

(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

15. November 2012 (15.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/152457 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02B 37/007 (2006.01) F01L 13/00 (2006.01)

F02B 37/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/052183

(22) Internationales Anmeldedatum:

9. Februar 2012 (09.02.2012)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2011 075 507.1 9. Mai 2011 (09.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO.
KG [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ELENDET, Harald
[DE/DE]; Im Elmen 7, 96146 Altendorf (DE).
GOLOVATAI-SCHMIDT, Eduard [DE/DE];
Amselstraße 29, 91334 Hemhofen (DE). KIRSTEN, Kurt
[DE/DE]; Haundorferstraße 14, 91074 Herzogenaurach
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, KM, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING EXHAUST TURBOCHARGING

(54) Bezeichnung : VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE MIT ABGASTURBOAUFLADUNG

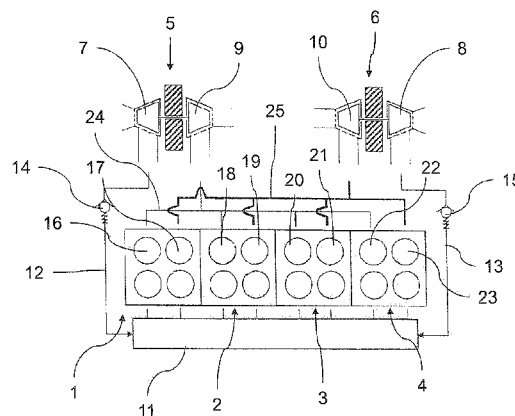


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine having exhaust turbocharging, comprising a plurality of cylinders (1 to 4), each having at least two outlet valves (16 to 23). According to the invention, each outlet valve (16 to 23) of a cylinder (1 to 4) is allocated to a cylinder-spanning group, wherein the allocated outlet valves (16, 18, 20, 22; 17, 19, 21, 23) thereof convey exhaust into a common exhaust channel (24; 25) upon opening and supply same to an allocated exhaust turbo charger (5; 6) by means of the common exhaust channel (24; 25). In addition, the outlet valves (16 to 23) can be controlled by a variable valve control. In order to optimize an activation of the exhaust turbocharger (5; 6), according to the invention an opening or a zero lift of the outlet valves (16 to 23) of each group can be depicted by the variable valve control, so that a complete supply of the exhaust to an individually allocated exhaust turbocharger (5; 6) or a partial supply of the exhaust to a plurality of allocated exhaust turbochargers (5; 6) occurs.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/152457 A1



MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine mit Abgasturboaufladung, umfassend mehrere Zylinder (1 bis 4), von welchen jeder mindestens zwei Auslassventile (16 bis 23) aufweist. Dabei ist jedes Auslassventil (16 bis 23) eines Zylinder (1 bis 4) einer zylinderübergreifenden Gruppe zugeordnet, deren zugeordnete Auslassventile (16, 18, 20, 22; 17, 19, 21, 23) beim Öffnen Abgas in einen jeweils gemeinsamen Abgaskanal (24; 25) fördern und mittels des jeweils gemeinsamen Abgaskanals (24; 25) einem je zugeordneten Abgasturbolader (5; 6) zuführen. Zudem sind die Auslassventile (16 bis 23) über eine variable Ventilsteuerung steuerbar. Um nun eine Ansteuerung der Abgasturbolader (5; 6) zu optimieren, ist durch die variable Ventilsteuerung entweder ein Öffnen oder ein Nullhub der Auslassventile (16 bis 23) jeder Gruppe darstellbar, so dass in der Folge entweder eine vollständige Zuführung des Abgases zu einem einzelnen zugeordneten Abgasturbolader (5; 6) oder eine jeweils teilweise Zuführung des Abgases zu mehreren jeweils zugeordneten Abgasturboladern (5; 6) stattfindet.

Bezeichnung der Erfindung

Verbrennungskraftmaschine mit Abgasturboaufladung

5

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine mit Abgasturboaufladung, umfassend mehrere Zylinder, von welchen jeder mindestens zwei Auslassventile aufweist, wobei jedes Auslassventil eines Zylinders einer zylinderübergreifenden Gruppe zugeordnet ist, deren zugeordnete Auslassventile beim Öffnen Abgas in einen jeweils gemeinsamen Abgaskanal fördern und mittels des jeweils gemeinsamen Abgaskanals einem je zugeordneten Turbolader zuführen, wobei die Auslassventile über eine variable Ventilsteuerung steuerbar sind.

Hintergrund der Erfindung

Im Rahmen von Downsizing-Strategien von Brennkraftmaschinen ist ein gängiger Ansatz die Abgasturboaufladung der jeweiligen Verbrennungskraftmaschine, um bei geringerem Hubraum Komfort und Fahrleistung beizubehalten. Allerdings bringt der Einsatz eines Abgasturboladers über den gesamten Kennfeldbereich der jeweiligen Brennkraftmaschine teilweise auch Defizite mit sich. So führt das Vorsehen eines oder mehrerer Abgasturbolader zum einen zu einem verzögerten Ladedruckaufbau bei spontaner Lastanforderung und zum Anderen zu einem Aufstauen des Abgases an einer Turbine des jeweiligen Abgasturboladers mit entsprechender Rückwirkung auf den Ladungswechsel der Brennkraftmaschine. Es kommen daher bei einigen Antriebskonzepten Ausgestaltungen zur Anwendung, mittels welchen Rückwirkungen auf den Ladungswechsel der jeweiligen Brennkraftmaschine weitestgehend vermieden und zudem das Betriebsverhalten in unterschiedlichen Lastbereichen verbessert werden kann.

