

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6838136号
(P6838136)

(45) 発行日 令和3年3月3日 (2021. 3. 3)

(24) 登録日 令和3年2月15日 (2021. 2. 15)

(51) Int. Cl.	F I	
H O 1 L 21/3065 (2006. 01)	H O 1 L 21/302	I O 1 G
H O 1 L 21/31 (2006. 01)	H O 1 L 21/31	F
H O 1 L 21/683 (2006. 01)	H O 1 L 21/68	N
C 2 3 C 16/46 (2006. 01)	C 2 3 C 16/46	
C 2 3 C 14/50 (2006. 01)	C 2 3 C 14/50	E

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2019-502520 (P2019-502520)	(73) 特許権者 000004640 日本発條株式会社 神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地
(86) (22) 出願日 平成30年1月30日 (2018. 1. 30)	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2018/002914	(74) 代理人 110000408 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
(87) 国際公開番号 W02018/159189	
(87) 国際公開日 平成30年9月7日 (2018. 9. 7)	(72) 発明者 ▲高▼原 剛 神奈川県横浜市金沢区福浦3-10 日本 発條株式会社内
審査請求日 令和1年7月25日 (2019. 7. 25)	(72) 発明者 花待 年彦 神奈川県横浜市金沢区福浦3-10 日本 発條株式会社内
(31) 優先権主張番号 特願2017-36608 (P2017-36608)	(72) 発明者 巽 新 神奈川県横浜市金沢区福浦3-10 日本 発條株式会社内
(32) 優先日 平成29年2月28日 (2017. 2. 28)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)	
前置審査	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板支持ユニット、および基板支持ユニットを有する成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シャフトと、
前記シャフト内に位置し、前記シャフトの上部を加熱するように構成される第1のヒータと、

前記シャフト上に位置し、第1のプレートと、前記第1のプレート上の第2のプレートと、前記第1のプレートと前記第2のプレート間の第2のヒータを有するステージを有し、

前記第1のヒータに内蔵される発熱体の断面積は、前記第2のヒータに内蔵される発熱体の断面積よりも小さい基板支持ユニット。

【請求項 2】

前記シャフトは、メインシャフトを有し、
前記第1のヒータは前記メインシャフトと前記第1のプレート間に挟持される、請求項1に記載の基板支持ユニット。

【請求項 3】

前記シャフトは、前記メインシャフトと前記第1のプレート間にコネクタをさらに有し、

前記コネクタは、前記メインシャフトと前記第1のプレートの少なくとも一方に接し、
前記第1のヒータは前記メインシャフトと前記コネクタ間に挟持される、請求項2に記載の基板支持ユニット。

【請求項 4】

前記メインシャフトは管状の形状を有し、上端部にリング形状のフランジを有し、
前記コネクタはリング形状を有し、前記フランジを覆う、請求項 3 に記載の基板支持ユニット。

【請求項 5】

前記シャフトは管状の形状を有し、内部に空洞を有し、
前記第 1 のヒータと接続される配線、および前記第 2 のヒータと接続される配線が前記空洞内に配置され、
前記第 1 のヒータは前記空洞を囲むように配置される、請求項 1 に記載の基板支持ユニット。

10

【請求項 6】

前記シャフトの断面積は、前記第 1 のプレートの表面の面積よりも小さく、
前記シャフトは前記第 1 のプレートの中心と重なり、
前記第 1 のヒータは、前記中心を通過する前記第 1 のプレートの法線を囲むように配置される、請求項 1 に記載の基板支持ユニット。

【請求項 7】

前記シャフトは、前記第 1 のプレートにろう付けされる、あるいは溶接される、請求項 1 に記載の基板支持ユニット。

【請求項 8】

前記コネクタは、前記第 1 のプレートにろう付けされる、あるいは溶接される、請求項 3 に記載の基板支持ユニット。

20

【請求項 9】

請求項 1 に記載の基板支持ユニットを有する成膜装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の基板支持ユニットを有する膜加工装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は基板支持ユニット、あるいは基板支持ユニットを有する膜加工装置、成膜装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

半導体デバイスはほぼ全ての電子機器に搭載されており、電子機器の機能に対して重要な役割を担っている。半導体デバイスはシリコンなどが有する半導体特性を利用したデバイスであり、半導体のみならず、絶縁体や導電体などを含む多数の薄膜によって構成される。これらの薄膜の形成と加工は、フォトリソグラフィープロセスによって行われる。フォトリソグラフィープロセスは、一般的に、蒸着、スパッタリング法、化学気相成長（CVD）法、あるいは基板の化学反応などを利用した薄膜の形成、薄膜上へのレジスト膜の形成、露光、現像によるレジストマスクの成形、エッチングによる薄膜の部分的除去、レジスト膜の除去を含む。

40

【0003】

フォトリソグラフィープロセスの各ステップでは、多くの反応条件が薄膜の特性を決定づけており、そのうちの一つが基板の温度である。多くの場合、基板の温度は基板を設置する載置台（以下、ステージと記す）の温度を調節することによって制御される。特許文献 1 から 3 には、基板の温度を制御するためのヒータが搭載されたステージ、およびステージを支持するシャフトを有する基板支持ユニットが開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特許第 5 7 1 2 0 5 4 号公報

