

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4965959号
(P4965959)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int.Cl.			F I		
C 2 3 C	18/31	(2006.01)	C 2 3 C	18/31	E
H O 1 L	21/288	(2006.01)	H O 1 L	21/288	E
B O 1 D	35/06	(2006.01)	B O 1 D	35/06	A
B O 3 C	1/00	(2006.01)	B O 3 C	1/00	A
B O 3 C	1/30	(2006.01)	B O 3 C	1/30	Z

請求項の数 7 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2006-273159 (P2006-273159)	(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
(22) 出願日	平成18年10月4日(2006.10.4)	(74) 代理人	100091498 弁理士 渡邊 勇
(65) 公開番号	特開2007-146286 (P2007-146286A)	(74) 代理人	100092406 弁理士 堀田 信太郎
(43) 公開日	平成19年6月14日(2007.6.14)	(74) 代理人	100093942 弁理士 小杉 良二
審査請求日	平成21年3月5日(2009.3.5)	(74) 代理人	100118500 弁理士 廣澤 哲也
(31) 優先権主張番号	特願2005-310033 (P2005-310033)	(72) 発明者	尾渡 晃 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会 社 荏原製作所内
(32) 優先日	平成17年10月25日(2005.10.25)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無電解めっき装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を浸漬させて無電解めっきを行う無電解めっき液を内部に保持するめっき槽と、内部に無電解めっき液を溜めるめっき液貯槽と、無電解めっき液を前記めっき槽と前記めっき液貯槽との間で循環させるめっき液循環系とを有し、

前記めっき液循環系は、めっき液回収管と、

フィルタと該フィルタの下流側に位置して該フィルタでは取りきれない無電解めっき液中の微細な磁性浮遊物を磁気力によって回収・除去する磁気除去部とを有するめっき液供給管とを備えていることを特徴とする無電解めっき装置。

【請求項2】

前記磁気除去部は、内部に多数のマグネットを充填した全流量式マグネットフィルタからなり、無電解めっき液の全流量を該マグネットフィルタの内部を通過させることを特徴とする請求項1記載の無電解めっき装置。

【請求項3】

前記マグネットフィルタは、内部に多数のマグネットを充填した着脱式のカートリッジと、該カートリッジの周囲を液密的に圍繞するハウジングを有し、カートリッジとハウジングとの間に流入した無電解めっき液がカートリッジの内部に流入して外部に排出されるように構成されていることを特徴とする請求項2記載の無電解めっき装置。

10

20

【請求項 4】

前記カートリッジは、円筒状のカートリッジ本体と、多数の液流入口を有するカートリッジ蓋と、スリット状に延びる多数の液流出口を有するカートリッジ座板を有することを特徴とする請求項 3 記載の無電解めっき装置。

【請求項 5】

無電解めっき反応が起こりうる金属または金属化合物を無電解めっき液中に入れることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の無電解めっき装置。

【請求項 6】

前記めっき液貯槽は、側部及び底部に角部のない形状に形成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無電解めっき装置。

10

【請求項 7】

コバルト系合金またはニッケル系合金からなるめっき膜を成膜することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の無電解めっき装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無電解めっき装置に関し、特に半導体ウエハ等の基板の表面に設けた配線用凹部に銅や銀等の配線材料（導電体）を埋込んで構成した埋込み配線の露出表面に、磁性体からなる保護膜を選択的に形成するのに使用される無電解めっき装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

近年、大規模半導体集積回路（LSI）の高速化のため、配線材料としてアルミニウム合金に代えて銅を用いた配線（銅配線）が用いられ始めている。この銅配線は、予め絶縁膜（層間絶縁膜）中にビアホールやトレンチ等の配線用凹部を形成し、配線用凹部を含む基板の全表面に銅の拡散防止と接着性改善とを目的としたタンタルや窒化タンタル（Ta₂N₅）などからなる薄いバリア層を形成し、その後、銅膜を配線用凹部内に埋込むように形成し、化学機械的研磨（CMP）によって、配線用凹部内以外の銅およびバリア層を除去する、いわゆるダマシン法によって一般に形成される。

【0003】

研磨後の基板の表面には、絶縁膜中に埋込まれた銅からなる配線（銅配線）の表面が直に露出しており、銅による多層配線を形成する場合には、この上に更に絶縁膜を形成する必要がある。絶縁膜として一般に用いられる酸化珪素（SiO₂）やその他の多くの材料は、銅との接着力が一般に乏しく、しかも内部を銅が速やかに拡散してしまう。このため、配線の露出表面を覆う絶縁膜として、SiO₂等の材料は、一般に用いられていない。

30

【0004】

基板の表面に露出している銅配線との接着力を確保でき、かつ銅の拡散を抑制できる絶縁膜材料の種類は、現在では窒化珪素（Si₃N₄）や炭化珪素（SiC）などに限られている。しかし、これらの材料であっても、銅の拡散を防止する能力は十分ではなく、また銅との接着力も十分ではない。加えて、これらの材料は、誘電率が高いので、銅配線間の静電容量を増加させ、配線信号の遅延を低減させる場合の妨げになる。

40

【0005】

近年、配線間の静電容量を減少させるために、内部に配線を形成する絶縁膜（層間絶縁膜）に低誘電率材料、いわゆる low-k 材を用いる検討が行われている。これらの低誘電率材料は、一般に密度が低く、銅の拡散速度は SiO₂ 膜などよりも更に大きい。従って、層間絶縁膜に低誘電率材料を用いた銅多層配線では、配線の長期に亘る信頼性が更に低下してしまう危険性が大きい。

すなわち、絶縁膜（層間絶縁膜）内に形成した銅配線の露出表面を珪素化合物等の絶縁膜で被覆する従来の方法では、配線特性の向上の制約要因となるばかりでなく、配線の信頼性を長期に亘って確保することが困難である。

【0006】

50

この問題に対する一つの対策として、コバルトとタングステンの合金（C o W合金）等からなる保護膜（蓋材）で、銅配線の露出表面を選択的に覆って配線を保護することが検討されている。このコバルトとタングステンの合金（C o W合金）等は、例えば無電解めっきで得られる。

【0007】

例えば、図1に示すように、半導体ウエハ等の基板Wの表面に堆積したS i O₂やl o w - k材等からなる絶縁膜（層間絶縁膜）2の内部に微細な配線用凹部（トレンチ）4を形成し、表面にT a N等からなるバリア層6を形成した後、例えば、銅めっきを施して、基板Wの表面に銅膜を成膜して配線用凹部4の内部に銅を埋込む。しかる後、基板Wの表面にC M P（化学機械的研磨）を施して平坦化することで、絶縁膜2の内部に銅からなる配線8を形成する。そして、この配線（銅）8の表面に、例えば無電解めっきによって得られる、C o W P合金からなる保護膜（蓋材）9を選択的に形成して配線8を保護する。

10

【0008】

一般的な無電解めっきによって、このようなC o W P合金からなる保護膜（蓋材）9を配線8の表面に選択的に形成する工程を説明する。まず、C M P処理を施した半導体ウエハ等の基板Wを、例えば常温の希硫酸中に1分程度浸漬させて、配線8の表面の酸化膜や絶縁膜2の表面に残った銅等のC M P残さ等を除去する。そして、基板Wの表面を純水等の洗浄液で洗浄（リンス）した後、例えば常温のP d C l₂ / H C l混合溶液中に基板Wを1分間程度浸漬させ、これにより、配線8の表面に触媒としてのP dを付着させて配線8の露出表面を活性化させる。

20

【0009】

次に、基板Wの表面を純水等で洗浄（リンス）した後、例えば液温が80のC o W Pめっき液中に基板Wを120秒程度浸漬させて、活性化させた配線8の表面に選択的な無電解めっき（無電解C o W P蓋めっき）を施す。しかる後、基板Wの表面を純水等の洗浄液で洗浄する。これによって、配線8の露出表面に、C o W P合金からなる保護膜9を選択的に形成して配線8を保護する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記のようにして配線8の露出表面に保護膜9を選択的に形成すると、図1に示すように、配線8以外の絶縁膜2の表面に、例えば、C M Pによって絶縁膜2の表面に付着した金属や異物等の無電解めっき液への持ち込みや、触媒金属の無電解めっき液中への離脱によって、数十nm程度の異常析出物10が生じることが問題となっている。そのため、C M Pの後洗浄、無電解めっきの前洗浄または絶縁膜の改質処理を行うといった工夫が考えられている。しかしながら、C M Pの後洗浄や無電解めっきの前洗浄によって選択性を改善する効果は、酸やアルカリの化学薬液を用いた化学処理の効果に頼っている。したがって、その化学薬液が想定していない種類の汚染物に対する除去効果は十分でなく、このため、化学薬液で除去されなかった汚染物が無電解めっき液中に持ち込まれて絶縁膜に付着し、絶縁膜上に異常析出物が生じないようにすることは困難である。

30

【0011】

このように、配線以外の絶縁膜上に異常析出物が生じると、配線の表面を覆う保護膜の銅拡散防止効果が低減し、しかも配線間に位置する絶縁膜で配線間を信頼性高く絶縁することができない。更に、化学薬品で除去されない汚染物の無電解めっき液中への持ち込みや、触媒金属の無電解めっき液中への離脱は、無電解めっき液の性質を変化させ、めっき反応が不安定化しやすくなる。

40

【0012】

本発明は上記に鑑みて成されたもので、埋込み配線の露出表面に、保護膜を選択性良く安定して形成して配線を保護することができるようにした無電解めっき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】

50

【0013】

請求項1に記載の発明は、基板を浸漬させて無電解めっきを行う無電解めっき液を内部に保持するめっき槽と、内部に無電解めっき液を溜めるめっき液貯槽と、無電解めっき液を前記めっき槽と前記めっき液貯槽との間で循環させるめっき液循環系とを有し、前記めっき液循環系は、めっき液回収管と、フィルタと該フィルタの下流側に位置して該フィルタでは取りきれない無電解めっき液中の微細な磁性浮遊物を磁気力によって回収・除去する磁気除去部とを有するめっき液供給管とを備えていることを特徴とする無電解めっき装置である。

