

研磨装置

発明の背景

発明の技術分野

- 5 本発明は、膜が表面に形成されているウェーハを研磨する研磨装置に関し、特に、ウェーハからの反射光に含まれる光学情報を解析することによりウェーハの膜厚を検出しながらウェーハを研磨する研磨装置に関する。

関連技術の記載

- 半導体デバイスの製造プロセスには、 SiO_2 などの絶縁膜を研磨する工程や、
10 銅、タングステンなどの金属膜を研磨する工程などの様々な工程が含まれる。裏面照射型CMOSセンサおよびシリコン貫通電極(TSV)の製造工程では、絶縁膜や金属膜の研磨工程の他にも、シリコン層(シリコンウェーハ)を研磨する工程が含まれる。ウェーハの研磨は、その表面を構成する膜(絶縁膜、金属膜、シリコン層など)の厚さが所定の目標値に達したときに終了される。
- 15 ウェーハの研磨は研磨装置を使用して行われる。絶縁膜やシリコン層などの非金属膜の膜厚を測定するために、研磨装置は、一般に、光学式膜厚測定装置を備える。この光学式膜厚測定装置は、光源から発せられた光をウェーハの表面に導き、ウェーハからの反射光の強度を分光器で測定し、反射光のスペクトルを解析することで、ウェーハの膜厚を測定するように構成される。

20 【先行技術文献】

【特許文献】

【特許文献1】特開2017-5014号公報

- 光学式膜厚測定装置においては、光源が発する光の量は、ウェーハの膜厚測定に影響を与える。例えば、ウェーハ上の複数の測定点に導かれる光の量が異なると、
25 光学的条件の違いに起因して膜厚の測定精度が変化する。結果として、ウェーハの膜厚が同じである場合でも、膜厚の測定値が変わりうる。さらに、分光器の有効測定範囲に対してウェーハからの反射光の量が大きすぎると、正確な膜厚測定が阻害されてしまう。

発明の要旨

そこで、本発明は、ウェーハに照射される光の量を調整することで正確な膜厚測定を行うことができる研磨装置を提供することを目的とする。

- 5 本発明の一態様は、研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、ウェーハを前記研磨パッドに押し付けるための研磨ヘッドと、光源と、前記研磨テーブル内の異なる位置に配置された複数の先端を有する投光ファイバーと、前記研磨テーブル内の前記異なる位置に配置された複数の先端を有する受光ファイバーと、前記受光ファイバーに接続され、前記受光ファイバーを通じて伝送されるウェーハ
- 10 からの反射光を波長に従って分解して各波長での反射光の強度を測定する分光器と、前記反射光の強度と波長との関係を示す分光波形に基づいてウェーハの膜厚を決定する処理部と、前記投光ファイバーに取り付けられた第1減光器および第2減光器とを備え、前記投光ファイバーは、第1投光ファイバーおよび第2投光ファイバーを有し、前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーの一
- 15 端は前記光源に接続され、前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーの他端は、前記異なる位置に配置された前記投光ファイバーの先端を構成し、前記第1減光器は前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーに取り付けられ、前記第2減光器は前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーのうちの少なくとも1つに取り付けられていることを特徴とする研磨装置で
- 20 ある。

本発明の好ましい態様は、前記第1減光器および前記第2減光器のそれぞれは、内部に光通路が形成されたベース部材と、前記光通路に挿入された光ファイバー保持体と、前記光ファイバー保持体の前記ベース部材に対する相対位置を調節する相対位置調節機構を備えることを特徴とする。

- 25 本発明の好ましい態様は、前記光ファイバー保持体の外面には目盛りが付されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記相対位置調節機構は、前記光ファイバー保持体を前記ベース部材に対して移動させるモータ駆動型移動機構を備えていることを

特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記投光ファイバーから発せられた光の量が目標値に達するまで、前記第 1 減光器の前記モータ駆動型移動機構を操作する動作制御部をさらに備えたことを特徴とする。

- 5 本発明の好ましい態様は、前記第 1 投光ファイバーおよび前記第 2 投光ファイバーから発せられた光の量が互いに等しくなるまで、前記第 2 減光器の前記モータ駆動型移動機構を操作する動作制御部をさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記第 1 減光器および前記第 2 減光器のそれぞれは、前記光通路に配置された絞りをさらに備えることを特徴とする。

- 10 本発明の好ましい態様は、前記第 1 投光ファイバーおよび前記第 2 投光ファイバーの一部は束ねられて幹光ファイバーを構成し、前記第 1 投光ファイバーおよび前記第 2 投光ファイバーの他の部分は、前記幹光ファイバーから分岐した複数の枝光ファイバーを構成し、前記第 1 減光器は前記幹光ファイバーに取り付けられ、前記第 2 減光器は前記複数の枝光ファイバーのうちの少なくとも 1 つに取り付けられていることを特徴とする。
- 15

本発明の好ましい態様は、前記光源と前記分光器に接続されたモニタリング光ファイバーと、前記モニタリング光ファイバーに取り付けられた第 3 減光器をさらに備えたことを特徴とする。

- 本発明の一態様は、研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、ウェーハを
20 前記研磨パッドに押し付けるための研磨ヘッドと、光源と、前記研磨テーブル内の所定の位置に配置された先端を有する投光ファイバーと、前記研磨テーブル内の前記所定の位置に配置された先端を有する受光ファイバーと、前記受光ファイバーに接続され、前記受光ファイバーを通じて伝送されるウェーハからの反射光を波長に従って分解して各波長での反射光の強度を測定する分光器と、前記反射
25 光の強度と波長との関係を示す分光波形に基づいてウェーハの膜厚を決定する処理部と、前記投光ファイバーに取り付けられた減光器を備えたことを特徴とする研磨装置である。

本発明の好ましい態様は、前記減光器は、内部に光通路が形成されたベース部

材と、前記光通路に挿入された光ファイバー保持体と、前記光ファイバー保持体の前記ベース部材に対する相対位置を調節する相対位置調節機構を備えることを特徴とする。

5 本発明の好ましい態様は、前記光ファイバー保持体の外面には目盛りが付されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記相対位置調節機構は、前記光ファイバー保持体を前記ベース部材に対して移動させるモータ駆動型移動機構を備えていることを特徴とする。

10 本発明の好ましい態様は、前記投光ファイバーから発せられた光の量が目標値に達するまで、前記モータ駆動型移動機構を操作する動作制御部をさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記減光器は、前記光通路に配置された絞りをさらに備えることを特徴とする。

15 本発明によれば、第1減光器は、光源から発せられた光の全体の量を調整することができる。より具体的には、ウェーハからの反射光の量が分光器の有効測定範囲内に収まるように、光源からの光の量を第1減光器によって調整することができる。したがって、分光器は、反射光の波長ごとの強度を正しく測定することができ、結果として正確な膜厚測定が達成できる。

