

明 細 書

発明の名称：基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理装置に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、半導体デバイス製造プロセスにおいて、基板上に回路パターンを形成するためのエッチング又はイオン注入などのマスクとして感光性樹脂であるレジスト膜が広く使用されている。例えば、シリコン基板（シリコンウエハ）の処理面に形成されたレジスト膜をマスクとしてエッチングやイオン注入などを行った後に、シリコン基板の処理面からレジスト膜を除去する。レジスト膜を除去する手法として、SPM洗浄法が知られている。SPM洗浄法では、硫酸と過酸化水素水を混合した硫酸過水にシリコン基板を浸漬することで、硫酸過水で生成される過硫酸（カロ酸、ペルオキソー硫酸）によりレジスト膜を溶解して除去する。通常は、硫酸過水を100℃以上に加熱することで、過硫酸の生成を促進している。

[0003] また、回転テーブルに保持したシリコン基板に赤外線ランプからの赤外域の光を照射して、そのシリコン基板を加熱しながらシリコン基板の処理面に硫酸過水を吹き付けることによって、レジスト膜を除去する基板処理装置が知られている（例えば特許文献1を参照）。赤外線ランプとしては、例えばタングステンランプ等が用いられる。また、加熱中のシリコン基板は、その温度が放射温度計を用いて測定される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2011/074521号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、赤外線ランプから出力される光は、近赤外線（波長がおおよそ0

、 $7 \sim 2.5 \mu\text{m}$ の範囲)、中赤外線(波長がおよそ $2.5 \sim 4 \mu\text{m}$ の範囲)、遠赤外線(波長がおよそ $4 \mu\text{m}$ 以上)を含む幅広い波長成分を有する。一方、放射温度計は、シリコン基板等の基板から放射される近赤外線から遠赤外線の波長域の光を検出することで基板の温度を得ている。このため、赤外線ランプから出力される光の一部が基板処理装置の内部で反射して外乱光として放射温度計に入射すると、測定した基板の温度に誤差が生じるという問題があった。

[0006] 本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであり、正確な温度測定に適した態様で基板を加熱することができる基板処理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] 本発明の基板処理装置は、鉛直軸まわりに回転自在に配され、基板の処理面に対する処理の際に回転される回転テーブルと、回転テーブルに設けられ、処理面を下向きにして回転テーブルの上面と離れた状態で基板を水平に保持し、回転テーブルと一体に回転する基板保持部と、回転テーブルに保持される基板と回転テーブルとの間に配され、処理用流体を噴出して処理面に供給する処理液供給部と、回転テーブルに保持される基板の上方に配され、処理用流体を処理面に供給している間に、基板に光を照射する複数の発光ダイオードを含み、複数の発光ダイオードからの光によって基板を加熱する加熱部とを備えるものである。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、基板を加熱する光源として発光ダイオードを用いているので、その発光ダイオードが出力する光の波長を含まない波長域の光を検出して基板の温度を測定するように構成にでき、発光ダイオードからの光に影響されることなく基板の温度を正確に測定されるようにできる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]基板処理装置の構成を示す断面図である。

[図2]加熱部における発光ダイオードと放射温度計との配列の一例を示す説明

図である。

[図3]シリコン基板の分光透過率を示すグラフである。

[図4]加熱部における発光ダイオードと放射温度計との別の配列の例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0010] 図1において、基板処理装置10は、基板11に形成されたレジスト（フォトリソ、感光性樹脂）膜（図示省略）を除去するものである。この例では、基板処理装置10は、硫酸と過酸化水素水を混合した硫酸過水を用いてレジスト膜を除去する。また、この例では、基板11は、単結晶のシリコン基板（シリコンウエハ）である。基板11は、その一方の面が処理対象となる処理面S1である。すなわち、処理面S1が半導体素子などで構成される回路が形成される基板面（シリコンウエハの表面）であって、基板処理装置10は、この処理面S1に回路を形成する際に形成したレジスト膜を除去する。なお、基板11は、シリコン基板に限定されず、化合物半導体基板（例えば、InPやGaAs等のIII-V族半導体基板）や、SiC基板等の種々の基板とすることができる。
- [0011] 基板処理装置10は、ハウジング12、回転テーブル14、ローディング機構15、処理液供給部16、加熱部18、排出部19等を備えており、各部は、制御部（図示省略）によって統括的に制御される。ハウジング12は、有底の円筒状であり、上部には円形状に開口した上部開口12aが設けられている。上部開口12aは、基板11よりも大きな径で形成されている。この上部開口12aを通して、ハウジング12内に対する基板11の出し入れを行う。また、後述するように、この例では、上部開口12aがハウジング12内に外気を取り込む取込口になっている。
- [0012] 回転テーブル14は、円盤状であって、ハウジング12内に配されている。また、このハウジング12には、基板11が収容される。回転テーブル14は、駆動軸21の上端部に固定されている。この駆動軸21は、回転テーブル14と同軸にされている。駆動軸21は、ハウジング12の底面12b

