

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-8531

(P2016-8531A)

(43) 公開日 平成28年1月18日(2016.1.18)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
F 0 4 C 25/02 (2006.01) F O 4 C 25/02 K 3 H 1 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-128502 (P2014-128502)
 (22) 出願日 平成26年6月23日 (2014.6.23)

(71) 出願人 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町11番1号
 (74) 代理人 100091498
 弁理士 渡邊 勇
 (74) 代理人 100118500
 弁理士 廣澤 哲也
 (72) 発明者 河嶋 浩康
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
 社 荏原製作所内
 (72) 発明者 塩川 篤志
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
 社 荏原製作所内
 Fターム(参考) 3H129 AA06 AA16 BB22 CC02 CC22

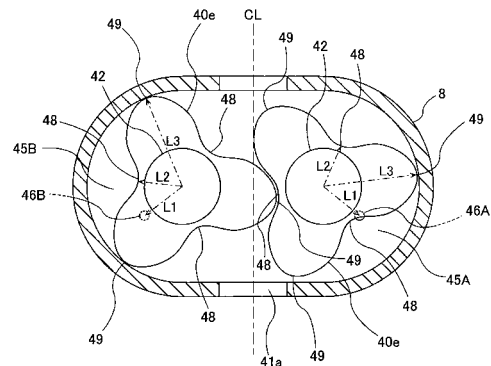
(54) 【発明の名称】 真空ポンプ装置

(57) 【要約】

【課題】 排気騒音を低減することができる真空ポンプ装置を提供する。

【解決手段】 真空ポンプ装置は、一対のポンプロータ40aの外周面とポンプケーシング8の内周面との間には第1の気体移送空間45Aおよび第2の気体移送空間45Bが形成され、ポンプケーシング8には、第1の気体移送空間45Aと大気圧空間とを連通する第1の逆流孔46Aと、第2の気体移送空間45Bと大気圧空間とを連通する第2の逆流孔46Bが形成されており、第1の逆流孔46Aおよび第2の逆流孔46Bは、回転する一対のポンプロータ40aによって開閉される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに対向して配置された一对のポンプロータと、
前記一对のポンプロータを回転させるモータと、
前記一对のポンプロータが収容されるポンプハウジングとを備えた真空ポンプ装置であ
って、

前記一对のポンプロータの外周面と前記ポンプハウジングの内周面との間には第 1 の気
体移送空間および第 2 の気体移送空間が形成され、気体は前記第 1 の気体移送空間および
前記第 2 の気体移送空間に閉じ込められた状態で、前記ポンプハウジングの吐出口に移送
され、

10

前記ポンプハウジングには、前記第 1 の気体移送空間と大気圧空間とを連通する第 1 の
逆流孔と、前記第 2 の気体移送空間と大気圧空間とを連通する第 2 の逆流孔が形成されて
おり、

前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔は、回転する前記一对のポンプロータによっ
て開閉されることを特徴とする真空ポンプ装置。

【請求項 2】

前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔は、前記一对のポンプロータの外周部の最も
外側に位置する凸部よりも、前記外周部の最も内側に位置する凹部に近いことを特徴とす
る請求項 1 に記載の真空ポンプ装置。

【請求項 3】

20

前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔の配置は、前記一对のポンプロータの回転に
伴い、前記第 1 の逆流孔と前記第 1 の気体移送空間との連通、前記第 1 の気体移送空間と
前記吐出口との連通、前記第 2 の逆流孔と前記第 2 の気体移送空間との連通、および前記
第 2 の気体移送空間と前記吐出口との連通が、この順序で等しい時間間隔で起こる配置で
あることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の真空ポンプ装置。

【請求項 4】

前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔の直径は、前記ポンプロータの直径の 0 . 5
% ~ 5 . 0 % の範囲内であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の真
空ポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、真空ポンプ装置に関し、特に、排気騒音を低減することが可能な真空ポンプ
装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

半導体製造装置などにおいては、真空チャンバ内の気体を排出するために、ドライ真空
ポンプ装置が用いられる。ドライ真空ポンプ装置の代表例である容積式真空ポンプ装置は
、一对のポンプロータをモータにより互いに反対方向に回転させ、真空チャンバ内の気体
をポンプロータの上流側（すなわち、ポンプの吸気側）から下流側（すなわち、ポンプの
排気側）に移送することで、真空チャンバを真空にする。

