

(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
23. Oktober 2014 (23.10.2014)



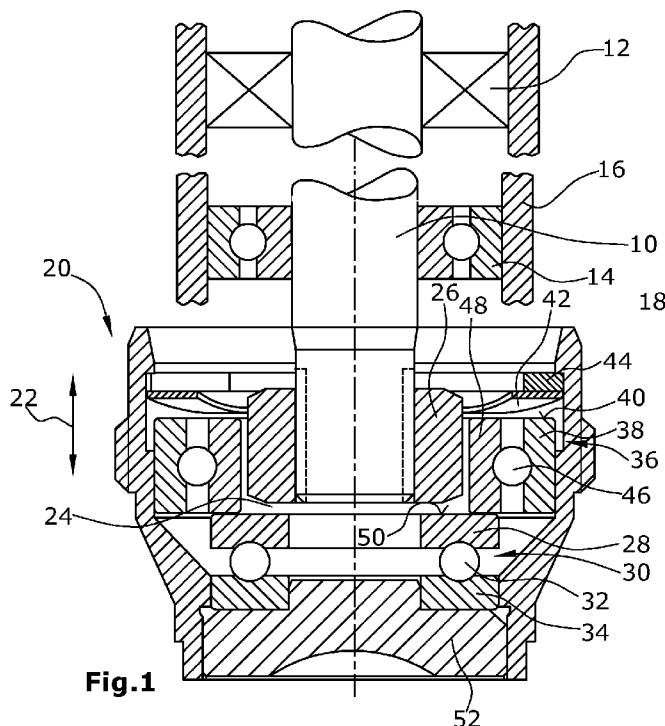
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/170099 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F04D 19/04 (2006.01) F04D 29/059 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/055927
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. März 2014 (25.03.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
20 2013 003 683.4
19. April 2013 (19.04.2013) DE
- (71) Anmelder: OERLIKON LEYBOLD VACUUM GMBH
[DE/DE]; Bonner Straße 498, 50968 Köln (DE).
- (72) Erfinder: BERGER, Christian; Auf der Grieße 56, 51371
Leverkusen (DE). ANASTASSIADIS, Ioannis;
Weidenweg 34, 52074 Aachen (DE).
- (74) Anwalt: VON KREISLER SELTING WERNER;
Deichmannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln
(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,
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: VACUUM PUMP

(54) Bezeichnung : VAKUUMPUMPE



(57) Abstract: A vacuum pump such as a turbo-molecular pump has a rotor shaft (10) which bears at least one rotor element. The rotor shaft (10) is mounted in a prestressed fashion by means of two bearing elements (10, 14), in particular in the case of vacuum pumps rotating at high speeds. For example during the switching of valves it is possible for axial movements to occur despite the prestress. In particular, when a highly rigid magnetic bearing is used as a bearing element, it is necessary to ensure that only a very small axial deflection of the rotor shaft (20) is possible. For this purpose, a stop element (10) which limits the axial movement of the rotor shaft (10) is provided. In order to reduce the occurrence of friction between the stop element and the rotor shaft (10) or a stop part (26) connected to the rotor shaft (10), the stop element (20) has a rotatable limiting element (28, 48, 62).

(57) Zusammenfassung: Eine Vakuumpumpe wie eine Turbomolekularpumpe weist eine Rotorwelle (10) auf, die mindestens ein Rotorelement trägt. Die Rotorwelle (10) ist insbesondere bei schnell drehenden Vakuumpumpen über zwei Lagerelemente (10,14) vorgespannt gelagert. Bspw. beim Schalten von Ventilen können trotz der Vorspannung Axialbewegungen auftreten. Insbesondere bei dem Verwenden eines hochsteifen Magnetlagers

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/170099 A1

Veröffentlicht:

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

als Lagerelement muss sichergestellt sein, dass nur eine sehr geringe axiale Auslenkung der Rotorwelle (10) möglich ist. Hierzu ist ein die Axialbewegung der Rotorwelle (10) begrenzendes Anschlagelement (20) vorgesehen. Um das Auftreten von Abrieb zwischen dem Anschlagelement und der Rotorwelle (10) bzw. einem mit der Rotorwelle (10) verbundenen Anschlagteil (26) zu verringern, weist das Anschlagelement (20) ein drehbares Begrenzungselement (28,48,62) auf.

Vakuumpumpe

Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Turbomolekularpumpe.

Vakuumpumpen, wie Turbomolekularpumpen weisen eine in einem Pumpengehäuse gelagerte Rotorwelle auf. Die Rotorwelle, die von einer Antriebseinheit, wie einem Elektromotor angetrieben ist, trägt mindestens ein Rotorelement. Hierbei kann es sich um mehrere, Schaufeln aufweisende Rotorelemente handeln zwischen denen jeweils ebenfalls mehrere, Schaufeln aufweisende Statorelemente zur Ausbildung einer Turbomolekularstufe angeordnet sind. Bspw. können derartige Vakuumpumpen auch eine Holweck-Stufe, eine Seitenkanalpumpe und dergleichen aufweisen. Da die Rotorwelle bei Vakuumpumpen, wie Turbomolekularpumpen, mit denen ein sehr hohes Vakuum erzeugt werden kann, mit hohen Drehzahlen rotieren, ist es erforderlich, dass die beiden Lagerelemente vorgespannt sind, um die Welle in axialer Richtung zu justieren. Derartige schnelldrehende Rotorwellen werden insbesondere mit einer Drehzahl von bspw. 60 000 Umdrehungen pro Minute betrieben. Trotz des Vorsehens gegeneinander verspannter Lagerelemente kann es im Betrieb zu geringen Axialbewegungen der Rotorwelle kommen. Diese treten bspw. bei einer kurzfristigen Veränderung der geförderten Gasmenge, beim Schalten von Ventilen und dergleichen auf. Derartige Axialbewegungen müssen insbesondere bei Turbomolekularpumpen vermieden werden, da der Abstand zwischen den Rotorscheiben und den Statorscheiben

äußerst gering sein muss und somit bereits geringe axiale Verschiebungen zum Berühren dieser Bauteile führen können.

