

(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
4. September 2014 (04.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/131790 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 25/07 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/053708

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Februar 2014 (26.02.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 003 418.3
28. Februar 2013 (28.02.2013) DE

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN
AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Berliner Ring 2,
38440 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder: **GREINER, Michael**; Stadtweg 14, 39116
Magdeburg (DE). **HINRICHS, Oliver**; Im
Langenbuschfeld 52, 31226 Peine (DE). **KAMMEYER,
Jasper**; Aegidiendamm 9, 30169 Hannover (DE).

ALBERTI, Peter; Am Gänsegrund 3, 38553 Wasbüttel
(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, LT, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : BRENNKRAFTMASCHINE

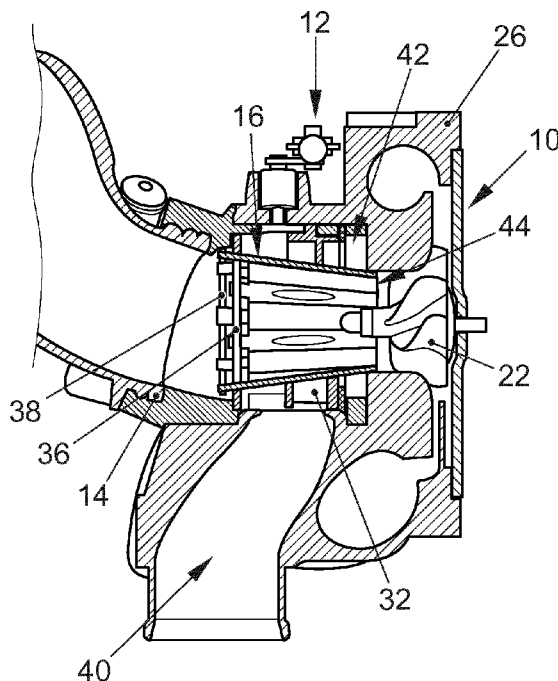


FIG. 5

(57) **Abstract:** The invention relates to an internal combustion engine with a combustion engine, an exhaust gas line, a fresh gas line, a turbocharger with a turbine integrated into the exhaust gas line, a compressor integrated into the fresh gas line, and a trim plate (12), by means of which the cross section of the compressor inflow can be adjusted. The internal combustion engine is characterized by a low-pressure exhaust gas recirculation system, by means of which exhaust gas downstream of the turbine is removed from the exhaust gas line and can be introduced into the fresh gas line upstream of the compressor, wherein an opening of the low-pressure exhaust gas recirculation system is arranged in the region of the trim plate (12).

(57) **Zusammenfassung:** Eine Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor, einem Abgasstrang, einem Frischgasstrang, einem Abgasturbolader mit einer in den Abgasstrang integrierten Turbine und einem in den Frischgasstrang integrierten Verdichter, sowie mit einem Trimsteller (12), durch den der Querschnitt der Verdichteranströmung veränderbar ist, ist durch eine Niederdruckabgasrückführung gekennzeichnet, durch die Abgas stromab der Turbine aus dem Abgasstrang entnommen und stromauf des Verdichters in den Frischgasstrang einleitbar ist, wobei eine Mündung der Niederdruckabgasrückführung im Bereich des Trimstellers (12) angeordnet ist.

WO 2014/131790 A1

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)*

Beschreibung

Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor, einem Abgasstrang, einem Frischgasstrang, einem Abgasturbolader mit einer in den Abgasstrang integrierten Turbine und einem in den Frischgasstrang integrierten Verdichter, sowie mit einem Trimsteller, durch den der Querschnitt der Verdichteranströmung veränderbar ist.

In einem Verdichter wird das über den Frischgasstrang des Verbrennungsmotors zugeführte Frischgas verdichtet. Dabei ist die Druckanhebung von der Drehzahl des Laufrads des Verdichters sowie von dem Massenstrom des über das Laufrad geführten Frischgases abhängig. In Richtung der Pumpgrenze des Verdichterkennfelds erfolgt die Anströmung der Eintrittskanten der Laufradschaufeln infolge der gegenüber der Umfangsgeschwindigkeit abnehmende Anströmgeschwindigkeit zunehmend druckseitig, d.h. die Inzidenz der Anströmung nimmt stetig zu. Ab einem betriebspunktabhängigen Grenzwert der Inzidenz, der Pumpgrenze, löst die Strömung an den Eintrittskanten ab und die Strömung im Verdichter wird instabil.

Im Bereich der Pumpgrenze bildet sich im Bereich der Gehäusekontur des Verdichters ein Rückströmgebiet impulsarmen Fluids. Diese sogenannte Rückströmblase führt durch Drall- und Mischungsverluste in Richtung der Pumpgrenze zu einem Abfall des Verdichterwirkungsgrads. Im Bereich der Nabenkontur des Laufrads verläuft aber auch nahe der Pumpgrenze eine impulsreiche und verlustärmere Kernströmung durch den Verdichter, die den Massendurchsatz und den Druckaufbau bestimmt.

Ein Trimsteller dient der Verschiebung der Pumpgrenze eines Verdichterkennfelds in Richtung niedriger Massenströme bei hohen Druckverhältnissen. Gleichzeitig kann ein Trimsteller im Bereich der Pumpgrenze einen Anstieg des Verdichterwirkungsgrads bewirken. Hierzu umfasst ein Trimsteller eine Vorrichtung, durch die der Anströmquerschnitt, in dem das Laufrad des Verdichters angeströmt wird, veränderbar ist. Durch die so erreichte Düsenwirkung des Trimstellers kann mit zunehmendem Regeleingriff (Verkleinerung des Anströmquerschnitts) die Verdichteranströmung stärker auf den nabennahen Strömungsquerschnitt des Verdichterlaufrads fokussiert werden. Dadurch strömt weniger Fluid in den impulsarmen und verlustbehafteten Bereich der Rückströmblase und die Kernströmung im nabennahen Bereich wird beschleunigt und dadurch zusätzlich stabilisiert. Die Beschleunigung der Strömung im

nahe dem Bereich des Verdichters hat zusätzlich eine saugseitige Verschiebung der Verdichteranströmung zur Folge, was zu einer weiteren Stabilisierung der Strömung beitragen kann. Die Stabilisierung der Kernströmung führt zu der gewünschten Verschiebung der Pumpgrenze des Verdichterkennfelds zu geringeren Massenströmen des Abgases. Bei nicht gewünschtem Regeleingriff (Trimsteller vollständig geöffnet) wird möglichst der gesamte Querschnitt des Frischgasstrangs vor dem Verdichter freigegeben, so dass in der Verdichteranströmung möglichst keine zusätzlichen Reibungs- oder Drosselverluste entstehen. Der Verdichtereffizienzgrad und die Breite des Verdichterkennfelds werden deshalb in Richtung der Stopfgrenze nicht wesentlich negativ durch den Trimsteller beeinflusst.

