



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 14 930 T2** 2008.04.03

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 347 176 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 14 930.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 006 088.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.03.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.09.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F04C 18/12** (2006.01)

**F04C 23/00** (2006.01)

**F04C 28/02** (2006.01)

**F04C 25/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2002079264**      **20.03.2002**      **JP**

**2003000554**      **06.01.2003**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Kabushiki Kaisha Toyota Jidoshokki, Kariya,  
Aichi, JP**

(74) Vertreter:

**TBK-Patent, 80336 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Yamamoto, Shinya, Kariya-shi, Aichi-ken, JP;  
Kuramoto, Satoru, Kariya-shi, Aichi-ken, JP;  
Uchiyama, Osamu, Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Sato,  
Daisuke, Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Fujiwara, Mika,  
Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Kawaguchi, Masahiro,  
Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Kuwahara, Mamoru,  
Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Hoshino, Nobuaki,  
Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Koshizaka, Ryosuke,  
Kariya-shi, Aichi-ken, 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**

Grundlagen der Erfindung darstellt.

## Hintergrund der Erfindung

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, die einen Gas übertragenden Körper in einer Pumpkammer durch Rotation einer drehenden Welle antreibt, um so zur Erzeugung eines Vakuums ein Gas zu übertragen.

**[0002]** In einer Vakuumpumpe der Schraubenart, die in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Nummer 10-184576 offenbart ist, ist eine Abgaseinheit, die ein kleineres Stellvolumen als die Vakuumpumpe aufweist, mit einem Abgasbereich der Vakuumpumpe verbunden. Die Abgaseinheit senkt einen Druck in dem Abgasbereich der Vakuumpumpe. Die Abgaseinheit verhindert nämlich, dass Gas in dem Abgasbereich zurück in einen geschlossenen Raum in der Vakuumpumpe strömt. Diese Verhinderung reduziert einen Leistungsverlust der Vakuumpumpe, sodass ein Stromverbrauch der Vakuumpumpe reduziert ist.

**[0003]** Ein unerwünschtes Merkmal ist, dass die Abgaseinheit durch eine zusätzliche Antriebsquelle angetrieben ist, die unterschiedlich von einer Antriebsquelle der Vakuumpumpe ist. Da die zusätzliche Antriebsquelle zum Antreiben der Abgaseinheit bereitgestellt ist, wird die Größe der Vakuumpumpe relativ groß. Zusätzlich steigen die Herstellungskosten für die Vakuumpumpe. Deswegen besteht Bedarf für eine Vakuumpumpe gemäß Anspruch 1, die einen Stromverbrauch ohne Erhöhung der Größe der Vakuumpumpe und der Herstellungskosten reduziert.

**[0004]** US 5040949 offenbart eine Vakuumpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0005]** Gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine Vakuumpumpe gemäß dem Anspruch 1 eine die durch eine Antriebsquelle gedrehte drehende Welle, eine Hauptpumpe und eine Nebpumpe auf. Die Hauptpumpe hat eine Pumpkammer und einen Gas übertragenden Körper, der in der Pumpkammer angeordnet ist. Die Hauptpumpe wird durch die Antriebsquelle durch die drehende Welle zum Übertragen des Gases zu einem Abgasraum angetrieben. Die Nebpumpe ist mit dem Abgasraum verbunden, um das Gas von dem Abgasraum teilweise abzugeben. Die Nebpumpe wird durch die gleiche Antriebsquelle angetrieben. Das Stellvolumen der Nebpumpe ist kleiner als das der Hauptpumpe.

**[0006]** Andere Gesichtspunkte und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung deutlich, die in Zusammenhang mit den anhängenden Zeichnungen gemacht ist, und beispielhaft die

**[0007]** Die Merkmale der vorliegenden Erfindung, von denen geglaubt wird, dass sie neu sind, sind in den anhängenden Ansprüchen fortgesetzt. Die Erfindung kann zusammen mit Ihren Aufgaben und Vorteilen am Besten mit Verständnis der folgenden Beschreibung der derzeit bevorzugten Ausführungsformen zusammen mit den anhängenden Zeichnungen verstanden werden, in denen:

**[0008]** [Fig. 1](#) eine Längs-Querschnittsansicht einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ist, die zum Verständnis der vorliegenden Erfindung nützlich ist;

**[0009]** [Fig. 2](#) eine Querschnittsdraufsicht der Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ist, die zum Verständnis der vorliegenden Erfindung nützlich ist;

**[0010]** [Fig. 3A](#) eine Querschnittsendansicht entlang der Linie I-I in [Fig. 2](#) ist;

**[0011]** [Fig. 3B](#) eine Querschnittsendansicht entlang der Linie II-II in [Fig. 2](#) ist;

**[0012]** [Fig. 4A](#) eine Querschnittsendansicht entlang der Linie III-III in [Fig. 2](#) ist;

**[0013]** [Fig. 4B](#) eine Querschnittsendansicht entlang der Linie IV-IV in [Fig. 2](#) ist;

**[0014]** [Fig. 5](#) ein Diagramm zum Darstellen von Strom als Funktion einer Strömungsrate von Gas zum Erläutern der Stromreduktion in der Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen mit einer Nebpumpe ist;

**[0015]** [Fig. 6](#) ein Diagramm ist, das ein Volumen als Funktion eines Drucks in einer Hauptpumpenkammer zeigt, um eine Reduktion des Stroms in der Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen mit der Nebpumpe zu erläutern;

**[0016]** [Fig. 7A](#) eine Längsquerschnittsansicht einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0017]** [Fig. 7B](#) eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht einer Nebpumpe gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0018]** [Fig. 8](#) ist eine Längsquerschnittsansicht einer Schraubenpumpe, die nicht einen Teil der vorliegenden Erfindung ausbildet;

**[0019]** [Fig. 9](#) eine Querschnittsansicht der Schraubenpumpe ist, die nicht einen Teil der vorliegenden

Erfindung ausbildet;

[0020] **Fig. 10** eine Längsquerschnittsansicht einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0021] **Fig. 11** eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht einer Nebpumpe in einem Zustand ist, bei dem eine Membran bei einem unteren Totpunkt positioniert ist, gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0022] **Fig. 12** eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht der Nebpumpe in einem Zustand ist, wenn die Membran bei einem oberen Punkt positioniert ist, gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0023] **Fig. 13** eine Längs-Querschnittsansicht einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0024] **Fig. 14** eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht einer Nebpumpe, die nicht einen Teil der vorliegenden Erfindung ausbildet ist.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0025] Eine Wälzkolbenpumpe wird nun in Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben. Die Vorderseite und Rückseite einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen beziehungsweise Vakuumpumpe **11** entsprechen der linken Seite und der rechten Seite der **Fig. 1** und **Fig. 2**.

[0026] Mit Bezug auf **Fig. 1** stellt eine Ansicht eine Längs-Querschnittsansicht einer Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen dar. Ein Gehäuse der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen hat ein Rotorgehäuse **12**, ein vorderes Gehäuse **13** und ein rückwärtiges Gehäuse **14**. Das vordere Gehäuse **13** ist mit dem vorderen Ende des Rotorgehäuses verbunden. Das rückwärtige Gehäuse **14** ist mit dem rückwärtigen Ende des Rotorgehäuses **14** verbunden.

[0027] Das Rotorgehäuse **12** hat einen Zylinderblock **15** und eine Vielzahl von Trennwänden **16**, **16A**. Eine Hauptpumpenkammer **51** ist zwischen dem vorderen Gehäuse **13** und der vordersten Trennwand **16** definiert. Hauptpumpenkammern **52**, **53**, **54** sind entsprechend zwischen den miteinander angrenzenden Trennwänden **16** definiert. Eine Hauptpumpenkammer **55** ist zwischen der hintersten Trennwand **16** und der Trennwand **16A** definiert. Eine Nebpumpe **33** ist zwischen der Trennwand **16A** und dem rückwärtigen Gehäuse **14** definiert. Ein Durchtritt **163** ist entsprechend in jeder

Trennwand **16**, **16A** definiert.

[0028] Ein Flansch **41**, ein Krümmer **42**, ein Führungsrohr **43** und ein Abgasrohr **44** bilden einen Hauptgasdurchtritt zum Aussenden des Gases, das von der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen zu einem Abgassteuerungsgerät abgegeben wird, das in der Zeichnung nicht dargestellt ist. Der Flansch **41** ist mit dem Rotorgehäuse **15** verbunden. Der Innenraum des Flanschs **41** ist mit der Hauptpumpenkammer **55** durch eine Hauptabgabeöffnung **181** in Verbindung. Der Krümmer **42** ist mit dem Flansch **41** verbunden. Das Führungsrohr **43** ist mit dem Krümmer **42** verbunden. Das Abgasrohr **44** ist mit dem Führungsrohr **43** verbunden. Das Abgasrohr **44** ist mit dem Abgassteuerungsgerät verbunden.

[0029] Ein Sperrventil oder eine Einrichtung zum Verhindern, dass das Gas zurückströmt, ist zwischen dem Hauptgasdurchtritt eingefügt und hat das Führungsrohr **43**, einen Ventilkörper **45** und eine Rückstellfeder **46**. Der Ventilkörper **45** und die Rückstellfeder **46** sind in dem Führungsrohr **43** angeordnet. Ein abgeschrägtes Ventilloch **431** ist in dem Führungsrohr **43** ausgebildet, und der Ventilkörper **45** öffnet und schließt das Ventilloch **431**. Die Rückstellfeder **46** zwingt den Ventilkörper **45** in eine Richtung, um das Ventilloch **431** zu schließen. Ein Abgasraum **H1** der Hauptpumpe **49** hat eine Semi-Abgaskammer **551**, die Hauptabgabeöffnung **181**, die inneren Räume des Flansches **41** und einen Krümmer **42**.

[0030] Ein Flansch **47** und ein Nebenabgasrohr **48** bilden einen Nebengasdurchtritt zum teilweisen aussenden des Gases in der Hauptpumpenkammer **55** zu dem Abgassteuerungsgerät. Der Flansch **47** ist mit dem rückwärtigen Gehäuse **14** und dem Rotorgehäuse **15** verbunden. Der Innenraum des Flanschs **47** ist mit der Nebpumpe **33** durch eine Nebenabgabeöffnung **182** in Verbindung. Das Nebenabgasrohr **48** ist mit dem Flansch **47** verbunden, und ist stromabwärts von dem Ventilkörper **45** mit dem Führungsrohr **43** verbunden.

[0031] Nun mit Bezug auf **Fig. 2** stellt ein Diagramm eine Querschnittsansicht der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen dar. Eine drehende Welle **19** ist durch das vordere Gehäuse **13** und das rückwärtige Gehäuse **14** durch Radiallager **21** beziehungsweise **36** gestützt. Eine drehende Welle **20** ist ebenfalls durch das vordere Gehäuse **13** und das rückwärtige Gehäuse **14** durch radiale Lager **22** beziehungsweise **37** gestützt. Die drehenden Wellen **19**, **20** sind parallel miteinander angeordnet und erstrecken sich durch die Trennwände **16**, **16A**.

