

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4465645号
(P4465645)

(45) 発行日 平成22年5月19日(2010.5.19)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int. Cl. F I
B 2 4 B 37/00 (2006.01) B 2 4 B 37/00 B
B 2 4 B 41/047 (2006.01) B 2 4 B 41/047
H O 1 L 21/304 (2006.01) H O 1 L 21/304 6 2 2 K

請求項の数 10 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-158072 (P2003-158072)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成15年6月3日(2003.6.3)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(65) 公開番号	特開2004-358590 (P2004-358590A)	(74) 代理人	100092897 弁理士 大西 正悟
(43) 公開日	平成16年12月24日(2004.12.24)	(72) 発明者	泉 重人 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成18年3月30日(2006.3.30)	審査官	橋本 卓行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨装置、これを用いた半導体デバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

研磨対象物を保持する対象物保持具と、前記研磨対象物の被研磨面と対向する面に研磨面が設けられた研磨部材を有する研磨ヘッドとを備え、前記研磨面を前記被研磨面に当接させながら相対移動させて前記被研磨面の研磨を行うように構成された研磨装置において、

前記研磨ヘッドは、前記被研磨面と対向する面に開口を有するヘッドハウジングと、前記ヘッドハウジングの内側部に設けられたリング部材とを有し、

前記研磨部材は前記ヘッドハウジングに前記開口を塞ぐように設けられて、前記リング部材とともに前記ヘッドハウジング内に圧力室を形成し、前記圧力室に給排される空気を利用して前記被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に構成されており、

前記ヘッドハウジングに、前記ヘッドハウジング内の前記圧力室に空気を供給するための吸気口が設けられ、

前記リング部材が前記ヘッドハウジング内に位置する前記研磨部材の周囲を囲んで前記研磨部材の上部外周部との間に所定の隙間を設けて、前記ヘッドハウジング内に前記圧力室が形成されていることを特徴とする研磨装置。

【請求項2】

前記ヘッドハウジングに前記研磨部材を保持するプレート保持部が設けられており、前記プレート保持部は、前記ヘッドハウジング内に設けられた前記被研磨面に向かう方向へ延びるスライドガイド部材と、

前記スライドガイド部材に前記被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に設けられたスライド部材と、

前記スライド部材に設けられ、前記研磨部材を揺動可能に保持する揺動保持部材とを有して構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 3】

研磨対象物を保持する対象物保持具と、前記研磨対象物の被研磨面と対向する面に研磨面が設けられた研磨部材を有する研磨ヘッドとを備え、前記研磨面を前記被研磨面に当接させながら相対移動させて前記被研磨面の研磨を行うように構成された研磨装置において、

前記研磨ヘッドは、前記被研磨面と対向する面に開口を有するヘッドハウジングと、前記ヘッドハウジングに設けられて前記研磨部材を保持するプレート保持部と、前記ヘッドハウジングの内側部に設けられたリング部材とを有し、

前記研磨部材は前記ヘッドハウジングに前記開口を塞ぐように設けられて、前記リング部材とともに前記ヘッドハウジング内に圧力室を形成し、前記圧力室に給排される空気を利用して前記被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に構成されており、

前記ヘッドハウジングに、前記ヘッドハウジング内の前記圧力室に空気を供給するための吸気口が設けられ、

前記プレート保持部は、前記ヘッドハウジング内に設けられた前記被研磨面に向かう方向へ延びるスライドガイド部材と、

前記スライドガイド部材に前記被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に設けられたスライド部材と、

前記スライド部材に設けられ、前記研磨部材を揺動可能に保持する揺動保持部材とを有して構成されていることを特徴とする研磨装置。

【請求項 4】

前記研磨部材と前記スライド部材とに跨って、前記研磨部材の揺動緩衝機構が設けられていることを特徴とする請求項 2 もしくは請求項 3 に記載の研磨装置。

【請求項 5】

前記揺動緩衝機構に、前記研磨部材を前記被研磨面と対向する位置に付勢する付勢バネが設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の研磨装置。

【請求項 6】

前記ヘッドハウジングに、前記ヘッドハウジング内から空気を排出するための排気口が前記吸気口とは別に設けられていることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちいずれか一項に記載の研磨装置。

【請求項 7】

一端が前記吸気口に繋がって設けられたエア供給管と、前記エア供給管の他端に繋がって設けられ、前記エア供給管および前記吸気口を介して前記ヘッドハウジング内に空気を供給可能なエア供給部と、

一端が前記排気口に繋がって設けられた排気管と、前記排気管の他端に繋がって設けられ、前記排気口および前記排気管を介して前記ヘッドハウジング内から空気を排出可能なエア排出部と、

前記ヘッドハウジング内における空気圧が所望の空気圧となるように前記エア供給部および前記エア排出部の作動を制御する空気圧制御部とを備えて構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の研磨装置。

【請求項 8】

前記エア供給管内の空気圧を測定可能な供給側圧力測定部と、前記排気管内の空気圧を測定可能な排気側圧力測定部とを備え、

前記空気圧制御部が、前記供給側圧力測定部に測定された前記エア供給管内の空気圧と、前記排気側圧力測定部に測定された前記排気管内の空気圧とを基に前記ヘッドハウジング内における空気圧を測定し、測定された前記ヘッドハウジング内における空気圧が所望の空気圧となるように前記エア供給部および前記エア排出部の作動を制御することを特徴

10

20

30

40

50

とする請求項 7 に記載の研磨装置。

【請求項 9】

前記研磨対象物は半導体ウェハであり、

請求項 1 から請求項 8 のうちいずれか一項に記載の研磨装置を用いて前記半導体ウェハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 10】

研磨対象物を保持する対象物保持具と、前記研磨対象物の被研磨面と対向する面に研磨面が設けられた研磨部材を有する研磨ヘッドとを備え、前記研磨面を前記被研磨面に当接させながら相対移動させて前記被研磨面の研磨を行うように構成された研磨装置において、

10

前記研磨ヘッドは、前記被研磨面と対向する面に開口を有するヘッドハウジングと、前記ヘッドハウジングに設けられて前記研磨部材を保持するプレート保持部と、前記ヘッドハウジングの内側部に設けられたリング部材とを有し、

前記研磨部材は前記ヘッドハウジングに前記開口を塞ぐように設けられて、前記リング部材とともに前記ヘッドハウジング内に圧力室を形成し、前記圧力室に給排される空気を利用して前記被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に構成されており、

前記リング部材が前記ヘッドハウジング内に位置する前記研磨部材の周囲を囲んで前記研磨部材の上部外周部との間に所定の隙間を設けて、前記ヘッドハウジング内に前記圧力室が形成されるとともに、前記リング部材および前記研磨部材の下部外周部により前記隙間を介して前記圧力室と連通するラビリンス空間が形成され、前記研磨部材の往復移動が前記圧力室と前記ラビリンス空間との差圧を利用して行われ、

20

前記ヘッドハウジングに、前記ヘッドハウジング内の前記圧力室に空気を供給するための吸気口が設けられるとともに、前記ヘッドハウジング内から空気を排出するための排気口が前記ラビリンス空間に繋がって設けられていることを特徴とする研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウェハ等の研磨対象物の表面を平坦化する研磨装置に関し、さらに詳しくは、研磨装置に構成される研磨ヘッドの構造に関する。また、この研磨装置を用いた半導体デバイス製造方法および半導体デバイスに関する。

30

【0002】

【従来の技術】

このような研磨装置として、研磨対象物としての半導体ウェハを保持具により保持し、これを研磨部材（研磨パッド）に接触させながら相対回転移動させて半導体ウェハの表面研磨を行う研磨装置がある。このように半導体ウェハの表面研磨を行う研磨装置では、非常に精密且つ均一な研磨が要求されるため、ウェハ（研磨対象物）の表面の凹凸に追従して研磨部材がその姿勢を変えるようにしたり、もしくはウェハがその姿勢を変えるようにしたりして、常に最適な加工状態を維持するような工夫がなされている。

【0003】

例えば、米国特許第 6, 251, 215 号に開示の研磨装置では、ウェハを保持するヘッド部に柔軟性に富んだゴムシートを用い、ゴムシートの裏面側に空気圧を作用させてこのゴムシートを介してウェハを研磨部材となる研磨パッドに押し付けるように構成されている。また、特開平 10 - 235555 号公報に開示の装置では、ウェハを保持するヘッド部がボールジョイント構造を介して回転駆動軸に連結されて、ヘッド部がボールジョイント部を介して揺動自在な状態で回転駆動されるように構成されている。このようにゴムシートや、ボールジョイント構造を用いることにより、研磨パッドが貼り付けられる定盤の回転精度や研磨パッドの厚みのバラツキに応じてその姿勢が柔軟に変化し、ウェハが研磨パッドに常に均一に接触し、均一な表面研磨を行うことができるようになっている。

40

【0004】

上記構成とは逆に、研磨部材側すなわち研磨パッドの姿勢を柔軟に変化させることができ

50

るようにする構成の装置も知られている。この装置では、例えば、ウェハチャックにウェハがその被研磨面を上方に向けて（フェイスアップ状態で）真空吸着され、ウェハチャックとともに回転駆動される。このウェハの上方にこれと対向して研磨ヘッドが配設されており、研磨ヘッドは、ウェハの被研磨面と接触する研磨パッドを貼り付けた研磨部材と、これを柔軟に支えるドライブプレートおよびゴムシート（ダイアフラム）と、これらに空気圧を加えるための圧力室を構成するための内部空間が形成されたヘッドハウジングとを有して構成される。