Durch die Verschiebung der Pumpgrenze und den gleichzeitigen Anstieg des Verdichtereffizienzgrads mittels eines Trimstellers können das dynamische Ansprechverhalten sowie der Teillastbetrieb von aufgeladenen Brennkraftmaschinen verbessert werden. Durch den verbesserten Systemwirkungsgrad lässt sich der Abgasgegendruck im Teillastbereich absenken, wodurch der Verbrauch der Brennkraftmaschine sinkt. Durch den Wirkungsgradanstieg und die Verschiebung der Pumpgrenze kann das maximale Motordrehmoment bereits bei niedrigeren Motordrehzahlen erreicht und somit das transiente Ansprechverhalten der Brennkraftmaschine verbessert werden.

Eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine ist aus der DE 10 2010 026 176 A1 bekannt. Der dortige Trimsteller umfasst einen Konus, der in einer Ausführungsform aus einer Mehrzahl von Lamellen besteht. Die Lamellen sind in zwei Schichten angeordnet, wobei die Lamellen jeder Schicht zueinander beabstandet und die zwei Schichten zueinander rotatorisch versetzt sind, so dass die Lamellen einer Schicht die Abstände zwischen den Lamellen der jeweiligen anderen Schicht überdecken. Mittels eines in längsaxialer Richtung verschiebbaren, die Lamellen außenseitig umgebenden Rings können die den Austrittsquerschnitt des Konus ausbildenden Enden der Lamellen radial verschoben werden. Dadurch verändert sich die Größe des Austrittsquerschnitts und damit des Anströmquerschnitts, in dem das Laufrad des Verdichters angeströmt wird.

Bei heutigen Verbrennungsmotoren wird zunehmend eine Niederdruck-Abgasrückführung (ND-AGR) eingesetzt, um gesetzlich vorgeschriebene Emissionsgrenzwerte zu erreichen. Das stromab einer Turbine eines Abgasturboladers entnommene Abgas wird dabei über eine Zuführung vor dem Verdichter des Abgasturboladers eingeleitet und von diesem mit dem Frischgas angesaugt. Dabei sollte die Einleitung des rückgeführten Abgases möglichst nahe vor dem Verdichter erfolgen, um eine nicht gewünschte Kondensatbildung im Frischgas zu vermeiden oder gering zu halten. Für die Regelung der ND-AGR-Rate wird in die ND-AGR-Einleitung vor dem Verdichtereintritt meist ein Regelventil integriert.

Sowohl die Zuleitung der ND-AGR als auch der Trimsteller sollten funktionsbedingt so dicht wie möglich vor dem Laufrad des Verdichters angeordnet sein, was eine konkurrierende Bauraumsituation zur Folge hat.

Ausgehend von diesem Stand der Technik lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine vorteilhafte Möglichkeit zur Integration einer ND-AGR in eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch eine Brennkraftmaschine gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen davon sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche und ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

Eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine mit (mindestens) einem Verbrennungsmotor, (mindestens) einem Abgasstrang, (mindestens) einem Frischgasstrang, (mindestens) einem Abgasturbolader mit (mindestens) einer in den Abgasstrang integrierten Turbine und (mindestens) einem in den Frischgasstrang integrierten Verdichter (insbesondere Radialverdichter), sowie mit (mindestens) einem Trimsteller, durch den der Querschnitt der Verdichteranströmung veränderbar ist, weist erfindungsgemäß (mindestens) eine Niederdruckabgasrückführung (ND-AGR) auf, durch die Abgas stromab der Turbine aus dem Abgasstrang entnommen und stromauf des Verdichters in den Frischgasstrang einleitbar ist, wobei (mindestens) eine Mündung der ND-AGR im Bereich des Trimstellers, d.h. in demselben Abschnitt des Frischgasstrangs wie der Trimsteller bzw. das den Querschnitt der Verdichteranströmung verändernde Element des Trimstellers, angeordnet ist.

Durch die Integration der Mündung der ND-AGR in den Trimsteller kann erreicht werden, dass sowohl der Trimsteller als auch die Mündung der ND-AGR möglichst nah an der Eintrittsseite des Verdichterlaufrads angeordnet sind. Die Bauraumkonkurrenz dieser beiden Komponenten wird dadurch gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung einer Brennkraftmaschine können noch weitere Vorteile erreicht werden, wie dies nachfolgend aufgezeigt wird. Insbesondere kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass die Integration der Mündung und die Ausgestaltung des Trimstellers bzw. des den Querschnitt der Verdichteranströmung verändernden Elements derart gewählt ist, dass mittels des Trimstellers auch die Menge des in den Frischgasstrang eingeleiteten Abgases steuerbar oder regelbar ist. Das bewegliche, die Verdichteranströmung verändernde Element kann demnach bevorzugt so angeordnet und ausgebildet sein, dass dieses als Steuerventil oder Regelventil für die ND-AGR dient. Diese Ausgestaltung ist

insbesondere vorteilhaft umsetzbar, weil die Betriebsbereiche des Verbrennungsmotors, in denen eine ND-AGR sinnvoll einsetzbar ist, regelmäßig mit einem entsprechenden Betrieb des Verdichters in der Nähe der Pumpgrenze korrelieren. Insbesondere kann eine Erhöhung des ND-AGR-Rate mit einer Verschiebung des Betriebspunkts des Verdichters im Verdichterkennfeld in Richtung der Pumpgrenze korrelieren, so dass vorzugsweise vorgesehen sein kann, dass der Trimsteller bei einer Verkleinerung des Querschnitts der Verdichteranströmung einen Durchlassquerschnitt für das Abgas vergrößert. Demnach kann die Menge des über die ND-AGR rückgeführten Abgases proportional zur Verkleinerung des Anströmquerschnitts durch den Trimsteller erhöht werden.

In Betriebszuständen des Verbrennungsmotors, in denen eine Verkleinerung des Anströmquerschnitts für den Betrieb des Verdichters nicht mehr erforderlich ist und somit auch vermieden werden sollte, um Drosselverluste zu vermeiden, ist regelmäßig auch keine Abgasrückführung über die ND-AGR mehr erforderlich. Vorzugsweise kann daher vorgesehen sein, dass der Durchlassquerschnitt mittels des Trimstellers vollständig verschließbar ist.

