

明 細 書

発明の名称：電解処理方法及び電解処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、処理液に含まれる被処理イオンを用いて所定の処理を行う電解処理方法、及び当該電界処理方法を行うための電解処理装置に関する。

本願は、２０１３年５月２０日に日本国に出願された特願２０１３－１０６０７２号、及び２０１４年１月８日に日本国に出願された特願２０１４－００１４６５号に基づき、優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 電解プロセス（電解処理）は、めっき処理やエッチング処理等の種々の処理に用いられる技術である。

[0003] かかるめっき処理は、例えば特許文献１に記載されためっき装置で行われる。めっき装置はめっき液を貯留するめっき槽を有し、めっき槽の内部はレギュレーションプレートによって区画されている。区画された一の区画にはアノードが配置され、他の区画には被処理体（基板）が浸漬されて、上記レギュレーションプレートによりアノードと被処理体間の電位分布が調整される。そして、めっき槽内のめっき液に被処理体を浸漬させた後、アノードを陽極とし、被処理体を陰極として電圧を印加し、当該アノードと被処理体間に電流を流す。この電流によってめっき液中の金属イオンを被処理体側に移動させ、さらに当該金属イオンを被処理体側でめっき金属として析出させて、めっき処理が行われる。

[0004] また、例えば特許文献２に記載されためっき装置では、被処理体をめっき処理する際、めっき槽内のめっき液を攪拌して循環させることが行われている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：日本国特開２０１２－１３２０５８号公報

特許文献2：日本国特開2006-348356号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] ここで、めっき処理におけるめっきレートを向上させるためには、例えば特許文献1に記載されためっき処理において電界を高くし、或いは特許文献2に記載されたようにめっき液を攪拌して循環させることが考えられる。しかしながら、前者のように電界を高くすると、水の電気分解も進行する場合がある。かかる場合、水の電気分解により発生する水素気泡によって、被処理体に析出するめっき金属中にボイドが発生する。また、後者のようにめっき液を攪拌する場合、大掛かりな攪拌機構が必要となる。そして装置構成上、このような攪拌機構を設けることができない場合もある。
- [0007] また、例えば特許文献1に記載されためっき処理では、被処理体側に十分な金属イオンが集積していない場合にも、アノードと被処理体間に電流が流れるため、めっき処理の効率が悪い。
- [0008] さらに、上述のように十分な金属イオンが集積していない状態でめっき処理が行われると、すなわち被処理体に到達した金属イオンから順次析出させるようにすると、被処理体においてめっき金属が不均一に析出し、めっき処理が均一に行われない。しかも、めっき金属中の結晶が密にならないので、品質に改善の余地がある。
- [0009] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、処理液中の被処理イオンを用いて、被処理体に対する所定の処理を効率よく且つ適切に行うことを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 前記の目的を達成するため、本発明は、処理液に含まれる被処理イオンを用いて所定の処理を行う電解処理方法であって、前記処理液を挟むように直接電極と対向電極をそれぞれ配置すると共に、当該処理液に電界を形成する間接電極を配置する電極配置工程と、前記間接電極に電圧を印加することで、前記処理液中の被処理イオンを前記対向電極側に移動させる被処理イオン

移動工程と、前記直接電極と前記対向電極との間に電圧を印加することで、前記対向電極側に移動した前記被処理イオンを酸化又は還元する被処理イオン酸化還元工程と、を有する。

[0011] 例えば被処理イオンが陽イオンの場合、間接電極に電圧を印加して電界（静電場）を形成すると、間接電極及び直接電極側に負の荷電粒子が集まり、対向電極側に被処理イオンが移動する。そして直接電極を陽極とし、対向電極を陰極として電圧を印加して、直接電極と対向電極との間に電流を流す。そうすると、対向電極側に移動した被処理イオンの電荷が交換されて、被処理イオンが還元される。

