

(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2004-63741
(P2004-63741A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/02	HO 1 L 21/02	5 F O 3 1
B 6 5 G 49/00	B 6 5 G 49/00	5 F O 8 3
HO 1 L 21/22	HO 1 L 21/22	5 1 1 Q
HO 1 L 21/68	HO 1 L 21/68	A
HO 1 L 21/8242	HO 1 L 27/10	6 1 1
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-219497 (P2002-219497)	(71) 出願人	000001122 株式会社日立国際電気 東京都中野区東中野三丁目14番20号
(22) 出願日	平成14年7月29日 (2002.7.29)	(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
		(72) 発明者	高澤 裕真 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	柄澤 元 東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式会社日立国際電気内
		最終頁に続く	

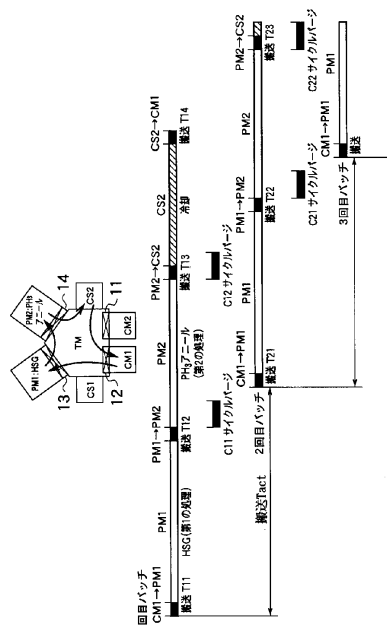
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 2つの反応室で基板を連続処理する場合に、反応室間の汚染の影響をなくし、各反応室で安定したプロセスを確保する。

【解決手段】 ゲートバルブ12、13を開けてカセット室CM1から搬送室TMを経て反応室PM1にウェーハを搬送する(T11)。バルブ12、13を閉めてPM1にてウェーハWに処理を施す。バルブ13を開けてウェーハをPM1よりTMに搬送する。バルブ13を閉めた後、バルブ14を開けてTMより反応室PM2に搬送する(T12)。バルブ13、14を閉めてMP2にてウェーハに処理を施す。バルブ14を開けてウェーハをPM2よりTMを経て予備室CS2に搬送する(T13)。バルブ14を閉め、CS2でウェーハを冷却する。冷却後、バルブ12を開けてCS2からTMを経てCM1に搬送し(T13)、バルブ12を閉めて連続処理を終わる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 反応室を搬送室に連通させて搬送室から第 1 反応室に基板を搬送する工程と、
 第 1 反応室と搬送室との連通を断って第 1 反応室にて第 1 の処理を基板に施す工程と、
 第 1 反応室を搬送室に連通させて第 1 の処理を施した基板を搬送室に搬送する工程と、
 第 1 反応室と搬送室との連通を断つ工程と、
 第 2 反応室を前記搬送室に連通させて前記搬送室に搬送した基板を第 2 反応室に搬送する
 工程と、
 第 2 反応室と搬送室との連通を断って第 2 反応室にて第 2 の処理を基板に施す工程と、
 第 2 反応室を搬送室に連通させて第 2 の処理を施した基板を第 2 の反応室から搬送室に搬
 送する工程とを有し、
 少なくとも各反応室と搬送室とを連通させる際に、第 1 反応室内の圧力を前記搬送室内の
 圧力よりも大きくするとともに、前記搬送室内の圧力を第 2 反応室内の圧力よりも大き
 くすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【請求項 2】

第 1 反応室を搬送室に連通させて搬送室から第 1 反応室に基板を搬送する工程と、
 第 1 反応室と搬送室との連通を断って第 1 反応室にて第 1 の処理を基板に施す工程と、
 第 1 反応室を搬送室に連通させて第 1 の処理を施した基板を搬送室に搬送する工程と、
 第 1 反応室と搬送室との連通を断つ工程と、
 第 2 反応室を前記搬送室に連通させて前記搬送室に搬送した基板を第 2 反応室に搬送する
 工程と、
 第 2 反応室と搬送室との連通を断って第 2 反応室にて第 2 の処理を基板に施す工程と、
 第 2 反応室を搬送室に連通させて第 2 の処理を施した基板を第 2 の反応室から搬送室に搬
 送する工程と、
 第 2 反応室と搬送室との連通を断ってその状態を継続する工程とを有し、
 少なくとも第 2 の処理を施した基板を第 2 反応室から搬送室に搬送するために、第 2 反応
 室と搬送室とを連通させている間、または / および第 2 反応室と搬送室との連通を断った
 後、前記搬送室内をサイクルパージすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

20

【請求項 3】

前記第 1 の処理とは H S G を形成する処理であり、前記第 2 の処理とは H S G に対してリ
 ンをドーブする処理であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方
 法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体装置の製造方法に係り、特に基板に異なる処理を連続して施す半導体装置
 の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

D R A M の高集積化に伴い、キャパシタセルの占有面積が小さくなる傾向がある。しかし
 ながら高集積化して行く一方で、キャパシタ容量値はほぼ横這いである。必要十分とされ
 るキャパシタ容量値を確保する方法としては、

40

- (a) 容量絶縁膜の薄膜化、
- (b) 高誘電率絶縁膜の採用、
- (c) 電極表面積の拡大化

が挙げられる。しかし、上記 (a) の方法では、容量絶縁膜として用いている $S i_3 N_4$
 膜の薄膜化はほぼ限界に達している。また上記 (b) の方法では、誘電率の高い $T a_2 O_5$
 膜へ移行しつつあるものの、誘電率は $S i_3 N_4$ 膜の 2 . 5 倍程度に過ぎず、大きなキ
 ャパシタ容量値の確保が期待できない。そこで、大きなキャパシタ容量値の確保には、上
 記 (c) の方法のような電極表面積の拡大化で対応せざるを得ないのが実情である。

50

【0003】

上記(c)の電極表面積の拡大化は、立体構造により大幅に増加する。しかし立体構造が深化すると、露光焦点深度やドライエッチングなどの微細加工技術が問題化するため、立体構造の深化とは異なる方法が求められている。この異なる方法の中で、代表的な方法としてHSG(Hemispherical Grained Silicon)を形成する方法(例えば、特許第2508948号等)がある。この方法は、アモルファスシリコン膜の表面を実質的に清浄な状態におくことを前提としたうえで、CVD法であれMBE法であれ、特に薄膜形成法は限定されないが、下部電極となるアモルファスシリコン膜の表面にシリコンを含む化合物の気体を供給してアモルファスシリコン膜表面に結晶核を形成させる。その後、気体の供給を止め結晶核を成長させて、シリコン表面に凹凸を発生させ、電極表面積の拡大化を図る。例えば600で形成した多結晶シリコン膜の表面積比を2倍以上とする。

10

【0004】

このHSG形成に関しては、HSG粒径及び粒密度が均一であることが、半導体装置の歩留まりの点から必要とされる。HSG形成技術は、成膜するウェーハ、例えばシリコンウェーハの表面状態により、表面におけるHSGの出来方が異なり、HSG粒径及び粒密度の均一性が変化することから、HSGを形成するまでの表面状態制御が非常に重要となる。

【0005】

また、シリコン膜中にリンをドーピングすることがコンデンサ表面の空乏層抑制のため必要である。リンのドーピングはHSG形成後に行なう。HSGを形成している下部電極であるシリコン層に、予めリン(P)をドーパントとして注入してあるが、HSG形成過程でシリコン膜表面のリンが希薄になる。このためHSG形成後、ホスフィン(PH₃)のようなリン化合物ガス雰囲気にて熱処理を行い(PH₃の場合:PH₃アニール)、シリコン膜中にリンをドーピングしている。このPH₃アニールによるリンドーピング技術は、リン拡散させるウェーハの表面状態によりシリコン膜中のドーピング量が異なり、コンデンサ表面の空乏層抑制に不具合が出ることから、リン拡散させるまでの表面状態制御も非常に重要となる。