40

【0003】

図 7 は、一般的なポンプユニット 101 内での気体の移送を示す模式図である。ポンプ
ユニット 101 は、ポンプケーシング 108 内に収容された 4 段の一对のポンプロータ（
ルーツロータ）106a, 106b, 106c, 106d と、これらポンプロータ 106
a ~ 106d が固定される一对の回転軸 112 とを備えている。ポンプケーシング 108
の内部にはポンプロータ 106a ~ 106d により圧縮された気体に移送される気体流路
105 が形成されている。

【0004】

ポンプケーシング 108 には吸気ポート 102 および排気ポート 104 が設けられてい

50

る。回転軸 112 は、軸受 114, 116 によって回転自在に支持されている。モータ 110 が駆動されると、互いに噛み合う一対のタイミングギヤ 123 を介して一対のポンプロータ 106a ~ 106d が互いに反対方向に回転し、外部空間の気体が吸気ポート 102 を通じてポンプユニット 101 内に導入される。気体は、ポンプロータ 106a ~ 106d によって徐々に圧縮されながら気体流路 105 を通って下流側に移送され、排気ポート 104 から排出される。

【0005】

図 8(a) 乃至図 8(d) は図 7 の A - A 線断面図である。図 8(a) 乃至図 8(d) は、最終段のポンプロータ 106d に移送された気体が排出される様子を示している。図 8(a) 乃至図 8(d) の矢印に示すように、最終段のポンプロータ 106d が互いに反対方向に回転すると、気体はポンプロータ 106d とポンプケーシング 108 との間に形成される気体移送空間 109 に閉じ込められて排気側に移送され、排気ポート 104 から外部空間（大気圧空間）に排出される。

10

【0006】

図 7 に示すように、排気ポート 104 は外部空間と連通しているため、ポンプロータ 106d の排気側には大気圧が形成される。これに対し、ポンプロータ 106d の吸気側には真空圧が形成される。このため、気体を排出する際、図 8(d) に示すように、真空状態にある気体移送空間 109 に一気に大気が逆流し、その結果、排気騒音（破裂音）が発生する。

【0007】

このような排気騒音は、気体移送空間 109 の圧力が低い程、つまり大気圧との圧力差が大きい程大きくなる。これは、この圧力差が大きい程、気体移送空間 109 への大気の逆流速度が大きくなるためである。また、このような排気騒音の基本周波数は、ポンプロータの回転周波数と形状によって決定される。例えば、回転周波数が N [Hz] の三葉ルーツ型真空ポンプの場合、排気騒音基本周波数 $f_0 = 6 \times N$ [Hz]（二葉ルーツ型真空ポンプの場合は $f_0 = 4 \times N$ [Hz]）となる。さらに、排気騒音の周波数成分には、基本周波数の他に、この高調波成分（三葉ルーツ型真空ポンプの場合、 $2 \times f_0 = 12 \times N$ [Hz]、 $3 \times f_0 = 18 \times N$ [Hz]、・・・）が含まれることが知られている。

20

【0008】

このような排気騒音を低減するために、サイレンサを真空ポンプ装置に取り付けることが考えられる。しかしながら、膨張型サイレンサでは、消音ターゲットとなる周波数一つに対して、一つの膨張室が必要となる。したがって、高い消音効果を膨張型サイレンサで得ようとする、複数の周波数毎の膨張室が必要となる。また、より高い消音効果を得るためには、各膨張室の径を大きくする等して、膨張率を高くする必要がある。その結果、サイレンサの大型化や製造コスト増加などの問題が発生する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2001 - 289167 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上述の事情に鑑みなされたもので、排気騒音を低減することができる真空ポンプ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様は、互いに対向して配置された一対のポンプロータと、前記一対のポンプロータを回転させるモータと、前記一対のポンプロータが収容されるポンプハウジングとを備えた真空ポンプ装置であって、前記一対のポンプロータの外周面と前記ポンプハウジングの内周面との間には第 1 の気体移送空間および第 2 の気体移送空間が形成され、気

50

体は前記第 1 の気体移送空間および前記第 2 の気体移送空間に閉じ込められた状態で、前記ポンプハウジングの吐出口に移送され、前記ポンプハウジングには、前記第 1 の気体移送空間と大気圧空間とを連通する第 1 の逆流孔と、前記第 2 の気体移送空間と大気圧空間とを連通する第 2 の逆流孔が形成されており、前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔は、回転する前記一对のポンプロータによって開閉されることを特徴とする。

