

明 細 書

発明の名称： 研磨ヘッド及び研磨処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェーハ又はガラス基板などの基板の研磨処理に用いる研磨ヘッド及び研磨処理装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの製造工程においては、半導体ウェーハやガラス基板のような基板（以下、ウェーハと称する）の高集積化に伴い、基板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、化学的機械的研磨（CMP（Chemical Mechanical Polishing））である。この化学的機械的研磨は、研磨処理装置（ポリッシング装置とも呼ばれる）を用いて、シリカ（ SiO_2 ）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッド等の研磨面上に供給しつつ、基板を研磨面に摺接させて研磨処理を行うものである。

[0003] また、ウェーハを保持する研磨ヘッドには、研磨処理において回転による摺動摩擦力により付勢されたウェーハが外方に飛びださないようにするために当該ウェーハの外周を囲むようにリング状に形成されたリテーナリングが設けられている。このリテーナリングは、研磨中のウェーハをその内周面で受け止めることで、ウェーハの飛び出しを規制する。

なお、研磨ヘッドへの着脱を容易にするためにリテーナリングを含む一連の構成をテンプレートとして利用することもできる。

[0004] 例えば、特許文献1に開示されたCMP装置は、テンプレートが摩耗してテンプレート厚が徐々に薄くなる場合であっても、バックングフィルムがウェーハの周縁を押圧する押圧力が過度に高くなることを抑制する、というものである。これによりテンプレート厚が経時的に変化しても、ウェーハの周縁における研磨レートがウェーハの他の領域における研磨レートと比べて著しく変動することを抑制できる、としている。

[0005] また、特許文献2に開示された研磨機は、四角形の被研磨材を研磨する場合に被研磨材の角部に均等な押付け力を作用させることで四角形被研磨材における角部の研磨不良を有効に抑止する、というものである。

[0006] また、特許文献3に開示された研磨ヘッドは、複数の圧力室に封入される圧力流体の量に応じた押圧力が各圧力室から基板の背面側に付与され基板の被処理面の全面に亘って所望の押圧力を不連続部の無い状態で与え、さらにバックングフィルム外径をウェーハ外径よりも小さくして、ウェーハ端部の応力集中を防止するというものである。これにより押圧力の不均一によって、研磨ムラ、研磨不足、過研磨が生じてしまうことが防止され、E S F Q R (E d g e S i t e F l o n t l e a s t s Q u a r e R a n g e) の悪化現状を大幅に改善し、高品位の生産技術が実現できる、としている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2019-121650号公報

特許文献2：特開2004-034217号公報

特許文献3：特開2014-018933号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] このような研磨処理装置では、ウェーハにおいて研磨処理の対象となる面（以下、「被研磨面」という）と研磨パッドとの間の相対的な速度及び押圧力が被研磨面の全面に亘って均一でないと、研磨不足あるいは過研磨などの研磨ムラが生じてしまう。以下、不足あるいは過ぎる場合を過・少と称する場合がある。

[0009] 例えば、ウェーハ端部（エッジ）近傍の平坦度を評価する評価指標（フラットネス評価指標）として、R O A (R o l l O f f A m o u n t : ロールオフ量、エッジロールオフ量とも称す)、E S F Q R といった指標が使用されている。なおR O A 及びE S F Q R はウェーハの外周面精度を示すパラ

メータである。

また近年では、ウェーハの外周まで平らな形状が求められるようになり、これらのフラットネス評価指標で10 [nm] 以下の平坦度の高い研磨処理が行える研磨処理装置が求められる。

[0010] また、テンプレートのリテーナリングは生産枚数の増加に伴い摩耗しその厚みは薄くなる。ここで、テンプレート厚が徐々に薄くなること、具体的にはリテーナリングの摩耗による研磨精度への影響を説明する。

図14は、ある加工圧条件での従来型のテンプレートによる研磨量RR (Removal Rate) のモデルの説明図で、横軸はウェーハ半径 r 、縦軸は研磨量RRである。(a)はウェーハ厚さ $W_t = 770$ [μm]、リテーナリング厚さ $RR_t = 820$ [μm]、(b)は $W_t = 770$ [μm]、 $RR_t = 770$ [μm]、(c)は $W_t = 770$ [μm]、 $RR_t = 720$ [μm]である。

[0011] 図14(a)では理想形態となっており、後述する図16の挙動効果(加圧面積径<ウェーハ径)が現れている。図14(b)はFEM解析理論と合致している。しかし図14(c)ではウェーハ端部がメンブレンの張力の垂直分力で押し加圧されESFQRが理論傾向よりも大きく悪化している。

[0012] 図15は、特許文献1・特許文献3に係る「加圧面積径<ウェーハ径」テンプレートによる研磨量RRモデルの説明図である。

図15(a)では、図14(b)のウェーハ全面加圧状態より大幅にESFQRが改善されているが、リテーナリングの減摩に伴う図15(b)では、ウェーハ端部がメンブレンの張力の垂直分力で押し加圧されESFQRが図15(a)よりも少し悪化している。

[0013] 図15に示すように、従来型のテンプレートでは、リテーナリングの摩耗に伴い研磨量RRが大幅に変化することが見て取れる。そのため、現在の研磨処理における精度仕様に対応することが難しいという問題がある。

また、図15に示す特許文献1に係るテンプレートであっても、現在の研磨処理における精度仕様においては大量生産技術面での更なる研磨量RRの

安定化が要求されている。

なお、特許文献３に開示された研磨ヘッドでは、研磨処理において、加工時間の増加に従いウェーハの平坦度（E S F Q R）のばらつき現象が見受けられた。

- [0014] 本発明は、基板の被研磨面の部分的な研磨不足あるいは過研磨などの研磨ムラの発生を防ぎ、基板表面のE S F Q R等の更なる向上を図ることができ、高品質で安定的に多数毎の研磨処理を行うことができる研磨ヘッド及び研磨処理装置を提供することを、主たる課題とする。

課題を解決するための手段

- [0015] 本発明は、研磨パッドを有する研磨テーブルと、研磨処理対象となる基板を保持してその被研磨面を前記研磨パッドに摺接させる研磨ヘッドと、を有する研磨処理装置であって、前記研磨ヘッドは、筒状体の周面上方位置から外方に延出する第１の鏝部と当該周面下方位置から外方に延出する第２の鏝部とを有するヘッド筐体と、前記第２の鏝部の外周を囲むサイズに形成され、その上端部に前記第１、第２の鏝部の間に位置する第３の鏝部が形成された環状体と、前記環状体の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバックングフィルムを介して前記基板を保持する弾性体と、前記基板の外周を囲む形状に形成されたリテーナリングと、前記ヘッド筐体と前記環状体と前記リテーナリングとを一体的に水平に回転させる駆動手段と、を有し、前記弾性体の裏面側には、環状弾性体が配設され、前記環状体の内部には当該環状弾性体の上面に圧力を付与する矯正押圧リングが配設されており、前記ヘッド筐体と前記環状体と前記弾性体により囲まれた空間の圧力を調整して前記被研磨面の背面側に付与する加工圧力を調整する第１の圧力調整手段と、前記第１の鏝部を基準に、前記リテーナリングが前記研磨パッドに付与する圧力を調整する第２の圧力調整手段と、前記第２の鏝部を基準に、前記第３の鏝部を介して前記環状体を上昇又は下降させて前記被研磨面の背面側周縁に付与する加工圧力を調整する第３の圧力調整手段と、前記第２の鏝部を基準に、前記矯正押圧リングによる前記環状弾性体を介して前記被研磨

面の背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整する第４の圧力調整手段と、前記駆動手段、前記第１、第２、第３、第４の圧力調整手段の動作を制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