このように、フィルタでは取りきれない、例えば数十nm以下の微細な磁性浮遊物、例えば、化学薬液で除去されずに無電解めっき液中に持ち込まれた磁性汚染物や無電解めっき液中へ離脱した触媒金属を磁気力で無電解めっき液から除去することで、無電解めっき液中の微細な磁性浮遊物が絶縁膜等の表面に付着して異常析出物が生じることを防止し、しかも無電解めっき液の性質を一定にしてめっき反応を安定させることができる。

10

【0014】

請求項2に記載の発明は、前記磁気除去部は、内部に多数のマグネットを充填した全流量式マグネットフィルタからなり、無電解めっき液の全流量を該マグネットフィルタの内部を通過させることを特徴とする請求項1記載の無電解めっき装置である。

これにより、無電解めっき液の全流量をマグネットフィルタの内のマグネットに接触させて、無電解めっき液中の微細な磁性浮遊物をマグネットが持つ磁気力で除去することができる。

20

【0015】

請求項3に記載の発明は、前記マグネットフィルタは、内部に多数のマグネットを充填した着脱式のカートリッジと、該カートリッジの周囲を液密的に囲繞するハウジングを有し、カートリッジとハウジングとの間に流入した無電解めっき液がカートリッジの内部に流入して外部に排出されるように構成されていることを特徴とする請求項2記載の無電解めっき装置である。

これにより、薬液、例えば50、好ましくは60以上、および1~20%、好ましくは3~10%の硝酸を所定時間フィルタに通過させることで、或いは、マグネットをカートリッジごと硝酸に所定時間浸漬することで、該マグネットに付着した付着物を溶解させて除去することができる。

30

【0016】

請求項4に記載の発明は、前記カートリッジは、円筒状のカートリッジ本体と、多数の液流入口を有するカートリッジ蓋と、スリット状に延びる多数の液流出口を有するカートリッジ座板を有することを特徴とする請求項3記載の無電解めっき装置である。

これにより、全ての無電解めっき液は、カートリッジ蓋に設けられた多数の液流入口を通過して、分散した状態で円筒状のカートリッジ本体内に入り、カートリッジ本体内のマグネットに接触した後、カートリッジ座板に設けられたスリット状に延びる多数の流出口を通過して外部に排出される。

【0017】

請求項5に記載の発明は、無電解めっき反応が起こりうる金属または金属化合物を無電解めっき液の中に入れることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の無電解めっき装置である。

40

これにより、金属または金属化合物の表面で、磁気除去部による磁気力によって、磁性浮遊物を引き付けながら、無電解めっき反応をさせ、併せて該磁性浮遊物の除去(回収)を行うことができる。

【0018】

請求項6に記載の発明は、前記めっき液貯槽は、側部及び底部に角部のない形状に形成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無電解めっき装置である。

【0019】

50

請求項7に記載の発明は、コバルト系合金またはニッケル系合金からなるめっき膜を成膜することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の無電解めっき装置である。

これにより、コバルト系合金またはニッケル系合金の磁性体からなるめっき膜を、例えば埋込み配線の露出表面に選択的に形成して配線を保護することができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、無電解めっき液中の微細な磁性浮遊物が、例えば絶縁膜等の表面に付着して異常析出物が生じることを防止し、しかも無電解めっき液の性質を一定にしてめっき反応を安定させることができ、これによって、配線の露出表面に、保護膜（めっき膜）を選択性良く安定して形成することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、以下の例では、図1に示すように、配線8の露出表面を、CoWP合金からなる保護膜（蓋材）9で選択的に覆って、配線8を保護膜9で保護するようにした例を示す。なお、例えば銅や銀の表面に、Co合金やNi合金等の金属膜（めっき膜）を成膜して、銅や銀等の表面を金属膜で被覆するようにした例に適用してもよい。

【0026】

図2は、本発明の実施の形態における無電解めっき装置を備えた基板処理装置の平面配置図を示す。図2に示すように、この基板処理装置には、表面に銅等からなる配線8を形成した半導体ウエハ等の基板Wを収容した基板カセットを載置収容するロード・アンロードユニット11が備えられている。そして、排気系統を備えた矩形状の装置フレーム12の内部に、基板Wの表面を処理液で洗浄する第1前処理装置14aと、洗浄後の基板の表面に、例えばPd等の触媒を付与する第2前処理装置14bが配置されている。この第1前処理装置14aと第2前処理装置14bは、使用する処理液（薬液）が異なるだけで、同じ構成である。

20

【0027】

装置フレーム12の内部には、基板Wの表面（被処理面）に無電解めっきを行う2基の無電解めっき装置16、無電解めっき処理によって配線8の表面に形成された保護膜（合金膜）9の選択性を向上させるため、基板Wのめっき後処理を行う後処理装置18、後処理後の基板Wを乾燥させる乾燥装置20、及び仮置台22が配置されている。更に、装置フレーム12の内部には、ロード・アンロードユニット11に搭載された基板カセットと仮置台22との間で基板Wの受渡しを行う第1基板搬送ロボット24と、仮置台22と各装置14a, 14b, 16, 18, 20との間で基板の受渡しを行う第2基板搬送ロボット26が、それぞれ走行自在に配置されている。

30

【0028】

次に、図2に示す基板処理装置に備えられている各種装置の詳細を以下に説明する。

前処理装置14a（14b）は、異なる液体の混合を防ぐ2液分離方式を採用したもので、フェースダウンで搬送された基板Wの被処理面（表面）である下面の周縁部をシールし、裏面側を押圧して基板Wを固定するようにしている。

40

【0029】

前処理装置14a（14b）は、図3乃至図6に示すように、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。

【0030】

この出力軸64の内部には、図6に示すように、スプライン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7

50

0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。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及びブラケットを介して、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。

【0031】

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。

【0032】

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7及び図8に示すように、例えばPEEK製のメインフレーム80とガイドフレーム82との間に周縁部を挟持されてシールリング84が配置されている。このシールリング84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。

【0033】

基板ホルダ58の下面周縁部には、基板固定リング86が固着され、この基板ホルダ58の基板固定リング86の内部に配置したスプリング88の弾性力を介して、円柱状のプッシャ90が基板固定リング86の下面から下方に突出する。更に、基板ホルダ58の上面とハウジング部56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92が配置されている。更に、基板ホルダ58には、この基板ホルダ58で保持した基板の上面を覆う被覆板94が備えられている。

【0034】

これにより、基板ホルダ58を上昇させた状態で、基板Wを基板挿入窓56aからハウジング部56の内部に挿入する。すると、この基板Wは、ガイドフレーム82の内周面に設けたテーパ面82aに案内され、位置決めされてシールリング84の上面の所定位置に載置される。この状態で、基板ホルダ58を下降させ、この基板固定リング86のプッシャ90を基板Wの上面に接触させる。そして、基板ホルダ58を更に下降させることで、基板Wをスプリング88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84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56と基板ホルダ58との間で挟持して保持する。

【0035】

このように、基板Wを基板ホルダ58で保持した状態で、ヘッド回転用サーボモータ62を駆動すると、この出力軸64と該出力軸64の内部に挿着した鉛直軸68がスプライン66を介して一体に回転し、これによって、ハウジング部56と基板ホルダ58も一体に回転する。

【0036】

処理ヘッド60の下方に位置して、該処理ヘッド60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100aと内槽100bを有する処理槽100(図9参照)が備えられている。内槽100bの外周部には、蓋体102に取付けた一对の脚部104が回転自在に支承されている。更に、脚部104には、クランク106が一体に連結され、このクランク106の自由端は、蓋体移動用シリンダ108のロッド110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108の作動に伴って、蓋体102は、内槽100b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に構成されている。この蓋体102の表面(上面)には、例えば純水を外方(上方)に向けて噴射する多数の噴射ノズル112aを有するノズル板112が備えられている。

【0037】

更に、図9に示すように、処理槽100の内槽100bの内部には、処理液タンク120から処理液ポンプ122の駆動に伴って供給された処理液を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル124aを有するノズル板124が、該噴射ノズル124aが内槽100b

10

20

30

40

50

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 100b の底面には、処理液（排液）を外部に排出する排水管 126 が接続されている。この排水管 126 の途中には、三方弁 128 が介装され、この三方弁 128 の一つの出口ポートに接続された戻り管 130 を介して、必要に応じて、この処理液（排液）を処理液タンク 120 に戻して再利用できるようになっている。

【0038】

第1前処理装置 14a にあっては、処理液として、HF、H₂SO₄ や HCl などの無機酸や、シュウ酸、クエン酸などの有機酸、またはそれらの混合物からなる洗浄液が使用される。そして、この処理液（洗浄液）を基板の表面に向けて噴射することで、例えば配線 8 の表面の酸化膜を除去して該表面を活性化させ、同時に絶縁膜 2 の表面に残った銅等の CMP 残さ等を除去して、絶縁膜 2 の表面に金属膜が形成されることを防止する。この処理液中の溶存酸素量は、3 ppm 以下であることが好ましく、これにより、処理液に含まれる酸素で基板の表面が酸化され、活性化処理後の配線等の電気特性に悪影響を与えることを防止することができる。

10

【0039】

第2前処理装置 14b にあっては、少なくとも触媒金属塩と pH 調整剤を含有する触媒付与液が使用される。この触媒付与液（処理液）中の溶存酸素量は、前述と同様に、3 ppm 以下であることが好ましい。触媒金属塩は、触媒付与液（処理液）中に、例えば 0.005 ~ 10 g/L の範囲で含有される。触媒金属塩中の触媒金属は、例えば Pd、Pt、Ru、Co、Ni、Au 及び Ag の少なくとも1種からなるが、反応速度、その他制御のし易さ等から、Pd を使用することが好ましい。

