

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5535687号
(P5535687)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 4 B

H O 1 L 21/304 6 4 4 C

H O 1 L 21/304 6 4 4 G

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-43784 (P2010-43784)
 (22) 出願日 平成22年3月1日(2010.3.1)
 (65) 公開番号 特開2011-181644 (P2011-181644A)
 (43) 公開日 平成23年9月15日(2011.9.15)
 審査請求日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(73) 特許権者 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町11番1号
 (74) 代理人 100091498
 弁理士 渡邊 勇
 (74) 代理人 100093942
 弁理士 小杉 良二
 (74) 代理人 100118500
 弁理士 廣澤 哲也
 (72) 発明者 王 新明
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
 社 荏原製作所内
 (72) 発明者 及川 文利
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
 社 荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板洗浄方法及び基板洗浄装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に前記洗浄部材の軸線方向に対し直交する方向において所定の接触幅で接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄方法であって、

前記洗浄部材によるスクラブ洗浄中に、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置の近傍で、前記洗浄部材を基板の被洗浄面と平行に前記接触幅の1.6倍以内の移動幅の範囲内で往復移動させることを特徴とする基板洗浄方法。

【請求項2】

前記洗浄部材の移動速度を、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置を該洗浄部材が最も速い速度で通過するように制御することを特徴とする請求項1記載の基板洗浄方法。

【請求項3】

前記洗浄部材の移動速度を、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置から該洗浄部材が離れる距離に反比例し、最大移動速度と最小移動速度の比が3~1.1となるように制御することを特徴とする請求項1または2記載の基板洗浄方法。

【請求項4】

ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄方法であって、

前記洗浄部材を複数の洗浄位置にそれぞれ所定時間停滞させてスクラブ洗浄を行い、

10

20

前記複数の洗浄位置の内の少なくとも1つの洗浄位置は、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から離れた位置に前記洗浄部材が位置するオフセット洗浄位置であることを特徴とする基板洗浄方法。

【請求項5】

前記オフセット洗浄位置を複数有し、前記洗浄部材が前記各オフセット洗浄位置に停滞する滞在時間が各オフセット洗浄位置と基板の回転中心線との距離に比例することを特徴とする請求項4記載の基板洗浄方法。

【請求項6】

前記洗浄部材の外周面には、基板の被洗浄面に接触する複数のノジュールが、前記洗浄部材の中心部から外方に向かうに従って、分布が密となるように配置されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の基板洗浄方法。

10

【請求項7】

ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に前記洗浄部材の軸線方向に対し直交する方向において所定の接触幅で接触させてスクラブ洗浄する洗浄装置であって、

前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から前記接触幅の0.14~0.5倍離れたオフセット洗浄位置に該洗浄部材を移動させストッパを介して停止させる移動機構と、

前記ストッパの位置を調整するストッパ位置調整部を有することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項8】

ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に前記洗浄部材の軸線方向に対し直交する方向において所定の接触幅で接触させてスクラブ洗浄する洗浄装置であって、

前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置の近傍で、前記洗浄部材を基板の被洗浄面と平行に前記接触幅の1.6倍以内の移動幅の範囲内で往復移動させる往復移動機構を有することを特徴とする基板洗浄装置。

20

【請求項9】

前記往復移動機構は、前記洗浄部材の移動速度を制御する制御部を有することを特徴とする請求項8記載の基板洗浄装置。

【請求項10】

前記往復移動機構は、枢軸を介して一端を回転自在に支承した前記洗浄部材を、該枢軸を中心に揺動させるように構成されていることを特徴とする請求項8または9記載の基板洗浄装置。

30

【請求項11】

ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄装置であって、

前記洗浄部材を、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線と互いに交わる位置に該洗浄部材が位置する洗浄位置と、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から離れた位置に該洗浄部材が位置する、少なくとも1つのオフセット洗浄位置との間を往復移動させて各洗浄位置に所定時間停滞させる往復移動機構を有することを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項12】

前記往復移動機構は、前記洗浄部材を前記各洗浄位置に位置決めして停止させる、位置調整可能なストッパを有することを特徴とする請求項11記載の基板洗浄装置。

40

【請求項13】

前記オフセット洗浄位置は複数設けられ、各オフセット洗浄位置に前記洗浄部材が停滞する滞在時間を、各オフセット洗浄位置と基板の回転中心線との距離に比例するように制御することを特徴とする請求項11または12記載の基板洗浄装置。

【請求項14】

前記洗浄部材の外周面には、基板の被洗浄面に接触する複数のノジュールが、前記洗浄部材の中心部から外方に向かうに従って、分布が密となるように配置されていることを特徴とする請求項7乃至13のいずれかに記載の基板洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転中の基板の被洗浄面にロールブラシやロールスポンジ等のロール状洗浄部材を接触させて被洗浄面をロール状洗浄部材でスクラブ洗浄する基板洗浄方法及び基板洗浄装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの高集積化が益々進む中、製品の高い歩留まりを実現するため、基板の全表面（表面及び/または裏面）を高度に洗浄する洗浄技術の開発が強く要求されている。例えば、絶縁膜の平坦化、STI（Shallow Trench Isolation）、Wプラグの形成、銅多層配線の形成等のために行われるCMP工程では、研磨処理後の基板表面に残留する残留物を有効に除去するために、接触式のスクラブ洗浄が広く採用されている。一方、デバイスの寸法が微細になると、研磨処理後に露出した金属配線等が薬液のエッチング力や機械力を受けて化学腐食や電気化学腐食を起こすことがあり、デバイスの信頼性に大きな悪影響を及ぼすと懸念されている。このため、基板の表面（被洗浄面）に残留する残留物を有効に除去でき、かつデバイスに与える悪影響を最小限に抑制できるようにした適切な洗浄技術の開発が望まれている。

10

【0003】

CMP装置は、一般に、半導体ウェーハ等の基板とロールブラシやロールスポンジ等のロール状洗浄部材を共に回転させながら、基板の被洗浄面に洗浄部材を所定の圧力で接触させて被洗浄面を洗浄部材でスクラブ洗浄するように構成されている。スクラブ洗浄は、一般に、洗浄部材の軸線を通る線（軸線）と基板の回転中心を通る線（回転中心線）とが互いに直交する位置に洗浄部材を配置して行われる（特許文献1, 2参照）。

20

【0004】

しかし、ロールブラシやロールスポンジ等のロール状洗浄部材を該洗浄部材の軸線が基板の回転中心線と互いに直交する位置に配置して、例えば基板表面（被洗浄面）のスクラブ洗浄を行うと、基板の中心部では洗浄部材と基板表面との接触密度が高く、基板の周辺部では洗浄部材と基板表面との接触密度が低くなる。その結果、接触密度の差による基板表面の全面における洗浄強度の不均一が生じ、要求される洗浄性能を満たすことが困難となり、基板表面に局部的に配線腐食等が発生することを防止する上でも不利となる。

30

【0005】

図1及び図2は、ロール状洗浄部材としてロールブラシを用いた、従来の基板洗浄装置の概要を示す。図1及び図2に示すように、この基板洗浄装置には、基板Wの表面（上面）側に位置して、基板Wの表面に接触して該表面にスクラブ洗浄する上部ロールブラシ（ロール状洗浄部材）10と、基板Wの表面に洗浄液を供給する上部洗浄液供給ノズル12が備えられている。また、基板Wの裏面（下面）側に位置して、基板Wの裏面に接触して該裏面にスクラブ洗浄する下部ロールブラシ（ロール状洗浄部材）14と、基板Wの裏面に洗浄液を供給する下部洗浄液供給ノズル16が備えられている。

【0006】

上部ロールブラシ10及び下部ロールブラシ14として、図3に詳細に示すように、外周面に円柱状の多数のノジュール（突起）18aが設けられ、このノジュール18aの突出端面が基板Wの被洗浄面との接触面（接触幅：Li）となるロールブラシ18が用いられている。

40

【0007】

上部ロールブラシ10は、該ロールブラシ10の軸線を通る線（軸線）O₁が基板Wの回転中心を通る線（回転中心線）O₂と互いに直交する位置に配置されている。そして、上部洗浄液供給ノズル12から基板Wの表面に洗浄液を供給しながら上部ロールブラシ10を基板Wの表面に所定の圧力で接触させ、同時に、軸線O₁を中心に上部ロールブラシ10を、回転中心線O₂を中心に基板Wをそれぞれ回転（自転）させることで、基板Wの表面をスクラブ洗浄するように構成されている。

