



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.10.2015 Patentblatt 2015/41

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 (2006.01) **F04D 29/60** (2006.01)
F04D 25/16 (2006.01) **F04D 29/063** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15151964.2**

(22) Anmeldetag: **21.01.2015**

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

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder: **Stammler, Herbert**
35396 Gießen (DE)

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(30) Priorität: **03.04.2014 DE 102014104747**

(54) **Verfahren und System zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung**

(57) Bei einem Verfahren zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung, insbesondere einer Vorrichtung, wie einer Pumpe oder Vakuumpumpe, oder eines der Steuerung, Regelung und/oder Schaltung bestimmter Eigenschaften und/oder Funktionen einer Vorrichtung dienenden Gerätes, wird die aktuelle Einbauorientierung der Einrichtung durch wenigstens

einen der Einrichtung zugeordneten Lagedetektor erfasst und mittels einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit überprüft, ob die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, sowie gegebenenfalls ermittelt, unter welchen Bedingungen die Einrichtung betreibbar ist. Es wird auch ein entsprechendes System zur Durchführung des Verfahrens angegeben.

Fig.7

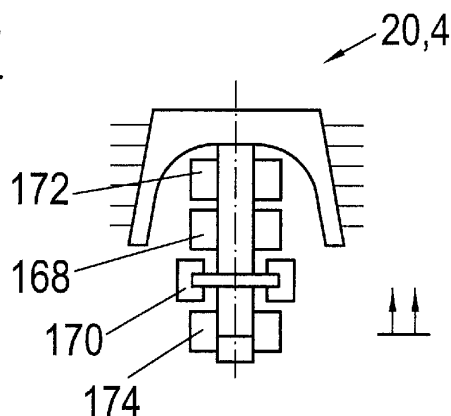
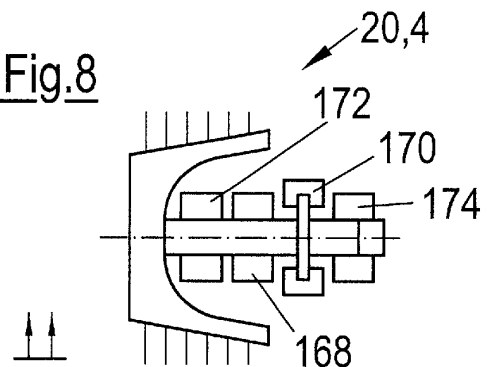


Fig.8



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein System zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung, insbesondere einer Vorrichtung, wie einer Pumpe oder Vakuumpumpe, oder eines der Steuerung, Regelung und/oder Schaltung bestimmter Eigenschaften und/oder Funktionen einer Vorrichtung dienenden Gerätes.

[0002] Bei einer Vielzahl von Einrichtungen der eingangs genannten Art muss für einen optimalen Betrieb deren Raumlage bzw. Ausrichtung beachtet werden. Dies trifft unter anderem auf bestimmte Pumpen, insbesondere Vakuumpumpen, zu.

[0003] Eine solche Pumpe kann insbesondere eine um eine Rotorachse drehbare Rotorwelle sowie eine Förderpumpe zur Förderung eines Betriebsmittels, insbesondere eines Schmiermittels, umfassen, mit dem ein der drehbaren Unterstützung der Rotorwelle dienendes Drehlager versorgt wird. Eine Pumpe dieser Art wird in der Regel zum Auspumpen bzw. Evakuieren eines Rezipienten eingesetzt. Dazu weist die Pumpe einen Flansch auf, über den sie an den Rezipienten angeschlossen wird. Dabei ist bei bestimmten Pumpen jedoch zu beachten, dass diese nicht in jeder Lage an den Rezipienten angeschlossen und in Betrieb genommen werden können. Es existieren beispielsweise auch Pumpen, die nur mit einem im Wesentlichen nach oben ausgerichteten Flansch betrieben werden können. Werden diese Pumpen mit nach untenweisendem Flansch bzw. über Kopf an einen Rezipienten angeschlossen und in Betrieb genommen, so kann das Betriebsmittel nicht zwischen der Förderpumpe und dem Drehlager zirkulieren, da das von der Schwerkraft vom Drehlager zur Förderpumpe zurückgeführte Betriebsmittel bei auf dem Kopf stehender Pumpe nicht zurück zur Förderpumpe strömen kann. Demzufolge könnte die Pumpe bei einem Betrieb über Kopf beschädigt werden.

[0004] Dagegen müssen andere Pumpen mit nach unten gerichtetem Flansch bzw. auf dem Kopf stehend an einen Rezipienten angeschlossen werden, sofern das Betriebsmittel nur in dieser Lage von der Schwerkraft vom Drehlager zur Förderpumpe zurückgeführt werden kann.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie ein System der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen auch bei unterschiedlichen Einbauorientierungen der Einrichtung stets ein optimaler Betrieb gewährleistet bzw. sichergestellt wird, dass die Einrichtung nicht in unzulässiger Weise in Betrieb genommen wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Systems sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Bei der Einrichtung kann es sich um eine Vorrichtung oder um ein Gerät für eine Vorrichtung handeln. Die Vorrichtung kann z.B. eine Vakuumpumpe sein. Beispielsweise kann es sich um eine schmiermittelbehaftete Turbomolekularpumpe, ein- oder mehrstufige Wälzkolben-, Drehkolben-, Schrauben- oder Seitenkanalpumpe handeln. Das Gerät kann beispielsweise eine Schmiermittelpumpe einer Vakuumpumpe sein. Bei dem Gerät kann es sich auch um ein Vakuumgerät handeln wie z.B. ein Druckmessgerät, Vakuummessgerät, Gasanalysegerät oder Lecksuchgerät.

[0008] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die aktuelle Einbauorientierung der Einrichtung durch wenigstens einen der Einrichtung zugeordneten Lagedetektor erfasst und wird mittels einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit überprüft, ob die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf. Gegebenenfalls, aber nicht zwingend, kann zusätzlich ermittelt werden, unter welchen Bedingungen die Einrichtung betreibbar ist.

[0009] Ein Lagedetektor ist im Rahmen der vorliegenden Offenbarung eine grundsätzlich beliebig ausgebildete und angeordnete Einrichtung, die zur Erfassung oder Ermittlung zumindest eines Parameters in der Lage ist, der oder dessen Wert von der Orientierung der zugeordneten Einrichtung im Raum abhängig ist, d.h. der sich bei einer Änderung der Orientierung ebenfalls ändert. Bei dem Lagedetektor kann es sich z.B. um einen vergleichsweise kompakten, beispielsweise in Form eines Bauteils vorliegenden Sensor handeln, aber auch um eine nicht zwingend räumlich konzentrierte oder körperliche Einrichtung wie z.B. ein Auswerteprogramm, das beispielsweise ohnehin erfasste Stromwerte auswerten und daraufhin untersuchen kann, ob die Strommesswerte von der Orientierung abhängige Eigenschaften aufweisen. Beispielsweise kann der Lagedetektor als ein Beschleunigungssensor ausgebildet oder dazu in der Lage sein, einen erhöhten Ruhestrom in einem aktiv geregelten magnetischen Lager (Magnetlager) zu erkennen.

[0010] Durch die Erfindung ist sichergestellt, dass bei solchen Einbauorientierungen der Einrichtung, bei denen ein zuverlässiger Betrieb nicht möglich ist, die Einrichtung nicht in unzulässiger Weise in Betrieb genommen wird. Zudem ist in den Fällen, in denen angesichts der jeweiligen Einbauorientierung grundsätzlich eine Inbetriebnahme möglich ist, gewährleistet, dass die Einrichtung unter den jeweils optimalen Bedingungen in Betrieb genommen werden kann.

[0011] Bevorzugt wird mittels der Steuer- und/oder Auswerteeinheit in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung nicht betrieben werden darf, eine Fehlermeldung erzeugt. Eine solche Fehlermeldung kann insbesondere akustisch und/oder optisch und/oder per elektronischer Datenweitergabe, z.B. in Form eines Fehlertelegramms, generiert werden.

[0012] Mit einer solchen Fehlermeldung wird dem Be-

dienungspersonal signalisiert, dass die Einrichtung eine unzulässige Einbauorientierung einnimmt, woraufhin die Einrichtung korrekt ausgerichtet werden kann.

[0013] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn mittels der Steuer- und/oder Auswerteeinheit in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, außer der Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung betreibbar ist, auch ermittelt wird, ob der Betrieb der Einrichtung in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einem normalen und entsprechend unkritischen Betrieb entspricht oder einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt.

[0014] Die Einrichtung kann hierbei zwar in beiden Fällen jeweils in Betrieb genommen werden. In dem genannten kritischen Grenzfall muss jedoch z.B. umgehend dafür gesorgt werden, dass wieder optimale Bedingungen bzw. eine optimale Lageorientierung der Einrichtung herbeigeführt wird.

[0015] Dabei kann mittels der Steuer- und/oder Auswerteeinheit in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass der Betrieb der Einrichtung in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt, vorteilhafterweise eine insbesondere qualifizierte Warnmeldung erzeugt werden.

[0016] Indem dem Bedienungspersonal auch ein solcher kritischer Grenzfall signalisiert und gegebenenfalls spezifiziert wird, kann das Personal auch umgehend für entsprechende Abhilfe sorgen.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung betreibbar ist, die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Leistungsbegrenzung für die Einrichtung, die Ermittlung eines von der erfassten Lageorientierung abhängigen Ruhestroms für wenigstens ein Magnetlager der Einrichtung, und/oder die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Kühlung wenigstens eines Bereichs der Einrichtung umfasst.

