

(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
2012年9月13日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/120991 A1

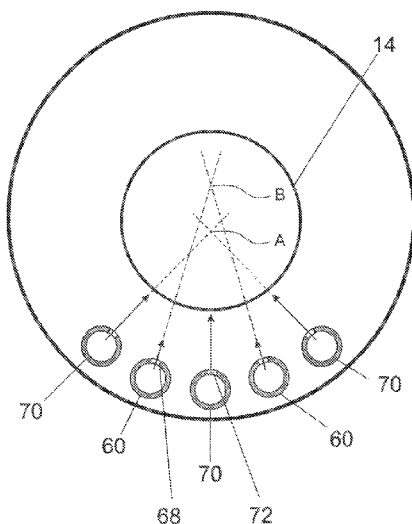
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053850
- (22) 国際出願日: 2012年2月17日(17.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-050383 2011年3月8日(08.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立国際電気(Hitachi Kokusai Electric Inc.) [JP/JP]; 〒1018980 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 今井 義則(IMAI, Yoshinori) [JP/JP]; 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 原 大介(HARA, Daisuke) [JP/JP]; 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP). 佐々
- 木 隆史(SASAKI, Takafumi) [JP/JP]; 〒9392393 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内 Toyama (JP).
- (74) 代理人: 筒井 大和(TSUTSUI, Yamato); 〒1600022 東京都新宿区新宿2丁目3番10号 新宿御苑ビル3階 筒井国際特許事務所 Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 基板処理装置、及び、基板の製造方法

[図6]
図6



(57) Abstract: The planar distribution for the degree of mixing for each gas when a gas containing silicon and a gas containing carbon atoms are each supplied by independent gas supply nozzles is made uniform. First gas supply nozzles (60) that supply the gas containing silicon atoms and second gas supply nozzles (70) that supply the gas containing carbon atoms and a reducing gas are provided alternately in an odd number. In addition, the orientation for first gas supply openings (68) is determined such that the intersecting point (B) in the gas spray direction is further away than the intersecting point (A) in the gas spray direction for the second gas supply openings (72).

(57) 要約: シリコン含有ガスと炭素原子含有ガスとを夫々独立したガス供給ノズルにより供給する場合の夫々のガスの混合度の面内分布を均一化させる。シリコン原子含有ガスを供給する第1ガス供給ノズル(60)と炭素原子含有ガス及び還元ガスを供給する第2ガス供給ノズル70とを交互になるように奇数本配置する。また、第1ガス供給口(68)は、そのガス噴出方向の交点(B)が第2ガス供給口72のガス噴出方向の交点(A)より遠くなるようにその向きが決められる。

WO 2012/120991 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：基板処理装置、及び、基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板を処理する基板処理装置、半導体デバイスの製造方法及び基板の製造方法、特に炭化ケイ素（以下、SiCとする）エピタキシャル膜を基板上に成膜する工程を有する基板処理装置、半導体デバイスの製造方法及び基板製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] SiCは、特にパワーデバイス用素子材料として注目されている。一方で、SiCはシリコン（以下Siとする）に比べて結晶基板やデバイスの作製が難しいことが知られている。

[0003] 一方で、SiCを用いてデバイスを作製する場合は、SiC基板の上にSiCエピタキシャル膜を形成したウェーハを用いる。このSiC基板上にSiCエピタキシャル膜を形成するSiCエピタキシャル成長装置の一例として特許文献1がある。

[0004] 特許文献1は、所謂縦型バッチ式熱処理装置により多数枚の基板に対して一度にSiCエピタキシャル成長膜を形成することが記載される。

[0005] また、特許文献1には、シリコン原子含有ガスと、炭素原子含有ガスとを分離して供給し、ノズル内の閉塞を抑制することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2011-3885号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に記載されるように、シリコン原子含有ガスを供給するガス供給ノズルと、炭素原子含有ガスを供給するガス供給ノズルとを夫々独立に反応室内に設けた場合、ガス供給口から噴出した夫々のガスをウェーハに到達

するまでに十分混合する必要がある。特に、ウェーハ面内で2種類のガスの混合度が異なってしまうと、ウェーハ面内での膜質が悪くなってしまう。

[0008] そこで、本発明は、2種類のガスを夫々独立したガス供給ノズルで反応室に供給する際に、ウェーハ面内の当該2種類のガスの混合度を均一化することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様によれば、複数の基板を処理する反応室と、前記反応室を囲むように設けられる加熱部と、前記複数の基板を保持した状態で前記反応室内に載置されるポートと、前記反応室内に設置される第1ガス供給ノズルと、前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルを挟むように設置される第2及び第3ガス供給ノズルと、前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルと前記第2ガス供給ノズルを挟むように設置される第4ガス供給ノズルと、前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルと前記第3ガス供給ノズルを挟むように設置される第5ガス供給ノズルと、前記第1ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて第1成膜ガスを含む第1ガスを供給する複数の第1ガス供給口と、前記第2ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第1成膜ガスとは異なる第2成膜ガスを含む第2ガスを供給する複数の第2ガス供給口と、前記第3ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第2成膜ガスを含む第3ガスを供給する複数の第3ガス供給口と、前記第4ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第1成膜ガスを含む第4ガスを供給する複数の第4ガス供給口と、前記第5ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第1成膜ガスを含む第5ガスを供給する複数の第5ガス供給口と、を具備し、前記複数の第2ガス供給口の向いている方向と前記複数の第3ガス供給口の向いている方向とが交差する点は、前記複数の第4ガス供給口の向いている方向と前記複数の第5ガス供給口の向いている方向とが交差する点より、前記第1ガス供給ノズルに対し遠くなる基板処理装置が提供される。

[0010] また、本発明の他の一態様によれば、複数の基板をポートに保持した状態

で反応室内に搬入するポートローディング工程と、前記複数の基板に対し、少なくとも2本の第1ガス供給ノズルから互いに交差するような方向に第1成膜ガスが供給され、少なくとも2本の第2ガス供給ノズルから互いに交差するような方向に第2成膜ガスが供給され、前記第1成膜ガスと前記第2成膜ガスとが混合することにより前記複数の基板に所定の膜を形成する成膜工程と、前記成膜工程において成膜された前記複数の基板を前記反応室から搬出するポートアンローディング工程と、を有し、前記第1成膜ガスは、前記第1成膜ガスが供給される方向が互いに交差する点が前記第2成膜ガスが供給される方向が互いに交差する点より遠くなるような方向に供給される基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法が提供される。

発明の効果

[0011] ウェーハの膜質が向上する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明が適用される半導体製造装置の斜視図である。

[図2]本発明が適用される処理炉の側面断面図である。

[図3]本発明が適用される処理炉の平面断面図である。

[図4]本発明が適用される半導体製造装置のガス供給ユニットを説明する図である。

[図5]本発明が適用される半導体製造装置の制御構成を示すブロック図である。

[図6]本発明を説明するために簡略化した処理炉の平面断面図である。

[図7]本発明が適用される半導体製造装置の処理炉及びその周辺構造の概略断面図である。

[図8]本発明の変形例を説明するために簡略化した処理炉の平面断面図である。

[図9]図8に示されるガス供給ノズルの構成例を示した図である。

[図10]ガス供給ノズルの他の変形例を示した図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。以下の実施形態では、基板処理装置の一例であるSiCエピタキシャル成長装置における、高さ方向にSiCウェーハを並べる、所謂バッチ式縦型SiCエピタキシャル成長装置で説明する。なお、バッチ式縦型SiCエピタキシャル成長装置とすることで、一度に処理できるSiCウェーハの数が多くなりスループットが向上する。

[0014] <全体構成>

先ず、図1に於いて、本発明の第1の実施形態に於けるSiCエピタキシャル膜を成膜する基板処理装置、および、半導体デバイスの製造工程の一つであるSiCエピタキシャル膜を成膜する基板の製造方法について説明する。

[0015] 基板処理装置（成膜装置）としての半導体製造装置10は、バッチ式縦型熱処理装置であり、主要部が配置される筐体12を有する。前記半導体製造装置10には、例えばSiC等で構成された基板としてのウェーハ14（図2参照）を収納する基板収容器として、フープ（以下、ポッドと称す）16がウェーハキャリアとして使用される。前記筐体12の正面側には、ポッドステージ18が配置されており、該ポッドステージ18にポッド16が搬送される。ポッド16には、例えば25枚のウェーハ14が収納され、蓋が閉じられた状態で前記ポッドステージ18にセットされる。

[0016] 前記筐体12内の正面であって、前記ポッドステージ18に対向する位置には、ポッド搬送装置20が配置されている。又、該ポッド搬送装置20の近傍にはポッド収納棚22、ポッドオープナ24及び基板枚数検知器26が配置されている。前記ポッド収納棚22は前記ポッドオープナ24の上方に配置され、ポッド16を複数個載置した状態で保持する様に構成されている。前記基板枚数検知器26は、前記ポッドオープナ24に隣接して配置され、前記ポッド搬送装置20は前記ポッドステージ18と前記ポッド収納棚22と前記ポッドオープナ24との間でポッド16を搬送する。前記ポッドオープナ24はポッド16の蓋を開けるものであり、前記基板枚数検知器26

は蓋を開けられたポッド16内のウェーハ14の枚数を検知する様になっている。

[0017] 前記筐体12内には、基板移載機28、基板保持具としてのポート30が配置されている。前記基板移載機28は、アーム（ツイーザ）32を有し、図示しない駆動手段により昇降可能且つ回転可能な構造となっている。前記アーム32は、例えば5枚のウェーハ14を取出すことができ、前記アーム32を動かすことにより、前記ポッドオープナ24の位置に置かれたポッド16及びポート30間にてウェーハ14を搬送する。

[0018] 前記ポート30は、例えばカーボングラファイトやSiC等の耐熱性材料で構成されており、複数枚のウェーハ14を水平姿勢で、且つ互いに中心を揃えた状態で整列させて縦方向に積上げ、保持する様に構成されている。尚、前記ポート30の下部には、例えば石英やSiC等の耐熱性材料で構成された円盤形状の断熱部材としてポート断熱部34が配置されており、後述する被加熱体48からの熱が処理炉40の下方側に伝わりにくくなる様に構成されている（図2参照）。

[0019] 前記筐体12内の背面側上部には前記処理炉40が配置されている。該処理炉40内に複数枚のウェーハ14を装填した前記ポート30が搬入され、熱処理が行われる。

[0020] <処理炉構成>

次に、図2、図3、図4に於いて、SiCエピタキシャル膜を成膜する前記半導体製造装置10の前記処理炉40について説明する。処理炉40には、第1のガス供給口68を有する第1のガス供給ノズル60、第2のガス供給口72を有する第2のガス供給ノズル70、及び第1のガス排気口90が設けられる。又、不活性ガスを供給する第3のガス供給口360、第2のガス排気口390が図示されている。

