

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6884015号  
(P6884015)

(45) 発行日 令和3年6月9日 (2021. 6. 9)

(24) 登録日 令和3年5月13日 (2021. 5. 13)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 4 B 53/00 (2006. 01)	B 2 4 B 53/00 A
B 2 4 B 53/017 (2012. 01)	B 2 4 B 53/017 A
B 2 4 B 53/12 (2006. 01)	B 2 4 B 53/017 Z
B 2 4 B 55/06 (2006. 01)	B 2 4 B 53/12 Z
B 2 4 B 37/005 (2012. 01)	B 2 4 B 55/06

請求項の数 13 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-55976 (P2017-55976)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成29年3月22日 (2017. 3. 22)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2018-158399 (P2018-158399A)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(43) 公開日	平成30年10月11日 (2018. 10. 11)	(74) 代理人	100106208
審査請求日	令和2年2月3日 (2020. 2. 3)		弁理士 宮前 徹
		(74) 代理人	100140109
			弁理士 小野 新次郎
		(74) 代理人	100146710
			弁理士 鐘ヶ江 幸男
		(74) 代理人	100186613
			弁理士 渡邊 誠
		(72) 発明者	安田 穂積
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板の研磨装置および研磨方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を局所的に研磨するための研磨装置であって、  
基板に接触する加工面が基板よりも小さい、回転可能な研磨部材と、  
前記研磨部材をコンディショニングするためのコンディショニング部材と、  
基板の研磨中に前記研磨部材に前記コンディショニング部材を押圧するための第 1 押圧機構と、

研磨装置の動作を制御するための制御装置と、を有し、  
前記制御装置は、前記研磨部材で基板を局所的に研磨しているときに、前記第 1 押圧機構を制御するように構成され、  
前記研磨部材は、

( 1 ) 円板形状または円筒形状であり、前記円板形状または前記円筒形状の中心軸は基板の表面に平行であり、

( 2 ) 円錐形状または切頭円錐形状であり、前記円錐形状または前記切頭円錐形状の中心軸は基板の表面に平行であり、および

( 3 ) 球形状または球形状の一部を備える形状である、  
のいずれか 1 つに構成され、

さらに、前記研磨部材の回転軸は基板の表面に平行であり、  
前記制御装置はさらに、前記研磨部材を回転させて基板を研磨しながら、同時に、前記研磨部材を前記回転軸に平行に移動させるように、前記研磨部材の動作を制御する、

研磨装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の研磨装置であって、

前記研磨部材を基板に押圧させるための押圧機構と

前記研磨部材に、基板の表面に平行な第 1 運動方向に運動を与えるための第 1 駆動機構と、を有する、

研磨装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の研磨装置であって、

前記第 1 運動方向に垂直であり且つ基板の表面に平行な第 2 運動方向に成分を有するよう 10  
うに、前記コンディショニング部材に運動を与えるための第 2 駆動機構を有する、  
研磨装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の研磨装置であって、

前記第 2 駆動機構は、前記コンディショニング部材に、直線運動および / または回転運動 20  
を与えるように構成される、  
研磨装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の研磨装置であって、

前記制御装置は、基板の研磨中に所定の周期でコンディショニングを実行するように前 20  
記第 1 押圧機構を制御するように構成される、  
研磨装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の研磨装置であって、

前記研磨部材および前記コンディショニング部材は、保持アームに保持されている、  
研磨装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の研磨装置であって、

コンディショニング時に研磨部材から発生する屑を回収するための回収装置を有する、  
研磨装置。 30

【請求項 8】

請求項 7 に記載の研磨装置であって、

前記回収装置は、コンディショニング時に発生する研磨部材から発生する屑を吸引除去 40  
する吸引部を有する、  
研磨装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の研磨装置であって、

前記回収装置は、コンディショニング時に発生する研磨部材から発生する屑を収集する 40  
ためのスクレイパまたはワイパを有する、  
研磨装置。

【請求項 10】

請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の研磨装置であって、

前記回収装置は、コンディショニング後の前記研磨部材を洗浄するための液体供給機構 50  
と、  
前記研磨部材の洗浄後の液体を回収する液体回収機構と、を有する、  
研磨装置。

【請求項 11】

基板の研磨方法であって、

基板に接触する加工面が基板よりも小さい研磨部材を基板に押圧させるステップと、

前記研磨部材を基板に押圧させながら、前記研磨部材と前記基板とを相対的に運動させ 50

ることで基板を研磨するステップと、

基板を研磨している最中に、コンディショニング部材を前記研磨部材に接触させて前記研磨部材をコンディショニングするステップと、を有し、

前記研磨部材は、

(1) 円板形状または円筒形状であり、前記円板形状または前記円筒形状の中心軸は基板の表面に平行であり、

(2) 円錐形状または切頭円錐形状であり、前記円錐形状または前記切頭円錐形状の中心軸は基板の表面に平行であり、および

(3) 球形状または球形状の一部を備える形状である、  
のいずれか1つに構成され、

10

さらに、前記研磨部材の回転軸は基板の表面に平行であり、

前記研磨方法はさらに、前記研磨部材を回転させて基板を研磨しながら、同時に、前記研磨部材を前記回転軸に平行に移動させるステップ、を有する、  
研磨方法。

【請求項12】

請求項11に記載の研磨方法であって、

前記コンディショニング部材に直線運動および/または回転運動を与えるステップを有する、  
研磨方法。

【請求項13】

20

請求項11または12に記載の研磨方法であって、

前記研磨部材のコンディショニング時に研磨部材から発生する屑を回収するステップを有する、  
研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板の研磨装置および研磨方法に関する。

【背景技術】

【0002】

30

近年、処理対象物（例えば半導体基板などの基板、又は基板の表面に形成された各種の膜）に対して各種処理を行うために処理装置が用いられている。処理装置の一例としては、処理対象物の研磨処理等を行うためのCMP（Chemical Mechanical Polishing）装置が挙げられる。

【0003】

CMP装置は、処理対象物の研磨処理を行うための研磨ユニット、処理対象物の洗浄処理及び乾燥処理を行うための洗浄ユニット、及び、研磨ユニットへ処理対象物を受け渡すとともに洗浄ユニットによって洗浄処理及び乾燥処理された処理対象物を受け取るロード/アンロードユニット、などを備える。また、CMP装置は、研磨ユニット、洗浄ユニット、及びロード/アンロードユニット内で処理対象物の搬送を行う搬送機構を備えている。CMP装置は、搬送機構によって処理対象物を搬送しながら研磨、洗浄、及び乾燥の各種処理を順次行う。

40

【0004】

昨今の半導体デバイスの製造における各工程への要求精度は既に数nmのオーダーに達しており、CMPもその例外ではない。この要求を満たすべく、CMPでは研磨及び洗浄条件の最適化が行われる。しかし、最適条件が決定しても、構成要素の制御バラつきや消耗材の経時変化による研磨及び洗浄性能の変化は避けられない。また、処理対象である半導体基板自身にもバラつきが存在し、例えばCMP前において処理対象物に形成される膜の膜厚やデバイス形状のバラつきが存在する。これらのバラつきはCMP中及びCMP後においては残膜のバラつきや不完全な段差解消、更には本来完全に除去すべき膜の研磨にお

50

いては膜残りといった形で顕在化する。このようなバラつきは基板面内ではチップ間やチップ間を横断した形で発生し、更には基板間やロット間でも発生する。現状は、これらのバラつきをある閾値以内となるように、研磨中の基板や研磨前の基板に対する研磨条件（たとえば研磨時に基板面内に与える圧力分布、基板保持ステージの回転数、スラリ）を制御すること、および／または閾値を超えた基板に対するリワーク（再研磨）を行うことで対処している。

#### 【 0 0 0 5 】

しかし、上述のような研磨条件によるバラつきの抑制効果は、主に基板の半径方向に対して現れるために、基板の周方向に対するバラつきの調整は困難である。さらに、CMP時の処理条件やCMPにより研磨する膜の下層の状態により、基板面内において局所的な研磨量の分布のバラつきが生じることもある。また、CMP工程における基板の半径方向の研磨分布の制御に関して、昨今の歩留まり向上の観点から基板面内のデバイス領域が拡大してきており、より基板のエッジ部まで研磨分布を調整する必要がでてきている。基板のエッジ部では、研磨圧力分布や研磨材であるスラリの流入のバラつきの影響が基板の中心付近よりも大きくなる。研磨条件及び洗浄条件の制御やリワークは、基本的にはCMPを実施する研磨ユニットにて行っている。この場合、基板面に対して研磨パッドが全面接触していることがほとんどであり、一部が接触している場合でも、処理速度の維持の観点からは、研磨パッドと基板との接触面積は大きく取らざるを得ない。このような状況では、例えば基板面内の特定の領域にて閾値を超えるバラつきが発生したとしても、これをリワーク等で修正する際には、その接触面積の大きさが故にリワークが不要な部分に対しても研磨を施してしまうことになる。その結果として、本来求められる閾値の範囲に修正することが困難となる。そこで、より小領域の研磨及び洗浄状態の制御が可能な構成でかつ基板面内の任意の位置に対して、処理条件の制御やリワークといった再処理が施せる方法及び装置を提供することが求められている。

#### 【 0 0 0 6 】

図15は、処理対象物よりも小径の研磨パッドを用いて研磨処理するための部分研磨装置1000の一例の概略構成を示す図である。図15に示される部分研磨装置1000においては、処理対象物である基板Wfよりも小径の研磨パッド502が使用される。図15に示すように、部分研磨装置1000は、基板Wfが設置されるステージ400と、基板Wfの処理面に処理を行うための研磨パッド502が取り付けられた研磨ヘッド500と、研磨ヘッド500を保持するアーム600と、処理液を供給するための処理液供給系統700と、研磨パッド502のコンディショニング（目立て）を行うためのコンディショニング部800と、を備える。部分研磨装置1000の全体の動作は、制御装置900により制御される。図15に示される部分研磨装置は、処理液供給系700からDIW（純水）、洗浄薬液、及びスラリのような研磨液などを基板に供給するとともに、研磨パッド502を回転させながら基板に押圧することで、基板を部分的に研磨することができる。

#### 【 0 0 0 7 】

図15に示すように、研磨パッド502は、基板Wfよりも小さな寸法である。ここで、研磨パッド502の直径は処理対象である膜厚・形状のバラつき領域と同等もしくはそれより小さい。たとえば、研磨パッド502の直径は、50mm以下、または10～30mmとされる。研磨パッド502の径が大きいほど基板との面積比が小さくなるため、基板の研磨速度は増加する。一方で、所望の処理領域に対する研磨の精度については、逆に研磨パッドの径が小さくなるほど、精度が向上する。これは、研磨パッドの径が小さくなるほど単位処理面積が小さくなるためである。

