(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4030858号
(P4030858)
(45)発行日　平成20年1月9日(2008.1.9)　(24)登録日　平成19年10月26日(2007.10.26)

(51)Int.Cl.　　F I
H01L 21/205 (2006.01)　H01L 21/205
C23C 16/46 (2006.01)　C23C 16/46
C23C 16/52 (2006.01)　C23C 16/52

請求項の数 9　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2002-316377(P2002-316377)
(22)出願日　平成14年10月30日(2002.10.30)
(65)公開番号　特開2004-152996(P2004-152996A)
(43)公開日　平成16年5月27日(2004.5.27)
審査請求日　平成15年11月5日(2003.11.5)

前置審査

(73)特許権者　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番６号
(74)代理人　100091513
弁理士　井上　俊夫
(72)発明者　藤田　武彦
東京都港区赤坂五丁目３番６号　ＴＢＳ放送センター　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　岡田　充弘
東京都港区赤坂五丁目３番６号　ＴＢＳ放送センター　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　梅澤　好太
東京都港区赤坂五丁目３番６号　ＴＢＳ放送センター　東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱処理装置及び熱処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内にガス供給路から処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理装置において、

前記ガス供給路に設けられ、処理ガスの流量を調整するための流量調整部と、

１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量の目標値とを対応させたデータを記憶する流量パラメータ記憶部と、

１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量の目標値を前記流量パラメータ記憶部のデータから求め、処理ガスの流量がその目標値になるように前記流量調整部に制御信号を出力する制御部と、を備え、

前記流量の目標値は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項２】

１バッチで処理した製品基板のうちの１枚について薄膜の平均膜厚を処理時間で割った値をそのバッチにおける成膜速度とすると、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分以内であることを特徴とする請求項１記載の熱処理装置。

【請求項３】

前記流量パラメータ記憶部から求めた流量の目標値は、製品基板の特定の枚数と流量の目標値との関係を示すグラフを補間して得られたものであることを特徴とする請求項１ま

たは２に記載の熱処理装置。
【請求項４】
前記反応容器内の処理雰囲気を複数のゾーンに分割し、各ゾーンを加熱する複数の加熱手段と、
１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と各ゾーンの温度の目標値とを対応させたデータを記憶する温度記憶部と、を備え、
前記制御部は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた前記ゾーンの温度目標値を前記温度記憶部のデータから求め、ゾーンの温度がその温度目標値になるように前記加熱手段を制御するための制御信号を出力することを特徴とする請求項１ないし３のいずれか一つに記載の熱処理装置。
【請求項５】
１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と前記保持具における製品基板の配置レイアウトとを対応させたデータを記憶する配置レイアウト記憶部を備え、
前記制御部は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた配置レイアウトを配置レイアウト記憶部のデータから求め、その配置レイアウトで製品基板が保持具に配置されるように制御信号を出力することを特徴とする請求項１ないし４のいずれか一つに記載の熱処理装置。
【請求項６】
前記成膜速度が許容値から外れているときにその成膜速度と予め求めた処理ガスの単位流量当たりの成膜速度の変化分とに基づいて処理ガスの流量を調整する手段と、を備えたことを特徴とする請求項１ないし５のいずれか一つに記載の熱処理装置。
【請求項７】
多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内にガス供給路から処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理方法において、
１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量の目標値とを対応させたデータを用い、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量の目標値を前記データから求める工程と、
前記処理ガスの流量が前記工程で求めた目標値になるように、前記ガス供給路に設けられた流量調整部を介して処理ガスの流量を制御する工程と、を含み、
前記流量の目標値は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする熱処理方法。
【請求項８】
１バッチで処理した製品基板のうちの１枚について薄膜の平均膜厚を処理時間で割った値をそのバッチにおける成膜速度とすると、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分以内であることを特徴とする請求項７記載の熱処理方法。
【請求項９】
前記反応容器内の処理雰囲気を複数のゾーンに分割し、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数とゾーンの温度の目標値とを対応させたデータを用い、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じたゾーンの温度目標値になるように、前記各ゾーンを加熱する複数の加熱手段を制御することを特徴とする請求項７または８に記載の熱処理方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、半導体ウエハなどの基板を多数枚一括して熱処理するバッチ式の熱処理装置及び熱処理方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
多数枚の半導体ウエハに対して成膜処理、酸化処理などの熱処理を一括して行うバッチ式の熱処理装置として、縦型熱処理装置が知られている。この装置は図９に示すように縦型

の加熱炉１１と、ウエハ保持具であるウエハボート１２とを備えており、ウエハボート１２は多数枚のウエハWが所定のピッチで棚状に保持されるように構成されている。ウエハボート１２は、図示しないウエハ移載機構によりウエハWが移載された後、ボートエレベータ１３により加熱炉１１内に搬入され、ウエハWに対して所定の熱処理が行われる。

