

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-72372

(P2016-72372A)

(43) 公開日 平成28年5月9日(2016.5.9)

(51) Int.Cl.

H01L 21/304 (2006.01)
B24B 37/30 (2012.01)
H01L 21/683 (2006.01)

F 1

H01L 21/304
B24B 37/04
H01L 21/68

622L
V
P

テーマコード(参考)

3C158
5FO57
5F131

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2014-198804 (P2014-198804)

(22) 出願日

平成26年9月29日 (2014. 9. 29)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇

(74) 代理人 100118500

弁理士 廣澤 哲也

(72) 発明者 篠崎 弘行

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 茛原製作所内

F ターム(参考) 3C158 AA07 AB03 AB04 CA01 CB01

CB03 DA12 DA17 EA12 EB01

5F057 AA21 AA31 BA11 CA11 DA03

FA32 FA45

最終頁に続く

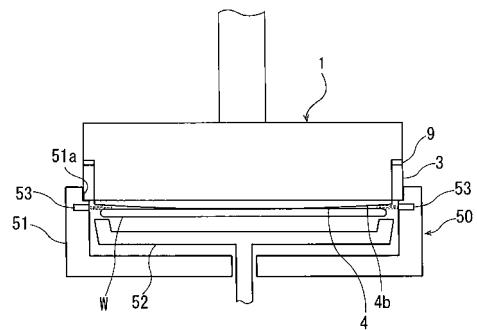
(54) 【発明の名称】 研磨装置

(57) 【要約】

【課題】基板と弾性膜との間に形成される隙間が小さくても、流体を基板と弾性膜との隙間に適切に噴射でき、かつ基板離脱時に基板を汚染することができない研磨装置を提供する。

【解決手段】研磨装置は、研磨パッド20を支持するための研磨テーブル10と、弾性膜4で構成された基板保持面4bおよび圧力室5を有し、基板保持面4bで基板Wを保持して圧力室5内の圧力により基板Wを研磨パッド20に押圧する研磨ヘッド1と、基板Wと弾性膜4との隙間にリリース噴流を噴射して基板Wを基板保持面4bから離脱させるリリースノズル53とを備える。リリースノズル53は、超音速の平行流を噴射することができるラバルノズルとして構成される。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、
弹性膜で構成された基板保持面および圧力室を有し、該基板保持面で基板を保持して前記圧力室内の圧力により前記基板を前記研磨パッドに押圧する研磨ヘッドと、
前記弹性膜と前記基板との間の隙間にリリース噴流を噴射することにより、前記基板を前記研磨ヘッドから離脱させるリリースノズルと、を備え、
前記リリースノズルは、流路が漸次縮小するスロート部と、前記スロート部の下流側で流路が漸次拡大する拡大部と、を有するラバルノズルとして構成されることを特徴とする研磨装置。

10

【請求項 2】

前記研磨ヘッドに前記基板を渡し、該基板を前記研磨ヘッドから受け取る基板受け渡し装置をさらに備え、

前記リリースノズルは、前記基板受け渡し装置に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、研磨装置に係り、特にウェーハなどの基板を研磨する研磨装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

近年、半導体デバイスの高集積化・高密度化に伴い、回路の配線がますます微細化し、多層配線の層数も増加している。回路の微細化を図りながら多層配線を実現しようとすると、下側の層の表面凹凸を踏襲しながら段差がより大きくなるので、配線層数が増加するに従って、薄膜形成における段差形状に対する膜被覆性（ステップカバレッジ）が悪くなる。したがって、多層配線するためには、このステップカバレッジを改善し、然るべき過程で平坦化処理しなければならない。また光リソグラフィの微細化とともに焦点深度が浅くなるため、半導体デバイスの表面の凹凸段差が焦点深度以下に収まるように半導体デバイス表面を平坦化処理する必要がある。

30

【0003】

従って、半導体デバイスの製造工程においては、半導体デバイス表面の平坦化技術がますます重要になっている。この平坦化技術のうち、最も重要な技術は、化学機械研磨（Chemical Mechanical Polishing）である。この化学機械研磨（以下、CMPという）は、シリカ（SiO₂）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッド上に供給しつつウェーハなどの基板を研磨面に摺接させて研磨を行うものである。

【0004】

CMPを行うための研磨装置は、研磨面を有する研磨パッドを支持する研磨テーブルと、ウェーハを保持するための研磨ヘッド又はトップリング等と称される基板保持装置とを備えている。このような研磨装置を用いてウェーハの研磨を行う場合には、研磨液（スラリー）を研磨テーブル上の研磨パッドに供給しながら、研磨テーブルと研磨ヘッドとを相対運動させ、研磨ヘッドによりウェーハを研磨パッドの研磨面に対して所定の圧力で押圧する。研磨液の存在下でウェーハは研磨面に摺接し、ウェーハの表面が平坦かつ鏡面に研磨される。

40

【0005】

このような研磨装置において、研磨中のウェーハと研磨パッドの研磨面との間の相対的な押圧力がウェーハの全面に亘って均一でない場合には、ウェーハの各部分に与えられる押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。そこで、ウェーハに対する押圧力を均一化するために、研磨ヘッドの下部に弹性膜（メンブレン）から形成される圧力室を設け、この圧力室に空気などの流体を供給することでメンブレンを介して流体圧によりウェー