20

【0006】

一般には、HSG形成及びPH₃アニールは、それぞれ単独のプロセス処理装置を用いて独立して行なわれており、したがって各処理は不連続で施されている。単独のHSG形成装置及びPH₃アニール装置を用いて、HSG形成及びPH₃アニールをそれぞれ行なうと、各装置で自己プロセス性能を安定に発揮することは可能である。しかし、単独プロセス処理装置を用いると、HSG形成装置からHSGを形成したウェーハをPH₃アニール装置に搬送する際、ウェーハを大気に暴露させることになる。いったん暴露してしまったらウェーハの表面状態が劣化し、シリコン膜中のリンドーピング量が不安定になるという問題があった。そのためPH₃アニール装置に搬送する前に、表面状態や清浄化するためのウェット洗浄のような前処理を施す必要があるが、これによりHSG形状劣化を引き起こしたり、また前処理後の搬送までの表面状態管理が必要であった。

30

【0007】

そのため、HSG形成にも、HSG生成とPH₃アニールとが連続して処理できる連続プロセス処理装置を適用することが提案されている。これは搬送室と、搬送室に連通した複数のチャンバとを備え、ウェーハに異なる処理を連続して施すものである。この適用により、HSG容量電極形成装置は、HSG形成装置とPH₃アニール装置とを一体化して、一台の装置の中にHSG形成室とPH₃アニール室とを備えた連続プロセス処理装置とする。複数のチャンバは、基板を収納するカセット室、HSGを形成する第1の反応室、PH₃アニールを行なう第2の反応室、及びウェーハを冷却する予備室から構成される。第1の反応室にてHSG形成後、連続して第2の反応室にてPH₃アニールを行なうことにより、ウェーハを大気に暴露させることなく、シリコン膜中のリンドーピング量を安定化させている。

40

【0008】

50

ところが、連続プロセス処理装置では、基板の搬送過程で、搬送室を通じて第1反応室と第2反応室とが連通することが避けられない。そのとき、第1反応室から第2反応室に第1反応室の雰囲気を持ち込まれることになる。また、第2反応室から第1反応室に第2反応室の雰囲気を持ち込まれることになる。すなわち第1反応室と第2反応室との間でクロスコンタミネーションが発生する。クロスコンタミネーションは双方の反応室でのプロセス性能を劣化させるため好ましくない。また、クロスコンタミネーションのような相互影響により、基板の表面状態が劣化し、半導体装置の性能を低下させる。

【0009】

そこで、連続プロセス処理装置では、一般的に、搬送室の圧力を第1反応室及び第2の反応室の圧力よりも若干高く設定する。これにより第1反応室からも第2反応室からも各雰囲気が搬送室へ持ち込まれるのを防止して、第1反応室と第2反応室との間でクロスコンタミネーションが発生しないようにしている。

10

【0010】

上述した圧力設定では、第1の反応室でHSG形成終了後、第2の反応室にてPH₃アニール処理したウェーハが搬送室を介してウェーハ冷却室に搬送される際、搬送室の圧力が第2反応室の圧力よりも高いため、第2反応室からの雰囲気が搬送室へ持ち込まれるのを低減できる。しかし、搬送室に搬送される加熱ウェーハに吸着したPH₃が室温程度の搬送室内で脱離し、搬送室雰囲気をリンで汚染してしまう。したがって、カセット室から第1の反応室へ次に処理するウェーハを搬送する際、搬送室の圧力が第1反応室の圧力よりも高いため、汚染された搬送室雰囲気が第1の反応室へ流れ込み、その雰囲気によりウェーハ表面にリンが付着して、第1の反応室でのHSG形成の成長阻害を引き起こしてしまう。

20

【0011】

すなわち、HSG形成にあっては、第1反応室から第2反応室への雰囲気を持ち込みは余り重要ではなく、第2反応室から第1反応室への雰囲気を持ち込みが重要になるのである。このため、搬送室の圧力を各反応室よりも高くするだけでは、ウェーハと別体に持ち込まれる雰囲気汚染を防止できても、ウェーハと一体になって持ち込まれる物質による汚染は有効に防止することはできない。

【0012】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、搬送室と第1、第2の反応室とを備え、第1、第2の反応室で異なる処理を連続して基板に施す半導体装置の製造方法にあっては、つぎの3点が重要である。

30

【0013】

(1) 搬送室への汚染量を低減すること

(2) 反応室への汚染量を低減すること

(3) 搬送室での汚染量を低減すること

すなわち、搬送室への汚染量を低減できると、搬送室汚染による反応室への汚染量を低減できる。また、反応室への汚染量を低減できると、搬送室への汚染があっても、反応室での汚染量を低減できる。また、搬送室での汚染量を低減できると、搬送室から反応室への汚染量を低減できる。

40

【0014】

しかしながら、上述したような搬送室の圧力を第1、第2の反応室の圧力よりも高く設定する従来技術では、(1)を満たすことはできるものの、搬送室から第1、第2の反応室への流れができてしまうので、搬送室が汚染されると(2)を満たすことができない。また、搬送室自体に清浄化作用がないので、搬送室が一度汚染されると(3)を満たすことができない。したがって、各反応室における処理性能が劣化し、安定した処理を確保することができないという問題があった。

【0015】

本発明の課題は、搬送室への汚染量を低減するとともに、反応室への汚染量を低減することによって、上記従来技術の問題点を解決し、反応室の処理性能を劣化させることなく、

50

安定した処理を確保することが可能な半導体装置の製造方法を提供することにある。また、本発明の課題は、搬送室での汚染量を低減することによって、上記従来技術の問題点を解決し、反応室の処理性能を劣化させることなく、安定した処理を確保することが可能な半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、第1反応室を搬送室に連通させて搬送室から第1反応室に基板を搬送する工程と、第1反応室と搬送室との連通を断って第1反応室にて第1の処理を基板に施す工程と、第1反応室を搬送室に連通させて第1の処理を施した基板を搬送室に搬送する工程と、第1反応室と搬送室との連通を断つ工程と、第2反応室を搬送室に連通させて前記搬送室に搬送した基板を第2反応室に搬送する工程と、第2反応室と搬送室との連通を断って第2反応室にて第2の処理を基板に施す工程と、第2反応室を搬送室に連通させて第2の処理を施した基板を第2の反応室から搬送室に搬送する工程とを有し、少なくとも各反応室と搬送室とを連通させる際に、第1反応室内の圧力を前記搬送室内の圧力よりも大きくするとともに、前記搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくすることを特徴とする。

10

【0017】

ここで、「第1反応室を搬送室に連通させて第1の処理を施した基板を搬送室に搬送する工程と、第1反応室と搬送室との連通を断つ工程と、第2反応室を搬送室に連通させて前記搬送室に搬送した基板を第2反応室に搬送する工程と」には、次の2通りのやり方が含まれる。1つは、第1反応室を搬送室に連通させて基板を第1反応室から搬送室へ搬送し、搬送後、第1反応室と搬送室との連通を断つ。その後、第2反応室を搬送室に連通させて、基板を搬送室から第2反応室へ搬送するもので、第1反応室及び第2反応室を搬送室に同時に連通させないやり方である。他の1つは、第1反応室と第2反応室とを搬送室に連通させて、基板を第1反応室から搬送室を介して第2反応室へ搬送するもので、第1反応室及び第2反応室を搬送室に同時に連通させるやり方である。