をその厚み方向（上下方向）に貫通している。駆動軸 2 1 は、その内部に上下方向に貫通する貫通孔 2 1 a が形成されており、回転テーブル 1 4 の中央部には、貫通孔 2 1 a と接続した貫通孔 1 4 a が形成されている。

[0013] 回転テーブル 1 4 は、駆動機構部 2 3 により回転され、また上下方向に移動する。回転テーブル 1 4 は、駆動軸 2 1 と一体に、鉛直な回転軸（鉛直軸）Z まわりに回転自在にされており、その上面を水平にした状態で回転する。また、回転テーブル 1 4 は、駆動軸 2 1 と一体に上下方向に移動自在にされており、後述する基板保持部 2 5 の上部を上部開口 1 2 a から突出した上昇位置と、この上昇位置から下方に移動し、基板 1 1 をハウジング 1 2 内に収容して処理を行う降下位置との間で移動する。ローディング機構 1 5 と基板保持部 2 5 との間で基板 1 1 を授受する際に、回転テーブル 1 4 は、上昇位置にされる。

[0014] 駆動機構部 2 3 は、駆動軸 2 1 の回転、上下方向の移動の動力源となるモータや、このモータの駆動力で駆動軸 2 1 を回転させまた上下方向に移動させるギア等から構成されている。この駆動機構部 2 3 は、駆動軸 2 1 を回転することによって、回転テーブル 1 4 を回転し、駆動軸 2 1 を上下方向に移動することによって、回転テーブル 1 4 を上昇位置と降下位置との間で移動する。駆動機構部 2 3 のモータの速度を増減することで、回転テーブル 1 4 の回転速度が調節される。

[0015] 回転テーブル 1 4 の上面には、基板 1 1 を保持する基板保持部 2 5 が設けられている。基板保持部 2 5 は、回転テーブル 1 4 の周縁部に設けられた複数のチャックピン 2 5 a と各チャックピン 2 5 a のそれぞれに隣接して設けられた複数の支持ピン（図示省略）とからなり、これらのチャックピン 2 5 a 及び支持ピンは回転テーブル 1 4 と一体に回転する。複数のチャックピン 2 5 a 及び支持ピンは、回転テーブル 1 4 の周方向に所定の間隔で配列されている。なお、図 1 では、2 本のチャックピン 2 5 a だけを描いてあるが、実際には例えば 6 本のチャックピン 2 5 a と 6 本の支持ピンとが設けられている。

- [0016] 基板保持部 25 の各支持ピンは、回転テーブル 14 の上面からの高さが互いに同じになるように調整されている。回転テーブル 14 上に基板 11 を保持する場合には、各支持ピンの上端に基板 11 の周縁部がローディング機構 15 によって載せられ、この状態でチャックピン 25 a がそれぞれ回転テーブル 14 の中心に向かって移動する。これにより、チャックピン 25 a が基板 11 を挟持し、基板 11 を回転テーブル 14 の上面と所定の間隔をあけて平行すなわち水平にした状態に保持する。このように、基板 11 は、基板保持部 25 に保持され、回転テーブル 14 と同軸に固定される。固定された基板 11 は、回転テーブル 14 と一体に回転する。基板 11 をローディング機構 15 に渡す際には、チャックピン 25 a がそれぞれ回転テーブル 14 の外周に向かって移動し、基板 11 の保持を解除する。なお、上記の基板保持部 25 の構成は一例であり、これに限定されない。
- [0017] 上述のように、基板保持部 25 に対する基板 11 の授受は、ローディング機構 15 により行われる。ローディング機構 15 は、複数の搬送アームや基板反転部等で構成される。基板 11 は、処理面 S1 が上向きとなる姿勢で収納力セット（図示省略）に収納されている。処理対象となる基板 11 は、搬送アームによって収納力セットから取り出されて基板反転部に搬送され、この基板反転部で処理面 S1 が下向きになるように上下が反転されてから、別の搬送アームによって基板反転部から基板保持部 25 が支持する位置まで移動される。したがって、この例では、ローディング機構 15 は、処理面 S1 を下向きにして基板 11 を基板保持部 25 にセットするセット機構になっている。
- [0018] 処理液供給部 16 は、処理液として、処理面 S1 に形成されているレジスト膜を除去するための硫酸過水と処理面 S1 を洗浄（純水リンス）するための純水とを処理面 S1 に供給する。この処理液供給部 16 は、供給ユニット 26、ノズル部 27、供給管 28 a ~ 28 c を有する。ノズル部 27 は、硫酸過水を噴出するノズルヘッド 27 a 及び純水を噴出するノズルヘッド 27 b を有し、回転テーブル 14 の貫通孔 14 a 内に配されている。すなわち、

