

(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
24. Juli 2014 (24.07.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/111438 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 21/00 (2006.01) F16C 23/08 (2006.01)
F16C 23/04 (2006.01) F16C 32/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/050747

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Januar 2014 (16.01.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 200 655.1
17. Januar 2013 (17.01.2013) DE

(71) Anmelder: YASA MOTORS POLAND SP. Z.O.O.
[PL/PL]; Ul. Wojska Polskiego 16, PL-39-300 Mielec
(PL).

(72) Erfinder: MÜLLER, Markus; Reichenbacherstrasse 15,
97702 Muennerstadt (DE).

(74) Anwalt: RICHARDT PATENTANWÄLTE GBR;
Wilhelmstrasse 7, 65185 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMBINED RADIAL/AXIAL BEARING AND WET ROTOR PUMP

(54) Bezeichnung : KOMBINIERTES RADIAL-AXIALLAGER UND NASSLÄUFERPUMPE

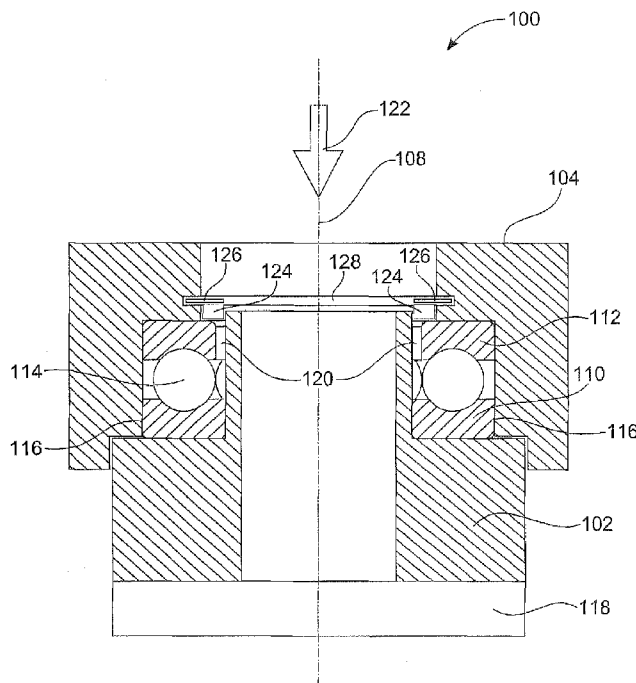


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a device having a first
(102) and a second component (104), wherein the second
component includes an opening, wherein the first component
is mounted such that the first component can rotate in the
radial direction and on one side in the axial direction in the
opening of the second component about an axis (108) of the
first component, wherein the device is formed in such a
manner that a fluid can flow in the axial direction through the
opening of the second component, wherein the device also
comprises at least two bearing shells (110, 112), and rolling
bodies (114), wherein a first of the bearing shells is fastened
to or axially supported on the first component and a second
of the bearing shells is fastened to or axially supported on the
second component, wherein the rolling bodies are situated in
the space circumscribed by the running faces of the two
bearing shells, as a result of which a rolling bearing that can
be loaded in the axial direction on one side is formed for
axially bearing the first component in the second component,
and wherein a sliding bearing for radially bearing the first
component on the second component is formed by a
cylindrical surface of the first component and an inner lateral
surface of the second bearing shell and/or by an in particular
cylindrical surface of the opening of the second component
and an outer lateral surface of the first bearing shell.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem ersten (102) und zweiten Bauteil (104), wobei das zweite Bauteil eine Öffnung beinhaltet, wobei das erste Bauteil in radialer Richtung sowie einseitig in axialer Richtung in der Öffnung des zweiten Bauteils um eine Achse (108) des ersten Bauteils drehbar gelagert ist, wobei die Vorrichtung so ausgebildet ist, dass ein Fluid in axialer Richtung durch die Öffnung des zweiten Bauteils fließen kann, wobei die Vorrichtung weiter mindestens zwei Lagerschalen (110, 112), sowie Wälzkörper (114) umfasst, wobei eine erste der Lagerschalen an dem ersten Bauteil und eine zweite der Lagerschalen an dem zweiten Bauteil befestigt oder axial abgestützt ist, wobei die Wälzkörper sich in dem von den Laufflächen der beiden Lagerschalen umschriebenen Raum befinden wodurch ein in axialer Richtung einseitig belastbares Wälzlager zur axialen Lagerung des ersten Bauteils in dem zweiten Bauteil gebildet wird und wobei ein Gleitlager zur radialen Lagerung des ersten Bauteils an dem zweiten Bauteil durch eine zylindrische Oberfläche des ersten Bauteils und eine Innenmantelfläche der zweiten Lagerschale, und/oder durch eine insbesondere zylindrische Oberfläche der Öffnung des zweiten Bauteils und eine Außenmantelfläche der ersten Lagerschale gebildet wird.

Kombiniertes Radial- Axiallager und Nassläuferpumpe

20

Beschreibung

25

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Radial- Axiallager, welches von einem Fluid durchströmt werden kann.

30 Kombinierte Axial-Radiallager, insbesondere für Lenkrollen von verfahrbaren Gegenständen, Tragrollen für Fördereinrichtungen o.dgl., mit einem ersten Lagerring, der sich sowohl axial als auch radial an einem zweitem Lagerring abstützt sind beispielsweise aus DE 22 64 912 A1 bekannt. Ein weiteres kombiniertes Axial-

Radiallager ist aus der amtlichen Druckschrift DE 196 31 437 A1 bekannt. Insbesondere ist dort eine Kombination aus einem Kugelkranz und einem Gleitlager offenbart. Dazu ist in der Gehäusebohrung ein Stützring vorgesehen, gegen den sich in einer axialen Richtung der Kugelkranz und in der entgegen gesetzten axialen Richtung sowie radial eine auf der Welle angeordnete Gleitlagerbundbuchse abstützt.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde ein verbessertes kombiniertes Axial-Radiallager zu schaffen.

10

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

15 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem ersten und zweiten Bauteil, wobei das erste Bauteil in einer Öffnung des zweiten Bauteils gelagert ist, und ein Fluid durch die Öffnung des zweiten Bauteils fließen kann.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist das erste Bauteil in radialer Richtung sowie einseitig in axialer Richtung in der Öffnung des zweiten Bauteils um eine Achse des ersten Bauteils drehbar gelagert. Neben dem ersten und zweiten Bauteil beinhaltet die Vorrichtung weiter mindestens zwei Lagerschalen sowie Wälzkörper. Die Lagerschalen sind hierbei so ausgebildet, dass sie Laufflächen aufweisen, welche die Wälzkörper aufnehmen können und in welchen die Wälzkörper mit möglichst geringer Reibung abrollen können. Eine erste der Lagerschalen ist an dem ersten Bauteil axial abgestützt und eine zweite der Lagerschalen an dem zweiten Bauteil. Die Wälzkörper befinden sich hierbei in dem von den Laufflächen der beiden Lagerschalen umschriebenem Raum. Durch diese Anordnung von Lagerschalen und Wälzkörpern wird ein in axialer Richtung einseitig belastbares Wälzlager zur axialen Lagerung des ersten Bauteils in dem zweiten Bauteil gebildet. Gleichzeitig bilden eine insbesondere zylindrische Oberfläche des ersten Bauteils und eine Mantelfläche der zweiten Lagerschale und/oder eine zylindrische Oberfläche der Öff-

20
25
30

nung des zweiten Bauteils und eine Außenmantelfläche der ersten Lagerschale ein Gleitlager zur radialen Lagerung des ersten Bauteils an dem zweiten Bauteil.

Ausführungsformen der Erfindung sind besonders vorteilhaft, da die Lagerschalen
5 des Wälzlagers auch als Gleitfläche eines Gleitlagers dienen und damit eine doppelte Funktion haben. Es handelt sich also um ein sehr kompaktes Radial- Axiallager, welches insbesondere in solchen Anwendungen genutzt werden kann, in denen es auf eine möglichst kompakte Bauform oder eine geringe Bauhöhe ankommt. Gleichzeitig kann ein Fluid durch die Kombination von Bauteilen und Lager hin-
10 durchfließen, sodass ein breites Anwendungsspektrum für vorgenannte Vorrichtungen besteht. Das Fluid kann hierbei ein Gas oder auch eine Flüssigkeit sein.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist die erste und/oder zweite Lagerschale in einem Übermaß gegen das axial abstützende Bauteils radial verlagerbar, um
15 einer außermittigen Stellung des Gleitlagers zu folgen und dadurch die koaxiale Ausrichtung der Lagerschalen zueinander zu erhalten.

Diese "schwimmende" Anordnung der bohrungsseitigen Lagerschale lässt sich wiederum besonders vorteilhaft mit den gebräuchlichen genormten Axiallagern verwirklichen. Wie ausgeführt weist die Bohrung zweckmäßig zur Ausbildung des Gleitlagers mit der wellenseitigen Lagerschale ein geringes Übermaß auf. Falls zudem die Bohrung eine zylindrische Gestalt erhält, kann sich darin die bohrungsseitige Lagerschale im Betrieb in einer radialen Richtung auf die als Gleitlagerzapfen dienende wellenseitige Lagerschale ausrichten. Dadurch kann eine außermittige Lage der
20 Lagerschale ausgeglichen werden mit dem Ergebnis eines mittigen optimalen Laufs der Wälzkörper in den Rillen der Lagerschalen. Eine außermittige Lage kann beispielsweise aufgrund einer radialen Last in einer Richtung auftreten, die wegen der hydrodynamischen Effekte den Gleitlagerspalt auf einer Seite verengt.

30 Nach einer Ausführungsform der Erfindung kann das Fluid in mindestens eines der Gleitlager und/oder das Wälzlager eindringen.

Ausführungsformen der Erfindung sind insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Fluid eine Flüssigkeit ist, welche als Schmiermittel und/oder als Kühlmittel geeignet ist. In diesem Fall wird die Lagerkinematik durch das Fluid zusätzlich geschmiert bzw. gekühlt, sodass sich der Verschleiß des Lagers reduziert.

5

Nach einer Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Vorrichtung weiter einen Partikelfilter, wobei der Partikelfilter an einer der den Laufflächen der Wälzlager abgewandten Seite der Lagerschalen angeordnet ist. Der Partikelfilter kann insbesondere als Feindrahtfilter ausgeführt sein.

10

Ausführungsformen der Erfindung sind besonders vorteilhaft, falls das Fluid Partikel mitführt, welche das Lager beschädigen könnten, beispielsweise Sand, oder Metallspäne. In diesem Fall wird durch den Partikelfilter das Fluid vor dem Eindringen in die Lagerkinematik von den Partikeln befreit, sodass es als Schmiermittel in der Lagerkinematik dienen kann, ohne dass eine Beschädigung der Lagerflächen zu befürchten ist.

15

Nach einer Ausführungsform der Erfindung sind die Laufflächen und/oder die Mantelflächen der Lagerschalen und/oder die Wälzkörper mit Siliziumcarbid (SiC) und/oder Diamond-Like Carbon (DLC) und/oder Silizium dotierten DLC beschichtet. Diese Beschichtungen steigern die Haltbarkeit des Lagers, indem sie die Roll- und Gleiteigenschaften der Oberflächen der Lagerkinematik verbessern.

20

Nach einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei den Wälzkörpern um Kugeln, welche durch einen Käfig miteinander verbunden sind. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Vorrichtung für hohe Drehzahlen des ersten Bauteils gegenüber dem zweiten Bauteil genutzt werden soll, beispielsweise in einer Turbinenanordnung.

25

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Lagerung des ersten Bauteils in axialer Richtung in der Öffnung des zweiten Bauteils durch ein Magnetlager, anstelle des zuvor beschriebenen Wälzlagers gewährleistet. Hierzu werden mindestens zwei magnetische Ringe genutzt, wobei ein erster magnetischer Ring

30

- an dem ersten Bauteil und ein zweiter magnetischer Ring an dem zweiten Bauteil axial abgestützt ist. Die Magnetisierung der magnetischen Ringe ist dabei so gestaltet, dass sie sich in axialer Richtung voneinander abstoßen. Dabei nimmt im Allgemeinen die abstoßende Kraft zwischen den magnetischen Ringen mit abnehmender
- 5 Distanz zwischen den Ringen zu, sodass die axiale Lage des ersten Bauteils gegenüber dem zweiten Bauteil in einem gewissen Bereich variabel ist. Analog zu der zuvor beschriebenen Vorrichtung mit einem Wälzlager, wird die radiale Lagerung des ersten Bauteils in dem zweiten Bauteil durch ein oder mehrere radiale Gleitlager gewährleistet. Dabei kann sich ein Gleitlager zwischen einer insbesondere zylindrischen
- 10 schen Oberfläche des ersten Bauteils und eine Mantelfläche des zweiten magnetischen Rings und/oder einer insbesondere zylindrischen Oberfläche der Öffnung des zweiten Bauteils und einer Außenmantelfläche des ersten magnetischen Rings bilden.
- 15 Ausführungsformen sind besonders vorteilhaft, da, solange der Anpressdruck des ersten Bauteils auf das zweite Bauteil nicht zu groß wird, das Lager in axialer Richtung vollständig reibungsfrei ist. Daher ist einerseits der Verschleiß des Axiallagers sehr gering, andererseits kann die Vorrichtung, wenn sie beispielsweise in Maschinen eingesetzt wird, zu einem hohen Wirkungsgrad beitragen, da die Reibungsver-
- 20 luste der Maschine, verursacht durch das Lager sehr gering gehalten werden.