[0032] Eine Vielzahl von Hauptrotoren oder Gas übertragenden Körpern **23** bis **27** sind einstückig mit der drehenden Welle **19** ausgebildet. Die gleiche Anzahl von Hauptrotoren oder Gas übertragenden Kör-

pern 28 bis 32 wie die Hauptrotoren 23 bis 27 sind ebenfalls einstückig mit der drehenden Welle 20 ausgebildet. Eine Hauptpumpe 49 hat die Hauptpumpenkammern 51 bis 55 und die Hauptrotoren 23 bis 32. Nebenrotoren 34, 35 sind einstückig mit den Rotorwellen 19, 20 ausgebildet. Eine Nebenpumpe 50 hat die Nebenpumpenkammer 33 und die Nebenrotoren 34, 35 und weist ein kleineres Verstellvolumen als die Hauptpumpe 49 auf. Die Hauptrotoren 23 bis 27 und der Nebenrotor 34 sind von gleicher Form, wenn sie in einer Richtung einer Achse 191 der drehenden Welle betrachtet werden. Ähnlich sind die Hauptrotoren 28 bis 32 und der Nebenrotor 35 von gleicher Form, wenn sie in einer Richtung einer Achse 201 der drehenden Welle 20 betrachtet werden. Die Hauptrotoren 23 bis 27 sind in der Reihenfolge von 23, 24, 25, 26 und 27 von reduzierter Dicke. Ähnlich sind die Hauptrotoren 28 bis 32 in der Reihenfolge von 28, 29, 30, 31 und 32 von reduzierter Dicke. Die Nebenrotoren 34, 35 sind in der Dicke entsprechend kleiner als die Hauptrotoren 27, 32.

[0033] Die Hauptrotoren 23, 28 sind in der Hauptpumpenkammer 51 auf eine solche Weise aufgenommen, dass sie mit einem kleinen Zwischenraum in Eingriff sind. Ähnlich sind die Hauptrotoren 24, 29 in der Hauptpumpenkammer 52 auf eine solche Weise aufgenommen, dass sie miteinander in Eingriff sind. Ähnlich sind die Hauptrotoren 25, 30 in der Hauptpumpenkammer 53 aufgenommen, die Hauptrotoren 26, 31 sind in der Hauptpumpenkammer 54 aufgenommen und die Hauptrotoren 27, 32 sind in der Hauptpumpenkammer 55 aufgenommen. Die Nebenrotoren 34, 35 sind in der Nebenpumpenkammer 33 auf eine derartige Weise aufgenommen, dass sie miteinander mit einem kleinen Zwischenraum in Eingriff sind. Die Hauptpumpenkammern 51 bis 55 sind in der Reihenfolge von 51, 52, 53, 54 und 55 von reduziertem Volumen. Die Nebenpumpenkammer 33 weist ein kleineres Volumen auf als die Hauptpumpenkammer 55.

[0034] Ein Getriebegehäuse 38 ist mit dem rückwärtigen Gehäuse 14 verbunden. Die drehenden Wellen 19, 20 springen durch das rückwärtige Gehäuse 14 in das Getriebegehäuse 38 vor. Zahnräder 39, 40 sind entsprechend mit den vorspringenden Enden der drehenden Wellen 19, 20 gesichert und miteinander im Eingriff. Ein Elektromotor oder eine Antriebsquelle M ist in dem Getriebegehäuse 38 angeordnet. Eine Antriebswelle M1 des Elektromotors M ist mit der drehenden Welle 19 durch eine Wellenkupplung 10 verbunden. Die Leistung des Elektromotors M wird durch die Wellenkupplung 10 zu der drehenden Welle 19 übertragen. Die drehende Welle 20 wird durch den Elektromotor zu der drehenden Welle 19 übertragen. Die drehende Welle 20 wird durch den Elektromotor M durch die in Eingriff befindlichen Zahnräder 39, 40 angetrieben. Eine Hauptantriebseinheit hat die Antriebswelle M1, die Wellenkupplung 10, die Zahn-

räder 39, 40 und die drehenden Wellen 19, 20 und überträgt Leistung von dem Elektromotor M zu der Hauptpumpe 49 durch die drehenden Wellen 19, 20.

[0035] Nun mit Bezug auf Fig. 3A stellt eine Ansicht eine Querschnittsansicht dar, die entlang der Linie I-I in Fig. 2 genommen ist. Der Zylinderblock 15 hat ein Paar von Blockstücken 17, 18. Die Trennwände 16, 16A haben ein Paar von Wandstücken 161, 162. Eine Einlassöffnung 171 ist in dem Blockstück 17 ausgebildet und mit der Hauptpumpenkammer 51 in Verbindung. Ein Einlass 164 ist in jedem Wandstück 162 ausgebildet und verbindet die Hauptpumpenkammer 51 und den Durchtritt 163.

[0036] Übrigens wird die drehende Welle 19 durch den Elektromotor M der Fig. 2 in eine Richtung gedreht, die durch einen Pfeil R1 bezeichnet ist. Die drehende Welle 20 wird in eine Richtung gedreht, die durch einen Pfeil R2 bezeichnet ist, nämlich relativ zu der Drehrichtung der drehenden Welle 19 in eine gegenüberliegende Richtung.

[0037] Nun mit Bezug auf Fig. 3B stellt eine Ansicht eine Querschnittsansicht dar, die entlang der Linie II-II in Fig. 2 genommen ist. Der Durchtritt 163 ist in der Trennwand 16 ausgebildet. Ein Auslass 165 ist in dem Wandstück 161 ausgebildet und verbindet die Hauptpumpenkammer 52 und den Durchtritt 163. Entsprechend sind die miteinander angrenzenden Hauptpumpenkammern 51 bis 55 miteinander durch den Durchtritt 163 verbunden.

[0038] Nun mit Bezug auf Fig. 4A stellt eine Ansicht eine Querschnittsansicht dar, die entlang der Linie III-III in Fig. 2 genommen ist. Die Hauptabgabeöffnung 181 ist in dem Blockstück 18 ausgebildet. Die Semi-Abgaskammer 551 ist durch die Hauptrotoren 27, 32 in der Hauptpumpenkammer 55 ausgebildet. Die Semi-Abgaskammer 551 ist mit dem inneren Raum des Flanschs 41 durch die Hauptabgabeöffnung 181 in Verbindung.

[0039] Mit Rückbezug auf Fig. 2 wird Gas durch die Einlassöffnung 171 in die Hauptpumpenkammer 51 eingebracht, und durch die Drehung der Hauptrotoren 23, 28 zu der nächsten Pumpkammer 52 durch den Einlass 164 in der Trennwand 16, den Durchtritt 163 und den Auslass 165 übertragen. Ähnlich wird das Gas in der Reihenfolge übertragen, bei der sich das Volumen der Hauptpumpenkammer reduziert, nämlich in der Reihenfolge der Hauptpumpenkammern 52, 53, 54 und 55. Das zu der Hauptpumpenkammer übertragene Gas wird außerhalb von dem Rotorgehäuse 12 durch die Hauptabgabeöffnung 181 abgegeben.

[0040] Nun mit Bezug auf Fig. 4B stellt ein Diagramm eine Querschnittsansicht dar, die entlang der Linie IV-IV in Fig. 2 genommen ist. Eine Neben-

abgabeöffnung **182** ist in dem Blockstück **18** zur Verbindung mit der Nebenpumpenkammer **33** ausgebildet. Das Gas in der Hauptpumpenkammer **55** wird teilweise durch die Rotation der Nebenrotoren **34**, **35** zu der nächsten Nebenpumpenkammer **33** durch den Einlass **164** der Trennwand **16A**, dem Durchtritt **163** und dem Auslass **165** übertragen. Das zu der Nebenpumpenkammer **33** übertragene Gas wird außerhalb von dem Rotorgehäuse **12** durch die Nebenabgabekammer **182** abgegeben.

**[0041]** Mit Rückbezug auf [Fig. 1](#), da der Elektromotor **M** mit Energie beaufschlagt ist, um die drehenden Wellen **19**, **20** der [Fig. 2](#) zu drehen, wird das Gas in dem vakuumisierten Raum durch die Einlassöffnung **171** in die Nebenpumpenkammer **51** der Hauptpumpe **49** eingebracht. Das in die Hauptpumpenkammer **51** eingebrachte Gas wird durch die Hauptpumpenkammer **52** bis **55** zu der Hauptpumpenkammer **55** übertragen, da es verdichtet wird. Wenn die Strömungsrate des Gases groß ist, wird nahezu das gesamte Gas, das zu der Hauptpumpenkammer **55** übertragen wird, zu dem Hauptgasdurchtritt durch die Hauptabgabeöffnung **181** abgegeben, und der Abschnitt von Gas wird zu dem Nebengasdurchtritt durch die Nebenabgabeöffnung **182** durch die Nebenpumpe **50** abgegeben.

**[0042]** Die folgenden vorteilhaften Wirkungen werden erreicht.

(1-1) Mit Bezug auf [Fig. 5](#) zeigt ein Diagramm eine Funktion der Strömungsrate von Gas, um die Reduktion der Leistung in der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen mit der Nebenpumpe **50** zu erläutern. Eine Kurve **D** in dem Diagramm zeigt Leistung als Funktion der Strömungsrate von Gas in einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ohne eine Nebenpumpe. Eine Kurve **E** in dem Diagramm zeigt eine Leistung als Funktion der Strömungsrate von Gas in der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen mit der Nebenpumpe **50**. Wenn die Strömungsrate des Gases niedriger als eine bestimmte Strömungsrate ist, wird **L1** in dem Diagramm die Leistung der Vakuumpumpe ohne eine Nebenpumpe gleichförmig. Wenn jedoch die Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen die Nebenpumpe **50** aufweist, reduziert sich die Leistung der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen sogar, falls die Strömungsrate des Gases niedriger als die Strömungsrate **L1** ist.

**[0043]** Nun mit Bezug auf [Fig. 6](#), zeigt ein Diagramm ein Volumen als Funktion eines Drucks in einer Hauptpumpenkammer in der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen mit der Nebenpumpe **50**. Eine Kurve **F** in dem Diagramm zeigt das Volumen als Funktion eines Drucks in den entsprechenden Hauptpumpenkammern **51** bis **55** in einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ohne Nebenpumpe. Eine Kurve **G** in dem Diagramm zeigt das Volumen als Funktion

eines Drucks in den entsprechenden Hauptpumpenkammern **51** bis **55** in den Wälzkolbenpumpen **11** mit vielen Stufen mit der Nebenpumpe **50**. **F1**, **F2**, **F3**, **F4** und **F5** in der Kurve **F** entsprechen jeweils den Hauptpumpenkammern **51** bis **55**. **G1**, **G2**, **G3**, **G4** und **G5** in der Kurve **G** entsprechen jeweils den Hauptpumpenkammern **51** bis **55**. Die Fläche eines Bereichs, der durch die Kurve **F**, die seitliche Achse und die Längsachse in dem Diagramm definiert ist, stellt den Stromverbrauch in der Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ohne Nebenpumpe dar. Die Fläche eines Bereichs, der durch die Kurve **G**, die seitliche Achse und die Längsachse in dem Diagramm definiert ist, stellt den Stromverbrauch in der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen mit der Nebenpumpe **50** dar.