【0005】

ヘッドハウジングの下端外周においてドライブプレートおよびゴムシートの外周が接合され、ドライブプレートおよびゴムシートが内周部において研磨部材と結合されており、ヘッドハウジングの内部空間がこれらドライブプレートおよびゴムシートにより覆われて圧力室が形成されている。この結果、研磨部材はドライブプレートを介してヘッドハウジングに支持され、且つゴムシートを介して圧力室内の空気圧を均一に受ける。そして、ヘッドハウジングが回転駆動されるとドライブプレートを介して研磨部材に回転駆動力が伝達されて全体が回転されるようになっている。

【0006】

このような構成の研磨装置を用いたウェハの研磨加工は、研磨パッドを回転させながらウェハチャックに回転保持されたウェハの被研磨面に当接させて行われ、このとき、研磨パッドは回転しながらウェハに対して水平方向へ往復運動をすることで、ウェハの全表面が均一に研磨加工される。この方式の研磨装置においては、研磨ヘッドとともに回転するウェハのデバイス面（被研磨面）に押しつけられる。このとき、研磨ヘッドには揺動運動と呼ばれる水平な往復運動がさらに与えられることによって、ウェハのデバイス面の前面を均一に研磨することができるようになっている。なお、研磨部材（研磨パッド）によるウェハに対する研磨推力Fは式（1）で表される。

【0007】

【数1】

$$F = W + P \times S \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【0008】

ここで、Wは研磨部材等の自重であり、Pはヘッドハウジング（圧力室）内の空気圧であり、Sは研磨部材における受圧面積である。

【0009】

一方、研磨パッドはそれぞれの研磨が開始される前に、パッドコンディショナー（ドレッサー）と呼ばれる工具によってパッド材質の表面を2～3μm程度除去する加工を行う。このパッドコンディショナーの構造は、表面に粒状のダイヤモンドが電着されたディスクを、回転させつつ一定の押し付け力で研磨パッドに押し付け、研磨パッドの表面の研磨を行うものである。

【0010】

従って、ウェハの研磨加工の度に研磨パッドが2～3μm除去されることになり、500枚のウェハが研磨されると、研磨パッドの表面は1～1.5mm取り除かれることになる。当然に、研磨パッドの表面が取り除かれることは、研磨パッドの厚みが薄くなることを意味し、例えば、初期厚みが3mmの研磨パッドは、500枚のウェハを研磨すると1.5～2mmの厚みへと薄くなることを意味している。

【0011】

研磨装置でウェハを連続加工すると、使用している研磨パッドの厚みが上述したパッドコンディショナーの働きによって次第に薄くなっていく。また、研磨加工するウェハの厚みにもバラツキがあり、300mmウェハでは775μm程度が標準であるが、実際には数十μmのバラツキがあることが知られている。研磨装置における研磨ヘッドのウェハチャック上の高さも、装置を構成する金属の熱膨張係数からおよそ0.2mm程度変化すると考えられる。これらの要因により、研磨ヘッドにおける研磨パッドを貼り付けた研磨部材の高さはウェハの処理毎に変化し、それによってドライブプレート（ドライブリング）

10

20

30

40

50

の形状もウェハの処理毎に変化することになる。

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】

特開平 1 1 - 1 5 6 7 1 1 号公報

【特許文献 2】

米国特許第 6 2 5 1 2 1 5 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 0 - 2 3 5 5 5 5 号公報

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、研磨パッドの厚みの変化分のみを考慮しても、研磨部材の高さの変化量は最大で約 2 mm 程度となるので、ドライブリングの形状は最大で 2 mm 程度変化することになる。なお、ドライブリングは薄い鋼板で作られているが、当然に弾性係数を有しており、例えば、従来においてよく使用されるドライブリングのパネ定数は 5 2 0 g / mm 程度である。このため、ドライブリングの形状が 2 mm 変化する場合には、ドライブリングで生じる弾性力は計算上で (5 2 0 × 2 =) 1 0 4 0 g となり、この値がパッド厚み変化による研磨推力 F の誤差となってしまう。従って、研磨パッドの厚みが減少した場合には、ドライブリングで生じる弾性力を f とすると、研磨推力 F は式 (2) で表される。

【 0 0 1 4 】

【数 2】

$$F = W + P \times S - f \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 5 】

また、研磨部材の高さが変化するとゴムシートの形状が変形する。図 1 0 (a) , (b) は研磨部材 5 0 1 の上下によるゴムシート 5 0 3 (ダイアフラム) の形状の変化を示す図である。図 1 0 (a) において、ゴムシート 5 0 3 におけるへこみ部 5 0 4 の中央部付近より内側に囲まれる領域 (の面積) が、研磨部材 5 0 1 におけるヘッドハウジング 5 0 2 内の空気圧を受け止める受圧面 (受圧面積 S) として近似される。なお、研磨部材 5 0 1 およびゴムシート 5 0 3 は円盤状に形成されており、受圧面の形状は円形となっている。そして、受圧面 (受圧面積 S) の直径 D は式 (3) のように近似される。

【 0 0 1 6 】

【数 3】

$$D = (I D + O D) / 2 \quad \dots (3)$$

【 0 0 1 7 】

ここで、I D はゴムシート 5 0 3 と研磨部材 5 0 1 との接触部外径であり、O D はゴムシート 5 0 3 とヘッドハウジング 5 0 2 との接触部内径である。

【 0 0 1 8 】

さて、図 1 0 (b) は研磨部材 5 0 1 が下降した場合の図である。この場合、ゴムシート 5 0 3 が研磨部材 5 0 1 から浮き上がって、ゴムシート 5 0 3 に浮き上がり部 5 0 5 が生じる現象がおきるため、ゴムシート 5 0 3 と研磨部材 5 0 1 との接触部外径 I D が変化して (小さくなって) I D となり、受圧面 (受圧面積 S) の直径 D が変化し D となる。なお、直径 D は、式 (4) のように近似される。

【 0 0 1 9 】

【数 4】

$$D = (I D + O D) / 2 \quad \dots (4)$$

【 0 0 2 0 】

このため、ヘッドハウジング内の空気圧 P を受けて研磨部材の高さが変化すると研磨部材における受圧面積 S が変化し、ヘッドハウジング内の空気圧 P と研磨部材によるウェハに対する研磨推力 F との関係に線形性が見られなくなってしまう。

【 0 0 2 1 】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、研磨パッドの厚み変化による

10

20

30

40

50

研磨部材（研磨パッド）の研磨推力の誤差を低減させるとともに、ヘッドハウジング内の空気圧に対する研磨推力の線形性を向上させた研磨装置を提供することを目的とする。また、この研磨装置を用いた半導体デバイス製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

このような目的達成のため、請求項 1 に係る発明の研磨装置は、研磨対象物を保持する対象物保持具と、研磨対象物の被研磨面と対向する面に研磨面が設けられた研磨部材を有する研磨ヘッドとを備え、研磨面を被研磨面に当接させながら相対移動させて被研磨面の研磨を行うように構成され、研磨ヘッドは、被研磨面と対向する面に開口を有するヘッドハウジングと、ヘッドハウジングの内側部に設けられたリング部材とを有し、研磨部材はヘッドハウジングに開口を塞ぐように設けられて、リング部材とともにヘッドハウジング内に圧力室を形成し、圧力室に給排される空気を利用して被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に構成されており、ヘッドハウジングに、ヘッドハウジング内の圧力室に空気を供給するための吸気口が設けられ、リング部材がヘッドハウジング内に位置する研磨部材の周囲を囲んで研磨部材の上部外周部との間に所定の隙間を設けて、ヘッドハウジング内に圧力室が形成されていることを特徴とする。

10

【 0 0 2 3 】

請求項 2 に係る発明の研磨装置は、請求項 1 に記載の研磨装置において、ヘッドハウジングに研磨部材を保持するプレート保持部が設けられており、プレート保持部は、ヘッドハウジング内に設けられた被研磨面に向かう方向へ延びるスライドガイド部材と、スライドガイド部材に被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に設けられたスライド部材と、スライド部材に設けられ、研磨部材を揺動可能に保持する揺動保持部材とを有して構成されていることを特徴とする。

20

【 0 0 2 4 】

請求項 3 に係る発明の研磨装置は、研磨対象物を保持する対象物保持具と、研磨対象物の被研磨面と対向する面に研磨面が設けられた研磨部材を有する研磨ヘッドとを備え、研磨面を被研磨面に当接させながら相対移動させて被研磨面の研磨を行うように構成され、研磨ヘッドは、被研磨面と対向する面に開口を有するヘッドハウジングと、ヘッドハウジングに設けられて研磨部材を保持するプレート保持部と、ヘッドハウジングの内側部に設けられたリング部材とを有し、研磨部材はヘッドハウジングに開口を塞ぐように設けられて、リング部材とともにヘッドハウジング内に圧力室を形成し、圧力室に給排される空気を利用して被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に構成されており、ヘッドハウジングに、ヘッドハウジング内の圧力室に空気を供給するための吸気口が設けられ、プレート保持部は、ヘッドハウジング内に設けられた被研磨面に向かう方向へ延びるスライドガイド部材と、スライドガイド部材に被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に設けられたスライド部材と、スライド部材に設けられ、研磨部材を揺動可能に保持する揺動保持部材とを有して構成されていることを特徴とする。

30

【 0 0 2 5 】

請求項 4 に係る発明の研磨装置は、請求項 2 もしくは請求項 3 に記載の研磨装置において、研磨部材とスライド部材とに跨って、研磨部材の揺動緩衝機構が設けられていることを特徴とする。

40

【 0 0 2 6 】

請求項 5 に係る発明の研磨装置は、請求項 4 に記載の研磨装置において、揺動緩衝機構に、研磨部材を被研磨面と対向する位置に付勢する付勢バネが設けられていることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 6 に係る発明の研磨装置は、請求項 1 から請求項 5 のうちいずれか一項に記載の研磨装置において、ヘッドハウジングに、ヘッドハウジング内から空気を排出するための排気口が吸気口とは別に設けられていることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

