(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2025-7984
(P2025-7984A)
(43)公開日　令和7年1月20日(2025.1.20)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
B24B 55/06	*(2006.01)*	B24B	55/06		3C034
B24B 37/013	*(2012.01)*	B24B	37/013		3C047
B24B 37/12	*(2012.01)*	B24B	37/12	D	3C158
B24B 37/10	*(2012.01)*	B24B	37/10		5F057
B24B 49/12	*(2006.01)*	B24B	49/12		

審査請求　未請求　請求項の数　23　ＯＬ　（全27頁）　最終頁に続く

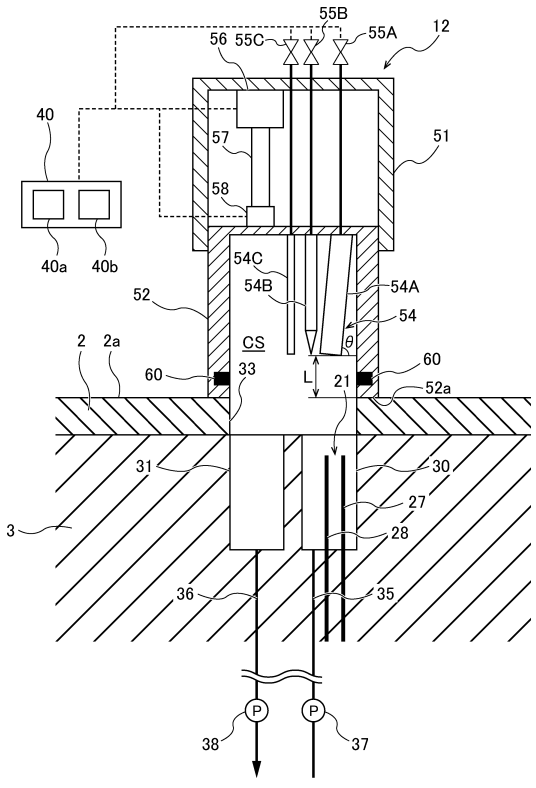
(21)出願番号　特願2023-109778(P2023-109778)
(22)出願日　令和5年7月4日(2023.7.4)

(71)出願人　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100118500
弁理士　廣澤 哲也
(74)代理人
渡邉 勇
(74)代理人　100174089
弁理士　郷戸 学
(74)代理人　100186749
弁理士　金沢 充博
(72)発明者　クルカーニ サウラブ
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社荏原製作所内

Ｆターム（参考）　3C034　AA07 BB87 BB93 CA02
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　研磨装置および研磨方法

(57)【要約】
【課題】本発明は、研磨パッドの光通過部から研磨液または研磨屑を除去することができる研磨装置を提供する。
【解決手段】研磨装置１は、光通過部３３を有する研磨パッド２を支持する研磨テーブル３と、基板Wを研磨パッド２の研磨面２ａに押し付ける研磨ヘッド５と、研磨テーブル３内に配置され、光通過部３３を通じて光を基板Wに照射し、光通過部３３を通じて基板Wからの反射光を受ける光学センサ２１と、光通過部３３上に光通過部３３を覆う洗浄空間ＣＳを形成し、洗浄空間ＣＳを通じて光通過部３３に洗浄流体を供給する洗浄部１２を備えている。
【選択図】図７



【特許請求の範囲】
【請求項１】
光通過部を有する研磨パッドを支持する研磨テーブルと、
基板を前記研磨パッドの研磨面に押し付ける研磨ヘッドと、
前記研磨テーブル内に配置され、前記光通過部を通じて光を前記基板に照射し、前記光通過部を通じて前記基板からの反射光を受ける光学センサと、
前記光通過部を覆う洗浄空間を前記光通過部上に形成し、前記洗浄空間を通じて前記光通過部に洗浄流体を供給する洗浄部を備えている、研磨装置。
【請求項２】
前記洗浄流体を前記洗浄空間から排出する流体排出ラインと、
前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、
前記洗浄部は、
前記洗浄空間を内側に形成する洗浄カバーと、
前記洗浄流体を前記洗浄空間内に供給する洗浄ノズルと、
前記洗浄カバーを上下動させるアクチュエータを備え、
前記動作制御部は、前記アクチュエータに指令を与えて、前記洗浄カバーを前記研磨パッドの前記研磨面に接触するまで下降させて、前記洗浄カバーで前記光通過部を囲み、前記洗浄空間を閉塞するように構成されている、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項３】
前記洗浄ノズルは、前記洗浄流体として液体を供給する液体ノズル、前記洗浄流体として流体の噴流を供給するジェットノズル、および前記洗浄流体として薬液を供給する薬液ノズルのうちの少なくとも１つを含む、請求項２に記載の研磨装置。
【請求項４】
前記洗浄部は、超音波を発生させる超音波振動子を備え、前記洗浄流体を介して前記超音波を伝播させるように構成されている、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項５】
前記洗浄部は、前記洗浄空間を内側に形成する洗浄カバーをさらに備え、
前記超音波振動子は、前記洗浄カバーに配置されている、請求項４に記載の研磨装置。
【請求項６】
前記洗浄部は、前記洗浄流体を前記洗浄空間内に供給する洗浄ノズルをさらに備え、
前記超音波振動子は、前記洗浄ノズルに配置されている、請求項４に記載の研磨装置。
【請求項７】
前記光通過部は、前記研磨パッドに形成された通孔である、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項８】
前記洗浄流体を前記洗浄空間から排出する流体排出ラインをさらに備え、
前記流体排出ラインは、前記通孔に連通し、前記洗浄空間から前記通孔を通じて前記洗浄流体を排出するように構成されている、請求項７に記載の研磨装置。
【請求項９】
前記光通過部は、光の透過を許容する材料から構成された透明窓である、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項１０】
前記洗浄流体を前記洗浄空間から排出する流体排出ラインをさらに備え、
前記洗浄部は、前記洗浄空間を内側に形成する洗浄カバーを備え、
前記流体排出ラインは、前記洗浄カバーの内面に形成された開口部に連通し、前記洗浄空間から前記開口部を通じて前記洗浄流体を排出するように構成されている、請求項９に記載の研磨装置。
【請求項１１】
前記洗浄部は、前記洗浄カバーに加わる荷重を測定する荷重測定器をさらに備え、
前記動作制御部は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重が荷重目標値に到達す

るまで、前記アクチュエータに指令を与えて、前記洗浄カバーを下降させるように構成されている、請求項２に記載の研磨装置。
【請求項１２】
前記研磨テーブルを回転させるテーブルモータと、
前記洗浄部を水平移動させる洗浄部水平移動機構をさらに備え、
前記動作制御部は、
前記テーブルモータおよび前記洗浄部水平移動機構の動作を制御するように構成され、
前記テーブルモータおよび前記洗浄部水平移動機構に指令を与えて、前記光通過部の位置が前記洗浄カバーの位置と一致するように、前記研磨テーブルを回転させ、かつ前記洗浄部を水平移動させるように構成されている、請求項２に記載の研磨装置。
【請求項１３】
前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、
前記洗浄部は、前記光学センサから前記光通過部を通じて照射される前記光の光路上に配置されたミラーを備え、
前記光学センサは、前記光通過部を通じて前記ミラーからの反射光を受けるように構成されており、
前記動作制御部は、前記ミラーからの前記反射光の強度がしきい値を超えた時点である前記光通過部の洗浄終点を検出するように構成されている、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項１４】
前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、
前記洗浄部は、前記光通過部の画像を生成する撮像装置を備え、
前記動作制御部は、前記画像に基づいて、前記光通過部の洗浄終点を検出するように構成されている、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項１５】
前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、
前記動作制御部は、前記基板からの前記反射光に基づいて、前記光通過部の洗浄時期であるか否かを判定するように構成されている、請求項１に記載の研磨装置。
【請求項１６】
基板を研磨テーブルに支持された研磨パッドの研磨面に押しつけて、前記基板を研磨し、
前記基板の研磨中に、前記研磨テーブル内に配置された光学センサにより、前記研磨パッドに設けられた光通過部を通じて光を前記基板に照射し、前記光通過部を通じて前記基板からの反射光を受け、
前記基板の研磨前または後に、洗浄部により、前記光透過部上に前記光透過部を覆う洗浄空間を形成し、
前記洗浄部により、前記洗浄空間を通じて洗浄流体を前記光通過部に供給する、研磨方法。
【請求項１７】
前記洗浄部により、前記光透過部上に前記光透過部を覆う前記洗浄空間を形成する工程は、前記洗浄部を前記光通過部の上方に配置させ、前記洗浄部の洗浄カバーを前記研磨パッドの前記研磨面に接触するまで下降させて、前記洗浄カバーの内側に形成された前記洗浄空間を閉塞し、前記洗浄カバーで前記光通過部を囲む工程であり、
前記洗浄部により、前記洗浄空間を通じて前記洗浄流体を前記光通過部に供給する工程は、前記洗浄部の洗浄ノズルから前記洗浄空間を通じて前記洗浄流体を前記光通過部に供給する工程であり、
前記研磨方法は、前記洗浄流体を前記洗浄空間から流体排出ラインを通じて排出することをさらに含む、請求項１６に記載の研磨方法。
【請求項１８】
超音波振動子により超音波を発生させて、前記洗浄流体を介して前記超音波を伝播させ

ることをさらに含む、請求項１６に記載の研磨方法。
【請求項１９】
前記洗浄部により、前記光透過部上に前記光透過部を覆う前記洗浄空間を形成する工程は、荷重測定器によって前記洗浄部の洗浄カバーに加わる荷重を測定し、前記測定された前記荷重が荷重目標値に到達するまで、前記洗浄カバーを下降させて、前記光透過部上に前記光透過部を覆う前記洗浄空間を形成する工程である、請求項１６に記載の研磨方法。
【請求項２０】
前記洗浄部を前記光通過部の上方に配置させる工程は、前記光通過部の位置が前記洗浄カバーの位置と一致するように、前記研磨テーブルを回転させ、かつ前記洗浄部を水平移動させて、前記洗浄部を前記光通過部の上方に配置させる工程である、請求項１７に記載の研磨方法。
【請求項２１】
前記光学センサにより、前記光通過部を通じて光をミラーに照射し、前記ミラーからの反射光を受け、
前記反射光の強度がしきい値を超えた時点である前記光通過部の洗浄終点を検出することをさらに含む、請求項１６に記載の研磨方法。
【請求項２２】
撮像装置により、前記投受光表面の画像を生成し、
前記画像に基づいて、前記光通過部の洗浄終点を検出することをさらに含む、請求項１６に記載の研磨方法。
【請求項２３】
前記基板からの前記反射光に基づいて、前記光通過部の洗浄時期であるか否かを判定することをさらに含む、請求項１６に記載の研磨方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ウェーハなどの基板を研磨する研磨装置および研磨方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体デバイスの製造工程では、ウェーハ等の基板の表面を研磨する化学機械研磨（ＣＭＰ：Chemical Mechanical Polishing）装置が使用されている。ＣＭＰ装置は、研磨テーブル上に貼り付けられた研磨パッドと、基板を研磨パッドの研磨面に押し付けるための研磨ヘッドを備えている。ＣＭＰ装置は、研磨液（例えば、スラリー）を研磨パッド上に供給しながら、研磨ヘッドにより基板を研磨パッドの研磨面に押し付けて、基板の表面と研磨パッドの研磨面を摺接させる。基板の表面は、研磨液の化学的作用と、研磨液に含まれる砥粒および／または研磨パッドの機械的作用によって、平坦化される。
【０００３】
基板の研磨は、基板の表面を構成する膜（絶縁膜、シリコン層など）が研磨され、その膜厚が目標膜厚に達したときに終了される。研磨装置は、基板の膜厚を測定するために、光学膜厚測定装置を備える。光学膜厚測定装置は、研磨テーブル内に配置された光学センサにより、基板に光を照射し、基板からの反射光を受けて、分光器により測定された反射光の強度に基づいて、基板の膜厚を決定するように構成される。研磨パッドは、光学センサから基板に照射される光、および基板からの反射光を通過させるための光通過部として、通孔または透明窓を有している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０２０－１０４１９１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００５】
しかしながら、基板の研磨を行うにつれて、研磨パッドの光通過部（通孔または透明窓）に研磨液または研磨屑が付着して、光通過部を通過する基板からの反射光の強度が低下することがある。
【０００６】
そこで、本発明は、研磨パッドの光通過部から研磨液または研磨屑を除去することができる研磨装置および研磨方法を提供する。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
一態様では、光通過部を有する研磨パッドを支持する研磨テーブルと、基板を前記研磨パッドの研磨面に押し付ける研磨ヘッドと、前記研磨テーブル内に配置され、前記光通過部を通じて光を前記基板に照射し、前記光通過部を通じて前記基板からの反射光を受ける光学センサと、前記光通過部を覆う洗浄空間を前記光通過部上に形成し、前記洗浄空間を通じて前記光通過部に洗浄流体を供給する洗浄部を備えている、研磨装置が提供される。
一態様では、前記研磨装置は、前記洗浄流体を前記洗浄空間から排出する流体排出ラインと、前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、前記洗浄部は、前記洗浄空間を内側に形成する洗浄カバーと、前記洗浄流体を前記洗浄空間内に供給する洗浄ノズルと、前記洗浄カバーを上下動させるアクチュエータを備え、前記動作制御部は、前記アクチュエータに指令を与えて、前記洗浄カバーを前記研磨パッドの前記研磨面に接触するまで下降させて、前記洗浄カバーで前記光通過部を囲み、前記洗浄空間を閉塞するように構成されている。
【０００８】
一態様では、前記洗浄ノズルは、前記洗浄流体として液体を供給する液体ノズル、前記洗浄流体として流体の噴流を供給するジェットノズル、および前記洗浄流体として薬液を供給する薬液ノズルのうちの少なくとも１つを含む。
一態様では、前記洗浄部は、超音波を発生させる超音波振動子を備え、前記洗浄流体を介して前記超音波を伝播させるように構成されている。
一態様では、前記洗浄部は、前記洗浄空間を内側に形成する洗浄カバーをさらに備え、前記超音波振動子は、前記洗浄カバーに配置されている。
一態様では、前記洗浄部は、前記洗浄流体を前記洗浄空間内に供給する洗浄ノズルをさらに備え、前記超音波振動子は、前記洗浄ノズルに配置されている。
【０００９】
一態様では、前記光通過部は、前記研磨パッドに形成された通孔である。
一態様では、前記研磨装置は、前記洗浄流体を前記洗浄空間から排出する流体排出ラインをさらに備え、前記流体排出ラインは、前記通孔に連通し、前記洗浄空間から前記通孔を通じて前記洗浄流体を排出するように構成されている。
一態様では、前記光通過部は、光の透過を許容する材料から構成された透明窓である。
一態様では、前記研磨装置は、前記洗浄流体を前記洗浄空間から排出する流体排出ラインをさらに備え、前記洗浄部は、前記洗浄空間を内側に形成する洗浄カバーを備え、前記流体排出ラインは、前記洗浄カバーの内面に形成された開口部に連通し、前記洗浄空間から前記開口部を通じて前記洗浄流体を排出するように構成されている。
【００１０】
一態様では、前記洗浄部は、前記洗浄カバーに加わる荷重を測定する荷重測定器をさらに備え、前記動作制御部は、前記荷重測定器によって測定された前記荷重が荷重目標値に到達するまで、前記アクチュエータに指令を与えて、前記洗浄カバーを下降させるように構成されている。
一態様では、前記研磨テーブルを回転させるテーブルモータと、前記洗浄部を水平移動させる洗浄部水平移動機構をさらに備え、前記動作制御部は、前記テーブルモータおよび前記洗浄部水平移動機構の動作を制御するように構成され、前記テーブルモータおよび前記洗浄部水平移動機構に指令を与えて、前記光通過部の位置が前記洗浄カバーの位置と一