Stand der Technik

Aus der DE 10 2008 036 308 A1 geht eine Verbrennungskraftmaschine mit
5 Abgasturboaufladung hervor, welche mehrere Zylinder aufweist, wobei jeder
der Zylinder über mindestens zwei Auslassventile verfügt. Dabei sind die Aus-
lassventile der Zylinder zu Gruppen zusammengefasst, von welchen jede
Gruppe beim Öffnen Abgas in einen je zugehörigen Abgaskanal fördert. Über
diesen je zugehörigen Abgaskanal wird das Abgas dann einem jeweils zuge-
10 ordneten Abgasturbolader zugeführt. Es ist also jedes Auslassventil eines Zy-
linders einer zylinderübergreifenden Gruppe zugeordnet, wobei die Auslass-
ventile einer derartigen Gruppe jeweils beim Öffnen Abgas in einen gemeinsa-
men Abgaskanal fördern und hierbei dem zugehörigen Abgasturbolader zufüh-
ren. Zudem sind die Auslassventile über eine variable Ventilsteuerung steuer-
15 bar, so dass in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebspunkts der Verbrennungs-
kraftmaschine Abgas stärker über eine der Auslassventilgruppen geführt wird
und damit in höherer Menge dem je zugeordneten Abgasturbolader zugeleitet
werden kann. In der Folge kann hierdurch der Ladungswechsel der Brenn-
kraftmaschine positiv beeinflusst werden, indem bei niedrigen Drehzahlen und
20 damit bei niedrigen Abgasströmen das Abgas überwiegend einem Abgasturbo-
lader mit einer kleinen Turbine und damit kleinem Volumenstrom und mit stei-
gender Drehzahl und damit steigende Abgasstrom vermehrt auch einem größe-
ren Abgasturbolader zugeführt wird. Bei Erreichen hoher Drehzahlen wird dann
letztendlich nur noch eine Zuführung zu dem großen Abgasturbolader vorge-
25 nommen. Hierdurch kann also das Auftreten der negativen Effekte des verzö-
gerten Ladedruckaufbaus und des Aufstauens des Abgases an einer Turbine
des jeweiligen Turboladers vermindert werden.

Ausgehend von dem vorstehend beschriebenen Stand der Technik ist es nun
30 die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verbrennungskraftmaschine mit
Abgasturboaufladung zur Verfügung zu stellen, bei welcher eine Ansteuerung
von Abgasturboladern genauer auf die thermodynamischen Anforderungen
angepasst werden kann.

Diese Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Die hierauf folgenden, abhängigen Ansprüche geben dabei jeweils vorteilhafte Weiterbildungen der
5 Erfindung wieder.

Gemäß der Erfindung umfasst eine Verbrennungskraftmaschine mit Abgasturboaufladung mehrere Zylinder, von welchen jeder mindestens zwei Auslassventile aufweist. Dabei ist jedes Auslassventil eines Zylinders einer zylinder-
10 übergreifenden Gruppe zugeordnet, deren zugeordnete Auslassventile beim Öffnen Abgas in einen jeweils gemeinsamen Abgaskanal fördern und mittels des jeweils gemeinsamen Abgaskanals einem je zugeordneten Abgasturbolader zuführen. Die Auslassventile werden dabei über eine variable Ventilsteuerung gesteuert. Im Sinne der Erfindung sind die Abgaskanäle der Auslassven-
15 tilgruppen dabei getrennt voneinander ausgeführt und können in Form jeweils eines Abgaskrümmers ausgestaltet sein. Alternativ hierzu kann auch ein einziger Abgaskrümmers die Abgaskanäle ausgestalten, wobei dieser Abgaskrümmers dann die voneinander getrennten Abgaskanäle definiert. Der je zugeordnete Abgasturbolader setzt sich im Sinne der Erfindung aus einem Verdichter und
20 einer Turbine zusammen, welche über eine zwischenliegende Welle miteinander gekoppelt sind. Hierbei ist zudem eine Ausgestaltung mit Wastegate, mit variabler Turbinengeometrie oder auch mit einem Booster in Form eines Elektromotors im Rahmen der Erfindung denkbar.

25 Die Erfindung umfasst nun die technische Lehre, dass durch die variable Ventilsteuerung entweder ein Öffnen oder ein Nullhub der Auslassventile jeder Gruppe darstellbar ist, so dass in der Folge entweder eine vollständige Zuführung des Abgases zu einem einzelnen zugeordneten Abgasturbolader oder eine jeweils teilweise Zuführung des Abgases zu mehreren jeweils zugeordne-
30 ten Abgasturboladern stattfindet. Mit anderen Worten kann durch die variable Ventilsteuerung ein Führen des Abgases nur über Auslassventile einer Gruppe dargestellt werden, indem die Auslassventile aller anderen Gruppen Nullhübe ausführen und dementsprechend nicht öffnen. Auf der anderen Seite können

- aber auch die Auslassventile mehrerer Gruppen öffnen und in der Folge jeweils Anteile der Abgasmenge den mehreren Abgasturboladern zugeführt werden. Eine derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die jeweilige Abgasmenge auch nur einem einzelnen Abgasturbolader zugeführt werden kann, welcher für
- 5 den jeweiligen Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine geeignet ist. Auf der anderen Seite ist aber auch eine Ansteuerung mehrerer Turbolader möglich, so dass jeweils eine optimale Anpassung an die thermodynamischen Anforderungen möglich ist.
- 10 Unter „Öffnen“ der Auslassventile ist hierbei neben einem Vollhub des jeweiligen Auslassventils auch ein Teilhub zu verstehen. Dementsprechend kann ein Öffnen des Auslassventils neben dem Nullhub des jeweiligen Auslassventils ein teilweises Öffnen oder ein vollständiges Öffnen bedeuten. Im Sinne der
- 15 rung des Öffnungszeitpunkts und der Öffnungslänge über den Drehwinkel der Kurbelwelle vorgenommen werden.

Im Unterschied hierzu erfolgt bei einer Verbrennungskraftmaschine gemäß der DE 10 2008 036 308 A1 nur eine Variation des Öffnungszeitpunkts und des

20 Ventilhubes, ein Nullhub einer Gruppe von Auslassventilen wird jedoch nicht dargestellt. In der Folge ist also nicht die Zuführung der gesamten Abgasmenge zu einem einzelnen Abgasturbolader möglich, was die Anpassbarkeit der Ansteuerung der verschiedenen Abgasturbolader einschränkt.

