

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-201769

(P2014-201769A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 3 C 14/52 (2006.01)	C 2 3 C 14/52	4 K 0 2 9
G 0 1 K 5/50 (2006.01)	G 0 1 K 5/50	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44	B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-76947 (P2013-76947)
 (22) 出願日 平成25年4月2日 (2013.4.2)

(71) 出願人 000001199
 株式会社神戸製鋼所
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
 (74) 代理人 100061745
 弁理士 安田 敏雄
 (74) 代理人 100120341
 弁理士 安田 幹雄
 (72) 発明者 藤井 博文
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号
 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
 Fターム(参考) 4K029 BA58 BA60 CA04 CA13 DA03
 EA08 JA02
 4K030 GA06 KA37 KA39 KA46

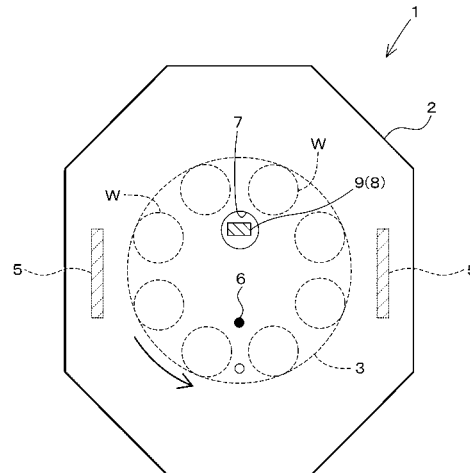
(54) 【発明の名称】 処理装置及びワークの温度計測方法

(57) 【要約】

【課題】 チャンバの内部にワークを收容して加熱する場合に、ワークの実体温度を正確に計測しつつ処理を行う。

【解決手段】 本発明にかかる処理装置1は、チャンバ2の内部に収納されたワークWに対して改質処理を行う処理装置1であって、チャンバ2の内部には、チャンバ2の内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピース6が設けられており、測定ピース6の熱伸縮量を計測することでワークWの実体温度を計測する計測部8が設けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

チャンバの内部に収納されたワークに対して改質処理を行う処理装置であって、前記チャンバの内部には、前記チャンバの内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピースが設けられており、

前記測定ピースの熱伸縮量を計測することで前記ワークの実体温度を計測する計測部が設けられていることを特徴とする処理装置。

【請求項 2】

前記測定ピースは、前記ワークと同じ材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の処理装置。

10

【請求項 3】

前記チャンバには、前記チャンバ内の測定ピースを前記チャンバの外側から観測可能な観測窓が形成されていて、

前記計測部は、前記観測窓を介して測定ピースの熱伸縮量を計測する構成とされていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の処理装置。

【請求項 4】

前記測定ピースは、長尺棒状に形成されており、

前記計測部は、前記測定ピースの長手方向に沿った熱伸縮量に基づいてワークの実体温度を計測する構成とされていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の処理装置。

20

【請求項 5】

前記計測部は、前記測定ピースの長手方向の一方端に対する他方端の熱伸縮量を計測すべく、前記測定ピースの他方端に対して測定用のレーザ光を照射するレーザ変位計を有していることを特徴とする請求項 4 に記載の処理装置。

【請求項 6】

前記チャンバ内には、回転軸回りにワークを公転させる回転テーブルが設けられており、

前記測定ピースは、前記回転テーブル上に一方端が固定されると共に、長手方向が前記回転軸と平行となるように配備されており、

前記観測窓は、前記測定ピースの他方端の熱伸縮量を計測可能なように、前記チャンバを構成する壁面であって前記回転テーブルに対面する側に設けられていることを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれかに記載の処理装置。

30

【請求項 7】

前記チャンバ内には、前記ワークに成膜を行うための蒸発源が配備されており、

前記測定ピースは、前記回転テーブルの回転軸心を中心とする径方向に沿って、前記ワークから見て前記蒸発源とは反対側であると共にワークに隣接した位置に設けられていることを特徴とする請求項 6 に記載の処理装置。