50

請求項 7 に係る発明の研磨装置は、請求項 6 に記載の研磨装置において、一端が吸気口に繋がって設けられたエア供給管と、エア供給管の他端に繋がって設けられ、エア供給管および吸気口を介してヘッドハウジング内に空気を供給可能なエア供給部と、一端が前記排気口に繋がって設けられた排気管と、排気管の他端に繋がって設けられ、排気口および排気管を介してヘッドハウジング内から空気を排出可能なエア排出部と、ヘッドハウジング内における空気圧が所望の空気圧となるようにエア供給部およびエア排出部の作動を制御する空気圧制御部とを備えて構成されていることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

請求項 8 に係る発明の研磨装置は、請求項 7 に記載の研磨装置において、エア供給管内の空気圧を測定可能な供給側圧力測定部と、排気管内の空気圧を測定可能な排気側圧力測定部とを備え、空気圧制御部が、供給側圧力測定部に測定されたエア供給管内の空気圧と、排気側圧力測定部に測定された排気管内の空気圧とを基にヘッドハウジング内における空気圧を測定し、測定されたヘッドハウジング内における空気圧が所望の空気圧となるようにエア供給部およびエア排出部の作動を制御することを特徴とする。

10

【 0 0 3 0 】

請求項 9 に係る発明の半導体デバイス製造方法は、研磨対象物は半導体ウェハであり、請求項 1 から請求項 8 のうちいずれか一項に記載の研磨装置を用いて半導体ウェハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

請求項 10 に係る発明の研磨装置は、研磨対象物を保持する対象物保持具と、研磨対象物の被研磨面と対向する面に研磨面が設けられた研磨部材を有する研磨ヘッドとを備え、研磨面を被研磨面に当接させながら相対移動させて被研磨面の研磨を行うように構成された研磨装置において、研磨ヘッドは、被研磨面と対向する面に開口を有するヘッドハウジングと、ヘッドハウジングに設けられて研磨部材を保持するプレート保持部と、ヘッドハウジングの内側部に設けられたリング部材とを有し、研磨部材はヘッドハウジングに開口を塞ぐように設けられて、リング部材とともにヘッドハウジング内に圧力室を形成し、圧力室に給排される空気を利用して被研磨面に向かう方向へ往復移動可能に構成されており、リング部材がヘッドハウジング内に位置する研磨部材の周囲を囲んで研磨部材の上部外周部との間に所定の隙間を設けて、ヘッドハウジング内に圧力室が形成されるとともに、リング部材および研磨部材の下部外周部により隙間を介して圧力室と連通するラビリンス空間が形成され、研磨部材の往復移動が圧力室とラビリンス空間との差圧を利用して行われ、ヘッドハウジングに、ヘッドハウジング内の圧力室に空気を供給するための吸気口が設けられるとともに、ヘッドハウジング内から空気を排出するための排気口がラビリンス空間に繋がって設けられていることを特徴とする。

20

30

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好ましい実施形態について説明する。本発明に係る研磨装置の代表例であるCMP装置（化学的機械的研磨装置）を図1に示している。このCMP装置1は、研磨対象物たるウェハ90をその上面側に着脱自在に吸着保持可能なウェハ保持テーブル95と、このウェハ保持テーブル95の上方位置に設けられ、ウェハ保持テーブル95上に保持されたウェハ90の被研磨面91と対向する研磨パッド65が取り付けられた研磨部材50を保持してなる研磨ヘッド30とを備えて構成されている。このCMP装置1では、研磨パッド65の寸法（直径）は研磨対象たるウェハ90の寸法（直径）よりも小さく（すなわち研磨パッド65はウェハ90よりも小径であり）、研磨パッド65をウェハ90に接触させた状態で双方を相対移動させることにより、ウェハ90の被研磨面（上面）91全体を研磨できるようになっている。

40

【 0 0 3 3 】

これらウェハ保持テーブル95と研磨ヘッド30とを支持する支持フレーム20は、水平な基台21と、この基台21上にY方向（紙面に垂直な方向でこれを前後方向とする）に延びて設けられたレール（図示せず）上をY方向に移動自在に設けられた第1ステージ2

50

2と、この第1ステージ22から垂直(Z方向)に延びるように設けられた垂直フレーム23と、この垂直フレーム23上をZ方向(上下方向)に移動自在に設けられた第2ステージ24と、この第2ステージ24上から水平(X方向)に延びるように設けられた水平フレーム25と、この水平フレーム25上をX方向(左右方向)に移動自在に設けられた第3ステージ26とを有して構成されている。

【0034】

第1ステージ22内には第1電動モータM1が設けられており、これを回転駆動することにより第1ステージ22を上記レールに沿ってY方向に移動させることができる。第2ステージ24内には第2電動モータM2が設けられており、これを回転駆動することにより第2ステージ24を垂直フレーム23に沿ってZ方向に移動させることができる。また、第3ステージ26内には第3電動モータM3が設けられており、これを回転駆動することにより第3ステージ26を水平フレーム25に沿ってX方向に移動させることができる。このため、上記電動モータM1～M3の回転動作を組み合わせることで、第3ステージ26をウェハ保持テーブル95上方の任意の位置に移動させることが可能である。

10

【0035】

ウェハ保持テーブル95は基台21上に設けられたテーブル支持部27から上方に垂直に延びて設けられた回転軸28の上端部に水平に取り付けられている。この回転軸28はテーブル支持部27内に設けられた第4電動モータM4を回転駆動することにより回転されるようになっており、これによりウェハ保持テーブル95をXY面(水平面)内で回転させることができる。

20

【0036】

研磨ヘッド30は第3ステージ26から下方に垂直に延びて設けられたスピンドル29の下端部に取り付けられている。このスピンドル29は第3ステージ26内に設けられた第5電動モータM5を回転駆動することにより回転されるようになっており、これにより研磨ヘッド30全体を回転させて研磨パッド65をXY面(水平面)内で回転させることができる。

【0037】

研磨ヘッド30は、図2に示すように、スピンドル29の下端部にボルトB1により連結部材11を介して連結された下面側に開口を有する有底円筒状のヘッドハウジング10と、ヘッドハウジング10内の上側部にボルトB2を用いて取り付けられた保持リング31と、保持リング31の下面側にボルトB3を用いて取り付けられたリング部材32と、これら保持リング31とリング部材32により外周部が挟持された円盤状のドライブプレート33と、ドライブプレート33下面側に位置して取り付けられた研磨部材50とを備えて構成される。

30

【0038】

ドライブプレート33は、オーステナイト系ステンレス板等の金属板を用いて中央に円形孔33aを有する円盤状に形成され、その外周部が保持リング31とリング部材32とに挟持されて固定されるようになっている。ドライブプレート33には、同心円状に並んだ多数の開孔(図示せず)が形成されており、各開孔をヘッドハウジング10内の空気が通過できるようになっている。

40

【0039】

研磨部材50は、ドライブプレート33の下面側に位置して取り付けられた円盤状の基準プレート51と、この基準プレート51の下面に真空吸着により着脱自在に取り付けられる研磨工具60とを備えて構成される。基準プレート51は、上部外径がリング部材32の内径より僅かに小さく、下部外径がヘッドハウジング10の下端におけるフランジ10aの内径(すなわち、開口の径)より若干小さい径を有する段付円盤状に形成される。そして、基準プレート51がヘッドハウジング10の開口を塞いでヘッドハウジング10内を密封状態にし、ヘッドハウジング10内に圧力室H1が形成される。

【0040】

連結部材11の中央部には、吸気口12が形成されており、スピンドル29の内部中央に

50

貫通形成されたエア供給路 8 0 の空気がこの吸気口 1 2 を通過してヘッドハウジング 1 0 内（圧力室 H 1 ）に供給されるようになっている。なお、エア供給路 8 0 は図示しないエア供給源（詳細は後述する）に繋がっており、エア供給源から供給される空気によりヘッドハウジング 1 0 内の空気圧を所望の圧力に加圧調整できるようになっている。

【 0 0 4 1 】

基準プレート 5 1 の中央部上面側には、ドライブプレート 3 3 の円形孔 3 3 a よりも若干小さい半径を有する円盤状の中心部材 5 5 がボルト B 4 により固定されており、この中心部材 5 5 に芯合わせをされたドライブプレート 3 3 の内周部が、基準プレート 5 1 とこの基準プレート 5 1 の上面側にボルト B 5 により固定された固定リング 5 6 との間に挟持される。このように基準プレート 5 1 はドライブプレート 3 3 を介してヘッドハウジング 1 0 に固定されており、スピンドル 2 9 の回転駆動力がドライブプレート 3 3 を介して基準プレート 5 1 に伝達される。

10

【 0 0 4 2 】

なお、基準プレート 5 1 の外周部から外方に張り出したフランジ 5 1 a の外径は、ヘッドハウジング 1 0 の下端内周部から内方に張り出したフランジ 1 0 a の内径よりも大きく形成されており、基準プレート 5 1 がヘッドハウジング 1 0 から抜け出ることがないようにになっている。

【 0 0 4 3 】

研磨工具 6 0 は、基準プレート 5 1 とほぼ同じ外径を有する円盤状のパッドプレート 6 1 と、このパッドプレート 6 1 の下面である研磨パッド取付面 6 1 a に取り付けられた円形の研磨パッド（研磨布）6 5 とから構成される。ここで、研磨パッド 6 5 は研磨により劣化していく消耗品であるため、上記研磨パッド取付面 6 1 a に着脱自在に取り付け可能にして（例えば接着剤による）、交換作業を容易にしている。なお、研磨パッド 6 5 の下面側が、ウェハ 9 0 の被研磨面 9 1 と対向する研磨面 6 6 となっている。

