

(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2006-526292

(P2006-526292A)

(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)
H O 1 L 21/304 (2006. 01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 S	3 C O 3 4
B 2 4 B 37/04 (2006. 01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 R	3 C O 5 8
B 2 4 B 49/08 (2006. 01)	B 2 4 B 37/04 K	
B 2 4 B 49/12 (2006. 01)	B 2 4 B 49/08	
	B 2 4 B 49/12	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁)		

(21) 出願番号 特願2006-519167 (P2006-519167)
 (86) (22) 出願日 平成16年5月19日 (2004. 5. 19)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年11月16日 (2005. 11. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2004/007152
 (87) 国際公開番号 W02004/103636
 (87) 国際公開日 平成16年12月2日 (2004. 12. 2)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-143526 (P2003-143526)
 (32) 優先日 平成15年5月21日 (2003. 5. 21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-143527 (P2003-143527)
 (32) 優先日 平成15年5月21日 (2003. 5. 21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

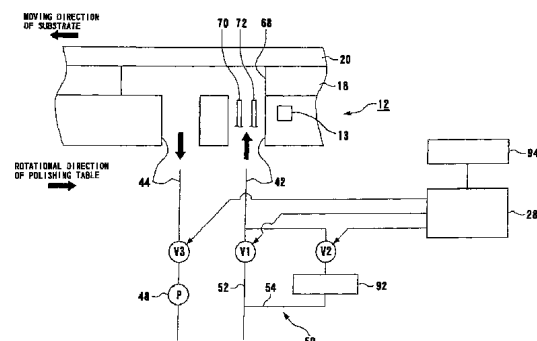
(71) 出願人 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
 (71) 出願人 000001993
 株式会社島津製作所
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地
 (74) 代理人 100091498
 弁理士 渡邊 勇
 (74) 代理人 100092406
 弁理士 堀田 信太郎
 (74) 代理人 100093942
 弁理士 小杉 良二
 (74) 代理人 100109896
 弁理士 森 友宏

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 (1 0) は、基板 (2 0) を平坦かつ鏡面に研磨する。基板研磨装置 (1 0) は、基板 (2 0) が押圧される研磨テーブル (1 2) と、基板 (2 0) の膜測定のために、研磨テーブル (1 2) から基板 (2 0) に測定光を投光し、基板 (2 0) から反射光を受光する投受光装置 (2 4) と、研磨テーブル (1 2) の投受光箇所 に設けられる流体室 (6 8) へ、測定光及び反射光が透過する測定用流体を供給する流体供給路 (4 2) と、流体室 (6 8) への測定用流体の供給を制御する流体供給制御装置 (5 6 , 5 8) とを有する。



【特許請求の範囲】**【請求項 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、
前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記測定光及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路と、
前記流体室への前記測定用流体の供給を制御する流体供給制御装置と、
を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 2】

前記流体供給制御装置は、前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 3】

前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に、前記測定用流体を前記流体室に噴射することを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 4】

前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞されない非閉塞期間に、噴射時よりも少ない流量の測定用流体を前記流体室に供給することを特徴とする請求項 3 に記載の基板研磨装置。

【請求項 5】

前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室内の流体の強制排出を制御する強制排出制御装置を有することを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 6】

前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に前記流体室内の流体を強制排出することを特徴とする請求項 5 に記載の基板研磨装置。

【請求項 7】

前記強制排出制御装置は、前記閉塞期間が終わった後の所定の閉塞後期間にも前記流体室内の流体の強制排出を継続することを特徴とする請求項 6 に記載の基板研磨装置。

【請求項 8】

前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される前の所定の閉塞前期間には、前記流体室内の流体の強制排出を制限することを特徴とする請求項 5 に記載の基板研磨装置。

【請求項 9】

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、
前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記光及び前記反射光が透過する流体を導く噴射用の第 1 の流路と、
前記流体室へ前記流体を導く前記噴射用の第 1 の流路よりも絞られた低流量用の第 2 の流路と、
前記流体が導かれる第 1、第 2 の流路を切り替える流路切替装置と、
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面を有する研磨テーブルと、
前記研磨テーブルの研磨面へ流体を供給する流路を有し、
前記流路は大流量用の流路と低流量用の流路を有することを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 11】

半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、
前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光する投光用光ファイバと、

10

20

30

40

50

前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する受光用光ファイバと、
を備え、

前記投光用光ファイバの出射端と前記受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接して配置され、かつ、前記投光用光ファイバ及び前記受光用光ファイバから前記半導体基板までの距離が、前記投光用光ファイバの拡がり角及び前記受光用光ファイバの拡がり角に基づいて定められていることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 1 2】

前記投光用光ファイバ及び前記受光用光ファイバから前記半導体基板までの距離が、前記投光用光ファイバ及び前記受光用光ファイバの開口数を N 、コア径を C 、クラッドの厚さを T として、

$$L = (1 - N^2)^{1/2} \times (2T + C) / 2N$$

により求められる値 L に基づいて設定されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 1 3】

前記投光用光ファイバの出射端及び / 又は前記受光用光ファイバの入射端にまたがって設けられ、前記投光用光ファイバが投光する測定光を前記半導体基板に集光及び / 又は前記半導体基板で反射した測定光を前記受光用光ファイバに集光する投光及び / 又は受光用集光手段を備えることを特徴とする請求項 1 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 1 4】

前記投光用光ファイバと前記受光用光ファイバのいずれか一方を他方が取り囲んでいることを特徴とする請求項 1 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 1 5】

半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光する投光用光ファイバと、

前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する受光用光ファイバと、
を備え、

前記投光用光ファイバの光軸と前記受光用光ファイバの光軸とが互いに傾いていることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 1 6】

前記投光用光ファイバの光軸と前記受光用光ファイバの光軸とが前記半導体基板の法線に関して対称であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の基板研磨装置。

【請求項 1 7】

半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体と、

を備え、

前記光ファイバ体は、少なくとも 1 本の投光用光ファイバと、少なくとも 1 本の受光用光ファイバとを含み、前記少なくとも 1 本の投光用光ファイバと前記少なくとも 1 本の受光用光ファイバの一方を他方が取り囲んでいることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 1 8】

前記少なくとも 1 本の投光用光ファイバと前記少なくとも 1 本の受光用光ファイバの一方を他方が被覆していることを特徴とする請求項 1 7 に記載の基板研磨装置。

【請求項 1 9】

半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体と、

を備え、

10

20

30

40

50

前記光ファイバ体は、複数本の投光用光ファイバと複数本の受光用光ファイバとを含み、前記投光用光ファイバと前記受光用光ファイバとが束ねられていることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 20】

半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体と、

を備え、

前記光ファイバ体は、投光用光ファイバの領域と受光用光ファイバの領域に分割された断面形状を有する複合型の光ファイバであることを特徴とする基板研磨装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光を利用する基板測定装置を備えた基板研磨装置に関し、特に、基板測定が研磨プロセスへ与える影響を低減するとともに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、半導体ウエ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。基板研磨装置は研磨面を有する研磨テーブルを有する。研磨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研磨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、基板測定装置により膜厚を測定し、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。 20

【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、特開 2001-235311 号公報は、研磨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よって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。 30

【0004】

水流式の基板測定装置は、研磨パッドの貫通孔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孔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、要求される測定能力が確保される。

【0005】

しかしながら、測定能力の要求を満たすためには、大量の水の供給が求められる。測定用の水が貫通孔から研磨パッドの表面（研磨面）へ流出すると、スラリが希釈されてしまう。そして、スラリの希釈は、研磨性能に影響を及ぼす可能性がある。 40

【0006】

上記の水流出についてさらに説明すると、水供給路が基板に塞がれていれば、水の流出量は比較的小さい。しかし、従来提案されている基板研磨装置では、基板の位置が研磨テーブルの回転中心から離れていることが多く、水供給路が常に基板により塞がれているわけではない。すなわち、研磨テーブルの回転に応じて、水供給路が塞がれる期間と、塞がれない期間が交互に存在する。そして、水供給路が基板により塞がれない期間には、水の流出量が増大し、スラリが希釈され、研磨性能に影響を受ける。

【0007】

上記した基板研磨装置では、上述したように、測定光を基板に照射するために研磨面に 50

開口が設けられている。研磨面に設けられた開口は、研磨への影響がないようになるべく小さい方がよい。開口を小さくするためには、光ファイバの収容スペースを小さくする必要があった。以上のような事情により、基板研磨装置の膜厚測定には細径の光ファイバが使用されていた。

【 0 0 0 8 】

しかし、細径の光ファイバは、投受光可能な光量が小さい。このため、測定光の投光量に対する受光量の比率（受光効率）を高めた基板研磨装置が望まれている。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明は上記背景の下でなされたものであり、研磨性能への測定用流体の影響を低減可能とし、かつ測定光の受光効率を高めた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 】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するため、本発明の第 1 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、前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記測定光及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路と、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御する流体供給制御装置とを有することを特徴とする基板研磨装置である。

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、流体室への測定用流体の供給が制御されるので、測定能力が確保される範囲で流体供給を制限することができる。したがって、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【 0 0 1 2 】

本発明の好ましい態様では、前記流体供給制御装置は、前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御する。

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、流体室と基板の位置関係に応じて測定用流体の供給を制御して、測定能力が確保される範囲で流体供給を制限することができる。したがって、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【 0 0 1 4 】

本発明において、流体室は、例えば、研磨テーブルの研磨パッドに開けられた貫通孔で構成される。しかし、流体室はこれに限定されない。流体室は、流体供給路の出口部分の空間であればよい。したがって、流体室と流体供給路の境界が明確である必要はない。流体供給路の終端付近の領域が流体室であってもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明の好ましい態様では、前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に、前記測定用流体を前記流体室に噴射する。

【 0 0 1 6 】

上記の閉塞期間は、流体室が基板に面している期間を少なくとも含む期間であり、測定が行われる期間である。また、閉塞期間は、基板により流体室が塞がれているので、測定用流体を噴射しても、流体室からの流出量は少ない。したがって、流出量を少なく抑えつつ、大量の測定用流体が供給される状態で基板を測定できる。

【 0 0 1 7 】

本発明の範囲内で、閉塞期間以外の期間には、測定用流体の供給を停止して、測定用流体の流出を止めてもよいが、下記のように低流量の供給が行われてもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明の好ましい態様では、前記流体供給制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞されない非閉塞期間に、噴射時よりも少ない流量の測定用流体を前記流体室に供給する

10

20

30

40

50

。

【0019】

本発明によれば、非閉塞期間に低流量の流体が流体室に供給されるので、非閉塞期間における流体室へのスラリの侵入が制限される。そのため、例えば測定用ファイバが設けられる構成では、測定用ファイバ表面、特にファイバ端へのスラリ付着を防止できる。

【0020】

本発明の好ましい態様では、前記流体室と前記基板の位置関係に応じて、前記流体室内の流体の強制排出を制御する強制排出制御装置を有する。

【0021】

本発明によれば、流体室と基板の位置関係に応じて、流体室内の流体の強制排出が制御されるので、測定能力が確保される範囲で強制排出を行うことができる。これにより、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。 10

【0022】

本発明の好ましい態様では、前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間に前記流体室内の流体を強制排出する。

【0023】

本発明によれば、閉塞期間に流体室に供給される大量の流体室内の流体を強制排出し、測定用流体の流出量を低減できる。

【0024】

本発明の好ましい態様では、前記強制排出制御装置は、前記閉塞期間が終わった後の所定の閉塞後期間にも前記流体室内の流体の強制排出を継続する。 20

【0025】

本発明によれば、閉塞期間が終わった後の閉塞後期間も強制流出を継続して、閉塞後期間における測定用流体の流出量を低減できる。

【0026】

本発明の好ましい態様では、前記強制排出制御装置は、前記流体室が前記基板により閉塞される前の所定の閉塞前期間には、前記流体室内の流体の強制排出を制限する。

【0027】

本発明によれば、閉塞前期間に強制排出が制限されるので、閉塞前期間には流体室の測定用流体の量を増大し、流体を測定用流体で概ね満たすことができる。好適には低流量の流体供給により流体室が測定用流体で満たされる。これにより、研磨テーブル上で流体室が基板下方に突入する直前に存在するスラリ溜り（スラリの溜まった部分）に流体室が到達したときに流体室へと流入するスラリの量を低減できる。スラリ溜りを通過するときのスラリ流入量の低減により、基板を流体室が通過するときの測定性能の向上が図れる。 30

【0028】

なお、スラリ溜りの大きさは、スラリ及び研磨パッド等の仕様に依りて異なり、スラリ溜りが殆ど発生しない場合もある。このような場合にも、本形態によれば、流体室が基板により閉塞される前に流体室の流体を増加させることで、測定性能の向上が図れる。例えば、基板の下方に流体室が突入するときに巻き込まれる気泡を低減可能である。

【0029】

本発明の第2の態様によれば、基板が押圧される研磨テーブルと、前記研磨テーブルから前記基板に光を投光し、前記基板から反射光を受光する投受光装置と、前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記光及び前記反射光が透過する流体を導く噴射用の第1の流路と、前記流体室へ前記流体を導く前記噴射用の第1の流路よりも絞られた低流量用の第2の流路と、前記流体が導かれる第1、第2の流路を切り替える流路切替装置とを有することを特徴とする基板研磨装置である。 40

【0030】

本発明によれば、噴射用の第1の流路と低流量用の第2の流路が切り替えられる。噴射と低流量供給の切替により、上述した本発明の利点が得られる。

【0031】

本発明の第3の態様によれば、基板が押圧される研磨面を有する研磨テーブルと、前記研磨テーブルの研磨面へ流体を供給する流路を有し、前記流路は大流量用の流路と低流量用の流路を有することを特徴とする基板研磨装置である。本発明によっても、大流量用と低流量用の流路を設けることで流量の好適な制御ができる。

【0032】

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、前記研磨テーブルの投受光箇所に設けられる流体室へ、前記測定光及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路と、前記流体室への前記測定用流体の供給を制御し、前記測定用流体を噴射する噴射モードと、前記噴射モードより流量が少ない低流量モードを切り替える流体供給制御装置と、前記流体室内の流体の強制排出を制御する強制排出制御装置とを有する。前記流体室が前記基板により閉塞される閉塞期間には、前記流体供給制御装置が前記噴射モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記流体室（測定室）内の流体を強制排出し、前記流体室が前記基板により閉塞される前の所定の閉塞前期間には、前記流体供給制御装置が前記低流量モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記測定室内の流体の強制排出を制限し、前記基板による前記流体室の閉塞が終わった後の所定の閉塞後期間には、前記流体供給制御装置が前記低流量モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記測定室内の流体を強制排出する。

10

【0033】

本発明によれば、閉塞期間には、流体の噴射と共に強制排出が行われる。したがって、流出量を少なく抑えつつ、十分な量の測定用流体を用いた測定ができる。また、閉塞前期間には、低流量の供給を行い、かつ、強制排出が制限される。したがって、閉塞前期間内に流体室の測定用流体の量を増大でき、測定室が基板下方に突入する直前にスラリ溜りを通過するときに流体室に流入するスラリ量を低減できる。さらに、閉塞後期間には、低流量の供給を行い、かつ、強制排出が行われる。したがって、流出量を少なく抑えつつ、流体室へのスラリの侵入を制限できる。このようにして、本発明によれば、測定能力を確保しながら、測定用流体の流出量を低減して、研磨性能への影響を低減できる。

