

(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
7. Januar 2016 (07.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/000934 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 17/10 (2006.01) F04D 29/053 (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01) F04D 29/059 (2006.01)

(74) Anwalt: PATENTANWÄLTE TER SMITTEN
EBERLEIN RÜTTEN; Burgunderstr. 29, 40549
Düsseldorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/063193

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2015 (12.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 109 256.2 2. Juli 2014 (02.07.2014) DE
10 2015 106 640.8
29. April 2015 (29.04.2015) DE

(71) Anmelder: PIERBURG GMBH [DE/DE]; Alfred-
Pierburg-Straße 1, 41460 Neuss (DE).

(72) Erfinder: ROTHGANG, Stefan; Mühlenweg 18, 47495
Rheinberg (DE). FERNER, Hendrik; Paracelsusstr. 12,
41564 Kaarst (DE). BURGER, Andreas; Horstdyk 59c,
47803 Krefeld (DE). BENRA, Michael-Thomas; Ilandstr.
99, 44579 Castrop-Rauxel (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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRICAL COMPRESSOR FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHER VERDICHTER FÜR EINE VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE

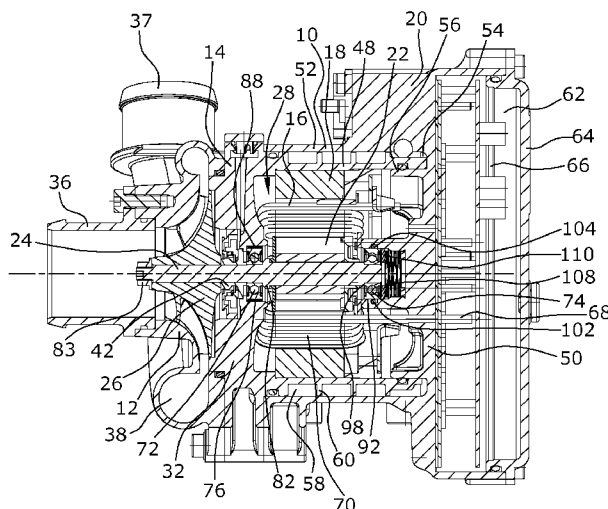


Fig. 1

the first bearing receptacle (76) of the bearing housing (10).

(57) Zusammenfassung:

(57) Abstract: Electrical compressors for internal
combustion engines, comprising an electric motor (18),
which is arranged in a motor space (28), a drive shaft (24),
which can be driven by means of the electric motor (18), an
impeller (26), which is fastened on the drive shaft (24) and
which is arranged in a flow space (34) of a flow housing
(12) between an inlet (36) and an outlet, a first rolling-
element bearing (72), which has an inner ring (80) and an
outer ring (84) and which is used as a fixed bearing and
which is arranged axially between the impeller (26) and a
rotor (22) of the electric motor (18), and a second rolling-
element bearing (74), which has an inner ring (96) and an
outer ring (100) and which is used as a floating bearing and
which is arranged on the axial side of the rotor (22) that is
opposite the first rolling-element bearing (72), wherein the
first rolling-element bearing (72) is arranged in a first
bearing receptacle (76) and the second rolling-element
bearing (74) is arranged in a second bearing receptacle (92)
of a bearing housing (10), are known. In order to create
durable support that is not sensitive to temperature
fluctuations, it is proposed that the coefficient of thermal
expansion of the drive shaft (24) corresponds substantially
to the coefficient of thermal expansion of the inner ring
(96) of the first rolling-element bearing (72), wherein an
intermediate ring (88) is arranged radially between the
outer ring (84) of the first rolling-element bearing (72) and

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/000934 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:****Veröffentlicht:**

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Es sind elektrische Verdichter für Verbrennungskraftmaschinen mit einem Elektromotor (18), der in einem Motorraum (28) angeordnet ist, einer Antriebswelle (24), die über den Elektromotor (18) antreibbar ist, einem Laufrad (26), welches auf der Antriebswelle (24) befestigt ist und in einem Strömungsraum (34) eines Strömungsgehäuses (12) zwischen einem Einlass (36) und einem Auslass angeordnet ist, einem ersten Wälzlager (72) mit einem Innenring (80) und einem Außenring (84), welches als Festlager dient und welches axial zwischen dem Laufrad (26) und einem Rotor (22) des Elektromotors (18) angeordnet ist und einem zweiten Wälzlager (74) mit einem Innenring (96) und einem Außenring (100), welches als Loslager dient und welches an der zum ersten Wälzlager (72) entgegengesetzten axialen Seite des Rotors (22) angeordnet ist, wobei das erste Wälzlager (72) in einer ersten Lageraufnahme (76) und das zweite Wälzlager (74) in einer zweiten Lageraufnahme (92) eines Lagergehäuses (10) angeordnet ist, bekannt. Um eine dauerhaltbare und gegen Temperaturschwankungen unempfindliche Lagerung zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass der Wärmeausdehnungskoeffizient der Antriebswelle (24) im Wesentlichen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Innenrings (96) des ersten Wälzlagers (72) entspricht, wobei radial zwischen dem Außenring (84) des ersten Wälzlagers (72) und der ersten Lageraufnahme (76) des Lagergehäuses (10) ein Zwischenring (88) angeordnet ist.

B E S C H R E I B U N G

5 Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft einen elektrischen Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Elektromotor, der in einem Motorraum angeordnet ist, einer Antriebswelle, die über den Elektromotor
10 antreibbar ist, einem Laufrad, welches auf der Antriebswelle befestigt ist und in einem Strömungsraum eines Strömungsgehäuses zwischen einem Einlass und einem Auslass angeordnet ist, einem ersten Wälzlager mit einem Innenring und einem Außenring, welches als Festlager dient und welches axial zwischen dem Laufrad und einem Rotor des Elektromotors
15 angeordnet ist und einem zweiten Wälzlager mit einem Innenring und einem Außenring, welches als Loslager dient und welches an der zum ersten Wälzlager entgegengesetzten axialen Seite des Rotors angeordnet ist, wobei das erste Wälzlager in einer ersten Lageraufnahme und das zweite Wälzlager in einer zweiten Lageraufnahme eines Lagergehäuses
20 angeordnet ist.

