(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6345988号
(P6345988)

(45)発行日　平成30年6月20日(2018.6.20)　(24)登録日　平成30年6月1日(2018.6.1)

(51)Int.Cl.　F I

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| B24B 9/00 (2006.01) | B24B | 9/00 | 601G |
| H01L 21/304 (2006.01) | H01L | 21/304 | 643A |
| | H01L | 21/304 | 644A |
| | H01L | 21/304 | 648G |
| | H01L | 21/304 | 631 |

請求項の数 9　(全 25 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2014-110281 (P2014-110281)
(22)出願日　平成26年5月28日 (2014.5.28)
(65)公開番号　特開2015-223669 (P2015-223669A)
(43)公開日　平成27年12月14日 (2015.12.14)
審査請求日　平成28年12月20日 (2016.12.20)

(73)特許権者　000207551
株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町１番地の１
(74)代理人　100087701
弁理士　稲岡　耕作
(74)代理人　100101328
弁理士　川崎　実夫
(74)代理人　100170324
弁理士　安田　昌秀
(72)発明者　平岡　伸康
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る４丁目天神北町１番地の１　大日本スクリーン製造株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板処理装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板を水平に保持して回転させる基板保持手段と、
曲率半径が基板の厚みよりも大きい円弧状の鉛直断面を有する湾曲部と、水平で平坦な鉛直断面を有する水平部と、を含む砥石と、
前記基板保持手段に保持されている基板の周縁部に前記砥石を接触させながら、前記砥石を一定の姿勢で基板の周縁部に沿って鉛直方向および水平方向に移動させる砥石移動手段とを含み、
前記水平部は、基板の周縁部の上面平坦部を研磨する上面用水平部と、基板の周縁部の下面平坦部を研磨する下面用水平部と、の少なくとも一方を含み、
前記砥石移動手段は、前記砥石が鉛直方向に移動できるように前記砥石を支持する支持機構と、前記支持機構を水平方向に移動させる水平移動機構と、前記支持機構を鉛直方向に移動させる鉛直移動機構と、前記砥石を前記基板保持手段に保持されている基板の方に鉛直方向に押す押付機構とを含み、
前記押付機構は、前記支持機構の中に配置されたアクチュエータを含む、基板処理装置。
【請求項２】
前記湾曲部は、基板の周縁部の上面傾斜部を研磨する上面用湾曲部と、基板の周縁部の下面傾斜部を研磨する下面用湾曲部と、の少なくとも一方を含む、請求項１に記載の基板処理装置。

【請求項３】
前記砥石は、基板の周縁部の先端を研磨する鉛直で平坦な鉛直断面を有する鉛直部をさらに含む、請求項１または２に記載の基板処理装置。
【請求項４】
前記湾曲部は、外方に凸で、曲率半径が基板の厚みよりも大きい円弧状の鉛直断面を有している、請求項１～３のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【請求項５】
前記湾曲部は、内方に凸で、曲率半径が基板の厚みよりも大きい円弧状の鉛直断面を有している、請求項１～３のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【請求項６】
前記砥石移動手段は、前記砥石を通る鉛直な自転軸線まわりに前記砥石を回転させる自転機構を含む、請求項１～５のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【請求項７】
前記砥石は、基板の表層よりも硬い砥粒を保持する荒砥石と、基板の表層よりも硬く前記荒砥石の砥粒よりも小さい砥粒を保持する仕上げ砥石とを含む、請求項１～６のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【請求項８】
前記荒砥石および仕上げ砥石の少なくとも一方は、前記湾曲部および水平部の両方を含む、請求項７に記載の基板処理装置。
【請求項９】
前記水平移動機構は、前記押付機構の前記アクチュエータが前記基板保持手段に保持されている基板の周縁部に前記砥石を鉛直に押し付けている状態で、前記砥石を保持する前記支持機構を水平に外方に移動させる、請求項１～８のいずれか一項に記載の基板処理装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、基板の周縁部から不要物を除去する基板処理装置に関する。処理対象となる基板には、たとえば、半導体ウエハ、液晶表示装置用基板、プラズマディスプレイ用基板、ＦＥＤ（Field Emission Display）用基板、光ディスク用基板、磁気ディスク用基板、光磁気ディスク用基板、フォトマスク用基板、セラミック基板、太陽電池用基板などが含まれる。
【背景技術】
【０００２】
半導体装置や液晶表示装置などの製造工程では、基板の二次汚染を防止するために、パーティクルや薄膜などの不要物を基板の周縁部（ベベル部）から選択的に除去する除去工程が必要に応じて行われる。
基板の周縁部から不要物を除去する方法の代表例は、薬液を基板の周縁部に供給する方法、ブラシを回転している基板の周縁部に押し付ける方法（いわゆるスクラブ洗浄）、および基板の周縁部を研磨する方法である。
【０００３】
特許文献１には、砥粒が保持されたＰＶＡ（ポリビニルアルコール）製のスポンジブラシを回転している基板の周縁部に押し付ける方法が開示されている。
特許文献２には、基板の周縁部から薄膜を除去するために、ＣＭＰ（Chemical Mechanical Polishing：化学機械研磨）によって基板の周縁部を研磨する方法が開示されている。具体的には、軟質の研磨パッドが巻き付けられた研磨ドラムを基板の周縁部に押し付けながら、研磨ドラムの研磨面にスラリを供給する方法が開示されている。特許文献２には、さらに、基板の周縁部の輪郭に対応する形状の砥石を用いて基板の周縁部を研磨する方法が開示されている。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００９－２３８９３８号公報
【特許文献２】特開２００２－３１３７５７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
薬液を基板の周縁部に供給する方法では、不要物の厚みが大きいと、処理に多くの時間を要する。
特許文献１に記載されているような、弾性変形可能なブラシを基板に押し付ける方法では、ブラシが弾性変形してしまうので、高い圧力でブラシを基板の周縁部に押し付けることができない。そのため、基板の周縁部に強固に付着している不要物を除去できない場合がある。
【０００６】
特許文献２に記載されているような、研磨ドラムを用いて基板の周縁部を研磨する方法であれば、基板の周縁部に強固に付着している不要物を除去できる。しかしながら、特許文献２に記載の方法では、研磨ドラムと基板との接触面積が大きくないと考えられるので、基板の広い範囲を研磨する場合には、複数の研磨ドラムを用いる必要がある。実際に、特許文献２では３つの研磨ドラムが用いられている。研磨ドラムを基板の周縁部に押し付けながら研磨ドラムの姿勢を変化させれば、１つの研磨ドラムで研磨できる範囲を広げられるかもしれないが、この場合、研磨ドラムを移動させる機構が複雑化してしまう。
【０００７】
さらに、特許文献２に記載されているような、基板の周縁部の輪郭に対応する形状の砥石を用いて基板の周縁部を研磨する方法では、砥石が摩耗すると、研磨後の基板の形状が変化してしまう。したがって、長期にわたって安定した品質を維持することができない。
そこで、本発明の目的の一つは、一つの砥石で基板の周縁部の広い範囲を研磨でき、砥石を移動させる機構の複雑化を抑制または防止できる基板処理装置を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
前記目的を達成するための請求項１記載の発明は、基板を水平に保持して回転させる基板保持手段と、曲率半径が基板の厚みよりも大きい円弧状の鉛直断面（鉛直面で切断した断面）を有する湾曲部と、水平で平坦な鉛直断面を有する水平部とを含む砥石と、前記基板保持手段に保持されている基板の周縁部に前記砥石を接触させながら、前記砥石を一定の姿勢で基板の周縁部に沿って鉛直方向および水平方向に移動させる砥石移動手段とを含み、前記水平部は、基板の周縁部の上面平坦部を研磨する上面用水平部と、基板の周縁部の下面平坦部を研磨する下面用水平部と、の少なくとも一方を含み、前記砥石移動手段は、前記砥石が鉛直方向に移動できるように前記砥石を支持する支持機構と、前記支持機構を水平方向に移動させる水平移動機構と、前記支持機構を鉛直方向に移動させる鉛直移動機構と、前記砥石を前記基板保持手段に保持されている基板の方に鉛直方向に押す押付機構とを含み、前記押付機構は、前記支持機構の中に配置されたアクチュエータを含む、基板処理装置である。
【０００９】
この構成によれば、基板が水平な姿勢で回転している状態で、砥石移動手段が、砥石の水平部を基板の周縁部の平坦部に接触させる。したがって、砥石の水平部が基板の周縁部の平坦部に面接触している状態で基板が回転する。これにより、基板の周縁部の平坦部の全周が砥石で研磨される。
砥石移動手段は、さらに、基板が水平な姿勢で回転している状態で、砥石の湾曲部を基板の周縁部の傾斜部に接触させる。したがって、砥石の湾曲部が基板の周縁部の傾斜部に点接触している状態で基板が回転する。これにより、基板の周縁部の傾斜部の全周が砥石

で研磨される。

【００１０】

砥石移動手段は、さらに、砥石を一定の姿勢に維持しながら鉛直方向および水平方向に移動させる。湾曲部の鉛直断面が円弧状なので、砥石が一定の姿勢で鉛直方向および水平方向に移動すると、湾曲部と基板との接触位置が基板の周縁部の傾斜部に沿って径方向（基板の回転軸線に直交する方向）に移動する。これにより、基板の研磨される部分が径方向に広げられる。

【００１１】

このように、砥石は、平坦部で基板の周縁部の平坦部を研磨でき、湾曲部で基板の周縁部の傾斜部を研磨できる。したがって、一つの砥石で基板の周縁部の広い範囲を研磨できる。これにより、基板の周縁部の広い範囲からパーティクルや薄膜などの不要物を除去できる。さらに、砥石移動手段は、砥石を一定の姿勢で鉛直方向および水平方向に移動させるだけでよいので、砥石移動手段の構造が複雑化することを抑制または防止できる。さらに、砥石が摩耗したとしても、砥石の移動量を変えるだけで、研磨後の基板の形状を維持できる。

さらに、この構成によれば、上面用水平部および下面用水平部の一方が、砥石に設けられているので、砥石は、基板の周縁部の上面平坦部または下面平坦部を研磨できる。また、上面用水平部および下面用水平部の両方が、砥石に設けられている場合には、基板の周縁部の上面平坦部および下面平坦部を一つの砥石で研磨できる。したがって、一つの砥石で基板の周縁部の広い範囲を研磨できる。

さらに、この構成によれば、水平移動機構が、砥石を支持する支持機構を水平方向に移動させる。砥石は、支持機構に対して鉛直方向に移動可能に支持機構に支持されている。砥石の湾曲部が基板の周縁部の傾斜部に接触している状態で、水平移動機構が砥石を基板の方に水平に移動させると、砥石を鉛直方向に移動させる力が砥石に加わる。これにより、砥石が一定の姿勢で水平方向および鉛直方向に移動し、湾曲部と基板との接触位置が基板の周縁部の傾斜部に沿って径方向に移動する。これにより、基板の研磨される部分が径方向に広がり、基板の周縁部の広い範囲が研磨される。

さらに、この構成によれば、砥石移動手段の鉛直移動機構が、支持機構を鉛直方向に移動させることにより、砥石の水平部を基板の周縁部の平坦部に接触させる。この状態で、砥石移動手段の押付機構が、砥石を基板の方に鉛直方向に押す。これにより、砥石の水平部が、回転している基板の周縁部の平坦部に精密な押付圧で押し付けられる。そのため、基板の研磨量をより精密に制御できる。

