

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-174782

(P2012-174782A)

(43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/205 (2006.01)	H01L 21/205	4K030
C23C 16/52 (2006.01)	C23C 16/52	5F045
C23C 16/44 (2006.01)	C23C 16/44	J

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2011-33341 (P2011-33341)
 (22) 出願日 平成23年2月18日 (2011.2.18)

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 100090136
 弁理士 油井 透
 (74) 代理人 100091362
 弁理士 阿仁屋 節雄
 (74) 代理人 100105256
 弁理士 清野 仁
 (74) 代理人 100145872
 弁理士 福岡 昌浩
 (72) 発明者 室林 正季
 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

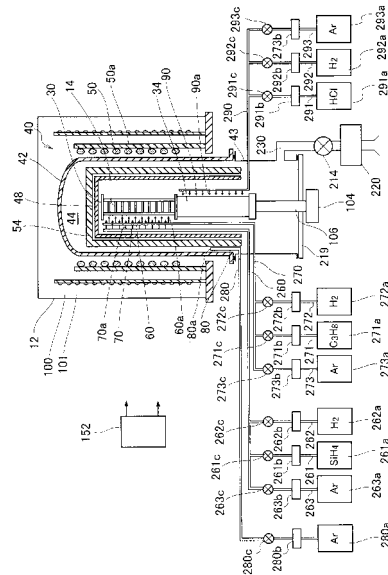
(54) 【発明の名称】 基板処理装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板を降温させる際の放熱を促進させて基板処理の生産性を向上させたり、成膜時における処理室内での異物の発生を抑制して基板処理の品質を向上させたりする。

【解決手段】 基板を処理する処理室と、処理室内に收容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、処理室内で基板保持体を下方側から支持する断熱部と、処理室内で基板の收容領域を囲うように設けられる加熱部と、加熱部を加熱する加熱部と、少なくとも処理室内の断熱部の收容領域に所定の高スを供給するガス供給系と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理する処理室と、
 前記処理室内に収容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、
 前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部と、
 少なくとも前記処理室内の前記断熱部の収容領域に所定のガスを供給するガス供給系と、
 を備える
 ことを特徴とする基板処理装置。

10

【請求項 2】

基板を処理する処理室と、
 前記処理室内に収容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、
 前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部と、
 前記処理室内の前記基板の収容領域に少なくとも成膜ガスを供給する第 1 ガス供給部と、
 前記処理室内の前記断熱部の収容領域に少なくとも冷却ガスを供給する第 2 ガス供給部と、
 少なくとも前記加熱部、前記第 1 ガス供給部及び前記第 2 ガス供給部を制御する制御部と、
 を備え、
 前記制御部は、
 前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させた後、
 前記加熱部による加熱及び前記第 1 ガス供給部からの成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記第 2 ガス供給部による冷却ガスの供給を開始させて前記基板を降温させる
 ことを特徴とする基板処理装置。

20

【請求項 3】

基板を処理する処理室と、
 前記処理室内に収容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、
 前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部と、
 前記処理室内の前記基板の収容領域に成膜ガスを供給する第 1 ガス供給部と、
 前記処理室内の前記断熱部の収容領域に少なくとも成膜阻害ガスを供給する第 2 ガス供給部と、
 少なくとも前記加熱部、前記第 1 ガス供給部及び前記第 2 ガス供給部を制御する制御部と、
 を備え、
 前記制御部は、
 前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させる際、前記第 2 ガス供給部により成膜阻害ガスを供給する
 ことを特徴とする基板処理装置。

30

40

【請求項 4】

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、

50

前記加熱部による加熱及び前記第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第 2 ガス供給部による冷却ガスの供給を開始して前記基板を降温させる工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、

前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、を有し、

前記薄膜を形成する工程では、前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第 2 ガス供給部により成膜阻害ガスを供給する

ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板を処理する基板処理装置及び半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

パワーデバイス用素子材料として、表面に炭化シリコン(SiC)膜を成膜させたシリコン(Si)基板等が注目を浴びている。SiC膜は、基板を保持した基板保持体を処理室内に搬入し、誘導加熱等により基板を1500～1800に昇温しつつ、シリコン元素を含む成膜ガスと、炭素元素を含む成膜ガスとを処理室内に供給することで形成できる。上記の成膜処理を実施する基板処理装置においては、熱耐性の低い炉口部を保護するため、基板保持体の下方に断熱部を設けていた(例えば特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-003885号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

成膜後の基板は、例えば500程度にまで降温させてから処理室外へと搬出する。このとき、成膜後の基板に低温の冷却ガスを流すことで、基板の降温を促進させることができる。しかしながら、発明者等の鋭意研究によれば、基板保持体の下方に断熱部を設けると、基板の放熱が阻害されてしまい、基板処理の生産性(スループット)が低下してしまう場合があることが分かった。降温促進のために供給された冷却ガスは基板に接触することで高温となるが、係る高温のガスが断熱部側に流れ込むことで断熱部の温度を上昇させてしまう。これにより、断熱部を介した基板の放熱が阻害されてしまい、降温の所要時間が増大し、基板処理の生産性が低下してしまうのである。

【0005】

また、発明者等の鋭意研究によれば、基板保持体の下方に断熱部を設けると、処理室内における異物(パーティクル)の発生量が増加し、基板処理の品質を低下させてしまう場合があることが分かった。成膜中の断熱体の温度は基板温度よりも比較的低温であるため、断熱部の表面には、断熱部側に流れ込んだ成膜ガスや反応生成物等が吸着しやすくなる。そして、断熱部表面に堆積した吸着物が剥がれることで、処理室内にパーティクルを発生させ、基板処理の品質を低下させてしまうのである。

【0006】

そこで本発明の一つの目的は、基板を降温させる際の放熱を促進させ、基板処理の生産性を向上させることが可能な基板処理装置及び半導体装置の製造方法を提供することにあ

る。また、本発明の他の目的は、成膜時における処理室内での異物の発生を抑制し、基板処理の品質を向上させることが可能な基板処理装置及び半導体装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、
 基板を処理する処理室と、
 前記処理室内に収容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、
 前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部と、
 少なくとも前記処理室内の前記断熱部の収容領域に所定のガスを供給するガス供給系と、
 を備える
 基板処理装置が提供される。

10

【0008】

本発明の他の態様によれば、
 基板を処理する処理室と、
 前記処理室内に収容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、
 前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部と、
 前記処理室内の前記基板の収容領域に少なくとも成膜ガスを供給する第1ガス供給部と、
 前記処理室内の前記断熱部の収容領域に少なくとも冷却ガスを供給する第2ガス供給部と、
 少なくとも前記加熱部、前記第1ガス供給部及び前記第2ガス供給部を制御する制御部と、を備え、
 前記制御部は、
 前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させた後、
 前記加熱部による加熱及び前記第1ガス供給部からの成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記第2ガス供給部による冷却ガスの供給を開始させて前記基板を降温させる
 基板処理装置が提供される。

20

30

【0009】

本発明の更に他の態様によれば、
 基板を処理する処理室と、
 前記処理室内に収容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、
 前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、
 前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部と、
 前記処理室内の前記基板の収容領域に成膜ガスを供給する第1ガス供給部と、
 前記処理室内の前記断熱部の収容領域に少なくとも成膜阻害ガスを供給する第2ガス供給部と、
 少なくとも前記加熱部、前記第1ガス供給部及び前記第2ガス供給部を制御する制御部と、を備え、
 前記制御部は、
 前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させる際、前記第2ガス供給部により成膜阻害ガスを供給する
 基板処理装置が提供される。

40

50

【0010】

本発明の他の態様によれば、

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、

前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、

前記加熱部による加熱及び前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第2ガス供給部による冷却ガスの供給を開始して前記基板を降温させる工程と、を有する

半導体装置の製造方法が提供される。

10

【0011】

本発明の更に他の態様によれば、

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、

前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、を有し、

前記薄膜を形成する工程では、前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第2ガス供給部により成膜阻害ガスを供給する

半導体装置の製造方法が提供される。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る基板処理装置及び半導体装置の製造方法によれば、基板を降温させる際の放熱を促進させて基板処理の生産性を向上させたり、成膜時における処理室内での異物の発生を抑制して基板処理の品質を向上させたりすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る基板処理装置の斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る処理炉の側面断面図である。

30

【図3】本発明の第1の実施形態に係る処理炉の上面断面図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係るコントローラのブロック構成図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る処理炉及びその周辺構造の略図である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る基板処理工程を実施する際のポート位置を例示する模式図であり、(a)は搬入前、(b)は昇温中及び成膜中、(c)は降温中、(d)は搬出中、(e)は搬出完了後の様子をそれぞれ示している。

【図7】本発明の第1の実施形態に係るガス供給シーケンスを例示するグラフ図である。

【図8】本発明の第2の実施形態に係る第2ガス供給部が備えるノズルを示す図であり、(a)は側面断面図を、(b)は斜視図を示している。

【図9】本発明の第3の実施形態に係る第2ガス供給部が備えるノズルを示す図であり、(a)は側面断面図を、(b)は斜視図を示している。

40

【発明を実施するための形態】

【0014】

<本発明の第1の実施形態>

以下に、本発明の第1の実施形態について説明する。

【0015】

(1)基板処理装置の構成

まず、本実施形態に係る基板処理装置10の構成について、図1～図5を参照しながら説明する。図1は、本実施形態に係る基板処理装置10の斜視図である。図2は、本実施形態に係る処理炉40の側面断面図である。図3は、本実施形態に係る処理炉40の上

50

面断面図である。図4は、本実施形態に係るコントローラ152のブロック構成図である。図5は、本実施形態に係る処理炉40及びその周辺構造の略図である。

【0016】

<全体構成>

図1に示すように、基板処理装置10は、バッチ式縦型熱処理装置として構成されている。基板処理装置10は、内部に処理炉40などの主要部が設けられる筐体12を備えている。筐体12内への基板搬送容器(ウエハキャリア)としては、ポッド16が用いられる。ポッド16内には、Si又はSiC等により構成された基板としてのウエハ14が、例えば25枚収納されるように構成されている。筐体12の正面側には、ポッドステージ18が配置されている。ポッド16は、蓋が閉められた状態でポッドステージ18上に載置されるように構成されている。

10

【0017】

筐体12内の正面側(図1の右側)であってポッドステージ18に対向する位置には、ポッド搬送装置20が設けられている。ポッド搬送装置20の近傍には、ポッド載置棚22、ポッドオープナ24及びウエハ枚数検出器26が設けられている。ポッド載置棚22は、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ように構成されている。ウエハ枚数検出器26は、ポッドオープナ24に隣接して設けられる。ポッド搬送装置20は、ポッドステージ18とポッド載置棚22とポッドオープナ24との間でポッド16を搬送するように構成されている。ポッドオープナ24は、ポッド16の蓋を開けるように構成されている。ウエハ枚数検出器26は、蓋が開けられたポッド16内のウエハ14の枚数を検知するように構成されている。