20

【0034】

本発明の好ましい態様では、研磨プロセスの終了後は、前記流体供給制御装置が前記低流量モードを設定し、前記強制排出制御装置が前記流体室の流体の強制排出を制限する。

30

【0035】

本発明によれば、研磨プロセスの終了後は、低流量の供給が行われ、かつ、強制排出が制限されるので、流体室に測定用流体が存在する状態を保持できる。

【0036】

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面を有する研磨テーブルと、前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光する投光用光ファイバと、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する受光用光ファイバとを備え、前記投光用光ファイバの出射端と前記受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接して配置され、かつ、前記投光用光ファイバ及び前記受光用光ファイバから前記半導体基板までの距離が、前記投光用光ファイバの拡がり角及び前記受光用光ファイバの拡がり角に基づいて定められていることを特徴とする基板研磨装置である。

40

【0037】

本発明によれば、投光用光ファイバの出射端と受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接した構成により、投光用光ファイバから出射して受光用光ファイバに入射する測定光の経路が基板に対して垂直に近くなる。これにより、受光用光ファイバによる受光量を増大させることができる。

【0038】

また、一般的に、基板からの反射光の受光効率を高めるためには、投光用光ファイバの出射端及び受光用光ファイバの入射端から基板までの距離が短い方が良く考えられる。

50

しかし、投光用光ファイバの出射端及び受光用光ファイバの入射端を基板に近づけていくと、基板上の有効照射範囲が減少してしまう。「有効照射範囲」とは、基板上に照射された測定光のうちで、反射により受光用光ファイバへと到達できる測定光が照射する範囲である。本発明は、有効照射範囲が光ファイバの特性である拡がり角に影響されることに着目し、拡がり角に基づいて投光用光ファイバ及び受光用光ファイバから基板までの距離を定めることにより、測定光の受光効率を向上可能とした。なお、「拡がり角」とは、光ファイバの最大の受光角であり、光ファイバの特性を表すパラメータであるNA値によって規定される。

【0039】

本発明の好ましい態様では、前記投光用光ファイバ及び前記受光用光ファイバから前記半導体基板までの距離が、前記投光用光ファイバ及び前記受光用光ファイバのNA値をN、コア径をC、クラッドの厚さをTとして、

$$L = (1 - N^2)^{1/2} \times (2T + C) / 2N$$

により求められる値Lに基づいて設定される。

【0040】

この式により求められる値Lは、有効照射範囲を減少させないで投光用光ファイバ及び受光用光ファイバを基板に近づけることができる距離である。従って、求められた値Lに基づいて距離を設定することにより、受光効率を向上できる。

【0041】

本発明の好ましい態様では、前記投光用光ファイバの出射端及び前記受光用光ファイバの入射端にまたがって設けられ、前記投光用光ファイバが投光する測定光を前記半導体基板に集光すると共に、前記半導体基板で反射した測定光を前記受光用光ファイバに集光する投受光用集光手段を備えている。

【0042】

本発明の好ましい態様では、前記投光用光ファイバと前記受光用光ファイバのいずれか一方を他方が取り囲んでいる。

【0043】

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面を有する研磨テーブルと、前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光する投光用光ファイバと、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する受光用光ファイバとを備え、前記投光用光ファイバの光軸と前記受光用光ファイバの光軸とが互いに傾いていることを特徴とする基板研磨装置である。

【0044】

光ファイバからは光軸に沿った方向に強い光が出射され、光軸から離れるに従い出射された光の強度は弱くなる。光ファイバの受光感度についても、光軸に沿った方向から入射する光の方が、光軸から離れた周辺部から入射する光より感度良く受光可能である。本発明によれば、投光用光ファイバの光軸と受光用光ファイバの光軸とを互いに傾けることにより、受光用光ファイバによる反射光の受光効率を向上可能である。

【0045】

本発明の好ましい態様では、前記投光用光ファイバの光軸と前記受光用光ファイバの光軸とが前記半導体基板の法線に関して対称である。

【0046】

投光用光ファイバの光軸と受光用光ファイバの光軸とを半導体基板の法線に関して対称とした構成により、基板で反射した光の進行方向と受光用光ファイバの光軸がほぼ一致する。これにより、受光用光ファイバによる測定光の受光効率を向上可能である。

【0047】

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面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、投光用光ファイバの出射端に設けられ、投光用光ファイバが投光する測

10

20

30

40

50

定光を半導体基板に集光する投光用集光手段とを備える。

【0048】

本発明によれば、投光用集光手段により測定光を基板に集光し、投光の範囲を小さく限定できる。これにより、基板上のパターンの膜測定への影響を低減できる。基板上のパターンの凹凸が膜測定に影響しないように、測定光の投光範囲を絞ることも好適である。なお、投光用集光手段は、出射端にレンズを取り付けて構成してもよいし、出射端をレンズ加工することにより形成してもよい。

【0049】

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面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、受光用光ファイバの入射端に設けられ、半導体基板で反射した測定光を受光用光ファイバに集光する受光用集光手段とを備える。

10

【0050】

この構成により、基板上の所定の箇所に焦点を合わせて、その箇所から反射した光を集光可能である。これにより、ノイズ成分を低減して、測定光のS/N比を向上できる。なお、受光用集光手段は、入射端にレンズを取り付けて構成してもよいし、入射端をレンズ加工することにより形成してもよい。

【0051】

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面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、隣接して配置された投光用光ファイバの出射端及び受光用光ファイバの入射端にまたがって設けられ、投光用光ファイバが投光する測定光を半導体基板に集光すると共に半導体基板で反射した測定光を受光用光ファイバに集光する投受光用集光手段とを備える。

20

【0052】

本発明によれば、一の投受光用集光手段により、測定光の基板への集光と基板からの反射光の集光を行うので、投光用光ファイバが投光する測定光の焦点位置と、受光用光ファイバが受光する測定光の焦点位置が一致する。これにより、投光した測定光を基板に集光し、集光した箇所で反射した光を受光用光ファイバに集光でき、測定光のS/N比を向上可能である。なお、投受光用集光手段は、出射端と入射端にまたがるレンズを取り付けて構成してもよいし、出射端及び入射端をレンズ加工することにより形成してもよい。

30

【0053】

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面を有する研磨テーブルと、前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体とを備え、前記光ファイバ体は、少なくとも1本の投光用光ファイバと、少なくとも1本の受光用光ファイバとを含み、前記少なくとも1本の投光用光ファイバと前記少なくとも1本の受光用光ファイバの一方を他方が取り囲んでいることを特徴とする基板研磨装置である。

40

【0054】

この構成により、基板で反射した測定光の受光割合を増やし、測定光のS/N比を向上可能である。

【0055】

本発明の好ましい態様では、前記少なくとも1本の投光用光ファイバと前記少なくとも1本の受光用光ファイバの一方を他方が被覆している。

【0056】

投光用光ファイバと受光用光ファイバの一方を他方が被覆した構成により、投光用光ファイバと受光用光ファイバとの間に、双方の光ファイバに共通のクラッドを形成できる。

50

クラッドの共通化により、投光用光ファイバのコアと受光用光ファイバのコアの間隔を狭くできる。これにより、基板での反射光のうち、受光用光ファイバに受光される光の割合を増やすことができる。

【0057】

本発明の好ましい態様では、光ファイバ体は、1本の投光用光ファイバと、投光用光ファイバを取り囲む複数本の受光用光ファイバとを有する。

【0058】

1本の投光用ファイバによって測定光を投光することにより、測定光が当たる範囲を限定できる。

【0059】

本発明の好ましい態様では、光ファイバ体は、1本の受光用光ファイバと、受光用光ファイバを取り囲む複数本の投光用光ファイバとを有する。

【0060】

本発明によれば、受光用光ファイバの周囲が複数の投光用光ファイバにより取り囲まれるので、受光用光ファイバは、投光用光ファイバから投光された測定光を効率良く受光可能である。

【0061】

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面を有する研磨テーブルと、前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体とを備え、前記光ファイバ体は、複数本の投光用光ファイバと複数本の受光用光ファイバとを含み、前記投光用光ファイバと前記受光用光ファイバとが束ねられていることを特徴とする基板研磨装置である。

【0062】

この構成により、基板で反射した測定光の受光割合を増やし、S/N比を向上可能である。

【0063】

本発明の好ましい態様では、光ファイバ体は、複数本の投光用光ファイバを複数本の受光用光ファイバが取り囲むように構成される。

【0064】

光ファイバ体の中央に複数の投光用ファイバを集めることにより、測定光が当たる範囲を限定できる。

【0065】

本発明の好ましい態様では、光ファイバ体は、複数本の受光用光ファイバを複数本の投光用光ファイバが取り囲むように構成される。

【0066】

本発明によれば、受光用光ファイバの周囲が複数の投光用光ファイバにより取り囲まれるので、受光用光ファイバは、投光用光ファイバから投光された測定光を効率良く受光可能である。

【0067】

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面を有する研磨テーブルと、前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体とを備え、前記光ファイバ体は、投光用光ファイバの領域と受光用光ファイバの領域に分割された断面形状を有する複合型の光ファイバであることを特徴とする基板研磨装置である。

【0068】

投光用光ファイバの領域と受光用光ファイバの領域とを有する構成により、それぞれの領域の間に双方の光ファイバに共通のクラッドを形成できる。クラッドの共通化により、投光用光ファイバ領域のコアと受光用光ファイバ領域のコアの間隔を狭くできる。これに

10

20

30

40

50

より、投光用光ファイバから投光される測定光の照射範囲と、受光用光ファイバにより受光可能な範囲との重なり部分を増やすことができる。

【 0 0 6 9 】

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。また、本発明の別の態様は、上記の基板研磨装置による基板研磨方法及び基板測定装置による基板測定方法である。

【 0 0 7 0 】

本発明の上述した目的ならびにその他の目的及び効果は、本発明の好ましい実施形態を一例として図示した添付図面と照らし合わせれば、以下に述べる説明から明らかになるであろう。 10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 7 1 】

以下、本発明の実施形態に係る基板研磨装置を図 1 から図 3 1 を参照して説明する。

【 0 0 7 2 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の基板研磨装置を示している。基板研磨装置 1 0 は、いわゆる化学的機械的研磨 (CMP) 装置であり、研磨テーブル 1 2 とトップリング 1 4 を有する。研磨テーブル 1 2 には、研磨面 1 6 を有する研磨パッド 1 8 が取り付けられている。トップリング 1 4 は、下面で基板 2 0 を支持しており、基板 2 0 と共に回転する。そして、トップリング 1 4 は、研磨テーブル 1 2 の中心から離れた位置で基板 2 0 を研磨パッド 1 8 に押し付ける。研磨パッド 1 8 と基板 2 0 の間には研磨用のスラリが供給される。基板 2 0 は、スラリの存在下で、研磨テーブル 1 2 の研磨パッド 1 8 に押し付けられた状態で回転し、さらに、研磨テーブル 1 2 が回転し、これにより基板 2 0 が研磨される。研磨パッド 1 8 としては、発泡ポリウレタン製、不織布タイプ、又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。 20

【 0 0 7 3 】

基板研磨装置 1 0 は、基板 2 0 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形態では、終点検知という。終点検知のために、基板研磨装置 1 0 は、以下に説明する膜厚測定装置 2 2 を備えている。 30

【 0 0 7 4 】

膜厚測定装置 2 2 は、本発明の基板測定装置の一形態である。測定対象の膜は、例えば酸化シリコン膜である。膜厚測定装置 2 2 は、研磨テーブル (回転テーブル) 1 2 に内蔵されたセンサ 2 4 を有し、さらに、研磨テーブル 1 2 の下面に取り付けられた電源ユニット 2 6、コントローラユニット 2 8、光源ユニット 3 0 及びフォトメータユニット 3 2 を有する。

【 0 0 7 5 】

電源ユニット 2 6 は、ロータリーコネクタ 3 4 を介して電力を受け取り、膜厚測定装置 2 2 の各ユニットに電力を供給する。コントローラユニット 2 8 は膜厚測定装置 2 2 の全体を制御する。光源ユニット 3 0 はセンサ 2 4 に測定光を供給し、測定光はセンサ 2 4 にて基板 2 0 に照射される。センサ 2 4 は、基板 2 0 からの反射光を受光し、フォトメータユニット 3 2 に送る。測定光及び反射光の伝達部材は共に光ファイバである。フォトメータユニット 3 2 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 2 8 で処理される。 40

【 0 0 7 6 】

コントローラユニット 2 8 は、ロータリーコネクタ 3 4 を介して光学的指標計算部 3 6 に接続され、光学的指標計算部 3 6 は光学的指標判定部 3 8 に接続されている。コントローラユニット 2 8 で処理された信号は光学的指標計算部 3 6 に送られ、光学的指標計算部 3 6 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 3 8 50

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 40 に送られる。

【0077】

膜厚測定装置 22 は、さらに、センサ 24 に測定用流体を供給するための供給路 42 と、センサ 24 から測定用流体を排出するための排出路 44 を有する。供給路 42 は、ロータリージョイント 46 を介して、タンク（図示せず）に接続されている。また、排出路 44 は、測定室（流体室）内の流体を排出するポンプ 48 に接続されている。ポンプ 48 により測定用流体が排出され、また、測定室に流入するスラリ等の研磨液も排出される。

【0078】

本実施形態では、測定用流体は純水であり、純水は、基板研磨装置が備えられる工場等の施設に備えられるタンクから供給されてよい。また、供給路 42 及び排出路 44 は適当な配管等で構成される。例えば、配管をポリエーテルエーテルケトン（PEEK 材）等の樹脂等（非金属部材）でコーティングすることにより、基板への金属汚染を防止することができる。供給路 42 及び排出路 44 は、研磨テーブル 12 に内に設けられたジャケットを含んでもよい。

【0079】

供給路 42 は、図 1 に示すように並列部 50 を有し、並列部 50 は主流路 52 及び副流路 54 からなる。そして、主流路 52 及び副流路 54 には供給制御弁 56, 58 が設置されている。主流路 52 は、大流量の純水の供給によってセンサ 24 で純水を噴射するために用いられる。一方、副流路 54 にはオリフィス（図示せず）が設けられており、副流路 54 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 56, 58 が開閉される。

【0080】

さらに、排出路 44 には排出制御弁 60 が設置されている。排出制御弁 60 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 60 及び供給制御弁 56, 58 は、電磁弁ユニット（図示せず）を有する電磁弁である。この電磁弁ユニットは、他のユニットと同じく研磨テーブル 12 の下面に取り付けられている。

【0081】

基板研磨装置 10 は、さらに、研磨テーブル 12 内に冷却用のウォータージャケット 62 を有する。ウォータージャケット 62 はロータリージョイント 46 を介して水タンク（図示せず）に接続されている。

【0082】

図 2 は、センサ 24 の構成例を示している。既に説明したように、研磨テーブル 12 に研磨パッド 18 が載せられており、研磨パッド 18 に基板 20 が接触する。研磨テーブル 12 には、供給路 42 及び排出路 44 が並んで設けられている。そして、供給路 42 の供給口 64 及び排出路 44 の排出口 66 が、研磨テーブル 12 の上面に位置している。研磨パッド 18 は貫通孔 68 を有しており、これにより、供給口 64 及び排出口 66 が露出する。