【0012】

本発明の好ましい態様は、前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔は、前記一对のポンプロータの外周部の最も外側に位置する凸部よりも、前記外周部の最も内側に位置する凹部に近いことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔の配置は、前記一对のポンプロータの回転に伴い、前記第 1 の逆流孔と前記第 1 の気体移送空間との連通、前記第 1 の気体移送空間と前記吐出口との連通、前記第 2 の逆流孔と前記第 2 の気体移送空間との連通、および前記第 2 の気体移送空間と前記吐出口との連通が、この順序で等しい時間間隔で起こる配置であることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記第 1 の逆流孔および前記第 2 の逆流孔の直径は、前記ポンプロータの直径の 0.5% ~ 5.0% の範囲内であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、大気は逆流孔を通じて気体移送空間内に流入し、気体移送空間内の圧力と大気圧との差が小さくなる。したがって、気体移送空間が吐出口を通じて大気圧空間に連通したときに生じる排気音を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明の一実施形態に係る真空ポンプ装置を構成するポンプユニットの断面図である。

【図 2】図 1 の B - B 線断面図である。

【図 3】逆流孔に対する気体移送空間の相対位置の変化を示す図である。

【図 4】ポンプロータによって移送される気体の経路を示す模式図である。

【図 5】図 5 (a) 乃至図 5 (d) は、ポンプロータの回転に伴って、逆流孔が開閉される様子を説明する図である。

【図 6】逆流孔を設けた場合の騒音レベルと、逆流孔を設けない場合の騒音レベルの測定結果を示すグラフである。

【図 7】一般的なポンプユニット内での気体の移送を示す模式図である。

【図 8】図 7 の A - A 線断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図 1 乃至図 5 において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

図 1 に記載されるポンプユニットは、気体の流路内にオイルを使用しないドライ真空ポンプユニットである。本実施形態ではポンプユニットを三葉ルーツ型真空ポンプユニットとして説明するが、ポンプユニットは三葉ルーツ型真空ポンプユニットに限定されず、二葉ルーツ型真空ポンプユニットであってもよい。

【0016】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る真空ポンプ装置を構成するポンプユニットの断面図である。ポンプユニットは、気体を吸気するための吸気ポート 2 と、気体を排出するための排気ポート 4 とを備えている。ポンプユニットの運転により、気体は、吸気ポート 2 を通ってポンプユニットに吸い込まれ、排気ポート 4 から排出される。ポンプユニットは、互いに対向して配置された一对のポンプロータ（ルーツロータ）40 a , 40 b , 40 c , 40 d , 40 e と、これらポンプロータ 40 a ~ 40 e が固定される一对の回転軸 42 と、ポンプロータ 40 a ~ 40 e が収容されるポンプハウジング 5 と、回転軸 42 を介し

てポンプロータ40a~40eを回転させるモータ10とを備えている。なお、ここに図示した例では、5段のポンプロータを示したが、本発明はこれに限られず、ポンプロータの段数は、求められる真空度や排気量などに応じて適宜選定することができる。

【0017】

モータ10は、図示しないインバータに接続されており、インバータから可変周波数の電圧がモータ10に印加されるようになっている。回転軸42は、軸受14,16によって回転自在に支持されている。回転軸42の一方の端部には、互いに噛み合う一对のタイミングギヤ23が設けられており、これらタイミングギヤ23は、軸受14と共にギヤカバー25内に収容されている。

【0018】

モータ10は、2つの回転軸42のうち一方に固定されたモータロータ27と、コイルが巻かれたステータコアを有するモータステータ29と、これらモータロータ27、モータステータ29を収容するモータフレーム32とを備えている。モータステータ29は、モータロータ27を囲むように配置されており、モータフレーム32の内周面に固定されている。モータ10が駆動されると、タイミングギヤ23を介して一对のポンプロータ40a~40eが互いに反対方向に回転し、気体が吸気ポート2を通じてポンプユニットに吸い込まれ、ポンプロータ40a~40eによって下流側に移送され、排気ポート4から排出される。

【0019】

ポンプハウジング5は、ポンプロータ40a~40eにより圧縮された気体が移送される気体流路41が内部に形成されたポンプケーシング8と、気体流路41に連通する排気チャンバ56が内部に形成されたサイドカバー58とを備えている。サイドカバー58はポンプケーシング8とギヤカバー25との間に配置されており、排気ポート4はサイドカバー58に設けられる。吸気ポート2はポンプケーシング8に設けられている。ポンプケーシング8、排気ポート4が設けられるサイドカバー58、タイミングギヤ23が配置されるギヤカバー25、およびモータ10のモータフレーム32は、この順番に直列に並んで配置されている。

