(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5312470号
(P5312470)

(45)発行日　平成25年10月9日(2013.10.9)　(24)登録日　平成25年7月12日(2013.7.12)

(51)Int.Cl.　F I
F04B 43/02 (2006.01)　F04B 43/02 L
F04B 43/02 D

請求項の数 10　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2010-535264(P2010-535264)
(86)(22)出願日　平成20年11月11日(2008.11.11)
(65)公表番号　特表2011-505515(P2011-505515A)
(43)公表日　平成23年2月24日(2011.2.24)
(86)国際出願番号　PCT/EP2008/009493
(87)国際公開番号　WO2009/068180
(87)国際公開日　平成21年6月4日(2009.6.4)
審査請求日　平成23年5月27日(2011.5.27)
(31)優先権主張番号　102007057945.6
(32)優先日　平成19年12月1日(2007.12.1)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　591049066
カー　エヌ　エフ　ノイベルガー　ゲゼルシャフト　ミット　ベシュレンクテル　ハフツング
ＫＮＦ　Ｎｅｕｂｅｒｇｅｒ　ＧｍｂＨ
ドイツ連邦共和国　フライブルク　アルター　ヴェーク　３
Ａｌｔｅｒ　Ｗｅｇ　３，　Ｄ－７９１１　Ｆｒｅｉｂｕｒｇ，　Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人　100061815
弁理士　矢野　敏雄
(74)代理人　100099483
弁理士　久野　琢也
(74)代理人　100112793
弁理士　高橋　佳大

最終頁に続く

(54)【発明の名称】多段のダイヤフラム式サクションポンプ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
多段のダイヤフラム式サクションポンプであって、少なくとも２つのポンプ室を備え、該ポンプ室がそれぞれ、少なくとも１つの入口弁を有する流体入口と、少なくとも１つの出口弁を有する流体出口とを有しており、さらに、複数の前記ポンプ室の前記流体入口を接続する吸込管路を備え、相連なるポンプ室はそれぞれ少なくとも１つの接続管路を介して、当該ダイヤフラム式ポンプが前記吸込管路内の所定の差圧の達成／超過時に前記ポンプ室の並列に作動する運転から前記ポンプ室の少なくとも直列にも作動する運転へと移行するように互いに接続されており、前記少なくとも１つの接続管路の流入領域及び流出領域において、それぞれ、後続のポンプ段に向かって開弁する少なくとも１つの逆止弁が接続されており、前記接続管路の前記流入領域及び前記流出領域に設けられた逆止弁が、前記ポンプ室の前記入口弁及び前記出口弁と比較して小さく形成されている形式のものにおいて、前記逆止弁に、前記接続管路の、隣接するポンプ室に向かって開放されたそれぞれ１つの管路区分が、前記入口弁及び前記出口弁と比較して小さな内法の管路横断面を備えて配設されており、当該ダイヤフラム式サクションポンプの最初のポンプ段と最後のポンプ段との間にあるポンプ段あるいは中間のポンプ段に、それぞれ少なくとも１つの入口弁、１つの出口弁及び２つの逆止弁が開口することを特徴とする、多段のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項２】
前記逆止弁は、ポンピングプロセスの開始期において前記入口弁及び前記出口弁が作動