【0083】

供給路 42 には、投光用光ファイバ 70 及び受光用光ファイバ 72 が並んで配置されている。投光用光ファイバ 70 及び受光用光ファイバ 72 は、光源ユニット 30 及びフォトメータユニット 32（図 1）に接続されている。そして、投光用光ファイバ 70 は、光源ユニット 30 から供給された測定光を基板 20 に照射する。受光用光ファイバ 72 は、基板 20 からの反射光を受光し、反射光をフォトメータユニット 32 へ伝える。

【0084】

上記のセンサ 24 では、純水等の測定用流体が、供給口 64 から供給され、排出口 66 から排出されている。貫通孔 68 の内部が純水等で満たされ、研磨用のスラリの貫通孔 68 への侵入が制限される。これにより、貫通孔 68 の内部が透明に保たれるので、測定光を使った膜測定が良好に行える。

【0085】

10

20

30

40

50

図 3 は、基板研磨装置 10 を備えた基板処理装置 80 の全体構成を示している。基板処理装置 80 は、基板カセット保持部 82、基板移動装置 84 及び洗浄室 86 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は、基板カセット保持部 82 から基板研磨装置 10 に送られる。そして、研磨後の基板は、洗浄室 86 で洗浄及び乾燥され、基板カセット保持部 82 に戻される。

【0086】

また、基板処理装置 80 は、基板研磨装置 10 が設けられた部屋に、作業用窓 88 を有する。基板研磨装置 10 には、基板を支持するトップリング 14 が備えられている。また、研磨テーブル 12 を挟んでトップリング 14 と向き合うようにドレッサ 15 が備えられている。スラリはノズル 90 を通って研磨テーブル 12 へ供給される。ノズル 90 は、スラリ容器（図示せず）からスラリを供給するスラリ供給管を構成しており、すなわち、スラリ供給装置を構成している。測定用流体は、研磨テーブル 12 へと下側から供給される（図示せず）。

10

【0087】

以上に、本実施形態の基板研磨装置 10 の全体構成を、センサ 24 の構成と共に説明した。次に、本実施形態の特徴的構成について説明する。

【0088】

図 4 は、純水等の測定用流体の供給及び排出の制御に関する構成を示している。既に説明した通り、研磨パッド 18 には貫通孔 68 が設けられており、貫通孔 68 へと供給路 42 及び排出路 44 が連通している。供給路 42 には、投光用光ファイバ 70 及び受光用光ファイバ 72 が配置されている。

20

【0089】

また、供給路 42 は並列部 50 を有し、並列部 50 は主流路 52 及び副流路 54 からなる。副流路 54 にはオリフィス 92 が設けられており、これにより流路が絞られている。主流路 52 には噴射制御弁 V1 が設置され、副流路 54 には低流量制御弁 V2 が設置されている。噴射制御弁 V1 及び低流量制御弁 V2 は、図 1 の供給制御弁 56, 58 に対応し、主流路 52 と副流路 54 の切替装置を構成している。

【0090】

供給路 42 には、基板研磨装置 10 が備えられる施設の配管から送られてくる純水が導かれる。そして、供給路 42 から貫通孔 68 への供給量は以下のように設定されている。すなわち、主流路 52 の噴射制御弁 V1 が開き、副流路 54 の低流量制御弁 V2 が閉じるとき、流量が $50 \sim 200 \text{ cc/min}$ であり、低流量制御弁 V2 が開き、噴射制御弁 V1 が閉じるとき、流量が 50 cc/min 以下になるように、供給路 42 が構成されている。このような構成により、主流路 52 を用いて貫通孔 68 に純水が噴射され、副流路 54 を用いて貫通孔 68 に低流量の純水が供給される。

30

【0091】

一方、排出路 44 には、ポンプ 48 が設置され、さらに、排出制御弁 V3 が設置されている。排出制御弁 V3 は、図 1 の排出制御弁 60 に対応する。また、ポンプ 48 は、本実施形態では定量ポンプである。そして、ポンプ 48 の排出量は、噴射時の供給量の $\pm 20\%$ 以内に設定されている。好ましくは、供給量が排出量以上に設定され、これにより、測定時の十分な水量が確保される。ただし、本発明の範囲内でポンプ 48 は定量ポンプに限定されず、定圧ポンプも適用可能である。

40

【0092】

また、排出路 44 の排出量を、排出制御弁 V3 の開閉又はポンプ 48 の運転と停止の切替により制御してもよい。また、ポンプ 48 は、圧電素子により駆動されるダイアフラムを備えたダイアフラム式ポンプであってもよい。また、ポンプ 48 の接液部及び制御弁 V1, V2, V3 の接液部は、それぞれ非金属材料により形成されていることが好ましい。さらに、制御弁 V1, V2, V3 は電磁弁であることが好ましい。

【0093】

噴射制御弁 V1、低流量制御弁 V2 及び排出制御弁 V3 の開閉は、コントローラユニッ

50

ト 2 8 により制御される。コントローラユニット 2 8 には、回転角センサ 9 4 が接続されている。回転角センサ 9 4 は、研磨テーブル 1 2 の回転方向の角度位置を検出する。コントローラユニット 2 8 は、回転角センサ 9 4 の検出信号に基づいて、噴射制御弁 V 1、低流量制御弁 V 2 及び排出制御弁 V 3 の開閉を制御する。

【 0 0 9 4 】

ここで、研磨テーブル 1 2 に対する基板 2 0 の位置は決まっている。また、貫通孔 6 8 は研磨テーブル 1 2 と共に回転する。したがって、コントローラユニット 2 8 は、研磨テーブル 1 2 の角度位置を用いることにより、貫通孔 6 8 と基板 2 0 の位置関係に応じて噴射制御弁 V 1、低流量制御弁 V 2 及び排出制御弁 V 3 を制御できる。このとき、回転角センサ 9 4 は、研磨テーブル 1 2 の回転角を検出することで、貫通孔 6 8 と基板 2 0 の位置関係を検出するセンサ又は手段として機能する。

10

【 0 0 9 5 】

上記構成においては、貫通孔 6 8 が本発明の流体室に相当する。また、投光用光ファイバ 7 0 及び受光用光ファイバ 7 2 が、測定光の投光と反射光の受光を行う投受光装置を構成している。供給路 4 2 及び排出路 4 4 は、純水等の測定用流体の供給装置及び排出装置である。また、噴射制御弁 V 1 及び低流量制御弁 V 2 が、コントローラユニット 2 8 とともに流体供給制御装置を構成しており、同様に、排出制御弁 V 3 がコントローラユニット 2 8 とともに流体排出制御装置を構成している。さらに、供給路 4 2 の主流路 5 2 及び副流路 5 4 が、噴射用の流路及び低流量用の流路に相当する。

【 0 0 9 6 】

20

次に、図 5 ～ 図 9 を参照し、コントローラユニット 2 8 による供給及び排出制御を説明する。

【 0 0 9 7 】

図 5 は、貫通孔 6 8 (流体室) と基板 2 0 の位置関係を示している。上述したように、研磨テーブル 1 2 に対する基板 2 0 の位置が決まっており、かつ、貫通孔 6 8 は研磨テーブル 1 2 と共に回転する。したがって、貫通孔 6 8 と基板 2 0 の位置関係は、貫通孔 6 8 の回転方向の角度位置 で表される。図 5 では、研磨テーブル 1 2 の中心と基板 2 0 の中心を結ぶ線上に貫通孔 6 8 が位置するとき、貫通孔 6 8 の角度位置 が 0 度であるとする。

【 0 0 9 8 】

30

図 5 において、 $\theta = 1$ のとき、貫通孔 6 8 の端が基板 2 0 に到達し、貫通孔 6 8 が基板 2 0 に覆われ始める。そして、 $\theta = 2$ のとき、貫通孔 6 8 が完全に基板 2 0 を通過し、貫通孔 6 8 の全体が基板 2 0 に覆われなくなる。したがって、 $\theta = 1$ から $\theta = 2$ の期間では、基板 2 0 が貫通孔 6 8 の上に位置する。この期間を本実施形態では「閉塞期間」という。閉塞期間以外の期間は、貫通孔 6 8 が基板 2 0 により閉塞されない期間であり、図 5 のように「非閉塞期間」と呼ぶ。「非閉塞期間」は、「閉塞前期間」と「閉塞後期間」の 2 つに分けられる。

【 0 0 9 9 】

閉塞前期間は、貫通孔 6 8 が基板 2 0 により閉塞される前の所定の期間である。本実施形態では、閉塞前期間は、 $0 < \theta < 1$ に設定されている。そして、 $\theta = 0$ は - 1 2 0 度に設定されている。閉塞後期間は、基板 2 0 による貫通孔 6 8 の閉塞が終わった後の所定の期間である。閉塞後期間は、図 5 では、 $2 < \theta < 3$ の期間である。 $\theta = 3$ は 2 4 0 度 ($= 3 6 0 + 0$) であり、したがって、閉塞後期間が終わると、次の閉塞前期間が始まる。

40

【 0 1 0 0 】

ここで、上記の閉塞期間は、より詳細には以下のように設定されてよい。

【 0 1 0 1 】

図 6 は、基板 2 0 を支持するトップリング 1 4 の構成を示している。図 6 に示すように、一般のトップリング 1 4 は、基板 2 0 を装着する支持面にガイドリング 9 6 を有している。そして、基板 2 0 の周囲はガイドリング 9 6 で囲まれる。このような場合に、上記の

50

「閉塞期間」は、貫通孔がガイドリング 9 6 に到達し、基板 2 0 を通り、基板 2 0 の反対側でガイドリング 9 6 から離れるまでの期間に設定されてよい。この設定は、ガイドリング 9 6 を基板 2 0 の一部として扱っており、このような構成も本発明の範囲内である。言い換えれば、本発明の範囲内で、貫通孔がガイドリング 9 6 に達してから離れるまでの期間が、本発明の閉塞期間であってよく、すなわち、流体室が基板により塞がれる期間であってよい。なお、この点は、ガイドリング 9 6 以外の部材が基板 2 0 の周囲に存在する場合でも同様に適用される。また、閉塞期間は、上記のようなガイドリング 9 6 等の部材を考慮せずに、基板 2 0 のみと貫通孔の重なりに基づいて設定されてもよい。

【0102】

次に、図 7 は、図 5 に示される各期間における噴射制御弁 V 1、低流量制御弁 V 2 及び排出制御弁 V 3 の開閉制御を示している。 10

【0103】

まず、閉塞前期間には、コントローラユニット 2 8 は、低流量モードを設定する。低流量モードでは、コントローラユニット 2 8 の制御信号に応答して、噴射制御弁 V 1 が閉じ、低流量制御弁 V 2 が開く。これにより、副流路 5 4 を通って、低流量の純水が供給される。

【0104】

また、閉塞前期間には、コントローラユニット 2 8 は、排出制御弁 V 3 を制御して強制排出を制限する。本実施形態では、排出制御弁 V 3 が閉じるので、強制排出は停止する。

【0105】

次に、閉塞期間が来ると、コントローラユニット 2 8 は、噴射モードを設定する。噴射モードでは、コントローラユニット 2 8 の制御信号に応答して、噴射制御弁 V 1 が開き、低流量制御弁 V 2 が閉じる。これにより、主流路 5 2 を通って、大量の純水が供給され、供給された純水は貫通孔 6 8 内に噴出する。なお、本発明の範囲内で、低流量制御弁 V 2 は閉じなくてもよく、この場合も低流量供給と噴射の切替が可能である（以下、同様）。 20

【0106】

また、閉塞期間には、コントローラユニット 2 8 は、排出制御弁 V 3 を制御して強制排出を行わせる。コントローラユニット 2 8 の制御信号に応答して排出制御弁 V 3 が開き、ポンプ 4 8 を使った強制排出が行われる。

【0107】

次に、閉塞後期間が来ると、コントローラユニット 2 8 は、噴射モードから低流量モードへの切替を行う。したがって、噴射制御弁 V 1 が閉じ、低流量制御弁 V 2 が開き、供給量が低下する。 30

【0108】

また、閉塞後期間には、コントローラユニット 2 8 は、閉塞期間での強制排出を継続する。したがって、排出制御弁 V 3 は開いたままであり、ポンプ 4 8 を使った強制排出が行われる。

【0109】

図 8 は、上記の各期間における貫通孔 6 8 の状態を示す概念図である。まず、図 8 の中央の閉塞期間について説明すると、閉塞期間には純水が噴射されるので、大量の純水によって貫通孔 6 8 が満たされる。貫通孔 6 8 のスラリが純水で希釈され、特に、供給路 4 2 の上方は、供給されたばかりの純水が概ね垂直な液柱を形成して、測定に必要な透明度が確保される。膜厚測定は、この閉塞期間に行われる。すなわち、噴射により生じる水柱の中で、測定光が投光され、反射光が受光される。また、閉塞期間には、貫通孔 6 8 が基板 2 0 に塞がれており、さらには、強制排出が行われているので、基板 2 0 と研磨パッド 1 8 の表面との隙間への純水の流出量は少なく抑えられる。 40

【0110】

このようにして、閉塞期間には、純水の流出を抑えつつ、貫通孔 6 8 内の透明度を確保でき、必要な測定能力が得られる。

【0111】

次に、閉塞後期間には、低流量の純水が貫通孔 6 8 に供給され、かつ、貫通孔 6 8 から純水が強制排出される。したがって、概念的には図 8 に示すように貫通孔 6 8 の一部に純水が残存する。このような制御により、純水の噴出によるスラリの希釈が避けられ、さらに、貫通孔 6 8 へのスラリの侵入も制限できる。そのため、測定用ファイバ表面、特に、ファイバ端へのスラリ付着を防止できる。

【 0 1 1 2 】

この点に関し、閉塞後期間には、測定が行われないので、貫通孔 6 8 への純水の供給を完全に停止することも考えられる。しかし、スラリが過度に貫通孔 6 8 に侵入すると、次の閉塞期間で貫通孔 6 8 にスラリが残り、透明度が落ちる可能性がある。これを避けるために、本実施形態は、閉塞後期間に低流量の純水を供給しており、貫通孔 6 8 へのスラリ

10

【 0 1 1 3 】

次に、閉塞前期間について説明すると、閉塞前期間には、低流量の純水の供給は継続されるが、強制排出は停止する。これにより、貫通孔 6 8 の純水の量が増す。ただし、純水の供給量が少ないので、貫通孔 6 8 からの純水の流出量は少なく抑えられる。

【 0 1 1 4 】

上記のように閉塞前期間には、貫通孔 6 8 の純水の量が増大し、流体室を純水で概ね満たすことができる。好ましくは、図 8 に示される如く、閉塞前期間に貫通孔 6 8 が純水で満たされるように、閉塞前期間の長さが設定される。これにより、以下の利点が得られる。

20

【 0 1 1 5 】

研磨テーブル 1 2 上で貫通孔 6 8 が基板 2 0 下方に突入する直前には、スラリ溜りが存在する。スラリ溜りは、基板 2 0 下方に巻き込まれるべきスラリが基板 2 0 の縁に溜まることで生じる。より詳細には、基板 2 0 がトップリング 1 4 のガイドリング 9 6 (図 6 参照) に囲まれる構成では、スラリ溜りはガイドリング 9 6 の縁に発生する。強制排出が行われると、貫通孔 6 8 に空隙がある状態で貫通孔 6 8 がスラリ溜りに到達し、その結果、大量のスラリが貫通孔 6 8 に流入し、測定性能の低下を招く可能性がある。しかし、本実施形態では、上述の制御により、スラリ溜りに貫通孔 6 8 が到達する前に、貫通孔 6 8 の純水の量を増大できるので、貫通孔 6 8 がスラリ溜りを通るときの貫通孔 6 8 へのスラリの流入量を低減できる。スラリ流入量の低減により、基板 2 0 を貫通孔 6 8 が通過するときの測定性能の向上が図れる。