50

ハを研磨パッドの研磨面に押圧して研磨することが行われている。

【0006】

上記研磨パッドは弾性を有するため、研磨中のウェーハの外周縁に加わる押圧力が不均一になり、ウェーハの外周縁のみが多く研磨される、いわゆる「縁だれ」を起こしてしまう場合がある。このような縁だれを防止するため、ウェーハの外周縁を保持するリテナリングでウェーハの外周縁側に位置する研磨パッドの研磨面を押圧するようにしている。

【0007】

研磨テーブルの近傍にはプッシャと呼ばれる基板受け渡し装置が設置されている。このプッシャは、搬送ロボット等の搬送装置によって搬送されてきたウェーハを持ち上げて、プッシャの上方位置に移動してきた研磨ヘッドにウェーハを渡す機能を有する。プッシャは、さらに、研磨ヘッドから受け取ったウェーハを搬送ロボット等の搬送装置に渡す機能も有している。10

【0008】

上述の構成の研磨装置において、研磨パッドの研磨面上で研磨されたウェーハは研磨ヘッドに真空吸引により保持される。さらに、研磨ヘッドをウェーハとともに上昇させた後、研磨ヘッドをプッシャの上方位置へ移動させて、ウェーハを研磨ヘッドからプッシャへ離脱させる。ウェーハの離脱は圧力室に流体を供給してメンブレンのウェーハ保持面を変形させることによって行われる。

【0009】

しかしながら、メンブレンの形状変化が小さい場合は、ウェーハがメンブレンから剥離しない場合がある。そこで、ウェーハを研磨ヘッドから確実に離脱させるために、特許文献1乃至3で開示されているように、プッシャにリリースノズルが設けられる。このリリースノズルは、ウェーハとメンブレンとの隙間に流体（リリースシャワー）を噴射することによりウェーハの離脱を補助する機構である。20

【0010】

リリースシャワーは、ウェーハの離脱を促進し、研磨装置における研磨処理のスループットを向上させることができる。その一方で、リリースシャワーは、リリースノズルの噴出口から出た瞬間に広がってしまうため、リリースシャワーがウェーハの表面（被研磨面）に当たると、リリースシャワーがウェーハをメンブレンに押し付けてしまい、ウェーハの離脱が阻害されてしまう。30

【0011】

したがって、従来は、メンブレンの圧力室に供給される流体の圧力を高めることで、メンブレンを大きく膨らますようにしている。メンブレンが大きく膨らむと、ウェーハとメンブレンとの間に形成される隙間が大きくなり、リリースシャワーがウェーハの表面（被研磨面）に当たりにくくなる。

【0012】

しかしながら、ウェーハとメンブレンとの密着力が高い状態でメンブレンを大きく膨らませると、ウェーハに大きなストレスが生じ、ウェーハ上に形成された微細な配線が破断したり、ウェーハが破損することがある。したがって、ウェーハとメンブレンとの間に形成される隙間が小さくても、リリースシャワーをウェーハとメンブレンとの隙間に適切に噴射できる技術が望まれている。40

【0013】

また、リリースシャワーは、周辺の粒子を引き込みながら広がる。その結果、粒子を含んだリリースシャワーがウェーハの表面および裏面に接触することになり、ウェーハが汚染されてしまうことがあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特開2005-123485号公報

【特許文献2】特開2010-46756号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 3】特開 2011 - 258639 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたもので、基板と弾性膜との間に形成される隙間が小さくても、流体を基板と弾性膜との隙間に適切に噴射でき、かつ基板離脱時に基板を汚染することがない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】

【0016】

上述した課題を解決するための本発明の一態様は、研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、弾性膜で構成された基板保持面および圧力室を有し、該基板保持面で基板を保持して前記圧力室内の圧力により前記基板を前記研磨パッドに押圧する研磨ヘッドと、前記弾性膜と前記基板との間に隙間にリリース噴流を噴射することにより、前記基板を前記研磨ヘッドから離脱させるリリースノズルと、を備え、前記リリースノズルは、流路径が漸次縮小するスロート部と、前記スロート部の下流側で流路径が漸次拡大する拡大部と、を有するラバルノズルとして構成されることを特徴とする研磨装置である。

【0017】

本発明の好ましい態様は、前記研磨ヘッドに前記基板を渡し、該基板を前記研磨ヘッドから受け取る基板受け渡し装置をさらに備え、前記リリースノズルは、前記基板受け渡し装置に設けられていることを特徴とする。

10

20

30

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、ラバルノズルとして構成されたリリースノズルから、超音速の平行流がリリース噴流として噴射される。リリース噴流が平行流となることから、基板と弾性膜との間に形成される隙間が小さくても、リリース噴流を基板と弾性膜との隙間に適切に噴射することができる。その結果、弾性膜を過度に膨らませる必要がなくなり、基板上に形成された微細な配線の破断や、基板の破損を防止することができる。また、リリース噴流の流速が超音速になることから、リリース噴流の周囲に存在する粒子は、リリース噴流に追従することができない。その結果、粒子がリリース噴流内に取り込まれることがなくなり、リリース噴流によって基板が汚染されてしまうことを防止できる。さらに、リリース噴流の流速が超音速になることから、リリース噴流の動圧成分を高めることができる。その結果、基板の離脱が促進され、研磨処理のスループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】本発明の一実施形態に係る研磨装置の全体構成を示す概略図である。

