

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4335469号
(P4335469)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int. Cl.			F I		
B 0 1 J	3/00	(2006.01)	B 0 1 J	3/00	J
B 0 1 J	3/02	(2006.01)	B 0 1 J	3/02	K
C 2 3 C	16/455	(2006.01)	C 2 3 C	16/455	
H 0 1 L	21/205	(2006.01)	H 0 1 L	21/205	

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-82841 (P2001-82841)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成13年3月22日(2001.3.22)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2002-273198 (P2002-273198A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成14年9月24日(2002.9.24)	(73) 特許権者	000003078
審査請求日	平成15年12月3日(2003.12.3)		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	川崎 裕之
			東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会 社荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空排気装置のガス循環量調整方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、前記第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、

前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量を Q_2 、前記真空チャンパー内圧力を P_c 、前記ガス循環ライン上流部の圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、前記第1真空ポンプの実効排気速度を一定とし前記第2真空ポンプの実効排気速度を変化させることにより、前記ガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整し、前記ガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整方法。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【請求項2】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、前記第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、

前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量を Q_2 、前記第2真空ポンプの上流側に導入する前記真空チャンバーに導入されるガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量を Q_3 、前記真空チャンバー内圧力を P_c 、前記ガス循環ライン上流部の圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、前記パージガス流量 Q_3 を変化させることにより、前記ガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整方法。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【請求項3】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、前記第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、

10

下記(1)乃至(3)の調整手順により前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整方法。

(1)非循環状態にて、前記真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、該真空チャンバー内圧力 P_c を所望の圧力 P_1 にするために、前記第1真空ポンプの実効排気速度を調整して固定する。

(2)前記真空チャンバーに導入するガス流量を任意のガス循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } %に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、前記第1真空ポンプの実効排気速度は手順(1)の時と同じ状態で固定する。

20

(3)前記ガス循環ラインを開き、ガス循環状態にて、前記真空チャンバー内圧力 P_c が手順(1)にて得られた圧力 P_1 になるように第2真空ポンプの実効排気速度を調整する。

【請求項4】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、前記第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、

30

下記(1)乃至(3)の調整手順により前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整方法。

(1)非循環状態にて、前記真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、該真空チャンバー内圧力 P_c を所望の圧力 P_1 にするために、前記第1真空ポンプの実効排気速度を調整して固定する。

(2)前記真空チャンバーに導入するガス流量を任意のガス循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } %に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、前記第1真空ポンプの実効排気速度は手順(1)の時と同じ状態で固定する。

(3)前記ガス循環ラインを開き、ガス循環状態にて、前記真空チャンバー内圧力 P_c が手順(1)にて得られた圧力 P_1 になるように前記第2真空ポンプの上流側に導入する前記真空チャンバーに導入されるガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量 Q_3 を調整する。

40

【請求項5】

請求項1又は3記載の真空排気装置のガス循環量調整方法において、

前記第2真空ポンプの実効排気速度を該第2真空ポンプ上流側に設けたコンダクタンス調整手段により調整することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整方法。

【請求項6】

請求項1又は3に記載の真空排気装置のガス循環量調整方法において、

前記第2真空ポンプの実効排気速度を該第2真空ポンプの回転数を変化させることにより調整することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整方法。

50

【請求項 7】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、前記第 1 真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、前記真空チャンバー内圧力を検出する第 1 圧力センサと、前記ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第 2 圧力センサとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、

前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量を Q_2 、前記第 1 圧力センサの検出圧力を P_c 、前記第 2 圧力センサの検出圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、前記第 1 真空ポンプの実効排気速度を一定とし前記第 2 真空ポンプの実効排気速度を変化させ、前記ガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整し、前記ガス循環流量 Q_2 を調整するガス循環量調整手段を設けたことを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整装置。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【請求項 8】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、前記第 1 真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、前記真空チャンバー内圧力を検出する第 1 圧力センサと、前記ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第 2 圧力センサとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、

前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量を Q_2 、前記第 2 真空ポンプの上流側に導入する前記真空チャンバーに導入されるガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量を Q_3 、前記真空チャンバー内圧力を P_c 、前記ガス循環ライン上流部の圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、前記パージガス流量 Q_3 を変化させることにより、前記ガス循環流量 Q_2 を調整するガス循環量調整手段を設けたことを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整装置。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【請求項 9】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、前記第 1 真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、前記真空チャンバー内圧力を検出する第 1 圧力センサと、前記ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第 2 圧力センサと、該ガス循環ラインを開閉する開閉弁とを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、