[0012] また、例えば被処理イオンが陰イオンの場合も同様に、間接電極に電圧を印加して電界を形成すると、対向電極側に被処理イオンが移動する。そして直接電極を陰極とし、対向電極を陽極として電圧を印加して、直接電極と対向電極との間に電流を流す。そうすると、対向電極側に移動した被処理イオンの電荷が交換されて、被処理イオンが酸化される。

[0013] このように本発明では、間接電極による被処理イオンの移動と直接電極及び対向電極による被処理イオンの酸化又は還元（以下、単に「酸化還元」という場合がある）が個別に行われるので、間接電極によって被処理イオンを移動させる際には、当該被処理イオンの電荷交換は行われない。このため、従来のような水の電気分解を抑制しながら、間接電極に電圧を印可する際の電界を高くすることができる。この高電界によって被処理イオンの移動が速くなり、電解処理のレートを向上させることができる。しかも、電解処理のレートを向上させるため、従来のようにめっき液を攪拌及び循環させるための大掛かりな機構が必要なく、装置構成を簡易化することができる。

[0014] また、対向電極側に十分な被処理イオンが集積した状態で被処理イオンの酸化還元を行うことができるので、従来のようにアノードと被処理体間に多くの電流を流す必要がなく、被処理イオンを効率よく酸化還元できる。

[0015] また、対向電極表面に被処理イオンを略均一に配列した後に電荷交換、すなわち電解処理を行うので、均一で高品質の膜質を実現させることができる。

。

[0016] 別な観点による本発明は、処理液に含まれる被処理イオンを用いて所定の処理を行う電解処理装置であって、前記処理液を挟むように配置された直接電極と対向電極を有し、さらに前記処理液に電界を形成する間接電極を有し、前記間接電極は、電圧が印可されることで、前記処理液中の被処理イオンを対向電極側に移動させ、前記直接電極は、前記対向電極との間で電圧が印加されることで、前記対向電極側に移動した前記被処理イオンを酸化又は還元する。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、処理液中の被処理イオンを用いて、被処理体に対する所定の処理を効率よく且つ適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図2]間接電極と対向電極との間に直流電圧を連続的に印加しつつ、直接電極と対向電極との間に直流電圧をパルス状に印加する様子を示すグラフである。

。

[図3]間接電極と対向電極との間に電圧を印加した様子を示す説明図である。

[図4]直接電極と対向電極との間に電圧を印加した様子を示す説明図である。

[図5]間接電極と対向電極との間に再度電圧を印加した様子を示す説明図である。

[図6]対向電極に所定の銅めっきを形成した様子を示す説明図である。

[図7]他の実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図8]他の実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図9]他の実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図10]他の実施の形態にかかるエッチング処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図11]他の実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図12]他の実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図13]他の実施の形態にかかるめっき処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施の形態について説明する。本実施の形態では、本発明にかかる電解処理としてめっき処理を行う場合について説明する。図1は、本実施の形態にかかる電解処理装置としてのめっき処理装置1の構成の概略を示す縦断面図である。なお、以下の説明で用いる図面において、各構成要素の寸法は、技術の理解の容易さを優先させるため、必ずしも実際の寸法に対応していない。

[0020] めっき処理装置1は、内部に処理液としてのめっき液Mを貯留するめっき槽10を有している。めっき液Mとしては、例えば硫酸銅と硫酸を溶解した混合液が用いられる。このめっき液M中には、被処理イオンとして銅イオンが含まれている。

[0021] めっき槽10内には、直接電極20、間接電極21及び対向電極22がめっき液Mに浸漬して配置されている。

[0022] 間接電極21には、当該間接電極21を覆うように絶縁材23が設けられている。直接電極20と間接電極21はそれぞれ同形状を有し、絶縁材23を介して表裏一体に配置されている。なお、ここでいう表裏一体とは、例えば直接電極20の表面と間接電極21の裏面が絶縁材23を介して当接し、直接電極20と間接電極21が一体構造を有していることをいう。

