

(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
2013 年 1 月 3 日(03.01.2013)



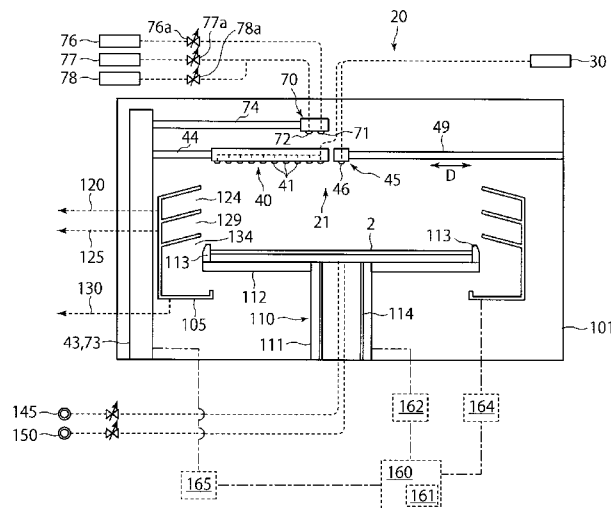
(10) 国際公開番号
WO 2013/001985 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 18/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064380
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 4 日(04.06.2012)
- (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 2011-144795 2011 年 6 月 29 日(29.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 稲富 裕一郎(INATOMI Yuichiro) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 田中 崇(TANAKA Takashi) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 岩下 光秋(IWASHITA Mitsuaki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(KATSUNUMA Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: PLATING PROCESSING DEVICE, PLATING PROCESSING METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: めっき処理装置、めっき処理方法および記憶媒体



(57) Abstract: [Problem] To provide a plating processing device that performs a plating process uniformly across the entire surface of a substrate. [Solution] A plating processing device (20) is provided with: a substrate rotating/holding mechanism (110) that holds and rotates a substrate (2); a discharge mechanism (21) that discharges a plating liquid towards the substrate (2) being held at the substrate rotating/holding mechanism (110); a plating liquid supply mechanism (30) that supplies the plating liquid to the discharge mechanism (21); and a control mechanism (160) that controls the substrate rotating/holding mechanism (110) and the plating liquid supply mechanism (30). The discharge mechanism (21) has: a first nozzle (40) that contains a discharge opening (41) that discharges the plating liquid towards the substrate (2); and a second nozzle (45) that contains a discharge opening (46) that can be positioned so as to be closer to the center section of the substrate (2) than the discharge opening of the first nozzle (40) is. Also, the plating liquid supply mechanism (30) is configured in a manner so that the temperature of the plating liquid supplied to the first nozzle (40) is higher than the temperature of the plating liquid supplied to the second nozzle (45).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/001985 A1



(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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

〔課題〕基板の表面全域にわたって均一にめっき処理を施すめっき処理装置を提供する。〔解決手段〕めっき処理装置 20 は、基板 2 を保持して回転させる基板回転保持機構 110 と、基板回転保持機構 110 に保持された基板 2 に向けてめっき液を吐出する吐出機構 21 と、吐出機構 21 にめっき液を供給するめっき液供給機構 30 と、基板回転保持機構 110 およびめっき液供給機構 30 を制御する制御機構 160 と、を備えている。吐出機構 21 は、基板 2 に向けてめっき液を吐出する吐出口 41 を含む第 1 ノズル 40 と、第 1 ノズル 40 の吐出口よりも基板 2 の中心部に近接するよう位置することができる吐出口 46 を含む第 2 ノズル 45 と、を有している。まためっき液供給機構 30 は、第 1 ノズル 40 に供給されるめっき液の温度が第 2 ノズル 45 に供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されている。

明 細 書

発明の名称：めっき処理装置、めっき処理方法および記憶媒体 技術分野

[0001] 本発明は、基板の表面にめっき液を供給してめっき処理を行うためのめっき処理装置、めっき処理方法および記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体ウエハや液晶基板などの基板には、表面に回路を形成するために配線が施されている。配線としては、アルミニウム素材に替わって、電気抵抗が低く信頼性の高い銅素材によるものが利用されるようになってきた。しかし、銅はアルミニウムと比較して酸化されやすいので、銅配線表面の酸化を防止するために、高いエレクトロマイグレーション耐性を有する金属によってめっき処理することが望まれる。