- Nach einer Ausführungsform der Erfindung kann zumindest ein Teil des Fluids in Teile des Lagers Gleit- und/oder Magnetlagers eindringen, was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn das Fluid als Kühl oder Schmiermittel geeignet ist. Hierzu kann
- 25 es notwendig werden, die magnetischen Ringe zu kapseln, wenn die Gefahr besteht, dass das magnetische Material durch das Fluid in seinen Eigenschaften beeinflusst wird. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Magnetringe auf der einander zugewandten Seite mit einem weichmagnetischen Material bedeckt sind, um den magnetischen Fluss in diesem Bereich zu verstärken. Gleichzeitig kann die
- 30 übrige Kapselung durch ein nichtmagnetisches Material wie beispielsweise Edelstahl erfolgen. Eine abdichtende Verbindung zwischen dem weichmagnetischen Material einerseits und dem nichtmagnetischen Material andererseits kann beispielsweise durch Laser- oder Reibschweißen der beiden Teile erfolgen.

- Analog zur vorhergehenden Beschreibung ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung vorteilhaft, das Lager durch einen Partikelfilter und insbesondere einen Feindrahtfilter vor dem Eindringen von Partikeln, welche in dem Fluid mitgeführt werden können, in das Lager zu verhindern. Damit kann einer Beschädigung oder gar Zerstörung des Lagers vorgebeugt werden. Der Partikelfilter ist dabei je nach Durchflussrichtung des Fluids durch die Vorrichtung so anzuordnen, dass er das Fluid filtert, bevor es in das Lager eindringen kann.
- 5
- 10 Nach einer Ausführungsform der Erfindung sind die Mantelflächen der magnetischen Ringe mit Siliziumcarbid (SiC) und/oder diamond like carbon (DLC) und/oder Silizium-dotierten DLC beschichtet, was deren Gleiteigenschaften verbessert und die Haltbarkeit des Lagers weiter steigert.
- 15 Nach einer Ausführungsform der Erfindung beinhaltet das erste Bauteil eine Öffnung, sodass das Fluid durch die Öffnung des ersten Bauteils hindurchfließen kann. Somit kann ein Fluid durch die Kombination aus erstem Bauteil, zweitem Bauteil und Lager hindurchfließen.
- 20 Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist das radiale Lagerspiel so angepasst, dass es sich bei dem Gleitlager um ein hydrodynamisches Gleitlager handelt. Dies ist besonders vorteilhaft, da ein hydrodynamisches Gleitlager insbesondere bei hohen Drehzahlen überwiegend Flüssigkeitsreibung aufweist und somit die Haltbarkeit des Gleitlagers weiter gesteigert wird.
- 25
- Nach einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Vorrichtung um eine Turbine, wobei es sich bei dem ersten Bauteil um eine Anordnung von Schaufelrädern handelt. Das zweite Bauteil kann beispielsweise durch einen Teil des Turbinengehäuses gegeben sein. Ein Fluid, wie beispielsweise Wasser oder Luft, kann
- 30 in dieser Ausführungsform unter Druck durch das erste Bauteil hindurchgepresst werden, wodurch ein Drehmoment auf die Anordnung von Schaufelrädern ausgeübt wird. Das so in Rotation versetzte erste Bauteil kann beispielsweise wiederum einen Generator zur Stromerzeugung antreiben. Es ist auch möglich, dass das erste Bau-

teil durch einen Motor angetrieben wird. In diesem Fall kann durch die Turbinenanordnung ein Fluid hindurchgesaugt werden, was eine Kraft auf die Vorrichtung entgegen der Strömungsrichtung des Fluids bewirkt.

- 5 Nach einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Vorrichtung um die Drehdurchführung einer Werkmaschine. Unter einer Werkmaschine ist hierbei eine Maschine zu verstehen, welche mittels einer angetriebenen Spindel einen Bearbeitungskopf in Rotation versetzt. Durch die getriebene Rotation des Bearbeitungskopfes wird die Bearbeitung eines Objekts möglich. Beispielsweise kann es
- 10 sich bei der Werkmaschine um eine Bohr- oder Fräsmaschine handeln. Die Spindel stellt hierbei das erste Bauteil der Vorrichtung dar. Durch die Durchgangsöffnung in der Lagerung der Spindel ist es beispielsweise möglich, den Bearbeitungskopf während des Betriebs mit Schmier- oder Kühlmittel zu versorgen.
- 15 Nach einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Vorrichtung um eine Dentalturbine. Hierbei ist das erste Bauteil mit einer Anordnung von Schaufelrädern versehen und beispielsweise in einem Teil des Turbinengehäuses gelagert. Wird nun ein Fluid, wie beispielsweise Luft durch die Vorrichtung gepresst, verursacht dies ein Drehmoment auf das erste Bauteil. Ist das erste Bauteil weiter mit
- 20 einem Bearbeitungskopf, wie beispielsweise einem Dentalbohrer verbunden, wird dieser in Rotation versetzt. Aufgrund der, insbesondere im Falle der Ausführungsform mit einem Magnetlager, geringen Reibung des Lagers, können sehr hohe Drehzahlen des Bohrkopfes bei geringer Geräuschentwicklung erreicht werden.
- 25 In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Nassläuferpumpe zur Förderung eines Fluids, insbesondere einer Flüssigkeit unter Verwendung des zuvor beschriebenen Lagers. Eine Nassläuferpumpe an sich ist beispielsweise aus WO 00/37804 bekannt.
- 30 Nach Ausführungsformen der Erfindung hat die Nassläuferpumpe einen Stator und einen Spalttopf in einem Trockenbereich und einen Rotor, der mit einem Impeller verbunden ist, und welcher in einem Nassbereich angeordnet ist. Eine Einlassleitung zum Einlass für das durch die Nassläuferpumpe zu fördernde Fluid verläuft

axial durch den Stator und den Spalttopf hindurch und mündet in den Nassbereich. An dem nassbereichseitigen Ende der Einlassleitung ist ein Lager für den Impeller angeordnet, wobei das Fluid im Betrieb der Nassläuferpumpe durch das Lager hindurchströmt. Das Lager ist den vorhergehenden Ausführungen entsprechend als

5 kombiniertes Axial-Radiallager zur radialen sowie zur einseitigen axialen Lagerung des Impellers ausgebildet, um ein Widerlager für die von dem Stator auf den Impeller ausgeübte magnetische Anziehungskraft zu bilden.

10 Durch die Anordnung des Lagers an dem Ende der Einlassleitung und die konstruktive Ausbildung des Lagers als kombiniertes Axial-Radiallager wird eine besonders kompakte Bauweise der Nassläuferpumpe ermöglicht, insbesondere eine besonders geringe Bauhöhe sowie eine besonders lange Lebensdauer des Lagers, da das durch das Lager strömende Fluid den Verschleiß des Lagers reduzieren kann.

15 Nach Ausführungsformen der Erfindung wird eine Nassläuferpumpe geschaffen, bei welcher eine Einlassleitung für das Fluid durch den Stator, den Spalttopf und das Lager für den Impeller hindurch verläuft. Eine solche Geometrie wird durch die Ausbildung des Motors als Axialflussmotor ermöglicht und hat insbesondere den Vorteil, einer besonders kompakten Bauweise der Nassläuferpumpe, das heißt einer geringen

20 Bauhöhe, verbunden mit einer hohen Leistungsdichte.

Ausführungsformen der Erfindung sind ferner besonders vorteilhaft, da das Lager gleichzeitig als Dichtung an dem Übergang zwischen der Sog- und der Druckseite der Nassläuferpumpe wirkt. Aufgrund der relativ kleinen Spaltmasse und der geringen

25 Toleranzen des Lagers kommt es nur zu geringen Leckageverlusten. Weiter können insbesondere in axialer Richtung große Kräfte aufgrund der Anziehung von Stator- und Rotormagneten entstehen, die zu einem hohen Verschleiß in einem Gleitlager führen könnten. Ein Wälzlager zeichnet sich hingegen durch eine geringe Reibung hauptsächlich in Form von Rollreibung aus, während die Reibung in einem

30 Magnetlager idealerweise vollständig verschwindet, so dass der Verschleiß beider Lagertypen gegenüber einem Gleitlager reduziert ist.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das Axiallager gemäß der vorhergehenden Ausführungen durch Lagerschalen, welche Laufflächen zur Aufnahme von Wälzkörpern aufweisen, sowie Wälzkörpern gebildet. Hierbei ist eine erste Lagerschale an dem Impeller befestigt, während eine zweite Lagerschale an dem Spalttopf befestigt ist. Die Wälzkörper befinden sich in dem von den Laufflächen der Lagerschalen umschriebenen Raum.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Axiallager gemäß der vorhergehenden Ausführungen durch Magnetringe gebildet, welche eine Magnetisierung aufweisen, die bewirkt, dass sich die Magnetringe im in der Nassläuferpumpe montierten Zustand in axialer Richtung abstoßen. Hierbei ist ein erster Magnetring an dem Impeller und ein zweiter Magnetring an dem Spalttopf befestigt.

Ausführungsformen der Erfindung sind besonders vorteilhaft, da durch den Axialflussmotor auf den Impeller eine magnetische Anziehungskraft in Richtung auf den Stator ausgeübt wird, sodass der Impeller nur einseitig gelagert zu werden braucht. Dies vereinfacht den Aufbau und reduziert weiter die erforderliche Bauhöhe der Nassläuferpumpe.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das Gleitlager impellerseitig durch die äußere Mantelfläche der ersten Lagerschale bzw. des ersten Magnetings, sowie die Mantelfläche des Spalttopfs gebildet. Spalttopfseitig wird das Gleitlager durch die innere Mantelfläche der zweiten Lagerschale bzw. des zweiten Magnetings und die Mantelfläche des Impellers gebildet.

Ausführungsformen sind besonders vorteilhaft, da die Lagerschalen bzw. Magnetringe einerseits einen Teil des Gleitlagers und andererseits einen Teil des Axiallagers darstellen. Es handelt sich also um ein Hybridlager, welches ein sehr kompaktes und gleichzeitig langlebiges und robustes Lager für eine Nassläuferpumpe darstellt.

Um die Haltbarkeit des Lagers weiter zu steigern, sind nach einer Ausführungsform der Erfindung die Mantelflächen und/oder die Laufflächen der Lagerschalen und

/oder die Wälzkörper mit Siliziumcarbid (SiC) und /oder Diamond-Like-Carbon (DLC) und/oder Silizium-dotierten DLC beschichtet.

5 Nach einer weiteren Ausführungsform wird das Lager durch einen Feindrahtfilter vor dem Eindringen von Partikeln in das Lager geschützt. Hierdurch wird das Lager vor Beschädigungen durch Partikel, welche im Medium mitgeführt werden könnten, geschützt.

10 Nach einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Einlass des Fluids durch eine Zentralöffnung des Spalttopfs. Insbesondere kann der Spalttopf einen Einlassstutzen ausbilden.

15 Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist der Stator torusförmig ausgebildet. Insbesondere kann der Stator eine ringförmige Statorzahnaufnahme aufweisen, an der Statorzähne angeordnet sind. Die Statorzähne können beispielsweise durch eine Klebung an der Statorzahnaufnahme befestigt sein.

20 Nach einer Ausführungsform der Erfindung hat jeder der Statorzähne einen Aufnahmebereich für eine Spule. Am luftspaltseitigen Ende hat jeder der Statorzähne einen vergrößerten Querschnitt. Dies hat den Vorteil, dass das Magnetfeld in einem größeren Bereich innerhalb des Luftspalts annähernd homogen ist und so die in radialer Richtung schmäleren Rotormagnete völlig umschlingt, wodurch die Selbstzentrierung des Impellers unterstützt wird, um hierdurch die Selbstzentrierung des Impellers zu unterstützen. Unter „Luftspalt“ wird hier der Abstand zwischen den Enden der Statorzähne und dem Rotor verstanden, auch wenn in diesem Spalt keine
25 oder nicht nur Luft ist, wie z.B. das Fluid.

30 Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist die Leistungselektronik, welche zur Ansteuerung der Spulen des Stators dient, innerhalb des von dem Stator und dem Spalttopf umschriebenen Raum angeordnet, wie zum Beispiel auf einer ringförmigen Leiterplatte. Hierdurch kann die Bauhöhe der Nassläuferpumpe weiter verringert werden.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird der Spalttopf durch eine ringförmige Scheibe gebildet, die in den Luftspalt zwischen dem Stator und dem Rotor hineinragt und welche den Trockenbereich der Nassläuferpumpe von dem Nassbereich trennt. Die ringförmige Scheibe hat eine Zentralöffnung, an welcher der Einlassstutzen angeordnet ist, der durch das Zentrum des Stators hindurch verläuft. An dem scheibenseitigen Endbereich des Einlassstutzens ist das Lager für den Impeller angeordnet, durch welches das Fluid in den Nassbereich einströmt, nachdem es den Trockenbereich durch die Einlassleitung hindurch durchströmt hat. Die Scheibe und der Einlassstutzen können einstückig ausgebildet sein, insbesondere als Kunststoff-spritzgussteil. Insbesondere kann der Spalttopf als Kunststoffteil (z.B. aus PPS/GFK/CFK) oder als nicht-magnetisches metallisches Teil ausgebildet sein.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird der Rotor durch ein permanent-magnetisches Material, nämlich Samarium-Cobalt (SmCo) gebildet. Dies ist in mehrfacher Hinsicht vorteilhaft:

- Samarium-Cobalt kann bei hohen Temperaturen eingesetzt werden, ohne dass die Remanenz der Magnetisierung leidet. Aufgrund dessen kann das Fluid eine Temperatur von zum Beispiel bis zu 200°C haben.
- Samarium-Cobalt besitzt exzellente Korrosionseigenschaften und kann mit einem einfachen oder ohne Korrosionsschutz direkt dem Fluid ausgesetzt werden.
- Da eine Kapselung zum Beispiel in Edelstahl von Samarium-Cobalt zum Korrosionsschutz nicht erforderlich ist, kann das magnetische Material am äußersten Rand der Peripherie des Impellers bzw. der Antriebsscheibe angeordnet sein, sodass das permanentmagnetische Material mit einem maximalen Radius positioniert werden kann.