20

【0018】

各反応室と搬送室とを連通させる際に、第1反応室内の圧力を搬送室内の圧力よりも大きくすると、第1反応室内への搬送室からの雰囲気を持ち込み量が低減する(上記(2))。また、各反応室と搬送室とを連通させる際に、搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくすると、搬送室への第2反応室内からの雰囲気を持ち込み量が低減する(上記(1))。したがって、少なくとも各反応室と搬送室とを連通させる際に、第1反応室内の圧力を搬送室内の圧力よりも大きくするとともに、搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくすると、搬送室を介して基板を搬送するにあたり、第2反応室及び搬送室から第1反応室内への汚染量を低減できる。その結果、第1反応室内での基板処理工程を安定に確保できる。

30

【0019】

第2の発明は、第1反応室を搬送室に連通させて搬送室から第1反応室に基板を搬送する工程と、第1反応室と搬送室との連通を断って第1反応室にて第1の処理を基板に施す工程と、第1反応室を搬送室に連通させて第1の処理を施した基板を搬送室に搬送する工程と、第1反応室と搬送室との連通を断つ工程と、第2反応室を前記搬送室に連通させて前記搬送室に搬送した基板を第2反応室に搬送する工程と、第2反応室と搬送室との連通を断って第2反応室にて第2の処理を基板に施す工程と、第2反応室を搬送室に連通させて第2の処理を施した基板を第2の反応室から搬送室に搬送する工程と、第2反応室と搬送室との連通を断ってその状態を継続する工程とを有し、少なくとも第2の処理を施した基板を第2反応室から搬送室に搬送するために、第2反応室と搬送室とを連通させている間、または/および第2反応室と搬送室との連通を断った後、前記搬送室内をサイクルページすることを特徴とする。

40

【0020】

第2の処理を施した基板を第2反応室から搬送するために、第2反応室と搬送室とが連通

50

している間、搬送室内をサイクルパージすると、第2反応室から搬送室内に持ち込まれる雰囲気は搬送室から排除でき、また第2反応室と搬送室との連通を断った後にも、搬送室内をサイクルパージすると、搬送室内を清浄化できる(上記(3))。したがって、少なくとも第2の処理を施した基板を第2反応室から搬送するために、第2反応室と搬送室とが連通している間、または/および第2反応室と搬送室との連通を断った後、搬送室内をサイクルパージすると、搬送室から第1反応室への汚染量を低減できる(上記(2))。その結果、第1反応室内での基板処理工程を安定に確保できる。

【0021】

なお、第2の発明を用いて基板を連続バッチ処理する場合において、第1の処理を施した先行の基板を搬送室を介して第2反応室に搬送した後、直ちに次の基板を搬送室を介して第1の反応室に搬送しないで待機時間を設け、この待機時間にも搬送室をサイクルパージすることが好ましい。待機時間を設けて、待機時間中にも搬送室をサイクルパージすると、搬送室が清浄化されるので、次の基板を搬送室を介して第1反応室に搬送する際、次に処理する基板が搬送室雰囲気によって汚染されない。

10

【0022】

第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記第1の処理とはHSGを形成する処理であり、前記第2の処理とはHSGに対してリンをドーブする処理であることを特徴とする。

【0023】

少なくとも各反応室と搬送室とを連通させる際に、第1反応室内の圧力を搬送室内の圧力よりも大きくするとともに、搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくすると、搬送室を介して基板を搬送するにあたり、第1反応室内への第2反応室内からのリンの持ち込み量を低減できる。その結果、第1反応室においてリンに起因したHSG形成の成長阻害を防止できる。また、少なくとも第2の処理を施した基板を第2反応室から搬送するために、第2反応室と搬送室とが連通している間、または/および第2反応室と搬送室との連通を断った後、搬送室内をサイクルパージすると、第2反応室内から搬送室へリンが持ち込まれても、あるいは搬送室がリンで汚染されても、そのリンは第1反応室内へ持ち込まれる前に搬送室から排除されるため、第1反応室内への第2反応室内からのリンの持ち込み量を低減できる。その結果、第1反応室においてリンに起因したHSG形成の成長阻害を防止できる。

20

30

【0024】

第4の発明は、第3の発明において、前記第2の処理とはHSGに対してPH₃アニールを行なう処理であることを特徴とする。

【0025】

第2の反応室にてPH₃アニール処理した基板が搬送室に搬送されて、基板に吸着したPH₃が搬送室内で脱離しても、搬送室雰囲気がサイクルパージにより清浄化されるので、搬送室雰囲気がリンで汚染されることがない。したがって、次に処理する基板を搬送室経由で第1の反応室へ搬送する際、次に処理する基板の表面にリンが付着することもないので、リンに起因してHSG形成の成長阻害を惹き起こすことがない。

【0026】

第5の発明は、第1の発明において、少なくとも第2の処理を施した基板を第2反応室から搬送するために、第2反応室と搬送室とが連通している間、または/および第2反応室と搬送室との連通を断った後、前記搬送室内をサイクルパージすることを特徴とする。

40

【0027】

さらに搬送室内をサイクルパージすると、搬送室内は清浄な雰囲気に保たれるので、第2の反応室から第1の反応室への雰囲気を持ち込み量が低減されるうえ、第1の反応室から第2の反応室への雰囲気を持ち込み量も低減される。したがって、クロスコンタミネーションを低減できるので(上記(1)~(3))、第1反応室及び第2反応室での各プロセス性能を劣化させることなく、より安定したプロセスを行なうことができる。

【0028】

50

第6の発明は、反応室を搬送室に連通させて搬送室から反応室に基板を搬送する工程と、反応室と搬送室との連通を断って反応室にて処理を基板に施す工程と、反応室を搬送室に連通させて処理を施した基板を反応室から搬送室に搬送する工程とを有し、少なくとも処理を施した基板を反応室から搬送室に搬送するために反応室と搬送室とが連通している間、または/および反応室と搬送室との連通を断った後、搬送室内をサイクルページすることを特徴とする。

【0029】

少なくとも処理を施した基板を反応室から搬送室に搬送するために反応室と搬送室とが連通している間、または/および反応室と搬送室の連通を断った後、搬送室内をサイクルページすると、反応室から搬送室に反応室雰囲気の流れ込んでも、あるいは搬送室内で汚染が生じて、搬送室に流れ込む雰囲気及び汚染は搬送室から排除される。したがって、搬送室を清浄化でき、反応室のプロセス性能が確保できる。

10

【0030】

第7の発明は、基板に第1の処理を施す第1の反応室と、基板に第2の処理を施す第2の反応室と、各反応室とに連通し各反応室との間で基板を搬送する搬送室と、搬送室と第1の反応室との間を開閉する第1のゲートバルブと、搬送室と第2の反応室との間を開閉する第2のゲートバルブと、少なくとも前記第1のゲートバルブ、または/および第2のゲートバルブを開閉する際に、第1反応室内の圧力を前記搬送室内の圧力よりも大きくするとともに、前記搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくするよう制御する制御装置とを有することを特徴とする。

20

【0031】

第1の反応室と、第2の反応室と、各反応室に第1及び第2のゲートバルブを介して連通し、各反応室との間で基板を搬送する搬送室とを備えた基板処理装置において、制御装置を有して、少なくとも第1のゲートバルブ、または/および第2のゲートバルブを開閉する際に、第1反応室内の圧力を搬送室内の圧力よりも大きくするとともに、搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくするよう制御するので、第2反応室から第1反応室へ雰囲気が持ち込まれる量を低減することができる。

