(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3847357号
(P3847357)
(45)発行日　平成18年11月22日(2006.11.22)　(24)登録日　平成18年9月1日(2006.9.1)

(51)Int.Cl.　F I
F04C 25/02 (2006.01)　F04C 25/02 B

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21)出願番号　特願平7-149503
(22)出願日　平成7年5月23日(1995.5.23)
(65)公開番号　特開平8-74768
(43)公開日　平成8年3月19日(1996.3.19)
審査請求日　平成11年12月27日(1999.12.27)
審判番号　不服2004-11893(P2004-11893/J1)
審判請求日　平成16年6月10日(2004.6.10)
(31)優先権主張番号　特願平6-170301
(32)優先日　平成6年6月28日(1994.6.28)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100087066
弁理士　熊谷　隆
(74)代理人　100094226
弁理士　高木　裕
(72)発明者　奥村　勝弥
神奈川県川崎市幸区小向東芝町一番地　株式会社東芝研究開発センター内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】真空系の排気装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１の真空ポンプを高真空側に、第２の真空ポンプを低真空側に直列に接続してなる排気部を具備し、高真空側から低真空側に気体を排気する真空系の排気装置であって、

前記高真空側から低真空側に気体を排気する方向に真空ポンプを回転することを正回転、その反対に回転させることを逆回転とし、

前記第２の真空ポンプを正回転運転しながら前記第１の真空ポンプを正回転から逆回転の範囲で運転させる制御手段を設けたことを特徴とする真空系の排気装置。

【請求項２】

前記第１の真空ポンプ及び第２の真空ポンプの運転は、その回転数を制御することにより行なわれることを特徴とする請求項１に記載の真空系の排気装置。

【請求項３】

前記真空系に所定のガスを供給しながら、前記第１の真空ポンプ及び前記第２の真空ポンプを運転することを特徴とする請求項１又は２に記載の真空系の排気装置。

【請求項４】

前記真空系に所定のガスを供給しながら、該真空系に供給されるガスの流量を基に、前記回転数を制御することを特徴とする請求項２に記載の真空系の排気装置。

【請求項５】

前記真空系の圧力を基に、前記回転数を制御することを特徴とする請求項２に記載の真空系の排気装置。

【請求項６】
前記第２の真空ポンプの回転数を一定として運転することを特徴とする請求項２乃至５のいずれか１項に記載の真空系の排気装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は複数の真空ポンプが直列に接続されている真空系の排気装置に関するものである。
【０００２】
【従来技術】
図７は従来の一般的な真空系の構成例を示す図である。図示するように、従来の真空系は反応装置７１に排気部として絞り弁７２及び真空ポンプ７３を直列に接続した構成である。このような真空系において、圧力制御方法には下記のような２つの方法がある。
【０００３】
図８に示すように、絞り弁７２によりコンダクタンス（流路抵抗の逆数）を制御して行なう方法と、図９に示すようにポンプ回転数を制御して行なう方法である。なお、図８及び図９において、横軸は圧力（Ｔｏｒｒ）をｌｏｇで表示し、縦軸は排気速度（ｌ／ｍｉｎ）をｌｏｇで表示している。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら上記従来の圧力制御方法は広範囲の圧力制御を行なう場合、下記のような問題があった。図１０は運転範囲を排気速度Ｓと圧力Ｐ（Ｔｏｒｒ）で示す図である。今、排気速度Ｓ＝２０００（ｌ／ｍｉｎ）と圧力Ｐ＝０．１（Ｔｏｒｒ）の点Ｐ１と、排気速度Ｓ＝１（ｌ／ｍｉｎ）と圧力Ｐ＝３００（Ｔｏｒｒ）の点Ｐ２の２点間を制御させたい場合を考える。
【０００５】
上記絞り弁７２によりコンダクタンス（流路抵抗の逆数）を制御して行なう方法では、排気速度Ｓ＝２０００からＳ＝１（ｌ／ｍｉｎ）まで変化させる絞り弁７２が必要である。排気速度Ｓ＝２０００に合わせて絞り弁を選ぶと排気速度Ｓ＝１（ｌ／ｍｉｎ）は開度＝０付近となり制御が難しく、この場合は図１１に示すように排気速度Ｓ＝２０００用の絞り弁７２－１と排気速度Ｓ＝１用の絞り弁７２－２の２種類の絞り弁及び排気系が必要となる。更に、排気速度Ｓ＝１用の絞り弁７２－２は開度が小さいため、半導体プロセス等に用いる場合は反応生成物が配管系に付着してしまうという問題がある。
【０００６】
ポンプ回転数を制御して行なう方法では、排気速度ＳをＳ＝２０００～１（ｌ／ｍｉｎ）まで変化させるようにポンプの回転数を変える必要がある。今、１００％の回転数で排気速度Ｓ＝２０００なら、Ｓ＝１は１００／２０００＝０．０５％の回転数で運転しなければならず、真空ポンプ７３をこのような低回転まで制御することが難しいという問題がある。
【０００７】
本発明は上記の点に鑑みてなされたもので広範囲の圧力制御が容易にできる真空系の排気装置を提供することを目的とする。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
上記問題点を解決するため請求項１に記載の発明は図１に示すように、第１の真空ポンプ１３－１を高真空側に、第２の真空ポンプ１３－２を低真空側に直列に接続してなる排気部を具備し、高真空側から低真空側に気体を排気する真空系の排気装置であって、前記高真空側から低真空側に気体を排気する方向に真空ポンプを回転することを正回転、その反対に回転させることを逆回転とし、第２の真空ポンプを正回転運転しながら第１の真空ポンプ１３－１を正回転から逆回転の範囲で運転させる制御手段を設けたことを特徴とす

