

(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
16. November 2017 (16.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/194237 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02B 37/02 (2006.01) *F01D 17/12* (2006.01)
F02B 37/18 (2006.01) *F01D 9/02* (2006.01)
F01D 17/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056874

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2017 (22.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 208 160.8
12. Mai 2016 (12.05.2016) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: MEHNE, Georg; Föhrenweg 8, 93173 Wenzel-
bach (DE). SPARRER, Christoph; Schwabenstr. 5, 93053
Regensburg (DE).

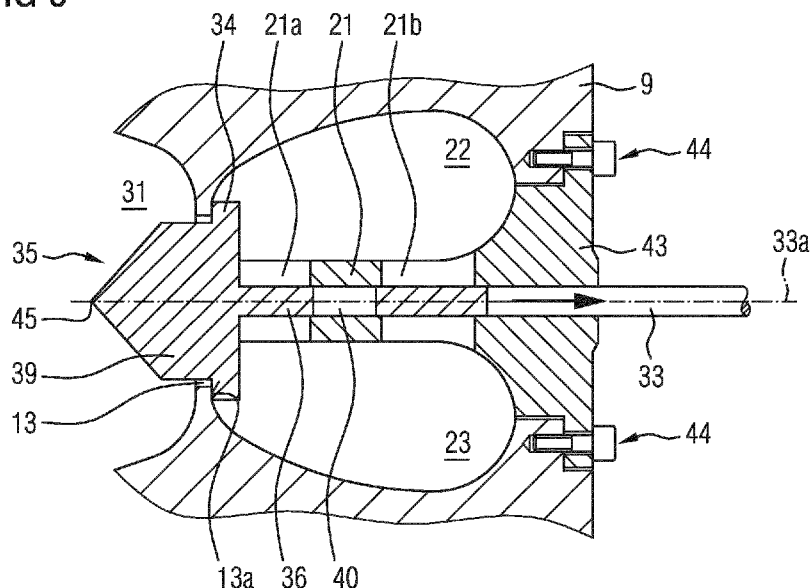
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: TURBINE FOR AN EXHAUST GAS TURBOCHARGER AND A VALVE ARRANGEMENT HAVING IMPROVED
OUTFLOW

(54) Bezeichnung: TURBINE FÜR EINEN ABGASTURBOLADER MIT ZWEIFLUTIGEM TURBINENGEHÄUSE UND EINER
VENTIL-ANORDNUNG MIT VERBESSERTER ABSTRÖMUNG

FIG 9



(57) Abstract: The invention relates to a turbine for an exhaust gas turbocharger having a housing having two exhaust gas volutes, between which a separating wall is provided and which have a common waste-gate opening. The turbine housing is equipped with a linear valve, which has a valve element and a displacement shaft for actuating the valve element. The turbine is characterized in that the displacement shaft of the linear valve is led through the separating wall in a separating wall plane and, in the direction of the shaft longitudinal axis of the linear valve, is movably arranged in the separating wall, wherein the valve element is arranged in a separating wall cutout between the exhaust gas volutes and is led out of the area of the exhaust gas volutes in the direction toward the waste-gate opening, toward a valve seat which is formed on the inner side of the waste-gate opening, facing the exhaust gas volutes.



WO 2017/194237 A1

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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Turbine für einen Abgasturbolader mit einem Turbinengehäuse mit zwei Abgasfluten, zwischen denen eine Trennwand vorgesehen ist, und die eine gemeinsame Wastegate-Öffnung aufweisen. Das Turbinengehäuse ist mit einem Linearventil ausgestattet, welches ein Ventilelement und einen Verstellerschaft zur Betätigung des Ventilelements aufweist. Die Turbine ist dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellerschaft des Linearventils in einer Trennwandebene durch die Trennwand geführt ist und in Richtung seiner Schaft-Längsachse in der Trennwand beweglich angeordnet ist, wobei das Ventilelement in einer Trennwand-Aussparung zwischen den Abgasfluten angeordnet ist und aus dem Bereich der Abgasfluten, in Richtung auf die Wastegate-Öffnung hin, gegen einen Ventilsitz geführt ist, der auf der den Abgasfluten zugewandten Innenseite der Wastegate-Öffnung ausgebildet ist.

Beschreibung

5 Turbine für einen Abgasturbolader mit zweiflutigem Turbinengehäuse und einer Ventil-Anordnung mit verbesserter Abströmung

10 Die Erfindung betrifft eine Turbine für einen Abgasturbolader mit zweiflutigem Turbinengehäuse und einer Ventil-Anordnung mit verbesserter Abströmung.

Ein Verbrennungsmotor 1, der von einem Abgasturbolader 2 aufgeladen wird, zeichnet sich durch die in der Figur 1 dargestellte Anordnung der Führung von Frischluft und Abgasen aus.
15 Im aufgeladenen Betrieb strömt das Abgas aus dem Verbrennungsmotor 1 über die Turbine 3, welche den Verdichter 4 im Ansaugtrakt vor dem Einlass des Motors 1 über eine gemeinsame Welle 5 antreibt. Durch die Verdichtung der Ansaugluft kann mehr Kraftstoff pro Zylinderhub zugemischt werden und das Drehmoment
20 des Motors 1 wird erhöht.

In der Figur 1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit einige Elemente der Luftführung nicht dargestellt. Dies sind zum Beispiel ein vor dem Verdichter angeordneter Luftfilter, ein vor
25 dem Verdichter angeordneter Luftmengenmesser, ein hinter dem Verdichter angeordneter Ladeluftkühler, ein Tank, eine hinter der Drosselklappe angeordnete Kurbelgehäuse-Entlüftung und ein hinter der Turbine angeordneter Katalysator. Auf eine Darstellung einer gegebenenfalls vorhandenen Abgasrückführung oder
30 Sekundärlufteinblasung wurde ebenfalls verzichtet.

Im aufgeladenen Betrieb ist die Drosselklappe 8 vollständig geöffnet. Die Regelung der Aufladung kann zum Beispiel durch Abblasen eines Teils des Abgasmassenstroms durch ein Waste-
35 gate-System 7 erfolgen.

Auf der Verdichterseite ist desweiteren ein sogenanntes Schubumluft-System 6 angeordnet, über das überschüssige,

verdichtete Ansaugluft abgeblasen und in den Ansaugtrakt zurückgeführt werden kann.

In der Fig. 2 ist eine mögliche Ausführungsform eines Abgasturboladers 2 nach dem Stand der Technik dargestellt. Diese Darstellung enthält einen Schnitt im Bereich des Wastegate-Systems. Das genannte Wastegate-System 7 ist im Turbinengehäuse 9 angeordnet. Das Wastegate-System 7 wird über einen Wastegate-Aktuator 10 betätigt, der unter Verwendung eines Halters am Verdichtergehäuse 11 befestigt ist. Zwischen dem Turbinengehäuse 9 und dem Verdichtergehäuse 11 befindet sich eine Lagerbaugruppe 12, in welcher die gemeinsame Läuferwelle von Turbinenrad und Verdichterrad untergebracht ist.

Die Figur 3 zeigt das Wastegate-System 7 in einer Draufsicht sowie in einer Schnittdarstellung der Seitenansicht. Dargestellt ist die Wastegate-Öffnung 13 im Turbinengehäuse 9, die über einen Klappenteller 14 freigegeben oder verschlossen werden kann. So kann bei Bedarf ein Teil des Abgasmassenstroms am Turbinenlaufrad vorbei geleitet werden. Die Öffnungs- bzw. Schließ-Betätigung des Klappentellers 14 erfolgt über eine Linearbewegung einer Regelstange 15, die von einem pneumatischen oder elektrischen Wastegateaktuator 10 gesteuert angetrieben wird. Diese Linearbewegung wird über eine Verbindungsplatte 16 an einen äußeren Wastegatehebel 17 übertragen. Die in einer Buchse 18 gelagerte Wastegatespindel 19 überträgt die Drehbewegung mittels des Schwenkarms 19a auf den Klappenteller 14. Aufgrund der linear geführten Regelstange 15 ist zusätzlich ein Ausgleichsgelenk 20 in der Kinematik erforderlich, um einen Schrängungsausgleich zu gewährleisten.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf Abgasturbolader mit einflutigem Turbinengehäuse, das nur einen schneckenförmig um das Turbinenlaufrad 9c angeordneten Abgas-Zuführkanal, eine sogenannte Abgasflute aufweist. Entsprechende Abgasturbinen werden auch als Monoscroll-Turbinen bezeichnet. Diese Technologie hat den Nachteil, dass sich die Ladungswechsel, sprich der Austausch von Abgas und Brennstoff-Gas-Gemisch, der ein-

zelnen Zylinder des Verbrennungsmotors im Betrieb durch den pulsierenden Abgasgegendruck gegenseitig negativ beeinflussen. Dies wirkt sich nachteilig auf die Befüllung der Zylinder des Motors mit Brennstoff-Gas-Gemisch aus, wodurch wiederum dessen Verbrauch, Ansprechverhalten und Nennleistung verschlechtert wird.

Um dieses Problem zu beheben oder zumindest zu verringern, können zweiflutige oder mehrflutige Turbinengehäuse verwendet werden, die entsprechend zwei oder mehr voneinander getrennte Abgasfluten aufweisen. Dabei unterscheidet man zwischen Segmented-Scroll-Turbinengehäusen 9a und Twin-Scroll-Turbinengehäusen 9b, wie es in der Figur 4 veranschaulicht ist.

Beide Turbinen enthalten eine Trennwand 21, die zwischen den beiden Abgasfluten 22, 23 vorgesehen ist. Bei dem Segmented-Scroll-Turbinengehäuse 9a ist die Trennwand 21 so angeordnet, dass das Turbinenlaufrad 9c von beiden Abgasfluten 22, 23 auf je 180° über die volle Radeintrittsbreite beaufschlagt wird. Bei der Twin-Scroll-Turbinengehäuse 9b ist die Trennwand 21 in radialer Richtung zum Turbinenrad angeordnet, wodurch dieses von beiden Abgasfluten 22, 23 auf 360° auf einem Anteil, z. B. je 50% der Radeintrittsbreite beaufschlagt wird.

