(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3935924号
(P3935924)
(45)発行日　平成19年6月27日(2007.6.27)　(24)登録日　平成19年3月30日(2007.3.30)

(51)Int.Cl.			F I		
F04F	5/48	(2006.01)	F04F	5/48	A
F04F	5/22	(2006.01)	F04F	5/22	
H01L	21/205	(2006.01)	H01L	21/205	

請求項の数 5　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2000-199085(P2000-199085)
(22)出願日　平成12年6月30日(2000.6.30)
(65)公開番号　特開2002-13500(P2002-13500A)
(43)公開日　平成14年1月18日(2002.1.18)
審査請求日　平成14年2月14日(2002.2.14)

前置審査

(73)特許権者　000106760
シーケーディ株式会社
愛知県小牧市応時二丁目２５０番地
(74)代理人　110000291
特許業務法人コスモス特許事務所
(72)発明者　纐纈　雅之
東京都千代田区内神田３丁目６番３号　シーケーディ株式会社シーケーディ第二ビル内
(72)発明者　竹原　宏
東京都千代田区内神田３丁目６番３号　シーケーディ株式会社シーケーディ第二ビル内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プロセスチャンバ内真空圧力制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

半導体製造プロセスの１工程である酸化膜プロセスを行うためのシステムであって、該酸化膜プロセスを行うための酸化膜プロセスチャンバと、該酸化膜プロセスチャンバにガスを供給するためのガス供給装置と、該酸化膜プロセスチャンバ内を大気圧より若干低い－５０Ｐａから－２００Ｐａである目標真空圧に維持するためのガス排気装置とを有する酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、

前記ガス排気装置がエジェクタと、

前記エジェクタへ供給する圧力ガス供給圧力を制御してエジェクタの吸引流量を制御するエジェクタ制御手段と、

前記酸化膜プロセスチャンバの圧力を計測する圧力センサと、大気圧を観測する大気圧センサとを有し、

前記エジェクタ制御手段が、前記圧力センサの計測値をフィードバックし、前記目標真空圧力値と、前記計測値を比較演算処理し、前記エジェクタへ供給する圧力ガス供給圧力を制御することにより、前記エジェクタの吸引流量を制御し、前記酸化膜プロセスチャンバ内を前記目標真空圧に維持すること、

前記酸化膜プロセスチャンバ内の圧力を計測する差圧式キャパシタンスマノメータを組合せ演算処理し、前記酸化膜プロセスチャンバ内を絶対圧力制御すること

を特徴とする酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システム。

【請求項２】

請求項１に記載する酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、
前記エジェクタがノズルを直列に配置した多段式エジェクタであることを特徴とする酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システム。
【請求項３】
請求項１に記載する酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、
前記エジェクタへの圧力ガス供給圧力を電空変換器にて制御する酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システム。
【請求項４】
請求項３に記載する酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、
前記電空変換器が給気側電磁弁と排気側電磁弁を備え、
前記エジェクタ制御手段が、前記給気側電磁弁と前記排気側電磁弁とを同時にデューティ比制御するＰＷＭ制御（パルスワイドモジュール制御）を行うことを特徴とする酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システム。
【請求項５】
請求項３に記載する酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、
前記電空変換器がノズルフラッパを用いたものであることを特徴とする酸化膜プロセスチャンバ内真空圧力制御システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、半導体製造プロセスの１工程である酸化膜プロセスを行うためのシステムであって、プロセスチャンバと、該プロセスチャンバにガスを供給するためのガス供給装置と、該プロセスチャンバ内を所定真空圧に維持するためのガス排気装置とを有するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、半導体製造プロセスの中の酸化膜プロセスにおいては、ＰＹＲＯと呼ばれる半導体製造装置を用いて、薄い酸化膜をつける工程が行われている。ＰＹＲＯと呼ばれる装置は、プロセスチャンバと、プロセスチャンバを高温にするヒータ、ガス供給系の装置と、ガス排気系装置から構成される。
ウエハを入れてプロセスを行うプロセスチャンバは、石英が用いられる。ＰＹＲＯに使用される酸化プロセスを行ためのH_2ガス、O_2ガス、N_2ガスはガス供給装置でマスフロコントローラにて質量流量を正確に制御し、H_2ガス、O_2ガスを燃焼させてプロセスチャンバに送り込む外部燃焼装置に送られ燃焼させてからプロセスチャンバに供給される。プロセスチャンバは８００℃～９００℃に温度制御されている。
一方、プロセスガスは、排気装置である工場ダクト（－１０００Ｐａ～－２０００Ｐａ程度の低真空）により回収される。
【０００３】
従来のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムを図７に示す。
酸化膜を均一に成膜するためには、プロセス時間、温度、プロセス圧力を正確に制御しなければならない。圧力を制御するためには、プロセスチャンバ１０１と工場ダクト１０９の間に排気圧コントローラと呼ばれる比例制御弁であるバタフライ弁１０６と、差圧センサ１０７と、制御装置１０８を設け、プロセスチャンバ１０１の圧力を差圧センサ１０７で計測し、制御装置１０８により目標圧力と比較演算し、最適な弁開度を制御することでプロセス圧力を制御する。
つまり、工場ダクト１０９の排気能力に対し、バタフライ弁１０６の開度を変えることで排気能力を制御し、プロセスチャンバ１０１の真空圧力を制御する方法がとられている。
差圧センサ１０７は、２つの計測ポートを持ち、一方１０７ａは、プロセスチャンバに接続され、もう一方は、リファレンスポート１０７ｂとして、大気圧に開放されている。そうすることで大気圧基準からの微減圧を計測し、計測結果は、電圧信号（ＤＣ０～１０Ｖ

