

(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
22. September 2016 (22.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/146229 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 26/05 (2016.01) *F01N 5/04* (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01) *F02N 11/04* (2006.01)
F02M 26/10 (2016.01) *F02B 37/24* (2006.01)
B60K 6/485 (2007.10) *F02B 39/10* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/000198

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Februar 2016 (05.02.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 104 056.5 18. März 2015 (18.03.2015) DE

(71) Anmelder: **MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH**
[DE/DE]; Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **SCHMALZING, Claus-Oliver**; Lortzingstraße
67, 88339 Bad Waldsee (DE).

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

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE DEVICE, INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR
OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE DEVICE

(54) Bezeichnung : BRENNKRAFTMASCHINENVORRICHTUNG, BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUM
BETRIEB EINER BRENNKRAFTMASCHINENVORRICHTUNG

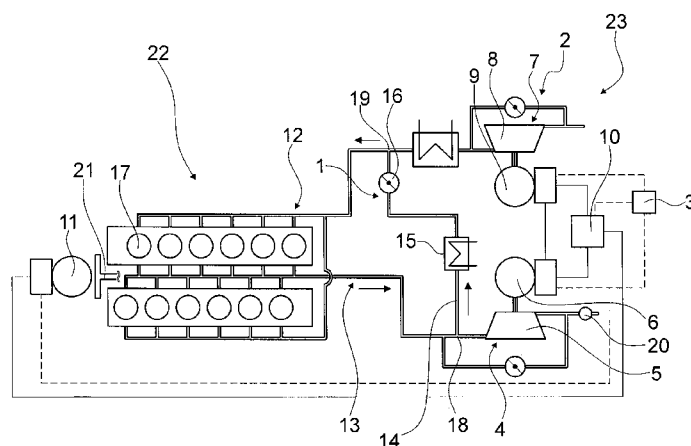


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine device (23) comprising an exhaust gas recirculation (1), an adjustable turbocharger (2) and a control and/or regulating unit (3) which is provided for adjusting the turbocharger (2), wherein the control and/or regulating unit (3) is provided to adjust a request parameter of the exhaust gas recirculation (1) by adjusting the turbocharger (2). The invention also relates to an internal combustion engine (22) comprising such an internal combustion engine device (23) and to a method for operating an internal combustion engine (22) comprising such an internal combustion engine device (23).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/146229 A1



Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) mit einer Abgasrückführung (1), mit einem verstellbaren Turbolader (2) und mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit (3), die zur Verstellung des Turboladers (2) vorgesehen ist, wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit (3) dazu vorgesehen ist, durch Verstellung des Turboladers (2) eine Anforderungskenngröße der Abgasrückführung (1) einzustellen, eine Brennkraftmaschine (22) mit einer solchen Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (22) mit einer solchen Brennkraftmaschinenvorrichtung (23).

BESCHREIBUNG

5 Brennkraftmaschinenvorrichtung, Brennkraftmaschine und Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschinenvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschinenvorrichtung, eine Brennkraftmaschine und ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschinenvorrichtung.

10

Aus der US 2010/0170245 A1 ist bereits eine Brennkraftmaschinenvorrichtung mit einem verstellbaren Turbolader und mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit, die zur Verstellung des Turboladers vorgesehen ist, bekannt.

- 15 Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschinenvorrichtung, insbesondere für einen Dieselmotor, und ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine bereitzustellen, mit dem strenge Grenzwerte für Abgaswerte besonders gut eingehalten werden können. Sie wird durch eine erfindungsgemäße Ausgestaltung entsprechend dem Anspruch 1, durch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine nach Anspruch 11 und ein erfindungsgemäßes
- 20 Verfahren entsprechend dem Anspruch 12 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

- Die Erfindung geht aus von einer Brennkraftmaschinenvorrichtung mit einer Abgasrückführung, mit einem verstellbaren Turbolader und mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit, die zur
- 25 Verstellung des Turboladers vorgesehen ist.

- Es wird vorgeschlagen, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen ist, durch Verstellung des Turboladers eine Anforderungskenngröße der Abgasrückführung einzustellen. Durch Verstellung des Turboladers kann ein Spülgefälle für die Abgasrückführung besonders gut
- 30 eingestellt werden. Über das Spülgefälle wiederum kann ein von dem Spülgefälle getriebener AGR-Massenstrom gut eingestellt werden, womit auch eine AGR-Rate gut eingestellt werden kann. Durch eine genaue Einstellung der AGR-Rate können Abgaswerte besonders gut eingestellt werden, womit auch strenge Grenzwerte für die Abgaswerte besonders gut eingehalten werden können. Unter einer „Abgasrückführung“ wird dabei insbesondere eine

Einheit zur Rückführung von Abgas aus einem Abgassystem in einen Ansaugtrakt verstanden. Unter einem „Spülgefälle“ wird insbesondere eine Druckdifferenz zwischen einem Ladedruck und einem Abgasgegendruck verstanden, wobei unter einem „Ladedruck“ im Folgenden ein für das Spülgefälle relevanter Ladedruck an einer Einmündung, an der die Abgasrückführung in den