50

【 0 0 0 8 】

同様に、下部ロールブラシ 14 は、該ロールブラシ 14 の軸心を通る線（軸線） O_3 が基板 W の回転中心を通る線（回転中心線） O_2 と互いに直交する位置に配置されている。そして、下部洗浄液供給ノズル 16 から基板 W の裏面に洗浄液を供給しながら下部ロールブラシ 14 を基板 W の裏面に所定の圧力で接触させ、同時に、軸線 O_3 を中心に下部ロールブラシ 14 を、回転中心線 O_2 を中心に基板 W をそれぞれ回転（自転）させることで、基板 W の裏面をスクラブ洗浄するように構成されている。

【 0 0 0 9 】

この例の場合、基板 W の表面と裏面は、同一条件で洗浄されるので、以下、上部ロールブラシ 10 として、図 3 に示すロールブラシ 18 を使用して基板 W の表面を洗浄する場合

10

【 0 0 1 0 】

基板 W の表面の各点をロールブラシ 18 のノジュール 18 a が通過する時の単位時間あたりの擦り長さを算出し、基板 W の表面の円周方向に沿った位置（半径 r ）の平均値を洗浄強度 R_c （ m/s ）とすると、この洗浄強度 R_c によって、基板 W の全表面における洗浄均一性を評価できると考えられる。この基板 W の表面の半径 r における洗浄強度 R_c は、下記の式で表される、

【 0 0 1 1 】

【数 1】

$$R_c = \frac{nLi}{R_r} V_{rw}$$

20

【 0 0 1 2 】

ここに、 n は、ロールブラシの円周方向に沿って該ロールブラシに設けられているノジュールの数、 L_i は、ロールブラシの接触幅（この例の場合、図 3 に示すように、ノジュール 18 a の直径）、 R_r は、ロールブラシの半径、 V_{rw} は、円周方向に沿ったノジュールの表面と基板の表面との相対速度の平均値であり、下記の式で求められる。

【数 2】

$$V_{rw} = \frac{1}{2\pi r} \int_0^{2\pi} |\overline{V}_{rw}(\theta)| r d\theta$$

30

ここに、 V_{rw} （ ）は、円周方向各位置で、下記の式で求められる。

【 0 0 1 3 】

【数 3】

$$\overline{V}_{rw(\theta)} = \begin{cases} 0 & \text{ノジュールと基板との非接触領域} \\ \overline{V}_r - \overline{V}_w & \text{ノジュールと基板との接触領域} \end{cases}$$

40

ここに、 V_r は、ノジュールの表面の速度ベクトル、 V_w は、基板表面（被洗浄面）の速度ベクトルである。

【 0 0 1 4 】

図 4 に、ロールブラシ 18（上部ロールブラシ 10）の回転速度を 100 rpm の一定となし、基板 W の回転速度を、それぞれ 50 rpm、100 rpm 及び 200 rpm と変更して、基板 W の表面をロールブラシ 18 で洗浄した時における洗浄強度 R_c と基板の半

50

径 r との関係を示す。図 4 から、何れの洗浄条件においても、基板 W の中心近傍領域に洗浄強度 R_c の高いピークが見られ、ピークの高さは、洗浄強度 R_c の平坦値（洗浄強度 R_c がほぼ一定になる値）の 6 ~ 30 倍になり、洗浄強度 R_c のピーク領域の範囲は、基板 W の半径約 25 mm 以内であることが判る。これは、洗浄強度 R_c を洗浄強度 R_c の平坦値に合わせて基板 W の表面の洗浄を行うと、基板 W の表面の半径約 25 mm 以内の領域に洗浄強度が集中して配線腐食が発生しうることを示唆している。

【0015】

また、ロールブラシ 18 のノジュール 18 a の直径（接触幅： L_i ）を 3 mm、6 mm、10 mm 及び 15 mm に変化させて洗浄する時の、洗浄強度 R_c と基板の半径 r との関係を算出した時の結果を図 5 に示す。図 5 から、何れの条件においても、洗浄集中領域が基板の中心部近傍に存在するが、接触幅の減少に従って、洗浄強度 R_c のピークの高さとピークの幅は小さくなることが判る。表 1 に洗浄強度 R_c が該洗浄強度 R_c の平坦値より 20% 上昇する時の基板 W の半径位置と接触幅の関係を示す。表 1 から、実用的な接触幅の範囲（例えば 3 ~ 10 mm）では、洗浄強度 R_c が該洗浄強度 R_c の平坦値より 20% 以上上昇する時の基板 W の半径位置と接触幅との比（ r / L_i ）は、8 倍以内程度であることが判る。

【0016】

【表 1】

接触幅 L_i (mm)	3	6	10	15
平坦値120%での半径(mm)	25	25	25	30

【0017】

ロール状洗浄部材によって基板の表面（被洗浄面）を洗浄する時に基板の全表面に亘る洗浄が不均一となるのを緩和するために、ロールブラシやロールスポンジ等のロール状洗浄部材の形状に改良を加えること、例えば、ロールブラシの外周面に、密度や面積がロールブラシの長手方向に沿って異なるように突起（ノジュール）を形成したり（特許文献 3 参照）、ロールブラシの外径を変化させたりする（特許文献 4 参照）ことなどが種々提案されている。しかし、何れの提案でも、ロールブラシそのものを、基板との相対位置が変化しないように研磨装置に取り付けているため、ロールブラシや基板の回転条件によって、洗浄強度の被洗浄面上の分布を任意に調整できないと考えられる。

【0018】

基板を該基板の回転（自転）に伴って水平面内でロール状洗浄部材と平行に往復移動させるようにした洗浄装置（引用文献 5 参照）が提案されている。更に、上部ロールブラシと下部ロールブラシとを、その軸線を基板の回転中心線に対して平行かつ該回転中心線と直交する方向にずらして配置するようにした洗浄装置（引用文献 6 参照）が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【特許文献 1】特許第 4023907 号明細書

【特許文献 2】特許第 3854085 号明細書

【特許文献 3】特開 2001-358110 号公報

【特許文献 4】米国特許第 7185384 号明細書

【特許文献 5】特開 2000-77379 号公報

【特許文献6】特許第2887095号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

しかしながら、引用文献1～6に記載の洗浄装置は、ノジュールとの接触幅及び接触頻度を考慮して、基板の被洗浄面の半径方向に沿った各位置（領域）における洗浄強度を考慮したものではない。このため、たとえ基板の表面（被洗浄面）をロール状洗浄部材と平行に往復移動させながら基板の被洗浄面を洗浄したり、更には、上部ロールブラシと下部ロールブラシとを、その軸線を基板の回転中心線に対して平行かつ該回転中心線と直交する方向にずらして配置したとしても、基板の被洗浄面の全面をより均一な洗浄強度でスクラブ洗浄することは困難であると考えられる。

10

【0021】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、基板の被洗浄面の半径方向に沿った各位置（領域）における洗浄強度を考慮して、基板の全被洗浄面をより均一な洗浄強度でスクラブ洗浄することができるようにした基板洗浄方法及び基板洗浄装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明の一参考例は、ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に所定の接触幅で接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄方法であって、前記洗浄部材によるスクラブ洗浄中の全過程の少なくとも一部において、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から前記接触幅の0.14～0.5倍離れたオフセット洗浄位置に該洗浄部材を配置してスクラブ洗浄を行うことを特徴とする基板洗浄方法である。

20

【0023】

このように、スクラブ洗浄中の全過程の少なくとも一部において、オフセット洗浄位置にロール状洗浄部材を配置してスクラブ洗浄を行うことで、基板の被洗浄面の中心部が集中して洗浄されることを緩和し、しかも、オフセット洗浄位置を、洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から接触幅の0.14～0.5倍離れた位置とすることで、基板の被洗浄面の中心部が洗浄されなくなることを防止することができる。

【0024】

30

本発明の一態様は、ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に前記洗浄部材の軸線方向に対し直交する方向において所定の接触幅で接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄方法であって、前記洗浄部材によるスクラブ洗浄中に、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置の近傍で、前記洗浄部材を基板の被洗浄面と平行に前記接触幅の1.6倍以内の移動幅の範囲内で往復移動させることを特徴とする基板洗浄方法である。

【0025】

このように、洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置の近傍で、洗浄部材を基板の被洗浄面と平行に接触幅の1.6倍以内の移動幅の範囲内で往復移動させてスクラブ洗浄を行うことで、基板の被洗浄面の各領域における洗浄強度が該洗浄強度の平坦値より20%以上上昇することを抑制することができる。