Bei beiden Turbinen-Bauarten kommt -wie es aus der Figur 5 ersichtlich ist- ein Abgaskrümmter 24 zum Einsatz, bei dem bei Vierzylinder-Motoren jeweils zwei Zylinder und bei Sechszylinder-Motoren jeweils drei Zylinder zu einem Strang zusammengefasst sind. Jeder Strang ist wiederum mit einer Abgasflute des zweiflutigen Turbinengehäuses verbunden. Dadurch wird gewährleistet, dass sich die Abgaspulse der einzelnen Zylinder möglichst wenig negativ beeinflussen.

In der Figur 5 ist der Abgaskrümmter eines Vierzylinder-Motors veranschaulicht, bei welchem jeweils zwei Abgasleitungen der jeweiligen Zylinder zu einem Strang zusammengefasst sind. So sind die Abgasleitungen 26 und 29 des ersten und des vierten Zylinders zu einem Strang zusammengefasst. Des Weiteren sind die Abgasleitungen 27 und 28 des zweiten und des dritten Zylinders zu

einem Strang zusammengefasst. Die eingezeichneten Pfeile sollen die jeweiligen voneinander getrennten Abgas-massenströme 25 verdeutlichen.

5

Eine Ladedruckregelung bei Abgasturboladern mit zweiflutigen Turbinengehäusen erfolgt wie bei Monoscroll-Turbinen durch Abblasen von überschüssigen Abgasen über ein Wastegate-System. Zu einer weiteren Reduzierung der Ladungswechselverluste bei
10 Abgasturboladern mit zweiflutigen Turbinengehäusen hat sich eine schaltbare, steuerbare oder regelbare Flutenverbindung zwischen den getrennten Abgasfluten als vorteilhaft erwiesen. Dabei handelt es sich wie beim Wastegate-System um eine Ventil-Anordnung, die bei Bedarf ein Überströmen von Abgas zwischen
15 den Abgasfluten ermöglicht. Die Verwendung eines zweiten Ventils wirkt sich allerdings nachteilig auf die Kosten und den Bauraum des Abgasturboladers aus.

Um diese Nachteile zu vermeiden ist es bereits bekannt, die
20 Funktionalitäten von Wastegate-System und Flutenverbindung unter Verwendung einer einzigen Ventil-Anordnung zu realisieren.

Eine mögliche Ausführungsform eines derartigen Wastegate-Systems 7 für ein zweiflutiges Turbinengehäuse 9 ist in der
25 Figur 6 dargestellt. Aus dieser sind die beiden Abgasfluten 22, 23 des Turbinengehäuses 9 sowie die beiden Wastegate-Auslässe 30, 32 und der Auslasstrichter 31 ersichtlich. Sowohl die Abgasfluten 22, 23 als auch die Wastegate-Auslässe 30, 32 sind durch eine Trennwand 21 voneinander getrennt. Somit
30 können beide Abgasfluten 22, 23 über einen gemeinsamen Klappenteller 14 betätigt werden, wobei bei einer Öffnung der beiden Wastegate-Auslässe 30, 32 auch zugleich die beiden Abgasfluten 22 und 23 fluidtechnisch über den Auslasstrichter 31 miteinander verbunden werden. Zur Verstellung des Klappentellers 14 ist ein
35 Schwenkarm 19a vorgesehen, welcher über die Wastegatespindel 19 rotatorisch betätigt wird. Eine solche Ventil-Anordnung kann auch als Schwenkarm-Klappenventil bezeichnet werden. Die Hauptfunktion dieser Ausführungsform ist eine Regulierung des

Wastegate-Massenstroms beider Abgasfluten mit einer Ventil-Anordnung.

Aus der DE 10 2013 002 894 A1 ist eine Turbine für einen Abgasturbolader bekannt, welche ein Turbinengehäuse aufweist, in welchem zwei von Abgas durchströmbare Fluten vorgesehen sind, und welches des Weiteren einen Umgehungskanal aufweist. Ferner ist ein Ventil vorgesehen, welches im geschlossenen Zustand sowohl die Flutenverbindung als auch den Umgehungskanal sperrt und im geöffneten Zustand sowohl die Flutenverbindung als auch den Umgehungskanal öffnet. Dieses Ventil ist auch als Schwenkarm-Klappenventil gestaltet und rotatorisch bewegbar. Es weist einen um einen Drehpunkt schwenkbaren Schwenkarm auf, an dessen Endbereich ein Klappenteller befestigt ist, der durch einen kugelsegmentförmigen Ventilkörper erweitert ist.

Bei Verwendung eines derartigen rotatorisch schwenkbaren Schwenkarm-Klappenventils, das zugleich als Ventilelement zur Betätigung des Wastegate-Ventils und der Flutenverbindung wirkt, besteht ein limitierter Freiheitsgrad bei der Gestaltung des Ventilkörpers. Dies wird anhand der Figuren 7 und 8 erläutert, in welchen die Bewegung eines Ventilkörpers 36 veranschaulicht ist. Aus diesen Figuren ist ersichtlich, dass die Bewegung des Ventilkörpers 36 durch einen gestrichelt dargestellten Kreis limitiert ist. Folglich muss die Außenkontur des Ventilkörpers 36 derart gewählt werden, dass der Ventilkörper 36 bei seiner Bewegung die Kreislinie nicht nach außen überschreitet. Dies hat beispielsweise den Nachteil, dass die Form des Ventilkörpers 36 nicht frei gewählt werden und zum Beispiel nicht zylinderförmig sein kann.

Des Weiteren ist aus der DE 10 2010 008 411 A1 eine Abgasturbine für einen Abgasturbolader bekannt, welche ein Turbinengehäuse aufweist, welches zwei von Abgas durchströmbare Abgasfluten und einen Bypass aufweist. Zwischen den Abgasfluten und dem Bypass ist eine translatorisch, also linear entlang einer Achse verstellbare Ventil-Anordnung vorgesehen, die auch als Line- arventil bezeichnet werden kann. In diesem speziellen Fall weist

das dargestellte Linearventil als Ventilelement einen Schaft, einen topfförmigen Deckel und einen Klappenteller auf. In einer ersten Stellung dieses Linearventils sind die Abgasfluten fluidtechnisch voneinander getrennt und der Bypass geschlossen.

- 5 In einer zweiten Stellung dieses Linearventils sind die Abgasfluten fluidtechnisch miteinander verbunden und der Bypass ist geschlossen. In einer dritten Stellung dieses Linearventils sind die Abgasfluten fluidtechnisch miteinander verbunden und der Bypass ist zugleich geöffnet.

10

In allen gezeigten bekannten Beispielen steht das jeweilige Ventilelement, Klappenteller, Schwenkarm etc. im Bereich des Auslasstrichters in dem abströmenden Abgasmassenstrom. Dadurch kommt es zur Behinderung und Verwirbelung des Abgasmassenstromes, was wiederum negativen Einfluss auf die Anströmung eines Abgaskatalysators stromabwärts der Abgasturbine nehmen kann, was insbesondere einer schnellen und gleichmäßigen Aufheizung des Katalysators entgegensteht.

15

- 20 Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, eine Turbine für einen Abgasturbolader mit einem zweiflutigen Turbinengehäuse und einer als Linearventil ausgebildeten Ventil-Anordnung anzugeben, deren Abgasabströmung verbessert ist.

- 25 Diese Aufgabe wird durch eine Turbine mit den im Anspruch 1 abgegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 30 Erfindungsgemäß wird eine Turbine für einen Abgasturbolader vorgeschlagen, mit einem Turbinengehäuse, welches zwei von einem Abgas durchströmbare Abgasfluten aufweist, zwischen denen eine Trennwand vorgesehen ist, und die eine gemeinsamen Wastegate-Öffnung aufweisen. Das Turbinengehäuse ist mit einem Linearventil ausgestattet, welches ein Ventilelement, zum Öffnen und
35 Schließen der Wastegate-Öffnung, und einen Verstellerschaft mit einer Schaft-Längsachse, zur Betätigung des Ventilelements aufweist. Die Turbine ist dadurch gekennzeichnet, dass der

Verstellschaft des Linearventils in Richtung einer durch die Trennwand aufgespannten Trennwandebene durch die Trennwand geführt ist und in Richtung seiner Schaft-Längsachse in der Trennwand beweglich angeordnet ist, wobei das Ventilelement in
5 einer Trennwand-Aussparung zwischen den Abgasfluten angeordnet ist und aus dem Bereich der Abgasfluten, in Richtung auf die Wastegate-Öffnung hin, gegen einen Ventilsitz geführt ist, der auf der den Abgasfluten zugewandten Innenseite der Wastegate-Öffnung ausgebildet ist.

10 Auf diese Weise liegt das Ventilelement im geschlossenen Zustand des Linearventils dichtend auf dem Ventilsitz an und verschließt so die Wastegate-Öffnung. Zugleich wird die Trennwand-Aussparung, in der das Ventilelement angeordnet ist, durch das
15 Ventilelement so ausgefüllt, dass ein Überströmen von Abgas von einer Abgasflute durch die Trennwand-Aussparung zur anderen Abgasflute verhindert ist.

Die Vorteile einer Turbine mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen bestehen insbesondere darin, dass im Betrieb der
20 Turbine, der bei geöffnetem Wastegate-Ventil durch die Wastegate-Öffnung abströmende heiße Abgasmassenstrom einen im Abgasmassenstrom stromab des Turbinengehäuses angeordneten Abgaskatalysator direkt, d.h. ohne vorherige Umlenkung, und ohne Hindernisse anströmt, so dass der Abgaskatalysator schneller auf
25 seine Betriebstemperatur gebracht werden kann und länger bzw. besser auf seiner Betriebstemperatur gehalten werden kann.

