(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 067 560 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2016 Patentblatt 2016/37

(21) Anmeldenummer: **15158724.3**

(22) Anmeldetag: **12.03.2015**

(51) Int Cl.:
F04B 37/14 *(2006.01)* ***F04C 25/02*** *(2006.01)*
F04C 27/00 *(2006.01)* ***F04B 39/04*** *(2006.01)*
F04B 49/20 *(2006.01)*

(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:
MA

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(72) Erfinder:
- **Schäfer, Heiko**
  35606 Solms (DE)
- **Kallenborn, Stefan**
  35578 Wetzlar (DE)

(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**
Wertherstrasse 16
35578 Wetzlar (DE)

(54) **Vakuumpumpe sowie Verfahren zum Betrieb einer Scrollpumpe oder einer Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Pumpstufen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit wenigstens einer Pumpstufe, einem Motor und einer Motorsteuerung, wobei die Vakuumpumpe als trockenlaufende Vakuumpumpe mit verschleißbehafteten Dichtungen ausgebildet ist, bei der wenigstens ein Drucksensor vor der ersten Pumpstufe und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum angeordnet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer Scrollpumpe oder einer Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Pumpstufen, bei der im Pumpbetrieb der Drucksensor einen Gasdruck im Ansaugbereich und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum misst, wobei die Messwerte des Drucksensors von einer Auswerteeinheit ausgewertet werden, und die Drehzahl der Pumpe in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eingestellt wird.

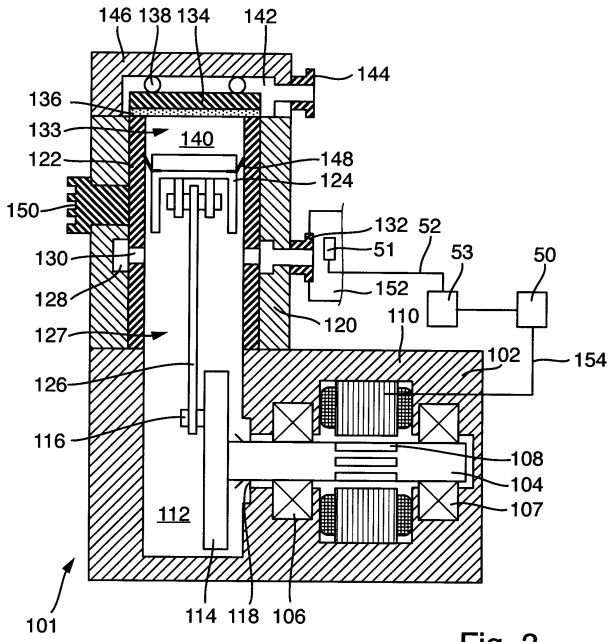

Fig. 3

EP 3 067 560 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Scrollpumpe oder einer Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Pumpstufen.

[0002] In der Vakuumtechnik werden mit dem Begriff "Vorpumpen" meist gegen Atmosphäre ausstoßende Vakuumpumpen bezeichnet. Diese Bezeichnung geht darauf zurück, dass sie oftmals in Kombination mit solchen Vakuumpumpen verwendet wird, die ein Hochvakuum erzeugen können, dabei aber nicht bis zum Atmosphärendruck verdichten. Ein Beispiel für solch eine Hochvakuumpumpe ist die Turbomolekularpumpe. Beispiele für Vorpumpen sind Vakuumverdrängerpumpen, beispielsweise Drehschieberpumpen und Kolbenpumpen. Sehr oft sind die Vorpumpen mehrstufig ausgeführt, da die mit ihnen kombinierten Hochvakuumpumpen nur einen Druck von wenigen Millibar an ihrem Gasauslass erzeugen und daher ein großer Druckbereich überbrückt werden muss.

[0003] Sowohl in der Anwendung als Vorpumpe als auch bei der eigenständigen Erzeugung eines Endvakuums in einem Rezipienten muss die Vorpumpe zunächst große Gasmengen verdichten. Für die gängige Bauform einer Kolbenpumpe bedeutet das, dass sie einen entsprechend groß dimensionierten Schöpfraum aufweisen muss. Die pro Zeiteinheit verdichtbare Gasmenge ist bei diesen Beispielen vom maximalen Schöpfraumvolumen und der Frequenz abhängig, mit der der Schöpfraum von seiner maximalen auf die minimale Größe verändert wird. Fällt wenig Gas an, ist die Vorpumpe in Hinsicht auf Schöpfraumvolumen und Drehzahl überdimensioniert. Von diesen Werten ist allerdings auch die Leistungsaufnahme der Vorpumpe abhängig und es ist wünschenswert, diese zu minimieren.

[0004] Zum Stand der Technik (DE 10 2006 050 943 A1) gehört eine Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Pumpstufen, bei der zwischen den zwei Pumpstufen ein gasdruckempfindlicher Signalgeber angeordnet ist, welcher mit einer Auswerteeinheit in elektrischer Verbindung steht, wobei die Auswerteeinheit ihrerseits mit der Motoransteuerung in Verbindung steht, so dass eine Drehzahlstellung in Abhängigkeit vom durch den Signalgeber gegebenen Signal möglich ist.

[0005] Aus dem Stand der Technik (DE 10 2008 061 897 A1) sind Vakuumpumpen bekannt, beispielsweise Hubkolbenpumpen, die zwischen dem Kolben und der Innenwand des Pumpraumes Dichtungen aufweisen. Da diese Dichtungen den Kontakt zwischen Kolben und Zylinder herstellen, handelt es sich um so genannte verschleißbehaftete Dichtungen, die sich im Laufe der Zeit abnutzen. Hierdurch wird die Pumpleistung der Pumpe ebenfalls im Laufe der Zeit vermindert.

[0006] Gleiches gilt für so genannte Scrollpumpen. Scrollpumpen werden auch Spiralvakuumpumpen oder Spiralfluidfördereinrichtungen genannt. Diese Pumpen arbeiten nach dem Verdrängerprinzip. Eine Spiralvakuumpumpe besteht aus zwei ineinander gesteckten Spiralzylindern (beispielsweise archimedische Spiralen oder Evolvente). Eine dieser Spiralen steht fest, die andere bewegt sich über einen Exzenterantrieb (Exzentergetriebe, Exzenterwelle) auf einer kreisförmigen Bahn. Man spricht von einer zentralsymmetrischen Oszillation ("Wobbeln"). Zwischen den Spiralen entstehen so einzelne abgeschlossene halbmondförmige Hohlräume, die ihr Volumen nach innen immer weiter verkleinern. Dadurch wird das zu pumpende Fluid, beispielsweise Gas, außen angesaugt, innerhalb der Pumpe verdichtet und über eine Öffnung in der Spiralmitte ausgestoßen.

[0007] Die Höhe der Spiralwände, deren Abstand sowie die Drehzahl definieren die Saugleistung einer Spiralvakuumpumpe.

[0008] Zwischen den die Struktur der Spirale bildenden Spiralzylindern und der Auflagefläche auf der Statorseite sind Dichtungen angeordnet, die mit dem Stator in einem Reibkontakt stehen. Diese Dichtungen verschleißen im Laufe der Zeit. Bei einem Verschleiß werden die Hohlräume undicht und die Saugleistung der Spiralvakuumpumpe nimmt ab.

[0009] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, diese zum Stand der Technik gehörende Vakuumpumpe dahingehend weiter zu verbessern, dass die Standzeit von verschleißbehafteten Dichtungen in der Vakuumpumpe erhöht wird. Darüber hinaus soll ein Verfahren angegeben werden, mit dem der Verschleiß von Dichtungen in der Vakuumpumpe frühzeitig detektiert werden kann.