Der Trimsteller kann in einer bevorzugten Ausgestaltung ein innerhalb eines rohrförmigen Gehäuses (ein Abschnitt des Frischgasstrangs) angeordnetes, trichterförmiges Wandsystem aufweisen, wobei ein Austrittsquerschnitt des Wandsystems durch ein mehr oder weniger erfolgreiches Spreizen des Wandsystems veränderbar ist und wobei der Durchlassquerschnitt für das Abgas zwischen dem Wandsystem und dem Gehäuse ausgebildet ist. Besonders bevorzugt kann die Mündung der ND-AGR dabei im Bereich des Wandsystems angeordnet sein. Demnach kann das Wandsystem als Ventilkörper eines AGR-Ventils für die ND-AGR dienen, wobei das Wandsystem bei voller Spreizung, d.h. größtmöglichem Anströmquerschnitt des Verdichterlaufrads, einen Abschnitt des Gehäuses als Ventilsitz nutzt. Dies stellt eine konstruktiv einfache und daher kostengünstige Realisierung einer Regelung des rückgeführten Abgases mittels des Trimstellers dar. Jedoch kann selbst dann, wenn der Trimmsteller die Funktion eines AGR-Ventils übernehmen kann, ein separates AGR-Ventil vorgesehen sein. Dies kann insbesondere vorteilhaft sein, wenn eine von dem Trimmsteller bzw. von dessen Beeinflussung der AGR-Rückführrate unabhängige Regelung der ND-AGR erreicht werden soll.

In einer bevorzugten Ausgestaltung kann das Wandsystem eine Mehrzahl erster Wandelemente, die in Umfangsrichtung beabstandet voneinander ringförmig angeordnet sind, und eine Mehrzahl zweiter Wandelemente aufweisen, die in Umfangsrichtung beabstandet voneinander ringförmig angeordnet sind, wobei die zweiten Wandelemente die Abstände zwischen den ersten Wandelemente überdecken. Weiterhin kann der Trimsteller eine (z.B. elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigte) Verstellvorrichtung aufweisen, mittels der die den Austrittsquerschnitt ausbildenden Enden der ersten und/oder zweiten Wandelemente in

radialer Richtung verschiebbar sind. Auf diese Weise kann in konstruktiv einfacher Weise ein verstellbares, trichterförmiges Wandsystem geschaffen werden, das ohne den Einsatz von hochelastischen Werkstoffen, wie z.B. Elastomeren, auskommt. Die Wandelemente können somit vorteilhafterweise aus einem weitgehend steifen Werkstoff und insbesondere Metall(en) (z.B. Stahl) ausgebildet sein.

Die Verstellvorrichtung kann eine Positionserkennung aufweisen, die die jeweilige Stellung des Wandsystems an eine Regelelektronik (z.B. Motorsteuerung) der Brennkraftmaschine rückmelden kann, um eine zielgerichtete Einstellung des Trimstellers an den Betriebspunkt des Verbrennungsmotors einzustellen.

Um die Winkelveränderung, die sich aus der Veränderung des Austrittsquerschnitts des Wandelements ergibt, aufnehmen zu können, kann weiterhin bevorzugt vorgesehen sein, dass die Wandelemente an dem einen Eintrittsquerschnitt des Wandsystems ausbildenden Ende drehbar gelagert sind.

Dabei kann besonders bevorzugt vorgesehen sein, dass zumindest einige der Wandelemente wippenartig gelagert sind, so dass bei einer radialen, nach innen gerichteten Verschiebung der den Austrittsquerschnitt ausbildenden Enden dieser Wandelemente die den Eintrittsquerschnitt ausbildenden Enden dieser Wandelemente radial nach außen verschoben werden, was mit einer elastischen Vorspannung (mindestens) eines Federelements verbunden ist. Dadurch kann auf einfache Weise eine drehbare Lagerung mit einer Federbeaufschlagung des Wandsystems in seine geöffnete Stellung realisiert werden.

Die Wandelemente können (zumindest teilweise) an dem den Eintrittsquerschnitt des Wandsystems ausbildenden Ende auch fest eingespannt sein, wobei die Winkelveränderung durch eine elastische Deformation der Wandelemente aufgenommen wird. Da die Verformung hierbei vergleichsweise klein ist, kann dies auch bei Wandelementen aus z.B. Metall(en) realisiert werden. Dadurch kann gegebenenfalls auf ein zusätzliches Federelement zur Beaufschlagung des Wandsystems in seine geöffnete Stellung entfallen.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Wandelemente einen U-förmigen Querschnitt aufweisen, wobei die Enden der freien Schenkel jedes ersten Wandelements auf jeweils einem zweiten Wandelement (und andersherum) aufliegen. Dadurch kann der Widerstand für die gleitende Relativbewegung zwischen den ersten Wandelementen und den zweiten Wandelementen klein gehalten werden. Zudem kann dadurch die maximale Aufspreizung des Wandsystems begrenzt werden.

Eine bevorzugte weil konstruktiv einfache Ausgestaltung der Verstellvorrichtung kann einen Verstellring mit einer oder mehreren Führungsnuten umfassen, wobei die ersten und/oder zweiten Wanelemente derart in den Führungsnuten geführt sind, dass ein Verdrehen des Verstellrings zu einer radialen Verschiebung der den Austrittsquerschnitt ausbildenden Enden der ersten und/oder zweiten Wanelemente führt.

Die Ausgestaltungen des Trimstellers gemäß den Patentansprüchen 7 bis 11 ist unabhängig von der Mündung der ND-AGR im Bereich des Trimstellers und weist gegenüber den bekannten Trimstellern relevante Vorteile dar. Diese Ausgestaltungen stellen somit davon unabhängige Erfindungen dar.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1: in einer schematischen Darstellung einen Trimsteller mit vollständig geöffnetem Austrittsquerschnitt sowie einen Verdichter einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 2: einen Querschnitt durch den Trimsteller gemäß Fig. 1 entlang der Schnittebene II – II in Fig. 1;
- Fig. 3: die Einheit aus Trimsteller und Verdichter gemäß Fig. 1, jedoch mit verkleinertem Austrittsquerschnitt des Trimstellers;
- Fig. 4: einen Querschnitt durch den Trimsteller gemäß Fig. 3 entlang der Schnittebene IV – IV in Fig. 3;
- Fig. 5: einen Trimsteller mit vollständig geöffnetem Austrittsquerschnitt sowie einen Verdichter einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsform;
- Fig. 6: die Einheit aus Trimsteller und Verdichter gemäß Fig. 5, jedoch mit verkleinertem Austrittsquerschnitt des Trimstellers;
- Fig. 7: in einer ersten perspektivischen Darstellung ein verstellbares Wandsystem und eine Verstellvorrichtung eines Trimstellers für eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer dritten Ausführungsform; und

Fig. 8: die Einheit aus Wandsystem und Verstellvorrichtung gemäß Fig. 7 in einer zweiten perspektivischen Darstellung.

Die Fig. 1 und 3 zeigen in einem schematischen Längsschnitt einen Radialverdichter 10 sowie eine erste Ausführungsform eines Trimstellers 12 für eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine.

