

(19)



(11)

EP 3 861 145 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

19.03.2025 Patentblatt 2025/12

(21) Anmeldenummer: **19782583.9**

(22) Anmeldetag: **01.10.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F02B 37/16 ^(2006.01) **F02B 37/18** ^(2006.01)
C22C 38/02 ^(2006.01) **F02B 37/00** ^(2006.01)
F02C 6/12 ^(2006.01) **C22C 38/42** ^(2006.01)
C22C 38/56 ^(2006.01) **C22C 38/58** ^(2006.01)
C22C 38/52 ^(2006.01) **C22C 38/46** ^(2006.01)
C22C 38/48 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

C22C 38/02; C22C 38/42; C22C 38/46;
C22C 38/48; C22C 38/52; C22C 38/58;
F02B 37/162; F02B 37/18; C21D 2211/001

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2019/076651

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/070163 (09.04.2020 Gazette 2020/15)

(54) **ABGASTURBOLADER, DER EINEN STAHL-WERKSTOFF FÜR HOCHTEMPERATUR-ANWENDUNGEN AUFWEIST**

TURBOCHARGER, HAVING A STEEL MATERIAL FOR HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS

TURBOCOMPRESSEUR À GAZ D'ÉCHAPPEMENT COMPRENANT UN MATÉRIAU D'ACIER DESTINÉ À DES UTILISATIONS À TEMPÉRATURE ÉLEVÉE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **05.10.2018 DE 102018217057**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.2021 Patentblatt 2021/32

(73) Patentinhaber: **Vitesco Technologies GmbH**
93055 Regensburg (DE)

(72) Erfinder:

• **HILLER, Marc**
81737 München (DE)

• **THOMAS, Martin**
81737 München (DE)
• **KOCH, Achim**
81737 München (DE)

(74) Vertreter: **Vitesco Technologies**
Landsberger Straße 187 - Haus D
80687 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 980 254 EP-A2- 2 765 214
WO-A1-2017/194282 WO-A1-2018/036757
WO-A2-2010/036533

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 861 145 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader, der einen Stahl-Werkstoff für Hochtemperatur-Anwendungen aufweist, insbesondere einen Stahl-Werkstoff, der sich zum Einsatz bei hohen Temperaturen bis über 1000°C eignet.

[0002] Die Entwicklung neuer Technologien sowie die Weiterentwicklung entsprechender Vorrichtungen und Verfahren hin zu höherer Leistung und Effizienz bei gleichzeitiger Reduzierung des Ressourceneinsatzes gehen sehr häufig einher mit gesteigerten Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe in Bezug auf Festigkeit, Temperaturbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Bearbeitbarkeit. Des Weiteren spielt beim industriellen Einsatz natürlich auch der Preis eine bedeutende Rolle.

[0003] Einer solchen technologischen Herausforderung, die immer höhere Anforderungen stellt, ist traditionell der Fahrzeugbau und insbesondere die Entwicklung der darin eingesetzten Verbrennungsmotoren unterworfen.

[0004] Zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und des Schadstoff-Ausstoßes bei gleichbleibender oder sogar gesteigerter Leistung des Verbrennungsmotors werden vermehrt kleinvolumige Motorkonzepte, sogenannte Downsizing-Konzepte, zugrunde gelegt, die zur Leistungssteigerung mit Abgasturboladern ausgestattet sind. Hierbei stellen insbesondere bei Otto-Verbrennungsmotoren die vorherrschenden hohen Abgastemperaturen bis über 1000°C eine starke Herausforderung für die in der Abgasturbine eingesetzten Werkstoffe dar. Hierbei besteht die Tendenz, die Betriebstemperaturen weiter zu steigern, um die bei der Verbrennung entstehende Wärmeenergie effizienter nutzen zu können. Weiterhin besteht auch bei Otto-Verbrennungsmotoren die Tendenz hin zu einem mageren Betrieb mit Lambda nahe 1, wodurch die Abgastemperaturen zusätzlich steigen. Die thermische Belastung der im Abgasbereich, also auch im Turbolader, eingesetzten Werkstoffe steigt also.

[0005] Das Wirkprinzip eines Abgasturboladers besteht darin, die im Abgasstrom enthaltene Energie zu nutzen, um den Druck im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors zu erhöhen und so eine bessere Befüllung des Brennraumes mit Luft-Sauerstoff zu bewirken und somit mehr Treibstoff, Benzin oder Diesel, pro Verbrennungsvorgang umsetzen zu können, also die Leistung des Verbrennungsmotors zu erhöhen.

[0006] Dazu weist der Abgasturbolader eine im Abgasstrakt des Verbrennungsmotors angeordnete Abgasturbine, einen im Ansaugtrakt angeordneten Frischluftverdichter und ein dazwischen angeordnetes Läuferlager auf. Die Abgasturbine weist ein Turbinengehäuse und ein darin angeordnetes, durch den Abgasmassenstrom angetriebenes Turbinenlaufrad auf. Der Frischluftverdichter weist ein Verdichtergehäuse und ein darin angeordnetes, einen Ladedruck aufbauendes Verdichterlaufrad auf. Das Turbinenlaufrad und das Verdichterlaufrad

sind auf den sich gegenüberliegenden Enden einer gemeinsamen Welle, der sogenannten Läuferwelle, drehfest angeordnet und bilden so den sogenannten Turboladerläufer. Die Läuferwelle erstreckt sich axial zwischen Turbinenlaufrad und Verdichterlaufrad durch das zwischen Abgasturbine und Frischluftverdichter angeordnete Läuferlager und ist in diesem, in Bezug auf die Läuferwellenachse, radial und axial drehgelagert. Gemäß diesem Aufbau treibt das vom Abgasmassenstrom angetriebene Turbinenlaufrad über die Läuferwelle das Verdichterlaufrad an, wodurch der Druck im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors, bezogen auf den Frischluftmassenstrom hinter dem Frischluftverdichter, erhöht und dadurch eine bessere Befüllung des Brennraumes mit Luft-Sauerstoff bewirkt wird.