[0010] Dieses technische Problem wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 8 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 9 gelöst.

[0011] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit wenigstens einer Pumpstufe, einem Motor und einer Motorsteuerung, wobei die Vakuumpumpe als trockenlaufende Pumpe mit verschleißbehafteten Dichtungen ausgebildet ist, zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Drucksensor vor der ersten Pumpstufe und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum der Vakuumpumpe angeordnet ist und dass der Drucksensor mit einer Auswerteeinheit verbunden ist.

[0012] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe kann als Kolbenpumpe, beispielsweise Hubkolbenpumpe ausgebildet sein. Diese Hubkolbenpumpe weist wenigstens eine Pumpstufe auf. Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe kann auch als Scrollpumpe mit wenigstens einer Pumpstufe ausgebildet sein.

[0013] Durch die erfindungsgemäße Anordnung des wenigstens einen Drucksensors vor der ersten Pumpstufe und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum der Vakuumpumpe ist es möglich, eine genauere Messung des erzeugbaren Druckes durchzuführen, wodurch eine genauere Steuerung der Drehzahl möglich ist als mit einem Druckschalter zwischen den Pumpstufen.

[0014] Kann ein bestimmter Druckwert nicht mehr unterschritten werden, kann von verbrauchten Dichtungen

ausgegangen werden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der wenigstens eine Drucksensor im Ansaugbereich der Vakuumpumpe angeordnet. Hierdurch ist eine sehr genaue Steuerung der Drehzahl möglich, da mit dem Drucksensor erfasst werden kann, wie groß der Ansaugdruck der Vakuumpumpe ist.

[0016] Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass ein zusätzliches Ventil zum Verschließen einer Ansaugöffnung der Vakuumpumpe vorgesehen ist.

[0017] Die Vakuumpumpe weist eine Ansaugöffnung auf. Die Ansaugöffnung ist mit einem Rezipienten verbunden.

[0018] Diese Ansaugöffnung wird gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung durch ein zusätzliches Ventil verschlossen. Durch das Verschließen des Ventils kann die Vakuumpumpe, beispielsweise beim Anschalten der Vakuumpumpe, eine selbstständige Überprüfung des Enddruckes durchführen. Von diesem Enddruck kann die Vakuumpumpe auf den Verschleiß der Dichtungen, das heißt der Kolbendichtungen oder der Dichtungen der Scrollpumpe schließen.

[0019] Der Enddruck wird hierbei in dem relativ begrenzten und kleinen Raum des Ansaugflansches überprüft. Die Messung erfolgt unabhängig von dem Rezipienten.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Sensor als Pirani-Sensor ausgebildet ist. Pirani-Sensoren sind sehr zuverlässig arbeitende Sensoren.

[0021] Es ist jedoch auch möglich, andere Druckmessgeräte als Pirani-Sensoren einzusetzen.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass eine Anzeigevorrichtung zur Anzeige einer Fehl- und/oder Minderleistung der Vakuumpumpe vorgesehen ist. Wird beispielsweise beim Verschließen des zusätzlichen Ventiles zum Verschließen der Ansaugöffnung der Vakuumpumpe ein vorgegebener Enddruck nicht erreicht, kann davon ausgegangen werden, dass die Dichtungen einem gewissen Grad an Verschleiß unterliegen. Diese Minderleistung wird vorteilhaft in der Anzeigevorrichtung angezeigt, so dass der Nutzer der Vakuumpumpe den aktuellen Druckwert ablesen kann.

[0023] Auf der Anzeigevorrichtung kann der Nutzer auch darauf hingewiesen werden, dass eine notwendige Wartung der Vakuumpumpe vorzunehmen ist. Die Anzeigevorrichtung kann ein Display oder wenigstens eine LED aufweisen. Es können auch akustische Signale abgegeben werden.

[0024] Die Vakuumpumpe ist vorteilhaft als Scrollpumpe ausgebildet. Bei einer Scrollpumpe handelt es sich um eine trockenlaufende Pumpe. Trockenlaufende Pumpen sind Pumpen, die im Bereich des Arbeitsraumes auf Hilfsfluide, wie zum Beispiel Öl, verzichten und bei denen dadurch eine Verunreinigung des Arbeitsmediums vermieden werden kann.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer Scrollpumpe oder einer Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Pumpstufen zeichnet sich dadurch aus, dass im Pumpbetrieb der Drucksensor einen Gasdruck im Ansaugbereich und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum der Vakuumpumpe misst, dass der oder die Messwerte des Drucksensors von einer Auswerteeinheit ausgewertet wird oder werden und dass die Drehzahl der Pumpe in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eingestellt wird.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, dass durch die Messung des erreichbaren Druckes, das heißt des Gasdruckes im Ansaugbereich und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum der Vakuumpumpe, der Zustand der Pumpe, insbesondere der Dichtungen genau erfasst werden kann. Der oder die Messwerte des Drucksensors werden hierzu von einer Auswerteeinheit ausgewertet. In der Auswerteeinheit ist vorteilhaft abgespeichert, in welchem Bereich die Messwerte idealerweise liegen. In Abhängigkeit von dem Auswerteergebnis wird die Drehzahl der Pumpe eingestellt.

[0027] Beispielsweise werden bei hohen Eingangsdrücken hohe Drehzahlen und bei niedrigen Eingangsdrücken niedrige Drehzahlen eingestellt, um ein optimales Saugvermögen zu realisieren.

[0028] Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe mit wenigstens zwei Pumpstufen oder einer Scrollpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass beim Start der Vakuumpumpe ein Ventil, welches einen Ansaugbereich vom Rezipienten trennt, geschlossen wird, dass der Drucksensor einen Gasdruck im gegen den Rezipienten geschlossenen Ansaugbereich und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum der Vakuumpumpe misst, dass der oder die Messwerte des Drucksensors von einer Auswerteeinheit ausgewertet werden und dass in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eine Information von der Anzeigeeinheit bezüglich des Verschleißes von Dichtungen ausgegeben wird.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, dass die Vakuumpumpe beim Start eine selbstständige Überprüfung des Enddruckes durchführen kann. Von dem Enddruck kann die Auswerteeinheit der Vakuumpumpe auf den Verschleiß der Dichtungen schließen.

[0030] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Drehzahl in Abhängigkeit von einem durch den wenigstens einen Drucksensor gegebenen Messwert geregelt. Wird von dem Drucksensor ein hoher Eingangsdruck gemessen, kann die Drehzahl erhöht werden. Bei niedrigen Eingangsdrücken wird die Drehzahl herabgesetzt, um ein optimales Saugvermögen zu realisieren.

[0031] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass abhängig von dem durch den wenigstens einen Drucksensor gegebenen Messwert zwischen zwei Drehzahlen geschal-

tet wird.

[0032] In einer Motorsteuerung wird die Drehzahl abhängig von dem Auswerteergebnis eingestellt. Dies kann ein Umschaltvorgang zwischen zwei oder mehreren vorgegebenen Drehzahlen sein. Es kann sich hierbei jedoch auch um einen kontinuierlichen Vorgang handeln, bei dem die Motorsteuerungselektronik abhängig von einem ihr übermittelten Messwert die von ihr erzeugte Drehzahl verändert.

[0033] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass bei Unterschreiten eines vorgegebenen Ansaugdruckes die Vakuumpumpe selbsttätig eine Absenkung der Drehzahl durchführt oder dass ein Wechseln in einen Stand-by-Modus erfolgt.