【0020】

排気チャンバ56は最終段のポンプロータ40eに隣接している。ポンプロータ40a~40eにより圧縮された気体は排気チャンバ56に移送され、さらに排気チャンバ56に連通している排気ポート4を通じて外部空間(大気圧空間)に排出される。

【0021】

図2は図1のB-B線断面図である。ポンプロータ40eが互いに反対方向に回転すると、ポンプロータ40eの外周面とポンプケーシング8の内周面との間には、第1の気体移送空間45Aおよび第2の気体移送空間45Bが形成される。気体は、これらの気体移送空間45A,45Bに閉じ込められた状態で、ポンプケーシング8の吐出口41aに移送される。

【0022】

図1および図2に示すように、最終段のポンプロータ40eに隣接するポンプハウジング5の端壁(吐出側端壁)5aには、第1の気体移送空間45Aと大気圧空間とを連通する第1の逆流孔46A、および第2の気体移送空間45Bと大気圧空間とを連通する第2の逆流孔46Bが設けられている。これら2つの逆流孔46A,46Bは、ポンプハウジング5の端壁5aを貫通して、すなわちポンプケーシング8およびサイドカバー58の端壁を貫通して延びている。これら逆流孔46A,46Bは、回転軸42の軸方向と垂直なポンプケーシング8の中心線CLに関して対称に形成されている。

【0023】

図2に示すように、第1の逆流孔46Aおよび第2の逆流孔46Bは、一对のポンプロータ40eにそれぞれ対向して配置されている。以下の説明では、第1の逆流孔46Aに対向するポンプロータ40eを第1のポンプロータ40eと称し、第2の逆流孔46Bに対向するポンプロータ40eを第2のポンプロータ40eと称することがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

三葉型のポンプロータ 4 0 e の外周面は、最も内側に位置する 3 つの凹部 4 8 と、最も外側に位置する 3 つの凸部 4 9 とを有する。第 1 のポンプロータ 4 0 e の中心から第 1 の逆流孔 4 6 A までの距離 L 1 は、第 1 のポンプロータ 4 0 e の中心から凹部 4 8 までの距離 L 2 よりも長く、かつ第 1 のポンプロータ 4 0 e の中心から凸部 4 9 までの距離 L 3 よりも短い。同様に、第 2 のポンプロータ 4 0 e の中心から第 2 の逆流孔 4 6 B までの距離 L 1 は、第 2 のポンプロータ 4 0 e の中心から凹部 4 8 までの距離 L 2 よりも長く、かつ第 2 のポンプロータ 4 0 e の中心から凸部 4 9 までの距離 L 3 よりも短い。

【 0 0 2 5 】

このような位置に配置されている第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B は、回転するポンプロータ 4 0 e によって開閉される。すなわち、第 1 のポンプロータ 4 0 e が第 1 の逆流孔 4 6 A に対向すると、第 1 の逆流孔 4 6 A が閉じられ、第 1 のポンプロータ 4 0 e が第 1 の逆流孔 4 6 A から離れると、第 1 の逆流孔 4 6 A が開かれる。同じように、第 2 のポンプロータ 4 0 e が第 2 の逆流孔 4 6 B に対向すると、第 2 の逆流孔 4 6 B が閉じられ、第 2 のポンプロータ 4 0 e が第 2 の逆流孔 4 6 B から離れると、第 2 の逆流孔 4 6 B が開かれる。

10

【 0 0 2 6 】

第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B は、ポンプロータ 4 0 e の外周面の凸部 4 9 よりも、ポンプロータ 4 0 e の外周面の凹部 4 8 に近い位置に配置されている。これは、ポンプロータ 4 0 e の 1 回転あたりに第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B が開いている時間を短くするためである。第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B が開いている時間が長くなると、第 1 の気体移送空間 4 5 A および第 2 の気体移送空間 4 5 B 内に多くの大気が逆流し、第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B において騒音が発生してしまう。このような騒音の発生を避けるために、第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B は、ポンプロータ 4 0 e の外周面の凹部 4 8 に近接して配置されている。

