

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-163085

(P2005-163085A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int.C1.⁷

C25D 17/00
C25D 5/04
C25D 7/12
C25D 17/12
C25D 21/00

F 1

C 2 5 D 17/00
C 2 5 D 5/04
C 2 5 D 7/12
C 2 5 D 17/12
C 2 5 D 21/00

K
Z
J

テーマコード(参考)

4 K 0 2 4
4 M 1 0 4
5 E 3 4 3
5 F 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2003-402006 (P2003-402006)
平成15年12月1日 (2003.12.1)

(71) 出願人 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 100092406
弁理士 堀田 信太郎
(74) 代理人 100093942
弁理士 小杉 良二
(74) 代理人 100109896
弁理士 森 友宏
(72) 発明者 山本 晓
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

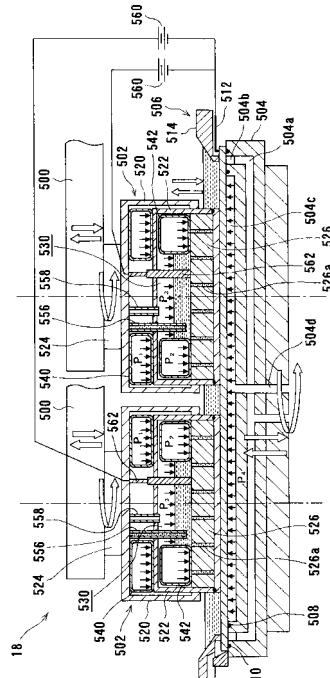
(54) 【発明の名称】めっき装置及びめっき方法

(57) 【要約】

【課題】 基板上の部位毎に異なった条件で詳細なめっきを行うことができ、しかも、基板表面のシート抵抗の影響を最小限に抑えて面内均一性の良好なめっき膜を得ることができるようとする。

【解決手段】 基板を保持する基板ステージ504と、基板ステージ504で保持した基板Wの被めっき面の周縁部に当接して該周縁部を水密的にシールするシール材514と該基板Wと接触して通電させるカソード電極512を備えたカソード部506と、基板Wの被めっき面に対向するように配置されたアノード526と、アノード526と基板Wの被めっき面との間に配置され、基板Wの被めっき面より小形な平面形状を有する保水性材料からなる多孔質体528と、アノード526と多孔質体528を上下に備えた電極ヘッド502と、電極ヘッドと基板を相対運動させる駆動機構を有する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を保持する基板ステージと、

前記基板ステージで保持した基板の被めっき面の周縁部に当接して該周縁部を水密的にシールするシール材と前記基板と接触して通電させるカソード電極を備えたカソード部と、

前記基板の被めっき面に対向するように配置されたアノードと、

前記アノードと前記基板の被めっき面との間に配置され、基板の被めっき面より小形な平面形状を有する保水性材料からなる多孔質体と、

前記アノードと前記多孔質体を上下に備えた電極ヘッドと、

前記電極ヘッドと前記基板を相対運動させる駆動機構を有することを特徴とするめっき装置。

【請求項 2】

前記多孔質体を前記基板ステージで保持した基板の被めっき面へ任意の圧力で押圧する押圧機構を更に有することを特徴とする請求項 1 記載のめっき装置。

【請求項 3】

前記多孔質体は、平面円形の形状であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のめっき装置。

【請求項 4】

前記多孔質体は、平面扇状の形状であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のめっき装置。

【請求項 5】

前記多孔質体は、平面矩形状の形状であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のめっき装置。

【請求項 6】

前記多孔質体は、基板に区画形成された一つのダイの平面形状と同じ平面形状を有することを特徴とする請求項 5 記載のめっき装置。

【請求項 7】

前記多孔質体は、棒状の形状であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のめっき装置。

【請求項 8】

前記アノードは、前記多孔質体の平面形状に対応した平面形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 9】

前記電極ヘッドは、前記多孔質体の平面形状に対応した形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 10】

前記電極ヘッドは、複数個備えられていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 11】

前記相対運動は、振動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 12】

前記相対運動は、回転運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 13】

前記相対運動は、スクロール回転運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 14】

前記相対運動は、自公転運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記

10

20

30

40

50

載のめっき装置。

【請求項 15】

前記相対運動は、直線運動であることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載のめっき装置。

【請求項 16】

基板の被めっき面とアノードとの間に該被めっき面の平面形状より小さな平面形状を有する保水性材料からなる多孔質体を介在させ、

前記基板と前記アノードとの間にめっき液を満たし、

前記多孔質体と前記基板の被めっき面とを互いに接触または近接させ、

前記基板と前記アノードとの間に通電してめっきを行うことを特徴とするめっき方法。 10

【請求項 17】

前記アノードは、前記多孔質体の平面形状に対応した平面形状を有することを特徴とする請求項16記載のめっき方法。

【請求項 18】

前記多孔質体の平面形状に対応した形状で、該多孔質体と前記アノードとを上下に備えた電極ヘッドを有することを特徴とする請求項16または17記載のめっき方法。

【請求項 19】

前記電極ヘッドを複数個備え、この複数個の電極ヘッドで基板の被めっき面をめっきすることを特徴とする請求項18記載のめっき方法。

【請求項 20】

前記多孔質体は、基板に区画形成された一つのダイの平面形状と同じ平面形状を有し、基板に区画形成された一つのダイ毎にめっきを行うことを特徴とする請求項16乃至18のいずれかに記載のめっき方法。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、めっき装置及びめっき方法に係り、特に半導体基板に形成された微細配線パターンに銅等の金属（配線材料）を埋込んで配線を形成するのに使用されるめっき装置及びめっき方法に関する。 30

【背景技術】

【0002】

最近、半導体基板上に、回路形状の配線溝（トレンチ）や微孔（ビアホール）等の配線用の微細凹部を形成し、銅めっきによりこれらを銅（配線材料）で埋め、残りの部分の銅層（めっき膜）をCMP等の手段により除去して回路を形成することが行われている。この技術においては、回路形状の配線溝あるいは微孔の中に選択的に銅めっき膜が析出し、それ以外の部分では、銅めっき膜の析出が少ない方が後のCMPの負荷を減らす上で好ましい。従来、このような目的を達成するために、めっき液の浴組成や、使用する光沢剤などめっき液での工夫が行われている。

【0003】

この種の微細で高アスペクト比の配線を形成するめっきに使用されるめっき装置としては、表面（被めっき面）を上向き（フェースアップ）にして基板を保持し、この基板の周縁部にカソード電極を接触させて基板表面をカソードとするとともに、基板の上方にアノードを配置し、基板とアノードとの間をめっき液で満たしながら、基板（カソード）とアノードとの間にめっき電圧を印加して、基板の表面（被めっき面）にめっきを行うようにしたもののが知られている（例えば、特許文献1参照）。 40

【0004】

この種の表面を上向きにして基板を保持して枚葉式でめっきを行うめっき装置にあっては、基板の全面に亘ってめっき電流の分布をより均一にして、めっき膜の面内均一性をより向上させるとともに、基板は、一般に表面を上向きにして搬送されて各種の処理が施されるため、めっきの際に基板を裏返す必要をなくすことができる。 50

【0005】

一方、回路形状の配線溝等の中に選択的に銅めっき膜を析出させるための技術としては、多孔質体を半導体ウエハ等の基板に接触させ、また接触方向に相対的に動かしながらめっきを行うという方法が知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

【特許文献1】特表2002-506489

【特許文献2】特開2000-232078

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来技術にあっては、基板の全表面（全被めっき面）に一律に同じ条件でめっきを行うようにしておあり、このため、基板の表面をより細かく区分して、例えば配線パターン毎に条件を変えてめっきを行うことは一般に困難であった。また、基板に予め形成したシード層等の導電体層の周辺部に電極との接点を設けて該導電体層に陰極電位を与えてめっきを行うようにしておあり、このため、導電体層の電極との接点からの距離によって該導電体層のシート抵抗が異なり、基板面内で電位差が生じて、導電体層の表面に形成されるめっき膜の面内均一性に悪影響を与えててしまう。このことは、今後、基板の面積が大きくなるに従って、益々顕著になると考えられる。

【0008】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、基板上の部位毎に異なった条件で詳細なめっきを行うことができ、しかも、基板表面のシート抵抗の影響を最小限に抑えて面内均一性の良好なめっき膜を得ることができるようにしためっき装置及びめっき方法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】

【0009】

請求項1に記載の発明は、基板を保持する基板ステージと、前記基板ステージで保持した基板の被めっき面の周縁部に当接して該周縁部を水密的にシールするシール材と前記基板と接触して通電させるカソード電極を備えたカソード部と前記基板の被めっき面に対向するように配置されたアノードと、前記アノードと前記基板の被めっき面との間に配置され、基板の被めっき面より小形な平面形状を有する保水性材料からなる多孔質体と、前記アノードと前記多孔質体を上下に備えた電極ヘッドと、前記電極ヘッドと前記基板を相対運動させる駆動機構を有することを特徴とするめっき装置である。

【0010】

このように、多孔質体の平面形状を基板の被めっき面より小さくして、この多孔質体が対峙する基板上の所定の部位にめっきを行うことで、対応する基板上の部位毎に異なった条件で詳細なめっきを行うことができる。しかも、基板の全面を一度にめっきすることなく、基板の各部位毎に個別にめっきすることで、基板表面のシート抵抗の影響を最小限に抑えて、面内均一性の良好なめっき膜を得ることができる。更に、特殊な電流条件や添加剤を必要としないので、めっき膜の膜質も良好となる。

【0011】

請求項2に記載の発明は、前記多孔質体を前記基板ステージで保持した基板の被めっき面へ任意の圧力で押圧する押圧機構を更に有することを特徴とする請求項1記載のめっき装置である。これにより、多孔質体を任意の圧力で基板の被めっき面に押圧しつつ、多孔質体と基板とを駆動機構を介して相対運動させることができる。

【0012】

請求項3に記載の発明は、前記多孔質体は、平面円形の形状であることを特徴とする請求項1または2記載のめっき装置である。

請求項4に記載の発明は、前記多孔質体は、平面扇状の形状であることを特徴とする請求項1または2記載のめっき装置である。

請求項5に記載の発明は、前記多孔質体は、平面矩形状の形状であることを特徴とする

10

20

30

40

50

請求項 1 または 2 記載のめっき装置である。

【 0 0 1 3 】

請求項 6 に記載の発明は、前記多孔質体は、基板に区画形成された一つのダイの平面形状と同じ平面形状を有することを特徴とする請求項 5 記載のめっき装置である。これにより、基板に区画形成されたダイ毎に個別にめっきを行って、ダイ毎に面内均一性が良好で膜質の良好なめっき膜を得ることができる。

請求項 7 に記載の発明は、前記多孔質体は、棒状の形状であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のめっき装置である。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の発明は、前記アノードは、前記多孔質体の平面形状に対応した平面形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のめっき装置である。これにより、互いに対応する平面形状を有するアノードと多孔質体とを互いに食み出すことなく上下に重ね合わせてめっきを行うことで、多孔質体が対峙する基板上の所定の部位のみにめっきを行うことができる。

請求項 9 に記載の発明は、前記電極ヘッドは、前記多孔質体の平面形状に対応した形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のめっき装置である。これにより、アノードと多孔質体とを上下に備えた電極ヘッドの小型コンパクト化を図ることができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 10 に記載の発明は、前記電極ヘッドは、複数個備えられていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のめっき装置である。これにより、基板ステージで基板を保持した状態で、複数の電極ヘッドによる基板の各部位毎の個別のめっきを同時に行なうことができる。

請求項 11 に記載の発明は、前記相対運動は、振動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置である。多孔質体と基板ステージで保持した基板の表面（被めっき面）が接触と非接触とを繰り返すように振動させることで、多孔質体と基板ステージで保持した基板との相対運動を行なうことができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 12 に記載の発明は、前記相対運動は、回転運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置である。多孔質体と基板ステージで保持した基板の少なくとも一方を回転させることで、回転運動による相対運動を行なうことができる。

請求項 13 に記載の発明は、前記相対運動は、スクロール回転運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置である。多孔質体と基板ステージで保持した基板の少なくとも一方をスクロール回転運動、すなわち自転を伴わない公転運動（並進回転運動）させることで、スクロール回転運動による相対運動を行なうことができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 14 に記載の発明は、前記相対運動は、自公転運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置である。この自公転運動による相対運動は、多孔質体の中心と基板ステージで保持した基板の中心とを互いに変位させてそれぞれの中心周りに自転させることで行なうことができる。

請求項 15 に記載の発明は、前記相対運動は、直線運動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のめっき装置である。この直線運動からなる相対運動は、例えば多孔質体と基板ステージで保持した基板の一方を固定して、他方を直線運動させてよく、双方を互いに逆方向に直線運動させて行ってもよい。

【 0 0 1 8 】

請求項 16 に記載の発明は、基板の被めっき面とアノードとの間に該被めっき面の平面形状より小さな平面形状を有する保水性材料からなる多孔質体を介在させ、前記基板と前記アノードとの間にめっき液を満たし、前記多孔質体と前記基板の被めっき面とを互いに

10

20

30

40

50

接触または近接させ、前記基板と前記アノードとの間に通電してめっきを行うことを特徴とするめっき方法である。

請求項 1 7 に記載の発明は、前記アノードは、前記多孔質体の平面形状に対応した平面形状を有することを特徴とする請求項 1 6 記載のめっき方法である。

請求項 1 8 に記載の発明は、前記多孔質体の平面形状に対応した形状で、該多孔質体と前記アノードとを上下に備えた電極ヘッドを有することを特徴とする請求項 1 6 または 1 7 記載のめっき方法である。

【 0 0 1 9 】

請求項 1 9 に記載の発明は、前記電極ヘッドを複数個備え、この複数個の電極ヘッドで基板の被めっき面をめっきすることを特徴とする請求項 1 8 記載のめっき方法である。 10

請求項 2 0 に記載の発明は、前記多孔質体は、基板に区画形成された一つのダイの平面形状と同じ平面形状を有し、基板に区画形成された一つのダイ毎にめっきを行うことを特徴とする請求項 1 6 乃至 1 8 のいずれかに記載のめっき方法である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、基板上の局所局所で条件を変えてめっきを行うことができる。しかも、基板の各部位毎に個別にめっきを行うことで、基板表面のシート抵抗の影響を最小限に抑えて、面内均一性の良好なめっき膜を得ることができる。更に、特殊な電流条件や添加剤を必要としないので、めっき膜の膜質も良好となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。この実施の形態は、半導体ウエハ等の基板の表面に設けた配線用の微細凹部に、配線材料としての銅を埋込んで銅層からなる配線を形成するようにした例を示しているが、他の配線材料を使用しても良いことは勿論である。 20

