

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4038429号  
(P4038429)

(45) 発行日 平成20年1月23日(2008.1.23)

(24) 登録日 平成19年11月9日(2007.11.9)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>HO 1 L</b>	<b>21/304</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/304 6 2 1 A
<b>B 2 4 B</b>	<b>7/22</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/304 6 2 2 H
			B 2 4 B	7/22 Z

請求項の数 11 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2002-538474 (P2002-538474)	(73) 特許権者	000190149
(86) (22) 出願日	平成13年10月22日(2001.10.22)		信越半導体株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2001/009240		東京都千代田区大手町二丁目6番2号
(87) 国際公開番号	W02002/035593	(74) 代理人	100080230
(87) 国際公開日	平成14年5月2日(2002.5.2)		弁理士 石原 詔二
審査請求日	平成14年5月10日(2002.5.10)	(72) 発明者	柁津 茂義
審判番号	不服2006-15262 (P2006-15262/J1)		福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平1
審判請求日	平成18年7月14日(2006.7.14)		50 信越半導体
(31) 優先権主張番号	特願2000-326470 (P2000-326470)		株式会社 半導体白河研究所内
(32) 優先日	平成12年10月26日(2000.10.26)	(72) 発明者	柁村 寿
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平1
			50 信越半導体
			株式会社 半導体白河研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェーハの製造方法及び研磨装置並びにウェーハ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ウェーハ表面を鏡面化する研磨工程において、ウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面に対して裏面基準研磨方式による鏡面研磨を行うことを特徴とするウェーハの製造方法。

【請求項2】

前記研磨工程としてウェーハを複数段研磨する複数段研磨工程を用い、前記裏面研磨を該複数段研磨工程の1次研磨工程後に行うことを特徴とする請求項1記載のウェーハの製造方法。

【請求項3】

前記複数段研磨工程において、両面(同時)研磨 裏面基準研磨方式による裏面(片面)研磨 表面基準研磨方式による表面(片面)2次研磨 表面基準研磨方式又は裏面基準研磨方式による表面(片面)仕上げ研磨の順にウェーハの研磨を行うことを特徴とする請求項2記載のウェーハの製造方法。

【請求項4】

前記複数段研磨工程において、表面基準研磨方式による表面(片面)1次研磨 裏面基準研磨方式による裏面(片面)研磨 表面基準研磨方式による表面(片面)2次研磨 表面基準研磨方式又は裏面基準研磨方式による表面(片面)仕上げ研磨の順にウェーハの研磨を行うことを特徴とする請求項2記載のウェーハの製造方法。

【請求項5】

10

20

前記裏面研磨において、保持面が平坦なウェーハ保持盤にウェーハを保持し強制的に平坦な状態にして研磨することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載のウェーハの製造方法。

【請求項 6】

前記表面（片面）2 次研磨工程において、バッキングパッドによりウェーハを保持しかつ硬度がアスカー C 硬度で 70 ~ 90 の研磨布を用いてウェーハを研磨することを特徴とする請求項 3 ~ 5 記載のウェーハの製造方法。

【請求項 7】

ウェーハの表面を表面基準研磨方式により 1 次研磨する第 1 研磨部と、該第 1 研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第 1 反転装置と、該第 1 研磨部で研磨された面を平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦にした状態で裏面を鏡面研磨する第 2 研磨部と、該第 2 研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第 2 反転装置と、ウェーハの表面をワックスフリー方式及び表面基準研磨方式により 2 次研磨する第 3 研磨部とウェーハの表面をワックスフリー方式及び表面基準研磨方式又は裏面基準研磨方式により仕上げ研磨する第 4 研磨部とを有し、前記第 2 研磨部においてウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面の鏡面研磨を行うことを特徴とする研磨装置。

10

【請求項 8】

少なくとも 3 つの研磨部を有する研磨装置であって、ウェーハの裏面を軟質な弾性体膜で保持して表面を表面基準研磨方式により研磨する第 1 研磨部と、該第 1 研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第 1 反転装置と、該第 1 研磨部で研磨された面を平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦な状態にし裏面を鏡面研磨する第 2 研磨部と、該第 2 研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第 2 反転装置と、ウェーハの裏面を軟質な弾性体膜で保持して表面を表面基準研磨方式により研磨する第 3 研磨部とを有し、前記第 2 研磨部においてウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面の鏡面研磨を行うことを特徴とする研磨装置。

20

【請求項 9】

ウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面を鏡面研磨するとともにウェーハ表面を鏡面研磨したウェーハであって、そのウェーハ表面の形状が、 $S F Q R m a x$  が  $0.10 \mu m$  以下であり、ウェーハ外周部から  $2 mm$  より中心側に変曲点のないことを特徴とするウェーハ。

30

【請求項 10】

前記ウェーハ表面を  $2 mm$  角の複数の領域に区分し、各領域毎の P V 値を評価し、該評価した全領域の P V 値の中で最大 P V 値が  $20 nm$  以下であることを特徴とする請求項 9 記載のウェーハ。

【請求項 11】

前記ウェーハ表面を  $2 mm$  角の複数の領域に区分し、各領域毎の P V 値を評価し、該評価した全領域の P V 値の中で最大 P V 値が  $18 nm$  以下であることを特徴とする請求項 9 記載のウェーハ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明はウェーハの製造方法及び装置並びにウェーハに関し、特に鏡面研磨ウェーハの周辺ダレを防止し、外周部まで高平坦化することができるようにしたウェーハの製造方法及び研磨装置並びにウェーハに関する。

【背景技術】

【0002】

一般にシリコンウェーハの製造方法は、図 18 ( a ) に示すように、単結晶インゴットをスライスして薄円板状のウェーハを得るスライス工程 100 と、該スライス工程 100 によって得られたウェーハの割れ、欠けを防止するためにその外周部を面取りする面取り工程 102 と、このウェーハを平坦化するラッピング工程 104 と、面取り及びラッピン

50

グされたウェーハに残留する加工歪みを除去するエッチング工程 106 と、そのウェーハ表面を鏡面化する研磨（ポリッシング）工程 108 と、研磨されたウェーハを洗浄して、これに付着した研磨剤や異物を除去する洗浄工程 110 を有している。上記工程は、主な工程を示したもので、他に熱処理工程、平面研削工程等の工程が加わったり、工程順が入れ換えられたりすることがある。

**【0003】**

ウェーハを鏡面化するポリッシング（研磨）工程 108 は、更に細かな工程に分類されるが、各工程で様々な形態の研磨方法、研磨装置が用いられる。研磨工程に用いるウェーハ片面研磨装置 200 として、例えば図 14 に示すように、表面に研磨布 202 が貼付されかつ回転軸 204 によって回転せしめられる円盤状の定盤 206 と、研磨すべきウェーハ W の一面を保持して研磨布 202 にウェーハ W の他面を当接させるウェーハ保持ヘッド（研磨ヘッド）208 と、このウェーハ保持ヘッド 208 を定盤 206 に対し相対回転させるヘッド駆動機構 210 とを具備し、研磨布 202 とウェーハ W の間にスラリー供給装置 212 から研磨砥粒を含むスラリー 214 を供給することにより研磨を行うものが広く知られている。

10

**【0004】**

また、別の形態として、図 15 に示すように、ウェーハの表裏両面を同時に研磨する方法もある。この両面研磨装置 220 は上下方向に相対向して設けられた下定盤 222 及び上定盤 224 を有している。該下定盤 222 の上面には下研磨布 226 が布設され、また上定盤 224 の下面には上研磨布 228 がそれぞれ布設されている。

20

**【0005】**

円板状のキャリア 230 は、該下定盤 222 の下研磨布 226 の上面と該上定盤 224 の上研磨布 228 の下面との間に挟持され回転しつつ該下研磨布 226 と該上研磨布 228 との間を摺動する。該キャリア 230 には複数個のキャリアホール 232 が穿設されている。

**【0006】**

研磨すべきウェーハ W は該キャリアホール 232 内に配置される。該ウェーハ W を研磨する場合には、研磨剤は不図示のノズルから上定盤 224 に設けられた不図示の貫通孔を介してウェーハ W と研磨布 226、228 の間に供給され、該キャリア 230 の自転及び公転とともに該ウェーハ W は自転及び公転して該下研磨布 226 と該上研磨布 228 との間を摺動し、ウェーハ W の両面が研磨される。

30

**【0007】**

また、ウェーハの保持方法にもいろいろな形態がある。例えば、複数枚のウェーハを同一プレート状にワックス等を用い接着して研磨するバッチ式のものや、ウェーハ 1 枚毎にワックス又は真空吸着等により保持し研磨する枚葉式の保持方法がある。

**【0008】**

ウェーハを研磨する際のウェーハの支持方式としては、大きく分けて、ワックスマウント方式とワックスフリー方式の 2 つがあり、さらに、ワックスフリー方式には、真空吸着方式、テンプレート方式等がある。

**【0009】**

このうちテンプレート方式によるウェーハ保持ヘッド 240 は、ウェーハ W を研磨するにあたって、図 17 に示すように、テンプレート 242 のテンプレートブランクの嵌合穴 244 にウェーハ W を嵌合させ、ヘッド 246 の下端に取りつけられた上定盤 248 の下面に接着されたバックアップパッド 250 によってそのウェーハ W の背面側を保持するものである。

40

**【0010】**

この保持ヘッド 240 でウェーハ W を研磨するにあたっては、テンプレート 242 におけるテンプレートブランクの各嵌合穴 244 に研磨すべきウェーハ W を嵌合させた状態で、ウェーハ W が下方に来るようにテンプレート 242 を不図示の下定盤上に設置する。この状態では、ウェーハ W の一面は、不図示の下定盤に張られた研磨布に接触する。この状

50

態で上定盤 2 4 8 によりテンプレート 2 4 2 に背圧を作用させると共に、不図示の下定盤を回転させると、テンプレート 2 4 2 もその場で連れ回りしてウェーハ W が研磨される。

【 0 0 1 1 】

このように真空吸着やワックスによる接着を行わず、バックアップパッドといわれる軟質材料を用いウェーハを保持するワックスフリーといわれる保持方法もある。また、同様に柔らかいバックアップパッドで保持することで、吸着側の形状が表面に転写しないように保持し研磨する CMP ( Chemical and Mechanical Polishing ) という研磨方法もある。

【 0 0 1 2 】

これら様々な形態の研磨装置を組み合わせ、1 次研磨、2 次研磨、仕上げ研磨など多段で研磨を行いウェーハの鏡面化を行っている。 10

【 0 0 0 1 3 】

これらの研磨では現状ワックスマウント方式が多く使用されているが、接着層のバラツキによる平坦度の悪化やワックスの洗浄等の関係から、例えばワックスフリー方式の研磨や両面研磨等も使用されてきている。例えば、図 1 8 ( b ) に示すようにワックスフリー研磨ステップ 1 0 8 A は、1 次研磨ステップ A 1、2 次研磨ステップ A 2、仕上げ研磨ステップ A 3 の全てでワックスフリー方式の研磨を行う例を示したもので、両面研磨ステップ 1 0 8 B は 1 次研磨ステップ B 1 で両面研磨を行い、その他の 2 次研磨ステップ B 2 や仕上げ研磨ステップ B 3 では他の形態の研磨方法を採用した例を示したものである。