前記開閉弁を閉じ前記真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、前記第 1 圧力センサの検出圧力を所望の圧力 P_1 にするために、前記第 1 真空ポンプの実効排気速度 V を調整して V_1 に固定し、前記真空チャンバーに導入するガス流量を任意の循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } % に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、前記第 1 真空ポンプの実効排気速度 V は前記 V_1 に固定し、前記開閉弁を開き、前記第 1 圧力センサの検出圧力 P_c が前記圧力 P_1 になるように前記第 2 真空ポンプの実効排気速度を調整する操作を行い、前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量 Q_2 を調整するガス循環量調整手段を設けたことを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整装置。

【請求項 10】

ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する

10

20

30

40

50

第2真空ポンプと、前記第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンパー内に戻すガス循環ラインと、前記真空チャンパー内圧力を検出する第1圧力センサと、前記ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第2圧力センサと、前記ガス循環ラインを開閉する開閉弁とを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、

前記開閉弁を閉じ前記真空チャンパー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、前記第1圧力センサの検出圧力を所望の圧力 P_1 にするために、前記第1真空ポンプの実効排気速度 V を調整して V_1 に固定し、前記真空チャンパーに導入するガス流量を任意のガス循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } %に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、前記第1真空ポンプの実効排気速度 V は前記 V_1 に固定し、前記開閉弁を開き、前記第1圧力センサの検出圧力 P_c が前記圧力 P_1 になるように前記第2真空ポンプの上流側に導入する前記真空チャンパーに導入するガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量 Q_3 を調整し、前記ガス循環ラインを通り真空チャンパーに戻るガス循環量 Q_2 を調整するガス循環流量調整手段を設けたことを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整装置。

【請求項11】

請求項7乃至10のいずれか1項に記載の真空排気装置のガス循環量調整装置において

、前記ガス循環量調整手段は前記ガス循環量調整のための操作を自動的に行う機能を具備することを特徴とする真空排気装置のガス循環量調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造装置等の真空チャンパー内にプロセスガスを導入し、排気する真空排気装置において、真空チャンパーから排気しガス循環ラインを通して真空チャンパーに戻すガスの循環流量を調整するガス循環量調整方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

エッチングやCVDプロセス等の半導体製造装置は、真空チャンパー内にガスを導入し、真空ポンプにより該真空チャンパー内圧力を所望の圧力に減圧し排気している。今後、半導体ウエハの大口径化に伴い多量のガスを使用する傾向にあるが、導入されるガスは、その一部が反応に寄与しているだけであり、残りの大部分は未反応のまま排出されている。そこで、真空チャンパーから排出されるガスの一部を再び真空チャンパーに戻して、未反応ガスの利用効率を高めることを目的としたガス循環プロセスが実施されている。このガス循環プロセスの循環するガス流量（循環率）を調整するには、マスフローコントローラ等を用いガス循環ラインを通るガス流量を直接測定しながら調整している。

【0003】

図1は上記マスフローコントローラを用い循環ガス流量を直接測定しながらガス循環量を調整する真空排気装置の構成例を示す図である。1はガスを導入する真空チャンパー、2はシャワーヘッド、3はアダプティブプレッシャーコントロールバルブ、4は第1真空ポンプ吸気側ゲートバルブ、5は第1真空ポンプ、6は第2真空ポンプ吸気側ゲートバルブ、7は第2真空ポンプ、8はガス循環ライン、9はガス循環ラインゲートバルブ（開閉弁）、10はマスフローコントローラ、11は真空チャンパー1内の圧力を検出する第1圧力センサ、12はガス循環ライン8の上流部の圧力を検出する第2圧力センサである。

【0004】

上記構成の真空排気装置において、真空チャンパー1内にシャワーヘッド2を通して流量 Q_1 のガス G_1 を導入し、第1真空ポンプ5でこの導入ガスを排気し、真空チャンパー1内を所望の圧力に減圧する。第1真空ポンプの背圧を第2真空ポンプ7で許容背圧以下に排気し、第1真空ポンプ5から排気されたガスの一部 G_2 をガス循環ライン8を通して再び真空チャンパー1内に戻す。真空チャンパー1内に戻されるガス循環流量 Q_2 の調整はガ

