



(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.⁸: 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 eingelebt, 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**Hintergrund der Erfindung**

[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 Verstellvolumen 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 Nebenpumpe 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 Nebenpumpe ist mit dem Abgasraum verbunden, um das Gas von dem Abgasraum teilweise abzugeben. Die Nebenpumpe wird durch die gleiche Antriebsquelle angetrieben. Das Verstellvolumen der Nebenpumpe 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

Grundlagen der Erfindung darstellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[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 Nebenpumpe 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 Nebenpumpe 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 Nebenpumpe 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 Nebenpumpe in einem Zustand ist, bei dem eine Membran bei einem unteren Tropunkt positioniert ist, gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0022] [Fig. 12](#) eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht der Nebenpumpe 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 Nebenpumpe, 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 Nebenpumpenkammer **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 Hauptabgabeanöffnung **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 Hauptabgassöffnung **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 Nebenpumpenkammer **33** durch eine Nebenabgassöffnung **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 Querschnittsdraufsicht 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 Nebenmotor **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 Nebenmotor **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 Querschnittsendansicht 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 Querschnittsendansicht 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 Querschnittsendansicht 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 Querschnittsendansicht 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**. Ein 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 Verstellvolumen 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 Abgaberaum 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 mit einander 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 Bezeichnungen 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 Verstellvolumen 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 Bezeichnungen 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 Flansches **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 Hauptschraubrotoren **63**, **64**. Nämlich ist das Einnahmeverolumen in der Nebenpumpenkammer **62** kleiner als das in der Hauptpumpenkammer **61**, und die Nebenpumpe **68** weist ein kleineres Verstellvolumen, als die Hauptpumpe **67** auf. Der Hauptschraubmotor **63** und der Nebenschraubmotor **65** rotieren einstückig mit der drehenden Welle **19**. Der Hauptschraubmotor **64** und der Nebenschraubmotor **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 Abgabev ventil 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 Abgabev ventil 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 rechtwinkeligen 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 Abgabedurchtritt 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 Abgabedurchtritt 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 Führungszyylinder **78** bei dem unteren Totpunkt positioniert, wie aus [Fig. 11](#) ersichtlich ist. Da nämlich die Antriebswelle M1 in einem vollständigen Kreis dreht, vollen die Rollen **79** und der Führungszyylinder **78** eine Hin- und Herbewegung in der Richtung der Achse M11.

[0061] Da sich der Führungszyylinder **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 Führungszyylinder **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 gegenüberliegende 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 vorde-

ren 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 hypothetischen

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 Pumpengehäuses 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 Nebenpumpe 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 Nebenpumpe 56B hat ein Pumpengehäuse 86, das mit dem Getriebegehäuse 38 zusammen gebaut ist. Die Nebenpumpe 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 Nebenpumpe 56 in der zweiten bevorzugten Ausführungsform, sind in den Pumpengehäuse 86 aufgenommen. Die gleichen Bezugszeichen der Nebenpumpe 56B bezeichnen die im Wesentlichen identischen Bauteile wie die der Nebenpumpe 56.

[0070] Ein Ansaugdurchtritt 861 und ein Abgabedurchtritt 862 sind in der Umfangswand des Pumpengehäuses 86 ausgebildet. Der Ansaugdurchtritt 861 ist mit dem inneren Raum des Flanschs 41 durch eine Ansauführung 84 in Verbindung, und der Abgabedurchtritt 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 Nebenpumpe 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 Nebenpumpe 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 den 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 Nebenpumpe 56C dar. Die Nebenpumpe 56C hat ein Pumpengehäuse 70C, das mit einem einzelnen Bau teil 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 Verstellvolumens der Nebenpumpe **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 Nebenpumpe in der Nähe des vorderen Gehäuses **13** angeordnet, und die Nebenpumpe wird durch das vordere Ende der drehenden Welle **19, 20** angetrieben, nämlich durch die vordere Gehäuseseite der drehenden Wellen **19, 20**.

[0078] Wenn die Nebenpumpe **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 Wellenkupplung **10** und die drehende Welle **19**. Die Nebenantriebseinheit überträgt Leistung von dem Elektromotor M zu der Nebenpumpe **56A**. Die Nebenantriebseinheit hat teilweise die Hauptantriebseinheit, die Leistung durch die drehenden Wellen **19, 20** zu der Hauptpumpe **49** überträgt.

[0079] Wenn die Nebenpumpe **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 Nebenpumpe **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 Nebenpumpen **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 Nebenpumpe (**56**), die mit dem Abgasraum (**H1**) verbunden ist, um das Gas von dem Abgasraum (**H1**) teilweise abzugeben, wobei die Nebenpumpe (**56**) durch die gleiche Antriebsquelle (M) angetrieben ist, das Verstellvolumen der Nebenpumpe (**56**) kleiner ist als das der Hauptpumpe (**49**); und einem Abgasdurchtritt (**47, 48**) der Nebenpumpe (**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 Hauprotoren (**23-32**) als Gasübertragungskörper, die entsprechend mit den drehenden Wellen (**19, 20**) verbunden sind, wobei die Hauprotoren (**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 Hauprotoren (**23-32**) aufnimmt, von denen eine ein minimales Volumen aufweist und mit dem Abgasdurchtritt (**H1**) in Verbindung ist, und darin, dass
die Nebenpumpe (**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 Nebenpumpe (**56**) eine Nebenpumpenkammer (**561**) hat, deren Volumen kleiner ist als das der Hauptpumpenkammer (**55**), die das minimale Volumen aufweist.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, wobei die Nebenpumpe (**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 Nebenpumpe (**56**) mit der Nebenpumpe (**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 Nebenpumpe (**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 Nebenpumpe (**56**) in der Nähe des Abgasraums (H1) angeordnet ist.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

FIG.