[0023] 対向電極22は、直接電極20と間接電極21に共通して設けられている。また対向電極22は、めっき液Mを挟んで直接電極20と間接電極21に

対向して配置されている。なお本実施の形態において、この対向電極 2 2 はめっき処理される被処理体である。

[0024] 直接電極 2 0、間接電極 2 1 及び対向電極 2 2 には、直流電源 3 0 が接続されている。直接電極 2 0 と間接電極 2 1 は、それぞれ直流電源 3 0 の正極側に接続されている。対向電極 2 2 は、直流電源 3 0 の負極側に接続されている。また直接電極 2 0 と直流電源 3 0 との間には、当該直接電極 2 0 と直流電源 3 0 の接続状態を切り替えるためのスイッチ 3 1 が設けられている。スイッチ 3 1 のオンオフは、制御部 4 0 によって制御される。そしてスイッチ 3 1 がオンの状態では、直接電極 2 0 と直流電源 3 0 が接続され、直接電極 2 0 と対向電極 2 2 との間に電流が流れる。またスイッチ 3 1 がオフの状態では、直接電極 2 0 と直流電源 3 0 が切断され、直接電極 2 0 と対向電極 2 2 との間に電流が流れない。

[0025] 次に、以上のように構成されためっき処理装置 1 を用いためっき処理について説明する。

[0026] 図 2 に示すように間接電極 2 1 と対向電極 2 2 との間に直流電圧を連続的に印加しつつ、直接電極 2 0 と対向電極 2 2 との間に直流電圧をパルス状に印加する、いわゆるパルス電圧を印加する。

[0027] より詳細に説明すると、図 3 に示すように間接電極 2 1 を陽極とし、対向電極 2 2 を陰極として直流電圧を印加して、電界（静電場）を形成する。そうすると、間接電極 2 1 及び直接電極 2 0 側に負の荷電粒子である硫酸イオン S が集まり、対向電極 2 2 側に正の荷電粒子である銅イオン C が移動する。

[0028] このとき、スイッチ 3 1 をオフの状態にしておくことで、直接電極 2 0 を電氣的にフローティング状態にしておく。このような状況においては、直接電極 2 0、間接電極 2 1、対向電極 2 2 のいずれの表面においても電荷交換が行われないので、静電場により引きつけられた荷電粒子が電極表面に配列されることになる。図 3 に示すように、被処理体である対向電極 2 2 の表面においても銅イオン C が略均一に配列される。対向電極 2 2 表面で銅イオン

Cの電荷交換が行われず、水の電気分解も抑制されるので、間接電極21と対向電極22との間に電圧を印可する際の電界を高くすることができる。そして、この高電界によって銅イオンCの移動を速くできる。さらに、この電界を任意に制御することで、対向電極22表面に配列される銅イオンCも任意に制御される。

[0029] なお、本実施の形態においては、直接電極20が陰極になるのを回避するため、直接電極20をグラウンドに接続せず、電氣的にフローティング状態にしている。

[0030] その後、十分な銅イオンCが対向電極22側に移動して集積すると、図4に示すようにスイッチ31をオンにする。そして直接電極20を陽極とし、対向電極22を陰極として電圧を印加して、直接電極20と対向電極22との間に電流を流す。そうすると、対向電極22表面に略均一に配列されている銅イオンCとの電荷交換が行われ、銅イオンCが還元されて、対向電極22表面に銅めっき50が析出する。なお、このとき硫酸イオンSは直接電極20によって酸化されている。

[0031] 対向電極22表面に十分な銅イオンCが集積し、略均一に配列された状態で還元されるので、対向電極22表面に銅めっき50を均一に析出させることができる。結果的に、銅めっき50における結晶の密度が高くなり、品質の良い銅めっき50を形成することができる。従来のめっき工程においては、被処理体表面の電界強度分布に起因してめっき膜が不均一になるという問題が生じていた。しかし、本発明においては、対向電極22の表面に銅イオンCが略均一に配列された状態で還元を行っているので、めっき膜を均一かつ高品質に生成することができるのである。

