

明 細 書

発明の名称：

バルブ装置および流体制御装置、流体制御方法、半導体製造装置及び半導体製造方法

技術分野

[0001] この発明は、バルブ装置および流体制御装置、流体制御方法、半導体製造装置及び半導体製造方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、半導体製造工程においては、半導体製造装置のチャンバに対して、各種のプロセスガスの供給を制御するバルブ装置が用いられている。特許文献１に記載の発明は、主として半導体製造設備のガス供給系等に於いて使用されるダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁に関するものであり、図９に示すように、メタルダイヤフラム弁１００のバルブボディ１０１には、流体入口１１０、流体出口１１１、弁座１１３、メタルダイヤフラム１０２を有している。弁座１１３はバルブボディ１０１に形成された円環溝に配設されている。流体は、流体入口１１０から入りメタルダイヤフラム１０２の下面側から弁室１１２を通過して流体出口１１１から出ていく。

[0003] 特許文献２に記載の発明は、特許文献１と同じく、主として半導体製造設備のガス供給系等に於いて使用されるダイヤフラム弁に関するものであり、図１０に示すように、バルブ装置２００のバルブボディ２０２は、第１の流路２２１、第２流路２２２、弁室２２３を備えている。弁室２２３には、インナーディスク２０３が配設されており、インナーディスク２０３は、内側環状部２３２と外側環状部２３１を備え、内側環状部２３２の上端部にはダイヤフラム２４１と接触・離間するバルブシート２４８が配設され、内側環状部２３２の下端部には弁室２２３の底面と密着するディスクシール２４９が配設されている。

[0004] 特許文献２に記載のバルブ装置２００は、特許文献１に記載のメタルダイ

ダイヤフラム弁１００にはない取り換え交換可能なインナーディスク２０３を備えているので、特許文献１に記載のメタルダイヤフラム弁１００のように、弁座１１３を配置する溝をバルブボディ２０２に形成しなくてもよいので加工が容易という利点がある。また、特許文献１に記載のメタルダイヤフラム弁１００では、弁座１１３等が消耗した場合、その取り換え等にバルブボディ１０１の追加工等を行わなければならないのに比べ、特許文献２に記載のバルブ装置２００では、インナーディスク２０３を取り出して、修理交換ができるのでメンテナンスが容易という利点を有している。

[0005] さらに、特許文献２に記載のバルブ装置２００の弁室２２３は、特許文献１に記載のメタルダイヤフラム弁１００の弁室１１２と比べて上下方向に深く形成されている。この違いによって、特許文献２に記載のバルブ装置２００では大容量の流体を処理できることとなった。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０１２－２６５７７号公報

特許文献２：国際公開WO２０１９／１９３９７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 図１０の特許文献２のバルブ装置２００において、ボンネット２０５をねじ穴２２５にねじ込んで、押さえアダプタ２４３を上から押圧し、押さえアダプタ２４３がダイヤフラム２４１の周縁を上から押圧し、ダイヤフラム２４１の周縁が外側環状部２３１を上から押圧し、その力は内側環状部２３２に伝わり、ディスクシール２４９が上から弁室２２３の底面に押しつぶされてインナーディスク２０３は所定の位置に配置される構造となっている。

[0008] しかし、特許文献２のバルブ装置２００におけるディスクシール２４９の底面と、弁室２２３の底面との密着は平面同士の密着であるため、ボンネット２０５を締めこんでもディスクシール２４９がつぶれ切らずインナーディ

スク２０３が設計位置まで下がりきらないという問題があった。インナーディスク２０３が設計位置まで下がりきらないと、バルブシート２４８とダイヤフラム２４１との隙間が小さくなり、 C_v 値が小さくなるという問題が生じてしまう。ここで C_v 値とは、開閉弁におけるガス等の流体の流れやすさを示す指標である。

[0009] また、内側環状部２３２にはディスクシール２４９からの反発力が上方に向けてかかり、外側環状部２３１にはボンネット２０５からの上から下方に向けての力がかかるため内側環状部２３２と外側環状部２３１とをつなぐ部分に過大な力がかかり破損するおそれもある。破損しないようにするために、このつなぐ部分に開口する穴の径を小さくすると C_v 値が小さくなってしまうという問題が新たな問題が惹起されてしまう。