Der Trimsteller 12 umfasst ein rohrförmiges Gehäuse 14, das stromaufwärts des Radialverdichters 1 in einen Frischgasstrang der Brennkraftmaschine integrierbar ist. Dabei ist das Gehäuse 14 stromabwärtig direkt eintrittsseitig mit dem Radialverdichter 10 verbunden. Innerhalb des Gehäuses 14 ist ein Wandsystem 16 angeordnet, das im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei halbschalen- bzw. schaufelförmige Wandelemente 18 umfasst, die an ihrem stromaufwärtigen Ende drehbar an der Innenseite des Gehäuse 14 gelagert sind. An diesen Enden weisen beiden Wandelemente 18 einen im Wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt auf. In Richtung des stromabwärtigen Endes verringern sich die Längen der teilkreisförmigen Querschnitte der Wandelemente 18 kontinuierlich, wobei die Längenverringering des in den Fig. 1 bis 4 oben dargestellten Wandelements 18 höher als diejenige des unteren Wandelements 18 ist. Dies ermöglicht ein Eintauchen des oberen Wandelements 18 in das untere Wandelement 18 (vgl. Fig. 4), wenn die Wandelemente 18 mittels einer nicht dargestellten Verstellvorrichtung nach innen verschwenkt werden, wodurch sich die freien, stromabwärtigen Enden radial (bezüglich der Längsachse 20 des Trimstellers) nach innen bewegen. Durch das Verschwenken wird die Größe des Austrittsquerschnitts des Wandsystems 16 bzw. des Trimstellers 12 gegenüber der voll geöffneten Stellung, wie sie in der Fig. 1 dargestellt ist, verringert (vgl. Fig. 3). Gleichzeitig erfolgt eine Veränderung der Form des Austrittsquerschnitts von im Wesentlichen kreisförmig zu elliptisch. Die Verkleinerung des Austrittsquerschnitts führt zu einer Fokussierung des durch den Trimsteller 12 strömenden Frischgases auf den zentralen Abschnitt eines Laufrads 22 des Radialverdichters 10 und somit zu einer Verkleinerung des Anströmquerschnitts des Radialverdichters 10 im Vergleich zur vollständig geöffneten Stellung des Trimstellers 12.

Das untere Wandelement 18 dient auch als AGR-Ventil einer ND-AGR, die im Bereich des Wandsystems 16 des Trimstellers 12 in dessen Gehäuse 14 mündet. Bei voll geöffnetem Trimsteller 12 verdeckt das untere Wandelement 18 die Mündung 24 der ND-AGR vollständig, so dass im Wesentlichen keine Abgasrückführung erfolgt. Mit zunehmender Verkleinerung des Austrittsquerschnitts des Trimstellers 12 gibt das untere Wandelement 18 einen sich verbreiternden, teilkreisförmigen Ringspalt frei, durch den Abgas aus der ND-AGR in den Radialverdichter 10 strömen kann.

Die Fig. 5 und 6 zeigen einen Radialverdichter 10 und einen Trimsteller 12 in einer gegenüber der Ausführungsform gemäß den Fig. 1 bis 4 abgewandelten Ausführungsform.

Der Trimsteller 12 umfasst ein Gehäuse 14, das in einer von einem Gehäuse 26 des Radialverdichters 10 ausgebildeten Aufnahme unbeweglich angeordnet ist. Innerhalb des Gehäuses 14 des Trimstellers 12 ist ein trichterförmiges Wandsystem 16 angeordnet, das aus einer Mehrzahl von streifenförmigen Wandelementen 28, 30 mit teilkreisförmigen Querschnitten ausgebildet ist. Das Wandsystem 16 entspricht dem Wandsystem 16, wie es in den Fig. 7 und 8 dargestellt ist. Die Wandelemente 28, 30 sind in zwei coaxialen, kreisförmigen Schichten angeordnet und weisen einen U-förmigen Querschnitt auf, d.h. diese umfassen jeweils neben einem streifenförmigen, im Querschnitt teilkreisförmigen Grundabschnitt noch zwei sich davon ca. in einem rechten Winkel erstreckende Schenkel, wobei die Schenkel der (ersten) Wandelemente 28 der ersten, innen liegenden Schicht radial nach außen gerichtet sind, während die Schenkel der (zweiten) Wandelemente 30 der zweiten, außen liegenden Schicht radial nach innen gerichtet sind. Die Wandelemente 28, 30 jeder der zwei Schichten sind zudem beabstandet zueinander angeordnet, wobei ein rotatorischer Versatz zwischen den beiden Schichten vorgesehen ist, so dass die Wandelemente 28, 30 jeder Schicht die Zwischenräume der jeweils anderen Schicht überdecken. Dadurch ergibt sich ein im Wesentlichen geschlossenes, trichterförmiges Wandsystem 16. Die Wandelemente 28, 30 der beiden Schichten kontaktieren sich über die vergleichsweise kleinflächigen Endkanten der Schenkel, wodurch ein relativ widerstandsarmes Gleiten der Wandelemente 28, 30 aufeinander erreicht werden kann. Zudem bilden die Schenkel der Wandelemente 28, 30 Endanschläge aus, die ein Aufspreizen des Wandsystems 16 begrenzen.

Ein mehr oder weniger erfolgreiches Spreizen des auch im vollständig geöffneten Zustand trichterförmigen Wandsystems 16, d.h. ein radiales Verschieben der freien, stromabwärtigen Enden der Wandelemente 28, 30 erfolgt in dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 5 und 6 mittels eines Schieberings 32, der die Wandelemente 28, 30 außenseitig umgreift und mittels einer Verstellvorrichtung 34 in Richtung seiner Längsachse verschiebbar ist. Die stromaufwärtigen Enden der Wandelemente 28, 30 sind dreh- bzw. verschwenkbar gelagert, so dass die sich durch das radiale Verschieben der freien Enden einstellende Winkelveränderung nicht mittels einer Deformation der Wandelemente 28, 30 ausgeglichen wird. Als Lagerelement für die drehbare bzw. wippenartige Lagerung dient ein Lagerring 36, der eine der Anzahl an Wandelementen 28, 30 entsprechende Anzahl an schlitzförmigen Öffnungen aufweist, durch die sich schmale Endabschnitte der Wandelemente 28, 30 erstrecken. Mittels eines Federrings 38, z.B. aus einem Elastomer, wird das Wandsystem 16 in seine vollständig geöffnete Stellung (vgl. Fig. 5) beaufschlagt. Der Federring 38 wird von den Endabschnitten jedes der ersten Wandelemente 28 ca. halbkreisförmig umgriffen. Infolge der wippenartigen Lagerung der

Wandelemente 28, 30 in dem Lagerring 36 führt ein nach innen gerichtetes, radiales Verschieben der freien Enden der Wandelemente 28, 30 zu einem nach außen gerichteten, radialen Verschieben der Endabschnitte und damit zu einer elastischen Umfangsvergrößerung in Verbindung mit einer (zunehmenden) elastischen Vorspannung des Federrings 38.