）で出力される。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら近年、半導体の高集積化、システム化にともない、酸化膜プロセスにおいても、より薄い酸化膜を均一に成膜する必要がでてきた。そのような要請の元では、従来のシステムには次のような問題があった。
（１）酸化膜を均一に成膜する重要な要素として、プロセスチャンバの微減圧を正確に制御する必要がある。一方、大気圧力は気象により５０００Ｐａ程度の変動がある。
酸化膜プロセスは、従来ではそのときの大気圧基準で、大気圧より若干低い－５０Ｐａ～－２００Ｐａで制御し行われてきた。ところがこの方式だと、気象により大気圧は変動するため、実際のプロセス圧力は大きく違ってくる。（大気圧基準での計測制御のため大気圧力が変動すればその分プロセスチャンバの圧力はシフトしてしまう）
この大気圧力の変動が、酸化膜の膜圧に影響することが確認されている。従来のＰＹＲＯの排気系の真空圧力制御装置の圧力センサは、大気圧基準のセンサのため大気圧の変動の影響を直接うけてしまう問題があった。
【０００５】
大気圧の変動が半導体製造工程に与える悪影響については、従来、例えば特開平１０－３３５２０１号公報や特開平５－３２５００号公報において開示されている。それら先行技術は、いずれも大気圧変動を計測して、その条件下で薬液塗布条件を変化させて膜厚を所定の厚みにするための発明であった。
しかし、大気圧の変動に対応して薬液塗布の条件変化させるためには、事前にたくさんの実験を重ね、それらのデータをテーブル等として記憶しておく必要があった。そのため、多くの時間と労力を必要としていた。特に、新しい薬液等を使用する場合には、新しい薬液自体の実験と平行して、事前のデータを得なければならず、多大な労力を必要とする問題があった。
【０００６】
（２）また、絶対圧基準のセンサを用い、計測制御すれば大気圧の変動の影響は受けないが、工場ダクトの排気能力は大気圧から－１０００Ｐａ～－２０００Ｐａ程度の能力しかないため、大気圧がそれ以上変動した場合は、真空側に制御できない問題があった。例えば、９８４２０Ｐａ（７４０Ｔｏｒｒ）に制御目標にした場合、大気圧が、９８４２０Ｐａ付近であれば、バタフライ弁の弁開度を制御することで圧力制御ができるが、大気圧が、たとえば１０１０８０Ｐａ（７６０Ｔｏｒｒ）のときは、２６６０Ｐａの差圧分だけ工場ダクトで排気しなければならない。ところが工場ダクトの能力は一般的には、最大でも－２０００Ｐａ程度しかなく、たとえバタフライ弁を全開にしても目標とする真空圧力に到達することはできない。
【０００７】
また、制御目標を１０３７４０Ｐａ（７８０Ｔｏｒｒ）にした場合で、大気圧が１０１０８０（７６０Ｔｏｒｒ）のときは大気圧より高い圧力制御のため、工場ダクトの能力は問題にはならない。よって、バタフライ弁の弁開度を制御することで圧力制御は可能であるが、装置側に不都合がある。大気圧より高い圧力なると、プロセスチャンバがチャンバ内圧力によって内側から押されることになる。リークがあった場合は、真空圧のときは、大気圧を吸い込むことになるが、大気圧より高い場合は逆に、外部へのリークとなる。安全面を考慮すれば、外部に対しガスがリークする方向にあることは好ましくない。また、ウエハの出し入れ口は大気圧より＋５０００Ｐａ程度の耐圧しかないため、気象の状態が低気圧の場合は、口が開いてしまいプロセスガスが外部にリークする恐れがある。
このように、従来の排気系で絶対圧力制御するためには、工場ダクトの能力、装置側プロセスチャンバの陽圧方向の耐圧、の問題があり、実現できなかった。
【０００８】
（３）一方、真空ポンプを設置すれば、絶対圧力センサと、真空圧力制御装置と組み合わせ、絶対圧力制御が可能であるが、ＰＹＲＯと呼ばれる装置は、プロセスチューブ内に存

