

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4210041号  
(P4210041)

(45) 発行日 平成21年1月14日(2009.1.14)

(24) 登録日 平成20年10月31日(2008.10.31)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31 E
C 2 3 C 16/46 (2006.01)	C 2 3 C 16/46
GO 1 K 7/02 (2006.01)	GO 1 K 7/02 A
HO 1 L 21/22 (2006.01)	HO 1 L 21/22 5 O 1 N
	HO 1 L 21/22 5 1 1 Q

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-100032 (P2001-100032)	(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
(22) 出願日	平成13年3月30日(2001.3.30)	(74) 代理人	100078754 弁理士 大井 正彦
(65) 公開番号	特開2002-299335 (P2002-299335A)	(72) 発明者	牧谷 敏幸 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
(43) 公開日	平成14年10月11日(2002.10.11)	(72) 発明者	齋藤 孝規 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
審査請求日	平成17年10月14日(2005.10.14)	(72) 発明者	アイクマン 香留樹 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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理容器内に配置された被処理体を加熱手段によって加熱することにより所定の熱処理を行う熱処理装置において、

前記加熱手段を制御するための温度データを検出する温度検出器を処理容器内に備えてなり、

温度検出器は、保護管と、この保護管内に配設された熱電対とにより構成されており、少なくとも当該熱電対を構成する金属素線の結合部の表面に、反射防止機能を有する膜が形成されている熱処理装置であって、

熱電対の金属素線は、白金と白金ロジウム合金とよりなり、

反射防止機能を有する膜は、多層膜よりなり、その厚み方向に対してシリコンナイトライド層とシリコン層とがこの順序で交互に積層されてなるものであることを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】

複数の被処理体が高さ方向に所定間隔で載置された被処理体保持具を処理容器内に収容し、この処理容器において上下方向に区分された複数の加熱領域の各々について温度制御が可能とされた加熱手段によって被処理体を加熱することにより、所定の熱処理を行う熱処理装置において、

前記加熱手段を制御するための温度データを検出する温度検出器を処理容器内に備えてなり、

温度検出器は、処理容器内において上方に伸びるよう配置された保護管と、この保護管内において、前記加熱領域の各々に対応する位置に配置された複数の熱電対とにより構成され、少なくとも当該熱電対を構成する金属素線の結合部の表面に、反射防止機能を有する膜が形成されている熱処理装置であって、

熱電対の金属素線は、白金と白金ロジウム合金とよりなり、

反射防止機能を有する膜は、多層膜よりなり、その厚み方向に対してシリコンナイトライド層とシリコン層とがこの順序で交互に積層されてなるものであることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 3】

反射防止機能を有する膜におけるシリコン層は、リンがドーブされたものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の熱処理装置。

10

【請求項 4】

表面に膜が形成された部分における、0.5 ~ 5 μm の波長領域のすべての光線に対する反射率が 80 % 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱処理装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

例えば、半導体デバイスの製造プロセスにおいては、被処理体としての半導体ウエハに対して、酸化、拡散、成膜などの処理を行うために、各種の熱処理装置が用いられており、例えば複数の被処理体の熱処理を一度に行うことができるバッチ式の縦型熱処理装置が知られている。

【0003】

このような縦型熱処理装置においては、複数の被処理体が上下方向に所定間隔で多段に載置された被処理体保持具を処理容器内に収容し、この処理容器の周囲に設けられた筒状ヒータによって、処理容器内に設けられた温度検出器により検出された温度データに基づいて制御された発熱量で加熱することにより、被処理体について所定の熱処理が行われる。

30

【0004】

半導体ウエハに対して熱処理を行うに際しては、均一な膜質及び特性の良好な成膜等を達成するために、各半導体ウエハの面内の温度の均一性が高いことに加え、互いに異なる高さ位置に載置されている半導体ウエハ間での温度の均一性が高いことが要求されており、このような要求に対して、処理容器内を上下方向に複数の加熱領域（ゾーン）に区分し、各々の加熱領域に応じた発熱量で加熱することにより、被処理体の熱処理がなされている。

【0005】

上記のような熱処理装置においては、温度検出器は、例えば石英ガラスよりなり、処理容器内を上方に伸びる直管状の保護管と、この保護管内において処理容器の各々の加熱領域に対応する位置に配設された熱電対とにより構成されており、これにより、処理容器内の各々の加熱領域に対応した位置の温度が検出され、検出された温度データに基づいて加熱手段の発熱量が調整される。