[0007] Weiterhin ist im Turbinengehäuse in der Regel eine Einrichtung vorgesehen um den auf das Turbinenlaufrad strömenden Abgas-Massenstrom zu beeinflussen. Hier gibt es im Wesentlichen zwei unterschiedliche Einrichtungen, die wahlweise vorgesehen werden. Zum einen ist dies ein sogenanntes Wastegate-Ventil, zum anderen eine sogenannte Variable Turbinengeometrie (VTG).

[0008] Über ein Wastegate-Ventil kann der Abgasmassenstrom bei Bedarf am Turbinenlaufrad vorbei direkt in den Abgastrakt stromabwärts der Abgasturbine geleitet werden, wogegen über die variable Turbinengeometrie die Richtung und die Menge des auf das Turbinenlaufrad auftreffenden Abgasmassenstroms beeinflusst werden kann.

[0009] Je nach Drehzahl und Abgasmassenstrom des Verbrennungsmotors wird in Abhängigkeit von den Lastanforderungen das Wastegate-Ventil bzw. die Variable Turbinengeometrie so eingestellt, dass die Drehzahl von Turbinen- und Verdichterlaufrad sowie das Druckverhältnis, insbesondere an der Abgasturbine, innerhalb des gewünschten Arbeitsbereichs des Abgasturboladers gehalten werden kann.

[0010] Um die bei der Verbrennung im Verbrennungsmotor entstehende Wärmeenergie mit höheren Wirkungsgraden durch den Abgasturbolader nutzen zu können, werden, wie bereits erwähnt, die Abgastemperaturen möglichst hoch gehalten. Durch die heißen Abgase, die durch das Turbinengehäuse strömen, wird dieses und die im Abgasmassenstrom angeordneten Bauteile mit einer thermischen Wechselbeanspruchung mit Temperaturen bis über 1000°C beaufschlagt. Des Weiteren besteht die Forderung nach hoher Festigkeit und Formbeständigkeit der Bauteile bei einem möglichst geringen Gewicht, also einem reduzierten Materialeinsatz.

[0011] Um diese hohen Anforderungen erfüllen zu können wurden bisher Stahl-Werkstoffe mit zumeist teilweise austenitischem Gefüge und insbesondere einem hohen Nickelgehalt bis zu 40% eingesetzt.

[0012] Solche Werkstoffe sind zum Beispiel Stahlguss-Werkstoffe mit der Kurzbezeichnung 1.4848 (GX40CrNiSi25-20) und 1.4849 (GX40NiCrSiNb38-19).

[0013] Dabei zeichnet sich der Werkstoff 1.4848 durch

die folgende Werkstoff-Zusammensetzung aus: 0,3-0,5% C; 1,0-2,5% Si; max. 2,0% Mn; max.0,04% P; max.0,03% S; 24,0-27,0% Cr; max.0,5% Mo; 19,0-22,0% Ni; Rest Fe.

[0014] Der Werkstoff 1.4849 weist die folgende Werkstoff-Zusammensetzung auf: 0,3-0,5% C; 1,0-2,5% Si; max. 2,0% Mn; max.0,03% S; 18,0-21,0% Cr; max.0,5% Mo; 36,0-39,0% Ni; 1,2-1,8%Nb; Rest Fe.

[0015] Der hohe Nickelgehalt erhöht die Festigkeit und Haltbarkeit der Werkstoffe insbesondere bei Betriebstemperaturen bis zu 1050°C. Jedoch ist Nickel ein verhältnismäßig teurer Werkstoff, weshalb kostengünstigere Alternativen gesucht werden.

[0016] Ein weiterer hochwarmfester Werkstoff mit sehr niedrigem Nickelanteil, der insbesondere eingesetzt wird im Druck und Dampfkesselbau sowie in Luft- und Raumfahrttechnik und Turbinenbau ist der Werkstoff 1.4923 (X22CrMoV12-1), der folgende Zusammensetzung aufweist: 0,18-0,24% C; 11,0-12,5% Cr; 0,3-0,8% Ni; 0,8-1,2% V; Rest Fe. Bei diesem Werkstoff wird eine Erhöhung der Zeitdehn- und Zeitstandfestigkeit durch den Vanadium-Anteil und den erhöhten Molybdänzusatz bewirkt. Die Festigkeitswerte fallen jedoch bereits bei Temperaturen über 500°C erheblich ab, was die Verwendung für Abgasturbinengehäuse, wie oben beschrieben, erheblich einschränkt.

[0017] Zudem offenbaren WO 2010/036533 A2, WO 2017/194282 A1 und WO 2018/036757 A1 Abgasturbolader aus Stahl-Werkstoffen für Hochtemperatur-Anwendungen.

[0018] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Stahl-Werkstoff für Hochtemperatur-Anwendungen aufweisenden Abgasturbolader anzugeben, der sich durch niedrige Materialkosten, also insbesondere bei niedrigem Nickelanteil des Werkstoffes, in einem Temperaturbereich bis über 1050°C durch ausreichend Festigkeit und Zeitstandfestigkeit für den Einsatz in Verbindung mit Verbrennungsmotoren auszeichnet.

