

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5595963号  
(P5595963)

(45) 発行日 平成26年9月24日 (2014. 9. 24)

(24) 登録日 平成26年8月15日 (2014. 8. 15)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/31 (2006. 01)

H O 1 L 21/31 B

C 2 3 C 16/455 (2006. 01)

C 2 3 C 16/455

H O 1 L 21/205 (2006. 01)

H O 1 L 21/205

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-78481 (P2011-78481)  
 (22) 出願日 平成23年3月31日 (2011. 3. 31)  
 (65) 公開番号 特開2012-212819 (P2012-212819A)  
 (43) 公開日 平成24年11月1日 (2012. 11. 1)  
 審査請求日 平成25年9月13日 (2013. 9. 13)

(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1号  
 (74) 代理人 100099944  
 弁理士 高山 宏志  
 (72) 発明者 遠藤 篤史  
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i  
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内  
 (72) 発明者 黒川 昌毅  
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i  
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内  
 (72) 発明者 入宇田 啓樹  
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i  
 zタワー 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】 縦型バッチ式成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の被処理体に対して一括して成膜を行う縦型バッチ式成膜装置であって、  
 複数の被処理体を高さ方向に積み重ねた状態で収容し、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行う処理室と、  
 前記処理室に収容された前記複数の被処理体を加熱する加熱装置と、  
 前記処理室の内部を排気する排気機構と、  
 前記処理室を収容する収容容器と、  
 前記収容容器の内部に、処理に使用されるガスを供給するガス供給機構と、  
 前記処理室の側壁に設けられ、前記処理室と収容容器とを連通させる複数のガス導入孔と、  
 前記処理室内に設けられ、処理に使用されたガスが縦方向に流れる排気通路とを、備え

、  
 前記処理に使用されるガスを、前記複数のガス導入孔を介して、前記処理室の内部に前記複数の被処理体の処理面に対して平行な流れで供給しつつ、前記処理室内に炉内温度傾斜を設定せずに、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行い、

前記被処理体の縁から前記処理室の内壁面までの距離を、前記排気通路以外の部分では距離  $d_1$  とし、前記排気通路の部分では距離  $d_2$  としたとき、 $d_1 < d_2$  に設定し、前記処理に使用されるガスを、前記被処理体の処理面の上方を、この処理面に平行に層流で流すことを特徴とする縦型バッチ式成膜装置。

10

20

## 【請求項 2】

複数の被処理体に対して一括して成膜を行う縦型バッチ式成膜装置であって、  
複数の被処理体を高さ方向に積み重ねた状態で収容し、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行う処理室と、  
前記処理室に収容された前記複数の被処理体を加熱する加熱装置と、  
前記処理室を収容する収容容器と、  
前記収容容器と前記処理室との間の空間の一部に形成され、前記収容容器と前記処理室との間の空間にガス排気室を区画するとともに、前記収容容器の内部にガス拡散室を形成するダクトと、  
前記ガス拡散室に、処理に使用されるガスを供給するガス供給機構と、  
前記ダクトの側壁に設けられたガス供給孔と、  
前記処理室の側壁に設けられ、前記ガス供給孔を介して前記処理室と前記ガス拡散室とを連通させる複数のガス導入孔と、  
前記ガス排気室の内部を排気する排気機構と、  
前記処理室の側壁に設けられ、前記処理室と前記ガス排気室とを連通させる複数のガス排気孔と、備えていることを特徴とする縦型バッチ式成膜装置。

10

## 【請求項 3】

前記ダクトは、前記収容容器に取り外し可能に固定され、前記処理室には固定されていないことを特徴とする請求項 2 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

## 【請求項 4】

前記ダクトは、前記処理室に、クリアランスを介して面していることを特徴とする請求項 3 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

20

## 【請求項 5】

前記クリアランスのコンダクタンスは、前記複数のガス導入孔のコンダクタンスよりも小さいことを特徴とする請求項 4 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

## 【請求項 6】

前記処理に使用されるガスを、前記複数のガス導入孔を介して、前記処理室の内部に前記複数の被処理体の処理面に対して平行な流れで供給しつつ、前記処理室内に炉内温度傾斜を設定せずに、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行うことを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の縦型バッチ式成膜装置。

30

## 【請求項 7】

前記加熱装置は、前記処理室の内部をゾーンごとに加熱する複数の加熱体を備え、  
前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行う際、前記複数の加熱体それぞれに設定される設定温度を、全て同じ温度にすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 6 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

## 【請求項 8】

前記複数の加熱体の温度ばらつき  $T$  は、 $\pm 7$   $T$  の範囲に抑えられることを特徴とする請求項 7 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

## 【請求項 9】

前記複数の被処理体に対する一括した成膜が、  
(1) 前記被処理体上に第 1 の膜を形成し、  
(2) 前記第 1 の膜上に、この第 1 の膜と異なる第 2 の膜を形成し、  
(3) 前記 (1) の手順と前記 (2) の手順とを繰り返す、前記複数の被処理体上に、前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜が複数積層された積層膜を成膜するものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の縦型バッチ式成膜装置。

40

## 【請求項 10】

前記複数の被処理体が半導体ウエハであり、  
前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜の一方がシリコン酸化物膜又はノンドープアモルファスシリコン膜であり、  
前記第 1 の膜及び前記第 2 の膜の他方がシリコン窒化物膜又はドープアモルファスシ

