

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3681908号

(P3681908)

(45) 発行日 平成17年8月10日(2005.8.10)

(24) 登録日 平成17年5月27日(2005.5.27)

(51) Int. Cl.⁷

F 1 7 D 1/02

F 1 7 C 6/00

F I

F 1 7 D 1/02

F 1 7 C 6/00

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平10-323001	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成10年11月13日(1998.11.13)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2000-146096(P2000-146096A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番2
(43) 公開日	平成12年5月26日(2000.5.26)		6号
審査請求日	平成14年9月20日(2002.9.20)	(74) 代理人	100089196
			弁理士 梶 良之
		(72) 発明者	進 俊彦
			兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号
			株式会社神戸製鋼所 高砂製作所内
		審査官	神崎 孝之
		(56) 参考文献	特開平07-166376(JP,A)
			特開平06-244145(JP,A)
			実開昭61-075832(JP,U)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極高真空チャンバへの微量ガス導入機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガス供給源に接続されており、前記ガス供給源に起因するガスを外部に排気する排気手段と、前記排気手段の上流側に接続された流量調整弁と、下流側が極高真空チャンバに接続されるとともに、上流側が前記流量調整弁より上流において前記排気手段と並列に前記ガス供給源に接続された開閉弁とを備え、前記排気手段は、前記開閉弁の上流側の圧力を低く保ち、当該開閉弁が開いたとき、当該開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくすることを特徴とする極高真空チャンバへの微量ガス導入機構。

【請求項2】

ガス供給源に接続されており、前記ガス供給源に起因するガスを外部に排気する排気手段と、下流側が極高真空チャンバに接続されるとともに、上流側が前記排気手段と並列に前記ガス供給源に接続された開閉弁と、前記ガス供給源の下流且つ前記開閉弁の前記排気手段への接続部より上流に、前記開閉弁の上流における圧力がフィードバックされることにより、前記開閉弁の上流側の圧力が一定となるように調整される圧力調整弁とを備え、前記排気手段は、前記開閉弁の上流側の圧力を低く保ち、当該開閉弁が開いたとき、当該開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくすることを特徴とする極高真空チャンバへの微量ガス導入機構。

【請求項3】

ガス供給源に接続されており、前記ガス供給源に起因するガスを外部に排気する排気手段と、前記排気手段の上流側に接続された流量調整弁と、下流側が極高真空チャンバに接

10

20

続されるとともに、上流側が前記流量調整弁より上流において前記排気手段と並列に前記ガス供給源に接続された開閉弁と、前記ガス供給源の下流且つ開閉弁の前記排気手段への接続部より上流に、前記開閉弁の上流における圧力がフィードバックされることにより前記開閉弁の上流側の圧力が一定となるように調整される圧力調整弁とを備え、前記排気手段は、前記開閉弁の上流側の圧力を低く保ち、当該開閉弁が開いたとき、当該開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくすることを特徴とする極高真空チャンバへの微量ガス導入機構。

【請求項 4】

前記ガス供給源から前記開閉弁までの間で前記ガスが凝縮しないように前記ガスを加熱する加熱手段をさらに有しており、前記排気手段により少なくとも前記開閉弁の上流における前記ガスの圧力が飽和蒸気圧以下とされることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の極高真空チャンバへの微量ガス導入機構。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、極高真空チャンバへの微量ガス導入機構に関し、例えば宇宙環境の模擬実験装置などに用いて好適である。

【0002】

【従来の技術】

近年、 10^{-7} Pa 以下の極高真空にある部材に対する、微量ガスの与える影響が議論されている。例えば人工衛星のような部材は、たとえ極高真空の宇宙空間にある場合であっても、部材表面などから放出された $10^{-4} \sim 10^{-6}$ Pa 程度の微量ガスの存在する環境にあることになる。かかる微量ガスを含んだ極高真空下において部材が受ける影響を実験室内で予め調べておくことは、今後の宇宙開発などにとってきわめて有効である。