致するように、前記研磨テーブルを回転させ、かつ前記洗浄部を水平移動させるように構成されている。

【００１１】

一態様では、前記研磨装置は、前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、前記洗浄部は、前記光学センサから前記光通過部を通じて照射される前記光の光路上に配置されたミラーを備え、前記光学センサは、前記光通過部を通じて前記ミラーからの反射光を受けるように構成されており、前記動作制御部は、前記ミラーからの前記反射光の強度がしきい値を超えた時点である前記光通過部の洗浄終点を検出するように構成されている。

一態様では、前記研磨装置は、前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、前記洗浄部は、前記光通過部の画像を生成する撮像装置を備え、前記動作制御部は、前記画像に基づいて、前記光通過部の洗浄終点を検出するように構成されている。

一態様では、前記研磨装置は、前記洗浄部の動作を制御する動作制御部をさらに備え、前記動作制御部は、前記基板からの前記反射光に基づいて、前記光通過部の洗浄時期であるか否かを判定するように構成されている。

【００１２】

一態様では、基板を研磨テーブルに支持された研磨パッドの研磨面に押しつけて、前記基板を研磨し、前記基板の研磨中に、前記研磨テーブル内に配置された光学センサにより、前記研磨パッドに設けられた光通過部を通じて光を前記基板に照射し、前記光通過部を通じて前記基板からの反射光を受け、前記基板の研磨前または後に、洗浄部により、前記光透過部上に前記光透過部を覆う洗浄空間を形成し、前記洗浄部により、前記洗浄空間を通じて洗浄流体を前記光通過部に供給する、研磨方法が提供される。

一態様では、前記洗浄部により、前記光透過部上に前記光透過部を覆う前記洗浄空間を形成する工程は、前記洗浄部を前記光通過部の上方に配置させ、前記洗浄部の洗浄カバーを前記研磨パッドの前記研磨面に接触するまで下降させて、前記洗浄カバーの内側に形成された前記洗浄空間を閉塞し、前記洗浄カバーで前記光通過部を囲む工程であり、前記洗浄部により、前記洗浄空間を通じて前記洗浄流体を前記光通過部に供給する工程は、前記洗浄部の洗浄ノズルから前記洗浄空間を通じて前記洗浄流体を前記光通過部に供給する工程であり、前記研磨方法は、前記洗浄流体を前記洗浄空間から流体排出ラインを通じて排出することをさらに含む。

【００１３】

一態様では、前記研磨方法は、超音波振動子により超音波を発生させて、前記洗浄流体を介して前記超音波を伝播させることをさらに含む。

一態様では、前記洗浄部により、前記光透過部上に前記光透過部を覆う前記洗浄空間を形成する工程は、荷重測定器によって前記洗浄部の洗浄カバーに加わる荷重を測定し、前記測定された前記荷重が荷重目標値に到達するまで、前記洗浄カバーを下降させて、前記光透過部上に前記光透過部を覆う前記洗浄空間を形成する工程である。

一態様では、前記洗浄部を前記光通過部の上方に配置させる工程は、前記光通過部の位置が前記洗浄カバーの位置と一致するように、前記研磨テーブルを回転させ、かつ前記洗浄部を水平移動させて、前記洗浄部を前記光通過部の上方に配置させる工程である。

【００１４】

一態様では、前記研磨方法は、前記光学センサにより、前記光通過部を通じて光をミラーに照射し、前記ミラーからの反射光を受け、前記反射光の強度がしきい値を超えた時点である前記光通過部の洗浄終点を検出することをさらに含む。

一態様では、前記研磨方法は、撮像装置により、前記投受光表面の画像を生成し、前記画像に基づいて、前記光通過部の洗浄終点を検出することをさらに含む。

一態様では、前記研磨方法は、前記基板からの前記反射光に基づいて、前記光通過部の洗浄時期であるか否かを判定することをさらに含む。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、洗浄部は、研磨パッドの光通過部に対向する閉塞された洗浄空間を通じて光通過部に洗浄流体を供給して、光通過部から研磨液または研磨屑を除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】研磨装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図２】図１に示す研磨装置の断面図である。

【図３】データ処理部によって生成されたスペクトルの一例を示す図である。

【図４】基板と研磨テーブルの位置関係の一例を示す平面図である。

【図５】洗浄部の一実施形態を示す模式図である。

【図６】図６（ａ）および図６（ｂ）は、洗浄部と研磨テーブルの位置関係の一例を示す平面図である。

【図７】アクチュエータが洗浄カバーを下降させた状態を示す模式図である。

【図８】液体ノズルが液体を洗浄空間内に供給する様子を示す模式図である。

【図９】ジェットノズルが流体の噴流を洗浄空間内に供給する様子を示す模式図である。

【図１０】薬液ノズルが薬液を洗浄空間内に供給する様子を示す模式図である。

【図１１】超音波振動子が洗浄流体を介して超音波を光通過部に伝播させる一実施形態を示す模式図である。

【図１２】洗浄部の他の実施形態を示す模式図である。

【図１３】洗浄部のミラーを用いて光通過部の洗浄終点を検出する一実施形態を示す模式図である。

【図１４】洗浄部のさらに他の実施形態を示す模式図である。

【図１５】基板の研磨方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図１６】基板の研磨方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図１７】研磨装置の他の実施形態を示す断面図である。

【図１８】図１７に示す研磨装置の洗浄部の一実施形態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

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、研磨装置１の一実施形態を示す模式図であり、図２は、図１に示す研磨装置１の一実施形態を示す断面図である。研磨装置１は、ウェーハ、パネルなどの基板Ｗを化学機械的に研磨する装置である。図１に示すように、研磨装置１は、研磨パッド２を支持する研磨テーブル３と、基板Ｗを研磨パッド２の研磨面２ａに押し付ける研磨ヘッド５と、研磨テーブル３を回転させるテーブルモータ６と、研磨パッド２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８を備えている。研磨パッド２は、研磨テーブル３の上面に貼り付けられている。研磨パッド２の露出面は、基板Ｗを研磨する研磨面２ａを構成する。

【００１８】

テーブルモータ６は、研磨テーブル３の下方に配置されており、研磨テーブル３は、テーブル軸３ａを介してテーブルモータ６に連結されている。テーブルモータ６は、研磨テーブル３および研磨パッド２を、テーブル軸３ａを中心に図２の矢印で示す方向に回転させるように構成されている。テーブルモータ６の例としては、サーボモータが挙げられる。テーブルモータ６には、研磨テーブル３の回転角度を検出する角度検出器７が取り付けられている。角度検出器７の例としては、ロータリーエンコーダが挙げられる。

【００１９】

研磨ヘッド５は研磨ヘッドシャフト１０に連結されており、研磨ヘッドシャフト１０は図示しない研磨ヘッド回転機構に連結されている。研磨ヘッド回転機構は、例えば、モータ、タイミングプーリ、およびベルトの組み合わせにより構成されている。研磨ヘッド回転機構は、研磨ヘッド５を研磨ヘッドシャフト１０とともに図２の矢印で示す方向に回転させる。研磨ヘッド５は、その下面に基板Ｗを真空吸着により保持できるように構成され

ている。基板Ｗは、研磨すべき面が下向きになるように研磨ヘッド５に保持される。
【００２０】
研磨装置１は、動作制御部４０をさらに備えている。研磨ヘッド５、テーブルモータ６、角度検出器７、研磨液供給ノズル８、および研磨ヘッド回転機構は、動作制御部４０に電気的に接続されており、研磨ヘッド５、テーブルモータ６、研磨液供給ノズル８、および研磨ヘッド回転機構の動作は、動作制御部４０により制御される。角度検出器７は、研磨テーブル３の回転角度を検出して、検出された回転角度を示す信号を出力する。角度検出器７から出力された信号は、動作制御部４０に送られる。
【００２１】
動作制御部４０は、プログラムが格納された記憶装置４０ａと、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する演算装置４０ｂを備えている。動作制御部４０は、少なくとも１台のコンピュータから構成されている。記憶装置４０ａは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）などの主記憶装置と、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）などの補助記憶装置を備えている。演算装置４０ｂの例としては、ＣＰＵ（中央処理装置）、ＧＰＵ（グラフィックプロセッシングユニット）が挙げられる。ただし、動作制御部４０の具体的構成はこれらの例に限定されない。
【００２２】
基板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をそれぞれ図２の矢印で示す方向に回転させて、研磨液供給ノズル８から研磨パッド２の研磨面２ａ上に研磨液を供給する。この状態で、研磨ヘッド５は、基板Ｗを研磨パッド２の研磨面２ａに押し付ける。
【００２３】
より具体的には、動作制御部４０は、研磨ヘッド５、テーブルモータ６、研磨液供給ノズル８、および研磨ヘッド回転機構に指令を与えて、研磨ヘッド５および研磨テーブル３を回転させながら、研磨液供給ノズル８から研磨パッド２上に研磨液（スラリー）を供給させる。この状態で、研磨ヘッド５により基板Ｗを研磨パッド２の研磨面２ａに押し付けて、基板Ｗを研磨する。基板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および／または研磨パッド２の機械的作用との組み合わせにより研磨される。
【００２４】
研磨装置１は、基板Ｗの膜厚を測定する光学膜厚測定装置２０を備えている。光学膜厚測定装置２０は、光学センサ２１と、光源２２と、分光器２３と、データ処理部２５を備えている。光学センサ２１は、研磨テーブル３内に配置されており、光源２２、および分光器２３は研磨テーブル３に取り付けられている。光学センサ２１、光源２２、および分光器２３は、研磨テーブル３および研磨パッド２とともに一体に回転する。光学センサ２１の位置は、研磨テーブル３および研磨パッド２が一回転するたびに研磨パッド２上の基板Ｗの表面を横切る位置である。光学センサ２１は、光源２２および分光器２３に接続されており、分光器２３はデータ処理部２５に接続されている。
【００２５】
光学膜厚測定装置２０は、光源２２から発せられた光を基板Ｗの表面に導く投光用光ファイバーケーブル２７と、基板Ｗからの反射光を受け、反射光を分光器２３に送る受光用光ファイバーケーブル２８を備えている。投光用光ファイバーケーブル２７の先端および受光用光ファイバーケーブル２８の先端は、研磨テーブル３内に位置している。投光用光ファイバーケーブル２７の先端および受光用光ファイバーケーブル２８の先端は、光を基板Ｗの表面に導き、かつ基板Ｗからの反射光を受ける光学センサ２１を構成する。投光用光ファイバーケーブル２７の他端は光源２２に接続され、受光用光ファイバーケーブル２８の他端は分光器２３に接続されている。分光器２３は、基板Ｗからの反射光を波長に従って分解し、所定の波長範囲に亘って反射光の強度を測定するように構成されている。
【００２６】
図２に示すように、研磨テーブル３は、その上面で開口する第１の孔３０および第２の孔３１を有している。研磨パッド２は、これら第１の孔３０および第２の孔３１に対応す

