

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月31日(31.01.2019)



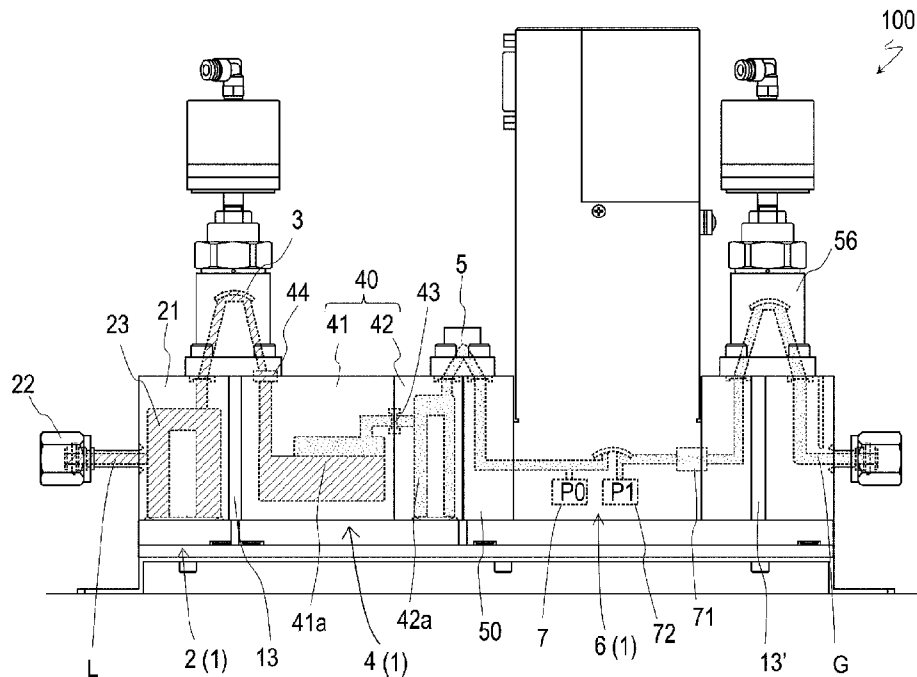
(10) 国際公開番号
WO 2019/021949 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 16/52 (2006.01) H01L 21/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027234
- (22) 国際出願日: 2018年7月20日(20.07.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-144027 2017年7月25日(25.07.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジキン (FUJIKIN INCORPORATED) [JP/JP]; 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 日高敦志(HIDAKA Atsushi); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号

株式会社フジキン内 Osaka (JP), 中谷 貴紀 (NAKATANI Takatoshi); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP), 中辻 景介(NAKATSUJI Keisuke); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP), 平尾 圭志(HIRAO Keiji); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP), 皆見 幸男(Minami Yukio); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP), 池田 信一(IKEDA Nobukazu); 〒5500012 大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内 Osaka (JP).

(54) Title: FLUID CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 流体制御装置



(57) **Abstract:** In order to appropriately control the temperatures of fluid heating units that are maintained at different temperatures, this fluid control device (100) is equipped with a plurality of fluid heating units (1) which are mutually connected and are provided with a flow path or a fluid housing portion in the interior thereof, a heater (10) which is configured so as to heat the plurality of fluid heating units to different temperatures, and heat-insulating members (13, 13') which are disposed between adjacent fluid heating units.

WO 2019/021949 A1

(74) 代理人: 谷田 龍一, 外(TANIDA Ryuichi et al.);
〒5410054 大阪府大阪府中央区南本町4丁目5番7号 東亜ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 異なる温度に保持される流体加熱部の温度制御を適切に行うために、流体制御装置(100)は、内部に流路または流体収容部が設けられ互いに接続された複数の流体加熱部(1)と、複数の流体加熱部を異なる温度に加熱するように構成されたヒータ(10)と、隣接する流体加熱部の間に配置された断熱部材(13、13')とを備える。

明 細 書

発明の名称 : 流体制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置や化学プラントなどで用いられる流体制御装置に関し、特に、異なる温度に維持される複数の流体加熱部を含む流体制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば有機金属気相成長法 (MOCVD) により成膜を行う半導体製造装置において、プロセスチャンバに原料ガスを供給するための原料気化供給装置が用いられている (例えば特許文献1)。

[0003] 原料気化供給装置には、例えば、TEOS (Tetraethyl orthosilicate) 等の有機金属の液体原料を貯液タンクに貯めておき、加圧した不活性ガスを貯液タンクに供給して液体原料を一定圧力で押し出して気化器に供給するものがある。供給された液体原料は、気化室の周囲に配置されたヒータによって気化され、気化したガスは流量制御装置により所定流量に制御して半導体製造装置に供給される。

[0004] 原料として用いられる有機金属材料には沸点が150℃を超えるものもあり、例えば上記のTEOSの沸点は約169℃である。このため、原料気化供給装置は、比較的高温、例えば200℃以上の温度まで液体原料を加熱できるように構成されている。