40

【0026】

本発明の好ましい態様は、前記洗浄部材の移動速度を、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置を該洗浄部材が最も速い速度で通過するように制御することを特徴とする。

【0027】

これにより、洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置及び該位置の近傍を洗浄部材が通過する時間を短くして、基板の被洗浄面を該被洗浄面の全面に亘ってより均一に洗浄することができる。

【0028】

50

本発明の好ましい態様は、前記洗浄部材の移動速度を、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置から該洗浄部材が離れる距離に反比例し、最大移動速度と最小移動速度の比が3～11となるように制御することを特徴とする。

これにより、洗浄部材の移動速度に依存して変化する洗浄強度を基板の全被洗浄面に亘ってより均一にすることができる。

【0029】

本発明の他の態様は、ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄方法であって、前記洗浄部材を複数の洗浄位置にそれぞれ所定時間停滞させてスクラブ洗浄を行い、前記複数の洗浄位置の内の少なくとも1つの洗浄位置は、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から離れた位置に前記洗浄部材が位置するオフセット洗浄位置であることを特徴とする基板洗浄方法である。

10

【0030】

このように、洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から離れたオフセット洗浄位置に洗浄部材を位置させて洗浄することで、基板の中心部に洗浄強度が集中することを緩和することができる。

【0031】

本発明の好ましい態様は、前記オフセット洗浄位置を複数有し、前記洗浄部材が前記各オフセット洗浄位置に停滞する滞在時間が各オフセット洗浄位置と基板の回転中心線との距離に比例することを特徴とする。

これにより、基板の被洗浄面を該被洗浄面の全面に亘ってより均一に洗浄することができる。

20

【0032】

本発明の好ましい態様は、前記洗浄部材の外周面には、基板の被洗浄面に接触する複数のノジュールが、前記洗浄部材の中心部から外方に向かうに従って、分布が密となるように配置されていることを特徴とする。

これによって、基板の中心部に洗浄強度が集中することを、洗浄部材自体によって緩和することができる。

【0033】

本発明の他の態様は、ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に前記洗浄部材の軸線方向に対し直交する方向において所定の接触幅で接触させてスクラブ洗浄する洗浄装置であって、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から前記接触幅の0.14～0.5倍離れたオフセット洗浄位置に該洗浄部材を移動させストッパを介して停止させる移動機構と、前記ストッパの位置を調整するストッパ位置調整部を有することを特徴とする基板洗浄装置である。

30

【0034】

これにより、洗浄部材の停止位置をストッパによって機械的に規制することで再現性を良くし、しかもストッパ位置調整部によって、ストッパの位置を容易かつ迅速に調整することができる。

【0035】

本発明の他の態様は、ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に前記洗浄部材の軸線方向に対し直交する方向において所定の接触幅で接触させてスクラブ洗浄する洗浄装置であって、前記洗浄部材の軸線と基板の回転中心線とが互いに交わる位置の近傍で、前記洗浄部材を基板の被洗浄面と平行に前記接触幅の1.6倍以内の移動幅の範囲内で往復移動させる往復移動機構を有することを特徴とする基板洗浄装置である。

40

【0036】

本発明の好ましい態様は、前記往復移動機構は、前記洗浄部材の移動速度を制御する制御部を有することを特徴とする。

【0037】

本発明の好ましい態様は、前記往復移動機構は、枢軸を介して一端を回転自在に支承した前記洗浄部材を、該枢軸を中心に揺動させるように構成されていることを特徴とする。

50

【0038】

これにより、洗浄部材の基端のみに駆動機構を設けて、構造の簡単化を図ることができる。しかも、洗浄強度が基板の被洗浄面の中心部で弱く、外周部で弱くなるように、洗浄部材の自由端側の押付け圧力を調整することができる。

【0039】

本発明の他の態様は、ロール状洗浄部材の外周面を回転中の基板の被洗浄面に接触させて該被洗浄面をスクラブ洗浄する基板洗浄装置であって、前記洗浄部材を、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線と互いに交わる位置に該洗浄部材が位置する洗浄位置と、前記洗浄部材の軸線が基板の回転中心線から離れた位置に該洗浄部材が位置する、少なくとも1つのオフセット洗浄位置との間を往復移動させて各洗浄位置に所定時間停滞させる往復移動機構を有することを特徴とする基板洗浄装置である。

10

【0040】

本発明の好ましい態様は、前記往復移動機構は、前記洗浄部材を前記各洗浄位置に位置決めして停止させる、位置調整可能なストッパを有することを特徴とする。

これにより、洗浄部材の停止位置をストッパによって機械的に規制することで再現性を良くし、しかもストッパの位置を容易かつ迅速に調整することができる。

【0041】

本発明の好ましい態様は、前記オフセット洗浄位置は複数設けられ、各オフセット洗浄位置に前記洗浄部材が停滞する滞在時間を、各オフセット洗浄位置と基板の回転中心線との距離に比例するように制御することを特徴とする。

20

【0042】

本発明の好ましい態様は、前記洗浄部材の外周面には、基板の被洗浄面に接触する複数のノジュールが、前記洗浄部材の中心部から外方に向かうに従って、分布が密となるように配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0043】

本発明によれば、ロール状洗浄部材と基板の被接触面との接触密度を調整して洗浄強度を該被接触面の全面に亘って均等化させ、これによって、基板の中心部近傍に洗浄強度が集中して局部配線の腐食や表面荒れ等が生じることを防止しつつ、洗浄効率を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】従来の基板洗浄装置の概要を示す平面図である。

【図2】従来の基板洗浄装置の概要を示す縦断正面図である。

【図3】従来の基板洗浄装置及び本発明の各実施形態の基板洗浄装置にロール状洗浄部材として使用されるロールブラシと基板の被洗浄面とを示す要部拡大断面図である。

【図4】図1及び図2に示す基板洗浄装置を使用し、ロールブラシの回転速度を一定となし、基板の回転速度を50rpm、100rpm及び200rpmと変更して、基板の表面をロールブラシで洗浄した時における洗浄強度と基板の半径との関係を示すグラフである。

40

【図5】図1及び図2に示す基板洗浄装置を使用し、ロールブラシと基板の表面との接触幅を3mm、6mm、10mm及び15mmに変化させて洗浄する時の洗浄強度と基板の半径との関係を示すグラフである。

【図6】本発明の実施形態の基板洗浄装置を示す平面図である。

【図7】本発明の実施形態の基板洗浄装置を示す斜視図である。

【図8】本発明の実施形態の基板洗浄装置を示す縦断正面図である。

【図9】本発明の実施形態の基板洗浄装置を示す縦断側面図である。

【図10】図6乃至図9に示す基板洗浄装置における上部ロールブラシと基板との関係を示す平面図である。

【図11】図6乃至図9に示す基板洗浄装置を使用し、上部ロールブラシの軸線の基板の

50

回転中心線からのオフセット量と接触幅との比を $0, 0.27, 0.68, 1.37$ 及び 2.74 に変化させて基板の表面の洗浄する時における洗浄強度と基板の半径との関係を示すグラフである。

【図 1 2】本発明の他の実施形態の基板洗浄装置を示す平面図である。

【図 1 3】本発明の他の実施形態の基板洗浄装置を示す斜視図である。

【図 1 4】本発明の他の実施形態の基板洗浄装置を示す縦断正面図である。

【図 1 5】図 1 2 乃至図 1 4 に示す基板洗浄装置における上部ロールブラシと基板との第 1 の関係を示す平面図である。

【図 1 6】図 1 2 乃至図 1 4 に示す基板洗浄装置を使用し、それぞれの洗浄位置（3 位置）に上部ロールブラシを等時間停滞させて基板の表面を洗浄する場合（等配分）と、上部
10
ロールブラシを停滞させる時間を変化させて基板の表面を洗浄する場合（分布配分）における洗浄強度と基板の半径との関係を示すグラフである。

【図 1 7】図 1 2 乃至図 1 4 に示す基板洗浄装置を使用し、それぞれの洗浄位置（2 位置）に上部ロールブラシを等時間停滞させて基板の表面を洗浄する場合（等配分）と、上部
10
ロールブラシを停滞させる時間を変化させて基板の表面を洗浄する場合（分布配分）における洗浄強度と基板の半径との関係を示すグラフである。

【図 1 8】図 1 2 乃至図 1 4 に示す基板洗浄装置における上部ロールブラシと基板との第 2 の関係を示す平面図である。

【図 1 9】図 1 2 乃至図 1 4 に示す基板洗浄装置を使用し、移動係数の常数を、 $0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.0$ 及び 1.5 と変化させて基板の表面を洗浄する時の洗
20
浄強度と基板の半径との関係を示すグラフである。