20

【0003】

チャンバ内に微量のガスを導入するための機構として、マスフローコントローラを用いるものと、パラトロン圧力計と制御弁により配管内の圧力をフィードバック制御し、リーク弁を介して、その圧力差により供給圧力を制御するものが知られている（「分子線エピタキシー」、45頁～47頁、76頁～79頁、権田俊一編著、培風館）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、比較的小さな超高真空チャンバ内に、マスフローコントローラを用いてガス導入量を調節すると、一般的なマスフローコントローラの最小流量調節可能範囲が大きすぎるため、所望の導入ガス分圧に調整できない。また、供給圧力を調整することによりガス導入量を調節しても、パラトロン圧力計での圧力が大気圧以上であると、ガス導入量が多すぎるため、チャンバへの導入口を 0.01 mm 以下の微細な穴に加工する必要がある。このような加工は、技術的に困難であるため、所望の導入ガス分圧に調整できない。即ち、従来の機構によっては、 10^{-7} Pa 以下の極高真空チャンバ内に所望の分圧（ $10^{-4} \sim 10^{-6}$ Pa 程度）で微量ガスを導入できないという問題点があった。

30

【0005】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、超高真空のチャンバ内に微量のガスを導入できる微量ガス導入機構を提供することである。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明は、ガス供給源に接続されており、前記ガス供給源に起因するガスを外部に排気する排気手段と、前記排気手段の上流側に接続された流量調整弁と、下流側が極高真空チャンバに接続されるとともに、上流側が前記流量調整弁より上流において前記排気手段と並列に前記ガス供給源に接続された開閉弁とを備え、前記排気手段は、前記開閉弁の上流側の圧力を低く保ち、当該開閉弁が開いたとき、当該開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくすることを特徴とする。

50

【0007】

ガス供給源から供給された導入ガスを排気手段で排気することにより、排気手段と並列にガス供給源に接続された開閉弁の上流側の圧力を低く保つことができるため、開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくできる。これにより、極高真空チャンバ内への放出流量を極微量に調整できる。

また、排気手段により排気するガスの流量を制限できるため、排気ガスの無駄を減少できる。

【0008】

請求項2記載の発明は、ガス供給源に接続されており、前記ガス供給源に起因するガスを外部に排気する排気手段と、下流側が極高真空チャンバに接続されるとともに、上流側が前記排気手段と並列に前記ガス供給源に接続された開閉弁と、前記ガス供給源の下流且つ前記開閉弁の前記排気手段への接続部より上流に、前記開閉弁の上流における圧力がフィードバックされることにより、前記開閉弁の上流側の圧力が一定となるように調整される圧力調整弁とを備え、前記排気手段は、前記開閉弁の上流側の圧力を低く保ち、当該開閉弁が開いたとき、当該開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくすることを特徴とする。

10

ガス供給源から供給された導入ガスを排気手段で排気することにより、排気手段と並列にガス供給源に接続された開閉弁の上流側の圧力を低く保つことができるため、開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくできる。これにより、極高真空チャンバ内への放出流量を極微量に調整できる。

20

また、開閉弁の上流側の圧力を一定に保つことができるため、極高真空チャンバ内への極微量の放出流量をより安定に保つことができる。

【0009】

請求項3記載の発明は、ガス供給源に接続されており、前記ガス供給源に起因するガスを外部に排気する排気手段と、前記排気手段の上流側に接続された流量調整弁と、下流側が極高真空チャンバに接続されるとともに、上流側が前記流量調整弁より上流において前記排気手段と並列に前記ガス供給源に接続された開閉弁と、前記ガス供給源の下流且つ開閉弁の前記排気手段への接続部より上流に、前記開閉弁の上流における圧力がフィードバックされることにより前記開閉弁の上流側の圧力が一定となるように調整される圧力調整弁とを備え、前記排気手段は、前記開閉弁の上流側の圧力を低く保ち、当該開閉弁が開いたとき、当該開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくすることを特徴とする。

