(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
2023年12月28日(28.12.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/248286 A1

(51) 国際特許分類:
C25D 21/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/024506

(22) 国際出願日： 2022年6月20日(20.06.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(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: 富田 正輝 (**TOMITA, Masaki**); 〒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).

増田 泰之 (**MASUDA, Yasuyuki**); 〒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).

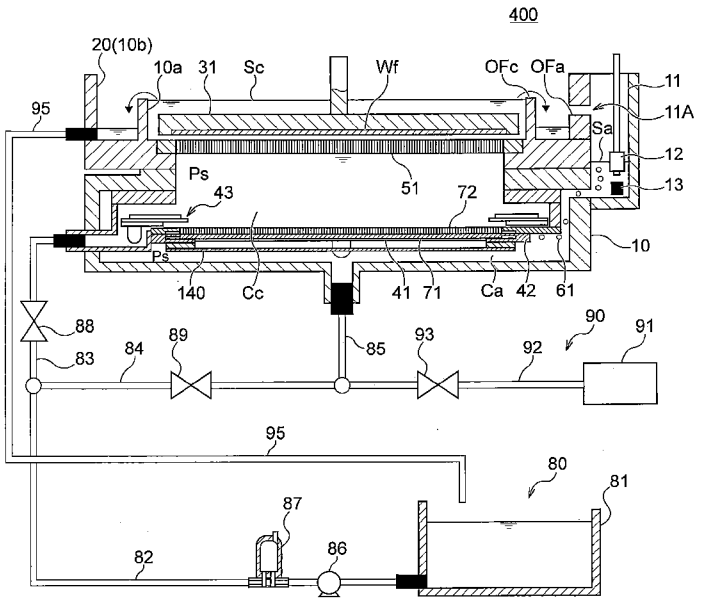
(74) 代理人: 宮前 徹, 外 (**MIYAMAE, Toru** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 新大手町ビル２０６区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).

(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** ANODE CHAMBER LIQUID MANAGEMENT METHOD, AND PLATING APPARATUS

(54) 発明の名称： アノード室の液管理方法、及びめっき装置

[図3]



(57) **Abstract:** An anode chamber liquid management method comprising: a step for preparing a plating tank in which an anode and a diaphragm in contact with or attached firmly to the upper surface of the anode are arranged, and which is provided with a cathode chamber and an anode chamber partitioned above and below by the diaphragm, and an exhaust passage that is connected to the anode chamber and that is for discharging air bubbles from the anode chamber to the outside of the plating tank; a step for holding a plating liquid in the anode chamber and the cathode chamber such that the

WO 2023/248286 A1

[続葉有]

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, SC, 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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

liquid level that is of the plating liquid in the exhaust passage and that is equal to the liquid level of the plating liquid in the anode chamber becomes lower than the liquid level of the plating liquid in the cathode chamber; a step for determining whether the height of the liquid level of the plating liquid in the exhaust passage is lower than a prescribed height, on the basis of an output of a liquid level sensor disposed in the exhaust passage; and a step for feeding pure water or an electrolytic solution to the anode chamber when the height of the liquid level of the plating liquid in the exhaust passage is determined as being lower than the prescribed height.

(57) 要約:アノードと、前記アノードの上面に接触又は密着する隔膜とが配置され、前記隔膜によって仕切られた上方のカソード室及び下方のアノード室と、前記アノード室に連通し前記アノード室から前記めっき槽の外部に気泡を排出するための排気通路と、を備えるめっき槽を準備するステップと、 前記アノード室のめっき液の液面である前記排気通路内のめっき液の液面が、前記カソード室のめっき液の液面よりも低くなるように、前記アノード室及び前記カソード室にめっき液を保持するステップと、 前記排気通路内に配置された液面センサの出力に基づいて、前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であるか判別するステップと、 前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であると判別したとき、前記アノード室に純水又は電解液を供給するステップと、を含むアノード室の液管理方法。

明　細　書

発明の名称 ： アノード室の液管理方法、及びめっき装置

技術分野

[0001]　本発明は、アノード室の液管理方法、特にめっき装置のアノード室の液管理方法、及びめっき装置に関する。

背景技術

[0002]　半導体ウェハ等の基板にめっき処理を施すことが可能なめっき装置として、米国特許出願公開第２０２０－００１７９８９号明細書（特許文献１）に記載されたようなめっき装置が知られている。このめっき装置は、めっき液を貯留するとともにアノードが配置されためっき槽と、アノードと対向して配置されるようにカソードとしての基板を保持する基板ホルダと、前記アノードと前記基板ホルダとの間に配置されめっき槽内部をアノード室とカソード室とに仕切る隔膜とを備え、基板の表面に沿ってめっき液を流動させるものである。隔膜は、めっき槽内に固定されたフレームの下側に配置されるが、カソード室の圧力がアノード室の圧力より高くなると、隔膜がフレームから離れて下方に伸び、フレームと隔膜の間に気泡をトラップするポケットを形成することがある。このような現象を防止するために、米国特許出願公開第２０２０－００１７９８９号明細書（特許文献１）の装置では、アノード室の圧力がカソード室の圧力より高くなるようにアノード室へのめっき液の供給を調整し、隔膜が下方に伸びることを防止している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第２０２０－００１７９８９号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　出願人により提出された［国際特許出願第ＰＣＴ／ＪＰ２０２２／０１６８０９号］に記載のめっきモジュールのように、隔膜（メンブレン）とアノ

ードを密着させる構造において、カソード室とアノード室の圧力差で隔膜とアノードの密着を保証するためには、常にアノード室のめっき液（アノード液）の液面をカソード室のめっき液（カソード液）の液面より低く制御する必要がある。また、アノード液の枯渇を防止する必要がある。

[0005] 本発明は、上記のことを鑑みてなされたものであり、めっき装置において、アノード液の液面をカソード液の液面より低く制御すると共に、アノード液の減少又は枯渇を防止することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面によれば、アノードと、前記アノードの上面に接触又は密着する隔膜とが配置され、前記隔膜によって仕切られた上方のカソード室及び下方のアノード室と、前記アノード室に連通し前記アノード室から前記めっき槽の外部に気泡を排出するための排気通路と、を備えるめっき槽を準備するステップと、 前記アノード室のめっき液の液面である前記排気通路内のめっき液の液面が、前記カソード室のめっき液の液面よりも低くなるように、前記アノード室及び前記カソード室にめっき液を保持するステップと、

前記排気通路内に配置された液面センサの出力に基づいて、前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であるか判別するステップと、

前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であると判別したとき、前記アノード室に純水又は電解液を供給するステップと、を含むアノード室の液管理方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]一実施形態に係るめっき装置の全体構成を示す斜視図である。

[図2]一実施形態に係るめっき装置の全体構成を示す平面図である。

[図3]一実施形態に係るめっきモジュールの構成を説明するための断面図である。

[図4]めっきモジュールの一部を拡大した断面図である。

[図5]アノード近傍の拡大断面図である。

[図6]アノード４１への隔膜７１の固定構造の例を示す断面図である。

[図7]アノード４１への隔膜７１の固定構造の例を示す断面図である。

[図8]アノード室液管理制御のフローチャートである。

[図9]実験用のめっきモジュール（隔膜無）の写真である。

[図10]実験用のめっきモジュール（隔膜有）の写真である。

[図11]めっき中のアノード電圧の測定結果である。

[図12A]めっき前のめっきモジュール（隔膜無）の写真である。

[図12B]めっき中のめっきモジュール（隔膜無）の写真である。

[図13A]めっき前のめっきモジュール（隔膜有）の写真である。

[図13B]めっき中のめっきモジュール（隔膜有）の写真である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の実施形態に係るめっき装置１０００について、図面を参照しつつ説明する。なお、図面は、物の特徴の理解を容易にするために模式的に図示されており、各構成要素の寸法比率等は実際のものと同じであるとは限らない。また、いくつかの図面には、参考用として、Ｘ－Ｙ－Ｚの直交座標が図示されている。この直交座標のうち、Ｚ方向は上方に相当し、－Ｚ方向は下方（重力が作用する方向）に相当する。

[0009] （第１実施形態）

図１は、本実施形態のめっき装置１０００の全体構成を示す斜視図である。図２は、本実施形態のめっき装置１０００の全体構成を示す平面図である。図１及び図２に示すように、めっき装置１０００は、ロードポート１００、搬送ロボット１１０、アライナ１２０、プリウェットモジュール２００、プリソークモジュール３００、めっきモジュール４００、洗浄モジュール５００、スピンリンスドライヤ６００、搬送装置７００、及び、制御モジュール８００を備える。

[0010] ロードポート１００は、めっき装置１０００に図示していないＦＯＵＰなどのカセットに収容されたウェハ（基板）を搬入したり、めっき装置１０００からカセットに基板を搬出するためのモジュールである。本実施形態では４台のロードポート１００が水平方向に並べて配置されているが、ロードポ

ート１００の数及び配置は任意である。搬送ロボット１１０は、基板を搬送するためのロボットであり、ロードポート１００、アライナ１２０、プリウェットモジュール２００及びスピンリンスドライヤ６００の間で基板を受け渡すように構成される。搬送ロボット１１０及び搬送装置７００は、搬送ロボット１１０と搬送装置７００との間で基板を受け渡す際には、仮置き台（図示せず）を介して基板の受け渡しを行うことができる。

[0011] アライナ１２０は、基板の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ためのモジュールである。本実施形態では２台のアライナ１２０が水平方向に並べて配置されているが、アライナ１２０の数及び配置は任意である。プリウェットモジュール２００は、めっき処理前の基板の被めっき面を純水または脱気水などの処理液で濡らすことで、基板表面に形成されたパターン内部の空気を処理液に置換する。プリウェットモジュール２００は、めっき時にパターン内部の処理液をめっき液に置換することでパターン内部にめっき液を供給しやすくするプリウェット処理を施すように構成される。本実施形態では２台のプリウェットモジュール２００が上下方向に並べて配置されているが、プリウェットモジュール２００の数及び配置は任意である。

[0012] プリソークモジュール３００は、例えばめっき処理前の基板の被めっき面に形成したシード層表面等に存在する電気抵抗の大きい酸化膜を硫酸や塩酸等の処理液でエッチング除去してめっき下地表面を洗浄または活性化するプリソーク処理を施すように構成される。本実施形態では２台のプリソークモジュール３００が上下方向に並べて配置されているが、プリソークモジュール３００の数及び配置は任意である。めっきモジュール４００は、基板にめっき処理を施す。本実施形態では、上下方向に３台かつ水平方向に４台並べて配置された１２台のめっきモジュール４００のセットが２つあり、合計２４台のめっきモジュール４００が設けられているが、めっきモジュール４００の数及び配置は任意である。

[0013] 洗浄モジュール５００は、めっき処理後の基板に残るめっき液等を除去す

るために基板に洗浄処理を施すように構成される。本実施形態では２台の洗浄モジュール５００が上下方向に並べて配置されているが、洗浄モジュール５００の数及び配置は任意である。スピンリンスドライヤ６００は、洗浄処理後の基板を高速回転させて乾燥させるためのモジュールである。本実施形態では２台のスピンリンスドライヤ６００が上下方向に並べて配置されているが、スピンリンスドライヤ６００の数及び配置は任意である。搬送装置７００は、めっき装置１０００内の複数のモジュール間で基板を搬送するための装置である。制御モジュール８００は、めっき装置１０００の複数のモジュールを制御するように構成され、例えばオペレータとの間の入出力インターフェースを備える一般的なコンピュータまたは専用コンピュータから構成することができる。

[0014] めっき装置１０００による一連のめっき処理の一例を説明する。まず、ロードポート１００にカセットに収容された基板が搬入される。続いて、搬送ロボット１１０は、ロードポート１００のカセットから基板を取り出し、アライナ１２０に基板を搬送する。アライナ１２０は、基板の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。搬送ロボット１１０は、アライナ１２０で方向を合わせた基板をプリウェットモジュール２００へ受け渡す。

[0015] プリウェットモジュール２００は、基板にプリウェット処理を施す。搬送装置７００は、プリウェット処理が施された基板をプリソークモジュール３００へ搬送する。プリソークモジュール３００は、基板にプリソーク処理を施す。搬送装置７００は、プリソーク処理が施された基板をめっきモジュール４００へ搬送する。めっきモジュール４００は、基板にめっき処理を施す。