【請求項 8】

前記測定ピースは、前記ワークと同じ電位に保持されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の処理装置。

40

【請求項 9】

チャンバの内部に収納されたワークに対して改質処理を行う処理方法であって、

前記チャンバの内部に、前記チャンバの内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピースを設けておき、

前記測定ピースの熱伸縮量を計測することで前記ワークの実体温度を計測することを特徴とするワークの温度計測方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、処理装置及びワークの温度計測方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来より、減圧状態又は真空状態とされたチャンバ内に収容されたワークに対して、成膜、窒化、含浸などの表面処理が、PVD法やCVD法を用いて行われている。このようなPVD法やCVD法を用いて成膜などの改質処理を行う処理装置では、ワークの処理温度は機械的特性や密着性などに応じて細かく設定されることが多い。例えば、成膜した皮膜と下地との密着性を良好とするためには、一般に処理温度は高くした方が好ましいとされている。ところが、機械的特性などを考慮した場合には、ワークの温度を低くした方が有利な場合もある。つまり、上述したPVD法やCVD法の処理では、ワークの処理温度は機械的特性や密着性などに対応して細かく決められており、このような処理温度に管理

10

【0003】

なお、PVD法やCVD法などの成膜ではないが、処理装置を加熱炉として用いてワークを加熱する際にも、細かな温度管理が必要となる場合がある。このような場合にも、ワークの実体温度を正確に計測したいというニーズが要求されることがある。

上述したワークの実体温度の計測方法としては、次のような手段がある。

例えば、特許文献1、特許文献2には、チャンバの外壁に、チャンバ内を視認できるような窓を設け、チャンバ外に設置された赤外線式の放射温度計でワークの実体温度を実測（計測）する計測方法が開示されている。

20

【0004】

また、特許文献3には、板状のワークの表面に対して成膜を行う装置において、成膜が行われる表面側とは異なる裏面側の表面に接触式の温度計を接触させて温度計測を行い、計測された温度から処理中のワークの実体温度を算出する方法が開示されている。このような接触式の温度計を用いても、ワークの実体温度を実測することが可能となる。

さらに、特許文献4には、断熱材によって囲まれた加熱区画の温度を計測する際に、雰囲気温度を計測する方法が開示されている。この特許文献3の方法は、処理中のワークの温度を計測するものではなく、雰囲気温度から熱電対の劣化を判断するためのものであるが、雰囲気温度をワークの実体温度に代えて利用できることを示すものとなっている。

【0005】

さらにまた、特許文献5には、CVDやスパッタリングなどの真空又は減圧プラズマを使用する製造プロセスにおいて、シリコンウエハの基板からなるワークの温度を計測する方法が開示されている。この方法は、ワークである基板上に、形状が温度に依存して変化するポリマー材料の薄膜を形成しておき、薄膜の形状変化に基づいて処理中のワークの温度を計測するものである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第2836876号公報

【特許文献2】特開平6-58814号公報

【特許文献3】特許第3042786号公報

【特許文献4】特許第4607287号公報

【特許文献5】特開2002-350248号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、特許文献1や特許文献2の方法は、いずれも放射温度計を用いた温度計測方法となっている。このような放射温度計は計測対象であるワークの表面の放射率が変化すると、計測される温度の値も変化してしまう。つまり、放射温度計を用いて温度の計測が可能となるのは表面の状態が安定した場合であり、上述した成膜方法のように処理が進行するに連れて表面物性や表面状態が変化するようなワークに対しては、表面の放射率が安

50

定することはなく、温度計測を精度良く行うことができなくなる可能性がある。また、チャンバ内にはワーク以外の部材も存在しており、これらの部材からも赤外線は放射される。このようなワーク以外の部材から赤外線も、実体温度の計測結果に大きな誤差を与えてしまう可能性が高い。

【0008】

加えて、成膜の処理装置では、成膜物質が観測用の窓にも付着し、成膜物質が付着した窓を通過した赤外線を放射温度計で計測することになる。この場合、計測される赤外線はその強度（エネルギー量）が変化している可能性があり、ワークの実体温度を正確に示すものとなっておらず、放射温度計で計測される温度に大きな誤差が生じることになる。