30

ガス供給源から供給された導入ガスを排気手段で排気することにより、排気手段と並列にガス供給源に接続された開閉弁の上流側の圧力を低く保つことができるため、開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくできる。これにより、極高真空チャンバ内への放出流量を極微量に調整できる。

また、排気手段により排気するガスの流量を制限できるため、排気ガスの無駄を減少できる。

また、開閉弁の上流側の圧力を一定に保つことができるため、極高真空チャンバ内への極微量の放出流量をより安定に保つことができる。

【0010】

40

請求項4記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の発明の構成に加えて、前記ガス供給源から前記開閉弁までの間で前記ガスが凝縮しないように前記ガスを加熱する加熱手段をさらに有しており、前記排気手段により少なくとも前記開閉弁の上流における前記ガスの圧力が飽和蒸気圧以下とされることを特徴とする。

これにより、ガス供給源に液体状態で貯溜されていた物質であっても、ガスとしてわずかな分量だけ極高真空チャンバ内に導入することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。極高真空チャンバへの微量ガス導入機構1は、図1に示すように、極高真空チャンバ9とガス供給源であるガスポンベ2とが

50

接続されて構成されており、極高真空チャンバ9内に極微量のガスを導入できるようになっている。ガスポンペ2には、減圧弁3が接続されており、減圧弁3の下流側へ流れるガス圧力を調整するようになっている。減圧弁3の下流側には、圧力調整装置4aを備えた圧力調整弁4と圧力センサ5が接続されており、圧力センサ5は、圧力調整弁4の下流側から開閉弁を構成する超高速電磁弁8の上流側の圧力を検出し、圧力調整装置4aは、検出圧力から圧力調整弁4をフィードバック制御するようになっている。圧力調整弁4の下流には、流量調整弁6と超高速電磁弁8が並列に接続されている。流量調整弁6の下流側には、排気手段を構成するガス系真空ポンプ7が接続されており、ガス系真空ポンプ7は、流量調整弁6の上流側が低圧になるようにガスを吸い込み大気へ放出するようになっている。流量調整弁6は、絞りを調整することによりガス系真空ポンプ7から大気へのガス放出量を制御するようになっている。また、超高速電磁弁8の下流側には、極高真空チャンバ9が接続されている。この極高真空チャンバ9には、図示されない真空ポンプがさらに接続されている。真空ポンプは、常に極高真空チャンバ9内のガスを排気しており、極高真空チャンバ9内は、真空状態に保たれるようになっている。超高速電磁弁8は、非常に短い時間だけ開状態にすることにより、 10^{-7} Pa程度の極高真空チャンバ9内へ導入される導入ガス量を極微量に制限するようになっている。

10

【0013】

次に、上記の構成に基づいて、微量ガス導入機構1の動作を説明する。極高真空チャンバ9内には、図示されない真空ポンプによりガスが排気され、常に、真空状態に保たれる。ガスポンペ2から供給された導入ガスは、一旦減圧弁3により0.2 MPa（約2気圧）程度まで減圧される。圧力調整弁4の下流側に放出されたガスの圧力を圧力センサ5により測定し、その測定圧力から圧力調整弁4をフィードバック制御して、圧力調整弁4の下流側から流量調整弁6及び超高速電磁弁8の上流側の圧力を一定圧力に調整する。次に、ガス系用真空ポンプ7により流量調整弁6の下流側を100 Pa（約0.001気圧）程度に保つ。これにより、流量調整弁6の下流側の圧力が流量調整弁6の上流側の圧力より小さくなるため、流量調整弁6を開けると、ガスポンペ2から放出されるガスは、超高速電磁弁8側へ流れず、圧力の低い流量調整弁6下流側へ導かれる。そのため、超高速電磁弁8の上流側の圧力を大気圧以下（100 Pa程度）まで減圧できる。

