



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 30 833 T2** 2007.03.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 118 774 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 30 833.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 311 552.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **20.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F04D 29/66** (2006.01)
F04D 19/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

36309799	21.12.1999	JP
2000205017	06.07.2000	JP

(73) Patentinhaber:

BOC Edwards Japan Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Ohtachi, Yoshinobu, Narashino-shi, Chaib, JP;
Namiki, Hirotaka, Narashino-shi Chaib, JP;
Yamauchi, Akira, Narashino-shi Chaib, JP

(54) Bezeichnung: **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 betrifft eine Vakuumpumpe, die mit einem externen Behälter in Verbindung steht, um Gas, das in dem externen Behälter enthalten ist, anzusaugen, und insbesondere eine Vakuumpumpe, die die Fortpflanzung von Vibrationen zu dem externen Behälter ohne Verwendung von Dämpfern unterdrücken kann.

[0002] Eine Vakuumpumpe, wie eine Turbomolekularpumpe oder eine Gewindepumpe, ist bekannt, die mit einem externen Behälter in Verbindung steht, um Gas, das in dem externen Behälter enthalten ist, anzusaugen. Die Vakuumpumpe wird allgemein verwendet, um einen Vakuumprozess, in dem ein Prozessgas in einer Kammer während des Trockenätzens, der CVD oder dergleichen, abgesaugt wird, mit einer Halbleiterherstellungsvorrichtung, einer Flüssigkristallherstellungsvorrichtung oder dergleichen auszuführen. Die Vakuumpumpe wird auch in einem Messinstrument für ein elektronisches Mikroskop oder dergleichen verwendet.

[0003] Die Vakuumpumpe ist so konstruiert, dass ein äußerer zylindrischer Abschnitt, der mit dem externen Behälter in Verbindung gebracht wird, an einem Ende an einer Basis befestigt ist, so dass das Gas in dem externen Behälter in das Innere des äußeren zylindrischen Abschnitts an dem einen Ende eingeleitet wird. Im Inneren des äußeren zylindrischen Abschnitts sind ein Rotorabschnitt und ein Statorabschnitt angeordnet, die mit der Basis direkt oder durch andere Komponenten verbunden sind. Die äußere Umfangsfläche entweder des Rotorabschnitts oder des Statorabschnitts liegt der inneren Umfangsfläche des anderen gegenüber, um einen Gasübertragungsabschnitt zur Übertragung des Gases zwischen dem Rotorabschnitt und dem Statorabschnitt zu definieren.

[0004] Durch die Drehung des Rotorabschnitts wird das Gas in dem Gasübertragungsabschnitt übertragen, und das Gas in dem externen Behälter darin angesaugt.

[0005] Im Falle einer Turbomolekularpumpe sind mehrere Abstandshalter an dem Statorabschnitt koaxial zu dem Rotorabschnitt angeordnet, und Statorschaufeln sind jeweils zwischen dem benachbarten Abstandshaltern angeordnet, so dass sie zu dem Rotorabschnitt ragen. Rotorscheaufeln sind an dem Rotorabschnitt angeordnet, um jeweils in Abstandshalter zwischen den benachbarten Statorschaufeln zu ragen. Die Rotorscheaufeln treffen bei der Drehung auf die Gasmoleküle und befördern diese somit.

[0006] Im Falle einer Gewindepumpe ist eine Gewindenut an einer der gegenüberliegenden Umfangsflächen des Rotorabschnitts und des Statorab-

schnitts gebildet. Wenn daher der Rotor gedreht wird, wird das Gas unter Nutzung der Gasviskosität übertragen.

[0007] Die zuvor beschriebene Vakuumpumpe wird zum Beispiel bei einem elektronischen Mikroskop oder anderen Vorrichtungen angewendet, die stark durch geringfügige Vibrationen beeinträchtigt werden.

[0008] Nachdem Stand der Technik ist die Vakuumpumpe aus einem Material gebildet, durch das sich Vibrationen leicht fortpflanzen können, das heißt, der Rotorabschnitt und die Basis sind aus einer Aluminiumlegierung gebildet (deren logarithmisches Dämpfungsverhältnis im Bezug auf Vibrationen etwa 0,0002 beträgt), und der äußere zylindrische Abschnitt und Schrauben zur Verbindung der Komponenten sind aus einer SUS-Legierung gebildet (deren logarithmisches Dämpfungsverhältnis im Bezug auf Vibrationen etwa 0,01 beträgt). Folglich pflanzen sich die Vibrationen, die mit der Drehung des Rotorabschnitts in Zusammenhang stehen, durch den Statorabschnitt und den äußeren zylindrischen Abschnitt fort, und beeinflussen die externe Vorrichtung nachteilig, die daran angeschlossen ist.

[0009] Aus diesem Grund wurde eine technische Lösung vorgeschlagen, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, in der ein Dämpfer D zwischen einem Rohr C des externen Behälters und dem äußeren zylindrischen Abschnitt **116** der Vakuumpumpe **100** eingesetzt ist, um zu verhindern, dass Vibrationen, die auf die Drehung des Rotorabschnitts oder dergleichen zurückzuführen sind, sich zu dem externen Behälter fortpflanzen, der an die Vakuumpumpe angeschlossen ist.

[0010] Als Beispiel für den Dämpfer D wird ein dünnes zylindrisches Element aus SUS verwendet, dessen Umfangsfläche zu einer Balgform gekrümmt ist, und das mit einem Silikongummi oder dergleichen überzogen ist. Dieser Dämpfer D ist so gestaltet, dass die natürliche Frequenz des gesamten Dämpfersystems D 20 Hz oder weniger ist, so dass eine ausgezeichnete Dämpfungseigenschaft erhalten wird. Während der Verwendung der Vakuumpumpe **100** wird der Dämpfer D mit einer Schlauchschelle oder dergleichen befestigt, die extern an dem Dämpfer D montiert ist.

[0011] Die Verwendung des Dämpfers D als Lösung, um das Fortpflanzen der Vibrationen der Vakuumpumpe **100** zu vermeiden, erfordert einen zusätzlichen Raum in der axialen Richtung, der der Länge des Dämpfers D entspricht. Der Raum, der zur Montage des Dämpfers D an der Vakuumpumpe **100** erforderlich ist, beträgt im Allgemeinen etwa 10 cm in axialer Richtung. Dadurch sind auch erhöhte Kosten erforderlich, die dem Dämpfer D entsprechen.

[0012] Die Montage und Entfernung des Dämpfers D bedeutet einen Arbeitsaufwand und ist mühsam. Die Eigenschaft des Dämpfers D kann abhängig von dem Montagezustand des Dämpfers D geändert werden.

[0013] Zusätzlich können die zuvor beschriebenen, balgförmigen Elemente nicht aus einem hochsteifen Element oder dicken Element gebildet werden, da das balgförmige Element eine ausgezeichnete Vibrationen unterdrückende Eigenschaft aufweisen muss. Wenn die übermäßige Kraft aufgrund des Drehmoments des Rotorabschnitts auf das Element wirkt, kann daher das Element brechen. Es ist denkbar, ein Verstärkungselement, wie ein Drehung verhinderndes Element anzuordnen, um einen Bruch zu vermeiden, aber die Anordnung des Verstärkungselements erfordert zusätzliche Kosten und macht die Struktur der Vorrichtung kompliziert. Folglich wird die Wartungsarbeit, wie die Montage und Entfernung, mühsam.

[0014] Ferner ist die natürliche Frequenz der gesamten Pumpe etwa 10 Hz, nahe der natürlichen Frequenz der Präzession des Rotors (mehrere Hz), die erzeugt wird, wenn der Rotorabschnitt der Vakuumpumpe von Magnetlagern gestützt wird. Folglich wird die Rotationsverschiebung des Rotorabschnitts mit Wahrscheinlichkeit aufgrund einer externen Kraft, wie eines Erdbebens, erhöht, und in einigen Fällen wird die Schutzfunktion aktiviert, um den Rotorabschnitt zu stoppen.

[0015] Wie zuvor beschrieben, muss bei der verwandten Vakuumpumpe der Dämpfer an dem Verbindungsabschnitt mit dem externen Behälter montiert werden, um die Fortpflanzung der Vibrationen zu dem externen Behälter zu vermeiden, aber die Montage des Dämpfers erhöht die Kosten und den Arbeitsaufwand und erfordert den zusätzlichen Raum, was zu einer Minderung der Handhabbarkeit führt.

[0016] Ferner hat die verwandte Vakuumpumpe, wie zuvor beschrieben, einen eingebauten Motor, und ferner verwendet eine bestimmte Art der Vakuumpumpe Magnetlager als Lager. Aus diesem Grund können Magnetflüsse, die durch Magneten des Motors und Magnetlager verursacht werden, nach außen lecken und den angeschlossenen externen Behälter, wie eine Vakuumvorrichtung, nachteilig beeinflussen.

[0017] Ferner ist die verwandte Vakuumpumpe, wie zuvor beschrieben, so gestaltet, dass das äußere zylindrische Element, das an der Vakuumvorrichtung befestigt wird, elektrisch an Kerne von Elektromagneten des Motors und Magnetlager angeschlossen ist. Falls ein Schaltverstärker als Antriebsverstärker für die Elektromagneten jedes Motors und der Magnetlager verwendet wird, kann der Strom, der in dem

Kern des Elektromagneten erregt wird, wenn die Spannung, die an die Spule des Elektromagneten durch den Umschaltverstärker angelegt wird, verändert wird, durch das äußere zylindrische Element zu der externen Vakuumvorrichtung befördert werden, wodurch ein elektrisches Rauschen verursacht wird, dass die Vakuumvorrichtung nachteilig beeinflusst.

[0018] Wie zuvor beschrieben, leidet die verwandte Vakuumpumpe unter den erzeugten Vibrationen, einem Lecken des Magnetflusses und elektrischem Rauschen, wodurch die Leistung, Zuverlässigkeit und Nutzungsdauer der Vakuumvorrichtung sinkt, die an die Vakuumpumpe angeschlossen ist.

[0019] Als technische Lösung zur Beseitigung des Leckens des Magnetflusses zu der Vorrichtung, die an die Vakuumpumpe angeschlossen ist, ist eine Technik bekannt, in der das Äußere des äußeren zylindrischen Elements in einem Abschirmungselement aufgenommen ist, das aus einem Material hoher Durchlässigkeit gebildet ist, wie einer Siliziumstahlplatte, um die Magnete des Motors und des Magnetlagers abzuschirmen. Diese technische Lösung hat jedoch das Problem, dass die Vakuumpumpe aufgrund der Bereitstellung des Abschirmungselements größer wird, um den ausreichenden Abschirmungseffekt zu erreichen. Es ist denkbar, ein Abschirmungselement nur um das Äußere des Motors oder Magnetlagers anzuordnen. Da jedoch die Dichte des magnetischen Leckflusses an dieser Stelle hoch ist, ist das dicke Abschirmungselement erforderlich, um den ausreichenden Abschirmungseffekt bereitzustellen, was zu der Größenzunahme und Erhöhung der Kosten der Vakuumpumpe führt.

[0020] EP 0768467 offenbart eine Lagereinheit für eine Vakuumpumpe. Ein erstes und zweites Paar axial gegenüberliegender Flächen sind an dem Stator beziehungsweise Rotor bereitgestellt. Das erste Paar der gegenüberliegenden Flächen wird zur Bildung einer Kugeleinheit verwendet, während zwischen den gegenüberliegenden Flächen des zweiten Paares ein Dämpfungselement liegt.

[0021] DE 3537822A offenbart eine Vakuumpumpe, in der ein Elastomerring zwischen einer Spindelpinole und einer Basis der Pumpe angeordnet ist.

[0022] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die obengenannten Probleme zu lösen. Daher ist eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung einer Vakuumpumpe, die die Fortpflanzung von Vibrationen zu einem externen Behälter, der an die Vakuumpumpe angeschlossen ist, ohne Verwendung eines Dämpfers unterdrücken kann.

[0023] Zusätzlich zu der ersten Aufgabe ist eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung einer Vakuumpumpe, die das Lecken ei-

nes Magnetflusses nach außen vermeiden kann, während die Größenzunahme und die Kostenerhöhung unterdrückt wird.

[0024] Zusätzlich zu der ersten Aufgabe ist eine dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung einer Vakuumpumpe, die die Übertragung eines elektrischen Rauschens zu einem externen Behälter unterdrücken kann, der daran angeschlossen ist.

[0025] Zur Lösung der ersten Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung eine Vakuumpumpe (erste Anordnung) bereit, umfassend: einen äußeren zylindrischen Abschnitt, der an einen externen Behälter anzuschließen ist, wobei der äußere zylindrische Abschnitt einen Endabschnitt aufweist, der mit einer Einlassöffnung bereitgestellt ist, durch die ein Gas in dem externen Behälter angesaugt wird; einen Rotorabschnitt der drehbar in dem äußeren zylindrischen Abschnitt aufgenommen ist; einen Statorabschnitt, der in dem äußeren zylindrischen Abschnitt angeordnet ist, wobei der Statorabschnitt und der Rotorabschnitt gemeinsam einen Übertragungsabschnitt definieren, um das Gas, das durch die Einlassöffnung angesaugt wird, zu übertragen; ein Magnetlager zum schwebenden Stützen des Rotorabschnitts; einen Motorabschnitt zum drehenden Antreiben des Rotorabschnitts; und eine Basis, die den äußeren zylindrischen Abschnitt und den Statorabschnitt an dem anderen Endabschnitt des äußeren zylindrischen Elements stützt, dadurch gekennzeichnet, dass sie des Weiteren umfasst: ein Vibrationsabsorptionselement, das zwischen mindestens einem von dem äußeren zylindrischen Abschnitt und dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist, zum verschiebbaren Stützen von mindestens einem von dem äußeren zylindrischen Abschnitt und dem Statorabschnitt im Bezug auf die Basis, wobei das Vibrationsabsorptionselement eine natürliche Frequenz F hat, die die folgende Formel erfüllt:

$$F = (f_1 + f_3)/2 \pm (f_1 - f_3)/4$$

wobei f_1 , f_2 und f_3 eine natürliche Nutationsfrequenz im konischen Modus, eine natürliche Frequenz im parallelen Modus beziehungsweise eine natürliche Kreisfrequenz im konischen Modus angeben, wenn der Rotorabschnitt bei einer Nenndrehzahl gedreht wird.

[0026] In einer Vakuumpumpe, umfassend einen äußeren zylindrischen Abschnitt, der an einen externen Behälter anzuschließen ist, wobei der äußere zylindrische Abschnitt einen Endabschnitt aufweist, der mit einer Einlassöffnung bereitgestellt ist, durch die ein Gas in dem externen Behälter angesaugt wird; einen Rotorabschnitt der in dem äußeren zylindrischen Abschnitt aufgenommen ist; einen Statorabschnitt, der in dem äußeren zylindrischen Abschnitt angeordnet ist, um gemeinsam mit dem Rotorabschnitt einen

Übertragungsabschnitt zu definieren; ein Magnetlager zum Stützen des Rotorabschnitts im Bezug auf den Statorabschnitt in die Schub- und axiale Richtung; einen Motorabschnitt zum Drehen des Rotorabschnitts im Bezug auf den Statorabschnitt; und eine Basis, die den äußeren zylindrischen Abschnitt und den Statorabschnitt an dem anderen Endabschnitt des äußeren zylindrischen Abschnitts stützt, pflanzen sich Vibrationen, die an dem Motorabschnitt und dem Magnetlager verursacht werden, durch den Statorabschnitt zu der Basis fort, und pflanzen sich weiter von der Basis durch den äußeren zylindrischen Abschnitt zu dem externen Behälter fort.

[0027] Wenn daher das Vibrationsabsorptionselement zwischen dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist, so dass der Statorabschnitt zu der Basis verschiebbar gestützt wird, pflanzen sich Vibrationen, die an dem Motorabschnitt und dem Magnetlager verursacht werden, von dem Statorabschnitt zu der Basis fort, nachdem die Vibrationen von dem Vibrationsabsorptionselement absorbiert und abgeschwächt wurden. Daher ist es möglich, das Fortpflanzen der Vibrationen zu dem externen Behälter zu unterdrücken. Wenn das Vibrationsabsorptionselement zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis eingesetzt ist, so dass der zylindrische Abschnitt zu der Basis verschiebbar gestützt wird, pflanzen sich die Vibrationen, die an dem Motorabschnitt und dem Magnetlager verursacht werden, von der Basis zu dem äußeren zylindrischen Abschnitt fort, nachdem die Vibrationen von dem Vibrationsabsorptionselement absorbiert und abgeschwächt wurden. Folglich ist es möglich, das Fortpflanzen der Vibrationen zu dem externen Behälter zu unterdrücken.

[0028] In der vorliegenden Erfindung kann durch die Verwendung des Vibrationsabsorptionselements mit der natürlichen Frequenz F , die das obengenannte Verhältnis im Bezug auf die natürlichen Frequenzen f_1 , f_2 und f_3 des Magnetlagers erfüllt, die natürliche Frequenz des Vibrationsabsorptionselements nicht so nahe bei den natürlichen Frequenzen der Vakuumpumpe und des Magnetlagers eingestellt werden. Daher kann die Rotationsverschiebung des Rotorabschnitts aufgrund der externen Kraft, wie eines Erdbebens, kaum erhöht werden, und der Rotorabschnitt kann im Bezug auf den Statorabschnitt stabil gehalten werden.

[0029] Es ist ausreichend, dass das Vibrationsabsorptionselement teilweise zwischen entweder dem äußeren zylindrischen Abschnitt oder dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist. Zum Beispiel ist das Vibrationsabsorptionselement an einem zentralen Abschnitt von jedem der Segmente angeordnet, die durch Teilen eines Zwischenraums zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt oder dem Statorabschnitt und der Basis in gleiche winkelige Intervalle

im Bezug auf die Achse erhalten werden.

