

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 133/2013
(22) Anmeldetag: 21.02.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2013

(51) Int. Cl. : **F02B 67/10** (2006.01)
F02B 37/013 (2006.01)
F01D 25/24 (2006.01)

(30) Priorität:
08.03.2012 DE 102012203701.2 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
DE 2752988 A1 JP S57102519 A
DE 8004048 U1

(73) Patentanmelder:
MAN DIESEL & TURBO SE
86153 AUGSBURG (DE)

(54) **Abgasturboladermodul und damit ausgerüstete Brennkraftmaschine**

(57) Abgasturboladermodul (50) und damit ausgerüstete Brennkraftmaschine (1,1a, 1b), wobei das Abgasturboladermodul eine einzige Aufladegruppe (51) mit einem Niederdruck-Abgasturbolader (60) mit einer Niederdruckturbine (61) und einem Niederdruckverdichter (62), die eine gemeinsame erste Turboladerachse (A1) aufweisen, und einem Hochdruck-Abgasturbolader (70) mit einer Hochdruckturbine (71) und einem Hochdruckverdichter (72), die eine gemeinsame senkrecht zur ersten Turboladerachse verlaufende zweite Turboladerachse (A2) aufweisen, wobei die Niederdruckturbine über eine Abgasverbindungsleitung (80) der Hochdruckturbine nachgeschaltet ist und der Hochdruckverdichter über eine Ladeluftverbindungsleitung (90) dem Niederdruckverdichter nachgeschaltet ist, und ein Gehäuse (110) aufweist, welches so geformt ist, dass darin die Niederdruckturbine, die Hochdruckturbine sowie die Abgasverbindungsleitung aufgenommen sind und der Niederdruckverdichter, der Hochdruckverdichter sowie die Ladeluftverbindungsleitung außerhalb des Gehäuses angeordnet sind.

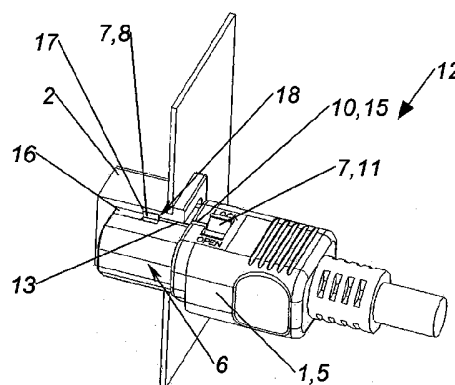


Fig. 4

Zusammenfassung

Abgasturboladermodul (50) und damit ausgerüstete Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b), wobei das Abgasturboladermodul eine einzige Aufladegruppe (51) mit einem Niederdruck-Abgasturbolader (60) mit einer Niederdruckturbine (61) und einem Niederdruckverdichter (62), die eine gemeinsame erste Turboladerachse (A1) aufweisen, und einem Hochdruck-Abgasturbolader (70) mit einer Hochdruckturbine (71) und einem Hochdruckverdichter (72), die eine gemeinsame senkrecht zur ersten Turboladerachse verlaufende zweite Turboladerachse (A2) aufweisen, wobei die Niederdruckturbine über eine Abgasverbindungsleitung (80) der Hochdruckturbine nachgeschaltet ist und der Hochdruckverdichter über eine Ladeluftverbindungsleitung (90) dem Niederdruckverdichter nachgeschaltet ist, und ein Gehäuse (110) aufweist, welches so geformt ist, dass darin die Niederdruckturbine, die Hochdruckturbine sowie die Abgasverbindungsleitung aufgenommen sind und der Niederdruckverdichter, der Hochdruckverdichter sowie die Ladeluftverbindungsleitung außerhalb des Gehäuses angeordnet sind.

(Figur 1)

Die Erfindung betrifft ein Abgasturboladermodul gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine mit einem solchen Abgasturboladermodul ausgerüstete Brennkraftmaschine.

Ein Abgasturboladermodul und eine Brennkraftmaschine der eingangsgenannten Art sind aus DE 80 04 048 U1 bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Abgasturboladermodul gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine mit einem solchen Abgasturboladermodul ausgerüstete Brennkraftmaschine bereitzustellen, so dass eine verbesserte Turboaufladung der Brennkraftmaschine erzielt wird.

Dies wird mit einem Abgasturboladermodul gemäß Anspruch 1 und einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 8 erreicht. Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen definiert.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird bereitgestellt ein Abgasturboladermodul für eine Brennkraftmaschine, aufweisend: eine Aufladegruppe mit: einem Niederdruck-Abgasturbolader mit einer Niederdruckturbine und einem Niederdruckverdichter, die eine gemeinsame erste Turboladerachse aufweisen, und einem Hochdruck-Abgasturbolader mit einer Hochdruckturbine und einem Hochdruckverdichter, die eine gemeinsame zumindest in etwa senkrecht zur ersten Turboladerachse verlaufende zweite Turboladerachse aufweisen, wobei die Niederdruckturbine über eine Abgasverbindungsleitung der Hochdruckturbine nachgeschaltet ist und der Hochdruckverdichter über eine Ladeluftverbindungsleitung dem Niederdruckverdichter nachgeschaltet ist; und ein Gehäuse, welches so geformt ist, dass darin die Niederdruckturbine, die Hochdruckturbine sowie die Abgasverbindungsleitung aufgenommen sind und der Niederdruckverdichter, der Hochdruckverdichter sowie die Ladeluftverbindungsleitung außerhalb des Gehäuses angeordnet sind.

Dadurch, dass das Abgasturboladermodul nur eine einzige wie oben definierte zweistufige Aufladegruppe aufweist, kann eine Modulstufung relativ eng ausgeführt

werden, so dass die Turboaufladung einer mit einem oder mehreren solchen Abgasturboladermodulen ausgerüsteten Brennkraftmaschine feiner abgestuft und damit besser an Parameter (z.B. Zylinderanzahl und Leistung) der jeweiligen Brennkraftmaschine und deren jeweilige Lastzustände angepasst werden kann. Somit lässt das erfindungsgemäße Abgasturboladermodul enge Leistungsstufen bei optimierter Turboaufladung zu.

Mit anderen Worten lassen sich durch die enge Modulstufung, d.h. eine vergleichsweise geringere Aufladeleistung pro Abgasturboladermodul und damit eine vergleichsweise höhere Anzahl von Abgasturboladermodulen, unterschiedlichste Zylinder- und Leistungsvarianten einer Brennkraftmaschine mit einem oder mehreren baulich gleichen erfindungsgemäßen Abgasturboladermodulen optimal turboaufladen. Im Servicefall können somit alle Zylinder- und Leistungsvarianten mit ein und demselben Typ von Abgasturboladermodul versorgt werden.

Durch die damit produktionsmäßig angeforderte vergleichsweise hohe Anzahl an Abgasturboladern und Zusatzteilen lassen sich günstigere Stückkosten für die einzelnen Komponenten der Abgasturboladermodule erzielen.

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls weist die Aufladegruppe außerdem einen Ladeluftzwischenkühler auf, der außerhalb des Gehäuses angeordnet in die Ladeluftverbindungsleitung geschaltet ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls weist die Aufladegruppe außerdem eine innerhalb des Gehäuses angeordnete Abgasumgehungsleitung auf, die einen Abgaseingang der Hochdruckturbine mit einem Abgaseingang der Niederdruckturbine verbindet, wobei in der Abgasumgehungsleitung ein Sperrventil angeordnet ist zum selektiven Freigeben und Sperren der Abgasumgehungsleitung. Mit anderen Worten ist gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung kompakt bauend ein sogenanntes "Wastegate" (Abgasumgehungsleitung mit Sperrventil) zur selektiven Ladeluftregelung in das Gehäuse integriert.

Gemäß noch einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls erstreckt sich die Ladeluftverbindungsleitung so vom Niederdruckverdichter aus zum Hochdruckverdichter hin, dass sie bei Projektion in eine gemeinsame Ebene mit der ersten und der zweiten Turboladerachse ein Dreieck mit der ersten und der zweiten Turboladerachse bildet.

Diese Führung der Ladeluftverbindungsleitung unterstützt in vorteilhafter Weise eine besonders kompakte Realisierung des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls, so dass das Abgasturboladermodul relativ wenig Bauraum in Anspruch nimmt.

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls ist die erste Turboladerachse in einer ersten Achsenebene angeordnet und ist die zweite Turboladerachse in einer zweiten Achsenebene angeordnet, wobei die zweite Achsenebene parallel zu und mit vorbestimmtem Abstand von der ersten Achsenebene angeordnet ist.

Durch diesen Achsenversatz lässt sich die Abgasverbindungsleitung besonders raumsparend von einem Abgasausgang der Hochdruckturbine aus zu einem Abgaseingang der Niederdruckturbine hin führen, so dass die Kompaktheit des Abgasturboladermoduls weiter verbessert wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls ist das Gehäuse mehrteilig ausgebildet, so dass es zwei zueinander parallele und mit Abstand voneinander verlaufende Gehäusetrennebenen aufweist. Bevorzugt liegt die erste Turboladerachse in einer der Gehäusetrennebenen und liegt die zweite Turboladerachse in der anderen der Gehäusetrennebenen.

Auf diese Weise lässt sich das erfindungsgemäße Abgasturboladermodul hervorragend vormontieren, so dass zum Verbau an einer Brennkraftmaschine fertig vormontierte Abgasturboladermodule eingesetzt werden können, was den Montageaufwand am Ort der Aufstellung der Brennkraftmaschine reduziert.

Gemäß noch einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls ist das Gehäuse zumindest partiell doppelwandig ausgebildet, so dass zwischen einer Gehäuseaußenwand und einer Gehäuseinnenwand wenigstens ein Kühlkanal ausgebildet ist.

Somit kann auf äußerst kompakte Weise eine Kühlung der Außenfläche des Gehäuses erzielt, womit u.a. die Betriebssicherheit des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls erhöht wird.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird bereitgestellt eine Brennkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Zylindern und einer wenigstens eins betragenden Anzahl von Abgasturboladermodulen gemäß einer, mehreren oder allen zuvor beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung in jeder denkbaren Kombination, wobei die Hochdruckturbine eingangsseitig an eine Abgasauslassleitung der Brennkraftmaschine angeschlossen ist, und wobei der Hochdruckverdichter ausgangsseitig an eine Ladelufteingangsleitung der Brennkraftmaschine angeschlossen ist.

