

(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
29. September 2016 (29.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/149727 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02C 6/12 (2006.01) F04D 29/58 (2006.01)

F02C 7/143 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2016/050076

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2016 (23.03.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50244/2015 26. März 2015 (26.03.2015) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: OBENAUS, Thomas; Murbergstrasse 43, 8072
Fernitz (AT).

(74) Anwalt: BABELUK, Michael; Florianigasse 26/3, 1080
Wien (AT).

(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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-STAGE TURBOCHARGER

(54) Bezeichnung : MEHRSTUFIGER ABGASTURBOLADER

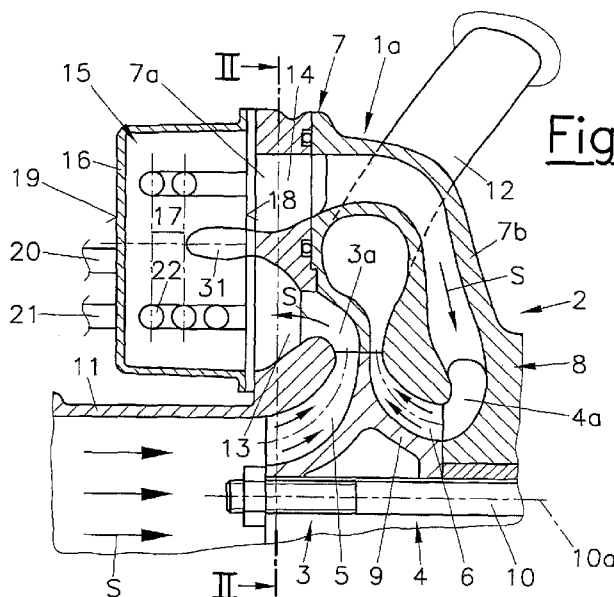


Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed is a multi-stage turbocharger (2) for an internal combustion engine, said turbocharger comprising an exhaust gas turbine (16) having at least one turbine impeller, and a compressor (1a) having a first compressor stage (3) and a second compressor stage (4), said compressor comprising at least one compressor impeller (9) arranged in a compressor housing part (7) of the turbocharger housing (8), wherein: the turbine impeller and the compressor impeller (9) are arranged on a common shaft (10) that is rotatably mounted in the turbocharger housing (8) about an axis of rotation (10a); the compressor housing part (7) has an axial compressor inlet (11) for attaching to a fresh air pipe; an intercooler (15) is arranged between the first compressor stage (3) and the second compressor stage (4) with respect to flow; and wherein the intercooler (15) is fluidically connected to at least one compressor stage outlet (13) from the first compressor stage (3) and to at least one compressor stage inlet (14) into the second compressor stage (4). In order to reduce the thermal load of a multi-stage turbocharger (2), the intercooler (15) has a cooler housing (16) connected to the compressor housing part (7) and the intercooler (15) is directly attached to the at least one compressor stage outlet (13) and to the at least one compressor stage inlet (14), wherein at least one compressor stage outlet (13) from the first compressor stage (3) and at least one compressor stage inlet (14) into the second compressor stage (4) are arranged in the region of a first end face (7a) of the compressor housing part (7).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/149727 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Mehrstufigen Abgasturbolader (2) für eine Brennkraftmaschine, mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine (16) und einem eine erste Verdichterstufe (3) und eine zweite Verdichterstufe (4) aufweisenden Verdichter (1a) mit zumindest einem in einem Verdichtergehäuseteil (7) des Abgasturboladergehäuses (8) angeordneten Verdichterlaufrad (9), wobei Turbinenlaufrad und Verdichterlaufrad (9) auf einer im Abgasturboladergehäuse (8) um eine Drehachse (10a) drehbar gelagerten gemeinsamen Welle (10) angeordnet sind, wobei der Verdichtergehäuseteil (7) einen axialen Verdichtereintritt (11) zum Anschluss an eine Frischluftleitung aufweist, wobei strömungsmäßig zwischen der ersten Verdichterstufe (3) und der zweiten Verdichterstufe (4) ein Zwischenkühler (15) angeordnet ist, und wobei der Zwischenkühler (15) mit zumindest einem Verdichterstufenaustritt (13) aus der ersten Verdichterstufe (3) und mit zumindest einem Verdichterstufeneintritt (14) in die zweite Verdichterstufe (4) strömungsverbunden ist. Um die thermische Belastung eines mehrstufigen Abgasturboladers (2) zu verringern, ist vorgesehen, dass der Zwischenkühler (15) ein mit dem Verdichtergehäuseteil (7) verbundenes Kühlergehäuse (16) aufweist und der Zwischenkühler (15) direkt an den zumindest einen Verdichterstufenaustritt (13) und den zumindest einen Verdichterstufeneintritt (14) angeschlossen ist, wobei zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) aus der ersten Verdichterstufe (3) und zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) in die zweite Verdichterstufe (4) im Bereich einer ersten Stirnseite (7a) des Verdichtergehäuseteils (7) angeordnet sind.

Mehrstufiger Abgasturbolader

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Abgasturbolader, insbesondere Hochdruckturbolader, für eine Brennkraftmaschine, mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine und einem eine erste Verdichterstufe und eine zweite Verdichterstufe aufweisenden Verdichter mit zumindest einem in einem Verdichtergehäuseteil des Abgasturboladergehäuses angeordneten Verdichterlaufrad, wobei Turbinenlaufrad und Verdichterlaufrad auf einer im Abgasturboladergehäuse um eine Drehachse drehbar gelagerten gemeinsamen Welle angeordnet sind, wobei der Verdichtergehäuseteil einen axialen Verdichtereintritt zum Anschluss an eine Frischluftleitung aufweist, wobei strömungsmäßig zwischen der ersten Verdichterstufe und der zweiten Verdichterstufe ein Zwischenkühler angeordnet ist, und wobei der Zwischenkühler mit zumindest einem Verdichterstufenaustritt aus der ersten Verdichterstufe und mit zumindest einem Verdichterstufeneintritt in die zweite Verdichterstufe strömungsverbunden ist.

Zum Bereitstellen hoher Kraftstoffwirtschaftlichkeit, hoher Nennleistungen und verbesserter Emissionsleistung bei Brennkraftmaschinen werden Turbolader mit hohen Druckverhältnissen benötigt.

Um hohe Druckverhältnisse zu erreichen, können die Rotationsgeschwindigkeiten der Laufzeuge von Abgasturboladern gesteigert werden. Dabei kann es allerdings zu Belastungen kommen, die die Belastbarkeit der verwendeten Materialien übersteigen.

Es ist bekannt, eine mehrstufige Kompression der Ladeluft mit zwei oder mehr Abgasturboladern durchzuführen, die mit in Serie geschalteten Verdichtern arbeiten, wobei zwischen den Verdichtern Zwischenkühler angeordnet sind. Solche Lösungen sind etwa aus den Veröffentlichungen DE 10 2011 087 259 A1 oder US 2014/0358404 A1 bekannt. Nachteilig ist allerdings, dass diese Lösungen sehr komplex und bauraumintensiv sind. Die Dokumente EP 1 426 576 A2, DE 603 19 111 T2, US 2,612,310 A und DE 2 233 970 B1 zeigen ebenfalls derartige Lösungen, wo die Zwischenkühlung platzmäßig beschränkt ist und keine Möglichkeit zur Anpassung an verschiedene Anwendungen besteht.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt der Gebrauch mehrerer Verdichterlaufräder auf einer gemeinsamen Achse zum Erzielen von mehreren Verdichterstufen, wobei axiale und radiale Verdichterstufen kombiniert werden können. Allerdings ergeben sich auch hier insbesondere durch die erhöhte Länge des Abgasturboladers

Nachteile in der Packungsgröße, aber auch bei der Rotordynamik und Lagerfragen.

Die DE 699 14 199 T2 zeigt dazu einen langsam laufenden Hochdruckturbolader mit zweistufigem Verdichter, wobei das Turbinenlaufrad und das Verdichterlaufrad über eine gemeinsame Welle miteinander verbunden sind. Das Verdichterlaufrad weist an einer Vorderseite nahe einem Lufteinlass erste Laufradschaufeln und auf einer Rückseite zweite Laufradschaufeln auf. Die komprimierte Luft wird über einen Diffusor von der Vorder- auf die Rückseite und von dort in das Einlasssystem weitergeleitet. Eine ähnliche Lösung zeigt die EP 1 825 149 B1. Aus der US 6,834,501 B1, der US 6,792,755 B2 oder der US 6,920,754 B2 dagegen sind jeweils Abgasturbolader bekannt, bei denen zwischen Vorder- und Rückseite des zweistufigen Verdichters ringförmige Spalte ausgebildet sind.

Während sich dadurch hohe Verdichtungsverhältnisse erzielen lassen, werden aufgrund der hohen Temperaturen hohe Belastungen an das Material gestellt: Während die Luft am Lufteinlass ungefähr 25°C hat, erhöht sich die Temperatur bis zu den zweiten Laufradschaufeln auf über 200°C. Dabei werden sowohl die Laufradschaufeln als auch das Abgasturboladergehäuse und die Wellenlager hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Außerdem kommt es ab Temperaturen von etwa 180°C zum Verkoken von in der Luft mitgeführten Ölteilen, zum Beispiel aus Blow-by-Gasen.

Die EP 1 957 802 B1 schlägt in dieser Hinsicht vor, temperaturbeständige Materialien zu verwenden bzw. diesbezüglich Vorsorge bei Lager- und Wellenausgestaltung zu treffen.

Nachteilig an allen bekannten Lösungen ist einerseits die hohe Temperatur der komprimierten Luftströme, andererseits die sich dadurch ergebenden thermischen Belastungen des Turboladergehäuses und der verwendeten Komponenten.

Aufgabe der Erfindung ist es, die thermische Belastung eines mehrstufigen Abgasturboladers zu verringern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass der Zwischenkühler ein mit dem Verdichtergehäuseteil verbundenes Kühlergehäuse aufweist und der Zwischenkühler direkt an den zumindest einen Verdichterstufenaustritt und den zumindest einen Verdichterstufeneintritt angeschlossen ist, wobei zumindest ein Verdichterstufenaustritt aus der ersten Verdichterstufe und zumindest ein Verdichterstufeneintritt in die zweite Verdichterstufe im Bereich einer vorzugsweise ringförmigen ersten Stirnseite des Verdichtergehäuseteils angeordnet sind.

Die Erfindung erlaubt ein Abkühlen der vorverdichteten Luft nach der ersten Verdichterstufe. Während die Luft mit etwa 25°C in die erste Verdichterstufe eintritt, hat sie an deren Ausgang fast 200°C - in der zweiten Verdichterstufe würde eine unzulässig hohe Temperaturerhöhung auftreten, die hohe Belastungen auf Turboladerkomponenten bewirkt. Mittels des Zwischenkühlers kann die Ladeluft auf etwa 60°C abgekühlt werden. Damit ergibt sich neben der höheren Effizienz des Verdichters, speziell der zweiten Verdichterstufe, auch eine Effizienzsteigerung des mit der verdichteten Ladeluft versorgten Motors.

Durch die Kühlmittelkühlung erfolgt einerseits eine Abkühlung der Ladeluft, andererseits aber auch eine Kühlung des Verdichtergehäuses, sowie des restlichen Abgasturboladers, wodurch eine höhere mechanische Dauerhaltbarkeit gegeben ist. Die Kühlflüssigkeit kann in weiterer Folge zur Kühlung der Wellenlager des Abgasturboladers verwendet werden, was eine Einsparung an Anschlüssen und Leitungen ermöglicht.