【００１２】

請求項２に記載の発明は、前記湾曲部は、基板の周縁部の上面傾斜部を研磨する上面用湾曲部と、基板の周縁部の下面傾斜部を研磨する下面用湾曲部と、の少なくとも一方を含む、請求項１に記載の基板処理装置である。

この構成によれば、上面用湾曲部および下面用湾曲部の一方が、砥石に設けられているので、砥石は、基板の周縁部の上面傾斜部または下面傾斜部を研磨できる。また、上面用湾曲部および下面用湾曲部の両方が、砥石に設けられている場合には、基板の周縁部の上面傾斜部および下面傾斜部を一つの砥石で研磨できる。したがって、一つの砥石で基板の周縁部の広い範囲を研磨できる。

【００１４】

請求項３に記載の発明は、前記砥石は、基板の周縁部の先端を研磨する鉛直で平坦な鉛直断面を有する鉛直部をさらに含む、請求項１または２に記載の基板処理装置である。

この構成によれば、基板が水平な姿勢で回転している状態で、砥石移動手段が、砥石の鉛直部を基板の周縁部の先端に接触させる。したがって、砥石の鉛直部が基板の先端に接触している状態で基板が回転する。これにより、基板の先端の全周を砥石で研磨できる。特に、基板の先端が、断面円弧状ではなく、断面直線状の場合に、基板の先端を効率的にかつ均一に研磨できる。

【００１５】

請求項４に記載の発明は、前記湾曲部は、外方に凸で、曲率半径が基板の厚みよりも大きい円弧状の鉛直断面を有している、請求項１～３のいずれか一項に記載の基板処理装置である。

請求項５に記載の発明は、前記湾曲部は、内方に凸で、曲率半径が基板の厚みよりも大きい円弧状の鉛直断面を有している、請求項１～３のいずれか一項に記載の基板処理装置である。

【００１８】

請求項６に記載の発明は、前記砥石移動手段は、前記砥石を通る鉛直な自転軸線まわりに前記砥石を回転させる自転機構を含む、請求項１～５のいずれか一項に記載の基板処理装置である。自転機構による砥石の回転方向は、基板保持手段による基板の回転方向と同じ方向であってもよいし、基板の回転方向とは反対の方向であってもよい。

この構成によれば、砥石が基板の周縁部に押し付けられている状態で、砥石移動手段の自転機構が砥石を自転させるので、基板の周縁部に接触する砥石の接触部が、砥石の回転方向に移動する。そのため、砥石の局所的な摩耗を抑制または防止できる。これにより、砥石の寿命を延ばすことができる。

【００１９】

請求項７に記載の発明は、前記砥石は、基板の表層よりも硬い砥粒を保持する荒砥石と、基板の表層よりも硬く前記荒砥石の砥粒よりも小さい砥粒を保持する仕上げ砥石とを含む、請求項１～６のいずれか一項に記載の基板処理装置である。

この構成によれば、荒砥石が、回転している基板の周縁部に押し付けられる。これにより、基板の周縁部が荒砥石で研磨される。同様に、荒研磨（荒砥石による研磨）と同時に、もしくは、荒研磨の前または後に、仕上げ砥石が、回転している基板の周縁部に押し付けられる。これにより、基板の周縁部が仕上げ砥石で研磨される。仕上げ砥石の砥粒は、荒砥石の砥粒よりも小さい。したがって、研磨後の基板をより滑らかにすることができる。

【００２０】

「荒砥石で研磨される基板の部分」を「荒研磨部分」と定義し、「仕上げ砥石で研磨される基板の部分」を「仕上げ研磨部分」と定義する。荒研磨部分および仕上げ研磨部分は、一部または全部が互いに重なり合っていてもよいし、重なっていなくてもよい。仕上げ研磨部分の少なくとも一部が荒研磨部分に重なっている場合、仕上げ研磨（仕上げ砥石による研磨）は荒研磨（荒砥石による研磨）の後に行われる。この場合、基板の一部が荒砥石および仕上げ砥石の両方で研磨されるので、研磨時間を短縮しながら、研磨後の基板をより滑らかにすることができる。

【００２１】

請求項８に記載の発明は、前記荒砥石および仕上げ砥石の少なくとも一方は、前記湾曲部および水平部の両方を含む、請求項７に記載の基板処理装置である。

この構成によれば、湾曲部および水平部の両方が、荒砥石および仕上げ砥石の一方または両方に設けられている。したがって、荒砥石または仕上げ砥石だけで基板の周縁部の平坦部および傾斜部を研磨できる。また、荒砥石および仕上げ砥石のそれぞれが、湾曲部および水平部を含む場合には、基板の周縁部の平坦部および傾斜部に荒研磨および仕上げ研磨を施すことができる。これにより、研磨時間を短縮しながら、研磨後の基板をより滑らかにすることができる。

請求項９に記載の発明は、前記水平移動機構は、前記押付機構の前記アクチュエータが前記基板保持手段に保持されている基板の周縁部に前記砥石を鉛直に押し付けている状態で、前記砥石を保持する前記支持機構を水平に外方に移動させる、請求項１～８のいずれか一項に記載の基板処理装置である。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明の第１実施形態に係る基板処理装置に備えられた処理ユニットの内部をその上方から見た模式図である。

【図２】処理ユニットの内部を水平に見た模式図である。
【図３】第１砥石移動機構の内部を示す模式図である。
【図４】第２砥石移動機構の内部を示す模式図である。
【図５】第１砥石および第２砥石が基板の周縁部に接触している状態を示す模式図である。
【図６】基板処理装置の電気的構成を示すブロック図である。
【図７】基板の周縁部を示す拡大図である。
【図８】処理ユニットによって行われる基板の処理の一例を示す工程図である。
【図９】第１砥石が基板の周縁部に沿って移動する様子を示す模式図である。
【図１０】本発明の第２実施形態に係る第１砥石移動機構の内部を示す模式図である
【図１１】本発明の第２実施形態に係る第１砥石を水平に見た部分断面図である。
【図１２】処理ユニットによって行われる基板の処理の一例を示す工程図である。
【図１３】第１砥石が基板の周縁部に沿って移動する様子を示す模式図である。
【図１４】本発明の第３実施形態に係る第１砥石および第２砥石が基板の周縁部に接触している状態を示す模式図である。
【図１５】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の鉛直断面を示す模式図である。
【図１６】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の鉛直断面を示す模式図である。
【図１７】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の鉛直断面を示す模式図である。
【図１８】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の鉛直断面を示す模式図である。
【図１９】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の正面を示す模式図である。
【図２０】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の一部を水平に見た模式図である。
【図２１】本発明の他の実施形態に係る第１砥石の上面および正面を示す模式図であり、図２１の上側部分に第１砥石の上面を示しており、図２１の下側部分に第１砥石の正面を示している。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
以下では、本発明の実施形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。
図１に示すように、基板処理装置１は、半導体ウエハ等の円板状の基板Ｗを一枚ずつ処理する枚葉式の装置である。基板処理装置１は、基板Ｗを処理する処理ユニット２と、処理ユニット２に基板Ｗを搬送する搬送ロボット（図示せず）と、基板処理装置１を制御する制御装置３とを含む。
【００２４】
図１に示すように、処理ユニット２は、内部空間を有する箱形のチャンバー４と、一枚の基板Ｗをチャンバー４内で水平に保持して回転させるスピンチャック５と、スピンチャック５に保持されている基板Ｗの上面に向けて処理液を吐出する上面ノズル９と、スピンチャック５に保持されている基板Ｗの下面に向けて処理液を吐出する下面ノズル１２と、スピンチャック５に保持されている基板Ｗの周縁部を研磨する研磨機構１５とを含む。
【００２５】
図２に示すように、スピンチャック５は、基板Ｗよりも外径が小さい円板状の吸着ベース６と、吸着ベース６の上面に基板Ｗの下面（裏面）を吸着させることにより吸着ベース６に基板Ｗを水平な姿勢で保持させる吸引装置（図示せず）と、水平な吸着ベース６の中央部から下方に延びるスピン軸７と、吸着ベース６およびスピン軸７を回転させることにより基板Ｗの中央部を通る鉛直な回転軸線Ａ１まわり基板Ｗを回転させるスピンモータ８とを含む。
【００２６】
図２に示すように、上面ノズル９は、上バルブ１０が介装された上配管１１に接続されている。下面ノズル１２は、下バルブ１３が介装された下配管１４に接続されている。上バルブ１０が開かれると、上配管１１内を流れる処理液が、基板Ｗの上面中央部に向けて上面ノズル９から下方に吐出される。これにより、上面ノズル９から基板Ｗの上面に向かう処理液の連続流が形成される。同様に、下バルブ１３が開かれると、下配管１４内を流

れる処理液が、基板Ｗの下面周縁部に向けて下面ノズル１２から上方に吐出され、下面ノズル１２から基板Ｗの下面に向かう処理液の連続流が形成される。

【００２７】

上面ノズル９および下面ノズル１２に供給される処理液は、たとえば純水（脱イオン水：Ｄeionized water）である。上面ノズル９および下面ノズル１２に供給される処理液の他の例は、ＳＣ１（アンモニア水と過酸化水素水と水との混合液）である。上面ノズル９および下面ノズル１２に供給される処理液は、純水およびＳＣ１に限らず、炭酸水、イオン水、オゾン水、還元水（水素水）または磁気水などの機能水であってもよいし、アンモニア水またはアンモニア水と過酸化水素水との混合液、フッ酸、塩酸、フッ酸および過酸化水素水の混合液、ＳＣ２（塩酸と過酸化水素水と水との混合液）などの薬液であってもよい。また、同種の処理液が上面ノズル９および下面ノズル１２に供給されてもよいし、異なる種類の処理液が上面ノズル９および下面ノズル１２に供給されてもよい。

【００２８】

図２に示すように、研磨機構１５は、基板Ｗの周縁部を研磨する第１砥石１６と、第１砥石１６を一定の姿勢で水平方向および鉛直方向に移動させる第１砥石移動機構１７とを含む。

図２に示すように、第１砥石移動機構１７は、第１砥石１６を支持する第１支持機構２０と、基板Ｗの周囲に設けられた鉛直な回動軸線Ａ２まわりに第１砥石１６および第１支持機構２０を回動させる第１水平移動機構１８と、第１砥石１６および第１支持機構２０を鉛直方向に昇降させる第１鉛直移動機構１９とを含む。研磨機構１５は、さらに、第１砥石１６を基板Ｗの周縁部に押し付ける第１押付機構２４と、第１砥石１６を通る鉛直な自転軸線Ａ３まわりに第１砥石１６を回転させる第１自転機構２６とを含む。

【００２９】

図３に示すように、第１支持機構２０は、第１砥石１６から上方に延びる第１支持軸２１と、第１砥石１６の上方で第１支持軸２１を収容する第１ハウジング２２と、第１支持軸２１と第１ハウジング２２との間に介在する第１鉛直バネ２３とを含む。第１支持軸２１は、第１鉛直バネ２３を介して第１ハウジング２２に支持されている。第１支持軸２１は、第１ハウジング２２に対して鉛直方向に移動可能であり、第１ハウジング２２に対して第１支持軸２１の中心線（自転軸線Ａ３）まわりに回転可能である。