ノズルヘッド 27 a、27 b は、回転テーブル 14 の中央部に配されており、回転テーブル 14 の上側に露出している。なお、ノズル部 27 は、回転テーブル 14 と一体に上下方向に移動するが、回転方向については回転テーブル 14 から切り離されて固定されている。

[0019] この例では、ノズルヘッド 27 a は、例えば複数の噴出孔が形成されたドーム形状であって、その中空な内部で供給される硫酸過水と窒素 (N_2) ガスを混合して各噴出孔から処理面 S1 に向けて噴出する。ノズルヘッド 27 b は、供給される純水を噴出する複数のノズルからなり、各々のノズルから純水を処理面 S1 に向けて噴出する。回転テーブル 14 とともに回転する基板 11 に均一に硫酸過水、純水を供給するように、ノズルヘッド 27 a、27 b は、それらの噴出方向、噴出量等が調整されている。

[0020] 供給管 28 a ~ 28 c は、駆動軸 21 の貫通孔 21 a 内にそれぞれ通されて、それらの一端がノズル部 27 にそれぞれ接続されている。供給管 28 a ~ 28 c の各他端は、供給ユニット 26 にそれぞれ接続されている。この供給ユニット 26 は、ノズルヘッド 27 a に対して供給管 28 a を介して硫酸過水を、供給管 28 b を介して窒素ガスをそれぞれ供給し、ノズルヘッド 27 b に対して供給管 28 c を介して純水を供給する。硫酸過水及び窒素ガスの供給と純水の供給とは選択的に行われ、純水の供給は、硫酸過水によるレジスト膜を除去後に行う。なお、この例において、硫酸過水が処理用流体である。

[0021] 加熱部 18 は、基板 11 に光を照射することによって、その基板 11 を加熱するものであり、ハウジング 12 の上方に配された光源部 34 と、発光制御部 35 とを有する。光源部 34 は、筐体 36 と、この筐体 36 の底部開口 36 a 内に收容された LED ユニット 37 と、底部開口 36 a を塞ぐ透明な保護板 38 等で構成される。

[0022] LED ユニット 37 は、複数の LED (発光ダイオード) 37 a (図 2 参照) を備えており、各 LED 37 a からの光を保護板 38 を介して下方に照射する。発光制御部 35 は、LED ユニット 37 に設けた放射温度計 37 b

(図2参照)によって測定した基板11の温度に基づいて、各LED37aが出力する光の強度を増減する。これにより、基板11を目的とする温度に保つ。

[0023] 光源部34は、上部開口12aの直上に配されており、上部開口12aに近接して基板11を加熱する加熱位置と、この加熱位置から上方に移動して、上部開口12aから基板11の出し入れを許容する退避位置との間で上下方向に移動機構39によって移動される。加熱位置における光源部34は、上部開口12aの周縁との間に小さな隙間を形成する。この例では、光源部34を上下方向に移動して加熱位置と退避位置とにしているが、基板11の出し入れに支障がないように上部開口12aの直上から水平に移動した位置を退避位置として光源部34を水平方向に移動してもよい。

[0024] 基板11のレジスト膜を除去する際には、光源部34が加熱位置とされる。この加熱位置において、光源部34は、その直下にある基板11の背面S2(処理面S1と反対側の面、シリコンウエハの裏面)に、上部開口12aを通してLED37aからの光を照射して基板11を加熱する。基板11を加熱することで、硫酸過水によるレジスト膜の酸化分解を促進する。

[0025] ハウジング12内には、ガイド筒41が設けられている。この例におけるガイド筒41は、その上部が上方に向って径が漸減するテーパ形状をした筒状である。ガイド筒41は、例えばハウジング12に固定されており、その軸心が回転テーブル14の回転中心と一致するように調整されている。また、ガイド筒41の下端は、ハウジング12の底面12bに達している。ガイド筒41の上部の開口41a内に、降下位置の回転テーブル14が配される。開口41aの内径は、回転テーブル14の外径よりも僅かに大きい程度であり、回転テーブル14とガイド筒41との間の隙間を小さくしてある。このガイド筒41は、ハウジング12との間に排気のルートを形成する。また、このガイド筒41を設けることによって、回転テーブル14の回転によるパーティクルの巻き上げを防止して、パーティクルの基板11への付着を抑制し、また処理液やその気化物が駆動軸21等の機構部に流れることを防止