20 第2減光器は、第1投光ファイバーおよび第2投光ファイバーからウェーハに導かれる光の量をバランスさせる、すなわち複数の投光ファイバーからウェーハに導かれる光の量を同じとすることができる。結果として、ウェーハ上の複数の測定点において同一の光学的条件下でウェーハの膜厚を測定することができる。

25 さらに、本発明によれば、光ファイバー保持体のベース部材に対する相対的な位置を調節することにより、投光ファイバーを伝送される光の量を微調整することができる。さらに、ウェーハからの反射光の量が分光器の有効測定範囲内に収まるように、光源からの光の量を減光器によって調整することができる。したがって、分光器は、反射光の波長ごとの強度を正しく測定することができ、結果として正確な膜厚測定が達成できる。

図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明の一実施形態に係る研磨装置を示す図である。
- 図 2 は、研磨パッドおよび研磨テーブルを示す上面図である。
- 5 図 3 は、光学式膜厚測定器の原理を説明するための模式図である。
- 図 4 は、分光波形の一例を示すグラフである。
- 図 5 は、図 4 に示す分光波形にフーリエ変換処理を行って得られた周波数スペクトルを示すグラフである。
- 図 6 は、光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）の一実施形態を示す拡大図である。
- 10 図 7 は、第 1 減光器の構成の一実施形態を示す模式図である。
- 図 8 は、第 1 減光器の外観を示す図である。
- 図 9 は、相対位置調節機構の他の実施形態を示す図である。
- 図 10 は、図 9 に示す第 1 減光器の構造を示す断面図である。
- 図 11 は、第 2 減光器の構成の一実施形態を示す模式図である。
- 15 図 12 は、第 1 減光器の構成の他の実施形態を示す模式図である。
- 図 13 は、光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）の他の実施形態を示す拡大図である。
- 図 14 は、光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）のさらに他の実施形態を示す拡大図である。

20

実施形態の説明

- 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の一実施形態に係る研磨装置を示す図である。図 1 に示すように、研磨装置は、研磨パッド 1 を支持する研磨テーブル 3 と、ウェーハ W を保持しウェーハ W を研磨
- 25 テーブル 3 上の研磨パッド 1 に押し付ける研磨ヘッド 5 と、研磨パッド 1 に研磨液（例えばスラリー）を供給するための研磨液供給ノズル 10 と、ウェーハ W の研磨を制御する動作制御部 12 とを備えている。

研磨テーブル 3 は、テーブル軸 3a を介してその下方に配置されるテーブルモ

ータ 19 に連結されており、このテーブルモータ 19 により研磨テーブル 3 が矢印で示す方向に回転されるようになっている。この研磨テーブル 3 の上面には研磨パッド 1 が貼付されており、研磨パッド 1 の上面がウェーハ W を研磨する研磨面 1 a を構成している。研磨ヘッド 5 は研磨ヘッドシャフト 16 の下端に連結されている。研磨ヘッド 5 は、真空吸引によりその下面にウェーハ W を保持できるように構成されている。研磨ヘッドシャフト 16 は、図示しない上下動機構により上下動できるようになっている。

ウェーハ W の研磨は次のようにして行われる。研磨ヘッド 5 および研磨テーブル 3 をそれぞれ矢印で示す方向に回転させ、研磨液供給ノズル 10 から研磨パッド 1 上に研磨液（スラリー）を供給する。この状態で、研磨ヘッド 5 は、ウェーハ W を研磨パッド 1 の研磨面 1 a に押し付ける。ウェーハ W の表面は、研磨液の化学的作用と研磨液に含まれる砥粒の機械的作用により研磨される。

研磨装置は、ウェーハ W の膜厚を測定する光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）25 を備えている。この光学式膜厚測定器 25 は、光を発する光源 30 と、研磨テーブル 3 内の異なる位置に配置された複数の先端 34 a, 34 b を有する投光ファイバー 34 と、研磨テーブル 3 内の前記異なる位置に配置された複数の先端 50 a, 50 b を有する受光ファイバー 50 と、受光ファイバー 50 を通じて伝送されるウェーハ W からの反射光を波長に従って分解して各波長での反射光の強度を測定する分光器 26 と、反射光の強度と波長との関係を示す分光波形を生成する処理部 27 とを備えている。処理部 27 は動作制御部 12 に接続されている。処理部 27 および動作制御部 12 は、それぞれ専用または汎用コンピュータから構成されている。処理部 27 および動作制御部 12 は、1 つのコンピュータから構成されてもよい。

投光ファイバー 34 は光源 30 に接続されており、光源 30 から発せられた光をウェーハ W の表面に導くように配置されている。受光ファイバー 50 は分光器 26 に接続されており、ウェーハ W の表面からの反射光を分光器 26 に導くように配置されている。光源 30 は、ハロゲンランプ、またはキセノンランプなどの発光体を備えている。

- 投光ファイバー 34 の一方の先端 34 a と、受光ファイバー 50 の一方の先端 50 a は、互いに隣接しており、これらの先端 34 a, 50 a は第 1 センサヘッド 61 を構成する。投光ファイバー 34 の他方の先端 34 b と、受光ファイバー 50 の他方の先端 50 b は、互いに隣接しており、これらの先端 34 b, 50 b は第 2 センサヘッド 62 を構成する。研磨パッド 1 は、第 1 センサヘッド 61 および第 2 センサヘッド 62 の上方に位置する通孔 1 b, 1 c を有しており、第 1 センサヘッド 61 および第 2 センサヘッド 62 は、これらの通孔 1 b, 1 c を通じて研磨パッド 1 上のウェーハ W に光を導き、ウェーハ W からの反射光を受けることができるようになっている。
- 10 一実施形態では、投光ファイバー 34 は研磨テーブル 3 内の所定の位置に配置された 1 つの先端のみを有してもよく、同様に受光ファイバー 50 は研磨テーブル 3 内の前記所定の位置に配置された 1 つの先端のみを有してもよい。この場合も、投光ファイバー 34 の先端と受光ファイバー 50 の先端は互いに隣接して配置され、投光ファイバー 34 の先端と受光ファイバー 50 の先端は、研磨パッド 1 上のウェーハ W に光を導き、ウェーハ W からの反射光を受けるセンサヘッドを構成する。
- 15

- 図 2 は、研磨パッド 1 および研磨テーブル 3 を示す上面図である。第 1 センサヘッド 61 および第 2 センサヘッド 62 は、研磨テーブル 3 の中心から異なる距離に位置しており、かつ研磨テーブル 3 の周方向において互いに離れて配置されている。図 2 に示す実施形態では、第 2 センサヘッド 62 は、研磨テーブル 3 の中心に関して第 1 センサヘッド 61 の反対側に配置されている。第 1 センサヘッド 61 および第 2 センサヘッド 62 は、研磨テーブル 3 が一回転するたびに異なる軌跡を描いてウェーハ W を交互に横切る。具体的には、第 1 センサヘッド 61 はウェーハ W の中心を横切り、第 2 センサヘッド 62 はウェーハ W のエッジ部のみを横切る。第 1 センサヘッド 61 および第 2 センサヘッド 62 は、交互にウェーハ W に光を導き、ウェーハ W からの反射光を受ける。
- 20
- 25

