(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第5184308号
(P5184308)
(45)発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)　(24)登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51)Int.Cl.		F I		
C25D 21/10	(2006.01)	C25D 21/10	301	
C25D 7/12	(2006.01)	C25D 7/12		
C25D 17/10	(2006.01)	C25D 17/10		A
H01L 21/60	(2006.01)	H01L 21/92	604B	

請求項の数 14 (全 29 頁)

(21)出願番号 特願2008-292174 (P2008-292174)
(22)出願日 平成20年11月14日 (2008.11.14)
(65)公開番号 特開2009-155726 (P2009-155726A)
(43)公開日 平成21年7月16日 (2009.7.16)
審査請求日 平成22年9月14日 (2010.9.14)
(31)優先権主張番号 特願2007-313730 (P2007-313730)
(32)優先日 平成19年12月4日 (2007.12.4)
(33)優先権主張国 日本国(JP)

(73)特許権者 000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人 100091498
弁理士 渡邉 勇
(74)代理人 100093942
弁理士 小杉 良二
(74)代理人 100118500
弁理士 廣澤 哲也
(72)発明者 齋藤 信利
東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社 荏原製作所内
(72)発明者 藤方 淳平
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)【特許請求の範囲】
【請求項１】
めっき液を保持するめっき槽と、
前記めっき槽内のめっき液に浸漬させて配置されるアノードと、
基板を保持し前記アノードと対向する位置に配置するホルダと、
複数の格子部を有する板状部材からなり、前記アノードと前記ホルダで保持した基板との間に配置され、該基板と平行に往復移動してめっき液を攪拌するパドルと、
誘電体からなり、前記アノードと前記パドルとの間に配置されて前記基板の全面に亘る電位分布を均一にする調整板と、
前記パドルを駆動するパドル駆動部を制御する制御部を有し、
前記制御部は、前記パドルの移動速度の絶対値の平均が７０～１００ｃｍ／ｓｅｃとなり、かつ前記パドルが移動した左右のストロークエンドにおいて前記パドルの前記格子部の位置が互いに重ならないように前記パドル駆動部を制御することを特徴とするめっき装置。
【請求項２】
前記板状部材は、３～５ｍｍの一定の厚みを有することを特徴とする請求項１に記載のめっき装置。
【請求項３】
前記パドルと前記基板の距離は、５～１１ｍｍであることを特徴とする請求項１または２に記載のめっき装置。

【請求項４】
前記調整板は、前記基板の外形に沿った内形を有する筒状部と、該筒状部の前記アノード側端部の外周に接続されて前記アノードと前記基板との間に形成される電場を遮断するフランジ部を有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載のめっき装置。
【請求項５】
前記筒状部の基板側の端部と前記基板の距離は、８～２５ｍｍであることを特徴とする請求項４に記載のめっき装置。
【請求項６】
前記ホルダは外方に突出するホルダアームを、前記めっき槽は前記ホルダアームに接触して前記ホルダを吊下げ支持するホルダ支持部をそれぞれ有し、前記ホルダアームと前記ホルダ支持部との接触部には、該ホルダアームをホルダ支持部に固定する固定手段が設けられていることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載のめっき装置。
【請求項７】
前記固定手段は、前記ホルダアームと前記ホルダ支持部の少なくとも一方に設けられた磁石からなることを特徴とする請求項６に記載のめっき装置。
【請求項８】
前記ホルダアームと前記ホルダ支持部との接触部の少なくとも双方の一部に、前記めっき槽で前記ホルダを吊下げ支持した時に互いに接触して閉じる接点を有し、該接点が閉じることで基板に給電することを特徴とする請求項６または７に記載のめっき装置。
【請求項９】
前記調整板は開口部を有し、この開口部のアノード側は、金属イオンを通して添加剤を通さない隔壁で全体が覆われていることを特徴とする請求項１乃至８のいずれか一項に記載のめっき装置。
【請求項１０】
めっき槽内のめっき液中にアノードと基板とを互いに対向させて設置し、
複数の格子部を有する板状部材からなるパドルを、前記アノードと前記ホルダで保持した基板との間に配置し、
誘電体からなり、前記基板の全面に亘る電位分布をより均一にする調整板を、前記アノードと前記パドルとの間に配置し、
前記アノードと前記基板との間に電圧を印加しながら、前記パドルを、絶対値の平均が７０～１００ｃｍ／ｓｅｃとなる移動速度で、かつ前記パドルが移動した左右のストロークエンドにおいて前記パドルの前記格子部の位置が互いに重ならないように、前記基板と平行に往復移動させることを特徴とするめっき方法。
【請求項１１】
前記板状部材は、３～５ｍｍの一定の厚みを有することを特徴とする請求項１０に記載のめっき方法。
【請求項１２】
前記パドルと前記基板の距離は、５～１１ｍｍであることを特徴とする請求項１０または１１に記載のめっき方法。
【請求項１３】
前記調整板は、前記基板の外形に沿った内形を有する筒状部と、該筒状部の前記アノード側端部の外周に接続されて前記アノードと前記基板との間に形成される電場を遮断するフランジ部を有することを特徴とする請求項１０乃至１２のいずれか一項に記載のめっき方法。
【請求項１４】
前記筒状部の基板側の端部と前記基板の距離は、８～２５ｍｍであることを特徴とする請求項１３に記載のめっき方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、半導体ウェハ等の被めっき体（基板）の表面にめっきを行うめっき装置及びめっき方法に関し、特に半導体ウェハの表面に設けられた微細な配線用溝やホール、レジスト開口部にめっき膜を形成したり、半導体ウェハの表面にパッケージの電極等と電気的に接続するバンプ（突起状電極）を形成したりするのに好適なめっき装置及びめっき方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば、ＴＡＢ（Tape Automated Bonding）やフリップチップにおいては、配線が形成された半導体チップの表面の所定箇所（電極）に金、銅、はんだ、或いはニッケル、更にこれらを多層に積層した突起状接続電極（バンプ）を形成し、このバンプを介してパッケージの電極やＴＡＢ電極と電気的に接続することが広く行われている。このバンプ形成方法としては、電気めっき法、蒸着法、印刷法、ボールバンプ法といった種々の手法があるが、半導体チップのＩ／Ｏ数の増加、ピッチの微細化に伴い、微細化可能で性能が比較的安定している電気めっき法が多く用いられている。
【０００３】
電気めっき法によれば、高純度の金属膜（めっき膜）が容易に得られ、しかも金属膜の成膜速度が比較的速いばかりではなく、金属膜の厚みの制御も比較的容易に行うことができる。また、半導体ウェハ上への金属膜形成において、高密度実装、高性能化、及び高い歩留まりを追求するため、膜厚の面内均一性も厳しく要求されている。電気めっきによれば、めっき液の金属イオン供給速度分布や電位分布を均一にすることにより、膜厚の面内均一性に優れた金属膜を得ることができると期待されている。
【０００４】
いわゆるディップ方式を採用しためっき装置として、内部にめっき液を保有するめっき槽を有し、めっき槽の内部に、基板ホルダに周縁部を水密的にシールして保持した基板（被めっき体）とアノードホルダに保持したアノードとを互いに対向させて垂直に配置し、アノードと基板との間に位置するように中央に中央孔が形成された誘電体からなる調整板（レギュレーションプレート）を配置し、更に調整板と基板との間にめっき液を攪拌するパドルが配置したものが知られている（例えば、特許文献１参照）。
【０００５】
特許文献１に記載のめっき装置によれば、めっき槽内にめっき液を収容して、アノード、基板及び調整板をめっき液中に浸漬させ、同時に、導線を介してアノードをめっき電源の陽極に、基板をめっき電源の陰極にそれぞれ接続し、アノードと基板との間に所定のめっき電圧を印加することにより、基板の表面に金属が析出して金属膜（めっき膜）が形成される。そして、めっき時に、調整板と基板との間に配置されたパドルによりめっき液を攪拌することにより、十分な量のイオンを基板に均一に供給して、より均一な膜厚の金属膜を形成するようにしている。
【０００６】
特許文献１に記載の発明では、アノードと該アノードとの対向する位置に配置される基板との間に、円筒体の内部にめっき液流路を有する調整板を配置し、この調整板でめっき槽内の電位分布を調節することで、基板の表面に形成される金属膜の膜厚分布を調節するようにしている。
【０００７】
また、めっき槽内のめっき液中に浸漬させて配置される調整板と被めっき物（被めっき体）の距離を極力短くして、被めっき物の全面に亘る電位分布をより均一にすることで、より均一な膜厚の金属膜を形成するようにしためっき装置が提案されている（例えば、特許文献２参照）。
【０００８】
近年、より高い装置の生産性を実現するため、所定の膜厚のめっき膜を成膜するのに要するめっき時間を、従来の２／３程度に短くすることが特に強く要求されている。あるめ

っき面積に対して、より短時間で所定の膜厚のめっきを行うためには、高い電流を流して高いめっき速度でめっきを行うこと、すなわち高電流密度でめっきを行うことが必要である。しかし、従来の一般的なめっき装置およびその運転方法で高電流密度の条件でめっきを行うと、めっき膜厚の面内均一性が悪化する傾向がある。めっき膜厚の面内均一性は、従来にも増して高いレベルであることが要求されている。このため、特許文献２に記載されているように、調整板と被めっき物の距離を短くすることは、高電流密度のめっき条件でめっきを行う時により重要となる。

【０００９】

高電流密度の条件でめっきを行う問題点として、発明者は、従来の一般的なめっき装置およびその運転方法で高電流密度の条件でめっきを行うと、めっきによって形成されるバンプは、先端形状が平坦でなく凸形の形状になる傾向にあることを見出した。現在開発が進められているＷＬ－ＣＳＰ（Wafer Level-Chip Size Package）では、めっきでバンプを形成した後、バンプを樹脂で被覆するようにしているが、バンプの先端が凸型の形状であると、バンプ全体を被覆するために余分に樹脂を盛らなければならず、コストアップにつながる。更に、樹脂を盛る際に表面を平滑にするため、スキージと呼ばれるへらで樹脂表面をならすようにしているが、部分的に凸型になり高くなったバンプがあると、へら（スキージ）で樹脂表面をならす際にバンプが倒されてしまうという問題もある。またバンプを樹脂で被覆した後、メカニカルポリシングにより樹脂とバンプを所定の厚さまで削るようにしていたが、この時も、余分に盛った分だけ多くの樹脂を削らなければならず、コストアップにつながる。

【００１０】

めっき液を攪拌する一対の攪拌棒を、一方を５ｃｍ／ｓｅｃから２０ｃｍ／ｓｅｃで、他方を２５ｃｍ／ｓｅｃから７０ｃｍ／ｓｅｃで駆動させて、スルーホールを有するプリント配線板をめっきするめっき装置およびめっき方法が提案されている（例えば、特許文献３参照）。しかしながら、このような速度で一対の攪拌棒をそれぞれ動かしながらめっきを行っても、平坦な先端形状のバンプを形成することはできない。

【特許文献１】ＪＰ　ＷＯ２００４／００９８７９号パンフレット
【特許文献２】特開２００１－３２９４００号公報
【特許文献３】特開２００６－４１１７２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、半導体ウェハ等の被めっき体（基板）にめっきを行う場合に、高電流密度の条件であっても平坦な先端形状のバンプを形成したり、良好な面内均一性を有する金属膜を形成したりすることができる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】