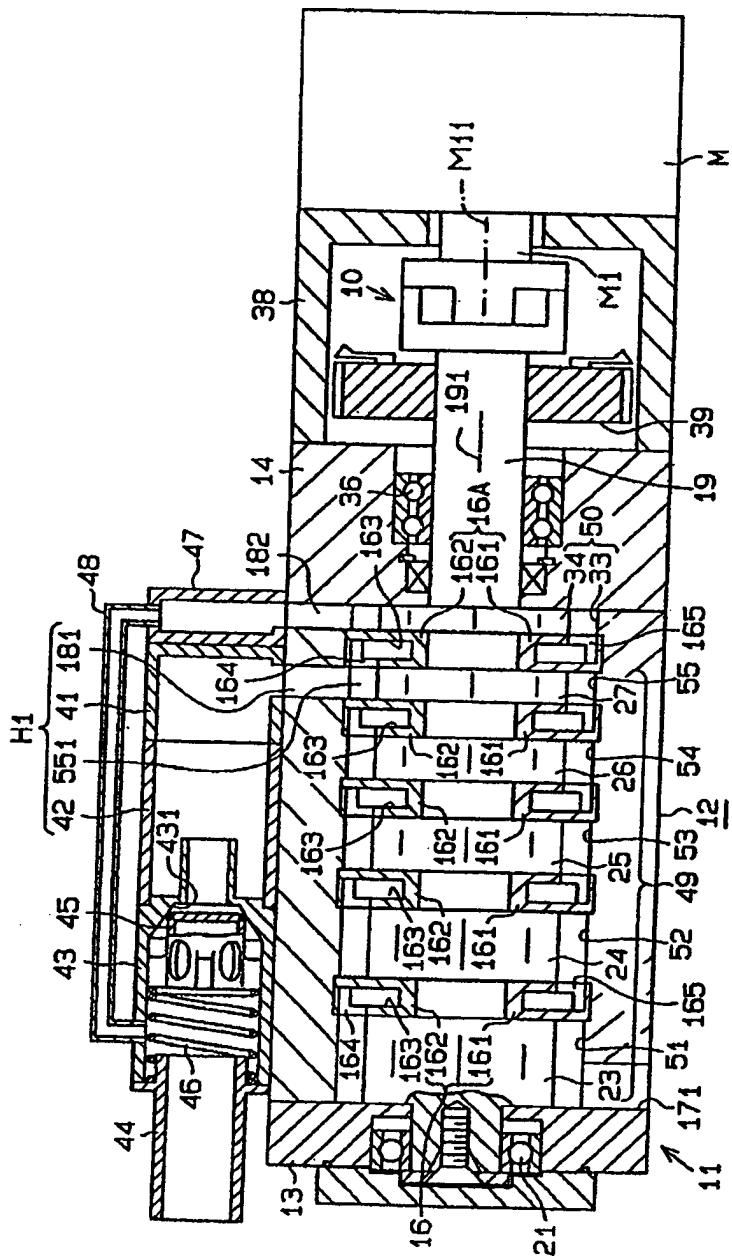


FIG. 2

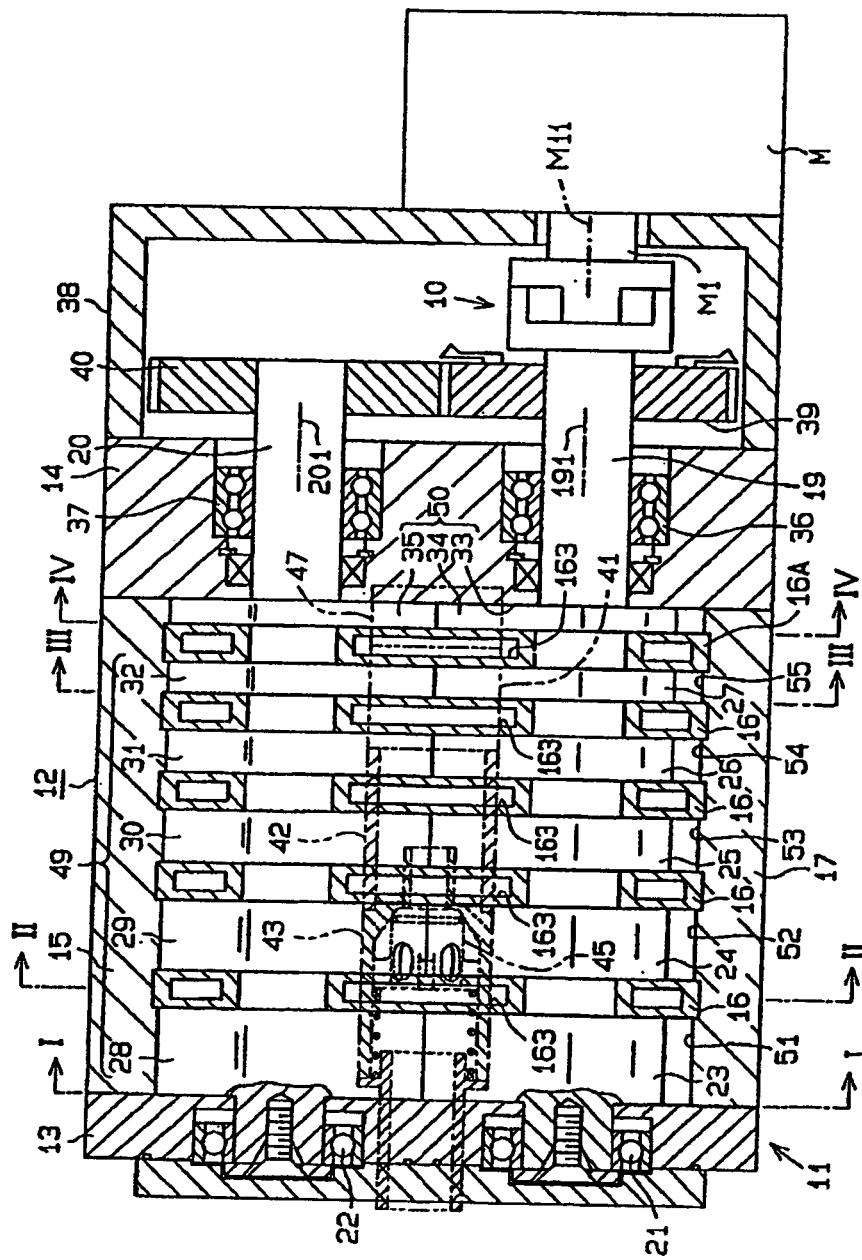