ウェーハ W の研磨中は、投光ファイバー 34 から光がウェーハ W に照射され、受光ファイバー 50 によってウェーハ W からの反射光が受光される。ウェーハ W

からの反射光は受光ファイバー 50 を通って分光器 26 に導かれる。分光器 26 は、反射光を波長に従って分解して各波長での反射光の強度を所定の波長範囲に亘って測定し、得られた光強度データを処理部 27 に送る。この光強度データは、ウェーハ W の膜厚を反映した光学信号であり、反射光の強度及び対応する波長から構成される。処理部 27 は、光強度データから波長ごとの光の強度を表わす分光波形を生成する。

図 3 は、光学式膜厚測定器 25 の原理を説明するための模式図である。図 3 に示す例では、ウェーハ W は、下層膜と、その上に形成された上層膜とを有している。上層膜は、例えばシリコン層または絶縁膜などの、光の透過を許容する膜である。ウェーハ W に照射された光は、媒質（図 3 の例では水）と上層膜との界面、および上層膜と下層膜との界面で反射し、これらの界面で反射した光の波が互いに干渉する。この光の波の干渉の仕方は、上層膜の厚さ（すなわち光路長）に応じて変化する。このため、ウェーハ W からの反射光から生成される分光波形は、上層膜の厚さに従って変化する。

分光器 26 は、反射光を波長に従って分解し、反射光の強度を波長ごとに測定する。処理部 27 は、分光器 26 から得られた反射光の強度データ（光学信号）から分光波形を生成する。この分光波形は、光の波長と強度との関係を示す線グラフとして表される。光の強度は、後述する相対反射率などの相対値として表わすこともできる。

図 4 は、分光波形の一例を示すグラフである。図 4 において、縦軸はウェーハ W からの反射光の強度を示す相対反射率を表し、横軸は反射光の波長を表す。相対反射率とは、反射光の強度を示す指標値であり、光の強度と所定の基準強度との比である。各波長において光の強度（実測強度）を所定の基準強度で割ることにより、装置の光学系や光源固有の強度のばらつきなどの不要なノイズが実測強度から除去される。

基準強度は、各波長について予め測定された光の強度であり、相対反射率は各波長において算出される。具体的には、各波長での光の強度（実測強度）を、対応する基準強度で割り算することにより相対反射率が求められる。基準強度は、

例えば、第1センサヘッド6 1または第2センサヘッド6 2から発せられた光の強度を直接測定するか、または第1センサヘッド6 1または第2センサヘッド6 2から鏡に光を照射し、鏡からの反射光の強度を測定することによって得られる。あるいは、基準強度は、膜が形成されていないシリコンウェーハ（ベアウェーハ）を研磨パッド1上で水の存在下で水研磨しているとき、または上記シリコンウェーハ（ベアウェーハ）が研磨パッド1上に置かれているときに分光器2 6により測定されたシリコンウェーハからの反射光の強度としてもよい。実際の研磨では、実測強度からダークレベル（光を遮断した条件下で得られた背景強度）を引き算して補正実測強度を求め、さらに基準強度から上記ダークレベルを引き算して補正基準強度を求め、そして、補正実測強度を補正基準強度で割り算することにより、相対反射率が求められる。具体的には、相対反射率 $R(\lambda)$ は、次の式（1）を用いて求めることができる。

【数1】

$$R(\lambda) = \frac{E(\lambda) - D(\lambda)}{B(\lambda) - D(\lambda)} \quad (1)$$

ここで、 λ は波長であり、 $E(\lambda)$ はウェーハから反射した光の波長 λ での強度であり、 $B(\lambda)$ は波長 λ での基準強度であり、 $D(\lambda)$ は光を遮断した条件下で測定された波長 λ での背景強度（ダークレベル）である。

処理部2 7は、分光波形にフーリエ変換処理（例えば、高速フーリエ変換処理）を行って周波数スペクトルを生成し、周波数スペクトルからウェーハWの膜厚を決定する。図5は、図4に示す分光波形にフーリエ変換処理を行って得られた周波数スペクトルを示すグラフである。図5において、縦軸は分光波形に含まれる周波数成分の強度を表し、横軸は膜厚を表す。周波数成分の強度は、正弦波として表される周波数成分の振幅に相当する。分光波形に含まれる周波数成分は、所定の関係式を用いて膜厚に変換され、図5に示すような膜厚と周波数成分の強度との関係を示す周波数スペクトルが生成される。上述した所定の関係式は、周波数成分を変数とした、膜厚を表す一次関数であり、膜厚の実測結果、光学的膜厚測定シミュレーション、理論式などから求めることができる。

図 5 に示すグラフにおいて、周波数成分の強度のピークは膜厚 t_1 で現れる。言い換えれば、膜厚 t_1 において、周波数成分の強度が最も大きくなる。つまり、この周波数スペクトルは、膜厚が t_1 であることを示している。このようにして、処理部 27 は、周波数成分の強度のピークに対応する膜厚を決定する。

- 5 処理部 27 は、膜厚測定値として膜厚 t_1 を動作制御部 12 に出力する。動作制御部 12 は、処理部 27 から送られた膜厚 t_1 に基づいて研磨動作（例えば、研磨終了動作）を制御する。例えば、動作制御部 12 は、膜厚 t_1 が予め設定された目標値に達したときに、ウェーハ W の研磨を終了する。

- 図 6 は、光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）25 の一実施形態を示す拡大図である。投光ファイバー 34 は、第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 を有している。第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 のそれぞれは、複数の素線光ファイバーから構成されている。第 1 投光ファイバー 36 を構成する複数の素線光ファイバーの端部は結束具 32 で束ねられている。同様に、第 2 投光ファイバー 37 を構成する複数の素線光ファイバーの端部は結束具 33 で束ねられている。第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 の一端は光源 30 に接続され、第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 の他端は、投光ファイバー 34 の先端 34a, 34b を構成する。
- 10
- 15

- 第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 の一部は結束具 31 で束ねられて幹光ファイバー 35 を構成している。第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 の他の部分は、幹光ファイバー 35 から分岐した第 1 枝光ファイバー 36A および第 2 枝光ファイバー 37B をそれぞれ構成している。枝光ファイバー 36A, 37B の先端は投光ファイバー 34 の先端 34a, 34b を構成する。以下の説明では、枝光ファイバー 36A の先端を先端 34a と称し、枝光ファイバー 37B の先端を先端 34b と称することがある。
- 20

- 25 幹光ファイバー 35 の端部（すなわち、第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 の光源側端部）は、第 1 減光器 70 を介して光源 30 に接続されている。第 1 減光器 70 は、光源 30 から発せられた光の量を調整する、すなわち光量を減じる機能を有する。第 1 減光器 70 は、幹光ファイバー 35 に取り