する。

[0026] 排出部 19 は、上述の取込口としての上部開口 12 a、ハウジング 12 の底面 12 b に形成された排出ポート 44、吸引機 45 等で構成される。吸引機 45 としては、例えばポンプが用いられており、排出ポート 44 に接続されている。この排出部 19 は、吸引機 45 を駆動して排出ポート 44 から吸引を行うことにより、基板 11 と回転テーブル 14 との間及び上部開口 12 a よりも、排出ポート 44 の圧力を小さくする圧力差を生じさせる。これにより、上部開口 12 a からハウジング 12 とガイド筒 41 との間を通して排出ポート 44 に向う気流を形成し、基板 11 と回転テーブル 14 との間から流出する各種のガス、処理液やその飛沫、さらには処理によって発生するパーティクル等の異物を効率的に排出ポート 44 に導いてハウジング 12 の外部に排出するとともに、それらが上部開口 12 a からハウジング 12 の外部に漏れ出ることを防止する。排出ポート 44 には、気液分離機構が設けられており、気体と液体とを分離して排出する。なお、排出ポート 44 から排出される気体中のミストや処理液が気化したガスはデミスター等により捕集される。

[0027] ハウジング 12 の外側で上部開口 12 a の近傍に送水パイプ 47 が設けられている。この送水パイプ 47 は、その先端から吐出する純水をハウジング 12 内の回転テーブル 14 に保持された基板 11 の背面 S2 に供給して、背面 S2 を洗浄する。

[0028] 図 2 において、LED ユニット 37 には、複数の LED 37 a が配列されている。LED ユニット 37 では、基板 11 と対面するすなわち基板 11 の直上の基板 11 とほぼ同サイズの円板状のベースプレート 37 c 上に複数の LED 37 a が分布して配置されている。すなわち、基板 11 と略同一サイズの対面領域内に複数の LED 37 a を分布させて配置している。これにより、基板 11 を均一に加熱する。なお、LED 37 a の個数は限定されない。

[0029] この例では、ベースプレート 37 c をその中心から外側に向かって 4 つの

領域D 1～D 4に分割し、これらの領域D 1～D 4に応じて複数のLED 37 aを4つのグループに分割して発光制御部35が制御する。すなわち、ベースプレート37 cの中心部分の領域D 1内に配されたLED 37 aと、領域D 1の外側の領域D 2内に配されたLED 37 aと、領域D 2の外側の領域D 3内に配されたLED 37 aと、最外周の領域D 4内に配されたLED 37 aとに分けて制御する。領域D 1～D 4には、それぞれ1つの放射温度計37 bが設けられている。各放射温度計37 bは、ベースプレート37 cの径方向に互いにずらして配置されている。したがって、光源部34が加熱位置とされて、LEDユニット37が基板11に対面した状態で、各放射温度計37 bは、基板11の径方向の異なる位置に対向するように配置されている。

[0030] この例では、4つの放射温度計37 bによって温度測定部が構成される。温度測定部を構成する放射温度計37 bは、1または複数とすることができ、制御の態様によって、その個数を任意で決めることができる。

[0031] 発光制御部35は、1つの放射温度計37 bによる基板11の温度測定結果に基づいて、その放射温度計37 bと同じ領域内に配置された各LED 37 aの出力する光の強度を調節する。これにより、基板11の中心部から外周部までが均一に目的の温度となるように加熱を制御する。

[0032] 基板11を加熱する光源としてLED 37 aを用いることにより、タングステンランプ等の赤外線ランプと比べて光源部34の寿命が長くなる。この結果、光源部34のメンテナンス頻度を少なくでき装置の稼働率を向上することができる。また、LED 37 aが出力する光は、赤外線ランプのように広範囲に波長が広がっておらず、波長域が限定されている。このため、LED 37 aからの光とは異なる波長ないし波長域の光を放射温度計37 bが検出すなわちLED 37 aからの光を放射温度計37 bが受光しないようにして、基板11の温度を測定するように容易に構成できる。これによって、LED 37 aからの光に影響されることなく基板11の温度を正確に測定できるようになる。

- [0033] LED 37 a は、単一波長の光を出力するものであることが好ましく、また基板 11 を透過しない波長域の光を出力するものであることが好ましい。LED 37 a が出力する単一波長の光は、波長が厳密に単一であることを要さず、一般的に単一波長と称されるように、単一の波長（ピーク波長）の周辺に多少の広がりをもった光であってよい。なお、光とは、可視光とともに、可視光よりも波長が長い赤外線や短い紫外線などの電磁波を含む。
- [0034] 単一波長の光を出力する LED 37 a を用いることにより、放射温度計 37 b をより容易に LED 37 a からの光を受光しないようにして基板 11 の温度を測定することができる。また、基板 11 が透過しない波長域の光を出力する LED 37 a を用いることにより、LED 37 a からの光が、基板 11 を透過して回転テーブル 14 等の加熱、劣化、変形することを防止できるとともに、回転テーブル 14 の加熱を防止することで、放射温度計 37 b による温度測定が回転テーブル 14 の熱の影響を受けなくなり、基板 11 の温度をより正解に測定できるようになる。基板 11 を透過しない波長域は、基板 11 の透過特性（分光透過率）に基づいて、相対的に透過率が低いまたは相対的に十分に低いとみなせる波長域であればよく、透過率が「0」または「0」とみなせる波長域とすることが好ましい。
- [0035] この例における基板 11 すなわち単結晶のシリコンウエハは、図 3 に分光透過率を示すように、波長が $1.1\ \mu\text{m}$ 以上の光（赤外線）に対して大きな透過率を有する。このため、基板 11（シリコンウエハ）に対しては、LED 37 a として $1.1\ \mu\text{m}$ 未満の光を出力するものを用いることが好ましい。これにより、LED 37 a からの光の基板 11 の透過が抑制されることで、回転テーブル 14 等の加熱、劣化、変形等が防止される。回転テーブル 14 等の加熱が防止されることによって、基板 11 の温度をより正確に測定できるようになる。なお、基板 11（シリコンウエハ）は、波長が $1\ \mu\text{m}$ 付近から光の透過があり、波長が $1.1\ \mu\text{m}$ で透過率がほぼ飽和するので、LED 37 a は、波長が $1\ \mu\text{m}$ 以下の光を出力するものを用いることがより好ましい。