20

【 0 0 4 4 】

図 2 に示すように、基準プレート 5 1 の内部には下面側に複数の吸着開口を有する空気吸入路 7 1 が形成されており、この空気吸入路 7 1 は中心部材 5 5 側にも延びてヘッドハウジング 1 0 の圧力室 H 1 側に開口している。この開口部にはスピンドル 2 9 のエア供給路 8 0 内を延びた吸入管 7 2 が接続されており、基準プレート 5 1 の下面側にパッドプレート 6 1 を位置させた状態でこの吸入管 7 2 から空気を吸入することにより、パッドプレート 6 1 を基準プレート 5 1 に吸着取り付けできるようになっている。ここで、パッドプレート 6 1 は基準プレート 5 1 との間に設けられたセンターピン P 1 と位置決めピン P 2 とにより芯出しと回転方向の位置決めとがなされる。

30

【 0 0 4 5 】

また、エア供給路 8 0 内には図示しない研磨剤供給装置と繋がる研磨剤供給管 8 1 が延びており、スピンドル 2 9 と中心部材 5 5 との間に位置する接続具 8 2 を介して、中心部材 5 5 を貫通して設けられた流路 8 3、センターピン P 1 内を貫通する流路 8 4、パッドプレート 6 1 内に設けられた流路 8 5 および研磨パッド 6 5 に設けられた流路（図示せず）とに繋がっている。

【 0 0 4 6 】

さて、リング部材 3 2 は、基準プレート 5 1 の上部外径より僅かに大きい内径を有するリング状に形成され、ヘッドハウジング 1 0 内に位置する基準プレート 5 1 上部の周囲を囲んで、リング部材 3 2 の内周面と基準プレート 5 1 の上部外周面との間に所定の隙間 S 1 が生じるように構成される。そして、基準プレート 5 1 の中央上面で圧力室 H 1 内の空気圧を受けて、ドライブプレート 3 3 の下面側に取付保持された基準プレート 5 1、すなわち研磨部材 5 0 が上下方向（被研磨面 9 1 へ向かう方向）へ往復移動できるようになっている。

40

【 0 0 4 7 】

これにより、リング部材 3 2 の内径が基準プレート 5 1 の上部外径より僅かに大きいため隙間 S 1 の断面積が非常に小さくなり、ヘッドハウジング 1 0 内に形成された圧力室 H 1

50

内の空気がこの隙間S1を通過して圧力室H1の外部へ流出することが防止されるため、ゴムシート等の密閉手段を用いずにヘッドハウジング10の内部に圧力室H1を形成することができる。そのため、研磨部材50の上下移動によりゴムシートが変形して研磨部材50(基準プレート51)における受圧面積が変化することを回避することができ、ヘッドハウジング10内の空気圧に対する研磨部材50(研磨パッド65)の研磨推力の線形性を向上させることができる。そして、研磨パッド65をウェハ90に押しつける際の加圧制御におけるコントロール性能を向上させることができ、ウェハ90の加工精度を向上させることができる。

【0048】

なお、リング部材32の下面側と基準プレート51の縁部上面側との間には、隙間S1を介して圧力室H1と連通するラビリンス空間H2が形成され、ヘッドハウジング10の側部にこのラビリンス空間H2と繋がる排気通路13が形成されている。排気通路13は、ヘッドハウジング10の上面側に形成された排気口14まで延びて形成されており、ヘッドハウジング10内の空気がラビリンス空間H2から排気通路13および排気口14を通過して、ヘッドハウジング10の外部へ排出されるようになっている。

【0049】

排気口14には、ジョイント15および排気管16が取り付けられており、排気通路13がジョイント15を介して排気管16と繋がるようになっている。排気管16は、図示しない真空源(詳細は後述する)に繋がっており、ヘッドハウジング10内の空気圧を所望の圧力に減圧調整できるようになっている。これより、排気口14が吸気口12とは別に形成されているため、ヘッドハウジング10内の空気圧を加圧から減圧(もしくは減圧から加圧)に切り替える際の反応速度を向上させることができ、研磨パッド65をウェハ90に押しつける際の加圧制御における制御速度を向上させることができる。

【0050】

このような構成のCMP装置1を用いてウェハ90の研磨を行うには、まずウェハ保持テーブル95の上面に研磨対象となるウェハ90を吸着取り付けし(このときウェハ90の中心はウェハ保持テーブル95の回転中心に一致させる)、電動モータM4を駆動してウェハ保持テーブル95を回転させる。次に電動モータM1~M3を駆動して第3移動ステージ26をウェハ90の上方に位置させ、電動モータM5によりスピンドル29を駆動して研磨ヘッド30を回転させる。続いて電動モータM2を駆動して第3ステージ26を降下させ、研磨パッド65の下面(研磨面)をウェハ90の上面(被研磨面)に押し当てるようにする。

【0051】

次に、エア供給源からヘッドハウジング10内に空気を供給したり、真空源を利用してヘッドハウジング10内から空気を排出したりして、圧力室H1内の空気圧を調整しウェハ90と研磨パッド65との接触圧を所定の値に設定する。そして、電動モータM1、M3を駆動して研磨ヘッド30をXY方向(ウェハ90と研磨パッド65との接触面の面内方向)に揺動させる。このとき同時に、研磨剤供給装置より研磨剤(シリカ粒を含んだ液状のスラリー)を圧送し、研磨パッド65の下面側に研磨剤を供給させる。これにより、ウェハ90の被研磨面91は、研磨剤の供給を受けつつウェハ90自身の回転運動と研磨ヘッド30の(すなわち研磨パッド65の)回転及び揺動運動とにより研磨される。

【0052】

このようにしてウェハ90の被研磨面91の研磨を行っているときに、研磨パッド65を有する研磨部材50は、ドライブプレート33を介してヘッドハウジング10に支持されているため、ドライブプレート33の弾性変形により研磨ヘッド30の回転精度や研磨パッド65の厚みのバラツキに応じて研磨部材50の姿勢が変動し、被研磨面91の均一な研磨を行う。

【0053】

ここで、研磨ヘッド30と接続されるエア回路について図9を参照しながら説明する。研磨ヘッド30には、ヘッドハウジング10内に空気を供給するためのエア供給管81と、

10

20

30

40

50

ヘッドハウジング 10 内から空気を排出するための排気管 16 とが接続されている。

【0054】

エア供給管 81 は、詳細図示しないが、一端がスピンドル 29 のエア供給路 80 を介して研磨ヘッド 30 の吸気口 12 に繋がるとともに（図 2 を参照）、他端がエア供給源 82 に繋がるようになっている。エア供給管 81 の他端側には供給側レギュレータ 83 が配設されており、エア供給源 82 から供給される空気の空気圧を調節できるようになっている。なお、エア供給源 82 および供給側レギュレータ 83 は、本発明に係るエア供給部となっている。

【0055】

一方、排気管 16 は、詳細図示しないが、一端がジョイント 15 を介して研磨ヘッド 30 の排気口 14 に繋がるとともに（図 2 を参照）、他端が真空源 84 に繋がるようになっている。排気管 16 の他端側には排気側レギュレータ 85 が設けられており、排気管 16 内の空気圧を調節できるようになっている。なお、真空源 84 および排気側レギュレータ 85 は、本発明に係るエア排出部となっている。また、供給側レギュレータ 83 および排気側レギュレータ 85 は圧力制御部 88 と電氣的に接続されており、圧力制御部 88 からの作動信号を受けて供給側レギュレータ 83 および排気側レギュレータ 85 が作動するようになっている。

【0056】

さらに、エア供給管 81 と排気管 16 に跨って差圧計 86 が配設されている。差圧計 86 は、エア供給管 81 内の空気圧を測定可能な供給側圧力測定部 86a と、排気管 16 内の空気圧を測定可能な排気側圧力測定部 86b とを有して構成され、供給側圧力測定部 86a および排気側圧力測定部 86b に測定されたエア供給管 81 および排気管 16 内の空気圧を基に、エア供給管 81 内の空気圧と排気管 16 内の空気圧との差圧を測定し、その測定信号を圧力制御部 88 に出力するようになっている。

【0057】

圧力制御部 88 は、前述したように、供給側レギュレータ 83 および排気側レギュレータ 85、並びに差圧計 86 と電氣的に接続されている。そして、圧力制御部 88 は、差圧計 86 に測定されたエア供給管 81 内の空気圧と排気管 16 内の空気圧との差圧を基に研磨ヘッド 30 におけるヘッドハウジング 10（圧力室 H1）内の空気圧を測定し、測定されたヘッドハウジング 10 内の空気圧が予め設定入力された所望の空気圧となるように、供給側レギュレータ 83 および排気側レギュレータ 85 に作動信号を出力するようになっている。

【0058】

このような構成のエア回路において、作業者が図示しない入力装置を用いてヘッドハウジング 10 内における所望の空気圧を設定入力すると、圧力制御部 88 は、差圧計 86 に測定されたエア供給管 81 内の空気圧と排気管 16 内の空気圧との差圧を基にヘッドハウジング 10 内の空気圧を測定し、測定されたヘッドハウジング 10 内の空気圧が設定入力された所望の空気圧となるように供給側レギュレータ 83 および排気側レギュレータ 85 に作動信号を出力し、供給側レギュレータ 83 および排気側レギュレータ 85 を作動させる。

【0059】

そして、エア供給源 82 から供給側レギュレータ 83 を介してエア供給管 81 内に供給された空気は、エア供給管 81 内およびスピンドル 29 のエア供給路 80 を通過した後、吸気口 12 を通過してヘッドハウジング 10 内に供給される。さらに、ヘッドハウジング 10 内の空気は、排気口 14 からジョイント 15 および排気管 16 内を通過し、排気側レギュレータ 85 を介して真空源 84 から外部に排出される。