【００３０】

第１砥石１６は、第１支持軸２１を介して第１ハウジング２２に支持されている。第１鉛直移動機構１９は、第１ハウジング２２を鉛直方向に昇降させることにより、第１砥石１６を鉛直に移動させる。第１水平移動機構１８は、鉛直な回動軸線Ａ２まわりに第１ハウジング２２を回動させることにより、第１砥石１６を水平に移動させる。第１水平移動機構１８は、退避位置（図１において破線で示す第１砥石１６の位置）と研磨位置（図１において二点鎖線で示す第１砥石１６の位置）との間で、第１砥石１６を水平に移動させる。退避位置は、第１砥石１６が平面視において基板Ｗから離れた位置である。研磨位置は、第１砥石１６が基板Ｗに接触する位置である。研磨位置は、後述する研磨開始位置および研磨終了位置を含む。

【００３１】

図３に示すように、第１押付機構２４は、第１砥石１６に下向きの力を与える第１アクチュエータ２５を含む。第１アクチュエータ２５は、エアシリンダである。第１アクチュエータ２５は、電磁アクチュエータ等の他のアクチュエータであってもよい。第１アクチュエータ２５は、第１ハウジング２２内に配置されている。第１アクチュエータ２５は、第１支持軸２１の上方に配置されている。第１アクチュエータ２５は、第１アクチュエータ本体２５ａと、第１アクチュエータ本体２５ａから下方に突出する第１ロッド２５ｂとを含む。

【００３２】

第１アクチュエータ本体２５ａは、第１ハウジング２２に固定されている。第１ロッド２５ｂは、第１アクチュエータ本体２５ａに対して鉛直方向に移動可能である。第１支持

軸２１は、第１アクチュエータ２５に対して自転軸線Ａ３まわりに回転可能である。第１アクチュエータ本体２５ａからの第１ロッド２５ｂの突出量は、制御装置３によって制御される。第１ロッド２５ｂの突出量が増加すると、第１支持軸２１の上端部が第１ロッド２５ｂによって下方に押される。これにより、下向きの力が第１砥石１６および第１支持軸２１に伝達される。

【００３３】

図３に示すように、第１自転機構２６は、第１ハウジング２２内に配置されている。第１自転機構２６は、第１支持軸２１と共に自転軸線Ａ３まわりに回転する第１従動プーリ２７と、第１従動プーリ２７の周囲に配置された第１駆動プーリ２９と、第１従動プーリ２７および第１駆動プーリ２９に巻き掛けられた第１無端ベルト２８と、第１駆動プーリ２９をその中心線まわりに回転させる第１電動モータ３０とを含む。第１電動モータ３０が第１駆動プーリ２９を回転させると、第１駆動プーリ２９の回転が第１無端ベルト２８によって第１従動プーリ２７に伝達される。これにより、第１砥石１６および第１支持軸２１が自転軸線Ａ３まわりに回転する。第１砥石１６の回転方向は、時計まわりおよび反時計まわりのいずれであってもよい。

【００３４】

図２に示すように、研磨機構１５は、基板Ｗの周縁部を研磨する第２砥石３１と、第２砥石３１を一定の姿勢で水平方向および鉛直方向に移動させる第２砥石移動機構３２とを含む。

図２に示すように、第２砥石移動機構３２は、第２砥石３１を支持する第２支持機構３５と、基板Ｗの周囲に設けられた鉛直な回動軸線Ａ２まわりに第２砥石３１および第２支持機構３５を回動させる第２水平移動機構３３と、第２砥石３１および第２支持機構３５を鉛直方向に昇降させる第２鉛直移動機構３４とを含む。研磨機構１５は、さらに、第２砥石３１を基板Ｗの周縁部に押し付ける第２押付機構３９と、第２砥石３１を通る鉛直な自転軸線Ａ３まわりに第２砥石３１を回転させる第２自転機構４２とを含む。

【００３５】

図４に示すように、第２支持機構３５は、第２砥石３１から上方に延びる第２支持軸３６と、第２砥石３１の上方で第２支持軸３６を収容する第２ハウジング３７と、第２支持軸３６と第２ハウジング３７との間に介在する第２鉛直バネ３８とを含む。第２支持軸３６は、第２鉛直バネ３８を介して第２ハウジング３７に支持されている。第２支持軸３６は、第２ハウジング３７に対して鉛直方向に移動可能であり、第２ハウジング３７に対して第２支持軸３６の中心線（自転軸線Ａ３）まわりに回転可能である。

【００３６】

第２砥石３１は、第２支持軸３６を介して第２ハウジング３７に支持されている。第２鉛直移動機構３４は、第２ハウジング３７を鉛直方向に昇降させることにより、第２砥石３１を鉛直に移動させる。第２水平移動機構３３は、鉛直な回動軸線Ａ２まわりに第２ハウジング３７を回動させることにより、第２砥石３１を水平に移動させる。第２水平移動機構３３は、退避位置（図１において破線で示す第２砥石３１の位置）と研磨位置（図１において二点鎖線で示す第２砥石３１の位置）との間で、第２砥石３１を水平に移動させる。退避位置は、第２砥石３１が平面視において基板Ｗから離れた位置である。研磨位置は、第２砥石３１が基板Ｗに接触する位置である。研磨位置は、後述する研磨開始位置および研磨終了位置を含む。

【００３７】

図４に示すように、第２押付機構３９は、第２砥石３１に上向きの力を与える第２アクチュエータ４０を含む。第２アクチュエータ４０は、エアシリンダである。第２アクチュエータ４０は、電磁アクチュエータ等の他のアクチュエータであってもよい。第２アクチュエータ４０は、第２ハウジング３７内に配置されている。第２アクチュエータ４０は、第２アクチュエータ本体４０ａと、第２アクチュエータ本体４０ａから上方に突出する第２ロッド４０ｂと、第２ロッド４０ｂの先端から水平に延びる第２アーム４１とを含む。

【００３８】

第２アクチュエータ本体４０ａは、第２ハウジング３７に固定されている。第２ロッド４０ｂは、第２アクチュエータ本体４０ａに対して鉛直方向に移動可能である。第２アーム４１は、第２ロッド４０ｂと共に鉛直方向に移動する。第２支持軸３６は、第２アクチュエータ４０に対して自転軸線Ａ３まわりに回転可能である。第２アクチュエータ本体４０ａからの第２ロッド４０ｂの突出量は、制御装置３によって制御される。第２ロッド４０ｂの突出量が増加すると、第２支持軸３６が第２アーム４１によって上方に押される。これにより、上向きの力が第２砥石３１および第２支持軸３６に伝達される。

【００３９】

図４に示すように、第２自転機構４２は、第２ハウジング３７内に配置されている。第２自転機構４２は、第２支持軸３６と共に自転軸線Ａ３まわりに回転する第２従動プーリ４３と、第２従動プーリ４３の周囲に配置された第２駆動プーリ４５と、第２従動プーリ４３および第２駆動プーリ４５に巻き掛けられた第２無端ベルト４４と、第２駆動プーリ４５をその中心線まわりに回転させる第２電動モータ４６とを含む。第２電動モータ４６が第２駆動プーリ４５を回転させると、第２駆動プーリ４５の回転が第２無端ベルト４４によって第２従動プーリ４３に伝達される。これにより、第２砥石３１および第２支持軸３６が自転軸線Ａ３まわりに回転する。第２砥石３１の回転方向は、時計まわりおよび反時計まわりのいずれであってもよい。

【００４０】

図５に示すように、第１砥石１６は、鉛直な中心線を有する円柱状である。第１砥石１６の中心線は、自転軸線Ａ３上に配置されている。同様に、第２砥石３１は、鉛直な中心線を有する円柱状である。第２砥石３１の中心線は、自転軸線Ａ３上に配置されている。第１砥石１６および第２砥石３１は、同種の砥石である。つまり、形状、材質、および強度等が等しい砥石が、第１砥石１６および第２砥石３１として用いられている。したがって、以下では、第１砥石１６について説明し、第２砥石３１の説明を省略する。

【００４１】

図５に示すように、第１砥石１６の外面は、水平で平坦な円形の上面４７と、水平で平坦な円形の下面５１と、上面４７と下面５１との間の高さに配置された鉛直な外周面４９と、上面４７と外周面４９とを互いに接続する環状の上角部４８と、外周面４９と下面５１とを互いに接続する環状の下角部５０とを含む。上面４７および下面５１の外径は、いずれも、基板Ｗの半径よりも小さい。同様に、外周面４９の外径は、基板Ｗの半径よりも小さい。外周面４９の高さは、基板Ｗの厚みよりも大きい。同様に、上角部４８および下角部５０の高さは、いずれも、基板Ｗの厚みよりも大きい。

【００４２】

図５に示すように、第１砥石１６の中心線に沿う鉛直面で切断した第１砥石１６の外面の断面は、水平で平坦な下面用水平部５２と、外方（第１砥石１６の中心線から離れる方向）に凸の下面用湾曲部５３と、鉛直で平坦な鉛直部５４と、外方に凸の上面用湾曲部５５と、水平で平坦な上面用水平部５６とを含む。下面用水平部５２、下面用湾曲部５３、鉛直部５４、上面用湾曲部５５、および上面用水平部５６は、それぞれ、上面４７、上角部４８、外周面４９、下角部５０、および下面５１に設けられている。下面用湾曲部５３の曲率半径Ｒ１と上面用湾曲部５５の曲率半径Ｒ１とは、いずれも、基板Ｗの厚みＴ１よりも大きく、基板Ｗの半径よりも小さい。上面用湾曲部５５および下面用湾曲部５３の曲率半径は、互いに等しくてもよいし、互いに異なっていてもよい。

【００４３】

図５で拡大して示すように、第１砥石１６は、基板Ｗの表層よりも硬い複数の砥粒５７と、複数の砥粒５７を保持する母材５８とを含む。複数の砥粒５７は、第１砥石１６の外面の全体に分散している。砥粒５７の大きさ（粒度）や、単位面積あたりの砥粒５７の数は、基板Ｗの周縁部の研磨に必要な値に設定されている。また、母材５８は、基板Ｗの周縁部を第１砥石１６で研磨している際に基板Ｗの周縁部が第１砥石１６に食い込まない硬さを有している。言い換えると、母材５８は、基板Ｗの周縁部を第１砥石１６で研磨している際に第１砥石１６の外面の形状が維持される硬さを有している。砥粒５７の材質（研

磨材）の具体例は、炭化ケイ素、アルミナ、および酸化セリウムである。母材５８の材質の具体例は、ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）などの合成樹脂である。

【００４４】

図６に示すように、制御装置３は、基板Ｗの処理条件を示すレシピ等の情報を記憶する記憶部３ａと、記憶部３ａに記憶されているレシピで指定されている条件に基づいて基板処理装置１に基板Ｗを処理させる処理実行部３ｂと、レシピで指定されている条件と置き換えられる条件が入力される情報受付部３ｃとを含む。

情報受付部３ｃに入力される条件は、ホストコンピュータ等の外部装置から送信されるものであってもよいし、基板処理装置１に備えられた入力装置（たとえば、タッチパネル）を介して情報受付部３ｃに入力されるものであってもよい。たとえば、基板処理装置１のユーザーが押付力や洗浄幅（研磨幅）を入力装置を介して情報受付部３ｃに入力すると、レシピで指定されている押付力の値が入力された値に置き換えられる。同様に、洗浄幅が情報受付部３ｃに入力されると、レシピで指定されている洗浄幅の値が入力された値に置き換えられる。