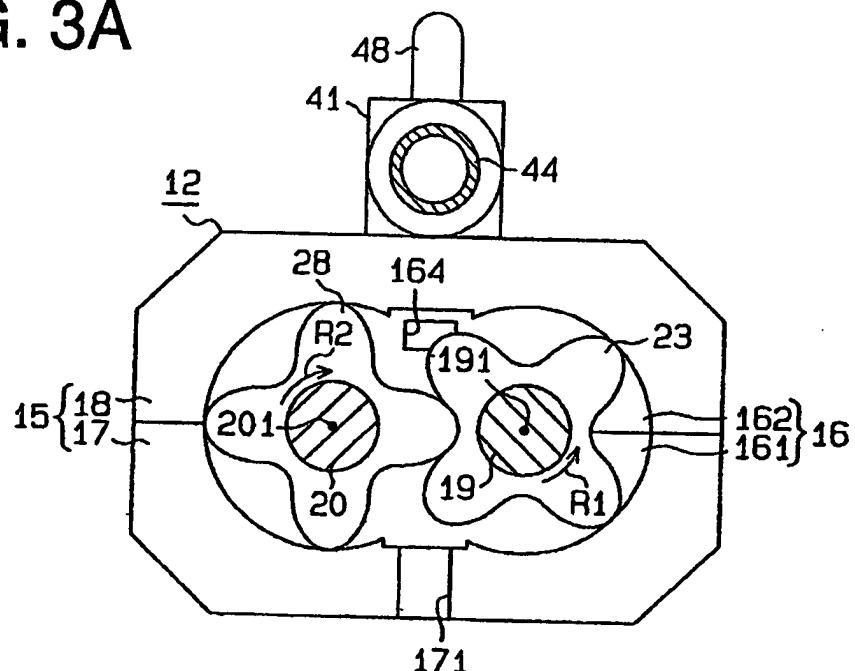
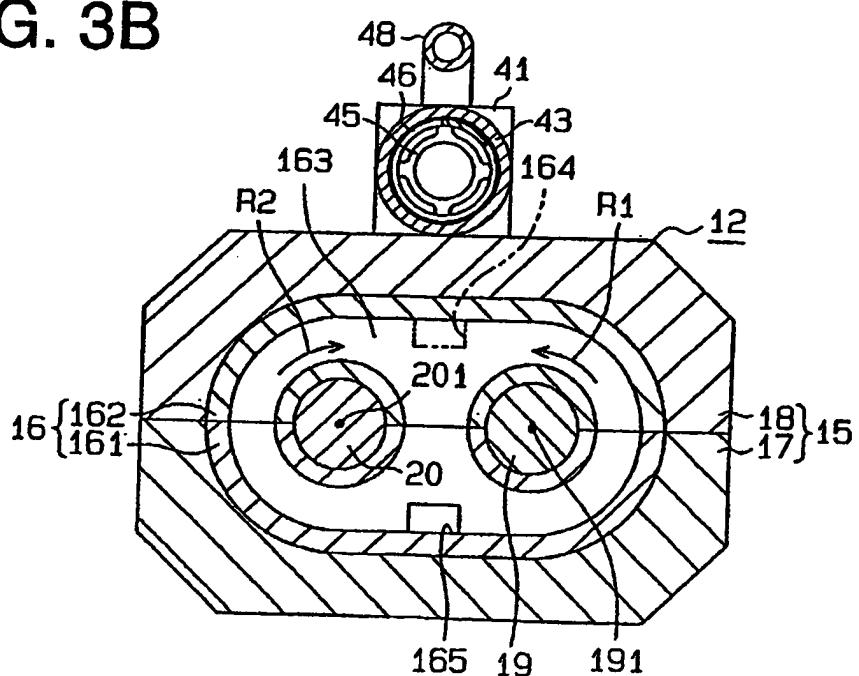
FIG. 3A**FIG. 3B**