- [0036] なお、LED 37 aとしては、例えば青色LEDすなわち青色光を発生する活性層と黄色蛍光体とを組み合わせた構造を有する白色ダイオードのように、出力する光が所定の波長幅に広がるものを用いてもよい。この場合、基板 11 を透過しない波長域内にLED 37 aが出力する光の全波長域が収まるようにすることが好ましい。また、基板 11 を透過しない波長域内にピーク波長を有する単一波長の光を出力するLED 37 aは、より好ましく基板 11 を透過しない波長域内にピーク波長とその周辺の波長とが収まるのが特に好ましい。さらに、LED 37 aは、ハイパスフィルタやローパスフィルタ、バンドパスフィルタ等の特定の波長あるいは波長域を選択的に透過あるいは反射する光学フィルタによって上記のような波長ないし波長域の光を出力するようにしてもよい。
- [0037] 外部量子効率が高く効率的に基板 11 を加熱できる点から、LED 37 aは、それが出力する光のピーク波長が $0.35\mu\text{m}$ 以上 $0.70\mu\text{m}$ 以下の範囲内のものであることが好ましく、 $0.37\mu\text{m}$ 以上 $0.65\mu\text{m}$ 以下の範囲内であることがより好ましく、より好ましくは $0.40\mu\text{m}$ 以上 $0.50\mu\text{m}$ 以下の範囲内または $0.60\mu\text{m}$ 以上 $0.65\mu\text{m}$ 以下の範囲内である。また、同様な理由から、LED 37 aは、活性層がGaN、AlGaN系、InGaN系、AlInGaN系半導体のようにV族元素がN（窒素）で構成されるIII-V族窒化物系化合物半導体及びAlGaInP系半導体で構成されるものが好適である。
- [0038] この例では、LED 37 aとして、基板 11 を透過しない波長域にピーク波長を持つ単一波長の光（基板 11 を透過しない波長域内に出力される光の波長域が含まれる単一波長の光）を出力するものを用いている。より具体的には、この例では、LED 37 aは、 $0.40\mu\text{m}$ 以上 $0.50\mu\text{m}$ 以下の範囲内にピーク波長を有する単一波長の光を出力するものである。
- [0039] 放射温度計 37 bは、基板 11 から放射される光の強度を測定して、基板 11 の温度を測定する。この放射温度計 37 bは、LED 37 aが出力する光の波長を含まない波長域の光を受光（検出）する。これにより、LED 3

7 a が出力する光の影響を受けることなく、基板 1 1 の温度を正確に測定する。すなわち、LED 3 7 a からの光が外乱光として放射温度計 3 7 b に入射しても、その光に影響されることなく放射温度計 3 7 b で基板 1 1 の温度が正確に測定される。

[0040] 放射温度計 3 7 b は、その構造等は限定されない。放射温度計 3 7 b としては、例えば、単一波長（狭い波長域）の光（赤外線）と放射率とから温度を得る単色放射温度計、比較的広い波長域の光からと放射率とから温度を得る部分放射温度計、二つの測定波長を使ってそれらの放射輝度の比から温度を得る２色放射温度計等を用いることができる。また、放射温度計 3 7 b は、その受光素子（受光面）の前面に、LED 3 7 a が出力する光をカットし、放射温度計 3 7 b が温度測定のために光を透過する、例えばハイパスフィルタやローパスフィルタ、バンドパスフィルタ等の光学フィルタを設けた構造でもよい。なお、放射温度計 3 7 b の仕様上で感度を持たないものであっても僅かなら LED 3 7 a からの光に感度を有する場合もあるので、LED 3 7 a からの光をカットする光学フィルタを放射温度計 3 7 b に設けることは、基板 1 1 の温度を正確に測定するうえで有用である。