[0003] めっき処理は、例えば、銅配線が形成された基板の表面に無電解めっき液を供給することによって実施される。例えば特許文献1において、基板を回転させる基板回転機構と、基板上にめっき液を吐出するノズルと、ノズルを基板に沿った方向に移動させるノズル移動機構と、を備えためっき処理装置が提案されている。特許文献1に記載のめっき処理装置によれば、基板を回転させながらめっき液を供給することで、基板の表面上にめっき液の均一な流れが形成される。これによって、基板の表面全域にわたって均一にめっき処理が施される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-249679号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 無電解めっきによるめっき処理は、めっき液の組成、温度などの反応条件による影響を受けることが知られている。ところで、基板を回転させながら

めっき液を供給する場合、めっき液は基板の中心部から周縁部に向かって流れることになる。従って、基板上のめっき液の温度は、基板の中心部から周縁部に向かうにつれて低くなっていると考えられる。このため、めっき液の反応条件が、基板の中心部と基板の周縁部とで異なってしまうことが考えられる。

[0006] 本発明は、このような課題を効果的に解決し得るめっき処理装置、めっき処理方法および記憶媒体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

[0007] 本発明の第1の観点によれば、基板にめっき液を供給してめっき処理を行うめっき処理装置であって、前記基板を保持して回転させる基板回転保持機構と、前記基板回転保持機構に保持された前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出機構と、

前記吐出機構にめっき液を供給するめっき液供給機構と、前記吐出機構および前記めっき液供給機構を制御する制御機構と、を備え、前記吐出機構は、前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含む第1ノズルと、前記第1ノズルの吐出口よりも前記基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を有し、前記めっき液供給機構は、前記第1ノズルに供給されるめっき液の温度が前記第2ノズルに供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されているめっき処理装置が提供される。

[0008] 本発明の第2の観点によれば、基板にめっき液を供給してめっき処理を行うめっき処理方法であって、前記基板を基板回転保持機構に配置することと、前記基板に吐出機構を介してめっき液を吐出することと、を備え、前記吐出機構は、前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含む第1ノズルと、前記第1ノズルの吐出口よりも前記基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を配置し、前記第1ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度は、前記第2ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度よりも高いことを特徴とするめっき処理方法が提供される。

[0009] 本発明の第3の観点によれば、めっき処理装置にめっき処理方法を実行させるためのコンピュータプログラムを格納した記憶媒体において、前記めっき処理方法は、基板にめっき液を供給してめっき処理を行う方法であって、前記基板を基板回転保持機構に配置することと、前記基板に吐出機構を介してめっき液を吐出することと、を備え、前記吐出機構は、前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含む第1ノズルと、前記第1ノズルの吐出口よりも前記基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を配置し、前記第1ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度は、前記第2ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度よりも高い、方法からなっていることを特徴とする記憶媒体が提供される。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、基板に向けてめっき液を吐出する吐出機構は、基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含む第1ノズルと、第1ノズルの吐出口よりも基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を有している。また、吐出機構にめっき液を供給するめっき液供給機構は、第1ノズルに供給されるめっき液の温度が第2ノズルに供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されている。このため、基板の周縁部において、第1ノズルから供給されためっき液と第2ノズルから供給されためっき液とが混合され、これによって、基板の周縁部におけるめっき液の温度が、第1ノズルから吐出される際のめっき液の温度よりも低くなる場合であっても、基板の周縁部におけるめっき液の温度と基板の中心部または中心部近傍におけるめっき液の温度との間に差が生じることを抑制することができる。これによって、基板の中心部におけるめっき液の反応条件と、基板の周縁部におけるめっき液の反応条件との間に差が生じることを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の実施の形態におけるめっき処理システムの概略構成を