[0016] 搬送装置７００は、めっき処理が施された基板を洗浄モジュール５００へ搬送する。洗浄モジュール５００は、基板に洗浄処理を施す。搬送装置７００は、洗浄処理が施された基板をスピンリンスドライヤ６００へ搬送する。スピンリンスドライヤ６００は、基板に乾燥処理を施す。搬送ロボット１１

０は、スピンリンスドライヤ６００から基板を受け取り、乾燥処理を施した基板をロードポート１００のカセットへ搬送する。最後に、ロードポート１００から基板を収容したカセットが搬出される。

[0017] なお、図１や図２で説明しためっき装置１０００の構成は、一例に過ぎず、めっき装置１０００の構成は、図１や図２の構成に限定されるものではない。

[0018] 制御モジュール８００は、例えば、ＣＰＵと、揮発性のメモリ及び／又は不揮発性のメモリを有する。メモリは、記憶媒体又は記録媒体とも称する。メモリは、各種プログラム、各種パラメータ等を記憶する。ＣＰＵは、各種プログラム、各種パラメータ等を読み出し、各種プログラムを実行する。

[0019] ［めっきモジュール］

続いて、めっきモジュール４００について説明する。なお、本実施形態に係るめっき装置１０００が有する複数のめっきモジュール４００は同様の構成を有しているので、１つのめっきモジュール４００について説明する。

[0020] 図３は、一実施形態に係るめっきモジュールの構成を説明するための断面図である。図４は、めっきモジュールの一部を拡大した断面図である。

[0021] 本実施形態に係るめっき装置１０００は、基板の被めっき面を下向きにしてめっき液に接触させる、いわゆるフェースダウン式又はカップ式と称されるタイプのめっき装置である。本実施形態に係るめっき装置１０００のめっきモジュール４００は、主として、めっき槽１０と、めっき槽１０内に配置されるアノード４１と、アノード４１と対向して配置されるように、カソードとしての基板Ｗｆを保持する基板ホルダ３１と、を備えている。めっきモジュール４００は、基板ホルダ３１を回転、傾斜及び／又は昇降させる回転機構、傾斜機構及び／又は昇降機構（図示略）を備えることができる。また、めっき槽１０は、カソード室Ｃｃ及びアノード室Ｃａを含む内槽１０ａと、オーバーフロー槽（オーバーフロー室）２０としての外槽１０ｂと、を備えることができる。

[0022] めっき槽１０は、上方に開口を有する有底の容器によって構成されている

。めっき槽１０（内槽１０ａ）は、底壁と、この底壁の外周縁から上方に延在する側壁とを有しており、この側壁の上部が開口している。めっき槽１０（内槽１０ａ）は、めっき液Ｐｓを貯留する円筒形状の内部空間を有する。めっき液としては、めっき皮膜を構成する金属元素のイオンを含む溶液であればよく、その具体例は特に限定されるものではない。本実施形態においては、めっき処理の一例として、銅めっき処理を用いており、めっき液の一例として、硫酸銅溶液を用いている。また、本実施形態において、めっき液には所定の添加剤が含まれている。但し、この構成に限定されるものではなく、めっき液は添加剤を含んでいない構成とすることもできる。めっき槽１０（内槽１０ａ）は、隔膜７１によって、上方のカソード室Ｃｃと、下方のアノード室Ｃａとに仕切られている。本実施形態では、アノード室Ｃａのめっき液（アノード液）Ｐｓと、カソード室Ｃｃのめっき液（カソード液）Ｐｓとは、同一の供給源から供給され、同一の組成を有する。但し、めっき液中の水分の蒸発等に起因するアノード室Ｃａ及びカソード室Ｃｃのめっき液Ｐｓの経時変化に基づく差異は生じ得るとする。また、めっき槽１０には、アノード室Ｃａに連通して大気に開放される排気通路１１が設けられている。排気通路１１は、アノード室Ｃａ内のアノード液中の気泡６１を排出する。本実施形態では、排気通路１１の少なくとも一部は、オーバフロー槽２０（外槽１０ｂ）の外側で上下方向に延びて排気通路出口で大気に開口している。

[0023] オーバーフロー槽２０は、めっき槽１０の内槽１０ａの外側に配置された、有底の容器を構成している。オーバーフロー槽２０は、オーバーフロー面ＯＦｃ（この例では、めっき槽１０の内槽１０ａの上端）を超えためっき液を一時的に貯留する。一例では、オーバーフロー槽２０のめっき液は、オーバーフロー槽２０用の排出口から排出されて、流路９５を通ってリザーバタンク８１に送られ、リザーバータンク８１に一時的に貯留された後に、再び、めっき槽１０のカソード室Ｃｃに戻される。

[0024] アノード４１は、めっき槽１０の内部の下部に配置されている。アノード

４１の具体的な種類は特に限定されるものではなく、溶解アノードや不溶解アノードを用いることができる。本実施形態においては、アノード４１として不溶解アノードを用いている。この不溶解アノードの具体的な種類は特に限定されるものではなく、白金、チタン、酸化イリジウム等（例えば、ＩｒＯ２／Ｔｉ、Ｐｔ／Ｔｉ）を用いることができる。アノード４１の表面には、めっき液中の添加剤の分解を抑制する等の目的で、さらにトップコート層を有していてもよい。

[0025] 本実施形態では、アノード４１の上面側（基板Ｗｆ側）にアノードマスク４３が設けられている。アノードマスク４３は、アノード４１を露出する開口部を有し、開口部によってアノード４１が露出する範囲を調節することにより、アノード４１から基板Ｗｆに向かう電場を調節する電場調節部材である。アノードマスク４３は、所定の開口寸法を有するアノードマスクでも、開口寸法を変更可能な可変アノードマスクでもよい。アノードマスク４３は、例えば、複数のブレードを備え、カメラの絞りと同様の機構により開口部の開口寸法を調整するものでもよい。アノードマスク４３は、省略される場合もある。

[0026] めっき槽１０の内部において隔膜７１よりも上方には、多孔質の抵抗体５１が配置されている。具体的には、抵抗体５１は、複数の孔（細孔）を有する多孔質の板部材によって構成されている。抵抗体５１よりも下方側のめっき液は、抵抗体５１を通過して、抵抗体５１よりも上方側に流動することができる。この抵抗体５１は、アノード４１と基板Ｗｆとの間に形成される電場の均一化を図るために設けられている部材である。このような抵抗体５１がめっき槽１０に配置されることで、基板Ｗｆに形成されるめっき皮膜（めっき層）の膜厚の均一化を容易に図ることができる。なお、抵抗体５１は本実施形態において必須の構成ではなく、本実施形態は抵抗体５１を備えていない構成とすることもできる。

[0027] めっき槽１０の内部において基板Ｗｆの近傍（本実施形態では、抵抗体５１と基板Ｗｆとの間）にパドル（図示略）を配置してもよい。パドルは、基

板Ｗｆの被めっき面に対して概ね平行方向に往復運動して、基板Ｗｆ表面に強いめっき液の流れを発生させる。これにより、基板Ｗｆの表面近傍のめっき液中のイオンを均一化し、基板Ｗｆ表面に形成されるめっき膜の面内均一性を向上させることができる。

[0028] ［アノード及び隔膜の構成］

本実施形態において、アノード４１は、図５から図７に示すように、多数の貫通孔４１Ａを有する板状部材である。アノード４１は、ラス（金網）構造、その他、複数の貫通孔が設けられた板状部材とすることができる。アノード４１の厚さは、特に限定されないが、アノード４１自体の強度、及びアノード４１表面で発生した酸素が貫通孔内からアノード４１の裏面へ排出されやすい観点から、０．５ｍｍ～３ｍｍ程度であることが好ましい。貫通孔の形状やサイズも特に限定されないが、加工の容易性や、めっき時の電圧の安定性の観点から、開口のサイズ（円形の場合は直径、四角形の場合は１辺の長さ）は、１ｍｍ～５ｍｍ程度であることが好ましい。アノード４１は、アノード押さえとも称されるアノードホルダ４２によってめっき槽１０内で支持されている。

[0029] 図３及び図４に示すように、アノード４１の前面（カソード／基板側の面、この例では上面）には、めっき液が浸透・湿潤可能なイオン透過性を有する隔膜７１（Nafion（登録商標）、多孔質膜等）が接合又は密着されている。本実施形態では、この隔膜７１によって、めっき槽１０の内槽１０ａの内部がアノード室Ｃａとカソード室Ｃｃとに分離される。隔膜７１は、めっき液中の陽イオン（例えば、水素イオンＨ＋）を透過させる一方、めっき液中の気泡（例えば、酸素ガス）及び添加剤を透過させない膜である。不溶解アノードを使用する場合、アノード表面でめっき液中に水素イオンＨ＋が発生する。隔膜７１は、例えば、中性膜、イオン交換膜、又はそれらの組み合わせとすることができる。隔膜７１は、複数の膜又は層を重ねたものでもよい。隔膜７１の構成は、一例であり、他の構成をとることができる。

[0030] 図５は、アノード４１近傍の拡大断面図である。アノード４１は多数の貫

通孔４１Ａを有するため、アノード４１の表面は、電極反応中においても貫通孔４１Ａより供給されるめっき液で常に湿潤した状態に保たれる。隔膜７１は、めっき液が浸透・湿潤可能なイオン透過性を有する膜であるので、同図に示すように、アノード４１は、基板側の面（隔膜７１が密着した箇所又はその近傍）において、めっき液と反応し、陽イオン（例えば水素イオンＨ＋）が隔膜７１を通してカソード室Ｃｃ、つまり基板側に伝達される。従って、アノード４１の基板側の面（隔膜７１が密着した箇所又はその近傍）から隔膜７１の内部を通って基板Ｗｆに至るイオン伝導パス（電流パス）が形成される。一方、アノード４１の表面で発生したガス（例えば、酸素Ｏ２）の気泡６１は、同図に示すように、隔膜７１を通過することができず、アノード４１の多数の貫通孔４１Ａを通じてアノード４１の裏面（前面と反対側の面）側へ移動する。アノード４１の裏面側に移動した気泡６１は、隔膜７１の外側に設けられた排気通路１１（図３、図４）を通じて、めっき槽１０外部へ排出される。

[0031] この構成では、隔膜７１がアノード４１の基板側の面に密着しているので、アノード４１の表面で発生した気泡６１が基板Ｗｆ側へ拡散するのを抑制することができる。これにより、気泡６１が基板側に拡散し、抵抗体５１、基板Ｗｆ等に気泡６１が付着することを抑制することができる。また、隔膜７１がアノード４１に密着しているので、隔膜７１とアノード４１との間に気泡６１が蓄積することが防止される。特に、隔膜７１がアノード４１から離間している場合のように、隔膜７１の裏面に気泡６１が蓄積する問題を回避することができる。なお、気泡６１の排出経路となるアノード４１の裏面側は、アノード４１と基板Ｗｆ間の主要なイオン伝導パスではないため、ここに気泡６１が存在しても、気泡６１がアノード－基板間のイオン伝導抵抗成分とはならず、アノード－基板間のイオン伝導（めっき電流）への影響は殆どない。この構成では、アノード４１の基板側の面（隔膜７１が密着した箇所又はその近傍）から隔膜７１を通じて陽イオン（Ｈ＋）を基板Ｗｆ側に伝導させることができるので、気泡６１の影響を回避しつつ、アノード４１

と基板Ｗｆとの間のイオン伝導パスを確実に確保することができる。

[0032] 以上より、この構成によれば、アノードーカソード間のイオン伝導パスが安定して確保されると共に、アノードーカソード間のイオン伝導パス上に気泡６１が蓄積してイオン伝導に悪影響を与えることを回避することができる。この結果、アノードで発生する気泡の影響を抑制して、基板上のめっきを安定して行うことができ、めっき膜厚の均一性を向上し得る。

[0033] 図６及び図７は、アノード４１への隔膜７１の固定構造の例を示す断面図である。これらの図において、アノード４１の裏面の中心部には、アノード４１に給電するための給電用ボス４４が設けられていることが示されている。給電用ボス４４は、アノード４１と一体に形成されてもよく、アノード４１に取り付けられても良い。なお、図３及び図４は、押さえ板７２（図６）を採用した例に対応する。

