

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-525878

(P2006-525878A)

(43) 公表日 平成18年11月16日(2006.11.16)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**B 2 4 B 49/12 (2006.01)** B 2 4 B 49/12 3 C O 3 4

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 69 頁)

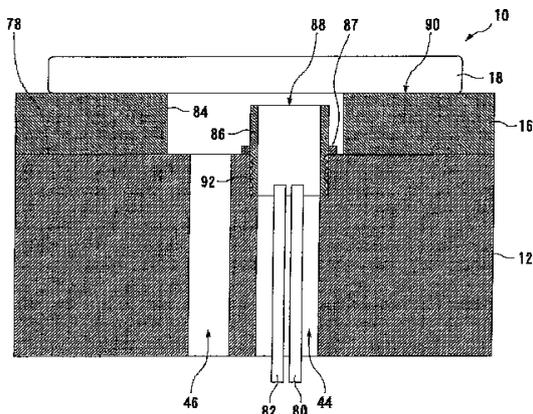
(21) 出願番号	特願2006-519155 (P2006-519155)	(71) 出願人	000000239
(86) (22) 出願日	平成16年5月13日 (2004. 5. 13)		株式会社荏原製作所
(85) 翻訳文提出日	平成17年11月14日 (2005. 11. 14)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/006768	(74) 代理人	100091498
(87) 国際公開番号	W02004/101223		弁理士 渡邊 勇
(87) 国際公開日	平成16年11月25日 (2004. 11. 25)	(74) 代理人	100092406
(31) 優先権主張番号	特願2003-138479 (P2003-138479)		弁理士 堀田 信太郎
(32) 優先日	平成15年5月16日 (2003. 5. 16)	(74) 代理人	100093942
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 小杉 良二
(31) 優先権主張番号	特願2003-138496 (P2003-138496)	(74) 代理人	100109896
(32) 優先日	平成15年5月16日 (2003. 5. 16)		弁理士 森 友宏
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100118500
(31) 優先権主張番号	特願2003-138782 (P2003-138782)		弁理士 廣澤 哲也
(32) 優先日	平成15年5月16日 (2003. 5. 16)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板研磨装置

## (57) 【要約】

基板研磨装置は半導体ウエハ等の基板の表面を平坦かつ鏡面に研磨する。本発明に係る基板研磨装置は、半導体基板(18)を研磨するための研磨パッド(16)が取り付けられる回転テーブル(12)と、研磨パッド(16)に設けられた貫通孔(84)を通じて半導体基板(18)の膜を測定するための測定光を半導体基板(18)に投光し、その反射光を受光する投受光装置(80, 82)と、測定光の経路に流体を供給する供給路(44)とを備え、供給路(44)の出口部が貫通孔(84)の内部に位置している。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、  
前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、  
前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、  
前記供給路の出口部が前記貫通孔の内部に位置していることを特徴とする基板研磨装置

## 【請求項 2】

前記出口部が、前記回転テーブルに着脱可能に取り付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。 10

## 【請求項 3】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、  
前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、  
前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、  
前記供給路の出口部が、前記回転テーブルに着脱可能に取り付けられることを特徴とする基板研磨装置。

## 【請求項 4】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、 20  
前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、  
前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、  
前記供給路の出口部を前記貫通孔の貫通方向に沿って移動させる出口部移動手段と、  
を備えることを特徴とする基板研磨装置。

## 【請求項 5】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、  
前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、  
前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、 30  
前記供給路の内面が非反射面であることを特徴とする基板研磨装置。

## 【請求項 6】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、  
前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、  
前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、  
前記研磨パッドの交換時に前記研磨テーブルに着脱可能に取り付けられる保護カバーと、  
を備え、  
前記保護カバーが、前記研磨パッドに設けられた貫通孔に受け入れられると共に前記回転テーブルに設けられた前記供給路を形成する開口を覆うことを特徴とする基板研磨装置 40

## 【請求項 7】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、  
前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、  
前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、  
前記供給路より前記回転テーブルの回転方向の前方で流体を供給する副供給路と、  
を備えることを特徴とする基板研磨装置。

## 【請求項 8】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、 50

前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、

前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、

前記研磨パッドに設けられた開口に嵌め込まれると共に前記貫通孔が設けられた研磨パッドピースと、を備え、

前記研磨パッドピースは前記研磨パッドの面に連続するパッドピース面を有し、前記パッドピース面が平坦であることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 9】

半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、

前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、

前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、

前記研磨パッドの貫通孔の内周面が撥水性を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 10】

基板が押圧される研磨テーブルと、

前記研磨テーブル内に配設され、前記基板の膜厚または研磨終点を検知する基板測定装置と、

前記研磨テーブルに設けられ、前記基板測定装置の消耗部品を前記研磨テーブル内に入れ入れするための開閉可能な消耗部品交換扉と、

を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 11】

前記基板測定装置は、前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行うことを特徴とする請求項 10 に記載の基板研磨装置。

【請求項 12】

前記消耗部品は、前記測定光を発する光源部品であることを特徴とする請求項 10 に記載の基板研磨装置。

【請求項 13】

前記消耗部品は、前記測定光を用いる測定に使われる流体が通る流路に設けられる制御弁であることを特徴とする請求項 11 に記載の基板研磨装置。

【請求項 14】

前記消耗部品交換扉は、前記研磨テーブルの側面に配置されていることを特徴とする請求項 11 に記載の基板研磨装置。

【請求項 15】

前記消耗部品交換扉は、前記研磨テーブルのうちの基板が押圧される面であって、前記基板の軌道から外れた場所に配置されていることを特徴とする請求項 11 に記載の基板研磨装置。

【請求項 16】

基板が押圧される研磨テーブルと、

前記研磨テーブル内に配設され、前記基板の膜厚または研磨終点を検知する基板測定装置と、

前記研磨テーブルに設けられ、前記基板測定装置を構成する同機能の複数の消耗部品と、

前記複数の消耗部品のうちで膜測定のために機能する消耗部品を切り替える消耗部品切替手段と、を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 17】

前記基板測定装置は、前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行うことを特徴とする請求項 16 に記載の基板研磨装置。

【請求項 18】

前記消耗部品切替手段は、膜測定のために機能中の消耗部品の使用状況に応じて自動的に消耗部品を切り替えることを特徴とする請求項 17 に記載の基板研磨装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 19】

基板が押圧される研磨テーブルと、

前記研磨テーブル内に配設され、前記基板の膜厚または研磨終点を検知する基板測定装置と、

前記基板測定装置を構成し、かつ、前記研磨テーブルの外部に配置された消耗部品と、を有することを特徴とする基板研磨装置。

## 【請求項 20】

前記基板測定装置は、前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行うことを特徴とする請求項 19 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 21】

前記消耗部品は、前記測定光を発する光源部品であることを特徴とする請求項 20 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 22】

前記研磨テーブルの外部に配置され、前記光源部品の発する測定光を前記研磨テーブルに伝える固定側導光路と、

前記研磨テーブルに設けられ、前記固定側導光路から前記測定光を受け取る回転側導光路と、を有することを特徴とする請求項 21 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 23】

前記固定側導光路および前記回転側導光路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導光範囲にあるときに対向する固定側導光路端部および回転側導光路端部を有することを特徴とする請求項 22 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 24】

前記消耗部品は、前記測定光を用いる測定に使われる流体が通る流路に設けられる制御弁であることを特徴とする請求項 20 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 25】

前記研磨テーブルの外部に配置され、前記制御弁が設けられる固定側流路と、

前記研磨テーブルに設けられる回転側流路と、を有し、

前記固定側流路および前記回転側流路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導通範囲にあるときに対向する固定側流路端部および回転側流路端部を有することを特徴とする請求項 24 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 26】

前記回転側流路端部の経路上で前記固定側流路端部が設けられていない範囲にて前記研磨テーブルとオリフィス隙間を開けて近接するオリフィス形成面が設けられたオリフィス形成部材を有することを特徴とする請求項 25 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 27】

基板が押圧される研磨テーブルと、

前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、

前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置と、

を備え、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリに用いられる溶媒を供給することを特徴とする基板研磨装置。

## 【請求項 28】

前記溶媒は、シリカスラリのアルカリ性溶媒であることを特徴とする請求項 27 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 29】

前記溶媒は、セリアスラリの界面活性剤溶液であることを特徴とする請求項 27 に記載の基板研磨装置。

## 【請求項 30】

基板が押圧される研磨テーブルを有する基板研磨装置に設けられ、前記基板の膜測定を

10

20

30

40

50

行う基板測定装置であって、

前記研磨テーブルは測定用流体を供給する流体供給装置を有し、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリに用いられる溶媒を供給することを特徴とする基板測定装置。

【請求項 3 1】

基板が押圧される研磨テーブルと、

前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、

前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置と、

を備え、

前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリと比べて高い粘度を有する高粘度流体を供給することを特徴とする基板研磨装置。

10

【請求項 3 2】

基板が押圧される研磨テーブルを有する基板研磨装置に設けられ、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する基板測定装置であって、

前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置を有し、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリと比べて高い粘度を有する高粘度流体を供給することを特徴とする基板測定装置。

20

【請求項 3 3】

基板が押圧される研磨テーブルと、

前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、

前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置と、

を備え、前記流体供給装置は、前記測定用流体として気体を供給することを特徴とする基板研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、半導体基板を研磨する基板研磨装置に関し、特に、基板研磨装置に備えられた基板測定装置の測定精度の向上を図ることができる基板研磨装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造プロセスにおいては、半導体ウェハ等の基板の表面を平坦かつ鏡面にするために基板研磨装置が用いられている。基板研磨装置は回転テーブル（研磨テーブル）を有しており、回転テーブルの研磨面に基板が押し付けられる。そして、研磨面に研磨剤を供給しつつ回転テーブルを回転させて基板の研磨を行う。基板の研磨中に基板上の膜の測定を行う装置として、光を利用する基板測定装置が提案されている。例えば、膜厚を測定し、測定された膜厚に基づいて研磨の終了時点を判定することができる。

40

【0003】

この種の基板測定装置の一つとして、水流タイプの装置が提案されている。例えば、日本国公開特許公報 2001-235311号は、回転テーブル内に水供給路を有する基板測定装置を開示している。水供給路の出口が研磨面に設けられており、水供給路を通じて純水が基板に噴射される。水流内には、2本の光ファイバが配置されている。一方の光ファイバを介して測定光が基板に投光され、他方の光ファイバに基板からの反射光が受光される。そして、反射光に基づいて膜厚が計算される。

【0004】

上記した基板研磨装置は、研磨する際に基板と研磨面との間に研磨剤を介在させる。こ

50

の研磨剤が、水供給路を通じて供給された純水に混入すると、純水の透明度が低下し、反射光の受光量が低下する。従って、純水に研磨剤が混入しないようにする、または研磨剤が混入した場合にも測定に影響のない程度に純水の透明度を保つことが水流タイプの測定装置における課題であった。

【0005】

上記のような基板測定装置は、幾つかの消耗部品を有している。消耗部品としては、測定光を発する光源部品が挙げられる。光源部品は例えばランプである。ランプの寿命は、ランプの種類および使用条件によって変わるが、例えば約4ヶ月である。また、基板測定装置では、水供給路に制御弁を設けて、水の噴射時期を制御することが考えられる。この場合には、制御弁も消耗部品になり得る。

10

【0006】

このような消耗部品は、通常は研磨テーブル内に埋め込まれている。例えば、研磨テーブルの外縁に沿ってスカートが設けられており、スカート内に消耗部品が配置されている。

【0007】

そして、消耗部品は定期的または不定期の交換が必要である。交換作業では、作業者が、研磨テーブルのスカートの下側からスカート内部に手を入れて、消耗部品を交換する。しかし、このような作業では、消耗部品への到達が困難であり、したがって、交換作業が容易でない。

【0008】

上記水流式の基板測定装置は、研磨パッドの貫通穴に水を供給しており、これにより、研磨テーブルと基板の間から貫通穴に流入してくるスラリを希釈でき、また、基板に付着しているスラリを洗浄できる。このようにして、測定へのスラリの影響が低減され、要求される測定性能が確保される。

20

【0009】

しかしながら、測定性能の要求を満たすためには、大量の水の供給が求められる。大量の水を供給すると、水が研磨テーブル上の研磨面へ流出してスラリを希釈し、スラリの希釈が研磨性能に影響を及ぼす可能性がある。このように、従来は、測定性能を考慮して水量を増大すると研磨性能に影響を受けてしまい、測定性能と研磨性能にはトレードオフの関係があった。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、研磨剤の膜測定への影響を低減させることができ、基板測定装置の消耗部品の交換作業を容易にでき、また基板測定装置の測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減可能な基板研磨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】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明の第1の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、前記供給路の出口部が前記貫通孔の内部に位置していることを特徴とする基板研磨装置である。

40

【0012】

本発明によれば、供給路の出口部が研磨パッドの貫通孔の内部に位置しているので、供給路の出口部が半導体基板に近接する。従って、供給路から供給される流体は出口部において流速が大きくなり、半導体基板と出口部との隙間から供給路の外側に向けて勢いよく噴出され、半導体基板に沿った流れを形成する。この流体の流れによって、出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

50

## 【0013】

本発明の好ましい態様では、前記出口部が、前記回転テーブルに着脱可能に取り付けられる。

本発明の第2の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、前記供給路の出口部が、前記回転テーブルに着脱可能に取り付けられることを特徴とする基板研磨装置である。

## 【0014】

この構成により、回転テーブルに研磨パッドを取り付けた後に出口部を取り付ければよいので、研磨パッドを容易に取り付けることができる。また、研磨パッドの取外しに先立って出口部を取外すことにより、出口部を損傷させずに容易に研磨パッドを取り外すことができる。また、出口部は回転テーブルから突出して基板に近接する。従って、供給路から供給される流体は出口部において流速が大きくなり、半導体基板と出口部との隙間から供給路の外側に向けて勢いよく噴出され、半導体基板に沿った流れを形成する。この流体の流れによって、出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

10

## 【0015】

本発明の好ましい態様では、投受光装置が前記出口部に取り付けられる。

この構成により、投受光装置を貫通孔内に配置することができ、投受光装置を半導体基板に近づけることができ、これにより反射光を効率良く受光できる。また、投受光装置は出口部と共に着脱可能なので、研磨パッドの交換時に投受光装置が邪魔にならない。

20

## 【0016】

本発明の第3の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、前記供給路の出口部を前記貫通孔の貫通方向に沿って移動させる出口部移動手段と、を備えることを特徴とする基板研磨装置である。

## 【0017】

この構成により、回転テーブルに研磨パッドを取り付けた後に、出口部を貫通孔内に移動できる。また、研磨パッドの取外しに先立って、出口部を移動して回転テーブル内に収容することができる。従って、出口部を損傷させずに容易に研磨パッドを交換することができる。また、出口部は回転テーブルから突出して基板に近接する。従って、供給路から供給される流体は出口部において流速が大きくなり、半導体基板と出口部との隙間から供給路の外側に向けて勢いよく噴出され、半導体基板に沿った流れを形成する。この流体の流れによって、出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

30

## 【0018】

本発明の好ましい態様では、出口部移動手段が、出口部と共に投受光装置を移動させる。

この構成により、投受光装置を貫通孔内に配置して、投受光装置を半導体基板に近接させることができ、これにより反射光を効率良く受光できる。また、投受光装置は出口部と共に移動可能なので、研磨パッド交換時に投受光装置を移動して回転テーブル内に収容することができる。従って投受光装置が研磨パッド交換の邪魔にならない。

40

## 【0019】

本発明の好ましい態様では、出口部移動手段が、出口部を研磨パッドの研磨面に向かう方向に付勢する付勢手段と、出口部が研磨面より突出しないように付勢手段による出口部の移動を制限する制限手段とを有する。

## 【0020】

本発明によれば、出口部が、付勢手段により研磨面に向かう方向に付勢されて貫通孔の内部に配置される。そして、出口部は、付勢力に抗して回転テーブルの方向に移動可能である。研磨パッドの交換時には、出口部上に研磨パッドが載ると、研磨パッドにより押さ

50

れて出口部が回転テーブルの内部に收容される。研磨パッドの貫通孔と出口部の位置が合ったときには、出口部は付勢されて貫通孔の内部に突出する。従って、出口部が研磨パッド取り付けの邪魔にならないので、研磨パッドの位置決めを容易に行うことができる。

【0021】

本発明の好ましい態様では、出口部移動手段が、研磨パッドの研磨面のドレッシングに応じて出口部の位置を調節する。

本発明によれば、ドレッシングによって削られた研磨パッドの厚さに合わせて出口部の位置を調節し、基板と出口部との適当な位置関係を維持できる。

【0022】

本発明の好ましい態様では、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて半導体基板の膜を測定するための測定光を半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、測定光の経路に流体を供給する供給路と、投受光装置を貫通孔の貫通方向に沿って移動させる投受光装置移動手段と、を備える。

10

【0023】

この構成により、投受光装置を貫通孔内に配置することができ、投受光装置と半導体基板とを近接させることができ、これにより反射光を効率良く受光できる。また、投受光装置が移動可能なので、研磨パッド交換時に投受光装置を回転テーブル内に收容することができ、投受光装置が研磨パッド交換の邪魔にならない。

【0024】

本発明の好ましい態様では、投受光装置移動手段が、研磨パッドの研磨面のドレッシングに応じて投受光装置の位置を調節する。

20

本発明によれば、ドレッシングによって削られた研磨パッドの厚さに合わせて投受光装置の位置を調節できる。反射光を効率良く受光できるように、基板と投受光装置との適当な位置関係を維持できる。

【0025】

本発明の好ましい態様では、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて半導体基板の膜を測定するための測定光を半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、測定光の経路に流体を供給する供給路とを備え、供給路の出口部が研磨パッドと同程度以上の軟質性材料で構成される。供給路の出口部が、研磨パッドと同じ材料で構成されてもよい。

30

【0026】

この構成により、研磨中に出口部が半導体基板に接触したときの半導体基板の損傷を防止できる。従って、出口部を半導体基板へとさらに近接させることができ、出口位置を研磨面とほぼ一致させることも可能である。また、本発明によれば、出口部を研磨パッドと共にドレッシングし、出口部の高さ方向の調整を研磨パッドと共にを行い、これにより容易に出口位置を研磨面とほぼ一致させることができる。

【0027】

本発明の好ましい態様では、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて半導体基板の膜を測定するための測定光を半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、供給路の出口部が研磨パッドより弾性係数の大きい材料によって構成される。

40

【0028】

この構成を採用すれば、以下に説明するようにドレッシング圧力を研磨圧力より大きくすることにより、出口部の高さを調節可能である。すなわち、基板研磨装置は、まず出口部を研磨パッドと共にドレッシングする。このとき、出口部の弾性係数が研磨パッドの弾性係数より大きいので、ドレッシング終了時に、ドレッシング中に加えられていた圧力が解放されて伸びる量は、研磨パッドの方が大きい。従って、ドレッシング終了時には、出口部は研磨パッドの貫通孔に引っ込むこととなる。そして、基板研磨装置は、研磨圧力を

50

ドレッシング圧力より小さく設定する。従って、出口部は研磨時に研磨面から突出することではなく、すなわち出口部は研磨パッドの貫通孔内に位置して、研磨の邪魔にならない。

【0029】

本発明の好ましい態様では、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて半導体基板の膜を測定するための測定光を半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、供給路の内面が鏡面である。

【0030】

本発明によれば、供給路の内面を鏡面とすることにより供給路の内部での光の吸収を抑制し、測定光及び反射光の減衰を低減できる。この構成により反射光の受光量を増大し、S/N比が向上可能となる。

10

【0031】

本発明の第4の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、前記供給路の内面が非反射面であることを特徴とする基板研磨装置である。

【0032】

本発明によれば、供給路の内面を非反射面とすることにより供給面の内部での光の反射を抑制し、供給路内面での反射による波長ずれを低減可能である。従って、波長のずれを利用して半導体基板の膜を測定する場合には、この構成によりS/N比が向上可能となる。

20

【0033】

本発明の第5の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、前記研磨パッドの交換時に前記回転テーブルに着脱可能に取り付けられる保護カバーと、を備え、前記保護カバーが、前記研磨パッドに設けられた貫通孔に受け入れられると共に前記回転テーブルに設けられた前記供給路を形成する開口を覆うことを特徴とする基板研磨装置である。

30

【0034】

本発明によれば、研磨パッドの貫通孔に受け入れられる保護カバーを備えることにより、保護カバーを取り付けた状態で研磨パッドを交換できる。保護カバーは供給路を構成する開口を覆うので、例えば、供給路の出口部や投受光装置などが研磨パッドの取付面より突出している場合であっても、保護カバーによって供給路を保護しつつ研磨パッドを交換できる。

【0035】

本発明の第6の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、前記供給路より前記回転テーブルの回転方向の前方で流体を供給する副供給路と、を備えることを特徴とする基板研磨装置である。

40

【0036】

本発明によれば、以下に説明するように、測定経路の流体の透明度を向上できる。すなわち、回転テーブルの回転に伴い、回転テーブルと研磨剤は相対的に移動する。回転テーブルから見ると、研磨剤は回転テーブルの回転方向の前方から後方へと移動する。本発明では、副供給路が回転方向の前方に設けられるので、研磨剤は測定部位へ到達するよりも前の場所で希釈される。すなわち、研磨剤は、副供給路で一次希釈されてから、後方の測定部位で二次希釈される。これにより、測定部位の透明度を向上し、測定精度を向上できる。

50

## 【0037】

本発明の好ましい態様では、副供給路の出口が貫通孔内に配置されている。

この構成により、副供給路の出口が半導体基板に近接するので、副供給路から供給される流体により研磨剤が効果的に排除される。従って、測定部位の透明度のさらなる向上が図れる。さらに、副供給路を使用する場合には、使用しない場合と比較して、測定用流体の総供給量（主供給量と副供給量の和）が少なく済み、測定用流体の消費量を削減可能である。

## 【0038】

本発明の好ましい態様では、副供給路が供給路を囲む形状である。

この構成により、副供給路からの流体供給により測定部位の透明度を効果的に増大できる。 10

本発明の好ましい態様では、副供給路の出口を供給路の出口より狭くする。

この構成により、供給の流速よりも前段の副供給路からの流速を大きくでき、副供給路の一次希釈の分担を大きくして測定部位の透明度のさらなる向上が図れる。

本発明の好ましい態様では、研磨パッドに設けられた第2の貫通孔に流体を供給する。

## 【0039】

本発明の好ましい態様では、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて半導体基板の膜を測定するための測定光を半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、供給路の出口の面積が、供給路の他の部分の面積より小さく設定されている。 20

この構成により、供給路の出口から噴出される流体の流速が大きくなり、測定に対する研磨剤の影響を低減できる。

## 【0040】

本発明の第7の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、前記研磨パッドに設けられた開口に嵌め込まれると共に前記貫通孔が設けられた研磨パッドピースと、を備え、前記研磨パッドピースは前記研磨パッドの面に連続するパッドピース面を有し、前記パッドピース面が平坦であることを特徴とする基板研磨装置である。 30

## 【0041】

本発明によれば、下記のように、研磨剤の貫通孔への流入を低減できる。通常、研磨パッドには、研磨剤および削りくずを円滑に研磨面から洗い流すため、研磨剤および削りくずの通路となる溝が設けられている。この溝は、上記膜測定のための貫通孔への研磨剤の流入経路と成り得る。また、研磨パッドの研磨面に多数のディンプルが設けられることもあり、このようなディンプルも研磨剤の流入量を増大させる要因になる。本発明によれば、貫通孔を有する研磨パッドピースの面を平坦としているので、研磨剤の貫通孔への流入量を低減できる。そして、研磨パッドと別部材の研磨パッドピースを設けるので、上記のように研磨パッドの一部を平坦にする構成を容易に実現できる。 40

## 【0042】

本発明の好ましい態様では、研磨パッドピースは研磨パッドと同じ材料で構成される。

この構成により、研磨中の半導体基板の損傷を防止できる。

本発明の好ましい態様では、上記基板研磨装置は、研磨パッドピースを回転テーブルに固定し、かつ測定光が貫通孔を通過する位置に研磨パッドピースを位置決めする固定手段を備える。

## 【0043】

本発明によれば、研磨パッド交換時、貫通孔が適切な位置に配置されるように、研磨パッドピースが固定手段により、位置決めおよび固定される。それから研磨パッドがその開口に嵌まるように、回転テーブルに取り付けられる。従って、研磨パッドの組付時に貫通 50

孔を容易に適切な位置に配置させることができる。実際の装置において、研磨ヘッドのサイズと比べて、測定用の貫通孔は非常に小さい。従って、研磨パッド全体を動かして貫通孔の位置を微調整することは容易ではない。本発明は、別体の研磨パッドピースを備えることにより、上記のような調整作業を削減して、研磨パッドの組付作業が大幅に容易になる。なお、本発明では、研磨パッドを取り付け、それから研磨パッドピースを取り付けることも可能である。また、研磨パッドピースはベース部材に取り付けられ、研磨パッドピースとベース部材により交換カートリッジが構成されてもよい。この場合、交換カートリッジが研磨パッドピースの固定手段として機能する。この交換カートリッジには、好ましくは、測定用の流体の供給口および排出口が設けられ、さらに測定光の投光部材および反射光の受光部材も設けられる。これにより、回転テーブルへの測定装置の組み付けが容易になる。 10

【0044】

本発明の第8の態様によれば、半導体基板を研磨するための研磨パッドが取り付けられる回転テーブルと、前記研磨パッドに設けられた貫通孔を通じて前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記半導体基板に投光し、その反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の経路に流体を供給する供給路と、を備え、前記研磨パッドの貫通孔の内周面が撥水性を有することを特徴とする基板研磨装置である。

【0045】

このように貫通孔の内周面が撥水性を有する構成により、貫通孔に供給された測定用流体が研磨パッドにしみ込みにくくなる。これにより、研磨パッドが流体を含むことによって生じる物性変化を抑制し、研磨パッドの研磨特性に対する変化を低減できる。 20

【0046】

本発明の第9の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブル内に配設され、前記基板の膜厚または研磨終点を検知する基板測定装置と、前記研磨テーブルに設けられ、前記基板測定装置の消耗部品を前記研磨テーブル内に出し入れするための開閉可能な消耗部品交換扉と、を有することを特徴とする基板研磨装置である。

【0047】

本発明の好ましい態様では、前記基板測定装置は、前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行う。

本発明によれば、消耗部品交換扉を通して消耗部品を出し入れできるので、消耗部品の交換作業が容易になる。 30

【0048】

本発明において、消耗部品交換扉は、研磨テーブルに設けられる交換口を開閉可能な任意の構成を含む。消耗部品交換扉は、研磨テーブルにヒンジで連結されてもよい。消耗部品交換扉は、研磨テーブルにスライド可能に設けられてもよい。また、消耗部品交換扉は、取り外し可能なカバーでもよい。

また、本発明において、基板と研磨テーブルは相対的に押圧されればよい。したがって、典型的には基板が研磨テーブルへ向けて付勢されるが、本発明はこれに限定されない。

【0049】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品は、前記測定光を発する光源部品である。光源部品は例えばランプであり、ランプは例えばハロゲンランプまたはキセノンフラッシュランプである。光源部品はLEDでもよく、レーザ光源部品でもよい。 40

【0050】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品は、前記測定光を用いる測定に使われる流体が通る流路に設けられる制御弁である。制御弁は、流体供給路に設けられる弁でもよく、流体排出路に設けられる弁でもよい。

【0051】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品交換扉は、前記研磨テーブルの側面に配置されている。これにより、作業者は、研磨テーブルの側面からの作業によって容易に消耗部品を交換できる。

## 【0052】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品交換扉は、前記研磨テーブルのうちの基板が押圧される面であって、前記基板の軌道から外れた場所に配置されている。これにより、研磨への影響を与えることなく消耗部品交換扉を設けることができる。研磨テーブルの上方に基板が位置する場合、基板が押圧される面とは、研磨テーブルの上面である。また、通常、研磨テーブルには研磨パッドや酸化セリウム ( $\text{CeO}_2$ ) 等の砥粒を樹脂等のバインダで固定した固定砥粒が装着される。

## 【0053】

本発明の消耗部品交換扉は、研磨パッドの下に配置されればよい。

本発明の第10の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブル内に配設され、前記基板の膜厚または研磨終点を検知する基板測定装置と、前記研磨テーブルに設けられ、前記基板測定装置を構成する同機能の複数の消耗部品と、前記複数の消耗部品のうちで膜測定のために機能する消耗部品を切り替える消耗部品切替手段と、を有することを特徴とする基板研磨装置である。 10

## 【0054】

本発明の好ましい態様では、前記基板測定装置は、前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行う。

本発明によれば、複数の消耗部品が切り替えられるので、消耗部品の交換作業の回数を減らすことができる。

## 【0055】

また、本発明によれば、消耗部品が消耗または故障したときに、直ちに基板研磨装置を停止して交換作業を行わなくてもよい、という利点も得られる。消耗部品は、研磨パッド交換等の他のメンテナンス作業の際に交換されればよい。したがって、基板研磨装置の稼働率を増大できる。 20