20

【0018】

筐体12内には、ウエハ移載機28、基板保持体としてのポート30が設けられている。ウエハ移載機28は、アーム(ツィーザ)32を有している。そして、図示しない駆動手段により、アーム32の上下回転動作が可能な構造になっている。アーム32は、例えば5枚のウエハを同時に取り出すことができるように構成されている。アーム32を動かすことにより、ポッドオープナ24の位置に置かれたポッド16とポート30との間にて、ウエハ14が搬送されるように構成されている。

30

【0019】

ポート30は、例えばカーボングラファイトやSiC等の耐熱性材料により構成されている。ポート30は、複数枚のウエハ14を水平姿勢でかつ互いに中心を揃えた状態で整列させて縦方向に積み上げて保持するように構成されている。

30

【0020】

ポート30の下部には、ポート30を下方側から支持する断熱部としてのポート断熱部34が設けられている(図2参照)。ポート断熱部34は、例えば石英(SiO₂)や炭化珪素(SiC)等の耐熱性材料等により、例えば中空の円筒形状に構成されている。ポート断熱部34は、加熱されたポート30(ウエハ14)からの熱を処理炉40の下方側に伝え難くする断熱機構として機能する。なお、ポート断熱部34が備える中空領域内には、所定の冷却ガス(熱交換ガス)として例えばN₂ガスやArガス等の不活性ガスが供給されるように構成されていてもよい。なお、ポート断熱部34は、上述の形態に限らず、例えばSiO₂やSiC等からなる中空の円筒部材が多段に積層されるように構成されていてもよく、また、SiO₂やSiC等からなる円盤状の断熱板が垂直方向に多段に積層されるように構成されていてもよい。

40

【0021】

筐体12内の背面側上部には、処理炉40が設けられている。処理炉40内には、複数枚のウエハ14を装填したポート30が下方から搬入されるように構成されている。処理炉40の下方には、ポート30を収容して待機させる予備室としてのロードロック室110が設けられている(図5参照)。なお、処理炉40の開口部(炉口)は、炉口シャッタ219a(図6参照)により開閉されるよう構成されている。

【0022】

50

< 処理炉の構成 >

図 2 及び図 3 は、ウエハ 1 4 上に S i C 膜を成膜する処理炉 4 0 の側面断面図及び上面断面図である。

【 0 0 2 3 】

(反応容器)

図 2 及び図 3 に示すように、処理炉 4 0 は反応管 4 2 を備えている。反応管 4 2 は、石英または炭化珪素等の耐熱材料により構成されている。反応管 4 2 は、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。反応管 4 2 内の筒中空部には、反応室である処理室 4 4 が形成されている。処理室 4 4 は、ポート 3 0 によって水平姿勢でかつ互いに中心を揃えた状態でウエハ 1 4 を整列させて縦方向に積み上げて保持した状態で収納可能に構成されている。

10

【 0 0 2 4 】

反応管 4 2 の下方には、反応管 4 2 と同心円状にマニホールド 4 3 が設けられている。マニホールド 4 3 は、例えばステンレス (S U S) 等により構成されている。マニホールド 4 3 は、上端及び下端が開口した円筒形状に形成されている。マニホールド 4 3 は、反応管 4 2 を下方から支持するように設けられている。マニホールド 4 3 と反応管 4 2 との間には、シール部材としてのリングが設けられている。マニホールド 4 3 が図示しない保持体に支持されることにより、反応管 4 2 は垂直に据えつけられた状態になっている。主に、反応管 4 2 とマニホールド 4 3 とにより反応容器が形成されている。

20

【 0 0 2 5 】

(加熱部)

処理炉 4 0 は、誘導加熱により加熱される被誘導加熱体 4 8 と、誘導加熱部 (磁場発生部) としての誘導コイル 5 0 と、を備えている。被誘導加熱体 4 8 は、例えばカーボン等の導電性耐熱材料で構成されており、処理室 4 4 内に収容されたポート 3 0 を囲うように、すなわちウエハ 1 4 の収容領域を囲うように設けられている。被誘導加熱体 4 8 は、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。誘導コイル 5 0 は、絶縁耐熱材料により構成されたコイル支持体 5 0 a により支持され、反応管 4 2 の外周を囲うように設けられている。誘導コイル 5 0 には、図示しない交流電源から、例えば 1 0 ~ 1 0 0 k H z 、 1 0 ~ 2 0 0 k W の交流電力が供給されるように構成されている。誘導コイル 5 0 に交流電流を流すことで発生する交流磁場により、被誘導加熱体 4 8 に誘導電流 (渦電流) が流れ、ジュール熱により被誘導加熱体 4 8 が発熱するように構成されている。被誘導加熱体 4 8 が発熱することで、被誘導加熱体 4 8 から発せられる輻射熱により、ポート 3 0 に保持されたウエハ 1 4 や処理室 4 4 内が、所定の成膜温度、例えば 1 5 0 0 ~ 1 8 0 0 の温度に加熱されるように構成されている。

30

【 0 0 2 6 】

被誘導加熱体 4 8 の近傍には、処理室 4 4 内の温度を検出する図示しない温度センサが設けられている。誘導コイル 5 0 及び温度センサには、後述する温度制御部 5 2 (図 4 参照) が電氣的に接続されている。温度制御部 5 2 は、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 5 0 への通電具合を調節することにより、処理室 4 4 内の温度が所定のタイミングにて所定の温度分布となるよう制御する。

40

【 0 0 2 7 】

主に、被誘導加熱体 4 8 、誘導コイル 5 0 、コイル支持体 5 0 a 、図示しない交流電源、図示しない温度センサ、及び断熱体 5 4 により、本実施形態に係る加熱部が構成されている。

【 0 0 2 8 】

なお、被誘導加熱体 4 8 と反応管 4 2 との間には、断熱体 5 4 が設けられている。断熱体 5 4 は、例えば誘導加熱され難い材料であるカーボンフェルト等により構成されている。断熱体 5 4 は、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。断熱体 5 4 を設けることにより、被誘導加熱体 4 8 の熱が反応管 4 2 あるいは反応管 4 2 の外側へ伝達するのを抑制することができる。

50

【 0 0 2 9 】

また、誘導加熱部としての誘導コイル 5 0 の外側には、誘導コイル 5 0 の外側を囲うように遮蔽板 1 0 0 が設けられている。遮蔽板 1 0 0 の外側には、遮蔽板 1 0 0 を囲うように筐体 1 2 が設けられている。遮蔽板 1 0 0 は、例えば Cu (銅) 等の導電性材料により構成されている。遮蔽板 1 0 0 が設けられることで、誘導コイル 5 0 に交流電流を流した際に、筐体 1 2 が備える導電性部材に誘導電流が流れてしまうことを抑制することができる。

【 0 0 3 0 】

(第 1 ガス供給部)

マニホールド 4 3 の側壁には、成膜ガスとしてのシリコン含有ガス、第 1 冷却ガス、第 3 冷却ガス及びパージガスをウエハ 1 4 の収容領域に供給するノズル 6 0 と、成膜ガスとしての炭素含有ガス、第 1 冷却ガス、第 3 冷却ガス及びパージガスをウエハ 1 4 の収容領域に供給するノズル 7 0 と、が設けられている。シリコン含有ガスとしては例えばシラン (SiH₄) ガスを、炭素含有ガスとしては例えばプロパン (C₃H₈) ガスを、第 1 冷却ガスとしては例えば水素 (H₂) ガスを、第 3 冷却ガス及びパージガスとしては例えばアルゴン (Ar) ガス等の希ガスや窒素 (N₂) ガス等を用いることができる。

10

【 0 0 3 1 】

ノズル 6 0 , 7 0 は、それぞれ例えばカーボングラファイトにより棒状に構成されている。ノズル 6 0 , 7 0 の下流側は、被誘導加熱体 4 8 とポート 3 0 の搬入予定領域との間にそれぞれ配設されている。

20

【 0 0 3 2 】

ノズル 6 0 の下流側の側部には、積層されたウエハ 1 4 間 (ウエハ 1 4 の収容領域) の側方から水平方向にガスを供給するガス供給口 6 0 a が複数開設されている。なお、ノズル 6 0 は、ウエハ 1 4 の収容領域にガスを供給するが、ウエハ 1 4 の収容領域よりも下方側のポート断熱部 3 4 にはガスを直接供給しないように構成されている。ノズル 6 0 の上流端には、ガス供給管 2 6 0 の下流端が接続されている。ガス供給管 2 6 0 の上流側には、SiH₄ ガス供給管 2 6 1 の下流端、H₂ ガス供給管 2 6 2 の下流端、及び Ar ガス供給管 2 6 3 の下流端がそれぞれ接続されている。SiH₄ ガス供給管 2 6 1 には、上流側から順に、SiH₄ ガス供給源 2 6 1 a、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 2 6 1 b、バルブ 2 6 1 c が設けられている。H₂ ガス供給管 2 6 2 には、上流側から順に、H₂ ガス供給源 2 6 2 a、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 2 6 2 b、バルブ 2 6 2 c が設けられている。Ar ガス供給管 2 6 3 には、上流側から順に、Ar ガス供給源 2 6 3 a、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 2 6 3 b、バルブ 2 6 3 c が設けられている。

30

【 0 0 3 3 】

ノズル 7 0 の下流側の側部には、積層されたウエハ 1 4 間 (ウエハ 1 4 の収容領域) の側方から水平方向にガスを供給するガス供給口 7 0 a が複数開設されている。なお、ノズル 7 0 は、ウエハ 1 4 の収容領域にガスを供給するが、ウエハ 1 4 の収容領域よりも下方側のポート断熱部 3 4 にはガスを直接供給しないように構成されている。ノズル 7 0 の上流端には、ガス供給管 2 7 0 の下流端が接続されている。ガス供給管 2 7 0 の上流側には、C₃H₈ ガス供給管 2 7 1 の下流端、H₂ ガス供給管 2 7 2 の下流端、及び Ar ガス供給管 2 7 3 の下流端がそれぞれ接続されている。C₃H₈ ガス供給管 2 7 1 には、上流側から順に、C₃H₈ ガス供給源 2 7 1 a、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 2 7 1 b、バルブ 2 7 1 c が設けられている。H₂ ガス供給管 2 7 2 には、上流側から順に、H₂ ガス供給源 2 7 2 a、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 2 7 2 b、バルブ 2 7 2 c が設けられている。Ar ガス供給管 2 7 3 には、上流側から順に、Ar ガス供給源 2 7 3 a、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 2 7 3 b、バルブ 2 7 3 c が設けられている。

40

【 0 0 3 4 】

バルブ 2 6 1 c , 2 6 2 c , 2 6 3 c , 2 7 1 c , 2 7 2 c , 2 7 3 c、マスフローコ

50

ントローラ 261b, 262b, 263b, 271b, 272b, 273b は、後述するガス流量制御部 78 (図 4 参照) に電氣的に接続されている。ガス流量制御部 78 は、処理室 44 内に供給されるガスの流量が、それぞれ所定のタイミングで所定の流量となるように、バルブ 261c, 262c, 263c, 271c, 272c, 273c、マスフローコントローラ 261b, 262b, 263b, 271b, 272b, 273b をそれぞれ制御するように構成されている。