示す平面図。

[図2]図2は、本発明の実施の形態におけるめっき処理装置を示す側面図。

[図3]図3は、図2に示すめっき処理装置の平面図。

[図4]図4は、本発明の実施の形態におけるめっき液供給機構を示す図。

[図5]図5は、めっき液供給機構の第1加熱手段を示す図。

[図6]図6は、めっき液供給機構の第2加熱手段を示す図。

[図7]図7は、図3の第2ノズルをVII-VII方向から見た断面図。

[図8]図8は、めっき処理方法を示すフローチャート。

[図9]図9(a)～(e)は、Coめっき層が形成される様子を示す図。

[図10]図10は、比較の形態において、垂直吐出口を有するノズルから基板に向けてめっき液が吐出される様子を示す図。

[図11]図11は、めっき液供給機構の変形例を示す図。

[図12]図12は、第2ノズルの変形例を示す平面図。

[図13]図13は、図12の第2ノズルをXIII-XIII方向から見た断面図。

[図14]図14は、第1ノズルの変形例を示す平面図。

[図15]図15(a)(b)は、第2ノズルの制御方法の第1の変形例を示す図。

[図16]図16(a)(b)は、第2ノズルの制御方法の第2の変形例を示す図。

[図17]図17は、第1ノズル40のさらなる変形例を示す図。

[図18]図18は、実施例において、基板の温度を測定した結果を示す図。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図1乃至図9(a)～(e)を参照して、本発明の実施の形態について説明する。まず図1により、本実施の形態におけるめっき処理システム1全体について説明する。

[0013] めっき処理システム

図1に示すように、めっき処理システム1は、基板2（ここでは、半導体ウエハ）を複数枚（たとえば、25枚）収容するキャリア3を載置し、基板

2を所定枚数ずつ搬入及び搬出するための基板搬入出室5と、基板2のめっき処理や洗浄処理などの各種の処理を行うための基板処理室6と、を含んでいる。基板搬入出室5と基板処理室6とは、隣接して設けられている。

[0014] (基板搬入出室)

基板搬入出室5は、キャリア載置部4、搬送装置8を収容した搬送室9、基板受渡台10を収容した基板受渡室11を有している。基板搬入出室5においては、搬送室9と基板受渡室11とが受渡口12を介して連通連結されている。キャリア載置部4は、複数の基板2を水平状態で収容するキャリア3を複数個載置する。搬送室9では、基板2の搬送が行われ、基板受渡室11では、基板処理室6との間で基板2の受け渡しが行われる。

[0015] このような基板搬入出室5においては、キャリア載置部4に載置されたいずれか1個のキャリア3と基板受渡台10との間で、搬送装置8により基板2が所定枚数ずつ搬送される。

[0016] (基板処理室)

また基板処理室6は、中央部において前後に伸延する基板搬送ユニット13と、基板搬送ユニット13の一方側および他方側において前後に並べて配置され、基板2にめっき液を供給してめっき処理を行う複数のめっき処理装置20と、を有している。

[0017] このうち基板搬送ユニット13は、前後方向に移動可能に構成した基板搬送装置14を含んでいる。また基板搬送ユニット13は、基板受渡室11の基板受渡台10に基板搬入出口15を介して連通している。

[0018] このような基板処理室6においては、各めっき処理装置20に対して、基板搬送ユニット13の基板搬送装置14により、基板2が、1枚ずつ水平に保持した状態で搬送される。そして、各めっき処理装置20において、基板2に対して、1枚ずつ洗浄処理及びめっき処理が実施される。

[0019] 各めっき処理装置20は、用いられるめっき液などが異なるのみであり、その他の構成は略同一である。そのため、以下の説明では、複数のめっき処理装置20のうち一のめっき処理装置20の構成について説明する。

[0020] めっき処理装置

以下、図2および図3を参照して、めっき処理装置20について説明する。図2は、めっき処理装置20を示す側面図であり、図3は、めっき処理装置20を示す平面図である。

[0021] めっき処理装置20は、図2および図3に示すように、ケーシング101の内部で基板2を保持して回転させる基板回転保持機構110と、基板回転保持機構110に保持された基板2の表面に向けてめっき液を吐出する吐出機構21と、吐出機構21にめっき液を供給するめっき液供給機構30と、昇降機構164により上下方向に駆動され、排出口124, 129, 134を有するカップ105により基板2から飛散しためっき液などをそれぞれ排出口124, 129, 134に集めて排出する液排出機構120, 125, 130と、基板回転保持機構110、吐出機構21およびめっき液供給機構30を制御する制御機構160と、を備えている。

[0022] (基板回転保持機構)

