

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4174837号
(P4174837)

(45) 発行日 平成20年11月5日(2008.11.5)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/22 (2006.01) HO 1 L 21/22 5 1 1 Q
 HO 1 L 21/205 (2006.01) HO 1 L 21/205
 HO 1 L 21/677 (2006.01) HO 1 L 21/68 A

請求項の数 6 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-184876 (22) 出願日 平成9年7月10日(1997.7.10) (65) 公開番号 特開平10-64836 (43) 公開日 平成10年3月6日(1998.3.6) 審査請求日 平成16年5月27日(2004.5.27) (31) 優先権主張番号 021442 (32) 優先日 平成8年7月10日(1996.7.10) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 500266634 アクセリス テクノロジーズ インコーポ レーテッド アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01 915 ベバリー チェリー ヒル ドラ イブ 108 (74) 代理人 100068618 弁理士 粁 経夫 (72) 発明者 チャングシン エス. リー アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01 940-2606 リンフィールド ブル ーjay ロード 24 審査官 和瀬田 芳正</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 縦型熱処理炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単一のハウジング(16)を有する半導体ウエハの縦型熱処理炉において、
 半導体ウエハ(W)を熱処理するための第1の加熱室(46)を形成する手段を含み、第1の
 長手軸線に沿って伸びる縦型の第1加熱手段(14)と、

半導体ウエハ(W)を熱処理するための第2の加熱室(46')を形成する手段を含み、かつ
 第2の長手軸線に沿って伸びる縦型の第2加熱手段(12)と、

選択された数の半導体ウエハ(W)を軸方向に取付ける第1の支持手段を含む第1ウエハ
 支持組立体(54)と、

選択された数の半導体ウエハ(W)を軸方向に取付ける第2の支持手段を含む第2ウエハ
 支持組立体(54')と、

前記対応する長手軸線に沿って前記第1、第2の支持手段の少なくとも1つを選択的に
 移動するための作動手段(64)と、

前記第1、第2の支持手段に連動して、前記第1、第2の支持手段の少なくとも1つに
 選択的に半導体ウエハを給排する1つのウエハ搬送手段(36)とを前記ハウジング内に備え

、
前記第1、第2加熱手段(12,14)は、前記ハウジングの床面積を縮小するために、単
 一のハウジング内に相前後して配置され、かつ前記ハウジングの幅方向に関して前記第1
 、第2加熱手段の断面形状がオーバーラップするように、ハウジングの長手軸線に対して
 非対称に配置されていることを特徴とする半導体ウエハの熱処理炉。

【請求項 2】

位置信号を発生し、この位置信号を作動手段(64)に伝送するための制御信号に应答する制御手段(66)をさらに備え、前記作動手段(64)が、前記位置信号に应答して対応する長手軸線に沿って前記第1, 第2の支持手段の少なくとも1つを移動することを特徴とする請求項1記載の熱処理炉。

【請求項 3】

作動手段(64)は、第1ウエハ支持手段(54)に連動して第1位置信号(70)に应答して第1の長手軸線に沿って第1の支持手段を移動するための第1作動手段と、第2ウエハ支持手段(54')に連動して第2位置信号(70')に应答して第2の長手軸線に沿って第2の支持手段を移動するための第2作動手段とを備えていることを特徴とする請求項1記載の熱処理炉。

10

【請求項 4】

第1, 第2の加熱室(46, 46')の各々の温度を独立して制御するための制御手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1記載の熱処理炉。

【請求項 5】

第1, 第2のウエハ支持組立体(54, 54')の各々は、ポートエレベータに結合したウエハポート(40)と、対応する軸線に沿う鉛直方向に前記ポートエレベータを移動する作動手段(64)とを含んでいることを特徴とする請求項1記載の熱処理炉。

【請求項 6】

第1加熱手段(14)は、第1の支持手段を取り囲む雰囲気ガスを選択的に制御する雰囲気制御手段を含み、この雰囲気制御手段は、第1の加熱室(46)内に選択的に変位可能であることを特徴とする請求項1記載の熱処理炉。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハを処理するための熱処理炉に関するものであり、特に縦型熱処理炉に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

熱処理炉は、また拡散炉として公知であり、広く知られているものである。そして、アニール、不純物拡散、酸化、及び化学的蒸気蒸着を含む種々の半導体製造処理を実行するために何年間も使用されてきた。

30

【0003】

その結果、これらの処理は、特に品質及び生成物の均一性についての処理変数の影響に関してよく理解されている。一般的に、熱処理炉は、横形または縦型のいずれかの炉を用いる。ある適用例では、縦型熱処理炉は使用中、汚染やウエハのくずの入りこむことを減少させ、発生する粒子を少なくするので好ましく、容易に自動化されうる。そして、それらは相対的に小さな占有面積のため、より少ない床面積ですむ。