[0021] 処理炉40は、石英又はSiC等の耐熱性材料からなり、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成された反応管42を備えている。反応管42の下方には、反応管42と同心円状にマニホールド36が配設されている。該

マニホールド36は、例えばステンレス等からなり、上端及び下端が開口した円筒形状に形成されている。該マニホールド36は、反応管42を支持する様に設けられている。尚、マニホールド36と反応管42との間には、シール部材としてのOリング（図示せず）が設けられている。マニホールド36が図示しない保持体に支持されることにより、反応管42は垂直に据付けられた状態になっている。該反応管42とマニホールド36により、反応容器が形成されている。

[0022] 処理炉40は、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成された被加熱体としての被誘導体48及び磁場発生部としての誘導コイル50を具備している。被誘導体48の筒中空部には、反応室44が形成されており、SiC等で構成された基板としてのウェーハ14を保持したポート30を収納可能に構成されている。また、図2の下枠内に示されるように、ウェーハ14は、円環状の下部ウェーハホルダ15bに保持され、上面を円板状の上部ウェーハホルダ15aで覆われた状態でポート30に保持されるとよい。これにより、ウェーハ上部から落下しているパーティクルからウェーハ14を守ることができると共に、成膜面（ウェーハ14の下面）に対して裏面側の成膜を抑制することができる。また、ウェーハホルダ15の分、ポート柱から成膜面を離すことができ、ポート柱の影響を小さくすることができる。ポート30は、水平姿勢で、且つ、互いに中心を揃えた状態で縦方向に整列するようにウェーハホルダ15に保持されたウェーハ14を保持するよう構成されている。被誘導体48は、該反応管42の外側に設けられた誘導コイル50により発生される磁場によって加熱される様になっており、被誘導体48が発熱することにより、反応室44内が加熱される様になっている。

[0023] 被誘導体48の近傍には、反応室44内の温度を検出する温度検出体として図示しない温度センサが設けられている。誘導コイル50及び温度センサは、温度制御部52と電氣的に接続されており、温度センサにより検出された温度情報に基づき、誘導コイル50への通電具合が調節されることで、反応室44内の温度が所望の温度分布となる様所定のタイミングにて制御され

る様構成されている（図5参照）。

[0024] 尚、好ましくは、反応室44内に於いて前記第1及び第2のガス供給ノズル60、70と第1のガス排気口90との間であって、前記被誘導体48とウェーハ14との間には、被誘導体48とウェーハ14との間の空間を埋める様、鉛直方向に延在し断面が円弧状の構造物300（図3参照）を反応室44内に設けるのがよい。例えば、図3に示す様に、対向する位置にそれぞれ構造物300を設けることで、第1及び第2のガス供給ノズル60、70から供給されるガスが、被誘導体48の内壁に沿ってウェーハ14を迂回するのを防止することができる。構造物300としては、好ましくは断熱材若しくはカーボンフェルト等で構成すると、耐熱及びパーティクルの発生を抑制することができる。

[0025] 反応管42と被誘導体48の間には、例えば誘電されにくいカーボンフェルト等で構成された断熱材54が設けられ、該断熱材54を設けることにより、被誘導体48の熱が反応管42或は該反応管42の外側へ伝達するのを抑制することができる。

[0026] 又、誘導コイル50の外側には、反応室44内の熱が外側に伝達するのを抑制する為の、例えば水冷構造である外側断熱壁55が反応室44を囲む様に設けられている。更に、外側断熱壁55の外側には、誘導コイル50により発生された磁場が外側に漏れるのを防止する磁気シール58が設けられている。

[0027] 図2に示す様に、被誘導体48とウェーハ14の間には、少なくとも1つの第1のガス供給口68が設けられた第1のガス供給ノズル60が設置される。又、被誘導体48とウェーハ14との間の第1のガス供給ノズル60とは異なる箇所には、少なくとも1つの第2のガス供給口72が設けられた第2のガス供給ノズル70が設けられる。また、第1のガス排気口90も同様に被誘導体48とウェーハ14との間に配置される。又、反応管42と断熱材54との間に、第3のガス供給口360及び第2のガス排気口390が配置されている。なお、第1のガス供給ノズル60及び第2のガス供給ノズル

ル70から供給されるガス種については、後述する。

[0028] 第1のガス供給口68及び第1のガス供給ノズル60は、例えばカーボングラファイトで構成され、反応室44内に設けられる。又、第1のガス供給ノズル60は、マニホールド36を貫通する様に該マニホールド36に取付けられている。該第1のガス供給ノズル60は、第1のガスライン222を介してガス供給ユニット200に接続される。

[0029] 前記第2のガス供給口72は、例えばカーボングラファイトで構成され、反応室44内に設けられる。また、第2のガス供給ノズル70は、マニホールド36を貫通する様に、該マニホールド36に取付けられている。また、第2のガス供給ノズル70は、第2のガスライン260を介してガス供給ユニット200に接続されている。

[0030] 又、第1のガス供給ノズル60及び第2のガス供給ノズル70に於いて、基板の配列領域に第1のガス供給口68及び第2のガス供給口72が1つ設けられていてもよく、ウェーハ14の所定枚数毎に設けられていてもよい。

[0031] <排気系>

図2に示す様に、第1のガス排気口90が、ポート30より下部に設けられ、マニホールド36には、第1のガス排気口90に接続されたガス排気管230が貫通する様設けられている。該ガス排気管230の下流側には、図示しない圧力検出器としての圧力センサ及び、圧力調整器としてのAPC (Auto Pressure Controller) バルブ214を介して真空ポンプ等の真空排気装置220が接続されている。圧力センサ及びAPCバルブ214には、圧力制御部98が電氣的に接続されており、該圧力制御部98は圧力センサにより検出された圧力に基づいてAPCバルブ214の開度を調整し、処理炉40内の圧力が所定の圧力となる様所定のタイミングにて制御する様に構成されている (図5参照)。

[0032] 上記した様に、第1のガス供給口68及び第2のガス供給口72から供給されたガスはSi又はSiCで構成されたウェーハ14に対し平行に流れ、第1のガス排気口90より排気されるので、ウェーハ14全体が効率的且つ

均一にガスに晒される。

[0033] また、ポート30の下には、反応室からの輻射熱によりマニホールド36等が加熱されないようにポート断熱部34Aが設けられる。また、本実施形態では、反応室にて加熱された成膜ガスが高温のままマニホールド36等に到達しないように、成膜ガスと熱交換を行い、成膜ガスの温度を下げるための熱交換部が設けられている。具体的には、ポート断熱部34Aを中空筒状とし、その側面に沿って成膜ガスが排気されるようにしている。このようにポート断熱部34Aを筒状とすることで排気される成膜ガスとの接触面積が大きくなり熱交換の効率が向上する。また、当該ポート断熱部34Aを囲むように、第1熱交換部34B、及び、ガス供給ノズル60(70)の下部に設けられた第2熱交換部が設けられる。これらの第1熱交換部34B及び第2熱交換部34Cは、ポート断熱部34Aと間隙を有するように配置され、また、排気される成膜ガスの流路を反応室44内における成膜ガスの流路より狭くしている。これにより、成膜ガスは、狭い流路を介して排気されるので、より熱交換の効率が良くなる。

[0034] 又、図2に示す様に、第3のガス供給口360は反応管42と断熱材54との間に配置され、マニホールド36を貫通する様に取り付けられている。更に、第2のガス排気口390が、反応管42と断熱材54との間であり、第3のガス供給口360に対して対向する様に配置され、第2のガス排気口390はガス排気管230に接続されている。第3のガス供給口360は、マニホールド36を貫通する第3のガスライン240に形成され、第3のガスライン240は、ガス供給ユニット200に接続される。また、図4に示されるように、第3のガスライン240は、バルブ212f、MFC211fを介してガス供給源210fと接続されている。該ガス供給源210fからは不活性ガスとして、例えば希ガスのArガスが供給され、SiCエピタキシャル膜成長に寄与するガスが反応管42と断熱材54との間に進入するのを防ぎ、反応管42の内壁又は断熱材54の外壁に不要な生成物が付着するのを防止することができる。

[0035] 又、反応管42と断熱材54との間に供給された不活性ガスは、第2のガス排気口390よりガス排気管230の下流側にあるAPCバルブ214を介して真空排気装置220から排気される。

[0036] <各ガス供給系に供給されるガスの詳細>

次に、図4を用いて、第1のガス供給系及び第2のガス供給系について説明する。図4に示されるように、該第1のガスライン222は、SiH₄ガス、HC₁ガス、不活性ガスに対して流量制御器（流量制御手段）としてのマスフローコントローラ（以下MFCとする）211a, 211b, 211c、及び、バルブ212a, 212b, 212cを介して、例えばSiH₄ガス供給源210a、HC₁ガス供給源210b、不活性ガス供給源210cに接続されている。

[0037] 上記構成により、SiH₄ガス、HC₁ガス、不活性ガスのそれぞれの供給流量、濃度、分圧、供給タイミングを反応室44内に於いて制御することができる。バルブ212a, 212b, 212c、MFC211a, 211b, 211cは、ガス流量制御部78に電氣的に接続されており、それぞれ供給するガスの流量が所定流量となる様に、所定のタイミングにて制御される様になっている（図5参照）。尚、SiH₄ガス、HC₁ガス、不活性ガスのそれぞれのガス供給源210a, 210b, 210c、バルブ212a, 212b, 212c、MFC211a, 211b, 211c、第1のガスライン222、第1のガス供給ノズル60及び該第1のガス供給ノズル60に少なくとも1つ設けられる第1のガス供給口68により、ガス供給系として第1のガス供給系が構成される。

[0038] また、第2のガスライン260は、C（炭素）原子含有ガスとして、例えばC₃H₈ガスに対して流量制御手段としてのMFC211d及びバルブ212dを介してC₃H₈ガス供給源210dに接続され、還元ガスとして、例えばH₂ガスに対して流量制御手段としてのMFC211e及びバルブ212eを介してH₂ガス供給源210eに接続されている。

[0039] 上記構成により、C₃H₈ガス、H₂ガスの供給流量、濃度、分圧を反応

室44内に於いて制御することができる。バルブ212d, 212e、MFC211d, 211eは、ガス流量制御部78に電氣的に接続されており、供給するガス流量が所定の流量となる様、所定のタイミングにて制御される様になっている(図5参照)。尚、C₃H₈ガス、H₂ガスのガス供給源210d, 210e、バルブ212d, 212e、MFC211d, 211e、第2のガスライン260、第2のガス供給ノズル70、第2のガス供給口72により、ガス供給系として第2のガス供給系が構成される。

[0040] このように、Si原子含有ガスとC原子含有ガスを異なるガス供給ノズルから供給することにより、ガス供給ノズル内では、SiC膜が堆積しないようにすることができる。なお、Si原子含有ガス及びC原子含有ガスの濃度や流速を調整したい場合は、夫々適切なキャリアガスを供給すればよい。