【図 2 0】図 1 2 乃至図 1 4 に示す基板洗浄装置を使用し、移動係数の常数を、 $0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.0$ 及び 1.5 と変化させて基板の表面を洗浄する時の基板の回転中心から上部ロールブラシまでの距離（オフセット量）と速度係数比との関係を示すグラフである。

【図 2 1】本発明の更に他の実施形態の基板洗浄装置を示す平面図である。

【図 2 2】本発明の更に他の実施形態の基板洗浄装置を示す斜視図である。

【図 2 3】本発明の実施形態の基板洗浄装置における上部ロールブラシと基板との他の関係を示す平面図である。

【図 2 4】本発明の実施形態の基板洗浄装置における上部ロールブラシと基板との他の関係を示す縦断正面図である。
30

【図 2 5】本発明の実施形態の基板洗浄装置を備えた研磨装置の平面配置図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。なお、以下の各例では、ロール洗浄部材として、図 3 に示す、外周面に多数のノジュール（突起）18a を設けて該ノジュール 18a の突出端面を基板 W の被洗浄面と接触面（接触幅： L_i ）としたロールブラシ 18 を使用している。また、同一または相当する部材には、同一符号を付して重複した説明を省略する。

【0046】
40

図 6 乃至図 9 は、本発明の実施形態の基板洗浄装置 20a を示す。この基板洗浄装置 20a は、半導体ウェーハ等の基板 W の周縁部を挟持して該基板 W を水平に保持する複数（図示では計 4 個）の回転ローラ 22 を備えており、回転ローラ 22 で水平に保持された基板 W は、回転ローラ 22 の回転（自転）に伴って、基板 W の中心を回転中心として該回転中心を通る線（回転中心線） O_4 を中心に回転するようになっている。

【0047】

回転ローラ 22 で保持された基板 W の表面（上面）側に位置して、基板 W の表面に接触して該表面をスクラブ洗浄する上部ロールブラシ（ロール状洗浄部材）24 と、基板 W の表面に洗浄液を供給する上部洗浄液供給ノズル 26 が備えられている。この上部ロール
50
ブラシ 24 として、図 3 に示す、外周面に多数の円柱状のノジュール（突起）18a を設け

たロールブラシ 18 (接触幅: L_i) が使用されている。上部ロールブラシ 24 の回転軸 28 は、上部ロールブラシ 24 の軸心を通る線 (軸線) O_5 を中心に上部ロールブラシ 24 を回転 (自転) させる駆動モータ 30 に連結されている。

【0048】

回転ローラ 22 で保持された基板 W の側方に位置して、移動機構としての走行用シリンダ 32 と、この走行用シリンダ 32 の作動に伴って走行ガイド 34 をガイドとして上部ロールブラシ 24 の軸心 O_5 と水平面内で直交する方向に走行する走行体 36 が配置され、この走行体 36 の上面に昇降用シリンダ 38 が垂直に立設されている。そして、この昇降用シリンダ 38 の上方に延びるシリンダロッドの上端に上記駆動モータ 30 が連結されている。更に、走行ガイド 34 の走行方向に沿った所定位置には、走行体 36 の端面に当接して該走行体 36 の走行を停止させ、これによって、上部ロールブラシ 24 の回転ローラ 22 で保持された基板 W の該基板 W の回転中心線 O_4 と水平面で直交する方向の位置決めを行うストッパ 40 が配置されている。このストッパ 40 は、この例では、ボルト 42 の頭部で構成され、ボルト 42 の締め付け量を調整することで、ストッパ 40 の位置決めを行うようになっている。これにより、ボルト 42 によって、ストッパ 40 の位置を調整するストッパ位置調整部が構成されている。

【0049】

ストッパ 40 は、上部ロールブラシ 24 の軸心 O_5 が基板 W の回転中心線 O_4 から上記接触幅 L_i (図 3 参照) の $0.14 \sim 0.5$ 倍離れたオフセット洗浄位置に上部ロールブラシ 24 を停止させる位置に配置される。つまり、上部ロールブラシ 24 の軸心 O_5 が基板 W の回転中心線 O_4 からのオフセット量は、上記接触幅 L_i (図 3 参照) の $0.14 \sim 0.5$ 倍 ($= 0.14 \sim 0.5 L_i$) に設定されている。そして、ストッパ 40 の位置は、ボルト (ストッパ位置調整部) 42 によって、容易に調整される。

【0050】

回転ローラ 22 で保持された基板 W の裏面 (下面) 側に位置して、基板 W の裏面に接触して該裏面をスクラブ洗浄する下部ロールブラシ (ロール状洗浄部材) 50 と、基板 W の裏面に洗浄液を供給する下部洗浄液供給ノズル 52 が備えられている。この下部ロールブラシ 50 として、図 3 に示す、外周面に多数の円柱状のノジュール (突起) 18a を設けたロールブラシ 18 が使用されている。

【0051】

下部ロールブラシ 50 の回転軸 54 は従動プーリ 56 が、下部ロールブラシ 50 の下方に配置された駆動モータ 58 には駆動プーリ 60 はそれぞれ固定され、両プーリ 56, 60 間には、ベルト 62 が掛け渡されている。これによって、駆動モータ 58 の駆動に伴って、下部ロールブラシ 50 は、その軸心を通る線 (軸線) O_6 を中心に回転 (自転) するようになっている。更に、駆動モータ 58 の下方に位置して、該駆動モータ 58 及び下部ロールブラシ 50 を一体に昇降させる昇降用シリンダ 64 が配置されている。

【0052】

この例では、前述の上部ロールブラシ 24 と同様に、下部ロールブラシ 50 の軸心 O_6 が基板 W の回転中心線 O_4 からオフセット量 ($= 0.14 \sim 0.5 L_i$) だけ離れたオフセット洗浄位置に下部ロールブラシ 50 が位置してスクラブ洗浄を行うようになっている。

【0053】

なお、この例では、下部ロールブラシ 50 の軸心 O_6 が基板 W の回転中心線 O_4 からオフセット量 ($= 0.14 \sim 0.5 L_i$) だけ離れたオフセット洗浄位置に下部ロールブラシ 50 が位置してスクラブ洗浄を行うようになっているが、例えば基板 W の裏面の洗浄度がそれ程要求されない場合には、下部ロールブラシ 50 の軸心 O_6 が基板 W の回転中心線 O_4 と交わる位置に下部ロールブラシ 50 が位置するようにしてもよい。更に、前述の上部ロールブラシ 24 と同様に、下部ロールブラシ 50 を基板 W の回転中心線 O_4 と平面上で直交する方向に移動自在に構成し、ストッパ等を介して、下部ロールブラシ 50 の位置決めを行って、所定のスクラブ洗浄位置に停止させるように構成しても良い。

【 0 0 5 4 】

この例に基板洗浄装置 2 0 a よれば、まず回転ローラ 2 2 で基板 W を水平に保持する。一方、上部ロールブラシ 2 4 にとっては、走行用シリンダ 3 2 を作動して走行体 3 6 を走行させ該走行体 3 6 をストッパ 4 0 に当接させることで、上部ロールブラシ 2 4 の位置決めを行う。そして、回転ローラ 2 2 を回転（自転）させることで、基板 W をその中心の回転中心軸 O₄ を中心に、例えば 1 0 0 r p m 程度の回転速度で回転（自転）させる。

【 0 0 5 5 】

この状態で、基板 W の表面においては、上部洗浄液供給ノズル 2 6 から基板 W の表面（上面）に洗浄液を供給し、同時に、上部ロールブラシ 2 4 を、その軸心 O₅ を中心に回転させながら下降させて基板 W の表面に接触させ、これによって、該表面の上部ロール
10
ブラシ 2 4 によるスクラブ洗浄を行う。このスクラブ洗浄時、上部ロールブラシ 2 4 は、図 3 に示すように、上部ロールブラシ 2 4 として使用されるロールブラシ 1 8 に設けられているノジュール 1 8 a の上端面において、接触幅 L_i で基板 W の表面と接触する。

【 0 0 5 6 】

基板 W の裏面にあってもほぼ同様に、下部洗浄液供給ノズル 5 2 から基板 W の裏面（下面）に洗浄液を供給し、同時に、下部ロールブラシ 5 0 を、その軸心 O₆ を中心に回転させながら上昇させて基板 W の裏面に接触させ、これによって、該裏面の下部ロール
20
ブラシ 5 0 によるスクラブ洗浄を行う。