【0035】

主に、ノズル 60, 70、ガス供給口 60a, 70a、ガス供給管 260, 270、SiH₄ ガス供給管 261、C₃H₈ ガス供給管 271、H₂ ガス供給管 262, 272、Ar ガス供給管 263, 273、バルブ 261c, 262c, 263c, 271c, 272c, 273c、マスフローコントローラ 261b, 262b, 263b, 271b, 272b, 273b、SiH₄ ガス供給源 261a、C₃H₈ ガス供給源 271a、H₂ ガス供給源 262a, 272a、及び Ar ガス供給源 263a, 273a により、本実施形態に係る第 1 ガス供給部が構成されている。また、主にノズル 60, 70 により、本実施形態に係る第 1 ノズルが構成されている。

10

【0036】

(第 2 ガス供給部)

マニホールド 43 の側壁には、ポート断熱部 34 の収納領域に成膜阻害ガス、第 2 冷却ガス、第 4 冷却ガス及びパージガスを供給する第 2 ノズルとしてのノズル 90 が少なくとも 1 本設けられている。成膜阻害ガスとしては例えば塩素含有ガスである塩化水素 (HCl) ガスを、第 2 冷却ガスとしては水素 (H₂) ガスを、第 4 冷却ガス及びパージガスとしては例えばアルゴン (Ar) ガス等の希ガスや窒素 (N₂) ガス等を用いることができる。

20

【0037】

ノズル 90 は、例えばカーボングラファイトにより棒状に構成されている。ノズル 90 の下流側は、被誘導加熱体 48 とポート断熱部 34 の搬入予定領域との間に配設されている。なお、ノズル 90 は、1 本に限らず複数本設けてもよい。この場合、複数のノズル 90 は、ポート断熱部 34 の側壁周方向に沿って所定の間隔を空けて設けることが好ましい。

【0038】

ノズル 90 の下流側の側部には、ポート断熱部 34 の側方から水平方向にガスを供給するガス供給口 90a が複数開設されている。すなわちノズル 90 は、ポート断熱部 34 にガスを供給するが、ポート断熱部 34 より上方のウエハ 14 の収容領域にはガスを直接供給しないように構成されている。ノズル 90 の上流端には、ガス供給管 290 の下流端が接続されている。ガス供給管 290 の上流側には、HCl ガス供給管 291 の下流端、H₂ ガス供給管 292 の下流端、及び Ar ガス供給管 293 の下流端がそれぞれ接続されている。HCl ガス供給管 291 には、上流側から順に、HCl ガス供給源 291a、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 291b、バルブ 291c が設けられている。H₂ ガス供給管 292 には、上流側から順に、H₂ ガス供給源 292a、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 292b、バルブ 291c が設けられている。Ar ガス供給管 293 には、上流側から順に、Ar ガス供給源 293a、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 293b、バルブ 293c が設けられている。

30

40

【0039】

バルブ 291c, 292c, 293c、マスフローコントローラ 291b, 292b, 293b は、後述するガス流量制御部 78 (図 4 参照) に電氣的に接続されている。ガス流量制御部 78 は、処理室 44 内に供給されるガスの流量が、それぞれ所定のタイミングで所定の流量となるように、バルブ 291c, 292c, 293c、マスフローコントローラ 291b, 292b, 293b をそれぞれ制御するように構成されている。

【0040】

50

主に、ノズル 90、ガス供給口 90 a、ガス供給管 290、HCl ガス供給管 291、 H_2 ガス供給管 292、Ar ガス供給管 293、バルブ 291 c、292 c、293 c、マスフローコントローラ 291 b、292 b、293 b、HCl ガス供給源 291 a、 H_2 ガス供給源 292 a、及び Ar ガス供給源 293 a により、本実施形態に係る第 2 ガス供給部が構成されている。

【0041】

(パージガス供給部)

マニホールド 43 の側壁には、反応管 42 と断熱体 54 との間にパージガスを供給するノズル 80 が設けられている。パージガスとしては、例えばアルゴン (Ar) ガス等の希ガスや窒素 (N_2) ガス等を用いることができる。

10

【0042】

ノズル 80 は、例えばカーボングラファイトにより棒状に構成されている。ノズル 80 の下流側は、反応管 42 と断熱体 54 との間に配設されている。ノズル 80 の下流端には、ガス供給口 80 a が少なくとも 1 つ開設されている。ノズル 80 の上流端には、ガス供給管 280 の下流端が接続されている。ガス供給管 280 には、上流側から順に、Ar ガス供給源 281 a、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 281 b、バルブ 281 c が設けられている。バルブ 280 c、マスフローコントローラ 280 b は、後述するガス流量制御部 78 (図 4 参照) に電氣的に接続されている。ガス流量制御部 78 は、処理室 44 内に供給されるガスの流量が、所定のタイミングで所定の流量となるように、バルブ 280 c、マスフローコントローラ 280 b を制御するように構成されている。

20

【0043】

主に、ノズル 80、ガス供給口 80 a、ガス供給管 280、バルブ 280 c、マスフローコントローラ 280 b、及び Ar ガス供給源 280 a により、本実施形態に係るパージガス供給部が構成されている。

【0044】

(排気系)

マニホールド 43 の側壁下側には、処理室 44 内の雰囲気気を排気する排気管 230 の上流端が接続されている。排気管 230 には、上流側から順に、図示しない圧力センサ、圧力調整装置としての APC (Auto Pressure Controller) バルブ 214、真空ポンプ 220 が設けられている。図示しない圧力センサ、APC バルブ 214、及び真空ポンプ 220 は、後述する圧力制御部 98 (図 4 参照) に電氣的に接続されている。圧力制御部 98 は、圧力センサで測定された圧力情報に基づき APC バルブ 214 の開度をフィードバック制御することで、処理室 44 内の圧力が所定のタイミングで所定の圧力となるよう制御する。

30

【0045】

主に、排気管 230、図示しない圧力センサ、APC バルブ 214、及び真空ポンプ 220 により、本実施形態に係る排気系が構成されている。

【0046】

上述のように構成されることで、第 1 ガス供給部から供給された成膜ガス (シリコン含有ガス、炭素含有ガス)、第 1 冷却ガス、及び第 3 冷却ガスは、それぞれ、ウエハ 14 の表面に対して平行に流れた後、処理室 44 内を下方に向かい、ポート断熱部 34 の側壁に沿って流れ、排気管 230 から排気される。

40

【0047】

また、第 2 ガス供給部から供給された成膜阻害ガス、第 2 冷却ガス、及び第 4 冷却ガスは、それぞれ、処理室 44 内のポート断熱部 34 の側壁に供給された後、排気管 230 から排気される。

【0048】

また、パージガス供給部から供給されたパージガスは、反応管 42 と断熱体 54 との間を流れ、排気管 230 から排気される。

50

【 0 0 4 9 】

< 処理炉の周辺構造 >

続いて、上述の処理炉 40 の周辺構造について説明する。図 5 は、本発明の第 1 の実施形態に係る処理炉 40 及びその周辺構造の略図である。

【 0 0 5 0 】

上述したように、処理炉 40 の下方には、予備室としてのロードロック室 110 が設けられている。ロードロック室 110 には、ロードロック室 110 内に第 5 冷却ガスを供給する第 3 ガス供給部、処理炉 40 内とロードロック室 110 内との間でポート 30 を搬送するポートエレベータ等が設けられている。なお、ロードロック室 110 内は、図示しない排気系により排気されるように構成されている。

10

【 0 0 5 1 】

(第 3 ガス供給部)

ロードロック室 110 の側壁には、ロードロック室 110 内のウエハ 14 の収容領域に第 5 冷却ガス及びパージガスを供給するノズル 300 が設けられている。第 5 冷却ガス及びパージガスとしては、例えばアルゴン (Ar) ガス等の希ガスや窒素 (N₂) ガス等を用いることができる。

【 0 0 5 2 】

ノズル 300 は、例えばカーボングラファイトにより棒状に構成されている。なお、ノズル 300 は、1 本に限らず複数本設けてもよい。この場合、ノズル 300 は、ポート 30 及びポート断熱部 34 の側壁周方向に沿って所定の間隔を空けて設けることが好ましい。

20

【 0 0 5 3 】

ノズル 300 の下流側の側部には、ウエハ 14 の収容領域の側方から水平方向にガスを供給するガス供給口 300 a が複数開設されている。なお、ノズル 300 は、ウエハ 14 の収容領域のみならず、ウエハ 14 の収容領域よりも下方側のポート断熱部 34 にもガスを供給するように構成されている。ノズル 300 の上流端には、ガス供給管 301 の下流端が接続されている。ガス供給管 301 には、上流側から順に、Ar ガス供給源 301 a、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 301 b、バルブ 301 c が設けられている。

【 0 0 5 4 】

バルブ 301 c、マスフローコントローラ 301 b は、後述するガス流量制御部 78 (図 4 参照) に電氣的に接続されている。ガス流量制御部 78 は、ロードロック室 110 内に供給されるガスの流量が、所定のタイミングで所定の流量となるように、バルブ 301 c、マスフローコントローラ 301 b を制御するように構成されている。

30

【 0 0 5 5 】

主に、ノズル 300、ガス供給口 300 a、ガス供給管 301、バルブ 301 c、マスフローコントローラ 301 b、及び Ar ガス供給源 301 a により、本実施形態に係る第 3 ガス供給部が構成されている。

【 0 0 5 6 】

また、処理室 44 内にガスを供給する上述の第 1 ガス供給部、第 2 ガス供給部及びパージガス供給部と、ロードロック室 110 内にガスを供給する第 3 ガス供給部とにより、本実施形態に係るガス供給系が構成されている。

40

【 0 0 5 7 】

(ポートエレベータ)

ロードロック室 110 を構成する側壁の外面には、ポートエレベータ 115 が設けられている。ポートエレベータ 115 は、下基板 112、ガイドシャフト 116、ボールネジ 118、上基板 120、昇降モータ 122、昇降基板 130、及びベローズ 128 を備えている。下基板 112 は、ロードロック室 110 を構成する側壁の外面に水平姿勢で固定されている。下基板 112 には、昇降台 114 と嵌合するガイドシャフト 116、及び昇降台 114 と螺合するボールネジ 118 がそれぞれ鉛直姿勢で設けられている。ガイドシ

50

シャフト 116 及びボール螺子 118 の上端には、上基板 120 が水平姿勢で固定されている。ボール螺子 118 は、上基板 120 に設けられた昇降モータ 122 により回転させられるように構成されている。ガイドシャフト 116 は、昇降台 114 の上下動を許容しつつ水平方向の回転を抑制するように構成されている。ボール螺子 118 を回転させることにより、昇降台 114 が昇降するように構成されている。

