

(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.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/304 (2006.01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 L	3 C 1 5 8
B 2 4 B 37/30 (2012.01)	B 2 4 B 37/04 V	5 F 0 5 7
H O 1 L 21/683 (2006.01)	H O 1 L 21/68 P	5 F 1 3 1

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)	(71) 出願人 000000239 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(22) 出願日 平成26年9月29日 (2014. 9. 29)	(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 1 1 番 1 号 株式会 社 荏原製作所内
	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

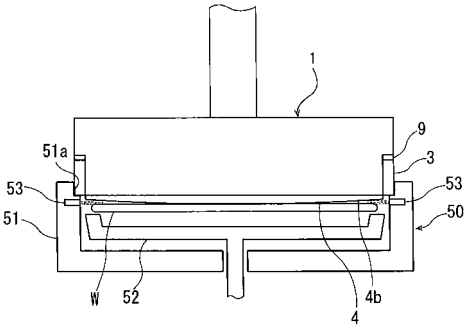
(54) 【発明の名称】 研磨装置

(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 2 0 を支持するための研磨テーブル 1 0 と、弾性膜 4 で構成された基板保持面 4 b および圧力室 5 を有し、基板保持面 4 b 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 2 0 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 4 b から離脱させるリリースノズル 5 3 とを備える。リリースノズル 5 3 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、

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、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（ SiO_2 ）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對運動させ、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弾性膜（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ー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。

【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變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。

【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。

【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。

【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。

【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。

【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、リテー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】

10

20

30

40

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ーナリング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プーリ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、上記タイミングプーリ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プーリ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プーリ７０、タイミングベルト６９、およびタイミングプーリ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ーナリング 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、リテーナリング 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チック（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（EPDM）、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 はリプル室 6 の位置に設けられているが、リプル室 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、0.4 MPa ~ 0.6 MPa 程度の圧力を有する窒素または空気が流れている。

【0034】

リプル室 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、リプル室 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、リプル室 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、リプル室 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、リプル室 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、プッシャ（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、リプル室 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 の旋回動作によりプ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、プッシャに渡される。

【0042】

図 3 は、ウェーハ W をプッシャ 50 へ渡すために、研磨ヘッド 1 がプッシャ 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 からプッシャ 50 へ渡すために、プッシャ 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ーナリング 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、加圧窒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、リテーナリング 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、リテーナリング 3 を押し上げ、同時にリテーナリング圧力室 9 を真空にすることにより、リテーナリング 3 の上昇を速やかに行うようにしている。

20

【0046】

プッシャ 50 の上昇完了時、リテーナリング 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、加圧窒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窒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。

【0050】

50

ここで、ラバルノズル 53 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、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 53 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 53 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 53 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 53 の長手方向と平行であることを言う。ラバルノズル 53 の長手方向は、該ラバルノズル 53 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 53 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 53 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 53 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 53 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 53 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に、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 53 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、ブッシャの代わりに、リテー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】

リテー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。リテーナリングステーション75は、研磨ヘッド1のリテーナリング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。

【0057】

押し上げ機構77は、リテーナリング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がリテーナリング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、リテーナリング3の下面が押し上げピン78に接触する。ばねは、リテーナリング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、リテーナリング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。

【0058】

リテー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、リテー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、加圧窒素と純水の混合流体（リリース噴流）をリテー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。

【0059】

次に、リテー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、リテー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に示すようにリテーナリング3がリテー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、リテーナリング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。

【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、加圧窒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窒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。

【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。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。