このうち基板回転保持機構110は、図2および図3に示すように、ケーシング101内で上下に伸延する中空円筒状の回転軸111と、回転軸111の上端部に取り付けられたターンテーブル112と、ターンテーブル112の上面外周部に設けられ、基板2を支持するウエハチャック113と、回転軸111を回転駆動する回転機構162と、を有している。このうち回転機構162は、制御機構160により制御され、回転機構162によって回転軸111が回転駆動され、これによって、ウエハチャック113により支持されている基板2が回転される。

[0023] (吐出機構)

次に、基板2に向けてめっき液などを吐出する吐出機構21について説明する。吐出機構21は、基板2に向けてCOPめっき液などの化学還元タイプのめっき液を吐出する第1ノズル40および第2ノズル45を含んでいる。化学還元タイプのめっき液は、めっき液供給機構30から第1ノズル40および第2ノズル45に供給される。第1ノズル40および第2ノズル45

の詳細については後述する。

[0024] また吐出機構 21 は、図 2 に示すように、吐出口 71 および吐出口 72 を含む第 3 ノズル 70 をさらに有していてもよい。図 2 および図 3 に示すように、第 3 ノズル 70 は、アーム 74 の先端部に取り付けられており、このアーム 74 は、上下方向に延伸可能であるとともに回転機構 165 により回転駆動される支持軸 73 に固定されている。

[0025] 第 3 ノズル 70 において、吐出口 71 は、置換タイプのめっき液、例えば Pd めっき液を供給するめっき液供給機構 76 に、バルブ 76a を介して接続されている。また吐出口 72 は、洗浄処理液を供給する洗浄処理液供給機構 77 に、バルブ 77a を介して接続されている。このような第 3 ノズル 70 を設けることにより、1 つのめっき処理装置 20 内において、化学還元タイプのめっき液によるめっき処理だけでなく、置換タイプのめっき液によるめっき処理、および洗浄処理を実施することが可能となる。

[0026] また図 2 に示すように、第 3 ノズル 70 の吐出口 72 に、めっき処理に先立って実施される前処理のための前処理液、例えば純水などのリンス処理液を供給するリンス処理液供給機構 78 がバルブ 78a を介してさらに接続されていてもよい。この場合、バルブ 77a およびバルブ 78a の開閉を適切に制御することにより、吐出口 72 から、洗浄処理液またはリンス処理液のいずれかが選択的に基板 2 に吐出される。

[0027] [第 1 ノズル]

図 2 および図 3 に示すように、第 1 ノズル 40 は、複数の吐出口 41 を含んでいる。また第 1 ノズル 40 は、アーム 44 の先端部に取り付けられている。アーム 44 は、上下方向に延伸可能であるとともに回転機構 165 により回転駆動される支持軸 43 に固定されている。

[0028] 図 3 に示すように、第 1 ノズル 40 の各吐出口 41 は、基板 2 の半径方向に沿って並ぶよう設けられている。このため、基板 2 上の領域のうち基板 2 の半径方向における所定範囲内の領域に対して、めっき液を第 1 ノズル 40 から直接供給することができる。ここで「直接供給する」とは、めっき液が

基板 2 上の所定領域に到達するまでの経路が、当該所定領域よりも基板 2 の中心側に滴下されためっき液が基板 2 の回転に起因する遠心力によって当該所定領域に到達するという経路ではなく、当該所定領域上にめっき液が滴下されるという経路になっていることを意味している。

[0029] 一般に、めっき処理装置 20 内の雰囲気温度または基板 2 の温度は、第 1 ノズル 40 または第 2 ノズル 45 から基板 2 に向けて吐出される際のめっき液の温度よりも低くなっている。このため、基板 2 の中心部または中心部近傍に滴下されためっき液が基板 2 上で遠心力により外方に流れる際、めっき液の温度は、基板 2 の周縁側に向かうにつれて低くなると考えられる。このため、基板 2 の中心部または中心部近傍にのみめっき液を滴下し、当該めっき液を遠心力によって基板 2 全域にいきわたらせるというめっき処理の場合、基板 2 上のめっき液の温度は、基板 2 の中心部から周縁部に向かうにつれて低くなっていると考えられる。

[0030] ここで本実施の形態によれば、上述の第 1 ノズル 40 を設けることにより、基板 2 上の領域のうち基板 2 の半径方向における所定範囲内の領域に対して、めっき液を第 1 ノズル 40 から直接供給することができる。このため、基板 2 上の領域のうち基板 2 の中心部よりも周縁側の領域に到達するめっき液の温度と、基板の中心部に到達するめっき液の温度との間に差が生じることが抑制することができる。