【００１２】

請求項１に記載の発明は、めっき液を保持するめっき槽と、前記めっき槽内のめっき液に浸漬させて配置されるアノードと、基板を保持し前記アノードと対向する位置に配置するホルダと、複数の格子部を有する板状部材からなり、前記アノードと前記ホルダで保持した基板との間に配置され、該基板と平行に往復移動してめっき液を攪拌するパドルと、誘電体からなり、前記アノードと前記パドルとの間に配置されて前記基板の全面に亘る電位分布を均一にする調整板と、前記パドルを駆動するパドル駆動部を制御する制御部を有し、前記制御部は、前記パドルの移動速度の絶対値の平均が７０～１００ｃｍ／ｓｅｃとなり、かつ前記パドルが移動した左右のストロークエンドにおいて前記パドルの前記格子部の位置が互いに重ならないように前記パドル駆動部を制御することを特徴とするめっき装置である。

【００１３】

このように、アノードと基板との間に配置されたパドルを、絶対値の平均が７０～１０

０ｃｍ／ｓｅｃとなるような速度（高速）で動かしてめっき液を攪拌することにより、例えばバンプを形成する際に、バンプを形成するために予め形成されたレジストホール内に十分かつ均一なイオンを供給して、高電流密度のめっき条件でも平坦な先端形状のバンプを形成することができる。

【００１４】

請求項２に記載の発明は、前記板状部材は、３～５ｍｍの一定の厚みを有することを特徴とする請求項１に記載のめっき装置である。

【００１５】

請求項３に記載の発明は、前記パドルと前記基板の距離は、５～１１ｍｍであることを特徴とする請求項１または２に記載のめっき装置である。

【００１６】

請求項４に記載の発明は、前記調整板は、前記基板の外形に沿った内形を有する筒状部と、該筒状部の前記アノード側端部の外周に接続されて前記アノードと前記基板との間に形成される電場を遮断するフランジ部を有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載のめっき装置である。

【００１７】

このように、アノードとパドルとの間に調整板を配置して、基板の全面に亘る電位分布をより均一にすることで、高電流密度のめっき条件でも、基板に形成される金属膜（めっき膜）の面内均一性を高めることができる。

【００１８】

請求項５に記載の発明は、前記筒状部の基板側の端部と前記基板の距離は、８～２５ｍｍであることを特徴とする請求項４に記載のめっき装置である。

筒状部の基板側の端部と基板の距離は、１２～１８ｍｍであることが好ましい。

【００１９】

請求項６に記載の発明は、前記ホルダは外方に突出するホルダアームを、前記めっき槽は前記ホルダアームに接触して前記ホルダを吊下げ支持するホルダ支持部をそれぞれ有し、前記ホルダアームと前記ホルダ支持部との接触部には、該ホルダアームをホルダ支持部に固定する固定手段が設けられていることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載のめっき装置である。

【００２０】

これにより、めっき槽でホルダを吊下げ支持した時、たとえパドルを高速で移動させた時のめっき液の流動でホルダが後ろ向きの圧力を受けたとしても、ホルダが揺れたり傾いたりすることを防止することができる。

【００２１】

請求項７に記載の発明は、前記固定手段は、前記ホルダアームと前記ホルダ支持部の少なくとも一方に設けられた磁石からなることを特徴とする請求項６に記載のめっき装置である。

これにより、磁力によって保持力を高めることができる。

【００２２】

請求項８に記載の発明は、前記ホルダアームと前記ホルダ支持部との接触部の少なくとも一部に、前記めっき槽で前記ホルダを吊下げ支持した時に互いに接触して閉じる接点を有し、該接点が閉じることで基板に給電することを特徴とする請求項６または７に記載のめっき装置である。

このように、ホルダアームとホルダ支持部との接触部の少なくとも双方の一部に接点を設けることで、めっき槽でホルダを吊下げ支持した時、ホルダアーム側の接点とホルダ支持部側の接点を確実に接触させることができる。

請求項９に記載の発明は、前記調整板は開口部を有し、この開口部のアノード側は、金属イオンを通して添加剤を通さない隔壁で全体が覆われていることを特徴とする請求項１乃至８のいずれか一項に記載のめっき装置である。

【００２３】

請求項１０に記載の発明は、めっき槽内のめっき液中にアノードと基板とを互いに対向させて設置し、複数の格子部を有する板状部材からなるパドルを、前記アノードと前記ホルダで保持した基板との間に配置し、誘電体からなり、前記基板の全面に亘る電位分布をより均一にする調整板を、前記アノードと前記パドルとの間に配置し、前記アノードと前記基板との間に電圧を印加しながら、前記パドルを、絶対値の平均が７０～１００ｃｍ／ｓｅｃとなる移動速度で、かつ前記パドルが移動した左右のストロークエンドにおいて前記パドルの前記格子部の位置が互いに重ならないように、前記基板と平行に往復移動させることを特徴とするめっき方法である。

【００２４】

請求項１１に記載の発明は、前記板状部材は、３～５ｍｍの一定の厚みを有することを特徴とする請求項１０に記載のめっき方法である。

【００２５】

請求項１２に記載の発明は、前記パドルと前記基板の距離は、５～１１ｍｍであることを特徴とする請求項１０または１１に記載のめっき方法である。

【００２６】

請求項１３に記載の発明は、前記調整板は、前記基板の外形に沿った内形を有する筒状部と、該筒状部の前記アノード側端部の外周に接続されて前記アノードと前記基板との間に形成される電場を遮断するフランジ部を有することを特徴とする請求項１０乃至１２のいずれか一項に記載のめっき方法である。

【００２７】

請求項１４に記載の発明は、前記筒状部の基板側の端部と前記基板の距離は、８～２５ｍｍであることを特徴とする請求項１３に記載のめっき方法である。

筒状部の基板側の端部と基板の距離は、１２～１８ｍｍであることが好ましい。

【００２８】

めっき装置は、めっき液を保持するめっき槽と、前記めっき槽内のめっき液に浸漬させて配置されるアノードと、基板を保持し前記アノードと対向する位置に配置するホルダと、前記アノードと前記ホルダで保持した基板との間に配置され、該基板と平行に往復移動してめっき液を攪拌するパドルと、前記パドルを駆動するパドル駆動部を制御する制御部を有し、前記めっき槽は、内部に多数のめっき液通孔を有する分離板によって、上方の基板処理室と下方のめっき液分散室に分離され、前記めっき液分散室には、めっき液の分散流れを確保しつつ電場を遮断する遮蔽板が配置されていてもよい。

【００２９】

このように、分離板によって、めっき槽を上方の基板処理室と下方のめっき液分散室とに分離し、めっき液分散室に遮蔽板を設けて、電場がめっき液分散室内を迂回してアノードから基板に向けて形成されるのを抑制することで、基板の下部に形成される電場がめっき膜の面内均一性に影響が与えることを防ぐことができる。この基板の下部に形成される電場のめっき膜の面内均一性への影響は、従来の低電流密度のめっき条件では問題にならなかったが、従来よりも高電流密度の条件においては、めっき膜のめっき槽底に近い部分の膜厚が急激に厚くなるために問題となる。

【００３０】

誘電体からなり、前記アノードと前記パドルとの間に配置される調整板を更に有し、前記調整板は、前記基板の外形に沿った内形を有する筒状部と、該筒状部の前記アノード側端部の外周に接続されて前記アノードと前記基板との間に形成される電場を遮断するフランジ部を有し、該フランジ部下端には、前記分離板に接する電場遮蔽部材が取付けられていてもよい。

【００３１】

このように、調整板を設けることにより、アノードと基板との間に形成される電場を制御するとともに、フランジ部と分離板との間に電場遮蔽部材を設けることにより、フランジ部と分離板の隙間から電場が漏れることを防ぐことができる。

【００３２】

前記めっき液分離室は、前記遮蔽板によってアノード側液分散室とカソード側液分散室に分離され、前記アノード側液分散室及び前記カソード側液分散室にはめっき液供給路からめっき液が供給されることが好ましい。

【００３３】

このように、めっき液分散室を遮蔽板によってアノード側液分散室とカソード側液分散室に完全に分離することで、アノードから発生する電位線が、めっき液分散室内のめっき液を通してカソードとなる基板に到達することを確実に防ぐことができる。

【００３４】

前記パドルは、カップリングを介して前記パドル駆動部から延びるシャフトに連結されていてもよい。

これにより、カップリングを介して、パドル駆動軸から延びるシャフトからパドルを容易に切り離して、パドルの交換作業をより迅速かつ容易に行うことができる。

【００３５】

めっき装置は、めっき液を保持するめっき槽と、前記めっき槽内のめっき液に浸漬させて配置されるアノードと、基板を保持し前記アノードと対向する位置に配置するホルダと、前記アノードと前記ホルダで保持した基板との間に配置され、該基板と平行に往復移動してめっき液を攪拌するパドルと、前記パドルを駆動するパドル駆動部を制御する制御部と、誘電体からなり、前記アノードと前記パドルとの間に配置される調整板と、前記調整板を基板に対して垂直または水平方向に移動させる調整板移動機構を有していてもよい。

【００３６】

これにより、調整板移動機構を介して、調整板の基板に対する垂直または水平方向の位置を微調整することで、基板の表面に形成されるめっき膜の膜厚の面内均一性を向上させることができる。特に、調整板は、基板に近接した位置に配置されるため、調整板の基板に対する垂直または水平方向の位置を微調整することが、基板の表面に形成されるめっき膜の膜厚の面内均一性を向上させる上で重要となる。

【００３７】

前記調整板移動機構は、前記調整板に押付けて該調整板を移動させる押付け部材を有していてもよい。

押付け部材は、例えば押付けボルトからなり、押付け部材の押付け量、例えば押付け部材として所定のピッチを有する押付けボルトを使用した場合にあっては、押付けボルトの回転数を管理することで、調整板の移動量を容易に調節することができる。

【００３８】

前記めっき槽の内周面には、前記調整板を移動させる際の案内となる案内部が備えられていてもよい。

これにより、調整板と基板との距離を一定にした状態で、案内部を案内として調整板を基板と平行に移動させることができる。しかも、凹部を有し該凹部内に調整板の外周端部を差し込むことができる案内部を使用することで、調整板の外周から電場が漏れることを防止することができる。

【００３９】

前記調整板には、電場調整用の補助調整板を取付ける補助調整板取付け部が備えられていてもよい。

これにより、調整板の設置位置を変えたり、交換したりすることなく、調整板と補助調整板を組合せることで、基板の種類に合わせて、最適な電場を形成することができる。

【００４０】

前記ホルダ、前記調整板及び前記アノードを保持するアノードホルダを位置決めして保持する位置決め保持部を有していてもよい。

これにより、基板ホルダ、調整板及びアノードホルダを位置決めして保持した位置決め保持部材をめっき槽に設置することで、めっき槽の垂直方向における基板ホルダ、調整板及びアノードホルダの中心位置を容易に一致させることができる。