し、かつ該逆止弁が前記ポンピングプロセスの後続の期において作動するように、寸法設定かつ／又は設計されている、請求項１記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項３】
前記逆止弁に、接続通路の、隣接するポンプ室に接続されるそれぞれ１つの管路区分が配設されており、該管路区分は前記入口弁及び前記出口弁と比較して、該管路区分が前記入口弁及び前記出口弁に対してより小さな有害な空間を形成するように寸法設定されている、請求項１又は２記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項４】
前記吸込管路及び／又は吐出管路が、前記少なくとも１つの接続管路と比較してより大きな内法の管路横断面を有する、請求項１から３までのいずれか１項記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項５】
前記出口弁が、大気に向かって開放されているように形成されている、請求項１から４までのいずれか１項記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項６】
前記出口弁が、消音器を介して大気に向かって開放されているように形成されている、請求項５記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項７】
前記逆止弁がそれぞれ１つの弁ディスクを弁体又は遮断体として有しており、前記差圧の、直列の運転形式への切換を惹起する圧力範囲が、ディスク直径の確定及び／又は該弁ディスクの質量の調整によって前選択可能又は確定可能である、請求項１から６までのいずれか１項記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項８】
後続のポンプ段に配設されたダイヤフラムが、該ダイヤフラムの吸込運動及び吐出運動に関して互いにずらされてタイミング制御されている、請求項１から７までのいずれか１項記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項９】
後続のポンプ段に配設されたダイヤフラムが、該ダイヤフラムの吸込運動及び吐出運動に関して１８０°互いにずらされてタイミング制御されている、請求項１から８までのいずれか１項記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【請求項１０】
当該ダイヤフラム式サクションポンプの最初のポンプ段及び最後のポンプ段にそれぞれ少なくとも１つの入口弁、１つの出口弁及び１つの逆止弁が開口する、請求項１から９までのいずれか１項記載のダイヤフラム式サクションポンプ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、多段のダイヤフラム式サクションポンプであって、少なくとも２つのポンプ室を備え、該ポンプ室がそれぞれ、少なくとも１つの入口弁を有する流体入口と、少なくとも１つの出口弁を有する流体出口とを有しており、さらに、複数の前記ポンプ室の前記流体入口を接続する吸込管路を備え、相連なるポンプ室はそれぞれ少なくとも１つの接続管路を介して、当該ダイヤフラム式ポンプが前記吸込管路内の所定の差圧の達成／超過時に前記ポンプ室の並列に作動する運転から前記ポンプ室の少なくとも直列にも作動する運転へと移行するように互いに接続されており、前記少なくとも１つの接続管路の流入領域及び流出領域において、後続のポンプ段に向かって開弁する少なくとも１つの逆止弁が接続されており、前記接続管路の前記流入領域及び前記流出領域に設けられた逆止弁が、前記ポンプ室の前記入口弁及び前記出口弁と比較して小さく形成されている形式のものに関する。
【０００２】
排気時、例えばオートクレーブの排気時、一方では大きな圧送出力が所望され、他方で

は良好な到達真空が所望される。大きな圧送出力は、ヘッドの並列接続によって達成され、良好な到達真空は、多段の運転、つまり直列接続によって達成される。多くの用途、とりわけ実験室領域での用途において、多段の配列でのみ達成可能な低い到達圧力が必要となる。

【０００３】

ＷＯ２００４／０８８１３８において既に、それぞれ１つの往復動型のポンプダイヤフラムによって画成される２つのポンプ室を有するマイクロ真空ポンプが公知である。これらのポンプ室の各々は、入口弁を有する流体入口と、出口弁を有する流体出口とを有しており、ポンプ室の流体入口を接続する吸込管路と、流体出口を接続する吐出管路とが設けられている。ポンプ室は接続管路を介して、この公知のマイクロ真空ポンプが吸込管路内の所定の差圧の到達及び超過時にマイクロ真空ポンプのポンプ室の並列に作動する運転から、これらのポンプ室の直列に作動する運転に移行するように互いに接続されている。接続管路の流入領域にも流出領域にも、後続のポンプ段に向かって開弁するそれぞれ１つの逆止弁が接続されている。この公知のダイヤフラム式サクションポンプの製造に関連するコストを下げるために、接続管路内に介装される逆止弁は、両ポンプ室の入口弁及び出口弁と比肩できる大きさを有している。それに応じて、接続管路の、逆止弁のうちの１つと、隣接するポンプ室との間に設けられる管路区分も、比肩できる大きさに寸法設定されている。それでもなお、ポンピングプロセスの開始期において流体流をまず、並列に接続された入口弁及び出口弁を介して案内することができるように、接続管路内には絞りが介装されている。絞りは、相応の圧力差及び減じられたポンプ出力が達成されて始めてその絞り作用を失う。吸込プロセスの開始時、この公知のマイクロ真空ポンプは、これらのポンプ室の並列に作動する配列をとる。それというのも、接続管路内に設けられた絞りは、この系を、空気循環中のまだ存在しない障害に基づいて、初期段階においてはより容易に並列に作動可能なものとするからである。これらの並列に作動する配列が、到達真空の領域に達して、吸込管路における圧力差が最大に達するやいなや、流体は遥かに容易に、接続管路内に存在する絞りを通して流動することができる。その結果、同時に、可及的高い到達真空を達成するために、これらのポンプ室の直列の運転への配列変更もなされる。