[0016] また、本発明の研磨ヘッドは、水平に回転する研磨パッドを有する研磨処理装置に設けられる研磨ヘッドであって、筒状体の周面上方位置から外方に延出する第１の鏝部と当該周面下方位置から外方に延出する第２の鏝部とを有するヘッド筐体と、前記第２の鏝部の外周を囲むサイズに形成され、その上端部に前記第１、第２の鏝部の間に位置する第３の鏝部が形成された環状体と、前記環状体の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバッキングフィルムを介して前記基板を保持する弾性体と、前記基板の外周を囲む形状に形成されたリテーナリングと、前記ヘッド筐体と前記環状体と前記リテーナリングとを一体的に水平に回転させる駆動手段と、を有し、前記弾性体の裏面側には、環状弾性体が配設され、前記環状体の内部には当該環状弾性体の上面に圧力を付与する矯正押圧リングが配設されており、前記ヘッド筐体と前記環状体と前記弾性体により囲まれた空間の圧力を調整して前記被研磨面の背面側に付与する加工圧力を調整する第１の圧力調整手段と、前記第１の鏝部を基準に、前記リテーナリングが前記研磨パッドに付与する圧力を調整する第２の圧力調整手段と、前記第２の鏝部を基準に、前記第３の鏝部を介して前記環状体を上昇又は下降させて前記被研磨面の背面側周縁に付与する加圧面積を調整する第３の圧力調整手段と、前記第２の鏝部を基準に、前記矯正押圧リングによる前記環状弾性体を介して前記被研磨面の背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整する第４の圧力調整手段と、前記駆動手段、前記第１、第２、第３、第４の圧力調整手段の動作を制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

[0017] また、水平に回転する研磨パッドを有する研磨処理装置に設けられる研磨ヘッドが行う研磨処理方法は、前記第１の圧力調整手段により前記被研磨面の背面側に加工圧力を付与し、前記第２の圧力調整手段により前記研磨パッドに圧力を付与し、前記第３の圧力調整手段により前記環状体を上昇させて

当該第1の圧力調整手段による加工圧力と比べて相対的に当該被研磨面の背面側周縁の加工圧力を低減して行う第1の工程と、前記第1の圧力調整手段による加工圧力の付与を停止し、前記第2の圧力調整手段により前記研磨パッドに圧力を付与し、前記第3の圧力調整手段により前記環状体を下降させて前記被研磨面の背面側周縁の加工圧力の低減を解除し、前記第4の圧力調整手段による当該被研磨面の背面側外周近傍に補填圧力を付与して行う第2の工程と、を有することを特徴とする。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、基板の被研磨面の部分的な研磨不足あるいは過研磨などの研磨ムラの発生を防ぎ、基板表面のE S F Q R等の更なる向上を図ることができ、高品質で安定的に多数毎の研磨処理を行うことができる研磨ヘッド及び研磨処理装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]研磨処理装置が有する研磨ヘッド及びその周辺構成の一例を説明するための図。
- [図2]研磨処理装置が有する研磨ヘッド及びその周辺構成の一例を説明するための概略縦断面図。
- [図3]環状弾性体（ゲル体リング）の断面形状の一例を示す概略縦断面図。
- [図4]矯正押圧リングの断面形状の一例を示す概略縦断面図。
- [図5]リテーナリングによる研磨パッド表面を押圧する「パッドの抑え込み」を説明するための図。
- [図6]メンブレン支持リングの上昇又は下降の動作を説明するための概略縦断面図。
- [図7]矯正押圧リングの動作を説明するための概略縦断面図。
- [図8]研磨後のR Rを示すグラフ（無次元表示）。
- [図9]（a）は、ウェーハ最端部と中央部の面圧一致方法を説明するためのグラフ。（b）は、加圧領域と端部応力減衰の関係の一例を示す図。
- [図10]（a）、（b）は、土圧球根原理に基づいて設計する補填圧力パター

ンの一例を説明するための図。

[図11]ウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍への補填圧力の分布曲線（補填圧力パターン）の一例を示す図。

[図12]研磨処理を実行する際の制御部による主要な制御手順の一例を説明するためのフローチャート。

[図13]（a）～（d）は、図12に示すステップS108の処理における第1の工程、第2の工程を説明するための模式図。

[図14]（a）、（b）、（c）は、従来型のテンプレートによる研磨量RRモデルの説明図。

[図15]（a）、（b）は、特許文献1に係る「加圧面積径<ウェーハ径」テンプレートによる研磨量RRモデルの説明図。

[図16]ウェーハ端部の集中応力を緩和できる基本概念を説明するための図。

[図17]変形例に係る研磨処理装置が有する研磨ヘッド及びその周辺構成の一例を説明するための概略縦断面図。

[図18]第1、第2の環状弾性体の断面形状の一例を示す概略縦断面図。

[図19]第1、第2の矯正押圧リングの動作を説明するための概略縦断面図。

発明を実施するための形態

[0020] ここで、図16を用いて本願発明に係る基本概念について説明する。

従来の研磨ヘッド機構では、ウェーハの全面積部（中心から外周端面まで）に均等及び半径方向に段差状の加工圧を付加している。特に外周端部での加圧状態はESFQRに大きく影響する。例えば、FEM解析での軟質パッド、ウェーハ全面均一加圧、Gap値（リテーナリング部105内周からウェーハW端部までの距離）が数ミリの場合、端部の最大圧縮応力は中心部圧力の1.5～2倍弱となる。また、応力影響範囲は直径300[mm]ウェーハの場合、端部より15[mm]位となる。この解析結果より、外周端部に加工減圧力を与えれば、端部応力が中心部と等価となるのではとの知見を得た。

[0021] 図16は直径300[mm]のウェーハに端部より5[mm]部を無加圧

(加圧部は直径290 [mm]) の状態として解析した結果である。図面では変位を表しているが、端部のパッドへの沈降変位は中央部の約1/2であり、加工圧は減圧力となることを表示している。減圧現象は端部より30 [mm] 近辺より生じており、無加圧幅5 [mm] の約6倍となる挙動が判明した。この原理を基盤として、加圧部面積の径・リテーナリング圧力・Gap値などのパラメータを調整する事によりESFQR≒0の条件が探索可能となる。

[0022] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態例を説明する。なお、本実施形態の研磨処理装置は、半導体ウェーハやガラス基板のような基板（以下、ウェーハと称する場合もある）を研磨対象とする。本明細書では、この基板の一方の表面を円形又は略円形の被研磨面と称す。また、研磨パッド上においてウェーハの被研磨面が接する面を研磨面と称す。

[0023] 研磨処理装置は、研磨部材となる研磨パッドが接着され、この研磨パッドを水平に回転させるための研磨テーブルと、基板の被研磨面を研磨パッドに対向させて摺接させるための研磨ヘッドとを有している。

基板は、研磨ヘッドにより研磨パッドに押圧される。そして、研磨パッドに研磨液（スラリー）を供給しながら研磨テーブルと研磨ヘッドを回転させることにより、被研磨面の研磨処理を行う。

[0024] [実施形態例]

図1は、本実施形態に係る研磨処理装置Sの概略構成図である。

図1に示す研磨処理装置Sは、研磨テーブル51を有し、この研磨テーブル51の表面部に研磨パッド50が接着されている。

[0025] 研磨処理装置Sは、更に基板（ウェーハ）Wを保持してその被研磨面を研磨パッド50に押圧する研磨ヘッド100、研磨液を研磨パッド50に向けて供給するためのノズルN、研磨テーブル51及び研磨ヘッド100をそれぞれ水平に回転させるためのモータ（図示省略）、ノズルNと接続されている研磨液供給機構（図示省略）、及び、モータを含む各駆動部を制御するためのコンピュータを含む制御部20を有する。