Derartige elektrische Verdichter werden in modernen Verbrennungsmotoren eingesetzt, um beispielsweise bei plötzlicher Laststeigerungsanforderung kurzfristig aktiv einen ausreichenden
25 Ladedruck zur Verfügung stellen zu können. Insbesondere bei Verbrennungsmotoren mit kleinem Hubraum und hoher Leistung ermöglichen diese elektrischen Verdichter im leerlaufnahen Bereich entweder eine zusätzliche Nachverdichtung zum Abgasturbolader oder eine Vorverdichtung für diesen, wodurch dem so genannten Turboloch
30 entgegen gewirkt werden kann. Auch ist der Einsatz als einzelnes Aufladeaggregat im Verbrennungsmotor möglich.

Der Rotor und damit das Laufrad eines derartig genutzten Verdichters müssen in kürzester Zeit auf Drehzahlen von bis zu 100.000 U/min beschleunigt werden. Bei diesen Geschwindigkeiten entstehen hohe radiale und axiale Kräfte, die durch die Lagerung aufgenommen werden müssen, wobei ein reibungsarmer und dauerstabiler Lauf bei unterschiedlichen äußeren Bedingungen gewährleistet werden müssen.

Zur Lagerung der Antriebswelle sind insbesondere zwei grundsätzlich unterschiedliche Konzepte bekannt geworden. Die erste Möglichkeit betrifft eine Lagerung über ölgeschmierte Gleitlager, wobei das Öl in der Verwendung als Zusatzverdichter in Verbrennungsmotoren üblicherweise das Schmieröl des Verbrennungsmotors ist, an dessen Kreislauf der Verdichter dann anzuschließen ist. Die zweite Möglichkeit betrifft die Verwendung von Wälzlagern zur Lagerung der Antriebswelle des Verdichters.

Ein derartiger elektrischer Verdichter ist beispielsweise aus der EP 2 397 744 A2 bekannt. Zur Schmierung der Lager weist dieser Verdichter eine gesonderte Schmierölversorgung auf, die zu den Lagern führt, um ein Ausspülen der Lager zu verhindern. Die beiden Kugellager sind an den entgegengesetzten Enden des Rotors des Elektromotors auf der Welle befestigt. Die Innenringe beider Lager liegen in Richtung zum Rotor gegen einen Wellenabsatz an. Der Außenring des näher zum Laufrad des Verdichters angeordneten Lagers liegt an der zum Laufrad gerichteten Seite axial gegen einen Absatz des umliegenden Lagergehäuses an. Der Außenring des zweiten Lagers wird über eine Druckfeder in Richtung des Rotors vorgespannt. Während die Innenringe direkt mit der Welle gepaart sind, werden die Außenringe zu den umliegenden Gehäuseteilen gepaart. Bei auftretenden Temperaturänderungen ist es jedoch fraglich, ob aufgrund der Ausdehnung oder Schrumpfung der Welle und der Lager sowie des umliegenden Gehäuses weiter ein geräuscharmer und dauerstabiler Lauf sichergestellt werden können. Insbesondere wird ein

erhöhter Verschleiß lediglich durch die zusätzliche Schmierölversorgung vermindert.

Es stellt sich daher die Aufgabe, einen elektrischen Verdichter zu
5 schaffen, bei dem auch bei hohen Temperaturschwankungen weiterhin
ein geräuscharmer und dauerstabiler Lauf sichergestellt werden, indem
die Funktionsweise der Lagerung in allen Betriebszuständen aufrecht
erhalten wird, ohne dass eine separate Ölversorgung notwendig ist. Das
Auftreten von Verspannkräften oder Kontaktverlust im Bereich der
10 Lagerung soll zuverlässig vermieden werden. Gleichzeitig soll eine
möglichst einfache Herstellung und Montage der Lagereinheit
sichergestellt werden.

Diese Aufgabe wird durch einen elektrischen Verdichter mit den
15 Merkmalen des Hauptanspruchs 1 gelöst.

Dadurch, dass der Wärmeausdehnungskoeffizient der Antriebswelle im
Wesentlichen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Innenrings des
ersten Wälzlagers entspricht, wobei radial zwischen dem ersten
20 Außenring des ersten Wälzlagers und der ersten Lageraufnahme des
Lagergehäuses ein Zwischenring angeordnet ist, wird sichergestellt, dass
die Paarung der Innenringe zur Antriebswelle auch bei unterschiedlichen
Temperaturen erhalten bleibt. Ein Lösen des Innenrings oder ein
Verspannen des Innenrings auf der Welle wird zuverlässig vermieden.
25 Gleichzeitig wird am ersten Lager auch eine innere Verspannung des
Lagers verhindert, indem durch den Zwischenring unterschiedliche
Wärmeausdehnungen der ersten Lageraufnahme und des Außenrings
ausgeglichen werden können. Entsprechend wird ein reibungsarmer und
dauerstabiler Lauf des Verdichters sichergestellt.

30

Vorzugsweise weisen die Innenringe der beiden Wälzlager eine
Übergangspassung zur Antriebswelle auf, wodurch die Montage erleichtert

wird und dennoch kritische Verspannkräfte oder auftretender Kontaktverlust vermieden werden.

In einer besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführung ist der
5 Zwischenring ein Toleranzring aus Stahl, der radial federnd ist und
vorgespannt gegen den Außenring des ersten Wälzlagers und die
Lageraufnahme anliegt und einen in axialer Richtung verlaufenden Schlitz
aufweist. Ein derartiger Toleranzring sichert den festen Sitz des
Außenrings in der Lageraufnahme mit Anpresskräften, die einer
10 Presspassung entsprechen und ist gleichzeitig in der Lage auftretende
unterschiedliche Wärmeausdehnungen der Lageraufnahme und des
Außenrings auszugleichen, wobei durch ein Ein- und Ausfedern des
Toleranzringes über den Schlitz die Anpresskräfte bei korrekter Auslegung
im Wesentlichen erhalten bleiben. Des Weiteren wird durch diese
15 Ausführung die Montage erheblich erleichtert, da der Toleranzring frei
eingelegt werden kann und das Lager einfach ein- und ausgebaut werden
kann.

In einer alternativen vorteilhaften Ausführung ist der Zwischenring ein
20 Stahlring, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient im Wesentlichen dem
Wärmeausdehnungskoeffizienten des Außenrings des ersten Wälzlagers
entspricht, welcher eine Presspassung zum Stahlring aufweist. So
entstehen gleiche Ausdehnungen und Schrumpfungen des Außenrings
und des Stahlrings. Die unterschiedlichen Ausdehnungen des exakt auf
25 die korrekte Größe zu fertigenden Stahlrings und der ihn aufnehmenden
Lageraufnahme sind bezüglich des Wälzlagers nicht störend.