## 【0056】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品切替手段は、膜測定のために機能中の消耗部品の使用状況に応じて自動的に消耗部品を切り替える。消耗部品切替手段は、例えば、消耗部品の使用期間に応じて動作する。

## 【0057】

本発明によれば、消耗部品が自動的に切り替えられるので、作業者がさらに楽になる。 30

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品は、前記測定光を発する光源部品であり、また、前記消耗部品は、前記測定光を用いる測定に使われる流体が通る流路に設けられる制御弁である。また、本態様は、上述の第9の態様と組み合わせられてもよく、この場合、消耗部品交換扉が設けられ、かつ、同機能をもつ複数の消耗部品が設けられ、それらが切り替えられる。

## 【0058】

本発明の第11の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブル内に配設され、前記基板の膜厚または研磨終点を検知する基板測定装置と、前記基板測定装置を構成し、かつ、前記研磨テーブルの外部に配置された消耗部品と、を有することを特徴とする基板研磨装置である。 40

## 【0059】

本発明の好ましい態様では、前記基板測定装置は、前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行う。

本発明によれば、消耗部品が研磨テーブルの外部に設けられるので、消耗部品の交換作業が容易になる。

## 【0060】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品は、前記測定光を発する光源部品である。

本発明の好ましい態様では、研磨テーブルが回転した状態での研磨テーブルと外部の光の伝達のために下記構成を有する。すなわち、基板研磨装置は、前記研磨テーブルの外部に配置され、前記光源部品の発する測定光を前記研磨テーブルに伝える固定側導光路と、 50

前記研磨テーブルに設けられ、前記固定側導光路から前記測定光を受け取る回転側導光路と、を有する。このような構成により、研磨テーブルの外部に配置した光源部品が発する測定光を用いて、研磨テーブルでの基板の膜の測定ができる。

【0061】

本発明の好ましい態様では、前記固定側導光路および前記回転側導光路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導光範囲にあるときに対向する固定側導光路端部および回転側導光路端部を有する。このように、本発明の装置は、研磨テーブルが回転方向に所定の導光範囲にあるときに回転側と固定側の導光路端部が対向するように構成される。両導光路端部が常に通じていなくてよいので、光の伝達の構成が簡素である。所定の導光範囲は、基板が測定位置にあるときの研磨テーブルの角度位置を含むように設定されることが好適である。これにより、測定に必要なときには光源部品の光が研磨テーブルに伝えられるので、膜測定は確実に行われる。

10

【0062】

本発明の好ましい態様では、前記消耗部品は、前記測定光を用いる測定に使われる流体が通る流路に設けられる制御弁である。

本発明の好ましい態様では、研磨テーブルが回転している状態での研磨テーブルと固定側の流体伝達のために下記構成を有する。すなわち、基板研磨装置は、前記研磨テーブルの外部に配置され、前記制御弁が設けられる固定側流路と、前記研磨テーブルに設けられる回転側流路と、を有し、前記固定側流路および前記回転側流路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導通範囲にあるときに対向する固定側流路端部および回転側流路端部を有する。上記の流路は、供給用の流路でもよく、排出用の流路でもよい。

20

【0063】

上記のように、本発明の装置は、研磨テーブルが回転方向に所定の流通範囲にあるときに回転側と固定側の流路端部が対向するように構成される。両端部が常に通じていなくてよいので、流体の伝達の構成が簡素である。所定の流通範囲は、基板が測定位置にあるときの研磨テーブルの角度位置を含むように設定されることが好適である。これにより、測定に必要なときには流体が研磨テーブルに伝えられるので、膜測定は確実に行われる。

【0064】

本発明の好ましい態様では、前記回転側流路端部の経路上で前記固定側流路端部が設けられていない範囲にて前記研磨テーブルとオリフィス隙間を開けて近接するオリフィス形成面が設けられたオリフィス形成部材を有する。

30

【0065】

本発明によれば、回転側と固定側の流路端部が対向していないときは、両端部は、オリフィス隙間を介して通じている。したがって、流路端部が対向していないときには、低流量の流体を伝えることができる。

【0066】

本発明の好ましい態様では、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行う基板測定装置と、前記研磨テーブルに設けられ、前記測定光を用いる測定に使われる流体が通る回転側流路と、前記研磨テーブルの外部に配置される固定側流路と、を有し、前記回転側流路および前記固定側流路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導通範囲にあるときに対向する回転側流路端部および固定側流路端部を有する。上記の流路は、供給用の流路でもよく、排出用の流路でもよい。

40

【0067】

本発明の好ましい態様では、研磨テーブルの角度位置が導通範囲にあるときに、回転側流路端部と固定側流路端部が対向する。このような構成により、流体の伝達が制御でき、流路上の制御弁を廃止できる。あるいは、制御弁の動作回数を大幅に削減でき、これにより、制御弁の交換を不要にすることができ、あるいは、交換間隔を延長できる。

【0068】

本発明の好ましい態様では、基板研磨装置は、前記回転側流路端部の経路上で前記固定

50

側流路部が設けられていない範囲にて前記研磨テーブルとオリフィス隙間を開けて近接するオリフィス形成面が設けられたオリフィス形成部材を有する。

【0069】

本発明によれば、回転側と固定側の流路端部が対向していないときは、両端部は、オリフィス隙間を介して通じている。したがって、流路端部が対向していないときには、低流量の流体を伝えることができる。このように、本発明によれば、流路の接続部の簡素な構成により、流量の増減の切替制御ができる。

【0070】

本発明の好ましい態様では、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板からの反射光に基づいて前記基板上の膜の測定を行う基板測定装置と、前記研磨テーブルの外部に配置される固定側導光路と、前記研磨テーブルに設けられる回転側導光路と、を有し、前記固定側導光路および前記回転側導光路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導光範囲にあるときに対向する固定側導光路端部および回転側導光路端部を有する。この態様では、導光路は、測定光の導光路に限られず、反射光の導光路でもよい。本発明によれば、回転側と固定側の光の伝達の構成を簡素にできる。

10

【0071】

本発明の好ましい態様では、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブルに設けられ、流体が通る回転側流路と、前記研磨テーブルの外部に配置される固定側流路と、を有し、前記回転側流路および前記固定側流路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導通範囲にあるときに対向する回転側流路端部および固定側流路端部を有する。この態様によれば、回転側と固定側の流体伝達部の簡素な構成にて、流体の流れを制御できる。この態様では、伝達される流体は、測定用の流体に限定されなくてもよい。流体は、固定側から回転側に伝達されても、その逆でもよい。

20

【0072】

本発明の好ましい態様では、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブルに設けられ、光が通る回転側導光路と、前記研磨テーブルの外部に配置される固定側導光路と、を有し、前記回転側導光路および前記固定側導光路は、前記研磨テーブルが回転方向に所定の導光範囲にあるときに対向する回転側導光路端部および固定側導光路端部を有する。この態様によれば、光伝達部の簡素な構成にて、光の伝達時期を制御できる。この態様では、伝達される光は、測定光に限定されなくてもよい。光の伝達方向は、固定側から回転側に向けてでも、その逆でもよい。以上に、本発明の各種の態様を説明したが、本発明は上記の基板研磨装置に限定されない。例えば、本発明の別の態様は、上記の基板研磨装置に備えられる基板測定装置である。

30

【0073】

本発明の第12の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の投光箇所に前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置と、を備え、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリに用いられる溶媒を供給することを特徴とする基板研磨装置である。ここで、溶媒は、スラリの非砥粒成分である。本発明において、基板と研磨テーブルは相対的に押圧されればよい。

40

したがって、典型的には基板が研磨テーブルへ向けて付勢されるが、本発明はこれに限定されない。

【0074】

本発明によれば、測定用流体としてスラリの溶媒が供給されるので、測定用流体が研磨テーブルに流出してスラリと混ざったとしても、スラリの希釈による研磨性能への影響を低減できる。本発明は、スラリそのものの透明度が低い場合でもスラリの溶媒の透明度が比較的高いことに着目している。そして、スラリの溶媒を使うことで測定能力を確保しつつ、上記のように研磨性能への測定用流体の影響も低減している。

50

## 【0075】

本発明の好ましい態様では、前記溶媒は、シリカスラリのアルカリ性溶媒である。シリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) の研磨用のシリカスラリーは、リムーバルレート (除去速度) を確保するために、溶媒としてアルカリ性溶媒 ( $\text{pH} 10 \sim 11$ ) を含有している。アルカリ性溶媒が純水で希釈されると、リムーバルレートが低下する。本発明では、シリカスラリのアルカリ性溶媒を測定用流体として用いることにより、リムーバルレートへの影響を低減できる。アルカリ性溶媒の種類は、例えば、 $\text{KOH}$  または  $\text{NH}_4\text{OH}$  である。

## 【0076】

本発明の好ましい態様では、前記溶媒は、セリアスラリの界面活性剤溶液である。シリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) または  $\text{STI}$  ウェハの研磨用のセリアスラリーは、溶媒として界面活性剤溶液を含有しており、これによりリムーバルレートを低く抑え、段差特性を確保している。界面活性剤が純水で希釈されると、リムーバルレートの上昇が起こり、段差特性が悪化する可能性がある。本発明では、セリアスラリの界面活性剤溶液を測定用流体として用いることにより、リムーバルレートおよび段差特性への影響を低減できる。界面活性剤は、好ましくは陽イオン界面活性剤である。陽イオン界面活性剤としては、ポリカルボン酸アンモニウム等が挙げられる。

## 【0077】

本発明の好ましい態様では、流体供給装置の供給路を構成する部材は、耐薬品性の高い材料で構成される。例えば、樹脂材またはセラミックが適用される。供給路が、耐薬品性の高い材料でコーティングされてもよく、これも上記構成に含まれる。本発明によれば、測定用流体として用いる溶媒による供給路部材の損傷が防止される。

また、溶媒の影響で供給路部材から溶出する不純物による基板の汚染が防止される。好ましくは、測定光および反射光を導く部材、例えば光ファイバも同様に構成される。

## 【0078】

本発明の第13の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルを有する基板研磨装置に設けられ、前記基板の膜測定を行う基板測定装置であって、前記研磨テーブルは測定用流体を供給する流体供給装置を有し、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリーに用いられる溶媒を供給することを特徴とする基板測定装置である。

## 【0079】

本発明の第14の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置と、を備え、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリーと比べて高い粘度を有する高粘度流体を供給することを特徴とする基板研磨装置である。高粘度流体は、典型的には液体であるが、液体に限定されない。高粘度流体はゾル等でもよく、また、ゲルも本発明では高粘度流体に含まれてよい。

## 【0080】

本発明によれば、高粘度流体が測定用流体として供給されるので、測定部位に流入するスラリーの拡散を低減することができる。これにより、膜測定へのスラリーの影響を低減し、測定性能を向上可能である。

## 【0081】

また、本発明によれば、測定用流体として高粘度流体を使うので、測定用流体の流出量を低減可能である。さらに、上記の拡散低減効果により測定性能が向上するので、水よりも少ない供給量で同等の測定性能を得ることが可能になり、この点でも測定用流体の流出量を低減可能と考えられる。そして、流出量の低減により、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。したがって、本発明も、測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

## 【0082】

本発明の第15の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルを有する基板研磨装置に設けられ、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光

10

20

30

40

50

し、前記基板から反射光を受光する基板測定装置であって、前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置を有し、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリと比べて高い粘度を有する高粘度流体を供給することを特徴とする基板測定装置である。

【0083】

本発明の第16の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記基板の膜測定のために、前記研磨テーブルから前記基板に測定光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、前記測定光の投光箇所前記測定光および前記反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給装置と、を備え、前記流体供給装置は、前記測定用流体として気体を供給することを特徴とする基板研磨装置である。

10

【0084】

本発明では、測定用流体として気体を用いることによりスラリが測定部位から好適に排除され、良好な測定性能が得られる。気体が流出してもスラリが希釈されないので、研磨性能への測定用流体の影響を低減でき、この点では、本発明も、測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。気体は、例えば、空気、窒素または希ガスである。

【0085】

本発明の好ましい態様では、投光部材および受光部材が撥水性のある部材で構成される。投光部材および受光部材に撥水処理が施されてもよい。これにより、投光部材および受光部材にスラリが付着したとき、付着したスラリが容易に排除される。

20

【0086】

以上に、本発明の各種の態様を説明したが、本発明は上記の基板研磨装置に限定されない。例えば、本発明の別の態様は、基板研磨装置に備えられる基板測定装置である。基板測定装置は、例えば、基板が押圧される研磨テーブルを有する基板研磨装置に設けられ、前記基板の膜測定を行う基板測定装置であって、前記研磨テーブルは測定用流体を供給する流体供給装置を有し、前記流体供給装置は、前記測定用流体として、研磨のスラリに用いられる溶媒を供給する。これにより、上述したように研磨性能への測定用流体の影響を低減する効果が得られる。

【0087】

また、本発明の好ましい態様では、上記の基板研磨装置を備えた基板処理装置である。また、本発明の好ましい態様では、基板研磨装置による基板研磨方法および基板測定装置による基板測定方法である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0088】

まず、基板研磨装置の全体構成について図1を参照しながら説明する。

図1は、本実施の形態の基板研磨装置を示している。図2は、図1に示す本実施形態に係る基板研磨装置の全体構成の他の例を示す図である。

【0089】

基板研磨装置10は、いわゆる化学的機械的研磨(CMP)装置であり、回転テーブル12とトップリング14を有する。回転テーブル(研磨テーブル)12には研磨パッド16が貼り付けられている。研磨パッド16としては、発泡ポリウレタン製、不織布タイプ、またはスエードタイプの研磨クロスのほか、研磨砥粒をエポキシ等のバインダ材で固めて形成した固定砥粒タイプの研磨パッドを用いることができる。トップリング14は、下面で基板18を支持しており、基板18と共に回転する。そして、トップリング14は、回転テーブル12の中心から離れた位置で基板18を研磨パッド16に押し付ける。研磨パッド16と基板18の間には研磨用のスラリ(研磨剤)が供給される。スラリは、スラリ容器20からスラリ供給路22を通して供給される。基板18は、スラリの存在の下で研磨パッド16に押し付けられた状態で回転し、さらに、回転テーブル12が回転し、これにより基板18が研磨される。

40

【0090】

50

基板研磨装置 10 は、基板 18 に形成された薄膜の研磨に用いられる。薄膜の厚さが所定の値になった時点で研磨が終了する。終了時点の判定を本実施の形態では、終点検知 (end point detection) という。終点検知のために、基板研磨装置 10 は、以下に説明する膜厚測定装置 24 を備えている。

【0091】

膜厚測定装置 24 の測定対象の膜は、例えば酸化シリコン膜等の絶縁膜や金属膜である。膜厚測定装置 24 は、回転テーブル 12 に内蔵されたセンサ 26 を有し、さらに、回転テーブル 12 の下面に取り付けられた電源ユニット 28、コントローラユニット 30、光源ユニット 32 およびフォトメータユニット 34 を有する。

【0092】

電源ユニット 28 は、ロータリーコネクタ 36 を介して電力を受け取り、膜厚測定装置 24 の各ユニットに電力を供給する。コントローラユニット 30 は膜厚測定装置 24 の全体を制御する。光源ユニット 32 はセンサ 26 に測定光を供給し、測定光はセンサ 26 にて基板 18 に照射される。センサ 26 は、基板 18 からの反射光を受光し、フォトメータユニット 34 に送る。フォトメータユニット 34 では、光信号が電気信号に変換される。この電気信号がコントローラユニット 30 で処理される。

【0093】

コントローラユニット 30 は、ロータリーコネクタ 36 を介して光学的指標計算部 38 に接続され、光学的指標計算部 38 は光学的指標判定部 40 に接続されている。コントローラユニット 30 で処理された信号は光学的指標計算部 38 に送られ、光学的指標計算部 38 で膜厚、反射強度、スペクトル等の光学的指標が計算される。光学的指標判定部 40 は、膜厚等の光学的指標の判定を行い、そして、膜厚が所定の値に達したか否かの終点検知を行う。判定結果は、基板研磨装置 10 の全体を制御する研磨制御部 42 に送られる。

【0094】

膜厚測定装置 24 は、さらに、センサ 26 に測定用流体を供給するための供給路 44 と、センサ 26 から測定用流体を排出するための排出路 46 を有する。供給路 44 は、ロータリージョイント 48 を介して、図示されないタンクに接続されている。また、排出路 46 は、センサ 26 内の測定用流体および測定用流体に混入したスラリ等の研磨液を強制排出するポンプ 50 に接続されている。

【0095】

膜厚測定装置 24 の光学的指標判定部 40 は直近のデータを参照データとして記憶し、センサ 26 と基板 18 の間に気泡やスラリが混入して光信号が参照データに対し大きく変動した場合には、そのような光信号を異常データとして処理する。取得した光信号が異常と判断するための閾値は作業者が設定することが可能となっている。

【0096】

本実施の形態では、測定用流体は純水である。供給路 44 および排出路 46 は適当な配管等で構成される。供給路 44 および排出路 46 は、回転テーブル 12 内に設けられたジャケットを含んでもよい。

【0097】

供給路 44 は、図示のように並列部 67 を有し、並列部 67 は主流路 54 および副流路 56 からなる。そして、主流路 54 および副流路 56 には供給制御弁 58, 60 が設置されている。主流路 54 は、大流量の純水の供給によってセンサ 26 で純水を噴射するために用いられる。一方、副流路 56 にはオリフィス (図示せず) が設けられており、副流路 56 は低流量の純水の供給に用いられる。低流量供給と噴射の切替のために、供給制御弁 58, 60 が開閉される。なお、供給される純水の流量によっては、供給制御弁 58, 60 は閉じなくてもよい。

【0098】

さらに、排出路 46 には排出制御弁 62 が設置されている。排出制御弁 62 は、強制排出タイミングの制御のために使われる。排出制御弁 62 および供給制御弁 58, 60 は電磁弁であり、図示されないが電磁弁ユニットを構成する。この電磁弁ユニットは、他のユ

10

20

30

40

50

ニットと同じく回転テーブル 1 2 の下面に取り付けられている。

【 0 0 9 9 】

ロータリージョイントの種類によっては、供給ポンプ 2 1 0 2 からロータリージョイント 4 8 へ測定用流体を供給する際に所定の流量が必要となる場合がある。上記流量がセンサ 2 6 への供給量よりも多い場合には、図 2 に示すように、ロータリージョイントに測定用流体排出用のロータリージョイント排出路 2 2 0 0 を設ける。この場合、供給路 4 4 には流量計（図示せず）が設けられ、ロータリージョイント排出路 2 2 0 0 には流量計 2 2 0 1 が設けられる。そして、各流量計により測定される流量を調整することにより、センサ 2 6 へ供給する測定用流体の供給量を制御する。センサ 2 6 への測定用流体の供給量制御は、実際には基板研磨装置のメンテナンス時以外に行われる。センサ 2 6 が基板 1 8 上の膜を計測しているときと、基板研磨装置がアイドリングのときでは測定用流体の供給量が異なる。すなわち、膜測定時は測定性能の安定性（スラリ除去性能）を確保するために流量を適正值に制御し、アイドリング時はファイバの乾燥を防ぐとともにスラリの混入を防止するために微量流量に制御する。なお、上記制御の精度をさらに上げるため、流体容器 2 1 0 0 の静圧の計測や、供給ポンプ 2 1 0 2、供給制御弁 5 6、6 0、及び排出制御弁 6 2 の動作の監視を行うことも可能となっている。

10

【 0 1 0 0 】

測定用流体の流量を好適な範囲に保つために、測定用流体のロータリージョイント 4 8 への供給量及びセンサ 2 6 への供給量には許容値が設けられている。上記許容値は、流量計のサンプリング時間、供給制御弁 5 8、6 0 の開閉周期、回転テーブル 1 2 の回転速度に依存する。したがって、作業による回転テーブル 1 2 の回転速度や上記許容値の入力を可能としている。また、実際の制御状況を確認するため、研磨装置に設けられたタッチパネル等の表示部にはロータリージョイント 4 8 へ供給する測定用流体の供給量、ロータリージョイント排出路 2 2 0 0 から排出される排出量、センサ 2 6 へ供給される供給量の少なくともいずれかひとつが表示される。

20

【 0 1 0 1 】

実際に測定用流体の流量が好適な範囲から逸脱した場合は判定部（図示せず）がエラーと判断し、研磨工程を停止させるなどの処理を行う。しかしながら、センサ 2 6 による膜測定時とアイドリング時との切り替わり際には測定用流体の流量が急変するため、上記判定部がエラーが起こったと判断して基板研磨装置に誤作動を生じさせるおそれがある。このため、上記切り替わり際にはエラー検知を行わないように設定されている。

30

【 0 1 0 2 】

なお、研磨パッド 1 6 の交換時には、作業者がタッチパネルや他のコントロールパネルで基板研磨装置に運転の切り替えを指示することで測定用流体の供給は停止する。また所定の設定により供給制御弁 5 6、5 8 および排出制御弁 6 0 を必要に応じて開くことも可能となっている。測定用流体の供給が停止している時に誤動作によりスラリ供給が行われないよう、研磨パッド 1 6 の交換工程に切り替えた場合にはスラリが供給されないよう設定されている。また、後述する保護カバーがセンサ 2 6 に取り付けられる際にも、測定用流体の供給を停止するように設定することが可能となっている。

【 0 1 0 3 】

測定用流体として純水を供給する場合は、供給ポンプ 2 1 0 2 と流体容器 2 1 0 0 との間、もしくは供給ポンプ 2 1 0 2 とロータリージョイント 4 8 との間に図示しない純水供給装置が設けられる。上記純水供給装置は、圧力制御弁、流量計、流量制御弁を有し、それぞれ測定用流体と接する部分は金属汚染を防ぐために S i c などの非金属部材で構成されている。純水供給装置は 1 次側圧力の脈動を抑える機能も有している。本実施例では、圧力制御弁には例えば空気圧で圧力制御を行う機構のものを、流量制御弁にはニードル式のものを用い、また流量計にはタービン式のものを使用している。上記流量計は測定値を電気信号に変換し、電気信号は制御部（図示せず）に送信され、純水、すなわち測定用流体の流量を監視、制御している。

40

【 0 1 0 4 】

50

基板研磨装置 10 は、さらに、回転テーブル 12 内に冷却用のウォータージャケット 64 を有する。ウォータージャケット 64 はロータリージョイント 48 を介して図示されない水タンクに接続されている。

【0105】

ロータリージョイント 48 の下にはスリップリング（図示せず）が設けられている。このスリップリングは、回転側金属部（ロータリージョイント側）と固定側金属部（スリップリング側）とを備え、これらの金属部同士を常に接触させて電気信号や電力を伝えている。回転中心が中空のロータリージョイント 48 を用いる場合には、上記スリップリングはロータリージョイント 48 の回転中心軸上に配置され、光学的にも固定側から回転側への連絡が可能となっている。また、測定用流体が接するロータリージョイント 48 の接液部は、金属汚染を防ぐために SiC 等の非金属部材で構成されている。

10

【0106】

また、ロータリージョイントの別の例としては、円形流路を回転中心に対して同心円状に少なくとも 3 つ設け、このうちのいずれかを測定用流体の供給路として用い、残りの 2 つを回転テーブル 12 の冷却流体用の流路に用いる。好ましくは回転中心から 2 番目の流路を測定用流体の供給路として用いる。この場合、回転テーブル 12 を冷却するための冷却流体として、ロータリージョイント排出路 2200 から排出される測定用流体を使用すれば、ロータリージョイント排出路 2200 からの測定用流体の排出量を減らすことができる。

【0107】

図 3 は、基板研磨装置 10 を備えた基板処理装置 66 の全体構成を示している。基板処理装置 66 は、基板カセット保持部 68、基板移動装置 70 および洗浄室 72 を基板研磨装置 10 と共に備えている。被研磨体である基板 18 は、基板カセット保持部 68 から基板研磨装置 10 に送られる。そして、研磨後の基板 18 は、洗浄室 72 で洗浄され、基板カセット保持部 68 に戻される。

20

【0108】

基板研磨装置 10 は、回転テーブル 12 に隣接するドレッサー 15 を備えている。ドレッサー 15 は、研磨により研磨性能が低下した研磨パッド 16 をドレッシングして、研磨パッド 16 の研磨性能を初期化（再生、修正、目立て）するために用いられる。ここでドレッサー 15 の構成およびドレッシング手順について説明する。ドレッサー 15 の下面には、ブラシが植設されている。研磨面 90（図 4 参照）にドレッシング液（純水等）を供給しつつ研磨パッド 16 を回転させる。そして、ドレッサー 15 を回転させ、その下面を研磨面 90 に所定時間接触させ、押圧する。これにより研磨パッド 16 の研磨性能が初期化される。なお、ドレッサー 15 は、下面にダイヤモンド粒子が電着された構成であってもよい。

30

【0109】

また、基板処理装置 66 は、基板研磨装置 10 が設けられた部屋に、作業用窓 74 を有する。スラリはノズル 76 を通って回転テーブル 12 へ供給される。ノズル 76 は、図 1 のスラリ供給路 22 を構成している。測定用流体は、図示されないが、回転テーブル 12 へと下側から供給される。

40

【0110】

次に、本実施の形態の特徴的構成について説明する。

図 4 は、本発明の第 1 実施形態に係る基板研磨装置 10 を説明する図であり、回転テーブル 12 の測定部位を拡大して示す図である。図 4 は、図 1 の全体構成のうちのセンサ 26 部分に相当する。既に説明したように、回転テーブル 12 の研磨パッド取付面 78 に研磨パッド 16 が載せられており、研磨パッド 16 に基板 18 が接触する。回転テーブル 12 には、供給路 44 および排出路 46 が並んで設けられている。

【0111】

供給路 44 には、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が並んで配置されている。投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 は、光源ユニット 32 および

50

フォトメータユニット 34 (図 1) に接続されている。そして、投光用光ファイバ 80 は、光源ユニット 32 から供給された測定光を基板 18 に照射する。受光用光ファイバ 82 は、基板 18 からの反射光を受光し、反射光をフォトメータユニット 34 へ伝える。本実施形態では、上記の投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が、測定光を投光して反射光を受光する投受光装置を構成している。

#### 【0112】

研磨パッド 16 は貫通孔 84 を有しており、供給路 44 および排出路 46 は貫通孔 84 に連通している。貫通孔 84 内に供給路 44 を形成するための配管ピース 86 が回転テーブル 12 に取り付けられている。本実施形態においては、配管ピース 86 が供給路 44 の出口部を構成し、配管ピース 86 の終端は測定用流体の出口 88 を構成する。出口 88 は、供給路 44 を通じて供給される測定用流体が貫通孔 84 内に供給される供給口である。配管ピース 86 は、貫通孔 84 の内部に位置している。すなわち、出口 88 は回転テーブル 12 より上方に位置し、研磨パッド 16 の研磨面 90 付近に位置している。

10

#### 【0113】

配管ピース 86 は円管状の部材であり、ネジ部 92 で回転テーブル 12 に取り付けられる。より詳細には、ネジ部 92 は、配管ピース 86 の雄ネジと回転テーブル 12 の雌ネジで構成され、これらが結合される。また、配管ピース 86 の外周に鍔部 87 が設けられている。ネジ部 92 により配管ピース 86 を回転テーブル 12 に締め付けたときに、鍔部 87 が回転テーブル 12 の研磨パッド取付面 78 に当接する。これにより、配管ピース 86 の上端の出口 88 が、貫通孔 84 の内部で適当な高さに位置するように設定されている。

20

#### 【0114】

本実施形態に係る基板研磨装置 10 では、純水等の測定用流体が供給路 44 を通じて供給され、排出路 46 を通じて排出されている。貫通孔 84 の内部が透明な純水で満たされ、研磨用のスラリの貫通孔 84 への侵入が制限され、これにより、透過光を用いる測定を可能にしている。

本実施形態では、特に、供給路 44 の出口部である配管ピース 86 が貫通孔 84 の中まで延びているので、測定精度へのスラリの影響が一層低減される。この点について図 5 A 及び図 5 B を参照しながら説明する。

#### 【0115】

図 5 A 及び図 5 B は、出口 88 の位置と水流の関係を説明する図である。図 5 A では、出口 88 と基板 18 との距離が大きい。これは、回転テーブル 12 に供給路 44 の出口が設けられた装置に相当する。一方、図 5 B は、図 5 A よりも出口 88 と基板 18 との距離が小さい。これは本実施形態の構成、すなわち出口 88 が貫通孔 84 の内部にある構成に相当する。

30

#### 【0116】

図 5 B に示す構成は、図 5 A に示す構成よりも出口 88 と基板 18 との隙間が小さい。従って、図 5 B に示す構成では、図 5 A に示す構成に比べ、大きい流速で勢いよく純水が出口 88 から噴出する。そして出口 88 から流出した純水は、基板 18 に沿った純水の流れを生じさせる。従って、図 5 A よりも図 5 B に示す構成の方が、供給路 44 から流出した純水の流れによって出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を排除する効果が大きい。

