(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年12月17日(17.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/250650 A1

(51) 国際特許分類:
C25D 7/12 (2006.01) *H01L 21/288* (2006.01)
C25D 21/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/020492

(22) 国際出願日： 2020年5月25日(25.05.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-111339 2019年6月14日(14.06.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (**EBARA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町１１番１号 Tokyo (JP).

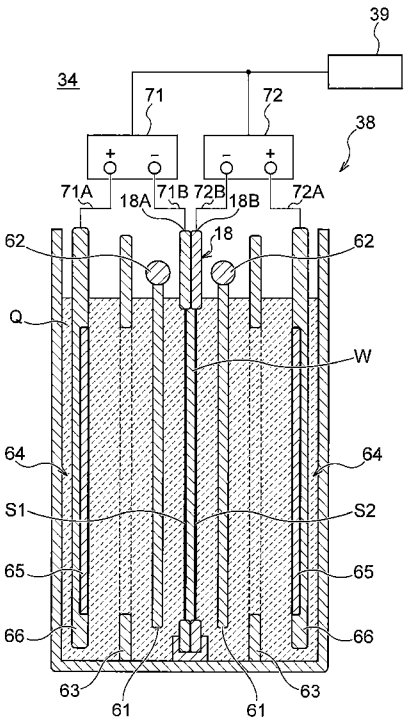
(72) 発明者: 長井 瑞樹 (**NAGAI, Mizuki**); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). ▲高▼橋 直人 (**TAKAHASHI, Naoto**); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町１１番１号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 宮前 徹, 外 (**MIYAMAE, Toru** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 新大手町ビル２０６区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** PLATING METHOD, PLATING DEVICE, AND NON-VOLATILE STORAGE MEDIUM IN WHICH PROGRAM IS STORED

(54) 発明の名称： めっき方法、めっき装置、プログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体



(57) **Abstract:** A method for performing plating, the method including: a step in which a substrate having different patterns on a first surface and a second surface thereof is prepared; a plating step in which currents having a first plating current density and a second plating current density are supplied to the first surface and the second surface of the substrate, respectively, and respective plating films are formed on the first surface and the second surface; and a step in which, after plating of either of the first surface and the second surface has been completed first, a protective current is supplied to the surface for which the plating was completed first, the protective current having a current density less than the first plating current density or the second plating current density that was supplied during plating of the surface for which the plating was completed first.

(57) 要約：めっきを行うための方法であって、第１面及び第２面が異なるパターンを有する基板を準備する工程と、前記基板の前記第１面及び前記第２面に対して、それぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給して、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成するめっき工程と、前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給する工程と、を含む、方法。

WO 2020/250650 A1

［続葉有］

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

めっき方法、めっき装置、プログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、めっき方法、めっき装置、プログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体ウェハ等の表面に設けられた微細な配線用溝、ホール、又はレジスト開口部に配線を形成したり、半導体ウェハ等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）を形成したりすることが行われている。このような配線及びバンプを形成する方法として、例えば、電解めっき法、蒸着法、印刷法、ボールバンプ法等が知られている。近年の半導体チップのＩ／Ｏ数の増加、細ピッチ化に伴い、微細化が可能で性能が比較的安定している電解めっき法が多く用いられるようになってきている。

[0003] 電解めっき装置として、例えば、特開２０１９－００７０７５号公報（特許文献１）に記載されたような両面めっきを行うものが知られている。このめっき装置では、基板ホルダの第１外部接続部及び第２外部接続部から基板の各面に互いに異なる電流を流して各面をめっきすることが可能である。また、特開２０１６－７４９７５号公報（特許文献２）には、めっき前あるいはめっき終了後にアノード－基板間に順方向の第２の電圧を印加してめっき時とは逆方向の電流が流れることを防止し、銅めっき膜の溶解を防ぐことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１９－００７０７５号公報

特許文献2：特開２０１６－７４９７５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１のめっき装置では、基板の一方の面のめっきが完了した後、他方の面のめっきが完了して基板を引き上げるまでの間、先にめっきが完了した一方の面のめっき膜がめっき液との接触により腐食する問題がある。特許文献２のめっき装置は、両面めっきを対象としたものではない。また、ダイオードを設けることにより、逆方向の電流が流れることを防止したとしても、銅めっき液が強酸であることにより、めっき膜表面が腐食して表面粗さが増大するおそれがある。

[0006] 本発明の目的は、上述した課題の少なくとも一部を解決することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面によれば、 めっきを行うための方法であって、 第１面及び第２面は異なるパターンを有する基板を準備する工程と、 前記基板の前記第１面及び前記第２面に対して、それぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給して、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成するめっき工程と、 前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給する工程と、を含む、方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態に係るめっき装置の全体配置図である。

[図2]めっき槽を側方からみた模式図である。

[図3]開口率の異なる基板ごとに、保護電流の大きさと表面粗さとの関係を測定した実験結果を示すグラフである。

[図4]開口率と、表面粗さが最小となる保護電流の大きさとの関係を示すグラフである。

[図5A]成膜電流の電流使用範囲における指示電流値に対する測定電流値（実電流値）の測定例を示すグラフである。

[図5B]保護電流の電流使用範囲における指示電流値に対する測定電流値（実電流値）の測定例を示すグラフである。

[図6]電流範囲ごとの電流補正係数の設定値の例を示す図である。

[図7]電流補正係数のデータベース構成例である。

[図8]保護電流供給処理を示すタイムチャートである。

[図9]保護電流供給処理を示すフローチャートである。

[図10A]めっき液中に基板を浸漬させた後のめっき膜表面状態（保護電流なしの場合）を示す撮影画像である。

[図10B]めっき液中に基板を浸漬させた後のめっき膜表面状態（最適保護電流密度の場合）を示す撮影画像である。

[図10C]めっき液中に基板を浸漬させた後のめっき膜表面状態（保護電流不足の場合）を示す撮影画像である。

[図10D]めっき液中に基板を浸漬させた後のめっき膜表面状態（保護電流過剰の場合）を示す撮影画像である。

[図11]第２実施形態に係る整流器の接続例を示す概略構成図である。

[図12]第３実施形態に係る整流器の接続例を示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、より詳細な実施形態について図面を参照して説明する。以下で説明する図面において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

[0010] （第１実施形態）

図１は、本実施形態に係るめっき装置の全体配置図を示す。図１を参照すると、めっき装置１には、半導体ウェハ等の基板を収納したカセット１０を搭載する２台のカセットテーブル１２と、基板のオリフラ（オリエンテーションフラット）やノッチなどの位置を所定の方向に合わせるアライナ１４と、載置された基板ホルダ１８に対して基板の着脱を行う基板着脱部２０と、めっき処理後の基板を高速回転させて乾燥させるスピンドライヤ１６と、が備えられている。これらのユニットの略中央には、これらのユニット間で基

板を搬送する、例えば搬送用ロボットである基板搬送装置２２が配置されている。基板は、半導体ウェハ、プリント基板、液晶基板、ＭＥＭＳ等の任意の基板であり得る。基板は、円形、角形（多角形）、その他任意の形状であってよい。基板の表面には、パターン（凹凸）が形成されている。「パターン」とは、配線を形成するためのビア又はトレンチ、あるいはバンプや再配線、電極パッドを形成するためのレジストパターン、絶縁膜のパターンなどのことを指す。

[0011] 基板着脱部２０は、レール５０に沿って水平方向にスライド可能な平板状の載置プレート５２を備えている。基板搬送装置２２は、２個の基板ホルダ１８が水平状態で並列に載置プレート５２に載置された状態で、一方の基板ホルダ１８と基板の受渡しを行う。その後、基板搬送装置２２は、載置プレート５２を水平方向にスライドさせて、他方の基板ホルダ１８と基板の受渡しを行う。

[0012] また、めっき装置１には、基板ホルダ１８の保管及び仮置きを行うためのストッカ２４、基板を純水に浸漬させるためのプリウェット槽２６、基板の表面に形成したシード層表面の酸化膜をエッチング除去するためのプリソーク槽２８、基板の表面を純水等で水洗するための第１の水洗槽３０ａ、洗浄後の基板の水切りを行うためのブロー槽３２、基板の表面を純水等で水洗するための第２の水洗槽３０ｂ、及びめっき槽３４が配置されている。各ユニットの配置は図示のものに限定されず、他の構成及び配置を採用することができる。

[0013] めっき槽３４は、オーバーフロー槽３６と、この内部に収納された複数のめっきセル３８とを備えている。各めっきセル３８は、基板を保持した基板ホルダ１８を内部に収納して、銅めっき等のめっき処理を行う。なお、この例では、銅めっきについて説明するが、ニッケルやはんだ、銀、金等のめっきにおいても同様のめっき装置１を用いることができる。また、オーバーフロー槽３６の側方には、各めっきセル３８の内部に位置しめっき液を攪拌するパドル６１（図２参照）を駆動するパドル駆動装置４６が配置されている

。

[0014] めっき装置１には、基板ホルダ１８を基板Wとともに搬送する基板ホルダ搬送装置４０が備えられている。基板ホルダ搬送装置４０は、例えばリニアモータ方式であり、基板着脱部２０及び上記各槽の側方に位置する。基板ホルダ搬送装置４０は、第１のトランスポータ４２及び第２のトランスポータ４４を有している。第１のトランスポータ４２は、基板着脱部２０とストッカ２４との間で基板を搬送する。第２のトランスポータ４４は、ストッカ２４、プリウェット槽２６、プリソーク槽２８、水洗槽３０ａ，３０ｂ、ブロー槽３２及びめっき槽３４との間で基板を搬送する。なお、上記搬送経路は、一例であり、第１のトランスポータ４２及び第２のトランスポータ４４の各々は、他の搬送経路を採用することも可能である。また、第２のトランスポータ４４を備えることなく、第１のトランスポータ４２のみを備えるようにしてもよい。

