

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7692342号  
(P7692342)

(45)発行日 令和7年6月13日(2025.6.13)

(24)登録日 令和7年6月5日(2025.6.5)

(51)国際特許分類	F I			
B 2 4 B 37/005 (2012.01)	B 2 4 B 37/005	Z		
B 2 4 B 37/10 (2012.01)	B 2 4 B 37/10			
B 2 4 B 37/32 (2012.01)	B 2 4 B 37/32	A		
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304	6 2 1 D		
	H 0 1 L 21/304	6 2 2 P		
請求項の数 10 (全20頁)				

(21)出願番号	特願2021-205715(P2021-205715)	(73)特許権者	000000239
(22)出願日	令和3年12月20日(2021.12.20)		株式会社荏原製作所
(65)公開番号	特開2023-91146(P2023-91146A)		東京都大田区羽田旭町1 1 番 1 号
(43)公開日	令和5年6月30日(2023.6.30)	(74)代理人	100118500
審査請求日	令和6年5月13日(2024.5.13)		弁理士 廣澤 哲也
		(74)代理人	渡邊 勇
		(74)代理人	100174089
			弁理士 郷戸 学
		(74)代理人	100186749
			弁理士 金沢 充博
		(72)発明者	加藤 裕一
			東京都大田区羽田旭町1 1 番 1 号 株式
			会社荏原製作所内
		(72)発明者	鍋谷 治
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 ワークピースの研磨後に研磨ヘッドを上昇させる方法、ワークピースの研磨装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークピースの研磨後に研磨ヘッドを上昇させる方法であって、  
前記研磨ヘッドおよび研磨パッドを回転させながら、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨し、  
前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させ、  
前記研磨ヘッドのリテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に移動させ、  
前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に上昇させた後または同時に、  
前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持し、その後、  
前記ワークピースが前記研磨ヘッドに保持された状態で、前記研磨ヘッドを上昇させる、方法。

【請求項2】

ワークピースの研磨後に研磨ヘッドを上昇させる方法であって、  
前記研磨ヘッドおよび研磨パッドを回転させながら、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨し、  
前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させ、  
前記研磨ヘッドのリテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記

ワークピースよりも高い位置に移動させ、

前記ワークピースと前記研磨パッドとの間に直接に流体を供給しながら、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持し、その後、

前記ワークピースが前記研磨ヘッドに保持された状態で、前記研磨ヘッドを上昇させる、  
方法。

【請求項 3】

前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けるための複数の圧力室を形成する弾性膜を有しており、

前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する工程は、前記複数の圧力室のうち外側の圧力室内に負圧を形成し、その後内側の圧力室内に負圧を形成することで、前記ワーク  
10  
ピースを前記研磨ヘッドにより保持する、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する工程は、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させる前に行われる、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記研磨ヘッドを上昇させる工程は、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れるまでは前記研磨ヘッドを第 1 の速度で上昇させ、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れた後は前記研磨ヘッドを前記第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で上昇させる工程を含む、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

ワークピースのための研磨装置であって、  
研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、  
前記研磨テーブルを前記研磨パッドとともに回転させる研磨テーブル回転装置と、  
前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨する研磨ヘッドと、  
前記研磨ヘッド内の圧力を制御する研磨ヘッド圧力制御装置と、  
前記研磨ヘッドを回転させる研磨ヘッド回転装置と、  
前記研磨ヘッドを前記研磨テーブルに対して相対的に上下動させる研磨ヘッド昇降装置と、

前記研磨テーブル回転装置、前記研磨ヘッド圧力制御装置、前記研磨ヘッド回転装置、  
および前記研磨ヘッド昇降装置の動作を制御する動作制御部を備え、

前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを囲むリテーナリングを有しており、  
前記動作制御部は、

前記ワークピースの研磨後に、前記研磨テーブル回転装置および前記研磨ヘッド回転装置に指令を与えて、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させ、

前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記リテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に移動させ、

前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に上昇させた後または同時に、  
前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより  
保持させ、その後、

前記研磨ヘッド昇降装置に指令を与えて、前記ワークピースが前記研磨ヘッドに保持された状態で、前記研磨ヘッドを上昇させるように構成されている、研磨装置。

【請求項 7】

ワークピースのための研磨装置であって、

研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、

前記研磨テーブルを前記研磨パッドとともに回転させる研磨テーブル回転装置と、

前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨する研磨ヘッドと、

前記研磨ヘッド内の圧力を制御する研磨ヘッド圧力制御装置と、

10

20

30

40

50

前記研磨ヘッドを回転させる研磨ヘッド回転装置と、  
前記研磨ヘッドを前記研磨テーブルに対して相対的に上下動させる研磨ヘッド昇降装置と、  
前記研磨テーブル回転装置、前記研磨ヘッド圧力制御装置、前記研磨ヘッド回転装置、および前記研磨ヘッド昇降装置の動作を制御する動作制御部と、  
前記ワークピースと前記研磨パッドとの間に流体を供給する流体供給システムを備え、  
前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを囲むリテーナリングを有しており、  
前記動作制御部は、  
前記ワークピースの研磨後に、前記研磨テーブル回転装置および前記研磨ヘッド回転装置に指令を与えて、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させ、  
前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記リテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に移動させ、  
前記流体供給システムに指令を与えて、前記ワークピースと前記研磨パッドとの間に直接に流体を供給しながら、前記研磨ヘッドは前記ワークピースを保持するように構成されている、研磨装置。

10

**【請求項 8】**

前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けるための複数の圧力室を形成する弾性膜を有しており、  
前記動作制御部は、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記複数の圧力室のうち外側の圧力室内に負圧を形成させ、その後内側の圧力室内に負圧を形成させることで、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持するように構成されている、請求項 6 または 7 に記載の研磨装置。

20

**【請求項 9】**

前記動作制御部は、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させる前に、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持させるように構成されている、請求項 7 に記載の研磨装置。

**【請求項 10】**

前記動作制御部は、前記研磨ヘッド昇降装置に指令を与えて、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れるまでは前記研磨ヘッドを第 1 の速度で上昇させ、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れた後は前記研磨ヘッドを前記第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で上昇させるように構成されている、請求項 6 乃至 9 のいずれか一項に記載の研磨装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ウェーハ、基板、パネルなどの半導体デバイスの製造に使用されるワークピースの研磨後にワークピースのストレスを低減させて研磨ヘッドをワークピースとともに上昇させる技術に関する。

**【背景技術】**

40

**【0002】**

化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）は、シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッドの研磨面上に供給しつつワークピースを研磨面に摺接させて研磨を行う技術である。図 13 に示すように、CMP を行うための研磨装置は、研磨パッド 500 を支持する研磨テーブル 501 と、ワークピース W を保持するための研磨ヘッド 505 と、研磨パッド 500 に研磨液を供給する研磨液ノズル 508 を備えている。

**【0003】**

このような研磨装置を用いたワークピース W の研磨は次のようにして行われる。研磨テーブル 501 を研磨パッド 500 とともに回転させながら、研磨液ノズル 508 から研磨

50

パッド５００上に研磨液を供給する。研磨ヘッド５０５はワークピースＷを回転させながら、該ワークピースＷを研磨パッド５００に対して押し付ける。ワークピースＷは研磨液の存在下で研磨パッド５００に摺接されながら、ワークピースＷの表面は、研磨液の化学的作用と、研磨液に含まれる砥粒および研磨パッド５００の機械的作用との組み合わせにより平坦化される。

【０００４】

ワークピースＷの研磨中、ワークピースＷの表面は回転する研磨パッド５００に摺接されるため、ワークピースＷには摩擦力が作用する。そこで、ワークピースＷの研磨中にワークピースＷが研磨ヘッド５０５から外れないようにするために、研磨ヘッド５０５はリテーナリング５１０を備えている。このリテーナリング５１０は、ワークピースＷを囲むように配置されており、ワークピースＷの研磨中、リテーナリング５１０は回転しながらワークピースＷの外側で研磨パッド５００を押し付けている。

10

【０００５】

図１４は、図１３に示す研磨ヘッド５０５の一部を示す断面図である。図１４に示すように、研磨ヘッド５０５は、リテーナリング５１０を研磨パッド５００に押し付けるための環状の弾性膜５１２を有している。弾性膜５１２の内側には圧力室５１３が形成されている。加圧気体（例えば加圧空気）が圧力室５１３内に供給されると、圧力室５１３内の流体圧力を受けた弾性膜５１２は、リテーナリング５１０を研磨パッド５００に対して押圧する。したがって、ワークピースＷの研磨中、リテーナリング５１０はワークピースＷが研磨ヘッド５０５から飛び出すことを防止することができる。