【 0 0 5 7 】

そして、スクラブ洗浄が終了した後、上部ロールブラシ 2 4 を上昇させ、下部ロール
20
ブラシ 5 0 を下降させた後、上部洗浄液供給ノズル 2 6 及び下部洗浄液供給ノズル 5 2 からの洗浄液の供給を停止し、更に回転ローラ 2 2、上部ロールブラシ 2 4 及び下部ロール
ブラシ 5 0 の回転を停止させる。

【 0 0 5 8 】

ここに、上部ロールブラシ 2 4 の軸線 O₅、更には下部ロールブラシ 5 0 の軸線 O₆ の
基板 W の回転中心線 O₄ からのオフセット量 を接触幅（この例では、ノジュール 1 8 a
の直径）L_i の 0 . 1 4 ~ 0 . 5 倍に設定している。これは、以下の理由による。

【 0 0 5 9 】

つまり、図 1 0 に示すように、上部ロールブラシ 2 4 の軸線 O₅ の基板 W の回転中心
30
線 O₄ からのオフセット量 h₁ と接触幅（ノジュールの直径）L_i（図 3 参照）との比（h₁ / L_i）を 0 , 0 . 2 7 , 0 . 6 8 , 1 . 3 7 及び 2 . 7 4 に変化させて上部ロール
ブラシ 2 4 で基板 W の表面の洗浄する時における前記洗浄強度 R_c と基板 W の半径 r との関
係を算出した結果を図 1 1 に示す。また、オフセット量 h₁ と接触幅 L_i との比（h₁ /
L_i）を、0 , 0 . 1 4 , 0 . 2 7 , 0 . 4 1 , 0 . 5 0 , 0 . 5 5 , 0 . 6 8 , 1 . 3
7 , 2 . 7 4 , 4 . 1 1 , 4 . 7 9 及び 5 . 4 8 に変化させて上部ロールブラシ 2 4 で基
板 W の表面の洗浄した時における前記洗浄強度 R_c の標準偏差の相対値（均一性）1 を
算出した結果を表 2 に示す。

【 0 0 6 0 】

【表 2】

h_1/L_i	0	0.14	0.27	0.41	0.50	0.55	0.68	1.37	2.74	4.11	4.79	5.48
均一性 1σ %	119	117	113	105	97	87	89	87	96	96	101	110

【 0 0 6 1 】

図 1 1 から、オフセット量 h₁ と接触幅 L_i の比（h₁ / L_i）が 0 . 5 以下（h₁ /
L_i < 0 . 5）の場合、基板の中心部の洗浄強度が集中する範囲は狭くなり、均一性 1
は小さくなり、オフセット量 h と接触幅 L_i の比（h₁ / L_i）を 0 . 5 以上（h₁ / L_i
40
i > 0 . 5）にすると、基板の中心部の洗浄強度が集中する特異点がなくなり、均一性 1
は更に小さくなるが、基板の中心部に洗浄が出来ない領域が現れることが判る。また、
50

表 2 から、オフセット量 h_1 と接触幅 L_i の比 (h_1 / L_i) を 0.14 以上 ($h_1 / L_i > 0.14$) とすることで、均一性 1 に対する効果が現れることが判る。従って、ロールブラシの位置を固定して洗浄する場合、オフセット量 h_1 と接触幅 L_i の比 (h_1 / L_i) は、0.14 以上 0.50 以下であることが望ましい。

【 0 0 6 2 】

図 1 2 乃至図 1 4 は、本発明の他の実施形態に係る基板洗浄装置 2 0 b を示す。この基板洗浄装置 2 0 b は、正逆回転及び回転速度が制御可能な走行用モータ 7 0 と、この走行用モータ 7 0 の出力軸と走行体 3 6 とを結ぶボールねじ等の直動機構 7 2 と、走行用モータ 7 0 を制御する制御部 7 4 によって構成されて、回転ローラ 2 2 で保持した基板 W の回転中心線 O_4 と水平面内で直交する方向に走行体 3 6 を上部ロールブラシ 2 4 と共に往復移動させる往復移動機構 7 6 を備えている。これによって、走行用モータ 7 0 の正転に伴って、走行体 3 6 は、上部ロールブラシ 2 4 と共に、例えば図 1 2 の右方向に移動し、走行用モータ 7 0 の逆転に伴って、走行体 3 6 は、上部ロールブラシ 2 4 と共に、例えば図 1 2 の左方向に移動する。走行体 3 6 の移動速度、停止位置及び停滞（停止）時間は、制御部 7 4 で走行用モータ 7 0 の回転速度及び回転方向を制御することで制御される。

10

【 0 0 6 3 】

この例では、上部ロールブラシ 2 4 の軸心 O_5 が基板 W の回転中心線 O_4 と交差する洗浄位置と、上部ロールブラシ 2 4 の軸心 O_5 が基板 W の回転中心線 O_4 からオフセット量だけオフセットしたオフセット洗浄位置の少なくとも 2 つの洗浄位置の間を上部ロールブラシ 2 4 が往復移動するように、往復移動機構 7 6 を介して、走行体 3 6 が往復移動する。

20

【 0 0 6 4 】

次に、この基板洗浄装置 2 0 b による基板 W の表面の洗浄処理について説明する。

まず、第 1 の洗浄処理では、図 1 5 に示す、上部ロールブラシ 2 4 の軸心 O_5 と基板 W の回転中心線 O_4 とのオフセット量 h_2 が 0 mm の第 1 洗浄位置（中央洗浄位置）、オフセット量 h_2 が、例えば 1 0 mm の第 1 オフセット洗浄位置、及びオフセット量 h_2 が、例えば 2 0 mm の第 2 オフセット洗浄位置の 3 つの洗浄位置に上部ロールブラシ 2 4 を位置させて基板 W の表面を洗浄する。つまり、上部ロールブラシ 2 4 を第 1 洗浄位置（中央洗浄位置）に位置させて所定時間基板 W の表面を洗浄した後、上部ロールブラシ 2 4 を第 1 オフセット洗浄位置に位置させて所定時間基板 W の表面を洗浄し、しかる後、上部ロールブラシ 2 4 を第 2 オフセット洗浄位置に位置させて所定時間基板 W の表面を洗浄する。そして、上部ロールブラシ 2 4 を第 1 オフセット洗浄位置に位置させて所定時間基板 W の表面を洗浄し、しかる後、上部ロールブラシ 2 4 を第 1 洗浄位置（中央洗浄位置）に位置させて所定時間基板 W の表面を洗浄する。以降、この洗浄処理を繰り返す。

30

【 0 0 6 5 】

ここに、それぞれの洗浄位置に上部ロールブラシ 2 4 を等時間停滞させて基板 W の表面を洗浄する場合（等配分）、つまり第 1 洗浄位置（中央洗浄位置）での上部ロールブラシ 2 4 の洗浄時間（停滞時間）： t_1 、第 1 オフセット洗浄位置での上部ロールブラシ 2 4 の洗浄時間（停滞時間）： t_2 、及び第 2 オフセット洗浄位置での上部ロールブラシ 2 4 の洗浄時間（停滞時間）： t_3 を全て等しくした場合（ $t_1 = t_2 = t_3$ ）と、それぞれの洗浄位置に上部ロールブラシ 2 4 を停滞させる時間を変化させて基板 W の表面を洗浄する場合（分布配分）、つまり第 1 洗浄位置での上部ロールブラシ 2 4 の洗浄時間（停滞時間）： t_1 、第 1 オフセット洗浄位置での上部ロールブラシ 2 4 の洗浄時間（停滞時間）： t_2 、及び第 2 オフセット洗浄位置での上部ロールブラシ 2 4 の洗浄時間（停滞時間）： t_3 を、オフセット量 h_2 に応じて、1 : 2 : 3 の割合で変化させた場合（ $t_1 : t_2 : t_3 = 1 : 2 : 3$ ）の上記洗浄強度 R_c と基板 W の半径 r との関係性を算出した結果を図 1 6 に示す。また、この時の洗浄強度 R_c の標準偏差の相対値（均一性）1 を算出した結果を表 3 に示す。

40

【 0 0 6 6 】

【表 3】

	滞在時間配分			洗浄強度均一性 $1\sigma\%$
	$h_2=0\text{ mm}$	$h_2=10\text{ mm}$	$h_2=20\text{ mm}$	
等配分	1	1	1	65
分布配分	1	2	3	35