[0041] 更に、Si原子含有ガスを、より効率的に使用するため水素ガスのような還元ガスを用いる場合がある。この場合、還元ガスは、C原子含有ガスを供給する第2のガス供給ノズル70を介して供給することが望ましい。このように還元ガスをC原子含有ガスと共に供給し、反応室44内でSi原子含有ガスと混合することにより、還元ガスが少ない状態となるためSi原子含有ガスの分解を成膜時と比較して抑制することができ、第1のガス供給ノズル内におけるSi膜の堆積を抑制することが可能となる。この場合、還元ガスをC原子含有ガスのキャリアガスとして用いることが可能となる。なお、Si原子含有ガスのキャリアとしては、アルゴン(Ar)のような不活性ガス(特に希ガス)を用いることにより、Si膜の堆積を抑制することが可能となる。

[0042] 更に、第1のガス供給ノズル60には、HClのような塩素原子含有ガスを供給することが望ましい。このようにすると、Si原子含有ガスが熱により分解し、第1のガス供給ノズル60内に堆積可能な状態となったとしても、塩素によりエッチングモードとすることが可能となり、第1のガス供給ノズル60内へのSi膜の堆積をより抑制することが可能になる。また、塩素原子含有ガスには、堆積した膜をエッチングする効果もあり、第1のガス供

給口68の閉塞を抑制することが可能となる。

- [0043] なお、SiCエピタキシャル膜を形成する際に流すCl（塩素）原子含有ガスとしてHClガスを例示したが、塩素ガスを用いてもよい。
- [0044] 又、上述ではSiCエピタキシャル膜を形成する際に、Si（シリコン）原子含有ガスとCl（塩素）原子含有ガスとを供給したが、Si原子とCl原子を含むガス、例えばテトラクロロシラン（以下SiCl₄とする）ガス、トリクロロシラン（以下SiHCl₃）ガス、ジクロロシラン（以下SiH₂Cl₂）ガスを供給してもよい。また、言うまでもないが、これらのSi原子及びCl原子を含むガスは、Si原子含有ガスでも有り、又は、Si原子含有ガス及びCl原子含有ガスの混合ガスともいえる。特に、SiCl₄は、熱分解される温度が比較的高いため、ノズル内のSi消費抑制の観点から望ましい。
- [0045] 又、上述ではC（炭素）原子含有ガスとしてC₃H₈ガスを例示したが、エチレン（以下C₂H₄とする）ガス、アセチレン（以下C₂H₂とする）ガスを用いてもよい。
- [0046] また、還元ガスとしてH₂ガスを例示したが、これに限らず他のH（水素）原子含有ガスを用いても良い。更には、キャリアガスとしては、Ar（アルゴン）ガス、He（ヘリウム）ガス、Ne（ネオン）ガス、Kr（クリプトン）ガス、Xe（キセノン）ガス等の希ガスのうち少なくとも1つを用いてもよいし、上記したガスを組合わせた混合ガスを用いてもよい。
- [0047] 次に、図6を用いて、第1のガス供給ノズル60、第2のガス供給ノズル70の最適な配置について説明する。図6は、説明をわかりやすくするため必要な部材のみを記載した模式図となっている。上述したように、2種類の異なるガスを独立したガス供給ノズルで反応室まで供給し、反応室内で混合する場合は、ウェーハ面内の2種類のガスの混合度の分布（SiCエピタキシャル成長の場合は、のC/Si比のウェーハ面内分布）が重要となる。
- [0048] そこで本実施形態では、図6に示されるように、第2のガス供給ノズル70を3本設けると共に、第2のガス供給ノズル70に挟まれるように第1の

ガス供給ノズル60が設けられるように構成している。このように交互に配置することにより、第1のガス供給ノズル60及び第2のガス供給ノズル70から異なるガス種を供給したとしても、該異なるガス種の混合を促進することができる。また、第1のガス供給ノズル60及び第2のガス供給ノズル70を奇数本とすることにより、中央の第2のガス供給ノズル70を中心に成膜ガス供給を左右対称とすることができ、ウェーハ14内の均一性を高めることができる。

[0049] また、両端、及び、中央に配置される第2のガス供給ノズル70から反応室内の主流を形成するガス（本実施形態では、H₂ガス）を供給することにより、場の主流となるガスの流量比（中央／両端）を調整することでウェーハ上のガス流れをコントロールすることができ、面内膜厚の制御が容易となる。

[0050] 更に、本実施形態では、図6に示されるように、第1のガス供給口68の向きが第2のガス供給口72の向きに対して外側を向くように配置される。即ち、図6に示されるように、両端の第2のガス供給口72が向いている方向の交点（A）より、第1のガス供給口68が向いている方向の交点（B）がガス供給ノズルより遠くなるように配置している。このように配置する理由は、以下の通りである。第1のガス供給口68から供給されたシリコン原子含有ガスは、拡散しながら、場の主流となる第2のガス供給口72から供給される成膜ガスと共にウェーハ14に向かうことになる。ここで、中央に配置される第2のガス供給口72から供給される成膜ガス（炭素原子含有ガス及び水素ガス）に対しては、左右に配置された第1のガス供給口68から供給されるシリコン原子含有ガスが拡散する。一方、両端に配置された第2のガス供給口72から供給される成膜ガスに対しては、隣接する第1のガス供給口68から供給されるシリコン原子含有ガスが拡散する。従って、中央に配置された第2のガス供給口72に向かって拡散するシリコン原子含有ガスの量は、両端に向かって拡散するシリコン原子含有ガスの量より多くなる。そこで、第1のガス供給口68を中央から外側に向けることにより、第2

のガス供給口72から供給される夫々の成膜ガスに対して、第1のガス供給口68から供給されるシリコン原子含有ガスの拡散の量を調整することができ、ウェーハ面内で均一なC/Si比を実現できる。

[0051] なお、第1のガス供給口68が向いている方向が交差しないう程度まで外側に向けてしまうと、中央に拡散する量が著しく減少してしまうため好ましくない。従って、第1のガス供給口68の夫々は、少なくとも交差するような方向に向けることが望ましい。

[0052] また、第1のガス供給口68から供給される成膜ガス（シリコン原子含有ガス等）の流速は、場の主流となる第2のガス供給口72から供給される成膜ガス（炭素原子含有ガスや水素ガス）の流速より遅いほうがよい。流速が遅いほうがシリコン原子含有ガスの拡散が大きくなるため2種類のガスの混合度が向上する。

[0053] <処理炉の周辺構成>

次に、図7に於いて、処理炉40及びその周辺の構成について説明する。該処理炉40の下方には、該処理炉40の下端開口を気密に閉塞する為の炉口蓋体としてシールキャップ102が設けられている。該シールキャップ102は、例えばステンレス等の金属製であり、円盤状に形成されている。該シールキャップ102の上面には、処理炉40の下端と当接するシール材としてのOリング（図示せず）が設けられている。シールキャップ102には回転機構104が設けられ、該回転機構104の回転軸106はシールキャップ102を貫通してポート30に接続されており、該ポート30を回転させることでウェーハ14を回転させる様に構成されている。

[0054] 又、シールキャップ102は処理炉40の外側に設けられた昇降機構として、後述する昇降モータ122によって垂直方向に昇降される様に構成されており、これにより前記ポート30を処理炉40に対して搬入搬出することが可能となっている。回転機構104及び昇降モータ122には、駆動制御部108が電氣的に接続されており、所定の動作をする様所定のタイミングにて制御する様構成されている（図5参照）。

- [0055] 予備室としてのロードロック室110の外面に下基板112が設けられている。該下基板112には、昇降台114と摺動自在に嵌合するガイドシャフト116及び昇降台114と螺合するボール螺子118が設けられている。又、下基板112に立設した前記ガイドシャフト116及びボール螺子118の上端には上基板120が設けられている。ボール螺子118は、上基板120に設けられた昇降モータ122によって回転され、ボール螺子118が回転されることで昇降台114が昇降する様になっている。
- [0056] 該昇降台114には中空の昇降シャフト124が垂設され、昇降台114と昇降シャフト124の連結部は気密となっており、該昇降シャフト124は昇降台114と共に昇降する様になっている。昇降シャフト124はロードロック室110の天板126を遊貫し、昇降シャフト124が貫通する天板126の貫通孔は、昇降シャフト124が天板126と接触することがない様十分な隙間が形成されている。
- [0057] 又、ロードロック室110と昇降台114との間には、昇降シャフト124の周囲を覆う様に伸縮性を有する中空伸縮体としてベローズ128が設けられ、該ベローズ128によりロードロック室110が気密に保たれる様になっている。尚、ベローズ128は昇降台114の昇降量に対応できる十分な伸縮量を有し、ベローズ128の内径は昇降シャフト124の外径に比べて十分に大きく、伸縮の際に前記ベローズ128と昇降シャフト124が接触することがない様に構成されている。
- [0058] 該昇降シャフト124の下端には、昇降基板130が水平に固着され、該昇降基板130の下面にはOリング等のシール部材を介して駆動部カバー132が気密に取付けられる。昇降基板130と駆動部カバー132とで駆動部収納ケース134が構成され、この構成により該駆動部収納ケース134内部はロードロック室110内の雰囲気と隔離される。
- [0059] 又、駆動部収納ケース134の内部には前記ポート30の回転機構104が設けられ、該回転機構104の周辺は冷却機構135によって冷却される様になっている。

[0060] 電力ケーブル138は、昇降シャフト124の上端から中空部を通り、回転機構104に導かれて接続されている。又、冷却機構135及びシールキャップ102には冷却水流路140が形成されている。更に、冷却水配管142が昇降シャフト124の上端から中空部を通り冷却水流路140に導かれて接続されている。

[0061] 昇降モータ122が駆動され、ボール螺子118が回転することで、昇降台114及び昇降シャフト124を介して駆動部収納ケース134を昇降させる。

[0062] 該駆動部収納ケース134が上昇することにより、昇降基板130に気密に設けられているシールキャップ102が処理炉40の開口部である炉口144を閉塞し、ウェーハ処理が可能な状態となる。又、駆動部収納ケース134が下降することにより、シールキャップ102と共にポート30が降下され、ウェーハ14を外部に搬出できる状態となる。

[0063] <制御部>

次に、図5に於いて、SiCエピタキシャル膜を成膜する半導体製造装置10を構成する各部の制御構成について説明する。

[0064] 温度制御部52、ガス流量制御部78、圧力制御部98、駆動制御部108は、操作部及び入出力部を構成し、半導体製造装置10全体を制御する主制御部150に電氣的に接続されている。又、温度制御部52、ガス流量制御部78、圧力制御部98、駆動制御部108は、コントローラ152として構成されている。

[0065] <SiC膜の形成方法>

次に、上述した半導体製造装置10を用い、半導体デバイスの製造工程の一工程として、SiC等で構成されるウェーハ14等の基板上に、例えばSiC膜を形成する基板の製造方法について説明する。尚、以下の説明に於いて半導体製造装置10を構成する各部の動作は、コントローラ152により制御される。

