

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7049818号
(P7049818)

(45)発行日 令和4年4月7日(2022.4.7)

(24)登録日 令和4年3月30日(2022.3.30)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 21/205 (2006.01)	H 0 1 L 21/205
C 2 3 C 16/42 (2006.01)	C 2 3 C 16/42
C 2 3 C 16/458 (2006.01)	C 2 3 C 16/458
H 0 1 L 21/683 (2006.01)	H 0 1 L 21/68 N

請求項の数 6 (全12頁)

(21)出願番号	特願2017-238854(P2017-238854)	(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29年12月13日(2017.12.13)	(74)代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(65)公開番号	特開2019-106481(P2019-106481 A)	(74)代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
(43)公開日	令和1年6月27日(2019.6.27)	(74)代理人	100167634 弁理士 扇田 尚紀
審査請求日	令和2年9月1日(2020.9.1)	(72)発明者	原島 正幸 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	中村 充一 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】 成膜装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

載置台上の被処理基板を加熱すると共に該被処理基板に処理ガスを供給し、該被処理基板に対し成膜処理を行う成膜装置であって、
前記載置台を収容する内部空間を有し、前記処理ガスが前記内部空間に供給されると共に誘導加熱される収容部と、
前記載置台が回転可能に当該載置台を支持する回転軸部と、
外部の前記被処理基板の搬送装置と前記載置台との間で前記被処理基板を受け渡すために前記被処理基板を昇降する昇降部と、を備え、
前記回転軸部及び/または前記昇降部は、熱伝導率が15W/m・K以下であり融点が1800以上である材料から形成され、
前記材料の電気抵抗率は10~50μ・mであることを特徴とする成膜装置。

【請求項2】

載置台上の被処理基板を加熱すると共に該被処理基板に処理ガスを供給し、該被処理基板に対し成膜処理を行う成膜装置であって、
前記載置台を収容する内部空間を有し、前記処理ガスが前記内部空間に供給されると共に誘導加熱される収容部と、
前記載置台が回転可能に当該載置台を支持する回転軸部と、
外部の前記被処理基板の搬送装置と前記載置台との間で前記被処理基板を受け渡すために前記被処理基板を昇降する昇降部と、を備え、

前記回転軸部及び／または前記昇降部は、熱伝導率が15W/m・K以下であり融点が1800以上である材料から形成され、

前記材料は、炭素繊維強化炭素複合材料であることを特徴とする成膜装置。

【請求項3】

前記炭素繊維強化炭素複合材料の繊維軸に垂直な方向と前記回転軸部の軸方向が平行であることを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。

【請求項4】

前記収容部は、炭化ケイ素及び／またはグラファイトから形成されることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項5】

前記収容部の内部空間は、誘導加熱により1600以上に加熱されることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項6】

前記成膜処理によりSiC膜を形成することを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被処理基板に対し成膜処理を行う成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体パワーデバイスといった電子デバイスに、炭化ケイ素(SiC)等の化合物半導体が用いられるようになってきている。このような電子デバイスの製造では、単結晶の基板上に基板結晶と同じ方位関係を有する膜を成長させるエピタキシャル成長によって、SiC膜等の化合物半導体膜が形成される。

【0003】

特許文献1には、エピタキシャル成長によるSiC膜の成膜装置として、被処理基板としてのSiC基板が載置される載置台と、載置台が回転可能に当該載置台を支持する回転軸部と、載置台を収容する内部空間を有するサセプタとを備えるものが開示されている。この特許文献1の成膜装置では、サセプタを誘導加熱することでSiC基板を加熱しながら、サセプタ内の載置台上のSiC基板に処理ガスを供給することにより、SiC基板の上にSiC膜を形成する。また、この特許文献1の成膜装置では、上記サセプタと載置台との間に設けられる断熱材を備え、該断熱材が設けられた断熱領域が、平面視におけるサセプタ内の上記軸部を含む中心領域と周縁領域との間に形成されている。上記中心領域及び周縁領域の載置台は温度が低い傾向にあるところ、上述のように断熱領域を形成し、載置台における断熱領域の上方の温度を下げて、載置台上のSiC基板の面内における温度のバラツキを低減させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2016-100462号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に開示の成膜装置のように載置台上のSiC基板の面内における温度のバラツキを低減させることで、SiC基板の低温部で発生する欠陥を抑制することが期待される。また、上述のようにSiC基板の面内における温度のバラツキを低減させることで、SiC基板の面内における不純物濃度のバラツキを抑制することができる。しかし、特許文献1の成膜装置は、加熱源であるサセプタと被加熱体である載置台との間に断熱材が設けられているため、加熱効率の面で改善の余地がある。