10

20

30

40

50

ス循環ライン 8 に設けられたマスフローコントローラで測定し、第 1 真空ポンプ 5 及び第 2 真空ポンプ 7 の実効排気速度等を調整して行っている。

【 0 0 0 5 】

上記のようにマスフローコントローラを用い循環するガス G_2 の流量を直接測定する方法では、マスフローコントローラの動作差圧が約 50 kPa 以上必要であるが、適用される真空排気装置によっては、ガス循環ライン 8 部の差圧が 50 kPa 以下であり、ガス循環流量の調整にマスフローコントローラを使用することができない場合がある。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、構成が簡単でガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下 (50 kPa 以下) でも該ガス循環ラインを通り真空チャンパーに戻るガス循環流量を容易に調整できる真空排気装置のガス循環量調整方法及び装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため請求項 1 に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンパーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンパー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、第 1 真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンパー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、ガス循環ラインを通り真空チャンパーに戻るガス循環流量を Q_2 、真空チャンパー内圧力を P_c 、ガス循環ライン上流部の圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、第 1 真空ポンプの実効排気速度を一定とし第 2 真空ポンプの実効排気速度を変化させることにより、ガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整し、ガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【 0 0 0 8 】

真空排気装置のガス循環量調整方法に上記構成を採用することにより、第 2 真空ポンプの実効排気速度を調整してガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンパーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンパー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、第 1 真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンパー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、ガス循環ラインを通り真空チャンパーに戻るガス循環流量を Q_2 、第 2 真空ポンプの上流側に導入する真空チャンパーに導入されるガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量を Q_3 、真空チャンパー内圧力を P_c 、ガス循環ライン上流部の圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、パージガス流量 Q_3 を変化させることにより、ガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【 0 0 1 0 】

真空排気装置のガス循環量調整方法に上記構成を採用することにより、第 2 真空ポンプの上流側に導入するパージガス流量 Q_3 により調整してガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンパーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンパー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、第 1 真空ポンプから排気されたガスの一

10

20

30

40

50

部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、

下記(1)乃至(3)の調整手順によりガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする。

(1)非循環状態にて、真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、該真空チャンバー内圧力 P_c を所望の圧力 P_1 にするために、第1真空ポンプの実効排気速度を調整して固定する。

(2)真空チャンバーに導入するガス流量を任意のガス循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } %に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、第1真空ポンプの実効排気速度は手順(1)の時と同じ状態で固定する。

(3)ガス循環ラインを開き、ガス循環状態にて、真空チャンバー内圧力 P_c が手順(1)にて得られた圧力 P_1 になるように第2真空ポンプの実効排気速度を調整する。

【0012】

真空排気装置のガス循環量調整方法に上記構成を採用することにより、総ガス流量 Q_t のガス導入、第1真空ポンプの実効排気速度の調整、導入ガスの調整、第2真空ポンプの実効排気速度の調整のみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【0013】

請求項4に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、前記第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整方法において、

下記(1)乃至(3)の調整手順により前記ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量 Q_2 を調整することを特徴とする。

(1)非循環状態にて、真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、該真空チャンバー内圧力 P_c を所望の圧力 P_1 にするために、第1真空ポンプの実効排気速度を調整して固定する。

(2)真空チャンバーに導入するガス流量を任意のガス循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } %に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、第1真空ポンプの実効排気速度は手順(1)の時と同じ状態で固定する。

(3)ガス循環ラインを開き、ガス循環状態にて、真空チャンバー内圧力 P_c が手順(1)にて得られた圧力 P_1 になるように第2真空ポンプの上流側に導入する真空チャンバーに導入されるガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量 Q_3 を調整する。

【0014】

真空排気装置のガス循環量調整方法に上記構成を採用することにより、総ガス流量 Q_t のガス導入、第1真空ポンプの実効排気速度の調整、パージガス流量 Q_3 の調整のみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【0015】

請求項5に記載の発明は、請求項1又は3記載の真空排気装置のガス循環量調整方法において、第2真空ポンプの実効排気速度を該第2真空ポンプ上流側に設けたコンダクタンス調整手段により調整することを特徴とする。

【0016】

請求項6に記載の発明は、請求項1又は3に記載の真空排気装置のガス循環量調整方法において、第2真空ポンプの実効排気速度を該第2真空ポンプの回転数を変化させることにより調整することを特徴とする。