[0005] また、原料気化供給装置では、気化させた原料の凝縮 (再液化) を防ぐために、高温に加熱された流路を通して、プロセスチャンバまでガスを供給することが求められている。さらに、有機金属材料の気化を効率的に行うために、気化器に供給する前に液体原料を予め加熱しておく場合もある。このため、原料気化供給装置では、流路または流体収容部が設けられた流体加熱部 (気化器等) を高温にまで加熱するためのヒータが、必要な箇所に配置されている。

[0006] 特許文献2には、原料液体を予加熱する予加熱部と、予加熱部で加熱された原料液体を気化させる気化器と、気化させたガスの流量を制御する高温対応型の圧力式流量制御装置とを備えた気化供給装置が開示されている。特許文献2に記載の気化供給装置では、気化器の本体や流路などを加熱するための手段としてジャケットヒータが用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2014-114463号公報

特許文献2：国際公開第2016/174832号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述した原料気化供給装置において、原料を予加熱するために設けられた予加熱部は、例えば原料の沸点以下の温度に維持され、気化部は、例えば原料の沸点以上の温度に維持される。ただし、流体の沸点は流体の圧力によって変動するので、予加熱部が原料の常圧（大気圧）における沸点以上の温度になったとしても、原料の圧力によっては、気化しないで液体の状態が維持されることがある。また、熱分解温度が沸点よりも低い原料を用いるときには、気化部は沸点以下の温度に設定されることもある。なお、気化部の設定温度は、通常は、予加熱部の設定温度よりも高く設定される。さらに、気化した原料の流量を制御を行う圧力式流量制御装置は、原料の沸点以上、典型的には気化部の温度よりも高温に維持される。

[0009] ところが、従来の原料気化供給装置では、各流体加熱部を異なる温度に制御することが容易ではない場合があった。このため、例えば予加熱部が必要以上に高温になることによって、予加熱部の内部で原料が気化等してしまうおそれがあり、気化部への高温液体の供給が適切に行えないことがあった。

[0010] 本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、複数の流体加熱部をそれぞれ適切に加熱することができる流体制御装置を提供することを主たる目

的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の実施形態による流体制御装置は、内部に流路または流体収容部が設けられ互いに接続された複数の流体加熱部と、前記複数の流体加熱部を異なる温度に加熱するように構成されたヒータと、隣接する流体加熱部の間に配置された断熱部材とを備える。

[0012] ある実施形態において、前記複数の流体加熱部は、気化部と、前記気化部に供給される液体を予加熱する予加熱部と、前記気化部から送出されたガスを制御または測定する流体制御測定部とを含み、隣接する前記気化部と前記予加熱部との間に前記断熱部材が配置されている。

[0013] ある実施形態において、前記流体制御装置は、前記流体制御測定部の下流側に設けられたストップバルブをさらに有し、前記ストップバルブのバルブ下流側流路とバルブ上流側流路との間に、更なる断熱部材が設けられている。

[0014] ある実施形態において、前記ヒータは、前記予加熱部を加熱する第1ヒータと、前記気化部を加熱する第2ヒータと、前記流体制御測定部を加熱する第3ヒータとを含み、前記予加熱部、前記気化部および前記流体制御測定部をそれぞれ独立して加熱するように構成されている。

[0015] ある実施形態において、前記第1ヒータと前記第2ヒータとの間には隙間が設けられ、前記断熱部材は前記第1ヒータと前記第2ヒータとの間の隙間の位置に設けられている。

発明の効果

[0016] 本発明の実施形態に係る流体制御装置によれば、複数の流体加熱部をそれぞれ異なる適温に維持することが容易であり流体の制御性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態による流体制御装置を示す模式図である。

[図2] (a) および (b) はヒータの分解斜視図であり、それぞれ斜め上から

見たとき、および、斜め下から見たときを示す。

[図3]本発明の実施形態にかかる流体制御部の構成例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0019] 図1は、本発明の実施形態による流体制御装置100を示す。流体制御装置100は、半導体製造装置などで使用する原料ガスGを生成するための気化部4と、気化部4に供給する液体原料Lを予加熱する予加熱部2と、気化部4から送出されたガスGを制御または測定するための流体制御測定部6とを備えている。図1において、液体原料Lが充填されている部分を斜線のハッチングで示し、ガスGが流れている部分をドットのハッチングで示している。

[0020] 予加熱部2、気化部4、流体制御測定部6は、いずれも内部の流体（液体原料LまたはガスG）が加熱される流体加熱部1として設けられたものであり、予加熱部2、気化部4、流体制御測定部6のそれぞれの内部には、流路または流体収容部が設けられている。これらは、後述するヒータ10によってそれぞれ外側から加熱される。

[0021] 流体制御装置100において、気化部4は、液体充填用バルブ3を介して原料Lを供給するように液体充填用バルブ3を制御することができる。また、気化部4内に所定量を超える液体原料Lが供給されたことを検知する液体検知部（図示せず）を設け、液体検知部が液体を検知した時には液体充填用バルブ3を閉じるようにすることで、気化部4への液体原料Lの過供給を防止することができる。液体検知部としては、特許文献2に記載されているように、気化室に配置された温度計（白金測温抵抗体、熱電対、サーミスタなど）、液面計、ロードセルなどを用いることができる。