10

20

30

40

50

さらに、載置台の中心に接続された回転軸部を介して当該載置台の熱が逃げてしまい、載置台の面内温度分布が不均一となり、被処理基板の面内温度分布が不均一となる問題がある。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、高い加熱効率で被処理基板の面内における温度のバラツキを低減させることが可能な成膜装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する本発明は、載置台上の被処理基板を加熱すると共に該被処理基板に処理ガスを供給し、該被処理基板に対し成膜処理を行う成膜装置であって、前記載置台を収容する内部空間を有し、前記処理ガスが前記内部空間に供給されると共に誘導加熱される収容部と、前記載置台が回転可能に当該載置台を支持する回転軸部と、外部の前記被処理基板の搬送装置と前記載置台との間で前記被処理基板を受け渡すために前記被処理基板を昇降する昇降部と、を備え、前記回転軸部及び/または前記昇降部は、熱伝導率が $1.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であり融点が 1800 以上である材料から形成され、前記材料の電気抵抗率は $10\sim 50\ \mu\cdot\text{m}$ であることを特徴としている。

10

【0008】

本発明にかかる成膜装置は、加熱源であるセセプタと被加熱体である載置台との間に断熱材を設けていないため、高い加熱効率で被処理基板を加熱することができる。また、上記回転軸部及び/または上記昇降部が、熱伝導率が $1.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下の材料で形成されているため、載置台の中央の温度が低下しない。したがって、上記回転軸部等を熱伝導率が高い材料で形成する場合に比べて、載置台の中央の領域と該載置台の中央領域の周囲の領域との温度差を低減することができるため、被処理基板の面内における温度のバラツキを低減させることができる。

20

【0010】

別な観点による本発明は、載置台上の被処理基板を加熱すると共に該被処理基板に処理ガスを供給し、該被処理基板に対し成膜処理を行う成膜装置であって、前記載置台を収容する内部空間を有し、前記処理ガスが前記内部空間に供給されると共に誘導加熱される収容部と、前記載置台が回転可能に当該載置台を支持する回転軸部と、外部の前記被処理基板の搬送装置と前記載置台との間で前記被処理基板を受け渡すために前記被処理基板を昇降する昇降部と、を備え、前記回転軸部及び/または前記昇降部は、熱伝導率が $1.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であり融点が 1800 以上である材料から形成され、前記材料は、炭素繊維強化炭素複合材料であることを特徴としている。

30

前記炭素繊維強化炭素複合材料の繊維軸に垂直な方向と前記回転軸部の軸方向が平行であってよい。

【0011】

前記収容部は、炭化ケイ素及び/またはグラファイトから形成されてもよい。

【0012】

前記収容部の内部空間は、誘導加熱により 1600 以上に加熱されてもよい。

【0013】

当該成膜装置は、前記成膜処理によりSiC膜を形成するものであってもよい。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、高い加熱効率で被処理基板の面内における温度のバラツキを低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係る成膜装置の構成の概略を模式的に示した図である。

【図2】図1の成膜装置における処理容器内の構成の概略を模式的に示した断面図である。

【図3】確認試験1の結果を示す図である。

50

【図 4】確認試験 2 における成膜でのホルダ上への SiC 基板の載置態様を説明する平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0017】

図 1 は、本発明の実施形態に係る成膜装置の構成の概略を模式的に示した図である。

図 1 の成膜装置 1 は、略直方体状の処理容器 11 を備える。

処理容器 11 には、排気ライン 12 が接続されており、処理容器 11 は、排気ライン 12 により所定の減圧状態（圧力）に調整することが可能となっている。排気ライン 12 は、処理容器 11 に一端が接続される排気管 12a を有する。排気管 12a は、排気マニホールド等から成り、処理容器側とは反対側にメカニカルプースターポンプ等からなる真空ポンプ 12b が接続されている。排気管 12a における処理容器 11 と真空ポンプ 12b との間には、APC（自動圧力制御）バルブや比例制御弁等からなる、処理容器 11 内の圧力を調整する圧力調整部 12c が設けられている。また、処理容器 11 には、圧力計 13 が設けられており、圧力調整部 12c による処理容器 11 内の圧力の調整は、圧力計 13 での計測結果に基づいて行われる。