50

リコン膜であることを特徴とする請求項 9 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

【請求項 11】

前記第 1 の膜の成膜温度と前記第 2 の膜の成膜温度とを、同一温度とすることを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の縦型バッチ式成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、縦型バッチ式成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の半導体ウエハに一括して膜を成膜するバッチ型成膜装置としては、縦型バッチ式成膜装置が知られている（特許文献 1）。縦型バッチ式成膜装置では、半導体ウエハを、縦型ウエハポートに高さ方向に積み重ね、縦型ウエハポートごと処理室内に収容する。

【0003】

成膜に使用される成膜ガスは、処理室の下方から供給され、処理室の上方から排気する。このため、成膜ガスは、処理室の下方から上方に進むにつれて消費が進み、縦型ウエハポートの上段に積まれた半導体ウエハに届く成膜ガスが少なくなる、という事情がある。このままでは、縦型ウエハポートの上段に積まれた半導体ウエハへの成膜量と、下段に積まれた半導体ウエハへの成膜量とにバラツキを生じてしまう。

【0004】

このような成膜量のバラツキを抑制するために、処理室の内部に、処理室の下方では温度が低く、反対に上方では温度が高くなるような炉内温度傾斜が設定されるように、ヒータを制御し、縦型ウエハポートの上段に積まれた半導体ウエハに対しては、成膜がより促進されるように工夫している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 8 - 115883 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このように、縦型バッチ式成膜装置では、成膜をするごとに、処理室の内部に、炉内温度傾斜を設定しなければならない。また、処理室内の温度が、適切な炉内温度傾斜で安定するまでには、相応の温度安定時間が必要である。

【0007】

近時、半導体集積回路装置は高集積化が進展し、トランジスタやメモリセルなどの素子を半導体ウエハ表面から上層に向けて積み上げていく、いわゆる素子の 3 次元化が進んでいる。素子が 3 次元化された半導体集積回路装置においては、例えば、シリコン酸化物膜およびシリコン窒化物膜を何十層にも繰り返し積層した積層構造も見られる。

【0008】

例えば、成膜温度条件が異なる 2 種類以上の CVD 成膜を同一の炉内で連続して複数回繰り返し行おうとすると、各 CVD 成膜の度に最適な炉内温度傾斜を設定するためにヒータを制御する温度設定作業を繰り返し、なおかつ、炉内温度傾斜が安定するまでの温度安定時間を一層ごとにとらなければならない。このため、例えば、シリコン酸化物膜およびシリコン窒化物膜を何十層にも積層した積層構造を形成するには、膨大な時間がかかってしまう。

【0009】

この発明は、処理室内に炉内温度傾斜を設定しなくても、縦型ウエハポートの上段に積まれた半導体ウエハへの成膜量と、下段に積まれた半導体ウエハへの成膜量とのバラツキを抑制することが可能な縦型バッチ式成膜装置を提供する。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

この発明の第1の態様に係る縦型バッチ式成膜装置は、複数の被処理体に対して一括して成膜を行う縦型バッチ式成膜装置であって、複数の被処理体を高さ方向に積み重ねた状態で收容し、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行う処理室と、前記処理室に收容された前記複数の被処理体を加熱する加熱装置と、前記処理室の内部を排気する排気機構と、前記処理室を收容する收容容器と、前記收容容器の内部に、処理に使用されるガスを供給するガス供給機構と、前記処理室の側壁に設けられ、前記処理室と收容容器とを連通させる複数のガス導入孔と、前記処理室内に設けられ、処理に使用されたガスが縦方向に流れる排気通路とを、備え、前記処理に使用されるガスを、前記複数のガス導入孔を介して、前記処理室の内部に前記複数の被処理体の処理面に対して平行な流れで供給しつつ、前記処理室内に炉内温度傾斜を設定せずに、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行い、前記被処理体の縁から前記処理室の内壁面までの距離を、前記排気通路以外の部分では距離d1とし、前記排気通路の部分では距離d2としたとき、距離d1<距離d2に設定し、前記処理に使用されるガスを、前記被処理体の処理面の上方を、この処理面に平行に層流で流す。

10

## 【0012】

この発明の第2の態様に係る縦型バッチ式成膜装置は、複数の被処理体に対して一括して成膜を行う縦型バッチ式成膜装置であって、複数の被処理体を高さ方向に積み重ねた状態で收容し、前記複数の被処理体に対して一括して成膜を行う処理室と、前記処理室に收容された前記複数の被処理体を加熱する加熱装置と、前記処理室を收容する收容容器と、前記收容容器と前記処理室との間の空間の一部に形成され、前記收容容器と前記処理室との間の空間にガス排気室を区画するとともに、前記收容容器の内部にガス拡散室を形成するダクトと、前記ガス拡散室に、処理に使用されるガスを供給するガス供給機構と、前記ダクトの側壁に設けられたガス供給孔と、前記処理室の側壁に設けられ、前記ガス供給孔を介して前記処理室と前記ガス拡散室とを連通させる複数のガス導入孔と、前記ガス排気室の内部を排気する排気機構と、前記処理室の側壁に設けられ、前記処理室と前記ガス排気室とを連通させる複数のガス排気孔と、備えている。

20

## 【発明の効果】

## 【0013】

この発明によれば、処理室内に炉内温度傾斜を設定しなくても、縦型ウエハポートの上段に積まれた半導体ウエハへの成膜量と、下段に積まれた半導体ウエハへの成膜量とのバラツキを抑制することが可能な縦型バッチ式成膜装置を提供できる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】この発明の第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の一例を概略的に示す縦断面図