[0026] 研磨パッド50は円盤状のものであり、その半径は、ウェーハWの被研磨面の最大径（直径）よりも大きいものである。この機構において研磨パッド50と研磨ヘッド100それぞれの回転数及び回転方向を変化させ、ウェーハW面内の相対研磨速度を調整できる機構となっている。また、研磨パッド50は、それ自体で弾性を持つものであり、不織布からなるものや、発泡ウレタン製のものなど、市場で入手できる素材を用いることができる。

[0027] 研磨ヘッド100は、ウェーハWを、その被研磨面が研磨パッド50に摺接するように保持する保持機構、保持されたウェーハWをその被研磨面の背面方向（背面側）から研磨パッド50の方向に向けて圧力を付与する押圧機構を有する。これらの機構の詳細については後述する。

[0028] 制御部20は、ノズルNの位置決め、ノズルNからの研磨液の供給開始又は停止制御、ノズルNから噴出供給される研磨液の単位時間当たりの供給量制御、モータの始動開始や始動停止制御等を主として行う。制御部20により制御されたモータの回転力は、図示しない駆動部を介して研磨テーブル51に伝達される。これにより研磨テーブル51が水平に回転し、あるいは回転を停止する。

研磨ヘッド100にも、図示しない駆動部（例えば自在継手）を介してモータの回転力（トルク）が伝達される。これにより研磨ヘッド100が水平に回転し、あるいは回転を停止する。

[0029] 研磨テーブル51の回転方向と研磨ヘッド100の回転方向は同方向であることが一般的である。これは、逆方向にするとウェーハ面内の研磨相対速度が不均一となり、均等量研磨が不可能となるおそれがあるためである。研磨テーブル51の回転方向と研磨ヘッド100の回転方向を同じ方向として、両者の回転速度を調整することで研磨精度を高めることができる。

[0030] なお、単一のモータの回転力を、それぞれ異なるギア比のギアを介して研磨テーブル51及び研磨ヘッド100に伝達するようにしても良く、それぞれ個別のモータを通じて回転力を伝達するようにしても良い。両者は任意に設計することができる。この制御部20による制御手順については、後述す

る。

[0031] 研磨液は、制御部20の制御により研磨テーブル51の回転速度が所定値に達した状態で、ノズルNから所定時間、研磨パッド12に向けて供給される。

次に、研磨処理装置Sが備える研磨ヘッド100及びその周辺構成について、詳しく説明する。

[0032] [研磨ヘッド及びその周辺構成]

図2は、研磨処理装置Sが有する研磨ヘッド100及びその周辺構成の一例を説明するための概略縦断面図である。図2を用いて研磨ヘッド100の構成の一例を説明する。

なお、以下の説明においては、ウェーハ表面のGBIR (Global backside ideal range) 等の更なる向上を図るために研磨処理装置Sが制御する圧力においてウェーハWをその被研磨面が研磨パッド50に摺接するように保持し、保持されたウェーハWをその被研磨面の背面方向（背面側）から研磨パッド50の方向に向けて圧力を付与する。

[0033] [研磨ヘッドの構成]

図2に示す研磨ヘッド100は、大別して、研磨対象のウェーハWに対して研磨圧力（加工圧力）を付与された状態などで当該ウェーハWを研磨パッド50に摺接させる保持機構を有する。研磨ヘッド100は、また、研磨圧力（加工圧力）の付与や研磨パッド50側に向けてリテーナリング6を押圧するための押圧機構を有する。

なお本実施形態に係るリテーナリング6は、研磨ヘッド100及び研磨テーブル51の回転力により付勢されたウェーハWの外周方向への飛び出しを規制する。なお、ウェーハ端部と研磨パッド50の接触圧力にも関与するものである。

[0034] 研磨ヘッド100は、ヘッド筐体2、メンブレン支持リング3、メンブレン4、バックングフィルム5、リテーナリング6、フレキシブル板7を有する。

ここで、研磨ヘッド１００は、ヘッド筐体２と接続されたフレキシブル板７を介して駆動力（例えば起動手段であるモータの回転力（トルク））が伝達されるように構成される。具体的には、メンブレン支持リング３は、ヘッド筐体２に接続されたフレキシブル板７（接続部不図示）と接続され、リテーナリング６は、当該メンブレン支持リング３とドライブピン８を介して接続される。

これにより研磨ヘッド１００が有する各種構成が一体的に水平に回転し、あるいは回転を停止することができる。このようにフレキシブル板７は、メンブレン支持リング３とリテーナリング６とを一体的に水平に回転させる駆動手段として機能する。

なお、回転の開始、その停止、単位時間当たりの回転量などは予め設定された内容に基づいて制御部２０が制御する。

[0035] ヘッド筐体２は、筒状体の周面上方位置から外方に延出する第１の鰐部２１と当該周面下方位置から外方に延出する第２の鰐部２２とを有する。なお、図２においてはヘッド筐体２、第１の鰐部２１、第２の鰐部２２を組み合わせて構成する一例を示しているが、これに限るものではなく、これらを一体的に形成しても良い。

[0036] メンブレン支持リング３は、ヘッド筐体２の第２の鰐部２２の外周を囲むサイズに形成された環状体であり、その上端部に第１の鰐部２１、第２の鰐部２２の間に位置する第３の鰐部３１が形成される。メンブレン支持リング３は、例えばＳＵＳ材などを用いて形成される。なお、図２においてはメンブレン支持リング３、第３の鰐部３１を組み合わせて構成する一例を示しているが、これに限るものではなく、これらを一体的に形成しても良い。

[0037] メンブレン４は、メンブレン支持リング３の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバックングフィルム５を介してウェーハＷを保持する。メンブレン４は、メンブレン支持リング３の外周面に嵌装できる内径で略筒状（鍋型）に形成された筒状の弾性体（筒状弾性体）である。メンブレン４は、また、エチレンプロピレンゴム（ＥＰＤＭ）、シリコンゴム等の強度

及び耐久性に優れたゴム材によって形成される。

[0038] バッキングフィルム5は、メンブレン4の外底面（外表面）に張設されるフィルム状の薄膜である。例えば不織布などの多孔質材をその素材として用いることができる。バッキングフィルム5は、ウェーハWの被研磨面を研磨パッド50に対向（当接）させ、摺接した状態で保持する。このようにメンブレン4、バッキングフィルム5は、ウェーハWを保持する保持機構として機能する。

[0039] リテーナリング6は、ウェーハWの外周を囲む形状に形成される。リテーナリング6は、研磨ヘッド100及び研磨テーブル51の回転力により付勢されたウェーハWの外周方向への飛び出しを規制する他に、ウェーハ端部と研磨パッド50の接触圧力制御にも関与するものである。

研磨ヘッド100では、研磨加工時においてウェーハWの端部とリテーナリング6の内周側内壁にスキマを持って構成される。また、リテーナリング6による研磨パッド50表面を押圧する「パッドの抑え込み」を機能的に高い精度で行うことができる。このようにリテーナリング6は研磨ヘッド100の押圧機構の一つとして機能する。

[0040] 研磨ヘッド100が有するメンブレン4の裏面側には、ゲル体リング10（以下、環状弾性体10と称す）が配設され、メンブレン支持リング3（環状体3）の内部には当該環状弾性体10の上面に圧力を付与する矯正押圧リング11が配設される。以下、環状弾性体10、矯正押圧リング11の構成の詳細について説明する。

[0041] 図3は、環状弾性体10の断面形状の一例を示す概略縦断面図である。

環状弾性体10は、ウェーハWのサイズと比べて相対的に小さいサイズでリング形状に形成された弾性体である。例えば、図3(a)に示すような断面矩形状（図2に対応）、図3(b)に示すような下底面の幅が上底面の幅と比べて相対的に広い断面略台形状、図3(c)に示すような断面略半円形状などに形成することができる。

