

(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
21. Juni 2018 (21.06.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/108304 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/02 (2006.01) *F01N 3/035* (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01) *F02M 26/08* (2016.01)
F02B 37/013 (2006.01) *F02M 26/23* (2016.01)
F01N 3/023 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/001344

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. November 2017 (16.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 124 546.1
15. Dezember 2016 (15.12.2016) DE

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

(72) Erfinder: HEIMPEL, Jens; Wittfeldweg 26, 88069 Tett-
nang (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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, 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.

(54) Title: METHOD FOR REGENERATING A PARTICLE FILTER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH LOW-PRESSURE EXHAUST GAS RECIRCULATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGENERATION EINES PARTIKELFILTERS EINER BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINER NIEDERDRUCK-ABGASRÜCKFÜHRUNG

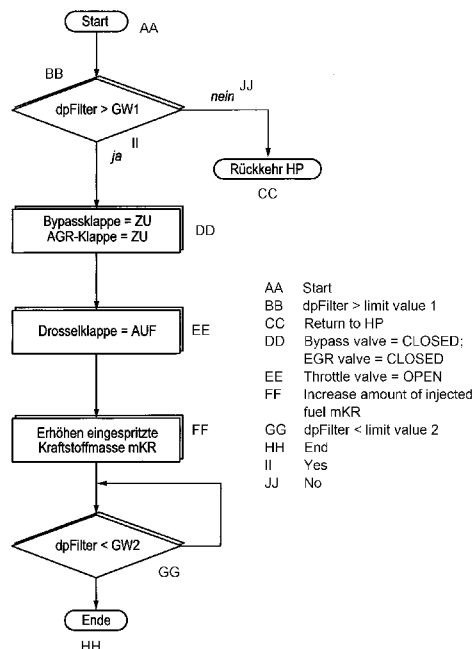


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for regenerating a particle filter of an exhaust gas aftertreatment system of an internal combustion engine with low-pressure exhaust gas recirculation, the internal combustion engine comprising: an EGR valve between an exhaust gas cooler and a low-pressure turbocharger, for controlling an exhaust gas recirculation rate; a bypass valve in a bypass of a high-pressure turbocharger between at least one cylinder of the internal combustion engine and a low-pressure turbocharger; and a throttle valve between the high-pressure turbocharger and a charge air cooler. According to the invention, the method has the following steps: - sensing a pressure difference across the particle filter; comparing the pressure difference with a first stored limit value for the pressure difference; if the pressure difference is above the stored limit value, - closing the bypass valve and the EGR valve; - completely opening the throttle valve; - increasing the amount of injected fuel while monitoring a combustion air ratio λ and a nitrogen oxide concentration ; - continuously sensing and comparing the pressure difference with a second stored limit value which is lower than the first stored limit value; - if the pressure difference is lower than the second stored limit value, terminating the regenerating process.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters eines Abgasnachbehandlungssystems einer Brennkraftmaschine mit einer Niederdruckabgasrückführung, wobei die Brennkraftmaschine eine zwischen einem Abgaskühler und einem Niederdruckturbolader angeordnete AGR-Klappe zur Regelung einer Abgasrückführungsrate sowie eine in einem Bypass eines Hochdruck-Turboladers zwischen mindestens einem Zylinder der Brennkraftmaschine und einem Niederdruck-Turbolader angeordnete Bypassklappe und eine zwischen Hochdruck-Turbolader und einem Ladeluftkühler angeordnete Drosselklappe umfasst.

(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)

Erfindungsgemäß weist das Verfahren die Schritte auf: - Erfassen einer Druckdifferenz über den Partikelfilter Vergleichen der Druckdifferenz mit einem ersten hinterlegten Grenzwert für die Druckdifferenz falls die Druckdifferenz über dem hinterlegten Grenzwert liegt - Schließen der Bypassklappe und der AGR-Klappe - vollständiges Öffnen der Drosselklappe - Erhöhung der Einspritzmenge an Kraftstoff unter Kontrolle eines Verbrennungsluftverhältnisses λ sowie einer Stickoxidkonzentration - kontinuierlich es Erfassen und Vergleichen der Druckdifferenz mit einem zweiten hinterlegten Grenzwert, der geringer ist als der erste hinterlegte Grenzwert, - falls die Druckdifferenz geringer ist als der zweite hinterlegte Grenzwert Beenden des Verfahrens zur Regeneration.

5 VERFAHREN ZUR REGENERATION EINES PARTIKELFILTERS EINER
BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINER NIEDERDRUCK-ABGASRÜCKFÜHRUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters eines
10 Abgasnachbehandlungssystems mit einer Niederdruckabgasrückführung, im Folgenden auch als
Niederdruck-AGR bezeichnet. Weiter betrifft die Erfindung ein Steuergerät sowie eine
Brennkraftmaschine mit einer Niederdruck-AGR.