【0004】

従来の二つの型式の拡散炉は、良く知られているように、1ミクロン以下の線幅を維持しながら望ましい深さでの添加不純物(ドーパント)の拡散か、あるいはウエハに酸化層または化学的蒸気蒸着層を形成する等の他の通常の処理技術を達成するために、半導体ウエハを望ましい温度で加熱するように設計されている。処理中にウエハを加熱する必要性は知られており、またよく理解されているし、厳密に監視されている。

40

従来の縦型熱処理炉は、縦位置の炉内に処理用炉心管を支持するように設計されている。この熱処理炉は、また、一般的には炉心管の内外へウエハポート(台)を移動するための、適当な運搬機構に取りつけられているウエハ台組立体を使用する。

【0005】

ウエハハンドリング組立体は、一般的には100個のウエハを保持するウエハカセットから半導体ウエハをウエハ台組立体に運搬するためにウエハ台組立体に平行にかつ隣接して

50

配備されている。このウエハハンドリング組立体は、一般的には炉心管を収容する反応室から分離したロードロック室内にあり、その環境は、厳密に適切な監視がされる構造によって制御されている。ロードロック室に取り付けるウエハハンドリング組立体は、ウエハカセットを1あるいはそれ以上のロードロック室内に収納することによってウエハカセットと分離でき、このロードロック室は、ウエハハンドリング組立体のロードロック部分と選択された流体が連通する。

【0006】

このようにロードロック室間の連絡により、加熱中のウエハ内に形成される汚染物の発生を減少させあるいは取り除くために、処理中に必要な、正確な環境制御を可能にする。一般的に、ロードロック室は、ウエハカセットからウエハ台へ、そしてその反対にウエハを運搬することができるように、選択的に開放されかつ気密なゲートバルブによって互いに分離されている。

10

【0007】

実際に、ウエハ台を取り付けているロードロック室内が真空になると、窒素のような不活性ガスがロードロック室を満たすために導入され、そこから空気を取り除くことができる。ロードロック室から空気を一掃することによって、半導体ウエハ表面に酸化膜が形成されるのを防止する。

【0008】

上述したように、ロードロック室は、窒素雰囲気中でのウエハ台のローディングあるいはアンローディングを果たすために、半導体ウエハカセット及びウエハハンドリング組立体を収容する他の一連のロードロックに接続されている。このウエハ台には、ウエハの一群を形成するために、ウエハカセットからウエハハンドリング組立体を経由して、ウエハが載置される。それから、一群のウエハは炉内に配置され、そこで上昇する温度下でユーザが選択する処理を受ける。これらの型式の従来の縦型熱処理炉は、ヒューズ(Fuse)等の米国特許第5,217,501号や、カキザキ等の米国特許第5,387,265号に開示され、記載されている。

20

【0009】

従来の炉は、約20インチから約30インチの長さの処理管内に等温ゾーンを形成し、そこに150から200の間のウエハからなる一群のウエハが配置される。この一群のウエハが比較的大きな熱容量を有するために、温度の上昇率は比較的小さく、例えば約5 / 分から10 / 分の間にあり、また温度の下降率は比較的小さく、約2.5 / 分から約5 / 分の間にある。これは、一群のウエハ毎に比較的最長い熱サイクルを生じ、その結果、ウエハ毎に比較的大きな熱の蓄積を生じる。

30

【0010】

これらのそして他の従来の縦型熱処理炉の他の欠点は、一群のウエハ毎に増加するサイクルタイムのために、比較的处理量が低いことである。これらの従来システムは、特に半導体ウエハに対する今日的な更なる要求に適應できるものではない。

【0011】

これらの炉の欠点は、ウエハをウエハ台に移動し、そしてウエハ台からさらにこのウエハを移動するのに、空気のない環境を形成する前段階のロードロック組立体室を包含することである。これらの状況を達成するために、ロードロック室の通気および除去に含まれる時間は、一群のウエハ毎の全体の処理時間を増加させ、熱処理システムの処理量を減少させることになる。

40

【0012】

更に他の欠点は、これらの炉が比較的大きな設置面積を必要とし、クリーンルーム内で比較的大きな床面積を占め、高価なクリーンルームの空間の使用を非効率とすることである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

このような、従来技術の縦型熱処理炉における上述の欠点を解消するために、本発明の目

50

的は、比較的高い処理量を可能にする縦型熱処理炉を提供することである。

【0014】

本発明の他の目的は、改善された温度の上昇率及び下降率を達成する炉を提供することである。

【0015】

さらに他の発明の目的は、容易に自動化され、そして比較的小さな床面積を占める熱処理炉を提供することである。

【0016】

本発明の他の一般的で、より特殊な目的は、部分的に明らかであり、以下の図面及び説明から一部分明らかになるであろう。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、各請求項に記載の構成を有する。具体的には、本発明は、半導体ウエハの縦型熱処理炉を提供し、この熱処理炉は、半導体ウエハを加熱処理するための加熱室をそれぞれ備える縦型の第1、第2の熱処理炉を有する単一のハウジングを含んでいる。