Weitere Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gemäß der abhängigen Ansprüche sowie deren Vorteile
30 werden aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Figuren 9 bis 13 ersichtlich. Es zeigt:

Figur 9 einen Ausschnitt des Turbinengehäuses in Schnitt-
35 darstellung zur Veranschaulichung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Turbine, wobei sich das Linearventil im geschlossenen Zustand befindet,

Figur 10 einen Ausschnitt des Turbinengehäuses in Schnittdarstellung wie in Figur 9, wobei sich das Linearventil im teilweise geöffneten Zustand befindet,

5

Figur 11 den Ausschnitt des Turbinengehäuses wie in den Figuren 9 und 10, wobei sich das Linearventil im vollständig geöffneten Zustand befindet,

10 Figur 12 einen weiteren Ausschnitt des Turbinengehäuses in Schnittdarstellung, zur Veranschaulichung eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung, wobei sich das Linearventil im teilweise geöffneten Zustand befindet und

15

Figur 13 perspektivische Darstellungen von im Zusammenhang mit der Erfindung verwendbaren alternativen Ausführungen von Ventilelementen des Linearventils.

20 Funktions- und Benennungsgleiche Bauteile sind in den Figuren durchgehend mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die dargestellten Gegenstände sind als Beispiele für unterschiedliche Ausführungen oder Weiterbildungen der Erfindung zu verstehen und sollen weitere alternative Gestaltungen gemäß der
25 Definition der Ansprüche nicht ausschließen.

Die Figuren 9, 10 und 11 zeigen jeweils einen Ausschnitt des Turbinengehäuses in Schnittdarstellung zur Veranschaulichung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen

30 Turbine, wobei sich das Linearventil in Figur 9 im geschlossenen Zustand, in Figur 10 im teilweise geöffneten Zustand und in Figur 11 im vollständig geöffneten Zustand befindet.

Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel sind im Turbinengehäuse 9 zwei von einem Abgas durchströmbare Abgasfluten 22, 23 vor-
35 gesehen. Zwischen diesen beiden Abgasfluten 22, 23 befindet sich eine Trennwand 21. Des Weiteren weisen die beiden Abgasfluten 22, 23 eine gemeinsame Wastegate-Öffnung 13 und einen sich daran anschließenden Auslasstrichter 31 auf. Ferner ist beim gezeigten

Ausführungsbeispiel ein Linearventil zum Öffnen und Schließen der Wastegate-Öffnung 13 und zugleich zum Öffnen und Schließen einer Flutenverbindung mittels eines Flutenverbindungsfensters 21b und somit eines Flutenverbindungsquerschnitts vorgesehen.

5 Das Linearventil weist ein Ventilelement 35 und einen Verstellerschaft 33 mit einer Schaft-Längsachse 33a auf. Das Ventilelement 35 ist in einer Trennwand-Aussparung 21a der Trennwand 21 zwischen den Abgasfluten 22, 23 angeordnet und weist einen Ventilteller 34, einen mit dem Ventilteller 34 fest verbundenen
10 oder einstückig ausgebildeten Flutenventilschieber 36 sowie einen Ventilkörper 39 auf.

Das Ventilelement 35 ist aus dem Bereich der Abgasfluten 22, 23 in Richtung auf die Wastegate-Öffnung 13 hin, gegen einen Ventilsitz 13a geführt, der auf der den Abgasfluten 22, 23
15 zugewandten Innenseite der Wastegate-Öffnung 13 ausgebildet ist. Mit dem Ventilteller 34 liegt das Ventilelement 35 im geschlossenen Zustand des Linearventils dichtend auf dem Ventilsitz 13a an, wobei auf der vom Verstellerschaft 33 abgewandten Außenseite des Ventiltellers 34 ein Ventilkörper 39 angeordnet
20 ist, der in die Wastegate-Öffnung 13 hinein ragt und je nach Ausführung sogar, wie hier dargestellt, durch die Wastegate-Öffnung 13 hindurch ragt.

Der Ventilkörper 39 weist zumindest in einem Teilbereich eine
25 kegelförmige, zylinderförmige, halbkugelförmige oder parabelförmige Außengeometrie auf, durch die beim Öffnen des Linearventils ein Öffnungsquerschnitt der Wastegate-Öffnung 13 bestimmt ist. In dem in den Figuren 9, 10 und 11 gezeigten Beispiel weist der Ventilkörper über einen ersten Teilbereich eine
30 zylinderförmige und daran anschließend eine kegelförmige Außengeometrie auf. Dadurch wird beim fortschreitenden Öffnen des Linearventils, also beim Verschieben des Ventilelements 35, in der Zeichnung nach rechts, in den Bereich der Abgasfluten 22, 23 hinein, zunächst der Ventilteller 34 vom Ventilsitz 13a abgehoben
35 und ein Ringspalt zwischen dem Innenrand der Wastegate-Öffnung 13 und dem zylinderförmigen Teilbereich des Ventilkörpers 39 freigegeben, wie in Figur 10 erkennbar ist. Der über den Ringspalt abströmende Teil des Abgasmassenstromes 25 ist mit gestrichelten

Pfeilen symbolisiert. Bei weiter fortschreitender Öffnung des Linearventils wird dann die Wastegate-Öffnung 13 zwischen dem kegelförmigen Teilbereich des Ventilkörpers 39 und dem Innenrand der Wastegate-Öffnung 13 zunehmend freigegeben, bis zur maximalen Öffnung, die in Figur 11 dargestellt ist. Dadurch nimmt der über die Wastegate-Öffnung 13 abströmende Abgasmassenstrom 25 in gleichem Maße zu und kann ungehindert, hindernisfrei durch den Auslasstrichter 31 in das Abgassystem (nicht dargestellt) abgeführt werden, wo es beispielsweise direkt auf einen dort angeordneten Katalysator (nicht dargestellt) trifft.

Der Flutenventilschieber 36 ist zwischen dem Ventilteller 34 und dem Verstellerschaft 33 vorgesehen. Der Verstellerschaft 33 und auch der Flutenventilschieber 36 sind durch die zwischen den Abgasfluten 22, 23 vorgesehene Trennwand 21 des Turbinengehäuses 9 geführt und innerhalb dieser Trennwand 21 in Längsrichtung des Verstellerschaftes 33, also in Richtung der Schaft-Längsachse 33a, bewegbar, wie es durch den Pfeil in der Figur 9 veranschaulicht ist. Durch diese Bewegung von Verstellerschaft 33 und Flutenventilschieber 36 wird auch der Ventilteller 34 in Längsrichtung des Verstellerschaftes 33 bewegt. Durch diese Bewegung des Ventiltellers 34 kann das Linearventil 35 von einer geschlossenen Position in eine geöffnete Position gebracht werden, und umgekehrt.

Der Verstellerschaft 33 kann zusammen mit dem Flutenventilschieber 36, dem Ventilteller 34 und dem Abschlusskörper 39 ein einstückiges Bauteil bilden.

Der Flutenventilschieber 36 ist in einer korrespondierenden Schieber-Ausnehmung in der Trennwand 21 in Richtung der Schaft-Längsachse 33a verstellbar aufgenommen. Die Trennwand 21 weist im Bereich des Ventilschiebers 36, also auch im Bereich der Schieber-Ausnehmung, ein als Durchbruch durch die Trennwand ausgebildetes, Flutenverbindungsfenster 21b auf, das so in der Trennwand 21 angeordnet ist, dass es bei geschlossenem Zustand des Linearventils, wie in Figur 9 dargestellt, durch den Flutenventilschieber 36 verschlossen ist. Das Flutenverbin-

dungsfenster 21b ist vorzugsweise rechteckig geformt, kann aber auch rund, oval, dreieckig oder in einer anderen zweckmäßigen Form ausgebildet sein. Im geschlossenen Zustand des Linearventils ist so in vorteilhafter Weise die Wastegate-Öffnung 13 geschlossen und zugleich ist auch die Trennung der beiden Abgasfluten 22, 23 voneinander gewährleistet.

Im Flutenventilschieber 36 ist ein, als Durchbruch durch den Flutenventilschieber 36 ausgebildetes, Ventilfenster 40 vorgesehen. Dieses Ventilfenster 40 ist so angeordnet, dass es beim fortschreitenden Öffnen des Linearventils das in der Trennwand 21 vorgesehene Flutenverbindungsfenster 21b fortschreitend, bis zur maximalen Überdeckung von Flutenverbindungsfenster 21b und Ventilfenster 40, freigibt, wie in den Figuren 10 und 11 dargestellt. Auf diese Weise werden durch das Öffnen eines Flutenverbindungsquerschnittes die beiden Abgasfluten 22, 23 fortschreitend fluidtechnisch miteinander verbunden. Das Ventilfenster 40 ist ebenfalls vorzugsweise rechteckig geformt, kann aber auch rund, oval, dreieckig oder in einer anderen zweckmäßigen Form ausgebildet sein, so dass durch Zusammenwirken der Geometrie von Flutenverbindungsfenster 21b und Ventilfenster 40 eine bestimmte Öffnungscharakteristik des Flutenverbindungsquerschnitts über den Ventilhub des Ventilelements 35 erzielt werden kann. Der Vorteil dieser Ausführung liegt darin, dass beim Öffnen des Linearventils, über den Ventilhub des Ventilelements 35, zunächst ein durch den Ventilkörper 39 definierter Querschnitt der Wastegate-Öffnung 13 freigegeben wird und zugleich ein definierter Flutenverbindungsquerschnitt freigegeben wird. Durch die Abstimmung der Geometrie und Anordnung von Ventilkörper 39 und Flutenverbindungsfenster 21b in Kombination mit dem Ventilfenster 40 kann so das Öffnungsverhalten von Wastegate-Öffnung 13 und Flutenverbindungsquerschnitt auf einander abgestimmt werden.

Bei dem in den Figuren 9 bis 11 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Ventilsitz 13a des Turbinengehäuses 9 unmittelbar im Material des Wastegategehäuses 9 auf der den Abgasfluten 22, 23

zugewandten Innenseite der Wastegate-Öffnung 13 einstückig mit dem Turbinengehäuse ausgebildet.

Weiterhin weist die in den Figuren 9 bis 11 dargestellte

5 Ausführung das Merkmal auf, dass das Linearventil und die im Bereich des Linearventils angeordnete Trennwand 21, insbesondere mit Trennwand-Aussparung 21a, Schieber-Ausnehmung und Flutenverbindungs-
fenster 21b, zwischen den Abgasfluten 22, 23, Bestandteile einer separaten, in das Turbinengehäuse (9)
10 eingesetzten Ventilbaueinheit 43 sind. Die Ventilbaueinheit 43 ist in das Turbinengehäuse 9 eingesetzt und mit diesem zum Beispiel mittels Schraubverbindung 44 (wie hier dargestellt), Schweißverbindung, Pressverbindung, Stemmverbindung oder Nietverbindung verbunden.