Die Verwendung einer Niederdruck-AGR, also einer Abgasrückführung (AGR), bei der das
15 rückzuführende Abgas nach einem Partikelfilter, insbesondere einem Dieselpartikelfilter,
entnommen wird, ermöglicht auf Grund der geringeren Abgastemperaturen im Vergleich zur
konventionellen Hochdruck-AGR, bei der das Abgas vor der Zuführung zu einem Hochdruck-
Turbolader entnommen wird, die Rückführung von Abgas mit niedrigeren Temperaturen und
verringertem Rußbildung. Auch bei Systemen mit Niederdruck-AGR besteht aber die
20 Notwendigkeit im Abgasnachbehandlungssystem eingesetzte Partikelfilter zu regenerieren, also
bei erhöhter Abgastemperatur auszubrennen, wenn der Partikelfilter sich über die Betriebszeit
zugesetzt hat.

In US 6,981,370 B2 ist eine Brennkraftmaschine mit einer Niederdruck-AGR beschrieben sowie
25 ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters in diesem System. Hier wird zur Erhöhung
der Abgastemperatur für die Regeneration die Öffnungszeit eines Einlassventils für die Ladeluft
in einen Kompressionstakt hinein erweitert, so dass ein Teil der Luft oder eines Luft/Abgas-
Gemisch durch die Kompression aus dem Zylinder gepresst wird und sich damit der Anteil der
Luft am Massenfluss reduziert und ein fetteres Gemisch und eine höhere Abgastemperatur
30 erreicht.

Wünschenswert ist es, bei der Regeneration des Partikelfilters Temperaturspitzen und erhöhten
Stickoxid-Ausstoß zu vermeiden.

An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Verfahren sowie Vorrichtungen anzugeben, mit deren Hilfe Temperaturspitzen und erhöhter Stickoxid-Ausstoß vermieden werden können.

5 Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1.

Die Aufgabe wird somit gelöst, insbesondere durch ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters eines Abgasnachbehandlungssystems einer Brennkraftmaschine mit einer Niederdruckabgasrückführung, wobei die Brennkraftmaschine eine zwischen einem Abgaskühler und einem Niederdruckturbolader angeordnete AGR-Klappe zur Regelung einer
10 Abgasrückführungsrate sowie eine in einem Bypass eines Hochdruck-Turboladers zwischen mindestens einem Zylinder der Brennkraftmaschine und einem Niederdruck-Turbolader angeordnete Bypassklappe und eine zwischen dem Hochdruck-Turbolader und einem Ladeluftkühler angeordnete Drosselklappe umfasst. Erfindungsgemäß weist das Verfahren die Schritte auf:

- 15 - Erfassen einer Druckdifferenz über den Partikelfilter
- Vergleichen der Druckdifferenz mit einem ersten hinterlegten Grenzwert für die Druckdifferenz
- falls die Druckdifferenz über dem hinterlegten Grenzwert liegt:
 - Schließen der Bypassklappe und der AGR-Klappe
- 20 - vollständiges Öffnen der Drosselklappe
- Erhöhung der Einspritzmenge an Kraftstoff unter Kontrolle eines Verbrennungsluftverhältnisses λ sowie einer Stickoxidkonzentration
- kontinuierliches Erfassen und Vergleichen der Druckdifferenz mit einem zweiten hinterlegten Grenzwert, der geringer ist als der erste hinterlegte Grenzwert,
- 25 - falls die Druckdifferenz geringer ist als der zweite hinterlegte Grenzwert Beenden des Verfahrens zur Regeneration.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass sich die Druckdifferenz über den Partikelfilter erhöht mit steigender Verschmutzung des Partikelfilters. Um diesen von der Verschmutzung zu
30 befreien, stehen verschiedene Möglichkeiten der Regeneration zur Verfügung, unter anderem die Erhöhung der Abgastemperatur. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass die Abgastemperatur vorteilhaft erhöht werden kann, in dem die Menge an eingespritztem Kraftstoff erhöht wird, während die Luftzufuhr konstant gehalten wird. Letzteres wird über die vollständige Öffnung der Drosselklappe sowie das Schließen von Bypassklappe und AGR-Klappe erreicht.

Die Erfindung geht weiter von der Überlegung aus, dass bei konstanter Luftzufuhr nunmehr über die Einspritzmenge die Abgastemperatur sehr genau gesteuert werden kann. Zusätzlich wird zur Vermeidung von Temperaturspitzen oder dauerhafter Überhitzung das Verbrennungsluftverhältnis kontinuierlich kontrolliert. Dies geschieht vorteilhaft über eine
5 Lambdasonde. Ebenso wird zur Vermeidung von erhöhtem Stickoxidausstoß kontinuierlich die Stickoxidkonzentration erfasst. Übersteigt nun die Stickoxidkonzentration einen Grenzwert oder verlässt einen vordefinierten Bereich oder liegt das Verbrennungsluftverhältnis außerhalb vordefinierter Betriebsbereiche, wird erfindungsgemäß die Einspritzung entsprechend angepasst, insbesondere verringert.

10 Vorteilhaft ermöglicht das Konzept der Erfindung, dass es durch die Steuerung der Abgastemperatur und damit der Regeneration über die Einspritzmenge an Kraftstoff möglich ist, die Regeneration ohne aufwändige Verstellung des Einlassventils genau zu steuern. Der Partikelfilter ist insbesondere ein Dieselpartikelfilter.