る。
【００１０】
また、請求項２に記載の発明は請求項１に記載の発明において、第１の真空ポンプ１３－１及び第２の真空ポンプ１３－２の運転は、その回転数を制御することにより行われることを特徴とする。
【００１１】
また、請求項３に記載の発明は請求項１又は２に記載の発明において、真空系に所定のガスを供給しながら、第１の真空ポンプ１３－１及び第２の真空ポンプ１３－２を運転することを特徴とする。
【００１２】
また、請求項４に記載の発明は請求項２に記載の発明において、真空系に所定のガスを供給しながら、真空系に供給されるガスの流量を基に、回転数を制御することを特徴とする。
【００１３】
また、請求項５に記載の発明は請求項２に記載の発明において、真空系の圧力を基に、回転数を制御することを特徴とする。
【００１４】
また、請求項６に記載の発明は請求項２乃至５のいずれか１項に記載の発明において、第２の真空ポンプの回転数を一定として運転することを特徴とする。
【００１５】
【作用】
図２は上記真空系の排気方法を採用した場合の排気速度（ｌ／ｍｉｎ）と圧力（Ｔｏｒｒ）の関係を示す図である。同図において、曲線Ａは第１の真空ポンプ１３－１と第２の真空ポンプ１３－２のいずれも６０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示し、曲線Ｂは第１の真空ポンプ１３－１を１５Ｈｚで正回転させ第２の真空ポンプ１３－２を６０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示し、曲線Ｃは第１の真空ポンプ１３－１を２０Ｈｚで逆回転させ第２の真空ポンプ１３－２を６０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示し、曲線Ｄは第１の真空ポンプ１３－１を２０Ｈｚで逆回転させ第２の真空ポンプ１３－２を３０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示す。
【００１６】
図２から明らかなように、高真空側の第１の真空ポンプ１３－１を逆回転から正回転（インバータの出力周波数－６０Ｈｚ～＋６０Ｈｚ）の範囲で運転することにより、広い範囲で圧力制御が可能となる。
【００１７】
また、反応装置１１内にガスを供給しながら、上記のように反応装置１１内の圧力を広い範囲で制御できる。
【００１８】
【実施例】
以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図１は本発明の排気方法を実施する真空系の構成を示すブロック図である。図１において、１１は反応装置であり、該反応装置１１に絞り弁１２、第１の真空ポンプ１３－１、第２の真空ポンプ１３－２が順に配管２２で直列に接続されている。１４－１は高真空側（反応装置１１の側）の第１の真空ポンプ１３－１を駆動するモータで、インバータ１５－１の出力で駆動される。１４－２は低真空側（排気ダクト１７の側）の第２の真空ポンプ１３－２を駆動するモータで、インバータ１５－２の出力で駆動される。
【００１９】
１８は反応装置１１のガス入口１６に接続されたガス供給弁、１９はガス入口１６から反応装置１１に供給される反応ガスの流量を検出する流量計、２０は反応装置１１内の圧力を検出する圧力計である。該流量計１９及び圧力計２０の出力は制御部２１に入力され、該制御部２１は流量計１９が検出した流量を基に圧力計２０で検出する圧力値が所定の範