Aus EP 2 126 365 ist bekannt, das auslassseitige Lagerelement mit einem spiralförmigen Ausgleichselement zu umgeben. Durch dieses Ausgleichselement, das stets eine Rückstellkraft bewirkt, wird einerseits eine Pendelbewegung der Rotorwelle und andererseits eine geringfügige Axialbewegung der Rotorwelle ausgeglichen. Dieses Ausgleichselement ist allerdings nur zum Ausgleich einer Axialbewegung geeignet, wenn ein verhältnismäßig schwaches Magnetlager als hochvakuumseitiges Lagerelement vorgesehen wird. Diese Anordnung ist beim Vorsehen eines steiferen Lagerelements zum Ausgleich einer ggf. im Betrieb durch Störungen auftretende Axialbewegung nicht geeignet. Die axiale Steifigkeit eines Magnetlagers ist dann hoch, wenn das Lagerspiel eines mechanischen Lagers, wie eines Wälzlagers größer oder nahezu gleich dem Quotienten aus der axialen Vorspannkraft des mechanischen Lagers und der axialen Steifigkeit des Magnetlagers ist. Die Beim Vorsehen eines derartigen steiferen Magnetlagers besteht das Risiko, dass bei einer zu großen Axialbewegung der Rotorwelle das Magnetlager nicht mehr die erforderliche Rückstellkraft erzeugt. Vielmehr bewirkt das Magnetlager bei einer zu großen axialen Auslenkung sogar eine Kraft in Richtung der erfolgten Axialbewegung, sodass ein Zurückstellen nicht mehr möglich ist, sondern eine dauerhafte Schädigung der Rotorelemente erfolgt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Anslageelement für eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Vakuumpumpe mit schnelldrehender Rotorwelle zu schaffen, durch das auch beim Verwenden von steifen Lagerelementen, insbesondere einem steifen Magnetlager ein dauerhafter sicherer Betrieb der Vakuumpumpe gewährleistet ist.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1.

Um die im Betrieb ggf. aufgrund von äußeren Einflüssen, wie das Schalten von Ventilen etc., auftretende Axialbewegung der Rotorwelle zu begrenzen, wäre das Vorsehen eines mechanischen Anschlags möglich. Dies führt jedoch dazu, dass zwischen dem Ende der Rotorwelle und dem mechanischen Anschlag, insbesondere aufgrund der hohen Drehzahl der Rotorwelle erhebliche Reibung auftritt, die zum Beschädigen der Rotorwelle sowie des Anschlags führen würde. Dies hat zur Folge, dass insbesondere nach mehreren Anschlägen aufgrund des Abriebs eine Spielvergrößerung hervorgerufen wird, sodass sodann eine größere axiale Auslenkung der Rotorwelle möglich ist, die wiederum zu Beschädigungen der Rotorelemente aufgrund von Berührungen führen kann.

Erfindungsgemäß ist daher ein eine Axialbewegung der Rotorwelle begrenzendes Anschlagelement vorgesehen, das ein drehbares Begrenzungselement aufweist. Dies hat den Vorteil, dass bei einem Kontakt der Rotorwelle mit dem Anschlagelement keine nennenswerte Reibung erfolgt, da sich das Begrenzungselement des Anschlagelements mitdrehen kann. Hierdurch ist dauerhaft gewährleistet, dass auch beim Auftreten von Axialbewegungen der Rotorwelle ein Beschädigen der Rotorelemente vermieden ist.

Um den Axialspalt zwischen der Rotorwelle und dem Begrenzungselemente, insbesondere zwischen dem Ende der Rotorwelle und dem Begrenzungselement exakt einstellen zu können, ist es bevorzugt, dass das Begrenzungselement in dem Anschlagelement spielfrei angeordnet ist. Hierdurch ist gewährleistet, dass sich ein definierter Axialspalt nicht verändert.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Begrenzungselement durch Wälzkörper drehbar gelagert. Insbesondere handelt es sich bei dem Begrenzungselement um einen Lagerring eines Wälzlagers oder ein mit einem Lagerring eines Wälzlagers verbundenes

Bauteil. Hierbei ist es möglich, ein Axiallager vorzusehen, sodass eine Außenseite eines Lagerrings oder ein mit diesem verbundenes Bauteil als Begrenzungselement dient. Ebenso kann ein Lagerring eines Radiallagers oder ein mit diesem verbundenes Bauteil als Begrenzungselement dienen, wobei sodann insbesondere eine Stirn- oder Schmalseite des Lagerelements als Begrenzungselement dient, das mit der Rotorwelle in Kontakt kommt.

Um eine bevorzugte spielfreie Anordnung des Begrenzungselements zu realisieren, ist es besonders bevorzugt, ein Spannelement, wie eine Feder, ein Elastomerbauteil oder dergleichen, vorzusehen. Durch dieses Spannelement erfolgt ein Anordnen des Begrenzungselements in spielfreier Lage.