40

図 6 に示すように、熱電対 60 は、例えば、白金よりなる金属素線 61A と、白金ロジウム合金よりなる金属素線 61B とが組み合わされてなり、各々の金属素線 61A、61B には、例えばアルミナセラミックスよりなるスリーブ状の絶縁部材 62A、62B が、金属素線 61A、61B が挿通された状態で設けられている。

そして、金属素線 61A、61B は、リード線として保護管 65 内を伸びて外部に導かれ、制御装置に接続されている。

【0006】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

而して、上記の縦型熱処理装置においては、被処理体である半導体ウエハと温度検出器における熱電対60との昇温特性とが互いに異なり、熱電対60の温度の立ち上がり特性が半導体ウエハより緩慢であるため、実際に温度検出器により検出される温度と半導体ウエハの温度との間には不可避免的に誤差が生じ、その結果、加熱手段の温度制御を高い精度で行うことが困難であり、結局、被処理体について所望の熱処理を急速に行うことができない、という問題がある。

## 【0007】

以上の原因を究明したところ、熱電対60における白金素線61Aおよび白金ロジウム合金素線61Bはその表面が金属光沢を有しており、被処理体から放射される放射光に対する反射率が高く熱放射率が小さく、しかも各々の金属素線61A、61Bに設けられた絶縁部材62A、62Bにより熱電対60自体の熱容量が大きくなるため、温度の立ち上がり特性が被処理体のものに比して緩慢になり、応答性が遅くなることが判明した。

10

## 【0008】

そこで、熱電対自体の反射率（熱放射率）を改善することにより、被処理体よりの放射光に対する応答性が改善されることを見出し、本発明の完成に至ったものであり、その目的は、被処理体の温度を高い忠実度で検出することができ、従って、被処理体について、所望の熱処理を急速に行うことができる熱処理装置を提供することにある。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の熱処理装置は、処理容器内に配置された被処理体を加熱手段によって加熱することにより所定の熱処理を行う熱処理装置において、

20

前記加熱手段を制御するための温度データを検出する温度検出器を処理容器内に備えてなり、

温度検出器は、保護管と、この保護管内に配設された熱電対とにより構成されており、少なくとも当該熱電対を構成する金属素線の結合部の表面に、反射防止機能を有する膜が形成されている熱処理装置であって、

熱電対の金属素線は、白金と白金ロジウム合金とよりなり、

反射防止機能を有する膜は、多層膜よりなり、その厚み方向に対してシリコンナイトライド層とシリコン層とがこの順序で交互に積層されてなるものであることを特徴とする。

30

## 【0010】

本発明の熱処理装置は、複数の被処理体が高さ方向に所定間隔で載置された被処理体保持具を処理容器内に收容し、この処理容器において上下方向に区分された複数の加熱領域の各々について温度制御が可能とされた加熱手段によって被処理体を加熱することにより、所定の熱処理を行う熱処理装置において、

前記加熱手段を制御するための温度データを検出する温度検出器を処理容器内に備えてなり、

温度検出器は、処理容器内において上方に伸びるよう配置された保護管と、この保護管内において、前記加熱領域の各々に対応する位置に配設された複数の熱電対とにより構成され、少なくとも当該熱電対を構成する金属素線の結合部の表面に、反射防止機能を有する膜が形成されている熱処理装置であって、

40

熱電対の金属素線は、白金と白金ロジウム合金とよりなり、

反射防止機能を有する膜は、多層膜よりなり、その厚み方向に対してシリコンナイトライド層とシリコン層とがこの順序で交互に積層されてなるものであることを特徴とする。

## 【0011】

本発明の熱処理装置においては、反射防止機能を有する膜におけるシリコン層は、リンがドーブされたものであってもよい。

また、本発明の熱処理装置においては、表面に膜が形成された部分における、0.5～5 μmの波長領域のすべての光線に対する反射率が80%以下であることが好ましい。

## 【0012】

50

**【作用】**

本発明の熱処理装置によれば、温度検出器における熱電対を、その受熱部が被処理体よりの放射光に対する反射率が小さくて熱放射率が高く、しかもそれ自体の熱容量を小さいものとするので、当該熱電対の応答性を高くすることができ、その結果、被処理体の温度を高い忠実度で検出することができ、従って、加熱手段の制御を急速に行うことができる。

**【0013】**

本発明の熱処理装置によれば、温度検出器における各々の熱電対によって、複数に区分された処理容器内の加熱領域の各々に対応した位置に載置された被処理体について、高い忠実度で温度検出を行うことができ、従って、処理容器内の各々の加熱領域に対する加熱手段の発熱量分布を正確に制御することができ、その結果、各々の被処理体の平面内だけでなく、互いに異なる高さ位置に載置された被処理体間に対しても、実質的に均一に、しかも所期の温度状態において、熱処理を行うことができる。