[0032] その後、図5に示すように再びスイッチ31をオフにし、間接電極21と対向電極22との間で電圧を印可して、対向電極22側に銅イオンCを移動させて集積させる。そして、十分な銅イオンCが対向電極22側に移動して集積するとスイッチ31をオンにし、銅イオンCを還元させる。

[0033] このように銅イオンCの移動集積と銅イオンCの還元が繰り返し行われる

ことで、図6に示すように銅めっき50が所定の膜厚に成長する。こうして、めっき処理装置1における一連のめっき処理が終了する。

[0034] 以上の実施の形態によれば、間接電極21と対向電極22との間に電圧を印加することにより銅イオンCを対向電極22側に移動させ、対向電極22側に銅イオンCを十分に集めた状態で、直接電極20と対向電極22との間に電圧を印加することにより対向電極22側で銅イオンCを還元することができる。このように銅イオンCの移動と銅イオンCの還元は、異なる電極間の電圧により個別に行われるので、めっき処理を短時間で効率よく行うことができる。

[0035] また、間接電極21による銅イオンCの移動と直接電極20による銅イオンCの還元が個別に行われるので、間接電極21によって銅イオンCを移動させる際には、当該銅イオンCの電荷交換は行われない。このため、従来のような水の電気分解を抑制し、銅めっき50中にボイドの発生を抑制し、間接電極21に電圧を印可する際の電界を高くすることができる。この高電界によって銅イオンCの移動が速くなり、めっき処理のめっきレートを向上させることができる。しかも、めっきレートを向上させるため、従来のようにめっき液を攪拌及び循環させるための大掛かりな機構が必要なく、装置構成を簡易化することができる。

[0036] また、間接電極21と対向電極22との間に直流電圧を連続的に印加することにより、常時、銅イオンCを対向電極22側に移動させることができ、さらに直接電極20と対向電極22との間に直流電圧をパルス状に印加することにより、対向電極22側に十分な銅イオンCが移動して集積した状態で、これら銅イオンCを還元することができる。このため、従来のように直接電極と対向電極間に無駄な電流を流す必要がなく、銅イオンCを効率よく還元できる。

[0037] また、対向電極22表面に略均一に配置された銅イオンCを均一に還元させることができるので、めっき処理を均一に行うことができる。しかも、銅イオンCが略均一に配置されるので、銅めっき50中の結晶を密に配置する

ことができる。さらに、直接電極 20 と対向電極 22 間の直流電圧をパルス状に印加することにより電解反応を細分化でき、緻密な電解反応が可能で緻密な銅めっき 50 を析出させることができる。したがって、めっき処理後の被処理体の品質を向上させることができる。

[0038] また、直接電極 20 と間接電極 21 は表裏一体に配置されているので、間接電極 21 によって対向電極 22 側に銅イオン C を移動させる際、間接電極 21 と直接電極 20 側に硫酸イオン S が集まり易い。しかも、この硫酸イオン S は直接電極 20 上に集まるので、直接電極 20 と対向電極 22 により銅イオン C を還元する際、当該直接電極 20 上の硫酸イオン S の酸化反応が促進される。したがって、銅イオン C をより効率よく還元することができる。

[0039] なお、直接電極 20 と間接電極 21 を表裏一体に配置する際の配置方法は様々なパターンが考えられる。図 7 に示すように、間接電極 21 及び絶縁材 23 を直接電極 20 が完全に覆うように配置してもよい。このように配置すれば、より効率よく直接電極 20 の表面上に硫酸イオン S を集めることができる。

[0040] 以上の実施の形態では、直接電極 20 と間接電極 21 は表裏一体に配置されていたが、図 8 に示すように離間して対向して配置されていてもよい。かかる場合であっても、間接電極 21 によって対向電極 22 側に銅イオン C を移動させることができ、直接電極 20 によって銅イオン C を還元することができる。したがって、上記実施の形態と同様の効果を享受することができる。なお、図 8 の例において、間接電極 21 はめっき槽 10 の内部に設けられているが、間接電極 21 はめっき槽 10 の外部に設けられていてもよい。