In bevorzugter Ausführungsform ist zwischen dem Spannelement und dem Begrenzungselement ein drehbares Zwischenelement, wie bspw. ein Wälzlager angeordnet. Hierbei erfolgt die Kraftübertragung sodann von dem Spannelement über das Zwischenelement auf das Begrenzungselement, sodass eine spielfreie Anordnung realisiert ist. Das vorzugsweise als Wälzlager ausgebildete Zwischenelement ist hierbei in bevorzugter Ausführungsform derart angeordnet, dass das Spannelement mit einem der Lagerringe dieses Wälzlagers mittelbar oder unmittelbar verbunden ist. Der anderer Lagerring dieses Wälzlagers ist sodann wiederum mittelbar oder unmittelbar mit dem Begrenzungselement verbunden. Durch das Spannelement wird somit einerseits das in dem als Wälzlager ausgebildeten Zwischenelement vorhandene Lagerpiel herausgenommen und andererseits ist aufgrund der Verbindung zwischen dem Begrenzungselement und dem anderen Lagerring ein freies Drehen des Begrenzungselements im Kontaktfall möglich.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Abschlagelements sind das insbesondere als Wälzlager ausgebildete Zwischenelement und das insbesondere als Lagerring eines Wälzelements ausgebildete Begrenzungselement spielfrei verspannt. Selbstverständlich können jeweils weitere dazwischen angeordnete Bauteile vorgesehen sein, sodass keine

unmittelbare Verbindung erfolgt. Ggf. kann desweiteren, insbesondere zur Einstellung der Spielfreiheit eine Spannschraube, eine Spannmutter oder ein ähnliches Einstellelement vorgesehen sein.

In besonders bevorzugter Ausführungsform weist das Anschlusselement zwei spielfrei miteinander verspannte Wälzlager auf, wobei einer der Lagerringe oder ein mit zumindest einem der Lagerringe verbundenes Bauteil als Begrenzungselement dient. Insbesondere durch das Vorsehen von zwei Wälzlagern kann einerseits ein spielfreier Anschlag realisiert werden, wobei gleichzeitig sichergestellt ist, dass das Begrenzungselement frei drehbar ist. Hierdurch ist beim Anschlag der Rotorwelle an das Begrenzungselement der Verschleiß minimiert.

Insbesondere um einen Axialspalt zwischen der Rotorwelle bzw. einem Ende der Rotorwelle und dem Begrenzungselement exakt einstellen bzw. justieren zu können, weist in bevorzugter Ausführungsform das Anschlagelement ein Anschlaggehäuse auf, das mit dem Pumpengehäuse verbunden ist. Die Verbindung mit dem Pumpengehäuse erfolgt hierbei derart, dass ein axiales Verschieben bzw. Justieren des gesamten Anschlaggehäuses zum Einstellen des Axialspalts möglich ist.

Zusätzlich oder alternativ zu einem in dem Pumpengehäuse axial justierbaren Anschlaggehäuse ist es möglich, in dem Anschlagelement ein Justageelement zur Einstellung des Axialspaltes vorzusehen. Hierbei kann es sich um ein auf das Begrenzungselement mittelbar oder unmittelbar einwirkendes Justageelement handeln, das bspw. über ein Gewinde axial verschiebbar ist.

In besonders bevorzugter Ausführungsform ist die Vorspannung der Rotorwelle sehr steif. Da es besonders bevorzugt ist, dass zumindest eines der beiden Lagerelemente, insbesondere das hochvakuumseitige Lagerelement als Magnetlager ausgebildet ist, muss bei einem sehr steifen Magnetlager gewährleistet sein, dass der Axialspalt eine geringe Breite aufweist. Dies ist

bei Verwenden des erfindungsgemäßen Anschlagselements möglich, sodass Axialspalte von weniger als 0,1mm und insbesondere sogar von weniger als 0,05mm dauerhaft realisierbar sind. Mithilfe des Justageelementes wäre ein ggf. erforderlichenfalls geringfügiges Nachjustieren auf einfache Weise möglich.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine zweite bevorzugte Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 3 eine dritte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung.

In den Figuren ist stets schematisch eine Rotorwelle 10 dargestellt, die nicht dargestellte Rotorelemente, wie Schaufeln einer Turbomolekularpumpen, Elemente einer Holweckstufe oder dergleichen trägt. Die Rotorwelle 10 ist in den bevorzugten Ausführungsformen auf der in den Figuren oberen, hochvakuumseitigen Seite über ein Magnetlager 12 und auf der Auslassseite über ein als Wälzlager 14 ausgebildetes Lagerelement gelagert. Die beiden Lagerelemente 12, 14 sind axial vorgespannt, sodass eine sehr steife Lagerung der Rotorwelle 10 realisiert ist. Die beiden Lagerelemente 10,12 sind in einem schematisch dargestellten Pumpengehäuse 16 angeordnet.

Mit dem Pumpengehäuse 16 ist ein Anschlaggehäuse 18 eines Anschlagselements 20 verbunden, wobei die Verbindung bspw. über ein Gewinde erfolgt, sodass durch axiales Verschieben des Anschlagselements 20 in Richtung eines Pfeils 22 ein Einstellen eines Axialspalts 24 möglich ist.