Dadurch, dass das Abgasturboladermodul nur eine einzige wie oben definierte zweistufige Aufladegruppe aufweist, kann eine Modulstufung relativ eng ausgeführt werden, so dass die Turboaufladung der Brennkraftmaschine feiner abgestuft und damit besser an Parameter (z.B. Zylinderanzahl und Leistung) der Brennkraftmaschine und deren jeweilige Lastzustände angepasst werden kann. Somit lässt das erfindungsgemäße Abgasturboladermodul enge Leistungsstufen bei optimierter Turboaufladung zu.

Mit anderen Worten lassen sich durch die enge Modulstufung, d.h. eine vergleichsweise geringere Aufladeleistung pro Abgasturboladermodul und damit eine vergleichsweise höhere Anzahl von Abgasturboladermodulen, unterschiedlichste Zylinder- und Leistungsvarianten der Brennkraftmaschine mit einem oder mehreren baulich gleichen erfindungsgemäßen Abgasturboladermodulen optimal turboaufladen. Im Servicefall können somit alle Zylinder- und Leistungsvarianten mit ein und demselben Typ von Abgasturboladermodul versorgt werden.

Durch die damit produktionsmäßig angeforderte vergleichsweise hohe Anzahl an Abgasturboladern und Zusatzteilen lassen sich günstigere Stückkosten für die einzelnen Komponenten der Abgasturboladermodule erzielen.

Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, weist diese eine ganzzahlig durch vier teilbare Anzahl von Zylindern auf, wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen einem Ergebnis aus der Anzahl von Zylindern geteilt durch vier entspricht, so dass für jeweils vier Zylinder ein Abgasturboladermodul vorgesehen ist.

Da insbesondere bei Großmotoren Zylinderzahlstufungen von vier Zylindern (z.B. 8-Zylindermotor, 12-Zylindermotor, 16-Zylindermotor, 20-Zylindermotor) gebaut werden, passt gemäß der Erfindung die Modulstufung exakt zur Zylinderzahlstufung, was gleiches Matching für alle Abgasturbolader zur Folge hat.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine sind die Zylinder der Brennkraftmaschine in wenigstens einer Zylinderreihe entlang einer Längsachse der Brennkraftmaschine angeordnet, wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen entlang der Längsachse der Brennkraftmaschine in einer Modulreihe angeordnet sind. Dies befördert in vorteilhafter Weise eine bauraumsparende Anordnung der Abgasturboladermodule an der Brennkraftmaschine.

Gemäß noch einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine sind die Anzahl von Abgasturboladermodulen auf einer Oberseite der Brennkraftmaschine so angeordnet, dass jede Ladeluftverbindungsleitung die Längsachse überquert.

In dieser Ausführung können demnach alle Komponenten bis auf den Ladeluftzwischenkühler und die Ladeluftverbindungsleitung eines jeden Abgasturboladermoduls auf einer Längsseite der Brennkraftmaschine angeordnet sein, wohingegen der Ladeluftzwischenkühler auf der gegenüberliegenden

Längsseite der Brennkraftmaschine angeordnet sein kann. Dies befördert in vorteilhafter Weise zusätzlich die bauraumsparende Anordnung der Abgasturboladermodule an der Brennkraftmaschine.

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine ist für jede Zylinderreihe ein Ladelufternachkühler vorgesehen, der an einem Längsende der Brennkraftmaschine angeordnet ist und der eingangsseitig mit einem Ladeluftausgang des Hochdruckverdichters sowie ausgangseitig mit Ladelufteingängen der Zylinder der Brennkraftmaschine verbunden ist.

Durch die platzsparende Anordnung der Ladelufternachkühler am Längsende (z.B. auf der Kupplungsgegensseite) der Brennkraftmaschine, kann für jede Zylinderreihe ein eigener Ladelufternachkühler vorgesehen sein, was die Kühlung der Ladeluft und damit die Leistung der Brennkraftmaschine verbessert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine sind die Zylinder der Brennkraftmaschine in zwei zueinander parallelen in Bezug auf die Längsachse der Brennkraftmaschine achssymmetrischen Zylinderreihen angeordnet, wobei die Ladelufteingangsleitung eine Ladeluftsammeleitung aufweist, die sich zwischen den beiden Zylinderreihen entlang der Längsachse der Brennkraftmaschine erstreckt und die an den Ladeluftausgang jedes Hochdruckverdichters angeschlossen ist.

Durch diese besonders platzsparende Führung der Ladeluftsammeleitung zwischen den Zylinderreihen wird der verfügbare Bauraum an der Brennkraftmaschine äußerst effizient ausgenutzt.

Gemäß noch einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine verzweigt sich die Ladeluftsammeleitung an dem Längsende der Brennkraftmaschine in zwei jeweils mit einem der Ladelufternachkühler verbundene Ladeluftverzweigungen, wobei die Ladelufteingangsleitung für jede der beiden Zylinderreihen eine mit den jeweiligen Ladelufteingängen der Zylinder der Brennkraftmaschine verbundene Ladeluftverteilerleitung aufweist, und wobei die

beiden Ladeluftnachkühler ausgangsseitig jeweils mit einer der Ladeluftverteilerleitungen verbunden sind.

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine erstreckt sich die Ladeluftsammelleitung unterhalb jeder Ladeluftverbindungsleitung der Anzahl von Abgasturboladermodulen, d.h., zwischen der Oberseite der Brennkraftmaschine und jeder Ladeluftverbindungsleitung.

Durch diese besonders platzsparende Führung der Ladeluftsammelleitung zwischen den Zylinderreihen wird der verfügbare Bauraum an der Brennkraftmaschine noch effizienter ausgenutzt.

Im Fazit erreicht die erfindungsgemäße Lösung eine Verringerung der Volumina der Abgas- und der Ladeluftführenden Leitungen vor den Abgasturboladern, zwischen den Abgasturboladern und nach den Abgasturboladern. Die Erfindung realisiert einen sequentiellen Aufbau (innerhalb der Teilmodule) der Medienführung (Kühlmittel, Ladeluft und Abgas) in Längsrichtung der Brennkraftmaschine. Bei der erfindungsgemäßen Lösung sind die Anzahl, die Größe und die Lage der jeweiligen Aggregate bzw. Komponenten eines oder mehrerer Abgasturboladermodule so konfiguriert, dass die o.g. Vorteile allesamt innerhalb kompakter Abmessungen realisiert sind.

Die Erfindung erstreckt sich ausdrücklich auch auf solche Ausführungsformen, welche nicht durch Merkmalskombinationen aus expliziten Rückbezügen der Ansprüche gegeben sind, womit die offenbarten Merkmale der Erfindung - soweit dies technisch sinnvoll ist - beliebig miteinander kombiniert sein können.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer bevorzugten Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren detaillierter beschrieben.

Fig.1 zeigt ein Blockschaltbild eines Abgasturboladermoduls für eine Brennkraftmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

- Fig.2 zeigt eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls von einer Kupplungsseite der Brennkraftmaschine aus in Längsrichtung dieser gesehen, wobei mittels fettgedruckter Pfeile die Strömungsrichtungen der unterschiedlichen Medien (Ladeluft und Abgas) angedeutet sind.
- Fig.3 zeigt eine Ansicht des Abgasturboladermoduls von Fig.2 von einer Kupplungsgegenseite der Brennkraftmaschine aus in Längsrichtung dieser gesehen.
- Fig.4 zeigt eine Fig.2 ähnliche Ansicht, wobei das Abgasturboladermodul mit einem erfindungsgemäßen Gehäuse versehen ist.
- Fig.5 zeigt eine Fig.4 ähnliche Ansicht, wobei das Gehäuse transparent dargestellt ist, so dass die Konturen der innenliegenden Komponenten sichtbar sind.
- Fig.6 zeigt eine Draufsicht des Abgasturboladermoduls von Fig.2.
- Fig.7 zeigt eine perspektivische Explosionsansicht eines Gehäuses des Abgasturboladermoduls von Fig.2.
- Fig.8 zeigt eine geschnittene perspektivische Explosionsansicht des Gehäuses von Fig.7.
- Fig.9 zeigt in perspektivischer Ansicht eine als 12-Zylinder-V-Motor ausgebildete Brennkraftmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei die Abgasturboladermodule ohne Gehäuse dargestellt sind.
- Fig.10 zeigt eine Fig.9 ähnliche perspektivische Ansicht, wobei die Abgasturboladermodule mit Gehäuse dargestellt sind.
- Fig.11 zeigt in perspektivischer Ansicht eine als 16-Zylinder-V-Motor ausgebildete Brennkraftmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei die Abgasturboladermodule ohne Gehäuse dargestellt sind.
- Fig.12 zeigt eine Fig.11 ähnliche perspektivische Ansicht, wobei die Abgasturboladermodule mit Gehäuse dargestellt sind.
- Fig.13 zeigt in perspektivischer Ansicht eine als 20-Zylinder-V-Motor ausgebildete Brennkraftmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei die Abgasturboladermodule ohne Gehäuse dargestellt sind.
- Fig.14 zeigt eine Fig.13 ähnliche perspektivische Ansicht, wobei die Abgasturboladermodule mit Gehäuse dargestellt sind.

Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 14 ein Abgasturboladermodul 50 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und mit einem solchen Abgasturboladermodul 50 ausgerüstete Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

Wie in den Figuren 1 bis 8 ersichtlich weist das erfindungsgemäße Abgasturboladermodul 50 eine einzige Aufladegruppe 51 mit einem Niederdruck-Abgasturbolader 60 mit einer Niederdruckturbine 61 und einem Niederdruckverdichter 62, die eine gemeinsame erste Turboladerachse A1 aufweisen, und einem Hochdruck-Abgasturbolader 70 mit einer Hochdruckturbine 71 und einem Hochdruckverdichter 72 auf, die eine gemeinsame in etwa senkrecht zur ersten Turboladerachse A1 verlaufende zweite Turboladerachse A2 aufweisen.

Die Hochdruckturbine 71 ist Abgas eingangsseitig an eine Abgasauslassleitung 10 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeschlossen, wobei die Abgasauslassleitung 10 einen ersten Abgasauslassleitungsteil 11 und einen zweiten Abgasauslassleitungsteil 12 für jeweilige später noch beschriebene Zylinderreihen 35, 40 aufweist.