【0018】

処理容器 11 は、両端に開口部を有する中空の四角柱状の処理容器本体 11a と、上記開口部を塞ぐように処理容器本体 11a の両端それぞれに接続される側壁部 11b とを有し、処理容器本体 11a 及び側壁部 11b は石英等の誘電体材料により形成されている。

【0019】

処理容器本体 11a の外側には、高周波電源 14a に接続されたコイル 14 が設けられている。コイル 14 は、処理容器 11 内の被処理基板及び後述のサセプタ 23 等を誘導加熱する。

【0020】

処理容器 11 内には、ガス供給ライン 15 により成膜の原料となる原料ガス等が供給されるよう構成されている。ガス供給ライン 15 は、処理容器 11 に接続されるガス供給管 15a と、該ガス供給管 15a に接続されるガス供給管 15b₁ ~ 15b₆ とを有する。

【0021】

ガス供給管 15b₁ ~ 15b₆ にはそれぞれ、質量流量コントローラ（MFC）15c₁ ~ 15c₆ とバルブ 15d₁ ~ 15d₆ とが設けられている。

ガス供給管 15b₁ には、ガス供給源 15e₁ が接続され、該供給源 15e₁ から SiH₄ ガスが供給される。同様に、ガスライン 15b₂ ~ 15b₆ にはそれぞれガス供給源 15e₂ ~ 15e₆ が接続され、各ガス供給源 15e₂ ~ 15e₆ から C₃H₈ ガス、H₂ ガス、TMA（トリメチルアルミニウム）ガス、ClF₃ ガス、Ar ガスが供給される。

【0022】

被処理基板としての SiC 基板上に、エピタキシャル成長により p 型の SiC 膜の成膜を行う場合には、成膜のための原料ガスとして、ガス供給管 15b₁ ~ 15b₄ から SiH₄ ガス、C₃H₈ ガス、H₂ ガス、TMA ガスが処理容器 11 に供給される。なお、n 型の SiC 膜の成膜のために、N₂ ガス用のガス供給源とガス供給管等を設けておいてもよい。

また、処理容器 11 内の構造物に付着した異物を除去する際には、例えば、ガス供給管 15b₃、15b₅、15b₆ から ClF₃ ガス、H₂ ガス、Ar ガスのうちの 1 種が、または、これらのうちの 2 種以上のガスが混合されて、処理容器 11 に供給される。

【0023】

また、成膜装置 1 は制御部 100 を備えている。制御部 100 は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部（図示せず）を有している。プログラム格納部には、MFC 15

10

20

30

40

50

c₁ ~ 15c₆ やバルブ 15d₁ ~ 15d₆、高周波電源 14a、圧力調整部 12c、後述の回転駆動部や昇降駆動部等を制御して成膜処理を行うためのプログラムも格納されている。

【0024】

なお、上記のプログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク(HD)、フレキシブルディスク(FD)、コンパクトディスク(CD)、マグネットオプティカルディスク(MO)、メモリーカードなどのコンピュータに読み取り可能な記憶媒体に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御部 100 にインストールされたものであってもよい。

【0025】

続いて、処理容器 11 内の構成について説明する。図 2 は、図 1 の成膜装置 1 における処理容器 11 内の構成の概略を模式的に示した断面図である。

処理容器 11 の内部には、図 2 に示すように、被処理基板としての SiC 基板 W (以下、基板 W) がホルダ H を介して載置される載置台 20 と、載置台 20 を回転させると共に該載置台 20 を支持する回転軸部 21 と、基板 W が載置されたホルダ H を昇降させる昇降部 22 と、が設けられている。また、処理容器 11 の内部には収容部としてのサセプタ 23 が設けられており、サセプタ 23 は、載置台 20 を収容する内部空間を有すると共に、処理ガスが、載置台 20 の一端から載置台 20 の中心上を通り載置台 20 の他端に至るように上記内部空間に供給される。

【0026】

ホルダ H は、複数枚の基板 W をまとめて成膜装置 1 に搬出入するためのものであり、複数枚の基板 W を保持する。また、ホルダ H は、耐熱性が高くかつ誘導加熱による加熱が容易な導電性材料で形成されており、例えば、基板 W が搭載される上面が SiC によりコーティングされたグラファイト製の部材から構成される。なお、ホルダ H は例えば載置台 20 より小径の円板状に形成されている。