- 25 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist bei Auslassventilen jeder Gruppe entweder ein Vollhub oder ein Nullhub darstellbar. Durch diese Maßnahme kann der Aufbau der variablen Ventilsteuerung entsprechend vereinfacht werden, da nur ein Öffnen oder eben kein Öffnen der jeweiligen Auslassventile zu steuern ist.

30

In Weiterbildung der Erfindung ist die variable Ventilsteuerung durch den Auslassventilen jeweils zugeordnete Nockenstücke ausgebildet, von welchen jedes gezielt axial zu einer Nockenwelle verschiebbar ist und sich aus mehreren ne-

beneinanderliegenden Einzelnocken zusammensetzt. Dabei weisen die Einzelnocken dann einen gleichen Grundkreis auf und zumindest ein Einzelnocken definiert ein Öffnen und zumindest ein Einzelnocken einen Nullhub. Der jeweilige Ventilhub und auch Öffnungszeitpunkt, sowie Öffnungslänge über den Drehwinkel der Kurbelwelle kann also entsprechend der Wahl eines der Einzelnocken des jeweiligen Nockenstücks definiert werden, so dass entsprechend der Anordnung mehrerer nebeneinanderliegender Einzelnocken unterschiedliche Öffnungscharakteristiken des jeweiligen Auslassventils realisierbar sind. Dabei bildet beispielsweise einer der Einzelnocken einen Vollhub und einer einen Nullhub des jeweiligen Auslassventils aus, wobei durch entsprechendes Vorsehen weiterer Einzelnocken auch Teilhübe des Auslassventils darstellbar sind. Die jeweilige Öffnungscharakteristik des Auslassventils wird dann durch entsprechendes axiales Verschieben des Nockenstücks entlang der Nockenwelle und Positionierung des jeweiligen Einzelnockens zu einem Übertragungselement des jeweiligen Auslassventils hervorgerufen. Im Sinne der Erfindung können die Nockenstücke jeweils als Einzelteile ausgestaltet sein, welche über eine Steuerung, beispielsweise durch Eingriff von Steuerstiften in entsprechende Verschiebenuten, gezielt axial zu der Nockenwelle verschoben werden können. Es ist jedoch auch denkbar, mehrere Nockenstücke als gemeinsames Bauteil auszuführen, die dann gemeinsam über eine Steuerung axial zur Nockenwelle verschiebbar sind.

Entsprechend einer hierzu alternativen Ausgestaltung ist die variable Ventilsteuerung durch den Auslassventilen jeweils zugeordnete schaltbare Übertragungselemente ausgebildet, von welchen jedes entweder einen Hub eines jeweiligen Nockens auf das jeweilige Auslassventil überträgt oder eine Ausgleichsbewegung ohne Übertragung auf das jeweilige Auslassventil ausführt. Vorteilhafterweise verfügen die schaltbaren Übertragungselemente hierbei jeweils über ein schaltbares Abstützelement, das das Übertragungselement entweder abstützt oder durch Einfedern die Ausgleichsbewegung darstellt. Mittels der schaltbaren Übertragungselemente wird also entweder eine der Nockenkontur entsprechende Bewegung auf das Auslassventil übertragen oder eben durch Ausführen einer Ausgleichsbewegung ein Nullhub des Auslassven-

tils dargestellt. Bei den Übertragungselementen handelt es sich im Sinne der Erfindung bevorzugt um Tassenstößel oder Schlepphebel, wobei ein schaltbares Abstützelement dann bei Schlepphebeln zur Anwendung kommt und durch das besagte Einfedern eine Bewegungseinleitung in das Auslassventil durch
5 den jeweiligen Schlepphebel verhindert.

In Weiterbildung der Erfindung sind genau zwei Gruppen von Auslassventilen gebildet, wobei entweder eine der beiden Gruppen die volle Abgasmenge dem jeweils zugeordneten Abgasturbolader oder beide Gruppen Abgasteilmengen
10 beiden Abgasturboladern zuführen. Durch diese Ausgestaltung kann der erfindungsgemäße Aufbau bei Verwendung von zwei Auslassventilen pro Zylinder umgesetzt werden, wobei dann den Auslassventilgruppen zwei Abgasturbolader nachgeschaltet sind.

15 Entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst im Falle der vorgenannten Ausführungsform und bei Realisierung der variablen Ventilsteuerung mit verschiebbaren Nockenstücken jedes der Nockenstücke drei Einzelnocken, von welchen zwei Einzelnocken einen Vollhub und ein Einzelnocken einen Nullhub des jeweiligen Auslassventils definieren. Dabei sind bei
20 Nockenstücken der einen Gruppe die den Vollhub definierenden Einzelnocken nebeneinanderliegend angeordnet und bei Nockenstücken der anderen Gruppe ist der den Nullhub definierende Einzelnocken zwischenliegend platziert. Vorteilhafterweise kann hierdurch auch bei Vorsehen nur einer Nockenwelle und axialer Relativverschiebung der Nockenstücken entweder die Führung des
25 Abgasstromes über einen der Abgasturbolader oder das Führen von Abgasteilströmen über beide Abgasturbolader dargestellt werden.

In Weiterbildung der Erfindung ist eine jeweilige Nockenwelle, welche die Auslassventile steuert, über einen Nockenwellenversteller phasenverstellbar. Eine
30 derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, dass somit die Öffnungszeiten der Auslassventile relativ zum Drehwinkel der Kurbelwelle durch Verdrehen der Nockenwelle verstellt werden können, was die Anpassbarkeit an verschiedene thermodynamische Anforderungen weiter verbessert.