Der Zwischenkühler stellt eine Strömungsverbindung zwischen zumindest einem Verdichterstufenaustritt aus der ersten Verdichterstufe und zumindest einem Verdichterstufeneintritt in die zweite Verdichterstufe her.

Das am Verdichtergehäuseteil des Abgasturboladers befestigte Kühlergehäuse hat im Vergleich zu einem vom Abgasturbolader getrennten externen Zwischenkühler den Vorteil, dass Bauraum, Leitungen und Befestigungsmittel eingespart werden können.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Kühlergehäuse im Wesentlichen die Form eines Torus [Donut- oder Bagelform], vorzugsweise eines Trapez- oder Rechtecktorus, aufweist, wobei das Kühlergehäuse konzentrisch zur Drehachse angeordnet ist und vorzugsweise den axialen Verdichtereintritt umgibt. Dadurch wird durch den Zwischenkühler nur wenig zusätzlicher Bauraum beansprucht und gleichzeitig eine gute Kühlung sichergestellt.

Eine kompakte Anordnung ergibt sich, wenn die erste Stirnseite auf der der Abgasturbine abgewandten Seite des Verdichtergehäuseteils angeordnet ist. Die ringförmige erste Stirnseite umgibt dabei den axialen Verdichtereintritt, der durch deren Mitte verläuft.

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Verdichterstufenaustritt und/oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt koaxial zur Drehachse der Welle des Abgasturboladers verlaufend ausgebildet sind, wobei vorzugsweise zumindest ein Verdichterstufenaustritt und/oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt im Verdichtergehäuseteil ringförmig oder spiralförmig um die Drehachse der Welle des Abgasturboladers verlaufend ange-

ordnet sind. Die heiße komprimierte Luft der ersten Verdichterstufe tritt somit aus dem ring- oder spiralförmig um die Drehachse geformten Verdichterstufenaustritt aus und gelangt über die offen ausgebildete erste Kühlerstirnseite direkt in den Kühlraum des Zwischenkühlers, wo Wärme in das Kühlmedium abgegeben wird. Danach verlässt die Luft den Zwischenkühler und strömt wieder über die offen ausgebildete erste Stirnseite in den Verdichterstufeneintritt der zweiten Verdichterstufe. Nach der Verdichtung in der zweiten Verdichterstufe verlässt die komprimierte Luft den Verdichter und wird in üblicher Weise über zumindest eine Ladeluftleitung zum Einlasssammler der Brennkraftmaschine geführt.

Alternativ zu ring- oder spiralförmig um die Drehachse der Welle angeordneten Verdichterstufenaustritten und Verdichterstufeneintritten können auch einzelne jeweils beispielsweise Kreisquerschnitt aufweisende Verdichterstufenein- und -austritte oder jeweils mehrere auf der ringförmigen Stirnseite in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Verdichterstufeneintritte und Verdichterstufenaustritte - bezogen auf die Drehachse - in unterschiedlichen Winkelbereichen angeordnet sein.

Mit anderen Worten sind auf der ringförmigen Stirnseite in Umfangsrichtung mehrere Verdichterstufenein- und -austritte vorgesehen, die vorzugsweise Kreisquerschnitt haben. In einer Variante der Erfindung sind in Umfangsrichtung abwechselnd je ein Verdichterstufeneintritt und ein Verdichterstufenaustritt vorgesehen. In einer weiteren Variante der Erfindung ist die ringförmige Stirnseite in mehrere Ringsegmente unterteilt, die sich über gleiche oder unterschiedliche Winkelbereiche erstrecken, und jedem Ringsegment ist zumindest ein Paar eines Verdichterstufeneintritts und -austritts zugeordnet.

Um eine effektive Kühlung zu erreichen, ist es günstig, wenn der Zwischenkühler als Luft/Wasser-Wärmetauscher oder als Luft/Öl-Wärmetauscher ausgebildet ist. In einer Variante der Erfindung ist im Kühlergehäuse eine Kühlflüssigkeit führende, vorzugsweise ring- und/oder spiralförmig um die Drehachse gewundene, Kühlleitung angeordnet. Die Kühlleitung kann dabei über nur über einen Teil der Torusform geführt sein und damit nur ein Ringsegment abdecken, aber auch vollständige Ring- oder Spiralform mit mehreren Umrundungen der Drehachse aufweisen.

Die Kühlleitung kann als Kühlschlange ausgebildet sein und beispielsweise einen Kreisquerschnitt aufweisen. Der Wärmeeintrag in die Kühlflüssigkeit kann durch Vergrößerung der benetzten Oberfläche verbessert werden, wenn die Kühlleitung als Flachrohrleitung, beispielsweise mit rechteckigem Querschnitt, ausgebildet ist. In einer Variante der Erfindung sind der Zwischenkühler und/oder das Kühlergehäuse im Bereich einer dem Verdichtergehäuseteil zugewandten ersten Küh-

lerstirnseite im Wesentlichen offen ausgebildet. Damit lässt sich eine noch bessere Wärmeabfuhr aus dem Verdichterbereich erzielen.

Der Zwischenkühler weist zumindest einen Kühlmiteleintritt und zumindest einen Kühlmittelaustritt auf, wobei der Kühlmiteleintritt und/oder der Kühlmittelaustritt im Bereich zumindest einer Kühlerstirnseite des Zwischenkühlers, vorzugsweise auf einer der ersten Stirnseite des Verdichtergehäuseteils abgewandten zweiten Kühlerstirnseite, angeordnet sein können.

Im Rahmen der Erfindung ist weiters vorgesehen, dass innerhalb des Zwischenkühlers zumindest eine vorzugsweise metallische Kühl- und/oder Leitwand für die zu kühlende Luft angeordnet ist.

Gemäß einer Variante der Erfindung steht die Kühl- und/oder Leitwand in thermischer Verbindung mit der oder den benachbart angeordneten Kühl- und/oder Leitwänden und entweder direkt oder indirekt mit der Kühlleitung. Direkte Verbindung bedeutet hier, dass eine Kühl- und/oder Leitwand benachbart zur Kühlleitung angeordnet und mit dieser in thermischer Verbindung steht. Indirekte Verbindung bedeutet hier, dass die Kühl- und/oder Leitwand nicht direkt neben der Kühlleitung angeordnet ist, sondern eine oder mehrere Kühl- und/oder Leitwände dazwischen angeordnet sind und die Kühl- und/oder Leitwand über thermischen Kontakt mit den Kühl- und/oder Leitwänden dazwischen mit der Kühlleitung in thermischer Verbindung steht.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass zumindest eine erste Kühl- und/oder Leitwand - vorzugsweise mehrere erste Kühl- und/oder Leitwände - radial in Bezug auf die Drehachse verlaufend - besonders vorzugsweise gleichmäßig um den Umfang verteilt - angeordnet ist bzw. sind. Radial verlaufend bedeutet hier, dass die Kühl- und/oder Leitwände im Wesentlichen eben ausgeführt sind und durch die Drehachse verlaufende Radialebenen beschreiben. Vorzugsweise weisen die Kühl- und/oder Leitwände zumindest eine Ausnehmung für die Kühlleitung auf. Diese Ausnehmung kann dabei als Schlitz oder als dem Querschnitt der Kühlleitung entsprechende Öffnung ausgeführt sein - der Schlitz erlaubt beispielsweise eine einfache Montage, da die Kühl- und/oder Leitwand einfach in axialer Richtung über die Kühlleitung gesteckt und mit dieser verlötet werden kann. Bei Öffnungen kann ebenfalls ein besonders guter Wärmekontakt durch Verlöten der Kühl- und/oder Leitwand mit der Kühlleitung erzielt werden.

Dabei können zumindest zwei erste Kühl- und/oder Leitwände und das Kühlergehäuse einen im Wesentlichen torussektorförmigen Teilkühlraum aufspannen, wobei vorzugsweise sich zumindest ein torussektorförmiger Teilkühlraum um einen

Winkelbereich von mindestens etwa 10° erstreckt. Grundsätzlich sind aber auch kleinere oder größere Teilkühlräume möglich.

Die Teilkühlräume stellen Strömungsverbindungen zwischen erster und zweiter Verdichterstufe dar, wobei die Strömungsverbindung zwangsweise ein Umströmen der in den Teilkühlräumen befindlichen Kühlleitung bewirkt. Die thermische Verbindung der Kühlleitung mit den Kühl- und/oder Leitwänden ermöglicht eine Vergrößerung der thermisch aktiven Fläche des Zwischenkühlers und besonders gute Wärmeabfuhr aus der vorverdichteten Luft. Der üblicherweise schlechte Wärmeübergang zwischen Luft und Metall wird dadurch begünstigt, der gute Wärmeübergang Metall-Kühlflüssigkeit an der Kühlleitung ermöglicht raschen Abtransport der Wärmeenergie.

In einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass innerhalb eines Teilkühlraumes zumindest ein Verdichterstufenaustritt aus der ersten Verdichterstufe und zumindest ein Verdichterstufeneintritt in die zweite Verdichterstufe unterschiedliche radiale Abstände zur Drehachse aufweisen, wobei vorzugsweise zumindest ein Verdichterstufenaustritt in radialer Richtung zwischen Verdichterstufeneintritt und Drehachse oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt in radialer Richtung zwischen Verdichterstufenaustritt und Drehachse angeordnet ist. Die unterschiedlichen radialen Abstände der Verdichterstufenaus- und -eintritte von der Drehachse bewirken eine walzenartige Strömung im Wesentlichen in radialer Richtung innerhalb des jeweiligen Teilkühlraumes, wobei die Kühlleitungen in Querrichtung umströmt werden. Um eine Abweichung der Strömung in tangentialer Richtung zu vermeiden, ist es dabei vorteilhaft, wenn der Winkelbereich eines torussektorförmigen Teilkühlraumes maximal etwa 90° , vorzugsweise maximal etwa 60° , beispielsweise etwa 18° , beträgt. Grundsätzlich können die Winkelbereiche der Teilkühlräume aber auch kleiner gewählt werden.

Allerdings könnten Kurzschlussströmungen der im Teilkühlraum zwischen Verdichterstufenaustritt und Verdichterstufeneintritt strömenden Luft die Kühlwirkung nachteilig beeinflussen. Um solche Kurzschlussströmungen zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn zwischen zumindest einem Verdichterstufenaustritt und einem benachbarten Verdichterstufeneintritt desselben Teilkühlraumes zumindest ein Strömungselement angeordnet ist. Das Strömungselement kann durch den Verdichtergehäuseteil oder durch das Kühlergehäuse gebildet sein. In einer beispielhaften Ausführung ist das Strömungselement als kreisförmige Ringwulst ausgeführt, die sich vom Verdichtergehäuseteil in von der Abgasturbine wegführender Richtung erstreckt.

Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass innerhalb zumindest eines Teilkühlraumes zumindest ein Verdichterstufenaustritt

aus der ersten Verdichterstufe und zumindest ein Verdichterstufeneintritt in die zweite Verdichterstufe in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind, wobei vorzugsweise innerhalb des Teilkühlraumes der Verdichterstufenaustritt und der Verdichterstufeneintritt im Wesentlichen gleich entfernt von der Drehachse angeordnet sind.

Der Abstand in Umfangsrichtung zwischen einem Verdichterstufenaustritt und einem Verdichterstufeneintritt innerhalb eines Teilkühlraumes bewirkt eine Drallströmung im Wesentlichen in Umfangsrichtung um die Drehachse innerhalb des jeweiligen Teilkühlraumes, wobei die Kühlleitungen in Längsrichtung umströmt werden. Für die Bildung einer ausgeprägten Drallströmung ist es vorteilhaft, wenn der Winkelbereich eines torussektorförmigen Teilkühlraumes zumindest etwa 90° , vorzugsweise zumindest etwa 120° , beträgt.

