

(19)



(11)

EP 4 043 733 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.08.2022 Patentblatt 2022/33

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 25/02 (2006.01) F04C 29/04 (2006.01)
F04C 29/00 (2006.01) F01C 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 22179625.3

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 25/02; F01C 21/007; F04C 29/005;
F04C 29/0085; F04C 29/04; F04C 2240/40;
F04C 2240/402; F04C 2240/60; F04C 2240/808

(22) Anmeldetag: 17.06.2022

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG**
35614 Asslar (DE)

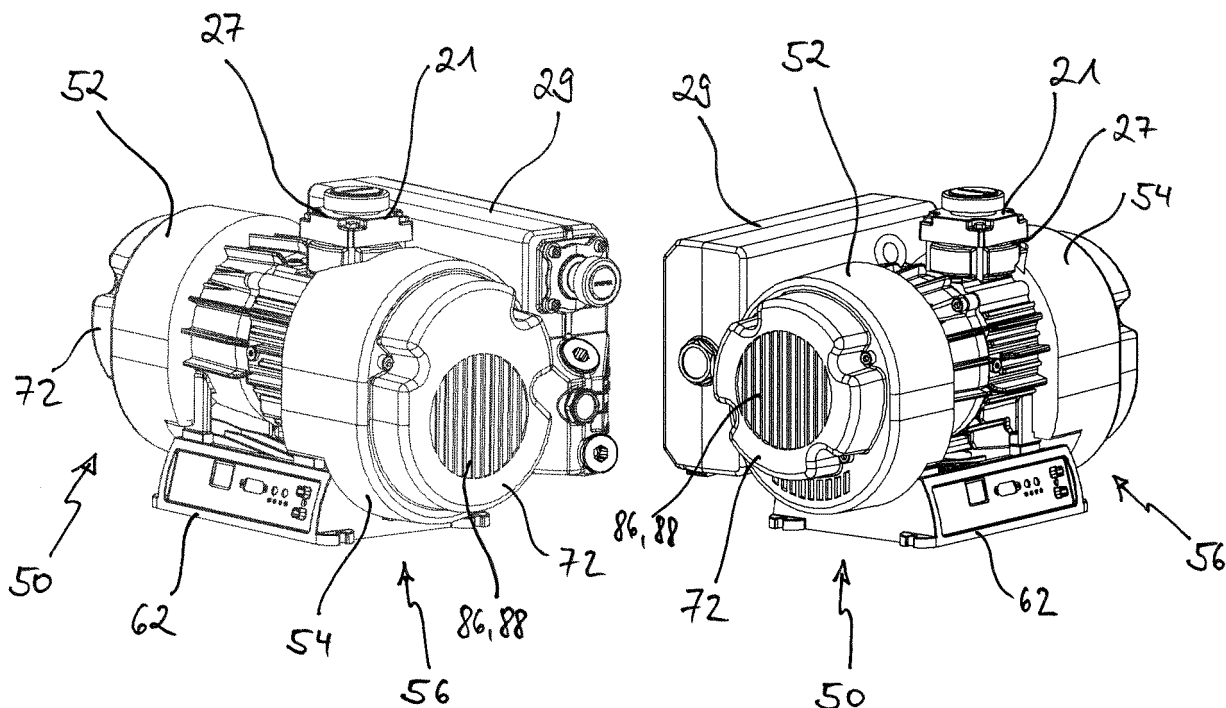
(72) Erfinder: **Die Erfindernennung liegt noch nicht vor**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) VAKUUMPUMPE MIT SEPARAT ANSTEUERBAREM LÜFTER

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Drehschieber-Vakuumpumpe, mit zumindest einer Pumpstufe (56) und einem ersten

Elektromotor (50), der antriebswirksam mit der Pumpstufe (56) verbunden ist. Die Vakuumpumpe verfügt ferner über zumindest einen von einem zweiten Elektromotor (68) angetriebenen Lüfter (66), mittels dessen sich die Vakuumpumpe kühlen lässt.

