

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5735304号
(P5735304)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年4月24日(2015.4.24)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/205 (2006.01)
C 2 3 C 16/455 (2006.01)H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455

請求項の数 5 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2011-37171 (P2011-37171)
 (22) 出願日 平成23年2月23日(2011.2.23)
 (65) 公開番号 特開2012-146939 (P2012-146939A)
 (43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)
 審査請求日 平成26年2月19日(2014.2.19)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-284387 (P2010-284387)
 (32) 優先日 平成22年12月21日(2010.12.21)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000001122
 株式会社日立国際電気
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (72) 発明者 白子 賢治
 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
 (72) 発明者 福田 正直
 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
 (72) 発明者 佐々木 隆史
 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
 (72) 発明者 今井 義則
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置、基板の製造方法、半導体デバイスの製造方法およびガス供給管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の基板が縦方向に並んで配置される反応室と、
 前記反応室を覆うように設けられ、前記反応室を加熱する加熱部と、
 前記反応室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けて第1ガスを噴出する第1ガス供給口を有する第1ガス供給管と、
 前記反応室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けて第2ガスを噴出する第2ガス供給口を有する第2ガス供給管と、
 少なくとも前記第2ガスが前記第1ガス供給口へ向かう流れを抑制する遮蔽壁と、
 を具備し、

前記遮蔽壁は、少なくとも前記第1ガス供給口の両側に前記第1ガス供給管と一体に形成され、前記第1ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在し、その内壁の幅は前記第1ガス供給口の幅よりも大きく、かつ、前記ガス供給管の内径よりも小さくなるように形成されている基板処理装置。

【請求項2】

請求項1において、
 前記遮蔽壁の先端部の幅は前記第1ガス供給口を正面から見た際の前記第1ガス供給管の幅より小さくなるように形成されている基板処理装置。

【請求項3】

複数の基板を縦方向に搭載したポートを反応室内に搬入するポートローディング工程と

、
前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第1ガス供給ノズルに設けられた第1ガス供給口から第1ガス、及び、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第2ガス供給ノズルに設けられた第2ガス供給口から第2ガスを前記複数の基板に供給し、前記第1ガスと前記第2ガスが混合されることにより前記複数の基板上に所定の膜を形成する成膜工程と、

前記所定の膜が形成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、

前記成膜工程において、少なくとも前記第1ガス供給口の両側に前記第1ガス供給管と一体に形成され、前記第1ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在し、その内壁の幅は前記第1ガス供給口の幅よりも大きく、かつ、前記ガス供給管の内径よりも小さくなるように形成されている遮蔽壁によって、前記第1ガスが前記第2ガス供給口に向かう流れを抑制する半導体デバイスの製造方法。

10

【請求項4】

複数の基板を縦方向に搭載したポートを反応室内に搬入するポートローディング工程と、

、
前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第1ガス供給ノズルに設けられた第1ガス供給口から第1ガス、及び、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第2ガス供給ノズルに設けられた第2ガス供給口から第2ガスを前記複数の基板に供給し、前記第1ガスと前記第2ガスが混合されることにより前記複数の基板上に所定の膜を形成する成膜工程と、

20

前記所定の膜が形成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、

前記成膜工程において、少なくとも前記第1ガス供給口の両側に前記第1ガス供給管と一体に形成され、前記第1ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在し、その内壁の幅は前記第1ガス供給口の幅よりも大きく、かつ、前記ガス供給管の内径よりも小さくなるように形成されている遮蔽壁によって、前記第1ガスが前記第2ガス供給口に向かう流れを抑制する基板の製造方法。

【請求項5】

複数の基板を内部に載置して処理する処理室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けてガスを噴出するガス供給管であって、

30

前記ガスを供給するガス供給口と、

前記ガス供給口の両側に前記ガス供給管と一体に形成され、前記ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在する遮蔽壁と、を有し、

前記遮蔽壁は、少なくとも前記ガス供給口の両側に前記ガス供給管と一体に形成され、前記ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在し、その内壁の幅は前記ガス供給口の幅よりも大きく、かつ、前記ガス供給管の内径よりも小さくなるように形成されているガス供給管。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【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、又は、当該基板処理装置に用いられるガス供給ノズル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。

50

【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にも代表されるように、現在SiCエピタキシャル膜を形成する装置は、平面状のサセプタに複数のウェーハを配置し、装置中央部から原料ガスを供給する構成を取っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2006-196807号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に代表されるような平面状のサセプタに複数のウェーハを配置する装置構成では、基板コストの削減のため多数枚のウェーハを一度に処理する場合やウェーハの径を大きくする場合、反応室の床面積が増大してしまう問題がある。

【0007】

本発明は斯かる実情に鑑み、高温条件下で行われるSiCエピタキシャル膜成長に於いて、複数枚の基板を均一に成膜することができる基板処理装置及び半導体デバイスの製造方法及び基板の製造方法を提供することを一つの目的とするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するための本発明の代表的な例は、複数の基板が縦方向に並んで配置される反応室と、前記反応室を覆うように設けられ、前記処理室を加熱する加熱部と、前記反応室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けて第1ガスを噴出する第1ガス供給口を有する第1ガス供給管と、前記反応室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けて第2ガスを噴出する第2ガス供給口を有する第2ガス供給管と、少なくとも前記第2ガスが前記第1

30

【0009】

前記課題を解決するための本発明の代表的な他の例は、複数の基板を縦方向に搭載したボートを反応室内に搬入するポートローディング工程と、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第1ガス供給ノズルに設けられた第1ガス供給口から第1ガス、及び、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第2ガス供給ノズルに設けられた第2ガス供給口から第2ガスを前記複数の基板に供給し、前記第1ガスと前記第2ガスが混合されることにより前記複数の基板上に所定の膜を形成する成膜工程と、前記所定の膜が形成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、前記成膜工程において、前記第1ガスが前記第2ガス供給口に向かう流れを遮蔽部により抑制する半導体デバイスの製造方法、又は、基板の製造方法である。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、生産性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【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。

50

【図４】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５】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６】第１の実施形態に関する処理炉の平断面図の概略の一例である。

【図７】第１の実施形態に関するガス供給ノズルの一例を示す図である。

【図８】第１の実施形態に関するガス供給ノズルの他の一例を示す図である。

【図９】第１の実施形態に関するガス供給ノズルの他の一例を示す図である。

【図１０】第１の実施形態に関するガス供給ノズルの他の一例を示す図である。

【図１１】第１の実施形態に関する本発明の処理炉の平断面図の概略の他の一例である。

【図１２】第２の実施形態に関する処理炉の平断面図の概略の一例である。

10

【図１３】第２の実施形態に関する処理炉の平断面図の概略の他の一例である。

【図１４】第３の実施形態に関する処理炉の平断面図の概略の一例である。

【図１５】第４の実施形態に関する課題を説明する図である。

【図１６】第４の実施形態に関するガス供給ノズルの一例を示す図である。

【図１７】第４の実施形態に関する処理炉の平断面図の概略の一例である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

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。

20

【００１３】

<<第１の実施形態>>

<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。

【００１４】

基板処理装置（成膜装置）としての半導体製造装置１０は、バッチ縦型式熱処理装置であり、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Ｓｉ又は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、蓋が開けられた状態で前記ポッドステージ１８にセットされる。

30

【００１５】

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、ポッドオープンナ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ンナ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ように構成されている。前記基板枚数検知器２６は、前記ポッドオープンナ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ンナ２４との間でポッド１６を搬送する。前記ポッドオープンナ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は蓋が開けられたポッド１６内のウェーハ１４の枚数を検知する様になっている。

40

【００１６】

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１

50

4 を取出すことができ、前記アーム 3 2 を動かすことにより、前記ポッドオープナ 2 4 の位置に置かれたポッド 1 6 及びポート 3 0 間にてウェーハ 1 4 を搬送する。

【 0 0 1 7 】

前記ポート 3 0 は、例えばカーボングラファイトや S i C 等の耐熱性材料で構成されており、複数枚のウェーハ 1 4 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 3 0 の下部には、例えば石英や S i C 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 3 4 が配置されており、後述する被加熱体 4 8 からの熱が処理炉 4 0 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）。

【 0 0 1 8 】

前記筐体 1 2 内の背面側上部には前記処理炉 4 0 が配置されている。該処理炉 4 0 内に複数枚のウェーハ 1 4 を装填した前記ポート 3 0 が搬入され、熱処理が行われる。

【 0 0 1 9 】

< 処理炉構成 >

次に、図 2、図 3 に於いて、S i C エピタキシャル膜を成膜する前記半導体製造装置 1 0 の前記処理炉 4 0 について説明する。処理炉 4 0 には、第 1 のガス供給口 6 8 を有する第 1 のガス供給ノズル 6 0、第 2 のガス供給口 7 2 を有する第 2 のガス供給ノズル 7 0、及び第 1 のガス排気口 9 0 が代表例としてそれぞれ 1 つずつ図示されている。又、不活性ガスを供給する第 3 のガス供給口 3 6 0、第 2 のガス排気口 3 9 0 が図示されている。

【 0 0 2 0 】

前記処理炉 4 0 は、円筒形状の反応室 4 4 を形成する前記反応管 4 2 を備えている。該反応管 4 2 は、石英又は S i C 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ている。該反応管 4 2 の内側の筒中空部には、前記反応室 4 4 が形成されており、S i 又は S i C 等で構成された基板としてのウェーハ 1 4 を前記ポート 3 0 によって水平姿勢で、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、保持した状態で収納可能に構成されている。

【 0 0 2 1 】

前記反応管 4 2 の下方には、該反応管 4 2 と同心円状にマニホールド 3 6 が配設されている。該マニホールド 3 6 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 3 6 は、前記反応管 4 2 を支持する様に設けられている。尚、前記マニホールド 3 6 と前記反応管 4 2 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。前記マニホールド 3 6 が図示しない保持体に支持されることにより、前記反応管 4 2 は垂直に据付けられた状態になっている。該反応管 4 2 と前記マニホールド 3 6 により、反応容器が形成されている。

【 0 0 2 2 】

前記処理炉 4 0 は、加熱される被加熱体 4 8 及び磁場発生部としての誘導コイル 5 0 を具備している。前記被加熱体 4 8 は、前記反応室 4 4 内に配設され、該反応管 4 2 の外側に設けられた前記誘導コイル 5 0 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、前記被加熱体 4 8 が発熱することにより、前記反応室 4 4 内が加熱される様になっている。

【 0 0 2 3 】

前記被加熱体 4 8 の近傍には、前記反応室 4 4 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。前記誘導コイル 5 0 及び温度センサは、温度制御部 5 2 と電気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、前記誘導コイル 5 0 への通電具合が調節されることで、前記反応室 4 4 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 4 参照）。

【 0 0 2 4 】

尚、好ましくは、前記反応室 4 4 内に於いて前記第 1 及び第 2 のガス供給ノズル 6 0、7 0 と第 1 のガス排気口 9 0 との間であって、前記被加熱体 4 8 とウェーハ 1 4 との間には、前記被加熱体 4 8 とウェーハ 1 4 との間の空間を埋める様、鉛直方向に延在し断面が

10

20

30

40

50

円弧状の構造物 400 を前記反応室 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 400 を設けることで、前記第 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、前記被加熱体 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。前記構造物 400 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】

前記反応管 42 と前記被加熱体 48 との間には、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、前記被加熱体 48 の熱が前記反応管 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

10

【0026】

又、前記誘導コイル 50 の外側には、前記反応室 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が前記反応室 44 を囲む様に設けられている。更に、前記外側断熱壁の外側には、前記誘導コイル 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、前記被加熱体 48 とウェーハ 14 との間には、少なくとも Si (シリコン) 原子含有ガスと、Cl (塩素) 原子含有ガスとをウェーハ 14 に供給するために少なくとも 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、被加熱体 48 とウェーハ 14 との間の前記第 1 のガス供給ノズル 60 とは異なる箇所には、少なくとも C (炭素) 原子含有ガスと還元ガスとをウェーハ 14 に供給するために、少なくとも 1 つの前記第 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 も同様に被加熱体 48 とウェーハ 14 との間に配置される。又、前記反応管 42 と前記断熱材 54 との間に、前記第 3 のガス供給口 360 及び前記第 2 のガス排気口 390 が配置されている。

20

【0028】

なお、上述の第 1 のガス供給ノズル 60 及び第 2 のガス供給ノズル 70 へ供給されるガスは、装置構造を説明するための一例であり、その詳細については後述する。また、本図において、説明を簡単にするために第 1 のガス供給ノズル 60 及び第 2 のガス供給ノズル 70 を 1 本ずつ配置しているが、これらについても後に詳述する。

30

【0029】

前記第 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、前記反応室 44 内に設けられる。又、前記第 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。ここで、SiC エピタキシャル膜を形成する際に、前記第 1 のガス供給口 68 は、少なくとも Si (シリコン) 原子含有ガスとして、例えばモノシラン (以下 SiH₄ とする) ガスと、Cl (塩素) 原子含有ガスとして、例えば塩化水素 (以下 HCl とする) ガスとを前記第 1 のガス供給ノズル 60 を介して、前記反応室 44 内に供給する様になっている。

40

【0030】

該第 1 のガス供給ノズル 60 は、第 1 のガスライン 222 に接続されている。該第 1 のガスライン 222 は、例えばガス配管 213a, 213b に接続され、該ガス配管 213a, 213b はそれぞれ SiH₄ ガス、HCl 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 及びバルブ 212a, 212b を介して、例えば SiH₄ ガス供給源 210a、HCl ガス供給源 210b に接続されている。

【0031】

上記構成により、例えば SiH₄ ガス、HCl ガスのそれぞれの供給流量、濃度、分圧、供給タイミングを前記反応室 44 内に於いて制御することができる。前記バルブ 212a, 212b、前記 MFC 211a, 211b は、ガス流量制御部 78 に電氣的に接続さ

50

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4参照）。尚、SiH₄ガス、HClガスそれぞれの前記ガス供給源210a, 210b、前記バルブ212a, 212b、前記MFC211a, 211b、前記ガス配管213a, 213b、前記第1のガスライン222、前記第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つ設けられる前記第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。