15 So kann die Trennwand 21 im Bereich des Linearventils in vorteilhafter Weise getrennt vom restlichen Turbinengehäuse 9 bearbeitet und mit Trennwand-Aussparung 21b und Schieber-Ausnehmung ausgestattet werden. Beim Einbau der Ventil-
baueinheit 43 in das Turbinengehäuse 9 kann weiterhin in
20 vorteilhafter Weise zunächst außerhalb des Turbinengehäuses 9 das aus Ventilkörper 39, Ventilteller 34, Flutenventilschieber 36 und Verstellerschaft 33 bestehende, zum Beispiel einstückig ausgebildete Ventilelement 35 in die in der Trennwand 21 der Ventilbaueinheit 43 vorgesehene Bohrung bzw. die Trenn-
25 wand-Aussparung 21b und die Schieber-Ausnehmung eingesetzt werden. Die dadurch gebildete Ventilbaueinheit 43 wird dann in einfacher Weise, in den Figuren 9 bis 11 von rechts nach links, in das Turbinengehäuse 9 eingesetzt und mittels der Schraub-
verbindungen 44 mit dem Turbinengehäuse 9 verschraubt.

30

Die Figur 10 zeigt das in der Figur 9 dargestellte erste Ausführungsbeispiel, wobei sich in der Figur 10 das Linearventil im teilweise geöffneten Zustand befindet. In diesem teilweise geöffneten Zustand des Linearventils hat sich der Ventilteller 34 des Ventilelements 35 von seinem Ventilsitz 13a gelöst, so dass
35 zwischen dem radialen Außenmantel des Ventilkörpers 39 und dem Innenrand der Wastegate-Öffnung 13 des Turbinengehäuses 9 ein schmaler Ringspalt geöffnet ist, durch welchen aus den Ab-

gasfluten 22 und 23 ein Abgasmassenstrom 25 in den Auslass-
trichter 31 fließen kann. Dieses Abgas strömt dabei -wie es durch
die gestrichelt gezeichneten Pfeile veranschaulicht ist- zu-
mindest nahezu in Richtung der verlängerten Schaft-Längsachse
5 33a des Verstellschafts 33 aus dem genannten Ringspalt, so dass
ein im Abgaskanal stromab des Turbinengehäuses angeordneter
Abgaskatalysator von diesem Abgasmassenstrom, in vorteilhafter
Weise, direkt angeströmt wird. Der Abgaskatalysator kommt durch
diese direkte, nahezu laminare Anströmung mittels des heißen
10 Abgases vergleichsweise schnell auf seine Betriebstemperatur und
kann damit seine Funktion besser erfüllen als im Falle einer
Anströmung mittels eines umgeleiteten, verwirbelten Abgas-
massenstromes.

15 Aus der Figur 10 ist des Weiteren ersichtlich, dass sich in diesem
teilweise geöffneten Zustand des Linearventils das Fluten-
verbindungsfenster 21b und das Ventilfenster 40 teilweise
überschneiden, so dass auch die Verbindung zwischen den beiden
Abgasfluten 22 und 23 teilweise geöffnet ist.

20 Die Figur 11 zeigt ebenfalls das erste Ausführungsbeispiel, wobei
sich in der Figur 11 das Linearventil im vollständig geöffneten
Zustand befindet. In diesem vollständig geöffneten Zustand des
Linearventils sind der Ventilteller 34 und der Ventilkörper 39
25 vollständig in die Trennwand-Aussparung 21a in Richtung der
Abgasfluten 22, 23 zurückgezogen, so dass die Wastegate-Öffnung
13 vollständig geöffnet ist. In diesem vollständig geöffneten
Zustand der Wastegate-Öffnung 13 kann ein breiterer Abgas-
massenstrom 25 durch den Auslasstrichter 31 direkt in Richtung
30 zu dem stromab angeordneten Abgaskatalysator (nicht dargestellt)
geleitet werden. Dieser wird durch den Abgasmassenstrom wiederum
direkt angeströmt und kann deshalb länger auf seiner Be-
triebstemperatur gehalten werden, so dass dessen Funktionalität
über einen längeren Zeitraum sichergestellt ist.

35 Aus der Figur 11 ist des Weiteren ersichtlich, dass in diesem
vollständig geöffneten Zustand des Linearventils auch das
Flutenverbindungsfenster 21b und somit der Flutenverbin-

dungsquerschnitt in der Trennwand 21 vollständig geöffnet ist, da sich das im Flutenventilschieber 36 angeordnete Ventilfenster 40 vollständig in Überschneidung mit dem Flutenverbindungs-
fenster 21b in der Trennwand 21 befindet.

5

Die Figur 12 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei sich das Linearventil im teilweise geöffneten Zustand befindet. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in den Figuren 9 bis 11 gezeigten Ausführungsbeispiel
10 dadurch, dass der Ventilkörper 39 über seine komplette axiale Erstreckung zylinderförmig ausgebildet ist, dass der Ventilsitz 13a, der auf Innenseite der Wastegate-Öffnung 13 angeordnet ist, durch einen in der Wastegate-Öffnung 13 montierten, separaten Ventilsitzring 42 ausgebildet ist. Dieser Ventilsitzring 42 ist
15 im Bereich der Wastegate-Öffnung 13 in das Turbinengehäuse 9 eingepresst.

Weiterhin sind in diesem Ausführungsbeispiel das Linearventil und die Trennwand 21 in diesem Bereich nicht zu einer separaten Ventilbaueinheit zusammengefasst, sondern mit dem Turbinen-
20 gehäuse 9 einstückig realisiert.

Beim Einbau des Ventilelements 35 des Linearventils in das Turbinengehäuse 9 wird hier zunächst das Ventilelement 35 in der
Figur 12 von links nach rechts in das Turbinengehäuse 9 ein-
25 gesetzt, wobei der Verstellerschaft 33 und der Flutenventilschieber 36 durch bzw. in die korrespondierende Schieber-Ausnehmung und die Bohrung in der Trennwand 21 geführt werden und wobei der gesonderte Ventilsitzring 42 noch nicht in das
Turbinengehäuse 9 eingepresst ist, so dass der Ventilteller 34
30 bis in den Bereich der Abgasfluten 22 und 23 positioniert werden kann. Erst dann wird der gesonderte Ventilsitzring 42 aus Richtung des Auslasstrichters 31 in die Wastegate-Öffnung 13 des Turbinengehäuses 9 eingepresst.

35 Auch bei diesem Ausführungsbeispiel wird der durch die Wastegate-Öffnung geleitete heiße Abgasmassenstrom 25 im teilweise geöffneten Zustand des Linearventils und auch im vollständig geöffneten Zustand des Linearventils einem stromab

angeordneten Abgaskatalysator (nicht dargestellt) direkt zu-
geleitet, so dass dieser Abgaskatalysator schneller auf seine
Betriebstemperatur gebracht werden kann und länger auf seiner
Betriebstemperatur gehalten werden kann.

5

Die Figur 13 zeigt perspektivische Darstellungen von im Zu-
sammenhang mit der Erfindung verwendbaren Ventilelementen 35.
Aus diesen Darstellungen ist jeweils ersichtlich, dass das
Ventilelement 35 einen Verstellerschaft 33, einen Flutenventil-
10 schieber 36, innerhalb dessen ein Ventilfenster 40 vorgesehen
ist, und einen Ventilteller 34 aufweist. Auf der vom Ver-
stellerschaft 33 abgewandten Seite des Ventiltellers 34 kann ein
Ventilkörper 39 vorgesehen sein, was jedoch nicht in jedem Fall
erforderlich ist. Dieser Ventilkörper 39 wird in vorteilhafter
15 Weise derart geformt, dass die gewünschte direkte Anströmung
eines stromab angeordneten Abgaskatalysators mittels des durch
die Wastegate-Öffnung geleiteten Abgasmassenstromes 25 weiter
optimiert ist.

20 In der Figur 13a ist ein Ventilelement 35 veranschaulicht, bei
welchem der Flutenventilschieber 36 quaderförmig ausgebildet ist
und der Ventilkörper 39 zylindrisch ausgebildet ist.

In der Figur 13b ist ein Ventilelement 35 veranschaulicht, bei
welchem der Flutenventilschieber 36 quaderförmig ausgebildet ist
25 und der Ventilkörper 39 kegelförmig ausgebildet ist.

In der Figur 13c ist ein Ventilelement 35 veranschaulicht, bei
welchem der Flutenventilschieber 36 quaderförmig ausgebildet ist
und der Ventilkörper 39 parabelförmig ausgebildet ist.

In der Figur 13d ist ein Ventilelement 35 veranschaulicht, bei
30 welchem der Flutenventilschieber 36 quaderförmig ausgebildet ist
und bei welchem auf dem Ventilteller 34 kein Ventilkörper
vorgesehen ist.

In der Figur 13e ist ein Ventilelement 35 veranschaulicht, bei
welchem der Flutenventilschieber 36 zylindrisch ausgebildet ist
35 und bei welchem der Ventilteller 34 durch die obere Ab-
schlussfläche des zylindrischen Flutenventilschiebers 36 ge-
bildet ist.

Bei allen diesen Ausführungsformen ist im geschlossenen Zustand des Linearventils die Dichtfläche zwischen der vom Verstell-
schaft 33 abgewandten Außenfläche des Ventiltellers 34 und einer
innerhalb der Abgasfluten 22, 23 angeordneten Innenfläche des
5 Ventilsitzes 13a des Turbinengehäuses 9 gebildet. Bei allen
diesen Ausführungsformen wird sowohl im teilweise geöffneten als
auch im vollständig geöffneten Zustand des Linearventils ein
stromab angeordneter Abgaskatalysator durch den durch die
Wastegate-Öffnung geleiteten Abgasmassenstrom 25 direkt an-
10 geströmt.

