(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 12 680 T2** 2004.08.12

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 962 264 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 12 680.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 201 274.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **22.04.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.12.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **12.11.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.08.2004**

(51) Int Cl.[7]: **F04D 19/04**
F04D 25/06

(30) Unionspriorität:
TO980453 27.05.1998 IT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Varian S.p.A., Leini, Turin/Torino, IT

(74) Vertreter:
Kahler, Käck & Mollekopf, 86899 Landsberg

(72) Erfinder:
Casaro, Fausto, 10141 Torino, IT; Caretto, Raffaella, 10090 Cuceglio (TO), IT

(54) Bezeichnung: **Kompakte Vakuumpumpe**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpe.

[0002] Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine Vakuumpumpe vom Turbomolekulartyp, die durch einen Gleichstrom-Elektromotor angetrieben wird.

[0003] Es ist gut bekannt, dass eine Vakuumpumpe schematisch ein äußeres Gehäuse umfasst, in dem die Gaspumpstufen untergebracht sind.

[0004] Die Gaspumpstufen sind im Allgemeinen durch die Zusammenwirkung von Statorringen, die mit dem Pumpenkörper einteilig sind, und Rotorscheiben, die mit einer Drehwelle einteilig sind, die durch den Motor der Pumpe betrieben wird, ausgebildet.

[0005] Die Rotorscheiben können flache Scheiben sein oder mit geneigten und engen Rippen versehen sein.

[0006] Einige Vakuumpumpen, im Allgemeinen die Turbomolekularpumpen, umfassen sowohl flache Scheiben als auch Scheiben mit Rippen und ermöglichen es, Drücke von ungefähr 10^{-8} Pa mit sehr hohen Drehgeschwindigkeiten, sogar 100000 Umdrehungen pro Minute, zu erreichen.

[0007] Die Welle des Pumpenrotors und die Welle des Motors fallen normalerweise in einer Drehwelle zusammen, die durch geeignete Drehstützmittel abgestützt ist.

[0008] Im Allgemeinen wird die Welle durch Lager abgestützt, die Wälzlager mit Kugeln oder Walzen oder Magnetlager sein können und für die Welle eine freie Drehung und eine genaue Auswuchtung garantieren.

[0009] Eine erste Art einer gut bekannten Vakuumpumpe sieht ein Paar von Wälzlagern vor, die an der Drehwelle zwischen dem Elektromotor und dem Pumpabschnitt angeordnet sind.

[0010] Obwohl eine solche Anordnung gewisse Vorteile wie die einfache Konstruktion und leichte Wartung aufweist, indem der Motor, die Lager und der Pumpabschnitt vollständig separat sind, ermöglicht sie jedoch nicht, Pumpen mit kompakten Abmessungen, insbesondere in der axialen Richtung, zu realisieren.

[0011] Ein zweites Beispiel einer Turbomolekular-Vakuumpumpe, die axial kompakter ist als die vorstehend beschriebene, ist im Dokument EP 0 408 791 offenbart.

[0012] Das Dokument beschreibt eine Vakuumpumpe mit einem glockenförmigen Pumprotor, der intern einen zylindrischen Hohlraum aufweist, in dem der Elektromotor und die Lager zusätzlich zur Drehwelle des Pumprotors untergebracht sind.

[0013] Insbesondere ist der Motor zwischen den Lagern angeordnet und seine Welle fällt mit der Drehwelle der Pumpe zusammen.

[0014] Diese Lösung ermöglicht es, die Pumpe kompakter zu machen als die vorstehend beschriebene erste Art Pumpe, der Abstand zwischen den Lagern kann jedoch niemals kleiner sein als die Länge des Motors.

[0015] Das Dokument DE 37 08 663 offenbart eine Vakuumpumpe mit einem zylindrischen Gehäuse mit einer Anzahl von Statorscheiben, einer Rotorwelle, die einen glockenförmigen Pumprotor abstützt, und einem Elektromotor mit einem ringförmigen Rotor, der an der radial inneren Oberfläche des Rotorkörpers montiert ist, und einem Stator, der am Gehäuse an einem Punkt montiert ist, der innerhalb des ringförmigen Rotors liegt. Die Rotorwelle dreht sich in den Lagern, die an entgegengesetzten Enden der welle im zylindrischen Gehäuse angeordnet sind.