5 Ansaugtrakt einmündet, verstanden wird und unter einem „Abgasgegendruck“ ein für das Spülgefälle relevanter Abgasgegendruck an einer Abzweigung, an der die Abgasrückführung aus dem Abgassystem abzweigt, verstanden wird. Unter einem „AGR-Massenstrom“ wird insbesondere ein Massenstrom des für die Abgasrückführung aus dem Abgassystem abgezweigten Abgases verstanden. Unter einer „AGR-Rate“ wird insbesondere ein Wert

10 verstanden, der sich aus dem AGR-Massenstrom geteilt durch einen Brennluft-Massenstrom berechnet. Unter einem „Brennluft-Massenstrom“ wird insbesondere eine Summe aus einem Frischluft-Massenstrom und dem AGR-Massenstrom verstanden. Unter einem „verstellbaren Turbolader“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere ein Turbolader verstanden, der für eine Veränderung eines Ladedrucks und/oder eines Abgasgegendrucks in Abhängigkeit von

15 einer Steuerkenngroße vorgesehen ist. Unter einem „Ladedruck“ wird insbesondere ein Druck einer Brennluft verstanden, wobei die Brennluft von dem Turbolader verdichtete Frischluft und durch die Abgasrückführung rückgeführtes Abgas aufweist. Unter einem „Abgasgegendruck“ wird insbesondere ein Druck eines Abgases vor einer Entspannung in dem Turbolader verstanden. Unter einer „Verstellung durch die Steuer- und/oder Regeleinheit“ wird in diesem

20 Zusammenhang insbesondere verstanden, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit zumindest eine zur Verstellung vorgesehene Steuerkenngroße bereitstellt. Beispielsweise wird unter einer Verstellung des Turboladers verstanden, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit eine Steuerkenngroße bereitstellt, die eine Änderung des Ladedrucks und/oder des Abgasgegendrucks bewirkt. Grundsätzlich kann die Steuer- und/oder Regeleinheit eine Regelfunktion aufweisen,

25 die dazu vorgesehen ist, einen Regelparameter auszuwerten, um die Steuerkenngroße einzustellen. Unter der „Steuerkenngroße“ wird insbesondere ein elektrisch und/oder elektronisch auswertbares Signal verstanden, das über ein Bus-System, über ein geeignetes kabelgebundenes Datenübertragungssystem oder ein anderes Datenübertragungssystem, wie insbesondere auch über ein kabelloses Datenübertragungssystem, übertragen wird. Unter einer

30 „Steuer- und/oder Regeleinheit“ wird insbesondere eine Einheit mit zumindest einem Steuergerät verstanden. Unter einem „Steuergerät“ wird insbesondere eine Einheit mit eineressoreinheit und mit einer Speichereinheit sowie mit einem in der Speichereinheit gespeicherten Betriebsprogramm verstanden. Grundsätzlich kann die Steuer- und/oder Regeleinheit mehrere untereinander verbundene Steuergeräte aufweisen, die vorzugsweise dazu vorgesehen sind, über

ein Bus-System, wie insbesondere ein CAN-Bus-System, miteinander zu kommunizieren. Unter einer „Anforderungskenngröße“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere eine Kenngröße verstanden, die durch Verstellung des Turboladers auf einen angeforderten Wert eingestellt wird. Unter „vorgesehen“ wird insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden.

Vorzugsweise ist die Abgasrückführung zur Führung eines AGR-Massenstroms vorgesehen, von dem die Anforderungskenngröße zumindest wechselseitig abhängig ist. Da der AGR-Massenstrom einen hohen Einfluss auf die Abgaswerte hat, kann durch eine solche Abhängigkeit eine Einhaltung strenger Grenzwerte besonders gut erreicht werden. Unter einer „Anforderungskenngröße der Abgasrückführung“ wird insbesondere eine Kenngröße verstanden, die in Zusammenhang mit der Abgasrückführung steht, wie insbesondere die AGR-Rate, der AGR-Massenstrom oder das Spülgefälle. Unter „wechselseitig abhängig“ wird dabei insbesondere verstanden, dass die Anforderungskenngröße von dem AGR-Massenstrom abhängt oder der AGR-Massenstrom von der Anforderungskenngröße abhängt. Unter „zumindest“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden, dass die Anforderungskenngröße auch als die AGR-Rate ausgebildet sein kann.

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen ist, durch Einstellung der Anforderungskenngröße zumindest einen Abgaswert auf einen Sollwert einzustellen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Grenzwerte für die Abgaswerte zumindest in einem Normalbetrieb nicht überschritten werden. Ist ein Sensor zur Erfassung des zumindest einen Abgaswerts vorgesehen, kann für die Steuer- und/oder Regeleinheit eine Eingangskenngröße bereitgestellt werden, anhand der die Steuer- und/oder Regeleinheit den Wert für die Anforderungskenngröße bestimmt.