【発明の効果】

【００４１】
本発明のめっき装置及びめっき方法によれば、半導体ウェハ等の被めっき体（基板）にめっきを行う場合に、高電流密度の条件であっても、平坦な先端形状のバンプを形成したり、良好な面内均一性を有する金属膜を形成したりすることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００４２】
以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。なお、以下の例では、被めっき体としての基板の表面に銅めっきを行うようにした例を示す。下記の各実施形態において、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。
【００４３】
図１は、本発明の実施形態のめっき装置を示す縦断正面図である。図１に示すように、めっき装置は、内部にめっき液Ｑを保持するめっき槽１０を有し、めっき槽１０の上方外周には、めっき槽１０の縁から溢れ出ためっき液Ｑを受け止めるオーバーフロー槽１２が備えられている。オーバーフロー槽１２の底部には、ポンプ１４を備えためっき液供給路１６の一端が接続され、めっき液供給路１６の他端は、めっき槽１０の底部に設けられためっき液供給口１８に接続されている。これにより、オーバーフロー槽１２内に溜まっためっき液Ｑは、ポンプ１４の駆動に伴ってめっき槽１０内に還流される。めっき液供給路１６には、ポンプ１４の下流側に位置して、めっき液Ｑの温度を調節する恒温ユニット２０と、めっき液内の異物をフィルタリングして除去するフィルタ２２が介装されている。
【００４４】
めっき装置には、基板（被めっき体）Ｗを着脱自在に保持して、基板Ｗを鉛直状態でめっき槽１０内のめっき液Ｑに浸漬させる基板ホルダ２４が備えられている。めっき槽１０内の基板ホルダ２４で保持してめっき液Ｑ中に浸漬させた基板Ｗに対向する位置には、アノード２６がアノードホルダ２８に保持されてめっき液Ｑ中に浸漬されて配置されている。アノード２６として、この例では、含リン銅が使用されている。基板Ｗとアノード２６は、めっき電源３０を介して電気的に接続され、基板Ｗとアノード２６との間に電流を流すことにより基板Ｗの表面にめっき膜（銅膜）が形成される。
【００４５】
基板ホルダ２４で保持してめっき液Ｑ中に浸漬させて配置した基板Ｗとアノード２６との間には、基板Ｗの表面と平行に往復運動してめっき液Ｑを攪拌するパドル３２が配置されている。このように、めっき液Ｑをパドル３２で攪拌することで、十分な銅イオンを基板Ｗの表面に均一に供給することができる。パドル３２と基板Ｗとの距離は、好ましくは５～１１ｍｍである。更に、パドル３２とアノード２６との間には、基板Ｗの全面に亘る電位分布をより均一にするための誘電体からなる調整板（レギュレーションプレート）３４が配置されている。
【００４６】
パドル３２は、図２及び図３に示すように、板厚ｔが３～５ｍｍの一定の厚みを有する矩形板状部材で構成され、内部に複数の長穴３２ａを平行に設けることで、鉛直方向に延びる複数の格子部３２ｂを有するように構成されている。パドル３２の材質は、例えばチタンにテフロン（登録商標）コートを施したものである。パドル３２の垂直方向の長さL_1及び長孔３２ａの長さ方向の寸法L_2は、基板Ｗの垂直方向の寸法よりも十分に大きくなるように設定されている。また、パドル３２の横方向の長さＨは、パドル３２の往復運動の振幅（ストロークＳｔ）と合わせた長さが基板Ｗの横方向の寸法よりも十分に大きくなるように設定されている。
【００４７】
長穴３２ａの幅及び数は、長穴３２ａと長孔３２ａの間の格子部３２ｂが効率良くめっき液を攪拌し、長穴３２ａをめっき液が効率良く通り抜けるように、格子部３２ｂが必要な剛性を有する範囲で格子部３２ｂが可能な限り細くなるように決めることが好ましい。また、パドル３２の往復運動の両端付近でパドル３２の移動速度が遅くなる、あるいは瞬間的な停止をする際に、基板Ｗ上に電場の影（電場の影響が及ばない、もしくは電場の影

響が少ない箇所）を形成する影響を少なくするためにも、パドル３２の格子部３２ｂを細くすることは重要である。

【００４８】

この例では、図３に示すように、各格子部３２ｂの横断面が長方形になるように長穴３２ａを垂直に開けている。図４（ａ）に示すように、格子部３２ｂの横断面の四隅に面取りを施してもよく、また図４（ｂ）に示すように、格子部３２ｂの横断面が平行四辺形になるように格子部３２ｂに角度を付けても良い。

【００４９】

パドル３２の厚さ（板厚）ｔは、基板Ｗに調整板３４を近づけることができるように、３～５ｍｍとすることが好ましく、この例では４ｍｍに設定されている。パドル３２の厚さ（板厚）ｔを１または２ｍｍにすると、十分な強度を有しないことが確かめられている。また、パドル３２の厚さを均一にすることで、めっき液の液はねやめっき液の大幅な液ゆれを防ぐことができる。

【００５０】

図５は、パドル３２の駆動機構をめっき槽１０と共に示す。パドル３２は、パドル３２の上端に固着したクランプ３６によって、水平方向に延びるシャフト３８に固定され、シャフト３８は、シャフト保持部４０に保持されつつ左右に摺動できるようになっている。シャフト３８の端部は、パドル３２を左右に直進往復運動させるパドル駆動部４２に連結され、パドル駆動部４２は、モータ４４の回転をクランク機構（図示せず）によりシャフト３８の直進往復運動に変換する。この例では、パドル駆動部４２のモータ４４の回転速度を制御することにより、パドル３２の移動速度を制御する制御部４６が備えられている。なお、パドル駆動部の機構は、クランク機構だけでなく、ボールねじによりサーボモータの回転をシャフトの直進往復運動に変換するようにしたものや、リニアモータによってシャフトを直進往復運動させるようにしたものでも良い。

【００５１】

この例では、図６に示すように、パドル３２がストロークＳｔ移動した左右のストロークエンドにおいて、パドル３２の格子部３２ｂの位置が互いに重ならないようにしている。これにより、パドル３２が基板Ｗ上に電場の影を形成する影響を少なくできる。

【００５２】

ここで、この例にあっては、パドル３２を、絶対値の平均が７０～１００ｃｍ／ｓｅｃとなるよう、従来よりも高速で往復運動させるようにしている。これは、発明者らが、電流密度を従来の５ＡＳＤ（Ａ／ｄｍ^2）に比べて高い８ＡＳＤにした場合に、パドルによる攪拌を従来よりも高速度で行うことにより、平坦な先端形状のバンプを形成することができることを実験により確かめた事実に基づく。つまり、平坦な先端形状のバンプを形成できるパドル攪拌移動速度の絶対値の平均は、７０～１００ｃｍ／ｓｅｃである。この例においては、モータ４４の回転運動をクランク機構によりパドル３２の直進往復運動に変換しており、モータ４４が１回転すると、パドル３２は１０ｃｍの振幅（ストロークＳｔ）で１往復する。この例では、モータ４４を２５０ｒｐｍで回転させた場合に最も良好なバンプを形成できたため、パドル３２の最適な攪拌移動速度の絶対値の平均は８３ｃｍ／ｓｅｃである。

【００５３】

図１に示す調整板３４の外形図を図７に示す。調整板３４は、筒状部５０と矩形状のフランジ部５２からなり、材質として、誘電体である塩化ビニールを用いている。調整板３４は、筒状部５０の先端が基板側、フランジ部５２がアノード側になるように、めっき槽１０内に設置される。筒状部５０は、電場の拡がりを十分制限できるような開口の大きさ、及び軸心に沿った長さを有している。この例において、筒状部５０の軸心に沿った長さは２０ｍｍである。フランジ部５２は、アノード２６と基板Ｗとの間に形成される電場を遮蔽するように、めっき槽１０内に設置される。図１において、調整板３４の筒状部５０と基板Ｗとの距離は、８～２５ｍｍであることが好ましく、１２～１８ｍｍであることが更に好ましい。

【００５４】
なお、この例では、図７に示すように、調整板３４として、筒状部５０の端部にフランジ部５２を取付けたものを使用しているが、図８に示すように、アノード側にも筒状部５０を延伸させて、筒状部５０の一部５０ａがアノード側に突出するようにしてもよい。
【００５５】
図１に示すように、基板Ｗは、基板ホルダ２４によって保持される。基板ホルダ２４は、例えば銅スパッタ膜などの下地導通膜付きの基板Ｗに該基板Ｗの周辺部から給電を与えるように構成されている。基板ホルダ２４の導通接点は、多接点構造であり、接触幅の合計が、接点をとることが可能な基板上の周長に対して６０％以上になるようにしている。また、接点は、各々の接点間が等距離に配列され等分配されている。
【００５６】
この例においては、パドル３２を、例えば絶対値の平均が７０～１００ｃｍ／ｓｅｃとなるように、高速で移動させるため、めっき液の流動により、基板ホルダ２４が後ろ向きの圧力を受け、基板ホルダ２４が揺れたり、基板ホルダ２４が本来の角度よりも傾いた状態になるという問題が新たに生じる。基板ホルダ２４が揺れたり傾いたりすると、電位の分布が均一でなくなり、めっき膜の均一性に影響が出てしまう。
【００５７】
基板ホルダ２４は、図９に示すように、めっき槽１０内に設置される際に、図示しないトランスポータにより、ホルダ把持部６０を把持されて上方から吊るされ、めっき槽１０に固定されたホルダ支持部６２に、外方に突出するホルダアーム６４が引っ掛けられて吊下げ保持される。
【００５８】
図１０は、ホルダアーム６４の周辺拡大図、図１１は、ホルダアーム６４とホルダ支持部６２が接触した状態を示す断面図、図１２は、図１１の右側面図である。図１０乃至図１２に示すように、ホルダアーム６４のホルダ支持部６２に対向する面には、アーム側接点６６が設けられており、このアーム側接点６６は、図示しない電気配線によって、基板Ｗに給電するカソード接点と電気的につながっている。またホルダ支持部６２のホルダアーム６４と対向する面には、支持部側接点６８が設けられており、この支持部側接点６８は、図示しない外部電源と電気的につながっている。そして、基板ホルダ２４をめっき槽１０に吊下げ支持した時に、アーム側接点６６と支持部側接点６８が接触して接点が閉じることにより、外部電源とカソード接点が電気的に導通され、カソード接点にカソード電圧を印加することができる。通常、アーム側接点６６と支持部側接点６８は、左右のホルダアーム６４と左右のホルダ支持部６２のどちらか一方に設置される。
【００５９】
ホルダアーム６４のホルダ支持部６２に対向する面には、固定手段としてアーム側磁石７０が設けられ、ホルダ支持部６２のホルダアーム６４と対向する面にも、固定手段としての支持部側磁石７２が設けられている。磁石７０，７２としては、例えばネオジム磁石が用いられる。これにより、基板ホルダ２４をめっき槽１０に吊下げ支持した時に、アーム側磁石７０と支持部側磁石７２が互いに接触して引き合うことにより、ホルダ支持部６２とホルダアーム６４を介して、基板ホルダ２４がより強固にめっき槽１０に固定され、めっき液の流動により基板ホルダ２４が揺れたり傾いたりすることを防ぐことができる。通常アーム側磁石７０と支持部側磁石７２はホルダアーム６４とホルダ支持部６２の左右両方に設置される。
【００６０】
なお、基板ホルダ２４のめっき槽１０に対する位置は、トランスポータの搬送によって決められるが、図１３に示すように、ホルダ支持部６２にチャンネル状で角部にテーパを有する開口部６２ａを設け、この開口部６２ａで基板ホルダ２４のホルダアーム６４をガイドするようにしても良い。このように、ホルダ支持部６２に開口部（ガイド）６２ａを設けて基板ホルダ３２のめっき槽１０に対する位置決めしても、基板ホルダ２４の位置決めや搬送のために、若干の寸法的“遊び”が必要である。その“遊び”の範囲内で、基板