【0032】

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、前記反応室44内に設けられる。また、前記第2のガス供給ノズル70は、前記マニホールド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。ここで、SiCエピタキシャル膜を形成する際に、前記第2のガス供給口72は、少なくともC（炭素）原子含有ガスとして、例えばプロパン（以下C₃H₈とする）ガスと、還元ガスとして、例えば水素（H原子単体、若しくはH₂分子。以下H₂とする）とを前記第2のガス供給ノズル70を介して前記反応室44内に供給する様になっている。尚、前記第2のガス供給ノズル70は、複数本設けてもよい。

10

【0033】

該第2のガス供給ノズル70は、第2のガスライン260に接続されている。該第2のガスライン260は、例えばガス配管213c, 213dと接続され、該ガス配管213c, 213dはそれぞれ、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MFC211c及びバルブ212cを介してC₃H₈ガス供給源210c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MFC211d及びバルブ212dを介してH₂ガス供給源210dに接続されている。

20

【0034】

上記構成により、例えばC₃H₈ガス、H₂ガスの供給流量、濃度、分圧を前記反応室44内に於いて制御することができる。前記バルブ212c, 212d、前記MFC211c, 211dは前記ガス流量制御部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4参照）。尚、C₃H₈ガス、H₂ガスのガス供給源210c, 210d、前記バルブ212c, 212d、前記MFC211c, 211d、前記ガス配管213c, 213d、前記第2のガスライン260、第2のガス供給ノズル70、前記第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。

30

【0035】

又、前記第1のガス供給ノズル60及び前記第2のガス供給ノズル70に於いて、基板の配列領域に前記第1のガス供給口68及び前記第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の所要数枚毎に設けられていてもよい。

【0036】

<排気系>

図3に示す様に、前記第1のガス排気口90が、前記第1のガス供給ノズル60及び前記第2のガス供給ノズル70の位置に対して対向する様に配置され、前記マニホールド36には、前記第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。圧力センサ及び前記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前記APCバルブ214の開度を調整し、前記処理炉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4参照）。

40

【0037】

上記した様に、前記第1のガス供給口68から少なくとも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、前記第2のガス供給口72から少なくともC

50

(炭素)原子含有ガスと還元ガスとを供給し、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、前記第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。

【0038】

又、図3に示す様に、前記第3のガス供給口360は前記反応管42と前記断熱材54との間に配置され、前記マニホールド36を貫通する様に取付けられている。更に、前記第2のガス排気口390が、前記反応管42と前記断熱材54との間であり、前記第3のガス供給口360に対して対向する様に配置され、前記第2のガス排気口390は前記ガス排気管230に接続されている。前記第3のガス供給口360は前記マニホールド36を貫通する第3のガスライン240に形成され、バルブ212e、MFC211eを介してガス供給源210eと接続されている。該ガス供給源210e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、例えばSi(シリコン)原子含有ガス又はC(炭素)原子含有ガス又はCl(塩素)原子含有ガス又はそれらの混合ガスが、前記反応管42と前記断熱材54との間に進入するのを防ぎ、前記反応管42の内壁又は前記断熱材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。

10

【0039】

又、前記反応管42と前記断熱材54との間に供給された不活性ガスは、前記第2のガス排気口390より前記ガス排気管230の下流側にある前記APCバルブ214を介して前記真空排気装置220から排気される。

20

【0040】

<処理炉の周辺構成>

次に、図5に於いて、前記処理炉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、前記処理炉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。前記シールキャップ102には回転機構104が設けられ、該回転機構104の回転軸106は前記シールキャップ102を貫通して前記ポート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。

30

【0041】

又、前記シールキャップ102は前記処理炉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を前記処理炉40に対して搬入搬出することが可能となっている。前記回転機構104及び前記昇降モータ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4参照)。

【0042】

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及び前記昇降台114と螺合するボール螺子118が設けられている。又、前記下基板112に立設した前記ガイドシャフト116及び前記ボール螺子118の上端には上基板120が設けられている。前記ボール螺子118は、前記上基板120に設けられた前記昇降モータ122によって回転され、前記ボール螺子118が回転されることで前記昇降台114が昇降する様になっている。

40

【0043】

該昇降台114には中空の昇降シャフト124が垂設され、前記昇降台114と前記昇降シャフト124の連結部は気密となっており、該昇降シャフト124は前記昇降台114と共に昇降する様になっている。前記昇降シャフト124は前記ロードロック室110の天板126を遊貫し、前記昇降シャフト124が貫通する前記天板126の貫通孔は、

50

前記昇降シャフト１２４が前記天板１２６と接触することがない様充分な隙間が形成されている。

【００４４】

又、前記ロードロック室１１０と前記昇降台１１４との間には、前記昇降シャフト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により前記ロードロック室１１０が気密に保たれる様になっている。尚、前記ベローズ１２８は前記昇降台１１４の昇降量に対応できる充分な伸縮量を有し、前記ベローズ１２８の内径は前記昇降シャフト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と前記昇降シャフト１２４が接触することがない様に構成されている。

【００４５】

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。前記昇降基板１３０と前記駆動部カバー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内部は前記ロードロック室１１０内の雰囲気と隔離される。

【００４６】

又、前記駆動部収納ケース１３４の内部には前記ポート３０の前記回転機構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。

【００４７】

電力ケーブル１３８は、前記昇降シャフト１２４の上端から中空部を通り、前記回転機構１０４に導かれて接続されている。又、前記冷却機構１３５及び前記シールキャップ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が前記昇降シャフト１２４の上端から中空部を通り前記冷却水流路１４０に導かれて接続されている。

【００４８】

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

【００４９】

該駆動部収納ケース１３４が上昇することにより、前記昇降基板１３０に気密に設けられている前記シールキャップ１０２が前記処理炉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、前記駆動部収納ケース１３４が下降することにより、前記シールキャップ１０２と共に前記ポート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。

【００５０】

<制御部>

次に、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を構成する各部の制御構成について説明する。

【００５１】

温度制御部５２、前記ガス流量制御部７８、前記圧力制御部９８、前記駆動制御部１０８は、操作部及び入出力部を構成し、前記半導体製造装置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、前記温度制御部５２、前記ガス流量制御部７８、前記圧力制御部９８、前記駆動制御部１０８は、コントローラ１５２として構成されている。

【００５２】

<各ガス供給系に供給されるガスの詳細>

次に、上述した第１のガス供給系及び第２のガス供給系を構成する理由について説明する。ＳｉＣエピタキシャル膜を成膜する半導体製造装置では、少なくともＳｉ（シリコン）原子含有ガスと、Ｃ（炭素）原子含有ガスとで構成される原料ガスを前記反応室４４に供給し、ＳｉＣエピタキシャル膜を成膜する必要がある。また、本実施例の様に、複数枚のウェーハ１４が水平姿勢で多段に整列させて保持される場合に於いて、ウェーハ間の均一性を向上させるため、原料ガスを夫々のウェーハ近傍のガス供給口から供給できるよう

10

20

30

40

50

に、前記反応室44内にガス供給ノズルを設けている。従って、ガス供給ノズル内も反応室と同じ条件となっている。この時、Si原子含有ガスとC原子含有ガスを同じガス供給ノズルにて供給すると、原料ガス同士が反応することで原料ガスが消費され、前記反応室44の下流側で原料ガスが不足するだけでなく、ガス供給ノズル内で反応し堆積したSiC膜等の堆積物がガス供給ノズルを閉塞し、原料ガスの供給が不安定になると共に、パーティクルを発生させる等の問題を生じてしまう。

【0053】

そこで、本実施例では、第1のガス供給ノズル60を介してSi原子含有ガスを供給し、第2のガス供給ノズル70を介してC原子含有ガスを供給している。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。

10

【0054】

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。

20

【0055】

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のガス供給ノズル内へのSi膜の堆積をより抑制することが可能になる。

【0056】

尚、図2に示す例では、第1のガス供給ノズル60にSiH₄ガス及びHClガスを供給し、第2のガス供給ノズル70にC₃H₈ガス及びH₂ガスを供給する構成で説明したが、上述した通り、図2に示す例は、最も良いと考えられる組合せであり、それに限られることはない。

30

【0057】

又、図2に示す例では、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。

【0058】

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。

40

【0059】

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。

【0060】

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

50

スを用いても良い。更には、キャリアガスとしては、A r (アルゴン) ガス、H e (ヘリウム) ガス、N e (ネオン) ガス、K r (クリプトン) ガス、X e (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。

【0061】

上述では、第1のガス供給ノズル60を介してS i 原子含有ガスを供給し、第2のガス供給ノズル70を介してC 原子含有ガスを供給することでガス供給ノズル内のS i C 膜の堆積を抑制するようにしている(以下、S i 原子含有ガスとC 原子含有ガスを分離して供給する方式を、「セパレート方式」と呼ぶ。)。しかしながら、この方法は、ガス供給ノズル内でのS i C 膜の堆積を抑制できるものの、S i 原子含有ガスとC 原子含有ガスの混合がガス供給口68, 72からウェーハ14に到達するまでの間に充分に行う必要がある。

10

【0062】

従って、ウェーハ内の均一化の観点から見れば、S i 原子含有ガスとC 原子含有ガスを予め混合して、ガス供給ノズル60に供給するほうが望ましい(以下、S i 原子含有ガスとC 原子含有ガスを同一のガス供給ノズルから供給する方式を「プレミックス方式」と呼ぶ。)。しかしながら、S i 原子含有ガス及びC 原子含有ガスを同一のガス供給ノズルから供給するとガス供給ノズル内にS i C 膜が堆積してしまう恐れがある。一方で、S i 原子含有ガスは、エッチングガスである塩素と還元ガスである水素との比(C l / H)を大きくすると塩素によるエッチング効果の方が大きくなり、S i 原子含有ガスの反応を抑えることが可能である。従って、一方のガス供給ノズルにS i 原子含有ガス、C 原子含有ガス、及び、塩素含有ガスを供給し、還元反応に用いられる還元ガス(例えば、水素ガス)を他方のガス供給ノズルから供給することで、ガス供給ノズル内のC l / Hが大きくなり、S i C 膜の堆積を抑制することが可能である。

20

【0063】

< ガス供給ノズルの構成 >

ここで、上述の通り、ガス供給ノズル内の堆積は、S i 原子含有ガス等のS i C 膜の成膜に寄与する原料ガスの供給方法を工夫することで抑制することは可能である。しかしながら、分離して供給された原料ガスは、ガス供給口68, 72から噴出した直後に混合される。ガス供給口68, 72付近で原料ガスが混合されるとガス供給口にS i C 膜が堆積する可能性があり、その結果、ガス供給口の閉塞や堆積したS i C 膜の剥がれによるパーティクルの発生が生じる恐れがある。

30

【0064】

上述のガス供給口付近でのS i C 膜の堆積を抑制するための構造を図6及び図7を用いて説明する。なお、ガス供給方式は、セパレート方式として説明する。まず、ガス供給ノズルの配置について、図6を用いて説明する。図6は、反応室44を上部から見た断面図であり、理解を容易にするため必要な部材のみを記載している。図6が示す通り、S i 原子含有ガスを供給する第1のガス供給ノズル60とC 原子含有ガスを供給する第2のガス供給ノズル70とが交互に配置される。このように交互に配置することにより、S i 原子含有ガスとC 原子含有ガスの混合を促進することができる。また、第1のガス供給ノズル及び第2のガス供給ノズルは、奇数本とすることが望ましい。奇数本とすると、中心の第2ガス供給ノズル70を中心に原料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。

40

【0065】

また、図6では、C 原子含有ガスを供給する第2のガス供給ノズル70を中央、及び、両端に配置し、S i 原子含有ガスを供給する第1のガス供給ノズル60を第2のガス供給ノズルの間に配置しているが、S i 原子含有ガスを供給する第1のガス供給ノズル70を中央、及び、両端に配置し、S i 原子含有ガスを供給する第2のガス供給ノズル70を第1のガス供給ノズルの間に配置するようにしてもよい。なお、C 原子含有ガスを供給する第2のガス供給ノズル70を中央、及び、両端に配置し、S i 原子含有ガスを供給する第

50

1 のガス供給ノズル 60 を第 2 のガス供給ノズルの間に配置することが望ましい。このように配置することにより、C 原子含有ガスと共にキャリアガスとして大量に供給する（場の主流となる）H₂ 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。なお、プリミックス方式を用いる場合は、第 1 のガス供給ノズル 60 に Si 原子含有ガス、C 原子含有ガス、及び、塩素含有ガスを供給し、第 2 のガス供給ノズル 70 には、還元ガスである水素ガスを供給するほうがよい。このようにすることにより、キャリアガスとして大量に供給する（場の主流となる）H₂ 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。

【0066】

10

次に各ガス供給ノズルについて、図 7 を用いて説明する。図 7 は、1 つのガス供給ノズルの正面図、及び、A - A 断面図の関係を示した図である。図 7 (a) は、A - A 断面図であり、図 7 (b) は、正面図である。各ガス供給ノズル 60 (70) は、ガス供給口 68 (72) へ向かう他のガス供給口から噴出したガスの流れを抑制する遮蔽部として、ガス供給口 68 (72) を挟むようにウェーハ方向に延びる遮蔽壁が設けられている。この遮蔽壁の内壁の間隔 L₁ は、ガス供給口 68 (72) の径より大きい。これにより、ガス供給口と比較して、閉塞が起こりにくくなる。また、遮蔽壁のガス供給口から先端までの長さ L₂ は、遮蔽壁の内壁の間隔 L₁ より大きくすると、よりガスの回り込みを抑制できる。

【0067】

20

また、ガス供給ノズルの遮蔽壁を含めた先端部の幅 L₃ は、ガス供給口を正面から見た際のガス供給ノズルの幅 L₄ より小さくしている。図 6 に示すようにガス供給ノズルは、直線状に配置するのではなく、ウェーハと等距離になるように周方向に並べることが望ましい。その際に、先端部の幅 L₃ をガス供給ノズルの幅 L₄ より小さくすると、ウェーハ中心に向かってガス供給ノズルが細くなるため、ガス供給ノズルを密に配置することが可能となる。ガス供給ノズルを密に配置することで、ガス供給ノズル間に流れる原料ガスの量を減らすことができ、ウェーハ上に到達するガスの量を多くすることができる。

