

SUBSTRATE ADSORPTION METHOD, SUBSTRATE HOLDING APPARATUS,
SUBSTRATE POLISHING APPARATUS, ELASTIC FILM, SUBSTRATE ADSORPTION
DETERMINATION METHOD FOR SUBSTRATE HOLDING APPARATUS, AND PRESSURE
CONTROL METHOD FOR SUBSTRATE HOLDING APPARATUS

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application claims the benefit of Japanese Priority Patent Applications JP 2015-161187 filed on August 18, 2015, JP 2016-097291 filed on May 13, 2016, and JP 2016-134881 filed on July 7, 2016, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

FIELD

【 0 0 0 1 】

本開示は、基板吸着方法、基板保持装置、基板研磨装置、弾性膜、基板保持装置における基板吸着判定方法および圧力制御方法に関する。

BACKGROUND AND SUMMARY

【 0 0 0 2 】

半導体ウェハなどの基板を研磨する基板研磨装置では、トップリングに保持された基板を研磨テーブルに押し付けることで基板を研磨する。搬送機構からトップリングに基板を受け渡すためには、まず搬送機構に支持された基板をトップリングの下面に設けられ同心円状に複数のエリアに分割されたメンブレンに接触させる。そして、メンブレンに形成された孔から真空引きすることで、基板がメンブレンに吸着される。

【 0 0 0 3 】

基板を適切に扱うための基板吸着方法、基板保持装置、基板研磨装置、弾性膜、基板保持装置における基板吸着判定方法および圧力制御方法を提供することが望まれる。

【 0 0 0 4 】

一実施形態によれば、基板吸着方法は、トップリング本体と、その下方に設けられた弾性膜と、を有するトップリングに基板を吸着させる基板吸着方法であって、前記基板の下面が支持部材に支持され、前記基板の上面が前記弾性膜の下面と接触した状態で、前記弾性膜の上面と前記トップリング本体との間に同心円状に形成された複数のエリアのうちの少なくとも1つのエリアを真空引きする真空引き工程と、真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量を計測する流量計測工程と、前記ガスの流量に基づいて、前記トップリングに前記基板が吸着したか否かを判定する判定工程と、前記トップリングに前記基板が吸着したと判定された後に、前記基板が吸着された前記弾性膜と前記支持部材とを離間させる離間工程と、を備える。

【 0 0 0 5 】

別の実施形態によれば、基板保持装置は、トップリング本体と、前記トップリング本体の下方に設けられる弾性膜であって、その上面と前記トップリング本体との間に同心円状に複数のエリアが形成された弾性膜と、支持部材によって下面が支持された基板の上面と前記弾性膜の下面とが接触した状態で、前記複数のエリアのうちの少なくとも1つのエリアを真空引きする圧力調整手段と、前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量を計測する流量計と、前記ガスの流量に基づいて、前記弾性膜の下面に前記基板が吸着したか否かを判定する判定手段と、を備える。

【 0 0 0 6 】

別の実施形態によれば、基板保持装置は、トップリング本体と、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第1面と、前記第1面とは反対側にあって基板を保持可能な第2面と、を有する弾性膜と、前記複数のエリアのうちの第1エリアに連通し、前記第1エリアを加圧することが可能な第1ラインと、前記第1エリアに連通し、前記第1エ

リアから排気することが可能な第２ラインと、前記第１エリアの流量に基づいて測定値が変化する測定器と、前記複数のエリアのうちの前記第１エリアとは異なる第２エリアに連通し、前記第２エリアを加圧または減圧することが可能な第３ラインと、を備える。

【０００７】

別の実施形態によれば、基板保持装置における基板吸着判定方法は、基板保持装置におけるトップリング本体と弾性膜の第１面との間に形成された第２エリアを減圧しつつ、前記トップリング本体と前記弾性膜の第１面との間に形成された、前記第２エリアとは異なる第１エリアを加圧するとともに前記第１エリアに連通する第２ラインを介して流体を流通し、前記第１エリアの流量に応じた測定値に基づいて、前記弾性膜の、前記第１面とは反対側にある第２面に基板が吸着されたか否かを判定する。

【０００８】

別の実施形態によれば、基板保持装置における圧力制御方法は、基板保持装置におけるトップリング本体と弾性膜の第１面との間に形成された第１エリアを加圧するとともに前記第１エリアに連通する第２ラインを介して流体を流通し、前記第１エリアの流量に応じた測定値に基づいて、前記トップリング本体と前記弾性膜の第１面との間に形成された、前記第１エリアとは異なる第２エリアの圧力を制御する。

【０００９】

別の実施形態によれば、弾性膜は、第１部分の外側および内側にそれぞれ第１孔および第２孔が設けられたトップリング本体とともに用いられて基板保持装置を構成する弾性膜であって、前記第１部分と係合可能な第２部分が設けられ、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第１面と、前記第１面とは反対側にあつて基板を保持可能な第２面と、を備える。

【００１０】

別の実施形態によれば、基板保持装置は、第１部分の外側および内側にそれぞれ第１孔および第２孔が設けられたトップリング本体と、前記第１部分と係合可能な第２部分が設けられ、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第１面と、前記第１面とは反対側にあつて基板を保持可能な第２面と、を有する弾性膜と、前記第１孔は前記複数のエリアのうちの第１エリアに位置しており、前記第１孔を介して前記第１エリアを加圧することが可能な第１ラインと、前記第２孔は前記第１エリアに位置しており、前記第２孔を介して前記第１エリアから排気することが可能な第２ラインと、前記第１エリアの流量に基づいて測定値が変化する測定器と、前記複数のエリアのうちの前記第１エリアとは異なる第２エリアに連通し、前記第２エリアを加圧または減圧することが可能な第３ラインと、を備える。

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

【００１１】

【図１】 基板研磨装置３００を含む基板処理装置の概略上面図。

【図２Ａ】 基板研磨装置３００の概略斜視図。

【図２Ｂ】 基板研磨装置３００の断面図。

【図３Ａ】 搬送機構６００ｂからトップリング１への基板受け渡しを説明する図。

【図３Ｂ】 搬送機構６００ｂからトップリング１への基板受け渡しを説明する図。

【図３Ｃ】 搬送機構６００ｂからトップリング１への基板受け渡しを説明する図。

【図４】 搬送機構６００ｂからトップリング１への基板受け渡しを説明する図。

【図５】 トップリング１の構造を模式的に示す断面図。

【図６】 圧力制御手段１５の内部構成の一例を示す図。

【図７Ａ】 基板Ｗの吸着完了判定を含む、基板Ｗの受け渡し手順を示すフローチャート。

【図７Ｂ】 基板Ｗの吸着完了判定を含む、基板Ｗの受け渡し手順を示すフローチャート。

【図８Ａ】 真空引き前のメンブレン１３および基板Ｗを側方から見た図。

【図８Ｂ】 真空引き後のメンブレン１３および基板Ｗを側方から見た図。

- 【図 9】真空引き開始後の圧力計 1 6 4 b および流量計 1 6 5 a の計測結果を模式的に示す図。
- 【図 1 0】圧力制御手段 1 5 の内部構成の別の例を示す図。
- 【図 1 1】圧力制御手段 1 5 の内部構成のまた別の例を示す図。
- 【図 1 2】基板 W の吸着完了判定を含む、基板 W の吸着手順を示すフローチャート。
- 【図 1 3】基板研磨装置 3 0 0 の概略断面図。
- 【図 1 4 A】第 3 の実施形態におけるトップリング 1 の構造を模式的に示す断面図。
- 【図 1 4 B】図 1 4 A の変形例。
- 【図 1 5】トップリング 1 におけるトップリング本体 1 1 およびメンブレン 1 3 の詳細を示す断面図。
- 【図 1 6】図 1 5 の A - A ' 断面図。
- 【図 1 7】トップリング 1 における各バルブの動作を説明する図。
- 【図 1 8】基板吸着判定の手順を示すフローチャート。
- 【図 1 9】吸着に失敗した場合のメンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の断面を模式的に示す図。
- 【図 2 0】吸着に成功した場合の基板 W、メンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の断面を模式的に示す図。
- 【図 2 1】吸着開始後に流量計 F S で計測される流量を模式的に示す図。
- 【図 2 2】第 4 の実施形態におけるトップリング 1 の構造を模式的に示す断面図。
- 【図 2 3】吸着に失敗した場合のメンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の断面を模式的に示す図。
- 【図 2 4】吸着に成功した場合の基板 W、メンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の断面を模式的に示す図。
- 【図 2 5】図 2 2 の変形例であるトップリング 1 の構造を模式的に示す断面図。
- 【図 2 6】吸着に失敗した場合のメンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の断面を模式的に示す図。
- 【図 2 7】吸着に成功した場合の基板 W、メンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の断面を模式的に示す図。
- 【図 2 8 A】トップリング 1 から搬送機構 6 0 0 b への基板受け渡しを詳しく説明する図。
- 【図 2 8 B】トップリング 1 から搬送機構 6 0 0 b への基板受け渡しを詳しく説明する図。
- 【図 2 8 C】トップリング 1 から搬送機構 6 0 0 b への基板受け渡しを詳しく説明する図。
- 【図 2 9】トップリング 1 から搬送機構 6 0 0 b への基板受け渡しを詳しく説明する図。
- 【図 3 0】リリース開始前の状態を模式的に示す図。
- 【図 3 1】リリース開始後の状態を模式的に示す図。
- 【図 3 2】図 3 3 に引き続くリリース開始後の状態を模式的に示す図。
- 【図 3 3】図 3 2 に引き続くリリース開始後の状態を模式的に示す図。
- 【図 3 4】第 5 の実施形態におけるトップリング 1 の構造を模式的に示す図。
- 【図 3 5】リリース時のトップリング 1 の動作を示すフローチャート。
- 【図 3 6】リリース時に流量計 F S で計測される流量を模式的に示す図。
- 【図 3 7】トップリング 1 から基板 W をリリースしてプッシャ 1 6 0 に受け渡す様子を模式的に示す側面図。
- 【図 3 8】エリア 1 3 1 近辺のトップリング本体 1 1 およびメンブレン 1 3 の断面図。
- 【図 3 9】エリア 1 3 1 近辺におけるメンブレン 1 3 を上方から見た図。
- 【図 4 0】エリア 1 3 1 近辺におけるトップリング本体 1 1 を下方から見た図。
- 【図 4 1】流量計 F S を用いた基板吸着判定を行う場合の圧力制御装置 7 の構成例を示す図。
- 【図 4 2】吸着判定時の加圧を説明する図。
- 【図 4 3】基板研磨時の加圧を説明する図。
- 【図 4 4】吸着に成功した場合の基板 W、メンブレン 1 3 およびトップリング本体 1 1 の

断面を模式的に示す図。

【図４５】図３８の変形例であるトップリング１１およびメンブレン１３の断面図。

DETAILED DESCRIPTION

【００１２】

一実施形態によれば、トップリング本体と、その下方に設けられた弾性膜と、を有するトップリングに基板を吸着させる基板吸着方法であって、前記基板の下面が支持部材に支持され、前記基板の上面が前記弾性膜の下面と接触した状態で、前記弾性膜の上面と前記トップリング本体との間に同心円状に形成された複数のエリアのうちの少なくとも１つのエリアを真空引きする真空引き工程と、真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量を計測する流量計測工程と、前記ガスの流量に基づいて、前記トップリングに前記基板が吸着したか否かを判定する判定工程と、前記トップリングに前記基板が吸着したと判定された後に、前記基板が吸着された前記弾性膜と前記支持部材とを離間させる離間工程と、を備える基板吸着方法が提供される。

【００１３】

あるエリアを真空引きすると、基板が弾性膜に吸着する際に、真空引きの対象エリアより外側にあるエリアの容積が小さくなる。このことを、真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量に基づいて検出する。そのため、精度よく基板が弾性膜に吸着したか否かを判定できる。

【００１４】

前記真空引き工程の後に、前記真空引きの対象エリアの少なくとも１つのエリアの圧力を計測する圧力計測工程を備え、前記判定工程では、前記ガスの流量に加え、前記真空引きの対象エリアの少なくとも１つのエリアにおける圧力も考慮して、前記トップリングに前記基板が吸着したか否かを判定するのが望ましい。

真空引きの対象エリアの圧力（真空度）も考慮することで、判定の精度がさらに向上する。

【００１５】

前記複数のエリアのうちの少なくとも１つのエリアを加圧する加圧工程と、前記基板の上面と前記弾性膜の下面とを接触させる接触工程と、を備え、その後に前記真空引き工程が行われるのが望ましい。

予め加圧しておくことで、弾性膜とトップリング本体とが密着していた場合であっても、加圧することでその状態を解除でき、弾性膜と基板との接触面積を大きくできるためである。

【００１６】

前記加圧工程では、前記真空引きの対象エリアを加圧するのがより望ましい。

真空引きの対象エリアが弾性膜の中央である場合、弾性膜の中央が下に凸な形状となり、基板の中央部を確実に弾性膜と接触させることができる。

【００１７】

前記基板の上面と前記弾性膜の下面とが接触している際に、前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアを加圧しないのが望ましい。