る位置に、光通過部を有している。本実施形態では、光通過部は、研磨パッド２に形成された通孔３３である。第１の孔３０および第２の孔３１は通孔３３に連通し、通孔３３は研磨面２ａで開口している。投光用光ファイバーケーブル２７の先端および受光用光ファイバーケーブル２８の先端から構成される光学センサ２１は、第１の孔３０に配置されており、かつ通孔３３の下方に位置している。

【００２７】

光源２２により発せられた光は、投光用光ファイバーケーブル２７を通じて光学センサ２１から通孔３３を通って基板Ｗに導かれる。基板Ｗからの反射光は、通孔３３を通って光学センサ２１によって受けられ、受光用光ファイバーケーブル２８を通じて分光器２３に送られる。分光器２３は、反射光をその波長に従って分解し、各波長での反射光の強度を測定することで反射光の強度測定データを生成する。反射光の強度測定データは、分光器２３からデータ処理部２５に送られる。

【００２８】

データ処理部２５は、反射光の強度測定データから、基板Ｗからの反射光のスペクトルを生成するように構成されている。反射光のスペクトルは、反射光の波長と強度との関係を示す線グラフ（すなわち分光波形）として表される。反射光の強度は、反射率または相対反射率などの相対値として表わすこともできる。

【００２９】

データ処理部２５は、反射光のスペクトルから基板Ｗの膜厚を決定するように構成されている。スペクトルに基づいて基板Ｗの膜厚を決定する方法には、公知の方法が使用される。例えば、データ処理部２５は、反射光のスペクトルに最も形状が近い参照スペクトルを参照スペクトルライブラリの中から決定し、この決定された参照スペクトルに関連付けられた膜厚を決定する。他の例では、データ処理部２５は、反射光のスペクトルに対してフーリエ変換を実行し、得られた周波数スペクトルから膜厚を決定する。

【００３０】

図３は、データ処理部２５によって生成されたスペクトルの一例を示す図である。スペクトルは、光の波長と強度との関係を示す線グラフ（すなわち分光波形）として表される。図３において、横軸は基板Ｗから反射した光の波長を表し、縦軸は反射した光の強度から導かれる相対反射率を表す。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を実測強度から除去することができる。

【００３１】

図３に示す例では、反射光のスペクトルは、相対反射率と反射光の波長との関係を示す分光波形であるが、反射光のスペクトルは、反射光の強度自体と、反射光の波長との関係を示す分光波形であってもよい。

【００３２】

図４は、基板Ｗと研磨テーブル３の位置関係の一例を示す平面図である。光学センサ２１は、研磨ヘッド５に保持された基板Ｗに対向して配置されている。図４に示すように、基板Ｗの研磨中、光学センサ２１は、研磨テーブル３の回転によって基板Ｗを横切るように移動する。研磨テーブル３が回転するたびに、光学センサ２１から基板Ｗの測定点に光が照射される。本実施形態では、光学膜厚測定装置２０は、１つの光学センサ２１を備えているが、一実施形態では、光学膜厚測定装置２０は、複数の光学センサ２１を備えてもよい。例えば、光学膜厚測定装置２０は、研磨テーブル３の中心からの距離が異なる位置に２つの光学センサ２１を備え、２つの光学センサ２１により基板Ｗの異なる領域に光が照射され、２つの光学センサ２１により基板Ｗの異なる領域の膜厚が測定されてもよい。

【００３３】

図２に示すように、研磨装置１は、第１の孔３０を通じて通孔３３に流体を供給する流体供給ライン３５、第２の孔３１を通じて通孔３３から流体を排出する流体排出ライン３６、流体供給ライン３５に連結された供給ポンプ３７、および流体排出ライン３６に連結

された排出ポンプ３８を備えている。流体供給ライン３５は、第１の孔３０に連結されており、通孔３３に連通している。流体排出ライン３６は、第２の孔３１に連結されており、通孔３３に連通している。

【００３４】

流体供給ライン３５には、図示しない流体供給源から送られた流体（例えば、純水）が流れる。供給ポンプ３７は、流体供給ライン３５を流れる流体を加圧するように構成されている。供給ポンプ３７によって加圧された流体は、流体供給ライン３５から第１の孔３０を通じて通孔３３に供給される。排出ポンプ３８は、流体排出ライン３６を流れる流体を吸引するように構成されている。通孔３３に供給された流体は、第２の孔３１に流れ込み、流体排出ライン３６から排出される。供給ポンプ３７および排出ポンプ３８は、動作制御部４０に電気的に接続されており、供給ポンプ３７および排出ポンプ３８の動作は、動作制御部４０により制御される。

【００３５】

基板Ｗの研磨中、動作制御部４０は、供給ポンプ３７に指令を与えて、流体供給ライン３５を通じて第１の孔３０および通孔３３に流体を供給させる。これにより、流体は、第１の孔３０および通孔３３を満たし、通孔３３から第２の孔３１に流れ込む。動作制御部４０は、排出ポンプ３８に指令を与えて、流体排出ライン３６を通じて流体を排出させる。基板Ｗの研磨に用いられる研磨液は流体と共に排出され、これにより基板Ｗの膜厚を測定するための光路が確保される。

【００３６】

光学膜厚測定装置２０のデータ処理部２５は、動作制御部４０に電気的に接続されている。動作制御部４０は、データ処理部２５により決定された基板Ｗの膜厚に基づいて、基板Ｗの研磨動作を制御する。例えば、動作制御部４０は、基板Ｗの膜厚が目標膜厚に達した時点である基板Ｗの研磨終点を検出し、検出された研磨終点に基づいて基板Ｗの研磨を終了するように構成されている。この場合、動作制御部４０は、基板Ｗの研磨終点に基づいて、テーブルモータ６および研磨ヘッド回転機構に指令を与えて、研磨テーブル３および研磨ヘッド５の回転を停止させて、基板Ｗの研磨を終了させる。

【００３７】

一実施形態では、動作制御部４０は、基板Ｗの厚さが所定の値に達した時点である基板Ｗの研磨条件の変更点を検出し、検出された研磨条件の変更点に基づいて基板Ｗの研磨条件を変更するように構成されている。

【００３８】

データ処理部２５は、プログラムが格納された記憶装置２５ａと、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する演算装置２５ｂを備えている。データ処理部２５は、少なくとも１台のコンピュータから構成される。記憶装置２５ａは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）などの主記憶装置と、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）などの補助記憶装置を備えている。演算装置２５ｂの例としては、ＣＰＵ（中央処理装置）、ＧＰＵ（グラフィックプロセッシングユニット）が挙げられる。ただし、データ処理部２５の具体的構成はこれらの例に限定されない。一実施形態では、データ処理部２５と動作制御部４０は、少なくとも１台のコンピュータから、一体に構成されてもよい。

【００３９】

図１に示すように、研磨装置１は、研磨パッド２の通孔（光通過部）３３に洗浄流体を供給する洗浄部１２と、洗浄部１２に連結された洗浄アーム１６と、洗浄アーム１６に連結された支軸１５と、洗浄部１２を水平移動させる洗浄部水平移動機構１８をさらに備えている。洗浄部水平移動機構１８は、洗浄アーム１６内に配置されており、支軸１５に連結されている。洗浄部水平移動機構１８は、洗浄アーム１６および洗浄部１２を支軸１５の軸心を中心に揺動（すなわち水平移動）させるように構成されている。

【００４０】

洗浄部水平移動機構１８により洗浄アーム１６が水平移動されると、洗浄部１２は研磨

テーブル３の上方位置と研磨テーブル３の半径方向外側の位置との間を移動する。洗浄部水平移動機構１８は、例えば、サーボモータ、タイミングプーリ、およびベルトの組み合わせにより構成されている。洗浄部水平移動機構１８は、支軸１５を中心とする洗浄部１２の回転角度を検出する角度検出器１９を備えている。角度検出器１９の例としては、ロータリーエンコーダが挙げられる。洗浄部水平移動機構１８は、動作制御部４０に電気的に接続されており、洗浄部水平移動機構１８の動作は、動作制御部４０により制御される。角度検出器１９は、支軸１５を中心とする洗浄部１２の回転角度を検出して、検出された回転角度を示す信号を出力する。角度検出器１９から出力された信号は、動作制御部４０に送られる。

【００４１】

図５は、洗浄部１２の一実施形態を示す模式図である。洗浄部１２は、通孔（光通過部）３３上に通孔（光通過部）３３を覆う洗浄空間ＣＳを形成し、洗浄空間ＣＳを通じて通孔（光通過部）３３に洗浄流体を供給するように構成されている。洗浄部１２は、洗浄アーム１６に連結されたハウジング５１と、洗浄空間ＣＳを形成する洗浄カバー５２と、洗浄流体を洗浄空間ＣＳ内に供給する洗浄ノズル５４と、洗浄カバー５２を上下動させるアクチュエータ５６と、洗浄カバー５２に加わる荷重を測定する荷重測定器５８を備えている。ハウジング５１内には、洗浄カバー５２の一部、アクチュエータ５６、および荷重測定器５８が収容されている。ハウジング５１および洗浄カバー５２は、上部が閉塞された円筒形状を有しており、ハウジング５１の内径は洗浄カバー５２の外径よりも大きい。洗浄カバー５２の内側には洗浄空間ＣＳが形成されている。洗浄カバー５２および洗浄空間ＣＳは、下方に開口している。ハウジング５１および洗浄カバー５２の形状は本実施形態に限定されず、例えば、ハウジング５１および洗浄カバー５２は、楕円形、あるいは四角形などの多角形の水平断面形状を有してもよい。

【００４２】

通孔（光通過部）３３の洗浄時には、洗浄部１２と通孔（光通過部）３３が位置合わせされ、洗浄部１２は研磨パッド２の通孔（光通過部）３３の上方（直上）に配置される。洗浄カバー５２の内径Ｄ１は、通孔（光通過部）３３の内径Ｄ２と同じか、それよりも大きい。すなわち、洗浄空間ＣＳの水平断面は、通孔（光通過部）３３の水平断面と同じか、それよりも大きい。

【００４３】

図６（ａ）および図６（ｂ）は、洗浄部１２と研磨テーブル３の位置関係の一例を示す平面図である。図６（ａ）は、洗浄部１２と通孔（光通過部）３３が位置合わせされていない状態を示しており、図６（ｂ）は、洗浄部１２と通孔（光通過部）３３が位置合わせされた状態を示している。

【００４４】

動作制御部４０は、研磨テーブル３の上から見たときに、通孔（光通過部）３３の位置が洗浄部１２の洗浄カバー５２の位置と一致するように、研磨テーブル３を回転させ、かつ洗浄部１２を水平移動させるように構成されている。より具体的には、動作制御部４０は、角度検出器７（図１参照）から出力された研磨テーブル３の回転角度を示す信号と、角度検出器１９（図１参照）から出力された洗浄部１２の回転角度を示す信号に基づいて、通孔（光通過部）３３の位置が洗浄部１２の洗浄カバー５２の位置と一致するように、研磨テーブル３を回転させ、かつ洗浄部１２を水平移動させる。このようにして、図６（ｂ）の例に示すように、動作制御部４０は、洗浄部１２を研磨パッド２の通孔（光通過部）３３の上方（直上）に配置させる。