【0058】

昇降台 114 には、中空の昇降シャフト 124 が垂直姿勢で固定されている。昇降台 114 と昇降シャフト 124 との連結部は、気密に構成されている。昇降シャフト 124 は、昇降台 114 と共に昇降するように構成されている。昇降シャフト 124 の下方側端部は、ロードロック室 110 を構成する天板 126 を貫通している。ロードロック室 110 の天板 126 に設けられる貫通穴の内径は、昇降シャフト 124 と天板 126 とが接触することのないように、昇降シャフト 124 の外径よりも大きく構成されている。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 の周囲を覆うように、伸縮性を有する中空伸縮体としてのペローズ 128 が設けられている。昇降台 114 とペローズ 128 との連結部、及び天板 126 とペローズ 128 との連結部はそれぞれ気密に構成されており、ロードロック室 110 内の気密が保持されるように構成されている。ペローズ 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ている。ペローズ 128 の内径は、昇降シャフト 124 とペローズ 128 とが接触することのないように、昇降シャフト 124 の外径よりも十分に大きく構成されている。

10

【0059】

ロードロック室 110 内に突出した昇降シャフト 124 の下端には、昇降基板 130 が水平姿勢で固定されている。昇降シャフト 124 と昇降基板 130 との連結部は、気密に構成されている。昇降基板 130 の上面には、リング等のシール部材を介してシールキャップ 219 が気密に取り付けられている。シールキャップ 219 は、例えばステンレス等の金属により円盤状に構成されている。昇降モータ 122 を駆動してボール螺子 118 を回転させ、昇降台 114、昇降シャフト 124、昇降基板 130、及びシールキャップ 219 を上昇させることにより、処理室 44 内にポート 30 が搬入（ポートローディング）されると共に、処理炉 40 の開口部（炉口）がシールキャップ 219 により閉塞されるよう構成されている。また、昇降モータ 122 を駆動してボール螺子 118 を回転させ、昇降台 114、昇降シャフト 124、昇降基板 130、及びシールキャップ 219 を下降させることにより、処理室 44 内からポート 30 が搬出（ポートアンローディング）されるよう構成されている。昇降モータ 122 には、駆動制御部 108 が電氣的に接続されている。駆動制御部 108 は、ポートエレベータ 115 が所望のタイミングにて所望の動作をするよう制御する。

20

30

【0060】

（回転機構）

昇降基板 130 の下面には、リング等のシール部材を介して駆動部カバー 132 が気密に取り付けられている。昇降基板 130 と駆動部カバー 132 とにより駆動部収納ケース 140 が構成されている。駆動部収納ケース 140 の内部は、ロードロック室 110 内の雰囲気と隔離されている。駆動部収納ケース 140 の内部には、回転機構 104 が設けられている。回転機構 104 には、電力供給ケーブル 138 が接続されている。電力供給ケーブル 138 は、昇降シャフト 124 の上端から昇降シャフト 124 内を通して回転機構 104 まで導かれており、回転機構 104 に電力を供給するように構成されている。回転機構 104 が備える回転軸 106 の上端部は、シールキャップ 219 を貫通して、ポート 30 を下方から支持するように構成されている。回転機構 104 を作動させることにより、ポート 30 に保持されたウエハ 14 を処理室 44 内で回転させることが可能なように構成されている。回転機構 104 には、駆動制御部 108 が電氣的に接続されている。駆動制御部 108 は、回転機構 104 が所望のタイミングにて所望の動作をするよう制御する。

40

【0061】

50

また、駆動部収納ケース 140 の内部であって回転機構 104 の周囲には、冷却機構 136 が設けられている。冷却機構 136 及びシールキャップ 219 には、冷却流路 140a が形成されている。冷却流路 140a には、冷却水を供給する冷却水配管 142 が接続されている。冷却水配管 142 は、昇降シャフト 124 の上端から昇降シャフト 124 内を通過して冷却流路 140a まで導かれ、冷却流路 140a にそれぞれ冷却水を供給するように構成されている。

【0062】

<コントローラ>

図 4 は、基板処理装置 10 の各部の動作を制御する制御部としてのコントローラ 152 のブロック構成図である。コントローラ 152 は、主制御部 150 と、主制御部 150 に電氣的に接続された温度制御部 52、ガス流量制御部 78、圧力制御部 98、駆動制御部 108 とを備えている。主制御部 150 は、操作部及び入出力部を備えている。

10

【0063】

なお、コントローラ 152 は、誘導コイル 50 による被誘導加熱体 48 の誘導加熱を開始させてウエハ 14 を例えば 1500 ~ 1800 に昇温させ、第 1 ガス供給部からの成膜ガス（例えば SiH_4 ガス及び C_3H_8 ガス）の供給を開始させてウエハ 14 上に SiC 膜を形成させた後、誘導コイル 50 による被誘導加熱体 48 の誘導加熱及び第 1 ガス供給部からの成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、第 2 ガス供給部からの第 1 冷却ガス（例えば H_2 ガス）の供給を開始させてウエハ 14 を降温させるように構成されている。係る制御については後述する。

20

【0064】

また、コントローラ 152 は、誘導コイル 50 による被誘導加熱体 48 の誘導加熱を開始させてウエハ 14 を例えば 1500 ~ 1800 に昇温させ、第 1 ガス供給部からの成膜ガス（例えば SiH_4 ガス及び C_3H_8 ガス）の供給を開始させてウエハ 14 上に SiC 膜を形成させる際、第 2 ガス供給部から成膜阻害ガス（例えば HCl ガス）を供給するように構成されている。係る制御についても後述する。

【0065】

(2) 基板処理工程

次に、半導体デバイスの製造工程の一工程として、ウエハ 14 上に例えば SiC 膜を成膜する基板処理工程について、主に図 6 及び図 7 を参照しながら説明する。図 6 は、本実施形態に係る基板処理工程を実施する際のポート位置を例示する模式図であり、(a) は搬入前、(b) は昇温中及び成膜中、(c) は降温中、(d) は搬出中、(e) は搬出完了後の様子をそれぞれ示している。図 7 は、本実施形態に係るガス供給シーケンスを例示するグラフ図である。なお、係る工程は、上述した基板処理装置 10 により実施される。以下の説明において、基板処理装置 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。

30

【0066】

(搬入工程)

複数枚のウエハ 14 を収容したポッド 16 をポッドステージ 18 上に載置した後、ポッド搬送装置 20 によりポッド載置棚 22 上に移載する。そして、ポッド搬送装置 20 により、ポッド載置棚 22 上に載置されたポッド 16 をポッドオープナ 24 に搬送する。そして、ポッドオープナ 24 によりポッド 16 の蓋を開き、ウエハ枚数検出器 26 によりポッド 16 に収容されているウエハ 14 の枚数を検知する。そして、ウエハ移載機 28 によりポッド 16 からウエハ 14 を取り出し、ロードロック室 110 内のポート 30 に移載する。ポート 30 へのウエハ 14 の装填が完了した状態を図 6 (a) に示す。

40

【0067】

なお、ウエハ 14 の装填中は、第 3 ガス供給部からパージガスとしての Ar ガスを供給し、ロードロック室 110 内をパージする。すなわち、図示しない排気系によりロードロック室 110 内を排気しつつ、バルブ 301c を開き、マスフローコントローラ 301b により流量調整された Ar ガスをロードロック室 110 内に供給することで、ロードロッ

50

ク室 110 内をパージする。これにより、ウエハ 14 にパーティクル等が付着することを抑制できる。このとき、炉口シャッタ 219 a を閉じ、処理炉 40 の開口部（炉口）を気密に封止しておく。なお、第 3 ガス供給部からのパージガスの供給は、少なくとも後述する降温工程の完了時まで継続する。

【0068】

ポート 30 へのウエハ 14 の装填が完了したら、炉口シャッタ 219 a を開き、ポートエレベータ 115 を作動させ、処理室 44 内にポート 30 を搬入（ポートロード）する。ポート 30 の搬入が完了したら、マニホールド 43 の下端はシールキャップ 219 によって気密に封止される。ポート 30 の搬入が完了した状態を図 6（b）に示す。

【0069】

なお、ポート 30 の搬入中は、第 3 ガス供給部からの Ar ガスの供給を継続しつつ、第 1 ガス供給部及び第 2 ガス供給部からパージガスとしての Ar ガスを供給し、処理室 44 内をパージする。すなわち、真空ポンプ 220 を作動させた状態で APC バルブ 214 を開いて処理室 44 内を排気しつつ、バルブ 263 c, 273 c, 280 c, 293 c を更

10

20

【0070】

（減圧及び昇温工程）

処理室 44 内へのポート 30 の搬入が完了したら、圧力センサで測定された圧力情報に基づき APC バルブ 214 の開度をフィードバック制御することで、処理室 44 内が所定の圧力（真空度）になるよう真空排気する。このとき、処理室 44 内への Ar ガスの供給は継続してもよく、停止してもよい。図 7 は、一例として、第 1 ガス供給部からの Ar ガスの供給を継続しつつ、第 2 ガス供給部からの Ar ガスの供給を停止した場合を示している。

【0071】

そして、図示しない交流電源から誘導コイル 50 に、例えば 10 ~ 100 kHz、10 ~ 200 kW の交流電力を供給し、被誘導加熱体 48 に交流磁場を加えて被誘導加熱体 48 に誘導電流を流し、被誘導加熱体 48 を発熱させる。そして、被誘導加熱体 48 から発せられる輻射熱により、ポート 30 に保持されたウエハ 14 や処理室 44 内を例えば 1500 ~ 1800 の成膜温度に加熱する。このとき、温度センサが検出した温度情報に基づき誘導コイル 50 への通電具合をフィードバック制御することで、ウエハ 14 や処理室 44 内の温度を調整することができる。

【0072】

なお、誘導コイル 50 に電力を供給してウエハ 14 を加熱させる際には、回転機構 218 を作動させてポート 30 及びウエハ 14 を回転させる。ポート 30 及びウエハ 14 の回転は、少なくとも後述する成膜工程の完了時まで継続する。

【0073】

（成膜工程）

ウエハ 14 や処理室 44 内の温度が所定の成膜温度（1500 ~ 1800）に達したら、バルブ 261 c, 271 を開き、成膜ガスとしての SiH₄ ガス及び C₃H₈ ガスの処理室 44 内への供給を開始する。処理室 44 内に供給された SiH₄ ガス及び C₃H₈ ガスは、ポート 30 に保持された各ウエハ 14 の表面に対してそれぞれ平行に流れる。高温のウエハ 14 表面に SiH₄ ガス及び C₃H₈ ガスが接触することで、ウエハ 14 上に SiC 膜が成膜される。

【0074】

このとき、バルブ 263 c, 273 c は開いたままとし、第 1 ガス供給部からの Ar ガ

10

20

30

40

50

スの供給は継続することが好ましい。第1ガス供給部から供給されるArガスは、処理室44内へのSiH₄ガスやC₃H₈ガスの供給や拡散を促すキャリアガスとして機能する。また、このとき、バルブ280cを開き、パージガス供給部からのパージガスとしてのArガスの供給を開始することが好ましい。これにより、反応管42と断熱体54との間に成膜ガス等が侵入することを抑制でき、これらの表面に不要な副生成物が付着するのを抑制することができる。