真空引きの対象エリアより外側にあるエリアを加圧すると基板が弓状に沿ってしまい、基板に負担がかかるためである。

【００１８】

前記支持部材は、前記トップリングに前記基板を受け渡す搬送機構であってもよい。

この場合、搬送機構からトップリングに確実に基板を受け渡すことができる。

【００１９】

前記支持部材は、前記トップリングに保持された基板を研磨する研磨テーブルであってもよい。

この場合、基板の研磨後に研磨テーブルからトップリングに確実に基板を吸着させるこ

とができる。

【0020】

また、別の態様によれば、トップリング本体と、前記トップリング本体の下方に設けられる弾性膜であって、その上面と前記トップリング本体との間に同心円状に複数のエリアが形成された弾性膜と、支持部材によって下面が支持された基板の上面と前記弾性膜の下面とが接触した状態で、前記複数のエリアのうちの少なくとも1つのエリアを真空引きする真空引き機構と、前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量を計測する流量計と、前記ガスの流量に基づいて、前記弾性膜の下面に前記基板が吸着したか否かを判定する判定手段と、を備える基板保持装置が提供される。

この態様により、精度よく基板が弾性膜に吸着したか否かを判定できる。

【0021】

前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアには、前記流量計が設けられた流路が接続され、該エリアと前記流量計との間で、前記流路は分岐していないのが望ましい。

このようにすることで、流量計がエリアにおける流量を正確に計測できる。

【0022】

前記複数のエリアが形成された位置において、前記弾性膜には孔が形成されていないのが望ましい。

孔がないことで、トップリング内部で発生した粉塵が基板を汚染したり、弾性膜と吸着した基板との間からガスがリークしたりすることを抑えることができる。

【0023】

別の態様によれば、上記の基板保持装置と、前記基板保持装置に前記基板を受け渡す搬送機構と、前記基板保持装置に保持された前記基板を研磨する研磨テーブルと、を備える基板研磨装置が提供される。

【0024】

別の態様によれば、トップリング本体と、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第1面と、前記第1面とは反対側にあって基板を保持可能な第2面と、を有する弾性膜と、前記複数のエリアのうちの第1エリアに連通し、前記第1エリアを加圧することが可能な第1ラインと、前記第1エリアに連通し、前記第1エリアから排気することが可能な第2ラインと、前記第1エリアの流量に基づいて測定値が変化する測定器と、前記複数のエリアのうちの前記第1エリアとは異なる第2エリアに連通し、前記第2エリアを加圧または減圧することが可能な第3ラインと、を備える基板保持装置が提供される。

流量計で計測される流量を利用することで、基板を適切に扱うことができる。

【0025】

前記測定器は、前記第2ラインの流量を計測可能な流量計であってもよいし、前記第1ラインまたは前記第2ラインの圧力を計測可能な圧力計であってもよい。

【0026】

前記測定値に基づいて、前記第2面に前記基板が吸着されたか否かを判定する判定部を備えるのが望ましい。

流量計で計測される流量は、トップリング本体と弾性膜の第1面との隙間に対応する。基板が吸着すると隙間が小さくなって流量が減ることから、基板が吸着されたか否かを精度よく判定できる。

【0027】

前記基板が前記第2面に吸着される際に、前記第3ラインを介して前記第2エリアを減圧し、前記第1ラインを介して前記第1エリアを加圧するとともに前記第2ラインを介して流体を流通する制御部を備え、前記判定部は、前記基板が前記第2面に吸着される際に、前記測定値に基づいて、前記第2面に前記基板が吸着されたか否かを判定するのが望ましい。

第1エリアを大気開放した状態で流量を計測することで、弾性膜が基板にストレスを与えるのを抑えることができる。

【 0 0 2 8 】

前記判定部は、前記第 2 エリアの減圧開始から所定時間経過した後に、前記測定器で計測される測定値に基づいて、前記第 2 面に前記基板が吸着されたか否かを判定するのが望ましい。

これにより、より高精度に判定できる。

【 0 0 2 9 】

前記測定値に基づいて、前記第 3 ラインを介して前記第 2 エリアの圧力を制御する制御部を備えるのが望ましい。

流量計で計測される流量は、トップリング本体と弾性膜の第 1 面との隙間に対応する。この隙間は弾性膜の膨らみに対応する。よって、流量を監視することで弾性膜の膨らみを制御できる。

【 0 0 3 0 】

前記制御部は、前記測定値が所定範囲に収まるよう、前記第 2 エリアの圧力を制御するのが望ましい。

これにより、弾性膜の膨らみを所定範囲に維持できる。

【 0 0 3 1 】

前記制御部は、前記第 2 面に保持された基板をリリースする際、前記第 1 ラインを介して前記第 1 エリアを加圧するとともに前記第 2 ラインを介して前記第 1 エリアに流体を流通し、前記測定値に基づいて、前記第 3 ラインを介して前記第 2 エリアの圧力を制御するのが望ましい。

【 0 0 3 2 】

前記制御部は、リリースノズルから所定位置に流体が噴射されるよう、前記第 2 エリアの圧力を制御するのが望ましい。

さらに望ましくは、前記所定位置は、前記第 2 面と前記保持された基板との間である。

これにより、リリースノズルから、弾性膜の第 2 面と基板との間に流体の噴射を継続でき、効果的に基板をリリースできる。

【 0 0 3 3 】

前記弾性膜には孔が形成されていないのが望ましい。

【 0 0 3 4 】

前記第 2 エリアは前記第 1 エリアと隣接していないのが望ましい。

これにより、第 2 エリアに基板が吸着しない場合には第 1 エリアと第 1 面との間の隙間が維持される。

【 0 0 3 5 】

前記弾性膜の外周に設けられたリテーナリングを備えるのが望ましい。

【 0 0 3 6 】

前記リテーナリングは、内側リングと、その外側に設けられた外側リングと、を有してもよい。

【 0 0 3 7 】

また、別の態様によれば、上記基板保持装置と、前記基板保持装置に保持された基板を研磨するように構成された研磨テーブルと、を備える基板研磨装置が提供される。

【 0 0 3 8 】

また、別の態様によれば、基板保持装置におけるトップリング本体と弾性膜の第 1 面との間に形成された第 2 エリアを減圧しつつ、前記トップリング本体と前記弾性膜の第 1 面との間に形成された、前記第 2 エリアとは異なる第 1 エリアを加圧するとともに前記第 1 エリアに連通する第 2 ラインを介して流体を流通し、前記第 1 エリアの流量に応じた測定値に基づいて、前記弾性膜の、前記第 1 面とは反対側にある第 2 面に基板が吸着されたか否かを判定する、基板保持装置における基板吸着判定方法が提供される。

【 0 0 3 9 】

また、別の態様によれば、基板保持装置におけるトップリング本体と弾性膜の第 1 面と

の間に形成された第1エリアを加圧するとともに前記第1エリアに連通する第2ラインを介して流体を流通し、前記第1エリアの流量に応じた測定値に基づいて、前記トップリング本体と前記弾性膜の第1面との間に形成された、前記第1エリアとは異なる第2エリアの圧力を制御する、基板保持装置における圧力制御方法が提供される。

【0040】

また、別の態様によれば、第1部分の外側および内側にそれぞれ第1孔および第2孔が設けられたトップリング本体とともに用いられて基板保持装置を構成する弾性膜であって、前記第1部分と係合可能な第2部分が設けられ、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第1面と、前記第1面とは反対側にあつて基板を保持可能な第2面と、を備える弾性膜が提供される。

第1部分と第2部分とが係合することで、基板を保持した場合と、基板を保持していない場合との差が大きくなるため、基板吸着判定を精度よく行うことができる。

【0041】

前記第1部分は凹部であり、前記第2部分は凸部であるか、前記第1部分は凸部であり、前記第2部分は凹部であってもよい。

また、別の態様によれば、第1部分の外側および内側にそれぞれ第1孔および第2孔が設けられたトップリング本体と、前記第1部分と係合可能な第2部分が設けられ、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第1面と、前記第1面とは反対側にあつて基板を保持可能な第2面と、を有する弾性膜と、前記第1孔は前記複数のエリアのうちの第1エリアに位置しており、前記第1孔を介して前記第1エリアを加圧することが可能な第1ラインと、前記第2孔は前記第1エリアに位置しており、前記第2孔を介して前記第1エリアから排気することが可能な第2ラインと、前記第1エリアの流量に基づいて測定値が変化する測定器と、前記複数のエリアのうちの前記第1エリアとは異なる第2エリアに連通し、前記第2エリアを加圧または減圧することが可能な第3ラインと、を備える基板保持装置が提供される。

【0042】

前記トップリング本体の前記第1エリアに対応する部分には、放射状に広がる溝が設けられるのが望ましい。

これにより、第1エリア内の圧力の伝播を速くすることができる。

【0043】

前記第1ラインと前記第2ラインとをバイパスするバイパスラインと、前記バイパスライン上に設けられたバルブとを有するのが望ましい。

バイパスライン上のバルブを開けることで、第1ラインおよび第2ラインの両方から同時に第1エリアを加圧可能となる。これにより、第1エリアを加圧する際に第2部分が第1部分に係合していても第1エリア全体を同じ圧力で速やかに加圧することができる。

【0044】

以下、実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0045】

（第1の実施形態）

背景技術の欄で述べたように、メンブレンに形成された孔から真空引きすることで、基板がメンブレンに吸着される。メンブレンに形成された孔が大きいと、トップリング内部で発生した粉塵が孔を通して基板を汚染したり、メンブレンと真空吸着された基板との間からガスがリークしたりすることがある。そのため近年では、メンブレンに形成される孔をできるだけ小さくする傾向にある。さらには、孔をなくし、真空引きによってメンブレンの表面形状を変形させて基板を吸着することも行われるようになってきている。

【0046】

孔を小さくしたり孔をなくしたりすると、基板の吸着力が低くなる。基板がトップリングに十分に吸着する前にトップリングを移動させると、基板を落としてしまうことがある。そのため、基板がトップリングに吸着して搬送機構からの受け渡しが完了したことを検出

する必要がある。通常は、真空引きしたエリアの真空圧を計測し、真空圧が所定の閾値に達したことをもって、基板の受け渡しが完了したと判定する。

【 0 0 4 7 】

しかしながら、真空引きしたエリアの真空圧に基づいて判定を行っても、必ずしも基板とメンブレンとの間に十分な密着力が発生しているとは限らない。したがって、安全のために、閾値を厳しく設定したり、閾値に達して所定時間待機した後にトップリングを移動させたりせざるを得ない。そうすると、基板の受け渡し時間が本来必要な時間より長くなってしまい、スループットが低下してしまうという問題がある。

【 0 0 4 8 】

第 1 および第 2 の実施形態はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、第 1 および第 2 の実施形態の課題は、確実にトップリングに基板を吸着させることができる基板吸着方法、確実に基板を吸着する基板保持装置、および、そのような基板保持装置を有する基板研磨装置を提供することである。

【 0 0 4 9 】

図 1 は、基板研磨装置 3 0 0 を含む基板処理装置の概略上面図である。本基板処理装置は、直径 3 0 0 m m あるいは 4 5 0 m m の半導体ウエハ、フラットパネル、C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) や C C D (Charge Coupled Device) などのイメージセンサ、M R A M (Magnetoresistive Random Access Memory) における磁性膜の製造工程などにおいて、種々の基板を処理するものである。

【 0 0 5 0 】

基板処理装置は、略矩形状のハウジング 1 0 0 と、多数の基板をストックする基板カセットが載置されるロードポート 2 0 0 と、1 または複数 (図 1 に示す態様では 4 つ) の基板研磨装置 3 0 0 と、1 または複数 (図 1 に示す態様では 2 つ) の基板洗浄装置 4 0 0 と、基板乾燥装置 5 0 0 と、搬送機構 6 0 0 a ~ 6 0 0 d と、制御部 7 0 0 とを備えている。

【 0 0 5 1 】

ロードポート 2 0 0 は、ハウジング 1 0 0 に隣接して配置されている。ロードポート 2 0 0 には、オープンカセット、S M I F (Standard Mechanical Interface) ポッド、又は F O U P (Front Opening Unified Pod) を搭載することができる。S M I F ポッド、F O U P は、内部に基板カセットを収納し、隔壁で覆うことにより、外部空間とは独立した環境を保つことができる密閉容器である。

【 0 0 5 2 】

基板を研磨する基板研磨装置 3 0 0、研磨後の基板を洗浄する基板洗浄装置 4 0 0、洗浄後の基板を乾燥させる基板乾燥装置 5 0 0 は、ハウジング 1 0 0 内に收容されている。基板研磨装置 3 0 0 は、基板処理装置の長手方向に沿って配列され、基板洗浄装置 4 0 0 および基板乾燥装置 5 0 0 も基板処理装置の長手方向に沿って配列されている。

【 0 0 5 3 】

ロードポート 2 0 0、ロードポート 2 0 0 側に位置する基板研磨装置 3 0 0 および基板乾燥装置 5 0 0 に囲まれた領域には、搬送機構 6 0 0 a が配置されている。また、基板研磨装置 3 0 0 ならびに基板洗浄装置 4 0 0 および基板乾燥装置 5 0 0 と平行に、搬送機構 6 0 0 b が配置されている。

【 0 0 5 4 】

搬送機構 6 0 0 a は、研磨前の基板をロードポート 2 0 0 から受け取って搬送機構 6 0 0 b に受け渡したり、乾燥後の基板を基板乾燥装置 5 0 0 から受け取ったりする。