15 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, das oben erläuterte Konzept im Rahmen der Aufgabenstellung sowie hinsichtlich weiterer Vorteile zu realisieren.

Die Kontrolle des Verbrennungsluftverhältnisses λ sowie der Stickoxidkonzentration erfolgt
20 vorteilhaft jeweils über einen Vergleich eines aktuell erfassten Verbrennungsluftverhältnisses mit einem hinterlegten Sollwert für das Verbrennungsluftverhältnis oder einem hinterlegten erlaubten Bereich für das Verbrennungsluftverhältnis sowie über einen Vergleich einer aktuell erfassten Stickstoffkonzentration mit einem hinterlegten Sollwert für die Stickstoffkonzentration oder einem hinterlegten erlaubten Bereich für die Stickstoffkonzentration.

25 Die Erhöhung der Einspritzmenge kann über eine Vor-, Haupt- oder Nacheinspritzung erfolgen. Besonders die Erhöhung der Einspritzmenge und damit einhergehend eine Erhöhung der Einspritzzeiten und somit der Temperaturen über eine Haupteinspritzung ist vorteilhaft, aber auch im Rahmen einer Voreinspritzung, die genutzt wird, um eine weichere Verbrennung zu erzeugen oder einer Nacheinspritzung, bei der

30 unverbrannter Kraftstoff im Abgastrakt nachverbrannt wird und somit die Temperatur im Abgastrakt erhöht wird und ein Freibrennen realisiert wird, ist vorteilhaft.

Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Motorsteuergerät, das ausgebildet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen, wobei das Motorsteuergerät mit mindestens einer Lambdasonde sowie mindestens einem Stickoxid-Sensor und mindestens einem Drucksensor zur Erfassung der Druckdifferenz über den Partikelfilter verbindbar ist.

5

Gemäß einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine umfassend ein Abgasnachbehandlungssystem mit einem Partikelfilter und einer Niederdruckabgasrückführung, eine zwischen einem Abgaskühler und einem Niederdruckturbolader angeordnete AGR-Klappe zur Regelung einer Abgasrückführungsrate sowie eine in einem Bypass eines Hochdruck-
10 Turboladers zwischen mindestens einem Zylinder der Brennkraftmaschine und einem Niederdruck-Turbolader angeordnete Bypassklappe und eine zwischen Hochdruck-Turbolader und einem Ladeluftkühler angeordnete Drosselklappe sowie ein Motorsteuergerät, das ausgebildet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen, wobei das Motorsteuergerät mit mindestens einer Lambdasonde sowie einem Stickoxid-Sensor und einem Drucksensor zur
15 Erfassung der Druckdifferenz über den Partikelfilter verbunden ist.

Die Ausführung der Brennkraftmaschine mit einer Niederdruckabgasrückführung hat im Vergleich mit einer Hochdruckabgasrückführung den Vorteil, dass durch die geringere Temperatur des rückgeführten Abgases und damit auch des Gemischs aus rückgeführtem Abgas
20 und Zuluft die thermische Belastung für die AGR-Klappe und die Drosselklappe reduziert wird. Damit wird der Verschleiß dieser Bauteile verringert, darüber hinaus ist damit eine Realisierung der AGR-Klappe und der Drosselklappe ohne Kühlung und damit eine deutlich vereinfachte Bauweise. Darüber hinaus bietet die Niederdruckabgasrückführung den Vorteil, dass durch die Entnahme des rückzuführenden Abgases nach dem Partikelfilter die Rußverschmutzung der
25 ladeluftführenden Zuleitungen zu Zylindern der Brennkraftmaschine verringert werden.

In einigen Ausführungsformen ist die Niederdruckabgasrückführung derart ausgestaltet, dass die Rückführung des Abgases in die Zuluft vor der Zuführung zu einem Luftfilter erfolgt, also zunächst Luft und Abgas vermischt werden, bevor dieses Gemisch über einen Luftfilter geführt
30 wird. Die Zusammenführung von Abgas und Luft kann aber auch im Luftfilter erfolgen. Beide Varianten können Vorteile im Hinblick auf die konstruktive Umsetzung oder die Kosten abhängig vom weiteren Aufbau der Brennkraftmaschine entfalten

Alternativ ist die Niederdruckabgasrückführung derart ausgestaltet ist, dass die Rückführung des Abgases in die Zuluft nach der Zuführung zu einem Luftfilter erfolgt. Hier erfolgt die Mischung von rückgeführtem Abgas und Luft erst nachdem die Luft gefiltert wurde. Dies hat den Vorteil, dass der Luftfilter für niedrigere Temperaturen ausgelegt werden kann.

5

Ausführungsformen der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsformen nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Der Einfachheit halber sind nachfolgend für identische oder ähnliche Teile oder Teile mit identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet.

10

15

20

25

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Regeneration eines Partikelfilters;

30

Fig. 2A eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Brennkraftmaschine mit einer Niederdruckabgasrückführung;

Fig. 2B eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Brennkraftmaschine mit einer Niederdruckabgasrückführung.