【0060】

以上のようにエア回路を構成すれば、ヘッドハウジング 10 内の空気圧を加圧から減圧（もしくは減圧から加圧）に切り替える際の反応速度を向上させることができ、研磨パッド 65 をウェハ 90 に押しつける際の加圧制御における制御速度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

。また、研磨部材 50 (研磨パッド 65) を下方へ移動させる推力と研磨部材 50 を上方へ移動させる推力とがほぼ同じ値となるように制御することができ、研磨パッド 65 をウェハ 90 に押しつける際の加圧制御におけるコントロール性能を向上させることができる。さらに、供給側圧力測定部 86 a と排気側圧力測定部 86 b とを有する差圧計 86 を用いることで、回転するヘッドハウジング 10 内の空気圧を容易に測定することができる。

【0061】

次に、研磨ヘッドの第二実施形態について図 3 を参照しながら説明する。第二実施形態における研磨ヘッド 130 は、スピンドル (図示せず) の下端部に連結された下面側に開口を有する有底円筒状のヘッドハウジング 110 と、ヘッドハウジング 110 内の上側部に取り付けられたリング部材 132 と、ヘッドハウジング 110 内の上底部に取り付けられたプレート保持部 140 と、プレート保持部 140 に保持された研磨部材 150 とを備えて構成される。

10

【0062】

プレート保持部 140 は、ヘッドハウジング 110 内の上底部に設けられて下方へ (被研磨面 91 に向かう方向へ) 延びる軸状のスライドガイド部材 141, 141, ... と、スライドガイド部材 141 に上下方向へ往復移動可能に設けられた円盤状のスライド部材 142 と、スライド部材 142 の下端に設けられ、研磨部材 150 を揺動可能に保持する揺動保持部材 145 とを備えて構成される。4 つのスライドガイド部材 141, 141, ... は、図 4 に示すように、円盤状のスライド部材 142 における同心円上に位置して配設されており、リニアブッシュ 143 を用いてスライド部材 142 が上下方向へ (被研磨面 91

20

【0063】

スライド部材 142 の下端部には、ハウジング部 144 が形成されており、揺動保持部材 145 が取り付けられるようになっている。揺動保持部材 145 は、図 5 に示すように、ハウジング部 144 に取付固定される第 1 リング 146 と、第 1 リング 146 に第 1 軸部 146 a を介して揺動可能に連結された第 2 リング 147 と、第 2 リング 147 に第 1 軸部 146 a と直交する第 2 軸部 147 a を介して揺動可能に連結された第 3 リング 148 と、第 3 リング 148 に回転可能に保持されて研磨部材 150 の基準プレート 151 と連結された第 1 軸部 146 a および第 2 軸部 147 a と直交する第 3 軸部 149 とを備えて構成される。そして、この揺動保持部材 145 に、研磨部材 150 (基準プレート 151

30

【0064】

このようにして、研磨部材 150 がプレート保持部 140 に上下方向へ (被研磨面 91 に向かう方向へ) 往復移動可能且つ揺動可能に取付保持され、スピンドルの回転駆動力がプレート保持部 140 を介して研磨部材 150 (基準プレート 151) に伝達される。これにより、ドライブプレートを用いずに研磨部材 150 を上下方向へ (被研磨面 91 に向かう方向へ) 往復移動可能且つ揺動可能に保持することができるため、ドライブリングが弾性変形してこの弾性力が研磨部材 150 (基準プレート 151) に作用することがないことから、研磨パッド 165 の厚みの変化によっては研磨部材 150 (研磨パッド 165) の研磨推力の誤差は発生しなくなる。そして、研磨パッド 165 をウェハ 90 に押しつける際の加圧制御におけるコントロール性能を向上させることができ、ウェハ 90 の加工精度を向上させることができる。

40

【0065】

なお、揺動保持部材 145 として、互いに直交する 2 つの回転軸を有して 2 方向の回転運動を伝達可能なジンバル (gimbals) を用いてもよく、また、ユニバーサルジョイントを用いてもよい。

【0066】

また、図 4 および図 6 に示すように、研磨部材 150 とスライド部材 142 とに跨って、研磨部材 150 の揺動緩衝機構 135 が 4 つ設けられている。これらの揺動緩衝機構 13

50

5, 135, ...は、スライド部材142におけるスライドガイド部材141と同じ円上に位置して配設されており、研磨部材150の基準プレート151に取り付けられたピストン軸136と、スライド部材142に形成されてピストン軸136の頭部に形成されたピストン136aを收容するピストン室137とを備えて構成される。そして、研磨部材150の揺動によりピストン136aが上下方向へ移動すると、ピストン室137の上下に形成されたオリフィス137a, 137bをピストン室137内外の空気が通過するようになっている。このようにすれば、ダンパー効果により研磨部材150の急激な揺動を回避することができる。

【0067】

さらに、図6に示すように、ピストン室137内にピストン136aを押圧可能な付勢バネ138を設け、研磨部材150(研磨面166)を被研磨面91と対向する位置に付勢するようにしてもよい。このようにすれば、揺動自在な研磨部材150を安定保持することができる。

【0068】

研磨部材150は、プレート保持部140に取付保持された円盤状の基準プレート151と、この基準プレート151の下面に真空吸着により着脱自在に取り付けられる研磨工具160とを備えて構成される。基準プレート151は、上部外径がリング部材132の内径より僅かに小さく、下部外径がヘッドハウジング110の下端におけるフランジ110aの内径(すなわち、開口の径)より若干小さい径を有する段付円盤状に形成される。そして、基準プレート151がヘッドハウジング110の開口を塞いでヘッドハウジング110内を密封状態にし、ヘッドハウジング110内に圧力室H11が形成される。

【0069】

ヘッドハウジング110の上部には、吸気口112が形成されており、吸気口112と繋がるエア供給管111内の空気がこの吸気口112を通過してヘッドハウジング110内(圧力室H11)に供給されるようになっている。なお、エア供給管111は図示しないエア供給源に繋がっており、エア供給源から供給される空気によりヘッドハウジング110内の空気圧を所望の圧力に加圧調整できるようになっている。

【0070】

基準プレート151の中央部上面側には、スライド部材142に形成された円形孔142aよりも小さい径を有する円筒状の中心部材155が固定されており、研磨剤供給管181との接続具182が取り付けられるようになっている。なお、基準プレート151の外周部から外方に張り出したフランジ151aの外径は、ヘッドハウジング110の下端内周部から内方に張り出したフランジ110aの内径よりも大きく形成されており、基準プレート151がヘッドハウジング110から抜け出ることがないようになっている。

【0071】

研磨工具160は、基準プレート151とほぼ同じ外径を有する円盤状のパッドプレート161と、このパッドプレート161の下面である研磨パッド取付面161aに取り付けられた円形の研磨パッド(研磨布)165とから構成される。ここで、研磨パッド165は研磨により劣化していく消耗品であるため、上記研磨パッド取付面161aに着脱自在に取り付け可能にして(例えば接着剤による)、交換作業を容易にしている。なお、研磨パッド165の下面側が、ウェハ90の被研磨面91と対向する研磨面166となっている。

【0072】

詳細図示しないが、第一実施形態における研磨工具60と同様に、基準プレート151の内部には下面側に複数の吸着開口(図示せず)を有する空気吸入路(図示せず)が形成されており、この空気吸入路は中心部材155側にも延びてヘッドハウジング110の圧力室H11側に開口している。この開口部には吸入管(図示せず)が接続されており、基準プレート151の下面側にパッドプレート161を位置させた状態でこの吸入管から空気を吸入することにより、パッドプレート161を基準プレート151に吸着取り付けできるようになっている。ここで、パッドプレート161は基準プレート151との間に設け

10

20

30

40

50

られたセンターピン P 1 1 と位置決めピン P 1 2 とにより芯出しと回転方向の位置決めとがなされる。

【 0 0 7 3 】

また、図示しない研磨剤供給装置と繋がる研磨剤供給管 1 8 1 が中心部材 1 5 5 に取り付けられた接続具 1 8 2 と接続されており、この接続具 1 8 2 を介して、中心部材 1 5 5 を貫通して設けられた流路 1 8 3、センターピン P 1 1 内を貫通する流路 1 8 4、そしてパッドプレート 1 6 1 および研磨パッド 1 6 5 に設けられた流路（図示せず）とに繋がっている。

【 0 0 7 4 】

さて、リング部材 1 3 2 は、基準プレート 1 5 1 の上部外径より僅かに大きい内径を有するリング状に形成され、ヘッドハウジング 1 1 0 内に位置する基準プレート 1 5 1 上部の周囲を囲んで、リング部材 1 3 2 の内周面と基準プレート 1 5 1 の上部外周面との間に所定の隙間 S 1 1 が生じるように構成される。そして、基準プレート 1 5 1 の中央上面で圧力室 H 1 1 内の空気圧を受けて、プレート保持部 1 4 0 に取付保持された基準プレート 1 5 1、すなわち研磨部材 1 5 0 が上下方向（被研磨面 9 1 へ向かう方向）へ往復移動できるようになっている。