[0066] 先ず、図1に示すポッドステージ18に複数枚のウェーハ14を収納した

ポッド16がセットされると、ポッド搬送装置20によりポッド16をポッドステージ18からポッド収納棚22へ搬送し、ストックする。次に、ポッド搬送装置20により、ポッド収納棚22にストックされたポッド16をポッドオープナ24に搬送してセットし、該ポッドオープナ24によりポッド16の蓋を開き、基板枚数検知器26によりポッド16に収納されているウェーハ14の枚数を検知する。

[0067] 次に、基板移載機28により、ポッドオープナ24の位置にあるポッド16からウェーハ14を取出し、ポート30に移載する。

[0068] 複数枚のウェーハ14がポート30に装填されると、図2に示すようにウェーハ14を保持したポート30は、昇降モータ122（図7参照）による昇降台114（図7参照）及び昇降シャフト124の昇降動作により反応室44内に搬入（ポートローディング）される。この状態では、シールキャップ102はOリング（図示せず）を介してマニホールド36の下端をシールした状態となる。

[0069] ポート30搬入後、反応室44内が所定の圧力（真空度）となる様に、真空排気装置220によって真空排気される。この時、反応室44内の圧力は、圧力センサ（図示せず）によって測定され、測定された圧力に基づき第1のガス排気口90及び第2のガス排気口390に連通するAPCバルブ214がフィードバック制御される。又、ウェーハ14及び反応室44内が所定の温度となる様前記被誘導体48が加熱される。この時、反応室44内が所定の温度分布となる様、温度センサ（図示せず）が検出した温度情報に基づき誘導コイル50への通電具合がフィードバック制御される。続いて、回転機構104により、ポート30が回転されることで、ウェーハ14が周方向に回転される。

[0070] 続いて、SiCエピタキシャル成長反応に寄与するSi（シリコン）原子含有ガス及びCl（塩素）原子含有ガスは、それぞれガス供給源210a, 210bから供給され、前記第1のガス供給口68より前記反応室44内に噴出される。又、C（炭素）原子含有ガス及び還元ガスであるH₂ガスが、

所定の流量となる様に対応する前記MFC 211d, 211eの開度が調整された後、バルブ212d, 212eが開かれ、それぞれのガスが第2のガスライン260に流通し、第2のガス供給ノズル70に流通して第2のガス供給口72より反応室44内に導入される。

[0071] 第1のガス供給口68及び第2のガス供給口72より供給されたガスは、反応室44内の被誘導体48の内側を通り、第1のガス排気口90からガス排気管230を通して排気される。第1のガス供給口68及び第2のガス供給口72より供給されたガスは、反応室44内を通過する際に、SiC等で構成されるウェーハ14と接触し、ウェーハ14表面上にSiCエピタキシャル膜成長がなされる。ここで、図6に示すように2本の第1のガス供給ノズル60から供給される成膜ガスは、その噴出方向が交差するような方向に噴出される。また、3本の第2のガス供給ノズル70から供給される成膜ガスは、その噴出方向が交差するような方向に噴出される。更には、第1のガス供給ノズル60から供給される成膜ガスの交差する点は、第2のガス供給ノズル70から供給される成膜ガスの交差する点より遠くなるように供給される。これにより、ウェーハ14面内の濃度分布を均一化させることが可能となる。

[0072] 又、ガス供給源210fより、不活性ガスとしての希ガスであるArガスが所定の流量となる様に対応するMFC 211fの開度が調整された後、バルブ212fが開かれ、第3のガスライン240に流通し、第3のガス供給口360から反応室44内に供給される。第3のガス供給口360から供給された不活性ガスとしての希ガスであるArガスは、反応室44内の断熱材54と反応管42との間を通過し、第2のガス排気口390から排気される。

[0073] 次に、予め設定された時間が経過すると、上述したガスの供給が停止され、図示しない不活性ガス供給源より不活性ガスが供給され、反応室44内の被加熱体48の内側の空間が不活性ガスで置換されると共に、反応室44内の圧力が常圧に復帰される。

[0074] その後、昇降モータ122（図7参照）によりシールキャップ102が下降され、マニホールド36の下端が開口されると共に、処理済みのウェーハ14がポート30に保持された状態でマニホールド36の下端から反応管42の外部に搬出（ポートアンローディング）され、ポート30に保持されたウェーハ14が冷える迄、ポート30を所定位置にて待機させる。待機させた該ポート30のウェーハ14が所定温度迄冷却されると、図1に示す基板移載機28により、ポート30からウェーハ14（図2参照）を取出し、ポッドオープナ24にセットされている空のポッド16に搬送して収納する。その後、ポッド搬送装置20によりウェーハ14が収納されたポッド16をポッド収納棚22、又は前記ポッドステージ18に搬送する。この様にして、半導体製造装置10の一連の作動が完了する。

[0075] 次に図8及び図9を用いて、変形例を説明する。図8及び図9は、上述の実施形態と比較して、ガス供給ノズルの構成が異なる。本実施形態のようにガス供給ノズル内においてSiC膜等の堆積物が付着しないように2種類の成膜ガスを分離供給する場合であっても、ガス供給口付近では、2種類の成膜ガスの混合が生じ、ガス供給口付近にSiC膜が堆積してしまう。その結果、ガス供給口の閉塞等が生じ、パーティクルの発生や流量の変化等が生じ、均質な膜が形成できない恐れがある。そこで、本変形例では、ガス供給口付近に堆積物が成膜して閉塞してしまうことを抑制するために、図9に示すように第1のガス供給口68及び第2のガス供給口72の両方において、成膜ガスが噴出する箇所を曲面としている。これにより、堆積物が付着する箇所がガス供給口に対して広くなり、ガス供給口の閉塞を抑制できる。

[0076] また、本変形例では、図9（a）に示すように、第1のガス供給ノズル60では、第1のガス供給口68から成膜ガスの噴出方向に延びた壁を有している。この壁を有することにより、第1のガス供給口68から噴出した成膜ガスは、壁と接触し、その速度を落す。従って、第1のガス供給口68から噴出した成膜ガスは、反応室内に供給された後、拡散しやすい状態となっており、第2のガス供給口72から供給される成膜ガスとの混合を促進するこ

とができる。また、当該壁のウェーハ表面と平行方向の壁の幅は、第1のガス供給口68のウェーハ表面と平行方向の幅より大きくなっている。これにより、第1のガス供給口68から噴出したガスの流れは、当該壁が設置される領域で少し広がることになり、その速度が更に低下する。

[0077] 一方、図9(b)に示すように、第2のガス供給ノズル70は、第1のガス供給ノズル70と異なり、成膜ガスの噴出方向に延びた壁を有さず、成膜ガスが噴出する付近を曲面とする構成を有する。第2のガス供給口72は、場の主流となる還元ガス(水素ガス)を、速度の低下なく、反応室内に供給することができる。従って、第2のガス供給口72から第2のガス供給ノズル70の成膜ガスの噴出方向の先端までの距離は、第1のガス供給口68から第1のガス供給ノズル60の成膜ガスの噴出方向の先端までの距離より短くなっている。また、第2のガス供給ノズルに設けられた曲面は、ガス供給口72を削ることにより設けるのではなく、筒状のガス供給ノズルのガス供給口側を厚くし、当該厚くした部分を削ることにより形成されている。従って、図9(b)に示すように、第2のガス供給ノズル70は、直線状の第2のガス供給口72が形成され、当該第2のガス供給口72の端からガスの噴出方向に向かって徐々に広がる面取り部を有する構成となっている。このように、面取り分を厚く構成することで、一つのガス供給ノズル70に設けられた複数のガス供給口72は、面取りの加工精度によらずほぼ同じにすることができる。

[0078] 以上のように、第1のガス供給ノズル60、及び、第2のガス供給ノズル70とも成膜ガスの噴出部分を曲面状とすることにより、ガス供給口68(72)に対して、ガスの噴出部分を広くすることができ、堆積物の付着によるノズルの閉塞を抑制できる。また、第1のガス供給ノズル60には、第1のガス供給口68から成膜ガスの噴出方向に延びた壁を設けることにより、成膜ガスの速度を低下させ、反応室内での拡散を促進させることができる。また、第2のガス供給口72には、壁を設けないことによりその流速を保つことができる。

[0079] なお、図9(a)では、第1のガス供給口68から成膜ガスの噴出方向に延びる壁を第1のガス供給口68を囲うように構成したが、複数の第1のガス供給口を挟み込むようにしてもよい。

[0080] 次に図10を用いて、他の変形例を説明する。図10に示す変形例は、例えば図9に示す実施例とはガス供給ノズルのガス供給口の配列が異なる。例えば図9に示す例では、ガス供給ノズルのガス供給口は、同じ高さには、それぞれ一つ設けられている。言い換えれば、図9に示す例では、第1のガス供給ノズル60の複数の第1のガス供給口68は、ガス供給ノズル60が延びる高さ方向に沿って1列で配置されている。また、図9に示す例では、第2のガス供給ノズル70の複数の第2のガス供給口72は、ガス供給ノズル70が延びる高さ方向に沿って1列で配置されている。

[0081] 一方、図10に示す変形例では、ガス供給ノズルの同じ高さに2つ（複数）のガス供給口が設けられる。言い換えれば、図10に示す例では、第1のガス供給ノズル60の複数の第1のガス供給口68は、ガス供給ノズル60が延びる高さ方向に沿って2列（複数列）で配置されている。また、図10に示す例では、第2のガス供給ノズル70の複数の第2のガス供給口72は、ガス供給ノズル70が延びる高さ方向に沿って2列（複数列）で配置されている。

[0082] また、図10に示す例では、各高さに配置される2つのガス供給口は、一定の中心角を成すように設けられる。言い換えれば、ガス供給ノズル60に配置される第1のガス供給口62の第1列目の配列と第2列目の配列は、一定の中心角を成すように配置される。

[0083] 即ち、1本のガス供給ノズル（第1のガス供給ノズル60または第2のガス供給ノズル70）において供給するガス方向が2方向となるようにガス供給口（第1のガス供給口68または第2のガス供給口72）を設ける。これにより、ウェーハ面内での2種類のガスの混合度を均一化することができる。

[0084] 図10に示すようなガス供給口の配列方法は、シリコン原子含有ガス供給

ノズルと炭素原子含有ガス供給ノズルの両方に設けることとしても良いし、どちらか一方だけのノズルに設けるようにしても良い。

[0085] また、ガス原料の種類によって図10に示す配列方法を選択するのではなく、ウェーハに対するガス供給ノズルの位置によりガス供給口の配列方法を選択することができる。例えば、ウェーハの周に沿った形で複数本のガス供給ノズルを設置した場合（例えば図6や図8参照）には設置された複数のガス供給ノズルのうち、両端のガス供給ノズルのみに設けるなど、必要な条件に応じて適宜変更して設置する事ができる。