【 0 0 2 2 】

図 1 を参照して、半導体装置における銅配線形成例を説明する。図 1 (a) に示すように、半導体素子を形成した半導体基材 1 上の導電体層 1 a の上に、例えば SiO_2 からなる酸化膜や Low-K 膜等の絶縁膜 2 を堆積し、この絶縁膜 2 の内部に、例えばリソグラフィ・エッチング技術により、配線用の微細凹部としての微孔 (ピアホール) 3 と配線溝 (トレンチ) 4 を形成し、その上に TaN 等からなるバリア層 5 、更にその上に電解めっきの給電層としてのシード層 6 をスパッタリング等により形成する。 30

【 0 0 2 3 】

そして、図 1 (b) に示すように、基板 W の表面に銅めっきを施すことで、基板 W の微孔 3 及び配線溝 4 内に銅を充填させるとともに、絶縁膜 2 上に銅層 7 を堆積させる。その後、化学機械的研磨 (CMP) などにより、絶縁膜 2 上のバリア層 5 、シード層 6 及び銅層 7 を除去して、微孔 3 及び配線溝 4 内に充填させた銅層 7 の表面と絶縁膜 2 の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図 1 (c) に示すように、絶縁膜 2 の内部にシード層 6 と銅層 7 からなる配線 (銅配線) 8 を形成する。 40

【 0 0 2 4 】

次に、図 1 (d) に示すように、基板 W の表面に無電解めっきを施し、配線 8 の表面に、Co 合金や Ni 合金等からなる保護膜 9 を選択的に形成し、これによって、配線 8 の表面を保護膜 9 で覆って保護する。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、本発明の実施の形態におけるめっき装置を備えた基板処理装置の平面図を示す。図 2 に示すように、この基板処理装置は、例えばスミフボックス等の内部に多数の半導体ウエハ等の基板を収納した搬送ボックス 10 を着脱自在な矩形状の装置フレーム 12 を備えている。この装置フレーム 12 の内部には、ロード・アンロードステーション 14 と、このロード・アンロードステーション 14 との間で基板を授受する走行自在な搬送ロボット 16 が備えられている。そして、搬送ロボット 16 を挟んで該搬送ロボット 16 の両 50

側には、一対のめっき装置 18 が配置され、更に、搬送口ボット 16 を挟んで一方の側には、洗浄・乾燥装置 20、ペベルエッティング・裏面洗浄装置 22 及び膜厚測定器 24 が直列に配置され、他方の側には、熱処理（アニール）装置 26、前処理装置 28、無電解めっき装置 30 及び研磨装置 32 が直列に配置されている。

【0026】

ここで、装置フレーム 12 には遮光処理が施され、これによって、この装置フレーム 12 内での以下の各工程を遮光状態で、つまり、配線に照明光等の光が当たることなく行えるようになっている。このように、配線に光を当たることを防止することで、例えば銅からなる配線に光が当たって光電位差が生じ、この光電位差によって配線が腐食してしまうことを防止することができる。

10

【0027】

図 3 は、めっき装置 18 の概要を示す。図 3 に示すように、めっき装置 18 は、水平方向に揺動自在な複数の揺動アーム 500 を備え、この各揺動アーム 500 の先端に電極ヘッド 502 がそれぞれ回転自在に支承されている。一方、電極ヘッド 502 の下方に位置して、表面（被めっき面）を上向きにして基板 W を保持する基板ステージ 504 が上下動自在に配置され、この基板ステージ 504 の上方には、該基板ステージ 504 の周縁部を囲繞するようにカソード部 506 が配置されている。

【0028】

基板ステージ 504 の上面の周縁部には、内部に設けた真空通路 504a に連通するリング状の真空吸着溝 504b が設けられ、この真空吸着溝 504b を挟んだ内外の両側に、シールリング 508, 510 が装着されている。更に、基板ステージ 504 の上面の内方に位置するシールリング 508 の内側には、加圧用凹部 504c が設けられ、この加圧用凹部 504c は、基板ステージ 504 の内部を延びる加圧流体通路 504d に連通している。

20

【0029】

これにより、基板ステージ 504 の上面に基板 W を載置し、真空通路 504a を介して真空吸着溝 504b 内を真空吸引することで、基板 W をその周縁部を吸着して保持し、更に加圧流体通路 504d を介して加圧用凹部 504c 内に加圧空気等の加圧流体を供給し、基板 W をその裏面側から圧力 P4 で加圧することで、基板 W をより水平な状態に維持して、下記のように、多孔質体 528 の下面に密着できるようになっている。

30

【0030】

なお、図示しないが、基板ステージ 504 には、基板ステージ 504 の温度を一定に制御する加熱装置（ヒータ）が内蔵されている。また、基板ステージ 504 は、図示しないエアシリンダ（図示せず）によって上下動し、図示しない回転モータ及びベルトを介して、任意の加速度及び速度でカソード部 506 と一緒に回転するように構成されている。この時の回転トルクは、図示しないトルクセンサで検知される。そして、基板ステージ 504 が上昇した時に、基板ステージ 504 で保持された基板 W の周縁部に下記のカソード部 506 のシール材 514 とカソード電極 512 が当接するようになっている。

30

【0031】

各揺動アーム 500 は、図示しないサーボモータからなる上下動モータとボールねじを介して個別に上下動し、図示しない旋回モータを介して、個別に旋回（揺動）するようになっている。なお、空気圧アクチュエータを使用して上下動及び旋回の少なくとも一方を行うようにしても良い。

40

【0032】

前記カソード部 506 は、この例では 6 分割されたカソード電極 512 と、このカソード電極 512 の上方を覆うように取付けた環状のシール材 514 とを有している。シール材 514 は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内周端部が下方に垂下するように構成されている。

【0033】

これにより、基板ステージ 504 が上昇した時に、この基板ステージ 504 で保持した

50

基板Wの周縁部にカソード電極512が押付けられて通電し、同時にシール材514の内周端部が基板Wの周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板Wの上面（被めっき面）に供給されためっき液が基板Wの端部から染み出すのを防止するとともに、めっき液がカソード電極512を汚染することを防止するようになっている。

【0034】

なお、この例において、カソード部506は、上下動不能で基板ステージ504と一緒に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時に基板ステージ504で保持した基板Wの周縁部にカソード電極512が押付けられて通電し、同時にシール材514の内周端部が基板Wの周縁部上面に圧接するように構成しても良い。

【0035】

次に、前記各電極ヘッド502の構成を説明する。なお、この例では、同じ構成で、揺動アーム500と共に個別に制御される複数の電極ヘッド502を備え、前述のようにして、基板ステージ504で保持し上昇させた基板Wのそれぞれ対応する各部位に電極ヘッド502を介して個別にめっきを行うようにしている。ここでは、一つの電極ヘッド502についてのみ説明し、他に電極ヘッド502は、同じ付番を付してその説明を省略する。

【0036】

電極ヘッド502は、共に下方に開口した有底円筒状で、同心状に配置した回転ハウジング520と上下動ハウジング522とを有している。この上下動ハウジング522の外径は、下記の多孔質体528の直径と同じ大きさに設定され、回転ハウジング520は、この内部を上下動ハウジング522が摺動できる大きさに設定されている。そして、複数の電極ヘッド502の各多孔質体528が、基板ステージ504で保持した基板Wの表面（被めっき面）に同時に接触し、各電極ヘッド502が個別に制御されて同時にめっきを行うことができるようになっている。

【0037】

回転ハウジング520は、揺動アーム500の自由端に取付けた回転体524の下面に固着されて該回転体524と一緒に回転するよう構成されている。一方、上下動ハウジング522は、その上部において、回転ハウジング520の内部に位置して該回転ハウジング520と一緒に回転し、相対的に上下動するよう構成されている。上下動ハウジング522は、下端開口部を円板状の多孔質体528で閉塞することで、内部に円板状で、多孔質体528に対応する形状のアノード526を配置し、内部に該アノード526を浸漬させるめっき液を導入するアノードヘッド室530を区画形成している。

【0038】

この多孔質体528は、この例では、図4に示すように、直径が100mmの円板状の形状に形成され、例えば300mmの半導体ウエハを基板Wとして、この表面（被めっき面）にめっきを行うようにしている。この多孔質体528の基板Wの表面（被めっき面）と接触する面（表面）は、平坦性がある程度高く、めっき液が通過できる微細貫通穴を有し、少なくとも接触面が絶縁物もしくは絶縁性の高い物質で形成されていることが好ましい。この多孔質体528に要求される平坦性は、例えば、最大粗さ（RMS）が数十μm以下程度である。

【0039】

また、多孔質体528に要求される微細貫通穴は、接触面での平坦性を保つために丸穴の貫通孔が好ましく、更に、微細貫通穴の穴径や単位面積当たりの個数などはめっきする膜質や配線パターンによって最適値が異なるが、両者とも小さい方が凹部内におけるめっき成長の選択性を向上させる上で好ましい。具体的な、微細貫通穴の穴径や単位面積当たりの個数としては、例えば、穴径30μm以下、好ましくは5~20μmの微小貫通孔が、気孔率で50%以下の状態で存在すれば良い。

【0040】

更に、多孔質体528は、ある程度の固さであることが好ましく、例えば、その引張り強度が5~100kg/cm²、曲げ弾性強度が200~10000kg/cm²程度であ

10

20

30

40

50

ればよい。

【0041】

この多孔質体528は、更に疎水性の材料であることが好ましく、このような材料の例としては、多孔ポリエチレン(PE)、多孔ポリプロピレン(PP)、多孔ポリアミド、多孔ポリカーボネートまたは多孔ポリイミド等が挙げられる。このうち、多孔PE、多孔PP、多孔ポリアミド等は、超高分子のPE、PP、ポリアミド等の細かい粉を原料とし、これを押し固め、焼結成形することにより調製したものであり、フルダスS(三菱樹脂(株)製)、サンファインUF、サンファインAQ(ともに旭化成(株)製)、Spacy(スペイシー・ケミカル社製)等の商品名で市販されている。また、多孔ポリカーボネートは、例えば、ポリカーボネートフィルムにアクセラレーターで加速した高エネルギーの重金属(銅等)を貫通させ、これにより生成する直線上のトラック(軌跡)を選択的にエッチングすることにより調製されるものである。

【0042】

この多孔質体528は、基板Wの表面と接触する面(表面)を圧縮加工、機械加工等により平坦化加工したものであっても良く、これにより、微小溝でのより高い優先析出が期待できる。

【0043】

なお、多孔質体528を、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コージライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレンの焼結体等の硬質多孔質体、あるいはこれらの複合体、更には織布や不織布で構成してもよい。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ポア径30~200μm、SiCにあっては、ポア径30μm以下、気孔率20~95%、厚み1~20mm、好ましくは5~20mm、更に好ましくは8~15mm程度のものが使用される。例えば気孔率30%、平均ポア径100μmでアルミナ製の多孔質セラミックス板から構成される。そして、この内部にめっき液を含有させることで、つまり多孔質セラミックス板自体は絶縁体であるが、この内部にめっき液を複雑に入り込ませ、厚さ方向にかなり長い経路を辿らせてことで、めっき液の電気伝導率より小さい電気伝導率を有するように構成される。

【0044】

このように多孔質体528を備え、この多孔質体528によって大きな抵抗を発生させることで、銅層7(図1参照)の抵抗の影響を無視できる程度となし、基板Wの表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくして、めっき膜の面内均一性を向上させることができる。

【0045】

電極ヘッド502には、基板ステージ504で保持した基板Wの表面(被めっき面)に多孔質体528を任意の圧力で押圧する、この例では、2つのエアバックを有する押圧機構が備えられている。つまり、この例では、回転ハウジング520の天井壁の下面と上下動ハウジング522の天井壁の上面との間に、リング状の第1エアバック540が配置され、上下動ハウジング522の内部の該上下動ハウジング522の天井壁の下面とアノード526の上面との間に、リング状の第2エアバック542が配置されている。なお、これらのエアバック540、542は、加圧流体導入管(図示せず)を介して、加圧流体供給源(図示せず)に接続されている。これらのエアバック540、542によって、押圧離間機構が構成されている。

【0046】

つまり、揺動アーム500を所定の位置(プロセス位置)に上下動不能に固定した状態で、図3に示すように、第1エアバック540の内部を圧力P₁で、第2エアバック542の内部を圧力P₂でそれぞれ加圧することで、基板ステージ504で保持した基板Wの表面(被めっき面)に多孔質体528を任意の圧力で押圧する。そして、上記圧力P₁、P₂を大気圧に戻すことで、多孔質体528を基板Wの表面から離間させる。これにより、第1エアバック540を介して上下動ハウジング522をその水平方向の全面に亘ってより均一に押圧し、また第2エアバック542を介して、アノードヘッド室530内のア

10

20

30

40

50

ノード 526 をその全面に亘ってより均一に押圧して、多孔質体 528 をその全面に亘ってより均一に基板ステージ 504 で保持した基板 W の全面に密着させることができる。

【0047】

上下動ハウジング 522 には、この内部にめっき液を導入するめっき液導入管 556 と、加圧流体を導入する加圧流体導入管 558 が取付けられており、アノード 526 の内部には、多数の細孔 526a が設けられている。これにより、めっき液は、めっき液導入管 556 からアノードヘッド室 530 の内部に導入され、アノードヘッド室 530 の内部を圧力 P_3 で加圧することで、アノード 526 の細孔 526a 内を通過して多孔質体 528 の上面に達し、この内部を通過して、基板ステージ 504 で保持した基板 W の上面に達する。

10

【0048】

なお、アノードヘッド室 530 の内部は、化学反応により発生するガスも含み、このため、圧力が変化することがある。このため、アノードヘッド室 530 内の圧力 P_3 は、プロセス中のフィードバック制御によりある設定値にコントロールされるようになっている。

【0049】

ここで、アノード 526 は、例えば、銅めっきを行う場合にあっては、スライムの生成を抑制するため、含有量が 0.03 ~ 0.05 % のリンを含む銅（含リン銅）で構成されているが、白金、チタン等の不溶解性金属あるいは金属上に白金等をめっきした不溶解性電極であってもよく、交換等が不要なことから、不溶解性金属あるいは不溶解性電極であることが好ましい。更に、めっき液の流通のしやすさ等から、網状であってもよい。

20

【0050】

カソード電極 512 はめっき電源 560 の陰極に、アノード 526 はめっき電源 560 の陽極にそれぞれ電気的に接続される。上下動ハウジング 522 には、めっき電源 560 に接続されてアノード 526 に給電するための給電ポート 562 が設けられている。このように、基板ステージ 504 で保持した基板 W に陰極電位を与えるカソード電極 512 と、各電極ヘッド 502 毎に設けられている各アノード 526 にめっき電源 560 から個別に電圧を印加しつつ、めっきを行うことで、つまり、基板の全面を一度にめっきすることなく、電極ヘッド 502 が対峙する基板 W の各部位毎に個別にめっきを行うことで、基板表面のシート抵抗の影響を最小限に抑えて、面内均一性の良好なめっき膜を得ることができる。更に、特殊な電流条件や添加剤を必要としないので、めっき膜の膜質も良好となる。