[0041] 以上の実施の形態において、対向電極 22 は直接電極 20 と間接電極 21 に共通する電極として用いられていたが、間接電極 21 は対向電極 22 と対に用いられる必要はない。すなわち、間接電極 21 は単独でコンデンサとして用いられ、当該間接電極 21 に電圧を印加することで電界を形成してもよい。この電界によって間接電極 21 及び直接電極 20 側に硫酸イオン S が移動し、対向電極 22 側に銅イオン C が移動する。なお直接電極 20 について

は、当該直接電極 20 と対向電極 22 との間に電流を流して対向電極 22 側に集積した銅イオン C を還元するので、対向電極 22 と対に用いられる必要がある。

[0042] かかる場合、間接電極 21 の電源を直流電源 30 と別の電源としてもよく、すなわち直流電源 30 を直接電極 20 と間接電極 21 に共通の電源としなくてもよい。直接電極 20 と間接電極 21 の電源は任意に設定できる。

[0043] 本実施の形態でも、間接電極 21 に電圧を印加することで対向電極 22 側に銅イオン C を移動させることができるので、上記実施の形態と同様の効果を享受することができる。

[0044] 以上の実施の形態では、電解処理としてめっき処理を行う場合について説明したが、本発明は例えばエッチング処理等の種々の電解処理に適用することができる。

[0045] また、以上の実施の形態では対向電極 22 側において銅イオン C を還元する場合について説明したが、本発明は対向電極 22 側において被処理イオンを酸化する場合にも適用できる。

[0046] かかる場合、被処理イオンは陰イオンであり、上記実施の形態において陽極と陰極を反対にして同様の電解処理を行えばよい。すなわち、間接電極 21 に電圧を印加して電界を形成し、対向電極 22 側に被処理イオンを移動させる。そして直接電極 20 を陰極とし、対向電極 22 を陽極として電圧を印加して、直接電極 20 と対向電極 22 との間に電流を流す。そうすると、対向電極 22 側に移動した被処理イオンの電荷が交換されて、被処理イオンが酸化される。

[0047] 本実施の形態においても、被処理イオンの酸化と還元の違いはあれ、上記実施の形態と同様の効果を享受することができる。

[0048] 以上の実施の形態のめっき処理装置 1 において、直接電極 20、間接電極 21 及び対向電極 22 の配置や電極構造は任意に設定することができる。

[0049] 上記実施の形態において間接電極 21 は直接電極 20 側に設けられていたが、例えば図 9 に示すように対向電極 22 側に設けられていてもよい。間接

電極 2 1 はめっき槽 1 0 の外側面に設けられ、対向電極 2 2 はめっき槽 1 0 の内側面に設けられている。すなわち、間接電極 2 1 と対向電極 2 2 は、めっき槽 1 0 を挟んで対向して配置されている。そして、めっき槽 1 0 は電氣的にフローティング状態になるように構成されている。

[0050] なお、例えばめっき槽 1 0 が絶縁体の場合には、間接電極 2 1 の周囲に設けられた絶縁材 2 3 を省略してもよい。また、図 9 の例においては、間接電極 2 1 はめっき槽 1 0 の外側面に設けられているが、当該めっき槽 1 0 の内部に設けられ、間接電極 2 1 と対向電極 2 2 との間にめっき液 M を介在させてもよい。

[0051] 直接電極 2 0 は直流電源 3 0 の正極側に接続され、間接電極 2 1 と対向電極 2 2 はそれぞれ直流電源 3 0 の負極側に接続される。また、上記実施の形態において直接電極 2 0 と直流電源 3 0 との間に設けられていたスイッチ 3 1 は、対向電極 2 2 と直流電源 3 0 との間に設けられる。