【0017】

請求項7に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧

10

20

30

40

50

を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、真空チャンバー内圧力を検出する第1圧力センサと、ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第2圧力センサとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量を Q_2 、第1圧力センサの検出圧力を P_c 、第2圧力センサの検出圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、第1真空ポンプの実効排気速度を一定とし第2真空ポンプの実効排気速度を変化させ、ガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整し、ガス循環流量 Q_2 を調整するガス循環量調整手段を設けたことを特徴とする。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【0018】

真空排気装置のガス循環量調整装置に上記構成を採用することにより、ガス循環流量調整手段は、第2真空ポンプの実効排気速度を調整して第1圧力センサ及び第2圧力センサで検出するガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【0019】

請求項8に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、真空チャンバー内圧力を検出する第1圧力センサと、ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第2圧力センサとを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量を Q_2 、第2真空ポンプの上流側に導入する真空チャンバーに導入されるガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量を Q_3 、真空チャンバー内圧力を P_c 、ガス循環ライン上流部の圧力を P_d 、該ガス循環ラインのコンダクタンスを C としたとき下式の関係を用い、パージガス流量 Q_3 を変化させることにより、ガス循環流量 Q_2 を調整するガス循環量調整手段を設けたことを特徴とする。

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c)$$

【0020】

真空排気装置のガス循環量調整装置に上記構成を採用することにより、ガス循環流量調整手段は、パージガス流量 Q_3 を変化させ第1圧力センサ及び第2圧力センサで検出するガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【0021】

請求項9に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第1真空ポンプと、該第1真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第2真空ポンプと、第1真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、真空チャンバー内圧力を検出する第1圧力センサと、ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第2圧力センサと、ガス循環ラインを開閉する開閉弁とを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、開閉弁を閉じ真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、第1圧力センサの検出圧力を所望の圧力 P_1 にするために、第1真空ポンプの実効排気速度 V を調整して V_1 に固定し、真空チャンバーに導入するガス流量を任意の循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } %に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、第1真空ポンプの実効排気速度 V は V_1 に固定し、開閉弁を開き、第1圧力センサの検出圧力 P_c が圧力 P_1 になるように第2真空ポンプの実効排気速度を調整する操作を行い、ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環流量 Q_2 を調整するガス循環流量調整手段を設けたことを特徴とす

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 2 2 】

真空排気装置のガス循環量調整装置に上記構成を採用することにより、ガス循環流量調整手段は、開閉弁の開閉操作、第 1 圧力センサの検出圧力の監視、真空チャンバーに導入するガス流量を調整、第 1 真空ポンプ及び第 2 真空ポンプの実効排気速度を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【 0 0 2 3 】

請求項 10 に記載の発明は、ガスを導入する真空チャンバーと、該導入ガスを排気し且つ該真空チャンバー内を所望の圧力に減圧する第 1 真空ポンプと、該第 1 真空ポンプの背圧を許容背圧以下に排気する第 2 真空ポンプと、第 1 真空ポンプから排気されたガスの一部を再び真空チャンバー内に戻すガス循環ラインと、真空チャンバー内圧力を検出する第 1 圧力センサと、ガス循環ライン上流部の圧力を検出する第 2 圧力センサと、ガス循環ラインを開閉する開閉弁とを備え、該ガス循環ライン部の差圧がマスフローコントローラの作動圧以下となる場合がある真空排気装置のガス循環量調整装置において、開閉弁を閉じ真空チャンバー内に任意の流量 Q_t のガスを導入し、第 1 圧力センサの検出圧力を所望の圧力 P_1 にするために、第 1 真空ポンプの実効排気速度 V を調整して V_1 に固定し、真空チャンバーに導入するガス流量を任意のガス循環率 A { $A = (Q_2 / Q_t \times 100)$ } % に相当する $Q_1 = Q_t \times (100 - A) / 100$ に変更すると共に、第 1 真空ポンプの実効排気速度 V は前記 V_1 に固定し、開閉弁を開き、第 1 圧力センサの検出圧力 P_c が圧力 P_1 になるように第 2 真空ポンプの上流側に導入する真空チャンバーに導入するガス成分の少なくとも一種であるパージガス流量 Q_3 を調整し、ガス循環ラインを通り真空チャンバーに戻るガス循環量 Q_2 を調整するガス循環流量調整手段を設けたことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

真空排気装置のガス循環量調整装置に上記構成を採用することにより、ガス循環流量調整手段は、開閉弁の開閉操作、第 1 圧力センサの検出圧力の監視、真空チャンバーに導入するガス流量を調整、第 1 真空ポンプ及びパージガス流量 Q_3 を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【 0 0 2 5 】