囲内になるようにインバータ１５－１、インバータ１５－２を介してモータ１４－１、モータ１４－２の回転数を制御する。なお、１７は排気ダクトである。

【００２０】

上記構成の真空排気系において、インバータ１５－１は高真空側の第１の真空ポンプ１３－１を逆回転から正回転の範囲で運転ができるように構成されており、インバータ１５－２は低真空側の第２の真空ポンプ１３－２を正回転で且つその回転数を制御できるように構成されている。第１の真空ポンプ１３－１及び第２の真空ポンプ１３－２を駆動することにより、反応装置１１からの排気は絞り弁１２、第１の真空ポンプ１３－１、第２の真空ポンプ１３－２を通って排気ダクト１７に排出される。また、ガス供給弁１８の開度を制御することにより、図示しないガス供給源から反応装置１１内に供給される反応ガスの流量を制御できる。

【００２１】

図２は図１に示す構成の真空排気系において、高真空側の第１の真空ポンプ１３－１と低真空側の第２の真空ポンプ１３－２の運転状態を変えた場合の排気速度（ｌ／ｍｉｎ）と圧力（Ｔｏｒｒ）の関係の概要を説明するための図である。図２において、曲線Ａは高真空側の第１の真空ポンプ１３－１と低真空側の第２の真空ポンプ１３－２のいずれも６０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示し、曲線Ｂは第１の真空ポンプ１３－１を１５Ｈｚの範囲で正回転させ第２の真空ポンプ１３－２を６０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示し、曲線Ｃは第１の真空ポンプ１３－１を２０Ｈｚで逆回転させ第２の真空ポンプ１３－２を６０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示し、曲線Ｄは第１の真空ポンプ１３－１を２０Ｈｚで逆回転させ第２の真空ポンプ１３－２を３０Ｈｚで正回転させた場合のポンプ特性を示す。

【００２２】

図２から明らかなように、低真空側の第２の真空ポンプ１３－２を０～６０Ｈｚで正回転運転しながら、高真空側の第１の真空ポンプ１３－１を６０Ｈｚの正回転～６０Ｈｚの逆回転の範囲で運転を行うと広い特性線図が得られ、圧力制御範囲が広がる。従って、高真空側の第１の真空ポンプ１３－１を逆回転することにより、低真空側の第２の真空ポンプ１３－２の性能を意図的に悪化させ、広範囲の圧力制御が可能となる。

【００２３】

図１に示す構成の真空系において、例えば図１０の排気速度Ｓ＝２０００（ｌ／ｍｉｎ）と圧力Ｐ＝０．１（Ｔｏｒｒ）の点Ｐ１は第１の真空ポンプ１３－１の正回転数を約６６．６％にすれば得られ、排気速度Ｓ＝１（ｌ／ｍｉｎ）と圧力Ｐ＝３００（Ｔｏｒｒ）の点Ｐ２は第１の真空ポンプ１３－１を逆回転数約－３０％とすることにより得られることが実験的に確かめられた。この場合、第１の真空ポンプ１３－１を止め、第２の真空ポンプ１３－２の正回転数を下げても、Ｐ２点（Ｓ＝１，Ｐ＝３００）の制御は難しい。つまり第２の真空ポンプ１３－２の正回転運転では非常に難しい運転点が高真空側の第１の真空ポンプ１３－１を逆回転運転させることにより簡単に得られることになる。