【0032】

第8の発明は、基板に第1の処理を施す第1の反応室と、基板に第2の処理を施す第2の反応室と、各反応室とに連通し各反応室との間で基板を搬送する搬送室と、搬送室と第1の反応室との間を開閉する第1のゲートバルブと、搬送室と第2の反応室との間を開閉する第2のゲートバルブと、少なくとも前記第2のゲートバルブが開いている期間、または/および当該期間後第2のゲートバルブが閉じた後、前記搬送室内をサイクルページするよう制御する制御装置とを有することを特徴とする。

30

【0033】

第1の反応室と、第2の反応室と、各反応室に第1及び第2のゲートバルブを介して連通し、各反応室との間で基板を搬送する搬送室とを備えた基板処理装置において、制御装置を有して、少なくとも第2のゲートバルブが開いている期間、または/および当該期間後第2のゲートバルブが閉じた後、搬送室内をサイクルページするよう制御するので、搬送室内を清浄化でき搬送室から第1反応室へ雰囲気が持ち込まれる量を低減することができる。

40

【0034】

第9の発明は、第7又は第8の発明において、前記第1の処理とはHSGを形成する処理であり、前記第2の処理とはHSGに対してリンをドーピングする処理であることを特徴とする。

【0035】

少なくとも各反応室と搬送室とを連通させる際に、第1反応室内の圧力を搬送室内の圧力よりも大きくするとともに、搬送室内の圧力を第2反応室内の圧力よりも大きくすると、搬送室を介して基板を搬送するにあたり、第1反応室内への第2反応室内からのリンの持ち込み量を低減できる。その結果、第1反応室においてリンに起因したHSG形成の成長

50

阻害を防止できる。また、少なくとも第2の処理を施した基板を第2反応室から搬送するために、第2反応室と搬送室とが連通している間、または/および第2反応室と搬送室との連通を断った後、搬送室内をサイクルパージすると、第2反応室内から搬送室へリンが持ち込まれても、あるいは搬送室がリンで汚染されても、そのリンは第1反応室内へ持ち込まれる前に搬送室から排除されるため、第1反応室内への第2反応室内からのリンの持ち込み量を低減できる。その結果、第1反応室においてリンに起因したHSG形成の成長阻害を防止できる。

【0036】

第10の発明は、第9の発明において、前記第2の処理とはHSGに対してPH₃アニールを行なう処理であることを特徴とする。

10

【0037】

第2の反応室にてPH₃アニール処理した基板が搬送室に搬送されて、基板に吸着したPH₃が搬送室内で脱離しても、搬送室雰囲気はサイクルパージにより清浄化されるので、搬送室雰囲気がリンで汚染されることがない。したがって、次に処理する基板を搬送室経由で第1の反応室へ搬送する際、次に処理する基板の表面にリンが付着することもないので、リンに起因してHSG形成の成長阻害を惹き起こすことがない。

【0038】

第11の発明は、第7の発明において、さらに前記制御装置に、少なくとも前記第2のゲートバルブが開いている期間、または/および当該期間後第2のゲートバルブが閉じた後、前記搬送室内をサイクルパージするよう制御する機能を持たせたことを特徴とする。

20

【0039】

少なくとも前記第2のゲートバルブが開いている期間、または/および当該期間後第2のゲートバルブが閉じてから暫くの間、さらに搬送室内をサイクルパージすると、第2の反応室から第1の反応室への雰囲気を持ち込み量が低減されるうえ、搬送室内は清浄な雰囲気に保たれるので、第1の反応室から第2の反応室への雰囲気を持ち込み量も低減される。したがって、第1反応室及び第2反応室での各プロセス性能を劣化させることなく、より安定したプロセスを行なうことができる。

【0040】

第12の発明は、基板に処理を施す反応室と、反応室に連通し反応室との間で基板を搬送する搬送室と、搬送室と反応室との間を開閉するゲートバルブと、少なくともゲートバルブが開いている期間、または/および当該期間後ゲートバルブが閉じた後、前記搬送室内をサイクルパージするよう制御する制御装置とを有することを特徴とする。

30

【0041】

ゲートバルブが開いている期間、または/および当該期間後ゲートバルブが閉じた後の所定期間、搬送室内をサイクルパージすると、反応室から搬送室に反応室雰囲気が流れ込んでも、搬送室に流れ込む雰囲気は搬送室から排除される。したがって、搬送室を清浄化でき、反応室のプロセス性能が確保できる。

【0042】**【発明の実施の形態】**

以下に本発明にかかる半導体装置の製造方法の実施の形態を説明する。ここでは、ウェーハ上のアモルファスシリコン膜にHSGを形成し、更にPH₃アニールを施すことにより、容量電極部を形成する場合について説明する。

40

【0043】

図5に半導体装置の製造方法を実施するための枚葉式成膜装置の概略平面図を示す。中央に搬送室TMが配置され、搬送室TM内にはウェーハWを搬送するウェーハ搬送口ポット10が設けられる。搬送室TMの周囲に、搬送室TMを介して連通する複数のチャンバが配置される。複数のチャンバは、隣接した2つのカセット室CM1、CM2、対向した2つの予備室CS1、CS2、隣接した2つの反応室PM1、PM2から構成される。

【0044】

カセット室は、装置外から装置内に未処理のウェーハを収納したカセットを投入し、装置

50

内から装置外へ処理済みのウェーハを収納したカセットを搬出する第1のカセット室CM1及び第2のカセット室CM2から構成される。なおカセット室CM1、CM2は、ウェーハを収納したカセットを搬入/搬出するカセット室ではなく、ウェーハを直接搬入/搬出する基板搬入搬出室としてもよい。予備室は、処理後のウェーハを冷却する第1の予備室CS1及び第2の予備室CS2とから構成される。反応室は、ウェーハ上にHSG形成を行なう第1の反応室PM1と、HSG形成を行なったウェーハに対してPH₃アニールを行なう第2の反応室PM2とから構成される。

【0045】

2つのカセット室CM1、CM2と搬送室TMとの連通部はゲートバルブ12、11により開閉可能になっている。また、2つの反応室PM1、PM2と搬送室TMとの連通部はゲートバルブ13、14により開閉可能になっている。なお、2つの予備室CS1、CS2は、常時、搬送室TMと連通状態になっている。

10

【0046】

搬送室TMを含むカセット室CM1、CM2、および反応室PM1、PM2（以下、単にモジュールという）は、それぞれ処理ガスを供給するガス供給口と、各モジュール内の雰囲気気を排気するガス排気口とを備える。カセット室CM2、CM1、反応室PM1、PM2、及び搬送室TMの各ガス供給口には、ガス供給系21～25が、各ガス排気口にはガス排気系31～35が接続される。ガス供給系21～25にはガス流量を制御するマスフローコントローラ（MFC）等の流量制御装置26～30が設けられ、ガス排気系31～35には排気配管コンダクタンスを制御する排気制御装置36～40が設けられる。ガス供給口から供給されるガスの供給量と、ガス排気口から排気されるガス排気量とをそれぞれ制御することによって、各モジュール内を所定の圧力に独立して制御できるようになっている。また、供給ガスをパージガスとすることによって、各モジュール内を独立してパージ制御できるようになっている。これらの圧力制御及びパージ制御は、ゲートバルブを含めた制御系を統括する制御手段50によって行なう。