50

【特許文献２】特開２００５－１６６３６８号公報

【特許文献３】特許第４３１１９２２号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の実施形態の一つは、基板支持ユニットである。基板支持ユニットは、シャフト、第１のヒータ、およびステージを有する。第１のヒータはシャフト内に位置し、シャフトの上部を加熱するように構成される。ステージはシャフト上に位置しており、第１のプレートと、第１のプレート上の第２のプレートと、第１のプレートと第２のプレート間の第２のヒータを有する。

10

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１】本発明の一実施形態の膜加工装置の構成を示す図。

【図２Ａ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの模式的斜視図。

【図２Ｂ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの断面の斜視図。

【図２Ｃ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの断面図。

【図３Ａ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの模式的上面図。

【図３Ｂ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの模式的上面図。

【図４Ａ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの断面の斜視図。

【図４Ｂ】本発明の一実施形態の基板支持ユニットの断面の斜視図。

20

【図５】本発明の一実施形態の成膜装置の構成を示す図。

【図６】本発明の一実施形態の成膜装置の構成を示す図。

【図７】本発明の一実施形態の成膜装置の構成を示す図。

【図８Ａ】実施例と比較例の基板支持ユニットの温度分布を示す図。

【図８Ｂ】実施例と比較例の基板支持ユニットの温度分布を示す図。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

本発明の実施形態の課題の一つは、基板の温度を精密に制御するための基板支持ユニット、および基板支持ユニットを有する成膜装置、もしくは膜加工装置を提供することである。

30

【０００８】

以下、本出願で開示される発明の各実施形態について、図面を参照しつつ説明する。但し、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲において様々な形態で実施することができ、以下に例示する実施形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【０００９】

また、図面は、説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して説明したものと同様の機能を備えた要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略することがある。

【００１０】

40

（第１実施形態）

以下、本発明の実施形態の一つである基板支持ユニット、およびそれを備える膜加工装置に関し、図１から図４Ｂを用いて説明する。

【００１１】

[１．膜加工装置]

図１には、本発明の第１実施形態に係る膜加工装置の一例として、種々の膜に対してドライエッチングを行うためのエッチング装置１００が示されている。エッチング装置１００は、チャンバー１０２を有している。チャンバー１０２は、例えばシリコン基板やガラス基板上に形成された導電体、絶縁体、半導体などの膜に対してエッチングを行う空間を提供する。

50

【 0 0 1 2 】

チャンバー 1 0 2 には排気装置 1 0 4 が接続され、これにより、チャンバー 1 0 2 内を減圧雰囲気を設定することができる。チャンバー 1 0 2 にはさらに反応ガスを導入するための導入管 1 0 6 が設けられ、バルブ 1 0 8 を介してチャンバー内にエッチング用の反応ガスが導入される。反応ガスとしては、例えば四フッ化炭素 (CF_4)、オクタフルオロシクロブタン (C_8F_{16})、デカフルオロシクロペンタン ($\text{C}_{10}\text{F}_{20}$)、ヘキサフルオロブタジエン (C_4F_6) などの含フッ素有機化合物が挙げられる。

【 0 0 1 3 】

チャンバー 1 0 2 上部には導波管 1 1 0 を介してマイクロ波源 1 1 2 を設けることができる。マイクロ波源 1 1 2 はマイクロ波を供給するためのアンテナなどを有しており、例えば 2 . 4 5 GHz のマイクロ波や、1 3 . 5 6 MHz のラジオ波 (RF) といった高周波数のマイクロ波を出力する。マイクロ波源 1 1 2 で発生したマイクロ波は導波管 1 1 0 によってチャンバー 1 0 2 の上部へ伝播し、石英やセラミックなどを含む窓 1 1 4 を介してチャンバー 1 0 2 内部へ導入される。マイクロ波によって反応ガスがプラズマ化し、プラズマに含まれる電子やイオン、ラジカルによって膜のエッチングが進行する。

【 0 0 1 4 】

チャンバー 1 0 2 下部には基板を載置し、基板の温度を制御するための基板支持ユニット 1 3 0 が設けられる。基板支持ユニット 1 3 0 はシャフト 1 3 4 とシャフト 1 3 4 上に設置されるステージ 1 3 2 を有する。基板はステージ 1 3 2 上に設置される。ステージ 1 3 2 には電源 1 2 2 が接続され、高周波電力がステージ 1 3 2 に与えられ、マイクロ波による電界がステージ 1 3 2 表面、基板表面に対して垂直な方向に形成される。チャンバー 1 0 2 の上部や側面にはさらに磁石 1 1 6、1 1 8、1 2 0 を設けることができる。磁石 1 1 6、1 1 8、1 2 0 としては永久磁石でもよく、電磁コイルを有する電磁石でもよい。磁石 1 1 6、1 1 8、1 2 0 によってステージ 1 3 2、および基板表面に平行な磁界成分が作り出され、マイクロ波による電界との連携により、プラズマ中の電子はローレンツ力を受けて共鳴し、ステージ 1 3 2、および基板表面に束縛される。その結果、高い密度のプラズマを基板表面に発生させることができる。

【 0 0 1 5 】

ステージ 1 3 2 には、ステージ 1 3 2 やシャフト 1 3 4 に設けられるヒータ (後述する第 1 のヒータ、第 2 のヒータ) を制御するヒータ電源 1 2 6 が接続される。ステージ 1 3 2 にはさらに、基板をステージ 1 3 2 に固定するための静電チャック用の電源 1 2 4 が接続されてもよい。エッチング装置 1 0 0 にはさらに、任意の構成として、ステージ 1 3 2 を回転させるための回転制御装置 1 2 8 が設けられていてもよい。