[0030] Die Vakuumpumpe der ersten Anordnung kann als Vakuumpumpe konstruiert werden, in der das Vibrationsabsorptionselement ein Silikongel enthält (eine zweite Anordnung).

[0031] Das Silikongel kann die Rate der Vibrationsfortpflanzung, insbesondere von der niederen Frequenz, um eine oder mehr Größenordnungen verringern, und daher ist es möglich, die Fortpflanzung der Vibrationen deutlich zu unterdrücken.

[0032] Jede der Vakuumpumpen der ersten und zweiten Anordnung kann als Vakuumpumpe konstruiert sein, in der das Vibrationsabsorptionselement zwischen dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist, und es ist ein Verschiebungsbegrenzungselement zum Begrenzen eines Bereichs bereitgestellt, in dem der Statorabschnitt im Bezug auf die Basis verschiebbar ist (eine dritte Anordnung).

[0033] In der Vakuumpumpe, die derart angeordnet ist, dass das Vibrationsabsorptionselement zwischen dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist, wird der Statorabschnitt im Bezug auf die Basis verschiebbar gestützt. Aus diesem Grund wird der Stator im Bezug auf die Basis verschoben, wenn die externe Kraft, wie das Erdbeben, auftritt. Der Zwischenraum zwischen dem Statorabschnitt und dem Rotorabschnitt ist so eingestellt, dass er so klein wie möglich ist, um das angesaugte Gas zu der Seite der Einlassöffnung zu übertragen, ohne dass es austritt. Wenn der Statorabschnitt im Bezug auf die Basis aufgrund der externen Kraft verschoben wird, kann der Statorabschnitt aus diesem Grund mit dem Rotorabschnitt in Kontakt gelangen, wobei er Komponenten, wie Rotorscheaufeln, beschädigt.

[0034] Daher ist bevorzugt, die Vakuumpumpe mit dem Verschiebungsbegrenzungsmittel zum Begrenzen des Bereichs bereitzustellen, in dem der Statorabschnitt im Bezug auf die Basis verschiebbar ist, wodurch der verschiebbare Bereich des Stators begrenzt ist, wenn die externe Kraft auftritt, und der Kontakt zwischen dem Statorabschnitt und dem Rotorabschnitt verhindert wird.

[0035] In der dritten Anordnung kann die Vakuumpumpe so konstruiert sein, dass: der Statorabschnitt einen vorstehenden Abschnitt enthält, der im Wesentlichen parallel zu einer Ebene vorsteht, die durch die Basis definiert ist; eine Mehrzahl von Begrenzungsöffnungen um den Umfang in dem vorstehenden Abschnitt ausgebildet sind; das Verschiebungsbegrenzungselement Begrenzungsschrauben und Begrenzungselemente enthält, wobei die Begrenzungsschrauben aus einem Material gebildet sind, das eine höhere Steifigkeit als jenes des Vibrationsabsorptionselements hat, wobei jede der Begren-

zungsschrauben lose in die entsprechende Begrenzungsöffnung eingesetzt ist, während ihr vorderes Ende an dem Statorabschnitt befestigt ist; und jedes der Begrenzungselemente einen Begrenzungszyylinder hat, der um einen Schaft jeder der Begrenzungsschrauben befestigt ist, und der von einer Umfangsfläche jeder der Begrenzungsöffnungen des vorstehenden Abschnitts beabstandet ist; und zwei Scheibenabschnitte, die sich von den entsprechenden Endabschnitten des Begrenzungszyinders nach außen erstrecken und einander gegenüberliegend im Bezug auf den vorstehenden Abschnitt angeordnet sind, während sie von dem vorstehenden Abschnitt beabstandet sind (eine vierte Anordnung).

[0036] Zur Lösung der ersten Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung eine Vakuumpumpe (fünfte Anordnung) bereit, umfassend: einen Flanschabschnitt, der an einen externen Behälter anzuschließen ist, wobei der Flanschabschnitt eine Einlassöffnung aufweist, durch die ein Gas in dem externen Behälter angesaugt wird; einen äußeren zylindrischen Abschnitt, von dem eine Endseite mit dem Flanschabschnitt verbunden oder integral ausgebildet ist; eine Basis, die mit der anderen Endseite des äußeren zylindrischen Abschnitts verbunden ist, wobei die Basis, der Flanschabschnitt und der äußere zylindrische Abschnitt gemeinsam einen hohlen Abschnitt definieren, der mit einem Inneren des externen Behälters durch die Einlassöffnung in Verbindung steht; einen Statorabschnitt, der an der Basis gestützt wird und in dem hohlen Abschnitt aufgenommen ist; einen Rotorabschnitt, der in dem hohlen Abschnitt aufgenommen ist; ein Lager, das den Rotorabschnitt im Bezug auf den Statorabschnitt drehbar stützt; einen Motorabschnitt zum drehenden Antreiben des Rotorabschnitts, der von dem Lager gestützt wird, im Bezug auf den Statorabschnitt; und ein Vibrationsabsorptionsmittel, das ein Material mit Vibrationsabsorptionseigenschaft zur Verringerung der Fortpflanzung einer Vibration unter Nutzung elastischer und/oder viskoser Eigenschaften enthält, wobei das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens an einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis, dem Statorabschnitt und Verbindungsabschnitten, die jeweils zwei Elemente verbinden, die aus dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und dem Statorabschnitt ausgewählt sind, angeordnet ist.

[0037] In der Vakuumpumpe der fünften Anordnung ist das Vibrationsabsorptionsmittel, das ein Material mit Vibrationsabsorptionseigenschaft enthält, zur Verringerung der Fortpflanzung einer Vibration unter Nutzung elastischer und/oder viskoser Eigenschaften an mindestens einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis, dem Statorabschnitt und den Verbindungsabschnitten angeordnet, die jeweils zwei Elemente verbinden, die ausgewählt sind aus dem Flanschabschnitt, dem äu-

ßeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und dem Statorabschnitt.

[0038] Aus diesem Grund werden die Vibrationen, die an dem Motor und dem Lager im Inneren der Vakuumpumpe verursacht werden, wenn der Rotorabschnitt gedreht wird, sicher durch das Vibrationsabsorptionselement verringert und pflanzen sich mit geringer Wahrscheinlichkeit zu dem Flanschabschnitt fort. Die Vibrationen, die an dem Motor und dem Lager verursacht werden, pflanzen sich zu dem externen Behälter fort, nachdem sie durch das Vibrationsabsorptionsmittel verringert wurden. Daher ist es möglich, das Fortpflanzen der Vibrationen zu dem externen Behälter zu verringern, ohne eine Lösung nach dem Stand der Technik anzuwenden, in der ein Vibrationsabsorptionselement, wie ein Dämpfer, zwischen dem Flanschabschnitt und dem externen Behälter angeordnet ist.

[0039] Das Vibrationsabsorptionsmittel kann an dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und/oder dem Statorabschnitt angeordnet sein, und/oder kann an dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Flanschabschnitt und dem äußeren zylindrischen Abschnitt, dem Verbindungsabschnitt zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis und/oder dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Statorabschnitt und der Basis angeordnet sein. Wenn das Vibrationsabsorptionsmittel an dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und/oder dem Statorabschnitt angeordnet ist, können diese Elemente teilweise oder vollständig aus einem Material mit der Vibrationsabsorptionseigenschaft gebildet sein, oder das Material mit der Vibrationsabsorptionseigenschaft oder ein Element mit der Vibrationsabsorptionseigenschaft kann einem verfügbaren Flanschabschnitt, äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und/oder dem Statorabschnitt hinzugefügt werden. Wenn das Vibrationsabsorptionsmittel an dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Flanschabschnitt und dem äußeren zylindrischen Abschnitt, dem Verbindungsabschnitt zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis und/oder dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Statorabschnitt und der Basis angeordnet ist, können das oder die Verbindungselement(e) zwischen dem Flanschabschnitt und dem äußeren zylindrischen Abschnitt, zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis und/oder zwischen dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt sein, und das Verbindungselement kann teilweise oder vollständig aus dem Material mit der Vibrationsabsorptionseigenschaft gebildet sein, oder das Material mit der Vibrationsabsorptionseigenschaft oder das Element mit der Vibrationsabsorptionseigenschaft kann dem Verbindungselement hinzugefügt werden. Der Flanschabschnitt, der äußere zylindrische Abschnitt und das dazwischen liegende Vibrationsabsorptionsmaterial können integral ge-

bildet sein, der äußere zylindrische Abschnitt, die Basis und das dazwischen liegende Vibrationsabsorptionsmaterial können integral gebildet sein, und der Statorabschnitt, die Basis und das dazwischen liegende Vibrationsabsorptionsmaterial können integral gebildet sein.

[0040] Der externe Behälter kann eine Kammer oder dergleichen einer Halbleiterherstellungsvorrichtung oder eines elektronischen Mikroskops sein, in dem ein Vakuum gehalten wird, oder kann ein Rohr sein, das an einen Behälter, wie eine Kammer angeschlossen ist. Bei dem Flanschabschnitt kann der Einlassabschnitt mit dem Behälter, wie der Kammer, verbunden ist, um das Gas direkt von dem Behälter anzusaugen, oder der Einlassabschnitt kann mit dem Rohr verbunden sein, das mit der Kammer oder dergleichen verbunden ist, um das Gas aus dem Rohr anzusaugen.

[0041] Die Vakuumpumpe der fünften Anordnung kann derart konstruiert sein, dass: der äußere zylindrische Abschnitt eine Auslassöffnung aufweist, durch die das Gas in dem hohlen Abschnitt abgegeben wird; und das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens an einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt und dem Verbindungsabschnitt, der den äußeren zylindrischen Abschnitt mit dem Flanschabschnitt verbindet, angeordnet ist (eine sechste Anordnung).

[0042] Jede der Vakuumpumpen der fünften und sechsten Anordnung kann so konstruiert sein, dass: die Basis eine Auslassöffnung hat, durch die das Gas in dem hohlen Abschnitt abgegeben wird; und das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens an einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und Verbindungsabschnitten, die jeweils zwei Elemente verbinden, die aus dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis ausgewählt sind, angeordnet ist (eine siebente Anordnung).

[0043] Jeder der Vakuumpumpen der fünften bis siebenten Anordnung, kann so konstruiert sein, dass das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens eines von einem Federelement, einem Gummielement, das aus einem Gummi gebildet ist, einem Gelelement, das aus einem Gelmaterial gebildet ist, und einem Blasebalg enthält (eine achte Anordnung).

[0044] Jeder der Vakuumpumpen der sechsten bis achten Anordnung kann so konstruiert sein, dass: der Flanschabschnitt von dem äußeren zylindrischen Abschnitt getrennt ist; und das Vibrationsabsorptionsmittel an dem Verbindungsabschnitt angeordnet ist, der den Flanschabschnitt mit dem äußeren zylindrischen Abschnitt verbindet (eine neunte Anordnung).

[0045] In der Vakuumpumpe der neunten Anord-

nung werden die Vibrationen, die sich zu dem äußeren zylindrischen Abschnitt fortpflanzen, einschließlich der Vibrationen des Motors und des Lagers, die in der Vakuumpumpe verursacht werden, wenn der Rotorabschnitt gedreht wird, und der Vibrationen aufgrund eines externen Faktors, wie Vibrationen, die sich von einer Rückpumpe fortpflanzen, durch das Vibrationsabsorptionsmittel verringert, und pflanzen sich dann zu dem externen Behälter fort. Daher ist es möglich, die Vibrationen an dem externen Behälter deutlich zu verringern.

[0046] Die Vakuumpumpe der neunten Anordnung kann als Vakuumpumpe konstruiert sein, die Folgendes umfasst: einen äußeren zylindrischen Abschnitt, der einen hohlen Abschnitt definiert, in dem ein Statorabschnitt und ein Rotorabschnitt, der im Bezug auf den Statorabschnitt drehbar ist, aufgenommen sind; einen zylindrischen Flanschabschnitt, der vom dem äußeren zylindrischen Abschnitt getrennt ist und eine Einlassöffnung für ein Gas aufweist, das in dem externen Behälter enthalten ist; ein elastisches Stützelement, das an dem äußeren zylindrischen Abschnitt befestigt ist, um den Flanschabschnitt elastisch verschiebbar im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt zu stützen; ein Verbindungselement zur Verbindung der Einlassöffnung des Flanschabschnitts mit dem hohlen Abschnitt des äußeren zylindrischen Abschnitts; und einen Motor zum Drehen des Rotorabschnitts im Bezug auf den Statorabschnitt, um das Gas, das in dem externen Behälter enthalten ist, von der Einlassöffnung des Flanschabschnitts durch das Verbindungselement zu dem hohlen Abschnitt des äußeren zylindrischen Abschnitts zu saugen. Das heißt, die Vakuumpumpe ist mit dem elastischen Stützelement bereitgestellt, das als Vibrationsabsorptionsmittel dient, zur Verringerung der Fortpflanzung der Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Abschnitt zu dem externen Behälter. Daher wird der erforderliche Raum in axiale Richtung im Vergleich zu einer Lösung nach dem Stand der Technik, bei der ein Vibrationsabsorptionsmittel, wie ein Dämpfer zwischen dem Flansch, der mit dem äußeren zylindrischen Abschnitt integral gebildet ist, und dem externen Behälter angeordnet ist, nicht vergrößert. Durch die Anordnung des elastischen Stützelements an der äußeren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts kann der Raum in die axiale Richtung ferner klein gestaltet werden.

[0047] In der Vakuumpumpe der neunten Anordnung kann das Vibrationsabsorptionsmittel auch als Verbindungselement verwendet werden, das die Einlassöffnung des Flanschabschnitts mit dem hohlen Abschnitt des äußeren zylindrischen Abschnitts verbindet. Wenn in diesem Fall das Vibrationsabsorptionsmittel direkt an der Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts befestigt ist, muss ein hermetischer Dichtungszustand zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt und dem elastischen Stütz-

mittel hergestellt werden. Wenn das Vibrationsabsorptionsmittel im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt durch ein zusätzliches Element befestigt wird, muss der hermetische Dichtungszustand zwischen dem zusätzlichen Element und dem äußeren zylindrischen Abschnitt und zwischen dem zusätzlichen Element und dem Vibrationsabsorptionsmittel hergestellt werden.

[0048] In der Vakuumpumpe der neunten Anordnung kann das Vibrationsabsorptionsmittel ein elastisches Element enthalten, das den äußeren Umfang des äußeren zylindrischen Abschnitts mit dem Flanschabschnitt verbindet, und einen Blasebalg, der neben dem elastischen Element liegt, um den äußeren Umfang des äußeren zylindrischen Abschnitts mit dem Flanschabschnitt zu verbinden. Wenn bei dieser Vakuumpumpe die Vakuumpumpe aktiviert wird, um den Innendruck in dem äußeren zylindrischen Abschnitt zu verringern, zieht sich der Blasebalg in die axiale Richtung zusammen. Der Blasebalg zieht sich auch gemeinsam mit dem elastischen Element, abhängig von der Verschiebung des Flanschabschnitts im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt aufgrund der Vibrationen und dergleichen zusammen. Dies ermöglicht die Definition eines Gasdurchlasses, der sich von dem Flanschabschnitt zu dem äußeren zylindrischen Abschnitt erstreckt und der zu der Außenseite hermetisch abgedichtet ist, wodurch das Einmischen von anderen Elementen und Außen-gas außerhalb des Blasebalgs in die Vakuumpumpe beseitigt wird. In diesem Fall ist bevorzugt, das elastische Element außerhalb des Blasebalgs anzuordnen, da Molekulargas, das in dem elastischen Element enthalten ist, durch den Blasebalg sicher daran gehindert werden kann, in die Vakuumpumpe eingemischt zu werden und einzudringen. Es ist bevorzugt, dass eine Federkonstante des Blasebalgs in die axiale Richtung kleiner als jene des elastischen Elements in die axiale Richtung ist. Dies ermöglicht, den Bruch des Blasebalgs selbst dann zu verhindern, wenn der Druck innerhalb des äußeren zylindrischen Abschnitts erhöht oder gesenkt wird, oder eine externe Schlagwirkung ausgeübt wird.

[0049] Die Vakuumpumpe der neunten Anordnung kann ein Begrenzungsmittel zum Begrenzen einer Position des Flanschabschnitts auf einen vorbestimmten Bereich im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt enthalten (eine zehnte Anordnung).

[0050] In der Vakuumpumpe der zehnten Anordnung grenzt das Begrenzungsmittel die Position des Flanschabschnitts auf den vorbestimmten Bereich im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt ein. Selbst wenn daher eine heftige Schlagwirkung, wie der Bruch des Rotorabschnitts, eintritt, sind das elastische Element und der Blasebalg vor einem Bruch geschützt, wodurch wiederum eine Möglichkeit eines Unfalls sinkt, bei dem die Vakuumpumpe von dem

externen Behälter oder dem Rohr, das an den externen Behälter angeschlossen ist, entfernt wird. Somit kann ein hohes Maß an Sicherheit garantiert werden.

[0051] Die vorliegende Erfindung löst die zweite Aufgabe durch Bereitstellung der Vakuumpumpe jeder der fünften bis zehnten Anordnung, die ferner ein blattförmiges magnetisches Abschirmungsmaterial enthält, das radial nach außen an dem Statorabschnitt und dem Rotorabschnitt angeordnet ist, um den Statorabschnitt und den Rotorabschnitt zu umschreiben, und das entlang einer inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts angeordnet ist (eine elfte Anordnung).