Der Hochdruckverdichter 72 ist Ladeluft ausgangsseitig an eine Ladelufteingangsleitung 20 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeschlossen. In der Ladelufteingangsleitung 20 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b ist eine nachfolgend noch detaillierter beschriebene Ladeluftnachkühlordnung 30 vorgesehen.

Die Niederdruckturbine 61 ist Abgas ausgangsseitig über eine Abgasfreigabeleitung 61b des Abgasturboladermoduls 50 an eine Auspuffleitung (nicht gezeigt) der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeschlossen, wobei der Niederdruckverdichter 62 Ladeluft eingangsseitig an einen Luftfilter 100 angeschlossen ist.

Die Niederdruckturbine 61 ist über eine Abgasverbindungsleitung 80 mit der Hochdruckturbine 71 verbunden und dieser nachgeschaltet, so dass das Abgas ausgangsseitig der Hochdruckturbine 71 ausströmende Abgas der Niederdruckturbine 61 Abgas eingangsseitig zur weiteren antriebsmäßigen Nutzung zugeführt wird.

Der Hochdruckverdichter 72 ist über eine Ladeluftverbindungsleitung 90 mit dem Niederdruckverdichter 62 verbunden und diesem nachgeschaltet, so dass die Ladeluft ausgangseitig des Niederdruckverdichters 62 ausströmende vorverdichtete Ladeluft dem Hochdruckverdichter 72 Ladeluft eingangsseitig zur weiteren Verdichtung zugeführt wird.

Die einzige Aufladegruppe 51 des Abgasturboladermoduls 50 weist außerdem einen Ladeluftzwischenkühler 91 auf, der in die Ladeluftverbindungsleitung 90 geschaltet ist.

Ferner weist die einzige Aufladegruppe 51 des Abgasturboladermoduls 50 eine innerhalb des Gehäuses 110 angeordnete Abgasumgehungsleitung (Bypassleitung) 85 auf, die einen Abgaseingang 71a der Hochdruckturbine 71 mit einem Abgaseingang 61a der Niederdruckturbine 61 bzw. mit der Abgasverbindungsleitung 80 verbindet. In der Abgasumgehungsleitung 85 ist ein Sperrventil 86 angeordnet zum selektiven Freigeben und Sperren der Abgasumgehungsleitung 85. Die Abgasumgehungsleitung 85 und das Sperrventil 86 realisieren somit kompakt in das Gehäuse integriert ein sogenanntes "Wastegate" zur selektiven Ladeluftregelung.

Das Abgasturboladermodul 50 weist außerdem ein Gehäuse 110 auf, welches so geformt ist, dass darin die Niederdruckturbine 61, die Hochdruckturbine 71, die Abgasverbindungsleitung 80, die Abgasumgehungsleitung 85 sowie das Sperrventil 86 aufgenommen sind und der Niederdruckverdichter 62, der Hochdruckverdichter 72, die Ladeluftverbindungsleitung 90 sowie der Ladeluftzwischenkühler 91 außerhalb des Gehäuses 110 angeordnet sind.

Wie insbesondere aus Fig.6 ersichtlich, erstreckt sich die Ladeluftverbindungsleitung 90 so vom Niederdruckverdichter 62 aus zum Hochdruckverdichter 72 hin, dass eine Längsachse A3 der Ladeluftverbindungsleitung 90 bei Projektion in eine gemeinsame (in Fig.6 durch die Zeichnungsebene realisierte) Ebene mit der ersten Turboladerachse A1 und der zweiten Turboladerachse A2 ein Dreieck P1, P2, P3 mit der ersten und der zweiten Turboladerachse A1, A2 bildet.

Wie in Fig.3 gezeigt, ist die erste Turboladerachse A1 in einer ersten Achsenebene E1 angeordnet und ist die zweite Turboladerachse A2 in einer zweiten Achsenebene E2 angeordnet, wobei die zweite Achsenebene E2 parallel zu und mit vorbestimmtem Abstand Z von der ersten Achsenebene E1 angeordnet ist.

Durch diesen Abstand bzw. Achsenversatz Z führt die Abgasverbindungsleitung 80 besonders raumsparend von einem axialen Abgasausgang 71b der Hochdruckturbine 71 aus zum radialen Abgaseingang 61a der Niederdruckturbine 61 hin.

Wie insbesondere aus den Figuren 7 und 8 ersichtlich, ist das Gehäuse 110 dreiteilig ausgebildet und weist ein Oberteil 111, ein Mittelteil 112 und ein Unterteil 113 auf. Auf diese Weise sind an dem Gehäuse 110 zwei zueinander parallele und mit Abstand voneinander verlaufende Gehäusetrennebenen TE1, TE2 gebildet, so dass die erste Turboladerachse A1 in der in Fig.7 oberen Gehäusetrennebene TE1 liegt, wohingegen die zweite Turboladerachse A2 in der in Fig.7 unteren Gehäusetrennebene TE2 liegt.

Damit lässt sich das erfindungsgemäße Abgasturboladermodul 50 hervorragend vormontieren, so dass zum Verbau an der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b fertig vormontierte Abgasturboladermodule 50 eingesetzt werden können, was den Montageaufwand am Ort der Aufstellung der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b reduziert.

Wie aus Fig.8 ersichtlich, ist das Gehäuse 110 zumindest partiell doppelwandig ausgebildet, so dass zwischen einer Gehäuseaußenwand 110a und einer Gehäuseinnenwand 110b mehrere Kühlkanäle 114 ausgebildet sind. Somit wird auf äußerst kompakte Weise eine Kühlung bzw. Wärmeisolierung der Gehäuseaußenwand 110a erzielt, womit u.a. die Betriebssicherheit des erfindungsgemäßen Abgasturboladermoduls 50 erhöht wird.

Im Folgenden werden unter spezieller Bezugnahme auf die Figuren 9 bis 14 mit erfindungsgemäßen Abgasturboladermodulen 50 ausgerüstete Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Gleiche oder

ähnliche Bezugszeichen bezeichnen bei den unterschiedlichen Ausführungsformen von Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b gleiche oder ähnliche Komponenten.

Jede der in den Figuren 9 bis 14 gezeigten Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b weist eine Mehrzahl von (Verbrennungs-) Zylindern (nicht bezeichnet) und eine wenigstens eins betragende Anzahl von erfindungsgemäßen Abgasturboladermodulen 50 auf. Wie oben schon erwähnt, ist bei jedem Abgasturboladermodul 50 die Hochdruckturbine 71 eingangsseitig an die Abgasauslassleitung 10 (siehe Fig.1) der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeschlossen, wobei der Hochdruckverdichter 72 ausgangsseitig an die Ladelufteingangsleitung 20 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeschlossen ist.

Jede der in den Figuren 9 bis 14 gezeigten Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b weist eine ganzzahlig durch vier teilbare Anzahl von Zylindern auf, wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen 50 einem Ergebnis aus der Anzahl von Zylindern geteilt durch vier entspricht, so dass für jeweils vier Zylinder ein Abgasturboladermodul 50 vorgesehen ist.

Bei jeder der in den Figuren 9 bis 14 gezeigten Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b sind die Zylinder in zwei zueinander parallelen in Bezug auf eine Längsachse A4 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b achssymmetrischen Zylinderreihen 35, 40 angeordnet, wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen 50 entlang der Längsachse A4 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b in einer Modulreihe angeordnet sind.

Genauer sind die Anzahl von Abgasturboladermodulen 50 auf einer Oberseite (nicht bezeichnet) der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b so angeordnet, dass jede Ladeluftverbindungsleitung 90 die Längsachse A4 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b in einem Winkel von 90 Grad quert.

Auf diese Weise sind alle Komponenten, bis auf den Ladeluftzwischenkühler 91 und die Ladeluftverbindungsleitung 90, eines jeden Abgasturboladermoduls 50 auf einer Längsseite (auf der Zylinderreihe 35) der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeordnet,

wohingegen der Ladeluftzwischenkühler 91 auf der gegenüberliegenden Längsseite (auf der Zylinderreihe 40) der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeordnet ist.

Bei jeder der in den Figuren 9 bis 14 gezeigten Brennkraftmaschinen 1, 1a, 1b weist die Ladeluftnachkühlordnung 30 für jede Zylinderreihe 35, 40 einen separaten Ladeluftnachkühler 31, 32 auf, der an einem Längsende 2 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b angeordnet ist und der eingangsseitig mit jeweiligen Ladeluftausgängen 72b (siehe Fig.1) der Hochdruckverdichter 72 sowie ausgangsseitig mit Ladelufteingängen 45 (nur einer bezeichnet) der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b verbunden ist.

Die Ladelufteingangsleitung 20 weist eine Ladeluftsammelleitung 21 auf, die sich zwischen den beiden Zylinderreihen 35, 40 entlang der Längsachse A4 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b erstreckt und die an den Ladeluftausgang 72b jedes Hochdruckverdichters 72 angeschlossen ist. Genauer erstreckt sich die Ladeluftsammelleitung 21 unterhalb jeder Ladeluftverbindungsleitung 90 der Anzahl von Abgasturboladermodulen 50 bzw. zwischen der Oberseite der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b und den jeweiligen Ladeluftverbindungsleitungen 90 der Abgasturboladermodule 50.

Die Ladeluftsammelleitung 21 verzweigt sich an dem Längsende 2 der Brennkraftmaschine 1, 1a, 1b in zwei jeweils mit einem der Ladeluftnachkühler 31, 32 verbundene Ladeluftverzweigungsleitungen 22, 23. Die Ladelufteingangsleitung 20 weist für jede der beiden Zylinderreihen 35, 40 außerdem eine mit den jeweiligen Ladelufteingängen 45 der Zylinder verbundene Ladeluftverteilerleitung 24, 25 auf, wobei die beiden Ladeluftnachkühler 31, 32 ausgangsseitig jeweils mit einer der Ladeluftverteilerleitungen 24, 25 verbunden sind.

Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine kann in unterschiedlichster Form ausgebildet sein, wie z.B. als einreihiger oder als zweireihiger Verbrennungsmotor. Fig.9 zeigt eine Ausführungsform der Brennkraftmaschine 1, wobei diese als 12-Zylinder-V-Motor ausgebildet ist und drei Abgasturboladermodule 50 aufweist. In Fig.9 sind die Abgasturboladermodule 50 ohne ihr jeweiliges Gehäuse 110

dargestellt. Fig.10 zeigt die Brennkraftmaschine 1 von Fig.9, wobei die Abgasturboladermodule 50 mit ihren jeweiligen Gehäusen 110 dargestellt sind.