[0022] 流体制御測定部6は、本実施形態では、公知の高温対応型の圧力式流量制御装置であり、後述するように、オリフィス部材71を流れるガスの流量を、コントロール弁を用いてオリフィス部材71の上流圧力P1を調整するこ

とによって制御することができる。

[0023] ただし、流体制御測定部6は、圧力式流量制御装置に限らず、種々の態様の流量制御装置であってよい。また、流体制御測定部6は、流量センサ、濃度センサなどを備える流体測定部であってもよい。以下、圧力式流量制御装置である流体制御測定部6を流体制御部6として説明することがある。

[0024] 本実施形態による流体制御装置100は、上記の流体加熱部1（ここでは、予加熱部2、気化部4、流体制御部6）を加熱するヒータ10として、予加熱部2を加熱する第1ヒータ12と、気化部4を加熱する第2ヒータ14と、流体制御部6を加熱する第3ヒータ16とを備えている。

[0025] 図2（a）および（b）は、それぞれ別の角度から見たときの、ヒータ10（第1ヒータ12、第2ヒータ14、および、第3ヒータ16）の分解斜視図である。図2（a）および（b）に示すように、ヒータ10の各々は、発熱体10aと、発熱体10aに熱的に接続された金属製の伝熱部材10bとを備えている。

[0026] 発熱体10aが発した熱は伝熱部材10bの全体に伝導し、発熱体10aによって伝熱部材10bが全体的に加熱される。そして、均一に加熱された伝熱部材10bは、流体加熱部1を外側から均一に加熱することができる。伝熱部材10bは、アルミニウム製の部品をネジ留めなどにより接続することによって構成されており、例えば、底板部と、一对の側壁部と、上面部とを組み合わせて固定することによって、内側に流体加熱部1を包囲するように設けられている。

[0027] 半導体製造装置に用いる流体制御装置100としては、プロセスへの汚染の懸念が少なく、また、比較的安価であることから、伝熱部材10bの材料としてアルミニウムまたはアルミニウム合金を選択することが好適である。ただし、他の用途においては、上述したような他の高熱伝導性の金属材料を用いてもよい。

[0028] ヒータ10の発熱体10aは、伝熱部材10bの側壁部に設けられた細穴に挿入されて固定されている。発熱体10aと伝熱部材10bとは熱的に接

続されており、発熱体10aからの熱が伝熱部材10bに効率的に伝わるように固定されている。好適な態様において、発熱体10aは、伝熱部材10bに設けた細穴に密着して固定されており、発熱体10aの外側に付与した公知の熱伝導性物質（熱伝導グリスや熱伝導シートなど）を介して伝熱部材10bに固定されていてもよい。

[0029] 図2に示す例では、第1ヒータ12において、棒状のカートリッジヒータ10aが、伝熱部材10bの側壁部の上端面から下に向かって垂直方向に延びる細穴に挿入されており、第2ヒータ14および第3ヒータ16においては、L字状に屈折された発熱体10aが、伝熱部材10bの側壁部の横端面に開口が設けられた水平方向に延びる細穴に挿入されている。ただし、発熱体10aとしては、公知の種々の発熱装置を用いることができ、例えば、伝熱部材10bに固定された面状ヒータを用いてもよい。

[0030] なお、上記のL字状に屈折した発熱体10aの水平方向部分10yは、伝熱部材10bの細穴内に収納されるが、垂直方向部分10zは、細穴に挿入されていないので、伝熱部材10b同士の接続の邪魔になる場合もある。そのような時には、垂直方向部分10zを収納できる凹部11zを伝熱部材10bの端部に予め形成しておき、発熱体10aの水平方向部分10yを細穴に挿入した時に、垂直方向部分10zを凹部11zに収納することで、伝熱部材10bの接続を妨げないようにすることもできる。

[0031] また、図2に示す例では、第2ヒータ14（気化部4を加熱するヒータ）に取り付けられた温度センサ10cが示されており、第2ヒータ14の伝熱部材10bの温度を直接的に測定できるようになっている。

[0032] 第1ヒータ12の温度は例えば約180℃に設定され、第2ヒータ14の温度は例えば約200℃に設定され、第3ヒータ16の温度は例えば約210℃に設定される。通常、予加熱部2を熱する第1ヒータ12は、気化部4を熱する第2ヒータ14よりも低い温度に設定され、流体制御部6を熱する第3ヒータ16は、第2ヒータ14よりも高い温度に設定される。このように、本実施形態では、図示しない制御装置を用いて各ヒータを個別に温度制