ホルダ２４が揺れたり傾いたりすると、アーム側接点６６と支持部側接点６８の接触が離れたり断続的になる危険性があるが、接点６６，６８の近傍で、磁石７０，７２により、基板ホルダ２４をめっき槽１０に強固に支持することにより、アーム側接点６６と支持部側接点６８の接触を確実にすることができる。また接点６６，６８間の擦れによる接点６６，６８の磨耗も抑制することができ、接点６６，６８の耐久性が向上する。

【００６１】

アーム側磁石７０と支持部側磁石７２は、片方が磁石ではなく磁性体材料であっても良い。また、磁石の表面を磁性材料でカバーして接触による損傷を防ぐようにしてもよい。更に、磁石の周囲を、磁石の表面が露出するように磁性材料で囲み、磁性材料の一部が磁石の表面よりも突出するようにして、磁力を強めるようにしても良い。

【００６２】

図１に示すように、めっき槽１０の底部には、分離板８０と遮蔽板８２が設置されている。めっき槽１０の底に設けられためっき液供給口１８から供給されためっき液Ｑが、基板Ｗの全面に均一な流れとなるように、めっき槽１０の底には、めっき液が分散するように空間が設けられ、この空間に、内部に多数のめっき液通孔を有する分離板８０が水平に配置され、これによって、めっき槽１０の内部は、上方の基板処理室８４と下方のめっき液分散室８６に区画されている。

【００６３】

図１４に分離板８０の平面図を示す。分離板８０はめっき槽１０の内側の形状とほぼ同じ形状で、全面に複数の小孔からなるめっき液通孔８０ａが設けられている。分離板８０でめっき槽１０を基板処理室８４とめっき液分散室８６に分け、分離板８０にめっき液が流通する複数のめっき液通孔８０ａを設けることによって、めっき液Ｑが基板Ｗに向かって均一な流れを形成するようにしている。分離板８０に設けた複数のめっき液通孔８０ａは、径が大きいと、電場がアノード２６からめっき液分散室８６を通って基板Ｗ側に漏れ、基板Ｗに形成するめっき膜の均一性に影響を与えるため、この例では、めっき液通孔８０ａの径をΦ２．５ｍｍとしている。

【００６４】

この例では、分離板８０の全面にめっき液通孔８０ａを設けているが、分離板８０の全面にめっき液通孔８０ａを設ける必要はなく、例えば図１５に示すように、調整板３４の配置位置Ａを境に、基板側のみにめっき液通孔８０ａを分布させて設け、アノード２６の配置位置Ｂを境に、反基板側（アノードの後方）のみにめっき液通孔８０ａを設けても良い。図１５に示す分離板８０を採用することにより、電場がアノード２６からめっき液分散室８６を通って基板Ｗ側に漏れるのをより効果的に防ぐとともに、アノード２６の後方にもめっき液通孔８０ａを設けることで、特にめっき液Ｑをめっき槽１０から排出した場合の液抜きを確実に行うことができる。

【００６５】

分離板８０は、図１６に示すように、めっき槽１０の側板１０ａに設けた分離板支持部９０の上に重ねるように水平に設置されるが、分離板８０と分離板支持部９０の間にパッキン９２を設けることで、分離板８０を分離板支持部９０に密着させて設置することができる。

【００６６】

分離板８０を設けても、電場がアノード２６からめっき液分散室８６を通って基板Ｗ側に漏れ、基板Ｗ上に形成されるめっき膜の均一性に影響を与えることがある。そのため、この例では、分離板８０の下面に鉛直方向下方に延出する遮蔽板８２を取付けている。このように、遮蔽板８２を設けることで、電場がアノード２６からめっき液分散室８６を通って基板Ｗ側に漏れるのをより効果的に防ぐとともに、めっき液Ｑがめっき槽１０内のめっき液分散室８６で分散して、めっき槽１０内の基板処理室８４への均一な流れが確保できるようになっている。すなわち、図１７に示すように、遮蔽板８２は、めっき液供給口１８の直上方に位置して、めっき槽１０の底との間に隙間Ｓが生じるように、分離板８０の下面に取付けられる。電場の漏れを防ぐため、この隙間Ｓは、極力小さいことが好まし

い。

【００６７】

なお、図１８に示すように、遮蔽板８２をめっき槽１０の底に接触させ、遮蔽板８２に半円状の開口部８２ａを設けて、めっき液の流路を確保するようにしてもよい。この例にあっても、電場の漏れを防ぐため、開口部８２ａは、極力小さいことが好ましい。遮蔽板８２は、分離板８０のめっき液通孔８０ａが存在しない下面、例えば分離板８０の調整板３４のフランジ部５２の直下に対応する下面に配置される。

なお、この例では、遮蔽板８２をめっき液供給口１８の直上に設置しているが、必ずしもめっき液供給口１８の直上にある必要はなく、また遮蔽板８２が複数枚あっても良い。

【００６８】

図１に示すめっき装置において、めっき槽１０内の基板Ｗ、アノード２６、調整板３４、パドル３２の位置関係は、基板Ｗに形成されるめっき膜の均一性に影響を与える。この例では、基板Ｗの中心、アノード２６の中心、及び調整板３４の筒状部５０の軸心がほぼ一直線に並ぶように基板Ｗ、アノード２６及び調整板３４が配置されている。アノード２６と基板Ｗの極間距離は、この例では９０ｍｍであるが、アノード２６は、極間距離６０～９５ｍｍの範囲で設置できる。調整板３４の筒状部５０の基板Ｗ側先端と基板Ｗとの距離は、この例では１５ｍｍであり、筒状部５０の長さが２０ｍｍであるため、調整板３４のフランジ部５２と基板Ｗとの間の距離は３５ｍｍである。

【００６９】

調整板３４のフランジ部５２のアノード側下端には、分離板８０とフランジ部５２の隙間から電場が漏れるのを防ぐため、図１９に示すように、例えばゴムシートからなり、下端が分離板８０と弾性的に接触する電場遮蔽部材９４が設置されている。これにより、分離板８０とフランジ部５２の隙間から電場が漏れるのを防ぐことができる。なお、フランジ部５２の下端面を分離板８０の上面に密着させることで、フランジ部５２自身が電場遮蔽部材を兼ねるようにしてもよい。

【００７０】

調整板３４を基板Ｗとの距離が調整可能なように取付けるようにしてもよい。つまり、図２０に示すように、めっき槽１０の側板１０ａに、所定のピッチで垂直方向に延びる複数のスリット部９６ａを有する調整板固定用スリット板９６を設けて、調整板３４のフランジ部５２の側端部を調整板固定用スリット板９６の任意のスリット部９６ａに挿入するようにしてもよい。この場合、調整板固定用スリット板９６を、長穴９６ｂと固定用ねじ９８によって、めっき槽側板１０ａに取付けるようにすることで、めっき装置で処理する基板の種類に応じて、調整板３４の基板Ｗとの距離を最適な位置に微調整することができる。

【００７１】

また、フランジ部５２の調整板固定用スリット板９６近傍に、ゴムシールからなる電場遮蔽部材１００を設けることが好ましく、これによって、電場がフランジ部５２の外周の隙間を通ってアノード２６から基板Ｗに向けて形成されるのを防ぐことができる。なお、この電場遮蔽部材１００は、調整板固定用スリット板９６のアノード側のみに設けるようにしてもよい。

【００７２】

本発明のめっき装置において、基板上に形成するバンプの代表的な寸法は、バンプ径が１５０μｍであり、目標めっき膜厚は、１１０μｍである。このようなバンプを形成するため、めっき液として、硫酸銅濃度が１５０ｇ／Ｌ以上のめっき液を使用することが望ましい。めっき液としては、例えば、下記の示すような組成のベース液に、有機添加剤のポリマー成分（抑制剤）、キャリアー成分（促進剤）、レベラー成分（抑制剤）を含有するものが挙げられる。

【００７３】

ベース液の組成

硫酸銅五水塩（$CuSO_4 \cdot 5H_2O$）：２００ｇ／Ｌ

硫酸（H_2SO_4）　：１００ｇ／Ｌ
塩素（Ｃｌ）　：６０ｍｇ／Ｌ

【００７４】
従来の一般的なバンプ形成のためのめっきにおける電流密度は３～５ＡＳＤであるが、本発明の実施形態のめっきにおける電流密度は、例えば８ＡＳＤである。ただし本発明の実施形態におけるめっき装置及びめっき方法は、１４ＡＳＤまで適用可能である。以下の例における電流密度の条件は、断らない限り８ＡＳＤである。

【００７５】
次に、バンプ形成における銅めっき処理工程を図２１に示す。先ず、基板を純水に浸漬させて、例えば１０分間の前水洗を行い、次に基板を５容積％（vol.%）の硫酸に浸漬させて、例えば１分間の前処理を行う。基板を純水で洗浄する水洗を、例えば３０秒に亘って２回行う。そして、例えば、基板をめっき液に浸漬させた後、１分間は無通電状態を保持し、その後通電して、基板に対する銅めっき処理を行う。次に、基板を純水で水洗し、しかる後、例えば窒素ブローにより基板を乾燥させる。めっき処理工程後は、専用のレジスト剥離液でレジストを剥離し、しかる後、水洗、乾燥処理を行う。

【００７６】
図２２及び図２３は、パドルによるめっき液の攪拌の速度を変えた場合にめっきで形成されるバンプの形状の差を示す。電流密度は８ＡＳＤである。図２２は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均が従来の一般的な速度である２０ｃｍ／ｓｅｃでめっきを行った場合、図２３は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を約８３ｃｍ／ｓｅｃとしてめっきを行った場合を示している。図２２に示すように、高電流密度が８ＡＳＤと高い場合に、従来の一般的な低いパドル攪拌移動速度で形成されたバンプにあっては、その先端の凸部の高さh_1は３０ｕｍであるが、図２３に示すように、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を約８３ｃｍ／ｓｅｃとするような高速のパドル攪拌移動速度で形成されたバンプにあっては、その先端の凸部の高さh_2が１５ｕｍに抑えられていることが判る。

【００７７】
図２４乃至図２８は、基本的に、図１に示すめっき装置を使用し、パドル及びパドル攪拌移動速度を変えた条件で、基板（ウェハ）の表面にバンプを形成した時におけるバンプの顕微鏡写真を示す。図２４は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を４０ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ２ｍｍのパドルを使用してめっきを行った場合であり、基板全面に形成されたバンプに欠陥が認められる。図２５は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を４０ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ４ｍｍのパドルを使用してめっきを行った場合で、基板全面のバンプに欠陥があり、バンプの形状がいびつになっている。この図２４及び図２５から、パドル厚さを厚くしただけでは不十分であることが分かる。