40

#### 【0117】

このように本実施形態によれば、供給路 44 の出口部を構成する配管ピース 86 が研磨パッド 16 の貫通孔 84 の内部に位置しているため、供給路 44 の出口 88 が基板 18 に近接する。従って、出口 88 から供給される流体は出口 88 において流速が大きくなり、基板 18 と出口 88 との隙間から供給路 44 の外側に向けて勢いよく噴出され、基板 18 に沿った流れを形成する。この流体の流れによって、出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

#### 【0118】

また、本実施形態によれば、出口部を構成する配管ピース 86 は回転テーブル 12 に着脱可能に取り付けられる。従って、回転テーブル 12 に研磨パッド 16 を取り付けられた後に

50

配管ピース 86 を取り付ければよいので、研磨パッド 16 を容易に取り付けることができる。また、研磨パッド 16 の取外しに先立って配管ピース 86 を取外すことにより、配管ピース 86 を損傷させずに研磨パッド 16 を取り外すのが容易である。

#### 【0119】

図 6 は、上記実施形態の変形例を示す図である。この変形例は、上記基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じであるが、配管ピース 86 の出口に、供給路 44 の面積より小さい開口が形成された板状の絞り 94 が設けられている。これにより、配管ピース 86 の出口 88 の面積が供給路 44 の面積より小さく設定されている。

#### 【0120】

図 6 に示す構成では、出口 88 の面積が供給路 44 の他の部分の面積より小さいので、供給路 44 の出口 88 から噴出する純水の流速が大きくなる。これにより、出口部前方の測定光投射部位からの研磨剤の排除能力を増大できる。

なお、この変形例では、絞り 94 を設けることによって出口 88 の面積を供給路 44 より小さくしているが、配管ピースの出口をテーパ状に徐々に狭くする構成を採用してもよい。

#### 【0121】

また、上記実施形態においては、円管状の配管ピース 86 によって出口部を構成したが、異なるタイプの配管ピースを用いることとしてもよい。図 7 A ~ 図 7 H は、本発明において使用可能な様々な配管ピースの例を示す図である。図 7 A は、本実施形態において用いた円管状の配管ピース 86 を示す。図 7 B に示す配管ピース 96 は、外側と穴の断面形状が共に六角形の配管ピースである。これに対し、図 7 C に示す配管ピース 98 は外面の断面形状が六角形であり、図 7 D に示す配管ピース 100 は穴の断面形状が六角形である。図 7 E に示す配管ピース 102 は、外側がスター形で穴が円形の断面形状を有し、図 7 F に示す配管ピース 104 は、外側が円形で穴がスター形の断面形状を有する。図 7 G に示す配管ピース 106 及び図 7 H に示す配管ピース 108 は共に円管状の配管ピースであるが、配管ピース 106 には 2 箇所の切欠き 110 が出口 88 付近に設けられ、配管ピース 108 には 4 箇所の切欠き 110 が出口 88 付近に設けられている。これらの切欠き 110 は、配管ピース 106 , 108 の脱着時に工具と係合する。さらに、配管ピース 106 , 108 は、基板 18 に非常に近接して配置された場合に、切欠き 110 を通じて供給路 44 内の純水を逃がすことができる。なお、図 7 A ~ 図 7 H は例示であり、他の構成の配管ピースを選択することも可能である。

#### 【0122】

また、上記実施形態では、配管ピース 86 は、配管ピース 86 の雄ネジ部と回転テーブル 12 の雌ネジ部とからなるネジ部 92 を有し、このネジ部 92 により回転テーブル 12 に配管ピース 86 が取り付けられるが、他の方式によって配管ピース 86 を取り付けてもよい。例えば、配管ピース 86 を差込方式によって取り付けることとしてもよいし、永久磁石や電磁石を用いて磁力によって取り付けるともよい。また、回転テーブル 12 に配管ピース 86 を接着してもよい。

#### 【0123】

図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係る基板研磨装置 10 の構成を説明する図であり、回転テーブル 12 の測定部位を拡大して示す図である。第 1 実施形態において説明したのと同様に、回転テーブル 12 に研磨パッド 16 が載せられており、研磨パッド 16 に基板 18 が接触する。

#### 【0124】

本実施形態では、回転テーブル 12 の研磨パッド取付面 78 に、凹部 112 が設けられている。この凹部 112 の底面の配管ユニット取付面 114 に、供給路 44 の出口部を構成する配管ユニット 116 が取り付けられている。回転テーブル 12 には、測定用の純水を供給する供給路 44 と、純水を排出する排出路 46 が設けられており、供給路 44 および排出路 46 は配管ユニット取付面 114 に露出している。また、回転テーブル 12 には、投光用の基幹光ファイバ 118 と、受光用の基幹光ファイバ 120 とが並んで設けられ

10

20

30

40

50

ている。投光用の基幹光ファイバ 1 1 8 と受光用の基幹光ファイバ 1 2 0 は共に、配管ユニット取付面 1 1 4 において端面が露出されている。

#### 【 0 1 2 5 】

配管ユニット 1 1 6 は、配管ピース 1 2 2 と投光用光ファイバ 1 2 4 と受光用光ファイバ 1 2 6 とを有する。配管ピース 1 2 2 の上端は、第 1 実施形態と同様に測定用流体の出口 1 2 8 を構成し、出口 1 2 8 は貫通孔 8 4 の内部に位置する。すなわち、出口 1 2 8 は回転テーブル 1 2 より上方で、かつ研磨パッド 1 6 の研磨面 9 0 より下方に位置する。配管ピース 1 2 2 の下側は中実部とされ、投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 を支持するファイバ支持部 1 3 0 を構成している。ファイバ支持部 1 3 0 には、配管ピース 1 2 2 の内部と回転テーブル 1 2 に設けられた供給路 4 4 とを連通するための連通路 1 3 2 が設けられている。投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 は、配管ピース 1 2 2 の内部に並んで配置され、ファイバ支持部 1 3 0 に支持されている。ここで、投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 は、投受光装置を構成する。

10

#### 【 0 1 2 6 】

投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 の先端部 1 3 4 , 1 3 6 は、貫通孔 8 4 内に位置している。また、投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 は配管ユニット 1 1 6 の下面まで延び、配管ユニット 1 1 6 の下面に投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 の端面が露出される。

#### 【 0 1 2 7 】

次に、配管ユニット 1 1 6 の取り付け構造の例について説明する。図 9 A は配管ユニット 1 1 6 の配管ピース 1 2 2 を示す図、図 9 B は配管ユニット 1 1 6 を回転テーブル 1 2 に取り付けるためのユニット基部を示す図である。

20

#### 【 0 1 2 8 】

図 9 A に示すように、配管ピース 1 2 2 の外周面にはフランジ部が設けられている。また、ファイバ支持部 1 3 0 を囲むように環状の締付部材 1 4 0 が配置されている。締付部材 1 4 0 の内側突出部の押付面が配管ピース 1 2 2 のフランジ部に係合する。締付部材 1 4 0 の内周面には、雌ネジが形成されている。さらに、配管ピース 1 2 2 のファイバ支持部 1 3 0 の外周面には、配管ピース 1 2 2 の取付方向を決めるためのキー 1 3 8 が配管ピース 1 2 2 の延び方向に沿って延在している。

30

#### 【 0 1 2 9 】

図 9 B に示すように、ユニット基部 1 4 2 は、配管ユニット取付面 1 1 4 に取り付けられる円板 1 4 4 と、円板 1 4 4 から上方に延びる筒部 1 4 6 と、円板 1 4 4 から下方に延びる突出部 1 4 8 とが一体に形成されている。円板 1 4 4 には、4 箇所ネジ穴 1 5 0 が設けられ、これによりユニット基部 1 4 2 は配管ユニット取付面 1 1 4 に固定される。筒部 1 4 6 の内部に配管ピース 1 2 2 のファイバ支持部 1 3 0 が受け入れられる。筒部 1 4 6 の内周面には、前述のキー 1 3 8 が嵌め込まれるキー溝 1 5 2 が設けられている。筒部 1 4 6 の外周面には、雄ネジが形成されている。突出部 1 4 8 は、配管ユニット取付面 1 1 4 に設けられた穴に受け入れられる。

#### 【 0 1 3 0 】

ユニット基部 1 4 2 には、投光用接続光ファイバ 1 2 5 と受光用接続光ファイバ 1 2 7 とが設けられている。投光用接続光ファイバ 1 2 5 は、投光用光ファイバ 1 2 4 と投光用の基幹光ファイバ 1 1 8 とを接続する役割を有し、受光用接続光ファイバ 1 2 7 は、受光用光ファイバ 1 2 6 と受光用の基幹光ファイバ 1 2 0 とを接続する役割を有する。同様に、配管ピース 1 2 2 の連通路 1 3 2 と回転テーブル 1 2 に設けられた供給路 4 4 とを接続するための連通路 1 3 3 が設けられている。

40

上記した構造により、ユニット基部 1 4 2 は回転テーブル 1 2 にネジ止めされ、配管ピース 1 2 2 は締付部材 1 4 0 によって締め付けられてユニット基部 1 4 2 に固定される。

#### 【 0 1 3 1 】

本実施形態での配管ユニット 1 1 6 の取付作業について説明する。まず、図 9 B に示す

50

ユニット基部 1 4 2 を、回転テーブル 1 2 の配管ユニット取付面 1 1 4 に置き、ユニット基部 1 4 2 に設けられたネジ穴 1 5 0 にネジを通してユニット基部 1 4 2 を固定する。このとき、ユニット基部 1 4 2 の突出部 1 4 8 が配管ユニット取付面 1 1 4 に設けられた穴に入るように、配管ユニット取付面 1 1 4 にユニット基部 1 4 2 を置く。また、配管ユニット取付面 1 1 4 に露出された投光用の基幹光ファイバ 1 1 8 と投光用接続光ファイバ 1 2 5、受光用の基幹光ファイバ 1 2 0 と受光用接続光ファイバ 1 2 7、供給路 4 4 と連通路 1 3 3、のそれぞれの位置が一致するように取り付ける。続いて、ファイバ支持部 1 3 0 のキー 1 3 8 がユニット基部 1 4 2 の筒部 1 4 6 内のキー溝 1 5 2 に入る向きで、配管ピース 1 2 2 をユニット基部 1 4 2 の筒部 1 4 6 に嵌め込み、配管ピース 1 2 2 をユニット基部 1 4 2 に取り付ける。これにより、ユニット基部 1 4 2 の投光用接続光ファイバ 1 2 5、受光用接続光ファイバ 1 2 7 および連通路 1 3 3 と、配管ピース 1 2 2 の投光用光ファイバ 1 2 4、受光用光ファイバ 1 2 6 および連通路 1 3 2 のそれぞれとが位置合わせされた状態となる。そして、配管ピース 1 2 2 をユニット基部 1 4 2 に取り付けた状態で締付部材 1 4 0 を回してネジを締めると、配管ピース 1 2 2 のフランジ部が締付部材 1 4 0 により押されて、配管ピース 1 2 2 がユニット基部 1 4 2 に固定される。投光用接続光ファイバ 1 2 5 と投光用光ファイバ 1 2 4 の接合部、および受光用接続光ファイバ 1 2 7 と受光用光ファイバ 1 2 6 の接合部が連結され、それぞれ導光可能となる。

10

**【 0 1 3 2 】**

以上のようにして、配管ユニット 1 1 6 は、回転テーブル 1 2 に着脱可能に取り付けられる。研磨パッド 1 6 を交換するときに配管ユニット 1 1 6 を取り外すことにより、配管ピース 1 2 2、投光用光ファイバ 1 2 4 及び受光用光ファイバ 1 2 6 が研磨パッド 1 6 の交換の邪魔にならず、研磨パッド 1 6 を容易に交換できる。

20

**【 0 1 3 3 】**

また、投光用光ファイバ 1 2 4 及び受光用光ファイバ 1 2 6 は、その先端部 1 3 4、1 3 6 が回転テーブル 1 2 より上方に位置するように配置されている。投光用光ファイバ 1 2 4 の先端部 1 3 4 及び受光用光ファイバ 1 2 6 の先端部 1 3 6 が基板 1 8 に近接するので、基板 1 8 からの反射光を効率良く受光可能となる。

**【 0 1 3 4 】**

また、配管ピース 1 2 2 が貫通孔 8 4 の内部まで延び、出口 1 2 8 は貫通孔 8 4 の内部に位置しているので、第 1 実施形態と同様に、測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

30

また、出口部を構成する配管ユニット 1 1 6 が回転テーブル 1 2 に着脱可能に取り付けられるので、研磨パッド 1 6 の取り付けの際には、回転テーブル 1 2 に研磨パッド 1 6 を取り付け後に出口部（配管ユニット 1 1 6）を取り付ければよく、研磨パッド 1 6 を容易に取り付けることができる。また、研磨パッド 1 6 の取外しに先立って出口部を取外すことにより、出口部を損傷させずに研磨パッド 1 6 を取り外すのが容易である。

**【 0 1 3 5 】**

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、上記実施形態における配管ユニット 1 1 6 の取り付け構造の他の例を示す図である。図 1 0 A は配管ピース 1 2 2 を示す図、図 1 0 B はユニット基部 1 4 2 を示す図である。上述した配管ピース 1 2 2 と同様に、配管ピース 1 2 2 の下側は中実部とされ、投光用光ファイバ 1 2 4 および受光用光ファイバ 1 2 6 を支持するファイバ支持部 1 3 0 を構成している。ファイバ支持部 1 3 0 の外周面には雄ネジが形成されている。図 1 0 A に示すように、雄ネジのさらに下の端部付近に、配管ピース 1 2 2 の取り付け方向を決めるためのキー溝 1 5 2 が設けられている。

40

**【 0 1 3 6 】**

図 1 0 B に示すように、ユニット基部 1 4 2 はファイバ支持部 1 3 0 の端部を受け入れる筒部 1 5 4 を有する。筒部 1 5 4 の内周面には、ファイバ支持部 1 3 0 のキー溝 1 5 2 と係合するキー 1 3 8 が設けられている。

筒部 1 5 4 には、供給路 4 4 と配管ピース 1 2 2 の内部とを連通するための連通路 1 3 3 と、投光用接続光ファイバ 1 2 5 および受光用接続光ファイバ 1 2 7 とが設けられてい

50

る。

【0137】

また、筒部154を囲むように環状の締付部材140が配置されている。締付部材140の内周面には、雌ネジが形成されている。締付部材140の下端は内側に出っ張り、筒部154のフランジ部と回転テーブル(図示せず)の間に位置する。フランジ部は、円筒部154の上方の外側に突出した部分である。

【0138】

この構成により回転テーブル12に配管ユニット116を取り付けるには、まず、ユニット基部142の筒部154を配管ユニット取付面114に取り付ける。このとき、締付部材140は、筒部154と図示しない回転テーブルとの間に配置される。回転テーブル12へのユニット基部142の取り付けには、接着、溶接、圧入、フランジ式にしてネジ止めなどの方法を用いることができる。また、回転テーブル12の下から、筒部154にボルトを差し込んでユニット基部142を取り付けることとしてもよい。

10

【0139】

続いて、筒部154のキー138がファイバ支持部130に設けられたキー溝152に嵌め込まれるように、配管ピース122をユニット基部142の筒部154に挿入する。そして、配管ピース122が筒部154に挿入された状態で締付部材140を回してネジを締めることにより、配管ピース122をユニット基部142に固定する。この構成によっても、配管ユニット116を回転テーブル12に取り付けることができる。

【0140】

上記実施形態では、配管ピース122が投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126を有し、ユニット基部142が投光用接続光ファイバ125および受光用接続光ファイバ127を有する構成であるが、配管ピース122からユニット基部142まで連続する投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126を用いてもよい。これは以下のような構成により、実現可能である。配管ピース122は、弾性体で構成された筒状の光ファイバ固定部材を有する。この光ファイバ固定部材により、筒の中に光ファイバを通して締め付けることにより光ファイバを固定可能である。ユニット基部142は投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126を有し、その先端が上方に突出している。そして、ユニット基部142の上方に突出した投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126を光ファイバ固定部材に通し、投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126の先端を配管ピース122の内部に位置させる。そして、光ファイバ固定部材を締め付けることにより投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126を固定する。なお、光ファイバ固定部材により投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126を一緒に固定してもよいし、投光用光ファイバ124および受光用光ファイバ126のために一つずつ光ファイバ固定部材を設け、別々に固定してもよい。

20

30

【0141】

また、上記実施形態では、締付部材140によって締め付けることによって配管ピース122を取り付ける構成について説明したが、本発明はこのような構成に限定されない。例えば、配管ユニット116は、ボルトおよびナットを用いてユニット取付面に取り付けることも可能である。また、配管ユニット116は、ユニット取付面114に接着してもよい。

40

【0142】

図11は、本発明の第3実施形態に係る基板研磨装置10を説明する図であり、回転テーブル12の測定部位を拡大して示す図である。第1実施形態において説明したのと同様に、回転テーブル12の研磨パッド取付面78に研磨パッド16が載せられており、研磨パッド16に基板18が接触する。回転テーブル12には、測定用の純水を貫通孔84に供給する供給路44と、貫通孔84から純水を排出する排出路46が設けられている。投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は供給路44の内部に配置されている。投光用光ファイバ80と受光用光ファイバ82が投受光装置を構成する。

【0143】

50

基板研磨装置 10 は、供給路 44 の出口部を構成する配管ピース 156 を有する。配管ピース 156 は、研磨面 90 に垂直に、回転テーブル 12 の内部から回転テーブル 12 の上方に延びる管状の部材である。配管ピース 156 の出口 158 は、貫通孔 84 の内部に位置する。すなわち、出口 158 は研磨面 90 の下方に位置する。

【0144】

回転テーブル 12 に設けられた供給路 44 は管であり、供給路 44 の外径は配管ピース 156 の内径にほぼ等しい。供給路 44 の先端部が、配管ピース 156 に挿入されている。配管ピース 156 は、供給路 44 が延びる方向にスライド可能である。配管ピース 156 の下側は配管ピース 156 の上側より肉厚が厚くなっており、被支持部 160 が構成されている。回転テーブル 12 には、配管ピース 156 の被支持部 160 が入る穴 162 が設けられている。被支持部 160 の下面にバネ 164 が取り付けられ、これにより配管ピース 156 は上方に付勢される。回転テーブル 12 に設けられた穴 162 には、被支持部 160 の段差 166 に当接する当接面 168 があり、当接面 168 に段差 166 が当接することによって、バネ 164 の付勢力による配管ピース 156 の移動が制限され、配管ピース 156 が位置決めされている。

10

【0145】

配管ピース 156 はバネ 164 によって上方に付勢されることで、出口 158 が回転テーブル 12 から突出している。従って、配管ピース 156 を回転テーブル 12 の方向に押すと、配管ピース 156 はスライドして回転テーブル 12 の内部に収容される。なお、前述した回転テーブル 12 に設けられた穴 162 は、配管ピース 156 の出口が回転テーブル 12 内に収容される位置まで配管ピース 156 を移動可能な大きさを有している。

20

【0146】

本実施形態での、研磨パッド 16 の取り付け作業について説明する。まず、回転テーブル 12 の研磨パッド取付面 78 に研磨パッド 16 を載せる。この際、回転テーブル 12 から突出した配管ピース 156 が研磨パッド 16 に設けられた貫通孔 84 に入るように位置合わせを行う。回転テーブル 12 に研磨パッド 16 を載せる最初の段階では、大まかな位置合わせを行う。このとき配管ピース 156 上に研磨パッド 16 が載って、配管ピース 156 が回転テーブル 12 の方向に押されると、配管ピース 156 はバネ 164 の付勢力に抗して回転テーブル 12 の内部に移動し、回転テーブル 12 の内部に収容される。続いて、回転テーブル 12 上の研磨パッド 16 の位置を調整する。具体的には、貫通孔 84 が配管ピース 156 上に来るように、回転テーブル 12 上で研磨パッド 16 を動かす。貫通孔 84 が配管ピース 156 の位置に来ると、配管ピース 156 はバネ 164 の付勢力によって上方に移動し、配管ピース 156 は回転テーブル 12 から突出する。すなわち、配管ピース 156 の出口 158 が貫通孔 84 の内部に突出する。

30

【0147】

このように回転テーブル 12 に載せられた研磨パッド 16 に押されると、配管ピース 156 は回転テーブル 12 の内部に収容されるので、研磨パッド 16 の取り付けの邪魔にならない。また、研磨パッド 16 の貫通孔 84 と配管ピース 156 の位置が合うと配管ピース 156 が貫通孔 84 の内部に突出するので、貫通孔 84 と配管ピース 156 との位置合わせが容易である。

40

【0148】

第 3 実施形態に係る基板研磨装置 10 によれば、配管ピース 156 の出口 158 は貫通孔 84 内に位置しているので、第 1 実施形態と同様に、測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

【0149】

また、出口部を構成する配管ピース 156 が、付勢手段を構成するバネ 164 により研磨面 90 に向かう方向に付勢されて貫通孔 84 の内部に配置される。そして、出口部は、バネ 164 の付勢力に抗して回転テーブル 12 の方向に移動可能である。研磨パッド 16 の交換時には、出口部上に研磨パッド 16 が載ると、研磨パッド 16 により押されて出口部が回転テーブル 12 の内部に収容される。研磨パッド 16 の貫通孔 84 と出口部の位置

50

が合ったときには、出口部は付勢されて貫通孔 8 4 の内部に突出する。従って、出口部が研磨パッド 1 6 の取り付けの邪魔にならないので、研磨パッド 1 6 の位置決めを容易に行える。

#### 【0150】

図 1 2 は、本発明の第 4 実施形態に係る基板研磨装置 1 0 を説明する図であり、回転テーブル 1 2 の測定部位を拡大して示す図である。第 1 実施形態において説明したのと同様に、回転テーブル 1 2 の研磨パッド取付面 7 8 に研磨パッド 1 6 が載せられており、研磨パッド 1 6 に基板 1 8 が接触する。回転テーブル 1 2 には、供給路 4 4 および排出路 4 6 が並んで設けられている。供給路 4 4 には、投光用光ファイバ 8 0 および受光用光ファイバ 8 2 が並んで配置されている。投光用光ファイバ 8 0 と受光用光ファイバ 8 2 が投受光装置を構成する。

10

#### 【0151】

基板研磨装置 1 0 は、供給路 4 4 の出口部を構成する配管ピース 1 7 0 を有する。配管ピース 1 7 0 は、研磨面 9 0 に垂直に、回転テーブル 1 2 の内部から回転テーブル 1 2 の上方に延びる管状の部材である。配管ピース 1 7 0 の出口 1 7 2 は、貫通孔 8 4 の内部に位置する。すなわち、出口 1 7 2 は研磨面 9 0 の下方に位置する。配管ピース 1 7 0 は回転テーブル 1 2 の内部において、その外周面が供給路 4 4 の内面に接している。配管ピース 1 7 0 は、供給路 4 4 に沿って上下に移動可能である。

#### 【0152】

配管ピース 1 7 0 の下には圧電素子 1 7 4 が取り付けられている。圧電素子 1 7 4 には電圧を印加するための電圧発生装置 1 7 6 が接続されている。また、基板研磨装置 1 0 は、出口 1 7 2 と基板 1 8 との距離を測定する静電式距離計 1 7 8 を有し、静電式距離計 1 7 8 はコントローラユニット 3 0 に接続されている。コントローラユニット 3 0 は、静電式距離計 1 7 8 によって測定された距離に基づいて電圧発生装置 1 7 6 に命令信号を送出し、配管ピース 1 7 0 の移動を制御する。

20

#### 【0153】

配管ピース 1 7 0 が圧電素子 1 7 4 に取り付けられているので、この圧電素子 1 7 4 に電圧を印加することにより、配管ピース 1 7 0 を供給路 4 4 に沿って移動させ、配管ピース 1 7 0 の位置を変えることが可能である。これにより、パッド交換時、あるいはドレッシング中または研磨中などいつでも配管ピース 1 7 0 の位置を変えることができる。研磨中は静電式距離計 1 7 8 によって出口 1 7 2 と基板 1 8 との距離を測定し、その距離に基づいて配管ピース 1 7 0 の位置を調節する。すなわち、研磨によって研磨パッド 1 6 が減耗して基板 1 8 が出口 1 7 2 に近づいたときに、配管ピース 1 7 0 を下げることにより配管ピース 1 7 0 と基板 1 8 との接触を回避できる。また、研磨中に、基板 1 8 に接触しない範囲で配管ピース 1 7 0 を基板 1 8 に近づけることにより、基板 1 8 と出口 1 7 2 の隙間から噴出される純水の流速を大きくすることができる。これにより、測定光投射部位からスラリを効果的に排除できる。ドレッシングを行うときには、配管ピース 1 7 0 をドレッサーと接触しない程度まで下げる、又は回転テーブル 1 2 の内部に収容することにより、ドレッシングにより配管ピース 1 7 0 が削られる事態を防止できる。また、研磨パッド 1 6 を交換する際には、配管ピース 1 7 0 を回転テーブル 1 2 の内部に収容する。これにより、配管ピース 1 7 0 が研磨パッド取付面 7 8 より突出しないので配管ピース 1 7 0 が邪魔にならず、容易に研磨パッド 1 6 を取り付けることができる。

30

40

#### 【0154】

以上説明したように、第 4 実施形態に係る基板研磨装置 1 0 によれば、出口部移動手段を構成する圧電素子 1 7 4 により出口部を移動可能なので、回転テーブル 1 2 に研磨パッド 1 6 を取り付けただちに出口部を貫通孔 8 4 内に移動できる。

#### 【0155】

また、研磨パッド 1 6 の取外しに先立って、出口部を移動して回転テーブル 1 2 内に収容することができる。従って、出口部を損傷させずに容易に研磨パッド 1 6 を交換することができる。また、出口部は回転テーブル 1 2 から突出して基板 1 8 に近接する。従って

50

、供給路 44 から供給される流体は出口部において流速が大きくなり、基板 18 と出口部との隙間から供給路 44 の外側に向けて勢いよく噴出され、基板 18 に沿った流れを形成する。この流体の流れによって、出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。また、静電式距離計 178 により基板 18 と出口部との距離を測ることにより、ドレッシングによって削られた研磨パッド 16 の厚さに合わせて出口部の位置を調節し、基板 18 と出口部との適当な位置関係を維持できる。

【0156】

図 13 は、本発明の第 5 実施形態に係る基板研磨装置 10 を説明する図であり、回転テーブル 12 の測定部位を拡大して示す図である。第 5 実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第 4 実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じであるが、第 4 実施形態では配管ピース 170 を移動可能としていたのに対し、第 5 実施形態では投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を移動可能としている点が異なる。

10

【0157】

回転テーブル 12 に設けられた供給路 44 には、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が並んで配置されている。投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 が投受光装置を構成する。投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 は、光源ユニット 32 およびフォトメータユニット 34 に接続されている。そして、投光用光ファイバ 80 は、光源ユニット 32 から供給された測定光を基板 18 に照射する。受光用光ファイバ 82 は、基板 18 からの反射光を受光し、反射光をフォトメータユニット 34 へ伝える。

20

【0158】

供給路 44 の出口部を構成する配管ピース 170 は、研磨面 90 に垂直に、回転テーブル 12 の内部から回転テーブル 12 の上方に延びる管状の部材である。

配管ピース 170 は、供給路 44 に固定されている。配管ピース 170 の出口 172 は、貫通孔 84 の内部に位置する。すなわち、出口 172 は研磨面 90 より下方に位置する。

【0159】

投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 に圧電素子 174 が接続されている。圧電素子 174 には、電圧を印加するための電圧発生装置 176 が接続されている。また、基板研磨装置 10 は、フォトメータユニット 34 での受光量を算出する演算部 180 を有し、演算部 180 はコントローラユニット 30 に接続されている。コントローラユニット 30 は、演算部 180 によって求められた受光量に基づいて電圧発生装置 176 に命令信号を送出し投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の移動を制御する。

30

【0160】

この基板研磨装置 10 では、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 に圧電素子 174 が取り付けられている。この圧電素子 174 に電圧を印加することにより、投光用光ファイバ 80 及び受光用光ファイバ 82 を供給路 44 に沿って移動させ、その位置を変えることができる。また、圧電素子 174 に電圧を印加する電圧発生装置 176 を制御するコントローラユニット 30 は、受光用光ファイバ 82 の受光量を求める演算部 180 に接続されている。コントローラユニット 30 が、演算部 180 によって求められた受光量に基づいて圧電素子 174 を制御することにより、反射光の受光量が大きくなるように投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を移動できる。

40

【0161】

また、フォトメータユニット 34 及び演算部 180 によって受光量を求め、その受光量に基づいて圧電素子 174 を制御する構成により、研磨中に投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の位置を調節することも可能である。投光用光ファイバ 80 の先端部 182 および受光用光ファイバ 82 の先端部 184 が基板 18 に近接すれば反射光の受光量が増加するが、近接しすぎると受光量が低下する。従って、研磨やドレッシングによって研磨パッド 16 が減耗して、基板 18 と先端部 182, 184 との距離が近づいたときに、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の位置を受光量に基づいて調節