Das den Rotor bildende permanentmagnetische Material kann dabei in Form von mehreren einzelnen flachen Dauermagneten an der Peripherie des Impellers angeordnet sein oder in Form eines einzigen magnetischen Rings mit multipolarer Magnetisierung. Insbesondere können die Magnete bzw. der magnetische Ring unmittel-

telbar an der Peripherie des Impellers oder über eine Antriebsscheibe an dem Impeller befestigt sein.

Im Weiteren werden Ausführungsformen der Erfindung mit Bezugnahme auf die

5 Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 2 eine Schnittansicht der Vorrichtung aus Figur 1 mit einem Filterelement,

10

Figur 3 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Nassläuferpumpe

Figur 4a eine Schnittansicht einer Ausführungsform des Spalttopfs,

15 Figur 4b eine Draufsicht auf den Spalttopf gemäß Figur 4a,

Figur 5a eine Seitenansicht eines einzelnen Statorzahns,

Figur 5b eine Frontansicht des Statorzahns gemäß Figur 5a,

20

Figur 5c eine perspektivische Ansicht des Statorzahns gemäß Figur 5a,

Figur 6a eine Draufsicht auf eine Ausführungsform des Stators,

25 Figur 6b eine Schnittansicht des Stators gemäß Figur 6a,

Figur 7a eine Draufsicht auf eine Ausführungsform des Rotors,

Figur 7b eine Schnittansicht des Rotors gemäß Figur 7a, und

30

Figur 8 eine Schnittansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Nassläuferpumpe.

Im Weiteren werden Elemente der nachfolgenden Ausführungsformen, die einander entsprechen oder identisch sind, jeweils mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

- 5 Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 100 mit einem ersten Bauteil 102 und einem zweiten Bauteil 104. Das zweite Bauteil 104 hat eine Öffnung 106, in welche das erste Bauteil 102 hineinragt. Innerhalb der Öffnung 106 befindet sich eine Lagerung für das erste Bauteil 102, welche in der Art eines Axialkugellagers aus einer ersten Lagerschale 110, einer zweiten Lagerschale 112 sowie
10 einer Anzahl von kugelförmigen Wälzkörpern 114 besteht. Dabei ist die erste Lagerschale 110 an dem ersten Bauteil 102 wenigstens axial abgestützt, während die zweite Lagerschale 112 an dem zweiten Bauteil 104 wenigstens axial abgestützt ist. Diese axialen Abstützungen liegen einander in Richtung der vorgesehenen Last gegenüber und schließen das zu deren Aufnahme vorgesehene Lager dementsprechend ein. Die Lagerschalen 112 und 110 haben Laufflächen, welche zur Aufnahme
15 der Wälzkörper 114 geeignet sind. Insbesondere weisen beide Laufflächen gleichartige Rillen auf, in den die Wälzkörper 114 geführt sind. Eine oder beide Lagerschalen 112 und 110 können über die erwähnte axiale Abstützung hinaus an den Bauteilen 102 bzw. 104 zusätzlich radial oder sogar vollständig festgelegt sein. Eine
20 radiale Festlegung kann für die Lagerschale 112 durch eine genaue Passung zwischen deren Außenmantelfläche und der aufnehmenden Bohrung in dem zweiten Bauteil ausgestaltet sein. Eine radiale Festlegung kann für die Lagerschale 110 durch eine genaue Passung zwischen deren Innenmantelfläche und dem zylindrischen Ansatz an dem ersten Bauteil 102 bewerkstelligt sein. Eine vollständige Festlegung, d.h. eine Festlegung gegenüber jeglicher Bewegung, kann beispielsweise
25 durch Aufkleben, Verschrauben, Aufschrupfen oder Festpressen bewerkstelligt sein.

- Die Wälzkörper 114 befinden sich in dem von den Laufflächen der Lagerschalen 112
30 und 110 umschriebenem Raum, sodass die Kombination aus Lagerschalen 110 und 112 sowie Wälzkörpern 114 ein in axialer Richtung einseitig belastbares Wälzlager darstellen. Durch diese Art der Lagerung ist das erste Bauteil 102 um eine Achse 108 in dem Bauteil 104 drehbar gelagert. Die Achse 108 stellt in der in Figur 1 dar-

gestellten Ausführungsform gleichzeitig die Symmetrieachse der Vorrichtung 100 dar. Am unteren Ende des ersten Bauteils 102 befindet sich ein Transmissionselement 118.

- 5 Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass auf das erste Bauteil 102 eine Kraft in Richtung des zweiten Bauteils 104 ungefähr entlang der Achse 108 wirkt. Eine solche axiale Kraft kann beispielsweise durch die magnetische Anziehungskraft einer Rotor-Stator-Anordnung entstehen oder durch die Gewichtskraft der Bauteile gegeben sein. Die axiale Kraft wird in der Vorrichtung 100 durch das axiale Wälzlager
10 bestehend aus den Lagerschalen 110 und 112 sowie den Wälzkörpern 114 kompensiert.

- Das erste Bauteil 102 hat, wie in Figur 1 dargestellt, ebenfalls eine Öffnung, durch welche ein Fluid hindurchbefördert werden kann. Ist das Transmissionselement 118
15 als Antrieb beispielsweise in Form einer Turbinenanordnung ausgelegt, so wirkt auf das erste Bauteil 102 in dem Fall, dass ein Fluid, beispielsweise Luft, nach oben durch die Kombination von Transmissionselement 118 und erstem Bauteil hindurchströmt, ein Drehmoment auf das erste Bauteil 102. Durch die Lagerung des ersten Bauteils 102 in dem zweiten Bauteil 104 mittels eines Wälzlagers kann sich somit
20 Bauteil 102 gegenüber Bauteil 104 drehen, wobei die Reibungsverluste durch die Verwendung eines Wälzlagers gering gehalten werden. Neben einem Drehmoment auf das erste Bauteil 102, bewirkt der Durchfluss des Fluids durch das Transmissionselement 118 weiter eine Kraft in axialer Richtung nach oben auf das erste Bauteil 102. Daher ist die zuvor beschriebene einseitige axiale Lagerung des ersten
25 Bauteil 102 in dem zweiten Bauteil 104 ausreichend.

- Neben axialen Kräften und Drehmomenten können unter anderem aufgrund der Drehbewegung des ersten Bauteils 102 auch radiale Kräfte entstehen. Eine Ursache hierfür können beispielsweise Unwuchten im ersten Bauteil 102 sein, welche
30 insbesondere für Anwendungen mit hoher Drehzahl wie beispielsweise der zuvor genannten Turbinenanwendung, zu großen Radialkräften führen können. Diese werden in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform durch Gleitlager kompensiert, welche durch Gleitflächen 116 zwischen den ersten und zweiten Lagerschalen

und den ersten und zweiten Bauteilen gebildet werden. So besteht eine Gleitfläche 116 zwischen der äußeren Mantelfläche der ersten Lagerschale 110 und der inneren Mantelfläche der Öffnung 106 des zweiten Bauteils 104 und eine weitere Gleitfläche 116 zwischen der inneren Mantelfläche der zweiten Lagerschale 112 und der äußeren Mantelfläche des ersten Bauteils 102.

Insbesondere bei Verwendung von genormter oder standardisierter Axialwälzlager mit identischen Außendurchmessern an beiden Lagerschalen 110, 112 kann das beschriebene Gleitlager durch ein geringes Übermaß der Aufnahmebohrung in dem zweiten Bauteil 104 ausgebildet werden. Wird dabei eine zylindrische Gestalt der Aufnahmebohrung beibehalten, kann sich die aufgrund des Übermaßes lose Lagerschale 112 im Betrieb in einer radialen Richtung auf die als Gleitlagerzapfen dienende Lagerschale 110 ausrichten. Dadurch kann eine außermittige Lage der Lagerschale 110 ausgeglichen werden mit dem Ergebnis eines mittigen optimalen Laufs der Wälzkörper in den Rillen der Lagerschalen 110, 112. Eine außermittige Lage kann beispielsweise aufgrund einer radialen Last in einer Richtung auftreten, die wegen der hydrodynamischen Effekte den Gleitlagerspalt auf einer Seite verengt. Stünde die Lagerschale 112 in der Aufnahmebohrung des zweiten Teils 104 exakt mittig fest, ergäbe sich durch die außermittige Stellung des Gleitlagers eine radiale Belastung des Axiallagers mit den bekannten nachteiligen Folgen für das Tragbild und die Abnutzung der Laufflächen der Lagerschalen 110, 112. Insbesondere das in der Zeichnung schematisch dargestellte Axialkugellager ist gegenüber radialer Belastung und radialer Fehlstellung bekanntermaßen sehr empfindlich. Wegen der fest vorgegebenen Rillen in den Lagerschalen resultiert eine radiale Fehlstellung in einem Tragbild, das anstelle eines Rings zwei gegenüberliegenden mehr oder weniger lange Sicheln zeigt. Dadurch wird die effektiv zur Abstützung der Last genutzte Anzahl an Kugeln in nachteiligsten Fall auf eine oder zwei herabgesetzt. Dies ergibt jedenfalls eine unvorteilhafte ungleichmäßige Abnutzung. In einem gravierenderen Fall können Wälzkörper und/oder die Laufflächen auch schon bei einer Belastung unterhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte beschädigt oder zerstört werden.

Um die Reibung innerhalb des Gleitlagers möglichst gering zu halten, können die Gleitflächen 116 beispielsweise mit Siliziumcarbid (SiC) und/oder Diamond like Carbon (DLC) und/oder Silizium dotierten DLC beschichtet werden. Analog ist es möglich, die Wälzkörper sowie die Laufflächen der Lagerschalen zu beschichten.

5

Die Figur 2 zeigt wie Figur 1 eine Vorrichtung 100, wobei die Flussrichtung 122 des Fluids durch die Vorrichtung gegenüber voriger Beschreibung umgekehrt ist und von oben nach unten erfolgt. Eine solche Flussrichtung 122 ist beispielsweise dann gegeben, wenn das Transmissionselement 118 einen Abtrieb darstellt, also beispielsweise in Form eines Impellers ausgeführt ist. Die Rotation des ersten Bauteils 102 muss in diesem Fall durch einen externen Antrieb wie beispielsweise einen Axialflussmotor sichergestellt werden (nicht dargestellt in Figur 2).

Gegenüber der in Figur 1 dargestellten Vorrichtung 100 besteht zwischen der zweiten Lagerschale 112 und der Mantelfläche des ersten Bauteils 102 ein Spalt 120, welcher in Figur 2 übertrieben dargestellt ist. Durch diesen Spalt kann ein Fluid, welches durch die Vorrichtung 100 befördert wird, in das Wälz- und Gleitlager eindringen. Dies ist insbesondere dann wünschenswert, wenn das Fluid Eigenschaften aufweist, die es als Schmiermittel qualifizieren. Um zu vermeiden, dass mit dem Fluid mitgeführte Partikel in das Lager eindringen, befindet sich oberhalb der zweiten Lagerschale 112 ein Filterelement 124, welches den Spalt 120 abdeckt. Bei dem Filterelement 124 kann es sich beispielsweise um einen Feindrahtfilter handeln. Durch dieses Filterelement 124 können all jene Partikel aus dem Fluid herausgefiltert werden, welche eine verstärkte Abnutzung oder gar Zerstörung des Lagers verursachen könnten. Das Filterelement 124 wird durch einen Klemmring 126, welcher in einer Ausnehmung 128 eingebracht ist, in seiner Position fixiert. Wie zuvor bereits erwähnt, ist der Spalt 120 in Figur 2 übertrieben dargestellt.

Tatsächlich sollte sich die Breite des Spalts 120 in einem Bereich von etwa 50 – 100 µm bewegen. So kann einerseits das Fluid in das Lager eindringen, während andererseits das obere Gleitlager zwischen der zweiten Lagerschale 112 und der Mantelfläche des ersten Bauteils 102 bestehen bleibt. Durch ein Eindringen des Fluids in das Lager ist es möglich, dass sich in den Gleitlagern Flüssigkeitsreibung ein-

stellt, das Gleitlager also als hydrodynamisches Gleitlager funktioniert. Dies hat den Vorteil, dass sich die Reibung und damit der Verschleiß des Lagers weiter reduziert.

Die Figur 3 zeigt eine Schnittansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemä-
5 ßen Nassläuferpumpe 200. Die Nassläuferpumpe 200 hat eine Motorabdeckung 202, die eine kreisförmige Stirnseite 204 aufweist. Im Zentrum der Stirnseite 204 befindet sich eine Öffnung 206, welche zum Einströmen eines Fluids 208 vorgesehen ist.

10 Die Motorabdeckung 202 dient zur Abdeckung eines Stators 210. Der Stator 210 hat eine Statorzahnaufnahme 212, die ringförmig ausgebildet ist und an der Statorzähne 214 kreisförmig angeordnet sind. Auf jeden der Statorzähne ist eine Spule aufgewickelt. Der Stator sowie die Statorzähne 214 werden mit Bezug auf die Figuren 5 und 6 näher erläutert.

15 Die verschiedenen Spulen der Statorzähne 214 sind mit einer Leistungselektronik (nicht dargestellt) elektrisch verbunden, welche zur Ansteuerung der Spulen dient.

20 Der Rotor des Axialflussmotors wird bei der hier betrachteten Ausführungsform durch ein permanentmagnetisches Material gebildet, welches hier in Form einzelner Permanentmagnete 220 auf einem Ring 222 angeordnet ist (vergleiche Figur 7).