御可能であるので、原料の気化、液体原料の予加熱、および、気化原料の再液化の防止をそれぞれ適切な温度で行うことができる。

- [0033] また、伝熱部材10bの上面部は、その上に取り付けられるバルブや圧力センサなどの上部取り付け部材の形状に対応する任意の形状を有してよい。これにより、流体加熱部1への伝熱を行うことができるとともに、上部取り付け部材の支持部材としても適切に利用することができる。伝熱部材10bの底板部は、図2(b)に示すように、樹脂(例えばPEEK(Poly Ether Ether Ketone))製の断熱部材18を介して共通支持台19に取り付けられていてもよい。断熱部材18は、熱を遮断できる限り任意の材料から形成されていてよく、また、温度に合わせて材料等が適宜選択されていてよい。
- [0034] 本実施形態において、第1ヒータ12の伝熱部材10bと、第2ヒータ14の伝熱部材10bとの間、および、第2ヒータ14の伝熱部材10bと第3ヒータ16の伝熱部材10bとの間にはそれぞれ隙間Xが設けられている。これにより、各ヒータ12、14、16を用いて、予加熱部2、気化部4、流体制御部6をそれぞれ個別に加熱したときにも、ヒータ間の熱伝導性が低下しているので、所望の温度に制御しやすいという利点が得られる。
- [0035] さらに、図1に示したように、第1ヒータ12と第2ヒータ14との間、特に第1ヒータ12と第2ヒータ14との間に設けられた隙間Xに対応する位置において、断熱部材13が設けられている。また、断熱部材13は、予加熱部2と気化部4とを接続する液体充填用バルブ3によって覆われるようにして液体充填用バルブ3の流体入口と流体出口との間の位置に設けられている。
- [0036] 本実施形態では、断熱部材13として、PEEK製のパネル材が用いられている。断熱部材13の厚さは、要求される断熱性に応じて適宜選択されてよいが、例えば、0.5mm~50mm程度であってよい。また、第1ヒータ12と第2ヒータ14との間において、断熱部材13は、予加熱部2と気化部4とで挟持して固定するようにしても良いし、治具を用いて固定しても良い。断熱部材13の形状は任意であってよいが、気化部4の熱が予加熱部

2に伝導することが適切に防止されるように、予加熱部2と気化部4とが直接または間接的に接続しない形状を有していることが好適である。

[0037] また、断熱部材13は、上記のPEEK製のものに限られず、熱を遮断できる限り任意の材料から形成されていてよく、また、温度に合わせて材料等が適宜選択されていてよい。断熱部材13としては、公知の真空断熱パネルなどを利用することもできる。

[0038] 以上に説明した構成において、第1ヒータ12と第2ヒータ14とは断熱部材13によって分断されているので、第2ヒータ14および気化部4から予加熱部2への熱伝導が抑制されている。このため、例えば200℃以上の温度に設定された第2ヒータ14からの熱によって、予加熱部2が設定温度を越えた高温（例えば、液体原料の沸点や熱分解温度を超える温度）になりすぎることが防止され、気化部4に送る前に原料液体が気化してしまうことを防ぐことができる。

[0039] また、本実施形態の流体制御装置100では、流体制御部6の下流側（ストップバルブ56の近傍）にもさらなる断熱部材13'が配置されている。より具体的には、下流側の断熱部材13'は、ストップバルブ56のバルブ下流側流路とバルブ上流側流路との間に設けられている。断熱部材13'も、熱を遮断できる限り任意の材料や形状から形成されていてよく、また、温度に合わせて材料等が適宜選択されていてよい。断熱部材13'を設けることによって、外側への伝熱を抑えて、流体制御部6が高温に維持されやすいという利点が得られる。なお、ストップバルブ56としては、例えば公知の空気駆動弁や電磁弁を用いることができ、必要に応じてガスの流れを遮断することができる。

[0040] 一方、気化部4と流体制御部6との間には、断熱部材が設けられていない。これは、より高温の流体制御部6からの熱によって気化部4が多少設定温度よりも高温になったとしても支障はなく、むしろ、気化部4で効率よく気化を行い得るからである。

[0041] 以上に説明したように、流体制御装置100では、異なる温度に制御され

る複数の流体加熱部（予加熱部2、気化部4、および、流体制御部6）が接続された態様において、熱伝導を抑制したいところに選択的に断熱部材を設けることによって、エネルギー利用効率の向上を図りながら、適切に流体の制御を行うことができる。

[0042] なお、本実施形態のヒータ10において、アルミニウム製の伝熱部材10bの内側面、すなわち、流体加熱部1と対向する面は、放熱性を向上させるための表面処理としてアルマイト処理（陽極酸化処理）が施されており、また、伝熱部材10bの外側面は、研磨面または鏡面加工面となってもよい。伝熱部材10b外側の鏡面加工面は、典型的には研磨処理によって形成されるが、削り出しのみによって形成されていてもよい。