[0019] Diese Aufgabe wird durch einen Abgasturbolader mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder, sofern es sich nicht um sich gegenseitig ausschließende Alternativen handelt, in Kombination miteinander eingesetzt werden können, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0020] Erfindungsgemäß wird ein Abgasturbolader mit einem Turbinengehäuse mit einem zentrisch zu einer Turbinengehäuseachse angeordneten Aufnahmebereich für ein Turbinenlaufrad des Abgasturboladers und zumindest einem, sich schneckenförmig zum Aufnahmebereich für das Turbinenlaufrad hin verjüngenden Turbinen-Spiralkanal offenbart, wobei im Turbinengehäuse ein Wastegate-Ventil mit einem Spindelarm und einem daran angeordneten Klappenteller, oder eine variable Abgasleiteinrichtung mit Lagerscheiben und Leitschaukeln angeordnet ist, wobei zumindest eines der Bauteile: Turbinengehäuse, Spindelarm und Klappen-

teller, oder Lagerscheiben und Leitschaukeln, einen Stahl-Werkstoff für Hochtemperatur-Anwendungen aufweist, dessen Werkstoffzusammensetzung außer Eisen, Fe, aus den folgende Legierungsbestandteile in Mengen in den angegebenen Grenzen in Gewichtsprozent besteht:

Kohlenstoff, C: 0,4-0,5%;

Silizium, Si: 1,25-1,75%;

Mangan, Mn: 3,0-12,0%;

Chrom, Cr: 19,5-20,5%;

Nickel, Ni: 5,0-6,0%;

Niob, Nb: 1,00-1,5%

und optional zusätzlich zumindest einen der weiteren Legierungsbestandteile in Anteilen bis zu maximal den angegebenen Mengen in Gewichtsprozent enthält:

Wolfram, W: bis zu 0,6%;

Vanadium, V: bis zu 0,12%;

Kupfer, Cu: bis zu 0,25%;

Kobalt, Co: bis zu 1,0%;

Schwefel, S: bis zu 0,03% und

Phosphor, P: bis zu 0,04%,

sowie unvermeidbare Verunreinigungen in Mengenanteilen, die in Bezug auf die Werkstoffeigenschaften vernachlässigbar sind, aufweist.

[0021] In weiterer Ausführung des beim erfindungsgemäßen Abgasturbolader verwendeten Stahl-Werkstoffs kann insbesondere zumindest einer der Mengenanteile der Legierungsbestandteile Silizium und Mangan in engere Grenzen gefasst werden, so dass zumindest einer dieser Bestandteile zumindest in Mengen in den folgenden Grenzen in Gewichtsprozent zugefügt wird:

Silizium, Si: 1,35-1,65%;

Mangan, Mn: 7,0-12,0%.

[0022] Die Menge an Mangan kann insbesondere auch weiter, auf einen Anteil von 9,0 - 12%, eingegrenzt werden.

[0023] Damit können die gewünschten Werkstoffeigenschaften auf höherem Niveau mit höherer Zuverlässigkeit erzielt werden.

[0024] Bei den oben angegebenen Legierungszusammensetzungen sind gegenüber bekannten Stahlwerkstoffen für Hochtemperatur-Anwendungen insbesondere die in Kombination erhöhten Anteile an Mangan, Chrom und Niob, bei moderater Zugabe von Nickel für die erzielten Werkstoffeigenschaften verantwortlich. Die genannte Legierung zeichnet sich dabei durch hohe Warm-Festigkeit bei gleichzeitiger Korrosionsbeständigkeit insbesondere in den aggressiven, heißen Abgasen eines Verbrennungsmotors aus.

[0025] Weiterhin kann, zur Erzielung bestimmter Eigenschaften die erfindungsgemäße Werkstoffzusammensetzung durch Zugabe von zumindest einer der ge-

nannten weiteren Legierungsbestandteile, in Anteilen bis zu maximal den jeweils angegebenen Mengen in Gewichtsprozent, ergänzt sein:

Wolfram, W: bis zu 0,6%;
Vanadium, V: bis zu 0,12%;
Kupfer, Cu: bis zu 0,25%;
Kobalt, Co: bis zu 1,0%;
Schwefel, S: bis zu 0,03% und
Phosphor, P: bis zu 0,04%.

[0026] Das heißt, zumindest eines dieser Elemente wird definitiv in messbarer Menge, jedoch in einer Menge bis zu der jeweils angegebenen Grenze zugegeben. Es können jedoch auch zwei, drei, vier, fünf oder alle dieser Elemente in unterschiedlicher Kombination, jedes jedoch nur in einer Menge bis zu der jeweils angegebenen Grenze, zugegeben werden.

[0027] Dies kann, je nach Kombination, verschieden sekundäre Werkstoffeigenschaften der Legierung, wie zum Beispiel die Zerspanbarkeit, die Schweißbarkeit, die Gießbarkeit etc., positiv beeinflussen.

[0028] In weiter verfeinerter Ausführung ist der beim erfindungsgemäßen Abgasturbolader verwendete Stahl-Werkstoff dadurch gekennzeichnet, dass er den zumindest einen der oben genannten, der Legierung zugefügten weiteren Legierungsbestandteile in Anteilen von jeweils zumindest den angegebenen Mengen in Gewichtsprozent aufweist:

Wolfram, W: zumindest 0,3%;
Vanadium, V: zumindest 0,06%;
Kupfer, Cu: zumindest 0,1%;
Kobalt, Co: zumindest 0,5%;
Schwefel, S: zumindest 0,013% und
Phosphor, P: zumindest 0,02%.

[0029] So ergibt sich, in Kombination mit den zuvor festgelegten Obergrenzen der Zugabemengen der weiteren Legierungsbestandteile jeweils ein Mengenbereich:

für Wolfram, W: zwischen 0,3 bis 0,6%;
für Vanadium, V: zwischen 0,06 bis 0,12%;
für Kupfer, Cu: zwischen 0,1 bis 0,25%;
für Kobalt, Co: zwischen 0,5 bis 1,0%;
für Schwefel, S: zwischen 0,013 bis 0,03% und
für Phosphor, P: zwischen 0,02 bis 0,04%.