10

【0067】

この図16及び表3から、いずれの場合も、基板の中心部に洗浄強度が集中することを大幅に抑制できることが判る。特に、上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）を均一に配分した場合（等配分）に比べ、上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）を、オフセット量 h_2 に応じて変化させて配分した場合（分布配分）の方が、基板Wの表面（被洗浄面）の全面に亘る均一な洗浄強度が得られ、洗浄強度均一性1を等配分の65%から分布配分の35%に向上できることが判る。上部ロールブラシ24を各洗浄位置に移動させる際、調整の時間を省くために、上部ロールブラシ24を基板Wの表面から離すことなく移動させることが好ましい。

【0068】

20

第2の洗浄処理では、図15に示す、上部ロールブラシ24の軸心 O_5 と基板Wの回転中心線 O_4 とのオフセット量 h_2 が0mmの第1洗浄位置（中央洗浄位置）と、オフセット量 h_2 が、例えば20mmの第2オフセット洗浄位置の2つの洗浄位置に上部ロールブラシ24を位置させて基板Wの表面を洗浄する。

【0069】

ここに、それぞれの洗浄位置に上部ロールブラシ21の等時間に停止させて基板Wの表面を洗浄する場合（等分布）、つまり第1洗浄位置での上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）： t_1 と第2オフセット洗浄位置での上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）： t_3 とを等しくした場合（ $t_1 = t_3$ ）と、それぞれの洗浄位置に上部ロールブラシ24を停滞させる時間を変化させて基板Wの表面を洗浄する場合（分布配分）、つまり第1洗浄位置での上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）： t_1 と第2オフセット洗浄位置での上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）： t_3 とを、オフセット量 h_2 に応じて、1：2に変化（比例）させた場合（ $t_1 : t_3 = 1 : 2$ ）の上記洗浄強度 R_c と基板Wの半径 r との関係を算出した結果を図17に示す。また、この時の洗浄強度 R_c の標準偏差の相対値（均一性）1を算出した結果を表4に示す。

30

【0070】

【表 4】

	滞在時間配分		洗浄強度均一性 $1\sigma\%$
	$h_2=0\text{ mm}$	$h_2=20\text{ mm}$	
等配分	1	1	89
分布配分	1	2	70

40

この図17及び表4から、いずれの場合も、基板の中心部に洗浄強度が集中することを大幅に抑制できることが判る。特に、上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）を均一に配分した場合（等配分）に比べ、上部ロールブラシ24の洗浄時間（停滞時間）を、オフセット量 h_2 に応じて、比例配分（1：2）した場合（分布配分）の方が、基板Wの

50

表面（被洗浄面）の全面に亘る均一な洗浄強度が得られ、洗浄強度均一性 1 を等一分分の 89% から分布配分の 70% に向上できることが判る。

【0071】

このように、洗浄位置を 2 つすると、洗浄強度の被洗浄面の全面に亘る均一性の面では洗浄位置を 3 つとして場合に及ばないものの、オフセット洗浄位置の数が少ないため、構造的に簡素化することができる。

【0072】

第 3 の洗浄処理では、図 18 に示すように、保持ローラ 20 で保持した基板 W の回転中心線 O_4 を中心として、この左右に等間隔な移動幅 p の範囲内で上部ロールブラシ 24 を連続して往復移動させて基板 W の表面を洗浄する。この上部ロールブラシ 24 の移動範囲 p は、上記図 3 に示す接触幅 L_i の 1.6 倍以内 ($p < 1.6 L_i$) に設定されている。

10

【0073】

これは、前述の表 1 に示すように、上部ロールブラシ 10 の軸心 O_1 が基板 W の回転中心線 O_2 と交差する位置に上部ロールブラシ 10 を配置し、この上部ロールブラシ 10 として使用されるロールブラシ 18 のノジュール 18a の直径（接触幅： L_i ）を 3 mm、6 mm、10 mm 及び 15 mm に変化させて基板の表面を洗浄した時、実用的な接触幅（ノジュール 18a の直径）の範囲（例えば 3 ~ 10 mm）では、洗浄強度 R_c が洗浄強度 R_c の平坦値より 20% 以上上昇する時の基板 W の半径位置と接触幅の比は 8 倍以内程度であることに基づく。つまり、移動幅 p を接触幅 L_i の 1.6 倍以内に設定することで、洗浄強度 R_c が洗浄強度 R_c の平坦値より 20% 以上上昇することを抑制することができる。

20

【0074】

この例では、移動幅 p は、例えば 40 mm ($p = 40$ mm) に設定されており、上部ロールブラシ 24 の移動中に上部ロールブラシ 24 が基板表面の各位置に接触する時間を変化させるために、上部ロールブラシ 24 の移動速度を、基板の回転中心を通過するときが最も速く、基板の回転中心から離れるに従って順次遅くするように調整している。つまり、上部ロールブラシ 24 の移動速度の速度係数 V （無次元）は、下記の式で表わされる。

【0075】

【数 4】

$$V = \sin \left[\left(\frac{x}{p} + \frac{1}{2} \right) \pi \right] + V_c$$

30

ここに、 V_c は、移動係数の常数で、 x は、基板の回転中心から上部ロールブラシまでの距離（オフセット量）である。

【0076】

ここで、移動係数の常数 V_c を、0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.0 及び 1.5 と変化させて基板 W の表面を洗浄する時の洗浄強度 R_c を算出した時の該洗浄強度 R_c と基板 W の半径との関係を図 19 に、基板 W の回転中心から上部ロールブラシ 24 までの距離（オフセット量）と速度係数比 ($= V_{max} / V_c$) との関係を図 20 にそれぞれ示す。

40

【0077】

図 20 から、 x （オフセット量）= 0 の時の最大速度係数 V_{max} と最小速度係数 V_c の比 ($= V_{max} / V_c$) は、それぞれ 2.4, 1.8, 4.3, 3.0, 2.0, 1.7 であることが判る。この最大速度係数比 ($= V_{max} / V_c$) における洗浄強度 R_c の標準偏差の相対値（均一性）1 を算出した結果を表 5 に示す

【0078】

【表 5】

	<i>sin+0.05</i>	<i>sin+0.1</i>	<i>sin+0.3</i>	<i>sin+0.5</i>	<i>sin+1.0</i>	<i>sin+1.5</i>
<i>Vmax/Vc</i>	20.4	10.8	4.3	3.0	2.0	1.7
均一性 1σ %	53	38	29	32	38	41

【0079】

10

この表5から、いずれの場合も、基板の中心部に洗浄強度が集中することを大幅に抑制することができ、特に、最大移動速度と最小移動速度の比（最大速度係数比： ）を2～11、好ましくは、3～11とすることで、標準偏差の相対値（均一性）1 を40%以下に抑制することができ、速度係数の常数 V_c が0.3の時の標準偏差の相対値（均一性）1 は最も小さく、29%となることが判る。

【0080】

以上のVは速度係数であり、実際に洗浄している時の移動速度 U_1 （移動幅pを1回通過する場合）を以下に求める。ここで、上部ロールブラシ24の移動速度 $U_0 = V \times 1$ （m/s）とすれば、上部ロールブラシ24が移動幅pを通過する時間 は下記の式で求められる。

20

【0081】

【数5】

$$\tau = \int_{-p/2}^{p/2} \frac{1}{U_0(x)} dx$$

【0082】

実際のプロセス処理時間（移動幅pを1回通過する時間）をtとすると、

$$U_1 = p / t$$

30

になる。

【0083】

以上の移動速度 U_1 は、移動幅pを1回通過する場合の値（時間）である。プロセスに応じて同じ処理時間で移動幅をM回が必要とする場合、上部ロールブラシ24の移動速度Uは、 $M \times U_1$ （ $U = M \times U_1$ ）となる。

【0084】

図21乃至図22は、本発明の更に他の実施形態の基板洗浄装置20cを示す。この基板洗浄装置20cの前記基板洗浄装置20bと異なる点は、走行体36を走行させる第1走行用シリンダ80と、第1走行用シリンダ80を走行体36と共に走行させる第2走行用シリンダ82によって、往復移動機構84を構成している点にある。走行体36は、走行ガイド86にガイドされて走行するように構成され、この走行ガイド86に沿った位置には、走行体36の端面に当接して該走行体36の移動を停止させる一対のストッパ88a, 88bが配置されている。更に、第1走行用シリンダ80は、走行ガイド90にガイドされて走行するように構成され、この走行ガイド90に沿った位置には、第1走行用シリンダ80の端面に当接して該第1走行用シリンダ80の移動を停止させる一対のストッパ92a, 92bが配置されている。これらの各ストッパ88a, 88b, 92a, 92bは、ボルトで構成され、該ボルトの締め付け量を調整することで、走行体36及び第1走行用シリンダ80の左右の停止位置を調整できるようになっている。