【０００４】

しかしながら、この公知のダイヤフラム式ポンプの逆止弁が、入口弁及び出口弁に匹敵する大きさを有しており、かつ接続管路の、逆止弁間に設けられる管路区分が、相応に大きな内法の管路横断面を有しているので、これらの管路区分には、それに応じて大きな有害なもしくは望ましくない空間が生じる。この空間は、公知のダイヤフラム式サクションポンプの達成可能な到達真空に対して不利に働き、並列の運転形式と直列の運転形式との間の切換点に対して否定的な影響を及ぼす。

ＤＥ１０２００６０４３１５９Ｂ３において、ポンプ部材としてプッシュプル式（Ｇｅｇｅｎｔａｋｔ）に作動するダイヤフラムを備える、少なくとも２段の高温蒸気真空ポンプが公知である。この多段の高温蒸気真空ポンプのポンプ室の入口及び出口は、並列に管路を介して互いに接続されている。さらに、複数のポンプ室を接続する制御管路が設けられており、この制御管路は、制御管路の始端及び終端に配置されるそれぞれ１つの制御弁を備える逆止弁装置を備える。各ポンピングプロセスの開始時、すなわち、ポンプ入口とポンプ出口との間の圧力差が僅かにすぎないとき、ポンプの両段は、制御管路が負圧制御弁によって遮断されているので、並列に動作する。所定の圧力差から、負圧制御弁は開弁し、両ポンプは実質的に直列に作動する。ポンプ入口とポンプ出口との間のより大きな圧力差をより迅速に形成するために、制御管路内に設けられる制御弁の弁部材は、ポンプ入口及びポンプ出口内に設けられる逆止弁の弁部材より少なくとも３０％小さな質量を有する。

ＤＥ２０２０２１９０Ｕ１において、既に、多段のガス圧送ポンプのための、弁によって制御される運転形式制御が公知である。２つの逆止弁並びに１つの正圧弁及び／又は１つのダイヤフラム制御される負圧弁の組み合わせを有する公知の運転形式制御において、運転形式の自動的な切換は、所定の圧力あるいは真空の到達時、正圧弁あるいはダイヤフ

ラム制御される負圧弁が開弁し、逆止弁が閉弁し、かつ体積流が一方のポンプ段の吐出側から他方のポンプ段の吸込側に案内されることによってなされる。これにより、ポンプ段は、並列の運転形式から直列の運転形式に転換される。

しかし、ＤＥ１０２００６０４３１５９Ｂ３及びＤＥ２０２０２１９０Ｕ１には、有利には２段の高温蒸気真空ポンプあるいは弁によって制御される運転形式制御に関する改善された細部の解決手段が記載されているにすぎない。

【０００５】

それゆえ、本願発明の課題は、特に、公知の従来技術と比較して、可及的高い到達真空の発生を可及的短い時間で可能にする、冒頭で述べた形式の多段のダイヤフラム式サクションポンプを提供することである。

【０００６】

この課題を解決するための手段は、特に、前記接続管路の前記流入領域及び前記流出領域に設けられた逆止弁に、前記接続管路の、隣接するポンプ室に向かって開放されたそれぞれ１つの管路区分が、前記入口弁及び前記出口弁と比較して小さな内法の管路横断面を備えて配設されており、当該ダイヤフラム式サクションポンプの最初のポンプ段と最後のポンプ段との間にあるポンプ段あるいは中間のポンプ段に、それぞれ少なくとも１つの入口弁、１つの出口弁及び２つの逆止弁が開口することにある。