20

【0047】

次に、この図5を用いて、(1)前工程、(2)アモルファスシリコン膜にHSGを形成するHSG形成工程、(3)PH₃アニール工程を説明する。

(1)前工程

表面にアモルファスシリコン膜が形成されたシリコンウェーハを、クリーンルームから成膜装置に搬送する前、自然酸化膜や化学酸化膜を洗浄して除去する。化学酸化膜は、NH₄OH + H₂O₂ + H₂Oのような混合液によってアモルファスシリコン表面上に形成される。洗浄は、例えば1%フッ酸水溶液で1分間洗浄し除去する。除去した後、スピンドライ乾燥機などで乾燥処理をする。

30

【0048】

乾燥処理を行なった後、表面にアモルファスシリコン膜を有するウェーハを、素早く清浄なまま成膜装置内カセット室CM1に搬送する。清浄なまま成膜するには、クリーンルーム内雰囲気中の汚染物質のアモルファスシリコン表面上への付着や自然酸化膜の再形成を防ぐ必要があり、カセット室CM1に素早く搬送する必要がある。アモルファスシリコン表面に汚染物質や自然酸化膜などが多く付着、形成していると、清浄なアモルファスシリコン表面の状態と比べ、例えば表面に自然酸化膜が形成された状態ではシリコンの結合手密度が異なるため、HSG化されなかつたりHSGの形成状態、つまりHSGの粒径や密度が異なる問題が発生したり、またリンドープ量が確保できなかつたりして、半導体装置の歩留まり低下の原因となる。

40

【0049】

上記のようにウェーハをカセット室CM1に搬送した後、ガス供給系22から高純度窒素ガスを供給しつつガス排気系32から排気することで、カセット室CM1内を高純度窒素にてパージしながら減圧にする。高純度窒素にてパージするのは、乾燥した窒素のパージにより水分が十分に雰囲気中に気化するようにするためである。

【0050】

50

またパージしながら減圧にするのは、第1に、カセット室内の水分が氷（固体）になるのを防止するためである。急激に減圧すると、ウェーハ表面やカセットなどに付着している水分（液体）が、すべて水蒸気（気体）にならず、一部が気体になる際、奪われる熱により温度が低下し、氷（固体）になるからである。氷はウェーハを反応室内に搬送後、熱により溶融し水となるためウェーハ表面の一部が酸化してHSGの形成を阻害する要因となる。第2にパージにより気流を設け、ウェーハやカセットへの付着物をカセット室CM1から排出するためである。第3に、カセット室内圧力を数回昇降させることにより、残留物質を最大限置換させるためである。

【0051】

搬送室TMは、常時、ガス供給系25から供給されつつガス排気系35から排気される窒素にてパージされており、搬送室TM内で存在、発生する不純物物質が、搬送室TM内に搬入されるウェーハの表面に付着しないようにしている。 10

【0052】

(2) HSG形成工程

HSG形成工程は、1 アモルファスシリコン膜表面に結晶核を形成する工程と、2 その結晶核を成長させて起伏の激しい半球状結晶粒（HSG）を形成する工程とで構成される。

1 結晶核を形成する工程

カセット室CM1の雰囲気酸素や水分などの不純物物質を除去した後、カセット室CM1のゲートバルブ12、第1反応室PM1のゲートバルブ13をそれぞれ開けて、カセット室CM1と第1反応室PM1とを搬送室TMを介して連通させた後、搬送室TMにあるウェーハ搬送口ポット10により、カセット室CM1から搬送室TMを介して反応室PM1にウェーハWを搬送する。搬送後、ゲートバルブ12、13は閉じて、搬送室TMを介してのカセット室CM1と第1反応室PM1との連通を断つ。 20

【0053】

反応室PM1に搬送されたウェーハWはあらかじめ設定された反応室温度600～630にて温度安定化を行う。温度安定化は、高真空、窒素、もしくは非反応性ガス雰囲気で行われる。ここで非反応性ガスとはアモルファスシリコン表面と反応しないガスをいう。温度安定時間は、ウェーハの面内温度安定とアモルファスシリコンの結晶化抑制（HSG形成を阻害しないように下地アモルファスシリコンの多結晶化を抑制）との両方を考慮すると、5分間以下が望ましい。以降、上記安定化した反応室温度を保持する。 30

【0054】

非反応性ガス雰囲気の場合、それらを十分に取除いた後、プロセスガスとしてのモノシラン（SiH₄）を毎分20～200sccm、2.0～2.5分間流すことによりアモルファスシリコン表面に微細な結晶核を形成させる。この結晶核の密度はウェーハ温度や核形成時間の増大と共に増加する傾向があり、またモノシラン流量を少なくした場合にはウェーハ温度や核形成時間を増やす必要がある。

【0055】

2 結晶核を成長させてHSGを形成する工程

モノシランの供給を止め、アモルファスシリコン表面に形成した結晶核をシリコン原子のマイグレーションにより成長させて結晶粒を形成する。この結晶粒の大きさは粒成長時間の増大と共に大きくなる傾向があり、5分間で表面積の増加率がほぼ最大となるため、3～5分の間を制御する。時間が長すぎると粒と粒が結合し大きな粒となり、本工程の目的とする表面積の増加率が低下するため、時間を制御する必要がある。 40

【0056】

以上、カセット室CM1を高純度窒素でパージしながら減圧することにより清浄なアモルファスシリコン表面を維持し、そのまま窒素パージされた搬送室TMを通り反応室PM1へ搬送して、安定したHSGを形成し、ウェーハ面内均一性の良好なHSGを形成する。

【0057】

(3) PH₃アニール工程

反応室PM1にてHSG形成後、反応室PM1のゲートバルブ13を開けて、反応室PM1を搬送室TMに連通させた後、ウェーハ搬送口ポット10により、HSGの形成されたウェーハを反応室PM1から搬送室TMへ搬送する。搬送後、反応室PM1のゲートバルブ13を閉じて反応室PM1と搬送室TMとの連通を断つ。その後、反応室PM2のゲートバルブ14を開けて、反応室PM2を搬送室TMに連通させた後、ウェーハ搬送口ポット10により、搬送室TMから反応室PM2へ搬送する。搬送後、ゲートバルブ14を閉じて、反応室PM2と搬送室TMとの連通を断つ。

【0058】

反応室PM2にてHSGの形成されたウェーハに対してPH₃アニール処理を行なう。PH₃アニール処理は、ガス供給系24を介してガス供給口からPH₃ガスを第2の反応室PM2内に供給して、ウェーハWに形成されたHSG膜に対し、Pをドーピングする。余剰のガスは排気口からガス排気系34を介して排気する。ここで、ウェーハに対して供給するPH₃ガスは100～5000sccmである。第2反応室内の温度は、600～750、圧力は4,000Pa(30Torr)～40,000Pa(300Torr)である。

10

【0059】

反応室PM2にてPH₃アニール処理後、ゲートバルブ14を開けて、反応室PM2と搬送室TMとを連通させた後、ウェーハ搬送口ポット10により、反応室PM2から搬送室TMを介して予備室CS2にPH₃アニール処理後のウェーハを搬送する。その後はゲートバルブ14は閉じて、反応室PM2と搬送室TMとの連通を断つ。予備室CS2で十分にウェーハを冷却した後、ゲートバルブ12を開けて、搬送室TMとカセット室CM1とを連通させた後、ウェーハ搬送口ポット10により予備室CS2から搬送室TMを介してカセット室CM1に冷却したウェーハを搬送する。なお、カセット室CM2に搬送してもよい。以下、搬送戻り室をカセット室CM1として説明する。その後、ゲートバルブ12を閉じてカセット室CM1と搬送室TMとの連通を断って処理を完了する。