30

【0051】

次に、このめっき装置でめっきを行う時の操作について説明する。先ず、基板ステージ 504 の上面に基板 W を吸着保持した状態で、基板ステージ 504 を上昇させて、基板 W の周縁部をカソード電極 512 に接触させて通電可能な状態となし、更に上昇させて、基板 W の周縁部上面にシール材 514 を圧接させ、基板 W の周縁部を水密的にシールする。

【0052】

一方、各電極ヘッド 502 にあっては、アイドリングを行ってめっき液の置換及び泡抜き等を行っている位置（アイドリング位置）から、めっき液を内部に保持した状態で、所定の位置（プロセス位置）に位置させる。つまり、揺動アーム 500 を一旦上昇させ、更に旋回させることで、電極ヘッド 502 を基板ステージ 504 の直上方位置の所定の位置させ、かかる後、下降させて所定の位置（プロセス位置）に達した時に停止させる。そして、アノードヘッド室 530 内を圧力 P_3 に加圧して、電極ヘッド 502 で多孔質体 528 の下面から吐出させる。

40

【0053】

次に、エアバック 540, 542 内に加圧空気を導入し、同時に基板ステージ 504 の加圧用凹部 504c 内にも加圧空気を導入し、これによって、上下動ハウジング 522 を下降させて、更に多孔質体 528 を下方に押付け、同時に基板ステージ 504 で保持した基板もこの裏面側から加圧して、多孔質体 528 を基板の表面（被めっき面）に所定の圧

50

力で押圧する。これにより、基板Wをより水平な状態に維持し、かつ基板Wにより均一な圧力で多孔質体528を押圧することができる。

【0054】

この多孔質体528を基板Wの表面に接触させた状態で、多孔質体528を、例えば1回転/secの速度で2回転させ基板Wの表面に擦り付けて、多孔質体528の回転を停止させる。なお、多孔質体528を固定しておいて、基板Wの方を回転させるようにしてもよいことは勿論である。そして、多孔質体528の回転を停止させた後、好ましくは、2秒以内にカソード電極512をめっき電源560の陰極に、アノード526をめっき電源560の陽極にそれぞれ接続し、これによって、基板Wの被めっき面へのめっきを開始する。

10

【0055】

つまり、複数の電極ヘッド502の各多孔質体528が対峙する基板Wの一部（部位）に該各電極ヘッド502によるめっきを行うのであり、このように、多孔質体528の平面形状を基板Wの被めっき面より小さくして、この多孔質体528が対峙する基板W上の所定の部位にめっきを行うことで、対応する基板W上の部位毎に異なった条件で詳細なめっきを行うことができる。しかも、基板Wの全面を一度にめっきすることなく、基板Wの各部位毎に個別にめっきすることで、基板Wの表面のシート抵抗の影響を最小限に抑えて、面内均一性の良好なめっき膜を得ることができる。更に、特殊な電流条件や添加剤を必要としないので、めっき膜の膜質も良好となる。

20

【0056】

このように、多孔質体528と基板ステージ504で保持した基板Wの被めっき面とを互いに接触させつつ、多孔質体528と基板Wとを相対運動させ、しかる後にめっきを行うことにより、配線パターン上部におけるめっきを抑制してめっき速度を低下させることができることが判っている。つまり、多孔質体528と基板Wとを相対運動させ、相対運動終了後、好ましくは2秒以内にめっきを開始し、配線パターン上部におけるめっき速度を配線パターン内部におけるめっき速度より遅くすることで、配線パターンの形状のばらつきに拘わらず、配線パターン内部のめっき高さを配線パターン上部のめっき高さに追いかせて、表面が平坦なめっき膜を形成することができる。

30

【0057】

そして、所定時間めっきを継続した後、カソード電極512及びアノード526のめっき電源560との接続を解くとともに、アノードヘッド室530内を大気圧に戻し、更にエアバック540, 542内を大気圧に戻して、多孔質体528の基板Wへの押圧を解く。そして、電極ヘッド502を上昇させる。

30

上記操作を、必要に応じて所定回数繰返し、基板Wの表面（被めっき面）に、配線用の微細凹部を埋めるのに十分な膜厚の銅層7（図1（b）参照）を成膜したのち、電極ヘッド502を旋回させて元の位置（アイドリング位置）に戻す。

40

【0058】

図5は、多孔質体528と基板ステージ504（図3参照）で保持した基板Wとを相対運動させる駆動機構の他の例の概要を示す。この例は、多孔質体528の中心O₁と、基板ステージ504で保持した基板Wの中心O₂とを距離“e”だけ偏心させ、多孔質体528がこの距離“e”を半径としたスクロール運動、つまり自転を行わない公転運動（並進回転運動）を行うようにしている。これにより、多孔質体528と基板ステージ504で保持した基板Wは、多孔質体528のスクロール運動に伴って相対運動する。

40

【0059】

図6は、多孔質体528と基板ステージ504（図3参照）で保持した基板Wとを相対運動させる駆動機構の更に他の例の概要を示す。この例は、多孔質体528の中心O₁と、基板ステージ504で保持した基板Wの中心O₂とを互いに距離Hだけ変位させ、多孔質体528は、その中心O₁周りに、基板Wは、その中心O₂周りそれぞれ自転するようにしている。これにより、多孔質体528と基板ステージ504で保持した基板Wは、それぞれの中心周りの自転（公自転）に伴って相対運動する。

50

【0060】

図7は、多孔質体528と基板ステージ504(図3参照)で保持した基板Wとを相対運動させる駆動機構の更に他の例の概要を示す。この例は、多孔質体528が基板ステージ504で保持した基板Wの表面に沿って、一方向に直線移動して、多孔質体528と基板Wとが相対運動するようにしている。なお、この例では、基板Wを固定しているが、基板W側が直線運動するようにしたり、また、両者が互いに逆方向に直線運動したりするようにもよい。

【0061】

図8は、多孔質体528と基板ステージ504(図3参照)で保持した基板Wとを相対運動させる駆動機構の更に他の例の概要を示す。この例は、多孔質体528と基板ステージ504(図3参照)で保持した基板Wの被めっき面とが接触と非接触を繰り返すよう該多孔質体528を基板Wに対して上下方向に相対運動(振動)させるようにしている。なお、この例では、基板Wを固定して、多孔質体528側を上下動(振動)させるようにしているが、多孔質体側を固定して、基板側を上下動(振動)させるようにしてもよい。

10

【0062】

この例によれば、多孔質体528と基板Wの被めっき面とが接触と非接触を繰り返すよう多孔質体528を基板ステージ504で保持した基板Wに対して上下方向に相対運動(振動)させ、しかる後にめっきを行う。これによっても、配線パターン上部におけるめっきを抑制してめっき速度を低下させ、配線パターン上部におけるめっき速度を配線パターン内部におけるめっき速度より遅くして、表面がより平坦なめっき膜を形成することができる。

20

【0063】

図9は、多孔質体528aの他の例を示す。この例は、多孔質体528aを基板の被めっき面の平面形状より小さな平面扇状に形成し、これによって、この扇状の多孔質体528aに対応する基板の扇状の一部(部位)を、該多孔質体528aを備えた電極ヘッド502(図3参照)で個別にめっきするようにしたものである。

30

【0064】

この例にあっても、前述の例と同様に、アノード526(図3参照)として、この多孔質体528aの平面形状に対応する扇状のものを使用し、互いに対応する平面形状を有するアノードと多孔質体とを互いに食み出すことなく上下に重ね合わせてめっきを行うことで、多孔質体528aが対峙する基板上の所定の部位のみにめっきを行うことができる。更に、電極ヘッド502(図3参照)として、多孔質体528aの平面形状に対応した扇状に形成することで、アノードと多孔質体とを上下に備えた電極ヘッドの小型コンパクト化を図ることができる。このことは、下記の例においても同様である。

40

【0065】

図10は、多孔質体528bの更に他の例を示す。この例は、多孔質体528bを基板の被めっき面の平面形状より小さな平面矩形状に形成し、これによって、この矩形状の多孔質体528bに対応する基板の矩形状の一部(部位)を、該多孔質体528bを備えた電極ヘッド502(図3参照)で個別にめっきするようにしたものである。この場合、多孔質体528bとして、基板に区画形成された一つのダイ(半導体チップ)の平面形状と同じ平面形状を有するものを使用し、基板に区画形成されたダイ毎に個別にめっきを行うことで、ダイ毎に面内均一性が良好で膜質の良好なめっき膜を得ることができる。

【0066】

図11は、めっき液の組成や液温等を管理してめっき装置18に供給するめっき液管理供給システムを示す。図11に示すように、めっき装置18の電極ヘッド502を浸漬させてアイドリングを行うめっき液トレー600が備えられ、このめっき液トレー600は、めっき液排出管602を介してリザーバ604に接続されており、めっき液排出管602を通して排出されためっき液は、リザーバ604に入る。

【0067】

そして、このリザーバ604に入っためっき液は、ポンプ606の駆動に伴って、めつ

50

めっき液調整タンク 608 に入る。このめっき液調整タンク 608 には、温度コントローラ 610 や、サンプル液を取出して分析するめっき液分析ユニット 612 が付設され、更に、めっき液分析ユニット 612 の分析によって不足する成分を補給する成分補給管 614 が接続されており、めっき液調整タンク 608 内のめっき液は、ポンプ 616 の駆動に伴って、めっき液供給管 618 に沿って流れ、フィルタ 620 を通過して、めっき液トレー 600 に戻されるようになっている。

【 0 0 6 8 】

このように、めっき液調整タンク 608 でめっき液の組成及び温度を一定に調整し、この調整しためっき液をめっき装置 18 の電極ヘッド 502 に供給して、該電極ヘッド 502 で保持することで、めっき装置 18 の電極ヘッド 502 に、常に一定の組成及び温度を有するめっき液を供給することができる。

〔 0 0 6 9 〕

図12及び図13は、基板を洗浄（リノス）し乾燥させるようにした洗浄・乾燥装置20の一例を示す。つまり、この洗浄・乾燥装置20は、まず化学洗浄及び純水洗浄（リノス）を行い、その後、スピンドル回転により洗浄後の基板Wを完全乾燥させるようにした装置であり、基板Wのエッジ部を把持するクランプ機構420を備えた基板ステージ422と、このクランプ機構420の開閉を行う基板着脱用昇降プレート424とを備えている。

【 0 0 7 0 】

基板ステージ422は、スピンドル回転用モータ（図示せず）の駆動に伴って高速回転するスピンドル426の上端に連結されている。また、クランプ機構420で把持した基板Wの周囲には、処理液の飛散を防止する洗浄カップ428が配置されており、この洗浄カップ428は図示しないシリンドラの作動に伴って上下動するようになっている。

〔 0 0 7 1 〕

また、洗浄・乾燥装置20は、クランプ機構420で把持した基板Wの表面に処理液を供給する薬液用ノズル430と、基板Wの裏面に純水を供給する複数の純水用ノズル432と、クランプ機構420で把持した基板Wの上方に配置された回転可能なペンシル型洗浄スponジ434とを備えている。この洗浄スponジ434は、水平方向に揺動可能な旋回アーム436の自由端に取付けられている。なお、洗浄・乾燥装置20の上部には、装置内にクリーンエアを導入するためのクリーンエア導入口438が設けられている。

(0 0 7 2)

このような構成の洗浄・乾燥装置20においては、基板Wをクランプ機構420で把持して回転させ、旋回アーム436を旋回させながら、薬液用ノズル430から処理液を洗浄スponジ434に向けて供給しつつ、基板Wの表面に洗浄スponジ434を擦り付けることで、基板Wの表面の洗浄を行うようになっている。そして、純水用ノズル432から基板Wの裏面に純水が供給され、この純水用ノズル432から噴射される純水で基板Wの裏面も同時に洗浄（リ n s）される。このようにして洗浄された基板Wは、スピンドル426を高速回転させることでスピ n 乾燥させられる。

(0 0 7 3)

図14にベルエッチング・裏面洗浄装置22の一例を示す。このベルエッチング・裏面洗浄装置22は、基板のエッジ(ベル)部に付着した銅層7(図1参照)のエッチングと裏面洗浄を同時にを行い、しかも、基板表面に設けた回路形成部における銅の自然酸化膜の成長を抑えるようにしたもので、有底円筒状の防水カバー920の内部に位置して基板Wをフェースアップでその周縁部の円周方向に沿った複数箇所でスピンドラック921により水平に保持して高速回転させる基板ステージ922と、この基板ステージ922で保持された基板Wの表面側のほぼ中央部上方に配置されたセンタノズル924と、基板Wの周縁部の上方に配置されたエッジノズル926とを備えている。センタノズル924及びエッジノズル926は、それぞれ下向きで配置されている。また基板Wの裏面側のほぼ中央部の下方に位置して、バックノズル928が上向きで配置されている。前記エッジノズル926は、基板Wの直径方向及び高さ方向を移動自在に構成されている。

【0074】

このエッジノズル926の移動幅Lは、基板の外周端面から中心部方向に任意の位置決めが可能になっていて、基板Wの大きさや使用目的等に合わせて、設定値の入力を行う。通常、2mmから5mmの範囲でエッジカット幅Cを設定し、裏面から表面への液の回り込み量が問題にならない回転数以上であれば、その設定されたカット幅C内の銅層等を除去することができる。

【0075】

次に、このペベルエッティング・裏面洗浄装置22による洗浄方法について説明する。まず、スピニチャック921を介して基板を基板ステージ922で水平に保持した状態で、基板Wを基板ステージ922と一緒に水平回転させる。この状態で、センタノズル924から基板Wの表面側の中央部に酸溶液を供給する。この酸溶液としては非酸化性の酸であればよく、例えばフッ酸、塩酸、硫酸、クエン酸、亜硝酸等を用いる。一方、エッジノズル926から基板Wの周縁部に酸化剤溶液を連続的または間欠的に供給する。この酸化剤溶液としては、オゾン水、過酸化水素水、硝酸水、次亜塩素酸ナトリウム水等のいずれかを用いるか、またはそれらの組み合わせを用いる。

【0076】

これにより、基板Wの周縁部のエッジカット幅Cの領域では上面及び端面に成膜された銅層等は酸化剤溶液で急速に酸化され、同時にセンタノズル924から供給されて基板の表面全面に拡がる酸溶液によってエッティングされ溶解除去される。このように、基板周縁部で酸溶液と酸化剤溶液を混合させることで、予めそれらの混合水をノズルから供給するのに比べて急峻なエッティングプロフィールを得ることができる。このときそれらの濃度により銅のエッティングレートが決定される。また、基板の表面の回路形成部に銅の自然酸化膜が形成されていた場合、この自然酸化物は基板の回転に伴って基板の表面全面に亘って広がる酸溶液で直ちに除去されて成長することはない。なお、センタノズル924からの酸溶液の供給を停止した後、エッジノズル926からの酸化剤溶液の供給を停止することで、表面に露出しているシリコンを酸化して、銅の付着を抑制することができる。