最初と最後のポンプ段の間に少なくとも１つの中間のポンプ段を備える本発明に係るダイヤフラム式サクションポンプは、少なくとも３段に構成されている。ＤＥ１０２００６０４３１５９Ｂ３において公知の高温蒸気真空ポンプでは、制御管路の始端及び終端に負圧制御弁が設けられていることが望ましいのに対して、本発明に係るダイヤフラム式サクションポンプでは、ポンプ段の間に設けられる各々の接続管路内に、流入側及び流出側にそれぞれ１つの逆止弁が設けられている。有害な空間をさらに付加的に減じるために、本発明では、ダイヤフラム式サクションポンプの最初のポンプ段と最後のポンプ段との間にあるポンプ段あるいは中間のポンプ段に、それぞれ少なくとも１つの入口弁、１つの出口弁及び２つの逆止弁が開口するようになっている。

【０００７】

本発明に係るダイヤフラム式ポンプは、ダイヤフラム式ポンプのポンプ室を互いに接続する少なくとも１つの接続管路に、流入側にも流出側にも、これらのポンプ室の入口弁及び出口弁と比較して明らかに小さく寸法設定されている逆止弁を備える。これにより、これらの逆止弁の可動の弁体は、より小さな可動の質量を有し、それに応じてより迅速に反応することもできるので、並列の運転形式と直列の運転形式との間の最適な切換点への接近が明らかに促進される。接続管路が最適な切換点の領域で初めて有効となるので、かつ接続管路がこのポンピング期において比較的小さな圧送量を実現するだけでよいので、接続管路の内法の横断面は、吸込管路及び吐出管路と比較して比較的小さく構成され得る。このことは、少なくとも１つの接続管路内に設けられる逆止弁を、吸込弁及び吐出弁と比較して著しく小さな通流横断面、及び相応に小さな直径を備えて構成することも可能にする。これにより、逆止弁は、その可動の弁体又は遮断体の小さな質量に基づいて、吸込弁及び吐出弁の閉弁時に迅速に反応することができ、これにより、本発明に係るダイヤフラム式ポンプが圧力差の移行領域において圧送しないか、又は圧送するにしても不十分にしか圧送しないことを防止する。逆止弁には、それぞれ１つの、隣接するポンプ室に通じる管路区分が配設されており、この管路区分が入口弁及び出口弁と比較して大幅に小さな内法の管路横断面を有するので、逆止弁と、隣接するポンプ室との間に残される有害な空間を、極めて低い到達真空の形成も可能であるほどに小さく維持することができる。それゆえ、本発明に係るダイヤフラム式ポンプは、比較的簡単な技術的手段によって、可及的小さな到達真空を可及的短い時間で発生させることを可能にする。

【０００８】

この場合、逆止弁に、接続通路の、隣接するポンプ室に接続されるそれぞれ１つの管路区分が配設されており、この管路区分は入口弁及び出口弁と比較して、管路区分が入口弁及び出口弁に対してより小さな有害な空間を形成するように寸法設定されている態様が、