【図 2】ウェーハを保持して研磨テーブル上の研磨パッドに押圧する研磨ヘッドの模式的な断面図である。

【図 3】ウェーハをブッシャへ渡すために、研磨ヘッドがブッシャ上方の所定位置へ移動してきた直後の状態を示す概略図である。

【図 4】ウェーハを研磨ヘッドからブッシャへ渡すために、ブッシャを上昇させた状態を示す概略図である。

40

【図 5】ラバルノズルとして構成されたリリースノズルの拡大断面図である。

【図 6】基板受け渡し装置として、ブッシャの代わりに、リテナリングステーションと搬送ステージが設けられた研磨装置の一実施形態を説明するための概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図 1 乃至図 6 を参照して詳細に説明する。なお、図 1 から図 6 において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

【0021】

50

図1は、本発明の一実施形態に係る研磨装置の全体構成を示す概略図である。図1に示すように、研磨装置は、研磨パッド20を支持するための研磨テーブル10と、基板の一例であるウェーハWを保持して研磨テーブル10上の研磨パッド20に押圧する研磨ヘッド(基板保持装置)1とを備えている。

【0022】

研磨テーブル10は、テーブル軸10aを介してその下方に配置されるモータ(図示せず)に連結されており、そのテーブル軸10a周りに回転可能になっている。研磨テーブル10の上面には研磨パッド20が貼付されており、研磨パッド20の表面20aがウェーハWを研磨する研磨面を構成している。研磨テーブル10の上方には研磨液供給ノズル62が設置されており、この研磨液供給ノズル62によって研磨パッド20上に研磨液Qが供給されるようになっている。10

【0023】

研磨ヘッド1は、ウェーハWを研磨面20aに対して押圧するヘッド本体2と、ウェーハWを保持してウェーハWが研磨ヘッド1から飛び出さないようにするリテナリング3とから基本的に構成されている。

【0024】

研磨ヘッド1は、研磨ヘッドシャフト65に接続されており、この研磨ヘッドシャフト65は、上下動機構81により研磨ヘッドアーム64に対して上下動するようになっている。この研磨ヘッドシャフト65の上下動により、研磨ヘッドアーム64に対して研磨ヘッド1の全体を昇降させ位置決めすることができるようになっている。研磨ヘッドシャフト65の上端にはロータリージョイント82が取り付けられている。20

【0025】

研磨ヘッドシャフト65および研磨ヘッド1を上下動させる上下動機構81は、軸受83を介して研磨ヘッドシャフト65を回転可能に支持するブリッジ84と、ブリッジ84に取り付けられたボールねじ88と、支柱86により支持された支持台85と、支持台85上に設けられたサーボモータ90とを備えている。サーボモータ90を支持する支持台85は、支柱86を介して研磨ヘッドアーム64に固定されている。

【0026】

ボールねじ88は、サーボモータ90に連結されたねじ軸88aと、このねじ軸88aが螺合するナット88bとを備えている。研磨ヘッドシャフト65は、ブリッジ84と一体となって上下動するようになっている。したがって、サーボモータ90を駆動すると、ボールねじ88を介してブリッジ84が上下動し、これにより研磨ヘッドシャフト65および研磨ヘッド1が上下動する。30

【0027】

また、研磨ヘッドシャフト65はキー(図示せず)を介して回転筒66に連結されている。この回転筒66はその外周部にタイミングブーリ67を備えている。研磨ヘッドアーム64には研磨ヘッド回転モータ68が固定されており、上記タイミングブーリ67は、タイミングベルト69を介して研磨ヘッド回転モータ68に設けられたタイミングブーリ70に接続されている。したがって、研磨ヘッド回転モータ68を駆動することによってタイミングブーリ70、タイミングベルト69、およびタイミングブーリ67を介して回転筒66および研磨ヘッドシャフト65が一体に回転し、研磨ヘッド1が回転する。研磨ヘッドアーム64は、フレーム(図示せず)に回転可能に支持されたアームシャフト80によって支持されている。研磨装置は、研磨ヘッド回転モータ68、サーボモータ90をはじめとする装置内の各機器を制御する制御部(図示せず)を備えている。40

【0028】

研磨ヘッド1は、その下面にウェーハWを真空吸引により保持できるように構成されている。アームシャフト80はアームモータ96に連結されており、このアームモータ96によって研磨ヘッドアーム64はアームシャフト80を中心として旋回可能に構成されている。下面にウェーハWを保持した研磨ヘッド1は、研磨ヘッドアーム64の旋回により基板受け渡し装置(後述する)の上方位置と研磨テーブル10の上方位置との間を移動さ50

れる。本実施形態では、研磨ヘッド1を移動させる研磨ヘッド移動機構は、アームシャフト80、アームモータ96、研磨ヘッドアーム64から構成されている。

【0029】

ウェーハWの研磨は次のようにして行われる。研磨ヘッド1および研磨テーブル10をそれぞれ回転させ、研磨テーブル10の上方に設けられた研磨液供給ノズル62から研磨パッド20上に研磨液Qを供給する。この状態で、研磨ヘッド1でウェーハWを研磨パッド20の研磨面20aに押圧し、ウェーハWを研磨パッド20の研磨面20aに摺接させる。ウェーハWの表面は研磨液Qの存在下で研磨パッド20により研磨される。

【0030】

次に、研磨ヘッド1について説明する。図2は、研磨対象物であるウェーハWを保持して研磨テーブル10上の研磨パッド20にウェーハWを押圧する研磨ヘッド1の模式的な断面図である。