【0075】

なお、ウエハ14を保持するポート30は、上述したように、ポート断熱部34によって下方から支持されている。ポート断熱部34は、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料等により例えば中空の円筒形状に構成されているため、高温に加熱された成膜ガスがポート断熱部34の側壁と接触し熱交換が促進されることにより、高温に加熱された成膜ガスの温度を下げるように機能する。また、ポート断熱部34は、被誘導加熱体48によって加熱されたポート30（ウエハ14）からの熱を、処理炉40の下方側に伝え難くする断熱機構として機能する。このように、ポート断熱部34を熱交換機構又は断熱機構として機能させることで、処理炉40下方の構成部材（例えばマニホール43、シールキャップ219、回転機構、ロードロック室110等）に加わる熱ダメージを低減させることができる。

10

【0076】

しかしながら、発明者等の鋭意研究によれば、ポート30の下方にポート断熱部34を設けると、処理室44内における異物（パーティクル）の発生量が増加してしまい、基板処理の品質を低下させてしまう場合があることが分かった。断熱機構として機能するポート断熱部34の温度は、ウエハ14やポート30の温度（例えば1500～1800）よりも比較的低温となる。具体的には、ポート断熱部34側壁の温度は、ウエハ14の収納領域側から処理炉40の下方側に向かって徐々に低くなる。ウエハ14表面で消費されなかった成膜ガスや、成膜反応により生じた反応生成物等は、処理室44を下方に向かい、ポート断熱部34の側壁に沿って流れるが、ポート断熱部34の側壁がこのような低温であるため、ポート断熱部34の側壁に容易に吸着してしまうのである。そして、ポート断熱部34の側壁に堆積した吸着物が剥がれることで、処理室44内にパーティクルを発生させてしまうのである。また、上述の吸着における結合力は一般的に弱いことから、吸着物は圧力や温度の変化によって容易に剥離してしまうのである。

20

30

【0077】

これに対して本実施形態では、ウエハ14上へのSiC膜の成膜を行う際、第2ガス供給部から成膜阻害ガスを供給することで、ポート断熱部34への成膜ガスや反応生成物等の吸着を防ぐようにしている。すなわち、バルブ261c、271を開いてウエハ14の収容領域にSiH₄ガス及びC₃H₈ガスを供給する際、バルブ291cを更に開き、ポート断熱部34の収容領域に成膜阻害ガスとしてのHClガスを流すようにしている。これにより、ポート断熱部34側壁の温度が上述の成膜温度（例えば1500～1800）よりも低温であったとしても、ポート断熱部34表面への成膜ガスや反応生成物等の吸着を効果的に抑制させることができ、処理室44内におけるパーティクルの発生量を抑制することができる。

40

【0078】

なお、成膜工程における処理室44内の圧力（処理圧力）は、例えば1330～13300Paの範囲内とする。また、マスフローコントローラ261bにより制御するSiH₄ガスの流量は、例えば100～300sccmの範囲内とする。また、マスフローコントローラ271bにより制御するC₃H₈ガスの流量は、例えば10～100sccmの範囲内とする。また、マスフローコントローラ291bにより制御するHClガスの流量は、例えば100～1000sccmの範囲内とする。

【0079】

所定の時間が経過し、所望の膜厚のSiC膜が成膜されたら、バルブ261c、271cを閉め、ウエハ14の収容領域へのSiH₄ガス及びC₃H₈ガスの供給を停止する。

50

また、バルブ 291c を閉め、ポート断熱部 34 の収容領域への HCl ガスの供給を停止する。更に、誘導コイル 50 への交流電力の供給を停止し、被誘導加熱体 48 の誘導加熱を停止する。

【0080】

(降温及び大気圧復帰工程)

ウエハ 14 の収容領域への成膜ガスの供給、ポート断熱部 34 の収容領域への HCl ガスの供給、誘導コイル 50 への交流電力の供給をそれぞれ停止したら、ウエハ 14 の温度が処理直後温度 (例えば 1500 ~ 1800) から所定の搬送温度 (例えばロードロック室 110 の耐熱温度であって 500 ~ 800) に降温されるまで待機する。処理室 44 内でポート 30 が待機した状態を図 6 (c) に示す。なお、ウエハ 14 の降温は、ポート 30 からポート断熱部 34 を介した熱伝導によっても徐々に行われるが、このとき、第 1 ガス供給部から第 1 冷却ガスとしての H₂ ガスを供給することで、ウエハ 14 の冷却を促すことができる。すなわち、処理室 44 内を排気しつつ、バルブ 262c , 272c を開き、熱交換率の高い H₂ ガスをウエハ 14 の表面へ向けて流すことで、ウエハ 14 から H₂ ガスへの熱交換を促し、ウエハ 14 を速やかに降温させることができる。

10

【0081】

しかしながら、発明者等の鋭意研究によれば、ポート 30 の下方にポート断熱部 34 を設けると、ウエハ 14 の放熱が阻害されてしまい、降温工程の所要時間が長くなり、基板処理の生産性が低下してしまう場合があることが分かった。降温促進のために供給された第 1 冷却ガスとしての H₂ ガスは、ウエハ 14 と接触して熱交換することにより高温となる。係る高温の H₂ ガスは、ポート断熱部 34 側に流れ込むことでポート断熱部 34 の温度を上昇させてしまう。その結果、ポート断熱部 34 を介した熱伝導が阻害されたり、ポート断熱部 34 からの輻射熱によってウエハ 14 が再加熱されたりしてしまうのである。例えば、ポート 30 の下方にポート断熱部 34 を設けた場合、ウエハ 14 を上述の搬送温度 (例えば 500 ~ 800) にまで降温させるには 100 ~ 150 分もの時間を要してしまうことがある。

20

【0082】

これに対して本実施形態では、ウエハ 14 を降温させる際、すなわち、第 1 冷却ガスとしての H₂ ガスをウエハ 14 に供給する際、第 2 ガス供給部から第 2 冷却ガスとしての H₂ ガスを供給することで、ポート断熱部 34 の温度上昇を防ぐようにしている。すなわち、処理室 44 内を排気しつつ、バルブ 262c , 272c を開くと共に、バルブ 292c を更に開き、ポート断熱部 34 の側壁に向けて第 2 冷却ガスとしての H₂ ガスを流すようにしている。これにより、ウエハ 14 との熱交換で高温となった H₂ ガスがポート断熱部 34 の側壁に沿って流れたとしても、ポート断熱部 34 の温度上昇を効果的に防ぐことができる。その結果、降温工程の所要時間を短くすることができ、基板処理の生産性を向上させることができる。

30

【0083】

降温時の処理室 44 内の圧力は、例えば 1000 ~ 3000 Pa の範囲内とする。マスフローコントローラ 262b により制御する H₂ ガスの流量は例えば 3000 ~ 10000 sccm の範囲内とする。また、マスフローコントローラ 272b により制御する H₂ ガスの流量は、例えば 3000 ~ 10000 sccm の範囲内とする。また、マスフローコントローラ 292b により制御する H₂ ガスの流量は例えば 10000 ~ 100000 sccm の範囲内とする。

40

【0084】

所定の時間が経過し、ウエハ 14 及びポート 30 の温度が所定のポート搬出温度 (例えば 500 ~ 800) まで下がったら、バルブ 262c , 272b を閉めて処理室 44 内への H₂ ガスの供給を停止すると共に、バルブ 263c , 273c を開いて処理室 44 内への第 3 冷却ガスとしての Ar ガスの供給を開始する。また、同時に、バルブ 292c を閉めてポート断熱部 34 の側壁への H₂ ガスの供給を停止すると共に、バルブ 293c を開いて処理室 44 内への第 4 冷却ガスとしての Ar ガスの供給を開始する。さらには、

50

バルブ 280c を開いて処理室 44 内へのパーティガスとしての Ar ガスの供給を開始する。その後、APC バルブ 214 の開度を調節し、処理室 44 内の圧力を大気圧に復帰させる。

【0085】

(搬出工程)

処理室 44 内が Ar ガスによってパーティされ、処理室 44 内の圧力が大気圧に復帰したら、ポートエレベータ 115 を作動させ、処理室 44 内からのポート 30 の搬出 (ポートアンロード) を開始する。ポートアンロード中の様子を図 6 (d) に示す。

【0086】

ポートアンロード中は、処理室 44 内への Ar ガス (第 3 冷却ガス、第 4 冷却ガス、パーティガス) の供給を継続しつつ、第 3 ガス供給部からの第 5 冷却ガスとしての Ar ガスの供給を更に開始し、搬送されるウエハ 14 の冷却を継続する。なお、ロードロック室 110 内でのウエハ 14 の冷却を促進させるため、搬出工程にて第 3 ガス供給部から供給する Ar ガス (第 5 冷却ガス) の流量を、例えば搬入工程 ~ 降温工程にて第 3 ガス供給部から供給する Ar ガス (パーティガス) の流量よりも大きくすることが好ましい。但し、ロードロック室 110 内から処理室 44 内へのパーティクル等の拡散等を防ぐには、搬出工程においては、ロードロック室 110 内に供給する Ar ガスの流量を、処理室 44 内に供給する Ar ガスの流量よりも小さくすることが好ましい。

10

【0087】

(搬出完了後の冷却工程)

ポート 30 の搬出が完了したら、炉口シャッタ 219a を閉じて、処理室 44 内 (処理炉 40 の開口部) を気密に封止する。ポート 30 の搬出が完了した状態を図 6 (e) に示す。そして、ウエハ 14 の温度が、上述のポート搬出温度 (例えば 500 ~ 800) から所定のウエハ搬送温度 (例えば常温 ~ 80) になるまで待機する。このとき、第 3 ガス供給部からの第 5 冷却ガスとしての Ar ガスの供給を継続することで、ウエハ 14 の冷却を促すことができる。この際、炉口シャッタ 219a は閉じられているため、ロードロック室 110 内に供給する Ar ガスの流量を、搬出工程における流量よりも更に大流量として、ウエハ 14 の冷却を更に促進させることができる。

20

【0088】

ウエハ 14 の温度が所定のウエハ搬送温度 (例えば 80 以下) に下がったら、ロードロック室 110 内への Ar ガスの供給を停止させる。そして、上述の手順とは逆の手順により、降温後のウエハ 14 をポート 30 から取り出して空のポッド 16 内に収容し、他の基板処理工程を実施する基板処理装置へと搬送する。これにより、本実施形態の基板処理工程が終了する。

30

【0089】

(3) 本実施形態に係る効果

本実施形態によれば、以下に示す 1 つ又は複数の効果を奏する。

【0090】

(a) 本実施形態によれば、ポート 30 を下方側から支持するポート断熱部 34 を設けている。ポート断熱部 34 は、例えば石英 (SiO_2) や炭化珪素 (SiC) 等の耐熱性材料等により例えば中空の円筒形状に構成されている。これにより、ポート断熱部 34 は、被誘導加熱体 48 によって加熱されたポート 30 (ウエハ 14) からの熱を、処理炉 40 の下方側に伝え難くする断熱機構として機能する。ポート断熱部 34 を断熱機構として機能させることで、処理炉 40 下方の構成部材 (例えばマニホールド 43、シールキャップ 219、回転機構、ロードロック室 110 等) に加わる熱ダメージを低減させることができる。