[0015] 制御装置１２０は、上述しためっき装置の各部の動作を制御することにより、基板処理動作を制御する。制御装置１２０は、各種の設定データ及び各種のプログラムを格納したメモリ１２０Ａと、メモリのプログラムを実行するＣＰＵ１２０Ｂと、を有する。メモリを構成する記憶媒体は、揮発性の記憶媒体及び／又は不揮発性の記憶媒体を含むことができる。記憶媒体は、例えば、ＲＯＭ、ＲＡＭ、フラッシュメモリ、ハードディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、フレキシブルディスクなどの任意の記憶媒体の１又は複数を含むことができる。メモリが格納するプログラムは、例えば、基板のめっき処理を制御するプログラム、基板及び基板ホルダの搬送制御を制御するプログラムを含む。また、制御装置１２０は、めっき装置及びその他の関連装置を統括制御する図示しない上位コントローラと通信可能に構成され、上位コントローラが有するデータベースとの間でデータのやり取りをすることができる。なお、制御装置１２０、及び／又は、他の１又は複数の制御部が協働又は単独で、めっき装置の各部の動作を制御するようにしてもよい。制御装置１２０、制御装置３９（後述）及び他の１又は複数の制御部は、プロ

グラムで実現される機能の少なくとも一部を、シーケンサ及び／又はＡＳＩＣ等のハードウェアで構成してもよい。

[0016] 図２は、めっき槽を側方からみた模式図である。同図では、説明の便宜上、めっき槽３４の１つのめっきセル３８の部分を代表的に示し、また、オーバーフロー槽３６を省略して示す。めっきセル３８には、基板Ｗを保持する基板ホルダ１８が搬入され、めっき液Ｑに浸漬される。ここでは、基板ホルダ１８は、基板Ｗの両面Ｓ１、Ｓ２を露出する開口部を有し、基板Ｗの両面Ｓ１、Ｓ２にめっきを施すための両面めっき用の基板ホルダである。基板Ｗの各面Ｓ１、Ｓ２には、めっき膜を形成すべき位置に開口が形成されたレジストパターンが形成されている。以下の説明では、説明の便宜上、基板Ｗの面Ｓ１を表面、面Ｓ２を裏面として言及する場合があるが、面Ｓ１、Ｓ２の何れが表面であってもよく、面Ｓ２が裏面、面Ｓ１が裏面であってもよい。基板ホルダ１８は、基板Ｗの面Ｓ１のシード層（めっき下地）に接触するコンタクトに電気的に接続された外部接続端子１８Ａと、基板Ｗの面Ｓ２のシード層に接触するコンタクトに電気的に接続された外部接続端子１８Ｂとを備えている。本実施形態では、めっき液Ｑは、銅めっき用の薬液であり、例えば、硫酸銅溶液である。他の例では、めっき液Ｑは、他の金属をめっきするための薬液とすることもできる。

[0017] めっき槽３４には、基板ホルダ１８の両側となる位置において、パドル６１と、レギュレーションプレート６３と、アノード６５とが配置されている。パドル６１は、パドルシャフト６２に取り付けられ、基板ホルダ１８に保持された基板Ｗの近傍に配置されている。パドル６１は、パドル駆動装置４６によりパドルシャフト６２が往復移動されることにより基板Ｗの面に平行に往復移動を行い、めっき液Ｑを攪拌する。めっき液Ｑをパドル６２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。アノード６５は、アノードホルダ６６に保持されて配置されている。なお、アノード６５及びアノードホルダを備える構成をアノードユニット６４として言及する場合がある。レギュレーションプレート６３は、電場調整プレ

ートの一例であり、パドル６１とアノード６５との間に配置され、基板Wとアノード６５との間の電場／電流の流れを調整する。

[0018] 面Ｓ１側のアノードユニット６４と基板ホルダ１８とには、整流器７１が接続されている。整流器７１は、交流電流を直流電流に変換するための整流回路又は電源回路を含む機器（電源装置）であり、設定された電流値に対応する直流電流を出力する。基板ホルダ１８の外部接続端子１８Ａは、配線７１Ｂを介して整流器７１の負極（低電位側）に接続されている。面Ｓ１側において、アノード６５は、アノードホルダ６６内に配置された配線等を介して、整流器７１の正極（高電位側）からの配線７１Ａと電気的に接続されている。面Ｓ１側において、整流器７１は、アノード６５、めっき液Ｑ、基板Wの面Ｓ１を通る電流ループを形成し、整流器７１は、アノード６５、めっき液Ｑ、基板Wの面Ｓ１を通るめっき電流（成膜電流）及び／又は保護電流（後述）を供給することが可能である。

[0019] 面Ｓ２側のアノードユニット６４と基板ホルダ１８とには、整流器７２が接続されている。整流器７２は、交流電流を直流電流に変換するための整流回路又は電源回路を含む装置（電源装置）であり、設定された電流値に対応する直流電流を出力する。基板ホルダ１８の外部接続端子１８Ｂは、配線７２Ｂを介して整流器７２の負極（低電位側）に接続されている。面Ｓ２側において、アノード６５は、アノードホルダ６６内に配置された配線等を介して、整流器７２の高電位側からの配線７２Ａと電気的に接続されている。面Ｓ２側において、整流器７２は、アノード６５、めっき液Ｑ、基板Wの面Ｓ２を通る電流ループを形成し、整流器７２は、アノード６５、めっき液Ｑ、基板Wの面Ｓ２を通るめっき電流（成膜電流）及び保護電流（後述）を供給することが可能である。

[0020] 整流器７１、７２は、制御装置３９によって制御される。制御装置３９は、制御装置１２０からの指示により及び／又は制御装置１２０と協働して、整流器７１、７２の制御を行うことができる。

[0021] なお、先にめっき完了する面のめっき槽３４における向きが分かっている

場合には、先にめっき完了する面に接続される整流器７１又は７２が保護電流を供給する機能を有していればよい。整流器７１、７２は、個別の装置として構成されてもよく、単一の装置として構成されてもよい。他の例では、整流器７１、７２は、直流電圧を所定電圧範囲の直流電圧に変換する電源回路を含み、設定された電流値に対応する直流電流を出力する機器（電源装置）に置き換えられてもよい。

[0022] （保護電流）

基板Wの面Ｓ１及びＳ２が異なるパターン（異なる形状、異なる深さ）を有する場合、面Ｓ１と面Ｓ２とでめっき完了時点が異なる場合がある。例えば、面Ｓ１と面Ｓ２のパターンが異なっている場合、各面の目標めっき膜厚が異なり、さらに各面を異なるめっき電流（密度）及びめっき時間でめっきすることが好ましい。このような場合に、先にめっきが完了した面（例えば面Ｓ１）は、この面へのめっき電流（成膜電流）が停止された状態で他方の面（例えば面Ｓ２）におけるめっきが完了し、基板Wがめっき液から引き上げられるまでの間、めっき液中において待機することになる。この待機期間中に、面Ｓ１のめっき膜表面が、強い酸性を有するめっき液（硫酸銅溶液等）で腐食され、めっき膜表面の表面粗さが大きくなるおそれがある。一方、腐食を防止するために、両面のめっきが同時に終了するようにめっき電流（密度）及びめっき時間を選択するという方法も考えられるが、この場合は各面におけるめっきに最適な処理条件とはなり難い。そこで、本実施形態では、先にめっきが完了する面に対して、そのめっき完了後に、めっき膜の保護のために、めっき中の成膜電流と同一方向の微小な保護電流（図８のＩｐ）を流す制御を行う。この保護電流により、めっき膜上に追加の金属が析出することを抑制しつつ、めっき膜の金属がめっき液中に溶け出すことを抑制する。

[0023] （保護電流密度の設定例）

保護電流Ｉｐは、先にめっきが完了する面Ｓ１／Ｓ２のめっき完了時（成膜電流停止時）から基板引き上げ時までの待機期間の間において、先にめっ

きが完了する面Ｓ１／Ｓ２のめっき膜の腐食を抑制し、且つ、その面Ｓ１／Ｓ２に更に金属が析出すること（追加めっき）を抑制することが可能な電流値とする。一例では、保護電流Ｉｐは、面Ｓ１／Ｓ２のめっき中（成膜中）に流す電流Ｉ１と同一方向で、かつ、電流Ｉ１の１／１００程度ないし１／１００以下の大きさの電流とする。

[0024] 成膜電流停止後にめっき液中で待機する基板Ｗの面Ｓ１におけるめっき膜表面の表面粗さは、その面Ｓ１の開口率（基板ホルダから露出される基板面積に対するめっき膜が形成される面積の割合）の大きさに影響を受けるため、開口率の大きさに応じて保護電流の大きさを決定する必要がある。以下、開口率の大きさに応じて、保護電流の大きさを決定する方法の例を図３及び図４を参照して説明する。

[0025] 図３は、開口率の異なる基板ごとに、保護電流の大きさと表面粗さとの関係を測定した実験結果を示すグラフである。この例では、保護電流を流しながら、めっき膜が形成された基板をめっき液中に所定時間浸漬させた後に引き上げて、めっき膜の表面粗さＲａ（算術平均粗さ）を測定した。図４は、開口率と、表面粗さが最小となる保護電流の大きさとの関係を示すグラフである。