【0031】

図2に示すように、研磨ヘッド1は、ウェーハWを研磨パッド20に対して押圧するメンブレン(弾性膜)4と、メンブレン4を保持するヘッド本体(キャリアとも称する)2と、研磨パッド20を直接押圧するリテナーリング3とを備えている。ヘッド本体2は概略円盤状の部材からなり、リテナーリング3はヘッド本体2の外周部に取り付けられている。ヘッド本体2は、エンジニアリングプラスティック(例えば、PEEK)などの樹脂により形成されている。ヘッド本体2の下面には、ウェーハWの裏面に当接するメンブレン4が取り付けられている。メンブレン4は、エチレンプロピレンゴム(EPDPM)、ポリウレタンゴム、シリコンゴム等の強度および耐久性に優れたゴム材によって形成されている。

【0032】

メンブレン4は同心状の複数の環状の隔壁4aを有し、これら隔壁4aによって、メンブレン4の上面とヘッド本体2の下面との間に複数の圧力室、すなわち、円形状のセンター室5、環状のリップル室6、環状のアウター室7、環状のエッジ室8が形成されている。ヘッド本体2の中心部にセンター室5が形成され、中心から外周方向に向かって、同心状に、リップル室6、アウター室7、エッジ室8が形成されている。

【0033】

ウェーハWはメンブレン4で構成されたウェーハ保持面(基板保持面)4b上に保持される。メンブレン4は、リップル室6に対応する位置にウェーハ吸着用の複数の孔4hを有している。本実施例では孔4hはリップル室6の位置に設けられているが、リップル室6以外の位置に設けてもよい。ヘッド本体2内には、センター室5に連通する流路11、リップル室6に連通する流路12、アウター室7に連通する流路13、エッジ室8に連通する流路14がそれぞれ形成されている。そして、流路11、13、14は、ロータリージョイント82を介して流路21、23、24にそれぞれ接続されている。そして、流路21、23、24は、それぞれバルブV1-1、V3-1、V4-1および圧力レギュレータR1、R3、R4を介して流体供給源30に接続されている。また、流路21、23、24は、それぞれバルブV1-2、V3-2、V4-2を介して真空源31に接続されるとともに、バルブV1-3、V3-3、V4-3を介して大気に連通可能になっている。流体供給源30は、例えば、研磨装置が設備される工場の流体供給ラインである。この流体供給ライン30には、例えば、0.4MPa～0.6MPa程度の圧力を有する窒素または空気が流れている。

【0034】

リップル室6に連通する流路12は、ロータリージョイント82を介して流路22に接続されている。そして、流路22は、気水分離槽35、バルブV2-1および圧力レギュレータR2を介して流体供給源30に接続されている。また、流路22は、気水分離槽35およびバルブV2-2を介して真空源87に接続されるとともに、バルブV2-3を介して大気に連通可能になっている。

【0035】

10

20

30

40

50

リテーナリング3の直上には弾性膜から形成された環状のリテーナリング圧力室9が配置されている。このリテーナリング圧力室9は、ヘッド本体2内に形成された流路15およびロータリージョイント82を介して流路26に接続されている。そして、流路26は、バルブV5-1および圧力レギュレータR5を介して流体供給源30に接続されている。また、流路26は、バルブV5-2を介して真空源31に接続されるとともに、バルブV5-3を介して大気に連通可能になっている。

【0036】

圧力レギュレータR1, R2, R3, R4, R5は、それぞれ流体供給源30からセンター室5、リブル室6、アウター室7、エッジ室8、およびリテーナリング圧力室9に供給される流体（空気または窒素などの気体）の圧力を調整する圧力調整機能を有している。圧力レギュレータR1, R2, R3, R4, R5および各バルブV1-1～V1-3, V2-1～V2-3, V3-1～V3-3, V4-1～V4-3, V5-1～V5-3は、図示しない制御部に接続されていて、それらの動作が制御されるようになっている。

10

【0037】

流路21, 22, 23, 24, 26にはそれぞれ圧力センサP1, P2, P3, P4, P5および流量センサF1, F2, F3, F4, F5が設置されている。センター室5、リブル室6、アウター室7、エッジ室8、およびリテーナリング圧力室9内の圧力は圧力センサP1, P2, P3, P4, P5によってそれぞれ測定され、センター室5、リブル室6、アウター室7、エッジ室8、およびリテーナリング圧力室9に供給される加圧流体の流量は流量センサF1, F2, F3, F4, F5によってそれぞれ測定される。

20

【0038】

センター室5、リブル室6、アウター室7、エッジ室8、およびリテーナリング圧力室9に供給する流体の圧力は、圧力レギュレータR1, R2, R3, R4, R5によってそれぞれ独立に調整することができる。このような構造により、ウェーハWを研磨パッド20に押圧する押圧力をウェーハの領域毎に調整でき、かつリテーナリング3が研磨パッド20を押圧する押圧力を調整できる。

【0039】

次に、図1および図2に示すように構成された研磨装置による一連の研磨工程について説明する。研磨ヘッド1は、ブッシャ（後述する）からウェーハWを受け取り、真空吸引により保持する。ウェーハWの真空吸引は真空源87により複数の孔4h内に真空を形成することによって行われる。