[0052] かかるめっき処理装置 1 において、直接電極 2 0 と間接電極 2 1 との間に直流電圧を連続的に印加しつつ、直接電極 2 0 と対向電極 2 2 との間に直流電圧をパルス状に印加する。すなわち、先ず、直接電極 2 0 を陽極とし、間接電極 2 1 を陰極として直流電圧を印加することにより、直接電極 2 0 側に硫酸イオン S を移動させると共に、間接電極 2 1 側、すなわち対向電極 2 2 側に銅イオン C を移動させる。その後、十分な銅イオン C が対向電極 2 2 側に移動して集積すると、直接電極 2 0 を陽極とし、対向電極 2 2 を陰極として電圧を印加することにより、対向電極 2 2 表面の銅イオン C が還元されて、当該対向電極 2 2 表面に銅めっき 5 0 が析出する。そして、銅イオン C の移動集積と銅イオン C の還元が繰り返し行われて、対向電極 2 2 表面に対する一連のめっき処理が行われる。

[0053] 本実施の形態においても、上記実施の形態と同様の効果を享受することができる。また、直接電極 2 0、間接電極 2 1 及び対向電極 2 2 の電極構造は様々な形状を取ることができ、図 9 に示したように間接電極 2 1 がめっき槽 1 0 の外部に設けられた場合には、当該めっき槽 1 0 の形状に合わせて間接

電極 21 を自由に設計することができる。

[0054] なお、図 9 の例では対向電極 22 側に銅イオンを還元する場合について説明したが、上述したように本発明は対向電極 22 側において被処理イオンを酸化する場合にも適用できる。

[0055] 例えば図 10 に示すように電解処理装置としてのエッチング処理装置 60 は、内部に処理液としてのエッチング液 E を貯留するエッチング液槽 70 を有している。エッチング液 E としては、例えばフッ酸とイソプロピルアルコールの混合液 (HF/IPA) やフッ酸とエタノールの混合液などが用いられる。

[0056] また、直接電極 20 は直流電源 30 の負極側に接続され、間接電極 21 と対向電極 22 はそれぞれ直流電源 30 の正極側に接続される。なお、エッチング処理装置 60 のその他の構成については、上記めっき処理装置 1 の構成と同様であるので説明を省略する。

[0057] かかる場合、直接電極 20 を陰極とし、間接電極 21 を陽極として直流電圧を連続的に印加することにより、直接電極 20 側に正の荷電粒子 H を移動させると共に、間接電極 21 側、すなわち対向電極 22 側にエッチング液 E 中の陰イオンである被処理イオン N を移動させる。その後、十分な被処理イオン N が対向電極 22 側に移動して集積すると、直接電極 20 を陰極とし、対向電極 22 を陽極として電圧を印加することにより、対向電極 22 表面の被処理イオン N が酸化され、対向電極 22 表面がエッチングされる。そして、被処理イオン N の移動集積と被処理イオン N の酸化が繰り返し行われて、対向電極 22 表面に対する一連のエッチング処理が行われる。

[0058] 本実施の形態においても、被処理イオンの酸化と還元の違いはあれ、上記実施の形態と同様の効果を楽しむことができる。

[0059] また、以上の実施の形態において、図 11 に示すように対向電極 22 は複数設けられていてもよい。これら複数の対向電極 22 は、直流電源 30 の負極側に並列に配置されている。なお、図 11 のめっき処理装置 1 は、図 8 のめっき処理装置 1 において対向電極 22 が複数設けられた例を示している。

また、図 1 1 の例では 2 つの対向電極 2 2 を設けているが、対向電極 2 2 の数は任意に設定できる。

[0060] かかる場合、間接電極 2 1 を陽極とし、複数の対向電極 2 2 を陰極として直流電圧を印加して、対向電極 2 2 側に銅イオン C を移動させると、各対向電極 2 2 表面に銅イオン C が略均一に集積する。その後、直接電極 2 0 を陽極とし、対向電極 2 2 を陰極として電圧を印加して、各対向電極 2 2 表面の銅イオン C が略均等に還元される。このように本実施の形態によれば、複数の対向電極 2 2 に対して同時且つ均等にめっき処理を行うことができる。上述した特許文献 1、2 に記載されたように、従来、めっき処理を行う場合には、直接電極と対向電極が対向して設けられ、複数の対向電極を同時にめっき処理することはできなかった。これに対して、本実施の形態のめっき処理装置 1 では、複数の対向電極 2 2 をバッチ処理できるのである。

