(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2005-60722
(P2005-60722A)
(43)公開日　平成17年3月10日(2005.3.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
C23C 18/31	C23C 18/31	A	4K022
C23C 18/16	C23C 18/31	E	4M104
H01L 21/288	C23C 18/16	B	
	H01L 21/288	Z	

審査請求 未請求　請求項の数 14　OL　（全 29 頁）

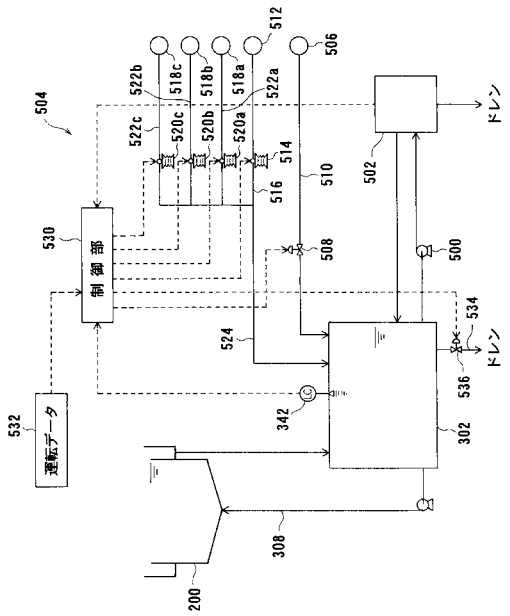
(21)出願番号　特願2003-206910(P2003-206910)
(22)出願日　平成15年8月8日(2003.8.8)

(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　福永　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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板処理方法及び基板処理装置

(57)【要約】
【課題】半導体ウエハ等の基板面内、基板間での再現性があり、高い歩留りで無電解めっきを施した半導体装置等を製造できるようにする。
【解決手段】基板表面にめっき前処理を施し、めっき前処理後の基板表面の少なくとも一部に無電解めっきにより金属膜ないし合金膜を形成し、めっき後の基板を洗浄し乾燥処理する基板処理方法であって、無電解めっきに使用されるめっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給する。
【選択図】　図１８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板表面にめっき前処理を施し、めっき前処理後の基板表面の少なくとも一部に無電解めっきにより金属膜ないし合金膜を形成し、めっき後の基板を洗浄し乾燥処理する基板処理方法であって、
前記無電解めっきに使用されるめっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給することを特徴とする基板処理方法。
【請求項２】
前記超純水の補給に引き続いて前記建浴液をめっき液に補給することを特徴とする請求項１記載の基板処理方法。
【請求項３】
前記超純水及び／または前記建浴液の補給に引き続いて前記補給液をめっき液に補給することを特徴とする請求項２記載の基板処理方法。
【請求項４】
前記超純水の補給に際して、めっき液の総減少量から、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量を差し引いた量を超純水の補給量とすることを特徴とする請求項２記載の基板処理方法。
【請求項５】
前記建浴液の補給に際して、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量に相当する量を建浴液の補給量とすることを特徴とする請求項２記載の基板処理方法。
【請求項６】
前記補給液の補給に際して、めっき反応により減少しためっき液中の有効成分の濃度を分析し、この有効成分を所定濃度に戻すのに必要な量を補給液の補給量とすることを特徴とする請求項３記載の基板処理方法。
【請求項７】
前記めっき液の総減少量を、めっき液貯槽内のめっき液の液位減少量を測定することにより求めることを特徴とする請求項４記載の基板処理方法。
【請求項８】
前記基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量を、基板１枚当たりのめっき液の持出し量と前回の超純水補給時以降における基板の処理枚数の積から求めることを特徴とする請求項４または５記載の基板処理方法。
【請求項９】
前記液分析のために消費されるめっき液量を、めっき液中の各有効成分を定量するに必要なめっき液量の合計量と前回の超純水補給時以降における分析回数の積から求めることを特徴とする請求項４または５記載の基板処理方法。
【請求項１０】
前記超純水、前記建浴液及び前記補給液の任意の補給に際し、それぞれの補給量を制限して、めっき液の温度及び／または濃度の変動を所定の範囲に納めることを特徴とする請求項１記載の基板処理方法。
【請求項１１】
基板表面にめっき前処理を施す前処理ユニットと、
めっき前処理後の基板表面の少なくとも一部に金属膜ないし合金膜を形成する無電解めっきユニットと、
無電解めっき処理後の基板を乾燥状態にする乾燥ユニットと、
前記無電解めっきに使用されるめっき液を貯めて該めっき液を前記無電解めっき装置に供給し循環させるめっき液貯槽と、
前記めっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意

に補給する成分補給系と、
前記めっき液の組成を分析する液組成分析部とを有することを特徴とする基板処理装置。
【請求項１２】
前記成分補給系は、前記超純水、前記建浴液及び前記補給液のめっき液への補給量を個別に制御する制御部を有することを特徴とする請求項１１記載の基板処理装置。
【請求項１３】
前記制御部は、めっき浴の有効成分の濃度及びめっき浴の量を、運転状況に応じた基板処理枚数当たりまたは運転時間を変数としてデータ化し、前記超純水、前記建浴液及び前記補給液の少なくともいずれかの最適供給量を算出するプログラムを装備することを特徴とする請求項１２記載の基板処理装置。
【請求項１４】
前記制御部のプログラムには、前記めっき液貯槽内にめっき液の液位の減少量データ、めっき液中の有効成分濃度の分析データ、前記液分析のために消費されるめっき液量データ、めっき槽外に持出される基板１枚当たりのめっき液持出し量データ、及び基板処理数または時間あたりの基板処理枚数、の少なくともいずれか１つのデータが入力されることを特徴とする請求項１３記載の基板処理装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、基板処理方法及び基板処理装置に係り、特に無電解めっきにより基板の表面に所定の金属膜ないし合金膜を再現性よく成膜するための基板処理方法及び基板処理装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、半導体ウエハやその他の基板の表面に金属膜ないし合金膜を成膜する方法としては、ＰＶＤ法ないしＣＶＤ法などの気相法や、電解めっき法などの湿式法が一般に用いられている。しかしながら、いずれの方法も万能ではなく、成膜すべき膜の種類や品質あるいは必要な膜厚などの条件によって、適切なものを選択するようにしている。
【０００３】
最近になって、無電解めっき法が新たな選択肢として取り上げられるようになってきている。例えば、ダマシンプロセスを使用して形成される埋込み配線にあっては、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SiO_2等からなる絶縁膜２の内部に配線用の微細凹部４を形成し、表面にＴａＮ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凹部４の内部に埋込み、しかる後、基板Ｗの表面にＣＭＰ（化学機械的研磨）を施して平坦化することで、絶縁膜２の内部に銅膜からなる配線８を形成する。そして、この配線（銅膜）８の表面に、例えば無電解めっきによって得られる、Ｃｏ－Ｗ－Ｐ合金膜からなる配線保護膜（蓋材）９を選択的に形成して配線８を保護することが提案されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、無電解めっきは、電子材料分野への適用の歴史が浅く、試行錯誤の域を出ていない部分も多いのが現状である。特に、電子材料分野への無電解めっきの適用に際しては、品質や膜厚の再現性などについて、従来の無電解めっきの適用分野とは格段に厳しい要求があり、これに応じるためには、特に厳密なめっき液の管理が求められる。
【０００５】
本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、半導体ウエハ等の基板面内、基板間での再現性があり、高い歩留りで無電解めっきを施した半導体装置等を製造できるようにした基板処理方法及び基板処理装置を提供することを目的とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】

請求項１に記載の発明は、基板表面にめっき前処理を施し、めっき前処理後の基板表面の少なくとも一部に無電解めっきにより金属膜ないし合金膜を形成し、めっき後の基板を洗浄し乾燥処理する基板処理方法であって、前記無電解めっきに使用されるめっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給することを特徴とする基板処理方法である。

【０００７】

無電解めっきにより成膜された金属膜ないし合金膜の膜質ならびに膜厚を一定に制御するためには、めっき処理に用いるめっき液の有効成分の組成を一定に保つ必要がある。無電解めっきの工程においては、（１）前処理工程で基板のリンスに使用されて基板に付着して持ち込まれる超純水、（２）めっき液の加温に伴う水分の蒸発、（３）基板に付着して持出されるめっき液、（４）めっき液濃度管理のためのめっき液の分析に消費されるめっき液、（５）フィルター交換など装置のメンテナンスに伴って非定常的に持出されるめっき液等、めっき液の質と量を変動させる様々な要因がある。めっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給することにより、前述の各要因によるめっき液の質と量の変動を解消することができる。

【０００８】

請求項２に記載の発明は、　前記超純水の補給に引き続いて前記建浴液をめっき液に補給することを特徴とする請求項１記載の基板処理方法である。

例えば、めっき液の積算持出し量ならびに積算分析消費量を計算し、これらを控除して超純水の補給量を決定し、これらの数値をそのまま使って建浴液の補給量の算出を行うことで、改めて計算する手間が省ける。また、超純水の補給に引き続いて建浴液の補給を行うことにより、めっき液量を確実に当初の水準に戻すことができるので、それ以後の液管理が容易になる。

【０００９】

請求項３に記載の発明は、　前記超純水及び／または前記建浴液の補給に引き続いて前記補給液をめっき液に補給することを特徴とする請求項２記載の基板処理方法である。

補給液の供給によるめっき液の濃度調整は、本来めっき反応によって消費された有効成分の補給を目的とするものである。従って、超純水の供給による蒸発水分の補給や建浴液の供給による持出しめっき液量相当の補給を行って、消費分以外の再調整を行った後に補給液を供給することで、調整回数を減少させることができる。なお、そのため、めっき液の有効成分の濃度分析は、少なくとも超純水の補給後、更には建浴液の補給後に行うことが好ましい。

【００１０】

請求項４に記載の発明は、前記超純水の補給に際して、めっき液の総減少量から、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量を差し引いた量を超純水の補給量とすることを特徴とする請求項２記載の基板処理方法である。

