

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5773360号
(P5773360)

(45) 発行日 平成27年9月2日 (2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日 (2015.7.10)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 1 F 1/36 (2006.01)

G O 1 F 1/36

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/455

H O 1 L 21/205 (2006.01)

H O 1 L 21/205

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2011-218343 (P2011-218343)
 (22) 出願日 平成23年9月30日 (2011.9.30)
 (65) 公開番号 特開2013-76685 (P2013-76685A)
 (43) 公開日 平成25年4月25日 (2013.4.25)
 審査請求日 平成26年6月13日 (2014.6.13)

(73) 特許権者 000231464
 株式会社アルバック
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
 (74) 代理人 110000305
 特許業務法人青莪
 (72) 発明者 柴 智志
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
 アルバック内
 (72) 発明者 中尾 裕利
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
 アルバック内
 (72) 発明者 吾郷 健二
 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 株式会社
 アルバック内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流量測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象物を所定形状の部材に穿設した細孔とし、この細孔内を流れるガスの流量を測定する流量測定装置であって、

大気圧より低い所定圧力で吸引する吸引手段と、この吸引手段に夫々接続される主吸気通路及び比較吸気通路とを備え、

主吸気通路が細孔の一側に着脱自在に接続され、比較吸気通路が細孔に対応する第1の測定基準孔に連通し、この比較吸気通路に細孔に対応する第2の測定基準孔が介設されると共に主吸気通路に細孔に対応する第3の測定基準孔が介設され、

吸引手段を稼働して細孔及び第1の測定基準孔を通してガスを夫々吸引し、細孔及び第3の測定基準孔の間、及び、第1及び第2の両測定基準孔の間における主吸気通路と比較吸気通路との圧力差を測定する第1の測定手段を設け、

前記吸引手段の吸引口と大気圧との圧力差を測定する第2の測定手段を設け、この第2の測定手段で測定した圧力差に応じて吸引手段の吸引速度を制御するように構成し、前記主吸気通路の少なくとも先端部分が可撓性部材で構成され、可撓性部材の一端に吸着パッドを備えてなり、前記部材に同一形態の細孔が複数形成され、前記細孔の複数を集合細孔とし、前記吸着パッドは、集合細孔の周囲を囲って各細孔を通してガスを同時に吸引するように構成されることを特徴とする流量測定装置。

10

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、細孔内を流れるガスの流量を測定する流量測定装置に関し、より詳しくは、CVD装置にて、減圧下の反応室内に原料ガスを導入するシャワープレートのガス噴射口たる細孔を流れるガスの流量測定に用いられるものに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの製造工程には例えば成膜工程があり、この成膜工程に利用される成膜方法の一つとしてCVD法がある。CVD法を実施するCVD装置は、反応室を画成する真空チャンバを備え、この真空チャンバには、真空ポンプに通じる、圧力制御弁等が介設された排気管が接続されている。また、真空チャンバの天板内側には原料ガスのガス導入部が設けられ、このガス導入部に対向させて真空チャンバの底部には、処理すべき基板を位置決め保持するステージが設けられている（例えば特許文献1参照）。

10

【0003】

ガス導入部は、例えば、真空チャンバの天板内側に真空チャンバ内方に向けて立設した環状壁と、環状壁の下面に装着される、板状の部材に所定のパターンで同一形態（同一径及び同一長さ）の細孔が複数穿設されたシャワープレートとを有し、環状壁とシャワープレートとで区画される空間には、予め混合された、または、混合することなく少なくとも二種の原料ガスを一定の流量で導入するガス導入管が接続されている。そして、上記空間に導入された原料ガスが当該空間で一旦拡散され、シャワープレートの各細孔を通して処理室内の基板表面へと供給される。

20

【0004】

ここで、CVD法にて成膜する際に基板面内における膜厚の均一性を高める方法の一つとして、シャワープレートの各細孔を介して基板に夫々供給される原料ガスのガス流量を均一にすることが考えられ、これには、シャワープレートの各細孔の加工精度にばらつきがないこと、言い換えると、各細孔のコンダクタンスが互いに一致していることが必要となる。従来、このようにシャワープレートに穿設された細孔の加工精度のばらつきは、例えばピンゲージを各細孔に挿通することで管理されていた。