**Fig. 3****EP 4 043 733 A2**

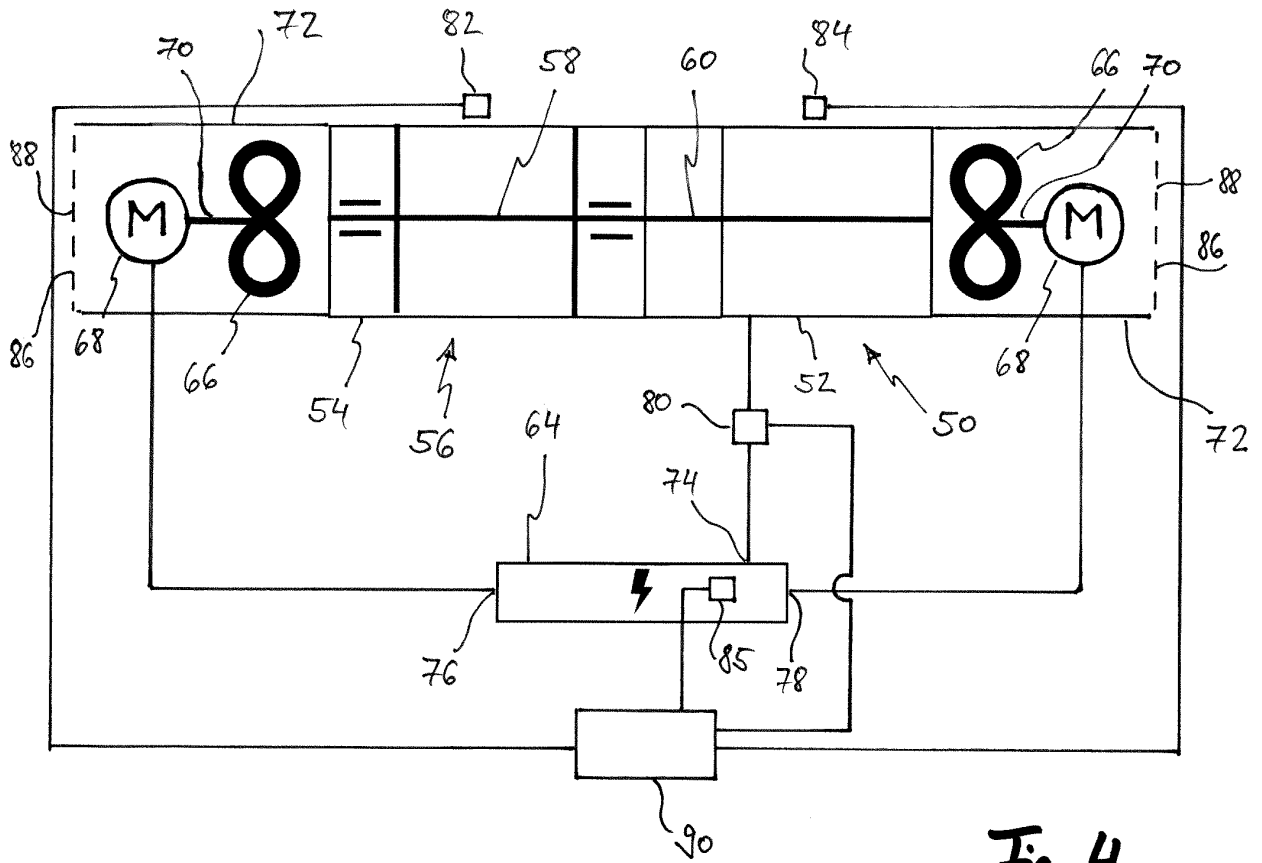


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Drehschieber-Vakuumpumpe, mit zumindest einer Pumpstufe und einem ersten Elektromotor, der antriebswirksam mit der Pumpstufe verbunden ist.

[0002] Bei derartigen Drehschieber-Vakuumpumpen ist die Pumpenwelle der Pumpstufe üblicherweise lösbar mit der Motorwelle des Elektromotors verbunden, um durch diesen angetrieben werden zu können. Auf dem freien Ende der Motorwelle ist hingegen ein Lüfter montiert, mittels dessen der Elektromotor während des Betriebs der Pumpe gekühlt werden kann. In entsprechender Weise kann auf dem freien Ende der Pumpenwelle ebenfalls ein Lüfter montiert sein, so dass durch diesen während des Betriebs der Pumpe auch die Pumpstufe gekühlt werden kann.

[0003] Damit die Lüfter jedoch in der beschriebenen Art und Weise auf der Motorwelle bzw. der Pumpenwelle montiert werden können, müssen diese Wellen aus dem Motor- bzw. dem Pumpengehäuse herausgeführt werden, wozu die jeweilige Welle mittels einer verhältnismäßig verschleißanfälligen und wartungsintensiven Wellendurchführung gegenüber dem jeweiligen Gehäuse dynamisch abgedichtet werden muss. Als weiterer Nachteil kommt hinzu, dass bei diesem bekannten Lüfterkonzept der jeweilige Lüfter nur dann den Elektromotor bzw. die Pumpstufe kühlen kann, wenn sich die Pumpe tatsächlich im Betrieb befindet. Ferner kommt hinzu, dass aufgrund der Tatsache, dass die Lüfter auf der jeweils zugehörigen Welle montiert sind, der jeweilige Lüfter nicht unabhängig vom Betrieb der Pumpe angesteuert werden kann.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Lüfterkonzept für eine Vakuumpumpe, insbesondere eine Drehschieber-Vakuumpumpe, anzugeben, mit dem sich der Wartungsaufwand einer Vakuumpumpe der zuvor beschriebenen Art reduzieren lässt, wobei zusätzlich für eine vom Pumpenbetrieb unabhängige Kühlung der Vakuumpumpe gesorgt werden soll.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch gelöst, dass die Vakuumpumpe zusätzlich zu dem ersten Elektromotor, der die Pumpstufe antreibt, über zumindest einen zweiten Elektromotor verfügt, der einen Lüfter zur Kühlung der Vakuumpumpe antreibt. Der zweite Elektromotor weist also eine zweite Motorwelle auf, die weder mit der ersten Motorwelle noch mit der Pumpenwelle verbunden ist. Anders ausgedrückt ist also der zweite Elektromotor von dem die Pumpstufe antreibenden ersten Elektromotor elektrisch und mechanisch entkoppelt.

[0006] Der zumindest eine Lüfter und insbesondere der diesen antreibende zweite Elektromotor kann somit unabhängig von dem ersten Elektromotor angesteuert werden, wodurch es beispielsweise ermöglicht wird, die Vakuumpumpe nach deren Abschaltung weiter zu küh-

len. Gleichmaßen kann die Vakuumpumpe während des Betriebs derselben unabhängig von der Drehzahl des ersten Elektromotors gekühlt werden. Steigt beispielsweise während des Betriebs der Vakuumpumpe deren Temperatur übermäßig stark an, so kann der zweite Elektromotor mit größerer Drehzahl als der erste Elektromotor betrieben werden, was es ermöglicht, die Vakuumpumpe stärker zu kühlen, als wenn ein entsprechender Lüfter in herkömmlicher Art und Weise fest auf der Motor- und/oder der Pumpenwelle montiert ist.

[0007] Darüber hinaus werden aufgrund der Tatsache, dass der zumindest eine Lüfter nicht durch die Motorwelle des ersten Elektromotors angetrieben wird, keine wartungsintensiven Wellendurchführungen zur Abdichtung der Motor- bzw. der Pumpenwelle gegenüber dem jeweiligen Gehäuse erforderlich, um darauf einen jeweiligen Lüfter montieren zu können. Durch den Entfall derartiger Wellendurchführungen kann somit der Wartungsaufwand der Pumpe in der gewünschten Weise reduziert werden.

[0008] Des Weiteren wird aufgrund der Tatsache, dass keine dynamischen Dichtungen für eine Wellendurchführung benötigt werden, die Dichtigkeit der Pumpe erhöht, wodurch diese den zu erreichenden Enddruck zuverlässiger und schneller erreichen kann.

[0009] Darüber hinaus kann aufgrund der Tatsache, dass der zumindest eine Lüfter unabhängig von der Drehzahl des ersten Elektromotors, der die Pumpstufe antreibt, angesteuert wird, der Wirkungsgrad der Vakuumpumpe im Vergleich zu einer herkömmlichen Vakuumpumpe verbessert werden, bei der der/die Lüfter fest auf der Pumpenwelle und/oder der Motorwelle des ersten Elektromotors montiert ist/sind.

[0010] Im Folgenden wird nun auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung eingegangen. Weitere Ausführungsformen können sich auch aus den abhängigen Ansprüchen, der Figurenbeschreibung sowie den Figuren selbst ergeben.