#### 【 0 0 0 8 】

図15に示される部分研磨装置1000において、基板Wfを部分研磨する際は、研磨パッド502を回転軸502Aを中心に回転させながら、研磨パッド502を基板Wfに押圧する。この時、アーム600に基板Wfの半径方向に揺動させてもよい。また、回転軸400Aを中心にステージ400を回転させてもよい。また、コンディショニング部8

10

20

30

40

50

00は、ドレッサ820を保持するドレスステージ810を備える。ドレスステージ810は、回転軸810Aを中心に回転可能である。図15の部分研磨装置1000において、研磨パッド502をドレッサ820に押圧し、研磨パッド502およびドレッサ820を回転させることで、研磨パッド502のコンディショニングを行うことができる。図15に示される部分研磨装置1000において、制御装置900で、ステージ400の回転速度、研磨パッド502の回転速度、研磨パッド502の押圧力、アーム600の揺動速度、処理液供給系統700からの処理液の供給、および処理時間などを制御することで、基板Wf上の任意の領域を部分研磨することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0009】

【特許文献1】米国特許出願公開2015/0352686号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

一般に、研磨パッドなどの研磨部材を基板に押圧して基板を研磨すると、研磨液中の微小粒子や、削られた基板の微小粒子などが研磨部材に付着して目詰まりする。研磨部材が目詰まりすると、研磨速度およびその基板Wf面内での分布が変化する。そこで、研磨部材の目詰まりを解消して研磨部材を最適な状態に保つために、上述したように、コンディショニングが行われる。コンディショニングは、1つの基板の研磨が終了してから次の基板を研磨する前に行われることがある。図15に示されるような部分研磨装置1000においては、研磨パッド502と基板Wfとの接触面積が小さいため、研磨中の研磨パッド502の目詰まりが、大きな研磨パッドを使用する研磨装置の場合よりも早くなる。そのため、小さな研磨部材を使用する研磨装置においては、大きな研磨部材を使用する研磨装置の場合よりも、研磨中における研磨速度およびその基板Wf面内での分布の変化が生じやすい。そのため、小さな研磨部材を使用する部分研磨装置においては、研磨中の研磨部材の状態を良好に維持することが望まれる。

20

【0011】

本願においては、研磨中に研磨部材の状態を良好に維持することができる研磨装置を提供することを1つの目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

〔形態1〕形態1によれば、基板を局所的に研磨するための研磨装置が提供され、かかる研磨装置は、基板に接触する加工面が基板よりも小さい研磨部材と、前記研磨部材をコンディショニングするためのコンディショニング部材と、基板の研磨中に前記研磨部材に前記コンディショニング部材を押圧するための第1押圧機構と、研磨装置の動作を制御するための制御装置と、を有し、前記制御装置は、前記研磨部材で基板を局所的に研磨しているときに、前記第1押圧機構を制御するように構成される。形態1の研磨部材によれば、研磨部材で基板を研磨しているときに、同時に研磨部材をコンディショニングすることができる。そのため、研磨中に研磨部材の状態を良好に維持することができる。

40

【0013】

〔形態2〕形態2によれば、形態1の研磨装置において、前記研磨部材を基板に押圧させるための押圧機構と、前記研磨部材に、基板の表面に平行な第1運動方向に運動を与えるための第1駆動機構と、を有する。

【0014】

〔形態3〕形態3によれば、形態2の研磨装置において、前記第1運動方向に垂直であり且つ基板の表面に平行な第2運動方向に成分を有するように、前記コンディショニング部材に運動を与えるための第2駆動機構を有する。

【0015】

〔形態4〕形態4によれば、形態3の研磨装置において、前記第2駆動機構は、前記コ

50

ンディショニング部材に、直線運動および／または回転運動を与えるように構成される。

【 0 0 1 6 】

〔形態 5〕形態 5 によれば、形態 1 から形態 4 のいずれか 1 つの形態の研磨装置において、前記制御装置は、基板の研磨中に所定の周期でコンディショニングを実行するように前記第 1 押圧機構を制御するように構成される。

【 0 0 1 7 】

〔形態 6〕形態 6 によれば、形態 1 から形態 5 のいずれか 1 つの形態の研磨装置において、前記研磨部材および前記コンディショニング部材は、保持アームに保持されている。

【 0 0 1 8 】

〔形態 7〕形態 7 によれば、形態 1 から形態 6 のいずれか 1 つの形態の研磨装置において、コンディショニング時に研磨部材から発生する屑を回収するための回収装置を有する。

10

【 0 0 1 9 】

〔形態 8〕形態 8 によれば、形態 7 の研磨装置において、前記回収装置は、コンディショニング時に発生する研磨部材から発生する屑を吸引除去する吸引部を有する。

【 0 0 2 0 】

〔形態 9〕形態 9 によれば、形態 7 の研磨装置において、前記回収装置は、コンディショニング時に発生する研磨部材から発生する屑を収集するためのスクレイパまたはワイパを有する。

【 0 0 2 1 】

20

〔形態 1 0〕形態 1 0 によれば、形態 7 から形態 9 のいずれか 1 つの形態の研磨装置において、前記回収装置は、コンディショニング後の前記研磨部材を洗浄するための液体供給機構と、前記研磨部材の洗浄後の液体を回収する液体回収機構と、を有する。

【 0 0 2 2 】

〔形態 1 1〕形態 1 1 によれば、形態 1 から形態 1 0 のいずれか 1 つの形態の研磨装置において、前記研磨部材は、( 1 ) 円板形状または円筒形状であり、前記円板形状または前記円筒形状の中心軸は基板の表面に平行であり、( 2 ) 円板形状であり、前記円板形状の中心軸が基板の表面に垂直な方向から傾斜しており、( 3 ) 円錐形状または切頭円錐形状であり、前記円錐形状または前記切頭円錐形状の中心軸 4 は基板の表面に平行であり、

( 4 ) 球形状または球形状の一部を備える形状である、および、( 5 ) ベルト部材を有する、のいずれか 1 つに構成される。

30

【 0 0 2 3 】

〔形態 1 2〕形態 1 2 によれば、基板の研磨方法が提供され、かかる研磨方法は、基板に接触する加工面が基板よりも小さい研磨部材を基板に押圧させるステップと、前記研磨部材を基板に押圧させながら、前記研磨部材と前記基板とを相対的に運動させることで基板を研磨するステップと、基板を研磨している最中に、コンディショニング部材を前記研磨部材に接触させて前記研磨部材をコンディショニングするステップと、を有する。形態 1 2 の研磨方法によれば、研磨部材で基板を研磨しているときに、同時に研磨部材をコンディショニングすることができる。そのため、研磨中に研磨部材の状態を良好に維持することができる。

40

【 0 0 2 4 】

〔形態 1 3〕形態 1 3 によれば、形態 1 2 の研磨方法において、前記コンディショニング部材に直線運動および／または回転運動を与えるステップを有する。

【 0 0 2 5 】

〔形態 1 4〕形態 1 4 によれば、形態 1 2 または形態 1 3 の研磨方法において、前記研磨部材のコンディショニング時に研磨部材から発生する屑を回収するステップを有する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】一実施形態による部分研磨装置の構成を示す概略図である。

【図 2】一実施形態による、研磨ヘッドの研磨 5 0 2 を保持する機構を示す概略図である

50

。

【図 3】一実施形態による、部分研磨装置に利用できる第 2 コンディショナの一例を概略的に示す斜視図である。

【図 4】一実施形態による、部分研磨装置に利用できる第 2 コンディショナの一例を概略的に示す斜視図である。

【図 5】一実施形態による、部分研磨装置に利用できる研磨ヘッドおよび第 2 コンディショナの一例を概略的に示す側面図である。

【図 6】一実施形態による、部分研磨装置に利用できる研磨ヘッドおよび第 2 コンディショナの一例を概略的に示す側面図である。

【図 7】一実施形態による、部分研磨装置に利用できる研磨ヘッドおよび第 2 コンディショナの一例を概略的に示す側面図である。

10

【図 8】一実施形態による、部分研磨装置に利用できる研磨ヘッドおよび第 2 コンディショナの一例を概略的に示す側面図である。

【図 9】図 8 中の矢印 9 の方向から見た図である。

【図 10】一実施形態による、回収装置を概略的に示す側面図である。

【図 11】一実施形態による、回収装置を概略的に示す側面図である。

【図 12】一実施形態による、回収装置を概略的に示す側面図である。

【図 13 A】一実施形態による、基板の膜厚や凹凸・高さに関連する情報を処理するための制御回路の例を示す。

【図 13 B】図 13 A で示した部分研磨用制御部から基板表面の状態検出部を分割したときの回路図を示す。

20

【図 14】一実施形態による、部分研磨装置を搭載した基板処理システムを示す概略図である。

【図 15】処理対象物よりも小径の研磨パッドを用いて研磨処理するための部分研磨装置の一例の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、本発明に係る部分研磨装置の実施形態を添付図面とともに説明する。添付図面において、同一または類似の要素には同一または類似の参照符号が付され、各実施形態の説明において同一または類似の要素に関する重複する説明は省略することがある。また、各実施形態で示される特徴は、互いに矛盾しない限り他の実施形態にも適用可能である。

30

【0028】

図 1 は、一実施形態による部分研磨装置 1000 の構成を示す概略図である。図 1 に示されるように、部分研磨装置 1000 は、ベース面 1002 の上に構成されている。部分研磨装置 1000 は、独立した 1 つの装置としても構成してもよく、また、部分研磨装置 1000 とともに大径の研磨パッドを使用する大径研磨装置 1200 を含む基板処理システム 1100 の一部のモジュールとして構成してもよい(図 14 参照)。部分研磨装置 1000 は、図示しない筐体内に設置される。筐体は図示しない排気機構を備え、研磨処理中に研磨液などが筐体の外部に暴露しないように構成される。