【図2】図1中の2-2線に沿う水平断面図

【図3】加熱装置の一例を示す縦断面図

【図4】この発明の第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の変形例を概略的に示す水平断面図

40

【図5】この発明の第2の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の一例を概略的に示す縦断面図

【図6】図6中の6-6線に沿う水平断面図

【図7】この発明の第3の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の一例を概略的に示す縦断面図

【図8】図7中の8-8線に沿う水平断面図

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

以下、この発明の実施形態を、図面を参照して説明する。なお、全図にわたり、共通の

50

部分には共通の参照符号を付す。

【 0 0 1 6 】

( 第 1 の実施形態 )

図 1 はこの発明の第 1 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の一例を概略的に示す縦断面図、図 2 は図 1 中の 2 - 2 線に沿う水平断面図である。

【 0 0 1 7 】

図 1 及び図 2 に示すように、縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 a は、下端が開口された円筒形の処理室 1 0 1 と、処理室 1 0 1 を収容する、下端が開口された円筒形の収容容器 1 0 2 とを有している。処理室 1 0 1 及び収容容器 1 0 2 は、例えば、石英により形成されている。収容容器 1 0 2 の下端開口部には、円筒形のマニホールド 1 0 3 がリング等のシール部材 1 0 4 を介して連結されている。マニホールド 1 0 3 は、例えば、ステンレススチールにより形成されている。本例のマニホールド 1 0 3 は、その上端の一部が、処理室 1 0 1 の下端開口部に、リング等のシール部材 1 0 5 を介して連結されている。マニホールド 1 0 3 は、処理室 1 0 1 及び収容容器 1 0 2 の下端を支持する。また、マニホールド 1 0 3 と処理室 1 0 1 との連結部 1 0 3 a は、処理室 1 0 1 の排気通路となる。

【 0 0 1 8 】

マニホールド 1 0 3 の下方からは、被処理体として複数枚、例えば、50 ~ 100 枚の半導体ウエハ、本例では、シリコンウエハ W が、縦型ウエハポート 1 0 6 に支持された状態で挿入される。縦型ウエハポート 1 0 6 は、図示せぬ支持溝が形成された複数本の支柱 1 0 7 を有する。複数のシリコンウエハ W は、図示せぬ支持溝に支持される。また、縦型ウエハポート 1 0 6 は、テーブル 1 0 8 上に、石英製の保温筒 1 0 9 を介して載置される。

【 0 0 1 9 】

テーブル 1 0 8 は、蓋部 1 1 0 を貫通する回転軸 1 1 1 上に支持される。蓋部 1 1 0 は、例えば、ステンレススチールにより形成され、マニホールド 1 0 3 の下端開口部を開閉する。また、蓋部 1 1 0 の回転軸 1 1 1 が貫通する部分には、例えば、磁性流体シール 1 1 2 が設けられている。これにより、回転軸 1 1 1 は、処理室 1 0 1 の内部を気密にシールしつつ回転可能になっている。

【 0 0 2 0 】

蓋部 1 1 0 の周辺部とマニホールド 1 0 3 の下端開口部との間、処理室 1 0 1 の下端開口部との間には、リング等のシール部材 1 1 3 が介設されている。これにより、処理室 1 0 1 及び収容容器 1 0 2 の内部と外界とが気密にシールされる。回転軸 1 1 1 は、ポートエレベータ等の図示せぬ昇降機構に支持されたアーム 1 1 4 の先端部分に取り付けられる。これにより、ウエハポート 1 0 6 及び蓋部 1 1 0 は、一体的に昇降されて処理室 1 0 1 及び収容容器 1 0 2 に対して挿脱される。

【 0 0 2 1 】

縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 a は、収容容器 1 0 2 の内部に、処理に使用されるガスを供給するガス供給機構 1 2 0 を備えている。ガス供給機構 1 2 0 が供給するガスは、成膜される膜の種類に応じて換えられる。例えば、縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 a が、SiO<sub>2</sub> 膜と SiBN 膜とを複数積層させた積層膜を成膜する場合には、ガス供給機構 1 2 0 は、シリコン原料ガス供給源 1 2 1、酸化剤を含むガス供給源 1 2 2、窒化剤を含むガス供給源 1 2 3、ボロン含有ガス供給源 1 2 4、並びに不活性ガス供給源 1 2 5 を含む。シリコン原料ガスの一例はジクロロシラン ( SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> : DCS )、又はテトラエトキシシラン Si ( C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O )<sub>4</sub> : TEOS)、酸化剤を含むガスの一例は酸素 ( O<sub>2</sub> ) ガス、窒化剤を含むガスの一例はアンモニア ( NH<sub>3</sub> )、ボロン含有ガスの一例は三塩化ボロン ( BCl<sub>3</sub> )、並びに不活性ガスの一例は窒素 ( N<sub>2</sub> ) ガスである。不活性ガスは、例えば、パージガスとして使用される。

【 0 0 2 2 】

シリコン原料ガス供給源 1 2 1 は、流量制御器 1 2 6 a 及び開閉弁 1 2 7 a を介して、ガス導入ポート 1 2 8 に接続されている。ガス導入ポート 1 2 8 は、マニホールド 1 0 3

10

20

30

40

50

の側壁を貫通しており、その先端からガスを、収容容器 102 の内部に供給する。

【0023】

以下、同様に、酸化剤を含むガス供給源 122 は流量制御器 126b 及び開閉弁 127b を介して、窒化剤を含むガス供給源 123 は流量制御器 126c 及び開閉弁 127c を介して、ボロン含有ガス供給源 124 は流量制御器 126d 及び開閉弁 127d を介して、不活性ガス供給源 125 は流量制御器 126e 及び開閉弁 127e を介して、それぞれガス導入ポート 128 に接続されている。