[0030] Dabei weist der Stahl-Werkstoff zumindest eines dieser weiteren Elemente in einer Menge innerhalb des angegebenen Mengenbereichs auf. Der Stahl-Werkstoff kann jedoch auch zwei, drei, vier, fünf oder alle der genannten weiteren Elemente in Mengen innerhalb der angegebenen Grenzen aufweisen.

[0031] Der hohe Mangananteil sowie die weiteren Legierungsbestandteile tragen zur weiteren Steigerung der gewünschten Werkstoffeigenschaften bei und bewirken

insbesondere eine fortschreitende Umwandlung von Ferrit in Austenit bei erhöhten Werkstofftemperaturen. Darüber hinaus ist die Korrosionsbeständigkeit erhöht.

[0032] Eine weitere Ausprägung des beim erfindungsgemäßen Abgasturbolader verwendeten Stahl-Werkstoffs ist demnach dadurch gekennzeichnet, dass der Stahl-Werkstoff ein vollständig austenitisch ausgebildetes Gefüge, aufweist. Dies führt zu einer signifikanten Reduktion der Bildung von Sigma-Phasen im Werkstoffgefüge und trägt zur Erzielung und Stabilisierung der gewünschten Werkstoffeigenschaften bei.

[0033] Mit der angegebenen Werkstoffzusammensetzung des beim erfindungsgemäßen Abgasturbolader verwendeten Stahl-Werkstoffes werden die für den Einsatz bei Turbinengehäusen für Abgasturbolader erforderlichen Materialeigenschaften in Bezug auf die Mindeststeckgrenze, die Zugfestigkeit und die Korrosionsbeständigkeit erzielt bei gleichzeitig gegenüber bisher gebräuchlichen Hochtemperaturwerkstoffen stark reduziertem Nickel-Anteil und somit reduzierten Materialkosten.

[0034] Dies wird unter anderem dadurch erzielt, dass die Legierungsbestandteile in Zusammensetzung und Menge so aufeinander abgestimmt und ggf. in engen Grenzen definiert sind, dass ein hoher Anteil an austenitischem Gefüge, ausgebildet ist, im Idealfall bis zu 100%.

[0035] Der erfindungsgemäße Abgasturbolader weist ein Turbinengehäuse mit einem zentrisch zu einer Turbinengehäuseachse angeordneten Aufnahmebereich für ein Turbinenlaufrad des Abgasturboladers und zumindest einem, sich schneckenförmig zum Aufnahmebereich für das Turbinenlaufrad hin verjüngenden, Abgas-Spiralkanal auf. Im Turbinengehäuse ist ein Waste-gate-Ventil mit einem Spindelarm und einem daran angeordneten Klappenteller oder eine variable Abgasleitrichtung VTG mit Lagerscheiben und Leitschaufeln angeordnet. Dies entspricht im Wesentlichen einer Anordnung wie einleitend bereits beschrieben. Der erfindungsgemäße Abgasturbolader ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Bauteile: Turbinengehäuse, Spindelarm und Klappenteller, oder Lagerscheiben und Leitschaufeln, einen erfindungsgemäßen Stahl-Werkstoff mit einer Legierungszusammensetzung, wie in einer der vorausgehend beschriebenen Ausführungen beschrieben, aufweist.

[0036] Ein entsprechender Abgasturbolader zeichnet sich durch eine erhöhte Lebensdauer bei erhöhter Betriebssicherheit aus. Dies wird erzielt durch für den Einsatzfall optimierte Werkstoffeigenschaften der genannten Bauteile, insbesondere in Bezug auf die Hochtemperaturfestigkeit, bei gleichzeitig, gegenüber herkömmlichen Bauteilen aus hochlegierten Nickel-Legierungen, reduziertem Preis.

[0037] Die Merkmale und Merkmalskombinationen der vorstehend in der Beschreibung genannten Ausführungen des erfindungsgemäßen Gegenstandes sind, soweit diese nicht alternativ anwendbar sind oder sich gar ge-

gegenseitig ausschließen, einzeln, zum Teil oder insgesamt, auch in gegenseitiger Kombination oder gegenseitiger Ergänzung, in Fortbildung des erfindungsgemäßen Gegenstands anzuwenden, ohne den Rahmen der Erfindung, wie in den Ansprüchen definiert, zu verlassen.

[0038] Entsprechende Ausführungen erfindungsgemäßer Abgasturbolader werden mit Hilfe der Figuren näher erläutert, dabei zeigt:

Figur 1 eine schematisch vereinfachte Darstellung eines Abgasturboladers mit Wastegate-Ventil, in Halbschnittdarstellung, und

Figur 2 eine dreidimensionale Darstellung eines Abgasturboladers mit variabler Abgasleiteinrichtung, in Viertelschnittdarstellung.

Funktions- und Benennungsgleiche Teile sind in den Figuren durchgehend mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0039] Anhand der Figur ist der prinzipielle Aufbau eines Abgasturboladers 1, mit einem Wastegate-Ventil, wie einführend bereits grob beschrieben, in schematisch vereinfachter Halbschnitt-Darstellung gezeigt.