20

【0040】

pH 調整剤は、塩酸、硫酸、硝酸、クエン酸、シュウ酸、蟻酸、酢酸、マレイン酸、リンゴ酸、アジピン酸、ピメリン酸、グルタル酸、コハク酸、フマル酸及びフタル酸から選ばれる酸、またはアンモニア水溶液、KOH、テトラメチルアンモニウムハイドライド及びテトラエチルアンモニウムハイドライドから選ばれる塩基の少なくとも一方からなる。そして、触媒付与液（処理液）の pH は、pH 調整剤によって、例えば 0 から 6 の範囲で、ターゲット値 ± 0.2 に調整される。

【0041】

この例では、蓋体 102 の表面（上面）に設けられたノズル板 112 は、例えば純水等のリンス液を供給するリンス液供給源 132 に接続されている。これによって、溶存酸素量が 3 ppm 以下のリンス液（純水）が基板の表面に向けて噴射される。また、外槽 100a の底面にも、排水管 127 が接続されている。

30

【0042】

これにより、基板を保持した処理ヘッド 60 を下降させて、処理槽 100 の内槽 100b の上端開口部を処理ヘッド 60 で塞ぐように覆い、この状態で、処理槽 100 の内槽 100b の内部に配置したノズル板 124 の噴射ノズル 124a から処理液、つまり第1前処理装置 14a にあっては洗浄液を、第2前処理装置 14b にあっては触媒付与液を、基板 W に向けて噴射することで、基板 W の下面（処理面）の全面に亘って処理液を均一に噴射し、しかも処理液の外部への飛散を防止しつつ処理液を排水管 126 から外部に排出する。

40

【0043】

更に、処理ヘッド 60 を上昇させ、処理槽 100 の内槽 100b 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、基板表面に残った処理液のリンス処理（洗浄処理）を行う。このリンス液は、外槽 100a と内槽 100b の間を通して、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て、処理液に混ざることが防止される。

【0044】

この前処理装置 14a（14b）によれば、図3に示すように、処理ヘッド 60 を上昇

50

させた状態で、この内部に基板Wを挿入して保持し、しかる後、図4に示すように、処理ヘッド60を下降させて処理槽100の内槽100b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、洗浄液または触媒付与液を基板Wに向けて噴射することで、基板Wの全面に亘って処理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5に示すように、待避位置にあった蓋体102を処理槽100の内槽100b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の処理液による処理と、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。

10

【0045】

無電解めっき装置16を図10乃至図16に示す。この無電解めっき装置16は、めっき槽200(図14、図16参照)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。

【0046】

基板ヘッド204は、図10に詳細に示すように、ハウジング部230とヘッド部232とを有し、ヘッド部232は、吸着ヘッド234と該吸着ヘッド234の周囲を圍繞する基板受け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。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。

20

【0047】

ここで、吸着ヘッド234と基板受け236との間には、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。

30

【0048】

吸着ヘッド234の下面周縁部には、図11乃至図13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を無電解めっき液中に浸すことで、基板Wの表面(下面)のみならず、エッジについても、全て無電解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。

40

【0049】

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。

【0050】

これにより、図11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

50

保持される。この状態で、基板受け236を上昇させ、図12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、無電解めっき処理を行う際には、図13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。

【0051】

図14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16参照)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無電解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無電解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で保持した無電解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、無電解めっき終了後、ヘッド部232で保持した基板Wを無電解めっき液の液面よりや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に残った無電解めっき液によって無電解めっきが進行してしまうことを防止することができる。

【0052】

このめっき槽200の内周面200aは、上方に向けて断面積が広がる角のないラッパ状に形成され、これによって、めっき槽200内に供給された無電解めっき液が、この内周面200aに沿って、無電解めっき液の流れに淀みを生じさせることなく、上方に向けてスムーズに流れるようになっている。

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内のめっき液の無駄な蒸発と放熱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。

【0053】

このめっき槽200は、図16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、フィルタ305及び三方弁306を介装しためっき液供給管308に接続されている。更に、めっき槽200のめっき液回収溝260は、めっき液貯槽302から延びるめっき液回収管310に接続されている。これにより、めっき処理中においては、めっき槽200の内部に、この底部から無電解めっき液を供給し、めっき槽200を溢れる無電解めっき液をめっき液回収溝260からめっき液回収管310を通してめっき液貯槽302へ回収することで、無電解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、無電解めっき液を循環させることができるようになっており、これによって、めっき液循環系350が構成されている。このように、めっき液循環系350を介して、めっき液貯槽302内の無電解めっき液を絶えず循環させることにより、フィルタリングを実施してパーティクルをコントロールすることができる。

【0054】

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無電解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、めっき待機時の無電解めっき液の循環流量は、例えば2~20L/minで、めっき処理時の無電解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、めっき待機時に無電解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

10

20

30

40

50

の液温を一定に維持し、めっき処理時には、無電解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。

【0055】

めっき液貯槽302は、絞り加工等によって、側部及び底部に角部のない形状、この例では、円筒形をした釜状に形成されている。更に、めっき液供給管308は、真直管と真直管を繋ぐ曲り管からエルボ状に角度も持って折れ曲がらないように構成されている。めっき液回収管310もめっき液供給管308と同様に、真直管と真直管を繋ぐ曲り管からエルボ状に角度も持って折れ曲がらないように構成されている（なお、図示では直線状に記載されている）。

【0056】

これにより、めっき液循環系350に沿って無電解めっき液が流れてめっき液貯槽302とめっき槽200との間を循環する時、無電解めっき液は、その流れに淀みを生じさせることなく、めっき液供給管308、めっき液回収管310及びめっき液貯槽302、更には前述のように、めっき槽200内を流れる。しかも、非めっき時にあっても、めっき液貯槽302内の無電解めっき液を循環させることができる。

【0057】

無電解めっき液には、自己分解により析出しようとする力と、還元され金属化した析出物をイオン化しようとする力の両方がある。このように、無電解めっき液を絶えず循環させ、しかも系全体に無電解めっき液の流れに淀みを作らないようにすることで、淀みにおいて、析出しためっき金属を再溶解する力が弱まり、析出物が生成してしまうことを防ぐことができる。

【0058】

めっき液貯槽302の内部の無電解めっき液に浸漬する位置に、例えばテフロン（登録商標）コーティングしたネオジム系の永久磁石352を束にして、ポリエチレン製メッシュフィルム354で包んだ第1磁気除去部356が配置されている。更に、めっき液供給管308には、フィルタ305の下流の該フィルタ305と三方弁306との間に位置して、ハウジング358の内部に、例えばテフロン（登録商標）コーティングした5～20mm程度の永久磁石360を充填した第2磁気除去部362が配置されている。このハウジング358の下流側端部には、永久磁石360の流出の防止するメッシュ364が取り付けられている。これらの磁気除去部356、362はコーティングされた永久磁石352、360を用いているが、テフロン（登録商標）などの樹脂でできた取り外し可能なカバーで永久磁石をカバーするようにしてもよい。

【0059】

磁気除去部は、上記においては永久磁石からなるが、電磁石など、めっき液に磁界の影響を及ぼす装置であればよいことはもちろんである。

この磁気除去部356、362は、フィルタ305では取りきれない、例えば数十nm以下の微細な磁性浮遊物、例えば、化学薬液で除去されずに無電解めっき液中に持ち込まれた磁性汚染物や無電解めっき液中へ離脱した触媒金属を磁気力で無電解めっき液から除去するためのものである。

【0060】

例えば、CMP処理を施した半導体ウエハ等の基板の表面には、銅等のCMP残さや異物が残る。このため、無電解めっきに先立って、例えば常温の希硫酸等の化学薬品を使用して、基板の表面に残ったCMP残さや異物を除去（洗浄）するようにしている。しかし、化学薬品で完全に切り切れずに基板の表面に汚染物が残ったり、また化学薬品が想定していない種類の汚染物が基板の表面に残ったりすることがある。この汚染物が無電解めっき液中に取り込まれて浮遊物として存在し、フィルタで除去されることなく、基板の表面に運ばれて付着すると、異常析出部の原因となる。これは、触媒金属の無電解めっき液中への離脱によっても生じる。

【0061】

この例によれば、フィルタ305では取りきれない、例えば数十nm以下の微細な磁性

10

20

30

40

50

浮遊物を、磁気除去部 3 5 6 , 3 6 2 で磁気力によって無電解めっき液から除去することで、無電解めっき液中の微細な磁性浮遊物が絶縁膜等の表面に付着して異常析出物が生じることを防止し、しかも無電解めっき液の性質を一定にしてめっき反応を安定させることができる。

【 0 0 6 2 】

ここで、第 1 磁気除去部 3 5 6 にあっては、ある程度析出物が付いた時に、第 1 磁気除去部 3 5 6 をめっき液貯槽 3 0 2 内の無電解めっき液から引き上げ、永久磁石 3 5 2 を外した後、メッシュフィルム 3 5 4 に付着した析出物を擦り取るか、または剥ぎ取る。硝酸などの薬液で処理してもよい。また、第 2 磁気除去部 3 6 2 にあっては、液交換時に第 2 磁気除去部 3 6 2 をめっき液供給管 3 0 8 から外し、永久磁石 3 6 0 をハウジング 3 5 8 から取出した後、永久磁石 3 6 0 に付着した析出物を硝酸などで溶かして除去したり、物理的に掻き取ったりする。

10

【 0 0 6 3 】

なお、この例では、第 1 磁気除去部 3 5 6 と第 2 磁気除去部 3 6 2 の 2 つの磁気除去部を備えた例を示しているが、第 2 磁気除去部 3 6 2のみを備えるようにしてもよい。また、第 1 磁気除去部 3 5 6 に代え、またはこれに加えて、図 1 6 に仮想線で示すように、めっき液回収管 3 1 0 の外側に、磁界を発生させる永久磁石または電磁石からなる第 3 磁気除去部 3 6 5 を配置するようにしてもよい。この場合、液交換時に第 3 磁気除去部 (磁石) 3 6 5 をめっき液回収管 3 1 0 から外し、めっき液回収管 3 1 0 の内周面に付着した析出部をめっき液と共に洗い流して回収する。