[0016] Das Dokument US 5 695 318 offenbart ein diagonales Gebläse mit einem glockenförmigen Gebläserad, das einen elektrischen Antriebsmotor umschließt, der an einer Drehwelle montiert ist. Die Drehwelle des Gebläserades ist mittels zwei Lagermitteln an einem Lagerrohr montiert, das mit der Basisstruktur des Gebläses einteilig ist.

[0017] US 5 663 604 bezieht sich auf einen bürstenlosen Motor zur Verwendung als Gebläsemotor oder dergleichen, bei dem die Gesamtgröße des Motors verringert werden kann, während eine gewünschte Montagefläche für eine Antriebssteuerschaltung aufrechterhalten wird.

[0018] Eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher das Ermöglichen der Realisierung einer Vakuumpumpe, die axial kompakt und strukturell sehr einfach ist.

[0019] Diese und weitere Aufgaben werden durch die erfindungsgemäße Vakuumpumpe, wie in den beigefügten Ansprüchen beansprucht, erreicht.

[0020] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe kann bei allen denjenigen Anwendungen vorteilhaft verwendet werden, bei denen es erforderlich ist, die Abmessungen der Pumpe auf ein Minimum zu reduzieren, ohne auf hohe Leistungen zu verzichten.

[0021] Die vorstehend genannten und weitere Aufgaben der Erfindung werden aus der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügte Zeichnung besser ersichtlich, in welcher eine Vakuumpumpe gezeigt ist, die gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist.

[0022] Mit Bezug auf die Figur wird nun eine Vakuumpumpe **11** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0023] Mit der Bezugsziffer **1** ist ein Körper der Pumpe, der normalerweise aus Metall besteht, mit einem Basisteil und einem zylindrischen hohlen Teil **14** gezeigt, die als Fundament und Abstützung für andere Elemente der Pumpe dienen.

[0024] Insbesondere ist in der Figur ein Pumprotor **9** mit einer Vielzahl von Rotorscheiben **12** sichtbar, die mit entsprechenden Statorringen gekoppelt sind, die mit dem Körper **1** der Pumpe einteilig sind und in der Figur nicht gezeigt sind.

[0025] Die Zusammenwirkung zwischen den Statorringen und den flachen Rotorscheiben **12** ermöglicht

die Realisierung von Gaspumpstufen verschiedener Arten.

[0026] Einige Stufen könnten beispielsweise flache Rotorscheiben, andere Rotorscheiben mit geneigten und engen Rippen gemäß den gewünschten Eigenschaften vorsehen.

[0027] Der Pumprotor **9** weist intern einen axialen glockenförmigen Hohlraum **13** auf, in dessen Mitte eine Drehwelle **15** angeordnet ist.

[0028] Ein Teil des Körpers **1**, insbesondere der zylindrische hohle Teil **14**, dringt in den axialen glockenförmigen Hohlraum **13** des Pumprotors **9** ein und nimmt intern Drehstützmittel **5a**, **5b** für die Drehwelle **15** auf.

[0029] Im Allgemeinen können die Drehstützmittel Wälzlager mit Kugeln oder walzen oder Magnetlager, die mit Sicherheitskugellagern gekoppelt sind, die im Fall einer plötzlichen Fehlfunktion der Magnetlager eingreifen, um Beschädigungen in der Pumpe selbst zu vermeiden, sein.

[0030] Insbesondere sind in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein erstes **5a** und ein zweites **5b** Wälzlager im zylindrischen hohlen Teil **14** angeordnet.

[0031] Jedes Lager weist einen äußeren Ring, der mit der Innenfläche des hohlen zylindrischen Teils **14** einteilig ist, und einen inneren Ring, der mit der Drehwelle **15** des Pumprotors **9** einteilig ist, auf. Zwischen den zwei Ringen sind eine Vielzahl von Rollkugeln oder -walzen angeordnet.

[0032] Zwei Gummiringe **4** sind zwischen den Kugellagern und der Innenfläche des zylindrischen hohlen Teils **14** angeordnet.