Patentansprüche

1. Turbine (3) für einen Abgasturbolader (2) mit einem Turbinengehäuse (9), welches zwei von einem Abgas durchströmbare Abgasfluten (22, 23) aufweist, zwischen denen eine Trennwand (21) vorgesehen ist, und die eine gemeinsamen Wastegate-Öffnung (13) aufweisen, und
mit einem Linearventil, welches ein Ventilelement (35), zum Öffnen und Schließen der Wastegate-Öffnung (13), und einen Verstellerschaft (33) mit einer Schaft-Längsachse (33a), zur Betätigung des Ventilelements (35) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellerschaft (33) in Richtung einer durch die Trennwand aufgespannten Trennwandebene durch die Trennwand (21) geführt ist und in Richtung seiner Schaft-Längsachse (33a) in der Trennwand (21) beweglich angeordnet ist, wobei das Ventilelement (35) in einer Trennwand-Aussparung (21a) zwischen den Abgasfluten (22, 23) angeordnet ist und aus dem Bereich der Abgasfluten, in Richtung auf die Wastegate-Öffnung (13) hin, gegen einen Ventilsitz (13a) geführt ist, der auf der den Abgasfluten (22, 23) zugewandten Innenseite der Wastegate-Öffnung (13) ausgebildet ist.
2. Turbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilelement (35) einen Ventilteller (34) aufweist, mit dem es im geschlossenen Zustand des Linearventils (35) dichtend auf dem Ventilsitz (13a) anliegt und dass auf der vom Verstellerschaft (33) abgewandten Außenseite des Ventiltellers (34) ein Ventilkörper (39) angeordnet ist, der in die Wastegate-Öffnung (13) hinein ragt.
3. Turbine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (39) zumindest in einem Teilbereich eine kegelförmige, zylinderförmige, halbkugelförmige oder parabelförmige Außengeometrie aufweist, durch die beim Öffnen des Linearventils ein Öffnungsquerschnitt der Wastegate-Öffnung (13) bestimmt ist.

4. Turbine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ventilteller (34) und dem Verstellerschaft (33) ein mit dem Ventilteller (34) fest verbundener oder mit diesem einstückig ausgebildeter Flutenventilschieber (36) vorgesehen ist, der in einer korrespondierenden Schieber-Ausnehmung in der Trennwand (21) in Richtung der Schaft-Längsachse (33a) verstellbar aufgenommen ist .

5. Turbine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand (21) im Bereich des Ventilschiebers (36) ein, als Durchbruch durch die Trennwand ausgebildetes, Flutenverbindungsfenster (21b) aufweist, das so in der Trennwand (21) angeordnet ist, dass es bei geschlossenem Zustand des Linearventils durch den Flutenventilschieber (36) verschlossen ist.

6. Turbine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Flutenventilschieber (36) ein, als Durchbruch durch den Flutenventilschieber (36) ausgebildetes, Ventilfenster (40) so angeordnet ist, dass es beim fortschreitenden Öffnen des Linearventils das in der Trennwand (21) vorgesehene Flutenverbindungsfenster (21b) fortschreitend freigibt, so dass die beiden Abgasfluten (22, 23) fluidtechnisch miteinander verbunden sind.

7. Turbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (13a), der auf der den Abgasfluten (22, 23) zugewandten Innenseite der Wastegate-Öffnung (13) angeordnet ist, durch einen in der Wastegate-Öffnung (13) montierten Ventilsitzring (42) ausgebildet ist.

8. Turbine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitzring (42) im Bereich der Wastegate-Öffnung (13) in das Turbinengehäuse (9) eingepresst ist.

9. Turbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Linearventil und die im Bereich des Linearventils angeordnete Trennwand (21) zwischen den Abgas-

fluten (22, 23), Bestandteile einer separaten, in das Turbinengehäuse (9) eingesetzten Ventilbaueinheit (43) sind.

10. Turbine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die
5 Ventilbaueinheit (43) in das Turbinengehäuse (9) eingesetzt und
mit diesem mittels Schraubverbindung (44), Schweißverbindung,
Pressverbindung, Stemmverbindung oder Nietverbindung verbunden
ist.

FIG 1

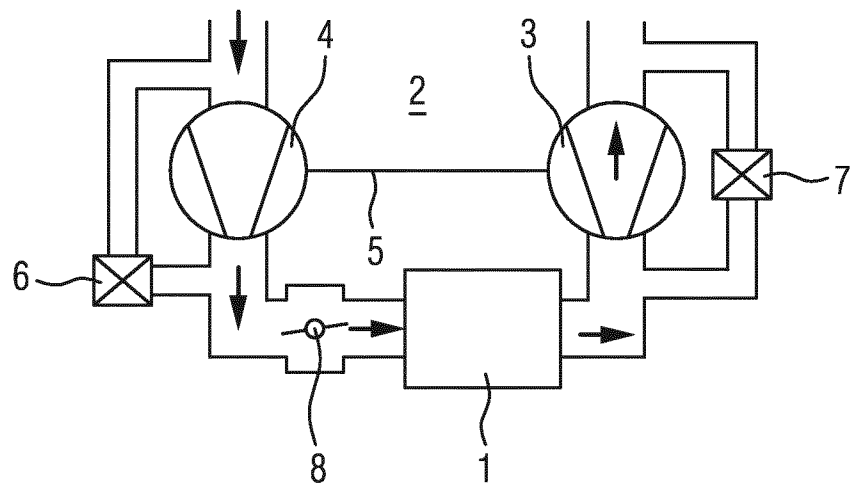
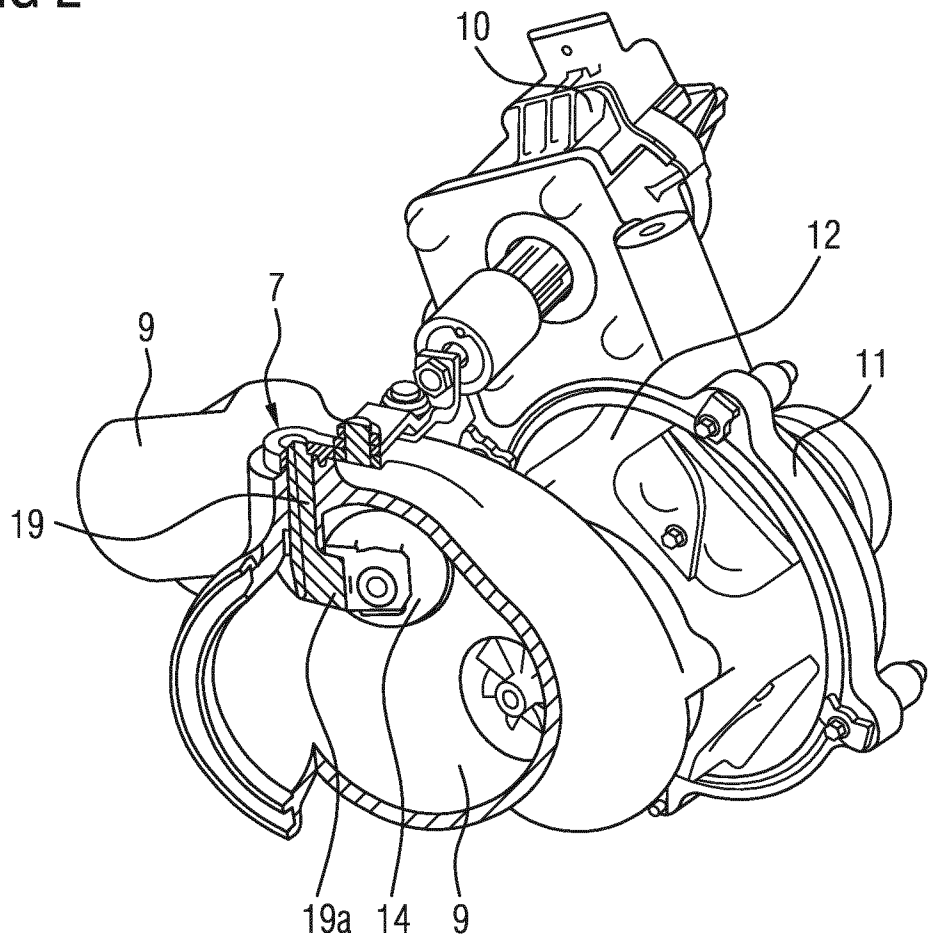