50

して、反射光の受光率を高めることができる。

【0162】

第5実施形態によれば、配管ピース170の出口172が貫通孔84内に位置しているので、第1実施形態と同様に、測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

また、投受光装置を貫通孔84内に配置することができ、投受光装置と基板18とを近接させることができ、これにより反射光を効率良く受光できる。また、投受光装置が移動可能なので、研磨パッド16の交換時に投受光装置を回転テーブル12内に収容することができ、投受光装置が研磨パッド16の交換の邪魔にならない。

【0163】

図14は、第5実施形態の変形例を示す図である。この変形例では、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を移動させるため、圧電素子174に代えてボールネジ186を用いた点異なる。投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82にはボールネジ186が取り付けられている。ボールネジ186は、ボールネジ駆動回路188に接続されている。また、フォトメータユニット34の受光量を算出する演算部180は、コントローラユニット30に接続されている。コントローラユニット30は、演算部180により求められた受光量に基づいて、ボールネジ駆動回路188に命令信号を送出し、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82の移動を制御する。

【0164】

この変形例においても上記した実施形態と同様に、演算部180によって求められた受光量に基づいてボールネジ186を駆動制御することにより、反射光の受光量が大きくなるように投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を移動できる。上記の変形は、前出の第4実施形態にも適用できる。この場合、出口部移動手段がボールネジおよびボールネジ駆動回路によって構成される。

【0165】

また、投光用光ファイバ80と受光用光ファイバ82を独立に上下動可能な構成としてもよい。これにより、受光用光ファイバ82の受光量が最適になるように、先端部182、184の高さを別々に、あるいは片方のみを調整できる。

【0166】

図15は、本発明の第6実施形態に係る基板研磨装置10を説明する図であり、回転テーブル12の測定部位を拡大して示す図である。第6実施形態に係る基板研磨装置10は、第4実施形態に係る基板研磨装置10(図12)と基本的な構成は同じであるが、第4実施形態では配管ピース170を移動可能としていたのに対し、第5実施形態では配管ピース170と共に投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を移動可能としている点異なる。

【0167】

すなわち、第6実施形態では、出口部を構成する配管ピース170と共に投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が圧電素子174に接続されている。これにより、配管ピース170と共に投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を上下に移動可能である。

【0168】

投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を供給路44に沿って移動可能であるので、研磨時に配管ピース170と共に投光用光ファイバ80の先端部182および受光用光ファイバ82の先端部184を基板18に近づけることにより、基板18からの反射光を効率良く受光することができる。また、研磨パッド16の交換時には、配管ピース170と共に投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を回転テーブル12の内部に収容することにより、研磨パッド16の交換の邪魔にならない。

【0169】

第6実施形態によれば、第4実施形態と同様に、出口172が貫通孔84内に位置するように配管ピース170を移動し、出口172を基板18に近接させることにより、測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

10

20

30

40

50

## 【0170】

また、投受光装置を貫通孔84内に配置して、投受光装置を基板18に近接させることができ、これにより反射光を効率良く受光できる。また、投受光装置は出口部と共に移動可能なので、研磨パッド16の交換時に投受光装置を移動して回転テーブル12の内部に収容することができ、従って投受光装置が研磨パッド16の交換の邪魔にならない。

## 【0171】

図12～図14を参照して、配管ピース170、又は光ファイバ80、82と基板18との距離の測定方法、および、配管ピース170、又は光ファイバ80、82、又は配管ピース170及び光ファイバ80、82の移動機構について説明した。しかし、距離の測定方法や移動機構は上記実施形態に限定されるものではなく、必要に応じて、それぞれの組み合わせを変更することが可能である。さらに、上記した以外のセンサーや移動機構を使用してよいことはもちろんである。

## 【0172】

また、投光用光ファイバ80、受光用光ファイバ82、配管ピース170を独立に上下動可能な構成としてもよい。これにより、受光量と測定用流体の基板18への噴射流速とが最適になるように、投光用光ファイバ80、受光用光ファイバ82、配管ピース170の高さを別々に調整可能となる。望ましくは、配管ピース170と光ファイバ80、82は、基板18までの距離を一定にするように制御する。配管ピース170と光ファイバ80、82を一体化して、同時に移動する。これにより、測定用流体へのスラリ混入の影響や光量変化が少なく、基板18のプロパティを精度良く測定可能となる。

## 【0173】

なお、本実施形態では、圧電素子174を用いて配管ピース170、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を移動可能としたが、圧電素子174に代えてボールネジを用いることも可能である。また、図11～図14に示す実施形態においては、供給路44と研磨テーブル12との隙間からの水漏れを防ぐため、隙間を覆うカバーなどのシール機構を設けてもよい。

## 【0174】

図16は、本発明の第7実施形態に係る基板研磨装置10を説明する図であり、回転テーブル12の測定部位を拡大して示す図である。第1実施形態において説明したのと同様に、回転テーブル12の研磨パッド取付面78に研磨パッド16が載せられている。回転テーブル12には、供給路44および排出路46が並んで設けられている。研磨パッド16は貫通孔84を有しており、供給路44および排出路46は貫通孔84に連通している。

## 【0175】

供給路44には、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が並んで配置されている。投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は投受光装置を構成する。投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は、回転テーブル12から突出し、その先端部182、184が貫通孔84内に位置している。

## 【0176】

基板研磨装置10は、貫通孔84に嵌めこまれた保護カバー190を有する。保護カバー190は、ボルト192によって回転テーブル12に着脱可能に取り付けられている。保護カバー190は、以下に説明するように、研磨パッド16の交換時に取り付けられる。

## 【0177】

本実施形態での、研磨パッド16の交換作業について説明する。研磨パッド16を交換するときには、まず、貫通孔84に保護カバー190を嵌め込み、保護カバー190をボルト192によって回転テーブル12に取り付ける。続いて、古い研磨パッド16を取り外して、新しい研磨パッド16を取り付ける。研磨パッド16の取り付けにおいては、回転テーブル12に取り付けられた保護カバー190が研磨パッド16の貫通孔84に嵌め込まれるように取り付けられる。研磨パッド16を取り付けた後に、ボルト192を抜いて保

10

20

30

40

50

護カバー 190 を回転テーブル 12 から取り外す。

【0178】

研磨パッド 16 の交換時に、供給路 44 および排出路 46 を覆うことにより、供給路 44 から回転テーブル 12 の先端部 182, 184 が上方に突出した投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を保護できる。また、貫通孔 84 に保護カバー 190 を嵌め込むように研磨パッド 16 を取り付けることにより、研磨パッド 16 の位置決めが容易になる。従って、研磨パッド 16 の交換作業を容易に行うことができる。

【0179】

また、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の先端部が回転テーブル 12 より上方に位置している。従って、投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 の先端部 182, 184 が基板 18 に近接するので、基板 18 からの反射光を効率良く受光することができる。

10

【0180】

第 7 実施形態によれば、研磨パッド 16 の貫通孔 84 に受け入れられる保護カバー 190 を備えることにより、保護カバー 190 を取り付けた状態で研磨パッド 16 を交換できる。保護カバー 190 は供給路 44 を構成する回転テーブル 12 の開口を覆うので、例えば、供給路 44 の出口部や投受光装置などが研磨パッド取付面 78 より突出している場合であっても、保護カバー 190 によって供給路 44 を保護しつつ研磨パッド 16 を交換できる。

【0181】

図 17 は、基板研磨装置 10 で、基板 18 の研磨および膜測定を行うときの構成例を示す図である。保護カバー 190 に代わるパッチピース 194 が取り付けられている。パッチピース 194 には、供給路 44 および排出路 46 を貫通孔 84 と連通させる穴 196 が設けられている。また、パッチピース 194 には、供給路 44 を貫通孔 84 の内部まで延ばす配管部 198 が設けられている。配管部 198 は、供給路 44 の出口部を構成し、配管部 198 の出口 200 は貫通孔 84 の内部に位置する。

20

このようなパッチピース 194 を取り付けることにより、出口 200 が貫通孔 84 内に位置し、第 1 実施形態と同様に、測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

【0182】

図 18 は、上記実施形態の変形例を説明する図であり、回転テーブル 12 の測定部位を拡大して示す図である。変形例では、回転テーブル 12 には、保護カバー 190 を嵌め込むための凹部 191 が形成されている。保護カバー 190 は、回転テーブル 12 の凹部 191 に嵌め込まれることにより取り付けられる。これにより、保護カバー 190 を回転テーブル 12 に容易に着脱できる。

30

【0183】

図 19 は、変形例に係る基板研磨装置 10 で、基板 18 の研磨および膜測定を行うときの構成例を示す図である。回転テーブル 12 に保護カバー 190 に代わるパッチピース 194 が取り付けられている。パッチピース 194 は、回転テーブル 12 の凹部 191 に嵌め込まれることにより、取り付けられている。パッチピース 194 は、配管部 198 を有し、これにより第 1 実施形態と同様に測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。なお、パッチピース 194 には、必ずしも配管部 198 が形成されていなくてもよい。

40

【0184】

図 20 は、変形例に係る基板研磨装置 10 で、基板 18 の研磨および終点検知を行うときの別の構成例を示す図である。この例で用いられるパッチピース 194 は、配管部を有しておらず、供給路 44 の出口 200 が研磨パッド取付面 78 に位置している。このようなパッチピース 194 を用いることも可能である。

【0185】

図 21 A は図 20 におけるパッチピース 194 の取付部 R を拡大して詳細に示す図、図 21 B は取付部 R に保護カバー 190 を取り付けた構成を詳細に示す図である。図 21 A に示すように、回転テーブル 12 に取付用のブロック 193 が取り付けられている。ブ

50

ック 193 には、供給路 44 および排出路 46 が設けられている。取付用のブロック 193 の上にパッチピース 194 が嵌め込まれている。パッチピース 194 に形成された開口 197 を通じて、供給路 44 から貫通孔 84 に純水が供給され、排出路 46 から排出される。なお、貫通孔 84 に供給された純水が回転テーブル 12 に漏れないように、取付用ブロック 193 およびパッチピース 194 には O - リング 195 が取り付けられる。

【0186】

また、図 21B に示すように、保護カバー 190 は、図 21A に示すパッチピース 194 とほぼ同じ形状を有する。ただし、保護カバー 190 は、供給路 44 および排出路 46 と貫通孔 84 を連通する開口を有していない。

【0187】

図 22 は、変形例に係る基板研磨装置 10 で、基板 18 の研磨および膜測定を行うときの別の構成例を示す図である。この例では、研磨パッド 16 に設けられた貫通孔 84 の径がパッチピース 194 の径に等しい。これにより、保護カバー 190 を取り付けられた状態で研磨パッド 16 を交換した後、保護カバー 190 をパッチピース 194 に取り替えることが可能である。この構成によれば、研磨パッド 16 を取り付けの際に、保護カバー 190 によって容易に位置決めできる。

【0188】

図 23 は、別の構成の保護カバーを有する基板研磨装置 10 を説明するための図である。ここで用いられる保護カバー 190 は、パッチピース 194 の配管部 198 に嵌合する凹部が形成されている。凹部に配管部 198 が嵌合することにより、回転テーブル 12 に保護カバー 190 が取り付けられる。

【0189】

この構成では、以下の手順により、研磨パッド 16 を回転テーブル 12 に取り付ける。まず、保護カバー 190 の凹部に配管部 194 を嵌め込むようにして、保護カバー 190 を回転テーブル 12 に取り付ける。これにより、回転テーブル 12 上で保護カバー 190 の位置が決定される。次に、貫通孔 84 に保護カバー 190 を嵌め込むように研磨パッド 16 を取り付ける。これにより、研磨パッド 16 が位置決めされて回転テーブル 12 に取り付けられる。

【0190】

この構成例によれば、保護カバー 190 は、配管部 198 および供給路 44 内の投光用光ファイバ 80、受光用光ファイバ 82 を保護する機能に加え、回転テーブル 12 に対して研磨パッド 16 を位置決めする機能を有する。また、研磨パッド 16 を取り付け完了時には、配管部 198 を構成するパッチピース 194 が取り付けられている。従って、保護カバー 190 を取り外せば、すぐに基板 18 の膜測定を行うことができる。

【0191】

図 24 は、研磨パッド 16 の位置決めを行えるパッチピース 194 を備えた基板研磨装置 10 を説明するための図である。図 24 に見られるように、パッチピース 194 には貫通孔 84 をガイドするためのガイド突起 199 が設けられている。ガイド突起 199 は、回転テーブル 12 から突出しており、ガイド突起 199 の外周と貫通孔 84 の内周とが接触する。

この構成によれば、ガイド突起 199 が貫通孔 84 が嵌め込まれるように研磨パッド 16 を取り付けることにより、研磨パッド 16 の位置決めを行うことができる。

【0192】

なお、上記実施形態にて基板 18 の研磨を行うときに、保護カバー 190 を取り外した箇所に必ずパッチピース 194 を取り付けなければならないわけではない。例えば、第 1 実施形態で説明した管状の配管ピース 86 を用いることも可能である。また、他の実施形態において説明した基板研磨装置 10 において、研磨パッド 16 を交換する際に本実施形態の保護カバー 190 を用いることも可能である。

【0193】

図 25A 及び図 25B は、本発明の第 8 実施形態に係る基板研磨装置 10 を説明する図

10

20

30

40

50

であり、図 2 5 B は回転テーブル 1 2 の測定部位を拡大して示す図、図 2 5 A は図 2 5 B を上方から見た図である。

【 0 1 9 4 】

回転テーブル 1 2 には、排出路 4 6 と供給路 4 4 と副供給路 2 0 2 とが並んで設けられている。研磨パッド 1 6 は貫通孔 8 4 を有しており、排出路 4 6、供給路 4 4 および副供給路 2 0 2 は、貫通孔 8 4 に連通している。供給路 4 4 には、投光用光ファイバ 8 0 および受光用光ファイバ 8 2 が並んで配置されている。副供給路 2 0 2 は、供給路 4 4 より回転方向の前方に位置する。回転テーブル 1 2 の回転方向は、矢印 R で示されている。副供給路 2 0 2 は、図 1 に示す並列部 5 2 とセンサ 2 6 との間で供給路 4 4 が分岐することにより形成されている。供給路 4 4 と副供給路 2 0 2 への純水の供給および停止はともに供給制御弁 5 8, 6 0 により制御され、同じタイミングで行われる。

10

【 0 1 9 5 】

この基板研磨装置 1 0 では、供給路 4 4 及び副供給路 2 0 2 を通じて純水等の測定用流体が貫通孔 8 4 に供給され、排出路 4 6 を通じて排出されている。貫通孔 8 4 の内部には測定用の純水が満たされ、研磨用のスラリの貫通孔 8 4 への侵入を制限する。

【 0 1 9 6 】

ここで、副供給路 2 0 2 の機能を説明する。回転テーブル 1 2 が回転すると、研磨パッド 1 6 上のスラリは相対的に回転方向と反対に移動する。すなわち、スラリは、図 2 5 に矢印 S で示す方向に移動する。従って、回転方向の前方から貫通孔 8 4 にスラリが流入すると考えられる。副供給路 2 0 2 は、供給路 4 4 より回転方向の前方に配置されているので、副供給路 2 0 2 から供給された純水によって、回転方向の前方から貫通孔 8 4 に流入したスラリが一次希釈される。そして、一次希釈されたスラリが回転方向の後方に流れ、供給路 4 4 から供給される純水によって二次希釈される。供給路 4 4 には、投光用光ファイバ 8 0 および受光用光ファイバ 8 2 が配置されており、供給路 4 4 の上方が測定部位である。測定部位に到達するスラリは、副供給路 2 0 2 から供給される純水によって希釈され、供給路 4 4 から供給される純水によってさらに希釈される。これにより、測定部位における純水の透明度を向上でき、膜測定の測定精度を向上できる。

20

【 0 1 9 7 】

図 2 6 A 及び図 2 6 B は、上記実施形態の第 1 の変形例を示す図である。第 1 の変形例は、上記実施形態と基本的な構成は同じであるが、副供給路 2 0 2 に配管ピース 2 0 4 を設けている。配管ピース 2 0 4 は、副供給路 2 0 2 に沿って延びる管状の部材であり、回転テーブル 1 2 の内部から回転テーブル 1 2 の上方に延びている。配管ピース 2 0 4 の出口 2 0 6 は、貫通孔 8 4 の内部に位置している。従って、副供給路 2 0 2 から供給される純水は出口において流速が大きくなり、基板 1 8 と出口 2 0 6 との隙間から副供給路 2 0 2 の外側に向けて勢いよく噴出され、基板 1 8 に沿った流れを形成する。この純水の流れによって、回転方向の前方からのスラリの侵入を制限すると共にスラリを効果的に希釈することが可能となる。

30

【 0 1 9 8 】

図 2 7 A 及び図 2 7 B は、上記実施形態の第 2 の変形例を示す図である。第 2 の変形例は、副供給路 2 0 2 が供給路 4 4 を囲む弓形の形状を有する。また、第 1 の変形例と同様に、副供給路 2 0 2 に沿って延びる配管ピース 2 0 4 を有し、副供給路 2 0 2 の出口 2 0 6 が貫通孔 8 4 の内部に位置している。第 2 の変形例によれば、副供給路 2 0 2 が供給路 4 4 を囲む形状を有しているので、回転方向の前方から流入して供給路 4 4 に向かうスラリを一次希釈できるのに加え、回転方向の斜め前方から流入して供給路 4 4 に向かうスラリも一次希釈できる。従って、回転方向の斜め前方から貫通孔に流入するスラリも一次希釈して、測定部位における純水の透明度を向上できる。

40

【 0 1 9 9 】

図 2 8 A 及び図 2 8 B は、上記実施形態の第 3 の変形例を示す図である。第 3 の変形例は、上記した第 1 の変形例と基本的な構成は同じであるが、副供給路 2 0 2 の大きさが供給路 4 4 より小さい。副供給路 2 0 2 には投光用光ファイバ 8 0 および受光用光ファイバ

50

82が配置されていないので、副供給路202を供給路44より小さくすることが可能である。副供給路202を小さくすることにより、副供給路202から供給される純水の流速を大きくできる。そして、副供給路202から流出した純水は、基板18に沿った純水の流れを形成する。この純水の流れによって、回転方向の前方からのスラリの侵入を制限すると共にスラリを効果的に希釈することが可能となる。

#### 【0200】

図29A及び図29Bは、上記実施形態の第4の変形例を示す図である。第4の変形例は、本実施形態と基本的な構成は同じであるが、研磨パッド16に第2の貫通孔208が設けられている。第2の貫通孔208は、副供給路202に一致する箇所に設けられ、副供給路202から供給される純水は第2の貫通孔208に流入する。このように副供給路202が貫通孔84と異なる第2の貫通孔208にあっても、上記実施形態と同様に、回転方向の前方からのスラリの侵入を制限すると共にスラリを効果的に希釈することが可能である。

10

#### 【0201】

図30A及び図30Bは、上記実施形態の第5の変形例を示す図である。第5の変形例は、第2の変形例と基本的な構成は同じであるが、第2の変形例に加えて供給路44を挟む2個の排出路210が設けられている。これにより、副供給路202からの純水で希釈されたスラリを排出路から排出可能であり、測定部位における純水の透明度を向上できる。排出路210は、研磨パッド16の表面に形成された溝や穴を利用してよい。

#### 【0202】

以上、本実施形態の変形例について説明したが、図26～図30に示す例の他にも様々な変形例が考えられる。例えば、供給路44に配管ピースを設けることとしてもよい。これにより、供給路44の出口を基板18に近づけて、第1実施形態と同様に、測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。また、第2の変形例で説明した弓形の副供給路202に対応して、研磨パッド16に弓形の貫通孔84を設けてもよい。また、副供給路202の数、形状、大きさは適宜変更することが可能である。

20

#### 【0203】

図31は、第9実施形態に係る基板研磨装置10に用いられる研磨パッド16を示す斜視図、図32は回転テーブル12の測定部位を拡大して示す図である。

図31に示すように、回転テーブル12に取り付けられる研磨パッド16は、円形の薄板でありポリウレタンなどによって構成される。研磨パッド16には、研磨パッド16の一部を構成する研磨パッドピース212が嵌めこまれている。

30

#### 【0204】

研磨パッドピース212は、研磨パッド16と滑らかに連続している。研磨パッドピース212には、貫通孔84が設けられている。また、研磨パッドピース212の表面は平坦である。すなわち、研磨パッド16に設けられる溝やディンプルを有していない。研磨パッドピース212は、研磨パッド16と同じ材料で構成される。

#### 【0205】

図32に示すように、研磨パッドピース212の回転テーブル12への取付側には、取付用の突出部214が設けられている。また、回転テーブル12には、研磨パッドピース212の突出部214を受け入れる穴216が設けられている。この取付用突出部214および回転テーブル12の穴216は、研磨パッドピース212と固定する固定手段を構成し、これにより研磨パッドピース212をカートリッジ式に容易に回転テーブル12に取り付けることができる。

40

#### 【0206】

図33は、回転テーブル12に研磨パッド16が取り付けられた状態を示す図である。本実施形態での、研磨パッド16の取付作業について図32及び図33を参照しながら説明する。図32に示すように、研磨パッド16を回転テーブル12に取り付ける際には、まず研磨パッドピース212を回転テーブル12に取り付ける。回転テーブル12に設けられた穴216に研磨パッドピース212の取付用突出部214を嵌め込み、研磨パッド

50

ピース 2 1 2 を回転テーブル 1 2 に取り付ける。続いて、図 3 3 に示すように、研磨パッドピース 2 1 2 が研磨パッド 1 6 の開口 2 1 8 に嵌め込まれるように、研磨パッド 1 6 を回転テーブル 1 2 に取り付ける。

【 0 2 0 7 】

研磨パッドピース 2 1 2 の表面 2 2 0 は平坦で溝やディンプルがないので、貫通孔 8 4 へのスラリの侵入を制限することができる。すなわち、図 3 2 に示すように、研磨パッド 1 6 の研磨面 9 0 には、スラリや削りくずを研磨面 9 0 から円滑に洗い流すために溝 2 2 2 が形成されている。スラリが溝 2 2 2 を通って貫通孔 8 4 に流入することがある。貫通孔 8 4 が設けられた研磨パッドピース 2 1 2 の表面 2 2 0 は平坦で、スラリの通路となり得る溝がなくスラリが通りにくい。また、研磨パッドピース 2 1 2 は、研磨パッド 1 6 と同じ材料で構成されているので、基板 1 8 に損傷を与えない。さらに、研磨パッド 1 6 と同じペースで減耗するので、研磨パッド 1 6 と研磨パッドピース 2 1 2 との間に段差が生じないので好ましい。

10

また、研磨パッド 1 6 を取り付ける際に、先に研磨パッドピース 2 1 2 を回転テーブル 1 2 に取り付けることにより、研磨パッド 1 6 の位置決めを容易に行うことができる。

【 0 2 0 8 】

第 9 実施形態によれば、研磨パッドピース 2 1 2 が貫通孔 8 4 への研磨剤の流入路となり得る溝やディンプルを有しないため、貫通孔 8 4 に流入するスラリの量を低減できる。

上記実施形態では、研磨パッドピース 2 1 2 は研磨パッド 1 6 と同じ材料で構成されていたが、研磨パッドピース 2 1 2 は研磨パッド 1 6 より減耗しやすい材料であれば他の材料で構成されてもよい。また、研磨パッドピース 2 1 2 には研磨機能がなくてもよい。

20

【 0 2 0 9 】

図 3 4 は、第 1 0 実施形態に係る基板研磨装置 1 0 に用いられる研磨パッド 1 6 を示す図である。研磨パッド 1 6 の一部は溝やディンプルが形成されていない平坦面 2 1 3 とされており、平坦面 2 1 3 に貫通孔 8 4 が設けられている。平坦面 2 1 3 のサイズと貫通孔 8 4 のサイズは、加工条件を考慮して決定される。ここで、考慮すべき加工条件には、スラリの種類、スラリ流量、テーブルの回転速度、加工圧力、測定用流体の供給流量および排出流量、貫通孔 8 4 の数および配置などが含まれる。ここでは、平坦面 2 1 3 に楕円形の貫通孔 8 4 が設けられ、貫通孔 8 4 の長軸  $d_1$  が 2 ~ 10 mm、短軸  $d_2$  が 1 ~ 5 mm、貫通孔 8 4 の外周と平坦面 2 1 3 の外周との長さ  $d_3$  が 30 mm 以下である。好ましくは、貫通孔 8 4 の長軸  $d_1$  が 3 ~ 8 mm、短軸  $d_2$  が 2 ~ 4 mm、貫通孔 8 4 の外周と平坦面 2 1 3 の外周との長さ  $d_3$  が 10 mm 以下である。さらに好ましいサイズの組み合わせは、貫通孔 8 4 の長軸  $d_1$  が 4 ~ 6 mm、短軸  $d_2$  が 2.5 ~ 3.5 mm、貫通孔 8 4 の外周と平坦面 2 1 3 の外周との長さ  $d_3$  が 3 mm 以下である。

30

【 0 2 1 0 】

また、貫通孔 8 4 は、回転テーブル 1 2 の回転により、基板 1 8 の回転中心と重ならない位置に設けられる。図 3 5 A は回転テーブル 1 2 の回転により貫通孔 8 4 が描く軌道と基板 1 8 を示す図、図 3 5 B は回転テーブル 1 2 及び基板 1 8 の回転速度を変えたときに貫通孔 8 4 が基板 1 8 上に描く軌道を示す図、図 3 5 C は本実施形態において貫通孔 8 4 が基板 1 8 上に描く軌道を示す図である。なお、図 3 5 B 及び図 3 5 C は、基板 1 8 の回転中心から回転テーブル 1 2 の中心までの距離が基板 1 8 の半径にほぼ等しいことを前提としている。

40

【 0 2 1 1 】

まず、図 3 5 B を参照して、回転テーブル 1 2 の回転速度と基板 1 8 の回転速度により、貫通孔 8 4 が基板 1 8 上に描く軌道がどのように変化するかについて説明する。基板 1 8 が回転していない場合には、貫通孔 8 4 は軌道 A 1 を描く。基板 1 8 が回転テーブル 1 2 の回転速度の半分の回転速度で回転している場合には、貫通孔 8 4 は軌道 A 2 を描く。基板 1 8 と回転テーブル 1 2 の回転速度が等しい場合には、貫通孔 8 4 は軌道 A 3 を描く。このように回転速度により、貫通孔 8 4 が基板 1 8 上に描く軌道は変化する。一般的な研磨条件では、回転テーブル 1 2 の回転速度と基板 1 8 の回転速度は等しいので、貫通孔

50

84は軌道A3を描く。この場合、基板の右半分のプロファイルを取得できるが、左半分についてはプロファイルを取得できない。

【0212】

また、図35Bに示すように貫通孔84が描く軌道と基板18の回転中心が重なると、基板18の回転中心付近に研磨むらが生じるおそれがある。従って、貫通孔84が描く軌道と基板18の回転中心がずれるように貫通孔84の位置を設定することが好ましい。貫通孔84を基板18の回転中心からどの程度ずらして設けるかは、加工条件に基づいて定める。なお、回転テーブル12の回転速度と基板18の回転速度を異なる値に設定することにより、研磨むらを低減することも可能である。

【0213】

本実施形態では、貫通孔84を、基板18の回転中心より回転テーブル12に近接した位置に設ける。これにより、貫通孔84が基板18に描く軌道は、図35Cに示すように、基板18が回転していない場合には軌道A4を描き、基板18が回転テーブル12と同じ回転速度で回転している場合には軌道A5を描く。一般的な研磨条件において、貫通孔84は軌道A5上を移動するので、基板18の右半分のみならず、基板18の左側のプロファイルを取得することも可能となる。以上、貫通孔84が設けられる位置について説明した。

【0214】

本実施形態では、貫通孔84の周辺を、スラリの通路となり得る溝やディンプルのない平坦面213とした。これにより、貫通孔84へのスラリの流入を制限することができ、測定光による膜測定を高精度に行うことが可能となる。また、貫通孔84の周辺部以外には、溝またはディンプルを形成することにより、効率良くスラリの供給および排出を行える。

【0215】

また、基板18の回転中心が、回転テーブル12の回転により貫通孔84が描く円軌道から外れているので、研磨後の基板18に生じ得る研磨むらを低減可能である。さらに、基板18の回転中心より回転テーブル12の中心方向にずらした位置に貫通孔84を設けたことにより、一般的な研磨条件においてプロファイル可能な範囲を広くできた。

【0216】

図36は、第10実施形態の変形例を示す図である。変形例では、一の平坦面213に複数の貫通孔84が設けられている。8個の貫通孔84が回転中心をまたいで基板18の半径方向に均等配置されている。