20

【0060】

上記一連の工程を1バッチとし、このバッチを多数繰り返すことにより、多数のウェーハに容量電極部を形成して行く。なお、本実施の形態では、1バッチあたり、1枚または2枚のウェーハを処理する。この際、両反応室PM1、PM2における処理枚数を向上させてスループットを向上するため、先行するバッチで処理するウェーハを反応室PM1から反応室PM2へ搬送後、反応室PM2での処理中に、次のバッチで処理するウェーハをカセット室CM1から反応室PM1へと搬送し、反応室PM1で処理することを行なう。

30

【0061】

このようなウェーハ搬送を伴う装置において、搬送室TMを介して反応室PM1と反応室PM2との雰囲気とを隔離しているそれぞれのゲートバルブ13、14は、ウェーハ搬送のたびに開閉を繰り返す。実施の形態では、ゲートバルブ13とゲートバルブ14とは同時に開かないので反応室PM1と反応室PM2とが搬送室TMを介して直接連通することはない。しかし、反応室PM1を搬送室TMに連通させた後、反応室PM2を搬送室TMに連通させると、反応室PM1と反応室PM2とは搬送室TMを介して間接的に連通することになる。このため、何らかの措置を講じないと、反応室PM1、PM2がコンタミネーションによる影響を受けてしまうことになる。特に、HSG形成を行なう反応室PM1と、PH₃アニールを行なう反応室PM2とで行なわれる両プロセスは、共にウェーハ表面状態に大きく影響を受けるものであるものの、両プロセスにて使用されるプロセスガスでコンタミネーションになりうる不純物はリンであり、HSG形成におけるリンの影響はHSG成長阻害になり得る。ゲートバルブ開時に、反応室PM2のリンが搬送室TMへ、搬送室TMのリンが反応室PM1へ、反応室PM2のリンが搬送室TMを介して反応室PM1へ流れ込むことになる。このリンの影響を低減させるために、本実施の形態では、次に述べるように、A.チャンバ間の圧力バランス制御と、B.搬送室のサイクルページとを行なう。

40

【0062】

50

A . チャンバ間の圧力制御

搬送室 T M、及び反応室 P M 1、P M 2 の各モジュール間圧力は、後述する圧力バランスをとるように制御する。この圧力制御は例えば窒素パーズにより行なう。すなわち、制御手段 5 0 で流量制御装置 2 8、2 9、3 0 をそれぞれ制御することによってガス供給口から供給される窒素ガス流量を調節し、排気制御装置 3 8、3 9、4 0 をそれぞれ制御することによってガス排気口から排気される排気量を制御することで行なう。

【 0 0 6 3 】

搬送室 T M を介して反応室 P M 1 へウェーハを搬送する。また、反応室 P M 1 から搬送室 T M を介して反応室 P M 2 へ搬送し、さらに反応室 P M 2 から搬送室 T M へ搬送する。本実施の形態では、これらの搬送に当たって、モジュール間のゲートバルブ 1 3、1 4 を開けた際のガスの流れ方向を制御する。この制御に当たって、反応室 P M 2 からのコンタミネーション持ち出しの影響を受ける反応室 P M 1 へのコンタミネーション持ち込み低減のため、それぞれのモジュール圧力バランスを次のように設定する。

10

“ 反応室 P M 1 > 搬送室 T M > 反応室 P M 2 ”

【 0 0 6 4 】

搬送室 T M > 反応室 P M 2 とすることで、ウェーハと別体で反応室 P M 2 から搬送室 T M に持ち込まれる雰囲気汚染の持ち込み量を低減できる。また、反応室 P M 1 > 搬送室 T M とすることで、ウェーハと一体になって反応室 P M 2 から搬送室 T M に持ち込まれた P H₃ が脱離して搬送室 T M がリンで汚染されても、汚染された搬送室雰囲気が第 1 の反応室 P M 1 へ流れ込むのを防止できる。これによりリンのコンタミネーションによる H S G 成長阻害を改善できる。

20

【 0 0 6 5 】

図 3 に、従来の単独プロセス（比較例 1）、従来の連続プロセス（比較例 2）、及び実施の形態の連続プロセス（実施例 1 ~ 2）での H S G 成長性能の比較を示す。比較例 1、2、及び実施例 1、2 の各プロセス条件となるカセット室を含めた各モジュールの圧力バランスは、次のようになっている。

比較例 1 の単独プロセス処理条件

“ カセット室 C M 1 = 反応室 P M 1 < 搬送室 T M ” (1)

ここで、反応室 P M 2 がないのは、単独プロセスでは、2 台の装置を用いて H S G 形成、P H₃ アニール処理をそれぞれ行なうが、2 台とも反応室の圧力バランスが同じだからである。

30

比較例 2 の連続処理プロセス条件

“ カセット室 C M 1 = 反応室 P M 1 < 搬送室 T M > 反応室 P M 2 ” (2)

実施例 1、2 の連続処理プロセス条件

“ カセット室 C M 1 < 反応室 P M 1 > 搬送室 T M > 反応室 P M 2 ” (3)

H S G 成長状態の指標は、ウェーハ表面反射率測定結果（平均反射率とバラツキ）であり、平均反射率が大きいほど凹凸の発生が良好であり、またバラツキが小さいほど H S G の形成は良好である。したがって、連続処理する場合には、実施例 1、2 のようにモジュール圧力バランスを

“ 反応室 P M 1 > 搬送室 T M > 反応室 P M 2 ” (4)

40

のように設定するのが良い。これにより比較例 2 のような著しい形成劣化は解消され、比較例 1 の単独プロセスの性能なみに近づけられる。

【 0 0 6 6 】

実施例 1 と実施例 2 との相違は圧力にある。実施例 2 は、実施例 1 よりも窒素パーズ流量を増加させ、全体の圧力を 3 0 0 P a 近傍に設定したものである。この条件下では、平均反射率は実施例 1 の 1 0 0 P a 近傍に設定した条件下の結果と変らずほぼ同等である。しかしながら、ウェーハ面内のバラツキが大きくなっている。これはゲートバルブ 1 3 側のウェーハポジションの反射率低下を十分に改善できなかったためであり、第 1 の反応室 P M 1 内に微量に持ち込んでしまったリン汚染の影響と推定される。

【 0 0 6 7 】

50

B．サイクルパーズの追加

そこで本実施の形態では、上述した圧力バランス制御に、さらに“搬送室T M内サイクルパーズ”を追加している。

【0068】

図4に、前述した実施例1、2に、さらにサイクルパーズを加えた比較表を示す。同図に示すように、搬送室T M内のサイクルパーズ回数は1回と3回にて比較し、またパーズ効果を向上させるため、実施例1、2と同様に、100Pa近傍に設定した結果と、窒素パーズ流量を増加させて全体の圧力を300Pa近傍に設定した結果とを比較する。

【0069】

図4の通り、サイクルパーズ回数を1回より3回と増加した方が雰囲気改善効果が大きく、また搬送圧力が高い方が雰囲気改善効果が大きいことが分かる。これにより300Pa近傍での窒素パーズ雰囲気にて、搬送室雰囲気改善のためのサイクルパーズを3回実施することにより、HSG形成とPH₃アニール連続処理でのHSG成長が、単独プロセス装置でのHSG成長と同等の成長に改善できる。第1の反応室PM1内に微量といえどもリン汚染が持ち込まれることがなくなり、ゲートバルブ13側のウェーハポジションの反射率低下を十分に改善できたためである。なお、装置のスループットの許す範囲で、サイクルパーズの回数は3回に限定されず、4回以上とすることも可能である。