【0029】

40

図 1 に示されるように、部分研磨装置 1000 は、基板 W f を上向きに保持するステージ 400 を備える。一実施形態において、基板 W f は、図示しない搬送装置によりステージ 400 に配置することができる。図示の部分研磨装置 1000 は、ステージ 400 の周りに、上下動が可能な 4 個のリフトピン 402 を備えており、リフトピン 402 が上昇した状態において、搬送装置から 4 個のリフトピン 402 上で基板 W f を受け取ることができる。リフトピン 402 上に基板 W f が載せられた後、リフトピン 402 は、ステージ 400 への基板受け渡し位置まで下降することで、基板 W f がステージに仮置きされる。そのため、4 個のリフトピン 402 の内側に制限された領域内に基板 W f を位置決めが可能である。しかし、さらに高精度の位置決めを要する場合は、別途、位置決め機構 404 により、ステージ 400 上の所定位置に基板 W f を位置決めしてもよい。図 1 に示される実

50

施形態においては、位置決めピン（図示せず）と位置決めパッド４０６とにより基板Ｗｆの位置決めが可能である。位置決め機構４０４は、基板Ｗｆの平面内の方向に移動可能な位置決めパッド４０６を備え、ステージ４００を挟んで、位置決めパッド４０６の反対側に複数の位置決めピン（図示せず）を備えている。リフトピン４０２上に基板Ｗｆが載せられた状態において、位置決めパッド４０６を基板Ｗｆに押し付け、位置決めパッド４０６と位置決めピンとにより基板Ｗｆの位置決めを行うことができる。基板Ｗｆの位置決めをしたら、基板Ｗｆをステージ４００上に固定し、その後、リフトピン４０２を下降させて基板Ｗｆをステージ４００の上に配置することができる。ステージ４００は、たとえば真空吸着によりＷｆをステージ４００上に固定するものとして行うことができる。部分研磨装置１０００は、検出部４０８を備える。検出部４０８は、ステージ４００上に配置された基板Ｗｆの位置を検出するためのものである。たとえば、基板Ｗｆに形成されたノッチ、オリエンテーションフラットや基板外周部を検出して、基板Ｗｆのステージ４００上での位置を検出することができる。ノッチやオリエンテーションフラットの位置を基準とすることで、基板Ｗｆの任意の点を特定することが可能であり、それにより所望の領域の部分研磨が可能となる。また、基板外周部の位置情報より、基板Ｗｆのステージ４００上での位置情報（たとえば、理想位置に対するズレ量）が得られることから、本情報をもとに制御装置９００で研磨パッド５０２の移動位置を補正してもよい。なお、基板Ｗｆをステージ４００から離脱させるときは、リフトピン４０２をステージ４００からの基板受取位置に移動した後、ステージ４００の真空吸着を解放する。そして、リフトピン４０２を上昇させて、基板Ｗｆを搬送装置への基板受け渡し位置に移動させた後、リフトピン４０２上の基板Ｗｆを図示しない搬送装置が受け取ることができる。基板Ｗｆはその後、搬送装置により後続の処理のために任意の場所へ搬送することができる。

#### 【００３０】

部分研磨装置１０００のステージ４００は回転駆動機構４１０を備え、回転軸４００Ａを中心に回転可能および／または角度回転可能に構成される。なお、本明細書において「回転」とは、一定の方向に連続的に回転することを意味しており、「角度回転」とは、所定の角度範囲で円周方向に運動（往復運動も含む）することを意味している。なお、他の実施形態として、ステージ４００は、保持された基板Ｗｆに直線運動を与える移動機構を備えるものとしてもよい。本明細書において、「直線運動」は所定の直線方向に運動することを意味しており、直線的な往復運動も含む。

#### 【００３１】

図１に示される部分研磨装置１０００は、研磨ヘッド５００を備える。研磨ヘッド５００は、研磨パッド５０２を保持する。図２は、研磨ヘッド５００の研磨パッド５０２を保持する機構を示す概略図である。図２に示されるように、研磨ヘッド５００は、第１保持部材５０４および第２保持部材５０６を備える。研磨パッド５０２は、第１保持部材５０４と第２保持部材５０６との間に保持される。図示のように、第１保持部材５０４、研磨パッド５０２、および第２保持部材５０６は、いずれも円板形状である。第１保持部材５０４および第２保持部材５０６の直径は、研磨パッド５０２の直径よりも小さい。そのため、研磨パッド５０２が第１保持部材５０４および第２保持部材５０６に保持された状態で、研磨パッド５０２が第１保持部材５０４および第２保持部材５０６の縁から露出する。また、第１保持部材５０４、研磨パッド５０２、および第２保持部材５０６は、いずれも中心に開口部を備え、かかる開口部に回転シャフト５１０が挿入される。第１保持部材５０４の研磨パッド５０２側の面には、研磨パッド５０２側に突出する１つまたは複数のガイドピン５０８が設けられている。一方、研磨パッド５０２におけるガイドピン５０８に対応する位置には貫通孔が設けられ、また、第２保持部材５０６の研磨パッド５０２側の面には、ガイドピン５０８を受け入れる凹部が形成されている。そのため、回転シャフト５１０により第１保持部材５０４および第２保持部材５０６を回転させたときに、研磨パッド５０２が滑ることなく保持部材５０４、５０６と一体的に回転することができる。なお、研磨パッド５０２は、市販のＣＭＰパッドのような材質からなる。

#### 【００３２】



図 1 に示される実施形態においては、研磨ヘッド 500 は、研磨パッド 502 の円板形状の側面が基板 W f に向くように研磨パッド 502 を保持する。なお、研磨パッド 502 の形状は円板形状に限られず、他の形状の研磨パッドを使用することもできる。図 1 に示される部分研磨装置 1000 は、研磨ヘッド 500 を保持する保持アーム 600 を備える。保持アーム 600 は、研磨パッド 502 に基板 W f に対して第 1 運動方向に運動を与えるための第 1 駆動機構を備える。ここでいう「第 1 運動方向」は、基板 W f を研磨するための研磨パッド 502 の運動であり、図 1 の部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 の回転運動である。そのため、第 1 駆動機構はたとえば一般的なモータから構成することができる。基板 W f と研磨パッド 502 との接触部分においては、研磨パッド 502 は、基板 W f の表面に平行（研磨パッド 502 の接線方向；図 1 においては y 方向）に移動するので、研磨パッド 502 の回転運動であっても、「第 1 運動方向」は、一定の直線方向であると考えることができる。

10

#### 【0033】

上述した図 15 に示される部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 は、円板形状であり、回転軸は基板 W f の表面に垂直である。そのため、上述したように研磨パッド 502 の半径方向に線速度分布が生じて、研磨パッド 502 の半径方向に研磨速度分布が生じることになる。そのため、図 15 に示される部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 の基板 W f との接触面積に対応する単位加工痕形状の所定形状に対するバラつきが大きくなる。しかし、図 1 に示される部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 の回転軸は基板 W f の表面に平行であり、研磨パッド 502 の基板 W f との接触領域において線速度は一定である。そのため、図 1 の実施形態による部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 の基板 W f との接触領域において、線速度分布から生じる研磨速度のバラつきは、図 15 に示される部分研磨装置 1000 の場合よりも小さい。そのため、図 1 の部分研磨装置 1000 においては、単位加工痕形状の所定形状に対するバラつきが低減する。また、図 1 に示される部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 の回転軸が基板 W f の表面に平行であることから、図 15 に示される部分研磨装置 1000 の場合とは異なり、研磨パッド 502 の基板 W f との接触領域の微小化が容易である。研磨パッド 502 と基板 W f との接触領域の微小化が可能となることで、たとえば、研磨パッド 502 の直径を大きくすることで、研磨パッド 502 と基板 W f との相対線速度を増加させることが可能であり、ひいては研磨速度を大きくすることが可能である。なお、研磨パッド 502 と基板 W f との接触領域は、研磨パッド 502 の直径および厚さで決定される。一例として、研磨パッド 502 の直径は、約 50 mm ~ 約 300 mm、研磨パッド 502 の厚さは約 1 mm ~ 約 10 mm 程度の範囲で組わせてもよい。

20

30

#### 【0034】

一実施形態として、第 1 駆動機構は、研磨中に研磨パッド 502 の回転速度を変更することができる。回転速度を変更することで、研磨速度の調整が可能であり、よって基板 W f 上の被処理領域における必要研磨量が多い場合においても、効率よく研磨が可能である。また、例えば研磨中において研磨パッド 502 の減耗が大きく、研磨パッド 502 の直径に変化が生じた場合でも、回転速度の調整を行うことで、研磨速度を維持することが可能である。なお、図 1 に示される実施形態においては、第 1 駆動機構は、円板形状の研磨パッド 502 に回転運動を与えるものであるが、他の実施形態においては、研磨パッド 502 の形状として他の形状を利用することもでき、また、第 1 駆動機構は研磨パッド 502 に直線運動を与えるものとして構成することもできる。なお、直線運動には直線的な往復運動も含むものとする。

40

#### 【0035】

図 1 に示される部分研磨装置 1000 は、保持アーム 600 を基板 W f の表面に垂直な方向（図 1 においては z 方向）に移動させるための垂直駆動機構 602 を備える。垂直駆動機構 602 により、保持アーム 600 とともに研磨ヘッド 500 および研磨パッド 502 が基板 W f の表面に垂直な方向に移動可能となる。垂直駆動機構 602 は、基板 W f を部分研磨するときに基板 W f に研磨パッド 502 を押圧するための押圧機構としても機能

50

する。図 1 に示される実施形態においては、垂直駆動機構 602 は、モータおよびボールネジを利用した機構であるが、他の実施形態として、空圧式または液圧式の駆動機構やバネを利用した駆動機構としてもよく、これらの組み合わせでもよい。例としては、エアシリンダおよび精密レギュレータの組み合わせによる定圧制御、エアシリンダおよび弾性体（バネ等）の組み合わせによる定圧制御、エアシリンダおよび電空レギュレータの組み合わせによるオープンループ制御、エアシリンダおよび電空レギュレータの組み合わせに外部圧力センサからの圧力値を用いたクローズドループ制御、エアシリンダおよび電空レギュレータの組み合わせにロードセルからの荷重値を用いたクローズドループ制御、サーボモータおよびボールネジの組み合わせにロードセルからの荷重値を用いたクローズドループ制御、等が挙げられる。また、一実施形態として、研磨ヘッド 500 のための垂直駆動機構 602 として、粗動用と微動用とで異なる駆動機構を用いてもよい。たとえば、粗動用の駆動機構はモータを利用した駆動機構とし、研磨パッド 502 の基板 W f への押圧を行う微動用の駆動機構はエアシリンダを使用した駆動機構とすることができる。この場合、研磨パッド 502 の押圧力を監視しながら、エアシリンダ内の空気圧を調整することで研磨パッド 502 の基板 W f に対する押圧力を制御することができる。また、逆に、粗動用の駆動機構としてエアシリンダを利用し、微動用の駆動機構としてモータを利用してもよい。この場合、微動用のモータのトルクを監視しながらモータを制御することで、研磨パッド 502 の基板 W f への押圧力を制御することができる。また、他の駆動機構としてピエゾ素子を用いてもよく、ピエゾ素子に印加する電圧で移動量を調整することができる。なお、垂直駆動機構 602 を微動用と粗動用とに分ける場合、微動用の駆動機構は、保持アーム 600 の研磨パッド 502 を保持している位置、すなわち図 1 の例ではアーム 600 の先端に設けるようにしてもよい。