【0005】

然しながら、近年では、膜厚分布の更なる均一性向上等のため、板状の部材に形成する各細孔として、例えば、径1mmで孔長が20mm以上の高アスペクト比のものが利用される場合もある。このような場合、シャワープレートの母材の材質等によっては、細孔の全てを母材に精度よく機械加工することが困難な場合がある。このため、ピンゲージを用いた従来法の管理方法では、作業性が悪いだけでなく、各細孔のコンダクタンスが互いに一致しているかの判断が実質上できず、高アスペクト比の細孔に対しても効率よくかつ精度よくそのコンダクタンスを測定する、即ち、細孔内を流れるガス流量を測定する装置の開発が望まれている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

40

【特許文献1】特開2005-158919号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記点に鑑み、高アスペクト比の細孔に対しても効率よくかつ精度よく当該細孔内を流れるガスの流量を測定することができる作業性のよい流量測定装置を提供することをその課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、測定対象物を所定形状の部材に穿設した細孔と

50

し、この細孔内を流れるガスの流量を測定する流量測定装置であって、大気圧より低い所定圧力で吸引する吸引手段と、この吸引手段に夫々接続される主吸気通路及び比較吸気通路とを備え、主吸気通路が細孔の一側に着脱自在に接続され、比較吸気通路が細孔に対応する第１の測定基準孔に連通し、この比較吸気通路に細孔に対応する第２の測定基準孔が介設されると共に主吸気通路に細孔に対応する第３の測定基準孔が介設され、吸引手段を稼働して細孔及び第１の測定基準孔を通してガスを夫々吸引し、細孔及び第３の測定基準孔備の間、及び、第１及び第２の両測定基準孔の間における主吸気通路と比較吸気通路との圧力差を測定する第１の測定手段を設けたことを特徴とする。

【０００９】

本発明によれば、主吸気通路の一端を細孔の一側に接続した後、吸引手段を稼働し、吸引手段により大気圧より低い所定圧力で主吸気通路と比較吸気通路とが夫々吸引されると、細孔の他側から当該細孔を通して主吸気通路に（例えば、大気中の）ガスが吸引されると共に第１の測定基準孔を通して比較吸気通路に（例えば、大気中の）ガスが吸引される。そして、主吸気通路及び比較吸気通路との所定位置（例えば中間位置）での圧力差を測定することで、第１～第３の各測定基準孔を、測定しようとする細孔に対応させて（つまり、測定しようする細孔の形態に一致させて）精密に機械加工しておけば、主吸気通路及び比較吸気通路の圧力差の絶対値を小さくすることができ、測定環境の影響を受けることなく、上記圧力差から細孔のコンダクタンス、ひいては、細孔を流れるガス流量を精密に相対測定することができる。

【００１０】

本発明においては、前記吸引手段の吸引口と大気圧との圧力差を測定する第２の測定手段を設け、この第２の測定手段で測定した圧力差に応じて吸引手段の吸引速度を制御するように構成することが好ましい。これによれば、大気圧、主吸気通路及び比較吸気通路並びに吸引手段相互の圧力差を一定に保持して測定することで、大気圧の変動の影響を受けずにより一層精度よくガス流量を測定することができる。

【００１１】

また、本発明においては、前記主吸気通路の少なくとも先端部分が可撓性部材で構成され、可撓性部材の一端に吸着パッドを備えてなることが好ましい。これによれば、測定対象物をＣＶＤ装置に利用されるシャワープレートの各細孔とし、これらの細孔を流れるガスの流量を測定するような場合に、吸着パッドを任意の位置に移動させ、吸着パッドを細孔の一側周縁部の周囲を囲って密着するように押圧して吸着させるだけで、主吸気通路と細孔とを連通させて流量測定のための準備ができ、その結果、作業を向上することができ、有利である。

【００１２】

ところで、シャワープレートを備えたＣＶＤ装置にて所定面積の基板に対して所定の薄膜を成膜する場合、シャワープレートの各細孔からの噴射されるガス流量にばらつきがあると、基板面内のうち一定の範囲で膜厚のむらが生じる場合が多い。このような場合には、膜厚のむらが生じる部分に対応する位置に存する複数の細孔から噴射されるガスの総流量を管理した方が、膜厚分布の更なる均一性向上を図ることができる。そこで、本発明においては、前記部材に同一形態の細孔が複数形成されているものの場合、前記細孔の複数を集合細孔とし、前記吸着パッドは、集合細孔の周囲を囲って各細孔を通してガスを同時に吸引するように構成することができる。これによれば、流量測定装置の構成を変更することなく、複数の細孔から噴射されるガスの総流量を管理することもでき、有利である。なお、吸着パッドを主吸気通路に着脱自在に設けておき、膜厚分布のむらが生じている範囲に応じて交換できるようにしておけば、使い勝手が向上する。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明の実施形態の流量測定装置の構成を模式的に示す図。