【 0 0 5 5 】

搬送機構 6 0 0 b は、例えばリニアトランスポータであり、搬送機構 6 0 0 a から受け取った研磨前の基板を基板研磨装置 3 0 0 に受け渡す。後述するように、基板研磨装置 3 0 0 におけるトップリング (不図示) は真空吸着により搬送機構 6 0 0 b から基板を受け取る。また、基板研磨装置 3 0 0 は研磨後の基板を搬送機構 6 0 0 b にリリースし、その基板は基板洗浄装置 4 0 0 に受け渡される。

【0056】

さらに、2つの基板洗浄装置400間に、これら基板洗浄装置400間で基板の受け渡しを行う搬送機構600cが配置されている。また、基板洗浄装置400と基板乾燥装置500との間に、これら基板洗浄装置400と基板乾燥装置500間で基板の受け渡しを行う搬送機構600dが配置されている。

【0057】

制御部700は基板処理装置の各機器の動きを制御するものであり、ハウジング100の内部に配置されてもよいし、ハウジング100の外部に配置されてもよいし、基板研磨装置300、基板洗浄装置400および基板乾燥装置500のそれぞれに設けられてもよい。

【0058】

図2Aおよび図2Bは、それぞれ基板研磨装置300の概略斜視図および断面図である。基板研磨装置300は、トップリング1と、下部にトップリング1が連結されたトップリングシャフト2と、研磨面3aを有する研磨テーブル3と、研磨液を研磨テーブル3上に供給するノズル4と、トップリングヘッド5と、支持軸6とを有する。

【0059】

トップリング1は基板Wを保持し、その下面を研磨面3aに押し付ける。図2Bに示すように、トップリング1は、トップリング本体（キャリア）11と、円環状のリテーナリング12と、トップリング本体11の下方かつリテーナリング12の内側に設けられた可撓性のメンブレン13（弾性膜）、トップリング本体11とリテーナリング12との間に設けられたエアバッグ14などから構成される。トップリング本体11とメンブレン13と間の空間を減圧することで、基板Wの上面がトップリング1に保持される。基板Wの周縁はリテーナリング12に囲まれることとなり、研磨中に基板Wがトップリング1から飛び出さないようになっている。

【0060】

トップリングシャフト2はトップリング1の上面中央に連結されている。不図示の昇降機構がトップリングシャフト2を昇降させることで、トップリング1に保持された基板Wの下面が研磨面3aに接触したり離れたりする。また、不図示のモータがトップリングシャフト2を回転させることでトップリング1が回転し、これによって保持された基板Wも回転する。

【0061】

研磨テーブル3の上面には研磨面3aが設けられる。研磨テーブル3の下面は回転軸に接続されており、研磨テーブル3は回転可能となっている。研磨液がノズル4から供給され、研磨面3aに基板Wの下面が接触した状態で基板Wおよび研磨テーブル3が回転することで、基板Wが研磨される。

【0062】

トップリングヘッド5は、一端にトップリングシャフト2が連結され、他端に支持軸6が連結される。不図示のモータが支持軸6を回転させることでトップリングヘッド5が揺動し、トップリング1が研磨面3a上と、基板受け渡し位置（不図示）との間を行き来する。

【0063】

このような基板研磨装置300は次のように動作する。まず、トップリングヘッド5が揺動することでトップリング1が基板受け渡し位置に移動し、搬送機構（不図示）からトップリング1に基板Wが受け渡される。これにより、基板Wの上面がトップリング1に保持される。この点の詳細は後述する。

【0064】

次いで、トップリングヘッド5が逆方向に揺動することでトップリング1が研磨面3a上に移動し、さらにトップリングシャフト2が下降することで研磨面3a上に基板Wの下面を接触させる。そして、ノズル4から研磨面3a上に研磨液を供給しながらトップリン

グ 1 および研磨テーブル 3 が回転し、基板 W が研磨される。研磨の後、トップリング 1 が再度基板 W の保持を行った上で、トップリングヘッド 5 が揺動することでトップリング 1 が基板受け渡し位置に移動する。

【 0 0 6 5 】

続いて、基板受け渡し位置における、搬送機構 6 0 0 b からトップリング 1 への基板受け渡しについて説明する。

【 0 0 6 6 】

図 3 A ～図 3 C および図 4 は、搬送機構 6 0 0 b からトップリング 1 への基板受け渡しを説明する図である。図 3 A ～図 3 C は搬送機構 6 0 0 b およびトップリング 1 を側方から見た図であり、図 4 はこれらを上方から見た図である。

【 0 0 6 7 】

図 3 A ～図 3 C に示すように、搬送機構 6 0 0 b （より詳しくは、そのハンド 6 0 1 ）上に基板 W が載置される。図 4 に示すように、ハンド 6 0 1 は基板 W の下面の外周側の一部を支持する。搬送機構 6 0 0 b は不図示の昇降機構により昇降する。

【 0 0 6 8 】

また、基板 W の受け渡しには、リテーナリングステーション 8 0 0 が用いられる。図 3 A に示すように、リテーナリングステーション 8 0 0 は、トップリング 1 のリテーナリング 1 2 を押し上げる押し上げピン 8 0 1 を有する。なお、リテーナリングステーション 8 0 0 はリリースノズルを有してもよいが、図示していない。図 4 に示すように、押し上げピン 8 0 1 とハンド 6 0 1 とが互いに接触しないように配置されている。

【 0 0 6 9 】

搬送機構 6 0 0 b およびトップリング 1 は次のように動作して、基板 W を搬送機構 6 0 0 b からトップリング 1 に受け渡す。まず図 3 A に示すように、トップリング 1 が下降するとともに、搬送機構 6 0 0 b が上昇する。トップリング 1 の下降により、押し上げピン 8 0 1 がリテーナリング 1 2 を押し上げる。また、基板 W がメンブレン 1 3 に接近する。

【 0 0 7 0 】

さらに搬送機構 6 0 0 b が上昇すると、図 3 B に示すように、基板 W の上面がメンブレン 1 3 の下面に接触する。この状態で、後述するようにして基板 W がメンブレン 1 3 に吸着する。その際、確実に吸着したか否か、言い換えると、基板 W の受け渡しが完了したか否かの判定が行われる。完了したと判定されると、図 3 C に示すようにトップリング 1 が上昇するとともに、搬送機構 6 0 0 b が下降する。

【 0 0 7 1 】

続いて、基板 W の吸着と、その完了の判定について説明する。

【 0 0 7 2 】

図 5 は、トップリング 1 の構造を模式的に示す断面図である。メンブレン 1 3 には、トップリング本体 1 1 に向かって上方に延びる周壁 1 3 a ～ 1 3 h が形成されている。これら周壁 1 3 a ～ 1 3 h により、メンブレン 1 3 の上面とトップリング本体 1 1 の下面との間に、周壁 1 3 a ～ 1 3 h によって区切られた同心円状のエリア 1 3 1 ～ 1 3 8 が形成される。

【 0 0 7 3 】

なお、メンブレン 1 3 のエリア 1 3 1 ～ 1 3 8 が形成された位置には孔が形成されていてもよいが、望ましくはその孔はできるだけ微細である。さらに望ましくは、メンブレン 1 3 には孔が形成されていない。本実施形態では、そのような場合であって吸着力が強い場合であっても、基板 W がトップリング 1 に吸着されたことを精度よく判定することで、基板 W が落下するのを防ぐことができる。

【 0 0 7 4 】

トップリング本体 1 1 を貫通してエリア 1 3 1 ～ 1 3 8 にそれぞれ連通する流路 1 4 1 ～ 1 4 8 が形成されている。また、リテーナリング 1 2 の直上には弾性膜からなるリテーナ室 1 3 9 が設けられており、リテーナ室 1 3 9 に連通する流路 1 4 9 が同様に形成され

ている。流路１４１～１４９は圧力制御手段１５に接続されており、エリア１３１～１３８およびリテーナ室１３９内の圧力が制御される。

【００７５】

本実施形態では、具体例として、中央側に位置するエリア１３１～１３４はそれぞれ流路１４１～１４４を介して加圧および真空引きすることができ、外側に位置するエリア１３５～１３８およびリテーナ室１３９はそれぞれ流路１４５～１４９を介して大気解放できるものとする。

【００７６】

図６は、圧力制御手段１５の内部構成の一例を示す図である。流路１４１～１４４に関する構成は共通しているので、流路１４１のみ図示している。同様に、流路１４５～１４９に関する構成は共通しているので、流路１４５のみ図示している。

【００７７】

流路１４１には流量計１６１ａが設けられ、エリア１３１に流入する（またはエリア１３１から流出する）ガスの流量を計測する。また、流路１４１には圧力計１６１ｂが設けられ、エリア１３１の圧力を計測する。

【００７８】

流量計１６１ａおよび圧力計１６１ｂの先において流路１４１は分岐しており、一方はバルブ１７１ａを介して流体供給源１８に接続され、他方はバルブ１７１ｂを介して真空源１９に接続されている。バルブ１７１ａを開いて流体供給源１８から窒素などのガスを供給することで、エリア１３１を加圧できる。また、バルブ１７１ｂを開いて真空源１９が真空引きを行うことで、エリア１３１を真空引き（減圧）できる。

【００７９】

ここで、エリア１３１と流量計１６１ａおよび圧力計１６１ｂとの間は単一配管となっていて分岐していないのが望ましい。エリア１３１から出る／エリア１３１に入るガスのほぼすべてが流量計１６１ａおよび圧力計１６１ｂを通ることになり、流量計１６１ａおよび圧力計１６１ｂがバルブ１７１ａ、１７１ｂの開閉状態に関わらずエリア１３１のガス流量および圧力の計測をそれぞれ行えるためである。

【００８０】

もちろん、リークがない場合や、バルブを適切な位置に設けてガスの流路を切り分けられる場合には、エリア１３１と流量計１６１ａおよび圧力計１６１ｂとの間に分岐があってもよい。

【００８１】

なお、図示していないが、流路１４２～１４４に設けられる流量計および圧力計を、それぞれ流量計１６２ａ～１６４ａおよび圧力計１６２ｂ～１６４ｂと称する。

【００８２】

一方、流路１４５には流量計１６５ａおよび圧力計１６５ｂが設けられる。これらの先において、流路１４５はバルブ１７５を介して大気に連通している。バルブ１７５を開くことで、エリア１３５を大気解放することができる。なお、図示していないが、流路１４６～１４９に設けられる流量計および圧力計を、それぞれ流量計１６６ａ～１６９ａおよび圧力計１６６ｂ～１６９ｂと称する。

【００８３】

なお、図６はあくまで一例にすぎず、種々の変形が可能である。例えば、流路１４５～１４９について、分岐を設けてバルブを介して流体供給源１８および／または真空源１９とも接続したり、大気に連通する代わりに流体供給によって大気圧にできるようにしたりしてもよい。また、流路１４１～１４４について、さらに分岐を設けてバルブを介して大気に連通するようにしてもよい。いずれの場合でも、流量計および圧力計とエリアとの間に分岐がないようにするのがよい。

【００８４】

図５に戻り、トップリング１は圧力制御手段１５に接続された判定手段１Ａを備えてい

る。判定手段 1 A は、後述するようにして、流量計 1 6 1 a ～ 1 6 9 a および圧力計 1 6 1 b ～ 1 6 9 b のうちの必要な計測結果に基づいて、基板 W がトップリング 1 のメンブレン 1 3 に吸着したか否か、つまり、搬送機構 6 0 0 b からトップリング 1 への基板 W の受け渡し完了したか否かを判定する。

【 0 0 8 5 】

図 7 A は、基板 W の吸着完了判定を含む、基板 W の受け渡し手順を示すフローチャートである。

【 0 0 8 6 】

まず、搬送機構 6 0 0 b を支持部材として、基板 W の上面とメンブレン 1 3 の下面とを接触させる。具体的には、図 3 A ～ 図 3 C を用いて説明したように、基板 W の下面を支持した搬送機構 6 0 0 b が上昇するとともにトップリング 1 が下降することで（ステップ S 1）、基板 W の上面とメンブレン 1 3 の下面とが接触する（ステップ S 2）。

【 0 0 8 7 】

続いて、トップリング本体 1 1 とメンブレン 1 3 との間に形成されたエリア 1 3 1 ～ 1 3 8 のうち、中心側のエリアを圧力制御手段 1 5 が真空引きする（ステップ S 3）。

【 0 0 8 8 】

真空引きするエリアの数が多いほど吸着力が高くなることを考慮して、適切な数のエリアを真空引きすればよい。例えば、それほど高い吸着力が必要ない場合はエリア 1 3 1 のみを真空引きすればよいし、高い吸着力が必要な場合にはエリア 1 3 1 ～ 1 3 4 を真空引きすればよい。以下では、エリア 1 3 1 ～ 1 3 4 を真空引きするものとする。この場合、バルブ 1 7 1 b ～ 1 7 4 b のみを開いた状態で、真空源 1 9 を作動させればよい。尚、エリア 1 3 4 内のメンブレン 1 3 には上述の小さい孔を所定の同心円状に複数均等配置させてもよい。