一方、特許文献3のように接触式の温度計を用いた計測方法は、原則としてチャンバ内に静置されたワークを対象とするものである。つまり、回転テーブルなどに載せられた状態で移動するワークに対しては、接触式の温度計を接触させることができず、処理中のワークの温度計測が困難になる。それゆえ、ワークを自転させたり公転させたりしつつ成膜することが一般的であるCVDやPVDなどの成膜では、特許文献3のような計測方法を用いることは現実的ではない。

【0009】

また、アークイオンプレティングのようなPVD法では、チャンバとワークとの間に電位差を与えて成膜を行う場合がある。このような場合に、接触式の温度計をチャンバの外側から挿し込んでワークに接触させようとする、熱電対をチャンバから電気的に絶縁し、かつ熱電対の出力信号を絶縁して取り込む手段を設けなくてはならず、処理装置の構造が非常に複雑なものになってしまう。

【0010】

さらに、特許文献4のように雰囲気温度を計測する方法は、処理中にワークの温度（実体温度）と雰囲気温度との関係が正確に把握できている場合にしか用いることができない。処理されるワークの形状や処理の条件などが絶えず一定である場合は雰囲気温度からワークの実体温度を正確に計算することが可能である。しかし、処理されるワークの形状や処理の条件などが一定でない場合には、雰囲気温度からワークの実体温度を正確に求めることができなくなってしまう。

【0011】

さらにまた、特許文献5の方法は、処理が終了した後で薄膜をチャンバ外に取り出し、取り出された薄膜の形状変化から温度変化の履歴を判断するものであり、処理中のワークの実体温度を連続的に計測できるものではない。

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、チャンバの内部にワークを収容して処理を行う場合に、ワークの表面物性または表面状態が変化する場合であっても、あるいはチャンバ内でワークが移動する場合であっても、ワークの実体温度を正確に計測しつつ処理を行うことができる処理装置及びワークの温度計測方法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】

【0012】

上記課題を解決するため、本発明は以下の技術的手段を講じている。

即ち、本発明の処理装置は、チャンバの内部に収納されたワークに対して改質処理を行う処理装置であって、前記チャンバの内部には、前記チャンバの内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピースが設けられており、前記測定ピースの熱伸縮量を計測することで前記ワークの実体温度を計測する計測部が設けられていることを特徴とする。

【0013】

なお、好ましくは、前記測定ピースは、前記ワークと同じ材料で形成されているとよい。

なお、好ましくは、前記チャンバには、前記チャンバ内の測定ピースを前記チャンバの外側から観測可能な観測窓が形成されていて、前記計測部は、前記観測窓を介して測定ピースの熱伸縮量を計測する構成とされているとよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

なお、好ましくは、前記測定ピースは、長尺棒状に形成されており、前記計測部は、前記測定ピースの長手方向に沿った熱伸縮量に基づいてワークの実体温度を計測する構成とされているとよい。

なお、好ましくは、前記計測部は、前記測定ピースの長手方向の一方端に対する他方端の熱伸縮量を計測すべく、前記測定ピースの他方端に対して測定用のレーザ光を照射するレーザ変位計を有しているとよい。

【 0 0 1 5 】

なお、好ましくは、前記チャンパ内には、回転軸回りにワークを公転させる回転テーブルが設けられており、前記測定ピースは、前記回転テーブル上に一方端が固定されると共に、長手方向が前記回転軸と平行となるように配備されており、前記観測窓は、前記測定ピースの他方端の熱伸縮量を計測可能なように、前記チャンパを構成する壁面であって前記回転テーブルに対面する側に設けられているとよい。

10

【 0 0 1 6 】

なお、好ましくは、前記チャンパ内には、前記ワークに成膜を行うための蒸発源が配備されており、前記測定ピースは、前記回転テーブルの回転軸心を中心とする径方向に沿って、前記ワークから見て前記蒸発源とは反対側であると共にワークに隣接した位置に設けられているとよい。