- Entsprechend einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung stellt von den jeweils zugeordneten Abgasturboladern zumindest ein Abgasturbolader einen kleinen Volumenstrom dar und zumindest ein Abgasturbolader
- 5 realisiert diesbezüglich einen größeren Volumenstrom. Es werden also Abgasturbolader mit unterschiedlichen Volumenströmen gebildet, welche entsprechend ihrer Turbinengrößen für unterschiedliche Drehzahlbereiche/Motorlastbereiche der Verbrennungskraftmaschine geeignet sind. Entsprechend der Steuerung der Auslassventile kann dann eine gezielte Zuführung
- 10 von Abgas zu dem jeweils geeigneten Abgasturbolader vorgenommen und damit das Ansprechverhalten verbessert und gleichzeitig ein ungewolltes Anstauen von Abgas mit negativer Beeinflussung von Ladungswechseln der Zylinder verhindert werden.
- 15 In Weiterbildung der Erfindung ist in einer jeweiligen Ansaugleitung vom jeweils zugeordneten Abgasturbolader zu einem Ansaugrohr der Zylinder je ein Rückschlagventil vorgesehen. Vorteilhafterweise beeinflussen sich somit die Abgasturbolader ansaugseitig der Zylinder nicht untereinander.
- 20 Die Erfindung ist nicht auf die angegebene Kombination der Merkmale des Hauptanspruchs oder der abhängigen Ansprüche beschränkt. Es ergeben sich darüber hinaus Möglichkeiten, einzelne Merkmale, auch soweit sie aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung oder aus den Zeichnungen hervorgehen, miteinander zu kombinieren.
- 25 Die Bezugnahme der Ansprüche auf die Zeichnungen durch die Verwendung von Bezugszeichen soll den Schutzzumfang der Ansprüche nicht beschränken.
- Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus einer nachfolgenden
- 30 Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung, welche Bezug auf die in den Zeichnungen dargestellten Figuren nimmt. Es zeigt:

- Figur 1 eine schematische Ansicht einer Verbrennungskraftmaschine gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung;
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer variablen Ventilsteuerung der Verbrennungskraftmaschine aus Figur 1 gemäß einer ersten Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung; und
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines variablen Ventiltriebs der Verbrennungskraftmaschine aus Figur 1 gemäß einer weiteren Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Aus Figur 1 geht eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine hervor. Diese verfügt dabei über vier Zylinder 1 bis 4 sowie zwei Abgasturbolader 5 und 6, wobei über den Abgasturbolader 5 ein kleiner Volumenstrom darstellbar und mittels des Abgasturboladers 6 ein diesbezüglich größerer Volumenstrom realisierbar ist. Die Abgasturbolader 5 und 6 verfügen dabei jeweils über ein ansaugseitig der Zylinder 1 bis 4 platziertes Verdichterrad 7 bzw. 8 und ein abgasseitig der Zylinder 1 bis 4 vorgesehene Turbinenrad 9 bzw. 10.

Die Zylinder 1 bis 4 weisen jeweils zwei Einlassventile auf, welche über ein gemeinsames Ansaugrohr 11 gespeist werden. Dieses Ansaugrohr 11 steht hierbei über Ansaugleitungen 12 und 13 mit den Verdichterrädern 7 und 8 der Abgasturbolader 5 und 6 in Verbindung, wobei in den Ansaugleitungen 12 und 13 jeweils ein Rückschlagventil 14 und 15 vorgesehen ist, so dass eine Zuführung von verdichteter Luft über das eine Verdichterrad 7 bzw. 8 nicht das jeweils andere Verdichterrad bzw. 7 beeinflusst.

30

Des Weiteren verfügen die Zylinder 1 bis 4 auch jeweils über zwei Auslassventile 16 bis 23, wobei dabei die Auslassventile 16, 18, 20 und 22 in einer Gruppe und die Auslassventile 17, 19, 21 und 23 in einer anderen Gruppe zusammen-

gefasst sind. Jede dieser Gruppen fördert dabei in einen jeweils gemeinsamen Abgaskanal 24 bzw. 25, wobei der Abgaskanal 24 zum Turbinenrad 9 des Abgasturboladers 5 und der Abgaskanal 25 zum Turbinenrad 10 des Abgasturboladers 6 führt. Folglich wird Abgas, das über die Auslassventile 16, 18, 20 oder 22 entweicht über das Turbinenrad 9 und Abgas, das über das Auslassventil 17, 19, 21 oder 23 entweicht, über das Turbinenrad 10 geführt. Des Weiteren werden die Auslassventile 16 bis 23 nun über eine variable Ventilsteuerung gesteuert, so dass die den Abgasturboladern 5 und 6 zugeführte Abgasmenge entsprechend einer Öffnungsdauer und einem Hub der Auslassventile 16 bis 23 beeinflusst werden kann. Auf die konkrete Ausgestaltung dieser variablen Ventilsteuerung soll nun unter Zuhilfenahme der weiteren Figuren 2 und 3 genauer beschrieben werden.

Aus Figur 2 ist eine erste Ausgestaltungsmöglichkeit dieser variablen Ventilsteuerung beispielhaft anhand der Auslassventile 16 und 17 dargestellt. Wie hierbei zu erkennen ist, wird ein Öffnen der Auslassventile 16 und 17 über zugehörige Nockenstücke 26 bzw. 27 gesteuert, welche auf einer Nockenwelle 28 angeordnet sind. Die Nockenstücke 26 und 27 können dabei jeweils bezüglich der Nockenwelle 28 axial verschoben werden, beispielsweise durch Eingriff von Steuerstiften in entsprechende Verschiebenuten der Nockenstücke 26 und 27. Vorliegend sind die Nockenstücke 26 und 27 dabei jeweils als Einzelteile ausgeführt, welche separat voneinander axial zu der Nockenwelle 28 verschoben werden können. Ebenso gut ist aber auch eine einstückige Ausführung der Nockenstücke 26 und 27 denkbar, welche dann gemeinsam relativ zu der Nockenwelle 28 verschiebbar sind.

