

明 細 書

発明の名称：半導体装置の製造方法、基板処理装置及び記録媒体

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置の製造方法、基板処理装置及び記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の製造工程の一工程として、処理室内の基板に対して酸素含有ガスを供給して、基板表面に酸化膜を形成する工程が行われる（例えば、特許文献 1、特許文献 2 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 5 3 2 5 3 6 3 号公報

特許文献 2：特許第 6 1 9 9 5 7 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来技術では、基板表面に形成される酸化膜の面内膜厚分布を均一にすることが困難であった。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様によれば、

大気圧未満の第 1 圧力下にある加熱された基板に対して酸素含有ガスと水素含有ガスを供給し、前記基板の表面を酸化して第 1 酸化層を形成する第 1 工程と、

前記第 1 圧力と異なる大気圧未満の第 2 圧力下にある加熱された前記基板に対して前記酸素含有ガスと前記水素含有ガスを供給し、前記第 1 酸化層が形成された前記基板の表面を酸化して第 2 酸化層を形成する第 2 工程と、

を有する技術が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板表面に形成される酸化膜の面内膜厚分布の制御性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の一実施形態に係る基板処理装置の処理炉の概略を示す縦断面図である。

[図2]図1に示す処理炉のA－A線概略横断面図である。

[図3]本開示の一実施形態における基板処理装置のコントローラの概略構成図であり、コントローラの制御系をブロック図で示す図である。

[図4]本開示の一実施形態におけるガス供給のタイミングを示す図である。

[図5] (A)は、初期工程により形成されるS i O層のモデル図を示し、(B)は、第1工程により形成されるS i O層のモデル図を示し、(C)は、第2工程により形成されるS i O層のモデル図を示す図である。

[図6]H₂ガスとO₂ガスによる酸化処理時間と形成される膜厚の関係を示す図である。

[図7]H₂ガスとO₂ガスの混合ガス中のH₂ガスの割合と成膜速度との関係を示す図である。

[図8]面内均一性の圧力依存性を示す図である。

[図9](A)は、本実施例に係るボート上部に載置されたウエハ表面に形成されたS i O層の膜厚分布を示す図であり、(B)は、本実施例に係るボート中央部に載置されたウエハ表面に形成されたS i O層の膜厚分布を示す図であり、(C)は、本実施例に係るボート下部に載置されたウエハ表面に形成されたS i O層の膜厚分布を示す図である。(D)は、比較例に係るボート上部に載置されたウエハ表面に形成されたS i O層の膜厚分布を示す図であり、(E)は、比較例に係るボート中央部に載置されたウエハ表面に形成されたS i O層の膜厚分布を示す図であり、(F)は、比較例に係るボート下部に載置されたウエハ表面に形成されたS i O層の膜厚分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 次に、本開示の好ましい実施形態について説明する。

[0009] 以下、図1～図4を参照しながら説明する。基板処理装置10は半導体装置の製造工程において使用される装置の一例として構成されている。

[0010] (1) 基板処理装置の構成

図1は、半導体デバイスの製造方法を実施するために本実施形態で好適に用いられる基板処理装置10の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉202部分を縦断面図で示している。図2は、本実施形態で好適に用いられる縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉202部分を図1のA-A線断面図で示している。

[0011] 図1に示されているように、処理炉202は加熱手段（加熱機構）としてのヒータ207を有する。ヒータ207は円筒形状であり、ヒータベース（図示せず）に支持されることにより垂直に据え付けられている。なお、ヒータ207は、後述するようにガスを熱で活性化させる活性化機構としても機能する。

[0012] ヒータ207の内側には、ヒータ207と同心円状に反応管203が配設されている。反応管203は、例えば石英（ SiO_2 ）または炭化シリコン（ SiC ）等の耐熱性材料からなり、上端が閉塞し下端が開いた円筒形状に形成されている。反応管203の筒中空には、処理室201が形成される。処理室201は、基板としてのウエハ200を収容可能に構成されている。この処理室201内でウエハ200に対する処理が行われる。

[0013] 処理室201内には、第1ノズル249aと、第2ノズル249bと、第1アシストノズル249cと、第2アシストノズル249dと、第3アシストノズル249eが、反応管203の下部側壁を貫通するように設けられている。第1ノズル249a及び第2ノズル249bには、それぞれ第1ガス供給管232a及び第2ガス供給管232bが接続されている。第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d及び第3アシストノズル249eには、それぞれ第3ガス供給管232c、第4ガス供給管232d及び第5ガス供給管232eが接続されている。

[0014] 第1ノズル249a、第2ノズル249b、第1アシストノズル249c

、第2アシストノズル249d及び第3アシストノズル249eは、それぞれL字型のノズルとして構成されており、その水平部が反応管203の下部側壁を貫通するように設けられている。第1ノズル249a、第2ノズル249b及び第1アシストノズル249cの垂直部は、反応管203の径方向外向きに突出し、かつ鉛直方向に延在するように形成されている溝形状の予備室201aの内部に設けられており、予備室201a内にて反応管203の内壁に沿って上方（ウエハ200の配列方向上方）に向かって設けられている。第1アシストノズル249cの垂直部は、第1ノズル249a及び第2ノズル249bに隣接して設けられている。第2アシストノズル249d及び第3アシストノズル249eの垂直部は、予備室201aと同じく反応管203の径方向外向きに突出し、かつ鉛直方向に延在するように形成されている溝形状の予備室201bの内部に設けられており、予備室201b内にて反応管203の内壁に沿って上方に向かって設けられている。第2アシストノズル249d及び第3アシストノズル249eの垂直部は隣接して設けられている。

[0015] 第1ノズル249a及び第2ノズル249bは、処理室201の下部領域から処理室201の上部領域まで延在するように設けられている。第1ノズル249a及び第2ノズル249bには、それぞれウエハ200と対向する位置であって、ポート217の下部から上部までの高さ位置に、反応管203の下部から上部にわたって、複数のガス供給孔250a、250bが設けられている。ガス供給孔250a、250bは、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。