[0042] 環状弾性体10は、例えばエクシール社製のH0-100・C（やわらか

め)、H5-100・C7(ふつう)、H15-100・C15(かため)などを用いて形成することができる。

また、用いるゲルの硬度やゲル体リングの幅、高さ、矯正押圧リング11の圧子形状などは後述する土圧球根原理に基づいて選定し、ウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍(外周近傍領域)に付与する補填圧力の「補填圧力パターン」を決定してこれらを設定する。なお、圧子形状は環状弾性体10の上面を押圧する矯正押圧リング11の押圧面形状である。

[0043] 図4は、矯正押圧リング11の断面形状の一例を示す概略縦断面図である。

矯正押圧リング11は、リング形状に形成された上面部11bと下面部11c、円柱形状に形成された複数の接続部11dを有する。接続部11dを介して上面部11bと下面部11cは接続される。また、矯正押圧リング11は、メンブレン支持リング3に接続されたフレキシブル板7を介して保持される。具体的には、フレキシブル板7に形成された孔部(不図示)に接続部11dが移動自在に挿入された状態で矯正押圧リング11が保持されている。

[0044] 矯正押圧リング11の押圧面形状は、例えば図4(a)に示すようなフラットな押圧面形状(図2に対応)、図4(b)に示すような断面略半円形状な押圧面形状などに形成することができる。

なお、矯正押圧リング11の押圧面形状は、用いるゲルの硬度やゲル体リングの幅、高さなどと合わせて後述する土圧球根原理に基づいて設計し、ウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍(外周近傍領域)に付与する補填圧力の「補填圧力パターン」を決定してその形状を特定する。

[0045] [押圧機構]

研磨ヘッド100では、図2に示すように、ヘッド筐体2の第2の鍔部22、メンブレン支持リング3(環状体3)とメンブレン4により形成された空間がウェーハWをその被研磨面の背面方向(背面側)から研磨パッド50の方向に向けて圧力を付与する圧力室(密封状態の気室)が形成される。研

磨ヘッド１００に形成された圧力室は、バックリングフィルム５をメンブレン４に装着した状態のバックリングフィルム５の領域を投影した当該メンブレン１０２上の領域に対応する空間である。

なお、ヘッド筐体２の第２の鰐部２２とメンブレン支持リング３（環状体３）は封止隔壁１２を介して接続される。また、封止隔壁１２は例えばゴム等の弾性体を用いて形成される。

[0046] 研磨処理装置Ｓが有する研磨ヘッド１００では、図示しない流体供給機構に接続されたエアパイプを介して圧力室に向けて圧力流体（例えば圧縮空気）を供給し、あるいは、供給した圧力流体を回収可能に構成される。つまり研磨ヘッド１００は、圧力室に供給する圧力流体（図２に示す破線Ｐ１）の量を調整してウェーハＷに対して付与する加工圧力Ｐ１を発生させることができるように構成される。

[0047] これら構成は、制御部２０を介して、ヘッド筐体２（第２の鰐部２２）とメンブレン支持リング３とメンブレン４により囲まれた空間（圧力室）の圧力を調整してウェーハＷの被研磨面の背面側に付与する加工圧力Ｐ１を調整する第１の圧力調整手段として機能する。

[0048] 図５は、リテーナリング６による研磨パッド５０表面を押圧する「パッドの抑え込み」を説明するための図である。

研磨処理装置Ｓが有する研磨ヘッド１００では、図２に示すように、ヘッド筐体２の第１の鰐部２１とリテーナリング６の間にエアバッグＰ２が配設される。

[0049] また、研磨処理装置Ｓが有する研磨ヘッド１００では、図２に示すように、図示しない流体供給機構に接続されたエアパイプを介してエアバッグＰ２に向けて圧力流体（例えば圧縮空気）を供給し、あるいは、供給した圧力流体を回収可能に構成される。つまり研磨ヘッド１００は、エアバッグＰ２に供給する圧力流体（図２に示す破線Ｐ２）の量を調整してリテーナリング６による研磨パッド５０表面を押圧する圧力Ｐ２を発生させることができるように構成される。

[0050] エアバッグP 2は、リング形状に形成されており、エアバッグP 2に圧力流体が封入されて膨張する。これにより、図5に示すように、封入された圧力流体の量に応じた圧力P 2でリテーナリング6が研磨パッド50を押圧することができる。

[0051] これら構成は、制御部20を介して、エアバッグP 2に供給する圧力流体の量を調整して第1の鰐部21を基準に、リテーナリング6が研磨パッド50に付与する圧力P 2を調整する第2の圧力調整手段として機能する。換言すると、第2の圧力調整手段はウェーハ端部応力の最適化を図るためのものとも言える。

[0052] 図6は、メンブレン支持リング3の上昇又は下降の動作を説明するための概略縦断面図である。

研磨処理装置Sが有する研磨ヘッド100では、図2に示すように、ヘッド筐体2の第2の鰐部22とメンブレン支持リング3の第3の鰐部31との間にエアバッグP 3が配設される。

[0053] また、研磨処理装置Sが有する研磨ヘッド100では、図2に示すように、図示しない流体供給機構に接続されたエアパイプを介してエアバッグP 3に向けて圧力流体（例えば圧縮空気）を供給し、あるいは、供給した圧力流体を回収可能に構成される。つまり研磨ヘッド100は、エアバッグP 3に供給する圧力流体（図2に示す破線P 3）の量を調整してメンブレン支持リング3の上昇又は下降の動作が可能に構成される。

[0054] エアバッグP 3は、リング形状に形成されており、エアバッグP 3に圧力流体が封入されて膨張する。これより、図6に示すように、封入された圧力流体の量に応じてメンブレン支持リング3が上昇したり（図2）、下降したり（図6）する。つまり、メンブレン支持リング3の上昇又は下降の動作に応じて、メンブレン4、バックリングフィルム5も上昇又は下降することになる。

[0055] メンブレン支持リング3の上昇又は下降の動作に伴うメンブレン4、バックリングフィルム5の上昇又は下降により、ウェーハWの周縁領域においてバ

ッキングフィルム5が当接する領域が変化する。この変化に応じてウェーハWの被研磨面の背面側周縁に付与される加工面圧も変化するようになる(図2、図6、図16参照)。

なお、エアバッグP3にてメンブレン4の外周部を持ち上げることで、ウェーハWの外周部に加工面圧が付与される領域(圧力円周帯と称す)と付与されない領域(非圧力円周帯と称す)が創成される。環状弾性体10は、メンブレン4とウェーハWにおける圧力円周帯と非圧力円周帯の境界(図11等参照)に環状弾性体10の底面の中心を合わせて配設される。このように環状弾性体10を配置することにより、従来の研磨ヘッドでは不可能であったESFQR≡0の原理機構が究明でき、同時にGBIRも飛躍的に向上させることができる。

[0056] これら構成は、制御部20を介して、ウェーハWの被研磨面の背面側に付与される加工圧力のうちエアバッグP3に供給する圧力流体の量を調整して、第2の鰐部22を基準に第3の鰐部31を介して、被研磨面の背面側周縁に付与する加圧面積P1'を調整する第3の圧力調整手段として機能する。

なお、研磨処理装置Sが有する研磨ヘッド100では、メンブレン支持リング3の上昇を所定の範囲に規制する規制手段としてストッパ13を有する。例えばストッパ13はネジにて構成される。

[0057] 図7は、矯正押圧リング11の動作を説明するための概略縦断面図である。

前述したように研磨ヘッド100が有するメンブレン4の裏面側には、環状弾性体10が配設され、当該環状弾性体10の上面に圧力を付与する矯正押圧リング11が配設される。また、図2に示すように、メンブレン支持リング3の第3の鰐部31と矯正押圧リング11の間にエアバッグP4が配設される。