【0018】

各々の縦型熱処理炉は、選択された数の半導体ウエハを軸方向に取り付けるために、ウエハ台、この台のエレベータ、モータ、ガイドロッドのような支持構造体を含むウエハ支持組立体を有する。

【0019】

一つの観点によれば、移動要素は処理用管の内外の縦軸（長手軸線）に沿って支持要素の一つを選択的に動かす。そしてウエハ移動要素は、半導体ウエハを支持要素の一つへ、あるいは支持要素の一つから移動させる。好ましい実施の形態によれば、各縦軸に沿って、また、選択的に加熱室内へ支持要素を移動させるためのウエハ支持組立体の各々と連動する移動要素である。

【0020】

他の観点によれば、縦型熱処理炉は、制御信号、例えば、位置信号を発生するため、そして位置信号に応じて縦軸に沿って支持構造体の一つの起動、修正あるいは移動、停止等の制御を行うために、位置信号を移動要素に移送するためのユーザが発した制御信号に応答する制御要素を含んでいる。

【0021】

この制御要素は、各支持構造体の移動速度を独立にあるいは同時に制御する。一つの実施の形態によれば、制御要素は、位置信号を発生するホストコンピュータ、支持構造体と共に動作する運動制御器を含む。この制御要素に加えられる制御信号は、選択された温度勾配上昇率及び温度勾配下降率の各条件の少なくとも一つを表すことができる。

【0022】

さらに他の観点によれば、移動要素は、第1と第2の支持要素の少なくとも一つの移動速度を示す移動信号を発生することができる。また、制御要素は、この移動信号に応答して縦軸に沿って支持要素の一つの移動速度を制御する。

【0023】

さらに他の観点によれば、各縦型熱処理炉、例えば、第1と第2の縦型熱処理炉は、各処理室の各々に熱を移す熱発生要素を含む。制御要素は、各熱発生要素の熱エネルギー出力を制御することによって、第1と第2の処理室の温度を独立してあるいは同時に制御する。

【0024】

一つの実施の形態によれば、制御要素は、実質的に等温環境を形成するために、少なくとも室のある部分に沿って、実質的に一様な温度を保持するように熱発生要素を制御する。

【0025】

他の観点によれば、縦型熱処理炉は、支持構造体、すなわちウエハ台の回りを雰囲気流体

10

20

30

40

50

で囲む環境を制御するために適用される加熱スリーブあるいは熱包囲体を有する。加熱スリーブは、ロードロック処理組立体を形成する液密シールを創るために、支持要素の一部を密着係合するようなフランジ付き底部を含む。この組立体は、処理組立体を縦型熱処理炉の加熱室に、選択的に垂直に移動できる垂直移動組立体に結合している。

【0026】

好ましい実施の形態によれば、加熱スリーブは各縦型熱処理炉と組み合わせられる。加えて、加熱スリーブは、支持構造体に関して加熱スリーブを繰り返す、容易に、かつ自動的に係合離脱するために、支持構造体に対して垂直に移動される。

【0027】

加熱スリーブが支持構造体上に配置され、この支持構造体の底部と密着係合するとき、この組立体は選択された処理技術が行われるロードロック処理室を形成する。この室は、室に1つあるいはそれ以上の選択されたガスを導入し、そして1つあるいはそれ以上のガスを排気する適切な流体分岐管に接続される。

10

【0028】

単一の熱処理炉の二重の加熱包囲体と炉を使用することによって、熱処理炉が分離してかつ独立に二つの分離処理技術を実行でき、さらに、炉の使用における柔軟度が増す。

【0029】

この熱処理炉は、さらに、温度上昇率及び温度下降率を増加させ、一群のウエハを処理するのに必要な全時間を減少させ、すべての炉の処理量を増加させる。これは、大きさが小さい単一ハウジング内に二つの炉をひとまとめにすることによって、また、増加したウエハピッチを有し、より小さなバッチサイズを処理するウエハ台を使用することによって、すべて達成される。

20

【0030】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の形式に従う2つ垂直炉12, 14を一部切り欠いて見た本発明の縦型熱処理炉10における斜視図を示している。

【0031】

熱処理炉10は、コンパクトで比較的小さな占有面積を有するように設計されている。たとえば、1つの実施の形態によれば、幅約40インチ(101.6cm)、奥行約65インチ(165cm)、高さ約96.5インチ(245.1cm)程である。一般的に、熱処理炉は、アーニリング、拡散、酸化、そして低圧及び高圧の化学気相成長法(CVD)を含む種々の半導体製造工程を実行するために使用される。

30

【0032】

図示された熱処理炉10は、一对の垂直炉(第1, 第2の加熱手段)14, 12を包囲する外側の主ハウジング16を有する。このハウジング16は、複数の側面16Aと1つの前面16Bで構成され、その内部にウエハを収納する区画室を含んでいる。