In dem Gehäuse 26 des Radialverdichters 10 verläuft ein Mündungskanal 40, der für einen Anschluss an eine ND-AGR einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine vorgesehen ist. Der Mündungskanal 40 mündet im Bereich des Wandsystems 16 in das Gehäuse 14 des Trimstellers 12. Aus dem Mündungskanal 40 austretendes Abgas kann sich somit in einem ringförmig das Wandsystem 16 umgebenden Ringraum 42 ausbreiten. Im vollständig geöffneten Zustand des Trimstellers 12 liegen die freien Enden der Wandelemente 28, 30 an einer Kante 44 eines Einlasskanals des Radialverdichters 10 an. Ein Überströmen des Abgases aus dem Ringraum 42 in den Einlasskanal des Radialverdichters 10 wird dadurch weitgehend vermieden. Mit zunehmender Verkleinerung des Austrittsquerschnitts des Trimstellers 12 infolge eines Verschiebens der freien Enden der Wandelemente 28, 30 radial nach innen wird ein sich verbreiternder, kreisförmigen Ringspalt freigegeben, durch den Abgas aus dem Ringraum 42 in den Radialverdichter 10 strömen kann.

In den Fig. 7 und 8 ist eine alternative Ausgestaltung einer Verstellvorrichtung 34 dargestellt, wie sie bei einem Trimsteller 12 gemäß den Fig. 5 und 6 zum Einsatz kommen kann. Die Verstellvorrichtung 34 umfasst einen Verstellring 46, der eine der Anzahl an zweiten Wandelementen 30 entsprechende Anzahl an schräg verlaufenden Führungsnuten 48 aufweist. In jeder der Führungsnuten 48 ist ein Führungsbolzen 50 verschiebbar gelagert. Die Führungsbolzen 50 sind über jeweils einen Befestigungsarm 52 mit einem der zweiten Wandelemente 30 verbunden. Infolge der schrägen Ausrichtung der Führungsnuten 48 führt ein Verdrehen des Verstellrings 46 zu einer radialen Verschiebung der Führungsbolzen 50 und damit der zweiten Wandelemente 30. Die zweiten Wandelemente 30 nehmen bei einem radialen Verschieben nach innen die ersten Wandelemente 28 mit. Bei einem radialen Verschieben nach außen sorgt dagegen die Beaufschlagung mittels des Federrings 38 dafür, dass die ersten Wandelemente 28 der Bewegung der zweiten Wandelemente 30 folgen.

Bezugszeichenliste

| | |
|----|---------------------|
| 10 | Radialverdichter |
| 12 | Trimsteller |
| 14 | Gehäuse |
| 16 | Wandsystem |
| 18 | Wandelement |
| 20 | Längsachse |
| 22 | Lauftrad |
| 24 | Mündung |
| 26 | Gehäuse |
| 28 | erstes Wandelement |
| 30 | zweites Wandelement |
| 32 | Schiebering |
| 34 | Verstellvorrichtung |
| 36 | Lagerring |
| 38 | Federring |
| 40 | Mündungskanal |
| 42 | Ringraum |
| 44 | Kante |
| 46 | Verstellring |
| 48 | Führungsnut |
| 50 | Führungsbolzen |
| 52 | Befestigungsarm |

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor, einem Abgasstrang, einem Frischgasstrang, einem Abgasturbolader mit einer in den Abgasstrang integrierten Turbine und einem in den Frischgasstrang integrierten Verdichter, sowie mit einem Trimsteller (12), durch den der Querschnitt der Verdichteranströmung veränderbar ist, gekennzeichnet durch eine Niederdruckabgasrückführung, durch die Abgas stromab der Turbine aus dem Abgasstrang entnommen und stromauf des Verdichters in den Frischgasstrang einleitbar ist, wobei eine Mündung der Niederdruckabgasrückführung im Bereich des Trimstellers (12) angeordnet ist.
2. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Trimstellers (12) auch die Menge des in den Frischgasstrang eingeleiteten Abgases regelbar ist.
3. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Trimsteller (12) bei einer Verkleinerung des Querschnitts der Verdichteranströmung einen Durchlassquerschnitt für das Abgas vergrößert.
4. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchlassquerschnitt mittels des Trimstellers (12) vollständig verschließbar ist.
5. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Trimsteller (12) ein innerhalb eines rohrförmigen Gehäuses (14) angeordnetes, trichterförmiges Wandsystem (16) aufweist, wobei ein Austrittsquerschnitt des Wandsystems (16) durch ein mehr oder weniger erfolgreiches Spreizen des Wandsystems (16) veränderbar ist und wobei der Durchlassquerschnitt für das Abgas zwischen dem Wandsystem (16) und dem Gehäuses (14) ausgebildet ist.
6. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mündung (24) der Niederdruckabgasrückführung außenseitig im Bereich des Wandsystems (16) angeordnet ist und/oder dass das Wandsystem (16) eine Mehrzahl erster Wandelemente (28) aufweist, die in Umfangsrichtung beabstandet voneinander ringförmig angeordnet sind, und eine Mehrzahl zweiter Wandelemente (30) aufweist, die in Umfangsrichtung beabstandet voneinander ringförmig angeordnet sind, wobei die zweiten Wandelemente (30) die Abstände zwischen den ersten Wandelementen (28) überdecken und dass der Trimsteller (12) eine Verstellvorrichtung (34) aufweist, mittels der die den

Austrittsquerschnitt ausbildenden Enden der ersten Wandelemente (28) und/oder zweiten Wandelemente (30) in radialer Richtung verschiebbar sind.

7. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandelemente (28, 30) an dem einen Eintrittsquerschnitt des Wandsystems (16) ausbildenden Ende drehbar gelagert sind.
8. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der Wandelemente (28, 30) wippenartig gelagert sind, so dass bei einer radialen, nach innen gerichteten Verschiebung der den Austrittsquerschnitt ausbildenden Enden dieser Wandelemente (28, 30) die den Eintrittsquerschnitt ausbildenden Enden dieser Wandelemente (28, 30) radial nach außen verschoben werden, was mit einer elastischen Vorspannung eines Federelements verbunden ist.
9. Brennkraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandelemente (28, 30) einen U-förmigen Querschnitt aufweisen.
10. Brennkraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellvorrichtung (34) einen Verstellring (46) mit einer oder mehreren Führungsnuten (48) umfasst, wobei die ersten und/oder zweiten Wandelemente (28, 30) derart in einer oder mehreren der Führungsnuten (48) geführt sind, dass ein Verdrehen des Verstellrings (46) zu einer radialen Verschiebung der den Austrittsquerschnitt ausbildenden Enden der ersten Wandelemente (28) und/oder zweiten Wandelemente (30) in radialer Richtung führt.