【 0 0 8 9 】

図 8 A および図 8 B は、それぞれ真空引き前後のメンブレン 1 3 および基板 W を側方から見た図である。図 8 A に示すように、真空引き前はメンブレン 1 3 はほぼ平坦であり、エリア 1 3 1 ～ 1 3 8 は大気圧である。エリア 1 3 1 ～ 1 3 4 を真空引きすると、図 8 B に示すように、メンブレン 1 3 がわずかに変形し、吸盤効果によって基板 W の中央部がメンブレン 1 3 に吸着されるとともに、基板 W の外周部とメンブレン 1 3 の外周部とが密着してシール効果が生まれ、基板 W がメンブレン 1 3 に強固に吸着する。

【 0 0 9 0 】

このとき、真空引きしたエリア 1 3 1 ～ 1 3 4 の圧力は減少して真空に近づく。また、エリア 1 3 5 ～ 1 3 8（特にエリア 1 3 5）は、メンブレン 1 3 がトップリング本体 1 1 側に引き寄せられることによって、容積が小さくなる。そのため、エリア 1 3 5 ～ 1 3 8 内にあったガスが流路 1 4 5 ～ 1 4 8 から流出する。

【 0 0 9 1 】

つまり、エリア 1 3 5 ～ 1 3 8 の容積が小さくなったことから基板 W がメンブレン 1 3 に吸着したことを検出でき、エリア 1 3 5 ～ 1 3 8 の容積が小さくなったことは流量計 1 6 5 a ～ 1 6 8 a の流量から検出できる。

【 0 0 9 2 】

なお、真空引きしないエリア 1 3 5 ～ 1 3 8 用のバルブ 1 7 5 ～ 1 7 8 は開いておき、エリア 1 3 5 ～ 1 3 8 を加圧することなく大気圧とするのが望ましい。エリア 1 3 5 ～ 1 3 8 を加圧すること考えられるが、そうするとメンブレン 1 3 が大きく弓状に湾曲し、それに伴って基板 W も湾曲して基板 W に負荷がかかってしまうためである。

【 0 0 9 3 】

図 7 A に戻り、エリア 1 3 1 ～ 1 3 4 の真空引きを開始すると、対応する流路 1 4 1 ～ 1 4 4 に設けられた圧力計 1 6 1 b ～ 1 6 4 b がそれぞれエリア 1 3 1 ～ 1 3 4 の圧力を計測し（ステップ S 4）、その結果は判定手段 1 A に伝えられる。

【 0 0 9 4 】

また、エリア 134～134の真空引きを開始すると、エリア 131～134の外側にあるエリア 135～138に対応する流路 145～148に設けられた流量計 165a～168aがそれぞれ流量を計測し(ステップS5)、その結果は判定手段1Aに伝えられる。流量計 165a～168aは、上述したようにエリア 135～138から流出するガスの量を計測する。

【0095】

判定手段1Aは、少なくとも流量計 165aの計測結果に基づき、必要に応じて圧力計 161b～164bおよび流量計 166a～168aの計測結果も考慮して、基板Wがトップリング1に吸着したか否かを判定する(ステップS6)。

【0096】

図9は、真空引き開始後の圧力計 164bおよび流量計 165aの計測結果を模式的に示す図である。左側の縦軸が圧力を示しており、右側の縦軸が流量(エリア 135から流出する方向を正)を示している。時刻 t_0 において真空引きを開始すると、エリア 134内の圧力は低下し、大気圧から真空に近づく。一方、真空引きを開始すると、エリア 135の容積が小さくなることに伴って、エリア 135からのガス流出が起こる。

【0097】

判定手段1Aは、エリア 135からのガス流出量に基づいて、基板Wがメンブレン13に十分に吸着したか、言い換えると、基板Wの受け渡しが完了したか否かを判定できる。具体例として、判定手段1Aは、ガス流出量が所定の閾値 F_{th} に達した時点(時刻 t_1)で受け渡しが完了したと判定してもよいし、ガス流出量が極大になった時点すなわち増加から減少に転じた時点(時刻 t_2)で受け渡しが完了したと判定してもよい。あるいは、判定手段1Aは、総ガス流出量すなわちガス流出量の時間積分値が所定の閾値に達した時点で受け渡しが完了したと判定してもよい。その他、判定手段1Aはガス流出量の微分値や差分値を用いて判定してもよい。

【0098】

なお、真空引きしたエリア 131～134に近いエリア 135において、最も大きなガス流出が発生するため、判定手段1Aはエリア 135からのガス流出量に基づく判定を行うのが望ましいが、エリア 135からのガス流出量に代えて／加えてエリア 136～138からのガス流出量に基づいて判定を行っても構わない。

【0099】

また、より正確に判定するため、判定手段1Aはエリア 134の圧力も考慮して基板Wの受け渡しが完了したか否かを判定してもよい。例えば、上記ガス流出量に関する条件に加え、エリア 134の圧力が所定の閾値に達したことをもって受け渡しが完了したと判定してもよい。また、エリア 134の圧力に代えて／加えてエリア 131～133の圧力に基づいて判定を行っても構わない。

【0100】

本実施形態の判定手段1Aは、真空引きしていないエリアにおけるガスの流量を用いて判定を行う。図8Bに示した当該エリアの容積変化を検出するには、エリアの圧力を用いることと、ガスの流量を用いることが考えられるが、後者の方が好適である。エリアと圧力計とが離れた場所に設置されていると、エリアの圧力を素早く正確に計測できないこともあるためである。

【0101】

図7Aに戻り、基板Wがトップリング1に吸着したと判定手段1Aが判定すると(ステップS6のYES)、トップリング1が上昇するとともに搬送機構 600bが下降する(ステップS7)。すなわち、基板Wが吸着されたメンブレン13と搬送機構 600bとを離間させる。判定手段1Aが流量に基づく判定を行った後にトップリング1と搬送機構 600bとを離すため、基板Wの吸着が不十分で落下してしまうことを抑制できる。

【0102】

一方、基板Wがトップリング1に吸着していないと判定手段1Aが判定すると(ステッ

ブ S 6 の NO)、リトライモードへ移動する。

【0103】

リトライモードの一例として、エリア 131～138 をいったん大気解放し（ステップ S 31）、ステップ S 3 に戻って真空引きをやり直してもよい。

【0104】

リトライモードの別の例として、エリア 131～138 を低圧（例えば 50 hPa）で加圧し（ステップ S 32）、その後にエリア 131～138 を大気解放して（ステップ S 31）、ステップ S 3 に戻って真空引きをやり直してもよい。これにより、エリア 131～138 の容積をより確実に回復させた上で、再度の真空引きをすることができる。

【0105】

リトライモードのまた別の例として、トップリングシャフト 2（図 1 および図 2 参照）をわずかに（例えば 1～2 mm）上昇させ（ステップ S 33）、その後に必要に応じてエリア 131～138 を低圧で加圧（ステップ S 32）した後にエリア 131～138 を大気解放し（ステップ S 31）、トップリングシャフト 2 を元の位置に下げてから（ステップ S 34）、ステップ S 3 に戻って真空引きをやり直してもよい。これにより、エリア 131～138 の容積をさらに確実に回復させた上で、再度の真空引きをすることができる。

【0106】

なお、図 7 B に示すように、基板 W とメンブレン 13 とが接触する（ステップ S 2）より前、例えばトップリング 1 が下降し搬送機構 600b が上昇している最中（ステップ S 1）やその前に、圧力制御手段 15 は、エリア 131～138 のうちの少なくとも 1 つ、望ましくはステップ S 3 で真空引きされるエリアを加圧する（ステップ S 41）。さらにその加圧の後、圧力制御手段 15 によりその真空引きされるエリアを大気圧状態にしてもよいし、バルブ 171（バルブ 171a、171b）の他にこれらバルブの配置と同様に分岐され、大気に連通可能な第 3 のバルブ（不図示）を別途設けて、この第 3 のバルブのみ開いて大気圧状態にしてもよい（ステップ S 42）。

【0107】

これにより、仮にメンブレン 13 の上面とトップリング本体 11 の下面とが密着した状態にあったとしても、加圧によってその状態が解除され、メンブレン 13 の下面が基板 W に対して平坦または下に凸な形状となる。その結果、基板 W とメンブレン 13 とが接触する面積を大きくすることができる。特に下に凸な形状になっていれば、基板 W の中央部を確実にメンブレン 13 と接触させることができる。この状態で中心のエリアを真空引きすることで、基板 W の吸着が確実なものとなる。また、基板 W とメンブレン 13 とが接触する前に予めこのような加圧を行うことで、スループットの低下も避けられる。

【0108】

このように、第 1 の実施形態では、搬送機構 600b からトップリング 1 に基板 W を受け渡す際、真空引きしたエリアの外側にあるエリアから流出するガスの流量に基づいて、基板 W がトップリング 1 に吸着したか否かを判定する。そのため、受け渡し完了を精度よく検出できる。さらに、基板 W やメンブレン 13 の表面に個体差があっても受け渡し完了を精度よく検出できるため、基板 W の受け渡し時間を適正化でき、スループットが向上する。

【0109】

なお、図 6 で説明した圧力制御手段 15 は一例にすぎず、種々の変形が可能である。

例えば、図 10 に示すように、配管が 2 分岐しており、任意のエリアと分岐との間に圧力計 P を配置してもよい。そして、分岐の一方の先端に流体供給源 18 を設け、分岐と流体供給源 18 との間にバルブおよび流量計 F を配置してもよい。また、分岐の他方の先端に真空源 19 を設け、分岐と真空源 19 との間にバルブおよび圧力計 P を配置してもよい。流体供給源 18 が例えば電空レギュレータである場合、圧力指令を大気圧（ゼロ圧）に設定することで、大気解放と等価となる。

【0110】

また、図 1 1 に示すように、配管が 3 分岐しており、任意のエリアと分岐との間に圧力計 P を配置してもよい。そして、分岐の 1 つの先端に流体供給源 1 8 を設け、分岐と流体供給源 1 8 との間にバルブおよび流量計 F を配置してもよい。また、分岐の別の 1 つの先端に真空源 1 9 を設け、分岐と真空源 1 9 との間にバルブおよび圧力計 P を配置してもよい。さらに、分岐のまた別の 1 つの先端を大気解放し、分岐との間にバルブおよび流量計 F を配置してもよい。

【0 1 1 1】

(第 2 の実施形態)

上述した第 1 の実施形態では、搬送機構 6 0 0 b からトップリング 1 に基板 W を受け渡す際の動作に関するものであった。これに対し次に説明する第 2 の実施形態では、基板 W の研磨完了後に、研磨テーブル 3 からトップリング 1 を離す際にトップリング 1 に基板 W を吸着させる動作に関するものである。以下、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0 1 1 2】

図 1 2 は、基板 W の吸着完了判定を含む、基板 W の吸着手順を示すフローチャートである。なお、図 7 A と同じ工程には同じ符号を付している。

【0 1 1 3】

図 2 A および図 2 B を用いて説明したようにしてトップリング 1 に保持された基板 W の研磨が完了する (ステップ S 1 1)。この状態では、研磨テーブル 3 を支持部材として、基板 W の上面がメンブレン 1 3 の下面に接触している。基板 W を研磨する際、効率よく研磨を行うためにエリア 1 3 1 ~ 1 3 8 のいずれかを加圧して基板 W を研磨テーブル 3 に押し付けることもある。そのため、研磨の完了後に基板 W を研磨テーブル 3 上から移動させる際、あらためて基板 W をトップリング 1 に吸着させる必要がある。

【0 1 1 4】

そのため、図 7 A と同様のステップ S 3 ~ S 6 の動作を行う。すなわち、まずは圧力制御手段 1 5 が中心のエリアを真空引きする (ステップ S 3)。ここで、研磨面 3 a と基板 W との間にはノズル 4 から供給された研磨液が介在している。そのため、基板 W を研磨面 3 a から離してトップリング 1 に吸着させるためには、やや高い吸着力を必要とする。よって、仮に第 1 の実施形態で説明した搬送機構 6 0 0 b からトップリング 1 への基板受け渡しでは中心のエリア 1 3 1 のみの真空引きでよい場合でも、本実施形態においてはエリア 1 3 1 ~ 1 3 4 を真空引きしなければならないこともある。

【0 1 1 5】

その後、各圧力計が真空引きしたエリアの圧力を計測するとともに (ステップ S 4)、各流量計が真空引きしたエリアの外側のエリアの流量を計測する (ステップ S 5)。そして、基板 W がトップリング 1 (より詳しくは、そのメンブレン 1 3 の下面) に吸着したか否かを判定手段 1 A が判定する (ステップ S 6)。吸着が確認されると、トップリング 1 が上昇する (ステップ S 1 2) ことで、基板 W が吸着されたメンブレン 1 3 と研磨テーブル 3 とを離間させる。

【0 1 1 6】

このように、第 2 の実施形態では、基板 W の研磨後に基板 W をトップリング 1 に吸着させる際、真空引きしたエリアの外側にあるエリアから流出するガスの流量に基づいて、基板 W がトップリング 1 に吸着したか否かを判定する。そのため、第 1 の実施形態と同様に、吸着完了を精度よく検出できる。さらに、基板 W やメンブレン 1 3 の表面に個体差があっても受け渡し完了を精度よく検出できるため、基板 W の吸着時間を適正化でき、スループットが向上する。

【0 1 1 7】

(第 3 の実施形態)