FIG 2



2/8

FIG 3

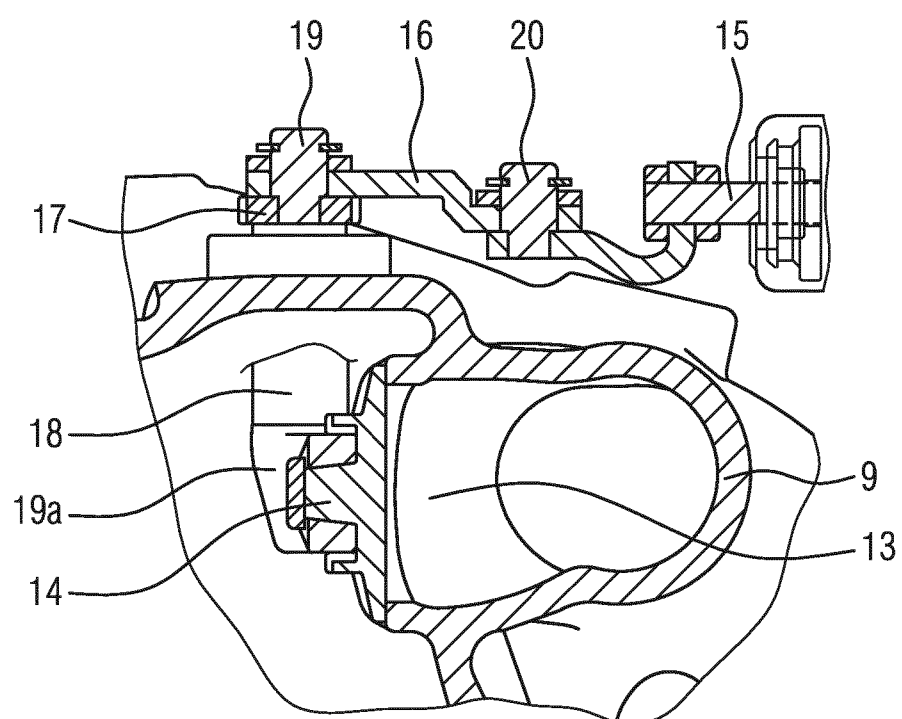
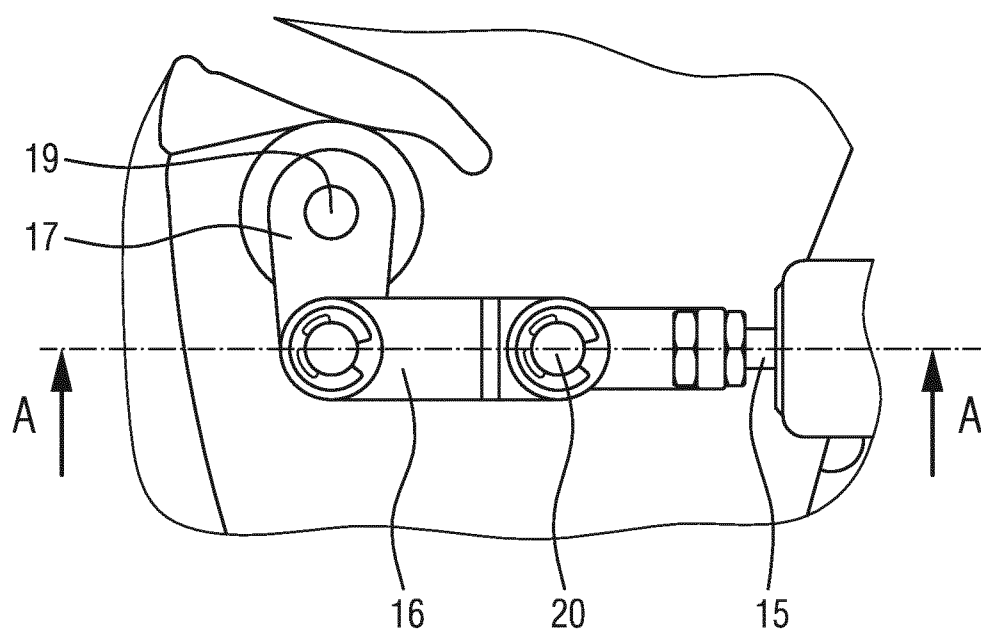


FIG 4

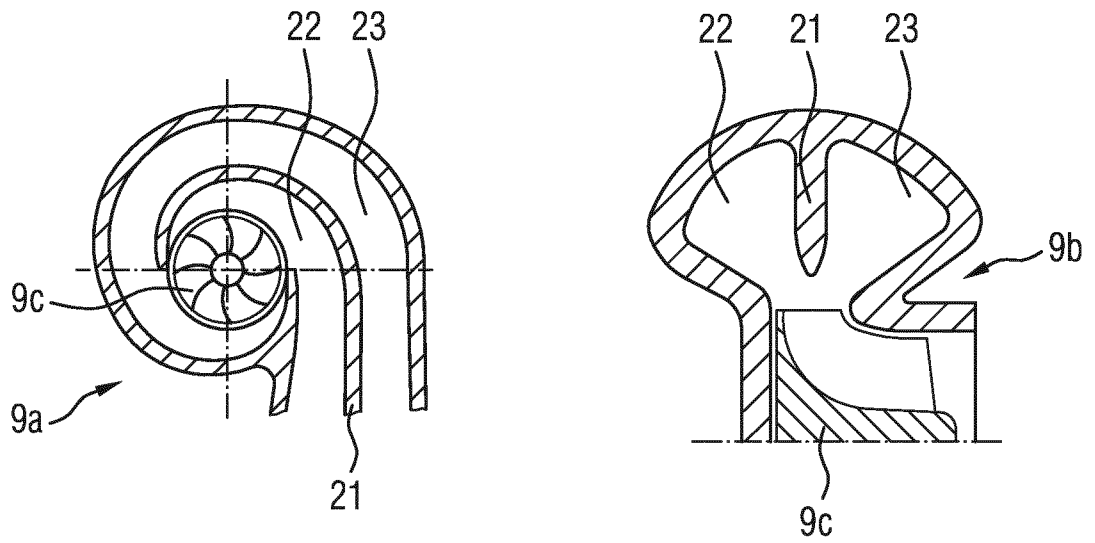


FIG 5

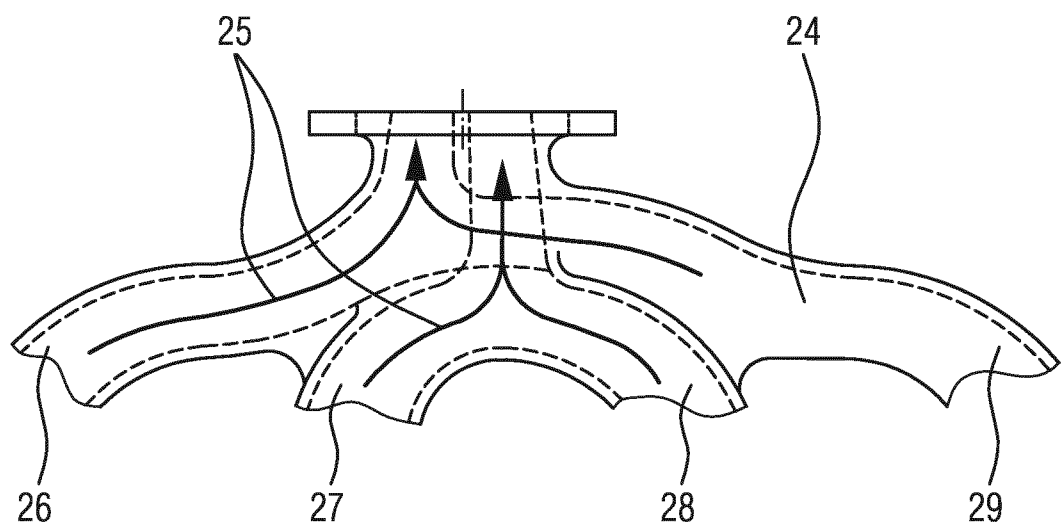
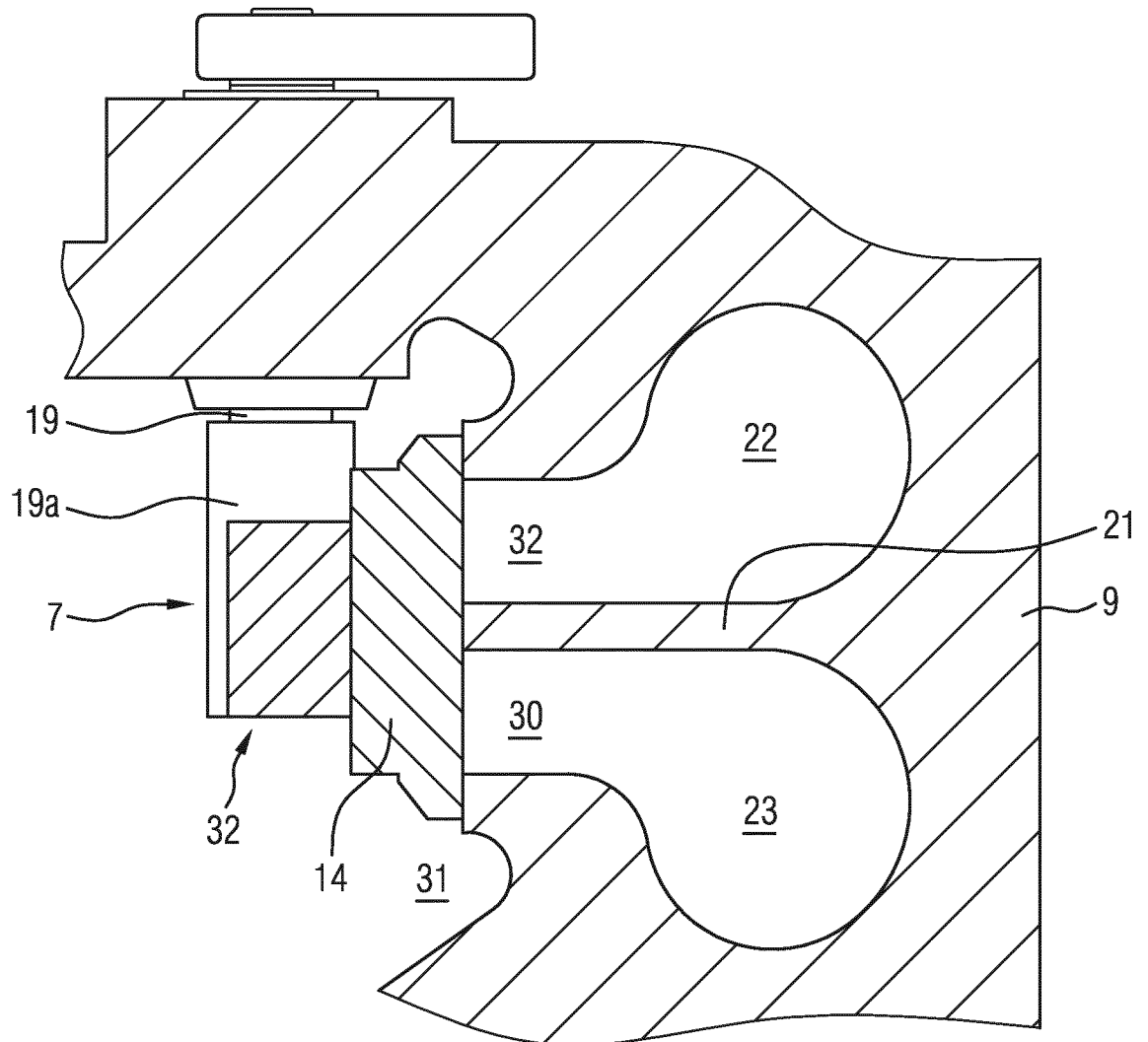