【0217】

この構成により、それぞれの貫通孔84において基板18に測定光を当てて膜測定を行う構成とすることにより、基板18の半径方向のプロファイルを計測可能である。また、貫通孔84が回転中心をまたいで配置されているので研磨むらを低減可能である。

また、研磨パッド16に奇数個の貫通孔84を設ける場合には、回転中心を含む均等配置とすることが、基板18のプロファイルを計測する上で好ましい。

【0218】

第11実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10（図4参照）と構成が同じであるが、研磨パッド16の内周面が撥水性を有する点が異なる。

図37は、第11実施形態における研磨パッド16の貫通孔84付近を拡大して示す図である。研磨パッド16は表層パッド228と下層パッド230の2層構造を有している。表層パッド228は、撥水性を有する独立発泡樹脂タイプの材料で構成される。例えば、ロデル社製のIC1000（商品名）が用いられる。下層パッド230は吸水性を有する不織布系の材料で構成される。例えば、ロデル社製のSUBA400（商品名）が用いられる。下層パッド230の貫通孔84に露出された部分は樹脂コーティング232が施され、撥水処理されている。

【0219】

この構成により、貫通孔84に供給された純水の研磨パッド16へのしみ込みを低減す

10

20

30

40

50

る。これにより、研磨パッド16の物性変化を抑制し、研磨パッド16の研磨特性に対する変化を低減できる。

#### 【0220】

図38は、第11実施形態の変形例に係る研磨パッド16の貫通孔84付近を拡大して示す図である。研磨パッド16は単層パッドであり、吸水性を有する材料で構成される。例えばロデル社製のSUBA400(商品名)またはSUBA800(商品名)が用いられる。貫通孔84の内周面には樹脂コーティング232が施され、撥水処理されている。

この構成により、第11実施形態と同様に純水の研磨パッド16へのしみ込みを低減し、研磨パッド16の研磨特性に対する変化を低減できる。

10

#### 【0221】

本実施形態では、貫通孔84の内面に撥水性を与えるため貫通孔84の内周面に樹脂コーティング232を施しているが、本発明は貫通孔84の内周面が撥水性を有すればよく、撥水性を与える手段は樹脂コーティングに限定されない。例えば、研磨パッド16を撥水性材料により構成してもよい。また、撥水性材料で構成されたカラーを貫通孔84に取り付けてもよい。

なお、本実施形態では、貫通孔84の内周面に撥水性を与えているが、以下のような理由により、研磨パッド16の外周面にも撥水性を与えることが好ましい。

#### 【0222】

研磨パッド16に研磨剤として供給されたスラリは、研磨パッド16の外側に流れ、外周面を伝って研磨パッド16から流れ落ちる。一般的に研磨パッド16の表層は、スラリが研磨パッド16にしみ込まないように、撥水性の高い材料により構成される。しかし、研磨パッド16の外周面は、流体が吸水性を有する材料が露出している場合がある。例えば、2層構造のパッドでは、表層パッドは撥水性の高い材料で構成され、下層パッドは吸水性を有する材料で構成されることがあり、このような2層構造の研磨パッドでは、吸水性を有する下層パッドが外周面で露出する。そして、外周面において吸水性を有する材料にスラリがしみ込むと、研磨パッド16の研磨特性が変化するという不都合が生じる。このような事態を防止するため、外周面に撥水性を与えることが好ましい。これにより、外周面において研磨パッド16にスラリがしみ込むことを制限し、研磨パッド16の物性変化を低減できる。

20

30

#### 【0223】

第12実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10と構成が同じであるが、配管ピース86が研磨パッド16と同程度以上の軟質材料によって構成される。

研磨パッド16と同程度以上の軟質材料で配管ピース86を構成することにより、配管ピース86が基板18に接触しても基板18が損傷しない。従って、出口部を基板18へとさらに近接させることができ、出口88の位置を研磨面90とほぼ一致させることも可能である。配管ピース86を研磨パッド16と共にドレッシングし、配管ピース86の高さ方向の調整を研磨パッド16と共に行い、これにより容易に出口88の位置を研磨面90とほぼ一致させることができる。

40

#### 【0224】

図39は、第12実施形態の変形例を示す図である。この変形例では、研磨パッド16と同程度以上の軟質材料で構成されるキャップ224が配管ピース86に取り付けられている。キャップ224が出口部を構成し、キャップの終端である出口226が供給路44を通じて貫通孔84内に供給される測定用流体の供給口となる。軟質材料からなるキャップ224が基板18に接触しても基板18が損傷するおそれがない。また、キャップ224により、出口226をさらに基板18に近づけることができ、出口部前方の測定光投射部位からの研磨剤の排除能力を増大できる。

#### 【0225】

また、第12実施形態において、配管ピース86を研磨パッド16と同じ材料で構成し

50

てもよい。この構成により、第12実施形態と同様に、配管ピース86が基板18に接触しても基板18が損傷しないので、出口部を基板18へとさらに近接させることができる。

#### 【0226】

第13実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10と構成が同じであるが、出口部を構成する配管ピース86が研磨パッド16より弾性係数の大きい材料で構成されている。

#### 【0227】

この構成を採用すれば、以下に説明するようにドレッシング圧力を研磨圧力より大きくすることにより、出口部の高さを調節可能である。すなわち、基板研磨装置10は、まず出口部を研磨パッド16と共にドレッシングする。このとき、出口部の弾性係数が研磨パッド16の弾性係数より大きいので、ドレッシング終了時に、ドレッシング中に加えられていた圧力が解放されて伸びる量は、研磨パッド16の方が大きい。従って、ドレッシング終了時には、出口部は研磨パッド16の貫通孔84内に引っ込むこととなる。そして、基板研磨装置10は、研磨圧力をドレッシング圧力より小さく設定する。従って、出口部は研磨時に研磨面90から突出することはなく、すなわち出口部は研磨パッド16の貫通孔84内に位置して、研磨の邪魔にならない。

10

#### 【0228】

第14実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10と構成が同じであるが、供給路44の内面が鏡面とされている。供給路44の全長にわたって内面を鏡面としてもよいが、好ましくは供給路44の出口88付近のみ鏡面とする。例えば、出口部を構成する配管ピース86の内面を鏡面とする。これにより、供給路44の内部での光の吸収を抑制し、測定光及び反射光の減衰を低減できる。従って、反射光の受光量が増大し、S/N比を向上可能となる。

20

#### 【0229】

第15実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10と構成が同じであるが、供給路44の内面が非反射面とされている。供給路44の全長にわたって内面を非反射面としてもよいが、好ましくは供給路44の出口88付近のみ非反射面とする。例えば、出口部を構成する配管ピース86の内面を非反射面とする。これにより、供給面の内部での光の反射を抑制し、供給路44内面での反射による波長ずれを低減可能である。従って、波長のずれを利用して基板18の膜を測定する場合には、この構成によりS/N比を向上可能となる。

30

以上、本発明の基板研磨装置について実施形態を挙げて詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

#### 【0230】

本発明によれば、供給路の出口部が研磨パッドの貫通孔の内部に位置しているので、供給路の出口部が基板に近接する。従って、供給路から供給される流体は出口部において流速が大きくなり、基板と出口部との隙間から供給路の外側に向けて勢いよく噴出され、基板に沿った流れを形成する。この流体の流れによって、出口部前方の測定光投射部位から研磨剤を効果的に排除できる。

40

以上に、本実施の形態の基板研磨装置10の全体構成を、センサ26部分の構成と共に説明した。次に、本実施の形態の特徴的構成について説明する。

#### 【0231】

図1の基板研磨装置10では、光源ユニット32の光源部品が消耗部品であり、本実施の形態では、光源部品がランプである。光源ユニット32にハロゲンランプが備えられたとして、ランプの寿命は例えば約4ヶ月である。ただし、ランプの寿命は、種類と使用条件によって異なる。なお、本発明の範囲内で、ランプはハロゲンランプに限定されず、例えばキセノンフラッシュランプでもよい。また、本発明の範囲内で、光源部品はランプに限定されず、例えばLEDでもよく、また例えばレーザー光源でもよい。

#### 【0232】

50

また、本実施の形態では、供給制御弁58、60および排出制御弁62が電磁弁であり、これらの電磁弁も消耗部品である。ステンレス製の電磁弁が備えられてとして、電磁弁の寿命は例えば約6ヶ月(1500万回)である。また、樹脂製の電磁弁が備えられたとして、電磁弁の寿命は例えば約4ヶ月(1000万回)である。ただし、電磁弁の寿命も、種類と使用条件によって異なる。

#### 【0233】

これらの消耗部品は研磨テーブル12の下面に取り付けられており、従来は交換作業が容易でなかった。この点に鑑み、本実施の形態は、消耗部品の交換作業を容易にするものである。以下では、ランプ交換のための構成を説明する。しかし、電磁弁の交換にも同様の構成を適用可能である。

10

#### 【0234】

図40A及び図40Bは図1の基板研磨装置の研磨テーブルに備えられる消耗部品交換扉の部分を示す図であり、図40Aは平面図、図40Bは側面図である。図40A及び図40Bを参照すると、電源ユニット28、コントローラユニット30、光源ユニット32、フォトメータユニット34、ポンプ50および電磁弁ユニット1074は、研磨テーブル12の外縁に沿って、スカート1076の内側に配置されている。スカート1076の外周面が研磨テーブル12の側面1078に相当する。

#### 【0235】

本実施の形態の特徴として、研磨テーブル12の側面1078には、消耗部品交換扉1080が設けられている。消耗部品交換扉1080は、ヒンジ1082で側面1078に取り付けられている。消耗部品交換扉1080が閉じられると、交換口1084が塞がれる。消耗部品交換扉1080は、光源ユニット32の外側に配置されており、交換口1084は光源ユニット32を出入れ可能な形状を有する。また、消耗部品交換扉1080の中央にはグリップ1086が取り付けられており、4隅にはボルト1088が設けられている。メンテナンス作業が行われなときは、ボルト1088を用いて消耗部品交換扉1080が研磨テーブル12にねじ止めされている。その他、図示されないが、研磨のスラリおよび測定用の純水の侵入を防ぐために、消耗部品交換扉1080には、リング等のシールが設けられる。シールを確実にするためには3本以上のボルトを設けることが望ましく、そこで本実施の形態では4本のボルト1088が設けられている。

20

#### 【0236】

次に、ランプの交換作業を説明する。ランプを交換するとき、作業者は、消耗部品交換扉1080の4隅のボルト1088を外す。次に、作業者は、グリップ1086を持ち、消耗部品交換扉1080を開ける。作業者は、交換口1084から手を入れて、光源ユニット32を研磨テーブル12から取り外す。光源ユニット32は、交換口1084を通して取り出される。作業者は、光源ユニット32のランプを交換する。光源ユニット32は再び交換口1084から挿入され、研磨テーブル12の所定位置に取り付けられる。そして、消耗部品交換扉1080が閉じられ、ボルト1088が締め付けられる。以上により、ランプの交換が終了する。

30

#### 【0237】

図3に示されるように、基板処理装置66は、基板研磨装置10が設けられた部屋に、作業用窓74を有する。作業用窓74は、元々は、研磨パッドの貼り替え作業に使われる。本実施の形態では、作業用窓74が、ランプの交換にも利用される。そして、作業用窓74の内側の作業領域1100が、ランプの交換に使用される。作業者は、作業用窓74の扉を開けて、研磨テーブル12を手で回し、消耗部品交換扉1080を作業領域1100に位置させる。そして、作業者は、上述の作業によってランプを交換する。

40

#### 【0238】

さらに好ましくは、メンテナンスのために、研磨テーブル12の停止位置が自動制御される。例えば、作業者が操作パネルでメンテナンスの指示を入力すると、研磨テーブル12が回転される。そして、消耗部品交換扉1080が基板処理装置66の作業領域1100に位置するように、研磨テーブル12が停止される。これにより交換作業がさらに容易

50

になる。ここでは、作業者が入力操作に応じて研磨テーブルの停止制御が行われる。しかし、この制御は、消耗部品を使用してから適当な期間が経過したときに自動的に行われてもよい。また、同様の停止制御が、故障発生時のアラーム信号の出力と共に行われてもよい。

以上、本実施の形態の基板研磨装置について詳細に説明した。上述のように、本実施の形態では、消耗部品交換扉を設けたことにより、消耗部品の交換作業が容易になる。

#### 【0239】

上記の実施の形態では、ランプの交換の構成を説明したが、電磁弁の交換も同様の構成により実現できる。この場合、電磁弁ユニットの近傍に消耗部品交換扉が設けられる。そして、電磁弁ユニットが取り外され、電磁弁ユニットの電磁弁が交換される。この点は、

10

#### 【0240】

さらに、本発明の範囲内で消耗部品がランプおよび電磁弁に限定されないことはもちろんである。既に説明したように、消耗部品はランプ以外の光源部品でもよく、例えば、LEDまたはレーザ光源でもよい。また、本発明の範囲内で、消耗部品は周囲の部品と一緒に交換されてもよく、例えば、消耗部品を備えるユニット全体が交換されてもよく、このような作業も消耗部品交換作業に含まれる。また、本発明の範囲内で、膜の有無が測定されてもよく、これも膜厚測定に含まれてよい。さらに、膜の測定は膜厚測定に限定されない。

#### 【0241】

その他、本発明の範囲内で、測定用流体は液体に限定されず、気体、例えば空気でもよい。また、本発明の範囲内で、基板測定装置は、上記のような光学式の装置に限定されない。基板測定装置は、例えば、渦電流式の装置である。渦電流式装置も終点判定に利用されてよい。この場合にも、消耗部品の交換が容易になる利点が得られる。

20

#### 【0242】

図41A及び図41Bは上記の実施の形態の変形例を示し、図41Aは平面図、図41Bは側面図である。この変形例では、消耗部品交換扉1102が、研磨テーブル12の側面1078に沿ってスライド可能に設けられている。そして、消耗部品交換扉1102は、スライドにより開閉される。消耗部品交換扉1102が開かれると、交換口1104を介して消耗部品が出し入れされる。また、消耗部品交換扉1102の4隅は、ボルト1106で研磨テーブル12に取り付けられており、これらボルト1106は交換作業時に外される。

30

#### 【0243】

図42A及び図42Bは別の変形例を示し、図42Aは平面図、図42Bは側面図である。この変形例では、消耗部品交換扉1108はカバーであり、研磨テーブル12から取り外される。このようなカバーも、本発明の消耗部品交換扉に含まれる。消耗部品交換扉1108は、4隅のボルト1110で研磨テーブル12に取り付けられる。また、消耗部品交換扉1108にはグリップ1112が取り付けられている。

#### 【0244】

好ましくは、消耗部品交換扉1108の4隅のボルト1110が完全に抜けないように、抜止めリングがボルト1110に備えられる。この構成では、ボルト1110を緩めたとき、ボルト1110は消耗部品交換扉1108から突出した位置に留まる。そこで、ボルト1110を、消耗部品交換扉1108の脱着のグリップとして利用できる。これにより、グリップ1112を廃止できる。

40

#### 【0245】

図43A及び図43Bは別の変形例を示し、図43Aは平面図、図43Bは側面図である。この変形例では、光源ユニット32が、引出し部材1116に取り付けられている。本実施の形態では引出し部材1116は板で構成され、引出し部材1116の上に光源ユニット32が載っている。引出し部材1116を研磨テーブル12の外にスライド可能のように、案内機構1118が備えられている。また、引出し部材1116に消耗部品交換

50

扉 1 1 2 0 が取り付けられている。

【 0 2 4 6 】

消耗部品の交換作業では、作業者は、消耗部品交換扉 1 1 2 0 のグリップ 1 1 2 2 を手前に引き、光源ユニット 3 2 を引出し部材 1 1 1 6 と共に研磨テーブル 1 2 の外に引き出す。そして、光源ユニット 3 2 のランプを交換する。このような構成により、消耗部品の交換作業はさらに容易になる。

【 0 2 4 7 】

上記の引出し機構は、図 4 0 A , 図 4 0 B または図 4 1 A , 図 4 1 B の構成にも適用可能である。この場合、引出し部材と消耗部品交換扉は分離されてよい。

【 0 2 4 8 】

図 4 4 は、さらに別の変形例を示している。この変形例では、消耗部品交換扉は、研磨テーブル 1 2 の基板が押圧される面に設けられる。すなわち、図 4 4 において、消耗部品交換扉 1 1 2 4 は、研磨テーブル 1 2 の研磨面 9 0 に設けられており、より詳細には、研磨面 9 0 を有する研磨パッド 1 6 の下側のテーブル面（回転面）に設けられている。したがって、説明を分かりやすくするために図 4 4 では消耗部品交換扉 1 1 2 4 が実線で描かれているが、実際には図 4 4 では消耗部品交換扉 1 1 2 4 は研磨パッド 1 6 の下側に隠れている。消耗部品交換扉 1 1 2 4 は、研磨面 9 0 の中央の下に設けられており、これにより、基板の軌道から外れた場所に配置されている。

また、消耗部品交換扉 1 1 2 4 は、周囲のテーブル面とともに平坦面を形成するように構成されている。これにより、研磨面 9 0 の段差に起因する不良が防止される。

【 0 2 4 9 】

次に、本発明の別の実施の形態を説明する。本実施の形態は、複数の消耗部の切替によって、消耗部品の交換作業を楽にするものである。

図 4 5 を参照すると、本実施の形態の基板研磨装置 1 0 において、研磨テーブル 1 2 は、上述の実施の形態と同様に、電源ユニット 2 8、コントローラユニット 3 0、光源ユニット 3 2、フォトメータユニット 3 4、電磁弁ユニット 1 0 7 4 およびポンプ 5 0 を備えている。光源ユニット 3 2 にはランプが備えられており、電磁弁ユニット 1 0 7 4 には、測定用流体の供給路および排出路の電磁弁が備えられている。

【 0 2 5 0 】

研磨テーブル 1 2 は、さらに、予備光源ユニット 1 1 4 2 および予備電磁弁ユニット 1 1 4 4 を有している。予備光源ユニット 1 1 4 2 は光源ユニット 3 2 と同様の構成を有しており、かつ、光源ユニット 3 2 と同様にセンサへ測定光を供給可能に設けられている。また、予備電磁弁ユニット 1 1 4 4 は、電磁弁ユニット 1 0 7 4 と同様の構成を有し、かつ、電磁弁ユニット 1 0 7 4 と同様に測定用流体の供給路および排出路上に設置されている。

コントローラユニット 3 0 は、以下のようにして、本発明の消耗部品切替手段として機能する。まず、光源ユニット 3 2 から予備光源ユニット 1 1 4 2 への切替機能を説明する。

【 0 2 5 1 】

コントローラユニット 3 0 は、光源ユニット 3 2 の使用状況を監視しており、使用状況監視手段または検知器として機能する。本実施の形態では、使用状況として、使用期間が監視される。コントローラユニット 3 0 は、光源ユニット 3 2 のランプの寿命に応じて設定された所定のランプ切替基準期間を記憶している。ランプ切替基準期間は例えば 4 ヶ月である。そして、コントローラユニット 3 0 は、光源ユニット 3 2 の使用期間がランプ切替基準期間に達したか否かを判定する。

【 0 2 5 2 】

使用期間がランプ切替基準期間に達すると、コントローラユニット 3 0 は、光源ユニット 3 2 に消灯を指示し、予備光源ユニット 1 1 4 2 に点灯を指示する。これにより、以降の測定では、光源ユニット 3 2 は点灯せず、予備光源ユニット 1 1 4 2 が点灯する。

【 0 2 5 3 】

10

20

30

40

50

次に、電磁弁ユニット1074から予備電磁弁ユニット1144への切替を説明する。ここでも、コントローラユニット30は、電磁弁ユニット1074の使用状況として使用期間を監視している。コントローラユニット30は、電磁弁ユニット1074の電磁弁の寿命に応じて設定された所定の弁切替基準期間を記憶している。弁切替基準期間は例えば6ヶ月である。コントローラユニット30は、電磁弁ユニット1074の使用期間が弁切替基準期間に達したか否かを判定する。

【0254】

使用期間が弁切替基準期間に達した後、コントローラユニット30は、電磁弁ユニット1074への弁開閉の指示の出力を抑制する。コントローラユニット30は、予備電磁弁ユニット1144に弁開閉の指示を出力する。これにより、以降の測定では、電磁弁ユニット1074は測定のために機能せず、代わりに予備電磁弁ユニット1144が機能する。

10

【0255】

以上に説明したように、本実施の形態では、同種の機能をもつ複数の消耗部品が設けられている。そして、複数の消耗部品のうちで膜測定のために機能する消耗部品が切り替えられる。これにより、消耗部品の交換作業の回数を減らすことができ、作業者が楽になる。

【0256】

また、本実施の形態では、膜測定のために機能中の消耗部品の使用状況に応じて自動的に消耗部品が切り替えられる。したがって、作業者の作業が減り、作業が一層楽になる。

20

また、本実施の形態によれば、消耗部品が消耗または故障したときに、直ちに基板研磨装置を停止して交換作業を行わなくてもよい、という利点も得られる。消耗部品は、研磨パッド交換等の他のメンテナンス作業の際に交換されればよい。したがって、基板研磨装置の稼働率を増大できる。

【0257】

なお、本実施の形態では、ある消耗部品が継続的に使用され、それから予備の消耗部品が使用された。しかし、本発明はこれに限定されない。複数の消耗部品が交互に使われてもよい。この場合、切替周期は消耗部品の寿命より短く設定されてよい。

【0258】

また、本実施の形態では使用状況として使用期間が監視されたが、本発明はこれに限定されない。消耗部品の故障または寿命の診断装置が備えられてもよい。診断のためのセンサの信号がコントローラユニット等で処理され、診断結果が得られる。診断結果に応じて消耗部品が自動的に切り替えられる。故障等はアラームで報知され、部品交換が促される。

30

【0259】

また、本態様は、上述の図40A及び図40Bに示した実施の形態と組み合わせられてもよい。この場合、研磨テーブルに消耗部品交換扉が設けられ、かつ、研磨テーブルに同機能をもつ複数の消耗部品が設けられる。それら複数の消耗部品が切り替えられ、また、消耗部品交換扉を利用して交換される。これにより、消耗部品の交換回数が減り、かつ、交換時の作業が容易であり、全体としてさらに交換作業が容易になる。

40

【0260】

次に、本発明の別の実施の形態を説明する。本実施の形態は、以下に説明するように、消耗部品を研磨テーブルの外部に配置することによって交換作業を容易にするものである。

図46は、消耗部品を研磨テーブルの外部に配置した実施の形態の基板研磨装置を示している。図46の基板研磨装置1150は、図1の基板研磨装置10との相違点として、研磨テーブル12に光源ユニットを備えていない。その代わりに、光源ユニット1152が研磨テーブル12の外部に設置されている。本実施の形態では、研磨テーブル12の外部は、研磨テーブル12が占める空間（研磨テーブル12および搭載部品が占める空間）の外部であり、より詳細には、研磨テーブル12の上面と側面（スカート）が作る空間の

50

外部である。光源ユニット 1 1 5 2 は、ランプ交換作業を容易に行える適当な場所に配置される。

【0 2 6 1】

光源ユニット 1 1 5 2 のランプが発する光をセンサ 2 6 に導くために、研磨テーブル 1 2 の外部には固定側導光路 1 1 5 4 が設けられ、研磨テーブル 1 2 には回転側導光路 1 1 5 6 が設けられており、回転側導光路 1 1 5 6 がセンサ 2 6 に接続されている。固定側導光路 1 1 5 4 および回転側導光路 1 1 5 6 は光ファイバで構成される。

【0 2 6 2】

固定側導光路 1 1 5 4 と回転側導光路 1 1 5 6 の接続部分には、光ロータリジョイント 1 1 5 8 が設けられている。光ロータリジョイント 1 1 5 8 は、電気系のロータリーコネクタ 3 6 および流体系のロータリジョイント 4 8 と共に、研磨テーブル 1 2 の軸部に備えられており、固定側導光路 1 1 5 4 から回転側導光路 1 1 5 6 に光を伝達する。ただし、光ロータリジョイント 1 1 5 8、ロータリーコネクタ 3 6 および流体系のロータリジョイント 4 8 は、研磨テーブル 1 2 の軸部以外の場所、例えば、研磨テーブル 1 2 の外周や研磨テーブル 1 2 の下部に備えられてもよい。

10

【0 2 6 3】

さらに、基板研磨装置 1 1 5 0 は、図 1 の基板研磨装置 1 0 との相違点として、研磨テーブル 1 2 内には供給制御弁を備えていない。代わりに、研磨テーブル 1 2 の外部に供給制御弁 1 1 6 0、1 1 6 2 が設けられている。既に説明したように、供給制御弁 1 1 6 0、1 1 6 2 は、測定用流体の噴射と低流量供給の切替に用いられる。

20

【0 2 6 4】

より詳細には、測定用流体の供給路 1 1 6 4 が、回転側供給路 1 1 6 6 および固定側供給路 1 1 6 8 で構成されている。回転側供給路 1 1 6 6 は研磨テーブル 1 2 に設けられ、固定側供給路 1 1 6 8 は研磨テーブル 1 2 の外部に設けられている。回転側供給路 1 1 6 6 と固定側供給路 1 1 6 8 は、ロータリジョイント 4 8 で接続されている。

【0 2 6 5】

さらに、基板研磨装置 1 1 5 0 は、測定用流体の排出機構に関しても同様の構成を有する。すなわち、基板研磨装置 1 1 5 0 は、図 1 の基板研磨装置 1 0 との相違点として、研磨テーブル 1 2 内には排出制御弁を備えていない。代わりに、研磨テーブル 1 2 の外部に排出制御弁 1 1 7 0 が設けられている。

30

【0 2 6 6】

排出制御弁 1 1 7 0 を研磨テーブル 1 2 の外部に移すために、排出路 1 1 7 2 も研磨テーブル 1 2 から外部へと延ばされている。排出路 1 1 7 2 は、研磨テーブル 1 2 内の回転側排出路 1 1 7 4 と、研磨テーブル 1 2 の外部の固定側排出路 1 1 7 6 とで構成される。回転側排出路 1 1 7 4 と固定側排出路 1 1 7 6 はロータリジョイント 4 8 で接続される。そして、固定側排出路 1 1 7 6 に排出制御弁 1 1 7 0 が設置されている。強制排出用のポンプ 5 0 も研磨テーブル 1 2 の外部に移され、固定側排出路 1 1 7 6 に接続されている。

【0 2 6 7】

上記の供給制御弁 1 1 6 0、1 1 6 2 および排出制御弁 1 1 7 0 は、電磁弁ユニットを構成している。この電磁弁ユニットが、上述のように研磨テーブル 1 2 の外部に設けられている。電磁弁ユニットは、弁交換作業を容易に行える適当な場所に配置される。

40

【0 2 6 8】

本実施の形態での消耗部品の交換作業について説明する。消耗部品はランプおよび電磁弁である。作業者は、交換時期が来ると基板処理装置の壁面の作業用扉を開ける。作業者は、扉から手を入れて、消耗部品を交換する。

以上に説明したように、本実施の形態によれば、消耗部品が研磨テーブルの外部に設けられるので、消耗部品の交換作業が容易になる。

【0 2 6 9】

図 4 7 は、図 4 6 の基板研磨装置 1 1 5 0 に備えられる光ロータリジョイント 1 1 5

50

8の構成例を示している。

図47において、固定側導光路1154と回転側導光路1156は光ファイバで構成されている。回転側導光路1156は、研磨テーブル12の回転軸Yに沿って延びている。固定側導光路1154は回転軸Yに垂直に延びており、回転側導光路1156の延長線Xが回転軸Yに交差する。図47において、固定側端部1178は固定側導光路1154の端部であり、回転側端部1180は回転側導光路1156の端部である。回転側端部1180は研磨テーブル12の下端に位置している。

#### 【0270】

回転軸Y上にはミラー1182が設けられている。図47に示されるように、ミラー1182は、回転側端部1180と固定側端部1178とがミラー1182を介して対向するように配置されている。これにより、光は、固定側導光路1154から出て、ミラー1182で反射し、回転側導光路1156に入り、図示しないセンサへと伝えられる。

10

#### 【0271】

図47の構成によれば、研磨テーブル12が一回転する間、常に、光が固定側から回転側に伝達される。なお、ミラー1182は、平面鏡でもよく、凹面鏡でもよい。また、図47の変形例として、ミラー1182を設ける代わりに、固定側導光路1156が曲げられてもよい。すなわち、固定側端部1178が回転側端部1180と対向するように、固定側導光路1156を構成する光ファイバ部材が上方へと曲げられてもよい。このような構成でも光が好適に伝達される。

#### 【0272】

図48は、光ロータリージョイントの別の構成例である。図48においては、研磨テーブル12内で、回転側導光路1156が垂直に曲げられている。これにより、回転側端部1180は、研磨テーブル12の軸部1184の側面1186に位置している。そして、回転側端部1180と固定側端部1178が対向するように、固定側導光路1154が配置されている。