20

【０００６】

研磨ヘッド５０５は、ワークピースＷを研磨パッド５００に対して押し付けるための弾性膜５１４をさらに有している。弾性膜５１４の内側には圧力室５１５が形成されている。加圧気体（例えば加圧空気）が圧力室５１５内に供給されると、圧力室５１５内の流体圧力を受けた弾性膜５１４は、ワークピースＷを研磨パッド５００に対して押圧する。したがって、ワークピースＷは、研磨パッド５００上に研磨液が存在した状態で、研磨パッド５００と摺接される。

【０００７】

弾性膜５１２と弾性膜５１４は、いずれも研磨ヘッド５０５のキャリア５１７に固定されている。リテーナリング５１０は、ワークピースＷとは独立に研磨パッド５００を押し付けることを可能とするために、キャリア５１７および弾性膜５１４に対して相対的に上下動可能に構成されている。

30

【０００８】

ワークピースＷの研磨後は、図１５に示すように、圧力室５１５内に負圧を形成して、ワークピースＷを弾性膜５１４に吸着させる。ワークピースＷが弾性膜５１４に吸着されるとき、ワークピースＷはわずかに引き上げられる。ワークピースＷと研磨パッド５００との間に存在する液体の表面張力が大きいと、ワークピースＷの研磨パッド５００からの引き上げに失敗することがある。そこで、ワークピースＷと研磨パッド５００との間に作用する表面張力を低下させるために、研磨ヘッド５０５および研磨パッド５００をそれぞれ回転させながら、ワークピースＷを弾性膜５１４に吸着させる。その後、研磨ヘッド５０５をワークピースＷとともに上昇させ、さらに所定のワークピース受け渡し位置まで研磨ヘッド５０５をワークピースＷとともに移動させる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【文献】特開２００９－１７８８００号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

研磨ヘッド５０５が上昇するときも、回転する研磨パッド５００上のワークピースＷが

50

研磨ヘッド 505 から飛び出すことを防止するために、リテーナリング 510 は研磨パッド 500 に押し付けられている。このため、図 16 に示すように、研磨ヘッド 505 のキャリア 517 およびワークピース W が研磨パッド 500 から上昇し、離れていく一方で、リテーナリング 510 の下面は研磨パッド 500 と接触したままとなる。

【0011】

しかしながら、ワークピース W がリテーナリング 510 の内面に接触したまま、ワークピース W が上昇しようとする、リテーナリング 510 の内面に接触したワークピース W の部分は研磨パッド 500 に残ろうとするためワークピース W は下方に曲がり、ワークピース W に過大な応力が生じることがある。この応力が大きすぎると、ワークピース W が割れることがある。特に、図 17 に示すように、リテーナリング 510 の内面に、ワークピース W との接触によって発生する摩耗溝 510a が形成されている場合はより引っ掛かりやすくなるため、ワークピース W は下方に大きく曲がりやすく、結果としてワークピース W が割れやすい。

10

【0012】

そこで、本発明は、ワークピースの研磨終了後に研磨ヘッドを研磨パッドから上昇させる際に、リテーナリングの内面との接触を回避することでワークピースが曲がることを防ぎ、ワークピースに過度な応力が発生することを防止することができる研磨ヘッドの上昇方法を提供する。また、本発明は、そのような方法を実行することができるワークピースの研磨装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

20

【0013】

一態様では、ワークピースの研磨後に研磨ヘッドを上昇させる方法であって、前記研磨ヘッドおよび研磨パッドを回転させながら、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨し、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させ、前記研磨ヘッドのリテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に移動させ、その後、前記ワークピースが前記研磨ヘッドに保持された状態で、前記研磨ヘッドを上昇させる、方法が提供される。

【0014】

一態様では、前記方法は、前記ワークピースを研磨した後であって、前記研磨ヘッドを上昇させる前に、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持することをさらに含む。

30

一態様では、前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に上昇させる工程は、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する前または同時に行われる。

一態様では、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する工程は、前記ワークピースと前記研磨パッドとの間に直接に流体を供給しながら行われる。

一態様では、前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けるための複数の圧力室を形成する弾性膜を有しており、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する工程は、前記複数の圧力室のうち外側の圧力室内に負圧を形成し、その後内側の圧力室内に負圧を形成することで、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する。

一態様では、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持する工程は、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させる前に行われる。

40

一態様では、前記研磨ヘッドを上昇させる工程は、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れるまでは前記研磨ヘッドを第 1 の速度で上昇させ、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れた後は前記研磨ヘッドを前記第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で上昇させる工程を含む。

【0015】

一態様では、ワークピースのための研磨装置であって、研磨パッドを支持するための研磨テーブルと、前記研磨テーブルを前記研磨パッドとともに回転させる研磨テーブル回転装置と、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨する研磨ヘッドと、前記研磨ヘッド内の圧力を制御する研磨ヘッド圧力制御装置と、前記研磨ヘッ

50

ドを回転させる研磨ヘッド回転装置と、前記研磨ヘッドを前記研磨テーブルに対して相対的に上下動させる研磨ヘッド昇降装置と、前記研磨テーブル回転装置、前記研磨ヘッド圧力制御装置、前記研磨ヘッド回転装置、および前記研磨ヘッド昇降装置の動作を制御する動作制御部を備え、前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを囲むリテーナリングを有しており、前記動作制御部は、前記ワークピースの研磨後に、前記研磨テーブル回転装置および前記研磨ヘッド回転装置に指令を与えて、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させ、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記リテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に移動させ、その後、前記研磨ヘッド昇降装置に指令を与えて、前記ワークピースが前記研磨ヘッドに保持された状態で、前記研磨ヘッドを上昇させるように構成されている、研磨装置が提供される。

10

#### 【0016】

一態様では、前記動作制御部は、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記ワークピースが研磨された後であって、前記研磨ヘッドが上昇する前に、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持させるように構成されている。

一態様では、前記動作制御部は、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持させる前または同時に、前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に上昇させるように構成されている。

一態様では、前記研磨装置は、前記ワークピースと前記研磨パッドとの間に流体を供給する流体供給システムをさらに備えており、前記動作制御部は、前記流体供給システムに指令を与えて、前記ワークピースと前記研磨パッドとの間に直接に流体を供給しながら、前記研磨ヘッドは前記ワークピースを保持するように構成されている。

20

一態様では、前記研磨ヘッドは、前記ワークピースを前記研磨パッドに押し付けるための複数の圧力室を形成する弾性膜を有しており、前記動作制御部は、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記複数の圧力室のうち外側の圧力室内に負圧を形成させ、その後内側の圧力室内に負圧を形成させることで、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持するように構成されている。

一態様では、前記動作制御部は、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させる前に、前記ワークピースを前記研磨ヘッドにより保持させるように構成されている。

30

一態様では、前記動作制御部は、前記研磨ヘッド昇降装置に指令を与えて、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れるまでは前記研磨ヘッドを第1の速度で上昇させ、前記ワークピースの全体が前記研磨パッドから離れた後は前記研磨ヘッドを前記第1の速度よりも高い第2の速度で上昇させるように構成されている。

#### 【0017】

一態様では、研磨ヘッド圧力制御装置、研磨テーブル回転装置、および研磨ヘッド回転装置に指令を与えて、研磨ヘッド、および研磨テーブル上の研磨パッドを回転させながら、ワークピースを前記研磨パッドに押し付けて該ワークピースを研磨するステップと、前記ワークピースの研磨後に、前記研磨テーブル回転装置および前記研磨ヘッド回転装置に指令を与えて、前記研磨パッドおよび前記研磨ヘッドの回転を停止させるステップと、前記研磨ヘッド圧力制御装置に指令を与えて、前記リテーナリングを前記ワークピースに対して相対的に上昇させることで、前記リテーナリングを前記研磨パッドから離間させ、かつ前記リテーナリングを前記ワークピースよりも高い位置に移動させるステップと、前記研磨ヘッド昇降装置に指令を与えて、前記ワークピースが前記研磨ヘッドに保持された状態で、前記研磨ヘッドを上昇させるステップを、コンピュータに実行させるためのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

40

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本発明によれば、研磨ヘッドを上昇させる前に、リテーナリングはワークピースよりも

50

高い位置に上昇される。したがって、研磨ヘッドの上昇時に、ワークピースはリテーナリングとは接触せず、ワークピースがリテーナリングによって下方に曲げられることがない。結果として、ワークピースに過大な応力が発生せず、ワークピースの割れが防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】研磨装置の一実施形態を示す模式図である。