Vorzugsweise weist der Außenring des zweiten Wälzlagers eine
Spielpassung zur Lageraufnahme des Lagergehäuses auf, wodurch eine
30 Fest-Los-Lagerung realisiert wird, da eine axiale Bewegung des
Außenrings im Verhältnis zum Gehäuse ermöglicht wird.

In einer weiterführenden bevorzugten Ausführung ist in der zweiten Lageraufnahme eine Radialnut ausgebildet, in der ein Elastomerring angeordnet ist, dessen Innendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser der Lageraufnahme und der durch elastische
5 Verformung radial vorgespannt gegen den Außenring des zweiten Lagers anliegt. Auf diese Weise wird ein Mitdrehen des Außenringes zuverlässig vermieden, da dieser durch den Elastomerring leicht vorgespannt wird, ohne dass er verspannt wird. Die axiale Verschiebbarkeit bleibt somit erhalten.

10

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Elastomerring aus einem Fluor-Karbon-Kautschuk oder einem Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk hergestellt ist, da diese eine gute Haltbarkeit bei den auftretenden Temperaturen und eine ausreichende Festigkeit zur Vorspannung des
15 Außenringes aufweisen.

Des Weiteren ist in einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung der Außenring des zweiten Wälzlagers axial über einen oder mehrere Federringe in Richtung des Rotors belastet. Die hierdurch
20 herbeigeführte axiale Vorspannung der gesamten Lagereinheit führt dazu, dass einerseits das Auftreten von Anlagewechseln der Wälzkörper und der Ringe der Wälzlager und andererseits ein axiales Verschieben der Welle verhindert wird.

25 In einer hierzu weiterführenden Ausführungsform ist axial zwischen dem zumindest einen Federring und dem Außenring des zweiten Wälzlagers eine feste Ringscheibe angeordnet, wodurch eine vollflächige Anlage zum Außenring sichergestellt wird.

30 Vorzugsweise liegen die Innenringe der beiden Wälzlager jeweils in Richtung zum Rotor gegen einen Wellenabsatz an und der Außenring des ersten Wälzlagers liegt gegen einen Anschlag am Lagergehäuse an. Entsprechend kann die über den Federring aufgebrachte Kraft vom

Außenring des zweiten Lagers über dessen Kugeln auf den Innenring übertragen werden, der die Kraft über die Absätze der Welle auf den Innenring des Festlagers überträgt, von wo aus sie über die Wälzkörper auf den Außenring und von dort über den Absatz vom Lagergehäuse
5 aufgenommen wird. Entsprechend wird die axiale Position der Welle im Lagergehäuse festgelegt.

Es wird somit ein elektrischer Verdichter mit einer langen Haltbarkeit durch reibungsarmen Lauf und einfacher Herstellbarkeit geschaffen. Der
10 elektrische Verdichter ist unempfindlich gegen Temperaturschwankungen, da auftretende Dehnungsdifferenzen verhindert oder ausgeglichen werden. Des Weiteren können einfache Wälzlager ohne zusätzliche Schmierung verwendet werden.

15 Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektrischen Verdichters ist in den Figuren dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen elektrischen
20 Verdichters in geschnittener Darstellung.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts der Figur 1 im Bereich der ersten Lagerung.

25 Figur 3 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts der Figur 1 im Bereich der zweiten Lagerung.

Der erfindungsgemäße elektrische Verdichter besteht aus einem Lagergehäuse 10, an welchem ein Strömungsgehäuse 12 befestigt ist,
30 welche beide üblicherweise aus einem Leichtmetall, wie Aluminium, hergestellt werden. Das Lagergehäuse 10 weist ein zentrales Motorgehäuseteil 14 auf, in welches ein Stator 16 eines Elektromotors 18 eingepresst ist und ein Elektronikgehäuseteil 20 auf. Dieser Stator 16

wirkt in bekannter Weise mit einem Rotor 22 zusammen, der fest auf einer Antriebswelle 24 befestigt ist, an deren Ende ein Laufrad 26 des Verdichters befestigt ist. Der Rotor 22 und der Stator 16 des Elektromotors 18 sind entsprechend in einem durch das Lagergehäuse 10
5 allseitig begrenzten Motorraum 28 angeordnet.

Die Antriebswelle 24 ragt durch eine zentrale Öffnung 30 im Boden 32 des Motorgehäuseteils 14 in das Strömungsgehäuse 12, welches mit dem Boden 32 des Motorgehäuseteils 14 einen Strömungsraum 34 begrenzen,
10 in dem das Laufrad 26 zwischen einem Einlass 36 und einem nicht dargestellten Auslass angeordnet ist. Das zu verdichtende Gas wird bei Drehung des Laufrades 26 über den axialen Einlass 36 angesaugt und mittels des Laufrades 26 in einem im Strömungsgehäuse 12 ausgebildeten Spiralkanal 38 verdichtet bis es den Spiralkanal 38 über
15 den tangentialen Auslass wieder verlässt.

Um den Strömungsraum 34 vom Motorraum 28 möglichst gasdicht zu trennen und zu verhindern, dass Gas aus dem Strömungsgehäuse 12 in das Lagergehäuse 10 beziehungsweise den Motorraum 28 an der
20 Rückseite des Laufrades 26 entlang der Antriebswelle 24 strömt, ist in der zentralen Öffnung 30 am Boden 32 des Motorgehäuseteils 14, durch die die Antriebswelle 24 aus dem Motorraum 28 in den Strömungsraum 34 ragt, eine Gleitringdichtung 40 angeordnet, die einen Innenring 42 und einen Außenring 44 aufweist, der gegen eine Einschnürung 46 dieser
25 Öffnung 30 axial anliegt.

Vom Boden 32 des Motorgehäuseteils 14 erstreckt sich im radial äußeren Bereich eine erste Umfangswand 48 in Richtung eines Bodens 50 des Elektronikgehäuseteils 20, an deren Innenseite der Stator 16 eingepresst
30 ist. Diese erste Umfangswand 48 ist von einer zweiten Umfangswand 52 des Elektronikgehäuseteils 20 umgeben, wobei das zum Boden 50 des Elektronikgehäuseteils 20 weisende axiale Ende der ersten Umfangswand 48 des Motorgehäuseteils 14 in eine ringförmige Aufnahmeöffnung 54 des

Elektronikgehäuseteils 20 ragt, welche zwischen der zweiten Umfangswand 52 und einem radial weiter innen sich vom Boden 50 erstreckenden weiteren ringförmigen Vorsprung 56 angeordnet ist. Im radial äußeren Bereich der ersten Umfangswand 48 weist diese eine schraubenförmige Ausnehmung 58 auf, die als Kühlmittelkanal dient. Der Kühlmittelkanal wird axial jeweils durch einen schraubenförmigen Steg 60 und radial durch die zweite Umfangswand 52 begrenzt, so dass eine schraubenförmige Zwangsumströmung des Motorgehäuseteils 14 hergestellt wird.