[0052] In der Vakuumpumpe der elften Anordnung ist das magnetische Abschirmungsmaterial außerhalb des Statorabschnitts und des Rotorabschnitts angeordnet, um ein externes Lecken der Magnetflüsse zu verhindern, die durch Elektromagneten, Permanentmagneten und dergleichen verursacht werden, die den Motor und das Magnetlager bilden. Dieses magnetische Abschirmungsmaterial ist außerhalb des Statorabschnitts und des Rotorabschnitts angeordnet und mit vorbestimmten Abständen von den Elektromagneten und Permanentmagneten getrennt, die die Magnetflüsse erzeugen. Daher kann das magnetische Abschirmungsmaterial effektiv das Lecken der Magnetflüsse beseitigen, während seine Dicke verringert ist, und somit können die Kosten für das magnetische Abschirmungsmaterial und sein Installationsraum verringert werden.

[0053] Da das magnetische Abschirmungsmaterial im Inneren des äußeren zylindrischen Abschnitts angeordnet ist, ist es durch den äußeren zylindrischen Abschnitt geschützt und die Wahrscheinlichkeit, dass es beschädigt wird, ist gering.

[0054] Die vorliegende Erfindung löst die dritte Aufgabe durch die Bereitstellung der Vakuumpumpe der fünften bis elften Anordnung, die des Weiteren umfasst: einen Isolierabschnitt, der aus einem stark elektrisch isolierenden Widerstandsmaterial gebildet ist, das an dem Verbindungsabschnitt angeordnet ist, der den äußeren zylindrischen Abschnitt mit dem Flanschabschnitt verbindet (eine zwölfte Anordnung).

[0055] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun anhand nur eines weiteren Beispiels und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, von welchen:

[0056] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht ist, die die gesamte Anordnung einer Turbomolekularpumpe zeigt, die eine erste Ausführungsform einer Vakuumpumpe gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0057] [Fig. 2](#) eine radiale Schnittansicht entlang ei-

ner Pfeillinie A-A in [Fig. 1](#) ist, die einen feststehenden Abschnitt einer Statorwelle in der in [Fig. 1](#) dargestellten Turbomolekularpumpe zeigt;

[0058] [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) axiale Schnittansichten sind, die Hauptteile eines feststehenden Abschnitts **15b** der in [Fig. 1](#) dargestellten Turbomolekularpumpe zeigen;

[0059] [Fig. 4](#) eine erklärende Ansicht ist, die einen Zustand zeigt, in dem eine Vakuumpumpe nach dem Stand der Technik verwendet wird;

[0060] [Fig. 5](#) eine axiale Schnittansicht ist, die die gesamte Anordnung einer Turbomolekularpumpe zeigt, die eine zweite Ausführungsform der Vakuumpumpe gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0061] [Fig. 6](#) eine vergrößerte axiale Schnittansicht ist, die Hauptteile einer Struktur zur Verringerung der Fortpflanzung von Vibrationen und elektrischem Rauschen in einem Flanschabschnitt der Turbomolekularpumpe zeigt, die in [Fig. 5](#) dargestellt ist; und

[0062] [Fig. 7](#) eine Draufsicht ist, die die in [Fig. 5](#) dargestellte Turbomolekularpumpe zeigt, betrachtet von der Seite ihrer Einlassöffnung.

[0063] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 3C](#) ausführlich beschrieben.

[0064] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht, die die gesamte Anordnung einer Turbomolekularpumpe zeigt, die eine Ausführungsform (eine erste Ausführungsform) einer Vakuumpumpe gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0065] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, enthält die Vakuumpumpe (die Turbomolekularpumpe) gemäß der ersten Ausführungsform: ein Gehäuse **16**, das als äußerer zylindrischer Abschnitt dient, der an einen äußeren Behälter (nicht dargestellt) angeschlossen wird und eine Einlassöffnung **38** zum Ansaugen von Gas, das in dem externen Behälter enthalten ist, aufweist; eine Rotorwelle **12** und einen Rotorkörper **14**, die als Rotorabschnitt dienen, die drehbar in einem hohlen Abschnitt des Gehäuses **16** aufgenommen sind; einen Statorkörper **18** und eine Statorwelle **15**, die als Statorabschnitt dienen, die in dem hohlen Abschnitt des Gehäuses **16** coaxial im Bezug auf die Rotorwelle **12** und den Rotorkörper **14** aufgenommen sind, und die das Gas, das von dem Einlassabschnitt **38** angesaugt wird, gemeinsam mit dem Rotorkörper **14** übertragen; und eine Basis **19** zum Stützen des Gehäuses **16**, des Statorkörpers **18** und der Statorwelle **15**.

[0066] Das Gehäuse **16** hat einen Flansch **161**, der an dem externen Behälter so befestigt wird, dass der

Einlassabschnitt **38**, der im Inneren des Flansches **161** gebildet ist, an eine Auslassöffnung des externen Behälters für eine Verbindung zwischen dem Inneren des externen Behälter und dem Inneren des Gehäuses **16** angeschlossen wird.

[0067] Ein Endabschnitt **163** des Gehäuses **16**, der dem Flansch **161** gegenüberliegt, ist mit Schrauben **162** an die Basis **19** geschraubt.

[0068] Die Rotorwelle **12** befindet sich innerhalb der Statorwelle **15** und wird drehbar gestützt, so dass ein Endabschnitt (ein oberer Abschnitt) oben frei aus dem Inneren der Statorwelle **15** ragt. Ein Magnet oder Magnete **33**, die als angetriebenes Teil eines Motors dienen, sind an dem im Wesentlichen zentralen Abschnitt der Rotorwelle **12** in axialer Richtung befestigt.

[0069] Der Rotorkörper **14** hat einen im Wesentlichen zylindrischen Umfangswandabschnitt **14a**, der so angeordnet ist, dass er den äußeren Umfang der Statorwelle **15** umschreibt, einen Stützabschnitt **14b**, der einen hohlen Abschnitt des Umfangswandabschnitts **14a** verschließt, und Rotorscheaufeln **141**, die an dem äußeren Umfang des Umfangswandabschnitts **14a** befestigt sind. Der Stützabschnitt **14b** ist an dem oberen Abschnitt der Rotorwelle **12** befestigt, der frei aus der Statorwelle **15** ragt, so dass er gemeinsam mit der Rotorwelle **12** gedreht wird.

[0070] Die Rotorscheaufeln **141** sind als mehrfache Stufen in axialer Richtung an dem Umfangswandabschnitt **14a** angeordnet, und jede der Rotorscheaufeln **141** ist mit einer Mehrzahl radial vorstehender Schaufeln (Flügeln) gebildet. Jeder der Flügel ist in einem vorbestimmten Winkel geneigt, so dass die Seite des Einlassabschnitts **38** (die obere Seite in der Zeichnung) die Drehungsrichtungsseite ist und jeder Flügel gegen die Gasmoleküle prallt, so dass sie nach unten bewegt werden.

[0071] Der Statorkörper **18** hat Abstandshalter **180** und Statorschaufeln **181**, von welchen jede an ihrer äußeren Umfangsseite von und zwischen entsprechenden benachbarten Abstandshaltern **180** gestützt wird, die zwischen entsprechenden benachbarten Stufen der Rotorscheaufeln **141** angeordnet sind.

[0072] Die Abstandshalter **180**, von welchen jeder die Form eines Zylinders mit einem abgestuften Abschnitt aufweist, sind im Inneren des Gehäuses **16** gestapelt.

[0073] Die Statorschaufel **181** enthält einen äußeren ringförmigen Abschnitt, der teilweise von und zwischen den Abstandshaltern **180** in Umfangsrichtung festgeklemmt wird, einen inneren ringförmigen Abschnitt, der innerhalb von und coaxial zu dem äußeren

ringförmigen Abschnitt angeordnet ist, und eine Mehrzahl von radialen Statorschaufelenden, die jeweils von dem äußeren und inneren ringförmigen Abschnitt mit einem vorbestimmten Winkel gestützt werden. Der Innendurchmesser des inneren ringförmigen Abschnitts ist größer als der Außendurchmesser des Umfangswandabschnitts **14a**, so dass die innere Umfangsfläche des inneren ringförmigen Abschnitts der äußeren Umfangsfläche des Umfangswandabschnitts **14a** mit einem dazwischenliegenden Zwischenraum gegenüberliegt.

[0074] Die Statorschaufel **181** ist um den Umfang in zwei Teile geteilt, so dass die Statorschaufel **181** zwischen den Rotorscheaufeln **141** benachbarter Stufen angeordnet ist. Die Statorschaufel **181** wird durch Herstellen einer dünnen Platte, die zum Beispiel aus rostfreiem Stahl oder Aluminiumstahl besteht, und Teilen in zwei Teile, Ausschneiden oder Abtrennen von jedem Teil eines Elements mit einem halbkreisförmigen Außendurchmesserabschnitt und Abschnitten, die den Flügeln der Statorschaufeln entsprechen, durch einen Ätzprozess oder dergleichen, und Biegen der Abschnitt, die den Flügeln der Statorschaufeln entsprechen, so dass sie einen vorbestimmten Winkel haben, durch einen Pressprozess, gebildet.

[0075] Jede der Statorschaufeln **181** wird an ihrem äußeren ringförmigen Abschnitt von und zwischen den benachbarten Abstandshaltern **180** festgeklemmt, so dass sie zwischen den Rotorscheaufeln **141** gehalten wird.

[0076] Die Statorwelle **15** ist mit einem zylindrischen Abschnitt **15a** bereitgestellt, der coaxial zu der Rotorwelle **12** angeordnet ist, und einem feststehenden Abschnitt (einem vorragenden Abschnitt) **15b**, der an der äußeren Umfangswand des zylindrischen Abschnitts **15a** angeordnet ist.

[0077] Der zylindrische Abschnitt **15a** ist zwischen dem Umfangswandabschnitt **14a** des Rotorkörpers **14** und der Rotorwelle **12** angeordnet. Eine Spule oder Spulen **32**, die als Antriebsteil des Motors dienen, sind an der inneren Umfangswand des zylindrischen Abschnitts **15a** befestigt, so dass sie dem Magnet oder den Magneten **33** gegenüberliegen. Folglich bringt (bringen) die Spule(n) **32**, durch die Strom fließt, den (die) Magneten **33** dazu, die Rotorwelle **12** zu drehen.

[0078] Der feststehende Abschnitt **15b** steht derart vor, dass er radial von der äußeren Umfangswand des zylindrischen Abschnitts **15a** vorragt, und erstreckt sich über die Deckenfläche der Basis **19** und ist von dieser getrennt.

[0079] [Fig. 2](#) ist eine radiale Schnittansicht, die den feststehenden Abschnitt **15b** der Statorwelle **15**

zeigt, die entlang einer Pfeillinie A-A von [Fig. 1](#) gemacht wurde. [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) sind axiale Schnittansichten, die Hauptabschnitte des feststehenden Abschnitts **15b** zeigen. [Fig. 3A](#) ist eine Schnittansicht an einer Stelle, wo ein Befestigungsloch angeordnet ist, [Fig. 3B](#) ist eine Schnittansicht an einer Stelle, wo ein erstes Führungsloch angeordnet ist, und [Fig. 3C](#) ist eine Schnittansicht an einer Stelle, wo ein zweites Führungsloch angeordnet ist.

[0080] Der feststehende Abschnitt **15b** ist mit Befestigungslöchern an vier Stellen gebildet, die gleichmäßig in die Umfangsrichtung verteilt sind. Wie auch in [Fig. 2](#) dargestellt ist, sind Schrauben **51** jeweils lose in die Befestigungslöcher eingesetzt. Jedes vordere Ende der Befestigungsschrauben **51** ist mit der Basis **19** verschraubt und somit an dieser befestigt, wie in [Fig. 3A](#) dargestellt ist. Ein Dämpfer **50** ist an jeder und um jede der Befestigungsschrauben **51** als Vibrationsabsorptionselement montiert.

[0081] Der Dämpfer **50** besteht aus einem Silikonmaterial mit einem zylindrischen Abschnitt **50a** und zwei kreisförmigen Scheibenabschnitten **50b**, die sich in gleichem Abstand radial von den entsprechenden Endabschnitten des zylindrischen Abschnitts **50a** erstrecken. Der zylindrische Abschnitt **50a** wird in das Befestigungsloch des feststehenden Abschnitts **15b** eingesetzt, so dass er einen Raum zwischen der Umfangsfläche des Befestigungslochs des feststehenden Abschnitts **15b** und der Befestigungsschraube **51** füllt. Die kreisförmigen Scheibenabschnitte **50b** des Dämpfers **50** füllen jeweils einen Raum zwischen dem feststehenden Abschnitt **15b** und dem Schraubenkopf und einen Raum zwischen dem feststehenden Abschnitt **15b** und der Basis **19**.

[0082] Der feststehende Abschnitt **15b** wird mit ersten Führungslochern (Begrenzungslöchern) **15c** an drei Stellen gebildet, die gleichmäßig in die Umfangsrichtung verteilt sind, und zweiten Führungslochern an vier Stellen, die die Stellen nicht überlappen, wo die Befestigungslöcher und die ersten Führungslochere bereitgestellt sind. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, ist ein erstes Führungselement **53**, das als Verschiebungsbegrenzungselement dient, an jedem der ersten Führungslocher montiert. Ferner ist ein zweites Führungselement **55**, das als Verstärkungselement dient, um ein Drehmoment aufzunehmen, wenn der Rotorabschnitt verriegelt ist, an jedem der zweiten Führungslocher montiert.

[0083] Wie in [Fig. 3B](#) dargestellt ist, enthält das erste Führungselement **53** eine Begrenzungsschraube **53a**, von welchen das vordere Ende an der Deckenfläche der Basis **19** befestigt ist, und ein Begrenzungselement **53b**, das an dem Schaft der Begrenzungsschraube **53a** befestigt ist. Das Begrenzungselement **53b** hat einen Begrenzungszylinder **53c**, der an dem Schaft der Begrenzungsschraube **53a** mon-

tiert ist, und zwei Flanschabschnitte (Plattenabschnitte) **53d**, die sich mit gleichem Abstand radial von den entsprechenden Endabschnitten des Begrennungszylinders **53c** erstrecken. Der Begrennungszylinder **53c** ist lose in das erste Führungsloch **15c** des feststehenden Abschnitts **15b** eingesetzt, so dass die äußere Umfangsfläche des Begrennungszylinders **53c** von der inneren Umfangsfläche des ersten Führungslochs **15c** des feststehenden Abschnitts **15b** mit einem winzigen Zwischenraum δr getrennt ist. Jeder der Flanschabschnitte **53d** ist von einer Oberfläche des feststehenden Abschnitts **15b** mit einem winzigen Zwischenraum δz getrennt.

[0084] Mit dieser Anordnung wird das erste Führungsloch **15c** mit dem Begrenzungselement **53b** in Kontakt gebracht, um die Verschiebung des Begrenzungselements **53b** zu begrenzen. Folglich wird die Verschiebung der Statorwelle **15** im Bezug auf die Basis **19** so begrenzt, dass die Statorwelle **15** nur δz vertikal sowohl in die Aufwärts- als auch Abwärtsrichtung (axiale Richtung) verschoben werden kann, und δr radial in die Einwärts- und Auswärtsrichtung.

[0085] Wie in [Fig. 3C](#) dargestellt ist, ist das zweite Führungselement **55** als Schraube mit einem Gewindeabschnitt konstruiert, dessen Außendurchmesser größer als jener der Begrenzungsschraube **53a** ist. Der Schaft des zweiten Führungselements **55** wird lose in das zweite Führungsloch eingesetzt, und sein vorderes Ende ist an der Deckenfläche der Basis **19** in einem Zustand befestigt, dass ein winziger Spielraum $\delta r'$ zwischen dem Schaft des zweiten Führungselements **55** und der inneren Umfangsfläche des zweiten Führungslochs definiert ist. Der Zwischenraum $\delta r'$ zwischen dem Schaft des zweiten Führungselements **55** und der inneren Umfangsfläche des zweiten Führungslochs ist kleiner als der Zwischenraum δr zwischen dem Schaft der Befestigungsschraube **53a** und der inneren Umfangsfläche des ersten Führungslochs. Aus diesem Grund kann die Statorwelle **15** nur um $\delta r'$ sowohl in die Einwärts- als auch Auswärtsrichtung radial im Bezug auf die Basis **19** verschoben werden. Daher ist das zweite Führungselement **55** dazu bestimmt, sowohl als Verstärkungselement zum Aufnehmen des Drehmoments, falls der Rotorabschnitt verriegelt ist, als auch als Verschiebungsbegrenzungselement zu dienen.

[0086] Daher ist die Verschiebung der Statorwelle **15** im Bezug auf die Basis **19** durch die ersten Führungselemente **53** und die zweiten Führungselemente **55** begrenzt, so dass die Statorwelle **15** nur um δz sowohl in die Aufwärts- als auch Abwärtsrichtung vertikal (in die axiale Richtung), $\delta r'$ sowohl in die Einwärts- als auch Auswärtsrichtung radial, und δr sowohl in die Vorwärts- als auch Rückwärtsrichtung um den Umfang verschoben werden kann.

[0087] Die Basis **19**, die in [Fig. 1](#) dargestellt ist, ist

mit einer Auslassöffnung **49** versehen, von der Gas, das zwischen den Rotorscheaufeln **141** und den Statorschaufeln **181** übertragen wird, nach außen abgegeben wird. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist die Basis **19** mit einem Schaltungsplattenaufnahmeabschnitt **40** zur Aufnahme einer Schaltungsplatte gebildet. In dem Schaltungsplattenaufnahmeabschnitt **40** sind ein Drehzahlsensor **41** zum Erfassen einer Drehzahl der Rotorwelle **12** und andere Komponenten eingebaut. Die Basis **19** ist mit einem Verbinder **42** ausgestattet, so dass ein Signal von dem Drehzahlsensor **41** zu einem Steuersystem **36** übertragen wird, das durch ein Kabel **43** angeschlossen ist. Auf der Basis dieses Signals steuert das Steuersystem **36** die Drehung der Rotorwelle **12**.

[0088] Die Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform ist ferner mit einem Magnetlager **20** zum Stützen der Rotorwelle **12** durch Magnetkraft bereitgestellt.