【0070】

上述したように、容量電極部形成工程において、モジュール間圧力バランス制御に加えて搬送室内サイクルパーズを追加することで、搬送室T M内の雰囲気を改善し、反応室PM2からのコンタミネーション持ち出し影響を受ける反応室PM1への更なる汚染の持ち込みを低減できる。特に、高圧でサイクルパーズを複数回実施することで、比較例1の単独プロセスと同等もしくはそれ以上にまで改善できる。

【0071】

次に、図1を用いて、HSG膜の形成に当たり、モジュール間圧力バランス制御、及び搬送室サイクルパーズ制御を施した場合の、基板処理工程のタイミングを説明する。

【0072】

ウェーハの搬送経路は、図1のタイミングチャートの上方に示した概略装置図に矢印で示したように、カセット室CM1から搬送室T Mを介してHSG形成を行なう第1反応室PM1、第1反応室PM1から搬送室T Mを介してPH₃アニールを行なう第2反応室PM2、第2反応室PM2から搬送室T Mを介して冷却を行なう第2予備室CS2、第2予備室CS2から搬送室T Mを介してカセット室CM1へ戻すものとする。この搬送経路をウェーハが搬送されると1バッチが終了する。このバッチを時間差を設けて多数回繰り返していくことにより、多数のウェーハにHSG膜による容量電極を形成する。なお、図1では3回目のバッチの途中まで図示してある。

【0073】

(1) 1回目バッチは、CM1からPM1への第1の搬送T11から始まり、PM1でのHSG形成、PM1からPM2への第2の搬送T12、PM2でのPH₃アニール、PM2からCS2への第3の搬送T13、CS2でのウェーハの冷却、CS2からCM1への第4の搬送T14で終了する。

【0074】

ここで、反応室PM1、2を搬送室から分離しているゲートバルブ13、14の開閉状態は次のようになっている。第1搬送T11ではゲートバルブ13は開、ゲートバルブ14は閉である。HSG形成時はゲートバルブ13及び14はともに閉である。第2搬送T12ではゲートバルブ13、14は同時に開になることはなく、搬送過程で開閉 閉閉 閉開のように開閉制御される。PH₃アニールではゲートバルブ13、14はともに閉である。第3搬送T13ではゲートバルブ13は閉、ゲートバルブ14は開である。冷却時はゲートバルブ13及び14はともに閉である。

【0075】

このようなゲートバルブの開閉をともなう1回目バッチの中で、式(4)に基づくモジュ

ール間圧力バランス制御は、第1搬送T11、第2搬送T12、及び第3搬送T13のときに行なう。これによりモジュール間の気流によるコンタミネーションを抑制している。

【0076】

また、1回目バッチの中で、搬送室TMのサイクルパーシは2回にわたって行なう。1回目のサイクルパーシC11は、反応室PM1からウェーハが持ち出されて搬送室TMを介してPM2へ搬送される第2の搬送工程T12の終了後に、待機時間を設けて、その待機時間にPH₃アニール工程と併行して行なう。第2搬送工程T12の終了後に、2回目バッチを続けて開始できるが、それを開始しないでサイクルパーシを確保するための待機時間を設ける。この場合、装置のスループットを考慮し、反応室PM2からウェーハが持ち出されてから、次のウェーハが反応室PM1へと持ち込まれるまでのサイクルパーシを確保するための待機時間は1～3分間以内とすることが好ましい。

10

【0077】

この搬送室サイクルパーシC11により搬送室TMでの汚染量が低減する。したがって、2回目バッチでカセット室CMから搬送室TMを経由して反応室PM1へ次に処理するウェーハを搬送するとき、搬送室TMが1バッチ目のウェーハから脱離したリンで一時的に汚染されても、搬送室TMが2回目バッチ前にサイクルパーシされることにより、反応室PM1へ持ち込まれる前にリンは搬送室TMから排気される。その結果、リンが反応室PM1に持ち込まれるのを大幅に低減できる。

【0078】

2回目のサイクルパーシC12は、反応室PM2から冷却室CS2への搬送工程と、その搬送工程後に行なわれるCS2での冷却工程とに跨がって行なう。反応室PM2から冷却室CS2へウェーハを搬送するとき、TM>PM2の差圧にもかかわらず、反応室PM2から搬送室TMへPH₃が漏れ出しても、あるいはPH₃の吸着されたウェーハからリンが脱離しても、搬送室TMをサイクルパーシすることにより、漏れ出したPH₃やリンは搬送室TMから有効に排気される。したがって、リンが反応室PM1内に持ち込まれることがなくなる。2回目のサイクルパーシC12の時間は、第1のサイクルパーシC11のような制約はないが、ウェーハと一体となって反応室PM2から搬送室TMに持ち込まれたPH₃を低減するため、サイクルパーシC11の時間と同等もしくは、それ以上が好ましい。

20

【0079】

ここで、1回目の搬送室サイクルパーシC11はウェーハ搬送T12後に行なっているのに対して、2回目の搬送室サイクルパーシC12がウェーハ搬送T13中にも行なっているのは、次の理由による。1回目の搬送室サイクルパーシC11では、PH₃アニール処理前のゲートバルブ14が開いているときに行なうよりも閉じているときに行なう方が、反応室PM2との関係を断つことができ、搬送室TMでの汚染量低減効果が大きいからである。2回目の搬送室サイクルパーシC12では、PH₃アニール処理後のウェーハからリンが脱離し搬送室雰囲気汚染が始まるので、ゲートバルブ14を閉じた後、ウェーハが反応室PM2から冷却室CS2への搬送工程中から行なう方が、汚染量低減効果が大きいためであり、冷却室CS2へ搬送工程後行なっても良い。

30

【0080】

(2) 2回目バッチは、1回目バッチのPH₃アニール中であって、サイクルパーシC11が終了して、搬送室TMを清浄化した後に始める。バッチ内容は1回目と同様である。1回目バッチの開始から2回目バッチの開始までに要した時間がタクトタイムTaとなる。

40

【0081】

(3) 3回目バッチは、2回目バッチのPH₃アニール中であって、サイクルパーシC21が終了した後に始める。

【0082】

このようにしてバッチを多数回繰り返すことにより、多数枚のウェーハに対してHSGを形成し、Pをドーブして容量電極を形成する。

50

【0083】

ところで、前述した搬送室サイクルパージの内容を例示すれば図2に示す通りである。サイクルパージは、搬送室TMを真空引きして、その圧力が飽和（下げ止まり）もしくは所定の圧力となったところで搬送室TM内に、窒素 N_2 などの不活性ガスを供給して搬送室TM内をパージすることにより一度圧力を上昇させるというサイクルを待機時間の許す範囲で繰り返すパージ方法であり、パージ終了後搬送室TM内の圧力を所定圧（例えば300Pa）にする。これにより PH_3 などの汚染物質を効率良く搬送室TMから排除でき、反応室PM1内へのリン汚染量を低減することができる。

【0084】

なお、上述した実施の形態では、モジュール間の圧力バランスを制御した場合と、これに更に搬送室サイクルパージを加えた場合との2例について説明した。そして、圧力バランス制御及び搬送室サイクルパージをする場合に、特に特性が良好になることを説明した。しかし、本発明はこれに限定されない。例えば、搬送室サイクルパージを単独で行なうだけでも汚染物質を効率良く排除できるという効果が得られる。サイクルパージ単独で行なう場合のプロセス処理条件となる各モジュールの圧力設定は任意であり、例えば他のチャンバに比べて搬送室TMの圧力を高くする比較例2と同じ条件でもよい。これによっても、比較例2と比べて、良好な平均反射率及びバラツキを得ることができる。