FIG. 4A

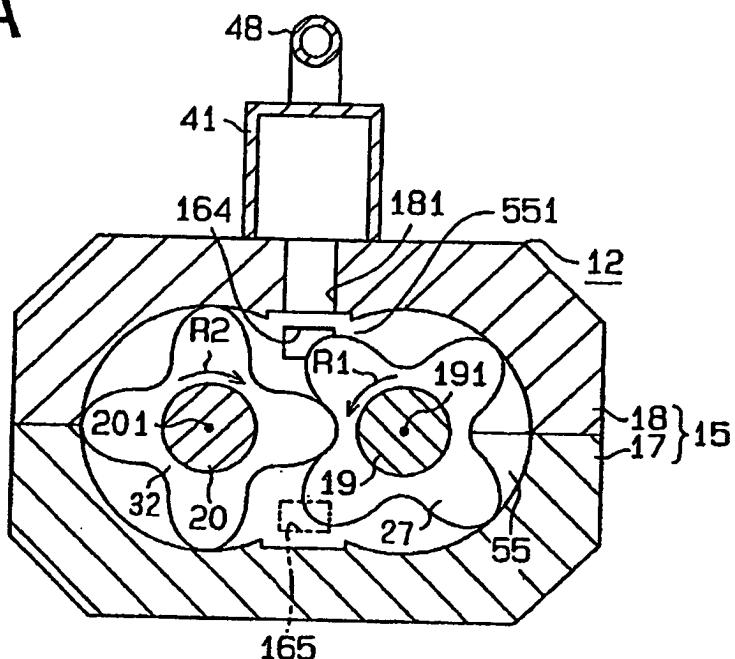


FIG. 4B

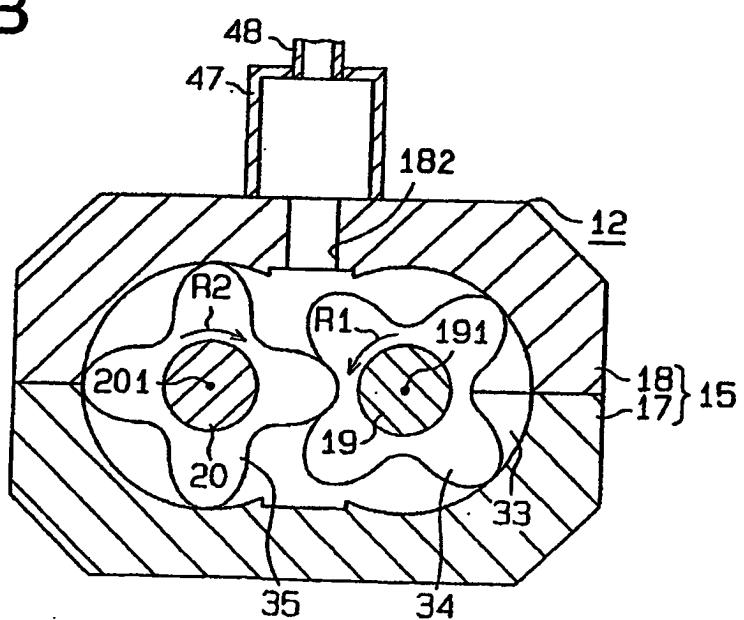


FIG. 5