【００７８】
図２６は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を６７ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ４ｍｍのパドルを使用してめっきを行った場合で、基板全面に形成されたバンプに欠陥が認められる。図２７は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ４ｍｍのパドルを使用してめっきを行った場合で、基板全面に欠陥のない良好なバンプが形成されていることが判る。これは、パドル攪拌移動速度が低い場合、高電流密度においては、銅イオンの供給が追いつかず、バンプの欠陥となり、パドル攪拌移動速度が速いと、銅イオンが十分に供給され、欠陥のないバンプを形成できると考えられる。なお、同じく高電流密度の条件で、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚み３ｍｍのパドルを使用してめっきを行った場合、図２８に示すように、基板全面においてバンプに欠陥は認められないが、パドルの厚みが４ｍｍの場合に比べてバンプの角が丸くなっていることが分かる。

【００７９】
図２９及び図３０は、めっき槽の分離板の下に遮蔽板を設置しないめっき槽を使用してめっきを行った場合（図２９）と、めっき槽の分離板の下に遮蔽板を設置しためっき槽を使用してめっきを行った場合（図３０）における、基板上に形成されるバンプ高さの分布

示す。凡例の数値の単位は（μｍ）である。図２９に示すように、遮蔽板がない場合は、基板のめっき槽底方向の基板エッジ近傍においてめっき膜厚が中心部に比べて厚くなっているが、図３０に示すように、遮蔽板を入れることにより、めっき槽底方向の基板エッジ近傍においてめっき膜厚が中心部と同程度に抑えられていることが判る。

【００８０】

図３１及び図３２は、パドル攪拌移動速度と、調整板の形状および調整板と基板の距離の双方を変えた場合に、基板上に形成されたバンプの高さの面内均一性を示すグラフである。図３１及び図３２において、図３３に示すように、平面上で互いに直交する軸をＸ軸、Ｙ軸としている。図３１は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を２０ｃｍ／ｓｅｃに設定し、筒状部のない、厚さ５ｍｍの平板で、中央部に１つの開口を有する調整板を用い、基板との距離を３５ｍｍとしてめっきを行った場合であり、バンプ（めっき膜）の高さは、W型の傾向になっていることが判る。図３２は、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃに設定し、図７に示す調整板を使用し、基板と筒状部の先端との距離を１５ｍｍとしてめっきを行った場合である。この場合、バンプ（めっき膜）の高さは、図３１に比べ平坦になっており、面内の均一性が改善されていることが分かる。

【００８１】

図３４は、本発明の他の実施形態のめっき装置を示す。この例のめっき装置は、遮蔽板８２として、分離板８０の下面から下方に垂直に延びて下端面がめっき槽１０の底壁に達するものが使用され、これによって、分離板８０の下方に形成されるめっき液分離室８６は、遮蔽板８２によって、アノード側液分散室１１０とカソード側液分散室１１２に完全に分離されている。この遮蔽板８２の下端面は、例えば溶接等によって、めっき槽１０の底壁に固着されている。

【００８２】

めっき液供給路１６には、恒温ユニット２０とフィルタ２２との間に位置して、元バルブ１１４及び流量計１１６が設置されている。めっき液供給路１６は、フィルタ２２の下流側で２つの分岐経路１６ａ，１６ｂに分岐し、この各分岐経路１６ａ，１６ｂは、アノード側液分離室１１０及びカソード側液分離室１１２にそれぞれ接続されている。各分岐経路１６ａ，１６ｂには、バルブ１１８ａ，１１８ｂがそれぞれ設置されている。

【００８３】

このように、めっき液分離室８６を遮蔽板８２によってアノード側液分散室１１０とカソード側液分散室１１２に完全に分離することで、アノード２６から発生した電位線がめっき液分離室８６内のめっき液を通してカソード（基板）側へ漏れることを確実に防止し、しかもめっき液供給路１６を通して、アノード側液分散室１１０とカソード側液分散室１１２にめっき液を個別に供給することができる。

【００８４】

図３５及び図３６は、パドル３２の他の駆動機構をめっき槽１０と共に示す。この例において、パドル３２は、その上端部において、パドル押え１２０に取付けられている。パドル駆動部４２から延びるシャフト３８は、シャフト支持部４０でそれぞれ支持される左右の端部シャフト３８ａ，３８ｂと、この端部シャフト３８ａ，３８ｂの間に位置する中間シャフト３８ｃの３つの分割され、この中間シャフト３８ｃがパドル押え１２０の内部を挿通して両端で外部に露出している。そして、中間シャフト３８ｃの一端と端部シャフト３８ａ、及び中間シャフト３８ｃの他端と端部シャフト３８ｂは、カップリング１２２ａ，１２２ｂでそれぞれ接続されている。この例では、カップリング１２２ａ、１２２ｂとして、ねじ式カップリングを使用しているが、例えばいわゆるクイックカップリング等、任意のカップリングを使用しても良い。

【００８５】

これにより、例えばパドル３２を交換する必要が生じた時に、シャフト保持部４０をめっき装置から取外すことなく、カップリング１２２ａ，１２２ｂを介して、パドル３２、パドル押え１２０及び中間シャフト３８ｃを一式でめっき装置から取外ことができ、これによって、パドル３２の交換を容易かつ迅速に行うことができる。しかも、パドル３２を

めっき装置に再度取付ける時にも、所定の位置に再現性よく取付けることができる。更に、調整板３４をめっき装置から取外す際も、パドル３２を一旦めっき装置から取外すことで、この調整板３４の取外し及び再度取付け操作を容易に行うことができる。

【００８６】

図３７は、調整板移動機構を備えた他の調整板と他のめっき槽を示す。この例のめっき槽１０は、内槽１３０と該内槽１３０の周囲を包囲する外槽１３２とを有している。調整板１３４は、筒状部１３６を有する矩形平板状の本体部１３８の上部に該本体部１３８より幅広の把持部１４０を一体に連接して構成されている。この例では、把持部１４０を介して、調整板移動機構１４２で調整板１３４の基板Ｗと平行な左右（水平）方向の位置決めを行う。

【００８７】

調整板移動機構１４２は、めっき槽１０の上端開口部に跨って設置される調整板支持部１４４と、この調整板支持部１４４の外周端部に立設した一対のブラケット１４６と、この各ブラケット１４６に設けた雌ねじに螺合して水平方向に移動する左右押付けボルト１４８と、各ブラケット１４６に設けたばか穴を貫通して水平に延びる左右固定ボルト１５０を有している。左右押付けボルト１４８及び左右固定ボルト１５０は、調整板支持部１４４に調整板１３４の把持部１４０を載置して調整板１３４を所定位置に設置した時に、把持部１４０の外周端面に対向する位置に配置される。そして、把持部１４０の外周端面の左右固定ボルト１５０と対向する位置には該左右固定ボルト１５０と螺合する雌ねじが形成され、左右押付けボルト１４８は、把持部１４０の外周端面に当接し該左右押付けボルト１４８の締付けに伴って調整板１３４を内方に押付けるようになっている。

【００８８】

これにより、調整板支持部１４２に調整板１３４の把持部１４０を載置して調整板１３４を所定位置に設置した後、左右押付けボルト１４８を用いて、調整板１３４の基板Ｗと平行な左右方向の調整を行い、左右固定ボルト１５０で調整板１３４を固定することができる。左右押付けボルト１４８及び左右固定ボルト１５０を用いて調整板１３４を位置決めする位置は、把持部１４０でなくてもよく、調整板１３４の他の部分でも良い。なお、所定のピッチを有する左右押付けボルト１４８の回転数を管理することで、調整板１３４の左右（水平）方向の移動量を容易に調整することができる。左右固定ボルト１５０は、左右押付けボルト１４８が把持部１４０の外周端面に当接せずに調整板１３４を押付けていない状態で、使えば引きボルトとして作用する。

【００８９】

調整板１３４を基板Ｗと平行な左右方向に移動させるため、調整板１３４の本体部１３８の外周端面とめっき槽１０の内槽１３０の内周面との間に隙間が設けられている。この例では、内槽１３０の調整板１３４の本体部１３８の外周端面と対向する位置に、内方に開放したチャンネル状の凹部１５２ａを有する案内部１５２を設け、この案内部１５２の凹部１５２ａ内に調整板１３４の本体部１３８の外周端部を差し込むようにしている。これにより、調整板１３４と基板Ｗとの距離を一定にした状態で、案内部１５２を案内として、調整板１３４を基板Ｗと平行に左右（水平）方向に移動させることができる。しかも、案内部１５２の凹部１５２ａ内に調整板１３４の本体部１３８の外周端部を差し込むことで、調整板１３４の外周から電場が漏れるのを防ぐことができる。

【００９０】

案内部１５２の凹部１５２ａの底部と調整板１３４の本体部１３８の外周端面との間には、図３８に示すように、移動隙間t_1が設けられている。この移動隙間t_1は、例えば１～５㎜で、好ましくは１～２㎜である。施工の都合上、案内部１５２と内槽１３０の内周面との間には、一般に隙間t_2が存在する。この例では、この隙間t_2から電位線が漏れることを防ぐ為、シール押え１５４及び固定ボルト１５６を用いて、例えばゴムシールからなる電場遮蔽部材１５８を該電場遮蔽部材１５８の自由端を内槽１３０の内周面に圧接させて案内部１５２に固定している。この例では、電場遮蔽部材１５８を案内部１５２のアノード側に設置しているが、案内部１５２のカソード（基板）側に設置しても良く、

また案内部１５２の両側に設置しても良い。

【００９１】

なお、上記の例では、調整板移動機構１４２によって、調整板１３４を基板Ｗと並行に左右方向に移動させるようにしているが、調整板１３４を基板Ｗと並行に左右及び上下（鉛直）方向に移動させるようにしてよい。図３９は、調整板１３４を基板Ｗと並行に左右及び上下方向に移動させるようにした調整板移動機構１６０を示す。この調整板移動機構１６０の図３７に示す調整板移動機構１４２と異なる点は、調整板の把持部１４０の外方への突出部に上下に貫通しヘリサート加工を施した雌ねじを設け、この雌ねじに上下押付けボルト１６２を螺合させて、この上下押付けボルト１６２の下端面を調整板支持部１４４の上端面に当接させ、更に把持部１４０の外方への突出端部にめっき槽１０の幅方向に延びる長穴を設け、この長穴内に上下固定用ボルト１６４を挿通させ、この上下固定ボルト１６４の下部を調整板支持部１４４に設けた雌ねじに螺合させた点にある。この例では、左右固定ボルトを省略している。

【００９２】

この例によれば、上下押付けボルト１６２を締付ける方向に回転させると、上下押付けボルト１６２の先端が調整板支持部１４４の上端面に当接し該上端面を押す反力で調整板１３４が上方に移動する。逆に、上下押付けボルト１６２を緩める方向に回すと調整板１３４は下方に移動する。調整板１３４の基板Ｗに対する上下及び左右方向が決まったら、上下固定ボルト１６４の下部を調整板支持部１４４に設けた雌ねじに螺合させて調整板１３４を固定する。