5 Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Regeneration eines Partikelfilters eines Abgasnachbehandlungssystems einer Brennkraftmaschine. Im ersten Schritt wird nach dem Start des Verfahrens eine Druckdifferenz über den Partikelfilter erfasst und diese Druckdifferenz mit einem ersten hinterlegten Grenzwert für die Druckdifferenz verglichen. Falls die Druckdifferenz über dem hinterlegten Grenzwert liegt, werden eine in
10 einem Bypass eines Hochdruck-Turboladers zwischen mindestens einem Zylinder der Brennkraftmaschine und einem Niederdruck-Turbolader angeordnete Bypassklappe und eine zwischen einem Abgaskühler und einem Niederdruckturbolader angeordnete AGR-Klappe zur Regelung einer Abgasrückführungsrate geschlossen. Desweiteren wird eine zwischen Hochdruck-Turbolader und einem Ladeluftkühler angeordnete Drosselklappe vollständig
15 geöffnet. Im nächsten Schritt wird die Einspritzmenge an Kraftstoff, anders ausgedrückt die Kraftstoffmasse m_{KR} , unter Kontrolle eines Verbrennungsluftverhältnisses λ sowie einer Stickoxidkonzentration erhöht. Die Druckdifferenz über den Partikelfilter wird weiterhin kontinuierlich erfasst und mit einem zweiten hinterlegten Grenzwert, der geringer ist als der erste hinterlegte Grenzwert verglichen. Ist die Druckdifferenz geringer ist als der zweite hinterlegte
20 Grenzwert wird das Verfahren zur Regeneration beendet und in einen Normalbetrieb der Brennkraftmaschine zurückgekehrt. Solange die Druckdifferenz unterhalb des ersten hinterlegten Grenzwertes ist, verbleibt die Brennkraftmaschine im Normalbetrieb und es wird keine Regeneration des Partikelfilters durchgeführt.

25 Fig. 2A zeigt eine Ausführungsform einer Brennkraftmaschine 100 mit einem Abgasnachbehandlungssystems 140 aufweisend einen Partikelfilter 141 und in der vorliegenden Ausführungsform zusätzlich eine Oxidationskatalysator. Die Brennkraftmaschine 100 umfasst einen Motor 101 mit zwei Zylinderbänke 120, 130 sowie eine Motorsteuerung ECU – hier nur symbolisch – dargestellt. Die Brennkraftmaschine 100 umfasst weiter eine
30 Niederdruckabgasrückführung 110, die rückzuführendes Abgas stromabwärts des Abgasnachbehandlungssystems ableitet und über einen Abgaskühler 111 zu einem Luftfilter 112 führt. In der Niederdruckabgasrückführung 110 ist zwischen dem Abgaskühler 111 und einem von zwei Niederdruck-Turboladern 5 eine AGR-Klappe oder Abgasrückführungsclappe 1 zur Regelung einer Abgasrückführungsrate angeordnet. Ladeluft LL wird über einen Luftfilter 112

und einen Weiteren Luftfilter 113 einem Niederdruck-Turbolader 5 zugeführt. Ladeluftseitig sind stromabwärts der Niederdruck-Turbolader 5 jeweils Niederdruck-Ladeluftkühler 6 angeordnet, die die Luft oder das Luft-Abgas-Gemisch kühlen, bevor die Ladeluft oder das Gemisch aus Ladeluft und rückgeführtem Abgas über einen Hochdruck-Turbolader 4 und ein Drosselklappe 3 einem Ladeluftkühler 7 und anschließend den Zylindern A1- A6, B1 – B6 der beiden Zylinderbänder 120, 130 zugeführt wird. Abgasseitig werden die Abgase der beiden Zylinderbänke 120, 130 gesammelt und der Turbine des Hochdruck-Turboladers 4 zugeführt. Ein Teil der Abgase der Zylinderbank 130 wird über einen Bypass des Hochdruck-Turboladers 4 von der Zylinderbank direkt zu den Turbinen der Niederdruck-Turboladern 5 geleitet. Im Bypass ist eine Bypassklappe 2 angeordnet. Anschließend werden die Abgase über das Abgasnachbehandlungssystem 140 mit Partikelfilter 141 und Oxidationskatalysator 142 geleitet. Am Abgasnachbehandlungssystem sind Drucksensoren für die Bestimmung des Drucks vor (p1) und hinter (p2) dem Abgasnachbehandlungssystem 140 angeordnet, mit deren Hilfe die Druckdifferenz über den Partikelfilter dpFilter bestimmt werden kann. Desweiteren sind stromaufwärts vom Abgasnachbehandlungssystem 140 eine Lambdasonde 151 und ein Stickoxidsensor 152 angeordnet. Das Motorsteuergerät ECU ist ausgebildet zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regeneration. Bei Überschreiten des ersten Grenzwertes wird ein Schließen der AGR-Klappe 1 und der Bypass-Klappe 2 veranlasst, sowie die vollständige Öffnung der Drosselklappe 3. In Abhängigkeit der von der Lambdasonde 151 und dem Stickoxidsensor 152 erfassten Werte wird so dann die Einspritzmenge an Kraftstoff in die Zylinder der beiden Zylinderbänke 120, 130 erhöht, beispielsweise im Rahmen der Haupteinspritzung, und hierüber die Abgastemperatur, so dass bei höherer Abgastemperatur über den Abgasstrang der Partikelfilter 141 regeneriert wird. Sinkt die Druckdifferenz wieder unter den zweiten Grenzwert wird die Regeneration beendet und das Motorsteuergerät ECU veranlasst wieder einen Normalbetrieb.