【 0 0 1 4 】

1 次研磨ステップ A 1、B 1 は、平坦化と鏡面化が主な目的であり、1 0 μ m 以上の研磨代で研磨される工程である。形状を修正する(いわゆる修正研磨)ために比較的硬い研磨布を使用したりする。最近では、研磨工程前に、例えばエッチング工程やその前のラッピング工程、又は平面研削工程により平坦度を良くしておき、この形状を崩すことなく鏡面化(いわゆる做い研磨)することもある。このような修正研磨と做い研磨の組み合わせにより平坦度を良くし鏡面化を図っている。 20

【 0 0 1 5 】

2 次研磨ステップ A 2、B 2 は、1 次研磨ステップ A 1、B 1 で改善できなかった部分の鏡面化が主な目的であり、数 μ m 程度の研磨代で形状を崩すことなく一定の厚さを除去し研磨する。いわゆる做い研磨が主である。但し、この段階でウェーハ外周部の形状を修正する場合もある。 30

【 0 0 1 6 】

仕上げ研磨ステップ A 3、B 3 は、ヘイズの改善が目的であり、研磨代はたいへん微量である。

【 0 0 1 7 】

ウェーハのテーパ等を無くし、より平坦にするには、研磨中にウェーハを自転させながら研磨することが効果的であり、ワックスフリーや両面(同時)研磨が好ましい。従って、1 次研磨等ではこのような形態の研磨が行われる。

【 0 0 1 8 】

従来のワックスフリー研磨、両面(同時)研磨を行った場合、テーパは改善されるものの、周辺ダレが多く発生していた。また複数段で研磨するうちに撥ね上がり等も起こりウェーハ面内、特に周辺部分に変曲点を持ち、微小エリアでの凹凸(ナノトポロジーといわれることがある)、やフラットネスを悪化させていた。 40

【 0 0 1 9 】

上記した周辺ダレとは、ウェーハ外周部が過剰に研磨され中心部より厚さが薄くなる現象である。一般的な方法で研磨すると起こりやすい現象である。

【 0 0 2 0 】

撥ね上がりとは、その逆にウェーハ外周部が研磨されず中心部より厚くなる現象である。これは通常起こりづらいものであるが、CMP 等でリテナーリングを用いた研磨ヘッドで研磨する場合に生じやすい。 50

## 【 0 0 2 1 】

また、1次や2次研磨等で平坦度を良くするために（周辺ダレが起こるのを前提に）ウェーハ外周部のみの研磨圧を中心部より低くする等して故意に周辺部の研磨速度を遅くすることにより生じることもある。

## 【 0 0 2 2 】

変曲点とは、上記のように周辺ダレのあるウェーハを撥ね上がるように研磨することによって生じる変曲点である。このような変曲点が存在するとナノトポロジーといわれる値が悪くなる。

## 【 0 0 2 3 】

ナノトポロジー（ナノトポグラフィともいわれる）とは、ウェーハ表面を数mm角の複数の領域に区分し、各領域毎の高低差（peak to valley：PV値）を評価したものである。そして特定の高低差（PV値）を占める領域がウェーハ面内の何%を占めるか、又は評価した全領域のPV値の中で最も大きいPV値がどの程度かを評価している。

10

## 【 0 0 2 4 】

フラットネスには、裏面基準、表面基準等があり、例えばSBIR、SFQRのように表現される。ここでSBIR（Site Back-side Ideal Range）とは、平坦度に関してウェーハを吸着固定するチャック面を固定基準とし、各サイト（ウェーハ全面を一定領域毎に分けた各エリア）毎に評価し、チャック面からの最高位と最低位の距離差として定義される。

20

## 【 0 0 2 5 】

また、SFQR（Site Front least-squares Range）とは、平坦度に関して表面基準の平均平面をサイト毎に算出し、その面に対する凹凸の最大範囲を表わした値である。ウェーハのフラットネスにおいては、特に、表面基準のSFQR及びナノトポロジーをよくする必要がある。

## 【 0 0 2 6 】

ウェーハの両面研磨をただだけでは、変曲点はできないものの、周辺がダレやすい。特に両面がダレてしまうため、その影響は大きい。両面研磨工程の取り代を少なくすることで、ダレは小さくできるものの、鏡面を得るためにはその後の2次研磨の取り代が多くなってしまい、結局はダレてしまう。また、ワックスフリー方式による研磨を行った場合も、両面研磨と同様に周辺部にダレが生じやすく、フラットネスも十分ではない。

30

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 2 7 】

本発明では、このような研磨技術で最も困難であったウェーハ外周部のダレを制御し、特に近年要求されているナノトポロジーの値を良くしたウェーハの製造方法及び研磨装置並びにウェーハを提供することを目的とする。

## 【 0 0 2 8 】

上記課題を解決するために、本発明のウェーハの製造方法は、ウェーハ表面を鏡面化する研磨工程において、ウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面に対して裏面基準研磨方式による鏡面研磨を行うことを特徴とする。

40

## 【 0 0 2 9 】

上記ウェーハの基準面とは、反っているウェーハ等を平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦な状態に研磨することで得られる面である。

## 【 0 0 3 0 】

上記研磨工程としてウェーハを複数段研磨する複数段研磨工程を用い、上記裏面研磨を該複数段研磨工程の1次研磨工程後に行うのが好適である。

## 【 0 0 3 1 】

上記複数段研磨工程において、両面（同時）研磨 裏面基準研磨方式による裏面（片面）研磨 表面基準研磨方式による表面（片面） 2次研磨 表面基準研磨方式による表面（

50

片面)仕上げ研磨の順にウェーハの研磨を行うのが好ましい。このように両面同時研磨(1次研磨工程)後に、平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦な状態にし裏面側を研磨する工程を入れることが好ましい。

【0032】

両面同時研磨工程で両面研磨されたウェーハは、テーパは良好であるものの周辺がダレ易いという問題があり、したがって、両面研磨工程では、両面で $5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 程度の研磨代で研磨することが好ましい。また、上記複数段研磨工程において、表面基準研磨方式による表面(片面)1次研磨 裏面(片面)研磨 表面(片面)2次研磨 表面(片面)仕上げ研磨の順にウェーハの研磨を行うのが好適である。このように表面基準研磨方式による表面研磨(1次研磨工程)後に、平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦な状態にし裏面側を研磨する工程を入れることが好ましい。表面基準研磨方式による研磨を行った場合ナノポロジーは良いが、両面研磨と同様に周辺部にダレが生じやすいためである。

10

【0033】

表面基準研磨方式の研磨の例として、テンプレート方式等のワックスフリー研磨があるが、そのウェーハ保持部分に軟質な弾性体膜、例えばバックングパッドや軟質なフィルムで保持するようになっている研磨方式が好ましい。これにより表面基準研磨が行える。

【0034】

次に、本発明で新たに導入した裏面研磨は、ウェーハ保持盤が平坦で硬度の高い、真空吸着等により吸着保持するタイプの保持盤を使用し研磨するのが好適である。この時、吸着痕がウェーハに転写しないようにするのが好ましい。つまり、真空吸着するための貫通孔の穴を小さくしたり、吸着圧力をなるべく低くして保持する。これにより一方の面の平坦度を良くし、基準面を作り出す。この研磨での研磨代は $3\sim 10\mu\text{m}$ 程度が好ましい。これにより周辺まで平坦度が良くなる。

20

【0035】

ウェーハの基準面を出すのは、表面側を研磨しても出すことができるが、本発明では裏面を研磨して基準面を出すようにしている。つまり、本発明では、このウェーハの基準面は裏面を研磨することで出すことが必須である。

【0036】

これは、両面研磨後、又はワックスフリー研磨後にさらに表面を研磨すると表面周辺部がさらにダレてしまい、また研磨ヘッド(ウェーハの保持方法)によっては研磨面に吸着痕が生じる場合があり、フラットネスの悪化及びナノポロジーの悪化につながるためである。

30

【0037】

表面基準のナノポロジーを良くするにはこのような悪化を防ぐ必要があり、表面のナノポロジーに関係ない裏面側で平坦度や周辺ダレの調整を行う必要があるためである。

【0038】

なお、従来技術の中にも両面研磨の後に裏面を研磨する技術があるが、これは基準面をだすものではなく、両面研磨の後に表裏の区別を明確にするため、わざと面粗さを粗くする(裏面)研磨を行う場合があったためである。本発明では裏面を粗くするのではなく、この段階でも裏面を鏡面化し、平坦度及び面状態を改善する研磨である。

40

【0039】

特に、1次研磨の後に裏面研磨を行うことが好ましい。両面研磨装置で1次研磨しテーパを無くす、又は表面基準研磨方式のワックスフリー研磨で1次研磨を行いウェーハ全体の平坦度を向上させる。その後裏面を研磨することで基準面を作り、その後表面を2次、仕上げ研磨することでウェーハ外周部に変曲点のないウェーハが製造できる。なお、ここで1次、2次、仕上げ(3次)は表面側が研磨される回数で表現している。

【0040】

裏面研磨を入れることにより、ウェーハ全体の平坦度(間接的に表面の平坦度)を良くしている。つまり表面を吸着し研磨することにより、吸着を解除した時、表面を研磨する

50

ことなしに平坦度及び表面の周辺ダレを改善している。

【0041】

本発明のウェーハの製造方法の特徴はウェーハの表面側を研磨する時には、ウェーハを吸着（固定）せず、裏面側を研磨する時にはウェーハを固定し研磨する点である。裏面研磨時のウェーハの固定方法は特に限定されないがワックスで接着又は真空吸着により平坦なウェーハ保持盤に固定し、強制的に保持面側を平坦な状態にして裏面側を研磨する。つまり、表面を研磨する時には表面基準研磨方式のワックスフリー方式等、及び裏面を研磨する時には基準面をもつワーク保持盤に保持して研磨する裏面基準研磨方式で研磨する。特に表面研磨 裏面研磨 表面研磨の工程順で研磨する。表面研磨でナノテクノロジーの品質を作りこみ、裏面研磨でフラットネスの品質を作りこむ。裏面研磨後の表面研磨について 10