【0085】

また、圧力バランスの設定は、少なくともゲートバルブの開閉時に行なうようにしたが、ウェーハ搬送工程中、またはウェーハ処理中に、常時行なってもよい。同様にサイクルパージも、次のウェーハの搬送前、処理後のウェーハの搬送の際、処理後のウェーハの搬送後に行なうようにしたが、ウェーハ処理中、常時行なうようにしてもよい。

【0086】

また、実施の形態では予備室がともに冷却室の場合を想定しているため、処理の開始に当たってカセットから直接反応室PM1に搬送される場合について説明したが、一方の予備室が加熱室である場合には、必要に応じて、カセットから一旦予備室に搬送し、予備室から搬送室を経由して反応室に搬送される場合でも適用可能である。また、逆に反応室から予備室を経由して直接カセット室へ搬送する場合も適用可能である。

【0087】

また、第1の反応室での処理をHSG形成処理とし、第2の反応室での処理を PH_3 アニール処理としたが、本発明はこれらの処理に限定されるものではなく、第1反応室と第2反応室間でクロスコンタミネーションの低減を必要とするほとんど全ての処理に対して適用できるものである。

【0088】

また、上述した実施の形態では、反応室が2つある場合において、モジュール間の圧力バランスを制御したうえで、搬送室をサイクルパージするようにしたが、反応室が1つの場合には、少なくとも処理を施した基板を反応室から搬送室に搬送するために反応室と搬送室とが連通している間、または/およびその連通を断った後暫くの間、搬送室をサイクルパージするだけでよい。これによって、搬送室を清浄化できるので、次のウェーハを搬送室を介して反応室に搬送する際に、ウェーハが搬送室内で汚染されることがなくなる。

【0089】

また、上述した実施の形態では、PM1からPM2へのウェーハの搬送（第2の搬送T12）工程で、反応室PM1と搬送室TMと反応室PM2とは同時に連通させないようにゲートバルブを制御したが、3つのチャンバを同時に連通させるようにゲートバルブを制御してもよい。具体的には、反応室PM1にてHSG形成後、反応室PM1、反応室PM2のそれぞれのゲートバルブ13、14を開けて、反応室PM1と反応室PM2とを搬送室TMを介して連通させた後、ウェーハ搬送口ポット10により、反応室PM1から搬送室TMを介して反応室PM2にウェーハを搬送する。搬送後、ゲートバルブ13、14は閉じて、搬送室TMを介しての反応室PM1と反応室PM2との連通を断つようにしてもよい。

【 0 0 9 0 】

【 発明の 効果 】

本発明によれば、第 1 反応室内の圧力を搬送室内の圧力よりも大きくしたので、搬送室で汚染が生じて、搬送室から第 1 反応室への汚染量を低減できる。また、搬送室内の圧力を第 2 反応室内の圧力よりも大きくしたので、第 2 反応室から搬送室への汚染量を低減できる。したがって反応室のプロセス性能を劣化させることなく、安定した処理を行なうことができる。

【 0 0 9 1 】

また、本発明によれば、搬送室内をサイクルパージするようにしたので、搬送室への汚染が生じて、搬送室での汚染量を低減できる。また搬送室が汚染されても、搬送室を清浄化できるので、搬送室から反応室への汚染量を低減できる。したがって反応室のプロセス性能を劣化させることなく、安定した処理を行なうことができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 実施の形態による連続プロセス処理のバッチ工程を示す説明図である。

【 図 2 】 実施の形態による搬送室のサイクルパージ内容の説明図である。

【 図 3 】 モジュール間圧力の相違によるウェーハ表面反射率測定結果を示す比較例と実施例との比較図である。

【 図 4 】 モジュール間圧力の相違に加えて行なったサイクルパージ回数によるウェーハ表面反射率測定結果を示す実施例の図である。

【 図 5 】 本発明に係る半導体装置の製造方法を実施するための連続処理プロセス装置の概略平面図である。

20

【 符号の説明 】

C M 1、C M 2 第 1、第 2 のカセット室

T M 搬送室

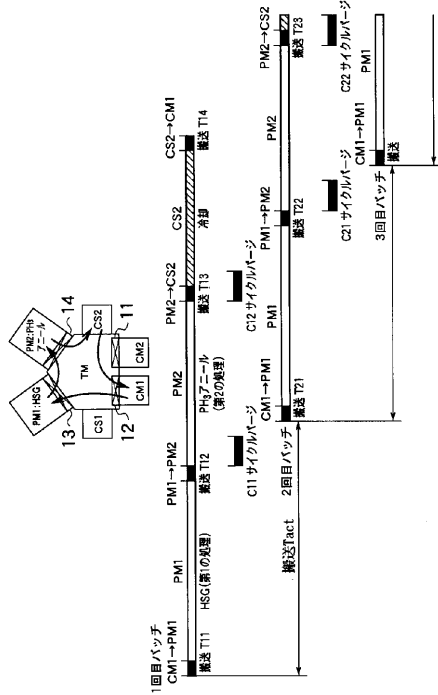
P M 1 第 1 反応室 (H S G 形成室)

P M 2 第 2 反応室 (P H ₃ アニール室)

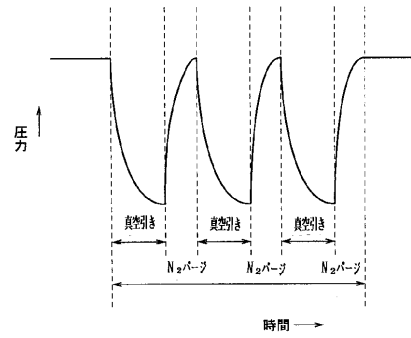
1 1 ~ 1 4 ゲートバルブ

C S 1、C S 2 第 1、第 2 の予備室 (ウェーハ冷却室)

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

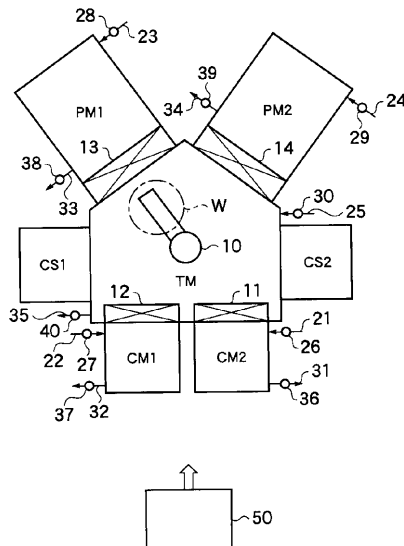
	条件	カセット室CM	反応室PM1	凍結室TM	反応室PM2	平均反射率	バック
比較例1	単独処理条件	90Pa	90Pa	100Pa	-	0.55	0.06
比較例2	連続処理条件	90Pa	90Pa	100Pa	90Pa	Error*1	大
実施例1	連続処理条件	90Pa	130Pa	100Pa	90Pa	0.53	0.06
実施例2	連続処理条件	290Pa	330Pa	300Pa	290Pa	0.53	0.18

※1: IISG成長阻害が著しく、数値表示化困難

【 図 4 】

	条件	カセット室CM	反応室PM1	凍結室TM	反応室PM2	平均反射率	バック
実施例3	100Paにて1回	90Pa	130Pa	100Pa	90Pa	0.41	0.30
実施例4	100Paにて3回	90Pa	130Pa	100Pa	90Pa	0.45	0.25
実施例5	300Paにて1回	290Pa	330Pa	300Pa	290Pa	0.52	0.25
実施例6	300Paにて3回	290Pa	330Pa	300Pa	290Pa	0.56	0.07

【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 27/108

Fターム(参考) 5F031 CA02 DA01 FA01 FA03 MA28 MA30 NA05 NA09
5F083 AD00 AD62 GA27 JA33 PR33