[0058] また、研磨処理装置Sが有する研磨ヘッド100では、図2に示すように、図示しない流体供給機構に接続されたエアパイプを介してエアバッグP4に向けて圧力流体(例えば圧縮空気)を供給し、あるいは、供給した圧力流

体を回収可能に構成される。つまり研磨ヘッド100は、エアバッグP4に供給する圧力流体（図2に示す破線P4）の量を調整して矯正押圧リング11の上昇又は下降の動作が可能に構成される。

なお、本実施形態では、矯正押圧リング11の上昇動作はバネ11aの付勢力を受けて上昇するように構成している。

[0059] エアバッグP4は、リング形状に形成されており、エアバッグP4に圧力流体が封入されて膨張する。これより、図7に示すように、封入された圧力流体の量に応じて矯正押圧リング11が上昇したり（図2）、下降したり（図6）する。つまり、メンブレン支持リング3の上昇又は下降の動作に応じて環状弾性体10の上面に付与される圧力も変化することになる。

[0060] 矯正押圧リング11の上昇又は下降の動作に伴う環状弾性体10の上面に付与される圧力が変化する。この変化に応じてウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与される補填圧力P4の補填圧力パターンも変化することになる（図2、図7参照）。

[0061] これら構成は、制御部20を介して、ウェーハWの被研磨面の背面側に付与される加工圧力のうちエアバッグP4に供給する圧力流体の量を調整して第2の鏝部22を基準に、被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与する補填圧力P4を調整する第4の圧力調整手段として機能する。

[0062] [研磨処理]

ここで、本実施形態に係る研磨処理装置Sが実行する研磨処理について説明する。

本実施形態に係る研磨処理装置Sが実行する研磨処理は、初めに、あるロットのウェーハ群の特性や研磨処理装置の状態に応じて特定される運転条件（処理条件）を特定する。その上で、この運転条件に基づいて連続してウェーハの研磨処理（量産）を実施する。

以下、運転条件（処理条件）を特定するステップについて説明する。

[0063] [圧力P2の確定]

図8は、研磨前後でのウェーハ端部のRR曲線を示すグラフである。縦軸

は研磨量 RR (Removal Rate) [$\mu\text{m}/\text{min}$] を無次元化で示し、横軸はウェーハの径 [mm] を示す。なお本例では、 $\Delta RR = 0.2$ を観察している。

第1のステップとして、エアバッグP3は圧力流体が供給されない無圧力状態にする。この場合、メンブレン支持リング3は下降している状態（図6参照）である。また、エアバッグP4は圧力流体が供給されない無圧力状態にする。この場合、矯正押圧リング11は環状弾性体10の上面に押圧力を付与していない状態である。

[0064] そして、ウェーハWに対して加工圧力P1を付与しつつ、リテーナリング6による研磨パッド50表面を押圧する圧力P2調整することにより $RR = 1.2$ を満たすように調整を行う ($P_r = 1.75 * P_1$)。本例では、 $\Delta RR = 0.2$ を観察している。

なお、図8に示す ΔRR はGapによって大きく変動する。また、Gapはウェーハの回転座標軸において一回転中で0～1 [mm] 間で変動するため、 ΔRR は静的な面圧シートなどによる測定ではなく、実運転データでの平均的挙動を得るほうがより正確なものとなる。

[0065] [補填曲線]

図9(a)は、ウェーハ最端部と中央部の面圧一致方法を説明するためのグラフである。縦軸は研磨量 RR (Removal Rate) [$\mu\text{m}/\text{min}$] を無次元化で示し、横軸はウェーハの径 [mm] を示す。

図9(a)のグラフからは、黒破線（研磨 RR ）と黒点線（圧力減衰）の合算平均挙動で黒実線の補填曲線が得られることが見て取れる。

また、図9(b)は、加圧領域と端部応力減衰の関係の一例を示す図であり、メンブレンとウェーハの裏面接地面積、すなわち負荷面圧径の半径 (PAR) と端部応力減衰の曲線を示すグラフである。縦軸は研磨量 RR (Removal Rate) [$\mu\text{m}/\text{min}$] を無次元化で示し、横軸はウェーハの径 [mm] を示す。

[0066] [メンブレン支持リング3の上昇動作の位置調整 (H)]

第2のステップとして、エアバッグP3に圧力流体を供給する。この場合、メンブレン支持リング3は上昇する（図2参照）。メンブレン支持リング3の上昇を所定の範囲に規制するストッパ13（位置調整：高さH）を用いてエッジポイントにおける $RR = 1.0$ を満たすように調整を行う。なお、エアバッグP4は圧力流体が供給されない無圧力状態のままである。

この調整は面圧シートを使用して H vs RR (DL) を測定することにより行うことができる。Hの測定は、例えばOptex社製LS-100CNなどを用いることができる。

[0067] 図10は、土圧球根原理に基づいて設計する補填圧力パターンの一例を説明するための図である。図10(a)は、土圧球根原理による荷重（面圧幅； B ・単位面積圧力： q ）と応力が作用する範囲の一例を示している。図10(b)は、土圧球根原理に基づく補填圧力パターンの一例を示している。

図10に示すように、環状弾性体10を介した矯正押圧リング11によるウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与する補填圧力P4は土圧球根挙動にて伝播され、補填圧力パターンが形成される。

なお、補填圧力パターンの測定は、例えばTekscan社製I-SCAN-20-F02（分解能ピッチ： 0.2 [mm]）を用いて行うことができる。

[0068] 図11は、ウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）への補填圧力の分布曲線（補填圧力パターン）の一例を示す図である（図9(a)に示す黒実線の凹面部を補填）。縦軸は研磨量 RR (Removal Rate) [$\mu\text{m}/\text{min}$] の無次元を示し、横軸はウェーハの径 [mm] を示す。

第1のステップ、第2のステップにより、図11に示すように、環状弾性体10を介した矯正押圧リング11によるウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与する補填圧力P4の補填圧力パターンを特定する。

[0069] [研磨処理の制御手順]

次に、本実施形態の研磨処理装置Sによる処理手順について説明する。図12は、研磨処理を実行する際の制御部20による主要な制御手順の一例を説明するためのフローチャートである。以下説明する処理手順は、前述した運転条件に基づいて連続してウェーハの研磨処理（量産）を実施するものである。

[0070] 制御部20は、研磨処理装置Sのオペレータによる開始指示の入力受付を契機に制御を開始する（S100）。なお、運転条件として、環状弾性体10を介した矯正押圧リング11によるウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与する補填圧力P4の補填圧力パターンは取得済みであるものとする。

[0071] 制御部20は、所定の初期加工後、研磨ヘッド100の保持機構によるウェーハWの保持を開始する（S101）。

[0072] 制御部20は、ウェーハWをウェーハ受け渡しテーブル（不図示）からウェーハWを保持し、研磨ヘッド100を研磨処理の開始位置へ移動させる（S102）。

制御部20は、圧力室、エアバッグP2、エアバッグP3それぞれに所定量の圧力流体を供給して加工圧力P1、加圧面積P1'、圧力P2を整える（S103）。

[0073] 制御部20は、圧力流体の供給量に応じた各圧力が適切であることを確認した場合は（S104：Yes）、研磨テーブル11、並びに、研磨ヘッド100の回転を開始するように、図示しないモータへ指示を出す（S105）。これにより、研磨テーブル51と研磨ヘッド100が、水平に回転を開始する。

[0074] 研磨テーブル11と研磨ヘッド100の回転開始を指示した後、制御部20は、ノズルNの位置決めを指示するとともに、研磨液供給機構に対して研磨液の供給を開始させるように指示を出す（S106）。これにより、研磨液がノズルNから研磨パッド50の表面に向けて供給される。このようにして制御部20は、研磨を開始する（S107）