[0026] 図３において、横軸は保護電流密度（保護電流の大きさ）を示し、縦軸は表面粗さＲａを示す。円形の測定点及び破線で示される曲線は、開口率ＯＰ＝２０％でめっき膜が形成された面における測定結果である。四角形の測定点及び実線で結ばれた曲線は、開口率ＯＰ＝１００％で形成されためっき膜が形成された面に対する測定結果である。図３より、ＯＰ＝２０％のめっき膜では、保護電流密度が約０．０２５５Ａ／ｄｍ^{2}で表面粗さＲａが最小となり、ＯＰ＝１００％で形成されためっき膜では、保護電流密度が約０．０１５Ａ／ｄｍ^{2}で表面粗さが最小となる。他の開口率ＯＰの値に対しても、同様に表面粗さを測定し、表面粗さが最小となる保護電流密度を求める。

[0027] 図４は、それらの測定結果に基づいて、各開口率ＯＰに対して、めっき膜の表面粗さＲａが最小となる保護電流密度の大きさを図示したものである。

同図より分かるように、表面粗さＲａを最小化するためには、開口率ＯＰが小さいほど保護電流密度を大きくする必要があり、開口率ＯＰが大きいほど、保護電流密度を小さくする必要がある。図４の曲線に示すような、表面粗さＲａが最小となる開口率と保護電流密度の大きさとの関係を示す関係式又はデータテーブルを予め実験により求め、メモリ等に記憶しておくことにより、複数種類の基板仕様に応じた保護電流の大きさの設定が可能になる。なお、表面粗さＲａが最小になる保護電流の大きさに限らず、表面粗さＲａが許容範囲となるように保護電流の大きさを決定してもよい。

[0028] 具体的には、表面粗さＲａが最小となる開口率と保護電流密度の大きさとの関係を示す関係式又はテーブルを制御装置３９及び／又は１２０のメモリ等に記憶しておき、レシピ等で設定された開口率ＯＰ、又は、上位通信又はユーザインターフェースから受け取った基板情報又はパターン形状の画像認識による開口率ＯＰに基づいて、上記関係式又はテーブルから保護電流密度を決定することにより、保護電流密度に対応する保護電流の大きさを自動的に設定することができる。

[0029] （電流制御）

各整流器は、固有の機械誤差を有することが知られており、制御装置３９及び／又は１２０において、整流器に出力する設定電流値を式（１）の関係式を用いて補正し、補正後の設定電流値を指示電流値として整流器に対して出力することが行われる。

（指示電流値）＝ａ×（設定電流値）＋ｂ （１）

ここで、ａ、ｂは電流補正係数である。

[0030] また、共通の整流器から成膜電流（めっき中）と保護電流（めっき後）とを出力する場合、成膜電流と保護電流とは設定電流値が大きく違うため、同じ整流器からの出力では精度を確保することが困難な場合があり、成膜時のめっき膜厚のばらつき、及び／又は、めっき液による腐食保護時の保護電流不足（腐食発生）又は保護電流過剰（追加めっきによるめっき膜厚異常、均一性悪化）が発生する可能性がある。そこで、電流補正係数ａ、ｂは、成膜

電流の電流使用範囲（図５Ａ）と保護電流の電流使用範囲（図５Ｂ）とについて、別々に設定することが好ましい。

[0031] 図５Ａは、成膜電流の電流使用範囲における指示電流値に対する測定電流値（実電流値）の測定例を示すグラフである。図５Ｂは、保護電流の電流使用範囲における指示電流値に対する測定電流値（実電流値）の測定例を示すグラフである。図６は、電流範囲ごとの電流補正係数の設定値の例を示す図である。図５Ａ及び図５Ｂに示す測定結果から、測定電流値（実電流値）と指示電流値との関係を求めることができる。設定電流値は、所望の測定電流値に対応して決定されるものであるため、図５Ａ及び図５Ｂに示す測定結果において、測定電流値を設定電流値に置き換え、設定電流値と指示電流値との関係を算出し、これにより、式（１）の補正係数ａ，ｂを算出することができる。図５Ａ及び図５Ｂに示す測定結果から電流補正係数ａ，ｂは、図６に示すように算出される。算出された補正係数を用いて式（１）を表すと、以下のようになる。

＜成膜電流使用範囲＞

（指示電流値）＝0.9998×（設定電流値）－0.0345 （２）

＜保護電流使用範囲＞

（指示電流値）＝0.9971×（設定電流値）－0.0105 （３）

[0032] つまり、制御装置３９又は１２０は、レシピ等により設定された設定電流値を、上記式（２）、（３）により指示電流値に補正した後に、指示電流値を整流器に出力することにより、整流器から所望の設定電流値に対応する実電流値が出力されることになる。

[0033] 図７は、電流補正係数のデータベース構成例である。電流補正係数ａ，ｂは、図７に示すように、整流器ごとに、成膜電流及び保護電流の各電流使用範囲について、予め実験により求め、上記関係式を制御装置３９及び／又は１２０のメモリ等に記憶させておく。そして、制御装置１２０及び／又は３９は、整流器及び電流使用範囲に応じた関係式（式（２）、式（３））を使用して、設定電流値を指示電流値に補正し、対応する整流器に出力する。こ

れにより、共通の整流器を使用して成膜電流及び保護電流を出力する場合に、電流使用範囲に応じた適切な指示電流値を出力することができ、実電流値を精度よく制御することができる。

[0034] （制御フロー）

図８は、保護電流供給処理のタイムチャートである。図９は、保護電流供給処理を示すフローチャートである。この処理は、制御装置３９及び／又は１２０により実行される。なお、制御装置３９、制御装置１２０、及び／又は、他の１又は複数の制御部が協働又は単独で、この処理を実行するようにしてもよい。図８において、上段のグラフは面Ｓ１に流す電流を示し、下段のグラフは面Ｓ２に流す電流を示す。各グラフにおいて、横軸は時刻であり、縦軸は電流を示す。

[0035] ステップＳ１１では、めっき槽３４のめっき液中に浸漬された基板Ｗに対して、基板Ｗの両面Ｓ１、Ｓ２のめっきを開始する（図８の時刻ｔ１）。このとき、制御装置３９及び／又は１２０は、予め設定された電流補正係数ａ，ｂ（式（２）、図７）を使用して設定電流値を補正した指示電流値を各電源装置７１、７２に出力し、各電源装置７１、７２からそれぞれ成膜電流Ｉ１、Ｉ２が出力される。なお、図８において、説明の便宜上成膜電流Ｉ１、Ｉ２は一定値で表示されているが、実際にはレシピの設定に応じて成膜電流の値は時間とともに変化する場合がある。

[0036] ステップＳ１２では、一方の面（この例では、面Ｓ１）のめっきが完了したか否かを判定する。何れの面のめっきも完了していなければ、両面Ｓ１、Ｓ２に対するめっきを継続する。一方の面Ｓ１のめっきが完了した判定した場合（図８の時刻ｔ２）には、ステップＳ１３に移行する。めっきの完了は、例えば、レシピで設定されためっき時間の経過に基づいて判定される。

[0037] ステップＳ１３では、めっき完了後の面Ｓ１に対して、上述のように設定された保護電流Ｉｐを整流器７１から出力することを開始する（図８の上段、時刻ｔ２）。このとき、制御装置３９及び／又は１２０は、上位通信から取得又はレシピで設定された開口率ＯＰと、開口率と保護電流の関係式又は

テーブル（図４）を用いて保護電流密度を決定して、決定された保護電流密度に対応する保護電流値Ｉｐを求め、その保護電流値Ｉｐを設定電流値として上述の電流補正係数ａ，ｂ（式（３）、図７）を使用して指示電流値を算出し、対応する整流器７１に指示電流値を出力する。また、十分な平滑面を得るために、めっき完了後の保護電流出力中も、面Ｓ１側のパドル６１によるめっき液Ｑの攪拌を継続する。なお、面Ｓ２のめっきが先に完了する場合には、面Ｓ２に対して前記同様に整流器７２から保護電流を出力する。面Ｓ２側の保護電流値も、面Ｓ１側と同様に取得することができる。何れの面Ｓ１、Ｓ２のめっきが先に完了するかは、レシピのデータに基づいて判断することが可能である。

[0038] ステップＳ１４では、後にめっき完了する他方の面（この例では、面Ｓ２）のめっきが完了したか否かを判定する。面Ｓ２のめっきが完了していなければ、面Ｓ１に対する保護電流の出力及び面Ｓ１側のパドルによる攪拌を継続する。なお、後にめっき完了する他方の面が面Ｓ１である場合には、面Ｓ１のめっきが完了したか否かを判定し、完了していなければ、面Ｓ２に対する保護電流の出力及び面Ｓ２側のパドルによる攪拌を継続する。一方、後にめっき完了する他方の面のめっきが完了したと判定した場合（図８の時刻ｔ３）には、ステップＳ１５に移行する。

[0039] ステップＳ１５では、先にめっき完了した面Ｓ１に対する保護電流の出力を停止し（図８の上段、時刻ｔ３）、面Ｓ１側のパドルによる攪拌を停止する。なお、先にめっき完了した面が面Ｓ２である場合には、面Ｓ２に対する保護電流の出力を停止し、面Ｓ２側のパドルによる攪拌を停止する。その後、基板Ｗをめっき槽３４から引き上げる。

[0040] （実施例）

図１０Ａから図１０Ｄは、レジストパターンを有する基板上に銅めっきを成膜電流５ＡＳＤで５μｍ施した後、１時間めっき液中で浸漬させてめっき膜表面状態を撮像した画像である。図１０Ａは、めっき液浸漬中に保護電流を流さない場合の撮影画像であり、この撮影画像から、めっき膜３００が腐