10

**【0014】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明について、図面を参照しながら、CVD法により被処理体に対して成膜処理を行うための縦型熱処理装置を例に挙げて説明する。

図1は、本発明の縦型熱処理装置の一例における構成の概略を示す説明用断面図である。この縦型熱処理装置においては、高さ方向（図1において、上下方向）に伸びるよう配置された、上端が開放されている直管状の内管11Aと、その周囲に所定の間隔を隔てて同心状に配置された、上端が閉塞されている外管11Bとからなる二重管構造を有する処理容器（プロセスチューブ）11を備えており、処理容器11の下方空間は、後述する被処理体保持具としてのウエハポート17に対して、被処理体である半導体ウエハの移載等が行われるローディングエリアLとされている。

20

そして、内管11Aおよび外管11Bは、いずれも耐熱性および耐食性に優れた材料、例えば高純度の石英ガラスにより形成されている。

**【0015】**

この処理容器11における外管11Bの下端部には、上端にフランジ部分12Aを有する短円筒状のマニホールド12が設けられており、当該フランジ部分12Aには、例えばOリングなどのシール手段（図示せず）を介して外管11Bの下端部に設けられた下端フランジ部分111がフランジ押え13によって接合されて、処理容器11の外管11Bが固定された状態とされている。

30

処理容器11における内管11Aは、外管11Bの下端面より下方に延出して、マニホールド12内に挿入された状態で、このマニホールド12の内面に設けられた環状の内管支持部14により支持されている。

**【0016】**

この縦型熱処理装置の処理容器11の縦断面において、マニホールド12の一方の側壁には、処理容器11内に処理ガスや不活性ガスを導入するためのガス供給配管15が、当該マニホールド12の側壁を気密に貫通して、内管11A内を上方に伸びるよう設けられており、このガス供給配管15には、図示しないガス供給源が接続されている。

40

また、マニホールド12の他方の側壁には、処理容器11内を排気する排気部16が設けられており、この排気部16には、例えば真空ポンプおよび圧力制御機構を有する排気機構（図示せず）が接続され、これにより、処理容器11内が所定の圧力に制御される。

**【0017】**

処理容器11の下方には、上下方向に駆動されて被処理体保持具であるウエハポート17を処理容器11内に搬入、搬出する昇降機構21が設けられており、この昇降機構21は、処理容器11の下端開口11Cを開閉する円板状の蓋体20を備えている。

ウエハポート17は、例えば高純度の石英ガラスよりなり、複数枚例えば100～150枚程度の半導体ウエハが上下に所定間隔（ピッチ）、例えば5.2～20.8mmで多段に載置される。

50

## 【 0 0 1 8 】

昇降機構 2 1 における蓋体 2 0 には、処理容器 1 1 と平行に上方に伸びる柱状の支持部材 2 2 が蓋体 2 0 を貫通する状態で設けられており、この支持部材 2 2 には、その上部にウエハポート 1 7 が載置される円板状のポートサポート 2 2 A が一体に設けられていると共に、蓋体 2 0 の下部に設けられた回転駆動手段 2 3 に接続されている。

また、蓋体 2 0 の上部には、例えば石英よりなる保温筒 2 4 が、支持部材 2 2 が挿通された状態で設けられている。

## 【 0 0 1 9 】

処理容器 1 1 の外側には、処理容器 1 1 内に收容された半導体ウエハを所定の処理温度に加熱するための加熱手段としての筒状ヒータ 3 0 が処理容器 1 1 の周囲を取り囲む状態で設置されている。

10

筒状ヒータ 3 0 には、線状の抵抗発熱体が内面に螺旋状または蛇行状に配設された円筒状の断熱材（図示せず）が設けられており、この抵抗発熱体は、後述する温度検出器 4 0 により検出された半導体ウエハの温度データに基づいて、当該半導体ウエハが予め設定された温度状態となるよう供給すべき電力の大きさを制御する制御部 3 1 に接続されている。

## 【 0 0 2 0 】

この筒状ヒータ 3 0 は、処理容器 1 1 内を高さ方向に複数、図示の例では 4 つの加熱領域（ゾーン）Z 1 ~ Z 4 に分けて、各々の加熱領域について独立して温度制御が可能な状態、すなわちゾーン制御が可能な状態とされている。