[0040] In der Regel weist ein gebräuchlicher Abgasturbolader 1, wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt, einen mehrteiligen Aufbau auf. Dabei sind eine im Abgastrakt des Verbrennungsmotors anordenbares Turbinengehäuse 20, ein im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors anordenbares Verdichtergehäuse 30 und zwischen Turbinengehäuse 20 und Verdichtergehäuse 30 ein Lagergehäuse 40 auf einer gemeinsamen Turboladerachse 2 hintereinander angeordnet und montage-technisch miteinander verbunden. Eine weitere Baueinheit des Abgasturboladers 1 stellt der Turboladerläufer 10 dar, der eine Läuferwelle 14, ein in dem Turbinengehäuse 20 angeordnetes Turbinenlaufrad 12 und ein in dem Verdichtergehäuse 30 angeordnetes Verdichterlaufrad 13 aufweist. Das Turbinenlaufrad 12 und das Verdichterlaufrad 13 sind auf den sich gegenüberliegenden Enden der gemeinsamen Läuferwelle 14 angeordnet und mit diesen drehfest verbunden. Die Läuferwelle 14 erstreckt sich in Richtung der Turboladerachse 2 axial durch das Lagergehäuse 40 und ist in diesem axial und radial um seine Längsachse, die Läuferdrehachse 15, drehgelagert, wobei die Läuferdrehachse 15 in der Turboladerachse 2 liegt, also mit dieser zusammenfällt. Dabei liegt auch die Turbinengehäuseachse 2a in einer Linie mit der Läuferdrehachse 15 und der Turboladerachse 2. Der Abgasmassenstrom AM durch das Turbinengehäuse 20 und der Frischluftmassenstrom FM durch das Verdichtergehäuse 30 sind jeweils mit entsprechenden Pfeilen dargestellt.

[0041] Das Turbinengehäuse 20 weist einen, in anderen Ausführungen ggf. auch mehrere, ringförmig um die Turboladerachse 2 und den Aufnahmebereich des Turbinenlaufrads 12 angeordneten, sich schneckenförmig zum Aufnahmebereich und dem Turbinenlaufrad 12 hin verjüngenden Turbinen-Spiralkanal 22, eine sogenannte

Abgasflute, auf. Diese Abgasflute weist einen tangential nach außen gerichteten Abgaszuführkanal 23 mit einem Krümmer-Anschlussstutzen 24 zum Anschluss an einen Abgaskrümmer (nicht dargestellt) eines Verbrennungsmotors auf, durch den der Abgasmassenstrom AM in die jeweilige Abgasflute strömt. Die Abgasflute weist weiterhin eine zumindest über einen Teil des Innenumfanges verlaufende Ringspaltöffnung, den sogenannten Abgas-Eintrittsspalt 25, auf, der in zumindest anteilmäßig radialer Richtung auf das Turbinenlaufrad 12 hin gerichtet verläuft und durch den der Abgasmassenstrom AM auf das Turbinenlaufrad 12 strömt.

[0042] Das Turbinengehäuse 20 weist weiterhin einen Abgasabführkanal 26 auf, der vom axialen Ende des Turbinenlaufrades 12 weg in Richtung der Turboladerachse 2 verläuft und einen Auspuff-Anschlussstutzen 27 zum Anschluss an das Auspuffsystem (nicht dargestellt) des Verbrennungsmotors aufweist. Über diesen Abgasabführkanal 26 wird der aus dem Turbinenlaufrad 12 austretende Abgasmassenstrom AM in das Auspuffsystem des Verbrennungsmotors abgeführt. Der das Turbinengehäuse 20 kennzeichnende erfindungsgemäße Stahl-Werkstoff SWst, aus dem das Turbinengehäuse 20 gefertigt ist, ist dabei durch die Kreuzschraffur symbolisiert.

[0043] Ein Wastegate-Ventil 29 verbindet den Abgaszuführkanal 23 in Strömungsrichtung des Abgasmassenstroms AM vor dem Turbinenlaufrad 12 mit dem Abgasabführkanal 26 in Strömungsrichtung des Abgasmassenstroms AM hinter dem Turbinenlaufrad 12 über einen Wastegatekanal 291 im Turbinengehäuse 20. Das Wastegate-Ventil 29 kann über eine Schließvorrichtung, geöffnet oder geschlossen werden. Diese Schließvorrichtung weist einen im Turbinengehäuse 20 drehgelagerten Spindelarm 292 auf, an dem ein Klappenteller 293 angeordnet ist. Sowohl Spindelarm 292 als auch der Klappenteller 293 sind in diesem Beispiel aus dem erfindungsgemäßen Stahl-Werkstoff SWst hergestellt. Durch Betätigung des Spindelarms 292 mittels eines externen Aktuators (nicht dargestellt), wird der Klappenteller 293 zum Schließen bzw. zum Öffnen des Wastegate-Ventils 29 dichtend auf den Ventilsitz 294 des Wastegatekanals 291 aufgelegt oder von diesem abgehoben.

[0044] Figur 2 zeigt dagegen eine Ausführung eines Abgasturboladers 1 mit einer Abgasleiteinrichtung, hier einer Variablen Turbinengeometrie 50, auch kurz als VTG bezeichnet. Der prinzipielle Aufbau des Abgasturboladers 1 mit Turbinengehäuse 20, Verdichtergehäuse 30, Lagergehäuse 40 und dem Turboladerläufer 10 stimmt dabei im Wesentlichen mit dem in Figur 1 gezeigten Abgasturbolader 1 überein. Statt eines Wastegate-Ventils ist hier jedoch eine VTG 50 vorgesehen. Diese besteht im Wesentlichen aus zwei ringförmigen Lagerscheiben 51, 52, die in einem bestimmten Abstand zueinander in dem ringspaltförmigen Übergangsbereich zwischen dem Turbinen-Spiralkanal 22 und dem Turbinenlaufrad 12 angeordnet sind und so den Abgas-Eintrittsspalt 25 bilden. Zwischen den Lagerscheiben 51, 52

sind im Abgas-Eintrittsspalt 25, über den Umfang des Abgas-Eintrittsspalts verteilt, mehrere Leitschaufeln angeordnet. Diese sind zumindest in einer der Lagerscheiben drehgelagert aufgenommen und ihre Drehlage kann mittels einer auf der Rückseite dieser Lagerscheibe angeordneten Betätigungsmechanik 55 und einem externen Aktuator (nicht dargestellt) eingestellt werden. Sowohl das Turbinengehäuse 20 als auch die Lagerscheiben 51, 52 und die Leitschaufeln 53 bestehen bei dieser Ausführung aus dem erfindungsgemäßen Stahl-Werkstoff SWst.