有利である。
【０００９】
逆止弁は、ポンピングプロセスの開始期において入口弁及び出口弁が作動し、逆止弁はポンピングプロセスの後続の期において、有利にはほぼ最適な切換点で作動するように寸法設定かつ／又は設計されていると特に有利である。
【００１０】
初期の高い圧送出力時の吸込管路及び吐出管路内の流動損失を可及的僅かに維持するために、吸込管路及び／又は吐出管路が、少なくとも１つの接続管路と比較してより大きな内法の管路横断面を有すると有利である。
【００１１】
接続管路を通流する僅かな圧送流に基づいて、スペース上の理由から、その管路横断面をより小さく構成することも有利である。
【００１２】
なお、出口弁が、場合によっては少なくとも１つの消音器を介して、大気に向かって開放されているように形成されていることも可能である。このような態様では、出口弁を接続する吐出管路が省略される。
【００１３】
接続管路内に設けられた逆止弁の反応時間を最適化するために、逆止弁がそれぞれ１つの弁ディスクを弁体又は遮断体として有しており、前記差圧の、直列の運転形式への切換を惹起する圧力範囲が、ディスク直径の確定及び／又は弁ディスクの質量の調整によって前選択可能又は確定可能であると有利である。
【００１４】
弁を切り換えるために必要な可及的高い差圧が生じるように、後続のポンプ段に配設されたダイヤフラムが、ダイヤフラムの吸込運動及び吐出運動に関して互いにずらされてタイミング制御（ｇｅｔａｋｔｅｔ）されていると有利である。
【００１５】
この場合、本発明の有利な態様では、後続のポンプ段に配設されたダイヤフラムが、ダイヤフラムの吸込運動又は吐出運動に関して１８０°互いにずらされてタイミング制御されている。
【００１６】
ポンプ段間の有害な空間は、各々の接続管路内に２つの逆止弁が接続されており、両逆止弁の一方が流入側に、他方が流出側に配置されているとさらに付加的に減じられる。
【００１７】
本発明に係るダイヤフラム式ポンプは、３段又はより多段に構成されていてよい。この場合、最初のポンプ段及び最後のポンプ段にそれぞれ少なくとも１つの入口弁、１つの出口弁及び１つの逆止弁が開口すると、有利である。
【００１８】
本発明のその他の態様は、請求の範囲及び図面から看取される。以下に、有利な実施の形態を参照しながら本発明についてさらに詳細な説明を加える。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】当初並列に作動する運転形式から、実質的に自動的に、直列に作動する運転形式に転換可能な複数のポンプ室を備える多段のダイヤフラム式サクションポンプの構成を概略的に示す図である。
【図２】本実施の形態では４段に形成されているダイヤフラム式サクションポンプをやはり概略的に示す図である。
【図３】単頭のダイヤフラム式ポンプと比較して、図１及び図２に示した多段のダイヤフラム式サクションポンプの圧送出力あるいは吸込能力を、達成される到達真空に関連付けて示す図である。
【図４】図１又は図２に示した多頭のダイヤフラム式サクションポンプの第１のポンプ段

の、流体出口に設けられる吐出弁及び接続管路に配置される逆止弁の領域における縦断面図である。

【００２０】

図１には、多段のダイヤフラム式サクションポンプ１０が示されている。ダイヤフラム式サクションポンプ１０は、少なくとも２つ、本実施の形態では特に３つのポンプ室H_1，H_2及びH_3を有する。ポンプ室H_1，H_2及びH_3は、それぞれ、少なくとも１つの入口弁ＳＶ１，ＳＶ２あるいはＳＶ３を有する１つの流体入口と、少なくとも１つの出口弁ＤＶ１，ＤＶ２あるいはＤＶ３を有する１つの流体出口とを有する。ダイヤフラム式サクションポンプ１０は、ポンプ室H_1，H_2及びH_3の流体入口を接続する吸込管路Ａと、流体出口を接続する吐出管路Ｂとを有する。相連なるポンプ室H_1，H_2，H_3は、それぞれ、少なくとも１つの接続管路Ｃ１あるいは Ｃ２を介して、ダイヤフラム式サクションポンプ１が、吸込管路Ａ内の所定の差圧の到達時、特に超過時に、ダイヤフラム式サクションポンプ１のポンプ室H_1，H_2及びH_3の並列に作動する運転から、これらのポンプ室H_1，H_2及びH_3の直列に作動する運転へと移行するように、互いに接続されている。