20

フィルタ 3 0 5 のハウジングの外側に磁気除去部を構成する磁石を設置し、フィルタ交換時にハウジングの内側に付着した析出物を除去するようにしてもよい。

【 0 0 6 4 】

なお、無電解めっき反応が起こり得る金属、もしくは金属化合物を無電解めっき液中に入れ、更にその金属に対して磁気除去部から磁界をかけ、その磁界の磁気力によって、磁性浮遊物を引き付けながら、めっき反応と併せて該磁性浮遊物の回収 (除去) を行い、浮遊物回収面積を一定とするようにしてもよい。これは、単に磁気浮遊物を磁気除去部 (磁石) に吸い寄せられるだけの形にした場合よりも、更に浮遊物の表面積を減らすことができる。

【 0 0 6 5 】

磁気除去部としてネオジム磁石を使用し、C o W P 無電解めっき液に金属触媒であるパラジウムイオンを滴下して強制的に自己分解反応を起こさせ、磁石 (磁気除去部) をめっき液にあてた場合とそうでない場合で析出量の比較を行った結果、磁石をあてた方が、析出物量が少なくなることが確かめられている。

30

【 0 0 6 6 】

更に、基板の表面 (被めっき面) に対向させて磁気除去部 (磁石) を設置し、めっきの際の浮遊物が絶縁膜等に付着しないようにしてもよい。この方法は、無電解めっき液を循環させて使用する循環型でも、少量の無電解めっき液を回収することなく使用するワンパス型でもどちらにでも適用できる。

【 0 0 6 7 】

めっき槽 2 0 0 の底部付近には、めっき槽 2 0 0 の内部に導入される無電解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 3 1 6 及び流量計 3 1 8 を制御する温度測定器 2 6 6 が設けられている。

40

【 0 0 6 8 】

つまり、この例では、別置きヒータ 3 1 6 を使用して昇温させ、流量計 3 1 8 を通過させた水を熱媒体に使用し、熱交換器 3 2 0 をめっき液貯槽 3 0 2 内の無電解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 3 2 2 と、めっき液貯槽 3 0 2 内の無電解めっき液を循環させて攪拌する攪拌ポンプ 3 2 4 が備えられている。これは、無電解めっきにあっては、無電解めっき液を高温 (約 8 0 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、

50

非常にデリケートな無電解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。

【0069】

この例によれば、無電解めっき液は、基板Wと接触してめっきを行うときに、基板Wの温度が70～90 となるように液温が設定され、液温のばらつき範囲が±2 以内となるように制御される。

【0070】

めっき液貯槽302には、めっき液貯槽302内の無電解めっき液の液面を計測して無電解めっき液の水分の蒸発による減少量を計測する液面センサ342が配置され、この液面センサ342からの信号により、めっき液貯槽302内の無電解めっき液に純水（超純水）を補給して、無電解めっき液中の水分の不足分を補うようになっている。

10

【0071】

更に、この無電解めっき装置16には、無電解めっき装置16が保有するめっき液の組成を、例えば吸光光度法、滴定法、電気化学的測定などで分析するめっき液組成分析部330が備えられている。

【0072】

つまり、このめっき液組成分析部330は、例えばコバルトイオン濃度をめっき液の吸光度分析、イオンクロマトグラフ分析、キャピラリー電気泳動分析またはキレート滴定分析により測定する。タングステン酸のタングステン換算濃度をキャピラリー電気泳動分析により測定する。タングステン換算濃度にあつては、C oイオンまたはN iイオンの消費量から算出して求めるようにしてもよい。次亜リン酸イオン及び/またはジメチルアミンボラン濃度を酸化還元滴定分析またはキャピラリー電気泳動分析により、キレート剤濃度をキレート滴定分析またはキャピラリー電気泳動分析により測定する。

20

【0073】

更に、これらの分析結果を基に、めっき液中の不足する成分を補給する成分補給部340が備えられている。そして、この成分補給部340から、例えばコバルトイオンを含む溶液をめっき液に補給して、めっき液中のコバルトイオンの不足分を補ったり、タングステン酸を含む溶液を補給して、めっき液中のタングステン酸の不足分を補ったり、次亜リン酸イオン及び/またはジメチルアミンボランを含む溶液を補給して、めっき液中の次亜リン酸イオン及び/またはジメチルアミンボランの不足分を補ったり、キレート剤を含む溶液を補給して、めっき液中のキレート剤の不足分を補ったり、pH調整剤を含む溶液を供給してめっき液のpHの変動分を補正する。

30

このように、消耗されためっき液の成分を必要に応じて補給する際も、めっき液の液温が低下しないよう、その補給液をめっき液の液温まで予熱しておくことが好ましい。

【0074】

更に、めっき液貯槽302には、めっき液中に浸漬される水晶振動子を有し、この水晶振動子上に無電解めっき膜が析出するにつれて該水晶振動子の発信周波数が減衰して行くことを利用して保護膜9の成膜速度を測定する成膜測定部が備えられている。これにより、成膜中に保護膜9の成膜速度を測定できるようになっている。

【0075】

このように、保護膜9の成膜中に成膜速度を測定することで、成膜速度が現実に所定のものとなっているか否かを確認し、また保護膜9の成膜速度の測定結果をもとに、めっき時間を制御することで、例えば成膜速度に過不足があることが判明した場合に、めっき時間を必要に応じて増減することで、所定の膜厚の合金膜を再現よく形成することができる。

40

【0076】

なお、無電解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ってあ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もある。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。

【0077】

50

次に、この無電解めっき装置 16 に使用されるめっき液の基本的な組成の一例は、以下の通りである。

めっき液の基本組成

- ・ $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 7 g / L
- ・ $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 44 g / L
- ・ H_3BO_3 15 g / L
- ・ $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 6 g / L
- ・ $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 10 g / L

【0078】

めっき液の液温は、高くなるほどめっき速度が速くなり、低すぎるとめっき反応が起こらないことから、一般的には60～95 で、65～85 であることが好ましく、70～75 であることがより好ましい。基本的には、めっきを実際に行っているか否かに関わらず、一度温度を上げたら下げないことが望ましく、55 以上にしておくことが望まれる。

10

【0079】

図15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に取り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。

20

【0080】

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。

【0081】

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、少なくとも無電解めっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄することで、無電解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。

30

【0082】

この無電解めっき装置16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の無電解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内の無電解めっき液に浸漬させる。

40

【0083】

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内の無電解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。

【0084】

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

50

から洗浄槽 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（リン液）を噴射して基板 W を洗浄（リン）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、少なくとも無電解めっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄する。

【0085】

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 を第 2 基板搬送口ポット 26 との受渡し位置まで移動させ、この第 2 基板搬送口ポット 26 に基板 W を受渡しして次工程に搬送する。

この無電解めっき装置を使用し、磁気処理を行いながらめっき付けを行ったところ、無電解めっき液の寿命が延びたことが確かめられている。

10

【0086】

図 17 は、後処理装置 18 を示す。後処理装置 18 は、基板 W 上のパーティクルや不要物をロール状ブラシで強制的に取り除くようにした装置で、基板 W の外周部を挟み込んで基板 W を保持する複数のローラ 410 と、ローラ 410 で保持した基板 W の表面に薬液（2 系統）を供給する薬液用ノズル 412 と、基板 W の裏面に純水（1 系統）を供給する純水用ノズル（図示せず）がそれぞれ備えられている。

【0087】

これにより、基板 W をローラ 410 で保持し、ローラ駆動モータを駆動してローラ 410 を回転させて基板 W を回転させ、同時に薬液用ノズル 412 及び純水ノズルから基板 W の表裏面に所定の薬液を供給し、図示しない上下ロールスポンジ（ロール状ブラシ）で基板 W を上下から適度な圧力で挟み込んで洗浄する。なお、ロールスポンジを単独にて回転させることにより、洗浄効果を増大させることもできる。

20

【0088】

更に、後処理装置 18 は、基板 W のエッジ（外周部）に当接しながら回転するスポンジ（PFR）419 が備えられ、このスポンジ 419 を基板 W のエッジに当てて、ここをスクラブ洗浄するようになっている。

【0089】

図 18 は、乾燥装置 20 を示す。この乾燥装置 20 は、先ず化学洗浄及び純水洗浄を行い、しかる後、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、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 を有している。この基板ステージ 422 は、スピンドル回転用モータ 426 の駆動に伴って高速回転するスピンドル 428 の上端に連結されている。

30

【0090】

更に、クランプ機構 420 で把持した基板 W の上面側に位置して、超音波発振器により特殊ノズルを通過する際に超音波を伝達して洗浄効果を高めた純水を供給するメガジェットノズル 430 と、回転可能なペンシル型洗浄スポンジ 432 が、旋回アーム 434 の自由端側に取付けられて配置されている。これにより、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 434 を旋回させながら、メガジェットノズル 430 から純水を洗浄スポンジ 432 に向けて供給しつつ、基板 W の表面に洗浄スポンジ 432 を擦り付けることで、基板 W の表面を洗浄する。なお、基板 W の裏面側にも、純水を供給する洗浄ノズル（図示せず）が備えられ、この洗浄ノズルから噴射される純水で基板 W の裏面も同時に洗浄される。

40

そして、このようにして洗浄した基板 W は、スピンドル 428 を高速回転させることでスピン乾燥させられる。

【0091】

また、クランプ機構 420 で把持した基板 W の周囲を囲繞して処理液の飛散を防止する洗浄カップ 436 が備えられ、この洗浄カップ 436 は、洗浄カップ昇降用シリンダ 438 の作動に伴って昇降するようになっている。

50

なお、この乾燥装置 20 にキャビテーションを利用したキャビジェット機能も搭載するようにしてもよい。

【0092】

次に、この基板処理装置による一連の基板処理（無電解めっき処理）について説明する。なお、この例では、図 1 に示すように、C o W P 合金からなる保護膜（蓋材）9 を選択的に形成して配線 8 を保護する場合について説明する。