[0043] 伝熱部材10bの内側面をアルマイト処理（例えば硬質アルマイト処理）することによって、放熱性を向上させることができ、発熱体10aからの熱を、接触している場合は伝熱部材10bから直接流体加熱部1へ熱を伝導でき、伝熱部材10bと流体加熱部1とに距離がある場合であっても、高い放射性（高い輻射熱）によって、流体加熱部1に均一かつ向上した効率で伝えることができる。また、伝熱部材10bに流体加熱部1が接触している場合において、熱は接触部分から伝導するが、伝熱部材10bから流体加熱部1に熱が移動するとき、伝熱部材10bの内側表面がアルマイト処理されていないと、輻射率の関係から、伝熱部材10bの内側表面で熱が反射し、流体加熱部1に移動しない熱が存在する。これに対して、本実施形態のように伝熱部材10bの内側表面がアルマイト処理されていると、輻射率が高いため、流体加熱部1と接触する面で反射する熱はほとんどなく、伝熱部材10bからの熱のほぼ全てが流体加熱部1へと伝導される。

[0044] さらに、伝熱部材10bの外側面を鏡面加工することによってヒータ10の外側への放熱作用を抑えることができる。これにより、省エネルギー化が図れるという利点が得られる。なお、硬質アルマイト処理に限らず、通常のアルマイト処理であっても同様の効果が発揮される。アルマイト層の厚さも、通常のアルマイト処理で形成される厚さ（例えば1 μ m以上）であれば、

同様の効果を発揮する。ただし、硬質アルマイト処理は、運用の際に傷が付きにくく、通常のアルマイト処理よりも膜がはがれる懸念を小さくできるというメリットがある。

[0045] 以下、図1等を参照しながら、本実施形態の流体制御装置100のより具体的な構成を詳細に説明する。

[0046] 気化部4は、ステンレス鋼製の気化ブロック41とガス加熱ブロック42とを連結して構成された本体40を備えている。気化ブロック体41は、上部に液供給口が形成され、内部に気化室41aが形成されている。ガス加熱ブロック42には、気化室41aの上部から延びるガス流路と連通するガス加熱室42aが形成されるとともに、上部にガス排出口が形成されている。ガス加熱室42aは、円筒状の空間内に円柱状の加熱促進体が設置された構造を有し、円筒状空間と加熱促進体との隙間がガス流路となっている。気化ブロック41とガス加熱ブロック42の間のガス連通部には、通孔付きガスケット43が介在され、これらの通孔付きガスケット43の通孔をガスが通過することにより、ガスの脈動が防止される。

[0047] 予加熱部2は、気化部4の気化ブロック41に液体充填用バルブ3を介して接続された予加熱ブロック21を備えている。予加熱ブロック21の内部には液貯留室23が形成されている。液貯留室23は、側面に設けられた液流入ポート22および上面に設けられた液流出口に連通している。予加熱ブロック21は、図外の貯液タンクから所定圧で圧送されてくる液体原料Lを液貯留室23に貯留しておくとともに、気化室41aに供給する前に第1ヒータ12を用いて予熱する。なお、液貯留室23内においても表面積を増やすための円柱状の加熱促進体が配置されている。

[0048] 液体充填用バルブ3は、予加熱ブロック21と気化ブロック体41とに連通する供給路4を弁機構を用いて開閉又は開度調整することにより、気化部4への液体原料Lの供給量を制御する。液体充填用バルブ3としては、例えば、エア駆動弁を用いることができる。気化ブロック41の液供給口には、細孔が形成されたガスケット44が介設され、ガスケット44の細孔に液体

原料を通過させることにより気化室41a内への供給量が調整されている。

[0049] 本実施形態において、流体制御部6は、高温対応型の圧力式制御装置であり、例えば、特許文献2に記載の構成を有している。高温対応型の圧力式制御装置は、例えば、ガス流路が内部に設けられた本体としての弁ブロックと、ガス流路に介在された金属製ダイヤフラム弁体と、縦方向に並べられた放熱スペーサ及び圧電駆動素子と、金属ダイヤフラム弁体の下流側のガス流路に介在され微細孔が形成されたオリフィス部材（オリフィスプレートなど）と、金属ダイヤフラム弁体とオリフィス部材との間のガス流路内の圧力を検出する流量制御用圧力検出器とを備えている。放熱スペーサは、インバータ等で形成されており、ガス流路に高温のガスが流れても圧電駆動素子が耐熱温度以上になることを防ぐ。高温対応型の圧力式制御装置は、圧電駆動素子の非通電時には、金属ダイヤフラム弁体が弁座に当接しガス流路を閉じる一方で、圧電駆動素子に通電することにより圧電駆動素子が伸張し、金属ダイヤフラム弁体が自己弾性力により元の逆皿形状に復帰してガス流路が開通するように構成されている。

[0050] 図3は、流体制御部6（圧力式流量制御装置）の構成例を模式的に示す図である。圧力式流量制御装置6では、オリフィス部材71と、金属ダイヤフラム弁体および圧電駆動素子で構成されるコントロール弁80と、オリフィス部材71とコントロール弁80との間に設けられた圧力検出器72および温度検出器73とを備えている。オリフィス部材71は絞り部として設けられたものであり、これに代えて臨界ノズルまたは音速ノズルを用いることもできる。オリフィスまたはノズルの口径は、例えば10 μ m～500 μ mに設定される。