背景技術の欄で述べたように、メンブレンに形成された孔から真空引きすることで、基板がメンブレンに吸着される。しかしながら、孔があるエリアに水などの液体が入り、こ

れにより基板に加わる圧力が不安定になる場合もある。そのため近年では、メンブレンに形成される孔をできるだけ小さくする傾向にある。さらには、孔をなくし、真空引きによってメンブレンの表面形状を変形させて基板を吸着することも行われるようになってきている。

【0118】

孔を小さくしたり孔をなくしたりすると、基板の吸着力が低くなる。基板がトップリングに十分に吸着する前にトップリングを移動させると、基板を落としてしまうことがある。そのため、基板がトップリングに吸着して搬送機構からの受け渡しが完了したことを検出する必要がある。通常は、真空引きしたエリアの真空圧を計測し、真空圧が所定の閾値に達したことをもって、基板の受け渡しが完了したと判定する。

【0119】

しかしながら、真空引きしたエリアの真空圧に基づいて判定を行っても、必ずしも基板とメンブレンとの間に十分な密着力が発生しているとは限らない。したがって、安全のために、閾値を厳しく設定したり、閾値に達して所定時間待機した後にトップリングを移動させたりせざるを得ない。そうすると、基板の受け渡し時間が本来必要な時間より長くなってしまい、スループットが低下してしまうという問題がある。

【0120】

また、一旦基板が吸着された後でも、トップリングが基板を搬送する際に吸着力が低下し、基板を落としてしまうこともあり得る。

【0121】

第3～第7の実施形態はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、第3～第7の実施形態の課題は、基板を適切に扱うことができる弾性膜、基板保持装置、そのような基板保持装置を有する基板研磨装置、そのような基板保持装置における基板吸着判定方法および圧力制御方法を提供することである。

【0122】

図13は、本実施形態に係る基板研磨装置300の概略断面図であり、図2Bと対応している。以下、図2Aおよび図13を用いて説明する。基板研磨装置300は、トップリング1と、下部にトップリング1が連結されたトップリングシャフト2と、研磨パッド3aを有する研磨テーブル3と、研磨液を研磨テーブル3上に供給するノズル4と、トップリングヘッド5と、支持軸6とを有する。

【0123】

トップリング1は基板Wを保持するものであり、図13に示すように、トップリング本体11（キャリア）、円環状のリテーナリング12、トップリング本体11の下方かつリテーナリング12の内側に設けられた可撓性のメンブレン13（弾性膜）、トップリング本体11とリテーナリング12との間に設けられたエアバッグ14、圧力制御装置7などから構成される。

【0124】

リテーナリング12はトップリング本体11の外周部に設けられる。保持された基板Wの周縁はリテーナリング12に囲まれることとなり、研磨中に基板Wがトップリング1から飛び出さないようになっている。なお、リテーナリング12は1つの部材であってもよいし、内側リングおよびその外側に設けられた外側リングからなる2重リング構成であってもよい。後者の場合、外側リングをトップリング本体11に固定し、内側リングとトップリング本体11との間にエアバッグ14を設けてもよい。

【0125】

メンブレン13はトップリング本体11と対向して設けられる。そして、メンブレン13の上面はトップリング本体11との間に複数の同心円状のエリアを形成する。1または複数のエリアを減圧することで、メンブレン13の下面が基板Wの上面を保持できる。

【0126】

エアバッグ14はトップリング本体11とリテーナリング12との間に設けられる。エ

アバッグ 1 4 により、リテーナリング 1 2 はトップリング本体 1 1 に対して鉛直方向に相対移動できる。

【 0 1 2 7 】

圧力制御装置 7 は、トップリング本体 1 1 とメンブレン 1 3 との間に流体を供給したり、真空引きしたり、大気開放したりして、トップリング本体 1 1 とメンブレン 1 3 との間に形成される各エリアの圧力を個別に調整する。また、圧力制御装置 7 は基板 W がメンブレン 1 3 に吸着されたか否かを判定する。圧力制御装置 7 の構成については、後に詳しく説明する。

【 0 1 2 8 】

図 2 A において、トップリングシャフト 2 の下端はトップリング 1 の上面中央に連結されている。不図示の昇降機構がトップリングシャフト 2 を昇降させることで、トップリング 1 に保持された基板 W の下面が研磨パッド 3 a に接触したり離れたりする。また、不図示のモータがトップリングシャフト 2 を回転させることでトップリング 1 が回転し、これによって保持された基板 W も回転する。

【 0 1 2 9 】

研磨テーブル 3 の上面には研磨パッド 3 a が設けられる。研磨テーブル 3 の下面は回転軸に接続されており、研磨テーブル 3 は回転可能となっている。研磨液がノズル 4 から供給され、研磨パッド 3 a に基板 W の下面が接触した状態で基板 W および研磨テーブル 3 が回転することで、基板 W が研磨される。

【 0 1 3 0 】

図 1 3 のトップリングヘッド 5 は、一端にトップリングシャフト 2 が連結され、他端に支持軸 6 が連結される。不図示のモータが支持軸 6 を回転させることでトップリングヘッド 5 が揺動し、トップリング 1 が研磨パッド 3 a 上と、基板受け渡し位置（不図示）との間を行き来する。

【 0 1 3 1 】

続いて、図 1 の搬送機構 6 0 0 b から図 2 A および図 1 3 のトップリング 1 に基板を受け渡す際の動作を図 3 A ～図 3 C および図 4 を用いて説明する。

【 0 1 3 2 】

図 3 A に示すように、搬送機構 6 0 0 b のハンド 6 0 1 上に基板 W が載置されている。また、基板 W の受け渡しには、リテーナリングステーション 8 0 0 が用いられる。リテーナリングステーション 8 0 0 は、トップリング 1 のリテーナリング 1 2 を押し上げる押し上げピン 8 0 1 を有する。なお、リテーナリングステーション 8 0 0 はリリースノズルを有してもよいが、図示していない。

【 0 1 3 3 】

図 4 に示すように、ハンド 6 0 1 は基板 W の下面の外周側の一部を支持する。そして、押し上げピン 8 0 1 とハンド 6 0 1 とが互いに接触しないように配置されている。

【 0 1 3 4 】

図 3 A に示す状態で、トップリング 1 が下降するとともに、搬送機構 6 0 0 b が上昇する。トップリング 1 の下降により、押し上げピン 8 0 1 がリテーナリング 1 2 を押し上げ、基板 W がメンブレン 1 3 に接近する。さらに搬送機構 6 0 0 b が上昇すると、基板 W の上面がメンブレン 1 3 の下面に接触する（図 3 B）。

【 0 1 3 5 】

この状態で、メンブレン 1 3 とトップリング本体 1 1 との間に形成されたエリアを減圧することで、トップリング 1 のメンブレン 1 3 の下面に基板 W が吸着される。ただし、場合によってはメンブレン 1 3 の下面に基板 W が吸着されなかったり、一旦吸着した後に落下したりしてしまうこともあり得る。そのため、本実施形態では、後述するようにして基板 W がメンブレン 1 3 に吸着されているか否かの判定（基板吸着判定）を行う。

【 0 1 3 6 】

その後、搬送機構 6 0 0 b は下降する（図 3 C）。

【0137】

続いて、トップリング1について説明する。

【0138】

図14Aは、第3の実施形態におけるトップリング1の構造を模式的に示す断面図である。メンブレン13には、トップリング本体11に向かって上方に延びる周壁13a～13hが形成されている。これら周壁13a～13hにより、メンブレン13の上面とトップリング本体11の下面との間に、周壁13a～13hによって区切られた同心円状のエリア131～138が形成される。なお、メンブレン13の下面には孔が形成されていないのが望ましい。

【0139】

トップリング本体11を貫通して一端がエリア131～138にそれぞれ連通する流路141～148が形成されている。また、リテーナリング12の直上には弾性膜からなるエアバッグ14が設けられており、一端がエアバッグ14に連通する流路149が同様に形成されている。流路141～149の他端は圧力制御装置7に接続されている。流路141～149上に圧力センサや流量センサを設けてもよい。

【0140】

さらに基板吸着判定用に、トップリング本体11を貫通して一端がエリア131に連通する流路150が形成されている。流路150の他端は大気開放される。

【0141】

圧力制御装置7は、各流路141～149にそれぞれ設けられたバルブV1～V9および圧力レギュレータR1～R9と、制御部71と、圧力調整器72とを有する。また、基板吸着判定用に、圧力制御装置7は、流路150に設けられたバルブV10および流量計FSと、判定部73とを有する。なお、バルブV10を閉じた場合には流量が生じないため、バルブV10と流量計FSとの設置順は問わない。

【0142】

制御部71はバルブV1～V10、圧力レギュレータR1～R9および圧力調整器72を制御する。

【0143】

圧力調整器72は流路141～149の一端に接続され、制御部71の制御に応じてエリア131～138およびエアバッグ14の圧力調整を行う。具体的には、圧力調整器72は、各流路141～149を介してエアなどの流体を供給してエリア131～138およびエアバッグ14を加圧したり、真空引きしてエリア131～138およびエアバッグ14を減圧したり、エリア131～138およびエアバッグ14を大気開放したりする。

【0144】

図14Aの場合では各流路141～149にそれぞれ1つずつのバルブV1～V9が接続された例が示されている。図14Bは図14Aの変形例であり、各流路141～149に対して複数のバルブが接続されていてもよい。図14Bは例として流路143に3つのバルブV3-1、V3-2、およびV3-3を接続した場合を示している。バルブV3-1は圧力レギュレータR3に接続され、バルブV3-2は大気開放源に接続され、バルブV3-3は真空源に接続されている。エリア133を加圧する場合には、バルブV3-2およびV3-3を閉止し、バルブV3-1を開放し圧力レギュレータR3を作動させる。エリア133を大気開放状態とする場合には、バルブV3-1およびV3-3を閉止し、バルブV3-2を開放する。エリア133を真空状態とする場合には、バルブV3-1およびV3-2を閉止し、バルブV3-3を開放する。

【0145】

図14Aにおいては、例えば、エリア135を加圧するためには、制御部71は、バルブV5を開き、エリア135にエアが供給されるよう圧力調整器72を制御する。このことを単に、制御部71がエリア135を加圧する、などと表現する。

【0146】

流量計F Sは、流路150を流れる流体の流量、言い換えると、エリア131に流れる流体の流量を計測し、計測結果を判定部73に通知する。なお、流量とは、特に断らない限り、単位時間あたりに流れる流体（特にエア）の体積を言う。なお、流量計F Sは流路150の流量を計測できればその配置位置に特に制限はなく、流路141と流路150は繋がっているため、例えば流路141に配置してもよい。

【0147】

判定部73は流量計F Sで計測された流量に基づいて基板吸着判定を行う。

【0148】

図15は、トップリング1におけるトップリング本体11およびメンブレン13の詳細を示す断面図である。図示のように、メンブレン13は、基板Wに接触する円形の当接部130と、当接部130に直接または間接に接続される8つの周壁13a～13hを有している。当接部130は基板Wの裏面、すなわち研磨すべき表面とは反対側の面に接触して保持する。また、当接部130は、研磨時には基板Wを研磨パッド3aに対して押し付ける。周壁13a～13hは、同心状に配置された環状の周壁である。

【0149】

周壁13a～13hの上端は保持リング22, 24, 26, 28とトップリング本体11の下面との間に挟持され、トップリング本体11に取り付けられている。これら保持リング22, 24, 26, 28は保持手段（図示せず）によってトップリング本体11に着脱可能に固定されている。したがって、保持手段を解除すると、保持リング22, 24, 26, 28がトップリング本体11から離れ、これによってメンブレン13をトップリング本体11から取り外すことができる。保持手段としてはねじなどを用いることが出来る。

【0150】

保持リング22, 24, 26, 28はそれぞれエリア132, 134, 136, 138内にある。そして、トップリング本体11および保持リング22, 24, 26, 28を流路142, 144, 146, 148がそれぞれ貫通している。また、トップリング本体11はエリア131, 133, 135, 137にそれぞれ向かって下方に突出した突出部21, 23, 25, 27を有する。そして、突出部21, 23, 25, 27を流路141, 143, 145, 147がそれぞれ貫通している。また、図示していないが突出部21を流路150が貫通している。

【0151】

保持リング22, 24, 26, 28および突出部21, 23, 25, 27の下面は同一平面上にあるのが望ましい。これら下面が基板Wを吸着保持した場合の基準面を形成するためである。

【0152】

また、同下面とメンブレン13との間には、流路141から流路150へエアが流れることが可能な隙間g（図19などで後述記載）がある。基板Wがメンブレン13の下面に吸着すると、メンブレン13はトップリング本体11側に引き上げられるため、この隙間gはほとんどなくなる。隙間gが小さすぎると、基板Wが吸着されているときと吸着されていないときとで、隙間gの変化の差が小さく、後述する判定のマージンが小さくなってしまう。一方、隙間gが大きすぎると、基板の吸着時にメンブレン13の周壁13a～13hを大きく収縮させる必要があり、周壁13a～13hから基板Wに対する下向きの反発力が大きくなって吸着力が低下したり基板が破損したりしてしまう。

【0153】

以上を考慮して隙間gの幅を適切に設定する必要があり、具体的には0.1～2mm程度であるのが望ましく、0.5mm程度であるのがより望ましい。

【0154】

図16は、図15のA-A'断面図である。図示のように、突出部21には、流路141（図14A）と連通する孔21aと、流路150と連通する孔21bが形成されている。また、突出部23, 25, 27には、それぞれ流路143, 145, 147と連通する孔