Patentansprüche

1. Abgasturbolader (1) mit einem Turbinengehäuse (21) mit einem zentrisch zu einer Turbinengehäuseachse (2a) angeordneten Aufnahmebereich für ein Turbinenlaufrad (12) des Abgasturboladers (1) und zumindest einem, sich schneckenförmig zum Aufnahmebereich für das Turbinenlaufrad (12) hin verjüngenden, Turbinen-Spiralkanal (22),

wobei im Turbinengehäuse ein Wastegate-Ventil mit einem Spindelarm und einem daran angeordneten Klappenteller, oder eine variable Abgasleiteinrichtung mit Lagerscheiben und Leitschaufeln angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Bauteile: Turbinengehäuse, Spindelarm und Klappenteller, oder Lagerscheiben und Leitschaufeln, einen Stahl-Werkstoff (21a) für Hochtemperatur-Anwendungen aufweist, dessen Werkstoffzusammensetzung, außer Eisen, Fe, aus folgenden Legierungsbestandteile in Mengen in den angegebenen Grenzen in Gewichtsprozent besteht:

Kohlenstoff, C: 0,4-0,5%;
Silizium, Si: 1,25-1,75%;
Mangan, Mn: 3,0-12,0%;
Chrom, Cr: 19,5-20,5%;
Nickel, Ni: 5,0-6,0%;
Niob, Nb: 1,00-1,5%,
und optional zusätzlich zumindest einen der weiteren Legierungsbestandteile in Anteilen bis zu maximal den angegebenen Mengen in Gewichtsprozent enthält:

Wolfram, W: bis zu 0,6%;
Vanadium, V: bis zu 0,12%;
Kupfer, Cu: bis zu 0,25%;
Kobalt, Co: bis zu 1,0%;
Schwefel, S: bis zu 0,03% und
Phosphor, P: bis zu 0,04%,
sowie unvermeidbare Verunreinigungen in Mengenanteilen, die in Bezug

auf die Werkstoffeigenschaften vernachlässigbar sind, aufweist.

2. Abgasturbolader nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahlwerkstoff zumindest einen der angegebenen Legierungsbestandteile zumindest in Mengen in den folgenden Grenzen in Gewichtsprozent aufweist:

Silizium, Si: 1,35-1,65%;
Mangan, Mn: 7,0-12,0%, insbesondere 9,0-12%.

3. Abgasturbolader nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahlwerkstoff zumindest einen der weiteren Legierungsbestandteile in Anteilen bis zu der maximal angegebenen Menge in Gewichtsprozent enthält.

4. Abgasturbolader nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahlwerkstoff den zumindest einen der weiteren Legierungsbestandteile in Anteilen von jeweils zumindest den angegebenen Mengen in Gewichtsprozent enthält:

Wolfram, W: zumindest 0,3%;
Vanadium, V: zumindest 0,06%;
Kupfer, Cu: zumindest 0,1%;
Kobalt, Co: zumindest 0,5%;
Schwefel, S: zumindest 0,013% und
Phosphor, P: zumindest 0,02%.

5. Abgasturbolader nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl-Werkstoff ein vollständig austenitisch ausgebildetes Gefüge aufweist.

Claims

1. Exhaust-gas turbocharger (1) having a turbine housing (21) with a receiving region, arranged centrally with respect to a turbine housing axis (2a), for a turbine impeller (12) of the exhaust-gas turbocharger (1) and with at least one turbine spiral duct (22) which tapers in a helical shape towards the receiving region for the turbine impeller (12),

wherein, in the turbine housing, there is arranged a wastegate valve with a spindle arm and a flap plate arranged thereon or a variable exhaust-gas guiding device with bearing discs and guide vanes,

characterized in that at least one of the components: turbine housing, spindle arm and flap plate, or bearing discs and guide vanes, has a steel material (21a) for high-temperature applications, the material composition of which, in

addition to iron, Fe, consists of the following alloy constituents in amounts within the stated limits in percent by weight:

carbon, C: 0.4-0.5%;
silicon, Si: 1.25-1.75%;
manganese, Mn: 3.0-12.0%;
chromium, Cr: 19.5-20.5%;
nickel, Ni: 5.0-6.0%;
niobium, Nb: 1.00-1.5%,
and optionally additionally comprises at least one of the further alloy constituents in proportions up to at most the stated amounts in percent by weight:

tungsten, W: up to 0.6%;
vanadium, V: up to 0.12%;
copper, Cu: up to 0.25%;
cobalt, Co: up to 1.0%;
sulfur, S: up to 0.03% and
phosphorus, P: up to 0.04%,
and has unavoidable impurities in proportions which are negligible with regard to the material properties.

2. Exhaust-gas turbocharger according to Claim 1, **characterized in that** the steel material has at least one of the stated alloy constituents at least in amounts within the following limits in percent by weight:

silicon, Si: 1.35-1.65%;
manganese, Mn: 7.0-12.0%, in particular 9.0-12%.

3. Exhaust-gas turbocharger according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the steel material comprises at least one of the further alloy constituents in proportions up to the maximum stated amount in percent by weight.