#### 【0036】

図 1 に示される部分研磨装置 1000 においては、保持アーム 600 を横方向（図 1 においては x 方向）に移動させるための横駆動機構 620 を備える。横駆動機構 620 により、アーム 600 とともに研磨ヘッド 500 および研磨パッド 502 が横方向に移動可能である。なお、かかる横方向（x 方向）は、上述した第 1 運動方向に垂直であり且つ基板の表面に平行な第 2 運動方向である。そのため、部分研磨装置 1000 は、第 1 運動方向（y 方向）に研磨パッド 502 を移動させて基板 W f を研磨しながら、同時に直交する第 2 運動方向（x 方向）に研磨パッド 502 を運動させることで、基板 W f の加工痕形状をより均一化させることが可能になる。上述したように、図 1 に示される部分研磨装置 1000 においては、研磨パッド 502 の基板 W f との接触領域においては、線速度は一定である。しかし、研磨パッド 502 の形状や材質にムラがあったりすることで、研磨パッド 502 の基板との接触状態が不均一であったりすると、基板 W f の加工痕形状、特に研磨パッド 502 の基板 W f との接触面において第 1 運動方向と垂直な方向に研磨速度のバラつきが生じる。しかし、研磨中に研磨パッド 502 を第 1 運動方向と垂直な方向に運動させることで、研磨バラつきを緩和することが可能であり、よって加工痕形状をより均一にすることができる。なお、図 1 に示される実施形態においては、垂直駆動機構 602 は、モータおよびボールネジを利用した機構である。また、図 1 に示される実施形態においては、横駆動機構 620 は保持アーム 600 を垂直駆動機構 602 ごと移動させる構成である。なお、第 2 運動方向は、第 1 運動方向に対して厳密に垂直でなくとも、第 1 運動方向に垂直な成分を有する方向であれば、加工痕形状を均一にする効果を発揮することができる。

#### 【0037】

図 1 に示される実施形態による部分研磨装置 1000 は、研磨液供給ノズル 702 を備える。研磨液供給ノズル 702 は、研磨液、たとえばスラリの供給源 710（図 15 参照）に流体的に接続されている。また、図 1 に示される実施形態による部分研磨装置 1000 においては、研磨液供給ノズル 702 は、保持アーム 600 に保持されている。そのため、研磨液供給ノズル 702 を通じて、基板 W f 上の研磨領域にのみ研磨液を効率的に供給することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 に示される実施形態による部分研磨装置 1 0 0 0 は、基板 W f を洗浄するための洗浄機構 2 0 0 を備える。図 1 に示される実施形態において、洗浄機構 2 0 0 は、洗浄ヘッド 2 0 2、洗浄部材 2 0 4、洗浄ヘッド保持アーム 2 0 6、およびリンスノズル 2 0 8 を備える。洗浄部材 2 0 4 は、基板 W f に回転させながら接触させて部分研磨後の基板 W f を洗浄するための部材である。洗浄部材 2 0 4 は、一実施形態として P V A スポンジから形成することができる。しかし、洗浄部材 2 0 4 は、P V A スポンジに代えて、あるいは追加的にメガソニック洗浄、高圧水洗浄、二流体洗浄を実現するための洗浄ノズルを備えるものとする 것도できる。洗浄部材 2 0 4 は、洗浄ヘッド 2 0 2 に保持される。また、洗浄ヘッド 2 0 2 は、洗浄ヘッド保持アーム 2 0 6 に保持される。洗浄ヘッド保持アーム 2 0 6 は、洗浄ヘッド 2 0 2 および洗浄部材 2 0 4 を回転させるための駆動機構を備える。かかる駆動機構は、たとえばモータなどから構成することができる。また、洗浄ヘッド保持アーム 2 0 6 は、基板 W f の面内を揺動するための揺動機構を備える。洗浄機構 2 0 0 は、リンスノズル 2 0 8 を備える。リンスノズル 2 0 8 には、図示しない洗浄液供給源に接続されている。洗浄液は、たとえば純水、薬液などとする 것도できる。一実施形態において、リンスノズル 2 0 8 は、洗浄ヘッド保持アーム 2 0 6 に取り付けてもよい。リンスノズル 2 0 8 は、W f の面内で揺動するための揺動機構を備える。

10

## 【 0 0 3 9 】

図 1 に示される実施形態による部分研磨装置 1 0 0 0 は、研磨パッド 5 0 2 のコンディショニングを行うためのコンディショニング部 8 0 0 を備える。コンディショニング部 8 0 0 は、ステージ 4 0 0 の外に配置されている。コンディショニング部 8 0 0 は、ドレッサ 8 2 0 を保持するドレスステージ 8 1 0 を備える。図 1 の実施形態において、ドレスステージ 8 1 0 は、回転軸 8 1 0 A を中心に回転可能である。図 1 の部分研磨装置 1 0 0 0 において、研磨パッド 5 0 2 の研磨面（基板 W f に接触させる面）をドレッサ 8 2 0 に押圧し、研磨パッド 5 0 2 およびドレッサ 8 2 0 を回転させることで、研磨パッド 5 0 2 のコンディショニングを行うことができる。なお、他の実施形態として、ドレスステージ 8 1 0 は、回転運動ではなく、直線運動（往復運動を含む）をするように構成してもよい。なお、図 1 の部分研磨装置 1 0 0 0 において、コンディショニング部 8 0 0 は、主に基板 W f のある点における部分研磨を終了し、次の点あるいは次の基板の部分研磨を行う前に研磨パッド 5 0 2 をコンディショニングするために使用する。また、基板 W f を部分研磨している途中で、研磨パッド 5 0 2 を一時的にコンディショニング部 8 0 0 に退避させてコンディショニングを行うようにしてもよい。ここで、ドレッサ 8 2 0 は、たとえば（ 1 ）表面にダイヤモンドの粒子が電着固定されたダイヤドレッサ、（ 2 ）ダイヤモンド砥粒が研磨パッドとの接触面の全面もしくは一部に配置されたダイヤドレッサ、および（ 3 ）樹脂製のブラシ毛が研磨パッドとの接触面の全面もしくは一部に配置されたブラシドレッサ、（ 4 ）これらのいずれか 1 つ、またはこれらの任意の組み合わせで形成することができる。

20

30

## 【 0 0 4 0 】

図 1 に示される実施形態による部分研磨装置 1 0 0 0 は、第 2 コンディショナ 8 5 0 を備える。第 2 コンディショナ 8 5 0 は、研磨パッド 5 0 2 により基板 W f を研磨している最中に研磨パッド 5 0 2 の研磨面（基板 W f に接触させる面）をコンディショニングするためのものである。そのため、第 2 コンディショナ 8 5 0 は、in-situ コンディショナということもできる。第 2 コンディショナ 8 5 0 は、研磨パッド 5 0 2 の近傍で保持アーム 6 0 0 に保持される。第 2 コンディショナ 8 5 0 は、研磨パッド 5 0 2 に対してコンディショニング部材 8 5 2 を押し当てる方向にコンディショニング部材 8 5 2 を移動させるための移動機構 8 5 4（図 3 - 9 参照）を備える。ここで、コンディショニング部材 8 5 2 は、たとえば（ 1 ）表面にダイヤモンドの粒子が電着固定されたダイヤドレッサ、（ 2 ）ダイヤモンド砥粒が研磨パッドとの接触面の全面もしくは一部に配置されたダイヤドレッサ、および（ 3 ）樹脂製のブラシ毛が研磨パッドとの接触面の全面もしくは一部に配置されたブラシドレッサ、（ 4 ）これらのいずれか 1 つ、またはこれらの任意の組み合わせで

40

50

形成することができる。図1の実施形態においては、コンディショニング部材852は、研磨パッド502の近傍で研磨パッド502からy方向に離間して保持されており、移動機構854によりコンディショニング部材852をy方向に移動可能に構成されている。移動機構854は、コンディショニング部材852を研磨パッド502に押圧する押圧機構としての機能を備える。ここで、移動機構854は、モータおよびボールネジを利用した機構や、空圧式または液圧式の駆動機構やバネを利用した駆動機構としてもよく、これらの組合せでもよい。例としては、エアシリンダおよび精密レギュレータの組み合わせによる定圧制御、エアシリンダおよび弾性体(バネ等)との組み合わせによる定圧制御、エアシリンダおよび電空レギュレータの組み合わせによるオープンループ制御、エアシリンダおよび電空レギュレータの組み合わせに外部圧力センサからの圧力値を用いたクローズドループ制御、エアシリンダおよび電空レギュレータの組み合わせにロードセルからの荷重値を用いたクローズドループ制御、サーボモータおよびボールネジの組み合わせにロードセルからの荷重値を用いたクローズドループ制御、等が挙げられる。また、一実施形態において、コンディショニング部材852は、図示しない駆動機構により、回転運動および/または直線運動が可能に構成されてもよい。そのため、研磨パッド502により基板Wfを研磨しているときに、コンディショニング部材852を回転運動等させながら研磨パッド502に押し当てることで、基板Wfの研磨中に研磨パッド502をコンディショニングすることができる。なお、第2コンディショナ850の詳細については後述する。

#### 【0041】

図1に示される実施形態において、部分研磨装置1000は、制御装置900を備える。部分研磨装置1000の各種の駆動機構は制御装置900に接続されており、制御装置900は、部分研磨装置1000の動作を制御することができる。また、制御装置は、基板Wfの被研磨領域における目標研磨量を計算する演算部を備える。制御装置900は、演算部により計算された目標研磨量に従って、研磨装置を制御するように構成される。なお、制御装置900は、記憶装置、CPU、入出力機構など備える一般的なコンピュータに所定のプログラムをインストールすることで構成することができる。