Verwirbelungen im Teilkühlraum können vermieden werden, wenn zumindest eine zweite Kühl- und/oder Leitwand im Wesentlichen parallel zur Kühlleitung verlaufend angeordnet ist, wobei vorzugsweise die zweite Kühl- und/oder Leitwand einen definierten Abstand zu zumindest einer benachbarten ersten Kühl- und/oder Leitwand aufweist. Weiters kann zur Verbesserung der Kühlung vorgesehen sein, dass zumindest zwei benachbarte Kühl- und/oder Leitwände durch zumindest eine wärmeleitende Verbindung miteinander fest verbunden sind. Die wärmeleitende Verbindung kann beispielsweise durch lokale Einprägungen oder wellenartige Formgebung der zweiten Kühl- und/oder Leitwände und Verlöten mit der jeweils benachbarten Kühl- und/oder Leitwand realisiert werden. Neben dem Verhindern von Verwirbelungen erlaubt diese Variante auch wieder ein Erhöhen der thermisch wirksamen Fläche, so dass die vorbeistreichende vorverdichtete Luft mehr Kontaktfläche vorfindet und der Wärmeübergang verbessert wird.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt in einer ersten Ausführungsvariante;
- Fig. 2 den Abgasturbolader in einem Schnitt gemäß der Linie II – II in Fig. 1;
- Fig. 3 ein Kühlergehäuse eines Zwischenkühlers in einer geschnittenen Schrägansicht;
- Fig. 4 eine Kühlleitung in einer Schrägansicht;
- Fig. 5 einen Zwischenkühler in einer geschnittenen Schrägansicht;

- Fig. 6 diesen Zwischenkühler in einer weiteren geschnittenen Schrägansicht;
- Fig. 7 den Zwischenkühler aus Fig. 1 ohne Kühlleitungen in einer Schrägansicht;
- Fig. 8 eine Kühl- und/oder Luftleitwand im Detail in einer Schrägansicht;
- Fig. 9 den Zwischenkühler aus Fig. 1 samt Kühlleitungen in einer Schrägansicht;
- Fig. 10 den Zwischenkühler aus Fig. 9 in einer geschnittenen Schrägansicht;
- Fig. 11 den Zwischenkühler aus Fig. 9 in einer Draufsicht auf die erste Kühlerstirnseite;
- Fig. 12 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einer Schrägansicht in einer zweiten Ausführungsvariante;
- Fig. 13 diesen Abgasturbolader in einer weiteren Schrägansicht;
- Fig. 14 den Abgasturbolader aus Fig. 12 ohne Zwischenkühler in einer Schrägansicht;
- Fig. 15 den Abgasturbolader aus Fig. 14 in einer weiteren Schrägansicht;
- Fig. 16 den Abgasturbolader aus Fig. 14 in einer axialen Ansicht;
- Fig. 17 einen demontierten Zwischenkühler des in Fig. 14 dargestellten Abgasturboladers in einer Schrägansicht;
- Fig. 18 ein Detail dieses Zwischenkühlers in einer Schrägansicht;
- Fig. 19 und Fig. 20 Details von zweiten Kühl- und Leitwänden in Schrägansichten;
- Fig. 21 den Zwischenkühler aus Fig. 14 ohne Kühl- und Leitwänden in einer Schrägansicht; und
- Fig. 22 die Kühlleitung des in Fig. 21 gezeigten Zwischenkühlers.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt einen Verdichter 1a eines Abgasturboladers 2, welcher eine erste Verdichterstufe 3 und eine zweite Verdichterstufe 4 aufweist. Ein beidseitig mit Laufschaufeln 5, 6 ausgebildetes und im Verdichtergehäuseteil 7 des Abgasturboladergehäuses 8 angeordnetes Verdichterlaufrad 9 steht über eine im Abgasturboladergehäuse 8 drehbar um eine Drehachse 10a gelagerte Welle 10 mit einem nicht weiterdargestellten Turbinenrad der Abgasturbine des Abgasturboladers 2 in drehfester Verbindung. Der Verdichtergehäuseteil 7 weist einen axialen Verdichtereintritt 11 zum Anschluss einer nicht weiter dargestellten Frischluftleitung zum Ansaugen von Frischluft und einen durch Bezugszeichen 12 angedeuteten Verdichteraustritt für Ladeluft zum Anschluss an eine Ladeluftleitung einer Brennkraftmaschine auf. Die Strömung der Luft ist durch Pfeile S angedeutet.

Im Strömungsweg zwischen einem im Bereich einer im Wesentlichen normal auf die Drehachse 10a ausgebildeten ringförmigen ersten Stirnseite 7a des Verdichtergehäuseteils 7 angeordneten Verdichterstufenaustritt 13 aus der ersten Verdichterstufe 3 und einem ebenfalls im Bereich der ersten Stirnseite 7a angeordneten Verdichterstufeneintritt 14 in die zweite Verdichterstufe 4 ist ein beispielsweise als Luft/Wasser-Wärmetauscher oder als Luft/Öl-Wärmetauscher ausgebildeter Zwischenkühler 15 angeordnet. Der Verdichterstufenaustritt 13 ist mit der Druckseite 3a der ersten Verdichterstufe 3 und der Verdichterstufeneintritt 14 mit der Saugseite 4a der zweiten Verdichterstufe 4 strömungsverbunden.

Mit 7b ist eine der Abgasturbine des Abgasturboladers 2 zugewandte zweite Stirnseite des Verdichtergehäuseteils bezeichnet.

Der Zwischenkühler 15 weist ein im Wesentlichen torusförmiges Kühlergehäuse 16 mit einem ebenfalls im Wesentlichen torusförmigen Kühlraum 17 auf. Das Kühlergehäuse 16 ist in den Ausführungsbeispielen auf der dem Verdichtergehäuseteil 7 zugewandten ersten Kühlerstirnseite 18 offen und auf der dem Verdichtergehäuseteil 7 abgewandten zweiten Kühlerstirnseite 19 im Wesentlichen geschlossen ausgeführt, wobei in den Ausführungsbeispielen zur Zuführung und Abführung von Kühlflüssigkeit zur bzw. von der im Kühlraum 17 des Kühlergehäuses angeordneten ring-, spiral-, oder schraubenförmig ausgebildeten Kühlleitung 22 ein Kühlmiteleintritt 20 und ein Kühlmittelaustritt 21 auf der zweiten Kühlerstirnseite 19 angeordnet sind. Fig. 4 zeigt beispielsweise eine Kühlleitung 22 mit kreisrundem Querschnitt, welche aus mehreren konzentrischen schraubenförmigen Gängen besteht. Dagegen ist in Fig. 22 eine als Flachrohrleitung zwischen Kühlmiteleintritt 20 und Kühlmittelaustritt 21 ausgebildete ringförmige Kühlleitung 22 dargestellt. Fig. 18 zeigt die Anbindung des Kühlmiteleintritts 20 und des Kühlmittelaustritts 21 an die durch ein Flachrohr gebildete Kühlleitung 22.

Bei dem in den Fig. 1 bis Fig. 11 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel sind der Verdichterstufenaustritt 13 aus der ersten Verdichterstufe 3 und der Verdichterstufeneintritt 14 in die zweite Verdichterstufe 4 jeweils durch ringförmige und konzentrisch um die Drehachse 10a ausgebildete Öffnungen auf der ersten Stirnseite 7a des Verdichtergehäuseteils 7 gebildet, wie in Fig. 2 dargestellt ist.

Die Fig. 3 zeigt das Kühlergehäuse 16 eines Zwischenkühlers 15, welches im Bereich seiner ersten Kühlerstirnseite 18 offen und im Bereich seiner zweiten Kühlerstirnseite 19 geschlossen ausgeführt ist. Der Kühlraum 17 erstreckt sich zwischen einem inneren Gehäusemantel 16a und einem äußeren Gehäusemantel 16b. Der innere Gehäusemantel 16a umgibt dabei den axialen Verdichtereintritt 11.

Fig. 5 und Fig. 6 zeigen ein Kühlergehäuse 16 mit im Kühlraum 17 angeordneter Kühlleitung 22.

Wie in den Fig. 7 bis Fig. 11 gezeigt ist, kann der Kühlraum 17 durch metallische ebene erste Kühl- und/oder Leitwände 24 in einzelne torussektorförmige Teilkühlräume 23 unterteilt sein, wobei die ersten Kühl- und Leitwände 24 speichenartig in radialer Richtung im Kühlraum 17 gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet sind.

Die ersten Kühl- und/oder Leitwände 24 erstrecken sich dabei jeweils von einem inneren Gehäusemantel 16a bis zu einem äußeren Gehäusemantel 16b des Kühlergehäuses 16. Dabei spannen zwei erste Kühl- und/oder Leitwände 24 und das Kühlergehäuse 16 jeweils einen im Wesentlichen torussektorförmigen Teilkühlraum 23 auf, wobei sich im ersten Ausführungsbeispiel der torussektorförmiger Teilkühlraum 23 um einen Winkelbereich β von etwa 18° erstreckt. Jede Kühl- und/oder Leitwand 24 weist schlitzförmige Ausnehmungen 25 zur Aufnahme der Kühlleitung 22 auf (Fig. 8). Die Ausnehmungen 25 können auch als Öffnungen, bevorzugt mit gleicher Form wie die Querschnittsfläche der Kühlleitung 22, ausgeführt sein. Damit wird eine vereinfachte Montage ermöglicht. Über die Kühl- und/oder Leitwände 24 erfolgt einerseits eine Strömungsleitung der vorverdichteten Luft durch den Zwischenkühler 15. Andererseits wird durch die Kühl- und/oder Leitwände 24 eine Vergrößerung der thermischen Wirk- bzw. Kontaktfläche zur Luft erwirkt. Kühlleitung 22 und Kühl- und/oder Leitwände 24 stehen in thermischem Kontakt, speziell indem die Kühl- und/oder Leitwände 24 mit der Kühlleitung 22 verlötet werden. Damit wird von der Luft an die Kühl- und/oder Leitwände 24 abgegebene Wärme an die Kühlleitung 22 übertragen und durch das darin strömende Kühlmittel abgeführt.

Der Verdichterstufenaustritt 13 und der Verdichterstufeneintritt 14 befinden sich für jede Teilkühlraum 23 in einem relativ schmalen Winkelabschnitt, wobei im Ausführungsbeispiel der Verdichterstufenaustritt 13 zwischen dem Verdichterstufeneintritt 14 und der Drehachse 10a angeordnet sind. Dadurch entsteht in jedem Teilkühlraum 23 eine im Wesentlichen in radialer Richtung bezüglich der Drehachse 10a orientierte Walzenströmung zwischen dem Verdichterstufenaustritt 13 und dem Verdichterstufeneintritt 14, wobei die Kühlleitung 22 im Wesentlichen in Querrichtung umströmt wird.

Um eine Kurzschlussströmung zwischen dem Verdichterstufenaustritt 13 und dem Verdichterstufeneintritt 14 im Teilkühlraum 23 zu vermeiden, ist zwischen dem Verdichterstufenaustritt 13 und dem benachbarten Verdichterstufeneintritt 14 desselben Teilkühlraum 23 zumindest ein Strömungsleitelement 31 angeordnet, welches beispielsweise durch den Verdichtergehäuseteil 7 gebildet sein kann. Es ist aber auch möglich das Strömungsleitelement 31 durch das Kühlergehäuse 16 oder einen separaten zusätzlichen Teil auszubilden. Beispielfhaft kann das Strömungsleitelement 31 als ringförmiges Wulstelement ausgeführt sein, wie in Fig. 1 im Querschnitt ersichtlich.