食されていることが分かる。図１０Ｂは、めっき液浸漬中に適切な電流密度の保護電流を流した場合の撮像画像であり、この撮影画像からめっき膜３００の腐食が防止されていることが分かる。図１０Ｃは、めっき液浸漬中に過少な保護電流を流した場合の撮像画像であり、この撮影画像からめっき膜３００が腐食されていることが分かる。図１０Ｄは、めっき液浸漬中に過剰な保護電流を流した場合の撮像画像であり、この撮影画像から、めっき膜３００上に金属が析出している（追加のめっきがなされている）ことが分かる。これらの結果から、めっき液中で待機する基板面に適切な保護電流を流すことにより、追加のめっきを防止しつつめっき膜の腐食を防止できることが分かる。

[0041] なお、先にめっきが完了する面をめっき槽内で常に同じ方向に向ける場合には、後でめっきが完了する面の側の整流器７１又は７２における保護電流を出力することに関連する機能を省略してもよい。

[0042] （第２実施形態）

図１１は、第２実施形態に係る整流器の接続例を示す概略構成図である。上記実施形態では、共通の整流器７１（整流器７２）を用いて面Ｓ１（面Ｓ２）に対する成膜電流及び保護電流の供給を行ったが、図１１に示すように、成膜電流の供給のための整流器７１、７２とは別に、保護電流の供給のための整流器７３、７４をそれぞれ設けてもよい。この場合、整流器７１の正極とアノード６５との間の配線７１Ａの途中に、切替装置としてのスイッチ８１を設け、整流器７３の正極とアノード６５との間の配線７３Ａの途中に、切替装置としてのスイッチ８３を設ける。また、整流器７２の正極とアノード６５との間の配線７２Ａの途中に、切替装置としてのスイッチ８２を設け、整流器７４の正極とアノード６５との間の配線７４Ａの途中に、切替装置としてのスイッチ８４を設ける。スイッチ８１～８４は、それぞれ、機械的なスイッチであっても、半導体スイッチであってもよい。

[0043] 面Ｓ１、Ｓ２に成膜電流を供給する場合、スイッチ８３、８４を開放し、スイッチＳ８１、８２を閉じて、整流器７１、７２と面Ｓ１、Ｓ２側のアノ

ード６５とをそれぞれ接続し、面Ｓ１、Ｓ２側のアノード６５からめっき液を介して、それぞれ面Ｓ１、Ｓ２に成膜電流を供給する。面Ｓ１のめっきが先に完了する場合には、スイッチ８１を開放し、スイッチ８３を閉じて、整流器７３と面Ｓ１側のアノード６５とを接続し、面Ｓ１側のアノード６５からめっき液を介して面Ｓ１に保護電流を供給する。面Ｓ２のめっきが先に完了する場合には、スイッチ８２を開放し、スイッチ８４を閉じて、整流器７４と面Ｓ２側のアノード６５とを接続し、面Ｓ２側のアノード６５からめっき液を介して面Ｓ２に保護電流を供給する。他の構成は、上記実施形態と同様であるので、説明を省略する。なお、先にめっきが完了する面をめっき槽内で常に同じ方向に向ける場合には、後でめっきが完了する面の側の保護電流用の整流器７３又は７４及び関連する構成（切替装置等）を省略してもよい。

[0044] 本実施形態によれば、保護電流用の整流器を成膜電流用の整流器とは別に設けるため、保護電流用の個別の整流器を用いて、保護電流の使用範囲に応じた精度の高い保護電流の出力制御を行うことが容易である。

[0045] （第３実施形態）

図１２は、第３実施形態に係る整流器の接続例を示す概略構成図である。本実施形態では、単一の保護電流用の整流器７３（７４）から面Ｓ１側及び面Ｓ２側に切り替えて出力できるように構成されている。これにより、図１１における保護電流用の整流器７３、７４の一方が省略されている。図１２では、整流器７４を省略して、整流器７３から面Ｓ１側及び面Ｓ２側に切り替えて出力する場合を示す。本実施形態では、整流器７３の正極と面Ｓ２側のアノード６５とを配線７３Ｃで接続し、配線７３Ｃの途中に切替装置としてのスイッチ８３Ａを設ける。スイッチ８３Ａは、機械的なスイッチであっても、半導体スイッチであってもよい。

[0046] 面Ｓ１、Ｓ２に成膜電流を供給する場合、スイッチ８３、８３Ａを開放し、スイッチＳ８１、８２を閉じて、整流器７１、７２と面Ｓ１、Ｓ２側のアノード６５とをそれぞれ接続し、面Ｓ１、Ｓ２側のアノード６５からめっき

液を介して、それぞれ面Ｓ１、Ｓ２に成膜電流を供給する。面Ｓ１のめっきが先に完了する場合には、スイッチ８１を開放し、スイッチ８３Ａを開放したままスイッチ８３を閉じて、整流器７３と面Ｓ１側のアノード６５とを接続し、面Ｓ１側のアノード６５からめっき液を介して面Ｓ１に保護電流を供給する。面Ｓ２のめっきが先に完了する場合には、スイッチ８２を開放し、スイッチ８３を開放したままスイッチ８３Ａを閉じて、整流器７３と面Ｓ２側のアノード６５とを接続し、面Ｓ２側のアノード６５からめっき液を介して面Ｓ２に保護電流を供給する。

[0047] 本実施形態によれば、基板Ｗの面Ｓ１、Ｓ２の何れが先にめっき完了する場合であっても、単一の保護電流用の整流器７３から、先にめっき完了する面に対して保護電流を出力することができる。言い換えれば、先にめっきが完了する面がめっき槽内でどの向きに配置されても、単一の保護電流用の整流器７３から、先にめっき完了する面に対して保護電流を出力することができる。よって、保護電流用の整流器を各面ごとに準備することなく、何れの面にも保護電流を出力することができる。これにより、保護電流用の個別の整流器を使用する場合において、追加する構成を抑制しつつ、何れの面にも保護電流を出力することができる。

[0048] （他の実施形態）

（１）上記実施形態では、両面めっきの際に先にめっき完了した面に対して保護電流を出力する例を説明したが、両面めっき及び片面めっきの何れにおいても、めっき前や、装置トラブル（搬送機のトラブルなど）により、基板がめっき液に浸漬され続ける状況（非めっき時）において、パドルによりめっき液を攪拌しつつ、基板の両面又は片面に保護電流を出力することにより、基板面の腐食を抑制し、基板上のめっき膜の表面粗さ及び平滑性を維持するようにしてもよい。

[0049] （２）上記実施形態では、銅めっきについて説明したが、他のめっきについても適用可能である。

[0050] （３）上記実施形態では、両面めっきを例に挙げて説明したが上記構成を

片面めっきに適用してもよい。

[0051] 上記実施形態から少なくとも以下の形態が把握される。

[0052] 第１形態によれば、 めっきを行うための方法であって、 第１面及び第２面が異なるパターンを有する基板を準備する工程と、 前記基板の前記第１面及び前記第２面に対して、それぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給して、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成するめっき工程と、 前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給する工程と、を含む、方法が提供される。「パターン」とは、配線を形成するためのビア又はトレンチ、あるいはバンプや再配線、電極パッドを形成するためのレジストパターン、絶縁膜などのことを指す。保護電流は、めっきが先に完了した面におけるめっき材料の腐食及び更なる金属の析出（追加のめっき）を抑制することを目的とする電流であり、保護電流の電流（密度）値は、この目的を達成可能な範囲かつ成膜電流（密度）の値と比較して微小な電流（密度）値に設定される。めっきの完了時点は、対象とする被めっき面の成膜期間が終了した時点、言い換えれば、対象とする被めっき面において更なるめっきを停止する必要が生じた時点である。

[0053] この形態によれば、基板の両面をめっきする場合に、先にめっきが完了した基板の面が、他方の面のめっきが完了するまでの間にめっき液により腐食されることを抑制することができ、基板の面の表面粗さが大きくなることを抑制できる。また、先にめっきが完了した基板の面におけるめっき材料の腐食及び更なる金属の析出を抑止するため、先にめっきが完了した基板の面の表面粗さが大きくなることを抑制でき、めっき品質を維持することができる。つまり、基板の各面におけるめっき完了時点が異なる場合にも、先にめっきが完了した基板の被めっき面における腐食及び追加めっきを抑制し、めっき膜の品質を維持することができる。

[0054] 第２形態によれば、第１形態の方法において、 前記第１面及び前記第２面に対してめっきすべきめっき膜厚が互いに異なる。

[0055] この形態によれば、各面のめっき膜厚が異なることに起因して、何れかの面において先にめっきが完了する場合に、先にめっきが完了した基板の面が、めっき液により腐食されること及び追加めっきされることを抑制することができる。

[0056] 第３形態によれば、第１又は２形態の方法において、 前記めっきが先に完了する面の開口率に応じて前記保護電流の電流密度を変更する。

[0057] 保護電流による腐食抑制効果及び／又は追加めっき抑制効果は、被めっき面の開口率に応じて変化する。このため、めっき膜表面の表面粗さを最小化ないし低減するように、開口率に応じて保護電流をより適切な大きさに変更することにより、めっき品質をより確実に維持することができる。これにより、基板仕様に応じてより適切な保護電流を供給してめっき膜の表面粗さを最小化ないし低減することができる。

[0058] 第４形態によれば、第１乃至３形態の何れかの方法において、 前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流と、前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流とを共通の電源装置から供給し、