【0077】

一方、バックノズル928から基板の裏面中央部に酸化剤溶液とシリコン酸化膜エッティング剤とを同時または交互に供給する。これにより基板Wの裏面側に金属状で付着している銅等を基板のシリコンごと酸化剤溶液で酸化しシリコン酸化膜エッティング剤でエッティングして除去することができる。なおこの酸化剤溶液としては表面に供給する酸化剤溶液と同じものにする方が薬品の種類を少なくする上で好ましい。またシリコン酸化膜エッティング剤としては、フッ酸を用いることができ、基板の表面側の酸溶液もフッ酸を用いると薬品の種類を少なくすることができる。これにより、酸化剤供給を先に停止すれば疎水面が得られ、エッティング剤溶液を先に停止すれば飽水面（親水面）が得られて、その後のプロセスの要求に応じた裏面に調整することもできる。

【0078】

このように酸溶液すなわちエッティング液を基板に供給して、基板Wの表面に残留する金属イオンを除去した後、更に純水を供給して、純水置換を行ってエッティング液を除去し、その後、スピニ乾燥を行う。このようにして基板表面の周縁部のエッジカット幅C内の銅層の除去と裏面の銅汚染除去を同時にやって、この処理を、例えば80秒以内に完了させることができる。なお、エッジのエッジカット幅を任意（2mm～5mm）に設定することができるが、エッティングに要する時間はカット幅に依存しない。

【0079】

図15及び図16は、熱処理（アニール）装置26を示す。この熱処理装置26は、基板Wを出し入れするゲート1000を有するチャンバ1002の内部に位置して、基板Wを、例えば400に加熱するホットプレート1004と、例えば冷却水を流して基板Wを冷却するクールプレート1006が上下に配置されている。また、クールプレート1006の内部を貫通して上下方向に延び、上端に基板Wを載置保持する複数の昇降ピン1008が昇降自在に配置されている。更に、アニール時に基板Wとホットプレート1004

10

20

30

40

50

50

との間に酸化防止用のガスを導入するガス導入管 1010 と、該ガス導入管 1010 から導入され、基板 W とホットプレート 1004 との間を流れたガスを排気するガス排気管 1012 がホットプレート 1004 を挟んで互いに対峙する位置に配置されている。

【0080】

ガス導入管 1010 は、内部にフィルタ 1014a を有する N₂ ガス導入路 1016 内を流れる N₂ ガスと、内部にフィルタ 1014b を有する H₂ ガス導入路 1018 内を流れる H₂ ガスとを混合器 1020 で混合し、この混合器 1020 で混合したガスが流れる混合ガス導入路 1022 に接続されている。

【0081】

これにより、ゲート 1000 を通じてチャンバ 1002 の内部に搬入した基板 W を昇降ピン 1008 で保持し、昇降ピン 1008 を該昇降ピン 1008 で保持した基板 W とホットプレート 1004 との距離が、例えば 0.1~1.0 mm 程度となるまで上昇させる。この状態で、ホットプレート 1004 を介して基板 W を、例えば 400 となるように加熱し、同時にガス導入管 1010 から酸化防止用のガスを導入して基板 W とホットプレート 1004 との間を流してガス排気管 1012 から排気する。これによって、酸化を防止しつつ基板 W をアニールし、このアニールを、例えば数十秒~60 秒程度継続してアニールを終了する。基板の加熱温度は 100~600 が選択される。

【0082】

アニール終了後、昇降ピン 1008 を該昇降ピン 1008 で保持した基板 W とクールプレート 1006 との距離が、例えば 0~0.5 mm 程度となるまで下降させる。この状態で、クールプレート 1006 内に冷却水を導入することで、基板 W の温度が 100 以下となるまで、例えば 10~60 秒程度、基板を冷却し、この冷却終了後の基板を次工程に搬送する。

なお、この例では、酸化防止用のガスとして、N₂ ガスと数 % の H₂ ガスを混合した混合ガスを流すようにしているが、N₂ ガスのみを流すようにしてもよい。

【0083】

図 17 乃至図 23 は、基板の無電解めっきの前処理を行う前処理装置 28 を示す。この前処理装置 28 は、フレーム 50 の上部に取付けた固定枠 52 と、この固定枠 52 に対して相対的に上下動する移動枠 54 を備えており、この移動枠 54 に、下方に開口した有底円筒状のハウジング部 56 と基板ホルダ 58 とを有する処理ヘッド 60 が懸架支持されている。つまり、移動枠 54 には、ヘッド回転用サーボモータ 62 が取付けられ、このサーボモータ 62 の下方に延びる出力軸（中空軸）64 の下端に処理ヘッド 60 のハウジング部 56 が連結されている。

【0084】

この出力軸 64 の内部には、図 20 に示すように、スライド 66 を介して該出力軸 64 と一体に回転する鉛直軸 68 が挿着され、この鉛直軸 68 の下端に、ボールジョイント 70 を介して処理ヘッド 60 の基板ホルダ 58 が連結されている。この基板ホルダ 58 は、ハウジング部 56 の内部に位置している。また鉛直軸 68 の上端は、軸受 72 及びブレケットを介して、移動枠 54 に固定した固定リング昇降用シリンダ 74 に連結されている。これにより、この昇降用シリンダ 74 の作動に伴って、鉛直軸 68 が出力軸 64 とは独立に上下動するようになっている。

【0085】

また、固定枠 52 には、上下方向に延びて移動枠 54 の昇降の案内となるリニアガイド 76 が取付けられ、ヘッド昇降用シリンダ（図示せず）の作動に伴って、移動枠 54 がリニアガイド 76 を案内として昇降するようになっている。

【0086】

処理ヘッド 60 のハウジング部 56 の周壁には、この内部に基板 W を挿入する基板挿入窓 56a が設けられている。また、処理ヘッド 60 のハウジング部 56 の下部には、図 21 及び図 22 に示すように、例えば PEEK 製のメインフレーム 80 と、例えばポリエチレン製のガイドフレーム 82 との間に周縁部を挟持されてシールリング 84a が配置され

10

20

30

40

50

ている。このシールリング 8 4 a は、基板 W の下面の周縁部に当接し、ここをシールするためのものである。

【 0 0 8 7 】

一方、基板ホルダ 5 8 の下面周縁部には、基板固定リング 8 6 が固着され、この基板ホルダ 5 8 の基板固定リング 8 6 の内部に配置したスプリング 8 8 の弾性力を介して、円柱状のブッシャ 9 0 が基板固定リング 8 6 の下面から下方に突出するようになっている。更に、基板ホルダ 5 8 の上面とハウジング部 5 6 の上壁部との間には、内部を気密的にシールする、例えばテフロン（登録商標）製で屈曲自在な円筒状の蛇腹板 9 2 が配置されている。

【 0 0 8 8 】

これにより、基板ホルダ 5 8 を上昇させた状態で、基板 W を基板挿入窓 5 6 a からハウジング部 5 6 の内部に挿入する。すると、この基板 W は、ガイドフレーム 8 2 の内周面に設けたテーパ面 8 2 a に案内され、位置決めされてシールリング 8 4 a の上面の所定の位置に載置される。この状態で、基板ホルダ 5 8 を下降させ、この基板固定リング 8 6 のブッシャ 9 0 を基板 W の上面に接触させる。そして、基板ホルダ 5 8 を更に下降することで、基板 W をスプリング 8 8 の弾性力で下方に押圧し、これによって基板 W の表面（下面）の周縁部にシールリング 8 4 a で圧接させて、ここをシールしつつ、基板 W をハウジング部 5 6 と基板ホルダ 5 8 との間で挟持して保持するようになっている。

【 0 0 8 9 】

なお、このように、基板 W を基板ホルダ 5 8 で保持した状態で、ヘッド回転用サーボモータ 6 2 を駆動すると、この出力軸 6 4 と該出力軸 6 4 の内部に挿着した鉛直軸 6 8 がスライン 6 6 を介して一体に回転し、これによって、ハウジング部 5 6 と基板ホルダ 5 8 も一体に回転する。

【 0 0 9 0 】

処理ヘッド 6 0 の下方に位置して、該処理ヘッド 6 0 の外径よりもやや大きい内径を有する上方に開口した、外槽 1 0 0 a と内槽 1 0 0 b を有する処理槽 1 0 0 が備えられている。処理槽 1 0 0 の外周部には、蓋体 1 0 2 に取付けた一対の脚部 1 0 4 が回転自在に支承されている。更に、脚部 1 0 4 には、クランク 1 0 6 が一体に連結され、このクランク 1 0 6 の自由端は、蓋体移動用シリンダ 1 0 8 のロッド 1 1 0 に回転自在に連結されている。これにより、蓋体移動用シリンダ 1 0 8 の作動に伴って、蓋体 1 0 2 は、処理槽 1 0 0 の上端開口部を覆う処理位置と、側方の待避位置との間を移動するよう構成されている。この蓋体 1 0 2 の表面（上面）には、下記のように、例えば還元力を有する電解イオン水を外方（上方）に向けて噴射する多数の噴射ノズル 1 1 2 a を有するノズル板 1 1 2 が備えられている。

【 0 0 9 1 】

更に、図 2 3 に示すように、処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 b の内部には、薬液タンク 1 2 0 から薬液ポンプ 1 2 2 の駆動に伴って供給された薬液を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル 1 2 4 a を有するノズル板 1 2 4 が、該噴射ノズル 1 2 4 a が内槽 1 0 0 b の横断面の全面に亘ってより均等に分布した状態で配置されている。この内槽 1 0 0 b の底面には、薬液（排液）を外部に排出する排水管 1 2 6 が接続されている。この排水管 1 2 6 の途中には、三方弁 1 2 8 が介装され、この三方弁 1 2 8 の一つの出口ポートに接続された戻り管 1 3 0 を介して、必要に応じて、この薬液（排液）を薬液タンク 1 2 0 に戻して再利用できるようになっている。更に、この例では、蓋体 1 0 2 の表面（上面）に設けられたノズル板 1 1 2 は、例えば純水等の rinsing 液を供給する rinsing 液供給源 1 3 2 に接続されている。また、外槽 1 0 0 a の底面にも、排水管 1 2 7 が接続されている。

【 0 0 9 2 】

これにより、基板を保持した処理ヘッド 6 0 を下降させて、処理槽 1 0 0 の上端開口部を処理ヘッド 6 0 で塞ぐように覆い、この状態で、処理槽 1 0 0 の内槽 1 0 0 b の内部に配置したノズル板 1 2 4 の噴射ノズル 1 2 4 a から薬液を基板 W に向けて噴射することで、基板 W の下面（処理面）の全面に亘って薬液を均一に噴射し、しかも薬液の外部への飛

10

20

30

40

50

散を防止しつつ薬液を排水管 126 から外部に排出できる。更に、処理ヘッド 60 を上昇させ、処理槽 100 の上端開口部を蓋体 102 で閉塞した状態で、処理ヘッド 60 で保持した基板 W に向けて、蓋体 102 の上面に配置したノズル板 112 の噴射ノズル 112a からリンス液を噴射することで、基板表面に残った薬液のリンス処理（洗浄処理）を行い、しかもこのリンス液は外槽 100a と内槽 100b の間を通って、排水管 127 を介して排出されるので、内槽 100b の内部に流入することが防止され、リンス液が薬液に混ざらないようになっている。

【0093】

この前処理装置 28 によれば、図 17 に示すように、処理ヘッド 60 を上昇させた状態で、この内部に基板 W を挿入して保持し、かかる後、図 18 に示すように、処理ヘッド 60 を下降させて処理槽 100 の上端開口部を覆う位置に位置させる。そして、処理ヘッド 60 を回転させて、処理ヘッド 60 で保持した基板 W を回転させながら、処理槽 100 の内部に配置したノズル板 124 の噴射ノズル 124a から薬液を基板 W に向けて噴射することで、基板 W の全面に亘って薬液を均一に噴射する。また、処理ヘッド 60 を上昇させて所定位置で停止させ、図 19 に示すように、待避位置にあった蓋体 102 を処理槽 100 の上端開口部を覆う位置まで移動させる。そして、この状態で、処理ヘッド 60 で保持して回転させた基板 W に向けて、蓋体 102 の上面に配置したノズル板 112 の噴射ノズル 112a からリンス液を噴射する。これにより、基板 W の薬液による処理と、リンス液によるリンス処理とを、2つの液体が混ざらないようにしながら行うことができる。

【0094】

なお、処理ヘッド 60 の下降位置を調整して、この処理ヘッド 60 で保持した基板 W とノズル板 124 との距離を調整することで、ノズル板 124 の噴射ノズル 124a から噴射された薬液が基板 W に当たる領域や噴射圧を任意に調整することができる。ここで、薬液等の前処理液を循環させて使用すると、処理に伴って有効成分が減少するとともに、基板に付着することによる前処理液（薬液）の持ち出しがあるので、前処理液の組成を分析し、不足分を添加するための前処理液管理ユニット（図示せず）を併置することが好ましい。具体的には、清浄化に使われる薬液は、酸乃至アルカリが主体であるので、例えば pH を測定し、所定の値との差から減少分を補給するとともに、薬液貯槽に設けた液面計により減少量を補給することができる。また、触媒液については、たとえば酸性のパラジウム溶液の場合には、pH により酸の量を、また滴定法ないし比濁法によりパラジウムの量を測定し、同様にして減少量を補給することができる。

【0095】

図 24 乃至図 30 に無電解めっき装置 30 を示す。この無電解めっき装置 30 は、図 1 (d) に示す保護膜 9 を形成するためのものあり、めっき槽 200 (図 28 及び図 30 参照) と、このめっき槽 200 の上方に配置されて基板 W を着脱自在に保持する基板ヘッド 204 を有している。

【0096】

基板ヘッド 204 は、図 24 に詳細に示すように、ハウジング部 230 とヘッド部 232 を有し、このヘッド部 232 は、吸着ヘッド 234 と該吸着ヘッド 234 の周囲を囲繞する基板受け 236 から主に構成されている。そして、ハウジング部 230 の内部には、基板回転用モータ 238 と基板受け駆動用シリンダ 240 が収納され、この基板回転用モータ 238 の出力軸（中空軸）242 の上端はロータリジョイント 244 に、下端はヘッド部 232 の吸着ヘッド 234 にそれぞれ連結され、基板受け駆動用シリンダ 240 のロッドは、ヘッド部 232 の基板受け 236 に連結されている。更に、ハウジング部 230 の内部には、基板受け 236 の上昇を機械的に規制するストップ 246 が設けられている。