【図2】研磨ヘッドの一実施形態を示す断面図である。

【図3】研磨ヘッドの第1弾性膜がワークピースを真空吸引により保持する様子を説明する図である。

【図4】リテーナリングがワークピースに対して相対的に上昇し、研磨パッドから離れる様子を説明する図である。

10

【図5】研磨されたワークピースを研磨ヘッドから解放する様子を説明する図である。

【図6】ワークピースの研磨中および研磨後の研磨ヘッドの動作の一実施形態を説明するフローチャートである。

【図7】ワークピースの研磨中および研磨後の研磨ヘッドの動作の他の実施形態を説明するフローチャートである。

【図8】研磨ヘッドがワークピースを保持する動作の例を示す模式図である。

【図9】研磨ヘッドがワークピースを保持する動作の例を示す模式図である。

【図10】研磨ヘッドがワークピースを保持するときに、ワークピースと研磨パッドとの間に流体を供給する実施形態を説明する図である。

20

【図11】図11(a)および図11(b)は、研磨ヘッドの上昇速度を第1の速度から第2の速度に切り替える実施形態を説明する模式図である。

【図12】図12(a)および図12(b)は、ワークピースの研磨後の研磨ヘッドの動作のさらに他の実施形態を説明する平面図である。

【図13】従来の研磨装置を示す模式図である。

【図14】図13に示す研磨ヘッドの一部を示す断面図である。

【図15】従来の研磨ヘッドがワークピースを保持する様子を説明する図である。

【図16】研磨ヘッドの上昇に伴ってワークピースが下方に曲がる様子を説明する図である。

【図17】研磨ヘッドの上昇に伴ってワークピースが下方に曲がる様子を説明する図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、研磨装置の一実施形態を示す模式図である。研磨装置は、ウェーハ、基板（例えば、円形基板、角基板）、パネルなどの半導体デバイスの製造に使用されるワークピースWを化学機械的に研磨する装置である。図1に示す実施形態では、ワークピースWとしてウェーハが用いられている。

【0021】

図1に示すように、この研磨装置は、研磨面2aを有する研磨パッド2を支持する研磨テーブル5と、ワークピースWを研磨面2aに対して押し付ける研磨ヘッド7と、研磨液（例えば、砥粒を含むスラリー）を研磨面2aに供給する研磨液供給ノズル8を備えている。研磨ヘッド7は、その下面にワークピースWを保持できるように構成されている。

40

【0022】

研磨装置は、支軸14と、支軸14の上端に連結された研磨ヘッド揺動アーム16と、研磨ヘッド揺動アーム16の自由端に回転可能に支持された研磨ヘッドシャフト18と、研磨ヘッドシャフト18および研磨ヘッド7を回転させる研磨ヘッド回転装置20をさらに備えている。研磨ヘッド7は、研磨ヘッドシャフト18の下端に固定されている。研磨ヘッド回転装置20は、研磨ヘッド揺動アーム16に固定されている。研磨ヘッド回転装置20は、電動機、トルク伝達装置などを備えているが、その構成は特に限定されない。研磨ヘッド回転装置20は、研磨ヘッドシャフト18に連結されており、研磨ヘッドシャ

50

フト１８および研磨ヘッド７を矢印で示す方向に回転させるように構成されている。研磨ヘッドシャフト１８の上端にはロータリジョイント２２が連結されている。

【００２３】

研磨装置は、研磨ヘッド７および研磨ヘッドシャフト１８を、研磨テーブル５および研磨ヘッド揺動アーム１６に対して相対的に上下動させる研磨ヘッド昇降装置２５をさらに備えている。この研磨ヘッド昇降装置２５は、ボールねじ機構とサーボモータとの組み合わせ、またはエアシリンダなどのアクチュエータを有するが、その構成は特に限定されない。研磨ヘッド昇降装置２５が研磨ヘッドシャフト１８を研磨ヘッド揺動アーム１６に対して相対的に上下動させると、研磨ヘッド７は、矢印で示すように、研磨ヘッド揺動アーム１６および研磨テーブル５に対して相対的に上下動する。

10

【００２４】

研磨装置は、研磨パッド２および研磨テーブル５をそれらの軸心を中心に回転させる研磨テーブル回転装置３０をさらに備えている。研磨テーブル回転装置３０は研磨テーブル５の下方に配置されており、研磨テーブル５は、テーブル軸５ａを介して研磨テーブル回転装置３０に連結されている。研磨テーブル回転装置３０は、電動機などのアクチュエータを備えているが、その構成は特に限定されない。研磨テーブル５および研磨パッド２は、研磨テーブル回転装置３０によりテーブル軸５ａを中心に矢印で示す方向に一体に回転されるようになっている。研磨パッド２は、研磨テーブル５の上面に貼り付けられている。研磨パッド２の露出面は、ウェーハなどのワークピースＷを研磨する研磨面２ａを構成している。

20

【００２５】

研磨装置は、研磨ヘッド７内の圧力を制御する研磨ヘッド圧力制御装置３３をさらに備えている。この研磨ヘッド圧力制御装置３３は、研磨ヘッド７の構成要素（例えば、後述するリテーナリングや弾性膜）を動作させるように構成されている。本実施形態では、研磨ヘッド圧力制御装置３３は、研磨ヘッド７の構成要素を動作させるための作動流体としての気体（例えば空気）の圧力を調節する圧力レギュレータ（図示せず）を備えている。例えば、研磨ヘッド７に供給される気体の圧力を圧力レギュレータにより調節することで、研磨ヘッド７がワークピースＷを研磨パッド２に押し付ける力を調節することができる。研磨ヘッド圧力制御装置３３は、ロータリジョイント２２に連結されており、所定の圧力の気体をロータリジョイント２２を通じて研磨ヘッド７に供給する。

30

【００２６】

研磨装置は、研磨ヘッド７を、研磨パッド２の研磨面２ａと平行な方向に移動させる研磨ヘッド移動装置３７をさらに備えている。この研磨ヘッド移動装置３７は、支軸１４の上端に固定されており、研磨ヘッド揺動アーム１６に連結されている。研磨ヘッド移動装置３７は、研磨ヘッド揺動アーム１６を支軸１４を中心に回転させることにより、研磨ヘッド揺動アーム１６に支持されている研磨ヘッド７を、研磨パッド２の研磨面２ａと平行な方向に移動させることができる。ただし、研磨ヘッド移動装置３７の構成は、この実施形態に限られない。一実施形態では、研磨ヘッド移動装置３７は、支軸１４の下部に連結され、支軸１４と研磨ヘッド揺動アーム１６とを一体に、支軸１４を中心に回転させるように構成されていてもよい。

40

【００２７】

研磨装置は、研磨ヘッド回転装置２０、研磨ヘッド昇降装置２５、研磨テーブル回転装置３０、研磨ヘッド圧力制御装置３３、および研磨ヘッド移動装置３７を含む研磨装置の全体の動作を制御する動作制御部４０をさらに備えている。動作制御部４０は、少なくとも１台のコンピュータを備えている。動作制御部４０は、複数のコンピュータを備えてもよい。例えば、動作制御部４０は、エッジサーバとクラウドサーバの組み合わせから構成されてもよい。

【００２８】

動作制御部４０は、記憶装置４０ａと、演算装置４０ｂを備えている。演算装置４０ｂは、記憶装置４０ａに格納されているプログラムに含まれている命令に従って演算を行う

50



CPU（中央処理装置）またはGPU（グラフィックプロセッシングモジュール）などを含む。記憶装置40aは、演算装置40bがアクセス可能な主記憶装置（例えばランダムアクセスメモリ）と、データおよびプログラムを格納する補助記憶装置（例えば、ハードディスクドライブまたはソリッドステートドライブ）を備えている。ただし、動作制御部40の具体的構成はこれらの例に限定されない。

#### 【0029】

ワークピースWの研磨は次のようにして行われる。ワークピースWは、その被研磨面が下を向いた状態で、研磨ヘッド7に保持される。研磨ヘッド7および研磨テーブル5をそれぞれ回転させながら、研磨テーブル5の上方に設けられた研磨液供給ノズル8から研磨液（例えば、砥粒を含むスラリー）を研磨パッド2の研磨面2a上に供給する。研磨パッド2はその中心軸線を中心に研磨テーブル5と一体に回転する。研磨ヘッド7は研磨ヘッド昇降装置25により所定の研磨動作高さまで下降される。さらに、研磨ヘッド7は上記研磨動作高さに維持されたまま、ワークピースWを研磨パッド2の研磨面2aに押し付ける。ワークピースWは研磨ヘッド7と一体に回転する。研磨液が研磨パッド2の研磨面2a上に存在した状態で、ワークピースWは研磨面2aに摺接される。ワークピースWの表面は、研磨液の化学的作用と、研磨液に含まれる砥粒および/または研磨パッド2の機械的作用との組み合わせにより、研磨される。