【0093】

まず、表面に配線 8 を形成した基板 W を、該基板 W の表面を上向き（フェースアップ）で収納してロード・アンロードユニット 11 に搭載した基板カセットから、1 枚の基板 W を第 1 基板搬送ロボット 24 で取出して仮置台 22 に搬送して該仮置台 22 上に載置する。この仮置台 22 に載置された基板 W を、第 2 基板搬送ロボット 26 で第 1 前処理装置 14 a に搬送する。

【0094】

この第 1 前処理装置 14 a では、基板 W をフェースダウンで保持して、この表面に洗浄液（処理液）による前洗浄を行う。つまり、基板 W を基板ホルダ 58 で保持し、しかる後、図 4 に示すように、処理ヘッド 60 を内槽 100 b の上端開口部を覆う位置に位置させる。そして、内槽 100 b 内に配置したノズル板 112 の噴射ノズル 112 a から処理液タンク 120 内の処理液（洗浄液）を基板 W に向けて噴霧して、配線 8 上の酸化物等をエッチング除去して配線 8 の表面を活性化させ、同時に絶縁膜 2 の表面に残った銅等の C M P 残さ等を除去する。そして、処理ヘッド 60 を上昇させ、内槽 100 b の上部を蓋体 102 で覆った後、蓋体 102 に設けたノズル板 112 の噴射ノズル 112 a から純水等のリンス液を基板 W に向けて噴霧して、基板 W を洗浄（リンス）する。次に、基板を第 2 基板搬送ロボット 26 で第 2 前処理装置 14 b に搬送する。

【0095】

この第 2 前処理装置 14 b では、基板 W をフェースダウンで保持して、この表面に触媒付与液（処理液）による触媒付与を行う。つまり、基板 W を基板ホルダ 58 で保持し、しかる後、図 4 に示すように、処理ヘッド 60 を内槽 100 b の上端開口部を覆う位置に位置させる。そして、内槽 100 b 内に配置したノズル板 112 の噴射ノズル 112 a から処理液タンク 120 内の処理液（触媒付与液）を基板 W に向けて噴霧する。これにより、配線 8 の表面に触媒としての P d を付着させ、つまり配線 8 の表面に触媒核（シード）としての P d 核を形成して、配線 8 の露出表面を活性化させる。そして、処理ヘッド 60 を上昇させ、内槽 100 b の上部を蓋体 102 で覆った後、蓋体 102 に設けたノズル板 112 の噴射ノズル 112 a から純水等のリンス液を基板 W に向けて噴霧して、基板 W を洗浄（リンス）する。次に、基板を第 2 基板搬送ロボット 26 で無電解めっき装置 16 に搬送する。

【0096】

無電解めっき装置 16 は、基板 W をフェースダウンで保持した基板ヘッド 204 を下降させて、基板 W をめっき槽 200 内のめっき液に浸漬させ、これによって、無電解めっき（無電解 C o W P 蓋めっき）を施す。つまり、例えば、液温が 80 の C o W P めっき液中に、基板 W を、例えば 120 秒程度浸漬させて、活性化させた配線 8 の表面に選択的な無電解めっき（無電解 C o W P 蓋めっき）を施す。

【0097】

そして、基板 W をめっき液の液面から引き上げた後、噴射ノズル 268 から基板 W に向けて純水等の停止液を噴霧し、これによって、基板 W の表面のめっき液を停止液に置換させて無電解めっきを停止させる。次に、基板 W を保持した基板ヘッド 204 を洗浄槽 202 内の所定の位置に位置させ、洗浄槽 202 内のノズル板 282 の噴射ノズル 280 から純水を基板 W に向けて噴霧して、基板 W を洗浄（リンス）し、同時にヘッド洗浄ノズル 286 から純水をヘッド部 232 に噴霧してヘッド部 232 を洗浄する。これによって、配線 8 の表面に、C o W P 合金膜からなる保護膜 9 を選択的に形成して配線 8 を保護する。

【0098】

10

20

30

40

50

次に、この無電解めっき処理後の基板Wを第2基板搬送ロボット26で後処理装置18に搬送し、ここで、基板Wの表面に形成された保護膜(金属膜)9の選択性を向上させて歩留りを高めるためのめっき後処理(後洗浄)を施す。つまり、基板Wの表面に、例えばロールスクラブ洗浄やペンシル洗浄による物理的な力を加えつつ、めっき後処理液(薬液)を基板Wの表面に供給し、これにより、絶縁膜(層間絶縁膜)2上に残っている金属微粒子等のめっき残留物を完全に除去して、めっきの選択性を向上させる。

【0099】

そして、このめっき後処理後の基板Wを第2基板搬送ロボット26で乾燥装置20に搬送し、ここで必要に応じてリンス処理を行い、しかる後、基板Wを高速で回転させてスピン乾燥させる。

10

このスピン乾燥後の基板Wを、第2基板搬送ロボット26で仮置台22の上に置き、この仮置台22の上に置かれた基板を、第1基板搬送ロボット24でロード・アンロードユニット11に搭載された基板カセットに戻す。

【0100】

図19は、本発明の他の実施の形態の無電解めっき装置の系統図を示す。この図19に示す無電解めっき装置の系統図において、図16に示す無電解めっき装置の系統図に示す部材と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。

【0101】

めっき槽200は、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、フィルタ305及び三方弁306を介装しためっき液供給管308に接続されている。更に、めっき槽200のめっき液回収溝260は、めっき液貯槽302から延びるめっき液回収管310に接続されている。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、めっき液循環系350が構成されている。めっき液貯槽302には、内部のめっき液を加熱するヒータ500が備えられている。

20

【0102】

めっき液供給管308には、フィルタ305と三方弁306との間に位置して、磁気除去部としての全流量式マグネットフィルタ502が介装されている。フィルタ305及びマグネットフィルタ502は、その頂部において、内部に純水(DIW)等の洗浄液及びN₂ガス等のパージガスを導入する洗浄流体供給管504に接続され、底部において、入口側及び出口側から個別にめっき液の液抜きを行う液抜き用排出管506に接続されている。この液抜き用排出管506は、廃液タンク508に接続されている。

30

【0103】

マグネットフィルタ502は、図20及び図21に示すように、着脱式のカートリッジ510と該カートリッジ510の周囲を液密的に包囲するハウジング512から主に構成されている。ハウジング512には、めっき液供給管308に沿って流れるめっき液の全流量を内部に注入するめっき液注入ポート514と、内部に注入されためっき液を排出するめっき液排出ポート516が備えられている。ハウジング512とカートリッジ510との間には、めっき液注入ポート514に連通するめっき液流路522が形成されており、カートリッジ510の内部はめっき液排出ポート516に連通している。これにより、めっき液注入ポート514からハウジング512の内部に流入しためっき液は、ハウジング512とカートリッジ510との間のめっき液流路522を通過してカートリッジ510の内部に流入し、カートリッジ510の内部を通過した後、めっき液排出ポート516から外部に排出される。

40

【0104】

ハウジング512の頂部に、洗浄流体供給管504に接続される洗浄流体注入ポート518が備えられ、ハウジング512の底部に、液抜き用排出管506に接続される廃液ポート520が備えられている。これにより、液溜まりを生じさせることなく、マグネットフィルタ502内のめっき液の液抜きを行うことができる。

【0105】

50

カートリッジ510は、内部のめっき液の流れに偏りが生じないように、略円筒状に形成されたカートリッジ本体530と、このカートリッジ本体530の上端開口部を覆うカートリッジ蓋532と、カートリッジ本体530の底部に配置されるカートリッジ座板534を有しており、カートリッジ510の内部のカートリッジ蓋532とカートリッジ座板534で挟まれた領域に多数のマグネット536が充填される。カートリッジ本体530、カートリッジ蓋532及びカートリッジ座板534は、例えばPTFE製であり、マグネット536には、めっき液への鉄分の混入を防ぐため、テフロン（登録商標）加工を施したものが好ましく用いられる。

【0106】

カートリッジ蓋532には、図23に示すように、放射状かつ円周方向に沿った所定のピッチで、多数の液流入口532aが設けられており、これによって、それぞれの液流入口532aをめっき液が通過することで、めっき液は、分散した状態でカートリッジ本体530の内部に流入する。これにより、カートリッジ本体530の内部に流入しためっき液が、カートリッジ本体530の内部に充填されたマグネット536に十分接触することなく、カートリッジ本体530の内部を通過する（ショートパス）ことを防止することができる。

10

【0107】

カートリッジ座板534には、図24に示すように、スリット状に平行に延びる多数の液流出口534aが設けられている。これによって、液流出口534aの開口面積を広くし、かつマグネット536で液流出口534aが完全に閉塞されないようになっている。液流出口534aの開口面積を液流入口532aの開口面積より広くすることが好ましく、これにより、カートリッジ本体530内を流れるめっき液を十分な時間に亘ってマグネット536に接触させることができる。

20

【0108】

マグネット536は、この例では、図25に示すように、横断面円形で、円錐台を頂部で互いに連結した如き形状を有しており、上面及び下面に凹部536a、536bが形成されており、これによって、めっき液との接触面積が広がるようになっている。なお、マグネット536の形状は、上記に限定されることなく、例えば球状であっても良いことは勿論である。マグネット536の直径dは、液流出口534aのスリット幅Wより僅かに大きいことが好ましく、これによって、マグネット536の液流出口534aからの脱出を防止し、かつマグネット536のめっき液との接触面積が最大となるようにすることができる。

30

【0109】

マグネット536は、図26に示すように、カートリッジ本体530の内部に、例えば外側より順に円形に敷き詰められる。この場合、互いに隣接するマグネット536、536間の隙間を、マグネット1個分未満とすることで、マグネット536の水平方向の移動を防止することができる。そして、上段に積み重ねられるマグネット536を、下段に敷き詰めたマグネット536の上に、マグネット半分の幅だけずらしながら、外側より順に円形に敷き詰めながら配置することで、マグネット536のめっき液との接触面積が広がるようにすることができる。