[0011] So kann es gemäß einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Pumpenwelle einstückig mit der Motorwelle ausgebildet ist. Dies wird dadurch ermöglicht, dass im Unterschied zu einer herkömmlichen Vakuumpumpe erfindungsgemäß keine Wellendurchführungen erforderlich werden. Um diese nämlich montieren zu können, ist es bei herkömmlichen Vakuumpumpen aus montage-technischen Gründen erforderlich, die Pumpenwelle lösbar mit der Motorwelle zu verbinden. Da erfindungsgemäß derartige Wellendurchführungen entfallen, wird es somit ermöglicht, die Pumpenwelle und die Motorwelle des ersten Elektromotors einstückig miteinander auszubilden. Bei Bedarf können jedoch auch bei einer erfindungsgemäßen Vakuumpumpe die Pumpenwelle und die Motorwelle des ersten Elektromotors lösbar miteinander verbunden sein.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass die zumindest eine Pumpstufe in einem Pumpengehäuse und der erste Elektromotor, der die Pumpstufe antreibt, in einem Motorgehäuse ent-

halten ist, das sich in axialer Fortsetzung des Pumpengehäuses erstreckt. Dabei weisen sowohl das Pumpengehäuse als auch das Motorgehäuse jeweils ein erstes Ende und ein dem ersten Ende in axialer Richtung gegenüberliegendes zweites Ende auf, wobei das erste Ende des Pumpengehäuses zumindest mittelbar mit dem ersten Ende des Motorgehäuses verbunden ist. Das Pumpengehäuse und das Motorgehäuse sind also im Wesentlichen koaxial in axialer Fortsetzung zueinander angeordnet, so dass ein Lüfter an dem zweiten Ende des Pumpengehäuses vorgesehen und dort befestigt werden kann. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann es vorgesehen sein, dass ein (anderer) Lüfter an dem zweiten Ende des Motorgehäuses vorgesehen und dort befestigt ist. Der bzw. die Lüfter kann/können somit nach erfolgter Montage des Pumpengehäuses am Motorgehäuse im Rahmen der Endmontage an dem jeweiligen Gehäuse der Vakuumpumpe befestigt werden.

[0013] Der bzw. die Lüfter können somit als vorgefertigte Komponenten vorgehalten werden, die erst im Rahmen der Endmontage als Einheit an der Vakuumpumpe und insbesondere dem Pumpengehäuse bzw. dem Motorgehäuse befestigt werden. Hierzu kann jeder Lüfter des zumindest einen Lüfters einschließlich seines zweiten Elektromotors in einer jeweiligen als eine Art Gehäuse dienenden Lüfterhaube enthalten sein, die im Rahmen der Endmontage der Vakuumpumpe an dem jeweiligen zweiten Ende des Pumpengehäuses bzw. des Motorgehäuses befestigt wird.

[0014] Der zweite Elektromotor des zumindest einen Lüfters kann mittels eines eigens dafür vorgesehenen Steuermoduls wie beispielsweise eines Frequenzumrichters angesteuert werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass mittels eines Frequenzumrichters, der den ersten Elektromotor ansteuert, auch der zweite Elektromotor des zumindest einen Lüfters bestromt wird, und zwar insbesondere unabhängig von dem ersten Elektromotor.

[0015] In vorteilhafter Weise kann es hierbei insbesondere vorgesehen sein, dass der Frequenzumrichter auch den zweiten Elektromotor eines Lüfters unabhängig von dem zweiten Elektromotor eines anderen Lüfters ansteuert. Die beiden Lüfter können somit nicht nur unabhängig von dem ersten Elektromotor, sondern auch unabhängig voneinander bestromt werden. Der Frequenzumrichter kann somit nur einen einzigen Stromeingang und mehrere unabhängig voneinander im Rahmen eines geschlossenen Regelkreises ansteuerbare Stromausgänge aufweisen, wobei der erste Elektromotor mit einem der mehreren Stromausgänge verbunden ist, wohingegen jeder der zweiten Elektromotoren der jeweiligen Lüfter mit einem anderen der mehreren Stromausgänge verbunden ist.

[0016] Um die einzelnen Lüfter bedarfsgerecht und unabhängig voneinander ansteuern zu können, insbesondere im Rahmen eines geschlossenen Regelkreises, kann ferner eine Steuereinheit vorgesehen sein, die den Frequenzumrichter und insbesondere dessen Strom-

ausgänge steuert, wobei die Steuereinheit derart eingerichtet sein kann, dass sie den Stromausgang des Frequenzumrichters, mit dem der jeweilige zweite Elektromotor des zumindest einen Lüfters verbunden ist, in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors, der Temperatur des Frequenzumrichters, insbesondere dessen Leistungselektronik, der Temperatur des Elektromotors und/oder der Temperatur der zumindest einen Pumpstufe regelt.

[0017] Hierzu kann die Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors überwacht und an die Steuereinheit rückgemeldet werden, so dass diese beispielsweise den jeweiligen Lüfter bzw. dessen zweiten Elektromotor mit einer maximalen Drehzahl betreiben kann, sobald die Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors einen vorbestimmten oberen Schwellwert überschreitet. Unterschreitet hingegen die Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors einen unteren Schwellwert, kann die Steuereinheit den jeweiligen Lüfter bzw. dessen zweiten Elektromotor mit einer minimalen Drehzahl betreiben. Zwischen diesen beiden Schwellwerten kann die Steuereinheit den jeweiligen zweiten Elektromotor bzw. den jeweiligen Stromausgang des Frequenzumrichters, mit dem der jeweilige zweite Elektromotor des zumindest einen Lüfters verbunden ist, in Abhängigkeit der Größe der Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors regeln, beispielsweise auf Grundlage eines linearen Zusammenhangs zwischen der Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors und der jeweiligen Motordrehzahl.

[0018] In entsprechender Weise kann die Temperatur des Frequenzumrichters, insbesondere dessen Leistungselektronik, die Temperatur des ersten Elektromotors und/oder die Temperatur der zumindest einen Pumpstufe mittels eines jeweiligen Temperatursensors überwacht werden, wobei die so überwachten Temperaturen an die Steuereinheit rückgemeldet werden können, so dass diese den jeweiligen zweiten Elektromotor bzw. den jeweiligen Stromausgang des Frequenzumrichters, mit dem der jeweilige zweite Elektromotor des zumindest einen Lüfters verbunden ist, in Abhängigkeit der jeweils überwachten Temperatur regeln kann. Hierzu kann die jeweilige Temperatur an die Steuereinheit rückgemeldet werden, so dass diese beispielsweise den jeweiligen Lüfter bzw. dessen zweiten Elektromotor mit einer maximalen Drehzahl betreiben kann, sobald die jeweilige überwachte Temperatur einen vorbestimmten oberen Temperaturschwellwert überschreitet. Unterschreitet hingegen die jeweilige überwachte Temperatur einen unteren Temperaturschwellwert, kann die Steuereinheit den jeweiligen Lüfter bzw. dessen zweiten Elektromotor mit einer minimalen Drehzahl betreiben. Zwischen diesen beiden Temperaturschwellwerten kann die Steuereinheit den jeweiligen zweiten Elektromotor bzw. den jeweiligen Stromausgang des Frequenzumrichters, mit dem der jeweilige zweite Elektromotor des zumindest einen Lüfters verbunden ist, in Abhängigkeit der Größe der jeweiligen überwachten Temperatur regeln, beispielsweise auf Grundlage eines linearen Zusammen-