Das in den Fig. 12 bis Fig. 22 dargestellte zweiten Ausführungsbeispiel eines Abgasturboladers 2 mit Verdichter 1a und Abgasturbine 1b unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass mehrere – hier drei -Verdichterstufenaustritte 13 aus der ersten Verdichterstufe 3 und mehrere – hier drei - Verdichterstufeneintritte 14 in die zweite Verdichterstufe 4 im Bereich der ersten Stirnseite 7a des Verdichtergehäuseteils 7 vorgesehen sind, wobei die Verdichterstufenaustritte 13 und Verdichterstufeneintritte 14 beispielsweise kreisförmige Vollquerschnitte aufweisen.

Die Verdichterstufenaustritte 13 sind über in den Verdichtergehäuseteil 7 integrierte Austrittskanäle 26 mit der Druckseite der ersten Verdichterstufe 3 strömungsverbunden. Genauso sind die Verdichterstufeneintritte 14 über Eintrittskanäle 27 mit der Saugseite der zweiten Verdichterstufe 4 verbunden. Die Austrittskanäle 26 können dabei im Bereich der Druckseite der ersten Stufe 3 spiralförmig um die Drehachse 10a geführt sein. Die Verdichterstufenaustritte 13 und die Verdichterstufeneintritte 14 sind im Bereich der ersten Stirnseite 7a so angeordnet, dass die Verdichterstufenaustritte 13 und die Verdichterstufeneintritte 14 im Wesentlichen den gleichen Abstand in radialer Richtung von der Drehachse 10a aufweisen. Ein im Wesentlichen gleicher Abstand der Verdichterstufenaustritte 13 und der Verdichterstufeneintritte 14 von der Drehachse 10a liegt hier dann vor, wenn sich die Verdichterstufenaustritte 13 und die Verdichterstufeneintritte 14 bei einer fiktiven Drehung um die Drehachse 10a zumindest abschnittsweise überlappen, wie deutlich aus Fig. 16 erkennbar ist. Die Strömung der Luft zwi-

schen den Verdichterstufenaustritten 13 und den Verdichterstufeneintritten 14 ist in Fig. 14 durch Pfeile S angedeutet.

Der Zwischenkühler 15 weist auch hier erste Leit- und Kühlwände 24 auf, welche sich radial zwischen dem inneren Gehäusemantel 16a und dem äußeren Gehäusemantel 16b erstrecken und den Kühlraum 17 in torussektorförmige Teilkühlräume 23 unterteilen, wie aus den Fig. 17 und Fig. 21 am besten hervorgeht. Im dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel erstrecken sich dabei die Teilkühlräume 23 um einen Winkelbereich β von etwa 120° . In jedem Teilkühlraum 23 können weiters mehrere zweite Kühl- und/oder Leitwände 28 angeordnet sein, welche im Wesentlichen parallel zum Kühlkanal 22 verlaufend, also konzentrisch zur Drehachse 10a angeordnet sind. Die zweiten Kühl- und Leitwände 28 sowie der Kühlkanal 22 formen torussegmentförmige Strömungskanäle 32 um die Drehachse 10a für die zu kühlende Luft, wobei der Kühlkanal 22 im Wesentlichen in Längsrichtung von der zu kühlenden Luft umströmt wird.

Die Enden der zweiten Kühl- und/oder Leitwände 28 sind von den dazu normal stehende ersten Kühl- und/oder Leitwänden 24 beabstandet, um hier einen Strömungsübertritt zwischen den Strömungskanälen 32 zu ermöglichen. Bezogen auf einen Teilkühlraum 23 sind der jeweilige Verdichterstufenaustritt 13 aus der ersten Verdichterstufe 3 und zumindest ein Verdichterstufeneintritt 14 in die zweite Verdichterstufe 4 in Umfangsrichtung möglichst weit voneinander beabstandet, wodurch eine ausgeprägte Strömung in Längsrichtung des Kühlkanals 22 und eine gute Wärmeabgabe der vorverdichteten Luft an die Kühl- und/oder Leitwände 24, 28 bzw. die Kühlleitung 22 erzielt wird. Um dies zu verdeutlichen sind in Fig. 17 die Positionen der Verdichterstufenaustritte 13 und Verdichterstufeneintritte 14 eingeblendet.

Die Kühlwirkung kann noch verbessert werden, wenn zumindest zwei benachbarte zweite Kühl- und/oder Leitwände 28 über eine wärmeleitende Verbindung 29 miteinander thermisch verbunden werden. Die wärmeleitende Verbindung zwischen benachbarten zweiten Kühl- und/oder Leitwänden 28 kann beispielsweise durch eine lokale Einprägung 30 einer zweiten Kühl- und/oder Leitwand 28 gebildet sein, welche über eine Lötverbindung mit der benachbarten Kühl- und/oder Leitwand 28 verbunden ist, wie in Fig. 19 und Fig. 20 dargestellt ist. Dadurch wird einerseits eine thermische Verbindung erwirkt, andererseits die Strömungsbeeinflussung auf ein Minimum reduziert.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist die besonders bevorzugte Variante, dass alle Kühl- und/oder Leitwände 24, 28 miteinander und direkt oder indirekt mit der Kühlleitung 22 thermisch verbunden sind, beispielsweise auf die oben beschriebene Weise.

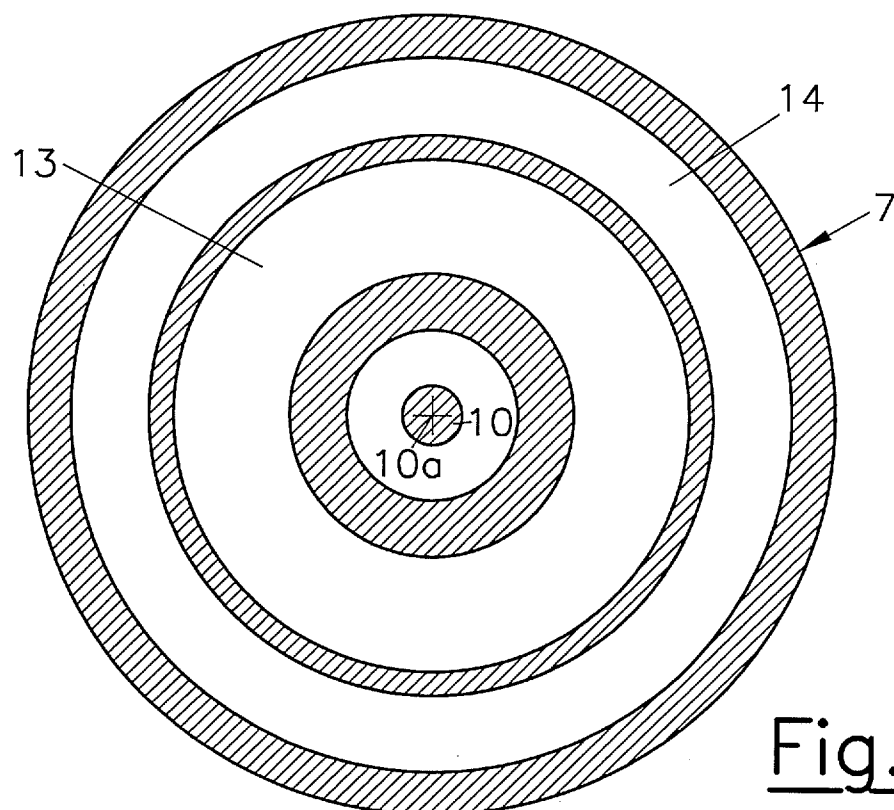
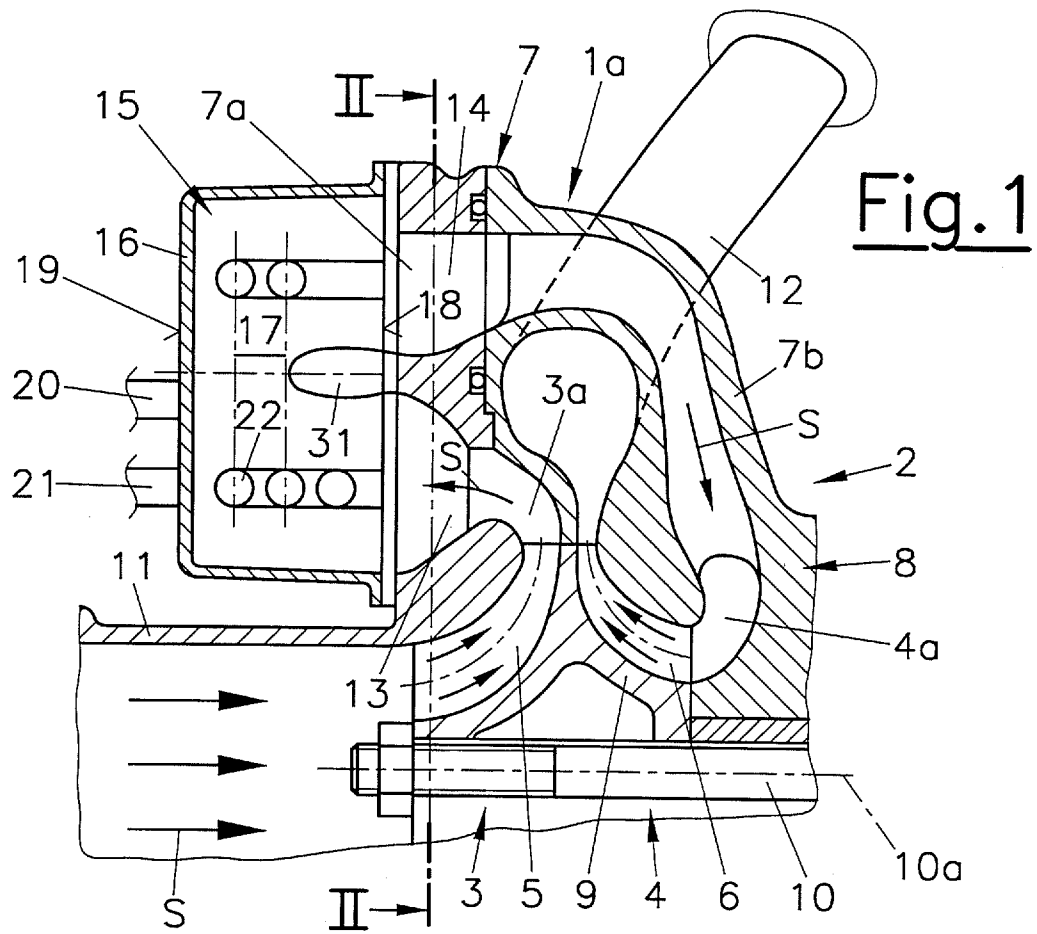
Durch jede der Ausführungsvarianten kann auf sehr kompakte Weise eine effektive Zwischenkühlung der verdichteten Luft zwischen der ersten und der zweiten Verdichterstufe 3, 4 erreicht und somit die thermische Belastung des Abgasturboladers 2 wesentlich vermindert werden. Damit ist eine höhere mechanische Dauerhaltbarkeit gegeben. Des Weiteren werden durch die Kühlung der Luft die Effizienz sowohl der zweiten Verdichterstufe 4 als auch des nachgelagerten Motors erhöht.