[0033] Vorteilhafterweise weisen beide Lager **5a**, **5b** einen Sitz im Fundamentteil der Pumpe entsprechend dem zylindrischen hohlen Teil **14** auf. Dies ermöglicht es, die Struktur der Pumpe weiter zu vereinfachen, was eine bessere Genauigkeit ermöglicht und folglich komplexe Auswucht- und Zentriervorgänge der Lager vermeidet, die ansonsten für eine korrekte Drehung der Pumpenwelle erforderlich sind.

[0034] Zwischen den zwei Wälzlagern ist eine Abstandsstange **6** mit einer Form, die im Wesentlichen zylindrisch ist, vorhanden, die den Abstand zwischen den Lagern konstant hält.

[0035] Die Lager **5a** und **5b** werden durch einen axialen Haltering **2b**, der an der Oberseite des zylindrischen hohlen Teils **14** befestigt ist, durch eine Abdeckung **2a**, die an der Basis des Körpers **1** befestigt ist, und durch eine Vorspannfeder **3**, die zwischen der Abdeckung **2a** und dem Lager **5b** angeordnet ist, in Position gehalten.

[0036] Ein Gleichstrom-Elektromotor **7**, **8**, der im axialen glockenförmigen Hohlraum **13** enthalten ist, umfasst einen Stator **7**, der mit dem Körper **1** der Pumpe einteilig ist, und einen Rotor **8**, der mit der Innenfläche des axialen glockenförmigen Hohlraums **13** des Pumprotors **9** gekoppelt ist.

[0037] Der Rotor **8** des Motors besteht aus einem ringförmigen Permanentmagneten mit Nord- und Südpolen, die auf seinem Umfang abwechseln, und ist in den axialen glockenförmigen Hohlraum **13** des Pumprotors **9** eingekeilt.

[0038] Alternativ kann der Rotor **8** aus einer Vielzahl von Permanentmagneten bestehen, die mit der Innenfläche des axialen glockenförmigen Hohlraums **13** des Pumprotors **9** gekoppelt sind und so angeordnet sind, dass sie insgesamt einen Magnetring mit abwechselnden Polaritäten entlang seines Umfangs bilden.

[0039] Der Magnet oder die Magnete kann (können) in einer Aussparung angeordnet sein, die im axialen glockenförmigen Hohlraum **13** des Pumprotors **9** vorgesehen wird, so dass sie mit der Innenfläche der Glocke koplanar sind. Auf diese Weise kann der von der Rotor-Stator-Anordnung des Motors eingenommene Platz weiter verringert werden.

[0040] Der Stator **7** mit einer ringförmigen Form ist an der Außenfläche des zylindrischen hohlen Teils **14** des Körpers **1** befestigt, so dass er mit dem Körper **1** der Pumpe einteilig ist.

[0041] Die Verwendung eines Gleichstrom-Elektromotors mit einem in den Pumprotor **9** integrierten Permanentmagneten ermöglicht eine beachtliche Vereinfachung der Geometrie des Pumpenkörpers im Lagerunterbringungsbereich.

[0042] Der Abstand zwischen den Stützlagern kann daher auf das Minimum reduziert werden, das zum Garantieren einer korrekten Auswuchtung der Welle erforderlich ist, ohne durch die physikalische Länge des Motors begrenzt zu sein.

[0043] Der Motorrotor ist tatsächlich in den Hohlraum **13** des Pumpabschnitts **9** eingekeilt und nimmt keinen Platz an der Drehwelle der Pumpe ein, wo die Lager angeordnet sind.

[0044] Der Abstand zwischen den Wälzlagern **5a**, **5b** entlang der Drehwelle **15** ist kürzer als die axiale Länge des Motors **7**, **8**.

[0045] Es werden daher eine beachtliche konstruktive Einfachheit, eine bessere Kompaktheit insbesondere in der axialen Richtung und eine bessere Biegesteifigkeit, die die Auswuchtvorgänge der Drehteile vereinfacht, erhalten.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (**11**) mit:

– einem Körper (**1**), der zumindest aus einem Basisteil und einem zylindrischen hohlen Teil (**14**), der einteilig mit dem Basisteil ausgebildet ist und eine Innenfläche und eine Außenfläche aufweist, besteht,