#### 【0030】

次に、研磨ヘッド7の詳細について説明する。図2は、研磨ヘッド7の一実施形態を示す断面図である。研磨ヘッド7は、ヘッド本体45とリテーナリング48とを備えている。ヘッド本体45は、研磨ヘッドシャフト18に連結されたキャリア50と、キャリア50の下面に取り付けられた第1弾性膜51を備えている。

#### 【0031】

第1弾性膜51の下面は、ワークピースWを研磨パッド2に押し付けるための押圧面51aを構成しており、この押圧面51aはワークピースWの上面（被研磨面とは反対側の面）に接触している。キャリア50と第1弾性膜51の間には複数の第1圧力室C1、C2、C3が形成されている。すなわち、第1弾性膜51の内側には複数の第1圧力室C1、C2、C3が形成されている。中央の第1圧力室C1は円形であり、第1圧力室C1の外側にある第1圧力室C2は環状であり、第1圧力室C2の外側にある第1圧力室C3は環状である。これら第1圧力室C1、C2、C3は、同心円状に配列されている。

#### 【0032】

第1圧力室C1、C2、C3は、第1流体ラインF1、F2、F3およびロータリジョイント22を通じて研磨ヘッド圧力制御装置33に接続されている。本実施形態における研磨ヘッド圧力制御装置33は、所定の圧力の気体を研磨ヘッド7に供給する圧力レギュレータ（図示せず）を備えている。第1圧力室C1、C2、C3に流体（例えば、空気などの気体）が供給されると、第1圧力室C1、C2、C3内の流体圧力を受けた第1弾性膜51の押圧面51aは、ワークピースWを研磨パッド2の研磨面2aに対して押圧する。第1圧力室C1、C2、C3の数は、図2に示す実施形態に限られない。一実施形態では、単一の第1圧力室がキャリア50と第1弾性膜51との間に設けられてもよい。

#### 【0033】

リテーナリング48は、ワークピースWおよび第1弾性膜51を囲むように配置されている。より具体的には、リテーナリング48は、ワークピースWの外縁および第1弾性膜51の押圧面51aを囲むように配置されている。リテーナリング48の上部は、環状のリテーナリング押圧機構60に連結されている。このリテーナリング押圧機構60は、リテーナリング48の上面の全体に均一な下向きの荷重を与え、リテーナリング48の下面を研磨パッド2の研磨面2aに対して押圧するように構成されている。

#### 【0034】

リテーナリング押圧機構60は、キャリア50に取り付けられた環状の第2弾性膜62を備えている。第2弾性膜62の内部には第2圧力室65が形成されている。この第2圧力室65は第2流体ラインF4およびロータリジョイント22を通じて研磨ヘッド圧力制

10

20

30

40

50

御装置 33 に接続されている。第 2 圧力室 65 に流体（例えば、空気などの気体）が第 2 流体ライン F4 を通じて供給されると、第 2 圧力室 65 内の流体圧力を受けた第 2 弾性膜 62 は、リテーナリング 48 の全体を下方に押し下げる。このようにして、リテーナリング押圧機構 60 は、リテーナリング 48 の下面を研磨パッド 2 の研磨面 2a に対して押圧する。

#### 【0035】

研磨ヘッド圧力制御装置 33 により、第 1 圧力室 C1, C2, C3 内のいずれか一つに負圧が形成されると、ワークピース W は第 1 弾性膜 51 の押圧面 51a に真空吸引により保持される。例えば、図 3 に示すように、第 1 圧力室 C2, C3 内に負圧が形成されると、第 1 弾性膜 51 の押圧面 51a が上方に窪み、第 1 弾性膜 51 はワークピース W を引きつける吸盤として機能する。ワークピース W を第 1 弾性膜 51 に引きつけるとき、第 1 圧力室 C1, C2, C3 のうちの 1 つのみに負圧が形成されてもよく、あるいは第 1 圧力室 C1, C2, C3 のすべてに負圧が形成されてもよい。

10

#### 【0036】

一実施形態では、第 1 弾性膜 51 の押圧面 51a は、第 1 圧力室 C1, C2, C3 のうちの少なくとも 1 つに連通する通孔（図示せず）を有してもよい。この場合は、通孔に連通する第 1 圧力室内に負圧が形成されると、通孔にも負圧が形成され、この負圧によりワークピース W を第 1 弾性膜 51 の押圧面 51a に引きつけることができる。

#### 【0037】

図 4 に示すように、研磨ヘッド圧力制御装置 33 により、第 2 圧力室 65 内に負圧が形成されると、リテーナリング 48 は、第 1 弾性膜 51、キャリア 50、ワークピース W に対して相対的に上昇し、研磨パッド 2 から離れる。一方、研磨ヘッド圧力制御装置 33 により、第 2 圧力室 65 内に加圧された流体が供給されると、図 2 に示すように、リテーナリング 48 は、第 1 弾性膜 51、キャリア 50、ワークピース W に対して相対的に下降し、研磨パッド 2 を押し付ける。このように、研磨ヘッド圧力制御装置 33 は、第 2 圧力室 65 内の圧力を変化させることによってリテーナリング 48 を上下動させることができる。

20

#### 【0038】

図 5 は、研磨されたワークピース W を研磨ヘッド 7 から解放する様子を説明する図である。ワークピース W の研磨後は、研磨ヘッド 7 はワークピース W とともにワークピース受け渡し位置まで移動される。このワークピース受け渡し位置では、第 1 圧力室 C1, C2, C3 内に流体（例えば、空気などの気体）が供給され、第 1 弾性膜 51 が膨らむ。そして、リリースノズル 71 からリリース流体（例えば、純水または気体またはこれらの混合）の噴流が、ワークピース W と第 1 弾性膜 51 との接触部に放出され、これによりワークピース W が研磨ヘッド 7 から解放される。このワークピース W の解放時には、図 5 に示すように、リテーナリング 48 は、ワークピース W よりも高い位置にある。したがって、リリース流体はワークピース W と第 1 弾性膜 51 との接触部に到達することができる。解放されたワークピース W は、図示しない搬送装置に受け止められ、次の工程のために搬送される。

30

#### 【0039】

次に、ワークピース W の研磨中および研磨後の研磨ヘッド 7 の動作について、図 6 を参照して説明する。図 6 は、ワークピース W の研磨中および研磨後の研磨ヘッド 7 の動作の一実施形態を説明するフローチャートである。

40

#### 【0040】

ステップ 1 では、動作制御部 40 は、研磨テーブル回転装置 30 および研磨ヘッド回転装置 20 に指令を与えて、研磨パッド 2 および研磨ヘッド 7 をそれぞれ所定の速度で回転させる。回転する研磨パッド 2 上には研磨液供給ノズル 8 から研磨液が供給される。動作制御部 40 は、研磨ヘッド昇降装置 25 に指令を与えて、研磨ヘッド 7 を所定の研磨動作高さまで下降させる。動作制御部 40 は、さらに、研磨ヘッド圧力制御装置 33 に指令を与えて、研磨ヘッド 7 の第 1 圧力室 C1, C2, C3 および第 2 圧力室 65 に加圧された流体を供給し、ワークピース W およびリテーナリング 48 を研磨パッド 2 の研磨面 2a に

50

対して押し付ける（図 2 参照）。ワークピース W は、研磨パッド 2 上に研磨液が存在した状態で、研磨パッド 2 の研磨面 2 a に摺接される。

【 0 0 4 1 】

ワークピース W の表面は、研磨液の化学的作用と、研磨液に含まれる砥粒および／または研磨パッド 2 の機械的作用の組み合わせにより研磨される。ワークピース W の研磨中は、研磨パッド 2 は研磨テーブル 5 と一体に回転し、ワークピース W は研磨ヘッド 7 と一体に回転する。ワークピース W の研磨中は、研磨ヘッド 7 は上記研磨動作高さに維持される。研磨動作高さは、研磨パッド 2 の研磨面 2 a に対する研磨ヘッド 7 の全体の相対的な高さである。

【 0 0 4 2 】

ステップ 2 では、ワークピース W の研磨が終了した後、研磨ヘッド 7 によるワークピース W の研磨パッド 2 に対する押し付けが停止される。ワークピース W の研磨が終了した後、研磨液の研磨パッド 2 への供給も停止される。