在する余分なイオンと飛ばすためにＣＬガスを流す。ＣＬガスはH_2と反応し、ＨＣＬなる。ＨＣＬは、金属を腐食させるため、排気系の配管は通常は腐食の発生しないテフロンが用いられる。
ところが、真空ポンプはＨＣＬに耐えるテフロンや、ＰＶＣ（塩化ビニル）では製造することができないため、絶対圧力が制御できても、耐食性の問題がある。
【０００９】
本発明は、上記課題を解決して、半導体の高集積化、システム化にともない、酸化膜プロセスにおいても、より薄い酸化膜を均一に成膜することを可能とするプロセスチャンバ内真空圧力制御システムを提供することを目的とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
本発明のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムは、次のような構成を有している。
（１）半導体製造プロセスの１工程である酸化膜プロセスを行うためのシステムであって、プロセスチャンバと、該プロセスチャンバにガスを供給するためのガス供給装置と、該プロセスチャンバ内を所定真空圧に維持するためのガス排気装置とを有するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムであって、ガス排気装置がエジェクタと、エジェクタへ供給する圧力ガス供給圧力を制御してエジェクタの吸引流量を制御するエジェクタ制御手段とを有する。
【００１１】
（２）（１）に記載するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、前記エジェクタがノズルを直列に配置した多段式エジェクタであることを特徴とする。
（３）（１）に記載するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、　前記エジェクタへの圧力ガス供給圧力を電空変換器にて制御する。
（４）（３）に記載するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、前記電空変換器が給気側電磁弁と排気側電磁弁を備え、前記エジェクタ制御手段が、前記給気側電磁弁と前記排気側電磁弁とを同時にデューティ比制御するＰＷＭ制御（パルスワイドモジュール制御）を行うことを特徴とする。
（５）（３）に記載するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、前記電空変換器がノズルフラッパを用いたものであることを特徴とする。
【００１２】
（６）（１）乃至（５）に記載するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムのいずれか１つにおいて、前記プロセスチャンバの圧力を計測する圧力センサを備え、前記エジェクタ制御手段が、前記圧力センサの計測値をフィードバックし、目標真空圧力値と、前記計測値を比較演算処理し、最適な操作量を前記電空変換器に与える閉ループ制御を行なうことを特徴とする。
（７）（６）に記載するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、大気圧を観測する大気圧センサと、プロセスチャンバ内の圧力を計測する差圧式キャパシタンスマノメータを組合せ演算処理し、プロセスチャンバ内を絶対圧力制御することを特徴とする。
【００１３】
真空ポンプは、大型でありプロセスチャンバの近傍に設置することはできないため、長い配管を設ける必要があり、設備が大型化し、コストアップとなる。また、真空ポンプは耐食性の問題がある。
それと比較して、エジェクタは、プロセスチャンバの近傍に設置することが可能であり、低真空圧を発生させるには便利である。また、可動する部品が無く、テフロン等の耐食性樹脂で容易に構成できる。しかし、エジェクタで発生する真空は、エジェクタに流される圧力空気の流量により決定されるため、一般に不安定であり、かつ応答性の悪いものであった。
本発明の（１）から（５）のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムでは、エジェクタへの圧力ガス供給流量を電空変換器で制御している。さらに、その電空変換器が給気側電磁弁と排気側電磁弁を備え、エジェクタ制御手段が、給気側電磁弁と排気側電磁弁とを同

時にデューティ比制御するＰＷＭ制御（パルスワイドモジュール制御）を行うか、その電空変換器をノズルフラッパにより制御しているので、エジェクタへの圧力空気の供給流量を正確かつ高い応答性で制御することができるため、プロセスチャンバ内の真空圧力を精度良くかつ高い応答性で制御することができる。

【００１４】

とくに、エジェクタとして多段エジェクタを用いることにより、圧力ガスを２回、３回と複数回利用できるので、圧力ガスを無駄に消費することを防止でき、省エネ化したシステムを実現できる。

また、給気側電磁弁と排気側電磁弁とは、常に同時並列状態で駆動することにより、電磁弁への通電開始時に発生する時間遅れを防止することができ、応答性の高いシステムを実現することができる。また、デューティ比制御することにより、制御しやすいシステムを実現することができる。

【００１５】

本発明の（６）及び（７）のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムでは、プロセスチャンバの圧力を計測する圧力センサを備え、エジェクタ制御手段が、プロセスチャンバ内の圧力を計測する圧力センサの計測値をフィードバックし、目標真空圧力値と、計測値を比較演算処理し、最適な操作量を前記電空変換器に与える閉ループ制御を行ない、また、大気圧を観測する大気圧センサと、プロセスチャンバ内の圧力を計測する差圧式キャパシタンスマノメータを組合せ演算処理し、プロセスチャンバ内を絶対圧力制御しているので、大気圧の変動をリアルタイムで計測してフィードバック制御しているため、大気圧が変動してもプロセスチャンバ内の真空圧力を目標圧力値に精度良くかつ高い応答性で維持することができる。