40

【0110】

この例によれば、めっき液供給ポンプ304の駆動に伴って、フィルタ305を通過しためっき液の全流量は、めっき液供給管308を通過してマグネットフィルタ502の内部に流入する。マグネットフィルタ502の内部に流入しためっき液は、ハウジング512とカートリッジ510との間のめっき液流路522を通過して、カートリッジ蓋532の液流入口532aからカートリッジ本体530の内部に流入し、カートリッジ本体530内に充填したマグネット536に接触する。これによって、フィルタ305では取りきれない、例えば数十nm以下の微細な磁性浮遊物は、マグネット536の持つ磁気力でめっき液から除去される。そして、例えば数十nm以下の微細な磁性浮遊物が除去されためっき液は、カートリッジ座板534の液流出口534aを通過して排出され、めっき液供給管3

50

08を通過してめっき槽200に供給されるか、またはめっき液戻り管312を通過してめっき液貯槽302に戻される。

【0111】

めっき液の流量は、例えば1～10L/min、マグネットフィルタ502内を流れるめっき液の線速度は、例えば0.5～7.0cm/sec、カートリッジ蓋532の液流入口532aを通過する時のめっき液の速度は、例えば0.065～0.65cm/secである。

【0112】

そして、例えば、マグネット536に付着物が付着したことを確認した時や定期的に、薬液、例えば50、好ましくは60以上で、1～20%、好ましくは3～10%の硝酸を系内に循環させることで、該マグネット536に付着した付着物を溶解させて除去する。これにより、マグネット536に付着した付着物を容易に除去することができる。また、カートリッジ510をハウジング512から取外し、マグネット536をカートリッジ510ごとに薬液、例えば50、好ましくは60以上の硝酸に所定時間浸漬させて付着物を除去してもよい。

10

【0113】

上記の例では、配線材料として銅(Cu)を使用し、この銅からなる配線8の表面に、CoWP合金膜からなる保護膜9を選択的に形成した例を示しているが、配線材料として、Cu合金、AgまたはAg合金を使用してもよく、また保護膜9として、CoWB、CoPまたはCoB等の他のコバルト系合金、NiWP、NiWB、NiPまたはNiB等のニッケル系合金からなる膜を使用してもよい。

20

【0114】

また、配線8の表面を活性化させて該表面に保護膜(金属膜)9を選択的に形成するようにした例を示しているが、図1に示す配線用凹部4を形成した基板の表面を活性化させて該表面に金属膜を形成するようにしてもよい。

これまで本発明の一実施例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。

【図面の簡単な説明】

【0115】

30

【図1】無電解めっきによって配線を保護する保護膜を形成した状態を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態の無電解めっき装置を備えた基板処理装置の平面配置図である。

【図3】前処理装置の基板受渡し時における外槽を省略した正面図である。

【図4】前処理装置の処理液による処理時における外槽を省略した正面図である。

【図5】前処理装置のリンス時における外槽を省略した正面図である。

【図6】前処理装置の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7】図6のA部拡大図である。

【図8】前処理装置の基板固定時における図7相当図である。

40

【図9】前処理装置の系統図である。

【図10】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11】図10のB部拡大図である。

【図12】無電解めっき装置の基板固定時における基板ヘッドを示す図11相当図である。

【図13】無電解めっき装置のめっき処理時における基板ヘッドを示す図11相当図である。

【図14】無電解めっき装置の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。

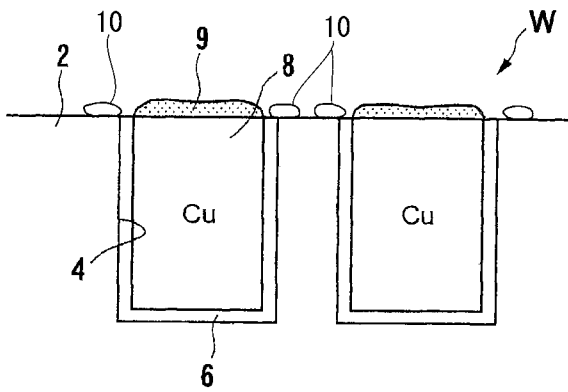
【図15】無電解めっき装置の洗浄槽を示す断面図である。

50

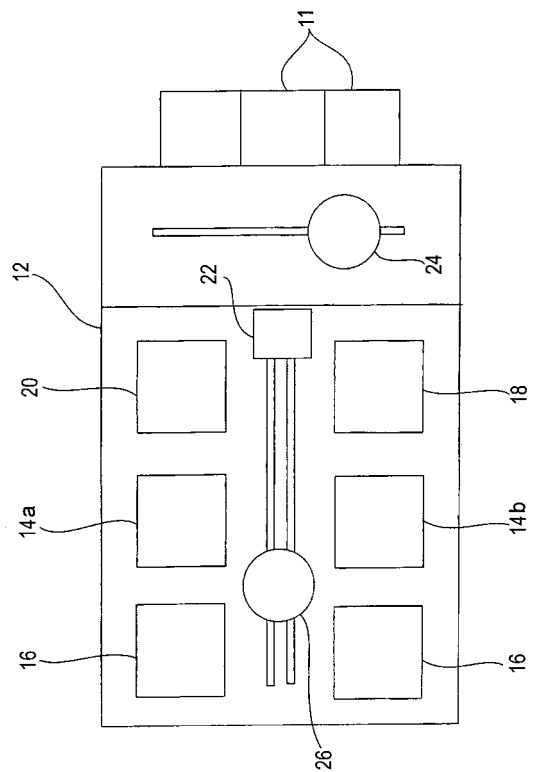
【図 1 6】無電解めっき装置の系統図である。	
【図 1 7】後処理装置を示す平面図である。	
【図 1 8】乾燥装置を示す縦断正面図である。	
【図 1 9】本発明の他の実施の形態の無電解めっき装置の系統図である。	
【図 2 0】マグネットフィルタの斜視図である。	
【図 2 1】マグネットフィルタの一部切断の正面図である。	
【図 2 2】カートリッジ本体の斜視図である。	
【図 2 3】カートリッジ蓋の斜視図である。	
【図 2 4】カートリッジ座金の斜視図である。	
【図 2 5】マグネットの斜視図である。	10
【図 2 6】カートリッジ本体内にカートリッジを敷き詰める例を示す図である。	
【符号の説明】	
【 0 1 1 6 】	
8 配線	
9 保護膜	
1 1 ロード・アンロードユニット	
1 2 装置フレーム	
1 4 a , 1 4 b 前処理装置	
1 6 無電解めっき装置	
1 8 後処理装置	20
2 0 乾燥装置	
5 8 基板ホルダ	
6 0 処理ヘッド	
1 0 0 処理槽	
2 0 0 めっき槽	
2 0 2 洗浄槽	
2 0 4 基板ヘッド	
2 3 0 ハウジング部	
2 3 2 ヘッド部	
2 3 4 吸着ヘッド	30
3 0 2 めっき液貯槽	
3 0 5 フィルタ	
3 0 8 めっき液供給管	
3 1 0 めっき液回収管	
3 5 0 めっき液循環系	
3 5 2 , 3 6 0 永久磁石	
3 5 4 メッシュフィルム	
3 5 6 , 3 6 2 , 3 6 5 磁気除去部	
3 5 8 ハウジング	
3 6 4 メッシュ	40
4 2 0 クランプ機構	
4 2 2 基板ステージ	
5 0 2 マグネットフィルタ (磁気除去部)	
5 0 8 廃液タンク	
5 1 0 カートリッジ	
5 1 2 ハウジング	
5 1 4 めっき液注入ポート	
5 1 6 めっき液排出ポート	
5 2 2 めっき液流路	
5 3 0 カートリッジ本体	50