[0034] Vorteilhaft erfolgt eine Absenkung der Drehzahl dann, wenn das Signal des Drucksensors zu einem Druck unterhalb des Atmosphärendruckes korrespondiert. Dieser Druck kann in einer vorteilhaften Weiterbildung ein Druck nahe des Enddruckes der Vakuumpumpe sein. Die zu fördernden Gasmengen sind hierbei besonders gering, so dass die Drehzahl weiter abgesenkt werden kann. Durch das Absenken der Drehzahl können die verschleißbehafteten Dichtungen geschont werden, so dass die Standzeit der Dichtungen deutlich erhöht wird.

[0035] Die Pumpe wechselt vorteilhaft selbstständig in den Stand-by-Modus, wenn der Ansaugdruck einen bestimmten Grenzwert unterschritten hat.

[0036] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird bei Unterschreiten eines vorgegebenen Ansaugdruckes eine Information auf der Anzeige bezüglich des Verschleißes von Dichtungen angezeigt. Diese Ausführungsform weist den Vorteil auf, dass der Nutzer der Pumpe erkennen kann, wann die Dichtungen verschlissen sind und ausgetauscht werden müssen, um das optimale Saugvermögen der Pumpe zu gewährleisten.

[0037] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Gehäuses einer Wälzkolbenpumpe nur beispielhaft dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Scrollpumpe;

Fig. 2 einen Querschnitt durch zwei orbitierende Scheiben einer Scrollpumpe;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine Hubkolbenpumpe;

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Anordnung eines Drucksensors;

Fig. 5 einen Querschnitt durch verschiedene Dichtungen.

[0038] Fig. 1 zeigt eine Spiralvakuumpumpe 1 mit einer ersten Stufe 2 und einer zweiten Stufe 3. Die Erfindung funktioniert auch mit einstufigen Spiralvakuumpumpen. Die erste Stufe 2 besteht aus einer orbitierenden Scheibe 4 und einem Stator 5. Die orbitierende Scheibe 4 trägt eine Spirale 6. Der Stator 5 trägt eine Spirale 7. Die Spiralen 6 und 7 sind ineinandergreifend angeordnet. Die Spirale 6 dichtet zu dem Stator 5 ab. Der Stator 5 kann hierzu eine so genannte Hardcoat-Beschichtung oder eine andere harte Beschichtung an einer Gegenfläche 8 aufweisen. Die orbitierende Scheibe 4 ist in drei Wellen 9, von denen in Fig. 1 lediglich zwei Wellen dargestellt sind, orbitierend gelagert. Die Wellen 9 sind in einem Stator 10 mittels Kugellagern 11 drehbar gelagert.

[0039] Die zweite Stufe 3 weist ebenfalls eine orbitierende Scheibe 12 sowie einen Stator 13 auf. Die Scheibe 12 trägt eine Spirale 14, der Stator 13 trägt eine Spirale 15. Die Spiralen 14, 15 sind ebenfalls ineinandergreifend angeordnet. Die orbitierende Scheibe 12 ist mittels der Wellen 9 in der Statorscheibe 10 kugelgelagert. Die Wellen 9 weisen einen Wellenabschnitt 16 auf, der in dem Stator 10 gelagert ist. Die Wellen 9 weisen darüber hinaus jeweils zwei Wellenabschnitte 17, 18 auf, die einen Versatz zu dem Wellenabschnitt 16 aufweisen. Durch den Versatz 17, 18 wird die orbitierende Bewegung der Scheiben 4, 12 verursacht.

[0040] Der Antrieb der orbitierenden Bewegung erfolgt mittels eines Elektromotors, der aus einem Motorstator 19 und Motororbiter 20 besteht. Der Motororbiter 20 besteht gemäß Fig. 1 aus Permanentmagneten. Der Motorstator 10 weist erregbare Elektromagnete auf, die bei entsprechender Bestromung die orbitierende Bewegung der Scheiben 4, 12 und damit der Spiralen 6, 14 bewirken. Wird dabei der Elektromotor, das heißt die Elektromagnete 19 desselben bestromt, so wirkt der Elektromotor als Antrieb, so dass das in den Zwischenräumen zwischen den beiden Spiralen 6, 7; 14, 15 angeordnete Gas komprimiert wird. Das Gas wird von einem Einlass 21 jeder Stufe 2, 3 zu einem Auslass 22 transportiert und hierbei komprimiert.

[0041] Zur Abdichtung von Pumpräumen 23 ist in jeder Pumpstufe jeweils ein Wellbalg 24 vorgesehen. Der Wellbalg kann auch, sofern erforderlich, als Drehverhinderungsmechanismus dienen. In den Auslässen 22 ist jeweils ein Rückschlagventil 25 angeordnet. Das Rückschlagventil 25 verhindert ein Zurückbelüften der Spiralvakuumpumpe 1 nach dem Ausschalten des Antriebes 18, 19. Somit kann ein Drehen der Spiralen 6, 7; 14, 15 entgegen der festgelegten Drehrichtung vermieden werden.

[0042] Darüber hinaus ist ein Gasballastventil 26 in jeder Pumpstufe vorgesehen. Durch das Gasballastventil 26 wird von Atmosphärenseite in den Pumpraum 23 Gas gepumpt, um eine Kondensation des zu pumpenden Gases zu vermeiden.

[0043] Durch die Relativbewegung der Spiralen 5, 6; 14, 15 und der damit verbundenen Reibung entsteht in Verbindung mit der Kompression des Gases eine nicht unerhebliche Abwärme. Hohe Temperaturen tragen zu

einem erhöhten Verschleiß der Bauteile, insbesondere von Dichtungen (in Fig. 1 nicht dargestellt) zwischen der Spirale 6 und der Gegenfläche 8 sowie der Spirale 14 und der Gegenfläche 27 bei. Aus diesem Grunde sind Lüfter 28, die lediglich schematisch dargestellt sind, vorgesehen, um die Wärme über eine erzwungene Konvektion abzuführen.

[0044] Da die orbitierenden Scheiben 4, 12 mittels drei Wellen 9 gelagert sind, wird keine Drehverhinderungsvorrichtung benötigt. Die Wellbalge 24 dienen lediglich zur Abdichtung der Pumpräume 23. Grundsätzlich können die Wellbalge 24 auch als Drehverhinderungsmechanismus dienen.

[0045] Weist die Spiralvakuumpumpe 1 lediglich eine Welle auf, ist ein Drehverhinderungsmechanismus erforderlich. Diese Aufgabe kann beispielsweise von dem Wellbalg 24 übernommen werden. Die Spiralvakuumpumpe 1 kann auch zwei oder mehr Wellen aufweisen. Bei mehr als zwei Wellen ist ein Drehverhinderungsmechanismus üblicherweise nicht erforderlich.

[0046] Die Wellen 9 sind über Kugellager 11 drehbar in den Scheiben 4, 12 gelagert.

[0047] Der Elektromotor 19, 20 kann auch derart aufgebaut sein, dass der Motororbiter 20 aus einem weichmagnetischen Material, beispielsweise Eisen besteht. Die im Motorstator 19 angeordneten Elektromagnete können beispielsweise als Spulen ausgebildet sein. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, die Motororbiter 20 aus Elektromagneten zu bilden und den Motorstator 19 beispielsweise aus Permanentmagneten oder aus einem weichmagnetischen Material.

[0048] Die Spirale 6 trägt Dichtungen 29. Die Spirale 7 trägt Dichtungen 30.