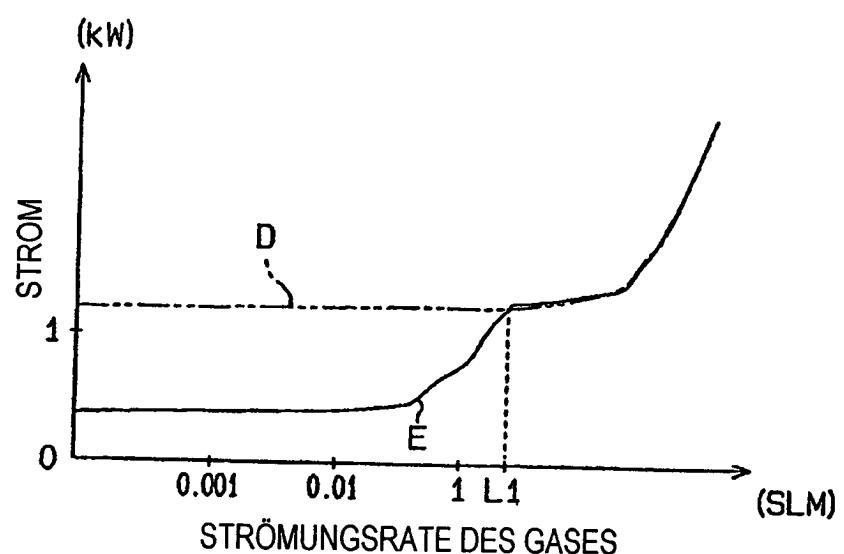


FIG. 6

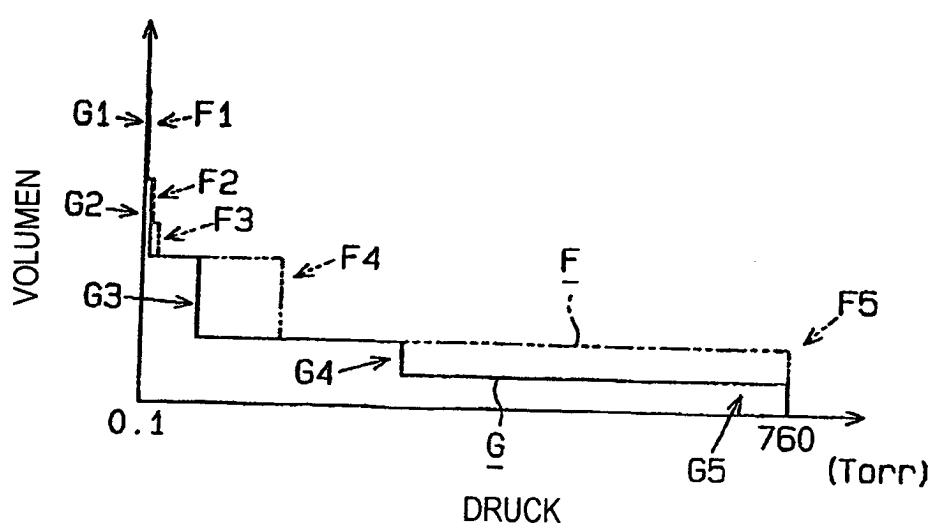


FIG. 7A

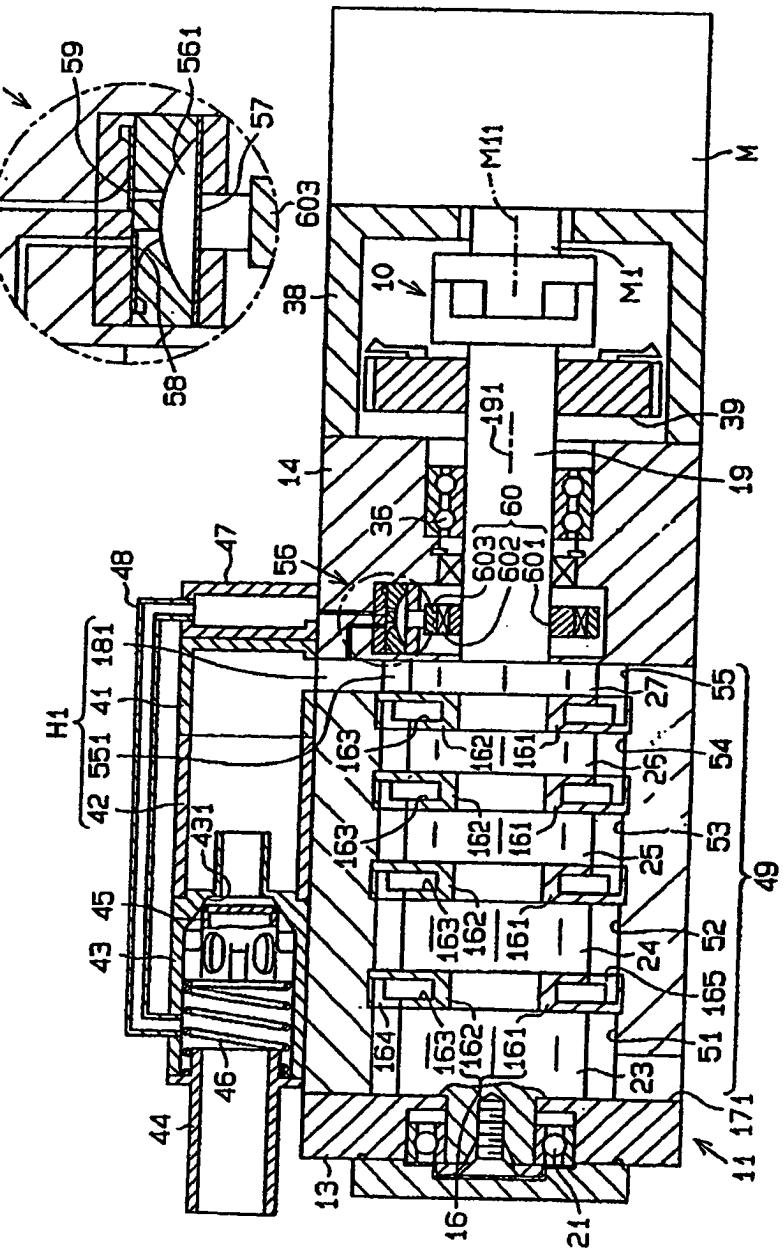