【0042】

本発明の研磨装置の第1の態様は、ウェーハの表面を表面基準研磨方式により1次研磨する第1研磨部と、該第1研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第1反転装置と、該第1研磨部で研磨された面を平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦にした状態で裏面を鏡面研磨する第2研磨部と、該第2研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第2反転装置と、ウェーハの表面をワックスフリー方式及び表面基準研磨方式により2次研磨する第3研磨部とウェーハの表面をワックスフリー方式及び表面基準研磨方式又は裏面基準研磨方式により仕上げ研磨する第4研磨部とを有し、前記第2研磨部においてウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面の鏡面研磨を行うことを特徴とする。 20

【0043】

本発明の研磨装置の第2の態様は、少なくとも3つの研磨部を有する研磨装置であって、ウェーハの裏面を軟質な弾性体膜で保持して表面を表面基準研磨方式により研磨する第1研磨部と、該第1研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第1反転装置と、該第1研磨部で研磨された面を平坦なウェーハ保持盤に吸着し、強制的に平坦な状態にし裏面を鏡面研磨する第2研磨部と、該第2研磨部によって研磨されたウェーハの表裏面を反転する第2反転装置と、ウェーハの裏面を軟質な弾性体膜で保持して表面を表面基準研磨方式により研磨する第3研磨部とを有し、前記第2研磨部においてウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面の鏡面研磨を行うことを特徴とする。 30

【0044】

本発明のウェーハは、ウェーハの基準面を出すためにウェーハの裏面を鏡面研磨するとともにウェーハ表面を鏡面研磨したウェーハであってその一主面（デバイス形成する側：表面）の形状が、 $S F Q R_{max}$ が $0.10 \mu m$ 以下であり、ウェーハ外周部から $2 m m$ より中心側に変曲点のないことを特徴とする。変曲点とは形状が上に凸の状態から下に凸へ、又は下に凸から上に凸へ変る点であり、微分係数の符号が入れ替わる部分である。本発明のウェーハは、この曲率の急激な変化がないウェーハであることを特徴とする。特にウェーハの端面から $2 \sim 20 m m$ 付近に $0.02 \mu m$ 以上の大きな凹凸の変化がないウェーハである。さらに本発明のウェーハは、その表面を $2 m m$ 角の複数の領域に区分し、各領域毎のP V値を評価し、該評価した全領域のP V値の中で最大P V値が $20 n m$ 以下であるのが好ましい。 40

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

以下に本発明の実施の形態を図面とともに説明するが本発明の技術思想から逸脱しない限り、これらの実施の形態以外に種々の変形が可能なのはいうまでもない。

【0046】

図1は本発明に係るウェーハの製造方法の第1の実施の形態における工程順の一例を示すフローチャートで、(a)はウェーハの製造工程及び(b)はポリッシング工程におけ 50

る手順を示すものである。

【0047】

図1(a)のウェーハの製造工程は図18(a)に示した従来のウェーハの製造工程と同様であるが、本発明方法においてはポリッシング工程107が従来のポリッシング工程108と異なっている。

【0048】

本発明方法のポリッシング工程107は、図1(b)に示されるごとく、両面同時(1次)研磨ステップ107a 片面(裏面)研磨ステップ107b 片面(表面)2次研磨ステップ107c 片面(表面)仕上げ研磨ステップ107dから構成される。図18(b)に示した従来の両面研磨108Bと異なる点は、両面同時(1次)研磨107aの後 10

【0049】

上記両面同時(1次)研磨ステップ107aを行うには、図15によって既に説明したような一般的に半導体ウェーハの表裏両面を同時に研磨する装置として知られている両面研磨装置220を使用すればよい。

【0050】

本発明の特徴である裏面研磨ステップ107bで使用される研磨装置については基準面を作り出せるものであれば特に限定はないが、例えば、図16に示すような装置を用いる 20

【0051】

これらの貫通孔156はバキューム路160から不図示の真空装置につながり、真空の発生によってウェーハ保持面154にウェーハWを吸着保持するようになっている。更にウェーハ保持盤本体158のウェーハ保持面154を貫通孔を有した樹脂被膜162で被覆しても良い。

【0052】

そして、ウェーハWの研磨に際しては、研磨用ウェーハ保持盤152のウェーハ保持面 30

【0053】

なお、168はバキューム路160と並設された空気供給路で、ウェーハ保持盤152の内部でかつウェーハ保持盤本体158の上方に設けられた加圧空間170に空気を供給することによってゴム等の弾性支持部172によってウェーハ保持盤152に揺動可能に支持されたウェーハ保持盤本体158を下方に押圧し、ウェーハWを不図示の定盤の研磨布に加圧状態で押し付けることができる。

【0054】

研磨剤の供給は不図示のノズルから所定の流量で研磨布上に供給し、この研磨剤がウェーハWと研磨布の間に供給されることによりウェーハが研磨される。このような研磨を入れることにより基準面を出すことができる。

【0055】

この研磨の後、吸着した状態でウェーハは平坦であるが吸着を解除するとウェーハはもとの形に戻ろうとする。この時、表面側の周辺ダレも改善される。

【0056】

裏面研磨でも研磨代が多い場合、周辺側がダレる傾向がある。しかし、裏面がダレても、また変曲点を持ったとしても、2次研磨で裏面が転写しないようにやわらかいバッキングパッド等で保持し形状を崩すことなく表面を研磨することにより、裏面のダレは影響無 50

く表面のみ鏡面化できる。

【0057】

また、研磨面に吸着孔の跡等が転写されることもある。これは基準面を出すために強制的にウェーハを平坦な状態に吸着するため、必然的に吸着力が強くなり吸着孔付近の形状が研磨後に現われてしまうものである。このような吸着孔の跡が現われるとナノトポロジーが悪くなる。

【0058】

しかし、本発明方法においては、裏面研磨を行うため、この吸着痕が現われるのが裏面であり、周辺ダレと同様に裏面側に転写された跡は表面には影響されずに2次研磨できるので問題無い。

10

【0059】

従って、本発明方法における片面(表面)2次研磨ステップ107cではCMPと言われる研磨装置を用いることが好ましい。CMPは、例えば柔らかいバックアップパッド等でウェーハを保持し、研磨面の形状を維持したまま研磨するものである。この時、研磨布の硬さをアスカーC硬度で70~90程度に通常の研磨布より硬めに設定するのが好ましい。

【0060】

この2次研磨ステップ107cでは研磨代を2 $\mu$ m以下、特に2次研磨ステップ107c及び仕上げ研磨ステップ107dも含め1~1.5 $\mu$ m程度にすることが好ましい。このような研磨代であれば、この研磨による周辺ダレの発生を抑えることができるし、鏡面化も十分にできる。

20

【0061】

なお、2次研磨ステップ107cでもリテナーリング等を用いた研磨ヘッドを使い研磨代を増やすことによってウェーハ形状の修正が可能である。しかし、このような研磨を行うと変曲点を持つウェーハが製造されやすい。従って、2次研磨ステップ107cでは形状の修正はほとんど行わない研磨代に設定し、1次研磨ステップ107a(及び裏面研磨ステップ107b)の形状を維持したまま研磨するのが好ましい。

【0062】

仕上げ研磨ステップ107dは、図14によって既に説明したような従来の片面研磨装置200を用い、スエードタイプの研磨布等を使用し研磨すればよい。

30

【0063】

一般に研磨代が増えるに従いウェーハ外周部のダレは大きくなる傾向がある。従って、表面基準の平坦度及びナノトポロジーを良くするには表面側の研磨代を少なくすることが望まれる。

【0064】

全体的な表面側の研磨代を少なくした状態で平坦度(周辺ダレ)を改善し、また2次研磨ステップ以降は裏面が転写されないように研磨することにより表面基準の平坦度及びナノトポロジーの良いウェーハ及びウェーハ外周部、特に端面から2~20mm付近に0.02 $\mu$ m以上の凹凸の変化、つまり大きな変曲点を持たないウェーハが製造できる。

【0065】

続いて、本発明のウェーハの製造方法の第1の実施の形態における工程順の一例を模式図で示す図7を用い、本発明方法のそれぞれの研磨段階におけるウェーハ形状の変化について説明する。まず、例えば、図15に示したものと同様の両面研磨装置を用いて、ウェーハWの表面A及び裏面Bの1次(両面)研磨を行う〔図7(a)〕。

40

【0066】

この1次(両面)研磨ステップの研磨条件としては、特に限定するものではないが、次の条件で研磨するのが好ましい。

研磨加重：200~600g/cm<sup>2</sup>(20~60kPa)

研磨布：不織布タイプ(アスカーC硬度で60~80程度)

研磨剤：コロイダルシリカ含有(pH=10~11)

50

供給量：4～6 L / min

研磨代：両面で5 μm～20 μm程度、好ましくは両面16 μm程度。

【0067】

上記したアスカ-C硬度とは、スプリング硬さ試験機的一种であるアスカ-ゴム硬度計C型により測定した値であり、日本ゴム協会規格であるSRIS 0101に準じた値である。

【0068】

この両面研磨工程後のウェーハWは図7(a)に示すように、テーパは良くなっているものの、ウェーハWの外周部のダレEが生じている。

【0069】

次に、このウェーハWの裏面研磨(基準面作製)を行う〔図7(b)(c)(d)〕。この裏面研磨工程では、研磨装置の研磨用ウェーハ保持盤は、図12に示した研磨装置150のようなウェーハ保持面154と多数の真空吸着用の貫通孔156をもつSiC製の硬質の保持盤152を用い、このウェーハ保持盤152の保持面154にエポキシ樹脂の樹脂皮膜162を形成したものを使用した。

【0070】

このウェーハ保持盤152によってウェーハWを吸着すると、吸着したウェーハ面が平坦となり、他方の面に凹凸が現われる。図7(b)では下に凸状となった状態が示されている。この時、ウェーハWの外周部のダレEは倍増(E×2)される。

【0071】

これを吸着した状態で研磨すると、図7(c)に示したように平坦なウェーハWが製造される。

【0072】

この裏面研磨ステップの研磨条件も、特に限定するものではないが、次の条件で研磨するのが好ましい。

研磨加重：200～600 g / cm<sup>2</sup> (20～60 kPa)

研磨布：不織布タイプ(アスカ-C硬度で60～80程度)

研磨剤：コロイダルシリカ含有(pH=10～11)

供給量：5～15 L / min

研磨代：3 μm～8 μm程度、好ましくは5 μm程度。

【0073】

このような裏面研磨を入れることにより基準面を出すことができる。しかし、この研磨でも若干周辺部分がダレることがある。ウェーハWは、吸着された状態では平坦であるが吸着を解除すると、図7(d)に示したように、もとの形に戻ろうとする。また、図7(d)に示したように、吸着孔の跡Dが研磨面に転写されることがある。但し、このようなダレeや吸着痕DはウェーハWの裏面Bだけに現われ、ウェーハWの表面Aは1次研磨した時に比べて、平坦度は良くなっているものの、同じ状態の面である。