30

【0040】

ウェーハWを保持した研磨ヘッド1は、予め設定した研磨位置まで下降する。この研磨位置では、リテーナリング3は研磨パッド20の研磨面20aに接触しているが、研磨前では研磨ヘッド1でウェーハWを保持しているので、ウェーハWの下面（被研磨面）と研磨パッド20の研磨面20aとの間には、わずかな間隙（例えば、約1mm）がある。このとき、研磨テーブル10および研磨ヘッド1は、ともに回転されている。この状態で、ウェーハWの裏面側にあるセンター室5、リブル室6、アウター室7、エッジ室8に加圧流体を供給してメンブレン4を膨らませ、ウェーハWの下面を研磨パッド20の研磨面20aに当接させる。研磨パッド20とウェーハWとを相対運動させることにより、ウェーハWの表面が研磨される。

40

【0041】

ウェーハWの研磨工程の終了後、ウェーハWは、研磨ヘッド1に再度保持される。ウェーハWを保持した研磨ヘッド1は、上下動機構81により上昇され、さらに研磨ヘッドアーム64の旋回動作によりブッシャの上方の所定位置に移動させられる。この所定位置で、ウェーハWは、研磨ヘッド1から離脱させられ、ブッシャに渡される。

【0042】

図3は、ウェーハWをブッシャ50へ渡すために、研磨ヘッド1がブッシャ50の上方の所定位置へ移動してきた直後の状態を示す概略図である。図4は、ウェーハWを研磨ヘッド1からブッシャ50へ渡すために、ブッシャ50を上昇させた状態を示す概略図であ

50

る。プッシャ50は、研磨ヘッド1と搬送装置（図示せず）との間でウェーハWの受け渡しを行うためのウェーハ受け渡し装置（基板受け渡し装置）である。このプッシャ50は、研磨テーブル10の横に位置しており、ウェーハWは研磨ヘッド1に保持されたままプッシャ50の上方の所定位置に移動される。

【0043】

図3および図4に示すように、プッシャ50は、研磨ヘッド1の位置決めを行うためにリテナリング3の外周面が嵌合可能な環状段部51aを有する研磨ヘッドガイド51と、研磨ヘッド1とプッシャ50との間でウェーハWを受け渡しする際に、ウェーハWを支持するためのプッシャステージ52と、プッシャステージ52を上下動させるためのエアシリンダ（図示せず）と、プッシャステージ52と研磨ヘッドガイド51とを上下動させるためのエアシリンダ（図示せず）とを備えている。10

【0044】

プッシャ50には、研磨ヘッドガイド51内に形成され、流体（リリース噴流）を噴射するためのリリースノズル53が設けられている。リリースノズル53は、研磨ヘッドガイド51の円周方向に沿って所定間隔を置いて複数個設けられている。各リリースノズル53は、加圧室素と純水の混合流体からなるリリース噴流を研磨ヘッドガイド51の半径方向内方に噴射するようになっている。

【0045】

次に、ウェーハWを研磨ヘッド1からプッシャ50に渡すウェーハリリース工程（基板リリース工程）を説明する。研磨ヘッド1がプッシャ50の上方の所定位置へ移動した後、プッシャ50が上昇し、図4に示すように、リテナリング3の外周面が研磨ヘッドガイド51の環状段部51aに嵌合して研磨ヘッド1とプッシャ50とが一直線上に並ぶ。このとき、研磨ヘッドガイド51は、リテナリング3を押し上げ、同時にリテナリング圧力室9を真空にすることにより、リテナリング3の上昇を速やかに行うようしている。20

【0046】

プッシャ50の上昇完了時、リテナリング3の底面はメンブレン4の下面よりも上方に押し上げられているので、ウェーハWとメンブレン4が露出された状態となっている。その後、研磨ヘッド1によるウェーハWの真空吸引を止め、ウェーハリリース動作を行う。なお、プッシャ50が上昇する代わりに研磨ヘッド1が下降することによってプッシャ50に接触してもよい。30

【0047】

ウェーハリリース動作を行う際には、メンブレン4の圧力室（例えば、リブル室6）内を低い圧力（例えば、100 hPa程度）で加圧し、メンブレン4を膨らませる。これにより、ウェーハWの外周縁とメンブレン4との間に隙間を形成させる。そして、この隙間に、加圧室素と純水の混合流体からなるリリース噴流をリリースノズル53から噴射し、メンブレン4からウェーハWを離脱させる。ウェーハWは、プッシャステージ52に受け止められ、該プッシャステージ52から、搬送ロボット等の搬送装置に渡される。本実施形態ではリリース噴流として加圧室素と純水の混合流体が使用されるが、リリース噴流は加圧気体のみ、または加圧液体のみであってもよいし、他の組合せの加圧流体であってもよい。40

【0048】

本実施形態では、リリースノズル53は、ラバルノズルとして構成されている。以下、図5を参照して、ラバルノズルとして構成されたリリースノズル53について説明する。

【0049】

図5は、ラバルノズルとして構成されたリリースノズル53の拡大断面図である。以下の説明では、リリースノズル53をラバルノズル53と称する。ラバルノズル53は、流路が漸次縮小するスロート部100と、スロート部100の下流側で流路が漸次拡大する拡大部101と、を有する。

【0050】

ここで、ラバルノズル 5 3 内を流れる流体が圧縮性流体であると仮定する。この場合、スロート部 100 では流路径が漸次縮小していくので、流体の流速が増加する。そして、スロート部 100 の最小流路径の位置で、流体がチョーク流れとなるように、スロート部 100 の流路径、流体の圧力、流体の流量などの諸条件が設定される。チョーク流れとは、圧縮性流体の流速がマッハ数 1 の臨界状態になることである。圧縮性流体は、スロート部 100 の最小流路径の位置で閉塞（チョーク）されてチョーク流れとなり、ラバルノズル 5 3 に流れる流体の流量が制限される。チョーク流れの状態にある圧縮性流体は、流路の断面積が拡大されたときに加速されるという性質を有する。したがって、チョーク流れの状態にある流体（すなわち、音速に達した流体）は、流路径が漸次拡大していく拡大部 101 で加速され、その結果、流体の流速は超音速に達する。