10

Auf der axial zum Motorraum 28 entgegengesetzten Seite des Bodens 50 des Elektronikgehäuseteils 20 ist ein Elektronikraum 62 ausgebildet, der durch einen Deckel 64 verschlossen wird und in dem eine Platine 66 zur Ansteuerung des Elektromotors 18 angeordnet ist. Im Boden 50 sind Durchstecköffnungen ausgebildet, durch die Wicklungsenden 68 der Wicklungen 70 des Stators 16 zur Verbindung dieser Wicklungen 70 mit der Platine 66 gesteckt werden. So kann der Elektromotor 18 über die Platine 66 mit Strom versorgt und angesteuert werden.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lagerung der Antriebswelle 24 über zwei als Kugellager ausgeführte Wälzlager 72, 74, die an entgegengesetzten axialen Seiten des Rotors 22 auf der Antriebswelle 24 angeordnet sind. Die beiden Wälzlager 72, 74 sind als Fest-Loslagerung ausgebildet, wobei das erste, zwischen der Gleitringdichtung 40 und dem Rotor 22 angeordnete Wälzlager 72 das Festlager bildet und das zweite, zwischen dem Boden 50 des Elektronikgehäuseteils 20 und dem Rotor 22 des Elektromotors 18 angeordnete Wälzlager 74 das Loslager bildet.

Das erste Wälzlager 72 ist, wie insbesondere in Figur 2 zu erkennen ist, in einer ersten Lageraufnahme 76 angeordnet, welche durch einen sich zentral vom Boden 32 des Motorgehäuseteils 14 zum Rotor 22 erstreckenden ringförmigen Vorsprung 78 gebildet wird, angeordnet. Ein Innenring 80 dieses Wälzlagers 72 ist über eine Übergangspassung mit

der Antriebswelle 24 gepaart. Diese Übergangspassung beträgt beispielsweise etwa $-2\mu\text{m}$ bis $+2\mu\text{m}$. Die Materialien sind dabei so zu wählen, dass der Wärmeausdehnungskoeffizient der Antriebswelle 24 im Wesentlichen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Innenringes 80 entspricht. Eine mögliche Materialpaarung für die dies zutrifft, ist beispielsweise die Antriebswelle 24 aus 42CrMo4 und den Innenring 80 des Wälzlagers 72 aus 100Cr6 herzustellen.

Der Innenring 80 liegt axial gegen einen zwischen dem Rotor 22 und dem ersten Wälzlager 72 angeordneten Wellenabsatz 82 der Antriebswelle 24 an. Beim Befestigen des Laufrades 26 durch Anziehen einer Mutter 83 auf der Antriebswelle 24 wird ein axialer Spannverbund geschaffen, durch den der Innenring 80 des ersten Wälzlagers 72 zwischen dem Innenring 42 der Gleitringdichtung 40 und diesem Wellenabsatz 82 der Antriebswelle 24 verspannt wird. Ein Außenring 84 des ersten Wälzlagers 72 wird dabei axial gegen einen Anschlag 86 gedrückt, der an der Einschnürung 46 der zentralen Öffnung 30 des Lagergehäuses 10 von der zum Außenring 44 der Gleitringdichtung 40 entgegengesetzten Seite ausgebildet ist.

20

Dieser Außenring 84 liegt radial gegen einen Zwischenring 88 an. Dieser Zwischenring 88 ist in vorliegender Ausführung als Toleranzring ausgestaltet, der beispielsweise ein Profilring aus Stahlblech der Stärke 0,1 bis 0,5 mm ist, der in radialer Richtung eine Federkraft erzeugt. Dieser Zwischenring 88 weist einen nicht erkennbaren Schlitz auf, so dass Durchmesseränderungen des umliegenden ringförmigen Vorsprungs 78 aufgrund von Temperaturunterschieden durch Ein- und Ausfedern ausgeglichen werden können, ohne dass die Vorspannkraft nennenswert geändert wird. Durch die Federeigenschaften dieses Toleranzringes 88 wird eine Verspannung des Außenrings 84 des Wälzlagers 72 im Zwischenring 88 und eine Verspannung des Zwischenrings 88 in der Lageraufnahme 76 erzeugt, welche dazu führt, dass der Außenring 84 wie bei einer Ausführung mit einem Presssitz zwischen der Lageraufnahme 76

und dem Außenring 84 relativ zur Lageraufnahme 76 nicht bewegbar ist. Dies birgt den Vorteil, dass bei niedrigen Temperaturen von beispielsweise -40°C kein Überpressen der kalten Lageraufnahme 76 aus Aluminium durch den wärmeren Außenring 84 entsteht, was zu Schäden
5 am Lagergehäuse 10 führen könnte und andererseits bei sehr hohen Temperaturen von beispielsweise 200°C trotz der stärkeren Ausdehnung der Lageraufnahme 76 im Vergleich zum Außenring 84 dennoch der Festsitz des Außenringes 84 nicht verloren geht.

10 Alternativ wäre es auch möglich, den Zwischenring 88 als Stahlring auszuführen, der zur Lageraufnahme 76 gepasst ist und in dem der Außenring 84 des Wälzlagers 72 mittels Presssitz befestigt ist. Dieser müsste jedoch mit sehr engen Toleranzen gefertigt werden und einen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, der etwa dem des
15 Außenringes 84 des ersten Wälzlagers 72 entspricht, um einerseits einen festen Sitz des Außenringes 84 bei allen Temperaturen sicherzustellen und andererseits keine zu hohen Verspannungen zur Lageraufnahme 76 aus Leichtmetall zu erzeugen.

20 Das durch das zweite Wälzlager 74 gebildete, in Figur 3 vergrößert dargestellte Loslager, ist in einer zweiten Lageraufnahme 92 angeordnet, welche durch einen sich vom Boden 50 des Elektronikgehäuseteils 20 in den Motorraum 28 erstreckenden zentralen ringförmigen Vorsprung 94 gebildet wird. Auch beim Innenring 96 dieses zweiten Wälzlagers 74
25 sollte ein Material wie beim ersten Wälzlager 72 verwendet werden, um eine bei jeder Temperatur etwa gleichbleibende Übergangspassung zwischen dem Innenring 96 und der Antriebswelle 24 zu erhalten. Axial liegt der Innenring 96 lediglich einseitig gegen einen zweiten Wellenabsatz 98 der Antriebswelle 24, der zwischen dem Rotor 22 und
30 dem zweiten Wälzlager 74 ausgebildet ist, an.