[0018] Damit kann z.B. unter anderem dem Umstand Rechnung getragen werden, dass in unterschiedlichen Lagen ein jeweils unterschiedlicher Ruhestrom in den betreffenden Lagern erforderlich ist, um beispielsweise eine Rotormasse zu tragen. Dabei kann es insbesondere auch sinnvoll sein, je nach Orientierung der Einrichtung eine unterschiedliche thermische Kennlinie heranzuziehen, da die Ruhestrome bzw. Gleichstromanteile die verlustbehafteten Lager erwärmen und dementsprechend je nach Ausrichtung, Lage und/oder Orientierung der Einrichtung die Wärmeeinbringung in das Gesamtsystem unter anderem durch unterschiedliche Wirkungsgrade der Lagertypen sowohl verschieden verteilt als auch absolut unterschiedlich sein kann.

[0019] Zudem kann insbesondere auch dem Umstand Rechnung getragen werden, dass sich bei unterschiedlichen Einbauorientierungen der Einrichtung deren Küh-

lung unterschiedlich bewerkstelligen lässt. Beispielsweise kann eine Pumpe bei gegebenen Temperaturgrenzen bei unterschiedlichen Einbauorientierungen unterschiedlich große Mengen von Gas pumpen, bis sie im Bereich von Warnschwellen oder Fehlergrenzen beginnt, die Drehzahl bzw. Leistung abzuregeln.

[0020] Insbesondere bei sogenannten doppelflutigen Schmiermittelpumpen, die beispielsweise einer Vakuumpumpe zugeordnet sein können, ist eine All-Lagen-Fähigkeit der Anordnung in der Regel nur relativ schwer zu erreichen. Schmiermittelpumpen werden häufig je nach Anwendungsfall um 180° gedreht montiert, wohingegen die entsprechenden Förderkanäle an der Vakuumpumpe für beide Montagearten vorhanden sind. Dabei werden die nicht genutzten Förderkanäle durch Dichtungen verschlossen.

[0021] Mit der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens z.B. auf eine solche Pumpe kann also die Sicherheit erhöht werden, dass das Bedienungspersonal die Vakuumpumpe bzw. Turbomolekularpumpe richtig herum betreibt bzw. die Schmiermittelpumpe nach einem Service wieder richtig herum montiert wird. Dabei ist es von Vorteil, wenn der Lagedetektor in der Schmiermittelpumpe angeordnet ist. Der Lagedetektor wird dann richtig zur Einbaulage mitgedreht, so dass auch eine Veränderung der vorgeschriebenen Pumpen-Orientierung im Feld möglich ist, ohne die Parametrierung oder Einstellung ändern zu müssen.

[0022] Gemäß einer weiteren zweckmäßigen praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die aktuelle Einbauorientierung der Einrichtung durch wenigstens einen der Einrichtung zugeordneten schaltenden Sensor, insbesondere Flüssigkeitslage-schalter, oder wenigstens einen Beschleunigungssensor, insbesondere einen mikro-elektro-mechanischen Beschleunigungssensor, erfasst.

[0023] Das erfindungsgemäße System zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung, insbesondere einer Vorrichtung, wie einer Pumpe oder Vakuumpumpe, oder eines der Steuerung, Regelung und/oder Schaltung bestimmter Eigenschaften und/oder Funktionen einer Vorrichtung dienenden Gerätes umfasst wenigstens einen der Einrichtung zugeordneten Lagedetektor zur Erfassung der aktuellen Einbauorientierung der Einrichtung sowie eine auf die Ausgangssignale des Lagedetektors ansprechende Steuer- und/oder Auswerteeinheit, die dazu ausgebildet ist, automatisch zu überprüfen, ob die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, und gegebenenfalls automatisch zu ermitteln, unter welchen Bedingungen die Einrichtung betreibbar ist.

[0024] Bevorzugt ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit überdies dazu ausgebildet, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung nicht betrieben werden darf, eine Fehlermeldung zu erzeugen.

[0025] Gemäß einer weiteren bevorzugten praktischen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sys-

tems ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit ferner dazu ausgeführt, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, außer zur Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung betreibbar ist, auch zu ermitteln, ob der Betrieb der Einrichtung in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einem normalen und entsprechend unkritischen Betrieb entspricht oder einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt.

[0026] Bevorzugt ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit ferner dazu ausgeführt, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass der Betrieb der Einrichtung in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt, eine insbesondere qualifizierte Warnmeldung zu erzeugen.

[0027] Die durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit durchgeführte Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung betreibbar ist, umfasst bevorzugt die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Leistungsbegrenzung für die Einrichtung, die Ermittlung eines von der erfassten Lageorientierung abhängigen Ruhestroms für wenigstens ein, insbesondere aktiv geregeltes, Magnetlager der Einrichtung, und/oder die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Kühlung wenigstens eines Bereichs der Einrichtung.

[0028] Als jeweiliger Lagedetektor ist vorteilhafterweise ein schaltender Sensor, insbesondere ein ein- oder mehrachsiger Flüssigkeitslagerschalter, oder ein Beschleunigungssensor, insbesondere ein ein- oder mehrachsiger mikro-elektro-mechanischer Beschleunigungssensor vorgesehen.

[0029] Die Einrichtung kann beispielsweise eine Pumpe umfassen, bei der es sich insbesondere um eine Vakuumpumpe handeln kann. Die Einrichtung kann insbesondere eine Turbomolekularpumpe umfassen.

[0030] Ferner kann die Einrichtung außer der Pumpe insbesondere eine mit dieser verbundene Hilfseinrichtung wie beispielsweise eine Schmiermittelpumpe umfassen, wobei vorteilhafterweise wenigstens ein Lagedetektor der Pumpe und/oder wenigstens ein Lagedetektor der Hilfseinrichtung zugeordnet ist.

[0031] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn wenigstens ein Lagedetektor in einer der Einrichtung zugeordneten Steuerelektronik, wenigstens ein Lagedetektor in einer insbesondere abgedichteten Baugruppe und/oder wenigstens ein Lagedetektor auf einer Platine oder dergleichen vorgesehen ist.

[0032] Alternativ oder zusätzlich kann beispielsweise auch wenigstens ein Lagedetektor frei montiert innerhalb der Einrichtung, wenigstens ein Lagedetektor in einer vergossenen Baugruppe wie insbesondere einem Motorstator, wenigstens ein Lagedetektor frei montiert außerhalb des Gehäuses der Einrichtung und/oder wenigstens ein Lagedetektor frei montiert innerhalb einer an der Einrichtung angebauten Hilfseinrichtung wie insbeson-

dere einer einer Vakuumpumpe zugeordneten Schmiermittelpumpe vorgesehen sein.

[0033] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn das System eine mit der Steuer- und/oder Auswerteeinheit verbundene Eingabeschnittstelle umfasst, über die zumindest ein die Lageorientierung der Einrichtung betreffender Referenzwert eingebbar ist.

[0034] Dabei kann der betreffende Referenzwert beispielsweise über einen Datenbus-Zugang oder mittels eines Bediengeräts manuell eingegeben werden. Ein solcher als Referenz für die Steuerelektronik dienender Wert kann zwar nach wie vor von der Richtigkeit der Angaben des Bedienungspersonals abhängig sein. Es können jedoch bereits Vorteile der Einbaulagen-Bewertung genutzt werden, indem beispielsweise Leistungsgrenzen angehoben werden oder eine generelle Betriebsfreigabe bewirkt wird.

[0035] Gegebenenfalls können mittels der Steuer- und Auswerteeinheit zumindest teilweise auch die Bedingungen herbeigeführt oder initiiert werden, unter denen die Einrichtung betrieben werden darf.

[0036] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems,

Fig. 2 eine geschnittene Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Vakuumpumpe als Bestandteil einer beispielhaften Einrichtung, bei der das erfindungsgemäße System anwendbar ist,

Fig. 3 eine seitliche Außenansicht der Vakuumpumpe gemäß Fig. 2, deren Drehlager über eine seitlich neben der Rotorwelle angeordnete Förderpumpe mit Betriebsmittel versorgt wird,

Fig. 4 eine geschnittene Teilansicht der Vakuumpumpe gemäß Fig. 3,

Fig. 5 eine geschnittene Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform der der Vakuumpumpe gemäß Fig. 4 zugeordneten Förderpumpe,

Fig. 6 eine geschnittene Ansicht eines Mündungsbereichs zweier Vorlaufkanäle, die in einem gemeinsamen Vorlauf der Vakuumpumpe gemäß Fig. 3 münden,

Fig. 7 eine beispielhafte Anordnung verschiedener Lager einer Vakuumpumpe in vertikaler Ausrichtung,

Fig. 8 die Lageranordnung gemäß Fig. 7, wobei die Vakuumpumpe im vorliegenden Fall jedoch

horizontal ausgerichtet ist,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer konvektionsgekühlten Einrichtung, bei der das erfindungsgemäße System anwendbar ist, und

Fig. 10 eine schematische Darstellung der konvektionsgekühlten Einrichtung gemäß Fig. 9 in einer anderen Orientierung.

[0037] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten erfindungsgemäßen Systems 2 zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung 4, die eine Vorrichtung, wie eine Pumpe oder Vakuumpumpe, ist oder bei der es sich um ein der Steuerung, Regelung und/oder Schaltung bestimmter Eigenschaften und/oder Funktionen einer Vorrichtung dienendes Gerät handelt.