FIG 6



5/8

FIG 7

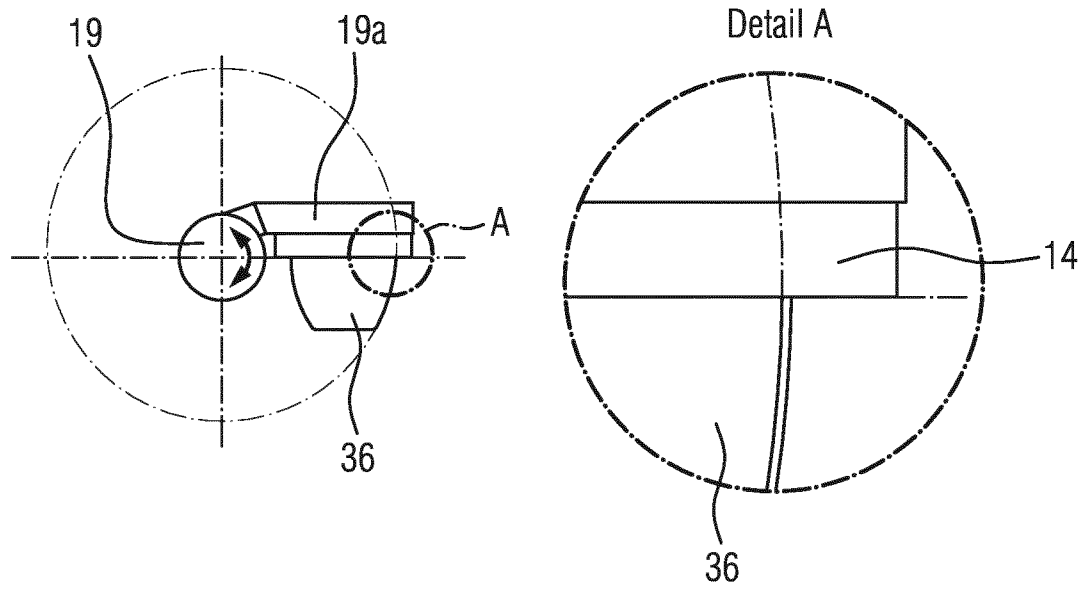
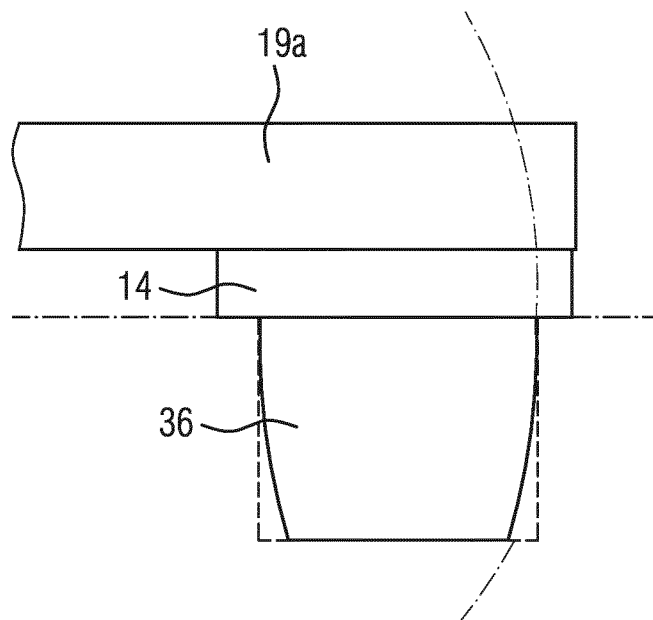