In Fig. 2B ist eine alternative Ausführungsform einer Brennkraftmaschine 200 gezeigt. Diese entspricht im Wesentlichen der Ausführungsform der Brennkraftmaschine 100 aus Fig. 2A, so dass nachfolgend lediglich auf die Unterschiede eingegangen wird. Die Niederdruckabgasrückführung 210 leitet das rückzuführende Abgas ebenfalls über einen Abgaskühler 111, führt diese jedoch erst stromabwärts eines Luftfilters 112 mit der Frischluft zusammen, so dass nur die Frischluft über den Luftfilter 112 gefiltert wird und dieser auf niedrigere Temperaturen ausgelegt werden kann.

BEZUGSZEICHENLISTE

	1	Abgasrückführungsklappe
	2	Bypassklappe
5	3	Drosselklappe
	4	Hochdruck-Turbolader
	5	Niederdruck-Turbolader
	6	Niederdruck-Ladeluftkühler
	7	Ladeluftkühler
10	100	Brennkraftmaschine
	101	Motor
	110	Niederdruckabgasrückführung
	111	Abgaskühler
	112	Luftfilter
15	113	weiterer Luftfilter
	120, 130	Zylinderbank
	140	Abgasnachbehandlungssystem
	141	Partikelfilter
	142	Oxidationskatalysator
20	151	Lambdasonde
	152	Stickoxidsensor
	200	Brennkraftmaschine
	210	Niederdruckabgasrückführung
25	A1-A6, B1-B6	Zylinder
	ECU	Motorsteuerung
	mKR	Kraftstoffmasse
	λ	Verbrennungsluftverhältnis

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters (141) eines Abgasnachbehandlungssystems
5 (140) einer Brennkraftmaschine (100) mit einer Niederdruckabgasrückführung (110), wobei die Brennkraftmaschine (100) eine zwischen einem Abgaskühler (111) und einem Niederdruck-Turbolader (5) angeordnete AGR-Klappe (1) zur Regelung einer Abgasrückführungsrate sowie eine in einem Bypass eines Hochdruck-Turboladers (4) zwischen mindestens einem Zylinder der Brennkraftmaschine (100) und einem Niederdruck-Turbolader (4) angeordnete Bypassklappe (2)
10 und eine zwischen dem Hochdruck-Turbolader (4) und einem Ladeluftkühler angeordnete Drosselklappe (3) umfasst, aufweisend die Schritte:
- Erfassen einer Druckdifferenz über den Partikelfilter (dpFilter)
 - Vergleichen der Druckdifferenz mit einem ersten hinterlegten Grenzwert für die Druckdifferenz
 - 15 - falls die Druckdifferenz über dem hinterlegten Grenzwert liegt
 - Schließen der Bypassklappe (2) und der AGR-Klappe (1)
 - vollständiges Öffnen der Drosselklappe (3)
 - Erhöhung der Einspritzmenge an Kraftstoff unter Kontrolle eines Verbrennungsluftverhältnisses (λ) sowie einer Stickoxidkonzentration
 - 20 - kontinuierliches Erfassen und Vergleichen der Druckdifferenz mit einem zweiten hinterlegten Grenzwert, der geringer ist als der erste hinterlegte Grenzwert,
 - falls die Druckdifferenz geringer ist als der zweite hinterlegte Grenzwert Beenden des Verfahrens zur Regeneration.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erhöhung der Einspritzmenge im Rahmen einer Vor- oder Haupteinspritzung erfolgt.
3. Motorsteuergerät (ECU), das ausgebildet ist, ein Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 durchzuführen, wobei das Motorsteuergerät (ECU) mit mindestens einer Lambdasonde (151)
30 sowie einem Stickoxid-Sensor (152) und einem Drucksensor zur Erfassung der Druckdifferenz über den Partikelfilter (dpFilter) verbindbar ist.