## 【 0 0 2 1 】

20

処理容器 1 1 の上方には、処理容器 1 1 内におけるウエハポート 1 7 と対向する状態で筒状ヒータ 3 0 の上端面と平行に配置された面状ヒータ 3 2 が設けられており、これにより、処理容器 1 1 の上方からの放熱が有効に防止され、半導体ウエハをその面内において高い均一性で加熱処理することができる。

面状ヒータ 3 2 は、例えば線状の抵抗発熱体が板状の基材上に配線されてなり、この抵抗発熱体は、制御部 3 1 に接続されている。

## 【 0 0 2 2 】

この縦型熱処理装置の処理容器 1 1 内においては、温度検出器 4 0 が配置されており、この温度検出器 4 0 により検出された温度データに基づいて筒状ヒータ 3 0 および面状ヒータ 3 2 の発熱量の大きさが制御される。

30

具体的には、温度検出器 4 0 は、マニホールド 1 2 の他方の壁面を気密に貫通する状態で、処理容器 1 1 内における所定の位置に收容されたウエハポート 1 7 と内管 1 1 B との間に形成される略環状の空間内を、内管 1 1 B と平行に高さ方向に伸びるよう配置されており、内管 1 1 B の上端面から延出する先端部分が、処理容器 1 1 の中心位置に向かってウエハポート 1 7 に保持された半導体ウエハと平行に伸びる状態とされている。

## 【 0 0 2 3 】

この温度検出器 4 0 は、図 2 にも示すように、例えば透明石英ガラスよりなる保護管 4 1 と、この保護管 4 1 内において、面状ヒータ 3 2 による加熱領域に対応する位置（例えば面状ヒータ 3 2 の中心位置に相当する位置）および筒状ヒータ 3 1 による各々の加熱領域 Z 1 ~ Z 4 に対応する位置に配設された複数（この実施例においては合計 5 つ）の熱電対 4 2 とにより構成されている。

40

## 【 0 0 2 4 】

保護管 4 1 は、全体が略 L 字状であって、上方に伸びる直管状の第 1 の温度検知部 4 1 A と、この第 1 の温度検知部 4 1 A の上端に連続して当該第 1 の温度検知部 4 1 A の管軸に直交する水平方向（図 2 において右方向）に伸びる第 2 の温度検知部 4 1 B とからなり、第 1 の温度検知部 4 1 A の下端に連続して水平方向に伸びる基端側部分 4 1 C は、処理容器 1 1 内に配置されるときに、マニホールド 1 2 の他方の側壁を気密に貫通して処理容器 1 1 の外部に突出するよう、第 2 の温度検知部 4 1 B が伸びる方向とは逆方向（図 2 において左方）に伸びる状態とされている。

## 【 0 0 2 5 】

50

保護管 4 1 は、その先端部分、すなわち第 2 の温度検知部 4 1 B の先端部分が閉じた状態とされていると共に、その基端側部分 4 1 C が例えば接着剤などの封止材 4 5 により封止されており、この封止部を介して、熱電対 4 2 の金属素線 4 3 が外部に引き出されている。そして、熱電対 4 2 の金属素線 4 3 は、補償導線を介して制御部 3 1 の入力端子に接続されている。

保護管 4 1 の基端側部分 4 1 C は、気密に封止されていてもよく、また、保護管 4 1 内には、熱電対 4 2 の酸化を防止するために、例えば窒素ガス (N<sub>2</sub> ガス) などの不活性ガスが充填された構成とすることができる。

#### 【 0 0 2 6 】

熱電対 4 2 の金属素線 4 3 は、その素線径が例えば 0 . 3 mm である、例えば白金 (Pt) 素線 4 3 A と白金ロジウム合金 (Pt / Rh) 素線 4 3 B とよりなり、図 3 および図 4 に示すように、各々の金属素線 4 3 A、4 3 B およびこれらの金属素線 4 3 A、4 3 B の結合部 4 4 の表面には、膜 5 0 が形成されている。具体的には、この膜 5 0 は、それが形成された部分における、0 . 5 ~ 5 μm の波長領域のすべての光線に対する反射率が、各々の金属素線 4 3 A、4 3 B 自体および結合部 4 4 自体の表面における反射率より小さくなるものであり、特定の波長領域のすべての光線に対して反射防止機能を有する。