【0074】

このようなウェーハWを2次(表面)研磨する〔図7(e)(f)〕。この研磨は従来用いられている装置及び方法を用いるものであれば、特に限定されないが、図17に示したようなバッキングパッド250によるウェーハ保持と、従来2次研磨で使用する研磨布よりやや固めの研磨布を使用する研磨装置240を用いて研磨することが好ましい。

【0075】

この2次(表面)研磨ステップの研磨条件としても、特に限定するものではないが、次の条件で研磨するのが好ましい。

研磨加重：100～300 g / cm<sup>2</sup> (10～30 kPa)

研磨布：不織布タイプ又はスエードタイプ又はポリウレタンタイプ(アスカ-C硬度で70～90程度)

研磨剤：コロイダルシリカ含有(pH=10～11)

供給量：10 L / min以上

10

20

30

40

50

研磨代：数 $\mu\text{m}$ 、好ましくは $2\mu\text{m}$ 以下。

【0076】

つまり、2次（表面）研磨ステップではCMPを用い、柔らかいバックングパッド250（図17）と比較的硬い研磨布を用いることで表面の形状のみ修正し、裏面の形状を転写することなく研磨することができる。バックングパッド250（図17）は、ウレタン発泡パッドからなり厚みは $300\mu\text{m}$ 以下が好ましい。また研磨布の硬度はアスカーC硬度で70～90程度が好ましい。

【0077】

なお、各研磨ステップで使用される研磨布についても、特に限定されるものではないが、これらの研磨ステップで用いられる研磨布（研磨パッド）は、不織布タイプの研磨布やスエードタイプの研磨布が主に用いられる。

10

【0078】

不織布タイプの研磨布は、一般にポリエステルフェルト（組織はランダムな構造）にポリウレタンを含浸させたものであり、多孔性があり、かつ弾性も適度であり、高い研磨速度と平坦性にすぐれており研磨量を多くできることから1次又は2次研磨等で主に用いられる。

【0079】

また、スエードタイプの研磨布はポリエステルフェルトにポリウレタンを含浸させた基材に、ポリウレタン内に発泡層を成長させ、表面部位を除去し発泡層に開口部を設けたもの（この層をナップ層と呼ぶ）で、特に仕上げ用に使用されており、発泡層内に保持された研磨剤が、工作物と発泡層内面との間で作用することにより研磨が進行する。ケミカルメカニカルな研磨に多用され、ダメージのない面が得られる。

20

【0080】

近年では、より平坦度を良くするため、3層の研磨布とし、例えば硬質なプラスチックシートを基材としウレタンからなるナップ層を表層とし、基材部の下部に弾性体シートを形成した不織布を使わないタイプの研磨布もある。これらの研磨布は各ステップで最適なものを適宜選べばよい。また、この2次研磨ステップと同様な工程を更に加えてもよい。

【0081】

2次研磨の終了したウェーハWに対して仕上げ研磨を行う〔図7（g）〕。仕上げ研磨は従来の方法を用いれば良い。仕上げ研磨用の研磨装置は特に限定されず、仕上げ研磨ステップの研磨条件としては次の条件で行えばよい。

30

研磨加重： $100\sim 200\text{g}/\text{cm}^2$ （ $10\sim 20\text{kPa}$ ）

研磨布：スエードタイプ

研磨剤：コロイダルシリカ含有（ $\text{pH}=10\sim 11$ ）

供給量： $0.5\sim 1\text{L}/\text{min}$

研磨代： $0.1\mu\text{m}$ 以下の研磨代が良い。

【0082】

図7（a）～（g）に示したような研磨ステップを経て研磨されたウェーハは、表面に変曲点等がほとんどなく、ダレも改善された高平坦度なウェーハが製造できる。なお、上記各ステップの研磨条件は、ウェーハの形状により適宜、最適な条件に設定すれば良い。

40

【0083】

図1に示した本発明方法の第1の実施の形態では、一次研磨として両面同時研磨を行った場合を示したが、一次研磨として他のタイプの研磨手法を用いることも可能であり、以下に説明する。図10は、本発明に係るウェーハの製造方法の工程順の第2の実施の形態を示すフローチャートで、（a）はウェーハの製造工程及び（b）はポリッシング工程における手順を示すものである。

【0084】

図10（a）のウェーハの製造工程は図18（a）に示した従来のウェーハの製造工程及び図1（a）に示した本発明のウェーハの製造工程の第1の実施の形態と同様であるが、本発明についてはポリッシング工程307が従来のポリッシング工程108及び図1（

50

a) のポリッシング工程 107 と異なっている。

【0085】

本発明方法の第2の実施の形態におけるポリッシング工程307は図10(b)に示されるごとく、表面基準研磨方式による表面(片面)1次研磨ステップ307a 裏面(片面)研磨ステップ307b 表面(片面)2次研磨ステップ307c 表面(片面)仕上げ研磨ステップ307dから構成される。表面基準研磨方式による表面(片面)1次研磨ステップ307aとは、バックリングフィルムを使ったいわゆるテンプレート方式や、弾性体を介してウェーハを保持する研磨方式などのワックスフリー方式による研磨である。このように真空吸着等により強制的にウェーハを保持せず基準面となる保持盤等にウェーハを固定することなしに研磨する研磨方式である。図18(b)に示した従来のワックスフリー研磨108Aと異なる点は、表面基準研磨方式によるワックスフリー研磨307aの後に片面(裏面)研磨307bを行う点にある。前述したごとく、本発明においては、ウェーハの裏面を研磨してウェーハの基準面を出すものであり、この点に最大の特徴がある。

10

【0086】

上記表面基準研磨方式による研磨ステップ307aを行うには、図17によって既に説明したような研磨装置を使用すればよい。

【0087】

なお、ポリッシング工程の裏面研磨ステップ307b、2次研磨ステップ307c、仕上げ研磨ステップ307dは図1(b)に示した裏面研磨ステップ107b、2次研磨ステップ107c、仕上げ研磨ステップ107dと対応し、またその工程は同様であるので説明を省略する。

20

【0088】

本発明方法の第2実施の形態のそれぞれの研磨段階におけるウェーハ形状の変化については、本発明の第1の実施の形態に関して説明した図7とほぼ同様である。両者の相違点について言えば、本発明の第2の実施の形態においては、表面基準研磨方式の研磨ステップ307a後のウェーハは、ウェーハ表面が鏡面化され、ウェーハ裏面がエッチングされた状態の面となっている点である。しかし、ウェーハWの外周部には研磨及びエッチングによるダレが生じており、図7(a)と形状的には類似している。

【0089】

さらに、本発明方法の第2の実施の形態について、1次研磨ステップで両面研磨を行う本発明方法の第1の実施の形態の場合との相違点を中心に以下に説明する。本発明方法の第2の実施の形態における表面基準研磨方式による研磨(1次研磨)ステップの研磨条件については、特に限定するものではないが、次の条件で研磨することが好ましい。

研磨加重：200～600g/cm<sup>2</sup>(20～60kPa)

研磨布：不織布タイプ(アスカーC硬度で60～80程度)

研磨剤：コロイダルシリカ含有(pH=10～11)

研磨剤供給量：4～6L/min

研磨代：5～10μm、好ましくは8μm程度。

【0090】

次に、このウェーハの裏面研磨を行う。つまり、図7(b)、(c)、(d)に対応する基準面の作製を行う。1次研磨ステップが例えばテンプレート方式のワックスフリー研磨の場合、図7(b)で示すウェーハ外周部のダレは、表面(研磨面)のダレと裏面(エッチング面)のダレとを足したものとなる。

30

40

【0091】

本発明方法の第2の実施の形態における裏面研磨ステップの条件も、特に限定するものではないが、次の条件で研磨することが好ましい。

研磨加重：200～600g/cm<sup>2</sup>(20～60kPa)

研磨布：不織布タイプ(アスカーC硬度で60～80程度)

研磨剤：コロイダルシリカ含有(pH=10～11)

50

研磨剤供給量：5～15 L/min

研磨代：5～10 μm、好ましくは8 μm程度。

【0092】

研磨代は裏面がエッチングされている面であるため、1次研磨ステップにおいて両面研磨を実施した例より若干多めに研磨することが好ましい。これ以降のステップは、図1(b)に示した本発明方法の第1の実施の形態の場合と同様であるので再度の説明は省略する。

【0093】

本発明方法の第2の実施の形態におけるこのような複数段の研磨は、個々の研磨装置、例えば1次研磨ステップは1次研磨用の装置及び裏面研磨ステップは裏面研磨用の装置で行っても良いが、複数台の研磨装置を一体的に配置した複合的な研磨装置とすると好ましい。図11は4台の研磨装置を一体的に配置して構成した本発明方法の第2の実施の形態を実施するのに好適な本発明の複合的な研磨装置の一つの実施の形態を示す概略平面説明図である。

【0094】

図11において、本発明の研磨装置400は、4台の異なる形態の研磨装置を連続的に配置し、それぞれ表面(片面)1次研磨部(第1研磨部)401、裏面(片面)研磨部(第2研磨部)402、表面(片面)2次研磨部(第3研磨部)403及び表面(片面)仕上げ研磨部(第4研磨部)404を構成したものである。

【0095】

図11において、405はウェーハを前工程から第1研磨部401に搬送する第1搬送アームである。また、第1研磨部401と第2研磨部402の間にはウェーハの表裏面を反転させる機構を有する第1反転装置406がついており、表面研磨されたウェーハを反転し、次のステップでは裏面を研磨することができる。同様に第2研磨部402と第3研磨部403間にもウェーハの表裏面を反転させる機構を有する第2反転装置407が設けられており、第3研磨部403では、ウェーハ表面側が研磨できるようになっている。

【0096】

従来表面のみ研磨された装置ではこのようなウェーハの反転機構は不要であったが、本発明では、少なくとも表面研磨 裏面研磨 表面研磨のステップ順で研磨することが重要でありこのような機構が必要となる。なお、図11において、408は第2搬送アームで、第3研磨部403で研磨されたウェーハを第4研磨部404へ搬送する。また、409は第3搬送アームで、第4研磨部404で仕上げ研磨されたウェーハを次工程へ搬送する。

【0097】

図12は、第1研磨部401の概略側面説明図である。同図において、410は基台であり、その上面には定盤411が配置されている。この定盤411は駆動軸(不図示)により回転駆動するものである。定盤411の上面には研磨布412が貼られており、この研磨布412上にスラリー供給装置413よりスラリー414を供給して研磨を行うようになっている。研磨ヘッド415は上下に昇降可能、かつ回転可能に吊設され、ウェーハを保持した状態で任意の研磨圧で研磨布412に摺接し研磨する。又各研磨部は、複数枚まとめて処理するバッチ式の研磨装置でも良いが、ウェーハ直径が大口径になっていること及び取扱いの容易さから1枚1枚処理する枚葉式の研磨ヘッド415を有する研磨装置を用いるのが好ましい。この時、研磨ヘッド415は1軸、又は複数軸(いわゆる多軸枚葉方式)であっても良い。なお、上記した第1研磨部401の基本的構成は、第2研磨部402、第3研磨部403及び第4研磨部404においても、下記するような研磨ヘッド415の具体的構成が異なる点を除いて共通であり、各研磨部402～404についての個別的な説明は省略する。