【００２１】

図１には、それぞれ、相連なるポンプ室を互いに接続する接続管路Ｃ１及びＣ２が、吸込管路Ａ及び吐出管路Ｂと比較して小さな内法の管路横断面を有することが概略的に示されている。さらに、図１からは、少なくとも１つの接続管路Ｃ１，Ｃ２内に、後続のポンプ段H_1，H_2及びH_3に向かって開弁する少なくとも１つの逆止弁が介装されていることが明らかである。図１に示すポンプ構成では、各々の接続管路Ｃ１及びＣ２内に、それぞれ２つの逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４が介装されており、これらの逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４のうち、一方が流入側に配置され、他方が流出側に配置されている。図１に示したダイヤフラム式サクションポンプ１０は、後続のポンプ段H_1，H_2及びH_3を互いに接続する少なくとも１つの接続管路Ｃ１，Ｃ２内に、少なくとも１つの逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４を有する。これにより、有害な空間は、精々、接続管路Ｃ１あるいは Ｃ２の、逆止弁に至るまでに残される部分領域に限定される。少なくとも１つの逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４は接続管路Ｃ１あるいは Ｃ２内の絞りを不要にするので、湿潤蒸気を圧送する際の、出力を低下させる望ましくない凝縮液を形成しないように働く。接続管路Ｃ１及びＣ２が到達真空（Ｅｎｄｖａｋｕｕｍ）の領域で始めて有効となるので、かつ接続管路Ｃ１及びＣ２がこのポンピング期（Ｐｕｍｐｐｈａｓｅ）においては比較的小さな圧送量を実現するだけでよいので、これらの接続管路Ｃ１及びＣ２の内法の横断面を、吸込管路Ａ及び吐出管路Ｂと比較して比較的小さく構成することができる。このことは、接続管路Ｃ１あるいは Ｃ２内に設けられる逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４を、吸込弁ＳＶ１，ＳＶ２，ＳＶ３及び吐出弁ＤＶ１，ＤＶ２，ＤＶ３と比較して著しく小さな通流横断面を備えて、及び相応に小さな直径を備えて構成することもできる。これにより、少なくとも１つの逆止弁は、その可動な弁体又は遮断体の小さな質量に基づいて、吸込弁及び吐出弁の閉弁時に、速やかに反応して、これにより、ダイヤフラム式ポンプ１が圧力差の移行領域において圧送しないか、不十分にのみ圧送することを防止する。それゆえ、ダイヤフラム式ポンプ１０は、比較的簡単な技術的手段によって、可及的高い到達真空を可及的短い時間で形成することができる。

【００２２】

ダイヤフラム式ポンプ１０は、ポンプ室H_1，H_2及びH_3を互いに接続する接続管路Ｃ１及びＣ２内に、流入側にも流出側にも、逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４を有する。逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２あるいはＲＶ３，ＲＶ４は、これらのポンプ室の入口弁ＳＶ１，ＳＶ２，ＳＶ３及び出口弁ＤＶ１，ＤＶ２，ＤＶ３と比較して大幅に小さく寸法設定されている。これにより、これらの逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２，ＲＶ３及びＲＶ４の可動の弁体は、より小さな可動の質量を有し、かつこれに応じてより迅速に反応することができるので、並列の運転形式と直列の運転形式との間の最適な切換点への接近が大幅に促

進される。加えて、逆止弁には、隣接するポンプ室H_1，H_2あるいはH_3に通じるそれぞれ１つの管路区分が配設されており、この管路区分は、入口弁及び出口弁と比較して大幅に小さな内法の管路横断面を有する。これにより、ポンプ室H_1，H_2及びH_3と、逆止弁のうちの１つＲＶ１，ＲＶ２，ＲＶ３あるいはＲＶ４との間に残される有害な空間を、比較的低い到達真空の発生も可能であるほどに、僅かに保つことができる。

【００２３】

並列接続時、複数のヘッドは共に管路Ａを介して吸い込み、共に管路Ｂを介して吐き出す。一段の圧縮時、到達真空領域に達すると、圧力差がＢ－ＤＶ１，Ｂ－ＤＶ２，Ａ－ＳＶ２，Ａ－ＳＶ３間に生じる。これにより、弁ＤＶ１，ＤＶ２，ＳＶ２及びＳＶ３は、逆止弁として作業し、通流を閉鎖する。これにより、ヘッドは直列に接続されている。ガス流は、今や、Ａ－ＳＶ１－ＲＶ１－Ｃ１－ＲＶ２－ＲＶ３－Ｃ２－ＲＶ４－ＤＶ３－Ｂを介してなされる。