[0010] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、インナーディスクを所定の位置に組み立てやすくすることによって、 C_v 値を確保し、破損するおそれの少ないインナーディスクを備えるバルブ装置等を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明（１）は、流体通路である第１流路及び第２流路並びに当該第１流路及び第２流路と連通する弁室を形成するバルブボディと、前記第１流路の縁端の前記弁室に開口する第１開口の周囲に配置される内側環状部、前記内側環状部の外周側に配置される外側環状部、及び前記第２流路と連通する複数の第２開口を有し、前記内側環状部と前記外側環状部とを接続する接続部とを有するインナーディスクと、前記内側環状部の上端部に配設される環状の上側シートと接触・離間することにより前記第１流路と前記第２流路との遮断・連通を行い、下面周縁部が前記外側環状部の上面と接触し、上面周縁部を上方から下方へ押圧する押さえアダプタにより押圧配置させられるダイヤフラムと、前記内側環状部の下端部に配設され、前記弁室の底面である弁室底面と密着する環状の下側シートとを備え、前記弁室底面の前記第１開口側の周縁部が上方に突出する環状の弁室底面突出部が、前記下側シートの下

端面である下側シート下端面の一部と密着するバルブ装置である。

- [0012] 本発明（１）では、弁室底面の第１開口の周縁部が上方に突出する環状の弁室底面突出部を有し、この弁室底面突出部が下側シートの下端面である下側シート下端面の一部と密着するので、上からの押圧力を受ける下側シート下端面の面積が小さくなって塑性変形をして潰れやすくなり、インナーディスクを所定の位置に組み立てやすくなる。その結果、バルブシートとダイヤフラムとの隙間を設定通りにすることが出来てＣｖ値を確保し、かつ、破損するおそれの少ないインナーディスクを備えるバルブ装置とすることが出来る。
- [0013] 本発明（２）は、前記下側シートが、前記内側環状部の前記バルブボディ側の端面に形成された下側シート用溝に保持される、本発明（１）のバルブ装置である。
- [0014] 本発明（２）によると、下側シートが、内側環状部のバルブボディ側の端面に形成された下側シート用溝に保持されるので、容易に下側シートを内側環状部に保持させることができる。
- [0015] 本発明（３）は、前記弁室底面突出部の上面と、前記内側環状部の下端面との間には、前記押さえアダプタにより前記ダイヤフラムが押圧配置させられた際に発生する前記下側シートの膨出部を収容する隙間がある本発明（１）または本発明（２）のバルブ装置である。
- [0016] 本発明（３）によると、弁室底面突出部の上面と、内側環状部の下端面との間には、押さえアダプタによりダイヤフラムが押圧配置させられた際に発生する下側シートの膨出部を収容する隙間があるので、下側シートがより潰れやすくなるため、よりインナーディスクを所定の位置に組み立てやすくなり、よりＣｖ値を確保し、より破損するおそれの少ないインナーディスクを備えるバルブ装置とすることが出来る。
- [0017] 本発明（４）は、上流側から下流側に向かって複数の流体機器が配列された流体制御装置であって、前記複数の流体機器は、本発明（１）～本発明（３）のいずれかのバルブ装置を含むことを特徴とする流体制御装置である。

[0018] 本発明（５）は、本発明（１）～本発明（３）のいずれかのバルブ装置を用いて、流体の流量を調整する流量制御方法である。

[0019] 本発明（６）は、密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの制御に本発明（１）～本発明（３）のいずれかのバルブ装置を用いる半導体製造装置である。

[0020] 本発明（７）は、密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの流量制御に本発明（１）～本発明（３）のいずれかのバルブ装置を用いる半導体製造方法である。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、インナーディスクを所定の位置に組み立てやすくすることによって、C_v値を確保し、破損するおそれの少ないインナーディスクを備えるバルブ装置等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の形態に係るバルブ装置の部分断面図である。