[0034] 図６の例では、隔膜７１は、多数の貫通孔７２Ａを有する押さえ板７２によってアノード４１の基板側の面に押し付けられ、アノード４１の上面に密着した状態で固定される。押さえ板７２は、アノード４１、隔膜７１を上から押さえるようにアノードホルダ４２に対して、螺子等の締結部材７４で固定されている。この構成では、押さえ板７２とアノード４１とで隔膜７１を挟持して、隔膜７１をアノード４１に密着させる。また、押さえ板７２と隔膜７１のとの間には、これらの間をシールするシール部材７５（例えば、Ｏリング）が設けられている。アノードホルダ４２及び押さえ板７２は、めっき液で腐食されない材質とすることが好ましく、例えば、塩化ビニル等の樹脂、Ｐｔ、Ｔｉ等の金属で構成することができる。

[0035] 図７の例では、隔膜７１は、アノード４１の基板側の面に接合されて固定されている。隔膜７１をアノード４１に接合する接合層７５は、イオン透過性を有することが好ましい。例えば、イオン交換基を有する樹脂や、樹脂及びフィラーを含む多孔質接合層とすることができ、一例ではスルホン酸基を有する、パーフルオロカーボン材料とすることができる。また、隔膜７１の外周部は、押さえリング７３によってアノードホルダ４２に対して押し付け

られて固定されている。また、押さえリング７３と隔膜７１との間には、これらの間をシールするシール部材７５（例えば、Ｏリング）が設けられている。アノードホルダ４２及び押さえリング７３は、めっき液で腐食されない材質とすることが好ましく、例えば、塩化ビニル等の樹脂、Ｐｔ、Ｔｉ等の金属で構成することができる。

[0036] 図３及び図４に示すように、アノード室Ｃａにおいてアノード４１の下方には、アノード４１の下面と対向するように気泡調節プレート（裏面プレート）１４０が設けられている。気泡調節プレート１４０とアノード４１との間には、スペーサ等によってギャップが設けられている。但し、気泡調節プレート１４０とアノード４１との間の空間と、その外側のアノード室内の空間とは、１又は複数の箇所で連通するように構成さえている。気泡調節プレート１４０は、アノード４１の下面上に蓄積される気泡（図５参照）の厚みをアノード４１と気泡調節プレート１４０との間の距離以内に制限して、アノード４１の下面上の気泡の蓄積量を少なくし、めっき中において、アノード４１の下面上の気泡の離脱に伴う気泡蓄積量の変化を抑制する。これにより、アノード４１の下面近傍のめっき液の圧力変化を抑制し、アノード４１における電極電位の変動を抑制できる。めっき中のアノードの電極電位の変動を抑制して、めっき膜厚の均一性の劣化を抑制することができる。

[0037] なお、気泡調節プレート１４０の代わりに、アノード４１の周囲を囲みアノード下面から所定高さで下方に突出する気泡バッファ用リング（図示略）を配置してもよい。この場合、気泡バッファ用リングの端面の高さまでアノード下面に気泡を常に蓄積させ、アノード下面全体に常に気泡が存在するようにすることで、めっき中におけるアノード下面上の気泡の排出に伴う気泡蓄積量の変化を抑制することができる。なお、気泡調節プレート１４０及び気泡バッファ用リングを備えない構成とすることもできる。

[0038] ［アノード室液面管理の構成］

アノード室Ｃａに連通する排気通路１１には、図３及び図４に示すように、アノード室Ｃａのめっき液（アノード液）が入り込むようになっており、

排気通路１１内のめっき液の液面Ｓａが、アノード室Ｃａのめっき液の液面となる。アノード４１の裏面側に移動した気泡６１は、排気通路１１からめっき槽１０の外部に排出される。この構成では、排気通路１１を介して、アノード４１で発生した気泡６１を自然に排出することが可能であり、アノード室Ｃａのめっき液を循環させて気泡を排出する必要がない。

[0039] 排気通路１１には、オーバーフロー槽２０に連通するオーバーフロー通路１１Ａが設けられており、このオーバーフロー通路１１Ａの下面が、アノード室Ｃａのオーバーフロー面ＯＦａを構成する。オーバーフロー通路１１Ａ（オーバーフロー面ＯＦａ）の高さは、カソード室Ｃｃのオーバーフロー面ＯＦｃより低くなるように、オーバーフロー通路１１Ａが設けられている。

[0040] 排気通路１１（アノード室Ｃａ）のめっき液面Ｓａは、オーバーフロー通路１１Ａ（オーバーフロー面ＯＦａ）より下方になるように、言い換えれば、排気通路１１（アノード室Ｃａ）内のめっき液がオーバーフロー槽２０にオーバーフローしないように設定されている。つまり、アノード室Ｃａで発生した気泡の体積が増加して液面Ｓａが上昇しても、カソード室Ｃｃ側、即ちオーバーフロー槽２０にオーバーフローしないように設定されている。これにより、添加剤が消費されたアノード室Ｃａのめっき液が、オーバーフロー槽２０を介してカソード室Ｃｃに混入して、カソード室Ｃｃのめっき液が劣化することを防止できる。

[0041] なお、隔膜７１の破損等によりカソード室Ｃｃのめっき液がアノード室Ｃａに漏れて、排気通路１１内のめっき液面が上昇するような緊急時には、排気通路１１内のめっき液はオーバーフロー通路１１Ａを介してオーバーフロー槽２０にオーバーフローする。この場合も、アノード室Ｃａのめっき液のオーバーフロー面ＯＦａは、カソード室Ｃｃのめっき液のオーバーフロー面ＯＦｃより低く設定されているため、カソード室Ｃｃの圧力をアノード室Ｃａの圧力より高く保つことができ、この圧力差によって隔膜７１をアノード４１に押し付けて密着させることができる。

[0042] 排気通路１１内のめっき液中には、液面センサ１２が配置されている。液

面センサ１２は、排気通路１１内のめっき液の液面Ｓａが所定の高さ以上か否か（所定の高さ未満か否か）を検出する。液面センサ１２は、電極式、フロート式（フロートスイッチ等）、静電容量式、超音波式、振動式、その他任意の液面センサを採用することができる。液面センサ１２は、例えば、めっき液の液面Ｓａが所定の高さ以上である場合にＯＮ信号を出力し、めっき液の液面Ｓａが所定の高さ未満の場合にＯＦＦ信号を出力するものとすることができる。液面センサ１２は、例えば、液面までの距離を計測するものとすることができる。液面センサ１２は有線又は無線により制御モジュール８００に接続されており、制御モジュール８００は液面センサ１２の出力を受け取る。

[0043] また、排気通路１１内のめっき液中には、濃度センサ（電気伝導率センサ）１３が配置されている。電気伝導率及び電気伝導率センサを導電率及び導電率センサと称する場合もある。濃度センサ（電気伝導率センサ）１３は、アノード室Ｃａ内に配置されてもよい。濃度センサ（電気伝導率センサ）１３は、有線又は無線により制御モジュール８００に接続されている。濃度センサ（電気伝導率センサ）１３は、濃度センサ又は電気伝導率センサの何れか一方が設けられることを示す。但し、濃度センサ及び電気伝導率センサの両方が設けられてもよい。濃度センサ及び電気伝導率センサ１３の両方が、省略されてもよい。

[0044] 図３に示すように、カソード室Ｃｃ及びアノード室Ｃａは、リザーバ８１からめっき液の供給を受ける。カソード室Ｃｃは、流路８３、８２を介してリザーバ８１に接続されている。アノード室Ｃａは、流路８５、８４、８２を介してリザーバ８１に接続されている。流路８２には、ポンプ８６、フィルタ８７が配置されている。流路８３にはバルブ８８が配置され、流路８４にはバルブ８９が配置されている。バルブ８８を開くと、リザーバ８１からカソード室Ｃｃにめっき液が供給される。バルブ８９を開くと、リザーバ８１からアノード室８５にめっき液が供給される。カソード室Ｃｃのオーバフロー面ＯＦｃを超えてオーバーフローしためっき液は、オーバーフロー槽２

０に回収され、流路９５を介してリザーバ８８に戻される。リザーバ８１、流路８２、８３、オーバーフロー槽２０、流路９５は、カソード室Ｃｃの循環経路８０を構成する。めっき中、カソード室Ｃｃのめっき液は、循環経路８０を介して循環される。

[0045] アノード室Ｃａには、排気通路１１内にめっき液が所定の高さまで充填されるように、リザーバ８１からめっき液を充填した後、バルブ８９を閉鎖し、アノード室Ｃａのめっき液の循環は行わない。図３に示すめっきモジュール４００では、カソード室に供給するめっき液と同じめっき液をアノード室に供給し、カソード室及びアノード室からオーバフローしたためっき液は、共通のオーバフロー槽２０に入り、共通のリザーバ８１に戻された後に、再びカソード室及びアノード室に供給される構成となっている。そのため、めっき中にめっき液をアノード側で循環すると、アノード室Ｃａで高価な添加剤が分解（消費）され続けることになる。このため、アノード室Ｃａを満たすときのみ、めっき液をアノード室Ｃａに供給し、アノード室Ｃａのめっき液の循環は行わない。

[0046] また、アノード室Ｃａには、流路８５、９２を介して液体供給源９１が接続されており、流路９２にはバルブ９３が配置されている。この例では、液体供給源９１は、純水（例えば、ＤＩＷ）を供給する供給源である。バルブ９３を開くと、液体供給源９１から純水がアノード室Ｃａに供給される。流路８５、９２、液体供給源９１は、液体補給経路９０を構成する。本実施形態では、アノード室Ｃａのめっき液の液面Ｓａが所定の高さＨ０未満になったことが液面センサ１２により検出されると、バルブ９３を開いて液体供給源９１から流路９２、８５を介してアノード室Ｃａに純水を供給する。また、アノード室Ｃａのめっき液の濃度（電気伝導率）が、所定の濃度（電気伝導率）を超えたことが濃度センサ（電気伝導率センサ）１３によって検出されると、制御モジュール８００は、アラームを発報する。ここで、アノード室Ｃａのめっき液の水分が蒸発してめっき液面Ｓａが下がると、蒸発した水分に応じてめっき液の濃度（電気伝導率）が上昇するため、所定の濃度（電

気伝導率）を超えることは、めっき液の液面Ｓａが特定の高さ未満になることに対応する。一例では、所定の濃度（電気伝導率）は、めっき液の液面Ｓａの所定の高さＨ０に対応する値に設定することができる。

[0047] ［アノード室液管理制御のフローチャート］

図８は、アノード室液管理制御のフローチャートを示す。この処理は、制御モジュール８００により実行される。

[0048] ステップＳ１１では、基板Ｗｆのめっき処理を実行する。ステップＳ１２では、めっき処理が終了したか否かを判別し、めっき処理が終了していなければ、ステップＳ１１に戻りめっき処理を継続する。ステップＳ１１においてめっき処理が終了したことが判定されると、ステップＳ１３に移行する。

[0049] ステップＳ１３では、液面センサ１２の出力を確認する。ステップＳ１４では、液面センサの出力に基づいて、アノード室Ｃａのめっき液の液面Ｓａの高さが下限値（所定の高さ）Ｈ０以上であるか否かを判定する。

[0050] ステップＳ１４において、アノード室Ｃａのめっき液の液面Ｓａの高さが下限値Ｈ０未満であること（例えば、センサ出力ＯＦＦ）を、液面センサ１２の出力が示す場合には、ステップＳ１５に移行する。

[0051] ステップＳ１５では、バルブ９３を開いて液体供給源９１からアノード室Ｃａに純水を補給する。純水の補給は、例えば、液面センサ１２の出力に基づいて、アノード室Ｃａのめっき液の液面Ｓａの高さが下限値Ｈ０以上（液面センサ出力ＯＮ）となるまで行う。初期状態でアノード室Ｃａに供給しためっき液の液面Ｓａの高さと、液面センサ１２がＯＦＦになる時点のめっき液の液面Ｓａの高さの差が分かる場合には、その差に相当する量のめっき液を補給するように純水を供給してもよい。

[0052] ステップＳ１４において、アノード室Ｃａのめっき液の液面Ｓａの高さが下限値Ｈ０以上であること（例えば、液面センサ出力ＯＮ）を液面センサ１２の出力が示す場合には、ステップＳ１６に移行する。