【００１６】

【発明の実施の形態】

次に、本発明に係るプロセスチャンバ内真空圧力制御システムの一実施形態について図面を参照して説明する。図１に本発明のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムの構成を示す。図２に３段エジェクタの詳細図を示す。

内部にウエハを入れて低真空にして酸化膜をつけるプロセスチャンバ１１には、外部燃焼装置である燃焼トーチ１２が接続している。プロセスチャンバ中央ブロック１１は、石英で作られている。燃焼トーチ１２には、酸化プロセスを行なためのH_2ガス、O_2ガス、N_2ガスが、各々のマスフロコントローラ１３，１４，１５により質量流量を正確に制御して供給される。

H_2ガス、O_2ガスは、燃焼トーチ１２で燃焼されてからプロセスチャンバ１１の入力ポートに送り込まれる。ここで、プロセスチャンバは、図示しないヒータにより８００℃～９００℃に温度制御されている。

【００１７】

一方、プロセスチャンバ１１の出力ポートには、エジェクタ１６の吸引ポート３３が接続されている。エジェクタ１６は、３段の多段エジェクタである。すなわち、第１ノズル４０、第２ノズル４１、第３ノズル４２、第４ノズル４３が直列的に付設されている。

第１ノズル４０の入口は、圧力ガス供給ポート３１が形成されたＡ室１６Ａと連通している。第１ノズル４０の出口は、第２ノズル４１の入口に連通している。そして、第１ノズル４０の出口と第２ノズル４１の入口の間には、吸引口４０ａが形成されている。吸引口４０ａは、第１吸引孔３２を介して吸引室１６Ｆに連通している。吸引室１６Ｆには、吸引ポート３３が形成されている。

第２ノズル４１の出口は、第３ノズル４２の入口に連通している。そして、第２ノズル４１の出口と第３ノズル４２の入口の間には、吸引口４１ａが形成されている。吸引口４１ａは、第２吸引孔３４を介して吸引室１６Ｆに連通している。第２吸引孔３４には、逆流を防止するためのチェック弁３５が取り付けられている。

【００１８】

第３ノズル４２の出口は、第４ノズル４３の入口に連通している。そして、第３ノズル４

２の出口と第４ノズル４３の入口の間には、吸引口４２ａが形成されている。吸引口４２ａは、第３吸引孔３６，３８を介して吸引室１６Ｆに連通している。第３吸引孔３６，３８には、逆流を防止するためのチェック弁３７，３９が取り付けられている。
第４ノズル４３の出口は、排気室１６Ｅに連通している。排気室１６Ｅには、排気ポート４４が形成されている。排気ポート４４は、図示しない工場用ダクトに接続している。

【００１９】

エジェクタ１６の圧力ガス供給ポート３１には、電空変換器１７の出力ポートが接続している。電空変圧器１７の構成については、後で詳細に説明する。
電空変換器１７のパイロット弁ポートには、供給用電磁弁２０の出力ポートと、排気用電磁弁２１の入力ポートが連通している。供給用電磁弁２０の入力ポートは、圧力ガスである圧力エア源に接続している。また、排気用電磁弁２１の出力ポートは排気ダクトに接続している。
一方、プロセスチャンバ１１の出力ポートには、プロセスチャンバ１１内の圧力を計測する差圧式キャパシタンスマノメータである圧力センサ１８が接続されている。圧力センサ１８の電気信号は、制御手段１９に接続されている。圧力センサ１８は、プロセスチャンバ１１の出力ポートと大気圧との差圧を測定し、制御手段に入力する。
また、大気圧を測定するための大気圧センサ２２が設けられている。大気圧センサ２２の電気信号は、制御手段１９に接続されている。
制御手段１９は、圧力センサ１８からの信号及び大気圧センサ２２からの信号を演算処理することにより、プロセスチャンバ１１内の絶対圧力を求めている。

【００２０】

電空変換器１７、供給用電磁弁２０、及び排気用電磁弁２１とを１つのユニットにまとめた電空変換ユニット５０の詳細な構成を図３及び図４に示す。図４は、図３のＡＡ断面図である。
電空変換ユニット５０の下部に、電空変換器であるパイロット式圧力比例制御弁１７が付設されている。上部には、供給用電磁弁２０と排気用電磁弁２１とが付設されている。
パイロット式圧力比例制御弁１７は、供給ポート５１と、排気ポート５２と、出力ポート５３がボディに形成されている。パイロット弁５５がダイヤフラム構造であり、そのパイロット弁５５により隔離される第１ダイヤフラム室５６と、第２ダイヤフラム室５７とを備える。
また、第２ダイヤフラム室５７と主弁の出力ポート５３とが連通路５４により連通されている。これにより、第２ダイヤフラム室５７には、制御対象である主弁の出力圧がかかるようになっている。