20

【 0 0 2 7 】

図 3 は第 1 の逆流孔 4 6 A に対する第 1 の気体移送空間 4 5 A の相対位置の変化を示す図である。図 3 に示すように、ポンプロータ 4 0 e が矢印で示す方向に回転すると、ポンプロータ 4 0 e の第 1 の逆流孔 4 6 A に対する相対位置は変化する。第 1 の逆流孔 4 6 A は、第 1 のポンプロータ 4 0 e の回転に伴って第 1 の気体移送空間 4 5 A に周期的に連通する位置に設けられている。同様に、第 2 の逆流孔 4 6 B は、第 2 のポンプロータ 4 0 e の回転に伴って第 2 の気体移送空間 4 5 B に周期的に連通する位置に設けられている。

30

【 0 0 2 8 】

以下、ポンプロータ 4 0 e の第 1 の逆流孔 4 6 A に対する相対位置の時間経過に伴う変化を説明する。時刻 1 では、第 1 の逆流孔 4 6 A は最終段のポンプロータ 4 0 e によって閉じられている。第 1 の気体移送空間 4 5 A と排気チャンバ 5 6 内の大気圧空間との連通はポンプロータ 4 0 e によって遮断されるため、大気は第 1 の気体移送空間 4 5 A 内に流入しない。時刻 2 では、ポンプロータ 4 0 e が第 1 の逆流孔 4 6 A から離れ、第 1 の逆流孔 4 6 A が開かれる。第 1 の気体移送空間 4 5 A は第 1 の逆流孔 4 6 A を通じて排気チャンバ 5 6 内の大気圧空間に連通し、第 1 の気体移送空間 4 5 A 内に大気が流入する。時刻 3 では、再度、第 1 の逆流孔 4 6 A がポンプロータ 4 0 e によって閉じられ、第 1 の気体移送空間 4 5 A と排気チャンバ 5 6 内の大気圧空間との連通が遮断される。

40

【 0 0 2 9 】

第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B の直径は、ポンプロータ 4 0 e の直径の 0 . 5 % ~ 5 . 0 % の範囲内であることが好ましい。これは、第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B の直径がポンプロータ 4 0 e の直径の 5 . 0 % よりも大きいと、多くの大気が気体移送空間 4 5 A , 4 5 B 内に流入してしまい、気体移送空間 4 5 A , 4 5 B 内の圧力が上昇するとともに騒音が発生することがあるからであり、逆に、第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B の直径がポンプロータ 4 0 e の直径の 0 . 5 % よりも小

50

さいと大気があまり気体移送空間 4 5 A , 4 5 B 内に流入せず、圧力上昇（つまり排気口部での圧力差低減効果）が不十分となり、消音効果が低減するからである。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、ポンプロータ 4 0 a ~ 4 0 e によって移送される気体の経路を示す模式図である。図 4 に示すように、気体は、回転するポンプロータ 4 0 a ~ 4 0 e によって圧縮され、最終的に排気ポート 4 に送られる。圧縮された気体の一部は、排気ポート 4 に移送される前に、第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B を通って、最終段のポンプロータ 4 0 e の外周面とポンプケーシング 8 の内周面とによって形成された気体移送空間 4 5 A , 4 5 B に戻される。このような構成により、気体移送空間 4 5 A , 4 5 B 内の圧力と大気圧との差が小さくなり、気体移送空間が吐出口を通じて大気圧空間に連通したときに生じる排気音を低減することができる。

10

【 0 0 3 1 】

図 5 (a) 乃至図 5 (d) は、ポンプロータ 4 0 e の回転に伴って第 1 の逆流孔 4 6 A および第 2 の逆流孔 4 6 B が開閉される様子を説明する図である。図 5 (a) では、第 1 の逆流孔 4 6 A が開き、これにより第 1 の気体移送空間 4 5 A が大気圧空間と連通する。したがって、大気が第 1 の逆流孔 4 6 A を通じて第 1 の気体移送空間 4 5 A に流入する。ポンプロータ 4 0 e がさらに回転すると、図 5 (b) に示すように、第 1 の逆流孔 4 6 A が閉じるとともに、第 1 の気体移送空間 4 5 A がポンプケーシング 8 の吐出口 4 1 a に連通する。図 5 (a) に示す第 1 の逆流孔 4 6 A が開いたときのポンプロータ 4 0 e と、図 5 (b) に示す第 1 の気体移送空間 4 5 A が吐出口 4 1 a に連通したときのポンプロータ 4 0 e とのなす角度は、30 度である。