PATENTANSPRÜCHE

1. Mehrstufiger Abgasturbolader (2), insbesondere Hochdruckturbolader, für eine Brennkraftmaschine, mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine (1b) und einem eine erste Verdichterstufe (3) und eine zweite Verdichterstufe (4) aufweisenden Verdichter (1a) mit zumindest einem in einem Verdichtergehäuseteil (7) des Abgasturboladergehäuses (8) angeordneten Verdichterlaufrad (9), wobei Turbinenlaufrad und Verdichterlaufrad (9) auf einer im Abgasturboladergehäuse (8) um eine Drehachse (10a) drehbar gelagerten gemeinsamen Welle (10) angeordnet sind, wobei der Verdichtergehäuseteil (7) einen axialen Verdichtereintritt (11) zum Anschluss an eine Frischluftleitung aufweist, wobei strömungsmäßig zwischen der ersten Verdichterstufe (3) und der zweiten Verdichterstufe (4) ein Zwischenkühler (15) angeordnet ist, und wobei der Zwischenkühler (15) mit zumindest einem Verdichterstufenaustritt (13) aus der ersten Verdichterstufe (3) und mit zumindest einem Verdichterstufeneintritt (14) in die zweite Verdichterstufe (4) strömungsverbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenkühler (15) ein mit dem Verdichtergehäuseteil (7) verbundenes Kühlergehäuse (16) aufweist und der Zwischenkühler (15) direkt an den zumindest einen Verdichterstufenaustritt (13) und den zumindest einen Verdichterstufeneintritt (14) angeschlossen ist, wobei zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) aus der ersten Verdichterstufe (3) und zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) in die zweite Verdichterstufe (4) im Bereich einer vorzugsweise ringförmigen ersten Stirnseite (7a) des Verdichtergehäuseteils (7) angeordnet sind.
2. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlergehäuse (16) im Wesentlichen die Form eines Torus [Donut- oder Bagelform], vorzugsweise eines Trapez- oder Rechtecktorus, aufweist, wobei das Kühlergehäuse (16) konzentrisch zur Drehachse (10a) angeordnet ist und vorzugsweise den axialen Verdichtereintritt (11) umgibt.
3. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Stirnseite (7a) auf der der Abgasturbine (1b) abgewandten Seite des Verdichtergehäuseteils (7) angeordnet ist.
4. Abgasturbolader (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) und/oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) koaxial zur Drehachse (10a) der Welle (10) des Abgasturboladers (2) verlaufend ausgebildet sind.

5. Abgasturbolader (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) und/oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) im Verdichtergehäuseteil (7) ringförmig oder spiralförmig um die Drehachse (10a) der Welle (10) des Abgasturboladers (2) verlaufend angeordnet sind.
6. Abgasturbolader (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) und/oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) - bezogen auf die Drehachse (10a) - in unterschiedlichen Winkelbereichen angeordnet sind.
7. Abgasturbolader (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Kühlergehäuse (16) eine Kühlflüssigkeit führende, vorzugsweise ring- und/oder spiralförmig um die Drehachse (10a) gewundene, Kühlleitung (22) angeordnet ist.
8. Abgasturbolader (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenkühler (15) und/oder das Kühlergehäuse (16) im Bereich einer dem Verdichtergehäuseteil (7) zugewandten ersten Kühlerstirnseite (18) im Wesentlichen offen ausgebildet ist.
9. Abgasturbolader (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb des Zwischenkühler (15) zumindest eine vorzugsweise metallische Kühl- und/oder Leitwand (24, 28) für die zu kühlende Luft angeordnet ist.
10. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine erste Kühl- und/oder Leitwand (24) - vorzugsweise mehrere erste Kühl- und/oder Leitwände (24) - radial in Bezug auf die Drehachse (10a) verlaufend - besonders vorzugsweise gleichmäßig um den Umfang verteilt - angeordnet ist bzw. sind.
11. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Kühl- und/oder Leitwand (24, 28) zumindest eine Ausnehmung (25) für die Kühlleitung (22) aufweist.
12. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei erste Kühl- und/oder Leitwände (24) und das Kühlergehäuse (16) einen im Wesentlichen torussektorförmigen Teilkühlraum (23) aufspannen, wobei vorzugsweise sich zumindest ein torussektorförmiger Teilkühlraum (23) um einen Winkelbereich (β) von mindestens etwa 10° erstreckt.

13. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb zumindest eines Teilkühlraumes (23) zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) aus der ersten Verdichterstufe (3) und zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) in die zweite Verdichterstufe (4) unterschiedliche radiale Abstände zur Drehachse (10a) aufweisen, wobei vorzugsweise zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) in radialer Richtung zwischen Verdichterstufeneintritt (14) und Drehachse (10a) oder zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) in radialer Richtung zwischen Verdichterstufenaustritt (13) und Drehachse (10a) angeordnet ist.
14. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Winkelbereich (β) eines torussektorförmigen Teilkühlraumes (23) maximal etwa 90° , vorzugsweise maximal 60° , besonders vorzugsweise etwa 18° , beträgt.
15. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen zumindest einem Verdichterstufenaustritt (13) und einem benachbarten Verdichterstufeneintritt (14) desselben Teilkühlraum (23) zumindest ein Strömungsleitelement (31) angeordnet ist.
16. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb zumindest eines Teilkühlraumes (23) zumindest ein Verdichterstufenaustritt (13) aus der ersten Verdichterstufe (3) und zumindest ein Verdichterstufeneintritt (14) in die zweite Verdichterstufe (4) in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind, wobei vorzugsweise innerhalb des Teilkühlraumes (23) der Verdichterstufenaustritt (13) und der Verdichterstufeneintritt (14) im Wesentlichen gleich entfernt von der Drehachse (10a) angeordnet sind.
17. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Winkelbereich (β) eines torussektorförmigen Teilkühlraumes (23) zumindest etwa 90° , vorzugsweise zumindest etwa 120° , beträgt.
18. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine zweite Kühl- und/oder Leitwand (28) im Wesentlichen parallel zur Kühlleitung (22) verlaufend angeordnet ist, wobei vorzugsweise die zweite Kühl- und/oder Leitwand (28) einen Abstand zu zumindest einer benachbarten ersten Kühl- und/oder Leitwand (24) aufweist.
19. Abgasturbolader (2) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei benachbarte zweite Kühl- und/oder Leitwände (28) durch zumindest eine wärmeleitende Verbindung (29) miteinander fest verbunden sind.