[0051] 圧力検出器72および温度検出器73は、ADコンバータを介して制御回路82に接続されている。ADコンバータは、制御回路82に内蔵されている。制御回路82は、コントロール弁80にも接続されており、圧力検出器72および温度検出器73の出力などに基づいて制御信号を生成し、この制御信号によってコントロール弁80の動作を制御する。

- [0052] 圧力式流量制御装置 6 は、従来と同様の流量制御動作を行うことができ、圧力検出器 7 2 を用いて上流圧力 P 1（オリフィス部材 7 1 上流側の圧力）に基づいて流量を制御することができる。圧力式流量制御装置 6 は、他の態様において、オリフィス部材 7 1 の下流側にも圧力検出器を備えてよく、上流圧力 P 1 および下流圧力 P 2 に基づいて流量を検出するように構成されていてもよい。
- [0053] 圧力式流量制御装置 6 では、臨界膨張条件 $P 1 / P 2 \geq \text{約} 2$ （ただし、P 1：絞り部上流側のガス圧力（上流圧力）、P 2：絞り部下流側のガス圧力（下流圧力）であり、約 2 は窒素ガスの場合）を満たすとき、絞り部を通過するガスの流速は音速に固定され、流量は下流圧力 P 2 によらず上流圧力 P 1 によって決まるという原理を利用して流量制御が行われる。臨界膨張条件を満たすとき、絞り部下流側の流量 Q は、 $Q = K_1 \cdot P 1$ （ K_1 は流体の種類と流体温度に依存する定数）によって与えられ、流量 Q は上流圧力 P 1 に比例する。また、下流圧力センサを備える場合、上流圧力 P 1 と下流圧力 P 2 との差が小さく、臨界膨張条件を満足しない場合であっても流量を算出することができ、各圧力センサによって測定された上流圧力 P 1 および下流圧力 P 2 に基づいて、所定の計算式 $Q = K_2 \cdot P 2^m (P 1 - P 2)^n$ （ここで K_2 は流体の種類と流体温度に依存する定数、m、n は実際の流量を元に導出される指数）から流量 Q を算出することができる。
- [0054] 制御回路 8 2 は、圧力検出器 7 2 の出力（上流圧力 P 1）などに基づいて、上記の $Q = K_1 \cdot P 1$ または $Q = K_2 \cdot P 2^m (P 1 - P 2)^n$ から流量を演算により求め、この流量がユーザにより入力された設定流量に近づくように、コントロール弁 8 0 をフィードバック制御する。演算により求められた流量は、流量出力値として表示してもよい。
- [0055] また、本実施形態の流体制御装置 1 0 0 では、図 1 に示すように、ガス加熱ブロック 4 2 にスパーサブブロック 5 0 が連結され、スパーサブブロック 5 0 に流体制御装置 6 の弁ブロックが連結されている。ガス加熱ブロック 4 2 とスパーサブブロック 5 0 とに跨るようにして固定された流路ブロック 5 内のガ

ス流路が、ガス加熱ブロック42のガス加熱室42aとスペーサブロック50のガス流路とを連通させる。スペーサブロック50のガス流路は、流体制御装置6の弁ブロックのガス流路に連通している。また、ストップバルブ56の下流側は、例えば、半導体製造装置のプロセスチャンバに接続されており、ガス供給時にはプロセスチャンバの内部が真空ポンプによって減圧され、所定流量の原料ガスがプロセスチャンバに供給される。

産業上の利用可能性

[0056] 本発明の実施形態による流体制御装置は、例えば、MOCVD用の半導体製造装置において原料ガスをプロセスチャンバに供給するために用いることができる。

符号の説明

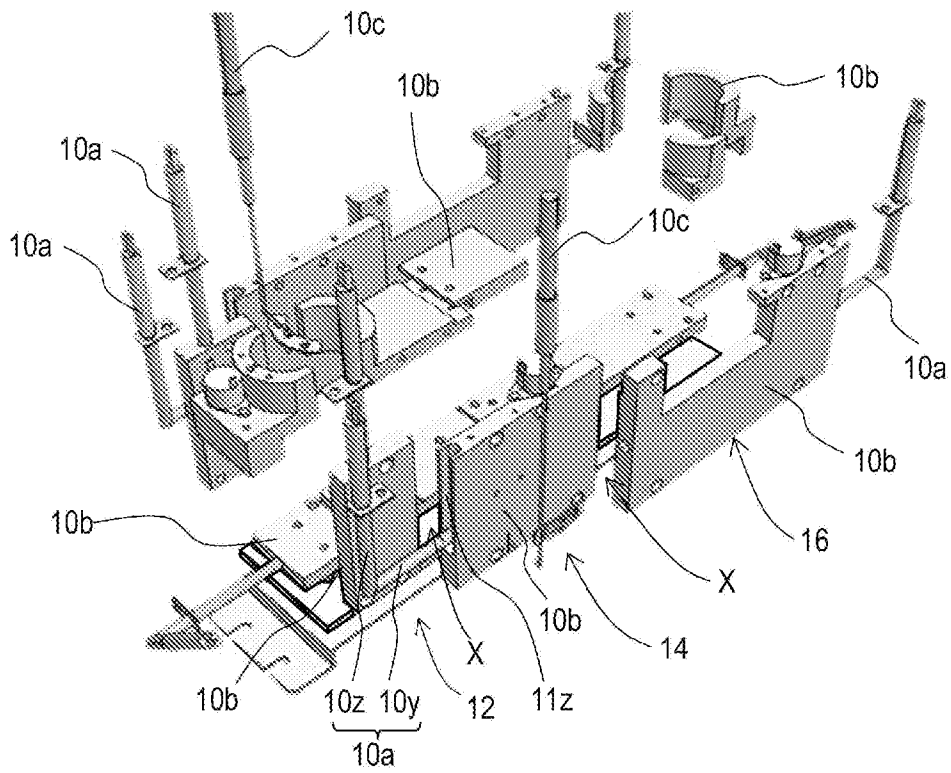
- [0057]
- 1 流体加熱部
 - 2 予加熱部
 - 3 液体充填用バルブ
 - 4 気化部
 - 5 流路ブロック
 - 6 流体加熱部
 - 10 ヒータ
 - 13、13' 断熱部材
 - 56 ストップバルブ
 - 100 流体制御装置