[0016] 第1アシストノズル249cは、処理室201の下部領域から処理室201の上部領域まで延在するように設けられている。第1アシストノズル249cには、ポート217の上部領域に配置されたウエハ200と対向する位置であって、第1アシストノズル249cの延伸方向上部の高さ位置にのみ複数のガス供給孔250cが設けられている。ガス供給孔250cは、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。そ

のため、第1アシストノズル249cのガス供給孔250cから処理室201内に供給されたガスは、ポート217の上部領域に収容されたウエハ200に供給される。

[0017] 第2アシストノズル249dは、処理室201の下部領域から処理室201の中部領域まで延在するように設けられている。第2アシストノズル249dには、ポート217の中部領域に配置されたウエハ200と対向する位置であって、第1アシストノズル249cのガス供給孔250cより下方であって、後述する第3アシストノズル249eのガス供給孔250eより上方の高さ位置にのみ複数のガス供給孔250dが設けられている。ガス供給孔250dは、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。そのため、第2アシストノズル249dのガス供給孔250dから処理室201内に供給されたガスは、ポート217の中部領域に収容されたウエハ200に供給される。

[0018] 第3アシストノズル249eは、処理室201の下部領域に延在するように設けられている。第3アシストノズル249eには、ポート217の下部領域に配置されたウエハ200と対向する位置であって、第2アシストノズル249dのガス供給孔250dより下方の高さ位置にのみ複数のガス供給孔250eが設けられている。ガス供給孔250eは、それぞれ同一の開口面積を有し、さらに同一の開口ピッチで設けられている。そのため、第3アシストノズル249eのガス供給孔250eから処理室201内に供給されたガスは、ポート217の下部領域に収容されたウエハ200に供給される。

[0019] すなわち、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d及び第3アシストノズル249eは、互いに処理室201内における長さ（高さ）が異なり、さらに各ノズルに設けられたガス供給孔250c～250eの少なくとも一部の高さ方向の位置（ノズルの延伸方向の位置）が互いに異なっている。

[0020] 第1ガス供給管232a、第2ガス供給管232b、第3ガス供給管23

2 c、第4 ガス供給管 2 3 2 d、第5 ガス供給管 2 3 2 e には、流量制御器（流量制御部）であるマスフローコントローラ（MFC） 2 4 1 a～2 4 1 e、及び開閉弁であるバルブ 2 4 3 a～2 4 3 e がそれぞれ設けられており、また、第1 不活性ガス供給管 2 3 2 f、第2 不活性ガス供給管 2 3 2 g、第3 不活性ガス供給管 2 3 2 h、第4 不活性ガス供給管 2 3 2 i、第5 不活性ガス供給管 2 3 2 j がそれぞれ接続されている。この第1 不活性ガス供給管 2 3 2 f、第2 不活性ガス供給管 2 3 2 g、第3 不活性ガス供給管 2 3 2 h、第4 不活性ガス供給管 2 3 2 i、第5 不活性ガス供給管 2 3 2 j にはそれぞれ、MFC 2 4 1 f～2 4 1 j 及びバルブ 2 4 3 f～2 4 3 j が設けられている。

[0021] 主に、第1 ガス供給管 2 3 2 a、MFC 2 4 1 a、バルブ 2 4 3 a により第1 ガス供給系が構成される。第1 ノズル 2 4 9 a を第1 ガス供給系に含めて考えてもよい。また、主に、第1 不活性ガス供給管 2 3 2 f、MFC 2 4 1 f、バルブ 2 4 3 f により、第1 不活性ガス供給系が構成される。

[0022] 主に、第2 ガス供給管 2 3 2 b、MFC 2 4 1 b、バルブ 2 4 3 b により第2 ガス供給系が構成される。第2 ノズル 2 4 9 b を第2 ガス供給系に含めて考えてもよい。また、主に、第2 不活性ガス供給管 2 3 2 g、MFC 2 4 1 g、バルブ 2 4 3 g により、第2 不活性ガス供給系が構成される。

[0023] 主に、第3 ガス供給管 2 3 2 c、MFC 2 4 1 c、バルブ 2 4 3 c により第1 アシストガス供給系が構成される。第1 アシストノズル 2 4 9 c を第1 アシストガス供給系に含めて考えてもよい。また、主に、第3 不活性ガス供給管 2 3 2 h、MFC 2 4 1 h、バルブ 2 4 3 h により、第3 不活性ガス供給系が構成される。

[0024] 主に、第4 ガス供給管 2 3 2 d、MFC 2 4 1 d、バルブ 2 4 3 d により第2 アシストガス供給系が構成される。第2 アシストノズル 2 4 9 d を第2 アシストガス供給系に含めて考えてもよい。また、主に、第4 不活性ガス供給管 2 3 2 i、MFC 2 4 1 i、バルブ 2 4 3 i により、第4 不活性ガス供給系が構成される。

- [0025] 主に、第5ガス供給管232e、MFC241e、バルブ243eにより第3アシストガス供給系が構成される。第3アシストノズル249eを第3アシストガス供給系に含めて考えてもよい。また、主に、第5不活性ガス供給管232j、MFC241j、バルブ243jにより、第5不活性ガス供給系が構成される。第1～5不活性ガス供給系はそれぞれパージガス供給系としても機能する。
- [0026] 第1ガス供給管232aからは、酸化ガス（酸化性ガス）として酸素含有ガス、例えば酸素（O₂）ガスが、MFC241a、バルブ243a、第1ノズル249aを介して処理室201内に供給される。すなわち、第1ガス供給系は処理室201内に酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給系として構成される。このとき同時に、第1不活性ガス供給管232fから第1ガス供給管232a内に不活性ガスが供給されるようにしてもよい。
- [0027] 第2ガス供給管232bからは、還元ガス（還元性ガス）として水素含有ガス、例えば水素（H₂）ガスが、MFC241b、バルブ243b、第2ノズル249bを介して処理室201内に供給される。すなわち、第2ガス供給系は処理室201内に水素含有ガスを供給する水素含有ガス供給系として構成される。このとき同時に、第2不活性ガス供給管232gから第2ガス供給管232b内に不活性ガスが供給されるようにしてもよい。
- [0028] 第3ガス供給管232c、第4ガス供給管232d、第5ガス供給管232eからは、それぞれ還元ガスとして水素含有ガス、例えばH₂ガスが、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、第3アシストノズル249eを介して処理室201内に供給される。すなわち、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、第3アシストノズル249eは、それぞれH₂ガスを処理室201内に供給する水素ガスノズルとして用いられる。第1アシストガス供給系、第2アシストガス供給系及び第3アシストガス供給系はそれぞれ水素ガス供給系として機能する。
- [0029] また、第3不活性ガス供給管232h、第4不活性ガス供給管232i、第5不活性ガス供給管232jからは、それぞれ不活性ガス、例えば窒素（