【００１１】

超純水の補給量は、本来、めっき液の加温に伴う水分の蒸発に見合う量で良い。しかしながら、前述のように、それ以外にもめっき液量に変動を与える要因があり、しかも水分蒸発量のみを直接計測する方法がない。めっき液への水分の持ち込みとしては、例えばめっき前処理後のリンスに使用され基板に付着した超純水や、めっき後の基板のめっき槽内でのリンスに使用されてめっき槽内に流入する超純水などが挙げられ、これらは水分の蒸発量を相殺するものであり、めっき液の総減少量の中に含まれる。また、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量は、めっき液そのものの減少であるので、これに応じた量の水分（超純水）を補給すると、めっき液の濃度低下に繋がる。このため、これらの量は、水分の補給量から控除する必要がある。従って、超純水の補給量としては、めっき液の総減少量から、基板に付着してめっ

き槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量を差し引いた量とすればよい。

【００１２】

なお、ここでは、定常的なめっき液そのものの減少について述べたが、めっき液の減少要因としては、先に述べたように非定常的なものもある。そのようなものがある場合については、これらについても上記めっき液の総減少量から差し引いて超純水の補給量とする必要がある。

【００１３】

請求項５に記載の発明は、　前記建浴液の補給に際して、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量に相当する量を建浴液の補給量とすることを特徴とする請求項２記載の基板処理方法である。

【００１４】

基板に付着してめっき槽外へ持出されたり、液分析のために消費されたりすることによりめっき液が減少する。これは、めっき液そのものの消費であるので、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液を、めっき液そのものの減少量に相当する量を補給する方がめっき液の濃度を管理する上で好ましい。超純水、並びにめっき液の特定成分のみを含む補給液を補給することも考えられるが、この場合、更に濃度調整が必要になり調整が煩雑となる。建浴液の補給に際しては、例えば基板１枚当たりのめっき液の持出し量と処理基板枚数の積から積算持出し量を計算し、また分析１回当たりに消費するめっき液量と分析回数から積算分析消費量を計算し、これらの合計値を建浴液の補給量とすれば良く、そのように計算アルゴリズムを組めば良い。

【００１５】

なお、以上で述べた建浴液の補給は、定常的な減少を補給するものであるが、めっき液そのものの減少としては、これ以外にフィルター交換に伴うような非定常的に発生するものがある。そのようなものがある場合については、上記めっき液そのものの減少量に非定常的に発生するめっき液の減少量を加えて、建浴液の補給量とすればよい。

【００１６】

請求項６に記載の発明は、前記補給液の補給に際して、めっき反応により減少しためっき液中の有効成分の濃度を分析し、この有効成分を所定濃度に戻すのに必要な量を補給液の補給量とすることを特徴とする請求項３記載の基板処理方法である。

【００１７】

めっき液中の有効成分を分析する方法としては、吸光度測定、滴定、イオンクロマトグラフ、キャピラリー電気泳動などの方法がある。例えば、これらを搭載した液組成分析部に、めっき液貯槽から吸引ポンプなどにより分析に必要な量のめっき液をサンプリングして供給することで、有効成分の濃度を分析することができる。そして、分析結果をめっき液の有効成分の所定濃度と比較し、不足が生じている場合は、所定濃度に戻すのに必要な補給液量を計算して求め、めっき液に対してこれを補給することで、めっき液の有効成分を所定濃度に維持することができる。

【００１８】

請求項７に記載の発明は、前記めっき液の総減少量を、めっき液貯槽内のめっき液の液位減少量を測定することにより求めることを特徴とする請求項４記載の基板処理方法である。

【００１９】

無電解めっき液の濃度管理の範囲は、めっきプロセスによって様々であるが、一般には、少なくとも±１０％以内に納める必要がある。めっき液の総減少量をめっき液貯槽内のめっき液の液位減少量を測定することにより求める場合、液面センサによる計測の精度としては、±０．５ｍｍが得られる。この精度であれば、めっき液貯槽の寸法にもよるが、めっき液量１００Ｌに対して±０．５％程度の制御が可能であり、めっき液貯槽の液位の減少量を測定することにより水分蒸発による濃度変動を所定の範囲内に納めることができる。

【００２０】
請求項８に記載の発明は、前記基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量を、基板１枚当たりのめっき液の持出し量と前回の超純水補給時以降における基板の処理枚数の積から求めることを特徴とする請求項４または５記載の基板処理方法である。
【００２１】
基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量は、実際のめっき液を装置に導入してめっき操作を行い、実測することにより求められる。超純水や建浴液の補給量の制御に際しては、１枚当たりの基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量の実測値を計算アルゴリズムに入力しておき、前回の超純水補給時以降における基板の処理枚数との積を計算させて、その値をめっき液の総減少量から控除して超純水や建浴液の補給量を決定すれば良い。
【００２２】
請求項９に記載の発明は、前記液分析のために消費されるめっき液量を、めっき液中の各有効成分を定量するに必要なめっき液量の合計量と前回の超純水補給時以降における分析回数の積から求めることを特徴とする請求項４または５記載の基板処理方法である。
【００２３】
めっき液中の各有効成分を定量するに必要なめっき液量の１回分の合計量は、例えば、めっき液貯槽から分析装置へめっき液を送液するサンプリングラインに設置した流量計からの指示値を使うか、あるいは固定値として計算アルゴリズムに入力すればよい。これと前回の超純水補給時以降における分析回数との積を計算させ、その値をめっき液の総減少量から控除して超純水の補給量を決定したり、建浴液の補給量を決定したりすることができる。
【００２４】
請求項１０に記載の発明は、前記超純水、前記建浴液及び前記補給液の任意の補給に際し、それぞれの補給量を制限して、めっき液の温度及び／または濃度の変動を所定の範囲に納めることを特徴とする請求項１記載の基板処理方法である。
【００２５】
一般に無電解めっきは、めっき液の温度を常温以上として成膜を行う。無電解めっきの反応速度は、温度依存性が強く、再現性良く成膜するためにはめっき液の温度をある範囲内に制御する必要がある。超純水、建浴液または補給液を常温で補給すると、この補給に伴ってめっき液の温度が一時的に低下するが、補給時の液量を制限することで、補給時におけるめっき液の温度低下をある範囲内に納めることができる。例えば、めっき液温度が７０℃で、めっき液貯槽の有効容積が１００Ｌの場合、一回の補給量を２．０Ｌ以下に制限することで、めっき液の温度低下を１℃以内に納めることができる。
【００２６】
請求項１１に記載の発明は、基板表面にめっき前処理を施す前処理ユニットと、めっき前処理後の基板表面の少なくとも一部に金属膜ないし合金膜を形成する無電解めっきユニットと、無電解めっき処理後の基板を乾燥状態にする乾燥ユニットと、前記無電解めっきに使用されるめっき液を貯めて該めっき液を前記無電解めっき装置に供給し循環させるめっき液貯槽と、前記めっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給する成分補給系と、前記めっき液の組成を分析する液組成分析部とを有することを特徴とする基板処理装置である。
【００２７】
請求項１２に記載の発明は、前記成分補給系は、前記超純水、前記建浴液及び前記補給液のめっき液への補給量を個別に制御する制御部を有することを特徴とする請求項１１記載の基板処理装置である。
【００２８】
請求項１３に記載の発明は、前記制御部は、めっき浴の有効成分の濃度及びめっき浴の量を、運転状況に応じた基板処理枚数当たりまたは運転時間における変数としてデータ化し

、前記超純水、前記建浴液及び前記補給液の少なくともいずれかの最適供給量を算出するプログラムを装備することを特徴とする請求項１２記載の基板処理装置である。

【００２９】

例えば、超純水にあっては、以下に示す式に基づいて最適補給量を算出してコントロールすることができる。

ΣＶｓｕｐ　ＤＩＷ＝（Ｖｅｖａ－Ｖｗａｆ）

ここで、Ｖｓｕｐ　ＤＩＷ：超純水供給量（ｍＬ）、Ｖｅｖａ：蒸発による超純水量（ｍＬ）、Ｖｗａｆ：リンス（洗浄）で希釈（供給）される超純水量（ｍＬ）を表す。

上記項目は以下の様に分解される。

Ｖｅｖａ＝Ｕｅｖａ×δｔ

Ｖｗａｆ＝Ｐｗａｆ×Ｎｗａｆ

ここで、Ｕｅｖａ：浴温度に依存する単位時間当たりの蒸発量（ｍＬ／分）、δｔ：最後に超純水の供給が終了した時点からの積算時間（分）、Ｐｗａｆ：基板一枚当たりのリンス液（超純水）供給量（ｍＬ／枚）、Ｎｗａｆ；最後に超純水の供給が終了した時点からの積算枚数（枚数）を表す。

【００３０】

また、建浴液にあっては、以下に示す式に基づいて最適供給量を算出し、コントロールすることができる。

ΣＶＭｓｕｐ＝（ＶＭｓａｍ＋ＶＭｗａｆ）

ＶＭｓａｍ＝ρＭｓａｍ×Ｎｓａｍ

ＶＭｗａｆ＝ρＭｗａｆ×Ｎｗａｆ

ここで、ΣＶＭｓｕｐ：建浴液供給量（ｍＬ）、ＶＭｓａｍ：液組成分析装置で消費しためっき液量（ｍＬ）、ＶＭｗａｆ：めっき工程時に系外に落ち出されるめっき液量（ｍＬ）、ρＭｓａｍ：液組成分析装置で一回当たり消費されるめっき液量（ｍＬ／回）、Ｎｓａｍ：最後にめっき液分析が終了した時点からの分析回数（回）、ρＭｗａｆ：基板一枚当たりの液持出し量（ｍＬ／枚）、Ｎｗａｆ：最後にめっき液供給が終了した時点からの積算枚数（枚数）を表す。

【００３１】

請求項１４に記載の発明は、前記制御部のプログラムには、前記めっき液貯槽内にめっき液の液位の減少量データ、めっき液中の有効成分濃度の分析データ、前記液分析のために消費されるめっき液量データ、めっき槽外に持出される基板１枚当たりのめっき液持出し量データ、及び基板処理数または時間あたりの基板処理枚数、の少なくともいずれか１つのデータが入力されることを特徴とする請求項１３記載の基板処理装置である。