[0038] Das System 2 umfasst wenigstens einen der Einrichtung 4 zugeordneten Lagedetektor 6 zur Erfassung der aktuellen Einbauorientierung der Einrichtung 4 sowie eine auf die Ausgangssignale 8 des Lagedetektors 6 ansprechende Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10.

[0039] Dabei ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 dazu ausgeführt, automatisch zu überprüfen, ob die Einrichtung 4 in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, und gegebenenfalls automatisch zu ermitteln, unter welchen Bedingungen die Einrichtung 4 betreibbar ist.

[0040] Überdies kann die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 dazu ausgeführt sein, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung 4 in der erfassten Lageorientierung nicht betrieben werden darf, eine Fehlermeldung zu erzeugen.

[0041] Die Fehlermeldung kann insbesondere akustisch und/oder optisch und/oder per elektronischer Datenweitergabe (z.B. in Form eines Fehlertelegramms) generiert werden und über eine beispielsweise der Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 nachgeschaltete Wiedergabeeinheit 18 wiedergegeben werden.

[0042] Die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 kann ferner ermitteln, ob der erlaubte Betrieb der Einrichtung 4 in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einem normalen bzw. unkritischen Betrieb entspricht oder einen Grenzfall darstellt.

[0043] Wenn dies der Fall ist, kann die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 eine insbesondere qualifizierte Warnmeldung erzeugen.

[0044] Auch eine solche Warnmeldung kann insbesondere wieder akustisch und/oder optisch und/oder per elektronischer Datenweitergabe (z.B. in Form eines Fehlertelegramms) generiert und beispielsweise über eine der Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 nachgeschaltete Wiedergabeeinheit 18 wiedergegeben werden. Dabei kann für die Fehlermeldung und die Warnmeldung insbesondere ein und dieselbe Wiedergabeeinheit 18

verwendet werden. Grundsätzlich sind jedoch auch getrennte Wiedergabeeinheiten für die beiden Meldungen denkbar.

[0045] Die durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 durchgeführte Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung 4 betreibbar ist, kann insbesondere die Ermittlung einer Leistungsbegrenzung für die Einrichtung 4, die Ermittlung eines Ruhestroms für ein aktiv geregeltes Magnetlager der Einrichtung 4 und/oder die Ermittlung einer Kühlung wenigstens eines Bereichs der Einrichtung 4 umfassen.

[0046] Als Lagedetektor 6 kann beispielsweise ein Beschleunigungssensor vorgesehen sein.

[0047] Die Einrichtung 4 kann beispielsweise eine Vakuumpumpe 20 und eine mit dieser verbundene Hilfseinrichtung 22 wie insbesondere eine Schmiermittelpumpe (vgl. auch die Fig. 3 bis 6) umfassen. Dabei kann beispielsweise ein Lagedetektor 6 der Vakuumpumpe 20 und ein Lagedetektor 6 der Schmiermittelpumpe 22 zugeordnet sein, um die Lageorientierung der Vakuumpumpe 20 und die Lageorientierung der Schmiermittelpumpe 22 zu überwachen..

[0048] Zudem kann das System 2 eine mit der Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 verbundene Eingabeschnittstelle umfassen, über die ein die Lageorientierung der Einrichtung 4 betreffender Referenzwert eingegbar ist.

[0049] Fig. 2 zeigt eine geschnittene Ansicht einer Vakuumpumpe 20, nämlich einer Turbomolekularpumpe, als Bestandteil einer Einrichtung 4, bei der das erfindungsgemäße System bzw. das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist.

[0050] In der Fig. 3 ist eine seitliche Außenansicht dieser Vakuumpumpe gezeigt, wobei zudem deren Drehlager über eine seitlich neben der Rotorwelle angeordnete Förderpumpe 110 mit Betriebsmittel versorgt wird, die einen weiteren Bestandteil der Einrichtung 4 bildet, bei der das erfindungsgemäße System bzw. das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist.

[0051] In der Fig. 4 ist eine geschnittene Teilansicht der Vakuumpumpe gemäß Fig. 3 gezeigt. Eine geschnittene Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform der der Vakuumpumpe gemäß Fig. 4 zugeordneten Förderpumpe 110 ist in der Fig. 5 wiedergegeben. Fig. 6 zeigt eine geschnittene Ansicht eines Mündungsbereichs zweier Vorlaufkanäle, die in einen gemeinsamen Vorlauf der Vakuumpumpe gemäß Fig. 3 münden.

[0052] Die in Fig. 2 gezeigte Vakuumpumpe umfasst einen von einem Einlassflansch 68 umgebenen Pumpeneinlass 70 sowie mehrere Pumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 70 anstehenden Gases zu einem in Fig. 2 nicht dargestellten Pumpenauslass. Die Vakuumpumpe umfasst einen Stator mit einem statischen Gehäuse 72 und einen in dem Gehäuse 72 angeordneten Rotor mit einer um eine Rotationsachse 14 drehbar gelagerten Rotorwelle 12.

[0053] Die Vakuumpumpe ist als Turbomolekularpumpe ausgebildet und umfasst mehrere pumpwirksam mit-

einander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren mit der Rotorwelle 12 verbundenen turbomolekularen Rotorscheiben 16 und mehreren in axialer Richtung zwischen den Rotorscheiben 16 angeordneten und in dem Gehäuse 72 festgelegten turbomolekularen Statorscheiben 26, die durch Distanzringe 36 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten sind. Die Rotorscheiben 16 und Statorscheiben 26 stellen in dem Schöpfbereich 50 eine in Richtung des Pfeils 58 gerichtete axiale Pumpwirkung bereit.

[0054] Die Vakuumpumpe umfasst außerdem drei in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Der rotorseitige Teil der Holweck-Pumpstufen umfasst eine mit der Rotorwelle 12 verbundene Rotornabe 74 und zwei an der Rotornabe 74 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 76, 78, die koaxial zu der Rotationsachse 14 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 80, 82 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 14 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind jeweils durch die einander unter Ausbildung eines engen radialen Holweck-Spalts gegenüberliegenden radialen Mantelflächen jeweils einer Holweck-Rotorhülse 76, 78 und einer Holweck-Statorhülse 80, 82 gebildet. Dabei ist jeweils eine der pumpaktiven Oberflächen glatt ausgebildet - vorliegend diejenige der Holweck-Rotorhülse 76 bzw. 78 - und die gegenüberliegende pumpaktive Oberfläche der Holweck-Statorhülse 80, 82 weist eine Strukturierung mit schraubenlinienförmig um die Rotationsachse 14 herum in axialer Richtung verlaufenden Nuten auf, in denen durch die Rotation des Rotors das Gas vorangetrieben und dadurch gepumpt wird.

[0055] Die Vakuumpumpe umfasst einen Antriebsmotor 104 zum drehenden Antreiben des Rotors, dessen Läufer durch die Rotorwelle 12 gebildet ist. Eine Steuereinheit 106 steuert den Motor 104 an.

[0056] Die drehbare Lagerung der Rotorwelle 12 wird durch ein als Wälzlager ausgebildetes Drehlager 84 im Bereich des Pumpenauslasses und ein Permanentmagnetlager 86 im Bereich des Pumpeneinlasses 70 bewirkt.

[0057] Das Permanentmagnetlager 86 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 88 und eine statorseitige Lagerhälfte 90, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinandergestapelten permanentmagnetischen Ringen 92, 94 umfassen, wobei sich die Magnetringe 92, 94 unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 96 gegenüberliegen.

[0058] Innerhalb des Magnetlagers 86 ist ein Not- bzw. Fanglager 98 vorgesehen, welches als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet ist und im normalen Betrieb der Vakuumpumpe ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors gegenüber dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen

Anschlag für den Rotor zu bilden, der eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert.

[0059] Das Drehlager 84 wird mit einem Betriebsmittel, wie etwa einem Schmiermittel, versorgt. Dabei kann, wie Fig. 2 zeigt, im Bereich des Drehlagers 84 an der Rotorwelle 12 eine konische Spritzmutter 100 mit einem zu dem Drehlager 84 hin zunehmenden Außendurchmesser vorgesehen sein, die mit zumindest einem Abstreifer eines mehrere mit einem Betriebsmittel, wie zum Beispiel einem Schmiermittel, getränkte saugfähige Scheiben 102 umfassenden Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt steht. Im Betrieb wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 100 übertragen und infolge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 100 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 100 zu dem Drehlager 84 hin gefördert, wo es zum Beispiel eine schmierende Funktion erfüllt.

[0060] Bei der in Fig. 3 gezeigten Darstellung ist - wie in Fig. 2 - der Einlassflansch 68 der Pumpe nach oben gerichtet und die Rotationsachse 14 der in Fig. 3 nicht gezeigten Rotorwelle 12 ist in einem Winkel von 0 Grad zur Vertikalen angeordnet. Bei dieser Raumlage ist die Pumpe aufrecht ausgerichtet. Wird die Pumpe dagegen auf den Kopf gestellt, so weist der Einlassflansch 68 nach unten. Die Rotationsachse 14 befindet sich dann in einem Winkel zur Vertikalen von 180 Grad.

[0061] Der Aufbau der Pumpe der Fig. 3 entspricht dem Aufbau der Pumpe von Fig. 2. Allerdings wird bei der Pumpe der Fig. 3 das Drehlager 84 über eine seitlich neben der Rotorwelle 12 angeordnete Förderpumpe 110 mit Betriebsmittel versorgt, wie mit Bezug auf die Fig. 4 näher ausgeführt wird.