[0053] ステップＳ１６では、濃度センサ（電気伝導率センサ）１３の出力を確認する。ステップＳ１７では、濃度センサ（電気伝導率センサ）１３の出力に

基づいて、アノード室Ｃａのめっき液の濃度（電気伝導率）が、濃度（電気伝導率）の上限値以下か否かを判定する。

[0054] ステップＳ１７において、アノード室のめっき液の濃度（電気伝導率）が、濃度上限値（電気伝導率上限値）を超えていることを、濃度センサ（電気伝導率センサ）１３の出力が示す場合には、ステップＳ１８に移行し、アラームを発報する。ステップＳ１７において濃度（電気伝導率）が正常範囲外となる場合、液面センサ１２が故障しておりステップＳ１４で液面Ｓａの高さが下限値Ｈ０以上と判定されたが、実際には液面Ｓａの高さが下限値Ｈ０未満となっている可能性があるため、ステップＳ１８でアラームを発報する。ユーザは、アラームの発報に応じて液面センサ１２の故障の有無を確認することができる。濃度センサ及び電気伝導率センサの両方がある場合には、濃度センサ又は電気伝導率センサの一方が上限値を超えた場合にアラームを発報するようにしてもよいし、濃度センサ及び電気伝導率センサの両方が上限値を超えた場合にアラームを発報するようにしてもよい。濃度センサ又は電気伝導率センサの一方が設置されている場合には、設置されているセンサの出力が上限値を超えた場合にアラームを発報する。

[0055] ステップＳ１７において、アノード室のめっき液の濃度（電気伝導率）が、濃度上限値（電気伝導率上限値）以下であることを、濃度センサ（電気伝導率センサ）１３の出力が示す場合には、ステップＳ１９において、アノード室液管理制御のフローを終了し、次の基板のめっき処理（ステップＳ１１）に移行する。濃度センサ及び電気伝導率センサの両方がある場合には、濃度センサ及び電気伝導率センサの両方が上限値以下である場合に正常としてもよいし、濃度センサ又は電気伝導率センサの一方が上限値以下である場合に正常としてもよい。濃度センサ又は電気伝導率センサの一方が設置されている場合には、設置されているセンサの出力が上限値以下である場合に正常と判断する。ここで、正常とは、めっき液面が下限値Ｈ０以上であることに対応するものとする。

[0056] ［めっきモジュールの実験例］

上記実施形態の構成を用いてめっき液中に発生する気泡を観察した実験例を以下に説明する。図９は、実験用のめっきモジュール（隔膜無）の写真である。図１０は、実験用めっきモジュール（隔膜有）の写真である。図９では、めっき液を保持するめっき槽１０内に、アノード４１と、アノード４１から所定の間隔で上方に離間したカソード３２（基板Ｗｆに相当）とが配置されている（図１２Ａ、図１２Ｂも参照）。図１０では、めっき液を保持するめっき槽１０内に、アノード４１と、アノード４１の上面に密着した隔膜７１と、隔膜７１を押さえる押さえ板７２と、押さえ板７２から所定の間隔で上方に離間したカソード３２とが配置されている（図１３Ａ、図１３Ｂも参照）。各図において、アノード４１は、電源（図示略）の正極端子に接続され、カソード３２は、電源の負極端子に接続される。カソード３２は、めっき液による浮力により押さえ板７２から離間するが、適宜、スペーサ等の上にカソード３２を配置して押さえ板７２から離間させてもよい。

[0057] 実験に使用した各種パラメータは、以下の通りである。尚、実験ではアノードでの気泡発生の様子を観察するのを容易にする目的で、めっき液の代わりに、金属イオンを含まない電解液を使用した。アノードにおける電極反応は、めっき液を用いた場合と同一である。アノード、カソード、電解液（めっき液）、カソードに対向するアノードとして機能するアノード面積、及び電流密度は、以下の通りである。

アノード：ＩｒＯ２/Ｔｉのラス（金網）

カソード：Ｐｔ／Ｔｉのラス（金網）

隔膜：Yumicron Y-9207TA (micro-porous membrane)（ユアサメンブレインシステム社）

電解液：１００ｇ／Ｌ－Ｈ２ＳＯ４

アノード面積(Anode area):０．２４ｄｍ２（６０ｍｍ×４０ｍｍ）

電流密度：５ＡＳＤ

[0058] 図１１は、めっき中のアノード電圧の測定結果である。この測定結果に示すように、隔膜７１を用いた場合も、通電時のアノード４１の電圧は安定し

ており、隔膜無の場合と同様の電圧の変化を示すことが分かった。この結果から、隔膜７１をアノード４１に密着させても、アノード－カソード間の電圧が正常な変化を示し、正常なめっき処理を行えることが予想される。

[0059] 図１２Ａは、めっき前のめっきモジュール（隔膜無）の写真である。図１２Ｂは、めっき中のめっきモジュール（隔膜無）の写真である。これらの図に示すように、めっきモジュール（隔膜無）では、アノード４１で発生した多量の気泡が、アノード４１の上下両側に蓄積することが観測された。イオン伝導パスとなるアノード４１－カソード３２の間に多量の気泡が蓄積するため、めっき膜厚の均一性に悪影響を与えることが予想される。

[0060] 図１３Ａは、めっき前のめっきモジュール（隔膜有）の写真である。図１３Ｂは、めっき中のめっきモジュール（隔膜有）の写真である。これらの図に示すように、隔膜有のめっきモジュールでは、アノード４１で発生した気泡が、アノード４１の下側に存在するものの、イオン伝導パスとなるアノード４１－カソード３２の間に気泡が蓄積することが抑制されることが観測された。従って、めっき膜厚の均一性を向上し得ることが予想される。

[0061] 上述した実施形態によれば、以下の作用効果のうち１又は複数を奏する。

（１）上記実施形態よれば、アノード室の液面を常にカソード室の液面より低くするため、アノード室の圧力よりも高いカソード室の圧力によって隔膜をアノードに押し付けて密着させることができる。

（２）上記実施形態によれば、アノード室の液面の高さを液面センサで監視し、アノード室の液面の高さが所定の高さ（下限値）未満となったときに、アノード室に純水を補給するため、アノード室のめっき液の枯渇を抑制又は防止することができる。

（３）上記実施形態によれば、アノード室のめっき液を循環することなく、アノードで発生したガスを自然に排出可能となるため、めっき槽の構造及び／又は運用がシンプルとなる。

（４）上記実施形態によれば、アノードと基板との間のイオン伝導パス上に気泡（抵抗成分）が蓄積し、めっき膜厚の均一性に影響を及ぼすことを抑

制できる。また、アノードに密着した隔膜を通じて陽イオンを基板側に伝導させることができるので、気泡の影響を回避しつつ、アノード－基板間のイオン伝導パスを確実に確保することができる。よって、アノードと基板との間のイオン伝導パス上に、アノードからの気泡によるイオン伝導抵抗が生じることを抑制しつつ、基板上のめっきを安定して行うことができ、めっき膜厚の均一性を向上し得る。

（５）上記実施形態によれば、アノードとして不溶解アノードが使用可能となる為、アノードのメンテナンス性向上、ランニングコスト低減が可能となる。

（６）上記実施形態によれば、気泡調節プレート又は気泡バッファ用リングにより、アノード裏面上に蓄積した気泡の離脱によるアノード表面（貫通孔内壁、裏面）近傍での急激な圧力変化を抑制することができる。これにより、アノード表面（貫通孔内壁、裏面）近傍における飽和溶存酸素濃度の変動、ひいてはアノードの電極電圧の変動を抑制し、めっき膜厚の面内均一性の低下を抑制することができる。

[0062] ［変形例］

（１）上記実施形態では、めっき処理後に、液面センサの出力に基づいてアノード室に純水を補給するが、めっき処理前、めっき処理中、及びめっき処理後の少なくとも１つの時期に、液面センサの出力に基づいて純水を補給してもよい。

（２）上記実施形態では、液面センサに加えて濃度センサ及び／又は電気伝導度センサを使用する例を挙げて説明したが、濃度センサ及び電気伝導度センサを省略してもよい。

（３）上記実施形態では、液面センサの出力に基づいてアノード室に純水を補給するが、電解液を補給するようにしてもよい。電解液は、アノード室及び／又はカソード室のめっき液よりも低い濃度の電解液であってよい。アノード室のめっき液の濃度の変化を抑制するには、電解液は、アノード室及び／又はカソード室のめっき液よりも低い濃度の電解液であることが好まし

い。

なお、電解液を補給する場合には、電解液を補給する度にアノード室のめっき液の濃度／電気伝導度が上昇するため、濃度センサ／電気伝導度センサの検出値を評価するための上限値は、電解液の濃度を考慮して設定する。また、濃度センサ／電気伝導度センサ、並びにそれらのセンサに基づく制御（図８のＳ１６－Ｓ１８）を省略してもよい。

（４）上記実施形態では、アノード室のめっき液（アノード液）を循環させない構成としたが、カソード液の循環経路とは別のアノード液用の循環経路を設けてもよい。この場合、アノード室のめっき液中の気泡をより積極的に外部に排出することができる。

（５）上記実施形態では、アノード液及びカソード液は同一組成の電解液を使用したが、アノード液及びとカソード液は異なる組成の電解液を使用してもよい。例えば、アノード液とカソード液とで、添加剤の有無、濃度が互いに異なってもよい。例えば、アノード液として、添加剤が添加されていないめっき液の基本組成液（ＶＭＳ：Virgin Makeup Solution）を使用してもよい。この場合、カソード室とアノード室とで別々のめっき液供給経路を設ける。

（６）上記実施形態では、カソード液とアノード液とに共通のオーバーフロー槽を設けているが、カソード液用とアノード液用のオーバーフロー槽を別々に設けてもよい。この場合、高価な添加剤を含むめっき液がアノード室に供給されて添加剤が消費されることを防止できる。

[0063] 上述した実施形態から少なくとも以下の形態が把握される。

[0064] ［１］一形態によれば、 アノードと、前記アノードの上面に接触又は密着する隔膜とが配置され、前記隔膜によって仕切られた上方のカソード室及び下方のアノード室と、前記アノード室に連通し前記アノード室から前記めっき槽の外部に気泡を排出するための排気通路と、を備えるめっき槽を準備するステップと、 前記アノード室のめっき液の液面である前記排気通路内のめっき液の液面が、前記カソード室のめっき液の液面よりも低くなるよう

に、前記アノード室及び前記カソード室にめっき液を保持するステップと、

前記排気通路内に配置された液面センサの出力に基づいて、前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であるか判別するステップと、

前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であると判別したとき、前記アノード室に純水又は電解液を供給するステップと、を含むアノード室の液管理方法が提供される。

電解液は、アノード室及び／又はカソード室のめっき液と同一組成の電解液とすることができ、アノード室及び／又はカソード室のめっき液よりも低い濃度の電解液であってよい。アノード室のめっき液の濃度の変化を抑制するには、電解液は、アノード室及び／又はカソード室のめっき液よりも低い濃度の電解液であることが好ましい。

[0065] この形態によれば、アノード室の液面をカソード室の液面より低く制御することで、アノード室の圧力よりも高いカソード室の圧力によって隔膜をアノードに押し付けて密着させることができると共に、アノード室（排気通路）内の液面の高さが所定の高さ未満にならないように純水又は電解液をアノード室に補給することにより、アノード室のめっき液の枯渇を抑制又は防止することができる。

[0066] ［２］一形態によれば、 前記アノード室のめっき液の液面の高さが、前記アノード室のめっき液がオーバーフロー高さよりも低い高さになるように、前記アノード室にめっき液を保持する。

[0067] この形態によれば、添加剤が消費されたアノード室のめっき液がオーバーフロー槽に流入して、カソード室に循環されることを抑制又は防止できる。これにより、カソード室のめっき液中の添加剤の濃度低下や劣化を抑制又は防止できる。

[0068] ［３］一形態によれば、前記アノード室のめっき液の液面の高さが、前記アノード室のめっき液がオーバーフロー高さよりも低い高さになるように、前記アノード室に純水又は電解液を供給する。