4. Exhaust-gas turbocharger according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the steel material comprises the at least one of the further alloy constituents in proportions of in each case at least the stated amounts in percent by weight:

tungsten, W: at least 0.3%;
vanadium, V: at least 0.06%;
copper, Cu: at least 0.1%;
cobalt, Co: at least 0.5%;
sulfur, S: at least 0.013% and
phosphorus, P: at least 0.02%.

5. Exhaust-gas turbocharger according to any of the preceding claims, **characterized in that** the steel material has a completely austenitic structure.

Revendications

1. Turbocompresseur à gaz d'échappement (1) avec un carter de turbine (21) avec une zone de réception pour une roue de turbine (12) du turbocompresseur à gaz d'échappement (1) agencée de manière centrée par rapport à un axe de carter de turbine (2a) et au moins un canal en spirale de turbine (22) se rétrécissant en forme de vis sans fin vers la zone de réception pour la roue de turbine (12),

une soupape Wastegate avec un bras de broche et un plateau de clapet agencé sur celui-ci, ou un dispositif de guidage variable des gaz d'échappement avec des disques de palier et des aubes directrices étant agencés dans le carter de turbine,

caractérisé en ce qu'au moins un des composants : carter de turbine, bras de broche et plateau de clapet, ou disques de palier et aubes directrices, présente un matériau d'acier (21a) pour des applications à haute température, dont la composition de matériau, à l'exception du fer, Fe, est constituée des constituants d'alliage suivants en quantités dans les limites indiquées en pourcentage en poids :

carbone, C : 0,4-0,5 % ;
silicium, Si : 1,25-1,75 % ;
manganèse, Mn : 3,0-12,0 % ;
chrome, Cr : 19,5-20,5 % ;
nickel, Ni : 5,0-6,0 % ;
niobium, Nb : 1,00-1,5 % ,

et, en option, contient en outre au moins l'un des autres constituants d'alliage dans des proportions allant jusqu'au maximum des quantités indiquées en pourcentage en poids :

tungstène, W : jusqu'à 0,6 % ;
vanadium, V : jusqu'à 0,12 % ;
cuivre, Cu : jusqu'à 0,25 % ;
cobalt, Co : jusqu'à 1,0 % ;
soufre, S : jusqu'à 0,03 % et
phosphore, P : jusqu'à 0,04 % ,
ainsi que des impuretés inévitables dans des proportions négligeables par rapport aux propriétés du matériau.

2. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau d'acier présente au moins l'un des constituants d'alliage indiqués, au moins en des quantités comprises dans les limites suivantes, en pourcentage en poids :

silicium, Si : 1,35-1,65 % ;
manganèse, Mn : 7,0-12,0 % , notamment 9,0-12 % .

3. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau d'acier contient au moins l'un des autres constituants d'alliage dans des proportions allant jusqu'à la quantité maximale indiquée en pourcentage en poids. 5
4. Turbocompresseur à gaz d'échappement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau d'acier contient au moins l'un des autres constituants d'alliage dans des proportions respectivement au moins égales aux quantités indiquées en pourcentage en poids : 10
- tungstène, W : au moins 0,3 % ; 15
 vanadium, V : au moins 0,06 % ;
 cuivre, Cu : au moins 0,1 % ;
 cobalt, Co : au moins 0,5 % ;
 soufre, S : au moins 0,013 % et
 phosphore, P : au moins 0,02 %. 20
5. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau d'acier présente une structure entièrement austénitique. 25