【 0 0 1 6 】

[2 . 基板支持ユニット]

図 2 A に基板支持ユニット 1 3 0 の模式的斜視図を示す。図 2 A に示すように、基板支持ユニット 1 3 0 はシャフト 1 3 4 と、シャフト 1 3 4 上に設けられるステージ 1 3 2 を有する。

【 0 0 1 7 】

< 1 . ステージ >

ステージ 1 3 2 は二つのプレートを有することができ、ここでは下部プレート 1 3 2 b と、下部プレート 1 3 2 b 上に位置する上部プレート 1 3 2 a が設けられる例が示されている。上部プレート 1 3 2 a と下部プレート 1 3 2 b は互いにネジで接続されていてもよく、あるいは溶接、ろう付けによって固定されていてもよい。上部プレート 1 3 2 a や下部プレート 1 3 2 b の主な材料は金属であり、材料としては例えばチタンやアルミニウム、ステンレスなどが挙げられる。図示していないが、下部プレート 1 3 2 b の底面に温度センサーを設置するための開口を設けてもよい。温度センサーには熱電対などを利用することができる。図 2 A には円形のステージ 1 3 2 が図示されているが、ステージ 1 3 2 の形状に制限はなく、楕円、あるいは四角形などの多角形の形状を有していてもよい。

【 0 0 1 8 】

図 2 B に基板支持ユニット 1 3 0 の断面の斜視図を、図 2 C に図 2 B の中心部分の拡大図を示す。図 2 B に示すように、ステージ 1 3 2 は、下部プレート 1 3 2 b と上部プレート 1 3 2 a の間に第 2 のヒータ 1 4 0 を有している。第 2 のヒータ 1 4 0 はステージ 1 3 2 を加熱するために設けられ、下部プレート 1 3 2 b と上部プレート 1 3 2 a に形成された溝に沿って配置される。ただし、溝は下部プレート 1 3 2 b と上部プレート 1 3 2 a の一方のみに設けてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 3 A に、ステージ 1 3 2 の上面模式図を示す。図 3 A は、ステージ 1 3 2 から上部プレート 1 3 2 a を省いた状態を示す。図 3 A に示すように、第 2 のヒータ 1 4 0 はステージ 1 3 2 の全体に引き回され、これによりステージ 1 3 2 の全体が加熱される。

10

【 0 0 2 0 】

第 2 のヒータ 1 4 0 の代表的な例としてシースヒータが挙げられる。シースヒータは金属シースを有し、通電することで発熱する金属を含む発熱体、および発熱体を取り囲む絶縁物が金属シース内に設けられている。発熱体はタングステンやニッケル、クロム、コバルト、およびモリブデンから選択される金属を含むことができる。金属はこれらの金属を含む合金でもよく、例えばニッケルとクロムの合金、ニッケル、クロム、およびコバルトを含む合金でもよい。絶縁物としては、例えば酸化アルミニウム、酸化物チタン、酸化クロム、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、酸化イットリウム、あるいはこれらの複合酸化物などが挙げられる。

【 0 0 2 1 】

20

図 2 B に示すように、第 2 のヒータ 1 4 0 は配線 1 4 2 と接続され、配線 1 4 2 はステージ 1 3 2 の中心からシャフト 1 3 4 の内部を延伸し、図 1 に示すヒータ電源 1 2 6 と接続される。ヒータ電源 1 2 6 によって第 2 のヒータ 1 4 0 に流れる電流が制御され、これにより、ステージ 1 3 2 の温度が制御される。

【 0 0 2 2 】

< 2 . シャフト >

シャフト 1 3 4 はステージ 1 3 2 を支持するものであり、メインシャフト 1 3 6、および任意の構成としてコネクタ 1 3 8 を有している（図 2 B、図 2 C）。コネクタ 1 3 8 を設ける場合、コネクタは下部プレート 1 3 2 b とメインシャフト 1 3 6 の少なくとも一方と接するように設置することができる。シャフト 1 3 4 とステージ 1 3 2 は溶接、あるいはろう付けによって接続することができる。

30

【 0 0 2 3 】

メインシャフト 1 3 6 は管状の形状を有してもよく、ステージ 1 3 2 が円形の場合、ステージ 1 3 2 の中心を通る法線がメインシャフト 1 3 6 の断面、あるいは断面の中心を通過するよう、ステージ 1 3 2 とメインシャフト 1 3 6 を構成することができる。ステージ 1 3 2 の面積はメインシャフト 1 3 6 の断面積よりも大きい。メインシャフト 1 3 6 の内部には空洞、あるいは空間が形成され、この中に配線 1 4 2 が配置される。メインシャフト 1 3 6 の上端には、図 2 C に示すようにフランジ 1 4 4（図中、点線の楕円で示した部分）が形成されていてもよい。フランジ 1 4 4 を形成する場合、フランジ 1 4 4 はリング状の形状を有し、メインシャフト 1 3 6 の端部を形成する。コネクタ 1 3 8 を設ける場合、コネクタ 1 3 8 はリング状の形状を有し、フランジ 1 4 4 を覆うように設けることができる。