20

#### 【0273】

図49A及び図49Bは、図48を線A-Aで切断した断面図である。図示の矢印で示すように、研磨テーブル12が回転するので、回転側端部1180と固定側端部1178とは、研磨テーブル12の回転方向に所定の導光範囲でだけ対向する。導光範囲は、固定側端部1178と回転側端部1180が重なり始めてから、重なりが終わるまでの範囲である。

30

#### 【0274】

図50A、図50B、図50Cは、図49A及び図49Bの変形例であり、導光範囲が広がられている。図50Aでは、回転側端部1180が円周方向に拡大されている。図50B、図50Cでは、固定側端部1178が拡大されている。このような構成によれば、さらに広い範囲で固定側端部1178と回転側端部1180を対向させることができる。

#### 【0275】

上記の導光範囲は、基板が測定位置にあるときの研磨テーブルの角度位置を含むように設定されることが好適である。基板の測定は、研磨面のセンサを基板が通過する間に複数回行うことが適当である。この場合、基板の全測定点をセンサを通過する間は、固定側端部1178と回転側端部1180が対向するように、導光範囲が設定される。基板がセンサを通過する全期間に渡って固定側端部1178と回転側端部1180が対向するように導光範囲が設定されてもよい。

40

#### 【0276】

以上に、本実施の形態の好適な光ロータリージョイントを説明した。上記の構成によれば、回転側と固定側の導光路の端部が常に通じていなくてよいので、光の伝達の構成が簡素である。例えば、図47の構成と比べると、ミラーが不要であり、また、導光路端部の位置をより自由に設定できる。

#### 【0277】

次に、図46の基板研磨装置1150に備えられる測定用流体の供給に用いられるロー

50

タリージョイント４８の好適な構成例を説明する。

図５１Ａ及び図５１Ｂは、本実施の形態のロータリージョイント１２００を示しており、ロータリージョイント１２００は、純水等の測定用流体の供給のために用いられる。

【０２７８】

ロータリージョイント１２００は、円筒形状のハウジング１２０２を有し、ハウジング１２０２の内部にロータ１２０４が収容されている。ロータ１２０４は、基板研磨装置の研磨テーブル（図示せず）に取り付けられており、研磨テーブルの回転軸を中心に回転する。このような要素は、研磨テーブルに取り付けられ、研磨テーブルと共に回転するので、本発明ではロータ１２０４は研磨テーブルを構成すると考える。

【０２７９】

ロータ１２０４の内部には回転側供給路１２０６が設けられており、ハウジング１２０２には固定側供給路１２０８が設けられている。回転側供給路１２０６と固定側供給路１２０８の断面は円形であり、両者の大きさは等しい。回転側供給路１２０６は、ロータ１２０４の回転軸に沿って延びており、研磨テーブルの研磨面のセンサへ続いている。回転側供給路１２０６の下方は垂直に曲がっている。

【０２８０】

回転側端部１２１０は回転側供給路１２０６の端部であり、固定側端部１２１２は固定側供給路１２０８の端部である。そして、回転側端部１２１０はロータ１２０４の外周面１２１４に位置し、固定側端部１２１２は、ハウジング１２０２の内周面１２１６に位置している。固定側端部１２１２は、図示のように、円周方向に沿って延びる供給溝１２１８で構成されている。供給溝１２１８の位置および形状は、固定側端部１２１２と回転側端部１２１０が適当な範囲で対向するように設定されている。

【０２８１】

ハウジング１２０２の内周面１２１６は、固定側端部１２１２が設けられていない範囲では、ロータ１２０４の外周面１２１４に近接している。これにより、ロータ１２０４の外周面１２１４とハウジング１２０２の内周面１２１６の間にオリフィス隙間１２２０が形成されている。ハウジング１２０２およびその内周面１２１６は、本発明のオリフィス形成部材およびオリフィス形成面に相当する。

【０２８２】

また、ハウジング１２０２の内周面１２１６とロータ１２０４の外周面１２１４の間には、測定用流体の漏れを防ぐために、シール１２２２が設けられている。２つのシール１２２２が、回転側供給路１２０６、固定側供給路１２０８を挟んで配置されている。

【０２８３】

図５２は、固定側端部１２１２の供給溝１２１８の適当な位置および形状を説明する図である。研磨テーブル１２が回転すると、基板１８は研磨テーブル１２に対して相対的に移動する。このとき、基板１８は、研磨テーブル１２上で円形の軌道を描く。研磨テーブル１２の回転方向の角度位置が図中の重なり範囲１２２４にあるとき、基板１８が研磨面のセンサ２６の上にある。この期間が本実施の形態では所定の導通期間に設定されている。そして、導通期間に回転側端部１２１０と固定側端部１２１２が対向するように、供給溝１２１８の形状が設定されている。

【０２８４】

より詳細には、供給溝１２１８の開始点１２２６と終了点１２２８は、それぞれ、基板１８がセンサ２６に到達するときと基板１８から離れるときの回転側端部１２１０の位置（点Ｃ、点Ｄ）と合うように設定されている。

【０２８５】

次に、図５１Ａ及び図５１Ｂのロータリージョイント１２００の動作を説明する。ロータリージョイント１２００が回転すると、上述の導通期間、すなわち、センサ２６が基板１８に覆われている期間は、固定側供給路１２０８の固定側端部１２１２と回転側供給路１２０６の回転側端部１２１０が対向し、比較的大きな開口ができる。したがって、大量の測定用流体がセンサ２６へと供給され、センサ２６では測定用流体が噴射される。

10

20

30

40

50

## 【0286】

これに対し、導通期間以外の期間では、固定側端部1212と回転側端部1210は対向しない。固定側端部1212と回転側端部1210は、オリフィス隙間1220を介して接続される。流路が狭いので、低流量の測定用流体がセンサ26へと供給される。したがって、センサ26が基板18に覆われないときに大量の測定用流体が研磨テーブル12に噴出することが回避され、そして、研磨テーブル12上のスラリの希釈が回避される。

## 【0287】

以上に説明したように、本実施の形態では、比較的簡単な構成で、測定用流体を伝達できる。また、オリフィス隙間を設けたことで、流路端部が対向しないときに低流量の流体を伝えることができる。

10

## 【0288】

本実施の形態は、上述したように、流体の伝達部の簡素な構成により、測定用流体の流量の切替制御を実現している。これにより、流量制御のための電磁弁を廃止することが可能である。あるいは、電磁弁を残したとしても、電磁弁は測定中に頻繁な動作をしなくてよくなるので、電磁弁の寿命は大幅に長くなる。これにより、電磁弁の交換作業そのものをなくすることが可能になる。

## 【0289】

上記の説明では、流体供給側の構成が説明された。しかし、同様の構成は、流体排出側の構成にも同様に適用されてもよい。排出においては、強制排出のオンオフをロータリージョイントで切り替えることができる。この場合には、ロータリージョイントのロータとハウジングの隙間を非常に小さくして、オリフィス隙間を実質的に廃止してもよい。このように、本発明は、供給側にも排出側にも適用可能である。

20

## 【0290】

図53は、上述の実施の形態の変形例を示している。図51A及び図51Bの実施の形態では、固定側供給路1208の固定側端部1212に供給溝1218が設けられていた。図53では、回転側供給路1206の回転側端部1210が拡大されている。この構成でも上記の供給溝の機能が得られる。

## 【0291】

図54A及び図54Bは別の実施の形態を示している。ロータリージョイント1230は、ロータ1232およびベース1234を有する。ロータ1232およびベース1234は、それぞれ、回転側供給路1236および固定側供給路1238を有する。

30

## 【0292】

ロータ1232およびベース1234は、ロータ回転軸1240に垂直な伝達面1242、1244を有しており、伝達面1242、1244に回転側供給路1236の回転側端部1246および固定側供給路1238の固定側端部1248が位置する。また、伝達面1242、1244の間にオリフィス隙間1259が形成されている。図では、説明を分かりやすくするためにオリフィス隙間1259が大きく描かれているが、実際のオリフィス隙間1259は非常に小さい。さらに、ベース1234の伝達面1244上に、固定側端部1248の供給溝1250が設けられている。供給溝1250は、ロータ回転軸1240を中心とする円弧に沿って設けられている。その他、図示されていないが、ロータ1232およびベース1234の外周には、漏れ防止のシール構造を有するハウジングが設けられている。

40

## 【0293】

ロータ1232が回転すると、回転側端部1246が供給溝1250を通過する期間は、回転側供給路1236の回転側端部1246と固定側供給路1238の固定側端部1248が対向し、流量が多くなる。それ以外の期間は、固定側供給路1238と回転側供給路1236の間にオリフィス隙間1259が介在し、流量が低減する。したがって、この構成でも、上述の実施の形態と同様の機能が得られる。このように、本発明の範囲内で、流体の伝達は円筒面を介して行われなくてもよい。また、上記の供給溝が、ロータ側に設けられてもよいことはもちろんである。

50

## 【0294】

以上、本発明の好適な実施の形態を説明したが、本実施の形態は、本発明の範囲内で当業者が変形可能なことはもちろんである。例えば、消耗部品は上記の光源部品および制御弁には限定されず、この点は既に説明した通りである。

## 【0295】

本発明によれば、消耗部品交換扉を通して消耗部品を出し入れできるので、消耗部品の交換作業が容易になる。

また、本発明によれば、同機能をもつ複数の消耗部品が設けられ、これらが切り替えられるので、消耗部品の交換作業の回数を減らすことができる。

また、本発明によれば、消耗部品が研磨テーブルの外部に設けられるので、消耗部品の交換作業が容易になる。 10

また、本発明によれば、研磨テーブルへの流体伝達部の構成により流量調整制御ができるので、流量調整の弁装置が不要になる。

## 【0296】

次に、本実施の形態の特徴的構成について説明する。本実施の形態では、流体容器2100(図1)は、測定用流体として、スラリの溶媒を収容している。スラリの溶媒は、好ましくは、スラリと同じ種類で、同じ濃度の主成分溶媒である。この溶媒が、供給ポンプ2102により送出され、供給路44を通してセンサ26に供給される。

## 【0297】

図55は、図1の基板研磨装置に備えられるセンサの構成例を示す図である。 20

図55に示すように、溶媒は研磨パッド2018の貫通穴2068へと噴出される。溶媒は、研磨テーブル2012と基板2020の間から貫通穴2068へと流入してくるスラリを希釈する役割を果たす。また、溶媒は、基板2020に付着しているスラリを洗浄する役割も果たす。このようにして、測定へのスラリの影響を低減し、要求される測定性能が確保できる。

## 【0298】

測定用流体である溶媒は、貫通穴2068に大量に供給されるので、貫通穴2068から流出し、基板2020と研磨テーブル2012の隙間へと流出する可能性がある。

しかし、このような流出が発生したとしても、本実施の形態では、測定用流体として溶媒が用いられているので、以下に説明するように、研磨性能への悪影響が少ない。すなわち、溶媒が流出した場合、スラリの溶媒が増え、溶質である砥粒の濃度は薄くなる。しかし、溶媒が増えた程度では、研磨性能への影響は少ない。特に、水によりスラリが希釈される場合と比べると、研磨性能への影響は大幅に少ないといえる。 30

## 【0299】

このようにして、本実施の形態によれば、測定用流体としてスラリの溶媒が供給されるので、測定用流体が研磨テーブルに流出してスラリと混ざったとしても、スラリの希釈による研磨性能への影響を低減できる。本実施の形態は、スラリそのものの透明度が低い場合でも、砥粒を含まないスラリ溶媒の透明度が比較的高いことに着目している。そして、スラリの溶媒を使うことで測定能力を確保しつつ、上記のように研磨性能への測定用流体の影響も低減している。 40

## 【0300】

次に、スラリおよび溶媒の適当な組合せ例を説明する。シリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )を研磨するためにシリカスラリがスラリ容器から供給されるとする。この種のシリカスラリは、リムーバルレート(除去速度)を確保するために、溶媒としてアルカリ性溶媒(pH10~11)を含有している。そこで、このアルカリ溶液が測定用流体として用いられる。これにより、測定用流体の流出によるリムーバルレートへの影響を低減できる。アルカリ性溶媒の種類は、例えば、 $\text{KOH}$ または $\text{NH}_4\text{OH}$ である。

## 【0301】

別の例では、シリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )またはSTIウエハを研磨するためにセリアスラリが供給されるとする。セリアスラリは、溶媒として界面活性剤溶液を含有しており 50

、これによりリムーバルレートを低く抑え、段差特性を確保している。そこで、この界面活性剤溶液が測定用流体として用いられる。これにより、リムーバルレートの上昇および段差特性の悪化が抑えられ、研磨性能への影響を低減できる。

#### 【0302】

界面活性剤は、好ましくは陽イオン界面活性剤である。セリアスラリのセリア粒子（セリア砥粒）は、光を吸収しやすい特性を有する。また、ゼータ電位でみると、セリア粒子の等電位点はpH7付近にあるので、セリア粒子は純水中では基板表面（SiO<sub>2</sub>）に電氣的に吸着しやすい。しかし、基板表面にpH7未満の陽イオン界面活性剤を噴射すれば、セリア粒子と基板表面に陽イオン界面活性剤が吸着するので、両者は電氣的に反発しあう。したがって、セリア粒子は基板表面から除去されやすくなる。このようにして、基板表面のセリア粒子が減るので、反射光がより多く受光される。投受光のS/N比が改善され、測定性能の向上が図れる。

10

#### 【0303】

本発明のスラリおよび溶媒は、上記に限定されない。例えば、金属膜研磨用のスラリの場合には、そのようなスラリと同じ種類、同じ濃度の溶媒が用いられる。溶媒は主に酸化剤、キレート剤および防食剤を含む。

#### 【0304】

また、本実施の形態では、本発明の範囲内で、供給容器から供給される溶媒が、スラリ容器から供給されるスラリに含有される溶媒と、厳密に同じである必要はない。すなわち、本発明では、スラリの溶媒を測定用流体として用いるが、この溶媒が、研磨で使われるスラリと完全に同じ必要はない。研磨性能等への影響が抑えられる範囲で、例えば、濃度が多少異なってもよく、また、適当に異なる種類の溶媒も採用し得る。

20

#### 【0305】

本実施の形態では、さらに、次の構成を適用することが好ましい。すなわち、本実施の形態では、供給路2042を構成する部材が、耐薬品性の高い材料で構成される。排出路2044を構成する部材も同様の材料で構成される。例えば、樹脂材またはセラミックが適用される。供給路が、耐薬品性の高い材料でコーティングされてもよく、これも上記構成に含まれる。この構成によれば、測定用流体として用いる溶媒による供給路部材の損傷が防止される。また、溶媒の影響で供給路部材から溶出する不純物による基板の汚染が防止される。測定光および反射光を導く光ファイバについても同様の構成を採用することが

30

#### 【0306】

次に、本発明の別の実施の形態について説明する。本実施の形態の基板研磨装置の構成は、図1～図54の上述の実施の形態と同様である。本実施の形態は、上述の実施の形態から、測定用流体が変更されている。

すなわち、本実施の形態では、流体容器2100は、測定用流体として、研磨のスラリと比べて高い粘度を有する高粘度流体を収容している。この高粘度流体が、供給ポンプ2102により送出され、供給路2042を通過してセンサ26に供給される。

#### 【0307】

高粘度流体は研磨パッド2018の貫通穴2068（図55）へと噴出され、貫通穴2068を満たす。高粘度流体は、研磨テーブル12と基板2020の間から貫通穴2068へと流入してくるスラリを希釈する役割を果たし、また、基板2020に付着しているスラリを洗浄する役割も果たす。このようにして、測定へのスラリの影響を低減し、要求される測定性能が確保できる。

40

#### 【0308】

特に、上記のようにスラリより粘度の高い高粘度流体を使うと、貫通穴に流入してくるスラリの拡散が低減する。これにより、膜測定へのスラリの影響を低減し、測定性能を向上可能である。

また、本実施の形態では、測定用流体として高粘度流体を使うので、研磨テーブル2012と基板2020の隙間への測定用流体の流出量を低減可能である。さらに、上記の拡

50

散低減効果が得られるので、従来通常用いられる水よりも少ない供給量で同等の測定性能を得ることが可能になり、この点でも測定用流体の流出量を低減可能と考えられる。そして、流出量の低減により、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。したがって、本実施の形態でも、測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

#### 【0309】

本実施の形態に適用可能な高粘度流体は、例えば、エチレングリコールである。スラリの一般的な粘度が2cp前後であるのに対し、エチレングリコールの粘度は、摂氏20度で23.5cpであり、エチレングリコールの粘度がスラリの粘度より高い。特に、エチレングリコールは、ガラスに近い屈折率を有しており、本実施の形態のような光学測定に適しているといえる。また、高粘度流体はグリセリンでもよい。グリセリンの粘度は、摂氏20度で1499cpである。また、高粘度流体としては、プロピレングリコール等の増粘剤が挙げられる。

10

#### 【0310】

さらに、高粘度流体は、上述の溶媒の純水による希釈液でもよい。また、複数種類の流体が組み合わされてもよい。また、高粘度流体は、液体に限定されない。高粘度流体はゾル等でもよく、また、ゲルも本発明では高粘度流体に含まれてよい。

#### 【0311】

また、本実施の形態では、既に説明したように、高粘度流体を供給するので、流体の流出量が少ない。そこで、本実施の形態では、排出のための構成が不要になる場合もある。高粘度流体の種類によっては、排出ポンプによる強制排出が行われなくてもよく、また、排出路が廃止されてもよい。

20

#### 【0312】

次に、本発明の別の実施の形態について説明する。本実施の形態の基板研磨装置の構成は、上述の実施の形態から、測定用流体が変更されている。

すなわち、本実施の形態では、流体供給装置である供給路2042は、測定用流体として気体を強制供給する。測定用の気体は、例えば、空気、窒素または希ガスである。この気体は、基板処理設備に備えられた配管からロータリージョイント48を通して供給路2042に供給されてもよい。この場合は、図1の流体容器2100および供給ポンプ2102は廃止され、基板処理設備のタンクとポンプが使われる。もちろん、基板研磨装置の近傍に図1の流体容器2100と供給ポンプ2102が配置されてもよい。この場合は気体用の容器とポンプが備えられる。さらには、排出用のポンプ50を廃止することも考えられる。供給および排出部分は、上記構成に限られず、気体の種類に応じて適当に構成されてよい。また、本実施の形態で供給される気体は、もちろん、その湿度、圧力、コンタミネーション（汚染）が管理された気体である。

30

#### 【0313】

既に説明したように、従来の流体式測定装置の提案では、測定用流体として、液体が強制供給されており、液体は通常は純水（DIW）であり、液体によりスラリが排除され、測定へのスラリの影響が軽減する。しかし、ある程度はスラリと液体が混ざるので、スラリの影響は依然として存在し、測定精度の低下の要因になる。

#### 【0314】

本実施の形態は、上記の従来技術と異なり、測定用流体として気体を使うことを提案している。気体の供給により、スラリが測定部位から吹き飛ばされ、概ね排除されるので、精度の高い測定ができる。

40

また、本実施の形態によれば、気体が流出してもスラリが希釈されないので、研磨性能への影響を低減できる。この観点において、本実施の形態も、測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

#### 【0315】

また、本実施の形態は、測定用流体が液体ではないことから、投光部材および受光部材へのスラリ付着による測定精度への影響が懸念される。しかし、本実施の形態は、下記構成により、スラリの付着にも好適に対処できる。

50

すなわち、本実施の形態においては、好ましくは、撥水処理を施した光ファイバが、投光用光ファイバ2070および受光用光ファイバ2072(図55)に適用される。これにより、投光用光ファイバ2070および受光用光ファイバ2072が、撥水性のある部材で構成される。撥水処理は、少なくとも、光ファイバの先端付近の部分、特に、供給路2042内に位置する部分に施されればよい。

#### 【0316】

投光用光ファイバ2070は、測定光を投光する投光部材であり、受光用光ファイバ2072は、反射光を受光する受光部材である。これら部材が撥水性をもつことで、仮にスラリが付着しても、スラリは容易に排除される。

また、供給路2042、排出路2044またはそれらの内面も、撥水性部材で構成してもよく、撥水コーティング処理を施してもよい。これにより、供給路2042および排出路2044へのスラリの付着を防ぐことができ、そして、供給口2064および排出口2066がスラリで塞がれるのを防止できる。また、供給路2042等から投光用光ファイバ2070および受光用光ファイバ2072へのスラリの二次的付着も防止できる。

#### 【0317】

また、本実施の形態の基板研磨装置において、流体の供給は以下のように制御されてもよい。ここでは、流体供給は研磨開始前から制御される。

すなわち、前の基板の研磨またはドレッシングの後から次の研磨直前まで、間欠的に、または連続的に、供給路2042から排出路2044へ向けて、洗浄用流体として純水が供給される。そして、上述の実施の形態で説明したように、研磨中には測定用流体として気体が供給される。なお、上記の洗浄用流体の供給開始は、前の基板の研磨の前後またはドレッシングの終了前後の適当な時期でもよい。また、洗浄用の流体は、研磨が始まってから数秒が経過するまで供給されてもよい。要するに、流体供給装置により研磨前の期間を利用して洗浄用流体が供給されればよい。

#### 【0318】

上記のような流体供給により、研磨中の測定を行う前から、センサ26(図1)の周辺を高度に清浄に保つことができる。研磨中に測定用流体として気体を供給した際に、高い測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。上記の制御は、ドレッシング後の研磨時に特に有効であり、ドレッシングで生じる異物を効果的に排除できる。

#### 【0319】

上記の流体制御において、洗浄用流体と測定用流体の組合せは変更されてよい。前者の洗浄用流体は、純水でもよく、また、上述の実施の形態で取り挙げた各種の流体、すなわち、スラリ溶媒、高粘度流体または気体でもよい。後者の測定用流体も、既に説明した通りに、スラリの溶媒でもよく、高粘度流体でもよく、気体でもよい。さらに、洗浄用流体と測定用流体は同じでもよく、異なってもよい。適用される流体を供給するために、流体に適合する配管等の装置が研磨テーブルに備えられる。このように洗浄用流体と測定用流体の組合せが変更されても、同様の効果が期待できる。

#### 【0320】

また、上述の各種の実施の形態において、研磨パッド2018は、発泡ウレタン製でもよく、不織布タイプまたはスエードタイプの研磨クロスでもよく、また、研磨砥粒をエポキシ等のバインダ剤で固めて形成した固定砥粒タイプのパッドでもよい。

また、上述したすべての実施の形態において、測定用流体は、基板2020の被測定面(照射面)、投光用光ファイバ2070、受光用光ファイバ2072、供給路2042および排出路2044の洗浄効果が上がるように、清浄度が高く、純度が高い流体であることが好ましい。測定用流体が、フィルタを流路に設置することにより、測定用流体が濾過されてもよい。

以上、本発明の好適な実施の形態を説明したが、本実施の形態は、本発明の範囲内で当業者が変形可能なことはもちろんである。

#### 【0321】

10

20

30

40

50

本発明によれば、測定用流体としてスラリの溶媒が供給されるので、測定用流体が研磨テーブルに流出してスラリと混ざったとしても、スラリの希釈による研磨性能への影響を低減できる。したがって、測定能力を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響も低減できる。

【0322】

また、本発明によれば、高粘度流体が測定用流体として供給されるので、測定部位に流入するスラリの拡散を低減することができる。これにより、膜測定へのスラリの影響を低減し、測定性能を向上可能である。また、測定用流体の流出量を低減できるので、測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【0323】

また、本発明によれば、測定用流体として気体を用いることによりスラリが測定部位から好適に排除され、良好な測定性能が得られる。気体が流出してもスラリが希釈されないため、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。したがって、測定性能を確保しつつ、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【産業上の利用可能性】

【0324】

本発明は、基板研磨装置に備えられた基板測定装置の測定精度の向上を図ることができる基板研磨装置に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0325】

【図1】図1は、本実施形態に係る基板研磨装置の全体構成を示す図である。

【図2】図2は、図1に示す本実施形態に係る基板研磨装置の全体構成の他の例を示す図である。

【図3】図3は、本実施形態に係る基板研磨装置を備えた基板処理装置の全体構成を示す図である。

【図4】図4は、第1実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図5】図5A及び図5Bは、出口の位置と水流の関係を説明する図である。

【図6】図6は、第1実施形態に係る基板研磨装置の変形例を示す図である。

【図7】図7A～図7Hは配管ピースの各種構成例を示す図である。

【図8】図8は、第2実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図9】図9A及び図9Bは、第2実施形態に係る基板研磨装置の配管ユニットの構成を示す図である。

【図10】図10A及び図10Bは、配管ユニットの変形例を示す図である。

【図11】図11は、第3実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図12】図12は、第4実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図13】図13は、第5実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図14】図14は、第5実施形態に係る基板研磨装置の変形例を示す図である。

【図15】図15は、第6実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図16】図16は、第7実施形態に係る基板研磨装置の研磨パッド交換時の構成を示す図である。

【図17】図17は、第7実施形態に係る基板研磨装置の研磨時の構成を示す図である。

【図18】図18は、第7実施形態の変形例を示す図である。

【図19】図19は、第7実施形態の変形例に係る基板研磨装置の研磨時の構成を示す図である。

【図20】図20は、第7実施形態の変形例に係る基板研磨装置の研磨時の構成を示す図である。

【図21】図21Aはパッチピースの取付部を拡大して詳細に示す図、図21Bは取付部に保護カバーを取り付けた構成を詳細に示す図である。

【図22】図22は、第7実施形態の変形例に係る基板研磨装置の研磨時の構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2 3】図 2 3 は、別の構成の保護カバーを有する基板研磨装置を説明するための図である。

【図 2 4】図 2 4 は、別の構成のパッチピースを備えた基板研磨装置を説明するための図である。

【図 2 5】図 2 5 A 及び図 2 5 B は、第 8 実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図 2 6】図 2 6 A 及び図 2 6 B は、第 8 実施形態に係る基板研磨装置の第 1 の変形例を示す図である。

【図 2 7】図 2 7 A 及び図 2 7 B は、第 8 実施形態に係る基板研磨装置の第 2 の変形例を示す図である。

【図 2 8】図 2 8 A 及び図 2 8 B は、第 8 実施形態に係る基板研磨装置の第 3 の変形例を示す図である。

【図 2 9】図 2 9 A 及び図 2 9 B は、第 8 実施形態に係る基板研磨装置の第 4 の変形例を示す図である。

【図 3 0】図 3 0 A 及び図 3 0 B は、第 8 実施形態に係る基板研磨装置の第 5 の変形例を示す図である。

【図 3 1】図 3 1 は、第 9 実施形態に係る基板研磨装置で用いられる研磨パッドを示す図である。

【図 3 2】図 3 2 は、第 9 実施形態に係る基板研磨装置の研磨パッド取り付けの様子を示す図である。

【図 3 3】図 3 3 は、第 9 実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図 3 4】図 3 4 は、第 10 実施形態に係る基板研磨装置で用いられる研磨パッドを示す図である。

【図 3 5】図 3 5 A は回転テーブルの回転により貫通孔が描く軌道と基板の位置を示す図、図 3 5 B は回転テーブル及び基板の回転速度を変えたときの貫通孔の軌道を示す図、図 3 5 C は本実施形態における貫通孔の軌道を示す図である。

【図 3 6】図 3 6 は、第 10 実施形態の変形例を示す図である。

【図 3 7】図 3 7 は、第 11 実施形態に係る基板研磨装置で用いられる研磨パッドを示す図である。

【図 3 8】図 3 8 は、第 11 実施形態の変形例に係る基板研磨装置で用いられる研磨パッドを示す図である。

【図 3 9】図 3 9 は、第 12 実施形態に係る基板研磨装置の他の例を示す図である。

【図 4 0】図 4 0 A 及び図 4 0 B は図 1 の基板研磨装置の研磨テーブルに備えられる消耗部品交換扉の部分を示す図であり、図 4 0 A は平面図、図 4 0 B は側面図である。