請求項 11 に記載の発明は、請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の真空排気装置のガス循環量調整装置において、ガス循環流量調整手段は前記ガス循環流量調整のための操作を自動的に行う機能を具備することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態例を図面に基いて説明する。図 2 は本発明に係るガス循環量調整装置を具備する真空排気装置の構成を示す図である。図 2 において、図 1 と同一符号を付した部分は同一又は相当部分を示すのでその説明は省略する。13 は第 2 真空ポンプの上流側に設けたコンダクタンス調整手段であり、14 はシャワーヘッド 2 に導入されるガスの流量を調整するマスフローコントローラである。

【 0 0 2 7 】

20 はガス循環ライン 8 を通って真空チャンバー 1 に戻る循環ガス流量を調整するガス循環流量調整手段である。該ガス循環流量調整手段 20 には第 1 圧力センサ 11 及び第 2 圧力センサ 12 の出力信号が入力されるようになっている。また、ガス循環流量調整手段 20 は、マスフローコントローラ 14、ガス循環ラインゲートバルブ 9、アダプティブプレッシャーコントロールバルブ 3、第 1 真空ポンプ吸気側ゲートバルブ 4、第 1 真空ポンプ 5、コンダクタンス調整手段 13、第 2 真空ポンプ吸気側ゲートバルブ 6 及び第 2 真空ポンプ 7 をそれぞれドライバー 21 ~ 28 を介して駆動制御するようになっている。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示す構成の真空排気装置において、ガス循環ライン 8 を通り真空チャンバー 1 に戻るガス循環流量を Q_2 、第 1 圧力センサ 11 で検出する真空チャンバー内圧力を P_c 、第 2 圧力センサ 12 で検出するガス循環ライン 8 の上流部の圧力を P_d 、ガス循環ライン 8

10

20

30

40

50

のコンダクタンスをCとすると、ガス循環流量 Q_2 とガス循環ライン8部の差圧 $P_d - P_c$ との間には下式(1)が成立する。

【0029】

$$Q_2 = C \times (P_d - P_c) \quad (1)$$

ここで、ガス循環流量調整手段20は第1圧力センサ11の検出圧力 P_c 及び第2圧力センサ12の検出圧力 P_d を監視しながら、第2真空ポンプ7の実効排気速度を変化させ、差圧 $P_d - P_c$ を調整することにより、ガス循環流量 Q_2 を調整することができる。

【0030】

次に、ガス循環流量 Q_2 を調整する手順を、具体的条件例により説明する。

[条件例]

ガス総流量 Q_t : 1000 sccm $Q_t = Q_1 + Q_2$ (Q_1 : 真空チャンバー1内に外部から導入するガス流量)

ガス循環率: 80% (導入ガス流量 Q_1 : 200 sccm、ガス循環流量 Q_2 : 800 sccm)

真空チャンバー1内のプロセス圧力 P_c : 10 mTorr

上記条件で下記の調整手順でガス循環流量 Q_2 を調整する。

【0031】

[調整手順]

1 第1真空ポンプ吸気側ゲートバルブ4及び第2真空ポンプ吸気側ゲートバルブ6を開き、ガス循環ラインゲートバルブ9を閉じる(非循環状態)。

2 シャワーヘッド2にマスフローコントローラ14を介して流量 $Q = Q_1 = Q_t = 1000$ sccmのガス G_1 を外部から導入する。

3 第1圧力センサ11の検出圧力値 P_c が $P_c = 10$ mTorrになるようにアダプティブプレッシャーコントロールバルブ3の開度を調整し固定する(第1真空ポンプ5の実効排気速度 V を V_1 に固定)。

【0032】

4 マスフローコントローラ14を制御してシャワーヘッド2に外部から導入するガス流量 Q を $Q = Q_1 = 200$ sccmに変更する。ここで $Q_1 = 200$ sccmは上記ガス循環率80%から下式により求められる。

$$200 \text{ sccm} = 1000 \times (100 - 80) / 100 \text{ sccm}$$

5 ガス循環ラインゲートバルブ9を開く(ガス循環開始)。

6 第1圧力センサ11の検出圧力値 P_c が $P_c = 10$ mTorrになるように第2真空ポンプ7の実効排気速度を調整する。

7 この時、第2圧力センサ12でガス循環ライン8の上流側の検出圧力値 $P_d = P_2$ を取得する。

8 アダプティブプレッシャーコントロールバルブ3の開度固定を解除し、第1圧力センサ11の検出圧力値 P_c が $P_c = 10$ mTorrになるように自動調圧を開始する。