20

【 0 0 3 2 】

ポンプロータ 4 0 e がさらに回転すると、図 5 (c) に示すように、第 2 の逆流孔 4 6 B が開き、これにより第 2 の気体移送空間 4 5 B が大気圧空間と連通する。したがって、大気が第 2 の逆流孔 4 6 B を通じて第 2 の気体移送空間 4 5 B に流入する。図 5 (b) に示す第 1 の気体移送空間 4 5 A が吐出口 4 1 a に連通したときのポンプロータ 4 0 e と、図 5 (c) に示す第 2 の逆流孔 4 6 B が開いたときのポンプロータ 4 0 e とのなす角度は、30 度である。

【 0 0 3 3 】

ポンプロータ 4 0 e がさらに回転すると、図 5 (d) に示すように、第 2 の逆流孔 4 6 B が閉じるとともに、第 2 の気体移送空間 4 5 B がポンプケーシング 8 の吐出口 4 1 a に連通する。図 5 (c) に示す第 2 の逆流孔 4 6 B が開いたときのポンプロータ 4 0 e と、図 5 (d) に示す第 2 の気体移送空間 4 5 B が吐出口 4 1 a に連通したときのポンプロータ 4 0 e とのなす角度は、30 度である。

30

【 0 0 3 4 】

ポンプロータ 4 0 e がさらに 30 度回転すると、図 5 (a) に示すように、第 1 の逆流孔 4 6 A が再び開く。このようにして、第 1 の逆流孔 4 6 A と第 1 の気体移送空間 4 5 A との連通（第 1 の逆流孔 4 6 A が開）、第 1 の気体移送空間 4 5 A と吐出口 4 1 a との連通（第 1 の逆流孔 4 6 A が閉）、第 2 の逆流孔 4 6 B と第 2 の気体移送空間 4 5 B との連通（第 2 の逆流孔 4 6 B が開）、および第 2 の気体移送空間 4 5 B と吐出口 4 1 a との連通（第 2 の逆流孔 4 6 B が閉）が、この順序で等しい時間間隔で起こる。このような構成により、ポンプユニット内に導入された気体の圧力は、時間的に等間隔で段階的に低下するので、排気騒音の全体的なレベルを低減することができる。

40

【 0 0 3 5 】

図 6 は、逆流孔を設けた場合の騒音レベルと、逆流孔を設けない場合の騒音レベルの測定結果を示すグラフである。縦軸は騒音レベル [d B (A)] を表し、横軸は周波数 [H z] を表している。図 6 から分かるように、逆流孔 4 6 A , 4 6 B を設けたときの騒音レベルは、全体的に、逆流孔を設けなかった騒音レベルよりも下がっている。さらに、騒音レベルのピークの数が少ないことが図 6 から分かる。このように、騒音レベルが低減され、サイレンサの各膨張室の膨張率を小さくすることができるため、サイレンサの小型化を

50

図ることができる。また、排気レベルのピークの数減らすことができるため、消音ターゲットとなる周波数を限定することができる。したがって、サイレンサの膨張室の個数を削減することができるため、サイレンサのさらなる小型化および低コスト化が容易となる。

【 0 0 3 6 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。例えば、本実施形態において、多段のポンプロータを備えた多段型真空ポンプ装置について説明したが、この例に限定されず、単段のポンプロータを備えた単段型真空ポンプ装置も採用することができる。