【００９３】

なお、押付けボルト１４８，１６２の代りに、エアシリンダやサーボモータ等を使用しても良い。また、図３７に示す調整板移動機構１４２と図３９に示す調整板移動機構１６０を組合わせて、調整板１３４の上下及び左右方向の位置を調整できる構造にしても良い。その場合、ブラケット１４６に左右固定ボルト１５０が通る上下方向に延びる長穴を設けることで、調整板１３４の位置が上下方向にずれても左右固定ボルト１５０で調整板１３４を固定することができる。図３９に示す調整板移動機構１６０において、左右押えボルト１４８を省略して、調整板１３４の基板Ｗに対する上下（鉛直）方向の位置決めのみを行うようにしてもよい。

【００９４】

このように、調整板移動機構１４２を介して、調整板１３４の基板Ｗに対する水平方向の位置を微調整したり、調整板移動機構１６０を介して、調整板１３４の基板Ｗに対する水平及び垂直方向の位置を微調整したりすることで、基板Ｗの表面に形成されるめっき膜の膜厚の面内均一性を向上させることができる。特に、調整板１３４は、基板Ｗに近接した位置に配置されるため、調整板１３４の基板Ｗに対する垂直または水平方向の位置を微調整することが、基板Ｗの表面に形成されるめっき膜の膜厚の面内均一性を向上させる上で重要となる。

【００９５】

図４０及び図４１は、調整板の更に他の例を示すもので、これは、図３７に示す調整板１３４に以下の構成を付加している。つまり、調整板１３４の本体部１３６のアノード側表面には、補助調整板１７０を取付けるための補助調整板取付け部が設けられている。この補助調整板取付け部は、補助調整板１７０の周囲の側部及び下端隅部に対応する位置に固定された、断面鉤状の各一対の側部フック１７２ａと底部フック１７２ｂから構成されている。これにより、調整板１３４の側部フック１７２ａ及び底部フック１７２ｂからなる補助調整板取付け部に助調整板１７０を差し込むことで、補助調整板１７０を調整板１３４に対する所定の位置に設置できるようになっている。

【００９６】

この例では、調整板１３４として、８インチウェハ用開口部１３４ａを有する調整板（８インチウェハ用調整板）を使用し、補助調整板１７０として、６インチウェハ用開口部１７０ａを有する調整板（６インチウェハ用調整板）を使用している。これにより、基板

Ｗを８インチウェハから６インチウェハに変更した時、調整板自体を交換することなく、補助調整板（６インチウェハ用調整板）１７０を調整板（８インチウェハ用調整板）１３４に設置するだけで対処できる。補助調整板１７０の上部には、把持用の開口部１７０ｂが設けられている。

【００９７】

調整板１３４と補助調整板１７０の水平方向重なり寸法t_3，t_4及び鉛直方向下部重なる寸法t_5は、一般には5㎜以上で、１０㎜以上であることが好ましい。これにより、調整板１３４に補助調整板１７０を設置した時に、アノード２６から発生した電位線が補助調整板１７０の開口部１７０ａを通ることなく、補助調整板１７０の外側から調整板１３４と補助調整板１７０との間の隙間を通って、調整板１３４の開口部１３４ａから抜けてしまうことを防止することができる。

【００９８】

なお、上記の例では８インチ用調整板と６インチウェハ用調整板を組合せる例を示したが、任意の２つの調整板（第１の調整板と第２の調整板）を組合せることができる構造とすることにより、通常は第１の調整板のみを使用してめっきを行い、基板（被めっき体）の種類に応じて電場分布を微調整する必要が生じた際に、第１の調整板に第２の調整板を組合せて使用するといった運転ができるようになる。

【００９９】

図４２及び図４３は、本発明の更に他の実施形態のめっき装置の要部を示す。この例の図１に示すめっき装置と異なる点は、図４３に示す、上部に幅広の把持部１８０を有するアノードホルダ２８を、前述の図３７等に示す、幅広の把持部１４０を有する調整板１３４をそれぞれ使用し、めっき槽１０の上端開口部に跨って設置される単一の位置決め保持部１８２上に、把持部１８０を介してアノードホルダ２８を、把持部１４０を介して調整板１３４を、ホルダアーム６４（図９参照）を介して基板ホルダ２４を、それぞれ設置するようにしている。つまり、アノードホルダ２８の把持部１８０、調整板１３４の把持部１４０及び基板ホルダ２４のホルダアーム６４は、同一部材である位置決め保持部１８２上に載置されて設置される。これにより、アノードホルダ２８で保持されるアノード２６、調整板１３４の筒状部１３６及び基板ホルダ２４で保持される基板Ｗの各中心軸を確実に一致させることができる。

【０１００】

この例では、アノードホルダ２８の把持部１８０、調整板１３４の把持部１４０及び基板ホルダ２４のホルダアーム６４が同一部材である位置決め保持部１８２上に載置されるようにしているが、アノードホルダ２８、調整板１３４、基板ホルダ２４の他の部分が位置決め保持部１８２上にそれぞれ載置されるようにしてもよい。要するに、同一部材である位置決め保持部１８２を基準として、アノードホルダ２８、調整板１３４及び基板ホルダ２４の垂直方向の位置決めがなされるようになっていれば良い。

【０１０１】

図４４及び図４５に調整板の更に他の例を示す。この例は、図７等に示す調整板１３４に以下の構成を付加している。つまり。調整板１３４のアノード側の本体部１３８の表面には、固定板１８４及び固定ボルト１８６を介して、隔壁１８８が中央の開口部１３４ａ全体を覆うように固定されている。この隔膜１８８は、金属イオンを通して添加剤を通さない陽イオン交換体、または機能膜(中性ろ過膜)から構成されている、このように、調整板１３４の開口部１３４ａを隔壁１８８で覆うことで、アノード２６の表面でめっき液に含まれる添加剤が分解され消耗するのを抑えることができる。

【０１０２】

これまで本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術思想の範囲内において、種々の異なる形態で実施されてよいことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

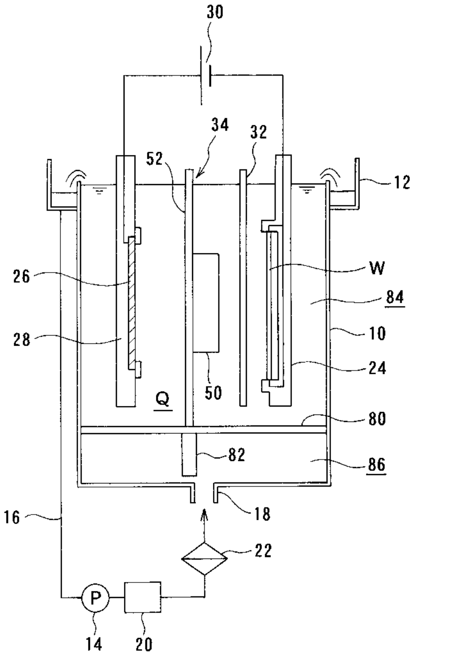
【０１０３】

【図１】本発明の実施形態のめっき装置を示す縦断正面図である。
【図２】図１に示すめっき装置のパドルを示す平面図である。
【図３】図２のＡ－Ａ断面図である。
【図４】それぞれ異なるパドルの変形例を示す図３相当図である。
【図５】図１に示すめっき装置のパドル駆動機構をめっき槽と共に示す概略図である。
【図６】パドルのストロークエンドにおけるパドルの関係を示す平面図である。
【図７】図１に示すめっき装置の調整板を示す斜視図である。
【図８】調整板の他の例を示す側面図である。
【図９】図１に示すめっき装置の基板ホルダとめっき槽のホルダ支持部との関係を示す図である。
【図１０】図１に示すめっき装置のホルダアームの周辺を拡大して示す斜視図である。
【図１１】ホルダアームとホルダ支持部が接触した状態を示す断面図である。
【図１２】図１１の右側面図である。
【図１３】アーム支持部の他の例を示す斜視図である。
【図１４】図１に示すめっき装置の分離板を示す平面図である。
【図１５】分離板の他の例を示す平面図である。
【図１６】図１に示すめっき装置における分離板のめっき槽側板への設置状態を示す断面図である。
【図１７】図１に示すめっき装置における分離板、遮蔽板及びめっき槽の底部の関係を示す斜視図である。
【図１８】分離板、遮蔽板及びめっき槽の底部の他の関係を示す斜視図である。
【図１９】図１に示すめっき装置における調整板のフランジ部と分離板との関係を示す断面図である。
【図２０】調整板を基板との距離が調整可能なように取付けるようにして例の要部を示すめっき槽の上方から見た図である。
【図２１】バンプ形成における銅めっき処理工程を示すフローチャートである。
【図２２】電流密度を８ＡＳＤ、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を２０ｃｍ／ｓｅｃとしてめっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの形状を示す図である。
【図２３】電流密度を８ＡＳＤ、パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃとしてめっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの形状を示す図である。
【図２４】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を４０ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ２ｍｍのパドルを使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの顕微鏡写真である。
【図２５】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を４０ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ４ｍｍのパドルを使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの顕微鏡写真である。
【図２６】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を６７ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ４ｍｍのパドルを使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの顕微鏡写真である。
【図２７】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ４ｍｍのパドルを使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの顕微鏡写真である。
【図２８】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ３ｍｍのパドルを使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプの顕微鏡写真である。
【図２９】分離板の下に遮蔽板を設置しないめっき槽を使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプ高さの分布を示す図である。
【図３０】分離板の下に遮蔽板を設置しためっき槽を使用しためっきを行ってバンプを形成した場合におけるバンプ高さの分布を示す図である。
【図３１】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を２０ｃｍ／ｓｅｃに設定し、厚さ５ｍｍ

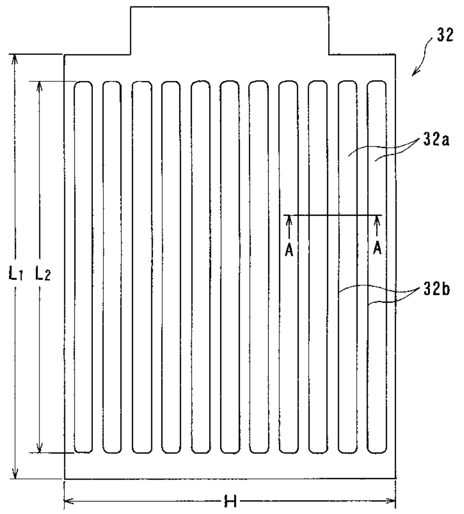
の平板で、中央部に１つの開口を有する調整板を用い、基板との距離を３５ｍｍとしてバンプを形成した場合におけるバンプ高さの面内均一性を示すグラフである。
【図３２】パドル攪拌移動速度の絶対値の平均を８３ｃｍ／ｓｅｃに設定し、図７に示す調整板を用い、基板との距離を１５ｍｍとしてバンプを形成した場合におけるバンプ高さの面内均一性を示すグラフである。
【図３３】図３１及び図３２におけるＸ軸及びＹ軸の関係を示す図である。
【図３４】本発明の他の実施形態のめっき装置を示す縦断正面図である。
【図３５】パドルの他の駆動機構をめっき槽と共に示平面図である。
【図３６】図３５の縦断正面図である。
【図３７】調整板移動機構を備えた他の調整板と他のめっき槽を示す縦断側面図である。
【図３８】図３７のＢ－Ｂ線断面図である。
【図３９】他の調整板移動機構を備えた調整板とめっき槽の要部を示す図である。
【図４０】更に他の調整板を示す正面図である。
【図４１】図４０の平面図である。
【図４２】本発明の更に他の実施形態のめっき装置の要部を示す縦断正面図である。
【図４３】図４２に示すめっき装置に使用されているアノードホルダと位置決め保持部を示す正面図である。
【図４４】更に他の調整板を示す正面図である。
【図４５】図４４のＣ－Ｃ線断面図である。
【符号の説明】
【０１０４】
１０　めっき槽
１２　オーバーフロー槽
１８　めっき液供給口
２０　恒温ユニット
２２　フィルタ
２４　基板ホルダ
２６　アノード
２８　アノードホルダ
３２　パドル
３２ａ　長穴
３２ｂ　格子部
３４　調整板
４２　パドル駆動部
４４　モータ
４６　制御部
５０　筒状部
５２　フランジ部
６０　ホルダ把持部
６２　ホルダ支持部
６４　ホルダアーム
６６　アーム側接点
６８　支持部側接点
７０　アーム側磁石
７２　支持部側磁石
８０　分離板
８０ａ　めっき液通孔
８２　遮蔽板
８４　基板処理室
８６　めっき液分散室