10

【0051】

ラバルノズル 5 3 から噴射されるリリース噴流が安定した超音速の平行流を形成するには、ラバルノズル 5 3 の拡大部 101 の内面形状が重要である。そのため、従来公知の圧縮性流体力学理論（例えば、フォルシュ（F o e l s c h）の方法などの特性曲線法、プラントル・マイヤー関数など）を利用して、拡大部 101 の内面形状は設計される。ここで、平行流とは、リリース噴流がラバルノズル 5 3 の長手方向と平行であることを言う。ラバルノズル 5 3 の長手方向は、該ラバルノズル 5 3 内を流れる流体の流れ方向に一致する。この長手方向は、ラバルノズル 5 3 の中心軸と一致し、この中心軸は、図 5 において X の符号が付されている。

20

【0052】

安定した超音速の平行流のリリース噴流を形成するために、拡大部 101 は、例えば、フォルシュの方法にしたがった滑らかな曲面を有している。フォルシュの方法にしたがった拡大部 101 の滑らかな曲面は、変曲点 105 を有する。拡大部 101 における変曲点 105 の上流側は、初期拡大部 107 である。この初期拡大部 107 の曲面では、当該曲面の接線の傾きが流れ方向に沿って徐々に大きくなる。したがって、図 5 におけるラバルノズル 5 3 の上半分では、初期拡大部 107 の曲面の断面形状は下に凸の曲線を描き、ラバルノズル 5 3 の下半分では、初期拡大部 107 の曲面の断面形状は上に凸の曲線を描く。

【0053】

変曲点 105 の下流側は、終期拡大部 108 である。終期拡大部 108 の曲面では、当該曲面の接線の傾きが流れ方向に沿って徐々に小さくなる。したがって、図 5 におけるラバルノズル 5 3 の上半分では、終期拡大部 108 の曲面の断面形状は上に凸の曲線を描き、ラバルノズル 5 3 の下半分では、終期拡大部 108 の曲面の断面形状は下に凸の曲線を描く。初期拡大部 107 の形状は、例えば、必要とされる流体のマッハ数などからプラントル・マイヤー関数などを利用して決定される。フォルシュの方法にしたがえば、初期拡大部 107 で発生する膨張波が終期拡大部 108 の壁面で発生する圧縮波と相殺され消滅するよう、初期拡大部 107 の曲面形状に応じて、終期拡大部 108 の曲面形状が設計される。いずれにしても、初期拡大部 107 と終期拡大部 108 の曲面形状は、従来公知の圧縮性流体力学理論を用いて決定することができる。

30

【0054】

このように設計されたラバルノズル 5 3 は、超音速の平行流であるリリース噴流をウェーハ W とメンブレン 4 との間の隙間に噴射することができる。リリース噴流が平行流となるので、ウェーハ W とメンブレン 4 との間に形成される隙間が小さくても、リリース噴流をウェーハ W とメンブレン 4 との隙間に適切に噴射することができる。その結果、メンブレン 4 を大きく膨らませる必要がなくなり、ウェーハ W 上に形成された微細な配線の破断や、ウェーハ W の破損を防止することができる。また、リリース噴流の流速が超音速になることから、リリース噴流の周囲に存在する粒子は、リリース噴流に追従することができない。その結果、粒子がリリース噴流内に取り込まれなくなるので、リリース噴流によってウェーハ W が汚染されてしまうことを防止できる。さらに、リリース噴流の流速が超音速になることから、リリース噴流の動圧成分を高めることができる。その結果、ウェーハ

40

50

Wの離脱が促進され、研磨処理のスループットを向上させることができる。

【0055】

図6は、基板受け渡し装置として、プッシャの代わりに、リテナリングステーションと搬送ステージが設けられた研磨装置の一実施形態を説明するための模式図である。本実施形態のその他の構成は、図4に示した実施形態と同様であるため、対応する構成要素には同じ符号を付すことで、その詳細な説明は省略する。

【0056】

リテナリングステーション75の位置は固定であるが、搬送ステージ76は上下方向に移動可能となっている。リテナリングステーション75は、研磨ヘッド1のリテナリング3を押し上げる複数の押し上げ機構77を備えている。押し上げ機構77の鉛直方向の位置は、研磨ヘッド1と搬送ステージ76との間にある。また、押し上げ機構77と搬送ステージ76とは、互いに接触しないように配置されている。

10

【0057】

押し上げ機構77は、リテナリング3に接触する押し上げピン78と、押し上げピン78を上方に押す押圧機構としてのばね(図示せず)と、押し上げピン78およびばねを収容するケーシング79とを備えている。押し上げ機構77は、押し上げピン78がリテナリング3の下面に対向する位置に配置される。研磨ヘッド1が下降すると、リテナリング3の下面が押し上げピン78に接触する。ばねは、リテナリング3を押し上げるのに十分な押圧力を有している。したがって、図9に示すように、リテナリング3は押し上げピン78に押し上げられ、ウェーハWよりも上方の位置まで移動される。