Fig.11 zeigt eine Ausführungsform der Brennkraftmaschine 1a, wobei diese als 16-Zylinder-V-Motor ausgebildet ist und vier Abgasturboladermodule 50 aufweist. In Fig.11 sind die Abgasturboladermodule 50 ohne ihr jeweiliges Gehäuse 110 dargestellt. Fig.12 zeigt die Brennkraftmaschine 1a von Fig.11, wobei die Abgasturboladermodule 50 mit ihren jeweiligen Gehäusen 110 dargestellt sind.

Fig.13 zeigt eine Ausführungsform der Brennkraftmaschine 1b, wobei diese als 20-Zylinder-V-Motor ausgebildet ist und fünf Abgasturboladermodule 50 aufweist. In Fig.13 sind die Abgasturboladermodule 50 ohne ihr jeweiliges Gehäuse 110 dargestellt. Fig.14 zeigt die Brennkraftmaschine 1b von Fig.13, wobei die Abgasturboladermodule 50 mit ihren jeweiligen Gehäusen 110 dargestellt sind.

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b	Brennkraftmaschine
2	Längsende
10	Abgasauslassleitung
11	erster Abgasauslassleitungsteil
12	zweiter Abgasauslassleitungsteil
20	Ladelufteingangsleitung
21	Ladeluftsammelleitung
22	Ladeluftverzweigung
23	Ladeluftverzweigung
24	Ladeluftverteilerleitung
25	Ladeluftverteilerleitung
30	Ladeluftnackkühlordnung
31, 32	Ladeluftnackkühler
35, 40	Zylinderreihe
45	Ladeluftgänge
50	Abgasturboladermodul
51	Aufladegruppe
60	Niederdruck-Abgasturbolader
61	Niederdruckturbine
61a	Abgaseingang
61b	Abgasfreigabeleitung
62	Niederdruckverdichter
70	Hochdruck-Abgasturbolader
71	Hochdruckturbine
71a	Abgaseingang
71b	Abgasausgang
72	Hochdruckverdichter
72b	Ladeluftausgang
80	Abgasverbindungsleitung
85	Abgasumgehungsleitung
86	Sperrventil

90	Ladeluftverbindungsleitung
91	Ladeluftzwischenkühler
100	Luftfilter
110	Gehäuse
110a	Gehäuseaußenwand
110b	Gehäuseinnenwand
111	Oberteil
112	Mittelteil
113	Unterteil
114	Kühlkanäle
P1, P2, P3	Dreieck
A1	erste Turboladerachse
A2	zweite Turboladerachse
A3	Längsachse
A4	Längsachse
E1	erste Achsenebene
E2	zweite Achsenebene
Z	Abstand
TE1	Gehäusetrennebene
TE2	Gehäusetrennebene

Patentansprüche

1. Abgasturboladermodul (50) für eine Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b), aufweisend:
eine Aufladegruppe (51) mit:
 einem Niederdruck-Abgasturbolader (60) mit einer Niederdruckturbine (61) und einem Niederdruckverdichter (62), die eine gemeinsame erste Turboladerachse (A1) aufweisen, und
 einem Hochdruck-Abgasturbolader (70) mit einer Hochdruckturbine (71) und einem Hochdruckverdichter (72), die eine gemeinsame in etwa senkrecht zur ersten Turboladerachse (A1) verlaufende zweite Turboladerachse (A2) aufweisen,
 wobei die Niederdruckturbine (61) über eine Abgasverbindungsleitung (80) der Hochdruckturbine (71) nachgeschaltet ist und der Hochdruckverdichter (72) über eine Ladeluftverbindungsleitung (90) dem Niederdruckverdichter (62) nachgeschaltet ist, und ein Gehäuse (110), welches so geformt ist, dass darin die Niederdruckturbine (61), die Hochdruckturbine (71) sowie die Abgasverbindungsleitung (80) aufgenommen sind und der Niederdruckverdichter (62), der Hochdruckverdichter (72) sowie die Ladeluftverbindungsleitung (90) außerhalb des Gehäuses (110) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufladegruppe (51) die einzige Aufladegruppe des Abgasturboladermoduls (50) bildet.
2. Abgasturboladermodul (50) gemäß Anspruch 1, wobei die Aufladegruppe (51) außerdem einen Ladeluftzwischenkühler (91) aufweist, der außerhalb des Gehäuses (110) angeordnet in die Ladeluftverbindungsleitung (90) geschaltet ist.
3. Abgasturboladermodul (50) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Aufladegruppe (51) außerdem eine innerhalb des Gehäuses (110) angeordnete Abgasumgehungsleitung (85) aufweist, die einen Abgaseingang (71a) der Hochdruckturbine (71) mit einem Abgaseingang (61a) der Niederdruckturbine (61) verbindet, wobei in der Abgasumgehungsleitung (85)

ein Sperrventil (86) angeordnet ist zum selektiven Freigeben und Sperren der Abgasumgehungsleitung (85).

4. Abgasturboladermodul (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei sich die Ladeluftverbindungsleitung (90) so vom Niederdruckverdichter (62) aus zum Hochdruckverdichter (72) hin erstreckt, dass sie bei Projektion in eine gemeinsame Ebene mit der ersten und der zweiten Turboladerachse (A1, A2) ein Dreieck (P1, P2, P3) mit der ersten und der zweiten Turboladerachse (A1, A2) bildet.
5. Abgasturboladermodul (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Turboladerachse (A1) in einer ersten Achsenebene (E1) angeordnet ist und die zweite Turboladerachse (A2) in einer zweiten Achsenebene (E2) angeordnet ist, und wobei die zweite Achsenebene (E2) parallel zu und mit vorbestimmtem Abstand (Z) von der ersten Achsenebene (E1) angeordnet ist.
6. Abgasturboladermodul (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Gehäuse (110) dreiteilig ausgebildet ist, so dass es zwei zueinander parallele und mit Abstand voneinander verlaufende Gehäusetrennebenen (TE1, TE2) aufweist.
7. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) mit einer Mehrzahl von Zylindern und einer wenigstens eins betragenden Anzahl von Abgasturboladermodulen (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Hochdruckturbine (71) eingangsseitig an eine Abgasauslassleitung (10) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) angeschlossen ist, und wobei der Hochdruckverdichter (72) ausgangsseitig an eine Ladelufteingangsleitung (20) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) angeschlossen ist.
8. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 7, wobei die Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) eine ganzzahlig durch vier teilbare Anzahl von Zylindern aufweist, und wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen (50)

einem Ergebnis aus der Anzahl von Zylindern geteilt durch vier entspricht, so dass für jeweils vier Zylinder ein Abgasturboladermodul (50) vorgesehen ist.

9. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei die Zylinder der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) in wenigstens einer Zylinderreihe (35, 40) entlang einer Längsachse (A4) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) angeordnet sind, und wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen (50) entlang der Längsachse (A4) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) in einer Modulreihe angeordnet sind.
10. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 9, wobei die Anzahl von Abgasturboladermodulen (50) auf einer Oberseite der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) so angeordnet sind, dass jede Ladeluftverbindungsleitung (90) die Längsachse (A4) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) überquert.
11. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 9 oder 10, wobei für jede Zylinderreihe (35, 40) ein Ladeluftnachkühler (31, 32) vorgesehen ist, der an einem Längsende (2) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) angeordnet ist und der eingangsseitig mit einem Ladeluftausgang (72b) des Hochdruckverdichters (72) sowie ausgangsseitig mit Ladelufteingängen (45) der Zylinder der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) verbunden ist.
12. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 11, wobei die Zylinder der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) in zwei zueinander parallelen in Bezug auf die Längsachse (A4) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) achssymmetrischen Zylinderreihen (35, 40) angeordnet sind, und wobei die Ladelufteingangsleitung (20) eine Ladeluftsammeleleitung (21) aufweist, die sich zwischen den beiden Zylinderreihen (35, 40) entlang der Längsachse (A4) der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) erstreckt und die an den Ladeluftausgang (72b) jedes Hochdruckverdichters (72) angeschlossen ist.
13. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 12, wobei sich die Ladeluftsammeleleitung (21) an dem Längsende (2) der Brennkraftmaschine (1,

- 1a, 1b) in zwei jeweils mit einem der Ladeluftnachkühler (31, 32) verbundene Ladeluftverzweigungen (22, 23) verzweigt, wobei die Ladelufteingangsleitung (20) für jede der beiden Zylinderreihen (35, 40) eine mit den jeweiligen Ladelufteingängen (45) der Zylinder der Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) verbundene Ladeluftverteilerleitung (24, 25) aufweist, und wobei die beiden Ladeluftnachkühler (31, 32) ausgangsseitig jeweils mit einer der Ladeluftverteilerleitungen (24, 25) verbunden sind.
14. Brennkraftmaschine (1, 1a, 1b) gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei sich die Ladeluftsammelleitung (21) unterhalb jeder Ladeluftverbindungsleitung (90) der Anzahl von Abgasturboladermodulen (50) erstreckt.