【０００３】

この熱処理装置においては、例えば成膜すべき薄膜の種類、膜厚などに応じて、処理圧力、処理温度、ガス流量などの処理条件（処理パラメータの目標値）が決められており、これら処理条件を書き込んだレシピが複数用意されている。そしてオペレータがレシピを選択することにより、予め定められた処理条件に基づいて熱処理装置が運転される。このようなレシピでは実際にウエハボート１２にウエハWを満載して熱処理を行い、最適な処理条件を見つけることにより作成される。

【０００４】

ところで最近ではＤＲＡＭ生産に特徴的であった少品種大量生産から、システムＬＳＩなどに特徴的な多品種少量生産にシフトしてきている。それに伴い半導体製造装置に対する処理形態の面でのニーズも変化してきており、縦型熱処理装置においては、少品種大量生産であれば多数のウエハが揃った時点で一括処理（フルバッチ処理）を行い全体としてのスループットを高くできたが、多品種少量生産の場合、同一処理を受けるウエハが多数枚揃うまでの時間が長くなる可能性があり、バッチ処理による高スループットというメリットが得られにくくなってしまう。

これに対して異なるウエハ枚数に対して同一の処理パラメータで処理した場合膜特性が処理枚数によって異なってくる。例えば少数のウエハに対して多数枚時と同じパラメータで処理した場合には、成膜速度、面内均一性などが変化してしまう。これを回避する方法として製品ウエハ以外にダミーウエハと呼ばれるものを用意して不足枚数だけダミーウエハを用いてウエハボート１２を満載状態とし、ウエハ満載時の通常の処理条件で熱処理を行うようにする方法がある。

【０００５】

しかしながらダミーウエハはコストが高く、複数回の処理毎に洗浄されて繰り返し使用されるが、使用回数には制限があり、一定使用回数後には新たなダミーウエハと交換する必要があり、このためランニングコストを高騰させる要因になっていた。特にウエハが大口径化すると、例えば３００ｍｍサイズのウエハは２００ｍｍサイズのウエハと比較して価格が非常に高く、ダミーウエハのコストも高くなる。また製品ウエハの枚数が少ない場合に、ダミーウエハの移載に要する時間の割合が増加し、スループットの点でも無駄があった。

【０００６】

一方文献１の図６、段落００２７、００２８及び００３１には、バッチサイズ毎に温度、圧力及びガス流量などの処理パラメータの目標値をパラメータテーブルに格納し、バッチサイズが決まるとこのテーブルからそのバッチサイズに対応する処理パラメータの目標値をメモリにコピーし、ＣＰＵがレシピのステップを読み出して「メモリ参照」と記載されたステップのところにくると前記メモリ参照して処理パラメータの目標値を読み出すことが記載されている。またこの文献１の段落００３４には、バッチサイズが変わってもダミーウエハによりウエハボートを満載にしなくとも面内均一性、面間均一性、再現性の良好な熱処理を行うことができることが記載されている。

【０００７】

【文献１】

特開２００１－１４４０１９　図６、段落００２７、００２８及び００３１

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

半導体デバイスの高集積化に伴い今後益々薄膜化が進むことが予測されるが、そうなると各膜の膜質のばらつきがデバイスの特性に与える影響が大きくなり、このため膜質についてより一層高い均一性が要求されてくる。ここで文献１の手法はバッチサイズ毎に処理パ

ラメータを変更するという方向性を打ち出しているものではあるが、各ロット間の膜質の均一性については着目されておらず、今後はいかにして多品種少量生産を効率良く実施しかつ膜質の均一性を確保するかが課題になる。

【０００９】

本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、基板に対し熱処理をバッチ式で行うにあたり、１バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う熱処理装置及び熱処理方法を提供することにある。

【００１０】

本発明は、多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内にガス供給路から処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理装置において、

前記ガス供給路に設けられ、処理ガスの流量を調整するための流量調整部と、

１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量の目標値とを対応させたデータを記憶する流量パラメータ記憶部と、

１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量の目標値を前記流量パラメータ記憶部のデータから求め、処理ガスの流量がその目標値になるように前記流量調整部に制御信号を出力する制御部と、を備え、

前記流量の目標値は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする。

【００１１】

この発明において、成膜速度が揃うようにとは、例えば次のことを意味する。即ち、１バッチで処理した製品基板のうちの１枚について薄膜の平均膜厚を処理時間で割った値をそのバッチにおける成膜速度とすると、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差は、０．０５ｎｍ／分以内である。

【００１２】

なお成膜ガスとは、ＣＶＤを行うときの成膜ガスに限らず、例えばシリコンウエハ表面を酸化して酸化膜を形成する場合には酸化ガスに相当する。

【００１３】

流量パラメータ記憶部から求めた流量の目標値は、製品基板の特定の枚数と流量パラメータの目標値との関係を示すグラフを補間して得られたものであってもよい。本発明は、反応容器内の処理雰囲気を複数のゾーンに分割し、各ゾーンを加熱する複数の加熱手段を設けた装置においては、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と各ゾーンの温度の目標値とを対応させたデータを記憶する温度記憶部を備え、前記制御部は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた前記ゾーンの温度目標値を前記温度記憶部のデータから求め、ゾーンの温度がその温度目標値になるように制御信号を出力するようにしてもよい。また１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と保持具における製品基板の配置レイアウトとを対応させたデータを記憶する配置レイアウト記憶部を備え、前記制御部は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた配置レイアウトを配置レイアウト記憶部のデータから求め、その配置レイアウトで製品基板が保持具に配置されるように制御信号を出力するようにしてもよい。更に前記成膜速度が許容値から外れているときにその成膜速度と予め求めた処理ガスの単位流量当たりの成膜速度の変化分とに基づいて処理ガスの流量を調整する手段と、を備えた構成としてもよい。