Die Permanentmagnete 220 haben eine Magnetisierung in axialer Richtung, sodass
25 sich der magnetische Fluss zwischen den Enden 224 der Statorzähne 214 und den Permanentmagneten 220 über einen Luftspalt, der zwischen den Enden 224 und den Permanentmagneten 220 besteht, ebenfalls in axialer Richtung der Nassläuferpumpe 200 erstreckt. Aufgrund dessen wird eine magnetische Anziehungskraft, welche von dem Stator 210 auf die Permanentmagnete 220, und damit auf einen
30 Impeller 226 der Nassläuferpumpe 200 ausgeübt.

In den Luftspalt zwischen den Enden 224 der Statorzähne 214 und den Permanentmagneten 220 ragt eine Scheibe 228 eines Spalttopfs 216 (siehe Figuren 4a,b).

Durch den Spalttopf 216 und den Stator 210 wird ein Raum umschrieben, in dem die Leistungselektronik angeordnet sein kann, wie zum Beispiel auf einer ringförmigen Platine, deren äußerer Radius durch die Ausnehmungen 230 und deren innerer Radius durch die Wandung des Einlassstutzens 232 begrenzt ist. Diese Platine kann die verschiedenen elektrischen und elektronischen Komponenten zur Realisierung der Leistungselektronik tragen. Da diese in dem Trockenbereich der Nassläuferpumpe 200 angeordnet ist, ist eine besondere Kapselung der Leistungselektronik nicht unbedingt erforderlich.

Die Nassläuferpumpe 200 hat eine erste Gehäusehälfte 238 und eine zweite Gehäusehälfte 240, durch welche das Gehäuse der Nassläuferpumpe 200 gebildet wird. Die Gehäusehälfte 238 hat in ihrem Zentrum eine Öffnung. Der Spalttopf 216 ist an der Außenseite der Gehäusehälfte 238 befestigt, wie zum Beispiel durch Schraubverbindungen an einem ringförmigen Befestigungsbereich 242 der Gehäusehälfte 238.

Der Impeller 226 befindet sich zwischen den Gehäusehälften 238 und 240. An dem Impeller 226 ist der Rotor dadurch ausgebildet, dass der Ring 222 mit den Permanentmagneten 220 über eine Antriebscheibe 244 mit dem Impeller 226, zum Beispiel durch Schrauben, verbunden ist. Nach einer alternativen Ausführungsform können die Permanentmagnete 220 auch unmittelbar an dem Impeller 226 angeordnet sein. Ferner können die Permanentmagnete 220 zwischen dem Ring 222 und der Antriebsscheibe 244 angeordnet sein.

Der Impeller 226 ist durch eine Kombination aus Gleit- und Wälzlager in der Nassläuferpumpe gelagert. In der hier gezeigten Ausführungsform ist das Wälzlager als Kugellager ausgebildet. Es ist allerdings auch die Verwendung anderer Varianten von Wälzlagern, wie beispielsweise Rollenlager, Kegellager, Nadellager oder ähnlichem denkbar.

Das Wälzlager wird durch zwei Lagerschalen 252 und 250 gebildet, welche Laufflächen zur Aufnahme von Wälzkörpern 254 aufweisen. Hierbei ist die untere Lager-

schale 250 am Impeller 226 befestigt, während die obere Lagerschale 252 am Spalttopf befestigt ist. Die Lagerschalen können hierbei auf die entsprechenden Bauteile beispielsweise aufgeklebt, aufgeschumpft, aufgepresst, oder auch festgeschraubt sein. Die Wälzkörper befinden sich in dem Zwischenraum zwischen den Lagerschalen, welcher durch die Laufflächen der Lagerschalen umschrieben wird. Sind für den Betrieb der Pumpe hohe Drehzahlen des Impellers vorgesehen, können die Wälzkörper durch einen Käfig miteinander verbunden werden um die Stabilität des Lagers zu erhöhen.

- 10 Das Gleitlager wird durch eine obere Gleitlagerfläche 256 zwischen der oberen Lagerschale 252 und der Mantelfläche des Impellers 226, sowie durch eine untere Gleitlagerfläche 258 zwischen der unteren Lagerschale 250 und dem Spalttopf 216 gebildet. Insbesondere an der Lagerfläche 256 hat das Gleitlager ein geringes Lagerspiel, wodurch ein Teil des Fluids 208 in das Wälzlager eindringen kann. Durch
15 ein Eindringen des geförderten Fluid in das Wälzlager kann das Wälzlager zusätzlich geschmiert werden.

- Das Lagerspiel, welches als ringförmige Öffnung angesehen werden kann, wird bevorzugt durch einen Feindrahtfilter 260 geschützt, um Fremdkörper, welche im geförderten Fluid enthalten sein können, vom Lagerbereich fernzuhalten. Der Feindrahtfilter 260 wird durch einen Klemmring 262 arretiert.
- 20

- Durch eine entsprechend genaue Fertigung kann das Lagerspiel an den Gleitlagerflächen sehr klein gehalten werden, vorzugsweise im Bereich unter 0,1mm. Hierdurch wird vermieden, dass grobe Partikel, welche im Fluid 208 enthalten sein können in das Wälzlager eindringen und die Laufflächen der Lagerschalen oder die Wälzkörper beschädigen. Zudem dient dieser enge hydrodynamische Spalt als Dichtfläche zwischen Sog- und Druckseite der Pumpe, wodurch Leckageeffekte, die üblicherweise auftreten, wenn der Impeller sich klassisch an einer Welle befestigt befindet und nicht über die Sogseite gelagert ist, vermieden werden können.
- 25
- 30

Um die Langlebigkeit des Lagers weiter zu erhöhen ist es möglich die Laufflächen der Lagerschalen 250 und 252 und/oder die Wälzkörper 254 und/oder die Gleitla-

gerflächen 256 und 258 mit SiC, DLC oder Silizium-dotierten DLC zu beschichten. Als Alternative sind auch Keramik- bzw. Kunststofflager denkbar, die in wässrigen Medien reibungsarm und ohne Korrosionsgefahr einsetzbar sind.

- 5 Das zuvor beschriebene Lager lagert den Impeller 226 mit einem axialen Freiheitsgrad, da auf den Impeller 226 über die Permanentmagnete 220 eine magnetische Anziehungskraft in axialer Richtung auf den Stator 210 hin ausgeübt wird, sodass die axiale Position des Impellers 226 ebenfalls bestimmt ist. Das Lager ist hierbei so ausgebildet, dass es einseitig in axialer Richtung als ein Widerlager zur Aufnahme
10 der magnetischen Anziehungskraft funktioniert.

Die magnetische Anziehungskraft des Stators 210 hat ferner - unter Rotation - einen selbstzentrierenden Effekt auf den Impeller 226, was die Beanspruchung des radialen Gleitlagers reduziert.

15

Die beiden Gehäusehälften 238 und 240 werden durch Schrauben oder Klebstoff 242 miteinander verbunden.

Auf diese Art und Weise wird ein Auslass 246 für das Fluid 208 gebildet.

20

Ausführungsformen der Erfindung sind besonders vorteilhaft, da das Fluid 208 statorseitig einströmt, und zwar durch den Stator hindurch. Aufgrund des Axialflussmotors ist ferner nur eine einseitige Lagerung des Impellers ohne jegliche Rotorwelle erforderlich, was insgesamt eine besonders kompakte Bauform mit hoher Leistungsdichte ermöglicht.

25

- Die Figur 4a zeigt eine Schnittansicht des Spalttopfs 216. Der Spalttopf 216 hat eine Scheibe 228, welche in den Luftspalt zwischen den Enden 224 der Statorzähne 214 und den Permanentmagneten 220 ragt. Die Scheibe 228 hat Ausnehmungen 230,
30 die zur Aufnahme der Enden der Statorzähne 214 dienen (vergleiche Figur 4b). Die zwischen den Ausnehmungen liegenden Verstrebungen steigern die mechanische Stabilität des Motoraufbaus und ermöglichen eine möglichst geringe Materialdicke und somit einen minimalen Luftspalt. Beispielsweise beträgt die Wandstärke des

Spalttopfes 216 in den Ausnehmungen 230 zwischen 0,7mm u. 0,2mm. Eine solche geringe Wandstärke verkleinert den Luftspalt, was wiederum den Wirkungsgrad und die Leistung bei gleichbleibendem Einsatz einer gewissen Menge Seltener Erden-Magnete erhöht. Hierdurch wird die mechanische Stabilität des Motoraufbaus verbessert.

Die Scheibe 228 hat eine axiale Öffnung, auf der ein Einlassstutzen 232 angeordnet ist.

10 Der Einlassstutzen 232 ragt im montierten Zustand der Nassläuferpumpe 200 (vergleiche Figur 3) durch den Stator 210 und die Öffnung 206 der Motorabdeckung 202 hindurch, sodass über den Einlassstutzen 232 das Fluid 208 einströmen kann.

15 An dem Einlassstutzen 232 sind in einem axialen Abstand von der Scheibe 228 zwei Befestigungsbereiche 234 und 236 angeordnet. An dem Befestigungsbereich 14 wird die Motorabdeckung 202 zum Beispiel durch Schraubverbindungen befestigt. Der Stator 210 wird zwischen der Motorabdeckung 202 und der Scheibe 228 in dem Befestigungsbereich 234 befestigt, beispielsweise durch Schraubverbindungen, wobei die Enden 224 der Statorzähne 214 in den Ausnehmungen 230 stehen und dort z.B. formschlüssig gehalten werden.

25 Die Befestigungsbereiche 234 und 236 können zum Beispiel ringförmig ausgebildet sein, und Innengewinde zur Ausbildung von Schraubverbindungen zur Befestigung der Motorabdeckung 202 und des Stators 210 aufweisen, welche entsprechende Löcher zum Durchführen der Schrauben haben. Gleichzeitig dient die tubusförmige Fortsetzung des Spalttopfes mit nach oben scheibenförmiger Ausprägung auch zur Zentrierung des Statorrückschlussringes, d.h. der Statorzahnaufnahme 212

30 Die Figur 4b zeigt eine Draufsicht auf den Spalttopf 216, durch dessen Einlassstutzen 232 das Fluid einströmen kann.

Die Figur 5a zeigt eine Frontansicht eines der Statorzähne 224 gemäß der Ausführungsform nach Figur 3. Der Aufnahmebereich 218 des Statorzahns 224 dient zur

Aufnahme von mehreren Wicklungen einer Spule, die von der Leistungselektronik der Platine angesteuert wird.

Der Aufnahmebereich 218 des Statorzahns 214 wird luftspaltseitig durch das Ende 224 des Statorzahns 214 abgeschlossen, welches einen im Vergleich zu dem Aufnahmebereich 218 vergrößerten Querschnitt hat. Dieser vergrößerte Querschnitt hat den Vorteil, dass das Magnetfeld in dem Luftspalt entsprechend aufgeweitet wird und in einem größeren räumlichen Bereich näherungsweise homogen ist. Hierdurch wird die Selbstzentrierung des Impellers 226 (vergleiche Figur 3) unterstützt, da die Permanentmagnete 220 des Rotors eine in radialer Richtung geringere Breite aufweisen als die Statorflussbreite.

Die Fig. 5a zeigt exemplarisch einen der Permanentmagnete 220, so wie er auf dem Impeller relativ zu dem Statorzahn 214 angeordnet ist. In radialer Richtung ist der Permanentmagnet 220 kürzer als die Erstreckung des Endes 224 des Statorzahns 214 in radialer Richtung, so dass der Statorzahn über den Permanentmagnet 220 hinausragt. Beispielsweise ist der Permanentmagnet 220 mittig unter dem Aufnahmebereich 218 positioniert.

Der Statorzahn 214 hat in seinem oberen Bereich eine schlitzförmige Ausnehmung 248, die zur Befestigung des Statorzahns 214 an der Statorzahnaufnahme 212 dient (vergleiche Figur 6).

Die Figur 5b zeigt den Statorzahn 214 in einer Frontansicht und die Figur 5c in einer perspektivischen Ansicht.

Die Figur 6a zeigt eine Draufsicht des Stators 210 mit der ringförmigen Statorzahnaufnahme 212, die in ihrem Zentrum eine Öffnung hat, durch welche der Einlassstutzen 232 hindurch verläuft (vergleiche Figur 3). An der Peripherie der Statorzahnaufnahme 212 sind die Statorzähne 214 mit ihren Ausnehmungen 248 befestigt. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Ausnehmung 248 und/oder die Statorzahnaufnahme 212 als Klebeflächen dienen, um den Statorzahn 214 mit seiner Aus-

nehmung 248 an den Rand der Statorzahnaufnahme 212 zu kleben. Die Figur 6b zeigt eine entsprechende Schnittansicht.

Die Figur 7a zeigt eine Draufsicht auf den Rotor mit den Permanentmagneten 220, die auf dem Ring 222 angeordnet sind. Vorzugsweise bestehen die Permanentmagnete 220 aus Samarium-Cobalt, was verschiedene Vorteile hat:

- Samarium-Cobalt kann bei relativ hohen Temperaturen eingesetzt werden, ohne dass die Remanenz leidet; insbesondere kann das Fluid 208 eine Temperatur von bis zu 200°C haben.

- Aufgrund seiner exzellenten Korrosionseigenschaften kann Samarium-Cobalt ohne Beschichtung und ohne Kapselung dem Fluid 208 ausgesetzt werden.

- Da keine Kapselung der Permanentmagnete 220 erforderlich ist, können diese mit einem maximalen Abstand von der Rotationsachse positioniert werden, sodass sich ein maximales Drehmoment und eine maximale Motorleistung bei einer gegebenen Menge von magnetischem Werkstoff ergibt.

Alternativ können auch andere Werkstoffe für die Permanentmagnete 220 eingesetzt werden, wie zum Beispiel Neodym-Eisen-Bor.