【００２４】

図１及び図２の比較から、ダイヤフラム式サクションポンプが２段又は３段に形成されているだけでなく、３以上のポンプ段を有していてもよいことは明らかである。図２には、４つのポンプ室H_1，H_2，H_3及びH_4を備える４段のダイヤフラム式サクションポンプが示されている。図２に示したダイヤフラム式サクションポンプ１０のポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4も、それぞれ、少なくとも１つの入口弁ＳＶ１，ＳＶ２，ＳＶ３あるいはＳＶ４を有する流体入口と、少なくとも１つの出口弁ＤＶ１，ＤＶ２，ＤＶ３あるいはＤＶ４を有する流体出口とを備える。ポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4の流体入口が吸込管路Ａを介して接続されている一方、ポンプヘッドH_1，H_2，H_3あるいはH_4の流体出口は、大気あるいは雰囲気に対して開放されて形成されているので、流体出口を接続する吐出管路Ｂは省略可能である。この場合、ポンプヘッドH_1，H_2，H_3，H_4の流体出口がそれぞれ消音器もしくは騒音抑制装置Ｇを介して案内されると有利である。相連なるポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4は、それぞれ、接続管路Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３を介して、図２に示したダイヤフラム式サクションポンプ１０が、吸込管路内の所定の差圧の到達時、特に超過時に、ダイヤフラム式サクションポンプ１のポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4の並列に作動する運転から、これらのポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4の直列に作動する運転へ移行するように、互いに接続されている。相連なるポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4を互いに接続する接続管路Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３内には、入口側にも出口側にも、それぞれ１つの逆止弁ＲＶ１，ＲＶ２，ＲＶ３，ＲＶ４，ＲＶ５，ＲＶ６が介装されている。

【００２５】

図２には、破線により、ダイヤフラム式サクションポンプ１０が４以上のポンプ室H_1，H_2，H_3，H_4，H_5を有していてもよいことが示されている。

【００２６】

図３には、図１及び図２に示したダイヤフラム式サクションポンプ１０の圧送出力あるいは吸込能力が、達成される真空に関連して示されている。実線によって、単頭式のポンプの、達成可能な到達真空において制限される吸込能力が示されており、一点鎖線によって、並列接続されたポンプ室が、単頭式のポンプとは、達成可能な到達真空においてではなく、むしろ圧送出力の面で相違することが概略的に示されている。多頭式のダイヤフラム式サクションポンプのポンプ室が直列に接続されている場合、吸込能力は、単頭式のダイヤフラム式ポンプと比肩できるが、直列に接続されたポンプ室は、明らかに低い到達真空を達成することができる（図３の破線参照）。

【００２７】

図１及び図２に示したダイヤフラム式ポンプは、ポンピングプロセスの開始期においては、並列に接続されたダイヤフラムヘッドの曲線経過（一点鎖線）に従い、逆止弁の弁大きさ及び弁質量の設計によって制御可能な最適な切換点ＯＳにおいて、直列に接続されたダイヤフラム式サクションポンプの曲線経過に移行する。図１及び図２に示したダイヤフラム式サクションポンプ１０は、最短時間で可及的低い到達真空を達成する点で優れている。

【００２８】

図４には、図１又は図２と比肩できる多頭式のダイヤフラム式サクションポンプの第１のポンプ段H_1が示されている。断面の外に配置されている流体入口が図示されていないのに対して、流体出口内に介装される出口弁ＤＶ１及び接続管路Ｃ１に設けられる逆止弁ＲＶ１は、良好に見て取ることができる。弁ＤＶ１及びＲＶ１の比較から、本実施の形態では接続管路Ｃ１の流入領域に設けられる逆止弁ＲＶ１が、ポンプ室の入口弁及び出口弁と比較して小さく形成されており、かつこの逆止弁ＲＶ１に、接続管路Ｃ１の、隣接したポンプ室H_1に向かって開放された管路区分L_aが、入口弁及び出口弁と比較して小さな内法の管路横断面を備えて配設されていることが明らかである。接続管路Ｃ１が最適な切換点の領域において始めて有効となるので、かつ接続管路Ｃ１がこのポンピング期において比較的小さな圧送量を実現するだけでよいので、この接続管路Ｃ１の内法の横断面は、吸込管路及び吐出管路と比較して比較的小さく構成され得る。このことは、とりわけ、接続管路Ｃ１内に設けられる逆止弁ＲＶ１を、吸込弁及び吐出弁と比較して著しく小さな通流横断面、及び相応に小さな直径を備えて構成することも可能にする。これにより、しかし、逆止弁ＲＶ１も、そのディスク状の弁体又は遮断体の小さな質量に基づいて、吸込弁及び吐出弁の閉弁時に迅速に反応することができる。管路区分L_aが入口弁及び出口弁と比較して大幅に小さな内法の管路横断面を有するので、逆止弁ＲＶ１と、隣接するポンプ室H_1との間に残される有害な空間を、著しく低い到達真空の形成も可能であるほどに僅かに維持することができる。隣接するポンプ室H_1に通じる管路区分L_aが、比較的小さな内法の管路横断面を有する一方、逆止弁ＲＶ１とＲＶ２との間に設けられる管路区分L_bは、場合によってはより大きな管路横断面を有していてもよい。