30

【 0 1 1 6 】

なお、スラリ溜りの大きさは、スラリ及び研磨パッド等の仕様に依りて異なり、スラリ溜りが殆ど発生しない場合もある。このような場合にも、本実施形態によれば、貫通孔 6 8 が基板 2 0 により閉塞される前に貫通孔 6 8 の純水を増加させることで、測定性能の向上が図れる。例えば、基板 2 0 の下方に貫通孔 6 8 が突入するときに巻き込まれる気泡を低減可能である。

【 0 1 1 7 】

次に、研磨プロセス終了後の制御について説明する。研磨プロセス終了後は、コントローラユニット 2 8 は、低流量モードを設定するとともに、強制排出を停止する。噴射制御弁 V 1 が閉じられ、低流量制御弁 V 2 が開かれ、排出制御弁 V 3 が閉じられる。すなわち、閉塞前期間と同様の制御が行われる。この制御は、好適には、ある基板の研磨が終わってから、次の基板の研磨が開始するまでの期間に行われる。このような制御により、研磨プロセス終了後 (基板交換時) に、貫通孔 6 8 からの純水の流出を抑えることができ、かつ、貫通孔 6 8 へのスラリの侵入も制限できる。

40

【 0 1 1 8 】

また、上述した制御では、研磨テーブルの 1 回転に一度、上記の一連の制御が行われ、貫通孔 6 8 に純水が噴射される。しかし、本発明の範囲内で、複数回の回転に一度、純水が噴射されてもよい。すなわち、N 回転に一度、純水が噴射されてよい (N 2) 。

【 0 1 1 9 】

50

この場合、噴射が行われない周回では、全周（閉塞前期間、閉塞期間及び閉塞後期間）において、閉塞後期間と同様に、低流量供給と強制排出が行われてよい。そして、噴射が行われる閉塞期間の直前の閉塞前期間から、次の閉塞後期間まで、図 7 の制御が実行される。

【 0 1 2 0 】

上記の制御は、基板測定を複数周回に一度行う場合に好適に適用される。測定を行う周回に噴射が行われればよい。これにより噴射回数が減り、純水の流出も低減する。

【 0 1 2 1 】

また、上記の実施形態において、閉塞期間は、流量制御の切替タイミングを定める期間である。流量制御の設定においては、閉塞期間の開始時期が、基板 2 0 と貫通孔 6 8 が重なり始める時期と正確に一致する必要はない。例えば、基板 2 0 が貫通孔 6 8（流体室）の上方に位置する前であって、貫通孔 6 8 が基板 2 0 の端部から 1 0 m m 以内に近づいたときを閉塞期間の開始時期としてもよい。

【 0 1 2 2 】

この場合においては、図 4 に示すように、基板 2 0 が貫通孔 6 8 に近づいてきたことを検知し、閉塞期間の開始時期を決定するセンサ 1 3 を設けてもよい。このセンサ 1 3 からの信号はコントローラユニット 2 8 に送られ、ここで閉塞期間の開始時期が決定される。このセンサ 1 3 としては、金属が近づくと反応する近接センサや光学式センサ、渦電流センサなどを用いることができる。また、例えば、光学式センサと渦電流センサの双方を研磨テーブル 1 2 に設け、これらのセンサにより同時又は交互に測定を行ってもよい。図 4 では、回転側の研磨テーブル 1 2 にセンサ 1 3 を設け、基板 2 0 を検知する例を示したが、基板 2 0 側にセンサを設けて、回転する研磨テーブル 1 2 の特定点を検知するようにしてもよい。

【 0 1 2 3 】

また、例えば、閉塞期間の後半の間のみ、供給路 4 2 から供給される純水の量を増やして純水の噴射が行われるようにしてもよい。この場合には、測定に必要な透明度を確保するとともに、純水の噴射によるスラリの過度の希釈を防止することができる。

【 0 1 2 4 】

また同様に、閉塞期間の終了時期も、基板と貫通孔の重なりが終わる時期と正確に一致する必要はない。図 6 のガイドリングを考慮した期間設定も、基板と貫通孔の重なり期間に閉塞期間が正確に一致しない設定の例といえることができる。さらには、噴射制御弁 V 1、低流量制御弁 V 2 及び排出制御弁 V 3 の切替時期が正確に同一でなくてもよい。

【 0 1 2 5 】

また、既に説明したように、上記の制御の変形例では、噴射モードで測定用流体を噴射するときに、低流量制御弁 V 2 は閉じなくてもよい。すなわち、低流量制御弁 V 2 は、低流量供給時も噴射時も開いていてもよい。例えば、図 9 に示すように、非閉塞期間中は低流量制御弁 V 2 だけを開き、閉塞期間中は、噴出制御弁 V 1、低流量制御弁 V 2、排出制御弁 V 3 を開いてもよい。これらの制御でも低流量供給と噴射の切替が可能である。この観点では、低流量制御弁 V 2 をなくしてもよい。

【 0 1 2 6 】

また、本実施形態は、流体室への流体供給手段として、主流路 5 2 及び副流路 5 4 からなる並列部分 5 0 を用いたが、流体の流量を任意の値に可変に設定、供給できる流量コントロール弁を介するように供給路 4 2 を構成してもよい。

【 0 1 2 7 】

研磨パッド 1 8 は定期的に新しいものと交換されるが、研磨パッド 1 8 の交換時には研磨テーブル 1 2 の接着面を清潔かつ乾燥状態に維持する必要がある。したがって、研磨パッド 1 8 の交換時には供給路 4 2 からの純水の供給を短時間だけ一時的に停止してもよい。この場合において、他の期間においては、供給路 4 2 を介して純水を供給して光ファイバ 7 0 の発光端及び光ファイバ 7 2 の受光端が乾燥するのを防止することが好ましい。通常、貫通孔（流体室）6 8 及び供給路 4 2 内には、純水が充填されている状態であるため

10

20

30

40

50

、短時間の純水供給の停止は問題ないと考えられる。

【0128】

研磨パッド18の交換に長時間必要とする場合は、供給路42及び排出路44を覆う保護カバーを取り付け、光ファイバ70, 72が乾燥するのを防止することが好ましい。図10は、このような保護カバー190を取り付けた状態を示す断面図である。図10に示すように、保護カバー190は、六角ねじ192によって研磨テーブル12に着脱可能に取り付けられている。

【0129】

研磨パッドを交換するときは、研磨テーブル12の各部分を洗浄した後、供給路42及び排出路44を純水で満たした状態で保護カバー190を研磨パッド18の貫通孔68（図4参照）にはめ込み、保護カバー190を六角ねじ192によって研磨テーブル12に取り付ける。このとき、保護カバー190の上面が研磨テーブル12の上面と同一の高さに位置するように設定する。続いて、古い研磨パッドを取り外して、新しい研磨パッドを取り付ける。研磨パッドの取り付けにおいては、研磨テーブル12に取り付けられた保護カバー190が研磨パッド18の貫通孔68内に位置するように取り付けられる。この場合に、保護カバー190が研磨パッドの貫通孔に合うようにガイドを用いてもよい。

【0130】

研磨パッドを取り付けた後、六角ねじ192を抜き、保護カバー190に形成された貫通孔194に長さ12mm程度のネジを挿入することにより、保護カバー190を研磨テーブル12から持ち上げて取り外す。このとき、3箇所の貫通孔194に順番にネジをゆっくりと挿入していくことで、保護キャップ190を引っかけることなく、確実に取り外すことができる。

【0131】

このように、供給路42及び排出路44を保護カバー190で覆うことにより、研磨パッドの交換時や運搬時、長期保管時などに光ファイバ70, 72を保護することができ、光ファイバ70, 72の乾燥を防止することができる。保護カバー190を取り付けているときは、絶えず供給路42から純水を供給し、光ファイバ70, 72の乾燥を防止してもよい。このとき、排出路44を介して強制排水を行ってもよい。なお、供給する純水に界面活性剤や防腐剤、微量のアルコールなどの有機溶剤を混合すれば、微生物の繁殖を防止することができ、長期保管を実現することもできる。

【0132】

以上に、本発明の好適な実施形態を説明した。本実施形態は、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、測定用流体は純水に限定されない。

【0133】

上述したように、図1乃至図10に例示した本発明によれば、流体室と基板の位置関係に応じて、流体室への測定用流体の供給が制御されるので、測定能力が確保される範囲で流体供給を制限することができる。したがって、測定用流体の流出を低減し、研磨性能への測定用流体の影響を低減できる。

【0134】

また、本発明によれば、流体室が基板に閉塞されない非閉塞期間に、低流量の測定用流体が流体室に供給され、これにより、非閉塞期間における測定用流体の流出を抑えつつ、流体室へのスラリの侵入を制限できる。

【0135】

さらに、本発明によれば、測定用流体の供給とともに強制排出を制御することにより、流体室から研磨パッド表面への測定用流体の流出を適切に抑えられ、流出量をさらに低減できる。また、本発明では、閉塞前期間に強制排出が制限され、これにより、流体室の測定用流体を増大し、流体室が基板下方に突入する直前のスラリ溜り通過時のスラリ流入量を低減し、測定性能を向上できる。

【0136】

図11は、本発明の第2の実施形態に係る基板研磨装置10を説明する図であり、研磨

10

20

30

40

50

テーブル（回転テーブル）１２の測定部位を拡大して示す図である。図１１は、図１の全体構成のうちのセンサ２４部分に相当する。既に説明したように、研磨テーブル１２の研磨パッド取付面７８に研磨パッド１８が載せられており、研磨パッド１８に基板２０が接触する。研磨テーブル１２には、供給路４２及び排出路４４が並んで設けられている。

【０１３７】

研磨パッド１８は貫通孔（開口）６８を有しており、供給路４２及び排出路４４は貫通孔６８に連通している。貫通孔６８内に供給路４２を形成するための配管ピース１０８６が研磨テーブル１２に取り付けられている。配管ピース１０８６の終端は測定用流体の出口１０８８を構成する。出口１０８８は、供給路４２を通じて供給される測定用流体が貫通孔６８内に供給される供給口である。配管ピース１０８６は、貫通孔６８の内部に位置している。すなわち、出口１０８８は研磨テーブル１２より上方に位置し、研磨パッド１８の研磨面１６付近に位置している。

10

【０１３８】

配管ピース１０８６は円管状の部材であり、ネジ部１０９２で研磨テーブル１２に取り付けられる。より詳細には、ネジ部１０９２は、配管ピース１０８６の雄ネジと研磨テーブル１２の雌ネジで構成され、これらが結合される。ネジ部１０９２は、配管ピース１０８６を研磨テーブル１２に締め付けたときに、配管ピース１０８６の上端の出口１０８８が、貫通孔６８の内部で適当な高さに位置するように設定されている。本実施形態では、交換可能な配管ピース１０８６を用いたが、研磨テーブル１２に常設された交換可能でない配管を用いることも可能であり、本発明の範囲に含まれる。

20

【０１３９】

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４２を通じて供給され、排出路４４を通じて排出されている。貫通孔６８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６８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。

【０１４０】

供給路４２には、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２が配置されている。投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２は、光源ユニット３０及びフォトメータユニット３２（図１参照）に接続されている。そして、投光用光ファイバ１０８０は、光源ユニット３０から供給された測定光を基板２０に照射する。受光用光ファイバ１０８２は、基板２０からの反射光を受光し、反射光をフォトメータユニット３２へ伝える。

30

【０１４１】

次に、本実施形態において、基板２０からの反射光の受光効率を向上させるための投光用光ファイバ１０８０と受光用光ファイバ１０８２の配置について説明する。本実施形態では、投光用光ファイバ１０８０と受光用光ファイバ１０８２とは隣接して配置され、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２は接触している。このように投光用光ファイバ１０８０と受光用光ファイバ１０８２を配置したことにより、投光用光ファイバ１０８０の出射端１０９４と受光用光ファイバ１０８２の入射端１０９６は隣接し、共に基板２０側を向いている。また、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２は、投光用光ファイバ１０８０の出射端１０９４及び受光用光ファイバ１０８２の入射端１０９６から基板２０までの距離Ｌだけ離隔するように配置される。

40

【０１４２】

以下、この配置により測定光の受光効率を向上可能な理由について説明する。最初に、投光用光ファイバと受光用光ファイバが隣接して配置されている理由について説明し、次に投光用光ファイバ及び受光用光ファイバから基板までの距離Ｌの設定について説明する。

【０１４３】

図１２Ａ及び図１２Ｂは、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２と基板２０を示す模式図である。図１２Ａでは投光用光ファイバ１０８０と受光用光ファイ

50

バ 1 0 8 2 が離隔して配置された例、図 1 2 B では投光用光ファイバ 1 0 8 0 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 とが隣接して配置された例を示す。図 1 2 B に示す例が、本実施形態の光ファイバの配置に相当する。図 1 2 A に示すように、投光用光ファイバ 1 0 8 0 から投光された測定光が基板 2 0 に照射される。基板 2 0 に照射された測定光が反射し、その一部が受光用光ファイバ 1 0 8 2 により受光される。受光用光ファイバ 1 0 8 2 により受光される測定光が照射される範囲を「有効照射範囲」という。次に、有効照射範囲に照射される測定光の光量について説明する。

【 0 1 4 4 】

図 1 2 C は、図 1 2 A における有効照射範囲 B 1 に投光される測定光の光量と、図 1 2 B における有効照射範囲 B 2 に投光される測定光の光量について説明する図である。一般的に、ある領域における光の光量は、その領域を切り取る立体角によって規定される。図 1 2 C に示すように、有効照射範囲 B 1 の立体角 θ_1 は、有効照射範囲 B 2 の立体角 θ_2 より小さい。つまり、図 1 2 A に示す有効照射範囲 B 1 より図 1 2 B に示す有効照射範囲 B 2 への投光量の方が大きい。図 1 2 C から理解されるように、基板 2 0 上において同じ面積を切り取る立体角は、出射端 1 0 9 4 から基板 2 0 に引いた垂線 1 0 9 8 に近い範囲ほど大きい。すなわち、出射端 1 0 9 4 の正面近くに位置する有効照射範囲ほど投光量が多い。以上の原理に基づき、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 とが隣接するように、投光用光ファイバ 1 0 8 0 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 を配置した。この配置により、測定光の経路が基板 2 0 に対して垂直に近くなるため、有効照射範囲への投光量が増える。これにより、測定光の受光効率を向上できる。

【 0 1 4 5 】

次に、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 の基板 2 0 からの距離 L の設定について説明する。

【 0 1 4 6 】

投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 が基板 2 0 に近接すると、基板 2 0 の単位面積あたりの投光量が増大する。しかし、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 が基板 2 0 に近接しすぎると反射光の受光量が減少する。以下、これらの点について順に説明し、それから、受光効率を高めるための、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 から基板 2 0 までの最適な距離 L の設定について説明する。

【 0 1 4 7 】

まず、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 が基板 2 0 に近接すると、測定光の受光量が増大する理由について図 1 3 A 及び図 1 3 B を参照しながら説明する。