【００１４】

本発明によれば、１バッチで処理する基板の枚数が満載状態に対応する枚数より少なくても、ダミーウエハにより保持具を満載状態にすることなく熱処理を行うので、コストが抑えられ、また満載状態にするために後続の基板を待つ必要がないのでスループットが高い。そして実質同じ温度下で成膜速度が同じであるということは基板近傍のガス環境が同じであるということができ、このことは成膜された薄膜の膜質が同等であると考えられる。従って互いに製品枚数が異なる各バッチ間で膜質が揃った処理を行うことができる。

【００１５】

また本発明に係る熱処理方法は、多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内にガス供給路から処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理方法において、

１バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量の目標値とを対応させたデータを用い、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量の目標値を前記データから求める工程と、

前記処理ガスの流量が前記工程で求めた目標値になるように、前記ガス供給路に設けられた流量調整部を介して処理ガスの流量を制御する工程と、を含み、

前記流量の目標値は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下に本発明に係る熱処理装置を成膜処理を行う縦型熱処理装置に適用した実施の形態について説明を行う。初めに縦型熱処理装置の全体構成を図１を参照しながら簡単に説明しておくと、図１中２０は装置の外装部をなす筐体、２１はキャリア搬入出部、２２はキャリア搬送機構、２３はキャリアストッカ、２４は受け渡しステージである。基板である半導体ウエハ（図１では省略している）を収納したキャリアＣはキャリア搬入出部２１に搬入され、キャリア搬送機構２２により例えばキャリアストッカ２３に一旦保管された後、受け渡しステージ２４に搬送される構成とされている。また図中３はウエハローダ室２５内に設けられるウエハの移載手段であり、受け渡しステージ２４上のキャリアＣ内からウエハＷを取り出し、ボートエレベータ２６上に設けられる保持具であるウエハボート２７へと移載を行うように構成されている。またウエハボート２７は、ボートエレベータ２６により上昇し、加熱炉４内に搬入される構成とされている。

【００１７】

ここで加熱炉４の周辺部位について図２を用いて詳細に説明する。図示するように加熱炉４は、例えば両端が開口している内管４１ａ及び上端が閉塞している外管４１ｂからなる例えば透明石英製の二重管構造の反応管４１と、この反応管４１の周囲を囲むように設けられる加熱手段例えば抵抗加熱体からなるヒータ５とを備えた構成とされている。ヒータ５は、反応管４１内の熱処理雰囲気を上下に複数分割し、各ゾーン毎に別個の加熱制御を行うことができるようにできるように、例えば５段（５ａ～５ｅ）に分割して設けられている。これらヒータ（５ａ～５ｅ）は夫々温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｅ）からの制御信号により温度がコントロールされるように構成されている。

【００１８】

また内管４１ａ及び外管４１ｂの下部側は筒状のマニホールド４２により支持されており、このマニホールド４２には内管４１ａの内側の下部領域に供給口が開口するように複数のガス供給管６が接続されている。図２では便宜上２本のガス供給管６（６１、６２）を示しており、これらガス供給管６１（６２）には、バルブＶＡ１（ＶＡ２）及び例えばマスフローコントローラからなる流量調整部６３（６４）並びにバルブＶＢ１（ＶＢ２）を介してガス供給源６５（６６）に接続されている。この例ではガス供給源６５、６６は夫々処理ガスであるジクロルシランガス及びアンモニアガスの供給源とされる。

【００１９】

更にマニホールド４２には、内管４１ａと外管４１ｂとの間から排気するように図示しない真空ポンプに一端側が接続された排気管４３が接続されている。この例では内管４１ａ，外管４１ｂ及びマニホールド４２により反応容器が構成される。マニホールド４２の下端開口部は、既述のボートエレベータ２６の上端部に設けられる蓋体４４により塞がれる構成とされており、この蓋体４４とウエハボート２７との間には、例えば図示しない駆動部により回転自在に構成される回転台４５と、この回転台４５に支持された保温ユニット４６とが介設されている。

【００２０】

またこの縦型熱処理装置は制御部７を備えており、この制御部７は、温度コントローラ５

１（５１ａ～５１ｅ）に制御信号である温度目標値に相当する信号を送ると共に、流量調整部６３、６４に制御信号である流量目標値に相当する信号を送るように構成されている。制御部７の構成を図３により詳しく説明すると、７０はバス、７１はＣＰＵ（中央処理部）、７２はプログラム格納部、７３はレシピ格納部、７４は入力部である。プログラム格納部７２内には、後述の記憶部からのデータの読み出し及び演算などを行うためのプログラムが格納されている。この例ではＣＰＵ７１及びプログラム格納部７２により、後述のデータを読み出して制御信号を作成するための処理手段を構成している。レシピ格納部７３内には例えば成膜すべき薄膜の種類などの処理種別毎に、ヒータ５の温度調整、ガス供給管６のバルブＶＡ１などのオン、オフ、圧力調整などの処理手順が記載されたレシピが格納されている。入力部７４はオペレータにより操作される操作パネル及びキーボードなどからなり、レシピの選択などが行われる。