[0031] [第 2 ノズル]

次に第 2 ノズル 45 について説明する。図 2 および図 3 に示すように、第 2 ノズル 45 は吐出口 46 を含んでいる。また第 2 ノズル 45 は、アーム 49 の先端部に取り付けられており、このアーム 49 は、基板 2 の半径方向（図 2 および図 3 において矢印 D により示される方向）において進退自在となるよう構成されている。このため、第 2 ノズル 45 は、第 2 ノズル 45 の吐出口 46 が第 1 ノズル 40 の各吐出口 41 よりも基板 2 の中心部に近接する中心位置と、中心位置よりも周縁側にある周縁位置との間で移動可能となっている。なお図 3 において、中心位置にある第 2 ノズルが符号 45' で示さ

れており、周縁位置にある第2ノズルが符号45”で示されている。

[0032] 次に図7を参照して、第2ノズル45の吐出口46の具体的な形状について説明する。図7は、図3に示す第2ノズル45をVII-VII方向から見た断面図である。なお図3および図7において、符号 R_1 で示される矢印は、基板2が右回転する際の回転方向（第1回転方向）を示しており、符号 R_2 で示される矢印は、基板2が左回転する際の回転方向（第2回転方向）を示している。

[0033] 図7に示すように、第2ノズル45の吐出口46は、基板2の法線方向（図7において矢印Nで表される方向）から傾斜した傾斜方向（図7において矢印 S_1 で表される方向）に沿って基板2に向けてめっき液35を吐出するよう構成された傾斜吐出口46aを含んでいる。ここで「傾斜した」とは、図7において、矢印Nと矢印 S_1 とが平行しておらず、かつ矢印Nと矢印 S_1 とが直交していないことを意味している。

[0034] 図7に示すように、傾斜吐出口46aは、傾斜吐出口46aの傾斜方向 S_1 が第1回転方向 R_1 に対応するよう構成されている。ここで「傾斜吐出口46aの傾斜方向 S_1 が第1回転方向 R_1 に対応する」とは、傾斜吐出口46aから吐出されるめっき液の吐出方向を示すベクトル S_1 が、図7に示すように、基板2の第2回転方向 R_2 の成分ではなく、基板2の第1回転方向 R_1 の成分を持つことを意味している。なお「傾斜吐出口46aの傾斜方向 S_1 が第1回転方向 R_1 に対応する」という文言と「第1回転方向 R_1 が傾斜吐出口46aの傾斜方向 S_1 に対応する」という文言は同義である。

[0035] 傾斜吐出口46aにおける傾斜の程度は特には限定されないが、例えば、傾斜方向 S_1 と基板の法線方向Nとがなす角の角度が5～60度の範囲内となるよう、傾斜吐出口46aが構成される。

[0036] 上述のように吐出口46が傾斜吐出口46aを含むことの利点について説明する。傾斜吐出口46aを用いて、回転している基板2上にめっき液35を吐出する場合について考える。この場合、基板2に衝突しためっき液35が基板2に与える衝撃の大きさは、めっき液35が衝突した領域における水

平方方向での基板 2 の移動速度と、水平方向におけるめっき液 3 5 の移動速度との差、および、垂直方向におけるめっき液 3 5 の速度に依存する。ここで、傾斜吐出口 4 6 a の傾斜方向 S_1 が基板 2 の回転方向に対応している場合、めっき液 3 5 が衝突した領域における水平方向での基板 2 の移動速度と、水平方向におけるめっき液 3 5 の移動速度との差が小さくなる。従って、傾斜吐出口 4 6 a の傾斜方向 S_1 が基板 2 の回転方向に対応するよう傾斜吐出口 4 6 a を構成することにより、基板 2 に衝突しためっき液 3 5 が基板 2 に与える衝撃を弱めることが可能となる。すなわち、傾斜吐出口 4 6 a を用いてめっき液 3 5 を基板 2 に向けて吐出する時、めっき液 3 5 が基板 2 に与える衝撃は、基板 2 が第 1 回転方向 R_1 に回転している場合の方が、基板 2 が第 2 回転方向 R_2 に回転している場合よりも小さくなる。