– einem Pumprotor (**9**) mit einer Vielzahl von Rotorscheiben (**12**), die mit entsprechenden Statorringen gekoppelt sind, zum Ausbilden einer Vielzahl von Pumpstufen und mit einem axialen glockenförmigen Hohlraum (**13**), der sich entlang eines Teils des Rotors (**9**) erstreckt und der den zylindrischen hohlen Teil (**14**) des Körpers (**1**) teilweise umschließt, und einer Drehwelle (**15**), die koaxial in den zylindrischen hohlen Teil (**14**) eintritt,

– einem Elektromotor (**7**, **8**), der mit der Außenfläche

des hohlen zylindrischen Teils (**14**) gekoppelt ist, mit einem Stator (**7**), der einteilig mit der Außenfläche des zylindrischen hohlen Teils (**14**) ausgebildet ist, und einem Rotor (**8**), der mit der Innenfläche des axialen glockenförmigen Hohlraums (**13**) des Pumprotors (**9**) gekoppelt ist,
– einem Paar von Drehstützmitteln (**5a**, **5b**),
dadurch gekennzeichnet, dass das Paar von Drehstützmitteln (**5a**, **5b**) innerhalb des zylindrischen hohlen Teils (**14**) des Körpers angeordnet ist und einen stationären Teil, der einteilig mit der Innenfläche des hohlen zylindrischen Teils (**14**) ausgebildet ist, und einen Drehteil, der mit der Drehwelle (**15**) des Pumprotors (**9**) gekoppelt ist, aufweist, und dass die Stützmittel (**5a**, **5b**) durch eine Abstandsstange (**6**), die entlang der Drehwelle (**15**) vorgesehen ist, beabstandet sind.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei der Basisteil eine Öffnung, die mit einer Abdeckung (**2a**) geschlossen ist, zum Zugang in das Innere des zylindrischen hohlen Teils (**14**) aufweist.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 2, wobei der Abstand zwischen den Drehstützmitteln (**5a**, **5b**) entlang der Drehwelle kürzer ist als die axiale Abwicklung des Elektromotors (**7**, **8**).

4. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Elektromotor ein Gleichstrom-Elektromotor ist.

5. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, wobei der Rotor (**8**) des Elektromotors ein ringförmiger Permanentmagnet mit Nord- und Südpolen ist, die auf seinem Umfang abwechseln, und in den axialen glockenförmigen Hohlraum (**13**) des Pumprotors (**9**) eingekeilt ist.

6. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, wobei der Rotor (**8**) des Elektromotors aus einer Vielzahl von Permanentmagneten besteht, die mit der Innenfläche des axialen glockenförmigen Hohlraums (**13**) des Pumprotors (**9**) gekoppelt sind.

7. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei der Rotor (**8**) des Elektromotors in einer Aussparung angeordnet ist, die in dem axialen glockenförmigen Hohlraum (**13**) des Pumprotors (**9**) erhalten wird.

8. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 5, 6 oder 7, wobei der Stator (**7**) des Elektromotors eine Ringform aufweist und an der Außenfläche des zylindrischen hohlen Teils (**14**) des Körpers (**1**) entsprechend dem Rotor (**8**) des Elektromotors befestigt ist.

9. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Drehstützmittel (**5a**, **5b**) ein Paar von Wälzlagern mit Kugeln oder Walzen umfassen, die jeweils einen äußeren Ring einteilig mit der Innenfläche des hohlen zylindrischen Teils (**14**) des Körpers (**1**) und einen inneren Ring einteilig mit der Drehwelle (**15**) des Pumprotors (**9**) aufweisen.

10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9 mit einigen Gummiringen (**4**), die zwischen den äußeren Ringen der Wälzlager und der Innenfläche des hohlen zylindrischen Teils (**14**) des Körpers (**1**) angeordnet sind.

11. Vakuumpumpe nach Anspruch 10, wobei die Drehstützmittel (**5a**, **5b**) durch einen axialen Haltering (**2b**), der an der Oberseite des zylindrischen hohlen Teils (**14**) befestigt ist, und durch die Abdeckung (**2a**), die an der Basis des Körpers (**1**) befestigt ist, in Position gehalten werden, wobei eine Vorspannfeder (**3**) zwischen der Abdeckung (**2a**) und einem benachbarten Drehstützmittel (**5b**) angeordnet ist.

12. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Drehstützmittel (**5a**, **5b**) ein Paar von Magnetlagern umfassen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