Die Figur 7b zeigt eine Schnittansicht des Rotors bestehend aus dem Ring 222 und den Permanentmagneten 220.

Die Figur 8 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Nassläuferpumpe 300. Gegenüber der in Figur 3 dargestellten Nassläuferpumpe 200 unterscheidet sie sich im Wesentlichen durch eine andere Geometrie und andere Abmessungen des Gehäuses 304, sowie der Motorabdeckung 316. Dies ist dadurch bedingt, dass die Rotormagnete 306 nun nicht mehr auf einer Antriebsscheibe 244, sondern direkt auf dem Impeller 302 befestigt sind. Damit der Abstand zwischen dem unteren Ende der Statorzähne 312 und den Rotormagneten weiterhin möglichst gering ist, sind die Statorzähne 312 in ihrer vertikalen Ausdehnung verlängert worden. Eine Folge hiervon ist, dass der Spalttopf 322 mit Ansaugstutzen 318 eine

andere Form erhalten hat. Die Statorzahnaufnahme 314 hat sich gegenüber der Statorzahnaufnahme 212 der Nassläuferpumpe 200 nicht verändert.

- Ein weiterer Unterschied der Nassläuferpumpe 300 gegenüber der zuvor beschriebenen Nassläuferpumpe 200 besteht in der Lagerung des Impellers 302 in dem Spalttopf 322. Anstelle eines Wälzlagers, bestehend aus den Lagerschalen 250 und 252, sowie den Wälzkörpern 254, ist der Impeller 302 der Nassläuferpumpe 300 in axialer Richtung durch zwei magnetische Ringe gelagert, welche so magnetisiert sind, dass sie sich in montiertem Zustand in axialer Richtung abstoßen. Dabei ist ein unterer Magnetring 308 an dem Impeller 302 befestigt, während ein oberer Magnetring 310 an dem Spalttopf befestigt ist. Die Magnetringe können analog zu den Lagerschalen 250 und 252 der Nassläuferpumpe 200 durch Aufkleben, Verschrauben, Aufschrupfen, Festpressen oder andere Befestigungsverfahren befestigt werden.
- Die magnetischen Ringe 308 und 310 bestehen aus Permanentmagneten, wie beispielsweise Neodym-Eisen-Bor (NdFeB) oder Samarium-Cobalt (SmCo) und sind metallisch vollständig luft- und wasserdicht gekapselt. Die Kapselung kann hierbei beispielsweise durch Laser- oder Reibschweißen der Umkapselungsbestandteile erfolgen. Eine bevorzugte Ausführung der Umkapselungsbestandteile ist, dass die Umkapselung aller sich nicht zugewandten Seiten aus nicht-magnetischem Metall, wie beispielsweise Edelstahl besteht, während die aufgeschweißte Deckplatte, also die beiden sich zugewandten Seiten, aus weichmagnetischem Material besteht. Hierdurch wird der magnetische Fluss im Bereich der Deckplatten verstärkt.
- Die Dicke der Kapselung kann beispielsweise zwischen 1mm und 2mm betragen. Der impellerseitig aufgepresste magnetische Ring 308 ist analog zur unteren Lagerschale 250 der Nassläuferpumpe 200 so gefertigt, dass sich zwischen der äußeren Mantelfläche des magnetischen Rings 308 und der inneren Mantelfläche des Spalttopfs 322 ein hydrodynamischer Spalt ausbildet, der auch als Dichtspalt fungiert.
- Die Magnetringe 308 und 310 sind bevorzugt so magnetisiert und ausgerichtet, dass die abstoßende Wirkung zwischen den Magnetringen näherungsweise proportional zum Quadrat des Abstands zwischen den Magnetringen ist. Dabei ist die

Stärke der Magnetringe 308 und 310 bevorzugt so ausgelegt, dass sich im Ruhezustand der Nassläuferpumpe 300 ein Gleichgewicht zwischen der attraktiven Kraft zwischen Rotormagneten 306 und Statorzähnen 312 und der repulsiven Kraft zwischen den Magnetringen 308 und 310 einstellt. Hierdurch entsteht im Ruhezustand vorzugsweise ein Luftspalt zwischen dem unteren Ende der Statorzähne 312 und den Rotormagneten 306 von etwa 1mm, während sich zwischen den Magnetringen 308 und 310 ein Luftspalt von 3mm Breite einstellt. Die magnetische Feldstärke, verursacht durch die Magnetringe 308 und 310 ist also stärker dimensioniert als die Feldstärke zwischen Rotormagneten 306 und Statorzähnen 312.

10

Bei zunehmender Drehzahl und damit steigender Leistung der Nassläuferpumpe 300 steigt der Differenzdruck zwischen der Sog- und Druckseite der Nassläuferpumpe 300 und damit die Anpresskraft des Impellers 302 nach oben, in Richtung auf den Ansaugstutzen 318 hin. Analog steigt auch die Anpresskraft auf die sich abstoßenden Magnetringe 308 und 310, sodass sich sowohl der Luftspalt zwischen den Magnetringen 308 und 310, als auch der Luftspalt zwischen den Rotormagneten 306 und den Statorzähnen 312 reduziert. Die Reduktion der Luftspalte setzt sich fort, bis ein neues Gleichgewicht zwischen Anpressdruck, attraktiver Kraft zwischen Rotormagneten 306 und Statorzähnen 312 und repulsiver Kraft zwischen den Magnetringen 308 und 310 eingestellt hat.

20

Um ein Aufsetzen des Rotors auf statische Komponenten der Nassläuferpumpe 300 zu vermeiden, kann die Leistungsgrenze der Nassläuferpumpe so bemessen werden, dass der Luftspalt zwischen den Rotormagneten 306 und den Statorzähnen 312 eine Breite von 0,2mm nicht unterschreitet. Zusätzlich können auf dem Rotor Sicherheitsgleitflächen 320 angebracht sein, die beispielsweise 0,2mm nach oben über die Rotormagnete 306 hinausragen. Diese können im Falle einer Überschreitung der zuvor genannten Leistungsgrenze den Rotor an dem Spalttopf 322 abstützen und eine Beschädigung des Impellers 302 oder der Rotormagnete 306 vermeiden.

30

Durch eine Reduktion des Luftspalts zwischen den Rotormagneten 306 und den Statorzähnen 312 bei zunehmender Druckleistung steigt die Kopplung zwischen

Rotormagneten 306 und Statorzähnen 312 aufgrund der steigenden, magnetischen Flussdichte. Dies führt effektiv zu einer Leistungssteigerung und damit zu einem erhöhten Wirkungsgrad der Nassläuferpumpe 300.

Bezugszeichenliste

	100	Vorrichtung
5	102	Erstes Bauteil
	104	Zweites Bauteil
	106	Öffnung
	108	Achse
	110	Erste Lagerschale
10	112	Zweite Lagerschale
	114	Wälzkörper
	116	Gleitlagerfläche
	118	Transmissionselement
	120	Spalt
15	122	Flussrichtung
	124	Filterelement
	126	Klemmring
	128	Ausnehmung
	200	Nassläuferpumpe
20	202	Motorabdeckung
	204	Stirnseite
	206	Öffnung
	208	Fluid
	210	Stator
25	212	Statorzahnaufnahme
	214	Statorzahn
	216	Spalttopf
	218	Aufnahmebereich
	220	Permanentmagnet
30	222	Ring
	224	Ende
	226	Impeller
	228	Scheibe

5	230	Ausnehmung
	232	Einlassstutzen
	234	Befestigungsbereich
	236	Befestigungsbereich
	238	Gehäusehälfte
10	240	Gehäusehälfte
	242	Befestigungsbereich
	244	Antriebsscheibe
	246	Auslass
	248	Ausnehmung
15	250	untere Lagerschale
	252	obere Lagerschale
	254	Wälzkörper
	256	obere Gleitlagerfläche
	258	untere Gleitlagerfläche
20	260	Feindrahtfilter
	262	Klemmring
	300	Nassläuferpumpe
	302	Impeller
	304	Pumpengehäuse
25	306	Rotormagnete
	308	unterer Magnetring
	310	oberer Magnetring
	312	Statorzahn
	314	Statorzahnaufnahme
30	316	Motorabdeckung
	318	Ansaugstutzen
	320	Sicherheitsgleitfläche
	322	Spalttopf

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100; 200) mit einem ersten (102; 226) und zweiten Bauteil (104; 216), wobei das zweite Bauteil eine Öffnung (106) beinhaltet, wobei das erste Bauteil in radialer Richtung sowie einseitig in axialer Richtung in der Öffnung des zweiten Bauteils um eine Achse (108; 208) des ersten Bauteils drehbar gelagert ist, wobei die Vorrichtung so ausgebildet ist, dass ein Fluid in axialer Richtung durch die Öffnung des zweiten Bauteils fließen kann, wobei die Vorrichtung weiter mindestens zwei Lagerschalen (110, 112; 250, 252), sowie Wälzkörper (114; 254) umfasst, wobei eine erste der Lagerschalen (110; 250) an dem ersten Bauteil und eine zweite der Lagerschalen (112; 252) an dem zweiten Bauteil axial abgestützt ist, wobei die Wälzkörper sich in dem von den Laufflächen der beiden Lagerschalen umschriebenen Raum befinden, wodurch ein in axialer Richtung einseitig belastbares Wälzlager zur axialen Lagerung des ersten Bauteils in dem zweiten Bauteil gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gleitlager (116; 258) zur radialen Lagerung des ersten Bauteils an dem zweiten Bauteil durch eine insbesondere zylindrische Oberfläche des ersten Bauteils und eine Innenmantelfläche der zweiten Lagerschale, und/oder durch eine insbesondere zylindrische Oberfläche der Öffnung des zweiten Bauteils und eine Außenmantelfläche der ersten Lagerschale gebildet wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste und/oder zweite Lagerschale (110, 112; 250, 252) an dem ersten bzw. zweiten Bauteil (102, 104; 226, 216) befestigt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Gleitlager (116; 258) an genau einer Lagerschale (110, 112; 250, 252) gebildet wird und die andere Lagerschale in einer radialen Übermaßpassung zu dem axial abstützenden Bauteil (102, 104; 226, 216) radial verlagerbar ist, um einer außermittigen Betriebsstellung des Gleitlagers (116; 258) zu folgen und dadurch die koaxiale Ausrichtung

der Lagerschalen zueinander zu erhalten.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Lagerschalen (110, 112; 250, 252) zusammen mit den Wälzkörpern (114; 254) ein radial nicht einstellbares Axiallager und insbesondere ein Axialkugellager, ein Kegelrollenlager oder ein konisches Axialnadellager bilden.
5
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lagerschalen zusammen mit den Wälzkörpern ein radial einstellbares Axiallager und insbesondere ein ebenes Axialnadellager oder ein ebenes Axialrollenlager bilden.
10
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3, weiterhin aufweisend einen Partikelfilter (124; 260), der an einer der den Laufflächen des Wälzlagers abgewandten Seite der Lagerschalen angeordnet und insbesondere als Feindrahtfilter ausgebildet ist.
15
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Laufflächen und/oder die Mantelflächen (116; 258) der Lagerschalen und/oder die Wälzkörper mit Siliziumcarbid (SiC) und/oder diamond like carbon (DLC) und/oder Silizium-dotierten DLC beschichtet sind.
20
8. Vorrichtung (300) mit einem ersten Bauteil (322) und zweiten Bauteil (302), wobei das zweite Bauteil eine Öffnung beinhaltet, wobei das erste Bauteil in radialer Richtung sowie einseitig in axialer Richtung in der Öffnung des zweiten Bauteils um eine Achse des ersten Bauteils drehbar gelagert ist, wobei die Vorrichtung so ausgebildet ist, dass ein Fluid in axialer Richtung durch die Öffnung des zweiten Bauteils fließen kann, wobei die Vorrichtung weiter mindestens zwei magnetische Ringe (308, 310) umfasst, wobei ein erster der magnetischen Ringe an dem ersten Bauteil und ein zweiter der magnetischen Ringe an dem zweiten Bauteil axial abgestützt ist, wobei die Magnetisierung der magnetischen Ringe so gestaltet ist, dass sie sich in axialer Richtung abstoßen, wodurch ein in axialer Richtung einseitig belastbares Magnetlager zur axialen Lagerung des ersten Bauteils in dem zweiten Bauteil gebil-
25
30

det wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gleitlager zur radialen Lagerung des ersten Bauteils an dem zweiten Bauteil durch eine insbesondere zylindrische Oberfläche des ersten Bauteils und eine Innenmantelfläche der zweiten Lagerschale, und/oder durch eine insbesondere zylindrische Oberfläche der Öffnung des zweiten Bauteils und eine Außenmantelfläche des ersten magnetischen Rings gebildet wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der erste und/oder zweite magnetische Ring (308, 310) an dem ersten bzw. zweiten Bauteil (322, 302) befestigt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, mit einem Partikelfilter, wobei der Partikelfilter an einer der dem Inneren des Lagers abgewandten Seite der magnetischen Ringe angeordnet und insbesondere als Feindrahtfilter ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 und 9, wobei die Mantelflächen der magnetischen Ringe mit Siliziumcarbid (SiC) und/oder diamond like carbon (DLC) und/oder Silizium-dotierten DLC beschichtet sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das radiale Lagerspiel so angepasst ist, dass es sich bei dem Gleitlager um ein hydrodynamisches Gleitlager handelt.

13. Als Turbine ausgestaltete Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 12, wobei es sich bei dem ersten Bauteil um eine Anordnung von Schaufelrädern handelt.

14. Als Werkzeugmaschine ausgestaltete Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 12, wobei es sich bei dem ersten Bauteil um eine Spindel handelt.