[図2]特許文献１（Ａ）、特許文献２（Ｂ）及び本願発明（Ｃ）のバルブボディの相違を模式的に示す図である。

[図3]インナーディスクの斜視図である。

[図4]内側環状部の下端部の部分断面図である。

[図5]インナーディスクが所定の位置に配置されたときの、下側シートがとりつけられた内側環状部の下端部の部分断面図である。

[図6]インナーディスクが所定の位置に配置されたときの、下側シートがとりつけられた内側環状部の下端部の断面写真である。

[図7]本発明の一実施形態に係るバルブ装置の半導体製造プロセスへの適用例を示す概略図である。

[図8]本実施形態のバルブ装置を用いる流体制御装置の一例を示す斜視図である。

[図9]特許文献1のメタルダイヤフラムの部分断面図である。

[図10]特許文献2のバルブ装置の部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

[0024] 図1は、本発明の実施の形態に係るバルブ装置の部分断面図であるが、このバルブ装置の説明の前に図2及び図3の説明をする。図2は、特許文献1(A)、特許文献2(B)及び本願発明(C)のバルブボディの相違を模式的に示すもので、バルブボディの違いを説明する。

[0025] 図2(A)は、特許文献1のメタルダイヤフラム100のバルブボディ101を示す。流体入口110と流体出口111は弁室112で連通している。図2(B)は、特許文献2のバルブ装置200のバルブボディ202を示す。第1の流路221と第2の流路222は弁室223で連通している。図2(B)の弁室223は、図2(A)の弁室112と比べて上下方向に拡大しており、図2(A)の場合は流体出口111の通路は下から上に向かって弁室112と連通しているのに対して、図2(B)の場合は第2の通路222は横方向から直接弁室223と連通している。この構造の違いによって、バルブ装置200は、メタルダイヤフラム100と比べてより多くの流体を流すことが出来て、Cv値もより大きくすることができる。

[0026] 図2(C)のバルブ装置1は、本願発明の一実施形態のバルブボディ10を示すものである。内部に第1流路11、第2流路12及び弁室13が形成されている。図2(C)と図2(B)との違いは、図2(B)では弁室223の底面がフラットであるのに対して、図2(C)は、弁室12の底面において、第1流路11の開口の周囲が突出している点である。これが、本願発明の特徴部分の1つである。

[0027] 図3は、インナーディスク20の斜視図で、このインナーディスク20は、弁室13に配設される。インナーディスク20は、外側環状部21と、内

側環状部 2 2 と、外側環状部 2 1 と内側環状部 2 2 とを接続する接続部 2 3 を備えている。内側環状部 2 2 の上端部には、上側シート 2 6 (図 1 参照) が納まる上側シート用溝 2 2 a が形成されている。外側環状部 2 3 には、第 2 開口 2 4 が 4 つあけられている。この第 2 開口 2 4 を通過して流体は第 2 流路 2 4 (図 1 参照) に流れ出る。

[0028] 次に図 1 のバルブ装置 1 の全体について説明する。バルブボディ 1 0 には第 1 流路 1 1、第 2 流路 1 2 及び弁室 1 3 が形成され、上部にはボンネット部 1 6 が内部に凹所を備えて形成されている。弁室 1 3 には、上記図 3 で説明したインナーディスク 2 0 が配置させられている。内側環状部 2 2 の上部には上側シート 2 6、下部には下側シート 2 5 が配設され、下側シート 2 5 が弁室底面 1 4 と密着している。弁室底面 1 4 には、第 1 開口 1 5 があいており、弁室 1 3 と連通される。インナーディスク 2 0 配置後は、流体は第 1 開口 1 5 を通過し、内側環状部 2 2 の内部に入る。接続部 2 3 には第 2 開口 2 4 があけられている。上側シート 2 6 の上には押さえアダプタ 3 0 で押圧されるダイヤフラム 3 3 が配設されている。

[0029] ボンネット 1 6 の上方には、下側ケーシング 5 0 と上側ケーシング 6 0 を筐体とするアクチュエータが配置されている。アクチュエータは、スプリングコイル 6 1、第 1 ピストン 6 5、バルクヘッド 7 2、第 2 ピストン 6 9、ステム 3 8 から構成され、操作ガス供給口 6 2 から導入された操作ガスが操作ガス通路 6 4 を通ってステム 3 8 を上下動させる。上側ケーシング 6 0 と下側ケーシング 5 0 とは、上側ケーシング下部雌ねじ 7 1 と下側ケーシング雄ねじ 5 1 との螺合で接続している。気密性を保つために多くの O リング 6 3、6 6、6 7、6 8、7 0、5 2 が配設させられている。