【0033】

垂直方向に間隔をとった一对の円形コンベヤ(carousel)26, 28が8つのウエハカセットを支持しており、このウエハカセットは多数のウエハを保持し、区画室内に取付られている。

40

【0034】

これらのウエハは、処理または未処理のウエハのいずれかである。ドアパネル22は、区画室20を包囲しかつ覆っている。図示されるように、モニター30がハウジング16の前面16Bに取り付けられ、作業者が、選択した処理制御パラメータ、例えば、温度、加工時間、ガスの種類、及びその他の選択処理制御パラメータを監視できるようになっている。

【0035】

図3において、ウエハカセット24は円形コンベヤ28上に取付けられている。3軸ウエハ搬送組立体36は機械式搬送アーム36Aを有し、このアームが選択したカセット24

50

からそれぞれの垂直炉 1 4 , 1 2 にあるウエハポート (ウエハ台) 4 0 の 1 つにウエハ W を搬送する。

【 0 0 3 6 】

円形コンベヤ 2 8 は、所定の位置に、選択したウエハカセットを位置決めるために選択的に回転でき、これにより、機械式搬送アーム 3 6 A が特定のカセットからウエハを移動したり、また、カセット上に配置できるようになる。

【 0 0 3 7 】

このように、図示された熱処理炉 1 0 は、炉の操作中に選択した制御とウエハの連続加工が可能である。ウエハ搬送組立体 (ウエハ搬送手段) 3 6 は、搬送アーム 3 6 A が上段円形コンベヤ 2 8 あるいは下段円形コンベヤ 2 6 上にあるウエハカセット 2 4 にアクセスできるように、垂直方向に動けることが望ましい。

10

【 0 0 3 8 】

ウエハのハンドリングや加工に関連してウエハ搬送組立体の操作と同じように、熱処理炉での使用において有益な種々のタイプの搬送組立体は、当業者であれば、容易に理解できかつ評価されている。

【 0 0 3 9 】

図 1 ~ 図 3、特に図 2 において、本発明である熱処理炉 1 0 の構成が示されている。この垂直炉 (第 1 加熱手段) 1 4 は、円筒形の処理管 4 4 を備えて閉鎖端部 4 4 A と開放端部 4 4 B を有している。処理管 4 4 は加熱室 (第 1 の加熱室) 4 6 を形成している。処理管 4 4 はアルミナ、シリコンカーバイド (炭化けい素)、及びその他のセラミック材料等の高熱用材料から形成することができ、好ましくは石英で構成されている。

20

【 0 0 4 0 】

処理管は適切な加熱要素 4 8 により取り囲まれ、この加熱要素は、耐熱性材料または主熱源としての高周波加熱型温度放射体蓄熱器 (RF heated black body cavity susceptor) を用いている。この熱源の特別なタイプは、簡単に実装でき、炉内温度を安定かつ均一に制御できる信頼性のある技術として特徴付けられかつ広く受け入れられている。

【 0 0 4 1 】

1 つの実施の形態によれば、加熱要素 4 8 は、ヒーターモジュールの一部分を形成し、垂直方向に向いた、3 ゾーンを有する抵抗体加熱ユニットである。この加熱要素は軽量で高温用金属線によって構成することができる。加熱要素を取り巻く断熱材は、高い断熱値と低い熱量を持つセラミックファイバーによって構成することができる。すべての加熱要素が温度変化に対して素早く反応できるように設計されている。加熱モジュールは、加熱室 4 6 を冷やす空気冷却システムを備えることもできる。処理管 4 4 の口径及び垂直炉の外寸法は、収納するウエハの寸法変化に応じて大きさが決められる。

30

【 0 0 4 2 】

加熱要素 4 8 は、管の内部を所定の温度、例えば、CVD 法の場合は、400 ~ 1200、酸化あるいは拡散の場合は、800 ~ 1200 に加熱するためにそれぞれの処理管 4 4 の回りに配置されている。制御ユニット 6 6 は、処理技術の緊急性に従って、処理管 4 4 の温度を調整するのに使用される。

【 0 0 4 3 】

例えば、ある実例によると、光パイロメータ等の温度センサが室温を感知するのに用いられ、このセンサは制御ユニット 6 6 に連結することができる。加熱ユニットは、従来技術において公知のように、加熱室内の恒温加熱ゾーンを形成することが望ましい。

40

【 0 0 4 4 】

ハウジング 1 6 は、断熱支柱 5 0 によって支持されたウエハポート 4 0 を有するウエハ支持組立体 5 4 を囲っている。このウエハ支持組立体 5 4 の底部 5 4 A は、一体に形成され半径方向外方に伸びる縁板 5 4 B を備えている。

【 0 0 4 5 】

図示されたウエハ支持組立体 5 4 は、ガイド棒 6 0 に嵌合して摺動するポートエレベータ (昇降器) 5 8 に連結されている。こうして、ウエハ支持組立体 5 4 は、ガイド棒の垂直