【0027】

載置台 20 は、鉛直方向下側に凹む凹部 20a を上面に有する円板状に形成されており、処理容器 11 の内部において水平に設けられている。また、上記凹部 20a にはホルダ H が嵌る。さらに、凹部 20a の底部中心には、鉛直方向下側に凹む凹所 20b が形成されており、この凹所 20b に後述の支持部 22a が嵌る。この載置台 20 が回転軸部 21 により回転されることにより、ホルダ H も回転されるようになっている。

載置台 20 は、耐熱性が高くかつ誘導加熱による加熱が容易な導電性材料で形成されており、例えば、上面が SiC によりコーティングされたグラファイト製の部材から構成される。

【0028】

回転軸部 21 は、その一端が載置台 20 の下部中央に接続され、他端が処理容器 11 の底部を突き抜けてその下方に至り、回転駆動機構(図示せず)に接続されている。上記回転駆動機構により回転軸部 21 が回転されることにより、載置台 20 が回転するようになっている。

【0029】

この回転軸部 21 は、熱伝導率が比較的 low 電気抵抗率が比較的高い材料で形成され、具体的には、熱伝導率が 15 W/m・K 以下、融点が 1800 以上であり例えば電気抵抗率が 10 ~ 50 μ · m である材料から形成され、さらに具体的には、炭素繊維強化炭素複合材料で形成される。炭素繊維強化炭素複合材料としては、例えば、繊維軸と平行な方向の熱伝導率が 31 W/m・K、繊維軸に垂直な方向の熱伝導率が 12 W/m・K、電気抵抗率が 22 μ · m である東洋炭素株式会社製の CX-31 を用いることができる。なお、上記 CX-31 を用いる際は、繊維軸に垂直な方向と回転軸部 21 の軸方向が平行になるように回転軸部 21 は形成される。

【0030】

昇降部 22 は、成膜装置 1 の外部の基板 W の搬送装置と載置台 20 との間で基板 W を受け

10

20

30

40

50

渡すためのものであり、本例では、基板Wが載置されたホルダHを受け渡す。この昇降部22は、ホルダHより小径の円板状に形成されホルダHを支持する支持部22aと、支持部22aの下面に接続され支持部22aを昇降させる昇降軸22bとを有する。昇降軸22bが昇降駆動機構(図示せず)により昇降されることにより、ホルダHすなわち基板Wが昇降されるようになっている。

この支持部22aと昇降軸22bは、回転軸部21と同様な材料で形成される。後述するように、回転軸部21と支持部22aと昇降軸22bを、炭素繊維強化炭素複合材料等の熱伝導率が $15\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下の材料で形成することにより、基板Wの温度の面内均一性を向上させることができる。

【0031】

サセプタ23は、互いに対向する二つの面に開口が設けられた直方体状に形成され、一方の面の開口から処理ガスが供給され、他方の面の開口から処理ガスが排出される構造となっている。この構造では、基板W上に供給される処理ガスは基板Wに平行な方向に沿って供給され、排出される。

サセプタ23は、耐熱性が高くかつ誘導加熱による加熱が容易な導電性材料で形成されており、例えば、基板W側の面がSiCによりコーティングされたグラファイト製の部材から構成される。

【0032】

また、サセプタ23の外周には、該サセプタ23と処理容器11とを断熱する断熱材24が設けられている。断熱材24は、例えば、空隙率が大きい繊維状のカーボン材料を用いて形成される。

なお、図示は省略するが、断熱材24の外側には、断熱材24を処理容器11から離間させた状態で該断熱材24を保持するための保持構造体が設けられている。

【0033】

次に、成膜装置1を用いた、成膜処理を含む基板処理を説明する。

まず、基板Wが載置されたホルダHを、処理容器11内に搬入する(ステップS1)。具体的には、上記ホルダHを、成膜装置1の外部の搬送手段(図示せず)を用いて、成膜装置1の外部からゲートバルブ(図示せず)を介して処理容器11内に搬入し、載置台20の上方に位置させる。次に、昇降部22を上昇させ、支持部22aによりホルダHを支持する。次いで、上記搬送手段を処理容器11内から退避させると共に、昇降部22を下降させ、ホルダHを載置台20上に載置する。