**[0044]** Im Vergleich mit einer Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ohne Nebenpumpe ist der Stromverbrauch der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen reduziert, wenn die Strömungsrate des Gases, das einen gewünschten Grad des Unterdrucks in dem vakuumisierten Raum entspricht, niedriger ist als die Strömungsrate **L1**. Da nämlich das Gas in dem Abgasraum **H1** durch die Nebenpumpe **50** abgegeben wird, die ein kleineres Stellvolumen als die Hauptpumpe **49** aufweist, wird der Druck in dem Abgasraum **H1** im Vergleich zu der Wälzkolbenpumpe mit vielen Stufen ohne Nebenpumpe reduziert. Die Reduktion des Drucks in dem Abgasraum **H1** führt den Druck in den Hauptpumpenkammern **51** bis **55** dazu, reduziert zu sein. Als Ergebnis wird der Stromverbrauch in der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen reduziert.

**[0045]** Die Nebenpumpe **50** wird durch den Elektromotor **M** durch die drehenden Wellen **19**, **20** wie auch die Hauptpumpe **49** angetrieben. Mit anderen Worten sind die Antriebsquellen der Nebenpumpe **50** und der Hauptpumpe **49** der gleiche Elektromotor **M**. Da eine ausschließliche Antriebsquelle zum Antreiben einer Nebenpumpe nicht eingesetzt ist, gibt es keinen beanspruchten Raum für die ausschließliche Antriebsquelle. Deswegen wird die Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen relativ kompakt und es entstehen keine Kosten für die ausschließliche Antriebsquelle.

(1-2) Da ein Gasdurchtritt zwischen dem Abgasraum **H1** und der Nebenpumpe **50** kurz ist, reduziert sich der Strömungswiderstand in dem Gasdurchtritt. Die Nebenpumpe **50** hat die Nebenpumpenkammer **33** und die Nebenrotoren **34**, **35** in der Nebenpumpenkammer **33**. Dann hat die Hauptpumpe **49** die Hauptpumpenkammern **41** bis **55** und die Hauptrotoren **23** bis **32**, die in den entsprechenden Hauptpumpenkammern **51** bis **55** angeordnet sind. Die Struktur der Nebenpumpe **50** ist im Wesentlichen die gleiche wie die der Hauptpumpe **49**. Die Nebenpumpenkammer **55** auf der letzten Stufe der Hauptpumpe **49** ist miteinander mit der Nebenpumpenkammer **33** An-

grenzend. Die Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen nimmt in ihrem Inneren die Nebenpumpe **50** in ihrem Gehäuse auf, sodass der Abgaberaum H1 neben der Nebenpumpe **50** angeordnet ist, und der Gasdurchtritt zwischen dem Abgaberaum H1 und der Nebenpumpe **50** relativ kurz wird. Der Strömungswiderstand des Gasdurchtritts wird durch das Verkürzen des Gasdurchtritts zwischen dem Abgaberaum H1 und der Nebenpumpe **50** reduziert, sodass ein Stromverbrauch in der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen reduziert ist.

(1-3) Die Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen verwendet weniger Leistung als die Vakuumpumpe der Schraubenart, sodass die Grundlage geeignet auf die Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen angewendet ist.

**[0046]** Eine erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) beschrieben. Die gleichen Bezugszeichen bezeichnen die im Wesentlichen gleichen Bauteile wie die in den vorangehenden Figuren.

**[0047]** Nun mit Bezug auf [Fig. 7A](#) stellt ein Diagramm eine Längs-Querschnittsansicht der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Eine Nebenpumpe **56** ist eine Membran-Pumpe, die eine Membran **57**, ein Ansaugventil **58**, um zu verhindern, dass das Gas zurückströmt, ein Abgabeventil **59**, um zu verhindern, dass das Gas zurückströmt, und einen sich hin- und herbewegenden Antriebsmechanismus **60** hat. Der sich hin- und herbewegende Antriebsmechanismus **60** hat eine Kurbelwelle **601**, ein Radiallager **602** und einen Ringnocken **603**. Die Kurbelwelle **601** ist fest um die drehende Welle **90** herum befestigt. Der Ringnocken **603** ist durch die Kurbelwelle **601** durch das Radiallager **602** so gestützt, dass er relativ zu der Kurbelwelle **601** dreht. Die Membran **57** definiert teilweise eine Druckkammer **561**. Der Ringnocken **603** läuft um die Achse **191** der drehenden Welle **119** gemäß der Drehung der drehenden Welle **19** um. Die Membran **57** bewegt sich durch die Umlaufbewegung des Ringnockens **603** hin- und her.

**[0048]** Nun mit Bezug auf [Fig. 7B](#) stellt eine Skizze eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht der Nebenpumpe **56** gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Da sich die Membran **57** in der Zeichnung nach unten bewegt, wird das Gas in der Hauptpumpenkammer der [Fig. 7A](#) in die Druckkammer **561** eingebracht, indem sie das Ansaugventil **58** weg schiebt. Da sich die Membran **57** in der Zeichnung nach oben bewegt, wird das Gas in der Druckkammer **561** in den Flansch **47** und das Nebenabgaberohr **48** abgegeben, die beide in [Fig. 7A](#) gezeigt sind, indem sie das Abgabeventil **59** wegschiebt.

**[0049]** Gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die vorteilhaften Wirkungen erhalten. Da zusätzlich die Nebenpumpe **56** wirkungsvoll das Gas blockiert, zurück zu strömen, ist die Nebenpumpe **56**, die ein kleineres Stellvolumen als die Hauptpumpe **50** in den ersten Figuren aufweist, optional eingesetzt. Die Nebenpumpe **56** kann nämlich von kleinerer Größe als die Hauptpumpe **50** sein.

**[0050]** Eine Schraubenpumpe wird nun mit Bezug auf [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) beschrieben. Die gleichen Bezugszeichen bezeichnen die im Wesentlichen identischen Bauteile wie die in der ersten Ausführungsform.

**[0051]** Mit Bezug auf [Fig. 8](#) stellt ein Diagramm eine Längs-Querschnittsansicht einer Vakuumpumpe der Schraubenart dar. Eine Hauptpumpenkammer **61** und eine Nebenpumpenkammer **62** sind in einem Rotorgehäuse **12A** definiert. Eine Semi-Abgabekammer **611** ist in einem Abschnitt der Hauptpumpenkammer **61** definiert und mit der Hauptabgabeöffnung **601** in Verbindung. Ein Abgaberaum H2 der Hauptpumpe **67** hat die Semi-Abgabekammer **611**, die Hauptabgabeöffnung **181** und die inneren Räume des Flanschs **41** und des Krümmers **42**.

**[0052]** Nun mit Bezug auf [Fig. 9](#) stellt eine Ansicht eine Querschnittsdraufsicht der Vakuumpumpe der Schraubenart dar. Die Hauptpumpe **67** hat die Hauptpumpenkammer **61** und Hauptschraubenrotoren **63**, **64**. Eine Nebenpumpe **68** hat die Nebenpumpenkammer **62** und Nebenschraubenrotoren **65**, **66**. Die Hauptschraubenrotoren **63**, **64** sind in der Hauptpumpenkammer **61** aufgenommen. Die Nebenschraubenrotoren **65**, **66** sind in der Nebenpumpenkammer **62** aufgenommen. Ein Schraubabstand P2 der Nebenschraubenrotoren **65**, **66** ist kleiner als ein Schraubabstand P1 der Hauptschraubenrotoren **63**, **64**. Nämlich ist das Einnahmenvolumen in der Nebenpumpenkammer **62** kleiner als das in der Hauptpumpenkammer **61**, und die Nebenpumpe **68** weist ein kleineres Stellvolumen, als die Hauptpumpe **67** auf. Der Hauptschraubrotor **63** und der Nebenschraubrotor **65** rotieren einstückig mit der drehenden Welle **19**. Der Hauptschraubrotor **64** und der Nebenschraubrotor **66** rotieren einstückig mit der drehenden Welle **20**. Die Semi-Abgabekammer **611** ist durch die Hauptschraubrotoren **63**, **64** in einem Abschnitt der Hauptpumpenkammer **61** definiert.

**[0053]** Mit Rückbezug auf [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) wird das Gas von der Einlassöffnung **171** zu der Hauptabgabeöffnung **181** übertragen, da sich die Schraubrotoren **63**, **64** drehen. Da die Nebenschraubrotoren **65**, **66** der [Fig. 9](#) drehen, wird das Gas in der Semi-Abgabekammer **611** teilweise in die Nebenpumpenkammer **62** durch einen Durchtritt **691** in einer Trennwand **69** eingebracht, und in den Flansch **47** und das Ne-

benabgaberohr **48** eingebracht.

**[0054]** Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf [Fig. 10](#) bis [Fig. 12](#) beschrieben. Die Vorderseite und die Rückseite der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen entsprechen jeweils der linken Seite und der rechten Seite der [Fig. 10](#). Die gleichen Bezugszeichen bezeichnen die im Wesentlichen gleichen Bauteile wie die in der ersten Ausführungsform.

**[0055]** Nun mit Bezug auf [Fig. 10](#) stellt eine Skizze eine Längs-Querschnittsansicht der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Eine Nebenpumpe **56A** hat ein Pumpengehäuse **70** und ist an das Getriebegehäuse **38** angebaut. Das Pumpengehäuse **70** hat einen zylindrischen Abschnitt **701** und einen Schließer **702**. Die Antriebswelle M1 des Elektromotors M ragt in den zylindrischen Abschnitt **701**. Die Nebenpumpe **56A** ist eine Membran-Pumpe die eine Kreis-Membran **71**, ein Ansaugventil **72**, ein Abgabeventil **73** und einen Nockenmechanismus **81** hat. Der Umfangsabschnitt der Membran **71** ist teilweise durch den zylindrischen Abschnitt **701** und den Schließer **702** sandwichartig zwischengelagert. Das Ansaugventil **72** und das Abgabeventil **73** verhindert, dass das Gas zurückströmt, und sie sind zwischen einem Zurückhalter **74** der vorderen Endfläche des Schließers **702** gehalten. Der Zurückhalter **74** ist fest mit dem Schließer **702** verbunden. Die Membran **71** und der Zurückhalter **74** definieren die Druckkammer **561**.

**[0056]** Der Nockenmechanismus **81** hat einen Nockenabschnitt **75**, eine ringförmige Nut **76**, einen Führungszylinder **78**, eine Rolle **79** und ein Radiallager **80**. Der Nockenmechanismus **81** bewegt die Membran **71** in einer Richtung einer Achse M11 der Antriebswelle M1 hin- und her. Der Nockenabschnitt **75** weist eine säulenartige Form auf und ist einstückig mit dem vorspringenden Ende der Antriebswelle M1 in dem Pumpengehäuse **70** ausgebildet. Die ringförmige Nut **76** ist in einer Umfangsfläche **751** des Nockenabschnitts **75** ausgespart, um so den Nockenabschnitt **75** zu umrunden. Eine hypothetische Ebene mit der ringförmigen Nut **76** ist relativ zu einer rechtwinkligen Ebene mit Bezug auf die Achse M11 der Antriebswelle M1 geneigt. Ein Zylinderlager **77** ist gleitbar um den Nockenabschnitt **75** gepasst, und der Führungszylinder **78** ist um das Lager **77** gepasst. Der Führungszylinder **78** ist durch den säulenartigen Nockenabschnitt **75** durch das Lager **77** gestützt und ist in der Richtung der Achse M11 der Antriebswelle M1 entlang der Umfangsfläche **751** des Nockenabschnitts **75** gleitbar. Die Rolle **79** ist drehbar durch den äußeren zylindrischen Abschnitt des Führungszylinders **78** durch das Radiallager **80**. Ein Ende der Rolle **79** ist in der ringförmigen Nut **76** gepasst. Der Führungszylinder **78** ist mit dem Mittelabschnitt der

Membran **71** verbunden.