[0069] この形態によれば、添加剤が消費されたアノード室のめっき液がオーバー

フロー槽に流入して、カソード室に循環されることを抑制又は防止できる。これにより、カソード室のめっき液中の劣化を抑制又は防止できる。

[0070] ［４］一形態によれば、 前記アノード室のめっき液の液面が上昇したとき、前記カソード室のめっき液がオーバーフローする高さよりも低い高さで、前記アノード室のめっき液をオーバーフローさせるステップを含む。

[0071] この形態によれば、何らかの原因でアノード室の液面が上昇した場合（緊急時）にも、アノード室の液面をカソード室の液面より低く保持することができ、隔膜とアノードとの密着を維持することができる。例えば、隔膜の劣化等に起因してカソード室のめっき液がアノード室に流入してアノード室の液面が上昇したとしても、アノード室の液面をカソード室の液面より低い範囲に抑制できる。

[0072] ［５］一形態によれば、 前記アノード室のめっき液を循環させず、前記カソード室のめっき液を循環させるステップを更に含む。

[0073] この形態によれば、アノード室のめっき液を循環させないことで、添加剤の消費を抑制することができる。同一のめっき液の供給源（リザーバ）を用いてめっき液をカソード室及びアノード室に供給、循環する場合、めっき中にめっき液をアノード側で循環すると、アノード室で高価な添加剤が分解（消費）され続けることになる。アノード室を満たすときのみめっき液をアノード室に供給し、アノード室のめっき液を循環させないことで、添加剤の消費を抑制できる。

[0074] ［６］一形態によれば、 前記アノード室及び前記カソード室に同一組成のめっき液を導入するステップを含む。

[0075] この形態によれば、アノード室及びカソード室に同一組成のめっき液を導入するため、めっき液の供給するための構成を簡易な構成とすることができる。

[0076] ［７］一形態によれば、 前記アノード室及び前記カソード室に同一のめっき液供給源から同一組成のめっき液を導入する。

[0077] この形態によれば、同一のめっき供給源からアノード室及びカソード室に

同一組成のめっき液を導入するため、アノード室に接続される流路の構成を簡易にすることができる。

[0078] ［８］一形態によれば、 めっき液の供給源と、純水又は電解液の供給源との一方を、選択的に前記アノード室に接続する。

[0079] この形態によれば、アノード室に接続される流路の構成を更に簡易にすることができる。

[0080] ［９］一形態によれば、 濃度センサ及び／又は電気伝導率センサで前記アノード室の濃度及び／又は電気伝導率を検出するステップと、 前記濃度及び／又は電気伝導率が所定の閾値に到達したか否かの判定結果に基づいて、アラームを発報するステップと、を更に含む。

[0081] この形態によれば、アノード室においてめっき液中の水分が蒸発して、めっき液の濃度及び／又は電気伝導率が上昇した場合に、めっき液の濃度及び／又は電気伝導率を介して液面の下降をチェックすることができる。即ち、液面センサによる液面の監視に加えて、濃度センサ及び／又は電気伝導率センサにより液面の監視を二重に行うことができる。従って、液面センサが故障した場合等に、濃度センサ及び／又は電気伝導率センサにより液面の異常を検知することができる。これにより、アノード室の液面管理の制御の冗長性を向上し得る。

[0082] ［１０］一形態によれば、 前記基板のめっき処理の終了後に、前記液面センサの出力に基づいて、前記アノード室に純水又は電解液を供給する。

[0083] この形態によれば、めっき処理中の制御の複雑化を抑制することができる。

[0084] ［１１］一形態によれば、前記アノード室のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であると判別したとき、前記アノード室に純水を供給する。

[0085] この形態によれば、アノード室で減少した分の純水を供給することによりアノード室のめっき液の濃度の変化を抑制又は防止することができる。また、補給する液体のコストを抑制することができる。

[0086] ［１２］一形態によれば、 基板を保持する基板ホルダと、 前記基板に

対向して配置されるアノードと、　前記アノードの上面に密着して配置された隔膜と、　めっき液を保持するめっき槽であって、前記隔膜によって、前記基板が配置されるカソード室と、前記アノードが配置されるアノード室とに仕切られ、前記アノード室に連通し前記アノード室から前記めっき槽の外部に気泡を排出するための排気通路を備えるめっき槽と、　前記めっき槽の前記排気通路内に配置され、前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であるか検出する液面センサと、　前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であることを前記液面センサが検出したことに応答して、前記アノード室に純水又は電解液を供給する制御装置と、を備えるめっき装置が提供される。

[0087]　この形態によれば、［１］に関して上述した作用効果と同様の作用効果を奏する。

[0088]　以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、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、実施形態および変形例の任意の組み合わせが可能であり、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。

[0089]　米国特許出願公開第２０２０－００１７９８９号明細書（特許文献１）、並びに、２０２２年３月３１日出願の国際特許出願第ＰＣＴ／ＪＰ２０２２／０１６８０９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

[0090]　１０　めっき槽

１０ａ　内槽

１０ｂ　外槽

１１　排気通路

１１Ａ　オーバーフロー通路

１２　液面センサ

１３　濃度センサ（電気伝導率センサ）

２０　オーバーフロー槽

３１　基板ホルダ

４１　アノード

４１Ａ　貫通孔

４２　アノードホルダ

４３　アノードマスク

５１　抵抗体

６１　気泡

７１　隔膜

７２　押さえ板

７２Ａ　貫通孔

７４　締結部材

７５　シール

８０　循環経路

８１　リザーバータンク

８２～８５　流路

８６　ポンプ

８７　フィルタ

８８　バルブ

８９　バルブ

９０　循環経路

９１　液体供給源

９２　流路

９３　バルブ

９５　流路

４００　めっきモジュール

Ｃａ　アノード室

Ｃｃ　カソード室

ＯＦａ　オーバーフロー面

ＯＦｃ　オーバーフロー面

Ｓａ、Ｓｃ　液面

請求の範囲

[請求項1] アノードと、前記アノードの上面に接触又は密着する隔膜とが配置され、前記隔膜によって仕切られた上方のカソード室及び下方のアノード室と、前記アノード室に連通し前記アノード室から前記めっき槽の外部に気泡を排出するための排気通路と、を備えるめっき槽を準備するステップと、

前記アノード室のめっき液の液面である前記排気通路内のめっき液の液面が、前記カソード室のめっき液の液面よりも低くなるように、前記アノード室及び前記カソード室にめっき液を保持するステップと、

前記排気通路内に配置された液面センサの出力に基づいて、前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であるか判別するステップと、

前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であると判別したとき、前記アノード室に純水又は電解液を供給するステップと、

を含むアノード室の液管理方法。

[請求項2] 請求項１に記載の方法において、

前記アノード室のめっき液の液面の高さが、前記アノード室のめっき液がオーバーフロー高さよりも低い高さになるように、前記アノード室にめっき液を保持する、方法。

[請求項3] 請求項１又は２に記載の方法において、

前記アノード室のめっき液の液面の高さが、前記アノード室のめっき液がオーバーフロー高さよりも低い高さになるように、前記アノード室に純水又は電解液を供給する、方法。

[請求項4] 請求項１から３の何れかに記載の方法において、

前記アノード室のめっき液の液面が上昇したとき、前記カソード室のめっき液がオーバーフローする高さよりも低い高さで、前記アノー

ド室のめっき液をオーバーフローさせるステップを含む、方法。

[請求項5] 請求項１から４の何れかに記載の方法において、

前記アノード室のめっき液を循環させず、前記カソード室のめっき液を循環させるステップを更に含む、方法。

[請求項6] 請求項１から５の何れかに記載の方法において、

前記アノード室及び前記カソード室に同一組成のめっき液を導入するステップを含む、方法。

[請求項7] 請求項６に記載の方法において、

前記アノード室及び前記カソード室に同一のめっき液供給源から同一組成のめっき液を導入する、方法。

[請求項8] 請求項７に記載の方法において、

めっき液の供給源と、純水又は電解液の供給源との一方を、選択的に前記アノード室に接続する、方法。

[請求項9] 請求項１から８の何れかに記載の方法において、

濃度センサ及び／又は電気伝導率センサで前記アノード室の濃度及び／又は電気伝導率を検出するステップと、

前記濃度及び／又は電気伝導率が所定の閾値に到達したか否かの判定結果に基づいて、アラームを発報するステップと、を更に含む、方法。

[請求項10] 請求項１から９の何れかに記載の方法において、

前記基板のめっき処理の終了後に、前記液面センサの出力に基づいて、前記アノード室に純水又は電解液を供給する、方法。

[請求項11] 請求項１から１０の何れかに記載の方法において、

前記アノード室のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であると判別したとき、前記アノード室に純水を供給する、方法。

[請求項12] 基板を保持する基板ホルダと、

前記基板に対向して配置されるアノードと、

前記アノードの上面に密着して配置された隔膜と、

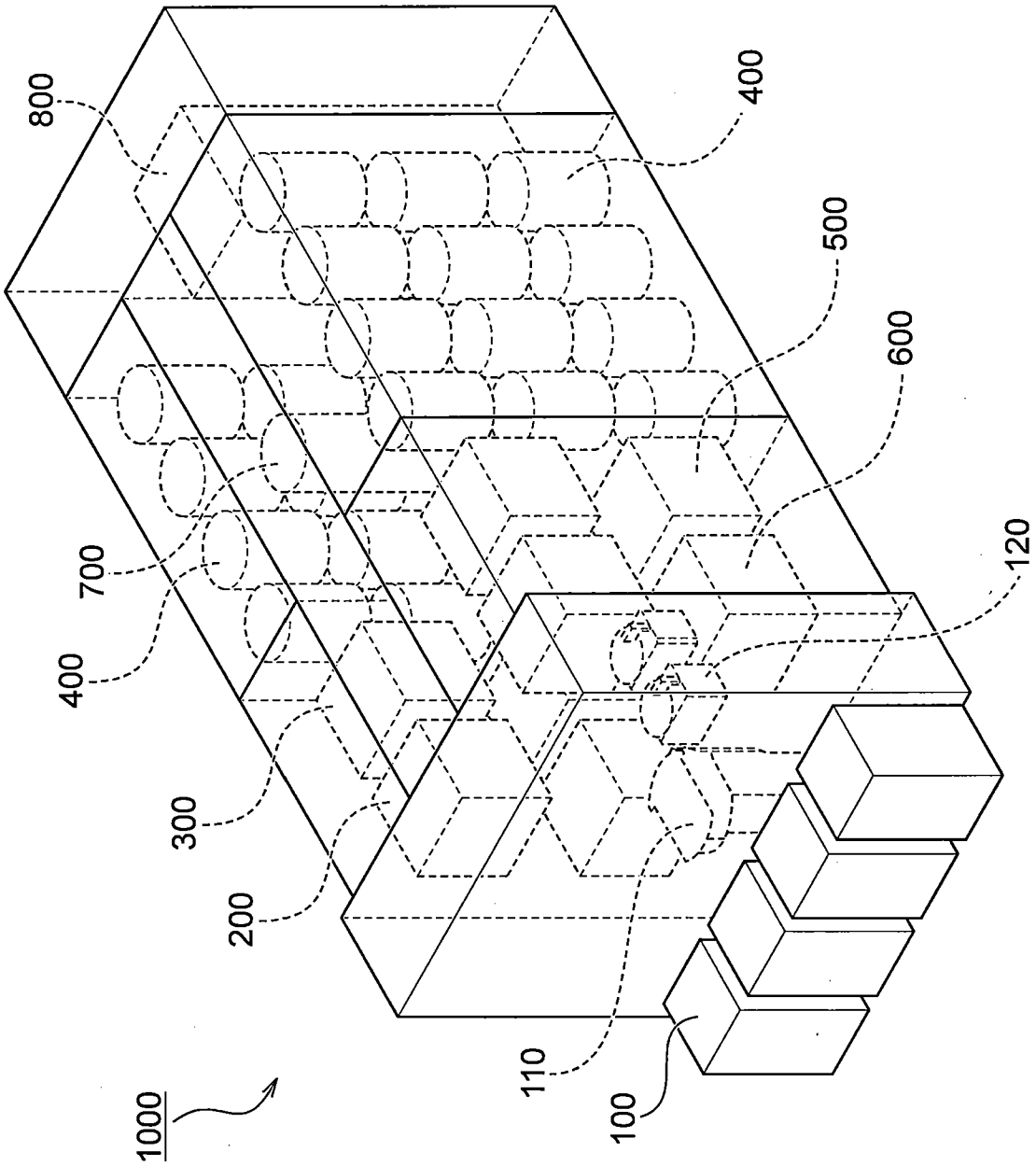
めっき液を保持するめっき槽であって、前記隔膜によって、前記基板が配置されるカソード室と、前記アノードが配置されるアノード室とに仕切られ、前記アノード室に連通し前記アノード室から前記めっき槽の外部に気泡を排出するための排気通路を備えるめっき槽と、