15. Als Dentalturbine ausgestaltete Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 12, wobei es sich bei dem ersten Bauteil um eine Anordnung von Schaufelrädern handelt und wobei es sich bei dem Fluid um Luft handelt.

16. Als Nassläuferpumpe (200; 300) ausgestaltete Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das erste Bauteil durch einen im Nassbereich

liegenden Impeller (226; 302) und das zweite Bauteil durch einen im Trockenbereich liegenden Spalttopf (216; 322) gegeben sind, wobei an dem Spalttopf (216) ein Stator (210) angeordnet ist, der mit einem an dem Impeller angeordneten Rotor (220, 322) den magnetischen Teil eines Axialflussmotors bildet, wobei eine Einlassleitung (232; 318) für ein durch den Impeller zu förderndes Fluid (208) in axialer Richtung durch den Spalttopf und den Stator hindurch verläuft, und wobei das in axialer Richtung einseitig belastbare Wälz- bzw. Magnetlager axial um ein Ende der Einlassleitung herum angeordnet und dazu ausgebildet ist, die von dem Stator (210) auf den Rotor (220; 306) im Betrieb ausgeübte magnetische Anziehungskraft abzustützen.

17. Nassläuferpumpe (200; 300) nach Anspruch 16, wobei die Einlassleitung zumindest durch einen an dem Spalttopf (216) ausgebildeten Einlassstutzen (232) und durch das Lager gebildet wird.

18. Nassläuferpumpe (200) nach Anspruch 17, wobei der Spalttopf eine Scheibe (228) aufweist, die in den Luftspalt des Axialflussmotors ragt, und der Spalttopf (216) einstückig ausgebildet ist, insbesondere als Formteil.

19. Nassläuferpumpe (200; 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 16 bis 18, wobei der Stator (210) durch eine ringförmige Statorzahnaufnahme (212) gebildet wird, entlang deren Umfang Statorzähne (214) befestigt sind.

20. Nassläuferpumpe (200; 300) nach Anspruch 19, wobei die Statorzahnaufnahme (212) mit den Statorzähnen beklebt ist.

21. Nassläuferpumpe (200) nach Anspruch 18 oder 19, wobei jeder der Statorzähne (214) einen in axialer Richtung verlaufenden Aufnahmebereich (218) für eine Spule aufweist, wobei der Aufnahmebereich durch ein luftspaltseitiges Ende (224) des betreffenden Statorzahns begrenzt ist, wobei das luftspaltseitige Ende des Statorzahns eine Stirnfläche aufweist, welche größer ist als der Querschnitt des Aufnahmebereichs.

22. Nassläuferpumpe (200; 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 16 bis 21, mit einer Leistungselektronik zur Ansteuerung des Stators (210), wobei die Leistungselektronik im Inneren des zwischen dem Stator und dem Spalttopf (216) umschriebenen Raums angeordnet ist.

5

23. Nassläuferpumpe (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 26, wobei der Spalttopf (216) eine Scheibe (228) aufweist, die in den Luftspalt hineinragt, wobei die Scheibe eine Zentralöffnung aufweist, auf der ein Einlassstutzen (232) zum Einlass des Fluids ausgebildet ist, wobei ein Endbereich des Einlassstutzens einen Teil des Lagers aufnimmt.

10

24. Nassläuferpumpe (200; 300) nach Anspruch 23, wobei die Scheibe entlang ihres Umfangs Ausnehmungen (230) zur Aufnahme der luftspaltseitigen Enden der Statorzähne aufweist.

15

25. Nassläuferpumpe (200; 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 16 bis 24, wobei der Rotor Samarium-Cobalt (SmCo) beinhaltet.

26. Nassläuferpumpe (200; 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 16 bis 25, wobei der Rotor durch mehrere an der Peripherie des Impellers angeordnete Permanentmagnete (220; 306) oder durch einen magnetischen Ring mit multipolarer Magnetisierung gebildet wird.

20

27. Nassläuferpumpe (200; 300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 16 bis 26, wobei durch das Lager eine Dichtung gebildet wird.

25

28. Nassläuferpumpe (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 16 bis 27, wobei die Permanentmagnete (220) in radialer Richtung kürzer sind als die Enden (224) der Statorzähne (214).