【 0 1 4 8 】

図 1 3 A は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 と基板 2 0 を示す模式図である。図 1 3 A に示すように、投光用光ファイバ 1 0 8 0 から投光された測定光が基板 2 0 に照射されている。そして、基板 2 0 に照射された測定光が反射して、その一部が受光用光ファイバ 1 0 8 2 に受光される。すなわち、照射された基板上の測定光のうち、図 1 3 A の有効照射範囲 B 1 に照射された光が、受光用光ファイバ 1 0 8 2 へ到達する。従って、有効照射範囲 B 1 への投光量が受光用光ファイバ 1 0 8 2 への受光量に関係する。図 1 3 B を参照して、有効照射範囲 B 1 への投光量と距離との関係について述べる。

【 0 1 4 9 】

図 1 3 B は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 から基板 2 0 までの距離と基板 2 0 の単位面積あたりの照射光量との関係を示す図である。図 1 3 B では、基板 2 0 が位置 P 1 にある場合と位置 P 2 にある場合を比較して示す。基板 2 0 が位置 P 1 にあるときの基板 2 0 の領域 B への照射光量は、領域 B を切り取る立体角 θ_1 で表せる。また基板 2 0 が位置 P 2 にあるときの領域 B への照射光量は、立体角 θ_2 で表せる。ここで、位置

P 1 と位置 P 2 における照射光量を比較すると、基板 2 0 が位置 P 2 にあるときの方が同一の領域 B への照射光量が多いことがわかる ($1 < 2$)。すなわち、図 1 3 B は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 から基板 2 0 までの距離が小さくなると、基板 2 0 に照射される単位面積あたりの光量が増大することを示している。従って、有効照射範囲 B 1 への投光量を増大させ、受光用光ファイバ 1 0 8 2 による受光量を増大させるためには、出射端 1 0 9 4 から基板 2 0 までの距離は小さい方がよい。

【 0 1 5 0 】

しかし、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 が基板 2 0 に近接しすぎると、以下の理由により、基板 2 0 からの反射光の受光量が減少する。図 1 4 A 及び図 1 4 B を参照しながら説明する。ここでは、簡単のため、ファイバのクラッドや被覆の厚みを無視している。

10

【 0 1 5 1 】

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 から基板 2 0 までの距離 L_3 , L_4 と、基板 2 0 における有効照射範囲 B 3 , B 4 の関係について説明する模式図である。図 1 4 A 及び図 1 4 B に示すように、投光用光ファイバ 1 0 8 0 から出射された測定光が基板 2 0 に照射される。そして、基板 2 0 に照射された測定光が反射し、その一部が受光用光ファイバ 1 0 8 2 により受光される。図 1 4 B に示す例は、図 1 4 A に示す例より、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 が基板 2 0 に近接している。

【 0 1 5 2 】

20

図 1 4 A に示すように、距離 L_3 が大きいと、投光用光ファイバ 1 0 8 0 から投光された測定光は、受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 の縁 1 0 9 9 に到達可能である。この場合、有効照射範囲 B 3 の幅は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 の幅によって決まる。図 1 4 A から分かるように、距離 L_3 が大きくなると照射範囲 A 3 はますます大きくなるが、それに含まれる有効照射範囲 B 3 の大きさは一定である。

【 0 1 5 3 】

しかし、図 1 4 B に示すように距離 L_4 が小さくなると、投受光用光ファイバ 1 0 8 0 , 1 0 8 2 の拡がり角の影響で、有効照射範囲 B 4 が狭くなる。すなわち、図 1 4 B では、照射範囲 A 4 の最も受光用光ファイバ 1 0 8 2 寄りの地点 1 1 0 0 からの反射光が、受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端の中心付近の位置 1 1 0 1 に入射される。すなわち、入射位置 1 1 0 1 から縁 1 0 9 9 までの部分に光が入射しない。また、受光可能範囲 C 4 の最も投光用光ファイバ 1 0 8 0 寄りの地点 1 1 0 2 からの反射光が受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 の縁 1 1 0 3 に入射される。すなわち、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 のうち、位置 1 1 0 4 から縁 1 1 0 5 までの面から出射される光は、受光用光ファイバ 1 0 8 2 に到達しない。これに応じて、有効照射範囲 B 4 も狭くなる。図 1 4 B から分かるように、距離 L_4 が小さくなると有効照射範囲 B 4 も小さくなり、受光量が減少する。投光用光ファイバ 1 0 8 0 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 のコア間の距離が 0 であると仮定すると、 $L_4 = 0$ のとき受光用光ファイバ 1 0 8 2 の受光量は 0 となる。

30

【 0 1 5 4 】

以上より、測定光の受光率を向上させる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの配置は、図 1 4 A に示す大きさの有効照射範囲を維持可能な範囲で、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 を基板 2 0 に最も近接させた配置といえる。次に、この条件を満たす距離 L を求める。

40

【 0 1 5 5 】

図 1 5 は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 と基板 2 0 を示す図である。投光用光ファイバ 1 0 8 0 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 は隣接して配置されている。投光用光ファイバ 1 0 8 0 のコア 1 1 0 6 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 のコア 1 1 0 6 との間は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 のクラッド 1 1 0 8 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 のクラッド 1 1 0 8 が存在し、その厚さ分の間隔を有する。ここでは、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 は同型の光ファイバであるとし、クラッド 1 1

50

08の厚さをTとする。なお、実際には、クラッド1108に被覆層が被覆される場合があり、さらに被覆層にコーティング層がコーティングされる場合がある。その場合には、被覆層及びコーティング層の厚さを含めて厚さTとすればよい。ここで、有効照射範囲の大きさを減少させない範囲における距離Lの最小値を求める。光ファイバのコア1106の径をC、開口数(NA値)をNとすると、図15より次の関係が成り立つ。

$$\tan = (2T + C) / 2L \cdots (1)$$

NA値は、空气中(屈折率1)においては、 \sin である。

$$N = \sin \cdots (2)$$

式(1)及び式(2)を距離Lについて解くと、

$$L = (1 - N^2)^{1/2} \times (2T + C) / 2N \cdots (3)$$

10

となる。従って、式(3)で示される値が距離Lの最小値である。この距離Lは、i)有効照射範囲を減らさず、かつ、ii)投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を基板20に近接させる、という条件を満たす。従って、式(3)で示す値は、距離Lの最適値である。

【0156】

実際の基板研磨装置10においては、光ファイバのわずかな傾き、測定光の経路の状態などによって距離Lの最適値は変動し得る。また、距離Lの近傍においては、有効照射範囲の狭小化に伴う受光量の減少と、光ファイバ端1094、1096の近接による受光量の増大とが相殺する。これに伴う総受光量の増減は、各光ファイバ1080、1082の仕様によって異なる。従って、上記計算により求めた距離Lの近傍で、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082と基板20との距離を調整し、受光効率を最大化する配置を得ることが好ましい。

20

【0157】

図16は、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082から基板20までの距離と、受光用光ファイバ1082による受光量との関係を求めるために行った実験の結果である。ここでは、内面を鏡面加工した配管ピース1086内に投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を設けた。投光用光ファイバ1080の出射端1094及び受光用光ファイバ1082の入射端1096が配管端の出口1088から2mm下方に位置するように、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を配置した。図16では、以上の構成において配管端から基板20までの距離をLとしている。この結果によれば、距離Lが2.7mmのときに受光量が最大となることがわかる。距離Lが2.7mmより小さくなると、受光量が急速に減少した。また、距離Lが2.7mmより大きくなった場合にも受光量が減少した。この実験結果は、受光率を最大にする最適の距離が存在するという上記した説明に合致している。

30

【0158】

以上、本発明の好適な第2の実施形態を説明した。本実施形態に係る基板研磨装置10では、投光用光ファイバ1080と受光用光ファイバ1082とが隣接して配置されることにより、投光用光ファイバ1080から出射して受光用光ファイバ1082に入射する測定光の経路が基板20に対してほぼ垂直となる。すなわち、基板20の膜測定を行うための有効照射範囲が、投光用光ファイバ1080の出射端1094及び受光用光ファイバ1082の入射端1096のほぼ正面となる。これにより、有効照射範囲への投光量を増大させ、受光用光ファイバ1082による受光量を増大させることができる。

40

【0159】

また、投光用光ファイバ1080の出射端1094及び受光用光ファイバ1082の入射端1096から基板20までの距離Lを、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の拡がり角に基づいて求めており、より詳細には、拡がり角に基づいて有効照射範囲が小さくならない範囲で距離Lを小さく設定している。そして、求めた距離Lに基づいて投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を配置することにより、測定光の受光効率を高めることができる。

【0160】

50

次に、本発明の第3の実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第3の実施形態に係る基板研磨装置10は、第2の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、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の配置が異なる。

【0161】

図17は、第3の実施形態に係る基板研磨装置10における投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の配置を示す図である。第3の実施形態に係る基板研磨装置10では、投光用光ファイバ1080の光軸1110と受光用光ファイバ1082の光軸1112とが傾いている。より詳細には、投光用光ファイバ1080の光軸1110が受光用光ファイバ1082の側に傾けられている。また、受光用光ファイバ1082の光軸1112が投光用光ファイバ1080の側に傾けられている。投光用光ファイバ1080の光軸1110の基板20の法線に対する傾きは角度1であり、受光用光ファイバ1082の光軸1112の基板20の法線に対する傾きは角度2である。

10

【0162】

光ファイバからは、光軸が延びる方向に強い光が出射される。投光用光ファイバ1080の光軸1110を受光用光ファイバ1082側に傾けることにより、受光用光ファイバ1082に向かう光の強度を高めることができる。また、受光用光ファイバ1082も、光軸に沿った方向から入射する光に対する感度が高い。従って、受光用光ファイバ1082の光軸1112を投光用光ファイバ1080側に傾けることにより、反射光を感度良く受光可能である。これにより、測定光の受光効率を向上可能となる。

20

【0163】

なお、投光用光ファイバ1080の光軸1110の傾き角度1と受光用光ファイバ1082の光軸1112の傾き角度2は等しいことが好ましい。傾きの角度が等しいことにより、投光用光ファイバ1080の光軸1110と受光用光ファイバ1082の光軸1112とが半導体基板20の法線に関して対称となる。従って、基板20で反射した光の進行方向と受光用光ファイバ1082の光軸1112がほぼ一致し、測定光の受光効率を向上可能である。また、この場合、投光用光ファイバ1080の出射端1094と受光用光ファイバ1082の入射端1096を基板20側にずらして配置してもよい。投光用光ファイバ1080の拡がり角に応じて、受光用光ファイバ1082を近づけると、さらに外乱の影響を低減できる。

30

【0164】

次に、本発明の第4の実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第4の実施形態に係る基板研磨装置10は、第3の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、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082にレンズが取り付けられている。

【0165】

図18は、第4の実施形態に係る基板研磨装置10における投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を示す図である。第3の実施形態と同様に、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の光軸は互いに傾けられている。また、投光用光ファイバ1080の出射端1094及び受光用光ファイバ1082の入射端1096のそれぞれにレンズ1114が取り付けられている。投光用光ファイバ1080に取り付けられたレンズ1114は、投光用光ファイバ1080が投光する測定光を基板20に集光する機能を有する。また、受光用光ファイバ1082に取り付けられたレンズ1114は、基板20で反射した光をコアに集光する機能を有する。

40

【0166】

図19A及び図19Bは、基板20の研磨対象面を拡大して示す模式図である。図19A及び図19Bに示されるように、研磨対象の基板20の表面はパターンを有する。すなわち、SiO₂基板1113上にA1配線1115が形成され、A1配線1115に応じたパターンが形成されている。図19Aに示されるように、測定光が投光される箇所にパターンの凹凸が存在する。

50

【0167】

本実施形態によれば、投光用光ファイバ1080の出射端1094に取り付けたレンズ1114により測定光を基板20に集光するので、測定光が投光される箇所を小さい範囲に限定することができる。図19Bに示されるように、凹凸が存在しない箇所（例えば、比較的大きな配線部分）に測定光を投光することにより、その反射光に基づく膜厚の測定を正確に行うことも好適である。特に、光の干渉を用いて膜のプロパティを計測する場合に有効である。また、受光用光ファイバ1082に取り付けたレンズ1114により、基板20での反射光を集光して受光する。すなわち、図19Bに示されるように、測定光が反射される箇所からの光を集光し、その他の部分からの受光を低減する。これにより、ノイズ成分を低減して測定光のS/N比を向上可能である。

10

【0168】

なお、本実施形態においては、レンズ1114を投光用光ファイバ1080の出射端1094及び受光用光ファイバ1082の入射端1096に取り付けることとしたが、レンズ1114を取り付ける代わりに、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の端部を加工することにより、レンズを形成してもよい。

【0169】

次に、本発明の第5の実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第5の実施形態に係る基板研磨装置10は、第2の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。

【0170】

図20は、第5の実施形態に係る基板研磨装置10で用いられる投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の断面図である。本実施形態では、投光用光ファイバ1080と受光用光ファイバ1082とが光ファイバ体1116を構成している。そして、投光用光ファイバ1080を受光用光ファイバ1082が被覆して構成されている。より詳細には、投光用光ファイバ1080のコアをクラッドが被覆し、そのクラッドの外側に受光用光ファイバ1082のコアが設けられている。そして、受光用光ファイバ1082のコアをクラッドがさらに被覆している。投光用光ファイバ1080のコアと受光用光ファイバ1082のコアとの間に設けられるクラッドは、投光用光ファイバ1080のクラッドとしての役割と受光用光ファイバ1082のクラッドとしての役割を有する。

20

【0171】

図21Aは従来例における投光用光ファイバ1080の照射範囲及び受光用光ファイバ1082の受光可能範囲を示す図であり、図21Bは、第5の実施形態での投光用光ファイバ1080の照射範囲及び受光用光ファイバ1082の受光可能範囲を示す図である。図21A及び図21Bから分かるように、第5の実施形態では受光用光ファイバ1082が投光用光ファイバ1080を囲んでいるので、投光用光ファイバ1080から投光される測定光の照射範囲と、受光用光ファイバ1082の受光可能な範囲が同方向にわたって重なりを有している。従って、基板20で反射した測定光の受光効率を向上可能である。

30

【0172】

また、第5の実施形態においては、投光用光ファイバ1080のコアと受光用光ファイバ1082のコアは、共通のクラッドを介して隣接する。コアの間隔が小さいため、投光用光ファイバ1080による照射範囲と受光用光ファイバ1082による受光可能範囲の重なりを大きくできる。これにより、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を基板20にさらに近接させることができる。前述のように、受光用光ファイバ1082で受光される光は、基板20に対して垂直に近くなり、照射時の立体角が大きくなって光量が増す。

40

【0173】

なお、光ファイバ体1116は、接着等により投光用光ファイバ1080と受光用光ファイバ1082を一体化してもよいが、投光用光ファイバ1080と受光用光ファイバ1082が分離可能でもよい。この点については、他の実施形態についても同様である。

【0174】

50

図 2 2 A は第 5 の実施形態の変形例において用いられる投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 を示す図、図 2 2 B は投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 のそれぞれにレンズ 1 1 1 4 を取り付け付けた構成例である。図 2 2 A に示す変形例では、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 にまたがってレンズ 1 1 1 4 が取り付けられている。このレンズ 1 1 1 4 は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 が投光する測定光を基板 2 0 に集光すると共に、基板 2 0 からの反射光を集光する機能を有する。この構成によれば、図 2 2 B に示す場合と異なり、測定光を集光する場合の焦点位置と、反射光を集光する場合の焦点位置とが共通である。これにより、投光用光ファイバ 1 0 8 0 が投光した測定光を基板 2 0 に集光し、基板 2 0 で反射した光を受光用光ファイバ 1 0 8 2 に集光でき、測定光の S / N 比を向上可能である。 10