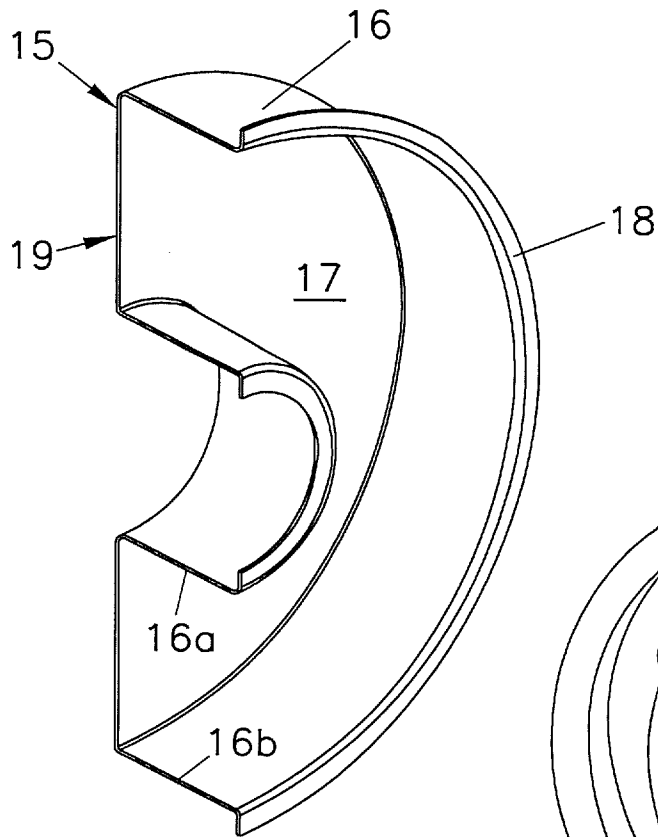


Fig.3

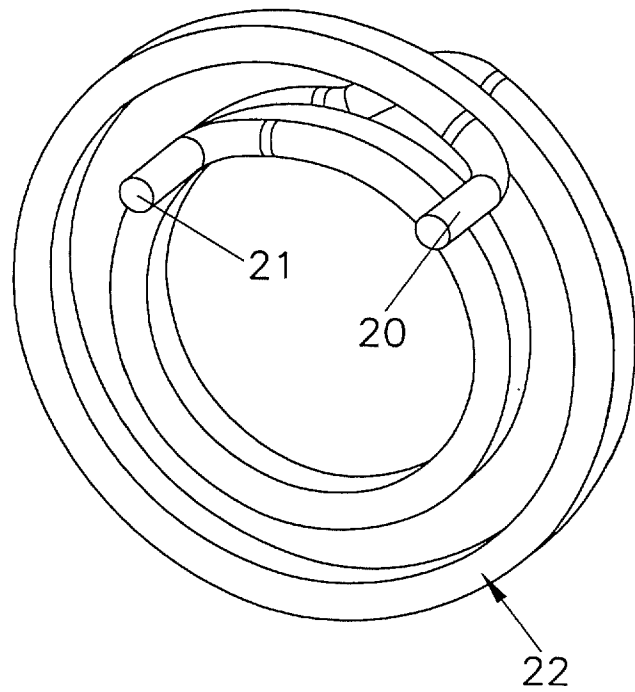


Fig.4

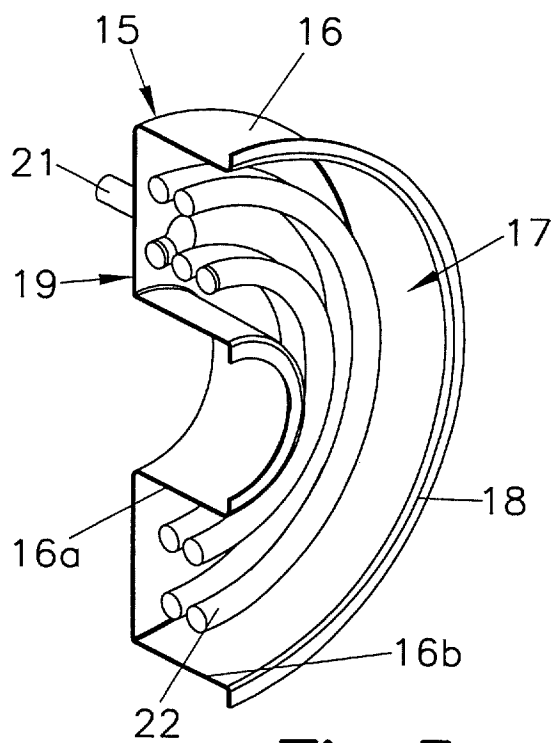


Fig.5

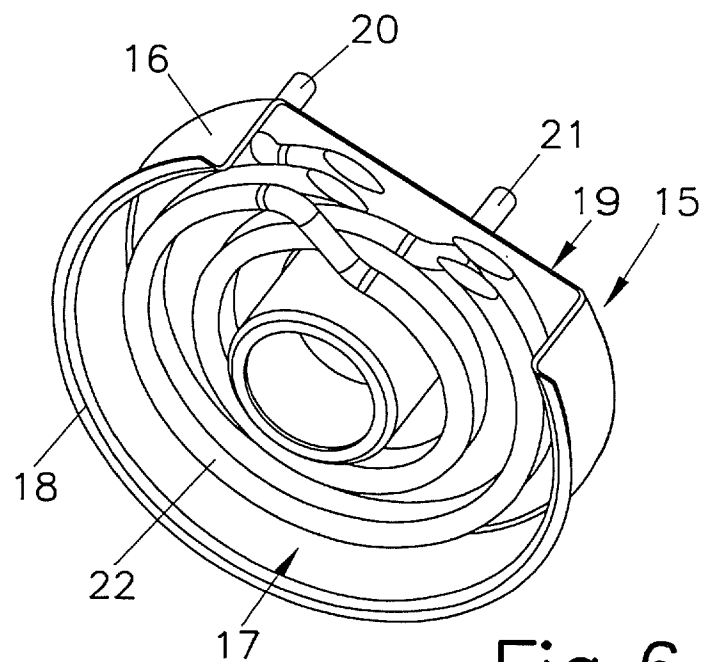
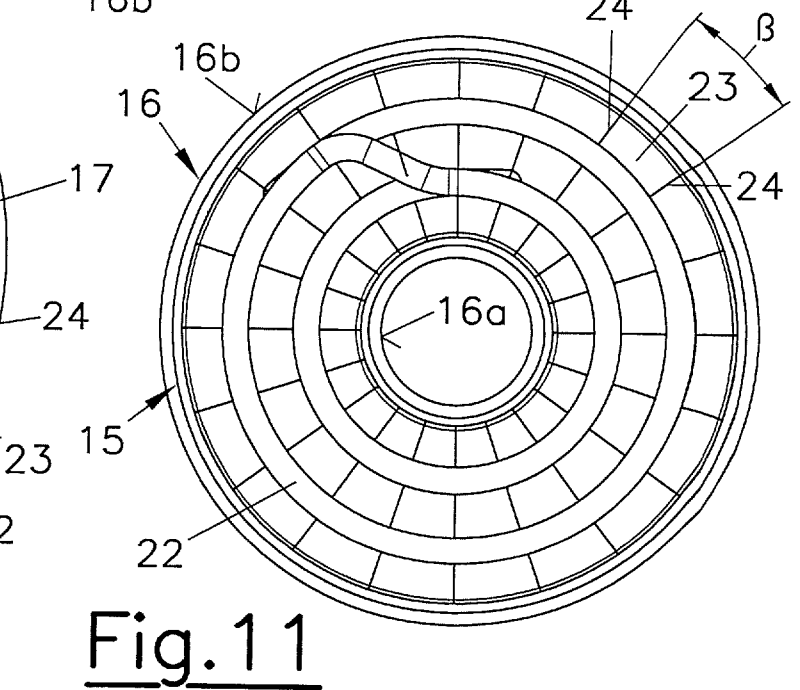
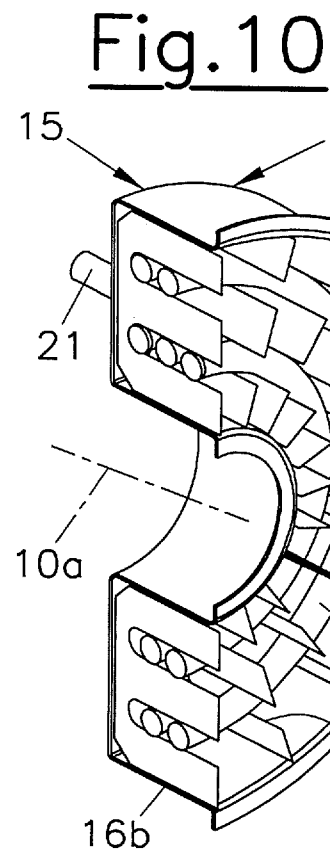
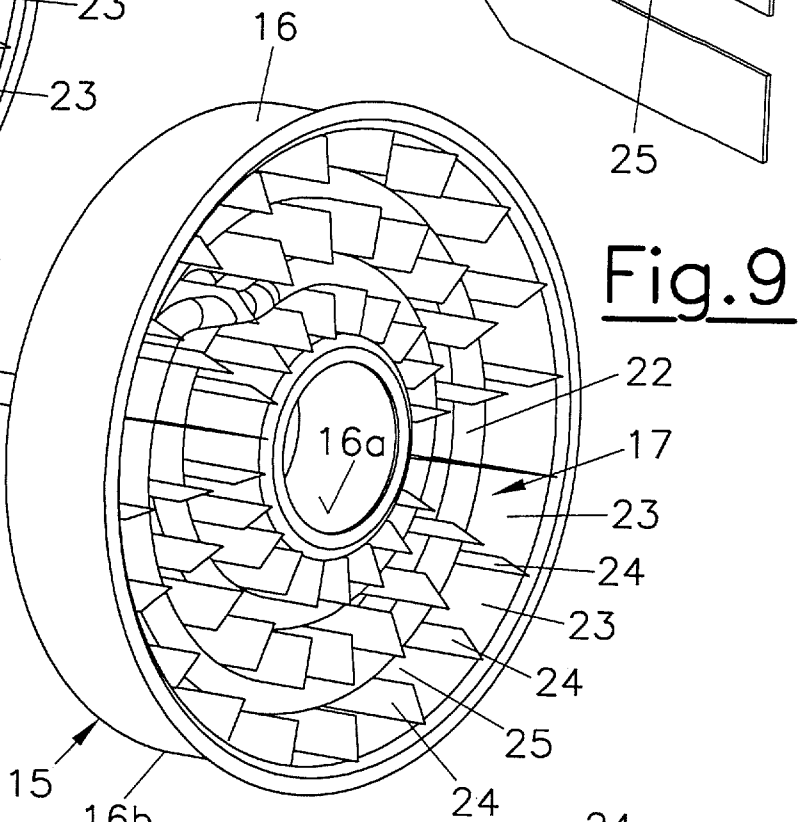
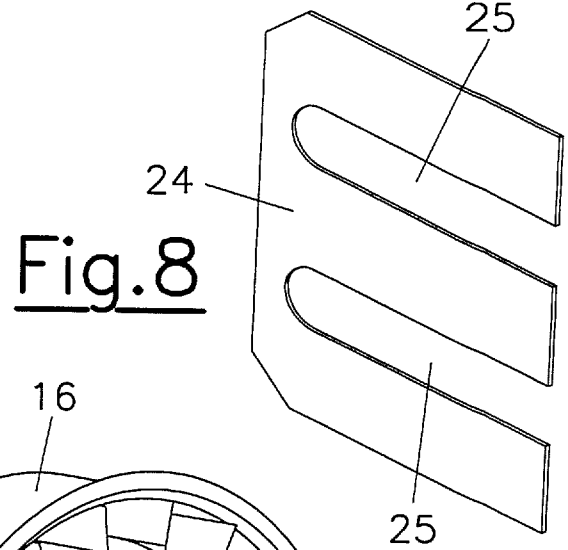
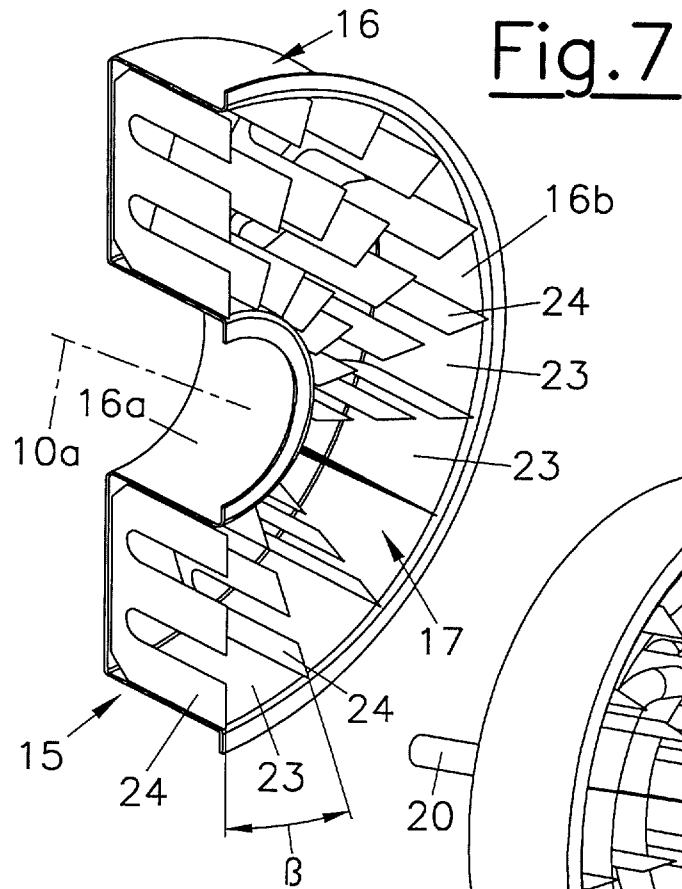
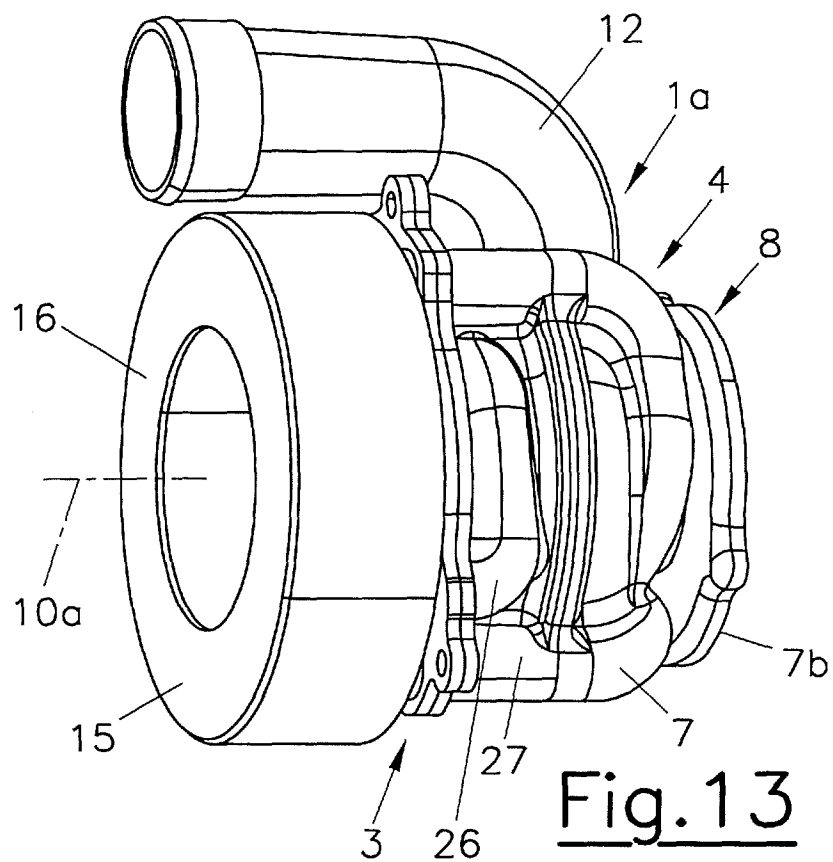
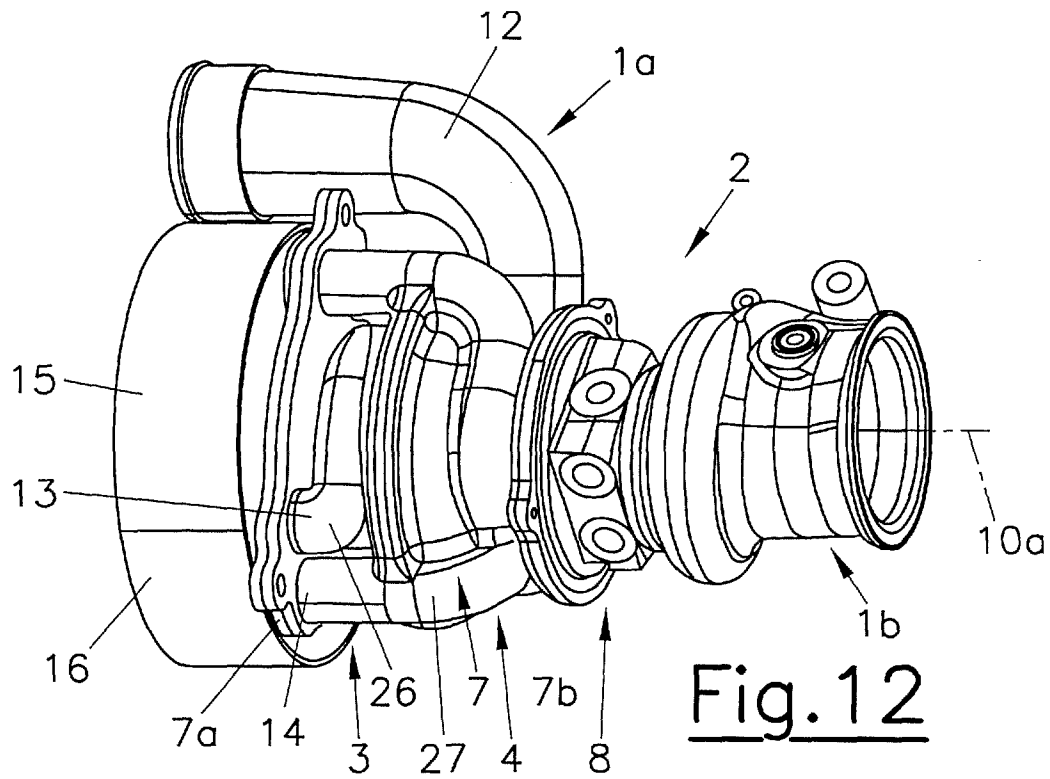
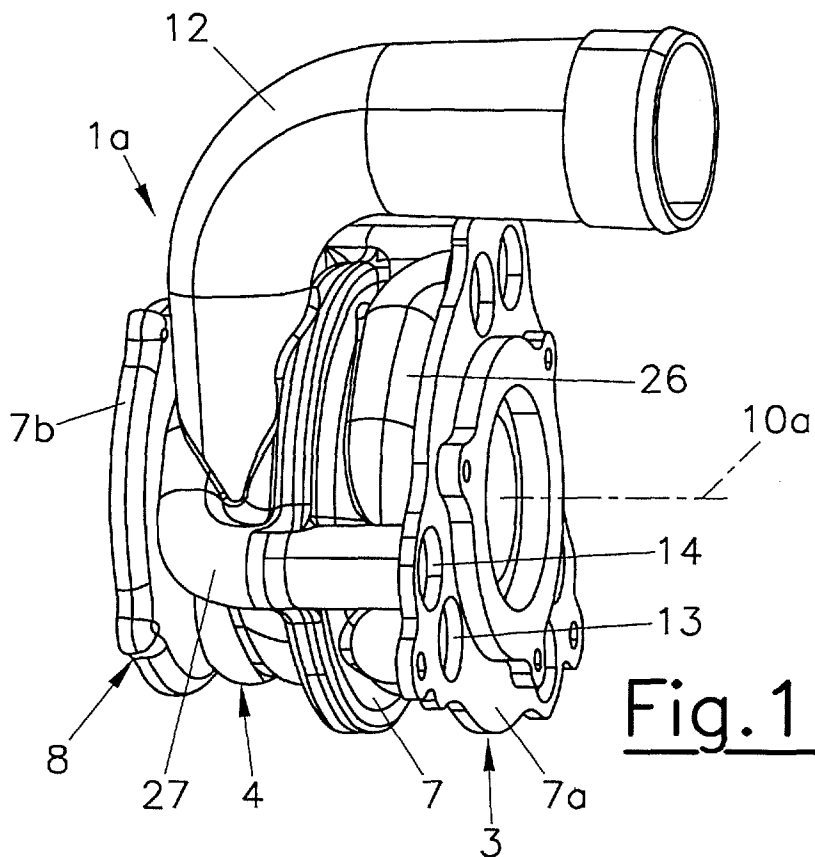
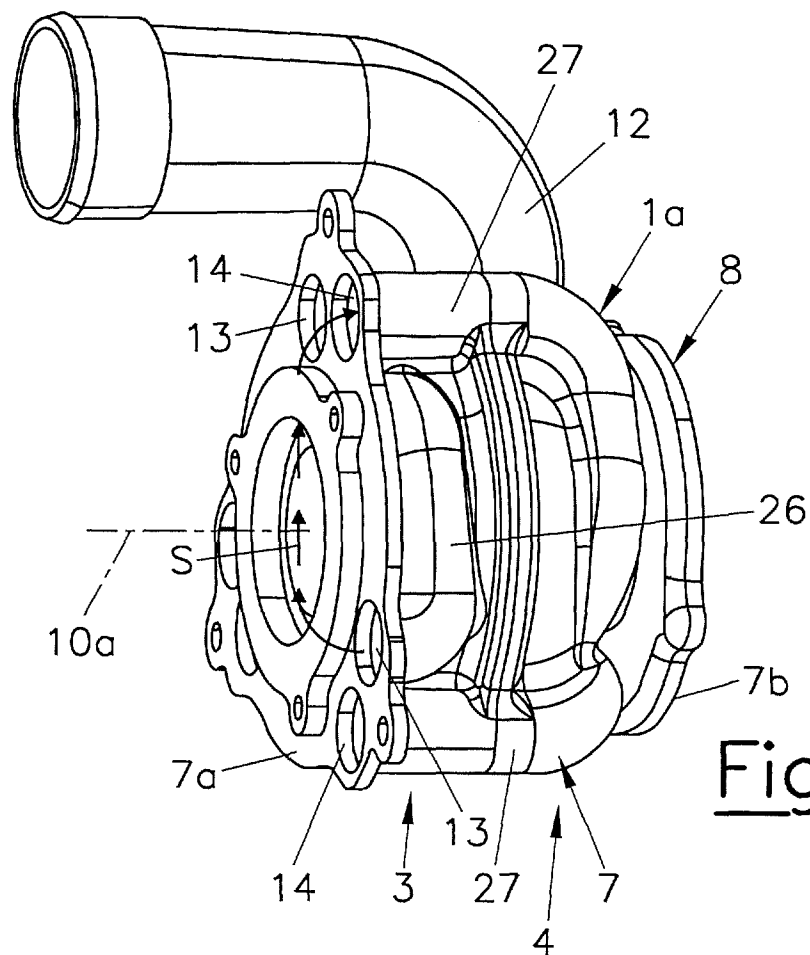
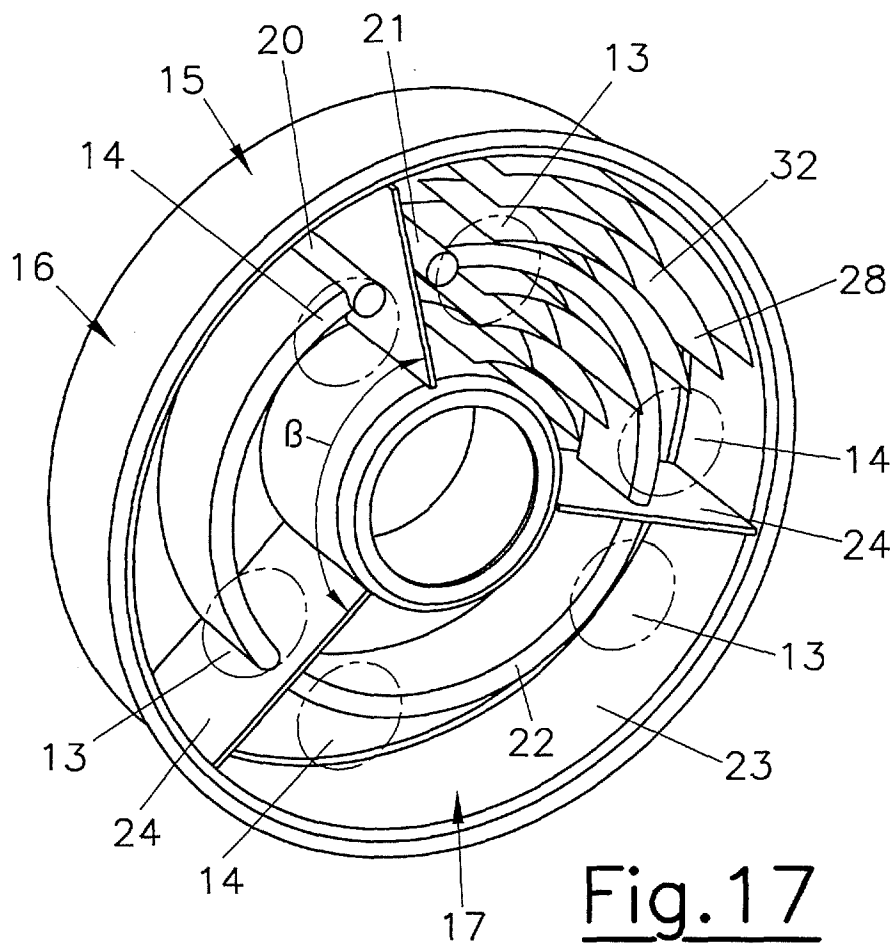
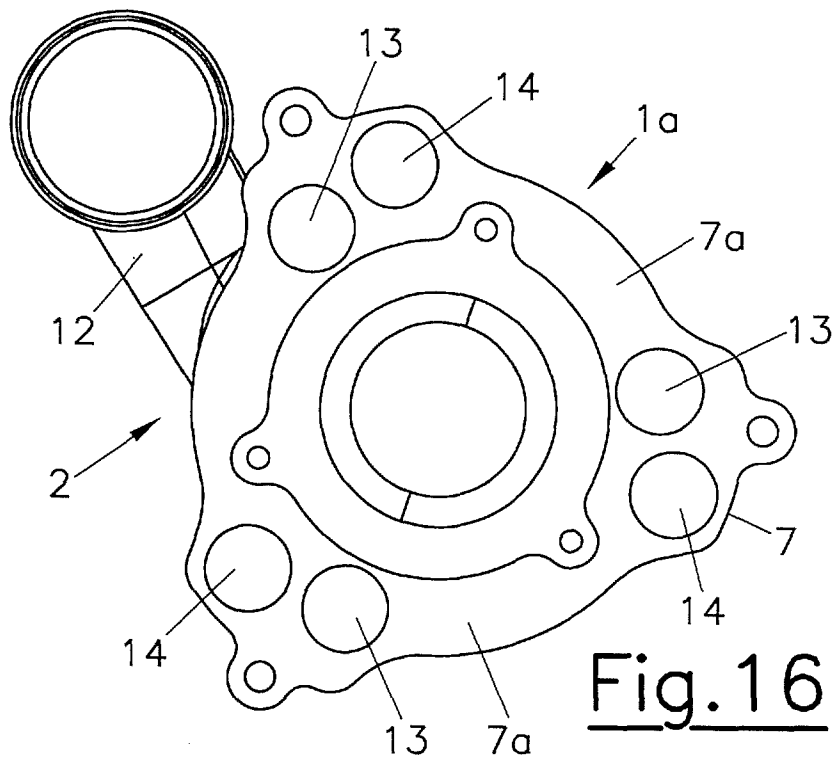