【0033】

これで、外部からシャワーヘッド2に導入するガス流量 $Q_1 = 200$ sccm、ガス循環流量 $Q_2 = 800$ sccmとなっており、ガス循環率80%が達成されている。ここで得られたガス循環ライン8の上流側検出圧力 P_2 と、真空チャンバー1内の検出圧力値 $P_c = P_1$ と、ガス循環流量 Q_2 は、ガス循環ライン8のコンダクタンスCにより式(1)の関係で表される。ここで、上記ガス循環率80%の状態を一旦解除(変更)しても、以下の再現手順で、上記ガス循環率80%($Q_2 = 800$ sccm)を再現することができる。

【0034】

[再現手順]

1 第1真空ポンプ吸気側ゲートバルブ4、第2真空ポンプ吸気側ゲートバルブ6及びガス循環ラインゲートバルブ9を開く。

2 マスフローコントローラ14を介してシャワーヘッド2に外部から導入されるガス G_1 の流量 Q_1 を $Q_1 = 200$ sccmとする。

10

20

30

40

50

3 第2圧力センサ12でガス循環ライン8の上流側の検出圧力値Pdを上記調整手順の7で取得した $Pd = P_2$ になるように第2真空ポンプ7の実効排気速度を調整する。

4 アダプティブプレッシャーコントロールバルブ3を制御して第1圧力センサ11の検出圧力Pcが $Pc = 10 \text{ mTorr}$ になるようにする。

【0035】

上記再現手順では項目を1～4に挙げたが、この順序で行ってもよく、1～4を同時に行っても、もちろん構わない。順序は対象となる真空排気装置にとって最も短時間で再現が得られる手順で行うのが望ましいことは言うまでもない。

【0036】

第2真空ポンプ7の実効排気速度は、第2真空ポンプ7の上流側に設けたコンダクタンス調整手段13で調整することができ（請求項5のガス循環量調整方法）、また第2真空ポンプ7の回転数を変化させることによっても調整できる（請求項6のガス循環量調整方法）。

【0037】

図3は本発明に係るガス循環量調整装置を具備する真空排気装置の構成を示す図である。ここでは、第1真空ポンプ5とコンダクタンス調整手段13の間にマスフローコントローラ15を介してパージガス G_3 を供給できるように構成し、該パージガス G_3 の供給量を調整することによりガス循環流量 Q_2 を調整するものである（請求項2のガス循環量調整方法）。パージガス G_3 のガス流量 Q_3 はガス循環流量調整手段20によりドライバ29を介して行われる。

【0038】

上記例においては、第2真空ポンプ7の実効排気速度を低下させ、その結果、ガス循環ライン8の上流側の圧力Pd（第2圧力センサの検出圧力）を上昇させることにより、ガス循環流量 Q_2 を調整するようにしている。よって、第2真空ポンプ7の排気速度は、余裕のあるものを選定しておく必要がある。また、例えばガス循環ライン8に任意の機器が設置されたとしても、それはガス循環ライン8のコンダクタンスとして含まれるだけであり、本発明のガス循環流量調整方法になんら影響を与えるものではない。パージガス流入口は、第2真空ポンプ7の上流部又は第2真空ポンプ7の内部に設ける。ここでパージガス G_3 には、真空チャンバ1に導入されるガス成分の少なくとも一種のガスを用いる。

【0039】

なお、上記の例では、ガス循環流量調整方法をガス循環流量調整手段20で自動的に行う例を示したが、このガス循環流量調整方法は上記調整手順に基づき手動で行ってもよい。

【0040】

次に、上記調整手順でガス循環率を調整した例を図4に示す。ここで、装置構成は、真空チャンバ1の容積：4L、第1真空ポンプ5の排気速度：1300L/sec、第2真空ポンプ7の排気速度：3000L/min、フォアライン長：5m、フォアライン内径：40mm、ガス循環ライン長：1.5m、ガス循環ライン内径：10mmであり、排気条件は、ガス種：空気、真空チャンバ1の内圧Pc：50mTorrとしている。