[0075] 制御部20は、運転条件に基づいて加工圧力の圧力調整を開始する（S108）。ここでステップS108の処理における圧力調整について説明する。ステップS108の処理における圧力調整は大別して第1の工程、第2の工程を有する。

[0076] 第1の工程では、制御部20は、前述した第1の圧力調整手段を介してウェーハWの被研磨面の背面側に加工圧力P1を付与し、前述した第2の圧力調整手段を介して研磨パッド50に圧力P2を付与し、前述した第3の圧力調整手段を介してメンブレン支持リング3を上昇させて当該第1の圧力調整手段による加工圧力P1と比べて相対的に被研磨面の背面側周縁の加工圧力が低減されるように加圧面積P1'の状態にそれぞれを調整する。このとき、制御部20は、エアバッグP4は圧力流体が供給されない無圧力状態になるように制御する。

[0077] 第2の工程では、制御部20は、前述した第1の圧力調整手段を介して加工圧力P1の付与を停止し、前述した第2の圧力調整手段を介して研磨パッド50に圧力P2を付与し、前述した第3の圧力調整手段を介してメンブレン支持リング3を下降させて被研磨面の背面側周縁の加工圧力の低減状態（加圧面積P1'の状態）を解除し、前述した第4の圧力調整手段を介してウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に補填圧力P4を付与するように制御する。

なお、第1の工程、第2の工程は、研磨テーブル11と研磨ヘッド100の回転が維持された状態で内部シーケンスにより切り替えられる。

[0078] その後制御部20は、研磨が終了したか否かを判別する（S109）。この判別は、例えばセンサの検出結果に基づき、ウェーハWが所望の厚みに研磨されたと判断した場合に研磨を終了する。また、そうでない場合（S109：No）、ステップS108の処理へ戻る。

制御部20は、研磨が終了したと判別した場合（S109：Yes）、研磨液供給機構に対して研磨液の供給停止を指示する（S110）。

[0079] その後、制御部20は、研磨テーブル51と研磨ヘッド100の回転を止

めるように、モータへ停止指示を出す（S 1 1 1）。その後、研磨後のウェーハWを載置するテーブルまで研磨ヘッド100を移動させる（S 1 1 2）。これにより、一連の研磨処理の処理が終了する。

[0080] なお、保持が解除されたか否かの判別は、例えば図示しない各種センサを用いて検知するように構成することもできる。なお、研磨テーブル51と研磨ヘッド100の回転停止後に、供給した圧力流体を回収しても良い。このように制御することにより、研磨後のウェーハWが搬送途中において意図せず脱落してしまうことを防ぐことができる。

[0081] 図13は、図12に示すステップS108の処理における第1の工程、第2の工程を説明するための模式図である。

図13（a）、（b）は第1の工程を示しており、図13（c）、（d）は第2の工程を示している。図中矢印で示しているように第1の工程、第2の工程は（a）から（b）、（b）から（c）、（c）から（d）の一連の工程として進んでいく。

[0082] 第1の工程では、ウェーハWの被研磨面の背面側に加工圧力P1が付与され、研磨パッド50に圧力P2が付与され、メンブレン支持リング3を上昇させ加工圧力P1と比べて相対的に被研磨面の背面側周縁の加工圧力が低減されるように加圧面積P1'の状態に調整して処理が行われる。なお、エアバッグP4は圧力流体が供給されない無圧力状態である。

第1の工程の処理において、図13（a）のように加圧面積の減少化に伴い図13（b）に示す端部凸面現象が発生する。

[0083] 第2の工程では、加工圧力P1の付与を停止し、研磨パッド50に圧力P2を付与し、メンブレン支持リング3を下降させて被研磨面の背面側周縁の加工圧力の低減状態（加圧面積P1'の状態）を解除し、ウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に運転条件に応じた補填圧力パターンの補填圧力P4を付与して処理が行われる。

第2の工程の処理において、図13（c）のように運転条件に応じた補填圧力パターンの補填圧力P4により部分的矯正加圧が行われる。その後、研

磨パッド50への圧力P2を解除して（図13（d））第2の工程の処理は終了する。

[0084] 本実施形態に係る研磨ヘッド100及びこれを有する研磨処理装置Sでは、加工圧力P1、加圧面積P1'、圧力P2、補填圧力P4の調整・制御をすることで高品質で安定的な研磨処理を行うことができる。また、基板の被研磨面の部分的な研磨不足あるいは過研磨などの研磨ムラの発生を防ぎ、基板表面のESFQR等の更なる向上を図ることができる。

[0085] また、本実施形態に係る研磨ヘッド100及びこれを有する研磨処理装置Sにより、ウェーハ端部に無加圧領域を設定して全面積加圧時での端部面圧上昇を低減させ、面圧不均衡部に補填圧力を付与してウェーハ端部での面圧均衡ができる機構を提供することができる。

[0086] [変形例]

以下、研磨ヘッドの変形例について説明する。なお、実施形態例において説明した研磨ヘッド100及びこれを有する研磨処理装置Sにおいて既に説明した構成と同じものは、同一の符号を付すとともにその説明を省略する。

[0087] 図17は、変形例に係る研磨処理装置Sが有する研磨ヘッド200及びその周辺構成の一例を説明するための概略縦断面図である。図2を用いて研磨ヘッド200の構成の一例を説明する。

なお、以下の説明においては、ウェーハ表面のGBIR（Global backside ideal range）等の更なる向上を図るために研磨処理装置Sが制御する圧力においてウェーハWをその被研磨面が研磨パッド50に摺接するように保持し、保持されたウェーハWをその被研磨面の背面方向（背面側）から研磨パッド50の方向に向けて圧力を付与する。

[0088] [研磨ヘッドの構成]

図17に示す研磨ヘッド200は、大別して、研磨対象のウェーハWに対して研磨圧力（加工圧力）を付与された状態などで当該ウェーハWを研磨パッド50に摺接させる保持機構を有する。研磨ヘッド200は、また、研磨圧力（加工圧力）の付与や研磨パッド50側に向けてリテーナリング6を押

圧するための押圧機構を有する。

[0089] 研磨ヘッド200は、ヘッド筐体40、メンブレン支持リング3、メンブレン4、バックリングフィルム5、リテーナリング6、フレキシブル板7を有する。

ここで、研磨ヘッド200は、ヘッド筐体40と接続されたフレキシブル板7を介して駆動力（例えば起動手段であるモータの回転力（トルク））が伝達されるように構成される。具体的には、メンブレン支持リング3は、ヘッド筐体40に接続されたフレキシブル板7（接続部不図示）と接続され、リテーナリング6は、当該メンブレン支持リング3とドライブピン8を介して接続される。

[0090] これにより研磨ヘッド100が有する各種構成が一体的に水平に回転し、あるいは回転を停止することができる。このようにフレキシブル板7は、メンブレン支持リング3とリテーナリング6とを一体的に水平に回転させる駆動手段として機能する。

なお、回転の開始、その停止、単位時間当たりの回転量などは予め設定された内容に基づいて制御部20が制御する。

[0091] メンブレン支持リング3は、研磨処理対象となる基板（ウェーハW）の外周を囲むサイズの内周径を有する環状体である。メンブレン支持リング3は、ヘッド筐体40と接続される。メンブレン支持リング3は、例えばSUS材などを用いて形成される。

メンブレン4は、メンブレン支持リング3の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバックリングフィルム5を介してウェーハWを保持する。

メンブレン4は、メンブレン支持リング3の外周面に嵌装できる内径で略筒状（鍋型）に形成された筒状の弾性体（筒状弾性体）である。メンブレン4は、また、エチレンプロピレンゴム（EPDM）、シリコンゴム等の強度及び耐久性に優れたゴム材によって形成される。