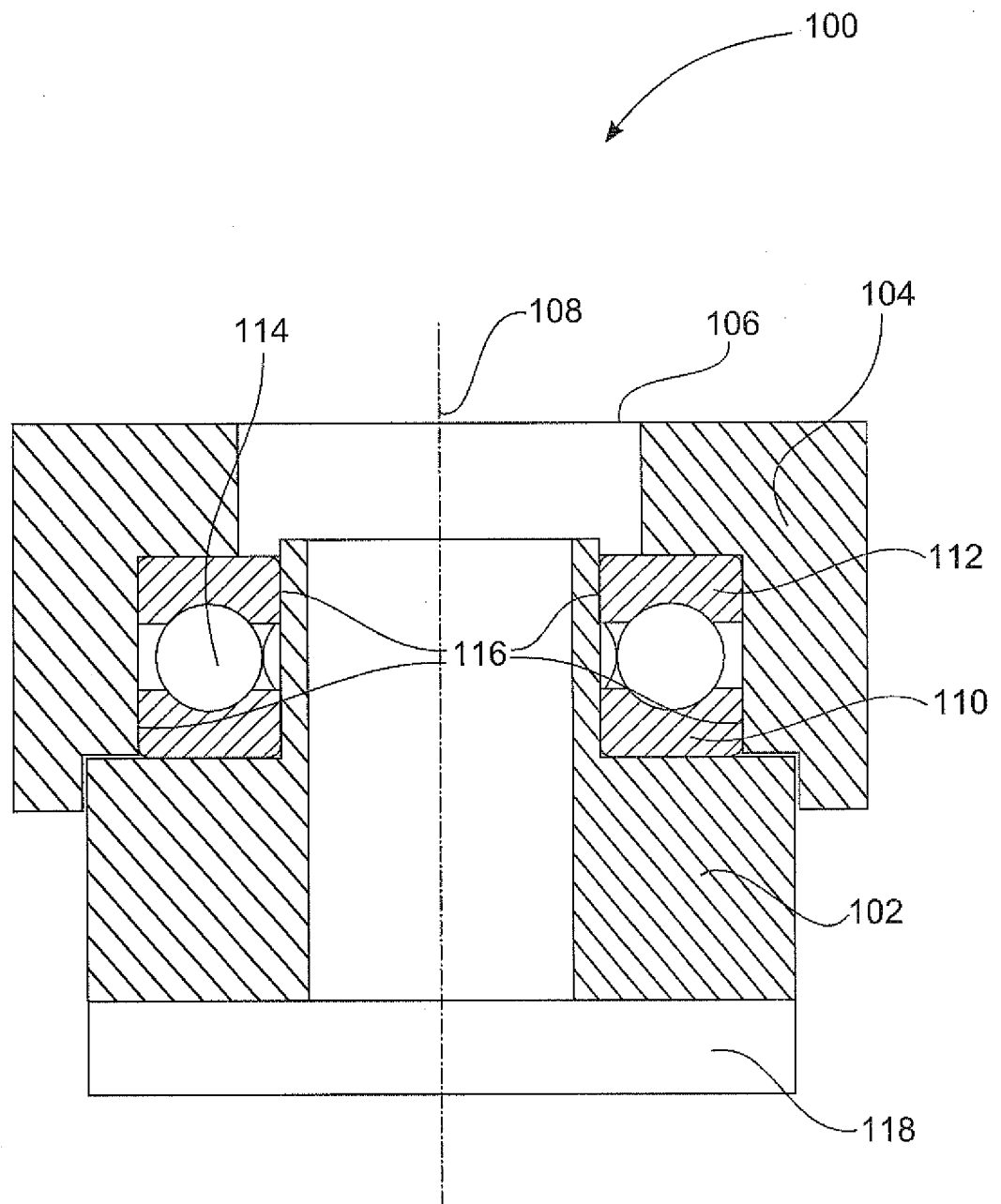


Fig. 1

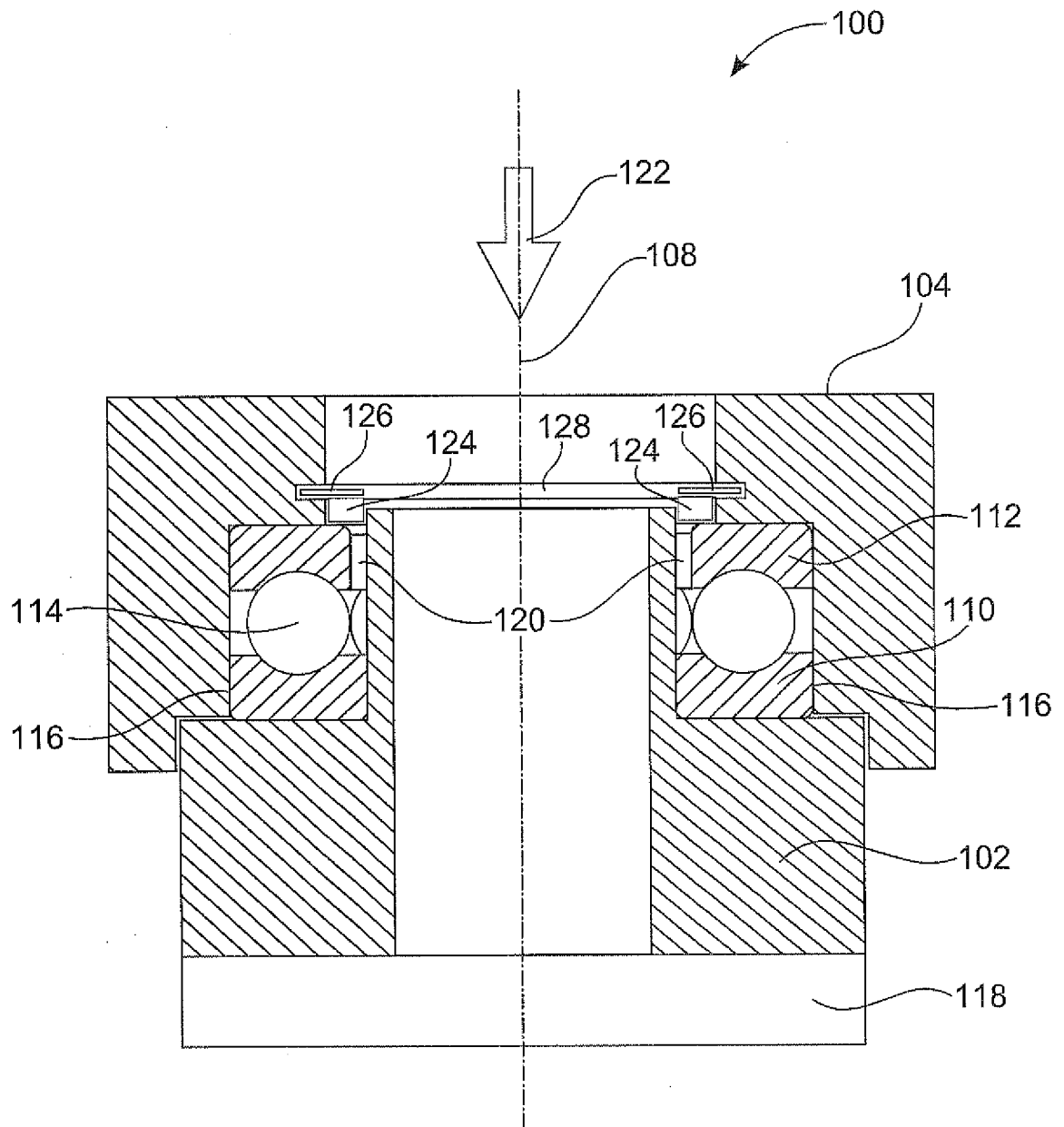


Fig. 2

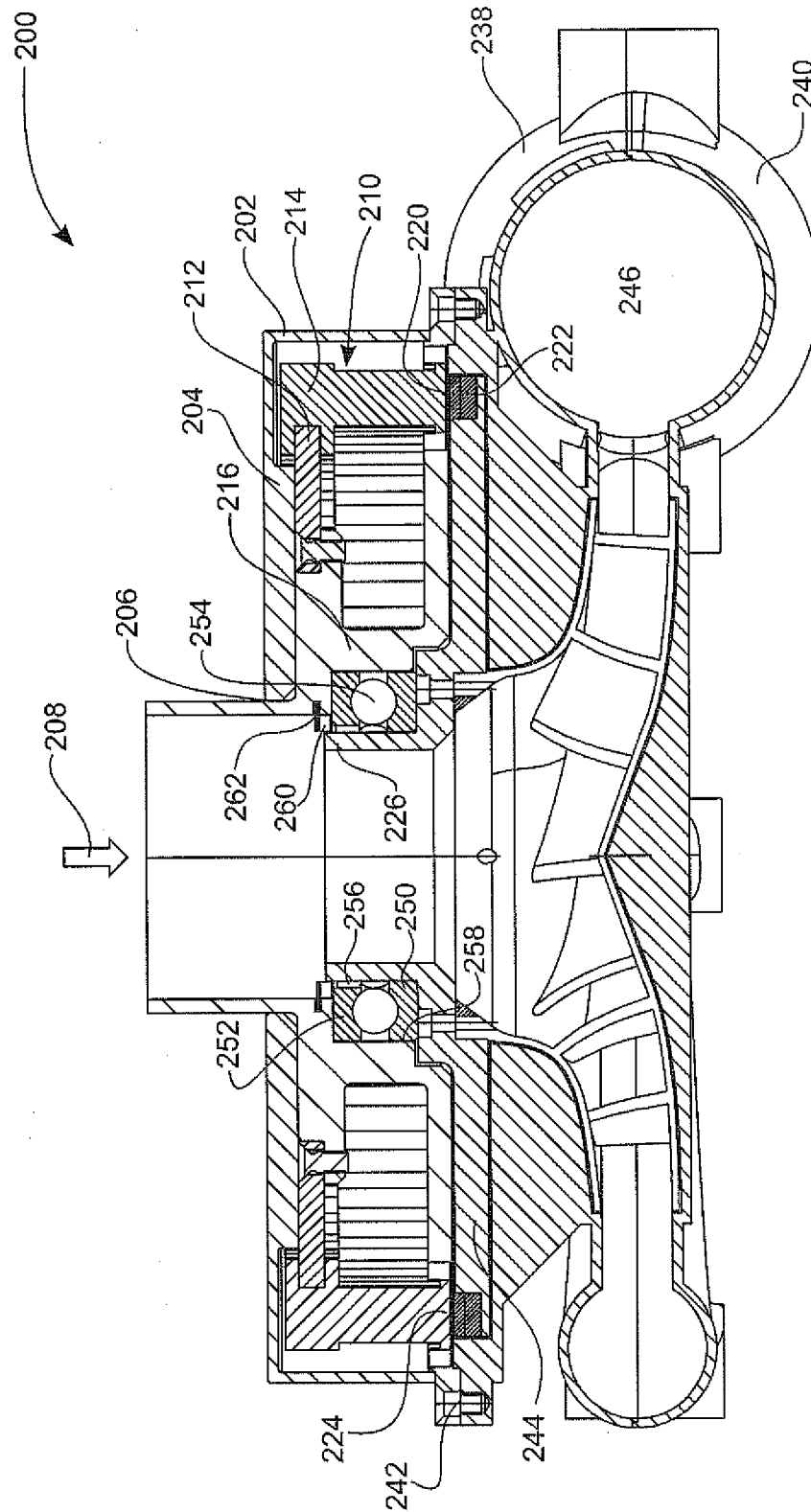


Fig. 3

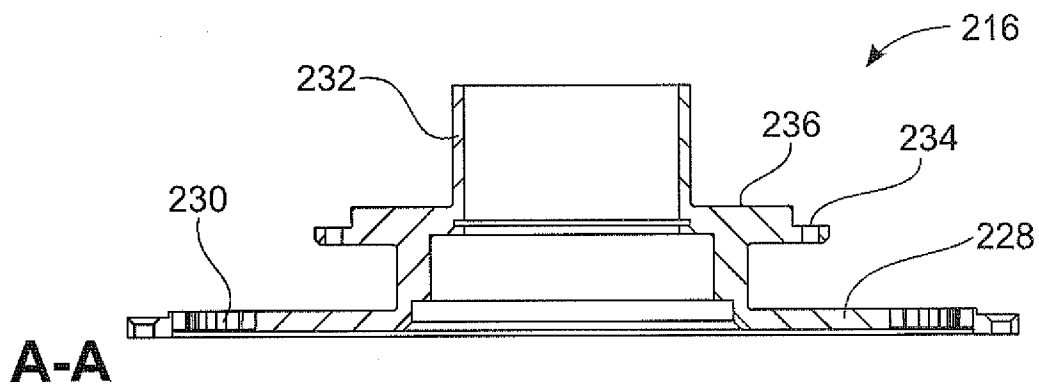


Fig. 4a

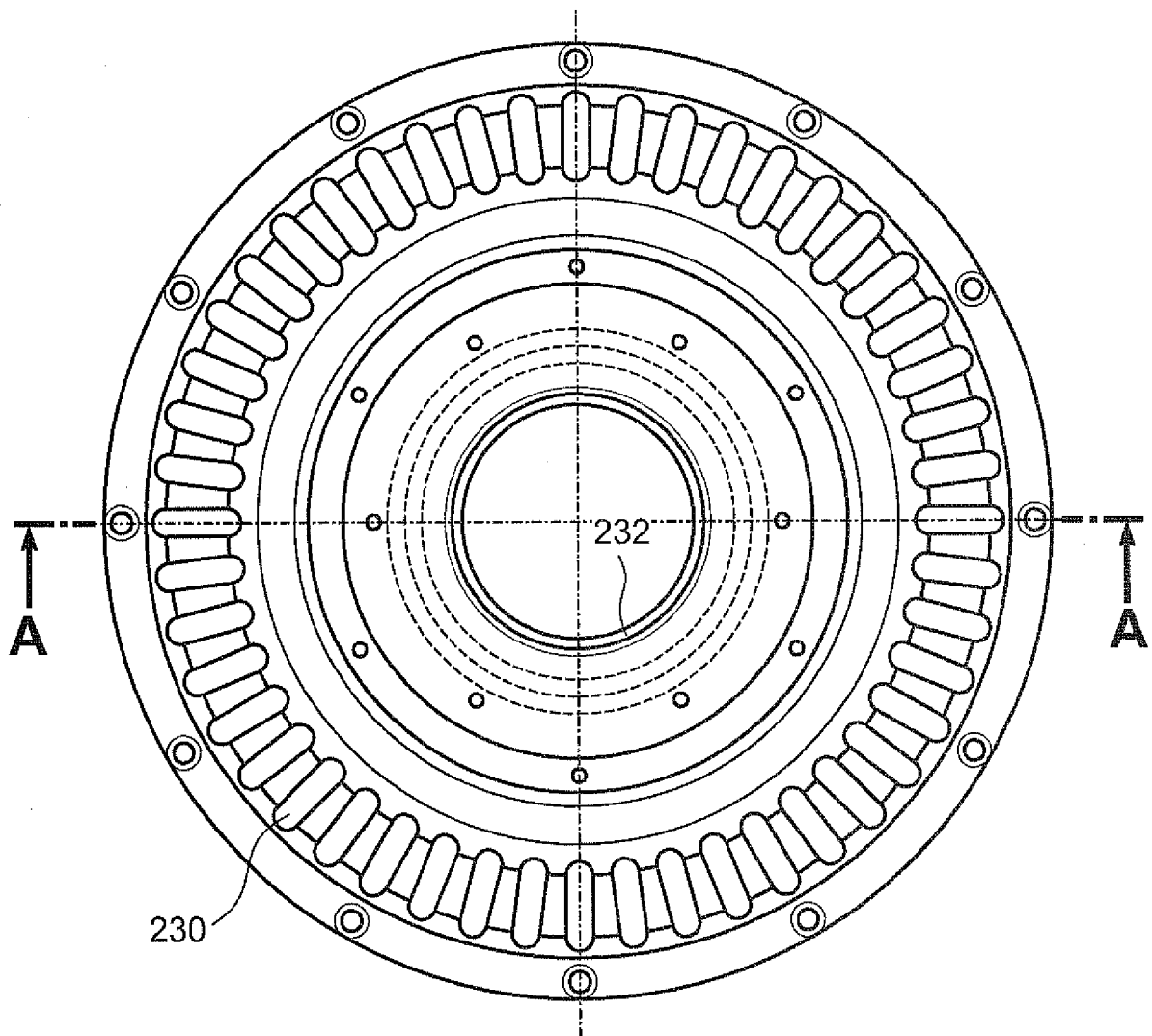


Fig. 4b

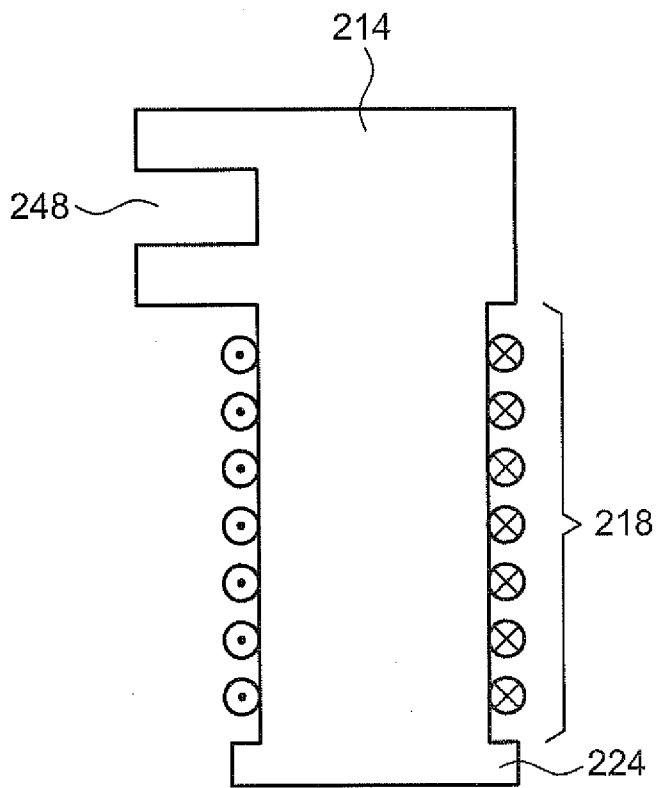


Fig. 5a

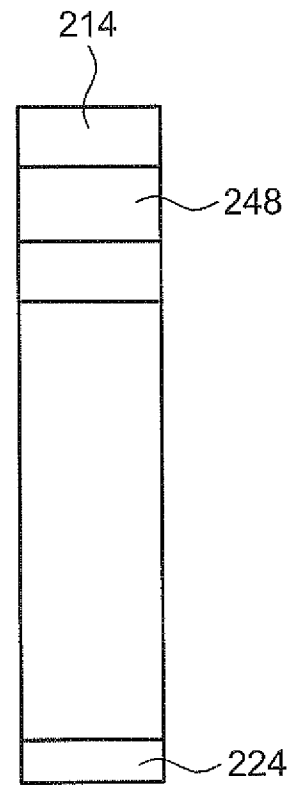


Fig. 5b

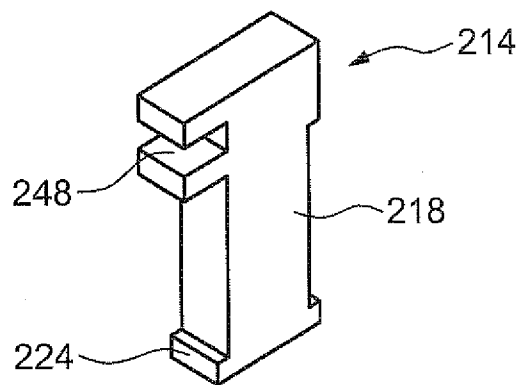


Fig. 5c

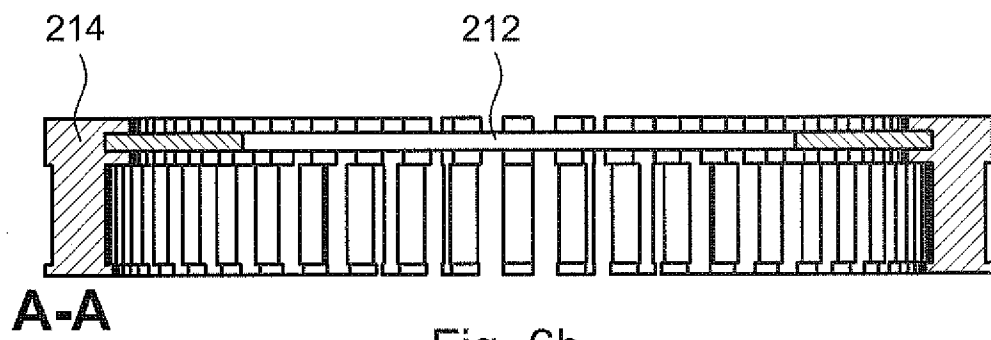


Fig. 6b

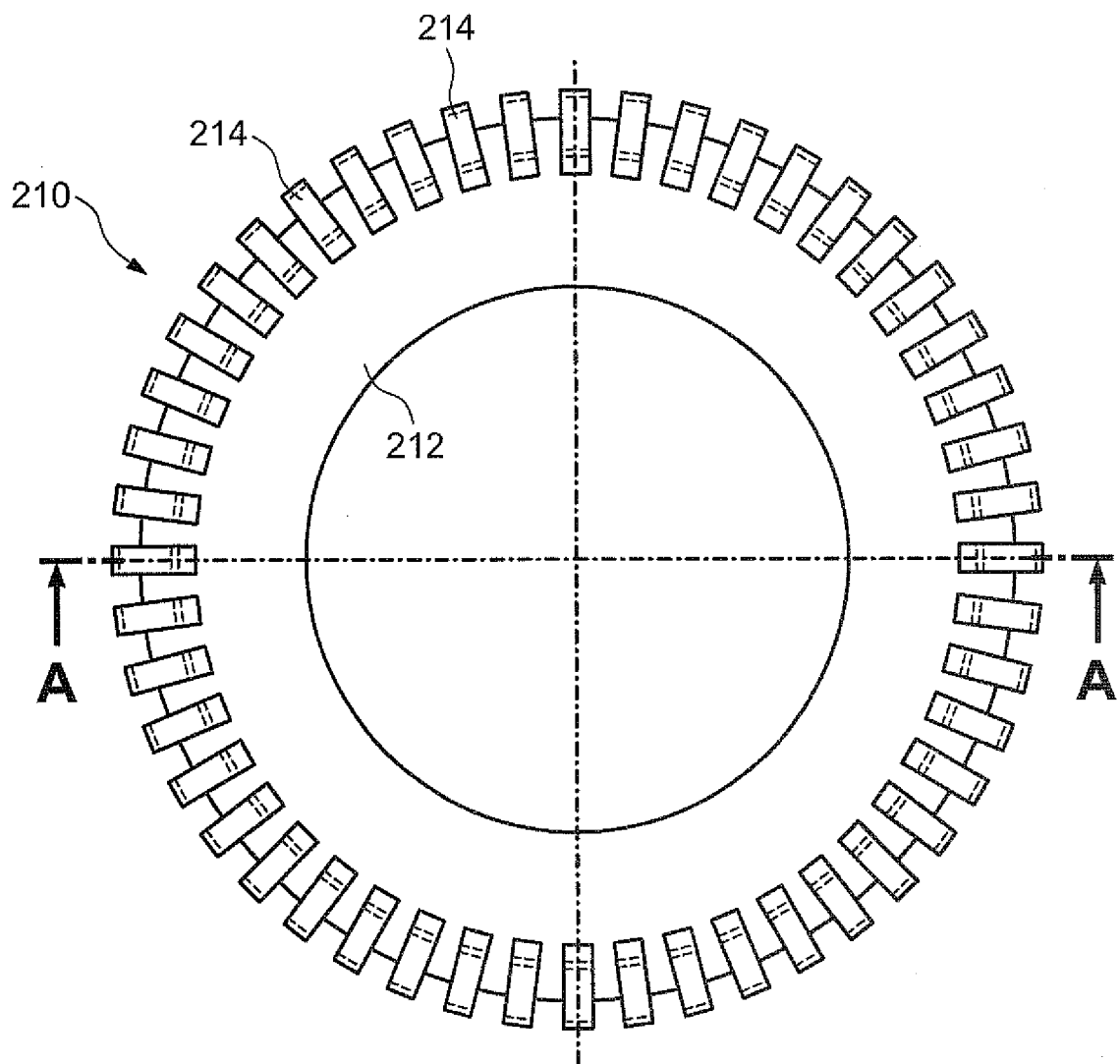


Fig. 6a

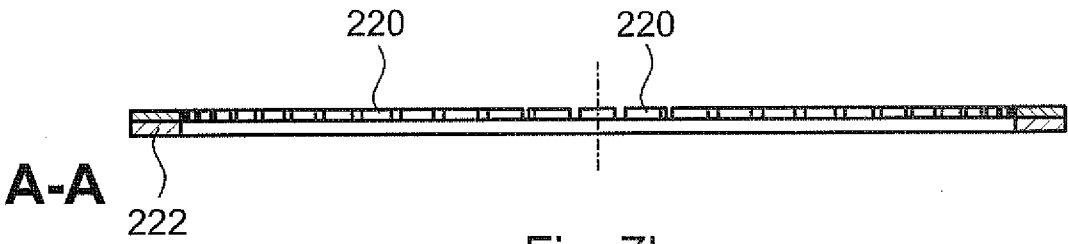


Fig. 7b

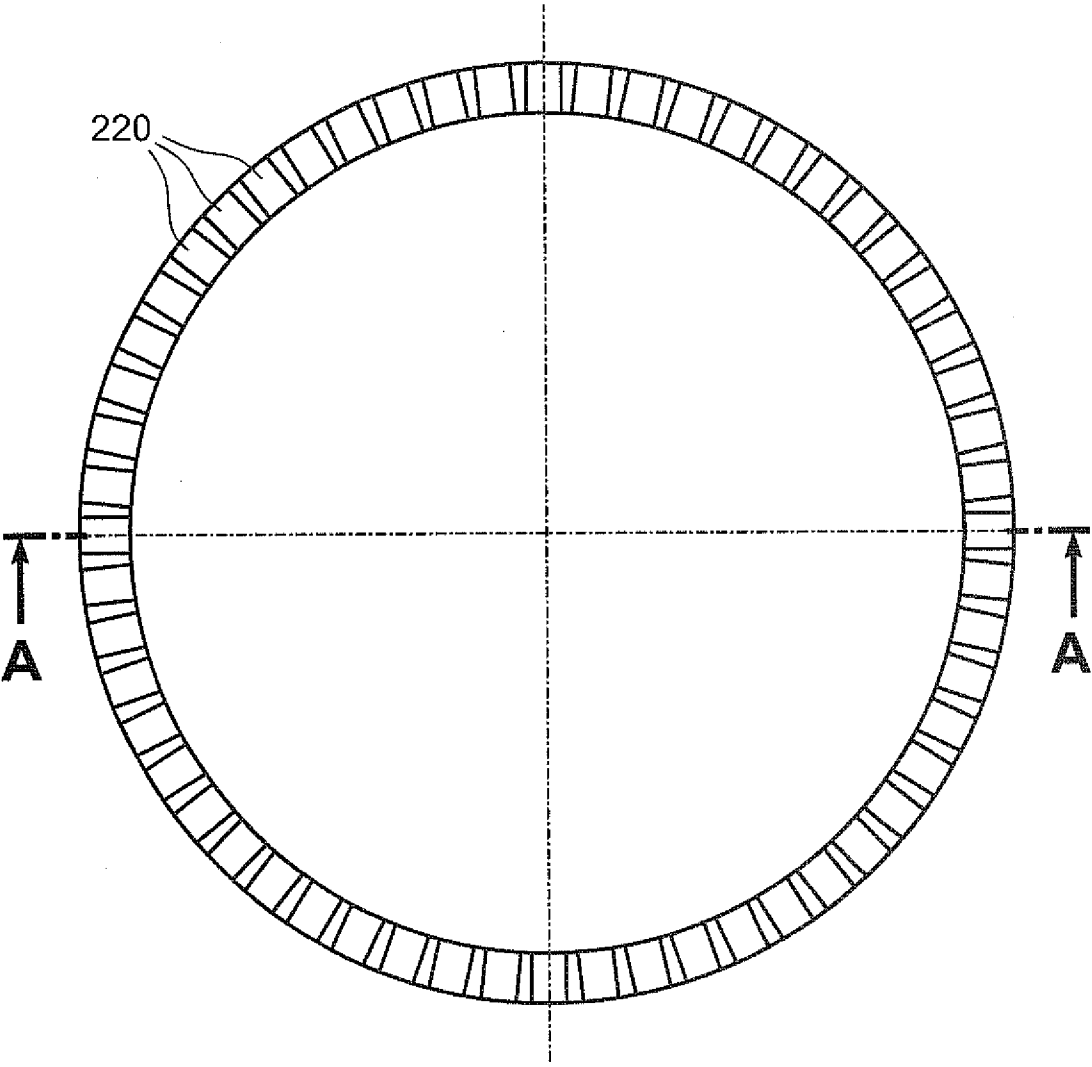


Fig. 7a

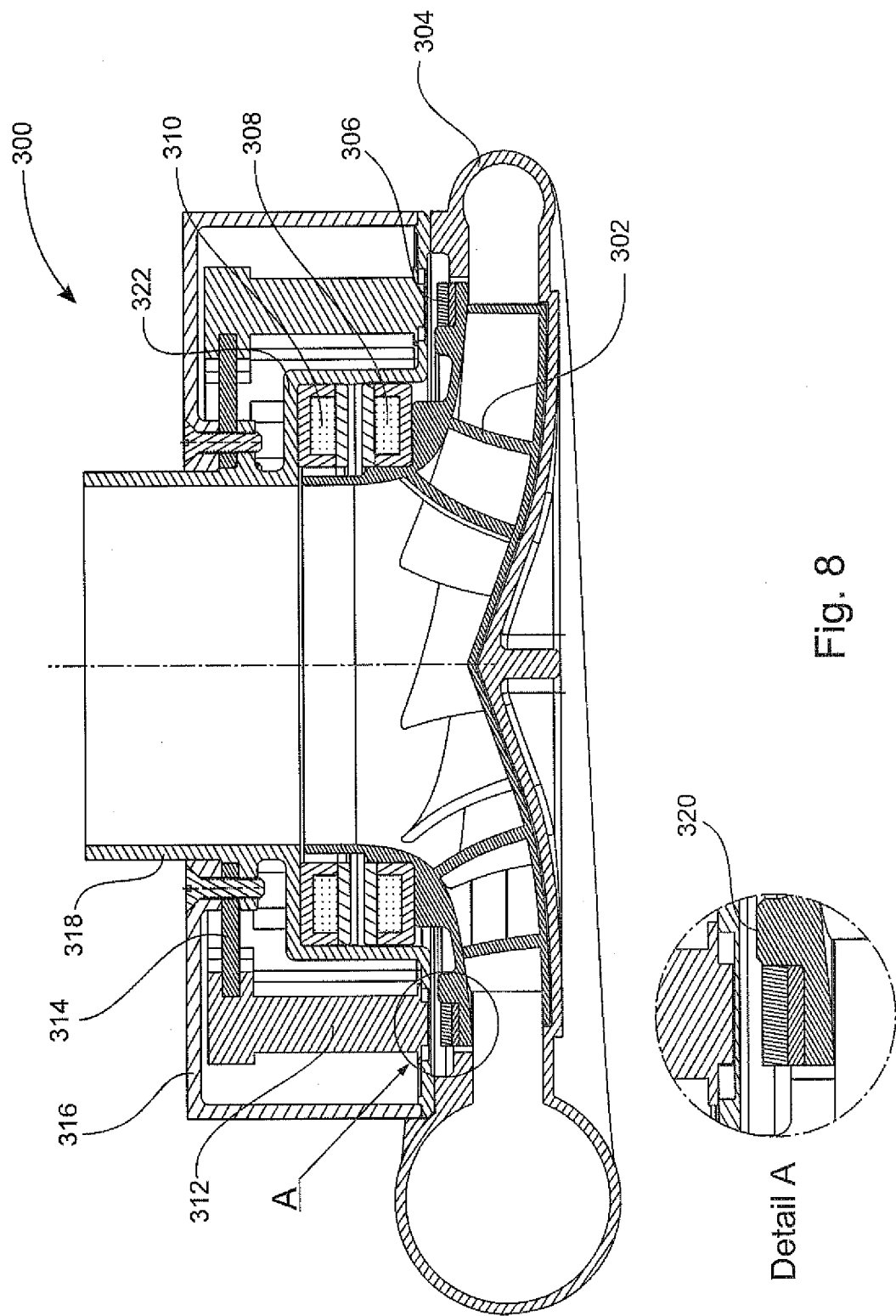


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/050747

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16C21/00 F16C23/04 F16C23/08 F16C32/04
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)
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 210 678 A (MOLINS MACHINE CO LTD [GB]) 28 October 1970 (1970-10-28) figure 1	1,2
A	----- US 2012/038232 A1 (ARONSTAM PETER S [US] ET AL) 16 February 2012 (2012-02-16) figures 2,3	8,13-16
A	----- EP 0 401 761 A2 (EBARA CORP [JP]) 12 December 1990 (1990-12-12) figures 6,7	16-28
A	----- DE 22 64 912 A1 (ACOUSSA SAXON SA) 28 May 1975 (1975-05-28) cited in the application figures 1-3 ----- -/-	1



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

12 June 2014

Date of mailing of the international search report

23/06/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Hutter, Manfred

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/050747

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 891 091 A (GENEVOISE INSTR PHYSIQUE) 25 February 1944 (1944-02-25) figures 1-2	1

X,P	WO 2013/107805 A2 (YASA MOTORS POLAND SP Z O O [PL]; MUELLER MARKUS [DE]) 25 July 2013 (2013-07-25) the whole document	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/050747

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1210678	A	28-10-1970	NONE
US 2012038232	A1	16-02-2012	GB 2494836 A 20-03-2013 US 2012038232 A1 16-02-2012 WO 2011160103 A1 22-12-2011