【図 4 1】図 4 1 A 及び図 4 1 B は消耗部品交換扉の変形例を示す図であり、図 4 1 A は平面図、図 4 1 B は側面図である。

【図 4 2】図 4 2 A 及び図 4 2 B は消耗部品交換扉の変形例を示す図であり、図 4 2 A は平面図、図 4 2 B は側面図である。

【図 4 3】図 4 3 A 及び図 4 3 B は消耗部品交換扉の変形例を示す図であり、図 4 3 A は平面図、図 4 3 B は側面図である。

【図 4 4】図 4 4 は、消耗部品交換扉の変形例を示す図である。

【図 4 5】図 4 5 は、本発明の別の実施の形態に係る基板研磨装置を示す図である。

【図 4 6】図 4 6 は、本発明の別の実施の形態に係る基板研磨装置を示す図である。

【図 4 7】図 4 7 は、光ロータリジョイントの構成例を示す図である。

【図 4 8】図 4 8 は、光ロータリジョイントの構成例を示す図である。

【図 4 9】図 4 9 A 及び図 4 9 B は、光ロータリジョイントの構成例を示す図である。

【図 5 0】図 5 0 乃至図 5 0 C は、光ロータリジョイントの構成例を示す図である。

【図 5 1】図 5 1 A 及び図 5 1 B は、測定用流体のロータリジョイントの構成例を示す図である。

【図 5 2】図 5 2 は、測定用流体のロータリジョイントの構成例を示す図である。

10

20

30

40

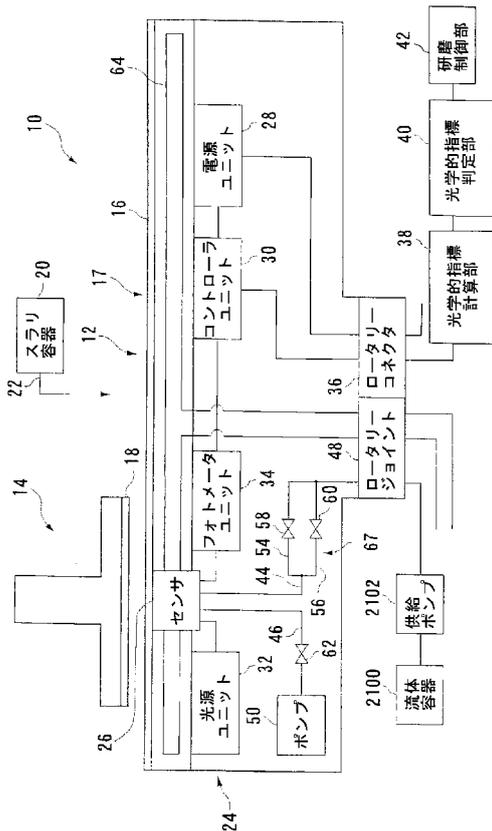
50

【図53】図53は、測定用流体のロータリージョイントの構成例を示す図である。

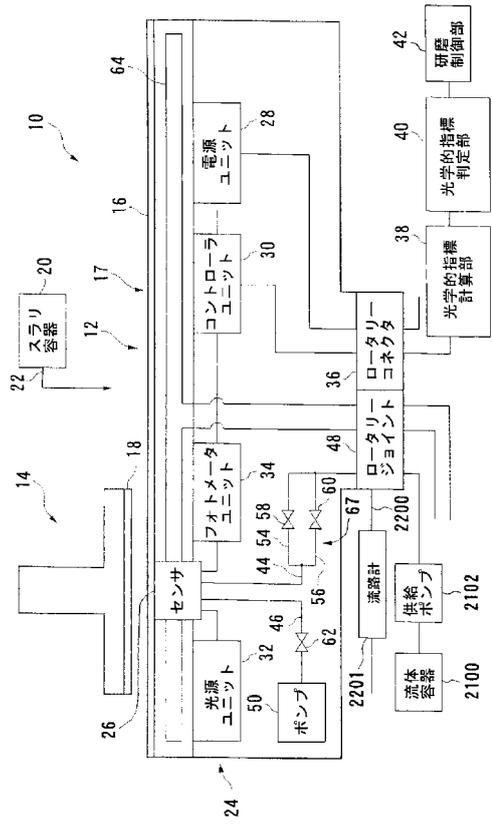
【図54】図54A及び図54Bは、測定用流体のロータリージョイントの構成例を示す図である。

【図55】図55は、図1の基板研磨装置に備えられるセンサの構成例を示す図である。

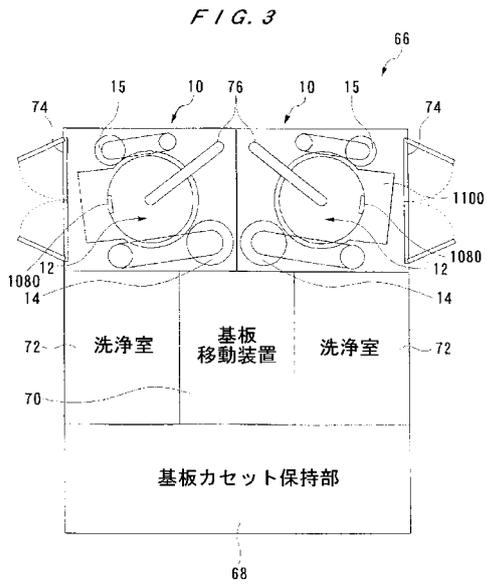
【図1】



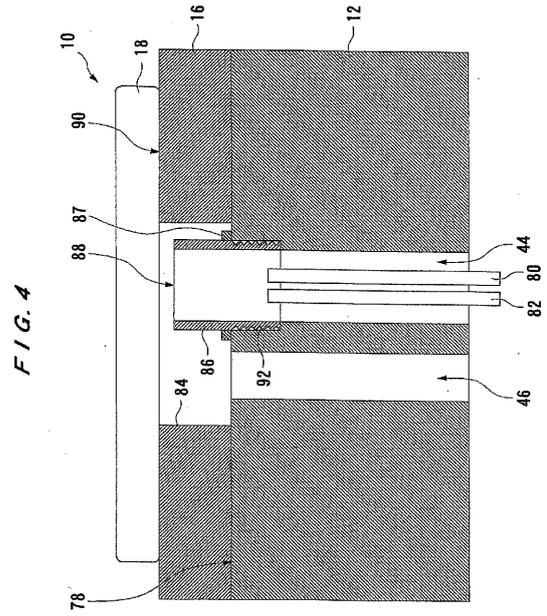
【図2】



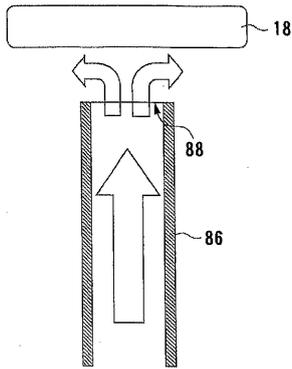
【 図 3 】



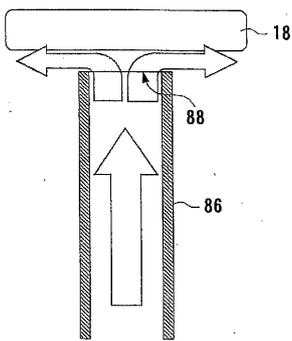
【 図 4 】



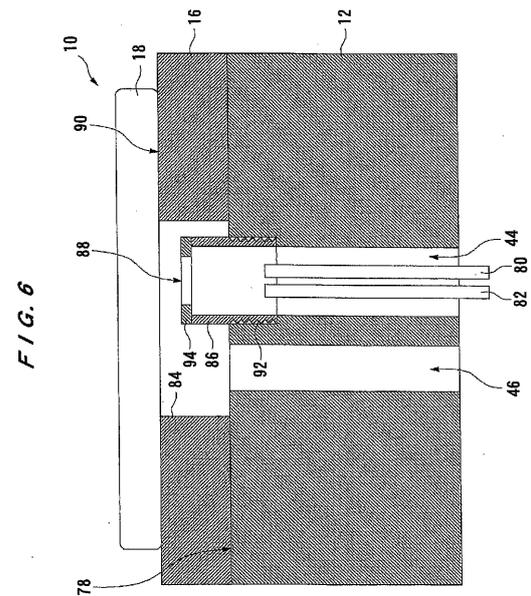
**FIG. 5A**

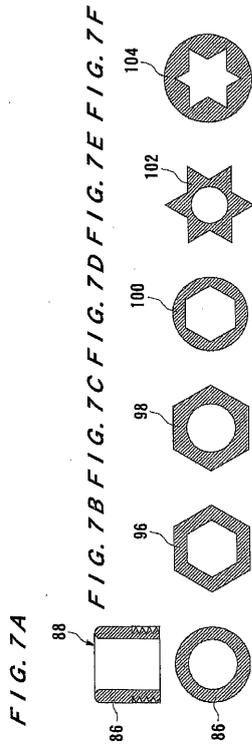


**FIG. 5B**



【 図 6 】

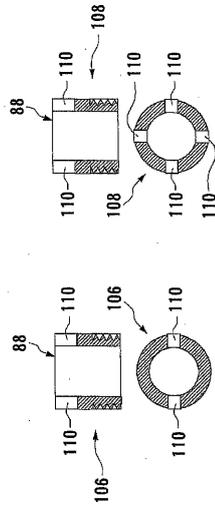




**FIG. 7B FIG. 7C FIG. 7D FIG. 7E FIG. 7F FIG. 7G**

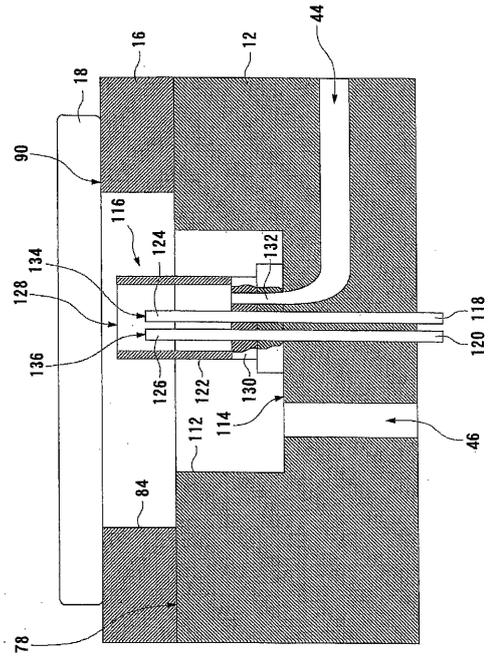
**FIG. 7H**

**FIG. 7G**

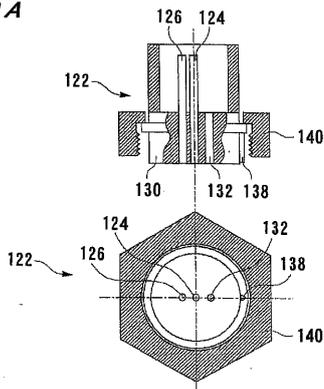


**【 8 】**

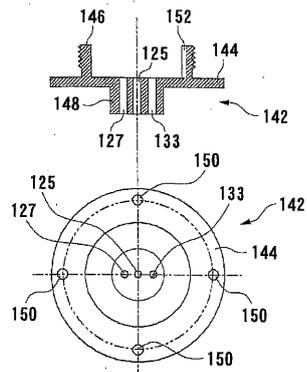
**FIG. 8**



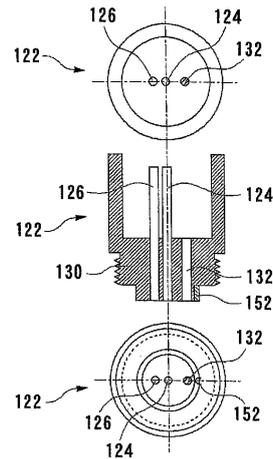
**FIG. 9A**



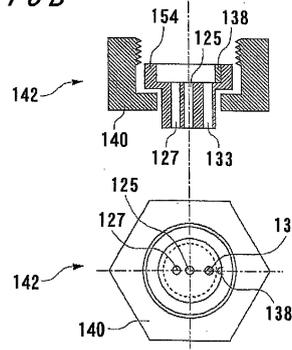
**FIG. 9B**



**FIG. 10A**



**FIG. 10B**



【図 1 1】

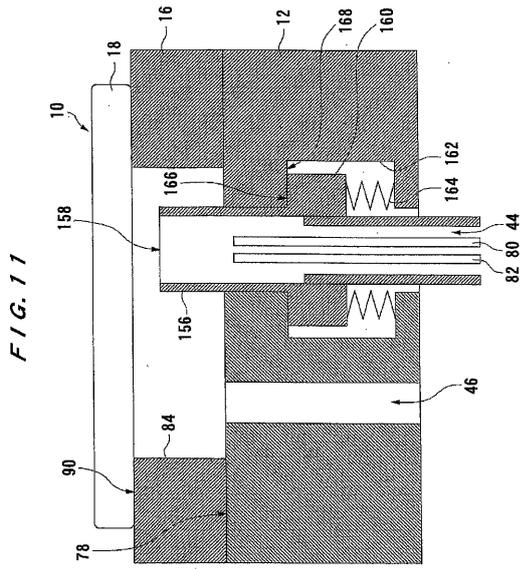


FIG. 11

【図 1 2】

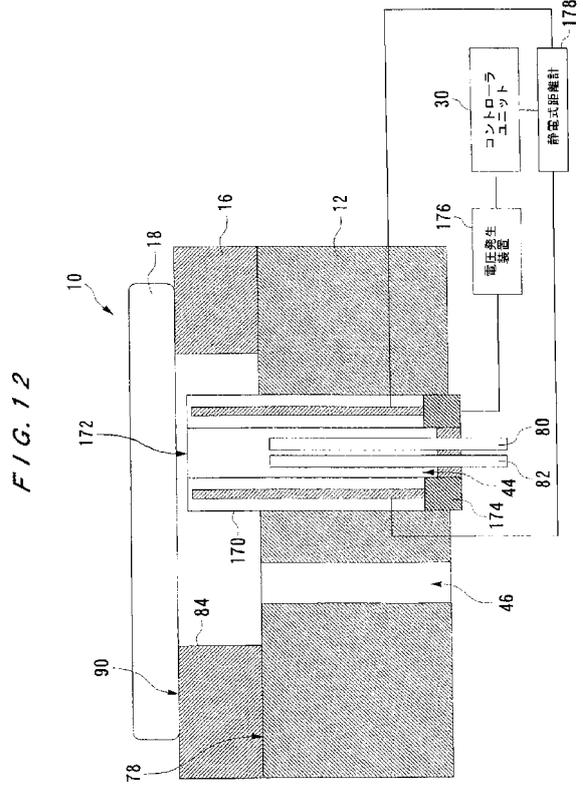


FIG. 12

【図 1 3】

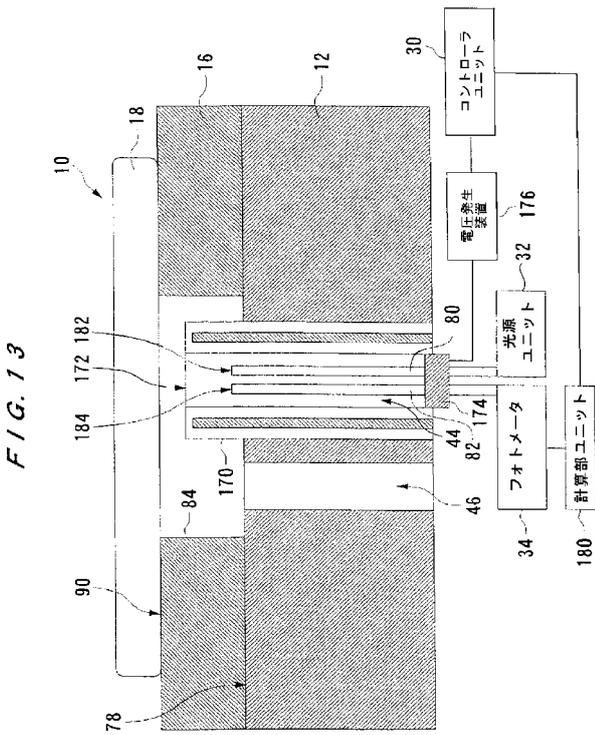


FIG. 13

【図 1 4】

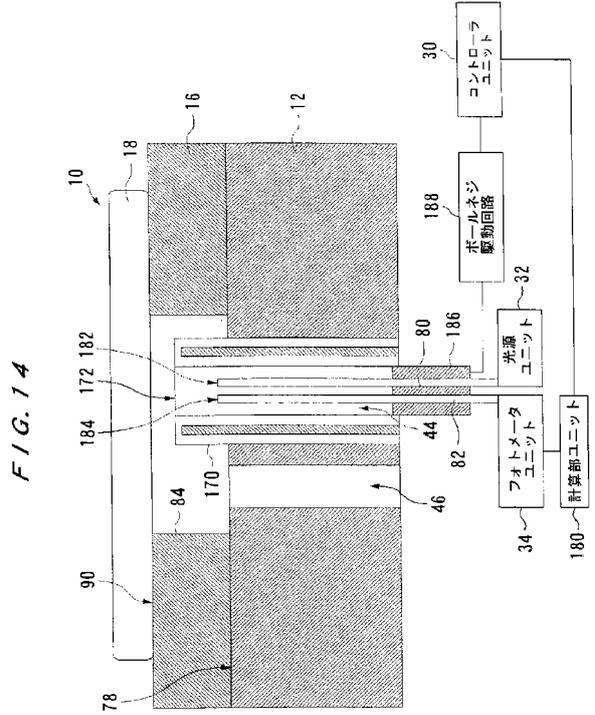
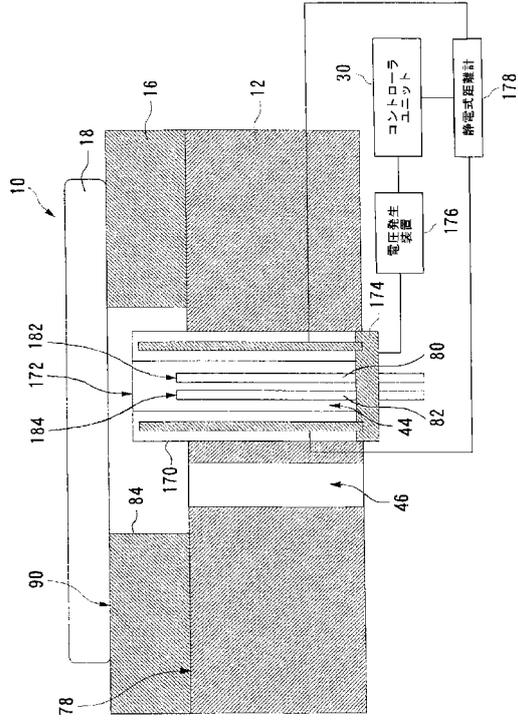