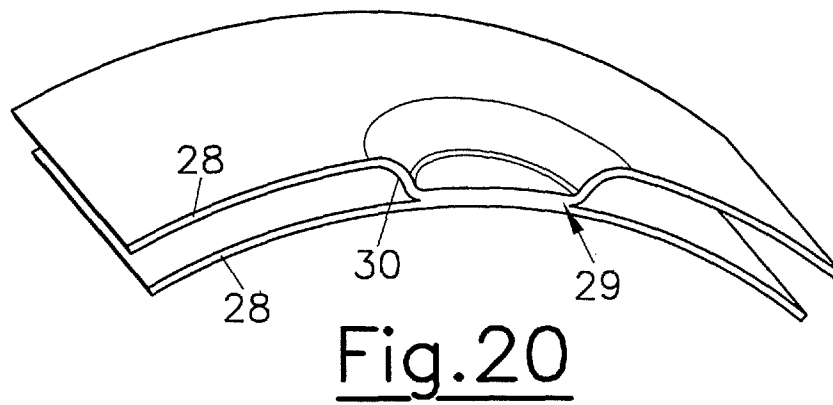
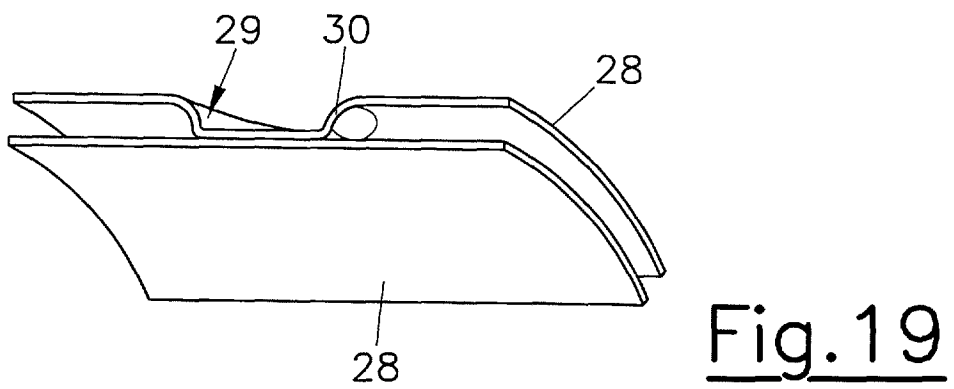
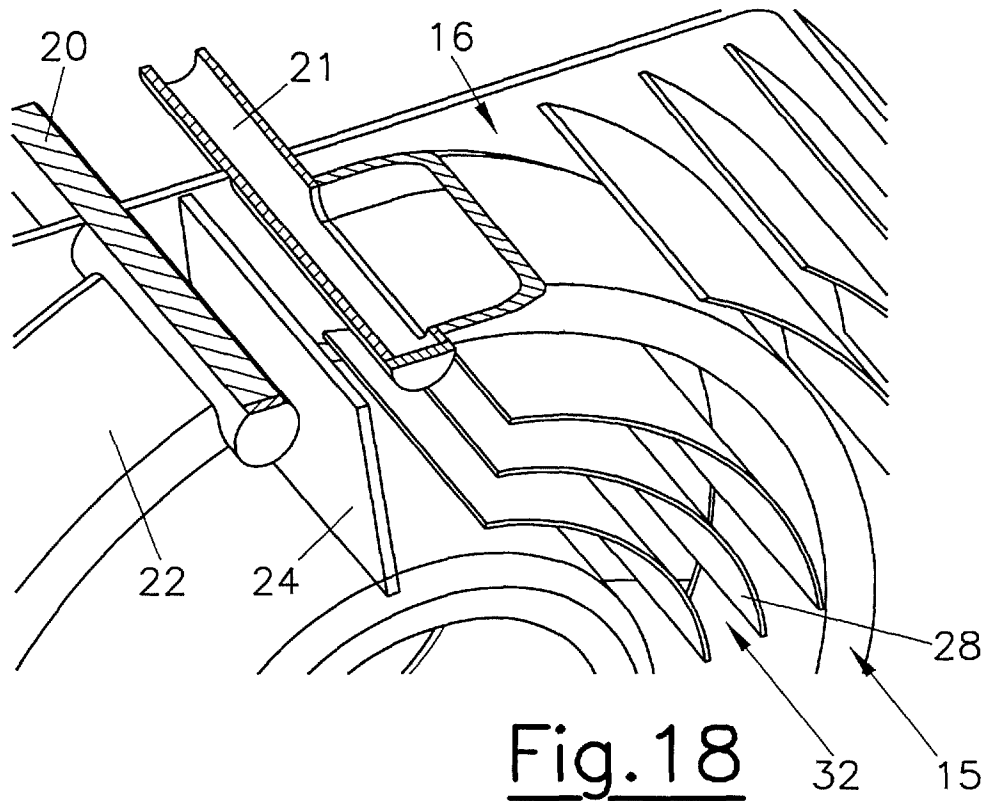
Fig.6