EP 0401761	A2	12-12-1990	AT 113695 T 15-11-1994 DE 69013761 D1 08-12-1994 DE 69013761 T2 16-03-1995 DK 0401761 T3 21-11-1994 EP 0401761 A2 12-12-1990 ES 2066039 T3 01-03-1995 US 5149253 A 22-09-1992
DE 2264912	A1	28-05-1975	NONE
FR 891091	A	25-02-1944	CH 228260 A 15-08-1943 FR 891091 A 25-02-1944
WO 2013107805	A2	25-07-2013	DE 102012200806 A1 25-07-2013 EP 2739856 A2 11-06-2014 WO 2013107805 A2 25-07-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16C21/00 F16C23/04 F16C23/08 F16C32/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 210 678 A (MOLINS MACHINE CO LTD [GB]) 28. Oktober 1970 (1970-10-28) Abbildung 1	1,2
A	US 2012/038232 A1 (ARONSTAM PETER S [US] ET AL) 16. Februar 2012 (2012-02-16) Abbildungen 2,3	8,13-16
A	EP 0 401 761 A2 (EBARA CORP [JP]) 12. Dezember 1990 (1990-12-12) Abbildungen 6,7	16-28
A	DE 22 64 912 A1 (ACOUSSA SAXON SA) 28. Mai 1975 (1975-05-28) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-3	1
	----- -/-	



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

12. Juni 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/06/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Hutter, Manfred

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 891 091 A (GENEVOISE INSTR PHYSIQUE) 25. Februar 1944 (1944-02-25) Abbildungen 1-2	1

X,P	WO 2013/107805 A2 (YASA MOTORS POLAND SP Z O O [PL]; MUELLER MARKUS [DE]) 25. Juli 2013 (2013-07-25) das ganze Dokument	1-28

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/050747

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1210678	A	28-10-1970	KEINE
US 2012038232	A1	16-02-2012	GB 2494836 A 20-03-2013 US 2012038232 A1 16-02-2012 WO 2011160103 A1 22-12-2011
EP 0401761	A2	12-12-1990	AT 113695 T 15-11-1994 DE 69013761 D1 08-12-1994 DE 69013761 T2 16-03-1995 DK 0401761 T3 21-11-1994 EP 0401761 A2 12-12-1990 ES 2066039 T3 01-03-1995 US 5149253 A 22-09-1992
DE 2264912	A1	28-05-1975	KEINE
FR 891091	A	25-02-1944	CH 228260 A 15-08-1943 FR 891091 A 25-02-1944
WO 2013107805	A2	25-07-2013	DE 102012200806 A1 25-07-2013 EP 2739856 A2 11-06-2014 WO 2013107805 A2 25-07-2013