Zudem verfügen die Nockenstücke 26 und 27 jeweils über drei Einzelnocken 29 bis 31 bzw. 32 bis 34, welche im Einzelnen einen gleichen Grundkreis aufweisen und über unterschiedliche Nockenerhebungen ein unterschiedliches Öffnen des jeweils zugeordneten Auslassventils 16 bzw. 17 hervorrufen. Hierbei definieren die Einzelnocken 29 und 31 des Nockenstücks 26 einen Vollhub des Auslassventils 16, während der Einzelnocken 30 zu einem Nullhub, also keinem Öffnen des Auslassventils 16 führt. Seitens des Nockenstücks 27 wird

durch den Einzelnocken 32 ein Nullhub des Auslassventils 17 definiert, wohingegen die Einzelnocken 33 und 34 jeweils ein Vollhub des Auslassventils 17 realisieren. In der dargestellten Schaltstellung der Nockenstücke 26 und 27 entweicht Abgas nur über das Auslassventil 16 aus dem Zylinder 1 und gelangt damit lediglich zum Turbinenrad 9 des Abgasturboladers 5. Diese Schaltstellung ist dabei insbesondere für geringe Drehzahlen/Motorlasten der Verbrennungskraftmaschine geeignet, da aufgrund des kleinen Volumenstroms des Abgasturboladers 5 und durch das kleine Turbinenrad 9 ein Anstauen von Abgas verhindert wird und bereits ein frühes Ansprechen des Abgasturboladers 5 darstellbar ist.

In einer zweiten Schaltstellung, bei welcher der Einlassnocken 30 das Auslassventil 16 und der Einzelnocken 33 das Auslassventil 17 betätigt, wird hingegen Abgas lediglich über das Auslassventil 17 geführt, während das Auslassventil 16 aufgrund des einen Nullhub definierenden Einzelnockens 30 geschlossen bleibt. In der Folge wird lediglich das Turbinenrad 10 des großen Abgasturboladers 6 bedient, was insbesondere bei hohen Drehzahlen/Motorlasten der Verbrennungskraftmaschine von Vorteil ist.

Schließlich wird in einer letzten Schaltstellung sowohl Auslassventil 16 über den Einzelnocken 31 und Auslassventil 17 über den Einzelnocken 34 geöffnet, so dass jeweils eine Teilmenge des Abgases zu den Abgasturboladern 5 und 6 strömt. Hierdurch kann ein Übergangsbereich von einer niedrigen Drehzahl/Motorlast zu einer hohen Drehzahl/Motorlast dargestellt werden. Im Sinne der Erfindung können jedoch auch anderweitige Einzelnocken vorgesehen sein, über welche auch Teilhübe der Auslassventile 16 und 17 darstellbar sind.

Als weitere Besonderheit ist die Nockenwelle 28 über einen Nockenwellenversteller 35 phasenverstellbar, so dass ein Öffnungszeitpunkt der Auslassventile 16 und 17 bezüglich einem Drehwinkel einer Kurbelwelle der Verbrennungskraftmaschine variiert werden kann. In der Folge kann durch Phasenverstellung der Nockenwelle 28 ein früheres oder späteres Öffnen der Auslassventile 16 und 17 hervorgerufen werden.

Aus Figur 3 geht eine alternative Ausgestaltungsmöglichkeit eines variablen Ventiltriebes der Verbrennungskraftmaschine hervor. Dieser ist hierbei beispielhaft anhand des Auslassventils 16 des Zylinders 1 beschrieben. Diese variable Ventilsteuerung verfügt über jeweils ein schaltbares Übertragungselement in Form eines Schlepphebels 36, welcher über ein schaltbares Abstützelement 37 in einem – vorliegend nicht weiter illustrierten – Zylinderkopf der Verbrennungskraftmaschine gelagert ist. In einem Normalbetrieb ruft der Schlepphebel 36 entsprechend der Kontur eines Nockens 38 einer Nockenwelle eine entsprechende translatorische Bewegung des jeweiligen Auslassventils 16 hervor. Zur Darstellung eines Nullhubes des jeweiligen Auslassventils 16 führt das Abstützelement 37 aber bei entsprechender Ansteuerung ein Einfedern aus, so dass anstelle der Betätigung des jeweiligen Auslassventils 16 der jeweilige Schlepphebel 36 bei Betätigung über den Nocken 38 durch das Einfedern eine Ausgleichsbewegung ausführen kann. Entsprechend der Ansteuerung des jeweiligen Abstützelements 37 kann somit ein Vollhub oder Nullhub des jeweiligen Auslassventils 16 dargestellt werden.

Mittels der erfindungsgemäßen Ausgestaltung einer Verbrennungskraftmaschine kann eine Ansteuerung der Abgasturbolader 5 und 6 optimal auf thermodynamische Anforderungen angepasst werden. Durch Darstellung von Nullhuben der Gruppen von Auslassventilen 16, 18, 20 und 22 oder 17, 19, 21 und 23 kann der Abgasstrom hierbei auch entweder über den einen Abgasturbolader 5 oder über den anderen Abgasturbolader 6 je nach Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine geführt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Zylinder
5	2	Zylinder
	3	Zylinder
	4	Zylinder
	5	Abgasturbolader
	6	Abgasturbolader
10	7	Verdichterrad
	8	Verdichterrad
	9	Turbinenrad
	10	Turbinenrad
	11	Ansaugrohr
15	12	Ansaugleitung
	13	Ansaugleitung
	14	Rückschlagventil
	15	Rückschlagventil
	16	Auslassventil
20	17	Auslassventil
	18	Auslassventil
	19	Auslassventil
	20	Auslassventil
	21	Auslassventil
25	22	Auslassventil
	23	Auslassventil
	24	Abgaskanal
	25	Abgaskanal
	26	Nockenstück
30	27	Nockenstück
	28	Nockenwelle
	29	Einzelnocken
	30	Einzelnocken