N₂) ガスが、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、第3アシストノズル249eを介して処理室201内に供給される。すなわち、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、第3アシストノズル249eは、それぞれ不活性ガスを処理室201内に供給する不活性ガスノズルとしても用いられる。第1アシストガス供給系、第2アシストガス供給系及び第3アシストガス供給系はそれぞれ不活性ガス供給系としても機能する。本実施形態では、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、第3アシストノズル249eから供給するH₂ガス中のN₂ガスの流量を調整することで不活性ガス供給系として機能する。

[0030] 反応管203の側壁下方には、処理室201内の雰囲気気を排気する排気管231が設けられている。排気管231には、処理室201内の圧力を検出する圧力検出器（圧力検出部）としての圧力センサ245および圧力調整器（圧力調整部）としてのAPC（Auto Pressure Controller）バルブ244を介して、真空排気装置としての真空ポンプ246が接続されている。主に、排気管231、APCバルブ244、圧力センサ245により排気系が構成される。なお、真空ポンプ246を排気系に含めて考えてもよい。排気系は、真空ポンプ246を作動させつつ、圧力センサ245により検出された圧力情報に基づいてAPCバルブ244の弁の開度を調節することにより、処理室201内の圧力が所定の圧力（真空度）となるよう真空排気し得るように構成されている。

[0031] 反応管203の下方には、反応管203の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシールキャップ219が設けられている。シールキャップ219の上面には、反応管203の下端と当接するシール部材としてのリング220が設けられている。シールキャップ219の処理室201と反対側には、後述する基板保持具としてのボート217を回転させる回転機構267が設置されている。回転機構267の回転軸255は、シールキャップ219を貫通してボート217に接続されている。回転機構267は、ボート217を回転させることでウエハ200を回転させるように構成されている。

。ボートエレベータ 115 は、シールキャップ 219 を昇降させることで、ボート 217 を処理室 201 内外に搬入および搬出することが可能なように構成されている。

[0032] ボート 217 は、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料からなり、複数枚のウエハ 200 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多段に支持するように構成されている。ボート 217 の下部には、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料からなる断熱部材 218 が設けられている。

[0033] 反応管 203 内には、図 2 に示すように、温度検出器としての温度センサ 263 が設置されている。温度センサ 263 により検出された温度情報に基づきヒータ 207 への通電具合を調整することで、処理室 201 内の温度が所望の温度分布となるように構成されている。

[0034] 図 3 に示されているように、制御部（制御手段）であるコントローラ 121 は、CPU (Central Processing Unit) 121a、RAM (Random Access Memory) 121b、記憶装置 121c、I/Oポート 121d を備えたコンピュータとして構成されている。RAM 121b、記憶装置 121c、I/Oポート 121d は、内部バス 121e を介して、CPU 121a とデータ交換可能なように構成されている。コントローラ 121 には、例えばタッチパネル等として構成された入出力装置 122 が接続されている。

[0035] 記憶装置 121c は、例えばフラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive) 等で構成されている。記憶装置 121c 内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラムや、後述する成膜処理の手順や条件などが記載されたプロセスレシピが、読み出し可能に格納されている。なお、プロセスレシピは、後述する基板処理工程における各手順をコントローラ 121 に実行させ、所定の結果を得ることが出来るように組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピや制御プログラム等を総称して、単にプログラムともいう。なお、本明細書においてプログラムという言葉を用いた場合は、プロセスレシピ単体のみを含む場合

、制御プログラム単体のみを含む場合、または、その両方を含む場合がある。また、RAM 121bは、CPU 121aによって読み出されたプログラムやデータ等が一時的に保持されるメモリ領域として構成されている。

[0036] I/Oポート121dは、上述のMFC 241a～241j、バルブ243a～243j、圧力センサ245、APCバルブ244、真空ポンプ246、ヒータ207、温度センサ263、回転機構267、ボートエレベータ115等に接続されている。

[0037] CPU 121aは、記憶装置121cから制御プログラムを読み出して実行すると共に、入出力装置122からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置121cからプロセスレシピを読み出すように構成されている。そして、CPU 121aは、読み出したプロセスレシピの内容に沿うように、MFC 241a～241jによる各種ガスの流量調整動作、バルブ243a～243jの開閉動作、APCバルブ244の開閉動作及び圧力センサ245に基づくAPCバルブ244による圧力調整動作、温度センサ263に基づくヒータ207の温度調整動作、真空ポンプ246の起動および停止、回転機構267によるボート217の回転および回転速度調節動作、ボートエレベータ115によるボート217の昇降動作等を制御するように構成されている。

[0038] なお、コントローラ121は、専用のコンピュータとして構成されている場合に限らず、汎用のコンピュータとして構成されていてもよい。例えば、上述のプログラムを格納した外部記憶装置（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスク、CDやDVD等の光ディスク、MO等の光磁気ディスク、USBメモリやメモリカード等の半導体メモリ）123を用意し、係る外部記憶装置123を用いて汎用のコンピュータにプログラムをインストールすること等により、本実施形態に係るコントローラ121を構成することができる。なお、コンピュータにプログラムを供給するための手段は、外部記憶装置123を介して供給する場合に限らない。例えば、インターネットや専用回線等の通信手段を用い、外部記憶装置

123を介さずにプログラムを供給するようにしてもよい。なお、記憶装置121cや外部記憶装置123は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として構成される。以下、これらを総称して、単に記録媒体ともいう。なお、本明細書において記録媒体という言葉を用いた場合は、記憶装置121c単体のみを含む場合、外部記憶装置123単体のみを含む場合、または、その両方を含む場合がある。