【0098】

図12に示した第1研磨部401の研磨ヘッド415としては図17に示したようなワックスフリー方式の研磨ヘッド(図17の246)が用いられる。第2研磨部402では、研磨ヘッドとして図16に示したような真空吸着方式の研磨機構を有する研磨ヘッド(

10

20

30

40

50

図16の166)を用い、平坦なウェーハ保持盤(図6の152)に吸着し、強制的に平坦な状態にして裏面側を研磨する。第3研磨部403及び第4研磨部404では、研磨ヘッドとして図17に示したようなワックスフリー方式の研磨ヘッド(図17の246)を用いる。表面側の研磨は研磨が進むにつれ徐々に微細な研磨ができる研磨条件で研磨するのが好ましい。特に各ステップについて前述したような研磨条件で実施すれば良い。

【0099】

続いて、本発明の研磨装置400の作用について説明する。まず、エッチングされたウェーハを第1搬送アーム405により第1研磨部401に搬送する。第1研磨部401は、研磨ヘッド415として図17に示したようなワックスフリー方式の研磨ヘッド(図17の246)を具備しており、デバイスを形成する面(表面)を磨くために、ウェーハ裏面を保持する。その後、研磨ヘッド415を降下させ、任意の研磨条件(1次研磨条件)で研磨する。

10

【0100】

研磨されたウェーハは第1反転装置406によりウェーハの表裏を反転する。このウェーハ反転装置406における反転機能に付いては特に限定するものではないが、ロボットアーム等による回転により反転すれば良い。

【0101】

この反転されたウェーハ裏面が上面とされたウェーハは、その後、第2研磨部402に搬送され、研磨ヘッドとして用いられている図16に示したような研磨ヘッド(図16の166)にウェーハ表面を保持し、強制的に平坦な状態にした状態とし、その後、研磨ヘッドを降下させ、任意の研磨条件(裏面研磨条件)でウェーハの裏面側を研磨する。

20

【0102】

研磨されたウェーハは第1反転装置406と同様の反転機能を有する第2反転装置407により再度ウェーハの表裏が反転される。

【0103】

再度反転されてウェーハ表面が上面とされたウェーハは、その後、第3研磨部403に搬送され、図17に示したような研磨ヘッドにウェーハ裏面を保持し、その後、研磨ヘッドを降下させ、任意の研磨条件(2次研磨条件)でウェーハの表面側を2次研磨する。

【0104】

次いで、この2次研磨されたウェーハは、第2搬送アーム408により、第4研磨部404に搬送され、図17に示したような研磨ヘッド(図17の246)にウェーハ裏面を保持し、その後、研磨ヘッドを降下させ、任意の研磨条件(仕上げ研磨条件)でウェーハの表面側を仕上げ研磨する。

30

【0105】

この仕上げ研磨後、ウェーハは第3搬送アーム409によって搬送され、次工程の洗浄工程に送られる。

【0106】

以上のような手順でウェーハ表面及び裏面が研磨され高平坦度なウェーハを得ることができる。

【0107】

図11に示した実施の形態では、4台の研磨装置を一体的に配置して本発明の研磨装置を構成した例を示したが、3台の研磨装置を一体的に配置して本発明の研磨装置を構成することも可能である。図13は3台の研磨装置を一体的に配置して構成した本発明の研磨装置の他の実施の形態を示す概略平面説明図である。

40

【0108】

図13において、本発明の研磨装置500は、3台の異なる形態の研磨装置を連続的に配置し、それぞれ表面(片面)1次研磨部(第1研磨部)502、裏面(片面)研磨部(第2研磨部)503及び表面2次仕上げ研磨部(第3研磨部)504を構成したものである。なお、501はローダー部で、第1受け渡しステージ501a及び第1搬送アーム506を有している。505はアンローダー部で、第5受け渡しステージ505aを有して

50

いる。

【 0 1 0 9 】

第 1 研磨部 5 0 2 は、第 1 及び第 2 研磨ステージ 5 0 7、5 0 8、第 1 位置決めステージ 5 0 9、第 2 及び第 3 搬送アーム 5 1 0、5 1 1 及び第 2 受け渡しステージ 5 1 2 を有している。第 1 及び第 2 研磨ステージ 5 0 7、5 0 8 はそれぞれ第 1 及び第 2 研磨ヘッド 5 0 7 a、5 0 8 a 及び第 1 及び第 2 研磨機ローダー 5 0 7 b、5 0 8 b を具備している。

【 0 1 1 0 】

第 2 研磨部 5 0 3 は、第 3 及び第 4 研磨ステージ 5 1 3、5 1 4、第 2 位置決めステージ 5 1 5、第 4 及び第 5 搬送アーム 5 1 6、5 1 7 及び第 3 受け渡しステージ 5 1 8 を有し、さらに第 1 洗浄ユニット 5 1 9 を有している。なお、第 4 搬送アーム 5 1 6 は第 1 反転装置として作用する。第 3 及び第 4 研磨ステージ 5 1 3、5 1 4 は、それぞれ第 3 及び第 4 研磨ヘッド 5 1 3 a、5 1 4 a 及び第 3 及び第 4 研磨機ローダー 5 1 3 b、5 1 4 b を具備している。

10

【 0 1 1 2 】

第 3 研磨部 5 0 4 は、第 5 及び第 6 研磨ステージ 5 2 0、5 2 1、第 3 位置決めステージ 5 2 2、第 6 及び第 7 搬送アーム 5 2 3、5 2 4 及び第 4 受け渡しステージ 5 2 5 を有し、さらに第 2 洗浄ユニット 5 2 6 を有している。なお、第 6 搬送アーム 5 2 3 は第 2 反転装置として作用する。第 5 及び第 6 研磨ステージ 5 2 0、5 2 1 はそれぞれ第 5 及び第 6 研磨ヘッド 5 2 0 a、5 2 1 a 及び第 5 及び第 6 研磨機ローダー 5 2 0 b、5 2 1 b を具備している。なお、図 1 3 の例では第 3 の研磨部 5 0 4 の第 5 及び第 6 の 2 基ある研磨ステージ 5 2 0、5 2 1 のうち第 5 の研磨ステージ 5 2 0 を表面 2 次研磨用、第 6 の研磨ステージ 5 2 1 を仕上げ研磨用として使用している。

20

【 0 1 1 3 】

上記の構成によりその作用を説明する。まず、研磨されるウェーハはローダー部 5 0 1 より供給される。第 1 搬送アーム 5 0 6 によりウェーハを第 1 受け渡しステージ 5 0 1 a から第 1 位置決めステージ 5 0 9 に搬送し、位置決めし、第 2 搬送アーム 5 1 0 で第 1 及び第 2 研磨機ローダー 5 0 7 b、5 0 8 b にウェーハを搬送セットする。次いで、第 1 及び第 2 研磨機ローダー 5 0 7 b、5 0 8 b により、ウェーハを第 1 研磨部（表面 1 次研磨部）5 0 2 の第 1 及び第 2 研磨ヘッド 5 0 7 a、5 0 8 a の下面側に搬送し、第 1 及び第 2 研磨ヘッド 5 0 7 a、5 0 8 a によりウェーハを保持する。その後、第 1 及び第 2 研磨機ローダー 5 0 7 b、5 0 8 b は定位置に戻る。第 1 及び第 2 研磨ヘッド 5 0 7 a、5 0 8 a に保持されたウェーハは研磨布上に摺接され研磨される。図 1 3 の例では、作業効率を改善するため第 1 及び第 2 の 2 基の研磨ステージ 5 0 7、5 0 8 があり、それぞれにウェーハが供給され研磨される。そこで研磨されたウェーハは再度第 1 及び第 2 研磨機ローダー 5 0 7 b、5 0 8 b により研磨機外に搬送され、第 2 搬送アーム 5 1 0 により第 2 受け渡しステージ 5 1 2 に送られる。

30

【 0 1 1 4 】

次に、この表面 1 次研磨されたウェーハは第 3 搬送アーム 5 1 1 により第 2 研磨部 5 0 3 の第 1 の洗浄ユニット 5 1 9 に搬送され、洗浄される。この洗浄ユニット 5 1 9 は、例えば、SC1 液（アンモニア、過酸化水素、水系の洗浄液）のディップ式の洗浄で、リンス液 SC1 液 リンス液 リンス液で処理する洗浄ユニットとするのが好ましい。

40

【 0 1 1 5 】

この洗浄後、第 4 搬送アーム（第 1 反転装置）5 1 6 によりウェーハを反転し、第 2 位置決めステージ 5 1 5 にウェーハを搬送し位置決めをする。位置決めされたウェーハは第 4 搬送アーム 5 1 6 で第 3 及び第 4 研磨機ローダー 5 1 3 b、5 1 4 b に搬送される。その後、第 3 及び第 4 研磨機ローダー 5 1 3 b、5 1 4 b により、ウェーハを第 2 研磨部（裏面研磨部）5 0 3 の研磨ヘッド 5 1 3 a、5 1 4 a の下面側に搬送し、ウェーハは研磨ヘッド 5 1 3 a、5 1 4 a に保持された状態でその裏面が研磨される。図 1 3 の例では、作業効率を改善するため第 3 及び第 4 の 2 基の研磨ステージ 5 1 3、5 1 4 があり、それ

50

それにウェーハが供給され研磨される。そこで研磨されたウェーハは第3及び第4研磨機ローダー513b、514bにより研磨機外に搬送され、第4搬送アーム516により第3受け渡しステージ518に送られる。この裏面研磨されたウェーハは第5搬送アーム517により第3研磨部504の第2の洗浄ユニット526（洗浄条件等は第1の洗浄ユニット519と同じ構成）に搬送され洗浄される。

【0116】

洗浄後、第6搬送アーム（第2反転装置）523によりウェーハを反転し、第3位置決めステージ522にウェーハを搬送し位置決めをする。位置決めされたウェーハは第6搬送アーム523で第5及び第6研磨機ローダー520b、521bに搬送される。その後、第5及び第6研磨機ローダー520b、521bにより第3研磨部（表面2次研磨・仕上げ研磨部）504の第5研磨ステージ（表面2次研磨ステージ）520に送り、ウェーハの表面を2次研磨する。表面2次研磨されたウェーハは、第5研磨機ローダー520bにより研磨機外に搬送され、第6搬送アーム523により第3位置決めステージ522で位置決めした後、再度第6搬送アーム523で、第6研磨機ローダー521bに搬送される。ついで、第6研磨機ローダー521bにより第3研磨部504の仕上げ研磨ステージ（第6研磨ステージ）521にウェーハを搬送し、仕上げ研磨を行う。