前記めっき槽の前記排気通路内に配置され、前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であるか検出する液面センサと、

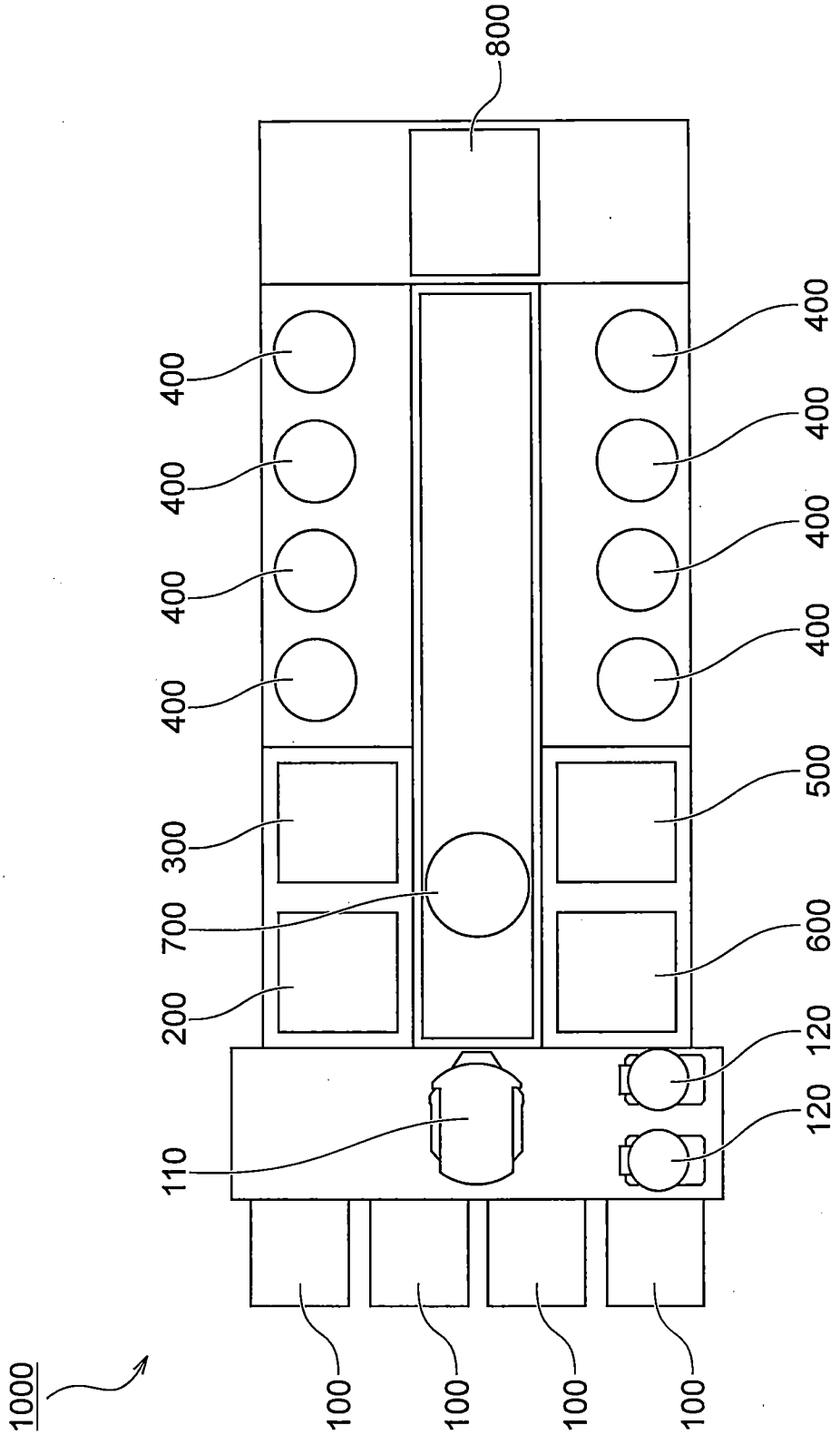
前記排気通路内のめっき液の液面の高さが所定の高さ未満であることを前記液面センサが検出したことに応答して、前記アノード室に純水又は電解液を供給する制御装置と、

を備えるめっき装置。

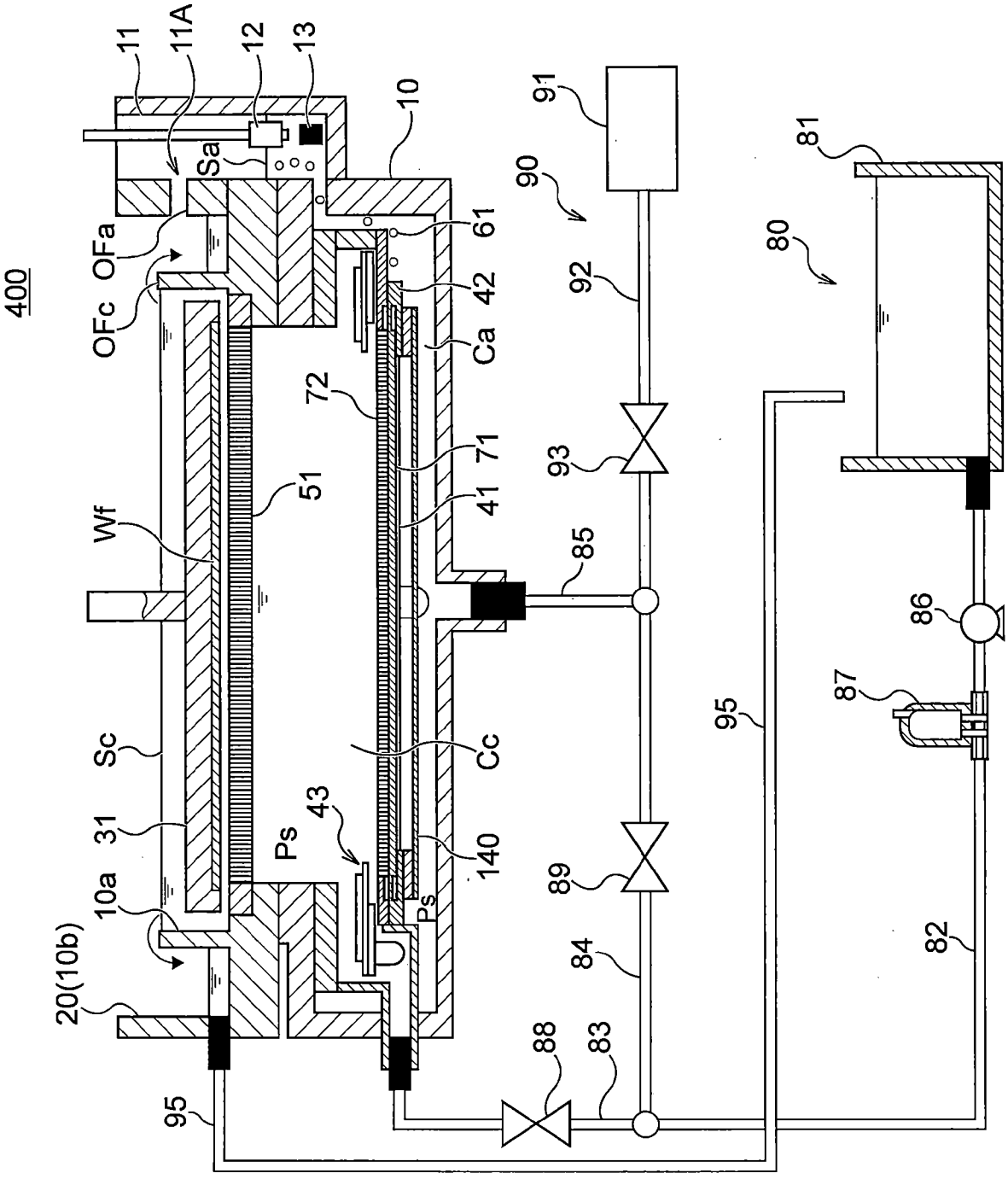
[図1]



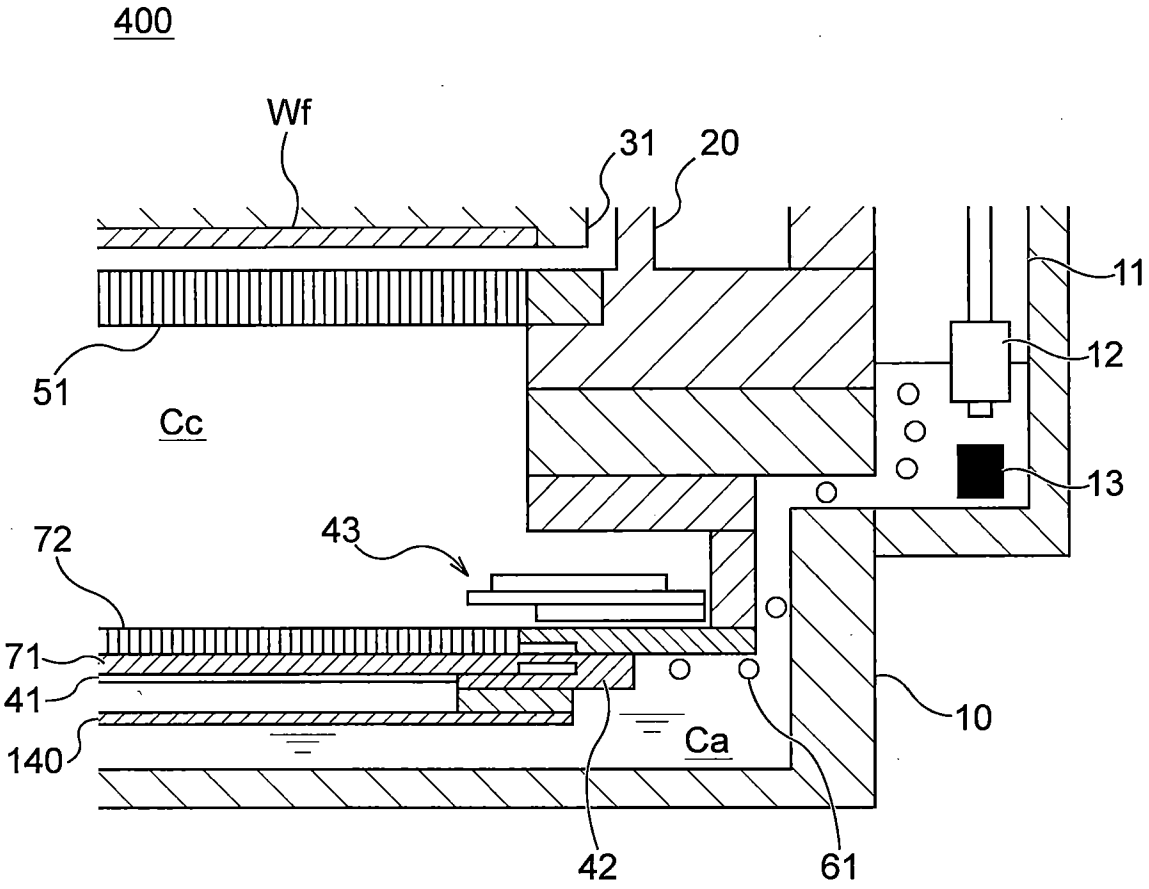
[図2]


800
400
400
400
400
400
400
400
400
500
300
700
600
200
120
120
110
100
100
100
100
1000