- 31 Einzelnocken
- 32 Einzelnocken
- 33 Einzelnocken
- 34 Einzelnocken
- 5 35 Nockenwellenversteller
- 36 Schlepphebel
- 37 Abstützelement
- 38 Nocken

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine mit Abgasturboaufladung, umfassend mehrere Zylinder (1 bis 4), von welchen jeder mindestens zwei Auslassventile (16 bis 23) aufweist, wobei jedes Auslassventil (16 bis 23) eines Zylinders (1 bis 4) einer zylinderübergreifenden Gruppe zugeordnet ist, deren zugeordnete Auslassventile (16, 18, 20, 22; 17, 19, 21, 23) beim Öffnen Abgas in einen jeweils gemeinsamen Abgaskanal (24; 25) fördern und mittels des jeweils gemeinsamen Abgaskanals (24; 25) einem je zugeordneten Abgasturbolader (5; 6) zuführen, wobei die Auslassventile (16 bis 23) über eine variable Ventilsteuerung steuerbar sind,

dadurch gekennzeichnet, dass durch die variable Ventilsteuerung entweder ein Öffnen oder ein Nullhub der Auslassventile (16 bis 23) jeder Gruppe darstellbar ist, so dass in der Folge entweder eine vollständige Zuführung des Abgases zu einem einzelnen zugeordneten Abgasturbolader (5; 6) oder eine jeweils teilweise Zuführung des Abgases zu mehreren jeweils zugeordneten Abgasturboladern (5; 6) stattfindet.

2. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Auslassventilen (16 bis 23) jeder Gruppe entweder ein Vollhub oder ein Nullhub darstellbar ist.

3. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die variable Ventilsteuerung durch den Auslassventilen (16 bis 23) jeweils zugeordnete Nockenstücke (26; 27) ausgebildet ist, von welchen jedes jeweils gezielt axial zu einer Nockenwelle (28) verschiebbar ist und sich aus mehreren nebeneinander liegenden Einzelnocken (29 bis 31; 32 bis 34) zusammensetzt, wobei die Einzelnocken (29 bis 31; 32 bis 34) einen gleichen Grundkreis aufweisen und zumindest ein Einzelnocken (29, 31; 33, 34) ein Öffnen und zumindest eine Einzelnocken einen Nullhub (30; 32) definiert.

4. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die variable Ventilsteuerung durch den Auslassventilen jeweils zugeordnete schaltbare Übertragungselemente ausgebildet ist, von welchen jedes entweder einen Hub eines jeweiligen Nockens (38) auf
5 das jeweilige Auslassventil (16 bis 23) überträgt oder eine Ausgleichbewegung ohne Übertragung auf das jeweilige Auslassventil (16 bis 23) ausführt.
5. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die schaltbaren Übertragungselemente je-
10 weils über ein schaltbares Abstützelement (37) verfügen, das das jeweilige Übertragungselement entweder abstützt oder durch Einfedern die Ausgleichsbewegung darstellt.
6. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 2,
15 **dadurch gekennzeichnet, dass** genau zwei Gruppen von Auslassventilen (16 bis 23) gebildet sind, wobei entweder eine der beiden Gruppen die volle Abgasmenge dem jeweils zugeordneten Abgasturbolader (5; 6) oder beide Gruppen Abgasteilmengen den jeweiligen Abgasturboladern (5; 6) zuführen.
- 20 7. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 3 und 6,
dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Nockenstücke (26; 27) drei Einzelnocken (29 bis 31; 32 bis 34) umfasst, von welchen zwei Einzelnocken (29, 31; 33, 34) einen Vollhub und ein Einzelnocken (30; 32) einen Nullhub des jeweiligen Auslassventils (16 bis 23) definieren, wobei bei Nockenstücken (27) der
25 einen Gruppe die den Vollhub definierenden Einzelnocken (33, 34) nebeneinanderliegend angeordnet sind und bei Nockenstücken (26) der anderen Gruppe der den Nullhub definierende Einzelnocken (30) zwischenliegend platziert ist.
- 30 8. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass eine jeweilige Nockenwelle (28), welche die Auslassventile (16 bis 23) steuert, über einen Nockenwellenversteller (35) Phasenverstellbar ist.

9. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass von den jeweils zugeordneten Abgasturboladern (5, 6) zumindest ein Abgasturbolader (5) einen kleinen Volumenstrom
5 darstellt und zumindest ein Abgasturbolader (6) diesbezüglich einen größeren Volumenstrom realisiert.
10. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass in einer jeweiligen Ansaugleitung (12; 13)
10 vom jeweils zugeordneten Abgasturbolader (5; 6) zu einem Ansaugrohr (11) der Zylinder (1 bis 4) je ein Rückschlagventil (14; 15) vorgesehen ist.