40

【0091】

(b) 本実施形態によれば、成膜工程を実施する際、第 2 ガス供給部からポート断熱部 34 へ成膜阻害ガス (例えば HCl ガス) を供給する。これにより、ポート断熱部 34 への成膜ガスや反応生成物等の吸着を防ぐことができる。すなわち、ポート断熱部 34 側壁の

50

温度が成膜温度（例えば1500～1800）よりも低温であったとしても、ポート断熱部34表面への成膜ガスや反応生成物等の吸着を効果的に抑制させることができ、処理室44内におけるパーティクルの発生量を抑制させることができる。

【0092】

なお、第2ガス供給部から供給した成膜阻害ガスは、ポート断熱部34のみならず、ポート断熱部34を囲う被誘導加熱体48等の部材表面や処理室44の内壁にも拡散する。そのため、本実施形態によれば、ポート断熱部34側壁だけでなく、ポート断熱部34を囲う被誘導加熱体48等への成膜ガス等の吸着も効果的に抑制できる。

【0093】

また、上述のように、成膜阻害ガスを供給することでポート断熱部34表面への成膜ガス等の吸着を効果的に抑制できるので、成膜工程を実施する際、ポート断熱部34を積極的に冷却してもよい。具体的には、ポート断熱部34表面へ成膜阻害ガスと共に第2冷却ガスを供給したり、ポート断熱部34内へ所定の冷却ガス（熱交換ガス）を供給したりしてもよい。このようにすることで、ポート断熱部34による断熱効果をさらに高め、処理炉40下方の構成部材に加わる熱ダメージをさらに低減させることができる。

10

【0094】

(c)本実施形態によれば、降温工程を実施する際、第1ガス供給部からウエハ14に第1冷却ガス（例えばH₂ガス）を供給する。これにより、ウエハ14の冷却を促進させることができ、基板処理の生産性を向上させることができる。なお、第1冷却ガスとして熱交換率の高いH₂ガスを用いることで、成膜後のウエハ14をより速やかに降温させることができる。また、第1冷却ガスの流量を小さくすることができ、ウエハ14上に形成されたSiC膜のダメージ等を低減できる。

20

【0095】

(d)本実施形態によれば、降温工程にてウエハ14に第1冷却ガスを供給する際、第2ガス供給部からポート断熱部34へ、第2冷却ガス（例えばH₂ガス）を供給する。これにより、ウエハ14との熱交換で高温となった第1冷却ガスがポート断熱部34の側壁に沿って流れたとしても、ポート断熱部34の温度上昇を効果的に防ぐことができる。その結果、降温工程の所要時間を短くすることができ、基板処理の生産性を向上させることができる。なお、第2冷却ガスとして熱交換率の高いH₂ガスを用いることで、ポート断熱部34の温度上昇を効果的に防ぐことができる。また、第2冷却ガスの流量を小さくすることができ、ポート断熱部34表面からの吸着物等の剥離やパーティクルの拡散等を抑制できる。

30

【0096】

(e)本実施形態によれば、搬出工程を実施する際、第3ガス供給部からロードロック室110内に第5供給ガス（例えばArガス）を供給する。第5供給ガスとしてのArガスの流量は、例えば搬入工程～降温工程にて第3ガス供給部から供給するバージガスとしてのArガスの流量よりも大きくしている。これにより、搬出工程におけるウエハ14の冷却をより促進させることができる。

【0097】

(f)本実施形態によれば、搬出工程が完了して炉口シャッター219aを閉じた後、ロードロック室110内に供給する第5冷却ガスとしてのArガスの流量を、搬出工程における流量よりも更に大流量としている。これにより、搬出完了後のウエハ14の冷却を更に促進させることができる。

40

【0098】

(g)本実施形態によれば、搬入工程及び搬出工程にて第3ガス供給部から処理室44内に供給するArガスの流量を、ロードロック室110内に供給する第5冷却ガスとしてのArガスの流量よりも大きくしている。これにより、搬入工程及び搬出工程にて処理室44内からロードロック室110に向かうガス流を形成することができ、ロードロック室110内から処理室44内へのパーティクル等の拡散等を防止させることができる。

【0099】

50

< 本発明の第2の実施形態 >

上記第1の実施形態では、第2ガス供給部が備えるノズル90を棒状に構成していた。しかしながら、本発明に係る実施形態に限定されない。

【0100】

図8は、本実施形態に係る第2ガス供給部が備えるノズル401を例示する図であり、(a)は側面断面図を、(b)は斜視図を示している。図8(a)、(b)に例示するように、本実施形態に係る第2ガス供給部が備えるノズル401は、ポート断熱部34の上部を囲うように環状に構成されている。すなわち、ノズル401は、ポート断熱部34の上部のみを囲うように、また断面がC型の中空円筒状に構成されている。

【0101】

ノズル401は、熱交換部401cにより下方から支持されている。熱交換部401cは、横断面がノズル401と同様にC型である中空円筒状に形成されている。熱交換部401cの中空部内には、所定の冷却ガス(熱交換ガス)として例えばN₂ガスやArガス等の不活性ガスが供給されるように構成されている。ノズル401の例えば底部には、ガス導入口401bが1つ以上設けられている。ガス導入口401bには、ノズル401内に成膜阻害ガス、第2冷却ガス、第4冷却ガス及びパージガスを供給するガス導入路401dの下流端が接続されている。ガス導入路401dは、熱交換部401c内に配設されている。ガス導入路401dの上流端には、上述のガス供給管290の下流端が接続されている。ノズル401の内周側壁には、ポート断熱部34の側方上部に向けて水平方向にガスを供給するガス供給孔401aが1つ以上開設されている。ガス供給孔401aは、周方向に沿って好ましくは等間隔で配列されている。

【0102】

このように構成することで、ポート断熱部34の周方向に亘り、成膜阻害ガス等をより均一に流すことができる。さらに、第1ガス供給部からウエハ14に供給されて高温となった各種ガスの下流側の流路を狭めることができる。すなわち、高温のガスを、ポート断熱部34の側部や熱交換部401の内周側壁に対してより確実に接触させることができる。これにより、ポート断熱部34や熱交換部401cと高温のガスとの熱交換を促すことができ、高温のガスを効率よく冷却させることができ、処理炉40下方の構成部材に加わる熱ダメージを低減させることができる。また、熱交換部401内にN₂ガスやArガス等の不活性ガスを供給して熱交換部401の内周側壁を冷却すれば、高温のガスと熱交換部401との熱交換をさらに促進でき、熱ダメージをより確実に低減させることができる。

【0103】

なお、本実施形態のように、成膜阻害ガスをポート断熱部34の上部のみに向けて供給することで、ポート断熱部34のダメージを効果的に抑制することができる。すなわち、成膜阻害ガスはポート断熱部34の下方に向かって流れるが、仮に成膜阻害ガスをポート断熱部34の上部だけでなく下部等からも均一の流量で供給した場合、ポート断熱部34の上部から供給される成膜阻害ガスが下部から供給される成膜阻害ガスと合流することで、下部が大量の成膜阻害ガスに曝されてしまい、ダメージを受けてしまう。これに対し、本実施形態では、成膜阻害ガスをポート断熱部34の上部からのみ供給するので、係る課題を回避することができる。

【0104】

なお、本実施形態では、ノズル401や熱交換部401cをC型の中空円筒状として構成した場合について説明したが、本発明に係る実施形態に限定されない。すなわち、C型の端部を繋げて横断面をリング型としても良い。これにより、ポート断熱部34の周方向の全域に亘り、ガスの供給流量や流路の断面積を均一化させることができる。そして、ポート断熱部34の冷却効率や成膜抑制効果をより均一化させることができる。

【0105】

< 本発明の第3の実施形態 >

上記第2の実施形態では、第2ガス供給部が備えるノズル401がポート断熱部34の

10

20

30

40

50

上部を囲うように環状に構成されていた。しかしながら、本発明に係る実施形態に限定されない。

【0106】

図9は、本実施形態に係る第2ガス供給部が備えるノズル402を例示する図であり、(a)は側面断面図を、(b)は斜視図を示している。図9(a)、(b)に例示するように、本実施形態に係る第2ガス供給部が備えるノズル402は、ポート断熱部34の高さ方向全域を囲うように、環状かつ筒状に構成されている。すなわち、ノズル402は、ポート断熱部34の周方向、高さ方向に亘りそれぞれ広範囲に囲うように横断面がC型の中空円筒状に構成されている。ノズル402の内周側壁には、ポート断熱部34の側方全域に向けて水平方向にガスを供給するガス供給孔402aが、1つ以上開設されている。ガス供給孔402aは、周方向に沿って好ましくは等間隔で配列されると共に、高さ方向に沿って所定の間隔で配列されている。ノズル402の例えば底部には、ガス導入口402bが設けられている。ガス導入口402bには、ノズル402内に成膜阻害ガス、第2冷却ガス、第4冷却ガス及びパージガスを供給するガス供給管290の下流端が接続されている。

10

【0107】

このように構成することで、ポート断熱部34の周方向に亘り、成膜阻害ガス等をより均一に流すことができる。さらに、第1ガス供給部からウエハ14に供給されて高温となった各種ガスの下流側の流路を狭めることができる。すなわち、高温のガスを、ポート断熱部34の側部やノズル402の内周側壁に対してより確実に接触させることができる。これにより、ポート断熱部34やノズル402と高温のガスとの熱交換を促すことができ、高温のガスを効率よく冷却させることができ、処理炉40下方の構成部材に加わる熱ダメージを低減させることができる。特に、ノズル402内に第2冷却ガスや第4冷却ガスを供給してノズル402の内周側壁を冷却すれば、高温のガスとノズル402との熱交換をさらに促進でき、熱ダメージをより確実に低減させることができる。

20

【0108】

なお、本実施形態においては、ポート断熱部34の上部に供給する成膜阻害ガスの流量を、ポート断熱部34の下部に供給する成膜阻害ガスの流量よりも小さくするように、ガス供給孔402aの孔径等を調整するとよい。これにより、ポート断熱部34の上部から供給される成膜阻害ガスが下部から供給される成膜阻害ガスと合流したとしても、ポート断熱部34のダメージを効果的に抑制することができる。

30

【0109】

なお、本実施形態では、ノズル402をC型の中空円筒状として構成した場合について説明したが、本発明に係る実施形態に限定されない。すなわち、上述の実施形態と同様にC型の端部を繋げて横断面をリング型としても良い。これにより、ポート断熱部34の周方向の全域に亘り、ガスの供給流量や流路の断面積を均一化させることができる。そして、ポート断熱部34の冷却効率や成膜抑制効果をより均一化させることができる。