20

【0014】

このように、超高速電磁弁8の上流側の圧力を大気圧以下に保つことができるため、超高速電磁弁8を開状態にしたとき、超高速電磁弁上流、下流の差圧を小さくすることができることにより、極高真空チャンバ9内へのガス導入量を極微量に調整できる。そして、超高速電磁弁8の開時間を200 μ sec ~ 800 μ secに制限し、動作インターバルを1 Hz程度に設定すると、極高真空チャンバ9内に導入されるガスの平均の分圧を 10^{-4} ~ 10^{-6} Paの任意の圧力に調整できる。超高速電磁弁8の開時間は、1 msec以下にすることが望ましい。これにより、ガス導入時間を極短時間に制限でき、微量のガスを正確に極高真空チャンバ9内に導入できる。

30

【0015】

尚、極高真空チャンバ9内の微量ガス量は、超高速電磁弁8を介して導入されるガス量と、極高真空チャンバ9から図示しない真空ポンプによって、排気されるガス量とのバランスによって決定される。そのため、極高真空チャンバ9内のガス量は、極高真空チャンバ9に接続された真空ポンプの能力にも依存することになる。しかし、極高真空チャンバ9内の微量ガス量を迅速かつ安定に制御するためには、多量導入多量排出よりも少量導入少量排出の方が優れているため、この真空ポンプの能力をできるだけ小さくし、それに合わせて導入ガス量も少なくすることが好ましい。

40

【0016】

次に、微量ガスとして水蒸気を極高真空チャンバ9内へ導入する場合を説明する。図2に示すように、微量ガス導入機構10が上記の微量ガス導入機構1と異なる点は、加熱手段を構成するヒータ13を設けた点と、減圧弁3を手動弁12に置換した点と、ガスポンペ2をH₂Oタンク（ガス供給源）11に置換した点である。

50

【0017】

このガス導入機構10は、ヒータ13によりH₂Oタンク11の下流側から超高速電磁弁8の上流側までの温度を40度以上に保ち、H₂Oタンク11から放出された水蒸気が再凝縮するのを防止する。次に、導入H₂O量の圧力を圧力センサ5により測定し、その測定圧力から圧力調整弁4をフィードバック制御して、圧力調整弁4の下流側から超高速電磁弁8の上流側までの圧力を一定圧力に調整する。次に、ガス系用真空ポンプ7の上流側から流量調整弁6の下流側は、ガス系用真空ポンプ7により、例えば1000Pa(約0.01気圧)に保つ。これにより、圧力調整弁4の下流側から超高速電磁弁8の上流側までの圧力より流量調整弁6下流側の圧力が小さくなるため、流量調整弁6を開けると、H₂Oタンク11から放出されるH₂Oは、流量調整弁6の下流側へ導かれるため、圧力調整弁4の下流側から超高速電磁弁8の上流側までの圧力を大気圧以下(1000Pa程度)まで減圧できる。このことから、圧力調整弁4の下流側から超高速電磁弁8の上流側までの温度が290K以下となっても、H₂Oが再凝縮しないように飽和蒸気圧以下に保つことができる。このように、圧力調整弁4の下流側から超高速電磁弁8の上流側までのH₂O圧を大気圧以下に保つことができるため、超高速電磁弁8を開状態にしたとき、極高真空チャンバ9内へのH₂O導入量を極微量に調整できる。そして、超高速電磁弁8の開時間を200μsec~800μsecに制限し、動作インターバルを1Hz程度に設定すると、真空度を10⁻⁷Pa以下に調整し、真空チャンバ9内に導入されるH₂Oの分圧を10⁻⁴~10⁻⁶Paに調整できる。