【００２１】

また、ボディには、第１弁座６１及び第２弁座６２が形成されている。第１弁座６１と当接または離間する第１弁体５９が摺動可能に保持されている。また、第２弁座６２と当接または離間する第２弁体６０が摺動可能に保持されている。第１弁体５９は、第１弁座６１と当接する方向に第１復帰バネ６３により付勢されている。また、第２弁体６０は、第２弁座６２と当接する方向に第２復帰バネ６４により付勢されている。
また、パイロット式圧力比例制御弁１７の上部には、供給用電磁弁２０及び排気用電磁弁２１が付設されている。供給用電磁弁２０は、入力ポートが圧力ガス供給源に接続し、出力ポートが図示しない流通路により第１ダイヤフラム室５６に連通している。また、排気用電磁弁２１は、出力ポートが排気ダクトに接続し、入力ポートが図示しない流通路により第１ダイヤフラム室５６に連通している。

【００２２】

供給用電磁弁２０及び排気用電磁弁２１はパルス式電磁弁であり、それらをデューティ制御しているので、高い応答性で正確な開度を得ることができ、これら２つの電磁弁を制御することで、正確かつ高い応答性でパイロット弁５５を制御することが可能である。
特に、給気側電磁弁２０と排気側電磁弁２１とは、常に同時並列状態で駆動しているので、電磁弁への通電開始時に発生する時間遅れを防止することができ、応答性の高いシステ

ムを実現することができる。また、デューティ比制御することにより、制御しやすいシステムを実現することができる。

【００２３】

次に、上記構成を有するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムの作用を説明する。

３段式のエジェクタ１６は図６に示す特性をもつ。図６のグラフの横軸には、エジェクタ１６に供給される圧力ガスの供給圧力をとり、縦軸には、吸引流量・空気消費流量、及び真空圧力をとっている。図に示すように、圧力ガスの供給圧力と真空圧力とは概略リニアな関係を有している。従って、図５が示すようにエジェクタ１６への供給流量を制御することで真空圧力と、吸引流量を制御することができる。

このグラフが示す特性により、真空圧力を圧力センサ１８により計測し、計測値と目標真空圧力とを制御手段１９により比較演算し、エジェクタ１６に対して送るべき圧力ガスの最適供給圧力を求め、それに基づいて電空変換ユニット５０を制御することで、目標とする真空圧力を得ることができる。

【００２４】

エジェクタ１６は、少ない供給流量で大きな吸引流量を発生させるために、多段式のエジェクタを使用している。

吸引ポート３３が接続されているプロセスチャンバの圧力が大気圧の場合は、３段の各エジェクタがプロセスチャンバの圧力が真空方向に向かって下がり始める。そして、吸引室１６ｆの真空圧力が高まる。吸引室１６ｆの真空圧力が高まり、Ｄ室１６Ｄの到達真空圧力を越えると、チェック弁３９，３７が閉じる。さらに、Ｃ室１６Ｃの到達真空圧力を越えるとチェック弁３５が閉じ、その後は１段目エジェクタ部が真空圧力を高めていく。

電空変換器１７は、制御装置からの操作量に対し、高速に応答する必要があるため、供給用電磁弁２０と排気用電磁弁２１とを使用してパイロット圧力を制御している。供給用電磁弁２０及び排気用電磁弁２１は、パルスワイド制御（デューティー比制御）することで高速応答を実現している。

【００２５】

ここで、供給用電磁弁２０と排気用電磁弁２１を用いずに、図５に示すような圧電バイモルフ８１を利用したノズルフラッパ方式の電空変換器８０でも、本発明のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムを実現することができる。

圧力センサとしては、８００ｈＰａ～１１００ｈＰａのレンジの大気圧力センサ２２と、プロセスチャンバの圧力を測定するプラスマイナス６６５０Ｐａ（プラスマイナス５０Ｔｏｒｒ）の測定域を持つ圧力センサ１８を用いている。

【００２６】

次に、電空変換器ユニット５０の作用を説明する。始めに、パイロット式圧力比例制御弁１７の作用を説明する。制御手段１９により、供給用電磁弁２０から第１ダイヤフラム室５６にパイロット圧である所定圧力の空気を供給する。そして、第１ダイヤフラム室５６と第２ダイヤフラム室５７との圧力が等しく、パイロット弁５５が図３に示すように中立位置にあるときは、第１弁体５９が第１弁座６１に当接し、第２弁体６０が第２弁座６２に当接しているため、出力ポート５３は、供給ポート５１とも排気ポート５２とも連通していない。

【００２７】

そして、パイロット圧より出力ポート５３の圧力が低下したときには、パイロット弁５５が下方向に移動し、パイロット弁軸５８が第２弁体６０を押し下げるため、供給ポート５１と出力ポート５３とが連通して、供給空気が出力ポート５３に流れる。

また、出力ポート５３の圧力が上昇したときは、パイロット弁５５が上方向に移動し、パイロット弁軸５８が第１弁体５９を押し上げるため、排気ポート５２と出力ポート５３と連通して、出力空気が排気ポート５２に流れる。