[0041] 上記のように、加熱部 1 8 は、LED 3 7 a からの光で基板 1 1 を加熱しており、その光の波長域が限定されるため、LED 3 7 a からの光を含まない波長域の光で基板 1 1 の温度を測定するように放射温度計 3 7 b を構成することは容易であり、単一波長の LED 3 7 a を用いることによってより容易になる。

[0042] 次に上記構成の作用について説明する。なお、以下に説明する処理の手順は一例であり、処理の手順を限定するものではない。吸引機 4 5 は、常時駆動されており、ハウジング 1 2 内が吸引された状態になっている。光源部 3 4 は、退避位置に移動されている。回転テーブル 1 4 が上昇位置とされ、ハウジング 1 2 の上部開口 1 2 a から基板保持部 2 5 の支持ピンの先端が上方に突出される。この状態で、ローディング機構 1 5 が処理面 S 1 を下向きにした姿勢の基板 1 1 の周縁部を各支持ピン上に載せる。ローディング機構 1

5による基板11の保持が解除された後、各チャックピン25aによって基板11が挟持される。これにより、基板11がその処理面S1を下向きにした状態で、回転テーブル14上に固定される。

[0043] 基板11の固定後、回転テーブル14が降下位置に移動され、駆動機構部23によって、基板11が回転テーブル14と一体に回転する。回転テーブル14の回転開始後、光源部34が加熱位置に移動される。供給ユニット26から硫酸過水の供給が開始されるとともに、発光制御部35により、光源部34の各LED37aが点灯される。このLED37aの点灯により、基板11が背面S2側から所定の温度（例えば240℃）にまで加熱される。

[0044] 上記のように基板11は、処理面S1を下向きにした状態で保持され、各LED37aからの光は、回路パターンが形成されていない背面S2に入射する。このため、処理面S1を上向きにして基板11を保持してその処理面S1に光を入射させる構成の場合のように、処理面S1に形成されている回路パターンのレジスト膜や配線、絶縁膜の凹凸、配線や絶縁膜のテーパ面等による反射、散乱が生じることがない。このため、基板処理装置10では、回路パターンによる反射、散乱の影響を受けることがなく、LED37aからの光で、均一かつ効率的に基板11が加熱される。また、基板11は、その背面S2側から加熱されるため、基板11の内部に熱が拡散して処理面S1に伝わる。これにより、処理面S1はより均一な温度で加熱された状態になる。

[0045] 供給ユニット26からの硫酸過水は、供給管28aを介して、供給管28bからの窒素ガスとともにノズルヘッド27aに供給される。これにより、ノズルヘッド27aの各噴出孔から硫酸過水が窒素ガスとともに基板11の処理面S1に向けて噴出される。ノズルヘッド27aから処理面S1に供給された硫酸過水は、基板11の回転により周方向に広がりながら、基板11の外周に向かって処理面S1を流れる。これにより、処理面S1の全面がノズルヘッド27aから噴出された硫酸過水に曝される。処理面S1のレジスト膜は、このようにして硫酸過水に曝されると、その部分が硫酸過水で酸化分

解されて徐々に分解されて除去される。そして、処理面S1が下向きとなっていることから、処理面S1で生じたパーティクル等の異物が処理面S1に残留し難い。処理面S1から離れたパーティクル等は、硫酸過水とともに回転テーブル14上に落下し、あるいは硫酸過水とともに基板11の外側に運ばれ、排出ポート44を介して排出される。

[0046] 上記のように、基板処理装置10では、光源部34の各LED37aからの光によって基板11が加熱されているため、硫酸過水によるレジスト膜の酸化分解が促進される。しかも、処理面S1は均一な温度で加熱された状態であるため、レジスト膜の酸化分解が均一に進む。

[0047] 従来のように、赤外線ランプを用いた構成では、その赤外線ランプから出力される光の大半の波長域について基板11が大きな透過率を有するため、基板11の加熱効率が低い。また、例えば処理面S1を上向きにして基板11を保持し、その上方より光を照射する構成においては、処理面S1上にある硫酸過水がそれに直接光が照射されて加熱されるため、レジスト膜の除去に寄与しない硫酸過水も加熱されてしまい、やはり加熱効率が低い。これに対して、基板処理装置10では、背面S2に各LED37aからの光が直接に照射されて基板11が吸収することで基板11が加熱される。そして、この基板11に接触した硫酸過水が加熱される。このため、処理面S1に接触し、レジスト膜の除去に寄与する硫酸過水が効率的に加熱される。

[0048] また、LED37aからの光は、基板11を透過しない波長であるため、LED37aからの光が基板11を透過して回転テーブル14に照射されて回転テーブル14が加熱されるようなことはない。そして、LED37aからの光のほとんどが基板11の加熱に寄与するので、効率的に基板11を加熱することができる。

[0049] LED37aの点灯中すなわち基板11の加熱中においては、発光制御部35は、各放射温度計37bの測定結果に基づいて各LED37aを制御している。このため、例えば領域D3に配された放射温度計37bによって測定された基板11の温度が目的とする温度よりも高い場合には、発光制御部