【 0 1 7 5 】

なお、本実施形態においては、投光用光ファイバ 1 0 8 0 を受光用光ファイバ 1 0 8 2 で被覆した構成について説明したが、受光用光ファイバ 1 0 8 2 を投光用光ファイバ 1 0 8 0 で被覆してもよい。また、変形例においては、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 にレンズ 1 1 1 4 を取り付けることとしたが、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の出射端 1 0 9 4 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の入射端 1 0 9 6 を加工してレンズを形成してもよい。

【 0 1 7 6 】

次に、本発明の第 6 の実施形態に係る基板研磨装置 1 0 について説明する。第 6 の実施形態に係る基板研磨装置 1 0 は、第 2 の実施形態に係る基板研磨装置 1 0 と基本的な構成は同じである。 20

【 0 1 7 7 】

図 2 3 は、第 6 の実施形態に係る基板研磨装置 1 0 で用いられる投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の断面図であり、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 が光ファイバ体 1 1 1 6 を構成している。本実施形態では、1 本の投光用光ファイバ 1 0 8 0 の周囲を複数本の受光用光ファイバ 1 0 8 2 が取り囲んでいる。受光用光ファイバ 1 0 8 2 は、投光用光ファイバ 1 0 8 0 の周囲に均等に配置されている。

【 0 1 7 8 】

このように投光用光ファイバ 1 0 8 0 の周囲に受光用光ファイバ 1 0 8 2 を複数配置した構成により、測定光の受光割合を増大させ、S / N 比を向上可能である。また、基板研磨装置 1 0 では、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 は、測定用流体を供給する供給路 4 2 に配置される。投光用光ファイバ 1 0 8 0 の周囲に複数の受光用光ファイバ 1 0 8 2 を配置した構成では、投光用光ファイバ 1 0 8 0 と受光用光ファイバ 1 0 8 2 の隙間、また受光用光ファイバ 1 0 8 2 間の隙間に測定用流体が通過する。これにより、投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 が測定用流体により洗浄される効果がある。 30

【 0 1 7 9 】

図 2 4 は、第 6 の実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ 1 0 8 0 及び受光用光ファイバ 1 0 8 2 の断面図である。この変形例が上記実施形態と異なるのは、1 本の投光用光ファイバ 1 0 8 0 の周囲を取り囲む複数本の受光用光ファイバ 1 0 8 2 がランダムに配置されている点である。すなわち、複数本の受光用光ファイバ 1 0 8 2 は、1 本の投光用光ファイバ 1 0 8 0 を中心に束ねられている。この構成によっても上記実施形態と同様に、測定光の受光効率を向上できる効果を有する。 40

【 0 1 8 0 】

上記実施形態では、1 本の投光用光ファイバ 1 0 8 0 を複数本の受光用光ファイバ 1 0 8 2 が取り囲む構成について説明したが、1 本の受光用光ファイバ 1 0 8 2 を複数本の投光用光ファイバ 1 0 8 0 が取り囲む構成とすることも可能である。また、第 5 の実施形態の変形例と同様に、1 本の投光用光ファイバ 1 0 8 0 と複数本の受光用光ファイバ 1 0 8 2 50

2 に、出射端及び各入射端にまたがるレンズを取り付けることとしてもよい。

【0181】

次に、本発明の第7の実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第7の実施形態に係る基板研磨装置10は、第2の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。

【0182】

図25は、第7の実施形態に係る基板研磨装置10で用いられる投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の断面図である。本実施形態では、複数本の投光用光ファイバ1080と複数本の受光用光ファイバ1082とを有する。これらが光ファイバ体1116を構成する。複数の投光用光ファイバ1080と複数の受光用光ファイバ1082は束ねられている。1本の投光用光ファイバ1080又は受光用光ファイバ1082の周囲に6本の投光用光ファイバ1080又は受光用光ファイバ1082が配置されている。投光用光ファイバ1080の周囲に2～4本の割合で受光用光ファイバ1082が存在し、かつ受光用光ファイバ1082の周囲に2～4本の割合で投光用光ファイバ1080が存在するように、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082が並べられている。

【0183】

このように投光用光ファイバ1080の周囲に適当な本数の受光用光ファイバ1082が配置され、かつ受光用光ファイバ1082の周囲に適当な本数の投光用光ファイバ1080が配置されていることにより、受光用光ファイバ1082による測定光の受光割合を増大させ、S/N比を向上可能である。好ましくは、投光用光ファイバ1080の周囲に配置される光ファイバには、30～70%の受光用光ファイバ1082が含まれ、受光用光ファイバ1082の周囲に配置される光ファイバには、30～70%の投光用光ファイバ1080が含まれる。このような割合で投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082を配置することにより、測定光の受光割合を増大させ、S/N比を向上可能である。

【0184】

次に、本発明の第8の実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第8の実施形態に係る基板研磨装置10は、第2の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。

【0185】

図26は、第8の実施形態に係る基板研磨装置10で用いられる投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の断面図である。第8の実施形態では、第7の実施形態と同様に、複数本の投光用光ファイバ1080と複数本の受光用光ファイバ1082とが束ねられている。これらが光ファイバ体1116を構成する。第8の実施形態では、複数本からなる投光用光ファイバ1080の束を複数本の受光用光ファイバ1082が取り囲んでいる。

【0186】

図27は、第8の実施形態での測定光の経路を示す模式図である。図27に示されるように、複数本の投光用光ファイバ1080を複数本の受光用光ファイバ1082が取り囲む構成により、受光用光ファイバ1082による反射光の受光効率を向上可能である。また、投光用光ファイバ1080が束ねられているので、投光用光ファイバ1080からの測定光が照射される範囲を限定できる。

【0187】

図28は、第8の実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082の断面図である。この変形例では、複数本からなる受光用光ファイバ1082の束を複数本の投光用光ファイバ1080が取り囲んでいる。この構成により、受光用光ファイバ1082による測定光の受光効率を向上可能である。

【0188】

また、前述したように、投光用光ファイバ1080及び受光用光ファイバ1082は測

定用流体の供給路４２に配置され、測定光の経路は測定用流体に混入する研磨剤の影響を受ける場合がある。この変形例では、投光用光ファイバ１０８０が受光用光ファイバ１０８２の周囲に配置されていることにより、受光用光ファイバ１０８２の周囲のあらゆる方向から反射光を受光可能なので、研磨剤の影響を受けにくい。

【０１８９】

次に、本発明の第９の実施形態に係る基板研磨装置１０について説明する。第９の実施形態に係る基板研磨装置１０は、第２の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。

【０１９０】

図２９は、第９の実施形態に係る基板研磨装置１０で用いられる投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２の断面図であり、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２が光ファイバ体１１１６を構成する。第９の実施形態では、第７の実施形態と同様に、複数本の投光用光ファイバ１０８０と複数本の受光用光ファイバ１０８２とが束ねられている。第９の実施形態では、１本の受光用光ファイバ１０８２を複数本の投光用光ファイバ１０８０が取り囲み、さらにその外側を受光用光ファイバ１０８２が取り囲んでいる。この構成により、受光用光ファイバ１０８２による測定光の受光効率を向上可能である。

10

【０１９１】

図３０は、第９の実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２の断面図であり、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２が光ファイバ体１１１６を構成する。この変形例では、投光用光ファイバ１０８０と受光用光ファイバ１０８２の配置が第９の実施形態と逆になっている。すなわち、１本の投光用光ファイバ１０８０を複数本の受光用光ファイバ１０８２が取り囲み、さらにその外側を投光用光ファイバ１０８０が取り囲んでいる。この変形例によっても、第９の実施形態と同様に、受光用光ファイバ１０８２による測定光の受光効率を向上できる効果がある。

20

【０１９２】

次に、本発明の第１０の実施形態に係る基板研磨装置１０について説明する。第１０の実施形態に係る基板研磨装置１０は、第２の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。

30

【０１９３】

図３１は、第１０の実施形態に係る基板研磨装置１０において、測定光を投光し反射光を受光する光ファイバ体１１１６を示す断面図である。第１０の実施形態では、内部が投光用光ファイバ１０８０の領域と受光用光ファイバ１０８２の領域に分割された複合型の光ファイバ体１１１６が構成されている。すなわち、光ファイバ体１１１６は、断面半円の投光用光ファイバ領域１０８０と断面半円の受光用光ファイバ領域１０８２とを有する。それぞれの領域は、共通のクラッドにより仕切られている。この光ファイバ体１１１６により、投光用光ファイバ１０８０の機能と受光用光ファイバ１０８２の機能とが実現される。

40

【０１９４】

この構成により、投光用光ファイバ領域１０８０と受光用光ファイバ領域１０８２は、共通のクラッドを介して隣接する。この構成では、投光用光ファイバ領域１０８０のコアと受光用光ファイバ領域１０８２のコアの間隔が小さいため、投光用光ファイバ１０８０による照射範囲と受光用光ファイバ１０８２による受光可能範囲の重なりを大きくできる。これにより、投光用光ファイバ１０８０及び受光用光ファイバ１０８２と基板２０にさらに近接させることができる。

【０１９５】

また、第５の実施形態の変形例と同様に、端部に投光用光ファイバ領域１０８０及び受光用光ファイバ領域１０８２にまたがるレンズを取り付けることとしてもよい。

【０１９６】

50

以上、本発明の基板研磨装置 10 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。

【0197】

上記実施形態では、投光用光ファイバ 1080 及び受光用光ファイバ 1082 を配置する位置を拡がり角に基づいて求め、求められた位置に配置したが、必ずしも配置箇所を固定しなくてもよい。投光用光ファイバ及び受光用光ファイバを、例えば精密ボールネジや圧電素子などの駆動手段に接続し、上記実施形態と同様にして求められた基板からの最適距離に基づいて、投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの位置を調整してもよい。この構成によれば、研磨中に研磨パッドの摩耗度合に応じて、投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの位置をフィードバック制御可能となる。

10

【0198】

これまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

【0199】

上述したように、図 11 乃至図 31 に例示した本発明によれば、投光用光ファイバの出射端と受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接した構成により、投光用光ファイバから出射して受光用光ファイバに入射する測定光の経路が基板に対して垂直に近くなる。これにより、受光用光ファイバによる受光量を増大させることができる。

20

【0200】

本発明では、有効照射範囲が投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの拡がり角によって表されることに着目し、投光用光ファイバ及び受光用光ファイバから基板までの距離を拡がり角に基づいて定めている。これにより、受光効率を高める上で最適な位置に投光用光ファイバ及び受光用光ファイバを配置できる。

【0201】

これまで本発明の一実施形態について図示及び説明したが、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変更及び改変が可能であることは容易に理解できよう。

【産業上の利用可能性】

【0202】

本発明は、基板測定が研磨プロセスへ与える影響を低減するとともに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好適に利用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0203】

【図 1】図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係る基板研磨装置を示す図である。

【図 2】図 2 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 3】図 3 は図 1 の基板研磨装置が備えられる基板処理装置を示す図である。

【図 4】図 4 は図 1 の基板研磨装置における測定用流体の供給及び排出の制御のための構成を示す図である。

【図 5】図 5 は図 1 の基板研磨装置における基板と研磨テーブルの貫通孔との位置関係を示す図である。

40

【図 6】図 6 は基板を支持するトップリングの構成を示す図である。

【図 7】図 7 は図 4 の構成による測定用流体の供給及び排出の制御を示す図である。

【図 8】図 8 は図 7 の制御下での研磨テーブルの貫通孔内の流体量の変化を示す図である。

【図 9】図 9 は図 4 の構成による測定用流体の供給及び排出の制御の他の例を示すタイムチャートである。

【図 10】図 10 は図 4 の構成における保護カバーを示す断面図である。

【図 11】図 11 は第 2 の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 A 及び図 12 B は投光用光ファイバ及び受光用光ファイバと基板の間の投受光を示す模式図、図 12 C は有効照射範囲に投光される測定光の光量について説明す

50

る図である。

【図 1 3】図 1 3 A は投光用光ファイバ及び受光用光ファイバと基板の間の投受光を示す模式図、図 1 3 B は投光用光ファイバ出射端から基板までの距離と基板に照射される光量との関係を示す図である。

【図 1 4】図 1 4 A 及び図 1 4 B は、投光用光ファイバ及び受光用光ファイバから基板までの距離と、基板における有効照射範囲の関係について説明する模式図である。

【図 1 5】図 1 5 は投光用光ファイバ及び受光用光ファイバと基板を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は投光用光ファイバ及び受光用光ファイバから基板までの距離 L と、受光用光ファイバによる受光量との関係を実験した結果である。

【図 1 7】図 1 7 は第 3 の実施形態における投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの配置を示す図である。 10

【図 1 8】図 1 8 は第 4 の実施形態における投光用光ファイバ及び受光用光ファイバを示す図である。

【図 1 9】図 1 9 A 及び図 1 9 B は基板の研磨対象面を拡大して示す模式図である。

【図 2 0】図 2 0 は第 5 の実施形態で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 1】図 2 1 A は従来例における照射範囲及び受光可能範囲を示す図、図 2 1 B は第 5 の実施形態での照射範囲及び受光可能範囲を示す図である。

【図 2 2】図 2 2 A は第 5 の実施形態の変形例において用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバを示す図、図 2 2 B は投光用光ファイバ及び受光用光ファイバのそれぞれにレンズを取り付けた構成例である。 20

【図 2 3】図 2 3 は第 6 の実施形態で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 4】図 2 4 は第 6 の実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 5】図 2 5 は第 7 の実施形態で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 6】図 2 6 は第 8 の実施形態で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 7】図 2 7 は第 8 の実施形態での測定光の経路を示す模式図である。 30

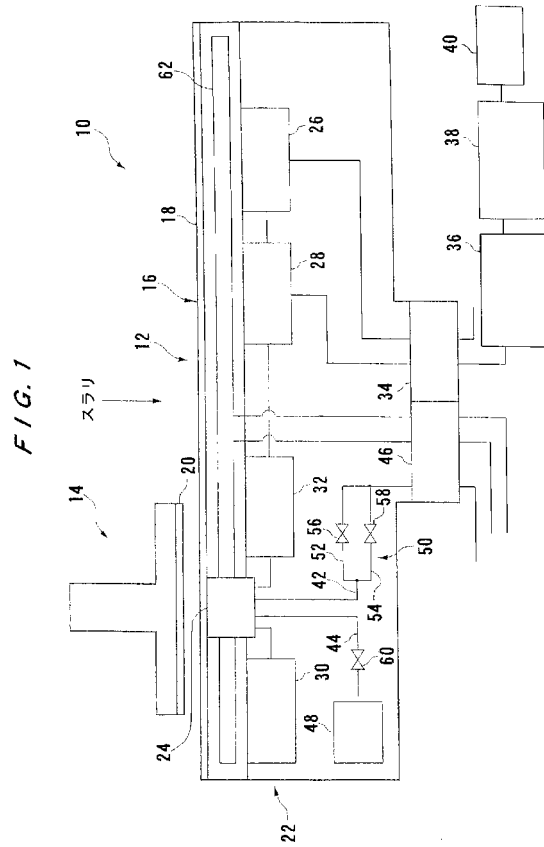
【図 2 8】図 2 8 は第 8 の実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 9】図 2 9 は第 9 の実施形態で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