[0061] なお、このような複数の対向電極 2 2 に対するバッチ処理は、被処理イオンの酸化と還元の両方に適用することができる。酸化と還元を行うためには、直流電源 3 0 の正極と負極の配置を反対にし、陽極と陰極を反対にして電解処理を行えばよい。

[0062] 以上の実施のめっき処理装置 1 では、めっき槽 1 0 内に貯留されためっき液 M を用いて対向電極 2 2 にめっき処理を行っていたが、図 1 2 に示すように対向電極 2 2 上にめっき液 M を供給してめっき処理を行ってもよい。

[0063] 例えば略平板状の対向電極 2 2 の上面にめっき液 M が供給される。めっき液 M は、例えば表面張力によって対向電極 2 2 上に留まる。このめっき液 M 上にさらに直接電極 2 0 が配置される。対向電極 2 2 の下面には、間接電極 2 1 が配置される。直接電極 2 0 は直流電源 3 0 の正極側に接続され、間接電極 2 1 と対向電極 2 2 はそれぞれ直流電源 3 0 の負極側に接続される。スイッチ 3 1 は、対向電極 2 2 と直流電源 3 0 との間に設けられる。

[0064] かかる場合においても、上記実施の形態と同様に間接電極 2 1 によって対向電極 2 2 側に銅イオン C を移動させることができ、直接電極 2 0 によって銅イオン C を還元することができる。したがって、上記実施の形態と同様の

効果を享受することができる。

[0065] なお、図 1 2 では間接電極 2 1 は対向電極 2 2 の下面に設けられていたが、図 1 3 に示すように直接電極 2 0 の上面に設けられていてもよい。かかる場合、直接電極 2 0 と間接電極 2 1 はそれぞれ直流電源 3 0 の正極側に接続され、対向電極 2 2 は直流電源 3 0 の負極側に接続される。スイッチ 3 1 は、直接電極 2 0 と直流電源 3 0 との間に設けられる。そして、間接電極 2 1 によって対向電極 2 2 側に銅イオン C を移動させ、直接電極 2 0 によって銅イオン C を還元する。

[0066] なお、このように直接電極 2 0、間接電極 2 1 及び対向電極 2 2 を積層して配置する場合においても、被処理イオンの酸化と還元の両方を行うことができる。酸化と還元を行うためには、直流電源 3 0 の正極と負極の配置を反対にし、陽極と陰極を反対にして電解処理を行えばよい。

[0067] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。

符号の説明

- [0068]
- 1 めっき処理装置
 - 1 0 めっき槽
 - 2 0 直接電極
 - 2 1 間接電極
 - 2 2 対向電極
 - 2 3 絶縁材
 - 3 0 直流電源
 - 3 1 スイッチ
 - 4 0 制御部

- 5 0 銅めっき
- 6 0 エッチング処理装置
- 7 0 エッチング液槽
- C 銅イオン
- E エッチング液
- H 荷電粒子
- M めっき液
- N 被処理イオン
- S 硫酸イオン