前記共通の電源装置に対する前記第１面又は前記第２面に対する電流の設定電流値、および前記保護電流の設定電流値を、それぞれ、別の電流補正係数で補正する。

[0059] めっき中に供給されるめっき電流（成膜電流）と、めっき完了後に供給される保護電流は、設定電流値が大きく違う。よって、成膜電流と保護電流とを同じ電源装置で供給する場合、出力電流の精度が十分でない可能性がある。この場合、成膜時のめっき膜厚のばらつき、めっき液による腐食保護時の保護電流不足（腐食発生）、保護電流過剰（追加めっきによるめっき膜厚異常、及び／又は、均一性悪化）が発生する可能性がある。そこで、成膜電流及び保護電流の電流使用範囲のそれぞれにおいて、指示電流値を別々の電流

補正係数で補正することにより、所望の実電流値を出力することができる。これにより、より精度の高い成膜電流及び保護電流を同じ電源装置から出力することができる。また、同じ電源装置から成膜電流及び保護電流を出力するので、保護電流用の電源装置を別途設ける必要がないため、設置スペース及び／又はコストを低減し得る。

[0060] 第５形態によれば、第１乃至３形態の何れかの方法において、めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流を第１電源装置から供給し、めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流を第２電源装置から供給する。

[0061] この形態によれば、成膜電流及び保護電流の電流範囲に対応した個別の電源装置を選択することが可能であり、成膜電流及び保護電流を精度よく出力することができる。

[0062] 第６形態によれば、第５形態の方法において、前記第１面及び前記第２面のうち何れの面が先にめっき完了するかに応じて、前記第２電源装置からの前記保護電流の供給先を、前記基板の前記第１面と前記第２面との間で切り替える。

[0063] この形態によれば、基板の種類、プロセスに応じて先にめっきが終了する面が変化した場合、めっき槽中で基板が置かれる向きが不明な場合や変更される場合においても、単一の電源装置の出力先を切り替えることにより、単一の電源装置から先にめっきが終了する面に保護電流を供給することができる。よって、各面ごとに保護電流用の電源装置を設ける必要がなく、設置スペース及び／又はコストを抑制し得る。

[0064] 第７形態によれば、第１乃至６形態の何れかの方法において、 前記めっきが先に完了した面に対して前記保護電流を供給する工程では、前記めっきが先に完了した面に対向して配置されたパドルによってめっき液を攪拌する。

[0065] この形態によれば、パドルの攪拌によりめっき液を対流及び均一化し、均

一なめっき液をめっき膜表面に接触させることにより、めっき膜表面の平滑性を維持することができる。

[0066] 第８形態によれば、第１乃至７形態の何れかの方法において、 前記保護電流の電流密度は、前記めっきが先に完了する面に対してめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の１／１００以下である。

[0067] この形態によれば、保護電流（密度）を成膜電流（密度）の１／１００以下とすることにより、先にめっきが完了した面における追加の析出を抑制しつつ、めっき膜表面の腐食を抑制することができる。

[0068] 第９形態によれば、 めっきを行うための装置であって、 基板に対してめっきを行うためのめっき槽と、 前記めっき槽におけるめっきを制御する制御装置と、を備え、 前記制御装置は、 前記基板の第１面及び第２面に対してそれぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給して、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成するように構成され、 前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給するように構成されている、 装置が提供される。

[0069] この形態によれば、第１形態と同様の作用効果を奏する。

[0070] 第１０形態によれば、第９形態の装置において、 前記制御装置は、めっきが先に完了する面の開口率に応じて前記保護電流の電流密度を変更するように構成されている。

[0071] この形態によれば、第３形態と同様の作用効果を奏する。

[0072] 第１１形態によれば、第９又は１０形態の装置において、 前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流と、前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流とを供給する共通の電源装置を更に備

え、　前記制御装置は、前記共通の電源装置に対する、前記第１面又は前記第２面に対する電流の設定電流値、および前記保護電流の設定電流値を、それぞれ、別の電流補正係数で補正する。

[0073]　この形態によれば、第４形態と同様の作用効果を奏する。

[0074]　第１２形態によれば、第９又は１０形態の装置において、　めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流を供給するための第１電源装置と、　めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流を供給するための第２電源装置と、を更に備える。

[0075]　この形態によれば、第５形態と同様の作用効果を奏する。

[0076]　第１３形態によれば、第１２形態の装置において、　前記第２電源装置からの前記保護電流の供給先を前記基板の前記第１面と前記第２面との間で切り替え可能な切替装置を更に備える。

[0077]　この形態によれば、第６形態と同様の作用効果を奏する。

[0078]　第１４形態によれば、　めっきをするための装置の制御方法を実行するようにコンピュータを動作させるプログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体であって、　基板の第１面及び第２面に対してそれぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給しつつ、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成すること、　前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給すること、を含むプログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体を提供する。

[0079]　この形態によれば、第１形態と同様の作用効果を奏する。

[0080]　以上、いくつかの例に基づいて本発明の実施形態について説明してきたが、上記した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明には、その均等物が含まれることは

もちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

本願は、２０１９年６月１４日出願の日本特許出願番号特願２０１９－１１１３３９号に基づく優先権を主張する。２０１９年６月１４日出願の日本特許出願番号特願２０１９－１１１３３９号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に組み込まれる。　特開２０１９－００７０７５号公報（特許文献１）、特開２０１６－７４９７５号公報（特許文献２）の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示は、参照により全体として本願に組み込まれる。

符号の説明

[0081] １　めっき装置

１２　カセットテーブル

１４　アライナ

１６　スピンドライヤ

２０　基板着脱部

２２　基板搬送装置

２４　ストッカ

２６　プリウェット槽

２８　プリソーク槽

３０ａ　第１の水洗槽

３０ｂ　第２の水洗槽

３２　ブロー槽

３４　めっき槽

３８　めっきセル

３６　オーバーフロー槽

１８　基板ホルダ

１８Ａ、１８Ｂ　外部接続電極

３４　めっき槽

３８　めっきセル

６１　パドル

６２　パドルシャフト

６３　レギュレーションプレート

６４　アノードユニット

６５　アノード

６６　アノードホルダ

７１、７２、７３、７４　整流器（電源装置）

８１、８２、８３、８３ａ、８４　スイッチ

請求の範囲

[請求項1] めっきを行うための方法であって、

第１面及び第２面が異なるパターンを有する基板を準備する工程と、

前記基板の前記第１面及び前記第２面に対して、それぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給して、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成するめっき工程と、

前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給する工程と、

を含む、方法。

[請求項2] 請求項１に記載の方法において、

前記第１面及び前記第２面に対してめっきすべきめっき膜厚が互いに異なる、方法。

[請求項3] 請求項１又は２に記載の方法において、

前記めっきが先に完了する面の開口率に応じて前記保護電流の電流密度を変更する、方法。

[請求項4] 請求項１乃至３の何れかに記載の方法において、

前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流と、前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流とを共通の電源装置から供給し、

前記共通の電源装置に対する、前記第１面又は前記第２面に対する電流の設定電流値、および前記保護電流の設定電流値を、それぞれ、別の電流補正係数で補正する、方法。

[請求項5] 請求項１乃至３の何れかに記載の方法において、めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は

前記第２めっき電流密度の電流を第１電源装置から供給し、めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流を第２電源装置から供給する、方法。

[請求項6] 請求項５に記載の方法において、

前記第１面及び前記第２面のうち何れの面が先にめっき完了するかに応じて、前記第２電源装置からの前記保護電流の供給先を、前記基板の前記第１面と前記第２面との間で切り替える、方法。

[請求項7] 請求項１乃至６の何れかに記載の方法において、

前記保護電流を供給する工程では、前記めっきが先に完了した面に対向して配置されたパドルによってめっき液を攪拌する、方法。

[請求項8] 請求項１乃至７の何れかに記載の方法において、

前記保護電流の電流密度は、前記めっきが先に完了する面に対してめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の１／１００以下である、方法。

[請求項9] めっきを行うための装置であって、

基板に対してめっきを行うためのめっき槽と、

前記めっき槽におけるめっきを制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記基板の第１面及び第２面に対してそれぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給して、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成するように構成され、

前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給するように構成されている、

装置。

[請求項10] 請求項９に記載の装置において、

前記制御装置は、めっきが先に完了する面の開口率に応じて前記保護電流の電流密度を変更するように構成されている、装置。

[請求項11] 請求項９又は１０に記載の装置において、

前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流と、前記めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流とを供給する共通の電源装置を更に備え、

前記制御装置は、前記共通の電源装置に対する、前記第１面又は前記第２面に対する電流の設定電流値、および前記保護電流の設定電流値を、それぞれ、別の電流補正係数で補正する、装置。

[請求項12] 請求項９又は１０に記載の装置において、

めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度の電流を供給するための第１電源装置と、

めっきが先に完了する前記第１面又は前記第２面に対する前記保護電流を供給するための第２電源装置と、

を更に備える、装置。

[請求項13] 請求項１２に記載の装置において、

前記第２電源装置からの前記保護電流の供給先を、前記基板の前記第１面と前記第２面との間で切り替え可能な切替装置を更に備える、方法。

[請求項14] めっきをするための装置の制御方法を実行するようにコンピュータを動作させるプログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体であって、