【００４５】

図５に示すように、洗浄ノズル５４は洗浄カバー５２に固定されており、洗浄ノズル５４の少なくとも端部は、洗浄カバー５２内に位置している。本実施形態では、洗浄ノズル５４は、洗浄流体として液体を供給する液体ノズル５４Ａ、洗浄流体として流体の噴流を供給するジェットノズル５４Ｂ、および洗浄流体として薬液を供給する薬液ノズル５４Ｃを含む。

【００４６】
液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃは、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃにそれぞれ接続されている。液体、噴流を形成するための流体、および薬液は、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃを通じて液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃにそれぞれ供給される。流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃは、電動弁、電磁弁、またはエアオペレート弁などのアクチュエータ駆動型の開閉弁である。流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃは、動作制御部４０に電気的に接続されており、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃの動作は、動作制御部４０により制御される。
【００４７】
洗浄ノズル５４の構成は、本実施形態に限定されず、液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃのうちの少なくとも１つを含んでいればよい。例えば、洗浄ノズル５４は、ジェットノズル５４Ｂのみを含んでもよいし、あるいは、液体ノズル５４Ａおよびジェットノズル５４Ｂのみを含んでもよい。
【００４８】
アクチュエータ５６は、図示しない支持部材によってハウジング５１に固定されている。アクチュエータ５６は、連結部材５７により洗浄カバー５２に連結されており、洗浄カバー５２を上下動させるように構成されている。より具体的には、アクチュエータ５６は、洗浄カバー５２および洗浄ノズル５４（液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃ）を一体にハウジング５１に対して相対的に上下動させるように構成されている。アクチュエータ５６としては、ボールねじとサーボモータの組み合わせを用いることができる。一実施形態では、洗浄ノズル５４は洗浄カバー５２に固定されずに、図示しない静止部材に固定され、アクチュエータ５６は、洗浄カバー５２のみを上下動させるように構成されてもよい。
【００４９】
図７は、アクチュエータ５６が洗浄カバー５２を下降させた状態を示す模式図である。アクチュエータ５６は、動作制御部４０に電気的に接続されており、アクチュエータ５６の動作は、動作制御部４０により制御される。上述したように、洗浄部１２と研磨パッド２の通孔（光通過部）３３が位置合わせされた後、動作制御部４０は、研磨テーブル３を静止させた状態で、アクチュエータ５６に指令を与えて、洗浄カバー５２を研磨パッド２に接触するまで下降させる。より具体的には、動作制御部４０は、アクチュエータ５６に指令を与えて、洗浄カバー５２の下面５２ａが研磨パッド２の研磨面２ａに接触するまで下降させる。
【００５０】
荷重測定器５８は、洗浄カバー５２の上部に取り付けられており、洗浄カバー５２に加わる荷重を測定するように構成されている。荷重測定器５８は、連結部材５７を介してアクチュエータ５６に連結されており、アクチュエータ５６と洗浄カバー５２の間に位置している。洗浄カバー５２の下面５２ａが研磨パッド２の研磨面２ａに接触すると、研磨面２ａから洗浄カバー５２に対して反力が加わる。この反力は、洗浄カバー５２に加わる荷重として荷重測定器５８により測定される。荷重測定器５８としては、ロードセルを用いることができる。
【００５１】
荷重測定器５８は、動作制御部４０に電気的に接続されており、荷重測定器５８によって測定された洗浄カバー５２に加わる荷重は、動作制御部４０に送られる。動作制御部４０は、荷重測定器５８により測定された荷重が荷重目標値に到達するまで、アクチュエータ５６により洗浄カバー５２を下降させる。その後、動作制御部４０は、荷重測定器５８により測定された荷重が荷重目標値に維持されるように、アクチュエータ５６の動作を制御する。荷重目標値は、研磨パッド２の研磨面２ａと洗浄カバー５２の下面５２ａが密着して、洗浄空間ＣＳが研磨パッド２で閉塞されるように、予め定められた荷重である。
【００５２】
洗浄部１２は、通孔（光通過部）３３上に通孔（光通過部）３３を覆う洗浄空間ＣＳを

形成する。下方に開口する洗浄空間ＣＳを内部に有する洗浄カバー５２が研磨パッド２の研磨面２ａに接触すると、洗浄空間ＣＳが研磨パッド２で閉塞される。洗浄カバー５２は、研磨パッド２の通孔（光通過部）３３を囲むように配置される。閉塞された洗浄空間ＣＳは、研磨パッド２の通孔（光通過部）３３、研磨テーブル３の第１の孔３０（光学センサ２１を含む）、および第２の孔３１に対向している。洗浄ノズル５４は、洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体を供給するように構成されている。より具体的には、洗浄ノズル５４は、洗浄空間ＣＳを通じて通孔（光通過部）３３に洗浄流体を供給する。本実施形態では、液体ノズル５４Ａは液体を洗浄空間ＣＳ内に供給し、ジェットノズル５４Ｂは流体の噴流を洗浄空間ＣＳ内に供給し、薬液ノズル５４Ｃは薬液を洗浄空間ＣＳ内に供給する。洗浄ノズル５４の具体的構成は、洗浄流体を洗浄空間ＣＳ内に供給することができる限り、本実施形態に限定されない。

【００５３】

洗浄ノズル５４の先端から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離Ｌは、ノズルの種類や通孔（光通過部）３３への付着物の状態に基づいて決定される。一実施形態では、洗浄部１２は、洗浄ノズル５４に連結された図示しないノズル位置調整機構をさらに備え、ノズル位置調整機構は、洗浄ノズル５４の先端から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離Ｌを調整するように構成されてもよい。一実施形態では、洗浄ノズル５４から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離Ｌは、２～５ｍｍである。一実施形態では、液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、薬液ノズル５４Ｃのそれぞれの先端から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離は、異なっていてもよい。例えば、ジェットノズル５４Ｂの先端から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離、および薬液ノズル５４Ｃの先端から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離は、液体ノズル５４Ａの先端から洗浄カバー５２の下面５２ａまでの距離よりも小さくてもよい。

【００５４】

一実施形態では、洗浄部１２は、洗浄ノズル５４に連結された図示しないノズル角度調整機構をさらに備え、ノズル角度調整機構は、洗浄ノズル５４の水平面に対する角度θを調整するように構成されてもよい。一実施形態では、液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、薬液ノズル５４Ｃのそれぞれの水平面に対する角度は、異なっていてもよい。例えば、液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、薬液ノズル５４Ｃのそれぞれの水平面に対する角度は、液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、薬液ノズル５４Ｃのそれぞれの先端が光学センサ２１に向くように調整されてもよい。

【００５５】

上述した流体排出ライン３６は、第２の孔３１および通孔（光通過部）３３を通じて洗浄空間ＣＳに連通しており、第２の孔３１を通じて洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から洗浄流体を排出するように構成されている。洗浄流体は、洗浄ノズル５４（液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃ）から洗浄空間ＣＳを通じて通孔（光通過部）３３に供給され、通孔（光通過部）３３に付着した研磨液または研磨屑を除去する。洗浄流体は、研磨液または研磨屑とともに洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出される。

【００５６】

このように、洗浄部１２は、閉塞された洗浄空間ＣＳを通じて通孔（光通過部）３３に洗浄流体を供給し、通孔（光通過部）３３から研磨液または研磨屑を除去することができる。したがって、光通過部３３を通過する基板Ｗからの反射光の強度が低下することを防止できる。結果として、データ処理部２５は、基板Ｗの膜厚を精度よく決定することができる。本実施形態では、洗浄部１２は、第１の孔３０内に位置する光学センサ２１にも洗浄流体を供給し、光学センサ２１から研磨液または研磨屑を除去することができる。

【００５７】

通孔（光通過部）３３の洗浄中、洗浄流体は、閉塞された洗浄空間ＣＳ内に供給され、流体排出ライン３６を通じて洗浄空間ＣＳから排出されるため、洗浄空間ＣＳの外側、すなわち、洗浄カバー５２の外側には洗浄流体が流出しない。したがって、研磨パッド２の

通孔（光通過部）３３の外側に洗浄流体が付着することによる研磨面２ａの汚染や、研磨面２ａの性状変化を防ぐことができる。また、洗浄すべき通孔（光通過部）３３に選択的に洗浄流体が供給されるため、通孔（光通過部）３３を効率よく洗浄することができ、使用する洗浄流体の量を削減することができる。

【００５８】

本明細書において、洗浄空間ＣＳが閉塞されていることは、洗浄空間ＣＳが完全に閉塞（密閉）されていることのみに限定されるものではなく、上述した効果を得られる限り、洗浄カバー５２と研磨パッド２の間にわずかに隙間を有してもよい。すなわち、本明細書において、洗浄空間ＣＳが閉塞されていることには、研磨面２ａの汚染や、研磨面２ａの性状変化に影響せず、通孔（光通過部）３３を効率よく洗浄することができる程度に、洗浄カバー５２と研磨パッド２の間にわずかに隙間を有しており、洗浄カバー５２が研磨パッド２の研磨面２ａに完全に接触（密着）していない状態も含まれる。

【００５９】

使用すべき液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃは、通孔（光通過部）３３に付着した研磨液または研磨屑の状態および種類に応じて、適切に選択され、またはこれらのノズル５４Ａ，５４Ｂ，５４Ｃの組み合わせが用いられる。

【００６０】

図８は、液体ノズル５４Ａが液体を洗浄空間ＣＳ内に供給する様子を示す模式図である。本実施形態では、液体ノズル５４Ａは、洗浄空間ＣＳ、通孔（光通過部）３３、および第１の孔３０（光学センサ２１を含む）に洗浄流体として液体（例えば、純水）を供給する。液体ノズル５４Ａが液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給している間に、排出ポンプ３８は、液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出する。一実施形態では、排出ポンプ３８は、液体ノズル５４Ａが液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給してから所定の時間が経過したときに、液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出してもよい。

【００６１】

図９は、ジェットノズル５４Ｂが流体の噴流を洗浄空間ＣＳ内に供給する様子を示す模式図である。本実施形態では、ジェットノズル５４Ｂは、洗浄空間ＣＳ、通孔（光通過部）３３、および第１の孔３０（光学センサ２１を含む）に洗浄流体として流体の噴流を供給する。ジェットノズル５４Ｂから供給される流体の噴流は、液体（例えば、純水）の噴流、気体（例えば、窒素などの不活性ガス）の噴流、および液体と気体の混合流体の噴流のいずれであってもよい。

【００６２】

ジェットノズル５４Ｂが流体の噴流を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給している間に、排出ポンプ３８は、流体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出する。一実施形態では、排出ポンプ３８は、ジェットノズル５４Ｂが流体の噴流を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給してから所定の時間が経過したときに、流体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出してもよい。一実施形態では、ジェットノズル５４Ｂによって流体の噴流が供給された後に、液体ノズル５４Ａによって液体（例えば純水）を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給して、洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３をリンス洗浄してもよい。

【００６３】

図１０は、薬液ノズル５４Ｃが薬液を洗浄空間ＣＳ内に供給する様子を示す模式図である。本実施形態では、薬液ノズル５４Ｃは、洗浄空間ＣＳ、通孔（光通過部）３３、および第１の孔３０（光学センサ２１を含む）に洗浄流体として薬液を供給する。薬液の種類は、通孔（光通過部）３３に付着している研磨液または研磨屑の種類に適した薬液が用いられる。例えば、酸性の薬液としては、フッ化水素酸、シュウ酸、クエン酸、塩酸、および硫酸のうちのいずれかの溶液、又はこれらの組み合わせを用いてもよい。アルカリ性の

薬液としては、アンモニア、およびＴＭＡＨ（水酸化テトラメチルアンモニウム）のうちのいずれかの溶液、又は、これらの組み合わせを用いてもよい。さらに、界面活性剤の溶液を薬液として用いてもよい。

【００６４】

薬液ノズル５４Ｃが薬液を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給している間に、排出ポンプ３８は、薬液を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出する。一実施形態では、排出ポンプ３８は、薬液ノズル５４Ｃが薬液を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給してから所定の時間が経過したときに、薬液を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出してもよい。一実施形態では、薬液ノズル５４Ｃによって薬液が供給された後に、液体ノズル５４Ａによって液体（例えば純水）を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３に供給して、洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３をリンス洗浄してもよい。