hangs zwischen der jeweiligen überwachten Temperatur und der jeweiligen Motordrehzahl. Sobald nur eine der jeweiligen überwachten Temperaturen den oberen Temperaturschwellwert überschreitet, wird der jeweilige Lüfter bzw. dessen zweiten Elektromotor mit der maximalen Drehzahl betrieben.

[0019] Mittels einer wie hierin offenbarten erfindungsgemäßen Anordnung ist es insbesondere möglich, die Kühlleistung zu beliebigen Betriebspunkten der Vakuumpumpe unabhängig von der Pumpendrehzahl zu definieren. Es kann also bedarfsgerecht gekühlt werden, wenn dies nötig ist, wobei es z.B. auch bei langsam drehender Pumpe möglich ist, eine hohe Kühlleistung aufzubringen. Vorteilhaft ist aber auch, dass gezielt die Kühlung eingeschränkt werden kann. So kann z.B. durch eine relativ geringere Kühlung beim Starten der Pumpe schneller die Betriebstemperatur erreicht werden. Durch die bewusste Reduzierung der Kühlung kann auch eine Absenkung des Laufgeräuschs und das Halten der Betriebstemperatur bei einem Betrieb der Pumpe mit reduzierter Drehzahl in Betriebspausen erreicht werden. Derartige und andere in der vorliegenden Offenbarung beschriebene Vorgehensweisen, also Verfahren zum Betreiben einer Vakuumpumpe, stellen jeweils einen unabhängigen Gegenstand der Erfindung dar. Für diese Gegenstände wird hiermit jeweils separat Schutz beansprucht.

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung nun rein exemplarisch unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine schematische Prinzipskizze einer Drehschieber-Vakuumpumpe im Querschnitt;
- Fig. 2 eine Querschnittsdarstellung einer konkreten Ausführungsform einer Drehschieber-Vakuumpumpe, aus der weitere Details hervorgehen;
- Fig. 3 perspektivische Darstellungen der Drehschieber-Vakuumpumpe der Fig. 2 mit Blick auf die axialen Enden des Pumpengehäuses bzw. des Motorgehäuses;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Drehschieber-Vakuumpumpe; und
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer herkömmlichen Drehschieber-Vakuumpumpe.

[0021] Die Vakuumpumpe der Figuren 1 und 2 ist in Art einer Drehschieber-Vakuumpumpe ausgebildet und umfasst einen Stator 11, in dem ein Arbeitsraum 13 ausgebildet ist. In dem Arbeitsraum 13 ist ein exzentrisch eingebauter Rotor 15 angeordnet, der in einer Drehrichtung D um seine senkrecht zur Bildebene verlaufende Drehachse drehbar mittels eines ersten Elektromotors 50 antreibbar ist, siehe die Fig.3. Im Rotor 15 sind meh-

rere Schieber 17 in radialer Richtung beweglich angeordnet. Die Schieber 17 sind mittels Federn 19 vorgespannt, welche die Schieber 17 in radialer Richtungen nach außen drängen. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Schieber 17 nicht mittels Federn vorgespannt sind, sondern sich lediglich aufgrund der Fliehkraft nach außen bewegen. Bei sich drehendem Rotor 15 gleiten die Schieber 17 an der den Arbeitsraum 13 begrenzenden Innenwand 20 des Stators 11 entlang. Die Schieber 17 unterteilen dabei den Arbeitsraum 13 in an sich bekannter Weise in mehrere Kammern.

[0022] Bei der Vakuumpumpe der Figuren 1 und 2 bilden der Stator 11 und der Rotor 15 eine Pumpstufe 56 zum Pumpen von Fluid, z.B. Luft, aus einem an einen Einlass 21 angeschlossenen Rezipienten (nicht gezeigt) zu einem Auslass 23. Der zugrundeliegende Pumpmechanismus entspricht dabei dem an sich bekannten, bei Drehschieber-Vakuumpumpen zum Einsatz kommenden Pumpmechanismus, der nachfolgend erläutert wird.

[0023] Wenn der in Drehrichtung D gesehene vordere Schieber 17 bei sich drehendem Rotor den Einlass 21 passiert hat, bildet sich hinter diesem Schieber 17 eine sich vergrößernde Schöpfkammer. Dabei kommt durch die Vergrößerung des Schöpfraums beim Drehen des Rotors 15 eine Saugwirkung zustande, durch die Fluid aus dem Rezipienten in den Schöpfraum gesaugt wird, bis der nachfolgende Schieber 17 ebenfalls den Einlass 21 passiert hat und die Schöpfkammer vom Einlass 21 trennt. Danach verkleinert sich das Volumen der Schöpfkammer bei sich weiterdrehendem Rotor 15 wieder, so dass das darin eingeschlossene Fluid verdichtet wird. Nach der Trennung vom Einlass 21 wird aus der Schöpfkammer somit eine Verdichtungskammer, die sich zum Auslass 23 hin öffnet, wenn der vordere Schieber 17 den Auslass 23 überstrichen hat. Das verdichtete Gas wird über den Auslass 23 ausgeschoben, wobei sich das im Auslass 23 vorgesehene Auslassventil 25 aufgrund des Drucks des verdichteten Fluids öffnet.

[0024] Zum Abdichten und Schmieren der Vakuumpumpe steht die Pumpstufe 56 mit dem Stator 11 und dem Rotor 15 normalerweise bis zu einem gewissen Pegel in einem Betriebsmittel, das in einem den Stator 11 umgebenden Sumpf aufgenommen ist (nicht gezeigt). Bei dem Betriebsmittel handelt es sich insbesondere um ein Öl, mittels dessen alle beweglichen Teile der Pumpe geschmiert werden und der Raum unter dem Auslassventil 25 sowie der Spalt zwischen dem Einlass 21 und dem Auslass 23 abgedichtet werden. Außerdem dichtet das Betriebsmittel die Spalte zwischen den Schiebern 17 und der Innenwand 20 ab. Darüber hinaus sorgt das Betriebsmittel durch Wärmetransport für einen optimalen Temperaturhaushalt in der Vakuumpumpe. Nachdem das Gas den Auslass 23 der Pumpe verlassen hat, trennt ein nachgeschalteter Ölnebelabscheider 29 das geförderte Gas von dem Öl und verhindert den Austritt von Betriebsöl am Auspuff.