FIG. 7B

FIG. 8

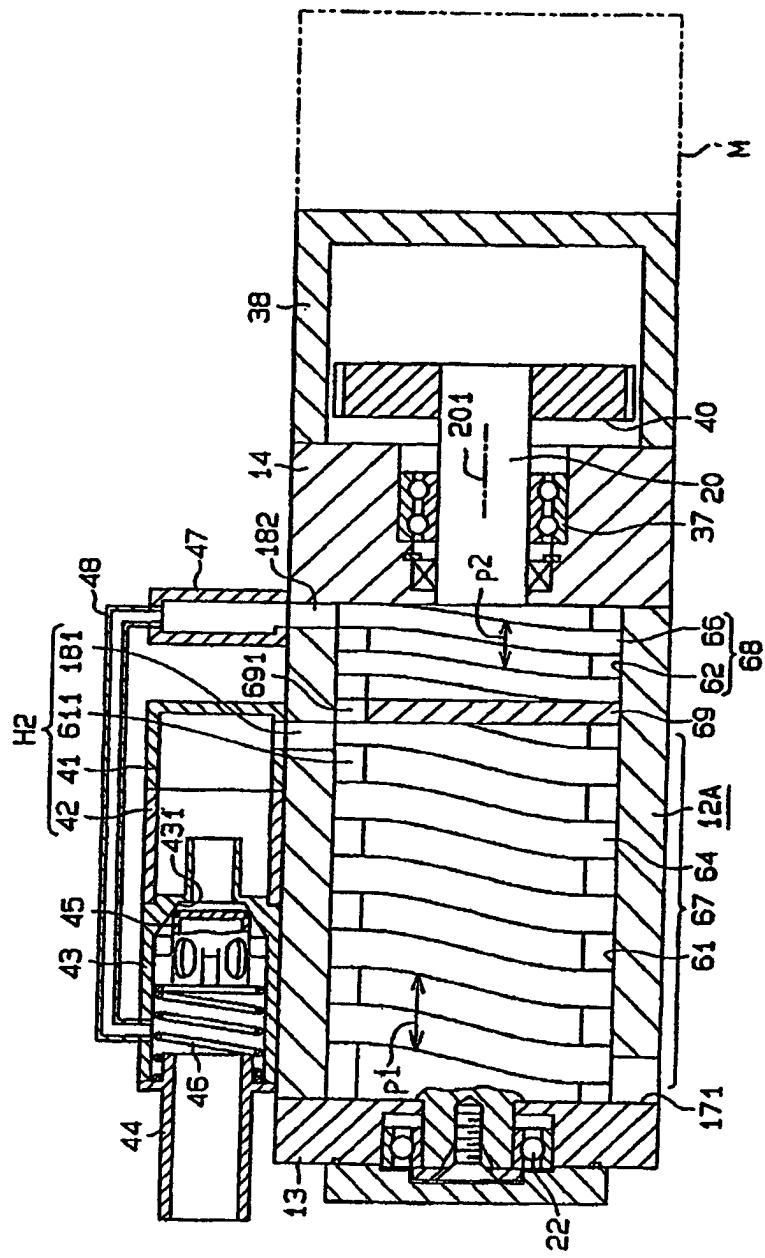


FIG. 9

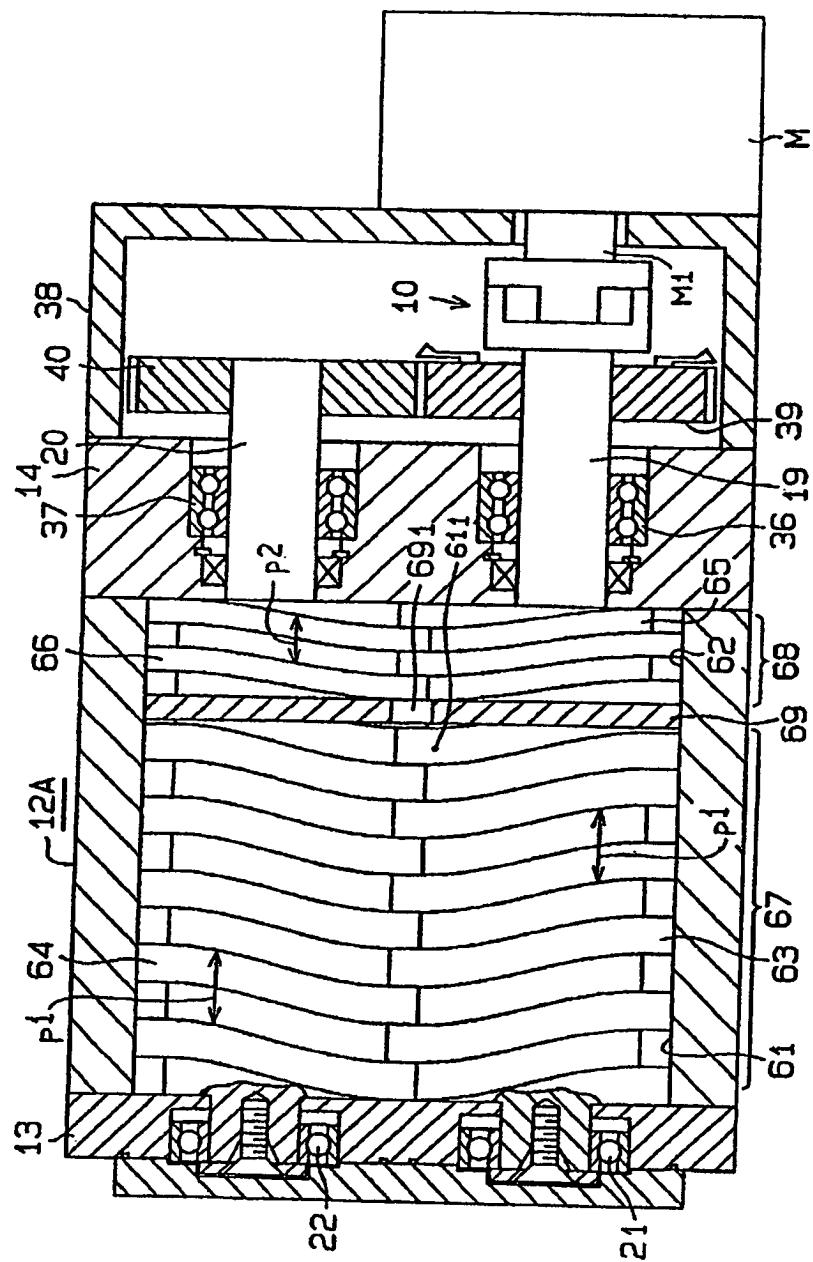


FIG. 10