- 5 3 2 カートリッジ蓋
- 5 3 2 a 液流入口
- 5 3 4 カートリッジ座板
- 5 3 4 a 液流出口
- 5 3 6 マグネット

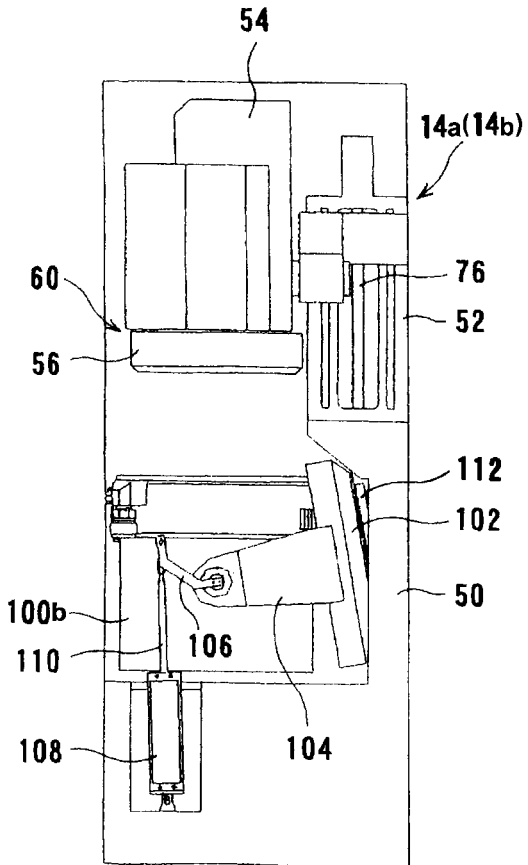
【図1】



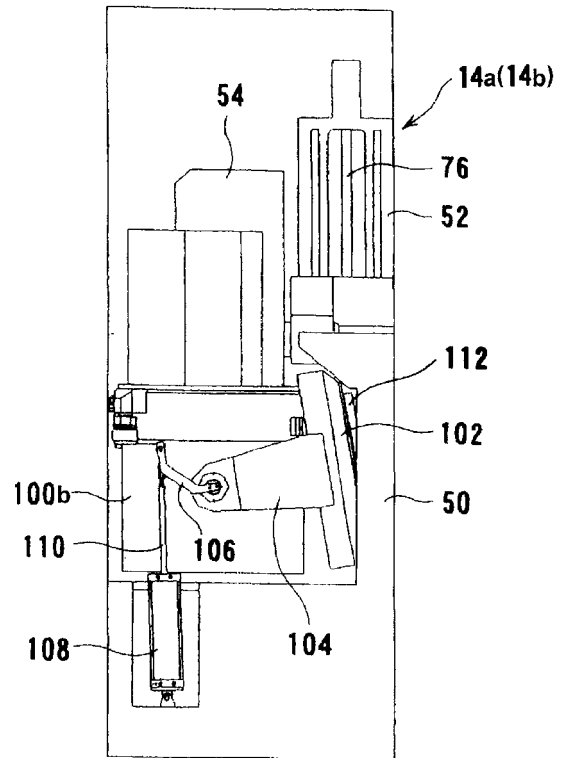
【図2】



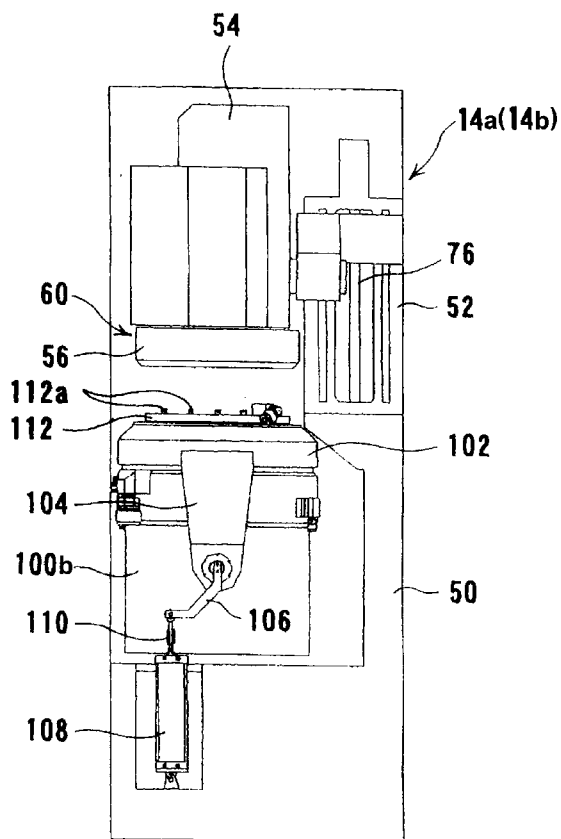
【 図 3 】



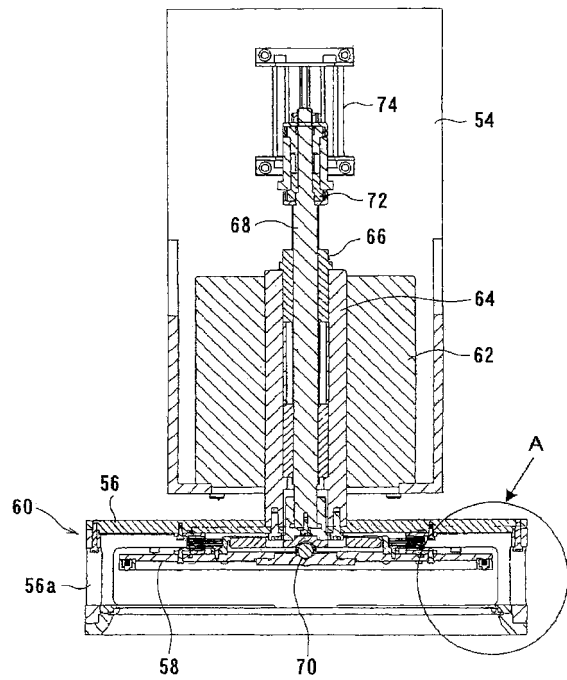
【 図 4 】



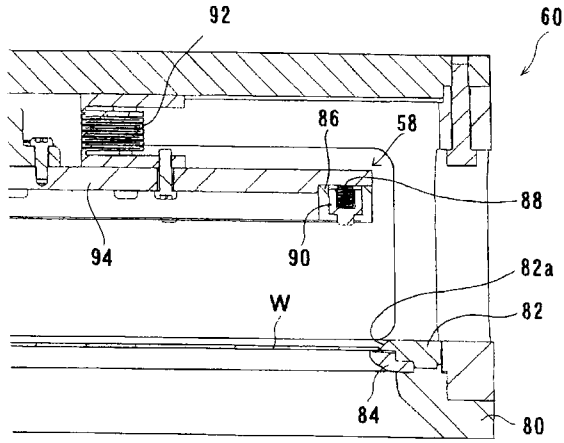
【 図 5 】



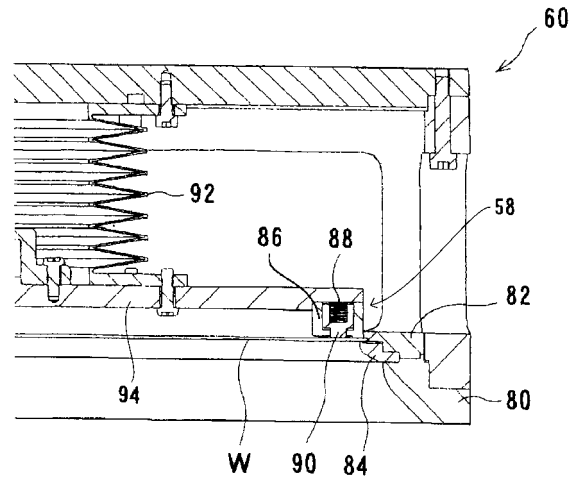
【 図 6 】



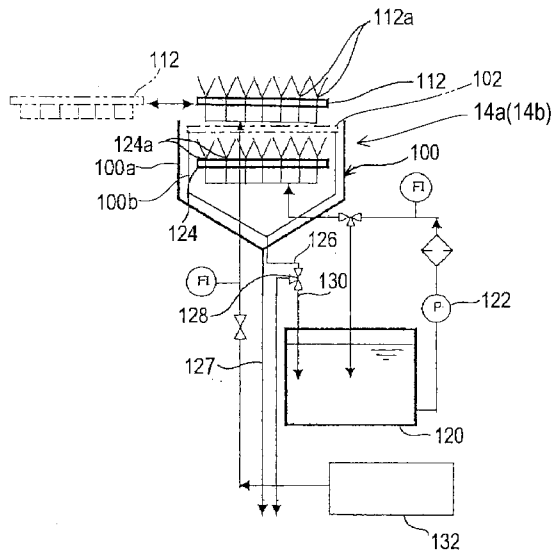
【図7】



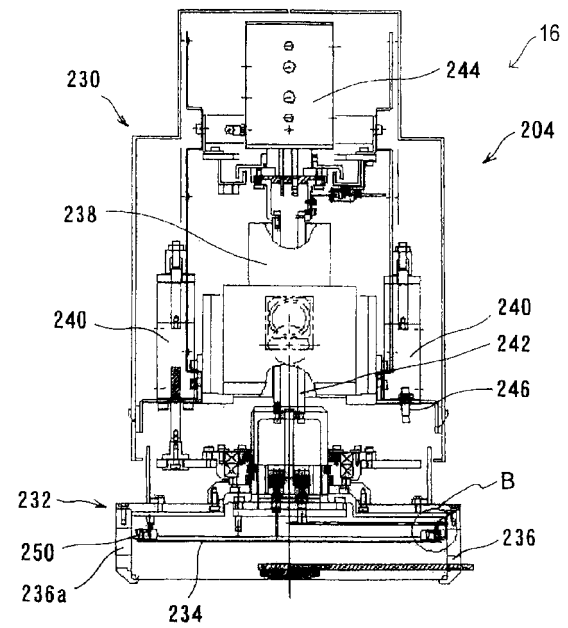
【図8】



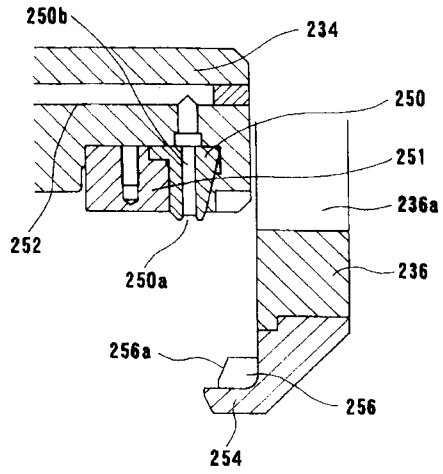
【図9】



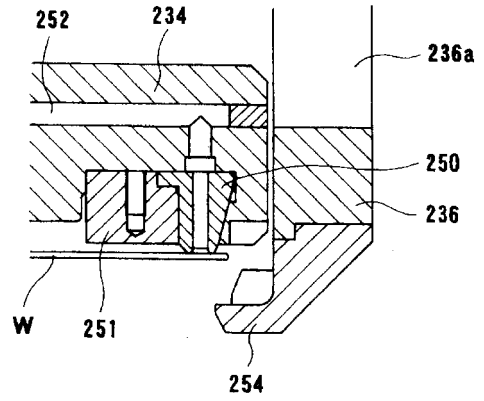
【図10】



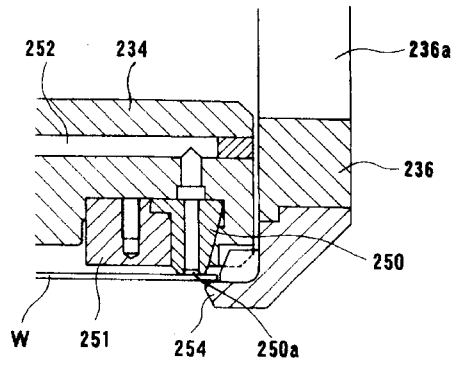
【図11】



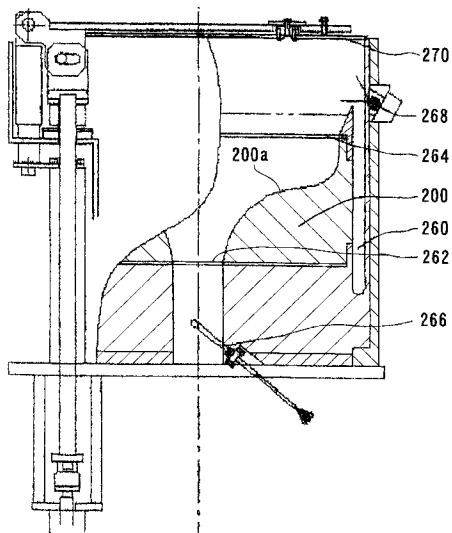
【図13】



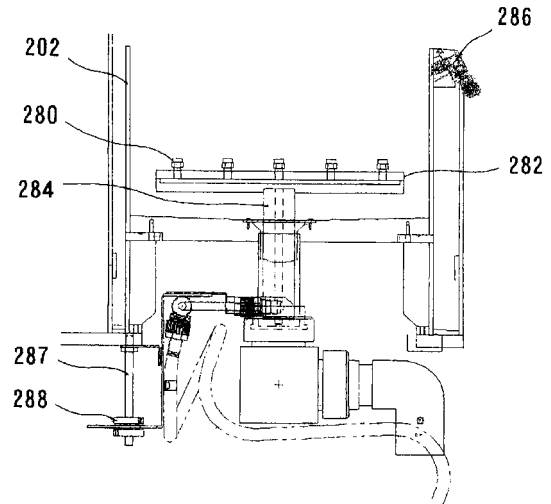
【図12】



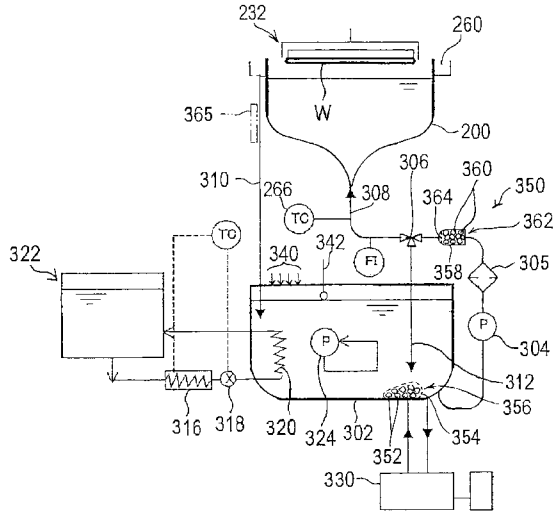
【図14】



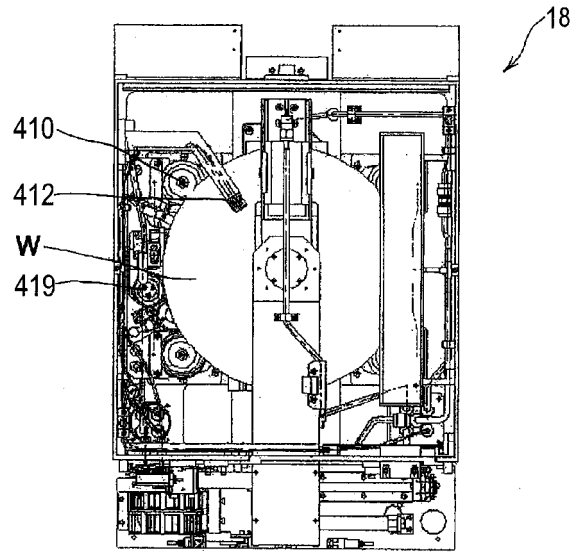
【図15】



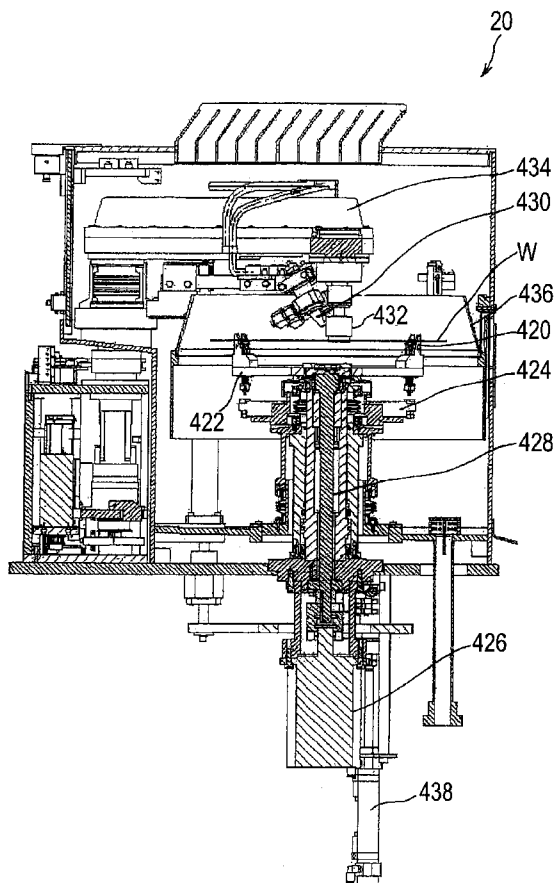
【図16】



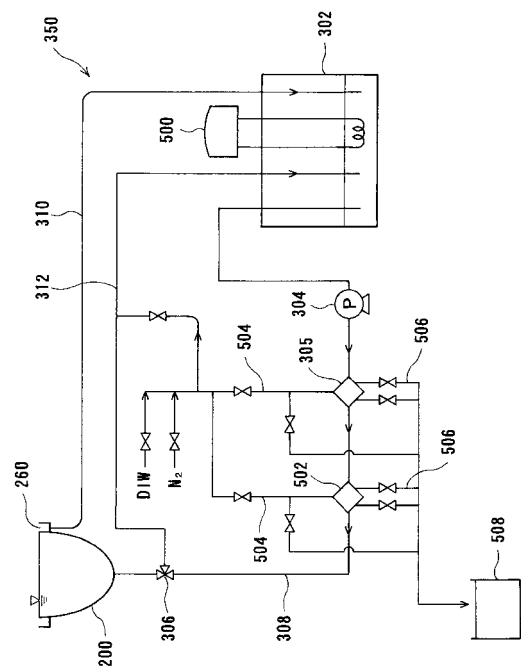