In der ersten bevorzugten Ausführungsform (Fig. 1) ist in dem Anschlaggehäuse 18 das untere Ende der Rotorwelle 10 mit einem bspw. aufgeschraubten Anschlagteil 26 verbunden. Dem Anschlagteil 26 gegenüberliegend ist ein in diesem Ausführungsbeispiel als Lagerring 28 eines Axiallagers 30 ausgebildetes drehbares Begrenzungselement angeordnet. Zwischen dem das drehbare Begrenzungselement 28 bildenden Lagerring und dem Anschlagteil 26 ist der Axialspalt 24 ausgebildet. Bei einer Bewegung der Rotorwelle 10 in Figur 1, nach unten, berührt das Anschlagteil 26 das drehbare Begrenzungselement 28, das sodann die Axialbewegung der Welle 10 begrenzt. Da das Begrenzungselement 28 drehbar ist, treten nur geringe Reibungen zwischen dem Anschlagteil 26 und dem Begrenzungselement 28 auf, sodass sich die Breite des Axialspalts 24 nicht aufgrund von Abrieb vergrößert.

Das als Lagerring ausgebildete Begrenzungselement 28 ist über Wälzkörper 32 drehbar gelagert. Die Wälzkörper 32 sind in einem weiteren Lagerring 34 des Axial-Wälzlagers 30 angeordnet, wobei der Lagerring 34 in dem Anschlaggehäuse 18 fixiert ist.

Um eine spielfreie Anordnung zu realisieren, ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Radiallager 36 vorgesehen. Dieses umgibt im dargestellten Ausführungsbeispiel das Ende der Rotorwelle 10 bzw. das Anschlagteil 26, wobei das Wälzlager 36 das Anschlagteil 26 nicht berührt. Ein äußerer Lagerring 38 des Wälzlagers 36 ist in dem Anschlaggehäuse 18 angeordnet, jedoch nicht eingepresst, sodass eine axiale Verschiebung möglich ist. Auf eine Stirnseite 40 des Lagerrings 38 wirkt ein im dargestellten Ausführungsbeispiel als Feder ausgebildetes Spannelement 42, das sich über einen Zwischenring 44 an einem Ansatz 46 des Anschlaggehäuses abstützt. Die von dem Spannelement 42 hervorgerufene Kraft wird über den äußeren Lagerring auf die Wälzkörper 46 und von diesen auf den inneren Lagerring 48 übertragen. Der innere Lagerring 48 liegt an einer Außenseite 50 des Lagerrings 28 bzw. des Begrenzungselements 28 an. Die Kraft des

Spannelements 42 wird somit von dem äußeren Lagerring 48 auf den Lagerring 28 und sodann über die Wälzkörper 32 in den im Anschlaggehäuse 18 fixierten Lagerring 34 übertragen. Durch diese bevorzugte Ausführungsform der Ausgestaltung des Anschlagelements 20 ist eine spielfreie Anordnung des Begrenzungselements 28 realisiert, wobei dieses gleichzeitig frei drehbar ist.

Bei einem Kontakt des Anschlagteils 26 mit der Fläche 50 des Begrenzungselements 28 wird somit das Begrenzungselement 28 sowie auch der innere Lagerring 48 mitgedreht.

Optional kann in dem Anschlaggehäuse 18 ein Justageelement 52 anordnet sein, das im dargestellten Ausführungsbeispiel in das Anschlaggehäuse 18 eingeschraubt ist. Somit kann durch Drehen des Justageelements 52 die Breite des Axialspaltes 24 eingestellt werden. Das optionale Justageelement 52 kann jedoch auch entfallen, sodass bspw. ein geschlossenes Anschlaggehäuse 18 vorgesehen ist und die Justage über eine axiale Verschiebbarkeit des Anschlaggehäuses 18 in Richtung des Pfeils 22 erfolgt.

In den in Figur 2 und 3 dargestellten weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sind ähnliche und identische Bauteile mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist anstelle des Axiallagers 30 ein weiteres Radiallager 54 vorgesehen, dessen Außenring 56 in dem Anschlaggehäuse 18 angeordnet, jedoch axial verschiebbar ist. Ein Innenring 58 des Wälzlagers 54 ist über Wälzkörper 60 drehbar.

Zwischen dem inneren Lagerring 58 des Wälzlagers 54 und dem inneren Lagerring 38 des Wälzlagers 36 ist ein Begrenzungselement 62 angeordnet. Der Axialspalt 24 ist sodann zwischen einer Oberseite 64 des Begrenzungselements 62 und dem Begrenzungsteil 26 ausgebildet.

Die spielfreie Verspannung der beiden Lager 36,54 erfolgt entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform mithilfe des Spannelements 42. Die Kraft wird von dem Spannelement 42 wiederum in den äußeren Lagerring 38 und über die Wälzkörper 46 in den inneren Lagerring 48 eingeleitet. Von dem inneren Lagerring 48 erfolgt die Kraftübertragung über das Begrenzungselement 42 in den inneren Lagerring 58 und von diesem über die Wälzkörper 60 in den äußeren Lagerring 56. Bei einem Kontakt des Anschlagteils 26 mit der Fläche 64 des Begrenzungselements 62 erfolgt wiederum ein Mitdrehen des Begrenzungselements 62 zusammen mit den beiden inneren Lagerringen 48,58. Optional kann zur Justage wiederum ein Justageelement 52 vorgesehen sein, das in das Anschlaggehäuse 18 zur Axialverschiebbarkeit eingeschraubt ist. Das in Fig. 2 dargestellte Justageelement 52 wirkt auf den äußeren Lagerring 56 in entgegengesetzter Richtung der durch das Spannelement 42 aufgebrachten Kraft. Das Justageelement 52 kann auch entfallen wobei sodann der äußere Lagerring 56 in dem Anschlaggehäuse 18 fixiert ist und die Justage entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform über axiales Verschieben des Anschlaggehäuses 18 im Pumpengehäuse 16 in Richtung des Pfeils 22 erfolgt.