10

【0117】

そこで仕上げ研磨されたウェーハは第6研磨機ローダー521bにより研磨機外に搬送され、第6搬送アーム523により第4受け渡しステージ525に送られる。この仕上げ研磨されたウェーハは、第7搬送アーム524によりアンローダー部505の第5受け渡しステージ505aに搬送され、最後に次工程（洗浄工程）に送られる。

20

【実施例】

【0118】

以下に本発明を実施例をあげてさらに具体的に説明するが、これらの実施例は限定的に解釈されるべきでないことはいうまでもない。

【0119】

（実施例1）

一般的な工程、スライス、面取り、ラップ、エッチングされた8インチウェーハについて、本発明方法における研磨を行った。

【0120】

本発明方法における研磨ステップは、図7に示したように、両面（同時）研磨（表面1次）ステップ〔図7（a）〕 片面研磨（裏面）ステップ〔図7（b）（c）（d）〕 片面2次研磨（表面2次）ステップ〔図7（e）（f）〕 片面仕上げ研磨（表面3次）ステップ〔図7（g）〕の順で実施した。

30

【0121】

（1）両面（同時）1次研磨ステップ

両面研磨装置として、AC2000（Peter-Wolters社製）を用いた。研磨条件は次の通りである。

研磨加重：300g/cm<sup>2</sup>（30kPa）

研磨布：SUBA600（ロデール社製商品名）（アスカーC硬度78）

研磨剤：HP-20（フジインコーポレーテッド社製商品名）（pH=10.5）

供給量：5L/min

研磨代：片面8μm（両面16μm）で研磨した。

40

【0122】

（2）片面（裏面）研磨ステップ

研磨装置として、FSP-200（不二越機械工業社製）を用いた。研磨条件は次の通りである。ウェーハ保持盤には高平坦度なSiCセラミックスにエポキシ樹脂を被膜したものをを用いた。

研磨加重：300g/cm<sup>2</sup>（30kPa）

研磨布：SUBA600（ロデール社製商品名）（アスカーC硬度78）

50

研磨剤：A J - 1 3 2 5 (日産化学社製商品名) (pH = 10.5)

供給量：10 L / min

研磨代：5 μmで行った。

【0123】

(3) 片面(表面) 2次研磨ステップ

研磨装置としてF S P - 200 (不二越機械工業社製)を用い研磨条件は次の通りである。ウェーハ保持のためのパッキングパッドはウレタン発泡パッドを用いた。

研磨加重：200 g / cm<sup>2</sup> (20 kPa)

研磨布：P U パット (ロデル社製商品名) (アスカーC 硬度80)

研磨剤：S S S (日産化学社製商品名) (pH = 10.5)

供給量：10 L / min

研磨代：1 μm程度。

【0124】

(4) 仕上げ研磨ステップ

研磨装置としてF S P - 200 (不二越機械工業社製)を用い、研磨条件は次の通りである。

研磨加重：150 g / cm<sup>2</sup> (15 kPa)

研磨布：F S - 7 (第一レース社製商品名)

研磨剤：フジミ3900 (フジミインコーポレーテッド社製商品名)

供給量：500 mL / min

研磨代：0.1 μm以下。

【0125】

上記した各研磨処理を行ったウェーハについてその平坦度及びナノトポロジーについての評価を行った。図2に研磨後のウェーハの平坦度を示すマップを示す。これは、静電容量型のセンサを有する厚さ測定器(A D E社製9700E + Station)で測定したものである。このウェーハの平坦度(S F Q R max)は0.071 μmと大変良好であった。

【0126】

また、ウェーハ周辺部の断面形状を図5に示す。周辺2 mmを除外し、端面より2 mmの位置を基準(零)とし示したものである。外周ダレも改善され、変曲点も見られず良好であることがわかる。

【0127】

さらにまた、ナノトポロジーについて、図6に示すような形で評価した。これは、ウェーハを複数のエリア(2 mm角の領域)に区分しその各エリア内の凹凸を確認し、その凹凸の値(P V 値)をもつエリアがウェーハの何%を占めるか(占有率)を値の大きい方から累積したものである。ナノトポロジーについては、A D E社製W I S C R 83 - S Q Mにより評価した。

【0128】

実施例1のグラフを見ると、P V 値が18.0 nmのエリアは略零であり、2 mm角で見たナノトポロジーの場合、これ以上の凹凸は面内に存在しないことを示している。

【0129】

つまり、ナノトポロジー評価では、占有率が0%となる凹凸の高さ(最も大きなP V 値を示すエリア)が重要であり、本実施例では18.0 nmとたいへん小さい値であり、凹凸の少ないウェーハ面(ナノトポロジーの良好なウェーハ面)であることがわかる。

【0130】

(比較例1)

実施例1と同様のウェーハについて、図8に示した研磨、即ち、両面研磨(表面1次)ステップ〔図8(a)ウェーハの外周ダレEが大きい。〕 片面2次研磨(表面2次)ステップ〔図8(e)(f)ウェーハの外周ダレEが大きくなり平坦度があまりよくなり(リテーナリング等を使うと変曲点になる場合もある)。〕 片面仕上げ研磨(表面3

10

20

30

40

50

次)ステップ〔図8(g)ウェーハの外周部分の平坦度があまり改善されていない。〕を行った。片面(裏面)研磨条件を除いた他はすべて、実施例1と同じ条件で研磨した。

【0131】

両面研磨〔図8(a)〕を終了した段階(1次研磨の段階)で平坦度(SFQRmax)は0.126 $\mu$ m程度であった。2次研磨後でも同程度であり2次研磨ステップではほとんど形状は修正できない。むしろ若干周辺ダレを起こす。

【0132】

このような研磨ステップを経たウェーハの形状を図3に示す。このようにウェーハ外周部で等高線が密集しており形状がダレていることがわかる。また、図5からもウェーハ外周部の厚さ変化で6mm付近から急激な形状変化があることがわかる。つまり、このよう

10

【0133】

ナノトポロジについては図6に示したが、同図の比較例1のグラフに示されるように、占有率が0%となる凹凸の高さは30~40nmと比較的大きな凹凸が残ったウェーハ面(ナノトポロジの悪いウェーハ面)であった。

【0134】

(比較例2)

実施例1と同様のウェーハについて、図9に示した研磨、即ち、両面研磨(表面1次)ステップ〔図9(a)ウェーハの外周ダレEが大きい。〕片面研磨(表面2次)ステップ〔図9(b)ウェーハの吸着状態(研磨前)、図9(c)ウェーハの吸着状態(研磨後) 20、図9(d)ウェーハの吸着解除後(ウェーハの平坦度がよくなるが表面Aに吸着痕Dや変曲点Mが出ることもある。〕片面2次研磨(表面3次)ステップ〔図9(e)ウェーハの表面Aが研磨される(形状を維持した状態)。図9(f)〕片面仕上げ研磨(表面4次)ステップ〔図9(g)表面Aに変曲点Mや吸着痕Dのあるウェーハとなってしまう表面基準の平坦度及びナノトポロジは悪くなる。〕の順で実施した。つまり、この比較例では実施例1の裏面研磨ステップの代わりにウェーハ表面を研磨した。実施例1の裏面研磨ステップと同じ研磨条件で、実施例1とは逆の面(表面)で基準面を作製した。その他は実施例1と同様である。

【0135】

平坦度はSFQRmaxで、0.110 $\mu$ m程度に改善されたが、十分ではなかった。 30  
また魔鏡を観察すると研磨面に吸着孔の跡が見られるケースもみられ、ナノトポロジ(占有率が0%となる凹凸の高さ)も25nm程度であった。

【0136】

また、ウェーハの形状(マップ)は図4のようであった。図5に示すような周辺6mm付近で変曲点のような形状を示すことがあった。つまり平坦度は改善されているもののナノトポロジの改善には十分で無いことが分かった。

【0137】

実施例1、比較例1及び比較例2について平坦度(SFQR)のデータを表1に示す。ウェーハ面内の各セル毎のSFQRは実施例及び比較例1及び2とも(実施例の方が若干 40  
良いが)0.04 $\mu$ mであるが、max値を比べると実施例が良くなっている。なお、セルの大きさは25mm $\times$ 25mm(25mm角)の大きさを評価した。

【0138】

また、各セルのバラツキ( )も改善されており、変曲点等のないウェーハが製造できていることがわかる。比較例では3mm除外で評価した場合と、2mm除外で評価した場合、実施例に比べ数値の悪化が大きい。これは比較例では外周に行く程、周辺がダレていることを示す。

【0139】

【表1】

	S F Q R ( 3 m m 除外)			S F Q R ( 2 m m 除外)		
	平均値	$\sigma$	max	平均値	$\sigma$	max
実施例 1	0.037	0.010	0.071	0.039	0.012	0.092
比較例 1	0.044	0.024	0.131	0.048	0.030	0.155
比較例 2	0.037	0.013	0.110	<u>0.043</u>	0.023	0.118

## 【 0 1 4 0 】

表 1 において、3 mm 除外とは、平坦度を評価する時にウェーハの端部（ウェーハ外周部）から 3 mm は評価しないことを意味し、これより内側のエリアで評価した値である。2 mm 除外は、ウェーハの端部（ウェーハ外周部）から 2 mm は評価しない。

## 【 0 1 4 1 】

比較例のような方法では、S F Q R m a x は良くても 0 . 1 0 ~ 0 . 1 5  $\mu$  m 及びデータは示していないが S B I R m a x で 0 . 3  $\mu$  m までしか改善できないが、本実施例のような裏面研磨を追加することで、S F Q R m a x 0 . 1 0 以下及び S B I R m a x 0 . 3  $\mu$  m 以下のものが安定して製造することができる。またナノトポロジーの良好なウェーハが容易に製造することができる。

## 【 0 1 4 2 】

（実施例 2）

実施例 1 と同様のウェーハについて、両面研磨（表面 1 次）の研磨の代わりにテンプレートを用いたワックスフリー方式で研磨した以外は実施例 1 と同様に研磨した。即ち、表面基準研磨方式による表面（片面）1 次研磨ステップ 裏面（片面）研磨ステップ 表面（片面）2 次研磨ステップ 表面（片面）仕上げ研磨ステップの順にウェーハの研磨を行った。

## 【 0 1 4 3 】

研磨装置として、表面基準研磨方式による表面（片面）1 次研磨、裏面研磨、表面 2 次研磨、及び仕上げ研磨が連続してできる装置を用いた。具体的には図 1 3 に示したような 3 台の研磨装置（3 つの研磨部）を一体的に配置し、各研磨部にはそれぞれ 2 基の研磨ステージを設けた研磨装置を用いた。

## 【 0 1 4 4 】

各洗浄ユニットにおいては、S C 1 液（アンモニア、過酸化水素、水素の洗浄液）のディップ式の洗浄で、リンス液 S C 1 液 リンス液 リンス液で処理する洗浄方式を採用した。