【００４５】

図７に示すように、基板Ｗの周縁部は、水平で平坦な環状の上面平坦部と、上面平坦部の外端から斜め下に外方に延びる環状の上面傾斜部と、水平で平坦な環状の下面平坦部と、下面平坦部の外端から斜め上に外方に延びる環状の下面傾斜部と、上面傾斜部および下面傾斜部の外端に接続された環状の先端とを含む。図７は、基板Ｗの周縁部が断面放物線状である例を示している。基板Ｗの周縁部は、断面放物線状に限らず、断面台形状であってもよい（図１５および図１６参照）。つまり、基板Ｗの上面傾斜部、先端、および下面傾斜部は、断面円弧状に限らず、断面直線状であってもよい。

【００４６】

以下で説明するように、制御装置３は、基板Ｗの周縁部から不要物を除去するために、レシピにしたがって処理ユニット２を制御することにより、基板Ｗの周縁部の全周を処理ユニット２に研磨させる。図７では、研磨前の基板Ｗの輪郭を実線で示しており、研磨後の基板Ｗの輪郭を二点鎖線で示している。不要物の厚みは、たとえば、数十ｎｍ～数百ｎｍである。厚い場合でも、不要物の厚みは、たとえば、１０００ｎｍ～２０００ｎｍである。前述の洗浄幅は、研磨される領域の内端から研磨前の基板Ｗの先端までの径方向（図７の左右方向）の距離を意味する。不要物には、パーティクル、薄膜、ドライエッチング時に堆積した堆積物、エッチング残渣などが含まれる。

【００４７】

図８は、処理ユニット２によって行われる基板Ｗの処理の一例を示す工程図である。図９は、第１砥石１６が基板Ｗの周縁部に沿って移動する様子を示す模式図である。以下では、図２を参照する。また、図３、図４、図８、および図９を適宜参照する。

処理ユニット２によって基板Ｗが処理されるときには、搬送ロボット（図示せず）によって、基板Ｗがチャンバー４内に搬入され、表面が上に向けられた状態で基板Ｗが吸着ベース６の上に置かれる（図８のステップＳ１）。その後、基板Ｗの下面（裏面）が吸着ベース６の上面に吸着される。続いて、スピンモータ８が駆動され、基板Ｗの回転が開始される（図８のステップＳ２）。これにより、基板Ｗが研磨速度（たとえば数十ｒｐｍ～数百ｒｐｍ）で回転する。その後、上バルブ１０および下バルブ１３が開かれ、上面ノズル９および下面ノズル１２からの純水の吐出が開始される（図８のステップＳ３）。上面ノズル９から吐出された純水は、基板Ｗの上面中央部に着液した後、回転している基板Ｗの上面に沿って外方に流れる。下面ノズル１２から吐出された純水は、基板Ｗの下面周縁部に着液した後、回転している基板Ｗの下面に沿って外方に流れる。

【００４８】

次に、第１自転機構２６が第１砥石１６の自転を開始させると共に、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９が、第１砥石１６を退避位置から第１研磨開始位置に移動させる。これにより、図９において実線で示すように、自転している第１砥石１６の上面用水平部５６が、回転している基板Ｗの上面平坦部に接触する（図８のステップＳ４）

。第１砥石１６の上面用水平部５６が水平かつ平坦であり、基板Ｗの上面平坦部も水平かつ平坦なので、このとき、第１砥石１６の上面用水平部５６は、基板Ｗの上面平坦部に面接触する。第１砥石１６が第１研磨開始位置に配置された後は、図３に示す第１アクチュエータ２５の第１ロッド２５ｂに下向きの力が加えられ、第１アクチュエータ２５の押付力が第１砥石１６に伝達される。これにより、第１砥石１６の上面用水平部５６が、レシピで指定されている所定の押付力で、回転している基板Ｗの上面平坦部に押し付けられる。

【００４９】

次に、第１水平移動機構１８は、第１砥石１６を保持する第１ハウジング２２を水平に外方に移動させる（図８のステップＳ５）。第１砥石１６が外方に移動するのにしたがって第１ロッド２５ｂ（図３参照）の突出量が増加し、それに伴って第１砥石１６が基板Ｗの周縁部に沿って下方に移動する。図９において一点鎖線で示すように、このとき、第１砥石１６の上面用水平部５６が基板Ｗの上面平坦部から離れ、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が、基板Ｗの上面傾斜部に点接触する。さらに、図９において二点鎖線で示すように、第１砥石１６は、基板Ｗに対する上面用湾曲部５５の接触位置（接触点）を基板Ｗの上面傾斜部に沿って移動させながら、基板Ｗの周縁部に沿って外方に移動する。そして、図９において破線で示すように、第１砥石１６は、上面用湾曲部５５が基板Ｗの先端に接触する第１研磨終了位置に配置される。その後、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９が、第１砥石１６を第１研磨終了位置から退避位置に移動させると共に、第１自転機構２６が第１砥石１６の自転を終了させる（図８のステップＳ６）。

【００５０】

このように、第１砥石１６の上面用水平部５６は、第１研磨開始位置において、回転している基板Ｗの上面平坦部に所定の押付力で面接触する。図９を見ると分かるように、第１砥石１６が第１研磨開始位置から外方に移動するのにしたがって、第１砥石１６の上面用水平部５６と基板Ｗの上面平坦部との接触面積が減少する。そして、第１砥石１６の上面用水平部５６が基板Ｗの上面平坦部から離れ、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が、回転している基板Ｗの上面傾斜部に点接触する。上面用湾曲部５５と基板Ｗとの接触位置（接触点）は、基板Ｗの上面傾斜部に沿って基板Ｗの上面傾斜部の内端から基板Ｗの上面傾斜部の外端に移動する。そして、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が基板Ｗの先端に点接触する。第１砥石１６は、このようして基板Ｗの周縁部をなぞるよう基板Ｗの周縁部に沿って移動する。

【００５１】

第１砥石１６の上面用水平部５６が回転している基板Ｗの上面平坦部に接触するので、第１砥石１６の上面用水平部５６が基板Ｗの上面平坦部の全周に擦り付けられ、基板Ｗの上面平坦部の全域が研磨される。すなわち、基板Ｗの上面平坦部の表層が削り取られる。削り取られた基板Ｗの一部は、基板Ｗに供給された純水と共に基板Ｗからその周囲に排出される。同様に、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が、基板Ｗの上面傾斜部の全域に接触するので、基板Ｗの上面傾斜部の全域が研磨される。さらに、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が基板Ｗの先端の全域に接触するので、基板Ｗの先端の全域が研磨される。このようにして、基板Ｗの上面平坦部、上面傾斜部、および先端の全域が、第１砥石１６によって研磨される。

【００５２】

第１アクチュエータ２５（図３参照）が第１砥石１６を押す方向が鉛直方向であるのに対し、基板Ｗの上面傾斜部は鉛直方向に対して斜めに傾いている。そのため、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が基板Ｗの上面傾斜部に接触すると、基板Ｗの外表面に垂直な法線方向に関して第１砥石１６を基板Ｗに押し付ける力が減少する。その一方で、第１砥石１６の上面用湾曲部５５が基板Ｗの上面傾斜部に接触すると、第１砥石１６および基板Ｗの接触が、面接触から点接触に変化するので、第１砥石１６および基板Ｗの接触面積が減少する。そのため、第１砥石１６および基板Ｗの接触位置での圧力の低下が抑えられ、基板Ｗの研磨に必要な圧力が維持される。これにより、基板Ｗの上面傾斜部の全域が第１砥石

１６によって確実に研磨される。

【００５３】

基板Ｗの上面側部分の研磨と並行して、第２自転機構４２が第２砥石３１の自転を開始させると共に、第２水平移動機構３３および第２鉛直移動機構３４が、第２砥石３１を退避位置から第２研磨開始位置に移動させる。これにより、自転している第２砥石３１の下面用水平部５２が、回転している基板Ｗの下面平坦部に接触する（図８のステップＳ７）。第２砥石３１の下面用水平部５２が水平かつ平坦であり、基板Ｗの下面平坦部も水平かつ平坦なので、このとき、第２砥石３１の下面用水平部５２は、基板Ｗの下面平坦部に面接触する。第２砥石３１が第２研磨開始位置に配置された後は、図４に示す第２アクチュエータ４０の第２ロッド４０ｂに上向きの力が加えられ、第２アクチュエータ４０の押付力が第２砥石３１に伝達される。これにより、第２砥石３１の下面用水平部５２が、レシピで指定されている所定の押付力で、回転している基板Ｗの下面平坦部に押し付けられる。

【００５４】

次に、第２水平移動機構３３は、第２砥石３１を保持する第２ハウジング３７を水平に外方に移動させる（図８のステップＳ８）。第２砥石３１が外方に移動するのにしたがって第２ロッド４０ｂ（図４参照）の突出量が増加し、それに伴って第２砥石３１が基板Ｗの周縁部に沿って上方に移動する。このとき、第２砥石３１の下面用水平部５２が基板Ｗの下面平坦部から離れ、第２砥石３１の下面用湾曲部５３が、基板Ｗの下面傾斜部に点接触する。さらに、第２砥石３１は、基板Ｗに対する下面用湾曲部５３の接触位置（接触点）を基板Ｗの下面傾斜部に沿って移動させながら、基板Ｗの周縁部に沿って外方に移動する。そして、第２砥石３１は、下面用湾曲部５３が基板Ｗの先端に接触する第２研磨終了位置に配置される。その後、第２水平移動機構３３および第２鉛直移動機構３４が、第２砥石３１を第２研磨終了位置から退避位置に移動させると共に、第２自転機構４２が第２砥石３１の自転を終了させる（図８のステップＳ９）。

【００５５】

このように、第２砥石３１の下面用水平部５２は、第２研磨開始位置において、回転している基板Ｗの下面平坦部に所定の押付力で面接触する。第２砥石３１が第２研磨開始位置から外方に移動するのにしたがって、第２砥石３１の下面用水平部５２と基板Ｗの下面平坦部との接触面積が減少する。そして、第２砥石３１の下面用水平部５２が基板Ｗの下面平坦部から離れ、第２砥石３１の下面用湾曲部５３が、回転している基板Ｗの下面傾斜部に点接触する。下面用湾曲部５３と基板Ｗとの接触位置（接触点）は、基板Ｗの下面傾斜部に沿って基板Ｗの下面傾斜部の内端から基板Ｗの下面傾斜部の外端に移動する。そして、第２砥石３１の下面用湾曲部５３が基板Ｗの先端に点接触する。第２砥石３１は、このようして基板Ｗの周縁部をなぞるよう基板Ｗの周縁部に沿って移動する。これにより、基板Ｗの下面平坦部、下面傾斜部、および先端の全域が、第２砥石３１によって研磨される。