23a, 25a, 27aが形成されている。さらに、保持リング22, 24, 26には、それぞれ流路142, 144, 146と連通する孔22a, 24a, 26aが形成されている。なお、孔の数や配置に特に制限はない。

【0155】

図17は、トップリング1における各バルブの動作を説明する図である。基板Wを吸着したり研磨したりする際には、エリア132～137のうち任意の1以上のエリアの圧力を調整すればよいが、以下では、エリア133の圧力を調整する場合を示し、他のエリア132, 134～137は任意の圧力調整が可能である。

【0156】

アイドリング時などにメンブレン13を開放する場合、制御部71はバルブV1, V3, V10を開き、エリア131, 133を大気開放する。

【0157】

基板Wを研磨する場合、メンブレン13を加圧して基板Wを研磨パッド3aに押し付けるべく、制御部71はバルブV1, V3を開いてエリア131, 133を加圧するとともに、バルブV10を閉じる。

【0158】

基板Wを搬送機構600bからトップリング1に受け渡してメンブレン13に吸着させる場合、制御部71はバルブV3を開いてエリア133を減圧する。さらに基板吸着判定を行うために、制御部71はバルブV1を開いてエリア131を若干加圧しつつ、バルブV10を開いてエリア131を大気開放する。そして、流量計FSによる計測値に基づき、次のようにして判定部73は基板がメンブレン13に吸着したか否かを判定する。

【0159】

図18は、基板吸着判定の手順を示すフローチャートである。以下、流量計FSが設けられたエリア131を「判定エリア」と呼び、吸着のために減圧されるエリア133を「吸着エリア」と呼ぶ。

【0160】

まず、制御部71は吸着エリア133を減圧する（ステップS1）。そして、制御部71はバルブV1を開いて判定エリア131を加圧するとともに、バルブV10を開いて判定エリア131を大気開放する（ステップS2）。つまり、制御部71は、流路141を介して判定エリア131を加圧しつつ、流路150を介して判定エリア131を大気開放する。

【0161】

なお、ステップS1では、制御部71が吸着エリア133を -500 hPa 程度に減圧するのに対し、ステップS2では、制御部71が判定エリア131を 200 hPa 以下、望ましくは 50 hPa 程度に加圧する。判定エリア131を加圧しすぎると、基板Wに下向きに作用する力が大きくなり、基板吸着の妨げになるためである。

【0162】

次いで、判定部73は所定の判定開始時間 T_0 が経過するまで待機する（ステップS3）。判定開始時間 T_0 が経過すると、判定部73は流量計FSが計測した流量と所定の閾値との比較を行って、基板Wがメンブレン13に吸着されたか否かを判定する（ステップS4）。

【0163】

図19は、吸着に失敗した場合のメンブレン13およびトップリング本体11の断面を模式的に示す図である。基板Wが吸着しない場合、メンブレン13は可撓性を有するため、メンブレン13における吸着エリア133に対応する部分はトップリング本体11に引き上げられるが、判定エリア131に対応する部分は引き上げられず、トップリング本体11との間に隙間gが残る。そのため、流量計FSで計測される流量は大きくなる。

【0164】

図20は、吸着に成功した場合の基板W、メンブレン13およびトップリング本体11の断面を模式的に示す図である。基板Wが吸着すると、判定エリア131に対応する部分

を含むメンブレン 1 3 全体が引き上げられてトップリング本体 1 1 に密着する。そのため、隙間 g がほとんどなくなって流量計 F S で計測される流量は小さくなる。

【0 1 6 5】

以上から分かるように、判定エリア 1 3 1 に流れる流量は隙間 g の大きさと対応しており、隙間 g が大きいほど流量は大きくなる。

【0 1 6 6】

そこで、流量が閾値以下である場合（すなわち隙間 g が小さい場合）、判定部 7 3 は基板 W の吸着に成功した（あるいは基板 W が吸着している）と判定する（図 1 8 のステップ S 4 の YES, S 5、図 2 0）。そして、基板処理装置はトップリング 1 による基板 W の搬送などの動作を継続する（ステップ S 6）。その後も、基板 W の吸着が継続しているべきであれば（ステップ S 7 の YES）、ステップ S 4 の判定が繰り返される。

【0 1 6 7】

一方、所定のエラー確認時間が経過しても流量が閾値より大きい場合（すなわち隙間 g が大きい場合）、判定部 7 3 は基板 W の吸着に失敗した（あるいは基板 W が吸着していない）と判定する（S 4 の NO, S 8 の YES, S 9、図 1 9）。そして、基板処理装置は動作を停止し、必要に応じてエラーを発報する（ステップ S 1 0）。

【0 1 6 8】

本実施形態では、一旦基板 W がメンブレン 1 3 に吸着したことが確認できた後も、判定を継続する（ステップ S 7 の YES, S 4）。そのため、基板 W の搬送中などに基板 W が落下したような場合には、流量が閾値より大きくなって基板 W が存在しなくなったことを検出できる（ステップ S 9）。

【0 1 6 9】

図 2 1 は、吸着開始後に流量計 F S で計測される流量を模式的に示す図であり、実線は吸着に成功した場合、破線は吸着に失敗した場合、一点鎖線は一旦吸着に成功したがその後に落下した場合に流量計 F S で計測される各流量を示しており、横軸は時間を示している。

【0 1 7 0】

図示のように、時刻 t_1 で吸着を開始すると（図 1 8 のステップ S 1）、流量は増加する。吸着が成功するか失敗するかに関わらず、吸着開始時点ではメンブレン 1 3 の上面とトップリング本体 1 1 の下面との間に隙間 g があり、エアが流れるためである。

【0 1 7 1】

吸着成功の場合（同図の実線）、基板 W がメンブレン 1 3 に吸着されるため、メンブレン 1 3 とトップリング本体 1 1 との間の隙間 g が小さくなる。よって、ある時刻 t_2 以降、流量が減り始める。そして、流量が閾値以下となった時刻 t_3 において、吸着に成功したと判定される（図 1 8 のステップ S 5）。その後、図 2 1 の時刻 t_4 において基板 W がメンブレン 1 3 に完全に吸着されると、メンブレン 1 3 とトップリング本体 1 1 との隙間 g がほとんどなくなって流量はほぼ一定となる。

【0 1 7 2】

時刻 t_{11} で基板 W がトップリング 1 から落下したとすると、流量が再び増加する（同図の一点鎖線）。基板 W がメンブレン 1 3 から離れることでメンブレン 1 3 とトップリング本体 1 1 との間に再び隙間 g が生じるためである。この場合、流量が閾値より大きくなった時刻 t_{12} から一定のエラー確認時間経過後（ステップ 8）、吸着に失敗したと判定される（図 1 8 のステップ S 9）。

【0 1 7 3】

一方、吸着失敗の場合（図 2 1 の破線）、時刻 t_2 以降も流量は増え続け、やがて一定となる。そのため、エラー確認時間が経過しても流量は閾値より大きいままであり、吸着に失敗したと判定される（図 1 8 のステップ S 9）。

【0 1 7 4】

なお、判定開始時間 T_0 を設定する理由は、基板がメンブレンに十分に吸着される前（図

13の時刻t5より前)に吸着されたと判断されるのを防ぐためである。エラー確認時間は以下の場合にも必要となる。研磨後、トップリング1に吸着された基板Wを研磨パッド3aから引き上げる際に、研磨パッド3aと基板Wとの間の吸着力のために一時的に流量が大きくなって閾値を超えることがあるためである。

【0175】

このように、第3の実施形態では、判定エリア131を加圧かつ大気開放し、エリア131の流量を計測する。この流量はメンブレン13とトップリング本体11との隙間gの大きさに対応する。そのため、流量を監視することで、基板Wの吸着に成功したか否かを精度よく判定でき、基板Wを適切に扱うことができる。また、吸着した後も判定を継続でき、一旦吸着に成功した後に基板Wが落下した場合でもそのことを検出できる。

【0176】

本実施形態では流路150を大気開放としたが、例えばバルブV10を流量調整弁として基板の吸着検知に適した流量範囲に調整したり、大気開放ではなく圧力レギュレータを接続し、流量調整したり、排気したりしてもよい。流路150に圧力レギュレータを接続する場合、例えばR1を100hPa加圧に設定し、追加した圧力レギュレータを50hPa加圧に設定するなどして、流路150にエアを流通させるようにする。

【0177】

また、本実施形態による基板吸着判定は、孔が形成されていないメンブレン13に対しても適用可能である。さらに、基板吸着判定時にはバルブV10を開くため、判定エリア131は閉止されず、判定エリア131の圧力はそれほど高くない。そのため、メンブレン13における判定エリア131が基板Wにストレスを与えることもほとんどない。

【0178】

なお、本実施形態では、中心のエリア131を判定エリアとし、エリア133を吸着エリアとしたが、他のエリアを判定エリアおよび吸着エリアとしてもよい。すなわち、少なくとも1つのエリアにバルブV10、流路150および流量計FSに相当する構成を設けて判定エリアとすることができ、他の1以上のエリアを吸着エリアとすることができる。

【0179】

なお、判定エリアは吸着エリアと隣接しておらず、1以上のエリアを隔てているのが望ましい。判定エリアと吸着エリアとが隣接していると、基板Wの吸着に失敗した場合であっても、メンブレン13における吸着エリアに対応する部分が引き上げられたことに伴って、判定エリアに対応する部分も引き上げられうる。そうすると、判定エリアに流れる流量が少なくなって誤判定が発生する可能性があるためである。

【0180】

(第4の実施形態)

上記第3の実施形態においては、判定エリア131を流通する流体の流量を流量計FSで直接測定しているが、流量に従って測定値が変化する測定器を用いて他の物理量を測定してもよい。そこで、次に説明する第4の実施形態では、流量計FSに代えて圧力計を用いる例を示す。

【0181】

図22は、第4の実施形態におけるトップリング1の構造を模式的に示す断面図である。図14Aとの相違点として、判定エリア131と連通する流路141に圧力計PSが設けられる。圧力計PSは流路141の圧力を計測し、計測結果を判定部73に通知する。圧力計PSによって計測される圧力は、判定エリア131を流通する流体の流量と対応する。

【0182】

図23は、吸着に失敗した場合のメンブレン13およびトップリング本体11の断面を模式的に示す図であり、図19と対応する。図示のように、判定エリア131とメンブレン13との間に隙間gがあり、判定エリア131の流量は大きい。この場合、流路141から判定エリア131にガスが流れやすいため、流路141の圧力は低くなる。その結果、圧力計PSによる計測結果は低くなる。

【0183】

図24は、吸着に成功した場合の基板W、メンブレン13およびトップリング本体11の断面を模式的に示す図であり、図20と対応する。図示のように、判定エリア131とメンブレン13との間に隙間gがほとんどなく、判定エリア131の流量は小さい。この場合、流路141から判定エリア131にガスが流れにくくなるため、流路141の圧力は高くなる。その結果、圧力計PSによる計測結果は高くなる。

【0184】

このように、圧力計PSが流量と対応する。そのため、図18におけるステップS4（流量が閾値以下か否か）に代えて、圧力が閾値を超えたか否か、の判断を行えばよい。

【0185】

図25は、図22の変形例であるトップリング1の構造を模式的に示す断面図である。図22との相違点として、判定エリア131と連通する流路150に圧力計PSが設けられる。圧力計PSは流路150の圧力を計測し、計測結果を判定部73に通知する。圧力計PSによって計測される圧力は、判定エリア131を流通する流体の流量と対応する。

【0186】

図26は、吸着に失敗した場合のメンブレン13およびトップリング本体11の断面を模式的に示す図であり、図19と対応する。図示のように、判定エリア131とメンブレン13との間に隙間gがあり、判定エリア131の流量は大きい。この場合、判定エリア131から流路150にガスが流れ込みやすいため、流路150の圧力は高くなる。その結果、圧力計PSによる計測結果は高くなる。

【0187】

図27は、吸着に成功した場合の基板W、メンブレン13およびトップリング本体11の断面を模式的に示す図であり、図20と対応する。図示のように、判定エリア131とメンブレン13との間に隙間gがほとんどなく、判定エリア131の流量は小さい。この場合、判定エリア131から流路150にガスが流れこみにくいため、流路150の圧力は低くなる。その結果、圧力計PSによる計測結果は低くなる。

【0188】

このように、圧力計PSが流量と対応する。そのため、図18におけるステップS4（流量が閾値以下か否か）に代えて、圧力が閾値以上か否か、の判断を行えばよい。

【0189】

以上説明したように、第4の実施形態では、流量に応じて変化する圧力を計測することで、基板Wの吸着に成功したか否かを精度よく判定できる。

【0190】

（第5の実施形態）

第5の実施形態は、トップリングに吸着された基板を確実にリリースすることに主眼を置いている。以下、第3の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0191】

図28A～図28Cおよび図29は、トップリング1から搬送機構600bへの基板受け渡しを詳しく説明する図である。図28A～図28Cは搬送機構600bおよびトップリング1を側方から見た図であり、図29はトップリング1およびリテーナリングステーション800を上方から見た図（ただし、図28における搬送機構600bを省略）である。これらの図に示すように、リテーナリングステーション800は内側（基板W側）に向かう例えば3つのリリースノズル802を有する。