35は、領域D3内に設けられている各LED37aの発光強度を下げる。これにより、基板11の領域D3に対応する領域の温度が下がる。逆に領域D3に配された放射温度計37bによって測定された基板11の温度が目的とする温度よりも低い場合には、発光制御部35は、領域D3内に設けられている各LED37aの発光強度を上げることで、基板11の領域D3に対応する領域の温度を上げる。このようにして、基板11の全面が均一に目的の温度となるようにする。

[0050] LED37aからの光を含まない波長域の光で放射温度計37bが基板11の温度を測定する構成である。このため、基板11やハウジング12内面、ガイド筒41等で反射されたLED37aからの光に影響されることなく、各放射温度計37bによって基板11の温度が正確に測定される。したがって、基板11の温度をより高い精度で目的とする温度となるように制御される。また、放射温度計37bで基板11の温度の測定中に、LED37aを消灯する必要がなく、点灯を継続して加熱した状態を維持することができるため、基板11の温度が一時的に下がることもない。換言すれば、放射温度計37bによる基板11の温度測定とその温度測定に基づく発光制御部35による各LED37aの発光強度の制御とを継続的に行う構成にできる。これにより、基板11が目的の温度となるように精度よく制御できる。

[0051] 硫酸過水の供給開始から所定処理時間が経過すると、供給ユニット26からの硫酸過水の供給が停止される。所定処理時間は、レジスト膜を完全に除去できる時間として予め設定されている。また、LED37aが消灯され、光源部34が退避位置に移動される。

[0052] 光源部34の退避位置への移動後、供給ユニット26から供給管28cを介してノズルヘッド27bに純水が供給される。これにより、ノズルヘッド27bから基板11の処理面S1に向けて純水が噴出され、純水が基板11の回転により、処理面S1上で周方向に広がりながら、基板11の外周に向かって流れる。また、送水パイプ47から基板11の背面S2に純水が供給される。これにより、純水が基板11の回転により、背面S2上で周方向に広

がりながら、基板 1 1 の外周に向って流れる。このようにして、処理面 S 1 及び背面 S 2 の全面にそれぞれ純水が供給されて洗浄される。所定の時間の経過後に、ノズルヘッド 2 7 b 及び送水パイプ 4 7 への純水の供給が停止される。

[0053] 上記の純水による処理の際には、ノズル部 2 7 に設けたテーブル用ノズル（図示せず）から回転テーブル 1 4 の上面に純水を供給する。これにより、基板 1 1 と同様に、回転テーブル 1 4 の上面についても、付着したパーティクル等の異物の除去と純水による洗浄が行われる。回転する基板 1 1 及び回転テーブル 1 4 から飛び散った硫酸過水及び純水がハウジング 1 2 の内壁に衝突する。このため、ハウジング 1 2 の内壁に付着したパーティクル等の異物の除去と純水による洗浄が行われる。このようにして、基板処理装置 1 0 は、基板 1 1 の処理と同時に、ハウジング 1 2 の内部がセルフクリーニングされる。なお、チャックピン 2 5 a 及び支持ピンについては、所定の処理枚数ごとに、それらに専用に設けたノズルより純水を供給することで洗浄が行われる。

[0054] 純水による洗浄後、回転テーブル 1 4 の回転速度が増大される。これにより、基板 1 1 の両面に付着している純水が遠心力で飛ばされ、基板 1 1 が水切りされる。このときに、回転テーブル 1 4、基板保持部 2 5 も同様に水切りされる。

[0055] 上記のようにレジスト膜の除去、純水による洗浄、水切りを行っているときに、基板 1 1 や回転テーブル 1 4 から流れ出た硫酸過水及び純水、さらにはハウジング 1 2 の内壁に付着して流れ落ちる硫酸過水及び純水は、排出ポート 4 4 から吸引されて排出される。また、硫酸過水及び純水の細かな飛沫や蒸気が発生しても、その飛沫や蒸気は上部開口 1 2 a からの気流によって排出ポート 4 4 に導かれる。このため、硫酸過水及び純水の飛沫や蒸気が上部開口 1 2 a から漏れ出ることはない。

[0056] 水切りが完了すると、回転テーブル 1 4 の回転を停止する。回転テーブル 1 4 が降下位置から上昇位置に移動し、チャックピン 2 5 a による挟持によ

る基板 11 の保持が解除される。そして、ローディング機構 15 によって、基板 11 が別の基板処理装置に搬送され、SC-1 処理液、純水による洗浄を順次に行なった後に乾燥される。この後に、基板 11 は、ローディング機構 15 によって収納カセットに戻される。