【0110】

<本発明の他の実施形態>

以上、本発明の実施の形態を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

40

【0111】

例えば上述したように、本発明に係る成膜工程では、第2ガス供給部から、成膜阻害ガスだけでなく、第2冷却ガスを併せて供給するようにしてもよい。成膜阻害ガスを供給することでポート断熱部34表面への成膜ガス等の吸着を効果的に抑制できるので、成膜工程を実施する際、ポート断熱部34を積極的に冷却することができる(冷却しても成膜ガス等の吸着を効果的に抑制できる)。その結果、ポート断熱部34による断熱効果をさらに高めることができ、処理炉40下方の構成部材に加わる熱ダメージをさらに低減させることができる。

【0112】

50

また例えば、本発明に係る降温工程では、第1供給部からの第1冷却ガスの供給、及び第2供給部からの第2冷却ガスの供給を、同時に開始する場合に限らない。例えば、降温工程において、先に第2供給部からのみ H_2 ガスの供給を開始し、ポート断熱部34を介した熱伝導によりポート30及びウエハ14の温度を例えば1200程度にまで降下させてから、第1供給部からの H_2 ガスの供給を開始してもよい。これにより、処理直後温度(1500~1800)からの急激な温度冷却を防ぐことができ、熱応力によるポート30、ウエハ14へのダメージを低減させることができる。

【0113】

また例えば、本発明に係る第1冷却ガス及び第2冷却ガスとしては、 H_2 ガス以外にArガス等の希ガスや N_2 ガス等の用いてもよい。第1冷却ガス及び第2冷却ガスとして熱交換率が高い H_2 ガスを用いれば、上述の降温効率を高めることができる。また、第1冷却ガス及び第2冷却ガスの流量を小さくすることができる。但し、第1冷却ガス及び第2冷却ガスとして H_2 ガスよりも熱交換率が低い他のガスを用いれば、SiC膜、ウエハ14、ポート30、ポート断熱部34等の急激な温度降下を防ぐことができ、これらのダメージを低減させることができる。第1冷却ガス及び第2冷却ガスのガス種は、供給の途中で切り替えるようにしても良い。例えば、降温工程の初期にはAr等の不活性ガスを用い、所定の温度まで降温できたらArガスから H_2 ガスに切り替えるようにしてもよい。なお、搬出前には、 H_2 ガスからArガスへ切替えて、処理室44内の H_2 濃度を低減させることが好ましい。

10

【0114】

また、例えば、第3冷却ガス、第4冷却ガス及び第5冷却ガスとしては、Arガス以外に、ヘリウム(He)ガス、ネオン(Ne)ガス、クリプトン(Kr)ガス、キセノン(Xe)ガス等の希ガスや、 N_2 ガス等を用いてもよい。

20

【0115】

また例えば、成膜阻害ガスは、塩化水素(HCl)ガスを例示したが、塩素(Cl_2)ガス等の他のハロゲンガスを用いてもよい。

【0116】

また例えば、シリコン含有ガスとしてシラン(SiH_4)ガスを例示したが、ジシラン(Si_2H_6)ガス、トリシラン(Si_3H_8)ガスを用いてもよい。また、シリコンと塩素とを含むガス、例えば、テトラクロロシラン($SiCl_4$)ガス、トリクロロシラン(通称TCS, $SiHCl_3$)ガス、ジクロロシラン(通称DCS, SiH_2Cl_2)ガスを用いてもよい。

30

【0117】

また例えば、炭素含有ガスとしてプロパン(C_3H_8)ガスを例示したが、エチレン(C_2H_4)ガス、アセチレン(C_2H_2)ガス等の他の炭素含有ガスを用いてもよい。

【0118】

以上の実施形態では、一例として、本発明をSiCエピタキシャル成長装置に適用する場合について説明したが、本発明に係る形態に限定されず、処理室内を加熱して基板を処理する基板処理装置全般に適用可能であることは言うまでもない。また、加熱方式も、上述の実施形態で例示した誘導加熱方式に限定されず、例えば抵抗加熱方式やランプ照射加熱方式などの他の加熱方式であっても本発明は好適に適用可能である。但し、本発明は、処理室内を超高温に加熱する基板処理装置に適用すると特に効果を発揮することができ、誘導加熱方式を用いた基板処理装置に適用すると特に顕著な効果を発揮することができる。

40

【0119】

<本発明の好ましい形態>

以下に、本発明の好ましい形態について付記する。

【0120】

本発明の一態様によれば、
基板を処理する処理室と、

50

前記処理室内に收容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、

前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、

前記処理室内で前記基板の收容領域を囲うように設けられる加熱部と、

少なくとも前記処理室内の前記断熱部の收容領域に所定のガスを供給する第2ガス供給部と、を備える

基板処理装置が提供される。

【0121】

好ましくは、

前記処理室内の前記基板の收容領域に成膜ガスを供給する第1ガス供給部を更に備える

10

【0122】

本発明の他の態様によれば、

基板を処理する処理室と、

前記処理室内に收容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、

前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、

前記処理室内で前記基板の收容領域を囲うように設けられる加熱部と、

前記処理室内の前記基板の收容領域に少なくとも成膜ガスを供給する第1ガス供給部と

20

、前記処理室内の前記断熱部の收容領域に少なくとも冷却ガスを供給する第2ガス供給部と、

少なくとも前記加熱部、前記第1ガス供給部及び前記第2ガス供給部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させた後、

前記加熱部による加熱及び前記第1ガス供給部からの成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記第2ガス供給部による冷却ガスの供給を開始させて前記基板を降温させる

基板処理装置が提供される。

30

【0123】

また、本発明の他の態様によれば、

基板を処理する処理室と、

前記処理室内に收容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、

前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、

前記処理室内で前記基板の收容領域を囲うように設けられる加熱部と、

前記処理室内の前記基板の收容領域に成膜ガスを供給する第1ガス供給部と、

前記処理室内の前記断熱部の收容領域に少なくとも成膜阻害ガスを供給する第2ガス供給部と、

40

少なくとも前記加熱部、前記第1ガス供給部及び前記第2ガス供給部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させる際、前記第2

ガス供給部により成膜阻害ガスを供給する

基板処理装置が提供される。

【0124】

好ましくは、

前記第1ガス供給部は、前記加熱部と前記基板保持体との間の領域に設けられた1本又

50

は複数本の第 1 ノズルを備え、

前記第 1 ノズルの側部には、前記処理室内の前記基板の收容領域の側方に向けて水平方向に前記成膜ガスを供給するガス供給孔がそれぞれ 1 つ以上開設されている。

【 0 1 2 5 】

また、好ましくは、

前記第 2 ガス供給部は、前記加熱部と前記断熱部との間の領域に設けられた 1 本又は複数本の第 2 ノズルを備え、

前記第 2 ノズルの側部には、前記断熱部の側方に向けて水平方向に前記所定のガスを供給するガス供給孔がそれぞれ 1 つ以上開設されている。

【 0 1 2 6 】

また、好ましくは、

前記第 2 ガス供給部は、前記加熱部と前記断熱部との間の領域に設けられ、前記断熱部の上部を囲う環状の第 2 ノズルを備え、

前記第 2 ノズルの内周側壁には、前記断熱部の側方上部に向けて水平方向に前記所定のガスを供給するガス供給孔が 1 つ以上開設されている。

【 0 1 2 7 】

また、好ましくは、

前記第 2 ガス供給部は、前記加熱部と前記断熱部との間の領域に設けられ、前記断熱部の高さ方向全域を囲う環状かつ筒状の第 2 ノズルを備え、

前記第 2 ノズルの内周側壁には、前記断熱部の側方全域に向けて水平方向に前記所定のガスを供給するガス供給孔が 1 つ以上開設されている。

【 0 1 2 8 】

本発明の更に他の態様によれば、

基板を処理する処理室と、

前記処理室内に收容され、複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体と、

前記処理室内で前記基板保持体を下方側から支持する断熱部と、

前記処理室内で前記基板の收容領域を囲うように設けられる加熱部と、

前記処理室内から搬出される前記基板保持体が收容される予備室と、

前記処理室内の前記基板の收容領域に成膜ガス、第 1 冷却ガス及び第 3 冷却ガスを供給する第 1 ガス供給部と、

前記処理室内の前記断熱部の收容領域に成膜障害ガス、第 2 冷却ガス及び第 4 冷却ガスを供給する第 2 ガス供給部と、

前記予備室内の前記基板の收容領域に第 5 冷却ガスを供給する第 3 ガス供給部と、

少なくとも前記加熱部、前記第 1 ガス供給部、前記第 2 ガス供給部及び前記第 3 ガス供給部を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記加熱部による加熱を開始させて前記基板を所定温度に昇温させ、前記第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給を開始させて前記基板上に所定の薄膜を形成させる処理と、

前記加熱部による加熱及び前記第 1 ガス供給部による成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記第 1 ガス供給部による第 1 冷却ガスの供給及び前記第 2 ガス供給部による第 2 冷却ガスの供給をそれぞれ開始させて前記基板を所定の搬出温度まで降温させると共に、前記第 3 ガス供給部による第 1 の流量での第 5 冷却ガスの供給を開始させて前記予備室内をパージする処理と、

前記基板を前記搬出温度まで降温させた後、前記第 1 ガス供給部による第 3 冷却ガスの供給及び前記第 2 ガス供給部による第 4 冷却ガスの供給をそれぞれ開始させると共に、前記第 3 ガス供給部による前記第 1 の流量よりも大きな第 2 の流量での第 5 冷却ガスの供給を開始させ、前記処理室内から前記予備室内へと前記基板保持体を搬出させる処理と、を順に実施させる。

【 0 1 2 9 】

10

20

30

40

50

好ましくは、

前記制御部は、前記処理室内から前記予備室内へと前記基板保持体を搬出させる処理を行う際、前記第3ガス供給部から供給される第5冷却ガスの流量を、前記第1ガス供給部から供給される第3冷却ガス及び前記第2ガス供給部から供給される第4冷却ガスの合計流量よりも大きくする。

【0130】

また、好ましくは、

前記制御部は、前記基板処理体の前記予備室内への搬出が完了して前記処理室内を封止した後、前記第2の流量よりも大きな第3の流量での前記第3ガス供給部による第5冷却ガスの供給を開始させて前記基板をさらに降温させる処理を実施させる。

10

【0131】

また、好ましくは、

前記成膜阻害ガスは塩素を含むガスである。

【0132】

また、好ましくは、

前記第1冷却ガス及び前記第2冷却ガスは水素を含むガスである。

【0133】

また、好ましくは、

前記第3冷却ガス、前記第4冷却ガス及び前記第5冷却ガスは不活性ガスである。

【0134】

本発明の他の態様によれば、

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、

前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、

前記加熱部による加熱及び前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第2ガス供給部による冷却ガスの供給を開始して前記基板を降温させる工程と、を有する

半導体装置の製造方法が提供される。

30

【0135】

また、本発明の他の態様によれば、

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、

前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、を有し、

前記薄膜を形成する工程では、前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第2ガス供給部により成膜阻害ガスを供給する