[0089] Das Magnetlager **20** ist als dreiaxsiges gesteuertes Magnetlager gestaltet und hat einen radialen Elektromagneten **22** zum Anlegen einer radialen Magnetkraft an die Rotorwelle **12**, einen radialen Sensor **30** zum Erfassen einer radialen Positionsverschiebung der Rotorwelle **12**, einen axialen Elektromagneten **26** zum Anlegen einer axialen Magnetkraft an die Rotorwelle **12**, eine Metallscheibe **31**, auf die die axiale Kraft durch die axialen Elektromagneten **26** wirkt, und einen axialen Sensor **34**, der im Inneren des Schaltungsplattenaufnahmeabschnitts **40** angeordnet ist, um eine axiale Verschiebung der Rotorwelle **12** zu erfassen.

[0090] Der radiale Elektromagnet **22** enthält zwei Paare von Elektromagneten (nur ein Paar ist in der Zeichnung dargestellt), die fest an der inneren Umfangsfläche der Statorwelle **15** angeordnet sind, so dass sie orthogonal zu dem anderen Paar liegen. Die Elektromagneten in jedem Paar sind an dem oberen Abschnitt der Rotorwelle **12** über einem Motor **21** angeordnet, und liegen einander gegenüber, wobei die Rotorwelle **12** dazwischen liegt.

[0091] Über den radialen Elektromagneten **22** sind zwei Paare radialer Sensoren **30** (von welchen nur ein Paar in der Zeichnung dargestellt ist), derart bereitgestellt, dass die radialen Sensoren **30** in jedem Paar einander gegenüber liegen, wobei die Rotorwelle **12** dazwischen liegt. Die zwei Paare der radialen Sensoren **30** sind derart angeordnet, dass ein Paar zu dem anderen Paar orthogonal ist, entsprechend den zwei Paaren der radialen Elektromagneten **22**.

[0092] Durch Zuleiten von Erregerstrom zu dem radialen Elektromagneten **22** wird die Rotorwelle **12** magnetisch im Schwebezustand gehalten. Während des magnetischen Schwebezustandes wird dieser Erregerstrom auf der Basis der Verschiebungsdetek-

tionssignale von den radialen Sensoren **30** so gesteuert, dass die Rotorwelle **12** an einer vorbestimmten Position radial gehalten wird.

[0093] Die kreisförmige Metallscheibe **31**, die aus einem magnetischen Material gebildet ist, ist an dem unteren Abschnitt der Rotorwelle **12** befestigt. Über der Metallscheibe **31** ist der axiale Elektromagnet **26** feststehend auf der Basis **19** befestigt. Ein axialer Sensor **34** ist innerhalb des Schaltungsplattenaufnahmeabschnitts **40** angeordnet, so dass er dem unteren Endabschnitt der Rotorwelle **12** gegenüber liegt und die axiale Position der Rotorwelle **12** erfasst.

[0094] Der Erregerstrom zu dem axialem Elektromagneten **26** wird auf der Basis des Verschiebungsdetektionssignals von dem axialen Sensor **34** gesteuert, so dass die Rotorwelle **12** an einer vorbestimmten Position axial gehalten wird.

[0095] Das Magnetlager **20** ist mit einem Magnetlagersteuermittel bereitgestellt, das die Rotorwelle **12** durch eine Rückkopplungssteuerung von Erregerströmen zu dem radialen Elektromagneten **22** und dem axialen Elektromagneten **26** auf der Basis der Detektionssignale von dem radialen Sensor **30** und dem axialen Sensor **34** magnetisch in einen Schwebezustand bringt, und das in dem Steuersystem **36** installiert ist, das durch den Verbinder **42**, der auf der Basis **19** angeordnet ist, und das Kabel **43** angeschlossen ist.

[0096] Da dieses Magnetlager die Rotorwelle **12** an der vorbestimmten Position halten kann, wird der Rotorabschnitt (die Rotorwelle **12** und der Rotorkörper **14**) mit geringer Wahrscheinlichkeit mit der Statorwelle **15** und dem Statorkörper **18** in mechanischen Kontakt gebracht, wodurch die Erzeugung von Partikeln unterdrückt wird. Ferner kann durch die Verwendung dieses Magnetlagers auf Dichtungsöl oder dergleichen verzichtet werden, wodurch die Erzeugung von Gas beseitigt wird. Daher kann ein drehender Antrieb des Rotorabschnitts in einer sauberen Umgebung realisiert werden. Aus diesem Grund ist die Turbomolekularpumpe, die das Magnetlager verwendet, für den Fall geeignet, dass eine hohe Sauberkeit erforderlich ist, wie bei der Herstellung von Halbleitervorrichtungen.

[0097] In der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform sind Fanglager **39a** und **39b** an dem unteren beziehungsweise oberen Abschnitt der Rotorwelle **12** angeordnet.

[0098] Normalerweise werden die Rotorwelle **12** und die daran montierten Komponenten zur Bildung des Rotorkörpers **14** von dem Magnetlager **20** während der Drehung in einem kontaktlosen Zustand gehalten. Die Fanglager **39a** und **39b** dienen als Schutzlager für die gesamte Vorrichtung, die den Ro-

torabschnitt anstelle des Magnetlagers **20** stützen, wenn es zu einem Aufprall kommt.

[0099] Daher ist jedes der Fanglager **39a** und **39b** so angeordnet, dass seine innere Lauffläche mit der Rotorwelle **12** in einem kontaktlosen Zustand ist.

[0100] Wenn in der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform, die wie oben konstruiert ist, die Rotorwelle **12** gedreht wird, wird die Drehung der Rotorwelle **12** auf den Rotorkörper **14** übertragen, um den Rotorkörper **14** bei hoher Geschwindigkeit bei einem Nennwert (20000 bis 50000 U/min) zu drehen, und somit die Rotorscheufeln **141** bei hoher Geschwindigkeit zu drehen. Dadurch kann das Gas von der Einlassöffnung **38** durch die Rotorscheufeln **141** übertragen und aus der Auslassöffnung **49** abgegeben werden.

[0101] Während des drehenden Antriebs der Turbomolekularpumpe werden die Vibrationen durch das Versetzen des drehenden Magnetfeldes aufgrund der Erregung der Motorspule verursacht. Ferner können die Rotorwelle **12** und der Rotorkörper **14** aufgrund der Prozession und Nutation im konischen Modul beim Starten und Stoppen vibrieren. Die Vibrationen der Rotorwelle **12** werden im Allgemeinen durch das Magnetlager **20** korrigiert. Wenn jedoch das Rotorgleichgewicht nicht gut ist und die Rotationsverschiebung erhöht ist, versucht das Magnetlager die Rotationsverschiebung zu unterdrücken, wodurch eine große Steuerungsreaktion verursacht wird, die auf den Stator wirkt.

[0102] Da in diesem Fall die Statorwelle **15** an der Basis **16** mit einem dazwischen liegenden Zwischenraum befestigt ist, werden die Vibrationen zu der Basis **19** nur durch den Dämpfer **50** übertragen, der zwischen der Statorwelle **15** und der Basis **19** eingesetzt ist. Wenn die Statorwelle **15** an der Grenzfläche zu dem Dämpfer **50** vibriert wird, wird der Dämpfer **50** abhängig von den Vibrationen elastisch verformt, und die Verschiebung der Statorwelle **15** pflanzt sich nicht zu der Basis **19** fort. Das heißt, die Vibrationen werden von dem Dämpfer **50** absorbiert, um die Fortpflanzung der Vibrationen zu verringern. Daher wird die Basis **19** kaum durch die Vibrationen beeinträchtigt und in einem stationären Zustand gehalten.

[0103] Wenn die Statorwelle **15** dazu neigt, um mehr als δz axial an der Grenzfläche zu dem Dämpfer **50** verschoben zu werden, wird der feststehende Abschnitt **15b** der Statorwelle **15** mit dem Flanschabschnitt **53d** des ersten Führungselements **53** in Kontakt gebracht, wodurch die axiale Verschiebung der Statorwelle **15** begrenzt wird. Wenn die Statorwelle **15** dazu neigt, um mehr als δr radial an der Grenzfläche zu dem Dämpfer **50** verschoben zu werden, wird der feststehende Abschnitt **15b** der Statorwelle **15** mit dem zweiten Führungselement **55** in Kontakt ge-

bracht, wodurch die radiale Verschiebung der Statorwelle **15** begrenzt wird.

[0104] Wie zuvor beschrieben, ist in der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform der Dämpfer **50** als Vibrationsabsorptionselement zwischen dem feststehenden Abschnitt **15b** der Statorwelle **15** und der Basis **19** eingesetzt, um die Statorwelle **15** verschiebbar im Bezug auf die Basis **19** zu stützen. Daher werden die Vibrationen, die durch die Spule **32** des Motors und das Magnetlager verursacht werden, von dem Dämpfer **50** von der Statorwelle **15** absorbiert und abgeschwächt, und pflanzen sich dann zu der Basis **19** und dem externen Behälter fort. Folglich ist es gemäß dieser Ausführungsform möglich, die Fortpflanzung der Vibrationen zu dem externen Behälter zu unterdrücken. Da es nicht notwendig ist, einen Dämpfer oder dergleichen hinzuzufügen, der in der verwandten Vorrichtung zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** und dem externen Behälter eingesetzt werden muss, kann die Fortpflanzung der Vibrationen auf raumsparende Weise unterdrückt werden. Da es des Weiteren unnötig ist, den Dämpfer während des Betriebs zu montieren und zu entfernen, können der höhere Arbeitsaufwand und die Kosten, die Instabilität in der Gasansaugleistung und die Minderung der Haltbarkeit, die mit der Verwendung des Dämpfers oder dergleichen verbunden sind, beseitigt werden.

[0105] In dieser Ausführungsform wird als Vibrationsabsorptionselement (Dämpfer **50**) jenes verwendet, das eine natürliche Frequenz f hat, die die folgende Formel erfüllt:

$$F = (f_1 + f_3)/2 \pm (f_1 - f_3)/4$$

wobei die natürlichen Frequenzen des Magnetlagers durch f_1 , f_2 und f_3 dargestellt sind.

[0106] Daher können die natürlichen Frequenzen so eingestellt werden, dass sie der natürlichen Frequenz des Dämpfers **50** nicht nahe sind. Daher ist es gemäß dieser Ausführungsform schwierig, die Rotationsverschiebung der Rotorwelle **12** im Bezug auf die externe Kraft, wie einem Erdbeben, zu erhöhen, und die Rotorwelle **12** und der Rotorkörper **14** können stabil im Bezug auf die Statorwelle **15** und den Statorkörper **18** gestützt werden.

[0107] In dieser Ausführungsform wird als Vibrationsabsorptionselement (Dämpfer **50**) jenes verwendet, das aus Silikongel besteht, und daher kann die Rate der Vibrationsfortpflanzung, insbesondere von der niederen Frequenz, um eine oder mehr Größenordnungen verringert werden, und es ist möglich, die Fortpflanzung der Vibrationen deutlich zu unterdrücken.

[0108] Gemäß dieser Ausführungsform begrenzen

das erste Führungselement **53** und das zweite Führungselement **55**, die als Verschiebungsbegrenzungselement dienen, die Verschiebung der Statorwelle **12** im Bezug auf die Basis **19**, und die Statorwelle **15** kann vertikal nur um δz sowohl in die Aufwärts- als auch Abwärtsrichtung (axiale Richtung) verschoben werden, und um δr radial sowohl in die Einwärts- als auch Auswärtsrichtung. Selbst wenn die externe Kraft aufgrund eines Erdbebens oder anderer Faktoren wirken kann, wird die Statorwelle **15** im Bezug auf die Basis **19** nicht stark geneigt oder verschoben, wodurch die Kontaktbeschädigung zwischen Komponenten, wie der Kontakt der Statorschaufeln **181** mit den Rotorschaufeln **141**, um diese zu beschädigen, beseitigt wird.

[0109] Übrigens sollte die Vakuumpumpe gemäß der vorliegenden Erfindung nicht auf die obengenannte Ausführungsform begrenzt sein, und kann auf verschiedene Weise modifiziert werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung Abstand zu nehmen.

[0110] Obwohl zum Beispiel der Dämpfer **50**, der als Vibrationsabsorptionselement dient, zwischen der Statorwelle **15** und der Basis **19** in der ersten, zuvor beschriebenen Ausführungsform eingesetzt ist, kann der Dämpfer **50** zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** und der Basis **19**, nicht zwischen der Statorwelle **15** und der Basis **19** eingesetzt sein. In der Modifizierung, in der der Dämpfer **50** zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** und der Basis **19** eingesetzt ist, werden alle Vibrationen, die sich zu der Basis fortpflanzen durch das Vibrationsabsorptionselement abgeschwächt. Selbst wenn daher die Vibrationen sich von einer externen Vorrichtung, wie eine Rückpumpe, dorthin fortpflanzen, werden die fortgepflanzten Vibrationen abgeschwächt und pflanzen sich dann zu dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** fort. Daher können die Vibrationen, die nicht die Vibrationen an der Statorwelle **15** sind, abgeschwächt werden.

[0111] In der ersten Ausführungsform und der zuvor beschriebenen Modifizierung, sind die Dämpfer **50**, die als Vibrationsabsorptionselement dienen, an mehreren Stellen angeordnet, die gleichmäßig um den Umfang zwischen dem feststehenden Abschnitt **15b** der Statorwelle **15** und der Basis **19** verteilt sind. Das Vibrationsabsorptionselement kann jedoch vollständig zwischen dem feststehenden Abschnitt **15b** und der Basis **19** eingesetzt sein.

[0112] In der ersten Ausführungsform und den zuvor beschriebenen Modifizierungen, besteht der Dämpfer **50**, der als Vibrationsabsorptionselement dient, aus einem Silikongel, sollte aber nicht darauf beschränkt sein. Zum Beispiel kann der verwendete Dämpfer **50** aus einem Silikongummi, einer Vibrationen verhindernden Legierung, einem O-Ring, einer

Feder oder dergleichen bestehen. Ferner kann er aus einem solchen Material bestehen, in dem eine Fluorbeschichtung auf das Silikongelmaterial laminiert ist. Da eine Acrylbeschichtung ausgezeichnete Wärmebeständigkeitseigenschaften hat, ist die Beschichtung kaum durch Wärme von der Motorspule **32** oder durch die Reibungswärme, die durch die Drehung der Rotorschaufeln **141** oder anderer Rotorabschnitte verursacht wird, zu beschädigen, wodurch eine ausgezeichnete Haltbarkeit geboten wird.

[0113] In der ersten Ausführungsform und den zuvor beschriebenen Modifizierungen, ragen die Rotorschaufeln **141** von der äußeren Umfangsfläche des Umfangswandabschnitts **14a** nach außen. Die Rotorschaufeln können jedoch von der inneren Umfangsfläche des Umfangswandabschnitts **14a** nach innen ragen, und der Statorkörper **18** kann radial innerhalb des Rotorkörpers **14** angeordnet sein.

[0114] Ferner wird in der ersten Ausführungsform und den zuvor beschriebenen Modifizierungen die Rotorwelle **12** von dem Magnetlager gestützt, aber die vorliegende Erfindung sollte nicht darauf beschränkt sein. Die Rotorwelle **12** kann von einem dynamischen Drucklager, einem statischen Drucklager oder jedem anderen Lager gestützt werden.

[0115] In der ersten Ausführungsform und den zuvor beschriebenen Modifizierungen ist die Vakuumpumpe als Turbomolekularpumpe mit den Rotorschaufeln **141** und den Statorschaufeln **181** konstruiert. Die Vakuumpumpe kann als Gewindepumpe konstruiert sein, in der eine Gewindenut in dem Rotorkörper **14** oder dem Statorkörper **18** angeordnet ist, um das Gas unter Nutzung der Viskosität des Gases zu übertragen, wenn der Rotorabschnitt gedreht wird, oder kann als zusammengesetzte Pumpe konstruiert sein, in der die Turbomolekularpumpe mit der Gewindepumpe kombiniert ist.

[0116] Anschließend wird eine andere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausführlich unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) beschrieben.

[0117] [Fig. 5](#) ist eine axiale Schnittansicht, die die gesamte Anordnung einer Turbomolekularpumpe zeigt, die eine Ausführungsform (eine zweite Ausführungsform) der Vakuumpumpe gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0118] Wie in [Fig. 5](#) dargestellt, enthält die Ausführungsform der Vakuumpumpe (der Turbomolekularpumpe): ein Flanschelement **71**, das als Flanschabschnitt dient, das an einen externen Behälter angeschlossen wird und mit einer Einlassöffnung **71c** zum Ansaugen des Gases ausgebildet ist, das in dem externen Behälter enthalten ist; ein äußeres zylindrisches Element **16**, das als äußerer zylindrischer Ab-

schnitt dient, von dem eine Seite an das Flanschelement **71** angeschlossen ist; eine Basis **19**, die mit dem Ende an der anderen Seite des äußeren zylindrischen Elements **16** verbunden ist und gemeinsam mit dem Flanschelement **71** und dem äußeren zylindrischen Element **16** einen hohlen Abschnitt definiert, der mit dem Inneren des externen Behälters durch die Einlassöffnung **71c** in Verbindung steht; eine Statorwelle **15** und einen Statorkörper **18**, die als Statorabschnitt dienen, die von der Basis **19** gehalten werden, so dass sie in dem hohlen Abschnitt aufgenommen werden; und eine Rotorwelle **12** und einen Rotorkörper **14**, die als Rotorabschnitt dienen, die in dem hohlen Abschnitt aufgenommen werden. Die Statorwelle **15** und die Basis **19** sind integral gebildet und das äußere zylindrische Element **16** wird feststehend von der Basis **19** gestützt.