[0062] Die Förderpumpe 110 ist dazu ausgebildet, das Betriebsmittel in wenigstens einen Vorlauf 112 zu fördern, über den das Betriebsmittel dem Drehlager 84 zugeführt wird. Zur Rückführung des Betriebsmittels vom Drehlager 84 zur Förderpumpe sind ein erster Rücklauf 114 sowie ein zweiter Rücklauf 116 vorgesehen.

[0063] Der erste Rücklauf 114 weist seitlich unterhalb des Drehlagers 84 einen Spalt 118 auf, der an seinem radial äußeren Ende in einen ersten Rücklaufkanal 120 mündet, der nach radial außen und nach unten weg zu einem ersten Reservoir 122 geführt ist.

[0064] Das über den Vorlauf 112 zugeführte Betriebsmittel gelangt in den trichterförmigen Speicher 124 unterhalb der Spritzmutter 100, die wie vorstehend mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben wurde, das Betriebsmittel zu dem Wälzlager 84 hin fördert, wo es zum Beispiel eine schmierende Funktion erfüllt. Vom Wälzlager 84 tropft das Betriebsmittel ab und gelangt im Wesentlichen aufgrund der Wirkung der Schwerkraft über den Spalt 118 und den ersten Rücklaufkanal 120 in das erste Reservoir 122.

[0065] Bei der Darstellung der Fig. 4 ist die Pumpe wie bei den Darstellungen der Fig. 2 und 3 aufrecht ausge-

richtet. Der in Fig. 4 nicht gezeigte Flansch 68 befindet sich folglich an der Oberseite der Pumpe und die Rotationsachse 14 der Rotorwelle 12 weist einen Winkel zur Vertikalen von 0° auf. Eine derartige Ausrichtung der Pumpe wird nachfolgend auch als Raumlage von 0° bezeichnet.

[0066] Wie Fig. 4 zeigt, weist die Förderpumpe 110 einen ersten Einlass 126 auf, über den das Betriebsmittel vom ersten Reservoir 122 in einen ersten Arbeitsraum 128 der Förderpumpe gelangen kann. Der erste Einlass 126 ist dabei in einer Trennwand 130 ausgebildet, die das erste Reservoir 122 vom ersten Arbeitsraum 128 abtrennt. Außerdem befindet sich der erste Einlass 126 bei der Raumlage von 0° an der im Wesentlichen tiefsten Stelle in der Trennwand 130, so dass das Betriebsmittel auch bei einem geringen Pegel im ersten Reservoir 122 in den ersten Arbeitsraum 128 gelangen kann.

[0067] Die Förderpumpe 110 wird mit Bezug auf die Fig. 5 näher beschrieben. Die Förderpumpe 110 ist in Art einer Drehschieberpumpe ausgebildet und weist einen in einem Gehäuse 132 um eine Drehachse 134 drehbaren Rotor auf, der nachfolgend als Förderrotor 136 bezeichnet wird. Im Förderrotor 136 sind über Flieh- und Federkraft radial bewegbare Schieber 138 angeordnet. Im Inneren des Gehäuses 132 befindet sich der erste Arbeitsraum 128, der durch das Gehäuse 132, den Förderrotor 136 und den jeweiligen sich in Drehrichtung 140 des Förderrotors mitbewegenden Schieber 138 räumlich begrenzt wird.

[0068] Dreht sich der Förderrotor 136 in der Förderrichtung 140, so wird das über den ersten Einlass 126 in den ersten Arbeitsraum 128 gelangte Betriebsmittel vom Förderrotor über einen bei 90° liegenden ersten Auslass 142 in einen ersten Vorlaufkanal 144 gefördert, der in den Vorlauf 112 mündet (vgl. Fig. 6).

[0069] Bei der aufrechten Ausrichtung der Förderpumpe ist der zweite Rücklauf 116 funktionslos. Wird die Pumpe dagegen auf den Kopf gestellt, so dass der Flansch 68 (vgl. Fig. 3) unten liegt und die Rotationsachse 14 einen Winkel von 180° mit der Vertikalen einschließt, dann wird der erste Rücklauf 114 funktionslos und das Betriebsmittel gelangt über den zweiten Rücklauf 116 zurück zur Förderpumpe 110, wie nachfolgend beschrieben wird.

[0070] Der zweite Rücklauf 116 weist einen zweiten Rücklaufkanal 146 auf, der bezogen auf die Raumlage der Pumpe von 0° entsprechend der Fig. 4 von einem radial neben und oberhalb des Drehlagers 84 liegenden Sammelbereich 148 für das Betriebsmittel weg nach radial außen und nach oben zu einem zweiten Reservoir 150 geführt ist, das wiederum über die Trennwand 130 von einem weiteren, zweiten Arbeitsraum 152 der Förderpumpe 110 getrennt ist.

[0071] In der Trennwand 130 ist ein zweiter Einlass 154 vorgesehen, über den das Betriebsmittel vom zweiten Reservoir 150 in den zweiten Arbeitsraum 152 gelangen kann. Der zweite Einlass 154 befindet sich bei auf dem Kopf stehender Pumpe, also bei einer Raumlage

der Pumpe von 180° , im unteren Bereich der Pumpe. Das Betriebsmittel kann daher auch bei einem geringen Pegel im zweiten Reservoir 150 in den zweiten Arbeitsraum 152 gelangen.

[0072] Wie aus der Fig. 5 ersichtlich ist, wird das in den zweiten Arbeitsraum 152 gelangte Betriebsmittel von dem jeweiligen Schieber 138 bei sich in Drehrichtung 140 drehendem Förderrotor 136 zu einem bei 270° angeordneten zweiten Auslass 156 gefördert. Der zweite Auslass 156 mündet in einen zweiten Vorlaufkanal 158, der wiederum wie der erste Vorlaufkanal 144 in den Vorlauf 112 mündet.

[0073] Wie Fig. 6 zeigt, ist im Mündungsbereich des ersten und zweiten Vorlaufkanals 144, 158 eine Rücklaufverhinderungseinrichtung 160 angeordnet, die dazu ausgebildet ist, zu verhindern, dass über den ersten Vorlaufkanal 144 in den gemeinsamen Vorlauf 112 strömendes Betriebsmittel in den zweiten Vorlaufkanal 158 und, umgekehrt, über den zweiten Vorlaufkanal 158 zugeführtes Betriebsmittel in den ersten Vorlaufkanal 144 gelangt. Die Rücklaufverhinderungseinrichtung 160 stellt somit gewissermaßen sicher, dass kein Kurzschluss zwischen den beiden Vorlaufkanälen 144, 158 auftritt.

[0074] Die Rücklaufverhinderungseinrichtung 160 ist in funktioneller Hinsicht in Art eines pneumatischen Oder-Ventils ausgebildet. Die Rücklaufverhinderungseinrichtung 160 bildet im Mündungsbereich der beiden Vorlaufkanäle 144 und 158 einen vergrößerten Raumbereich 162, in welchem eine Kugel 164 angeordnet ist, die in Abhängigkeit von der Betriebsmittelströmung einen der beiden Vorlaufkanäle 144, 158 verschließen kann. Wie beispielhaft in Fig. 6 gezeigt ist, wird die Kugel 164 von einer vom ersten Vorlaufkanal 144 kommenden Betriebsmittelströmung gegen die Mündung des zweiten Vorlaufkanals 158 gedrückt und verschließt diesen dadurch.

[0075] Die Rücklaufverhinderungseinrichtung 160 kann in Art eines Rückschlagelements oder eines Absperrlements, wie etwa ein Absperrventil, ausgebildet sein. Die Rücklaufverhinderungseinrichtung 160 kann auch als ein manuell, Schwerkraft-, druck- oder elektrisch getriebenes Element, welches je nach Vakuumpumpenlage den ersten oder zweiten Vorlaufkanal 144, 158 mit einem Schieber oder einer Klappe verschließt (nicht gezeigt), ausgebildet sein.

[0076] Entsprechend den vorstehenden Ausführungen kann bei der mit Bezug auf die

[0077] Fig. 3 bis 6 beschriebenen Pumpe bei einer Raumlage der Pumpe von 0° , also bei einer aufrecht ausgerichteten Pumpe wie in Fig. 3, das Betriebsmittel über den ersten Rücklauf 114 zur Förderpumpe 110 gelangen. Dagegen kann bei auf dem Kopf stehender Pumpe, also bei einer Raumlage der Pumpe, bei der die Rotationsachse 14 einen Winkel zur Vertikalen von 180° einschließt, das Betriebsmittel über den zweiten Rücklauf 116 vom Drehlager 84 zur Förderpumpe 110 gelangen.

[0078] Dabei kann mittels des erfindungsgemäßen Systems 2 bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens die

aktuelle Einbauorientierung der Pumpe 20 und/oder die Einbauorientierung der Hilfseinrichtung 22 bzw. der Förderpumpe 110 entsprechend überwacht werden. Dazu können der Pumpe 20 bzw. der Hilfseinrichtung 22 in der zuvor beschriebenen Weise wenigstens ein oder mehrere Lagedetektoren 6 zugeordnet werden.

[0079] Wird die Lageorientierung der Hilfseinrichtung 22 bzw. der Förderpumpe 110 entsprechend überwacht, so kann die Förderpumpe beispielsweise auch mit nur einem der beiden Rückläufe 114, 116 versehen sein. So kann über das erfindungsgemäße System 2 gegebenenfalls festgestellt werden, ob die Förderpumpe 110 eine solche Lage einnimmt, bei der das Betriebsmittel über den betreffenden Rücklauf zur Förderpumpe 110 gelangen kann.