FIG. 14

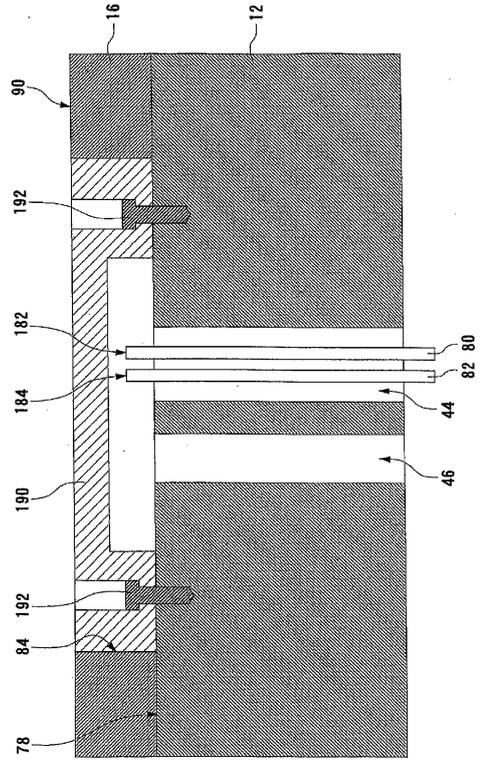
【 図 1 5 】

FIG. 15



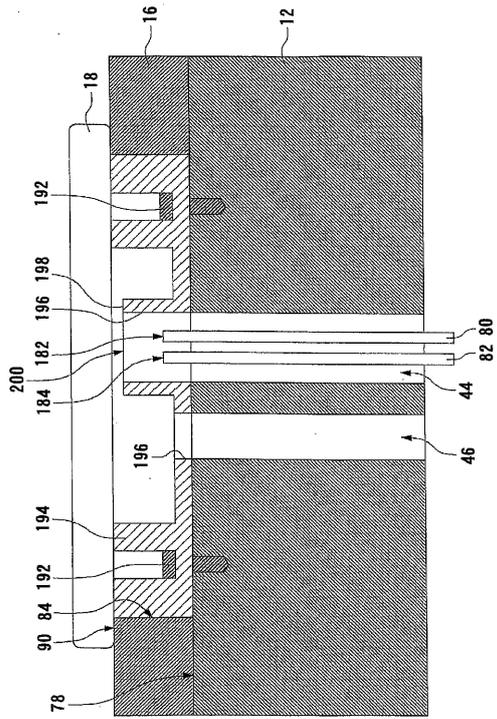
【 図 1 6 】

FIG. 16



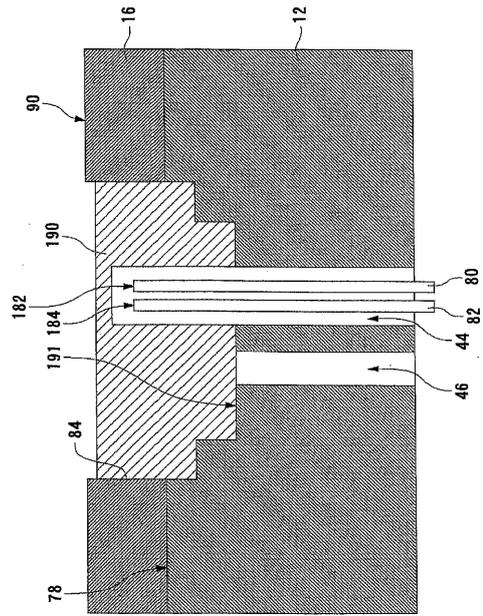
【 図 1 7 】

FIG. 17

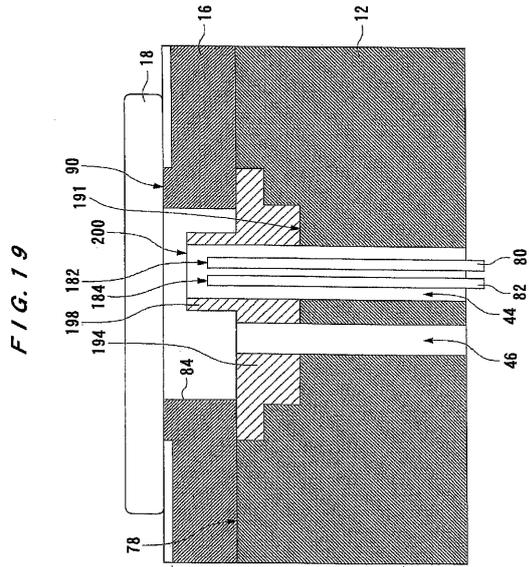


【 図 1 8 】

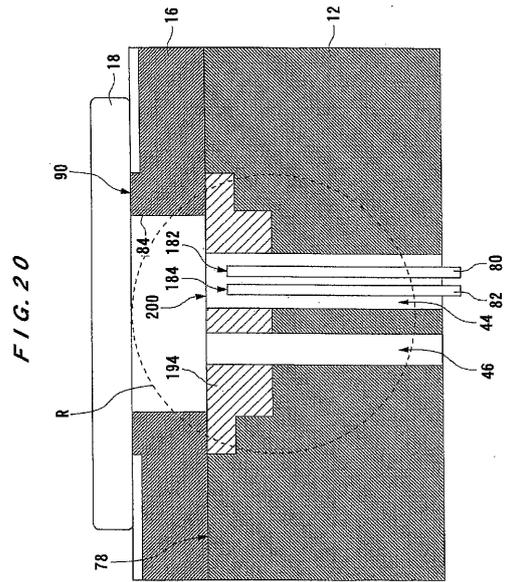
FIG. 18



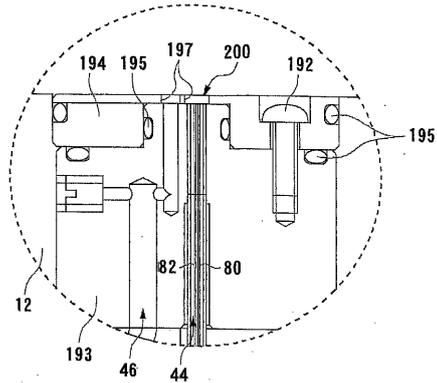
【 図 19 】



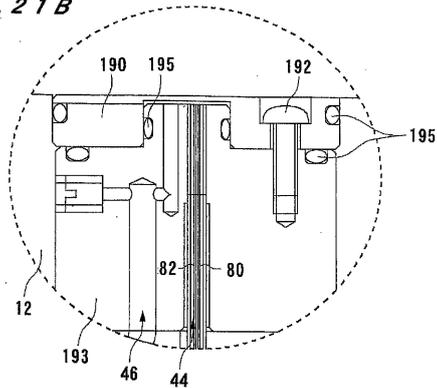
【 図 20 】



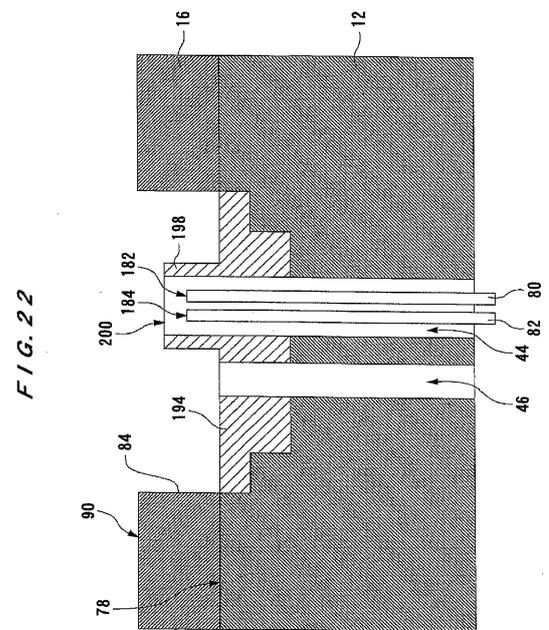
**FIG. 21A**



**FIG. 21B**

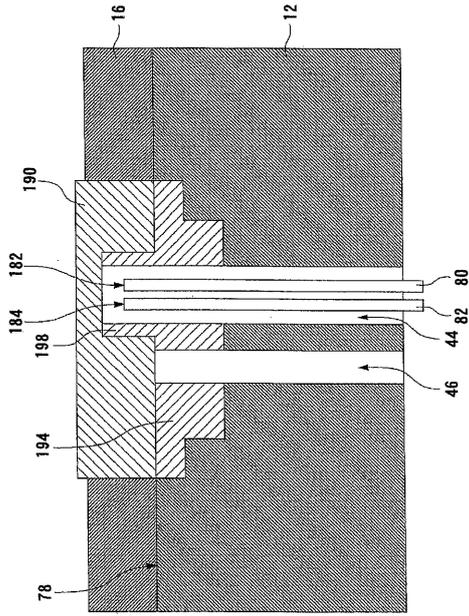


【 図 22 】



【 図 2 3 】

FIG. 23



【 図 2 4 】

FIG. 24

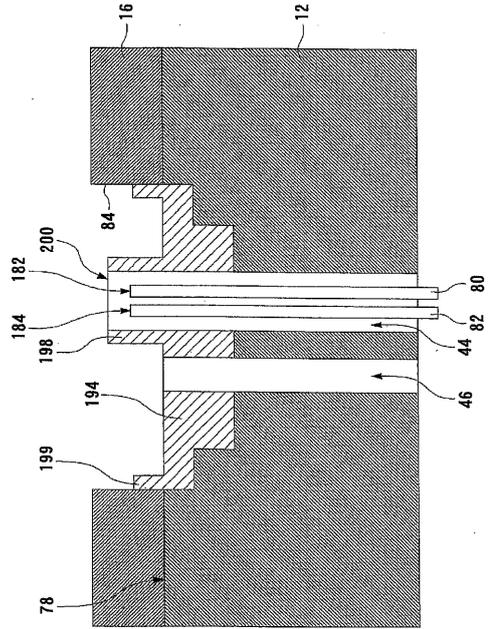


FIG. 25A

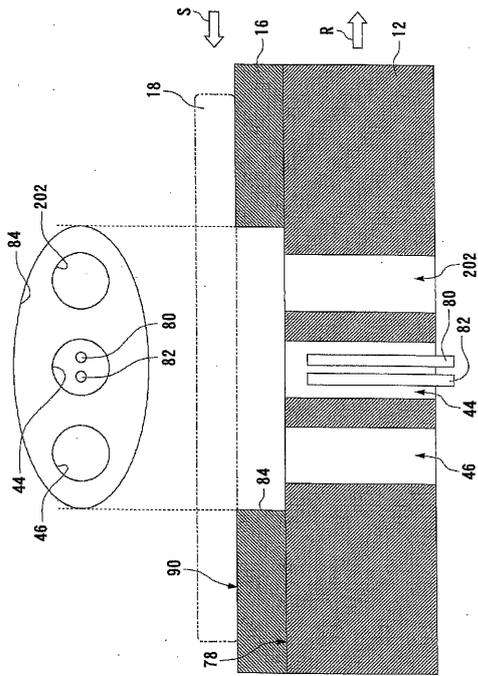


FIG. 25B

FIG. 26A

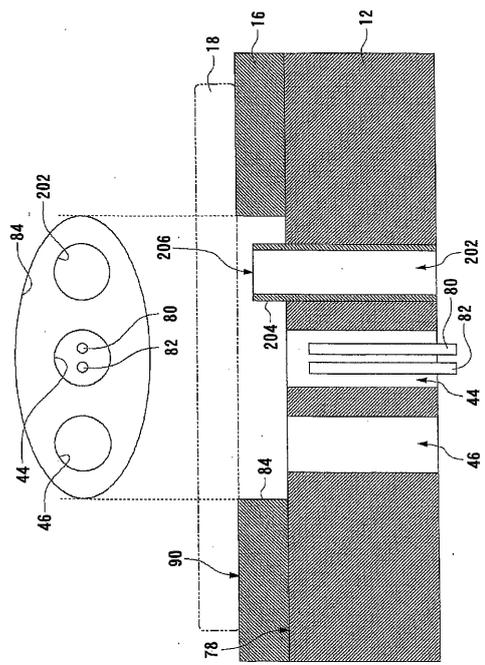


FIG. 26B

FIG. 27A

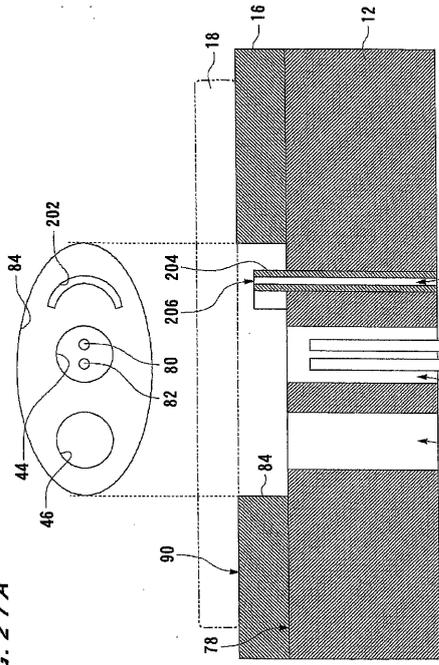


FIG. 27B

FIG. 28A

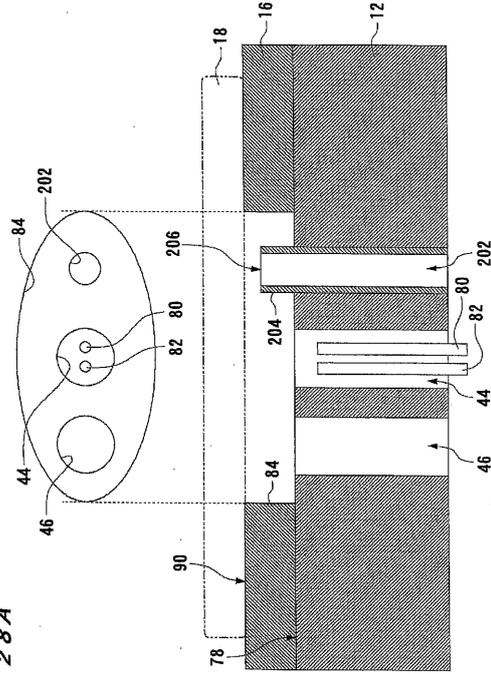


FIG. 28B

FIG. 29A

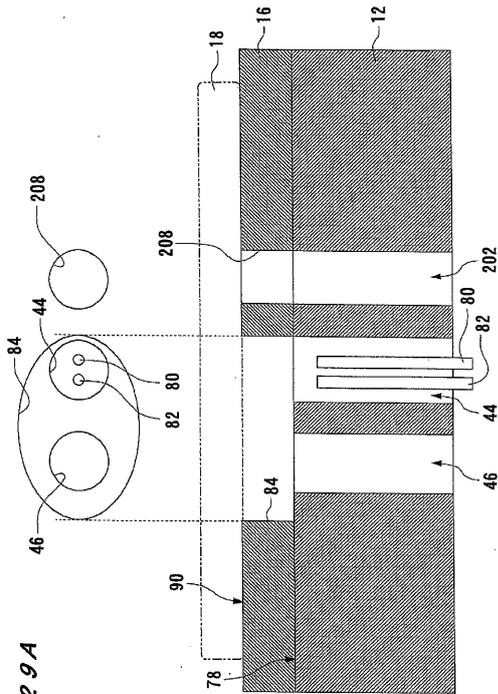


FIG. 29B

FIG. 30A

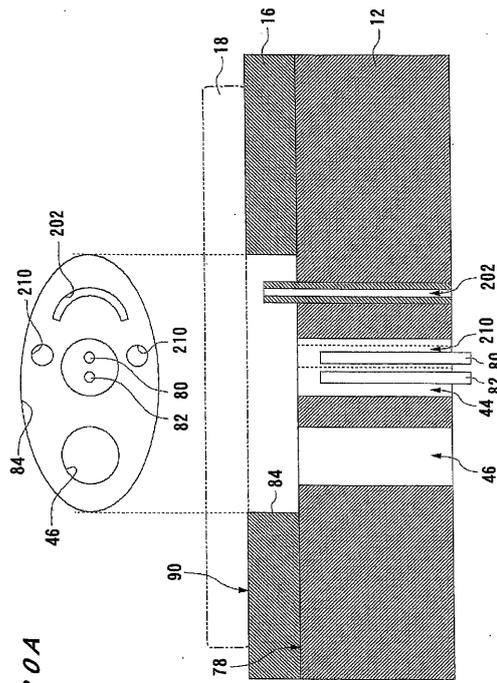
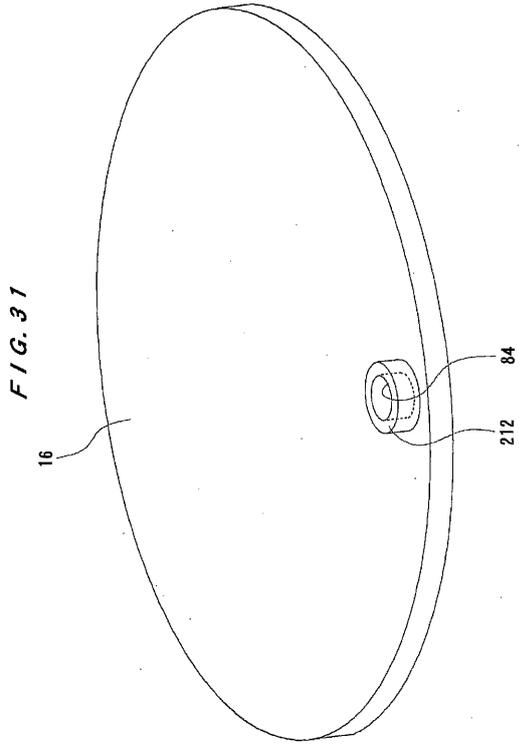
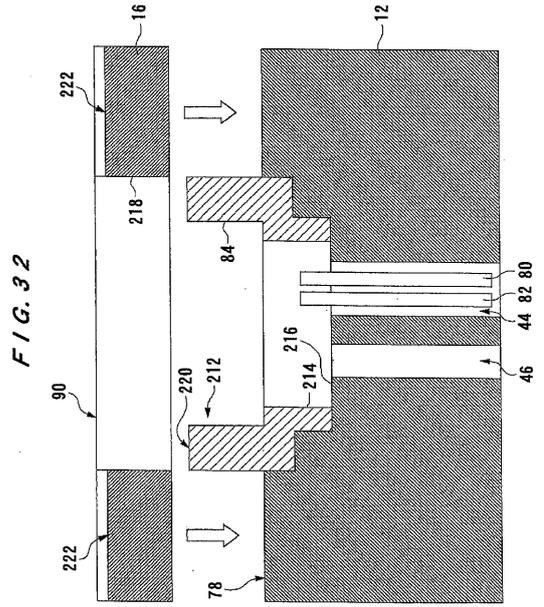


FIG. 30B

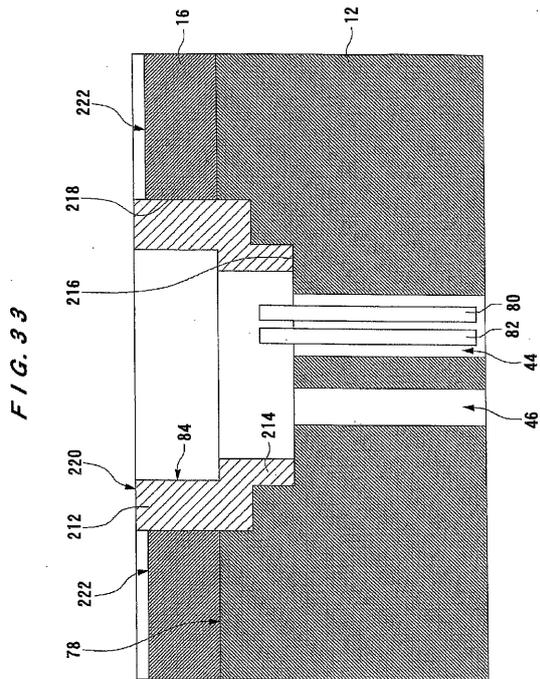
【 図 3 1 】



【 図 3 2 】



【 図 3 3 】



【 図 3 4 】

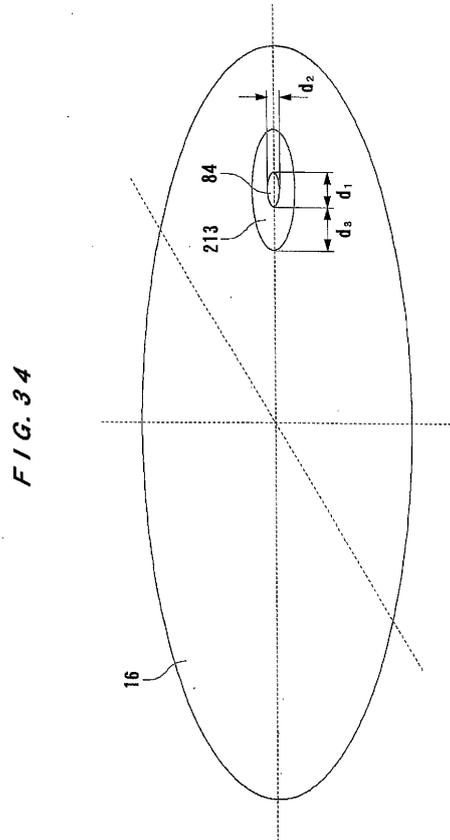


FIG. 35A

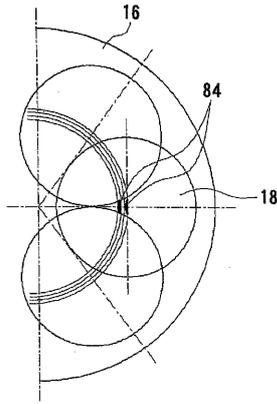


FIG. 35B

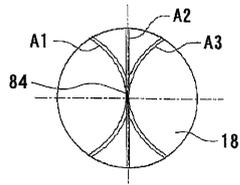
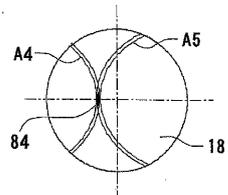
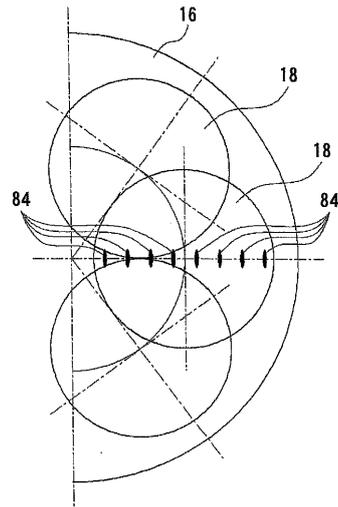


FIG. 35C



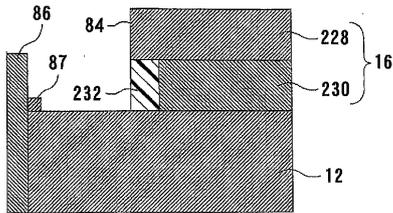
【図36】

FIG. 36



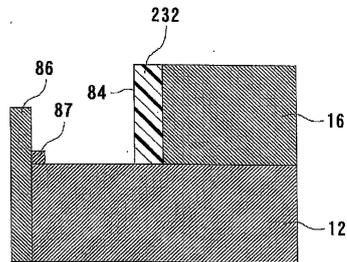
【図37】

FIG. 37

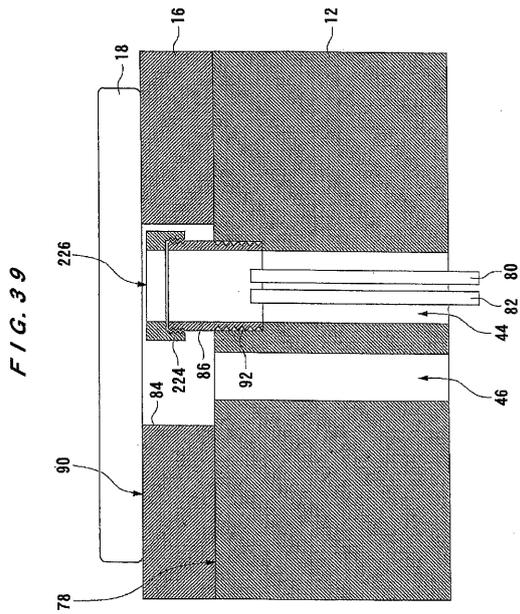


【図38】

FIG. 38



【図 39】



【図 40】

FIG. 40A

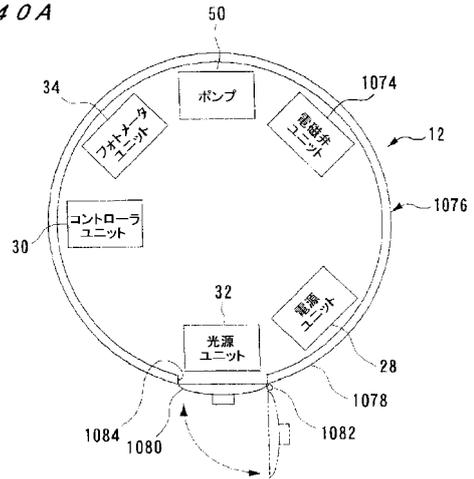
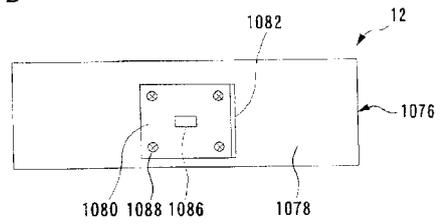


FIG. 40B



【図 41】

FIG. 41A

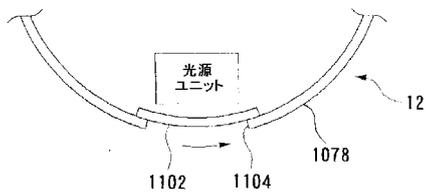
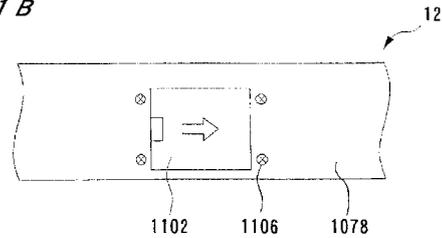


FIG. 41B



【図 42】

FIG. 42A

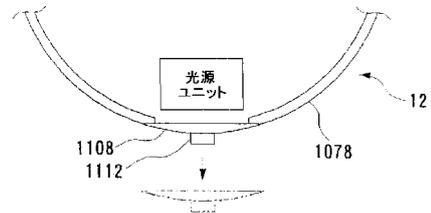
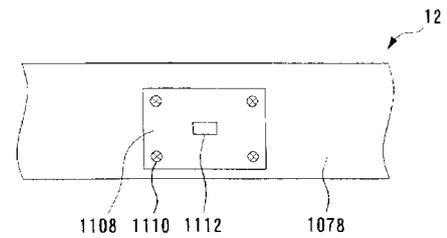


FIG. 42B



【 図 4 3 】  
FIG. 43A

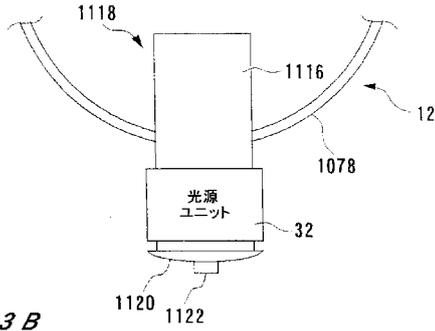
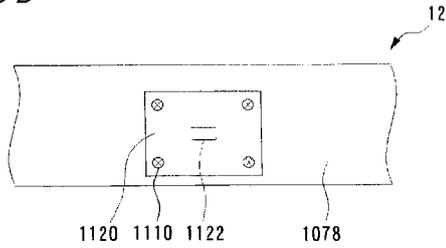
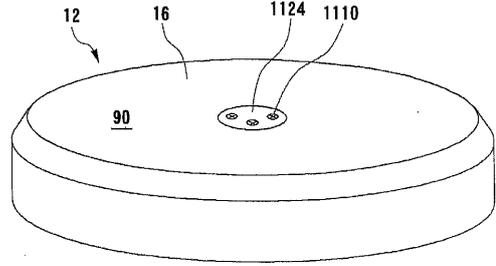


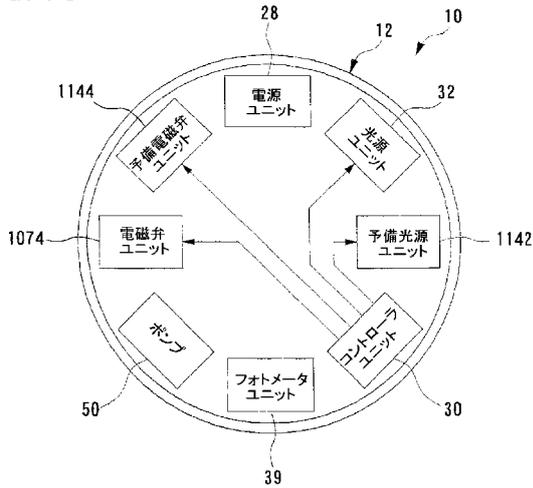
FIG. 43B



【 図 4 4 】  
FIG. 44

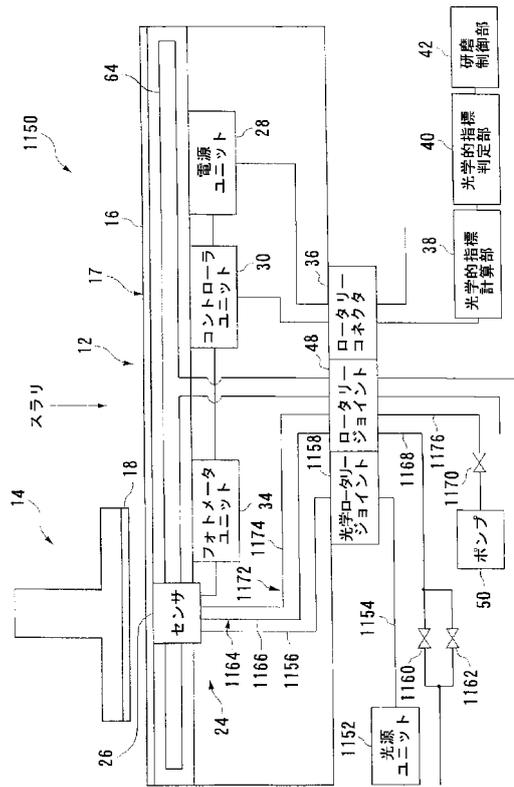


【 図 4 5 】  
FIG. 45



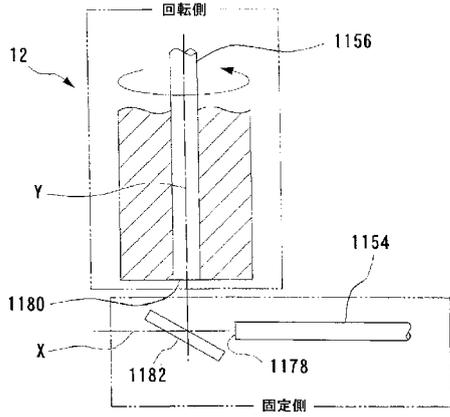
【 図 4 6 】

FIG. 46



【 図 4 7 】

FIG. 47



【 図 4 8 】

FIG. 48

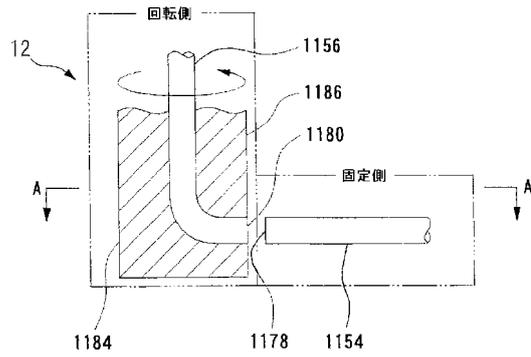


FIG. 49A

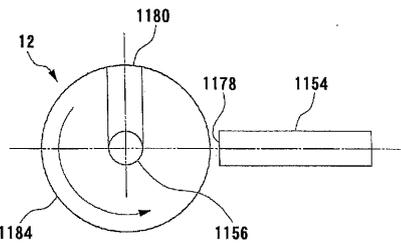


FIG. 49B

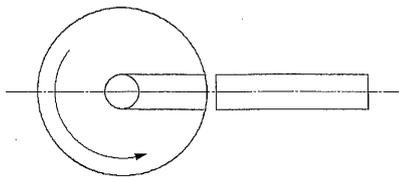


FIG. 50A

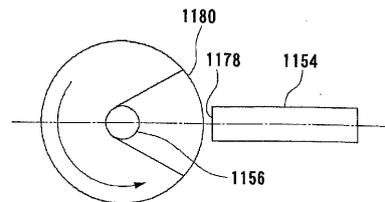


FIG. 50B

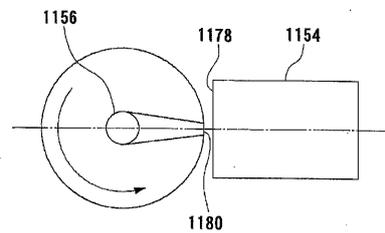


FIG. 50C

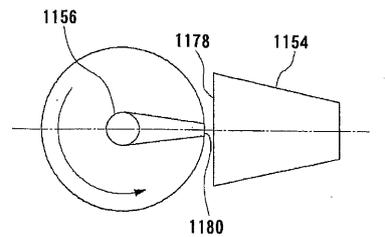


FIG. 51A

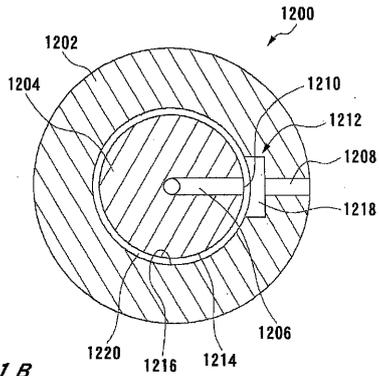
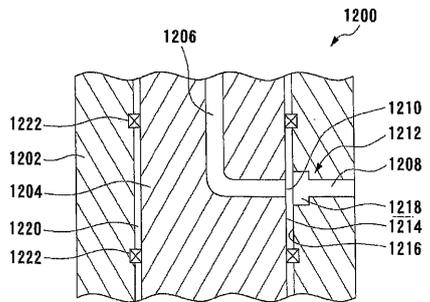
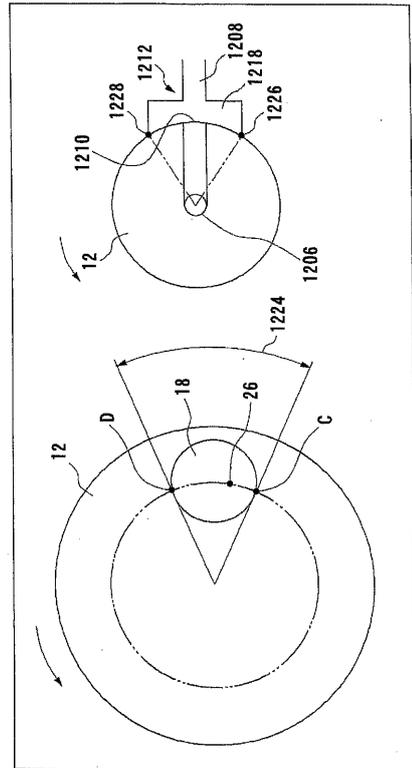


FIG. 51B



【 図 5 2 】

FIG. 52



【 図 5 3 】

FIG. 53

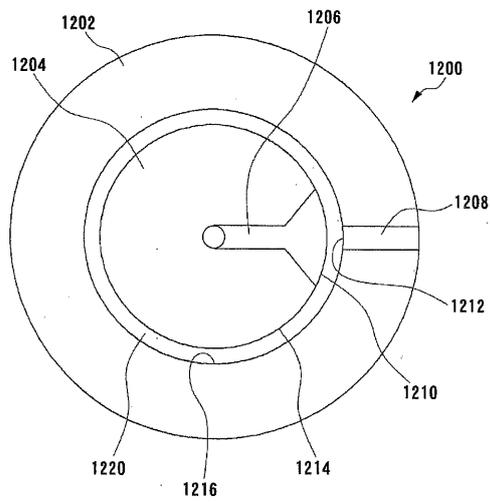


FIG. 54A

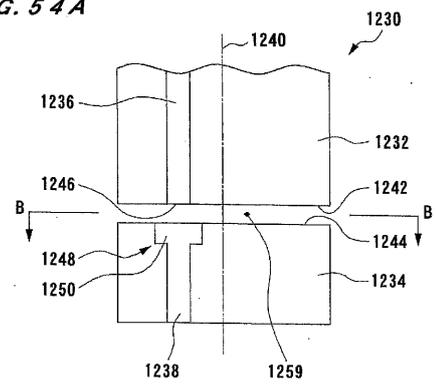
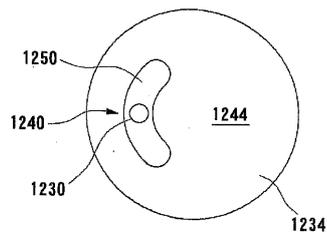
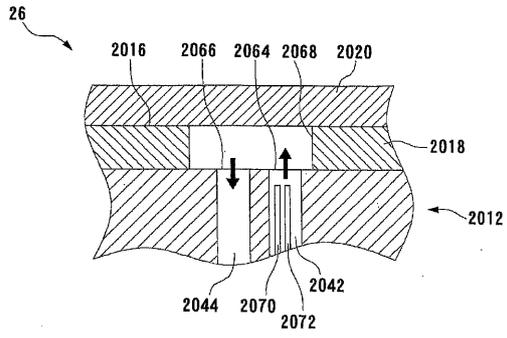


FIG. 54B



【 図 5 5 】

FIG. 55



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/JP 2004/006768</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
Int.Cl <sup>7</sup> <b>B24B49/12, B24B37/00, H01L21/304</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl <sup>7</sup> <b>B24B49/12, B24B37/00, H01L21/304, G01B11/06</b>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Japanese Utility Model Gazette 1922-1996, Japanese Publication of Unexamined Utility Model Applications 1971-2004, Japanese Registered Utility Model Gazette 1994-2004, Japanese Gazette Containing the Utility Model 1996-2004		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<b>X</b>	<b>WO 01/20304 A2 (KLA-TENCOR CORPORATION) 2001.05.22, page 17, line 14 - page 18, line 14; fig.5A, 5B &amp; JP 2003-509856 A &amp; US 6628397 B</b>	<b>1-2</b>
<b>A</b>	<b>JP 10-229061 A (KABUSHIKI KAISHA NIKON) 1998.08.25 (falimy:none)</b>	<b>1-2</b>
<b>A</b>	<b>US 6142855 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2000.11.07 &amp; JP 11-198033 A</b>	<b>1-2</b>
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>12.10.2004</b>		Date of mailing of the international search report <b>26.10.2004</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office</b> 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer <b>TSUKUBA Shigeki</b> Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3324
		<b>3C 9525</b>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP 2004/006768

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

There are 14 groups of claims:

claim 1-2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10-15, 16-18, 19-26, 27-30, 31-32, 33

The same technical feature among the groups of claims is "substrate measuring device for measuring a film on a substrate". However, "substrate measuring device for measuring a film on a substrate" is disclosed in JP 2001-235311 A, which is cited in DESCRIPTION by the applicant. So this feature is not new, and a contribution of this feature is not over the prior art. And there are no other technical features which are the same or corresponding among the groups of claims, and a contribution of those features are over the prior art. Therefore there are no technical relationship which is considered as "special technical feature" (PCT rule 13.3) among the groups of claims.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

claim 1-2

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 廣川 一人  
東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社 荏原製作所内

(72)発明者 中井 俊輔  
東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社 荏原製作所内

(72)発明者 大田 真朗  
東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社 荏原製作所内

(72)発明者 和田 雄高  
東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社 荏原製作所内

(72)発明者 小林 洋一  
東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社 荏原製作所内

Fターム(参考) 3C034 AA08 BB93 CA02 CA05 CA22 CB14 DD10