[0119] Ein Magnetlager **20** ist bereitgestellt, das die Rotorwelle **12** und den Rotorkörper **14** im Bezug auf die Statorwelle **12** und den Statorkörper **18** drehbar stützt. Ein Motor **21** ist bereitgestellt, der die Rotorwelle **12** und den Rotorkörper **14**, der von dem Magnetlager **20** gestützt wird, im Bezug auf die Statorwelle **15** und den Statorkörper **18** dreht.

[0120] In der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform sind ein elastisches und/oder viskoses Element **54** und ein Blasebalg **57**, der als Vibrationsabsorptionsmittel dient, das ein Vibrationsabsorptionsmaterial enthält, und ein Stützelement **73** zum Stützen des Vibrationsabsorptionsmittels an einem Verbindungsabschnitt angeordnet, der das Flanschelement **71** mit dem äußeren zylindrischen Element **16** verbindet. Die Elastizität und/oder Viskosität des Vibrationsabsorptionsmittels schwächt die fortgepflanzten Vibrationen.

[0121] Zur ausführlichen Beschreibung dieser Ausführungsform wird eine Auslassöffnung **49**, die als Auslassöffnung zur Abgabe des Gases dient, das in dem hohlen Abschnitt enthalten ist, an der Basis **19** befestigt. Das elastische und/oder viskose Element **54** ist ein Gummielement, das aus einem Gummi besteht.

[0122] Das Flanschelement **71** ist als separates Element von dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** gebildet, und das Stützelement **73**, das elastische und/oder viskose Element **54**, das als Vibrationsabsorptionsmittel dient, und der Blasebalg **57**, sind an dem Verbindungsabschnitt angeordnet, der das Flanschelement **71** mit dem äußeren zylindrischen Element **16** verbindet. Das Flanschelement **71** und das äußere zylindrische Element **16** sind durch das Stützelement **73**, das elastische und/oder viskose Element **54** und den Blasebalg **57** miteinander verbunden.

[0123] Ferner ist in dieser Ausführungsform als Be-

grenzungsmittel zum Begrenzen einer Position des Flanschelements **71** auf einen vorbestimmten Bereich im Bezug auf das äußere zylindrische Element **16** eine Begrenzungsschraube **58** bereitgestellt, die fest in das Stützelement **73** geschraubt ist, sowie ein Kranz **59**, der um den Schaft der Begrenzungsschraube **58** montiert ist und zwischen dem Kopf der Gewindeschraube **58** und dem Stützelement **73** angeordnet ist.

[0124] Der Statorkörper **18** und der Rotorkörper **14** werden von einem blattförmigen magnetischen Abschirmungselement **66** umschrieben, das radial außerhalb angeordnet ist. Das magnetische Abschirmungselement **66** ist entlang der inneren Umfangsfläche des äußeren zylindrischen Elements **16** angeordnet.

[0125] In der Folge wird diese Ausführungsform ausführlich beschrieben.

[0126] Das äußere zylindrische Element **16** besteht aus rostfreiem Stahl und ist so gestaltet, dass es einen Basisbefestigungsabschnitt **16a** und einen Flanschelementstützabschnitt **16b** hat, die jeweils radial von einem Umfang eines entsprechenden, anderen Endabschnitts eines hohlen Zylinders vorragen. Der Basisbefestigungsabschnitt **16a** ist mit Schrauben an der Basis **19** befestigt.

[0127] [Fig. 6](#) ist eine axiale Schnittansicht, die Hauptabschnitte einschließlich des Flanschelements **71** zeigt.

[0128] Wie auch in [Fig. 6](#) dargestellt, besteht das Flanschelement **71** aus einem Material, das dem Material (rostfreiem Stahl) des äußeren zylindrischen Elements **16** gleich oder ähnlich ist, und der Umfang von einem Endabschnitt in Zylinderform ragt radial nach außen und dient als Montageabschnitt **71a**. Dieser Montageabschnitt **71a** ist an dem Umfangsabschnitt des Auslassabschnitts des externen Behälters befestigt. Der Umfang des anderen Endabschnitts ist zu einem gestützten Abschnitt **71b** gebildet. Der gestützte Abschnitt **71b** ist zwischen dem Montageabschnitt **71a** und dem äußeren zylindrischen Element **16** und über dem Flanschelementstützabschnitt **16b** (der externen Behälterseite) des äußeren zylindrischen Elements **16** in axialer Richtung des Rotorelements und des äußeren zylindrischen Elements **16** angeordnet.

[0129] Ein peripherer Endabschnitt eines länglichen Abschnitts **73b** des Stützelements **73** ist unter einem Auslassabschnitt **71c**, einem peripheren Endabschnitt des Flanschelements **71** (d.h., in einer Basisseite in axialer Richtung des Rotorelements), angeordnet, und ein Durchgangsloch ist gebildet, das von dem peripheren Endabschnitt des länglichen Abschnitts **73b** umschrieben wird. Dieses Durchgangs-

loch ist im Wesentlichen von derselben Größe wie die Auslassöffnung **71c** des Flanschelements **71**.

[0130] Ein Stützenbefestigungsabschnitt **73a** des Stützelements **73** weist die Form eines Zylinders auf und ist auf dem oberen Abschnitt des Flanschelementstützabschnitts **16b** des äußeren zylindrischen Elements **16** durch eine erste Isolierschicht **55** angeordnet, die als Isolierabschnitt dient. Der Stützenbefestigungsabschnitt **73a** ist mit axialen Gewindelöchern an mehreren Stellen um den Umfang ausgebildet, und die erste Isolierschicht **55** ist mit Durchgangslöchern gebildet, deren Stellen den Gewindelöchern entsprechen. Kurze Schrauben **61**, durch die Durchgangslöcher, die in der ersten Isolierschicht **55** gebildet sind, ohne mit dem Flanschelementstützabschnitt **16b** in Kontakt zu gelangen, sind mit den Gewindelöchern verschrauben und in diesen befestigt, die durch den Stützenbefestigungsabschnitt **73a** gebohrt sind. Eine zweite Isolierschicht **56** ist zwischen dem Kopf jeder kurzen Schraube **61** und dem Flanschelementstützabschnitt **16b** eingesetzt. Bei dieser Anordnung ist die kurze Schraube **61** mit dem Stützelement **73** verschraubt, während sie von dem äußeren zylindrischen Element **16** elektrisch isoliert ist, wodurch der Stützenbefestigungsabschnitt **73a** des Stützelements **73** an dem Flanschelementstützabschnitt **16b** des äußeren zylindrischen Elements **16** befestigt wird.

[0131] Eine Endfläche des Stützenbefestigungsabschnitts **73a**, gegenüber dem Flanschelementstützabschnitt **16b** liegt dem gestützten Abschnitt **71b** des Flanschelements **71** über dessen gesamtem Umfang gegenüber. Das ringförmige elastische und viskose Element **53** ist zwischen dem Stützenbefestigungsabschnitt **73a** und dem gestützten Abschnitt **71b** des Flanschelements **71** eingeklemmt. Als elastisches und viskoses Element **54** kann ein Silikongummi oder dergleichen verwendet werden.

[0132] Der Stützenbefestigungsabschnitt **73a** des Stützelements **73** ist mit Gewindelöchern für den Gewindeeingriff mit den Begrenzungsschrauben ausgebildet, und sowohl das elastische und viskose Element **54** wie auch der gestützte Abschnitt **71b** des Flanschelements **71** ist mit Löchern an Stellen gebildet, die den Stellen (denselben Stellen um den Umfang) entsprechen, wo die Gewindelöcher in dem Stützenbefestigungsabschnitt **73a** gebildet sind. Die Löcher haben einen größeren Durchmesser als die Gewindelöcher. Eine Mehrzahl von ringförmigen, zusätzlichen elastischen und viskosen Elementen **64** sind an dem oberen Abschnitt des gestützten Abschnitts **71b** des Flanschelements **71** gebildet, so dass ein Loch jedes zusätzlichen elastischen und viskosen Elements **64** mit zugehörigen Löchern des elastischen und viskosen Element **54** und des gestützten Elements **71b** des Flanschelements **71** ausgerichtet ist.

[0133] Zylindrische Kränze **59** aus rostfreiem Stahl sind bereitgestellt, die jeweils lose in die Innenseiten der zugehörigen Löcher des zusätzlichen elastischen und viskosen Elements **64**, des gestützten Elements **71b** des Flanschelements **71** und des elastischen und viskosen Elements **54** eingesetzt sind.

[0134] [Fig. 7](#) ist eine Draufsicht, die die Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform von der Seite der Einlassöffnung **71** betrachtet zeigt.

[0135] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, ist die Begrenzungsschraube **58** in das Gewindeloch des Stützenbefestigungsabschnitts **73a** des Stützelements **73** eingeschraubt, während sie durch den Kranz **59** nach unten geht. Wie in [Fig. 6](#) dargestellt, steht der Schraubenkopf durch einen Federring **75** und eine ebene Unterlegscheibe **74** mit dem Kranz **59** in Kontakt, so dass das Ausmaß, in dem die Begrenzungsschraube **58** eingeschraubt ist, begrenzt ist. Ein Abstand zwischen der ebenen Unterlegscheibe **74** und dem Stützenbefestigungsabschnitt **73a** wird durch die axiale Länge des Kranzes **59** sichergestellt.

[0136] Daher ist der gestützte Abschnitt **71b** des Flanschelements **71** so begrenzt, dass seine radiale Position innerhalb eines vorbestimmten Bereichs durch den zugehörigen Kranz **59** und die Begrenzungsschraube begrenzt ist, die lose in dessen Loch eingesetzt ist, und seine axiale Aufwärtsverschiebung (die Verschiebung zu dem externen Behälter) wird durch die ebene Unterlegscheibe **74** begrenzt. Das elastische und viskose Element **54**, das zwischen dem gestützten Abschnitt **71b** des Flanschelements **71** und dem Stützenbefestigungsabschnitt **73a** des Stützelements **73** eingesetzt ist, stützt das Flanschelement **71** elastisch, so dass die viskose Reibung auf das Flanschelement **71** abhängig von dessen Bewegungsgeschwindigkeit im Bezug auf den Stützenbefestigungsabschnitt **73a** wirkt.

[0137] Der Umfangsendabschnitt des länglichen Abschnitts **73b** des Stützelements **73** befindet sich unter dem Umfangsabschnitt der Einlassöffnung **71c** des Flanschelements **71** (d.h., in der Seite der Basis **19** in die axiale Richtung des Rotorelements), und ein Durchgangsloch ist definiert, das von dem Umfangsendabschnitt des länglichen Abschnitts **73b** umschrieben ist. Dieses Durchgangsloch ist im Wesentlichen so groß wie die Einlassöffnung **71c** des Flanschelements **71**.

[0138] Ein O-Ring **62** ist zwischen dem Verbindungsabschnitt **73c**, der in einer Wurzel (d.h., der Seite des Stützenbefestigungselements **37a**) des länglichen Abschnitts **73** des Stützelements **73** ausgebildet ist, und dem Endabschnittsumfang des äußeren zylindrischen Elements **16** eingesetzt. Das Stützelement **73** ist mit dem äußeren zylindrischen Element **16** nur durch den O-Ring **62** und die erste

Isolierschicht **55** verbunden, und andere Abschnitte des Stützelements **73** sind von dem äußeren zylindrischen Element **16** getrennt. Daher sind in dieser Ausführungsform das äußere zylindrische Element **16** und das Stützelement **73** durch den O-Ring **62**, die erste Isolierschicht **55** und die zweiten Isolierschichten **56** elektrisch voneinander isoliert, wodurch das äußere zylindrische Element **16** elektrisch von dem externen Behälter isoliert wird.

[0139] Der Blasebalg **57** ist zwischen der Einlassöffnung **71c**, dem Umfangsendabschnitt des Flanschelements **71** und dem Umfangsendabschnitt des Durchgangslochs des länglichen Abschnitts **73b** angeordnet. Die Federkonstante des Blasebalgs **57** in die axiale Richtung des Rotorelements ist kleiner als die Federkonstante des elastischen und viskosen Elements **54** in die axiale Richtung des Rotorelements.

[0140] Die Einlassöffnung **71c** des Flanschelements **71** ist mit dem hohlen Abschnitt des äußeren zylindrischen Elements **16** durch den Blasebalg **57**, den länglichen Abschnitt **73b** des Stützelements **73** und den O-Ring **62** verbunden.

[0141] Wie in [Fig. 5](#) dargestellt, befindet sich die Rotorwelle **12** innerhalb der Statorwelle **15**, und ist drehbar derart gestützt, dass ein Ende (ein oberer Abschnitt) frei aus dem Inneren der Statorwelle **15** ragt. Ein Magnet oder Magneten **33** eines Motors **21** sind an dem im Wesentlichen zentralen Abschnitt der Rotorwelle **12** in axialer Richtung befestigt.

[0142] Der Rotorkörper **15** hat einen im Wesentlichen zylindrischen Umfangswandabschnitt **14a**, der so angeordnet ist, dass er den äußeren Umfang der Statorwelle **15** umschreibt, einen Stützabschnitt **14b**, der einen hohlen Abschnitt des Umfangswandabschnitts **14a** verschließt, und Rotorscheaufeln **141**, die an dem äußeren Umfang des Umfangswandabschnitts **14a** befestigt sind. Der Stützabschnitt **14b** ist an dem oberen Abschnitt der Rotorwelle **12** befestigt, der außerhalb der Statorwelle **15** frei liegt, so dass er gemeinsam mit der Rotorwelle **12** gedreht wird.

[0143] Die Rotorscheaufeln **141** sind als mehrfache Stufen in axialer Richtung an dem Umfangswandabschnitt **14a** angeordnet, und jede der Rotorscheaufeln **141** ist mit einer Mehrzahl radial vorragender Schaufeln (Flügeln) gebildet. Jeder der Flügel ist in einem vorbestimmten Winkel geneigt, so dass die Seite des Einlassabschnittes **38** (die obere Seite in der Zeichnung) die Drehrichtungsseite ist und jeder Flügel auf die Gasmoleküle prallt, die zu der Seite der Auslassöffnung **49** bewegt werden sollen.

[0144] Die Statorwelle **15** ist mit einem zylindrischen Abschnitt **15a** bereitgestellt, der integral auf der Basis

19 gebildet ist, so dass er im Bezug auf die Rotorscheaufeln **141** koaxial ist.

[0145] Der zylindrische Abschnitt **15a** erstreckt sich länglich von der Basis **19** in einen Zwischenraum zwischen dem Umfangswandabschnitt **14a** des Rotorkörpers **14** und der Rotorwelle **12**. Eine oder mehrere Spulen **32** des Motors sind an der inneren Umfangswand des zylindrischen Abschnitts **15a** befestigt, so dass sie dem oder den Magneten **33** gegenüber liegen, und die Spule(n) **32**, durch die Strom fließt, veranlasst (veranlassen) den beziehungsweise die Magneten **33**, gemeinsam mit der Rotorwelle **12** zu drehen.

[0146] Der Statorkörper **18** hat Abstandshalter **180** und Statorschaufeln **181**, von welchen jede an ihrer äußeren Umfangsseite von und zwischen entsprechenden benachbarten Abstandshaltern **180** gestützt wird, die zwischen entsprechenden benachbarten Stufen der Rotorscheaufeln **141** angeordnet sind.

[0147] Die Abstandshalter **180**, jeweils in Form eines Zylinders mit einem abgestuften Abschnitt, sind im Inneren des äußeren zylindrischen Elements **16** gestapelt.

[0148] In der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform ist das magnetische Abschirmungselement **66** mit einer Dicke in der Größenordnung von 1/100 bis 1/10 mm zwischen dem äußeren zylindrischen Element **16** und den Abstandshaltern **180** angeordnet, um die Abstandshalter **180** zu umschreiben. Als magnetisches Abschirmungselement **66** kann jenes verwendet werden, das eine amorphe Legierung oder eine Nanokristalllegierung als weiches magnetisches Material verwendet. Das magnetische Abschirmungselement **66** kann zum Beispiel so gebildet werden, dass eine Mehrzahl von dünnen Magnetbändern, die aus der amorphen Legierung oder der Nanokristalllegierung bestehen, mit ihren Endabschnitten parallel angeordnet sind, die teilweise miteinander überlappen, um eine integrale Anordnung mit Harz zu bilden, und ein leitendes Element auf mindestens einer Oberfläche der integralen Anordnung angeordnet ist (siehe Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. Hei 1-87989).

[0149] Als ein Beispiel für die amorphe Legierung kann ein Material aus Cu1-Nb3-Si15-B6 (Atom-%), wobei der Rest Fe ist, ein Material aus Fe2-Mn2-Cr3-Si13-B9 (Atom-%), wobei der Rest Co ist, oder ein Material, das erhalten wird, indem jede dieser amorphen Legierungen einer Wärmebehandlung von nicht mehr als einer Kristallisierungstemperatur unterzogen wird, verwendet werden. Ein Beispiel für die Nanokristalllegierung ist ein Material, das erhalten wird, wenn die zuvor beschriebene amorphe Legierung der Wärmebehandlung von nicht weniger als der Kristallisierungstemperatur zur Bildung eines

Feinkristalls unterzogen wird.

[0150] Die Statorschaufel **181** enthält einen äußeren ringförmigen Abschnitt, dessen äußerer Umfangsabschnitt teilweise von den Abstandshaltern **180** in Umfangsrichtung festgeklemt wird, einen inneren ringförmigen Abschnitt, der innerhalb und koaxial zu dem äußeren ringförmigen Abschnitt ist, und eine Mehrzahl von Statorschaufeln (Flügeln), deren radiale Enden jeweils von dem äußeren und inneren ringförmigen Abschnitt radial mit einem vorbestimmten Winkelabstand dazwischen gestützt werden. Der Innendurchmesser des inneren ringförmigen Abschnitts ist größer als der Außendurchmesser des Umfangswandabschnitts **14a**, so dass die innere Umfangsfläche des inneren ringförmigen Abschnitts der äußeren Umfangsfläche des Umfangswandabschnitts **14a** mit einem Zwischenraum dazwischen gegenüber liegt.