10

【0018】

また、流量調整弁6の開度を絞ると、ガス系用真空ポンプ7により排出されるH₂Oの量を抑えることができる。このことからガス系真空ポンプ7に油回転ポンプを使用しても、H₂Oによる油の劣化を抑えることができ、流量調整弁6をつけない場合よりメンテナンスサイクルの延長を図ることができる。尚、図2の実施形態では、油回転ポンプであるガス系用真空ポンプ7の油に水が混入して能力が低下するのを防止するため、ガスバラスト弁を開いて用いることが好ましい。

20

【0019】

【実施例1】

極高真空チャンバ9には、200mm×300mmのチャンバを使用し、導入ガスは、N₂ガスを使用して、超高速電磁弁8の上流側の圧力を1.3×10³Paに設定する。超高速電磁弁8の動作時間は、開時間を800μsecに設定し、動作インターバルを1Hzとする。ガス導入前の極高真空チャンバ9内の真空度は2×10⁻⁷Pa、ガス導入前のN₂ガス分圧は4×10⁻⁸Paである。このような実験条件下において、微量ガス導入機構1を使用すると、図3に示すように、ガス導入中のN₂ガス分圧が制御され、ガス導入中の真空度を平均6×10⁻⁵Pa、ガス導入中のN₂ガス分圧を平均6×10⁻⁵Paに調整できる。尚、図3に示すN₂分圧の変動幅は、圧力測定のためのサンプリング間隔を示しており、超高速電磁弁8の開閉周期を表すものではない。

30

【0020】

【実施例2】

微量ガス導入機構10を用いて以下の条件で実験を行った。超高速電磁弁8の上流側の圧力を6.5×10²Paに設定する。超高速電磁弁8の動作時間は、開時間を800μsecに設定し、動作インターバルを1Hzとした。H₂O導入前の真空度は6.2×10⁻⁷Pa、H₂O導入前のH₂O分圧は6.2×10⁻⁷Paである。これにより、H₂O導入中の真空度を7.3×10⁻⁶Pa、H₂O導入中のH₂O分圧を7.3×10⁻⁶Paに調整できる。

40

【0021】

尚、本実施形態に係る微量ガス導入機構1、10は、極高真空チャンバ9内に微量のガスを導入するものであるため、宇宙環境の模擬実験装置に限らず、分子線エピタキシャル装置のような半導体製造装置に使用してもよい。また、実施例1では、導入ガスをN₂ガスとし、実施例2では、導入ガスを水蒸気としたが、これに限るものではなく、O₂ガスや、CH₄ガス、COガス、CO₂ガス、アルコール等でもよい。

50

【 0 0 2 2 】

【 発明の効果 】

請求項 1 記載の発明は、ガス供給源から供給された導入ガスを排気手段で排気することにより、排気手段と並列にガス供給源に接続された開閉弁の上流側の圧力を低く保つことができるため、開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくできる。これにより、極高真空チャンバ内への放出流量を極微量に調整できるという効果を奏する。

加えて、排気手段により排気するガスの流量を制限できるため、排気ガスの無駄を減少できるという効果を奏する。

【 0 0 2 3 】

請求項 2 記載の発明は、ガス供給源から供給された導入ガスを排気手段で排気することにより、排気手段と並列にガス供給源に接続された開閉弁の上流側の圧力を低く保つことができるため、開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくできる。これにより、極高真空チャンバ内への放出流量を極微量に調整できるという効果を奏する。

加えて、開閉弁の上流側の圧力を一定に保つことができるため、極高真空チャンバ内への極微量の放出流量をより安定に保つことができるという効果を奏する。

【 0 0 2 4 】

請求項 3 記載の発明は、ガス供給源から供給された導入ガスを排気手段で排気することにより、排気手段と並列にガス供給源に接続された開閉弁の上流側の圧力を低く保つことができるため、開閉弁の上流側と下流側との差圧を小さくできる。これにより、極高真空チャンバ内への放出流量を極微量に調整できるという効果を奏する。