[0030] 下側ケーシング 5 0 の下部凹所には、蓋 4 0、テーパリング 3 9、ボール 3 7 で構成されるストローク増大機構が備えられている。バルブボディ 1 0 とアクチュエータとはナット 3 4 によってつながれている。ナット下部雌ねじ 3 5 とボンネット部上部雄ねじ 1 7 が螺合している。ボンネット上部雄ねじ 4 3 と下部ケーシング雌ねじ 5 3 とは螺合しており、ナット 3 4 を捻じ込

むことで押えアダプタ 30 がダイヤフラム 33 周縁を押圧し、外側環状部 21 との間でダイヤフラム 33 を固定している。蓋雄ねじ 41 とナット上部雌ねじ 42 とは螺合している。

[0031] ステム 38 の先端テーパ部がディスク 36 を下方に押圧し、ディスク 36 がダイヤフラム押さえ 32 を下方に押圧し、ダイヤフラム 33 を押圧して変形させて上側シート 26 に接触させて流体の流れを遮断する。ステム 38 が上方に移動すると開となり流体が流れる。

[0032] 図 4 は、内側環状部 22 の下端部の部分断面図を示し、下端面には下側シート 25 を保持する環状の下側シート用溝 22b が形成されている。下側シート用溝 22b の外側の下端面である外側下端面 22d の位置は、内側の下端面である内側下端面 22e の位置よりも下に位置している。これは、下側シート 25 を挿入した後に内側環状部 22 の外周側から内方に加締めをして下側シート 25 が抜けないようにするために、内側環状部 22 の外周側下端部を内側に切込み 22c を使って折り曲げるためである。なお、内側環状部 22 の上端部も下端部と略同様の構造で、上側シート 26 を上側シート用溝に加締めにより固定している。

[0033] 図 5 は、インナーディスク 20 が所定の位置に配置されたときの、下側シート 25 がとりつけられた内側環状部 22 の下端部の部分断面図を示し、内側環状部 22 の外周側下端部を内側に、切込み 22c を使って加締められている。押さえアダプタ 30（図 1 参照）からの上からの押圧力で下側シート 25 は、バルブボディ 10 に形成された弁室 13 の弁室底面 14 に開口する第 1 開口 15 側の弁室底面突出部 14a の上面である弁室底面突出部上面 14b と当接する。そのため、下側シート下端面 25a は図に示すように、元々フラットであったものが段差を生じて、押しつぶされた状態になり、インナーディスク 20 は所定の位置に容易に配置されることになる。インナーディスク 20 が容易に所定の位置に配置されることによって、Cv 値を確保し、破損するおそれの少ないインナーディスクを備えるバルブ装置となる。

[0034] 内側下端面 22e と弁室底面突出部上面 14b との間には隙間 22f があ

り、この隙間22fに、塑性変形し膨出した内側膨出部25bが入り込むので、下側シート25がより潰れやすくなるため、よりインナーディスク20を所定の位置に組み立てやすくなり、よりCv値を確保し、より破損するおそれの少ないインナーディスク20を備えるバルブ装置1とすることが出来る。

[0035] 図6は、インナーディスク20が所定の位置に配置されたときの、下側シート25がとりつけられた内側環状部22の下端部の実際の切断写真である。下側シート下端面25aは、押圧された部分と押圧されない部分との境界に明瞭に段差が生じているのがわかる。また、下側シート25は、第1開口15（図1参照）側が膨出して内側膨出部25bが形成されているのが明瞭にわかる。なお、下側シート25の膨出（肉流れ）は、弁室底面突出部上面14bと下側シート25との当接部が、下側シート25の内側のため、内側に生じるが、弁室底面突出部上面14bを図例より外側に形成するときは当接部が下側シート25の外側となり膨出部も外側に形成される。