【0068】

また、遮蔽壁の先端部は、図 7 (c) に示すように、紙面上、斜め方向に設けられた遮蔽壁の外壁と縦方向に設けられた遮蔽壁の内壁を結んだ際にできる三角形の領域を切り落とした構造となっている。言い換えれば、遮蔽壁の内壁の長さ L₂ は、遮蔽壁の外壁の延長線と交差するまでの遮蔽壁の内壁の延長線の長さ L₅ より短くなっている。この構造により、遮蔽壁の内壁にガス供給口 68 (72) から供給されたガスが接触し、ガス流の速度が遅くなってしまうことを抑制することができる。

30

【0069】

更に、切り落とした後の先端部の角は、面取りがされ、曲線となっている。このように先端部の角を面取りしない場合は、角部を基点として嘴状の SiC 膜の堆積が発生する恐れがある。しかしながら、本実施例のように面取りをし、角部を曲線状とすることにより、SiC 膜が堆積したとしても平面状に堆積することになり、パーティクルの発生を抑制することができる。

40

【0070】

また、図 7 では、遮蔽壁とガス供給ノズルの本体とを一体化して形成していたが、これに限らず、従来用いられている円形（若しくは、楕円形）のガス供給ノズルに別部材として遮蔽壁を取り付けても良い。

【0071】

また、ガス供給口 68 (72) は、図 7 のように複数の孔状である必要はなく、図 8 に示すようにスリット状であっても構わない。スリット状とすることによりガス流の速度を小さくすることができ、エピ膜の成長速度が小さくなる可能性はあるものの、2 つの異なるガス供給ノズルから供給された原料ガスの混合を促進することが可能となり、ウェーハ内の均一性を向上させることができる。なお、この場合、遮蔽壁の内壁の幅 L₁ は、スリ

50

ット状のガス供給口の幅より大きければよい。即ち、図 7、図 8 の観点を考慮すれば、遮蔽壁の内壁の幅 L 1 は、ウェーハの平面に平行な方向のガス供給口の幅より大きいことが望ましいと言える。

【 0 0 7 2 】

また、遮蔽壁は、ガス供給口を挟むように構成するのではなく、図 9 に示すようにガス供給口 6 8 (7 2) を囲うように構成しても良い。これにより、ガス供給口から噴出した原料ガスが遮蔽壁の内壁に接触し速度が落ちる可能性があるものの、ガス供給口の周囲を囲っているため、図 7 に示す構造と比較して、ガスの回り込みをより抑制することが可能となる。

【 0 0 7 3 】

また、遮蔽壁の外壁は、図 1 0 に示すように遮蔽壁の内壁と平行方向に延びるように構成しても良い。このように構成すると、ガス供給ノズル間の隙間が増えることになるが、ガス供給ノズルを軽くすることができる。なお、図 1 0 では、ガス供給口を囲うように遮蔽壁を構成しているが、図 7 のようなガス供給口を挟む構成であっても良い。また、ガス供給口も複数の孔状ではなく、スリット状としても良い。

【 0 0 7 4 】

次に、図 6 の変形例を説明する。図 6 では、第 1 のガス供給ノズル 6 0 及び第 2 のガス供給ノズル 7 0 の両方に遮蔽壁を設ける構造であったが、すべてのガス供給ノズルに遮蔽壁を設ける必要はなく、一部のガス供給ノズルに遮蔽壁を設けてもよい。特に、第 1 のガス供給ノズル 7 0 が C 1 原子含有ガスを供給する場合は、C 1 原子が成膜を抑制する効果を有するため、遮蔽壁がなくともガス供給口に成膜されることを抑制することができる。従って、図 1 1 に示すように第 1 のガス供給ノズル 6 0 は、遮蔽壁がない通常のガス供給ノズルとし、第 2 のガス供給ノズル 7 0 は、遮蔽壁付きのガス供給ノズルとしても良い。

【 0 0 7 5 】

また、特にプレミックス方式の場合、第 2 のガス供給口 7 2 に遮蔽壁を設けないほうが望ましい。第 2 のガス供給口 7 2 から還元ガスが噴出しているため、成膜の原料となるガスが供給されていない。従って、例えば第 1 のガス供給口 6 8 から噴出したガスが第 2 ガス供給口に向かったとしてもその濃度は小さくなると考えられる。その一方、還元ガスの流速は S i 原子含有ガスや C 原子含有ガスより速い。従って、あえて遮蔽壁を設けないように構成することでガスの流速を稼ぐことが可能となる。

【 0 0 7 6 】

< S i C 膜の形成方法 >

次に、上述した前記半導体製造装置 1 0 を用い、半導体デバイスの製造工程の一工程として、S i C 等で構成されるウェーハ 1 4 等の基板上に、例えば S i C 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前記半導体製造装置 1 0 を構成する各部の動作は、前記コントローラ 1 5 2 により制御される。

【 0 0 7 7 】

先ず、前記ポッドステージ 1 8 に複数枚のウェーハ 1 4 を収納したポッド 1 6 がセットされると、前記ポッド搬送装置 2 0 により前記ポッド 1 6 を前記ポッドステージ 1 8 から前記ポッド収納棚 2 2 へ搬送し、ストックする。次に、前記ポッド搬送装置 2 0 により、前記ポッド収納棚 2 2 にストックされた前記ポッド 1 6 を前記ポッドオープンナ 2 4 に搬送してセットし、該ポッドオープンナ 2 4 により前記ポッド 1 6 の蓋を開き、前記基板枚数検知器 2 6 により前記ポッド 1 6 に収納されているウェーハ 1 4 の枚数を検知する。

【 0 0 7 8 】

次に、前記基板移載機 2 8 により、前記ポッドオープンナ 2 4 の位置にある前記ポッド 1 6 からウェーハ 1 4 を取出し、前記ポート 3 0 に移載する。

【 0 0 7 9 】

複数枚のウェーハ 1 4 が前記ポート 3 0 に装填されると、ウェーハ 1 4 を保持した前記ポート 3 0 は、前記昇降モータ 1 2 2 による前記昇降台 1 1 4 及び昇降シャフト 1 2 4 の昇降動作により前記反応室 4 4 内に搬入 (ポートローディング) される。この状態では、

10

20

30

40

50

前記シールキャップ 102 は O リング (図示せず) を介して前記マニホールド 36 の下端をシールした状態となる。

【 0080 】

前記ポート 30 搬入後、前記反応室 44 内が所定の圧力 (真空度) となる様に、前記真空排気装置 220 によって真空排気される。この時、前記反応室 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前記第 1 のガス排気口 90 及び前記第 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 及び前記反応室 44 内が所定の温度となる様前記被加熱体 48 が加熱される。この時、前記反応室 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前記誘導コイル 50 への通電具合がフィードバック制御される。続いて、前記回転機構 104 により、前記ポート 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。

10

【 0081 】

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、それぞれ前記ガス供給源 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 211c, 211d の開度が調整された後、前記バルブ 212c, 212d が開かれ、それぞれのガスが前記第 2 のガスライン 260 に流通し、前記第 2 のガス供給ノズル 70 に流通して前記第 2 のガス供給口 72 より前記反応室 44 内に導入される。

20

【 0082 】

前記第 1 のガス供給口 68 及び前記第 2 のガス供給口 72 より供給されたガスは、前記反応室 44 内の前記被加熱体 48 の内側を通り、前記第 1 のガス排気口 90 から前記ガス排気管 230 を通って排気される。前記第 1 のガス供給口 68 及び前記第 2 のガス供給口 72 より供給されたガスは、前記反応室 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。その際、ガス供給ノズルに設けられた遮蔽壁により他のガス供給口に向かう流れが抑制され、その結果、ウェーハの均質化を図ることができる。

【 0083 】

又、前記ガス供給源 210e 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前記 MFC 211e の開度が調整された後、前記バルブ 212e が開かれ、前記第 3 のガスライン 240 に流通し、前記第 3 のガス供給口 360 から前記反応室 44 内に供給される。前記第 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、前記反応室 44 内の前記断熱材 54 と前記反応管 42 との間を通過し、前記第 2 のガス排気口 390 から排気される。

30

【 0084 】

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、前記反応室 44 内の前記被加熱体 48 の内側の空間が不活性ガスで置換されると共に、前記反応室 44 内の圧力が常圧に復帰される。

40

【 0085 】

その後、前記昇降モータ 122 により前記シールキャップ 102 が下降され、前記マニホールド 36 の下端が開閉されると共に、処理済みのウェーハ 14 が前記ポート 30 に保持された状態で前記マニホールド 36 の下端から前記反応管 42 の外部に搬出 (ポートアンローディング) され、前記ポート 30 に保持されたウェーハ 14 が冷える迄、前記ポート 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、前記基板移載機 28 により、前記ポート 30 からウェーハ 14 を取出し、前記ポッドオープナ 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 が収納された前記ポッド 16 を前記ポッド収納棚 22、又は前記ポッドステージ 18 に搬送する。この様にして、前記半導体製造装置 1

50

0の一連の作動が完了する。

【0086】

上述した様に、前記第1のガス供給口68から少なくとも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、前記第2のガス供給口72から少なくともC（炭素）原子含有ガスと還元ガスとを供給したので、前記第1のガス供給ノズル60及び前記第2のガス供給ノズル70内での堆積膜の成長を抑制し、又前記反応室44内では前記第1のガス供給ノズル60及び前記第2のガス供給ノズル70より供給されるSi（シリコン）原子含有ガスとCl（塩素）原子含有ガス、C（炭素）原子含有ガスと還元ガスであるH₂ガスが反応することで、SiC等から構成される複数のウェーハ14を水平姿勢で且つ多段に保持した場合に於いて、均一にSiCエピタキシャル膜成長を行うことができる。

10

【0087】

このように、遮蔽部である遮蔽壁により少なくとも第2のガス供給口72から噴出した第2ガスが第1のガス供給口68に向かう流れを抑制することでガス供給口への膜の堆積を抑制し、均質なウェーハ14を製造することができる。

【0088】

<<第2の実施形態>>

次に、ガス供給口68（72）の閉塞を抑制する第2の実施形態を図12を用いて説明する。なお、第2の実施形態では、第1の実施形態と相違する点について説明する。

【0089】

第2の実施形態では、図12に示すように、中央に配置される第1のガス供給ノズル60と両端に配置される第2のガス供給ノズル70との間に第4のガス供給ノズル80が配置される。当該第4のガス供給ノズル80は、第4のガス供給口85から例えばアルゴン（Ar）ガスのような不活性ガスを供給する。即ち、第1のガス供給口68から供給される原料ガスの流れと第2のガス供給ノズル72から供給される原料ガスの流れの間に、第4のガス供給口85から供給される不活性ガスの流れを設ける。このようにすることで、ガス供給口付近において、第4のガス供給口85から供給される不活性ガスの流れにより、第1のガス供給ノズル60から第2のガス供給ノズルに向かう原料ガスの流れを遮断することができ、第2のガス供給ノズル70への回りこみを抑制することができる。

20

【0090】

この場合、不活性ガスの流れが強すぎると第1のガス供給ノズル60から供給された原料ガスと第2のガス供給ノズル70から供給された原料ガスとの混合をも抑制してしまうので、第4のガス供給ノズルから供給される不活性ガスの流量は、第1及び第2のガス供給ノズルから供給される原料ガスの流量より小さいことが望ましい。なお、図12に示す構成は、セパレート方式、プレミックス方式の両方に適用可能である。

30

【0091】

次に変形例を図13を用いて説明する。図12の構造と異なる点は、第4のガス供給口85が第2のガス供給口72に向かって設けられている点である。このように第4のガス供給口85を第2のガス供給口72に向けて設け、不活性ガスを直接的に第2のガス供給口72に吹き付けることにより、第1のガス供給口68から第2のガス供給口72に向かう原料ガスの流れをより効率的に遮断することができる。

40

【0092】

なお、図13に示す構造は、ガスの供給方式がセパレート方式の場合であり、かつ、第1のガス供給ノズル60からSi原子含有ガス及びCl原子含有ガスが供給される。上述した通り、Cl原子は、成膜を抑制する効果を有する。従って、Cl原子含有ガスが供給される側ではなく、Cl原子が供給されない側（この場合、第2のガス供給ノズル70）に不活性ガスのガス流を吹きつけることが望ましい。

【0093】

プレミックス方式の場合は、第1のガス供給口68からSiC膜の原料となるSi原子含有ガス及びC原子含有ガスが供給され、第2のガス供給口72からは還元ガスが供給さ

50

れる。従って、SiC膜として堆積する原料ガスは、両方とも第1のガス供給口68から供給されるため、濃度が最も濃い部分が第1のガス供給口68付近となる。従って、第1のガス供給口68に向けて不活性ガスを供給することで還元ガスの進入を抑制し、SiC膜の堆積を抑制することができる。

【0094】

なお、図13では、第4のガス供給口85から供給される不活性ガスを直接第2のガス供給口72に吹き付ける構成としているが、これに限らず、第4のガス供給口85の向きがウェーハ14の中心部より第2のガス供給口72（プレミックス方式の場合は、第1のガス供給口68）に近い側に向けられていればよい。

【0095】

<<第3の実施形態>>

次に、第3の実施形態について図14を用いて説明する。なお、第1の実施形態、及び、第2の実施形態と異なる点についてのみ説明する。

第3の実施形態では、プレミックス方式を用いた場合を示している。図14が示す通り、第1のガス供給ノズル60は、遮蔽壁を有しており、また、第1のガス供給ノズル60と第2のガス供給ノズル70の間には、不活性ガスを供給する第4のガス供給ノズル80を設けている。プレミックス方式の場合、上述したとおり、第1のガス供給口68にSiC膜の堆積が発生する可能性が高い。そこで、本実施形態では、不活性ガスによる第2のガス供給口からの還元ガスの第1のガス供給口68への回り込みを抑制しつつ、更に、第1のガス供給ノズルに設けられた遮蔽壁による抑制を実現している。これにより、より効率的にガス供給口へのSiC膜の堆積を抑制することが可能となっている。

【0096】

なお、セパレート方式の場合は、第1のガス供給ノズル60及び第2のガス供給ノズル70の両方に遮蔽壁を設けるとより効果的である。

【0097】

以上、実施形態に沿って説明をしてきたが、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、本発明は、所謂縦型バッチ式SiCエピタキシャル成長装置の検討段階で創生されたものであるため、実施形態もSiCエピタキシャル成長に関し説明してきた。しかしながら、他の膜の形成においても、成膜に用いるガスを2つのガス供給ノズルから供給すると共にガス供給口が反応室内と同等の条件となった場合、ガス供給口に堆積膜が付着する可能性がある。その場合、本発明のように構成することで、ガス供給口への堆積膜の付着を抑制することができるのは言うまでもない。