40

【 0 0 2 4 】

メインシャフト 1 3 6 やコネクタ 1 3 8 は、上部プレート 1 3 2 a と下部プレート 1 3 2 b で使用可能な材料を含むことができる。例えばメインシャフト 1 3 6 と上部プレート 1 3 2 a、下部プレート 1 3 2 b は、同一の材料を含むことができる。これにより、シャフト 1 3 4 とステージ 1 3 2 間で熱膨張係数の差がなくなるため、シャフト 1 3 4 とステージ 1 3 2 間の接続に高い信頼性を付与することができる。シャフト 1 3 4 やステージ 1 3 2、コネクタ 1 3 8 で異なる材料を用いる場合、材料間の熱膨張率の差は $0.2 \times 10^{-6} / K$ 以上 $2.0 \times 10^{-6} / K$ 以下、あるいは $0.5 \times 10^{-6} / K$ 以上 $1.0 \times 10^{-6} /$

50

K以下、あるいは $0.7 \times 10^{-6} / K$ 以上 $0.9 \times 10^{-6} / K$ とすることができる。さらにシャフトからの熱引け防止効果を高めるために、コネクタ138に高熱伝導材料、メインシャフト136に低熱伝導材料を用いてもよい。この場合、高熱伝導材料と低熱伝導材料の少なくとも一方は、上部プレート132aや下部プレート132bに含まれる材料と異なることも可能である。

【0025】

シャフト134にはさらに、メインシャフト136の上部を加熱する第1のヒータ150が内蔵される。例えば第1のヒータ150は、メインシャフト136と下部プレート132bの間に設けることができ、あるいは図2B、図2Cに示すようにメインシャフト136とコネクタ138との間に設けることができる。図示していないが、第1のヒータ150はコネクタ138と下部プレート132bの間に設けてもよい。

10

【0026】

第1のヒータ150は、シャフト134を取り囲むように、あるいはメインシャフト136の空洞を囲むように配置される。また、ステージ132の中心を通過する、ステージ132の法線を囲むように配置される。フランジ144を設ける場合、図2Cに示すように、フランジ144およびコネクタ138に形成される溝に沿って第1のヒータ150を設置することができる。ただし溝はフランジ144およびコネクタ138の少なくとも一方に形成されていればよい。図3Bに、シャフト134の上面図を示す。ここでは、第2のヒータ140や下部プレート132bの一部が点線で示されている。図2Cおよび図3Bに示すように、第1のヒータ150はフランジ144が形成する平面内で、第1のヒータ150の一部が複数の同心円と重なるように形成することができる。

20

【0027】

第2のヒータ140と同様、第1のヒータ150としてシースヒータを用いることができる。第1のヒータ150の端子は配線152と接続され(図2B、図2C)、配線152はメインシャフト136の空洞を延伸し、図1に示すヒータ電源126と接続される。ヒータ電源126によって第1のヒータ150に流れる電流が制御され、これにより、メインシャフト136の上部の温度が制御される。

【0028】

第1のヒータ150の断面積は、第2のヒータ140の断面積よりも小さくなるよう、第1のヒータ150と第2のヒータ140を構成することができる。すなわち、第1のヒータ150に内蔵される発熱体の断面積は、第2のヒータ140に内蔵されるそれと比較して小さくなるよう、第1のヒータ150と第2のヒータ140を構成することができる。このため、ステージ132と比較して小さい面積を有するメインシャフト136やフランジ144に、より高い密度で第1のヒータ150を設置することができる。

30

【0029】

半導体プロセスにおける基板の温度の設定幅は広く、例えば500℃以上に加熱されることも多い。このような高温での基板加熱を行うためには、ステージ132に設けられる第2のヒータ140に大きな電力を与える必要があり、したがって、大きな断面積を有する発熱体が第2のヒータ140で使用され、これに伴い、大きな断面積を有するシースヒータが第2のヒータ140として使用される。大きな断面積を有するシースヒータを図1に示すように変形して使用する場合、曲げ部分の曲率半径に限界がある。すなわち、第2のヒータ140を緩やかに曲げることは容易であるものの、大きな曲率半径で曲げることは困難であり、このため、ステージ132の中心付近と周辺領域ではヒータの設置密度を均一にすることが難しい。より具体的には、ステージ132の周辺領域では高い密度で第2のヒータ140を配置することができるものの、中心付近においては高い密度で第2のヒータ140を設けることが困難である。さらに、ステージ132の中心付近にはシャフト134が設けられるため、シャフト134を通じてステージ132の熱が奪われやすい。その結果、ステージ132の中心とその近傍の温度は、周辺領域よりも低くなりやすい。これらの理由に起因し、ステージ132全体を均一な温度に保つことは必ずしも容易ではない。

40

50

【0030】

一方上述したように、本実施形態で示した基板支持ユニットには、ステージ132の加熱を行うための第2のヒータ140とともに、シャフト134の端部、すなわちシャフト134のステージ132の近傍を加熱するための第1のヒータ150が設けられる。また、第1のヒータ150の断面積は、第2のヒータ140のそれよりも小さいため、フランジ144やコネクタ138などの小さな面積を有する部材に高密度で配置することができる。このため、第1のヒータ150を用いてシャフト134の端部を加熱することで、ステージ132の中心とその付近における温度低下を防止することができる。その結果、ステージ132全体の温度を均一に保持することが容易となり、精密な基板温度制御を達成することが可能となる。