【００５６】

第１砥石１６および第２砥石３１による基板Ｗの研磨が終了した後、すなわち、第１砥石１６および第２砥石３１が基板Ｗから退避した後、上バルブ１０および下バルブ１３が閉じられ、上面ノズル９および下面ノズル１２からの純水の吐出が停止される（図８のステップＳ１０）。その後、スピンモータ８の回転が加速され、研磨速度よりも大きい乾燥速度（たとえば数千ｒｐｍ）で基板Ｗが回転する。これにより、基板Ｗに付着している純水が基板Ｗの周囲に振り切られ、基板Ｗが乾燥する（図８のステップＳ１１）。基板Ｗの高速回転が開始されてから所定時間が経過すると、スピンモータ８および基板Ｗの回転が停止される（図８のステップＳ１２）。その後、吸着ベース６による基板Ｗの保持が解除される。そして、基板Ｗが搬送ロボット（図示せず）によってチャンバー４から搬出される（図８のステップＳ１３）。

【００５７】

以上のように第１実施形態では、基板Ｗが水平な姿勢で回転している状態で、第１砥石

移動機構１７および第２砥石移動機構３２が、第１砥石１６の上面用水平部５６および第２砥石３１の下面用水平部５２を、それぞれ、基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部に接触させる。したがって、第１砥石１６および第２砥石３１が基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部に面接触している状態で基板Ｗが回転する。これにより、基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部の全周が第１砥石１６および第２砥石３１で研磨される。

【００５８】

第１砥石移動機構１７および第２砥石移動機構３２は、さらに、基板Ｗが水平な姿勢で回転している状態で、第１砥石１６の上面用湾曲部５５および第２砥石３１の下面用湾曲部５３を、それぞれ、基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部に接触させる。したがって、第１砥石１６および第２砥石３１が基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部に点接触している状態で基板Ｗが回転する。これにより、基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部の全周が第１砥石１６および第２砥石３１で研磨される。

【００５９】

第１砥石移動機構１７および第２砥石移動機構３２は、さらに、第１砥石１６および第２砥石３１を一定の姿勢に維持しながら鉛直方向および水平方向に移動させる。上面用湾曲部５５および下面用湾曲部５３の鉛直断面が円弧状なので、第１砥石１６および第２砥石３１が一定の姿勢で鉛直方向および水平方向に移動すると、上面用湾曲部５５と基板Ｗとの接触位置が基板Ｗの上面傾斜部に沿って径方向（基板Ｗの回転軸線Ａ１に直交する方向）に移動し、下面用湾曲部５３と基板Ｗとの接触位置が基板Ｗの下面傾斜部に沿って径方向に移動する。これにより、基板Ｗの研磨される部分が径方向に広げられる。

【００６０】

このように、第１砥石１６および第２砥石３１は、上面用水平部５６および下面用水平部５２で基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部を研磨でき、上面用湾曲部５５および下面用湾曲部５３で基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部を研磨できる。したがって、一つの砥石で基板Ｗの周縁部の広い範囲を研磨できる。これにより、基板Ｗの周縁部の広い範囲からパーティクルや薄膜などの不要物を除去できる。さらに、第１砥石移動機構１７および第２砥石移動機構３２は、第１砥石１６および第２砥石３１を一定の姿勢で鉛直方向および水平方向に移動させるだけでよいので、その構造が複雑化することを抑制または防止できる。さらに、第１砥石１６および第２砥石３１が摩耗したとしても、第１砥石１６および第２砥石３１の移動量を変えるだけで、研磨後の基板Ｗの形状を維持できる。

【００６１】

また第１実施形態では、上面用湾曲部５５および下面用湾曲部５３の両方が、第１砥石１６および第２砥石３１のそれぞれに設けられているので、基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部を一つの砥石で研磨できる。さらに、上面用水平部５６および下面用水平部５２の両方が、第１砥石１６および第２砥石３１に設けられているので、基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部を一つの砥石で研磨できる。したがって、一つの砥石で基板Ｗの周縁部の広い範囲を研磨できる。

【００６２】

また第１実施形態では、第１鉛直移動機構１９および第２鉛直移動機構３４が、第１支持機構２０および第２支持機構３５を鉛直方向に移動させることにより、第１砥石１６の上面用水平部５６および第２砥石３１の下面用水平部５２を、それぞれ、基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部に接触させる。この状態で、第１押付機構２４および第２押付機構３９が、第１砥石１６および第２砥石３１を基板Ｗの方に鉛直方向に押す。これにより、第１砥石１６の上面用水平部５６および第２砥石３１の下面用水平部５２が、回転している基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部に精密な押付圧で押し付けられる。そのため、基板Ｗの研磨量をより精密に制御できる。

【００６３】

また第１実施形態では、第１砥石１６および第２砥石３１が基板Ｗの周縁部に押し付けられている状態で、第１自転機構２６および第２自転機構４２が第１砥石１６および第２砥石３１を自転させるので、基板Ｗの周縁部に接触する第１砥石１６の接触部が、第１砥

石１６の回転方向に移動する。同様に、基板Ｗの周縁部に接触する第２砥石３１の接触部が、第２砥石３１の回転方向に移動する。そのため、第１砥石１６および第２砥石３１の局所的な摩耗を抑制または防止できる。これにより、第１砥石１６および第２砥石３１の寿命を延ばすことができる。

【００６４】

第２実施形態

第２実施形態では、第１砥石の形状と、第１支持機構の構造とが、第１実施形態に対して異なる。以下の図１０～図１３において、前述の図１～図９に示された各部と同等の構成部分については、図１等と同一の参照符号を付してその説明を省略する。

図１０に示すように、第２実施形態に係る研磨機構１５は、基板Ｗの周縁部を研磨する第１砥石２１６と、第１砥石２１６を一定の姿勢で水平方向および鉛直方向に移動させる第１砥石移動機構２１７とを含む。第１砥石移動機構２１７は、第１実施形態に係る第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９に加えて、第１砥石２１６を支持する第１支持機構２２０を含む。

【００６５】

図１０に示すように、第１支持機構２２０は、第１砥石２１６から上方に延びる第１支持軸２１と、第１支持軸２１を鉛直方向に移動可能に支持する第１鉛直ガイド２６１と、第１砥石２１６の上方で第１支持軸２１および第１鉛直ガイド２６１を収容する筒状の第１ケース２６２と、第１支持軸２１と第１ケース２６２との間に介在する第１鉛直バネ２３とを含む。

【００６６】

図１０に示すように、第１支持機構２２０は、さらに、第１ケース２６２を自転軸線Ａ３まわりに回転可能に支持する第１ベアリング２６３と、第１ベアリング２６３を介して第１ケース２６２を支持する第１ホルダー２６４と、第１ホルダー２６４を水平方向に移動可能に支持する第１水平ガイド２６５と、第１ケース２６２および第１ホルダー２６４を収容する第１ハウジング２２と、第１ホルダー２６４と第１ハウジング２２との間に介在する第１水平バネ２６６とを含む。

【００６７】

第１支持軸２１は、第１鉛直バネ２３を介して第１ケース２６２に支持されている。第１支持軸２１は、第１ケース２６２に対して鉛直方向に移動可能である。第１ケース２６２は、第１ホルダー２６４に対して自転軸線Ａ３まわりに回転可能である。第１ケース２６２が自転軸線Ａ３まわりに回転すると、第１支持軸２１も自転軸線Ａ３まわりに回転する。第１自転機構２６の第１従動プーリ２７は、第１ケース２６２に取り付けられている。第１電動モータ３０が第１駆動プーリ２９を回転させると、第１駆動プーリ２９の回転が第１無端ベルト２８によって第１従動プーリ２７に伝達される。これにより、第１砥石２１６および第１支持軸２１が自転軸線Ａ３まわりに回転する。

【００６８】

図１１に示すように、第１砥石２１６は、鉛直な中心線を有する鼓状である。第１砥石２１６の中心線は、自転軸線Ａ３上に配置されている。第１砥石２１６の外面は、水平で平坦な円形の上面２４７と、水平で平坦な円形の下面２５１と、上面２４７および下面２５１の間の高さに配置された鼓状の外周面２４９とを含む。上面２４７および下面２５１の外径は、いずれも、基板Ｗの半径よりも小さい。同様に、外周面２４９の外径は、基板Ｗの半径よりも小さい。外周面２４９の高さは、基板Ｗの厚みよりも大きい。

【００６９】

図１１に示すように、第１砥石２１６の中心線に沿う鉛直面で切断した第１砥石２１６の外面の断面は、水平で平坦な上面用水平部２５６と、内方（第１砥石２１６の中心線に向かう方向）に凸の半円状の湾曲部２５３、２５５と、水平で平坦な下面用水平部２５２とを含む。上面用水平部２５６、湾曲部２５３、２５５、および下面用水平部２５２は、それぞれ、上面２４７、外周面２４９、および下面２５１に設けられている。

【００７０】

図１１に示すように、上面用水平部２５６および下面用水平部２５２は、間隔を空けて鉛直方向に対向している。湾曲部は、下面用水平部２５２の内端から上方に延びる下面用湾曲部２５３と、上面用水平部２５６の内端から下方に延びる上面用湾曲部２５５とを含む。上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３は、湾曲部の底部で互いに接続されている。上面用湾曲部２５５の曲率半径Ｒ１と下面用湾曲部２５３の曲率半径Ｒ１とは、いずれも、基板Ｗの厚みＴ１よりも大きく、基板Ｗの半径よりも小さい。上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３の曲率半径は、互いに等しくてもよいし、互いに異なっていてもよい。

【００７１】

図１２は、処理ユニット２によって行われる基板Ｗの処理の一例を示す工程図である。図１３は、第１砥石２１６が基板Ｗの周縁部に沿って移動する様子を示す模式図である。

処理ユニット２によって基板Ｗが処理されるときには、搬送ロボット（図示せず）によって、基板Ｗがチャンバー４内に搬入され、表面が上に向けられた状態で基板Ｗが吸着ベース６の上に置かれる（図１２のステップＳ２１）。その後、基板Ｗの下面（裏面）が吸着ベース６の上面に吸着される。続いて、スピンモータ８が駆動され、基板Ｗの回転が開始される（図１２のステップＳ２２）。これにより、基板Ｗが研磨速度で回転する。その後、上バルブ１０および下バルブ１３が開かれ、上面ノズル９および下面ノズル１２からの純水の吐出が開始される（図１２のステップＳ２３）。上面ノズル９から吐出された純水は、基板Ｗの上面中央部に着液した後、回転している基板Ｗの上面に沿って外方に流れる。下面ノズル１２から吐出された純水は、基板Ｗの下面周縁部に着液した後、回転している基板Ｗの下面に沿って外方に流れる。

【００７２】

次に、第１自転機構２６が第１砥石２１６の自転を開始させると共に、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９が、第１砥石２１６を退避位置から第１研磨開始位置に移動させる。これにより、図１３において実線で示すように、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が基板Ｗから離れた状態で、自転している第１砥石２１６の上面用水平部２５６が、回転している基板Ｗの上面平坦部に接触する（図１２のステップＳ２４）。第１砥石２１６の上面用水平部２５６が水平かつ平坦であり、基板Ｗの上面平坦部も水平かつ平坦なので、このとき、第１砥石２１６の上面用水平部２５６は、基板Ｗの上面平坦部に面接触する。さらに、第１砥石２１６の上面用水平部２５６が、第１鉛直移動機構１９によって、所定の押付力で基板Ｗの上面平坦部に押し付けられる。