【００２９】

図４に示した実施の形態では、管路区分L_a及びL_bは、比肩できる内法の管路横断面を有する。

【図１】

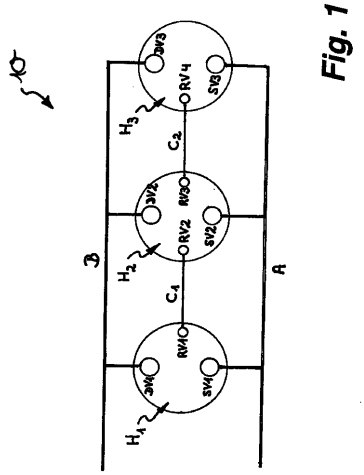


Fig. 1

【図２】

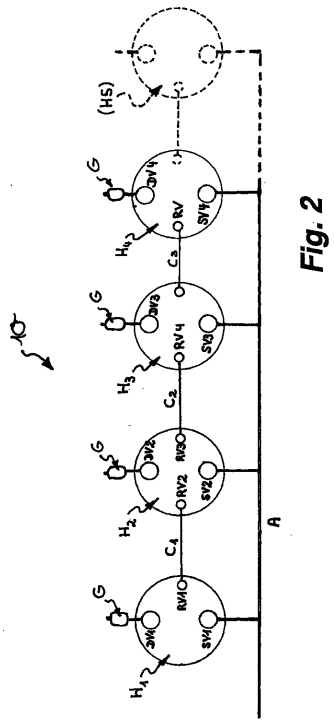


Fig. 2

【図３】

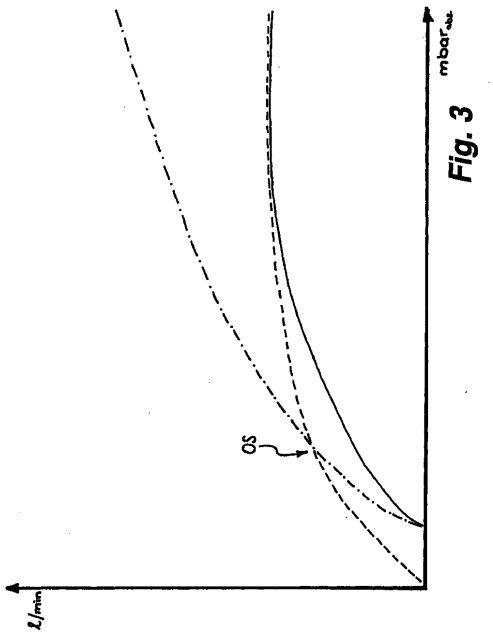


Fig. 3

【図４】

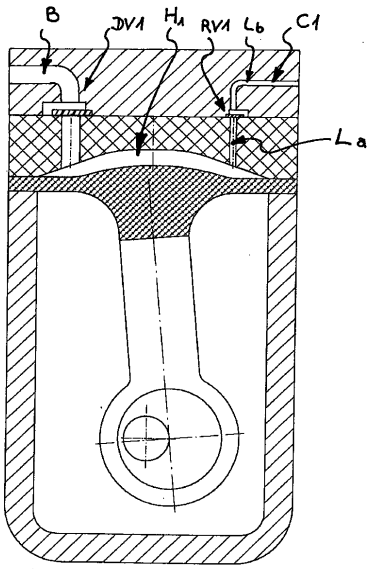


Fig. 4

フロントページの続き

(74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(72)発明者 エーリッヒ ベッカー
ドイツ連邦共和国 バート クローツィンゲン グレックレホーフヴェーク １３
(72)発明者 エルヴィン ハウザー
ドイツ連邦共和国 エメンディンゲン ロベルトーコッホーシュトラーセ １６

審査官 所村 陽一

(56)参考文献 特表２００９－５２７６７３（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０５７７２８９９（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０４Ｂ ４３／０２