[0086] また、図示は省略するが、図10に示すガス供給ノズルの更なる変形例として以下の変形例を適用することができる。即ち、同じ高さに配置される2つの（複数の）ガス供給口のうち、一方のガス供給口の開口径が他方のガス供給口の開口径よりも小さくなるように形成する。そして、ウェーハの周に沿った形で複数本のガス供給ノズルを設置した場合に、ウェーハの中心方向を向くガス供給口の開口径が、ウェーハの周縁部方向を向くガス供給口の開口径よりも相対的に小さくなるように配置する。これにより、ガス混合度を更に向上させることができる。

[0087] また、異なる開口径を有するガス供給口を配列する実施態様の変形例として、ガス供給口の配置される高さによって異なる開口径にすることができる。例えば、第1の高さに配置されるガス供給口の開口径を、第1の高さよりも低い第2の高さに配置されるガス供給口の開口径よりも大きくする。また例えば、第1の高さに配置されるガス供給口の開口径を、第1の高さよりも低い第2の高さに配置されるガス供給口の開口径よりも小さくする。ガス供給口の配置される高さによって、ガスの供給圧力が変わる場合には、上記のようにガス供給口の開口径を配置される高さによって変えることで、ガスの流速を制御してガス混合度を更に向上させることができる。

[0088] 以上、本発明を、図面を用いて説明してきたが、本発明の趣旨を逸脱しない限り、様々な変更が可能である。例えば、5本のガス供給ノズルで説明したが、それ以上であっても良いことは言うまでもない。

[0089] また、図6において、第2のガス供給口72の向きがウェーハ14の中心で交わるように記載しているが、これに限らない。例えば、第1のガス供給口68の向きをウェーハ14の中心で交わるようにし、第2のガス供給口72の向きがウェーハ14の中心より手前（第1のガス供給口68側）で交わるようにしても良い。また、第2のガス供給口72の向きがウェーハ14の中心より遠くで交わるようにしてもよい。この場合であっても第1のガス供給口68の向きは、第2のガス供給口72の向きが交わる点より、遠くで交わるように構成する。

[0090] なお、第2のガス供給口72は、図6に記載したようにウェーハ14の中心で交わるように構成するのが望ましいと考えられる。その理由は、ウェーハ14の中心より遠くで交わらせるように構成すると外側に配置された第2のガス供給口72から供給されたガスがウェーハホルダ15aのほうに向かってしまい、また、ウェーハ14の中心より近くで交わらせるように構成するとウェーハ14の中心線（真ん中の第2のガス供給口が向いている方向）のガスの流れが強くなりすぎる可能性があるためである。

[0091] 以上、本発明を実施形態に沿って説明してきたが、ここで本発明の主たる態様を付記する。

（付記1）

複数の基板を処理する反応室と、
前記反応室を囲むように設けられる加熱部と、
前記複数の基板を保持した状態で前記反応室内に載置されるポートと、
前記反応室内に設置される第1ガス供給ノズルと、
前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルを挟むように設置される第2及び第3ガス供給ノズルと、
前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルと前記第2ガス供給ノズルを挟むように設置される第4ガス供給ノズルと、
前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルと前記第3ガス供給ノズルを挟むように設置される第5ガス供給ノズルと、

前記第 1 ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて第 1 成膜ガスを含む第 1 ガスを供給する複数の第 1 ガス供給口と、

前記第 2 ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第 1 成膜ガスとは異なる第 2 成膜ガスを含む第 2 ガスを供給する複数の第 2 ガス供給口と、

前記第 3 ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第 2 成膜ガスを含む第 3 ガスを供給する複数の第 3 ガス供給口と、

前記第 4 ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第 1 成膜ガスを含む第 4 ガスを供給する複数の第 4 ガス供給口と、

前記第 5 ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第 1 成膜ガスを含む第 5 ガスを供給する複数の第 5 ガス供給口と、を具備し、

前記複数の第 2 ガス供給口の向いている方向と前記複数の第 3 ガス供給口の向いている方向とが交差する点は、前記複数の第 4 ガス供給口の向いている方向と前記複数の第 5 ガス供給口の向いている方向とが交差する点より、前記第 1 ガス供給ノズルに対し遠くなる基板処理装置。

(付記 2)

付記 1 において、

前記第 1 ガス、前記第 4 ガス、及び、前記第 5 ガスの流速は、前記第 2 ガス、及び、前記第 3 ガスの流速より速くなるように構成される基板処理装置。

(付記 3)

付記 1 又は付記 2 において、

前記第 1 成膜ガスは、炭素原子含有ガスであり、

前記第 2 成膜ガスは、シリコン原子含有ガスであり、

前記第 1 ガス、前記第 4 ガス、及び、前記第 5 ガスは、還元ガスを含む基板処理装置。

(付記 4)

付記 1 乃至付記 3 のいずれか一つにおいて、

前記第 1 乃至第 5 ガス供給ノズルの夫々は、対応するガスの噴出する部分が曲面状となっている基板処理装置。

(付記 5)

付記 4 において、

前記第 2 ガス供給ノズルは、前記複数の第 2 ガス供給口から前記第 2 ガスの噴出方向に延びた壁を有し、

前記第 3 ガス供給ノズルは、前記複数の第 3 ガス供給口から前記第 3 ガスの噴出方向に延びた壁を有する基板処理装置。

(付記 6)

付記 4 又は 5 において、

前記第 1 ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第 1 ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第 1 ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第 4 ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第 4 ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第 4 ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第 5 ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第 5 ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第 5 ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられる基板処理装置。

(付記 7)

付記 4 において、

前記第 2 ガス供給ノズルは、前記複数の第 2 ガス供給口から前記第 2 ガスの噴出方向に延びた壁を有し、

前記第 3 ガス供給ノズルは、前記複数の第 3 ガス供給口から前記第 3 ガスの噴出方向に延びた壁を有し、

前記第 1 ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第 1 ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第 1 ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第4ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第4ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第4ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第5ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第5ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第5ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第1、第4、及び、第5ガス供給ノズルの対応するガス供給口の端から対応する曲面の端までの距離は、前記第2、及び、第3ガス供給ノズルの対応するガス供給口の端から対応する壁の端までの距離より短い基板処理装置。

(付記8)

複数の基板をボートに保持した状態で反応室内に搬入するボートローディング工程と、

前記複数の基板に対し、少なくとも2本の第1ガス供給ノズルから互いに交差するような方向に第1成膜ガスが供給され、少なくとも2本の第2ガス供給ノズルから互いに交差するような方向に第2成膜ガスが供給され、前記第1成膜ガスと前記第2成膜ガスとが混合することにより前記複数の基板に所定の膜を形成する成膜工程と、

前記成膜工程において成膜された前記複数の基板を前記反応室から搬出するボートアンローディング工程とを有し、

前記第1成膜ガスは、前記第1成膜ガスが供給される方向が互いに交差する点が前記第2成膜ガスが供給される方向が互いに交差する点より遠くなるような方向に供給される基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

符号の説明

[0092] 10：半導体製造装置、12：筐体、14：ウェーハ、15：ウェーハホルダ、15a：上部ウェーハホルダ、15b：下部ウェーハホルダ、16：ポッド、18：ポッドステージ、20：ポッド搬送装置、22：ポッド収納棚、24：ポッドオープナ、26：基板枚数検知器、28：基板移載機、30

: ポート、 32 : アーム、 34 A : ポート断熱部、 34 B : 第1熱交換部、
34 C : 第2熱交換部、 36 : マニホールド、 40 : 処理炉、 42 : 反応管
、 44 : 反応室、 48 : 被誘導体、 50 : 誘導コイル、 52 : 温度制御部、
54 : 断熱材、 55 : 外側断熱壁、 58 : 磁気シール、 60 : 第1のガス供給
ノズル、 68 : 第1のガス供給口、 70 : 第2のガス供給ノズル、 72 :
第2のガス供給口72、 78 : ガス流量制御部、 90 : 第1のガス排気口、
98 : 圧力制御部、 102 : シールキャップ、 104 : 回転機構、 106 :
回転軸、 108 : 駆動制御部、 110 : ロードロック室、 112 : 下基板、
114 : 昇降台、 116 : ガイドシャフト、 118 : ボール螺子、 120 :
上基板、 122 : 昇降モータ、 124 : 昇降シャフト、 128 : ベローズ、
130 : 昇降基板、 132 : 駆動部カバー、 134 : 駆動部収納ケース、 1
35 : 冷却機構、 138 : 電力ケーブル、 140 : 冷却水流路、 142 : 冷
却水配管、 150 : 主制御部、 152 : コントローラ、 200 : ガス供給ユ
ニット、 210 : ガス供給源、 211 : MFC、 212 : バルブ、 214 :
APCバルブ、 222 : 第1のガスライン、 230 : ガス排気管、 260 :
第2のガスライン、 300 : 構造物、 360 : 第3のガス供給口、 390 :
第2のガス排気口。

請求の範囲

[請求項1]

複数の基板を処理する反応室と、
前記反応室を囲むように設けられる加熱部と、
前記複数の基板を保持した状態で前記反応室内に載置されるポートと、
前記反応室内に設置される第1ガス供給ノズルと、
前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルを挟むように設置される第2及び第3ガス供給ノズルと、
前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルと前記第2ガス供給ノズルを挟むように設置される第4ガス供給ノズルと、
前記反応室内に前記第1ガス供給ノズルと前記第3ガス供給ノズルを挟むように設置される第5ガス供給ノズルと、
前記第1ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて第1成膜ガスを含む第1ガスを供給する複数の第1ガス供給口と、
前記第2ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第1成膜ガスとは異なる第2成膜ガスを含む第2ガスを供給する複数の第2ガス供給口と、
前記第3ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第2成膜ガスを含む第3ガスを供給する複数の第3ガス供給口と、
前記第4ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第1成膜ガスを含む第4ガスを供給する複数の第4ガス供給口と、
前記第5ガス供給ノズルに設けられ、前記複数の基板に向けて前記第1成膜ガスを含む第5ガスを供給する複数の第5ガス供給口と、を具備し、
前記複数の第2ガス供給口の向いている方向と前記複数の第3ガス供給口の向いている方向とが交差する点は、前記複数の第4ガス供給口の向いている方向と前記複数の第5ガス供給口の向いている方向とが交差する点より、前記第1ガス供給ノズルに対し遠くなる基板処理

装置。

[請求項2]

請求項1において、

前記第1ガス、前記第4ガス、及び、前記第5ガスの流速は、前記第2ガス、及び、前記第3ガスの流速より速くなるように構成される基板処理装置。

[請求項3]

請求項1又は2において、

前記第1乃至第5ガス供給ノズルの夫々は、対応するガスの噴出する部分が曲面状となっている基板処理装置。

[請求項4]

請求項3において、

前記第2ガス供給ノズルは、前記複数の第2ガス供給口から前記第2ガスの噴出方向に延びた壁を有し、

前記第3ガス供給ノズルは、前記複数の第3ガス供給口から前記第3ガスの噴出方向に延びた壁を有し、

前記第1ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第1ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第1ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第4ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第4ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第4ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第5ガス供給ノズルの前記噴出する部分の曲面は、前記第5ガスの噴出方向に向かって直線状に設けられた前記複数の第5ガス供給口の端から徐々に広がるように設けられ、