【0097】

ここで、吸着ヘッド 234 と基板受け 236 との間には、同様なスプライン構造が採用され、基板受け駆動用シリンダ 240 の作動に伴って基板受け 236 は吸着ヘッド 234 と相対的に上下動するが、基板回転用モータ 238 の駆動によって出力軸 242 が回転す

10

20

30

40

50

ると、この出力軸 242 の回転に伴って、吸着ヘッド 234 と基板受け 236 が一体に回転するように構成されている。

【0098】

吸着ヘッド 234 の下面周縁部には、図 25 乃至図 27 に詳細に示すように、下面をシール面として基板 W を吸着保持する吸着リング 250 が押えリング 251 を介して取付けられ、この吸着リング 250 の下面に円周方向に連続させて設けた凹状部 250a と吸着ヘッド 234 内を延びる真空ライン 252 とが吸着リング 250 に設けた連通孔 250b を介して互いに連通するようになっている。これにより、凹状部 250a 内を真空引きすることで、基板 W を吸着保持するのであり、このように、小さな幅（径方向）で円周状に真空引きして基板 W を保持することで、真空による基板 W への影響（たわみ等）を最小限に抑え、しかも吸着リング 250 をめっき液（処理液）中に浸することで、基板 W の表面（下面）のみならず、エッジについても、全てめっき液に浸すことが可能となる。基板 W のリリースは、真空ライン 252 に N₂ を供給して行う。

【0099】

一方、基板受け 236 は、下方に開口した有底円筒状に形成され、その周壁には、基板 W を内部に挿入する基板挿入窓 236a が設けられ、下端には、内方に突出する円板状の爪部 254 が設けられている。更に、この爪部 254 の上部には、基板 W の案内となるテーパ面 256a を内周面に有する突起片 256 が備えられている。

【0100】

これにより、図 25 に示すように、基板受け 236 を下降させた状態で、基板 W を基板挿入窓 236a から基板受け 236 の内部に挿入する。すると、この基板 W は、突起片 256 のテーパ面 256a に案内され、位置決めされて爪部 254 の上面の所定位置に載置保持される。この状態で、基板受け 236 を上昇させ、図 26 に示すように、この基板受け 236 の爪部 254 上に載置保持した基板 W の上面を吸着ヘッド 234 の吸着リング 250 に当接させる。次に、真空ライン 252 を通して吸着リング 250 の凹状部 250a を真空引きすることで、基板 W の上面の周縁部を該吸着リング 250 の下面にシールしながら基板 W を吸着保持する。そして、めっき処理を行う際には、図 27 に示すように、基板受け 236 を数 mm 下降させ、基板 W を爪部 254 から離して、吸着リング 250 のみで吸着保持した状態となす。これにより、基板 W の表面（下面）の周縁部が、爪部 254 の存在によってめっきされなくなることを防止することができる。

【0101】

図 28 は、めっき槽 200 の詳細を示す。このめっき槽 200 は、底部において、めっき液供給管 308（図 30 参照）に接続され、周壁部にめっき液回収溝 260 が設けられている。めっき槽 200 の内部には、ここを上方に向かって流れるめっき液の流れを安定させる 2 枚の整流板 262, 264 が配置され、更に底部には、めっき槽 200 の内部に導入されるめっき液の液温を測定する温度測定器 266 が設置されている。また、めっき槽 200 の周壁外周面のめっき槽 200 で保持しためっき液の液面よりやや上方に位置して、直径方向のやや斜め上方に向けてめっき槽 200 の内部に、pH が 6 ~ 7.5 の中性液からなる停止液、例えば純水を噴射する噴射ノズル 268 が設置されている。これにより、めっき終了後、ヘッド部 232 で保持した基板 W をめっき液の液面よりや上方まで引き上げて一旦停止させ、この状態で、基板 W に向けて噴射ノズル 268 から純水（停止液）を噴射して基板 W を直ちに冷却し、これによって、基板 W に残っためっき液によってめっきが進行してしまうことを防止することができる。

【0102】

更に、めっき槽 200 の上端開口部には、アイドリング時等のめっき処理の行われていない時に、めっき槽 200 の上端開口部を閉じて該めっき槽 200 からのめっき液の無駄な蒸発を防止するめっき槽カバー 270 が開閉自在に設置されている。

【0103】

このめっき槽 200 は、図 30 に示すように、底部において、めっき液貯槽 302 から延び、途中にめっき液供給ポンプ 304 と三方弁 306 とを介装しためっき液供給管 30

10

20

30

40

50

8に接続されている。これにより、めっき処理中にあっては、めっき槽200の内部に、この底部からめっき液を供給し、溢れるめっき液をめっき液回収溝260からめっき液貯槽302へ回収することで、めっき液が循環できるようになっている。また、三方弁306の一つの出口ポートには、めっき液貯槽302に戻るめっき液戻り管312が接続されている。これにより、めっき待機時にあっても、めっき液を循環させることができるようにになっており、これによって、めっき液循環系が構成されている。このように、めっき液循環系を介して、めっき液貯槽302内のめっき液を常時循環させることにより、単純にめっき液を貯めておく場合に比べてめっき液の濃度の低下率を減少させ、基板Wの処理可能数を増大させることができる。

【0104】

10

特に、この例では、めっき液供給ポンプ304を制御することで、めっき待機時及びめっき処理時に循環するめっき液の流量を個別に設定できるようになっている。すなわち、めっき待機時のめっき液の循環流量は、例えば2~20L/minで、めっき処理時のめっき液の循環流量は、例えば0~10L/minに設定される。これにより、めっき待機時にめっき液の大きな循環流量を確保して、セル内のめっき浴の液温を一定に維持し、めっき処理時には、めっき液の循環流量を小さくして、より均一な膜厚の保護膜(めっき膜)を成膜することができる。

【0105】

めっき槽200の底部付近に設けられた温度測定器266は、めっき槽200の内部に導入されるめっき液の液温を測定して、この測定結果を元に、下記のヒータ316及び流量計318を制御する。

20

【0106】

つまり、この例では、別置きのヒータ316を使用して昇温させ流量計318を通過させた水を熱媒体に使用し、熱交換器320をめっき液貯槽302内のめっき液中に設置して該めっき液を間接的に加熱する加熱装置322と、めっき液貯槽302内のめっき液を循環させて攪拌する攪拌ポンプ324が備えられている。これは、めっきにあっては、めっき液を高温(約80程度)にして使用することがあり、これと対応するためであり、この方法によれば、インライン・ヒーティング方式に比べ、非常にデリケートなめっき液に不要物等が混入するのを防止することができる。

30

【0107】

図29は、めっき槽200の側方に付設されている洗浄槽202の詳細を示す。この洗浄槽202の底部には、純水等のリンス液を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル280がノズル板282に取付けられて配置され、このノズル板282は、ノズル上下軸284の上端に連結されている。更に、このノズル上下軸284は、ノズル位置調整用ねじ287と該ねじ287と螺合するナット288との螺合位置を変えることで上下動し、これによって、噴射ノズル280と該噴射ノズル280の上方に配置される基板Wとの距離を最適に調整できるようになっている。

【0108】

更に、洗浄槽202の周壁外周面の噴射ノズル280より上方に位置して、直径方向のやや斜め下方に向けて洗浄槽202の内部に純水等の洗浄液を噴射して、基板ヘッド204のヘッド部232の、少なくともめっき液に接液する部分に洗浄液を吹き付けるヘッド洗浄ノズル286が設置されている。

40

【0109】

この洗浄槽202にあっては、基板ヘッド204のヘッド部232で保持した基板Wを洗浄槽202内の所定の位置に配置し、噴射ノズル280から純水等の洗浄液(リンス液)を噴射して基板Wを洗浄(リンス)するのであり、この時、ヘッド洗浄ノズル286から純水等の洗浄液を同時に噴射して、基板ヘッド204のヘッド部232の、少なくともめっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄することで、めっき液に浸された部分に析出物が蓄積してしまうことを防止することができる。

【0110】

50

この無電解めっき装置 30 にあっては、基板ヘッド 204 を上昇させた位置で、前述のようにして、基板ヘッド 204 のヘッド部 232 で基板 W を吸着保持し、めっき槽 200 のめっき液を循環させておく。

そして、めっき処理を行うときには、めっき槽 200 のめっき槽カバー 270 を開き、基板ヘッド 204 を回転させながら下降させ、ヘッド部 232 で保持した基板 W をめっき槽 200 内のめっき液に浸漬させる。

【0111】

そして、基板 W を所定時間めっき液中に浸漬させた後、基板ヘッド 204 を上昇させて、基板 W をめっき槽 200 内のめっき液から引き上げ、必要に応じて、前述のように、基板 W に向けて噴射ノズル 268 から純水（停止液）を噴射して基板 W を直ちに冷却し、更に基板ヘッド 204 を上昇させて基板 W をめっき槽 200 の上方位置まで引き上げて、基板ヘッド 204 の回転を停止させる。

【0112】

次に、基板ヘッド 204 のヘッド部 232 で基板 W を吸着保持したまま、基板ヘッド 204 を洗浄槽 202 の直上方位置に移動させる。そして、基板ヘッド 204 を回転させながら洗浄槽 202 内の所定の位置まで下降させ、噴射ノズル 280 から純水等の洗浄液（リンス液）を噴射して基板 W を洗浄（リンス）し、同時に、ヘッド洗浄ノズル 286 から純水等の洗浄液を噴射して、基板ヘッド 204 のヘッド部 232 の、少なくともめっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄する。

【0113】

この基板 W の洗浄が終了した後、基板ヘッド 204 の回転を停止させ、基板ヘッド 204 を上昇させて基板 W を洗浄槽 202 の上方位置まで引き上げ、更に基板ヘッド 204 を搬送口ボット 16 との受渡し位置まで移動させ、この搬送口ボット 16 に基板 W を受渡して次工程に搬送する。

【0114】

この無電解めっき装置 30 には、図 30 に示すように、無電解めっき装置 30 が保有するめっき液の液量を計測するとともに、例えば吸光光度法、滴定法、電気化学的測定などめっき液の組成を分析し、めっき液中の不足する成分を補給するめっき液管理ユニット 330 が備えられている。そして、これらの分析結果を信号処理してめっき液中の不足する成分を、図示しない補給槽から定量ポンプなどを使ってめっき液貯槽 302 へ補給してめっき液の液量と組成を管理するようになっており、これによって、薄膜めっきを再現性良く実現できる。

【0115】

このめっき液管理ユニット 330 は、無電解めっき装置 30 が保有するめっき液の溶存酸素を、例えば電気化学的方法等により測定する溶存酸素濃度計 332 を有しており、この溶存酸素濃度計 332 の指示により、例えば脱気、窒素吹き込みその他の方法でめっき液中の溶存酸素濃度を一定に管理することができるようになっている。このように、めっき液中の溶存酸素濃度を一定に管理することで、めっき反応を再現性良く実現することができる。

【0116】

なお、めっき液を繰り返し利用すると、外部からの持ち込みやそれ自身の分解による特定成分が蓄積し、めっきの再現性や膜質の劣化につながることがある。このような特定成分を選択的に除去する機構を追加することにより、液寿命の延長と再現性の向上を図ることができる。

【0117】

図 31 は、研磨装置（C M P 装置）32 の一例を示す。この研磨装置 32 は、上面に研磨布（研磨パッド）820 を貼付して研磨面を構成する研磨テーブル 822 と、基板 W をその被研磨面を研磨テーブル 822 に向けて保持するトップリング 824 とを備えている。そして、研磨テーブル 822 とトップリング 824 とをそれぞれ自転させ、研磨テーブル 822 の上方に設置された砥液ノズル 826 より砥液を供給しつつ、トップリング 824

10

20

30

40

50

4により基板Wを一定の圧力で研磨テーブル822の研磨布820に押圧することで、基板Wの表面を研磨するようになっている。なお、研磨パッドとして、予め砥粒を入れた固定砥粒方式を採用したものを使用してもよい。

【0118】

このようなCMP装置を用いて研磨作業を継続すると研磨布820の研磨面の研磨力が低下するが、この研磨力を回復させるために、ドレッサー828を設け、このドレッサー828によって、研磨する基板Wの交換時などに研磨布820の目立て（ドレッシング）が行われている。このドレッシング処理においては、ドレッサー328のドレッシング面（ドレッシング部材）を研磨テーブル822の研磨布820に押圧しつつ、これらを自転させることで、研磨面に付着した砥液や切削屑を除去すると共に、研磨面の平坦化及び目立てが行なわれ、研磨面が再生される。また、研磨テーブル822に基板の表面の状態を監視するモニタを取付け、その場（In-situ）で研磨の終点（エンドポイント）を検出してもよく、またその場（In-situ）で基板の仕上がり状態を検査するモニタを取付けてよい。

10

【0119】

図32及び図33は、反転機を備えた膜厚測定器24を示す。同図に示すように、この膜厚測定器24は反転機339を備え、この反転機339は、反転アーム353, 353を備えている。この反転アーム353, 353は、基板Wの外周をその左右両側から挟み込んで保持し、これを180°回動することで反転させる機能を有する。そしてこの反転アーム353, 353（反転ステージ）の直下に円形の取付け台355を設置し、取付け台355上に複数の膜厚センサSを設置する。取付け台355は駆動機構357によって上下動自在に構成されている。

20

【0120】

そして基板Wの反転時には、取付け台355は、基板Wの下方の実線の位置に待機しており、反転の前又は後に点線で示す位置まで上昇して膜厚センサSを反転アーム353, 353に把持した基板Wに接近させ、その膜厚を測定する。

20

【0121】

この例によれば、搬送口ボットのアームなどの制約がないため、取付け台355上の任意の位置に膜厚センサSを設置できる。また、取付け台355は上下動自在な構成となっているので、測定時に基板Wとセンサ間の距離を調整することも可能である。また、検出目的に応じた複数の種類のセンサを取付けて、各々のセンサの測定毎に基板Wと各センサ間の距離を変更することも可能である。但し取付け台355が上下動するため、測定時間をやや要することになる。

30

【0122】

ここで、膜厚センサSとして、例えば渦電流センサが使用される。渦電流センサは渦電流を発生させ、基板Wを導通して帰ってきた電流の周波数や損失を検出することにより膜厚を測定するものであり、非接触で用いられる。更に膜厚センサSとしては、光学的センサも好適である。光学的センサは、試料に光を照射し、反射する光の情報から膜厚を直接的に測定することができるものであり、金属膜だけでなく酸化膜などの絶縁膜の膜厚測定も可能である。膜厚センサSの設置位置は図示のものに限定されず、測定したい箇所に任意の個数を取付ける。

40

【0123】

次に、このように構成された基板処理装置によって、図1（a）に示す、シード層6を形成した基板に銅配線を形成する一連の処理を、図34を更に参照して説明する。

【0124】

先ず、表面にシード層6を形成した基板Wを搬送ボックス10から一枚ずつ取り出し、ロード・アンロードステーション14に搬入する。そして、このロード・アンロードステーション14に搬入した基板Wを搬送口ボット16で膜厚測定器24に搬送し、この膜厚測定器24でイニシャル膜厚（シード層6の膜厚）を測定し、かかる後、必要に応じて、基板を反転させてめっき装置18に搬送し、このめっき装置18で、図1（b）に示すよう