4. Brennkraftmaschine (100) umfassend ein Abgasnachbehandlungssystem (140) mit einem Partikelfilter (141) und einer Niederdruckabgasrückführung (110), eine zwischen einem Abgaskühler (111) und einem Niederdruckturbolader (5) angeordnete AGR-Klappe (1) zur Regelung einer Abgasrückführungsrate sowie eine in einem Bypass eines Hochdruck-Turboladers (4) zwischen mindestens einem Zylinder (A) der Brennkraftmaschine (100) und einem Niederdruck-Turbolader (5) angeordnete Bypassklappe (2) und eine zwischen Hochdruck-Turbolader (4) und einem Ladeluftkühler angeordnete Drosselklappe (3) sowie ein Motorsteuergerät (ECU) nach Anspruch 3, wobei das Motorsteuergerät (ECU) mit mindestens einer Lambdasonde (151) sowie einem Stickoxid-Sensor (152) und einem Drucksensor zur Erfassung der Druckdifferenz über den Partikelfilter (141) verbunden ist.
5. Brennkraftmaschine (100) nach Anspruch 4, bei der die Niederdruckabgasrückführung (110) derart ausgestaltet ist, dass die Rückführung des Abgases in die Zuluft vor der Zuführung zu einem Luftfilter (112) erfolgt.
6. Brennkraftmaschine (100) nach Anspruch 4, bei der die Niederdruckabgasrückführung (110) derart ausgestaltet ist, dass die Rückführung des Abgases in die Zuluft nach der Zuführung zu einem Luftfilter (112) erfolgt.