前記第1、第4、及び、第5ガス供給ノズルの対応するガス供給口の端から対応する曲面の端までの距離は、前記第2、及び、第3ガス供給ノズルの対応するガス供給口の端から対応する壁の端までの距離より短い基板処理装置。

[請求項5]

複数の基板をボートに保持した状態で反応室内に搬入するボートローディング工程と、

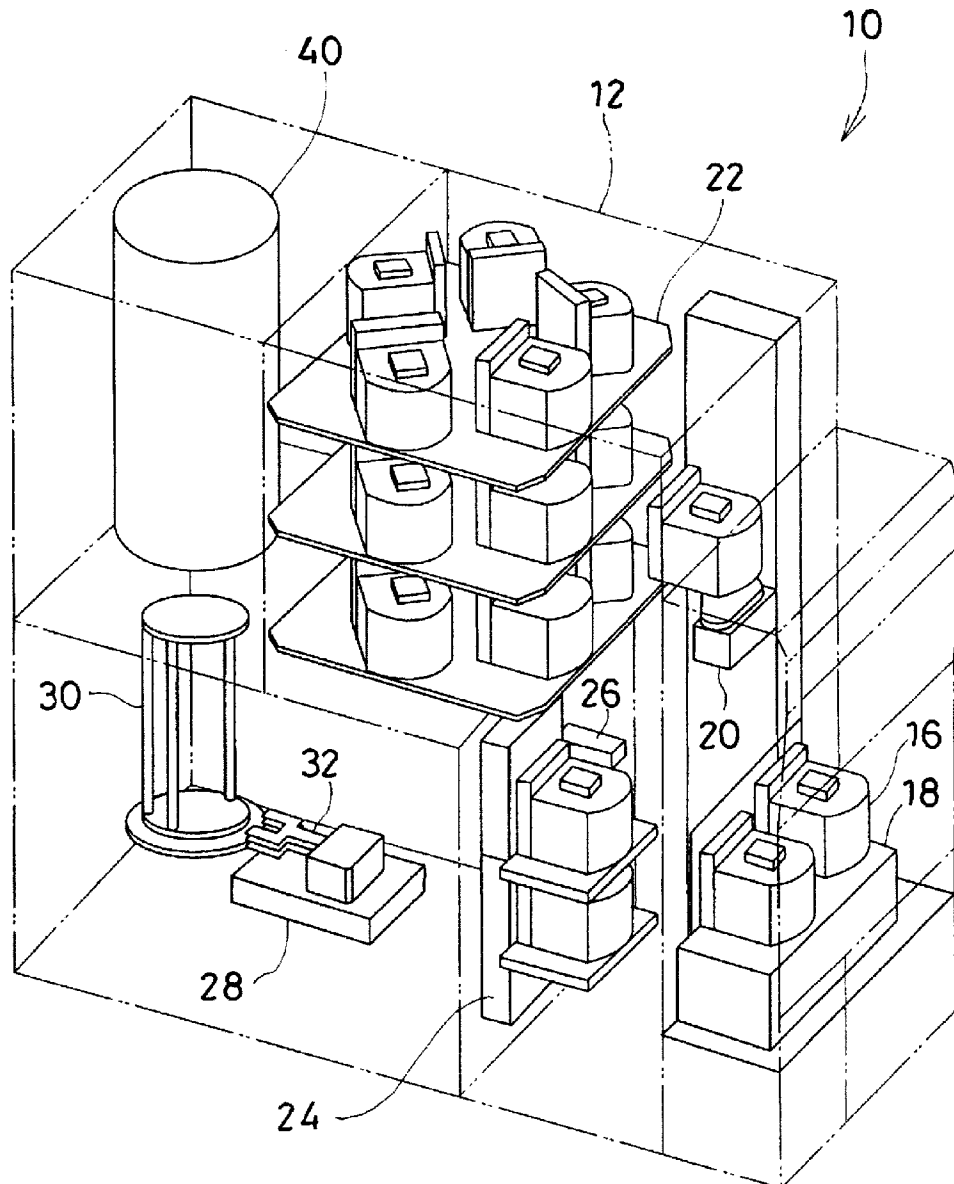
前記複数の基板に対し、少なくとも2本の第1ガス供給ノズルから互いに交差するような方向に第1成膜ガスが供給され、少なくとも2本の第2ガス供給ノズルから互いに交差するような方向に第2成膜ガスが供給され、前記第1成膜ガスと前記第2成膜ガスとが混合することにより前記複数の基板に所定の膜を形成する成膜工程と、

前記成膜工程において成膜された前記複数の基板を前記反応室から搬出するポートアンローディング工程と、を有し、

前記第1成膜ガスは、前記第1成膜ガスが供給される方向が互いに交差する点が前記第2成膜ガスが供給される方向が互いに交差する点より遠くなるような方向に供給される基板の製造方法。

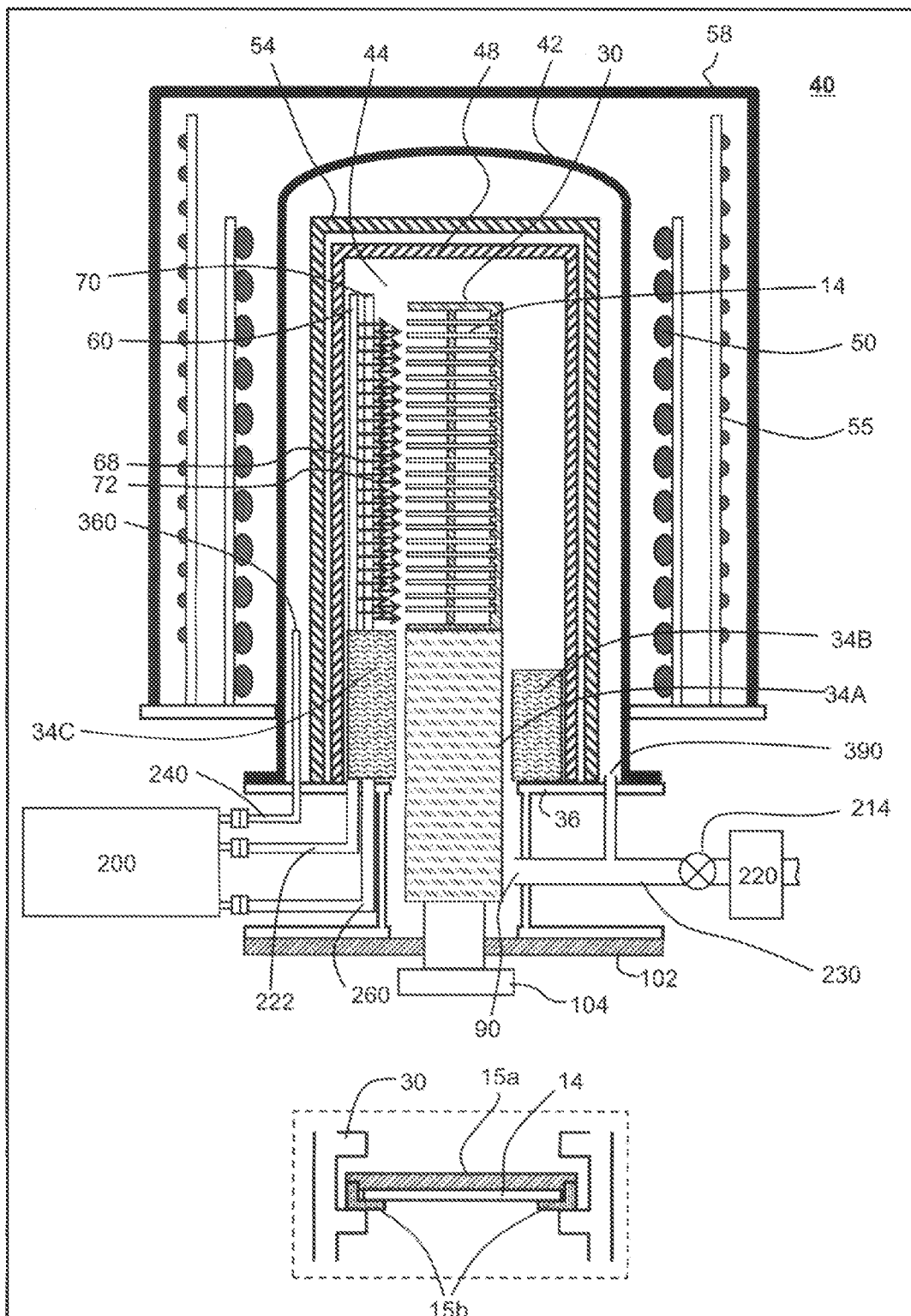
[図1]

図1



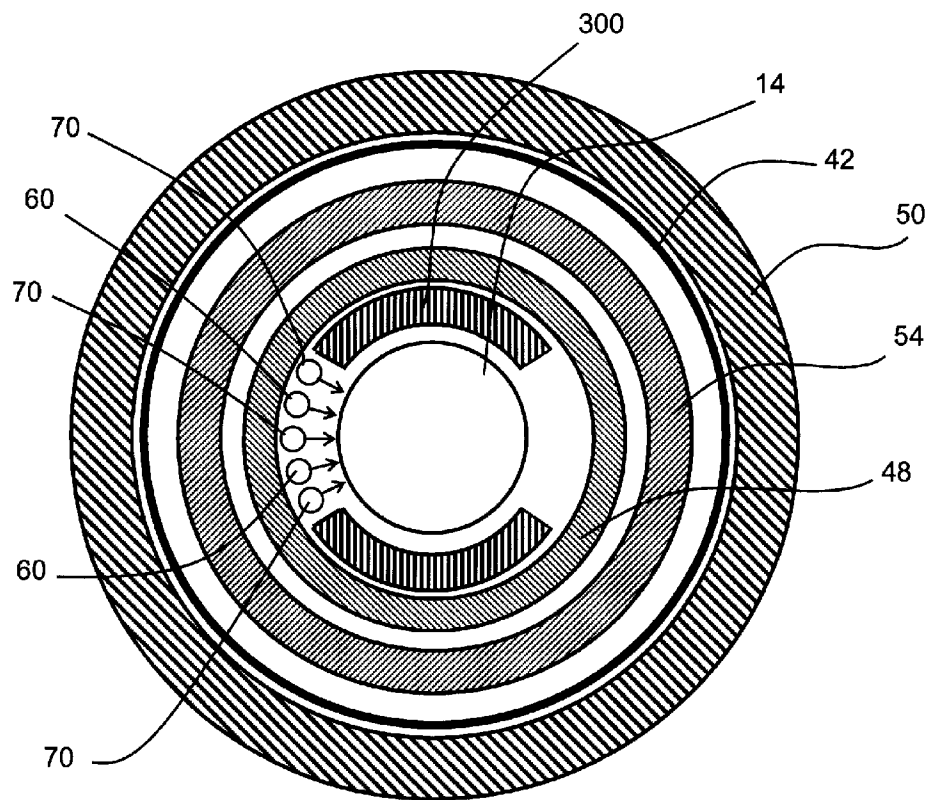
[図2]