#### 【0042】

また、一実施形態において、部分研磨装置1000は、図1に図示はしないが、基板Wfの被研磨面の状態を検出するための状態検出部420(図13A、図13Bなど)を備えてもよい。状態検出部は、一例としてWet-ITM(In-line Thickness Monitor)420とすることができる。Wet-ITM420では、検出ヘッドが基板Wf上に非接触状態にて存在し、基板Wfの全面を移動することで、基板Wf上に形成された膜の膜厚分布(又は膜厚に関連する情報の分布)を検出(測定)することができる。なお、状態検出部420としてWet-ITM以外にも任意の方式の検出器を用いることができる。たとえば、利用可能な検出方式としては、公知の渦電流式や光学式のような非接触式の検出方式を採用することができ、また、接触式の検出方式を採用しても良い。接触式の検出方式としては、例えば通電可能なプローブを備えた検出ヘッドを用意し、基板Wfにプローブを接触させて通電させた状態で基板Wf面内を走査させることで、膜抵抗の分布を検出する電気抵抗式の検出を採用することができる。また、他の接触式の検出方式として、基板Wfの表面にプローブを接触させた状態で基板Wf面内を走査させ、プローブの上下動をモニタリングすることで表面の凹凸の分布を検出する段差検出方式を採用することもできる。接触式および非接触式のいずれの検出方式においても、検出される出力は膜厚もしくは膜厚に相当する信号である。光学式の検出においては、基板Wfの表面に投光した光の反射光量の他に、基板Wf表面の色調の差異より膜厚差異を認識しても良い。なお、基板Wf上の膜厚の検出に際しては、基板Wfを回転させながら、また、検出器は半径方向に揺動させながら膜厚を検出することが望ましい。これにより基板Wf全面における膜厚や段差等の表面状態の情報を得ることが可能となる。また、検出部408にて検出される検出するノッチやオリエンテーションフラット位置を基準とすることで、膜厚等のデータを半径方向の位置のみでなく、周方向の位置とも関連付けることが可能であり、これにより、基板Wf上の膜厚や段差又はそれらに関連する信号の分布

を得ることが可能となる。また、部分研磨を行う際に、本位置データに基づいて、ステージ４００、および保持アーム６００の動作を制御することが可能である。

#### 【００４３】

上述の状態検出部４２０は制御装置９００に接続されており、状態検出部４２０で検出した信号は制御装置９００で処理される。状態検出部４２０の検出器のための制御装置９００は、ステージ４００、研磨ヘッド５００、および保持アーム６００の動作を制御する制御装置９００と同一のハードウェアを使用してもよく、別のハードウェアを使用してもよい。ステージ４００、研磨ヘッド５００、および保持アーム６００の動作を制御する制御装置９００と、検出器のための制御装置９００とで別々のハードウェアを用いる場合、基板Ｗｆの研磨処理と基板Ｗｆの表面状態の検出および後続の信号処理に使用するハードウェア資源を分散でき、全体として処理を高速化できる。

10

#### 【００４４】

また、状態検出部４２０による検出タイミングとしては、基板Ｗｆの研磨前、研磨中、および／または研磨後とすることができる。状態検出部４２０が独立に搭載されている場合、研磨前、研磨後、もしくは研磨中であっても研磨処理のインターバルであれば、保持アーム６００の動作と干渉しない。ただし、基板Ｗｆの処理における膜厚又は膜厚に関する信号をなるべく時間遅れがないよう、基板Ｗｆの処理中に、研磨ヘッド５００による処理と同時に基板Ｗｆの膜厚の検出を行う際は、保持アーム６００の動作に応じて、状態検出部４２０を走査させるようにする。なお、基板Ｗｆ表面の状態検出について、本実施形態では、部分研磨装置１０００内に状態検出部４２０を搭載しているが、たとえば部分研磨装置１０００での研磨処理に時間がかかるといった場合は、生産性の観点から本検出部は、部分研磨装置１０００外に検出ユニットとして配置されていてもよい。たとえば、ＩＴＭについては、処理実施中における計測においてはＷｅｔ－ＩＴＭが有効であるが、それ以外処理前もしくは処理後における膜厚又は膜厚に相当する信号の取得においては、部分研磨装置１０００に搭載されている必要は必ずしもない。部分研磨モジュール外にＩＴＭを搭載し、基板Ｗｆを部分研磨装置１０００に出し入れの際に測定を実施しても良い。また、本状態検出部４２０で取得した膜厚または膜厚や凹凸・高さに関連する信号を元に基板Ｗｆの各被研磨領域の研磨終点を判定してもよい。

20

#### 【００４５】

図３は、図１に示される部分研磨装置１０００に利用できる第２コンディショナ８５０の一例を概略的に示す斜視図である。図３は、保持アーム６００の先端の研磨ヘッド５００の近傍を示している。図３に示されるように、研磨ヘッド５００は、回転可能な円板形状の研磨パッド５０２を保持している。図３に示される実施形態においては、研磨パッド５０２は、回転により基板Ｗｆに対して第１運動方向であるｙ方向に運動可能である。図３に示されるように、第２コンディショナ８５０は、保持アーム６００に取り付けられている。第２コンディショナ８５０は、研磨パッド５０２をコンディショニングするためのコンディショニング部材８５２を備える。コンディショニング部材８５２は、研磨パッド５０２の近傍で研磨パッド５０２からｙ方向に離間して移動機構８５４に保持されており、移動機構８５４によりコンディショニング部材８５２をｙ方向に移動可能に構成されている。移動機構８５４は、コンディショニング部材８５２を研磨パッド５０２に押圧する押圧機構としての機能を備える。そのため、第２コンディショナ８５０は、研磨中に研磨パッド５０２にコンディショニング部材８５２を押し当てることで、研磨パッド５０２を研磨中にコンディショニングすることができる。なお、移動機構８５４は、モータなどから構成することができ、あるいは液圧式または空圧式の移動機構を採用してもよい。

30

40

#### 【００４６】

図４は、図１に示される部分研磨装置１０００に利用できる第２コンディショナ８５０の一例を概略的に示す斜視図である。図４は、保持アーム６００の先端の研磨ヘッド５００の近傍を示している。図４に示される第２コンディショナ８５０は、図３に示される第２コンディショナ８５０に対して、揺動機構８５６が追加されている。揺動機構８５６は、研磨パッド５０２の運動方向である第１運動方向に垂直であり且つ基板Ｗｆの表面に平

50

行な第2運動方向に成分を有する方向に揺動機構856は、移動機構854およびコンディショニング部材852を移動させることができる。図4に示される実施形態において、揺動機構856は、移動機構854およびコンディショニング部材852を、研磨パッド502の第1運動方向(y方向)に垂直であり且つ基板Wに平行であるx方向に移動させることができる。そのため、研磨パッド502のコンディショニング中に、コンディショニング部材852が研磨パッド502に接触する位置を変更することができる。このように、研磨パッド502の運動方向である第1運動方向に垂直な方向である第2運動方向成分を加えることにより、研磨パッド502の基板W fとの接触面をより均一にコンディショニングすることが可能となる。なお、揺動機構856は、モータなどから構成することができ、あるいは液圧式または空圧式の移動機構を採用してもよい。また、第2運動方向成分を与える機構として、本実施形態では揺動運動の例について説明しているが、例えば回転運動や並進回転運動(直線運動と回転運動とを組み合わせた運動)のような第2運動方向成分を有する運動機構であってもよく、これは後述のその他の実施形態でも同様である。なお、コンディショニング部材852の形状について、本実施形態では平板状であるが、研磨パッド502の形状や第2運動機構の形式により適宜変更可能であり、これは後述のその他の実施形態でも同様である。例えば第2運動機構が回転または並進回転の場合は、コンディショニング部材852は円板形状であってもよい。また、研磨パッド502が円板・円筒・球形状のような曲面を有する場合は、コンディショニング部材852の研磨パッド502との接触面はそれに倣うような曲面形状を有していてもよく、これにより効率的な研磨パッド502のコンディショニングが可能となる。また、コンディショニング部材852の端部については、コンディショニング時の荷重集中を抑制すべく、面取り等を実施してもよい。

#### 【0047】

図5は、一実施形態による部分研磨装置1000に利用できる研磨ヘッド500および第2コンディショナ850の一例を概略的に示す側面図である。図5に示される実施形態において、研磨パッド502は円板形状である。円板形状の研磨パッド502は、回転可能な研磨ヘッド500に保持されている。図5に示されるように、研磨ヘッド500の回転軸502Aは、基板W fの表面に垂直な方向から傾いている。換言すれば、円板形状の研磨パッド502の表面は、基板W fに対して非平行である。そのため、研磨ヘッド500を回転させながら基板W fに研磨パッド502を押圧すると、円板形状の研磨パッド502の一定方向のエッジ部分のみが基板W fに接触し、反対方向のエッジ部は基板W fから離間している。この状態では研磨パッド502のエッジ部分のみが、基板W fに接触するので、微小領域の研磨が可能である。

#### 【0048】

図5に示される部分研磨装置1000の第2コンディショナ850は、コンディショニング部材852を備える。コンディショニング部材852は移動機構854に連結されている。移動機構854は、コンディショニング部材852を研磨パッド502の方向に移動させることができ、また、研磨パッド502に押圧させることができる。一実施形態として、移動機構854は、揺動機構856に連結されている。揺動機構856は、移動機構854およびコンディショニング部材852を、研磨パッド502の回転軸502Aに垂直な方向に成分を有する方向に移動可能である。図5に示されるように、移動機構854および揺動機構856は、支持部材858に保持されている。支持部材858は、保持アーム600に固定されている。図5に示されるように、研磨パッド502の一定方向のエッジ部分が基板W fに押圧されて基板W fを研磨することができ、同時に、研磨パッド502の反対方向のエッジ部分は基板W fから離間している。そのため、この反対方向のエッジ部分にコンディショニング部材852を押圧して、基板W fの研磨中に研磨パッド502のコンディショニングをすることができる。なお、一実施形態として、第2コンディショナ850は、図5に示されるコンディショニング部材852を、回転軸852Aを中心に回転させる回転機構や並進回転運動機構を含むことができる。ただし、かかる回転機構は無くてもよい。移動機構854および揺動機構856は、モータなどから構成する