９０　分離板支持部
９４　電場遮蔽部材（ゴムシート）
９６　調整板固定用スリット板
１００　電場遮蔽部材（ゴムシート）
１１０　アノード側液分離室
１１２　カソード側液分離室
１２０　パドル押え
１２２ａ，１２２ｂ　カップリング、
１３４　調整板
１３６　筒状部
１３８　本体部
１４０　把持部
１４２　調整板移動機構、
１４４　調整板支持部
１４６　ブラケット
１４８　左右押付けボルト
１５０　左右固定ボルト
１５２　案内部
１５８　電場遮蔽部材（ゴムシート）
１６０　調整板移動機構
１６２　上下押付けボルト
１６４　上下固定ボルト
１７０　補助調整板
１７２ａ　側部フック（補助調整板取付け部）
１７２ｂ　底部フック（補助調整板取付け部）
１８０　把持部
１８２　位置決め保持部
１８８　隔壁

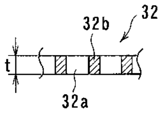
【図１】



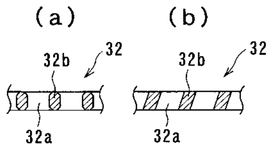
【図２】



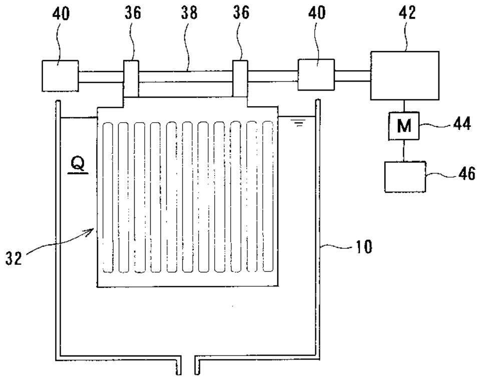
【図３】



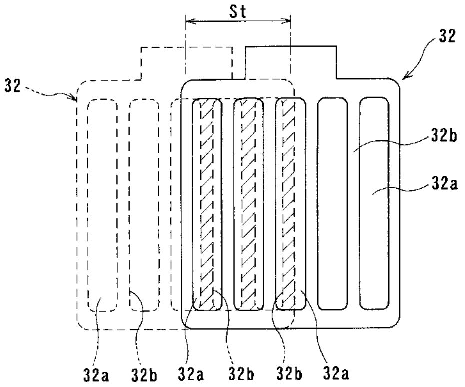
【図４】



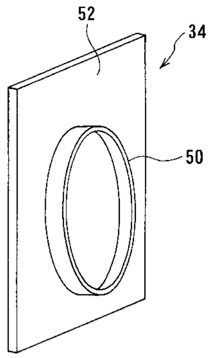
【図５】



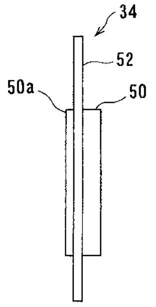
【図６】



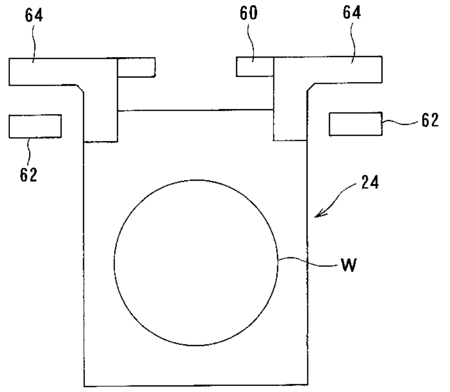
【図７】



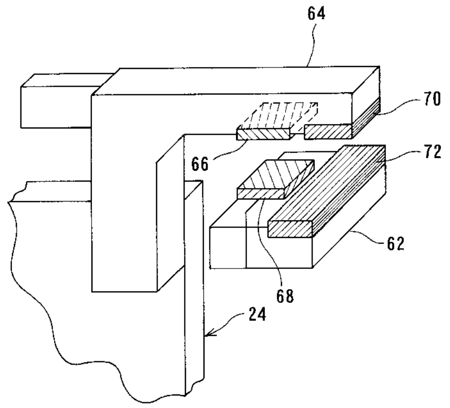
【図８】



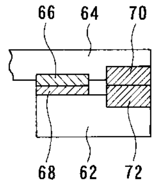
【図９】



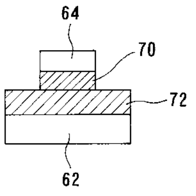
【図１０】



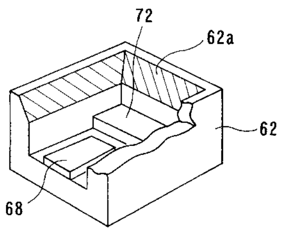
【図１１】



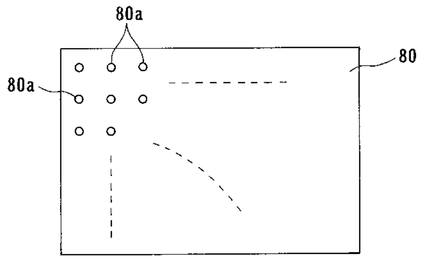
【図１２】



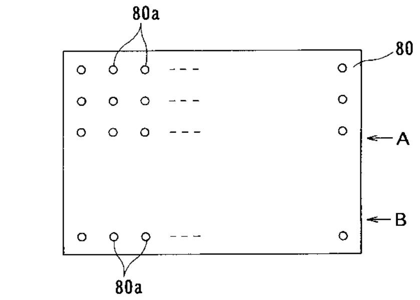
【図１３】



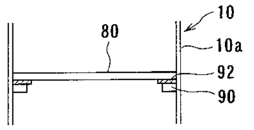
【図１４】



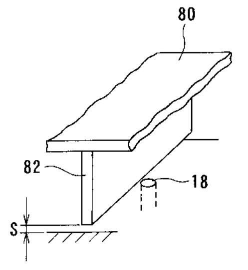
【図１５】



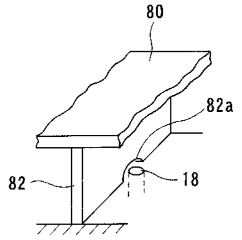
【図１６】



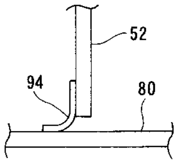
【図１７】



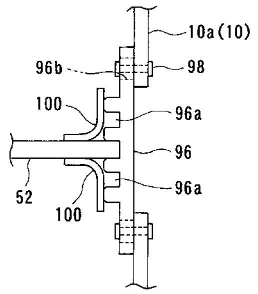
【図１８】



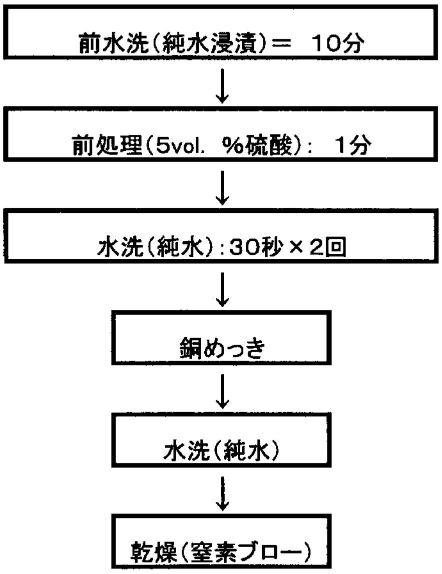
【図１９】



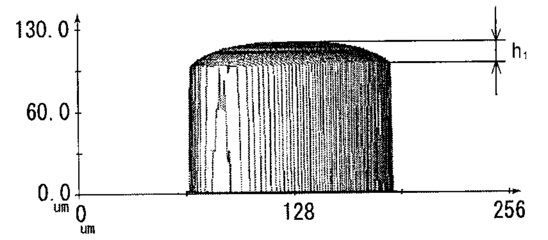
【図２０】



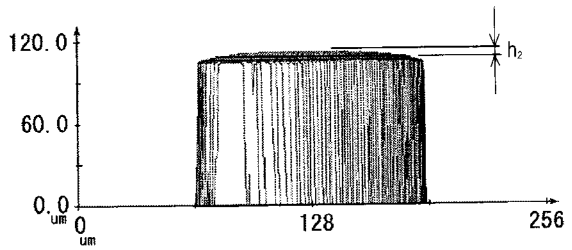
【図２１】



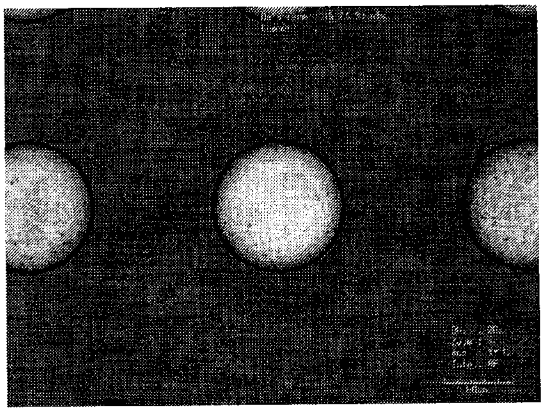
【図２２】



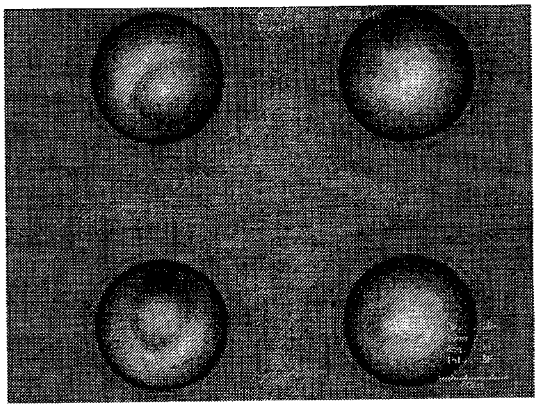