【0024】

マニホールド 103 と処理室 101 との連結部 103a には、排気口 129 が取り付けられている。排気口 129 には、真空ポンプ等を含む排気機構 130 が接続される。排気機構 130 は、処理室 101 内を、その下方から排気することで処理に使用したガスの排気、及び処理室 101 内の圧力を処理に応じた処理圧力とする。

【0025】

収容容器 102 の外周には、筒体状の加熱装置 131 が設けられている。加熱装置 131 は、処理室 101 の内部を、収容容器 102 の側壁及び処理室 101 の側壁を介して加熱する。これにより、処理室 101 の内部に供給されたガスを活性化するとともに、処理室 101 内に収容されている被処理体、本例ではシリコンウエハ W を加熱する。

【0026】

縦型バッチ式成膜装置 100a の各構成部の制御は、例えば、マイクロプロセッサ（コンピュータ）からなるコントローラ 150 により行われる。コントローラ 150 には、オペレータが、装置 100a を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、装置 100a の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザインターフェース 151 が接続されている。

【0027】

コントローラ 150 には記憶部 152 が接続されている。記憶部 152 は、装置 100a で実行される各種処理をコントローラ 150 の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて装置 100a の各構成部に処理を実行させるためのプログラム、即ちレシピが格納される。レシピは、例えば、記憶部 152 の中の記憶媒体に記憶される。記憶媒体は、ハードディスクや半導体メモリであってもよいし、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。また、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。レシピは、必要に応じて、ユーザインターフェース 151 からの指示等にて記憶部 152 から読み出され、読み出されたレシピに従った処理をコントローラ 150 が実行することで、装置 100a は、コントローラ 150 の制御のもと、所望の処理を実行する。

【0028】

第 1 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100a は、処理室 101 が、収容容器 102 の内部に収容されている。処理に使用されるガスは、直接に処理室 101 の内部に供給されるのではなく、収容容器 102 の内部に供給される。処理室 101 の側壁には、処理室 101 の内部と収容容器 102 の内部とを連通させる複数のガス導入孔 101a が形成されている。処理に使用されるガスは、複数のガス導入孔 101a を介して、処理室 101 の内部に複数の被処理体、本例ではシリコンウエハ W の処理面に対して平行な流れで供給される。ここで、処理に使用されるガスは、収容容器 102 の内部に、その下方から供給される。しかし、処理に使用されるガスは、収容容器 102 の内部を流れる。このため、処理に使用されるガスは、シリコンウエハ W に接することなく、縦型ウエハポート 106 の上段に積まれたシリコンウエハ W の位置まで届く。従って、縦型ウエハポート 106 の下段から上段まで、処理に使用されるガスの量や成分を均等になるように、シリコンウエハ W に供給することができる。つまり、シリコンウエハ W に供給されるガスの量や成分が、縦型ウエハポート 106 への収容位置でばらついてしまうことを抑制することができる。

【0029】

このように、第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置100aによれば、縦型ウエハポート106への収容位置における、シリコンウエハWへの処理に使用されるガスの供給量や供給成分のばらつきが抑制されることで、処理室101内に炉内温度傾斜を設定しなくても、縦型ウエハポート106の上段に積まれたシリコンウエハWへの成膜量と、下段に積まれたシリコンウエハWへの成膜量とのバラツキを抑制することが可能となる、という利点を得ることができる。

#### 【0030】

そして、処理に使用されるガスを、複数のガス導入孔101aを介して、処理室101の内部に複数の被処理体、本例ではシリコンウエハWの処理面に対して平行な流れで供給しつつ、処理室101内に炉内温度傾斜を設定せずに、複数のシリコンウエハWに対して一括して成膜を行う。これにより、スループット良く成膜プロセスを実施することができる、という利点を得ることができる。

10

#### 【0031】

このような利点は、例えば、

(1) 複数のシリコンウエハW上に第1の膜を形成し、  
(2) 第1の膜上に、この第1の膜と異なる第2の膜を形成し、  
(3) (1)の手順と(2)手順とを繰り返し、複数のシリコンウエハW上に、第1の膜及び第2の膜が複数積層された積層膜を成膜する成膜プロセスにおいて、より良く得ることができる。

#### 【0032】

20

第1の膜の例としては、シリコン酸化物膜、本例では $\text{SiO}_2$ 膜、第2の膜の例としては、シリコン窒化物膜、本例では $\text{SiBN}$ 膜を挙げることができる。

#### 【0033】

また、第1の膜の他例としては、ノンドープアモルファスシリコン膜、第2の膜の他例としては、アクセプタ原子、例えばボロン(B)や、ドナー原子、例えばリン(P)又はヒ素(As)がドーパされたドーパアモルファスシリコン膜を挙げることができる。

#### 【0034】

また、ノンドープアモルファスシリコン膜とドーパアモルファスシリコン膜とが複数積層された積層膜を成膜する場合、ノンドープアモルファスシリコン膜の成膜温度とドーパアモルファスシリコン膜の成膜温度とを、同一温度にすることが可能である。どちらの膜も、基本的にアモルファスシリコン膜であり、このアモルファスシリコン膜に、アクセプタ原子、又はドナー原子をドーパするか否かを变えるだけで良いからである。