付けられている。すなわち、第1投光フライバー36および第2投光フライバー37の両方に取り付けられている。

本実施形態では、幹光フライバー35の端部は第1減光器70に接続され、第1減光器70は光源30に固定されている。一実施形態では、第1減光器70は、幹光フライバー35に組み込まれてもよい。具体的には、幹光フライバー35は、直線上に並ぶ上流側幹光フライバーおよび下流側幹光フライバーを有し、第1減光器70は上流側幹光フライバーと下流側幹光フライバーの間に配置されてもよい。

図6に示す実施形態では、1本の幹光フライバー35が2本の枝光フライバー36A、37Bに分岐しているが、素線光フライバーを追加することにより、3本以上の枝光フライバーに分岐することも可能である。さらに、素線光フライバーを追加することにより、フライバーの径を簡単に大きくすることができる。このような多数の素線光フライバーから構成される光フライバーは、曲げやすく、かつ折れにくいという利点を備えている。

15 受光フライバー50は、第1受光フライバー56および第2受光フライバー57を備えている。第1受光フライバー56および第2受光フライバー57のそれぞれは、複数の素線光フライバーから構成されている。第1受光フライバー56を構成する複数の素線光フライバーの端部は結束具51で結束されている。同様

20 52で結束されている。受光フライバー50の先端50a、50bは、第1受光フライバー56および第2受光フライバー57の先端からそれぞれ構成されている。

25 第1枝光フライバー36Aの先端34aと第1受光フライバー56の先端50aは第1センサヘッド61を構成し、第2枝光フライバー37Bの先端34bと第2受光フライバー57の先端50bは第2センサヘッド62を構成している。

第1受光フライバー56および第2受光フライバー57の一部は結束具53により束ねられて幹光フライバー58を構成している。第1受光フライバー56および第2受光フライバー57の他の部分は、幹光フライバー58から分岐した枝光

ファイバーを構成する。幹光ファイバー 58 は、分光器 26 に接続されている。分光器 26 は処理部 27 に電氣的に接続されている。

- 本実施形態では、受光ファイバー 50 を構成する第 1 受光ファイバー 56 および第 2 受光ファイバー 57 は分光器 26 に接続されている。ウェーハ W の研磨中
- 5 は第 1 受光ファイバー 56 および第 2 受光ファイバー 57 の両方を通じて光が分光器 26 に伝達されるが、ウェーハ W からの反射光以外の光の強度は極めて低いので、あるしきい値以上の強度を持つ光のみを膜厚測定に使用することで、正確な膜厚測定が可能である。一実施形態では、第 1 受光ファイバー 56 または第 2 受光ファイバー 57 のいずれか一方を分光器 26 に選択的に接続する光スイッチ
- 10 を、受光ファイバー 56, 57 と分光器 26 との間に配置してもよい。

本実施形態では、第 2 減光器 72 は第 1 枝光ファイバー 36A (すなわち第 1 投光ファイバー 36) に取り付けられている。この第 2 減光器 72 は、第 1 枝光ファイバー 36A を伝達される光の量を調整する、すなわち光量を減じる機能を有する。第 1 減光器 70 と第 2 減光器 72 は同じ構成を有している。

- 15 図 7 は、第 1 減光器 70 の構成の一実施形態を示す模式図である。第 1 減光器 70 は、内部に光通路 81 が形成されたベース部材 80 と、光通路 81 に挿入された光ファイバー保持体 82 と、光ファイバー保持体 82 のベース部材 80 に対する相対位置を調節する相対位置調節機構 85 を有している。相対位置調節機構 85 は、光ファイバー保持体 82 が挿入された通孔 86a を有するフランジ 86
- 20 と、フランジ 86 にねじ込まれたセットねじ 88 と、フランジ 86 をベース部材 80 に固定する袋ナット 89 を有している。ただし、相対位置調節機構 85 は、光ファイバー保持体 82 のベース部材 80 に対する相対的な位置を調節することが可能に構成されている限りにおいて、本実施形態に限定されない。

- 第 1 投光ファイバー 36 および第 2 投光ファイバー 37 から構成される幹光フ
- 25 ァイバー 35 は、その端部が光通路 81 内に露出した状態で、光ファイバー保持体 82 に固定されている。光ファイバー保持体 82 の幅は光通路 81 の幅よりも小さく、光ファイバー保持体 82 は光通路 81 内をその長手方向に移動可能である。セットねじ 88 は、フランジ 86 をその半径方向に貫通している。フランジ

8 6 の通孔 8 6 a の幅は、光ファイバー保持体 8 2 の幅よりも大きく、フランジ 8 6 は光ファイバー保持体 8 2 に対して相対的に光ファイバー保持体 8 2 の長手方向に移動可能である。セットねじ 8 8 の先端はフランジ 8 6 の通孔 8 6 a 内に位置し、かつ光ファイバー保持体 8 2 の外面に接触している。フランジ 8 6 は、

5 光通路 8 1 の幅よりも広い幅を有している。光ファイバー保持体 8 2 がフランジ 8 6 の通孔 8 6 a に挿入された状態でセットねじ 8 8 を締め付けると、フランジ 8 6 は光ファイバー保持体 8 2 に固定される。

光ファイバー保持体 8 2 は袋ナット 8 9 を貫通して延びている。袋ナット 8 9 は、内側に張り出すヘッド部 8 9 a を有している。フランジ 8 6 は袋ナット 8 9

10 のヘッド部 8 9 a とベース部材 8 0 の端面との間に配置されている。ベース部材 8 0 は円筒形状を有している。ベース部材 8 0 の外周面にはねじ 8 0 b が形成されており、袋ナット 8 9 の内周面にもねじ 8 9 b が形成されている。袋ナット 8 9 のねじ 8 9 b は、ベース部材 8 0 のねじ 8 0 b に係合している。袋ナット 8 9 を締め付けると、フランジ 8 6 は袋ナット 8 9 によってベース部材 8 0 に押し付

15 けられ、これによりフランジ 8 6 がベース部材 8 0 に固定される。光ファイバー保持体 8 2 はセットねじ 8 8 によりフランジ 8 6 に固定されているので、ベース部材 8 0 に対する光ファイバー保持体 8 2 の相対的な位置が固定される。

幹光ファイバー 3 5 は、光ファイバー保持体 8 2 に固定されており、光ファイバー保持体 8 2 と幹光ファイバー 3 5 は一体に移動可能である。光ファイバー保

20 持体 8 2 のベース部材 8 0 に対する相対的な位置は可変である。すなわち、袋ナット 8 9 をベース部材 8 0 から取り外し、セットねじ 8 8 を緩めると、光ファイバー保持体 8 2 の先端が光通路 8 1 内に位置したまま、光ファイバー保持体 8 2 をベース部材 8 0 に対して移動させることができる。その後、セットねじ 8 8 を締め付け、さらに袋ナット 8 9 をベース部材 8 0 に締め付けると、光ファイバー