Vorzugsweise weist der Turbolader eine verstellbare Turbineneinheit auf. Durch eine verstellbare Turbineneinheit kann der Abgasgegendruck verändert werden, womit das Spülgefälle und damit der von dem Spülgefälle getriebener AGR-Massenstrom besonders gut eingestellt werden können. Unter einer „verstellbaren Turbineneinheit“ wird insbesondere eine Turbineneinheit verstanden, die zur Veränderung des Abgasgegendrucks bei konstantem Abgasmassenstrom vorgesehen ist. Beispielsweise kann die verstellbare Turbineneinheit eine veränderbare Turbinengeometrie aufweisen. Alternativ ist auch denkbar, dass der Turbolader dazu vorgesehen ist, zur Verstellung der Turbineneinheit eine von der Turbineneinheit

bereitgestellte Leistung und/oder eine von der Turbineneinheit abgerufene Leistung zu verändern, wodurch insbesondere eine Drehzahl der Turbineneinheit verändert werden kann. Durch Veränderung der Drehzahl der Turbineneinheit, insbesondere durch ein Abbremsen der Turbineneinheit, kann der Abgasgegendruck verändert, insbesondere erhöht, werden.

5

Vorteilhafterweise ist die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen, durch Verstellung der Turbineneinheit die Anforderungskenngröße der Abgasrückführung einzustellen. Indem die Anforderungskenngröße durch Verstellung der Turbineneinheit eingestellt wird, ändert sich insbesondere der Abgasgegendruck. Dadurch ändert sich mit der Verstellung der Turbineneinheit das Spülgefälle und damit der AGR-Massenstrom. Die Anforderungskenngröße kann dadurch
10 einfach eingestellt werden.

In einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Turbineneinheit ein Turbinenrad und einen mit dem Turbinenrad gekoppelten Generator aufweist. Dadurch kann eine Leistung, die
15 zusätzlich durch die Turbineneinheit bereitgestellt wird, wenn der Abgasgegendruck erhöht wird, genutzt werden, um beispielsweise einen Energiespeicher aufzuladen. Alternativ sind auch andere Ausgestaltungen denkbar, mit denen ein Strömungswiderstand der Turbineneinheit erhöht werden kann, wie beispielsweise eine mit dem Turbinenrad gekoppelte Bremse.

20 Vorzugsweise weist der Turbolader eine von der Turbineneinheit mechanisch zumindest teilweise entkoppelbare Verdichtereinheit auf. Durch eine mechanische Entkopplung können die Verdichtereinheit und die Turbineneinheit zumindest teilweise unabhängig voneinander betrieben und/oder verstellt werden. Insbesondere ist es einfach möglich, mittels der Verdichtereinheit einen auf aktuelle Betriebsbedingungen angepassten Ladedruck einzustellen
25 und zumindest teilweise davon unabhängig den Abgasgegendruck und damit das Spülgefälle zu verändern, um die Anforderungskenngröße der Abgasrückführung einzustellen. Unter „mechanisch zumindest teilweise entkoppelbar“ wird insbesondere verstanden, dass die Verdichtereinheit von der Turbineneinheit teilweise mechanisch entkoppelbar, vollständig mechanisch entkoppelbar, teilweise mechanisch entkoppelt oder vollständig mechanisch
30 entkoppelt ist. Unter „mechanisch entkoppelbar“ wird insbesondere verstanden, dass der Abgasturbolader eine Einheit aufweist, die dazu vorgesehen ist, eine trennbare oder zumindest veränderbare mechanische Kopplung zwischen der Turbineneinheit und der Verdichtereinheit bereitzustellen, wie beispielsweise eine Kupplung. Unter „mechanisch entkoppelt“ wird insbesondere verstanden, dass auf eine mechanische Verbindung, wie beispielsweise eine

gemeinsame Welle der Turbineneinheit und der Verdichtereinheit, verzichtet wird. In einer Ausgestaltung, in der die Verdichtereinheit mechanisch vollständig von der Turbineneinheit entkoppelt ist, kann beispielsweise eine elektrische, eine pneumatische und/oder eine hydraulische Kopplung vorgesehen werden. Vorzugsweise sind die Turbineneinheit und die Verdichtereinheit elektromechanisch oder elektrisch miteinander gekoppelt. Alternativ ist es auch denkbar, auf die Turbineneinheit zu verzichten und die Verdichtereinheit mit einer Batterie und/oder einem Generator zu koppeln.

Die Steuer- und/oder Regeleinheit ist vorteilhafterweise dazu vorgesehen, die

Anforderungskenngröße der Abgasrückführung zumindest im Wesentlichen durch Verstellung der Turbineneinheit einzustellen. Dadurch wirkt sich die Einstellung der Anforderungskenngröße zumindest im Wesentlichen auf den für das Spülgefälle relevanten Abgasgegendruck aus. Der Frischluft-Massenstrom ist in einer solchen Ausgestaltung zumindest im Wesentlichen unbeeinflusst von der Einstellung der Anforderungskenngröße. Durch Verstellung der Verdichtereinheit kann der Ladedruck an einen geänderten AGR-Massenstrom angepasst werden, um den Frischluft-Massenstrom auf einen angeforderten Wert einzustellen, der notwendig ist, damit eine Brennkraftmaschine eine angeforderte Motorleistung bereitstellen kann. Durch Verstellung der Turbineneinheit können die Abgaswerte beeinflusst werden. Unter „zumindest im Wesentlichen“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen ist, bei einer Einstellung der Anforderungskenngröße eine Einstellung der Verdichtereinheit im Wesentlichen unverändert zu lassen. Insbesondere wird darunter verstanden, dass bei der Einstellung der Anforderungskenngröße zumindest bei konstanter angeforderter Motorleistung die Änderung des Abgasgegendrucks zumindest um einen Faktor 2, vorzugsweise zumindest um einen Faktor 5, und besonders bevorzugt zumindest um einen Faktor 10 größer ist als die Änderung des Frischluft-Massenstroms. Wird beispielsweise der Abgasgegendruck um 10 % erhöht, erhöht sich der Frischluft-Massenstrom bei konstanter angeforderter Motorleistung besonders bevorzugt um höchstens 1 %.