【0098】

<<第4の実施形態>>

次に、第4の実施形態について、図15から図17を用いて説明する。なお、第1の実施形態から第3の実施形態と異なる点についてのみ説明する。

第1の実施形態において、遮蔽壁を有するガス供給ノズル構成を説明した。しかしながら、ガス供給ノズルから供給する原料ガスの流速を速くした場合、次のような問題が生じる。即ち、図15(a)に示すように流速が遅い場合は、ガス供給口68(72)から噴出される原料ガスは、ガス供給口68(72)を出た後、拡散しながら遮蔽壁領域を通過する。従って、ガス供給口68(72)から噴出された原料ガスは遮蔽壁の側壁に沿って噴出されることになるため、他のガス供給口から噴出された原料ガスは、遮蔽壁領域に侵入しない。しかし、ガス供給口68(72)から噴出する原料ガスの流速が速くなるにつれて、原料ガスの貫徹力が強くなり、拡散をしないまま遮蔽壁領域を出てしまう。そうすると、図15(b)に示すように原料ガスのガス流と遮蔽壁との間に間隙ができてしまい、他のガス供給口68(72)から噴出された原料ガスがその間隙に進入し、遮蔽壁内部に堆積膜が形成されてしまう恐れがある。その結果、ガス供給口68(72)から噴出した原料ガスが当該堆積膜と接触することになり、速度の低下やパーティクルの発生等の不具合が生じる。特に、SiCエピタキシャル成長装置においては、水素ガスを主流とするため、水素ガスが供給される第2のガス供給ノズル70のほうで、この課題が顕著になる

。

【 0 0 9 9 】

そこで、本実施形態では、図 1 6 (a) に示すように、ガス供給ノズル 7 0 に遮蔽壁を設けず、ガス供給口 7 2 を面取りする構成としている。このように面取り構造を有することで、原料ガスの噴出部は、ガス供給口 7 2 より広い幅を持つためノズル閉塞を抑制することができる。また、面取りは、ガス供給口 7 2 を削ることにより設けるのではなく、円筒状のガス供給ノズルのガス供給口側を面取り分を厚くしている。従って、図 1 6 (a) に示す本実施形態のガス供給口 7 2 は、直線状の噴出部が幅 T 1 で形成され、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 7 0 に設けられた複数のガス供給口 7 2 の幅 T 1 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。これにより、各ガス供給口 7 2 から噴出する原料ガスの流速の均一化を実現することができる。

10

【 0 1 0 0 】

また、第 4 の実施形態のガス供給ノズルのガス供給ノズル面取り部のガス噴出方向の幅 T 2 は、第 1 の実施形態のガス供給ノズルのガス供給ノズルの遮蔽壁のガス噴出方向の幅 T 3 より小さい。これにより、遮蔽壁と速度の速いガス流との間隙がなくなり、ガス流と堆積物との接触が抑制される。

【 0 1 0 1 】

また、本実施形態におけるガス供給ノズルの構成は、図 1 6 (c) に示されるようにガス供給口 7 2 の周囲を囲むように面取り部を設けることが望ましい。例えば、図 7 に示されるようにガス供給口を挟むような構成とすると、ガス供給口の間に上述した間隙ができてしまい、そこに他のガス供給ノズルから噴出した原料ガスが進入してしまう恐れがあるためである。

20

【 0 1 0 2 】

また、図 1 7 に示すように、第 1 のガス供給ノズル 6 0 は、第 1 の実施形態で示した遮蔽壁付きのガス供給ノズルを用い、第 2 のガス供給ノズル 7 0 は、第 4 の実施形態で示した面取り型のガス供給ノズルを用いるのが望ましい。第 2 のガス供給ノズル 7 0 を第 4 の実施形態で示した面取り型のガス供給ノズルを用いる理由は、上述の通りである。また、第 1 のガス供給ノズル 6 0 を第 1 の実施形態で示した遮蔽壁付きのガス供給ノズルとするのは、遮蔽壁の長さを適当な長さとすることにより、ある程度速度を落とし、拡散しやすくするためである。これにより、第 1 のガス供給ノズル 6 0 から供給されたシリコン原子含有ガスが第 2 のガス供給ノズル 7 0 から供給された炭素原子含有ガスに向かって拡散し、混合しやすくなる。

30

【 0 1 0 3 】

以上、実施形態に従って説明してきたが、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、本発明は、S i C エピタキシャル成長装置の検討にて創生された発明であるため、S i C エピタキシャル成長装置の実施形態で説明してきたが、これに限らず、2 種類のガスを反応室内にて混合する方式の基板処理装置に適用できる。

【 0 1 0 4 】

なお、本発明の好ましい態様について付記する。

40

(1) 本発明の一態様によれば、複数の基板が縦方向に並んで配置される反応室と、前記反応室を覆うように設けられ、前記処理室を加熱する加熱部と、前記反応室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けて第 1 ガスを噴出する第 1 ガス供給口を有する第 1 ガス供給管と、前記反応室内に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記複数の基板が配置される方向に向けて第 2 ガスを噴出する第 2 ガス供給口を有する第 2 ガス供給管と、少なくとも前記第 2 ガスが前記第 1 ガス供給口へ向かう流れを抑制する第 1 遮蔽部と、を具備する基板処理装置が提供される。

(2) 上記 (1) に記載される基板処理装置において、前記第 1 遮蔽部は、少なくとも前記第 1 ガス供給口の両側に設けられ、前記第 1 ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在する遮蔽壁である基板処理装置が提供される。

50

(3) 上記(2)に記載される基板処理装置において、前記第1ガス供給口の両側に設けられた遮蔽壁の外壁の幅は、前記第1ガス供給口を正面から見た際の前記第1ガス供給ノズルの幅より小さい基板処理装置が提供される。

(4) 上記(2)又は(3)に記載される基板処理装置において、前記遮蔽壁の先端部から前記第1ガス供給口までの長さは、前記遮蔽壁の内壁の幅より長い基板処理装置が提供される。

(5) 上記(2)乃至(4)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1ガスは、Si原子含有ガスとC原子含有ガスの混合ガスであり、前記第2ガスは、還元ガスである基板処理装置が提供される。

(6) 上記(5)に記載される基板処理装置において、前記第2ガス供給ノズルには、前記第1ガスが前記第2ガス供給口に向かう流れを抑制する遮蔽部が設けられない基板処理装置が提供される。

10

(7) 上記(2)乃至(4)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1ガスは、Si原子含有ガスであり、前記第2ガスは、C原子含有ガスと還元ガスの混合ガスである基板処理装置が提供される。

(8) 上記(7)に記載される基板処理装置において、前記第1ガスが前記第2ガス供給口へ向かう流れを抑制する第2遮蔽部を更に具備し、前記第2遮蔽部は、前記第2ガス供給口の両側に設けられ、前記第2ガス供給口から前記複数の基板が配置される方向に延在する第2遮蔽壁である基板処理装置が提供される。

(9) 上記(2)乃至(8)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1遮蔽壁の先端部は、曲面状である基板処理装置が提供される。

20

(10) 上記(2)乃至(9)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1遮蔽壁の厚さは、前記第1ガス供給ノズルの厚さと同じである基板処理装置が提供される。

(11) 上記(2)乃至(10)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1ガス供給口は、前記第1ガス供給ノズルに複数設けられ、前記第1遮蔽壁は、前記複数設けられた前記第1ガス供給口の周囲を囲うように設けられる基板処理装置が提供される。

(12) 上記(2)乃至(10)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1ガス供給口は、スリット状である基板処理装置が提供される。

30

(13) 上記(1)に記載される基板処理装置において、前記第1遮蔽部は、前記第1ガス供給口から噴出する前記第1ガスの第1ガス流と前記第2ガス供給口から噴出する前記第2ガスの第2ガス流との間に設けられた不活性ガスの第3ガス流である基板処理装置が提供される。

(14) 上記(13)に記載される基板処理装置において、前記第1ガス供給ノズルと前記第2ガス供給ノズルとの間に前記複数の基板に沿うように設けられ、前記不活性ガスを供給する第3ガス供給口を有する基板処理装置が提供される。

(15) 上記(14)に記載される基板処理装置において、前記第3ガス供給口は、前記基板の中心部より前記第1ガス供給口に近い方向に向けられる基板処理装置が提供される。

40

(16) 上記(15)において、前記第3ガス供給口は、前記第1ガス供給口に向けられる基板処理装置が提供される。

(17) 上記(13)乃至(16)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1ガスは、Si原子含有ガスであり、前記第2ガスは、C原子含有ガスである基板処理装置が提供される。

(18) 上記(13)乃至(16)のいずれか一つに記載される基板処理装置において、前記第1ガスは、Si原子含有ガスとC原子含有ガスの混合ガスであり、前記第2ガスは、還元ガスである基板処理装置が提供される。

(19) 上記(1)に記載される基板処理装置において、前記第2ガス供給管は、前記第2ガス供給口を構成する前記第2ガスの噴出方向に延びた直線状の噴出部と、前記噴出部

50

を囲うように設けられ、前記噴出部から前記第 2 ガスの噴出方向に向かって広がる曲面状の面取り部を有する基板処理装置が提供される。

(20) 上記(19)に記載される基板処理装置において、前記第 2 ガス供給管の前記面取り部の前記第 2 ガスの噴出方向の長さは、前記第 1 ガス供給管の遮蔽壁の前記第 1 ガスの噴出方向の長さより短い。

(21) また、上記(1)から(20)のいずれか一つに記載される第 1 ガス供給ノズルまたは第 2 ガス供給ノズルが提供される。

(22) 本発明の他の一態様によれば、複数の基板を縦方向に搭載したボートを反応室内に搬入するポートローディング工程と、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第 1 ガス供給ノズルに設けられた第 1 ガス供給口から第 1 ガス、及び、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第 2 ガス供給ノズルに設けられた第 2 ガス供給口から第 2 ガスを前記複数の基板に供給し、前記第 1 ガスと前記第 2 ガスが混合されることにより前記複数の基板上に所定の膜を形成する成膜工程と、前記所定の膜が形成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、前記成膜工程において、前記第 1 ガスが前記第 2 ガス供給口に向かう流れを遮蔽部により抑制する基板の製造方法が提供される。

10

(23) 本発明の他の一態様によれば、複数の基板を縦方向に搭載したボートを反応室内に搬入するポートローディング工程と、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第 1 ガス供給ノズルに設けられた第 1 ガス供給口から第 1 ガス、及び、前記反応室内に搬入された前記複数の基板に沿うように前記反応室内に設けられた第 2 ガス供給ノズルに設けられた第 2 ガス供給口から第 2 ガスを前記複数の基板に供給し、前記第 1 ガスと前記第 2 ガスが混合されることにより前記複数の基板上に所定の膜を形成する成膜工程と、前記所定の膜が形成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、前記成膜工程において、前記第 1 ガスが前記第 2 ガス供給口に向かう流れを遮蔽部により抑制する半導体デバイスの製造方法が提供される。