【 0 0 4 3 】

ステップ 3 では、動作制御部 4 0 は、研磨テーブル回転装置 3 0 および研磨ヘッド回転装置 2 0 に指令を与えて、研磨パッド 2 および研磨ヘッド 7 の回転を停止させる。研磨テーブル回転装置 3 0 は、研磨テーブル 5 の回転を停止させることにより、研磨パッド 2 の回転も停止させる。

【 0 0 4 4 】

ステップ 4 では、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド圧力制御装置 3 3 に指令を与え、リテーナリング 4 8 をワークピース W に対して相対的に上昇させることで、リテーナリング 4 8 を研磨パッド 2 から離間させ、かつリテーナリング 4 8 をワークピース W よりも高い位置に移動させる（図 4 参照）。リテーナリング 4 8 をワークピース W に対して相対的に上昇させているとき、研磨パッド 2 および研磨ヘッド 7 の回転はすでに停止されている。したがって、ワークピース W が研磨ヘッド 7 から飛び出すことがなく、かつワークピース W の研磨ヘッド 7 に対する相対的な位置も変化しない。リテーナリング 4 8 をワークピース W に対して相対的に上昇させている間、研磨ヘッド 7 は上記研磨動作高さに維持されており、ワークピース W は研磨パッド 2 に接触している。

【 0 0 4 5 】

ステップ 5 では、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド圧力制御装置 3 3 に指令を与え、研磨ヘッド 7 にワークピース W を保持させる。より具体的には、研磨ヘッド 7 の第 1 圧力室 C 1 ~ C 3 のうちの少なくとも 1 つに負圧を形成し、真空吸引によりワークピース W を第 1 弾性膜 5 1 の押圧面 5 1 a に引きつける。このとき、ワークピース W の少なくとも一部は、わずかに研磨パッド 2 から引き上げられる。

【 0 0 4 6 】

ステップ 6 では、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド昇降装置 2 5 に指令を与えて、ワークピース W を保持している研磨ヘッド 7 の全体を上昇させる。研磨ヘッド 7 は、ワークピース W とともに、上記研磨動作高さよりも高い位置まで上昇される。研磨ヘッド 7 およびワークピース W を上昇させているとき、研磨パッド 2 および研磨ヘッド 7 の回転はすでに停止されている。

【 0 0 4 7 】

ステップ 7 では、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド移動装置 3 7 に指令を与えて、研磨ヘッド揺動アーム 1 6 を支軸 1 4 を中心に回転させ、研磨ヘッド 7 およびワークピース W を所定のワークピース受け渡し位置まで移動させる。

【 0 0 4 8 】

ステップ 8 では、ワークピース受け渡し位置において、リリースノズル 7 1 からリリース流体（例えば、純水または気体またはこれらの混合）の噴流が、ワークピース W と第 1 弾性膜 5 1 との接触部に放出され（図 5 参照）、これによりワークピース W が研磨ヘッド 7 から解放される。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

図 6 に示す実施形態によれば、研磨ヘッド 7 を研磨パッド 2 から上昇させる前に、リテーナリング 4 8 はワークピース W よりも高い位置に上昇される（図 4 参照）。したがって、研磨ヘッド 7 の上昇時に、ワークピース W はリテーナリング 4 8 とは接触せず、ワークピース W がリテーナリング 4 8 によって下方に曲げられることがない。結果として、ワークピース W に過大な応力が発生せず、ワークピース W の割れが防止できる。

【 0 0 5 0 】

図 6 に示す実施形態では、ステップ 4 でリテーナリング 4 8 が上昇され、その後ステップ 5 でワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持されるが、一実施形態では、ステップ 4 のリテーナリング 4 8 の上昇と、ステップ 5 の研磨ヘッド 7 によるワークピース W の保持は同時に行われてもよい。さらに、他の実施形態では、ステップ 4 でワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持され、その後ステップ 5 でリテーナリング 4 8 が上昇されてもよい。ただし、図 1 7 を参照して説明したように、リテーナリング 4 8 の内面に、ワークピース W との接触によって発生する摩耗溝が形成されている場合は、図 6 に示すステップ 4 とステップ 5 の順番が好ましい。これは、ワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持されるとき、第 1 圧力室 C 3 が負圧により縮小してワークピース W がわずかに持ち上がり、ワークピース W の外縁が摩耗溝に引っかかってワークピース W が曲がる可能性があるからである。

【 0 0 5 1 】

図 7 は、ワークピース W の研磨中および研磨後の研磨ヘッド 7 の動作の他の実施形態を説明するフローチャートである。特に説明しない各ステップの具体的な動作は、図 6 を参照して説明した各ステップの動作と同じであるので、その重複する説明を省略する。

【 0 0 5 2 】

図 7 に示すように、この実施形態では、ステップ 3 で、研磨されたワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持され、その後、ステップ 4 で研磨パッド 2 および研磨テーブル 5 の回転が停止される。さらに、ステップ 5 でリテーナリング 4 8 がワークピース W よりも高い位置まで上昇される。ステップ 3 およびステップ 4 の間、リテーナリング 4 8 は研磨パッド 2 に接触したままである。

【 0 0 5 3 】

図 7 に示す実施形態は、ワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持されるときは、研磨パッド 2 および研磨テーブル 5 が回転しているので、ワークピース W と研磨パッド 2 の間に入り込む液体や空気によって密着度が小さくなり、研磨ヘッド 7 によるワークピース W の押圧面 5 1 a への引きつけ動作を確実にできるという利点がある。一方で、リテーナリング 4 8 の内面に、ワークピース W との接触によって発生する摩耗溝が形成されている場合は、上述した理由により、図 6 に示す実施形態が好ましい。

【 0 0 5 4 】

図 8 および図 9 は、研磨ヘッド 7 がワークピース W を保持する動作の例を示す模式図である。図 8 および図 9 では、研磨ヘッド 7 は簡略化して描かれており、ワークピース W の変形は誇張されて描かれている。図 8 に示す例では、複数の第 1 圧力室 C 1 ~ C 3 のうち、外側の圧力室から順番に負圧が形成される。すなわち、最初に外側の第 1 圧力室 C 3 内に負圧が形成され、その後、内側の第 1 圧力室 C 2 に負圧が形成される。このような順序で負圧を第 1 圧力室 C 3 , C 2 に形成することで、ワークピース W の外側部位が第 1 弾性膜 5 1 によってわずかに持ち上がり、ワークピース W の外側部位と研磨パッド 2 との間に、開放された隙間が形成される。

【 0 0 5 5 】

これに対して、図 9 に示す例では、複数の第 1 圧力室 C 1 ~ C 3 のうち、内側の圧力室から順番に負圧が形成される。すなわち、最初に最も内側の第 1 圧力室 C 1 内に負圧が形成され、その後、外側の第 1 圧力室 C 2 に負圧が形成される。このような順序で第 1 圧力室 C 1 , C 2 に負圧を形成すると、ワークピース W の中心側部位が第 1 弾性膜 5 1 によってわずかに持ち上がり、ワークピース W の中心側部位と研磨パッド 2 との間に、閉じられた空間 S が形成される。この閉じられた空間 S 内は負圧になるので、ワークピース W の全体が吸盤として機能し、ワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持されることを妨げる。

## 【 0 0 5 6 】

以上のことから、最初に外側の第 1 圧力室 C 3 内に負圧を形成し、その後、内側の第 1 圧力室 C 2 に負圧を形成することが好ましい。このようなワークピース W の保持動作により、研磨ヘッド 7 はワークピース W をスムーズに保持することができる。

## 【 0 0 5 7 】

一実施形態では、図 1 0 に示すように、研磨ヘッド 7 がワークピース W を保持するとき、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に流体を供給してもよい。より具体的には、研磨装置は、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に流体を供給する流体供給システム 8 0 を備えている。流体供給システム 8 0 は、流体（例えば、液体、または気体、またはこれらの混合物）を、研磨パッド 2 の研磨面 2 a に供給する流体ライン 8 1 と、流体ライン 8 1 に接続されたアクチュエータ駆動型弁 8 2 を備えている。

10

## 【 0 0 5 8 】

流体ライン 8 1 は、研磨テーブル 5 内を延びており、流体は研磨パッド 2 に形成された開口 8 3 を通って研磨パッド 2 の研磨面 2 a 上に流出する。アクチュエータ駆動型弁 8 2 の例としては、電動弁、電磁弁、エアオペレート弁などが挙げられる。アクチュエータ駆動型弁 8 2 は、動作制御部 4 0 に電氣的に接続されており、アクチュエータ駆動型弁 8 2 の動作は動作制御部 4 0 によって制御される。