なお、好ましくは、前記測定ピースは、前記ワークと同じ電位に保持されているとよい。

20

【 0 0 1 7 】

一方、本発明のワークの温度計測方法は、チャンパの内部に収納されたワークに対して改質処理を行う処理方法であって、前記チャンパの内部に、前記チャンパの内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピースを設けておき、前記測定ピースの熱伸縮量を計測することで前記ワークの実体温度を計測することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明の処理装置及び処理装置内に配備されたワークの温度計測方法によれば、チャンパの内部にワークを収容して処理を行う場合に、ワークの表面物性または表面状態が変化する場合であっても、あるいはチャンパ内でワークが移動する場合であっても、ワークの実体温度を正確に計測しつつ処理を行うことができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の処理装置を上方から見た図である。

【 図 2 】 本発明の処理装置を正面から見た図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

本発明の処理装置 1 は、少なくとも、内部にワーク W が収容可能とされたチャンパ 2 を備えている。このような処理装置 1 には、PVD法やCVD法を用いてワーク W の表面に成膜、窒化、または含浸などの表面処理を行ったり、真空中や減圧下でワーク W を加熱して表面を改質したりするものがあるが、本実施形態では、アークイオンプレーティングを用いてワーク W の表面に成膜を行う処理装置（PVD成膜装置）を例にとり、本発明の処理装置 1 を説明する。

40

【 0 0 2 1 】

図 1 及び図 2 に示すように、チャンパ 2 は、内部にワーク W が収容可能とされた筐状の部材である。このチャンパ 2 の内部は、外部に対して気密状に形成されていて、収容されたワーク W を真空状態や減圧状態に保持できるようになっている。

このチャンパ 2 は、断面八角形の筐状に形成されており、チャンパ 2 内の底面の略中央には、処理物である複数のワーク W を載置した回転式の回転テーブル 3 が設けられていて、回転テーブル 3 上に載置されたワーク W の表面に物理的蒸着法（PVD法）により T i

50

N、ZrN、CrNなどの硬質皮膜を形成する構成となっている。

【0022】

なお、図例のワークWには円筒状の部材が用いられているが、本発明の処理装置1に用いられるワークWには複数の小部材を組み合わせて全体で円筒状とされたもの(ワークセット)を用いても良いし、ワークWの形状は円筒状以外の形状(例えば、角状)でも良い。

回転テーブル3は、ワークWが載置可能となるように平坦な円板状に形成されている。この回転テーブル3は、チャンバ2の底面中央に上下方向を向いて設けられた回転軸を中心に回転可能に取り付けられており、上面に載置されたワークWを回転軸回りに回転(公転)できる構成となっている。具体的には、回転テーブル3(公転テーブル)の下側には、上述した回転軸と同軸となる棒状の回転軸部4が設けられている。この回転軸部4はチャンバ2の底面を上下方向に貫通しており、回転軸部4の上端は回転テーブル3の下面に固定されており、回転軸部4の下端側にはモータなどが設けられている。回転テーブル3では、チャンバ2の底面と回転軸部4との間には、チャンバ2の気密性を確保しつつも、底面に対する回転軸部4の回転を許容するシール機構(図示略)が設けられており、モータなどを用いて回転軸部4を回転させれば回転テーブル3も回転軸回りに回転させることが可能となっている。

10

【0023】

回転テーブル3の上面の外周側には、周方向に一定の間隔をあけて複数(図例では8本)のワークWが配備されている。それゆえ、回転テーブル3を回転軸回りに回転させると、それぞれのワークWは回転軸を中心とする円軌道(公転軌道)を描きつつチャンバ2内を移動する構成となっている。

20

蒸発源5は、ワークWの表面に成膜しようとする皮膜の原料となる成膜物質から形成された部材であり、図例では成膜物質で板状に形成されている。例えば、上述したアークイオンプレーティングのPVD装置の場合であれば、蒸発源5にはTi、Zr、Crなどの金属が用いられる。