Die in Fig. 3 dargestellte weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist ähnlich wie die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform aufgebaut. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass das Anschlagteil 26, das mit der Rotorwelle 10 verbunden ist, bei dieser Ausführungsform mit einer Stirnseite 66 des inneren Lagerrings 48 des Lagers 36 in Kontakt kommt. Der Axialspalt 24 ist somit zwischen dem Anschlagteil 26 und der Fläche 66 des inneren Lagerrings 48 ausgebildet. Die beiden inneren Lagerringe 48,58 der beiden Wälzlager 36,54 sind über ein Verbindungsteil 68 miteinander verbunden. Die Spielfreiheit wird wiederum über das Spannelement 42 realisiert, das die Kraft entsprechend der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen in den äußeren Lagerring 38 einbringt. Die Kraft wird sodann wiederum über die Wälzkörper 46 in den inneren Lagerring 48, von diesem über das Zwischenteil

68 in den inneren Lagerring 58 und von diesem sodann über die Wälzkörper 60 in den äußeren Lagerring 56 übertragen.

Auch in diesem Ausführungsbeispiel ist wiederum das optionale Justageelement 52 vorgesehen, das entgegen der von dem Spannelement 42 aufgebrauchten Kraft auf den äußeren Lagerring 56 einwirkt. Beim Vorsehen des optionalen Justageelements 52 ist der Lagerring 56 in dem Anschlaggehäuse 18 axial verschiebbar. Erfolgt die Justage über Verschieben des Anschlaggehäuses 18 über den Pumpengehäuse 16, dann ist der äußere Lagerring 56 in dem Anschlaggehäuse 18 fixiert.

Ansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, mit

einer mindestens ein Rotorelement tragenden Rotorwelle (10),

zwei die Rotorwelle vorgespannt lagernde Lager Elemente (12,14) und

ein eine Axialbewegung der Rotorwelle (10) begrenzendes
Anschlagelement (20),

dadurch gekennzeichnet, dass

das Anschlagelement (20) ein durch einen Kontakt mit der Rotorwelle
(10) oder ein mit der Rotorwelle (10) verbundenen Anschlagteil (26)
drehbares Begrenzungselement (28,48,62) aufweist.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
Begrenzungselement (28,48,62) spielfrei in dem Anschlagelement (20)
angeordnet ist.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
das Begrenzungselement (28,48,62) über Wälzkörper (32,46,60)
drehbar gelagert ist.
4. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass das Begrenzungselement einen Lagerring (28,48)
eines Wälzlagers (30,36) aufweist.

5. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (20) zur spielfreien Anordnung des Begrenzungselements (28,48,62) ein Spannelement (42) aufweist.
6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (42) über ein drehbares Zwischenelement (36,46) auf das Begrenzungselement (28,48,62) einwirkt.
7. Vakuumpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenelement als Wälzlager (36) ausgebildet ist, wobei das Spannelement (42) mit einem der Lagerringe (38) verbunden ist und der andere Lagerring (48) mit dem Begrenzungselement (28,42) verbunden ist oder das Begrenzungselement (48) ausbildet.
8. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (42), das insbesondere als Wälzlager ausgebildete Zwischenelement (36) und das insbesondere als Lagerring (28,48) eines Wälzlagers ausgebildete Begrenzungselement spielfrei vorspannt.
9. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (20) zwei spielfrei miteinander verspannte Wälzlager (30,36;60,36) aufweist, wobei einer der Lagerringe (28,48) oder ein mit zumindest einem der Lagerringe (48,58) verbundenes Bauteil (62) als Begrenzungselement wirkt.
10. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (20) ein mit einem Pumpengehäuse (16) verbundenes Anschlaggehäuse (18) aufweist, das vorzugsweise zur Einstellung eines Axialspalts (24) zwischen der Rotorwelle oder einen mit der Rotorwelle (10) verbundenen Anschlagteil

(26) und dem Begrenzungselement (28,48,62) im Pumpengehäuse (16) justierbar ist.

11. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (20) ein insbesondere auf das Begrenzungselement (28,48,62) einwirkendes Justageelement (52) zur Einstellung eines Axialspalts (24) zwischen der Rotorwelle oder einem mit der Rotorwelle (10) verbundenen Anschlagteil (26) und dem Begrenzungselement (28,48,62) aufweist.
12. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Axialspalt (24) kleiner als 0,1mm, insbesondere kleiner als 0,05mm ist.
13. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der die Rotorwelle (10) lagernden Lagerelements (12), insbesondere das hochvakuumseitige Lagerelement (12), als steifes Magnetlager ausgebildet ist.