[0049] Fig. 2 zeigt die Spiralvakuumpumpe 1 mit den Spiralen 6 und 7. Die Spiralen 6 und 7 bilden Verdichtungsräume 23a, 23b; 54a, 54b; 55a, 55b. Der oder die Drucksensoren können in den Verdichtungsräumen 23a, 23b; 54a, 54b; 55a, 55b angeordnet sein. Zusätzlich kann im Bereich eines Pumpeinlasses 21 (in Fig. 1) wenigstens ein zusätzlicher Drucksensor vorgesehen sein.

[0050] Es besteht auch die Möglichkeit, jeweils einen Drucksensor in gegenüberliegenden Verdichtungsräumen 23a, 23b; 54a, 54b; 55a, 55b oder in angrenzenden Verdichtungsräumen 23a, 54a, 55a; 23b, 54b, 55b anzuordnen. Durch die jeweilige Druckdifferenz lässt sich ein entsprechendes Auswertesignal erzeugen.

[0051] Fig. 3 zeigt eine Hubkolbenpumpe 101 mit einem Gehäuse 102. Das Gehäuse 102 nimmt eine in Wellenlagern 106, 107 drehbar gelagerte Welle 104 auf. Die Welle 104 trägt Permanentmagnete 108, welche mit feststehenden Spulen 110 derart zusammenwirken, dass die Welle 104 in Drehung versetzt wird. Spulen 110 und Permanentmagnete 108 bilden in diesem Sinne den Antrieb der Hubkolbenpumpe 101. Die für die Drehung notwendige Bestromung der Spulen 110 geschieht durch eine nicht gezeigte Steuerelektronik. Ein Ende der Welle 104 ragt in einen Kurbelraum 112. Mit diesem Ende der Welle 104 ist eine Kurbelscheibe 114 verbunden, die einen Kurbelzapfen 116 trägt. Je nach Gestaltung des Gehäuseteiles, der den Antrieb und die Lagerung umfasst, ist eine Wellendichtung 118 zum Kurbelraum 112 notwendig, so dass dieser evakuiert werden kann.

[0052] Mit dem Gehäuse 102 ist ein Zylinder 120 gasdicht verbunden, welcher eine Laufbuchse 122 aufnimmt. Die Laufbuchse 122 ist über einen Teil ihrer Längsachse mit einem Schrumpfsitz in die Bohrung des Zylinders 120 eingepasst. In der Laufbuchse 122 befindet sich ein Hubkolben 124, der über einen Pleuel 126 mit dem Kurbelzapfen 116 verbunden ist. Durch diese Verbindung führt der Hubkolben 124 eine periodische Bewegung aus. In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel bewirkt der Kurbeltrieb aus Welle 104, Kurbelscheibe 114 und Kurbelzapfen 116 eine reziprokierende Bewegung zwischen zwei Umkehrpunkten.

[0053] Der erste Umkehrpunkt 127 liegt zwischen dem dem Kurbelraum 112 zugewandten Ende der Laufbuchse 122 und Gaseinlassbohrungen 128, die über den Umfang der Laufbuchse 122 verteilt vorgesehen sind und eine Gasverbindung zu einem Einlasskanal 130 herstellen. Dieser Einlasskanal 130 umgibt die Laufbuchse 122 wenigstens abschnittsweise in Umfangsrichtung und steht wiederum in Gasverbindung mit dem Pumpengaseinlass 132.

[0054] Der zweite Umkehrpunkt 133 liegt nahe dem dem Kurbelraum 112 abgewandten Ende der Laufbuchse 122. Er ist so bemessen, dass der Hubkolben 124 einen Ventildeckel 134 berührt und vom Ende der Laufbuchse 122 abhebt. Dieses Ende der Laufbuchse 122 bildet den Ventilsitz, auf dem der Ventildeckel 134 in den anderen Phasen des Hubkolbenhubes sitzt. Der Ventildeckel 134 ist mit einer Schicht 136 versehen, die eine Dämpfung der Berührung von Ventildeckel 134 und Hubkolben 124 und eine Abdichtung bewirkt. Der Ventildeckel 134 ist durch eine Ventilfeder 138 in Richtung Laufbuchse 122 vorgespannt. Befindet sich der Hubkolben 124 in der Nähe des zweiten Umkehrpunktes 133, wird Gas aus einem Schöpfraum 140 in eine Auslasskammer 142 ausgestoßen. Von dort gelangt es dann zu einem Pumpengasauslass 144, der zusammen mit der Auslasskammer 142, Ventildeckel 134 und Ventilfeder 138 in einem mit dem Zylinder 120 gasdicht verbundenen Zylinderdeckel 146 angeordnet ist. Zwischen Laufbuchseninnenwand und Hubkolben 124 ist eine Dichtung 148 angeordnet. Diese dichtet den Spalt zwischen Laufbuchse 122 und Hubkolben 124 und damit den Schöpfraum 140 gegen den Kurbelraum 112 ab. Diese Dichtung 148 ist durch die Reibung an der Laufbuchseninnenwand Verschleiß ausgesetzt. Ein Wärmeleitkörper 150 steht in Wärme übertragendem Kontakt mit der Laufbuchse 122. Das Material dieses Wärmeleitkörpers 150 weist eine höhere Wärmeleitzahl auf als das Material des die Laufbuchse 122 aufnehmenden Zylinders 120. Typischerweise wird für den Zylinder 120 eine Aluminiumlegierung verwendet. Als Material für den Wärmeleitkörper ist Kupfer geeignet. Andere Materialien mit noch höherer Wärmeleitzahl als Kupfer sind vorteilhaft verwendbar. Der

Wärmeleitkörper 150 bildet eine Wärmeverbindung zwischen Laufbuchse 122 und einem Raum außerhalb des Zylinders 120. Er kann durch Konvektion der Umgebungsluft oder durch Wärmekontakt mit einem nicht gezeigten externen Kühlkreislauf gekühlt werden.

[0055] Vor dem Pumpengaseinlass 132 ist ein zu evakuierender Raum 152 angeordnet. Unmittelbar vor dem Pumpengaseinlass 132 ist (lediglich schematisch dargestellt) ein Drucksensor 51 angeordnet.

[0056] Der Drucksensor 51 ist als gasdruckempfindlicher Sensor ausgebildet. Dieser kann beispielsweise ein Pirani-Sensor sein.

[0057] Durch die Anordnung des Drucksensors 51 im Bereich des Gaseinlasses 132 kann die Vakuumpumpe 101 selbstständig in einen Stand-by-Modus wechseln, wenn der Ansaugdruck einen bestimmten Grenzwert unterschritten hat. Durch die Messung direkt im Ansaugbereich 152 ist eine genaue Steuerung der Drehzahl der Hubkolbenpumpe101 möglich. Kann ein bestimmter Druckwert nicht unterschritten werden, kann man von verbrauchten Kolbendichtungen 148 oder Dichtungen 29 der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Spiralvakuumpumpe 1 ausgehen.

[0058] Von dem Drucksensor 51 führt eine lediglich schematisch dargestellte Signalleitung 52 zu einer ebenfalls lediglich schematisch dargestellten Auswerteeinheit 53, die wiederum mit einer Motoransteuerung 50 in Verbindung steht. Mit der bisher beschriebenen Ausführungsform ist es möglich, einen Verschleiß der Dichtungen 29, 148 zu detektieren und entweder eine Wartung durchzuführen oder die Drehzahl der Pumpe 101 herabzusetzen.