[0037] (めっき液供給機構)

次に、吐出機構 2 1 の第 1 ノズル 4 0 および第 2 ノズル 4 5 に、C o P めっき液などの化学還元タイプのめっき液を供給するめっき液供給機構 3 0 について説明する。図 4 は、めっき液供給機構 3 0 を示す図である。

[0038] 図 4 に示すように、めっき液供給機構 3 0 は、めっき液 3 5 を貯留する供給タンク 3 1 と、供給タンク 3 1 のめっき液 3 5 を第 1 ノズル 4 0 へ供給する第 1 供給管 3 3 A と、供給タンク 3 1 のめっき液 3 5 を第 2 ノズル 4 5 へ供給する第 2 供給管 3 3 B と、を有している。第 1 供給管 3 3 A には第 1 バルブ 3 2 A が挿入されており、第 2 供給管 3 3 B には第 2 バルブ 3 2 B が挿入されている。

[0039] また図 4 に示すように、供給タンク 3 1 には、めっき液 3 5 を貯留温度に加熱するタンク用加熱手段 5 0 が取り付けられている。またタンク用加熱手段 5 0 と第 1 ノズル 4 0 との間において、第 1 供給管 3 3 A に、めっき液 3 5 を貯留温度よりも高温の第 1 吐出温度に加熱する第 1 加熱手段 6 0 A が取り付けられている。同様に、タンク用加熱手段 5 0 と第 2 ノズル 4 5 との間において、第 2 供給管 3 3 B に、めっき液 3 5 を貯留温度よりも高温の第 2 吐出温度に加熱する第 2 加熱手段 6 0 B が取り付けられている。タンク用加

熱手段 50、第 1 加熱手段 60A および第 2 加熱手段 60B については、後に詳細に説明する。

[0040] なお上述の「貯留温度」は、めっき液 35 内での自己反応による金属イオンの析出が進行する温度（めっき温度）よりも低く、かつ常温よりも高い所定の温度となっている。また「第 1 吐出温度」および「第 2 吐出温度」は、上述のめっき温度に等しいか、若しくはめっき温度よりも高い所定の温度となっている。本実施の形態によれば、このように、めっき液 35 が二段階でめっき温度以上の温度に加熱される。

このため、めっき液 35 が供給タンク 31 内でめっき温度以上の温度に加熱される場合に比べて、供給タンク 31 内のめっき液 35 中で還元剤の失活や成分の蒸発を防ぐことができる。これによって、めっき液 35 の寿命を長くすることができる。

また、供給タンク 31 においてめっき液 35 が常温で貯留され、その後に第 1 加熱手段 60A および第 2 加熱手段 60B によってめっき温度以上の温度に加熱される場合に比べて、めっき液 35 を小さいエネルギーで素早くめっき温度以上の温度に加熱することができる。このことにより、金属イオンの析出を抑制することができる。

[0041] 供給タンク 31 には、めっき液 35 の各種の成分が貯蔵されている複数の薬液供給源（図示せず）から各種薬液が供給されている。例えば、 Co^{2+} イオンを含む CoSO_4 金属塩、還元剤（例えば、次亜リン酸など）および添加剤などの薬液が供給されている。この際、供給タンク 31 内に貯留されるめっき液 35 の成分が適切に調整されるよう、各種薬液の流量が調整されている。

[0042] [タンク用加熱手段]

タンク用加熱手段 50 は、図 4 に示すように、供給タンク 31 の近傍でめっき液 35 の循環経路を形成する循環管 52 と、循環管 52 に取り付けられ、めっき液 35 を貯留温度に加熱するヒータ 53 と、循環管 52 に挿入され、めっき液 35 を循環させるポンプ 56 と、を有している。タンク用加熱手

段50を設けることにより、供給タンク31内のめっき液35を供給タンク31近傍で循環させながら上述の貯留温度まで加熱することができる。

[0043] また図4に示すように、循環管52には第1供給管33Aおよび第2供給管33Bが接続されている。図示される例において、バルブ36が開放され、第1バルブ32Aおよび第2バルブ32Bが閉鎖されているときは、ヒータ53を通っためっき液35が供給タンク31に戻される。一方、バルブ36が閉鎖され、第1バルブ32Aおよび第2バルブ32Bが開放されているときは、ヒータ53を通っためっき液35が第1ノズル40および第2ノズル45に到達する。