40

【0085】

そして、この例では、走行体36を一方のストッパ88aに当接する位置から他方のス

50

トッパ 88b に当接する位置まで走行させることで、上部ロールブラシ 24 を第 1 オフセット洗浄位置（位置 B）から中央洗浄位置（位置 A）に移動させ、第 1 走行用シリンダ 80 を走行体 36 と共に一方のストッパ 92a に当接する位置から他方のストッパ 92b に当接する位置まで走行させることで、上部ロールブラシ 24 を第 2 オフセット洗浄位置（位置 C）から第 1 オフセット洗浄位置（位置 B）に移動させて、基板 W の表面をスクラブ洗浄するように構成されている。

【0086】

このように、上部ロールブラシ 24 の停止位置（洗浄位置）をストッパ 88a, 88b, 92a, 92b によって機械的に規制することで再現性を良くし、しかもストッパ 88a, 88b, 92a, 92b を、例えばボルト等で構成することで、ストッパ 88a, 88b, 92a, 92b の位置を容易かつ迅速に調整することができる。

10

【0087】

なお、上記各例においては、移動の前後に互いに平行となるように上部ロールブラシ 24 を横移動させるようにしているが、図 23 に示すように、上部ロールブラシ 24 の一端を枢軸 94 を介して揺動自在に支承し、この枢軸 94 を中心に上部ロールブラシ 24 を基板 W と平行に水平方向に揺動させるようにしてもよい。このように、上部ロールブラシ 24 を枢軸 94 を中心に揺動させても、上部ロールブラシ 24 を横移動させるようにした場合と同様な効果が得られ、例えば基板 W として 300mm の半導体ウェーハを使用した場合、上部ロールブラシ 24 の片側揺動角度を約 10° とすることで、図 10 に示すオフセット量 h_1 を 20mm とした場合とほぼ同等な効果を得ることができる。しかも、上部ロールブラシ 24 の一端（基端）のみに駆動機構を設けることで、構造の簡単化を図ることができる。

20

【0088】

また、図 24 に示すように、上部ロールブラシ 24 の自由端側に可変荷重 W_f を加える機構を設けることで、上部ロールブラシ 24 の長手方向に沿って傾斜した押付け圧を形成し、基板 W の中心部より外周部の方が高い押付け圧とすることで、基板 W の上面に対するより均一な洗浄強度を得ることができる。

【0089】

図 25 は、本発明の実施形態の基板洗浄装置 20a を備えた研磨装置を示す。図 25 に示すように、この研磨装置は、基板を搬入・搬出するロード・アンロード部 100、基板表面を研磨して平坦化する研磨部 102、研磨後の基板を洗浄する洗浄部 104 及び基板を搬送する基板搬送部 106 を備えている。ロード・アンロード部 100 は、半導体ウェーハ等の基板をストックする複数（図示では 3 個）の基板カセットを載置するフロントロード部 108 と、第 1 搬送口ポット 110 を備えている。

30

【0090】

研磨部 102 には、この例では、4 つの研磨ユニット 112 が備えられ、基板搬送部 106 は、互いに隣接した 2 つの研磨ユニット間で基板の搬送を行う第 1 リニアトランスポータ 114a 及び第 2 リニアトランスポータ 114b から構成されている。洗浄部 104 は、粗洗浄を行う、本発明の実施形態に係る 2 つの基板洗浄装置 20a、スピンドライ方式を採用して仕上げ洗浄を行う仕上げ洗浄装置 118 及び乾燥ユニット 120 を有している。更に、第 1 リニアトランスポータ 114a、第 2 リニアトランスポータ 114b 及び洗浄部 104 の間に位置して第 2 搬送口ポット 122 が配置されている。

40

【0091】

なお、この例では、図 6 乃至図 9 に示す基板洗浄装置 20a を使用して研磨後の基板を洗浄するようにしているが、この基板洗浄装置 20a の代わりに、図 12 乃至図 14 に示す基板洗浄装置 20b、または図 21 及び図 22 に示す基板洗浄装置 20c を使用してもよい。

【0092】

この研磨装置にあっては、フロントロード部 108 に搭載された基板カセットから第 1 搬送口ポット 110 で取り出された基板は、第 1 リニアトランスポータ 114a、または

50

第1リニアトランスポータ114a及び第2リニアトランスポータ114bを介して、研磨部102の少なくとも1つの研磨ユニット112に搬送される。そして、研磨ユニット112で研磨された基板は、第2搬送ロボット122で洗浄部104に搬送され、洗浄部104の基板洗浄装置20a及び仕上げ洗浄装置118で順次洗浄され、乾燥ユニット120で乾燥された後、第1搬送ロボット110でフロントロード部108に搭載された基板カセットに戻される。

【0093】

上記各実施形態においては、ロール状洗浄材（上部ロールブラシ24及び下部ロールブラシ50）として、図3に示す、外周面に多数の円柱状のノジュール18aを有するロールブラシ18を使用しているが、このノジュール18aは、ロールブラシ18の中心部から外方に向かうに従って、分布が密となるように配置されていることが好ましく、これによって、基板の中心部に洗浄強度が集中することを、ロールブラシ18自体によって緩和することができる。

10

【0094】

また、上記各実施形態においては、上部ロールブラシ24のみを基板Wと平行に移動させるようにしているが、上部ロールブラシ24と上部洗浄液供給ノズル26と一体に移動させるようにしても良い。このように上部ロールブラシ24と上部洗浄液供給ノズル26と一体に移動させることにより、基板Wの表面に洗浄液をより均一に供給することができる。

【0095】

20

これまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。例えば、本発明の基板洗浄装置は、電解めっき装置や無電解めっき装置の基板洗浄装置にも適用できる。また、ロール状洗浄材として、ノジュールのないロールブラシを使用することができ、更にロール状洗浄部材を回転させることなく、基板の被洗浄面をスクラブ洗浄するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0096】

- 18 ロールブラシ
- 18a ノジュール（突起）
- 20a, 20b, 20c 基板洗浄装置
- 22 回転ローラ
- 24 上部ロールブラシ（ロール状洗浄部材）
- 26 上部洗浄液供給ノズル
- 30 駆動モータ
- 32 走行用シリンダ（移動機構）
- 36 走行体
- 38 昇降用シリンダ
- 40 ストップ
- 42 ボルト（ストップ位置調整部）
- 50 下部ロールブラシ（ロール状洗浄部材）
- 52 下部洗浄液供給ノズル
- 58 駆動モータ
- 62 ベルト
- 64 昇降用シリンダ
- 70 走行用モータ
- 72 直動機構
- 74 制御部
- 76 往復移動機構
- 80, 82 走行用シリンダ