[0059] Fig. 4 zeigt eine Hubkolbenpumpe 31 mit einer ersten Pumpstufe 43 und einer zweiten Pumpstufe 44. Die Hubkolbenpumpe 31 weist einen schematisch dargestellten Gaseinlass 45 auf sowie eine Gasführung 46 und einen Gasauslass 47.

[0060] Eine Antriebseinheit 148 versetzt die Kolben (in Fig. 4 nicht dargestellt) der Pumpstufen 43, 44 in eine Hubbewegung, so dass ein zu förderndes Medium, beispielsweise ein Gas, von dem Gaseinlass 45 über die Gasführung 46 in Richtung des Gasauslasses 47 transportiert wird.

[0061] Die Antriebseinheit 48 weist einen Motor 49 auf sowie eine Motoransteuerung 50.

[0062] Im Bereich des Gaseinlasses 45 ist ein Drucksensor 51 angeordnet. Der Drucksensor 51 ist als gasdruckempfindlicher Sensor ausgebildet. Dieser Sensor kann beispielsweise ein Pirani-Sensor sein.

[0063] Durch die Anordnung des Drucksensors 51 im Bereich des Gaseinlasses 132 kann die Vakuumpumpe 101 selbstständig in einen Stand-by-Modus wechseln, wenn der Ansaugdruck einen bestimmten Grenzwert unterschritten hat. Durch die Messung direkt im Ansaugbereich 152 ist eine genaue Steuerung der Drehzahl der Hubkolbenpumpe 101 möglich. Kann ein bestimmter Druckwert nicht unterschritten werden, kann man von verbrauchten Kolbendichtungen der Hubkolbenpumpe 101 oder Dichtungen 29 der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Spiralvakuumpumpe 1 ausgehen.

[0064] Von dem Drucksensor 51 führt eine Signalleitung 52 zu einer Auswerteeinheit 53, die wiederum mit einer Motoransteuerung 50 in Verbindung steht. Mit der bisher beschriebenen Ausführungsform ist es möglich, einen Verschleiß der Dichtungen 29, 148 zu detektieren und entweder eine Wartung durchzuführen oder die Drehzahl der Pumpe 1, 31, 101 herabzusetzen.

[0065] Optional ist im Folgenden eine weitere Ausführungsform beschrieben. Diese weitere Ausführungsform weist ein Ventil 54 auf, welches beispielsweise am Ansaugflansch 132 der Hubkolbenpumpe 101 der Fig. 3 angeordnet ist. Mit dem Ventil 54 kann der Ansaugflansch 132 verschlossen werden, so dass die Vakuumpumpe 31, 101 beim Start eine selbstständige Überprüfung des Enddruckes durchführen kann. Von diesem Enddruck kann die Vakuumpumpe 31, 101 auf den Verschleiß der Kolbendichtungen 148 schließen. Über eine Signalleitung 55 wird von einer Steuerung 56 das Ventil 54 geschlossen. In der Auswerteeinheit 53 oder gesondert davon kann ein Display oder eine LED angeordnet sein, um auf eine notwendige Wartung, das heißt auf einen notwendigen Austausch der Dichtungen 42 hinzuweisen.

[0066] Das Verschließen des Ventiles 54 weist den Vorteil auf, dass ein Enddruck im Bereich des Ansaugflansches unabhängig von dem Rezipienten ermittelt werden kann.

[0067] Ist die Selbstdiagnose abgeschlossen, wird das Ventil 54 geöffnet und die Pumpe 31 ist einsatzbereit.

[0068] Die Vakuumpumpe 31 in Fig. 4 ist lediglich beispielhaft dargestellt. Es kann genauso gut in der Anordnung gemäß Fig. 4 eine Scrollpumpe vorgesehen sein, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist.

[0069] Die Scrollpumpe kann einstufig oder mehrstufig aufgebaut sein.

[0070] Fig. 5 zeigt die Scheibe 5 der Scrollpumpe 1 der Fig. 1 mit der Spirale 7 sowie die Scheibe 4 mit der Spirale 6. In Fig. 5 sind mehrere Möglichkeiten der Abdichtung der Spiralen 6, 7 zu den Scheiben 4, 5 dargestellt.

[0071] Ein Spiralabschnitt 242 weist eine strukturierte Oberfläche auf. Im vorliegenden Fall ist die Oberfläche im Querschnitt sägezahnartig ausgebildet. Durch einen entsprechend gewählten engen Spalt 243 dichtet der Spalt den Spiralabschnitt 242 gegenüber einer Gegenfläche 244 der Scheibe 4 ab.

[0072] Ein Spiralabschnitt 245 der Spirale 6 weist ein elastisches Trägermaterial 246 auf sowie eine Dichtung 247. Die Dichtung 247 liegt an der Gegenfläche 8 an und dichtet so gegen die Gegenfläche 8 ab. Durch das elastische Trägermaterial 246 wird die Dichtung 247 bei Verschleiß der Dichtung 247 nachgeführt. Die Gegenfläche 8 weist vorteilhaft eine so genannte Hardcoat-Beschichtung auf, um den Verschleiß zu minimieren.

[0073] Ein Spiralabschnitt 248 weist ebenfalls eine Dichtung 249 auf. Die Dichtung 249 ist in einem Kanal

250 des Spiralabschnittes 248 angeordnet, das heißt in der feststehenden Spirale 7. Die Dichtung 249 dichtet gegen die Gegenfläche 244 ab.

[0074] Die Dichtung 249 ist im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet, wie in Fig. 5 dargestellt. Eine Länge L ist größer als eine Breite B der Dichtung 249. Die Dichtung 249 ist in dem Kanal 250 derart angeordnet, dass im Bereich der schmalen Seite mit der Breite B ein Spalt 251 und im Bereich der Längsseite der Dichtung 249 ein Spalt 252 verbleibt.

[0075] Das bedeutet, dass die Dichtung 249 in radialer Richtung flexibler ausgebildet ist als in axialer Richtung. In die Spalte 251, 252 gelangt das zu fördernde und komprimierende Gas. Hierdurch wird die Dichtung 249 bei Verschleiß der Dichtung automatisch nachgeführt, so dass eine Dichtwirkung zwischen der Dichtung 249 und der Gegenfläche 244 über einen langen Zeitraum gewährleistet ist.

[0076] Wird ein vorgegebener Eingangsdruck im Bereich des Drucksensors 51 gemessen, kann die Drehzahl der Vakuumpumpen 1, 31, 101 herabgesetzt werden, so dass der Verschleiß der Dichtungen 29, 148 zusätzlich minimiert wird.

Bezugszahlen

[0077]

1	Spiralvakuumpumpe
2	Pumpstufe
3	Pumpstufe
4	orbitierende Scheibe
5	Stator
6	Spirale
7	Spirale
8	Gegenfläche
9	Welle
10	Stator
11	Kugellager
12	orbitierende Scheibe
13	Stator
14	Spirale
15	Spirale
16	Wellenabschnitt
17	Wellenabschnitt
18	Wellenabschnitt
19	Motorstator
20	Motororbiter
21	Einlass
22	Auslass
23	Pumpräume
23a	Verdichtungsraum
23b	Verdichtungsraum
24	Wellbalg
25	Rückschlagventil
26	Gasballastventil
27	Gegenfläche
28	Lüfter
29	Dichtung
30	Dichtung
31	Hubkolbenpumpe
43	Pumpstufe
44	Pumpstufe
45	Gaseinlass
46	Gasführung
47	Gasauslass
48	Antriebseinheit
49	Motor
50	Motoransteuerung
51	Drucksensor
52	Signalleitung
53	Auswerteeinheit
54a	Verdichtungsraum
54b	Verdichtungsraum
55a	Verdichtungsraum
55b	Verdichtungsraum
101	Kolbenvakuumpumpe
102	Gehäuse
104	Welle
106	Wellenlager
107	Wellenlager
108	Permanentmagnete
110	Spulen
112	Kurbelraum
114	Kurbelscheibe
116	Kurbelzapfen
118	Wellendichtung
120	Zylinder
122	Laufbuchse
124	Hubkolben
126	Pleuel
127	erster Umkehrpunkt
128	Gaseinlassbohrungen
130	Einlasskanal
133	zweiter Umkehrpunkt
134	Ventildeckel
136	Schicht
138	Ventilfeder
140	Schöpfraum
142	Auslasskammer
144	Pumpengasauslass
146	Zylinderdeckel
148	Dichtung
150	Wärmeleitkörper
152	Rezipient
154	Leitung
242	Dichtungen
243	Spalt
244	Gegenfläche
245	Spiralabschnitt
246	elastisches Trägermaterial
247	Dichtung
248	Spiralabschnitt
249	Dichtung
250	Kanal
251	Spalt