[0025] Bei der Pumpe der Fig. 1 und 2 ist im Einlass 21 ein HV-Sicherheitsventil 27, bspw. ein Rückschlag-

ventil, angeordnet, das in an sich bekannter Weise derart ausgestaltet ist, dass es bei einem gewollten oder ungewollten Stillstand der Pumpe den Einlass 21 gegenüber dem an den Einlass 21 angeschlossenen Rezipienten (nicht gezeigt) abdichtet. Somit kann bei stillstehender Pumpe kein Betriebsmittel in den Rezipienten gelangen. Nach Inbetriebnahme der Pumpe öffnet das HV-Sicherheitsventil 27 etwas verzögert, etwa nachdem der Druck in der Pumpe den Druck im Rezipienten erreicht hat, um zu vermeiden, dass aufgrund eines Unterdrucks im Rezipienten Betriebsmittel aus der Pumpe in den Rezipienten gezogen wird.

[0026] Die in den Fig. 1 und 2 erkennbare Drehschieber-Vakuumpumpe bzw. der Rotor 15 deren Pumpstufe 56 wird wie bereits erwähnt mittels eines ersten Elektromotors 50 angetrieben, der sich in einem Motorgehäuse 52 befindet, siehe hierzu die Fig. 3. Das Motorgehäuse 52 ist dabei in axialer Fortsetzung eines den Stator 11 bildenden Pumpengehäuses 54 angeordnet und mit diesem verbunden. Das Pumpengehäuse nimmt dabei die zuvor unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 beschriebene Pumpstufe 56 auf.

[0027] Die Pumpstufe 56 und insbesondere deren Rotor 15 wird somit durch den ersten Elektromotor 50 angetrieben, wozu dessen Motorwelle 60 (siehe hierzu die Fig. 5) einstückig mit der Pumpenwelle 58 (siehe hierzu die Fig. 2 und 5) verbunden ist, auf der der Rotor 15 montiert ist.

[0028] Die beiden miteinander verbundenen Gehäuse 52, 54 (Motorgehäuse 52, Pumpengehäuse 54) sind bei der in der Fig. 3 dargestellten Ausführungsform in einer konkaven Ausnehmung eines Lagergehäuses 62 gelagert, das die Antriebselektronik für die Vakuumpumpe und insbesondere einen Frequenzumrichter 64 (siehe hierzu die Fig. 5) aufnimmt, der unter anderem zur Ansteuerung des ersten Elektromotors 50 dient.

[0029] Im Folgenden wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 4 das Lüftungskonzept einer erfindungsgemäßen Drehschieber-Vakuumpumpe erläutert:

Wie der Fig. 4 entnommen werden kann, verfügt die dargestellte Drehschieber-Vakuumpumpe über zwei Lüfter 66, die jeweils von einem zweiten Elektromotor 68 angetrieben werden, wozu der jeweilige Lüfter 66 auf der Motorwelle 70 des jeweiligen zweiten Elektromotors 68 montiert ist. Der jeweilige Lüfter 66 ist dabei einschließlich des ihn antreibenden zweiten Elektromotors 68 in einer Lüfterhaube 72 montiert, die eine durch ein Gitter 86 verschlossene Öffnung 88 zur Ansaugung von Frischluft aufweist, siehe hierzu auch die Fig. 3. Wie der Fig. 4 insbesondere entnommen werden kann, ist die Motorwelle 70 des jeweiligen zweiten Elektromotors weder mit der ersten Motorwelle 60 des ersten Elektromotors 50, der die Pumpstufe 56 antreibt, noch mit der Pumpenwelle 58 der Pumpstufe 56 verbunden.

[0030] Wie der Fig. 4 und insbesondere auch der Fig. 3 entnommen werden kann, sind dabei die beiden Lüfter 66 bzw. die jeweiligen Lüfterhauben 72 an den beiden in axialer Richtung einander gegenüberliegenden Enden

des Motorgehäuses 52 sowie des Pumpengehäuses 54 befestigt. Es besteht somit keine antriebswirksame Verbindung zwischen der jeweiligen zweiten Motorwelle 70 und dem Antrieb der Pumpstufe 26. Vielmehr werden die beiden zweiten Elektromotoren 68 unabhängig von dem die Pumpstufe 56 antreibenden ersten Elektromotor 50 angesteuert.

[0031] Hierzu weist der Frequenzumrichter 64 mehrere unabhängig voneinander ansteuerbare Stromausgänge 74, 76, 78 auf, wobei der erste Elektromotor 50 mit dem ersten Stromausgang 74 und die beiden zweiten Elektromotoren 68 mit dem zweiten bzw. dritten Stromausgang 76, 78 des Frequenzumrichters 64 verbunden sind.

[0032] Der Frequenzumrichter 64 kann somit die beiden zweiten Elektromotoren 68 der beiden Lüfter 66 unabhängig voneinander bestromen. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Frequenzumrichter 64 nur einen Ausgang für die Lüftersteuerung aufweist, so dass beide Lüfter gleich angesteuert werden. Der Frequenzumrichter 64 kann auch den ersten Elektromotor 50 unabhängig von den beiden zweiten Elektromotoren 68 bestromen. Überschreitet daher beispielsweise die Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors 50 einen oberen Schwellwert, so können die beiden zweiten Elektromotoren 68 der beiden Lüfter 66 über den zweiten bzw. dritten Stromausgang 76, 78 des Frequenzumrichters 64 so bestromt werden, dass diese mit einer maximalen Drehzahl laufen. Unterschreitet hingegen die Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors 50 einen unteren Schwellwert, kann der jeweilige Lüfter 66 bzw. dessen zweiter Elektromotor 68 mit einer minimalen Drehzahl betrieben werden. Zwischen diesen beiden Schwellwerten kann der jeweilige zweite Elektromotor 68 bzw. der jeweilige Stromausgang 76, 78 in Abhängigkeit der Größe der Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors 50 geregelt werden, beispielsweise auf Grundlage eines linearen Zusammenhangs zwischen der Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors 50 und der jeweiligen Motordrehzahl. Hierzu kann die Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors 50 mittels einer Leistungsüberwachungseinheit 80 überwacht werden, wobei die so überwachte Leistungsaufnahme zur Regelung der beiden Stromausgänge 76, 78 an eine den Frequenzumrichter 64 steuernde Steuereinheit 90 zurückgemeldet werden kann, die auch Bestandteil des Frequenzumrichters 64 selbst sein kann. Die Steuereinheit 90 kann somit die beiden Stromausgänge 76, 78 in Abhängigkeit der Leistungsaufnahme des ersten Elektromotors 50 regeln.