【００２１】

また図３中において、７５はバッチサイズ－流量の関係データを記憶する第１の記憶部（特許請求の範囲の流量パラメータ記憶部に相当する）である。バッチサイズとは、１バッチの熱処理時にウエハボートに保持される製品ウエハの枚数であり、ここでいう流量とは、流量パラメータの一例である処理ガスであるジクロルシランガス及びアンモニアガスの合計流量である。そしてバッチサイズ－流量の関係データとは、例えばバッチサイズ毎にそのバッチサイズに適したガス流量が記載されたテーブルである。例えば製品ウエハの枚数が２５枚で満載状態になる場合には、１枚から２５枚までの各枚数とその枚数に適したガス流量とが記載され、そのデータは例えば図４のグラフ（イ）に基づいて作成される。

【００２２】

このグラフ（イ）は、バッチサイズを３枚、６枚、１０枚、１３枚、１７枚、２２枚、２５枚の７通りに設定し、各バッチサイズにおいてジクロルシランガス及びアンモニアガスの流量比を一定にして合計流量を調整し、熱処理によって成膜された窒化シリコン膜の膜厚を測定し、その膜厚を熱処理時間で割り算して成膜速度を求め、各バッチサイズにおける成膜速度が揃うこととなる合計流量をプロットしたものである。図４には、各バッチサイズにおける成膜速度をグラフ（ロ）として記載してあり、グラフ（イ）のように設定することにより成膜速度が各バッチ間で揃っていることが理解される。例えばバッチサイズが１０つまり１０枚処理の時には流量は１２０ｓｃｃｍで目標の成膜速度を達成している。

【００２３】

各バッチサイズにおける膜厚の値は製品ウエハが配置される領域に配置された試験用のウエハの１枚について求めた例えば平均膜厚である。また各バッチサイズにおける成膜速度が揃うこととなる合計流量とは、例えば各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差が、０．０５ｎｍ／分以内となる合計流量であり、本発明者は成膜速度のばらつきがこの範囲内に収まっていれば、各バッチサイズ間で成膜された薄膜の膜質は均一である、つまりバッチ間の薄膜の膜質は均一であると捉えている。実際にＳＥＭ（電子走査顕微鏡）により膜質を確認したところ、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差が、０．０５ｎｍ／分以内であれば、膜質は同等であることを把握している。

【００２４】

図４では７点のデータしかないが、上述の第１の記憶部７５内に記憶されているバッチサイズ－流量の関係データは図４のグラフ（イ）を補間することにより各バッチサイズのデータを求めて入力したものである。なお前記グラフ（イ）を第１の記憶部７５内に格納し、このグラフを補間して出力するようにしてもよい。また図４のグラフは実際には種々の熱処理温度毎に作成され、それに基づいて種々の熱処理温度毎にバッチサイズ－ガス流量の関係データが作成されて前記第１の記憶部７５内に記憶される。

【００２５】

本発明は、既述のようにバッチサイズ毎に設定された流量で熱処理を行うことにより、各バッチ間の成膜速度を揃えるものであるが、流量の設定のみでは成膜速度に若干のばらつきがある場合には、バッチサイズによっては各ゾーン１～５における温度目標値を微妙に

変えることが好ましい。そこでこの例では制御部７にバッチサイズ－温度の関係データを記憶する第２の記憶部（特許請求の範囲の温度記憶部に相当する）７６を設けている。バッチサイズ－温度の関係データとは、バッチサイズと反応容器内の各ゾーン１～５の温度の目標値とを対応させたデータであり、例えば図５に示すように各バッチサイズ毎に各ゾーン１～５の温度目標値が記載されたテーブルである。「Ｌ＝数字」はバッチサイズつまり１バッチにおける製品ウエハの枚数を表しており、便宜上製品ウエハの枚数が３枚（Ｌ＝３）、１３枚（Ｌ＝１３）、２５（Ｌ＝２５）枚の場合について具体的な温度目標値の数字を記載してあるが、実際には１枚～２５枚の各々の場合における数値が記載されている。ゾーン１～５とは、夫々ヒータ５（５ａ～５ｅ）により加熱制御される領域であり、この例では中央のゾーン３の温度目標値はいずれのバッチサイズにおいても同じ値としている。例えばウエハＷの熱処理温度（プロセス温度）を設定したとき、製品ウエハ群の並びの中央に位置する製品ウエハの温度がその熱処理温度になるように制御されるが、互いに異なるバッチサイズ間で成膜速度を揃えるために製品ウエハ群の中央部の温度は動かすことなく、その上下のゾーンの温度目標値を微妙に変更することでいわば温度勾配を微妙に調整しているといえる。