請求の範囲

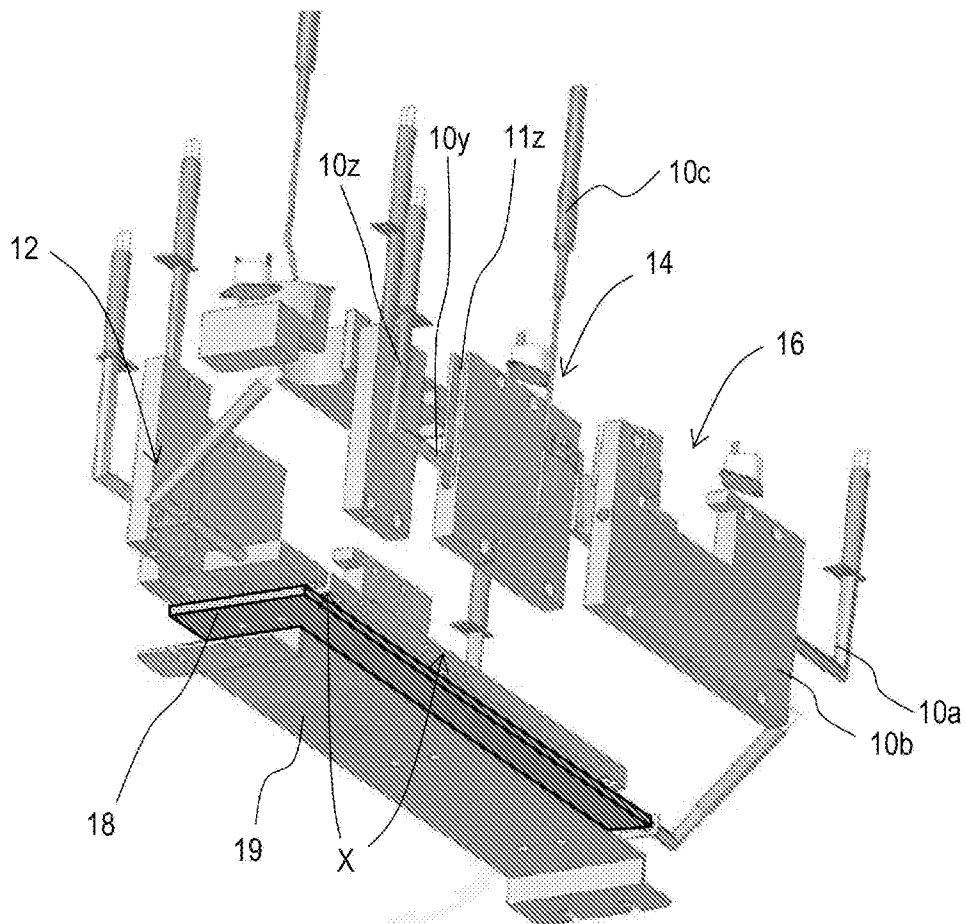
- [請求項1] 内部に流路または流体収容部が設けられ互いに接続された複数の流体加熱部と、
前記複数の流体加熱部を異なる温度に加熱するように構成されたヒータと、
隣接する流体加熱部の間に配置された断熱部材と
を備える流体制御装置。
- [請求項2] 前記複数の流体加熱部は、気化部と、前記気化部に供給される液体を予加熱する予加熱部と、前記気化部から送出されたガスを制御または測定する流体制御測定部とを含み、隣接する前記気化部と前記予加熱部との間に前記断熱部材が配置されている、請求項1に記載の流体制御装置。
- [請求項3] 前記流体制御測定部の下流側に設けられたストップバルブをさらに有し、前記ストップバルブのバルブ下流側流路とバルブ上流側流路との間に、更なる断熱部材が設けられている、請求項2に記載の流体制御装置。
- [請求項4] 前記ヒータは、前記予加熱部を加熱する第1ヒータと、前記気化部を加熱する第2ヒータと、前記流体制御測定部を加熱する第3ヒータとを含み、前記予加熱部、前記気化部および前記流体制御測定部をそれぞれ独立して加熱するように構成されている、請求項2または3に記載の流体制御装置。
- [請求項5] 前記第1ヒータと前記第2ヒータとの間には隙間が設けられ、前記断熱部材は前記第1ヒータと前記第2ヒータとの間の隙間の位置に設けられている、請求項4に記載の流体制御装置。