【0034】

ホルダHの搬入後、処理容器11内に原料ガスを供給すると共に、高周波電源14aからコイル14に高周波電力を印加することで基板Wを加熱し、エピタキシャル成長により基板W上にp型のSiC膜を成膜する(ステップS2)。具体的には、バルブ15d₁~15d₄を開状態とし、MFC15c₁~15c₄で流量を調整して、処理容器11内にSiH₄ガス、C₃H₈ガス、H₂ガス、TMAガスを供給する。また、高周波電源14aからコイル14に高周波電力を印加することで、誘導加熱されたホルダH、載置台20、サセプタ23からの輻射や熱伝導により基板Wを加熱する。なお、成膜中において、処理容器11内の圧力は例えば10 Torr~600 Torrであり、基板Wの温度は例えば1500~1700である。

【0035】

成膜完了後、基板Wが支持されているホルダHを処理容器11から搬出する(ステップS3)。具体的には、バルブ15d₁~15d₄を閉状態とし、原料ガスの供給を停止した後、昇降部22を上昇させ、基板Wが支持されているホルダHを上昇させる。そして、成膜装置1の外部の搬送手段をゲートバルブを介して処理容器11内に挿入し、昇降部22の支持部22aの下方に位置させる。その後、昇降部22を下降させ、ホルダHを支持部22aから上記搬送手段に受け渡し、該搬送手段を処理容器11から退避させることにより、基板Wが保持されているホルダHを処理容器11から搬出する。なお、基板Wの搬出中、コイル14への高周波電力の供給を遮断してもよいが、次工程において最適な載置台

10

20

30

40

50

20及びサセプタ23の温度になるよう制御しながらコイル14へ高周波電力を供給することが好ましい。

【0036】

ホルダHの搬出後、ステップS1に処理を戻して、別の基板Wが載置されたホルダHを処理容器11内に搬入し、ステップS1～ステップS3の処理を繰り返す。

【0037】

続いて、本実施形態の成膜装置1の効果を説明する。

成膜装置1と同様な構成でSiC膜を成膜する装置において、平面視中央の領域（以下、中央領域と省略）における載置台の温度やホルダの温度が低いことが知られていたが、本発明者らが鋭意検討したところ、中央領域における載置台の温度やホルダの温度が低いことは、中央領域に位置する部材の材料が原因の1つであることを知見した。具体的には以下の通りである。

【0038】

従来の成膜装置では、本実施形態の成膜装置1の中央領域に位置する回転軸部21及び昇降部22に相当するものが、SiCまたはグラファイトにより形成されていた。SiCまたはグラファイトの熱伝導率は、金属材料等と比べると低いものの、 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上と比較的高い。そのため、従来の成膜装置では、載置台やホルダが加熱されても、これら載置台やホルダの中央部が回転軸部及び昇降部を介して放熱される結果、載置台やホルダの中央部においてこれら載置台やホルダの温度が低くなっていると考えられる。なお、中央部とは、上記中央領域に位置する部分であって、回転軸部及び昇降部の上方に位置する部分を意味する。

【0039】

それに対し、本実施形態の成膜装置1では、中央領域に位置する回転軸部21及び昇降部22の熱伝導率が $15\text{ W/m}\cdot\text{K}$ とさらに低いため、載置台20やホルダHが加熱されたときに、これら載置台20やホルダHの中央部が回転軸部21及び昇降部22を介して放熱されないので、載置台20やホルダHの中央部においてこれら載置台20やホルダHの温度が低下するのを防ぐことができる。

また、回転軸部21及び昇降部22の電気抵抗率は、 $10\sim 50\ \mu\cdot\text{m}$ であり比較的低いため、回転軸部21及び昇降部22が誘導加熱により昇温されることが、載置台20やホルダHの中央部における温度低下を防ぐことができる理由の1つと考えられる。

【0040】

したがって、本実施形態の成膜装置1では、載置台20の中央部を覆うように/上記中央部に掛かるように該載置台20上に載置された基板Wの温度の面内均一性が向上する。このように基板Wの温度の面内均一性が向上する結果、以下の効果(1)～(3)がある。

【0041】

(1) 欠陥発生の抑制

本実施形態の成膜装置1では、載置台20の中央部を覆うように/上記中央部に掛かるように該載置台20に載置された基板Wであっても、例えば直径が6インチで上記中央部に覆うように/掛かるように載置せざるを得ないような基板Wであっても、基板Wの上記中央部を覆う部分/中央部にかかる部分（以下、基板Wの中央位置部分と省略することがある）の温度が低下していない。そのため基板Wの中央位置部分における熱起因や熱応力起因の欠陥（例えば三角欠陥や基底面転移欠陥）の発生を抑制することができる。