Bevorzugt ist die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen, zur Einstellung der Anforderungskenngröße die Turbineneinheit zumindest teilweise unabhängig von der Verdichtereinheit zu verstellen. Dadurch kann die Steuer- und/oder Regeleinheit den Ladedruck und die AGR-Rate unabhängig voneinander einstellen. Unter „unabhängig“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit zumindest eine

Steuerkenngröße bereitstellt, die für die Verdichtereinheit vorgesehen ist, und zumindest eine Steuerkenngröße bereitstellt, die für die Turbineneinheit vorgesehen ist. Unter „zumindest teilweise“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit zusätzlich zumindest eine weitere Steuerkenngröße bereitstellen kann, die für die
5 Verdichtereinheit und die Turbineneinheit vorgesehen ist.

Es wird weiter vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschinenvorrichtung zumindest einen Energiespeicher, an den die Verdichtereinheit und/oder die Turbineneinheit angebunden sind, aufweist. Dadurch können Leistungsspitzen gepuffert werden. Beispielsweise kann ein
10 Leistungsüberschuss der Turbineneinheit genutzt werden, um dem Energiespeicher Leistung zuzuführen. Diese Leistung kann zu einem späteren Zeitpunkt der Verdichtereinheit zugeführt werden. Vorzugsweise ist der Energiespeicher als ein elektrischer Energiespeicher ausgebildet. Der Energiespeicher kann, insbesondere in Abhängigkeit von einer Ausgestaltung des Turboladers, auch eine andere Ausgestaltung aufweisen, beispielsweise wenn hydraulische
15 und/oder pneumatische Komponenten zur Verstellung der Verdichtereinheit und/oder der Turbineneinheit vorgesehen sind.

Ferner wird vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschinenvorrichtung einen Generator, der an den Energiespeicher angebunden ist, oder einen zum Starten einer Brennkraftmaschine
20 vorgesehenen Starter-Generator, der an den Energiespeicher angebunden ist, aufweist. Bei einer solchen Ausgestaltung kann eine elektrische Leistung zum Betrieb der Verdichtereinheit von dem Generator oder dem Starter-Generator erzeugt und mittels des Energiespeichers zwischengespeichert werden. Zumindest kann die Verdichtereinheit vollständig unabhängig von der Turbineneinheit eingestellt werden, da die von der Verdichtereinheit angeforderte Leistung
25 durch den Energiespeicher bereitgestellt werden kann. Ist der Generator dazu vorgesehen, durch eine Welle der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise durch eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine, angetrieben zu werden, kann auf die Turbineneinheit zur Erzeugung elektrischer Leistung verzichtet werden. Die Steuer- und/oder Regeleinheit kann durch eine solche Ausgestaltung die Anforderungskenngröße besonders einfach einstellen.

30 Außerdem wird eine Brennkraftmaschine, insbesondere ein Dieselmotor, mit einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschinenvorrichtung vorgeschlagen. Zudem wird ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschinenvorrichtung vorgeschlagen, bei dem durch Verstellung eines Turboladers eine Anforderungskenngröße einer Abgasrückführung eingestellt wird.

Weitere Ausführungsvarianten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In der Figur ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

- 5 **Fig. 1** zeigt schematisiert ein Ausführungsbeispiel einer Brennkraftmaschine 22 mit einer Brennkraftmaschinenvorrichtung 23. Die Brennkraftmaschinenvorrichtung 23 weist einen Ansaugtrakt 12 und ein Abgassystem 13 auf. Die Brennkraftmaschinenvorrichtung 23 umfasst eine Abgasrückführung 1, die dazu vorgesehen ist, Abgas aus dem Abgassystem 13 dem Ansaugtrakt 12 zuzuführen. Die Abgasrückführung 1 umfasst eine AGR-Leitung 14 mit einem
10 Abgaskühler 15 und einem Abgasrückführventil 16. Der Abgaskühler 15 ist dazu vorgesehen, das Abgas abzukühlen, bevor es einer in dem Ansaugtrakt 12 geführten Frischluft zugeführt wird. Das Abgasrückführventil 16 ist dazu vorgesehen, einen AGR-Massenstrom, d.h. einen Massenstrom des durch die AGR-Leitung 14 strömenden Abgases, einzustellen. Der AGR-Massenstrom wird in einem Betrieb durch ein Spülgefälle zwischen dem Abgassystem 13 und
15 dem Ansaugtrakt 12 getrieben.