10

【0031】

<3. その他の構成>

ステージ132にはさらに、基板をステージ132上に固定するための機構として静電チャック160を有してもよい(図4A)。静電チャック160は、例えば静電チャック電極162を絶縁性の膜164で覆った構造を有することができる。静電チャック電極162に電源124(図1参照)から高電圧(数百Vから数千V)を印加することで、静電チャック電極162に電荷が生じる。同時に、静電チャック電極162に生じる電荷とは逆の極性の電荷が基板裏面に発生する。極性が異なる電荷同士のクーロン力により、基板を固定することができる。絶縁体としては、酸化アルミニウムや窒化アルミニウム、窒化ホウ素などのセラミックを用いることができる。なお、絶縁性の膜164は完全に絶縁性である必要はなく、ある程度の導電性(例えば $10^9 \cdot \text{cm}$ から $10^{12} \cdot \text{cm}$ オーダーの抵抗率)を有してもよい。この場合、膜164は上述したセラミックに酸化チタンや、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウムなどの金属酸化物がドーピングされる。静電チャック160の周辺には、基板の位置を決定するためのリブ166が設けられていてもよい。

20

【0032】

さらに任意の構成として、ステージ132は、貫通孔168を一つ、あるいは複数有してもよい。貫通孔168にヘリウムなどの熱伝導率の高いガスを流すよう、チャンパー102にヘリウム導入管を設けてもよい。これにより、ガスがステージ132と基板の隙間を流れ、ステージ132の熱エネルギーを効率よく基板へ伝えることができる。

【0033】

基板を固定するための静電チャック160をステージ132上に設けず、真空チャックの機能をステージ132に付与してもよい。例えば図4Bに示すように、上部プレート132aに複数の吸引孔170を設け、図示しない吸引装置を用いて吸引孔170から気体を吸引し、上部プレート132a上に基板を吸着することで基板を固定してもよい。

30

【0034】

図示していないが、ステージ132の内部に、基板の温度を制御するための媒体を環流するための溝(流路)を設けてもよい。媒体としては、水、イソプロパノールやエチレングリコールなどのアルコール、シリコンオイルなどの液体の媒体を用いることができる。この場合、上部プレート132aと下部プレート132bの一方、あるいは両方に溝が形成され、その後上部プレート132aと下部プレート132bがろう付けなどによって接合される。媒体はステージ132を冷却する場合、加熱する場合のいずれの場合に用いてもよい。

40

【0035】

(第2実施形態)

本実施形態では、第1実施形態で述べた基板支持ユニット130を有する種々の成膜装置に関し、図5から図7を用いて説明する。第1実施形態と同様の構成に関しては記述を割愛することがある。

【0036】

[1. CVD装置]

図5は、成膜装置の一つであるCVD装置200の模式図である。CVD装置200は

50

チャンバー 202 を有し、反応ガスを化学的に反応させる場を提供する。

【0037】

チャンバー 202 には排気装置 204 が接続され、チャンバー 202 内の圧力を低減することができる。チャンバー 202 にはさらに反応ガスを導入するための導入管 206 が設けられ、バルブ 208 を介してチャンバー内に成膜用の反応ガスが導入される。反応ガスとしては、作成する膜に依存して種々のガスを用いることができる。ガスは、常温で液体でもよい。例えばシランやジクロロシラン、テトラエトキシシランなどを用いることでシリコン、酸化ケイ素、窒化ケイ素などの薄膜を形成することができる。あるいはフッ化タングステンやトリメチルアルミニウムなどを用いることで、タングステンやアルミニウムなどの金属薄膜を形成することができる。

10

【0038】

エッチング装置 100 と同様、チャンバー 202 上部には導波管 210 を介してマイクロ波源 212 を設けてもよい。マイクロ波源 212 で発生したマイクロ波は導波管 210 によってチャンバー 202 内部へ導入される。マイクロ波によって反応ガスがプラズマ化し、プラズマに含まれる種々の活性種によってガスの化学反応が促進され、化学反応によって得られる生成物が基板上に堆積し、薄膜が形成される。任意の構成として、プラズマの密度を増大させるための磁石 244 をチャンバー 202 内に設けることができる。チャンバー 202 下部には、第 1 実施形態で述べた基板支持ユニット 130 が設けられ、基板がステージ 132 上に設置された状態で薄膜の堆積を行うことができる。エッチング装置 100 と同様、チャンバー 202 の側面にはさらに磁石 216、218 を設けてもよい。

20

【0039】

CVD 装置 200 にはさらに、ステージ 132 やシャフト 134 に設けられる第 1 のヒータ 150、第 2 のヒータ 140 を制御するヒータ電源 224 が設けられる。CVD 装置 200 は、高周波電力をステージ 132 に供給するための電源 226、静電チャック用の電源 228、ステージ 132 内部に環流される媒体の温度制御を行う温度コントローラ 230 などをさらに有していてもよい。CVD 装置 200 にはさらに、任意の構成として、ステージ 132 を回転させるための回転制御装置（図示せず）が設けられていてもよい。

【0040】

[2 . スパッタ装置]

図 6 は、成膜装置の一つであるスパッタ装置 300 の模式図である。スパッタ装置 300 はチャンバー 302 を有し、高速のイオンとターゲットの衝突、およびその際に発生するターゲット原子の堆積のための場を提供する。

30

【0041】

チャンバー 302 にはチャンバー 302 内を減圧にするための排気装置 304 が接続される。チャンバー 302 にはアルゴンなどのスパッタガスをチャンバー 302 へ導入するための導入管 306、およびバルブ 308 が設けられる。