【0042】

(2) 低速成長における膜厚均一性の改善

成膜時における膜の堆積速度は温度依存性が小さく、成膜時における H_2 ガスによるエッチング速度は温度に比例する温度依存性が大きい。そして、薄膜形成等のために低速で成膜する場合、成膜時における膜の堆積速度と成膜時における H_2 ガスによるエッチング速度とに差があまりない。そのため、低速で成膜する場合、従来のように載置台やホルダの中央部の温度が低いと、被処理基板の中央位置部分上の膜厚が厚くなる。それに対し、本実施形態では、基板Wの中央位置部分の温度が低下していないため、低速で成膜する場合

10

20

30

40

50

に膜厚の面内均一性を向上させることができる。

【0043】

(3) p型SiC膜の成膜時の不純物濃度均一性の改善

アルミニウム(Al)をドーパントとするp型のSiC膜を形成する場合には、SiC膜に取り込まれる不純物の濃度は、SiC基板の温度が低い領域では高くなり、上記温度が高い領域では低くなる。本実施形態では、基板Wの中央位置部分の温度が低下していないため、p型のSiC膜の成膜における不純物濃度の面内均一性を向上させることができる。

【0044】

ところで、ClF₃ガスを用いたサセプタ23への付着物の除去処理は温度依存性がある。また、サセプタ23の温度は、該サセプタ23と対向する載置台20の輻射熱の影響を受ける。本実施形態の成膜装置1では、前述のように載置台20の中央部の温度が低下していないため、載置台20の中央部に対向するサセプタ23の中央部の温度も低下しない。そのため、サセプタ23への付着物の除去を面内で均一に行うことができる。

10

【0045】

また、本実施形態の成膜装置1では、前述のようにホルダHの中央部の温度が低下しないため、成膜時にホルダHに働く熱応力を緩和させることができる。したがって、ホルダHが反ったり、成膜処理時に原料ガスの流れが乱れたりするのを防ぐことができる。

【0046】

さらに、本実施形態では、回転軸部21及び昇降部22は、炭素繊維強化炭素複合材料で形成されているため、SiCまたはグラファイトで形成された場合と同様に、耐熱性に優れ、H₂ガスやClF₃ガスに対する耐性があり、機械的強度が高い。また、回転軸部21及び昇降部22は、炭素繊維強化炭素複合材料で形成されており不純物濃度が低いので、これらが成膜時に不要な不純物源とならない。

20

【0047】

さらに、炭素繊維強化炭素複合材料はSiCに比べて安価である。したがって、回転軸部21及び昇降部22を炭素繊維強化炭素複合材料で形成することによりコストダウンを図ることができる。

【0048】

また、本実施形態では、成膜装置1の回転軸部21等の材料の融点は、1800以上であり、成膜装置1を用いた基板処理における基板Wの最高温度より低い。そのため、上記基板処理中に回転軸部21が溶けること等がない。

30

【0049】

以上の説明では、回転軸部21と、昇降部22の支持部22a及び昇降軸22bの全てが、炭素繊維強化炭素複合材料等の熱伝導率の低い材料から形成されているものとした。しかし、この例に限られず、回転軸部21、支持部22a及び昇降軸22bの少なくともいずれか1つが炭素繊維強化炭素複合材料等の熱伝導率の低い材料から形成されていればよい。

【実施例】

【0050】

(確認試験1)

ホルダHの面内温度分布について確認試験を行った。この確認試験(以下、確認試験1)では、ホルダHの径方向に沿って基板Wを並べて、H₂ガスを用いたエッチングを行い、温度依存性のあるエッチング量と温度の関係式から、ホルダHの温度分布を算出した。なお、ホルダHのエッジから径方向に140~160mm離間した領域内に、回転軸部21、支持部22a及び昇降軸22bが位置する。

40

【0051】

実施例1では、図1等を用いて説明した成膜装置1においてH₂ガスを用いたエッチングを行った。実施例2では、支持部22aがグラファイトで形成され昇降軸22bがSiCで形成されている点でのみ上述の成膜装置1と異なる成膜装置において上記エッチングを行った。比較例1では、回転軸部21及び昇降軸22bがSiCで形成され支持部22a

50

がグラファイトで形成されている点でのみ上述の成膜装置 1 と異なる成膜装置において上記エッチングを行った。

【 0 0 5 2 】

図 3 に示すように、回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b が S i C で形成された比較例 1 では、基板 W においてホルダ H の中央部と周縁部との間の中間領域に位置する部分と、基板 W においてホルダ H の中央部に位置する部分との温度差は 4 0 以上である。それに対し、回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b が炭素繊維強化炭素複合材料で形成された実施例 1 では、基板 W の上記温度差は 2 0 以下である。炭素繊維強化炭素複合材料で形成された実施例 2 でも、基板 W の上記温度差は 3 0 程度である。つまり、回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b のうち少なくとも回転軸部 2 1 を炭素繊維強化炭素複合材料で形成することで、基板 W の温度の面内均一性を向上させることができる。