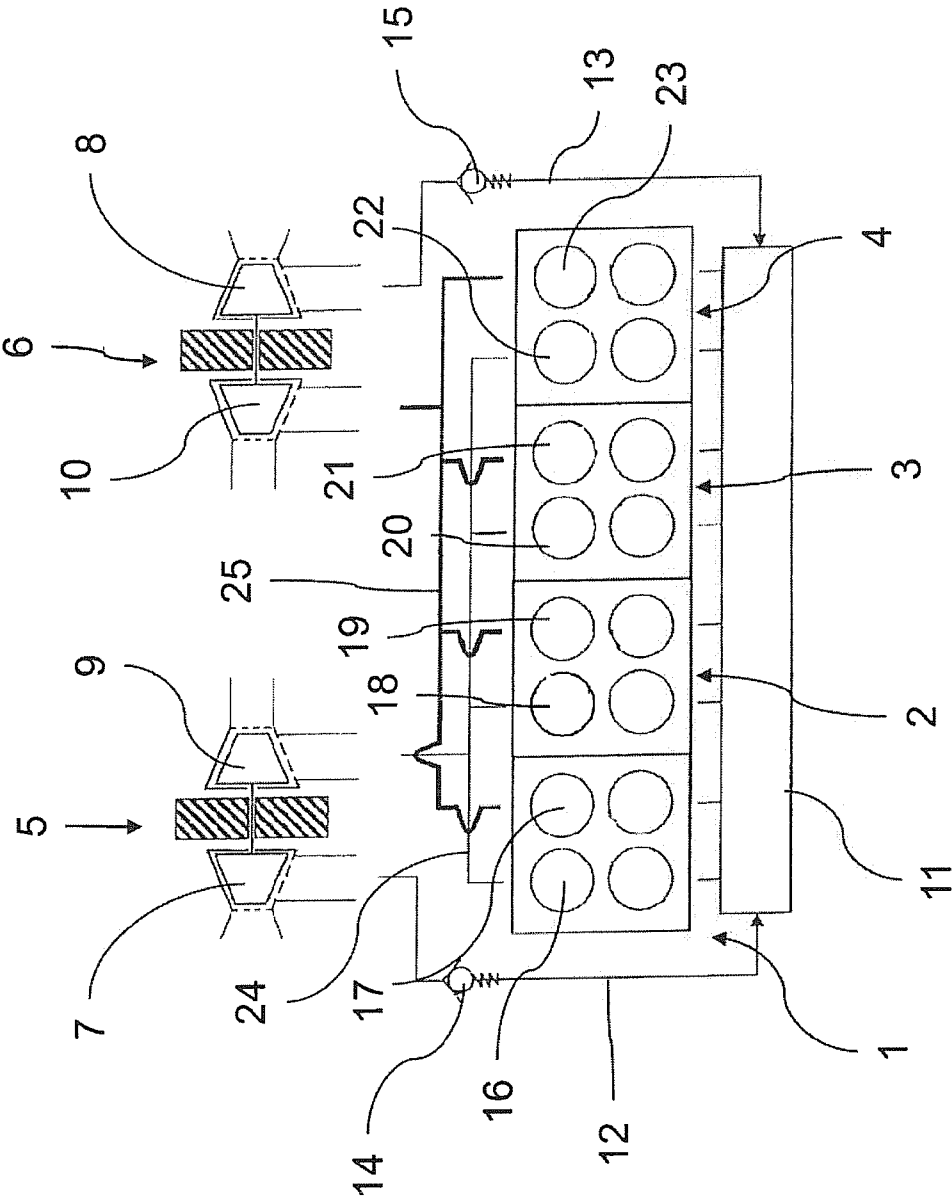


Fig. 1

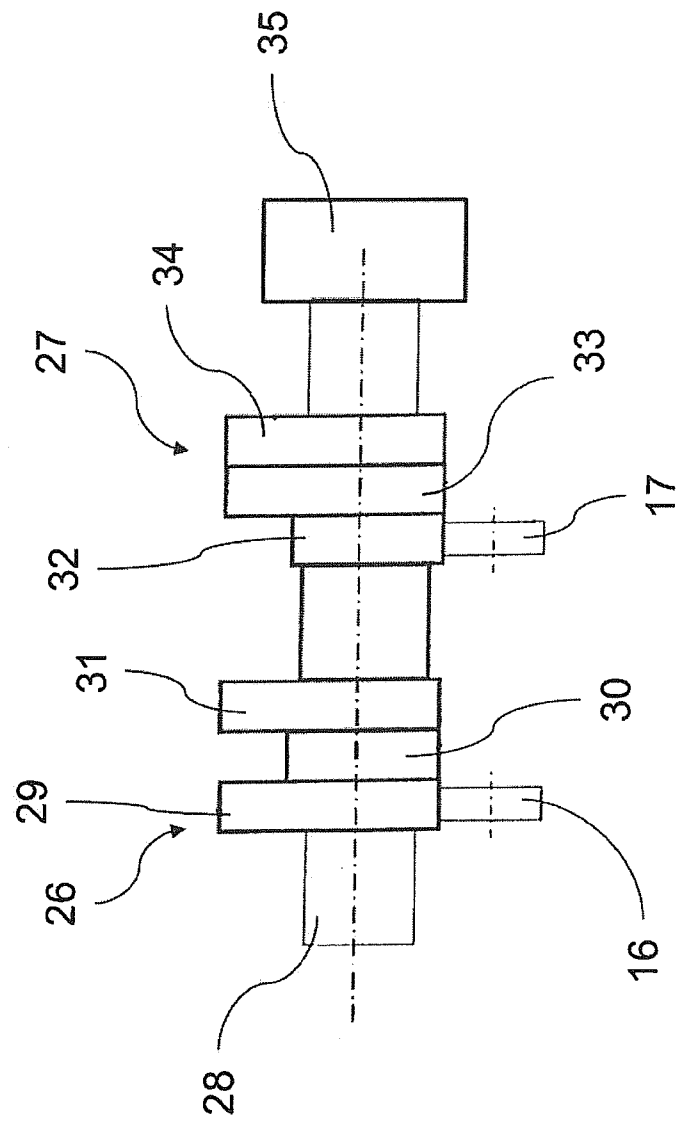


Fig. 2

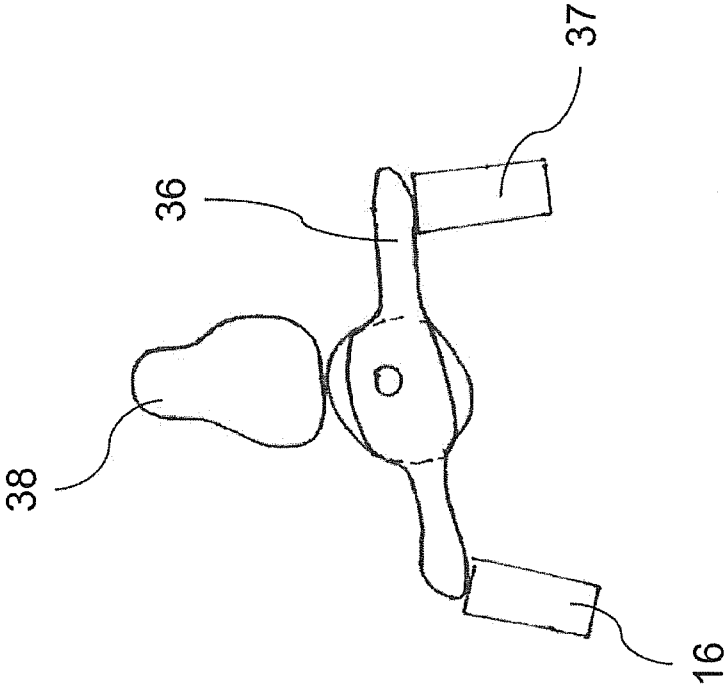


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/052183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02B37/007 F02B37/00 F01L13/00
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)
F02B F01L

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.
X	DE 10 2004 028482 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 29 December 2005 (2005-12-29)	1,2,6, 8-10
Y	paragraphs [0010], [0026] - paragraph [0043]; figures 1-6	3-5,7
X	EP 1 400 667 A2 (PORSCHE AG [DE]) 24 March 2004 (2004-03-24)	1,2,4-6, 8-10
Y	paragraph [0013] - paragraph [0014]; figures 1-4	3,7
X	FR 2 916 226 A3 (RENAULT SAS [FR]) 21 November 2008 (2008-11-21)	1,2,6,9, 10
	page 7, line 20 - page 10, line 18; figures 1,2	
	-/-	



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

18 May 2012

Date of mailing of the international search report

01/06/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tietje, Kai

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/052183

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 420 377 A (LOTUS CAR [GB]) 24 May 2006 (2006-05-24) page 2, line 24 - page 7, line 6; figures 1,2 -----	1-3,6,9
Y	WO 2009/022210 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; MIYASHITA SHIGEKI [JP]) 19 February 2009 (2009-02-19) paragraph [0031] - paragraph [0051]; figures 1,2,3a,3b,7 -----	3,7
Y	WO 00/03127 A1 (SAAB AUTOMOBILE [SE]; LEJON SVANTE [SE]) 20 January 2000 (2000-01-20) page 3, line 7 - page 4, line 31; figure 2 page 7, line 32 - page 8, line 19; figure 6 -----	4,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/052183

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102004028482 A1	29-12-2005	NONE	
EP 1400667 A2	24-03-2004	DE 10243473 A1 EP 1400667 A2	25-03-2004 24-03-2004
FR 2916226 A3	21-11-2008	NONE	
GB 2420377 A	24-05-2006	NONE	
WO 2009022210 A2	19-02-2009	CN 101779023 A DE 112008002126 T5 JP 4623064 B2 JP 2009047005 A US 2011219767 A1 WO 2009022210 A2	14-07-2010 15-07-2010 02-02-2011 05-03-2009 15-09-2011 19-02-2009