【００７３】

次に、第１水平移動機構１８は、第１砥石２１６を保持する第１ハウジング２２を水平に内方に移動させる（図１２のステップＳ２５）。第１砥石２１６が内方に移動するのにしたがって、第１砥石２１６の上面用水平部２５６が基板Ｗの上面平坦部に沿って移動し、第１砥石２１６の上面用水平部２５６と基板Ｗとの接触面積が増加する。さらに、図１３において一点鎖線で示すように、第１砥石２１６が内方に移動するのにしたがって、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が、基板Ｗの上面傾斜部に近づき、基板Ｗの上面傾斜部に点接触する。

【００７４】

第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５は、第１水平移動機構１８によって、所定の押付力で基板Ｗの上面傾斜部に水平に押し付けられる。第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が湾曲しているので、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が基板Ｗの上面傾斜部に押し付けられると、上向きの力が第１砥石２１６に加わる。そのため、第１鉛直バネ２３（図１０参照）の弾性変形により第１砥石２１６が上方に移動する。これにより、図１３において二点鎖線で示すように、第１砥石２１６の上面用水平部２５６が基板Ｗから離れる。

【００７５】

図１３に示すように、第１水平移動機構１８は、第１砥石２１６の上面用水平部２５６が基板Ｗから離れており、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が基板Ｗの上面傾斜部に点接触している状態で、第１ハウジング２２を水平に内方に移動させる。第１砥石２１６

の上面用湾曲部２５５と基板Ｗとの接触位置（接触点）は、第１ハウジング２２が内方に移動するのにしたがって、基板Ｗの上面傾斜部に沿って基板Ｗの上面傾斜部の外端から基板Ｗの上面傾斜部の内端に移動する。そして、図１３において破線で示すように、第１砥石２１６は、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が基板Ｗの先端に接触する第１研磨終了位置に配置される。その後、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９は、第１ハウジング２２を外方および上方に移動させて、第１砥石２１６を基板Ｗから離す（図１２のステップＳ２６）。

【００７６】

次に、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９は、第１砥石２１６を第２研磨開始位置に移動させる。これにより、第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が基板Ｗから離れた状態で、自転している第１砥石２１６の下面用水平部２５２が、回転している基板Ｗの下面平坦部に接触する（図１２のステップＳ２７）。第１砥石２１６の下面用水平部２５２が水平かつ平坦であり、基板Ｗの下面平坦部も水平かつ平坦なので、このとき、第１砥石２１６の下面用水平部２５２は、基板Ｗの下面平坦部に面接触する。さらに、第１砥石２１６の下面用水平部２５２が、第１鉛直移動機構１９によって、所定の押付力で基板Ｗの下面平坦部に押し付けられる。

【００７７】

次に、第１水平移動機構１８は、第１砥石２１６を保持する第１ハウジング２２を水平に内方に移動させる（図１２のステップＳ２８）。第１砥石２１６が内方に移動するのにしたがって、第１砥石２１６の下面用水平部２５２が基板Ｗの下面平坦部に沿って移動し、第１砥石２１６の下面用水平部２５２と基板Ｗとの接触面積が増加する。さらに、第１砥石２１６が内方に移動するのにしたがって、第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が、基板Ｗの下面傾斜部に近づき、基板Ｗの下面傾斜部に点接触する。

【００７８】

第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３は、第１水平移動機構１８によって、所定の押付力で基板Ｗの下面傾斜部に水平に押し付けられる。第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が湾曲しているので、第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が基板Ｗの下面傾斜部に押し付けられると、下向きの力が第１砥石２１６に加わる。そのため、第１鉛直バネ２３（図１０参照）の弾性変形により第１砥石２１６が下方に移動し、第１砥石２１６の下面用水平部２５２が基板Ｗから離れる。

【００７９】

第１水平移動機構１８は、第１砥石２１６の下面用水平部２５２が基板Ｗから離れており、第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が基板Ｗの下面傾斜部に点接触している状態で、第１ハウジング２２を水平に内方に移動させる。第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３と基板Ｗとの接触位置（接触点）は、第１ハウジング２２が内方に移動するのにしたがって、基板Ｗの下面傾斜部に沿って基板Ｗの下面傾斜部の外端から基板Ｗの下面傾斜部の内端に移動する。そして、第１砥石２１６は、第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が基板Ｗの先端に接触する第２研磨終了位置に配置される。その後、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９が、第１砥石２１６を第２研磨終了位置から退避位置に移動させると共に、第１自転機構２６が第１砥石２１６の自転を終了させる（図１２のステップＳ２９）。

【００８０】

このように、第１砥石２１６の上面用水平部２５６および下面用水平部２５２が、それぞれ、回転している基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部に接触するので、基板Ｗの上面平坦部および下面平坦部の全域が研磨される。同様に、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５が基板Ｗの上面傾斜部の全域に接触し、第１砥石２１６の下面用湾曲部２５３が基板Ｗの下面傾斜部の全域に接触するので、基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部の全域が研磨される。さらに、第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３が基板Ｗの先端の全域に接触するので、基板Ｗの先端の全域が研磨される。このようにして、基板Ｗの周縁部の全域が、同じ砥石（第１砥石２１６）で研磨される。

【００８１】
第１砥石２１６による基板Ｗの研磨が終了した後、すなわち、第１砥石２１６が基板Ｗから退避した後、上バルブ１０および下バルブ１３が閉じられ、上面ノズル９および下面ノズル１２からの純水の吐出が停止される（図１２のステップＳ３０）。その後、スピンモータ８の回転が加速され、研磨速度よりも大きい乾燥速度で基板Ｗが回転する。これにより、基板Ｗに付着している純水が基板Ｗの周囲に振り切られ、基板Ｗが乾燥する（図１２のステップＳ３１）。基板Ｗの高速回転が開始されてから所定時間が経過すると、スピンモータ８および基板Ｗの回転が停止される（図１２のステップＳ３２）。その後、吸着ベース６による基板Ｗの保持が解除される。そして、基板Ｗが搬送ロボット（図示せず）によってチャンバー４から搬出される（図１２のステップＳ３３）。

【００８２】
以上のように第２実施形態では、第１水平移動機構１８（図２参照）が、第１砥石２１６を支持する第１支持機構２２０を水平方向に移動させる。第１砥石２１６は、第１支持機構２２０の第１ハウジング２２に対して鉛直方向に移動可能に第１支持機構２２０に支持されている。第１砥石２１６の上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３が基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部に接触している状態で、第１水平移動機構１８が第１砥石２１６を基板Ｗの方に水平に移動させると、第１砥石２１６を鉛直方向に移動させる力が第１砥石２１６に加わる。これにより、第１砥石２１６が一定の姿勢で水平方向および鉛直方向に移動し、上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３と基板Ｗとの接触位置が基板Ｗの上面傾斜部および下面傾斜部に沿って径方向に移動する。これにより、基板Ｗの研磨される部分が径方向に広がり、基板Ｗの周縁部の広い範囲が研磨される。

【００８３】
第３実施形態
第３実施形態では、砥石の構造が第２実施形態に対して異なる。以下の図１４において、前述の図１～図１３に示された各部と同等の構成部分については、図１等と同一の参照符号を付してその説明を省略する。なお、図１４では、荒砥石３７１をクロスハッチングで示している。他の図においても同様である。

【００８４】
図１４に示すように、第３実施形態に係る研磨機構１５は、第１砥石３１６および第２砥石３３１を備えている。第１砥石３１６および第２砥石３３１は、それぞれ、２つの第１砥石移動機構２１７に支持されている。第３実施形態に係る第１砥石３１６および第２砥石３３１の形状および大きさは、第２実施形態に係る第１砥石２１６の形状および大きさと同一である。

【００８５】
第１砥石３１６は、表面の粗さが互いに異なる荒砥石３７１および仕上げ砥石３７２を含む。同様に、第２砥石３３１は、表面の粗さが互いに異なる荒砥石３７１および仕上げ砥石３７２を含む。第１砥石３１６の荒砥石３７１は、第１砥石３１６の仕上げ砥石３７２の上方に配置されている。第２砥石３３１の仕上げ砥石３７２は、第２砥石３３１の荒砥石３７１の上方に配置されている。第１砥石３１６の荒砥石３７１と第２砥石３３１の仕上げ砥石３７２は、いずれも、上面用水平部２５６および上面用湾曲部２５５を含む。第１砥石３１６の仕上げ砥石３７２と第２砥石３３１の荒砥石３７１は、いずれも、下面用水平部２５２および下面用湾曲部２５３を含む。

【００８６】
荒砥石３７１は、基板Ｗの表層よりも硬い複数の砥粒５７と、複数の砥粒５７を保持する母材５８とを含む（図５参照）。複数の砥粒５７は、荒砥石３７１の外面の全体に分散している。砥粒５７の大きさ（粒度）や、単位面積あたりの砥粒５７の数は、基板Ｗの周縁部の研磨に必要な値に設定されている。また、母材５８は、基板Ｗの周縁部を荒砥石３７１で研磨している際に基板Ｗの周縁部が荒砥石３７１に食い込まない硬さを有している。言い換えると、母材５８は、基板Ｗの周縁部を荒砥石３７１で研磨している際に荒砥石３７１の外面の形状が維持される硬さを有している。

【００８７】
同様に、仕上げ砥石３７２は、基板Ｗの表層よりも硬い複数の砥粒５７と、複数の砥粒５７を保持する母材５８とを含む（図５参照）。複数の砥粒５７は、仕上げ砥石３７２の外面の全体に分散している。砥粒５７の大きさ（粒度）や、単位面積あたりの砥粒５７の数は、基板Ｗの周縁部の研磨に必要な値に設定されている。また、母材５８は、基板Ｗの周縁部を仕上げ砥石３７２で研磨している際に基板Ｗの周縁部が仕上げ砥石３７２に食い込まない硬さを有している。言い換えると、母材５８は、基板Ｗの周縁部を仕上げ砥石３７２で研磨している際に仕上げ砥石３７２の外面の形状が維持される硬さを有している。
【００８８】
荒砥石３７１の外面は、仕上げ砥石３７２の外面よりも粗い。つまり、荒砥石３７１の砥粒５７の平均粒径は、仕上げ砥石３７２の砥粒５７の平均粒径よりも大きい。荒砥石３７１の砥粒５７と仕上げ砥石３７２の砥粒５７とは、同種の材料で形成されていてもよいし、異なる種類の材料で形成されていてもよい。また、基板Ｗの表層よりも硬ければ、荒砥石３７１の砥粒５７と仕上げ砥石３７２の砥粒５７とは、硬度が等しくてもよいし、硬度が異なっていてもよい。同様に、荒砥石３７１の母材５８と仕上げ砥石３７２の母材５８とは、同種の材料で形成されていてもよいし、異なる種類の材料で形成されていてもよい。また、基板Ｗの周縁部を研磨している際に荒砥石３７１または仕上げ砥石３７２の外面の形状が維持される硬さであれば、荒砥石３７１の母材５８と仕上げ砥石３７２の母材５８とは、硬度が等しくてもよいし、硬度が異なっていてもよい。
【００８９】
制御装置３（図６参照）は、第２実施形態と同様に処理ユニット２を制御することにより、第１砥石３１６および第２砥石３３１に基板Ｗの周縁部を研磨させる。
具体的には、制御装置３は、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９によって第１砥石３１６を移動させることにより、基板Ｗの上面平坦部、上面傾斜部、および先端を第１砥石３１６の荒砥石３７１で研磨する。それと同時に、制御装置３は、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９によって第２砥石３３１を移動させることにより、基板Ｗの下面平坦部、下面傾斜部、および先端を第２砥石３３１の荒砥石３７１で研磨する。これにより、自転している第１砥石３１６および第２砥石３３１の荒砥石３７１が、回転している基板Ｗの周縁部の全域に擦り付けられ、基板Ｗの周縁部の全域が荒研磨される。
【００９０】
荒研磨が行われた後、制御装置３は、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９によって第１砥石３１６を移動させることにより、基板Ｗの上面平坦部、上面傾斜部、および先端を第１砥石３１６の仕上げ砥石３７２で研磨する。それと同時に、制御装置３は、第１水平移動機構１８および第１鉛直移動機構１９によって第２砥石３３１を移動させることにより、基板Ｗの下面平坦部、下面傾斜部、および先端を第２砥石３３１の仕上げ砥石３７２で研磨する。これにより、自転している第１砥石３１６および第２砥石３３１の仕上げ砥石３７２が、回転している基板Ｗの周縁部の全域に擦り付けられ、基板Ｗの周縁部の全域が仕上げ研磨される。
【００９１】
他の実施形態
本発明の実施形態の説明は以上であるが、本発明は、前述の実施形態の内容に限定されるものではなく、本発明の範囲内において種々の変更が可能である。
たとえば、図１５および図１６に示すように、上面用湾曲部５５または上面用湾曲部２５５による研磨後の基板Ｗの周縁部に対応する形状を有する仕上げ研磨部４７３が、第１実施形態に係る第１砥石１６と、第２実施形態に係る第１砥石２１６とに設けられていてもよい。仕上げ研磨部４７３は、上面用湾曲部５５または上面用湾曲部２５５による基板Ｗの研磨が行われた後に、基板Ｗの周縁部に押し付けられる。図示はしないが、下面用湾曲部５３または下面用湾曲部２５３による研磨後の基板Ｗの周縁部に対応する形状を有する仕上げ研磨部４７３が、第１実施形態に係る第１砥石１６と、第２実施形態に係る第１