[0080] Da eine All-Lagen-Fähigkeit einer Förder- oder Schmiermittelpumpe häufig nur schwer erreicht werden kann, ist es also von Vorteil, wenigstens einen Lagedetektor innerhalb der Schmiermittelpumpe anzubringen bzw. dieser zuzuordnen. Schmiermittelpumpen werden nach wie vor häufig je nach Anwendungsfall um 180° gedreht montiert, obwohl entsprechende Förderkanäle an der Turbomolekularpumpe für beide Montagearten vorhanden sind. Die nicht genutzten Förderkanäle werden jedoch häufig durch Dichtungen verschlossen.

[0081] Mit dem erfindungsgemäßen System 2 kann nunmehr sichergestellt werden, dass das Bedienungspersonal die Turbopumpe richtig herum betreibt bzw. die Schmiermittelpumpe nach einem Service oder dergleichen wieder richtig herum montiert wird. Die aktuelle Einbauorientierung kann mittels des erfindungsgemäßen Systems zuverlässig überprüft werden. Dabei bringt ein innerhalb der Schmiermittelpumpe angeordneter Lagedetektor den Vorteil mit sich, dass er automatisch stets richtig herum zur Einbaulage mitgedreht wird.

[0082] Bei einer Drehschieberpumpe mit einem Schmiermittelsumpf beispielsweise kann durch die erfindungsgemäße Überwachung der Einbauorientierung sichergestellt werden, dass eine ungünstige Ausrichtung oder Schiefstellung und entsprechend eine Störung der Schmiermittelversorgung erkannt wird.

[0083] Wie bereits erwähnt, kann die Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Vakuumpumpe 4 betreibbar ist, unter anderem insbesondere auch die Ermittlung eines von der erfassten Lageorientierung abhängigen Ruhestroms für wenigstens ein insbesondere aktiv geregeltes Magnetlager der Einrichtung 4 umfassen.

[0084] Fig. 7 zeigt hierzu eine rein beispielhaft skizzierte Anordnung verschiedener Magnetlager (magnetischer Lager) 170, 172 174 einer Pumpe 20 mit Antriebsmotor 170, bei der es sich insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handelt. Demgegenüber zeigt Fig. 8 die Lageranordnung gemäß Fig. 7 bei horizontal ausgerichteter Pumpe 20.

[0085] In unterschiedlichen Lagen ist ein jeweils unterschiedlicher Ruhestrom in den betreffenden aktiv geregelten magnetischen Lagern erforderlich, um die Rotor-

masse zu tragen. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel trägt das sogenannte radiale Schwerpunkt-Magnetlager 172 bei einer in der Fig. 8 dargestellten horizontalen Ausrichtung der Pumpe 20 einen Großteil der Rotormasse. Dagegen wird bei der in der Fig. 7 dargestellten vertikalen Ausrichtung der Pumpe 20 oder in einer (nicht gezeigten) um 180° umgekehrten "Kopfstand"-Position die gesamte Rotormasse von dem axialen Magnetlager 170 getragen, das dementsprechend einen deutlich erhöhten Ruhestrom aufweist.

[0086] Durch die infolge einer aktiven Regelung auftretenden Schwankungen wird die Lageerkennung der Lager nicht beeinflusst, soweit der Gleichanteil der jeweiligen überwachten Messkanäle betrachtet wird.

[0087] In diesem Fall ist es insbesondere auch sinnvoll, je nach Orientierung eine unterschiedliche thermische Kennlinie einzusetzen, da die Ruhestrome bzw. Gleichanteile die verlustbehafteten Lager erwärmen und dementsprechend je nach Ausrichtung, Lage und/oder Orientierung der Pumpe die Wärmeeinbringung in das Gesamtsystem insbesondere auch durch unterschiedliche Wirkungsgrade der Lagertypen sowohl verschieden verteilt als auch absolut unterschiedlich ist.

[0088] Zudem ist eine Kühlung in Abhängigkeit von dem jeweiligen Bereich der Pumpe unterschiedlich gut möglich. Dabei sind in der Praxis Erwärmungen des ein Schwerpunktlager bildenden magnetischen Radiallagers 172 häufig deutlich schwieriger zu kühlen, als dies im Bereich des magnetischen Axiallagers 170 oder im Bereich anderer Radiallager möglich wäre. Die Pumpe 20 kann also, innerhalb gegebener Temperaturgrenzen, bei unterschiedlichen Orientierungen unterschiedlich große Mengen an Gas pumpen, bis die Drehzahl bzw. Leistung bei Erreichen von Warnschwellen oder Fehlergrenzen abgeregelt wird.

[0089] Wie ebenfalls bereits erwähnt, kann die durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 des erfindungsgemäßen Systems 2 durchgeführte Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung 4 betreibbar ist, insbesondere auch die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Kühlung wenigstens eines Bereichs der Einrichtung 4 umfassen.

[0090] Fig. 9 zeigt hierzu in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer konvektionsgekühlten Einrichtung 4, bei der das erfindungsgemäße System anwendbar ist.

[0091] In der Darstellung gemäß Fig. 9 ist die konvektionsgekühlte Einrichtung 4 so orientiert, dass sich deren Kühlrippen 176 in vertikaler Richtung erstrecken. Dagegen ist die konvektionsgekühlte Einrichtung 4 in der Darstellung gemäß Fig. 10 so orientiert, dass sich deren Kühlrippen 176 in horizontaler Richtung erstrecken.

[0092] Derartige konvektionsgekühlte Einrichtungen 4 müssen frei in der richtigen Richtung umströmt werden, um ihre volle Leistungsfähigkeit zu erreichen. Dabei können insbesondere sich in horizontaler Richtung erstreckende Kühlrippen 176 (vgl. Fig. 10) zu einer geringeren Wärmeabgabe an die Umgebung und damit zu einer frü-

heren Überhitzung der Einrichtung 4 führen. Mittels des erfindungsgemäßen Systems 2 bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens kann nun auch hier sichergestellt werden, dass die betreffende Einrichtung 4 in der korrekten Einbauorientierung in Betrieb genommen wird, d.h. die Einrichtung 4 vor einer Inbetriebnahme entsprechend der Darstellung gemäß Fig. 9 so ausgerichtet wird, dass sich die Kühlrippen 176 in vertikaler Richtung erstrecken.

[0093] Eine häufige Installationsart von Vakuumpumpen ist auch das Anflanschen an Deckel oder Türen von großen Vakuum-Prozesskammern. Dabei ist es typischerweise das Ziel, für eine einfachere Wartung bzw. Reinigung alle relevanten Anbauteile gemeinsam abzunehmen und diese so zu lagern, dass alle Bestandteile gut zugänglich sind. Häufig werden auch Beschickungs- und Entnahmeöffnungen derart gestaltet, dass dort Pumpen mit angebaut sind. In bestimmten Fällen kann ein solcher Deckel oder eine solche Tür abgenommen und für die Wartung in einer anderen Lage abgelegt oder während eines Anlagenzyklus regelmäßig hin- und hergeklappt werden. Beide Fälle führen dazu, dass die Vakuumpumpe sich für diesen Zeitraum in einer Lageorientierung befindet, die einen Betrieb nicht oder nur mit Einschränkungen zulässt. Zudem werden Turbomolekularpumpen mit einer Schmiermittelversorgung überwiegend so konstruiert, dass sie im Stillstand auch außerhalb der vorgesehenen Betriebslage die Schmiermittelfüllung nicht verlieren bzw. sich die Schmiermittelfüllung nicht in bestimmte Bereiche verläuft. Dies trifft jedoch nur für die stillstehende Vakuumpumpe zu. Außerhalb der vorgesehenen Ausrichtung darf die Pumpe in der Regel nicht in Betrieb genommen werden, da es sonst zu Schmiermittelverlusten im Bereich des Schöpfraums kommen kann.

[0094] Auch in diesem Fall versetzt die Kenntnis der aktuellen Orientierung die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 des Systems 2 (vgl. Fig. 1), die in die Steuerelektronik der Pumpe integriert oder auch getrennt von dieser vorgesehen sein kann, in die Lage, Startanforderungen gegebenenfalls mit einer Fehlermeldung abzulehnen, so dass die Integrität der Pumpe und insbesondere deren Schmiermittelversorgung gesichert bleibt.

[0095] Generell kann die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 des erfindungsgemäßen Systems 2 in der Steuerelektronik der betreffenden Einrichtung 4 oder auch getrennt davon vorgesehen sein.

[0096] Zudem kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die betreffenden Bedingungen, unter denen die Einrichtung 4 gegebenenfalls betreibbar ist, zumindest teilweise durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit 10 des erfindungsgemäßen Systems 2 selbst herbeigeführt oder zumindest eingeleitet werden können.