20

【0058】

リテナリングステーション75には、複数のリリースノズル89が設けられている。リリースノズル89は、リテナリングステーション75の円周方向に沿って所定間隔を置いて複数個設けられており、加圧室素と純水の混合流体(リリース噴流)をリテナリングステーション75の半径方向内方に噴射するようになっている。

20

【0059】

次に、リテナリングステーション75と搬送ステージ76を用いたウェーハリリース動作について説明する。研磨されたウェーハWを保持している研磨ヘッド1は、リテナリングステーション75の上方の所定位置に移動する。次いで、研磨ヘッド1が下降し、図9に示すようにリテナリング3がリテナリングステーション75の押し上げ機構77により押し上げられる。研磨ヘッド1が下降しているとき、搬送ステージ76が上昇し、リテナリング3に接触することなく研磨ヘッド1の真下まで移動する。

30

【0060】

この状態で、研磨ヘッド1の圧力室内を低い圧力で加圧し、メンブレン4を膨らませる。これにより、ウェーハWの外周縁とメンブレン4との間に隙間を形成させる。そして、この隙間に、加圧室素と純水の混合流体からなるリリース噴流をリリースノズル89から噴射し、メンブレン4からウェーハWを離脱させる。ウェーハWは、搬送ステージ76に受け止められ、搬送ステージ76はウェーハWとともに下降される。本実施形態ではリリース噴流として加圧室素と純水の混合流体が使用されるが、リリース噴流は加圧気体のみ、または加圧液体のみであってもよいし、他の組合せの加圧流体であってもよい。

40

【0061】

図6に示される実施形態でも、リリースノズル89は、図5に示されるラバルノズルとして構成される。すなわち、ラバルノズル89は、流路径が漸次縮小するスロート部100と、スロート部100の下流側で流路径が漸次拡大する拡大部101と、を有する。ラバルノズルとして構成されたリリースノズル89は、上述したように、超音速の平行流であるリリース噴流をウェーハWとメンブレン4との間の隙間に噴射することができる。

【0062】

以上本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。

50

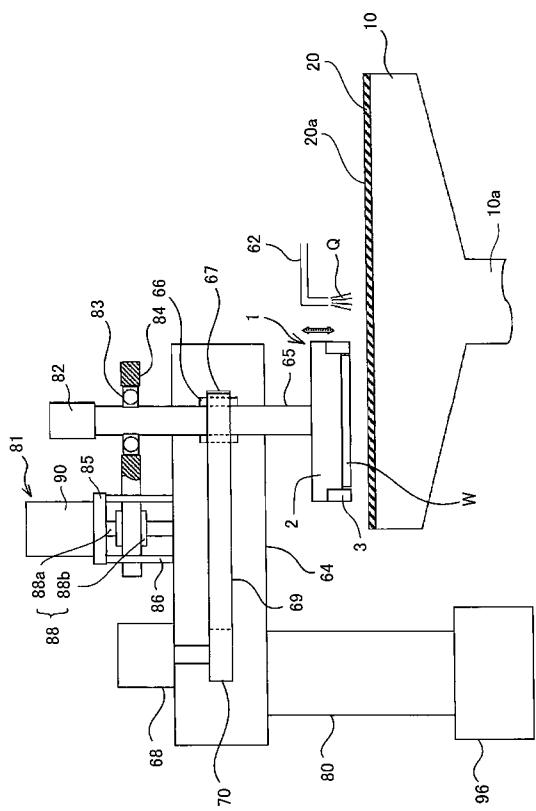
【符号の説明】

【0 0 6 3】

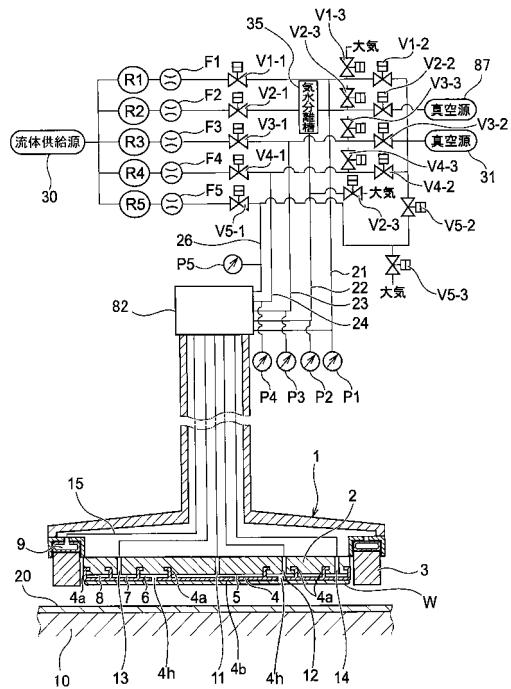
1	研磨ヘッド(基板保持装置)	
2	ヘッド本体	
3	リテナーリング	
4	弾性膜(メンブレン)	
4 a	隔壁	
4 b	ウェーハ保持面(基板保持面)	
4 h	孔	10
5	センター室	
6	リブル室	
7	アウター室	
8	エッジ室	
9	リテナーリング圧力室	
10	研磨テーブル	
10 a	テーブル軸	
11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 26	流路	
20	研磨パッド	
20 a	研磨面	
30	流体供給源	20
31, 87	真空源	
35	気水分離槽	
50	基板受け渡し装置(プッシャ)	
51	研磨ヘッドガイド	
52	プッシャステージ	
53, 89	リリースノズル(ラバルノズル)	
62	研磨液供給ノズル	
64	研磨ヘッドアーム	
65	研磨ヘッドシャフト	
66	回転筒	30
67	タイミングブーリ	
68	研磨ヘッド回転モータ	
69	タイミングベルト	
70	タイミングブーリ	
75	リテナーリングステーション	
76	搬送ステージ	
77	押し上げ機構	
78	押し上げピン	
79	ケーシング	
80	アームシャフト	40
81	上下動機構	
82	ロータリージョイント	
83	軸受	
84	ブリッジ	
85	支持台	
86	支柱	
88	ボールねじ	
88 a	ねじ軸	
88 b	ナット	
90	サーボモータ	50