#### 【 0 0 2 7 】

この膜 5 0 は、例えば無機物質からなる層の複数が、形成されるべき膜の厚み方向に積層されてなる多層膜により構成することができる。

この膜 5 0 において、その厚み方向に対して最上部に位置する構成層 5 0 A は、絶縁性を有するものであることが好ましく、金属素線 4 3 A、4 3 B および結合部 4 4 と接触する最下部に位置される構成層 5 0 C は、金属素線 4 3 A、4 3 B に対して不活性な材質により形成されていることが好ましい。

#### 【 0 0 2 8 】

膜 5 0 を構成する個々の構成層 5 0 A ~ 5 0 C の材質、積層数、厚み、その他の条件を考慮して、互いに異なる屈折率を有する物質を選択して積層させることにより所期の機能を有する膜を確実に得ることができる。

例えば、形成されるべき膜の厚み方向に対して、例えばシリコンナイトライド層とシリコン層とがこの順序で交互に積層されてなる多層膜とすることができる。図 4 の例においては、この膜 5 0 は、シリコンナイトライド層 5 0 A と、シリコン層 5 0 B と、シリコンナイトライド層 5 0 C との三層積層体によって構成されている。この場合において、シリコンナイトライド層 5 0 A、5 0 C の厚みは 0 . 1 ~ 0 . 3 μm であることが好ましく、シリコン層 5 0 B の厚みは 1 ~ 3 μm であることが好ましく、膜 5 0 全体の厚みが 1 . 2 ~ 3 . 6 μm であることが好ましい。

#### 【 0 0 2 9 】

また、シリコン層 5 0 B は、例えばリン (P) がドーパされたものとすることもできる。この場合には、リン (P) がドーパされていないシリコン層を有する膜 5 0 に比して、0 . 5 ~ 5 μm の波長領域のすべての光線に対する反射率を 2 0 % 程度低下させることができ、優れた反射防止効果が発揮される。

#### 【 0 0 3 0 】

以上において、本発明に係る温度検出器 4 0 の熱電対 4 2 においては、表面に膜 5 0 が形成された部分における、0 . 5 ~ 5 μm の波長領域のすべての光線に対する反射率が 8 0 % 以下とされており、より好ましくは 5 0 % 以下とされる。これにより、確実に所期の熱電対の応答性が得られる。

#### 【 0 0 3 1 】

次に、以上の構成からなる縦型熱処理装置において実施される被処理体 (半導体ウエハ) に対する熱処理について説明する。

まず、ローディングエリア L において、半導体ウエハの移載が行われて半導体ウエハが保持された状態のウエハポート 1 7 が、蓋体 2 0 が最下位置にあるときのポートサポート 2 2 A 上に載置された後、昇降機構 2 1 により蓋体 2 0 が上方向に駆動されてウエハポート

10

20

30

40

50

17が下端開口11Cから処理容器11内に搬入されると共に、蓋体20により処理容器11の下端開口11Cが気密に閉塞される。ここに、例えばウエハポート17における最上部および最下部の載置部には、模擬的な半導体ウエハ(ダミーウエハ)が載置された状態とされている。

【0032】

そして、排気手段が作動されて処理容器11内が所定の圧力、例えば $6 \times 10^{-4}$  Pa程度に減圧されると共に、筒状ヒータ30および面状ヒータ32により処理容器11内の温度が所定の温度となるよう制御された状態において、回転駆動手段23によりウエハポート17が回転された状態で、ガス供給配管15より処理容器11内に適宜の処理ガスが導入されて、半導体ウエハに対して成膜処理が行われる。

10

【0033】

而して、上記の縦型熱処理装置によれば、温度検出器40により、半導体ウエハの温度を高い忠実度で検出することができ、その結果、検出された温度データに基づいて筒状ヒータ30および面状ヒータ32の発熱量を制御することにより、所期の熱処理を急速的に行うことができる。

【0034】

具体的には、温度検出器40における熱電対42は、各々の金属素線43A、43Bおよびこれらの結合部44の表面に特定の膜50が形成されていることにより、その受熱部(結合部44)が半導体ウエハよりの放射光に対する反射率が小さいもの(熱放射率が高いもの)となると共に、しかも各々の金属素線43A、43Bが互いに接触することが禁止された状態とされおり、従って、従来の熱電対であれば各々の金属素線を絶縁するために必要とされる絶縁部材が不要となるので、熱電対42全体の熱容量が小さいものとなる。

20

【0035】

その結果、半導体ウエハよりの放射光に対する応答性が速くなって、昇温時において急峻な温度の立ち上がり特性を示すようになり、熱電対42の温度特性を半導体ウエハの温度特性に対して高い追従性で、換言すれば熱電対42の温度特性を半導体ウエハの温度特性に対して高い忠実度で一致させることができその結果、半導体ウエハの温度を高い忠実度で検出することができる。