[0151] Die Statorschaufel **181** ist um den Umfang in zwei Teile geteilt, so dass die Statorschaufel **181** zwischen den Rotorscheaufeln **141** und **141** der benachbarten Stufen angeordnet werden kann. Die Statorschaufel **181** wird durch Herstellen einer dünnen Platte gebildet, die zum Beispiel aus rostfreiem Stahl oder Aluminiumstahl besteht und in zwei Teile geteilt wird, wobei aus jedem Teil ein Element mit einem halbkreisförmigen Außendurchmesserabschnitt und Abschnitte, die den Flügeln der Statorschaufel entsprechen, durch ein Ätzverfahren oder dergleichen herausgeschnitten oder abgetrennt werden, und die Abschnitte, die den Flügeln der Statorschaufel entsprechen, durch ein Pressverfahren gekrümmt werden, um einen vorbestimmten Winkel zu erreichen.

[0152] Die Statorschaufel **181** in jeder Stufe ist an ihrem äußeren ringförmigen Abschnitt durch die benachbarten Abstandshalter **180** um den Umfang festgeklemt, so dass sie zwischen den Rotorscheaufeln **141** gehalten wird.

[0153] In der Basis **19** ist eine Auslassöffnung **49** angeordnet, von welcher das Gas, das zwischen den Rotorscheaufeln **141** und den Statorschaufeln **181** übertragen wird, nach außen abgegeben wird. Die Basis **19** ist mit einem Schaltungsplattenaufnahmeabschnitt **40** zur Aufnahme einer Schaltungsplatte ausgebildet. In dem Schaltungsplattenaufnahmeabschnitt **40** sind ein Drehzahlsensor **41** zum Erfassen einer Drehzahl der Rotorwelle **12** und anderer Komponenten eingebaut. Die Basis **19** ist mit einem Verbinder **42** ausgestattet, so dass ein Signal von dem Drehzahlsensor **41** zu einem Steuersystem **36** übertragen wird, das durch ein Kabel **43** angeschlossen ist.

[0154] Auf der Basis dieses Signals steuert das Steuersystem **36** die Drehung der Rotorwelle **12**.

[0155] Die Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform ist ferner mit einem Magnetlager **20** zum Stützen der Rotorwelle **12** durch Magnetkraft bereitgestellt.

[0156] Das Magnetlager **20** ist als dreiaxiales gesteuertes Magnetlager gestaltet und hat einen radialen Elektromagneten **22** zum Anlegen einer radialen Magnetkraft an die Rotorwelle **12**, einen radialen Sensor **30** zum Erfassen einer radialen Positionsverschiebung der Rotorwelle **12**, einen axialen Elektromagneten **26** zum Anlegen einer axialen Magnetkraft an die Rotorwelle **12**, eine Metallscheibe **31**, auf die die axiale Kraft durch die axialen Elektromagneten **26** wirkt, und einen axialen Sensor **34**, der im Inneren des Schaltungsplattenaufnahmeabschnitts **40** angeordnet ist, um eine axiale Verschiebung der Rotorwelle **12** zu erfassen.

[0157] Der radiale Elektromagnet **22** enthält zwei Paare von Elektromagneten (nur ein Paar ist in der Zeichnung dargestellt), die fest an der inneren Umfangsfläche der Statorwelle **15** angeordnet sind, so dass sie orthogonal zu dem anderen Paar liegen. Die Elektromagneten in jedem Paar sind an dem oberen Abschnitt der Rotorwelle **12** über dem Motor **21** angeordnet, und liegen einander gegenüber, wobei die Rotorwelle **12** dazwischen liegt.

[0158] Über den radialen Elektromagneten **22** sind zwei Paare radialer Sensoren **30** (von welchen nur ein Paar in der Zeichnung dargestellt ist), derart bereitgestellt, dass die radialen Sensoren **30** in jedem Paar einander gegenüber liegen, wobei die Rotorwelle **12** dazwischen liegt. Die zwei Paare der radialen Sensoren **30** sind derart angeordnet, dass ein Paar zu dem anderen Paar orthogonal ist, entsprechend den zwei Paaren der radialen Elektromagneten **22**.

[0159] Durch Zuleiten von Erregerstrom zu dem radialen Elektromagneten **22** und dem axialen Elektromagneten **26** wird die Rotorwelle **12** magnetisch im Schwebezustand gehalten. Während des magnetischen Schwebezustandes wird der Erregerstrom zu dem radialen Elektromagneten **22** auf der Basis der Verschiebungsdetektionssignale von den radialen Sensoren **30** so gesteuert, dass die Rotorwelle **12** an einer vorbestimmten Position radial gehalten wird.

[0160] Die kreisförmige Metallscheibe **31**, die aus einem magnetischen Material gebildet ist, ist an dem unteren Abschnitt der Rotorwelle **12** befestigt. Über der Metallscheibe **31** ist der axiale Elektromagnet **26** feststehend auf der Basis **19** befestigt. Der axiale Sensor **34** ist innerhalb des Schaltungsplattenaufnahmeabschnitts **40** angeordnet, so dass er dem unteren Endabschnitt der Rotorwelle **12** gegenüber liegt und die axiale Position der Rotorwelle **12** erfasst.

[0161] Der Erregerstrom zu dem axialem Elektro-

magneten **26** wird auf der Basis des Verschiebungsdetektionssignals von dem axialen Sensor **34** gesteuert, so dass die Rotorwelle **12** an einer vorbestimmten Position axial gehalten wird.

[0162] Das Magnetlager **20** ist mit einem Magnetlagersteuermittel bereitgestellt, das die Rotorwelle **12** durch eine Rückkopplungssteuerung von Erregerströmen zu dem radialen Elektromagneten **22** und dem axialen Elektromagneten **26** auf der Basis der Detektionssignale von dem radialen Sensor **30** und dem axialen Sensor **34** magnetisch in einen Schwebezustand bringt, und das in dem Steuersystem **36** installiert ist, das durch den Verbinder **42**, der auf der Basis **19** angeordnet ist, und das Kabel **43** angeschlossen ist.

[0163] Da dieses Magnetlager die Rotorwelle **12** an der vorbestimmten Position halten kann, wird der Rotorabschnitt (die Rotorwelle **12** und der Rotorkörper **14**) mit geringer Wahrscheinlichkeit mit der Statorwelle **15** und dem Statorkörper **18** während der Aktivierung des Magnetlagers in mechanischen Kontakt gebracht, wodurch die Erzeugung von Partikeln verhindert wird. Ferner kann durch die Verwendung dieses Magnetlagers auf Dichtungsöl oder dergleichen verzichtet werden, wodurch die Erzeugung von Gas beseitigt wird. Daher kann ein drehender Antrieb des Rotorabschnitts in einer sauberen Umgebung realisiert werden. Aus diesem Grund ist die Turbomolekularpumpe, die das Magnetlager verwendet, für den Fall geeignet, dass eine hohe Sauberkeit erforderlich ist, wie bei der Herstellung von Halbleitervorrichtungen.

[0164] In der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform sind Fanglager **38** und **39** an den Seiten des unteren beziehungsweise oberen Abschnitts der Rotorwelle **12** angeordnet.

[0165] Normalerweise werden die Rotorwelle **12** und die daran montierten Komponenten zur Bildung des Rotorkörpers **14** von dem Magnetlager **20** während der Drehung in einem kontaktlosen Zustand gehalten. Die Fanglager **38** und **39** dienen als Schutzlager für die gesamte Vorrichtung, die den Rotorabschnitt anstelle des Magnetlagers **20** stützen, wenn es zu einem Aufprall kommt.

[0166] Daher ist jedes der Fanglager **38** und **39** so angeordnet, dass seine innere Lauffläche mit der Rotorwelle **12** in einem kontaktlosen Zustand ist.

[0167] In der Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform, die wie oben konstruiert ist, ist der Befestigungsabschnitt **71a** des Flanschelements **71** an dem externen Behälter befestigt, und dann wird der Motor **21** angetrieben, um die Rotorwelle **12** und den Rotorkörper **14** gemeinsam zu drehen. Der Rotorkörper **14** wird bei hoher Geschwindigkeit bei einem

Nennwert (20000 bis 50000 U/min) gedreht, und somit werden die Rotorscheaufeln **141** bei hoher Geschwindigkeit gedreht. Dadurch kann das Gas von der Einlassöffnung **71c** durch die Rotorscheaufeln **141** übertragen und aus der Auslassöffnung **49** abgegeben werden.

[0168] Während des drehenden Antriebs der Turbomolekularpumpe werden die Vibrationen an der Spule **32** des Motors **21** und dem Kern der Spule **32** aufgrund des drehenden Magnetfeldes des Motors **21** erzeugt, und Vibrationen werden an der Spule des radialen Elektromagneten **22** und dem Kern der Spule aufgrund des Rotorungleichgewichts und eines dimensional Fehlers erzeugt. Diese Vibrationen pflanzen sich von der Statorwelle **15**, an der die Spule **32**, der Kern der Spule **32**, die Spule des radialen Elektromagneten **22** und der Kern der Spule befestigt sind, zu der Basis **19** fort, und pflanzen sich weiter von der Basis **19** direkt oder durch Schrauben **161** zu dem äußeren zylindrischen Element **16** fort.

[0169] Wenn eine Rückpumpe an die Auslassöffnung **49** der Turbomolekularpumpe oder dergleichen angeschlossen ist, pflanzen sich Vibrationen oder dergleichen der Rückpumpe zu der Basis **19** durch ein Verbindungsrohr und die Auslassöffnung **49** oder durch den Boden, auf dem diese Pumpen errichtet sind, fort, und pflanzen sich weiter von der Basis **19** direkt oder durch die Schrauben **161** zu dem äußeren zylindrischen Element **16** fort.

[0170] Wenn diese Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Element **16** zu dem Stützelement **73** übertragen werden, werden sie von dem elastischen und viskosen Element **54** und dem Blasebalg **57** abgeschwächt, und dann zu dem Flanschelement **71** übertragen.

[0171] Da das Flanschelement **71**, wie zuvor beschrieben, das als separates Element von dem äußeren zylindrischen Element **16** gebildet ist, in dieser Ausführungsform an dem äußeren zylindrischen Element **16** durch das elastische und viskose Element **54** und den Blasebalg **57** gehalten wird, werden sowohl die Vibrationen, die durch den Motor und das Magnetlager innerhalb der Pumpe während des Antriebs der Turbomolekularpumpe erzeugt werden, wie auch die Vibrationen, die durch die externen Faktoren, wie Vibrationen, die sich von der Rückpumpe oder anderen Elementen fortpflanzen, erzeugt werden, durch das elastische und/oder viskose Element **54** und den Blasebalg **57** abgeschwächt und pflanzen sich dann zu dem Flanschelement **71** fort. Folglich kann das Fortpflanzen von Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Element **16** zu dem externen Behälter verringert werden, um dadurch die Vibrationen an dem externen Behälter zu unterdrücken.

[0172] In dieser Ausführungsform ist das Flansche-

lement **71** als separates Element von dem äußeren zylindrischen Element **16** gebildet und wird durch das Stützelement **73** und dem elastischen und/oder viskosen Element **54** durch das äußere zylindrische Element **16** gestützt. Daher ist in dieser Ausführungsform ein Element (das elastische und/oder viskose Element **54**) zur Abschwächung der Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Element **16** zu dem externen Behälter angeordnet, und das Flanschelement **71** wird im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt **16** an der außen liegenden Stelle in radialer Richtung des Rotorelements gehalten. Daher ist die Größe in axialer Richtung im Vergleich zu einem Fall nicht erhöht, in dem ein elastisches und/oder viskoses Element, wie ein Dämpfer, zwischen dem Flansch, der an dem äußeren zylindrischen Element **16** ausgebildet ist, und dem externen Behälter angeordnet ist, wie nach dem Stand der Technik.

[0173] Da in dieser Ausführungsform die Fortpflanzung der Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Element **16** durch das elastische und/oder viskose Element **54** in der Turbomolekularpumpe verringert ist, ist es nicht notwendig, ein Vibrationsunterdrückungselement anzubringen. Daher kommt es zu keiner Erhöhung im Arbeitsaufwand und in den Kosten zur Befestigung des Vibrationsabschwächungselements zwischen dem externen Behälter und der Turbomolekularpumpe, zu keiner Instabilität der Gasansaugleistung und Abnahme in der Haltbarkeit in Verbindung mit der Befestigung des Vibrationsschwächungselements zwischen dem externen Behälter und der Turbomolekularpumpe oder dergleichen.

[0174] Durch gemeinsame Verwendung eines Vibrationsabsorptionselements zwischen dem externen Behälter und der Turbomolekularpumpe kann die Fortpflanzung der Vibrationen weiter verringert werden.

[0175] In dieser Ausführungsform sind das elastische und/oder viskose Element **54**, das aus dem elastischen und viskosen Material besteht, und der Blasebalg **57**, der aus dem elastischen Element besteht, zwischen dem Flanschelement **71** und dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** nebeneinander angeordnet und die Fortpflanzung der Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** zu dem Flanschelement **71** wird durch ein Feder-Dämpfer-System der Vibrationstechnik verringert.

[0176] Da in dieser Ausführungsform zwei Arten elastischer Mechanismen (das elastische und/oder viskose Element **54** und der Blasebalg **57**) mit entsprechenden verschiedenen Federkonstanten nebeneinander angeordnet sind, und der Blasebalg **57** in der Gasdurchgangsseite angeordnet ist, kann das Flanschelement **71** an dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** von dem Feder-Dämpfer-System gestützt werden, das durch das elastische und/oder vis-

kose Element **54** und den Blasebalg **57** konstruiert ist, während die Gasdurchgangsseite von der Außenseite durch den Blasebalg **57** hermetisch abgedichtet ist. Folglich ist es möglich, die Fortpflanzung der Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** zu dem externen Behälter zu verringern, während eine ausgezeichnete Vakuumeffizienz aufrecht erhalten bleibt. Ferner sind in dieser Ausführungsform das elastische und/oder viskose Element **54** mit einer großen Federkonstante und der Blasebalg **57** mit einer kleinen Federkonstante nebeneinander angeordnet. Selbst wenn daher der Motor **21** angetrieben wird, um den Druck innerhalb des äußeren zylindrischen Abschnitts **16** zu verringern, und die axiale Last aufgrund des atmosphärischen Drucks auf den Blasebalg **57** wirkt, wird ein Zusammenziehen des Blasebalgs **57** über ein annehmbares Maß verhindert, und somit kann die Beschädigung des Blasebalgs **57** vermieden werden. Ferner sind die Einlassöffnung **71c** des Flanschelements **71** und der längliche Abschnitt **73b** des Stützelements **73** mit dem Blasebalg **57** in einem hermetisch abgedichteten Zustand durch Schweißen oder dergleichen verbunden. Daher ist der abgedichtete Gasdurchgang zwischen dem Flanschelement **71** und dem Stützelement **73** ausgebildet, wodurch sicher verhindert wird, dass die Moleküle des elastischen und/oder viskosen Elements **54** und anderer Komponenten, und das externe Gas in das Innere der Pumpe eingemischt werden.

[0177] In dieser Ausführungsform ist die Verschiebung des Flanschelements **71** im Bezug auf das äußere zylindrische Element **16** auf einen vorbestimmten Bereich beschränkt. Selbst wenn daher eine große Last aufgrund zum Beispiel des Bruchs des Rotorelements (der Rotorscheaufeln **141**, des Umfangswandabschnitts **14a** und der Rotorwelle **12** in dieser Ausführungsform) während der Drehung verursacht wird, wird das Flanschelement **71** kaum von dem Stützelement **73** wegbewegt, und die Turbomolekularpumpe dieser Ausführungsform wird mit geringerer Wahrscheinlichkeit von dem externen Behälter entfernt und unabhängig herumbewegt. Somit kann eine hohe Sicherheit garantiert werden.

[0178] Da in dieser Ausführungsform das blattförmige Abschirmungselement **66** zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** und den Abstandshaltern **180** angeordnet ist, ist es möglich, das externe Lecken der Magnetfelder durch die Spule **32** des Motors **21**, die auf der Statorwelle **15** angeordnet ist, des radialen Elektromagneten **22** des Magnetlagers **20**, des radialen Sensors **30** und des Magneten **33** des Motors **21**, der an der Rotorwelle **12** befestigt ist, zu beseitigen. Da ferner das magnetische Abschirmungselement **66** außerhalb des Statorelements und Rotorelement angeordnet ist und zu den zuvor beschriebenen Komponenten, die die Magnetfelder erzeugen, mit einem bestimmten Abstand liegt, kann

das Lecken der Magnetfelder effektiv beseitigt werden, während die Dicke verringert ist. Daher können die Kosten des magnetischen Abschirmungselements **66** und des dafür bestimmten Einbaustandhalters verringert werden. In dieser Ausführungsform ist das magnetische Abschirmungselement unter Verwendung eines Zwischenraums angeordnet, der zwischen dem äußeren zylindrischen Element **16** und den Abstandshaltern **180** nach dem Stand der Technik vorhanden ist. Da ferner das magnetische Abschirmungselement **66** innerhalb des äußeren zylindrischen Elements **16** angeordnet ist, wird das äußere zylindrische Element **16** vor der Außenseite der Pumpe durch das äußere zylindrische Element **16** geschützt und somit mit geringerer Wahrscheinlichkeit beschädigt.

[0179] In dieser Ausführungsform isolieren der O-Ring **62**, die erste Isolierschicht **55** und die zweite Isolierschicht **56** das äußere zylindrische Element **16** elektrisch von dem Stützelement **73**, wodurch das äußere zylindrische Element **16** von dem Flanschelement **71** elektrisch isoliert ist. Daher ist es möglich, die Fortpflanzung elektrischen Rauschens zu dem externen Behälter zu unterdrücken, das durch Änderungen von Strömen, die durch die Spule **32** des Motors und den radialen Elektromagneten **22** und den axialen Elektromagnet **26** des Magnetlagers **20** fließen, oder durch das rotierende Magnetfeld des Magnetnetzen **33** induziert wird.

