



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 024 562 A1** 2005.12.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 024 562.2**

(22) Anmeldetag: **18.05.2004**

(43) Offenlegungstag: **15.12.2005**

(51) Int Cl.7: **F04B 35/04**
F04B 37/14

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

(72) Erfinder:
Conrad, Armin, 35745 Herborn, DE; Losch, Wolfgang, 35080 Bad Endbach, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 38 25 035 A1

DE 36 33 479 A1

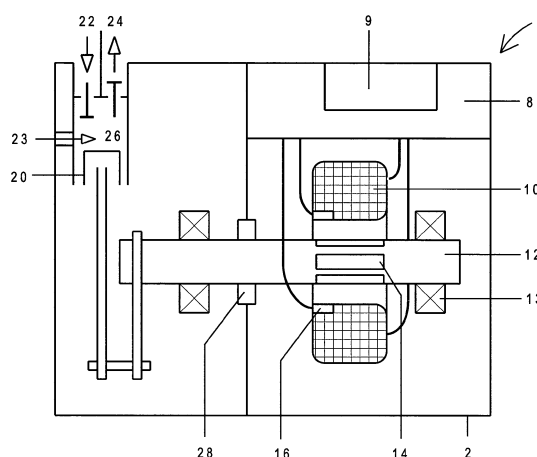
US 59 21 755 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine trocken laufende Kolbenvakuumpumpe mit einer oder mehreren Pumpstufen, wobei jede Pumpstufe aus einem Zylinder mit Gasauslass und mindestens einem Gaseinlass und einem darin oszillierende Bewegungen ausführenden Kolben besteht, wobei mindestens einer der Gaseinlässe kolbengesteuert ist, mit einem Antriebssystem mit Kurbeltrieb und Welle, wobei diese Kolbenvakuumpumpe dadurch gekennzeichnet ist, dass das Antriebssystem aus auf der Welle angebrachten Permanentmagneten und ortsfesten elektrischen Spulen besteht, wobei die Spulen ein magnetisches Drehfeld erzeugen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

Stand der Technik

[0002] Trocken laufende Kolbenvakuumpumpen wie zum Beispiel in US-PS 5,921,755 offenbart, haben in den letzten Jahren erheblich an kommerzieller Bedeutung gewonnen. Sie dienen zur Erzeugung von Grob- und Feinvakuum in Anwendungen, in denen eine Kontamination des Rezipienten mit Ölrückständen selbst in geringen Mengen nicht toleriert werden kann.

[0003] Die Güte des erreichbaren Vakuums hängt ab von den Spalten, bzw. Dichtmitteln zwischen Kolben und Zylinderwand. Weiterhin hängt sie in starkem Maße von der Größe der schädlichen Volumina ab. Damit ist beispielsweise das Volumen gemeint, das im Schöpfraum verbleibt, wenn der Kolben den oberen Umkehrpunkt seiner Bewegung und damit den Punkt des Ausstoßens erreicht hat. Gebildet werden solche Räume beispielsweise durch die Ausgestaltung der Ventile.

[0004] Nach dem Ausstoßen des Gases folgt der Ansaugvorgang, in dem sich der Kolben vom oberen Umkehrpunkt weg bewegt und den Schöpfraum vergrößert. In diesem Raum herrscht ein starker Unterdruck. Während des Beginns des Abpumpvorgangs bewegt sich der Kolben aber gegen Atmosphärendruck, d.h. über Kolbenboden und Kolbendeckel fällt ein Druck von nahezu einem Bar ab.

[0005] Dies erfordert ein ausreichendes Drehmoment auf Seiten des Antriebsmotors, damit der Kolben überhaupt in Bewegung versetzt werden kann.

[0006] Oftmals sind gattungsgemäße Kolbenvakuumpumpen so ausgestaltet, dass der Raum mit dem Kurbeltrieb im Laufe des Abpumpens mit evakuiert wird. Im weiteren Verlauf des Abpumpens sinkt daher diese Druckdifferenz und damit auch die Anforderung an das benötigte Drehmoment des Antriebsmotors. Das bereitgestellte Drehmoment geht einher mit der Leistungsaufnahme des Motors.