**[0057]** Ein Ansaugdurchtritt **82** und ein Abgagedurchtritt **83** sind sowohl in der Endplatte des Schließers **702** wie auch in dem Zurückhalter **74** ausgebildet. Der Ansaugdurchtritt **82** ist mit dem Innenraum des Flanschs **41** durch eine Ansaugführung **84** in Verbindung, und der Abgagedurchtritt **83** ist mit dem inneren Raum des Führungsraum **43** durch eine Abgabeführung **85** in Verbindung.

**[0058]** Wenn der Elektromotor M mit Energie beaufschlagt wird, dreht die Antriebswelle M1 so, dass die drehenden Wellen **19**, **20** der [Fig. 2](#) drehen. Das Gas in dem zu vakuumisierenden Bereich wird durch die Einlassöffnung **171** in die Hauptpumpenkammer **51** der Hauptpumpe **49** eingebracht. Der vakuumisierte Bereich ist in der Zeichnung nicht gezeigt. Das in die Hauptpumpenkammer **51** eingebrachte Gas wird durch die Hauptpumpenkammern **52** bis **55** in die Hauptpumpenkammer **55** übertragen, da es verdichtet wird. Das in die Hauptpumpenkammer **55** übertragene Gas wird durch die Hauptabgabeöffnung **181** in den Flansch **41** abgegeben.

**[0059]** Nun mit Bezug auf [Fig. 11](#) stellt eine Skizze eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht der Nebenpumpe **56A** in einem Zustand dar, bei dem die Membran **71** bei einem unteren Totpunkt gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung positioniert ist. Wenn der Nockenabschnitt **75** dreht, ist die Rolle **79** in der ringförmigen Nut **76** relativ entlang der ringförmigen Nut **76** geführt. Die Rolle **79**, die drehbar durch das Radiallager **80** gelagert ist, rollt relativ auf einer Seitenfläche **761** der ringförmigen Nut **76** oder auf einer Seitenfläche **762** der ringförmigen Nut **76**. Die Rolle **79** und der Führungszylinder **78** bewegen sich einstückig in der Richtung der Achse M11, da diese relativ durch die ringförmige Nut **76** geführt sind. Wenn die Rolle **79** und der Führungszylinder **78** am Weitesten von dem Zurückhalter **76** weg positioniert sind, nämlich, bei dem unteren Totpunkt, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, ist das Volumen in der Druckkammer **561** maximal.

**[0060]** Nun mit Bezug auf [Fig. 12](#) stellt eine Skizze eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht der Nebenpumpe **56A** in einem Zustand dar, bei dem die Membran **71** bei einem oberen Totpunkt positioniert ist, gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Da die Antriebswelle M1 fort fährt aus einem Zustand zu drehen, der aus [Fig. 11](#) ersichtlich ist, bewegen sich die Rolle **79** und der Führungszylinder **78** zu dem Zurückhalter **74**. Da die Antriebswelle M1 in einem Halbkreis von einem in [Fig. 11](#) gezeigten Zustand dreht, sind die Rolle **79** und der Führungszylinder **78** am nächsten bei dem Zurückhalter **74** positioniert, nämlich bei dem oberen Totpunkt. Dann wird das Volumen in der Druckkam-

mer **561** minimal. Da die Antriebswelle M1 in einem Halbkreis von einem Zustand dreht, der aus [Fig. 12](#) ersichtlich ist, sind die Rolle **79** und der Führungszylinder **78** bei dem unteren Totpunkt positioniert, wie aus [Fig. 11](#) ersichtlich ist. Da nämlich die Antriebswelle M1 in einem vollständigen Kreis dreht, vollenden die Rollen **79** und der Führungszylinder **78** eine Hin- und Herbewegung in der Richtung der Achse M11.

**[0061]** Da sich der Führungszylinder **78** von dem oberen Totpunkt zu dem unteren Totpunkt bewegt, verlässt die Membran **71** den Zurückhalter **74**, sodass das Volumen der Druckkammer **561** steigt. Wegen des Ansteigens des Volumens wird das Gas in dem Abgaberaum H1 in die Druckkammer **561** eingebracht, in dem das Ansaugventil **72** weg geschoben wird. Da der Führungszylinder **78** sich von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt bewegt, nähert sich die Membran **71** dem Zurückhalter **74**, sodass das Volumen der Druckkammer **561** reduziert wird. Wegen der Reduktion des Volumens wird das Gas in der Druckkammer **561** zu dem Führungsrohr **43** abgegeben, in dem Abgabeventil **73** weg geschoben wird.

**[0062]** Mit Rückbezug auf [Fig. 10](#) koppelt eine Hauptantriebseinheit den Elektromotor M mit der Hauptpumpe **49** und hat die Antriebswelle M1, die Wellenkopplung **10**, die Zahnräder **39**, **40** und die drehenden Wellen **19**, **20**, wie in [Fig. 2](#) beschrieben ist. Eine Nebenantriebseinheit koppelt den Elektromotor M mit der Nebenpumpe **56A** und hat den Nockenabschnitt **75**. Jedoch hat die Nebenantriebseinheit nicht den Abschnitt der Hauptantriebseinheit.

**[0063]** Gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform werden zusätzlich zu den in dem Absatz (1-1) in der ersten bevorzugten Ausführungsform erwähnten Vorteilen die folgenden vorteilhaften Auswirkungen erreicht.

(4-1) Da sich die Abstände zwischen den Radiallagern **21**, **36** auf der drehenden Welle **19** und zwischen den Radiallagern **22**, **37** auf der drehenden Welle **20** verlängern, treten die folgenden Probleme auf.

**[0064]** Wenn die Wälzkolbenpumpe **11** horizontal eingesetzt wird, wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich ist, da sich ein Abstand zwischen den Radiallagern **21**, **36** auf der drehenden Welle **19** verlängert, tendiert die drehende Welle **19** zwischen den Radiallagern **21**, **36** dazu, sich wegen des Gewichts der Hauptrotoren **23** bis **27** und der drehenden Welle **19** zu verformen. Dann werden Zwischenräume zwischen den vorderen und rückwärtigen Endflächen der Hauptrotoren **23** bis **27** und gegenüberliegenden Flächen, die zu diesen Endflächen in den Pumpkammern **51** bis **55** gerichtet sind, groß. Zum Beispiel entspricht bei dem Hauptrotor **23** die rückwärtige Endfläche des vorderen

Gehäuses **13** und die vordere Endfläche der Trennwand **16** den obigen zueinander gerichteten Flächen. Wenn der Zwischenraum sich vergrößert, verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Gasübertragung. Ähnlich tritt das obige Problem ebenfalls bei der drehenden Welle **20** auf.

**[0065]** Da die Temperatur in dem Rotorgehäuse **12** wegen der Anwendung des Gasdrucks steigt, dehnt sich die drehende Welle **19** wegen des Anstiegs der Temperatur aus. Da die drehende Welle **19** sich ausdehnt, werden die Hauptrotoren **23** bis **27** in der Richtung der Achse **191** der drehenden Welle **19** verschoben. Wenn die Verschiebung der Hauptrotoren **23** bis **27** relativ groß ist, können die Hauptrotoren **23** bis **27** mit den gegenüberliegenden Flächen zusammenstoßen, die den vorderen und rückseitigen Endflächen der Hauptrotoren **23** bis **27** gegenüberliegen. Dann, wenn die Verschiebung der Hauptrotoren **23** bis **27** relativ groß ist, benötigt der Zwischenraum zwischen den vorderen und rückwärtigen Endflächen der Hauptrotoren **23** bis **27** und die gegenüberliegenden Flächen einen relativ großen Abstand. Wenn jedoch der Zwischenraum steigt, verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Gasübertragung. Ähnlich tritt das obige Problem ebenfalls auf der drehenden Welle **20** auf.

**[0066]** Wenn die Nebenpumpe **56A** durch den Nockenabschnitt **75** angetrieben wird, der auf der Antriebswelle M1 bereit gestellt ist, werden die Abstände zwischen den Radiallagern **21**, **36** auf der drehenden Welle **19** zwischen den Radiallagern **22**, **37** auf der drehenden Welle **20** bei notwendigen und minimalen Werten bestimmt. Als Ergebnis werden die Zwischenräume zwischen den vorderen und rückwärtigen Endflächen der Hauptrotoren **23** bis **32** und der gegenüberliegenden Flächen relativ klein, sodass der Wirkungsgrad der Gasübertragung nicht verschlechtert ist.

(4-2) Ein Raum auf der Rückseite des Elektromotors, nämlich auf der der drehenden Welle **19** relativ zu dem Elektromotor M gegenüberliegenden Seite weist keinerlei Bauteile auf, die mit einer Baugruppe der Nebenpumpe **56A** zusammenstoßen. Wenn die Nebenpumpe **56A** an der Rückseite des Elektromotors M angeordnet ist, bestehen nur wenige Konstruktionsanforderungen, sodass die Nebenpumpe **56A** einfach zusammengebaut wird.

(4-3) Das Verstellvolumen der Nebenpumpe **56A** ist durch den Durchmesser der Membran **71** und den Hubabstand der Mitte der Membran **71** in der Richtung der Achse Nil bestimmt. Wenn das Verstellvolumen der Nebenpumpe **56A** bei einem bestimmten Volumen bestimmt werden muss, da der Durchmesser der Membran **71** ansteigt, reduziert sich der Hubabstand von der Membran **71**.

**[0067]** Die Membran **71** ist quer zu einer hypothe-

tisch ausgedehnten Linie der Achse M11 der Antriebswelle M1 angeordnet. Eine derartige Anordnung der Membran **71** ermöglicht es, dass der Durchmesser der Membran **71** gemäß des Durchmessers des zylindrischen Abschnitts **701** des Pumpgehäuses **70** steigt. Da nämlich der Hubabstand der Membran **71** reduziert wird, reduziert sich die Verformung der Membran **71** gemäß der Hin- und Herbewegung der Membran **71**. Die Verformung der Membran **71** gemäß der Hin- und Herbewegung der Membran **71** bedeutet ein Biegen der Membran **71**, die die kreisförmige Endfläche des Führungszylinders **78** in der Nähe des Umfangs berührt, und ein Biegen des Umfangsabschnitts der Membran **71**, die das Pumpengehäuse **70** berührt. Da die Verformung der Membran **71** sich reduziert, verbessert sich die Lebensdauer der Membran **71** so, dass die Zuverlässigkeit der Nebenzpumpe **56A** verbessert wird.

**[0068]** Eine dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf [Fig. 13](#) beschrieben. Die Vorderseite und Rückseite der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen entsprechen jeweils der linken Seite und der rechten Seite der [Fig. 13](#). Die gleichen Bezugszeichen bezeichnen die im Wesentlichen identischen Bauteile wie die in den anderen Ausführungsformen.