砥石２１６とに設けられていてもよい。

【００９２】

また、図１７および図１８に示すように、基板Ｗから削り取られた研磨屑を捕獲する捕獲凹部４７４が、第１実施形態に係る第１砥石１６と、第２実施形態に係る第１砥石２１６とに設けられてもよい。捕獲凹部４７４を設けることにより、第１砥石１６および第１砥石２１６と基板Ｗとの接触位置から研磨屑を排除できるので、基板Ｗの周縁部を効率的に研磨できる。

【００９３】

また、第２実施形態では、上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３が連続している場合について説明したが、上面用湾曲部２５５および下面用湾曲部２５３は連続していなくてもよい。たとえば、図１９に示すように、図１１に示す第１砥石２１６の上側部分が、図１１に示す第１砥石２１６の下側部分の下方に配置されてもよい。

また、第２実施形態では、第１砥石２１６の全周にわたって湾曲部２５３、２５５の深さが一定である場合について説明したが、湾曲部の深さは、周方向の位置に応じて連続的に変化していてもよい。

【００９４】

また、第３実施形態では、荒砥石３７１および仕上げ砥石３７２のそれぞれが、水平部（上面用水平部２５６または下面用水平部２５２）と、湾曲部（上面用湾曲部２５５または下面用湾曲部２５３）とを含む場合について説明したが、荒砥石３７１は、水平部および湾曲部の一方だけを含んでいてもよい。同様に、仕上げ砥石３７２は、水平部および湾曲部の一方だけを含んでいてもよい。

【００９５】

たとえば図２０に示すように、上面用水平部２５６が仕上げ砥石３７２で構成され、上面用湾曲部２５５が荒砥石３７１で構成されていてもよい。研磨中に基板Ｗから除去される研磨屑の量は、通常、仕上げ研磨よりも荒研磨の方が多い。したがって、この場合、基板Ｗの上面平坦部から発生する研磨屑の量が減少するので、基板Ｗの上面平坦部よりも内側の領域（たとえば、デバイス形成領域）に研磨屑が飛散することを抑制または防止できる。また、基板Ｗの上面傾斜部を荒砥石３７１で研磨するので、仕上げ研磨で同じ量を研磨する場合よりも、研磨時間を短縮できる。

【００９６】

また、第３実施形態では、第１砥石３１６の上側部分が荒砥石３７１で構成され、第１砥石３１６の下側部分が仕上げ砥石３７２で構成されている場合について説明したが、図２１に示すように、第１砥石３１６の右側部分が荒砥石３７１で構成され、第１砥石３１６の左側部分が仕上げ砥石３７２で構成されていてもよい。なお、第１砥石３１６の右側部分は、第１砥石３１６の中心線に沿う鉛直面で第１砥石３１６を二等分した一方の部分を意味し、第１砥石３１６の左側部分は、第１砥石３１６の中心線に沿う鉛直面で第１砥石３１６を二等分した他方の部分を意味する。

【００９７】

また、第３実施形態では、上面用水平部２５６の全体が、荒砥石３７１および仕上げ砥石３７２の一方で構成されている場合について説明したが、上面用水平部２５６は、荒砥石３７１および仕上げ砥石３７２の両方で構成されていてもよい。上面用湾曲部２５５、下面用湾曲部２５３、および下面用水平部２５２についても同様である。

また、第１実施形態では、上面用水平部５６、上面用湾曲部５５、下面用湾曲部５３、および下面用水平部５２が、第１砥石１６および第２砥石３１のそれぞれに設けられている場合について説明したが、上面用水平部５６および上面用湾曲部５５だけが第１砥石１６に設けられ、下面用水平部５２および下面用湾曲部５３だけが第２砥石３１に設けられてもよい。つまり、第１砥石１６および第２砥石３１は、互いに異なる形状を有していてもよい。

【００９８】

また、第１実施形態では、第１砥石１６および第２砥石３１で基板Ｗの周縁部を研磨す

る場合について説明したが、基板Ｗの上面平坦部、上面傾斜部、先端、下面傾斜部、および下面平坦部を第１砥石１６および第２砥石３１の一方だけで研磨してもよい。

また、第１実施形態では、湾曲部（上面用湾曲部５５または下面用湾曲部５３）で基板Ｗの先端を研磨する場合について説明したが、鉛直で平坦な鉛直断面を有する鉛直部５４で基板Ｗの先端を研磨してもよい。具体的には、図５に示す第１砥石１６の鉛直部５４を基板Ｗの先端に押し付けてもよい。また、図１６に示すように、第２実施形態に係る第１砥石２１６に設けられた鉛直部５４を基板Ｗの先端に押し付けてもよい。

【００９９】

また、第１実施形態では、第１水平移動機構１８が、第１砥石１６および第１支持機構２０を鉛直な回動軸線Ａ２まわりに回動させる回動機構である場合について説明したが、第１水平移動機構１８は、第１砥石１６および第１支持機構２０を水平方向に平行移動させるスライド機構であってもよい。第２水平移動機構３３についても同様である。

また、第１実施形態では、研磨機構１５が第１押付機構２４および第２押付機構３９を備えている場合について説明したが、第１押付機構２４および第２押付機構３９の少なくとも一方が省略されてもよい。また、第１実施形態に係る第１押付機構２４を第２実施形態に係る研磨機構１５に設けて、第２実施形態に係る第１砥石２１６を鉛直方向または水平方向に押してもよい。

【０１００】

また、第１実施形態では、第１砥石１６および第２砥石３１を自転軸線Ａ３まわり回転させながら基板Ｗの周縁部に押し付ける場合について説明したが、第１砥石１６および第２砥石３１は、回転していない状態で基板Ｗの周縁部に押し付けられてもよい。つまり、第１自転機構２６および第２自転機構４２の少なくとも一方が省略されてもよい。第２および第３実施形態についても同様である。

【０１０１】

本発明に係る砥石を硬度の高いブラシを用いて構成することも可能である。そうした硬度の高いブラシとしては、例えば、基板ベベル部に存在する研磨対象の不要物または基板ベベル部の表層部よりも硬い部分を少なくとも当該ブラシの先端部に有するブラシが挙げられる。

また、前述の実施形態では、基板処理装置が、円板状の基板を処理する装置である場合について説明したが、基板処理装置は、多角形の基板を処理する装置であってもよい。

【０１０２】

また、前述の全ての実施形態のうちの２つ以上が組み合わされてもよい。

【符号の説明】

【０１０３】

１　：基板処理装置
５　：スピンチャック（基板保持手段）
１５　：研磨機構
１６　：第１砥石（砥石）
１７　：第１砥石移動機構（砥石移動手段）
１８　：第１水平移動機構（水平移動機構）
１９　：第１鉛直移動機構（鉛直移動機構）
２０　：第１支持機構（支持機構）
２４　：第１押付機構（押付機構）
２６　：第１自転機構（自転機構）
３１　：第２砥石（砥石）
３２　：第２砥石移動機構（砥石移動手段）
３３　：第２水平移動機構（水平移動機構）
３４　：第２鉛直移動機構（鉛直移動機構）
３５　：第２支持機構（支持機構）
３９　：第２押付機構（押付機構）

４２　：第２自転機構（自転機構）
５２　：下面用水平部（水平部）
５３　：下面用湾曲部（湾曲部）
５４　：鉛直部
５５　：上面用湾曲部（湾曲部）
５６　：上面用水平部（水平部）
５７　：砥粒
５８　：母材
２１６　：第１砥石（砥石）
２１７　：第１砥石移動機構（砥石移動手段）
２２０　：第１支持機構（支持機構）
２５２　：下面用水平部（水平部）
２５３　：下面用湾曲部（湾曲部）
２５５　：上面用湾曲部（湾曲部）
２５６　：上面用水平部（水平部）
３１６　：第１砥石（砥石）
３３１　：第２砥石（砥石）
３７１　：荒砥石
３７２　：仕上げ砥石
Ｒ１　：曲率半径
Ｔ１　：基板の厚み
Ｗ　：基板