加えて、排気手段により排気するガスの流量を制限できるため、排気ガスの無駄を減少できるという効果を奏する。

加えて、開閉弁の上流側の圧力を一定に保つことができるため、極高真空チャンバ内への極微量の放出流量をより安定に保つことができるという効果を奏する。

【 0 0 2 5 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の発明の効果に加えて、ガス供給源に液体状態で貯溜されていた物質であっても、ガスとしてわずかな分量だけ極高真空チャンバ内に導入できるという効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 極高真空チャンバへの微量ガス導入機構を説明する図である。

【 図 2 】 極高真空チャンバへの微量ガス導入機構を説明する図である。

【 図 3 】 極高真空チャンバ内の導入ガスの分圧と時間の関係を説明するグラフである。

【 符号の説明 】

- 1、 10 微量ガス導入機構
- 2 ガスポンペ
- 3 減圧弁
- 4 圧力調整弁
- 5 圧力センサ
- 6 流量調整弁
- 7 ガス系用真空ポンプ
- 8 超高速電磁弁
- 9 真空チャンバ
- 11 H₂O タンク
- 12 手動弁
- 13 ヒータ

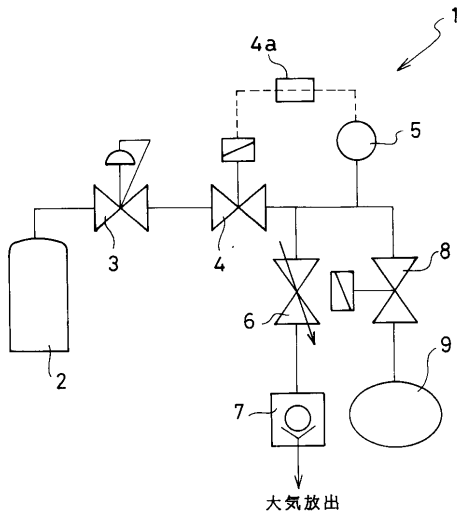
10

20

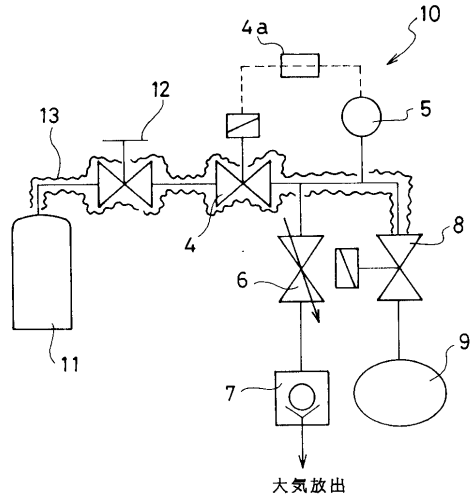
30

40

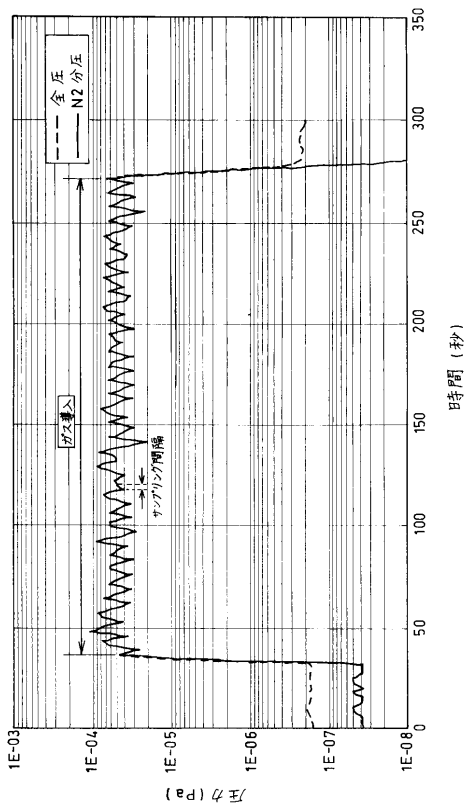
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F17D 1/02

F17C 6/00