**[0069]** Nun mit Bezug auf [Fig. 13](#) stellt ein Diagramm eine Längs-Querschnittsansicht der Wälzkolbenpumpe **11** mit vielen Stufen gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Eine Nebenzpumpe **56B** hat ein Pumpengehäuse **86**, das mit dem Getriebegehäuse **38** zusammen gebaut ist. Die Nebenzpumpe **56B** ist in der Nähe der Rückseite der drehenden Welle **20** angeordnet. Ein Abschnitt **202** kleinen Durchmessers ist einstückig mit dem rückwärtigen Ende der drehenden Welle **20** ausgebildet. Der Abschnitt **202** kleinen Durchmessers ragt in das Pumpengehäuse **86** durch die Endwand des Getriebegehäuses **38**. Die gleichen Bauteile, wie die der Nebenzpumpe **56** in der zweiten bevorzugten Ausführungsform, sind in den Pumpengehäuse **86** aufgenommen. Die gleichen Bezugszeichen der Nebenzpumpe **56B** bezeichnen die im Wesentlichen identischen Bauteile wie die der Nebenzpumpe **56**.

**[0070]** Ein Ansaugdurchtritt **861** und ein Abgabdurchtritt **862** sind in der Umfangswand des Pumpengehäuses **86** ausgebildet. Der Ansaugdurchtritt **861** ist mit dem inneren Raum des Flanschs **41** durch eine Ansaugführung **84** in Verbindung, und der Abgabdurchtritt **862** ist mit dem inneren Raum des Führungsrohrs **43** durch eine Abgabeführung **85** in Verbindung.

**[0071]** Der Ringnocken **603** läuft relativ zu dem Abschnitt **202** kleinen Durchmessers gemäß der Drehung des Abschnitts **202** kleinen Durchmessers um,

der sich einstückig mit der drehenden Welle **20** dreht. Die Membran **57** bewegt sich hin und her, da der Ringnocken **603** relativ zu dem Abschnitt **202** kleinen Durchmessers umläuft. Da die Membran **57** sich nach unten bewegt, wird das Gas im dem Flansch **41** in die Druckkammer **561** eingebracht, indem das Ansaugventil **58** weg geschoben wird. Da die Membran **57** sich nach oben bewegt, wird das Gas in der Druckkammer **561** in den Flansch **47** abgegeben, indem das Abgabeventil **59** weg geschoben wird.

**[0072]** Die Hauptantriebseinheit koppelt den Elektromotor M mit der Hauptpumpe **49** und hat die Antriebswelle M1, die Wellenkupplung **10**, die Zahnräder **39**, **40** und die drehenden Wellen **19**, **20**, wie in [Fig. 2](#) beschrieben wurde. Die Nebenantriebseinheit koppelt den Elektromotor M mit der Nebenzpumpe **56B** und hat den Abschnitt **202** kleinen Durchmessers, die Antriebswelle M1, die Wellenkupplung **10**, den Abschnitt der drehenden Wellen **19**, **20** und die Zahnräder **39**, **40**. Nämlich hat die Nebenantriebseinheit teilweise die Hauptantriebseinheit. Die Nebenzpumpe **56B** ist direkt mit dem Abschnitt der Nebenantriebseinheit verbunden, die nicht der Abschnitt der Hauptantriebseinheit sind, um so durch die Nebenantriebseinheit angetrieben zu werden.

**[0073]** Gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsformen werden die vorteilhaften Auswirkungen erreicht, die in dem Paragraphen (4-1) und (4-2) in der vierten bevorzugten Ausführungsform erwähnt sind.

**[0074]** Eine andere Vakuumpumpe wird nun mit Bezug auf [Fig. 14](#) beschrieben. Die gleichen Bezugszeichen bezeichnen die im Wesentlichen gleichen Bauteile wie die in den vorigen bevorzugten Ausführungsformen.

**[0075]** Nun mit Bezug auf [Fig. 14](#) stellt eine Skizze eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht einer Nebenzpumpe **56C** dar. Die Nebenzpumpe **56C** hat ein Pumpengehäuse **70C**, das mit einem einzelnen Bauteil ausgebildet ist. Eine zylindrische Nabe **741** ist einstückig mit dem Zurückhalter **74** ausgebildet. Ein Nockenmechanismus **81C** hat den Nockenabschnitt **75**, die ringförmige Nut **76**, die Rolle **79**, das Radiallager **80** und einen Führungszylinder **78C**. Der Nockenmechanismus **81C** bewegt den Führungszylinder **78C** in der Richtung der Achse M11 hin und her. Der Führungszylinder **78C** ist gleitbar in der zylindrischen Nabe **741** gelagert, aber am Drehen blockiert. Der Führungszylinder **78C** ist durch den Nockenabschnitt **75** durch ein Lager **77C** gelagert. Der Führungszylinder **78C** funktioniert als der Führungszylinder **78C** in der zweiten bevorzugten Ausführungsform. Da der Nockenabschnitt **75** dreht, bewegt sich der Führungszylinder **78C** in der Richtung der Achse M11. Der Führungszylinder **78C** und die zylindrische Nabe **741** definieren eine Druckkammer **742**. Näm-

lich funktioniert der Führungszylinder **78C** als Kolben zum Variieren des Stellvolumens der Nebpumpe **56C**.

**[0076]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann innerhalb alternativer Ausführungsformen abgeändert werden.

**[0077]** In alternativen Ausführungsformen zu den obigen bevorzugten Ausführungsformen ist eine Nebpumpe in der Nähe des vorderen Gehäuses **13** angeordnet, und die Nebpumpe wird durch das vordere Ende der drehenden Welle **19**, **20** angetrieben, nämlich durch die vordere Gehäuseseite der drehenden Wellen **19**, **20**.

**[0078]** Wenn die Nebpumpe **56A** in der zweiten bevorzugten Ausführungsform durch das vordere Ende der drehenden Welle **19** angetrieben ist, ist der Nockenabschnitt **75** auf dem vorderen Ende der drehenden Welle **19** bereitgestellt. In diesem Zustand hat die Nebenantriebseinheit die Antriebswelle M1, die Wellenkopplung **10** und die drehende Welle **19**. Die Nebenantriebseinheit überträgt Leistung von dem Elektromotor M zu der Nebpumpe **56A**. Die Nebenantriebseinheit hat teilweise die Hauptantriebseinheit, die Leistung durch die drehenden Welle **19**, **20** zu der Hauptpumpe **49** überträgt.

**[0079]** Wenn die Nebpumpe **56A** in der zweiten bevorzugten Ausführungsform durch das vordere Ende der drehenden Welle **20** angetrieben wird, ist der Nockenabschnitt **75** auf dem vorderen Ende der drehenden Welle **20** bereitgestellt. In diesem Zustand hat die Nebenantriebseinheit die Antriebseinheit die Antriebswelle M1, die Wellenkupplung **10**, die drehende Welle **19**, **20**, die Zahnräder **39**, **40** und den Nockenabschnitt **75**. Die Nebenantriebseinheit überträgt Leistung von dem Elektromotor M zu der Nebpumpe **56A**. Die Nebenantriebseinheit hat teilweise die Hauptantriebseinheit, die Leistung durch die drehenden Wellen **19**, **20** zu der Hauptpumpe **49** überträgt.

**[0080]** In alternativen Ausführungsformen sind in den Nebpumpen **56A**, **56B**, **56C** die Klappen-Ansaugventile **58**, **72** und die Klappenabgabeventile **59**, **73** durch Kugelventilkörper ersetzt.

**[0081]** Deswegen sind die vorliegenden Beispiele und Ausführungsformen als darstellend und nicht einschränkend zu berücksichtigen, und die Erfindung ist nicht auf die hierin gegebenen Details beschränkt, sondern kann innerhalb des Bereichs der anhängenden Ansprüche modifiziert werden.

### Patentansprüche

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

einer Hauptpumpe (**49**) mit einer Pumpkammer und einem Gasübertragungskörper, der in der Pumpkammer angeordnet ist, und einem Abgasraum (H1), der mit der Pumpkammer in Verbindung ist, wobei die Hauptpumpe (**49**) durch eine Antriebsquelle (M) durch eine drehende Welle (**19**) angetrieben wird, um Gas zu dem Abgasraum (H1) zu übertragen; einem Sperrventil (**43**, **45**, **46**), das stromabwärts von dem Abgasraum (H1) angeordnet ist, um zu verhindern, dass das Gas zurück strömt; einer Nebpumpe (**56**), die mit dem Abgasraum (H1) verbunden ist, um das Gas von dem Abgasraum (H1) teilweise abzugeben, wobei die Nebpumpe (**56**) durch die gleiche Antriebsquelle (M) angetrieben ist, das Stellvolumen der Nebpumpe (**56**) kleiner ist als das der Hauptpumpe (**49**); und einem Abgasdurchtritt (**47**, **48**) der Nebpumpe (**56**), der mit einem Gasdurchtritt (**44**) stromabwärts von dem Sperrventil (**43**, **45**, **46**) in Verbindung ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hauptpumpe (**49**) eine Wälzkolbenpumpe ist, und die Wälzkolbenpumpe umfasst:

eine Vielzahl von drehenden Wellen (**19**, **20**), die parallel zueinander angeordnet sind;

eine Vielzahl der Hauptrotoren (**23-32**) als Gasübertragungskörper, die entsprechend mit den drehenden Wellen (**19**, **20**) verbunden sind, wobei die Hauptrotoren (**23-32**) auf den jeweils benachbarten drehenden Wellen **19**, **20** miteinander in Eingriff sind; und

eine Vielzahl der Hauptpumpenkammern (**51-55**) als die Pumpkammer, die einen Satz der in Eingriff befindlichen Hauptrotoren (**23-32**) aufnimmt, von denen eine ein minimales Volumen aufweist und mit dem Abgasdurchtritt (H1) in Verbindung ist, und darin, dass

die Nebpumpe (**56**) eine Membranpumpe ist, die eine Membran (**57**), ein Ansaugventil (**71**) und ein Abgabeventil (**73**) hat, wobei die Membran (**57**) so angeordnet ist, dass sie eine hypothetische verlängerte Linie von einer Achse der drehenden Welle (**19**) kreuzt.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei die Nebpumpe (**56**) eine Nebpumpenkammer (**561**) hat, deren Volumen kleiner ist als das der Hauptpumpenkammer (**55**), die das minimale Volumen aufweist.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei die Nebpumpe (**56**) innerhalb von einem Gehäuse (**12**, **13**) der Vakuumpumpe (**11**) angeordnet ist.

4. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Nebenantriebseinheit (**38**, **40**), die die Antriebsquelle (M) zum Antreiben der Nebpumpe (**56**) mit der Nebpumpe (**56**) koppelt.

5. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, wobei die Nebenantriebseinheit (**38**, **40**) teilweise eine Hauptantriebseinheit (**39**) hat, die Kraft von der Antriebs-

quelle (M) durch die drehende Welle (19) zu der Hauptpumpe (49) überträgt.

6. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, wobei die Nebenantriebseinheit (38, 14) getrennt von einer Hauptantriebseinheit (39) bereitgestellt ist, die eine Kraft von der Antriebsquelle (M) zu der Hauptpumpe (49) durch die drehende Welle (19) überträgt.

7. Vakuumpumpe nach Anspruch 4, wobei die Nebenantriebseinheit (38, 14) mit der Antriebsquelle (M) verbunden ist, die Nebpumpe (56) auf der gegenüberliegenden Seite zu der drehenden Welle (19) relativ zu der Antriebsquelle (M) angeordnet ist.

8. Vakuumpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Nebpumpe (56) in der Nähe des Abgasraums (H1) angeordnet ist.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

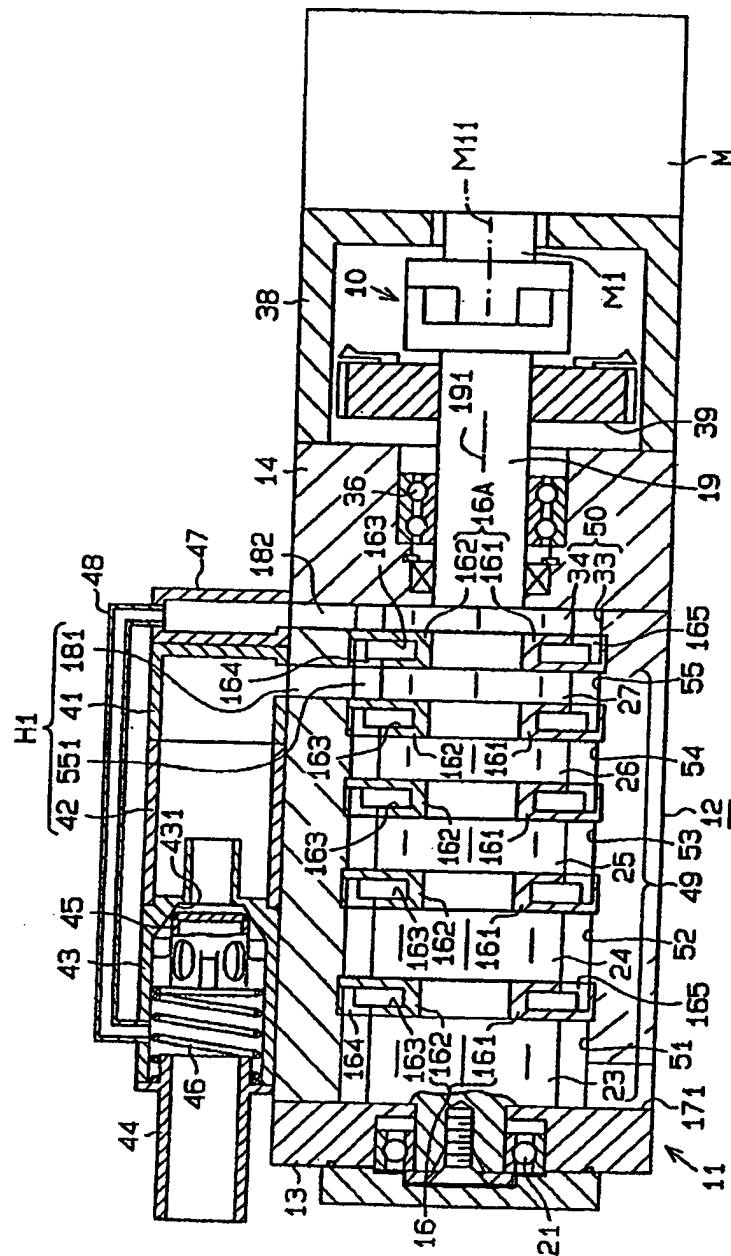


FIG. 2

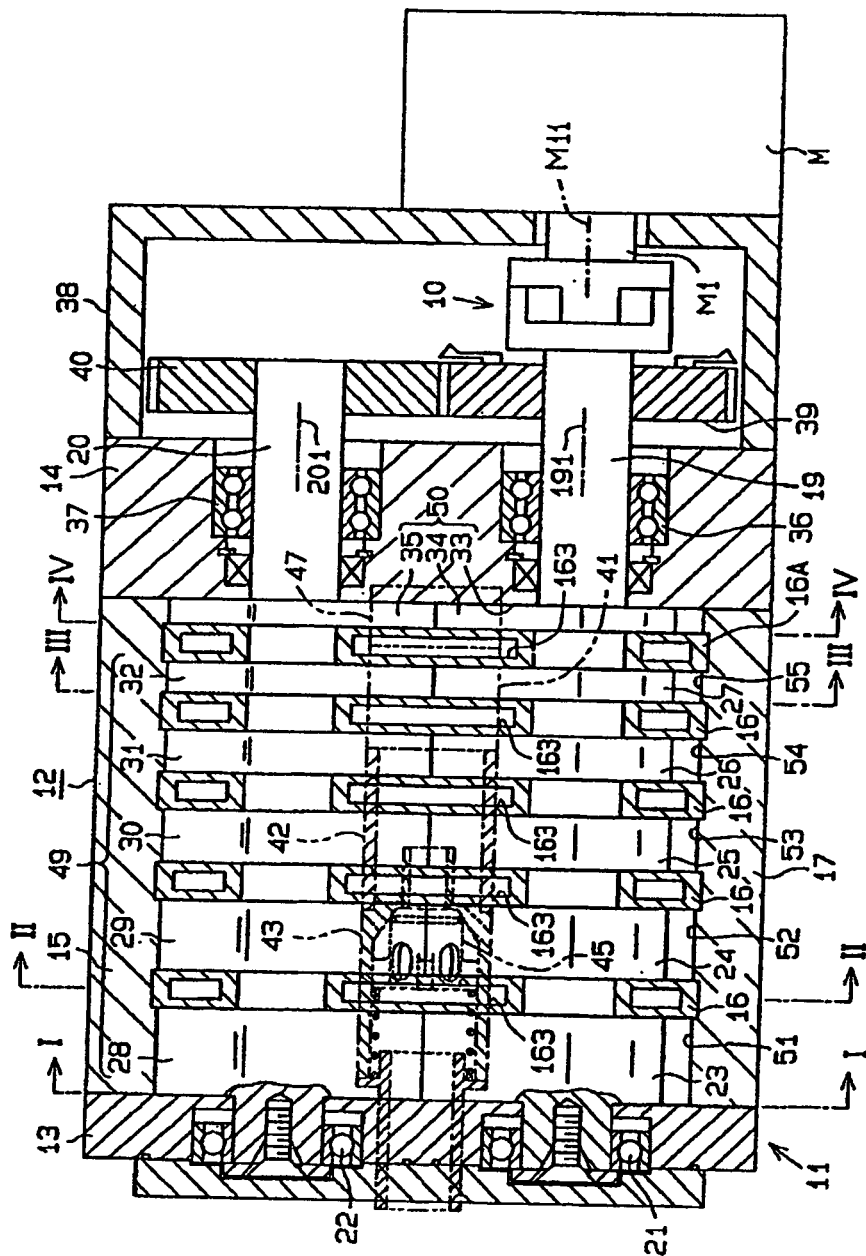


FIG. 3A

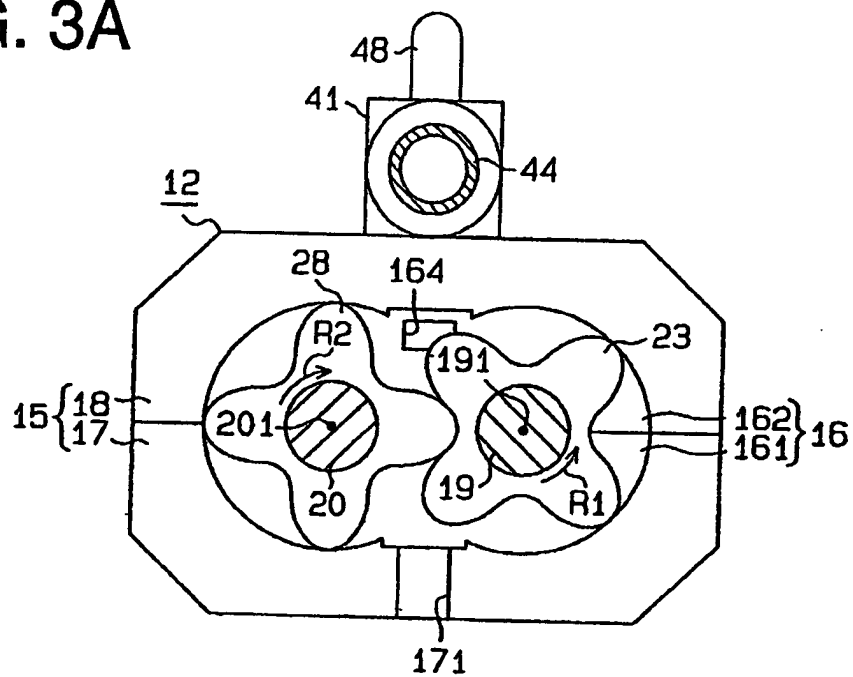