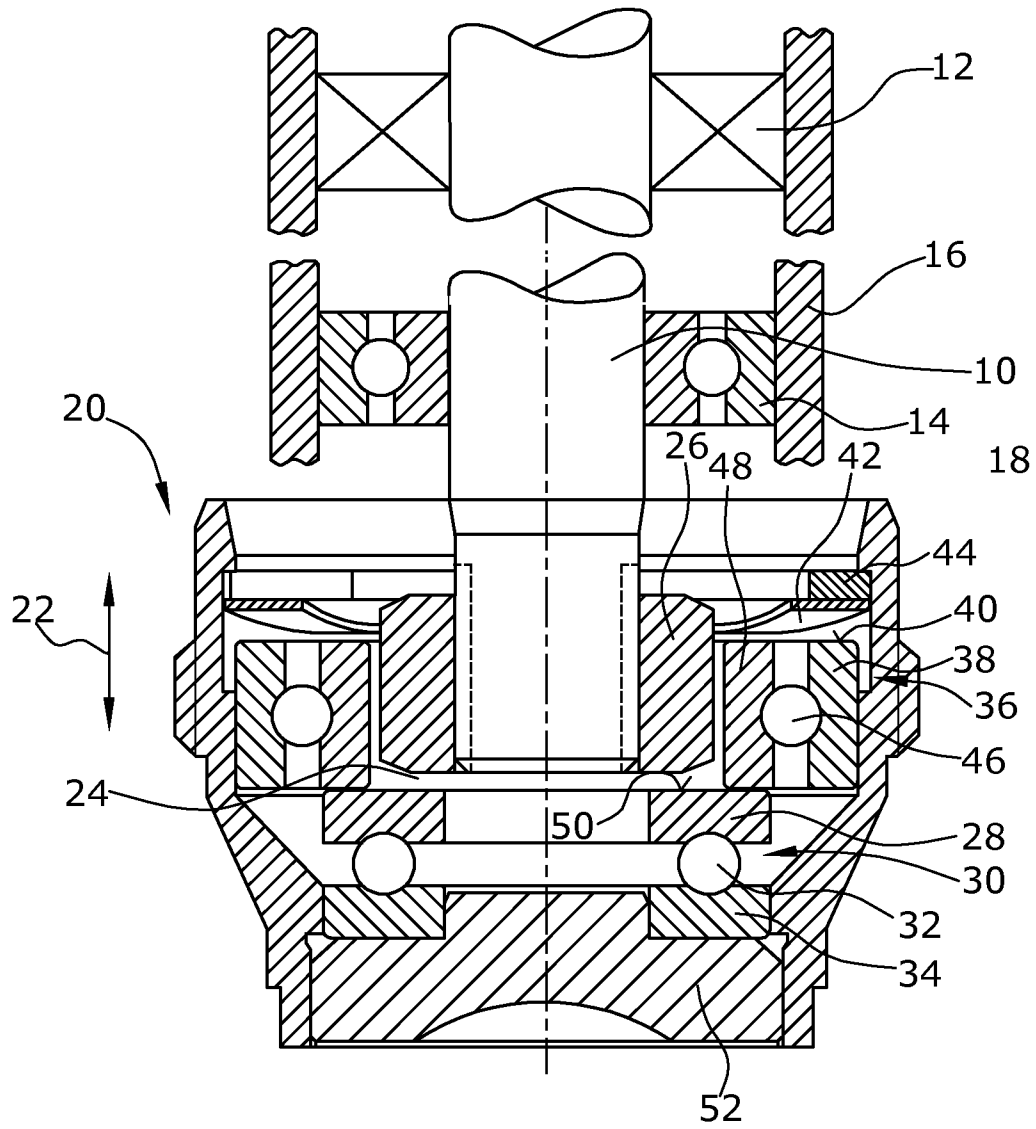


Fig.1

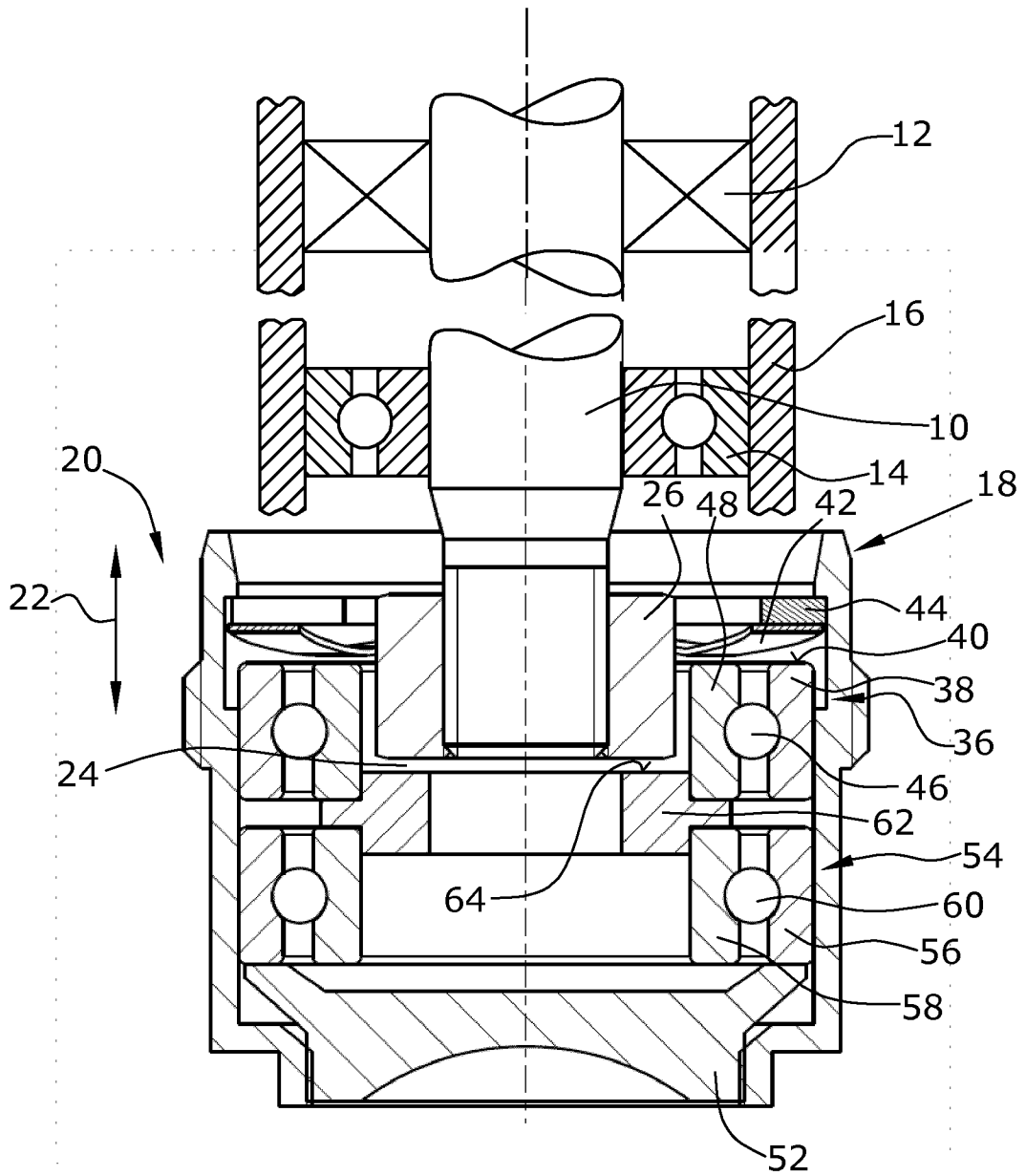


Fig.2

-3/3-

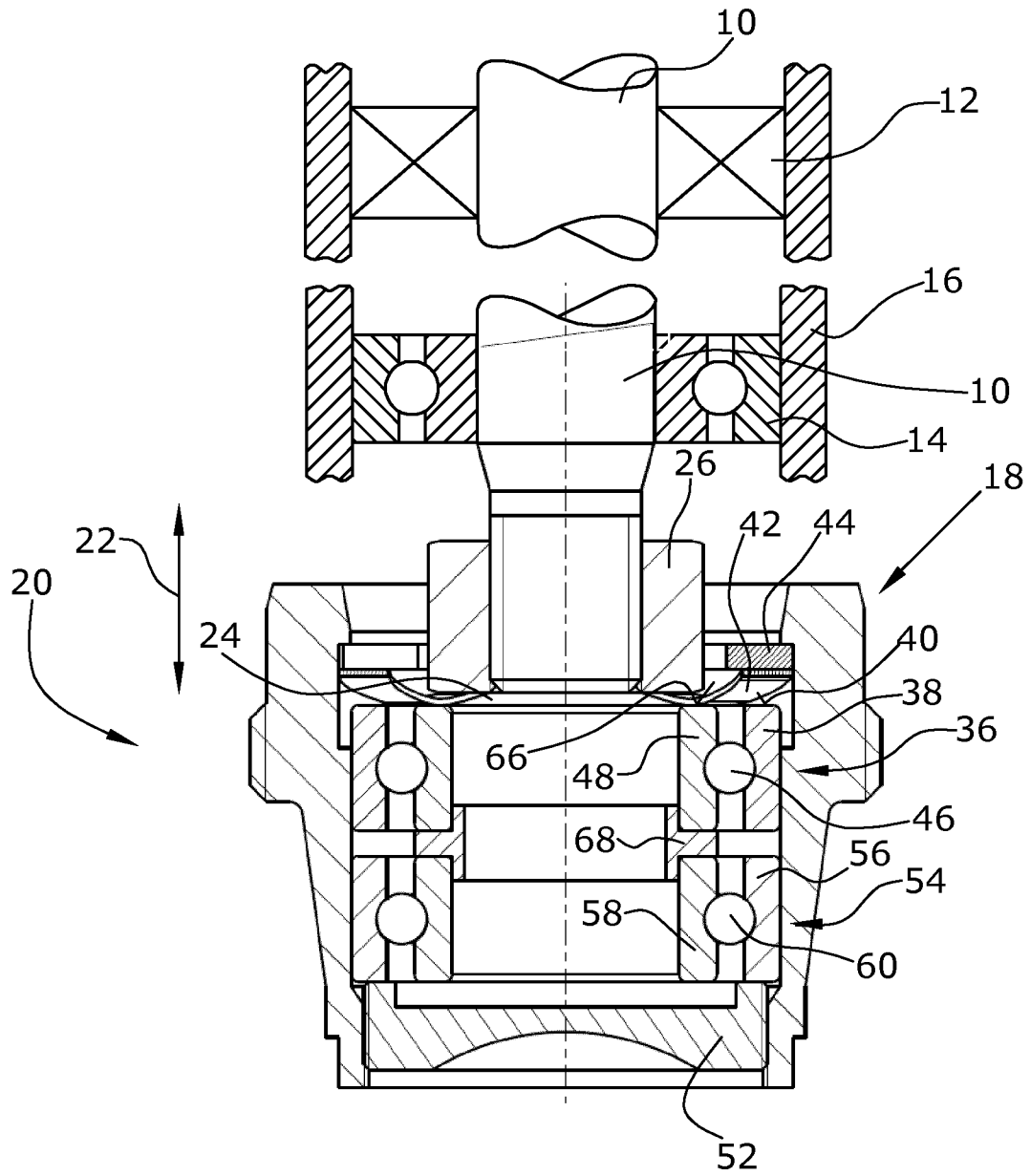


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2014/055927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F04D19/04 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)
 F04D

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004 116314 A (EBARA CORP) 15 April 2004 (2004-04-15) figure 2 paragraph [0001] paragraph [0022] - paragraph [0028] paragraph [0030]	1-8, 10-13
X	----- GB 2 348 680 A (NSK LTD [JP]) 11 October 2000 (2000-10-11) figure 1 figure 2 figure 3 page 2, line 6 - page 3, line 4	1-4,9, 12,13
X	----- JP S61 152818 U (-) 22 September 1986 (1986-09-22) figure 1 figure 2 -----	1-13
-/--		