ことができ、あるいは液圧式または空圧式の移動機構を採用してもよい。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、一実施形態による部分研磨装置 1 0 0 0 に利用できる研磨ヘッド 5 0 0 および第 2 コンディショナ 8 5 0 の一例を概略的に示す側面図である。図 6 に示される実施形態において、研磨パッド 5 0 2 は切頭円錐形状である。あるいは、切頭円錐形状のベースに研磨パッドを配置したものを採用してもよい。切頭円錐形状の研磨パッド 5 0 2 は、回転可能な研磨ヘッド 5 0 0 に保持されている。図 6 に示されるように、研磨ヘッド 5 0 0 の回転軸 5 0 2 A は、基板 W f の表面に平行であり、切頭円錐形状の中心に一致している。この状態では研磨パッド 5 0 2 のエッジ部分のみが、基板 W f に接触するので、微小領域の研磨が可能である。

10

【 0 0 5 0 】

図 6 に示される部分研磨装置 1 0 0 0 の第 2 コンディショナ 8 5 0 は、コンディショニング部材 8 5 2 を備える。コンディショニング部材 8 5 2 は、切頭円錐形状の研磨パッド 5 0 2 の側面に接触可能に配置される。コンディショニング部材 8 5 2 は移動機構 8 5 4 に連結されている。移動機構 8 5 4 は、コンディショニング部材 8 5 2 を切頭円錐形状の研磨パッド 5 0 2 の側面に向かって移動させることができ、また、切頭円錐形状の研磨パッド 5 0 2 の側面に押圧させることができる。一実施形態として、移動機構 8 5 4 は、揺動機構 8 5 6 に連結されている。揺動機構 8 5 6 は、移動機構 8 5 4 およびコンディショニング部材 8 5 2 を、切頭円錐形状の研磨パッド 5 0 2 の側面に沿う方向に移動可能である。図 6 に示されるように、移動機構 8 5 4 および揺動機構 8 5 6 は、支持部材 8 5 8 に保持されている。支持部材 8 5 8 は、保持アーム 6 0 0 に固定されている。図 6 に示される実施形態において、基板 W f を研磨パッド 5 0 2 により研磨しながら、同時に、研磨パッド 5 0 2 を第 2 コンディショナ 8 5 0 によりコンディショニングすることができる。移動機構 8 5 4 および揺動機構 8 5 6 は、モータなどから構成することができ、あるいは液圧式または空圧式の移動機構を採用してもよい。

20

【 0 0 5 1 】

図 7 は、一実施形態による部分研磨装置 1 0 0 0 に利用できる研磨ヘッド 5 0 0 および第 2 コンディショナ 8 5 0 の一例を概略的に示す側面図である。図 7 に示される実施形態において、研磨パッド 5 0 2 は球形状の一部を有する形状である。あるいは、球形状の一部を有する形状のベースに研磨パッドを配置したものを採用してもよい。研磨パッド 5 0 2 は、回転可能な研磨ヘッド 5 0 0 に保持されている。図 7 に示されるように、研磨ヘッド 5 0 0 の回転軸 5 0 2 A は、基板 W f の表面に平行である。

30

【 0 0 5 2 】

図 7 に示される部分研磨装置 1 0 0 0 の第 2 コンディショナ 8 5 0 は、コンディショニング部材 8 5 2 を備える。コンディショニング部材 8 5 2 は、円板形状、角板形状、または研磨パッド 5 0 2 の球形状に沿った曲面形状であり、研磨パッド 5 0 2 の側面に接触可能に配置される。コンディショニング部材 8 5 2 は移動機構 8 5 4 に連結されている。移動機構 8 5 4 は、コンディショニング部材 8 5 2 を研磨パッド 5 0 2 に向かって移動させることができ、また、研磨パッド 5 0 2 に押圧させることができる。図 7 に示される実施形態において、移動機構 8 5 4 は、支持部材 8 5 8 に保持されている。支持部材 8 5 8 は、湾曲する凹形状部 8 6 0 を備える。図 7 に示されるように、凹形状部 8 6 0 の湾曲面は、研磨パッド 5 0 2 の球形状の中心とする曲面とすることができる。移動機構 8 5 4 は、支持部材 8 5 8 の凹形状部 8 6 0 の湾曲面に位置し、且つ湾曲面に沿って揺動可能に配置される。支持部材 8 5 8 は、保持アーム 6 0 0 に固定されている。図 7 に示される実施形態において、基板 W f を研磨パッド 5 0 2 により研磨しながら、同時に、研磨パッド 5 0 2 を第 2 コンディショナ 8 5 0 によりコンディショニングすることができる。移動機構 8 5 4 および揺動機構 8 5 6 は、モータなどから構成することができ、あるいは液圧式または空圧式の移動機構を採用してもよい。

40

【 0 0 5 3 】

図 8 は、一実施形態による部分研磨装置 1 0 0 0 に利用できる研磨ヘッド 5 0 0 および

50

第2コンディショナ850の一例を概略的に示す側面図である。図8に示される実施形態において、研磨部材は研磨ベルト部材502Bを有する。研磨ベルト部材502Bは、支持部材520により支持され、研磨ベルト部材502Bを基板Wfに対して押圧することができる。研磨ベルト部材502Bは、回転機構522により長手方向に移動可能である。研磨ベルト部材502Bは、たとえば市販のCMPパッドのような材質からなる。図8の実施形態において、第2コンディショナ850は、コンディショニング部材852を有する。コンディショニング部材852は、円板形状または角板状形状であり、研磨ベルト部材502Bの研磨面に接触可能に配置される。コンディショニング部材852は移動機構854に連結されている。移動機構854は、コンディショニング部材852を研磨ベルト部材502Bに向かって移動させることができる。図8に示されるように、第2コンディショナ850は、研磨ベルト部材502Bの内側において、コンディショニング部材852に対応する位置にベルト背面支持部材862を備える。図8に示される実施形態において、ベルト背面支持部材862により研磨ベルト部材502Bを支持しながら、コンディショニング部材852を研磨ベルト部材502Bに押圧させてコンディショニングすることができる。

#### 【0054】

図9は、図8中の矢印9の方向から見た図である。図9に示されるように、第2コンディショナ850は、揺動機構856を備える。揺動機構856は、移動機構854およびコンディショニング部材852を研磨ベルト部材502Bの幅方向に移動させることができる。移動機構854および揺動機構856は、モータなどから構成することができ、あるいは液圧式または空圧式の移動機構を採用してもよい。

#### 【0055】

一実施形態による部分研磨装置1000は、研磨パッド502のコンディショニング時に発生する研磨部材から発生する屑を回収するための回収装置300を有する。図10は、一実施形態による回収装置300を概略的に示す側面図である。図10に示されるように、回収装置300は、保持アーム600に取り付けられている。図10に示される回収装置300は、吸引部302を備える。吸引部302は、研磨パッド502の基板Wfに接触する面に近接するように配置される。図10の実施形態においては、研磨パッド502は、円板形状または円筒形状の研磨パッド502であり、円板形状または円筒形状の研磨パッド502の側面に近接して吸引部302が配置されている。吸引部302には吸引通路304が連結されており、吸引通路304は図示しない真空源に連結される。吸引部302は、コンディショニング部材852が研磨パッド502に接触する位置よりも、研磨パッド502の運動方向（図10の実施形態においては回転方向）の下流側に配置される。図10の実施形態においては、研磨パッド502は、時計回りに回転し、吸引部302は、コンディショニング部材852が研磨パッド502に接触する位置から下流側に配置されている。図10に示されるように、部分研磨装置1000は、研磨パッド502により基板Wfを研磨しながら、第2コンディショナ850により研磨パッド502をコンディショニングすることができる。コンディショニングにより、研磨パッド502から屑が発生する。図10に示される回収装置300は、コンディショニング時に発生した屑を吸引除去することができる。本回収装置により第2コンディショナ850でのコンディショニング時に発生する研磨パッド屑が基板Wf表面上に到達するのを抑制することが可能であり、基板Wf表面の研磨パッド屑による汚染を抑制できる。

#### 【0056】

図11は、一実施形態による回収装置300を概略的に示す側面図である。図11に示されるように、回収装置300は、保持アーム600に取り付けられている。図11に示される回収装置300は、ワイパ306（またはスクレイパ）を備える。ワイパ306は、研磨パッド502の基板Wfに接触する面に接触するように配置される。図11の実施形態においては、研磨パッド502は、円板形状または円筒形状の研磨パッド502であり、円板形状または円筒形状の研磨パッド502の側面に接触するようにワイパ306が配置されている。ワイパ306は支持部材308により支持されており、支持部材308



は、保持アーム 600 に接続されている。図 11 に示されるように、部分研磨装置 1000 は、研磨パッド 502 により基板 Wf を研磨しながら、第 2 コンディショナ 850 により研磨パッド 502 をコンディショニングすることができる。コンディショニングにより、研磨パッド 502 から屑が発生する。図 11 に示される回収装置 300 は、コンディショニング時に発生した屑をワイパ 306 により研磨パッド 502 から除去することができる。なお、図示はしないが、ワイパ 306 に対して研磨パッド 502 の回転下流部に図 10 で示した研磨部材から発生する屑を回収するための回収装置 300 を更に備えてもよい。

#### 【0057】

図 12 は、一実施形態による回収装置 300 を概略的に示す側面図である。図 12 に示される回収装置 300 は、コンディショニング後の研磨パッド 502 を洗浄するための液体供給機構 310 と、研磨パッド 502 を洗浄後の液体を回収するための液体回収機構 312 と、を備える。液体供給機構 310 は、たとえば、純水を研磨パッド 502 に噴きつけるノズルとすることができる。液体供給機構 310 は、研磨パッド 502 に噴きつけられた純水を受ける容器とすることができ、かかる容器に液体排出部 314 を設けることができる。図 12 に示されるように、部分研磨装置 1000 は、研磨パッド 502 により基板 Wf を研磨しながら、第 2 コンディショナ 850 により研磨パッド 502 をコンディショニングすることができる。コンディショニングにより、研磨パッド 502 から屑が発生する。図 12 に示される回収装置 300 は、液体を研磨パッド 502 に噴きつけることで、コンディショニング時に発生した屑を研磨パッド 502 から除去することができる。

#### 【0058】

図 10 から図 12 においては、円板形状または円柱形状の研磨パッド 502 を備える部分研磨装置 1000 に関して、回収装置 300 の説明をしたが、円板形状または円柱形状以外の研磨部材 502 を備える部分研磨装置 1000 に同様の回収装置 300 を設けることができる。例えば、本明細書で開示する任意の研磨パッド 502、研磨ベルト部材 502B、またはその他の任意の研磨部材に対して回収装置 300 を適用することができる。