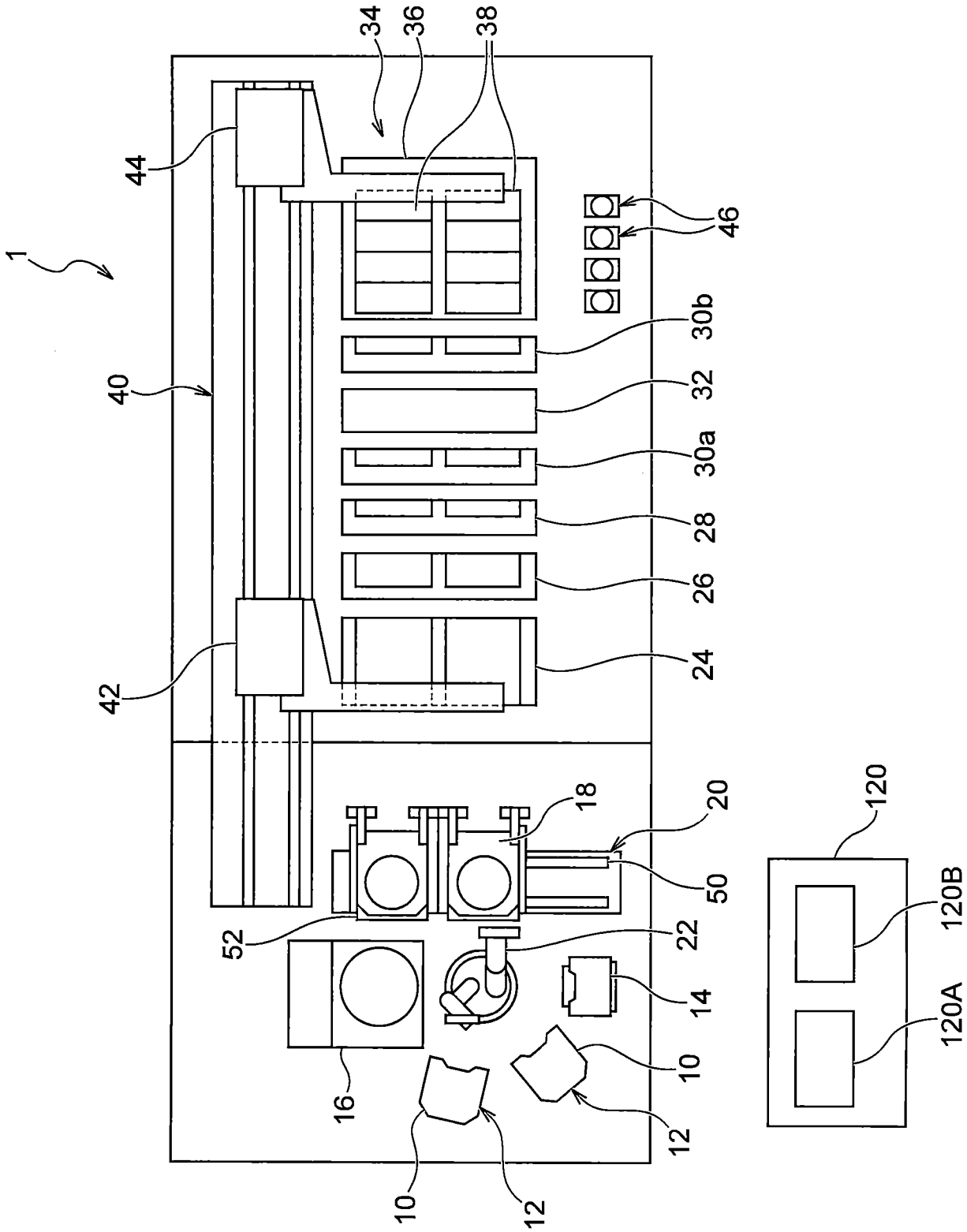
基板の第１面及び第２面に対してそれぞれ第１めっき電流密度及び第２めっき電流密度の電流を供給しつつ、前記第１面及び前記第２面にそれぞれめっき膜を形成すること、

前記第１面及び前記第２面の何れかの面のめっきが先に完了した後

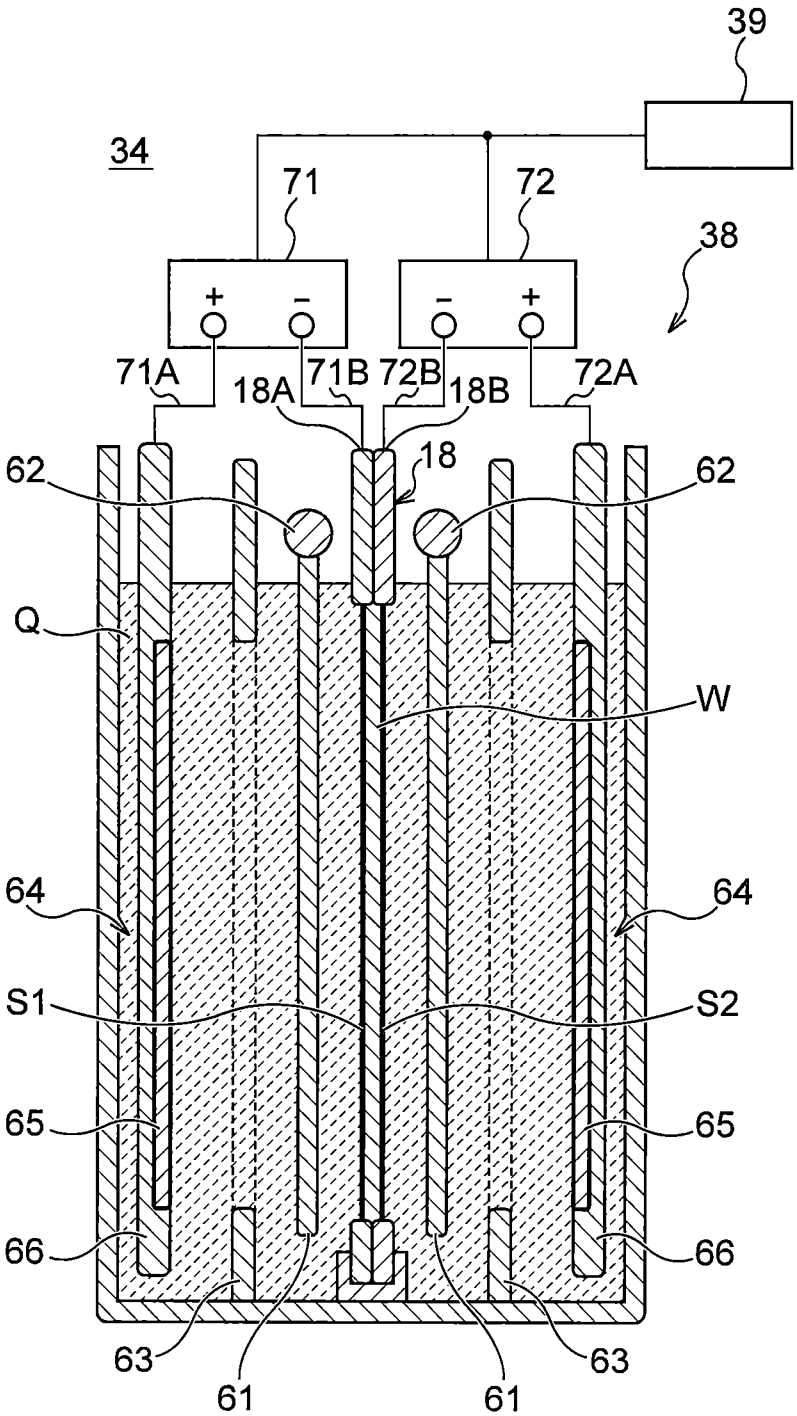
、前記めっきが先に完了した面に対して、前記めっきが先に完了した面にめっき中に供給する前記第１めっき電流密度又は前記第２めっき電流密度よりも小さい電流密度の保護電流を供給すること、

を含むプログラムを記憶する不揮発性の記憶媒体。

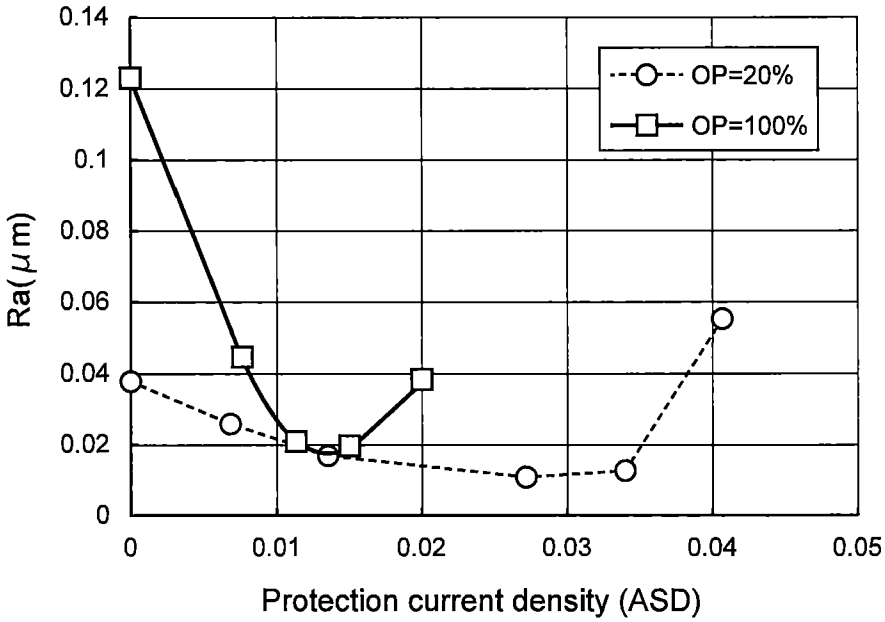
[図1]