【0192】

図28Aは基板Wがメンブレン13に吸着された状態である。このとき、リリースノズル802から流体（リリースシャワー）は噴射されない。

【0193】

図28Bに示すように、トップリング1が下降するとともに、搬送機構600bが上昇する。これにより、搬送機構600bのハンド601が基板Wの下面に近づくが、両者

は接触していない。また、押し上げピン 801 がリテーナリング 12 を押し上げる。

【0194】

この状態で、メンブレン 13 とトップリング本体 11 との間のエリア（以下、エリア 133 とする）を加圧する。さらに、リリースノズル 802 からエアなどの流体を噴射する。これにより、基板 W はメンブレン 13 からリリースされ、ハンド 601 上に載置される。この点の詳細は後述する。

【0195】

その後、図 28C に示すように、基板 W が載置されたハンド 601 が下降するとともに、トップリング 1 が上昇する。

【0196】

図 28B におけるリリースを詳しく説明する。

【0197】

図 30 は、リリース開始前の状態を模式的に示す図である。エリア 133 の加圧を開始する前は、基板 W がメンブレン 13 に吸着されており、したがってメンブレン 13 の上面とトップリング本体 11 の下面との間にほとんど隙間 g はない。加圧開始前は、リリースノズル 802 から流体は噴射しない。

【0198】

図 31 は、リリース開始後の状態を模式的に示す図である。エリア 133 の加圧を開始すると、メンブレン 13 が膨らんで、メンブレン 13 の上面とトップリング本体 11 と隙間 g が徐々に大きくなる。すなわち、メンブレン 13 が下方に移動する。この状態でリリースノズル 802 から流体を噴射するが、流体は基板 W の下側に当たり、メンブレン 13 にはほとんど当たらない。つまり、図 31 はメンブレン 13 の膨らみが足りない状態、言い換えると、メンブレン 13 とトップリング本体 11 との間の隙間 g が小さすぎる状態である。

【0199】

図 32 は、図 33 に引き続くリリース開始後の状態を模式的に示す図である。エリア 133 をさらに加圧すると、メンブレン 13 がさらに膨らんで、メンブレン 13 の上面とトップリング本体 11 との隙間 g がより大きくなる。すなわち、メンブレン 13 がより下方に移動する。この状態でリリースノズル 802 から噴射される流体は、基板 W とメンブレン 13 との境界近辺に当たる。よって、基板 W とメンブレン 13 との間に流体が流れ込む。

【0200】

このように、一定程度膨らんだメンブレン 13 と基板 W との間に側方から流体が噴射される状態が継続することで、基板 W をメンブレン 13 から効果的にリリースさせることができる。つまり、図 32 はメンブレン 13 の膨らみが適切である状態、言い換えると、メンブレン 13 とトップリング本体 11 との間の隙間 g が適切である状態である。

【0201】

しかしながら、必ずしも図 32 の状態を継続できるとは限らない。

【0202】

図 33 は、図 32 に引き続くリリース開始後の状態を模式的に示す図である。エリア 133 をさらに加圧すると、メンブレン 13 がさらに膨らんで、メンブレン 13 の上面とトップリング本体 11 との隙間 g がさらに大きくなる。すなわち、メンブレン 13 がさらに下方に移動する。この状態でリリースノズル 802 から噴射される流体は、メンブレン 13 には当たるが、基板 W にはほとんど当たらない。つまり、図 33 はメンブレン 13 の膨らみが大きすぎる状態、言い換えると、メンブレン 13 とトップリング本体 11 との間の隙間 g が大きすぎる状態である。

【0203】

このように、確実に基板 W をリリースするには、メンブレン 13 の膨らみ（言い換えると、メンブレン 13 とトップリング本体 11 との間の隙間 g）を制御する必要がある。そこで、本実施形態では、図 32 に示すようなメンブレン 13 の膨らみが適切な状態を保て

るよう、次のようにしてエリア 1 3 3 の圧力制御を行う。

【0 2 0 4】

図 3 4 は、第 5 の実施形態におけるトップリング 1 の構造を模式的に示す図である。図 3 3 との相違点として、流量計 F S の計測値が制御部 7 1 に入力される。そして、制御部 7 1 は流量計 F S の計測値に基づいて圧力調整器 7 2、バルブ V 1 ～ V 9、圧力レギュレータ R 1 ～ R 9 を制御する。

【0 2 0 5】

リリースを行う際には、制御部 7 1 がバルブ V 1 を開いてエリア 1 3 1 を若干加圧しつつ、バルブ V 1 0 を開いてエリア 1 3 1 を大気開放する。第 1 の実施形態で説明したように、流量計 F S で計測される流量は、メンブレン 1 3 とトップリング本体 1 1 との間の隙間 g の大きさに対応する。そして、隙間 g の大きさはメンブレン 1 3 の膨らみに対応する。よって、制御部 7 1 は流量を監視することで適切にエリア 1 3 3 の圧力を制御する。

【0 2 0 6】

図 3 5 は、リリース時のトップリング 1 の動作を示すフローチャートである。また、図 3 6 は、リリース時に流量計 F S で計測される流量を模式的に示す図である。以下のようにして、制御部 7 1 は流量が上限閾値から下限閾値までの所定範囲に収まるようエリア 1 3 3 の圧力を制御する。流量が所定範囲に収まることは、図 3 2 に示すように、メンブレン 1 3 の膨らみが適切であることと対応する。言い換えると、メンブレン 1 3 の膨らみが適切となる流量の範囲を所定範囲として設定しておく。

【0 2 0 7】

まず、制御部 7 1 が吸着エリア 1 3 3 の加圧を開始する（図 3 5 のステップ S 2 1、図 3 6 の時刻 t 2 0）。これに伴って流量が増加するが、制御部 7 1 は流量が上限閾値に達するまで吸着エリア 1 3 3 の加圧を継続する（ステップ S 2 2 の N O、S 2 1）。この加圧は連続的あるいは断続的にエアをエリア 1 3 3 に供給することで行われる。この間、メンブレン 1 3 が徐々に膨らみ、これに伴って流量も増加する（図 3 6 参照）。流量が下限閾値に達した（つまりメンブレン 1 3 の膨らみが適切になった）時刻 t 2 1 以降、基板 W とメンブレン 1 3 との間にリリースノズル 8 0 2 から流体を噴射することができる。

【0 2 0 8】

流量が上限閾値に達すると（時刻 t 2 2、図 3 5 のステップ S 2 2 の Y E S）、制御部 7 1 はメンブレン 1 3 の膨らみが十分と判断して、吸着エリア 1 3 3 の加圧を停止する（ステップ S 2 3）。具体的には、制御部 7 1 は吸着エリア 1 3 3 に対するエア供給を停止してもよいし、バルブ V 3 を閉じてよいし、エリア 1 3 3 を大気開放してもよい。あるいは、制御部 7 1 は吸着エリア 1 3 3 を減圧してもよい。

【0 2 0 9】

吸着エリア 1 3 3 の加圧を停止すると、メンブレン 1 3 の膨らみが減少し、これに伴って流量が減少することもある。そこで、制御部 7 1 は、流量が下限閾値に達するまでは吸着エリア 1 3 3 の加圧を停止するが（ステップ S 2 4 の N O、S 2 3）、流量が下限閾値に達すると（ステップ S 2 4 の Y E S、図 3 6 の時刻 t 2 3）、メンブレン 1 3 の膨らみが不足したと判断して、吸着エリア 1 3 3 の加圧を再開する（ステップ S 2 5）。

【0 2 1 0】

以上を繰り返すことで、流量が所定範囲に収まり、メンブレン 1 3 の膨らみが適切となって、図 3 2 に示すように基板 W とメンブレン 1 3 との間に流体の噴射を継続できる。

【0 2 1 1】

図 3 5 に示すリリース動作は、予め定めた時間だけ継続してもよいし、リリース検知センサ（不図示）で基板 W がリリースされたことが検知された時点でリリース動作を終了してもよい。リリース検知センサは、例えばリテーナリングステーション 8 0 0 に固定された発光部および受光部で構成することができる。

【0 2 1 2】

なお、メンブレン 1 3 の膨らみを推定する別の手法として、吸着エリア 1 3 3 に供給し

たエアの積算量からメンブレン 1 3 の膨らみを推定することも考えられる。しかしながら、エアは、吸着エリア 1 3 3 に流入するだけでなく、途中の流路 1 4 3、ロータリジョイント（不図示）の配管などにも流入する。そのため、エアの積算量から正確にメンブレン 1 3 の膨らみを推定することは困難である。

【0 2 1 3】

これに対し、本実施形態では、判定エリア 1 3 1 の流量すなわち単位時間あたりに流れるエアの体積を用いる。流量は、メンブレン 1 3 とトップリング本体 1 1 との間の隙間 g の大きさに対応しており、この隙間 g はメンブレン 1 3 の膨らみと対応している。そのため、メンブレン 1 3 の膨らみを正確に検知でき、適切な膨らみを維持できるよう精度よく吸着エリア 1 3 3 の圧力を調整できる。

【0 2 1 4】

なお、図 2 8 A～図 3 3 では、リリースノズル 8 0 2 がリテーナリングステーション 8 0 0 に取り付けられる例を示した。リテーナリングステーション 8 0 0 は動かないため、リリースノズル 8 0 2 も固定である。別の例として、リテーナリングステーション 8 0 0 に代えて、いわゆるプッシャを用いて基板 W の受け渡しを行う場合には、プッシャにリリースノズルを取り付けてもよい。

【0 2 1 5】

図 3 7 は、トップリング 1 から基板 W をリリースしてプッシャ 1 6 0 に受け渡す様子を模式的に示す側面図である。プッシャ 1 6 0 は、トップリングガイド 1 6 1 と、プッシャステージ 1 6 2 と、トップリングガイド 1 6 1 内に形成されたリリースノズル 8 0 2' とを有する。基板 W をリリースする際には、プッシャ 1 6 0 が上昇してトップリング 1 に近づく。その他の動作はリテーナリングステーション 8 0 0 を用いる場合と同様である。プッシャ 1 6 0 を用いる場合、リリースノズル 8 0 2' がプッシャ 1 6 0 とともに移動することになる。

【0 2 1 6】

なお、第 5 の実施形態においても、流路 1 4 1 または流路 1 5 0 に圧力計を設置し、判定エリア 1 3 1 の流量に対応する圧力を計測してもよい。この場合、図 3 6 における「流量」を適宜「圧力」と読み替えればよい。

【0 2 1 7】

（第 7 の実施形態）

次に説明する第 7 の実施形態は、メンブレン 1 3 の望ましい形状に関する。

【0 2 1 8】

図 3 8 は、エリア 1 3 1 近辺のトップリング本体 1 1 およびメンブレン 1 3 の断面図であり、同図の一点鎖線はトップリング本体 1 1 およびメンブレン 1 3 の中心を示している。図 3 9 は、エリア 1 3 1 近辺におけるメンブレン 1 3 を上方（トップリング本体 1 1 側）から見た図である。図 4 0 は、エリア 1 3 1 近辺におけるトップリング本体 1 1 を下方（メンブレン 1 3 側）から見た図である。

【0 2 1 9】

図 3 8 および図 3 9 に示すように、メンブレン 1 3 の上面におけるエリア 1 3 1 に相当する部分には、トップリング本体 1 1 に向かう環状の凸部 1 3 1 a が形成されている。

【0 2 2 0】

また、図 3 8 および図 4 0 に示すように、トップリング本体 1 1 のエリア 1 3 1 に相当する部分には、環状の凹部 1 1 a が形成されている。そして、流路 1 4 1 と連通するトップリング本体 1 1 の孔 2 1 a（第 1 孔）は凹部 1 1 a の外側にあり、流路 1 5 0 と連通するトップリング本体 1 1 の孔 2 1 b（第 2 孔）は凹部 1 1 a の内側にある。

【0 2 2 1】

メンブレン 1 3 における凸部 1 3 1 a は、トップリング本体 1 1 における凹部 1 1 a と対向する位置にあり、互いに係合可能である。

【0 2 2 2】

トップリング１が基板を保持していない場合、メンブレン１３における凸部１３１ａと、トップリング本体１１における凹部１１ａとの間には隙間がある。一方、トップリング１が基板を吸着保持すると、この隙間はなくなるか、少なくとも狭くなる。すなわち、凸部１３１ａおよび凹部１１ａはエリア１３１をシールするシール部と言える。

【０２２３】

また、図４０に示すように、トップリング本体１１には、放射状に延びる複数の溝１１ｂが設けられる。これにより、エリア１３１内で圧力が伝搬しやすくなり、圧力を均一化できる。図４０においては溝１１ｂは凹部１１ａの内側に設けられているが、外側に設けてもよいし、エリア１３２などその他のエリアにも設けることでトップリング全体で圧力が伝搬しやすくなる。

【０２２４】

凹部１１ａの深さは溝１１ｂと同じかそれよりも深くし、凹部１１ａに当接できるように凸部１３１ａの高さを設定することで、溝１１ｂと凹部１１ａが干渉している場合でも凹部１１ａと凸部１３１ａでシールすることが可能となる。