【0024】

蒸発源5は、チャンバ2の側面(内周面)に設置された板状の部材であり、回転テーブル3のさらに径外側に配備されている。また、蒸発源5は、回転テーブル3の中央側に向かって正対するように複数(図例では4つ)配備されており、プラズマなどを利用して蒸発させられることでワークWに成膜物質(成膜物質の粒子)を放出できるようになっている。

30

【0025】

さらに、本発明の処理装置1では、チャンバ2の内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピース6をチャンバ2の内部に設け、またチャンバ2にはこのチャンバ2内の測定ピース6をチャンバ2の外側から観測可能な観測窓7を形成し、観測窓7を介して測定ピース6の熱伸縮量を計測部8で計測することでワークWの温度を計測するようにしている。

次に、本発明の処理装置1を構成する測定ピース6、観測窓7、計測部8について説明する。

【0026】

測定ピース6は、温度に応じて所定の長さに熱膨張するものであり、熱膨張によって伸縮した熱伸縮量(熱伸縮した長さ)を計測することで温度を示すものである。測定ピース6は、ワークWと同じような熱伸縮状態となるように、ワークWと同じ材料を用いるか、線膨張係数が近い材料を用いて長尺棒状に形成されているのが好ましい。このように測定ピース6をワークWと同じ材料または線膨張係数が近い材料で形成すれば、成膜などを行う場合には成膜のされ方も同じになり、測定ピース6を用いてワークWの温度を正確に評価できるようになる。

40

【0027】

また、測定ピース6は、上下方向に沿って長尺に形成されたワークWに合わせて、上下方向にほぼ同じ長さを備えた長尺な棒状に形成されている。また、測定ピース6は、ワー

50

クWに対する成膜状態に悪影響が出ないように、ワークWよりも小径な円形の断面を備えており、図例では円筒状のワークWに対して丸棒状の測定ピース6が用いられている。

測定ピース6は、回転テーブル3の上面におけるワーク近傍（内周側）に上下方向に沿って起立するように設けられており、回転テーブル3の上面においてワークWと同じ位置に置かれることでワークWと同じ温度を示すようになっている。

【0028】

具体的には、測定ピース6は、回転テーブル3の上面に長手方向の一方端（下端）が固定されており、長手方向の他方端（上端）は上方に向かって伸びている。つまり、測定ピース6を加熱すると、回転テーブル3に固定された下端に対して、上端が上下方向に自由に伸縮（熱伸縮）し、この上下方向に伸縮した測定ピース6の上端の位置（高さ）を後述するレーザ変位計9（レーザ距離計）を用いて計測することで、測定ピース6の熱伸縮量を計測することができるようになっている。

10

【0029】

また、測定ピース6は、回転テーブル3におけるワークWに隣接した位置であって、ワークWよりも径内側に配備されている。このような位置に測定ピース6を配備するのは、ワークWへの成膜に測定ピース6の設置による影響が出ないようにするためである。例えば、上述したアークイオンプレーティングの場合であれば、蒸発源5の表面近傍にアーク放電が発生し、蒸発源5が蒸発して成膜物質がワークW側に放出される。このとき、回転テーブル3におけるワークWに隣接した位置であって、載置されたワークWの中心よりも径外側（図1中の回転テーブル3上の白丸の位置）に測定ピース6が配備されていると、測定ピース6に邪魔されて成膜物質がワークWに到達し難くなり、測定ピース6に隣接するワークWに成膜物質が均等に成膜されなくなる可能性がある。そこで、蒸発源5から見てワークWよりも測定ピース6の位置が遠くなるように、回転テーブル3の回転軸心を中心とする径方向に沿って、ワークWから見て蒸発源5とは反対側（ワークWの中心よりも径内側であって回転軸心に近い側、図1中に黒丸で示す位置）に測定ピース6を配置する。このように回転軸心に近い側に測定ピース6を配備すれば、ワークWへの成膜に測定ピース6の影響が及びにくくなり、ワークWに均等に成膜を行うことが可能となる。