【００６５】

図１１に示すように、洗浄部１２は、超音波を発生させる超音波振動子６０をさらに備えている。本実施形態では、洗浄部１２は２つの超音波振動子６０を備えており、超音波振動子６０は洗浄カバー５２に配置されている。より具体的には、超音波振動子６０は、洗浄カバー５２の内部に配置されている。超音波振動子６０の数は本実施形態に限定されず、洗浄部１２は、１つあるいは３つ以上の超音波振動子６０を備えてもよい。超音波振動子６０は、超音波を発生させるように構成されている。洗浄ノズル５４から洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体が供給され、洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体が存在している状態では、超音波振動子６０は、洗浄流体を介して超音波を伝播させる。本実施形態では、超音波振動子６０により発生した超音波は、液体ノズル５４Ａによって洗浄空間ＣＳ内に供給された液体を媒質として、通孔（光通過部）３３に伝播される。一実施形態では、超音波振動子６０により発生した超音波は、洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体が存在しない状態で、洗浄カバー５２および研磨パッド２を通じて通孔（光通過部）３３に伝播されてもよい。

【００６６】

超音波振動子６０は、動作制御部４０に電気的に接続されており、超音波振動子６０の動作は、動作制御部４０により制御される。動作制御部４０は、排出ポンプ３８を停止させた状態で、流体弁５５Ａに指令を与えて、液体ノズル５４Ａから液体を洗浄空間ＣＳ内に供給させる。一実施形態では、動作制御部４０は、流体弁５５Ａに指令を与えて、超音波振動子６０の位置よりも高い液面レベルに達するまで、液体ノズル５４Ａから液体を洗浄空間ＣＳ内に供給させる。その後、動作制御部４０は、超音波振動子６０に指令を与えて、超音波振動子６０に超音波を発生させる。動作制御部４０は、超音波振動子６０を所定の洗浄時間が経過するまで作動させた後に、排出ポンプ３８に指令を与えて、液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出させる。一実施形態では、液体を液体ノズル５４Ａから洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給しながら、かつ液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出させながら、動作制御部４０は、超音波振動子６０に指令を与えて、超音波振動子６０に超音波を発生させてもよい。

【００６７】

通孔（光通過部）３３に伝播された超音波は、通孔（光通過部）３３から研磨液または研磨屑を除去することができる。本実施形態では、超音波振動子６０は、第１の孔３０内に位置する光学センサ２１にも超音波を伝播させ、光学センサ２１から研磨液または研磨屑を除去することができる。

【００６８】

図１２は、洗浄部１２の他の実施形態を示す模式図である。本実施形態の超音波振動子６０は、洗浄ノズル５４に配置されている。超音波振動子６０は、洗浄ノズル５４から洗浄空間ＣＳ内に供給される洗浄流体を介して、超音波を伝播させるように構成されている。本実施形態では、超音波振動子６０は、液体ノズル５４Ａに配置されている。超音波振動子６０により発生した超音波は、液体ノズル５４Ａから洗浄空間ＣＳ内に液体が供給さ

れている間に、液体ノズル５４Ａから流出する液体を媒質として、通孔（光通過部）３３に伝播される。一実施形態では、超音波振動子６０は、ジェットノズル５４Ｂ、または薬液ノズル５４Ｃに配置されてもよい。

【００６９】

動作制御部４０は、流体弁５５Ａに指令を与えて、液体ノズル５４Ａから液体を供給しながら、超音波振動子６０に指令を与えて、超音波振動子６０に超音波を発生させる。動作制御部４０は、排出ポンプ３８を停止させた状態で、超音波振動子６０に指令を与えて、液体ノズル５４Ａから流出する液体を介して、超音波を通孔（光通過部）３３に伝播させる。動作制御部４０は、所定の洗浄時間が経過するまで超音波振動子６０を作動させた後に、排出ポンプ３８に指令を与えて、液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から純水排出ライン３６を通じて排出させる。一実施形態では、液体を液体ノズル５４Ａから洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３内に供給しながら、かつ液体を洗浄空間ＣＳおよび通孔（光通過部）３３から流体排出ライン３６を通じて排出させながら、動作制御部４０は、超音波振動子６０に指令を与えて、超音波振動子６０に超音波を発生させてもよい。

【００７０】

通孔（光通過部）３３に伝播された超音波は、通孔（光通過部）３３から研磨液または研磨屑を除去することができる。本実施形態では、超音波振動子６０は、第１の孔３０内に位置する光学センサ２１にも超音波を伝播させ、光学センサ２１から研磨液または研磨屑を除去することができる。

【００７１】

一実施形態では、洗浄部１２は、図１１および図１２を参照して説明した超音波振動子６０を備えていなくてもよい。

【００７２】

図１３に示すように、一実施形態では、洗浄部１２は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出するためのミラー６２を備えている。ミラー６２は、洗浄カバー５２の内側に配置されている。言い換えれば、ミラー６２は、洗浄空間ＣＳ内に配置されている。ミラー６２は、光学センサ２１から通孔（光通過部）３３を通じて照射される光の光路上に配置されており、光学センサ２１は、通孔（光通過部）３３を通じてミラー６２からの反射光を受けるように構成されている。

【００７３】

通孔（光通過部）３３の洗浄中、光源２２により発せられた光は、投光用光ファイバーケーブル２７を通り、光学センサ２１から通孔（光通過部）３３を通じてミラー６２に導かれる。ミラー６２からの反射光は、通孔（光通過部）３３を通って光学センサ２１によって受けられ、受光用光ファイバーケーブル２８を通じて分光器２３に送られる。分光器２３は、反射光をその波長に従って分解し、各波長での反射光の強度を測定することで反射光の強度測定データを生成する。反射光の強度測定データは、分光器２３からデータ処理部２５を通じて動作制御部４０に送られる。一実施形態では、動作制御部４０は、分光器２３に直接接続されており、反射光の強度測定データが分光器２３から動作制御部４０に直接送られてもよい。

【００７４】

光学センサ２１によるミラー６２への光の照射は、洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体が存在した状態で行われてもよいし、洗浄空間ＣＳから洗浄流体が排出され、洗浄流体が存在しない状態で行われてもよい。

【００７５】

動作制御部４０は、ミラー６２からの反射光の強度測定データに基づいて、反射光の強度がしきい値を超えた時点である通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出するように構成されている。例えば、動作制御部４０は、所定の波長における反射光の強度がしきい値を超えた時点である通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出してもよいし、あるいは、各波長での反射光の強度を平均した反射光の平均強度がしきい値を超えた時点である通孔（光

通過部）３３の洗浄終点を検出してもよい。

【００７６】

図１４は、洗浄部１２のさらに他の実施形態を示す模式図である。本実施形態の洗浄部１２は、ミラー６２に代えて、通孔（光通過部）３３の画像を生成する撮像装置６４と、通孔（光通過部）３３を照らすための照明器６５を備えている。撮像装置６４および照明器６５は、洗浄カバー６４の内側に配置されている。言い換えれば、撮像装置６４および照明器６５は、洗浄空間ＣＳ内に配置されている。撮像装置６４としては、ＣＣＤセンサ、ＣＭＯＳセンサなどのイメージセンサを備えたカメラや、ファイバースコープを用いることができる。一実施形態では、撮像装置６４は、通孔（光通過部）３３を照らすための照明機能を有し、洗浄部１２が照明器６５を備えていなくてもよい。

【００７７】

撮像装置６４は、閉塞された洗浄空間ＣＳにおいて、通孔（光通過部）３３の上方に配置されており、通孔（光通過部）３３の画像を生成するように構成されている。撮像装置６４は、動作制御部４０に電気的に接続されている。撮像装置６４により生成された通孔（光通過部）３３の画像は、動作制御部４０に送られる。動作制御部４０は、撮像装置６４から送られた画像に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出するように構成されている。例えば、動作制御部４０は、洗浄が完了した状態の通孔（光通過部）３３の画像である参照画像と、取得した画像との比較に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出する。

【００７８】

図１３および図１４を参照して説明した通孔（光通過部）３３の洗浄終点の検出は、洗浄部１２による通孔（光通過部）３３への洗浄流体の供給が行われている間に、所定の時間間隔で行われてもよいし、あるいは、予め定められた洗浄レシピに基づいて、洗浄部１２による通孔（光通過部）３３への洗浄流体の供給が終了した後に行われてもよい。

【００７９】

動作制御部４０は、図１３および図１４を参照して説明したように、検出された洗浄終点に基づいて、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃに指令を与えて、洗浄ノズル５４からの洗浄流体の供給を停止させる。一実施形態では、動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点から所定の推移時間が経過したときに、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃに指令を与えて、洗浄ノズル５４からの洗浄流体の供給を停止させてもよい。図１１および図１２を参照して説明したように、超音波振動子６０により超音波を発生されているときは、動作制御部４０は、超音波振動子６０に指令を与えて、超音波振動子６０による超音波の発生を停止させる。動作制御部４０は、排出ポンプ３８に指令を与えて、洗浄空間ＣＳから流体排出ラインを通じて洗浄流体を排出させる。洗浄空間ＣＳから洗浄流体が排出された後、動作制御部４０は、アクチュエータ５６に指令を与えて、洗浄カバー５２を上昇させ、洗浄カバー５２を研磨パッド２から離す。さらに、動作制御部４０は、洗浄部水平移動機構１８に指令を与えて、洗浄アーム１６を水平移動させて、洗浄部１２を研磨パッド２の外側に退避させる。

【００８０】

一実施形態では、動作制御部４０は、基板Ｗの研磨中、基板Ｗの膜厚を測定する際に、基板Ｗからの反射光に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であるか否かを判定するように構成されている。通孔（光通過部）３３に研磨液または研磨屑が付着すると、光学センサ２１によって受ける基板Ｗからの反射光の強度が低下する。したがって、動作制御部４０は、光学センサ２１によって受けられた基板Ｗからの反射光の強度に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であるか否かを判定することができる。より具体的には、動作制御部４０は、分光器２３によって生成された基板Ｗからの反射光の強度測定データに基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であるか否かを判定するように構成されている。例えば、動作制御部４０は、所定の波長における反射光の強度が基準値よりも下回ったときに、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であると決定してもよい。あるいは、動作制御部４０は、所定の波長範囲内での反射光の強度を平均した反射光の平均強度が基準

値よりも下回ったときに、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であると決定してもよい。

【００８１】

一実施形態では、動作制御部４０は、データ処理部２５によって生成された基板Ｗからの反射光のスペクトルに基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であるか否かを判定してもよい。例えば、動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄時期における反射光のスペクトルである基準スペクトルと、データ処理部２５によって生成された反射光のスペクトルとの比較に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であるか否かを判定する。

【００８２】

動作制御部４０は、基板Ｗの研磨中に、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であると判定した場合、基板Ｗの研磨後に、通孔（光通過部）３３の洗浄を行うように構成されてもよい。一実施形態では、動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であると判定してから、所定の枚数の基板を研磨した後に、通孔（光通過部）３３の洗浄を行うように構成されてもよい。本実施形態によれば、適切なタイミングで通孔（光通過部）３３の洗浄を自動的に行うことができるため、通孔（光通過部）３３の洗浄作業の効率化を達成できる。

【００８３】

通孔（光通過部）３３に付着した研磨液または研磨屑の種類によって、データ処理部２５により生成される基板Ｗからの反射光のスペクトルが変化することがある。一実施形態では、動作制御部４０は、データ処理部２５により生成される基板Ｗからの反射光のスペクトルに基づいて、付着物の種類を決定するように構成されている。動作制御部４０は、決定された付着物の種類に基づいて、通孔（光通過部）３３に洗浄流体を供給する際に使用すべき洗浄ノズル５４（液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃ）を選択するように構成されてもよい。

【００８４】

図１５および図１６は、基板Ｗの研磨方法の一実施形態を示すフローチャートである。

ステップＳ１０１では、動作制御部４０は、研磨ヘッド５、テーブルモータ６、研磨液供給ノズル８、および研磨ヘッド回転機構に指令を与えて、研磨ヘッド５および研磨テーブル３を回転させながら、研磨液供給ノズル８から研磨パッド２上に研磨液（スラリー）を供給させる。この状態で、研磨ヘッド５により基板Ｗを研磨パッド２の研磨面２ａに押し付けて、基板Ｗの研磨を開始する。

【００８５】

ステップＳ１０２では、光学センサヘッド２１により、研磨パッド２の通孔（光通過部）３３を通じて光を基板Ｗに照射し、通孔（光通過部）３３を通じて基板Ｗからの反射光を受ける。