【００３２】

【発明の実施の形態】

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、基板Ｗの表面に無電解めっきを施して、配線８の露出表面を、無電解めっきによって得られるＣｏ－Ｗ－Ｐ合金膜からなる保護膜（蓋材）９で選択的に覆って配線８を保護膜（合金膜）９で保護するようにした例を示す。

【００３３】

図２は、本発明の実施の形態における基板処理装置の平面配置図を示す。同図に示すように、この基板処理装置には、表面に形成した配線用の凹部４内に銅等からなる配線８を形成した基板Ｗ（図１参照、以下同じ）を収容した基板カセット１０を載置収容するロード・アンロードユニット１２が備えられている。そして、排気系統を備えた矩形状ハウジング１６の一方の長辺側に沿った位置に、基板Ｗのめっき前処理、すなわち基板Ｗの表面を清浄化する第１前処理ユニット１８、同じく清浄化後の配線８の露出表面に触媒を付与して活性化させる第２前処理ユニット２０及び基板Ｗの表面（被処理面）に無電解めっき処理を行う無電解めっきユニット２２が直列に配置されている。

【００３４】

また、ハウジング１６の他方の長辺側に沿った位置に、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（図１参照、以下同じ）の選択性を向上させるための基板Ｗの後処理を行う後処理ユニット２４、後処理後の基板Ｗを乾燥させる乾燥ユニット２６、乾燥後の基板Ｗに熱処理（アニール）を施す熱処理ユニット２８及び配線８の表面に形成された保護膜９の膜厚を測定する膜厚測定ユニット３０が直列に配置されている。更に、ハウジング１６の長辺と平行にレール３２に沿って走行自在で、これらの各ユニット及びロード・アンロードユニット１２に搭載された基板カセット１０との間で基板の受渡しを行う搬送ロボット３４が、直線状に配置された各ユニットに挟まれた位置に配置されている。

【００３５】

ここで、ハウジング１６には遮光処理が施され、これによって、このハウジング１６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。

【００３６】

次に、この基板処理装置による一連の無電解めっき処理について、図３を参照して説明する。

先ず、表面に配線８を形成し乾燥させた基板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１２に搭載した基板カセット１０から、１枚の基板Ｗを搬送ロボット３４で取り出して第１前処理ユニット１８に搬送する。この第１前処理ユニット１８では、基板Ｗをフェースダウンで保持して、この表面に、めっき前処理としての清浄化処理（薬液洗浄）を行う。つまり、例えば液温が２５℃で、希釈H_2SO_4等の薬液を基板Ｗの表面に向けて噴射して、絶縁膜２（図１参照）の表面に残った銅等のＣＭＰ残さや配線８（図１参照）上の酸化物等を除去し、しかる後、基板Ｗの表面に残った洗浄楽液を純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。

【００３７】

ここで使われる薬液としては、ｐＨが２以下のふっ酸、硫酸、塩酸等の無機酸や、蟻酸、酢酸、蓚酸、酒石酸、クエン酸、マレイン酸、サリチル酸等のｐＨ５以下のキレート能力を有する酸、ｐＨ５以下の酸であってハロゲン化物、カルボン酸、ジカルボン酸、オキシカルボン酸ならびにその水溶性塩等のキレート剤が添加されているもの等があげられる。これらの薬液を使用した清浄化処理を施すことによって、絶縁膜上に残った銅等からなるＣＭＰ残さや配線表面の酸化物を除去し、めっきの選択性や下地との密着性を向上させることができる。また、ＣＭＰ工程に一般に使用される防食剤は、通常めっき膜の析出の阻害因子となるが、配線に付着した防食剤を除去する能力を有するアルカリ薬液、例えば水酸化テトラメチルアンモニウム（ＴＭＡＨ）を使用することで、このような防食剤を有効に除去することができる。なお、前記酸類と同一の効果を、グリシン、システイン、メチオニン等のアミノ酸のアルカリ溶液でも実現することが可能である。

【００３８】

また、清浄化後に基板Ｗの表面をリンス液でリンス処理（洗浄）することで、清浄化に使用した薬品が基板Ｗの表面に残留していて、次の活性化工程の障害となることを防止することができる。このリンス液としては、一般には超純水を用いるが、配線表面の材料構成によっては、超純水を使ったとしても、配線材料が局部電池作用などにより腐食することがある。そのような場合には、リンス液として、超純水に水素ガスを溶解した水素ガス溶解水、あるいは超純水を隔膜式電気分解して得られる電解カソード水のような、不純物を含まずしかも還元力の高い水を使うことが望ましい。また清浄化処理に用いる薬品が配線材料等に対して何がしかの腐食性を有することがあるので、清浄化処理とリンス処理の間の時間はなるべく短いことが好ましい。

【００３９】

次に、この清浄化処理及びリンス処理後の基板Ｗを搬送ロボット３４で第２前処理ユニット２０に搬送し、ここで基板Ｗをフェースダウンで保持して、この表面に触媒付与処理を

行う。つまり、例えば、液温が２５℃で、ＰｄＣｌ$_2$／ＨＣｌ等の混合溶液を基板Ｗの表面に向けて噴射し、これにより、配線８の表面に触媒としてのＰｄ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Ｐｄ核を形成して、配線８の表面配線の露出表面を活性化させ、しかる後、基板Ｗの表面に残った触媒薬液を純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。

【００４０】

この薬液（触媒薬液）としては、Ｐｄを含んだ無機または有機酸溶液を使用するが、触媒液中のＰｄ含有量が薄すぎると、被めっき下地表面の触媒密度が少なくなりめっきできなくなり、濃過ぎると配線８上にピッチングなどの欠陥を引き起こす。

【００４１】

基板全体に均一かつ連続な無電解めっき膜を形成するためには、配線表面への触媒付与量がある程度以上なければならないが、触媒としてパラジウムを使う場合には、少なくとも配線表面１ｃｍ^{2}あたり０．４μｇ以上パラジウムが付与されていれば、この要求に応えられることが実験的に確認されている。また、Ｐｄを一定以上付与していくと、配線の浸食が進み、配線を合わせた抵抗値が上昇することが知られている。配線表面１ｃｍ^{2}あたり８μｇ以上パラジウムを付与するとこういった傾向が顕著になることも、実験的に確認されている。

【００４２】

このように、基板Ｗの表面に触媒を付与することによって、無電解めっきの選択性を高めることができる。ここで、触媒金属としては、様々な物質があるが、反応速度、その他制御のし易さなどの点からＰｄを使うことが好ましい。触媒付与の方法としては、基板全体を触媒液に浸漬する場合と、スプレーなどによって触媒液を基板表面に向けて噴射する場合があり、めっき膜の組成や必要膜厚などによって、そのいずれかを選択することができる。一般に薄膜形成に際しては、スプレー法による方が再現性などの点で優れている。

【００４３】

選択性を向上させるために、層間絶縁膜２および配線８上の残留Ｐｄを除去する必要があり、一般的には、超純水リンスが使用される。なお、清浄化処理の場合と同様に、触媒液が基板表面に残留していると、配線材料等の腐食やめっき工程へ悪影響の可能性があるので、触媒付与処理とリンス処理の間の時間はなるべく短くすることが望ましい。リンス液としては、清浄化処理の場合と同様に、超純水、水素ガス溶解水、電解カソード水のいずれかを用いることも可能であるが、次のめっき工程に先だって基板を馴染ませておくため、無電解めっき液を構成する成分の水溶液を用いることも可能である。

なお、以上では選択性を向上させるため触媒付与方法について述べたが、還元剤としてジメチルアミンボラン等を用いる場合には、必ずしも以上のような触媒付与を必要とはしない。

【００４４】

そして、この触媒を付与しリンス処理した基板Ｗを搬送ロボット３４で無電解めっきユニット２２に搬送し、ここで基板Ｗをフェースダウンで保持して、この表面に無電解めっき処理を施す。つまり、例えば、液温が８０℃のＣｏ－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Ｃｏ－Ｗ－Ｐ蓋めっき）を施して、配線保護膜（蓋材）９を選択的に形成する。このめっき液の組成は、例えば以下の通りである。

【００４５】

・$CoSO_4 \cdot 7H_2O$：１４ｇ／Ｌ
・$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$：７０ｇ／Ｌ
・H_3BO_3：４０ｇ／Ｌ
・$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$：１２ｇ／Ｌ
・$NaH_2PO_2 \cdot H_2O$：２１ｇ／Ｌ
・ｐＨ：９．５

【００４６】

ここで、無電解めっきによる成膜された保護膜９の膜質ならびに膜厚を一定に制御するためには、めっき処理に用いるめっき液の有効成分の組成を一定に保つ必要がある。無電解めっきの工程においては、（１）前処理工程で基板のリンスに使用されて基板に付着して持ち込まれる超純水、（２）めっき液の加温に伴う水分の蒸発、（３）基板に付着して持出されるめっき液、（４）めっき液濃度管理のためのめっき液の分析に消費されるめっき液、（５）フィルター交換など装置のメンテナンスに伴って非定常的に持出されるめっき液等、めっき液の質と量を変動させる様々な要因がある。

【００４７】

そこで、この例では、下記のように、めっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給することにより、前述の各要因によるめっき液の質と量の変動を解消するようにしている。

【００４８】

また、配線８の露出表面を覆って該配線８を保護する保護膜９を成膜するのに用いる無電解めっき液には各種のものがあり、いずれも加温を必要とするが、液温が７０℃以下のめっき液を使用すると充分な成膜速度が得られず、また液温が９０℃以上のめっき液を使用すると成膜速度が速すぎかつ水分の蒸発が著しいなどのため安定した成膜が行い難くなる。このため、基板の温度として７０～９０℃の液温に設定しためっき液に基板を接触させて無電解めっきによる成膜を行い、かつめっき液の液温のばらつき範囲を、一般には±２℃以内、好ましくは±１℃以内とするようにしている。

【００４９】

そして、基板Ｗをめっき液から引き上げた後、ｐＨが６～７．５の中性液からなる停止液を基板Ｗの表面に接触させて、無電解めっき処理を停止させる。これにより、基板Ｗをめっき液から引き上げた直後にめっき反応を迅速に停止させて、めっき膜にめっきむらが発生することを防止することができる。この処理時間は、例えば１～５秒であることが好ましい。この停止液としては、純水、水素ガス溶解水、または電解カソード水が挙げられる。前述と同様に、表面の材料構成によっては配線材料が局部電池作用などにより腐食することがあり、このような場合に、還元性を持たせた超純水でめっきを停止させることで、このような弊害を回避することができる。