- Die Brennkraftmaschine 22 ist als ein Dieselmotor ausgebildet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Brennkraftmaschine 22 eine Leerlaufdrehzahl von ca. 600 U/min auf. Die Brennkraftmaschine 22 ist damit als ein Schnellläufer ausgebildet. Eine
20 Maximaldrehzahl der Brennkraftmaschine 22 beträgt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 2200 U/min. Die Brennkraftmaschine 22 umfasst je nach Bauart zwischen 8 und 20 Zylinder, wobei zur Vereinfachung lediglich einer der Zylinder 17 mit einem Bezugszeichen versehen wurde. Jeder der Zylinder 17 der Brennkraftmaschine 22 weist ein Zylindervolumen von zumindest 4,77 l auf. Eine Zylinderleistung der Brennkraftmaschine 22 beträgt zumindest
25 150 kW. Der Dieselmotor ist damit für eine Leistung zwischen 1200 kW und 3000 kW vorgesehen. Grundsätzlich kann der Dieselmotor aber auch andere Motordaten aufweisen.

- Die Brennkraftmaschinenvorrichtung 23 umfasst weiter einen Turbolader 2. Der Turbolader 2 ist insbesondere dazu vorgesehen, einen Ladedruck in dem Ansaugtrakt 12 bereitzustellen, der
30 bezogen auf einen Umgebungsdruck erhöht ist. Der Turbolader 2 umfasst eine Verdichtereinheit 7, die in einem Betrieb die aus einer Umgebung angesaugte Frischluft verdichtet und dadurch den erhöhten Ladedruck bereitstellt. Zur Verdichtung der angesaugten Frischluft umfasst die Verdichtereinheit 7 ein Verdichterrad 8. Das Verdichterrad 8 ist in dem Ansaugtrakt 12 angeordnet. In einem Betrieb wird das Verdichterrad 8 angetrieben und verdichtet dadurch die

aus der Umgebung angesaugte Frischluft. Die verdichtete Frischluft wird in einem Betrieb mit dem Abgas, das über die Abgasrückführung 1 dem Ansaugtrakt 12 zugeführt wird, vermengt und als Brennluft-Massenstrom den Zylindern 17 der Brennkraftmaschine 22 zugeführt.

- 5 Die den Zylindern 17 zugeführte Brennluft wird mit einem Kraftstoff vermischt. Die Brennluft und der Kraftstoff bilden in den Zylindern 17 ein zündfähiges Luft-Kraftstoffgemisch. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Brennkraftmaschine 22 eine Mehrzahl von nicht näher dargestellten Injektoren auf, welche dazu vorgesehen sind, den Kraftstoff direkt in die Zylinder 17 einzuspritzen. Alternativ sind auch andere Ausgestaltungen denkbar. In diesem
- 10 Ausführungsbeispiel ist der Kraftstoff als Dieselmotorkraftstoff ausgebildet. Das Luft-Kraftstoffgemisch entzündet sich bei einer Kompression selbstständig. Ein bei einer Verbrennung des Luft-Kraftstoffgemischs entstehendes Abgas wird dem Abgassystem 13 zugeführt.
- 15 Der Turbolader 2 umfasst eine Turbineneinheit 4, die dazu vorgesehen ist, eine Leistung für einen Antrieb der Verdichtereinheit 7 bereitzustellen. Die Turbineneinheit 4 umfasst ein Turbinenrad 5, das in dem Abgassystem 13 angeordnet ist. Das Abgas bildet einen Abgas-Massenstrom aus, dessen Druck und/oder dessen kinetische Energie das Turbinenrad 5 antreibt. Ein Teil des Abgas-Massenstroms, der aus den Zylindern 17 austritt, wird über die AGR-Leitung
- 20 14 dem Ansaugtrakt 12 zugeführt. Das restliche Abgas wird über die Turbineneinheit 4 ausgeleitet.

Die Abgasrückführung 1 ist in einem Hochdruckbereich angeordnet. Das Abgassystem 13 weist eine vor dem Turbinenrad 5 angeordnete Abzweigung 18 auf, an der die AGR-Leitung 14 von

25 dem Abgassystem 13 abzweigt. Der Ansaugtrakt 12 weist eine Einmündung 19 auf, an der die AGR-Leitung 14 in den Ansaugtrakt 12 einmündet. Die Einmündung 19 ist, bezogen auf eine Strömungsrichtung des Brennluft-Massenstroms, nach der Verdichtereinheit 7 angeordnet. Das Spülgefälle ist als eine Druckdifferenz zwischen einem Abgasgegendruck in dem Abgassystem 13 und einem Ladedruck in dem Ansaugtrakt 12 ausgebildet.

30 Der Turbolader 2 ist verstellbar ausgebildet. Die Brennkraftmaschinenvorrichtung 23 umfasst eine Steuer- und Regeleinheit 3, die dazu vorgesehen ist, durch Verstellung des Turboladers 2 eine Anforderungskenngröße der Abgasrückführung 1 einzustellen. Die Anforderungskenngröße der Abgasrückführung 1 ist als die AGR-Rate ausgebildet. In einem Betrieb weist die

Brennkraftmaschine 22 zumindest einen Abgaswert auf, der von der AGR-Rate abhängt. Die Steuer- und Regeleinheit 3 stellt in einem Betrieb die AGR-Rate so ein, dass die Abgaswerte innerhalb vorgegebener Abgasgrenzwerte liegen. Die Einstellung der AGR-Rate kann als eine Steuerung oder als eine Regelung ausgebildet sein. Für eine Steuerung können in der Steuer- und Regeleinheit 3 beispielsweise Kennfelder hinterlegt sein, die die Anforderungskenngröße in Abhängigkeit weiterer Parameter festlegen. Für eine Regelung können weitere Sensoren, wie beispielsweise eine Lambda-Sonde 20, vorgesehen werden, welche die Abgaswerte erfassen.