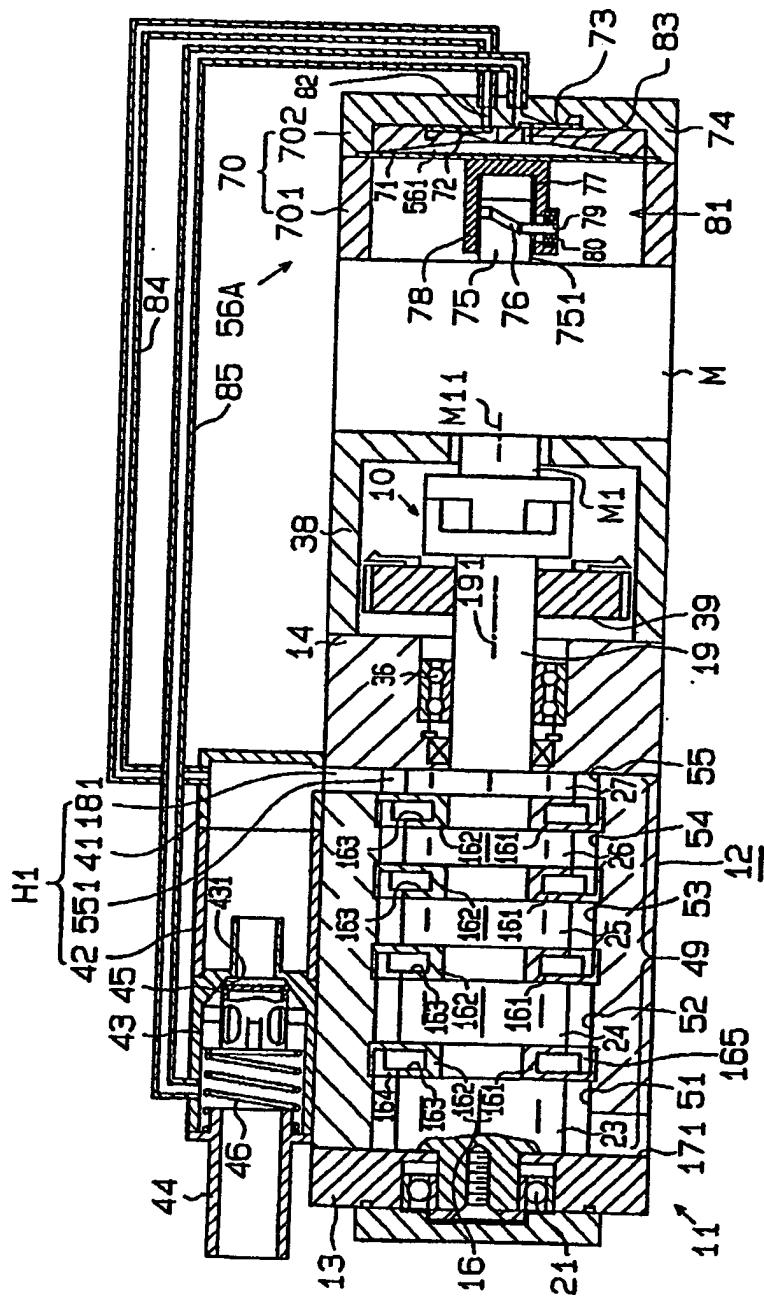


FIG. 11
FIG. 12

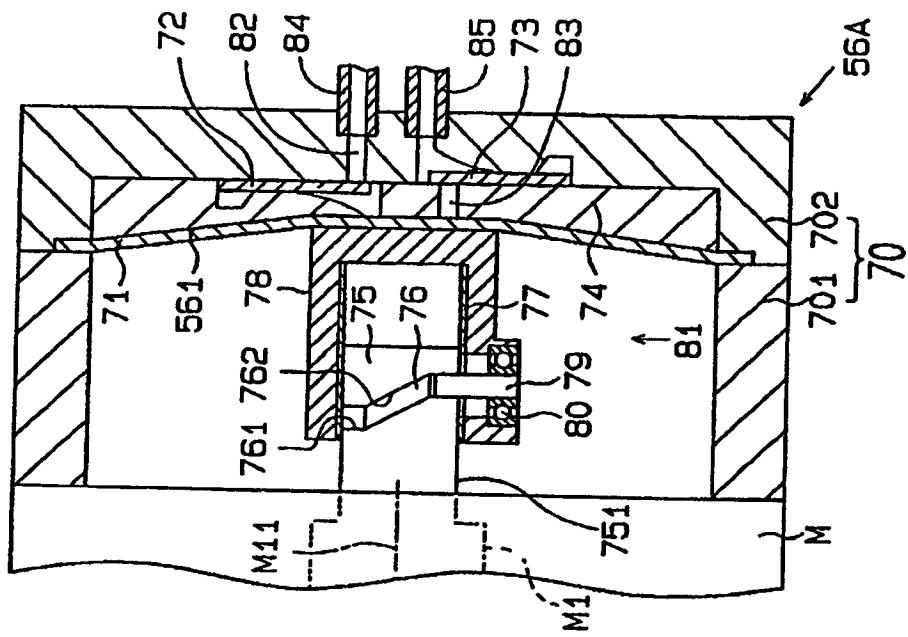
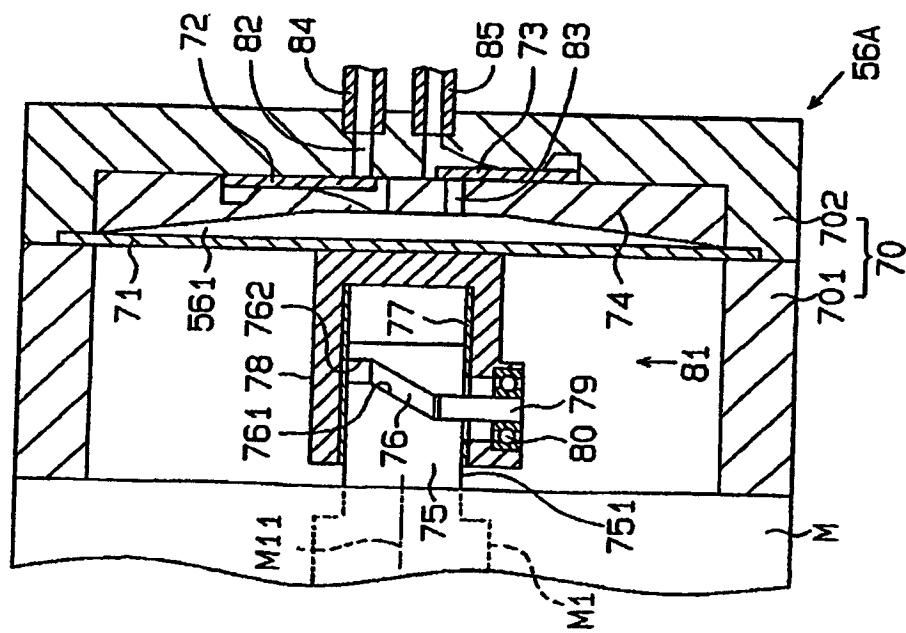