FIG 8



6/8

FIG 9

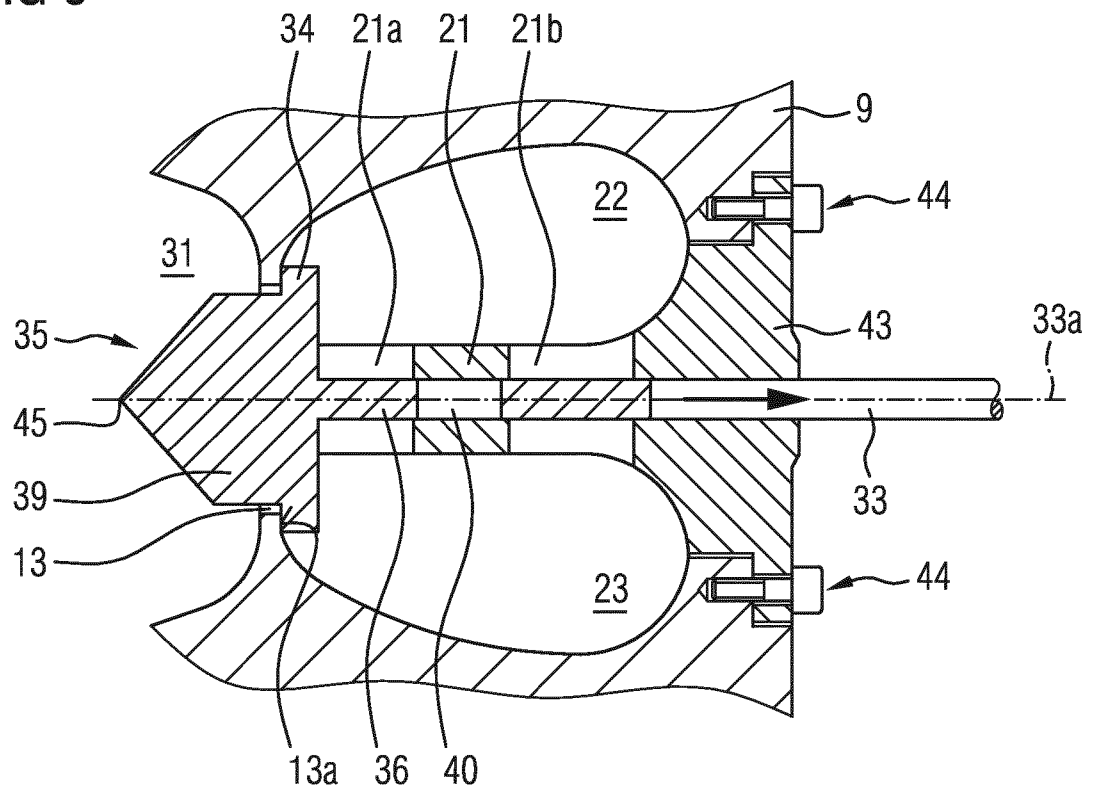


FIG 10

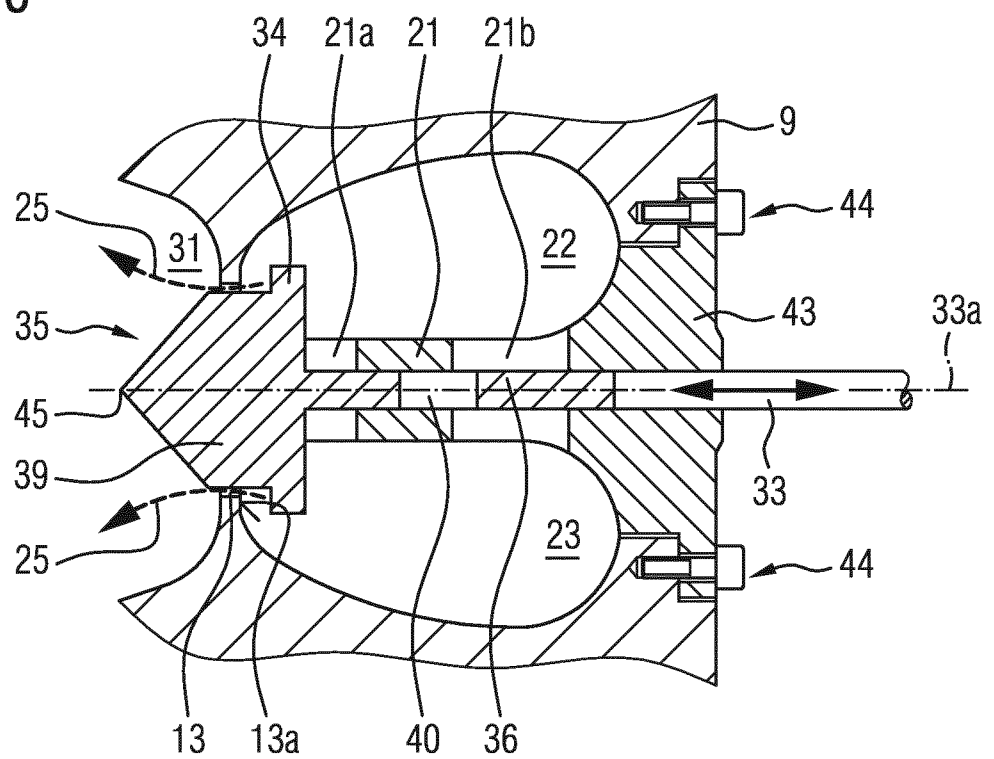


FIG 11

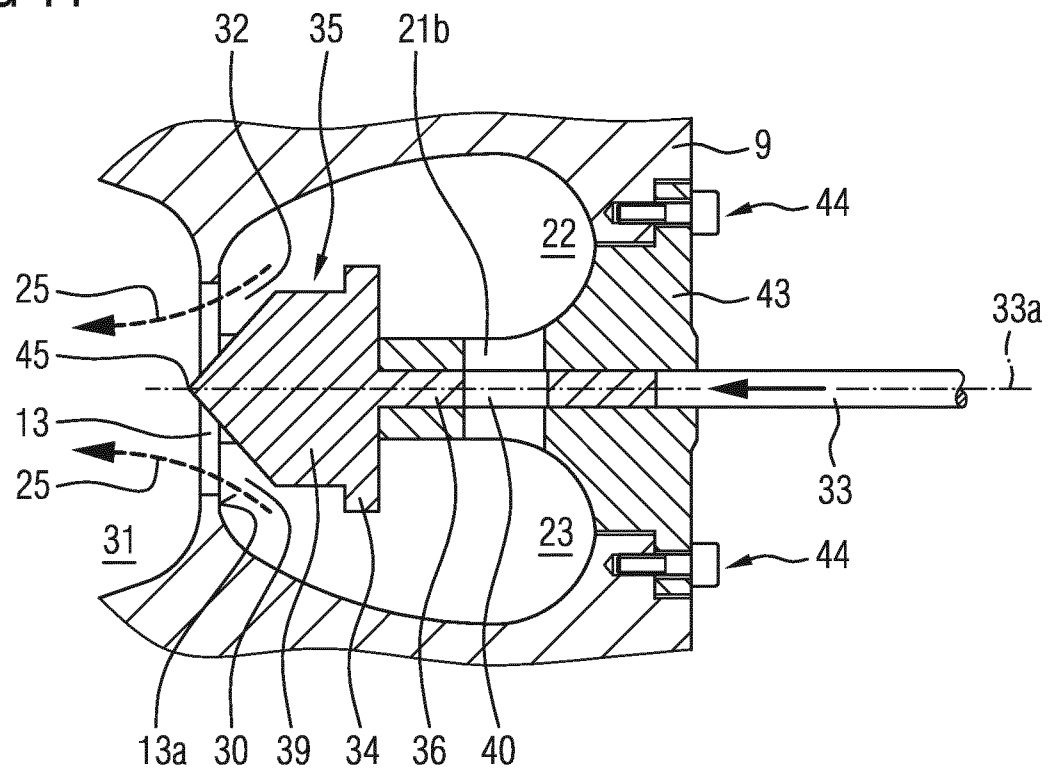


FIG 12

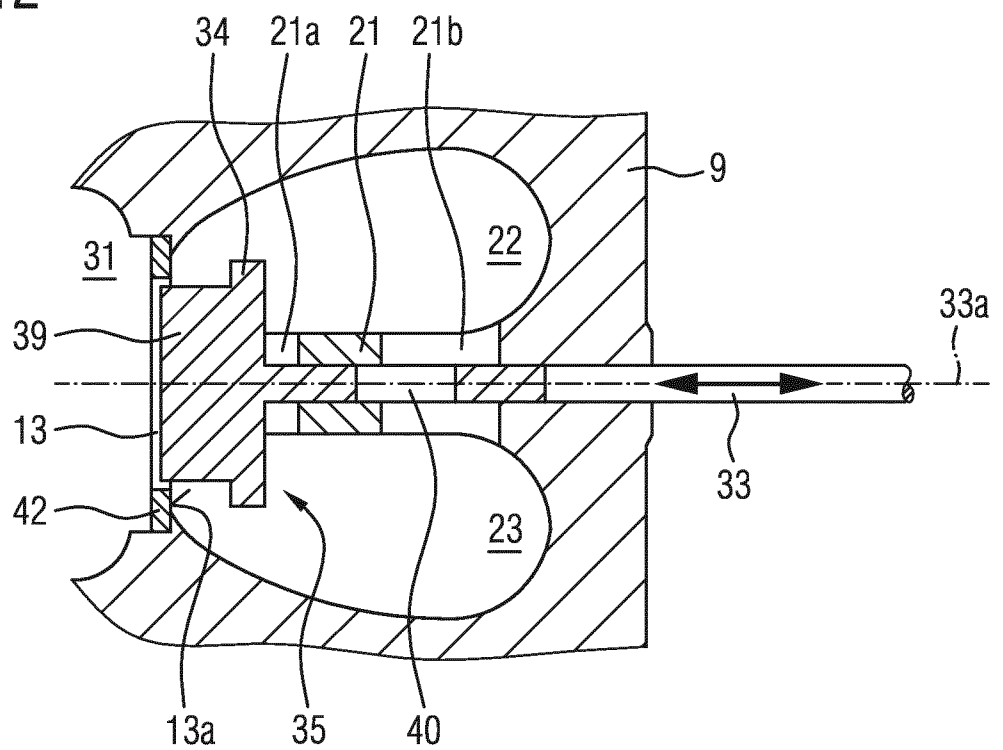
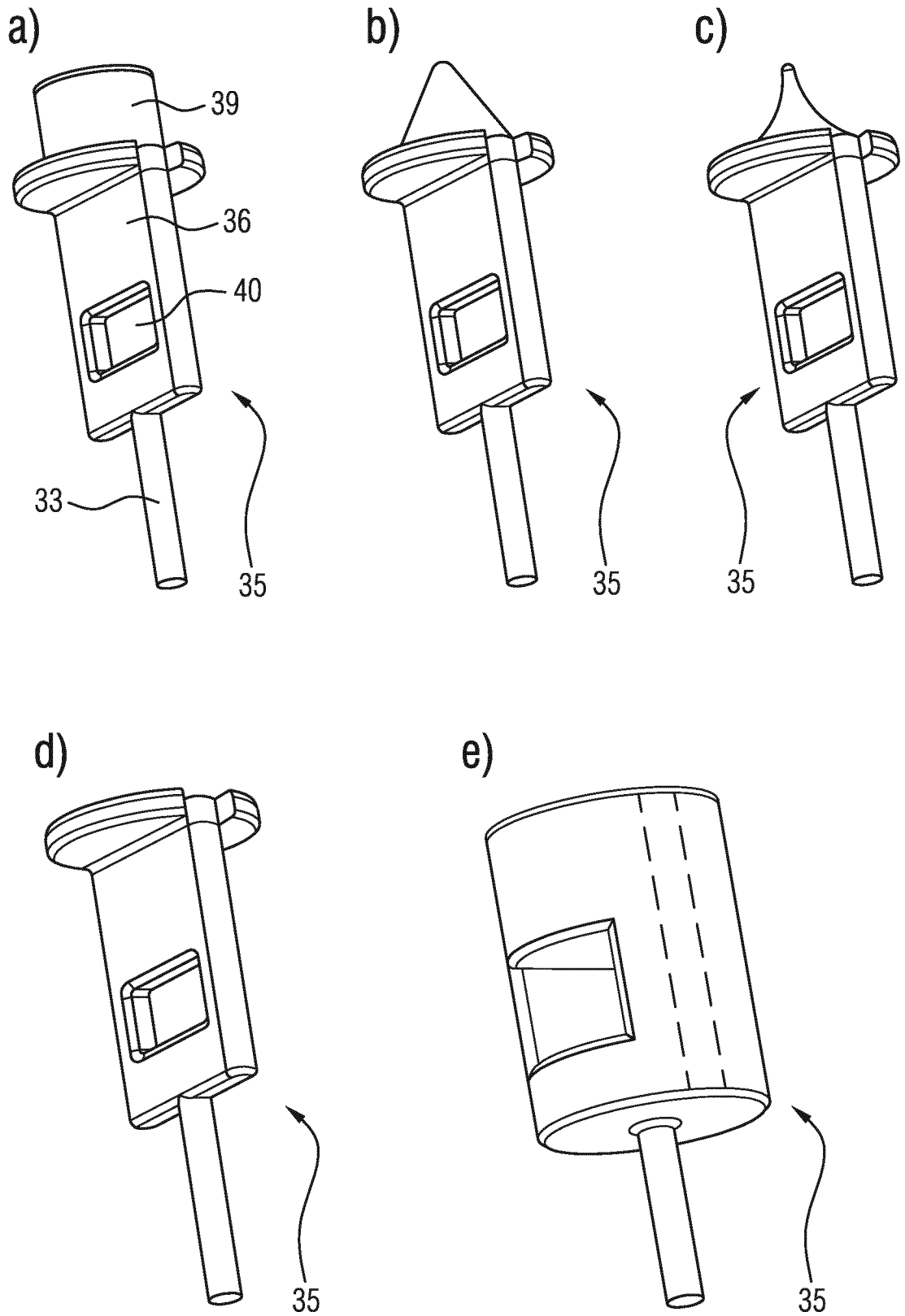


FIG 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02B37/02 F02B37/18 F01D17/10 F01D17/12 F01D9/02 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 F01D 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>DE 20 2014 009873 U1 (BORGWARNER INC [US]) 17 March 2016 (2016-03-17) abstract; figures 5b,5c paragraph [0062] - paragraph [0070] -----</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 10 2010 008411 A1 (DAIMLER AG [DE]) 18 August 2011 (2011-08-18) cited in the application figure 1 -----</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 20 2013 100774 U1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 13 March 2013 (2013-03-13) abstract; figures -----</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	DE 20 2014 009873 U1 (BORGWARNER INC [US]) 17 March 2016 (2016-03-17) abstract; figures 5b,5c paragraph [0062] - paragraph [0070] -----	1-10	A	DE 10 2010 008411 A1 (DAIMLER AG [DE]) 18 August 2011 (2011-08-18) cited in the application figure 1 -----	1-10	A	DE 20 2013 100774 U1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 13 March 2013 (2013-03-13) abstract; figures -----	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	DE 20 2014 009873 U1 (BORGWARNER INC [US]) 17 March 2016 (2016-03-17) abstract; figures 5b,5c paragraph [0062] - paragraph [0070] -----	1-10												
A	DE 10 2010 008411 A1 (DAIMLER AG [DE]) 18 August 2011 (2011-08-18) cited in the application figure 1 -----	1-10												
A	DE 20 2013 100774 U1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 13 March 2013 (2013-03-13) abstract; figures -----	1-10												
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.														
* Special categories of cited documents : <table> <tr> <td> "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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			"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										
"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		Date of mailing of the international search report												
23 June 2017		03/07/2017												
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/EP2017/056874

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 202014009873 U1	17-03-2016	DE 202014009873 U1	17-03-2016
		WO 2016094265 A1	16-06-2016

DE 102010008411 A1	18-08-2011	DE 102010008411 A1	18-08-2011
		WO 2011101005 A1	25-08-2011

DE 202013100774 U1	13-03-2013	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02B37/02 F02B37/18 F01D17/10 F01D17/12 F01D9/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02B F01D		
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.
A	DE 20 2014 009873 U1 (BORGWARNER INC [US]) 17. März 2016 (2016-03-17) Zusammenfassung; Abbildungen 5b,5c Absatz [0062] - Absatz [0070] -----	1-10
A	DE 10 2010 008411 A1 (DAIMLER AG [DE]) 18. August 2011 (2011-08-18) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 -----	1-10
A	DE 20 2013 100774 U1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 13. März 2013 (2013-03-13) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-10
☐ 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
23. Juni 2017		03/07/2017
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/EP2017/056874

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202014009873 U1	17-03-2016	DE 202014009873 U1	17-03-2016
		WO 2016094265 A1	16-06-2016

DE 102010008411 A1	18-08-2011	DE 102010008411 A1	18-08-2011
		WO 2011101005 A1	25-08-2011

DE 202013100774 U1	13-03-2013	KEINE	
