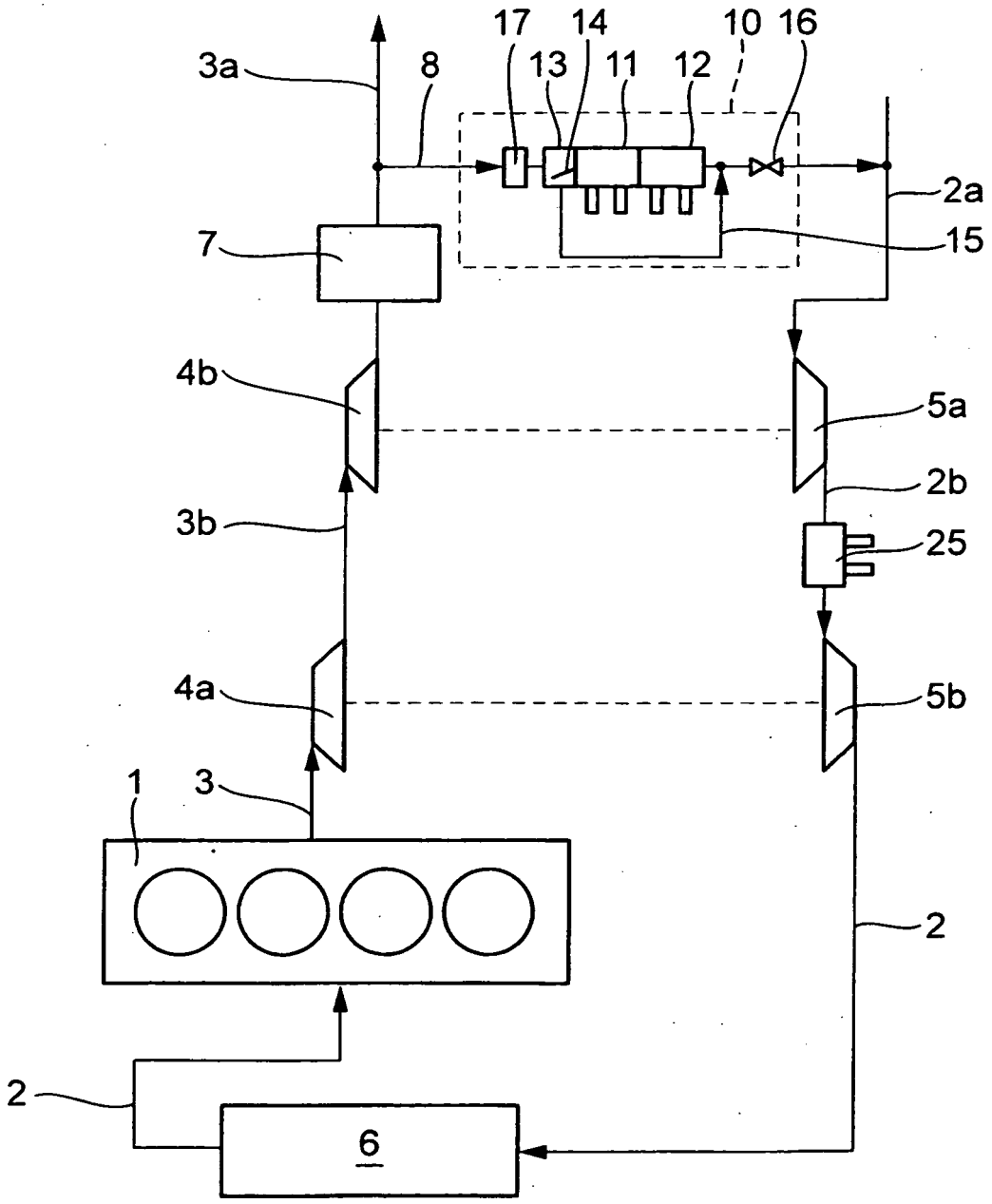


Fig. 2d

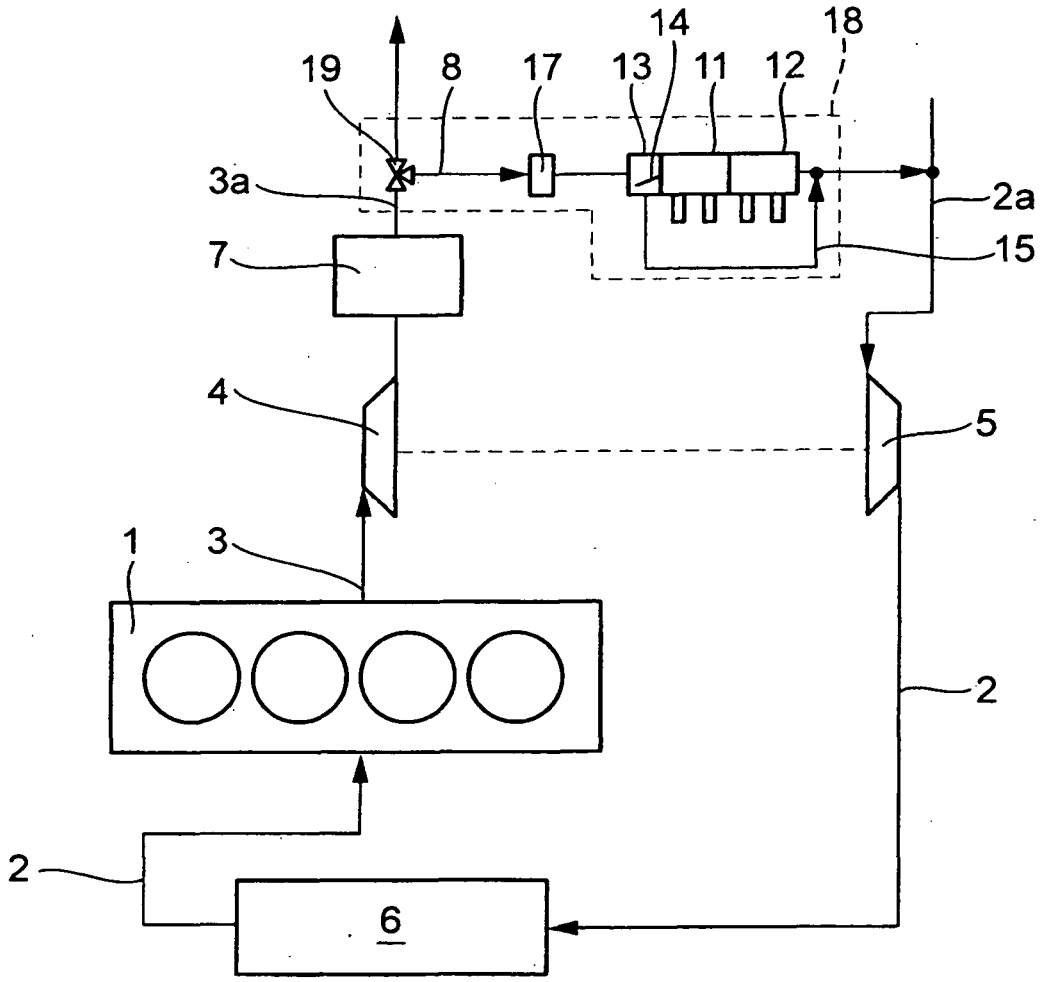


Fig. 3a

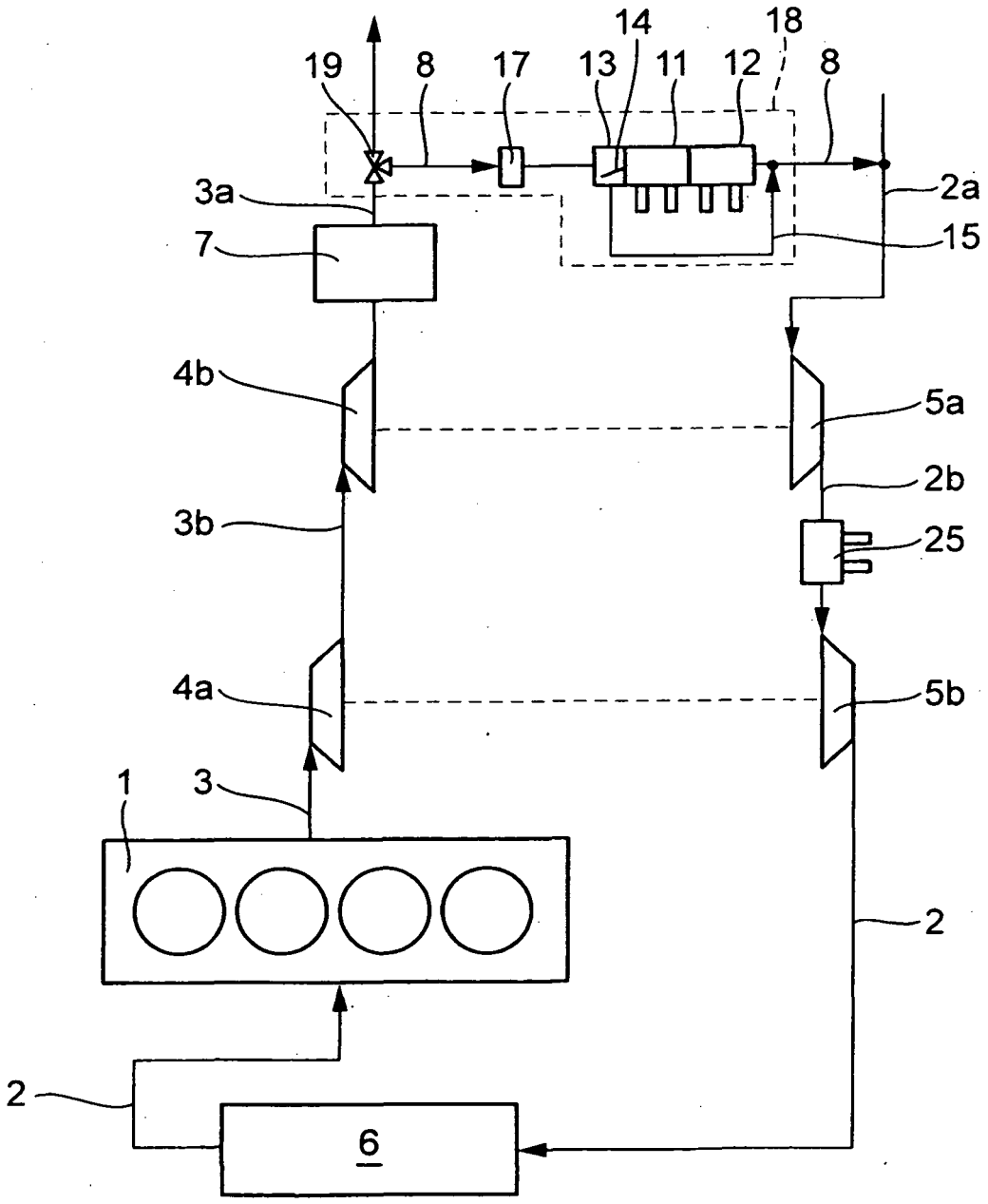