【 0 0 7 5 】

これにより、リング部材 1 3 2 の内径が基準プレート 1 5 1 の上部外径より僅かに大きいため隙間 S 1 1 の断面積が非常に小さくなり、ヘッドハウジング 1 1 0 内に形成された圧力室 H 1 1 内の空気がこの隙間 S 1 1 を通過して圧力室 H 1 1 の外部へ流出することが防止されるため、ゴムシート等の密閉手段を用いずにヘッドハウジング 1 1 0 の内部に圧力室 H 1 1 を形成することができる。そのため、研磨部材 1 5 0 の上下移動によりゴムシートが変形して研磨部材 1 5 0（基準プレート 1 5 1）における受圧面積が変化することを回避することができ、ヘッドハウジング 1 1 0 内の空気圧に対する研磨部材 1 5 0（研磨パッド 1 6 5）の研磨推力の線形性を向上させることができる。そして、研磨パッド 1 6 5 をウェハ 9 0 に押しつける際の加圧制御におけるコントロール性能を向上させることができ、ウェハ 9 0 の加工精度を向上させることができる。

【 0 0 7 6 】

なお、リング部材 1 3 2 の下面側と基準プレート 1 5 1 の縁部上面側との間には、隙間 S 1 1 を介して圧力室 H 1 1 と連通するラビリンス空間 H 1 2 が形成され、ヘッドハウジング 1 1 0 の側部にこのラビリンス空間 H 1 2 と繋がる排気通路 1 1 3 が形成されている。排気通路 1 1 3 は、ヘッドハウジング 1 1 0 の上面側に形成された排気口 1 1 4 まで延びて形成されており、ヘッドハウジング 1 1 0 内の空気がラビリンス空間 H 1 2 から排気通路 1 1 3 および排気口 1 1 4 を通過して、ヘッドハウジング 1 1 0 の外部へ排出されるようになっている。

【 0 0 7 7 】

排気口 1 1 4 には、ジョイント 1 1 5 および排気管 1 1 6 が取り付けられており、排気通路 1 1 3 がジョイント 1 1 5 を介して排気管 1 1 6 と繋がるようになっている。排気管 1 1 6 は、図示しない真空源に繋がっており、ヘッドハウジング 1 1 0 内の空気圧を所望の圧力に減圧調整できるようになっている。これより、排気口 1 1 4 が吸気口 1 1 2 とは別に形成されているため、ヘッドハウジング 1 1 0 内の空気圧を加圧から減圧（もしくは減圧から加圧）に切り替える際の反応速度を向上させることができ、研磨パッド 1 6 5 をウェハ 9 0 に押しつける際の加圧制御における制御速度を向上させることができる。

【 0 0 7 8 】

このような構成の研磨ヘッド 1 3 0 を用いてウェハ 9 0 の研磨を行うには、先ずウェハ保持テーブル 9 5 の上面に研磨対象となるウェハ 9 0 を吸着取り付けし（このときウェハ 9 0 の中心はウェハ保持テーブル 9 5 の回転中心に一致させる）、電動モータ M 4 を駆動してウェハ保持テーブル 9 5 を回転させる。次に電動モータ M 1 ~ M 3 を駆動して第 3 移動ステージ 2 6 をウェハ 9 0 の上方に位置させ、電動モータ M 5 によりスピンドルを駆動して研磨ヘッド 1 3 0 を回転させる。続いて電動モータ M 2 を駆動して第 3 ステージ 2 6 を

10

20

30

40

50

降下させ、研磨パッド165の下面（研磨面）をウェハ90の上面（被研磨面）に押し当てるようにする。

【0079】

次に、エア供給源からヘッドハウジング110内に空気を供給したり、真空源を利用してヘッドハウジング110内から空気を排出したりして、圧力室H11内の空気圧を調整しウェハ90と研磨パッド165との接触圧を所定の値に設定する。そして、電動モータM1、M3を駆動して研磨ヘッド130をXY方向（ウェハ90と研磨パッド165との接触面の面内方向）に揺動させる。このとき同時に、研磨剤供給装置より研磨剤（シリカ粒を含んだ液状のスラリー）を圧送し、研磨パッド165の下面側に研磨剤を供給させる。これにより、ウェハ90の被研磨面91は、研磨剤の供給を受けつつウェハ90自身の回転運動と研磨ヘッド130の（すなわち研磨パッド165の）回転及び揺動運動とにより研磨される。

10

【0080】

このようにしてウェハ90の被研磨面91の研磨を行っているときに、研磨パッド165を有する研磨部材150は、プレート保持部140に上下方向へ（被研磨面91に向かう方向へ）往復移動可能且つ揺動可能に取付保持されているため、研磨ヘッド130の回転精度や研磨パッド165の厚みのバラツキに応じて研磨部材150の姿勢が変動し、被研磨面91の均一な研磨を行う。

【0081】

続いて、研磨ヘッドの第三実施形態について図7を参照しながら説明する。第三実施形態における研磨ヘッド230は、スピンドル229の下端部にボルトB21により連結部材211を介して連結された下面側に開口を有する有底円筒状のヘッドハウジング210と、ヘッドハウジング210の内側部に取り付けられたリング部材232と、ヘッドハウジング210の内側部におけるリング部材232の上部に位置して取り付けられたプレート保持部240と、プレート保持部240に保持された研磨部材250とを備えて構成される。

20

【0082】

ヘッドハウジング210は、有底円筒状の第1ハウジング部210aと、第1ハウジング部210aに組み付けられるリング状の第2ハウジング部210bおよび第3ハウジング部210c並びに第3ハウジング部210dとからなり、これらが下面側に開口を有する有底円筒状に組み立てられる。そして、第1ハウジング部210aと第2ハウジング部210bとによりプレート保持部240のドライブプレート241が挟持されるとともに、第2ハウジング部210bと第3ハウジング部210cとによりリング部材232が挟持されるようになっている。

30

【0083】

プレート保持部240は、ヘッドハウジングの内側部に取り付けられた円盤状のドライブプレート241と、ドライブプレート241の中央部に取り付けられた第1保持リング242および第2保持リング243と、第1保持リング242にリニアブッシュ244を用いて上下方向へ（被研磨面91に向かう方向へ）往復移動可能に保持され、下端部が研磨部材250の基準プレート251に連結固定された複数のスライド軸245とを備えて構成される。

40

【0084】

ドライブプレート241は、オーステナイト系ステンレス板等の金属板を用いて中央に円形孔241aを有する円盤状に形成され、その外周部が第1ハウジング部210aと第2ハウジング部210bとに挟持されて固定されるようになっている。ドライブプレート241には、同心円状に並んだ多数の開孔（図示せず）が形成されており、各開孔をヘッドハウジング210内の空気が通過できるようになっている。

【0085】

第1保持リング242および第2保持リング243は、ドライブプレート241の円形孔241a内に位置してドライブプレート241の内周部を挟持するようにそれぞれ固定さ

50

れる。そして、第1保持リング242には複数のリニアブッシュ244が取り付けられ、このリニアブッシュ244にスライド軸245が上下方向へ（被研磨面91に向かう方向へ）往復移動可能に保持されるようになっている。

【0086】

これにより、ドライブプレート241の弾性変形とスライド軸245の往復運動とを利用して、研磨部材250がプレート保持部240に上下方向へ（被研磨面91に向かう方向へ）往復移動可能且つ揺動可能に取付保持され、スピンドル229の回転駆動力がプレート保持部240を介して研磨部材250（基準プレート251）に伝達される。

【0087】

研磨部材250は、プレート保持部240に取付保持された円盤状の基準プレート251と、この基準プレート251の下面に真空吸着により着脱自在に取り付けられる研磨工具260とを備えて構成される。基準プレート251は、上部外径がリング部材232の内径より僅かに小さく、下部外径がヘッドハウジング210の下端におけるフランジ210eの内径（すなわち、開口の径）より若干小さい径を有する段付円盤状に形成される。そして、基準プレート251がヘッドハウジング210の開口を塞いでヘッドハウジング210内を密封状態にし、ヘッドハウジング210内に圧力室H21が形成される。

10

【0088】

ヘッドハウジング210の上部には、吸気口212が形成されており、スピンドル229の内部中央に貫通形成されたエア供給路280の空気がこの吸気口212を通過してヘッドハウジング210内（圧力室H21）に供給されるようになっている。なお、エア供給路280は図示しないエア供給源に繋がっており、エア供給源から供給される空気によりヘッドハウジング210内の空気圧を所望の圧力に加圧調整できるようになっている。

20

【0089】

基準プレート251の中央部上面側には、第1保持リング242に形成された円形孔242aよりも小さい径を有する円筒状の中心部材255が固定されており、研磨剤供給管281との接続具282が取り付けられるようになっている。なお、基準プレート251の外周部から外方に張り出したフランジ251aの外径は、ヘッドハウジング210の下端内周部から内方に張り出したフランジ210eの内径よりも大きく形成されており、基準プレート251がヘッドハウジング210から抜け出ることがないようになっている。

【0090】

研磨工具260は、基準プレート251とほぼ同じ外径を有する円盤状の패드プレート261と、この패드プレート261の下面である研磨패드取付面161aに取り付けられた円形の研磨패드（研磨布）165とから構成される。ここで、研磨패드265は研磨により劣化していく消耗品であるため、上記研磨패드取付面261aに着脱自在に取り付け可能にして（例えば接着剤による）、交換作業を容易にしている。なお、研磨패드265の下面側が、ウェハ90の被研磨面91と対向する研磨面266となっている。

30

【0091】

詳細図示しないが、第一実施形態における研磨工具60と同様に、基準プレート251の内部には下面側に複数の吸着開口（図示せず）を有する空気吸入路（図示せず）が形成されており、この空気吸入路は中心部材255側にも延びてヘッドハウジング210の圧力室H21側に開口している。この開口部には吸入管（図示せず）が接続されており、基準プレート251の下面側に패드プレート261を位置させた状態でこの吸入管から空気を吸入することにより、패드プレート261を基準プレート251に吸着取り付けできるようになっている。ここで、패드プレート261は基準プレート251との間に設けられたセンターピンP21と位置決めピンP22とにより芯出しと回転方向の位置決めとがなされる。