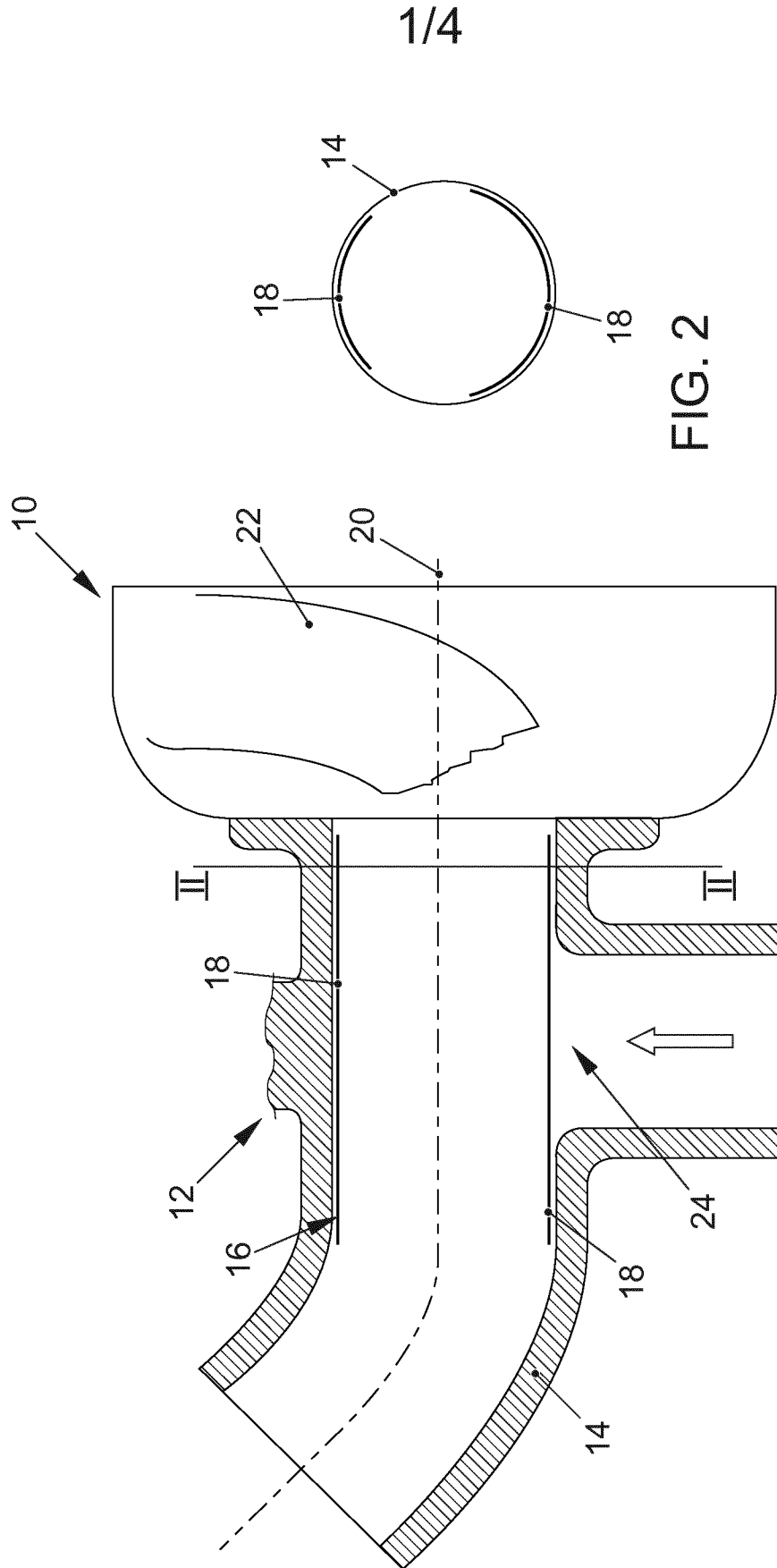


FIG. 1

1/4

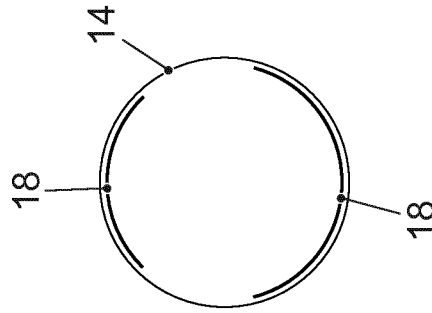


FIG. 2

2/4

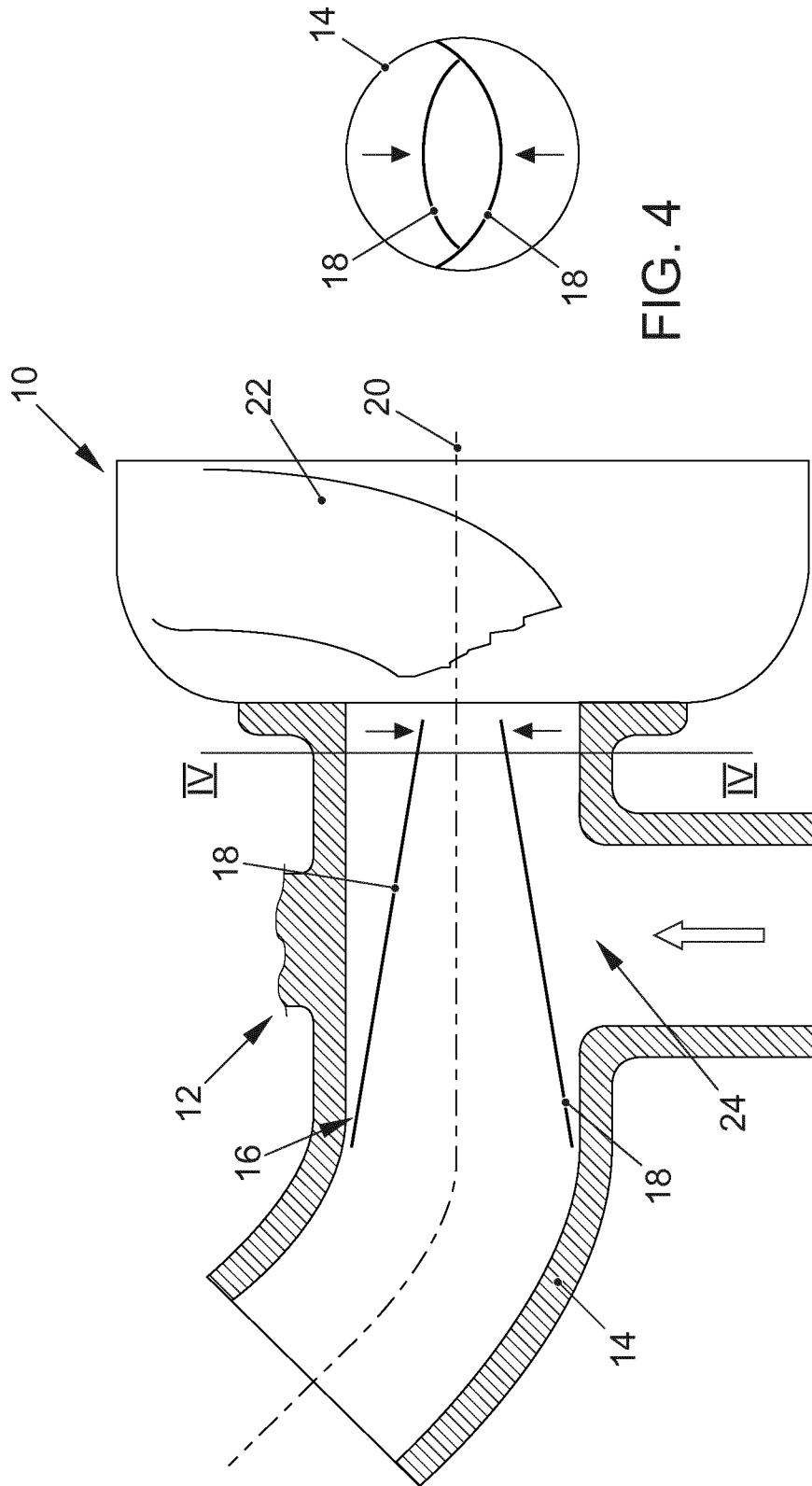


FIG. 4

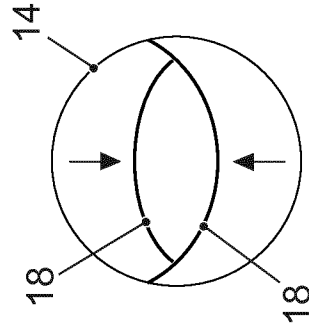


FIG. 3

3/4

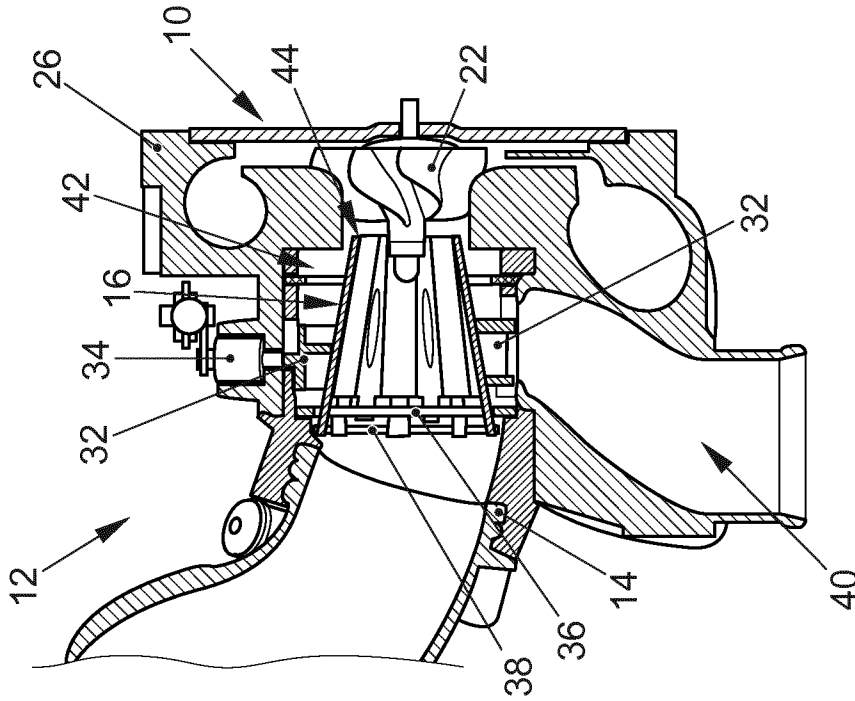


FIG. 6

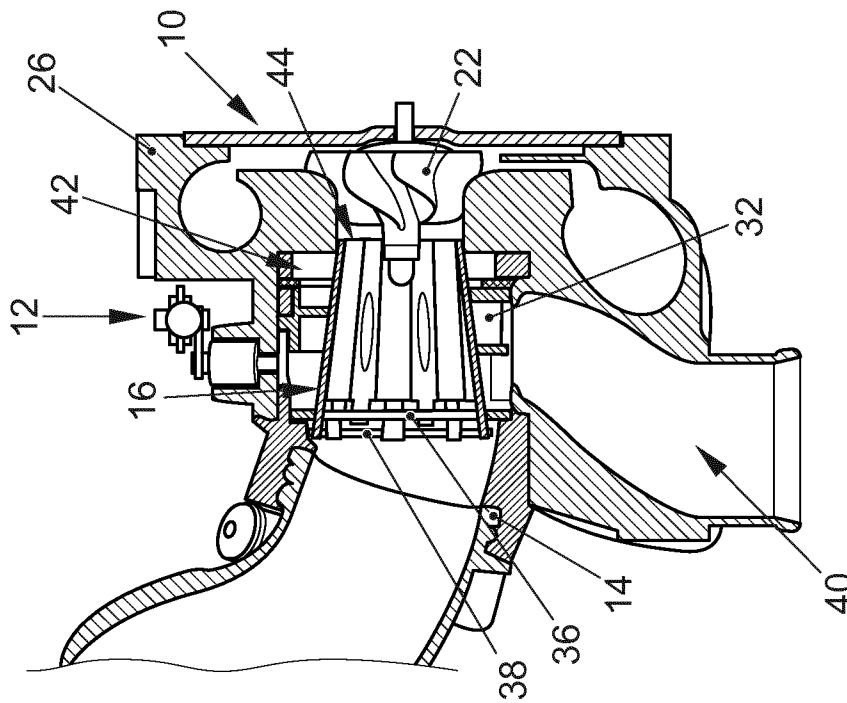


FIG. 5

4/4

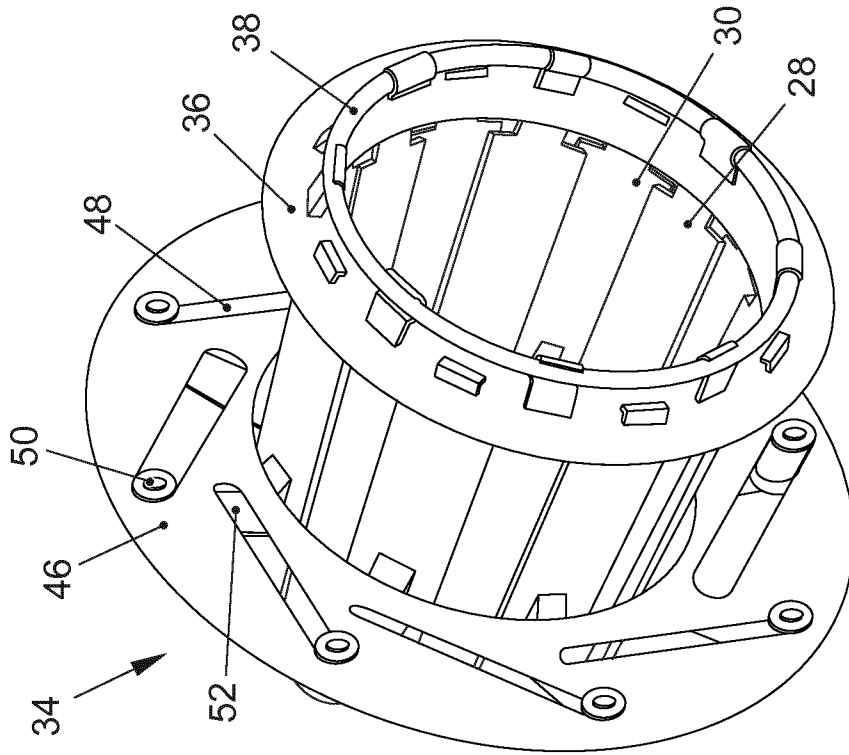


FIG. 8

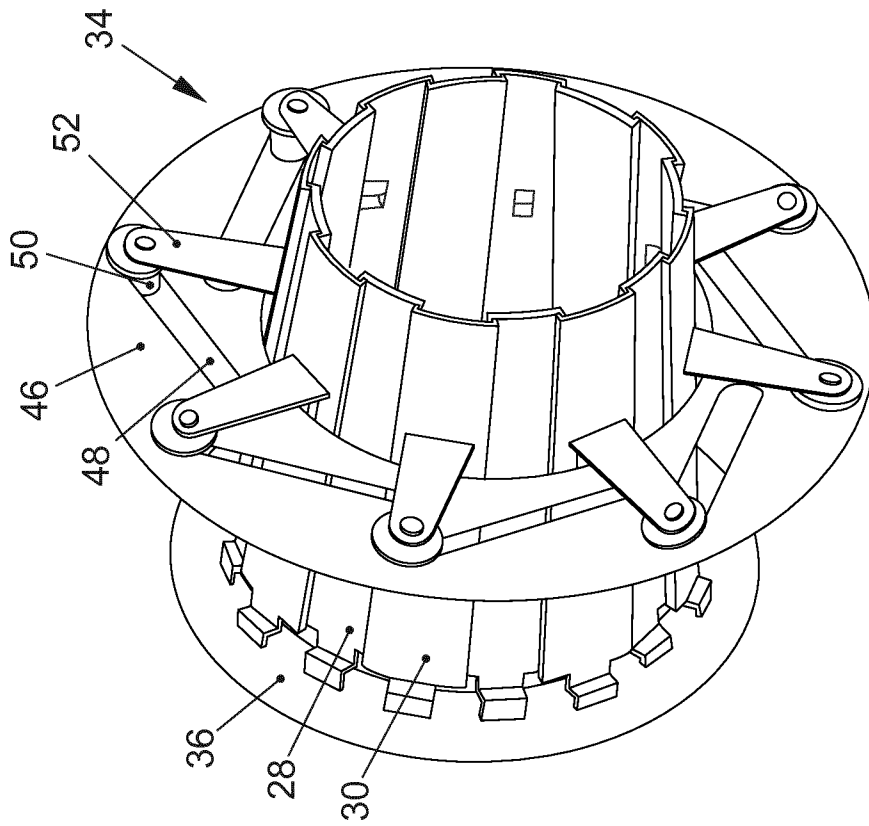


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/053708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M25/07
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 F02B F04D

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. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | DE 10 2010 026176 A1 (IAV GMBH [DE]) 12 January 2012 (2012-01-12) cited in the application paragraph [0009] - paragraph [0028]; figures 1-6b ----- | 1-10 |
| Y | DE 10 2006 053710 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21 May 2008 (2008-05-21) paragraph [0005] - paragraph [0025]; figures 1-2 ----- | 1-10 |
| A | JP 2012 149579 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 9 August 2012 (2012-08-09) abstract ----- | 1-10 |