[0033] Zusätzlich oder alternativ hierzu können in entsprechender Weise die Temperaturen des Frequenzumrichters 64, insbesondere dessen Leistungselektronik, des ersten Elektromotors 50 und der Pumpstufe 56 mittels Temperatursensoren 82, 84, 85 überwacht werden, wobei die so überwachten Temperaturen an den Frequenzumrichter 64 bzw. die denselben steuernde Steuereinheit 90 zurückgemeldet werden können, damit diese die beiden Stromausgänge 76, 78 in Abhängigkeit der

überwachten Temperaturen des Frequenzumrichters 64, insbesondere dessen Leistungselektronik, des ersten Elektromotors 50 und/oder der Pumpstufe 56 regeln kann.

[0034] Aufgrund der Tatsache, dass die erfindungsgemäße Drehschieber-Vakuumpumpe über zumindest einen von einem zweiten Elektromotor 68 angetriebenen Lüfter 66 zur Kühlung der Vakuumpumpe verfügt, kann somit die Vakuumpumpe bedarfsgerecht und insbesondere unabhängig von der Drehzahl der Pumpstufe 56 gekühlt werden. Aufgrund der Tatsache, dass im Unterschied zu der in der Fig. 5 dargestellten herkömmlichen Drehschieber-Vakuumpumpe, bei der die Lüfter 66 auf der aus dem Pumpengehäuse 54 bzw. dem Motorgehäuse 52 herausgeführten Motor- bzw. Pumpenwelle 60, 58 angeordnet sind, bei der erfindungsgemäßen Drehschieber-Vakuumpumpe die Lüfter 66 von der Motor- bzw. der Pumpenwelle 60, 58 entkoppelt sind und vielmehr durch einen eigenen Elektromotor 68 angetrieben werden, können die Lüfter 66 somit vollkommen unabhängig von der aktuellen Leistungsaufnahme des die Pumpstufe 56 antreibenden ersten Elektromotors 50 angesteuert werden, was es beispielsweise ermöglicht, die Lüfter 66 nach Abschaltung der Pumpstufe 56 weiterlaufen zu lassen, um so die Pumpe nachkühlen zu können.

Bezugszeichenliste

[0035]

11	Stator
13	Arbeitsraum
15	Rotor
17	Schieber
20	Innenwand
21	Einlass
23	Auslass
25	Auslassventil
27	Einlassventil
29	Ölabscheider
50	erster Elektromotor
52	Motorgehäuse
54	Pumpengehäuse
56	Pumpstufe
58	Pumpenwelle
60	Motorwelle
62	Lagergehäuse
64	Frequenzumrichter
66	Lüfter
68	zweiter Elektromotor
70	zweite Motorwelle
72	Lüfterhaube
74	erster Steuerausgang
76	zweiter Steuerausgang
78	dritter Steuerausgang
80	Leistungsüberwachungseinheit
82	Temperatursensor
84	Temperatursensor

85	Temperatursensor
86	Gitter
88	Öffnung
90	Steuereinheit

5

D Drehrichtung

Patentansprüche

10

1. Vakuumpumpe, insbesondere Drehschieber-Vakuumpumpe, mit zumindest einer Pumpstufe (56) und einem ersten Elektromotor (50), der antriebswirksam mit der Pumpstufe (56) verbunden ist; wobei die Vakuumpumpe ferner über zumindest einen von einem zweiten Elektromotor (68) angetriebenen Lüfter (66) zur Kühlung der Vakuumpumpe verfügt.

15

20

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei die zumindest einer Pumpstufe (56) eine Pumpenwelle (58) und der erste Elektromotor (50) eine erste Motorwelle (60) aufweist, die einstückig mit dieser ausgebildet ist.

25

30

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweite Elektromotor (68) eine zweite Motorwelle (70) aufweist, die weder mit der ersten Motorwelle (60) noch mit der Pumpenwelle (58) verbunden ist.

35

4. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Pumpstufe (56) in einem Pumpengehäuse (54) und der erste Elektromotor (50) in einem Motorgehäuse (52) enthalten ist, das sich in axialer Fortsetzung des Pumpengehäuses (54) erstreckt, wobei sowohl das Pumpengehäuse (54) als auch das Motorgehäuse (52) jeweils ein erstes Ende und ein dem ersten Ende in axialer Richtung gegenüberliegendes zweites Ende aufweisen, wobei das erste Ende des Pumpengehäuses (54) zumindest mittelbar mit dem ersten Ende des Motorgehäuses (52) verbunden ist, und wobei ein Lüfter (66) des zumindest einen Lüfters (66) an dem zweiten Ende des Pumpengehäuses (54) und/oder ein Lüfter (66) des zumindest einen Lüfters (66) an dem zweiten Ende des Motorgehäuses (52) befestigt ist.

40

45

50

5. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei jeder Lüfter (66) des zumindest einen Lüfters (66) einschließlich seines zweiten Elektromotors (68) in einer jeweiligen Lüfterhaube (72) enthalten ist, die an dem jeweiligen zweiten Ende befestigt ist.

55

6. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche,

ferner mit einem einzigen Frequenzumrichter (64),
 der den zweiten Elektromotor (68) des zumindest
 einen Lüfters (66) unabhängig von dem ersten Elek-
 tromotor (50) ansteuert, wobei es insbesondere vor- 5
 gesehen ist, dass der Frequenzumrichter (64) auch
 den zweiten Elektromotor (68) eines Lüfters (66) un-
 abhängig von dem zweiten Elektromotor (68) eines
 anderen Lüfters (66) ansteuert.