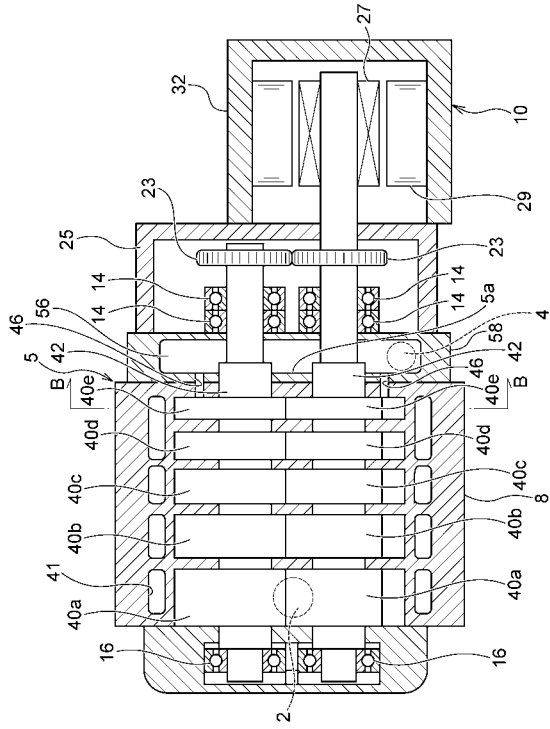
10

【 符号の説明 】

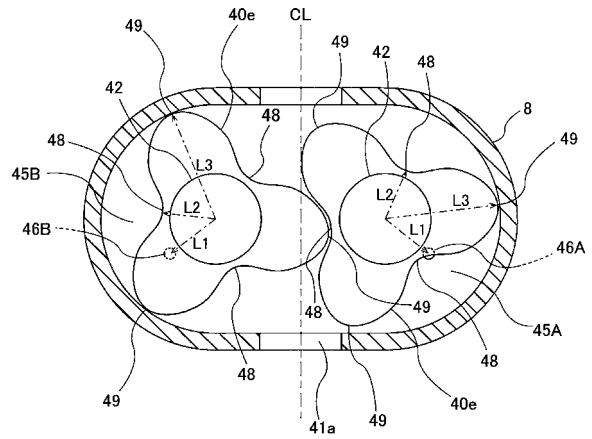
【 0 0 3 7 】

2 , 1 0 2	吸気ポート	
4 , 1 0 4	排気ポート	
5	ポンプハウジング	
5 a	端壁	
8 , 1 0 8	ポンプケーシング	
1 0 , 1 1 0	モータ	
1 4 , 1 6 , 1 1 4 , 1 1 6	軸受	
2 3 , 1 2 3	タイミングギヤ	20
2 5	ギヤカバー	
2 7	モータロータ	
2 9	モータステータ	
3 2	モータフレーム	
4 0 a ~ 4 0 e , 1 0 6 a ~ 1 0 6 d	ポンプロータ	
4 1 , 1 0 5	気体流路	
4 1 a	吐出口	
4 2 , 1 1 2	回転軸	
4 5 A , 4 5 B	気体移送空間	
4 6 A , 4 6 B	逆流孔	30
4 8	凹部	
4 9	凸部	
5 6	排気チャンバ	
5 8	サイドカバー	
1 0 1	ポンプユニット	