[0036] 下側シート25は、合成樹脂、例えばPFA、PA、PI、PCTFE等が用いられるが、樹脂は高負荷をかけ続けると時間とともに変形が進んでいく現象であり、最終的に破損に到る場合がある。図6の点線で囲まれた部分が高負荷領域であり、下側シート25の外側部分には負荷がかかっていない。このため、負荷がかかっていない外側部分はクリープ現象が起こりにくくなっており、クリープ変形は外側部分でクリープの進行が止められ下側シート25が破損することを防ぐことが出来る。弁室底面突出部14aがないと、下側シート下端面25a全面が平面となり、下側シート25の外側にもクリープ変形が起こり、最終的に破断に到る可能性が高まる。

[0037] 図7は、本発明の一実施形態に係るバルブ装置の半導体製造プロセスへの適用例を示す概略図であり、バルブ装置1の適用例について説明する。図7に示す半導体製造装置300は、ALD法による半導体製造プロセスを実行するための装置であり、301はプロセスガス供給源、302はガスボックス、303はタンク、304は制御部、305は処理チャンバ、306は排

気ポンプを示している。A L D法による半導体製造プロセスでは、処理ガスの流量を精密に調整する必要があるとともに、基板の大口径化により、処理ガスの流量をある程度確保する必要もある。ガスボックス302は、正確に計量したプロセスガスを処理チャンバ305に供給するために、開閉バルブ、レギュレータ、マスフローコントローラ等の各種の流体制御機器を集積化してボックスに収容した集積化ガスシステム（流体制御装置）である。

[0038] タンク303は、ガスボックス302から供給される処理ガスを一時的に貯留するバッファとして機能する。制御部304は、バルブ装置1への操作ガスの供給制御による流量調整制御を実行する。処理チャンバ305は、A L D法による基板への膜形成のための密閉処理空間を提供する。排気ポンプ306は、処理チャンバ305内を真空引きする。このようなシステム構成によれば、制御部304からバルブ装置1に流量調整のための指令を送れば、処理ガスの初期調整が可能になる。

[0039] 図8は、本実施形態のバルブ装置を用いる流体制御装置の一例を示す斜視図であり、本発明が適用される流体制御装置の一例を説明する。図8に示す流体制御装置には、幅方向W1，W2に沿って配列され長手方向G1，G2に延びる金属製のベースプレートBSが設けられている。なお、W1は正面側、W2は背面側、G1は上流側、G2は下流側の方向を示している。ベースプレートBSには、複数の流路ブロック312を介して各種流体機器311A～311Eが設置され、複数の流路ブロック312によって、上流側G1から下流側G2に向かって流体が流通する図示しない流路がそれぞれ形成されている。

[0040] ここで、「流体機器」とは、流体の流れを制御する流体制御装置に使用される機器であって、流体流路を画定するボディを備え、このボディの表面で開口する少なくとも2つの流路口を有する機器である。具体的には、開閉弁（2方弁）311A、レギュレータ311B、プレッシャーゲージ311C、開閉弁（3方弁）311D、マスフローコントローラ311E等が含まれるが、これらに限定されるわけではない。なお、導入管313は、上記した

図示しない流路の上流側の流路口に接続されている。本発明は、上記の開閉弁 3 1 1 A、3 1 1 D、レギュレータ 3 1 1 B 等の種々のバルブ装置に適用可能である。

産業上の利用可能性

[0041] 以上説明したように、本発明のバルブ装置は、インナーディスクを所定の位置に組み立てやすくすることによって、Cv 値を確保し、破損するおそれの少ないインナーディスクを備えるバルブ装置等を提供することができ、流体制御装置や半導体製造装置にも好適に用いることができる。

符号の説明

- [0042]
- 1 バルブ装置
 - 1 0 バルブボディ
 - 1 1 第 1 流路
 - 1 2 第 2 流路
 - 1 3 弁室
 - 1 4 弁室底面
 - 1 4 a 弁室底面突出部
 - 1 4 b 弁室底面突出部上面
 - 1 5 第 1 開口
 - 1 6 ボンネット部
 - 1 7 ボンネット部上部雄ねじ
 - 2 0 インナーディスク
 - 2 1 外側環状部
 - 2 2 内側環状部
 - 2 2 a 上側シート用溝
 - 2 2 b 下側シート用溝
 - 2 2 c 切込み
 - 2 2 d 外側下端面
 - 2 2 e 内側下端面