【００５０】

しかる後、基板の表面に残っためっき液を純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。これによって、配線８の表面に、Ｃｏ－Ｗ－Ｐ合金膜からなる配線保護膜９を選択的に形成して配線８を保護する。

【００５１】

次に、この無電解めっき処理後の基板Ｗを搬送ロボット３４で後処理ユニット２４に搬送し、ここで、基板Ｗの表面に形成された保護膜（めっき膜）９の選択性を向上させて歩留りを高めるための基板後処理を施す。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、界面活性剤、有機アルカリ及びキレート剤のいずれか一種または二種以上を含む薬液に基板Ｗの表面に供給し、これにより、層間絶縁膜２上の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。これらの薬液を用いることで、無電解めっきの選択性を一層効率良く向上させることができる。なお、界面活性剤としては非イオン性のものが、有機アルカリとしては第４級アンモニウムないしアミン類が、またキレート剤としてはエチレンジアミン類が好ましい。

【００５２】

そして、このように薬液を使用した場合には、基板Ｗの表面に残った薬液を超純水等のリンス液でリンス（洗浄）する。このリンス液としては、超純水、水素ガス溶解水、または電解カソード水が挙げられる。前述と同様に、表面の材料構成によっては配線材料が局部電池作用などにより腐食することがあるが、このような場合に、還元性を持たせた超純水でリンスすることで、このような弊害を回避することができる。

【００５３】
なお、前述の、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による洗浄の他に、錯化剤による洗浄、更にはエッチング液による均一エッチングバック等により、更にはこれらを任意に組み合わせて層間絶縁膜上の残留物を完全に取り除くようにしてもよい。
そして、この後処理後の基板Ｗを搬送ロボット３４で乾燥ユニット２６に搬送し、ここで必要に応じてリンス処理を行う、しかる後、基板Ｗを高速で回転させてスピン乾燥させる。
【００５４】
これにより、基板Ｗの表面に形成した埋込み配線８の露出表面に、無電解めっきによって保護膜９を形成する一連の処理を連続して行うことができ、しかも乾燥状態まで基板を仕上げるので、そのまま次工程に搬送することが可能となるばかりでなく、次工程にかかるまでの間での保護膜（めっき膜）９の劣化を抑えることができる。
【００５５】
この基板Ｗを乾燥状態にする乾燥処理（スピン乾燥）を行う際に、乾燥空気または乾燥不活性ガスを用いて基板の周囲の雰囲気の湿度を制御することが好ましい。通常の雰囲気下で乾燥を行うと、基板上の水分が雰囲気中に飛散して湿度が高まり、乾燥処理をしたとはいえ基板表面には多量の水分が吸着ししており、このままでは、吸着水分によって配線部分が酸化されるなど新たな問題を引き起こす可能性がある。またスピンドライヤでのミストバックによる、ウォータ・マーク発生などの問題も想定される。このため、乾燥時の雰囲気湿度を乾燥空気または乾燥窒素を用いて制御することで、このような弊害を回避することができる。
【００５６】
このスピン乾燥後の基板Ｗを搬送ロボット３４で熱処理ユニット２８に搬送し、ここで、後処理後の基板Ｗに保護膜９を改質する熱処理（アニール）を施す。保護膜９の改質に必要な温度としては、処理時間の現実性も含めて考えると、少なくとも１２０℃以上であり、かつデバイスを構成する材料の耐熱性を考慮すると４５０℃を超えないことが望ましい。このため、この熱処理（アニール）の温度は、例えば１２０～４５０℃である。このように基板Ｗに熱処理を施すことで、配線の露出表面に形成した保護膜（めっき膜）のバリア性及び配線との密着性を向上させることができる。
【００５７】
次に、熱処理後の基板Ｗを搬送ロボット３４で、例えば光学式、ＡＦＭ、ＥＤＸ等の膜厚測定ユニット３０に搬送し、この膜厚測定ユニット３０で配線８の表面に形成された配線保護膜９の膜厚を測定し、この膜厚測定後の基板Ｗを搬送ロボット３４でロード・アンロードユニット１２に搬載された基板カセット１０に戻す。
【００５８】
そして、この配線８の露出表面に形成した保護膜９の膜厚をオンライン又はオフラインで測定した測定結果を無電解めっき処理の前にフィードバックし、これにより、この膜厚の変動に応じて、例えば次の基板に対するめっき処理の処理時間を調整する。このように、配線８の露出表面に形成した保護膜９の膜厚を測定し、この膜厚の変動に応じて、例えば次の基板に対するめっき処理の処理時間を調整することで、配線８の露出表面に形成される保護膜９の膜厚を一定に制御することができる。
【００５９】
なお、配線８の露出表面に保護膜９を選択的に形成するに際して、配線８の露出表面を清浄化する工程に先だって、化学機械的研磨、電気化学的研磨または複合電気化学的研磨のいずれかにより配線８の露出表面の平坦化を行うことが好ましく、これによって、保護膜９のより平坦化を図ることができる。
【００６０】
次に、図２に示す基板処理装置に備えられている各種ユニット等の詳細を以下に説明する。

第１前処理ユニット１８及び第２前処理ユニット２０は、使用される処理液（薬液）が異なるのみで、同じ構成の、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。

【００６１】

この処理ユニット１８，２０は、図４乃至図７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。

【００６２】

この出力軸６４の内部には、図７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ようになっている。

【００６３】

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。

【００６４】

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８及び図９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８４ａが配置されている。このシールリング８４ａ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。

【００６５】

一方、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ようになっている。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。

【００６６】

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８４ａ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８４ａ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ようになっている。

【００６７】

なお、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。

【００６８】
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が備えられている。処理槽１００の外周部には、蓋体１０２に取付けた一対の脚部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、処理槽１００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、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１１２ａを有するノズル板１１２が備えられている。

【００６９】
更に、図１０に示すように、処理槽１００の内槽１００ｂの内部には、薬液タンク１２０から薬液ポンプ１２２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１２４ａを有するノズル板１２４が、該噴射ノズル１２４ａが内槽１００ｂ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、薬液（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、この薬液（排液）を薬液タンク１２０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１０２の表面（上面）に設けられたノズル板１１２は、例えば超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。また、外槽１００ａの底面にも、排水管１２７が接続されている。

【００７０】
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。

【００７１】
この前処理ユニット１８，２０によれば、図４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、しかる後、図５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６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。

【００７２】
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。

【００７３】

無電解めっきユニット２２を図１１乃至図１６に示す。この無電解めっきユニット２２は、めっき槽２００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。

【００７４】

基板ヘッド２０４は、図１１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、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パ２４６が設けられている。

【００７５】

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。

【００７６】

吸着ヘッド２３４の下面周縁部には、図１２乃至図１４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N_2を供給して行う。

【００７７】

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。

【００７８】

これにより、図１２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１３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２５

０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１４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。

【００７９】

図１５及び図１６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１７参照）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から超純水（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。

【００８０】

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とともに、超純水等のリンス液を基板に向けて噴射する噴射ノズル２８０を設けたノズル板２８２を上面に取付けためっき槽カバー２７０が開閉自在に設置されている。

【００８１】

このめっき槽２００は、図１７及び図１８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３０８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、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。

【００８２】

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。

【００８３】

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。

【００８４】

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。

【００８５】

この例によれば、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。

【００８６】

この無電解めっきユニット２２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。

【００８７】

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から超純水（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。

【００８８】

次に、めっき槽２００の上端開口部をめっき槽カバー２７０で覆い、基板ヘッド２０４を回転させながら噴射ノズル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。

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を搬送ロボット３４との受渡し位置まで移動させ、この搬送ロボット３４に基板Ｗを受渡して次工程に搬送する。

【００８９】

めっき液を貯め、めっき液を無電解めっきユニット２２のめっき槽２００に供給し循環させるめっき液貯槽３０２には、めっき液貯槽３０２内のめっき液の液面を計測してめっき液の液位減少量を測定する液面センサ３４２が備えられ、更に、図１８に示すように、めっき液貯槽３０２内のめっき液を、ポンプ５００を介してサンプリングして、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液組成分析部５０２が付設されている。

【００９０】

この液組成分析部５０２は、例えばＣｏイオンまたはＮｉイオン濃度にあっては、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、タングステン酸イオン及び／またはタングステンリン酸イオンのタングステン換算濃度にあっては、キャピラリー電気泳動分析により、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にあっては、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、キレート剤濃度にあっては、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、まためっき液のｐＨにあっては、電極法によりそれぞれ計測するようになっている。なお、前記タングステン換算濃度にあっては、ＣｏイオンまたはＮｉイオンの消費量から算出して求めるようにしてもよい。

【００９１】

更に、めっき液貯槽３０２内のめっき液に、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所

定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給する成分補給系５０４が備えられている。

【００９２】

この成分補給系５０４には、超純水供給源５０６から延び、途中に開閉弁５０８を介装した超純水供給ライン５１０と、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液供給源５１２から延び、途中に補給ポンプ５１４を介装した建浴液供給ライン５１６と、この例では、めっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液供給源５１８ａ～５１８ｃから延び、途中に補給ポンプ５２０ａ～５２０ｃをそれぞれ介装した３本の補給液供給ライン５２２ａ～５２２ｃが備えられている。そして、これら各ラインは、めっき液貯槽３０２に接続されている。なお、この例では、建浴液供給ライン５１６と３本の補給液供給ライン５２２ａ～５２２ｃとが合流ライン５２４で合流して、めっき液貯槽３０２に接続するようにした例を示しているが、個別にめっき液貯槽３０２に接続するようにしてもよいことは勿論である。

【００９３】

ここで、この例では、３つの補給液供給源５１８ａ～５１８ｃを備え、例えば、補給液供給源５１８ａからＣｏイオンを所定以上の濃度で含む補給液を、他の補給液供給源５１８ｂからタングステン酸イオン及び／またはタングステンリン酸イオンを所定以上の濃度で含む補給液を、更に他の補給液供給源５１８ｃから、次亜リン酸イオン及び／またはジメチルアミンボラン、キレート剤及びｐＨ調整剤を所定以上の濃度で含む補給液をめっき液貯槽３０２内のめっき液に補修するようになっている。これで限定されないことは勿論である。