FIG. 13

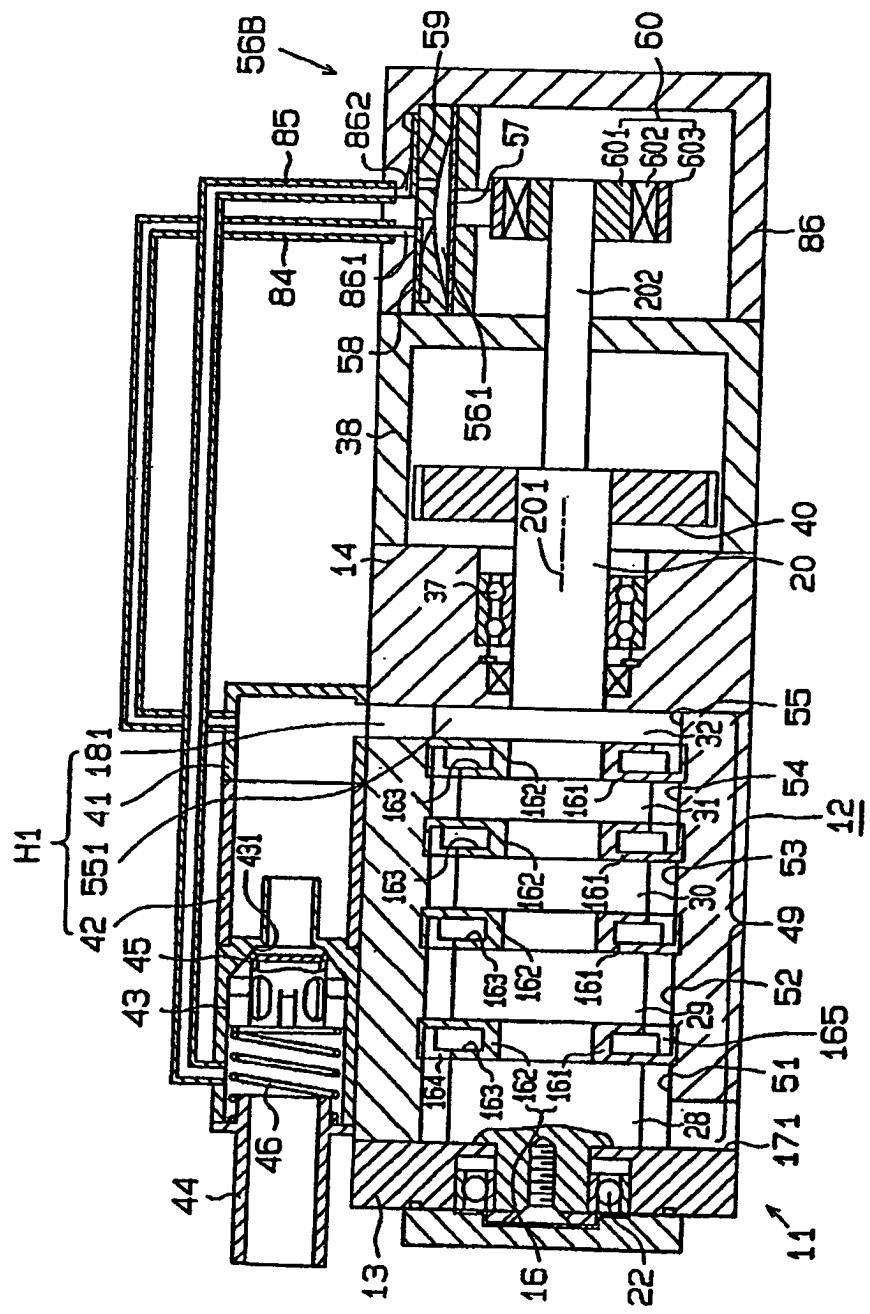


FIG. 14