- 2 2 f 隙間
- 2 3 接続部
- 2 4 第2開口
- 2 5 下側シート
- 2 5 a 下側シート下端面
- 2 5 b 内側膨出部
- 2 6 上側シート
- 3 0 押さえアダプタ
- 3 2 ダイヤフラム押さえ
- 3 3 ダイヤフラム
- 3 4 ナット
- 3 5 ナット下部雌ねじ
- 3 6 ディスク
- 3 7 ボール
- 3 8 ステム
- 3 9 テーパーリング
- 4 0 蓋
- 4 1 蓋雄ねじ
- 4 2 ナット上部雌ねじ
- 4 3 ナット上部雄ねじ
- 5 0 下側ケーシング
- 5 1 下側ケーシング上部雄ねじ
- 5 2 Oリング
- 5 3 下側ケーシング下部雌ねじ
- 6 0 上側ケーシング
- 6 1 スプリングコイル
- 6 2 操作ガス供給口
- 6 3 Oリング

- 6 4 操作ガス通路
- 6 5 第 1 ピストン
- 6 6、6 7、6 8 オリング
- 6 9 第 2 ピストン
- 7 0 オリング
- 7 1 上側ケーシング下部雌ねじ
- 7 2 バルクヘッド
- 3 0 0 半導体製造装置
- 3 0 1 プロセスガス供給源
- 3 0 2 ガスボックス
- 3 0 3 タンク
- 3 0 4 制御部
- 3 0 5 処理チャンバ
- 3 0 6 排気ポンプ
- 3 1 1 A 開閉弁（2 方弁）
- 3 1 1 B レギュレータ
- 3 1 1 C プレッシャーゲージ
- 3 1 1 D 開閉弁（3 方弁）
- 3 1 1 E マスフローコントローラ
- 3 1 2 流路ブロック
- 3 1 3 導入管

請求の範囲

- [請求項1] 流体通路である第1流路及び第2流路並びに当該第1流路及び第2流路と連通する弁室を形成するバルブボディと、
- 前記第1流路の縁端の前記弁室に開口する第1開口の周囲に配置される内側環状部、前記内側環状部の外周側に配置される外側環状部、及び前記第2流路と連通する複数の第2開口を有し、前記内側環状部と前記外側環状部とを接続する接続部とを有するインナーディスクと、
- 前記内側環状部の上端部に配設される環状の上側シートと接触・離間することにより前記第1流路と前記第2流路との遮断・連通を行い、下面周縁部が前記外側環状部の上面と接触し、上面周縁部を上方から下方へ押圧する押さえアダプタにより押圧配置させられるダイヤフラムと、
- 前記内側環状部の下端部に配設され、前記弁室の底面である弁室底面と密着する環状の下側シートとを備え、
- 前記弁室底面の前記第1開口側の周縁部が上方に突出する環状の弁室底面突出部が、前記下側シートの下端面である下側シート下端面の一部と密着するバルブ装置。
- [請求項2] 前記下側シートは、前記内側環状部の前記バルブボディ側の端面に形成された下側シート用溝に保持される、請求項1に記載のバルブ装置。
- [請求項3] 前記弁室底面突出部の上面と、前記内側環状部の下端面との間には、前記押さえアダプタにより前記ダイヤフラムが押圧配置させられた際に発生する前記下側シートの膨出部を収容する隙間がある請求項1または2に記載のバルブ装置。
- [請求項4] 上流側から下流側に向かって複数の流体機器が配列された流体制御装置であって、
- 前記複数の流体機器は、請求項1～3のいずれか一項に記載のバル

ブ装置を含むことを特徴とする流体制御装置。

[請求項5] 請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のバルブ装置を用いて、流体の流量を調整する流量制御方法。

[請求項6] 密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの制御に請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のバルブ装置を用いる半導体製造装置。

[請求項7] 密閉されたチャンバ内においてプロセスガスによる処理工程を要する半導体装置の製造プロセスにおいて、前記プロセスガスの流量制御に請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のバルブ装置を用いる半導体製造方法。