Fig. 3b

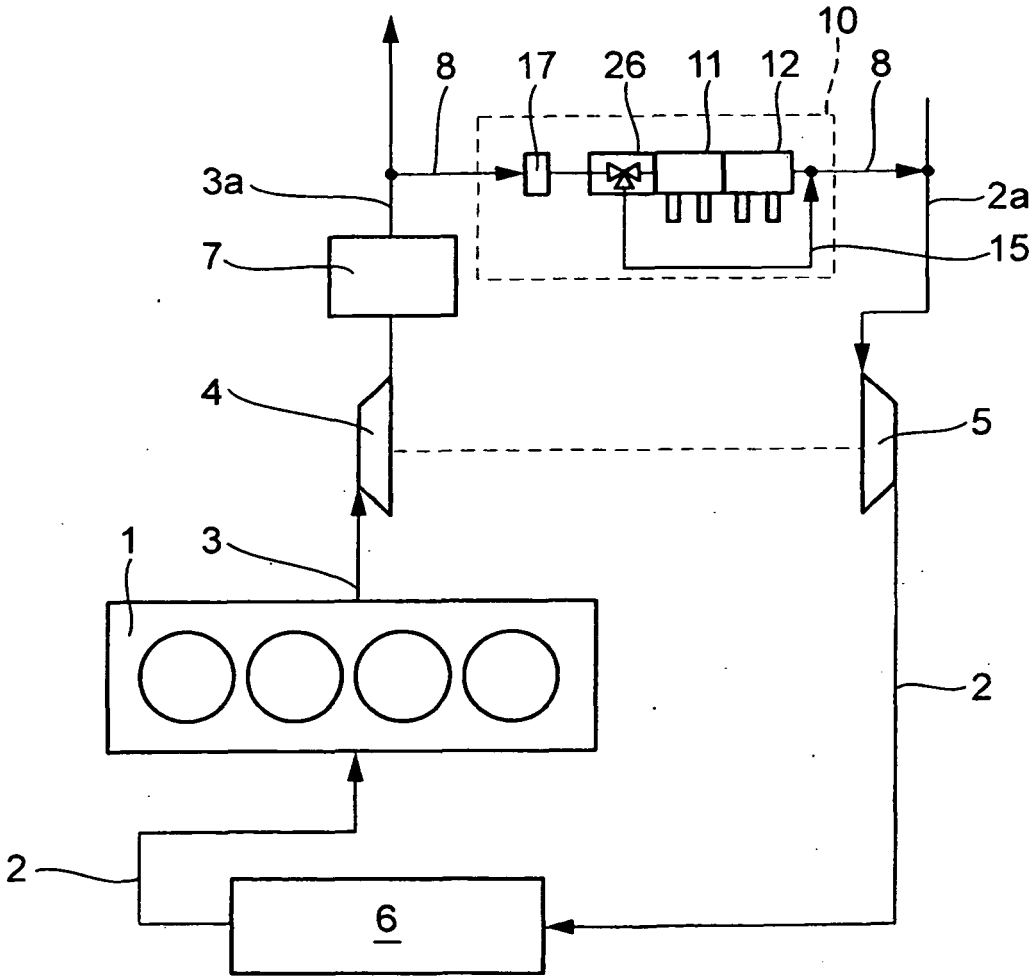


Fig. 4a

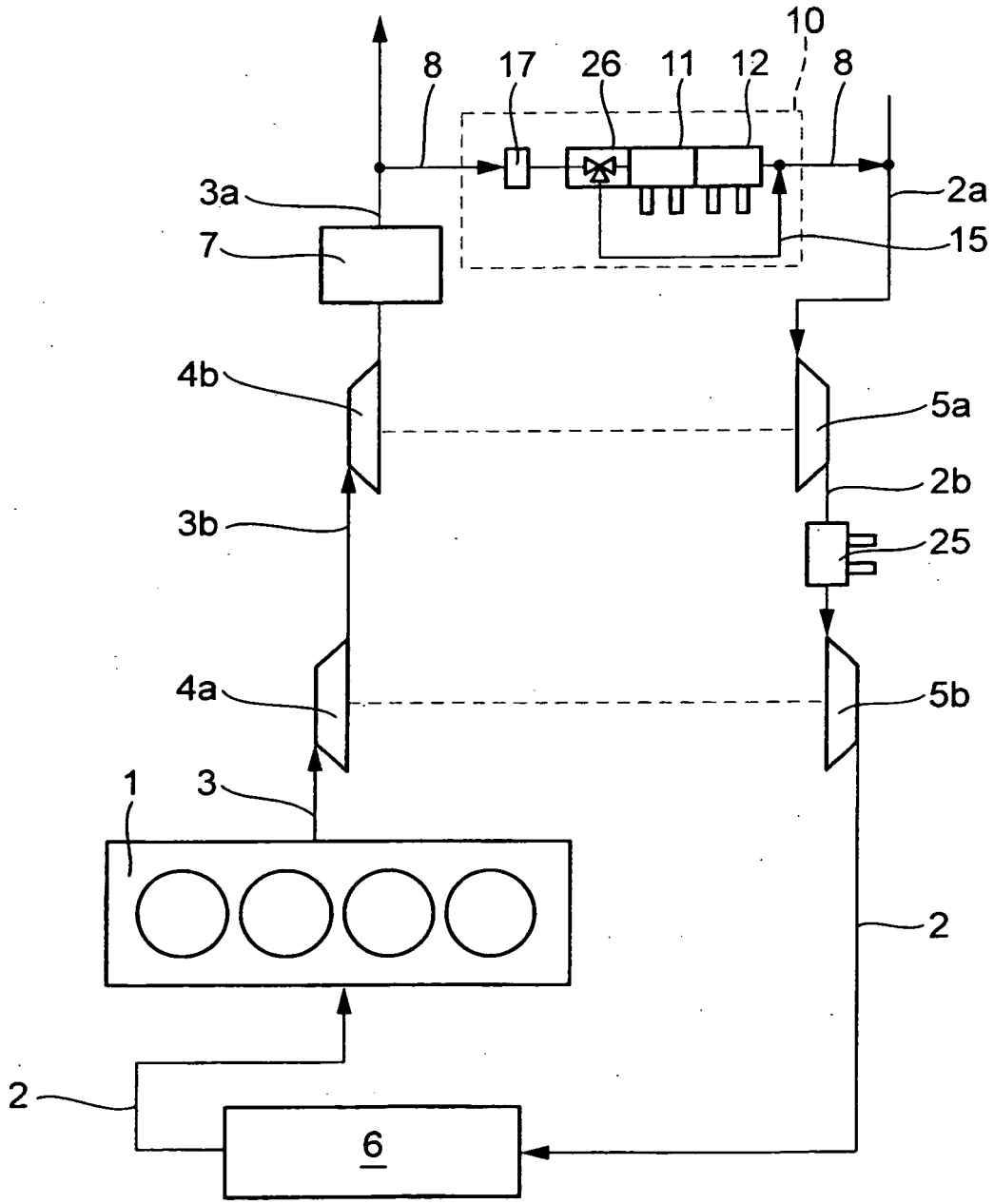


Fig. 4b

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

- JP 11200955 B **[0001]**
- US 6244256 B1 **[0003]**
- DE 19907163 A1 **[0004]**
- DE 19962863 A1 **[0005]**
- DE 10203003 A1 **[0005]**
- EP 1030050 A1 **[0006]**
- DE 19841927 A1 **[0007]**
- DE 19750588 A1 **[0008]**