半導体装置の製造方法が提供される。

40

【0136】

本発明のさらに他の態様によれば、

複数枚の基板を鉛直方向にそれぞれが間隔を成すように保持する基板保持体を処理室内に収容する工程と、

前記処理室内で前記基板の収容領域を囲うように設けられる加熱部による加熱を開始して前記基板を所定温度に昇温させ、前記処理室内の前記基板の収容領域への第1ガス供給部による成膜ガスの供給を開始して前記基板上に所定の薄膜を形成する工程と、

前記加熱部による加熱及び前記第1ガス供給部による成膜ガスの供給をそれぞれ停止させ、前記第1ガス供給部による第1冷却ガスの供給及び前記処理室内の前記断熱部の収容領域への第2ガス供給部による第2冷却ガスの供給をそれぞれ開始して前記基板を所定の

50

搬出温度まで降温させると共に、前記処理室内から搬出される前記基板保持体が収容される予備室内への第3ガス供給部による第1の流量での第5冷却ガスの供給を開始させて前記予備室内をパージする工程と、

前記基板を前記搬出温度まで降温させた後、前記第1ガス供給部による第3冷却ガスの供給及び前記第2ガス供給部による第4冷却ガスの供給をそれぞれ開始すると共に、前記第3ガス供給部による前記第1の流量よりも大きな第2の流量での第5冷却ガスの供給を継続させ、前記処理室内から前記予備室内へと前記基板保持体を搬出させる工程と、

前記基板処理体の前記予備室内への搬出が完了して前記処理室内を封止した後、前記第2の流量よりも大きな第3の流量での前記第3ガス供給部による第5冷却ガスの供給を継続させて前記基板をさらに降温させる工程と、を有する
半導体装置の製造方法が提供される。

10

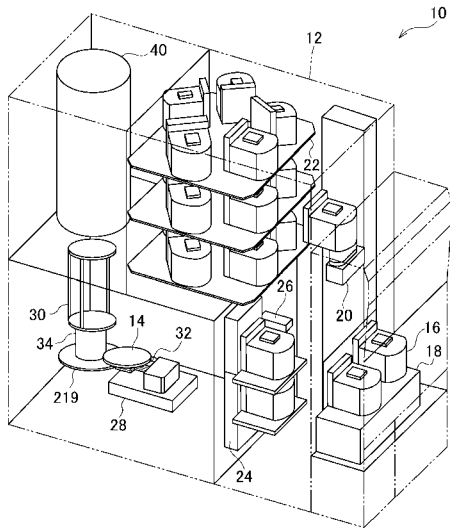
【符号の説明】

【0137】

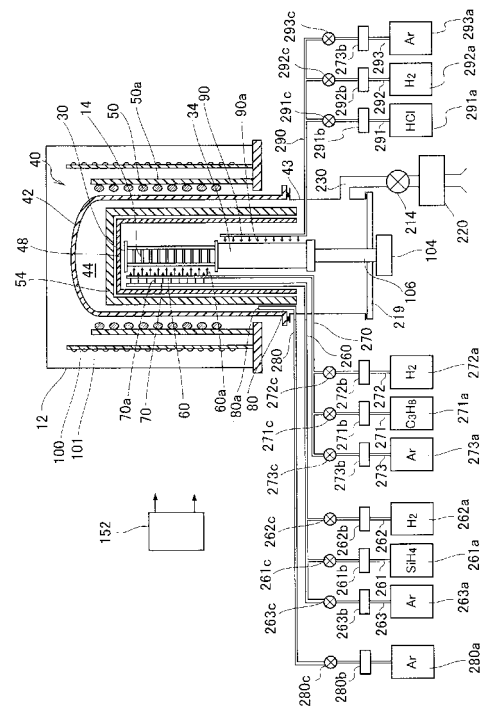
- 10 基板処理装置
- 14 ウエハ（基板）
- 30 ポート（基板保持体）
- 34 ポート断熱部（断熱部）
- 44 処理室
- 48 被誘導加熱体
- 50 誘導コイル

20

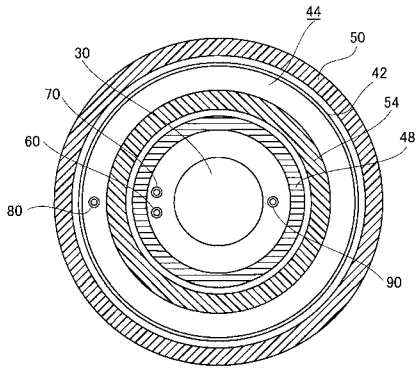
【図1】



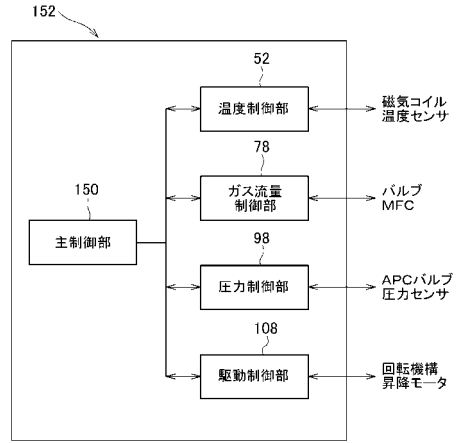
【図2】



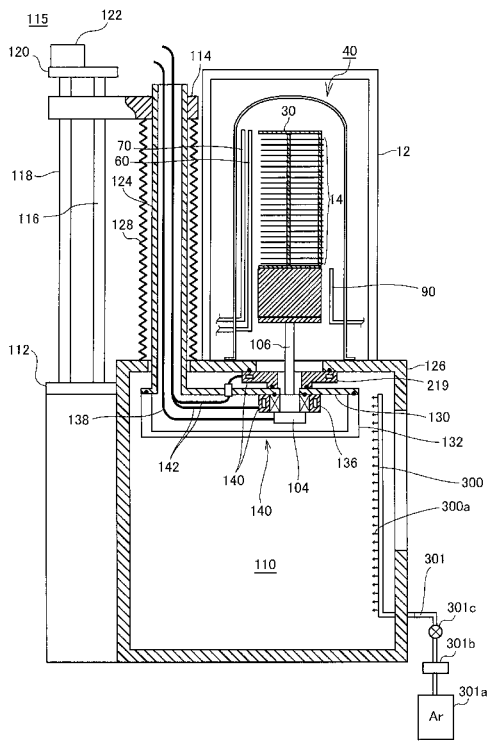
【 図 3 】



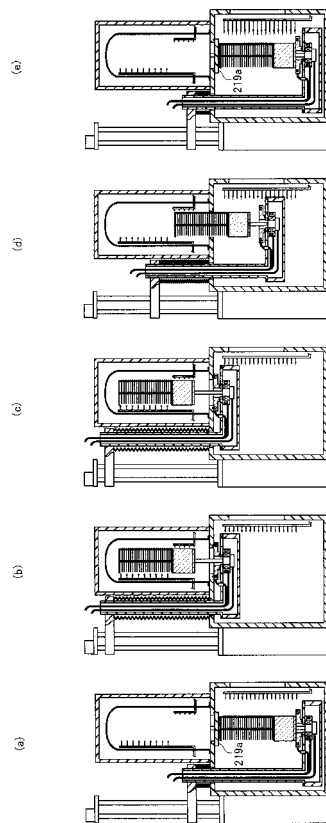
【 図 4 】



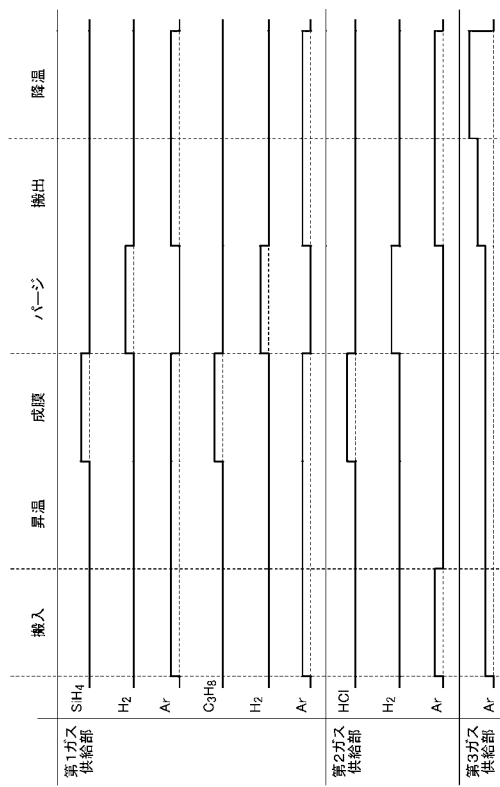
【 図 5 】



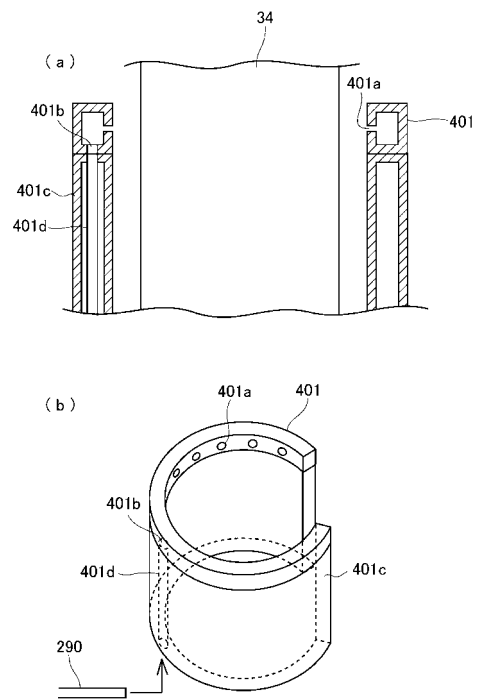
【 図 6 】



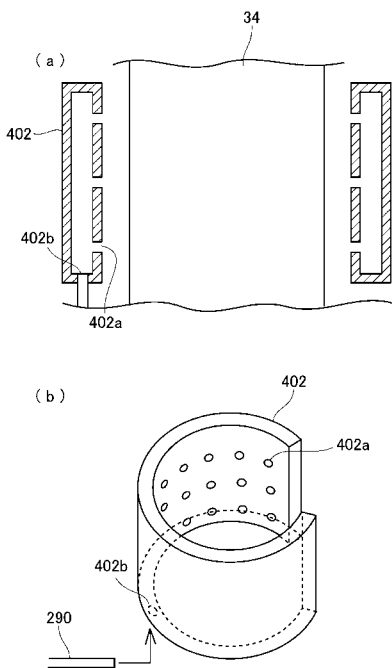
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 山口 天和
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 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 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 佐藤 明博
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

Fターム(参考) 4K030 AA06 AA10 BA37 CA04 CA12 EA06 FA10 GA02 GA06 JA10
KA23 KA26 KA41 KA46 LA15
5F045 AA03 AA06 AB06 AC01 AC13 AC16 AD18 AF02 AF03 BB08
BB14 BB15 DP19 EE13 EK02 EK03 EM09 EM10