50

に、基板Wの表面に銅層7を堆積させて、銅の埋込みを行う。

【0125】

そして、この銅層7を形成した基板を、搬送口ボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送して、基板Wの純水による洗浄を行ってスピンドル乾燥させるか、またはめっき装置18にスピンドル乾燥機能が備えられている場合には、このめっき装置18で基板Wのスピンドル乾燥（液切り）を行って、この乾燥後の基板をベベルエッティング・裏面洗浄装置22に搬送する。

【0126】

このベベルエッティング・裏面洗浄装置22では、基板Wのベベル（エッジ）部に付着した不要な銅をエッティング除去すると同時に、基板の裏面を純水等で洗浄し、かかる後、前述と同様に、搬送口ボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送して、基板Wの純水による洗浄を行ってスピンドル乾燥させるか、またはベベルエッティング・裏面洗浄装置22にスピンドル乾燥機能が備えられている場合には、このベベルエッティング・裏面洗浄装置22で基板Wのスピンドル乾燥を行って、この乾燥後の基板を、搬送口ボット16で熱処理装置26に搬送する。

【0127】

この熱処理装置26で基板Wの熱処理（アニール）を行う。そして、この熱処理後の基板Wを搬送口ボット16で膜厚測定器24に搬送し、ここで銅の膜厚を測定し、この測定結果と前述のイニシャル膜厚の測定結果との差から、銅層7（図1（b）参照）の膜厚を求め、この測定後の膜厚によって、例えば次に基板に対するめっき時間を調整し、また膜厚が不足する場合には、再度めっきによる銅の追加の成膜を行う。そして、この膜厚測定後の基板Wを、搬送口ボット16により研磨装置32に搬送する。

【0128】

この研磨装置32で、図1（c）に示すように、基板Wの表面に堆積した不要な銅層7及びシード層6を研磨除去して、基板Wの表面を平坦化する。この時、例えば、膜厚や基板の仕上がり具合をモニタで検査し、このモニタで終点（エンドポイント）を検知した時に、研磨を終了する。そして、この研磨後の基板Wを搬送口ボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送し、この洗浄・乾燥装置20で基板表面を薬液で洗浄し、更に純水で洗浄（リシス）した後、高速回転させてスピンドル乾燥させる。そして、このスピンドル乾燥後の基板Wを搬送口ボット16で前処理装置28に搬送する。

【0129】

この前処理装置28で、例えば基板表面へのPd触媒の付着や、基板の露出表面に付着した酸化膜の除去等の少なくとも一方のめっき前処理を行う。そして、このめっき前処理後の基板を、前述のように、搬送口ボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送して、基板Wの純水による洗浄を行ってスピンドル乾燥させるか、または前処理装置28にスピンドル乾燥機能が備えられている場合には、この前処理装置28で基板Wのスピンドル乾燥（液切り）を行って、この乾燥後の基板を搬送口ボット16で無電解めっき装置30に搬送する。

【0130】

この無電解めっき装置30で、図1（d）に示すように、露出した配線8の表面に、例えば無電解Co-W-Pめっきを施して、配線8の外部への露出表面に、Co-W-P合金膜からなる保護膜（めっき膜）9を選択的に形成して配線8を保護する。この保護膜9の膜厚は、0.1～500nm、好ましくは、1～200nm、更に好ましくは、10～100nm程度である。この時、例えば、保護膜9の膜厚をモニタして、この膜厚が所定の値に達した時、つまり終点（エンドポイント）を検知した時に、無電解めっきを終了する。

【0131】

そして、無電解めっきが終了した基板を、搬送口ボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送し、この洗浄・乾燥装置20で基板表面を薬液で洗浄し、更に純水で洗浄（リシス）した後、高速回転させてスピンドル乾燥させる。そして、このスピンドル乾燥後の基板Wを搬送口ボット16でロード・アンロードステーション14を経由して搬送ボックス10内に戻す。

【0132】

10

20

30

40

50

なお、この例は、配線材料として、銅を使用した例を示しているが、この銅の他に、銅合金、銀及び銀合金等を使用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0133】

【図1】半導体装置における配線形成例を工程順に示す図である。

【図2】本発明の実施の形態のめっき装置を備えた基板処理装置の平面図である。

【図3】図2に示すめっき装置の要部を示す概要図である。

【図4】(a)は、図3に示すめっき装置に備えられている多孔質体を示す平面図で、(b)は、(a)の縦断正面図である。

【図5】多孔質体と基板ステージで保持した基板とを相対運動させる駆動機構の他の例の概要を示す図である。 10

【図6】多孔質体と基板ステージで保持した基板とを相対運動させる駆動機構の更に他の例の概要を示す図である。

【図7】多孔質体と基板ステージで保持した基板とを相対運動させる駆動機構の更に他の例の概要を示す図である。

【図8】多孔質体と基板ステージで保持した基板とを相対運動させる駆動機構の更に他の例の概要を示す図である。

【図9】(a)は、めっき装置に備えられている多孔質体を他の例を示す平面図で、(b)は、(a)の縦断正面図である。

【図10】(a)は、めっき装置に備えられている多孔質体の更に他の例を示す平面図で、(b)は、(a)の縦断正面図である。 20

【図11】めっき液管理供給システムの一例を示す系統図である。

【図12】図2に示す洗浄・乾燥装置の一例を示す縦断正面図である。

【図13】同じく、平面図である。

【図14】図2に示すベルエッティング・裏面洗浄装置の一例を示す概略図である。

【図15】図2に示す熱処理装置の一例を示す縦断正面図である。

【図16】同じく、平面図である。

【図17】図2に示す前処理装置の基板受渡し時における正面図である。

【図18】同じく、薬液処理時における正面図である。

【図19】同じく、リーン時における正面図である。 30

【図20】同じく、基板受渡し時における処理ヘッドを示す断面図である。

【図21】同じく、図20のA部拡大図である。

【図22】同じく、基板固定時における図21相当図である。

【図23】同じく、系統図である。

【図24】図2に示す無電解めっき装置の基板受渡し時における基板ヘッドを示す断面図である。

【図25】同じく、図24のB部拡大図である。

【図26】同じく、基板固定時における基板ヘッドを示す図25相当図である。

【図27】同じく、めっき処理時における基板ヘッドを示す図25相当図である。

【図28】同じく、めっき槽カバーを閉じた時のめっき槽を示す一部切断の正面図である 40
。

【図29】同じく、洗浄槽を示す断面図である。

【図30】同じく、系統図である。

【図31】図2に示す研磨装置の一例を示す概要図である。

【図32】図2に示す膜厚測定器における反転機付近の概略正面図である。

【図33】同じく、反転アーム部分の平面図である。

【図34】図2に示す基板処理装置における処理フロー図である。

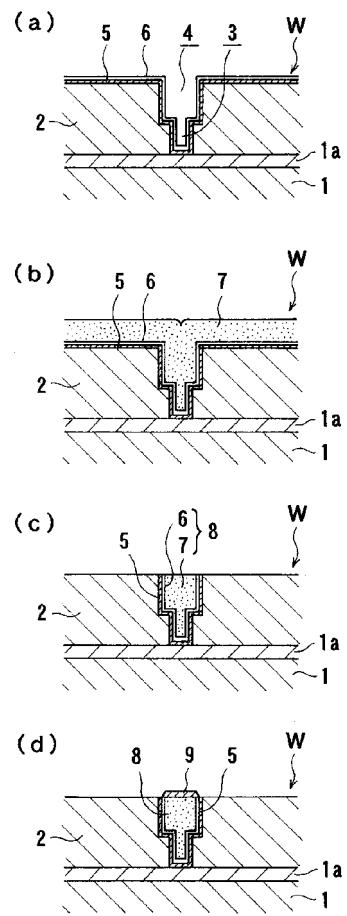
【符号の説明】

【0134】

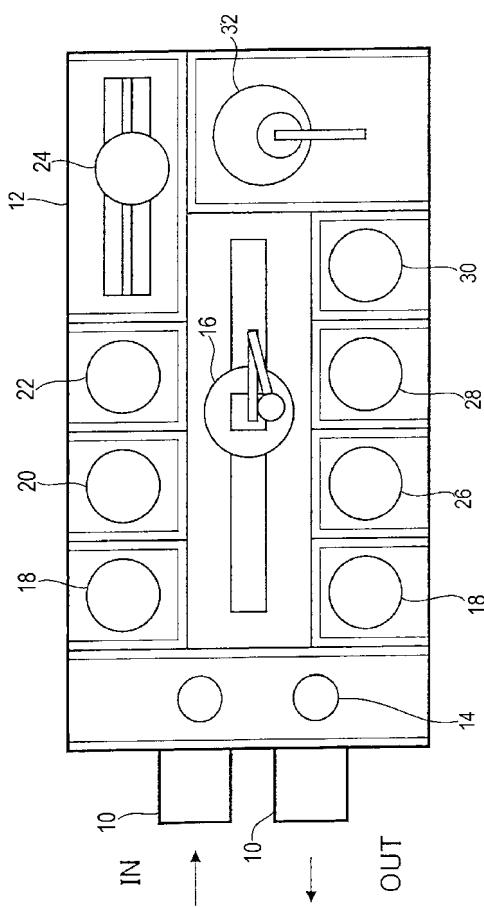
4	配線溝 (微細凹部)	
6	シード層	
7	銅層	
8	配線	
9	保護膜	
10	搬送ボックス	
12	装置フレーム	
14	ロード・アンロードステーション	
16	搬送ロボット	
18	めっき装置	10
20	洗浄・乾燥装置	
22	ペベルエッティング・裏面洗浄装置	
24	膜厚測定器	
26	熱処理装置	
28	前処理装置	
30	無電解めっき装置	
32	研磨装置	
58	基板ホルダ	
60	処理ヘッド	
100	処理槽	20
102	蓋体	
112	ノズル板	
112 a	噴射ノズル	
124	ノズル板	
124 a	噴射ノズル	
200	めっき槽	
202	洗浄槽	
204	基板ヘッド	
230	ハウジング部	
232	ヘッド部	30
234	吸着ヘッド	
268	噴射ノズル	
270	めっき槽カバー	
280	噴射ノズル	
282	ノズル板	
286	ヘッド洗浄ノズル	
320	熱交換器	
322	加熱装置	
324	攪拌ポンプ	
422	基板ステージ	40
500	揺動アーム	
502	電極ヘッド	
504	基板ステージ	
504 a	真空通路	
504 b	真空吸着溝	
504 c	加圧用凹部	
504 d	加圧流体通路	
506	カソード部	
508, 510	シールリング	
512	カソード電極	50

5 1 4	シール材	
5 2 0	回転ハウジング	
5 2 2	上下動ハウジング	
5 2 6	アノード	
5 2 6 a	細孔	
5 2 8 , 5 2 8 a , 5 2 8 b	多孔質体	
5 3 0	アノードヘッド室	
5 4 0 , 5 4 2	エアバック	
5 5 6	めっき液導入管	
5 5 8	加圧流体導入管	10
5 6 0	電源	
5 6 2	給電ポート	
6 0 0	めっき液トレー	
6 0 4	リザーバ	
6 0 8	めっき液調整タンク	
6 1 0	温度コントローラ	
6 1 2	めっき液分析ユニット	
8 2 0	研磨布	
8 2 2	研磨テーブル	
8 2 4	トップリング	20
8 2 6	砥液ノズル	
9 2 2	基板ステージ	
9 2 4	センタノズル	
9 2 6	エッジノズル	
9 2 8	バックノズル	
1 0 0 2	チャンバ	
1 0 0 4	ホットプレート	
1 0 0 6	クールプレート	