[0007] Im Stand der Technik werden mit asynchronen Wechselstrom-Elektromotoren betrieben. Diese weisen bei niedrigen Drehzahlen ein geringes Drehmoment auf, der Motor muss also sehr groß ausgelegt werden, viel leistungsstärker als im Dauerbetrieb erforderlich. Dies führt insgesamt zu hohen Betriebskosten, da unnötig viel Energie beansprucht wird.

[0008] Weiterhin sorgt die Überdimensionierung für einen unnötig voluminösen Aufbau. Im Gegensatz

dazu ist man heute bestrebt, Pumpen möglichst kompakt zu bauen, um sie in Pumpstände und Anlagen integrieren zu können.

[0009] Negativ wirkt sich die Größe des Motors auch auf die Vibrationsentwicklung der Pumpe aus, was in modernen Pumpständen und Anlagen mit zum Teil empfindlichen Messgeräten immer weniger tolerierbar ist.

[0010] In vielen Anwendungen ist es wünschenswert, das Saugvermögen der Pumpe regulieren zu können. Hierzu wird eine zusätzliche Regelelektronik benötigt, was zusätzliche Herstellungskosten bedeutet.

Aufgabenstellung

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine trocken laufende Kolbenvakuumpumpe zu bauen, die die Nachteile des Standes der Technik überwindet.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 7 stellen vorteilhafte Ausführungen dar.

[0013] Die erfindungsgemäße Kolbenvakuumpumpe weist einen bürstenlosen Gleichstrommotor als Antrieb auf. Dieser besteht aus Permanentmagneten, die auf der Antriebswelle fixiert sind und ortsfesten elektrischen Spulen, die ein magnetisches Drehfeld erzeugen. Die Ansteuerung und Bestromung der Spulen erfolgt durch eine Regelelektronik.

[0014] Der Vorteil dieser Erfindung liegt in der gegenüber bisherigen Motoren kleineren Dimensionierung, da bürstenlose Gleichstrommotoren ein hohes Drehmoment schon bei niedrigen Drehzahlen aufweisen. Hiermit werden Leistungsaufnahme, die Wärme- und Vibrationsentwicklung reduziert. Die Pumpe kann wesentlich kompakter gebaut werden. Die zur Ansteuerung der Spulen notwendige Elektronik kann zudem so ausgestaltet werden, dass eine Drehzahlsteuerung und damit eine Regelung des Saugvermögens möglich ist.

Ausführungsbeispiel

[0015] Die vorliegende Erfindung soll anhand der einzigen Figur näher erläutert werden. Diese Figur zeigt eine erfindungsgemäße einstufige Kolbenvakuumpumpe **1** mit einem Gehäuse **2**. Eine Welle **12** ist in Lagern **13** rotierbar gelagert. Auf der Welle sind Permanentmagnete **14** angebracht, Spulen **10** erzeugen ein drehendes Magnetfeld. Diese Drehung wird durch elektronische Kommutierung erzeugt. Zur Erzeugung der Kommutierungssignale dient eine Regelelektronik **8** mit einem Leistungsteil **9** zur Ansteu-