7. Vakuumpumpe nach Anspruch 6, 10
 wobei der Frequenzumrichter (64) einen einzigen
 Stromeingang und mehrere unabhängig voneinan-
 der ansteuerbare Stromausgänge (74, 76, 78) auf-
 weist, wobei der erste Elektromotor (50) mit einem 15
 der mehreren Stromausgänge (74, 76, 78) verbun-
 den ist und jeder der zweiten Elektromotoren (68)
 mit einem anderen der mehreren Stromausgänge
 (74, 76, 78) verbunden ist.
8. Vakuumpumpe nach Anspruch 6 und/oder 7, 20
 wobei ferner eine Steuereinheit (90) vorgesehen ist,
 die den Frequenzumrichter (64), insbesondere des-
 sen Stromausgänge (74, 76, 78), steuert, wobei die
 Steuereinheit (90) derart eingerichtet ist, dass sie 25
 den Stromausgang (76, 78) des Frequenzumrichters
 (64), mit dem der jeweilige zweite Elektromotor (68)
 des zumindest einen Lüfters (66) verbunden ist, in
 Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme des ers-
 ten Elektromotors (50), der Temperatur des Fre-
 quenzumrichters (64), insbesondere dessen Lei- 30
 stungselektronik, der Temperatur des Elektromotors
 (50) und/oder der Temperatur der zumindest einen
 Pumpstufe (56) regelt.