10

20

30

40

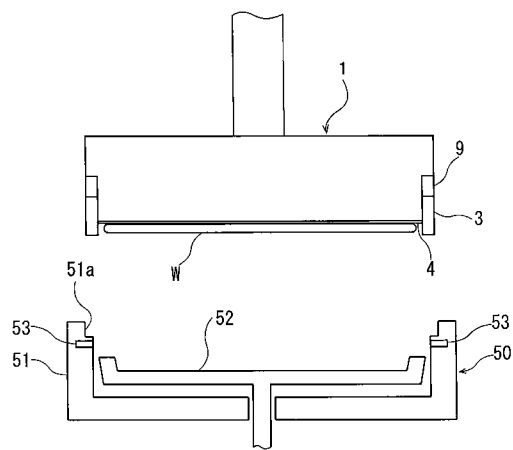
50

【符号の説明】

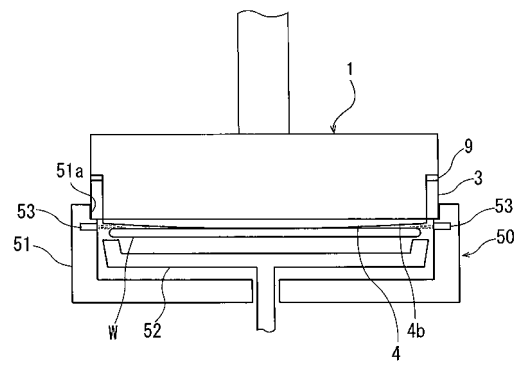
【0063】

1	研磨ヘッド（基板保持装置）	
2	ヘッド本体	
3	リテーナリング	
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	
5	センター室	10
6	リプル室	
7	アウター室	
8	エッジ室	
9	リテーナリング圧力室	
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	タイミングプーリ	
68	研磨ヘッド回転モータ	
69	タイミングベルト	
70	タイミングプーリ	
75	リテーナ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

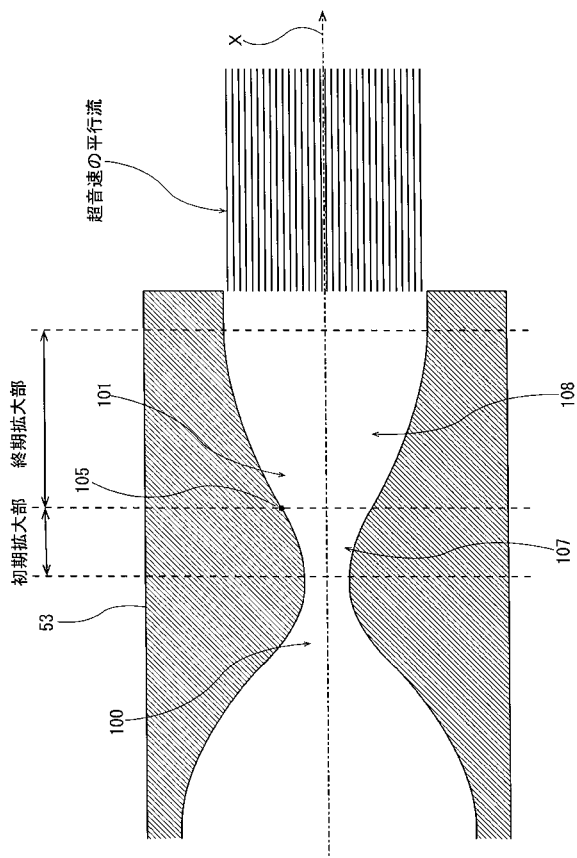
【図 3】



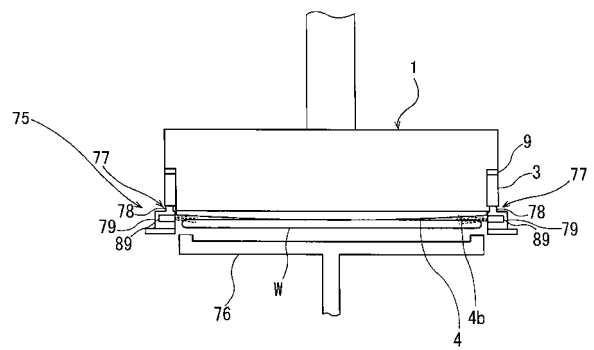
【図 4】



【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