Die Turbineneinheit 4 des Turboladers 2 ist verstellbar. Die Steuer- und Regeleinheit 3 ist dazu vorgesehen, durch Verstellung der Turbineneinheit 4 die Anforderungskenngröße der Abgasrückführung 1 einzustellen. Bei einer Verstellung der Turbineneinheit 4 ändert sich insbesondere der Abgasgegendruck des an der Turbineneinheit 4 anstehenden Abgases. Bleibt gleichzeitig der Ladedruck konstant, ändert sich das Spülgefälle. Die Änderung des Spülgefälles bewirkt eine Änderung des AGR-Massenstroms und damit eine Änderung der AGR-Rate.

Die Turbineneinheit 4 weist einen mit dem Turbinenrad 5 gekoppelten Generator 6 auf. Das Turbinenrad 5 der Turbineneinheit 4 ist zum Antrieb des Generators 6 vorgesehen. Zumindest bei einem konstanten Abgas-Massenstrom hängt eine Drehzahl, die das Turbinenrad 5 aufweist, von einer Leistung ab, die der Generator 6 abgibt. In diesem Fall gilt, je größer die von dem Generator 6 abgegebene Leistung ist, desto kleiner ist die Drehzahl, die das Turbinenrad 5 aufweist. Mit kleiner werdender Drehzahl steigt gleichzeitig ein von dem Turbinenrad 5 erzeugter Strömungswiderstand. Der Abgasgegendruck hängt insbesondere von dem Strömungswiderstand ab, der von dem Turbinenrad 5 erzeugt wird. Durch Änderung der von dem Generator 6 abgegebenen Leistung kann die Steuer- und Regeleinheit 3 somit den Abgasgegendruck und damit die als AGR-Rate ausgebildete Anforderungskenngröße einstellen.

Die Verdichtereinheit 7 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mechanisch vollständig von der Turbineneinheit 4 entkoppelt. Die Turbineneinheit 4 und die Verdichtereinheit 7 sind elektromechanisch miteinander gekoppelt. Die Verdichtereinheit 7 weist einen Elektromotor 9 auf, der zum Antrieb des Verdichterrads 8 vorgesehen ist. Die in einem Betrieb von der Turbineneinheit 4 abgegebene elektrische Leistung kann für einen Antrieb des Verdichterrads 8 genutzt werden. Die Steuer- und Regeleinheit 3 ist dazu vorgesehen, die von der Turbineneinheit 4 an die Verdichtereinheit 7 übertragene elektrische Leistung einzustellen. Durch Veränderung

der übertragenen elektrischen Leistung ist die Steuer- und Regeleinheit 3 dazu vorgesehen, die Kopplung zwischen der Turbineneinheit 4 und der Verdichtereinheit 7 zu verändern.

Die Steuer- und Regeleinheit 3 ist dazu vorgesehen, die Anforderungskenngröße der Abgasrückführung 1 im Wesentlichen durch Verstellung der Turbineneinheit 4 einzustellen. Zur Einstellung der Anforderungskenngröße ist die Steuer- und Regeleinheit 3 insbesondere dazu vorgesehen, eine Leistungsanforderung für die Turbineneinheit 4 einzustellen. Ist der Abgas-Massenstrom ausreichend groß, stellt die Turbineneinheit 4 eine Leistung bereit, die der Leistungsanforderung entspricht. Die Steuer- und Regeleinheit 3 ist dabei dazu vorgesehen, zur Einstellung der Anforderungskenngröße die Turbineneinheit 4 unabhängig von der Verdichtereinheit 7 zu verstellen. Zur Einstellung der Anforderungskenngröße verändert die Steuer- und Regeleinheit 3 lediglich die Leistungsanforderung an die Turbineneinheit 4.

Weiter umfasst die Brennkraftmaschinenvorrichtung 23 einen elektrischen Energiespeicher 10, an den die Verdichtereinheit 7 und die Turbineneinheit 4 angebunden sind. Der Energiespeicher 10 ist dazu vorgesehen, elektrische Leistung aufzunehmen, zu speichern und wieder abzugeben. Ist die von der Turbineneinheit 4 bereitgestellte Leistung größer als die von der Verdichtereinheit 7 aufgenommene Leistung, wird von der Turbineneinheit 4 dem Energiespeicher 10 eine Differenzleistung zugeführt. Ist die von der Turbineneinheit 4 bereitgestellte Leistung kleiner als die von der Verdichtereinheit 7 aufgenommene Leistung, wird dem Energiespeicher 10 eine Differenzleistung entnommen und der Verdichtereinheit 7 zugeführt. Der Energiespeicher 10 ist in Form von einer Batterie ausgebildet. Zur Einstellung des Ladedrucks ist die Steuer- und Regeleinheit 3 dazu vorgesehen, die Verdichtereinheit 7 unabhängig von der Turbineneinheit 4 anzusteuern.