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 3 June 2014	Date of mailing of the international search report 11/06/2014
---	---

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 de Verbigier, L
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/055927

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H07 54846 A (NIPPON SEIKO KK) 28 February 1995 (1995-02-28) abstract figure 1 figure 3 -----	1-8, 10-13
X	JP H09 236096 A (NIPPON SEIKO KK) 9 September 1997 (1997-09-09) abstract figure 1 figure 2 figure 8 figure 10 -----	1-4,9, 12,13
X	EP 1 965 082 A2 (JTEKT CORP [JP]) 3 September 2008 (2008-09-03) paragraph [0050] paragraph [0062] paragraph [0115] - paragraph [0116] figure 1 figure 3 -----	1-4,9, 12,13
A	DE 31 41 841 A1 (BBC BROWN BOVERI & CIE [DE]) 5 May 1983 (1983-05-05) figure 1 figure 2 page 3, line 29 page 4, line 3 page 7, line 8 - page 8, line 12 -----	1-13
A	DE 27 16 433 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 19 October 1978 (1978-10-19) figure 1 page 4, line 4 - line 8 page 7, line 15 - line 24 page 9, line 1 - line 5 -----	1-13
A	DE 199 43 682 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 15 March 2001 (2001-03-15) figure 1 figure 3 column 1, line 54 column 2, line 51 - line 66 column 3, line 28 - line 32 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055927

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2004116314	A	15-04-2004	NONE	

GB 2348680	A	11-10-2000	GB 2348680 A	11-10-2000
			JP 2000291655 A	20-10-2000
			US 6661143 B1	09-12-2003

JP S61152818	U	22-09-1986	NONE	

JP H0754846	A	28-02-1995	NONE	

JP H09236096	A	09-09-1997	NONE	

EP 1965082	A2	03-09-2008	EP 1965082 A2	03-09-2008
			US 2008206079 A1	28-08-2008

DE 3141841	A1	05-05-1983	DE 3141841 A1	05-05-1983
			FR 2515287 A1	29-04-1983
			US 4629261 A	16-12-1986

DE 2716433	A1	19-10-1978	NONE	

DE 19943682	A1	15-03-2001	AT 299249 T	15-07-2005
			DE 19943682 A1	15-03-2001
			EP 1085224 A2	21-03-2001
			JP 4318395 B2	19-08-2009
			JP 2001107962 A	17-04-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055927

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04D19/04 F04D29/059
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F04D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2004 116314 A (EBARA CORP) 15. April 2004 (2004-04-15) Abbildung 2 Absatz [0001] Absatz [0022] - Absatz [0028] Absatz [0030]	1-8, 10-13
X	----- GB 2 348 680 A (NSK LTD [JP]) 11. Oktober 2000 (2000-10-11) Abbildung 1 Abbildung 2 Abbildung 3 Seite 2, Zeile 6 - Seite 3, Zeile 4	1-4,9, 12,13
X	----- JP S61 152818 U (-) 22. September 1986 (1986-09-22) Abbildung 1 Abbildung 2	1-13
	----- -/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Juni 2014	11/06/2014

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 de Verbigier, L
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055927

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>JP H07 54846 A (NIPPON SEIKO KK) 28. Februar 1995 (1995-02-28) Zusammenfassung Abbildung 1 Abbildung 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-8, 10-13
X	<p>JP H09 236096 A (NIPPON SEIKO KK) 9. September 1997 (1997-09-09) Zusammenfassung Abbildung 1 Abbildung 2 Abbildung 8 Abbildung 10</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-4,9, 12,13
X	<p>EP 1 965 082 A2 (JTEKT CORP [JP]) 3. September 2008 (2008-09-03) Absatz [0050] Absatz [0062] Absatz [0115] - Absatz [0116] Abbildung 1 Abbildung 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-4,9, 12,13
A	<p>DE 31 41 841 A1 (BBC BROWN BOVERI & CIE [DE]) 5. Mai 1983 (1983-05-05) Abbildung 1 Abbildung 2 Seite 3, Zeile 29 Seite 4, Zeile 3 Seite 7, Zeile 8 - Seite 8, Zeile 12</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>DE 27 16 433 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 19. Oktober 1978 (1978-10-19) Abbildung 1 Seite 4, Zeile 4 - Zeile 8 Seite 7, Zeile 15 - Zeile 24 Seite 9, Zeile 1 - Zeile 5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>DE 199 43 682 A1 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 15. März 2001 (2001-03-15) Abbildung 1 Abbildung 3 Spalte 1, Zeile 54 Spalte 2, Zeile 51 - Zeile 66 Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 32</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055927

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2004116314	A	15-04-2004	KEINE	

GB 2348680	A	11-10-2000	GB 2348680 A	11-10-2000
			JP 2000291655 A	20-10-2000
			US 6661143 B1	09-12-2003

JP S61152818	U	22-09-1986	KEINE	

JP H0754846	A	28-02-1995	KEINE	

JP H09236096	A	09-09-1997	KEINE	

EP 1965082	A2	03-09-2008	EP 1965082 A2	03-09-2008
			US 2008206079 A1	28-08-2008

DE 3141841	A1	05-05-1983	DE 3141841 A1	05-05-1983
			FR 2515287 A1	29-04-1983
			US 4629261 A	16-12-1986

DE 2716433	A1	19-10-1978	KEINE	

DE 19943682	A1	15-03-2001	AT 299249 T	15-07-2005
			DE 19943682 A1	15-03-2001
			EP 1085224 A2	21-03-2001
			JP 4318395 B2	19-08-2009
			JP 2001107962 A	17-04-2001