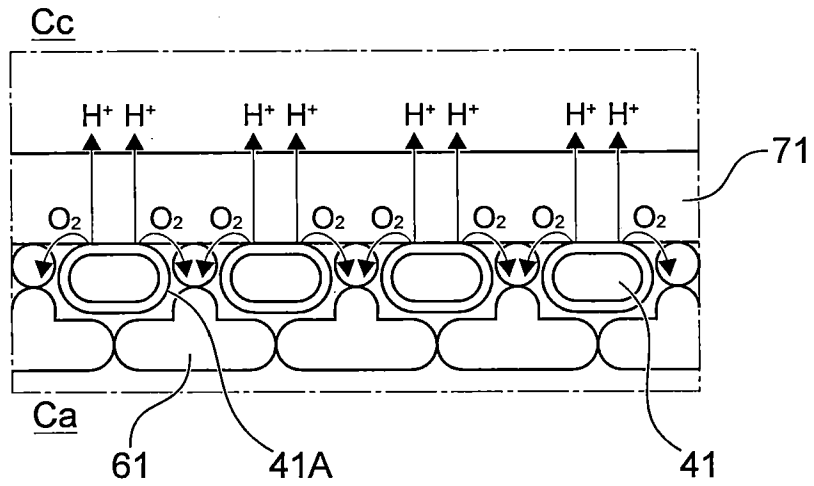
[図3]


400
11
11A
12
13
10
Sa
OFa
OFc
61
42
Ca
72
71
41
51
Wf
Sc
31
10a
20(10b)
95
Ps
43
140
Cc
91
90
92
93
85
89
84
88
83
80
81
86
87
82

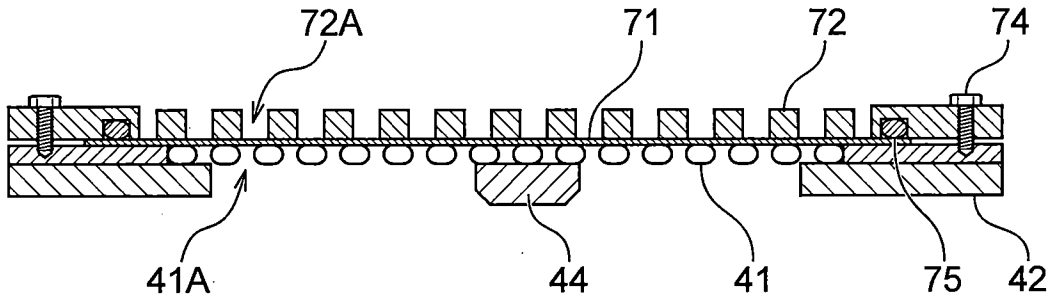
[図4]


400
Wf
31
20
11
12
13
51
Cc
72
43
71
41
140
10
Ca
42
61

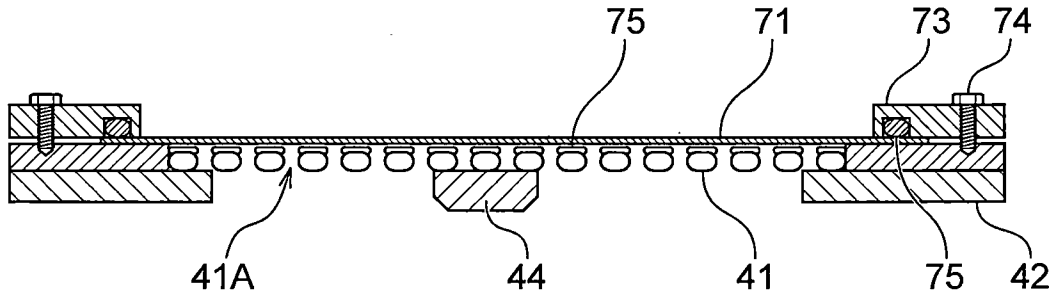
[図5]


Cc
H+ H+
H+ H+
H+ H+
H+ H+
71
O2
O2
O2
O2
O2
O2
O2
O2
Ca
61
41A
41

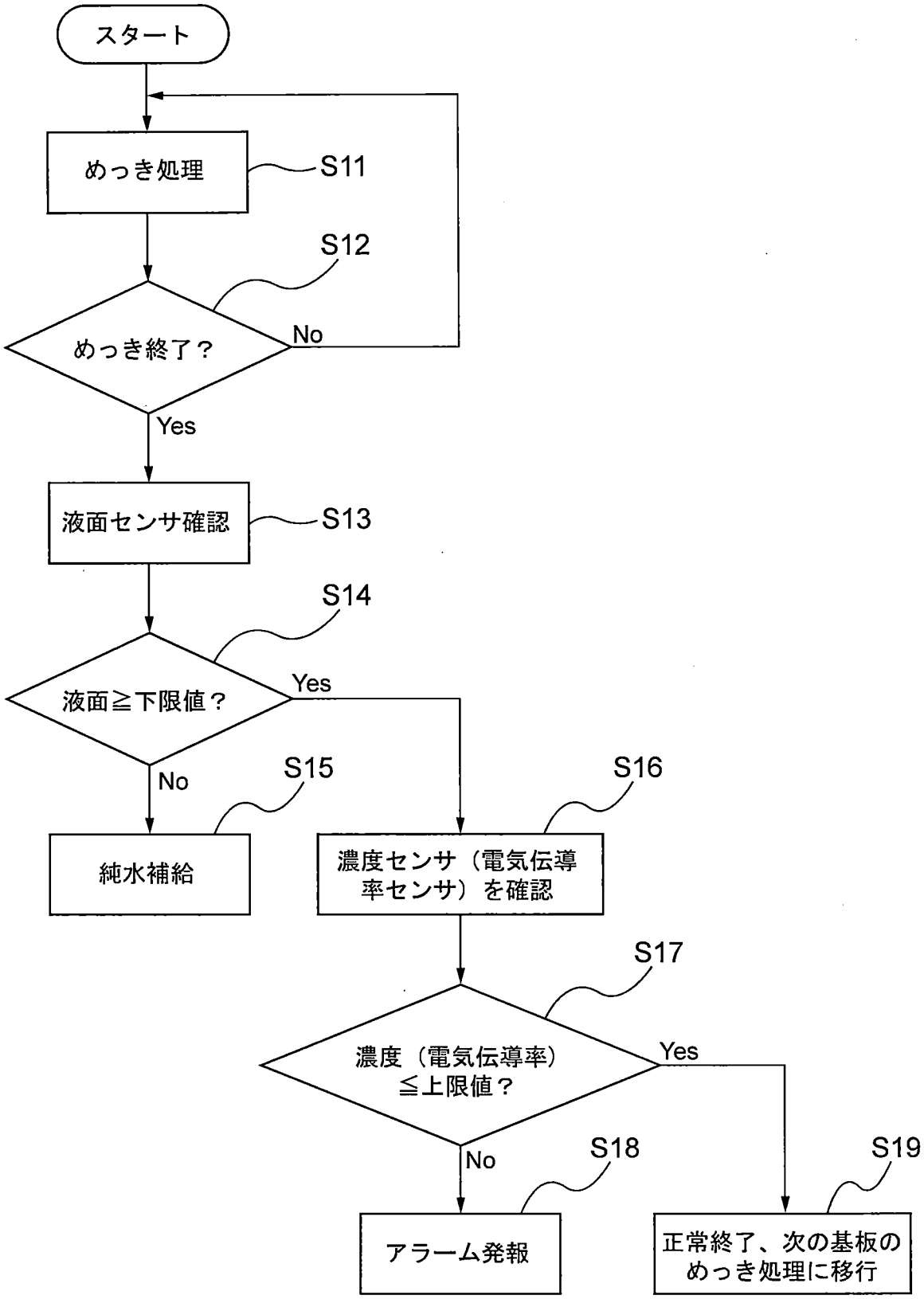
[図6]



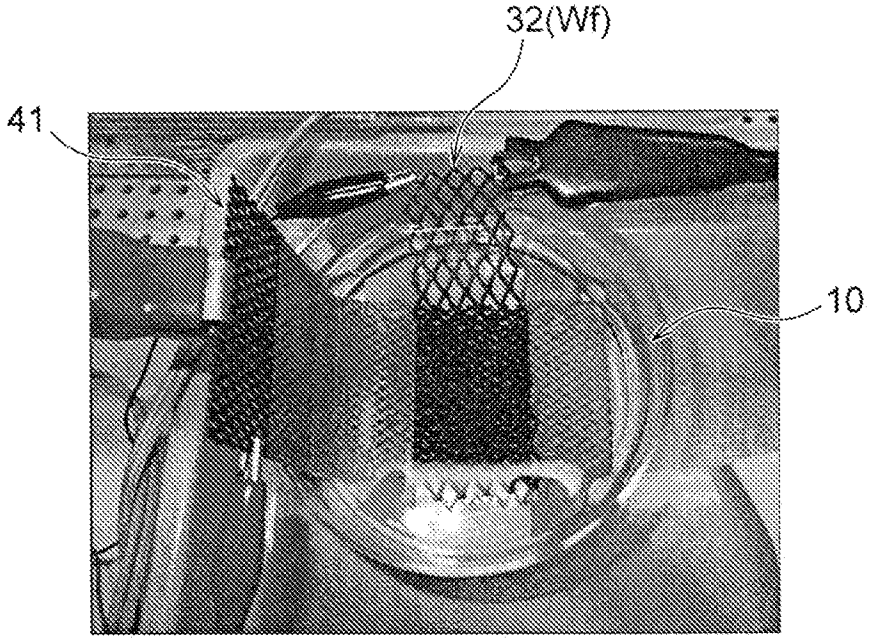
[図7]



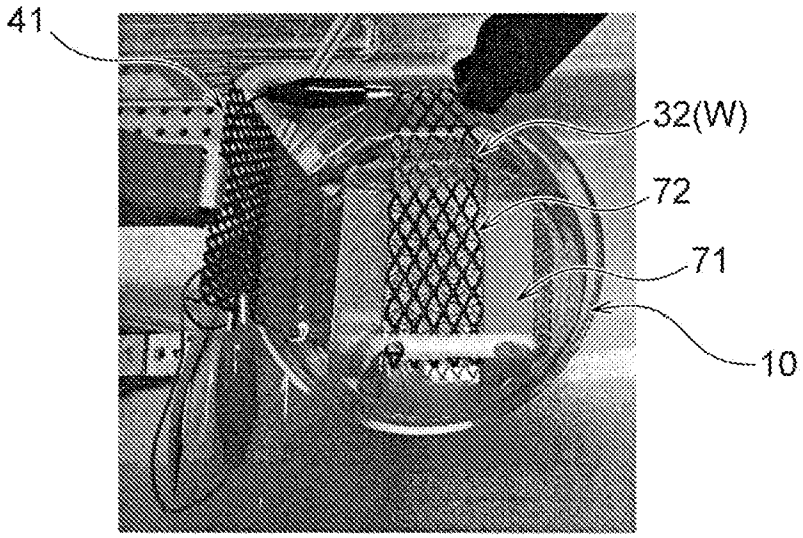
[図8]


スタート
めっき処理
S11
S12
めっき終了？
No
Yes
液面センサ確認
S13
S14
液面≧下限値？
Yes
No
S15
S16
純水補給
濃度センサ（電気伝導率センサ）を確認
S17
濃度（電気伝導率）≦上限値？
Yes
No
S18
S19
アラーム発報
正常終了、次の基板のめっき処理に移行

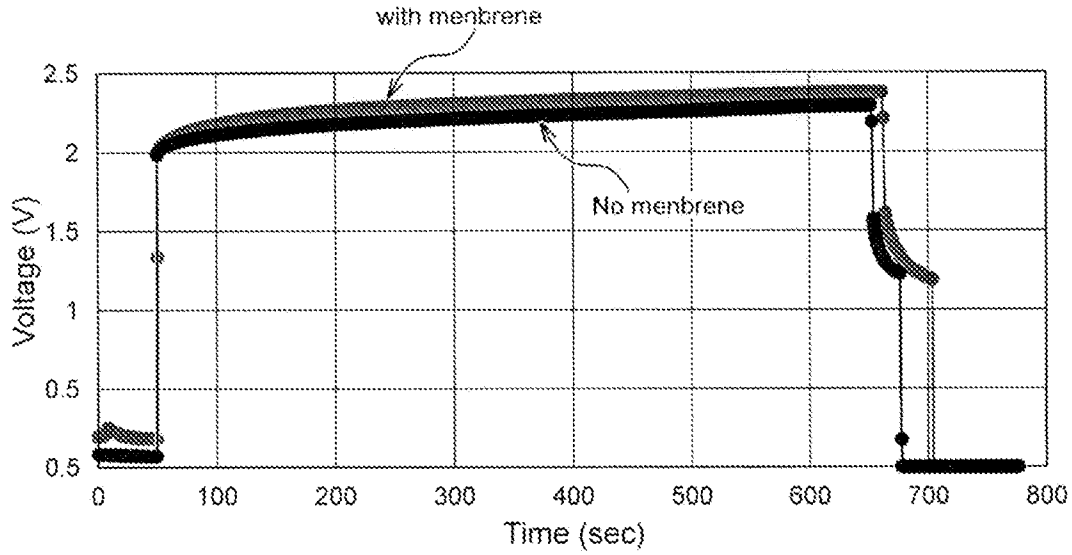
[図9]