35

40

45

50

55

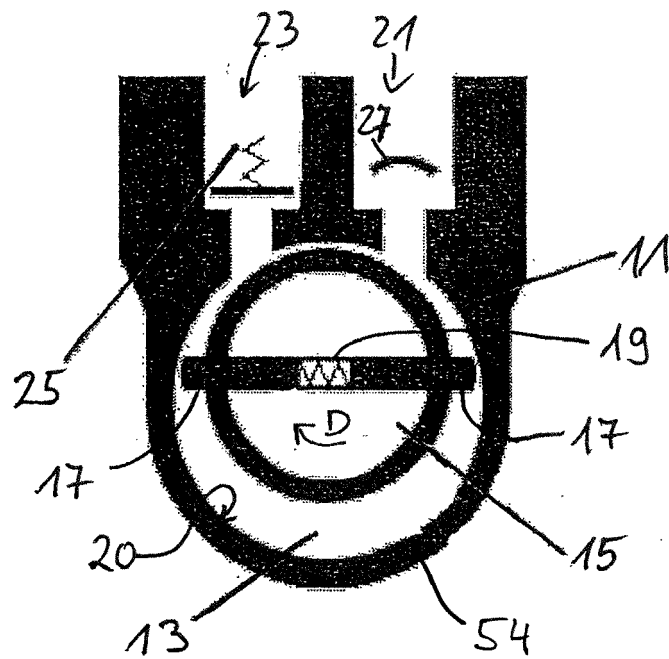


Fig. 1

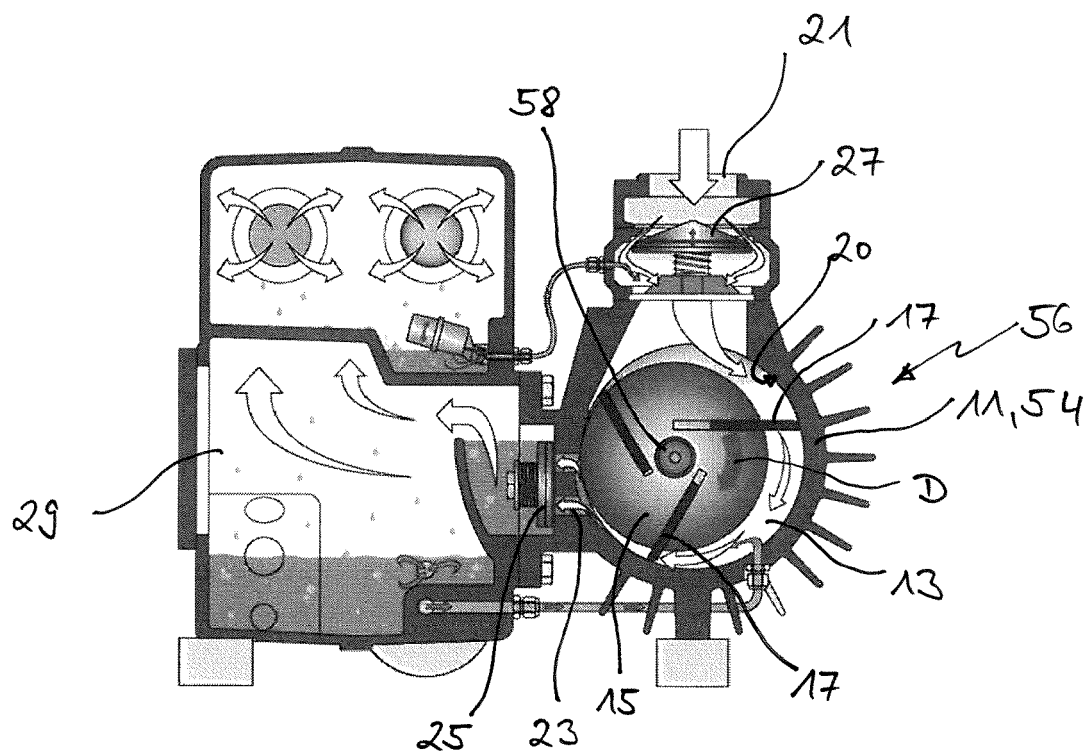


Fig. 2

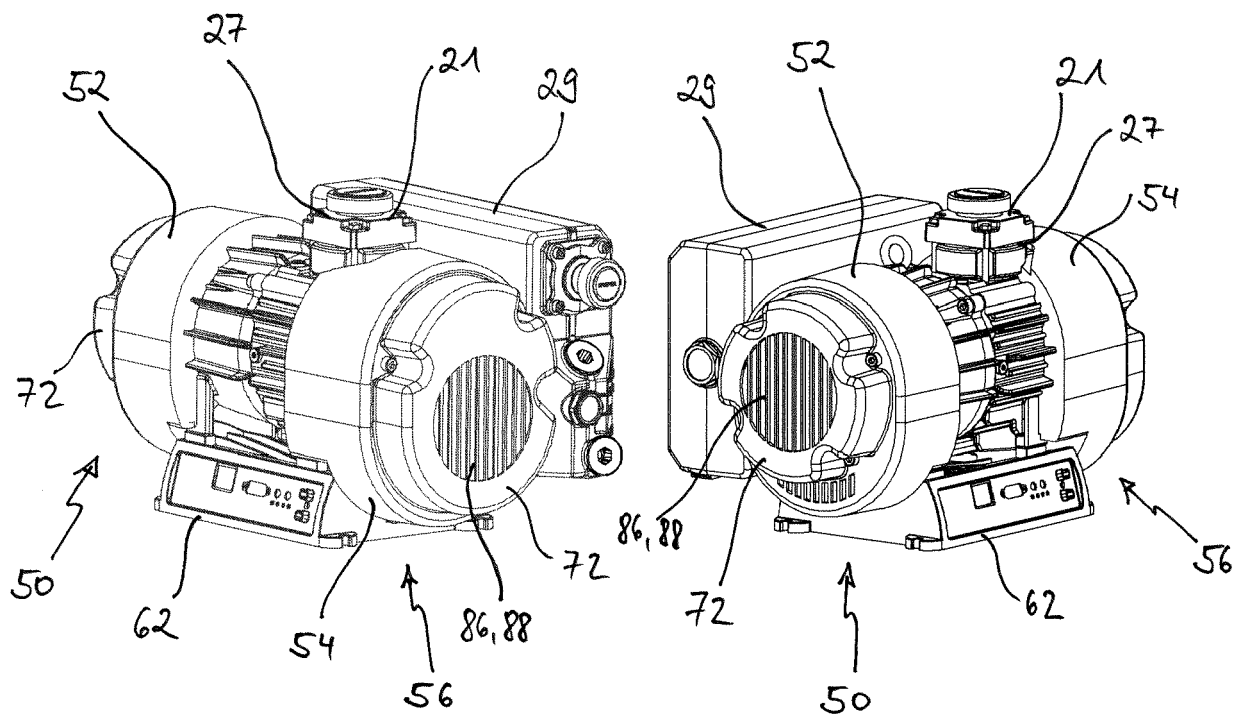


Fig. 3

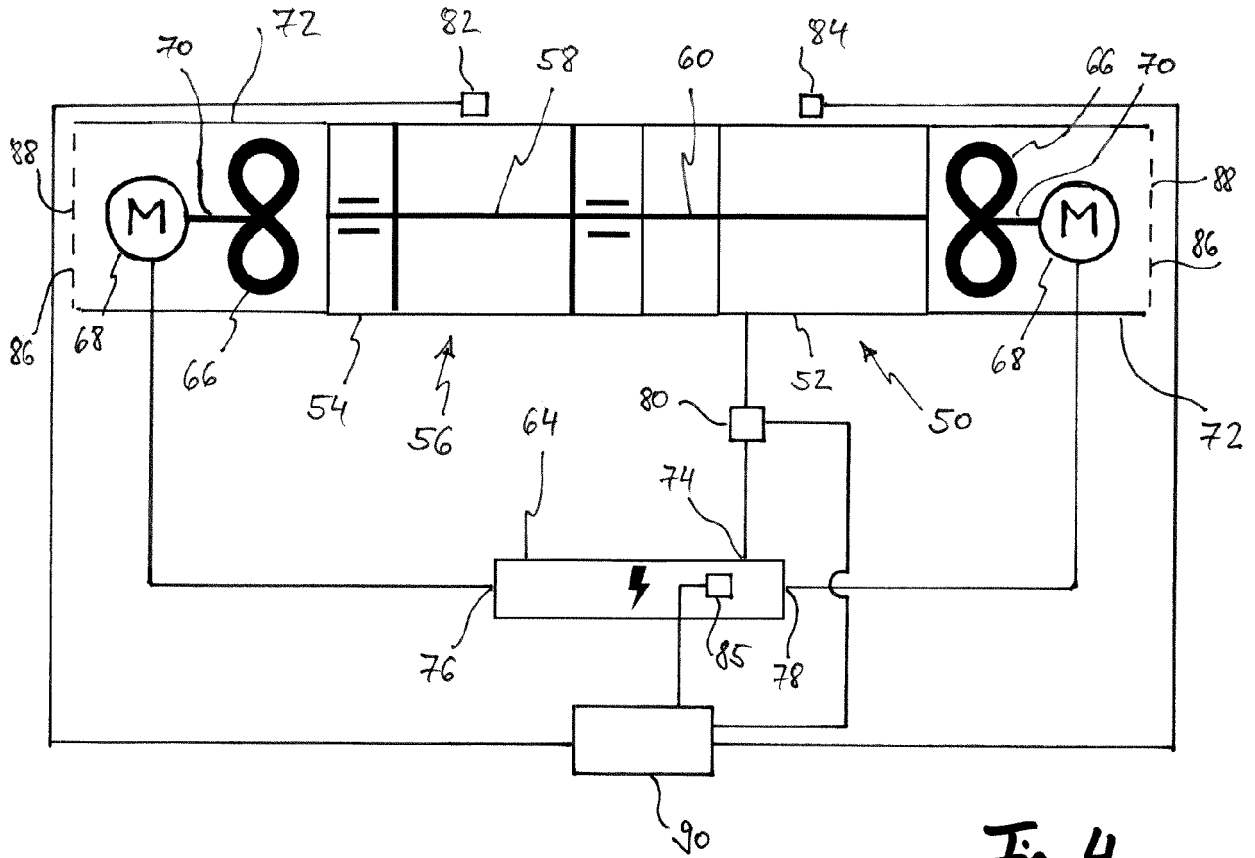


Fig. 4

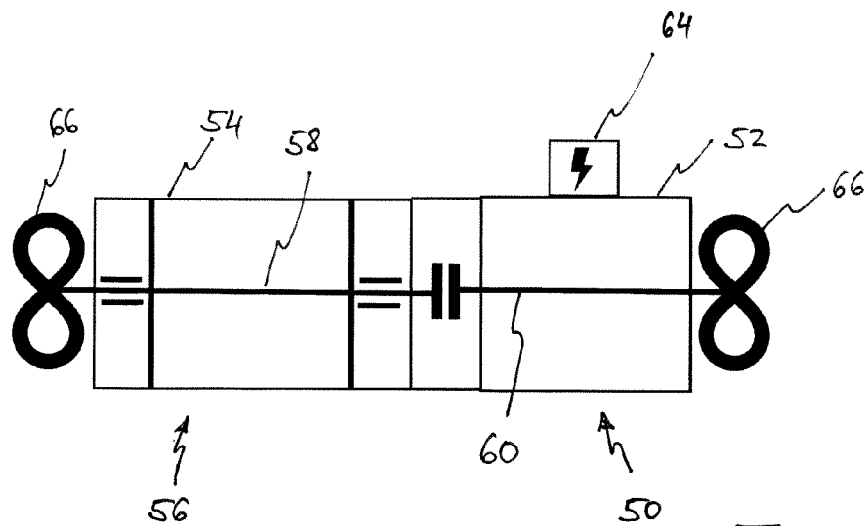


Fig. 5