図2



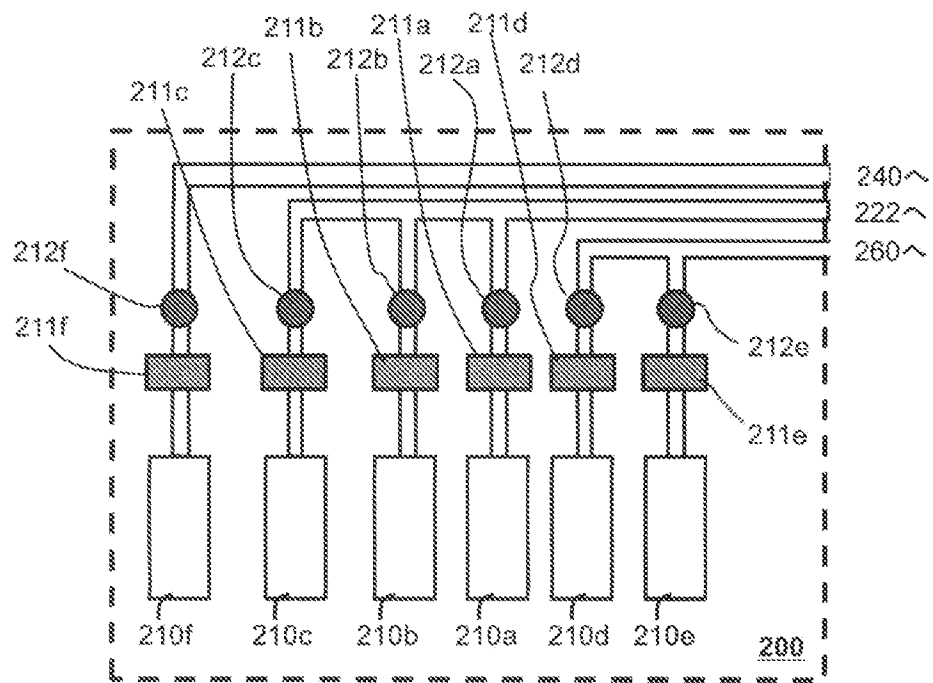
[図3]

図3



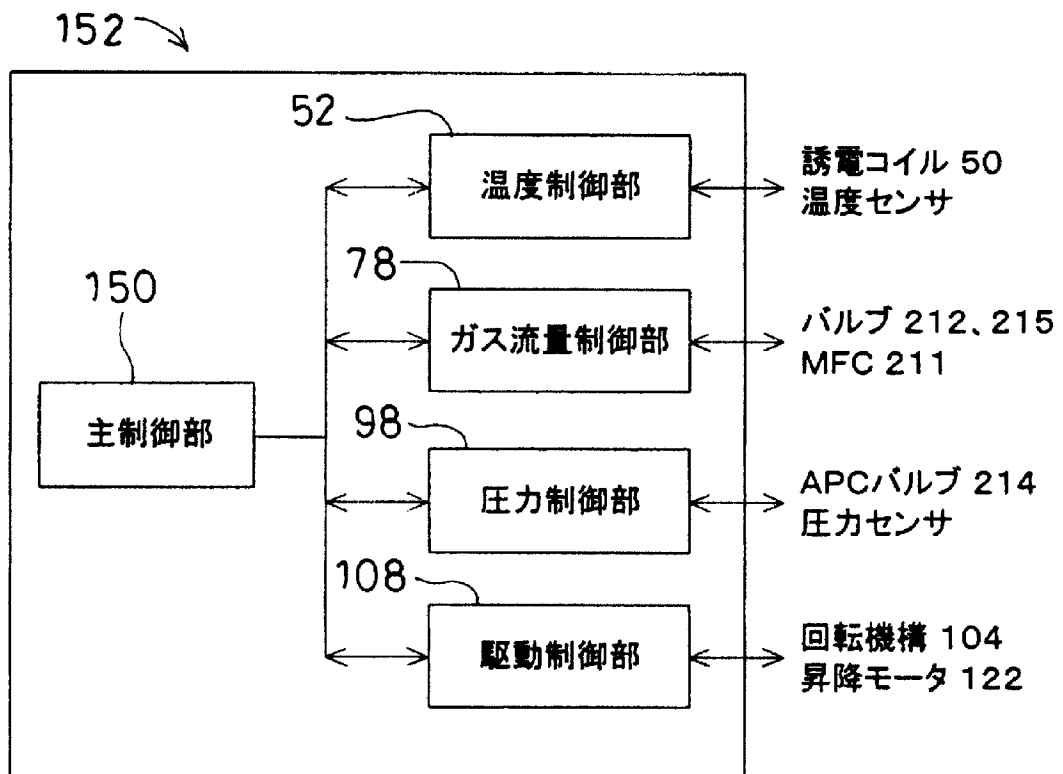
[図4]

図4



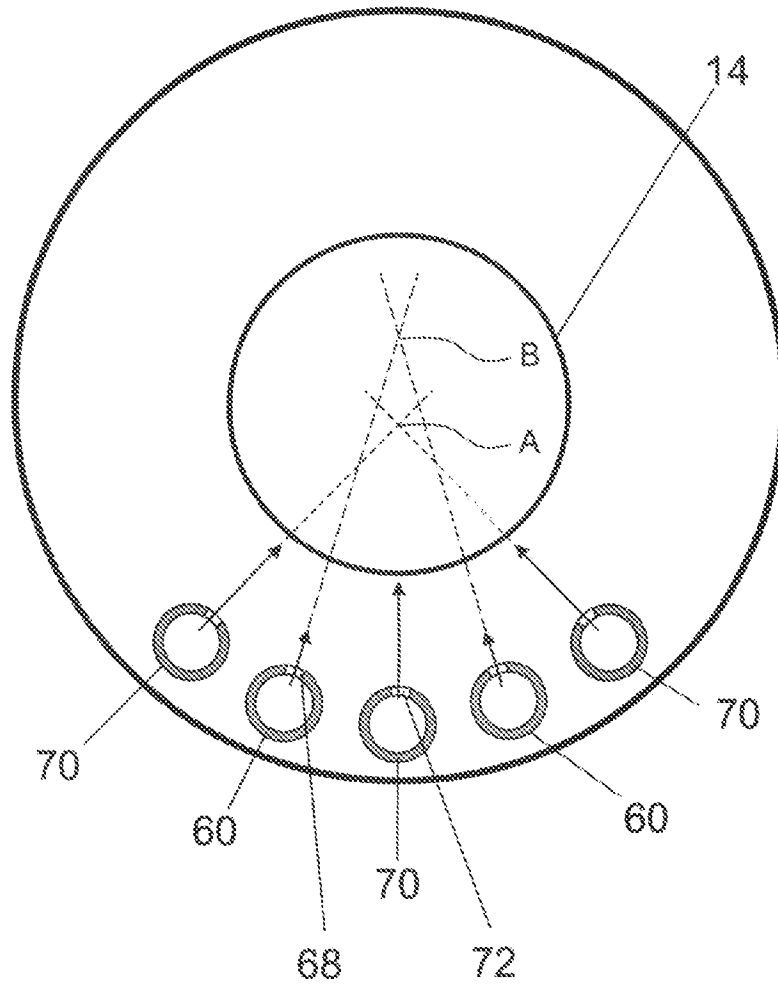
[図5]

図5



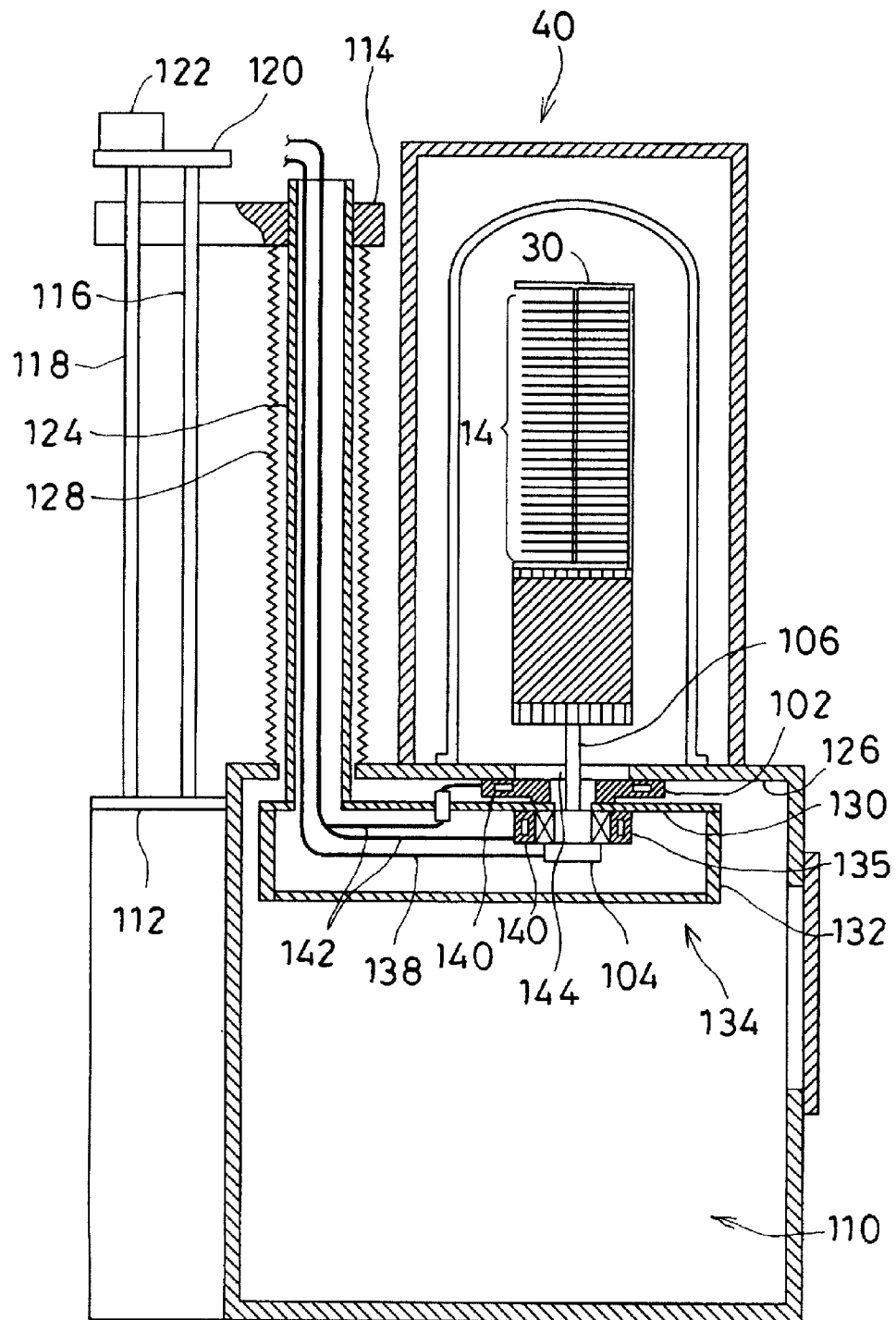
[図6]