【００２６】

ところで既述の各バッチサイズにおける成膜速度を示す図４のグラフ（ロ）は、バッチサイズ－流量の関係データに加え、前記バッチサイズ－温度の関係データに基づいて加熱制御を行った結果得られたものであるが、本発明は各バッチサイズの間で流量を調整することにより成膜速度の均一性が確保できるのであれば、各ゾーン１～５の温度目標値はバッチサイズの間で調整しなくても、つまりバッチサイズ－温度の関係データを用いなくともよい。なおバッチサイズ－温度の関係データは全てのバッチサイズについて作成されていなくても、特定のバッチサイズ例えば既述の７通りのバッチサイズについて各ゾーン１～５の温度目標値を記載しておき、その他のバッチサイズにおける各ゾーン１～５の温度目標値についてはこれらのデータから補間して求めるようにしてもよい。

【００２７】

更にまた制御部７は、ウエハ配置レイアウト決定部７７を備えている。このウエハ配置レイアウト決定部７７は、各バッチサイズにおいてどのようにして製品基板の配置レイアウトを決めるかというアルゴリズムが記載された記憶部である。例えば２５枚の製品ウエハにより満載になる場合には、ウエハボート２７の保持溝（スロット）は２９段設けられており、前記アルゴリズムによれば最上段を１段目とすると１５段目を中心に製品ウエハＰＷが配置され、その上下にモニターウエハＭＷが配置され、更にその上下にダミーウエハＤＷが配置されることになる。図６にバッチサイズが３（Ｌ＝３）及び２５（Ｌ＝２５）の場合についてウエハの配置レイアウトを示しておく。図６中の＜数字＞は段数を示している。この例では製品枚数が奇数の場合を示しているが、偶数の場合には例えば１５段目の下側の枚数が上側よりも多くなるように決められる。またダミーウエハＤＷは製品ウエハＰＷの配置領域の温度制御を行いやすくするために配置されており、またモニタウエハＭＷはそのバッチ処理において製品ウエハＰＷに成膜された薄膜を評価するためのものである。

【００２８】

図３に説明を戻すと、制御部７には、カウンタ８１、図１に記載したウエハＷの移載手段３、温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｃ）及び流量調整部６５、６６が接続されている。カウンタ８１は例えば図１にて示したキャリア搬入出部２１に設けられる反射型光センサー等からなる図示しないマッピングセンサーからの信号に基づいて、キャリア搬入出部２１上のキャリアＣ内の製品ウエハの枚数、をカウントするものである。制御部７は、どのキャリアＣをキャリアストッカ２３内のどの位置に置き、どのタイミングで熱処理を行うかを把握しているので、キャリア搬入出部２１に搬入された時点で各キャリアＣ内の製品ウエハの枚数をカウントしておけば、各バッチ処理で熱処理される製品ウエハの枚数を把握できることになる。但し実際には、前工程の制御部あるいは上位コンピュータから縦型熱処理装置に何枚の製品ウエハの入ったどのキャリアＣが搬入されるかという情報が

送られるので、マッピングセンサーによるウエハのカウントを行わなくても、各キャリアＣ内のウエハの枚数は把握できるが、念のためカウントしておきそのデータを用いる方が確実性が高い。なおオペレータが入力部７４からバッチサイズを入力してもよい。

【００２９】

次に図７に示す工程図を参照しながら、本実施の形態の作用について説明を行う。先ず外部からキャリアＣをキャリア搬入出部２１に搬入し（ステップＳ１）、これから行う処理種別に応じて入力部７４によりレシピ選択部７３の中からレシピを選択する（ステップＳ２）。そして例えば既述のようにしてキャリアＣ内の製品ウエハＰＷの枚数がカウンタ７８によりカウントされて制御部７内にその情報が取り込まれ、カウント情報に基づいてこれから行おうとする熱処理のバッチサイズを把握する（ステップＳ３）。ＣＰＵ７１はプログラム格納部７２内のプログラムにより、第１の記憶部７５内のバッチサイズ－流量の関係データを参照し、バッチサイズに対応する処理ガスの流量を求めると共に、第２の記憶部７６内のバッチサイズ－温度の関係データを参照し、バッチサイズに対応する温度勾配（各ゾーン１～５の温度目標値）を求める（ステップＳ４）。

【００３０】

更にウエハ配置決定部７７は、バッチサイズに対応する製品ウエハ、ダミーウエハ及びモニタウエハの配置レイアウトを決定し（ステップＳ５）、ＣＰＵ７１はプログラム格納部７２内のプログラムによりその配置レイアウトとなるように制御信号を図示しないコントローラに出力して移載手段３を制御し、ウエハＷがウエハボート２７に移載される（ステップＳ６）。その後ウエハボート２７はボーエレベータ２６により反応容器内に搬入され、所定の圧力及び温度下で処理ガス供給管６（６１、６２）から夫々ジクロルシラン及びアンモニアガスを反応容器内に供給しながらウエハＷに対して熱処理が行われシリコン窒化膜が成膜される（ステップＳ７）。即ち熱処理は選択されたレシピに記載されたステップ及びパラメータ値に基づいて行われるが、処理ガスの流量についてはバッチサイズに応じた流量となるように流量調整部６５、６６に制御信号が出力されて流量が調整され、またこの例では各ゾーン１～５の温度目標値についてもバッチサイズに応じた温度となるように温度コントローラ５１（５１ａ～５１ｅ）に制御信号が出力されてヒータ５（５ａ～５ｅ）の温度が制御される。そして所定時間熱処理が行われた後、ウエハボート２７が反応容器内から搬出される（ステップＳ８）。