20

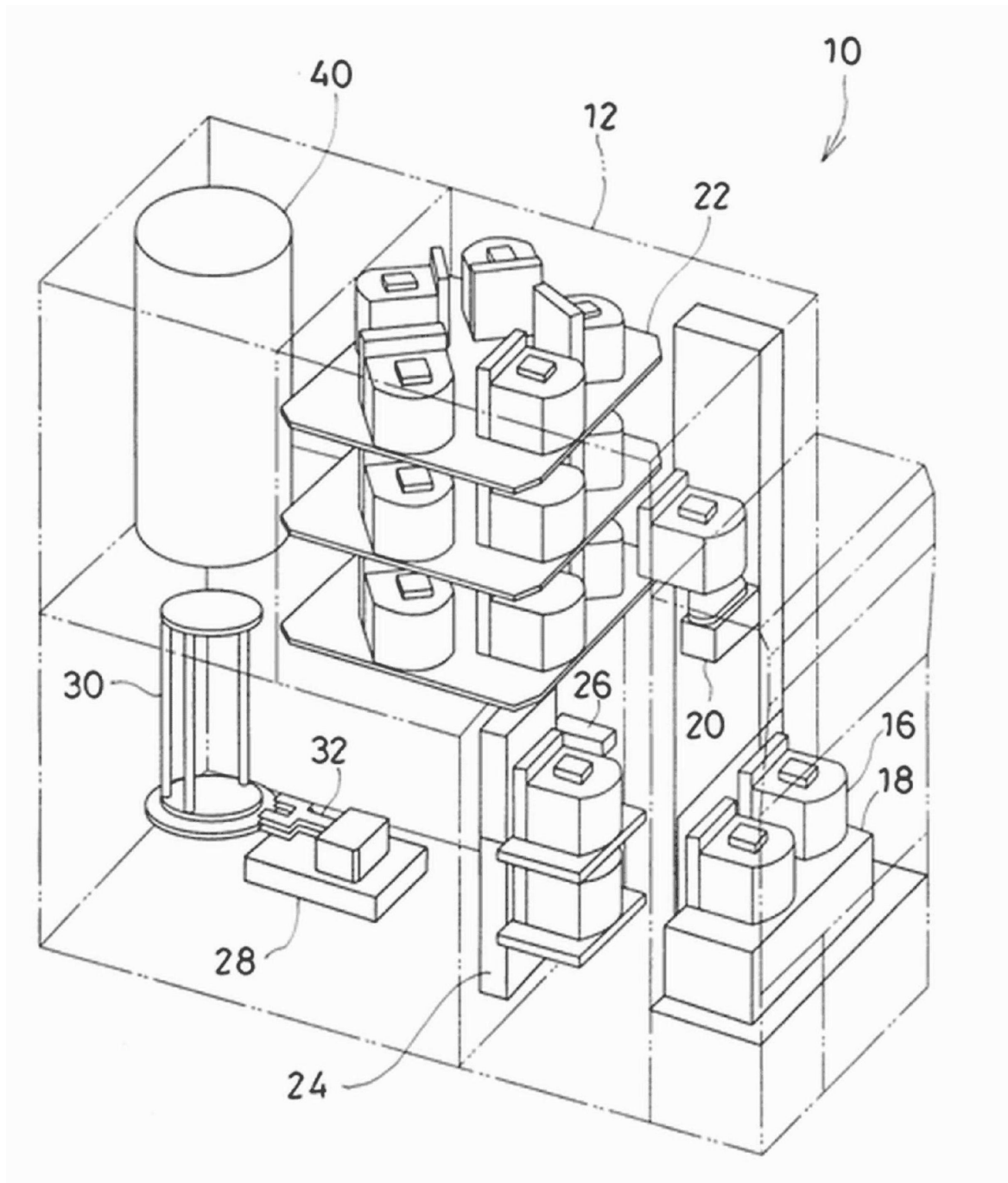
【符号の説明】

【0105】

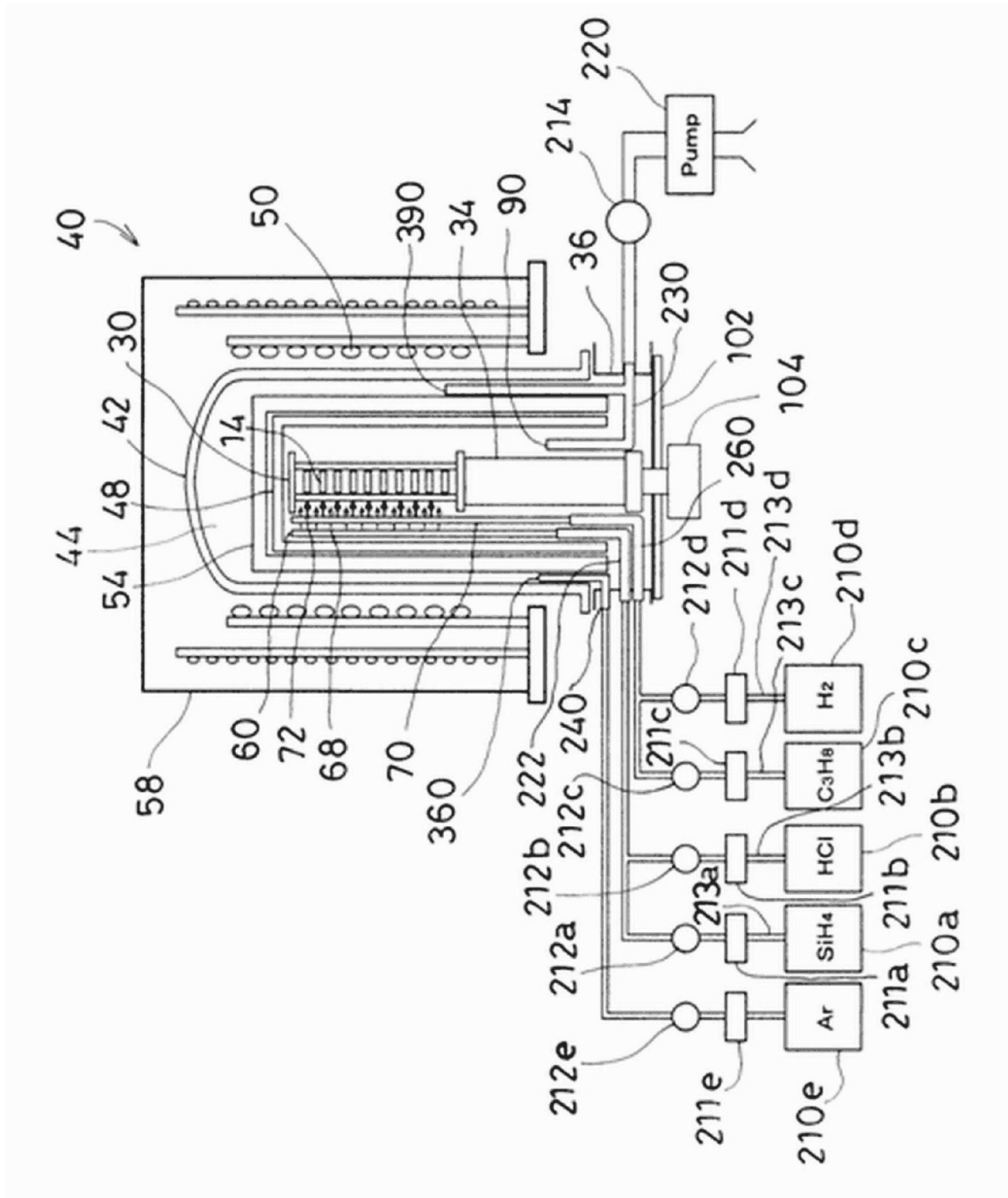
10：半導体製造装置、12：筐体、14：ウェーハ、16：ポッド、30：ポート、40：処理炉、42：反応管、44：反応室、48：被加熱体、50：誘導コイル、60：第 1 のガス供給ノズル、68：第 1 のガス供給口、70：第 2 のガス供給ノズル、72：第 2 のガス供給口、80：第 4 のガス供給ノズル、85：第 4 のガス供給口、90：第 1 のガス排気口、150：主制御部、152：コントローラ。