【図２】図１に示す流量測定装置でのガス流量の測定を説明する図。

【図３】吸着パッドの変形例を説明する拡大断面図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して、CVD装置のガス導入部を構成する板状の部材に複数の細孔（ガス噴射口）Hを所定パターンで穿設したシャワープレートSPを用い、測定対象物をシャワープレートSPの各細孔（径0.7mm、長さが20mm）とし、この細孔Hを通して流れるガスの流量を測定する場合を例に本発明の実施形態の流量測定装置を説明する。

【0015】

図1を参照して、Mは、本実施形態の流量測定装置である。流量測定装置Mは、大気圧より低い所定圧力で吸引する吸引手段1を備える。吸引手段1はハウジング11を備え、ハウジング内にはシロッコファン12が内蔵されている。シロッコファン12は、ハウジ
10
ング11に付設したサーボモータ13の出力軸13aに接続され、一定の回転速度で回転駆動されるようになっている。ハウジング11に形成した吸引口14にはT型継手14aが設けられ、主排気通路を構成する第1配管2と、比較排気通路を構成する第2配管3とが夫々接続されている。また、吸引口14には、当該吸引口14と大気圧との間の圧力差を測定する公知の構造の差圧計（第2の測定手段）15が設けられている。

【0016】

第1配管2及び第2配管3には、筒状部材4₁、4₂が、T型継手14aから等距離の位置に夫々介設されている。筒状部材4₁、4₂には、測定しようとする細孔Hの形態に対応させて、即ち、測定しようとする細孔Hの内径d及び長さlを一致させて精密に機械加工した細孔が穿設され、第2配管3に設けた筒状部材4₂の細孔が第2の測定基準孔RH
20
2を構成し、第1配管2に設けた筒状部材4₁の孔が第3の測定基準孔RH3を構成する。更に、第1配管2と第2配管3とには、T型継手14aから等距離の位置（好ましくは、主吸気通路及び比較吸気通路の全長の間位置）で夫々分岐され、この分岐した分岐配管5₁、5₂が公知の構造の差圧計（第1の測定手段）6に夫々接続されている。そして、上記各部品が、持ち運び可能な筐体F（図1中、一点鎖線で示す）に収納されている。

【0017】

第1配管2及び第2配管3の端部には夫々継手（所謂ワンタッチ継手）7₁、7₂が設けられている。そして、一方の継手7₁には、筐体Fを貫通して外方にのびる、主排気通路を構成する第3配管2aが接続され、第3配管2aの端部に吸着パッド8が着脱自在に取り付けられている。吸着パッド8としては、樹脂製等の公知のものが利用でき、その基
30
端が第3配管2aに外嵌され、基端からスカート状に下方にのびる吸着部を、細孔Hの一側周縁部の周囲を囲うようにシャワープレートの平坦面（図1中、上面）に押圧して吸着させることができるようになっている。これにより、第3配管2aと細孔Hとが互いに連通される。なお、第3配管2aへの吸着パッド8の取付方法は、気密保持されるように取付できるものであれば、上記限定されるものではない。また、他方の継手7₂には、筐体Fを貫通して外方にのびる、比較排気通路を構成する第4配管3aが接続されている。第3配管2a及び第4配管3aとしては、同一径かつ同一の長さの合成樹脂製のエアチューブを用いられる。そして、第4配管3aの端部が、筐体Fに取り付けられた筒状部材4
40
3に接続されている。この場合、筒状部材4₃には、上記同様、測定しようとする細孔Hの形態に一致させて精密に機械加工した孔が穿設され、第4配管3aに設けた筒状部材4₃の孔が第1の測定基準孔RH1を構成する。

【0018】

また、筐体Fにはコンピュータ、メモリやシーケンサ等を備えた制御ユニットCが内蔵され、吸引手段1の稼働や差圧計6の測定値から細孔Hを通して流れるガス流量等を算出すること等を統括して制御するようになっている。なお、サーボモータ13の回転速度は、差圧計15の測定値に基づき、吸気口14での吸気速度が大気圧より低い所定圧力（例えば、大気圧-200Pa）に維持されるようにフィードバック制御される。以下に、本実施形態の流量測定装置を用いた細孔Hを通して流れるガスの流量測定について説明する。