[0092] バックリングフィルム5は、メンブレン4の外底面（外表面）に張設される

フィルム状の薄膜である。例えば不織布などの多孔質材をその素材として用いることができる。バックリングフィルム5は、ウェーハWの被研磨面を研磨パッド50に対向（当接）させ、摺接した状態で保持する。このようにメンブレン4、バックリングフィルム5は、ウェーハWを保持する保持機構として機能する。

[0093] リテーナリング6は、ウェーハWの外周を囲む形状に形成される。リテーナリング6は、研磨ヘッド100及び研磨テーブル51の回転力により付勢されたウェーハWの外周方向への飛び出しを規制する他に、ウェーハ端部と研磨パッド50の接触圧力制御にも関与するものである。

[0094] 研磨ヘッド200が有するメンブレン4の裏面側には、ゲル体リング30a（第1の環状弾性体30a）、及び、ゲル体リング30b（第2の環状弾性体30b）が配設される。

また、メンブレン支持リング3（環状体3）の内部には、第1の環状弾性体30aの上面に圧力を付与する第1の矯正押圧リング31a、及び、第2の環状弾性体30bの上面に圧力を付与する第2の矯正押圧リング31bが配設される。

[0095] 研磨ヘッド200では、図17に示すように、図示しない流体供給機構に接続されたエアパイプを介してエアバッグP4に向けて圧力流体（例えば圧縮空気）を供給し、あるいは、供給した圧力流体を回収可能に構成される。つまり研磨ヘッド200は、エアバッグP4に供給する圧力流体（図17に示す破線P4）の量を調整して第1、第2の矯正押圧リングの上昇又は下降の動作が可能に構成される。

なお、図17に示す研磨ヘッド200では、一例として第1、第2の矯正押圧リングの上昇又は下降動作はバネ31cを介して行うように構成している。以下、ゲル体リング、矯正押圧リングの構成の詳細について説明する。

[0096] 図18は、第1、第2の環状弾性体の断面形状の一例を示す概略縦断面図。

図19は、第1、第2の矯正押圧リングの動作を説明するための概略縦断

面図である。

前述したように研磨ヘッド200が有する環状弾性体は、図17に示すように、内周側の第1の環状弾性体30aと外周側の第2の環状弾性体30bに分割されて構成される。

また、研磨ヘッド200が有する矯正押圧リングは、第1の環状弾性体30aに圧力を付与する第1の矯正押圧リング31a、及び、第2の環状弾性体30bに圧力を付与する第2の矯正押圧リング31bとして構成される。

これにより、図19に示すように、被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与する補填圧力のうち内周側は第1の環状弾性体30aにより付与され、外周側は第2の環状弾性体30bにより付与される。

[0097] また、第1の環状弾性体30aと第2の環状弾性体30bの間には、補填圧力を付与する際の第1の環状弾性体30aの変形と第2の環状弾性体30bの変形が相互に与える影響を低減させるための変形防止リング33が配設される。

なお、先述の実施形態例（研磨ヘッド100）においては、環状弾性体10は、メンブレン4とウェーハWにおける圧力円周帯と非圧力円周帯の境界（図11等参照）に環状弾性体10の底面の中心を合わせて配設されることを説明した。本変形例における研磨ヘッド200では、変形防止リング33をこの境界位置に設置する。これにより、従来の研磨ヘッドでは不可能であったESFQR≒0の原理機構が究明でき、同時にGBIRも飛躍的に向上させることができる。

[0098] 図18(a)に示すように、第1の環状弾性体30aは、その内周側の側面が斜面となる台形形状に形成される。

第2の環状弾性体31bは、その外周側の側面が斜面となる台形形状に形成される。また、第2の環状弾性体31bは、ウェーハWのサイズと比べて相対的に小さいサイズに形成される。

[0099] また、第1の矯正押圧リング31aは、図18(a)に示すように、第1の環状弾性体30aの斜面（内周側の側面）の全部又は一部を覆うように構

成される。

第2の矯正押圧リング31bは、第2の環状弾性体30bの斜面（外周側の側面）の全部又は一部を覆うように構成される（図18（b））。これにより、補填圧力を付与する際の第1の環状弾性体30aの変形、及び、第2の環状弾性体30bの変形による補填圧力の遺漏を低減させることができる。つまり、第4の圧力調整手段の圧力付与による補填圧力の調整を容易にするとともに、より適切にウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に付与することが可能になる。

[0100] また、第1の矯正押圧リング31aは、図18（a）に示すように、第1の環状弾性体30aの上面を覆い第4の圧力調整手段からの圧力を付与すると共に、ヘッド筐体40と第1の矯正押圧リング31aと弾性体（メンブレン4）により囲まれた空間の圧力を調整し被研磨面の背面側に付与する加工圧力P1が、第1の環状弾性体30aの上面にも付与されるように構成される。このように第1の矯正押圧リング31aは、第1の環状弾性体30aの上面を覆うことで、第1の環状弾性体30aの底面を介して加工圧力P1をウェーハWの被研磨面の背面側に付与することができる。

[0101] ウェーハWの被研磨面の背面側外周近傍（外周近傍領域）に運転条件に応じた補填圧力パターンの補填圧力P4を付与する圧力調整処理（ステップ：S108）処理において、第1の環状弾性体30aと第2の環状弾性体30bにより、変形防止リング33の近傍領域における補填圧力の調整をより容易に行うことが可能になる（図19参照）。

[0102] 上記説明した実施形態は、本発明をより具体的に説明するためのものであり、本発明の範囲が、これらの例に限定されるものではない。

符号の説明

[0103] 2、40…ヘッド筐体、3…メンブレン支持リング、4…メンブレン、5…バックグフィルム、6…リテーナリング、7…フレキシブル板、20…制御部、50…研磨パッド、51…研磨テーブル、100、200…研磨ヘッド、S…研磨処理装置、N…ノズル、W…ウェーハ。

請求の範囲

- [請求項1] 研磨パッドを有する研磨テーブルと、研磨処理対象となる基板を保持してその被研磨面を前記研磨パッドに摺接させる研磨ヘッドと、を有する研磨処理装置であって、
- 前記研磨ヘッドは、
- 筒状体の周面上方位置から外方に延出する第1の鰐部と当該周面下方位置から外方に延出する第2の鰐部とを有するヘッド筐体と、
- 前記第2の鰐部の外周を囲むサイズに形成され、その上端部に前記第1、第2の鰐部の間に位置する第3の鰐部が形成された環状体と、
- 前記環状体の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバックリングフィルムを介して前記基板を保持する弾性体と、
- 前記基板の外周を囲む形状に形成されたリテーナリングと、
- 前記ヘッド筐体と前記環状体と前記リテーナリングとを一体的に水平に回転させる駆動手段と、を有し、
- 前記弾性体の裏面側には、環状弾性体が配設され、前記環状体の内部には当該環状弾性体の上面に圧力を付与する矯正押圧リングが配設されており、
- 前記ヘッド筐体と前記環状体と前記弾性体により囲まれた空間の圧力を調整して前記被研磨面の背面側に付与する加工圧力を調整する第1の圧力調整手段と、
- 前記第1の鰐部を基準に、前記リテーナリングが前記研磨パッドに付与する圧力を調整する第2の圧力調整手段と、
- 前記第2の鰐部を基準に、前記第3の鰐部を介して前記環状体を上昇又は下降させて前記被研磨面の背面側周縁に付与する加工圧力を調整する第3の圧力調整手段と、
- 前記第2の鰐部を基準に、前記矯正押圧リングによる前記環状弾性体を介して前記被研磨面の背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整する第4の圧力調整手段と、

前記駆動手段、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の圧力調整手段の動作を制御する制御手段と、を有することを特徴とする、
研磨処理装置。