【0042】

チャンバー 302 下部には、成膜する材料を含むターゲットを保持し、かつ陰極として機能するターゲットステージ 310 が設けられ、その上にターゲット 312 が設置される。ターゲットステージ 310 には高周波電源 314 が接続され、高周波電源 314 によってチャンバー 302 内にプラズマを発生することができる。

40

【0043】

チャンバー 302 上部には、第 1 実施形態で述べた基板支持ユニット 130 を設けることができる。この場合、基板がステージ 132 下に設置された状態で薄膜の形成が進行する。エッチング装置 100 や CVD 装置 200 と同様、スパッタ装置 300 は、ステージ 132 やシャフト 134 に設けられる第 1 のヒータ 150、第 2 のヒータ 140 を制御するヒータ電源 324 が設けられる。基板支持ユニット 130 にはさらに、高周波電力をステージ 132 に供給するための電源 326、静電チャック用の電源 328、温度コントローラ 330 などが接続されてもよい。スパッタ装置 300 にはさらに、任意の構成として、ステージ 132 を回転させるための回転制御装置（図示せず）が設けられていてもよい

50

。

【 0 0 4 4 】

チャンバー 3 0 2 内で発生したプラズマによって加速されたアルゴンイオンは、ターゲット 3 1 2 に衝突し、ターゲット 3 1 2 の原子が弾き出される。弾き出された原子は、シャッター 3 1 6 が開放されている間、ステージ 1 3 2 下に設置される基板へ飛翔し、堆積する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、基板支持ユニット 1 3 0 がチャンバー 3 0 2 の上部に、ターゲットステージ 3 1 0 がチャンバー 3 0 2 の下部に設置される構成が例示されるが、本実施形態はこの構成に限られず、ターゲットが基板支持ユニット 1 3 0 の上に位置するようにスパッタ装置 3 0 0 を構成してもよい。あるいは、基板の主面が水平面に対して垂直に配置されるように基板支持ユニット 1 3 0 を設置し、それに対向するようにターゲットステージ 3 1 0 を設けてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

[3 . 蒸着装置]

図 7 は、成膜装置の一つである蒸着装置 4 0 0 の模式図である。蒸着装置 4 0 0 はチャンバー 4 0 2 を有し、蒸着源 4 1 0 における材料の蒸発、ならびに蒸発した材料の基板上への堆積のための空間が提供される。

【 0 0 4 7 】

チャンバー 4 0 2 にはチャンバー 4 0 2 内を高真空にするための排気装置 4 0 4 が接続される。チャンバー 4 0 2 にはチャンバー 4 0 2 を大気圧に戻すための導入管 4 0 6 が設けられ、バルブ 4 0 8 を介して窒素やアルゴンなどの不活性ガスがチャンバー 4 0 2 内に導入される。

20

【 0 0 4 8 】

チャンバー 4 0 2 上部には、第 1 実施形態で述べた基板支持ユニット 1 3 0 を設けることができる。基板がステージ 1 3 2 の下に設置された状態で材料の堆積が進行する。エッチング装置 1 0 0、C V D 装置 2 0 0、スパッタ装置 3 0 0 と同様、蒸着装置 4 0 0 はさらに、ステージ 1 3 2 やシャフト 1 3 4 に設けられる第 1 のヒータ 1 5 0、第 2 のヒータ 1 4 0 を制御するヒータ電源 4 2 4 が設けられる。基板支持ユニット 1 3 0 には、静電チャック用の電源 4 2 6、温度コントローラ 4 2 8、ステージ 1 3 2 を回転させるための回転制御装置 4 3 0 などが設けられてもよい。基板支持ユニット 1 3 0 はさらに、基板と蒸着源 4 1 0 の間にメタルマスクを固定するためのマスクホルダ 4 1 6 を有してもよい。これにより、材料を堆積する領域にメタルマスクの開口部が重なるように、基板近傍にメタルマスクを配置することができる。

30

【 0 0 4 9 】

蒸着源 4 1 0 がチャンバーの下側に設けられ、蒸着する材料が蒸着源 4 1 0 に充填される。蒸着源 4 1 0 には材料を加熱するためのヒータが設けられており、ヒータは制御装置 4 1 2 によって制御される。排気装置 4 0 4 を用いてチャンバー 4 0 2 内を高真空にし、蒸着源 4 1 0 を加熱して材料を気化させることで蒸着が開始される。蒸着の速度が一定になった時にシャッター 4 1 4 を開放することで、基板上において材料の堆積が開始される。

40

【 0 0 5 0 】

上述したように、本実施形態の C V D 装置 2 0 0、スパッタ装置 3 0 0、蒸着装置 4 0 0 などの成膜装置には、実施形態 1 で説明した基板支持ユニット 1 3 0 を有することができる。したがって、基板全体の温度を均一に制御することができ、形成される薄膜の物性のばらつきを大幅に低減することができる。

【実施例】

【 0 0 5 1 】

第 1 実施形態で述べた基板支持ユニット 1 3 0 を用いることで、ステージ 1 3 2 の全体を均一に加熱することができることを以下に述べる実施例で説明する。

50

【0052】

図2Aから図3Bに示す構造を有する基板支持ユニット130を実施例として用い、加熱温度のシミュレーションを行った。シミュレーションの設定条件は以下のとおりである。なお比較例として、第1のヒータ150を備えない基板支持ユニットを用いた。