50

軸線に沿って垂直方向に動いて、ポートエレベータを加熱室46の内外に選択的に移動することができる。

【0046】

垂直炉12(第2加熱手段)も同様に構成されている。即ち、垂直炉12にも、第2の加熱室46'、第2ウエハ支持組立体(図示略)等を備えている。

【0047】

機械式搬送組立体36の搬送アーム36Aは、複数のウエハを選択的に、円形コンベヤ26,28上に取り付けられた選択カセット24から、いずれか一方の炉12あるいは14のウエハポート40の1つに移動する。ウエハポートは、処理すべき多数のウエハ、例えば、約50~約100個のウエハ、好ましくは約75個のウエハを選択的に保持する。

10

【0048】

このように、ウエハポートは従来のもと同じように約半分の数 of ウエハを保持する。このウエハの1バッチの数の減少は、そのバッチの全熱容量を減らし、炉内の温度勾配率を上昇させる。この上昇した温度勾配率により、ウエハが高温にさらされる全時間が減少する。

【0049】

ウエハピッチとして知られた所定の垂直間隔で、ウエハはウエハポート上に配置される。そして、このウエハピッチは5mm~20mm程離れていることが好ましく、最も好ましいのは10mm~20mm程である。この選択されたウエハピッチは、比較的大きな間隔が垂直方向に隣接するウエハ間に与えられており、その結果、ウエハ内部及びウエハ間の温度をより均一にする。これに對比して、いくつかの従来の設定では、一般的に、標準の炉の加工に対して約3mm~約5mmのウエハピッチを使用している。

20

【0050】

この大きめのウエハピッチは、ウエハの均一性を悪化させずウエハに比較的大きな温度勾配を持たせることができるという、重要な利点を有する。また、この大きめのウエハピッチは、アームが動作時に比較的大きなスペースを持てるので、ウエハポートへのロード及びアンロード時において、機械式搬送アーム36Aの機械的な許容公差に幅を持たせることができる。

【0051】

ウエハポートへのウエハバッチ数をより少なくすることは、熱処理中の加熱時における半導体ウエハの量をより少なくすることを意味する。したがって、半導体ウエハは、温度勾配を容易に上下することができ、システム全体の処理量を増加させることができる。

30

【0052】

再び図2において、サーボモータ(作動手段)64は、ガイド棒60に沿ってポートエレベータ58を制御する。このサーボモータ64は、動作コントローラ68を含む制御ユニット(制御手段)66によって、電気リード線70に通って伝送される選択信号を介して制御される。

【0053】

この図示された動作コントローラ68は、データライン76によって示されるようにホストコンピュータ74と電氣的に接続されている。同様に、コンピュータ74はデータ取得段72と双方向に伝送でき、図示された炉の熱処理作業に関連した選択処理データを蓄積している。データはデータライン78を通してホストコンピュータ74とデータ取得段72との間で伝送される。

40

【0054】

ロボットコントローラ82も信号ライン80によってコンピュータ74と双方向に通信でき、電気リード線86を通して選択された制御信号をウエハ搬送組立体36に伝送する。このようにロボットコントローラ82は、選択位置と搬送アーム36Aの相対移動を制御し、円形コンベヤ26,28の一方に取り付けられた選択カセット24のウエハを取り除いたり載置したりする。

【0055】

50

こうして、コンピュータ74、動作コントローラ68、データ取得段72、およびロボットコントローラ82は、閉ループフィードバック制御段を形成し、機械式搬送アーム36Aの相対移動を制御するとともに、ウエハ支持組立体54を選択的に上昇及び下降させる。

【0056】

当業者であれば、一つあるいはそれ以上の動作コントローラと、データ取得段と、ロボットコントローラとは、ハードウェア及びソフトウェアの両方あるいは一方に実装されそれぞれの段部が与えられるというよりもむしろ、これらの段部はコンピュータ74の一部として形成されていると考えるであろう。

【0057】

図示された熱処理炉10は、更に処理管44内に据え付けられる寸法の加熱スリーブ（雰囲気制御手段）100を含んでいる。処理管への据付けの場合と同様に、加熱スリーブ100も高温用材料、例えば、石英で形成されており、閉端部100A及び開放端部100Bを有している。加熱スリーブの開放端部100Bは、外側に広がる縁部100Cをさらに含んでいる。

【0058】

加熱スリーブ100は、ガイド軸60あるいは他の適合する構造体に嵌合して摺動するスリーブエレベータ104に結合されている。加熱スリーブ100はウエハ支持組立体54に対して独立して動作可能である。

【0059】

加熱スリーブ100の相対的な垂直位置は、制御ユニット66の動作コントローラ68によってフィードバック制御される。例えば、この動作コントローラ68は、サーボモータ64を選択的に作動して、加熱スリーブ100またはウエハ支持組立体54あるいは両方を同時に上げたり下げたりするのに用いることができる。