erung der Spulen. Positionssensoren **16** ermöglichen es der Regelelektronik, die Lage des Rotors zu bestimmen. Diese Sensoren können beispielsweise als Hall-Sensoren ausgebildet sein. Die Regelelektronik sitzt in einem abnehmbaren Gehäuseteil und beinhaltet Steuerteil und Leistungsteil, so dass die Pumpe über ein Kabel mit einem Spannungsversorgungsnetz verbunden werden kann. Hierbei kann es sich beispielsweise um ein Industrienetz (24 V oder 48 V), ein 230 V Wechselspannungsnetz oder ein anderes übliches Versorgungsnetz handeln. Über einen Kurbeltrieb bewegt diese Welle den Kolben **20** und verändert damit periodisch das Volumen des Schöpfraumes **26**. Im Kopf des Zylinders sitzen Gaseinlass **22** und Gasauslass **24**, die jeweils mit Ventilen versehen sind. In einem unteren Abschnitt des Zylinders sitzt ein weiterer Gaseinlass **23**, der kolbengesteuert ist. Nur wenn der Kolben am unteren Umkehrpunkt angelangt ist, wird dieser Gaseinlass freigegeben.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführung ist die Regelelektronik so ausgebildet, dass die Kolbenvakuumpumpe mit verschiedenen Drehzahlen betrieben werden kann.

[0017] In einer weiteren Ausführung ist die Kolbenvakuumpumpe als mehrstufige Kolbenvakuumpumpe ausgeführt.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführung ist die Regelelektronik so ausgestaltet, dass sie an ein- oder mehrphasigen Netzspannungen zwischen 60 V und 400 V betrieben werden kann. Ein Wahlschalter erlaubt die Einstellung auf die jeweilige Versorgungsspannung. Noch vorteilhafter ist es, wenn die Regelelektronik Mittel enthält, mit denen sie selbsttätig die angelegte Versorgungsspannung erkennen kann. Diese Maßnahmen führen dazu, dass die trocken laufende Kolbenvakuumpumpe an allen Weltspannungsnetzen betrieben werden kann, wodurch erheblich Kosten gespart werden können, da die Pumpen nicht mehr auf spezielle örtliche Gegebenheiten angepasst werden müssen. Stattdessen können für alle Pumpen die gleichen Standardbauteile verwendet werden.

[0019] Die Regelelektronik **8** enthält einen Leistungsteil **9** zur Ansteuerung der Spulen. Vorteilhaft ist es, wenn dieser Leistungsteil in thermischen Kontakt mit der Gehäusewandung gebracht wird. Über das Gehäuse wird dann in thermischer Konvektion die Wärme von der Pumpe abgeführt, wodurch zusätzliche Kühlmittel vermieden werden können.

[0020] In einer weiteren Ausführung ist der Gehäuseteil, der die Regelelektronik **8** beinhaltet, Bestandteil des Pumpengehäuses **2**.

Patentansprüche

1. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe
 – mit mindestens einer Pumpstufe
 – wobei jede Pumpstufe aus einem Zylinder mit Gasauslass- und mindestens einem Gaseinlass (**22**, **23**) und einem darin oszillierende Bewegungen ausführenden Kolben besteht,
 – wobei mindestens einer der Gaseinlässe (**22**, **23**) kolbengesteuert ist
 – einem Antriebssystem mit Kurbeltrieb und Welle (**12**),
dadurch gekennzeichnet, dass
 – dass Antriebssystem aus auf der Welle angebrachten Permanentmagneten (**14**) und ortsfesten elektrischen Spulen (**10**) besteht, die ein magnetisches Drehfeld erzeugen,
 – dass die zur Ansteuerung der Spulen notwendige Regelelektronik (**8**) im Pumpengehäuse (**2**) integriert ist.

2. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Sensoren (**16**) zur Bestimmung der Rotorlage vorhanden sind.

3. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (**16**) zur Bestimmung der Rotorlage Hall-Sensoren sind.

4. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelelektronik (**8**) so ausgebildet ist, dass sie zur Energieversorgung direkt mit einem Spannungsnetz verbunden ist.

5. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelelektronik (**8**) mit ein- oder mehrphasigen Spannungen zwischen 60 V und 400 V betrieben werden kann.

6. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelelektronik (**8**) Mittel zur Erkennung der Netzspannung und zur Umschaltung des Spannungsbereiches enthält.

7. Trocken laufende Kolbenvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens der Leistungsteil (**9**) der Regelelektronik (**8**) mit der Gehäusewandung in thermischem Kontakt steht.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