Bezugszeichenliste

[0097]

2 System

4	Einrichtung
6	Lagedetektor
8	Ausgangssignal
10	Steuer- und/oder Auswerteeinheit
5 12	Rotorwelle
14	Rotationsachse
16	Rotorscheibe
18	Wiedergabeeinheit
20	Pumpe, Vakuumpumpe
10 22	Hilfseinrichtung, Schmiermittelpumpe
26	Statorscheibe
36	Distanzring
50	Schöpfbereich
58	Pfeil
15 68	Einlassflansch
70	Pumpeneinlass
72	Gehäuse
74	Rotornabe
76, 78	Holweck-Rotorhülse
20 80, 82	Holweck-Statorhülse
84	Drehlager
86	Permanentmagnetlager
88	rotorseitige Lagerhälfte
90	statorseitige Lagerhälfte
25 92, 94	permanentmagnetischer Ring
96	radialer Lagerspalt
98	Fanglager
100	Spritzmutter
102	saugfähige Scheibe
30 104	Antriebsmotor
106	Steuereinheit
108	Pumpenauslass
110	Förderpumpe
112	Vorlauf
35 114	erster Rücklauf
116	zweiter Rücklauf
118	Spalt
120	erster Rücklaufkanal
122	erstes Reservoir
40 124	Speicher
126	erster Einlass
128	erster Arbeitsraum
130	Trennwand
132	Gehäuse
45 134	Drehachse
136	Förderrotor
138	Schieber
140	Drehrichtung
142	erster Auslass
50 144	erster Vorlaufkanal
146	zweiter Rücklaufkanal
148	Sammelbereich
150	zweites Reservoir
152	zweiter Arbeitsraum
55 154	zweiter Einlass
156	zweiter Auslass
158	zweiter Vorlaufkanal
160	Rücklaufverhinderungseinrichtung

162	Raumbereich
164	Kugel
166	Antriebsmotor
168	Antriebsmotor
170	Axiallager (axiales Magnetlager)
172	radiales Lager (radiales Schwerpunkt-Magnetlager)
174	radiales Lager (radiales Magnetlager)
176	Kühlrippe

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung (4), insbesondere einer Vorrichtung, wie einer Pumpe (20) oder Vakuumpumpe, oder eines der Steuerung, Regelung und/oder Schaltung bestimmter Eigenschaften und/oder Funktionen einer Vorrichtung dienenden Gerätes, bei dem die aktuelle Einbauorientierung der Einrichtung (4) durch wenigstens einen der Einrichtung (4) zugeordneten Lagedetektor (6) erfasst wird und mittels einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) überprüft wird, ob die Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, sowie gegebenenfalls insbesondere auch ermittelt wird, unter welchen Bedingungen die Einrichtung (4) betreibbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung nicht betrieben werden darf, eine Fehlermeldung erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, außer der Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung (4) betreibbar ist, auch ermittelt wird, ob der Betrieb der Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einem normalen und entsprechend unkritischen Betrieb entspricht oder einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass der Betrieb der Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt, eine insbesondere qualifizierte Warnmeldung erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung (4) betreibbar ist, die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Leistungsbegrenzung für die Einrichtung (4), die Ermittlung eines von der erfassten Lageorientierung abhängigen Ruhestroms für wenigstens ein, insbesondere aktiv geregeltes, Magnetlager der Einrichtung (4), und/oder die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Kühlung wenigstens eines Bereichs der Einrichtung (4) umfasst.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktuelle Einbauorientierung der Einrichtung (4) durch wenigstens einen der Einrichtung zugeordneten schaltenden Sensor, insbesondere Flüssigkeitslageschalter, oder wenigstens einen Beschleunigungssensor, insbesondere einen mikro-elektro-mechanischen Beschleunigungssensor, erfasst wird.
7. System (2) zur Ermittlung und Bewertung der Einbauorientierung einer Einrichtung (4), insbesondere einer Vorrichtung, wie einer Pumpe (20) oder Vakuumpumpe, oder eines der Steuerung, Regelung und/oder Schaltung bestimmter Eigenschaften und/oder Funktionen einer Vorrichtung dienenden Gerätes, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit wenigstens einem der Einrichtung (4) zugeordneten Lagedetektor (6) zur Erfassung der aktuellen Einbauorientierung der Einrichtung (4) sowie einer auf die Ausgangssignale (8) des Lagedetektors (6) ansprechenden Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10), die dazu ausgebildet ist, automatisch zu überprüfen, ob die Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, und gegebenenfalls insbesondere auch automatisch zu ermitteln, unter welchen Bedingungen die Einrichtung (4) betreibbar ist.
8. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) überdies dazu ausgebildet ist, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung nicht betrieben werden darf, eine Fehlermeldung zu erzeugen.
9. System nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) ferner dazu ausgebildet ist, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass die Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung betrieben werden darf, außer zur Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung (4) betreibbar ist, auch zu ermitteln, ob der Betrieb der Einrichtung

(4) in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einem normalen unkritischen Betrieb entspricht oder einen, insbesondere kritischen, Grenzfall darstellt.

5

10. System nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) ferner dazu ausgeführt ist, in dem Fall, dass ermittelt wurde, dass der Betrieb der Einrichtung (4) in der erfassten Lageorientierung und unter den betreffenden Bedingungen einen insbesondere kritischen Grenzfall darstellt, eine insbesondere qualifizierte Warnmeldung zu erzeugen.
- 10
- 15
11. System nach einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Steuer- und/oder Auswerteeinheit (10) durchgeführte Ermittlung der Bedingungen, unter welchen die Einrichtung (4) betreibbar ist, die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Leistungsbegrenzung für die Einrichtung (4), die Ermittlung eines von der erfassten Lageorientierung abhängigen Ruhestroms für wenigstens ein, insbesondere aktiv geregeltes, Magnetlager der Einrichtung (4), und/oder die Ermittlung einer von der erfassten Lageorientierung abhängigen Kühlung wenigstens eines Bereichs der Einrichtung (4) umfasst.
- 20
- 25
12. System nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass als Lagedetektor (6) ein schaltender Sensor, insbesondere ein ein- oder mehrachsiger Flüssigkeitslageschalter, oder ein Beschleunigungssensor, insbesondere ein ein- oder mehrachsiger mikro-elektro-mechanischer Beschleunigungssensor vorgesehen ist.
- 30
- 35
13. System nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (4) eine Pumpe (20), insbesondere eine Vakuumpumpe, umfasst.
- 40
14. System nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (4) außer der Pumpe (20) eine mit dieser verbundene Hilfseinrichtung (22), insbesondere eine Schmiermittelpumpe, umfasst, wobei wenigstens ein Lagedetektor (6) der Pumpe (20) und/oder wenigstens ein Lagedetektor (6) der Hilfseinrichtung (22) zugeordnet ist.
- 45
- 50
- 55