これにより、所定圧力の流体を出力ポート５３から流すことができる。

【００２８】

以上詳細に説明したように、本実施の形態のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムに

よれば、半導体製造プロセスの１工程である酸化膜プロセスを行うためのシステムであって、プロセスチャンバ１１と、プロセスチャンバ１１にガスを供給するためのガス供給装置１２と、プロセスチャンバ１１内を所定真空圧に維持するためのガス排気装置とを有するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムであって、ガス排気装置がエジェクタ１６と、エジェクタ１６へ供給する圧力ガス供給圧力を制御してエジェクタ１６の吸引流量を制御するエジェクタ制御手段１７とを有しているので、大気圧が変動しても安定して、プロセスチャンバ内の真空圧力を維持できる。
また、従来のシステムでは、遮断弁と、排気圧力を制御する開度比例弁が必要であったが、本発明のエジェクタを用いたシステムでは開度比例弁は必要ないためローコストでシステムを構築できる。

【００２９】
また、上記プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、エジェクタ１６がノズルを直列に配置した多段式エジェクタであるので、少ない量の圧力エアで目標の真空圧力を得ることができるため、省エネを実現できる。
また、多段エジェクタは、供給流量を多くすれば、１３３００Ｐａ（１００Ｔｏｒｒ）程度まで吸引できる能力があるため、従来真空ポンプで排気制御していた中間圧力領域１３３００Ｐａ～９３１００Ｐａ（１００Ｔｏｒｒ～７００Ｔｏｒｒ）までの排気制御が可能となる。
また、多段エジェクタは、構造がシンプルで可動部分もないことから故障しにくく安価であり、装置の排気系のシステムのコストダウンに寄与する。
また、エジェクタ１６への圧力ガス供給圧力を電空変換器１７にて制御しているので、エジェクタ１６への供給圧力を精度良く、かつ高い応答性で制御することができる。
また、電空変換器ユニット５０が給気側電磁弁２０と排気側電磁弁２１を備え、エジェクタ制御手段１９が、給気側電磁弁２０と排気側電磁弁２１とを同時にデューティ比制御するＰＷＭ制御（パルスワイドモジュール制御）を行うので、エジェクタ１６への供給圧力を精度良く、かつ高い応答性で制御することができる。

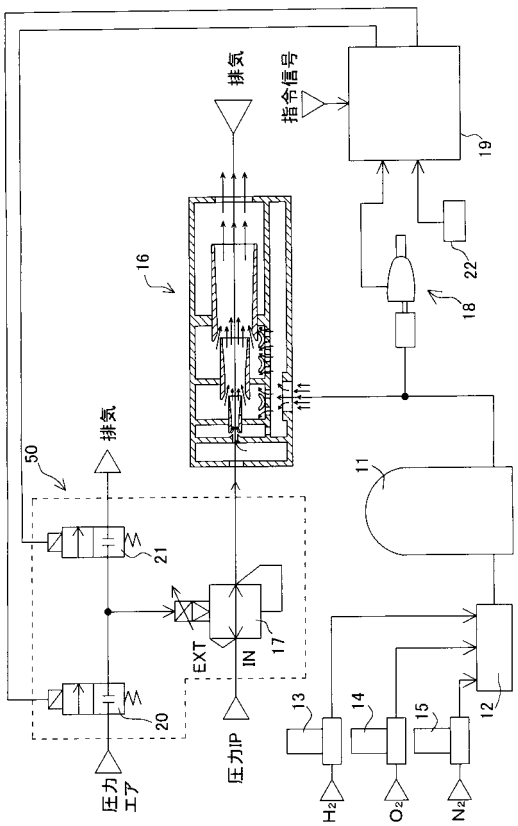
【００３０】
また、上記プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、電空変換器８０がノズルフラッパ８１を用いたものであるので、構成をシンプルとすることができる。
また、上記プロセスチャンバ内真空圧力制御システムにおいて、プロセスチャンバ１１の圧力を計測する圧力センサ１８を備え、エジェクタ制御手段１９が、圧力センサ１８の計測値をフィードバックし、目標真空圧力値と、計測値を比較演算処理し、最適な操作量を前記電空変換器に与える閉ループ制御を行なうので、大気圧が変動しても、プロセスチャンバ内の真空圧力を精度良く維持することができる。
また、大気圧を観測する大気圧センサ２２と、プロセスチャンバ１１内の圧力を計測する差圧式キャパシタンスマノメータである圧力センサ１８を組合せ演算処理し、プロセスチャンバ１１内を絶対圧力制御しているので、大気圧が変動しても、プロセスチャンバ内の真空圧力を精度良く維持することができる。