図6



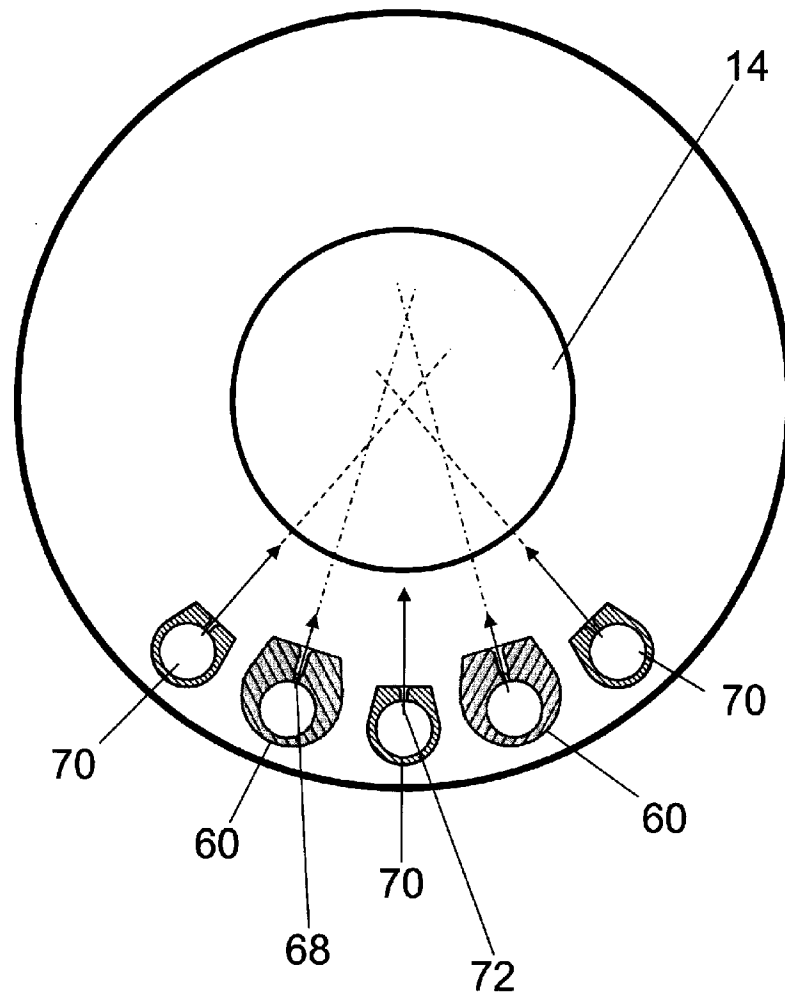
[図7]

図7



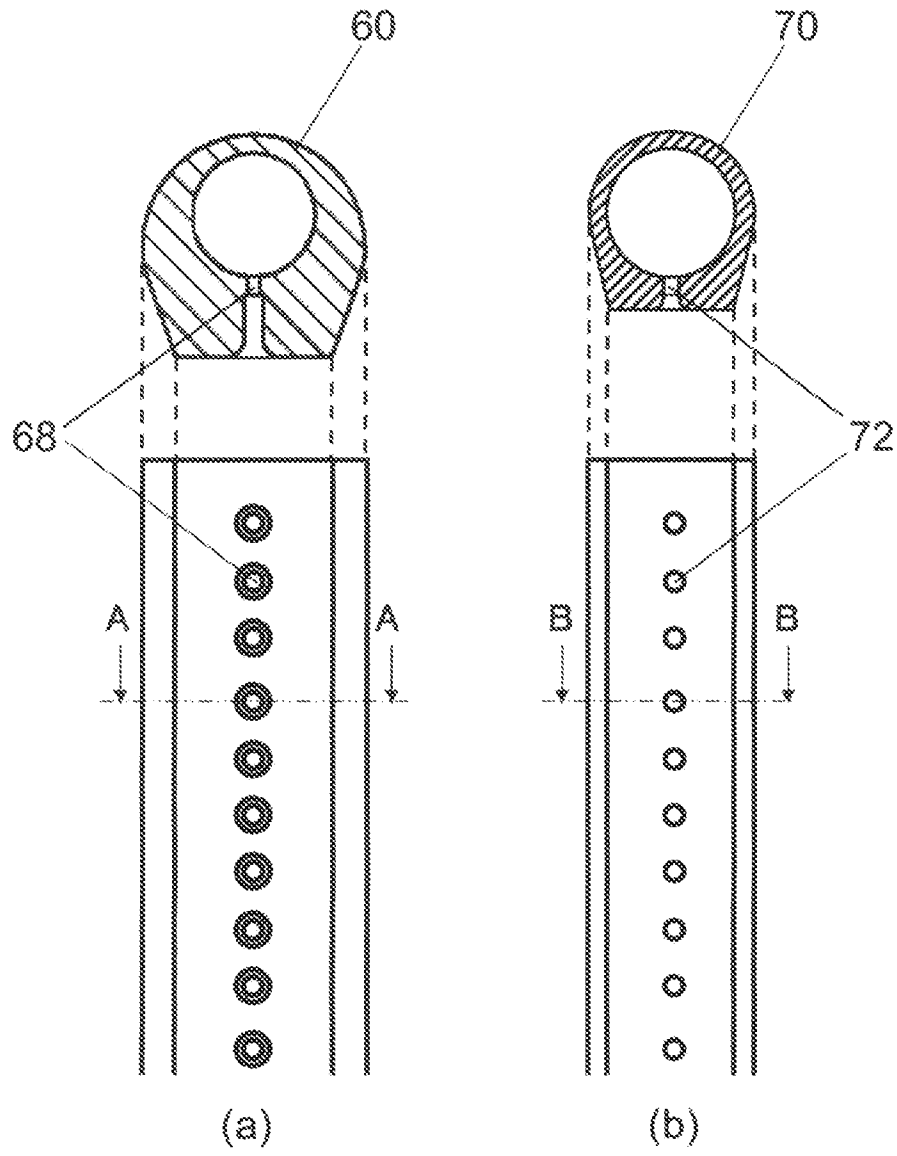
[図8]

図8



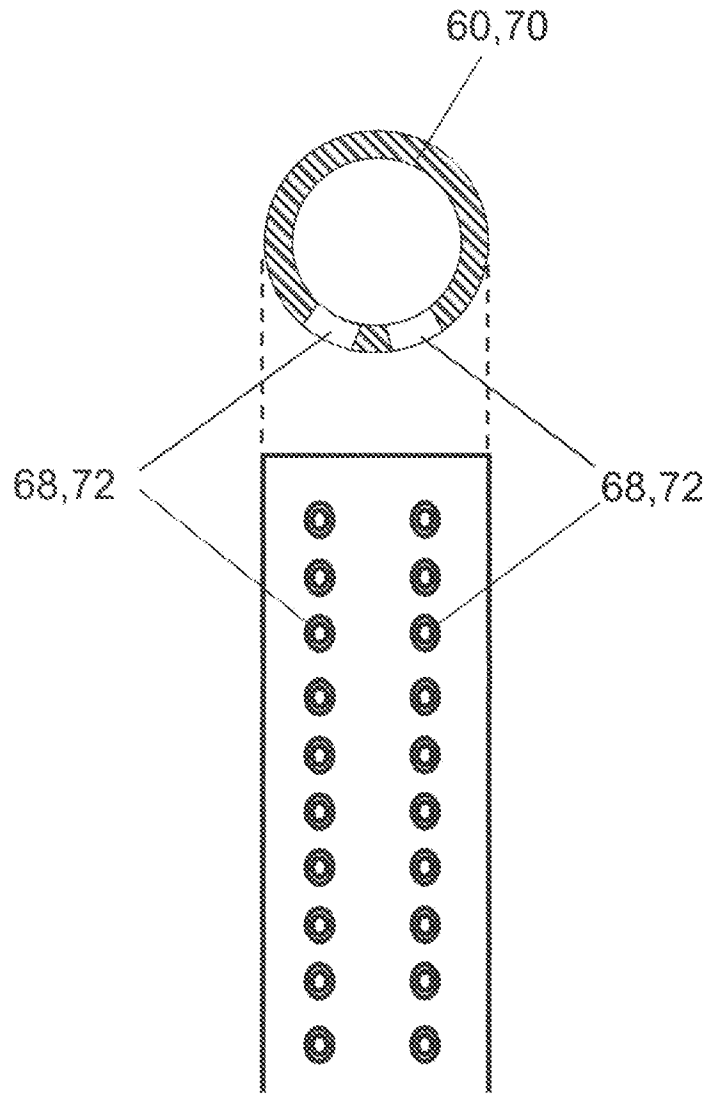
[図9]

図9



[図10]

図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/205(2006.01) i, C23C16/455(2006.01) i

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)
H01L21/205, C23C16/455

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
A	JP 2011-029603 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraphs [0099] to [0114]; fig. 2, 9 & US 2010/0330781 A1	1-5
A	JP 05-251359 A (NEC Corp.), 28 September 1993 (28.09.1993), paragraphs [0009] to [0016]; fig. 1, 2, 4, 7 (Family: none)	1-5
A	JP 03-255619 A (Fujitsu Ltd.), 14 November 1991 (14.11.1991), page 3, upper left column, line 6 to lower right column, line 10; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
12 March, 2012 (12.03.12)

Date of mailing of the international search report
19 March, 2012 (19.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053850

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 01-081311 A (NEC Corp.), 27 March 1989 (27.03.1989), page 2, upper right column, line 14 to page 3, upper right column, line 10; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L21/205(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i

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. H01L21/205, C23C16/455

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 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
A	JP 2011-029603 A (株式会社日立国際電気) 2011.02.10, 段落【0099】 - 【0114】, 第2, 9 図 & US 2010/0330781 A1	1-5
A	JP 05-251359 A (日本電気株式会社) 1993.09.28, 段落【0009】 - 【0016】, 第1, 2, 4, 7 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。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「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 「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 「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) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 12.03.2012	国際調査報告の発送日 19.03.2012
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) 宮本 靖史 電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R 3760

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 03-255619 A (富士通株式会社) 1991. 11. 14, 第 3 頁左上欄第 6 行-右下欄第 10 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 01-081311 A (日本電気株式会社) 1989. 03. 27, 第 2 頁右上欄第 14 行-第 3 頁右上欄第 10 行, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1-5