25 保持体 8 2 のベース部材 8 0 に対する相対的な位置が固定される。幹光ファイバー 3 5 は光ファイバー保持体 8 2 に固定されているので、光ファイバー保持体 8 2 のベース部材 8 0 に対する相対位置を調節することで、光通路 8 1 に対する幹光ファイバー 3 5 の相対位置を調節することが可能である。

光源 30 から発せられた光は、光通路 81 を通って光ファイバー保持体 82 に保持された幹光ファイバー 35 に到達する。幹光ファイバー 35 に到達する光の量、すなわち幹光ファイバー 35 を伝送される光の量は、光ファイバー保持体 82 のベース部材 80 に対する相対的な位置により調整することができる。具体的には、光通路 81 の入口 81 a から光ファイバー保持体 82 までの距離が短くなる方向に光ファイバー保持体 82 を移動させると、幹光ファイバー 35 に到達する光の量は増加する。これに対し、光通路 81 の入口 81 a から光ファイバー保持体 82 までの距離が長くなる方向に光ファイバー保持体 82 を移動させると、幹光ファイバー 35 に到達する光の量は減少する。光ファイバー保持体 82 の位置は、フランジ 86 およびセットねじ 88 によって自由に調節することが可能である。したがって、第 1 減光器 70 は、幹光ファイバー 35 を伝送される光の量を微調整することができる。

図 8 は、第 1 減光器 70 の外観を示す図である。図 8 に示すように、光ファイバー保持体 82 の外面には目盛り 91 が付されている。この目盛り 91 は、光ファイバー保持体 82 のベース部材 80 に対する相対位置の調節作業を容易にすることができる。

このように、光ファイバー保持体 82 のベース部材 80 に対する相対的な位置を調節することで、幹光ファイバー 35 を伝送される光の量を調整することができる。したがって、光源 30 からウェーハ W に導かれる光の量は、第 1 減光器 70 によって調整することができる。第 1 枝光ファイバー 36 A に取り付けられた第 2 減光器 72 も第 1 減光器 70 と同じ構成を有しているので、第 2 減光器 72 は同様にして第 1 枝光ファイバー 36 A を伝送される光の量を調整することができる。

本実施形態では、ベース部材 80 は光源 30 に固定されているが、一実施形態では、ベース部材 80 も、光ファイバー保持体 82 と同様に、幹光ファイバー 35 に固定されてもよい。具体的には、幹光ファイバー 35 は、直線上に並ぶ上流側幹光ファイバーおよび下流側幹光ファイバーを有し、ベース部材 80 は上流側幹光ファイバーに固定され、光ファイバー保持体 82 は下流側幹光ファイバーに

固定されてもよい。

- 第1減光器70は、第1投光ファイバー36および第2投光ファイバー37の両方に取り付けられている。したがって、第1減光器70は、光源30から発せられた光の全体の量を減少させるために使用される。理由は次の通りである。もし、分光器26の有効測定範囲を超えた量の反射光が分光器26に導かれると、分光器26は反射光の波長ごとの強度を正しく測定することができない。そこで、ウェーハWからの反射光の量が、分光器26の有効測定範囲内に収まるように光源30から発せられた光の全体の量を第1減光器70によって減少させる。第1減光器70が光の量を適切に減少させることにより、分光器26は反射光の強度を正しく測定することができる。結果として、ウェーハWの膜厚を正確に測定することができる。

- 図9は、相対位置調節機構85の他の実施形態を示す図である。相対位置調節機構85は、光ファイバー保持体82をベース部材80に対して相対的に移動させるモータ駆動型移動機構92を備えている。モータ駆動型移動機構92は、ベース部材80に固定された電動機93と、電動機93の回転軸93aに固定されたプーリー95と、プーリー95と袋ナット89の外周面に掛けられたベルト97を備えている。

- プーリー95は、回転軸93aのトルクを受けることができる一方で、回転軸93aに対してその軸方向に移動可能に構成されている。例えば、プーリー95と回転軸93aは、キーおよびキー溝との係合により連結されてもよいし、またはボールスプライン軸受により連結されてもよい。電動機93には、サーボモータまたはステッピングモータが使用される。電動機93は、連結部材98を介してベース部材80に固定されている。電動機93が動作すると、電動機93のトルクは、プーリー95およびベルト97を通じて袋ナット89に伝達され、袋ナット89が回転する。

図10は、図9に示す第1減光器70の構造を示す断面図である。図10に示す第1減光器70の特に説明しない構造は、図7に示す第1減光器70の構造と同じであるので、その重複する説明を省略する。モータ駆動型移動機構92は、

光通路 8 1 内に配置されたばね 9 9 を更に備えている。ばね 9 9 の一端は光ファイバー保持体 8 2 の端部に接触しており、ばね 9 9 は光ファイバー保持体 8 2 および幹光ファイバー 3 5 を光通路 8 1 の入口 8 1 a から離れる方向に付勢している。

- 5 セットねじ 8 8 が締め付けられている状態で、袋ナット 8 9 が緩む方向に電動機 9 3 が袋ナット 8 9 を回転させると、ばね 9 9 は光ファイバー保持体 8 2 および幹光ファイバー 3 5 を光通路 8 1 の入口 8 1 a から離れる方向に移動させる。袋ナット 8 9 が締まる方向に電動機 9 3 が袋ナット 8 9 を回転させると、袋ナット 8 9 は、ばね 9 9 の反発力に抗して光ファイバー保持体 8 2 および幹光ファイバー 3 5 を光通路 8 1 の入口 8 1 a に近づく方向に移動させる。このように、電動機 9 3 の動作によって光ファイバー保持体 8 2 と光通路 8 1 の入口 8 1 a との間の距離が変化し、結果として、幹光ファイバー 3 5 に到達する光の量が変化する。

- モータ駆動型移動機構 9 2 は動作制御部 1 2 に接続されており、モータ駆動型移動機構 9 2 の動作は動作制御部 1 2 によって制御される。動作制御部 1 2 は、投光ファイバー 3 4 から発せられた光の量が目標値に達するまで、モータ駆動型移動機構 9 2 を操作するように構成されている。具体的には、研磨パッド 1 の研磨面 1 a 上に図示しない反射体（ウェーハ、ダミーウェーハ、鏡など）を置き、第 1 投光ファイバー 3 6 または第 2 投光ファイバー 3 7 から光を反射体に導き、反射体からの反射光の強度を分光器 2 6 で測定し、測定された反射光の強度が、上記目標値に対応する設定値に達するまで、動作制御部 1 2 はモータ駆動型移動機構 9 2 の電動機 9 3 を操作する。

- 図 1 1 は、第 2 減光器 7 2 の構成の一実施形態を示す模式図である。第 2 減光器 7 2 は第 1 減光器 7 0 と基本的に同じ構成を有しているので、第 1 減光器 7 0 と同じ構成要素には同じ符号を付し、第 2 減光器 7 2 の詳細な説明は省略する。図 1 1 に示すように、第 2 減光器 7 2 は、第 1 投光ファイバー 3 6、すなわち第 1 枝光ファイバー 3 6 A に取り付けられている。この第 2 減光器 7 2 は、第 1 投光ファイバー 3 6 および第 2 投光ファイバー 3 7 からウェーハ W に導かれる光の