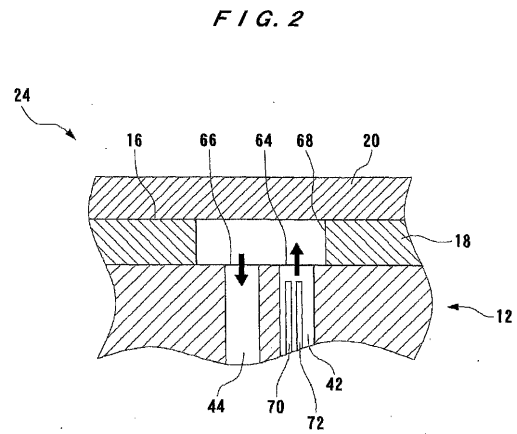
【図 3 0】図 3 0 は第 9 の実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 3 1】図 3 1 は第 1 0 の実施形態で用いられる光ファイバ体の断面図である。

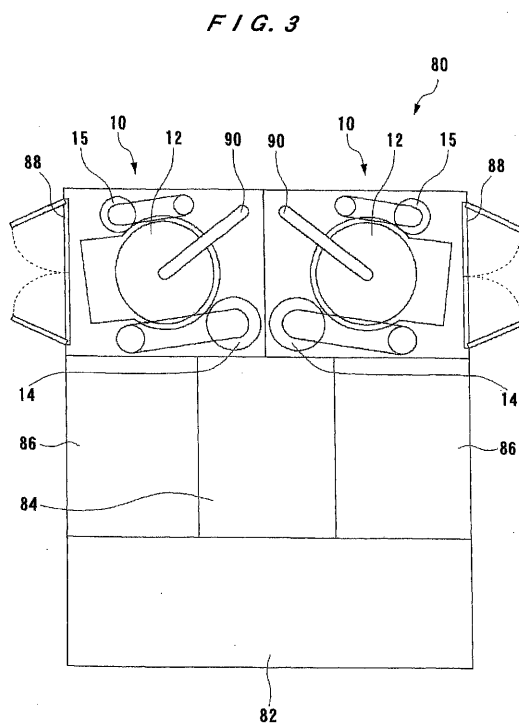
【図 1】



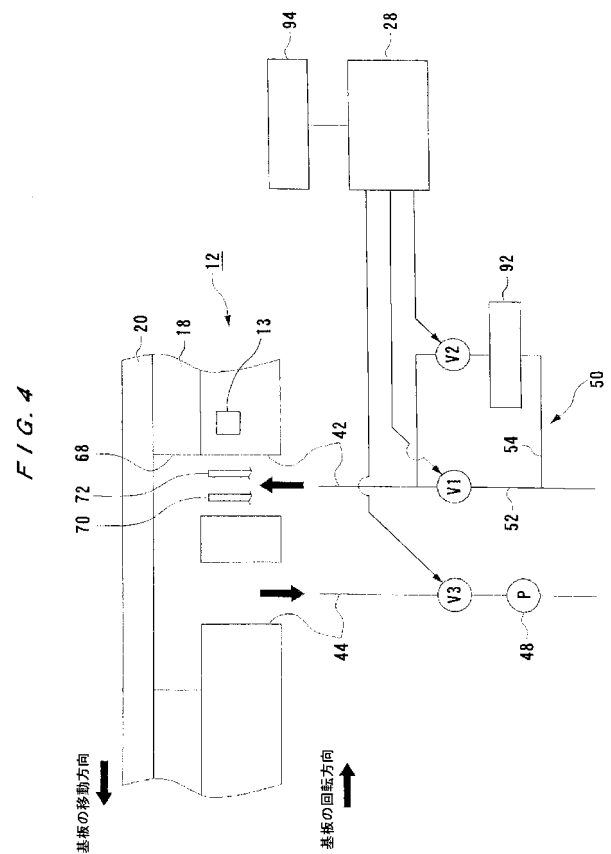
【図 2】



【図 3】

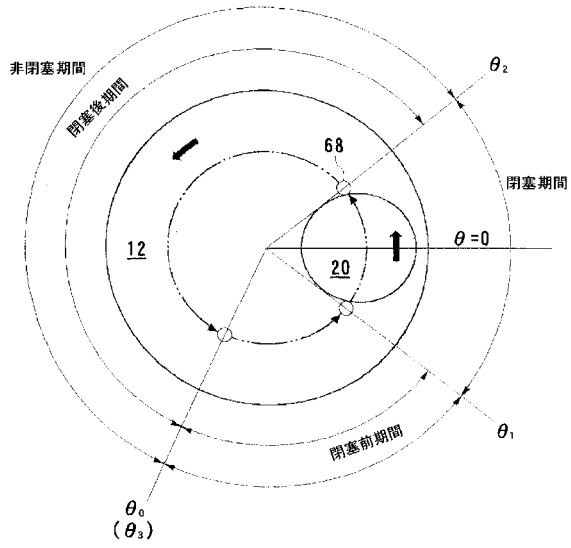


【図 4】



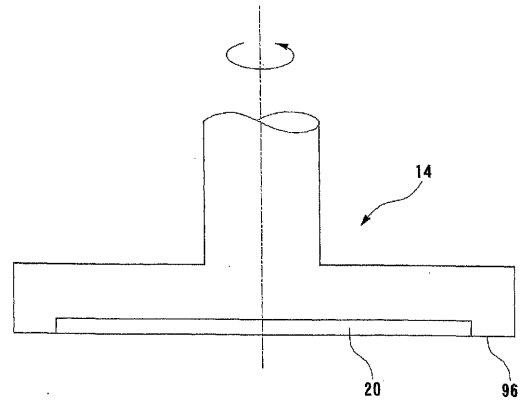
【 図 5 】

FIG. 5



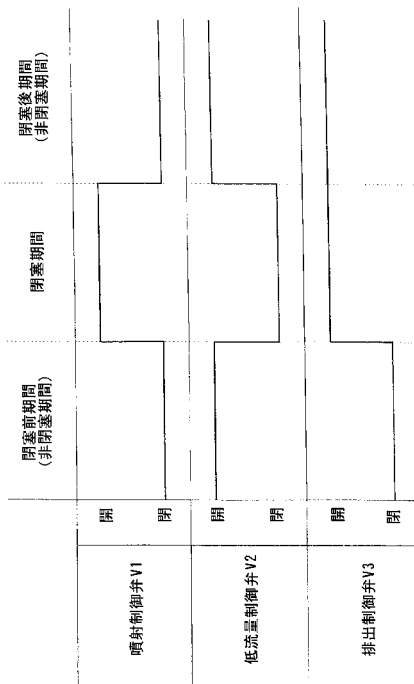
【 図 6 】

FIG. 6



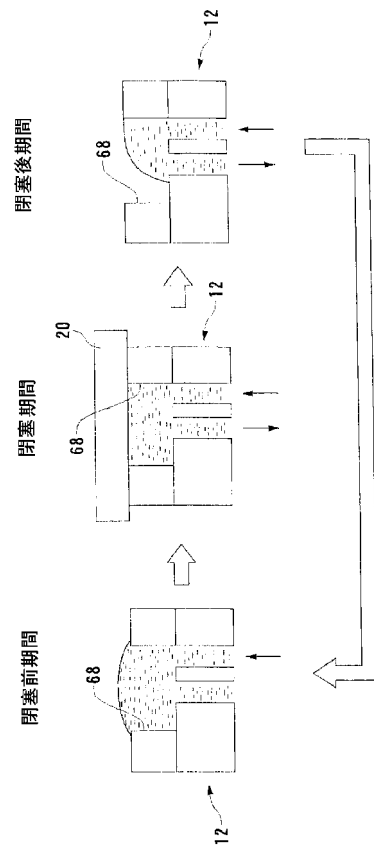
【 図 7 】

FIG. 7

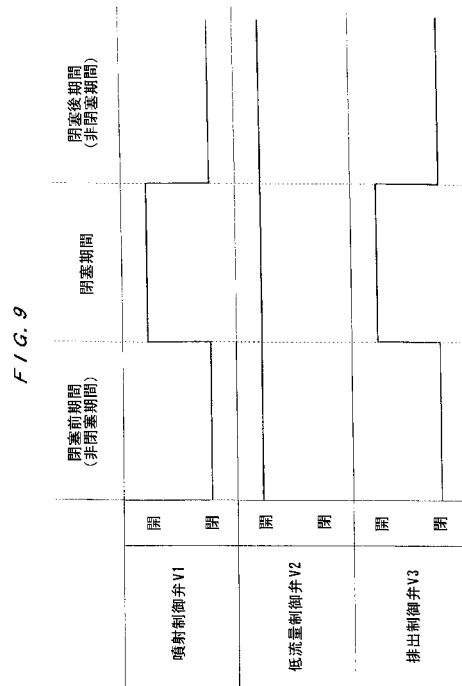


【 図 8 】

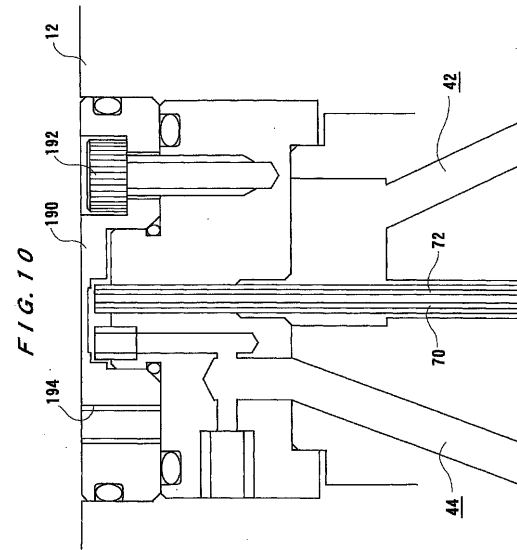
FIG. 8



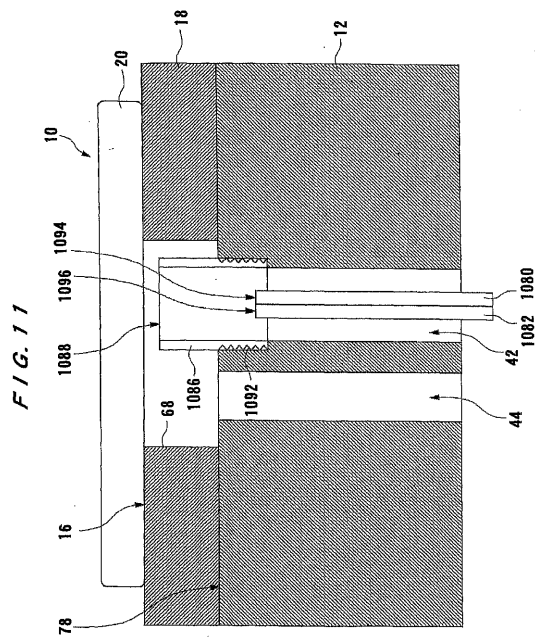
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

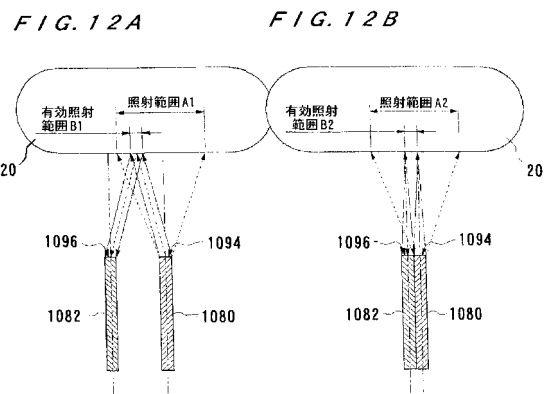
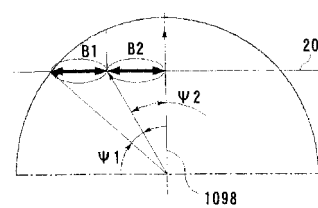


FIG. 12C



【図 13】

FIG. 13A

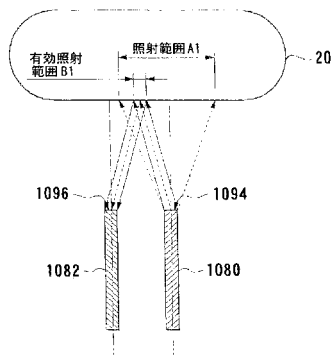
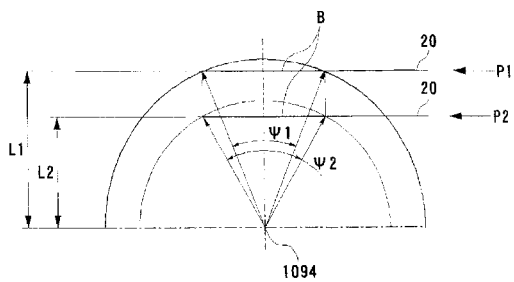


FIG. 13B



【図 14】

FIG. 14A

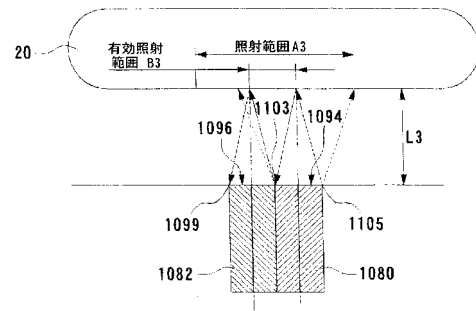
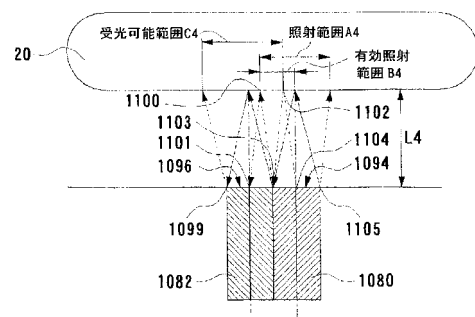
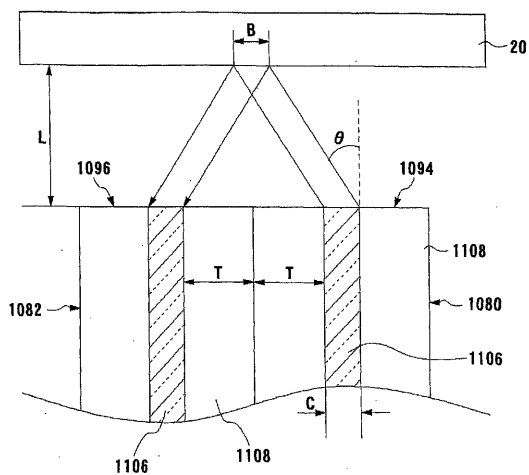