【００３１】
すなわち、大気圧力が変動しても、プロセスチャンバの真空圧力はシフトすることなく一定に制御できる。その結果、酸化膜の厚みを均一にすることができる。
酸化膜の厚みは、酸化膜を成膜する時間（プロセス時間）で調整されるが、同じプロセス時間で制御したときに大気圧の変動があると膜圧が変動する。
たとえば晴れた日に酸化プロセスを行った時と、雨の日に酸化プロセスを行った時では気圧は違うため、酸化膜の厚みがことなる。となると、気象条件によりプロセス時間を変えなければならなくなる。また、一日にとっても気圧は大きく変化するときもあり、気象条件をみてプロセス時間を調整することは実現困難である。
酸化膜工程では、プロセス時間が一定、プロセスガスの供給流量も一定とすれば圧力が大気方向に向かって高いときは膜圧は厚くなり、真空方向に向かって圧力が低いときには膜圧は薄くなる。

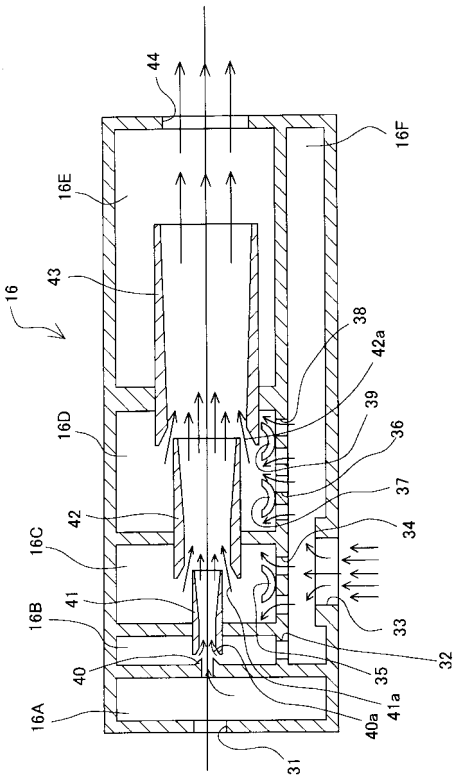
【００３２】
従来の酸化膜の工程では、酸化膜の厚みは１０００Å～２０００Åであったため、大気圧の変動による酸化膜の膜厚のバラツキは問題にならなかった。しかし、最近の半導体製造プロセスの微細化に伴い、酸化膜の膜厚は薄くなり、２０Å以下の薄膜プロセスが行われるようになってきた。このように酸化膜の膜厚が薄いプロセスにおいては、大気圧変動による膜厚のバラツキの影響が大きくなる。酸化膜は、半導体の絶縁膜として形成されるため、膜厚のバラツキは、半導体製造の歩留まりに影響が出てくる。
本発明によれば、工場ダクトの排気能力に依存することなく、しかも、大気圧力の変動に影響されない真空圧力制御装置は、半導体製造プロセスの微細化に貢献するために効果を発揮する。

【００３３】
【発明の効果】
本発明のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムによれば、半導体製造プロセスの１工程である酸化膜プロセスを行うためのシステムであって、プロセスチャンバと、プロセスチャンバにガスを供給するためのガス供給装置と、プロセスチャンバ内を所定真空圧に維持するためのガス排気装置とを有するプロセスチャンバ内真空圧力制御システムであって、ガス排気装置がエジェクタと、エジェクタへ供給する圧力ガス供給圧力を制御してエジェクタの吸引流量を制御するエジェクタ制御手段とを有しているので、大気圧が変動しても安定して、プロセスチャンバ内の真空圧力を維持できる。
また、従来のシステムでは、遮断弁と、排気圧力を制御する開度比例弁が必要であったが、本発明のエジェクタを用いたシステムでは開度比例弁は必要ないためローコストでシステムを構築できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明にかかるプロセスチャンバ内真空圧力制御システムの構成を示すブロック図である。
【図２】エジェクタ１６の構成を示す詳細断面図である。
【図３】電空変換ユニット５０の構成を示す断面図である。
【図４】図３のＡＡ断面図である。
【図５】ノズルフラッパ式の電空変換器８０の構成を示す断面図である。
【図６】エジェクタ１６の性能を示すデータ図である。
【図７】従来のプロセスチャンバ内真空圧力制御システムの構成を示すブロック図である。
【符号の説明】
１１　プロセスチャンバ
１２　燃焼トーチ
１６　エジェクタ
１７　電空変換器
１８　圧力センサ
１９　エジェクタ制御手段
２０　供給用電磁弁
２１　排気用電磁弁
５０　電空変換ユニット