252 Spalt
A Pfeile
B Breite
L Länge

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe mit wenigstens einer Pumpstufe, einem Motor und einer Motorsteuerung, wobei die Vakuumpumpe als trockenlaufende Vakuumpumpe mit verschleißbehafteten Dichtungen ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Drucksensor (51) vor der ersten Pumpstufe (43) und/oder in wenigstens einem Verdichtungsraum (23a, 23b; 54a, 54b; 55a, 55b) der Vakuumpumpe angeordnet ist, und dass der Drucksensor (51) mit einer Auswerteeinheit (53) verbunden ist.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Drucksensor (51) im Ansaugbereich (45) der Vakuumpumpe (1, 31, 101) angeordnet ist.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zusätzliches Ventil (54) zum Verschließen einer Ansaugöffnung (45) der Vakuumpumpe (1, 31, 101) vorgesehen ist.

4. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Sensor (51) als Pirani-Sensor ausgebildet ist.

5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzeigevorrichtung zur Anzeige einer Fehl- und/oder Minderleistung der Vakuumpumpe (1, 31, 101) vorgesehen ist.

6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe (1) als Scrollpumpe ausgebildet ist.

7. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe als Kolbenpumpe (101) ausgebildet ist.

8. Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 mit wenigstens zwei Pumpstufen oder einer Scrollpumpe, **dadurch gekennzeichnet,**

   - **dass** im Pumpbetrieb der Drucksensor (51) einen Gasdruck im Ansaugbereich (45) misst,
   - **dass** der oder die Messwerte des Drucksensors (51) von einer Auswerteeinheit (53) ausgewertet wird oder werden, und
   - **dass** die Drehzahl der Pumpe (1, 31, 101) in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eingestellt wird.

9. Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 mit wenigstens zwei Pumpstufen oder einer Scrollpumpe, **dadurch gekennzeichnet,**

   - **dass** beim Start der Vakuumpumpe (1, 31, 101) ein Ventil (54), welches einen Ansaugbereich (45) von einem Rezipienten trennt, geschlossen wird,
   - **dass** der Drucksensor (45) einen Gasdruck im gegen den Rezipienten geschlossenen Ansaugbereich (45) misst,
   - **dass** der oder die Messwerte des Drucksensors (51) von einer Auswerteeinheit (53) ausgewertet werden, und
   - **dass** in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eine Information von der Anzeigeeinheit bezüglich des Verschleißes von Dichtungen (29, 148) ausgegeben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl in Abhängigkeit von einem durch den wenigstens einen Drucksensor (51) gegebenen Messwert geregelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** abhängig von dem durch den wenigstens einen Drucksensor (51) gegebenen Messwert zwischen zwei Drehzahlen geschaltet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 8, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Unterschreiten eines vorgegebenen Ansaugdruckes die Vakuumpumpe (1, 31, 101) selbsttätig eine Absenkung der Drehzahl durchführt oder dass ein Wechseln in einen Standby-Modus erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Unterschreiten eines vorgegebenen Ansaugdruckes eine Information auf der Anzeigeeinheit bezüglich des Verschleißes von Dichtungen (29, 148) angezeigt wird.

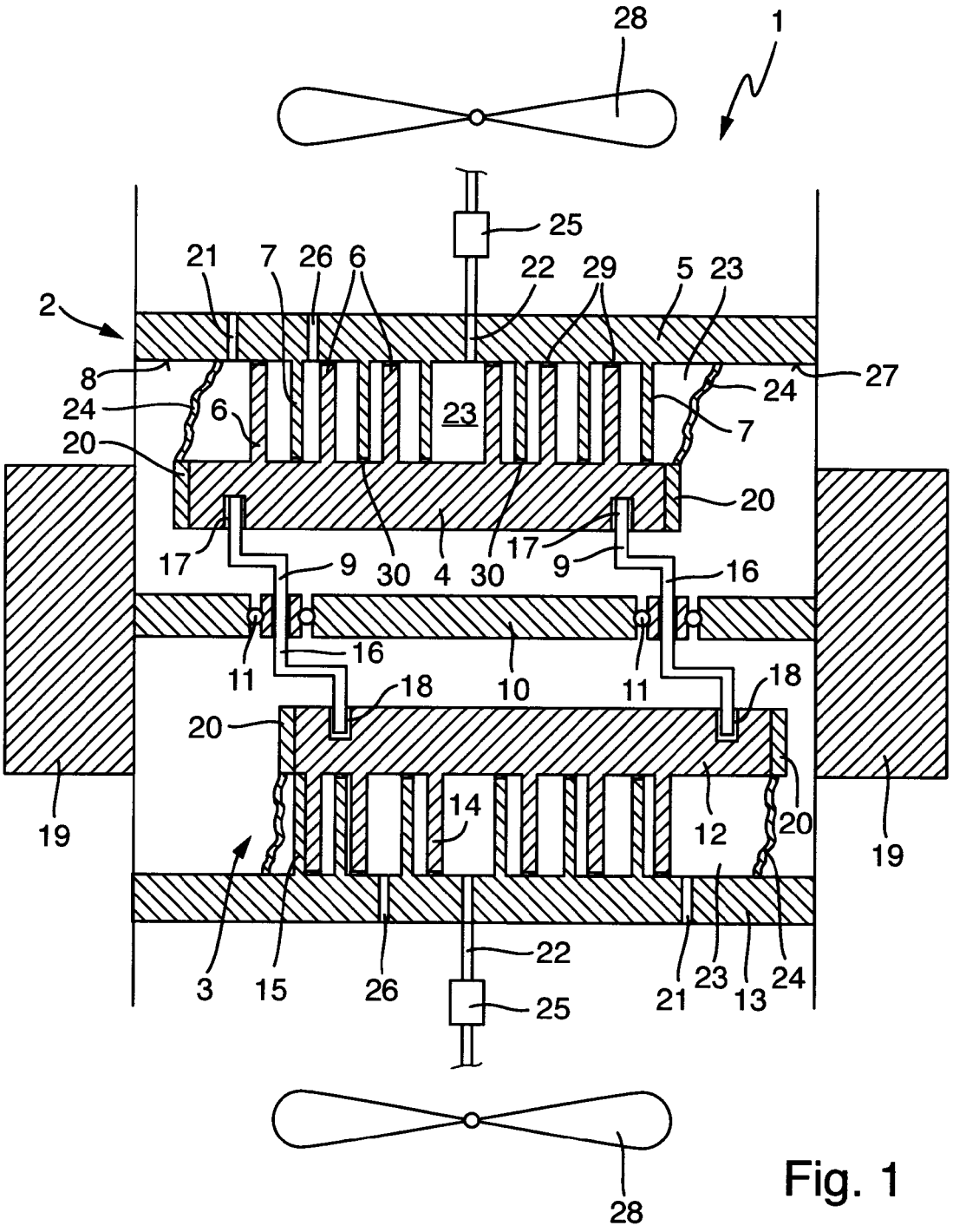
28
1
25
21
7
26
6
22
29
5
23
2
8
24
6
23
7
24
27
20
20
17
9
30
4
30
17
9
16
16
11
10
11
18
18
20
20
14
12
19
19
3
15
26
22
25
21
23
13
24
28