10

【 0 0 5 3 】

なお、基板 W においてホルダ H の周縁部に位置する部分の温度が低いのは、ホルダの周縁部の近傍に、処理ガスの導入口及び排気口が設けられているため、ホルダの周縁部の熱が処理ガスに奪われるためである。

【 0 0 5 4 】

(確認試験 2)

基板 W における載置台 2 0 の中央部を覆う部分 / 中央部にかかる部分の欠陥発生抑制について確認試験を行った。この確認試験 (確認試験 2) では、図 4 に示すように、直径 3 0 0 m m のホルダ H の中央部に掛かるように 1 枚の直径 3 インチの基板 W (以下、内側基板 W) を載置し該内側基板 W の径方向外側にもう 1 枚の直径 3 インチの基板 W (以下、外側基板 W) を載置して S i C 膜の成膜を行い、成膜された S i C 膜中の基底面転位欠陥をフォトルミネッセンス法により検出した。

20

実施例 3 では、図 1 等を用いて説明したように回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b が炭素繊維強化炭素複合材料で形成された成膜装置 1 で成膜を行った。一方、比較例 2 では、回転軸部 2 1 及び昇降軸 2 2 b が S i C で形成され支持部 2 2 a がグラファイトで形成されている点でのみ成膜装置 1 と異なる成膜装置で成膜を行った。なお、実施例 3 と比較例 2 とでは同一ロットの基板 W を使用した。また、以下の欠陥の個数は、3 インチウェハ 1 枚当たりの欠陥の個数である。

30

【 0 0 5 5 】

比較例 2 では、内側基板 W と外側基板 W とで、成膜された S i C 膜の中の欠陥の数に大きな差はなく、共に 2 5 0 0 個程度であった。それに対し、実施例 3 では、外側基板 W 上に成膜された S i C 膜中の欠陥の数は、2 7 0 0 個であり、比較例 2 と変わりなかったが、内側基板 W 上に成膜された S i C 膜中の欠陥の数は、1 6 0 0 個程度であり、比較例 3 に比べて大幅に減少していた。

この結果からも明らかのように、本実施形態の成膜装置 1 では、基板 W の中央位置部分における欠陥の発生を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

(確認試験 3)

炭素繊維強化炭素複合材料で形成された回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b の耐久性について確認試験を行った。この確認試験 (確認試験 3) ではまず、炭素繊維強化炭素複合材料で形成された未使用の回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b を H₂ 雰囲気暴露させた。そして暴露させた時間が 4 0 0 分以上を超えたときに、回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b の質量の未使用時からの変化量を算出した。また、その後、C l F₃ ガスを用いた前述の除去処理を 1 時間行い、該除去処理前後の回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b の質量の変化量を算出した。なお、H₂ アニール処理は 1 6 0 0 以上の H₂ ガス雰囲気下で行われ、除去処理は 5 0 0 以上の C l F₃ ガス雰囲気下で行われた。

40

【 0 0 5 7 】

50

確認試験 3 では、 H_2 アニール処理による回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b の質量の変化量は、それぞれ - 0 . 0 3 g 以下、- 0 . 0 2 g 以下、- 0 . 0 0 5 g 以下であり、 CF_3 ガスを用いた除去処理による回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b の質量の変化量は、それぞれ - 0 . 0 0 2 g 以下、0 g、0 . 0 0 3 g 以下であった。この結果からも明らかなように、炭素繊維強化炭素複合材料で形成された回転軸部 2 1、支持部 2 2 a 及び昇降軸 2 2 b は、高温の H_2 ガス及び CF_3 ガスにも侵食されることはない。