30

35

40

45

50

55

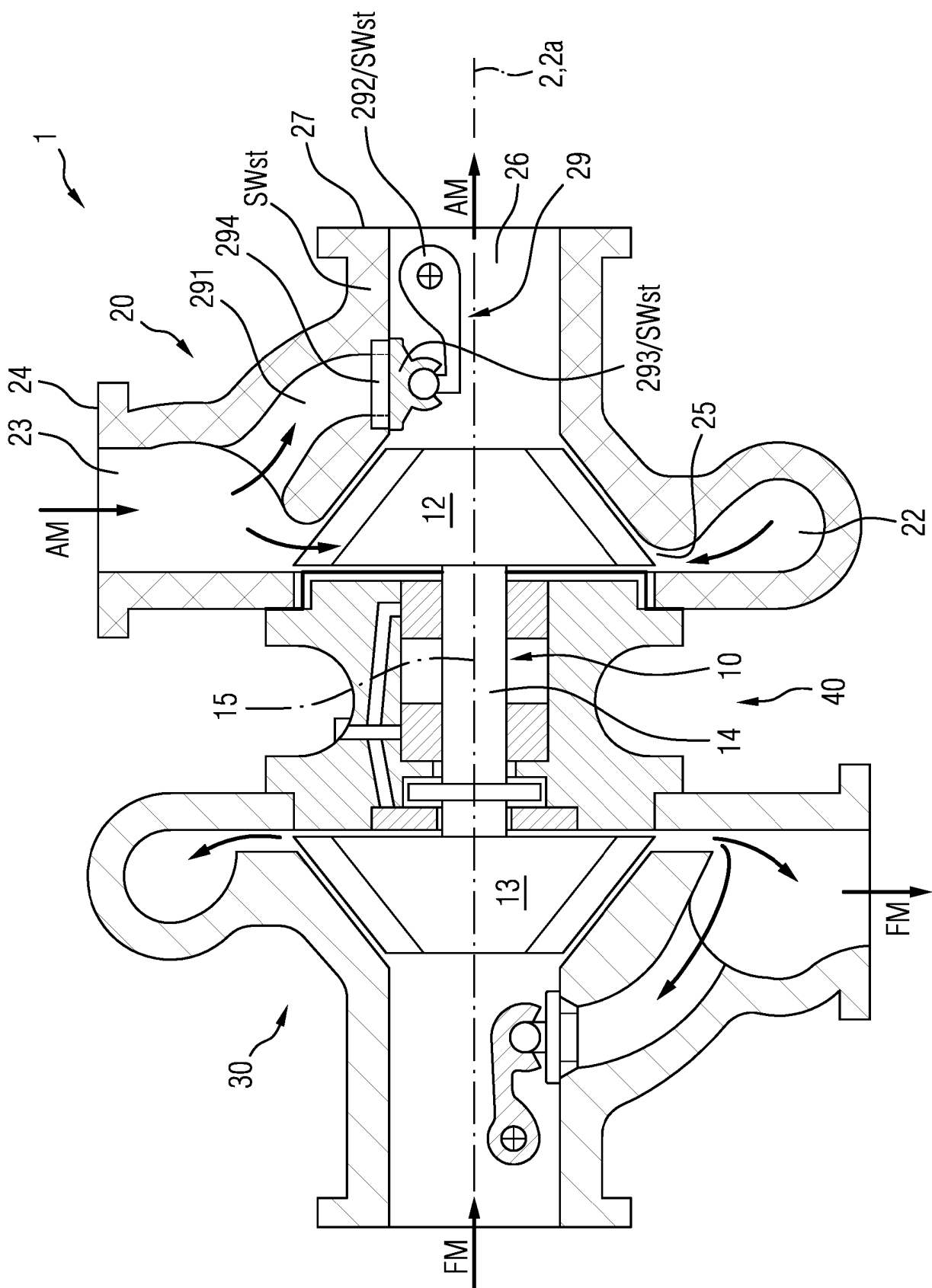
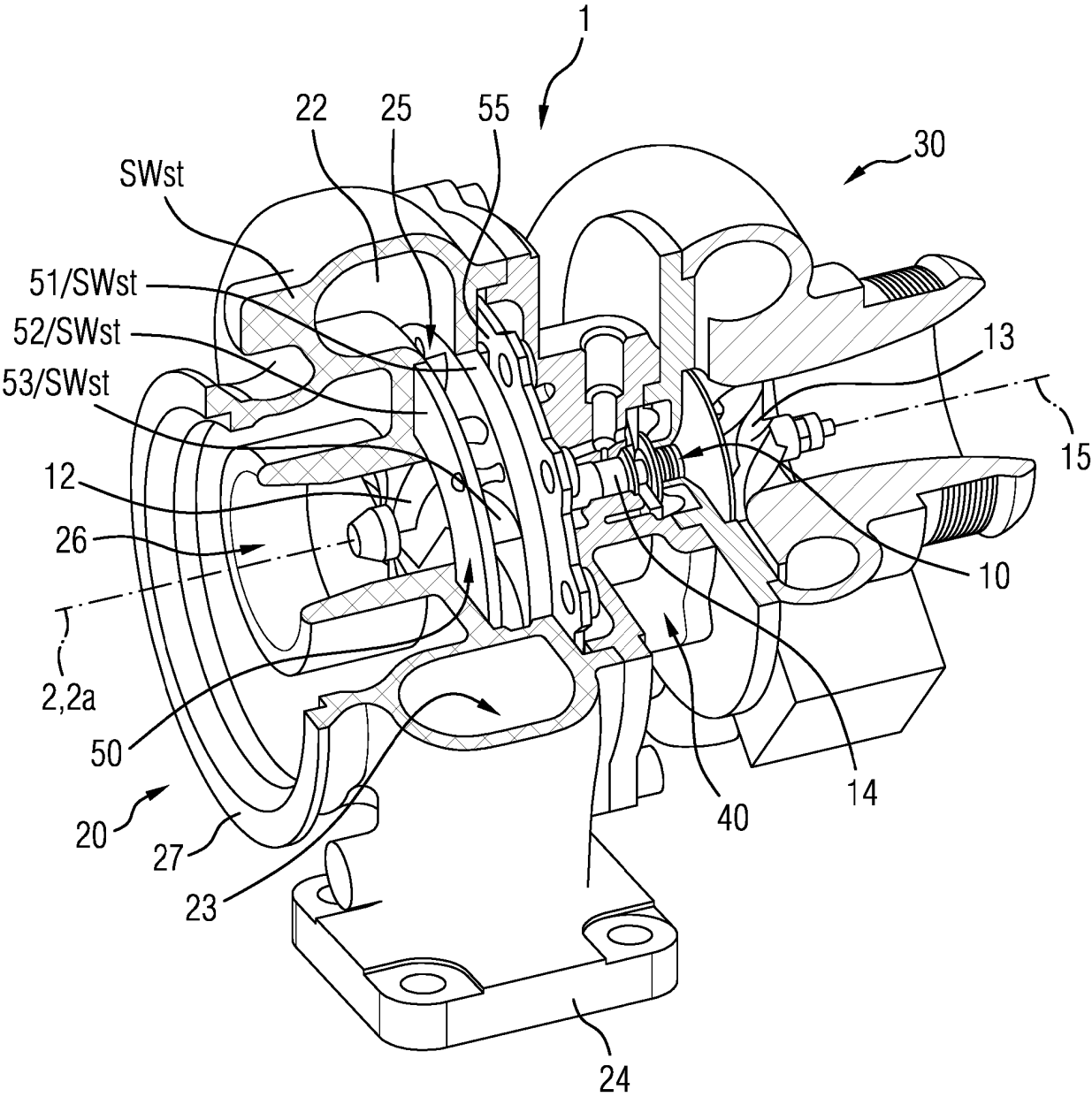


FIG 1

FIG 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2010036533 A2 **[0017]**
- WO 2017194282 A1 **[0017]**
- WO 2018036757 A1 **[0017]**