請求の範囲

- [請求項1] 処理液に含まれる被処理イオンを用いて所定の処理を行う電解処理方法であって、
前記処理液を挟むように直接電極と対向電極をそれぞれ配置すると共に、当該処理液に電界を形成する間接電極を配置する電極配置工程と、
前記間接電極に電圧を印加することで、前記処理液中の被処理イオンを前記対向電極側に移動させる被処理イオン移動工程と、
前記直接電極と前記対向電極との間に電圧を印加することで、前記対向電極側に移動した前記被処理イオンを酸化又は還元する被処理イオン酸化還元工程と、を有する。
- [請求項2] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記直接電極と前記間接電極をそれぞれ対向して配置する。
- [請求項3] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記直接電極と前記間接電極を表裏一体に配置する。
- [請求項4] 請求項3に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記直接電極の表面と前記間接電極の裏面が当接するように、前記直接電極と前記間接電極を一体に配置する。
- [請求項5] 請求項3に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記直接電極が前記間接電極の全体を覆うように、前記直接電極と前記間接電極を一体に配置する。
- [請求項6] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記間接電極と前記対向電極をそれぞれ対向して配置する。
- [請求項7] 請求項1に記載の電解処理方法であって、

前記電極配置工程において、複数の前記対向電極を配置する。

- [請求項8] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記直接電極、前記間接電極及び前記対向電極をそれぞれ前記処理液中に浸漬して配置する。
- [請求項9] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記対向電極の上面に前記処理液を供給し、さらに当該処理液上に前記直接電極を配置する。
- [請求項10] 請求項9に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記対向電極の下面側又は前記直接電極の上面側に前記間接電極を配置する。
- [請求項11] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記直接電極は、電氣的にフローティング状態に維持されている。
- [請求項12] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記被処理イオン移動工程において、前記間接電極に印加される電圧は連続的に印加される直流電圧であって、
前記被処理イオン酸化還元工程において、前記直接電極と前記対向電極との間に印加される電圧はパルス電圧である。
- [請求項13] 請求項1に記載の電解処理方法であって、
前記電極配置工程において、前記対向電極は前記直接電極と前記間接電極に共通して配置され、
前記被処理イオン移動工程において、前記間接電極と前記対向電極との間に電圧を印加し、前記被処理イオンを前記対向電極側に移動させる。
- [請求項14] 処理液に含まれる被処理イオンを用いて所定の処理を行う電解処理装置であって、
前記処理液を挟むように配置された直接電極と対向電極を有し、さらに前記処理液に電界を形成する間接電極を有し、
前記間接電極は、電圧が印可されることで、前記処理液中の被処理イ

オンを対向電極側に移動させ、

前記直接電極は、前記対向電極との間で電圧が印加されることで、前記対向電極側に移動した前記被処理イオンを酸化又は還元する。

[請求項15] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記直接電極と前記間接電極は、それぞれ対向して配置されている。

[請求項16] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記直接電極と前記間接電極は、表裏一体に配置されている。

[請求項17] 請求項16に記載の電解処理装置であって、

前記直接電極の表面と前記間接電極の裏面が当接するように、前記直接電極と前記間接電極は一体に配置されている。

[請求項18] 請求項16に記載の電解処理装置であって、

前記直接電極が前記間接電極の全体を覆うように、前記直接電極と前記間接電極は一体に配置されている。

[請求項19] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記間接電極と前記対向電極は、それぞれ対向して配置されている。

[請求項20] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記対向電極は、複数配置されている。

[請求項21] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記直接電極、前記間接電極及び前記対向電極は、それぞれ前記処理液中に浸漬して配置されている。

[請求項22] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記対向電極の上面に前記処理液が供給され、さらに当該処理液上に前記直接電極が配置されている。

[請求項23] 請求項22に記載の電解処理装置であって、

前記間接電極は、前記対向電極の下面側又は前記直接電極の上面側に配置されている。

[請求項24] 請求項14に記載の電解処理装置であって、

前記直接電極は、電氣的にフローティング状態に維持されている。

- [請求項25] 請求項 1 4 に記載の電解処理装置であって、
前記間接電極に印加される電圧は連続的に印加される直流電圧であって、
前記直接電極と前記対向電極との間に印加される電圧はパルス電圧である。
- [請求項26] 請求項 1 4 に記載の電解処理装置であって、
前記対向電極は前記直接電極と前記間接電極に共通して設けられ、
前記間接電極は、前記対向電極との間で電圧が印可されることで、前記被処理イオンを前記対向電極側に移動させる。