【0060】

加熱スリーブの縁100Cは、液密シール及び気密シールを形成するためにウエハ支持組立体54の縁部分54Bと密着して係合するようになっている。こうして、加熱スリーブ100が、ウエハポートと支柱50の上方に配置され、ウエハ支持組立体54の縁部分54Bに密着係合するとき、この加熱スリーブ100はロードロック処理室108を形成する。

【0061】

加熱スリーブ100は雰囲気制御機構を形成するためにウエハ支持組立体と協働し、処理管44の加熱室46の環境から除外したウエハポート40に取り付けられたウエハの雰囲気環境を制御する。

【0062】

こうして、この加熱スリーブは、例えば、垂直方向に移動可能なロードロック室が、加熱室46内に選択的に配置されるように、加熱スリーブの縁100Cがウエハ支持組立体54の縁部分54Bに密着した時、1つの選択された場所において、このスリーブが作動する。

【0063】

加熱スリーブ100は、ウエハ支持組立体54といっしょに加熱室46の中を上下し、温度勾配の上昇（加熱）中も、下降（冷却）中もウエハの周囲の環境が厳密に制御されている。

【0064】

図2において、ガスマニホールド管構造体が、ウエハ支持組立体54と加熱スリーブ100に連結でき、炉14に連結したロードロック処理室108の流動環境を制御する。例えば、一つの実施の形態によると、ガスボックスに入った選択された処理ガスを処理室108の上部に搬送するために、小さな石英の導管がガスボックス112とウエハ支持組立体54の縁板に連結されている。処理ガスは、適切な排出ポート、即ち、処理室の下部に位置する排出ポートを介してウエハポートの上を通過し、そして、排出用配管を通してガスボ

10

20

30

40

50

ックス排出ポートに排出される。

【 0 0 6 5 】

ガスボックスは、関連したガスパネル、即ち、ガスパネル 1 1 2 A に連結され、また制御ユニット 6 6 にも連結することができる。他のガスボックス 1 1 6 とこれに関連したガスパネル 1 1 6 A はもう一つの垂直炉 1 2 に対応している。当業者には、二つのガスボックスが一つのガスボックスに置き換えられるということがわかるであろう。

【 0 0 6 6 】

ガス導入パイプが処理室 1 0 8 内に伸び、選択された処理ガスの通路を構成する。種々の処理ガスは、半導体ウエハ上に選択された薄膜を形成するために、処理室の中に導かれる。例えば、酸素が酸化薄膜を形成するために、 SiH_4 がポリシリコン薄膜を形成するために、さらに NH_4 と SiH_2Cl_2 がシリコン窒化薄膜(silicon nitride film)を形成するためにこの処理室に導かれる。

10

【 0 0 6 7 】

更に、窒素のような浄化ガスが選択的に処理室 1 0 8 に導かれ、そこから空気を取り除く。周知のように、半導体ウエハの高温処理中及びアニーリング中に、この処理室内に空気が存在すると、半導体ウエハ上に厚くて質の悪い酸化被膜を形成する。

【 0 0 6 8 】

更に、ウエハから自然の酸化薄膜を取り除くためのクリーニングガスが処理室 1 0 8 に送り込まれる。このクリーニングガスは、例えば、 NF_3 や HCl のようなプラズマレス・エッチング用ガス、水素のような還元ガス、あるいは他の適切なガスなどである。ガス導入パイプは、加熱スリーブ 1 0 0 の上部あるいは下部に形成され、ウエハ支持組立体 5 4 に取り付けられている。

20

【 0 0 6 9 】

排出パイプは、処理室 1 0 8 の導入ガスを選択的に浄化するために、加熱スリーブやウエハ支持組立体で同様に形成される。つまり、加熱スリーブ内にあるガスは、排出パイプを通して排出することができ、それによって、加熱スリーブ内が所定の真空度になるまで、あるいはガス導入パイプから予め送られているガスを取り除く。

【 0 0 7 0 】

加熱中に処理室に送られたガスは、高温のうちに分解され、半導体ウエハの露出した表面に堆積する。その結果、予め選択された量のガスが処理室に送られ、選択された厚さを有する薄膜がウエハ上に形成される。

30

【 0 0 7 1 】

操作上、機械式搬送組立体 3 6 の搬送アーム 3 6 A は、ロボットコントローラ 8 2 によってフィードバック制御され、ウエハカセット 2 4 あるいはウエハポート 4 0 上に選択ウエハを配置させたり、ウエハを取り除いたりする。

【 0 0 7 2 】

一つの実施の形態によると、ウエハ支持組立体の垂直位置が変化すると、機械式搬送アーム 3 6 A は、ウエハポート 4 0 に処理すべく選択された数のウエハバッチを載せる。