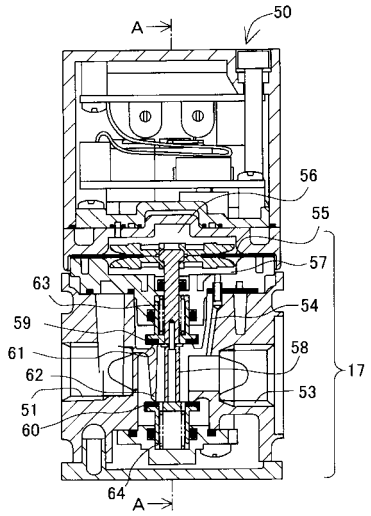
【図１】


排気
指令信号
19
22
18
16
50
排気
11
21
17
EXT
IN
20
13
14
15
12
圧力IP
圧力エア
H_2
O_2
N_2

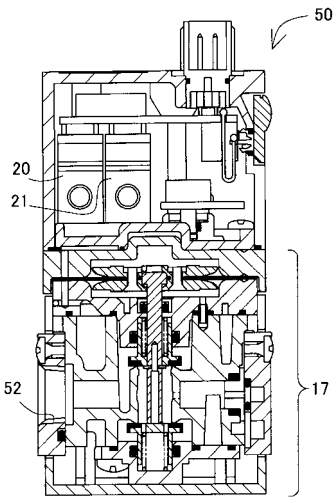
【図２】


44
16F
16E
43
16
38
42a
39
16D
36
37
42
34
16C
41
16B
33
32
40
35
41a
16A
40a
31

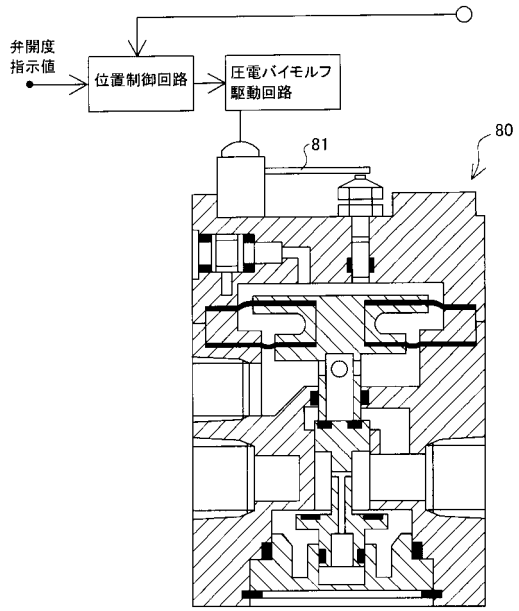
【図３】


A
50
56
55
57
63
54
59
58
61
62
53
51
60
64
A
17

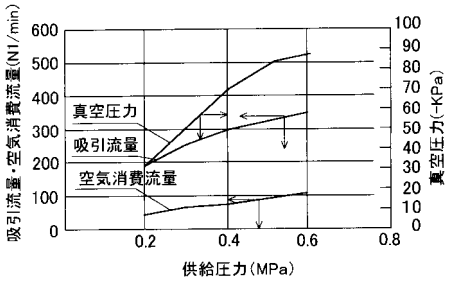
【図４】


50
20
21
52
17

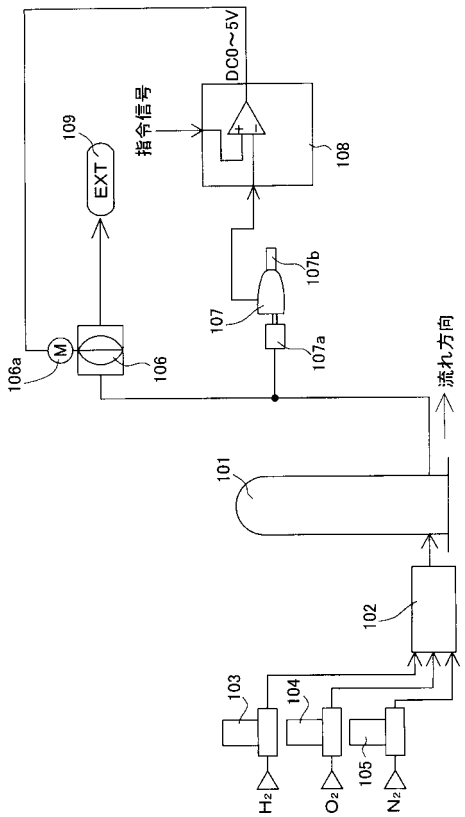
【図５】


弁開度
指示値
位置制御回路
圧電バイモルフ
駆動回路
81
80

【図６】


吸引流量・空気消費流量(Nl/min)
600
500
400
300
200
100
0
真空圧力
吸引流量
空気消費流量
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
真空圧力(-KPa)
0.2
0.4
0.6
0.8
供給圧力(MPa)

【図７】


DC0～5V
指令信号
109
EXT
108
107b
107
107a
106a
M
106
流れ方向
101
102
103
104
105
H2
O2
N2

フロントページの続き

(72)発明者　籠橋　宏
愛知県春日井市堀ノ内町８５０番地　シーケーディ株式会社春日井事業所内
(72)発明者　森　洋司
愛知県春日井市堀ノ内町８５０番地　シーケーディ株式会社春日井事業所内

審査官　種子　浩明

(56)参考文献　特開昭６２－２２４６８５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０７９３００（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－０５４９００（ＪＰ，Ｕ）
特開平１０－３０３１５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１１０００２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１７５３８３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F04F　5/48
F04F　5/22
H01L 21/205