30

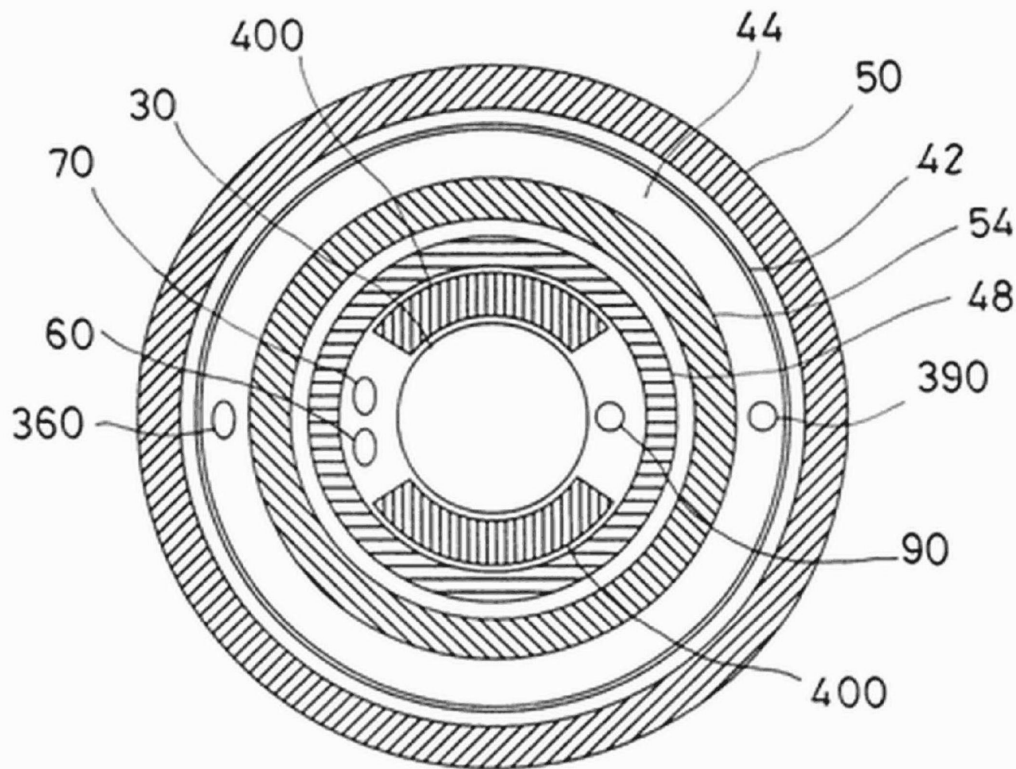
【図1】



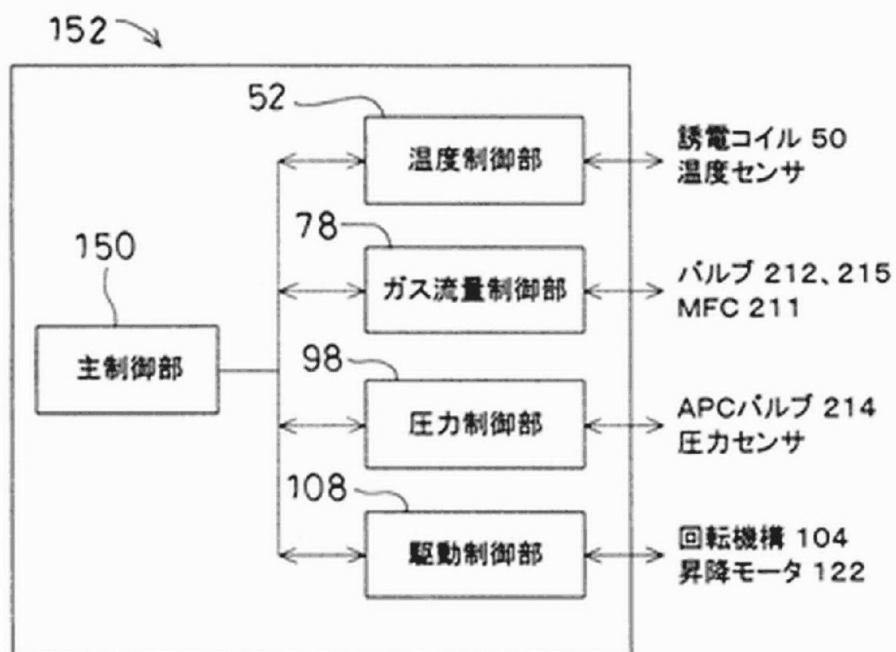
【図2】



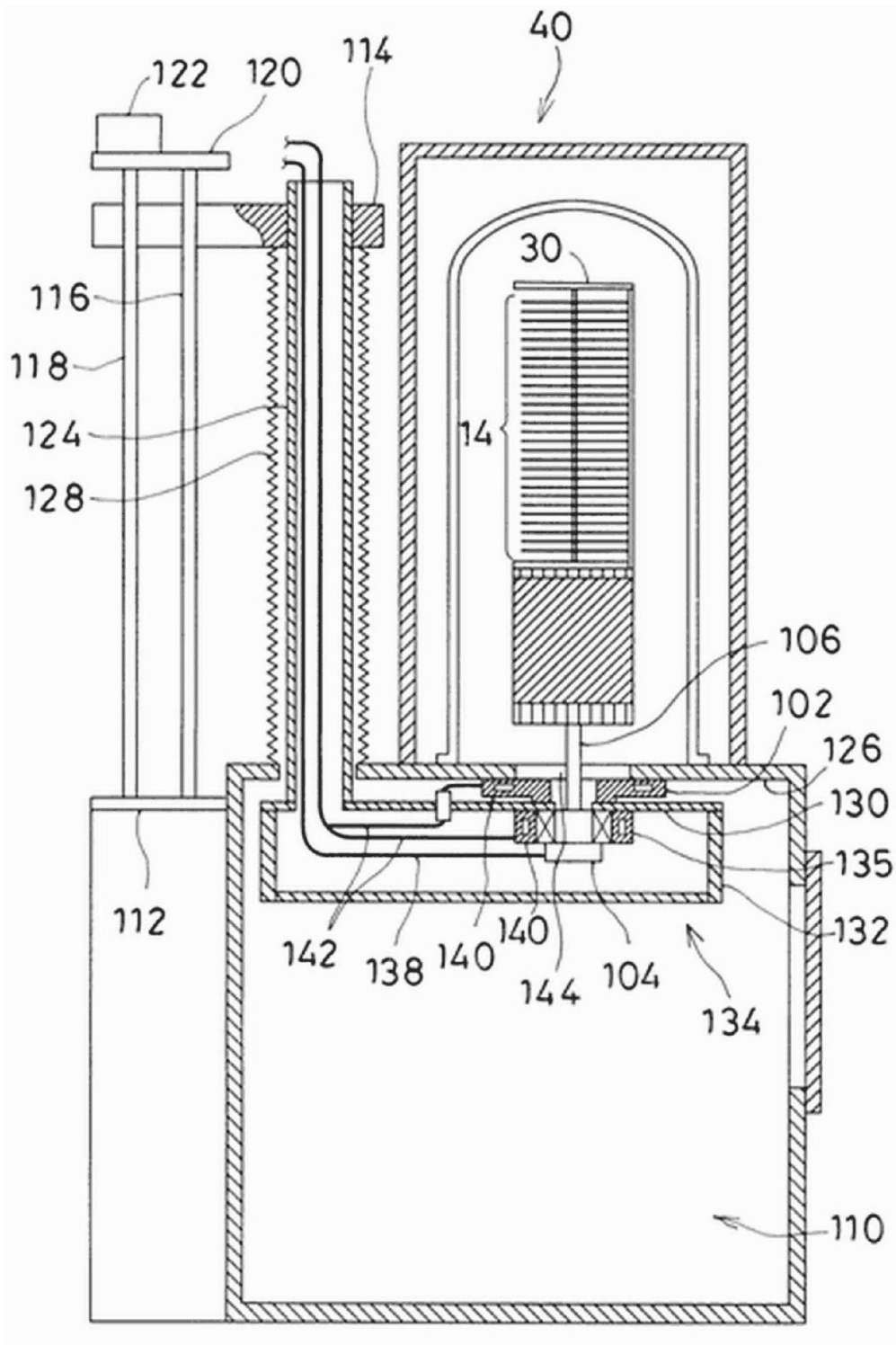
【図3】



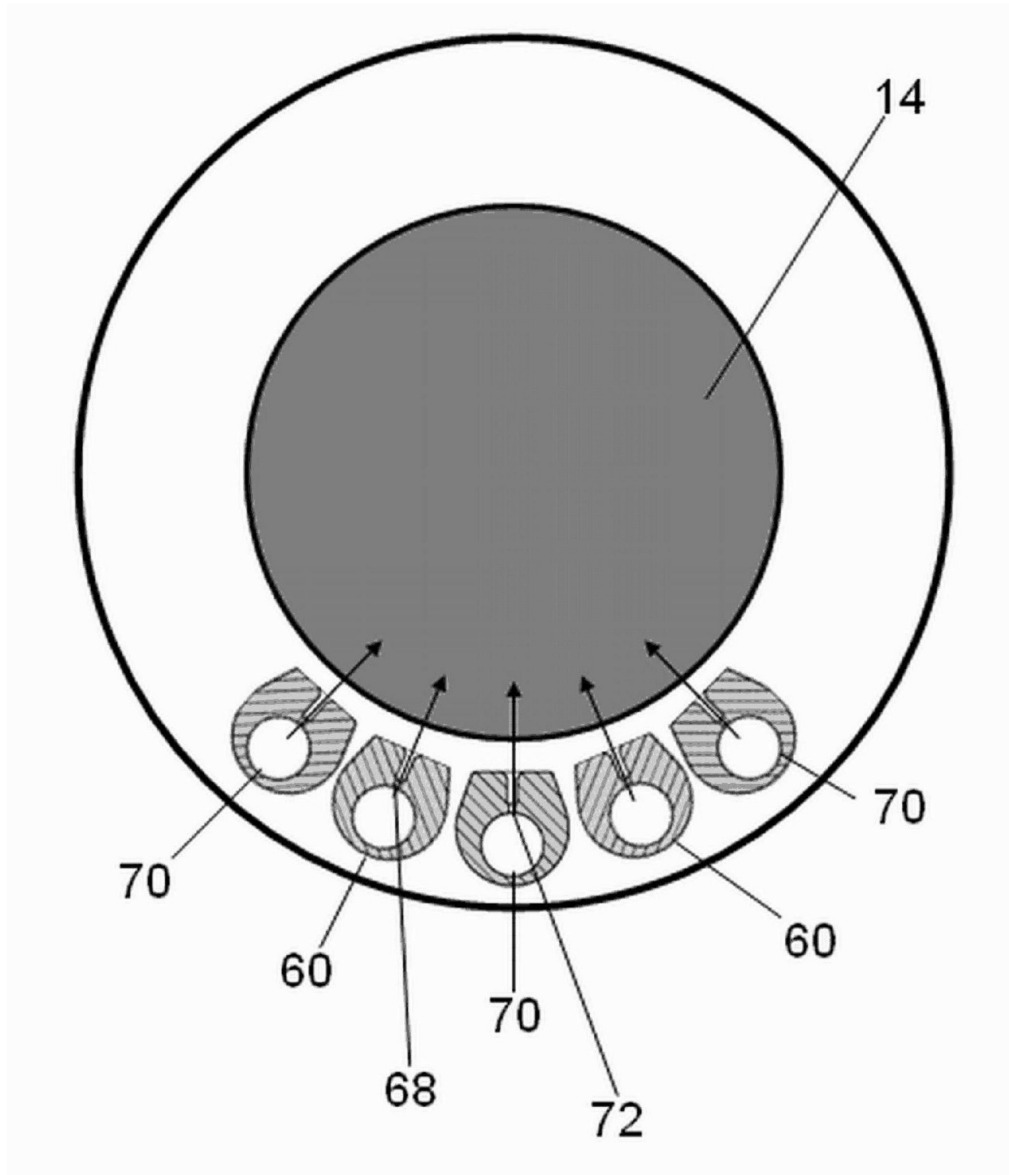
【図4】



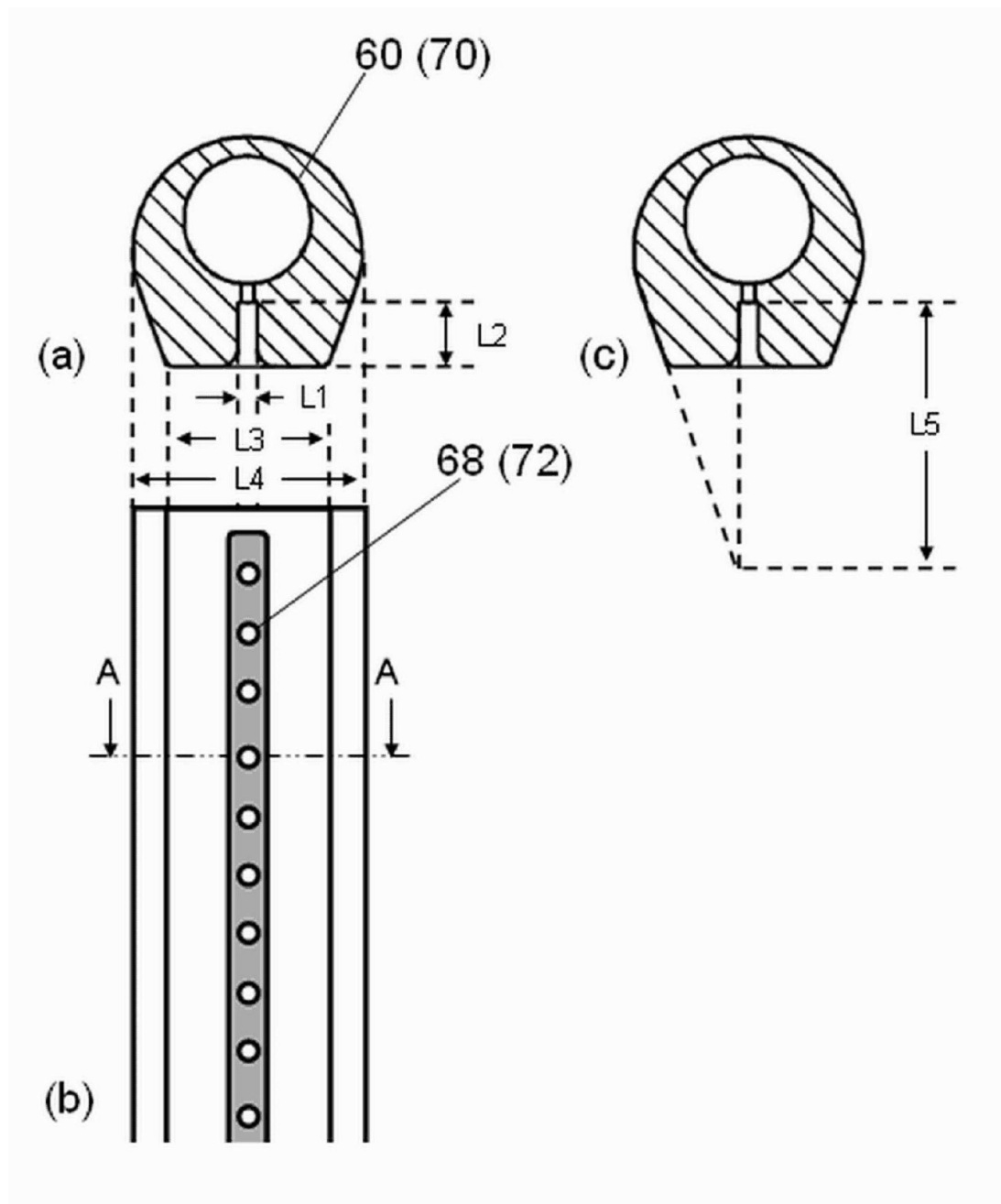
【図5】



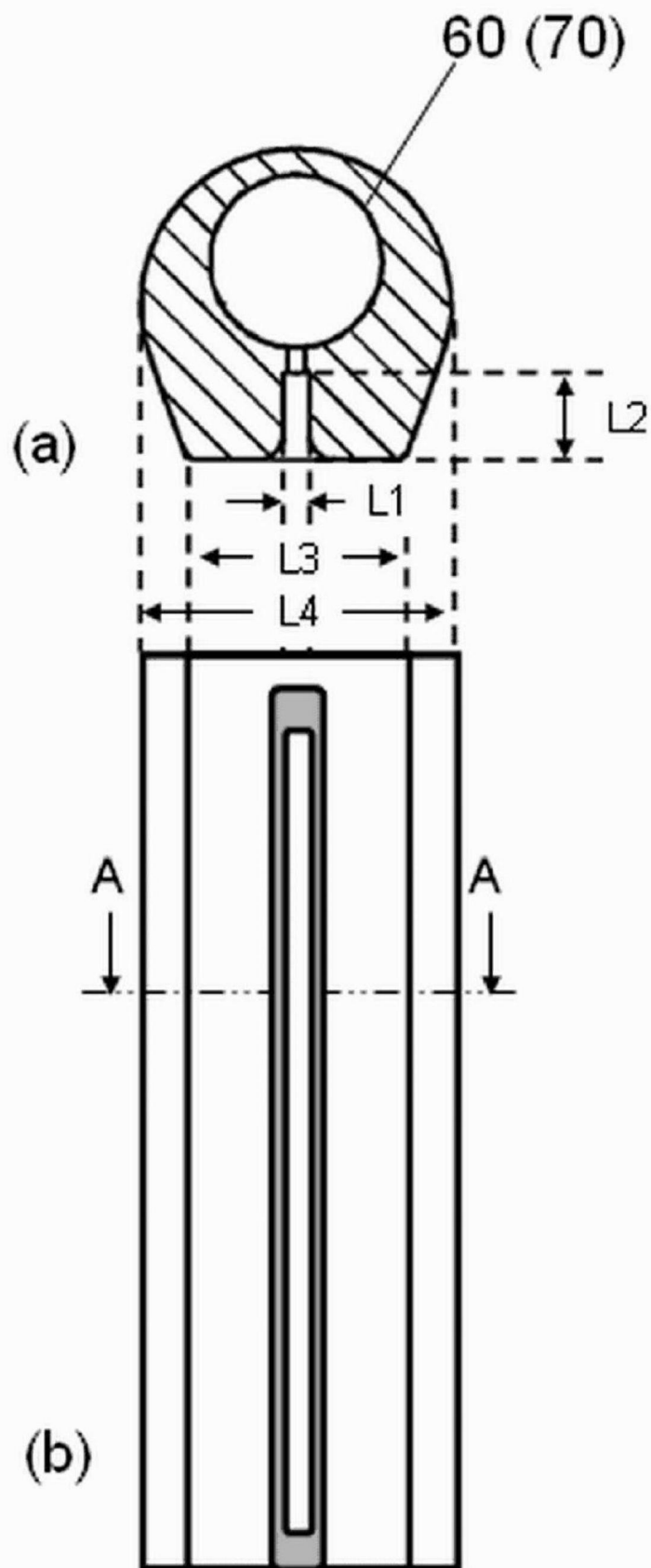
【図 6】



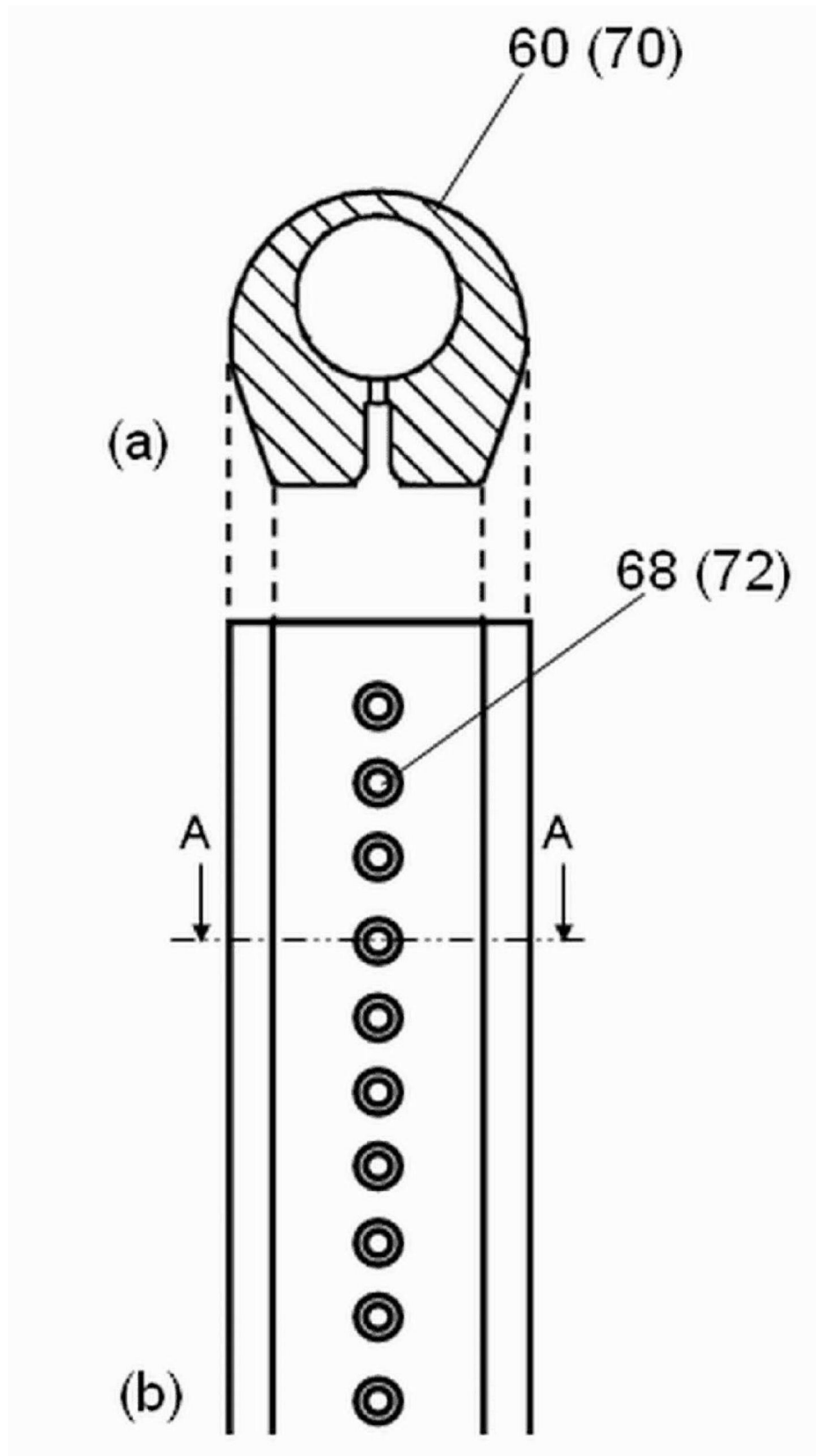
【図 7】



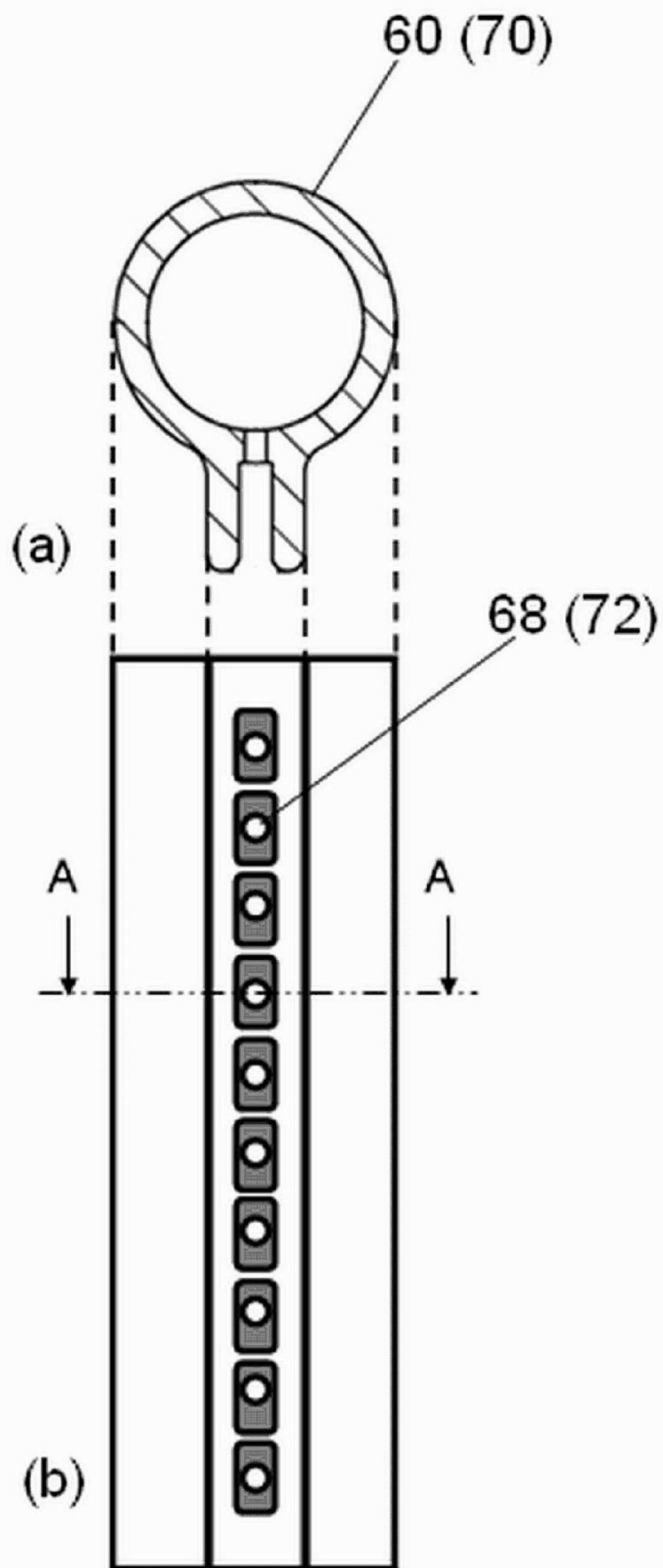
【図 8】