[図2]

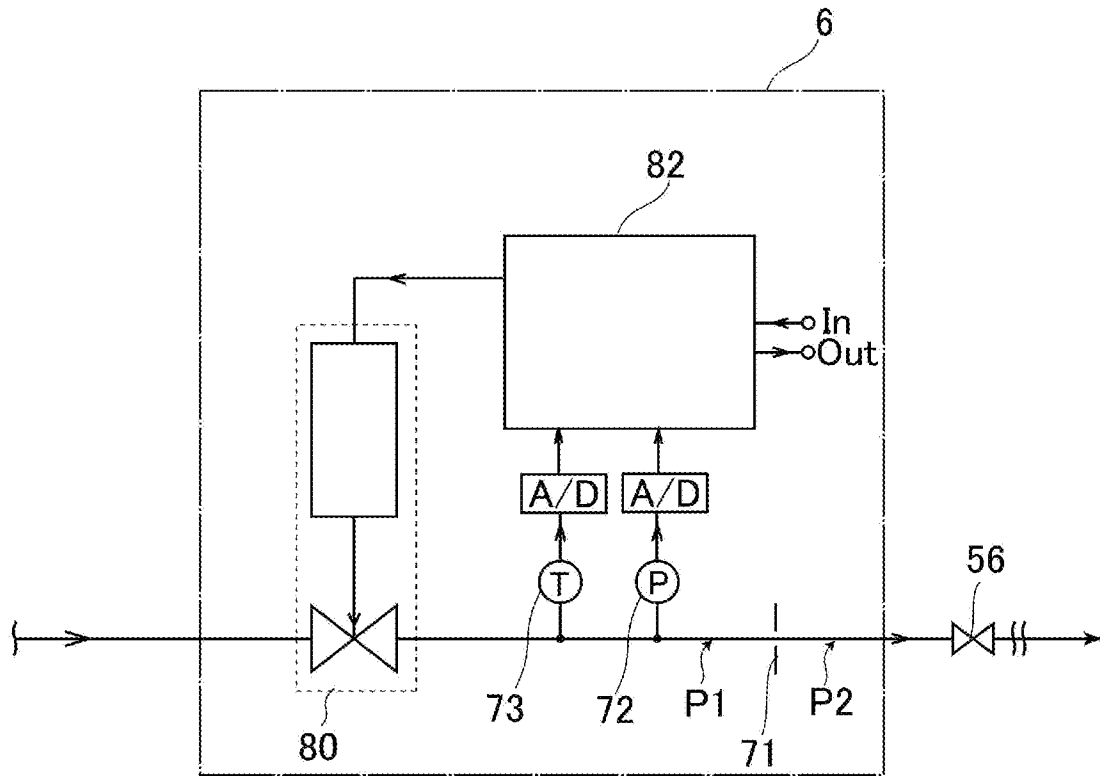
(a)



(b)



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C23C16/52 (2006.01) i, H01L21/31 (2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C23C16/52, H01L21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 11-87327 A (EBARA CORPORATION) 30 March 1999, paragraphs [0041]-[0048], [0060], fig. 1, 15 & US 6195504 B1, column 10, line 30 to column 12, line 9, column 14, lines 47-59, fig. 1, 14 & EP 849375 A2 & DE 69722359 T2 & TW 565626 B	1, 2 3-5
A	JP 2000-282242 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 10 October 2000, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2001-152343 A (NEC CORP.) 05 June 2001, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2002-217181 A (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) 02 August 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2005-259723 A (UTECH CORP.) 22 September 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2009-246173 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 22 October 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 August 2018 (17.08.2018)

Date of mailing of the international search report

28 August 2018 (28.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C23C16/52(2006.01)i, H01L21/31(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C16/52, H01L21/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 11-87327 A (株式会社荏原製作所) 1999.03.30, 段落 [0041]-[0048], [0060], 図1, 15 & US 6195504 B1, 第10カラム第30 行目-第12カラム第9行目, 第14カラム第47行目-第59行目, 図1, 14 & EP 849375 A2 & DE 69722359 T2 & TW 565626 B	1, 2 3-5
A	JP 2000-282242 A (東京エレクトロン株式会社) 2000.10.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
17.08.2018

国際調査報告の発送日
28.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 靖史	50	5895
電話番号 03-3581-1101 内線 3559		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-152343 A (日本電気株式会社) 2001.06.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2002-217181 A (株式会社日本製鋼所) 2002.08.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2005-259723 A (株式会社ユーテック) 2005.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2009-246173 A (東京エレクトロン株式会社) 2009.10.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5