量をバランスさせるために使用される。より具体的には、第1投光ファイバー36および第2投光ファイバー37からウェーハWに導かれる光の量が同じになるように、第2減光器72は第1投光ファイバー36（すなわち第1枝光ファイバー36A）を伝送される光の量を減少させる。結果として、第1センサヘッド61および第2センサヘッド62は、同一の光学的条件下でウェーハWの膜厚を測定することができる。

第2投光ファイバー37からウェーハWに導かれる光の量が、第1投光ファイバー36からウェーハWに導かれる光の量よりも多い場合は、第2減光器72は第2投光ファイバー37（すなわち第2枝光ファイバー37B）に取り付けられる。この場合でも、第1投光ファイバー36および第2投光ファイバー37からウェーハWに導かれる光の量が同じになるように、第2投光ファイバー37を伝送される光の量が第2減光器72によって調整される。

図9および図10に示すモータ駆動型移動機構92は、図11に示す第2減光器72にも適用することができる。動作制御部12は、第1投光ファイバー36および第2投光ファイバー37から発せられた光の量が互いに等しくなるまで、モータ駆動型移動機構92を操作するように構成されている。第2減光器72が第1投光ファイバー36に取り付けられている場合は、次のようにして光の量が調整される。図示しない反射体（ウェーハ、ダミーウェーハ、鏡など）を第2投光ファイバー37の先端34bに対向するように研磨パッド1の研磨面1a上に置き、第2投光ファイバー37から光を反射体に導き、反射体からの反射光の強度を分光器26で測定して基準値を取得し、上記反射体を第1投光ファイバー36の先端34aに対向するように研磨パッド1の研磨面1a上に置き、第1投光ファイバー36から光を反射体に導き、反射体からの反射光の強度を分光器26で測定し、測定された反射光の強度が上記基準値に等しくなるまで、動作制御部12はモータ駆動型移動機構92の電動機93を操作する。

第2減光器72が、第1投光ファイバー36ではなく、第2投光ファイバー37に取り付けられている場合も、同様にして、光の量の調整が行われる。すなわち、上記反射体を第1投光ファイバー36の先端34aに対向するように研磨パ

5 ッド1の研磨面1a上に置き、第1投光ファイバー36から光を反射体に導き、
反射体からの反射光の強度を分光器26で測定して基準値を取得し、上記反射体
を第2投光ファイバー37の先端34bに対向するように研磨パッド1の研磨面
1a上に置き、第2投光ファイバー37から光を反射体に導き、反射体からの反
射光の強度を分光器26で測定し、測定された反射光の強度が上記基準値に等し
くなるまで、動作制御部12はモータ駆動型移動機構92の電動機93を操作す
る。

10 図12は、第1減光器70の他の実施形態の構成を示す模式図である。特に説
明しない構成は、図7に示す構成と同じであるので、その重複する説明を省略す
る。本実施形態の第1減光器70は、光通路81内に配置された絞り（アパーチャ）
90を備えている。絞り90は、開口90aを有する部材である。絞り90
は取り外し可能に光通路81内に配置されている。絞り90は光通路81の入
口81aと光ファイバー保持体82との間に位置している。絞り90を通過でき
る光の量は、絞り90の開口90aの大きさに依存する。したがって、大きさの
異なる開口を有する複数の絞りの中から、使用すべき絞りを適宜選択すること
により、光量を調整することができる。

20 本実施形態によれば、光源30から発せられた光の量は2段階で減少される。
すなわち、光の量は、まず絞り90によって減少され、さらにベース部材80に
対する光ファイバー保持体82の相対位置に従って光の量が減少される。本実施
形態の第1減光器70は、光源30から発せられた光の量が多い場合であっても、
適切なレベルまで光量を下げることができ、かつ光量の微調整が可能である。図
示しないが、第2減光器72も図12に示す実施形態の構成を備えてもよい。図
9および図10に示すモータ駆動型移動機構92は、図12に示す第1減光器70
にも適用することができる。

25 図13は、光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）25の他の実施形態を示す拡大
図である。特に説明しない構成は、図6に示す構成と同じであるので、その重複
する説明を省略する。光学式膜厚測定器25は、光源30と分光器26とに接続
されたモニタリング光ファイバー110と、モニタリング光ファイバー110に

取り付けられた第3減光器111をさらに備えている。モニタリング光ファイバー110の一端は、第1減光器70を介して光源30に接続され、モニタリング光ファイバー110の他端は、光スイッチ115および接続光ファイバー117を介して分光器26に接続されている。接続光ファイバー117は光スイッチ115と分光器26との間を延びており、光スイッチ115を分光器26に接続している。

光スイッチ115は、受光ファイバー50またはモニタリング光ファイバー110のいずれか一方を、接続光ファイバー117を介して分光器26に光学的に接続するように構成される。より具体的には、光スイッチ115が作動して受光ファイバー50を分光器26に光学的に接続すると、ウェーハWからの反射光は受光ファイバー50、光スイッチ115、および接続光ファイバー117を通過して分光器26に導かれる。光スイッチ115が作動してモニタリング光ファイバー110を分光器26に光学的に接続すると、光源30から発せられた光は、モニタリング光ファイバー110、光スイッチ115、および接続光ファイバー117を通過して分光器26に導かれる。光スイッチ115の動作は動作制御部12によって制御される。

第1投光ファイバー36、第2投光ファイバー37、およびモニタリング光ファイバー110の一部は、結束具31で束ねられた幹光ファイバー35を構成している。幹光ファイバー35の端部（すなわち、投光ファイバー34およびモニタリング光ファイバー110の光源側端部）は、第1減光器70を介して光源30に接続されている。

受光ファイバー50は、結束具51で結束された複数の素線光ファイバーからなる第1受光ファイバー56、および結束具52で結束された複数の素線光ファイバーからなる第2受光ファイバー57を備えている。受光ファイバー50の先端50a、50bは、第1受光ファイバー56および第2受光ファイバー57の先端から構成されている。第1受光ファイバー56および第2受光ファイバー57は光スイッチ115に接続されている。

ウェーハWを研磨するときは、動作制御部12は光スイッチ115を操作して、

受光ファイバー 50 を分光器 26 に光学的に接続する。より具体的には、研磨テーブル 3 が一回転するたびに、動作制御部 12 は光スイッチ 115 を操作して、第 1 受光ファイバー 56 および第 2 受光ファイバー 57 を交互に分光器 26 に接続する。第 1 受光ファイバー 56 の先端 50a がウェーハ W の下にある間は、第 1 受光ファイバー 56 は分光器 26 に接続され、第 2 受光ファイバー 57 の先端 50b がウェーハ W の下にある間は、第 2 受光ファイバー 57 は分光器 26 に接続される。光スイッチ 115 は、図 6 に示す実施形態に適用してもよい。