## 【 0 1 4 5 】

各研磨部の研磨条件は、表面基準研磨方式による表面（片面）1 次研磨ステップの研磨条件及び裏面研磨の取り代を 8  $\mu$  m とした以外は、実施例 1 と同様な研磨加重、研磨布、研磨剤、研磨剤供給量、研磨代で行っている。表面基準研磨方式による表面（片面）1 次研磨は、ウェーハ保持のためバックアップパッドとしてウレタン発泡パッドを用いたテンプレート方式のワックスフリー研磨である。研磨条件は次の通りである。

研磨加重：3 0 0 g / c m 2 ( 3 0 k P a )

研磨布 S U B A 6 0 0 ( ロデール社製商品名 ) ( アスカー C 硬度 7 8 )

研磨剤：H P - 2 0 ( フジインコーポレーテッド社製商品名 ) ( p H = 1 0 . 5 )

供給量：5 L / m i n

研磨代：1 0  $\mu$  m。

## 【 0 1 4 6 】

このような研磨装置及び研磨条件を用い、研磨した結果、ウェーハの平坦度は（S F Q R m a x ; 2 m m 除外）は 0 . 1 0  $\mu$  m であった。またナノトポロジー評価で占有率が 0 % となる凹凸の高さは 2 0 n m と良好であった。S B I R m a x も 0 . 1 4  $\mu$  m と良好であった。

10

20

30

40

50

## 【産業上の利用可能性】

## 【0147】

以上のように本発明によれば、研磨技術で最も困難であったウェーハ外周部のダレを制御、特にエッジ2mm以下を含めた平坦度、特に周辺3mmより内側に平坦度の変曲点を持たないウェーハ、特に近年要求されているナノトポロジを良くしたウェーハ、即ち、平坦度及びナノトポロジの良好なウェーハが製造できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0148】

【図1】本発明に係るウェーハの製造方法の第1の実施の形態における工程順の一例を示すフローチャートで、(a)はウェーハの製造工程及び(b)はポリッシング工程における手順を示すものである。

10

【図2】実施例1における研磨終了後のウェーハ表面の平坦度を示すマップである。

【図3】比較例1における研磨終了後のウェーハ表面の平坦度を示すマップである。

【図4】比較例2における研磨終了後のウェーハ表面の平坦度を示すマップである。

【図5】実施例1、比較例1及び2における研磨終了後のウェーハの周辺部の断面形状(ウェーハ端面からの距離と厚さの変化との関係)を示すグラフである。

【図6】実施例1、比較例1及び2における研磨終了後のウェーハのPV値とその占有率の関係を示すグラフである。

【図7】本発明のウェーハの製造方法の第1の実施の形態における工程順の一例を示す模式図である。

20

【図8】比較例1におけるウェーハの製造の工程順を示す模式図である。

【図9】比較例2におけるウェーハの製造の工程順を示す模式図である。

【図10】本発明に係るウェーハの製造方法の第2の実施の形態における工程順の一例を示すフローチャートで、(a)はウェーハの製造工程及び(b)はポリッシング工程における手順を示すものである。

【図11】本発明に係るウェーハの製造装置の一つの実施の形態を示す平面概略説明図である。

【図12】図11の要部を示す側面的概略拡大説明図である。

【図13】本発明に係るウェーハの製造装置の他の実施の形態を示す平面概略説明図である。

30

【図14】片面研磨装置の一例を示す側面説明図である。

【図15】両面研磨装置の一例を示す要部の摘示断面説明図である。

【図16】裏面研磨で使用される研磨装置の一例を示す要部の摘示断面説明図である。

【図17】テンプレート方式によるウェーハ研磨装置の一例を示す要部の摘示断面説明図である。

【図18】従来のウェーハ製造方法の工程順の一例を示すフローチャートで、(a)はウェーハの製造工程及び(b)はポリッシング工程における手順を示すものである。

## 【符号の説明】

## 【0149】

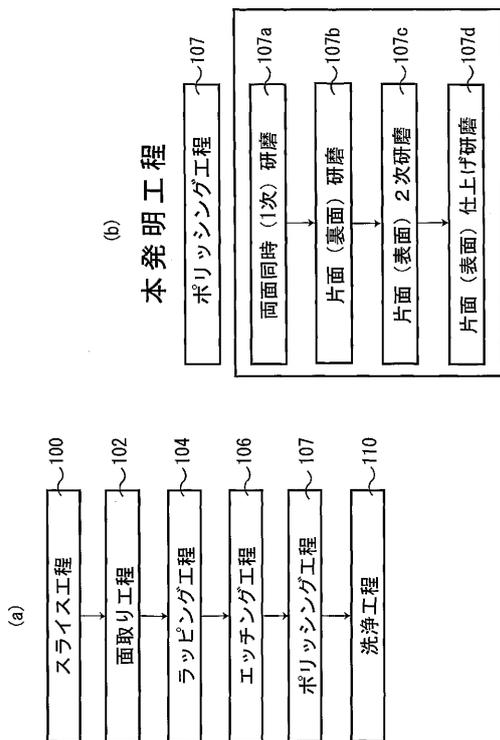
100：スライス工程、102：面取り工程、104：ラッピング工程、106：エッチング工程、107：ポリッシング工程、107a：研磨ステップ、107a：両面同時(1次)研磨、107b：片面(裏面)研磨、107c：片面(表面)2次研磨、107d：片面(表面)仕上げ研磨、108：ポリッシング工程、108A：ワックスフリー研磨ステップ、108B：両面研磨ステップ、110：洗浄工程、150：研磨装置、152：研磨用ウェーハ保持盤、154：ウェーハ保持面、156：貫通孔、158：ウェーハ保持盤本体、160：パキユーム路、162：樹脂被膜、164：回転軸、166：研磨ヘッド、170：加圧空間、172：弾性支持部、200：ウェーハ片面研磨装置、202：研磨布、204：回転軸、206：定盤、208：ウェーハ保持ヘッド、210：ヘッド駆動機構、212：スラリー供給装置、214：スラリー、220：両面研磨装置、222：下定盤、224：上定盤、226：下研磨布、228：上研磨布、230：キ

40

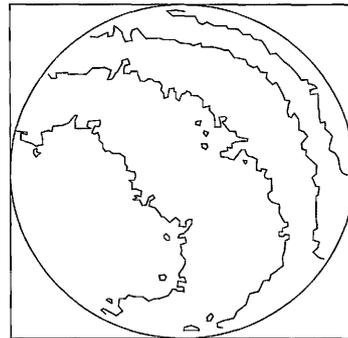
50

ャリア、232：キャリアホール、240：ウェーハ保持ヘッド、240：研磨装置、242：テンプレート、244：嵌合穴、246：ヘッド、248：上定盤、250：パッキングパッド、307：ポリッシング工程、307a：表面基準研磨方式による表面（片面）1次研磨ステップ、307b：片面（裏面）研磨ステップ、307c：片面（表面）2次研磨ステップ、307d：片面（表面）仕上げ研磨ステップ、400：研磨装置、401, 402, 403, 404, 502, 503, 504：研磨部、405, 408, 506, 409, 510, 511, 516, 517, 523, 524：搬送アーム、406：ウェーハ反転装置、407：反転装置、411：定盤、412：研磨布、413：スラリー供給装置、414：スラリー、415：研磨ヘッド、500：研磨装置、501：ローダー部、501a, 505a, 509, 512, 515, 518, 522, 525：ステージ、505：アンローダー部、507, 513, 520, 521：研磨ステージ、507a, 513a, 520a：研磨ヘッド、507b, 508b, 513b, 514b, 520b, 521b：研磨機ローダー、519, 526：洗浄ユニット、A1, A2, B1, B2, A3, B3：研磨ステップ、B：裏面、C：アスカーゴム硬度計、D：吸着痕、E：外周ダレ、e：ダレ、M：変曲点、W：ウェーハ。