30

#### 【0035】

ノンドープアモルファスシリコン膜とドーパアモルファスシリコン膜とを複数積層、例えば10層から100層繰り返して積層した積層膜を成膜する場合、ノンドープアモルファスシリコン膜の成膜温度とドーパアモルファスシリコン膜の成膜温度とを同一温度とすると、成膜温度を変更せずに済むので、スループット良く成膜できる、という利点を得ることができる。

#### 【0036】

もちろん、シリコン酸化物膜、例えば $\text{SiO}_2$ 膜と、シリコン窒化物膜、例えば $\text{SiBN}$ 膜とを、例えば10層から100層繰り返して積層した積層膜を成膜する場合にも、双方の膜の成膜温度を同一とすれば、上記同様の利点を得ることができる。

40

#### 【0037】

次に、炉内温度傾斜を設定しない場合の一例を説明する。

図3は、加熱装置131の一例を示す縦断面図である。

図3に示すように、加熱装置131は、処理室101の内部をゾーンごとに加熱する加熱体131a~131eを備えている。本例では、処理室101の内部が、ボトムゾーン、センター~ボトムゾーン、センターゾーン、トップ~センターゾーン、及びトップゾーンの5つのゾーンに分割され、加熱体131a~131eはそれぞれ、各ゾーンを加熱する。

50

## 【0038】

処理室101内に炉内温度傾斜を設定しない場合には、加熱体131a～131eそれぞれに設定される設定温度を、全て同じ温度にすれば良い。例えば、センターゾーンを加熱する加熱体131cの温度を760に設定した場合には、ボトムゾーンを加熱する加熱体131a、センター～ボトムゾーンを加熱する加熱体131b、トップ～センターゾーンを加熱する加熱体131d、及びトップゾーンを加熱する加熱体131eの温度も、それぞれ760に設定する。

## 【0039】

ちなみに、処理室101内に炉内温度傾斜を設定する、例えば、センターゾーンを加熱する加熱体131cの温度を760に設定し、炉内温度傾斜として30を設定する一例を述べておくと、加熱体131aの温度は744.5、加熱体131bの温度は749.2、加熱体131d温度は771.5、及び加熱体131eの温度は774.5、となる。

## 【0040】

また、加熱体131a～131eそれぞれに同じ設定温度を設定したとしても、実際には加熱体131a～131eには温度ばらつきTがある。実使用上、許容できる加熱体の温度ばらつきTは、本例のように処理室101の内部を5つのゾーンに分割した場合、ボトムゾーンに対応する加熱体131aからトップゾーンに対応する加熱体131eまでの間で±5以下(±5T)の範囲である。

## 【0041】

同様に、処理室101の内部を、例えば、7つのゾーンに分割した場合には、温度ばらつきTは、ボトムゾーンに対応する加熱体からトップゾーンに対応する加熱体までの間で±7以下(±7T)の範囲に抑えられることが、実使用上良い。

## 【0042】

つまり、許容できる加熱体の温度ばらつきTとしては、ボトムゾーンに対応する加熱体からトップゾーンに対応する加熱体までの間で“±7T”、より好ましくは“±5T”の範囲となる。

## 【0043】

このように、第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置100aによれば、処理室101部に炉内温度傾斜を設定せずに成膜するので、処理室101内に炉内温度傾斜を設定するために加熱装置131を制御する温度設定作業を繰り返したり、炉内温度傾斜が安定するまでの温度安定時間を一層ごとにとったりする必要がない。

## 【0044】

このため、例えば、2種類以上の異なる膜が、何十層、例えば10層から100層繰り返し積層された積層膜を成膜する場合に、スループットを向上できる、という利点を得ることができる。

## 【0045】

このため、第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置100aは、素子が3次元化された半導体集積回路装置に内在する構造の成膜プロセスへの適用に有利である。

## 【0046】

(変形例)

図4はこの発明の第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の変形例を概略的に示す水平断面図である。

## 【0047】

第1の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置100aは、処理に使用されるガスを、処理室101内に、被処理体、例えばシリコンウエハWの処理面に対して平行な流れ(水平方向の流れ)で供給し、処理に使用されたガスを、処理室101の下方から排気する。即ち、処理に使用されたガスは方向変換されて、例えばシリコンウエハWの処理面に対して交差する方向、例えば、縦方向に流れて排気される。

## 【0048】



処理室 101 の内部には、処理に使用されたガスが縦方向に流れる、いわば排気通路となる部分が生じるが、この排気通路となる部分のコンダクタンスが小さいと、処理に使用されたガスが排気され難くなる、ということも想定される。

【0049】

もしも、処理に使用されたガスが排気され難くなった場合には、処理に使用されるガスが、例えばシリコンウエハWの処理面の上方でよどみ、シリコンウエハWの処理面の上方において、処理に使用されるガスの量や成分にムラが生じ、成膜量の面内均一性に影響を及ぼすことも考えられる。

【0050】

このような事情を解消したい場合には、処理室 101 内において、縦方向にガスが流れる排気通路のコンダクタンスを大きくすると良い。排気通路のコンダクタンスを大きくするためには、例えば、図 4 に示すように、縦方向にガスが流れる排気通路 132 の管径を太くすると良い。管径を太くするには、シリコンウエハWの縁から処理室 101 の内壁面までの距離を、排気通路 132 以外の部分では距離 “ $d_1$ ” とし、排気通路 132 の部分では距離 “ $d_2$ ” としたとき、“ $d_1 < d_2$ ” に設定すれば良い。