【００３１】

上述実施の形態によれば、常にウエハボート２７にウエハＷを満載して熱処理を行うのではなく、１バッチで処理しようとする製品ウエハの枚数に応じて処理ガスの流量パラメータこの例では合計流量の目標値を定めて熱処理を行うので、基板を満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができ、またスループットの低下も抑えられる。

【００３２】

そして流量パラメータの目標値は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められているので、１バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。即ち、流量の変更により膜質の変化が懸念されるが、成膜速度を保存した上で流量を変更することにより膜質が保存されることになる。もう少し詳しく言うと、成膜速度はウエハの温度とウエハ近傍のガス環境で決まることから、流量を変更しても同じ温度下において成膜速度が同じであるということは、ウエハ近傍のガス環境が同じであるということである。従ってウエハの温度とガス環境とが同じであるため、当然成膜された薄膜の膜質も一定であると考えられる。このためデバイスの回路パターンが微細化して薄膜化が進んでも、デバイスの特性のばらつきを抑えることに寄与できる。

【００３３】

また本発明では、前記合計流量における単位流量あたりの膜厚である、いわば感度係数（ｎｍ／ｓｃｃｍ）を予め求めておき、熱処理後のモニタウエハについて膜厚を測定した結果、その膜厚が許容される膜厚から外れているときには膜厚差を感度係数で割り算するこ

とにより流量の増減分を求め、その値だけ流量を調整するようにしてもよい。このことは、前記合計流量における単位流量あたりの成膜速度（感度係数）を予め求めておき、得られた薄膜についての成膜速度が許容成膜速度から外れているときにはその差と感度係数とに基づいて流量を修正することと実質同じである。

【００３４】

図８はこのような手法を実施するための制御部７の構成の一例を示しており、流量パラメータ修正部７９は、前記感度係数と、入力された膜厚測定値と許容膜厚値との差分と、に基づいて流量を修正する部位である。流量が修正されると以後はその流量で熱処理が行われる。また図８に示すように、制御部７に膜厚測定部８からの膜厚測定値がオンラインで入力されるように構成し、その膜厚測定値と予め決めておいた許容膜厚値との差を求め、感度係数に基づいて流量の修正分を求め、自動で流量が修正されるようにしてもよい。モニタウエハは製品ウエハと同等の薄膜が成膜されているであろうということに基づいてその膜厚により製品ウエハの膜厚を評価するためのものであることから、モニタウエハの膜厚測定値に基づいて流量を修正するということは、製品ウエハの膜厚測定値に基づいて流量を修正することと同等である。なおモニタウエハの代わりに製品ウエハについての膜厚に基づいて流量を修正してもよい。

【００３５】

以上において流量パラメータとは、例えば２種類の成膜ガスを使用する場合にはそれらのガスの流量比を一定にした合計流量に限定されるものではなく、例えば合計流量を一定にした流量比、あるいは流量比及び合計流量の両方であってもよく、更にはキャリアガスを使用する場合にはキャリアガスと成膜ガスとの流量比であってもよいし、キャリアガスの流量を一定にしたときの複数種類の成膜ガスの流量比などであってもよい。

【００３６】

なお本発明は、ＣＶＤなどにより薄膜を形成する処理に限らず例えばシリコン膜を酸化して酸化膜を形成する場合にも適用できる。

【００３７】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、基板に対しバッチ式で熱処理を行うにあたり、常に保持具に基板を満載して熱処理を行うのではなく、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じて処理ガスの流量パラメータの目標値を定めて熱処理を行うので、基板を満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができる。そして流量パラメータの目標値は、１バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められているので、１バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態に係る熱処理装置の全体概略構造を示す斜視図である。