#### 【0059】

図 13A は、一実施形態による、基板 Wf の膜厚や凹凸・高さに関連する情報を処理するための制御回路の例を示す。まずはじめに、部分研磨用制御部は、HMI (Human Machine Interface) で設定された研磨処理レシピとパラメータを結合し、基本的な部分研磨処理レシピを決定する。この時、部分研磨処理レシピとパラメータとは HOST から部分研磨装置 1000 にダウンロードされたものを使用しても良い。次にレシピサーバーは基本的な部分研磨処理レシピとプロセス Job の研磨処理情報を結合し、処理する基板 Wf ごとの基本的な部分研磨処理レシピを生成する。部分研磨レシピサーバーは処理する基板 Wf ごとの部分研磨処理レシピと部分研磨用データベース内に格納されている基板表面形状データと、さらに類似基板に関する過去の部分研磨後の基板表面形状等のデータや事前に取得した研磨条件の各パラメータに対する研磨速度データとを結合し、基板ごとの部分研磨処理レシピを生成する。この時、部分研磨用データベースに格納されている基板表面形状データは部分研磨装置 1000 内で測定された該当基板 Wf のデータを使用しても良いし、あらかじめ HOST から部分研磨装置 1000 にダウンロードされたデータを使用しても良い。部分研磨レシピサーバーはその部分研磨処理レシピをレシピサーバー経由、もしくはダイレクトに部分研磨装置 1000 に送信する。部分研磨装置 1000 は受け取った部分研磨処理レシピに従い基板 Wf を部分研磨する。

#### 【0060】

図 13B は、図 13A で示した部分研磨用制御部から基板表面の状態検出部を分割したときの回路図を示す。大量のデータを扱う基板の表面状態検出用制御部を部分研磨用制御部と切り離すことで部分研磨用制御部のデータ処理の負荷が低減し、プロセス Job のクリエイト時間や部分研磨処理レシピの生成に要する処理時間を削減することが期待でき、部分研磨モジュール全体のスループット向上させることができる。

#### 【0061】

10

20

30

40

50

図14は、一実施形態による、部分研磨装置1000を搭載した基板処理システム1100を示す概略図である。図14に示されるように、基板処理システム1100は、部分研磨装置1000、大径研磨装置1200、洗浄装置1300、乾燥装置1400、制御装置900、および搬送機構1500を備える。基板処理システム1100の部分研磨装置1000は、上述した任意の特徴を備える部分研磨装置1000とすることができる。大径研磨装置1200は、研磨対象となる基板Wfよりも大きな面積を備える研磨パッドを用いて基板を研磨する研磨装置である。大径研磨装置1200としては、公知のCMP装置を利用することができる。また、洗浄装置1300、乾燥装置1400、および搬送機構1500についても、任意の公知のものを採用することができる。制御装置900は、上述した部分研磨装置1000だけでなく、基板処理システム1100の全体の動作を制御するものとして行うことができる。図14に示される実施形態においては、部分研磨装置1000と大径研磨装置1200とは、1つの基板処理システム1100に組み込まれている。そのため、部分研磨装置1000による部分研磨、大径研磨装置1200による基板Wfの全体研磨、および状態検出部による基板Wfの表面状態の検出を組み合わせることで、様々な研磨処理を行うことができる。なお、部分研磨装置1000による部分研磨では、基板Wfの表面全体ではなく一部のみを研磨するものとして行うことができ、または、部分研磨装置1000において基板Wfの表面全体の研磨処理を行う中で、基板Wfの表面の一部において研磨条件を変更して研磨を行うものとして行うことができる。

#### 【0062】

ここで、本基板処理システム1100での部分研磨方法について説明する。まず、初めに研磨対象物である基板Wfの表面の状態を検出する。表面状態は、基板Wf上に形成される膜の膜厚や表面の凹凸に関する情報（位置、サイズ、高さなど）などであり、上述の状態検出部420で検出される。次に、検出された基板Wfの表面状態に応じて研磨レシピを作成する。ここで、研磨レシピは複数の処理ステップから構成されており、各ステップにおけるパラメータとしては、例えば部分研磨装置1000については、処理時間、研磨パッド502の基板Wfやドレスステージ810に配置されたドレッサ820に対する接触圧力もしくは荷重、運動速度、第2コンディショナ850のコンディショニング部材852が、研磨パッド502を押圧する荷重・移動機構854による移動パターンおよび移動速度・コンディショニング時間・コンディショニングの周期、研磨パッド502や基板Wfの回転数、研磨ヘッド500の移動パターン及び移動速度、研磨パッド処理液の選択及び流量、ドレスステージ810の回転数、研磨終点の検出条件、がある。また、部分研磨においては、上述の状態検出部420により取得した基板Wf面内の膜厚や凹凸に関する情報を元に基板Wf面内での研磨ヘッド500の動作を決定する必要がある。例えば基板Wfの面内の各被研磨領域における研磨ヘッド500の滞在時間については、本決定に対するパラメータとしては、例えば所望の膜厚や凹凸状態に相当するターゲット値や上記の研磨条件における研磨速度が挙げられる。ここで研磨速度については、研磨条件によって異なることから、データベースとして制御装置900内に格納され、研磨条件を設定すると自動的に算出されても良い。ここで基礎となる各パラメータに対する研磨速度は事前に取得しておき、データベースとして格納しておいても良い。これらのパラメータと取得した基板Wf面内の膜厚や凹凸に関する情報から基板Wf面内における研磨ヘッド500の滞在時間が算出可能である。また、後述のように、前測定、部分研磨、全体研磨、洗浄のルートは基板Wfの状態や使用する処理液によって異なることから、これらの構成要素の搬送ルートの設定を行っても良い。また、基板Wf面内の膜厚や凹凸データの取得条件の設定も行っても良い。また、後述のように処理後のWf状態が許容レベルに達していない場合、再研磨を実施する必要があるが、その場合の処理条件（再研磨の繰り返し回数等）を設定しても良い。その後、作成された研磨レシピに従って、部分研磨および全体研磨を行う。なお、本例および以下で説明する他の例において、基板Wfの洗浄は任意のタイミングで行うことができる。たとえば、部分研磨と全体研磨において使用する処理液が異なり、部分研磨の処理液の全体研磨へのコンタミネーションが無視できない場合においては、これを防止する目的で、部分研磨および全体研磨のそれぞれの研磨処理の後に基板W

10

20

30

40

50

f の洗浄を行ってもよい。また、逆に処理液が同一である場合や処理液のコンタミネーションが無視できるような処理液の場合、部分研磨および全体研磨の両方を行った後に基板 W f の洗浄を行ってもよい。

#### 【 0 0 6 3 】

以上、いくつかの例に基づいて本発明の実施形態について説明してきたが、上記した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明には、その均等物が含まれることはもちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

10

#### 【符号の説明】

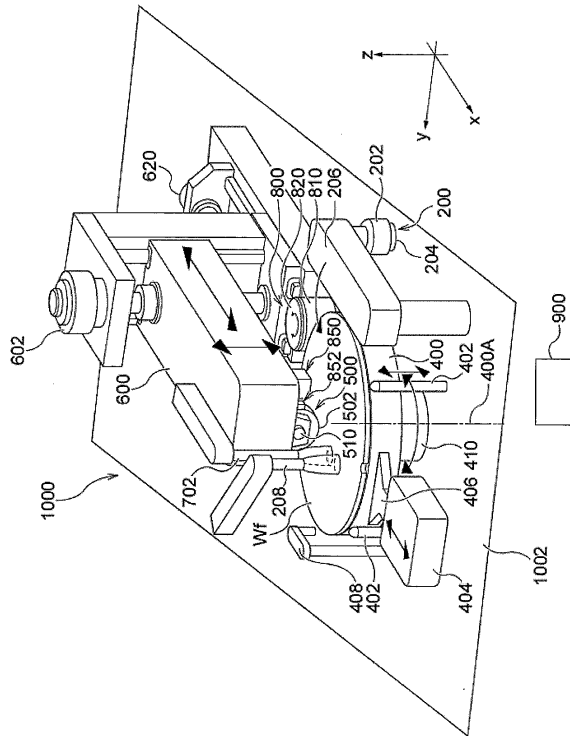
#### 【 0 0 6 4 】

3 0 0 ... 回収装置  
 3 0 2 ... 吸引部  
 3 0 6 ... ワイパ  
 3 1 0 ... 液体供給機構  
 3 1 2 ... 液体回収機構  
 3 1 4 ... 液体排出部  
 5 0 0 ... 研磨ヘッド  
 5 0 2 ... 研磨パッド  
 6 0 0 ... 保持アーム  
 6 0 2 ... 垂直駆動機構  
 6 2 0 ... 横駆動機構  
 8 0 0 ... コンディショニング部  
 8 5 0 ... 第 2 コンディショナ  
 8 5 2 ... コンディショニング部材  
 8 5 4 ... 移動機構  
 8 5 6 ... 揺動機構  
 9 0 0 ... 制御装置  
 1 0 0 0 ... 部分研磨装置  
 1 1 0 0 ... 基板処理システム  
 W f ... 基板