【0051】

このような変形例によれば、排気通路 132 のコンダクタンスを、図 2 に示した構造に比較してより大きくすることができるので、処理に使用されたガスがより排気されやすくなる。このため、処理に使用されるガスが、被処理体、例えばシリコンウエハWの処理面の上方でよどむことを解消することができる。よって、処理に使用されるガスが、例えばシリコンウエハWの処理面の上方を、この処理面に平行に層流で流れるようになり、成膜量の面内均一性が、より向上する、という利点を得ることができる。

【0052】

(第2の実施形態)

図 5 はこの発明の第 2 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の一例を概略的に示す縦断面図、図 6 は図 5 中の 6 - 6 線に沿う水平断面図である。

【0053】

図 5 及び図 6 に示すように、第 2 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100b が、第 1 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100a と、特に、異なるところは、

- (1) 収容容器 102 の内部に設けられ、収容容器 102 の内部を、ガス拡散室 102a とガス排気室 102b とに区分する隔壁 133 を備えていること
- (2) 処理室 101 の側壁に、処理室 101 の内部とガス拡散室 102a の内部とを連通させる複数のガス導入孔 101b が設けられていること
- (3) 同じく処理室 101 の側壁に、処理室 101 の内部とガス排気室 102b の内部とを連通させる複数のガス排気孔 101c が設けられていること
- (4) 排気口 129 がガス排気室 102b に接続され、排気機構 130 がガス排気室 102b を排気すること

である。その他の構成は、第 1 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100a と同様であるので、その説明は省略する。

【0054】

このような第 2 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100b においても、処理室 101 が、収容容器 102 の内部に収容されているので、処理に使用されるガスは、直接に処理室 101 の内部に供給されずに、収容容器 102 に設けられたガス拡散室 102a の内部に供給される。このため、処理に使用されるガスが、ガス拡散室 102a の下方から供給されたとしても、処理に使用されるガスは、シリコンウエハWに接することなく、縦型ウエハポート 106 の上段に積まれたシリコンウエハWの位置まで届く。

【0055】

さらに、処理に使用されるガスは、処理室 101 の側壁に設けられた複数のガス導入孔 101b を介して、処理室 101 の内部において、複数の被処理体、例えば、シリコンウエハWの処理面に対して平行な流れで供給される。

## 【 0 0 5 6 】

従って、第 2 の実施形態においても、第 1 の実施形態と同様の利点を得ることができる。

## 【 0 0 5 7 】

さらに、第 2 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 b によれば、処理室 1 0 1 に供給されたガスを、処理室 1 0 1 の側壁に設けられた複数のガス排気孔 1 0 1 c を介して、ガス排気室 1 0 2 b に排気する。このため、一旦、被処理体に接触し、被処理体と反応したガスを、複数の被処理体の処理面に対して平行な流れで排気することができる。つまり、供給から排気までの流れを複数の被処理体の処理面に対して平行にでき、処理に使用されるガスが被処理体に接触する時間を、縦型ウエハポート 1 0 6 の下段から上段まで、均一にすることが可能となる。

10

## 【 0 0 5 8 】

このように、第 2 の実施形態によれば、さらに、処理に使用されるガスとシリコンウエハ W との接触時間をも、縦型ウエハポート 1 0 6 への収容位置に関わらずに均一にできるので、縦型ウエハポート 1 0 6 の上段に積まれたシリコンウエハ W への成膜量と、下段に積まれたシリコンウエハ W への成膜量とのバラツキを、さらに抑制することが可能となる、という利点を得ることができる。

## 【 0 0 5 9 】

( 第 3 の実施形態 )

図 7 はこの発明の第 3 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置の一例を概略的に示す縦断面図、図 8 は図 7 中の 8 - 8 線に沿う水平断面図である。

20

## 【 0 0 6 0 】

図 7 及び図 8 に示すように、第 3 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 c が、第 2 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 b と、特に、異なるところは、収容容器 1 0 2 の内部をガス拡散室 1 0 2 a とガス排気室 1 0 2 b とに区分する隔壁 1 3 3 の代わりに、収容容器 1 0 2 の内部にガス拡散室 1 0 2 a を形成するダクト 1 3 4 が設けられていることである。その他の構成は、第 2 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 1 0 0 b と同様であるので、その説明は省略する。

## 【 0 0 6 1 】

ダクト 1 3 4 の側壁には、処理室 1 0 1 の側壁に形成されたガス導入孔 1 0 1 b に対応したガス供給孔 1 3 4 a が設けられている。ダクト 1 3 4 は、収容容器 1 0 2 には、例えば、取り外し可能に固定されるが、処理室 1 0 1 とは固定されない。ダクト 1 3 4 は、例えば、わずかな隙間 ( クリアランス 1 3 5 ) を介して処理室 1 0 1 に面している。ダクト 1 3 4 と処理室 1 0 1 との間にクリアランス 1 3 5 を設けておくことで、ダクト 1 3 4 と処理室 1 0 1 とが互いに擦れ合うことがない。このため、パーティクルの発生を抑制することができる。また、クリアランス 1 3 5 のコンダクタンスを、処理室 1 0 1 の側壁に設けられたガス導入孔 1 0 1 b のコンダクタンスよりも小さくしておけば、ダクト 1 3 4 のガス供給孔 1 3 4 a から供給されるガスが、クリアランス 1 3 5 を介して漏出することを抑制することができる。