【0019】

10

20

30

40

50

まず、第3配管2aの吸着パッド8をシャワープレートSPに押圧し、細孔Hの一侧周縁部の周囲を囲って密着するように吸着させた後(図1参照)、吸引手段1を稼働する。そして、吸引手段1により大気圧より低い所定圧力で主吸気通路2、2aと比較吸気通路3、3aが夫々吸引されると、細孔Hの他側から当該細孔Hを通して主吸気通路2、2aに(大気中の)ガスが吸引されると共に第1の測定基準孔RH1を通して比較吸気通路3、3aに(大気中の)ガスが吸引される。

【0020】

ここで、図2を参照して、細孔Hを通して主吸気通路2、2aを流れるガス流量を Q_1 、第1の測定基準孔RH1を通して比較吸気通路3、3aを流れるガス流量を Q_2 とし、また、第1の測定基準孔RH1のコンダクタンスを C_1 、第2の測定基準孔RH2のコンダクタンスを C_2 、第3の測定基準孔RH3のコンダクタンスを C_3 及び細孔Hのコンダクタンスを C_4 とし、更に、細孔H及び第3の測定基準孔RH3の間における主吸気通路2、2aの圧力を P_1 、第1及び第2の両測定基準孔RH1、RH2の間における比較吸気通路3、3a内の圧力を P_2 (つまり、差圧計15の圧力差)とすると共に、吸引手段1のうち主吸気通路2、2a及び比較吸気通路3、3aに通じる吸引口14の圧力を P_3 、大気圧を P_0 とした場合、次の関係が成立する。即ち、

$$Q_2 = C_1 (P_0 - P_2) = C_2 (P_2 - P_3) \cdots \text{(式1)}$$

$$Q_1 = C_3 (P_1 - P_3) = C_4 (P_0 - P_1) \cdots \text{(式2)}$$

上記式1及び式2から、

$$C_4 / C_3 = (P_1 - P_2 + (P_0 - P_2) \times C_1 / C_2) / (P_0 - P_1) \cdots \text{(式3)}$$

【0021】

以上より、第1～第3の各測定基準孔RH1、RH2、RH3を、測定しようとする細孔Hに対応させて(つまり、測定しようとする細孔の径 d 及び長さ l を一致させて)精密に機械加工しておけば、上記圧力差、即ち、差圧計15の測定値から細孔Hのコンダクタンス、ひいては、細孔Hを流れるガスの流量を精密に相対測定することができる。この場合、制御ユニットCに差圧計15で測定した圧力差が入力され、これを基にガス流量が指示されるようになっている。

【0022】

以上説明したように、本実施形態によれば、主吸気通路2、2a及び比較吸気通路3、3aとの所定位置(例えば中間位置)での圧力差を測定することで、第1～第3の各測定基準孔RH1～RH3を、測定しようとする細孔Hに対応させて精密に機械加工しておけば、主吸気通路2、2a及び比較吸気通路3、3aの圧力差の絶対値を小さくすることができ、測定環境の影響を受けることなく、上記圧力差($P_1 - P_2$)から細孔Hのコンダクタンス C_4 、ひいては、細孔Hを流れるガス流量を精密に相対測定することができる。また、第2の測定手段15の測定値に応じてサーボモータ13の速度(即ち、吸引速度)を制御するため、大気圧、主吸気通路2、2a及び比較吸気通路3、3a並びに吸引手段1相互の圧力差の一定に保持して測定することで、大気圧の変動の影響を受けずにより精度よくガス流量を測定することができる。更に、第3配管2aを可撓性のエアーチューブで構成したため、吸着パッド8を任意の位置に移動させ、細孔Hの一侧周縁部の周囲を囲って密着するように吸着パッド8を吸着させるだけで流量測定のための準備ができ、その結果、作業を向上することができ、有利である。

【0023】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記に限定されるものではない。上記実施形態では、サーボモータ13とシロッコファン12とを備えたものを例に吸引手段1を説明したが、脈動等することなく、一定の吸引速度で安定して吸引できるものであれば、特に制限はなく、例えば駆動源としてDCモータ等を利用することもできる。また、第1～第4の各配管として、エアーチューブを用いた場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、金属製のものを用いてもよい。この場合、少なくとも第3配管2aのみが可撓性を有していればよい。更に、上記実施形態では、シャワープレートSP

の線状の細孔Hを測定対象物としたが、これに限定されるものではなく、湾曲させて形成したようなものであっても本発明の流量測定装置を用いてガス流量を測定することができる。