30

40

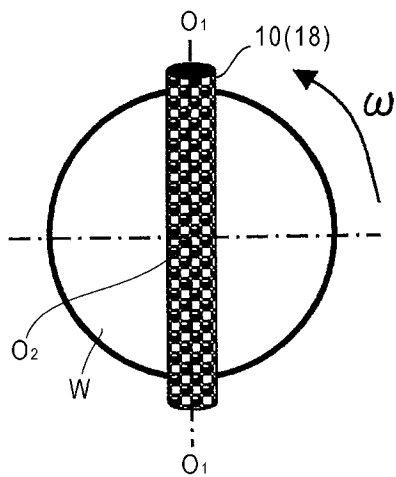
50

8 4 往復移動機構

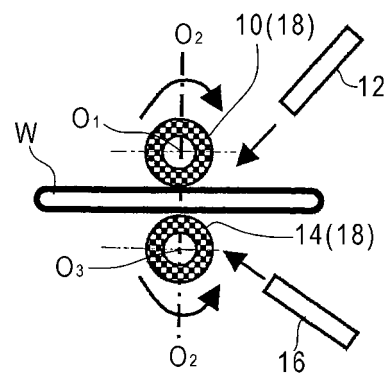
8 8 a , 8 8 b , 9 2 a , 9 2 b ストップア

9 4 枢軸

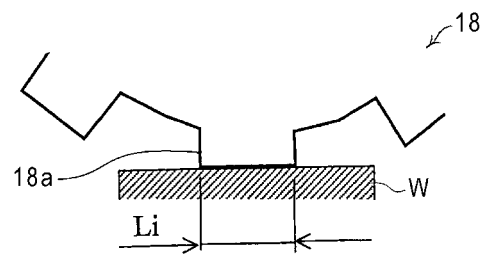
【 図 1 】



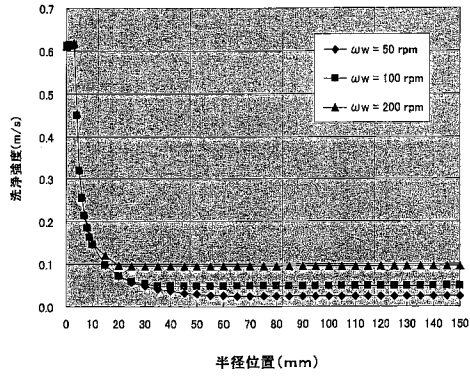
【 図 2 】



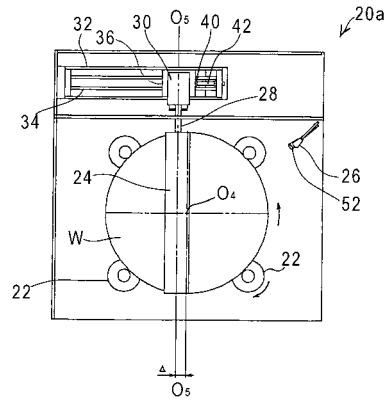
【 図 3 】



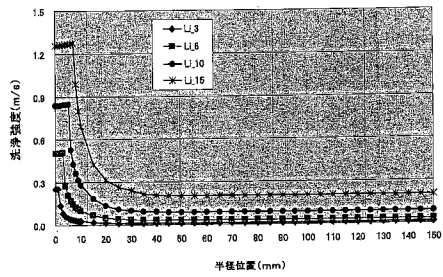
【 図 4 】



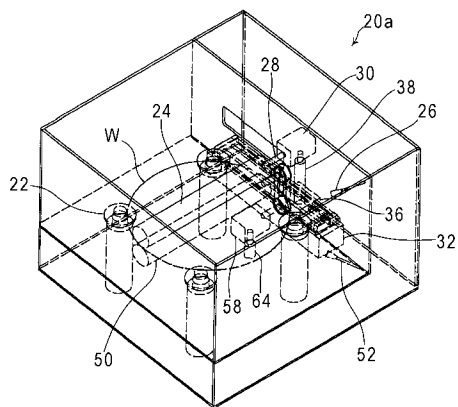
【 図 6 】



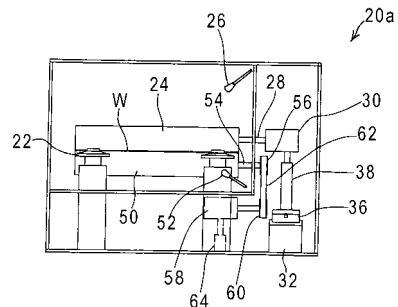
【 図 5 】



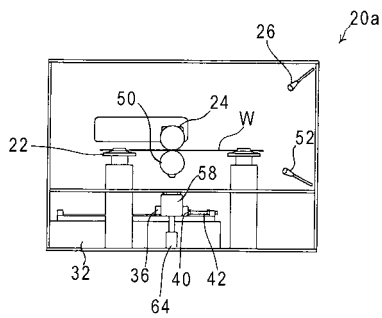
【 図 7 】



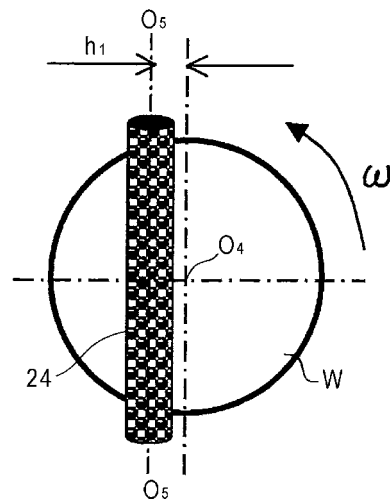
【 図 9 】



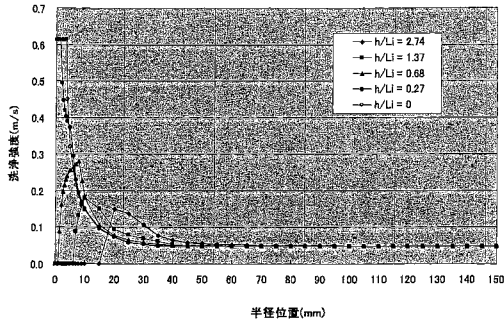
【 図 8 】



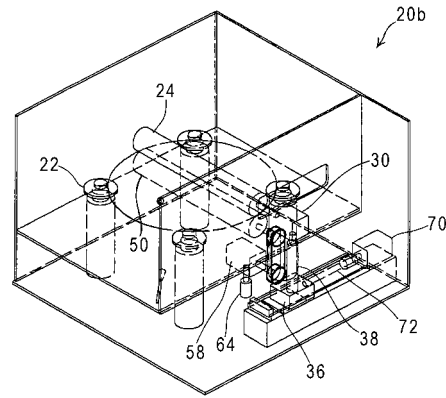
【 図 10 】



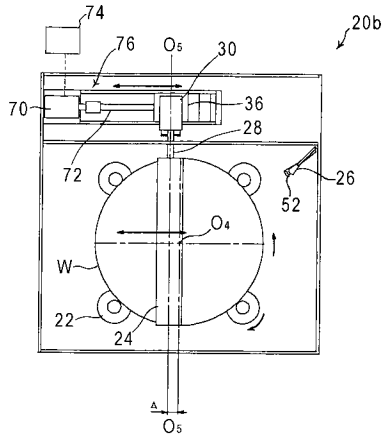
【 図 1 1 】



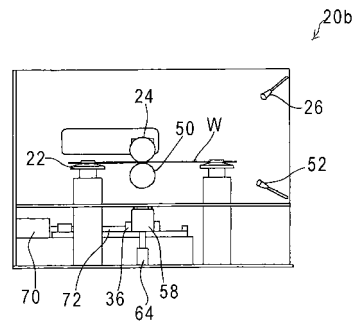
【 図 1 3 】



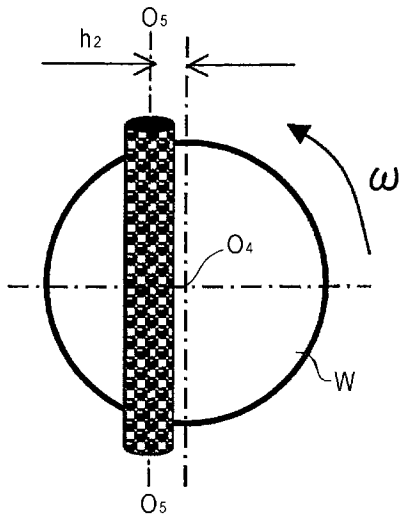
【 図 1 2 】



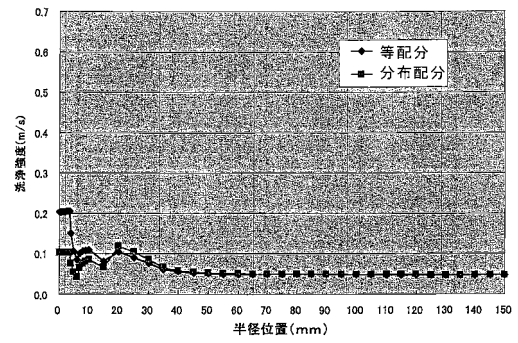
【 図 1 4 】



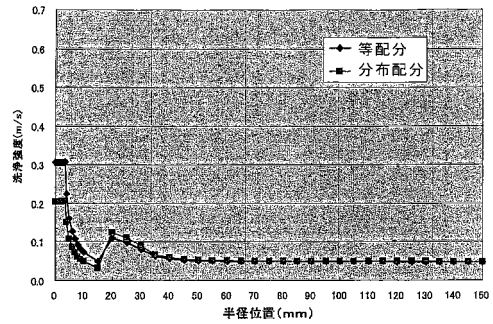
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 大野 晴子
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 本坊 光朗
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内

審査官 伊藤 秀行

- (56)参考文献 特開平11-176790(JP,A)
特開2001-358110(JP,A)
特開2004-174679(JP,A)
特開平10-308374(JP,A)
特開平06-267918(JP,A)
特開平09-148295(JP,A)
特開平09-223682(JP,A)
特開2004-207454(JP,A)
特開平11-047700(JP,A)
特開2002-066467(JP,A)
特開平10-223597(JP,A)
特開昭56-067926(JP,A)
特開平09-069502(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/304