30

## 【 0 0 6 2 】

また、ダクト 1 3 4 は、処理室 1 0 1 と収容容器 1 0 2 との間の空間の全体に形成せず、この空間の一部に形成する。これにより、処理室 1 0 1 と収容容器 1 0 2 との間の空間で、ダクト 1 3 4 が無い部分には、ガス排気室 1 0 2 b を区画することができる。このようなダクト 1 3 4 の水平断面形状は、処理室 1 0 1 及び処理容器 1 0 2 の水平断面形状が円形である場合、完全なリング形ではなく、セミリング形となる。本例では、円筒形の収容容器 1 0 2 を二分する部分、いわゆる直径部まで形成され、収容容器 1 0 2 の半径  $r$  とほぼ同じの径を持つハーフリング形となっている。

40

## 【 0 0 6 3 】

このように、ダクト 1 3 4 を、例えば、収容容器 1 0 2 の半径  $r$  とほぼ同じの径を持つハーフリング形とすることで、ガス拡散室 1 0 2 a の容積を大きく保つことができる。ガ

50

ス拡散室 102a の容積を大きく保つことで、ガス拡散室 102a の内壁に、例えば、処理に使用されるガスに由来した堆積物が付着したとしても、コンダクタンスがほとんど変化しなくなる、という利点を得ることができる。

【0064】

例えば、一般的なガスノズルを考える。ガスノズルは管径が細いため、その内壁に堆積物の付着量が増えるにつれ、ガスノズルのコンダクタンスがだんだんと小さくなっていく。このため、処理に使用されるガスの流量を、流量制御器を用いて精度よく制御したとしても、実際に吐出されるガスの量は、経時的に変化している。

【0065】

このようなガスの吐出量の経時的な変化は、ガス拡散室 102a の容積を大きく保ち、堆積物の付着によるコンダクタンスの変化量をごく小さい値に抑えることで解消することができる。

10

【0066】

なお、この利点については、第 1、第 2 の実施形態においても得られている。第 1 の実施形態では処理室 101 と収容容器 102 との間に形成された、処理に使用されるガスが供給される空間の容積が大きいため、また、第 2 の実施形態では、隔壁 133 によって区分されたガス拡散室 102a の容積が、本第 3 の実施形態と同様に大きいためである。

【0067】

さらに、第 3 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100c によれば、ダクト 134 は収容容器 102 に、取り外し可能に固定され、処理室 101 には固定されない。このため、第 2 の実施形態に比較してメンテナンスがしやすい、という利点を得ることができる。

20

【0068】

例えば、隔壁 133 が処理室 101 に固定されていると、成膜装置 100b を分解してメンテナンスする際、隔壁 133 の取り外し作業に手間がかかる。例えば、固定部分が、作業者にとっては狭い空間の内側にあるためである。

【0069】

この点、第 3 の実施形態によれば、ダクト 134 が処理室 101 に固定されていないので、処理室 101 を収容容器 102 から取り外すだけで、処理室 101 とダクト 134 とを分離することができる。さらに、収容容器 102 から処理室 101 が取り外されれば、収容容器 102 の内側には作業者にとって十分な空間が得られる。このため、ダクト 134 は、収容容器 102 から容易に取り外すことができる。

30

【0070】

このような第 3 の実施形態に係る縦型バッチ式成膜装置 100c によれば、第 1、第 2 の実施形態と同様な利点を得られるとともに、第 2 の実施形態に比較して、メンテナンスがしやすい、という利点をさらに得ることができる。

【0071】

以上、この発明を実施形態に従って説明したが、この発明は、上記実施形態に限定されることは無く、種々変形可能である。

【0072】

例えば、上記実施形態では、SiO<sub>2</sub> 膜と SiBN 膜や、ノンドープアモルファスシリコン膜とドープアモルファスシリコン膜とを複数積層した積層膜を形成することが可能な縦型バッチ式成膜装置を例示したが、膜については、これらの膜に限られるものではなく、成膜可能な膜であれば、いかなる膜の積層膜であっても良い。もちろん、SiO<sub>2</sub> 膜、SiBN 膜、ノンドープアモルファスシリコン膜、及びドープアモルファスシリコン膜を、様々に組み合わせて積層膜を成膜することも可能である。

40

【0073】

また、基板としては、半導体ウエハ、例えば、シリコンウエハに限定されるものでもなく、本発明は、LCD ガラス基板等の他の基板にも適用することが可能である。

その他、この発明はその要旨を逸脱しない範囲で様々に変形することができる。

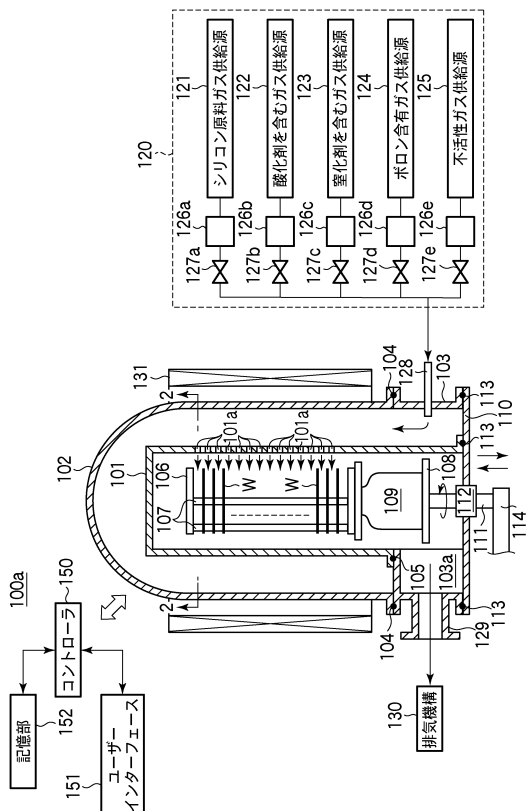
50

## 【符号の説明】

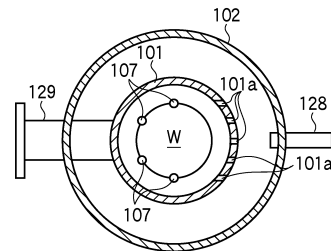
## 【 0 0 7 4 】

W...シリコンウエハ、101...処理室、101a...ガス導入孔、101b...ガス導入孔、101c...ガス排気孔、102...収容容器、102a...ガス拡散室、102b...ガス排気室、120...ガス供給機構、130...排気機構、131...加熱装置、132...排気通路、133...隔壁、134...ダクト、135...クリアランス。