20

【0030】

測定ピース6は、回転テーブル3上の周方向の所定位置に配備されているので、回転テーブル3が回転軸回りを1回転する度に、周方向の同じ位置に帰還する。つまり、レーザ変位計9の測定点を測定ピース6の周回軌道（回転軌道）上の1点に固定しておけば、回転テーブル3が回転して測定ピース6が周方向の同じ位置に来る度に、測定ピース6の熱伸縮量が計測される。その結果、測定ピース6の温度、言い換えればワークWの実体温度を一定の時間間隔で計測することが可能となる。

30

【0031】

観測窓7は、測定ピース6の上端の熱伸縮量を計測可能なように、チャンバ2を構成する壁面であって回転テーブル3に対面する側に形成されている。具体的には、観測窓7は、チャンバ2の上面に形成された窓であり、計測部8のレーザ変位計9から照射されたレーザを透過できるようにガラスなどの光透過性の材料から形成されている。観測窓7の設置位置は、観測窓7の下方を測定ピース6が通過する位置、言い換えれば回転テーブル3上での測定ピース6の回転軌道の上方に設けられている。このような位置に観測窓7を設ければ、後述する計測部8（レーザ変位計9）から測定ピース6の上端に対してレーザを真上から照射することができ、測定ピース6の長さを確実に且つ精度良く計測することが可能となる。

40

【0032】

計測部8は、測定ピース6の熱伸縮量を計測することでワークWの温度を計測するものであり、測定ピース6の長手方向の一方端に対する他方端の熱伸縮量を計測するレーザ変位計9（レーザ距離計）と、このレーザ変位計9で計測された測定ピース6の熱伸縮量に基づいてワークWの温度を算出する演算部とを有している。

図2に示すように、レーザ変位計9は、照射したレーザ光の反射光を計測し三角測量法

50

の原理を適用することで、計測しようとする対象物（測定ピース6）の変位を計測するものである。レーザ変位計9は、上述したチャンバ2の上面における、観測窓7が設置された位置に配備されており、観測窓7から下方に向かってレーザ光を照射できるようになっている。このようにして計測された変位量（熱伸縮量）は演算部に信号として送られる。

【0033】

なお、上述したレーザ変位計9は、測定ピース6の熱伸縮量を非接触で計測することができ、処理装置の回転テーブルの最大速度（5rpm程度）に十分追従可能な測定サンプリング周期で計測することも可能となっている。また、処理装置で通常必要とされる数百度程度の処理温度域の温度測定については、十分な測定分解能で計測することができ、良好な測定精度を有している。それゆえ、上述したレーザ変位計9が計測部8に好適に用い

10

【0034】

演算部は、測定前あるいは加熱前の測定ピース6の温度と、測定ピース6に用いられた材料の線膨張係数と、レーザ変位計9で計測された変位量と、を用いて測定ピース6の温度を算出する構成となっている。なお、測定前あるいは加熱前の測定ピース6の温度や測定ピース6に用いられた材料の線膨張係数を既知としていずれも数値が分かるため、レーザ変位計9で計測された変位量が分かれば、測定ピース6の温度、つまりワークWの実体温度を一意に求めることができる。

【0035】

なお、材料の線膨張係数は温度に対して一定ではなく、ワークWの実体温度がどの温度範囲にあるかによって数値が変動する。それゆえ、ワークWの実体温度をさらに正確に計測しようとするれば、材料の線膨張係数については、例えば200～300までの温度範囲、300～400までの温度範囲、400～500までの温度範囲というように、複数の温度範囲毎に演算に使用する線膨張係数を変化させると良い。

20

【0036】

なお、上述した処理装置1は、PVD法やCVD法を利用してワークWに対して成膜を行う装置であったが、本発明の処理装置1は後述するイオンボンバードメント処理や加熱処理にも用いることができる。例えば、イオンボンバードメント処理はPVD皮膜やCVD皮膜の成膜前に、プラズマ放電によってチャンバ2内で発生したアルゴンイオンのような重い不活性気体イオン（ガスイオン）をワークW表面に照射することによって、基材の表面をクリーニングするものとなっている。このようなイオンボンバードメント処理でも、ワークWの処理温度は細密に制御される必要があり、上述した本発明の処理装置1やワークWの温度計測方法を採用するのが好ましい。