[請求項 2] 前記第 2 の圧力調整手段は、前記制御手段を介して、前記第 1 の鰐部と前記リテーナリングの間に配設されたエアバッグに流入させる圧力流体を調整して当該リテーナリングが前記研磨パッドに付与する圧力を調整することを特徴とする、
請求項 1 に記載の研磨処理装置。

[請求項 3] 前記第 3 の圧力調整手段は、前記制御手段を介して、前記第 2 の鰐部と前記第 3 の鰐部の間に配設されたエアバッグに流入させる圧力流体を調整して前記環状体を上昇又は下降させて前記被研磨面の背面側周縁に付与する加圧面積を調整することを特徴とする、
請求項 1 又は 2 に記載の研磨処理装置。

[請求項 4] 前記第 4 の圧力調整手段は、前記制御手段を介して、前記第 3 の鰐部と前記矯正押圧リングの間に配設されたエアバッグに流入させる圧力流体を調整して前記環状弾性体からの前記被研磨面の背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整することを特徴とする、
請求項 1、2 又は 3 に記載の研磨処理装置。

[請求項 5] 前記第 3 の圧力調整手段による前記環状体の上昇を所定の範囲に規制する規制手段を有することを特徴とする、
請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載の研磨処理装置。

[請求項 6] 前記環状弾性体は、前記基板のサイズと比べて相対的に小さいサイズに形成されることを特徴とする、
請求項 1 乃至 5 いずれか一項に記載の研磨処理装置。

[請求項 7] 前記環状体は、前記ヘッド筐体に接続されたフレキシブル板と接続され、前記リテーナリングは、当該環状体とドライブピンを介して接続されることを特徴とする、
請求項 1 乃至 6 いずれか一項に記載の研磨処理装置。

[請求項8] 水平に回転する研磨パッドを有する研磨処理装置に設けられる研磨ヘッドであって、

 筒状体の周面上方位置から外方に延出する第1の鏝部と当該周面下方位置から外方に延出する第2の鏝部とを有するヘッド筐体と、

 前記第2の鏝部の外周を囲むサイズに形成され、その上端部に前記第1、第2の鏝部の間に位置する第3の鏝部が形成された環状体と、

 前記環状体の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバッキングフィルムを介して前記基板を保持する弾性体と、

 前記基板の外周を囲む形状に形成されたりテーナリングと、

 前記ヘッド筐体と前記環状体と前記リテーナリングとを一体的に水平に回転させる駆動手段と、を有し、

 前記弾性体の裏面側には、環状弾性体が配設され、前記環状体の内部には当該環状弾性体の上面に圧力を付与する矯正押圧リングが配設されており、

 前記ヘッド筐体と前記環状体と前記弾性体により囲まれた空間の圧力を調整して前記被研磨面の背面側に付与する加工圧力を調整する第1の圧力調整手段と、

 前記第1の鏝部を基準に、前記リテーナリングが前記研磨パッドに付与する圧力を調整する第2の圧力調整手段と、

 前記第2の鏝部を基準に、前記第3の鏝部を介して前記環状体を上昇又は下降させて前記被研磨面の背面側周縁に付与する加圧面積を調整する第3の圧力調整手段と、

 前記第2の鏝部を基準に、前記矯正押圧リングによる前記環状弾性体を介して前記被研磨面の背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整する第4の圧力調整手段と、

 前記駆動手段、前記第1、第2、第3、第4の圧力調整手段の動作を制御する制御手段と、を有することを特徴とする、

 研磨ヘッド。

- [請求項9] 水平に回転する研磨パッドを有する研磨処理装置に設けられる研磨ヘッドが行う研磨処理方法は、
- 前記第1の圧力調整手段により前記被研磨面の背面側に加工圧力を付与し、前記第2の圧力調整手段により前記研磨パッドに圧力を付与し、前記第3の圧力調整手段により前記環状体を上昇させて当該第1の圧力調整手段による加工圧力と比べて相対的に当該被研磨面の背面側周縁の加工圧力を低減して行う第1の工程と、
- 前記第1の圧力調整手段による加工圧力の付与を停止し、前記第2の圧力調整手段により前記研磨パッドに圧力を付与し、前記第3の圧力調整手段により前記環状体を下降させて前記被研磨面の背面側周縁の加工圧力の低減を解除し、前記第4の圧力調整手段による当該被研磨面の背面側外周近傍に補填圧力を付与して行う第2の工程と、を有することを特徴とする、
- 研磨処理方法。
- [請求項10] 研磨パッドを有する研磨テーブルと、研磨処理対象となる基板を保持してその被研磨面を前記研磨パッドに摺接させる研磨ヘッドと、を有する研磨処理装置であって、
- 前記研磨ヘッドは、
- 前記研磨処理対象となる基板の外周を囲むサイズの内周径を有する環状体と、
- 前記環状体の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバッキングフィルムを介して前記基板を保持する弾性体と、
- 前記弾性体の裏面側に配設され、前記被研磨面の背面側外周近傍に補填圧力を付与する環状弾性体と、
- 前記環状弾性体が前記背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整する第4の圧力調整手段と、を有することを特徴とする、
- 研磨処理装置。
- [請求項11] 前記第4の圧力調整手段は、前記環状体の内部に配設された矯正押

圧リングを介して前記環状弾性体に圧力を付与するように構成されることを特徴とする、

請求項 10 に記載の研磨処理装置。

[請求項12] 前記環状弾性体は、内周側の第 1 の環状弾性体と外周側の第 2 の環状弾性体に分割されて構成されており、

前記矯正押圧リングは、前記第 1 の環状弾性体に圧力を付与する第 1 の矯正押圧リング、及び、前記第 2 の環状弾性体に圧力を付与する第 2 の矯正押圧リングとして構成されており、前記被研磨面の背面側外周近傍に付与する補填圧力のうち内周側は前記第 1 の環状弾性体により付与され、外周側は前記第 2 の環状弾性体により付与されることを特徴とする、

請求項 11 に記載の研磨処理装置。

[請求項13] 前記第 1 の環状弾性体と前記第 2 の環状弾性体の間に変形防止リングを配設することを特徴とする、

請求項 12 に記載の研磨処理装置。

[請求項14] 前記第 1 の環状弾性体は、その内周側が斜面となる台形状に形成されており、

前記第 2 の環状弾性体は、その外周側が斜面となる台形状に形成されており、

前記第 1 の矯正押圧リングは、前記第 1 の環状弾性体の内周側の斜面の少なくとも一部を覆うように構成されており、

前記第 2 の矯正押圧リングは、前記第 2 の環状弾性体の外周側の斜面の少なくとも一部を覆うように構成されることを特徴とする、

請求項 12 に記載の研磨処理装置。

[請求項15] 前記第 1 の矯正押圧リングは、前記第 1 の環状弾性体の上面を覆い前記第 4 の圧力調整手段からの圧力を付与すると共に、ヘッド筐体と当該第 1 の矯正押圧リングと前記弾性体により囲まれた空間の圧力を調整し前記被研磨面の背面側に付与する加工圧力が、前記第 1 の環状

弾性体の上面にも付与されるように当該第 1 の環状弾性体の上面を覆うように構成されることを特徴とする、

請求項 1 4 に記載の研磨処理装置。

[請求項16] 水平に回転する研磨パッドを有する研磨処理装置に設けられる研磨ヘッドであって、

研磨処理対象となる基板の外周を囲むサイズの内周径を有する環状体と、

前記環状体の下端側開口部に被覆され、その表面側に貼着されたバッキングフィルムを介して前記基板を保持する弾性体と、

前記弾性体の裏面側に配設され、前記被研磨面の背面側外周近傍に補填圧力を付与する環状弾性体と、

前記環状弾性体が前記背面側外周近傍に付与する補填圧力を調整する第 4 の圧力調整手段と、を有することを特徴とする、

研磨ヘッド。