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 | "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 |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | "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 |
| "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) | "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 |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

| | |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search 28 May 2014 | Date of mailing of the international search report 05/06/2014 |
|--|--|

| | |
|--|---|
| 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 Raposo, Jorge |
|--|---|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/053708

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| DE 102010026176 A1 | 12-01-2012 | NONE | |
| ----- | | | |
| DE 102006053710 A1 | 21-05-2008 | NONE | |
| ----- | | | |
| JP 2012149579 A | 09-08-2012 | CN 103038477 A | 10-04-2013 |
| | | EP 2666989 A1 | 27-11-2013 |
| | | JP 2012149579 A | 09-08-2012 |
| | | KR 20130021468 A | 05-03-2013 |
| | | WO 2012099146 A1 | 26-07-2012 |
| ----- | | | |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M25/07
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02M F02B F04D

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. |
|------------|---|--------------------|
| Y | DE 10 2010 026176 A1 (IAV GMBH [DE]) 12. Januar 2012 (2012-01-12) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0009] - Absatz [0028]; Abbildungen 1-6b ----- | 1-10 |
| Y | DE 10 2006 053710 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21. Mai 2008 (2008-05-21) Absatz [0005] - Absatz [0025]; Abbildungen 1-2 ----- | 1-10 |
| A | JP 2012 149579 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 9. August 2012 (2012-08-09) Zusammenfassung ----- | 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

28. Mai 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/06/2014

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

Raposo, Jorge

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/053708

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102010026176 A1 | 12-01-2012 | KEINE | |
| ----- | | | |
| DE 102006053710 A1 | 21-05-2008 | KEINE | |
| ----- | | | |
| JP 2012149579 A | 09-08-2012 | CN 103038477 A | 10-04-2013 |
| | | EP 2666989 A1 | 27-11-2013 |
| | | JP 2012149579 A | 09-08-2012 |
| | | KR 20130021468 A | 05-03-2013 |
| | | WO 2012099146 A1 | 26-07-2012 |
| ----- | | | |