Um der Verdichtereinheit 7 ausreichend Leistung bereitstellen zu können, umfasst die Brennkraftmaschinenvorrichtung 23 einen zusätzlichen Starter-Generator 11, der an den Energiespeicher 10 angebunden ist. Die Brennkraftmaschine 22 weist eine Kurbelwelle 21 auf, an die der Starter-Generator 11 angebunden ist. Der Starter-Generator 11 ist dazu vorgesehen, ein Anlassmoment zum Starten der Brennkraftmaschine 22 bereitzustellen. In einem Betrieb ist der Starter-Generator 11 dazu vorgesehen, elektrische Leistung abzugeben, die von dem Energiespeicher 10 abgespeichert wird. Der Starter-Generator 11 ist insbesondere dazu vorgesehen, die Differenzleistung bereitzustellen, um die die Leistung, die von der

Turbineneinheit 4 bereitgestellt wird, kleiner ist als die Leistung, die von der Verdichtereinheit 7 aufgenommen wird.

ANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) mit einer Abgasrückführung (1), mit einem verstellbaren Turbolader (2) und mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit (3), die zur Verstellung des Turboladers (2) vorgesehen ist,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Steuer- und/oder Regeleinheit (3) dazu vorgesehen ist, durch Verstellung des Turboladers (2) eine Anforderungskenngröße der Abgasrückführung (1) einzustellen.
- 10 2. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abgasrückführung (1) zur Führung eines AGR-Massenstroms vorgesehen ist, von dem die Anforderungskenngröße zumindest wechselseitig abhängig ist.
- 15 3. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuer- und/oder Regeleinheit (3) dazu vorgesehen ist, durch Einstellung der Anforderungskenngröße zumindest einen Abgaswert auf einen Sollwert einzustellen.
- 20 4. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Turbolader (2) eine verstellbare Turbineneinheit (4) aufweist.
5. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach Anspruch 4,
25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Steuer- und/oder Regeleinheit (3) dazu vorgesehen ist, durch Verstellung der Turbineneinheit (4) die Anforderungskenngröße der Abgasrückführung (1) einzustellen.
6. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach Anspruch 4 oder 5,
30 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Turbineneinheit (4) ein Turbinenrad (5) und einen mit dem Turbinenrad (5) gekoppelten Generator (6) aufweist.

7. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Turbolader (2) eine von der Turbineneinheit (4) mechanisch zumindest teilweise
entkoppelbare oder mechanisch zumindest teilweise entkoppelte Verdichtereinheit (7) aufweist.
- 5
8. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuer- und/oder Regeleinheit (3) dazu vorgesehen ist, zur Einstellung der
Anforderungskenngröße die Turbineneinheit (4) zumindest teilweise unabhängig von der
10 Verdichtereinheit (7) zu verstellen.
9. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
gekennzeichnet durch
zumindest einen Energiespeicher (10), an den die Verdichtereinheit (7) und/oder die
15 Turbineneinheit (4) angebunden sind.
10. Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach Anspruch 9,
gekennzeichnet durch
einen Starter-Generator (11) zum Starten einer Brennkraftmaschine (22), der an den
20 Energiespeicher (10) angebunden ist.
11. Brennkraftmaschine (22), insbesondere Dieselmotor, mit einer
Brennkraftmaschinenvorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 25 12. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (22), insbesondere einer
Brennkraftmaschine (22) nach Anspruch 11, bei dem durch Verstellung eines Turboladers (2)
eine Anforderungskenngröße einer Abgasrückführung (1) eingestellt wird.