【００２４】

図３及び図４は図１に示す構成の真空排気系において、低真空側の第２の真空ポンプ１３－２を一定回転数で運転し、高真空側の第１の真空ポンプ１３－１の回転数を変化させた場合の排気速度（ｌ／ｍｉｎ）と圧力（Ｔｏｒｒ）の関係を示す図で、図３は低真空側の第２の真空ポンプ１３－２を６０Ｈｚで運転し、図４は低真空側の第２の真空ポンプ１３－２を２０Ｈｚで運転している。

【００２５】

図３において、曲線ａは６０Ｈｚ、曲線ｂは１５Ｈｚ、曲線ｃは０Ｈｚ（停止）、曲線ｄは－１５Ｈｚ、曲線ｅは－６０Ｈｚでそれぞれ第１の真空ポンプ１３－１を運転した場合を示す。また、図４において、曲線ｆは６０Ｈｚ、曲線ｇは２０Ｈｚ、曲線ｈは０Ｈｚ（停止）、曲線ｉは－２０Ｈｚ、曲線ｊは－３５Ｈｚ、曲線ｋは－４５Ｈｚでそれぞれ第１の真空ポンプ１３－１を運転した場合を示す。図３及び図４において、直線Ｑ１、Ｑ２、Ｑ３はそれぞれガス供給弁１８を通して反応装置１１に供給される反応ガスの流量を変え

た場合を示す（Ｑ１＞Ｑ２＞Ｑ３）。

【００２６】

図３及び図４から明らかなように、高真空側の第１の真空ポンプ１３－１を正回転（＋Ｈｚ）～逆回転（－Ｈｚ）の範囲で回転数を制御して運転し、低真空側の第２の真空ポンプ１３－２を正回転で回転数を制御することにより、反応装置１１に所定流量の反応ガスを供給しながら、広い範囲で反応装置１１内の圧力を制御できる。

【００２７】

即ち、図１において、制御部２１は図３及び図４に示す性能曲線に基づき、流量計１９で検出される反応ガスの流量で、反応装置１１内の圧力を所定の目標圧力値に維持するには、第１の真空ポンプ１３－１及び第２の真空ポンプ１３－２をいかなる回転数で運転するかを決定し、該第１の真空ポンプ１３－１及び第２の真空ポンプ１３－２をその回転数で運転すべくインバータ１５－１及びインバータ１５－２を制御し、該インバータ１５－１及びインバータ１５－２から回転数に見合う周波数の出力をモータ１４－１及びモータ１４－２に供給する。それによる反応装置１１の圧力は圧力計２０で検出され、制御部２１にフィードバックされるから、反応装置１１内の圧力は前記目標圧力値に維持される。

【００２８】

図１に示す構成の真空系ではガス入口１６にガス供給弁１８と流量計１９からなる１個のガス供給系を接続し、該ガス供給系を通して反応装置１１内にガスを供給するように構成したが、ガス供給系は１個に限定されるものではなく、図５に示すようにガス供給弁１８－１・・・・１８－ｎ、流量計１９－１・・・・１９－ｎ、流量調整弁２４－１・・・・２４－ｎからなるｎ個のガス供給系をガス入口１６に接続し、反応装置１１内にｎ種の反応ガス等のガスを供給できるように構成してもよい。また、このように反応装置１１と絞り弁１２の間には、反応装置と真空ポンプを遮断可能にするために、主弁２３を設ける。

【００２９】

また、上記実施例では、第１の真空ポンプ１３－１及び第２の真空ポンプ１３－２はいずれも１台の真空ポンプで構成する例を示したが、これに限定されるものではなく、図６に示すように反応装置１１に絞り弁１２を介して複数台の真空ポンプ１３－１，１３－２，１３－３・・・・を直列に接続し、その内の１台又は複数台を第１の真空ポンプとし、１台又は複数台を第２の真空ポンプとして運転するように構成してもよい。なお、それぞれの真空ポンプ１３－１，１３－２，１３－３・・・・はインバータ１５－１，１５－２，１５－３・・・・から所定周波数の出力を得て所定回転数で回転する。