(1) 上部プレート132aおよび下部プレート132b

直径：350mm、厚さ：30mm、熱導電率：170W/m・K

(2) 第1のヒータ150

断面積：2.54mm²、長さ：1300mm、発生する熱量：400W

(3) 第2のヒータ

断面積：85mm²、長さ：1500mm、発生する熱量：600W

(4) メインシャフト136

外径：60mm、内径：50mm、長さ：90mm、熱導電率：170W/m・K

(5) コネクタ138：

外径：90mm、内径：50mm、厚さ：5mm、熱導電率：170W/m・K

(6) フランジ144

外径：90mm、内径：50mm、厚さ：10mm、熱導電率：170W/m・K

(7) 外部環境

雰囲気：真空、温度：30、放射率：0.3

【0053】

上記設定条件下において平衡に達した時の実施例、比較例の基板支持ユニット130の温度分布をそれぞれ図8A、図8Bに示す。各図において、左側は基板支持ユニットの上面図であり、右側は矢印方向から見た断面図である。図8Bに示すように、比較例の基板支持ユニットでは、上部プレート132aに大きな温度分布が観測され、周辺領域から中心に向かうにつれて温度が低下した。具体的には、最大温度を示す位置は上部プレート132aの周辺領域であり、その温度は370.9であった。一方、最小温度を示した場所は上部プレート132aの中央部であり、その温度は350.5となり、最大温度と最小温度の差は20.4であった。

【0054】

一方図8Aに示すように、実施例の基板支持ユニット130では、最大温度と最小温度を示す位置は比較例と同様であるものの、前者は368.5、後者は360.4となり、その差は僅か8.1であった。

【0055】

上述したシミュレーション結果が示すように、本発明の実施形態に係る基板支持ユニット130は、シャフト134の上端部、すなわち、シャフト134のステージ132付近に第1のヒータ150が内蔵されており、この第1のヒータ150を用いることでステージ132の中心部からシャフト134への熱伝導による熱損失を補うことができ、その結果、ステージ132の加熱を均一に行うことができることが分かった。したがって、この基板支持ユニット130を備えた成膜装置や膜加工装置を用いることで、基板上に均一な特性を有する種々の薄膜を形成する、あるいは薄膜に対して基板上で均一な成形を行うことができるため、より精密に半導体プロセスを制御することが可能である。

【0056】

本発明の実施形態として上述した各実施形態は、相互に矛盾しない限りにおいて、適宜組み合わせ実施することができる。また、各実施形態を基にして、当業者が適宜構成要素の追加、削除もしくは設計変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。

【0057】

また、上述した各実施形態によりもたらされる作用効果とは異なる他の作用効果であっても、本明細書の記載から明らかなもの、または、当業者において容易に予測し得るものについては、当然に本発明によりもたらされるものと理解される。

【符号の説明】

10

20

30

40

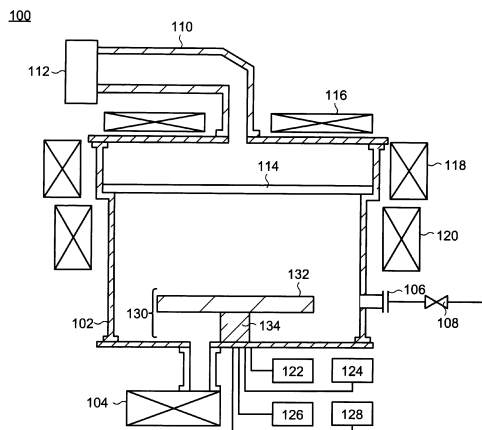
50

【 0 0 5 8 】

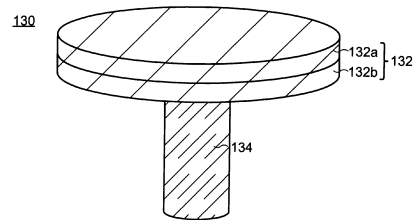
100：エッチング装置、102：チャンバー、104：排気装置、106：導入管、108：バルブ、110：導波管、112：マイクロ波源、114：窓、116：磁石、118：磁石、120：磁石、122：電源、124：電源、126：ヒータ電源、128：回転制御装置、130：基板支持ユニット、132：ステージ、132a：上部プレート、132b：下部プレート、134：シャフト、136：メインシャフト、138：コネクタ、140：第2のヒータ、142：配線、144：フランジ、150：第1のヒータ、152：配線、160：静電チャック、162：静電チャック電極、164：絶縁性の膜、166：リブ、168：貫通孔、170：吸引孔、200：CVD装置、202：チャンバー、204：排気装置、206：導入管、208：バルブ、210：導波管、212：マイクロ波源、216：磁石、218：磁石、224：ヒータ電源、226：電源、228：電源、230：温度コントローラ、244：磁石、300：スパッタ装置、302：チャンバー、304：排気装置、306：導入管、308：バルブ、310：ターゲットステージ、312：ターゲット、314：高周波電源、316：シャッター、324：ヒータ電源、326：電源、328：電源、330：温度コントローラ、400：蒸着装置、402：チャンバー、404：排気装置、406：導入管、408：バルブ、410：蒸着源、412：制御装置、414：シャッター、416：マスクホルダ、424：ヒータ電源、426：電源、428：温度コントローラ、430：回転制御装置