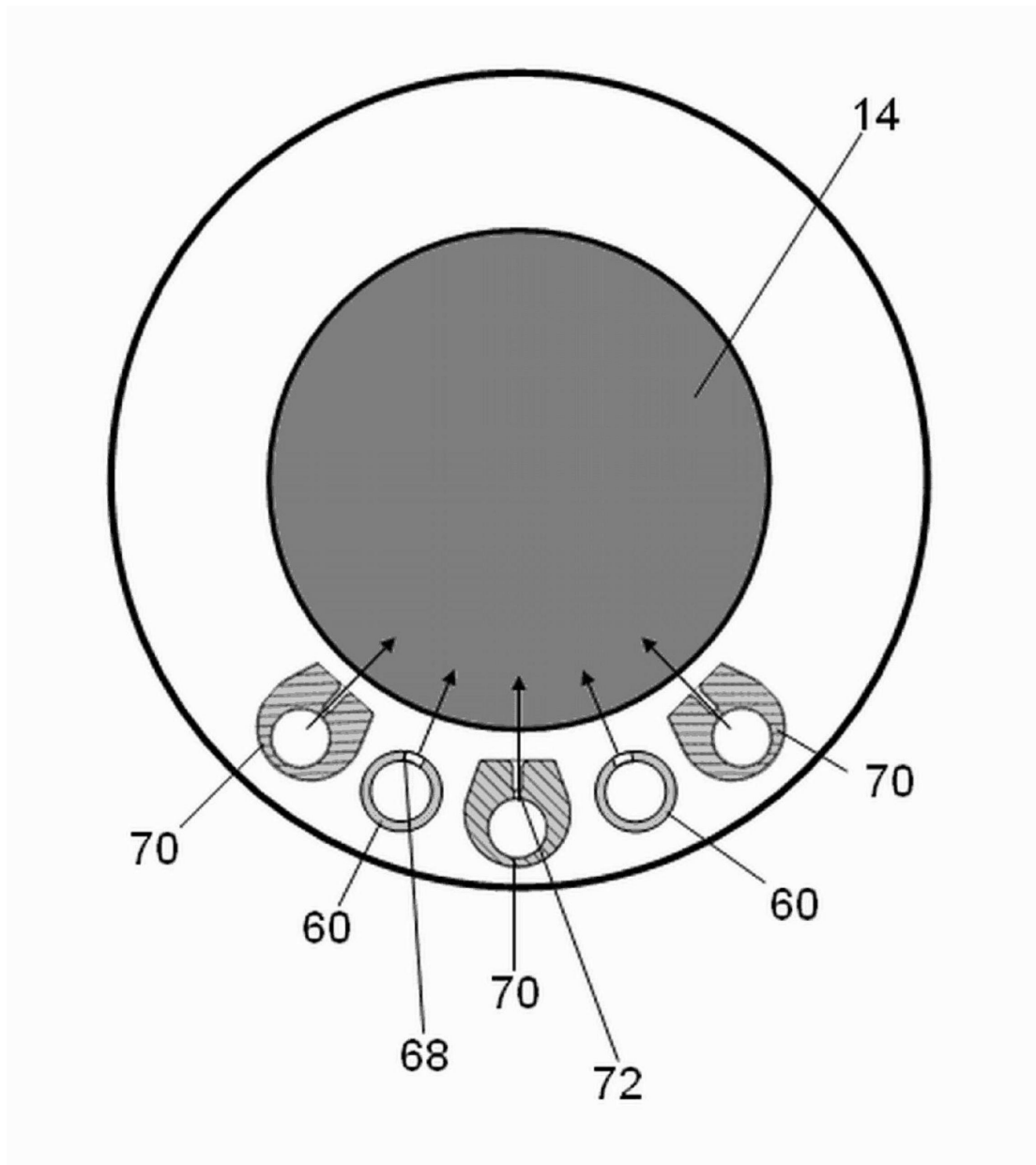
【図 9】



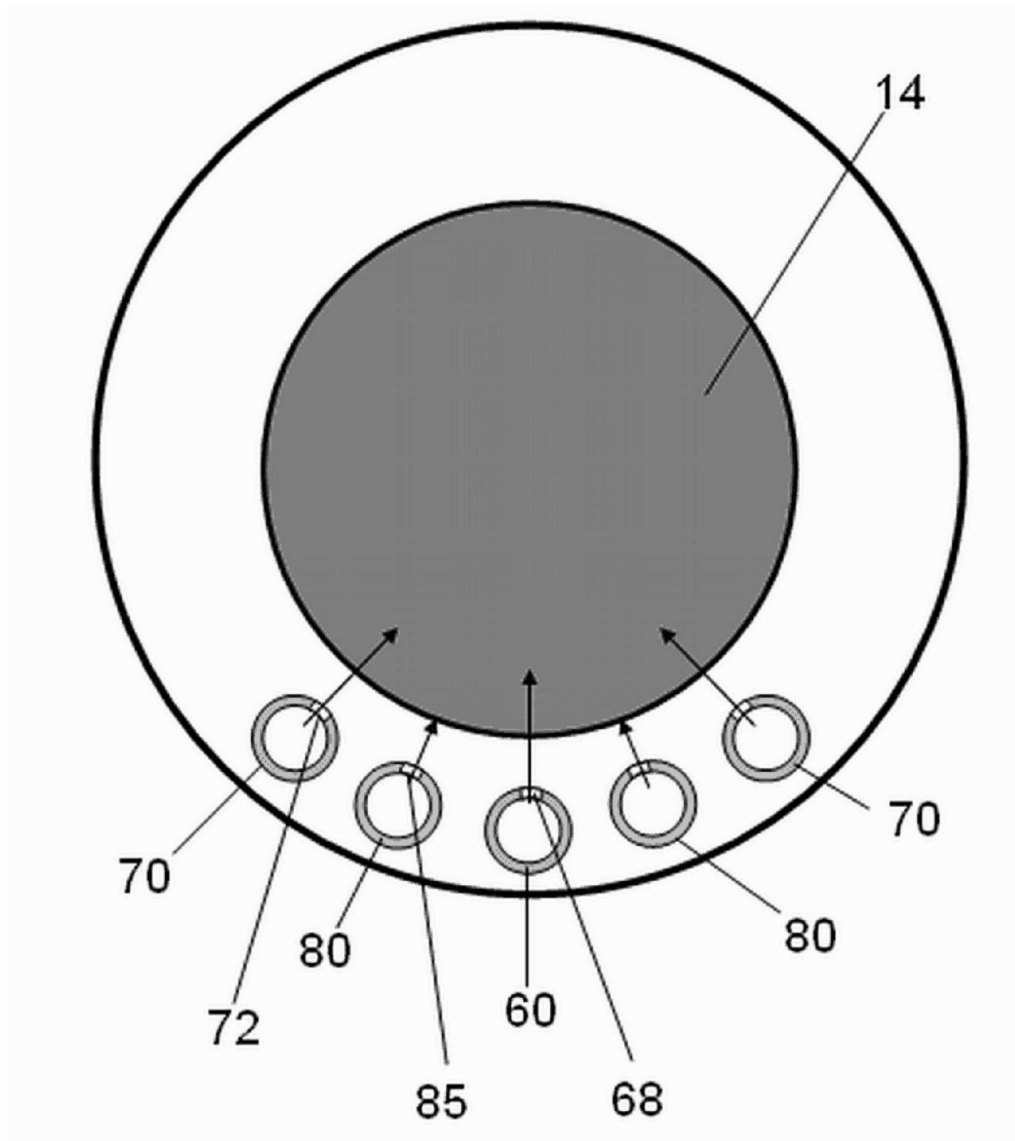
【図 10】



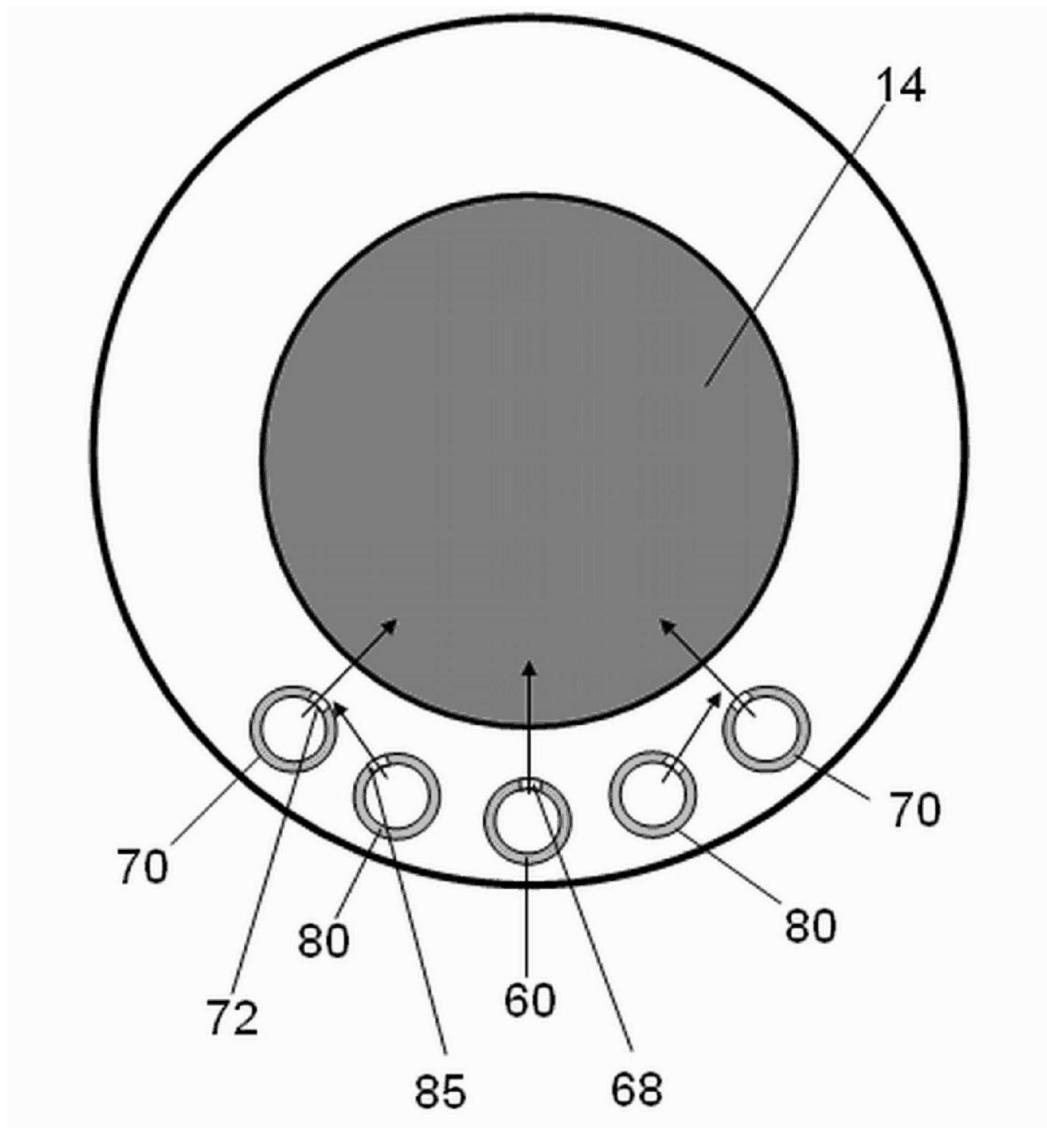
【図 11】



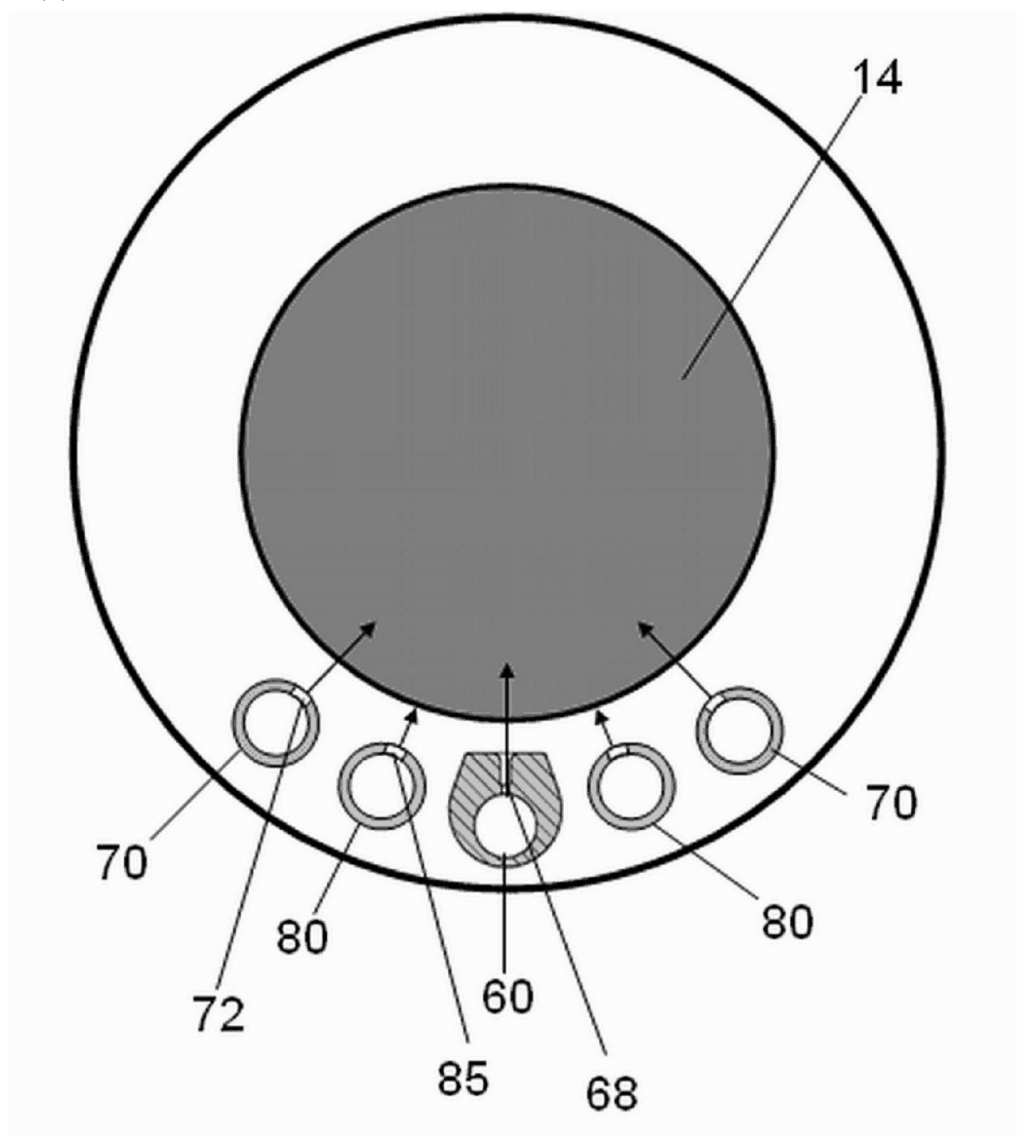
【図 12】



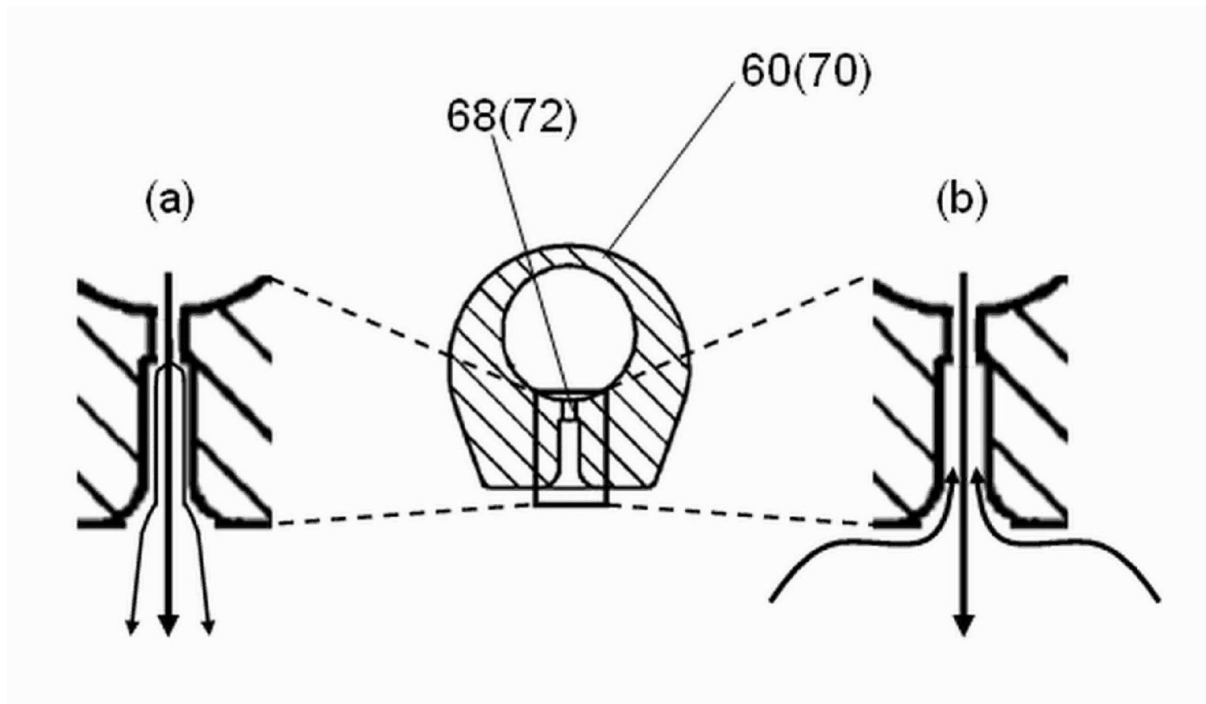
【図 13】



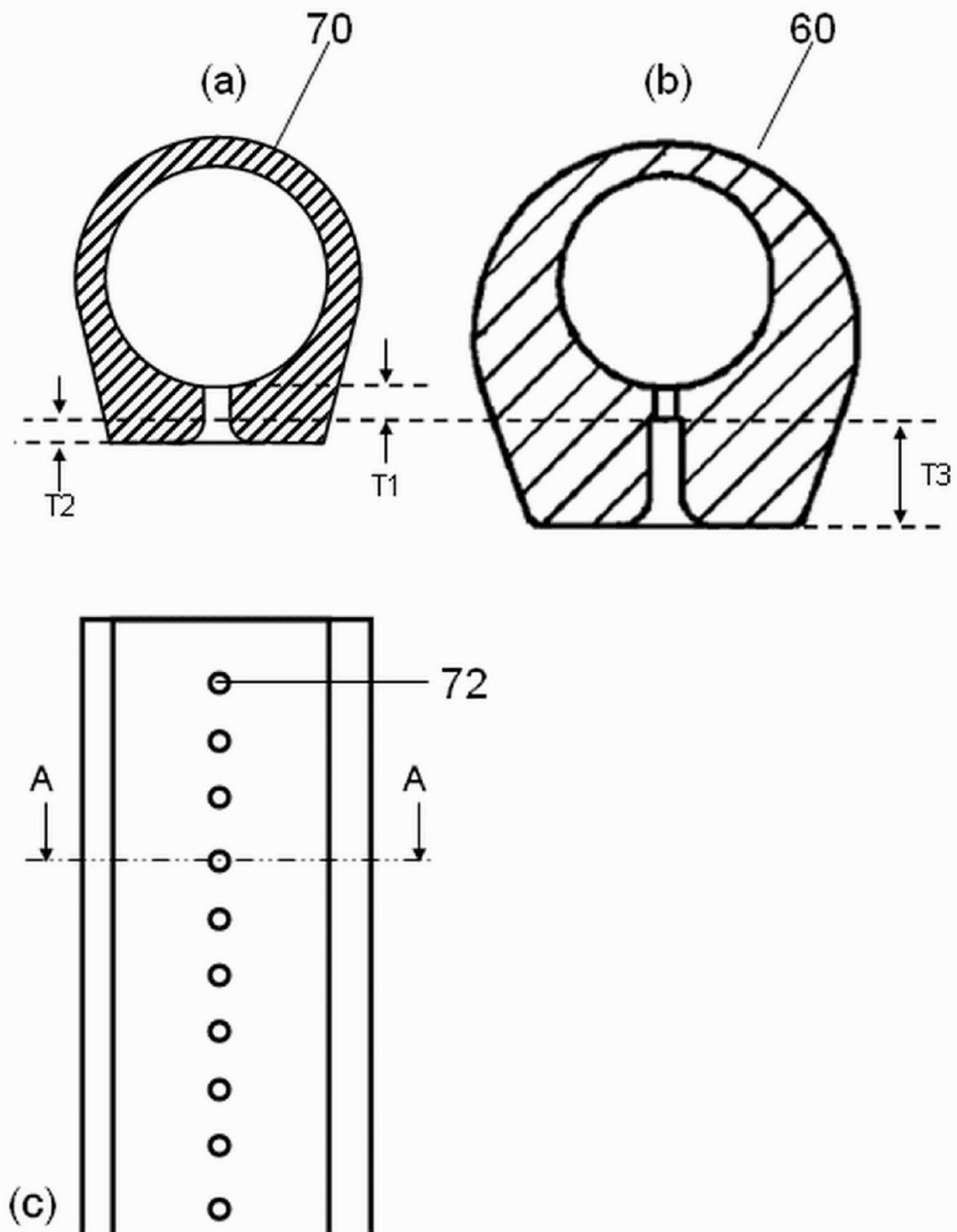
【図 14】



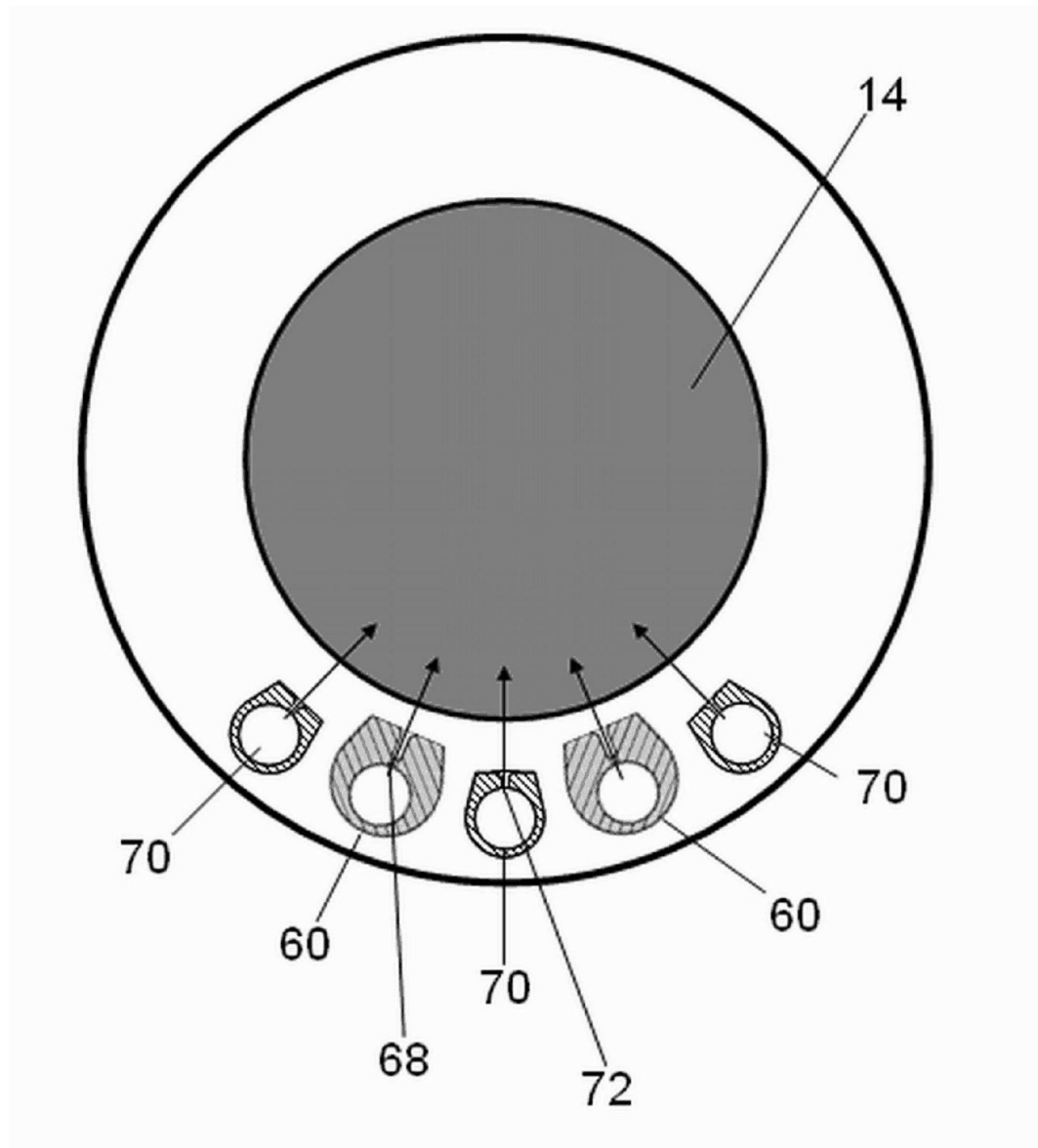
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 原 大介
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
- (72)発明者 西堂 周平
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
- (72)発明者 栗林 幸永
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

審査官 殿川 雅也

- (56)参考文献 特開平02-271520(JP,A)
特開平04-048721(JP,A)
特開2000-294511(JP,A)
特開2002-075978(JP,A)
特開2009-088315(JP,A)
特開2010-118462(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/205
C23C 16/455