【図17】



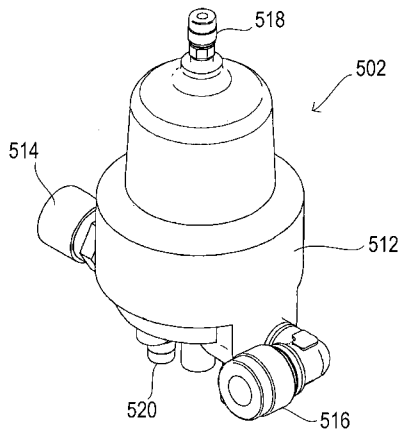
【図18】



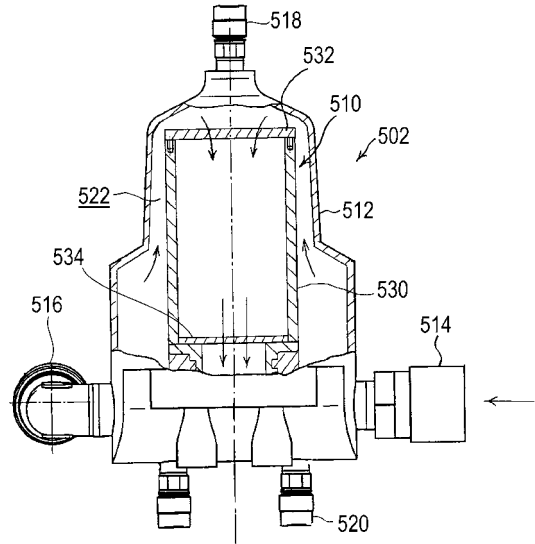
【図19】



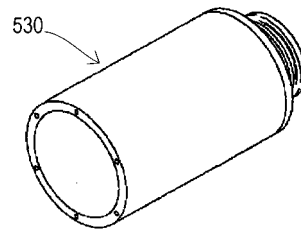
【 図 2 0 】



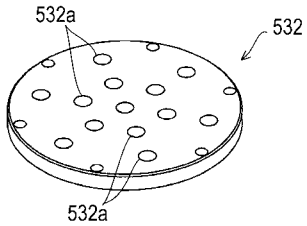
【 図 2 1 】



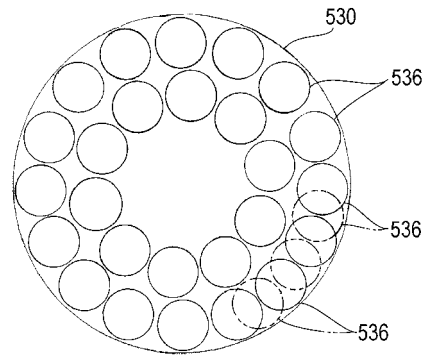
【 図 2 2 】



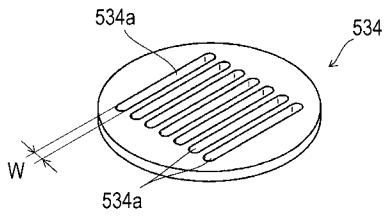
【 図 2 3 】



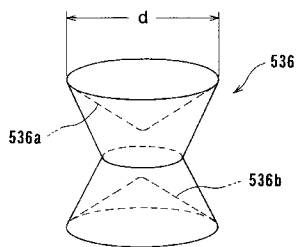
【 図 2 6 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 西條 康彦
神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 荏原総合研究所内
- (72)発明者 辻野 潤一郎
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 國方 康伸

- (56)参考文献 特開昭61-256704(JP,A)
特開2005-121830(JP,A)
特開平09-071882(JP,A)
特開平10-088387(JP,A)
特開平06-220698(JP,A)
特開平07-138799(JP,A)
特開平05-306500(JP,A)
特開平09-137299(JP,A)
特開平08-193300(JP,A)
特開2005-023389(JP,A)
特開2001-038575(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C	18/00	-20/08
B01D	35/06	
B03C	1/00	
B03C	1/30	
H01L	21/288	