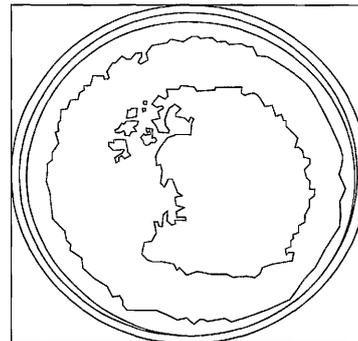
【図1】  
図1



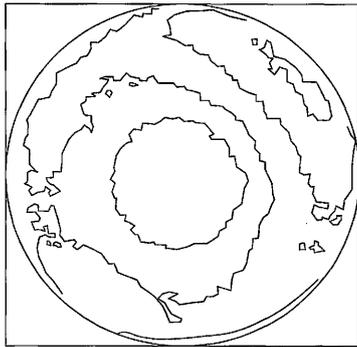
【図2】  
図2



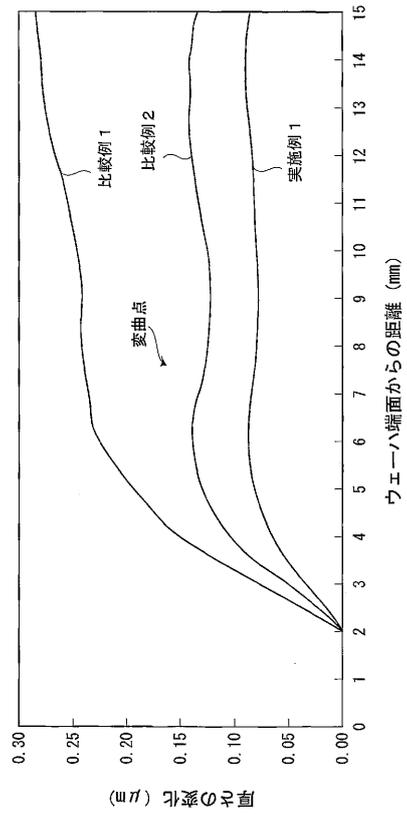
【図3】  
図3



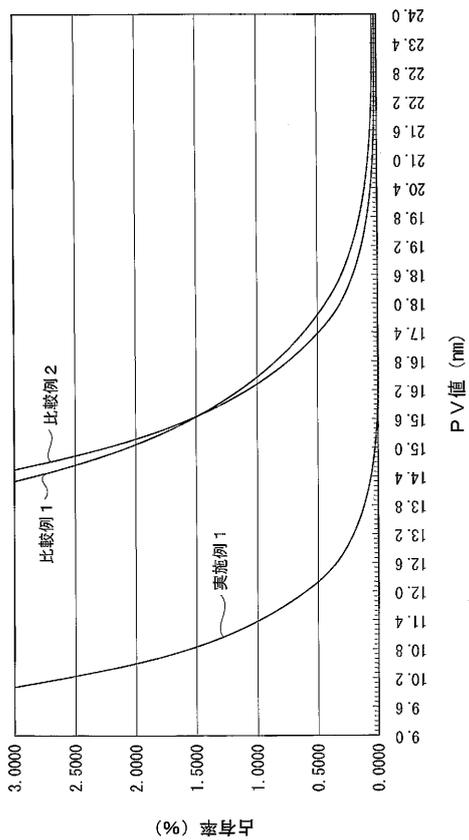
【図4】  
図4



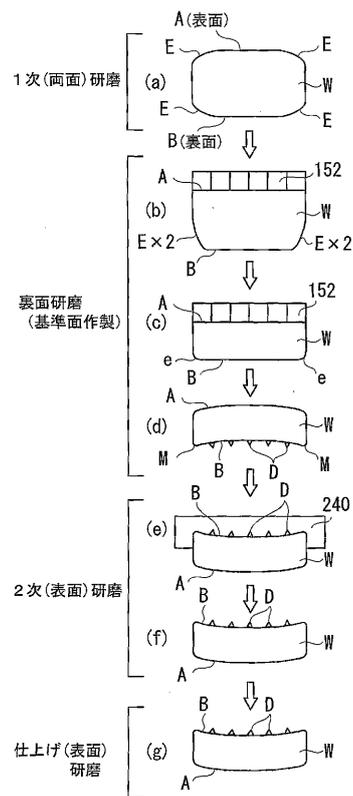
【図5】  
図5



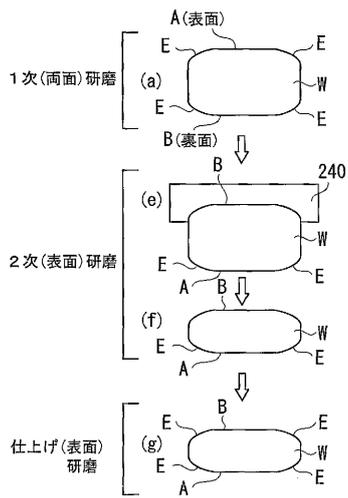
【図6】  
図6



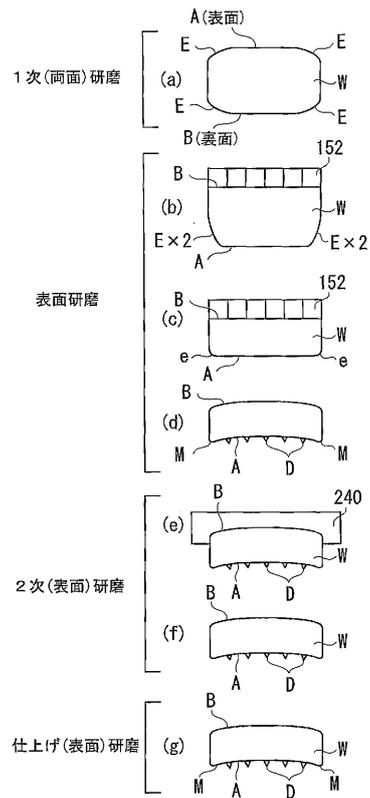
【図7】  
図7



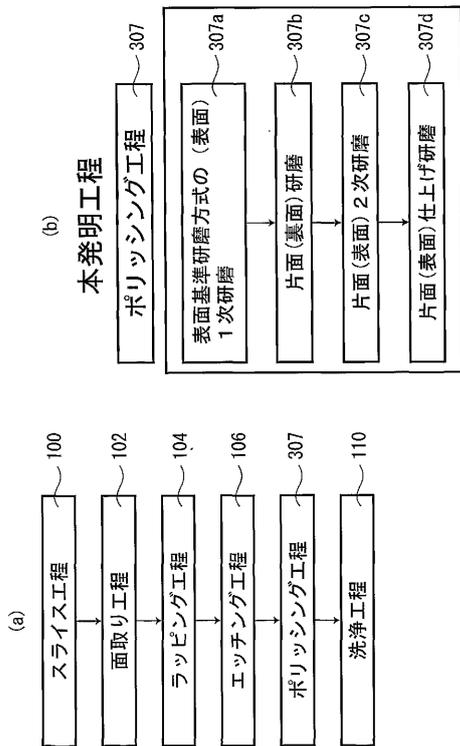
【 図 8 】  
図 8



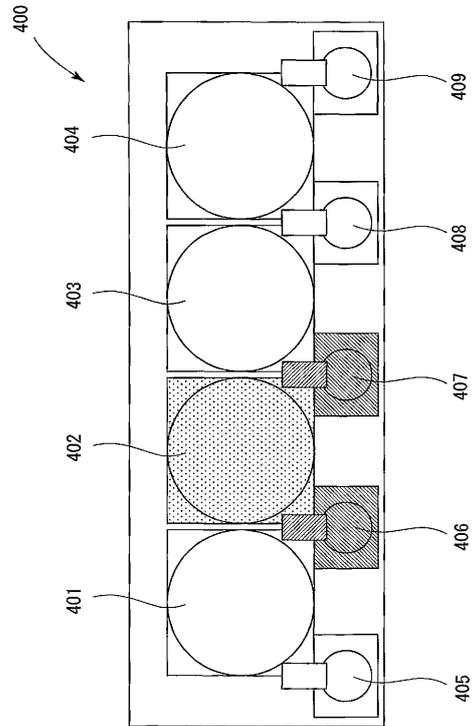
【 図 9 】  
図 9



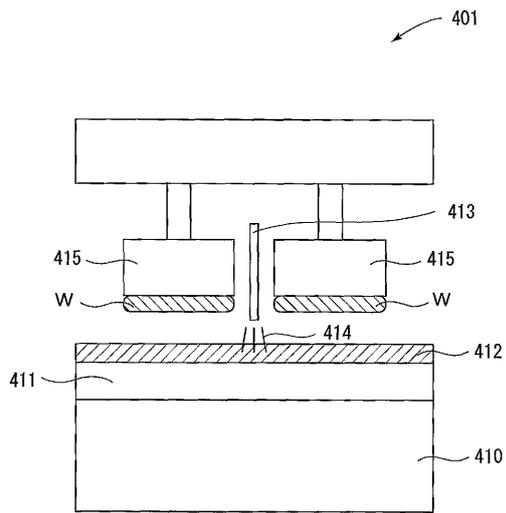
【 図 10 】  
図 10



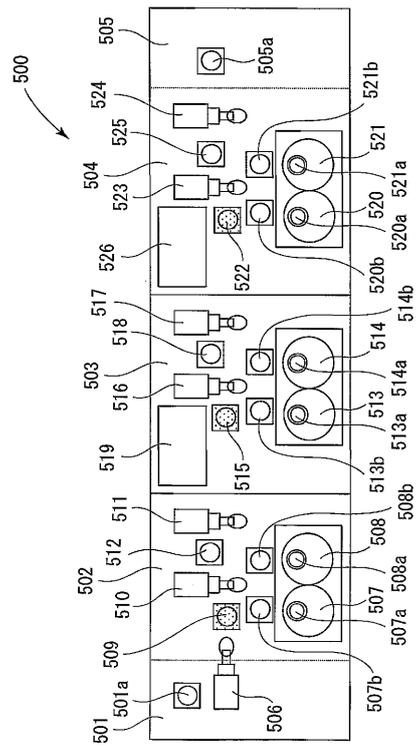
【 図 11 】  
図 11



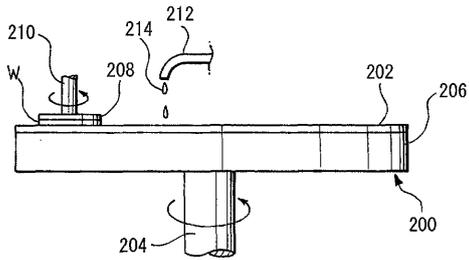
【 1 2 】  
图 1 2



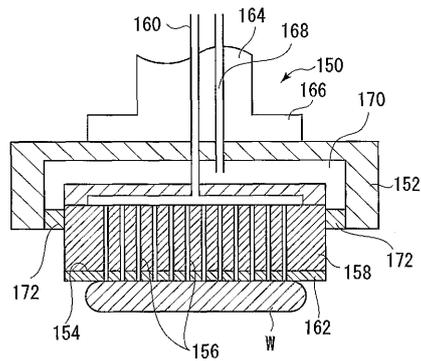
【 1 3 】  
图 1 3



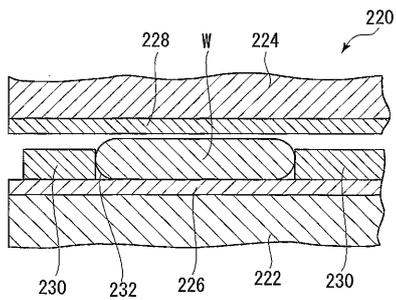
【 1 4 】  
图 1 4



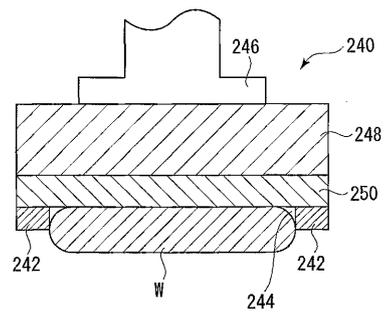
【 1 6 】  
图 1 6



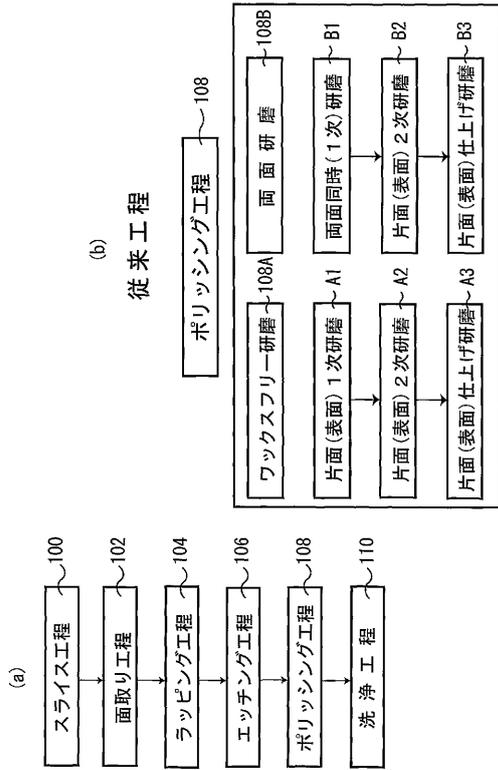
【 1 5 】  
图 1 5



【 1 7 】  
图 1 7



【図18】  
18



---

フロントページの続き

合議体

審判長 千葉 成就

審判官 豊原 邦雄

審判官 福島 和幸

- (56)参考文献 特開平10 - 55990 (JP, A)  
特開平9 - 97775 (JP, A)  
特開平11 - 176778 (JP, A)  
特開平9 - 262762 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

B24B 7/00