【００３０】

上記のように第１の真空ポンプ及び第２の真空ポンプを複数台の真空ポンプで構成することにより、真空系の圧力を広範囲で且つきめ細かく制御することができる。また、上記実施例では、第１の真空ポンプを高真空側に第２の真空ポンプを低真空側に配置する例を示したが、これに限定されるものではなく、第１の真空ポンプを低真空側に第２の真空ポンプを高真空側に配置し、第１の真空ポンプを逆回転から正回転の範囲で運転しつつ、第２の真空ポンプを正回転の範囲で運転するようにしてもよい。

【００３１】

（１）以上説明したように本発明によれば、第２の真空ポンプを正回転運転しながら第１の真空ポンプを正回転から逆回転の範囲で運転させる制御手段を設けたことにより、真空系の広範囲の圧力制御が可能になるという優れた効果が得られる。

【００３２】

（２）また、真空系に反応ガスを供給しながら、真空系内の圧力を広い範囲で制御できるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の排気方法を実施する真空系の構成例を示すブロック図である。

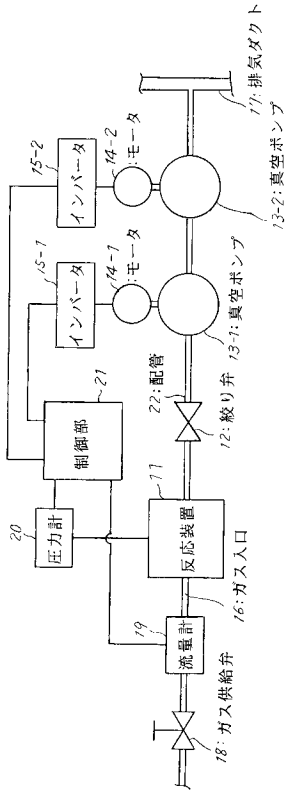
【図２】図１に示す真空系の高真空側の真空ポンプと低真空側の真空ポンプの運転状態を変えた場合の排気速度と圧力の関係を示す図である。

【図３】図１に示す低真空側の真空ポンプを一定回転数で運転し、高真空側の真空ポンプ

の回転数を変えた場合の排気速度と圧力の関係を示す図である。
【図４】図１に示す低真空側の真空ポンプを一定回転数で運転し、高真空側の真空ポンプの回転数を変えた場合の排気速度と圧力の関係を示す図である。
【図５】本発明の排気方法を実施する真空系の他の構成例を示すブロック図である。
【図６】本発明の排気方法を実施する真空系の他の構成例を示すブロック図である。
【図７】従来の一般的な真空系の構成を示す図である。
【図８】真空系において絞り弁によりコンダクタンス（流路抵抗の逆数）制御による圧力制御を行う場合を説明する図である。
【図９】図７に示す真空排気系においてポンプ回転数制御（排気速度制御）による圧力制御を行う場合を説明する図である。
【図１０】運転範囲を排気速度と圧力の関係で示す図である。
【図１１】従来の真空排気系の構成例を示す図である。
【符号の説明】

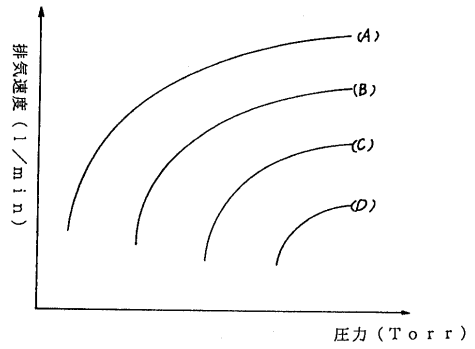
１１	反応装置
１２	絞り弁
１３－１	真空ポンプ
１３－２	真空ポンプ
１３－３	真空ポンプ
１４－１	モータ
１４－２	モータ
１４－３	モータ
１５－１	インバータ
１５－２	インバータ
１５－３	インバータ
１６	ガス入口
１７	排気ダクト
１８	ガス供給弁
１８－１～ｎ	ガス供給弁
１９	流量計
１９－１～ｎ	流量計
２０	圧力計
２１	制御部
２２	配管
２３	主弁
２４－１～ｎ	流量調整弁