30

【0037】

次に、上述した処理装置1を用いてワークWの温度を計測する方法、言い換えれば本発明のワークWの温度計測方法について、説明する。

本発明のワークWの温度計測方法は、内部にワークWが収容可能とされたチャンバ2と、チャンバ2に収容された処理装置1においてワークWの実体温度を計測するに際しては、チャンバ2の内部に、チャンバの内部の温度の影響で熱伸縮する測定ピース6を設けておき、チャンバ2に形成された観測窓7を介して測定ピース6の熱伸縮量を計測することで、ワークWの実体温度を計測するものである。

40

【0038】

具体的には、ワークWの実体温度は次のようにして計測される。

まず、上述した回転テーブル3の上面の所定位置にワークWを載置し、モータなどの手段を用いて回転テーブル3を回転軸回りに回転させる。そうすると、回転テーブル3が回転軸回りに回転し、回転テーブル3上に載置されたワークWがチャンバ2内を回転軸回りに公転するようになる。

【0039】

このようにワークWが公転した状態において、蒸発源5をアーク電源（図示略）のマイナス極に電氣的に接続する。一方、チャンバ2内に予め他の電極を設けておき、この電極

50

をアーク電源のプラス極に電氣的に接続する。そうすると、陰極（カソード）である蒸発源 5 と、陽極（アノード）である他の電極との間に電位差が与えられ、蒸発源 5 の表面にアーク放電が発生する。そして、蒸発源 5 から蒸発した成膜物質（成膜物質の粒子）がワーク W に向かって放出され、ワーク W 上に成膜物質が堆積して成膜が行われる。

【 0 0 4 0 】

一方、このような成膜の際には、回転テーブル 3 が回転軸の回りを 1 回転する度に、回転テーブル 3 上の所定位置に設けられた測定ピース 6 も周方向の同じ位置に帰還する。そして、この周方向の同じ位置に帰還した測定ピース 6 は、計測部 8 を通過する瞬間に熱伸縮量が計測される。

計測部 8 で計測された測定ピース 6 の熱伸縮量は、次のような手順で処理され、ワーク W の実体温度が算出される。

【 0 0 4 1 】

例えば、測定ピース 6 に用いられた材料が S U S 3 0 4 であるときは、測定ピース 6 の線膨張係数は 1.8×10^{-6} (/) となる。ここで、測定前あるいは加熱前の温度 2 0 のときに長さが 3 0 0 mm である測定ピース 6 を用いて、測定後あるいは加熱後にレーザ変位計 9 で 2 mm の長さだけ伸びている場合を例として挙げる。式 (1) に基づいて測定ピース 6 の温度 T () を算出すると、測定ピース 6 の温度 T は 3 9 0 となる。つまり、ワーク W の実体温度 T が 3 9 0 であることを表す。

【 0 0 4 2 】

$$2 = 300 \times (1.8 \times 10^{-6}) \times (T - 20) \quad \dots (1)$$

上述した処理装置 1 やワーク W の温度計測方法であれば、測定ピース 6 の熱伸縮量によりワーク W の実体温度を計測しているので、放射温度計を用いた場合のように温度計測の精度にワーク W の表面物性または表面状態の影響が及ぶことがない。それゆえ、ワーク W の表面物性または表面状態が変化しやすい成膜を処理装置 1 で行う場合でも、ワーク W の実体温度を正確に計測しつつ処理を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

また、放射温度計を用いた場合には、チャンバ 2 に設けられた窓を介して赤外線を計測しようとする、窓に付着した成膜物質やワーク W 以外の物質から放射された赤外線などの影響で、温度計測の精度を維持するのが困難になることがある。このような場合でも、レーザ変位計 9 を用いて、測定ピース 6 の熱伸縮量によりワーク W の実体温度を計測する方式であれば、窓の汚れなどの影響を受けにくくなり、温度計測の精度を良好な状態に維持することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