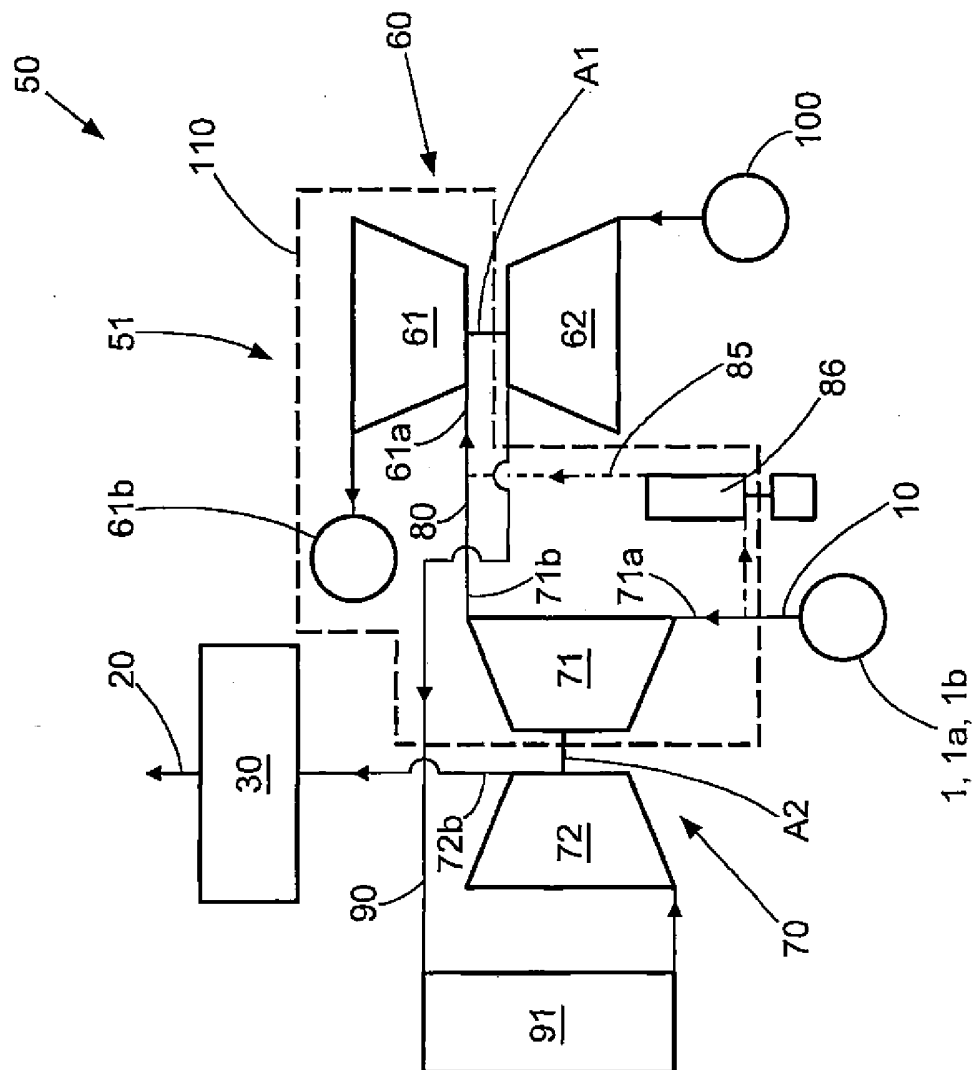


Fig. 1

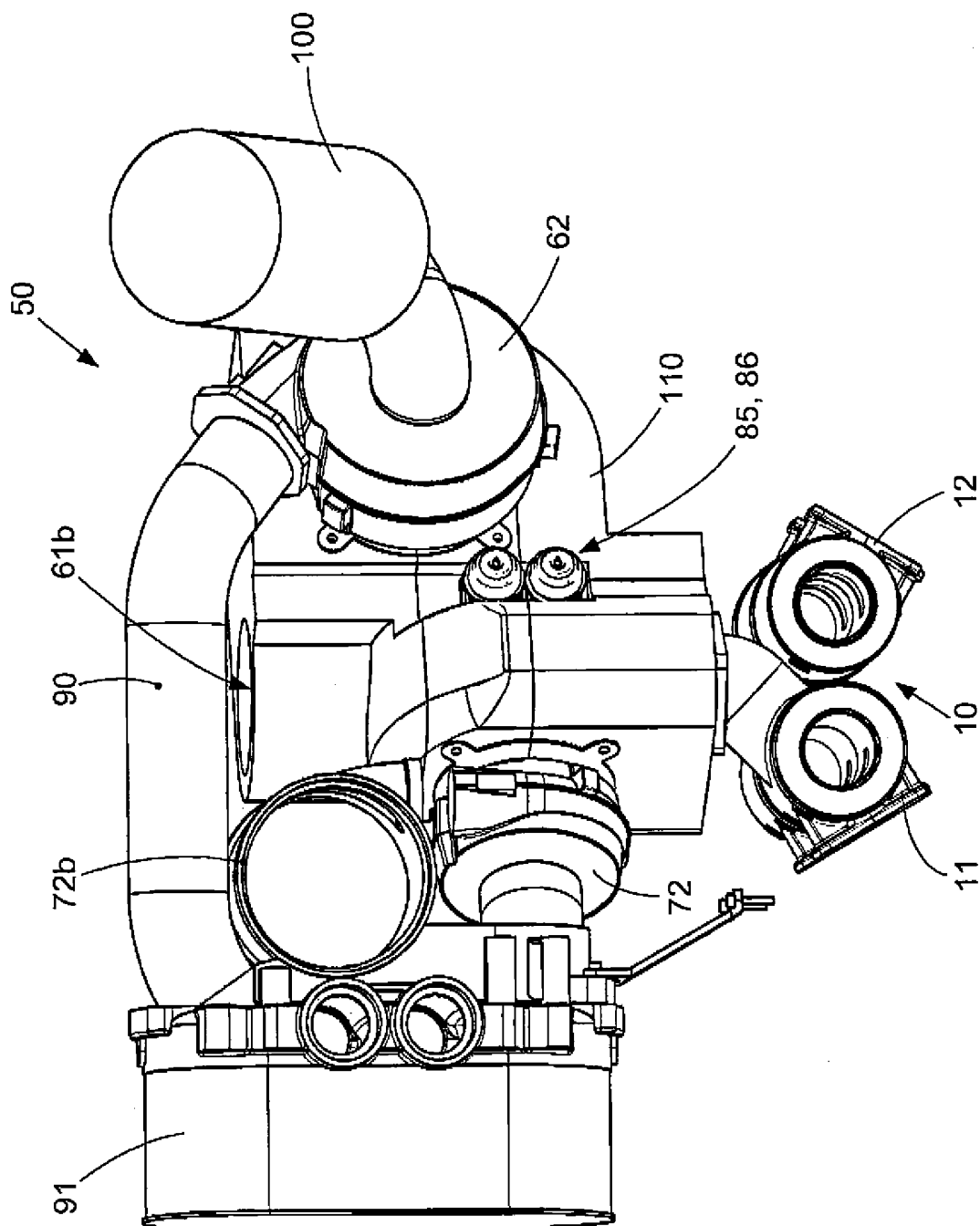


Fig. 4

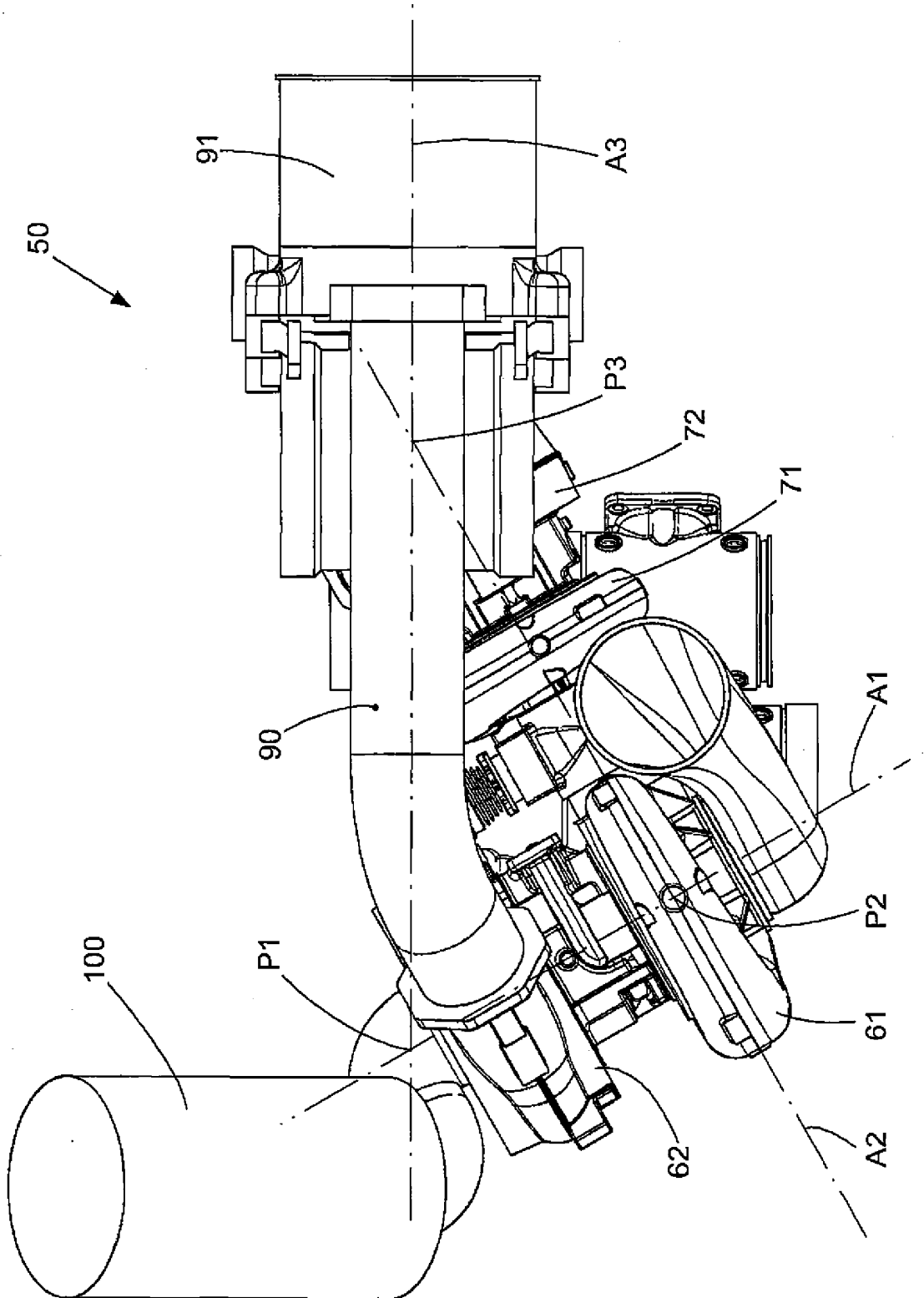


Fig. 6

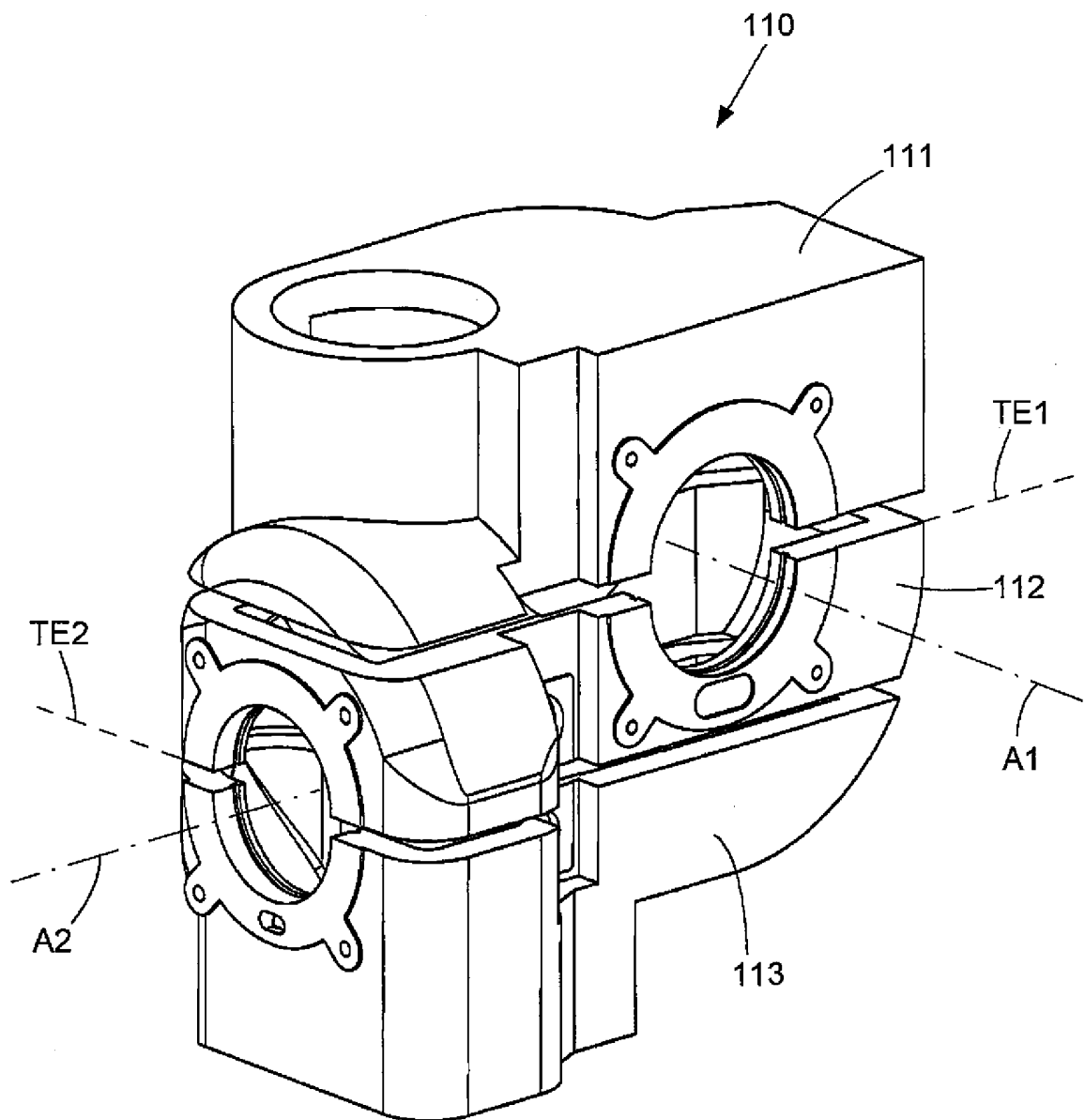


Fig. 7

001542

8/14

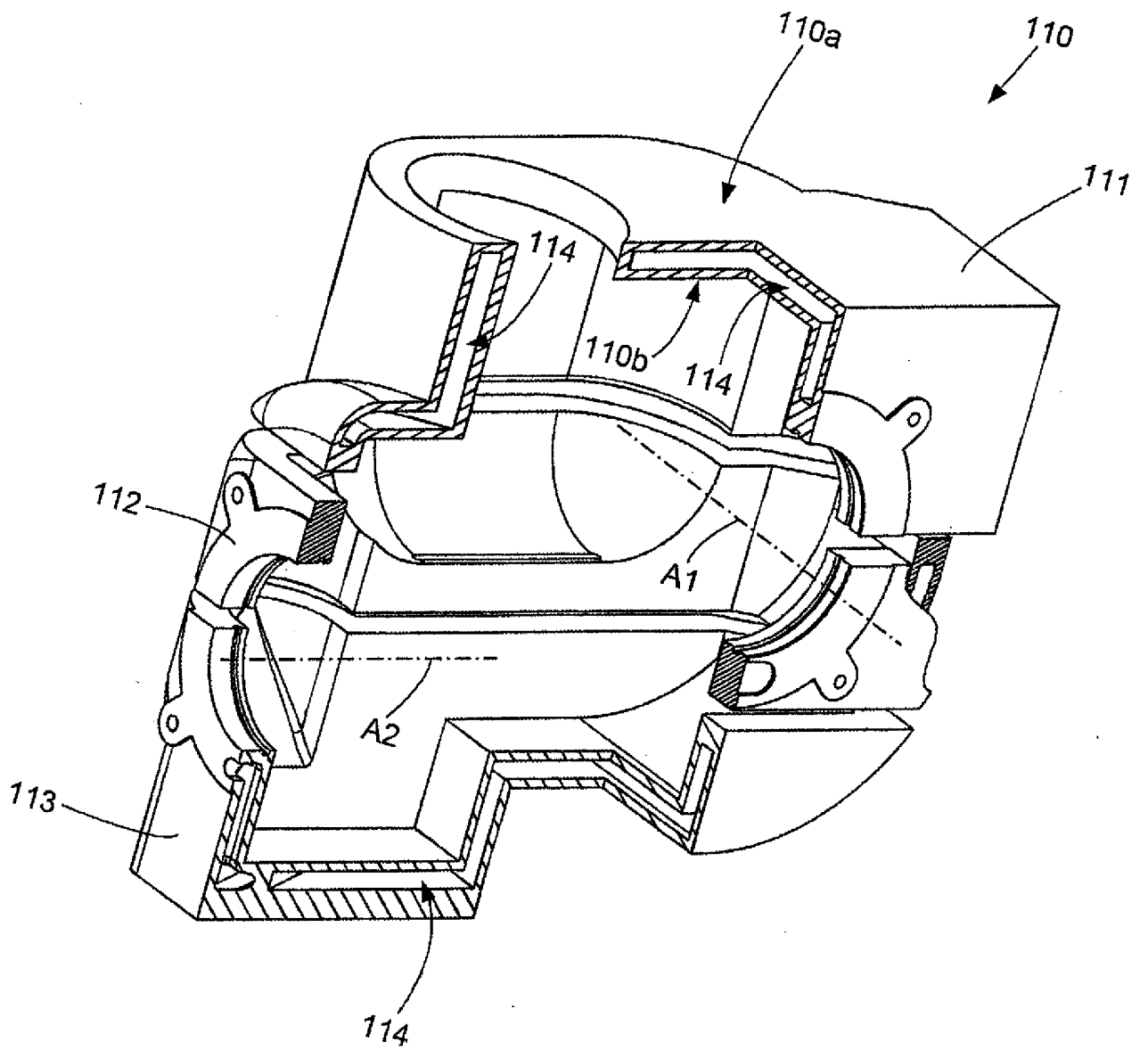


Fig. 8

001542

9/14

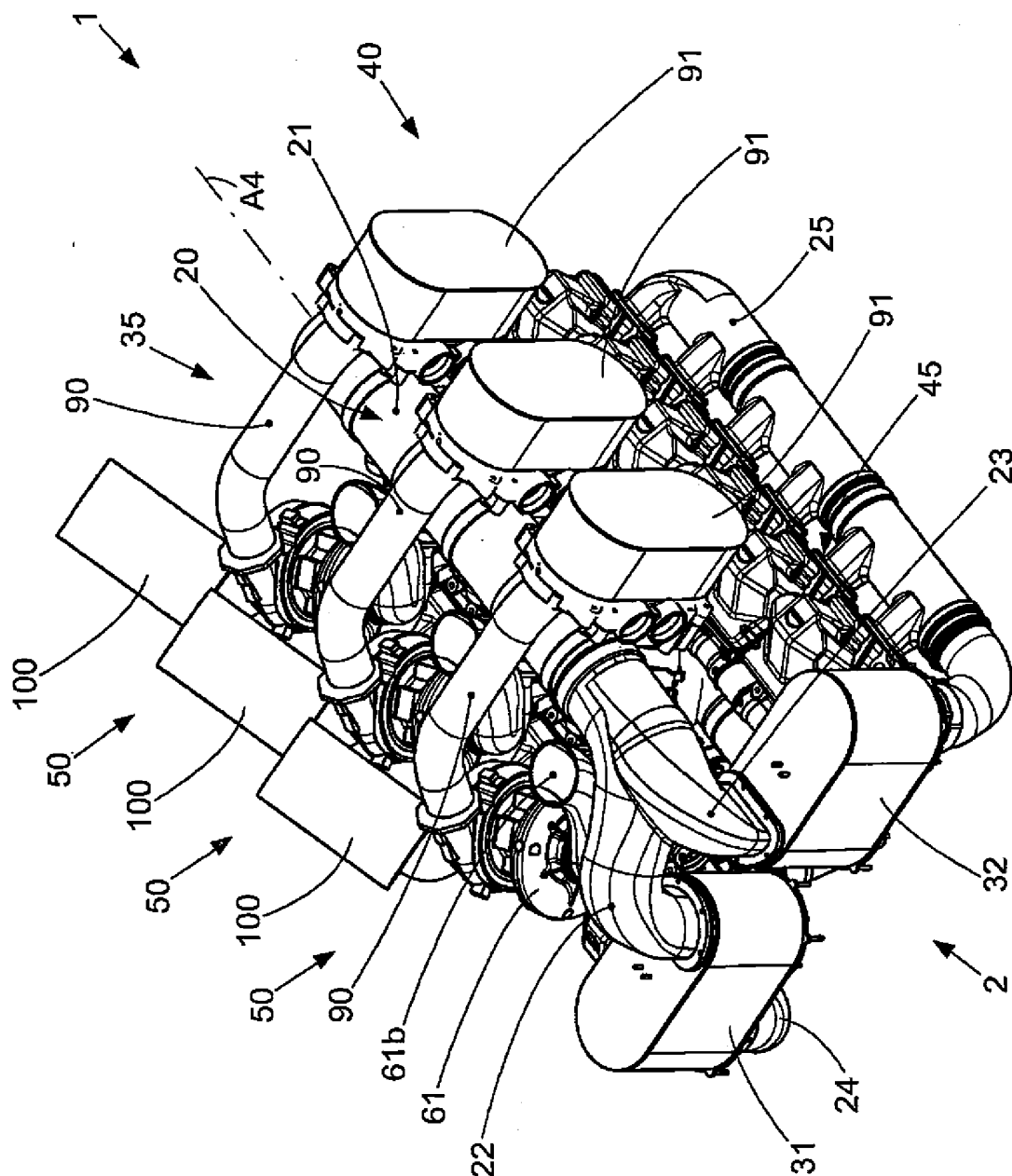


Fig. 9

001542

10/14

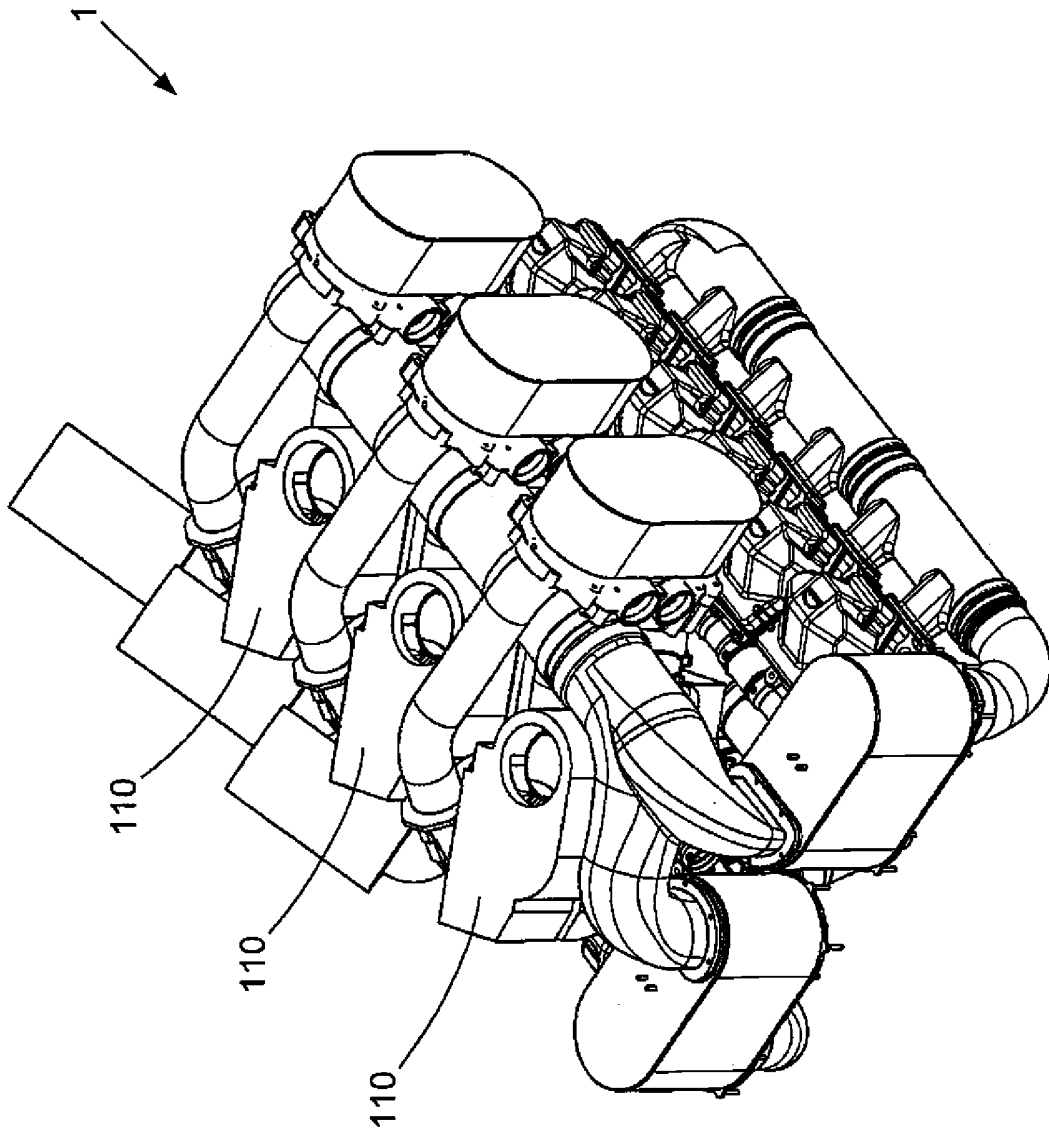