【図２】前記熱処理装置の加熱炉周辺を示す縦断面図である。

【図３】前記熱処理装置の制御系を示す説明図である。

【図４】バッチサイズとガス流量の目標値との関係を示すデータに成膜速度を重ねて表示した説明図である。

【図５】バッチサイズと各ゾーンの温度目標値とを対応させたデータを示す説明図である。

【図６】ウエハボート上のウエハの配置レイアウトの一例を示す説明図である。

【図７】本実施の形態の作用を説明するための工程図である。

【図８】本発明の他の実施の形態における制御系を示す説明図である。

【図９】従来の熱処理装置を示す概略斜視図である。

【符号の説明】

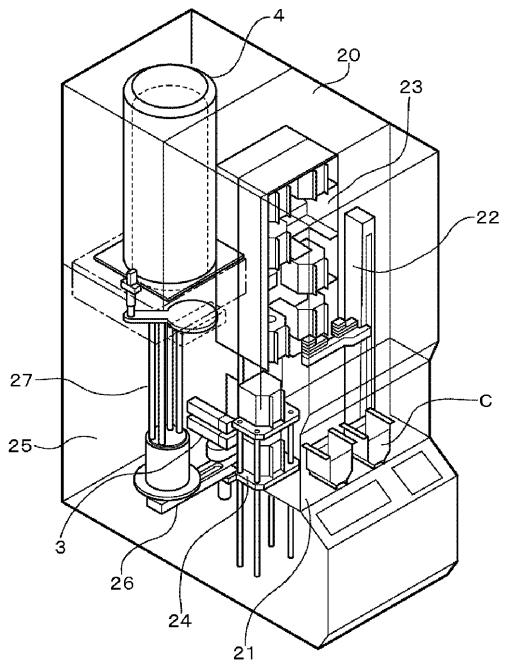
Ｗ　　半導体ウエハ

Ｃ　　キャリア

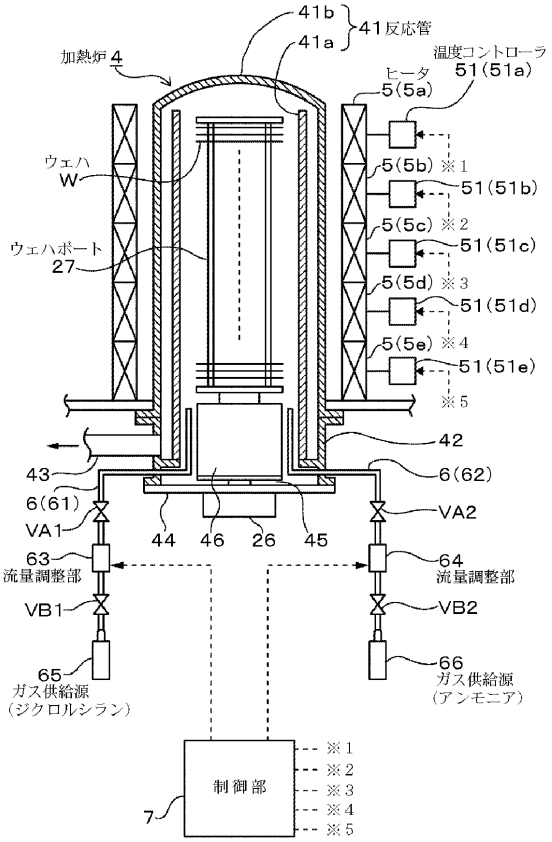
２２　　キャリア搬送機構

２４　受け渡しステージ
２６　ボートエレベータ
２７　ウエハボート
３　移載機構
４　加熱炉
４１　反応管
４２　マニホールド
５（５ａ～５ｅ）　ヒータ
５１（５１ａ～５１ｅ）　ヒータコントローラ
６（６１、６２）　処理ガス供給管
６３、６４　流量調整部
７　制御部
７００　処理手段
７５　流量パラメータ記憶部である第１の記憶部
７６　温度記憶部である第２の記憶部
７７　ウエハ配置レイアウト決定部
７９　流量パラメータ値決定部
８　膜厚測定部