[0039] (2) 基板処理工程

次に、上述の基板処理装置の処理炉を用いて、半導体装置（デバイス）の製造工程の一工程として、シリコン含有膜であるシリコン（Si）膜が形成されたウエハ200の表面を酸化してシリコン酸化膜（SiO膜）を形成する方法の例について説明する。なお、以下の説明において、基板処理装置を構成する各部の動作はコントローラ121により制御される。なお、本明細書において「ウエハの表面」という言葉を用いた場合は、ウエハそのものの表面を意味する場合や、ウエハ上に形成された所定の層等の表面を意味する場合がある。本明細書において「基板」という言葉を用いた場合も、「ウエハ」という言葉を用いた場合と同様である。

[0040] 本実施形態の成膜シーケンスを、図4を用いて具体的に説明する。図4は、本開示の一実施形態における成膜シーケンスにおけるガス供給のタイミングを示す図である。

[0041] ここでは、SiO膜の成膜シーケンスとして、

大気圧未満の第1圧力の雰囲気下にある処理容器である処理室201内において、酸素含有ガスとしてのO₂ガスと水素含有ガスとしてのH₂ガスを加熱されたウエハ200に供給し、シリコン含有膜であるSi膜が形成されたウエハ200の表面を酸化して、第1酸化層としてのシリコン酸化層（SiO層300b）を形成する第1工程と、

第1圧力と異なる大気圧未満の第2圧力の雰囲気下にある処理容器内において、酸素含有ガスとしてのO₂ガスと水素含有ガスとしてのH₂ガスを加熱されたウエハ200に供給し、SiO層300bが形成されたウエハ200の表

面を酸化して、第2酸化層としてのSiO層300cを形成する第2工程と、を行う例について説明する。

なお、本実施形態では、SiO層300cが本成膜シーケンスで形成されるSiO膜を構成する。

[0042] さらに、第1工程の前に、処理容器内に酸素含有ガスとしてのO₂ガスを供給し、Si膜が形成されたウエハ200表面を酸化して初期酸化層としてのSiO層300aを形成する初期工程を行う例について説明する。

[0043] (ウエハチャージ及びボートロード)

複数枚のウエハ200がボート217に装填(ウエハチャージ)されると、反応管203の下端開口が開放される。図1に示されているように、複数枚のウエハ200を支持したボート217は、ボートエレベータ115によってウエハ200を収容する処理室201内に搬入(ボートロード)される。この状態で、シールキャップ219は反応管203の下端をシールした状態となる。

[0044] (圧力調整及び温度調整)

処理室201内が真空ポンプ246によって真空排気される。この際、処理室201内の圧力が圧力センサ245で測定され、この測定された圧力情報に基づき、処理室201内が所望の圧力となるようにAPCバルブ244がフィードバック制御される(圧力調整)。なお、真空ポンプ246は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は常時作動させた状態を維持する。また、処理室201内は所望の温度となるようにヒータ207によって加熱される。この際、処理室201内が所望の温度分布となるように温度センサ263が検出した温度情報に基づきヒータ207への通電具合がフィードバック制御される(温度調整)。これにより、処理室201内に収容されたウエハ200が所望の温度に加熱される。なお、ヒータ207による処理室201内の加熱は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。続いて、回転機構267によるボート217及びウエハ200の回転を開始する。なお、回転機構267によるボ

ート217及びウエハ200の回転は、少なくともウエハ200に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。

[0045] (初期工程(初期酸化層形成工程))

先ず、前処理として、ウエハ200表面に初期酸化層としてのSiO層を形成する。

[0046] 第1ガス供給管232aのバルブ243aを開き、第1ガス供給管232aに酸素含有ガスであるO₂ガスを流す。O₂ガスは、第1ガス供給管232aから流れ、MFC241aにより流量調整される。流量調整されたO₂ガスは、第1ノズル249aのガス供給孔250aから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、加熱されたウエハ200に対してO₂ガスが供給される。本実施形態では、酸素含有ガスとして実質的に水素非含有のガスを用いており、特に好適な例として、O₂ガス単独を酸素含有ガスとして処理室201内に供給する。すなわち、本工程における酸素含有ガスはO₂ガスであり、水素を含んでいない。

[0047] このとき、第1不活性ガス供給管232fのバルブ243fを開き、第1不活性ガス供給管232fから酸素含有ガスのキャリアガスとしての不活性ガス、例えばN₂ガスを供給するようにしてもよい。N₂ガスは、MFC241fにより流量調整されて、第1ガス供給管232a内に供給される。流量調整されたN₂ガスは、第1ガス供給管232a内でO₂ガスと混合され、第1ノズル249aから加熱された減圧状態の処理室201内に供給され、排気管231から排気される。なお、このとき、第2ガス供給管232b～第5ガス供給管232e内へのO₂ガスの侵入を防止するため、バルブ243g～243jを開き、第2不活性ガス供給管232g、第3不活性ガス供給管232h、第4不活性ガス供給管232i、第5不活性ガス供給管232j内にN₂ガスを流す。

[0048] このとき、APCバルブ244の開度を制御して、処理室201内の圧力を、例えば1～1330Pa、好ましくは20～133Paの範囲内の圧力であって、例えば73Paとする。MFC241aで制御するO₂ガスの供給

流量は、例えば0.01～20.0 s l mの範囲内の流量であって、例えば8.7 s l mとする。MFC 241 fで制御するN₂ガスの供給流量は、例えば0～40.0 s l mの範囲内の流量であって、例えば1 s l mとする。O₂ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間は、例えば10～600秒の範囲内の時間であって、例えば180秒とする。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば400～1000℃の範囲内の温度であって、例えば630℃となるような温度に設定する。

[0049] 本工程によりウエハ200上のSi膜が表面から酸化され、図5(A)に示されるように、ウエハ200の表面に、例えば0.1～2 nmの範囲内の厚さであって、例えば1 nmの初期酸化層（下地酸化層）としてのSiO層300 aが形成される。本工程において初期酸化層を形成する成膜速度（酸化レート）は、後述する第1工程及び第2工程においてSiO層を形成する成膜速度よりも遅く（低く）、1 Å／分以下であることが望ましい。このように、初期工程において十分に低い酸化レートで酸化層を形成することにより、後に行う第1工程及び第2工程において膜厚分布（特に同一基板面内の膜厚均一性である面内均一性）を制御しやすくすることができる。