40

【0092】

また、図示しない研磨剤供給装置と繋がる研磨剤供給管281が中心部材255に取り付けられた接続具282と接続されており、この接続具282を介して、中心部材255を

50

貫通して設けられた流路 2 8 3、センターピン P 2 1 内を貫通する流路 2 8 4、そしてパッドプレート 2 6 1 および研磨パッド 2 6 5 に設けられた流路（図示せず）とに繋がっている。

【 0 0 9 3 】

さて、リング部材 2 3 2 は、基準プレート 2 5 1 の上部外径より僅かに大きい内径を有するリング状に形成され、ヘッドハウジング 2 1 0 内に位置する基準プレート 2 5 1 上部の周囲を囲んで、リング部材 2 3 2 の内周面と基準プレート 2 5 1 の上部外周面との間に所定の隙間 S 2 1 が生じるように構成される。そして、基準プレート 2 5 1 の中央上面で圧力室 H 2 1 内の空気圧を受けて、プレート保持部 2 4 0 に取付保持された基準プレート 2 5 1、すなわち研磨部材 2 5 0 が上下方向（被研磨面 9 1 へ向かう方向）へ往復移動できるようにになっている。

10

【 0 0 9 4 】

これにより、リング部材 2 3 2 の内径が基準プレート 2 5 1 の上部外径より僅かに大きいため隙間 S 2 1 の断面積が非常に小さくなり、ヘッドハウジング 2 1 0 内に形成された圧力室 H 2 1 内の空気がこの隙間 S 2 1 を通過して圧力室 H 2 1 の外部へ流出することが防止されるため、ゴムシート等の密閉手段を用いずにヘッドハウジング 2 1 0 の内部に圧力室 H 2 1 を形成することができる。そのため、研磨部材 2 5 0 の上下移動によりゴムシートが変形して研磨部材 2 5 0（基準プレート 2 5 1）における受圧面積が変化するのを回避することができ、ヘッドハウジング 2 1 0 内の空気圧に対する研磨部材 2 5 0（研磨パッド 2 6 5）の研磨推力の線形性を向上させることができる。そして、研磨パッド 2 6 5

20

【 0 0 9 5 】

なお、リング部材 2 3 2 の下面側と基準プレート 2 5 1 の縁部上面側との間には、隙間 S 2 1 を介して圧力室 H 2 1 と連通するラビリンス空間 H 2 2 が形成され、ヘッドハウジング 2 1 0 の側部にこのラビリンス空間 H 2 2 と繋がる排気通路 2 1 3 が形成されている。排気通路 2 1 3 は、ヘッドハウジング 2 1 0 の上面側に形成された排気口 2 1 4 まで延びて形成されており、ヘッドハウジング 2 1 0 内の空気がラビリンス空間 H 2 2 から排気通路 2 1 3 および排気口 2 1 4 を通過して、ヘッドハウジング 2 1 0 の外部へ排出されるようになっている。

30

【 0 0 9 6 】

排気口 2 1 4 には、ジョイント 2 1 5 および排気管 2 1 6 が取り付けられており、排気通路 2 1 3 がジョイント 2 1 5 を介して排気管 2 1 6 と繋がるようになっている。排気管 2 1 6 は、図示しない真空源に繋がっており、ヘッドハウジング 2 1 0 内の空気圧を所望の圧力に減圧調整できるようになっている。これより、排気口 2 1 4 が吸気口 2 1 2 とは別に形成されているため、ヘッドハウジング 2 1 0 内の空気圧を加圧から減圧（もしくは減圧から加圧）に切り替える際の反応速度を向上させることができ、研磨パッド 2 6 5 をウェハ 9 0 に押しつける際の加圧制御における制御速度を向上させることができる。

【 0 0 9 7 】

このような構成の研磨ヘッド 2 3 0 を用いてウェハ 9 0 の研磨を行うには、先ずウェハ保持テーブル 9 5 の上面に研磨対象となるウェハ 9 0 を吸着取り付けし（このときウェハ 9 0 の中心はウェハ保持テーブル 9 5 の回転中心に一致させる）、電動モータ M 4 を駆動してウェハ保持テーブル 9 5 を回転させる。次に電動モータ M 1 ~ M 3 を駆動して第 3 移動ステージ 2 6 をウェハ 9 0 の上方に位置させ、電動モータ M 5 によりスピンドルを駆動して研磨ヘッド 2 3 0 を回転させる。続いて電動モータ M 2 を駆動して第 3 ステージ 2 6 を降下させ、研磨パッド 2 6 5 の下面（研磨面）をウェハ 9 0 の上面（被研磨面）に押し当てるようにする。

40

【 0 0 9 8 】

次に、エア供給源からヘッドハウジング 2 1 0 内に空気を供給したり、真空源を利用してヘッドハウジング 2 1 0 内から空気を排出したりして、圧力室 H 2 1 内の空気圧を調整し

50

ウェハ90と研磨パッド265との接触圧を所定の値に設定する。そして、電動モータM1, M3を駆動して研磨ヘッド230をXY方向(ウェハ90と研磨パッド265との接触面の面内方向)に揺動させる。このとき同時に、研磨剤供給装置より研磨剤(シリカ粒を含んだ液状のスラリー)を圧送し、研磨パッド265の下面側に研磨剤を供給させる。これにより、ウェハ90の被研磨面91は、研磨剤の供給を受けつつウェハ90自身の回転運動と研磨ヘッド230の(すなわち研磨パッド265の)回転及び揺動運動とにより研磨される。

【0099】

このようにしてウェハ90の被研磨面91の研磨を行っているときに、研磨パッド265を有する研磨部材250は、プレート保持部240に上下方向へ(被研磨面91に向かう方向へ)往復移動可能且つ揺動可能に取付保持されているため、研磨ヘッド230の回転精度や研磨パッド265の厚みのバラツキに応じて研磨部材250の姿勢が変動し、被研磨面91の均一な研磨を行う。

10

【0100】

次に、本発明に係る半導体デバイスの製造方法の実施例について説明する。図8は半導体デバイスの製造プロセスを示すフローチャートである。半導体製造プロセスをスタートすると、まずステップS200で次に挙げるステップS201~S204の中から適切な処理工程を選択し、いずれかのステップに進む。

【0101】

ここで、ステップS201はウェハの表面を酸化させる酸化工程である。ステップS202はCVD等によりウェハ表面に絶縁膜や誘電体膜を形成するCVD工程である。ステップS203はウェハに電極を蒸着等により形成する電極形成工程である。ステップS204はウェハにイオンを打ち込むイオン打ち込み工程である。

20

【0102】

CVD工程(S202)もしくは電極形成工程(S203)の後で、ステップS205に進む。ステップS205はCMP工程である。CMP工程では本発明による研磨装置により、層間絶縁膜の平坦化や半導体デバイス表面の金属膜の研磨、誘電体膜の研磨等が行われ、ダマシン(damascene)プロセスが適用されることもある。

【0103】

CMP工程(S205)もしくは酸化工程(S201)の後でステップS206に進む。ステップS206はフォトリソグラフィ工程である。この工程ではウェハへのレジストの塗布、露光装置を用いた露光によるウェハへの回路パターンの焼き付け、露光したウェハの現像が行われる。さらに、次のステップS207は現像したレジスト像以外の部分をエッチングにより削り、その後レジスト剥離が行われ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くエッチング工程である。

30

【0104】

次に、ステップS208で必要な全工程が完了したかを判断し、完了していなければステップS200に戻り、先のステップを繰り返してウェハ上に回路パターンが形成される。ステップS208で全工程が完了したと判断されればエンドとなる。

【0105】

本発明による半導体デバイス製造方法では、CMP工程において本発明にかかる研磨装置を用いているため、ウェハの加工精度および歩留まりが向上する。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができるという効果がある。なお、上記半導体デバイス製造プロセス以外の半導体デバイス製造プロセスのCMP工程に本発明による研磨装置を用いても良い。また、本発明による半導体デバイス製造方法により製造された半導体デバイスは、歩留まりが高く低コストの半導体デバイスとなる。

40

【0106】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、研磨パッドを研磨対象物に押しつける際の加圧制

50

御におけるコントロール性能を向上させることができ、研磨対象物の加工精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る研磨装置の一例であるCMP装置の正面図である。

【図2】CMP装置に構成される研磨ヘッドの正面図（断面図）である。

【図3】研磨ヘッドの第二実施形態を示す正面図（断面図）である。

【図4】図3中の矢印IV-IVに沿った平断面図である。

【図5】揺動保持部材の側面図である。

【図6】揺動緩衝機構の側断面図である。

【図7】研磨ヘッドの第三実施形態を示す正面図（断面図）である。

10

【図8】本発明に係る半導体デバイスの製造プロセスを示すフローチャートである。

【図9】研磨ヘッドと接続されるエア回路を模式的に示した説明図である。

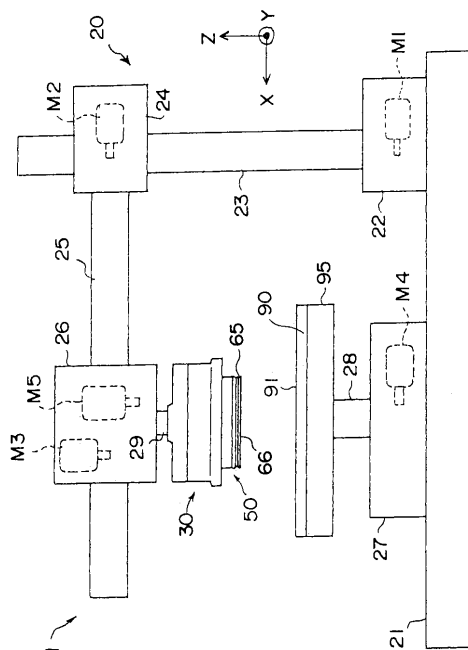
【図10】従来の研磨装置において、研磨部材の上下によるゴムシートの形状の変化を（a）、（b）の順に示す図である。