ステップＳ１０３では、データ処理部２５は、反射光の強度測定データから、基板Ｗからの反射光のスペクトルを生成し、反射光のスペクトルから基板Ｗの膜厚を決定する。

ステップＳ１０４では、動作制御部４０は、基板Ｗの膜厚に基づいて、基板Ｗの研磨終点を検出する。例えば、動作制御部４０は、基板Ｗの膜厚が目標膜厚に達した時点である基板Ｗの研磨終点を検出するように構成されている。動作制御部４０は、基板Ｗの研磨終点を検出しなかったとき（ステップＳ１０４の「ＮＯ」）、基板Ｗの研磨を継続して、ステップＳ１０２～Ｓ１０４を繰り返す。動作制御部４０は、基板Ｗの研磨終点を検出したとき（ステップＳ１０４の「ＹＥＳ」）、基板Ｗの研磨を終了させる(ステップＳ１０５)。具体的には、動作制御部４０は、基板Ｗの研磨終点に基づいて、テーブルモータ６および研磨ヘッド回転機構に指令を与えて、研磨テーブル３および研磨ヘッド５の回転を停止させて、基板Ｗの研磨を終了させる。

【００８６】

以下に説明するステップＳ１０６～Ｓ１１３は、通孔（光通過部）３３の洗浄方法の一実施形態である。

ステップＳ１０６では、動作制御部４０は、ステップＳ１０２において、光学センサ２

１により受けられた基板Ｗからの反射光に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であるか否かを判定する。一実施形態では、ステップＳ１０６は、ステップＳ１０２～Ｓ１０４と並行して行われる。ステップＳ１０２が繰り返される場合、ステップＳ１０６も繰り返し行われる。動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄時期であると判定した場合（ステップＳ１０６の「ＹＥＳ」）であって、基板Ｗの研磨終了後に、洗浄部１２を通孔（光通過部）３３の上方に配置させる（ステップＳ１０７）。具体的には、動作制御部４０は、テーブルモータ６および洗浄部水平移動機構１８に指令を与えて、通孔（光通過部）３３の位置が洗浄部１２の洗浄カバー５２の位置と一致するように、研磨テーブル３を回転させ、かつ洗浄部１２を水平移動させる。動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄時期ではないと判定した場合（ステップＳ１０６の「ＮＯ」）であって、基板Ｗの研磨終了後に、次の基板の研磨を開始する（ステップＳ１１４）。

【００８７】

ステップＳ１０８では、動作制御部４０は、研磨テーブル３を静止させた状態で、アクチュエータ５６に指令を与えて、洗浄カバー５２を研磨パッド２に接触するまで下降させる。これにより、洗浄カバー５２内に形成された洗浄空間ＣＳが閉塞される。

ステップＳ１０９では、動作制御部４０は、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃのうちの少なくとも１つに指令を与えて、洗浄ノズル５４から洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体を供給する。洗浄空間ＣＳ内に供給された洗浄流体は、通孔（光通過部）３３から研磨液や研磨屑を除去することができる。一実施形態では、図１１および図１２を参照して説明したように、動作制御部４０は、超音波振動子６０により超音波を発生させ、洗浄流体を介して超音波を伝播させることで、通孔（光通過部）３３から研磨液や研磨屑を除去してもよい。

ステップＳ１１０では、動作制御部４０は、洗浄ノズル５４から洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体を供給しながら、または洗浄ノズル５４から洗浄空間ＣＳ内に洗浄流体を供給した後に、排出ポンプ３８に指令を与えて、洗浄空間ＣＳから流体排出ライン３６を通じて洗浄流体を排出する。

【００８８】

ステップＳ１１１では、動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出する。図１３を参照して説明したように、動作制御部４０は、ミラー６２からの反射光の強度測定データに基づいて、反射光の強度がしきい値を超えた時点である通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出してもよい。あるいは、図１４を参照して説明したように、動作制御部４０は、撮像装置６４により生成された画像に基づいて、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出してもよい。

【００８９】

動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出しなかったとき（ステップＳ１１１の「ＮＯ」）、通孔（光通過部）３３への洗浄流体の供給を継続して、ステップＳ１０９～Ｓ１１１を繰り返す。動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出したとき（ステップＳ１１１の「ＹＥＳ」）、動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点に基づいて、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃのうちの少なくとも１つに指令を与えて、洗浄ノズル５４からの洗浄流体の供給を停止させる（ステップＳ１１２）。一実施形態では、動作制御部４０は、通孔（光通過部）３３の洗浄終点から所定の推移時間が経過したときに、流体弁５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃのうちの少なくとも１つに指令を与えて、洗浄ノズル５４からの洗浄流体の供給を停止させてもよい。図１１および図１２を参照して説明したように、超音波振動子６０により超音波を発生されているときは、動作制御部４０は、超音波振動子６０に指令を与えて、超音波振動子６０による超音波の発生を停止させる。動作制御部４０は、排出ポンプ３８に指令を与えて、洗浄空間ＣＳから流体排出ラインを通じて洗浄流体が排出させる。

【００９０】

ステップＳ１１３では、洗浄空間ＣＳから洗浄流体が排出された後、動作制御部４０は、アクチュエータ５６に指令を与えて、洗浄カバー５２を上昇させ、洗浄カバー５２を研磨パッド２から離す。さらに、動作制御部４０は、洗浄部水平移動機構１８に指令を与え

て、洗浄アーム１６を水平移動させて、洗浄部１２を研磨パッド２の外側に退避させる。

【００９１】

ステップＳ１１４では、動作制御部４０は、次の基板の研磨を開始する。このように、洗浄部１２は、基板の研磨後、または基板の研磨前に、閉塞された洗浄空間ＣＳを通じて通孔（光通過部）３３に洗浄流体を供給することにより、通孔（光通過部）３３から研磨液または研磨屑を除去することができる。

【００９２】

図１７は、研磨装置１の他の実施形態を示す断面図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図１および図２を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、光通過部は、光の透過を許容する材料から構成された透明窓７０である。すなわち、研磨パッド２は、光通過部として透明窓７０を有している。本実施形態の研磨装置１は、上述した流体供給ライン３５および流体排出ライン３６を備えておらず、研磨テーブル３は、上述した第２の孔３１を有していない。

【００９３】

透明窓７０は、研磨パッド２に形成された通孔３３に嵌め込まれている。透明窓７０は、第１の孔３０および光学センサ２１の直上に位置している。したがって、光学センサ２１は、透明窓７０を通じて光を基板Ｗに照射し、透明窓７０を通じて基板Ｗからの反射光を受ける。透明窓７０の材料は特に限定されないが、例えば透明な樹脂から構成されている。

【００９４】

図１８は、図１７に示す研磨装置１の洗浄部１２の一実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図５乃至図１０、および図１２を参照して説明した実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態では、研磨装置１は、洗浄カバー５２の内面に形成された開口部５２ｂに連通する流体排出ライン７２、および流体排出ライン７２に連結された排出ポンプ７３を備えている。洗浄カバー５２は、その内面に形成された２つの開口部５２ｂと、２つの開口部５２ｂから上方にそれぞれ延びる２つの流路５２ｃを有している。流体排出ライン７２は、流路５２ｃに連結されており、流路５２ｃおよび開口部５２ｂを通じて、洗浄空間ＣＳに連通している。

【００９５】

本実施形態では、開口部５２ｂは、洗浄カバー５２の下面５２ａと平行な面内に位置している。開口部５２ｂの位置は、本実施形態に限定されず、例えば、洗浄カバー５２の側面内に位置してもよい。本実施形態では、洗浄カバー５２は、２つの開口部５２ｂおよび流路５２ｃを有しているが、開口部５２ｂおよび流路５２ｃの数は、本実施形態に限られない。一実施形態では、洗浄カバー５２には、１つの開口部５２ｂおよび流路５２ｃを有してもよいし、３つ以上の開口部５２ｂおよび流路５２ｃを有してもよい。

【００９６】

流体排出ライン７２は、洗浄空間ＣＳから洗浄流体を排出するように構成されている。排出ポンプ７３は、流体排出ライン７２を通じて洗浄空間ＣＳ内の洗浄流体を吸引するように構成されている。排出ポンプ７３は、動作制御部４０に電気的に接続されており、排出ポンプ７３の動作は、動作制御部４０により制御される。

【００９７】

本実施形態では、洗浄カバー５２は、研磨パッド２の透明窓（光通過部）７０を囲むように配置される。研磨パッド２で閉塞された洗浄空間ＣＳは、研磨パッド２の透明窓（光通過部）７０に対向している。本実施形態では、洗浄ノズル５４は、洗浄空間ＣＳを通じて透明窓（光通過部）７０の上面に洗浄流体を供給する。洗浄ノズル５４（液体ノズル５４Ａ、ジェットノズル５４Ｂ、および薬液ノズル５４Ｃ）から洗浄空間ＣＳ内に供給された洗浄流体は、透明窓（光通過部）７０に付着した研磨液または研磨屑を除去し、流体排出ライン７２を通じて洗浄空間ＣＳから排出される。

【００９８】

このように、洗浄部１２は、閉塞された洗浄空間ＣＳを通じて透明窓（光通過部）７０

に洗浄流体を供給する。洗浄空間ＣＳ内に供給された洗浄流体は、透明窓（光通過部）７０から研磨液または研磨屑を除去することができる。したがって、透明窓（光通過部）７０を通過する基板Ｗからの反射光の強度が低下することを防止できる。結果として、データ処理部２５は、基板Ｗの膜厚を精度よく決定することができる。

【００９９】

図１８に示す透明窓（光通過部）７０の実施形態は、図１３および図１４を参照して説明した通孔（光通過部）３３の洗浄終点を検出する実施形態、および通孔（光通過部）３３の洗浄時期を判定する実施形態にも同様に適用することができる。また、図１８に示す透明窓（光通過部）７０の実施形態は、図１１を参照して説明したように、洗浄カバー５２に配置された超音波振動子６０の実施形態にも適用することができる。

【０１００】

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。

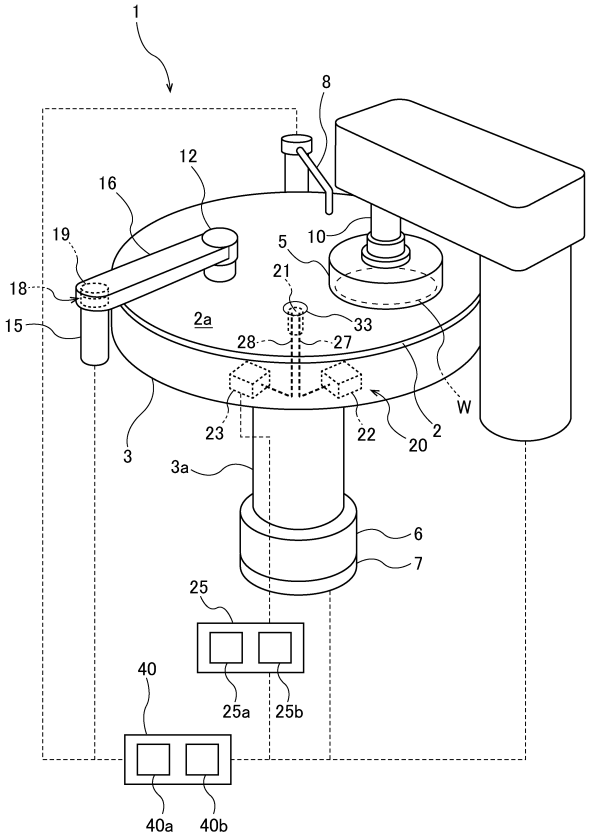
【符号の説明】

【０１０１】

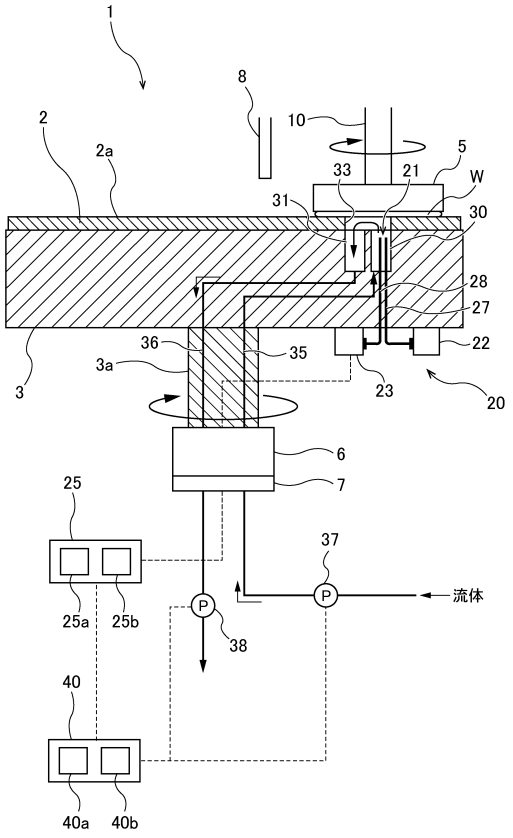
１　研磨装置
２　研磨パッド
２ａ　研磨面
３　研磨テーブル
３ａ　テーブル軸
５　研磨ヘッド
６　テーブルモータ
７　角度検出器
８　研磨液供給ノズル
１０　研磨ヘッドシャフト
１２　洗浄部
１５　支軸
１６　洗浄アーム
１８　洗浄部水平移動機構
１９　角度検出器
２０　光学膜厚測定装置
２１　光学センサ
２２　光源
２３　分光器
２５　データ処理部
２７　投光用光ファイバーケーブル
２８　受光用光ファイバーケーブル
３０　第１の孔
３１　第２の孔
３３　通孔（光通過部）
３５　流体供給ライン
３６　流体排出ライン
３７　供給ポンプ
３８　排出ポンプ
４０　動作制御部
４０ａ　記憶装置
４０ｂ　演算装置