Ein Außenring 100 des zweiten Wälzlagers 74 ist mit der Lageraufnahme 92 lediglich über eine Spielpassung gepaart, welche beispielsweise etwa

+5 bis +10µm beträgt. Dies ermöglicht eine axiale Verschiebung des Wälzlagers 74 in der Lageraufnahme 92, um Längendifferenzen der Antriebswelle 24 aufgrund von Temperaturunterschieden ausgleichen zu können. Um gleichzeitig ein Mitdrehen des Außenringes 100 zu verhindern, liegt dieser radial gegen einen Elastomerring 102 an, welcher beispielsweise aus Fluor-Karbon-Kautschuk oder einem Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk hergestellt wird. Dieser Elastomerring 102 ist in einer Radialnut 104 in der Lageraufnahme 92 befestigt und weist einen geringfügig kleineren Innendurchmesser auf als der ringförmige Vorsprung 94 beziehungsweise die Lageraufnahme 92, so dass er nach dem Zusammenbau elastisch verformt gegen den Außenring 100 anliegt. Durch diese Anordnung des Elastomerringes 102 wird eine radiale Vorspannung des Außenrings 100 erzeugt, ohne diesen zu verspannen.

Um zusätzlich wechselnde Anlagekräfte der Wälzkörper 106 in den beiden Wälzlager 72, 74 zu vermeiden, sind im ringförmigen Vorsprung 94 Federringe 108 in Form eines Wellenfederpakets angeordnet, über welches eine Ringscheibe 110 gegen den Außenring des zweiten Wälzlagers gedrückt wird. Die aufgrund der Federrate erzeugte Vorspannung der Federringe 108 ist dabei so zu wählen, dass die Lager 72, 74 weitestgehend positionsfest zur Antriebswelle 24 verbleiben und den auftretenden axialen Kräften begegnet werden. Eine typische Vorspannung beträgt beispielsweise etwa 30 bis 80N. Durch diese Vorspannung wird zunächst der Außenring 100 des Wälzlagers 74 axial belastet. Über die Wälzkörper 106 wird diese Kraft auf den Innenring 96 und von dort über die Wellenabsätze 82, 98 auf den Innenring 80 des ersten Wälzlagers 72 übertragen, der diese Kraft erneut über die Wälzkörper 106 auf den Außenring 84 des ersten Wälzlagers 72 überträgt. Durch die Einschnürung 46, gegen die der Außenring 84 anliegt, wird diese Kraft aufgenommen. Entsprechend wird die axiale Position der Antriebswelle 28 zum Anschlag 86 festgelegt. In der entgegengesetzten Richtung wird diese Position durch die Kraft der Federringe 108 festgelegt.

Somit wird ein elektrischer Verdichter geschaffen, bei dem die Lagereinheit eine lange Lebensdauer aufweist, ohne dass zusätzliche Schmierstoffe eingebracht werden müssen. Die auftretenden Kräfte bei
5 Drehzahlen von bis zu 100.000 U/min werden vollständig aufgenommen. Auch bei hohen Temperaturunterschieden und daraus folgenden unterschiedlichen Dehnungen der Lager, der Antriebswelle und des aufnehmenden Lagergehäuses wird die Funktionalität nicht eingeschränkt. Entsprechend wird ein reibungsarmer und dauerstabiler
10 Lauf gewährleistet, da sowohl zu hohe Verspannkräfte als auch unerwünschte Kontaktverluste zuverlässig vermieden werden.

Es sollte deutlich sein, dass der Schutzbereich des Hauptanspruchs nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt ist. Insbesondere
15 kann die beschriebene Lagereinheit für unterschiedlich aufgebaute elektrische Verdichter verwendet werden. Auch kann beispielsweise die Vorspannung der Welle anders erzeugt werden oder das Laufrad auf andere Weise auf der Welle befestigt werden. Andere konstruktive Änderungen sind ebenfalls denkbar.

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine mit
einem Elektromotor (18), der in einem Motorraum (28) angeordnet
ist,
einer Antriebswelle (24), die über den Elektromotor (18) antreibbar
ist,
10 einem Laufrad (26), welches auf der Antriebswelle (24) befestigt ist
und in einem Strömungsraum (34) eines Strömungsgehäuses (12)
zwischen einem Einlass (36) und einem Auslass angeordnet ist,
einem ersten Wälzlager (72) mit einem Innenring (80) und einem
Außenring (84), welches als Festlager dient und welches axial
15 zwischen dem Laufrad (26) und einem Rotor (22) des Elektromotors
(18) angeordnet ist und
einem zweiten Wälzlager (74) mit einem Innenring (96) und einem
Außenring (100), welches als Loslager dient und welches an der zum
ersten Wälzlager (72) entgegengesetzten axialen Seite des Rotors
20 (22) angeordnet ist,
wobei das erste Wälzlager (72) in einer ersten Lageraufnahme (76)
und das zweite Wälzlager (74) in einer zweiten Lageraufnahme (92)
eines Lagergehäuses (10) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 der Wärmeausdehnungskoeffizient der Antriebswelle (24) im
Wesentlichen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Innenrings
(96) des ersten Wälzlagers (72) entspricht, wobei radial zwischen
dem Außenring (84) des ersten Wälzlagers (72) und der ersten
Lageraufnahme (76) des Lagergehäuses (10) ein Zwischenring (88)
30 angeordnet ist.
2. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach
Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Innenringe (80, 96) der beiden Wälzlager (72, 74) eine Übergangspassung zur Antriebswelle (24) aufweisen.

- 5 3. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

10 der Zwischenring (88) ein Toleranzring aus Stahl ist, der radial federnd ist und vorgespannt gegen den Außenring (84) des ersten Wälzlagers (72) und die Lageraufnahme (76) anliegt und einen in axialer Richtung verlaufenden Schlitz (90) aufweist.

4. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

15 **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Zwischenring (88) ein Stahlring ist, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient im Wesentlichen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Außenrings (84) des ersten Wälzlagers (72) entspricht, welcher eine Presspassung zum Stahlring aufweist.

20

5. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 der Außenring (100) des zweiten Wälzlagers (72) eine Spielpassung zur Lageraufnahme (92) des Lagergehäuses (10) aufweist.

6. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 5,

30 **dadurch gekennzeichnet, dass**

in der zweiten Lageraufnahme (92) eine Radialnut (104) ausgebildet ist, in der ein Elastomerring (102) angeordnet ist, dessen Innendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser der

Lageraufnahme (92) und der durch elastische Verformung radial vorgespannt gegen den Außenring (100) des zweiten Wälzlagers (74) anliegt.

- 5 7. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Elastomerring (102) aus einem Fluor-Karbon-Kautschuk oder einem Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk hergestellt ist.

10

8. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 der Außenring (100) des zweiten Wälzlagers (74) axial über einen oder mehrere Federringe (108) in Richtung des Rotors (22) belastet ist.

9. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8,

20 **dadurch gekennzeichnet, dass**

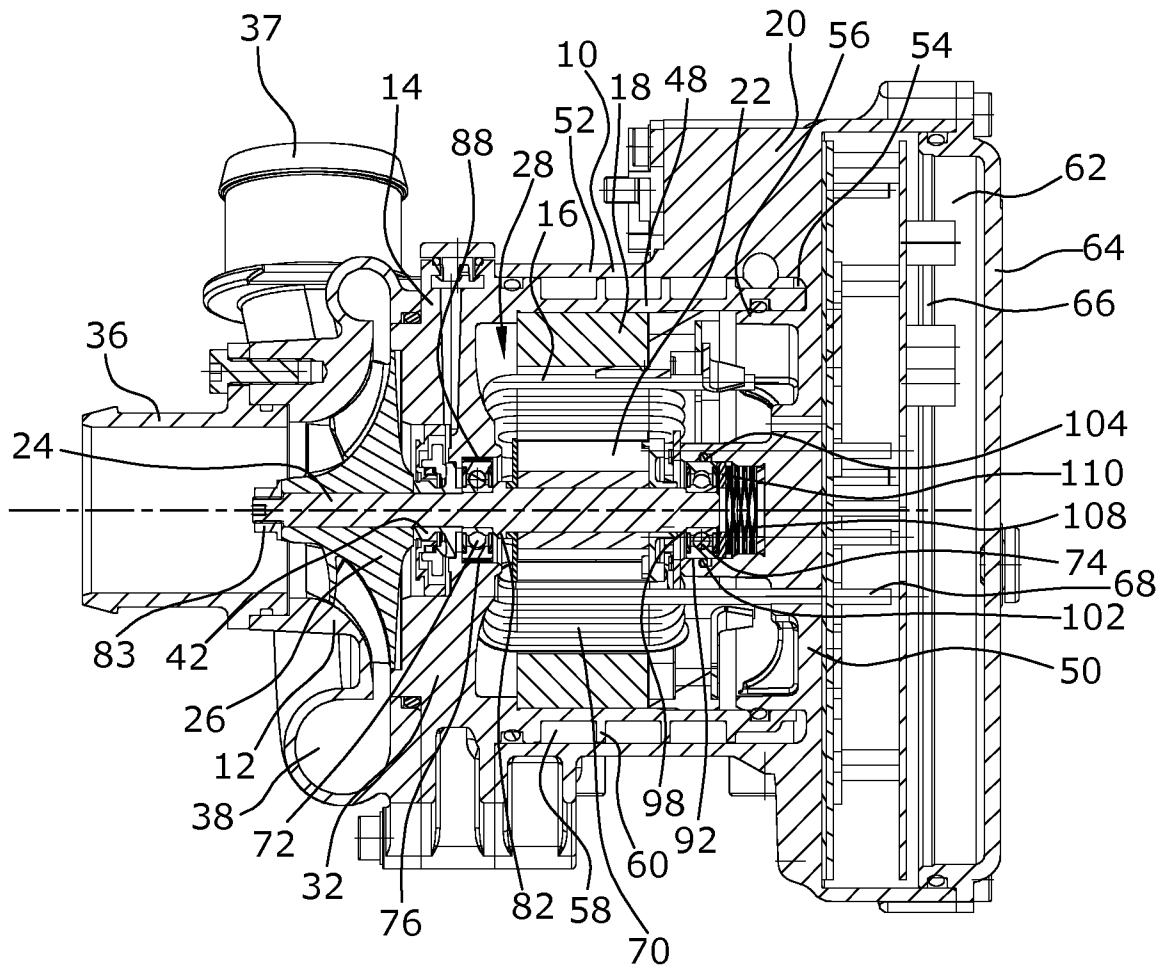
axial zwischen dem zumindest einen Federring (108) und dem Außenring (100) des zweiten Wälzlagers (74) eine feste Ringscheibe (110) angeordnet ist.

- 25 10. Elektrischer Verdichter für eine Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

30 die Innenringe (80, 96) der beiden Wälzlager (72, 74) jeweils in Richtung zum Rotor (22) gegen einen Wellenabsatz (82, 98) der Antriebswelle (24) anliegen und der Außenring (84) des ersten Wälzlagers (72) gegen einen Anschlag (86) am Lagergehäuse (10) anliegt.