一方、一般に C V D 法や P V D 法を用いて成膜を行う場合には、チャンバ 2 内に回転テーブル 3 を設けて、ワーク W をチャンバ 2 内で移動させながら成膜することが多い。ところが、このようなチャンバ 2 内で移動するワーク W に対しては、ワーク W に接触することで温度を計測する接触式の温度計を用いることが困難になる。しかし、このような場合でも、測定ピース 6 の熱伸縮量によりワーク W の実体温度を計測する方式であれば、移動するワーク W の実体温度を正確に計測しつつ処理を行うことができる。

【 0 0 4 5 】

ところで、本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、発明の本質を変更しない範囲で各部材の形状、構造、材質、組み合わせなどを適宜変更可能である。また、今回開示された実施形態において、明示的に開示されていない事項、例えば、運転条件や操業条件、各種パラメータ、構成物の寸法、重量、体積などは、当業者が通常実施する範囲を逸脱するものではなく、通常の当業者であれば、容易に想定することが可能な事項を採用している。

【 0 0 4 6 】

例えば、上記実施形態では、成膜装置の例を挙げて本発明の処理装置を説明した。しかし、本発明の処理装置には成膜を行わずに純粋に加熱だけを行う加熱炉（P V D 法や C V D 法などの成膜を行わない加熱炉）のような加熱装置も含まれる。それ故、本発明の処理

10

20

30

40

50

装置でワークWに対して行われる改質処理には、上述した加熱炉で行われる加熱処理、つまり成膜を伴わない加熱処理も含まれている。

【0047】

また、成膜装置にはヒータなどの加熱手段を有さないものもある。このような、成膜装置であっても、成膜に伴い気化した成膜物質の粒子がワークWに付着して固化することにより結果としてワークWの温度が上昇する。このような温度上昇を計測する際にも、本発明の技術を採用することが可能である。

また、他の変形例として、観測窓7を介して測定ピース6の熱伸縮量を計測するのに代えて、レーザ変位計9をチャンバ2の内側に設けておいて、チャンバ2の内部で測定ピース6の熱伸縮量を計測してもよい。この場合、レーザ変位計9自体を所定の防護ケースに収納すると共に、レーザ変位計9の照射面などに成膜物質が付着したり、熱の影響を受けたりすることを防止するように、レーザ変位計9の周囲に防着板や熱遮蔽板などを設置するのが好ましい。

10

【0048】

さらに、上述したレーザ変位計9を、測定ピース6にレーザを直接照射できないチャンバ2内の位置に設置せざるを得ない場合には、測定ピース6に照射されるレーザの経路を途中で曲げる鏡などを設けて計測を行うことも可能である。

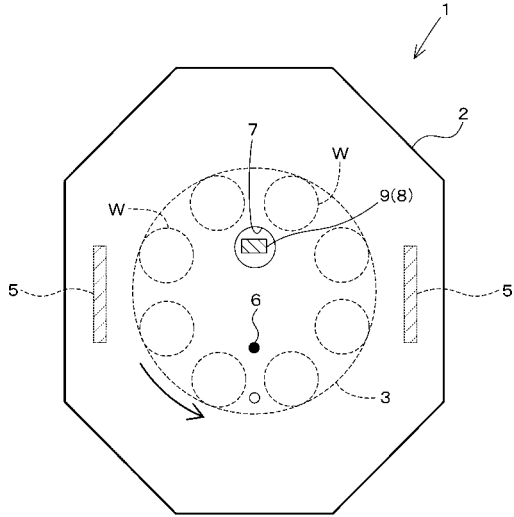
【符号の説明】

【0049】

- 1 処理装置
- 2 チャンバ
- 3 回転テーブル
- 4 回転軸部
- 5 蒸発源
- 6 測定ピース
- 7 観測窓
- 8 計測部
- 9 レーザ変位計
- W ワーク

20

【 図 1 】



【 図 2 】