５１　　ハウジング
５２　　洗浄カバー
５２ａ　　下面
５２ｂ　　開口部
５２ｃ　　流路
５４　　洗浄ノズル
５４Ａ　　液体ノズル
５４Ｂ　　ジェットノズル
５４Ｃ　　薬液ノズル
５５Ａ，５５Ｂ，５５Ｃ　　流体弁
５６　　アクチュエータ
５７　　連結部材
５８　　荷重測定器
６０　　超音波振動子
６２　　ミラー
６４　　撮像装置
６５　　照明器
７０　　透明窓（光通過部）
７２　　流体排出ライン
７３　　排出ポンプ
Ｗ　　基板

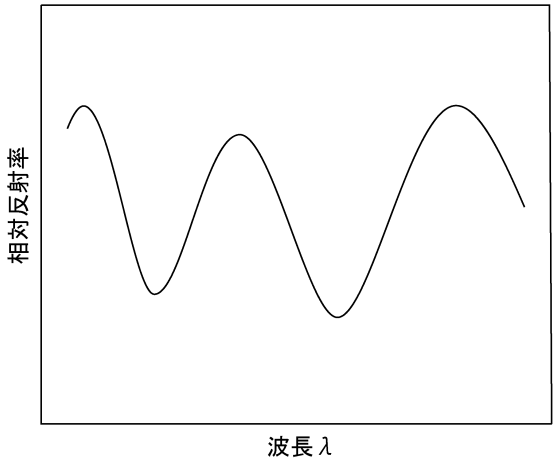
【図面】
【図１】



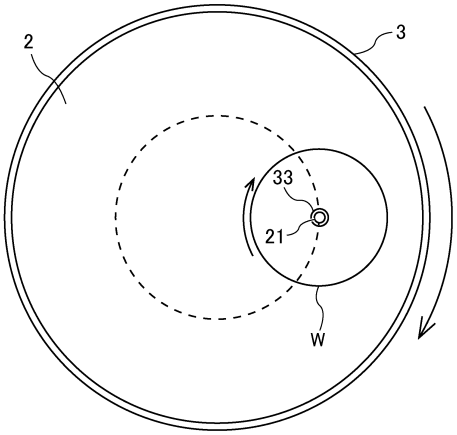
【図２】



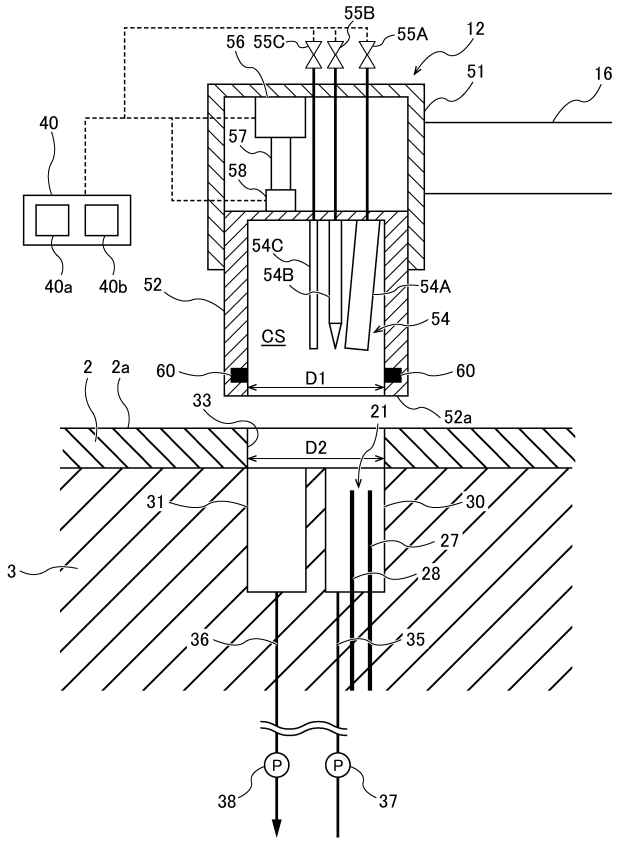
【図３】


相対反射率
波長λ

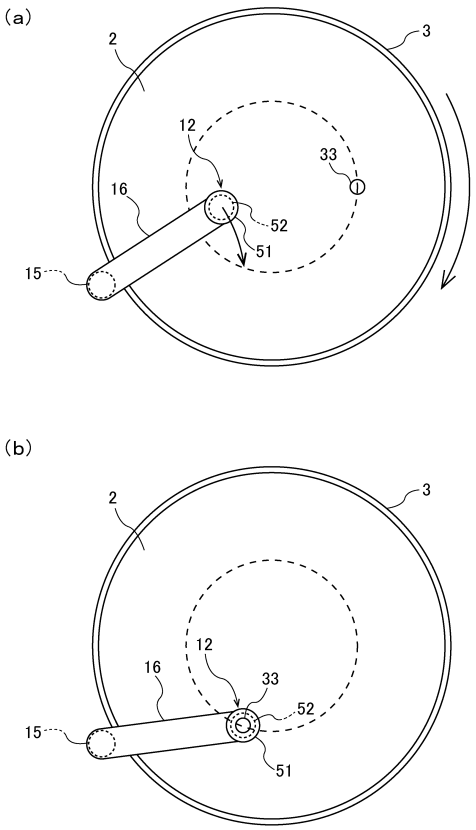
【図４】


2
3
33
21
W

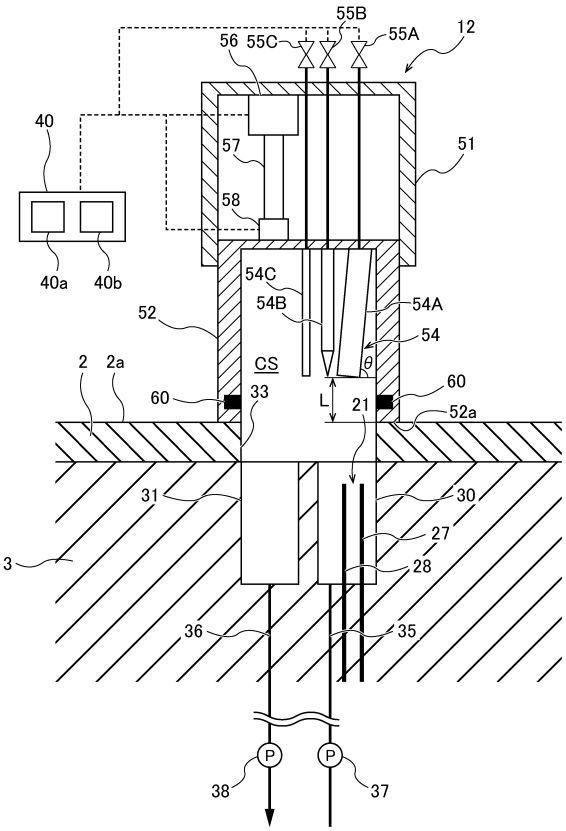
【図５】


55B
56
55C
55A
12
51
16
40
57
58
40a
40b
52
54C
54B
54A
54
CS
2
2a
60
D1
60
33
21
52a
D2
31
30
27
28
3
36
35
P
P
38
37

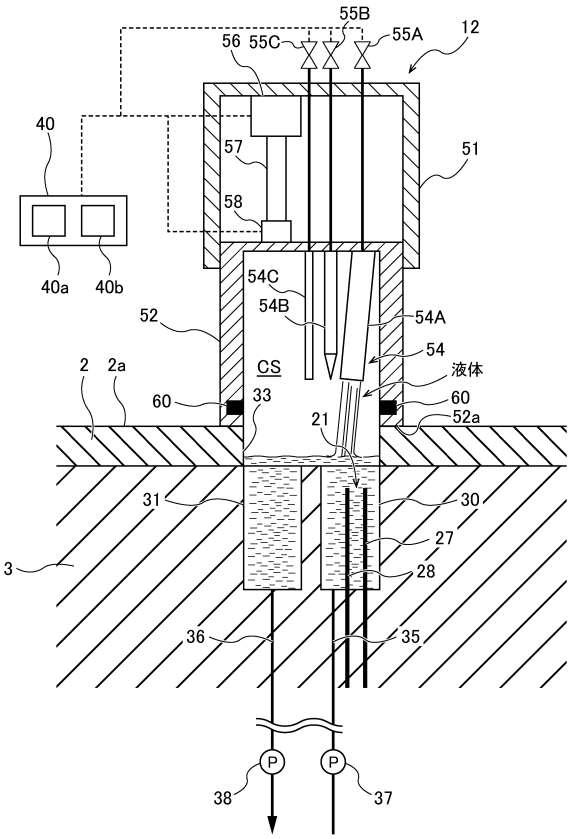
【図６】


(a)
2
3
12
33
16
52
51
15
(b)
2
3
12
16
33
52
15
51

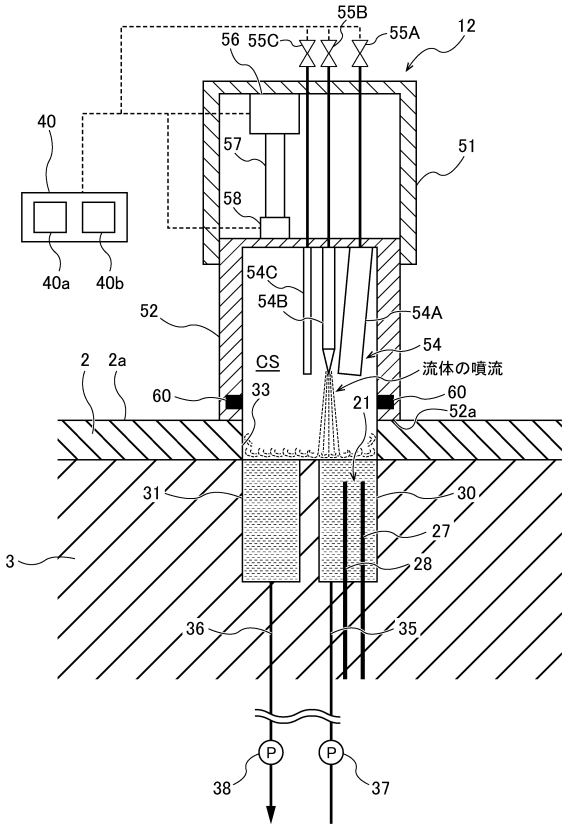
【図７】


55B
56
55C
55A
12
40
57
51
58
40a
40b
54C
54B
54A
52
54
θ
CS
2
2a
60
33
L
21
60
52a
31
30
27
3
28
36
35
P
P
38
37

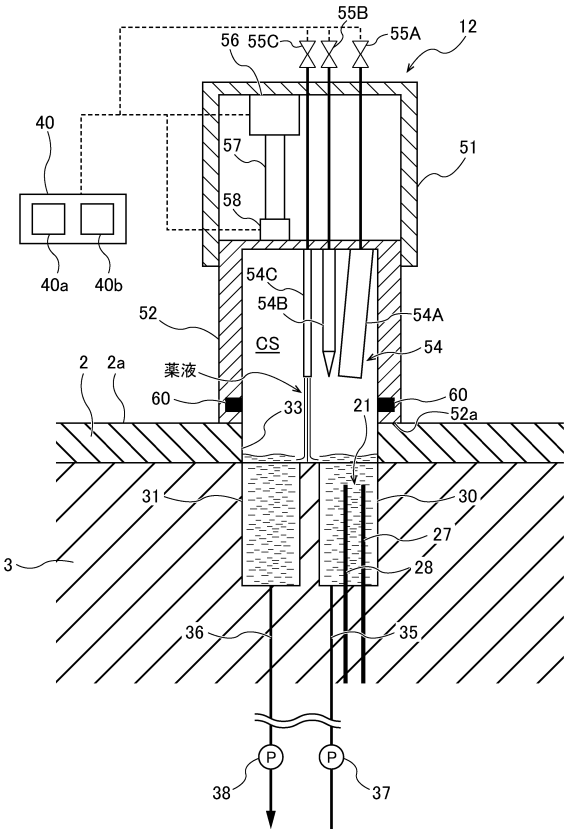
【図８】


55B
56
55C
55A
12
40
57
51
58
40a
40b
54C
54B
54A
52
54
CS
液体
2
2a
60
33
21
60
52a
31
30
27
3
28
36
35
P
P
38
37