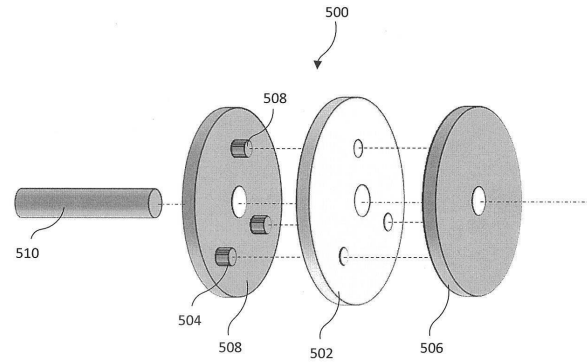
20

30

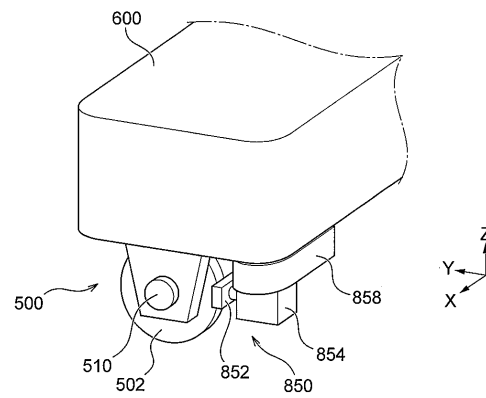
【図 1】



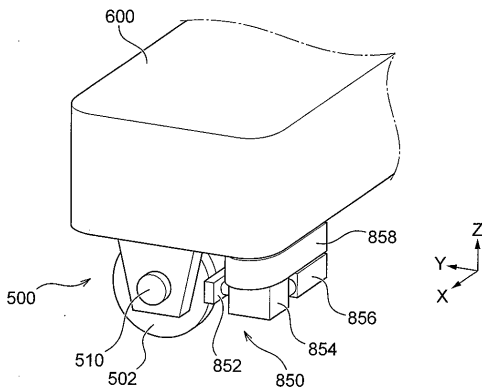
【図 2】



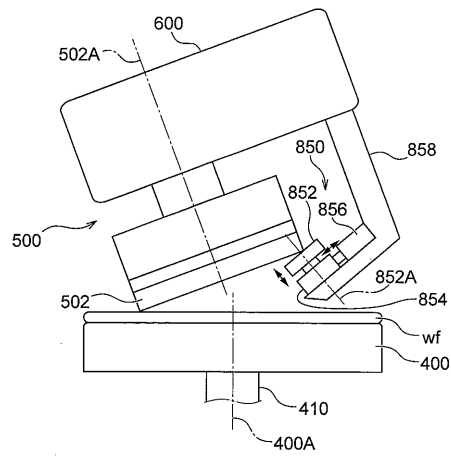
【図 3】



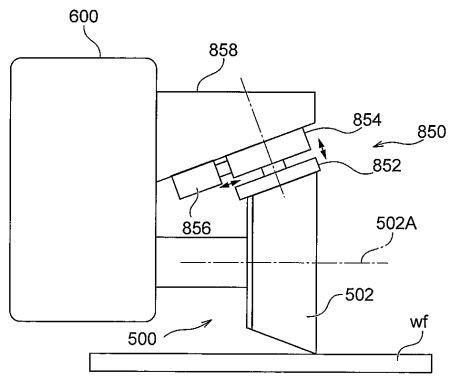
【図 4】



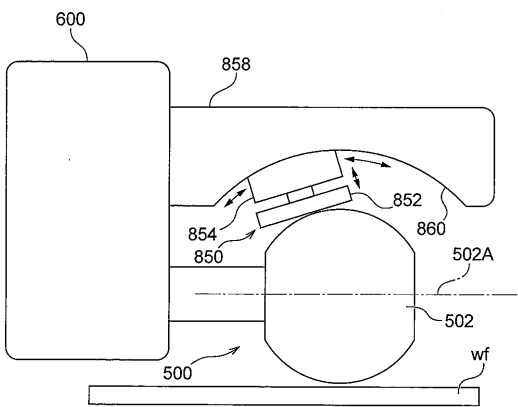
【図 5】



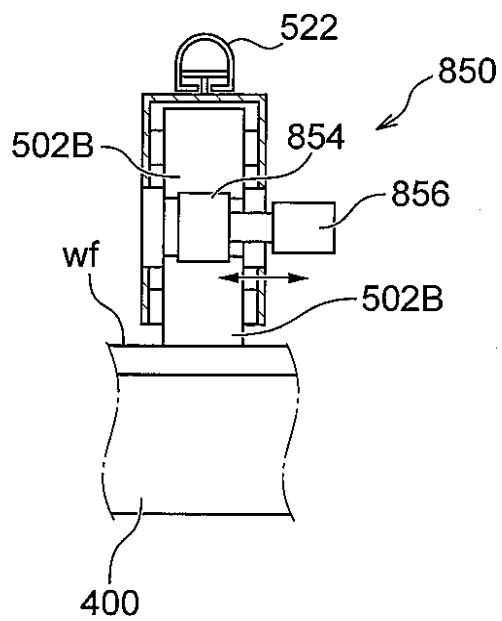
【図 6】



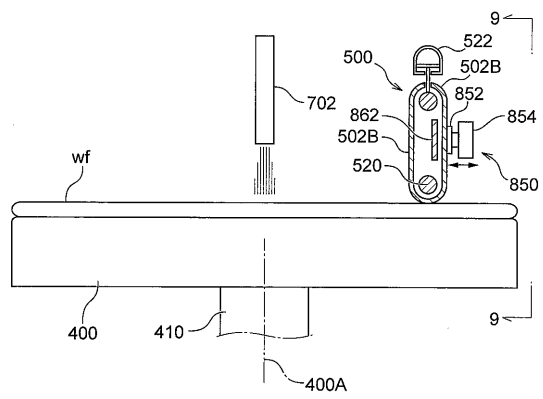
【図 7】



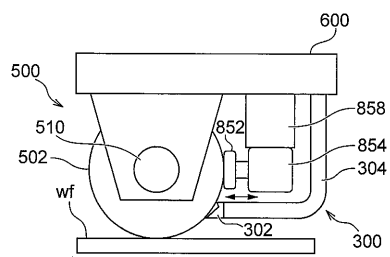
【図 9】



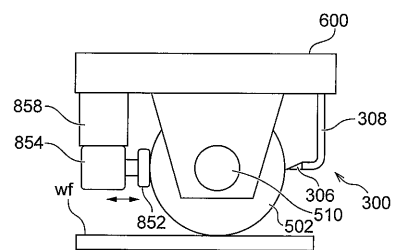
【図 8】



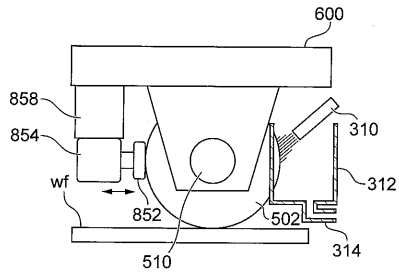
【図 10】



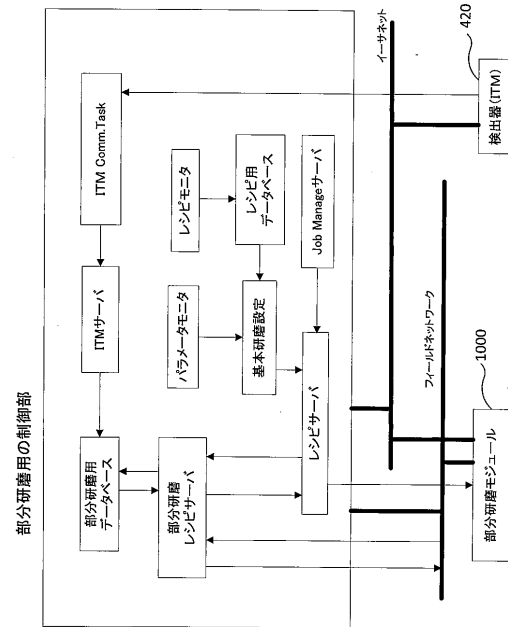
【図 11】



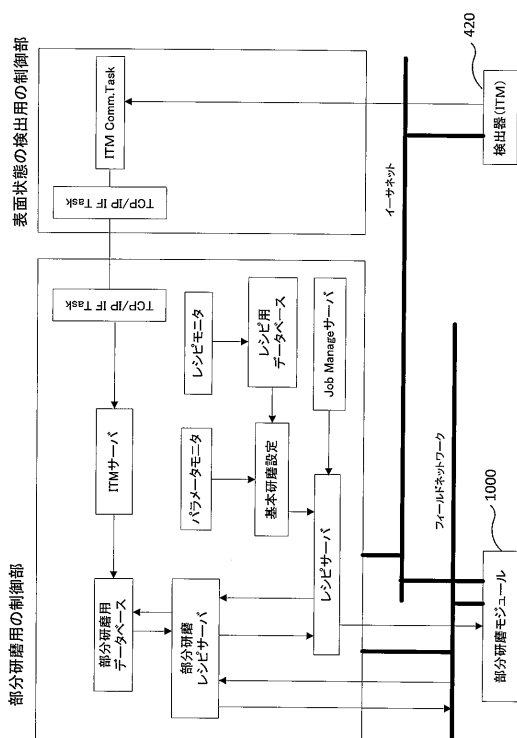
【図 1 2】



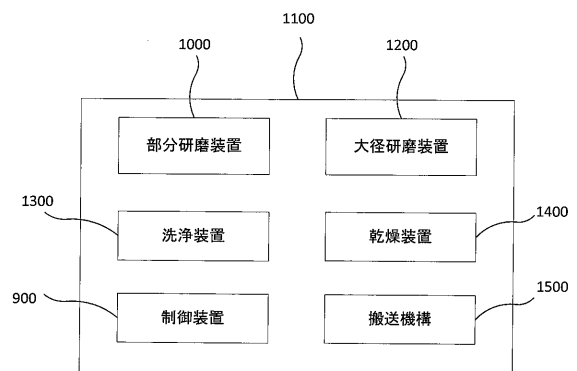
【図 1 3 A】



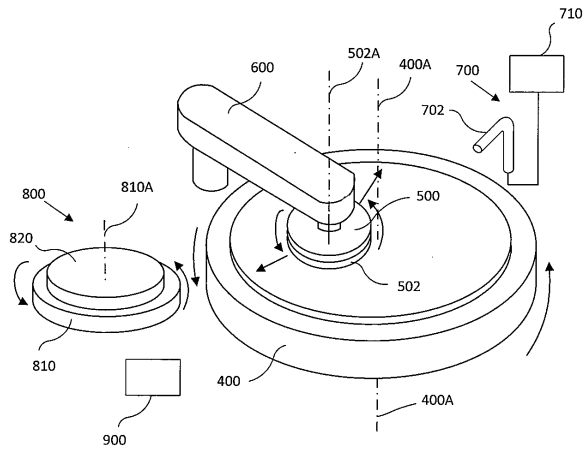
【図 1 3 B】



【図 1 4】



【図 15】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 21/304 (2006.01) B 2 4 B 37/005 A  
H 0 1 L 21/304 6 2 2 M

(72)発明者 小畠 巖貴  
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 高橋 信行  
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 作川 卓  
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

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 0 5 4 8 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 3 2 1 1 4 6 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 1 6 7 8 1 3 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 7 9 6 4 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 1 7 7 8 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 0 7 6 0 8 0 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 5 / 0 5 0 1 8 5 ( W O , A 1 )  
特開平 1 1 - 3 2 0 3 8 4 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 2 3 2 9 5 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B 2 4 B 5 3 / 0 0 - 5 5 / 0 6  
B 2 4 B 3 7 / 0 0 5  
H 0 1 L 2 1 / 3 0 4