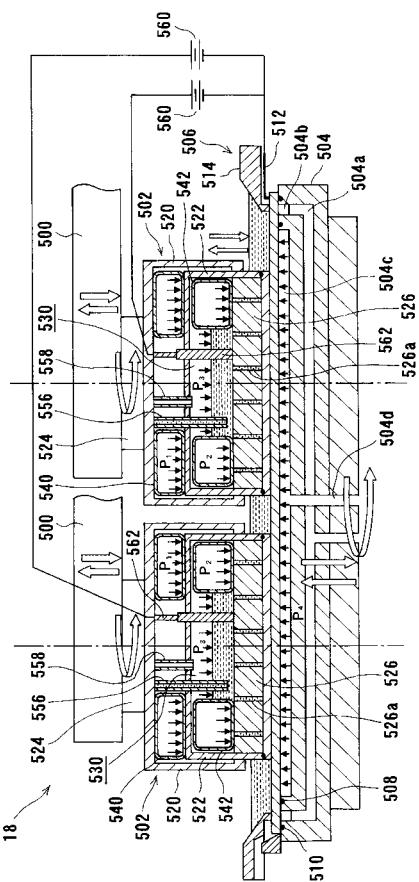
【図1】



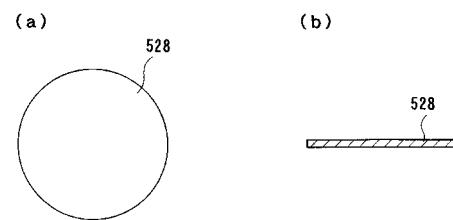
【図2】



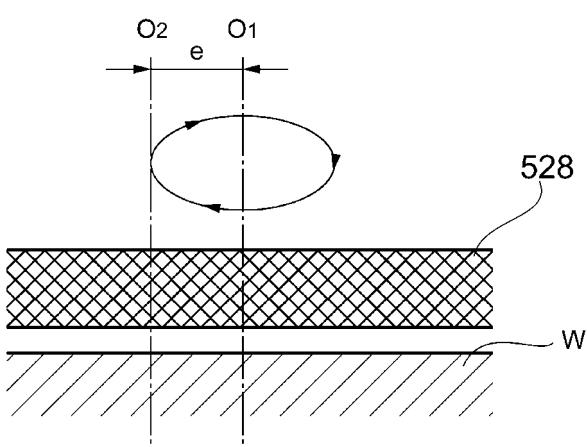
【図3】



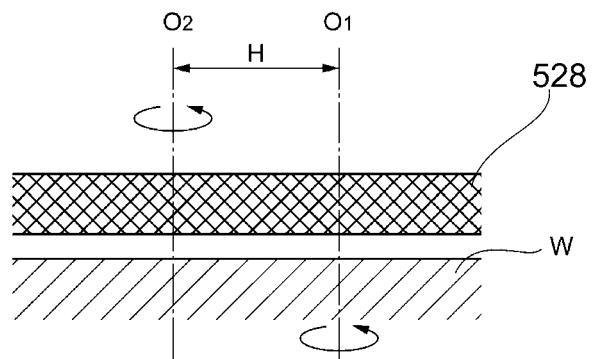
【図4】



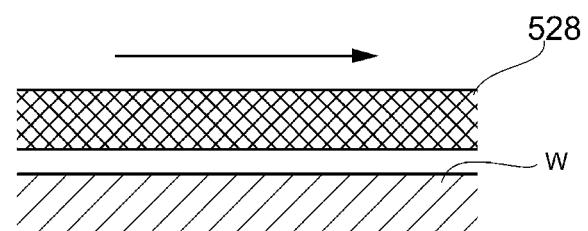
【図5】



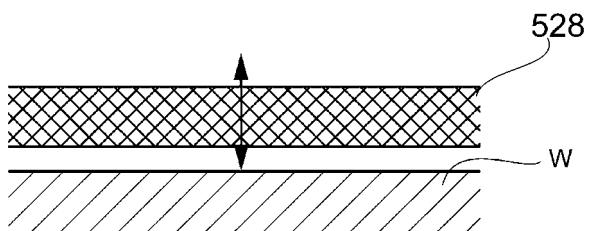
【図6】



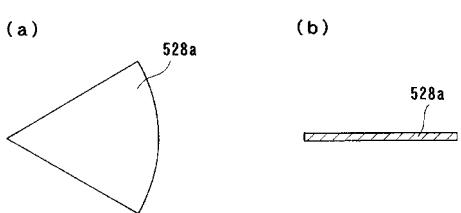
【図7】



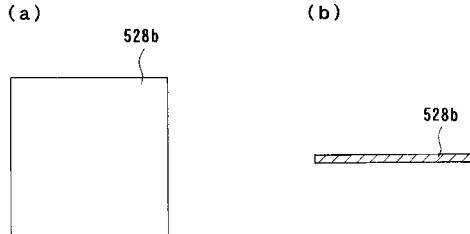
【図8】



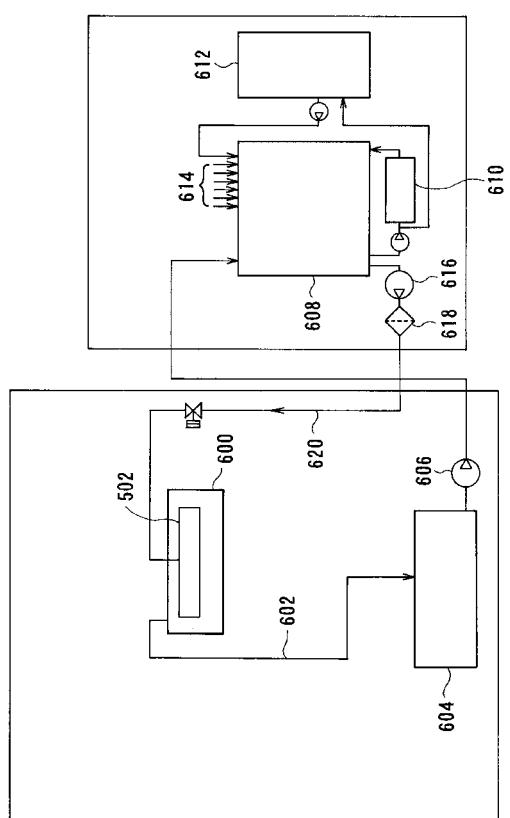
【図9】



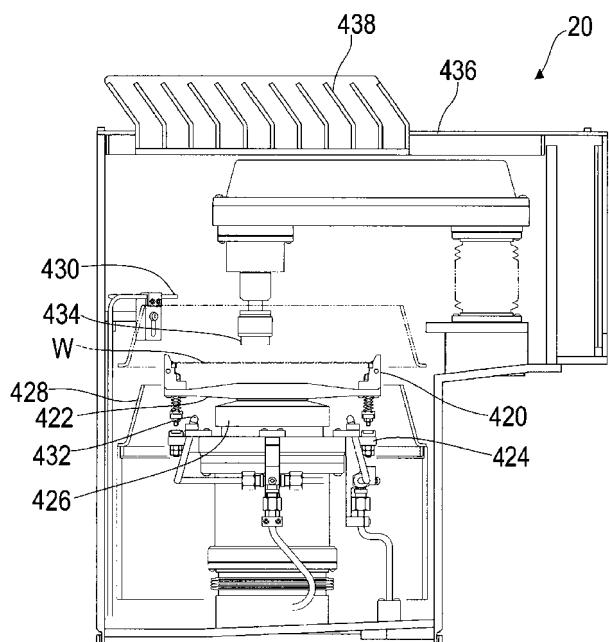
【図10】



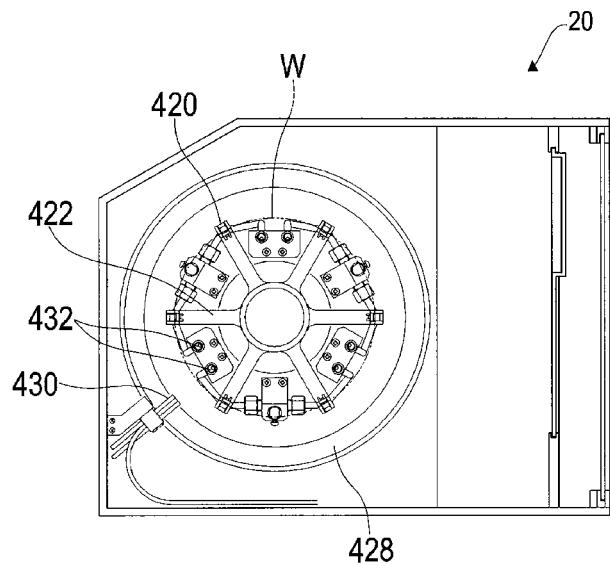
【図11】



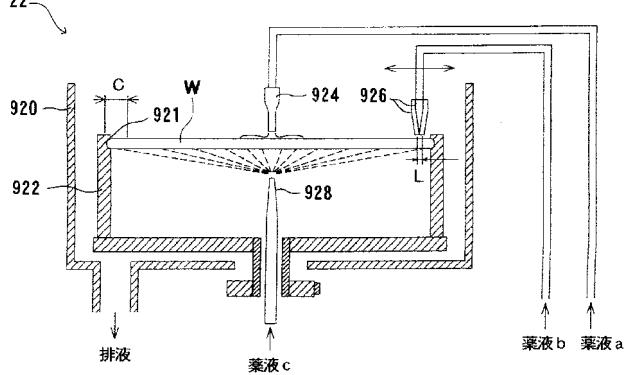
【図12】



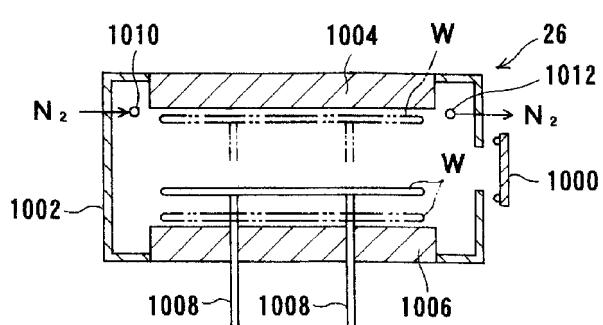
【図13】



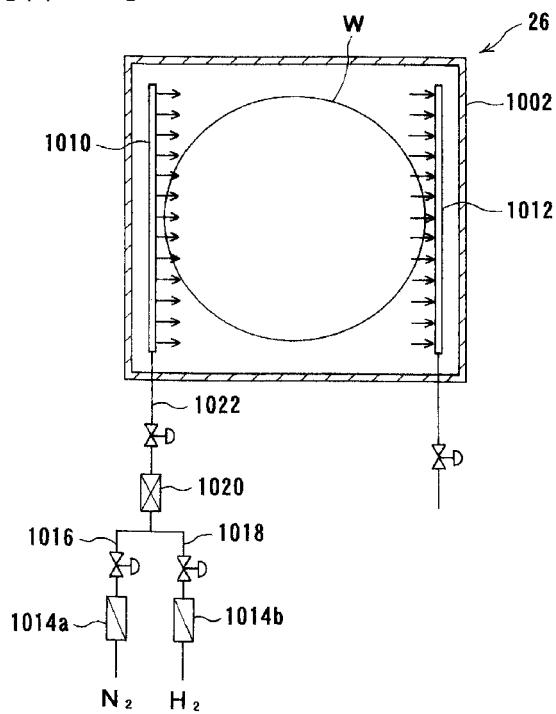
【図14】



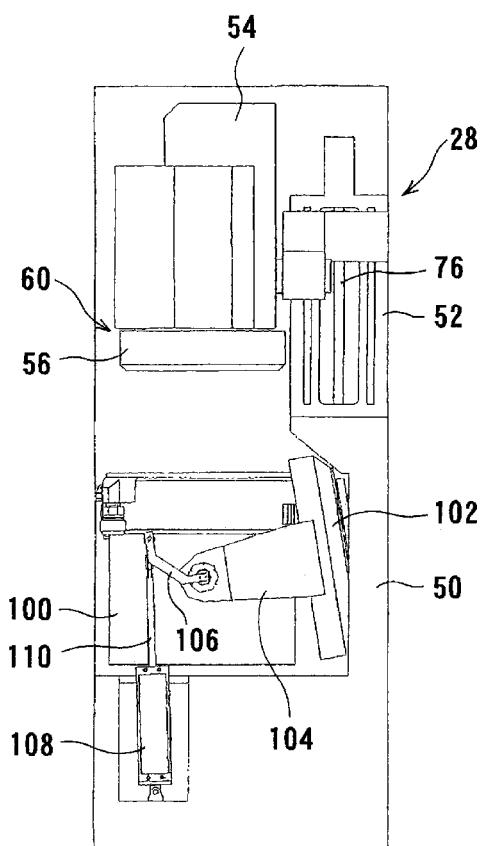
【図15】



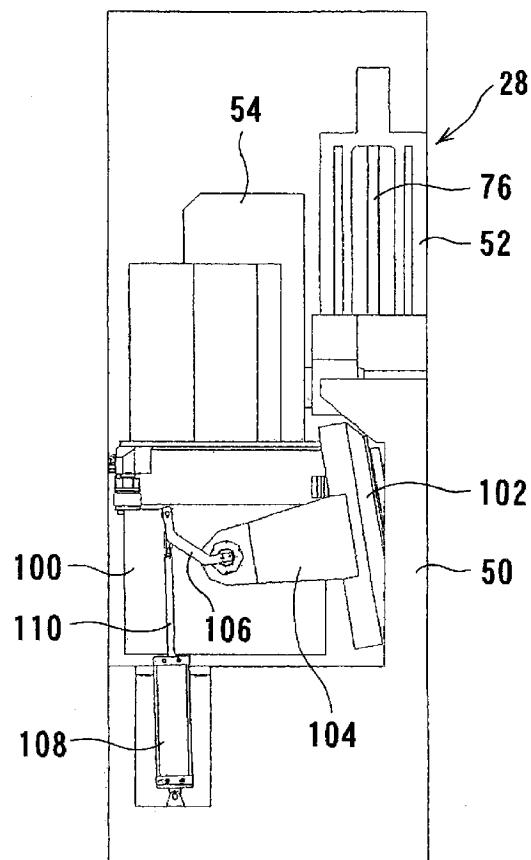
【図16】



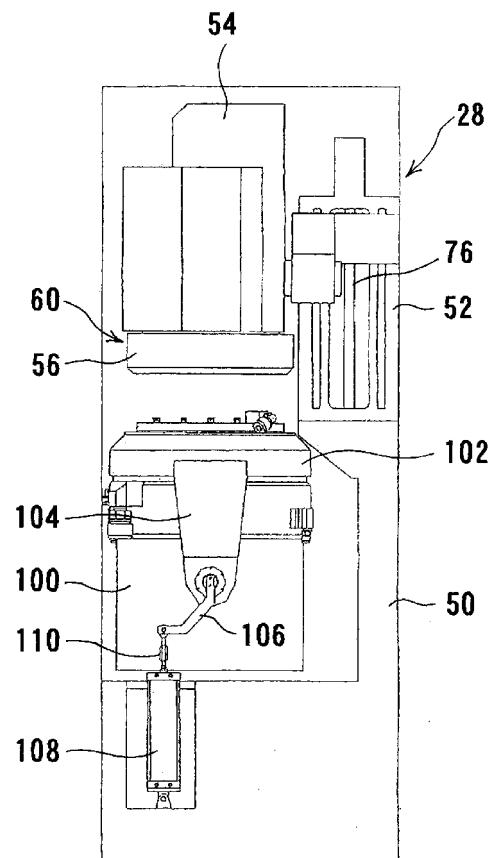
【図17】



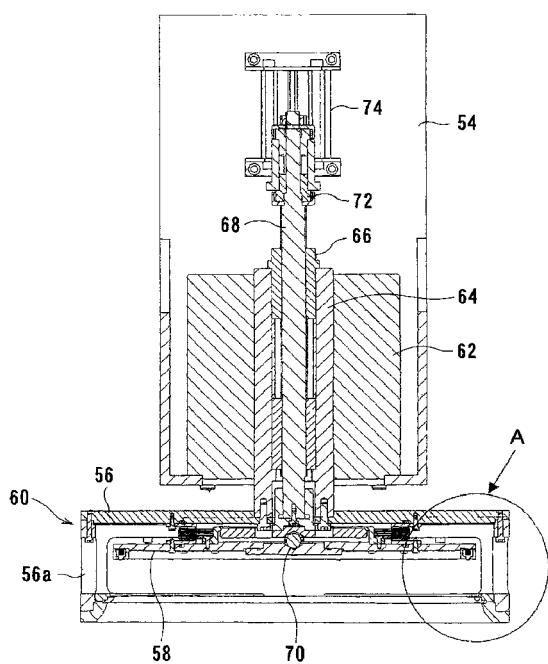
【図18】



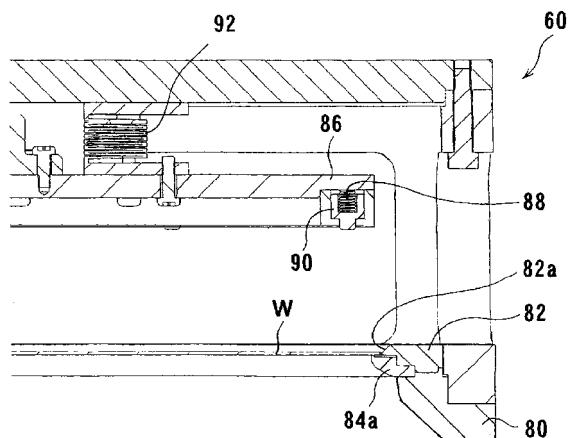
【図19】



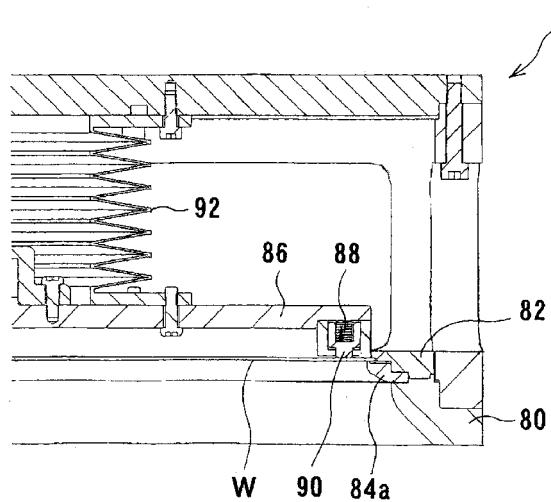
【図20】



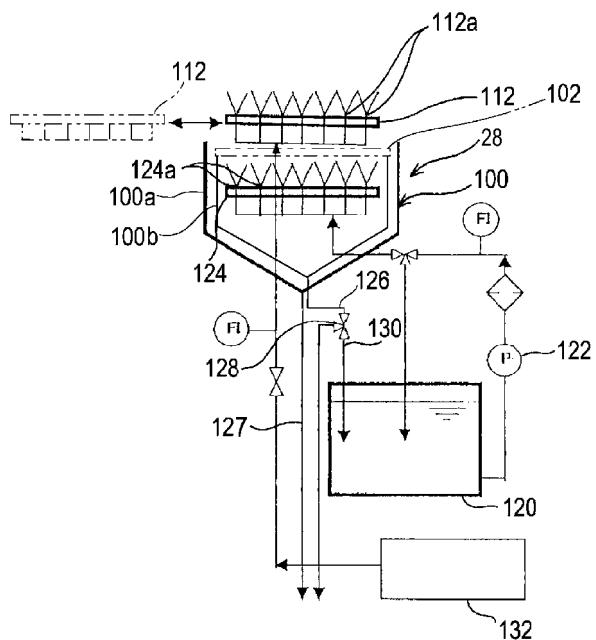
【図21】



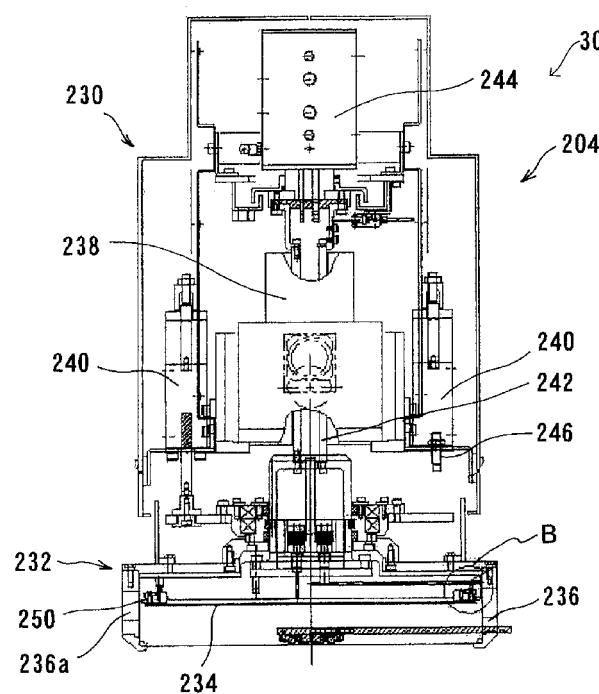
【 図 2 2 】



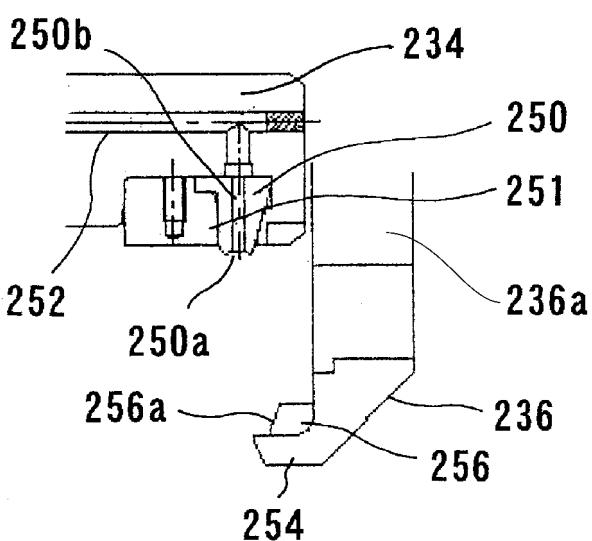
【 図 2 3 】