## 【 0 0 5 9 】

動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド圧力制御装置 3 3 に指令を与えて、研磨ヘッド 7 にワークピース W を保持させ、その一方で、動作制御部 4 0 は流体供給システム 8 0 に指令を与えて、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に流体を供給する。このような動作により、ワークピース W と研磨パッド 2 との間の隙間を流体が流れながら、ワークピース W は研磨ヘッド 7 に保持される。ワークピース W と研磨パッド 2 との間の隙間の流体の流れは、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に作用する液体の表面張力を低下させる。結果として、研磨ヘッド 7 はワークピース W を確実に保持することができる。

20

## 【 0 0 6 0 】

一実施形態では、研磨ヘッド 7 をワークピース W とともに研磨パッド 2 から引き上げる間、動作制御部 4 0 は、流体供給システム 8 0 に指令を与えて、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に流体を供給してもよい。ワークピース W と研磨パッド 2 との間の隙間の流体の流れは、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に作用する液体の表面張力を低下させる。結果として、研磨ヘッド 7 が上昇するときに、研磨ヘッド 7 はワークピース W を研磨パッド 2 からスムーズに離間させることができる。

30

## 【 0 0 6 1 】

図 6 および図 7 を参照して説明したステップ 6 では、リテーナリング 4 8 がワークピース W よりも高い位置にある状態で、研磨ヘッド 7 がワークピース W とともに上昇される。このとき、ワークピース W は研磨ヘッド 7 に保持されているが、ワークピース W の一部は研磨パッド 2 に接触していることがある。ワークピース W の一部が研磨パッド 2 に接触している状態で、研磨ヘッド 7 がワークピース W とともに上昇されると、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に存在する液体の表面張力に起因して、ワークピース W が変形し、ワークピース W に過大な応力が発生するおそれがある。

40

## 【 0 0 6 2 】

そこで、以下に説明する実施形態では、ワークピース W の全体が研磨パッド 2 から離れるまでは研磨ヘッド 7 を第 1 の速度で上昇させ、ワークピース W の全体が研磨パッド 2 から離れた後は研磨ヘッド 7 を第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で上昇させる。

## 【 0 0 6 3 】

図 1 1 ( a ) および図 1 1 ( b ) は、研磨ヘッド 7 の上昇速度を第 1 の速度から第 2 の速度に切り替える実施形態を説明する模式図である。図 1 1 ( a ) および図 1 1 ( b ) では研磨ヘッド 7 は簡略化して描かれている。研磨装置は、ワークピース W が研磨パッド 2 から離れた時点を検出するように構成されたワークピース検出器 9 0 を備えている。このワークピース検出器 9 0 は研磨テーブル 5 内に配置されている。

50

## 【 0 0 6 4 】

ワークピース検出器 9 0 の構成は、ワークピース W が研磨パッド 2 から離れた時点を検出することが可能であれば、特に限定されず、ワークピース検出器 9 0 は公知のセンサであってもよい。例えば、ワークピース検出器 9 0 は、ワークピース W の変位を検出する変位センサ、またはワークピース W の膜の厚さを検出する膜厚センサ（例えば、渦電流センサ、または光学式膜厚センサ）である。他の例では、ワークピース検出器 9 0 は、研磨パッド 2 の開口から研磨パッド 2 とワークピース W との間に流れる流体の圧力または流量の変化から、ワークピース W が研磨パッド 2 から離れた時点を検出するように構成されてもよい。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 1 ( a ) に示すように、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド昇降装置 2 5 ( 図 1 参照 ) に指令を与えて、ワークピース W の全体が研磨パッド 2 から離れるまでは研磨ヘッド 7 を第 1 の速度で上昇させる。動作制御部 4 0 は、ワークピース W の全体が研磨パッド 2 から離れたことを示す信号をワークピース検出器 9 0 から受け取ると、図 1 1 ( b ) に示すように、研磨ヘッド昇降装置 2 5 ( 図 1 参照 ) に指令を与えて、研磨ヘッド 7 を第 1 の速度よりも高い第 2 の速度で上昇させる。

## 【 0 0 6 6 】

このような動作により、ワークピース W が研磨パッド 2 から離れるまでのワークピース W の応力を低減させ、ワークピース W が研磨パッド 2 から離れた後は速やかに研磨ヘッド 7 を上昇させて、スループットを向上させることができる。

## 【 0 0 6 7 】

図 1 2 ( a ) および図 1 2 ( b ) は、ワークピース W の研磨後の研磨ヘッド 7 の動作のさらに他の実施形態を説明する平面図である。特に説明しない本実施形態の具体的な動作は、図 6 および図 7 を参照して説明した実施形態の動作と同じであるので、その重複する説明を省略する。

## 【 0 0 6 8 】

この実施形態では、ワークピース W の研磨後、研磨ヘッド 7 は、ワークピース W を研磨するための図 1 2 ( a ) に示す研磨位置から、ワークピース W を上昇させるための図 1 2 ( b ) に示すオーバーハング位置まで移動される。より具体的には、ワークピース W の研磨後、研磨パッド 2 および研磨ヘッド 7 が回転しながら、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド移動装置 3 7 に指令を与えて、研磨ヘッド 7 を図 1 2 ( a ) に示す研磨位置から、図 1 2 ( b ) に示すオーバーハング位置まで移動させる。オーバーハング位置は、研磨ヘッド 7 に保持されているワークピース W の一部が研磨パッド 2 から半径方向外側にはみ出た位置である。

## 【 0 0 6 9 】

研磨ヘッド 7 をオーバーハング位置に移動させる動作は、ワークピース W の研磨後であって、ワークピース W が研磨ヘッド 7 に保持される前に行われる。例えば、図 6 に示すフローチャートでは、研磨ヘッド 7 をオーバーハング位置に移動させる動作は、ステップ 2 のワークピース W の研磨パッド 2 への押し付けを停止した後であって、ステップ 3 の研磨パッド 2 および研磨テーブル 5 の回転を止める前である。図 7 に示すフローチャートでは、研磨ヘッド 7 をオーバーハング位置に移動させる動作は、ステップ 2 のワークピース W の研磨パッド 2 への押し付けを停止した後であって、ステップ 3 のワークピース W を研磨ヘッド 7 により保持する前である。

## 【 0 0 7 0 】

オーバーハング位置では、ワークピース W の一部は研磨ヘッド 7 の外側に位置しているので、ワークピース W と研磨パッド 2 との間に作用する液体の表面張力が低下する。したがって、研磨ヘッド 7 はワークピース W を確実に保持することができる。

## 【 0 0 7 1 】

研磨ヘッド 7 がワークピース W とともに研磨パッド 2 から上昇された後、動作制御部 4 0 は、研磨ヘッド移動装置 3 7 に指令を与えて、研磨ヘッド 7 およびワークピース W を、

10

20

30

40

50

図 1 2 ( b ) に示すワークピース受け渡し位置 T P まで移動させる。このワークピース受け渡し位置 T P では、図 5 を参照して説明したように、リリースノズル 7 1 からリリース流体（例えば、純水または気体またはこれらの混合）の噴流が、ワークピース W と研磨ヘッド 7 との接触部に放出され、これによりワークピース W が研磨ヘッド 7 から解放される。  
【 0 0 7 2 】

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。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に解釈されるものである。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 3 】

2	研磨パッド	
2 a	研磨面	
5	研磨テーブル	
7	研磨ヘッド	
8	研磨液供給ノズル	
1 4	支軸	
1 6	研磨ヘッド揺動アーム	
1 8	研磨ヘッドシャフト	
2 0	研磨ヘッド回転装置	
2 2	ロータリジョイント	
2 5	研磨ヘッド昇降装置	
3 0	研磨テーブル回転装置	
3 3	研磨ヘッド圧力制御装置	
3 7	研磨ヘッド移動装置	
4 0	動作制御部	
4 0 a	記憶装置	
4 0 b	演算装置	
4 5	ヘッド本体	
4 8	リテーナリング	
5 0	キャリア	
5 1	第 1 弾性膜	
5 1 a	押圧面	
6 0	リテーナリング押圧機構	
6 2	第 2 弾性膜	
6 5	第 2 圧力室	
8 0	流体供給システム	
8 1	流体ライン	
8 2	アクチュエータ駆動型弁	
9 0	ワークピース検出器	
W	ワークピース	
C 1 , C 2 , C 3	第 1 圧力室	
F 1 , F 2 , F 3	第 1 流体ライン	
F 4	第 2 流体ライン	