【図２３】



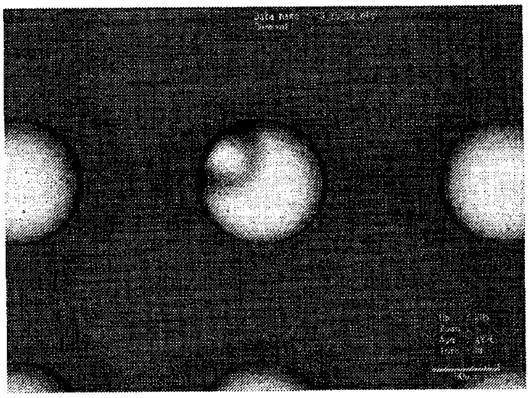
【図２４】



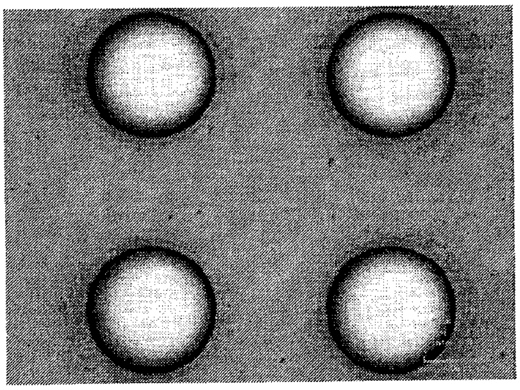
【図２５】



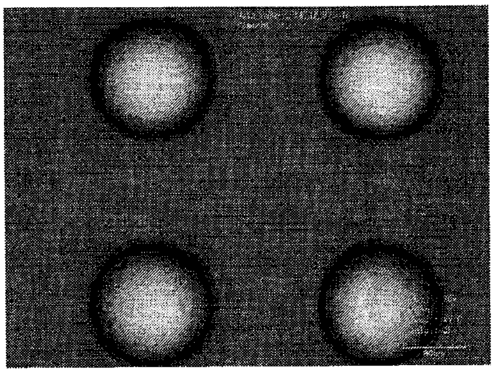
【図２６】



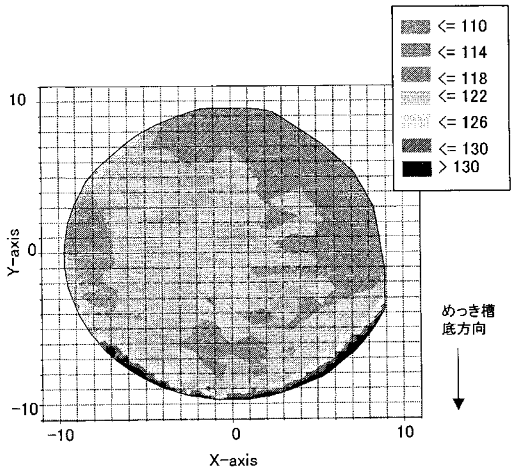
【図２７】



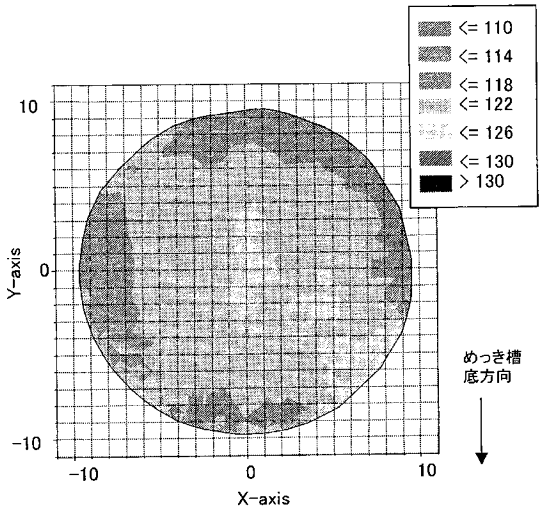
【図２８】



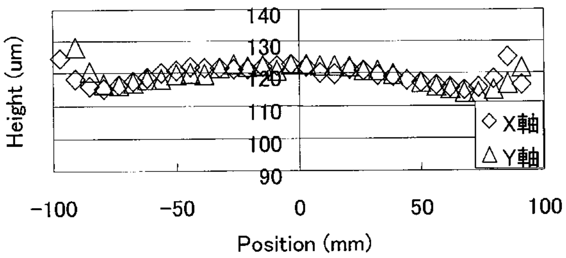
【図２９】



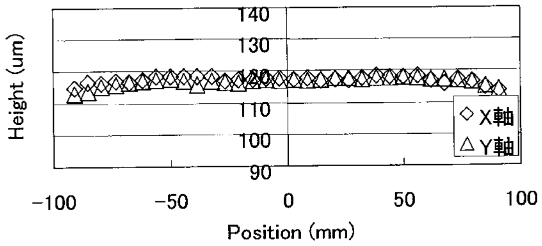
【図３０】



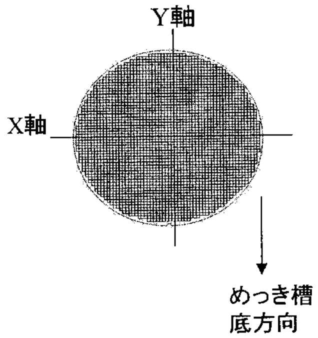
【図３１】



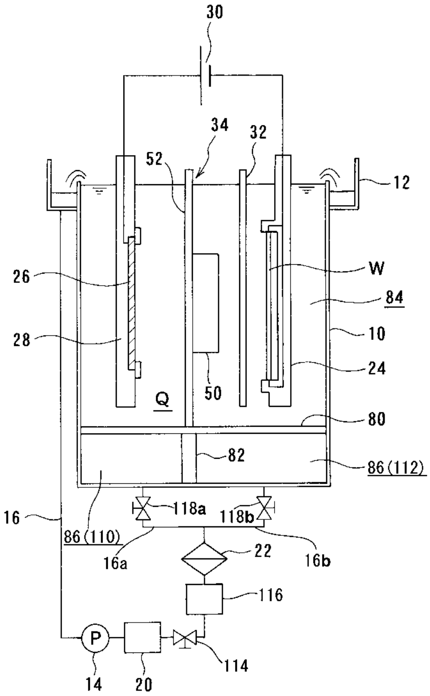
【図３２】



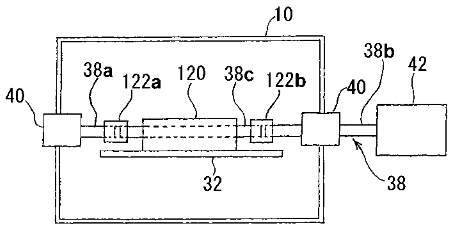
【図３３】



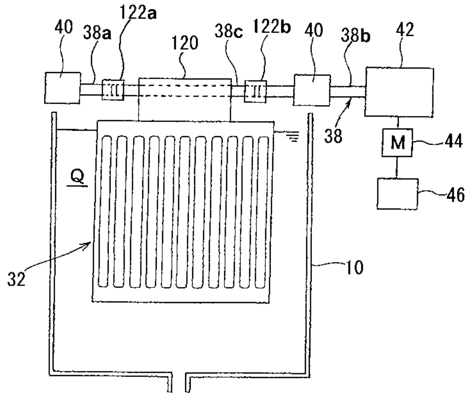
【図３４】



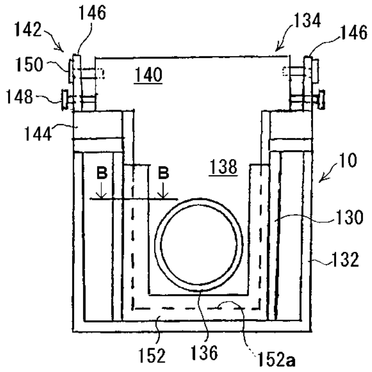
【図３５】



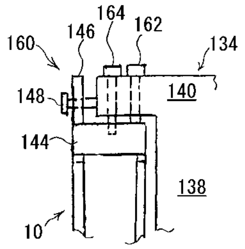
【図３６】



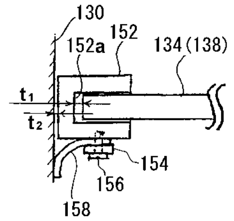
【図３７】



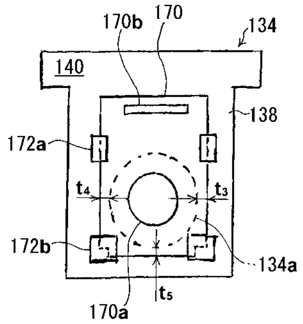
【図３９】



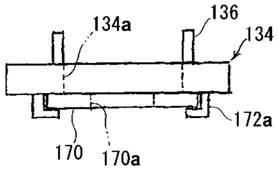
【図３８】



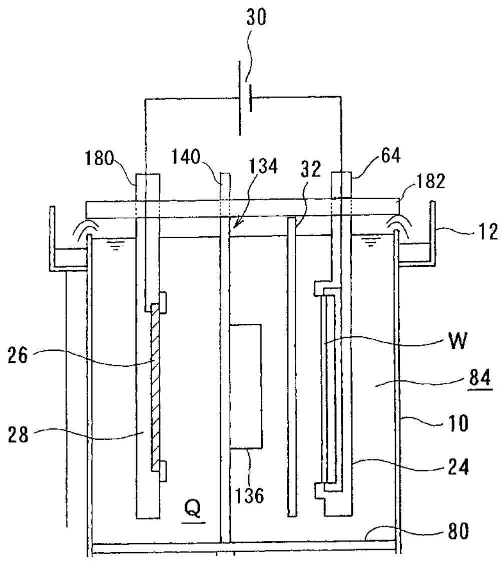
【図４０】



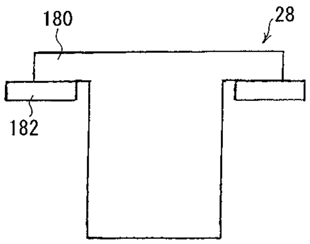
【図４１】



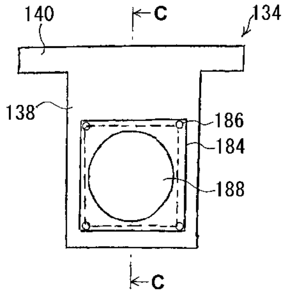
【図４２】



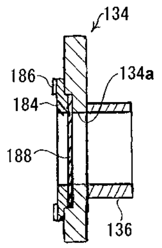
【図４３】



【図４４】



【図４５】



フロントページの続き

(72)発明者　山本　忠明
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内
(72)発明者　上村　健司
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　市枝　信之

(56)参考文献　特開昭５７－０６７１９２（ＪＰ，Ａ）
特表２００７－５２７９４８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００４／００９８７９（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２５Ｄ　　１／００　～　　３／６６
Ｃ２５Ｄ　　５／００　～　　７／１２
Ｃ２５Ｄ　１３／００　～　２１／２２
Ｃ２３Ｃ　１８／００　～　２０／０８
Ｈ０１Ｌ　２１／２８８、２１／６０
Ｈ０５Ｋ　　３／１０　～　　３／２６、３／３８