従って、検出された温度データに基づいて筒状ヒータ30および面状ヒータ32の発熱量が制御されることにより、半導体ウエハに対して所定の熱処理を急速的に行うことができる。

30

【0036】

また、すべての熱電対42において、半導体ウエハの温度が高い忠実度で検出されるので、各々の熱電対42に対応した筒状ヒータ30の各加熱領域に対する発熱量を独立して調整して、制御された発熱量分布で処理容器11の高さ方向に対してゾーン制御が行うことができ、従って、処理容器11内において、各半導体ウエハの面内だけでなく、互いに異なる高さ位置に載置された半導体ウエハ間に対しても、実質的に均一に、しかも所期の温度状態に制御された状態において熱処理を行うことができる。

【0037】

熱電対42における特定の膜50が多層膜よりなり、その厚み方向に対して最上部に位置される構成層が絶縁性を有するものであることにより、各々の金属素線43A、43Bが互いに電氣的に絶縁されるので、従来のものであれば互いの金属素線を絶縁するために必要とされる絶縁部材が不要となり、熱電対42自体の熱容量を小さくすることができ、従って、半導体ウエハよりの放射光に対する応答性を速くすることができる。

40

また、金属素線43A、43Bと接触する構成層が、当該金属素線43A、43Bに対して不活性な材質のものであることにより、金属素線43A、43Bと構成層の物質との間に合金が形成されて膜50が切れるなどの弊害を生じることが確実に防止され、膜50の所期の機能を安定的に発揮させることができる。

【0038】

<実験例>

50

以下、図 1 に示す構成の熱処理装置による実験例について説明する。

(熱電対 A)

それぞれ素線径が 0.3 mm の白金素線 (43A) と白金ロジウム合金素線 (43B) とにより構成され、金属素線の各々 (43A、43B) およびこれらの金属素線の結合部 (44) の表面に、下記表 1 に示す構成の膜 (50) が形成されてなる熱電対 (これを「熱電対 A」とする。) を作製した。

そして、この熱電対 (42) において、膜 (50) が形成されている部分における、0.5 ~ 5 μm の波長領域のすべての光線に対する反射率は 80% 以下であった。

【0039】

【表 1】

層位	構成層	厚み (μm)
第 1 層	シリコンナイトライド層	0.2
第 2 層	シリコン層	2
第 3 層	シリコンナイトライド層	0.2
金属素線 及び結合部	白金、白金ロジウム合金	——

10

20

【0040】

(熱電対 B)

各々の金属素線に、アルミナセラミックスよりなる筒状の絶縁部材を金属素線が挿通された状態で設けたこと以外は熱電対 A と同様の構成を有する熱電対 (これを「熱電対 B」とする。) を作製した。

【0041】

(熱電対 C)

金属素線の各々およびこれらの結合部の表面に膜を形成しなかったこと以外は熱電対 A と同様の構成を有する比較用の熱電対 (これを「熱電対 C」とする。) を作製した。

30

【0042】

(熱電対 D)

金属素線の各々およびこれらの結合部の表面に膜を形成しなかったこと以外は熱電対 B と同様の構成を有する比較用の熱電対 (これを「熱電対 D」とする。) を作製した。

【0043】

上記の 4 つの熱電対 A ~ D が高さ方向における中央位置にそれぞれ設置された、被処理体が載置されていない空の状態のウエハポート (17) を処理容器 (11) 内に導入して、筒状ヒータ (30) および面状ヒータ (32) を出力が最大となる状態で 4.5 分間作動させ、各々の熱電対について、昇温時における温度の立ち上がり特性について調べたところ、図 5 に示す結果が得られた。

40

【0044】

以上の結果から明らかなように、本発明に係る熱電対 A および熱電対 B の温度の立ち上がり特性は、比較用の熱電対 C および熱電対 D の温度の立ち上がり特性より急峻なものとなっており、金属素線の各々およびこれらの結合部の表面に所定の膜を形成することにより、熱電対の応答性が高くなることが確認された。

【0045】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の形態に限定されるものではなく、種々の変更を加えることができる。

例えば、熱電対の表面に形成される膜を構成する物質としては、上記のもの他に、熱伝導性に優れたもの、例えば炭化ケイ素 (SiC)、窒化アルミニウム (AlN) などを用