本実施形態では、光スイッチ 115 は、第 1 受光ファイバー 56、第 2 受光ファイバー 57、およびモニタリング光ファイバー 110 のうちのいずれか 1 つを光学的に分光器 26 に接続するように構成されている。一実施形態では、光スイッチ 115 は、受光ファイバー 56、57 またはモニタリング光ファイバー 110 のいずれかを光学的に分光器 26 に接続するように構成されてもよい。この場合は、ウェーハ W の研磨中は受光ファイバー 56、57 の両方を通じて光が分光器 26 に伝達されるが、ウェーハ W からの反射光以外の光の強度は極めて低いので、あるしきい値以上の強度を持つ光のみを膜厚測定に使用することで、正確な膜厚測定は可能である。

モニタリング光ファイバー 110 には第 3 減光器 111 が取り付けられている。この第 3 減光器 111 は、図 7 および図 8 を参照して説明した第 1 減光器 70、または図 11 を参照して説明した第 2 減光器 72 と同じ構成を有しているので、その重複する説明を省略する。モニタリング光ファイバー 110 の一端は第 1 減光器 70 を介して光源 30 に接続され、モニタリング光ファイバー 110 の他端は光スイッチ 115 を介して分光器 26 に接続されている。光源 30 から発せられた光の量が分光器 26 の有効測定範囲内に収まるように、光量は第 1 減光器 70 によって減少され、さらに第 3 減光器 111 によって減少される。第 3 減光器 111 は、図 12 に示す構成を有してもよい。モニタリング光ファイバー 110 の一端は第 1 減光器 70 を介さずに光源 30 に直接接続されてもよい。図 9 および図 10 に示すモータ駆動型移動機構 92 は、図 13 に示す第 3 減光器 111 にも適用することができる。

通常、光源 30 の光量は、光源 30 の使用時間とともに徐々に低下する。結果として、真の膜厚と、測定された膜厚との間の誤差が大きくなってしまふ。そこで、本実施形態では、光学式膜厚測定器 25 は、モニタリング光ファイバー 110 を通じて分光器 26 に導かれた光の強度に基づいて、ウェーハ W からの反射光 5 の強度を補正し、光源 30 の光量の低下を補償するように構成されている。

処理部 27 は、上記式 (1) に代えて、次の補正式 (2) を用いて反射光の補正された強度を算出する。

【数 2】

$$R'(\lambda) = [E(\lambda) - D3(\lambda)] / \left[[B(\lambda) - D1(\lambda)] \times \frac{G(\lambda) - D3(\lambda)}{F(\lambda) - D2(\lambda)} \right] \quad (2)$$

10 ここで、 $R'(\lambda)$ は補正された反射光の強度、すなわち補正された相対反射率を表し、 $E(\lambda)$ は研磨されるウェーハ W からの反射光の波長 λ での強度を表し、 $B(\lambda)$ は波長 λ での基準強度を表し、 $D1(\lambda)$ は基準強度 $B(\lambda)$ を測定する直前または直後に光を遮断した条件下で測定された波長 λ でのダークレベルを表し、 $F(\lambda)$ は基準強度 $B(\lambda)$ を測定する直前または直後にモニタリン
15 グ光ファイバー 110 を通じて分光器 26 に導かれた光の波長 λ での強度を表し、 $D2(\lambda)$ は強度 $F(\lambda)$ を測定する直前または直後に光を遮断した条件下で測定された波長 λ でのダークレベルを表し、 $G(\lambda)$ は強度 $E(\lambda)$ を測定する前にモニタリング光ファイバー 110 を通じて分光器 26 に導かれた光の波長 λ での強度を表し、 $D3(\lambda)$ は強度 $E(\lambda)$ を測定する前であつて、かつ強度 G
20 (λ) を測定する直前または直後に光を遮断した条件下で測定された波長 λ でのダークレベルを表す。

$E(\lambda)$ 、 $B(\lambda)$ 、 $D1(\lambda)$ 、 $F(\lambda)$ 、 $D2(\lambda)$ 、 $G(\lambda)$ 、 $D3(\lambda)$ は、所定の波長範囲内で波長ごとに測定される。ダークレベル $D1(\lambda)$ 、 $D2(\lambda)$ 、 $D3(\lambda)$ を測定するための光が遮断された環境は、分光器 26 に
25 内蔵されたシャッター（図示せず）で光を遮ることにより作り出すことができる。

処理部 27 は、ウェーハ W からの反射光の強度を補正するための上記補正式を内部に予め格納している。この補正式は、ウェーハ W からの反射光の強度と、モ

ニタリング光ファイバー 110 を通じて分光器 26 に導かれた光の強度を少なくとも変数として含む関数である。基準強度 $B(\lambda)$ は、各波長について予め測定された光の強度である。例えば、基準強度 $B(\lambda)$ は、第 1 センサヘッド 61 または第 2 センサヘッド 62 から発せられた光の強度を直接測定するか、または第 5 1 センサヘッド 61 または第 2 センサヘッド 62 から鏡に光を照射し、鏡からの反射光の強度を測定することによって得られる。あるいは、基準強度 $B(\lambda)$ は、膜が形成されていないシリコンウェーハ（ベアウェーハ）を研磨パッド 1 上で水の存在下で水研磨しているとき、または上記シリコンウェーハ（ベアウェーハ）が研磨パッド 1 上に置かれているときに分光器 26 により測定されたシリコンウェーハからの反射光の強度としてもよい。基準強度 $B(\lambda)$ の正しい値を得るために、基準強度 $B(\lambda)$ は、同一条件下で測定された光の強度の複数の値の平均であつてもよい。

基準強度 $B(\lambda)$ 、ダークレベル $D1(\lambda)$ 、強度 $F(\lambda)$ 、ダークレベル $D2(\lambda)$ は、予め測定され、定数として上記補正式に予め入力される。強度 $E(\lambda)$ はウェーハ W の研磨中に測定される。強度 $G(\lambda)$ およびダークレベル $D3(\lambda)$ はウェーハ W の研磨前（好ましくはウェーハ W の研磨直前）に測定される。例えば、ウェーハ W が研磨ヘッド 5 に保持される前に、処理部 27 は、光スイッチ 115 を操作して、モニタリング光ファイバー 110 を分光器 26 に接続し、光源 30 の光をモニタリング光ファイバー 110 を通じて分光器 26 に導く。20 分光器 26 は、強度 $G(\lambda)$ およびダークレベル $D3(\lambda)$ を測定し、それらの測定値を処理部 27 に送る。処理部 27 は、強度 $G(\lambda)$ およびダークレベル $D3(\lambda)$ の測定値を上記補正式に入力する。強度 $G(\lambda)$ およびダークレベル $D3(\lambda)$ の測定が完了すると、処理部 27 は、光スイッチ 115 を操作して受光ファイバー 50 を分光器 26 に接続する。その後、ウェーハ W が研磨され、ウェーハ W の研磨中に強度 $E(\lambda)$ が分光器 26 によって測定される。25