【００９４】

成分補給系５０４には、制御部５３０が備えられ、この制御部５３０に、前記液面センサ３４２及び前記液組成分析部５０２からの信号、更には、運転データ５３２が入力され、この制御部５３０からの出力信号で、前記超純水供給ライン５１０に介装した開閉弁５０８、建浴液供給ライン５１６に介装した補給ポンプ５１４及び補給液供給ライン５２２ａ～５２２ｃに介装した補給ポンプ５２０ａ～５２０ｃ、更にはめっき液貯槽３０２に接続したドレン管５３４に介装した開閉弁５３６がそれぞれ個別に制御されるようになっている。

【００９５】

この制御部５３０は、めっき浴の有効成分の濃度及びめっき浴の量を、運転状況に応じた基板処理枚数当たりまたは運転時間における変数としてデータ化し、超純水、建浴液及び補給液の少なくともいずれかの最適供給量を算出するプログラム（アルゴリズム）を装備しており、１枚の基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液や、めっき液中の各有効成分を定量するに必要なめっき液量の１回分の合計量が予め入力されている。この１枚の基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量は、実際のめっき液を装置に導入してめっき操作を行い、実測することにより求められる。また、めっき液中の各有効成分を定量するに必要なめっき液量の１回分の合計量は、例えば、めっき液貯槽３０２から液組成分析部５０２へめっき液を送液するサンプリングラインに設置した流量計からの指示値を使うか、あるいは固定値として入力される。

【００９６】

次に、制御装置５３０でめっき液に補給する超純水の最適補給量を算出する場合について説明する。超純水の補給に際して、めっき液の総減少量から、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量を差し引いた量を超純水の補給量とする。つまり、超純水の補給量は、本来、めっき液の加温に伴う水分の蒸発に見合う量で良い。しかしながら、それ以外にもめっき液量に変動を与える要因があり、しかも水分蒸発量のみを直接計測する方法がない。つまり、めっき液への水分の持ち込みとしては、例えばめっき前処理後のリンスに使用され基板に付着した超純水や、めっき後の基板のめっき槽内でのリンスに使用されてめっき槽内に流入する超純水などが挙げられ、これらは水分の蒸発量を相殺するものであり、めっき液の総減少量の中に含ま

れる。また、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量は、めっき液そのものの減少であるので、これに応じた量の水分（超純水）を補給すると、めっき液の濃度低下に繋がる。このため、これらの量は、水分の補給量から控除する必要がある。従って、超純水の補給量としては、めっき液の総減少量から、基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液量及び／または液分析のために消費されるめっき液量を差し引いた量とすればよい。

【００９７】

具体的には、超純水供給量：Ｖｓｕｐ　ＤＩＷ（ｍＬ）は、蒸発による超純水量：Ｖｅｖａ（ｍＬ）とリンス（洗浄）で希釈（供給）される超純水量：Ｖｗａｆ（ｍＬ）との差

ΣＶｓｕｐ　ＤＩＷ＝（Ｖｅｖａ－Ｖｗａｆ）

で求められ、蒸発による超純水量：Ｖｅｖａ（ｍＬ）とリンス（洗浄）で希釈（供給）される超純水量：Ｖｗａｆ（ｍＬ）は、下記の式で求められる。

Ｖｅｖａ＝Ｕｅｖａ×δｔ

Ｖｗａｆ＝Ｐｗａｆ×Ｎｗａｆ

ここで、Ｕｅｖａ：浴温度に依存する単位時間当たりの蒸発量（ｍＬ／分）、δｔ：最後に超純水の供給が終了した時点からの積算時間（分）、Ｐｗａｆ：基板一枚当たりのリンス液（超純水）供給量（ｍＬ／枚）、Ｎｗａｆ；最後に超純水の供給が終了した時点からの積算枚数（枚数）を表す。

【００９８】

しかしながら、蒸発による超純水量を直接求めることは困難である。そこで、この例では、以下の式で超純水供給量：Ｖｓｕｐ　ＤＩＷ（ｍＬ）を求めるようにしている。つまり、

Ｖｓｕｐ　ＤＩＷ＝Ｖｄｅｃ－（ＶＭｓａｍ＋ＶＭｗａｆ）　　（１）

ＶＭｓａｍ＝ρＭｓａｍ×Ｎｓａｍ

ＶＭｗａｆ＝ρＭｗａｆ×Ｎｗａｆ

ここで、Ｖｄｅｃ：めっき液貯槽の液位減少量から求められるめっき液の減少量（ｍＬ）、ＶＭｓａｍ：液組成分析装置で消費しためっき液量（ｍＬ）、ＶＭｗａｆ：めっき工程時に系外に落ち出されるめっき液量（ｍＬ）、ρＭｓａｍ：液組成分析装置で一回当たり消費されるめっき液量（ｍＬ／回）、Ｎｓａｍ：最後にめっき液分析が終了した時点からの分析回数（回）、ρＭｗａｆ：基板一枚当たりの液持出し量（ｍＬ／枚）、Ｎｗａｆ：最後にめっき液供給が終了した時点からの積算枚数（枚数）を表す。

【００９９】

無電解めっき液の濃度管理の範囲は、めっきプロセスによって様々であるが、一般には、少なくとも±１０％以内に納める必要がある。めっき液の総減少量をめっき液貯槽内のめっき液の液位減少量を測定することにより求める場合、液面センサによる計測の精度としては、±０．５ｍｍが得られる。この精度であれば、めっき液貯槽の寸法にもよるが、めっき液量１００Ｌに対して±０．５％程度の制御が可能であり、めっき液貯槽の液位の減少量を測定することにより水分蒸発による濃度変動を所定の範囲内に納めることができる。

【０１００】

一方、建浴液の補給量にあっては、基板に付着してめっき槽外へ持出されたり、液分析のために消費されたりすることによるめっき液は、めっき液そのものの消費であるので、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液を、めっき液そのものの減少量に相当する量を補給する。超純水、並びにめっき液の特定成分のみを含む補給液を補給することも考えられるが、この場合、更に濃度調整が必要になり調整が煩雑となる。建浴液の補給に際しては、例えば基板１枚当たりのめっき液の持出し量と処理基板枚数の積から積算持出し量を計算し、また分析１回当たりに消費するめっき液量と分析回数から積算分析消費量を計算し、これらの合計値を建浴液の補給量とすれば良く、そのように計算アルゴリズムを組めば良い。具体的には、建浴液供給量：ΣＶＭｓｕｐ（ｍＬ）は、以下の式で求められる。

ΣＶＭｓｕｐ＝（ＶＭｓａｍ＋ＶＭｗａｆ）　　（２）

【０１０１】

更に、補給液にあっては、液組成分析結果をめっき液の有効成分の所定濃度と比較し、不足が生じている場合は、所定濃度に戻すのに必要な補給液量を計算して求め、めっき液に対してこれを補給することで、めっき液の有効成分を所定濃度に維持する。

【０１０２】

次に、めっき液に対する、超純水、建浴液及び補給液の補給について説明する。先ず、液面センサ３４２によってめっき液貯槽３０２内のめっき液の液位減少量を測定し、この信号を制御部５３０に入力する。制御部５３０では、この液面センサ３４２からの信号、運転データ５３２からの信号、並びに予め入力された１枚の基板に付着してめっき槽外に持出されるめっき液や、めっき液中の各有効成分を定量するに必要なめっき液量の１回分の合計量から、前記式によって、超純水供給量：Ｖｓｕｐ　ＤＩＷ（ｍＬ）を求める。そして、この純水供給量に見合った時間だけ、超純水供給ライン５１０の開閉弁５０８を開き、これによって、この量だけ、めっき液貯槽３０２内のめっき液に超純水を供給する。

【０１０３】

次に、同様にして、前記式（２）によって、建浴液供給量：ΣＶＭｓｕｐ（ｍＬ）を求め、この建浴液供給量に見合った分だけ、建浴槽供給ライン５１６に介装した補給ポンプ５１４を駆動して、これによって、この量だけ、めっき液貯槽３０２内のめっき液に建浴液を供給する。

【０１０４】

そして、このように、超純水及び建浴液を供給（補給）した状態で、めっき液貯槽３０２内のめっき液をサンプリングして液組成分析部５０２で分析する。そして、この分析結果を基に、めっき液中の不足する成分を求め、補給液供給ライン５２２ａ～５２２ｃに介装した補給ポンプ５２０ａ～５２０ｃを駆動して、不足するの成分をめっき液貯槽３０２内のめっき液に供給する。補給液の供給によるめっき液の濃度調整は、本来めっき反応によって消費された有効成分の補給を目的とするものである。従って、超純水の供給による蒸発水分の補給や建浴液の供給による持出しめっき液量相当の補給を行って、消費分以外の再調整を行った後に補給液を供給することで、調整回数を減少させることができる。

【０１０５】

ここで、一般に無電解めっきは、めっき液の温度を常温以上として成膜を行う。無電解めっきの反応速度は、温度依存性が強く、再現性良く成膜するためにはめっき液の温度をある範囲内に制御する必要がある。超純水、建浴液または補給液を常温で補給すると、この補給に伴ってめっき液の温度が一時的に低下する。そこで、この例では、制御部５３０で一回の補給量を２．０Ｌ以下に制限するようにしている。このように、例えば、めっき液温度が７０℃で、めっき液貯槽の有効容積が１００Ｌの場合、一回の補給量を２．０Ｌ以下に制限することで、補給時におけるめっき液の温度低下を１℃以内に納めることができる。

【０１０６】

なお、以上で述べた超純水及び建浴液の補給は、定常的な減少を補給するものであるが、めっき液そのものの減少としては、これ以外にフィルター交換に伴うような非定常的に発生するものがある。そのようなものがある場合については、上記めっき液そのものの減少量に非定常的に発生するめっき液の減少量を加えて、超純水及び建浴液の補給量とすればよい。