FIG. 3B

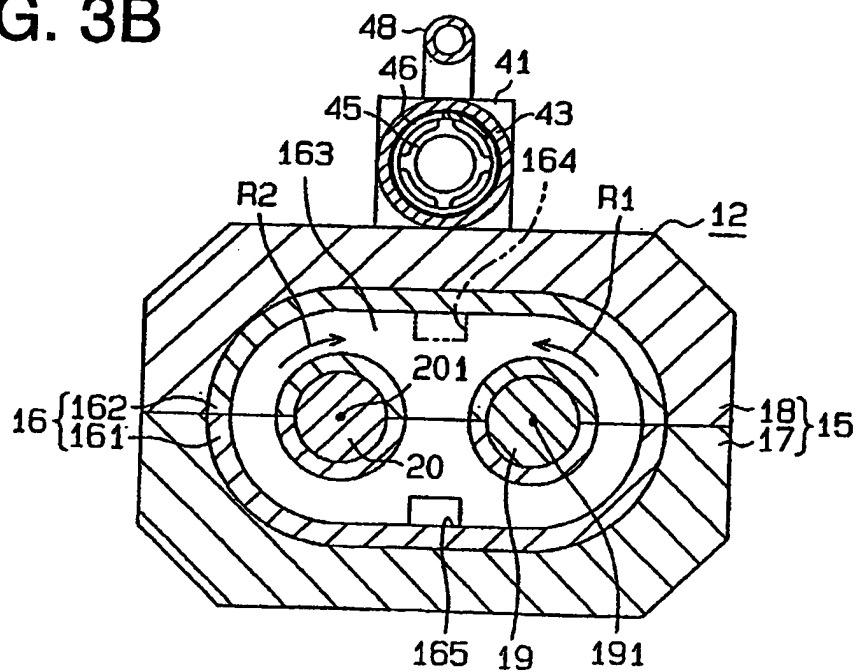


FIG. 4A

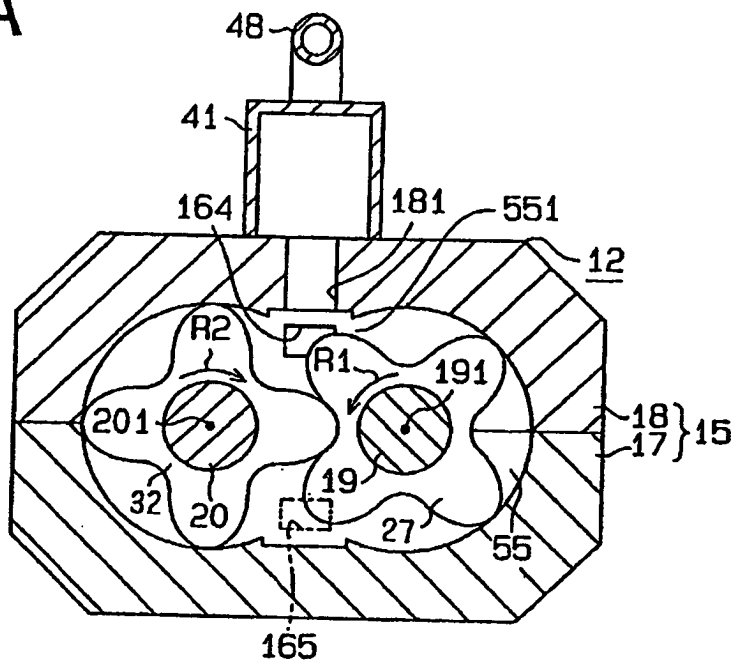


FIG. 4B

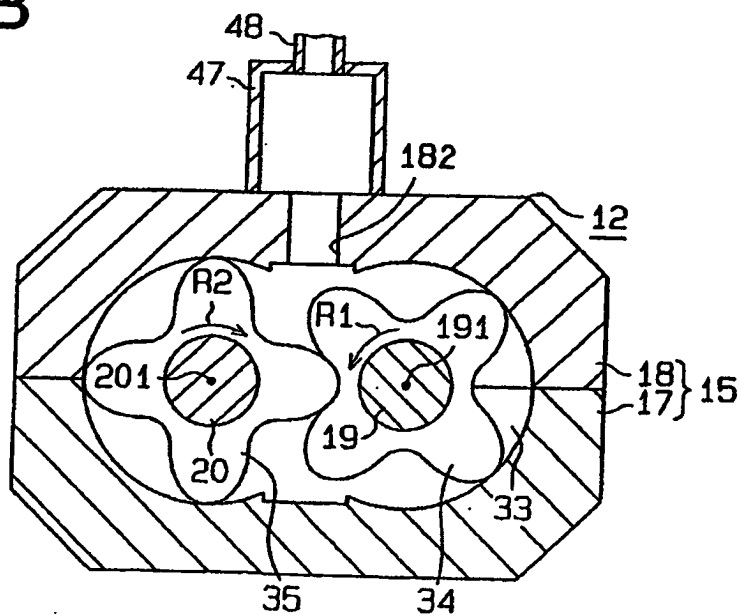


FIG. 5

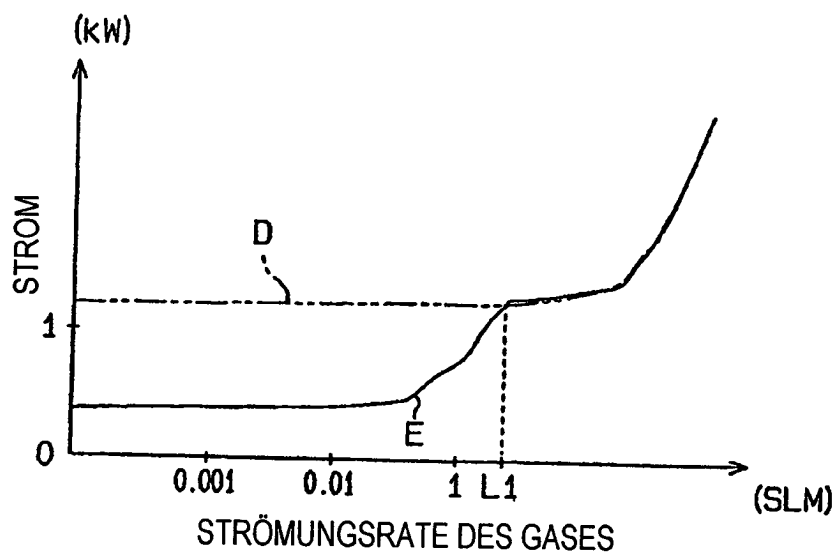


FIG. 6

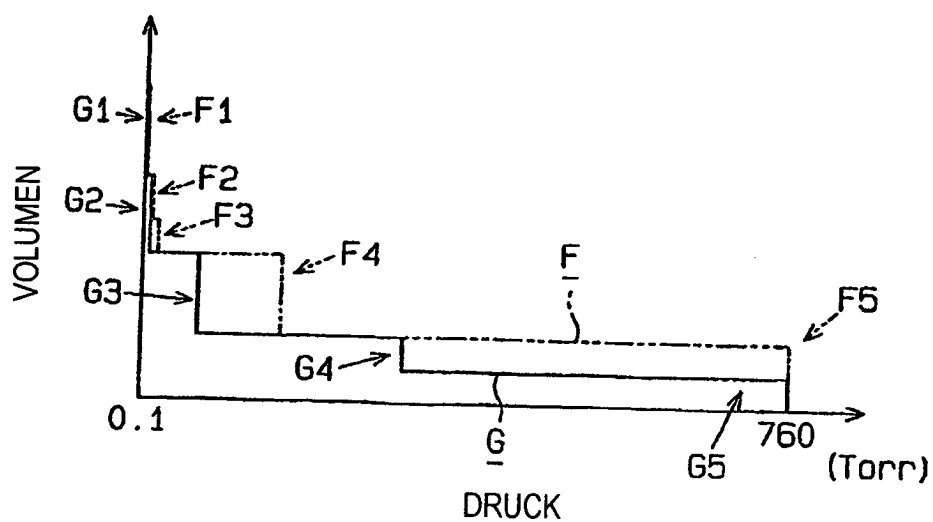
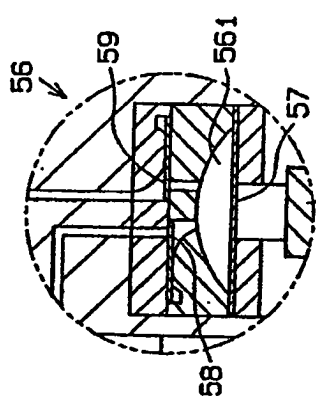