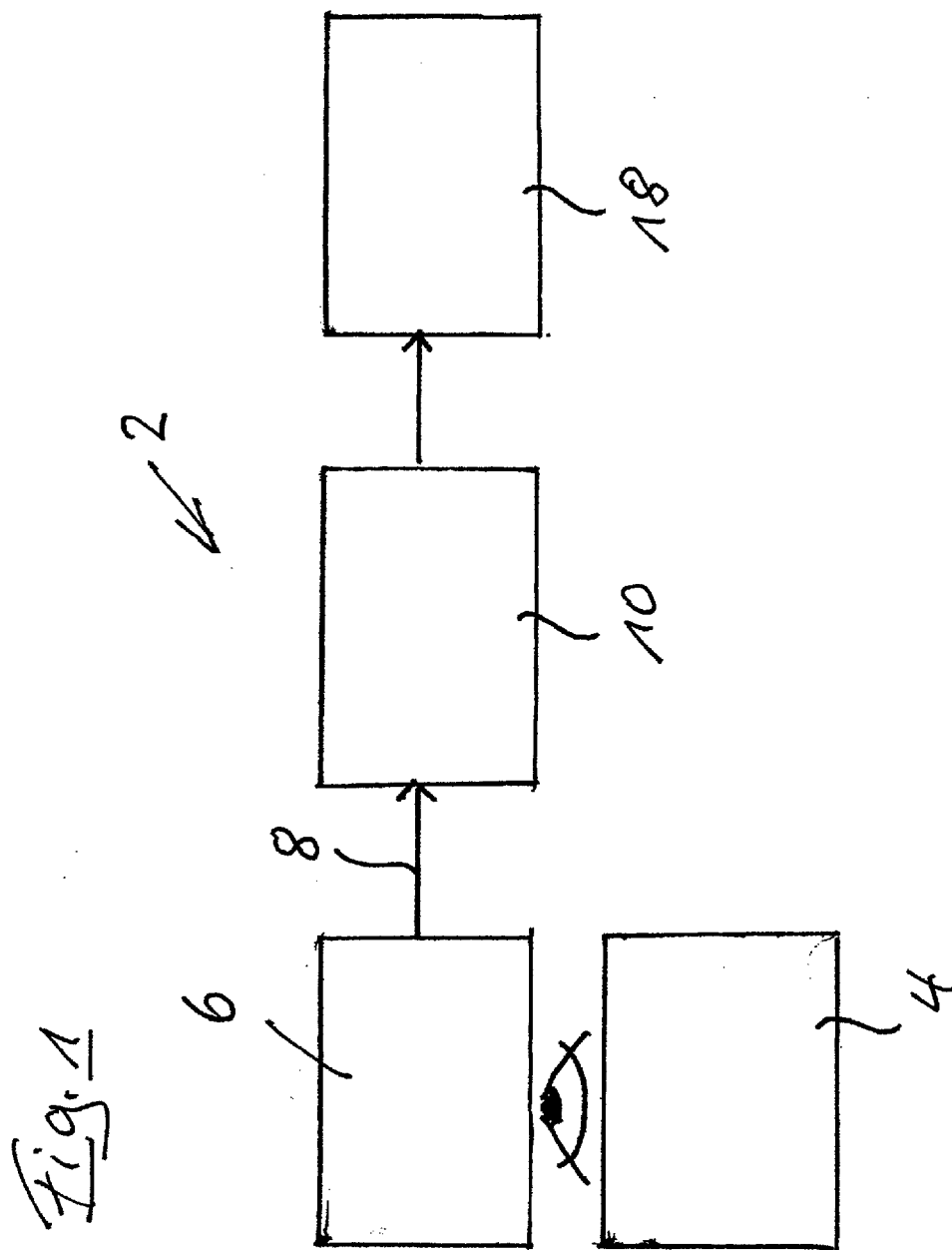


Fig. 2

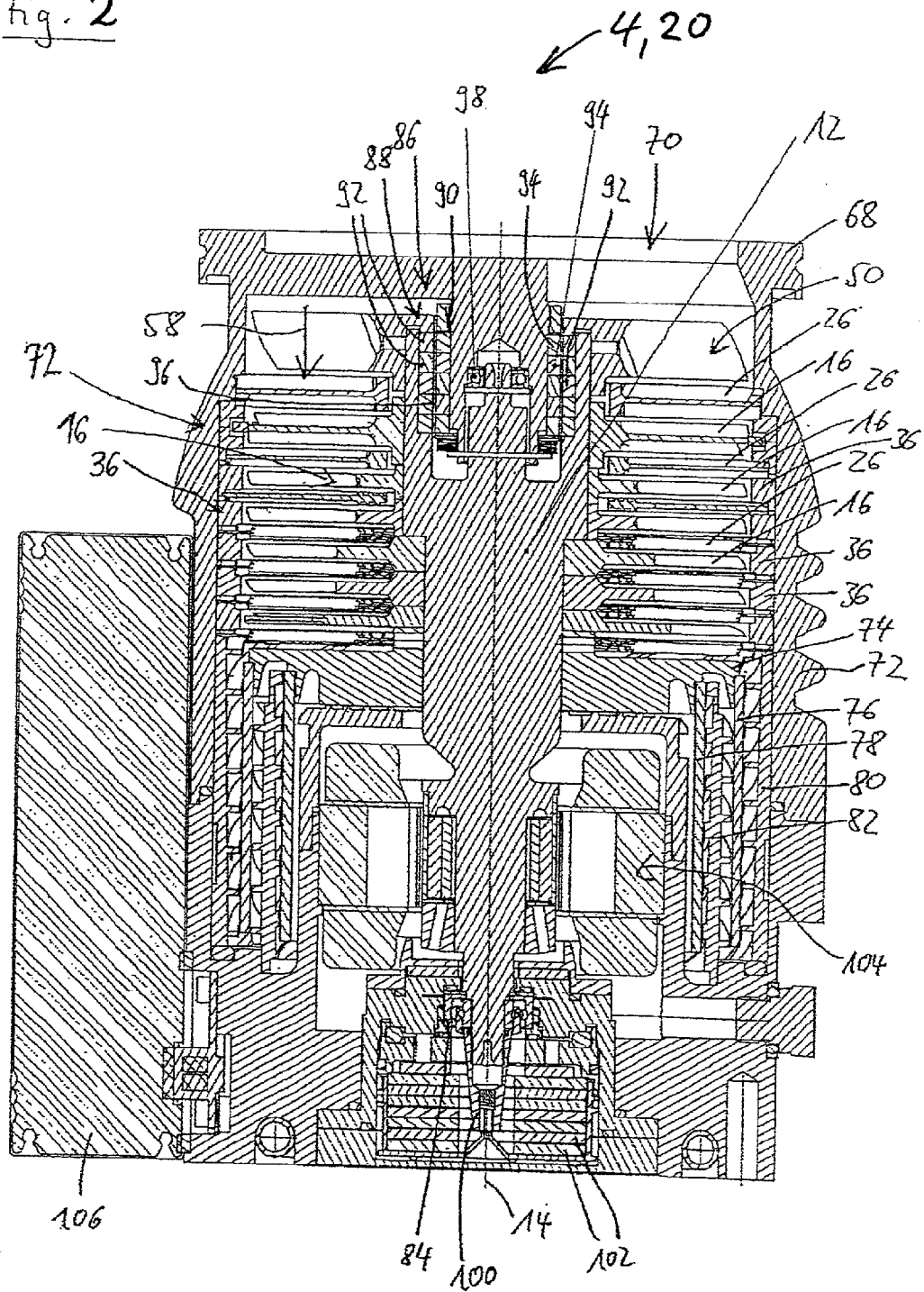
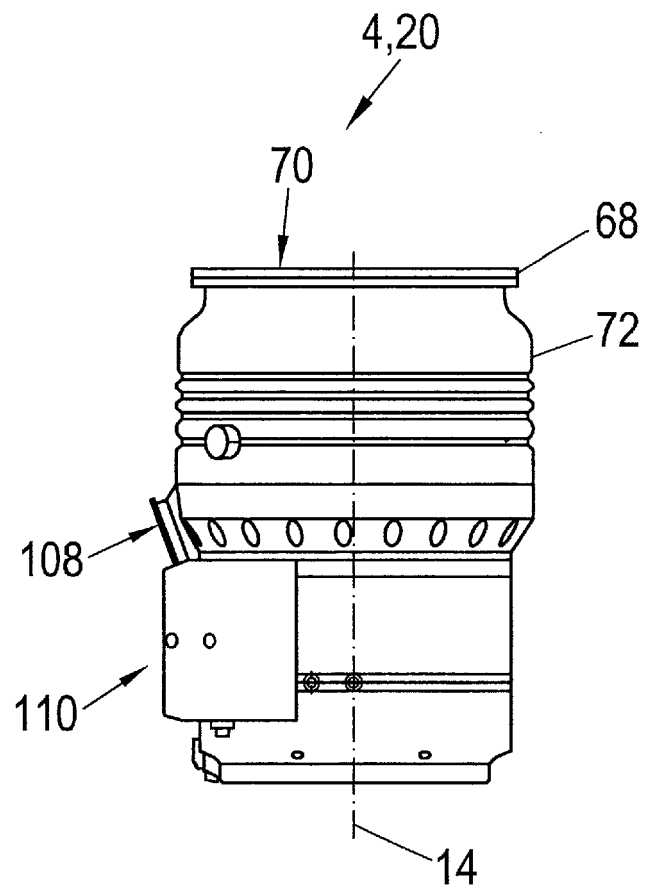