20

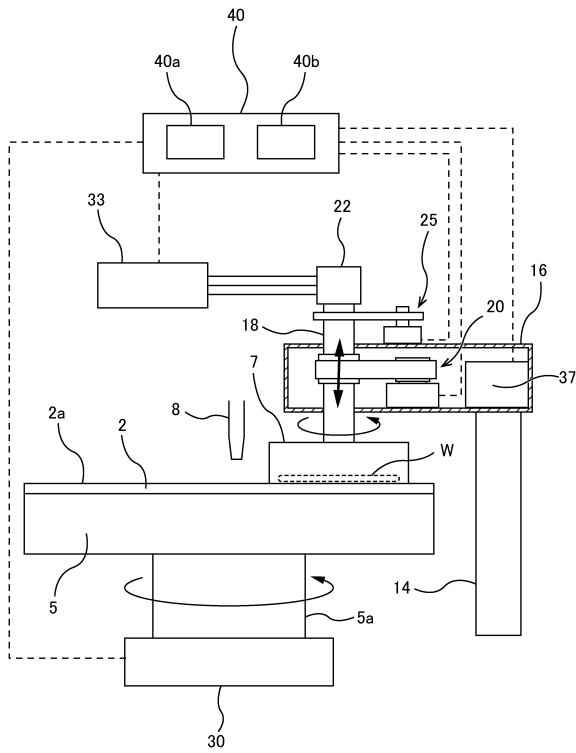
30

40

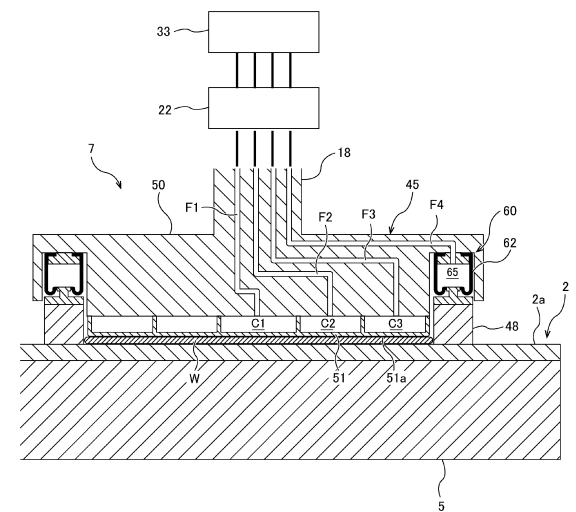
50

【図面】

【図 1】



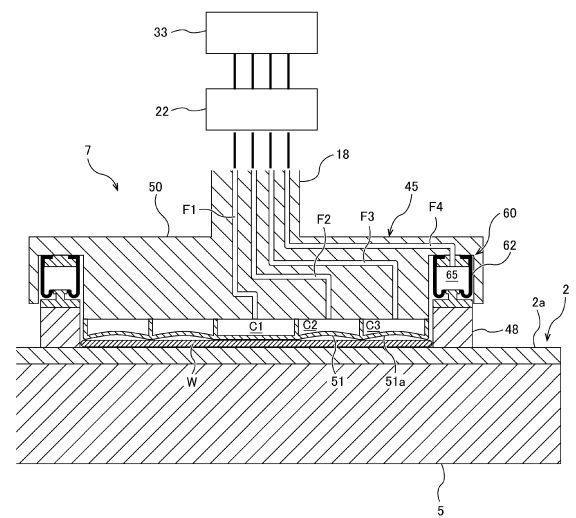
【図 2】



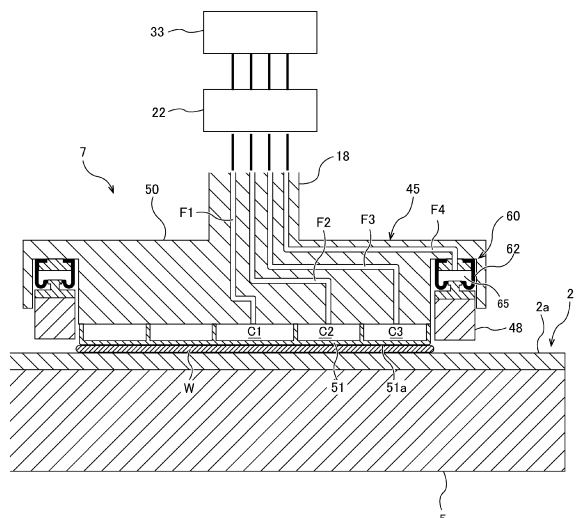
10

20

【図 3】



【図 4】



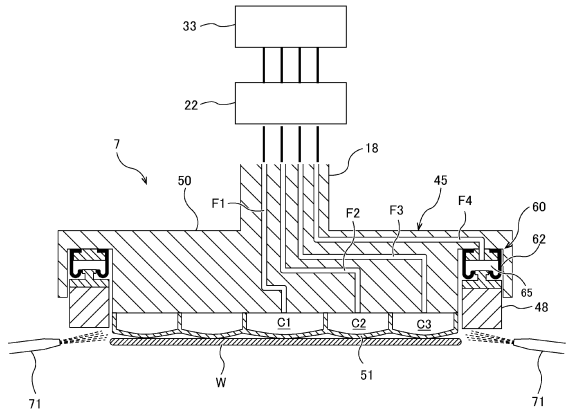
30

40

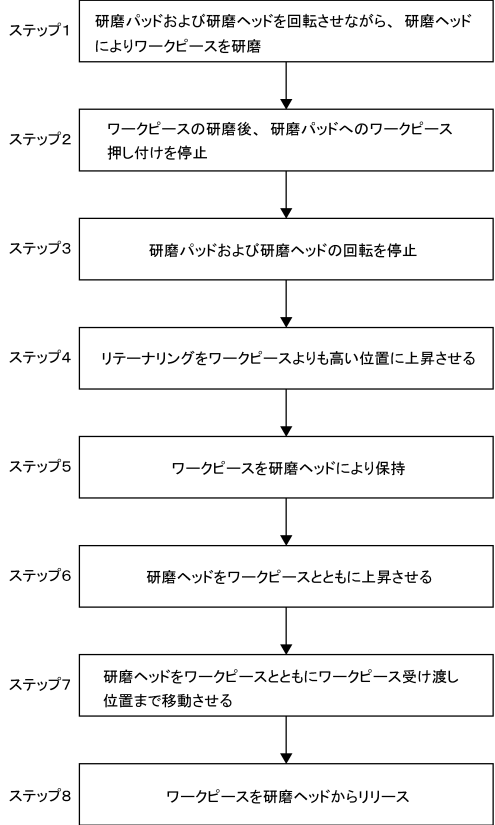
50



【図 5】



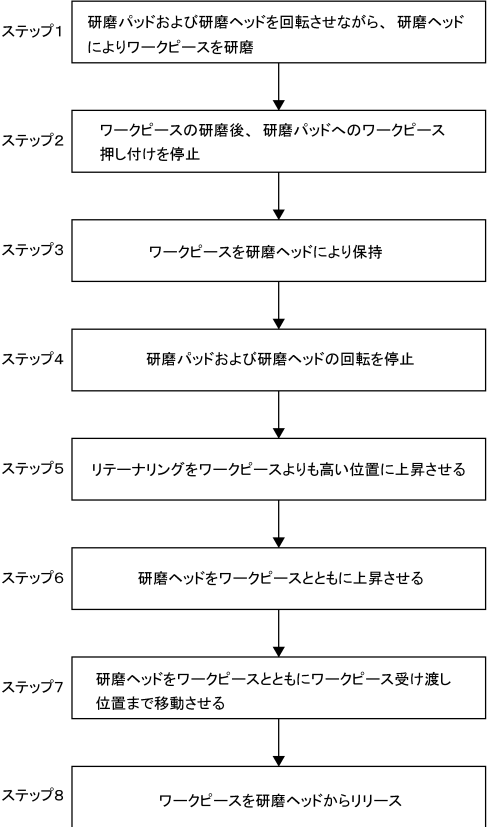
【図 6】



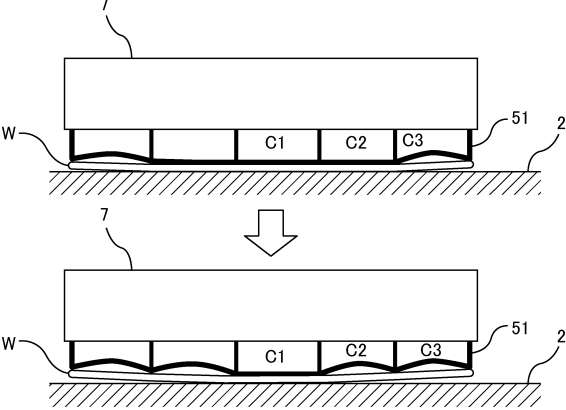
10

20

【図 7】



【図 8】

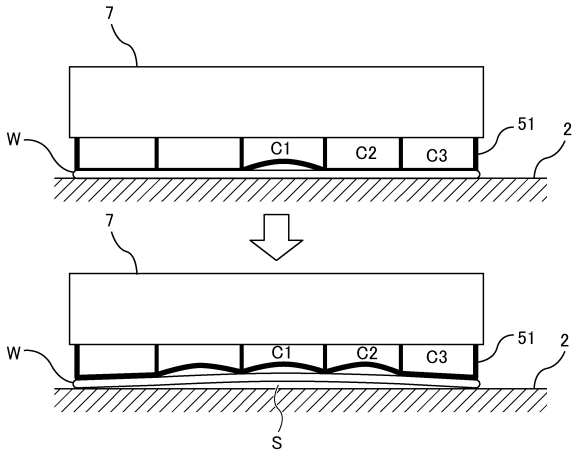


30

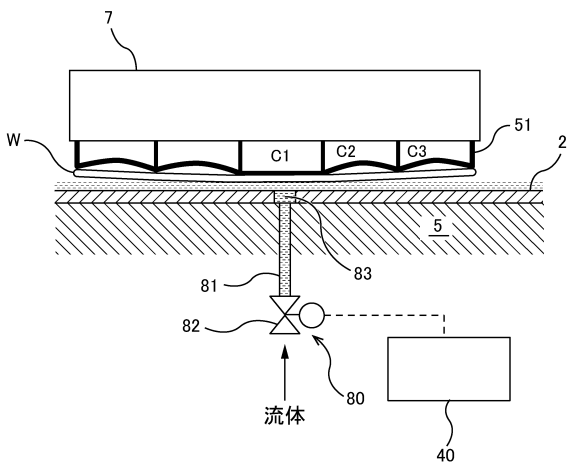
40

50

【図 9】



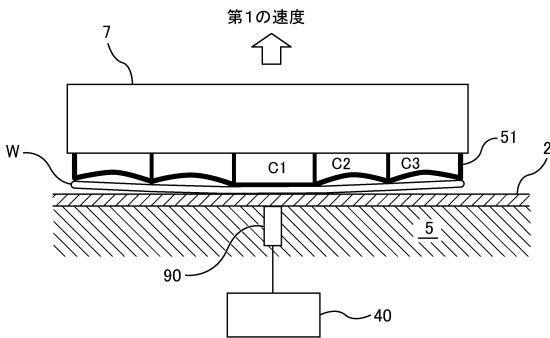
【図 10】



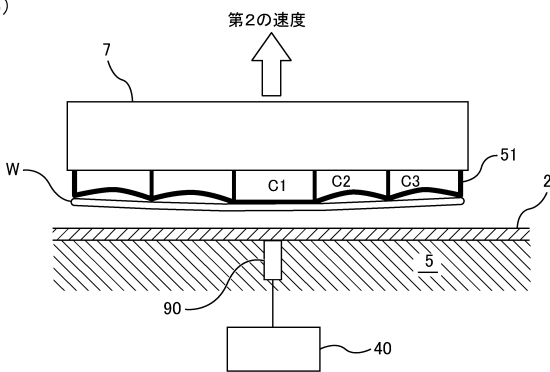
10

【図 11】

(a)

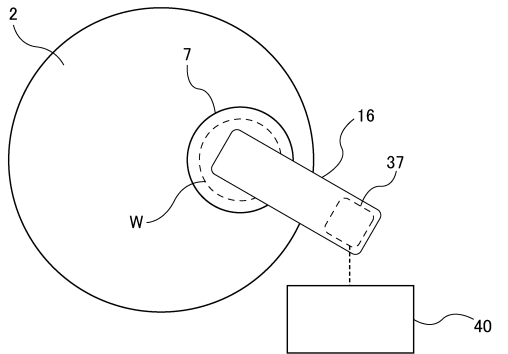


(b)



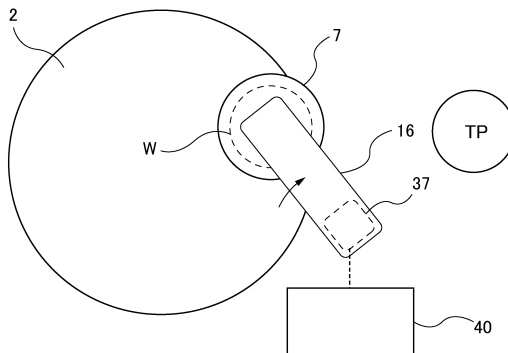
【図 12】

(a)



20

(b)