【０１０７】

図１９は、図２における後処理ユニット２４と乾燥ユニット２６を示す。この後処理ユニット２４は、内部にロール・ブラシが、乾燥ユニット２６は、内部にスピンドライがそれぞれ装備されている。

【０１０８】

図２０は、後処理ユニット２４を示す。後処理ユニット２４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ユニットで、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の表面に処理液（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。

【０１０９】

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の表裏面に所定の処理液を供給し、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ようになっている。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。

【０１１０】

更に、後処理ユニット２４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。

【０１１１】

図２１は、乾燥ユニット２６を示す。この乾燥ユニット２６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ユニットで、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。

【０１１２】

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の表面を洗浄するようになっている。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。

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。

【０１１３】

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。

なお、この乾燥ユニット２６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。

【０１１４】

また、リンス液として、水素ガス溶解水や電解カソード水を使用する場合には、前記各ユニットに、超純水に水素ガスを溶解する装置または超純水を電解する装置を付設し、これらの装置から水素ガス溶解水または電解カソード水を基板に供給するようにすることができる。

【０１１５】

ここで、この例では、配線保護膜９として、Ｃｏ－Ｗ－Ｐ合金膜を使用した例を示しているが、Ｃｏ－Ｐ、Ｎｉ－ＰまたはＮｉ－Ｗ－Ｐからなる配線保護膜を使用するようにしてもよい。また、配線材料として、銅を使用した例を示しているが、銅の他に、銅合金、銀、銀合金、金及び金合金等を使用しても良い。

【０１１６】

また、この例では、基板に形成した埋込み配線８の表面に保護膜９を形成するようにした

例を示しているが、この埋込み配線８の底面及び側部に、配線材料の層間絶縁膜中への拡散を防止する機能を有する導電膜（保護膜）を前述と同様にして形成するようにしてもよい。

【０１１７】

なお、前述の保護膜（めっき膜）９の形成にあたっては、膜厚、膜質、選択性に対する高い精度が要求されるので、各プロセスステップ間の時間を制御することが必要であり、それを実現するために、全てのプロセスステップを同一装置内で行うことが有効であるが、この基板処理装置によれば、この要請に応えることができる。

【０１１８】

また、薬液処理やめっき処理後に基板の表面に薬液やめっき液が残ると、保護膜（めっき膜）の面内均一性や配線の電気特性等の成膜状態に悪影響を及ぼす。そのために、薬液処理と純水リンス処理を同じユニット内で行って、基板の表面に残った薬液やめっき液を素早く除去することで、装置のフットプリントを低減させるとともに、高い歩留りで半導体装置等を製造することができる。

【０１１９】

ここで、噴射方式の薬液処理またはリンス処理を採用することにより、基板表面へ常にフレッシュな液体をより均一に分散させて供給して、処理時間が短縮できる。また、噴射点の位置を調整することで、保護膜の面内処理の均一性を容易に改善することができる。なお、例えば、基板表面にマイルドな処理が必要である場合には、浸漬方式を採用しても良いことは勿論である。

【０１２０】

噴射ノズルからの液体の噴射角には制限があるので、一つ噴射ノズルからの噴射では、限られる範囲にしかカバーできない。噴射距離が短すぎると、基板全面に向けて薬液等を噴射するために、噴射ノズルの数が多く要求される。一方、噴射距離が長すぎると、過大な加圧装置が要るし、めっき装置全体の高さが増える。このため、一つの工程に使用する噴射ノズルの数は、例えば１～２５個で、噴射ノズルから基板までの距離は、例えば１０～１５０ｍｍ程度が好ましい。また、一つの噴射ノズルから噴射される薬液等の流量は、０．２～１．２Ｌ／ｍｉｎで、噴射圧力は１０～１００ｋＰａ程度が好ましい。

【０１２１】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、めっき液に対して、超純水、めっきに必要な全ての有効成分を所定の濃度で含む建浴液、及びめっきに必要な個別または複数の有効成分を所定以上の濃度で含む補給液を任意に補給することにより、種々の要因によるめっき液の質と量の変動を解消して、半導体ウエハ等の基板面内、基板間での再現性を高め、高い歩留りで無電解めっきを施した半導体装置等を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】無電解めっきによって配線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基板処理装置の平面配置図である。

【図３】図２に示す基板処理装置におけるプロセスフロー図である。

【図４】前処理ユニットの基板受渡し時における正面図である。

【図５】前処理ユニットの薬液処理時における正面図である。

【図６】前処理ユニットのリンス時における正面図である。

【図７】前処理ユニット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８】図７のＡ部拡大図である。

【図９】前処理ユニットの基板固定時における図８相当図である。

【図１０】前処理ユニットの系統図である。

【図１１】無電解めっきユニット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。

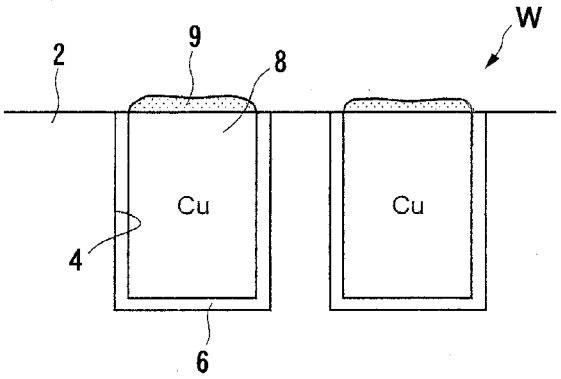
【図１２】図１１のＢ部拡大図である。

【図１３】無電解めっきユニットの基板固定時における基板ヘッドを示す図１２相当図で

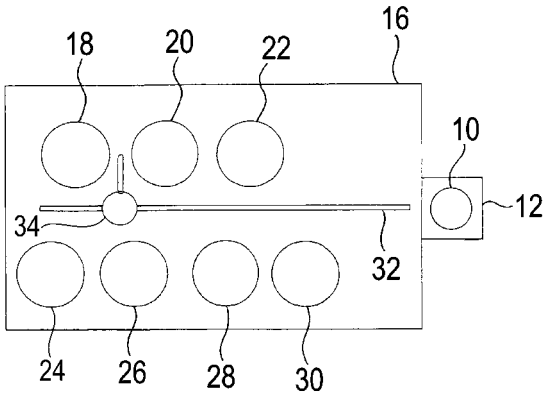
ある。
【図１４】無電解めっきユニットのめっき処理時における基板ヘッドを示す図１２相当図である。
【図１５】無電解めっきユニットのめっき槽カバーを閉じた時のめっき槽を示す一部切断の正面図である。
【図１６】無電解めっきユニットの基板ヘッドのヘッド部を上方に位置させた時のめっき槽を示す断面図である。
【図１７】無電解めっきユニットの系統図である。
【図１８】無電解めっきユニットの成分供給系を示す系統図である。
【図１９】後処理ユニットと乾燥ユニットを示す斜視図である。
【図２０】後処理ユニットを示す平面図である。
【図２１】乾燥ユニットを示す縦断正面図である。
【符号の説明】
８　配線
９　保護膜
１２　ロード・アンロードユニット
１８，２０　前処理ユニット
２２　無電解めっきユニット
２４　後処理ユニット
２６　乾燥ユニット
２８　熱処理ユニット
３０　膜厚測定ユニット
３４　搬送ロボット
５６　ハウジング部
５８　基板ホルダ
６０　処理ヘッド
７４　昇降用シリンダ
８０　メインフレーム
８４ａ　シールリング
８６　基板固定リング
１００　処理槽
１０２　蓋体
１１２　ノズル板
１１２ａ　噴射ノズル
１２０　薬液タンク
１２２　薬液ポンプ
１２４　ノズル板
１２４ａ　噴射ノズル
１２６　排水管
１２８　三方弁
１３２　リンス液供給源
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
２３４　吸着ヘッド
２５０　吸着リング
２５４　爪部
２６０　めっき液回収溝

２６８　噴射ノズル
２８０　噴射ノズル
２８２　ノズル板
３０２　めっき液貯槽
３０４　めっき液供給ポンプ
３０６　三方弁
３０８　めっき液供給管
３１６　ヒータ
３１８　流量計
３２０　熱交換器
３２２　加熱装置
３２４　攪拌ポンプ
３４２　液面センサ
４１０　ローラ
４１２　薬液用ノズル
４１９　スポンジ
４２０　クランプ機構
４２２　基板ステージ
４２４　基板着脱用昇降プレート
４２６　スピンドル回転用モータ
４２８　スピンドル
４３０　メガジェットノズル
４３２　ペンシル型洗浄スポンジ
４３４　旋回アーム
４３６　洗浄カップ
４３８　洗浄カップ昇降用シリンダ
５０２　液組成分析部
５０４　成分補給系
５０６　超純水供給源
５０８　開閉弁
５１０　超純水供給ライン
５１２　建浴液供給源
５１４　補給ポンプ
５１６　建浴液供給ライン
５１８ａ～５１８ｃ　補給液供給源
５２０ａ～５２０ｃ　補給ポンプ
５２２ａ～５２２ｃ　補給液供給ライン
５３０　制御部
５３２　運転データ