Fig. 1

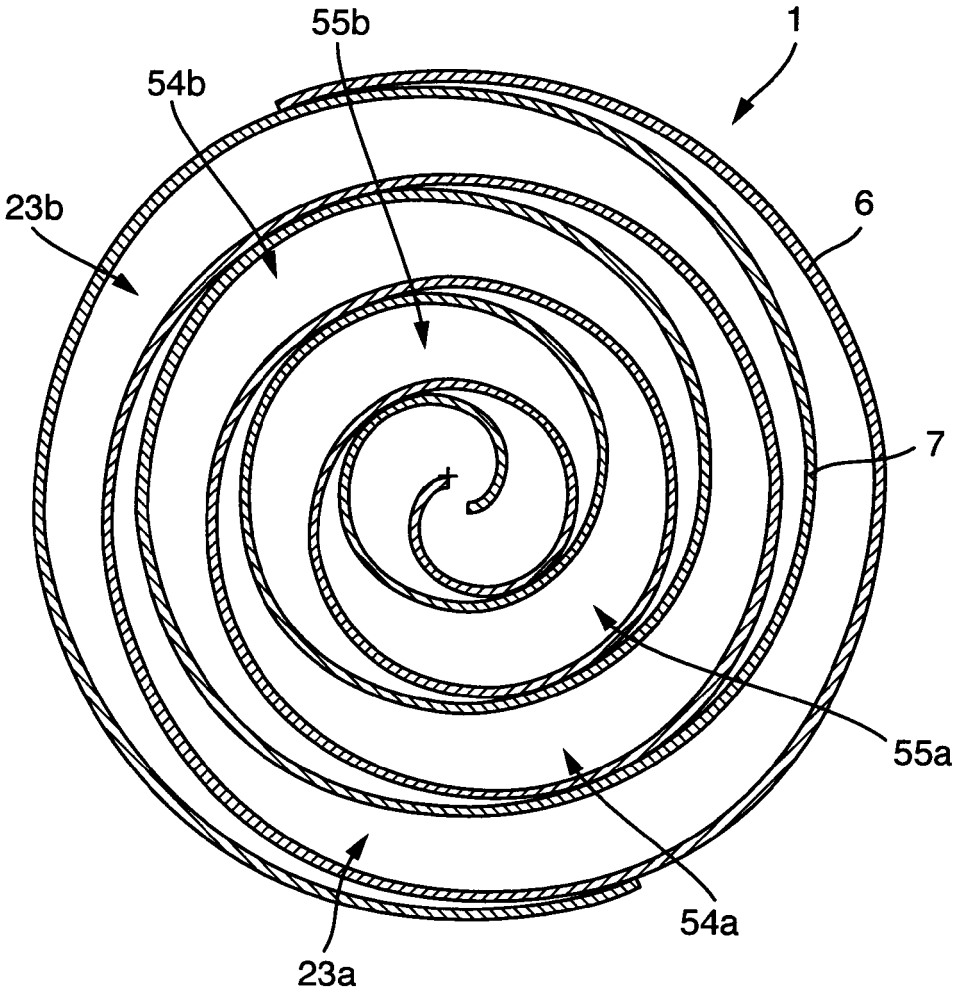

Fig. 2

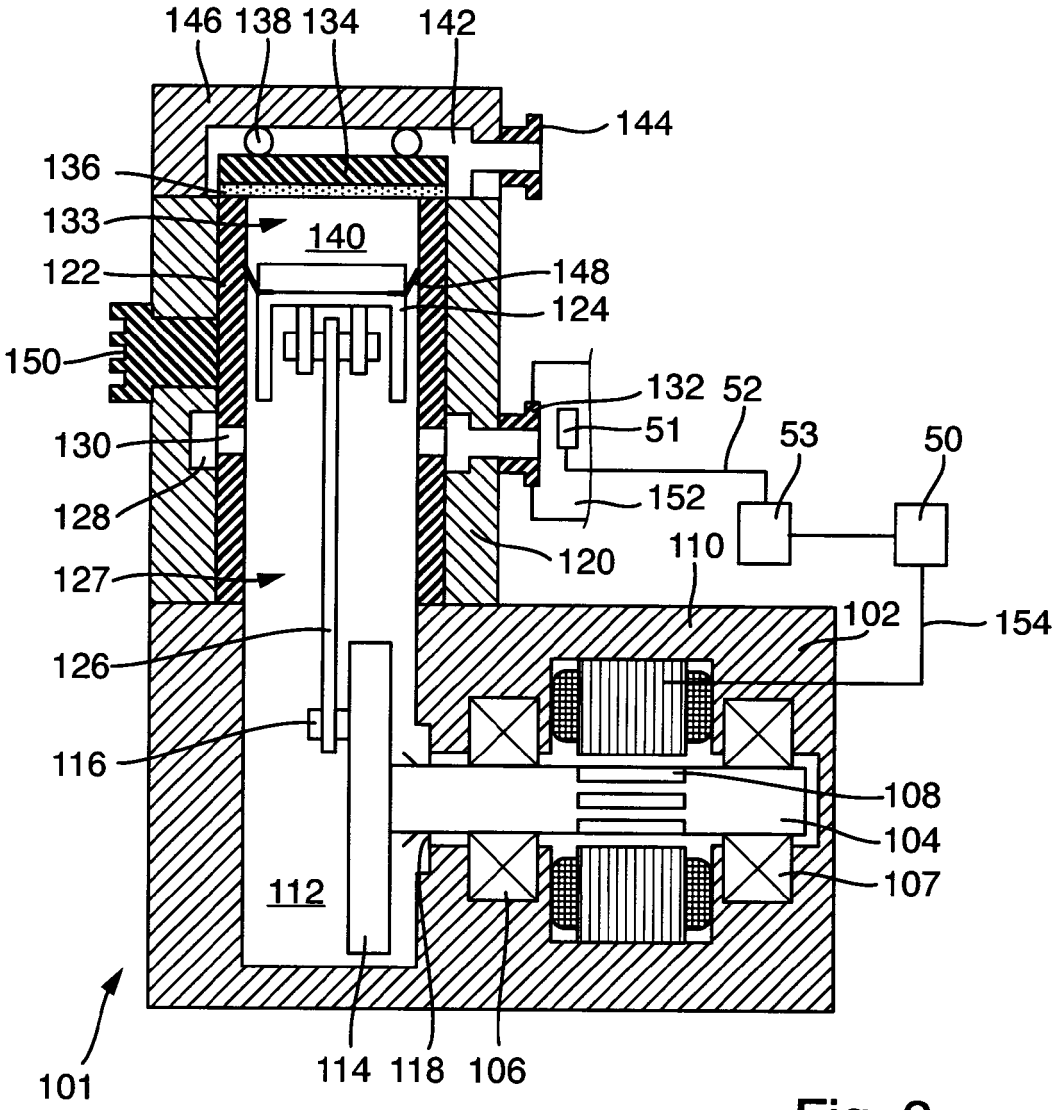
146
138
134
142
144
136
133
140
122
148
124
150
132
52
51
53
50
130
152
128
120
110
127
102
154
126
116
108
104
107
112
101
114
118
106