[0050] （第1工程（第1酸化層形成工程））

次に、初期工程により初期酸化層が形成されたウエハ200表面に第1酸化層としてのSiO層300 bを形成する。

[0051] [低圧酸化処理]

第1ノズル249 aによるO₂ガスの供給とN₂ガスの供給を継続した状態で、処理室201内の圧力を大気圧（101.3 kPa）未満の所定の圧力となるようにコントローラ121によりAPCバルブ244を制御する。このとき、第2ガス供給管232 bのバルブ243 bを開き、第2ガス供給管232 bに水素含有ガスとしてのH₂ガスを流す。H₂ガスは、第2ガス供給管232 bから流れ、MFC 241 bにより流量調整される。流量調整されたH₂ガスは、第2ノズル249 bのガス供給孔250 bから処理室201内に供給され、排気管231から排気される。このとき、酸素含有ガスとしてのO₂

ガスと、 H_2 ガスと、キャリアガスとしての N_2 ガスが加熱されたウエハ200の外周側からその中心に向かって供給される。またこのとき、処理室201内の O_2 ガスと H_2 ガスの濃度比（すなわち、処理室201内に供給される O_2 ガスと H_2 ガスの流量比）は所定の濃度比領域であって、例えば80：20～35：65の範囲の所定の値とする。

[0052] またこのとき、本実施形態では、第2不活性ガス供給管232gのバルブ243gを開き、第2不活性ガス供給管232gから H_2 ガスのキャリアガスとしての不活性ガス、例えば N_2 ガスを供給する。 N_2 ガスは、MFC241gにより流量調整されて、第2ガス供給管232b内に供給される。流量調整された N_2 ガスは、第2ガス供給管232b内で H_2 ガスと混合され、第2ノズル249bからウエハ200に対して、その外周側から中心に向けて供給される。

[0053] （アシスト H_2 ガス供給）

またこのとき、本実施形態では、第3ガス供給管232c、第4ガス供給管232d及び第5ガス供給管232eに H_2 ガスを流す（これらのガス供給管から供給される H_2 ガスをアシスト H_2 ガスと称する）。アシスト H_2 ガスは、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、及び第3アシストノズル249eからウエハ200に対して、その外周側から中心に向けて供給される。

[0054] ここで、アシスト H_2 ガスは、本工程及び後述する第2工程において、ウエハ200表面に形成されるSiO層の成膜分布を調整するためにそれぞれ必要に応じて使用され、流量が調整される。具体的には、各ノズルからそれぞれ供給されるアシスト H_2 ガスの流量を調整することにより、ウエハ200の面内方向（すなわち水平方向）における H_2 ガス濃度、特に O_2 ガスとの濃度比の分布を緻密に調整することができる。また、これらのノズルはガス供給孔の高さ方向の位置が互いに異なるので、各ノズルから供給されるアシスト H_2 ガスの流量を調整することにより、ウエハ200の面間方向（すなわち垂直方向）における H_2 ガス濃度、特に O_2 ガスとの濃度比の分布を緻密に調整する

ことができる。

[0055] このように H_2 ガス濃度、特に O_2 ガスとの濃度比の分布を緻密に調整することとで、ウエハ200の面内及びウエハ間における酸化レート分布（SiO層の成膜分布）をより所望の分布に近くなるように調整することができる。

[0056] （アシスト N_2 ガス供給）

またこのとき、バルブ243h、243i、243jを開き、第3ガス供給管232c、第4ガス供給管232d及び第5ガス供給管232eから不活性ガスとして N_2 ガスを供給するようにしてもよい（これらのガス供給管から供給される N_2 ガスをアシスト N_2 ガスと称する）。アシスト N_2 ガスは、第3ガス供給管232c、第4ガス供給管232d及び第5ガス供給管232e内でそれぞれ H_2 ガスと混合され、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d、第3アシストノズル249eから処理室201内に収容されたウエハ200に対して、その外周側から中心に向けて供給される。

[0057] このとき、APCバルブ244の開度を調整して、処理室201内の圧力を、大気圧未満の第1圧力である例えば1～665Paの範囲内の圧力であって、例えば532Paとする。MFC241aで制御する O_2 ガスの供給流量は、例えば0.1～20.0slmの範囲内の流量であって、例えば10.0slmとする。MFC241fで制御する N_2 ガスの供給流量は、それぞれ例えば0～40.0slmの範囲内の流量であって、例えば19.0slmとする。MFC241bで制御する H_2 ガスの供給流量は、例えば0.1～10.0slmの範囲内の流量であって、例えば3.0slmとする。MFC241gで制御する N_2 ガスの供給流量は、例えば0～40.0slmの範囲内の流量であって、例えば1.5slmとする。 H_2 ガスと O_2 ガスをウエハ200に対して供給する時間、すなわちガス供給時間は、例えば0.1～300分の範囲内の時間であって、例えば28.25分とする。このときヒータ207の温度は、ウエハ200の温度が、例えば400～1000℃の範囲内の温度であって、例えば630℃となるような温度に設定する。MFC241c～241eで制御する各 H_2 ガスの供給流量は、それぞれ例えば0～

10.0 s l m の範囲内の流量であって、例えば0.3 s l m とする。MFC 241 h ~ 241 j で制御するN₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば0 ~ 40.0 s l m の範囲内の流量であって、例えば3.0 s l m とする。

[0058] 本工程では、上述の条件にてO₂ガスとH₂ガスを処理室201内に供給することで、O₂ガスとH₂ガスがノンプラズマで熱的に活性化されて反応し、それにより原子状酸素(O)等の酸素を含み、水分(H₂O)を非含有とする酸化種が生成される。そして、主にこの酸化種により、初期酸化層(SiO層300a)が形成されたウエハ200の表面を酸化して、第1酸化層としてのSiO層300bを形成する。ここで第1酸化層としてのSiO層300bは、本工程後にウエハ200の表面に形成されているSiO層を意味する。したがって本実施形態の場合、SiO層300bは初期酸化工程により形成された酸化層を含むものである。また、初期酸化工程を省略して本工程のみを行った場合、本工程のみにより形成された酸化層を第1酸化層と呼ぶことができる。