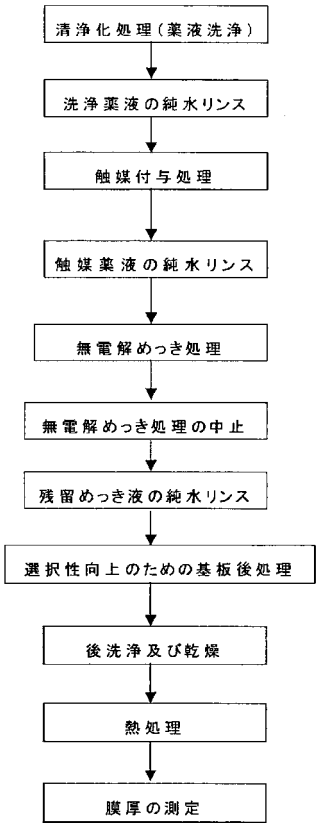
【図１】


W
9
8
2
Cu
Cu
4
6

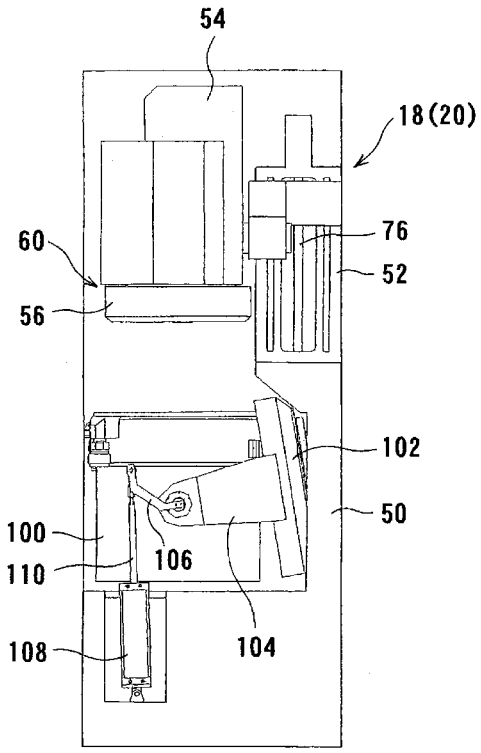
【図２】


16
18
20
22
10
12
34
32
24
26
28
30

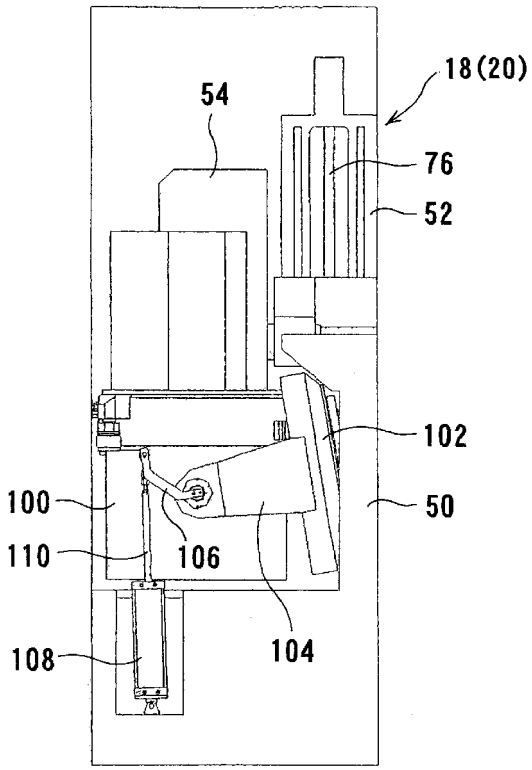
【図３】


清浄化処理（薬液洗浄）
洗浄薬液の純水リンス
触媒付与処理
触媒薬液の純水リンス
無電解めっき処理
無電解めっき処理の中止
残留めっき液の純水リンス
選択性向上のための基板後処理
後洗浄及び乾燥
熱処理
膜厚の測定