9 6 アームモータ
 1 0 0 スロート部
 1 0 1 拡大部
 1 0 5 変曲点
 1 0 7 初期拡大部
 1 0 8 終期拡大部
 F 1 ~ F 5 流量センサ
 R 1 ~ R 5 圧力レギュレータ
 P 1 ~ P 5 圧力センサ
 V 1 - 1 ~ V 1 - 3 , V 2 - 1 ~ V 2 - 3 , V 3 - 1 ~ V 3 - 3 , V 4 - 1 ~ V 4 - 3 10
 , V 5 - 1 ~ V 5 - 3 バルブ

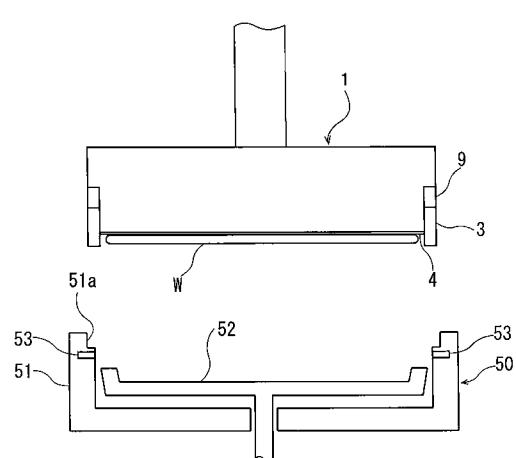
【図1】



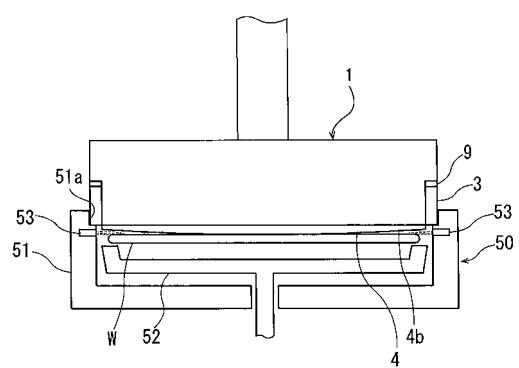
【図2】



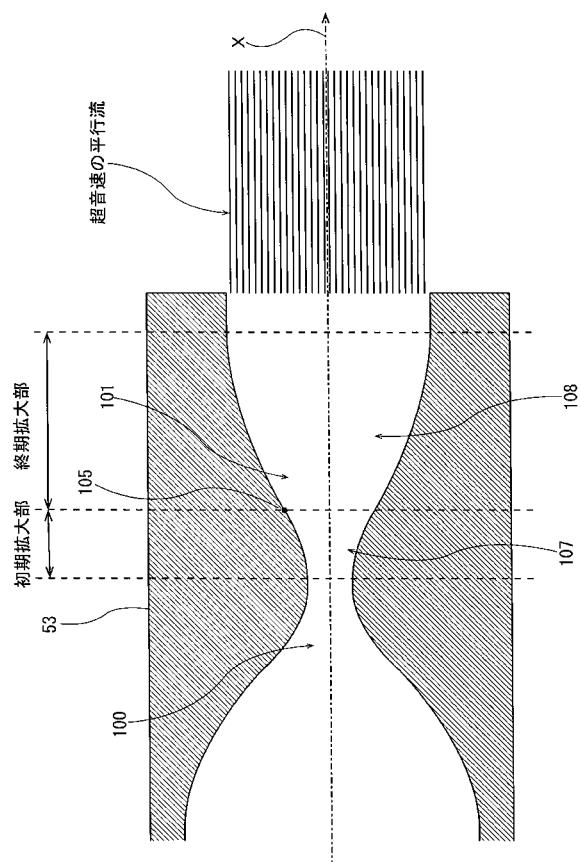
【図3】



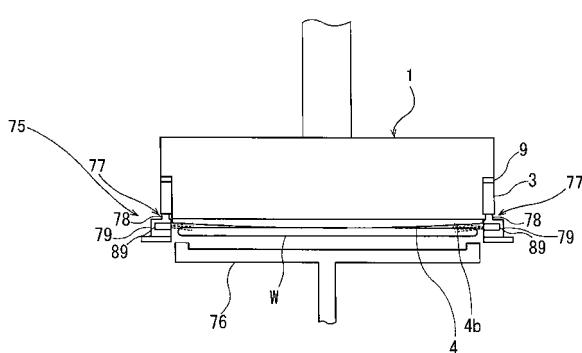
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F131 AA02 BA33 BA43 CA09 CA12 DA33 DA42 DA54 DB62 DB76
EA05 EA06 EA17 EA23 EA24 EB01 EB02 EB04 EB05 EB52
EB54 EB56 EB58 EB63 EB71 EB72 EB78 EB89 FA14 FA32
JA10 JA12 KA06 KA22 KA25 KA54