1/3

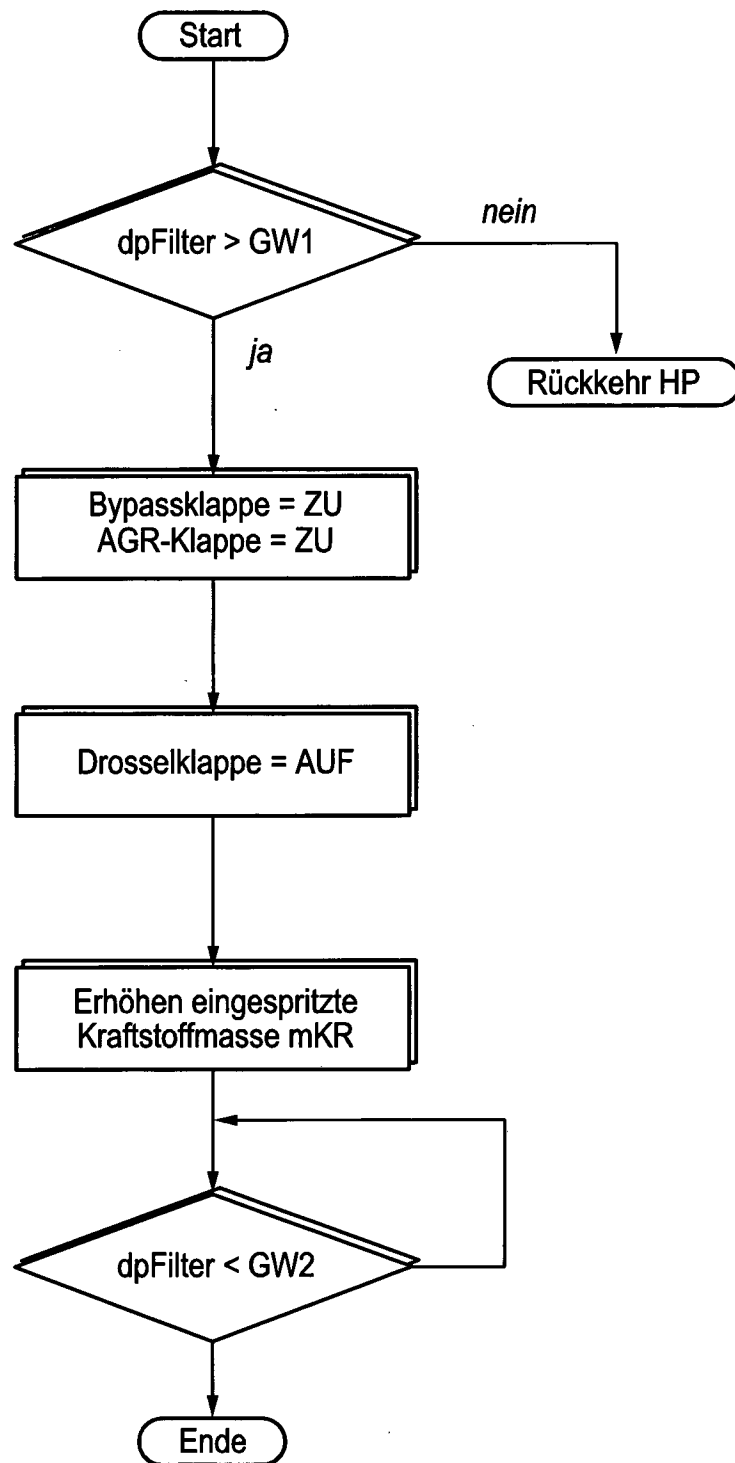


Fig. 1

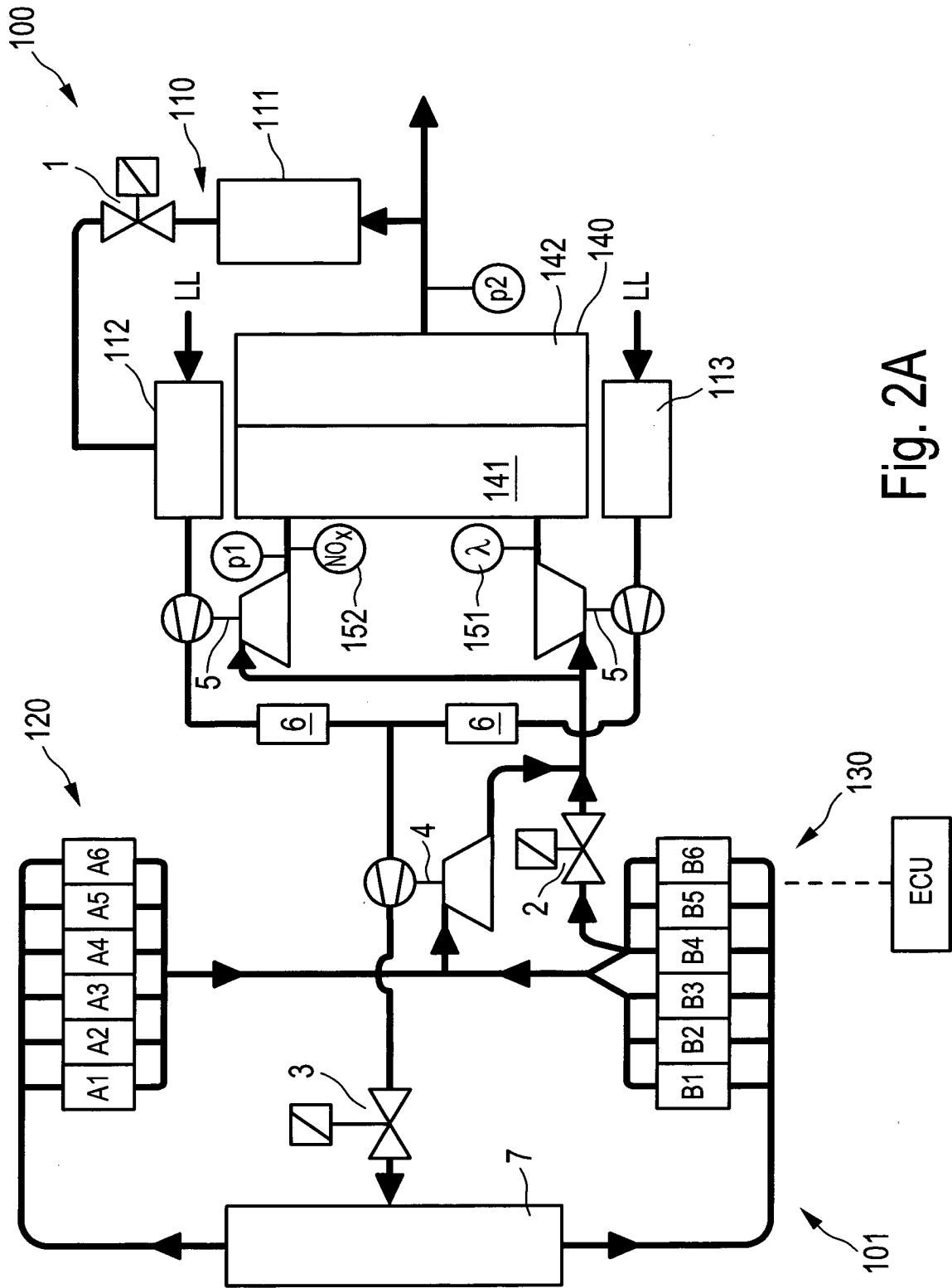


Fig. 2A

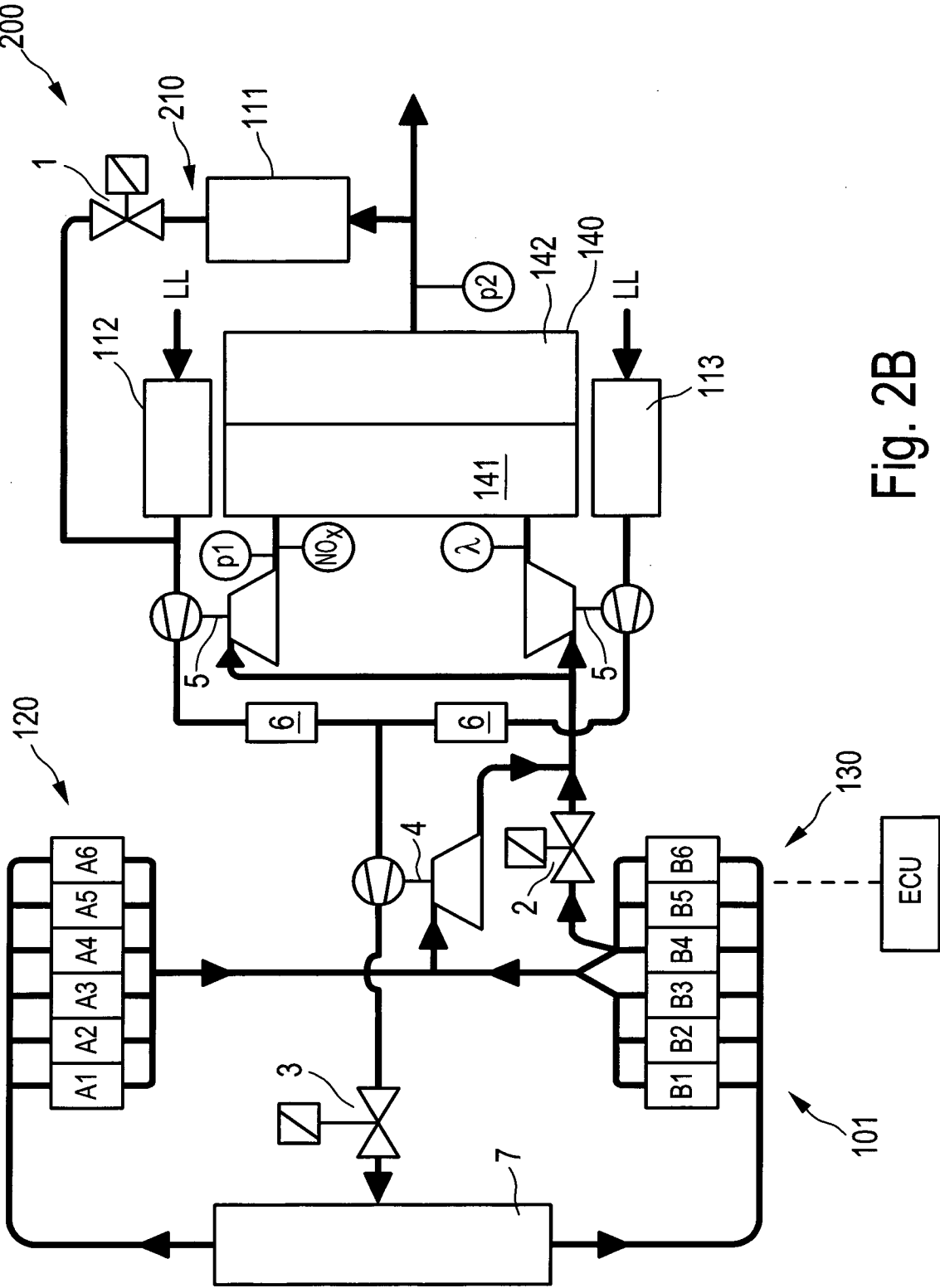


Fig. 2B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/001344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/02 F01N9/00 F02B37/00 F02B37/013 F01N3/023
F01N3/035 F02D41/00 F02M26/08 F02M26/23

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)

F02D F01N F02B F02M

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)

EP0-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.
Y	DE 10 2013 013063 A1 (DAIMLER AG [DE]) 6 March 2014 (2014-03-06) the whole document	1-6
Y	US 2005/235950 A1 (WEBER JAMES R [US] ET AL) 27 October 2005 (2005-10-27) abstract figure 7 paragraph [0089]	1-6
Y	DE 10 2011 120508 A1 (DAIMLER AG [DE]) 13 June 2013 (2013-06-13) abstract figure 1	5



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

23 February 2018

Date of mailing of the international search report

12/03/2018

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

Kämper, Fabian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/001344

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013013063 A1	06-03-2014	DE 102013013063 A1	06-03-2014
		US 2014060008 A1	06-03-2014

US 2005235950 A1	27-10-2005	US 2005235950 A1	27-10-2005
		US 2007089707 A1	26-04-2007

DE 102011120508 A1	13-06-2013	CN 103998738 A	20-08-2014
		DE 102011120508 A1	13-06-2013
		EP 2788598 A1	15-10-2014