-1/3-

**Fig.1**

-2/3-

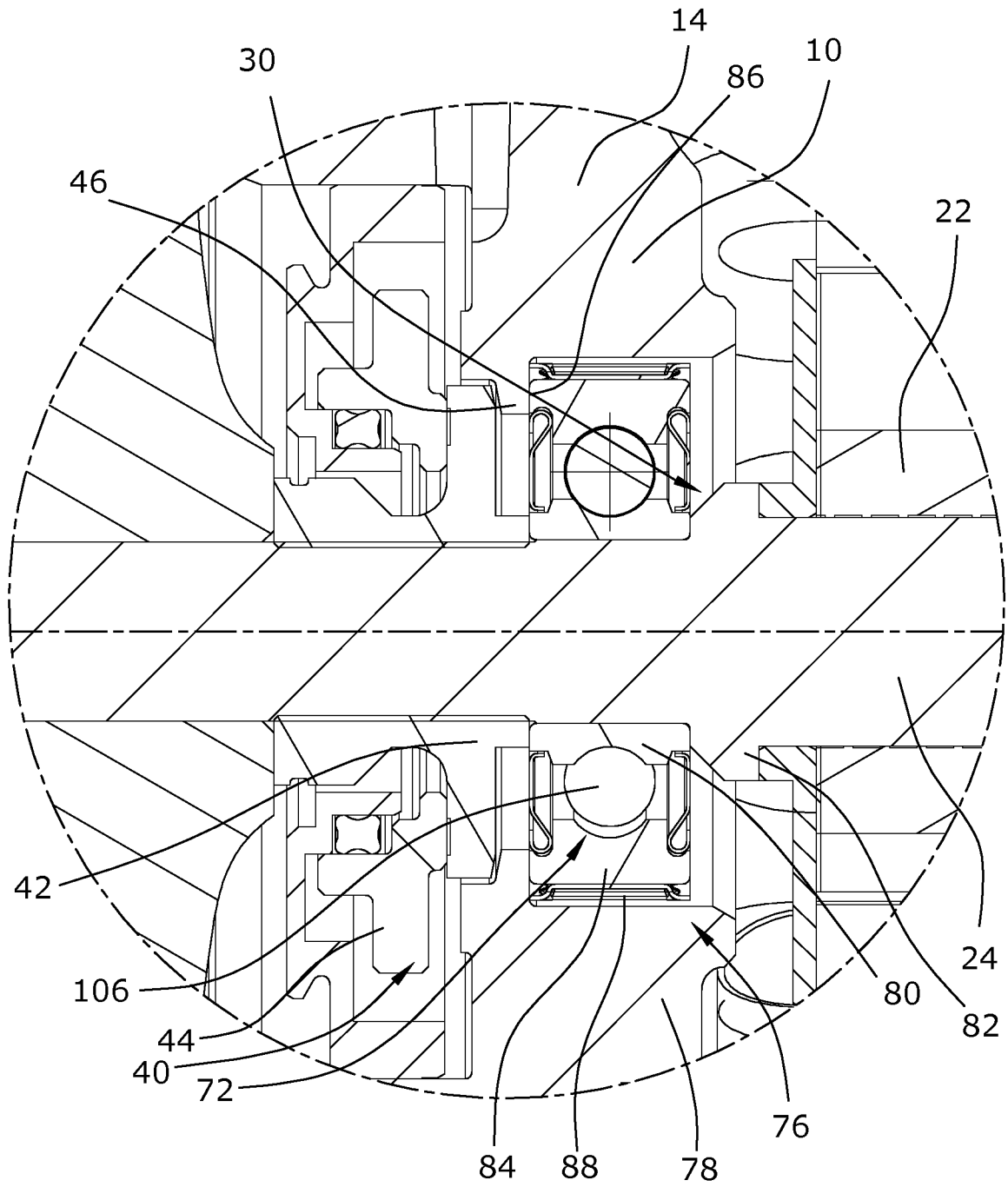


Fig.2

-3/3-

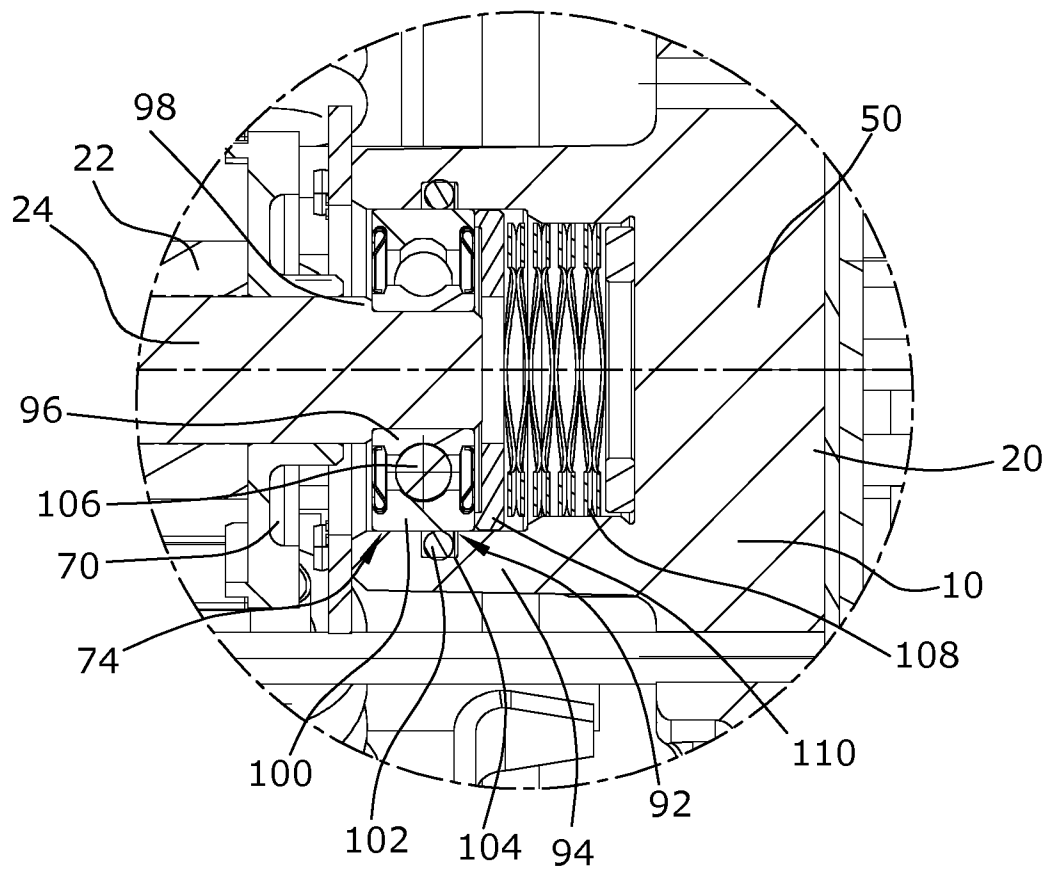


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/063193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04D17/10 F04D25/06 F04D29/053 F04D29/059 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) F01D F04D F16J F16C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014/090626 A1 (AN BYEONGIL [JP] ET AL) 3 April 2014 (2014-04-03) the whole document paragraphs [0001], [0042], [0043], [0045], [0046], [0048] - [0051], [0053] figures 1, 2, 7 -----</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 4 729 724 A (HENNING HANS-HEINRICH [DE] ET AL) 8 March 1988 (1988-03-08) the whole document figure 1 -----</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2010/215491 A1 (MOCKRIDGE RICHARD IAIN [GB] ET AL) 26 August 2010 (2010-08-26) the whole document paragraphs [0002], [0029] figure 1 ----- -/-</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2014/090626 A1 (AN BYEONGIL [JP] ET AL) 3 April 2014 (2014-04-03) the whole document paragraphs [0001], [0042], [0043], [0045], [0046], [0048] - [0051], [0053] figures 1, 2, 7 -----	1-10	Y	US 4 729 724 A (HENNING HANS-HEINRICH [DE] ET AL) 8 March 1988 (1988-03-08) the whole document figure 1 -----	1-10	Y	US 2010/215491 A1 (MOCKRIDGE RICHARD IAIN [GB] ET AL) 26 August 2010 (2010-08-26) the whole document paragraphs [0002], [0029] figure 1 ----- -/-	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	US 2014/090626 A1 (AN BYEONGIL [JP] ET AL) 3 April 2014 (2014-04-03) the whole document paragraphs [0001], [0042], [0043], [0045], [0046], [0048] - [0051], [0053] figures 1, 2, 7 -----	1-10												
Y	US 4 729 724 A (HENNING HANS-HEINRICH [DE] ET AL) 8 March 1988 (1988-03-08) the whole document figure 1 -----	1-10												
Y	US 2010/215491 A1 (MOCKRIDGE RICHARD IAIN [GB] ET AL) 26 August 2010 (2010-08-26) the whole document paragraphs [0002], [0029] figure 1 ----- -/-	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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family														
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report												
23 July 2015		30/07/2015												
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 De Tobel, David												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/063193