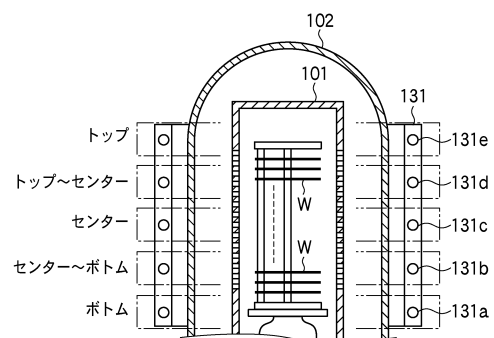
【図1】



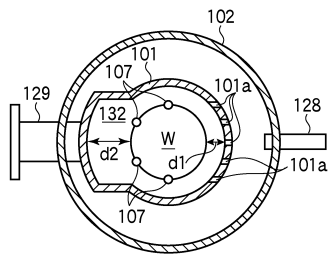
【図2】



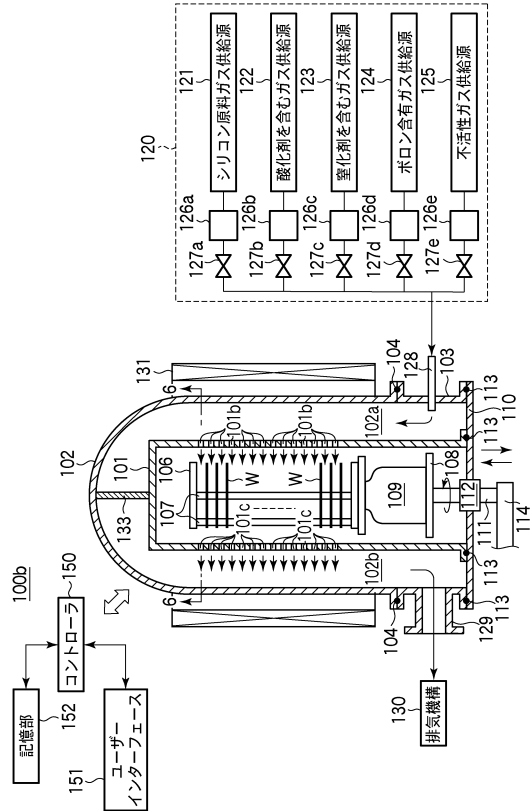
【図3】



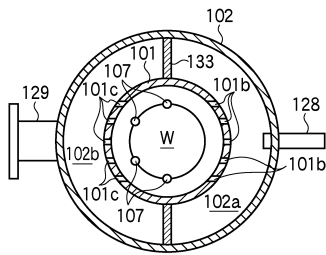
【図 4】



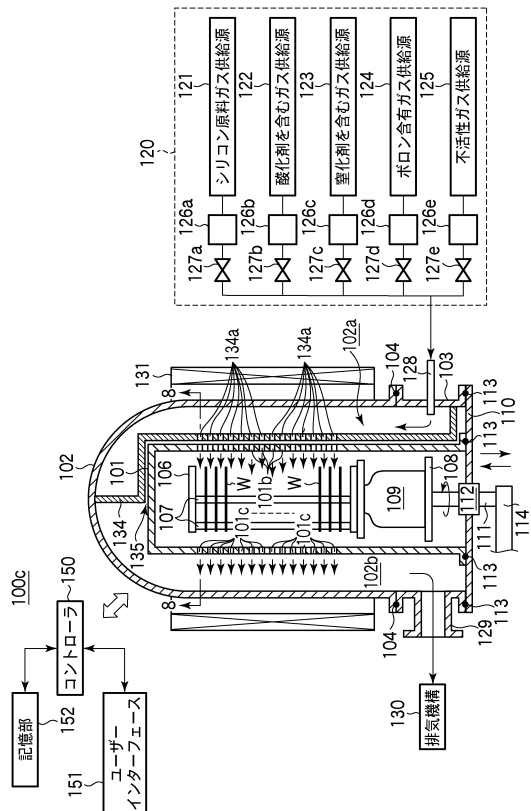
【図 5】



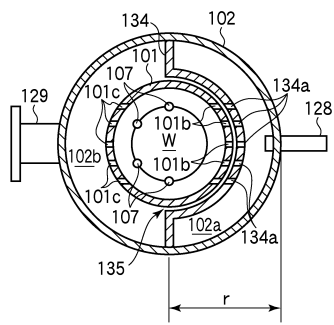
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

審査官 正山 旭

(56)参考文献 特開平07-058030(JP,A)  
特開平05-347257(JP,A)  
特開平06-196428(JP,A)  
特開平06-005533(JP,A)  
実開平01-089732(JP,U)  
特開2000-174007(JP,A)  
特開平08-115883(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/31  
C23C 16/455  
H01L 21/205