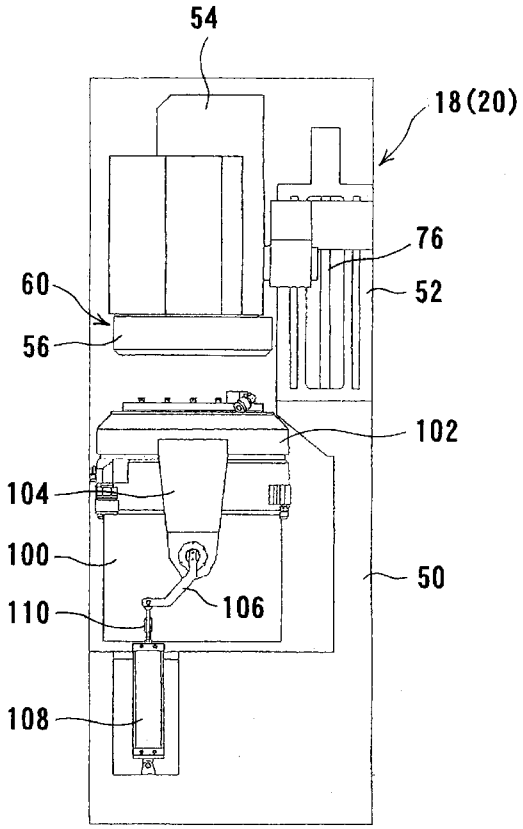
【図４】


54
18(20)
60
76
52
56
102
50
100
106
110
104
108

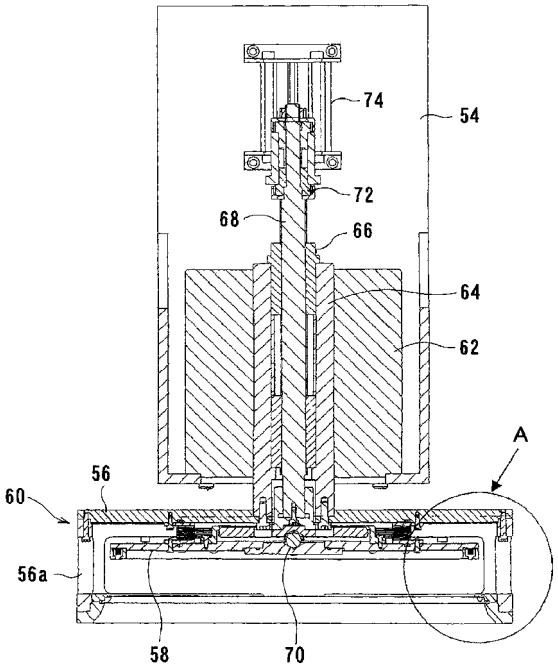
【図５】


18(20)
54
76
52
102
100
50
110
106
104
108

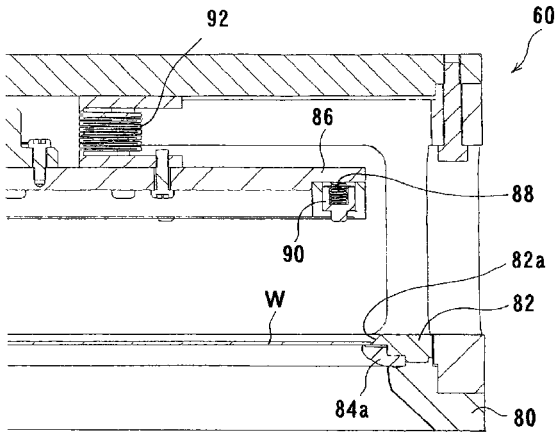
【図６】


54
18(20)
76
52
60
56
102
104
100
106
110
50
108

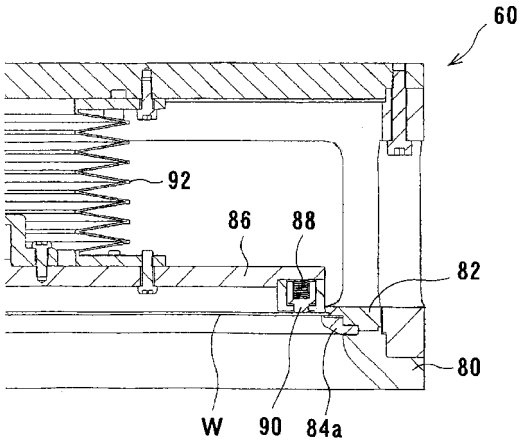
【図７】


74
54
72
68
66
64
62
A
56
60
56a
58
70

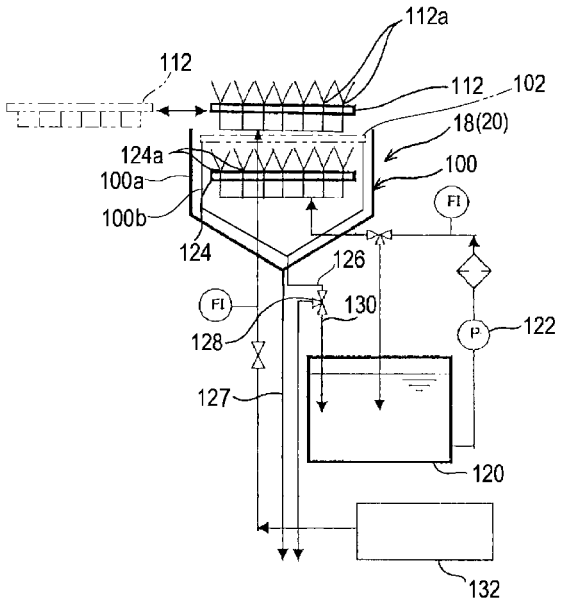
【図８】


92
60
86
88
90
82a
W
82
84a
80

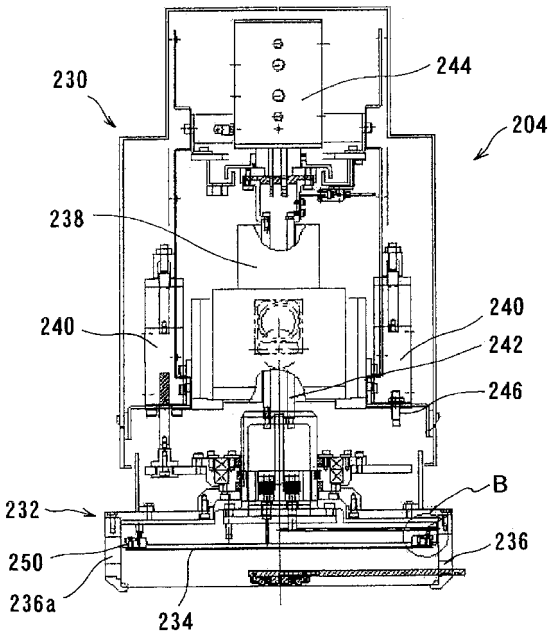
【図９】


60
92
86
88
82
80
W
90
84a

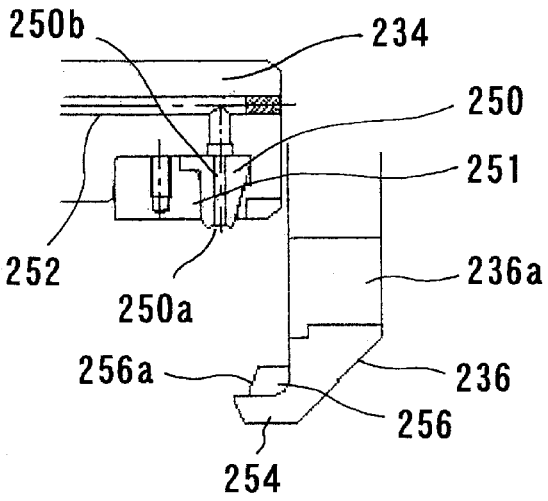
【図１０】



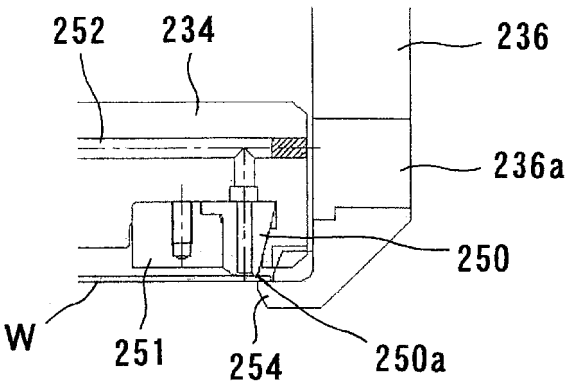
【図１１】



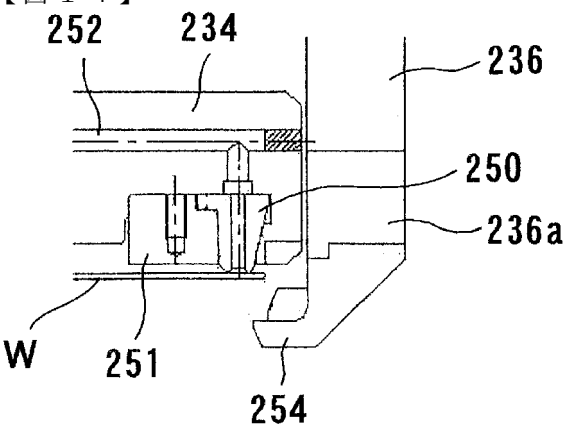
【図１２】



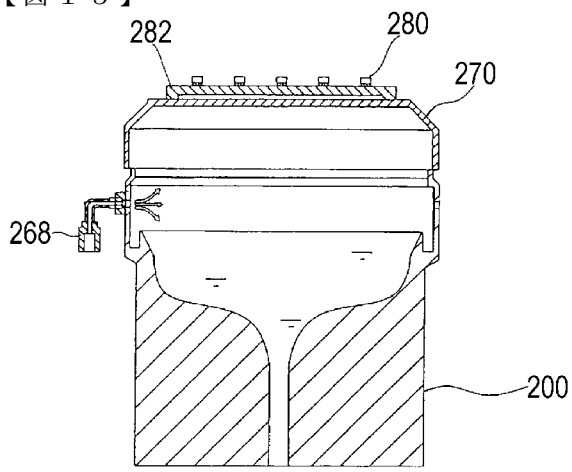
【図１３】



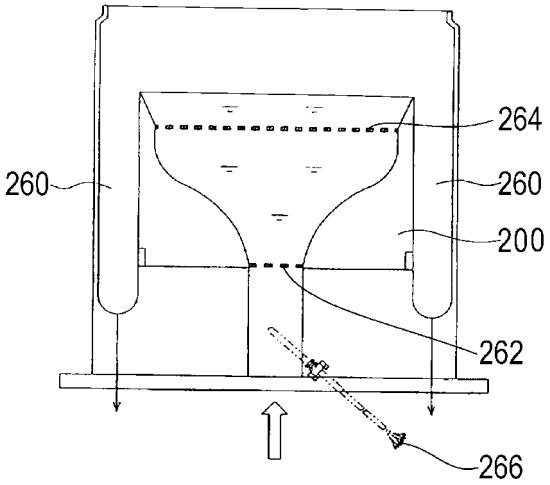
【図１４】



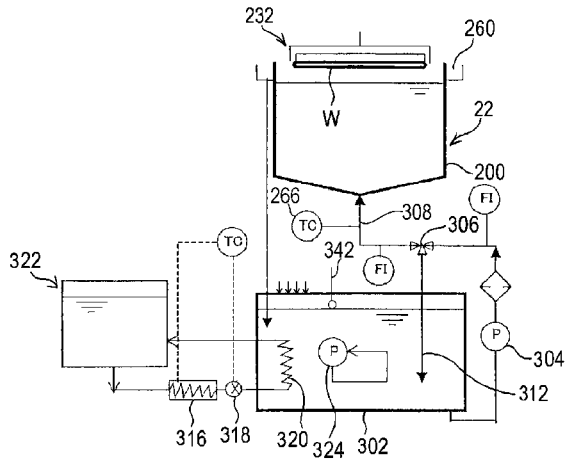
【図１５】



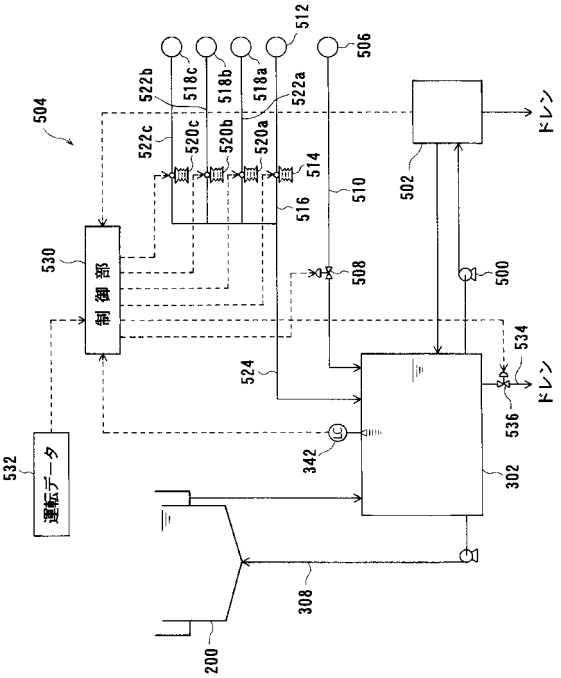
【図１６】



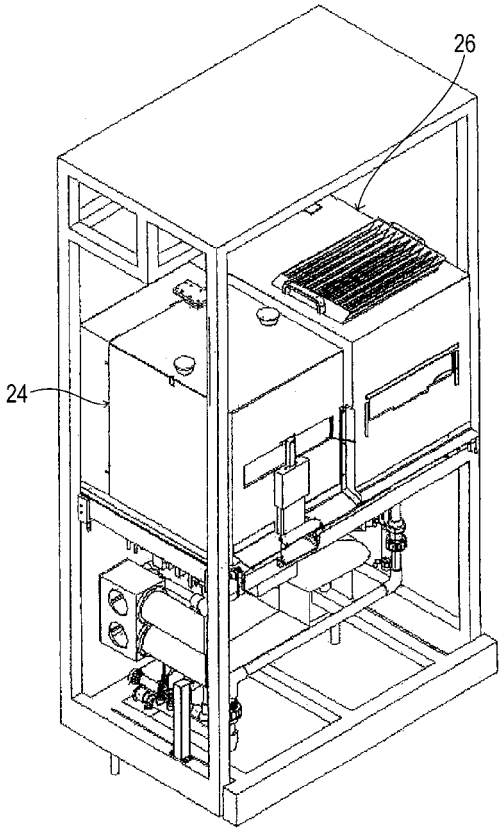
【図１７】



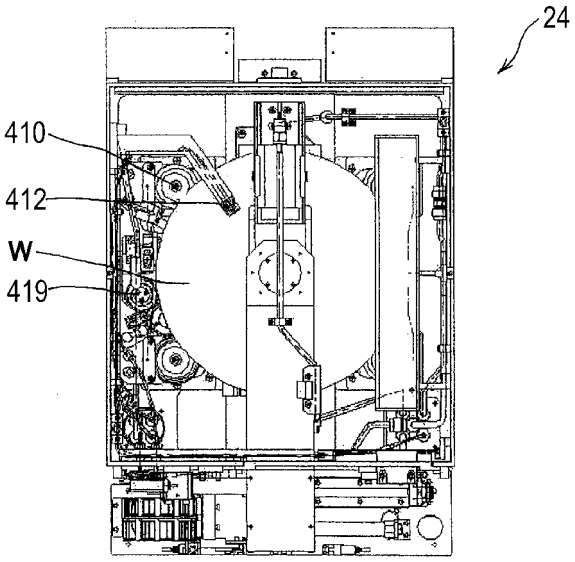
【図１８】



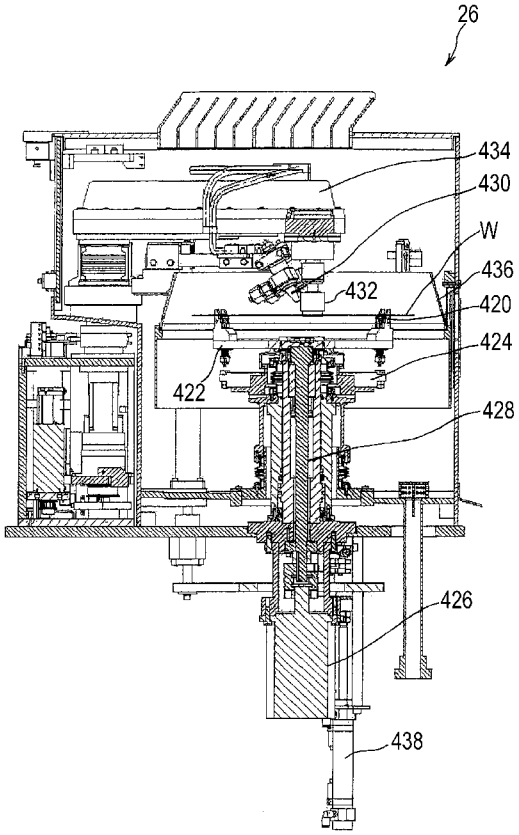
【図１９】



【図２０】



【図２１】



フロントページの続き

(72)発明者　森上　賢
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) 4K022 AA05 AA31 AA37 AA41 BA06 BA08 BA16 BA24 BA35 DA01
DB18 DB21 DB27 DB28 DB30
4M104 BB04 DD22 DD53