【図１】

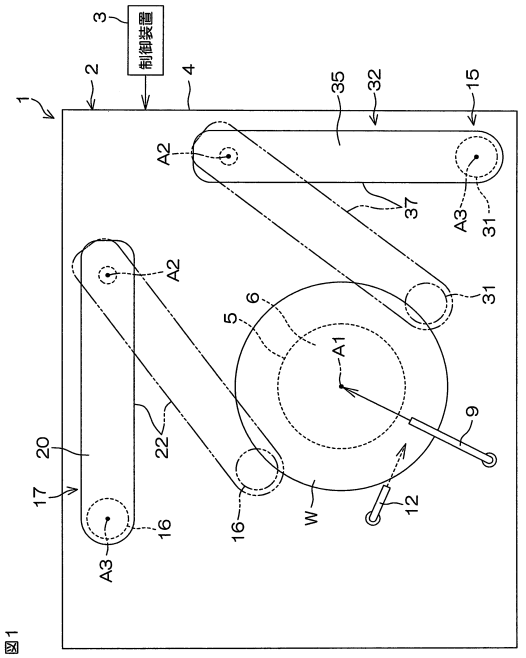


図1

【図２】

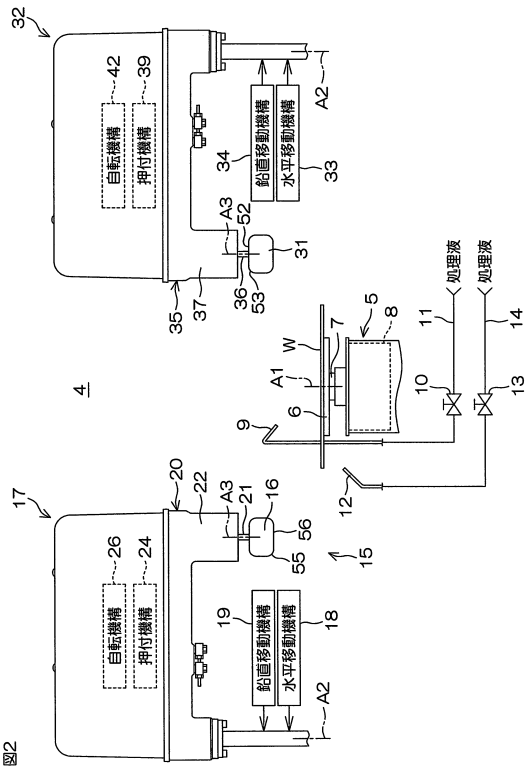
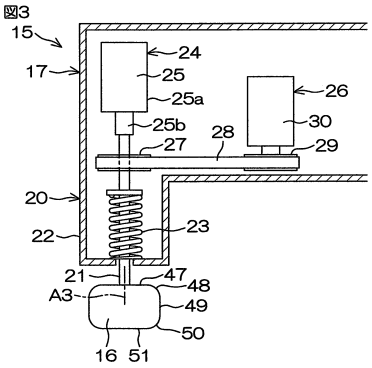
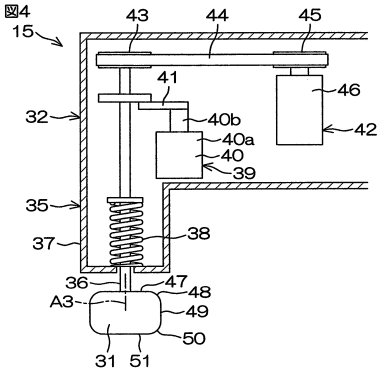


図2

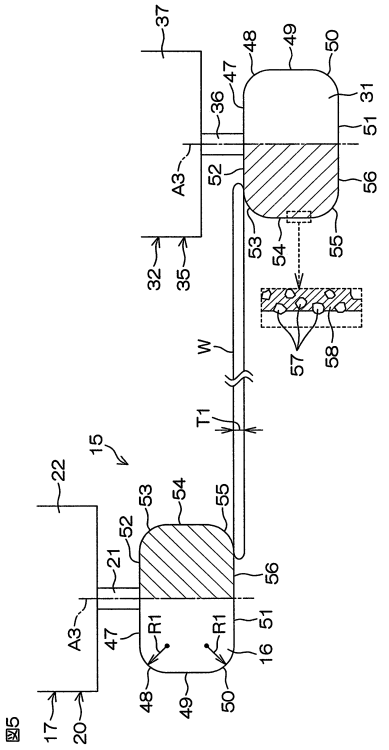
【図３】



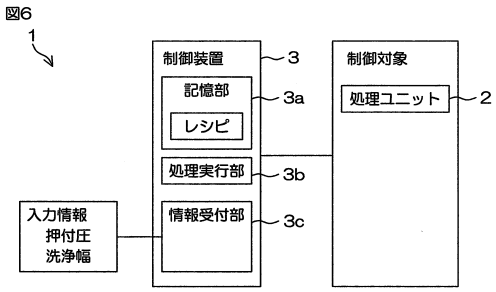

【図４】



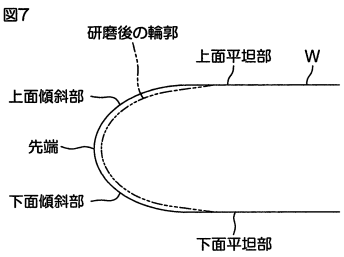

【図５】



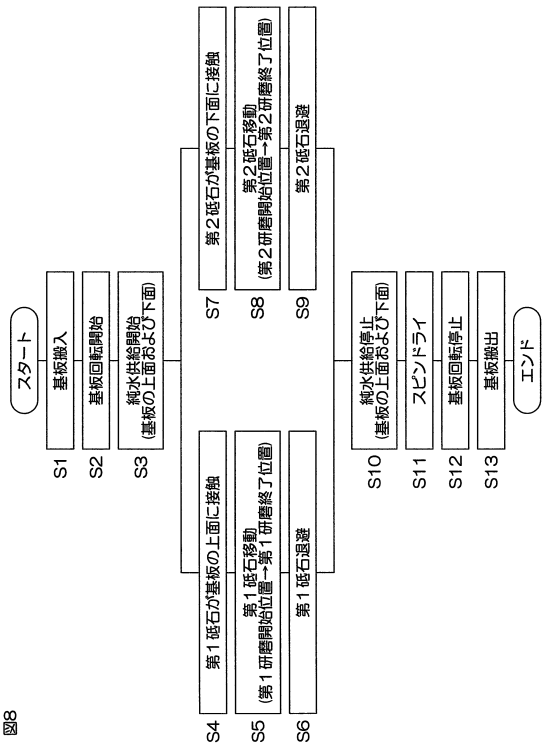

【図６】




【図７】




【図８】



【図９】

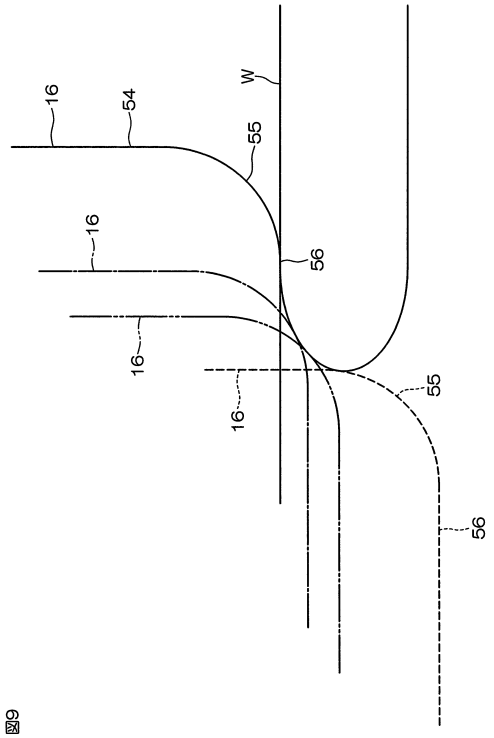
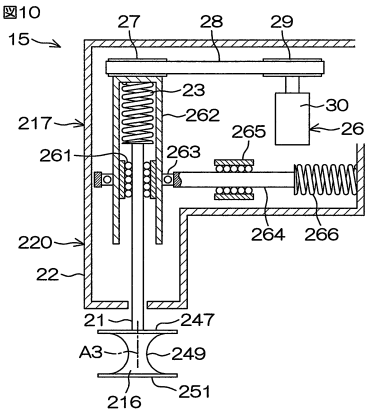
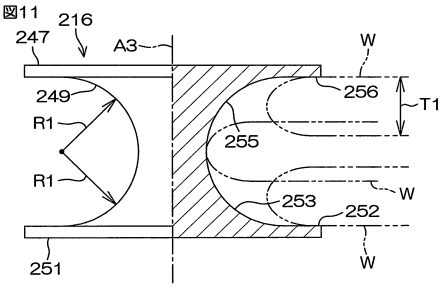



図9

【図１０】



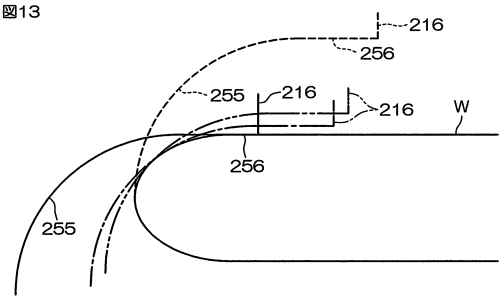

【図１１】



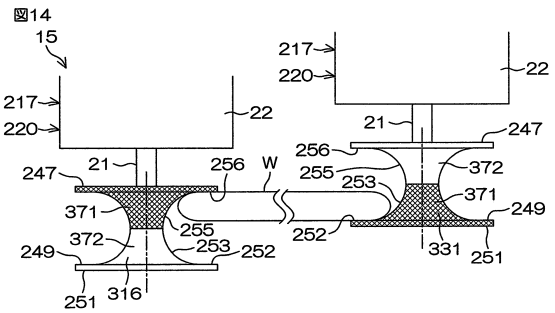

【図１２】




【図１３】

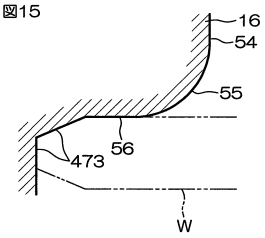



【図１４】



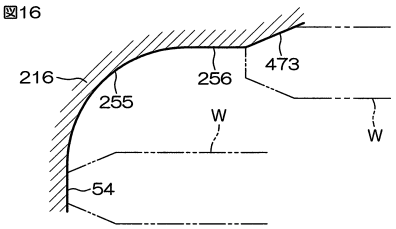
【図１５】

図15



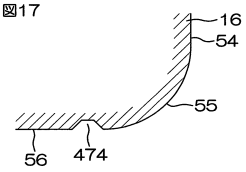

【図１６】

図16



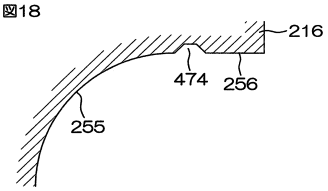

【図１７】

図17



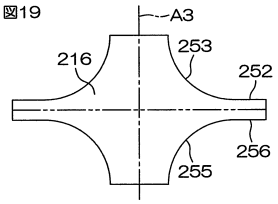

【図１８】

図18



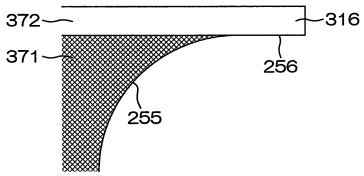

【図１９】

図19



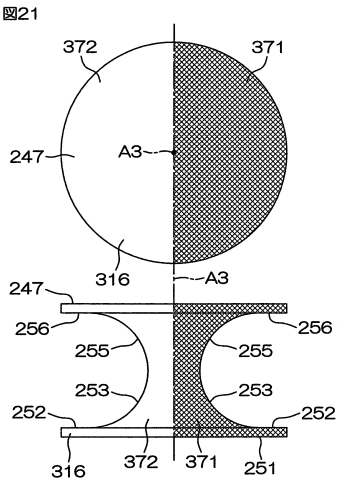

【図２０】

図20




【図２１】

図21



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
H01L 21/304 611Z

(72)発明者 橋詰 彰夫
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る４丁目天神北町１番地の１ 大日本スクリーン製造株式会社内
(72)発明者 西山 耕二
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る４丁目天神北町１番地の１ 大日本スクリーン製造株式会社内

審査官 須中 栄治

(56)参考文献 特開平１１－３４５７８８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１０１３２７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２２１９５５（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０４２７４８（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１０８８３７（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－００５６６１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３１７７８９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２４Ｂ１／００－１／０４
Ｂ２４Ｂ９／００－１９／２８
Ｈ０１Ｌ２１／３０４