【0041】

総ガス流量Qt ($Q_1 + Q_2$)を250sccm、500sccm、750sccmと変化させ、その時ガス循環ラインゲートバルブ9を閉じた場合（循環なし）と開いた場合（循環率80%）とした場合のガス循環ライン上流側圧力Pd（第2圧力センサ12の検出圧力）の変化を示す。図示するように、循環なしの場合はPdが0.26Torr、0.36Torr、0.45Torrと変化するのに対して、循環あり（循環率80%）の場合はPdが2.5Torr、3.8Torr、4.7Torrと変化する。

【0042】

【発明の効果】

以上説明したように各請求項に記載の発明によれば下記のような優れた効果がえられる。

【0043】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 6 に記載の発明によれば、第 2 真空ポンプの実効排気速度を調整してガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整又は第 2 真空ポンプの上流側に導入するパージガス流量を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができるから、排出されたガスの一部を再び真空チャンバーに戻して、未反応のガスの利用率を高める循環プロセスにおいて、ガス循環ラインの差圧の大きさに関係なく、任意のガス循環流量（循環率）の調整を行うことができるガス循環量調整方法を提供できる。

【 0 0 4 4 】

請求項 7 乃至 1 1 に記載の発明によれば、ガス循環流量調整手段は、第 2 真空ポンプの実効排気速度を調整して第 1 圧力センサ及び第 2 圧力センサで検出するガス循環ライン部の差圧 $P_d - P_c$ を調整するのみで、ガス循環流量 Q_2 を調整することができるから、排出されたガスの一部を再び真空チャンバーに戻して、未反応のガスの利用率を高める循環プロセスにおいて、ガス循環ラインの差圧に関係なく、任意のガス循環流量（循環率）の調整を行うことができるガス循環量調整装置を提供できる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 従来 of ガス循環量調整方法を実施する真空排気装置の構成例を示す図である。

【 図 2 】 本発明に係るガス循環量調整装置を具備する真空排気装置の構成例を示す図である。

【 図 3 】 本発明に係るガス循環量調整装置を具備する真空排気装置の構成例を示す図である。

【 図 4 】 本発明に係るガス循環量調整方法でガス循環率を調整した例を示す図である。

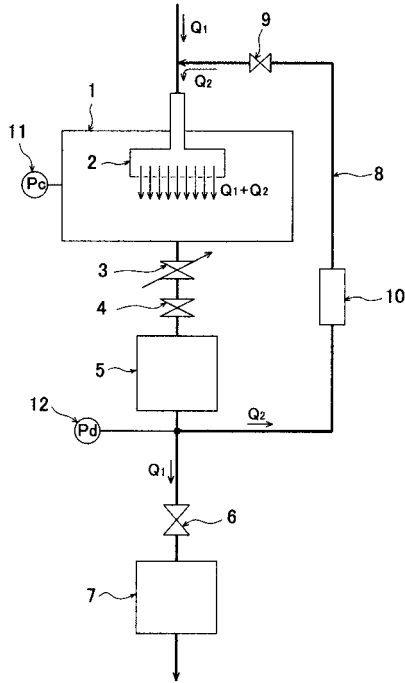
20

【 符号の説明 】

- 1 真空チャンバー
- 2 シャワーヘッド
- 3 アダプティブプレッシャーコントロールバルブ
- 4 第 1 真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 5 第 1 真空ポンプ
- 6 第 2 真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 7 第 2 真空ポンプ
- 8 ガス循環ライン
- 9 ガス循環ラインゲートバルブ
- 1 0 マスフローコントローラ
- 1 1 第 1 圧力センサ
- 1 2 第 2 圧力センサ
- 1 3 コンダクタンス調整手段
- 1 4 マスフローコントローラ
- 1 5 マスフローコントローラ
- 2 0 ガス循環流量調整手段
- 2 1 ~ 2 9 ドライバー