[0059] ここで本工程では、処理室201内の圧力(第1圧力)が、次の第2工程における圧力(第2圧力)とは異なる圧力となるように調整される。このように処理圧力を設定することにより、ウエハ200の外周部(外周近傍)から中心部までの間の径方向における酸化レートの分布の偏りを第2工程とは異なるようにすることができる。

[0060] 本実施形態では、本工程において第1圧力が第2圧力よりも低くなるように調整される。このように処理圧力を設定することにより、第2工程に比べてウエハ200中心にガスが到達しやすく、ウエハ200の中心部で酸化反応が生じやすくなる。したがって、第1工程におけるウエハ200面内の中心部での酸化レートが第2工程のものよりも大きくなり、また、第1工程におけるウエハ200面内の外周部での酸化レートが第2工程のものよりも小さくなる。

[0061] さらに本実施形態では、本工程において、ウエハ200の径方向において外周部から中心部に向かって酸化レートが大きくなるように(すなわち径方

向において凸状に酸化レートの分布の偏りが生じるように) 第1圧力を調整する(設定する)。これにより、図5(B)に示されているように、SiO層300bの厚さがウエハ200の外周部よりウエハ200の中心部において大きくなり、厚さの分布がウエハ200面内において凸形状となるようにSiO層300bが形成される。

[0062] (第2工程(第2酸化層形成工程))

次に、第1工程により第1酸化層が形成されたウエハ200表面に第2酸化層としてのSiO層300cを形成する。

[0063] [高圧酸化処理]

第1ノズル249aによるO₂ガスとN₂ガスの供給と、第2ノズル249bによるH₂ガスとN₂ガスの供給と、第1アシストノズル249c、第2アシストノズル249d及び第3アシストノズル249eによるH₂ガスとN₂ガスの供給を継続した状態で、処理室201内の圧力を、上述した第1圧力よりも高く、大気圧未満の所定の圧力となるようにコントローラ121によりAPCバルブ244を制御する。このとき、第1工程と同様に、O₂ガスとH₂ガスとN₂ガスがウエハ200の外周側から中心に向かって供給されることとなる。またこのとき、O₂ガスとH₂ガスの濃度比は所定の濃度比領域であって、例えば80:20~35:65の範囲の所定の値とする。ここで、上述した第1工程と同様に、アシストH₂ガス及びアシストN₂ガスは、ウエハ200表面に形成されるSiO層の成膜分布を調整するためにそれぞれ必要に応じて使用される。

[0064] このとき、APCバルブ244の開度を調整して、処理室201内の圧力を、上述した第1圧力とは異なる大気圧未満の第2圧力である例えば399~13300Paの範囲内の圧力であって、例えば665Paとする。MFC241aで制御するO₂ガスの供給流量は、例えば0.1~20.0slmの範囲内の流量であって、例えば10.0slmとする。MFC241fで制御するN₂ガスの供給流量は、例えば0~40.0slmの範囲内の流量であって、例えば3.0slmとする。すなわち、MFC241fで制御する

N₂ガスの供給流量を、第1工程におけるMFC241fで制御するN₂ガスの供給流量から変化させる。具体的には、MFC241fで制御するN₂ガスの供給流量を、第1工程におけるMFC241fで制御するN₂ガスの供給流量よりも小さくする。MFC241bで制御するH₂ガスの供給流量は、例えば0.1～10.0slmの範囲内の流量であって、例えば3.0slmとする。MFC241gで制御するN₂ガスの供給流量は、例えば0.1～40.0slmの範囲内の流量であって、例えば1.5slmとする。H₂ガスとO₂ガスをウェハ200に対して供給する時間は、例えば0.1～300分の範囲内の時間であって、例えば11.75分とする。このときヒータ207の温度は、ウェハ200の温度が、例えば400～1000℃の範囲内の温度であって、例えば630℃となるような温度に設定する。MFC241c～241eで制御するH₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1～10.0slmの範囲内の流量であって、例えば0.3slmとする。MFC241h～241jで制御するN₂ガスの供給流量は、それぞれ例えば0.1～40.0slmの範囲内の流量であって、例えば3.0slmとする。

[0065] 本工程では、上述の条件にてO₂ガスとH₂ガスを処理室201内に供給することで、O₂ガスとH₂ガスをノンプラズマで熱的に活性化させて酸化種を発生させる。主にこの酸化種により、SiO層300bが形成されたウェハ200の表面を酸化して、SiO層300bの膜厚を増すように形成された第2酸化層としてのSiO層300cが形成される。

[0066] ここで本工程では、上述の通り、第2圧力を第1圧力とは異なる圧力となるように調整する。このように工程ごとに処理圧力を異ならせることにより、O₂ガス等の酸化ガスがウェハ200の外周から中心部に到達する確率（到達のし易さ又はし難さ）を工程ごとに調整することができる。つまり、工程ごとに処理圧力を異ならせることにより、ウェハ200の外周部と中心部との間で、ウェハ200の径方向における酸化レートの分布の偏りを異ならせることができる。

[0067] 例えば本実施形態では、上述の通り、第2圧力が第1圧力よりも高くなる

ように調整される。このように処理圧力を設定することにより、第1工程に比べてウエハ200中心部にガスが到達しにくく、ガスの流れの上流側であるウエハ200の外周部で酸化反応が生じやすくなる。したがって、第2工程におけるウエハ200の中心部での酸化レートを第1工程のものよりも小さくすることができ、また、第2工程におけるウエハ200の外周部での酸化レートを第1工程のものよりも大きくすることができる。

[0068] このように、圧力条件によってウエハ200の径方向における酸化レートの分布が異なる第1工程と第2工程とを組み合わせる行うことにより、ウエハ200の径方向におけるSiO層300cの膜厚の分布を所望の分布に近づけることができる。すなわち、ウエハ200面内の膜厚分布の制御性を向上させることができる。