50

いることができ、反射率を低減させる効果が確実に得られることから、黒色系のものをを用いることが特に好ましい。

また、多層膜よりなる場合には、構成層の積層数、個々の構成層の厚みおよびその他の条件は、特に制限されるものではない。

【0046】

温度検出器は、その保護管内を減圧状態として、基端側部分において、気密に封止された構成のものをを用いることができる。この場合には、処理容器11内が減圧状態とされた際に、何らかの原因によって保護管が破裂してその破片が処理容器内に飛散することを確実に防止することができる。

また、保護管の基端側部分に、その全周にわたって環状の溝が形成されていてもよく、当該温度検出器を処理容器内に配置するに際しては、この環状溝にマニホールドの側壁を嵌合させた状態で配置されてストッパとして機能することにより、処理容器内が減圧状態とされた際に、温度検出器が処理容器内に引き込まれることを防止することができる。

10

【0047】

上記においては、本発明をCVD法による成膜処理を行う縦型熱処理装置に適用した場合について説明したが、成膜処理に限らず、例えば酸化処理、拡散処理、アニール処理等を行う熱処理装置に適用することもできる。

また、被処理体が高さ方向に多段に保持された状態で処理容器内に收容されて所定の処理が行われる、いわゆる縦型熱処理装置に限定されるものではない。

【0048】

20

【発明の効果】

本発明の熱処理装置によれば、温度検出器における熱電対を、その受熱部が被処理体より放射される放射光に対する反射率が小さく、しかもそれ自体の熱容量を小さいものとすることができるので、当該熱電対の応答性が高くなり、その温度特性が被処理体の温度特性に実質的に一致するよう調整された状態において、被処理体の温度を高い忠実度で検出することができ、従って、所望の熱処理を急速的に行うことができる。

【0049】

本発明の熱処理装置によれば、温度検出器を構成する各々の熱電対によって、複数に区分された処理容器内の加熱領域の各々について、正確な温度検出を行うことができ、検出された温度データに基づいて、加熱手段が制御された発熱量で作動されることにより、各々の被処理体の平面内だけでなく、互いに異なる高さ位置に載置された被処理体間に対しても、実質的に均一に、しかも所期の温度状態において、熱処理を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の縦型熱処理装置の一例における構成の概略を示す説明用断面図である。

【図2】温度検出器の構成の一例を示す説明用断面図である。

【図3】温度検出器における熱電対の構成の一例を示す説明用断面図である。

【図4】熱電対における金属素線およびその結合部の表面に多層膜が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図5】昇温時における熱電対の立ち上がり特性を示す図である。

【図6】従来における熱電対の一例における構成の概略を示す説明用断面図である。

40

【符号の説明】

11 処理容器(プロセスチューブ)