30

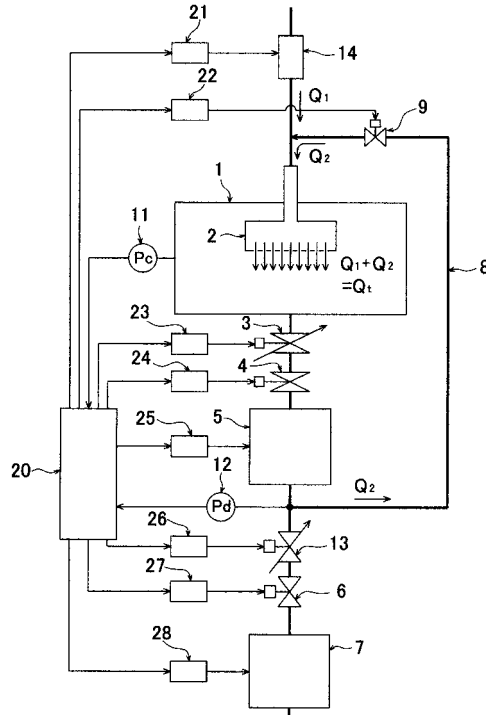
【図1】



- 1: 真空チャンバー
- 2: シャワーヘッド
- 3: アダプティブプレッシャーコントロールバルブ
- 4: 第1真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 5: 第1真空ポンプ
- 6: 第2真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 7: 第2真空ポンプ
- 8: ガス循環ライン
- 9: ガス循環ラインゲートバルブ
- 10: マスフローコントローラ
- 11: 第1圧力センサ
- 12: 第2圧力センサ

従来のガス循環量調整方法を実施する真空排気装置の構成例

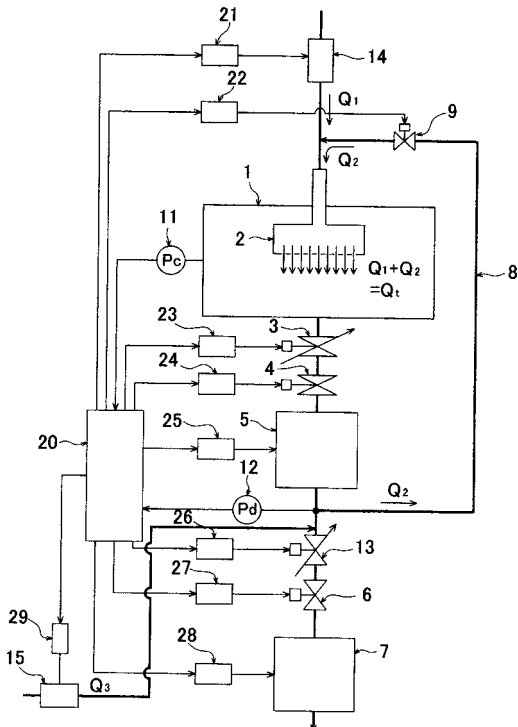
【図2】



- 1: 真空チャンバー
- 2: シャワーヘッド
- 3: アダプティブプレッシャーコントロールバルブ
- 4: 第1真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 5: 第1真空ポンプ
- 6: 第2真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 7: 第2真空ポンプ
- 8: ガス循環ライン
- 9: ガス循環ラインゲートバルブ
- 11: 第1圧力センサ
- 12: 第2圧力センサ
- 13: コンダクタンス調整手段
- 14: マスフローコントローラ
- 20: ガス循環流量調整手段
- 21~28: ドライバー

本発明に係るガス循環量調整装置を具備する真空排気装置の構成例

【図3】



- 1: 真空チャンバー
- 2: シャワーヘッド
- 3: アダプティブプレッシャーコントロールバルブ
- 4: 第1真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 5: 第1真空ポンプ
- 6: 第2真空ポンプ吸気側ゲートバルブ
- 7: 第2真空ポンプ
- 8: ガス循環ライン
- 9: ガス循環ラインゲートバルブ
- 11: 第1圧力センサ
- 12: 第2圧力センサ
- 13: コンダクタンス調整手段
- 14: マスフローコントローラ
- 15: マスフローコントローラ
- 20: ガス循環流量調整手段
- 21~29: ドライバー

本発明に係るガス循環量調整装置を具備する真空排気装置の構成例

【図4】

Qt (sccm)	循環なし ゲートバルブ(9)閉 Q=Qt		循環あり (循環率80%) ゲートバルブ(9)開 Q=Q1	
	Pd (Torr)	Q1 (sccm)	Pd (Torr)	
250	0.26	50	2.5	
500	0.36	100	3.8	
750	0.45	150	4.7	

本発明に係るガス循環量調整方法でガス循環率を調整した例

フロントページの続き

- (72)発明者 大岩 徳久
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 酒井 伊都子
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

審査官 神田 和輝

- (56)参考文献 特開平06-079159(JP,A)
特開平10-122178(JP,A)
特開平10-125657(JP,A)
特開平11-230086(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J 3/00-3/04
B01J 19/00-19/32
C23C 16/455
G05D 7/00-7/06
H01L 21/00-21/98