[0057] 以上のようにして、1 枚の基板 11 に対する処理が終了し、この後に同様な手順で新たな基板 11 に対する処理を行う。上記のように回転テーブル 14 やハウジング 12 の内部のセルフクリーニングが完了しているから、新たな基板 11 の処理を直ちに行うことができる。

[0058] LED ユニット 37 における LED 37a、放射温度計 37b の配列や、LED 37a の制御の手法は、一例であり、上記のものに限定されない。図 4 に示す例は、対面領域となるベースプレート 37c の中心を同心円の中心として、径の異なる同心円 C1～C6 上にそれぞれ複数の LED 37a を配置するとともに、ベースプレート 37c（対面領域）の中心と同心円 C1～C6 上に放射温度計 37b をそれぞれ配置している。この例では、同一の同心円上の複数の LED 37a をそれと同じ同心円上の放射温度計 37b の基板 11 の温度測定結果に基づいて制御する。同心円 C1 上の LED 37a は、同心円 C1 上の放射温度計 37b とベースプレート 37c の中心の放射温度計 37b との温度測定結果に基づいて制御される。なお、LED 37a の制御の手法は、これに限定されない。

[0059] 上記の例では、処理用流体としての硫酸過水を用いてレジスト膜を除去する処理について説明しているが、処理用流体での処理は、これに限定されず、例えばエッチング等であってもよい。処理用流体は、硫酸過水に限らず、処理に応じたものを用いることができる。例えば、リン酸水溶液等のリン酸を含むリン酸溶液を処理用流体として、基板（シリコン基板）上のシリコン窒化（SiN）膜をエッチングする処理の場合にも、本発明を適用することができる。この場合には、加熱部の LED ユニットからの光で基板を、例えば 160℃程度に加熱する。

[0060] さらに、処理用流体は、液体でも気体（ガス）でもよい。例えば処理用流

体としてオゾンガスを用いてレジスト膜を除去する場合にも、本発明を適用することができる。オゾンガスによるレジスト膜の除去については、例えば特開2020-120010号公報に記載されている。また、オゾンガスとオゾン水とを混合した気液二相流体を処理用流体として基板の処理面に流してレジスト膜を除去する場合にも、本発明を適用することができる。気液二相流体によるレジスト膜の除去については、例えば特開2020-120011号公報に記載されている。

[0061] 上記の例では、ハウジング内に1個のガイド筒を設けているが、上部の開口の高さが異なる複数のガイド筒を、回転テーブルの回転中心と各軸心を一致させて設けるとともに、回転テーブルを、各ガイド筒の上部に形成した各開口内で回転可能なように昇降させる構成としてもよい。この構成によれば、一番外側のガイド筒とハウジングとの間、及びガイド筒とガイド筒との間に気流の複数の経路が形成される。これにより、供給するガスや処理液の種類によって、回転テーブルの高さ変えて処理することで、回転テーブルと基板との間から流れ出るガスや処理液を流す経路を変えて、それらを別々にハウジング外に排出することが可能となる。なお、このような構成については、特開2012-209559号公報、特開2007-180268号公報に記載されている。

符号の説明

- [0062] 10 基板処理装置
11 基板
14 回転テーブル
16 処理液供給部
18 加熱部
35 発光制御部
37a LED
37b 放射温度計
S1 処理面

S 2 背面

請求の範囲

- [請求項1] 鉛直軸まわりに回転自在に配され、基板の処理面に対する処理の際に回転される回転テーブルと、
- 前記回転テーブルに設けられ、前記処理面を下向きにして前記回転テーブルの上面と離れた状態で前記基板を水平に保持し、前記回転テーブルと一体に回転する基板保持部と、
- 前記回転テーブルに保持される前記基板と前記回転テーブルとの間に配され、処理用流体を噴出して前記処理面に供給する処理液供給部と、
- 前記回転テーブルに保持される前記基板の上方に配され、前記処理用流体を前記処理面に供給している間に、前記基板に光を照射する複数の発光ダイオードを含み、前記複数の発光ダイオードからの光によって前記基板を加熱する加熱部と
- を備えることを特徴とする基板処理装置。
- [請求項2] 前記複数の発光ダイオードは、前記基板を透過しない波長域内の光を出力することを特徴とする請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記複数の発光ダイオードは、単一波長の光を出力することを特徴とする請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項4] 前記複数の発光ダイオードは、前記基板を透過しない波長域内にピーク波長がある単一波長の光を出力することを特徴とする請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項5] 前記基板は、シリコン基板であり、
- 前記複数の発光ダイオードは、ピーク波長が1.1 μm 未満の光を出力することを特徴とする請求項4に記載の基板処理装置。
- [請求項6] 前記複数の発光ダイオードから出力される光とは異なる波長の光を検出して前記基板の温度を測定する1または複数の放射温度計を有する温度測定部と、
- 前記温度測定部の測定結果に基づいて前記複数の発光ダイオードの

出力を制御する発光制御部と
を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載
の基板処理装置。