【 0 0 7 3 】

前述したように、バッチサイズは一般的に従来のウエハのバッチサイズの約半分である。搬送アーム 3 6 A は、選択したウエハカセット 2 4 からウエハを取り除くことによってウエハポート 4 0 を載せる。一度、ウエハポート 4 0 が載置されると、加熱スリーブ 1 0 0 の開放端 1 0 0 B に位置する縁 1 0 0 C がウエハ支持組立体 5 4 の縁板 5 4 B に密着あるいは一致するまで、制御ユニット 6 6 の動作コントローラ 6 8 は、サーボモーター 6 4 に選択信号を出力して加熱スリーブ 1 0 0 をガイド棒 6 0 に沿って下げる。

40

【 0 0 7 4 】

代わりに、サーボモータは、加熱スリーブ縁 1 0 0 C に密着するウエハ組立体ユニットの縁プレートを持ち上げる。所望ならば、選択されたガスが、加熱スリーブ 1 0 0 とウエハ支持組立体 5 4 によって形成されたロードロック処理室 1 0 8 に導かれる。

【 0 0 7 5 】

50

加熱スリーブ100及びウエハ支持組立体54の両方または一方が、選択的に持ち上げられて、処理管44の加熱室46に導かれる。ウエハバッチは、かなり加速された温度勾配上昇率で、実行すべき特定の処理技術による選択された処理温度にまで加熱要素により加熱される。処理ガスはウエハ上の薄膜を形成するために供給される。

【0076】

ユーザーが選択した炉14の等温加熱ゾーンにおける持続時間の後で、加熱スリーブ100とウエハ支持組立体54は、加熱室46から下降し取り除かれる。ウエハはロードロック処理室108に置かれ、そこで比較的速い温度勾配下降率で冷却される。ウエハの温度は、放射冷却によって（直接冷却も使用可能であるが）、ウエハの温度が所望値、例えば、50 あるいはそれ以下になるまで下げられる。

10

【0077】

このウエハが冷却されると、コンピュータ74がサーボモータを作動させて、加熱スリーブ100をウエハ支持組立体54に対して上昇させ、相互の密着関係を離脱させる。ウエハポート40上に収納された加工ウエハは、ウエハ搬送組立体によって連続的に取り除かれウエハカセットに運ばれる。

【0078】

増加したウエハピッチと同様にウエハポートのより少ないバッチサイズのために、温度勾配の上昇率及び下降率はかなり高められる。例えば、温度勾配上昇率がかなり増加し、毎分当たり100 に近づくあるいはこれを越えることができる。

【0079】

同様に、温度勾配下降率は、大きくなり、50 / min に近付き、あるいはそれを越える。しかしながら、実際の適用例では、一分間に約30 ~ 75 間の温度勾配上昇率と、一分間に約15 ~ 約40 間の温度勾配下降率であれば十分である。これら温度勾配の上昇率及び下降率の増大は、バッチ処理時間を大幅に短縮することによって熱処理炉10の処理量をかなり増加させる。

20

【0080】

温度勾配下降率は、熱を下げるためにウエハの表面に流す冷却ジェットスチームを導入することによってさらに影響を受けている。例えば、窒素のような非酸化不活性ガスを室108に導くことができる。あるいはスリーブ100がウエハ支持組立体54から遊離している状況では、ウエハに直接注がれ、ウエハの冷却時間をさらに短縮する。

30

【0081】

図2には、炉の加熱室46内に選択的に配置されたウエハ支持組立体54と加熱スリーブ100が示されている。図示されてはいないが、同様の加熱及び処理構造体があり、これは垂直炉12に関連している。例えば、垂直炉12は、選択された加熱要素によって取り囲まれている処理管44を有している。選択的に垂直方向に移動可能な加熱スリーブ100とウエハ支持組立体54もまた、この垂直炉に関連し、処理管内に選択的に配置可能となっている。

【0082】

このように本発明は、一つのホストコンピュータ（あるいは図2に示される複数の統合された制御段階）とウエハ搬送組立体を用いて、対応する垂直炉12, 14の内外に個々に、また独立して移動可能な一对のウエハポートを選択的に載置することができる。また、本発明の熱処理炉10は、一对の処理管、一对の加熱スリーブ100、そして一对のウエハ支持組立体54を備えている。垂直炉12, 14は、さらに図1と図3に示されるように、非対称の形状で互いに関連して配置され、炉10の全体の寸法を最小化させ、かつ、比較的小さな床面積を与えている。

40

【0083】

本発明の熱処理炉は、比較的小さな床面積を有する小さなハウジングにおいて、処理量を減少させることなく温度勾配の上昇率及び下降率を高めることが可能である。なぜなら、本発明の熱処理炉はウエハの加熱と冷却の時間を速めるので、それぞれのバッチが必要とする熱容量がかなり軽減される。これにより大幅なコストを削減でき、処理量の増加をも