1
34
36
38
44
46
40
30b
32
30a
28
26
24
42
18
20
50
52
22
14
10
12
16
10
12
120
120B
120A

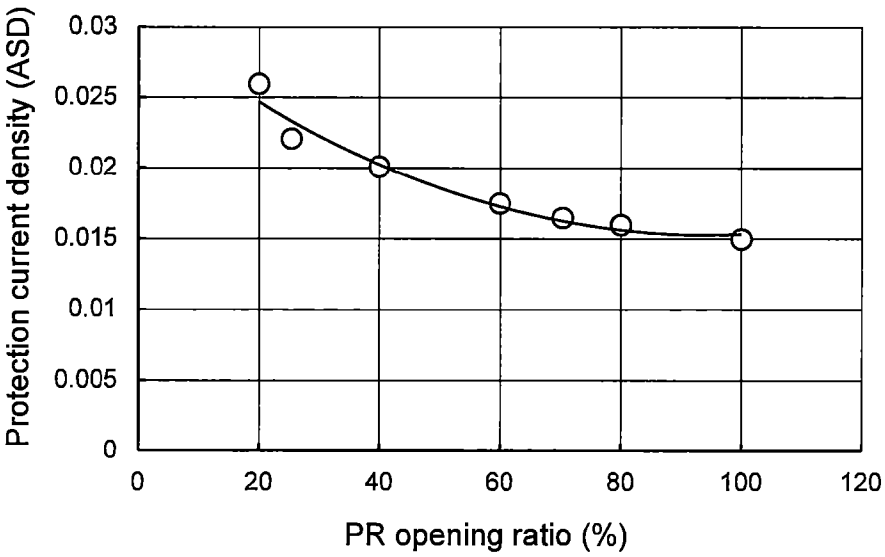
[図2]


39
34
71
72
38
+
−
−
+
71A
18A
71B
72B
18B
72A
18
62
62
Q
W
64
64
S1
S2
65
65
66
66
63
61
61
63

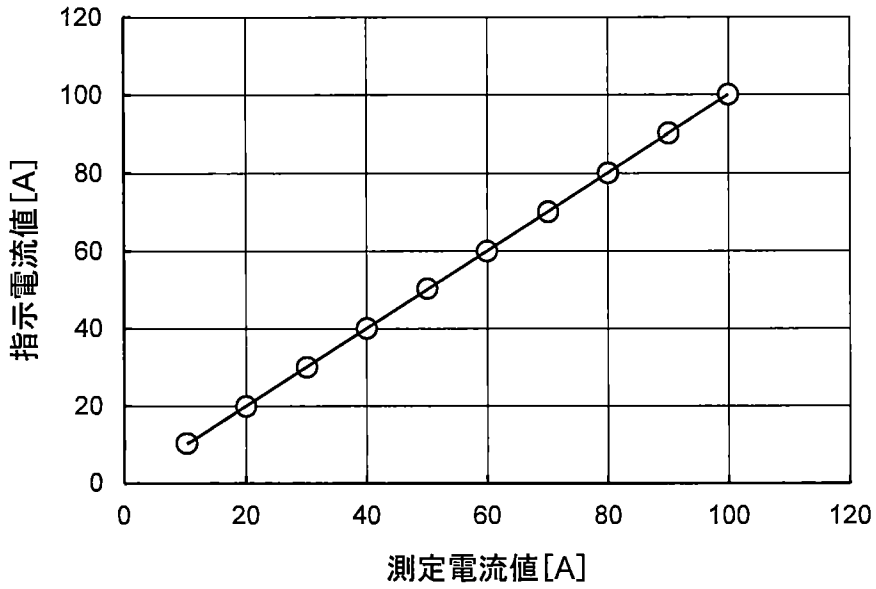
[図3]


0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
Ra(μm)
OP=20%
OP=100%
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
Protection current density (ASD)

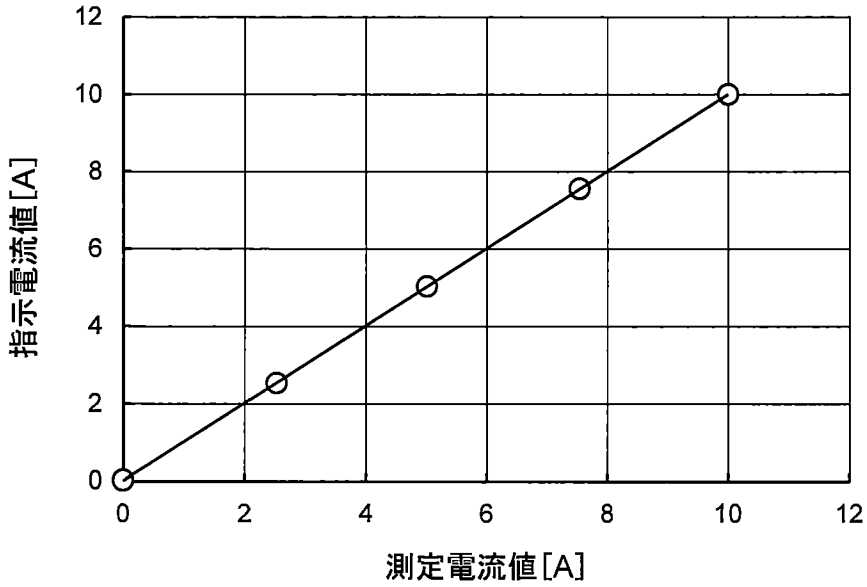
[図4]


0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
Protection current density (ASD)
0
20
40
60
80
100
120
PR opening ratio (%)

[図5A]



[図5B]



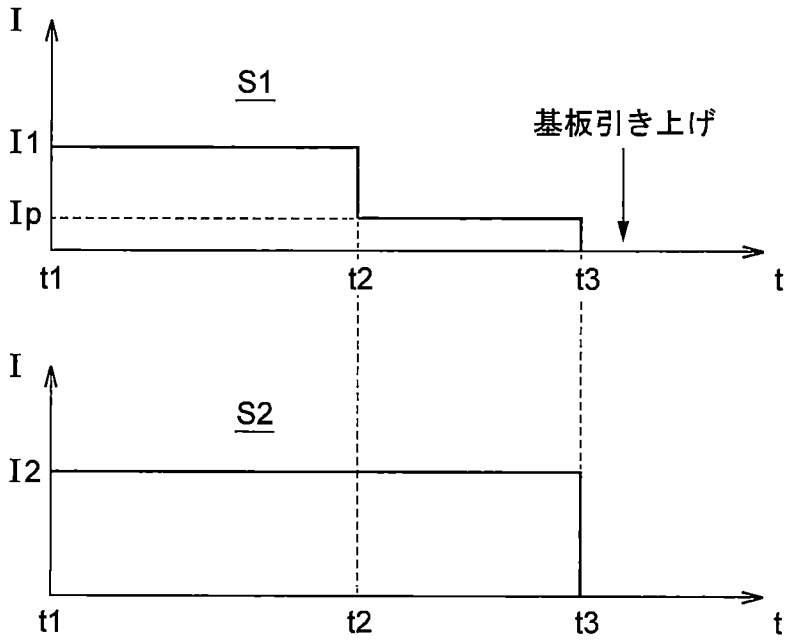
[図6]

	電流範囲	係数a	係数b
成膜電流	10～100A	0.9998	-0.0345
保護電流	0～10A	0.9971	-0.0105

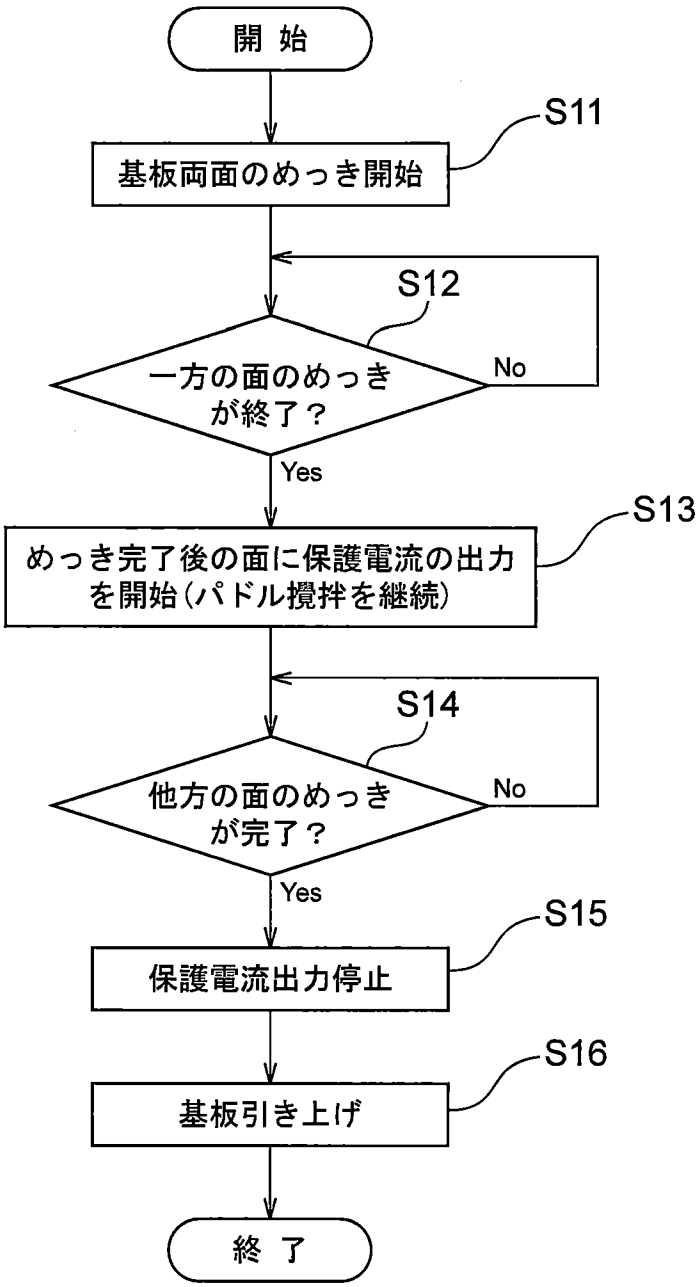
[図7]