[0180] Wie zuvor beschrieben, ist diese Ausführungsform so gestaltet, dass die Fortpflanzung aller Vibrationen, das Lecken der Magnetfelder, und das elektrische Rauschen zu einer Vakuumvorrichtung unterdrückt werden, die zu einer Senkung der Leistung, der Zuverlässigkeit und der Nutzungsdauer der Vakuumvorrichtung führen können, wenn die Turbomolekularpumpe an die Vakuumvorrichtung eines elektronischen Mikroskops oder dergleichen angeschlossen ist.

[0181] Zusätzlich sollte die Vakuumpumpe der vorliegenden Erfindung nicht auf die obengenannte zweite Ausführungsform beschränkt sein, und die Konfiguration, die Größe, das Material, die Anordnung oder dergleichen jeder Komponente/jedes Mittels können passend modifiziert werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung Abstand zu nehmen.

[0182] Obwohl zum Beispiel das Stützelement **73**, das als Stützmittel dient, in der zuvor beschriebenen zweiten Ausführungsform an der äußeren Umfangsseite des äußeren zylindrischen Elements **16** befestigt ist, kann das Stützmittel an der inneren Umfangsseite des äußeren zylindrischen Elements **16** befestigt sein. In diesem Fall können unter Verwendung eines Raums, der nach dem Stand der Technik vorhanden ist und sich von der Einlassöffnung zu dem Ro-

torabschnitt und dem Statorabschnitt erstreckt, das Stützelement **73**, das elastische und viskose Element **54** und das Verbindungselement (der Blasebalg **57**) angeordnet werden, um die Größenzunahme in axialer Richtung zu unterdrücken.

[0183] In der zweiten Ausführungsform und deren zuvor beschriebener Modifizierung werden das Stützelement **73** und das elastische und viskose Element **54**, das aus dem elastischen und viskosen Material besteht, als Stützmittel verwendet, und der Blasebalg **57** wird als Verbindungsmittel verwendet. Der Blasebalg **57** bräuchte jedoch nicht verwendet werden, und statt dessen können das Stützelement **73** und das elastische und viskose Element **54** zusätzlich die Funktion des Verbindungselements haben. Ferner könnte nur der Blasebalg verwendet werden, ohne das elastische und viskose Element **54** zu verwenden.

[0184] In der zweiten Ausführungsform und deren zuvor beschriebenen Modifizierungen ragen die Rotorscheaufeln **141** von der äußeren Umfangsfläche des Umfangswandabschnitts **14a** nach außen. Die Rotorscheaufeln können jedoch von der inneren Umfangsfläche des Umfangswandabschnitts **14a** nach innen ragen, und der Statorkörper **18** kann radial innerhalb des Rotorkörpers **14** angeordnet sein.

[0185] Ferner wird in der zweiten Ausführungsform und deren zuvor beschriebenen Modifizierungen die Rotorwelle **12** von dem Magnetlager gestützt, aber die vorliegende Erfindung sollte nicht darauf beschränkt sein. Die Rotorwelle **12** kann durch ein dynamisches Drucklager, ein statisches Drucklager oder jedes andere Lager gestützt werden.

[0186] In der zweiten Ausführungsform und deren zuvor beschriebenen Modifizierungen ist die Vakuumpumpe als Turbomolekularpumpe mit den Rotorscheaufeln **141** und den Statorschaufeln **181** konstruiert. Die Vakuumpumpe kann als Gewindepumpe konstruiert sein, in der eine Gewindenut in dem Rotorkörper **14** oder dem Statorkörper **18** angeordnet ist, um das Gas unter Nutzung der Viskosität des Gases zu übertragen, wenn der Rotorabschnitt gedreht wird, oder kann als zusammengesetzte Pumpe konstruiert sein, in der die Turbomolekularpumpe mit der Gewindepumpe kombiniert ist.

[0187] In der zweiten Ausführungsform und deren zuvor beschriebenen Modifizierungen werden das elastische und/oder viskose Element **54**, das aus einem Gummi gebildet ist, und der Blasebalg **57** als Vibrationsabsorptionsmittel verwendet, aber das Vibrationsabsorptionsmittel sollte nicht darauf beschränkt sein. Ein Federelement oder ein Gelelement, das aus einem Gelmaterial gebildet ist, kann als Vibrationsabsorptionsmittel verwendet werden. Als Federelement kann eine Blattfeder, eine Schraubenfeder, eine

Scheibenfeder oder dergleichen verwendet werden. Als Gelelement kann ein Gelelement, das aus einem Gelmaterial, wie Silikon, oder dergleichen gebildet ist, verwendet werden.

[0188] In der zweiten Ausführungsform und deren zuvor beschriebenen Modifizierungen werden das Flanschelement **71**, das als Flanschabschnitt dient, und das äußere zylindrische Element **16**, das als äußerer zylindrischer Abschnitt dient, als einzelne Elemente gebildet, und das elastische und viskose Element **54**, das als Vibrationsabsorptionsmittel dient, ist an dem Verbindungsabschnitt angeordnet, wo das Flanschelement **71** mit dem äußeren zylindrischen Abschnitt **16** verbunden ist. Das Vibrationsabsorptionsmittel kann zusätzlich zu dem Verbindungsabschnitt oder anstelle desselben zwischen dem Flanschelement und dem äußeren zylindrischen Abschnitt, an einer oder mehreren Stellen angeordnet sein, einschließlich des Flanschabschnitts, des äußeren zylindrischen Abschnitts, der Basis, des Statorabschnitts, des Verbindungsabschnitts zwischen dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis, und dem Verbindungsabschnitt zwischen dem Statorabschnitt und der Basis. In dem Fall, wo das Vibrationsabsorptionsmittel an einer oder mehreren Stellen angeordnet ist, die nicht der Verbindungsabschnitt zwischen dem Flanschabschnitt und dem äußeren zylindrischen Abschnitt sind, können der Flanschabschnitt und der äußere zylindrische Abschnitt integral miteinander gebildet sein.

[0189] Wie zuvor beschrieben kann gemäß der Vakuumpumpe des ersten bis zwölften Aspekts der vorliegenden Erfindung die Fortpflanzung der Vibrationen zu dem externen Behälter verringert werden, ohne den Dämpfer zu verwenden, der außerhalb der Vakuumpumpe bereitgestellt ist.

[0190] Gemäß dem zehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Fortpflanzung der Vibrationen von dem äußeren zylindrischen Abschnitt zu dem Flanschabschnitt zu unterdrücken, und die Verschiebung des Flanschelements auf den vorbestimmten Bereich im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt zu begrenzen. Selbst wenn eine große Schlagkraft, wie der Bruch des Rotorelements, während der Drehung auftritt, ist daher die Wahrscheinlichkeit, dass das Flanschelement von dem Stützelement verschoben wird, geringer, und die Turbomolekularpumpe wird mit geringerer Wahrscheinlichkeit von dem externen Behälter entfernt und unabhängig herumbewegt. Somit kann eine hohe Sicherheit garantiert werden.

[0191] Gemäß dem elften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich, das externe Lecken des Magnetflusses zu beseitigen, während eine Größenzunahme und Kostenerhöhung unterdrückt wird.

[0192] Gemäß dem zwölften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Fortpflanzung des elektrischen Rauschens zu dem externen Behälter zu unterdrücken.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, umfassend:
einen äußeren zylindrischen Abschnitt (**16**), der an einen externen Behälter anzuschließen ist, wobei der äußere zylindrische Abschnitt einen Endabschnitt aufweist, der mit einer Einlassöffnung (**38**) bereitgestellt ist, durch die ein Gas in dem externen Behälter angesaugt wird;
einen Rotorabschnitt (**12, 14**), der drehbar in dem äußeren zylindrischen Abschnitt aufgenommen ist;
einen Statorabschnitt (**15, 18**), der in dem äußeren zylindrischen Abschnitt angeordnet ist, wobei der Statorabschnitt und der Rotorabschnitt gemeinsam einen Übertragungsabschnitt definieren, um das Gas, das durch die Einlassöffnung angesaugt wird, zu übertragen;
ein Magnetlager (**20**) zum schwebenden Stützen des Rotorabschnitts;
einen Motorabschnitt (**32, 33**) zum drehenden Antreiben des Rotorabschnitts; und
eine Basis (**19**), die den äußeren zylindrischen Abschnitt und den Statorabschnitt an dem anderen Endabschnitt des äußeren zylindrischen Elements stützt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie des Weiteren umfasst:
ein Vibrationsabsorptionselement (**50**), das zwischen mindestens einem von dem äußeren zylindrischen Abschnitt und dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist, zum verschiebbaren Stützen von mindestens einem von dem äußeren zylindrischen Abschnitt und dem Statorabschnitt im Bezug auf die Basis, dadurch gekennzeichnet, dass das Vibrationsabsorptionselement (**50**) eine natürliche Frequenz F hat, die die folgende Formel erfüllt:

$$F = (f_1 + f_3)/2 \pm (f_1 - f_3)/4$$

wobei f_1 , f_2 und f_3 eine natürliche Nutationsfrequenz im konischen Modus, eine natürliche Frequenz im parallelen Modus beziehungsweise eine natürliche Kreisfrequenz im konischen Modus angeben, wenn der Rotorabschnitt bei einer Nenndrehzahl gedreht wird.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei das Vibrationsabsorptionselement ein Silikongel enthält.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Vibrationsabsorptionselement zwischen dem Statorabschnitt und der Basis eingesetzt ist, und die Vakuumpumpe des Weiteren ein Verschiebungsbegrenzungsselement zum Begrenzen eines Bereichs enthält, in dem der Statorabschnitt im Bezug auf die Basis verschiebbar ist.

4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, wobei:

der Statorabschnitt einen vorstehenden Abschnitt (**15b**) enthält, der im Wesentlichen parallel zu einer Ebene vorsteht, die durch die Basis definiert ist; eine Mehrzahl von Begrenzungsöffnungen um den Umfang in dem vorstehenden Abschnitt ausgebildet sind;

das Verschiebungsbegrenzungselement Begrenzungsschrauben (**51**) und Begrenzungselemente (**53b**) enthält, wobei die Begrenzungsschrauben aus einem Material gebildet sind, das eine höhere Steifigkeit als jenes des Vibrationsabsorptionselements hat, wobei jede der Begrenzungsschrauben lose in die entsprechende Begrenzungsöffnung eingesetzt ist, während ihr vorderes Ende an dem Statorabschnitt befestigt ist; und

jedes der Begrenzungselemente Folgendes aufweist:

einen Begrenzungszylinder (**53c**), der um einen Schaft jeder der Begrenzungsschrauben befestigt ist, und der von der Umfangsfläche jeder der Begrenzungsöffnungen des vorstehenden Abschnitts beabstandet ist; und

zwei Scheibenabschnitte (**53d**), die sich von den entsprechenden Endabschnitten des Begrennungszylinders nach außen erstrecken und einander gegenüberliegend im Bezug auf den vorstehenden Abschnitt angeordnet sind, während sie von dem vorstehenden Abschnitt beabstandet sind.

5. Vakuumpumpe, umfassend:

einen Flanschabschnitt (**71**), der an einen externen Behälter anzuschließen ist, wobei der Flanschabschnitt eine Einlassöffnung (**71c**) aufweist, durch die ein Gas in dem externen Behälter angesaugt wird; einen äußeren zylindrischen Abschnitt (**16**), von dem eine Endseite mit dem Flanschabschnitt (**71**) verbunden oder integral ausgebildet ist;

eine Basis (**19**), die mit der anderen Endseite des äußeren zylindrischen Abschnitts verbunden ist, wobei die Basis (**19**), der Flanschabschnitt (**71**) und der äußere zylindrische Abschnitt (**16**) gemeinsam einen hohlen Abschnitt definieren, der mit einem Inneren des externen Behälters durch die Einlassöffnung in Verbindung steht;

einen Statorabschnitt (**15**, **18**), der an der Basis gestützt wird und in dem hohlen Abschnitt aufgenommen ist;

einen Rotorabschnitt (**12**, **14**), der in dem hohlen Abschnitt aufgenommen ist;

ein Lager (**20**), das den Rotorabschnitt im Bezug auf den Statorabschnitt drehbar stützt;

einen Motorabschnitt (**21**) zum drehenden Antreiben des Rotorabschnitts, der von dem Lager gestützt wird, im Bezug auf den Statorabschnitt; dadurch gekennzeichnet, dass

ein Vibrationsabsorptionsmittel (**54**, **57**), das ein Material mit Vibrationsabsorptionseigenschaft zur Verringerung der Fortpflanzung einer Vibration unter Nutzung elastischer und/oder viskoser Eigenschaften,

enthält, wobei das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens an einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis, dem Statorabschnitt und Verbindungsabschnitten, die jeweils zwei Elemente verbinden, die aus dem Flanschabschnitt (**71**), dem äußeren zylindrischen Abschnitt (**16**) und der Basis (**19**) ausgewählt sind, angeordnet ist.

6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, wobei

der äußere zylindrische Abschnitt eine Auslassöffnung aufweist, durch die das Gas in dem hohlen Abschnitt abgegeben wird; und

das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens an einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt und an dem Verbindungsabschnitt, der den äußeren zylindrischen Abschnitt mit dem Flanschabschnitt verbindet, angeordnet ist.

7. Vakuumpumpe nach Anspruch 5 oder 6, wobei:

die Basis eine Auslassöffnung hat, durch die das Gas in dem hohlen Abschnitt abgegeben wird; und

das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens an einem von dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt, der Basis und Verbindungsabschnitten, die jeweils zwei Elemente verbinden, die aus dem Flanschabschnitt, dem äußeren zylindrischen Abschnitt und der Basis ausgewählt sind, angeordnet ist.

8. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, wobei das Vibrationsabsorptionsmittel mindestens eines von einem Federelement, einem Gummielement, das aus einem Gummi gebildet ist, einem Gelelement, das aus einem Gelmaterial gebildet ist, und einem Blasebalg enthält.

9. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, wobei:

der Flanschabschnitt von dem äußeren zylindrischen Abschnitt getrennt ist; und

das Vibrationsabsorptionsmittel an dem Verbindungsabschnitt angeordnet ist, der den Flanschabschnitt mit dem äußeren zylindrischen Abschnitt verbindet.

10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, des Weiteren umfassend:

Begrenzungsmittel (**58**) zum Begrenzen einer Position des Flanschabschnitts auf einen vorbestimmten Bereich im Bezug auf den äußeren zylindrischen Abschnitt.

11. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, des Weiteren umfassend:

ein magnetisches Abschirmungselement (**66**) in Form eines Blattes, das radial nach außen an dem Statorabschnitt und dem Rotorabschnitt angeordnet ist, um den Statorabschnitt und den Rotorabschnitt zu umschreiben, und das entlang einer inneren Um-

fangsfläche des äußeren zylindrischen Abschnitts angeordnet ist.

12. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, des Weiteren umfassend:
einen Isolierabschnitt (**55**), der aus einem stark elektrisch isolierenden Widerstandsmaterial gebildet ist, das an dem Verbindungsabschnitt angeordnet ist, der den äußeren zylindrischen Abschnitt mit dem Flanschabschnitt verbindet.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