11A 内管

11B 外管

11C 下端開口

111 下端フランジ部分

12 マニホールド

12A フランジ部分

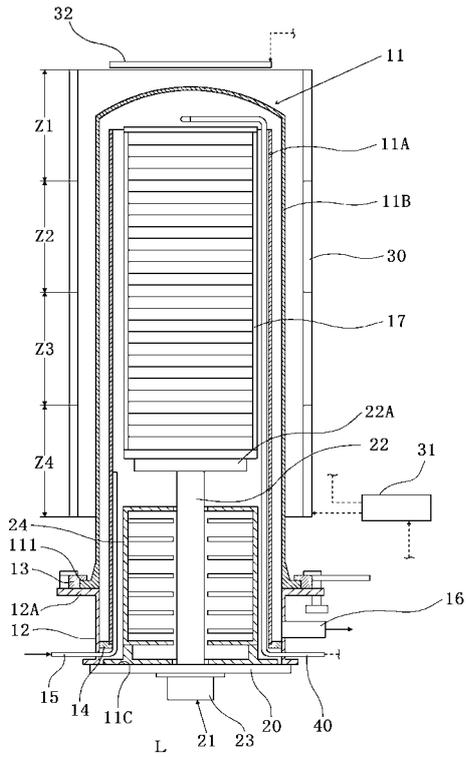
13 フランジ押え

14 内管支持部

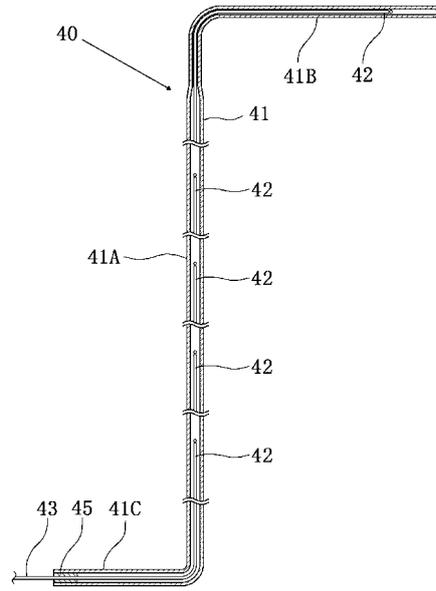
50

1 5	ガス供給配管	
1 6	排気部	
1 7	ウエハポート	
2 0	蓋体	
2 1	昇降機構	
2 2	支持部材	
2 2 A	ポートサポート	
2 3	回転駆動手段	
2 4	保温筒	
3 0	筒状ヒータ	10
3 1	制御部	
3 2	面状ヒータ	
4 0	温度検出器	
4 1	保護管	
4 1 A	保護管本体部	
4 1 B	分岐管部	
4 1 C	基端側部分	
4 2	熱電対	
4 3	金属素線	
4 3 A	白金 ( P t ) 素線	20
4 3 B	白金ロジウム合金 ( P t / R h ) 素線	
4 4	結合部	
4 5	封止材	
5 0	膜	
5 0 A	構成層 ( シリコンナイトライド層 )	
5 0 B	構成層 ( シリコン層 )	
5 0 C	構成層 ( シリコンナイトライド層 )	
6 0	熱電対	
6 1 A	白金 ( P t ) 素線	
6 1 B	白金ロジウム合金 ( P t / R h ) 素線	30
6 2 A、6 2 B	絶縁部材	
6 5	保護管	
L	ローディングエリア	
Z 1 ~ Z 4	加熱領域	

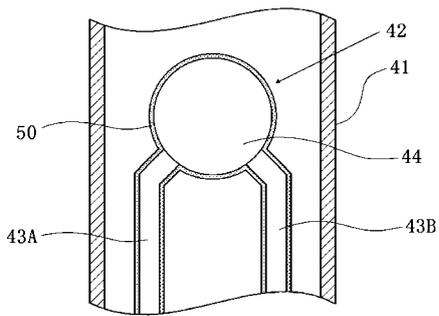
【圖 1】



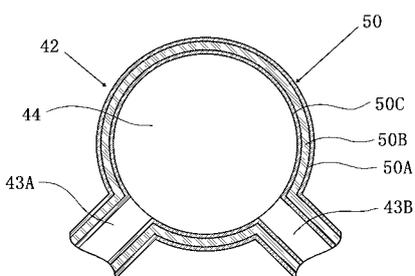
【圖 2】



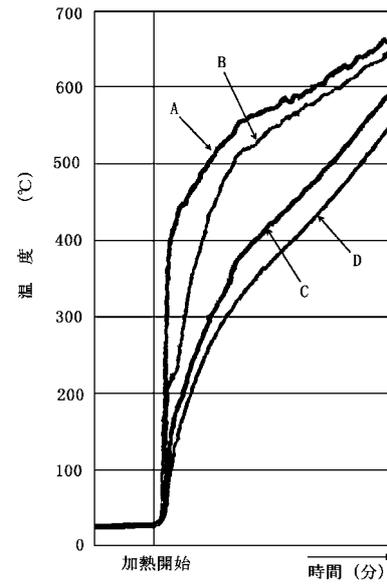
【圖 3】



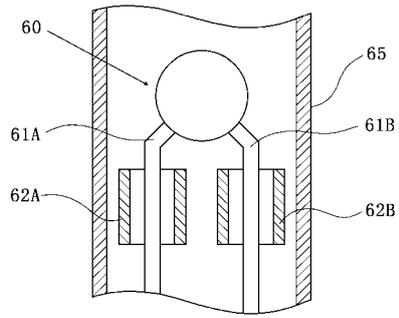
【圖 4】



【圖 5】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 アントニー ディップ  
アメリカ合衆国、78741 テキサス州オースティン市、グローブ・ブルバード 2400番地
- (72)発明者 サンジーブ カウシャル  
アメリカ合衆国、95054 カリフォルニア州 サンタ クララ、スーツ 300、バンカー  
ヒル レーン 2953
- (72)発明者 ディヴィッド オメラ  
アメリカ合衆国、12533 ニューヨーク州、ホープウエル ジャンクション スーツ A、コ  
ーポレート パーク ドライブ 20

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特開2000-077346(JP,A)  
特開平03-051726(JP,A)  
特開昭61-062832(JP,A)  
特開平06-229837(JP,A)  
特開平11-224130(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/205,21/22,21/31  
G01K 7/02