【図１】



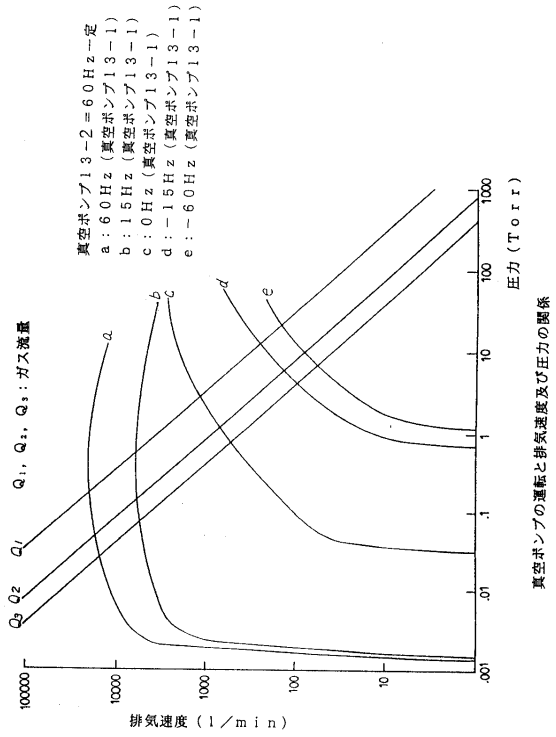
本発明の排気方法を実施する真空系の構成例

【図２】



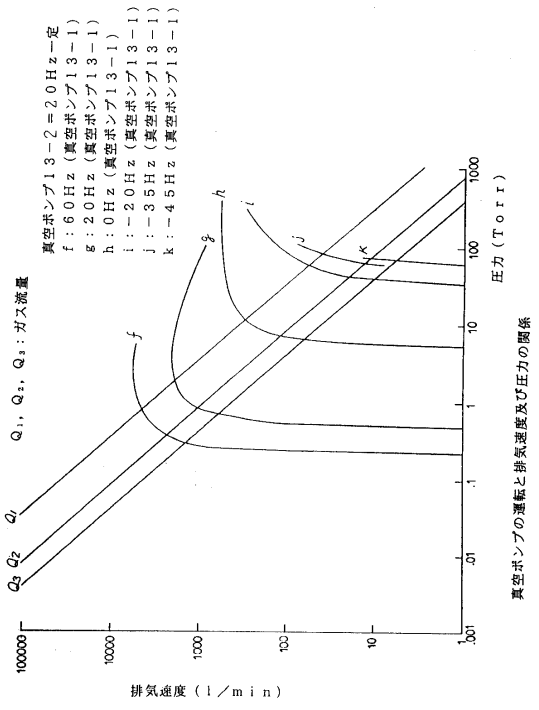
真空ポンプの運転と排気速度及び圧力の関係

【図３】



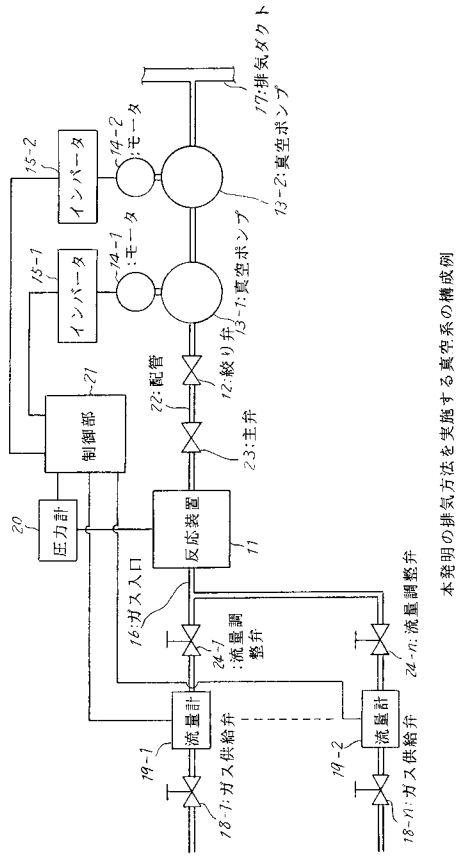
真空ポンプの運転と排気速度及び圧力の関係

【図４】



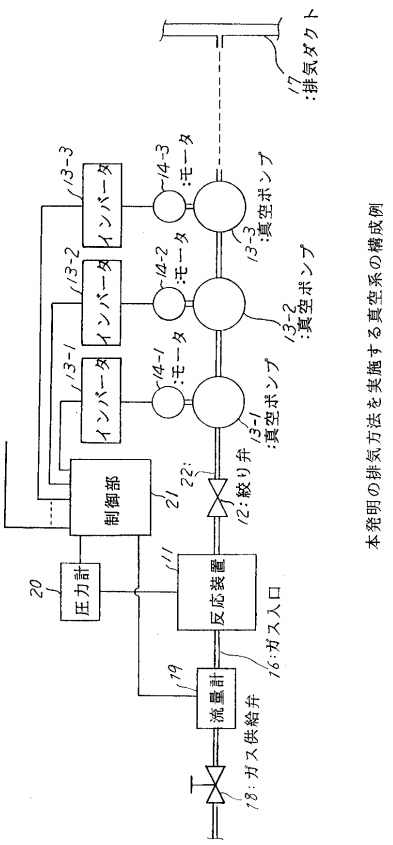
真空ポンプの運転と排気速度及び圧力の関係

【図５】



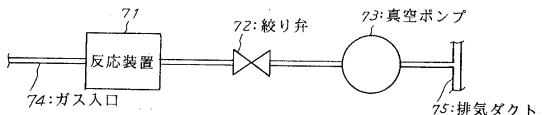
本発明の排気方法を実施する真空系の構成例

【図６】



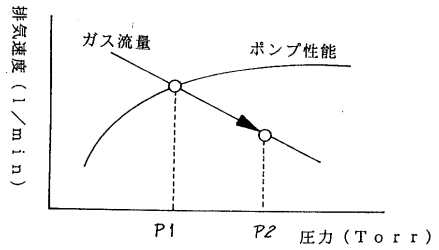
本発明の排気方法を実施する真空系の構成例

【図７】

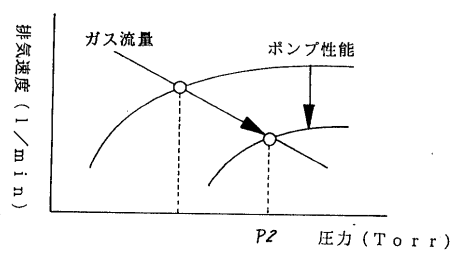


従来の真空系の構成例

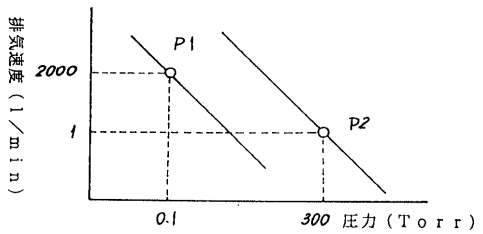
【図８】



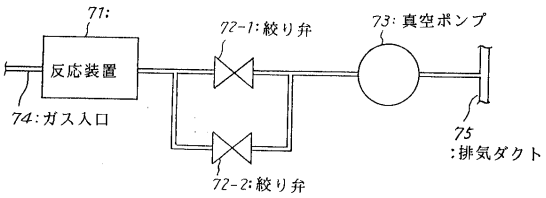
【図９】



【図１０】



【図１１】



従来の真空系の構成例

フロントページの続き

(72)発明者　見方　裕一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町一番地　株式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者　辻村　学
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　安藤　好男
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内

合議体
審判長　深澤　幹朗
審判官　飯塚　直樹
審判官　長馬　望

(56)参考文献　特開平５－２４０１８１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１０６９９３（ＪＰ，Ａ）
特開平６－１３７２６９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－７５３８３（ＪＰ，Ａ）
実開平３－２５８７３（ＪＰ，Ｕ）