処理部 27 は、ウェーハ W の研磨中に、強度 $E(\lambda)$ の測定値を上記補正式に入力し、補正された相対反射率 $R'(\lambda)$ を各波長において算出する。より具体的には、処理部 27 は、補正された相対反射率 $R'(\lambda)$ を所定の波長範囲にお

いて算出する。したがって、処理部 27 は、補正された相対反射率（すなわち補正された光の強度）と光の波長との関係を示す分光波形を作成することができる。処理部 27 は、図 3 乃至図 5 を参照して説明した方法でウェーハ W の膜厚を分光波形に基づいて決定する。分光波形は、補正された光の強度に基づいて作成され

5 るので、処理部 27 は、ウェーハ W の正確な膜厚を決定することができる。

図 14 は、光学式膜厚測定器（膜厚測定装置）25 のさらに他の実施形態を示す拡大図である。特に説明しない構成は、図 6 に示す構成と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態の光学式膜厚測定器 25 は、1 つのセンサヘッド 61 のみを備えている。投光ファイバー 34 を構成する複数の素線光ファイバーの端部は結束具 31, 32 で束ねられている。受光ファイバー 50 を構成する複数の素線光ファイバーの端部は結束具 51, 52 で束ねられている。

投光ファイバー 34 には減光器 120 が取り付けられている。この減光器 120 は、図 7 および図 8 を参照して説明した第 1 減光器 70、または図 11 を参照して説明した第 2 減光器 72 と同じ構成を有しているので、その重複する説明を省略する。光源 30 から発せられた光の量は、減光器 120 によって調整（減少）される。減光器 120 は、図 12 に示す構成を備えてもよい。

図 9 および図 10 に示すモータ駆動型移動機構 92 は、図 14 に示す減光器 120 にも適用することができる。動作制御部 12 は、投光ファイバー 34 から発せられた光の量が目標値に達するまで、モータ駆動型移動機構 92 を操作するように構成されている。具体的には、図示しない反射体（ウェーハ、ダミーウェーハ、鏡など）を研磨パッド 1 の研磨面 1a 上に置き、投光ファイバー 34 から光を反射体に導き、反射体からの反射光の強度を分光器 26 で測定し、測定された反射光の強度が、上記目標値に対応する設定値に達するまで、動作制御部 12 はモータ駆動型移動機構 92 の電動機 93 を操作する。

25 上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態

に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

特許請求の範囲

1. 研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、
ウェーハを前記研磨パッドに押し付けるための研磨ヘッドと、
光源と、
前記研磨テーブル内の異なる位置に配置された複数の先端を有する投光ファイバーと、
前記研磨テーブル内の前記異なる位置に配置された複数の先端を有する受光ファイバーと、
前記受光ファイバーに接続され、前記受光ファイバーを通じて伝送されるウェーハからの反射光を波長に従って分解して各波長での反射光の強度を測定する分光器と、
前記反射光の強度と波長との関係を示す分光波形に基づいてウェーハの膜厚を決定する処理部と、
前記投光ファイバーに取り付けられた第1減光器および第2減光器とを備え、
前記投光ファイバーは、第1投光ファイバーおよび第2投光ファイバーを有し、
前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーの一端は前記光源に接続され、
前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーの他端は、前記異なる位置に配置された前記投光ファイバーの先端を構成し、
前記第1減光器は前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーに取り付けられ、前記第2減光器は前記第1投光ファイバーおよび前記第2投光ファイバーのうちの少なくとも1つに取り付けられていることを特徴とする研磨装置。
2. 前記第1減光器および前記第2減光器のそれぞれは、
内部に光通路が形成されたベース部材と、
前記光通路に挿入された光ファイバー保持体と、
前記光ファイバー保持体の前記ベース部材に対する相対位置を調節する相対

位置調節機構を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

3. 前記光ファイバー保持体の外面には目盛りが付されていることを特徴とする請求項 2 に記載の研磨装置。

4. 前記相対位置調節機構は、前記光ファイバー保持体を前記ベース部材に対して移動させるモータ駆動型移動機構を備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の研磨装置。

5. 前記投光ファイバーから発せられた光の量が目標値に達するまで、前記第 1 減光器の前記モータ駆動型移動機構を操作する動作制御部をさらに備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の研磨装置。

6. 前記第 1 投光ファイバーおよび前記第 2 投光ファイバーから発せられた光の量が互いに等しくなるまで、前記第 2 減光器の前記モータ駆動型移動機構を操作する動作制御部をさらに備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の研磨装置。

7. 前記第 1 減光器および前記第 2 減光器のそれぞれは、前記光通路に配置された絞りをさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載の研磨装置。

8. 前記第 1 投光ファイバーおよび前記第 2 投光ファイバーの一部は束ねられて幹光ファイバーを構成し、

前記第 1 投光ファイバーおよび前記第 2 投光ファイバーの他の部分は、前記幹光ファイバーから分岐した複数の枝光ファイバーを構成し、

前記第 1 減光器は前記幹光ファイバーに取り付けられ、前記第 2 減光器は前記複数の枝光ファイバーのうちの少なくとも 1 つに取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

9. 前記光源と前記分光器に接続されたモニタリング光ファイバーと、
前記モニタリング光ファイバーに取り付けられた第3減光器をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

10. 研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、
ウェーハを前記研磨パッドに押し付けるための研磨ヘッドと、
光源と、
前記研磨テーブル内の所定の位置に配置された先端を有する投光ファイバーと、
前記研磨テーブル内の前記所定の位置に配置された先端を有する受光ファイバーと、
前記受光ファイバーに接続され、前記受光ファイバーを通じて伝送されるウェーハからの反射光を波長に従って分解して各波長での反射光の強度を測定する分光器と、
前記反射光の強度と波長との関係を示す分光波形に基づいてウェーハの膜厚を決定する処理部と、
前記投光ファイバーに取り付けられた減光器を備えたことを特徴とする研磨装置。

11. 前記減光器は、
内部に光通路が形成されたベース部材と、
前記光通路に挿入された光ファイバー保持体と、
前記光ファイバー保持体の前記ベース部材に対する相対位置を調節する相対位置調節機構を備えることを特徴とする請求項10に記載の研磨装置。

12. 前記光ファイバー保持体の外面には目盛りが付されていることを特徴とする請求項11に記載の研磨装置。

13. 前記相対位置調節機構は、前記光ファイバー保持体を前記ベース部材に対して移動させるモータ駆動型移動機構を備えていることを特徴とする請求項11に記載の研磨装置。

14. 前記投光ファイバーから発せられた光の量が目標値に達するまで、前記モータ駆動型移動機構を操作する動作制御部をさらに備えたことを特徴とする請求項13に記載の研磨装置。

15. 前記減光器は、前記光通路に配置された絞りをさらに備えることを特徴とする請求項11に記載の研磨装置。