[0069] さらに本実施形態では、本工程において、ウエハ200の径方向において外周部から中心部に向かって酸化レートが小さくなるように（すなわち径方向において凹状に酸化レートの分布の偏りが生じるように）第2圧力を調整する（設定する）。ここで、仮に第1工程を実施せずに第2工程を実施した場合、第2工程によって形成されるSiO層の厚さが、ウエハ200の中心よりウエハ200の外周部において大きくなり、ウエハ200面内において凹形状となるようにSiO層が形成される。

[0070] 本実施形態では、第1工程において、厚さの分布がウエハ200面内において凸形状となるようにSiO層300bが形成されるため、本工程を実施することにより、本工程後に形成されるSiO層300cの面内膜厚分布を図5（C）に示されているように均一な状態に近づけることができる。すなわち、酸化レートがウエハ200の外周部よりも中心部で大きくなる第1工程と、酸化レートがウエハ200の中心部より外周部で大きくなる第2工程とを組合せて実施することにより、第1工程における酸化レートの不均一な分布を、第2工程における不均一な分布によって補償し、膜厚の面内均一性に優れたSiO層300cを形成する。

[0071] さらに、第1ノズル249a及び第2ノズル249bから供給されるN₂ガ

スの供給流量を第1工程に比べて小さくすることにより、SiO層300cを形成する酸化レートを、ウエハ200の外周部よりウエハ中心においてさらに遅くすることができる。つまり、第2工程において、キャリアガスであるN₂ガスの供給流量を小さくすることにより、ウエハ200の径方向における凹状の酸化レートの分布をより強めるように調整することもできる。

[0072] なお、第1工程では、第1ノズル249a及び第2ノズル249bから供給されるN₂ガスの供給流量を大きくすることにより、SiO層300bを形成する酸化レートを、ウエハ200の外周部よりウエハ中心においてさらに速くすることができる。つまり、第1工程において、キャリアガスであるN₂ガスの供給流量を大きくすることにより、ウエハ200の径方向における凸状の酸化レートの分布をより強めるように調整することもできる。

[0073] そして、第1ガス供給管232aのバルブ243a、第2ガス供給管232bのバルブ243b、第3ガス供給管232c、第4ガス供給管232d、第5ガス供給管232eのバルブ243c、243d、243eをそれぞれ閉じ、O₂ガス、H₂ガスの供給を停止する。このとき、APCバルブ244は開いたままとして、真空ポンプ246により処理室201内を真空排気し、処理室201内に残留する未反応もしくはSiO層形成に寄与した後のO₂ガス、H₂ガスを処理室201内から排除する（残留ガス除去）。

[0074] （パージ及び大気圧復帰）

バルブ243f～243jを開いたままとして、第1不活性ガス供給管232f、第2不活性ガス供給管232g、第3不活性ガス供給管232h、第4不活性ガス供給管232i、第5不活性ガス供給管232jのそれぞれから不活性ガスとしてのN₂ガスを処理室201内へ供給し、排気管231から排気する。N₂ガスはパージガスとして作用し、処理室201内に残留するガスが処理室201内から除去される（パージ）。その後、処理室201内の雰囲気の不活性ガスに置換され、処理室201内の圧力が常圧に復帰される（大気圧復帰）。

[0075] （ポートアンロード及びウエハディスチャージ）

その後、ポートエレベータ 115 により、処理済のウエハ 200 がポート 217 に保持された状態で反応管 203 の下端から反応管 203 の外部に搬出（ポートアンロード）される。その後、処理済みのウエハ 200 はポート 217 より取り出される（ウエハディスチャージ）。

[0076] （３）処理時間と酸化レートとの関係

次に、第 1 工程及び第 2 工程と同様に H_2 ガスと O_2 ガスを用いてウエハ表面に SiO 膜を形成する場合の酸化レートについて説明する。図 6 は、ウエハ温度 $600^\circ C$ で H_2 ガスと O_2 ガスを用いて SiO 膜を形成した場合における、 H_2 ガスと O_2 ガスの供給による酸化処理時間と、形成される SiO 膜の膜厚との関係を示す図である。

[0077] 図 6 に示されているように、 H_2 ガスと O_2 ガスを用いてウエハ表面に SiO 膜を形成した場合、ガスの供給直後において特に酸化レートが高くなることが分かる。つまり、ガスの供給直後である初期段階においては、酸化レートが高く SiO 膜が短時間で急速に形成されるため、ウエハ面内及びウエハ間における成膜分布を制御しづらい。よって、本実施形態の初期工程のように、成膜の初期段階においては酸化レートが低い O_2 ガスを用いた酸化を行い、面内均一性の高い初期酸化層を事前に形成しておくことにより、後に行う第 1 工程、第 2 工程の初期段階に顕著に生じる酸化レート分布の極端な偏りの発生を回避し、 SiO 層の膜厚分布の制御性（特に面内膜厚均一性）を向上させることができる。

[0078] （４） H_2 濃度比と酸化レートとの関係

次に、 H_2 ガスと O_2 ガス中の H_2 の割合と成膜速度（酸化レート）の関係について説明する。図 7 は、ウエハ表面に Si 原料ガスである六塩化二ケイ素（ Si_2Cl_6 ）ガスを供給する工程と、 H_2 ガスと O_2 ガスを用いた酸化処理を行う工程とを交互に繰り返して SiO 膜を形成する処理を行い、 H_2 ガスと O_2 ガス中の H_2 の割合が異なる複数の条件において SiO 膜の成膜速度を取得した実験の結果を示している。すなわち、この図において成膜速度が大きい条件ほど、酸化レートが大きい条件であることを示している。

図7における各プロット点の H_2 濃度は、それぞれ2%、18.4%、80%、97.4%を示す。

[0079] 図7に示されているように、 H_2 ガスと O_2 ガスの合計流量に対する H_2 ガスの流量の割合（濃度比）を変化させることにより、ウエハ表面に形成されるSiO膜の成膜速度を制御することができる。具体的には、 O_2 ガスと H_2 ガスの濃度比を80:20~35:65の範囲の所定の値とすることにより酸化レートを高くすることができる。また、 O_2 ガスと H_2 ガスの濃度比を80:20~35:65の範囲以外の所定の値とすることにより酸化レートを低くすることができる。