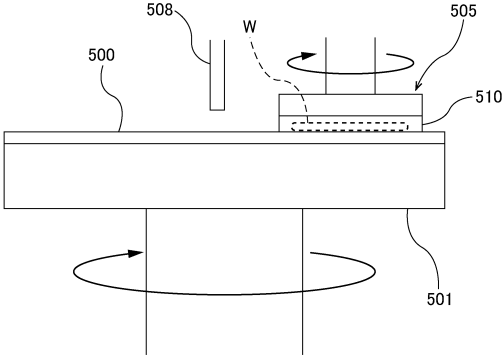


30

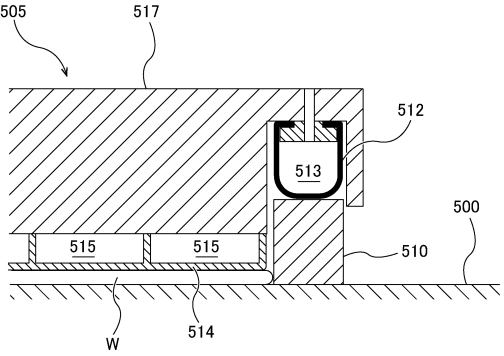
40

50

【図 1 3】

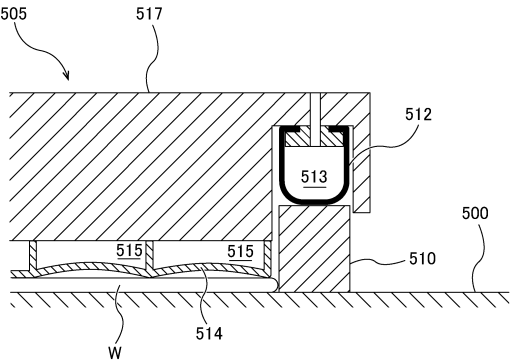


【図 1 4】

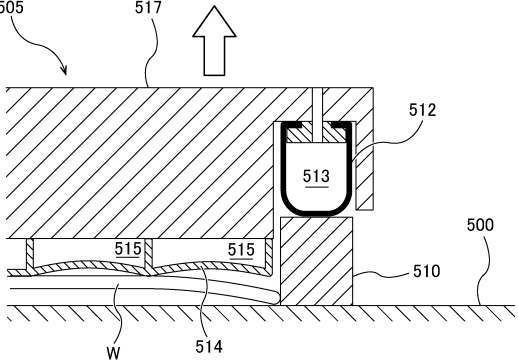


10

【図 1 5】

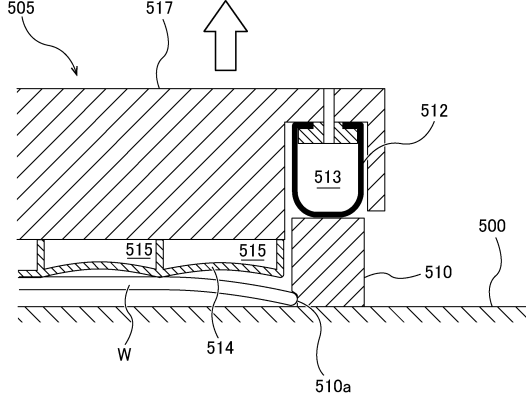


【図 1 6】



20

【図 1 7】



30

40

50

## フロントページの続き

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

審査官 マキロイ 寛済

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 7 8 8 0 0 ( J P , A )  
特許第 5 2 1 0 4 4 4 ( J P , B 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 0 4 3 7 7 3 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 2 1 - 0 1 3 9 8 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 0 3 9 1 7 6 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
B 2 4 B 3 7 / 0 0 5  
B 2 4 B 3 7 / 1 0  
B 2 4 B 3 7 / 3 2  
H 0 1 L 2 1 / 3 0 4