10

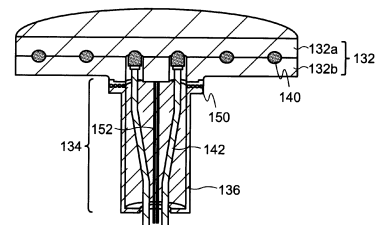
【 図 1 】



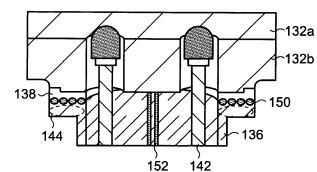
【 図 2 A 】



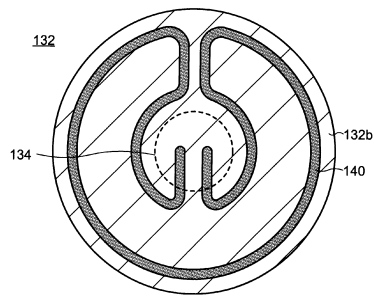
【 図 2 B 】



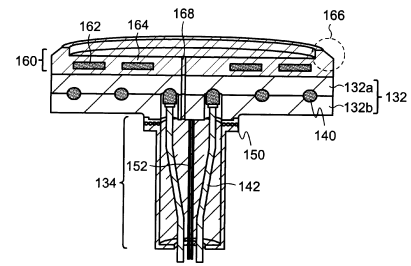
【 図 2 C 】



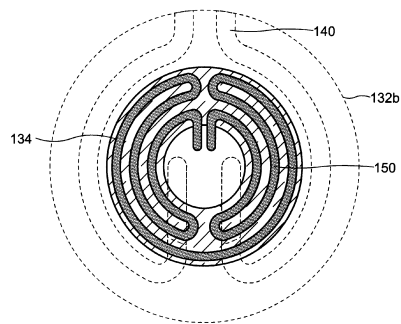
【図 3 A】



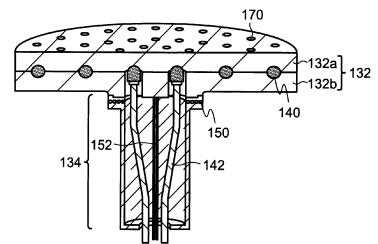
【図 4 A】



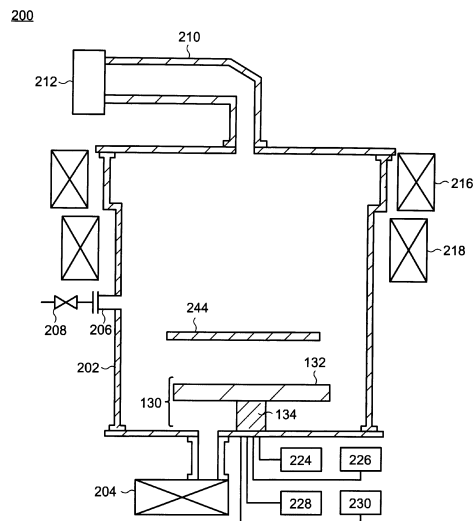
【図 3 B】



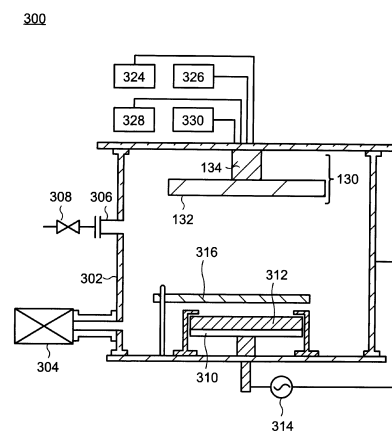
【図 4 B】



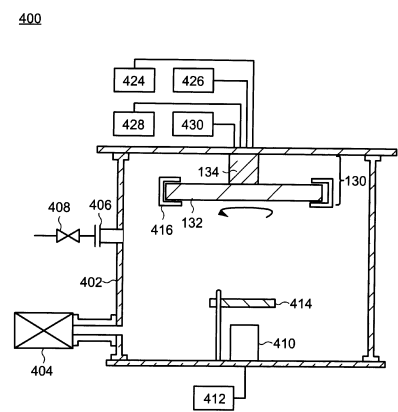
【図 5】



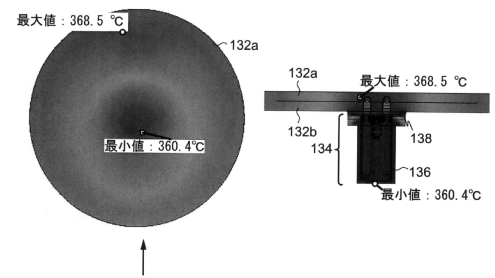
【図 6】



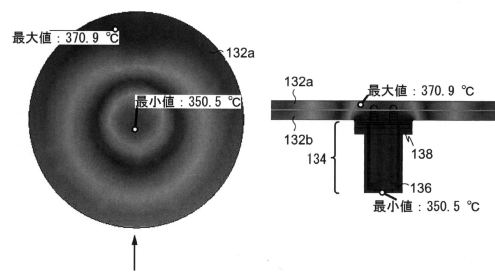
【図 7】



【図 8 A】



【図 8 B】



フロントページの続き

審査官 加藤 芳健

(56)参考文献 特表2016-536803(JP,A)
再公表特許第2013/162000(JP,A1)
特開2001-237051(JP,A)
特開2000-54141(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065
C23C 14/50
C23C 16/46
H01L 21/31
H01L 21/683