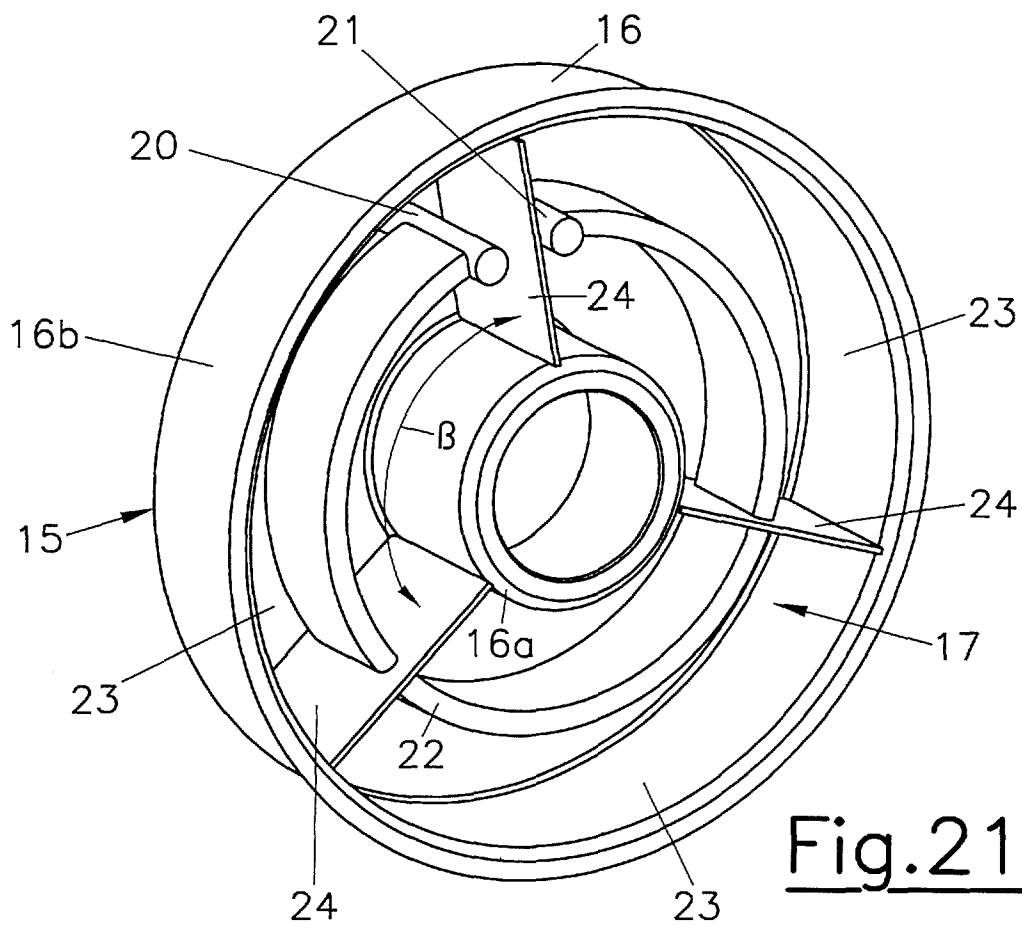


Fig. 21

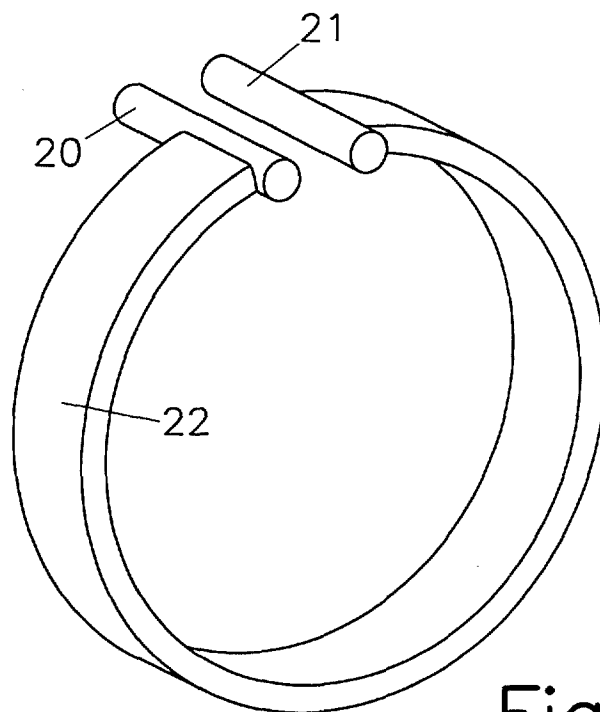


Fig. 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/AT2016/050076

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02C6/12 F02C7/143 F04D29/58
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)

F02C F04D F02B F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2004/055740 A1 (MESHENKY STEVEN P [US] ET AL) 25 March 2004 (2004-03-25) paragraph [0037] - paragraph [0048]; figures 1-6	1-5,7, 9-15 16-19
X A	CH 215 474 A (SULZER AG [CH]) 30 June 1941 (1941-06-30) page 2; figures 1-6	1-15 16-19
X A	US 2 612 310 A (JEAN EGGMANN) 30 September 1952 (1952-09-30) column 1, line 30 - line 47; figure 1	1,5-7 7,9-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2016

Date of mailing of the international search report

25/07/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Robelin, Bruno

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2016/050076

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004055740	A1	25-03-2004	
		AU 2003265660 A1	08-04-2004
		BR 0314625 A	26-07-2005
		CA 2499376 A1	01-04-2004
		CN 1682021 A	12-10-2005
		DE 60319111 T2	05-02-2009
		EP 1546522 A1	29-06-2005
		JP 2006500502 A	05-01-2006
		MX PA05002904 A	27-05-2005
		US 2004055740 A1	25-03-2004
		WO 2004027234 A1	01-04-2004
CH 215474	A	30-06-1941	NONE
US 2612310	A	30-09-1952	NONE
US 3134536	A	26-05-1964	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02C6/12 F02C7/143 F04D29/58
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F02C F04D F02B F04B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 2004/055740 A1 (MESHENKY STEVEN P [US] ET AL) 25. März 2004 (2004-03-25) Absatz [0037] - Absatz [0048]; Abbildungen 1-6	1-5,7, 9-15 16-19
X A	CH 215 474 A (SULZER AG [CH]) 30. Juni 1941 (1941-06-30) Seite 2; Abbildungen 1-6	1-15 16-19
X A	US 2 612 310 A (JEAN EGGMANN) 30. September 1952 (1952-09-30) Spalte 1, Zeile 30 - Zeile 47; Abbildung 1	1,5-7 7,9-19



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

13. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/07/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Robelin, Bruno

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2016/050076

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004055740	A1	25-03-2004	AU 2003265660 A1 08-04-2004
			BR 0314625 A 26-07-2005
			CA 2499376 A1 01-04-2004
			CN 1682021 A 12-10-2005
			DE 60319111 T2 05-02-2009
			EP 1546522 A1 29-06-2005
			JP 2006500502 A 05-01-2006
			MX PA05002904 A 27-05-2005
			US 2004055740 A1 25-03-2004
			WO 2004027234 A1 01-04-2004

CH 215474	A	30-06-1941	KEINE

US 2612310	A	30-09-1952	KEINE

US 3134536	A	26-05-1964	KEINE