FIG. 7B



**FIG. 7A**

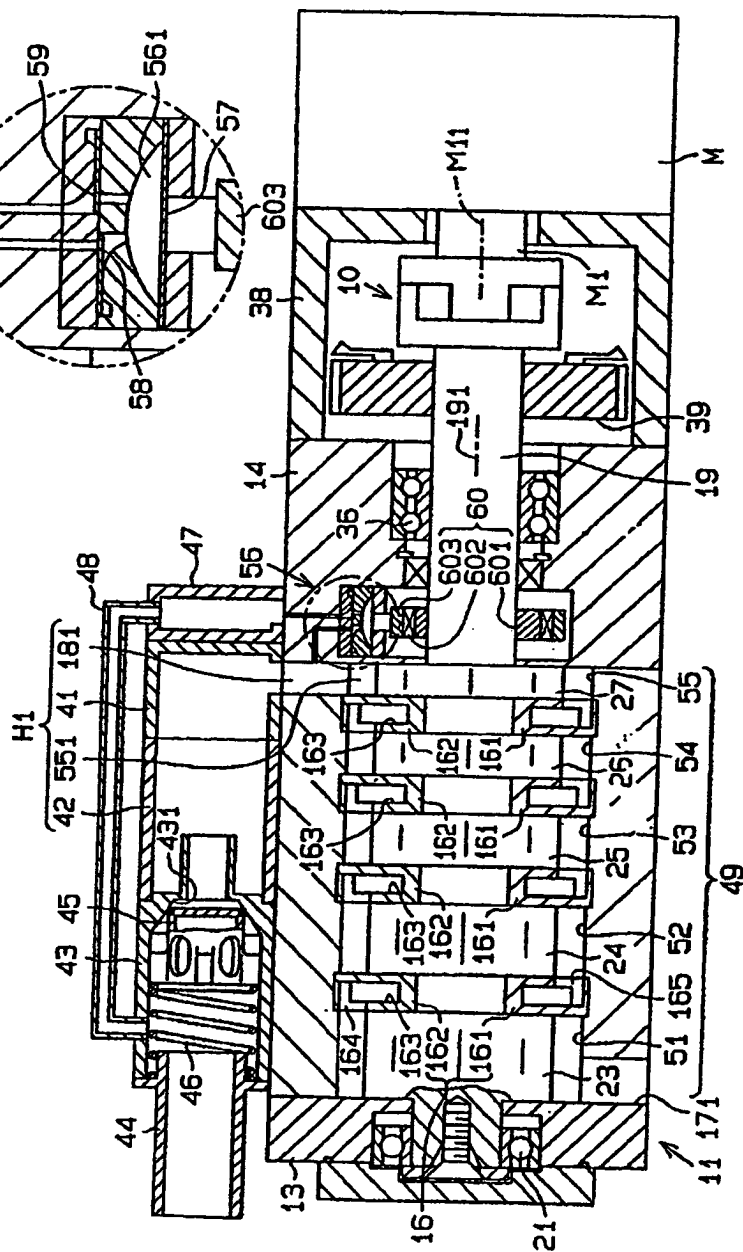




FIG. 9

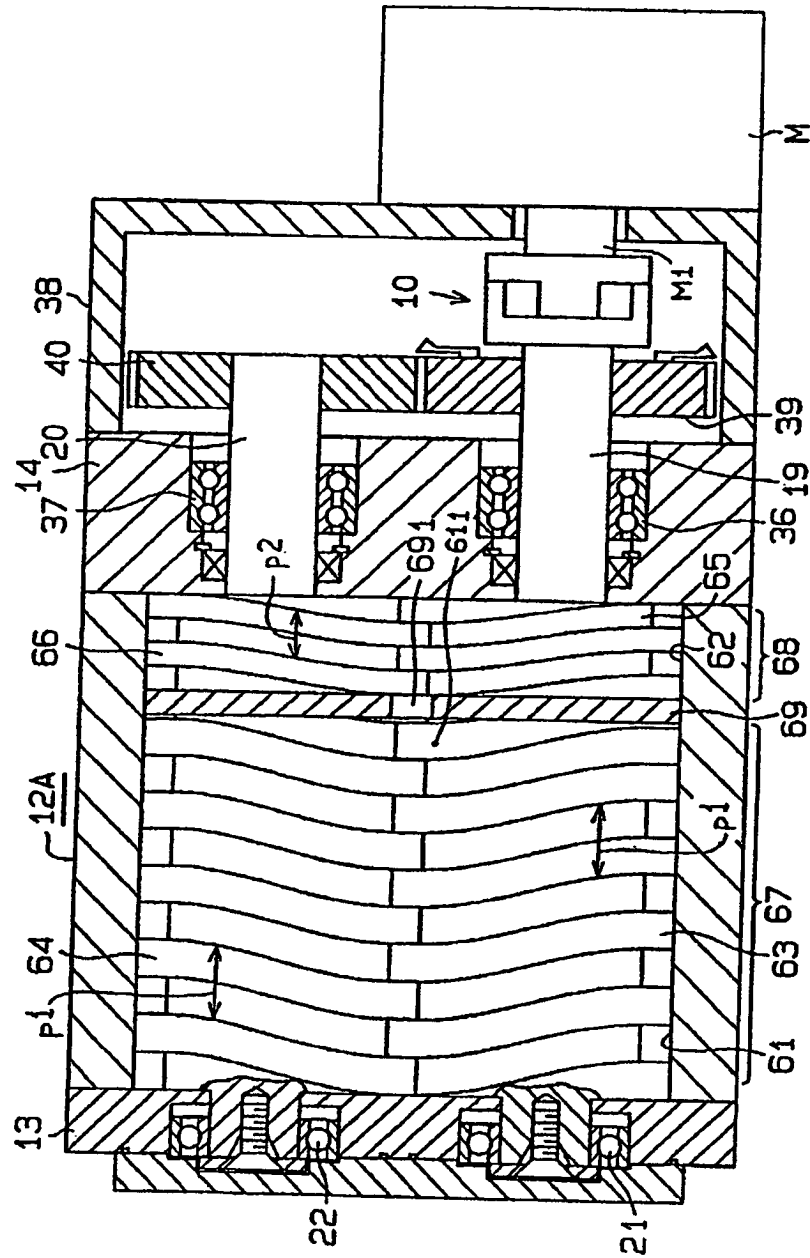


FIG. 10

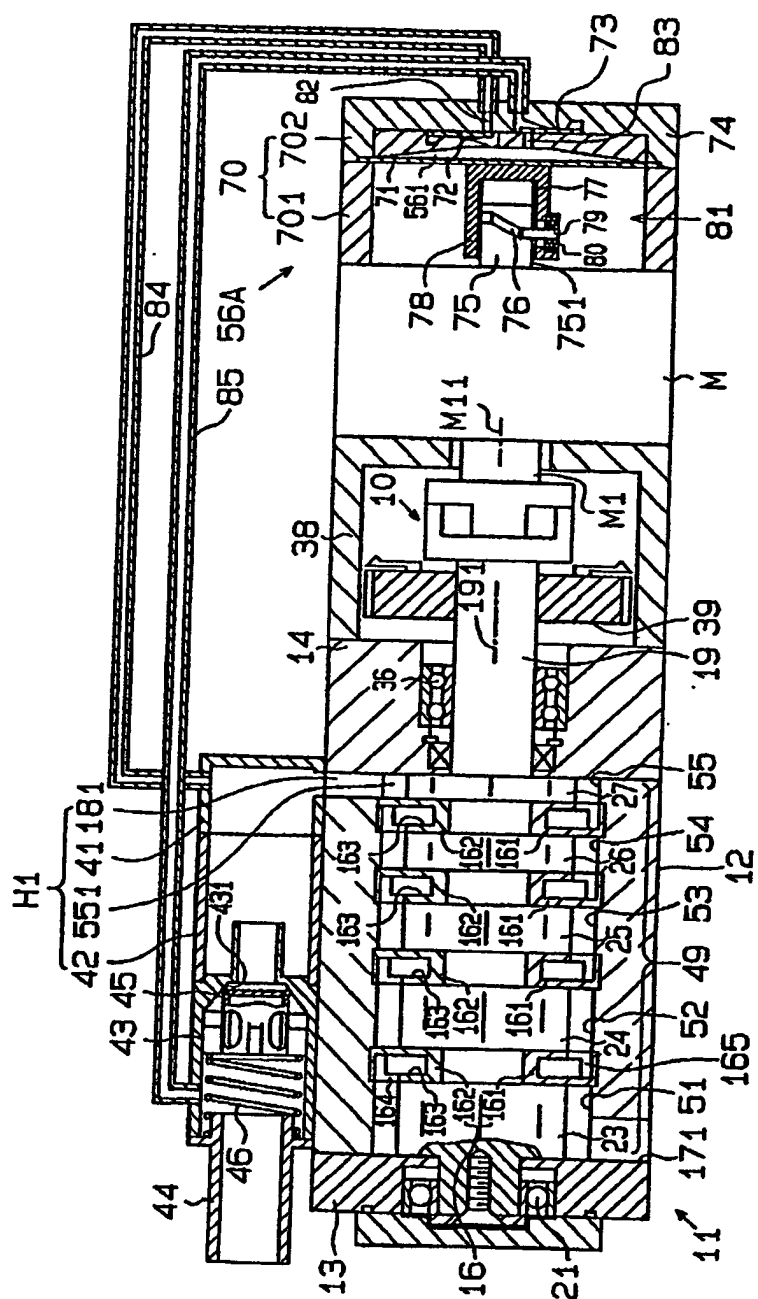


FIG. 11

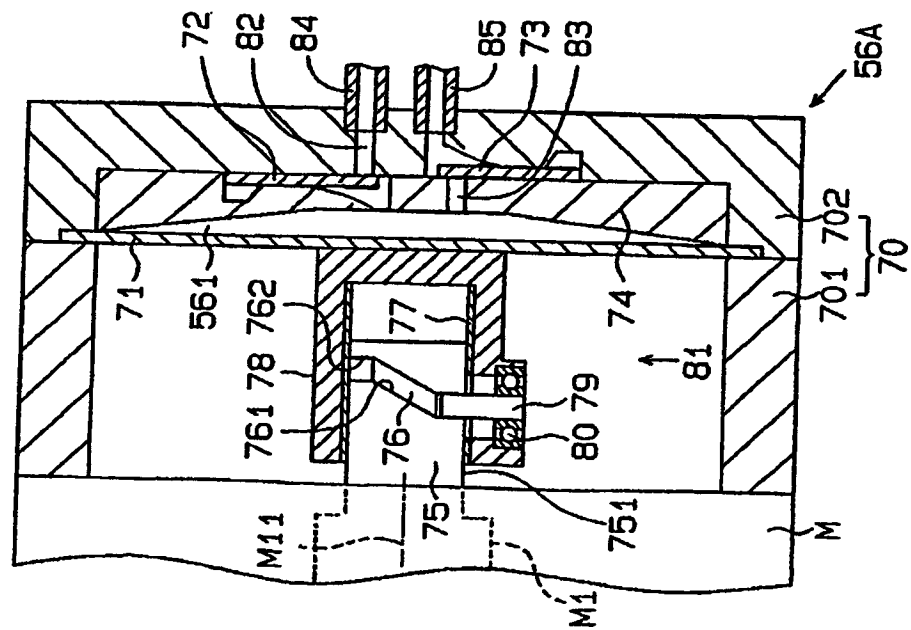


FIG. 12

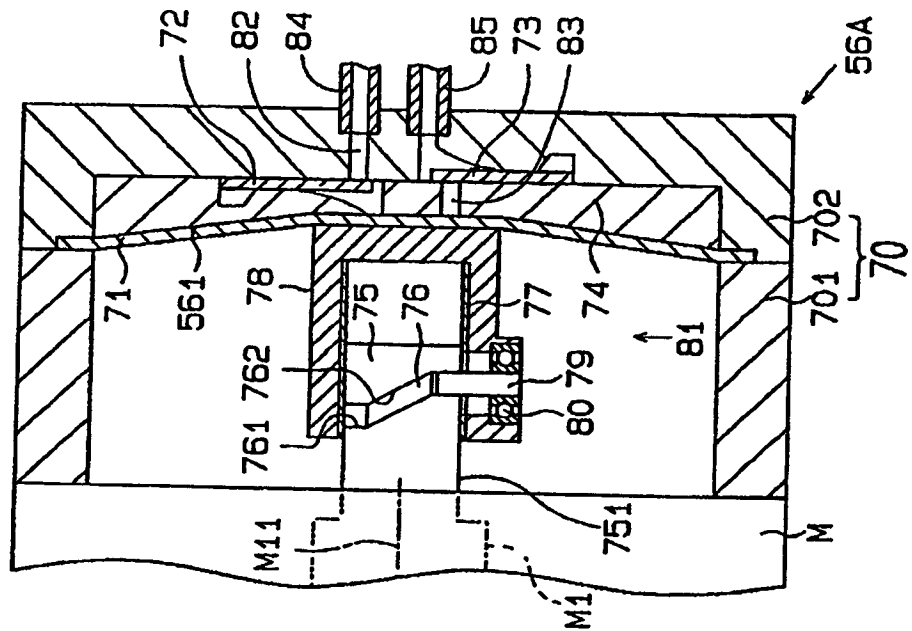


FIG. 13

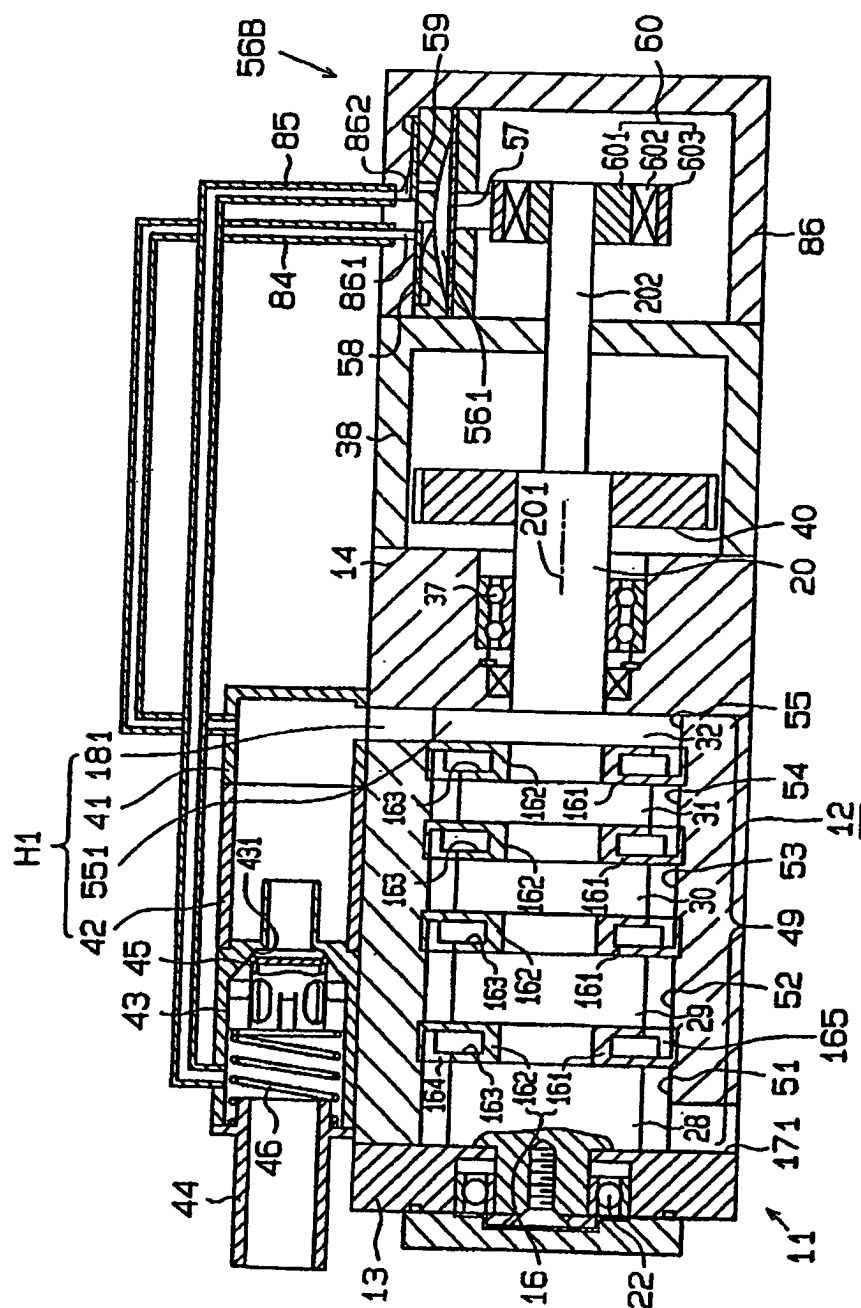


FIG. 14