Fig.3



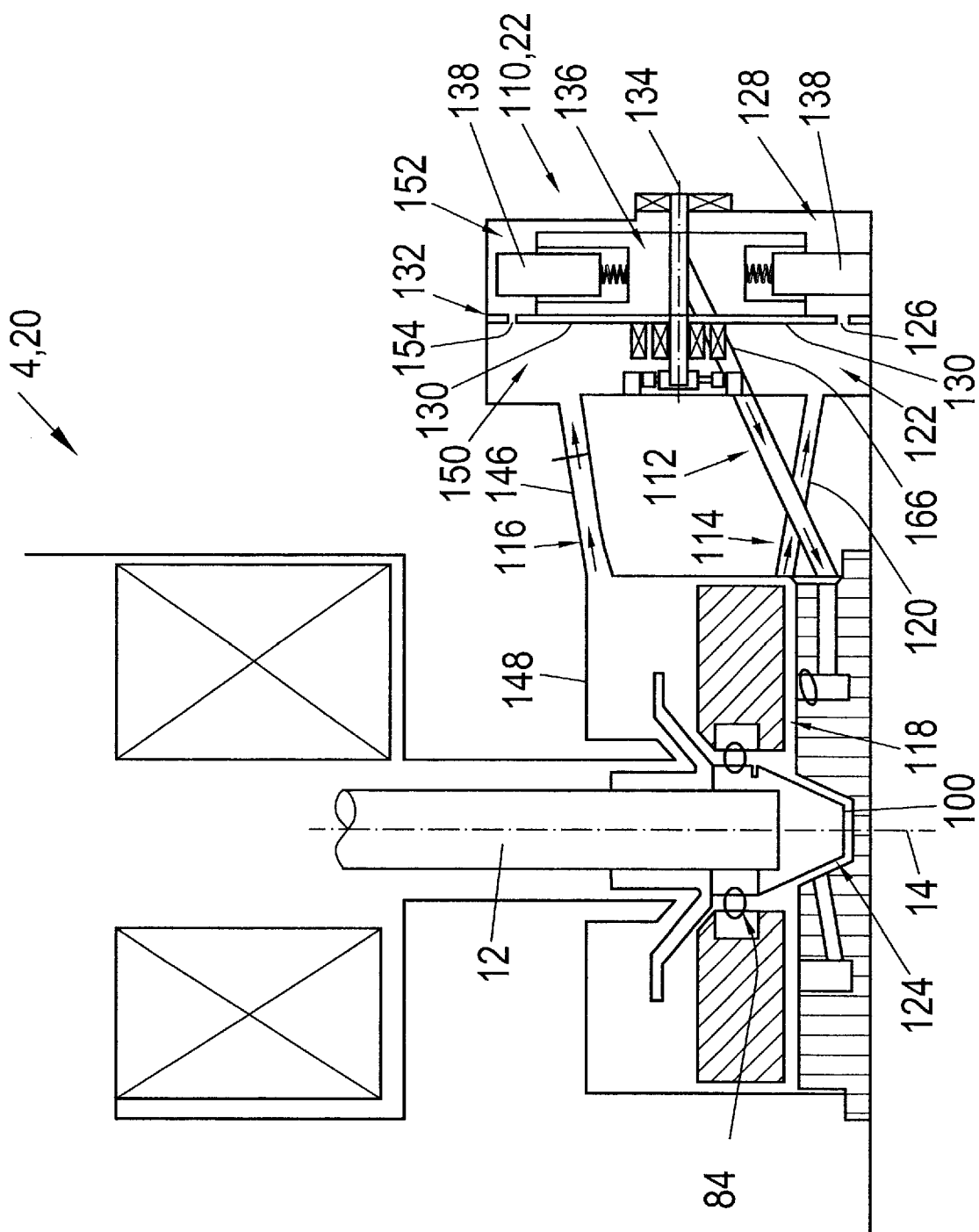


Fig. 4

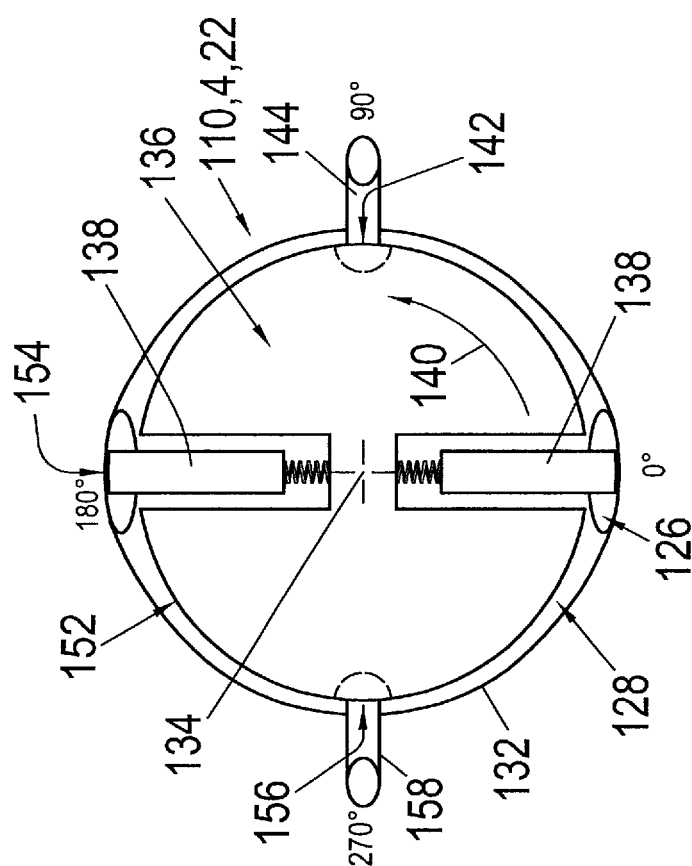


Fig. 5

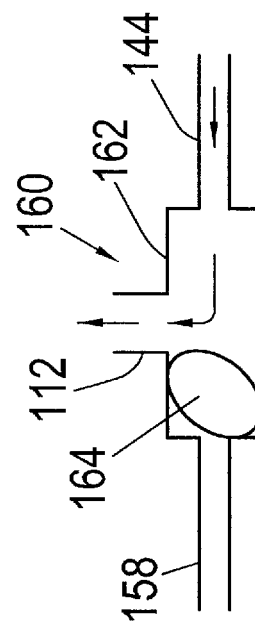
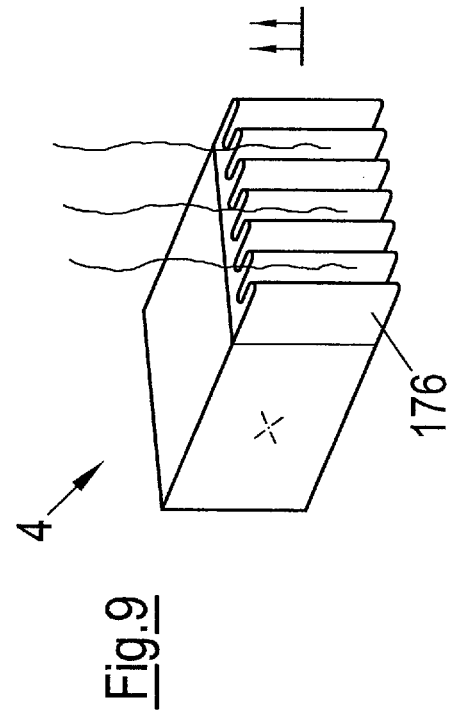
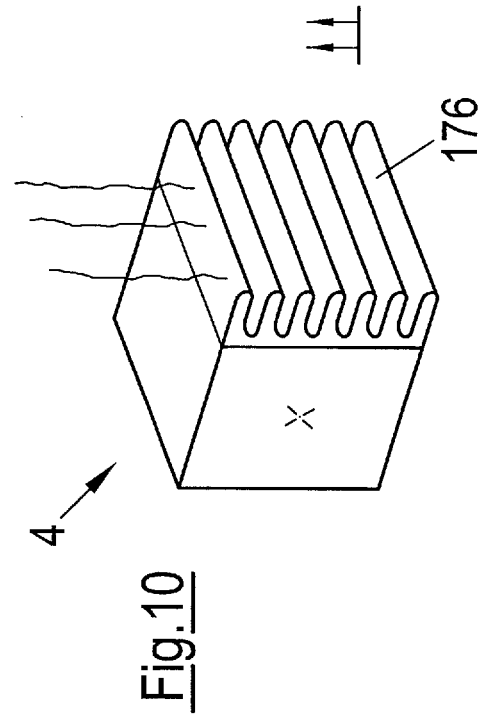
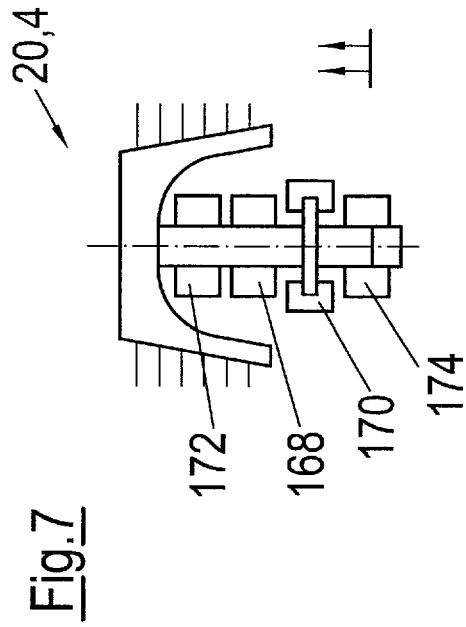
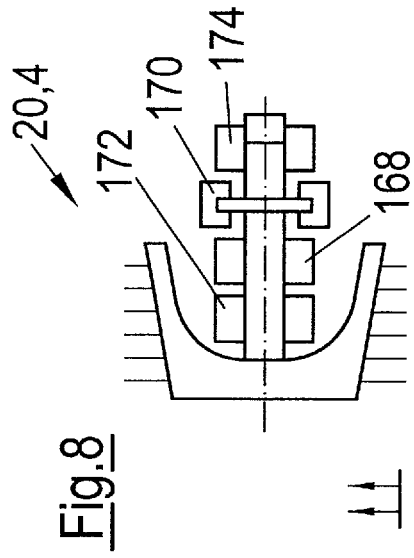


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 15 1964

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2014/026779 A1 (HIRSCHMANN AUTOM & CONTROL [DE]) 20. Februar 2014 (2014-02-20) * Seite 3, dritter Absatz * * Seite 5, zweiter Absatz * * Ansprüche 1-3 *	1-12	INV. F04D19/04 F04D29/60 ADD. F04D25/16 F04D29/063
X	----- CN 201 908 851 U (UNIV TSINGHUA; KYKY TECHNOLOGY DEV LTD) 27. Juli 2011 (2011-07-27) * Absatz [0021] * * Abbildung 1 *	1,2,5,7,8,11,13,14	
X	----- DE 195 20 683 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 12. Dezember 1996 (1996-12-12) * Spalte 2, Zeile 68 - Spalte 3, Zeile 6 * * Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 4, Zeile 14 * * Abbildung 1 *	1,2,5-8,11,12	
X	----- WO 2012/089438 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]; FABER HARALD [DE]; MARKONI STEFFEN) 5. Juli 2012 (2012-07-05) * Ansprüche 1,4-6 * * Abbildung 1 *	1,2,6-8,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
X,P	----- WO 2014/068277 A1 (EDWARDS LTD [GB]) 8. Mai 2014 (2014-05-08) * Seite 4, Zeile 4 - Seite 5, Zeile 6 * * Seite 7, Zeilen 4-9 * * Seite 8, Zeile 3 - Seite 9, Zeile 10 * * Abbildungen 1,2,5 *	1-3,6-9,12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. August 2015	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 1964

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-08-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014026779 A1	20-02-2014	CA 2880908 A1	20-02-2014
		CN 104583883 A	29-04-2015
		EP 2885680 A1	24-06-2015
		US 2015212499 A1	30-07-2015
		WO 2014026779 A1	20-02-2014

CN 201908851 U	27-07-2011	KEINE	

DE 19520683 A1	12-12-1996	DE 19520683 A1	12-12-1996
		EP 0830571 A1	25-03-1998
		JP H11507126 A	22-06-1999
		US 6184677 B1	06-02-2001
		WO 9641133 A1	19-12-1996

WO 2012089438 A1	05-07-2012	CN 103348222 A	09-10-2013
		DE 102010064394 A1	05-07-2012
		EP 2659238 A1	06-11-2013
		JP 2014504719 A	24-02-2014
		US 2013269414 A1	17-10-2013
		WO 2012089438 A1	05-07-2012

WO 2014068277 A1	08-05-2014	CA 2886516 A1	08-05-2014
		CN 104781558 A	15-07-2015
		EP 2914857 A1	09-09-2015
		GB 2507501 A	07-05-2014
		WO 2014068277 A1	08-05-2014

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82