		JP 2015500418 A	05-01-2015
		US 2014318105 A1	30-10-2014
		WO 2013083210 A1	13-06-2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/001344

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02D41/02 F01N9/00 F02B37/00 F02B37/013 F01N3/023
F01N3/035 F02D41/00 F02M26/08 F02M26/23

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F02D F01N F02B F02M

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2013 013063 A1 (DAIMLER AG [DE]) 6. März 2014 (2014-03-06) das ganze Dokument	1-6
Y	US 2005/235950 A1 (WEBER JAMES R [US] ET AL) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) Zusammenfassung Abbildung 7 Absatz [0089]	1-6
Y	DE 10 2011 120508 A1 (DAIMLER AG [DE]) 13. Juni 2013 (2013-06-13) Zusammenfassung Abbildung 1	5

☐

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

23. Februar 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/03/2018

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

Kämper, Fabian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/001344

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013013063 A1	06-03-2014	DE 102013013063 A1	06-03-2014
		US 2014060008 A1	06-03-2014

US 2005235950 A1	27-10-2005	US 2005235950 A1	27-10-2005
		US 2007089707 A1	26-04-2007

DE 102011120508 A1	13-06-2013	CN 103998738 A	20-08-2014
		DE 102011120508 A1	13-06-2013
		EP 2788598 A1	15-10-2014
		JP 2015500418 A	05-01-2015
		US 2014318105 A1	30-10-2014
		WO 2013083210 A1	13-06-2013