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 9 】

本発明は、エピタキシャル成長により SiC 膜を成膜する技術に有用である。

【 符号の説明 】

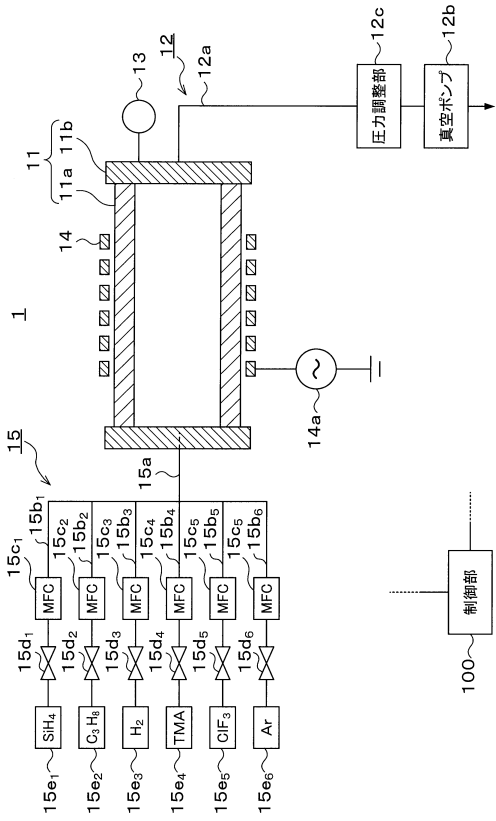
【 0 0 6 0 】

1	成膜装置	
1 1	処理容器	
1 4	コイル	20
1 4 a	高周波電源	
1 5	ガス供給ライン	
2 0	載置台	
2 1	回転軸部	
2 2	昇降部	
2 2 a	支持部	
2 2 b	昇降軸	
2 3	サセプタ	
2 4	断熱材	
1 0 0	制御部	30
W	SiC 基板	

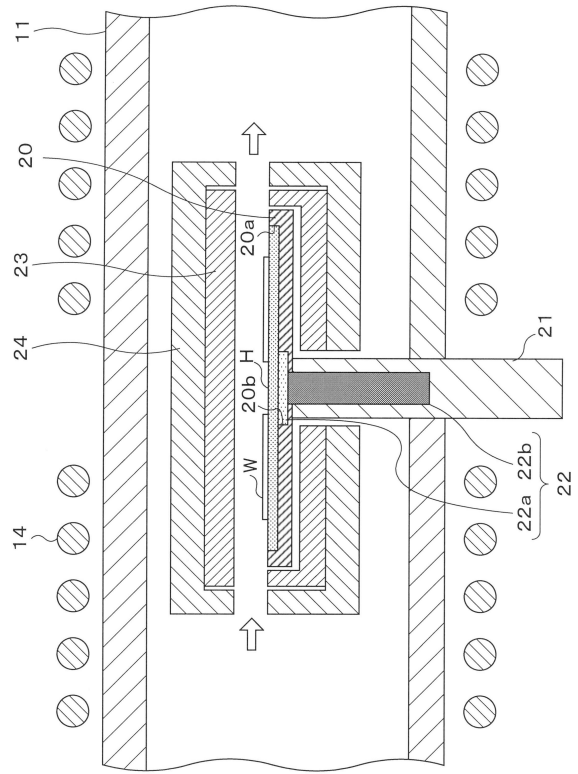
40

50

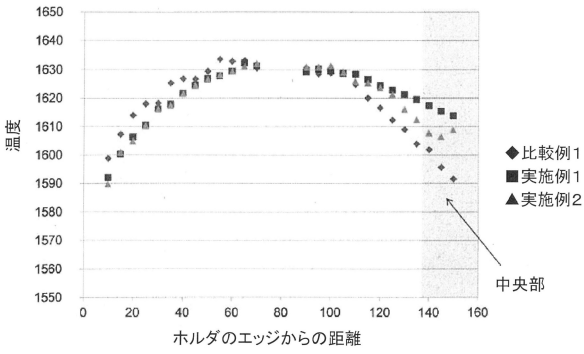
【図面】
【図 1】



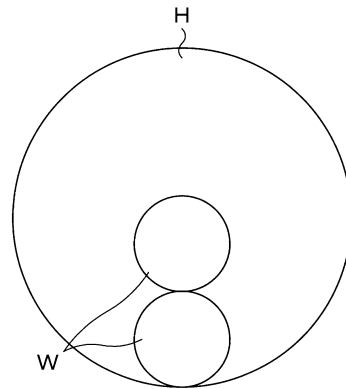
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 鈴木 聡一郎

- (56)参考文献 特開2012-178613(JP,A)
特開2013-105831(JP,A)
特開2005-246704(JP,A)
特開2003-322653(JP,A)
特開2005-302939(JP,A)
特開2012-111648(JP,A)
特開2009-249248(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/42
C23C 16/458
H01L 21/683