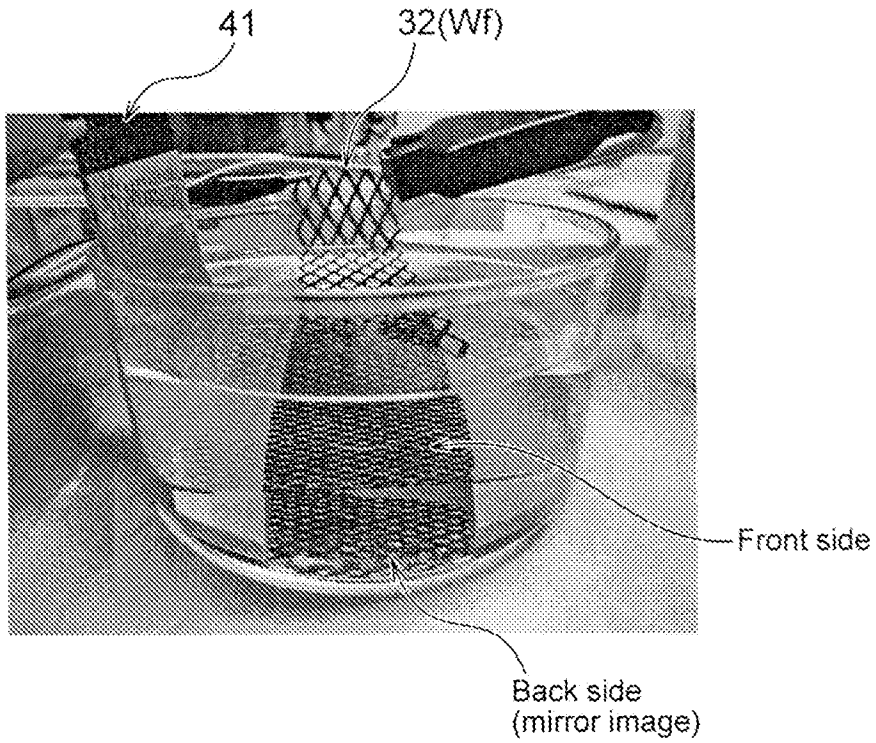
[図10]



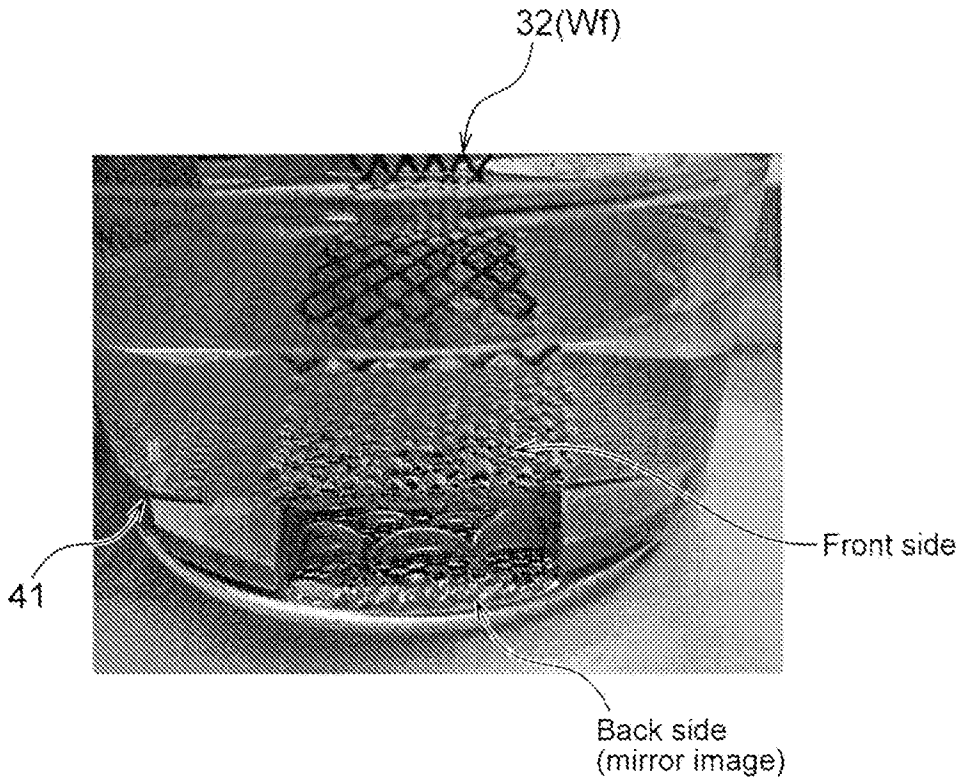
[図11]


with menbrene
No menbrene
Voltage (V)
2.5
2
1.5
1
0.5
0.5
0
100
200
300
400
500
600
700
800
Time (sec)

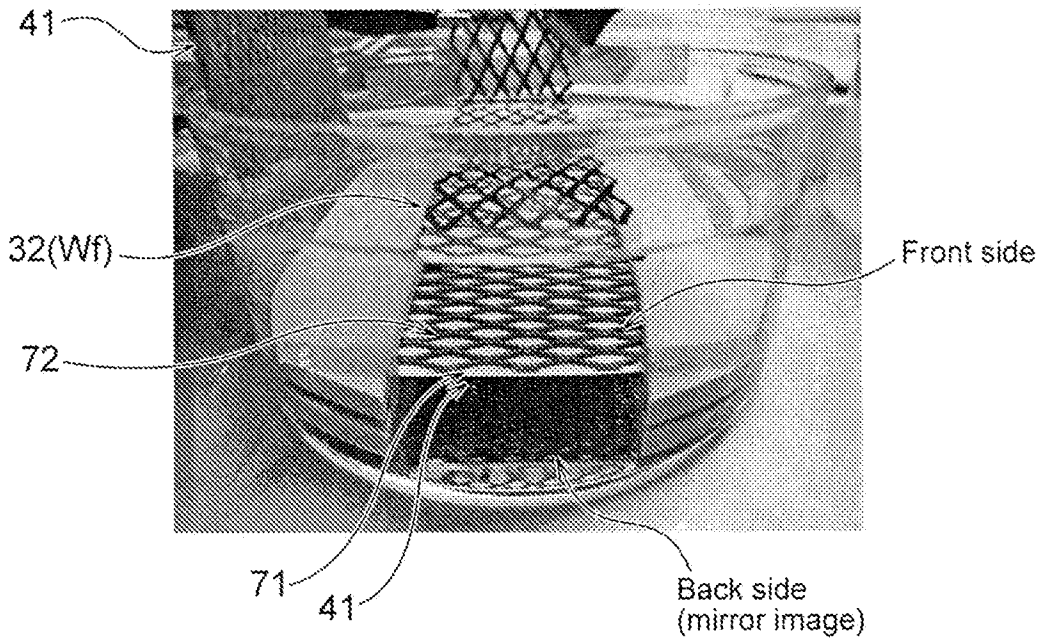
[図12A]


41
32(Wf)
Front side
Back side
(mirror image)

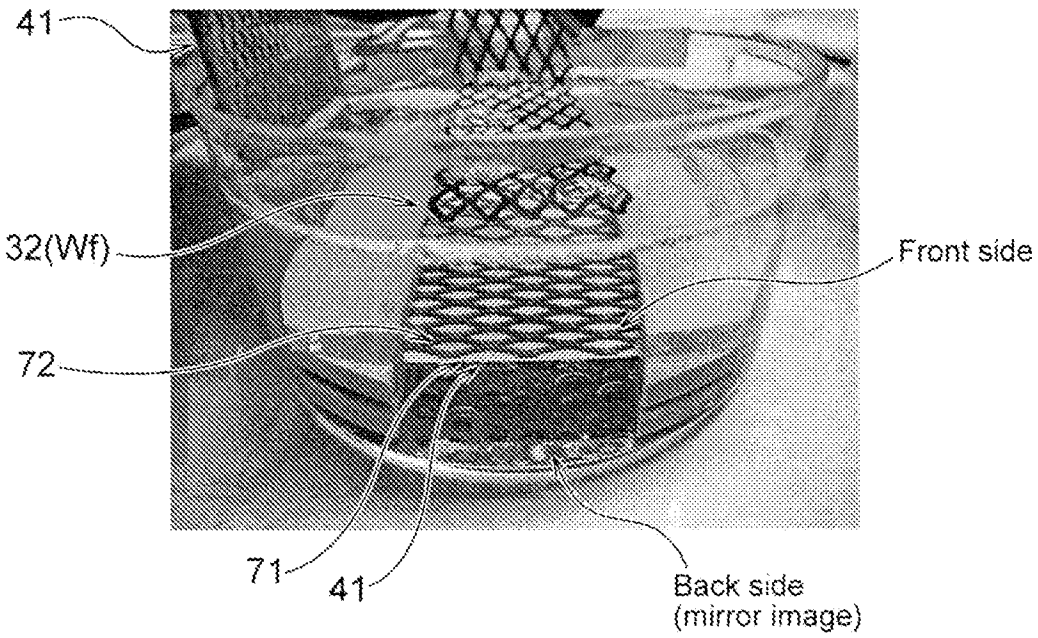
[図12B]


32(Wf)
41
Front side
Back side
(mirror image)

[図13A]


41
32(Wf)
72
Front side
71
41
Back side
(mirror image)

[図13B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/024506

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25D 21/00(2006.01)i
FI: C25D21/00 D

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)

C25D21/00

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	US 2012/0138471 A1 (MAYER, Steven T.) 07 June 2012 (2012-06-07) fig. 2A-5	1-12
A	JP 2017-125251 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 20 July 2017 (2017-07-20) paragraph [0141], fig. 2	1-12
A	JP 09-264000 A (KAWASAKI STEEL CORP) 07 October 1997 (1997-10-07) paragraphs [0014]-[0023], fig. 1-2	1-12
A	JP 2014-234538 A (MURATA KK) 15 December 2014 (2014-12-15) paragraph [0037], fig. 1A-2	1-12

☐ 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
08 July 2022	**19 July 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **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/JP2022/024506

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2012/0138471 A1	07 June 2012	CN 102534740 A	
		KR 10-2012-0061754 A	
JP 2017-125251 A	20 July 2017	(Family: none)	
JP 09-264000 A	07 October 1997	(Family: none)	
JP 2014-234538 A	15 December 2014	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/024506

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C25D 21/00(2006.01)i
FI: C25D21/00 D

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））

C25D21/00

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	US 2012/0138471 A1 (MAYER, Steven T.) 07.06.2012 (2012-06-07) Fig.2A-5	1-12
A	JP 2017-125251 A (株式会社豊田中央研究所) 20.07.2017 (2017-07-20) 段落0141,図2	1-12
A	JP 09-264000 A (川崎製鉄株式会社) 07.10.1997 (1997-10-07) 段落0014-0023,図1-2	1-12
A	JP 2014-234538 A (株式会社ムラタ) 15.12.2014 (2014-12-15) 段落0037,図1A-2	1-12

☐ 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
08.07.2022	19.07.2022

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）
祢屋　健太郎 4E 3635
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/JP2022/024506

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2012/0138471 A1	07.06.2012	CN 102534740 A	
		KR 10-2012-0061754 A	
JP 2017-125251 A	20.07.2017	（ファミリーなし）	
JP 09-264000 A	07.10.1997	（ファミリーなし）	
JP 2014-234538 A	15.12.2014	（ファミリーなし）	