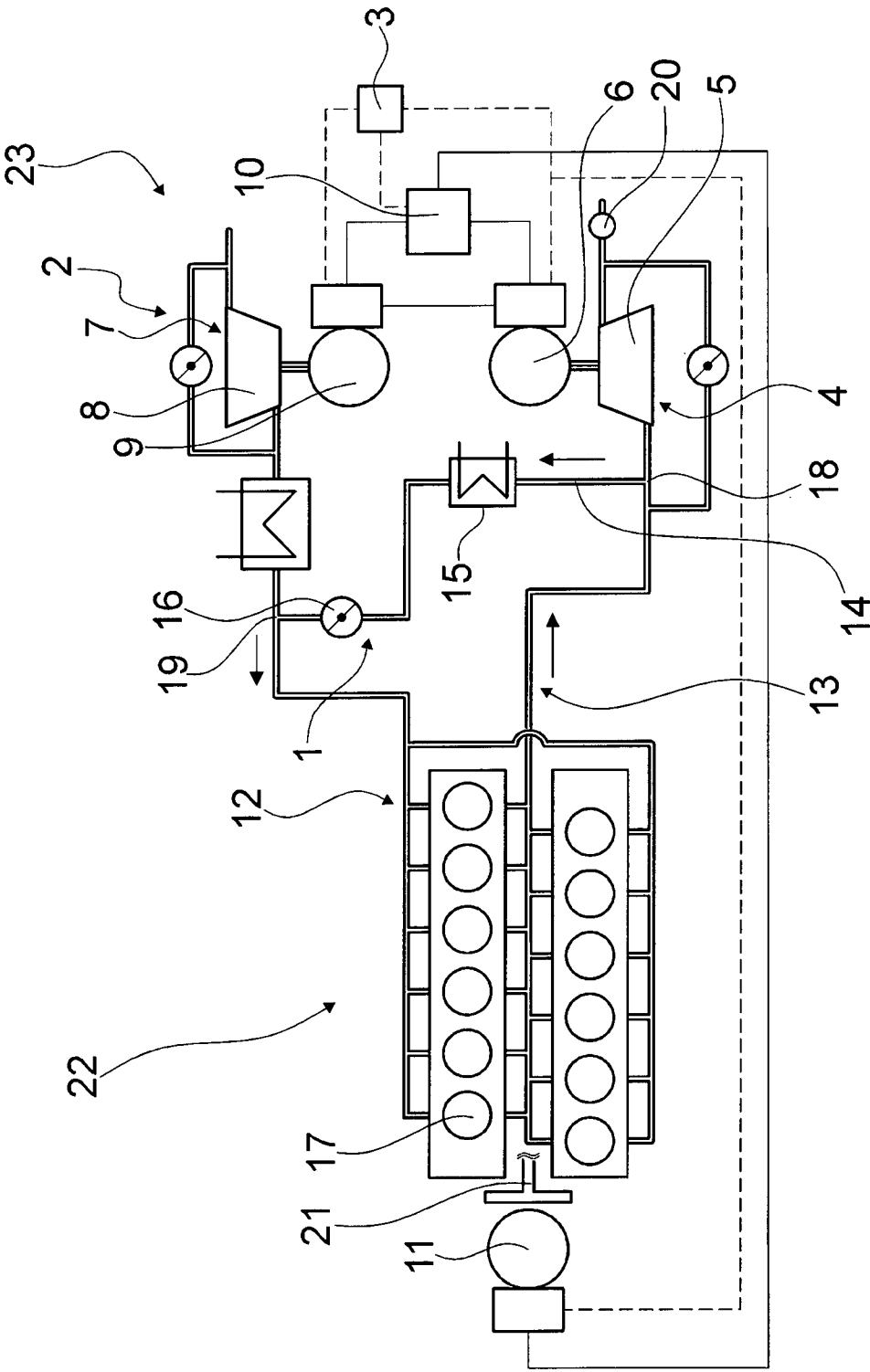


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000198

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02M26/05 F02D41/00 F02M26/10 B60K6/485 F01N5/04
F02N11/04 F02B37/24 F02B39/10

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)

F02M F02D B60K F01N F02N F02B

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 103 34 809 A1 (DENSO CORP [JP]) 25 March 2004 (2004-03-25) paragraph [0020] - paragraph [0041] -----	1-12
A	US 2010/170245 A1 (AMOS DICK [GB] ET AL) 8 July 2010 (2010-07-08) abstract paragraph [0040] -----	6,7,9,10
X	US 2012/297767 A1 (HOFBAUER PETER [US]) 29 November 2012 (2012-11-29) abstract claim 7 -----	1-6,9, 11,12
X	WO 2004/027235 A1 (DETROIT DIESEL CORP [US]; KRESO ADMIR [US]) 1 April 2004 (2004-04-01) abstract -----	1,2,4,5, 11,12



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 2016

Date of mailing of the international search report

25/05/2016

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

Torle, Erik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000198

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10334809	A1	25-03-2004	DE 10334809 A1	25-03-2004
			JP 4096655 B2	04-06-2008
			JP 2004060601 A	26-02-2004

US 2010170245	A1	08-07-2010	DE 102007017777 A1	23-10-2008
			EP 2140118 A1	06-01-2010
			US 2010170245 A1	08-07-2010
			WO 2008125552 A1	23-10-2008

US 2012297767	A1	29-11-2012	NONE	

WO 2004027235	A1	01-04-2004	AU 2002343384 A1	08-04-2004
			US 2004177309 A1	09-09-2004
			WO 2004027235 A1	01-04-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02M26/05 F02N11/04	F02D41/00 F02B37/24
	F02M26/10 F02B39/10	B60K6/485
		F01N5/04
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F02M F02D B60K F01N F02N F02B		
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 103 34 809 A1 (DENSO CORP [JP]) 25. März 2004 (2004-03-25) Absatz [0020] - Absatz [0041] -----	1-12
A	US 2010/170245 A1 (AMOS DICK [GB] ET AL) 8. Juli 2010 (2010-07-08) Zusammenfassung Absatz [0040] -----	6,7,9,10
X	US 2012/297767 A1 (HOFBAUER PETER [US]) 29. November 2012 (2012-11-29) Zusammenfassung Anspruch 7 -----	1-6,9, 11,12
X	WO 2004/027235 A1 (DETROIT DIESEL CORP [US]; KRESO ADMIR [US]) 1. April 2004 (2004-04-01) Zusammenfassung -----	1,2,4,5, 11,12
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Mai 2016		25/05/2016
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 Torle, Erik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/000198

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10334809 A1	25-03-2004	DE 10334809 A1	25-03-2004
		JP 4096655 B2	04-06-2008
		JP 2004060601 A	26-02-2004
US 2010170245 A1	08-07-2010	DE 102007017777 A1	23-10-2008
		EP 2140118 A1	06-01-2010
		US 2010170245 A1	08-07-2010
		WO 2008125552 A1	23-10-2008
US 2012297767 A1	29-11-2012	KEINE	
WO 2004027235 A1	01-04-2004	AU 2002343384 A1	08-04-2004
		US 2004177309 A1	09-09-2004
		WO 2004027235 A1	01-04-2004