【0024】

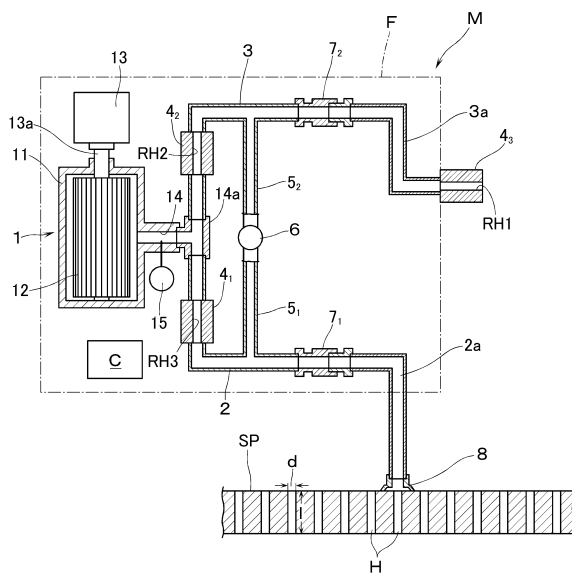
また、上記実施形態では、吸着パッド8を1本の細孔Hの一侧周縁部の周囲を囲って密着するように吸着させたものを例に説明したが、これに限定されるものではない。ここで、上記シャワープレートSPを備えたCVD装置にて基板に対して所定の薄膜を成膜する場合、シャワープレートの各細孔Hからの噴射されるガス流量にばらつきがあると、基板面内のうち一定の範囲で膜厚のむらが生じる場合が多く、膜厚のむらが生じる部分に対応する位置に存する複数の細孔Hから噴射されるガスの総流量を管理した方が、膜厚分布の更なる均一性向上を図ることができる。このため、図3に示すように、シャワープレートSPに穿設された細孔Hのうち一定の範囲（つまり、膜厚のむらが生じる部分に対応する範囲）内に存する各細孔Hを集合細孔Hsとし、吸着パッド80は、集合細孔Hsの周囲を囲って各細孔Hを通してガスを同時に吸引するように構成することができる。これによれば、流量測定装置の構成を変更することなく、複数の細孔から噴射されるガスの総流量を管理することもでき、有利である。

【符号の説明】

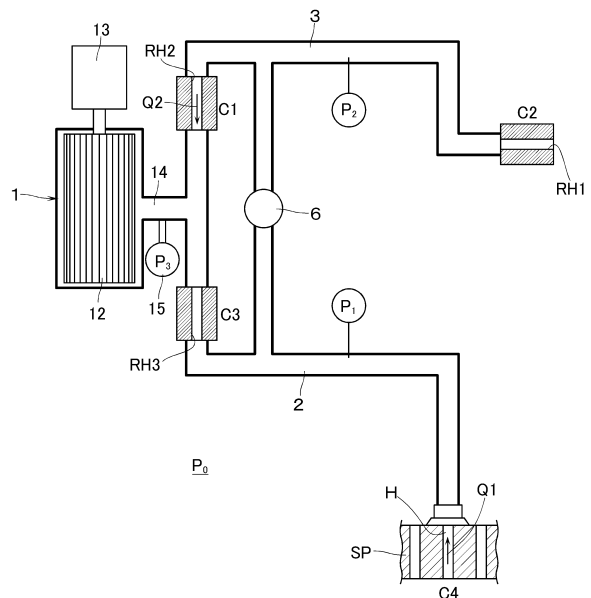
【0025】

SP...シャワープレート、H...細孔（測定対象物）、1...吸引手段、14...吸気口、2...第1配管（主吸引通路）、2a...第3配管、3...第2配管（比較吸引通路）、3a...第4配管（比較吸引通路）、RH1～RH4...第1～第3の各測定基準孔、6、15...差圧計、8...吸着パッド。

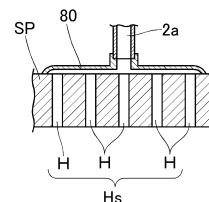
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

審査官 三笠 雄司

- (56)参考文献 特開平 6 - 1 2 9 8 8 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 2 5 7 5 6 (J P , A)
特開平 2 - 2 0 4 2 4 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 9 7 6 7 2 (J P , A)
特開平 8 - 2 4 7 8 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 1 2 4 4 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| G 0 1 F | 1 / 3 6 , |
| G 0 1 B | 1 3 / 0 0 , |
| G 0 1 N | 1 5 / 0 8 , |
| H 0 1 L | 2 1 / 2 0 5 |