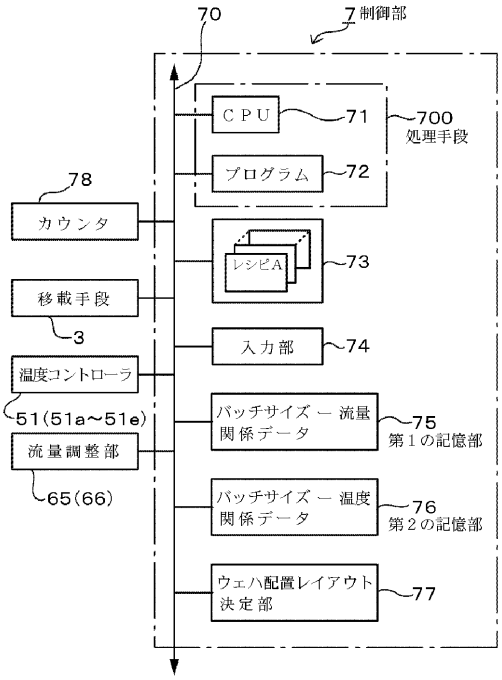
【図１】



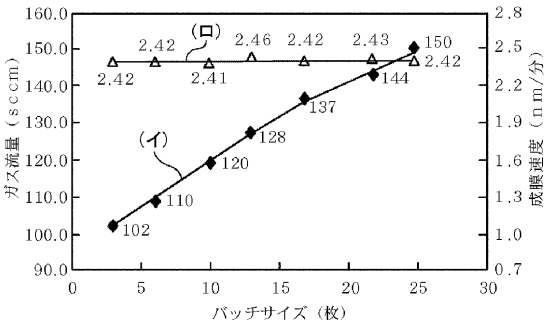
【図２】



【図３】



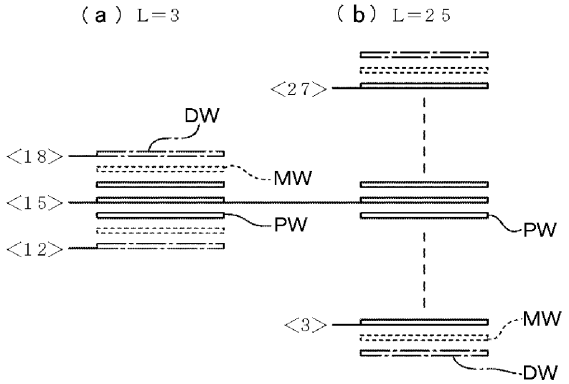
【図４】



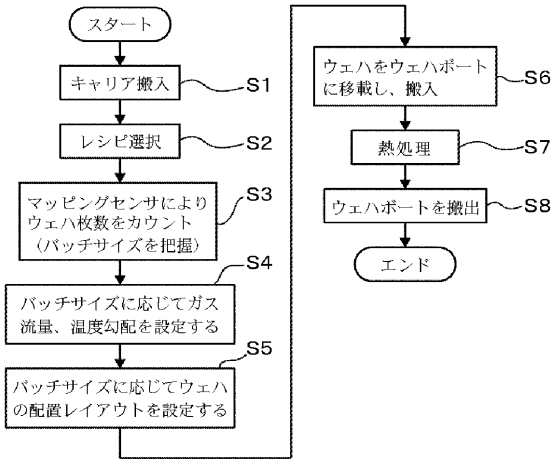
【図５】

	L=	L=3	-------	L=13	-------	L=25
ゾーン1		630	-------	630	-------	630
ゾーン2		617	-------	616	-------	615
ゾーン3		620	-------	620	-------	620
ゾーン4		617	-------	615	-------	614
ゾーン5		619	-------	619	-------	619

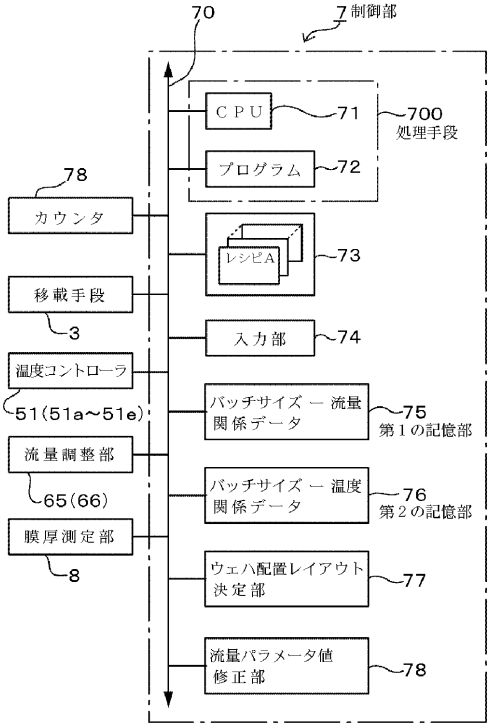
【図６】



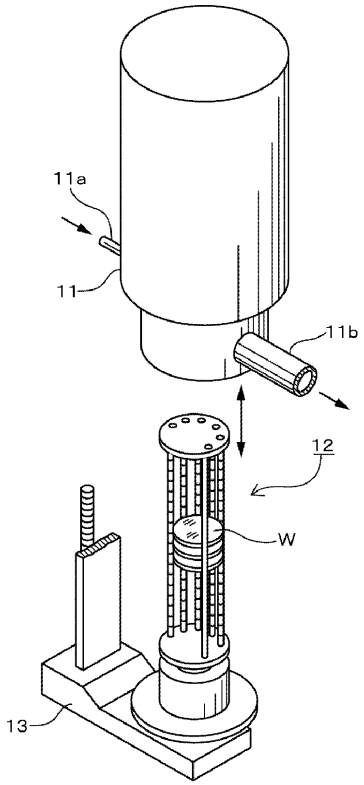
【図７】



【図８】


70
7 制御部
ＣＰＵ
71
700
処理手段
プログラム
72
78
カウンタ
レシピA
73
移載手段
3
入力部
74
温度コントローラ
51(51a～51e)
バッチサイズ ― 流量
関係データ
75
第１の記憶部
流量調整部
65(66)
バッチサイズ ― 温度
関係データ
76
第２の記憶部
膜厚測定部
8
ウェハ配置レイアウト
決定部
77
流量パラメータ値
修正部
78

【図９】


11a
11
11b
12
W
13

フロントページの続き

(72)発明者　長谷部　一秀
東京都港区赤坂五丁目３番６号　ＴＢＳ放送センター　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　坂本　浩一
東京都港区赤坂五丁目３番６号　ＴＢＳ放送センター　東京エレクトロン株式会社内

審査官　田代　吉成

(56)参考文献　特開平１０－０７９３８６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３１３７２８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/205
C23C 16/46
C23C 16/52