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2001/030476 A1 (BROWN DAVID C [US]) 18 October 2001 (2001-10-18) the whole document paragraphs [0026], [0030] figure 1	1-10
A	----- US 7 007 386 B1 (STOVER JOHN C [US]) 7 March 2006 (2006-03-07) the whole document column 9, lines 50-64 figures 3, 4	1-10
A	----- US 2007/096572 A1 (WATKINS WILLIAM J [US] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) the whole document paragraph [0019] figures 1-6	1-10
A	----- EP 1 522 736 A2 (BORGWARNER INC [US]) 13 April 2005 (2005-04-13) the whole document paragraph [0022] figure 2	1-10
A	----- JP 2011 112192 A (NSK LTD) 9 June 2011 (2011-06-09) abstract beigefügte maschinelle Übersetzung, Absatz 18 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/063193

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014090626	A1	03-04-2014	CN 103649545 A 19-03-2014
		EP 2733359 A1 21-05-2014	
		JP 5535992 B2 02-07-2014	
		JP 2013024059 A 04-02-2013	
		US 2014090626 A1 03-04-2014	
		WO 2013011839 A1 24-01-2013	
US 4729724	A	08-03-1988	CA 1285538 C 02-07-1991
		GB 2181186 A 15-04-1987	
		US 4729724 A 08-03-1988	
US 2010215491	A1	26-08-2010	CN 102414461 A 11-04-2012
		EP 2401516 A1 04-01-2012	
		GB 2467966 A 25-08-2010	
		JP 5466040 B2 09-04-2014	
		JP 2010196707 A 09-09-2010	
		KR 20110112865 A 13-10-2011	
		US 2010215491 A1 26-08-2010	
		WO 2010097608 A1 02-09-2010	
US 2001030476	A1	18-10-2001	AU 3276501 A 24-07-2001
		CA 2397062 A1 19-07-2001	
		CN 1394346 A 29-01-2003	
		EP 1258015 A1 20-11-2002	
		JP 2003520553 A 02-07-2003	
		US 2001030476 A1 18-10-2001	
		WO 0152279 A1 19-07-2001	
US 7007386	B1	07-03-2006	NONE
US 2007096572	A1	03-05-2007	NONE
EP 1522736	A2	13-04-2005	NONE
JP 2011112192	A	09-06-2011	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04D17/10 F04D25/06 F04D29/053 F04D29/059 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D F04D F16J F16C		
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	US 2014/090626 A1 (AN BYEONGIL [JP] ET AL) 3. April 2014 (2014-04-03) das ganze Dokument Absätze [0001], [0042], [0043], [0045], [0046], [0048] - [0051], [0053] Abbildungen 1, 2, 7 -----	1-10
Y	US 4 729 724 A (HENNING HANS-HEINRICH [DE] ET AL) 8. März 1988 (1988-03-08) das ganze Dokument Abbildung 1 -----	1-10
Y	US 2010/215491 A1 (MOCKRIDGE RICHARD IAIN [GB] ET AL) 26. August 2010 (2010-08-26) das ganze Dokument Absätze [0002], [0029] Abbildung 1 ----- -/--	1-10
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. Juli 2015		30/07/2015
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 De Tobel, David

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2001/030476 A1 (BROWN DAVID C [US]) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) das ganze Dokument Absätze [0026], [0030] Abbildung 1	1-10
A	----- US 7 007 386 B1 (STOVER JOHN C [US]) 7. März 2006 (2006-03-07) das ganze Dokument Spalte 9, Zeilen 50-64 Abbildungen 3, 4	1-10
A	----- US 2007/096572 A1 (WATKINS WILLIAM J [US] ET AL) 3. Mai 2007 (2007-05-03) das ganze Dokument Absatz [0019] Abbildungen 1-6	1-10
A	----- EP 1 522 736 A2 (BORGWARNER INC [US]) 13. April 2005 (2005-04-13) das ganze Dokument Absatz [0022] Abbildung 2	1-10
A	----- JP 2011 112192 A (NSK LTD) 9. Juni 2011 (2011-06-09) Zusammenfassung beigefügte maschinelle Übersetzung, Absatz 18	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/063193

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2014090626	A1	03-04-2014	CN	103649545 A		19-03-2014
			EP	2733359 A1		21-05-2014
			JP	5535992 B2		02-07-2014
			JP	2013024059 A		04-02-2013
			US	2014090626 A1		03-04-2014
			WO	2013011839 A1		24-01-2013

US 4729724	A	08-03-1988	CA	1285538 C		02-07-1991
			GB	2181186 A		15-04-1987
			US	4729724 A		08-03-1988

US 2010215491	A1	26-08-2010	CN	102414461 A		11-04-2012
			EP	2401516 A1		04-01-2012
			GB	2467966 A		25-08-2010
			JP	5466040 B2		09-04-2014
			JP	2010196707 A		09-09-2010
			KR	20110112865 A		13-10-2011
			US	2010215491 A1		26-08-2010
			WO	2010097608 A1		02-09-2010

US 2001030476	A1	18-10-2001	AU	3276501 A		24-07-2001
			CA	2397062 A1		19-07-2001
			CN	1394346 A		29-01-2003
			EP	1258015 A1		20-11-2002
			JP	2003520553 A		02-07-2003
			US	2001030476 A1		18-10-2001
			WO	0152279 A1		19-07-2001

US 7007386	B1	07-03-2006	KEINE			

US 2007096572	A1	03-05-2007	KEINE			

EP 1522736	A2	13-04-2005	KEINE			

JP 2011112192	A	09-06-2011	KEINE			