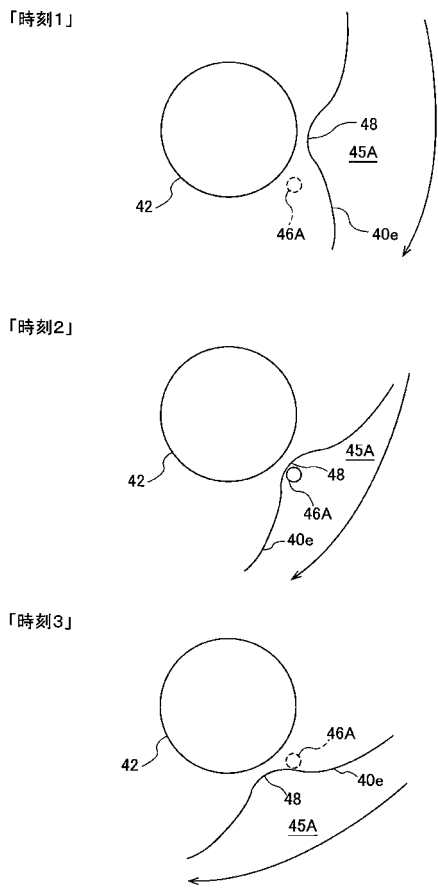
【 図 1 】



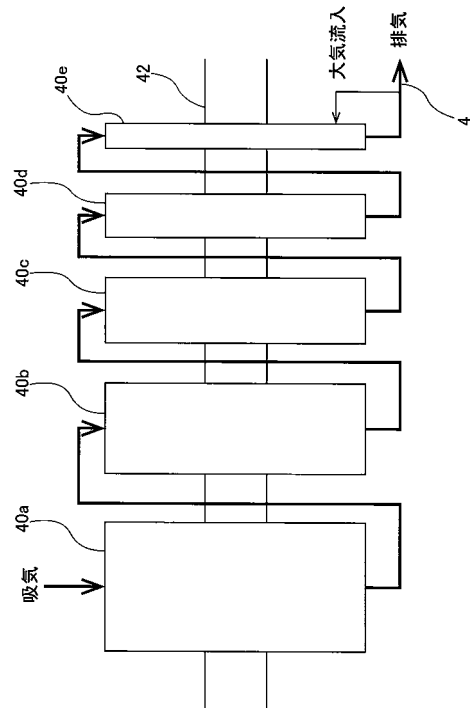
【 図 2 】



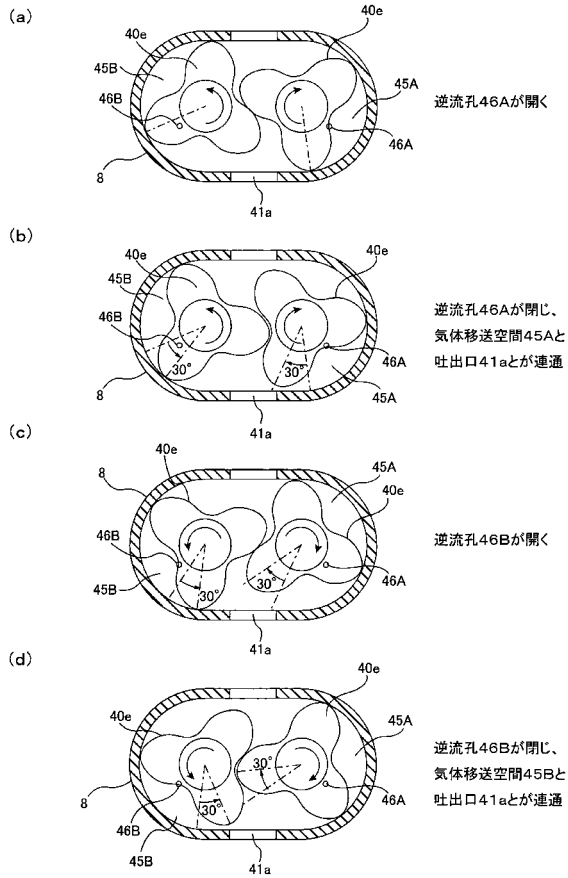
【 図 3 】



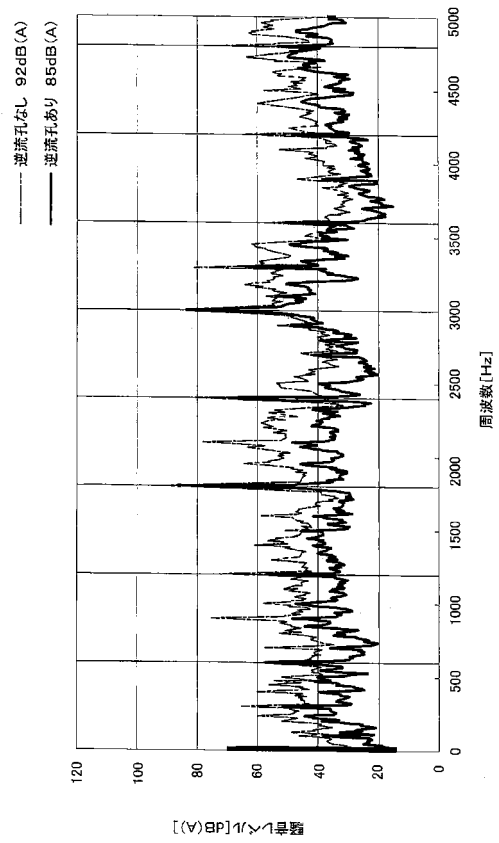
【 図 4 】



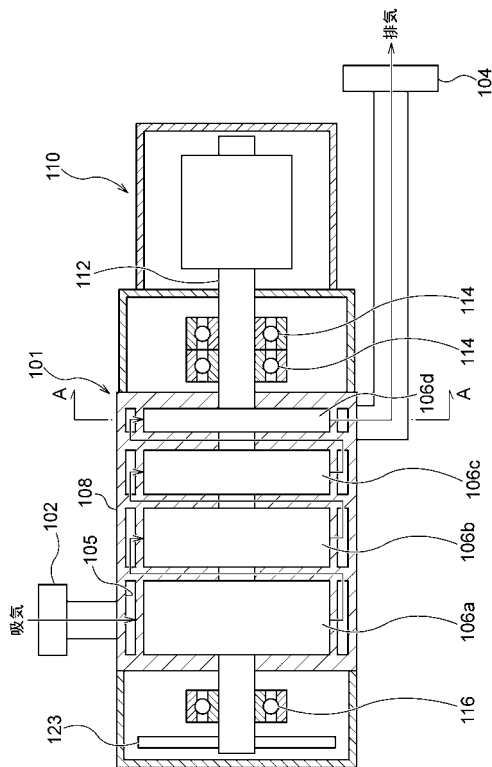
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