50

たらず。

【 0 0 8 4 】

本発明の他の利点は、二つの垂直炉を使用し、必要に応じてそれぞれの炉でお互いに独立した個々のウエハバッチで二つの別々の半導体処理技術を形成することができるということである。例えば、ポリシリコン薄膜が一方の炉においてあるバッチ上に配置されている間に、酸化薄膜はもう一つの炉で他のウエハバッチの上に形成することができる。一つのハウジング内に配置されたマルチ処理複合炉は、今まで知られた熱処理炉よりも大きな利点有する非常に柔軟性のある熱処理炉を提供する。

【 0 0 8 5 】

更に、一つのハウジング内に二つの炉を配置することによって、ウエハ全処理時間を短縮することができ、システムの処理量を増加させることができる。例えば、他方のウエハバッチが他方の炉に配置されて冷却、取り出しが可能となり、別のウエハバッチが載置されたりしながら、一方のウエハバッチを一方の炉で処理することができる。

10

【 0 0 8 6 】

この二つの炉の配置によって、ウエハバッチの全処理時間を 25% あるいはそれ以上削減することができ、それとともにオペレータのインターフェイス要求を軽減することができる。

【 0 0 8 7 】

一つのパッケージの中に組み込まれ、フロアスペースを最小化した二つの垂直炉の配置によって、この 2 つの炉が、単一のウエハの機械式搬送組立体を分担することができる。従来の技術においてトータル処理時間を約 25% 短縮する結果、さらに効果的に搬送組立体を使用することができる。

20

【 0 0 8 8 】

図 3 にもまた本発明の炉 12, 14 の非対称の配置を示している。二つの垂直炉 12, 14 が、ハウジング 16 内に対称的に位置している場合、二つの垂直炉 12, 14 は、境界線 47 に対して対称であり、かつ軸 49 に沿って同一線上に並ぶことになる。この配置では、より大きなハウジングの床面積を与えることになる。

【 0 0 8 9 】

例えば、一つの炉が軸 49 から離れるように動き、ハウジング内に炉が非対称的に配置されると、ハウジングの床面積は、二つの炉 12, 14 のオーバーラップ部分 A に相当する量だけ削減される。このハウジングを小さくできるということは、炉が一般的に床面積あたりの費用が重要となるクリーンルームに備えつけられるので、大いなる利点を提供する。

30

ここで、熱処理炉の装置の大きさを減少させることは、それ自体でクリーンルームのスペースを小さくすることができ、そこにより多くの熱処理炉を置くことができる。これによりコストを削減する一方で、設備の効率と処理量を高めることができる。

【 0 0 9 0 】

一つの実施の形態によれば、垂直炉は約 40 インチの幅を持っている。炉が軸 49 に沿って配置された場合、炉自体は、ハウジング 16 の幅の少なくとも 80 インチを占めることになる。図示されているように、炉 12, 14 が非対称的に配置されるとオーバーラップ部分 A は約 8 インチとなり、ハウジングの幅に対して炉の占めるスペースを 10% 程、あるいは他の配置に関してはそれ以上を削減することができる。当業者であれば、他の非対称な炉の配置が存在し、さらに、本明細書の一部として形成することは確実であると思うであろう。

40

【 0 0 9 1 】

炉 12, 14 の非対称的配置はまた、両方の垂直炉を便利にするために、適切な位置に配置することができることにより、一つのウエハ搬送組立体 36 の使用を最も効果的にする。

【 0 0 9 2 】

こうして本発明は前述の説明から明らかなように、前述の目的を効果的に達成するように

50

思われる。発明の範疇から離れることなく上記構造において確かな変化をもたらすので、上記説明に含まれるあるいは付随の図に示されたすべての問題は、実例として説明され、本義を限定するものではない。

【 0 0 9 3 】

また以下のクレームは、ここに述べられた本発明の一般のおよび特別の特徴、そして文言に関してそれらの間に存在すると思われる本発明の特許請求の範囲をカバーするものであると理解すべきである。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に係る熱処理炉の平面図である。

【 図 2 】 図 1 の熱処理炉の内部を示す一部断面で示す斜視図である。

10

【 図 3 】 図 1 の熱処理炉内に置かれたウエハ搬送手段の上面図であり、さらに本発明に係る非対称の炉の配置を示す図である。

【 符号の説明 】

- 1 0 熱処理炉
- 1 2 , 1 4 垂直炉
- 1 6 ハウジング
- 2 0 区画室
- 2 4 ウエハカセット
- 2 6 , 2 8 円形コンベヤ
- 3 0 モニター
- 3 6 ウエハ搬送組立体
- 4 4 処理管
- 4 6 加熱室
- 5 4 ウエハ支持組立体
- 5 8 ポートエレベータ
- 6 0 ガイド棒
- 6 4 サーボモータ
- 6 6 制御ユニット
- 7 4 ホストコンピュータ

20

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平6 - 236854 (JP, A)
特開昭61 - 161711 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205

H01L 21/22

H01L 21/677