電源装置	使用範囲	係数a	係数b
電源装置71	成膜電流	a11	b11
	保護電流	a12	b12
電源装置72	成膜電流	a21	b21
	保護電流	a22	b22
電源装置73	成膜電流	a31	b31
	保護電流	a32	b32
電源装置74	成膜電流	a41	b41
	保護電流	a42	b42

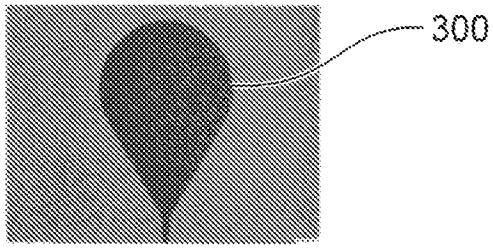
[図8]



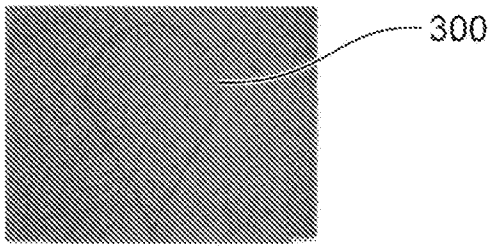
[図9]


開 始
S11
基板両面のめっき開始
S12
一方の面のめっき
が終了？
No
Yes
S13
めっき完了後の面に保護電流の出力
を開始（パドル攪拌を継続）
S14
他方の面のめっき
が完了？
No
Yes
S15
保護電流出力停止
S16
基板引き上げ
終 了

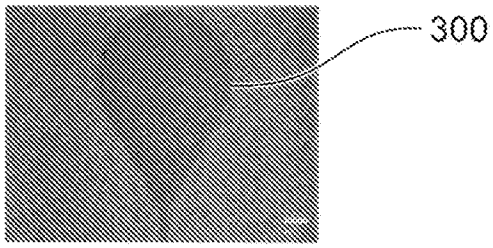
[図10A]



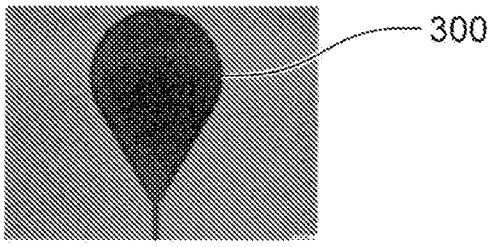
[図10B]



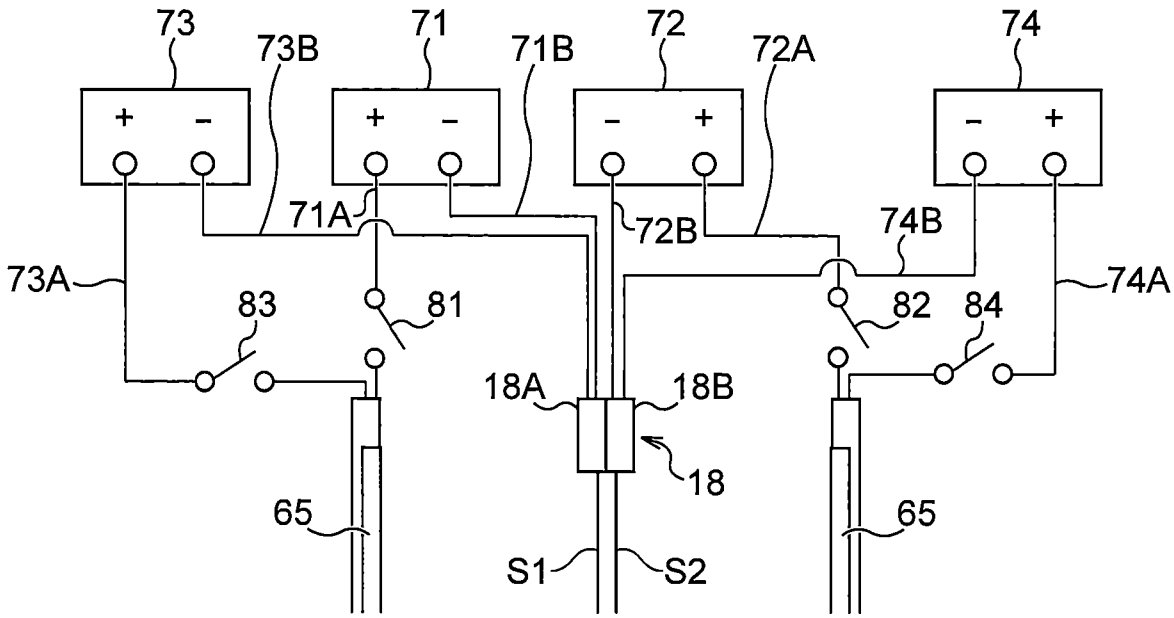
[図10C]



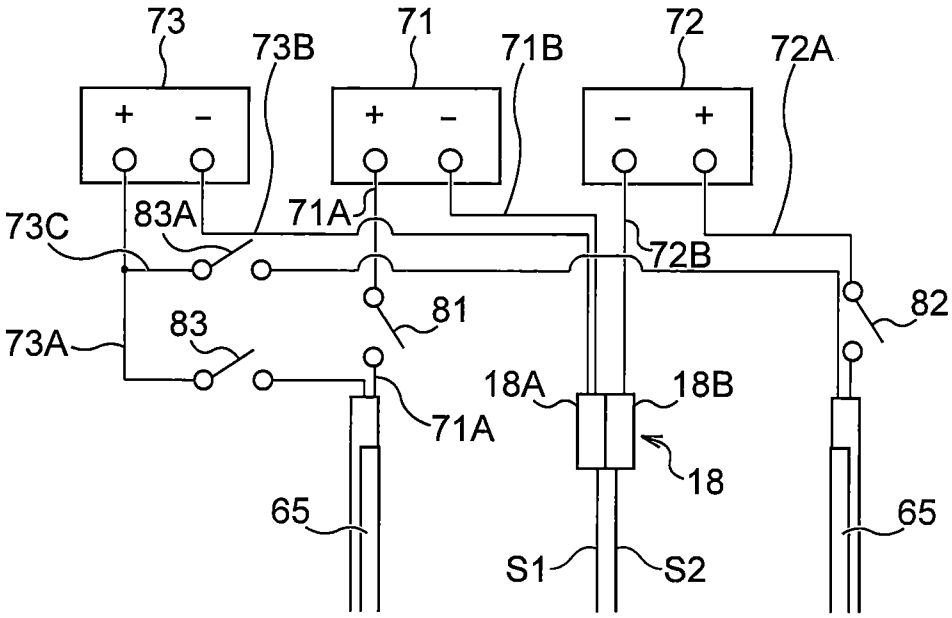
[図10D]



[図11]


73
73B
71
71B
72
72A
74
+
−
71A
72B
74B
73A
83
81
82
84
74A
18A
18B
18
65
S1
S2

[図12]


73
73B
71
71B
72
72A
+
−
73C
83A
71A
72B
81
82
73A
83
18A
18B
18
65
S1
S2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/020492

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. C25D7/12(2006.01)i, C25D21/12(2006.01)i, H01L21/288(2006.01)i
FI: C25D21/12 A, C25D7/12, H01L21/288 E

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. C25D7/12, C25D21/12, H01L21/288

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 57-207192 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 18 December 1982, entire text	1-14
A	JP 64-075697 A (NIPPON STEEL CORP.) 22 March 1989, entire text	1-14
A	JP 2005-097721 A (YAMAHA CORP.) 14 April 2005, entire text	1-14
A	JP 2011-089157 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 06 May 2011, entire text	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15.07.2020	28.07.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/020492

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 57-207192 A	18.12.1982	(Family: none)	
JP 64-075697 A	22.03.1989	(Family: none)	
JP 2005-097721 A	14.04.2005	(Family: none)	
JP 2011-089157 A	06.05.2011	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/020492

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C25D 7/12(2006.01)i; C25D 21/12(2006.01)i; H01L 21/288(2006.01)i
FI: C25D21/12 A; C25D7/12; H01L21/288 E

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

C25D7/12; C25D21/12; H01L21/288

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 57-207192 A (川崎製鉄株式会社) 18.12.1982 (1982-12-18) 全文	1-14
A	JP 64-075697 A (新日本製鐵株式会社) 22.03.1989 (1989-03-22) 全文	1-14
A	JP 2005-097721 A (ヤマハ株式会社) 14.04.2005 (2005-04-14) 全文	1-14
A	JP 2011-089157 A (大日本印刷株式会社) 06.05.2011 (2011-05-06) 全文	1-14

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
15.07.2020	28.07.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
菅原　愛 4E 5372
電話番号 03-3581-1101 内線 3425

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/020492

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 57-207192 A	18.12.1982	（ファミリーなし）	
JP 64-075697 A	22.03.1989	（ファミリーなし）	
JP 2005-097721 A	14.04.2005	（ファミリーなし）	
JP 2011-089157 A	06.05.2011	（ファミリーなし）	