[0080] (5) 膜厚分布の圧力依存性

次に、SiO膜の膜厚分布の圧力依存性について説明する。図8は、 O_2 ガスと H_2 ガスの濃度比が33%の場合における、処理室201内の圧力と面内均一性の関係を示す図である。図8において縦軸の0は、ウエハ表面に膜が平坦状に形成されていることを示し、縦軸の0より大きい（プラス）値は、ウエハ表面に凸状に膜が形成されていることを示し、縦軸の0より小さい（マイナス）値は、ウエハ表面に凹状に膜が形成されていることを示している。ウエハとしては、表面にパターンが形成されていないベアウエハを用いている。

[0081] 図8に示されているように、圧力以外の他の処理条件が同じである場合に、処理室201内の圧力が高くなるほど、ウエハ表面に凹状に膜が形成される傾向が強くなることが分かる。これは、低圧条件にすることにより処理室201内の分子の数が減少され、平均自由工程長が長くなり、ウエハ中心までガスが到達する確率が大きくなる一方、高圧条件にすると処理室201内の分子の数が増加され、平均自由工程長が短くなり、ウエハ中心までガスが到達する確率が小さくなるためであると推測される。

[0082] (6) 他の実施形態

なお、上記実施形態では、第1工程と第2工程とを上述の順に実施する場合について説明したが、本開示はこのような場合に限定されるものではない

。例えば、第2工程を先に実施してウエハ200面内において凹形状のSiO層を形成した後に第1工程を実施して、凹形状の膜厚分布を補償するようにウエハ200面内における膜厚分布を調整するようにしてもよい。

[0083] また、上記実施形態では、初期工程においてO₂ガスを用いる場合について説明したが、本開示はこのような場合に限定されるものではない。例えば、初期工程においてもO₂ガスとH₂ガスを用いて初期酸化層を形成してもよい。この場合、処理室201内におけるO₂ガスとH₂ガスの濃度比は80：20～35：65の範囲外の所定の値を用いる。すなわち、酸化レートの低い濃度比領域であって、好ましくは、酸化レートが1 Å/分以下の領域となる濃度比を用いる。

[0084] また、上記実施形態では、初期工程においてO₂ガスを用いる場合について説明したが、本開示はこのような場合に限定されるものではない。好ましくは、酸化レートが1 Å/分以下の領域となる成膜ガスを用いる。例えば、オゾン（O₃）等を用いる場合にも酸化レートを低くすることができ、上述の効果を同様に得ることができる。

[0085] また、上記実施形態では、Si含有膜が形成されたウエハ表面にSiO層を形成する場合について説明したが、本開示はこのような場合に限定されるものではなく、他の金属含有膜が形成されたウエハ表面に酸化層を形成する場合にも同様に本開示を適用可能である。

[0086] また、上記実施形態では、O₂ガス及びH₂ガスをそれぞれ第1ノズル249aと第2ノズル249bから別々に供給する場合について説明したが、本開示はこのような場合に限定されるものではない。例えば、O₂ガス及びH₂ガスの混合ガスを一つのノズルから供給するように構成してもよい。

[0087] また、上記実施形態では、初期工程、第1工程、及び第2工程のいずれにおいても、酸素含有ガスとしてO₂ガスを用いる場合について説明したが、本開示はこのような場合に限定されるものではない。酸素含有ガスとして、O₃ガスやNOガス等の他のガスを用いてもよく、また、それぞれの工程において異なる酸素含有ガスを用いてもよい。

[0088] 以上、本開示の種々の典型的な実施形態を説明してきたが、本開示はそれらの実施形態に限定されず、適宜組み合わせて用いることもできる。

[0089] (7) 実施例

実施例として、図1に示す基板処理装置を用い、図4に示す基板処理工程により、ウエハ表面にSiO膜を形成した。ウエハとしては、表面にパターンが形成されていないベアウエハを用いた。本基板処理工程における初期工程のO₂ガス供給時間は3分、第1工程のH₂ガスとO₂ガス供給時間は27分、第2工程のH₂ガスとO₂ガス供給時間は13分とした。他の各工程における処理条件は、上述の実施形態における処理条件範囲内の所定の条件とした。

[0090] 比較例として、図1に示す基板処理装置を用い、図4に示す基板処理工程のうち第1工程のみを行って、ウエハ表面にSiO膜を形成した。ウエハとしては、実施例と同様にベアウエハを用いた。第1工程のH₂ガスとO₂ガス供給時間は40分とした。他の処理条件は、上述の実施例における所定の条件とした。

[0091] 図9(D)に示されるように、比較例に係るボート上部に載置されたウエハ表面に形成されたSiO膜の面内均一性は+4.62%、図9(E)に示されるように、比較例に係るボート中央部に載置されたウエハ表面に形成されたSiO膜の面内均一性は+3.64%、図9(F)に示されるように、比較例に係るボート下部に載置されたウエハ表面に形成されたSiO膜の面内均一性は+6%であって、ボートの下部領域から上部領域にわたって載置されたウエハ表面に凸形状にSiO膜が形成された。

[0092] それに対して、図9(A)に示されるように、本実施例に係るボート上部に載置されたウエハ表面に形成されたSiO膜の面内均一性は+1.02%、図9(B)に示されるように、本実施例に係るボート中央部に載置されたウエハ表面に形成されたSiO膜の面内均一性は-0.98%、図9(C)に示されるように、本実施例に係るボート下部に載置されたウエハ表面に形成されたSiO膜の面内均一性は-1.70%であって、比較例と比較してボートの下部領域から上部領域にわたって載置されたウエハ表面に形成されるSi

○膜の面内均一性が向上された。

[0093] 以上の結果から、本実施形態に係る基板処理工程を行うことによりウエハ表面に形成される酸化膜の面内均一性が向上することが確認された。

符号の説明

[0094]

1 0	基板処理装置
1 2 1	コントローラ
2 0 0	ウエハ（基板）
2 0 1	処理室