【符号の説明】

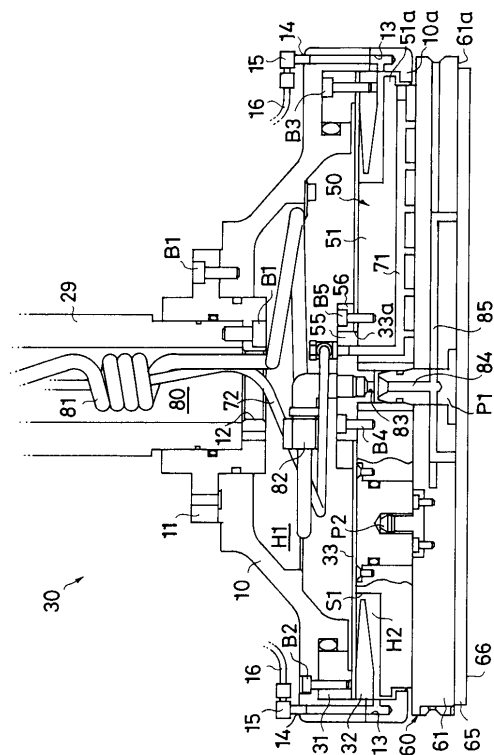
1	CMP装置（研磨装置）	
10	ヘッドハウジング	
11	連結部材	
12	吸気口	
14	排気口	20
16	排気管	
30	研磨ヘッド	
32	リング部材	
50	研磨部材	
51	基準プレート	
65	研磨パッド	
66	研磨面	
81	エア供給管	
82	エア供給源（エア供給部）	
83	供給側レギュレータ（エア供給部）	30
84	真空源（エア排出部）	
85	排気側レギュレータ（エア排出部）	
86	差圧計（86a 供給側圧力測定部、86b 排気側圧力測定部）	
88	圧力制御部	
90	ウェハ（研磨対象物）	
91	被研磨面	
95	ウェハ保持テーブル（対象物保持具）	
110	ヘッドハウジング（第二実施形態）	
112	吸気口（第二実施形態）	
114	排気口（第二実施形態）	40
130	研磨ヘッド（第二実施形態）	
132	リング部材（第二実施形態）	
135	揺動緩衝機構	
140	プレート保持部	
141	スライドガイド部材	
142	スライド部材	
145	揺動保持部材	
150	研磨部材（第二実施形態）	
151	基準プレート（第二実施形態）	
165	研磨パッド（第二実施形態）	50

- 1 6 6 研磨面 (第二実施形態)
- 2 1 0 ヘッドハウジング (第三実施形態)
- 2 1 2 吸気口 (第三実施形態)
- 2 1 4 排気口 (第三実施形態)
- 2 3 0 研磨ヘッド (第三実施形態)
- 2 3 2 リング部材 (第三実施形態)
- 2 5 0 研磨部材 (第三実施形態)
- 2 5 1 基準プレート (第三実施形態)
- 2 6 5 研磨パッド (第三実施形態)
- 2 6 6 研磨面 (第三実施形態)
- S 1 隙間
- S 1 1 隙間 (第二実施形態)
- S 2 1 隙間 (第三実施形態)

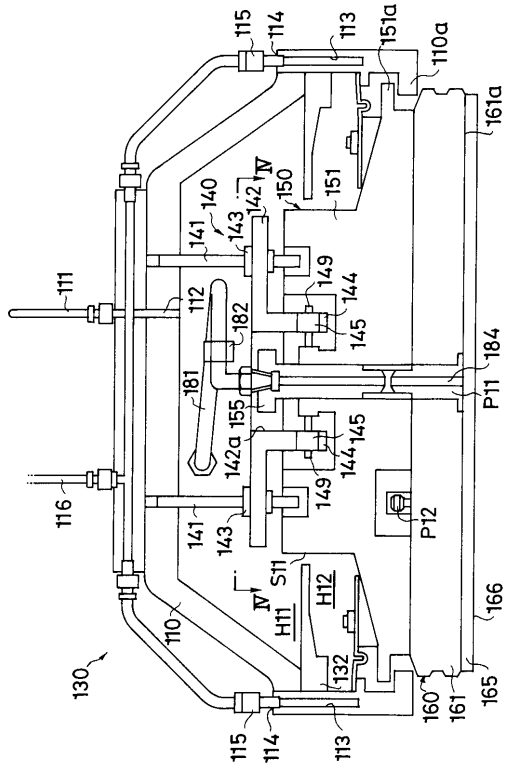
【 図 1 】



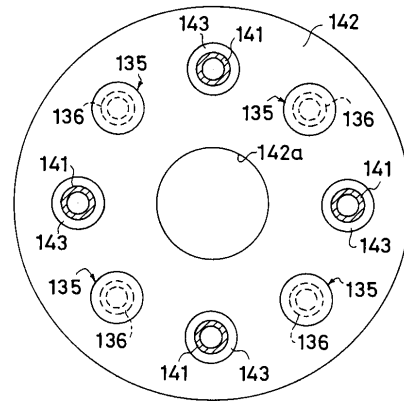
【 図 2 】



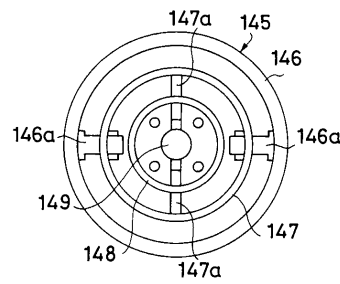
【 図 3 】



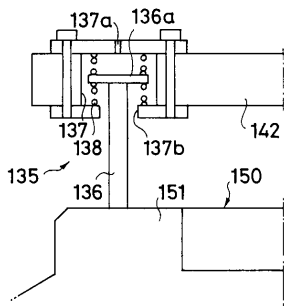
【 図 4 】



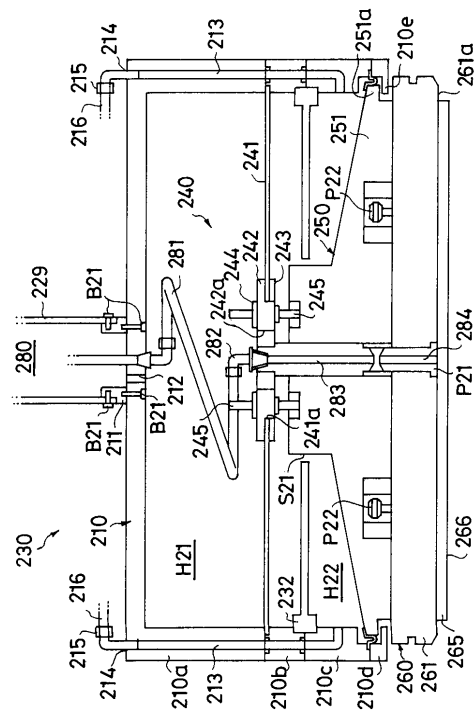
【 図 5 】



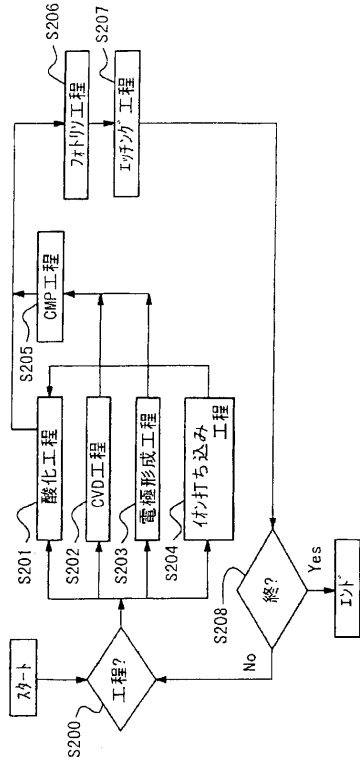
【 図 6 】



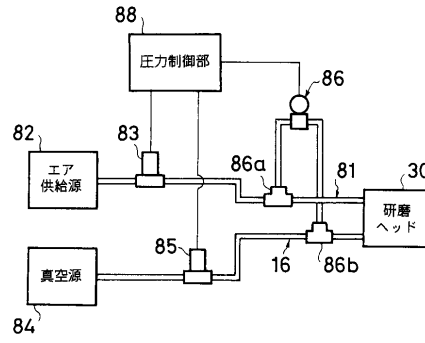
【 図 7 】



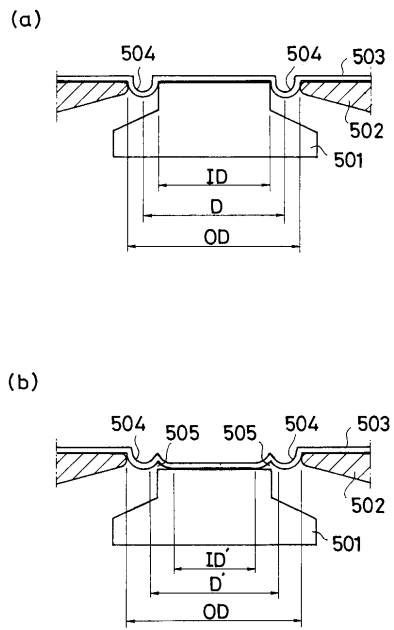
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-000553(JP,A)
特開平07-314327(JP,A)
特開平05-277914(JP,A)
特開2001-232553(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00

B24B 41/047

H01L 21/304