【０２２５】

図４１は、第３の実施形態で説明したように、流量計ＦＳを用いた基板吸着判定を行う場合の圧力制御装置７の構成例を示す図である。なお、図１４Ａと同様であるが、流路１４１，１５０は、例えばロータリージョイント（不図示）を介してトップリング本体１１に接続される。図１４Ａとの相違点として、本圧力制御装置７は流路１４１と流路１５０とをバイパスするバイパスライン（バイパス流路）１５１と、バイパスライン１５１上に設けられたバルブＶ２０を有する。バルブＶ２０を開くことで、圧力制御装置７は流路１５０から孔２１ｂを介してエリア１３１の圧力を制御（例えば加圧）することもできる。

【０２２６】

上述した第３の実施形態における吸着判定では、判定エリア１３１を流路１４１を介して加圧するとともに、流路１５０を介して大気開放する。また、研磨時には判定エリア１３１を加圧する。これらの加圧について説明する。

【０２２７】

図４２は、吸着判定時の加圧を説明する図である。図示のように、バルブＶ１，Ｖ１０を開き、バルブＶ２０を閉じる。これにより、第３の実施形態と同様に判定エリア１３１を流路１４１を介して加圧するとともに、流路１５０を介して大気開放できる。

【０２２８】

図４３は、基板研磨時の加圧を説明する図である。図示のように、バルブＶ１，Ｖ２０を開き、バルブＶ１０を閉じる。これにより、流路１４１，１５０の両方から同時にエリア１３１が加圧される。すなわち、流路１４１から、凹部１１ａおよび凸部１３１ａでシールされた環状部分の外側を加圧できる。また、流路１５０から、凹部１１ａおよび凸部１３１ａでシールされた環状部分の内側を加圧できる。特に、図４０に示すように溝１１ｂを設けることで、シールされた環状部分の内側全体に圧力が伝搬される。

【０２２９】

さらに、吸着判定時の加圧圧力がシールされた環状部分の外側から作用し、シールされた環状部分の内側が大気開放されることから、基板Ｗの中心部が加圧されることがなく、基板Ｗの変形が抑制され、ストレスが小さくなる。

【０２３０】

このようなトップリング本体１１およびメンブレン１３を用いることで、第１の実施形態で説明した吸着判定をより精度よく行うことができる。

【０２３１】

図４４は、吸着に成功した場合の基板Ｗ、メンブレン１３およびトップリング本体１１の断面を模式的に示す図であり、図２０と対応している。図４４から分かるように、基板吸着に成功した場合、メンブレン１３の凸部１３１ａがトップリング本体１１の凹部１１

a と係合し、両者の隙間はほとんどなくなる。その結果、流量計 F S で計測される流量が極めて小さくなり、判定の精度が向上する。

【0232】

このように、第7の実施形態では、メンブレン13に凸部131aを、トップリング本体11に凹部11aを設ける。そのため、凸部131aおよび凹部11aがシール部となって、基板吸着時にメンブレン13がトップリング本体11に密着する。そのため、基板吸着に成功したときの流量と失敗したときの流量との差が大きくなり、基板吸着判定の精度が向上する。

【0233】

なお、凸部131aと凹部11aとで完全にシールされた状態が実現できるのが望ましいが、メンブレン13におけるある部分とトップリング本体11におけるある部分とではほぼシールされた状態となればよい。

【0234】

なお、本実施形態ではメンブレン13に凸部131aを、トップリング本体11に凹部11aを設けることとしたが、シール部として、メンブレン13に凹部131bを設け、トップリング本体11に凸部11cを設けてもよい（図45参照）。また、エリア131以外を判定エリアとする場合、その判定エリアにシール部としての凹部や凸部を設ければよい。

【0235】

また、第4の実施形態で説明したように、圧力計 P S を用いた基板吸着判定を行う場合、図22と同様に、流路141に圧力計 P S を設ければよい。

【0236】

上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうることである。また、複数の実施形態を任意に組み合わせ可能である。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲とすべきである。

What is claimed is:

【請求項 1】

トップリング本体と、その下方に設けられた弾性膜と、を有するトップリングに基板を吸着させる基板吸着方法であって、

前記基板の下面が支持部材に支持され、前記基板の上面が前記弾性膜の下面と接触した状態で、前記弾性膜の上面と前記トップリング本体との間に同心円状に形成された複数のエリアのうちの少なくとも 1 つのエリアを真空引きする真空引き工程と、

真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量を計測する流量計測工程と、

前記ガスの流量に基づいて、前記トップリングに前記基板が吸着したか否かを判定する判定工程と、

前記トップリングに前記基板が吸着したと判定された後に、前記基板が吸着された前記弾性膜と前記支持部材とを離間させる離間工程と、を備える基板吸着方法。

【請求項 2】

前記真空引き工程の後に、前記真空引きの対象エリアの少なくとも 1 つのエリアの圧力を計測する圧力計測工程を備え、

前記判定工程では、前記ガスの流量に加え、前記真空引きの対象エリアの少なくとも 1 つのエリアにおける圧力も考慮して、前記トップリングに前記基板が吸着したか否かを判定する、請求項 1 に記載の基板吸着方法。

【請求項 3】

前記複数のエリアのうちの少なくとも 1 つのエリアを加圧する加圧工程と、

前記基板の上面と前記弾性膜の下面とを接触させる接触工程と、を備え、

その後に前記真空引き工程が行われる、請求項 1 または 2 に記載の基板吸着方法。

【請求項 4】

前記加圧工程では、前記真空引きの対象エリアを加圧する、請求項 3 に記載の基板吸着方法。

【請求項 5】

前記基板の上面と前記弾性膜の下面とが接触している際に、前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアを加圧しない、請求項 1 に記載の基板吸着方法。

【請求項 6】

前記支持部材は、前記トップリングに前記基板を受け渡す搬送機構である、請求項 1 に記載の基板吸着方法。

【請求項 7】

前記支持部材は、前記トップリングに保持された基板を研磨する研磨テーブルである、請求項 1 に記載の基板吸着方法。

【請求項 8】

トップリング本体と、

前記トップリング本体の下方に設けられる弾性膜であって、その上面と前記トップリング本体との間に同心円状に複数のエリアが形成された弾性膜と、

支持部材によって下面が支持された基板の上面と前記弾性膜の下面とが接触した状態で、前記複数のエリアのうちの少なくとも 1 つのエリアを真空引きする圧力調整手段と、

前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアにおけるガスの流量を計測する流量計と、

前記ガスの流量に基づいて、前記弾性膜の下面に前記基板が吸着したか否かを判定する判定手段と、を備える基板保持装置。

【請求項 9】

前記真空引きの対象エリアより外側にあるエリアには、前記流量計が設けられた流路が接続され、該エリアと前記流量計との間で、前記流路は分岐していない、請求項 8 に記載の基板保持装置。

【請求項 10】

前記複数のエリアが形成された位置において、前記弾性膜には孔が形成されていない、請求項 8 に記載の基板保持装置。

【請求項 11】

請求項 8 に記載の基板保持装置と、
前記基板保持装置に前記基板を受け渡す搬送機構と、
前記基板保持装置に保持された前記基板を研磨する研磨テーブルと、を備える基板研磨装置。

【請求項 12】

トップリング本体と、
前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第 1 面と、前記第 1 面とは反対側にあつて基板を保持可能な第 2 面と、を有する弾性膜と、
前記複数のエリアのうちの第 1 エリアに連通し、前記第 1 エリアを加圧することが可能な第 1 ラインと、
前記第 1 エリアに連通し、前記第 1 エリアから排気することが可能な第 2 ラインと、
前記第 1 エリアの流量に基づいて測定値が変化する測定器と、
前記複数のエリアのうちの前記第 1 エリアとは異なる第 2 エリアに連通し、前記第 2 エリアを加圧または減圧することが可能な第 3 ラインと、を備える基板保持装置。

【請求項 13】

前記測定器は、前記第 2 ラインの流量を計測可能な流量計である、請求項 12 に記載の基板保持装置。

【請求項 14】

前記測定器は、前記第 1 ラインまたは前記第 2 ラインの圧力を計測可能な圧力計である、請求項 12 に記載の基板保持装置。

【請求項 15】

前記測定値に基づいて、前記第 2 面に前記基板が吸着されたか否かを判定する判定部を備える、請求項 12 に記載の基板保持装置。

【請求項 16】

前記基板が前記第 2 面に吸着される際に、前記第 3 ラインを介して前記第 2 エリアを減圧し、前記第 1 ラインを介して前記第 1 エリアを加圧するとともに前記第 2 ラインを介して流体を流通する制御部を備え、
前記判定部は、前記基板が前記第 2 面に吸着される際に、前記測定値に基づいて、前記第 2 面に前記基板が吸着されたか否かを判定する、請求項 15 に記載の基板保持装置。

【請求項 17】

前記判定部は、前記第 2 エリアの減圧開始から所定時間経過した後に、前記測定器で計測される測定値に基づいて、前記第 2 面に前記基板が吸着されたか否かを判定する、請求項 16 に記載の基板保持装置。

【請求項 18】

前記測定値に基づいて、前記第 3 ラインを介して前記第 2 エリアの圧力を制御する制御部を備える、請求項 12 に記載の基板保持装置。

【請求項 19】

前記制御部は、前記測定値が所定範囲に収まるよう、前記第 2 エリアの圧力を制御する、請求項 18 に記載の基板保持装置。

【請求項 20】

前記制御部は、前記第 2 面に保持された基板をリリースする際、前記第 1 ラインを介して前記第 1 エリアを加圧するとともに前記第 2 ラインを介して前記第 1 エリアに流体を流通し、前記測定値に基づいて、前記第 3 ラインを介して前記第 2 エリアの圧力を制御する、請求項 18 に記載の基板保持装置。

【請求項 21】

前記制御部は、リリースノズルから所定位置に流体が噴射されるよう、前記第２エリアの圧力を制御する、請求項１８に記載の基板保持装置。

【請求項２２】

前記所定位置は、前記第２面と前記保持された基板との間である、請求項２１に記載の基板保持装置。

【請求項２３】

前記弾性膜には孔が形成されていない、請求項１２に記載の基板保持装置。

【請求項２４】

前記第２エリアは前記第１エリアと隣接していない、請求項１２に記載の基板保持装置。

【請求項２５】

前記弾性膜の外周に設けられたリテーナリングを備える、請求項１２に記載の基板保持装置。

【請求項２６】

前記リテーナリングは、内側リングと、その外側に設けられた外側リングと、を有する、請求項２５に記載の基板保持装置。

【請求項２７】

請求項１２に記載の基板保持装置と、

前記基板保持装置に保持された基板を研磨するように構成された研磨テーブルと、を備える基板研磨装置。

【請求項２８】

基板保持装置におけるトップリング本体と弾性膜の第１面との間に形成された第２エリアを減圧しつつ、前記トップリング本体と前記弾性膜の第１面との間に形成された、前記第２エリアとは異なる第１エリアを加圧するとともに前記第１エリアに連通する第２ラインを介して流体を流通し、

前記第１エリアの流量に応じた測定値に基づいて、前記弾性膜の、前記第１面とは反対側にある第２面に基板が吸着されたか否かを判定する、基板保持装置における基板吸着判定方法。

【請求項２９】

基板保持装置におけるトップリング本体と弾性膜の第１面との間に形成された第１エリアを加圧するとともに前記第１エリアに連通する第２ラインを介して流体を流通し、

前記第１エリアの流量に応じた測定値に基づいて、前記トップリング本体と前記弾性膜の第１面との間に形成された、前記第１エリアとは異なる第２エリアの圧力を制御する、基板保持装置における圧力制御方法。

【請求項３０】

第１部分の外側および内側にそれぞれ第１孔および第２孔が設けられたトップリング本体とともに用いられて基板保持装置を構成する弾性膜であって、

前記第１部分と係合可能な第２部分が設けられ、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第１面と、前記第１面とは反対側にあつて基板を保持可能な第２面と、を備える弾性膜。

【請求項３１】

前記第１部分は凹部であり、前記第２部分は凸部であるか、

前記第１部分は凸部であり、前記第２部分は凹部である、請求項３０に記載の弾性膜。

【請求項３２】

第１部分の外側および内側にそれぞれ第１孔および第２孔が設けられたトップリング本体と、

前記第１部分と係合可能な第２部分が設けられ、前記トップリング本体との間に複数のエリアを形成する第１面と、前記第１面とは反対側にあつて基板を保持可能な第２面と、を有する弾性膜と、

前記第１孔は前記複数のエリアのうちの第１エリアに位置しており、前記第１孔を介し

て前記第 1 エリアを加圧することが可能な第 1 ラインと、

前記第 2 孔は前記第 1 エリアに位置しており、前記第 2 孔を介して前記第 1 エリアから排気することが可能な第 2 ラインと、

前記第 1 エリアの流量に基づいて測定値が変化する測定器と、

前記複数のエリアのうちの前記第 1 エリアとは異なる第 2 エリアに連通し、前記第 2 エリアを加圧または減圧することが可能な第 3 ラインと、を備える基板保持装置。

【請求項 3 3】

前記トップリング本体の前記第 1 エリアに対応する部分には、放射状に広がる溝が設けられる、請求項 3 2 に記載の基板保持装置。

【請求項 3 4】

前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとをバイパスするバイパスラインと、

前記バイパスライン上に設けられたバルブと、を備える、請求項 3 2 に記載の基板保持装置。