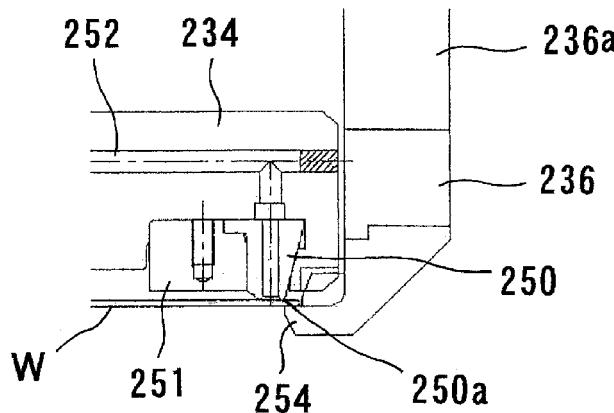
【図24】



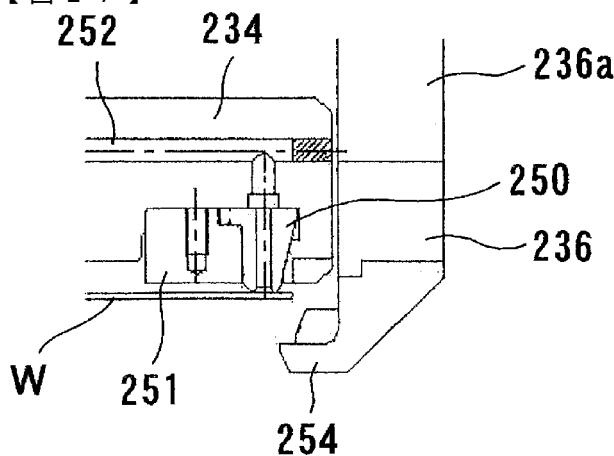
【 図 2 5 】



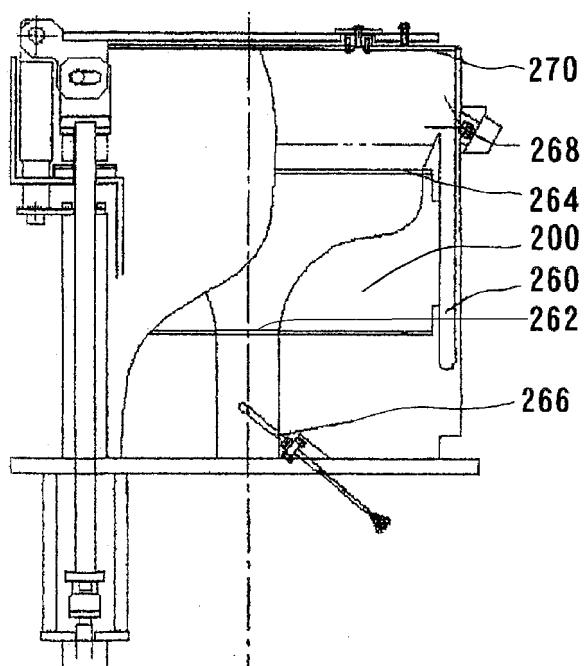
【図26】



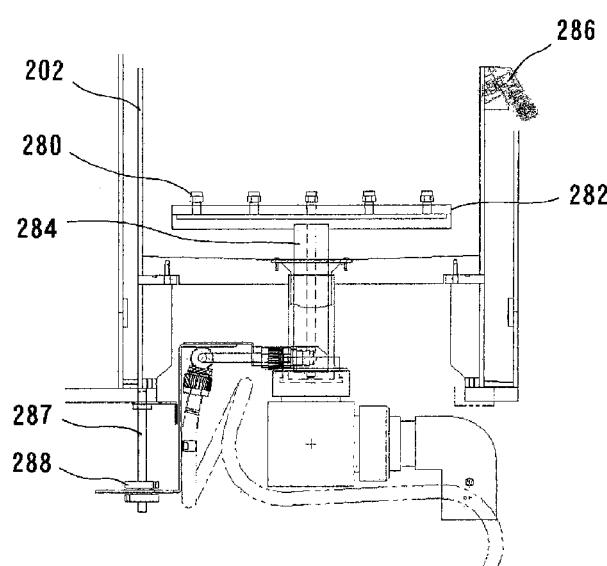
【図27】



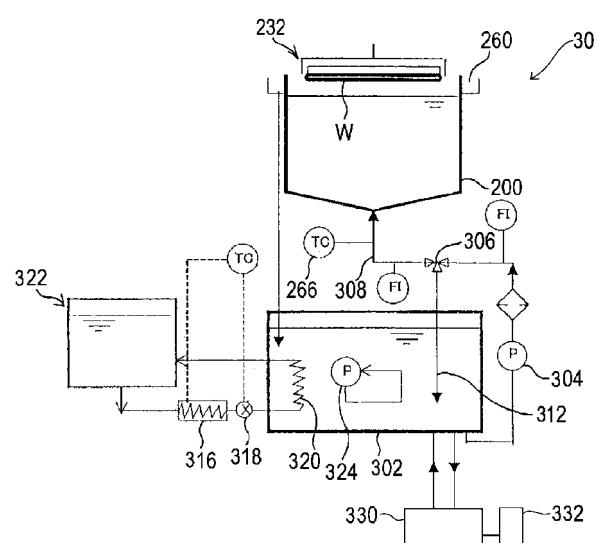
【図28】



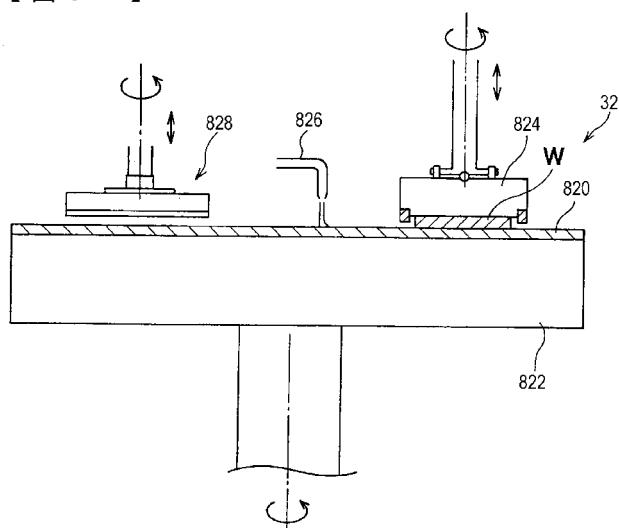
【図29】



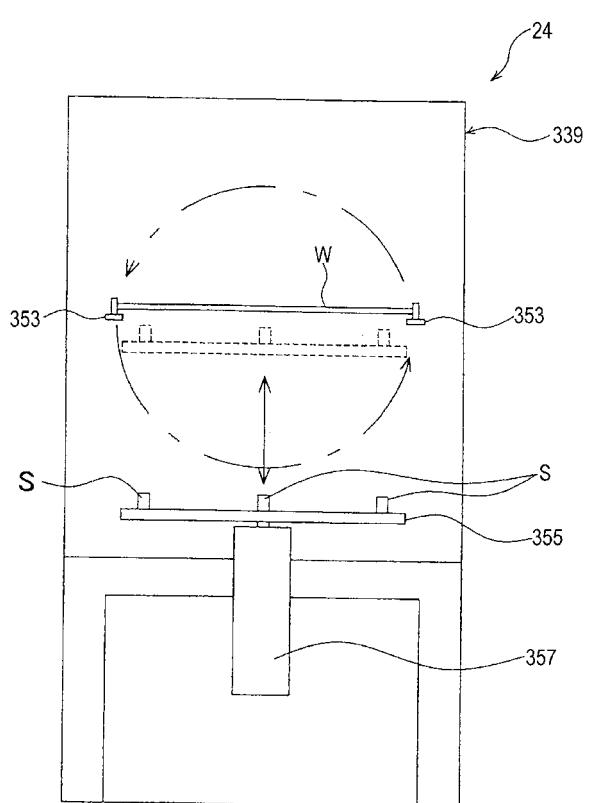
【図30】



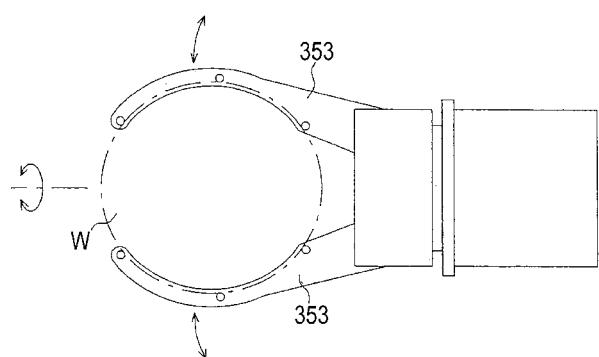
【図31】



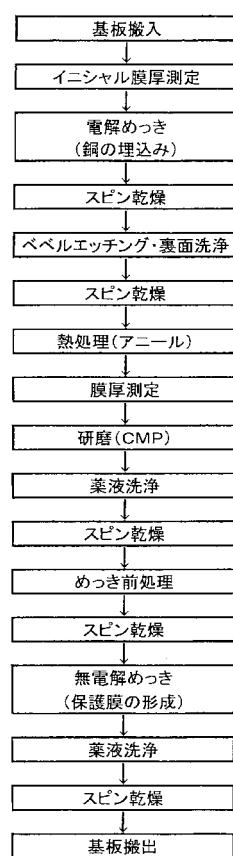
【図32】



【図33】



【図34】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 01 L 21/288	H 01 L 21/288	E
H 01 L 21/3205	H 01 L 21/88	K
// H 05 K 3/18	H 01 L 21/88	R
	H 05 K 3/18	N

(72)発明者 倉科 敬一
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 長井 瑞樹
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 神田 裕之
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 三島 浩二
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

F ターム(参考) 4K024 AA09 AB08 BA11 BB12 BC01 CA12 CB02 CB06 CB08 CB09
CB17 DB07 DB10 EA02 EA06
4M104 BB04 BB32 DD16 DD37 DD52 DD53 DD75 FF13 FF18 FF22
HH20
5E343 AA02 AA22 BB03 BB24 DD25 DD43 EE01 EE36 ER26 ER33
FF16 FF23 GG06
5F033 HH07 HH11 HH32 MM02 MM12 MM13 NN06 NN07 PP15 PP27
PP28 QQ37 RR04 XX00