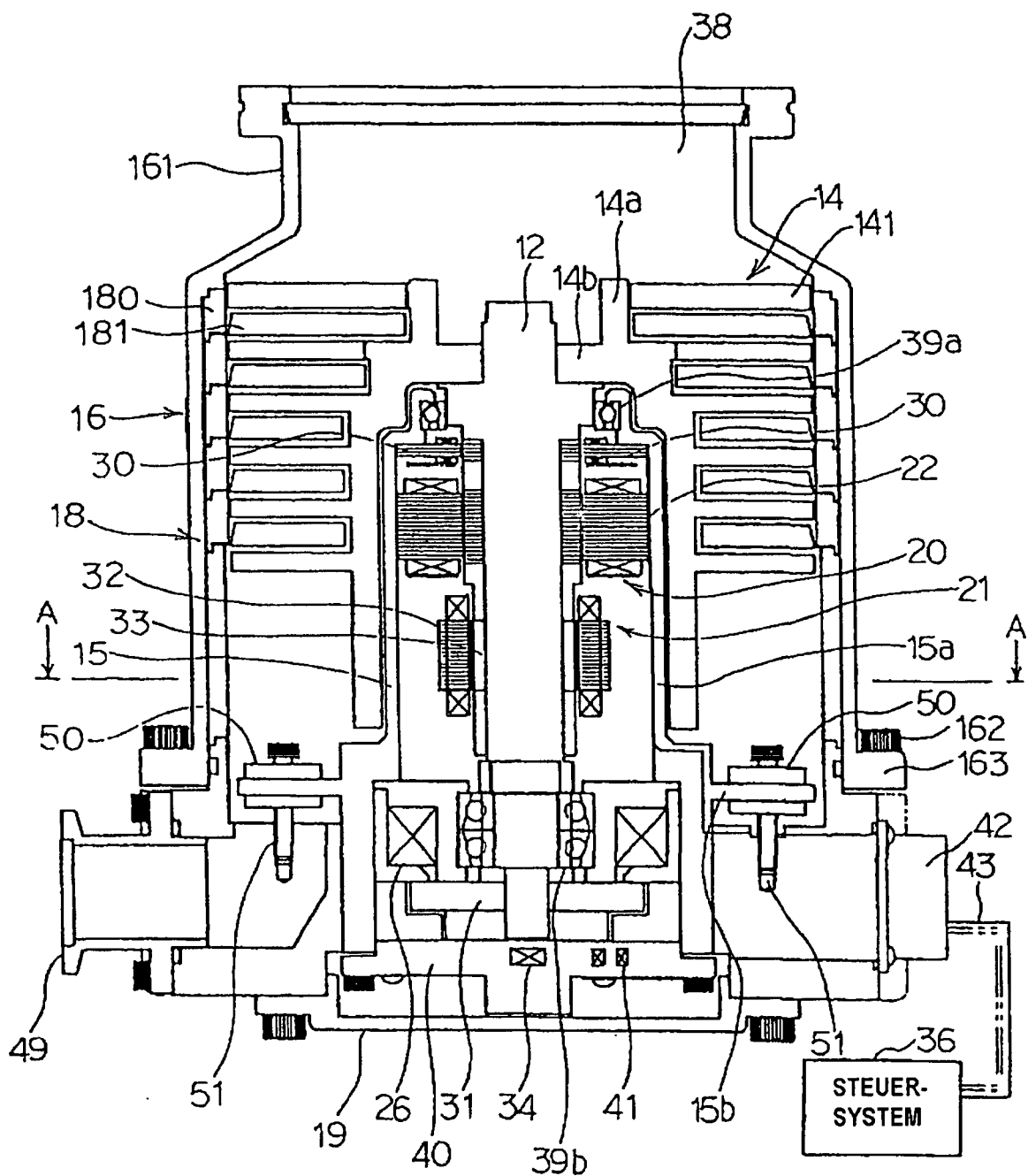
FIG. 1

FIG. 2

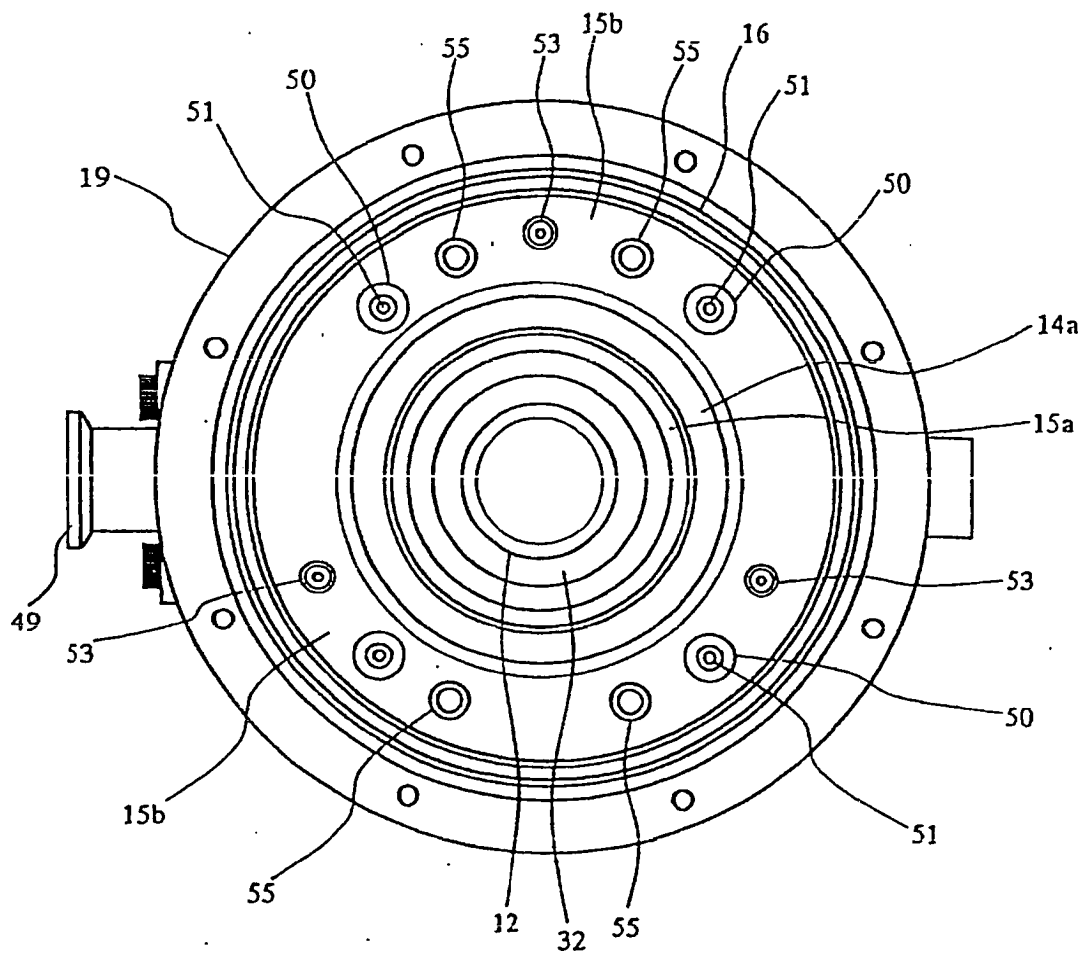


FIG. 3A

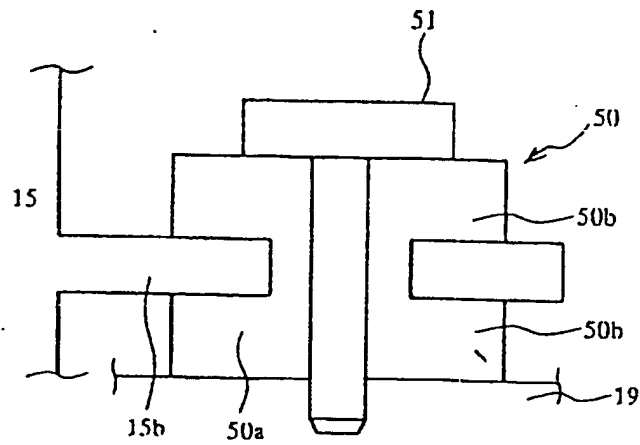


FIG. 3B

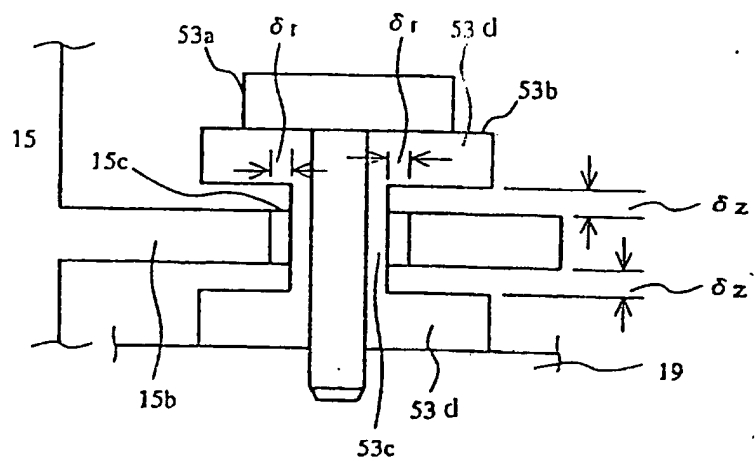


FIG. 3C

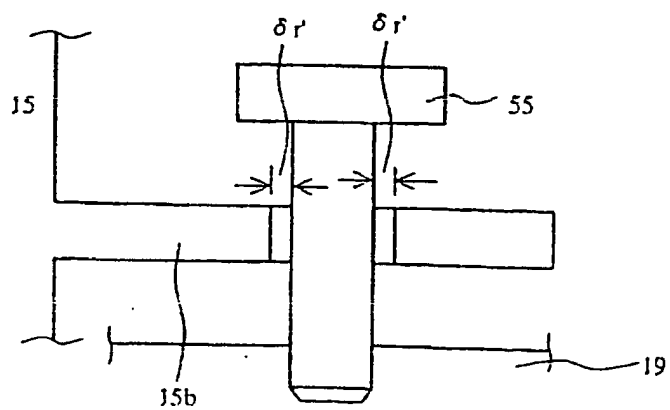


FIG. 4

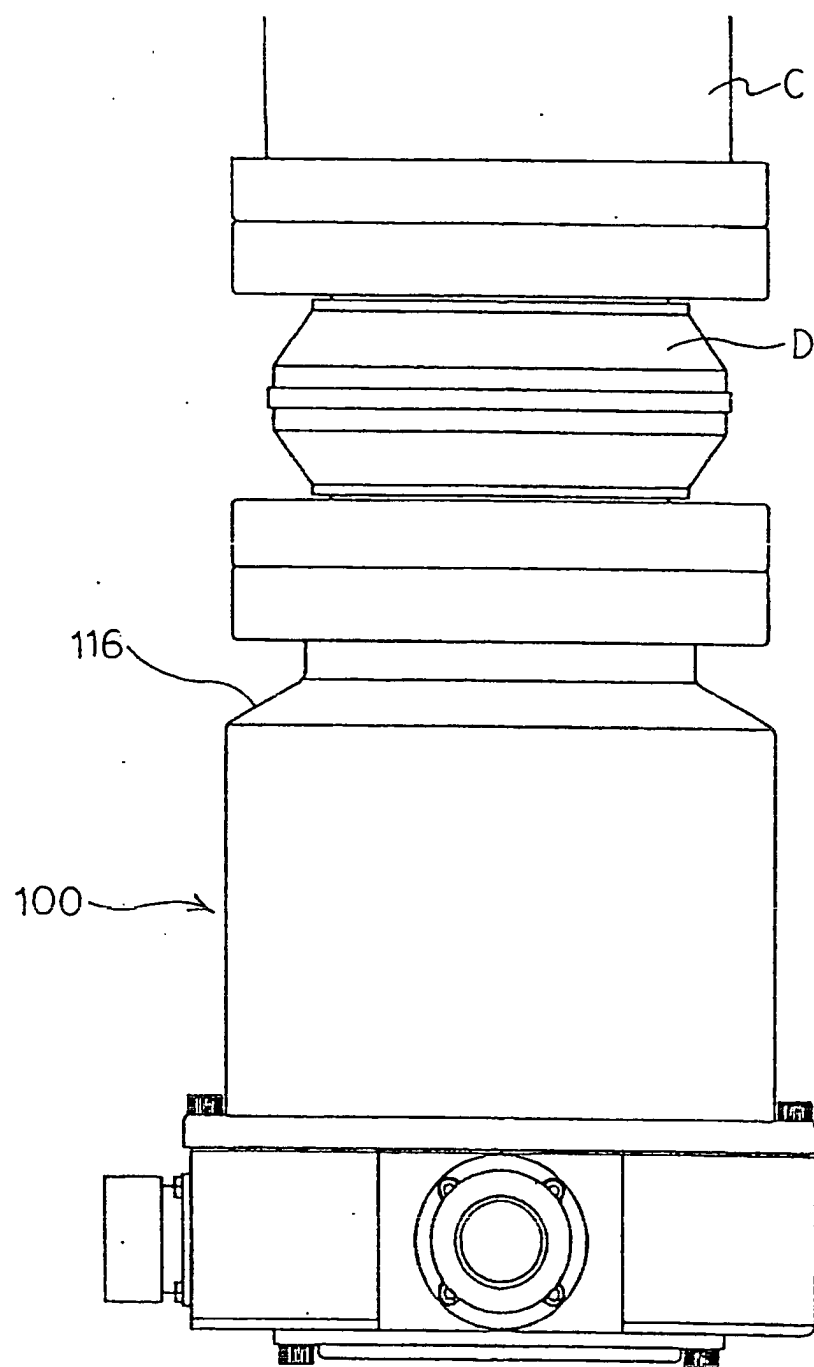


FIG. 5

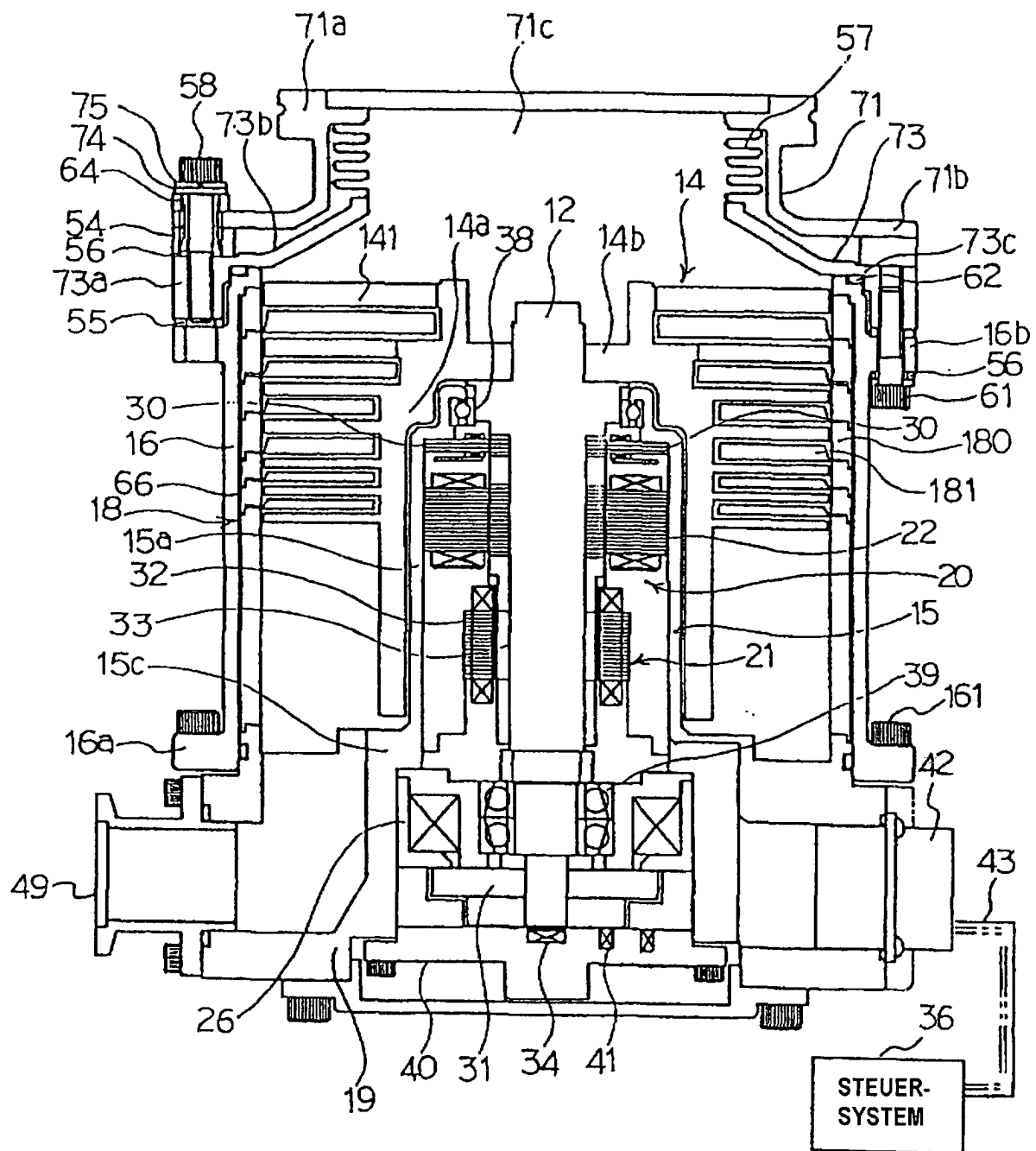


FIG. 6

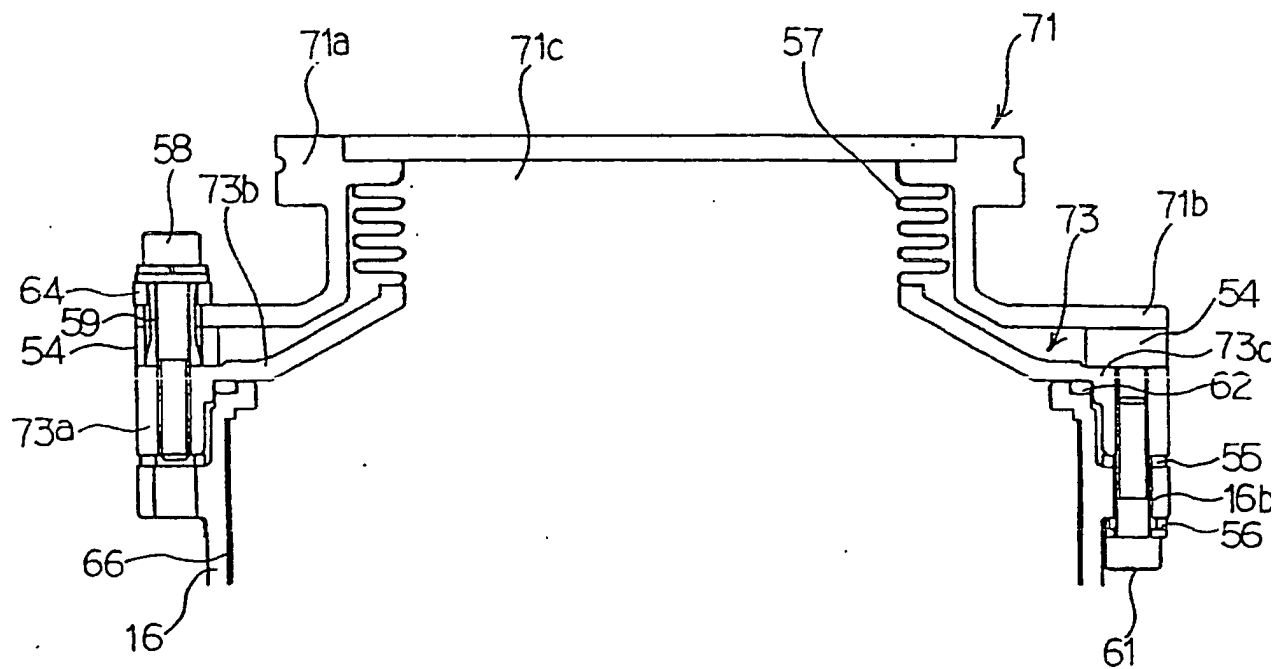


FIG. 7