FIG. 14B



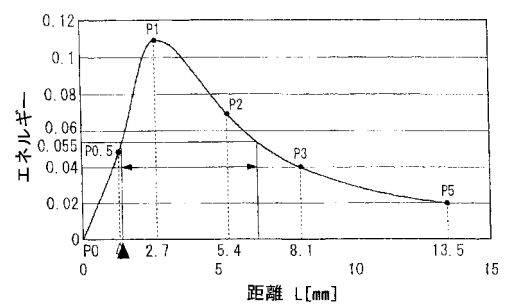
【図 15】

FIG. 15

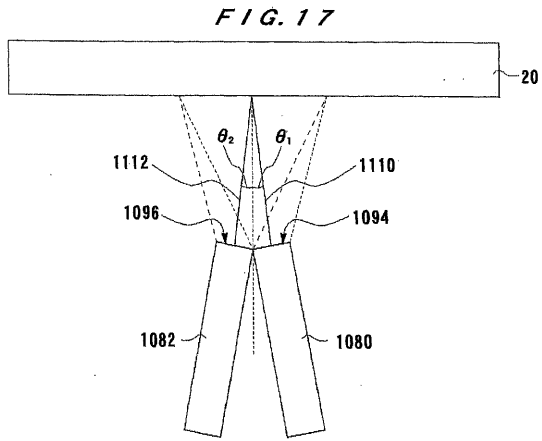


【図 16】

FIG. 16



【図 17】



【図 18】

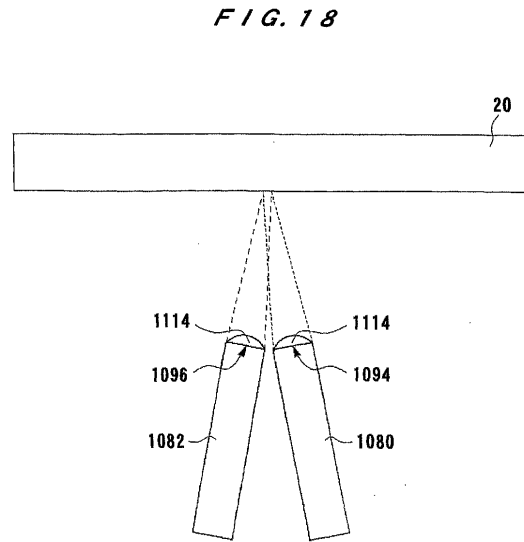


FIG. 19A

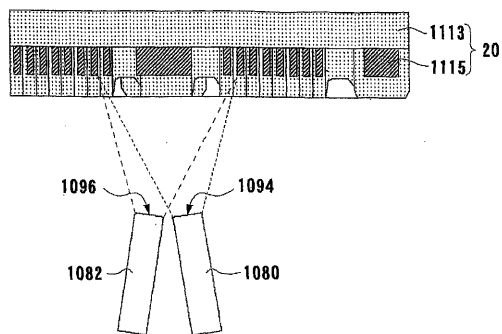
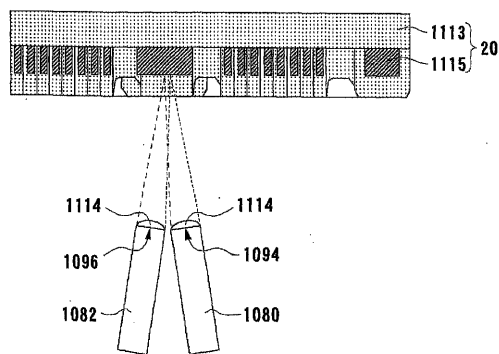
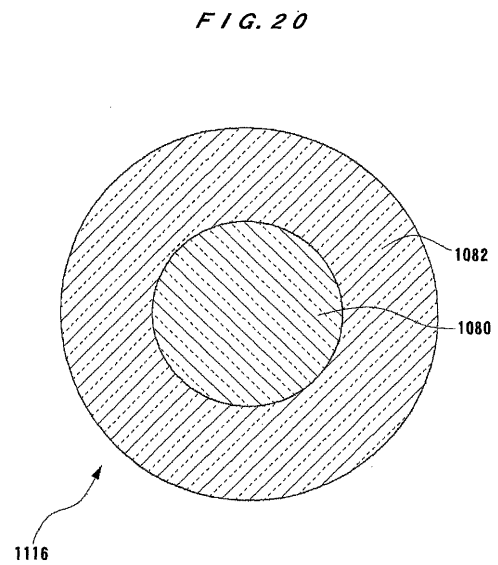


FIG. 19B



【図 20】



【図 21】

FIG. 21A

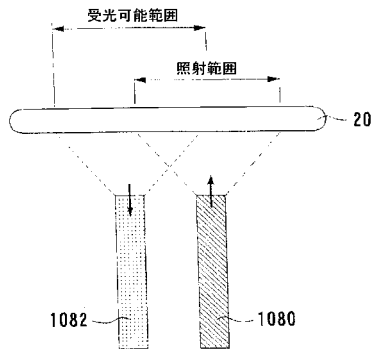
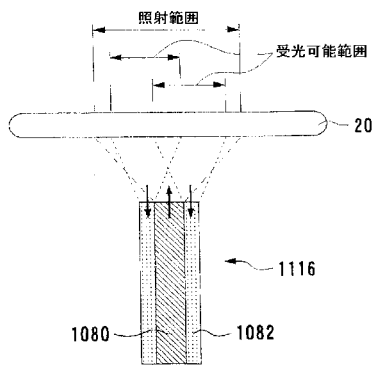
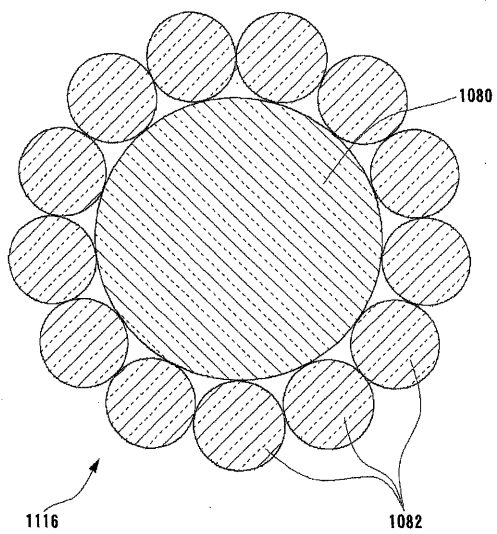


FIG. 21B



【図 23】

FIG. 23



【図 24】

FIG. 24

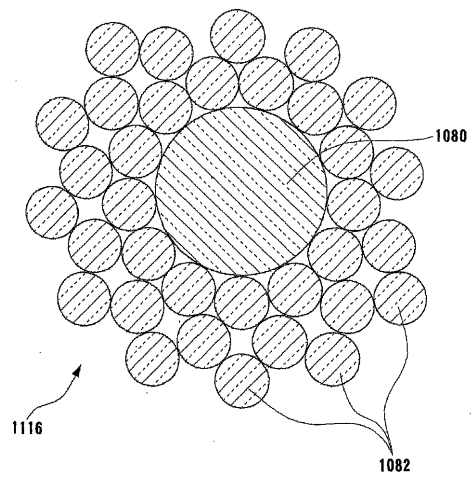


FIG. 22A

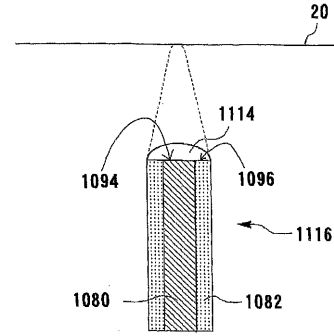
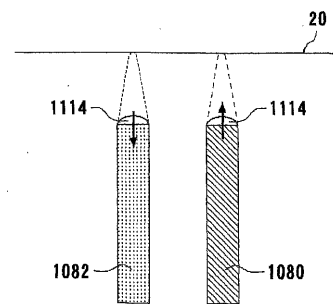
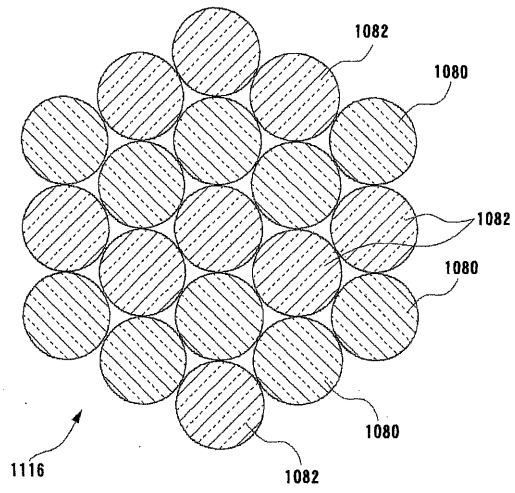


FIG. 22B



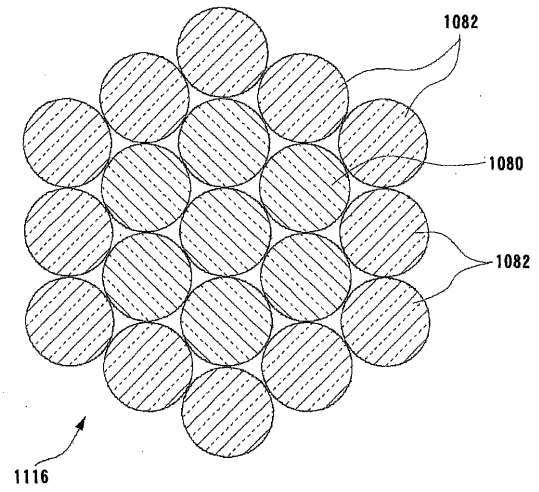
【 図 2 5 】

FIG. 25



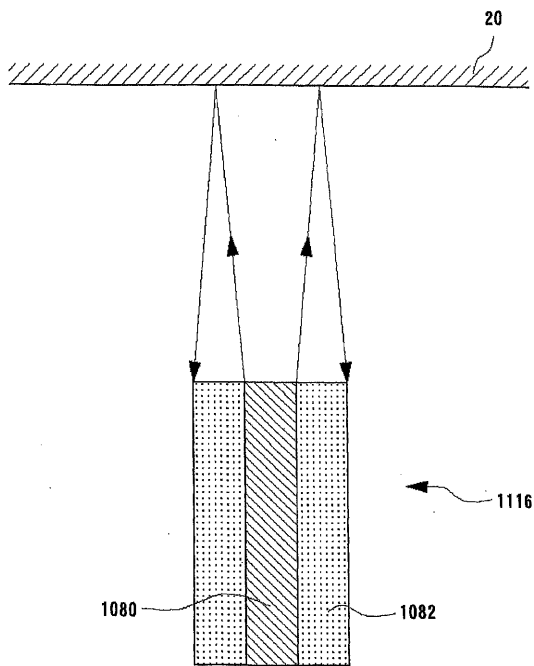
【 図 2 6 】

FIG. 26



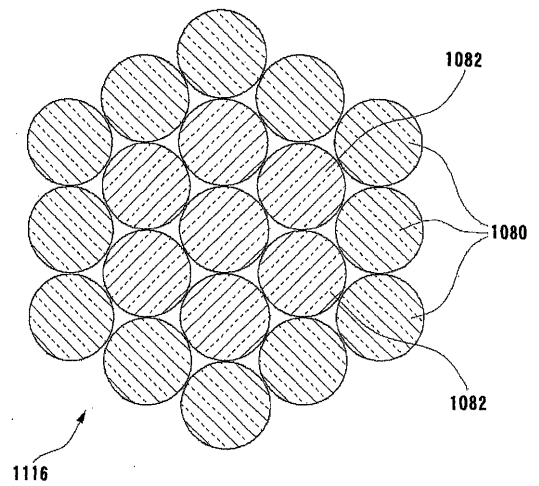
【 図 2 7 】

FIG. 27



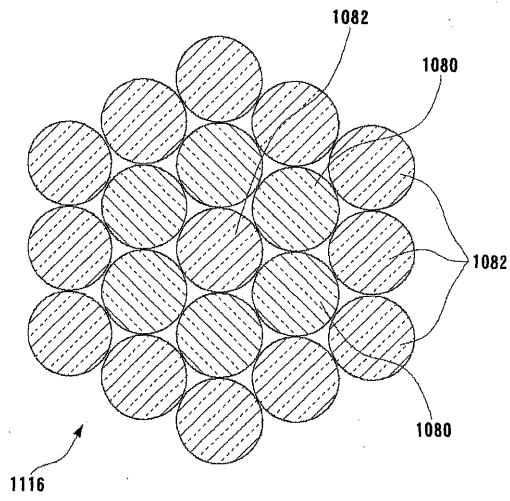
【 図 2 8 】

FIG. 28



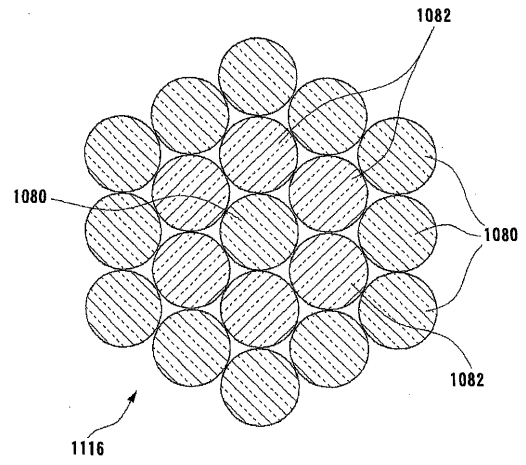
【 図 2 9 】

FIG. 29



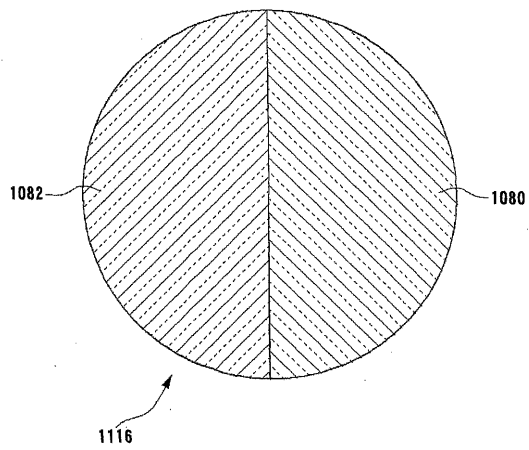
【 図 3 0 】

FIG. 30



【 図 3 1 】

FIG. 31



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B24B49/12, B24B37/04, H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B24B49/12, B24B37/04, H01L21/304, G01B11/06

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/46684 A1 (KLA-TENCOR CORPORATION) 2001.06.28, page 28, line 21 - page 31, line 2 & JP 2003-522937 A & EP 1244907 A & US 6433541 B & US 6621264 B & US 6707540 B	1-8
X	JP 10-229061 A (KABUSHIKI KAISHA NIKON) 1998.08.25,	1
A	claim 1; column 5, line 36- line 43 (family:none)	2-8
X	US 6000996 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.,) 1999.12.14,	1
A	claim 2; column 8, line 37 - column 9, line 2 & JP 10-223578 A	2-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ 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

"B" 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

12.10.2004

Date of mailing of the international search report

26.10.2004

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

TSUKUBA Shigeki

Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3324

3C

9525

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP 2004 / 007152

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 8 groups of claims: claim 1-8, 9, 10, 11-14, 15-16, 17-18, 19, 20

The same technical feature among the groups is "substrate polishing apparatus having a polishing table". However, "substrate polishing apparatus having a polishing table" 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 13.2) 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 1-8

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 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

(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 佃 康郎

大阪府三島郡島本町高浜 2 丁目 2 8 - 1 7

F ターム(参考) 3C034 AA07 BB93 CA02 CA05 CA22 CB14

3C058 AA07 AC02 BA01 BA07 BB01 BC03 CA01 CB01