WO 0003127 A1	20-01-2000	DE 69917274 D1 DE 69917274 T2 EP 1097294 A1 JP 4319353 B2 JP 2002520534 A SE 521615 C2 SE 9802510 A WO 0003127 A1	17-06-2004 19-05-2005 09-05-2001 26-08-2009 09-07-2002 18-11-2003 11-01-2000 20-01-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02B37/007 F02B37/00 F01L13/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02B F01L

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.
X	DE 10 2004 028482 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 29. Dezember 2005 (2005-12-29)	1,2,6, 8-10
Y	Absätze [0010], [0026] - Absatz [0043]; Abbildungen 1-6	3-5,7

X	EP 1 400 667 A2 (PORSCHÉ AG [DE]) 24. März 2004 (2004-03-24)	1,2,4-6, 8-10
Y	Absatz [0013] - Absatz [0014]; Abbildungen 1-4	3,7

X	FR 2 916 226 A3 (RENAULT SAS [FR]) 21. November 2008 (2008-11-21)	1,2,6,9, 10
	Seite 7, Zeile 20 - Seite 10, Zeile 18; Abbildungen 1,2	

	-/-	

☒ 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

18. Mai 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/06/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tietje, Kai

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 420 377 A (LOTUS CAR [GB]) 24. Mai 2006 (2006-05-24) Seite 2, Zeile 24 - Seite 7, Zeile 6; Abbildungen 1,2 -----	1-3,6,9
Y	WO 2009/022210 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; MIYASHITA SHIGEKI [JP]) 19. Februar 2009 (2009-02-19) Absatz [0031] - Absatz [0051]; Abbildungen 1,2,3a,3b,7 -----	3,7
Y	WO 00/03127 A1 (SAAB AUTOMOBILE [SE]; LEJON SVANTE [SE]) 20. Januar 2000 (2000-01-20) Seite 3, Zeile 7 - Seite 4, Zeile 31; Abbildung 2 Seite 7, Zeile 32 - Seite 8, Zeile 19; Abbildung 6 -----	4,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/052183

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004028482 A1	29-12-2005	KEINE	
EP 1400667 A2	24-03-2004	DE 10243473 A1 EP 1400667 A2	25-03-2004 24-03-2004
FR 2916226 A3	21-11-2008	KEINE	
GB 2420377 A	24-05-2006	KEINE	
WO 2009022210 A2	19-02-2009	CN 101779023 A DE 112008002126 T5 JP 4623064 B2 JP 2009047005 A US 2011219767 A1 WO 2009022210 A2	14-07-2010 15-07-2010 02-02-2011 05-03-2009 15-09-2011 19-02-2009
WO 0003127 A1	20-01-2000	DE 69917274 D1 DE 69917274 T2 EP 1097294 A1 JP 4319353 B2 JP 2002520534 A SE 521615 C2 SE 9802510 A WO 0003127 A1	17-06-2004 19-05-2005 09-05-2001 26-08-2009 09-07-2002 18-11-2003 11-01-2000 20-01-2000