Fig. 3

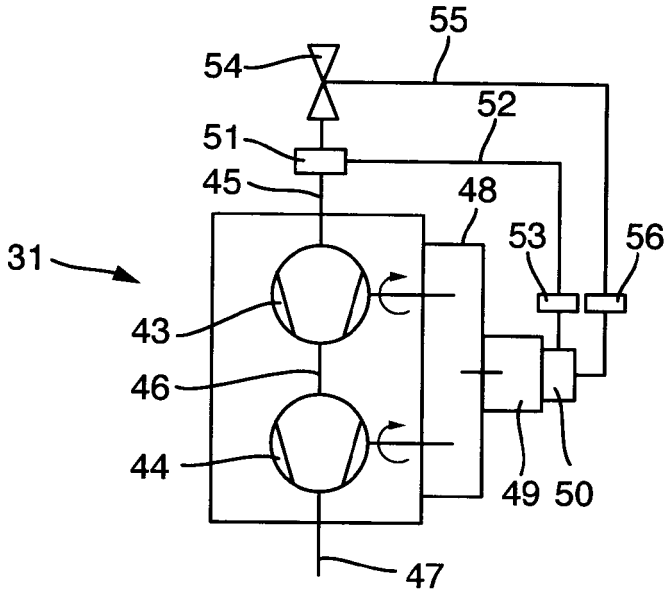
55
54
52
51
45
48
53
56
31
43
46
44
49
50
47

Fig. 4

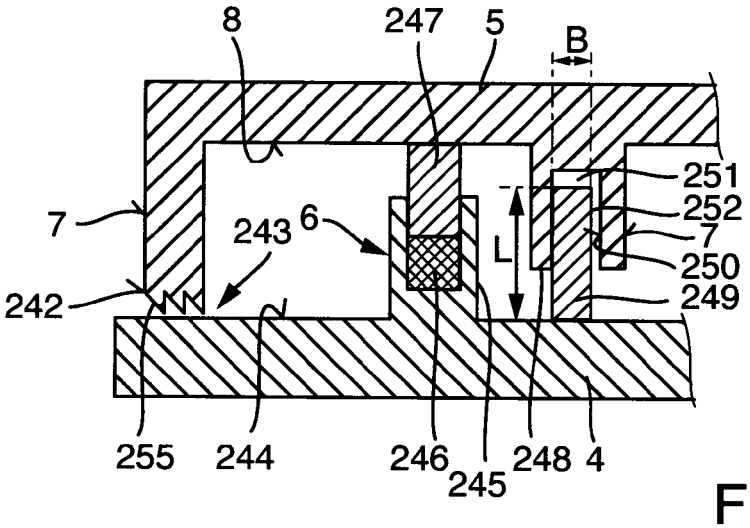
8
247
5
B
251
252
7
250
249
7
243
6
L
242
255
244
246
245
248
4

Fig. 5

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 15 8724

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	US 5 718 565 A (KUHN MONIKA [DE] ET AL) 17. Februar 1998 (1998-02-17) * Spalte 1, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 17; Abbildung 1 * -----	1-7 9,13	INV. F04B37/14 F04C25/02 F04C27/00 F04B39/04
X	JP 2003 139055 A (ULVAC CORP) 14. Mai 2003 (2003-05-14) * Absätze [0033] - [0036]; Abbildung 5 * -----	1-8, 10-12	F04B49/20
X	US 2001/001950 A1 (KAWAMURA TAKESHI [JP] ET AL) 31. Mai 2001 (2001-05-31) * Absätze [0022] - [0038]; Abbildungen 1-6 * -----	1-8, 10-12	
X	DE 102 25 774 C1 (VACUUBRAND GMBH & CO KG [DE]) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) * Absätze [0016] - [0048]; Abbildung 1 * -----	1-8, 10-12	
X	US 2007/071610 A1 (HOLZEMER MICHAEL [DE] ET AL) 29. März 2007 (2007-03-29) * Absätze [0004] - [0029]; Abbildungen 1,2 * -----	1-8, 10-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B F04C
X	JP 2006 322405 A (DENSO CORP) 30. November 2006 (2006-11-30) * Absätze [0020] - [0069]; Abbildungen 1,5 * -----	1-8, 10-12	
Y	CA 2 752 655 A1 (ALLAN R NELSON ENGINEERING 1997 INC [CA]) 13. März 2013 (2013-03-13) * Absatz [0022]; Abbildungen 2,3 * -----	9,13	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	16. November 2015	Jurado Orenes, A

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 : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, 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 (P04C03)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Nummer der Anmeldung
EP 15 15 8724

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☒ Alle weiteren Recherchengebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchengebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchengebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der weiteren Recherchengebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B

Nummer der Anmeldung
EP 15 15 8724

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-8, 10-12

Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 mit wenigstens zwei Pumpstufen oder einer Scrollpumpe,dadurch gekennzeichnet,
- dass im Pumpbetrieb der Drucksensor einen Gasdruck im Ansaugbereich misst,
- dass der oder die Messwerte des Drucksensors von einer Auswerteeinheit ausgewertet wird oder werden, und
- dass die Drehzahl der Pumpe in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eingestellt wird.

---

2. Ansprüche: 9, 13

Verfahren zum Betrieb einer Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 mit wenigstens zwei Pumpstufen oder einer Scrollpumpe,dadurch gekennzeichnet,
- dass beim Start der Vakuumpumpe ein Ventil, welches einen Ansaugbereich von einem Rezipienten trennt, geschlossen wird,
- dass der Drucksensor einen Gasdruck im gegen den Rezipienten geschlossenen Ansaugbereich misst,
- dass der oder die Messwerte des Drucksensors von einer Auswerteeinheit ausgewertet werden, und
- dass in Abhängigkeit von einem Auswerteergebnis eine Information von der Anzeigeeinheit bezüglich des Verschleißes von Dichtungen ausgegeben wird

---

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 15 15 8724

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.

16-11-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5718565 A	17-02-1998	DE 4234169 A1	14-04-1994
		DE 59309310 D1	25-02-1999
		EP 0663986 A1	26-07-1995
		JP 3585489 B2	04-11-2004
		JP H08502565 A	19-03-1996
		US 5718565 A	17-02-1998
		US 5975857 A	02-11-1999
		WO 9409275 A1	28-04-1994
JP 2003139055 A	14-05-2003	JP 4365059 B2	18-11-2009
		JP 2003139055 A	14-05-2003
US 2001001950 A1	31-05-2001	JP H11230036 A	24-08-1999
		US 2001001950 A1	31-05-2001
DE 10225774 C1	11-12-2003	KEINE	
US 2007071610 A1	29-03-2007	CA 2546063 A1	02-06-2005
		CN 1882782 A	20-12-2006
		DE 10354205 A1	23-06-2005
		EP 1697639 A1	06-09-2006
		JP 4553262 B2	29-09-2010
		JP 2007511703 A	10-05-2007
		KR 20060097741 A	14-09-2006
		US 2007071610 A1	29-03-2007
		WO 2005050021 A1	02-06-2005
JP 2006322405 A	30-11-2006	KEINE	
CA 2752655 A1	13-03-2013	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006050943 A1 **[0004]**
- DE 102008061897 A1 **[0005]**