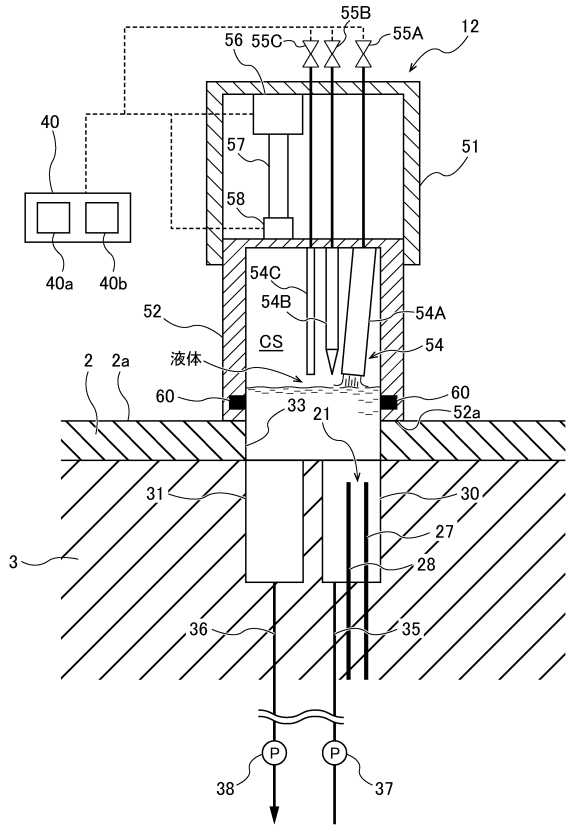
【図９】


55B
56
55C
55A
12
40
57
51
58
40a
40b
54C
54B
54A
52
54
CS
流体の噴流
2
2a
60
33
21
60
52a
31
30
27
3
28
36
35
P
P
38
37

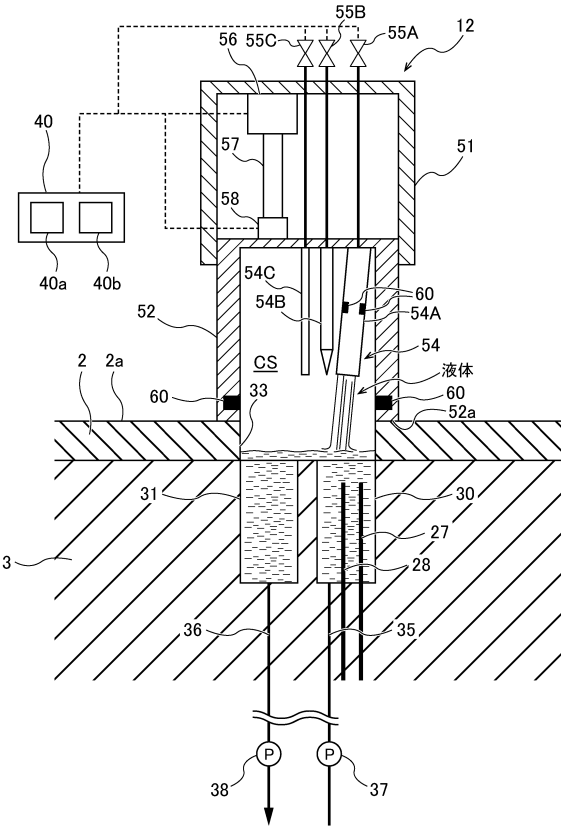
【図１０】


55B
56
55C
55A
12
40
57
51
58
40a
40b
54C
54B
54A
52
54
CS
薬液
2
2a
60
33
21
60
52a
31
30
27
3
28
36
35
P
P
38
37

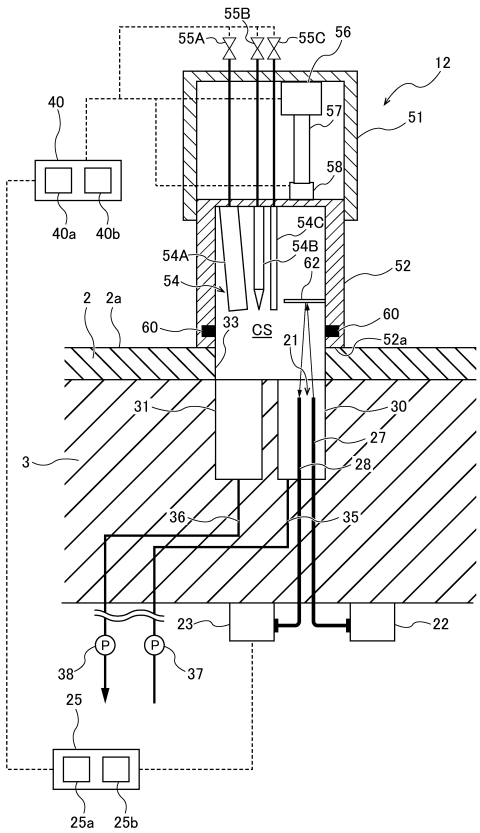
【図１１】



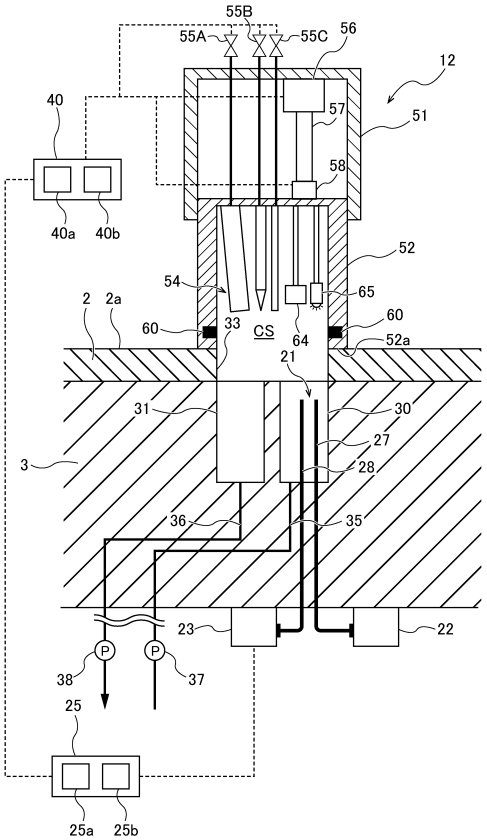
【図１２】



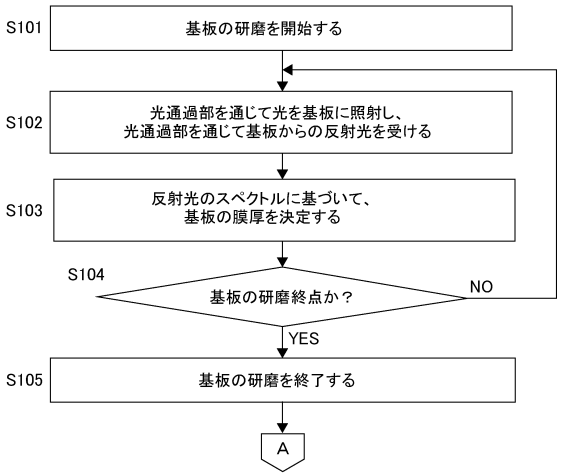
【図１３】



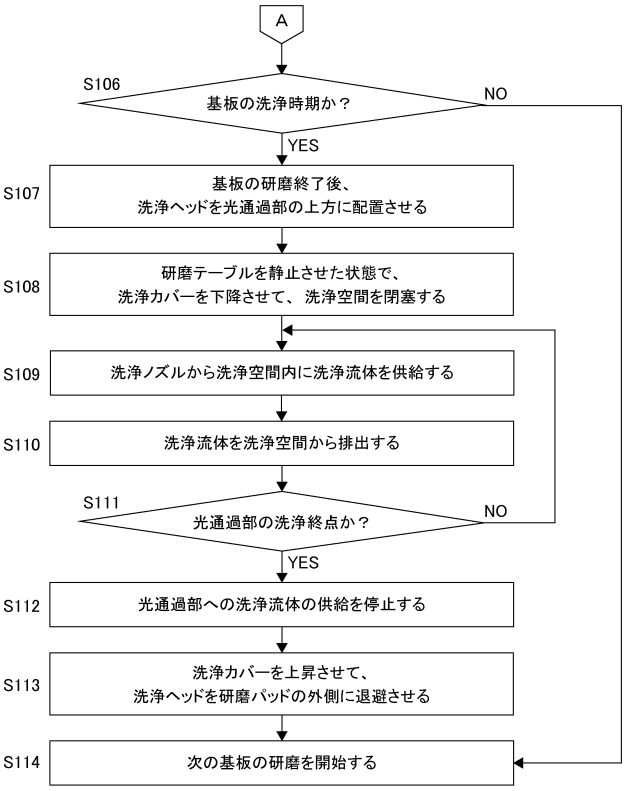
【図１４】



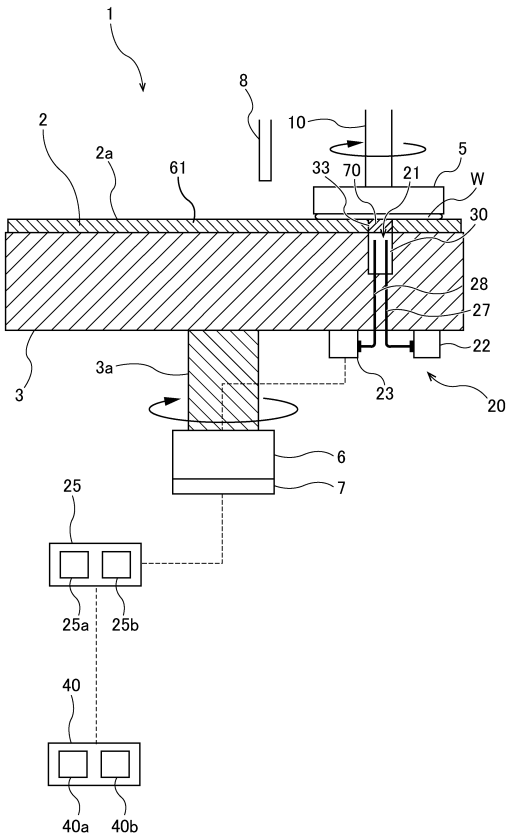
【図１５】



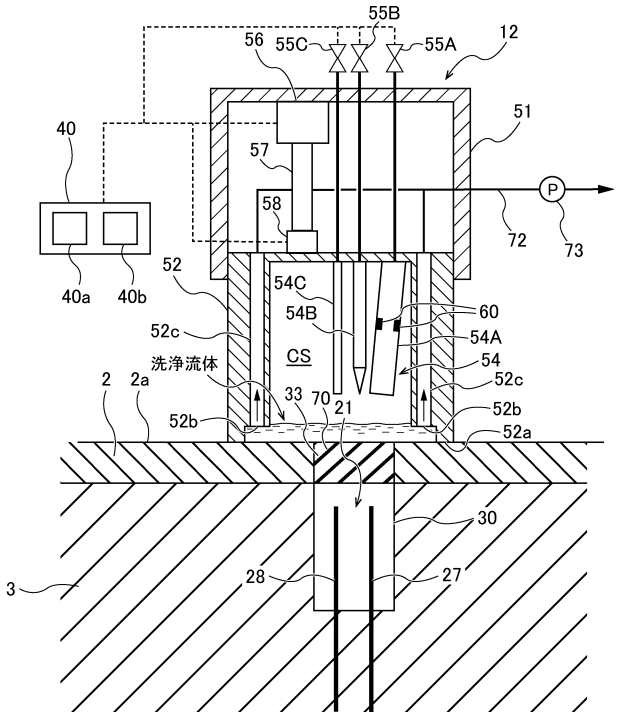
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｌ　21/304(2006.01)	Ｈ０１Ｌ　21/304　６２２Ｓ	

Ｆターム（参考）
3C047 FF08 FF19 HH15
3C158 AA07 AA14 AB04 AC02 AC04 AC05 BA06 BA07 BB02 BB08
BB09 BC01 BC02 CB01 DA12 DA17 EA12 EB01 EB14 EB15
5F057 AA21 BA11 CA11 DA03 FA36 GB02 GB13
CA22 CB03 CB14 DD10