Fig. 10

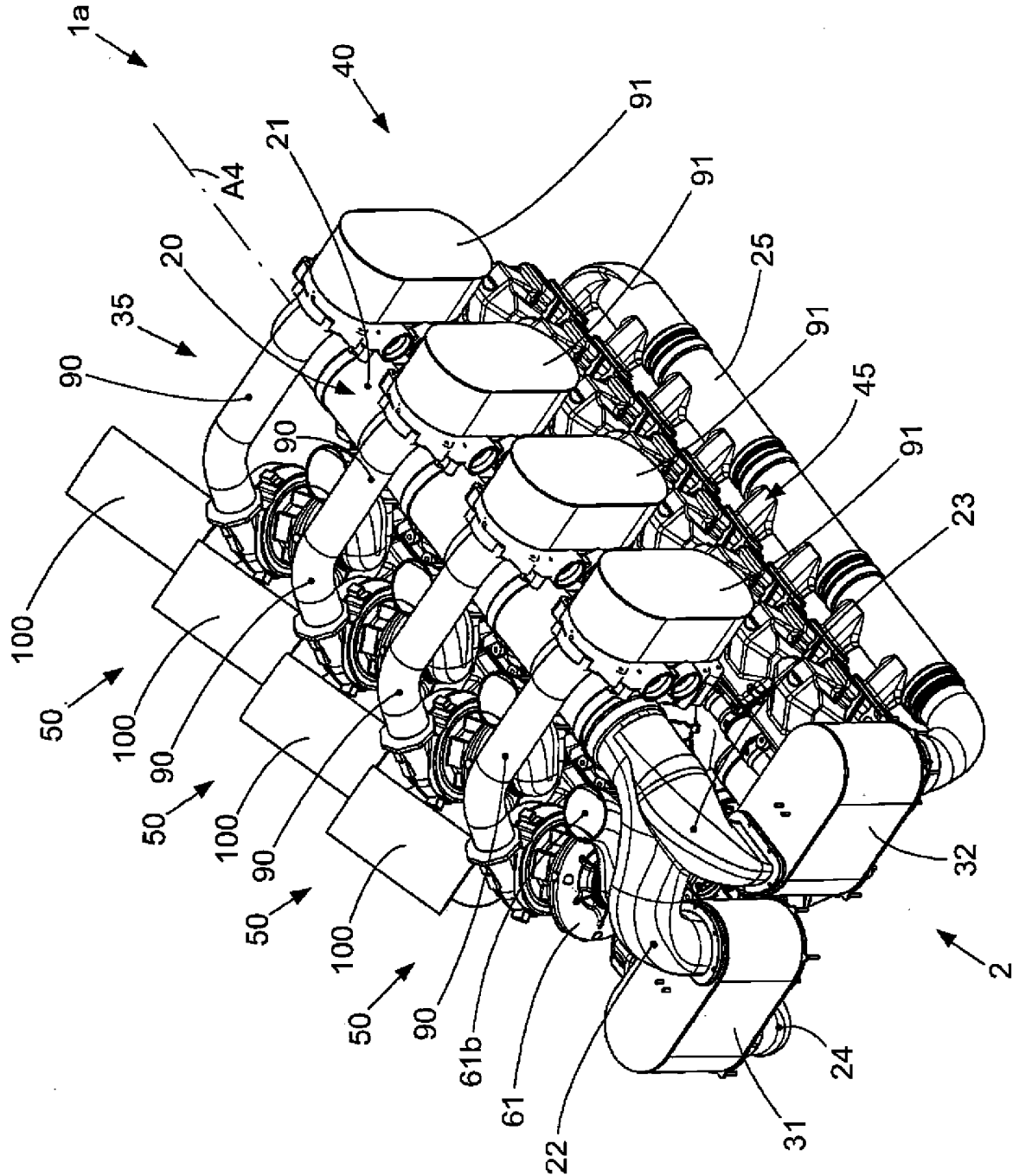


Fig. 11

001542

12/14

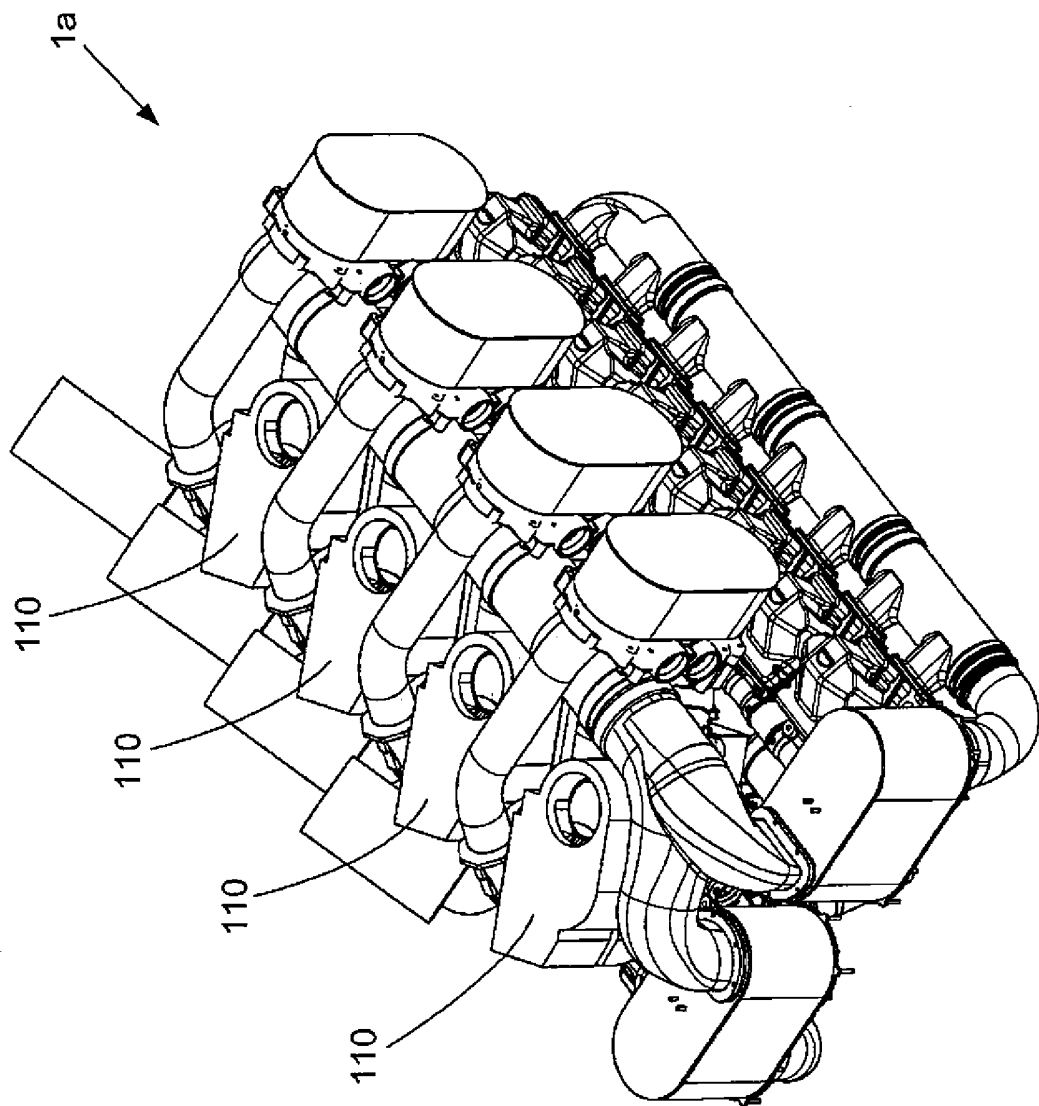


Fig. 12

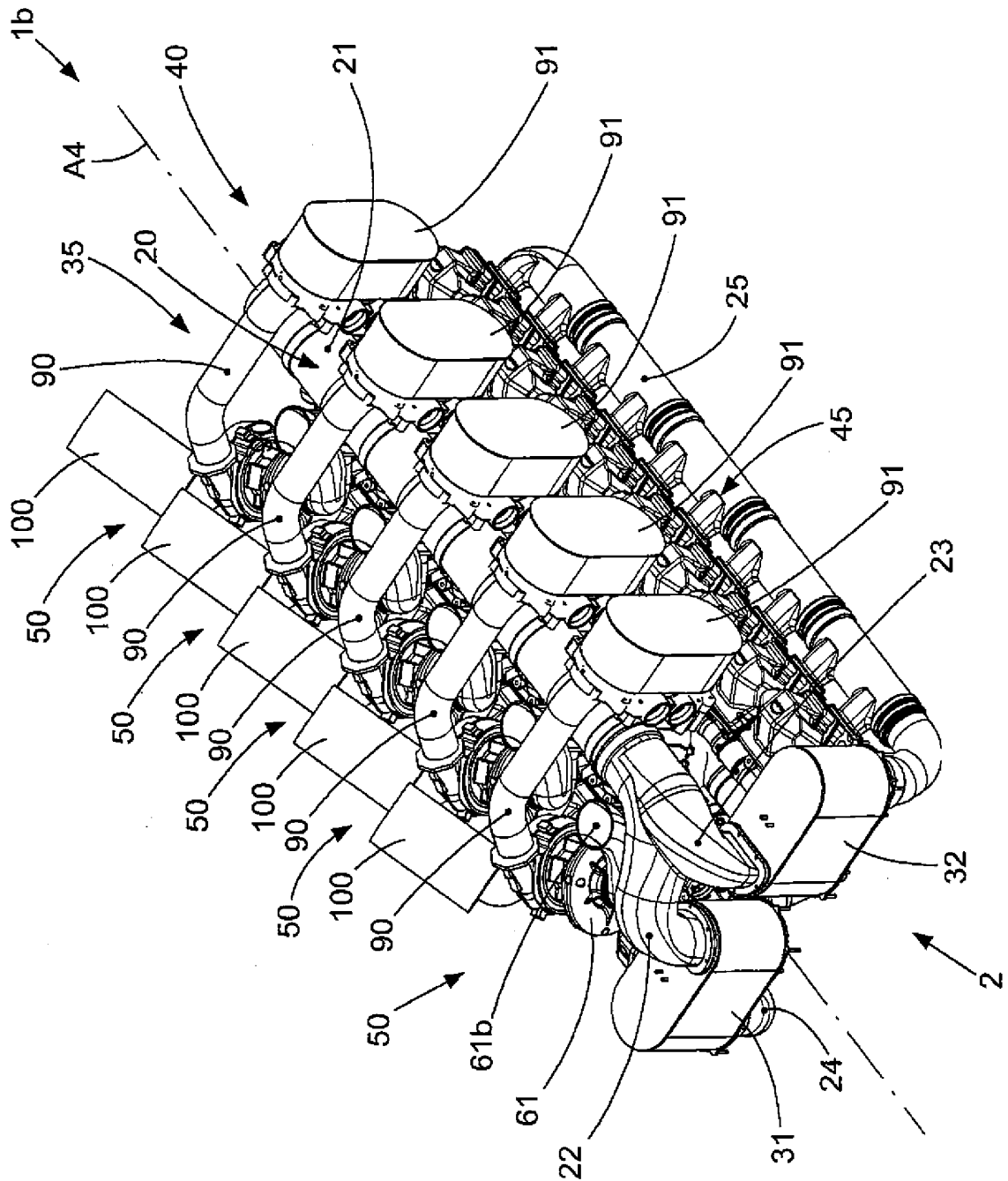


Fig. 13

001542

14/14

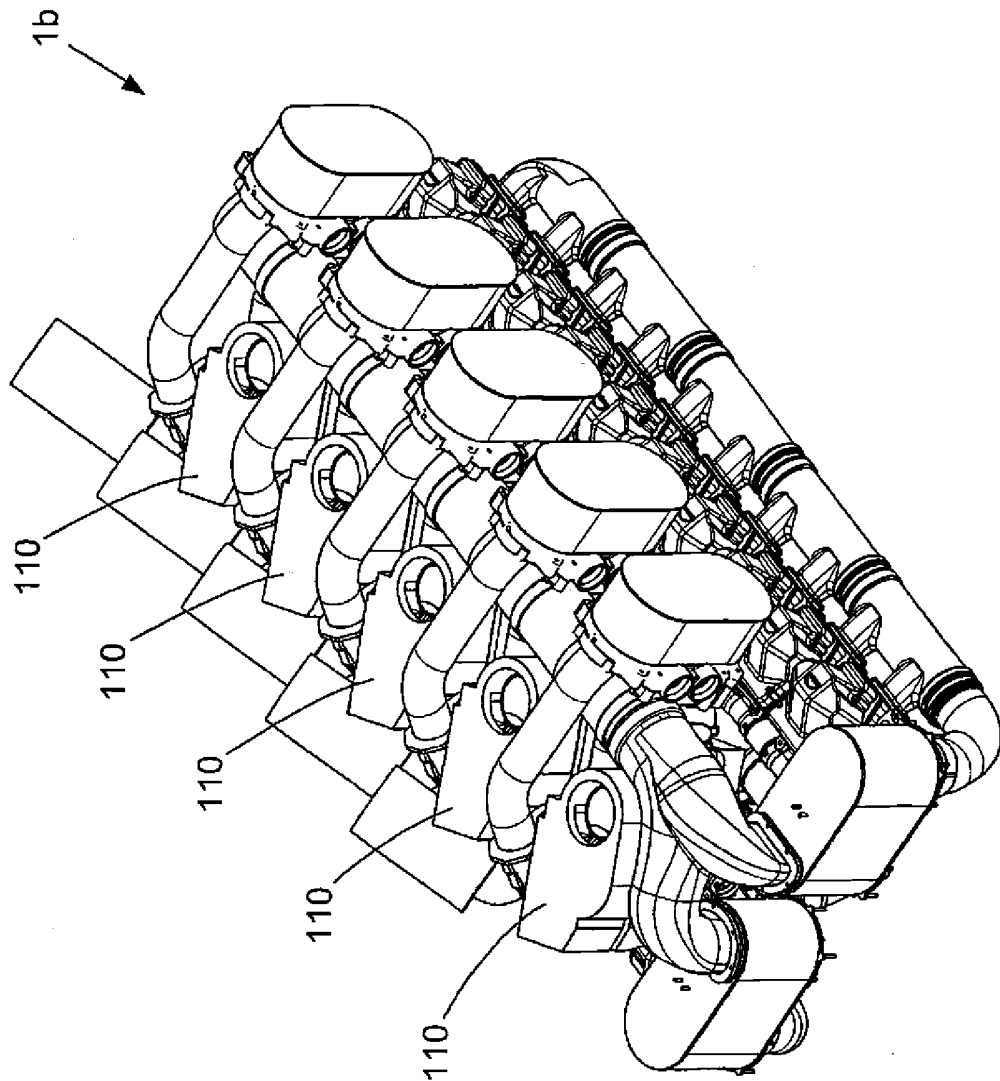


Fig. 14

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: F02B 67/10 (2006.01); F02B 37/013 (2006.01); F01D 25/24 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: F02B 67/10; F02B 37/013; F01D 25/24		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F01D, F02B; FICLA: F02B37/00&301B, F02B37/00&301H		
Konsultierte Online-Datenbank: EPDOC, WPI, XFULL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 21. Februar 2013 eingereichten Ansprüchen 1 - 14 erstellt.		
Kategorie ¹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 2752988 A1 (SOCIETE D'ETUDES DE MACHINES THERMIQUES S.E.M.T) 08. Juni 1978 (08.06.1978) Fig. 1 und 2 (Bezugszeichen 18); Seite 5	1, 2, 7
X	JP S57102519 A (KAWASAKI) 25. Juni 1982 (25.06.1982) Fig. 1 und 2 (Bezugszeichen 17)	1, 2, 7
Datum der Beendigung der Recherche: 5. Juni 2013		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): THALHAMMER C.
¹ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		