[0044] なお図4に示すように、循環管52にフィルター55が挿入されていてもよい。これによって、めっき液35をタンク用加熱手段50によって加熱する際、めっき液35に含まれる様々な不純物を除去することができる。また図4に示すように、循環管52に、めっき液35の特性をモニタするモニタ手段57が設けられていてもよい。モニタ手段57は、例えば、めっき液35の温度をモニタする温度モニタや、めっき液35のpHをモニタするpHモニタなどから構成されている。

[0045] また図4に示すように、めっき液供給機構30が、供給タンク31に接続され、供給タンク31に貯留されためっき液35中の溶存酸素および溶存水素を除去する脱気手段37をさらに有していてもよい。この脱気手段37は、例えば、窒素などの不活性ガスを供給タンク31内に供給するよう構成されている。この場合、めっき液35中に窒素などの不活性ガスを溶解させることにより、既にめっき液35中に溶存している酸素や水素などのその他のガスをめっき液35の外部に排出することができる。めっき液35から排出された酸素や水素は、排気手段38によって供給タンク31から排出される。

[0046] [第1加熱手段]

次に図5を参照して、第1加熱手段60Aについて説明する。第1加熱手段60Aは、タンク用加熱手段50によって貯留温度まで加熱されためっき

液 3 5 を、さらに第 1 吐出温度まで加熱するためのものである。この第 1 加熱手段 6 0 A は、図 5 に示すように、所定の伝熱媒体を、第 1 吐出温度、または第 1 吐出温度よりも高い温度に加熱する第 1 温度媒体供給手段 6 1 A と、第 1 供給管 3 3 A に取り付けられ、第 1 温度媒体供給手段 6 1 A からの伝熱媒体の熱を第 1 供給管 3 3 A 内のめっき液 3 5 に伝導させる温度調節器 6 2 と、を有している。また図 5 に示すように、第 1 ノズル 4 0 の内部に至るよう設けられ、第 1 ノズル 4 0 内に位置する第 1 供給管 3 3 A を通るめっき液 3 5 を第 1 吐出温度で保持するための温度保持器 6 5 がさらに設けられていてもよい。

[0047] 温度調節器 6 2 は、第 1 温度媒体供給手段 6 1 A から供給される温度調節用の伝熱媒体（たとえば温水）を導入する供給口 6 2 a と、伝熱媒体を排出する排出口 6 2 b と、を有している。供給口 6 2 a から供給された伝熱媒体は、温度調節器 6 2 の内部の空間 6 2 c を流れる間に第 1 供給管 3 3 A と接触する。これによって、第 1 供給管 3 3 A を流れるめっき液 3 5 が第 1 吐出温度まで加熱される。めっき液 3 5 の加熱に用いられた後の伝熱媒体は、排出口 6 2 b から排出される。

[0048] 好ましくは、温度調節器 6 2 内の第 1 供給管 3 3 A は、図 5 に示すようにらせん状に形成されている。これによって、伝熱媒体と第 1 供給管 3 3 A との間の接触面積を大きくすることができ、このことにより、伝熱媒体の熱を効率良くめっき液 3 5 に伝えることができる。

[0049] 温度保持器 6 5 は、温度調節器 6 2 によって第 1 吐出温度に加熱されためっき液 3 5 が第 1 ノズル 4 0 から吐出されるまでの間、めっき液 3 5 の温度を保持するためのものである。この温度保持器 6 5 は、図 5 に示すように、温度保持器 6 5 内で第 1 供給管 3 3 A に接触するよう延びる保温パイプ 6 5 c と、第 1 温度媒体供給手段 6 1 A から供給される伝熱媒体を保温パイプ 6 5 c に導入する供給口 6 5 a と、伝熱媒体を排出する排出口 6 5 b と、を有している。保温パイプ 6 5 c は、第 1 供給管 3 3 A に沿って第 1 ノズル 4 0 の先端部近傍まで延びており、これによって、第 1 ノズル 4 0 の各吐出口 4

1 から吐出されるめっき液 3 5 の温度を均一に第 1 吐出温度に保持することができる。

[0050] 保温パイプ 6 5 c は、図 5 に示すように、第 1 ノズル 4 0 の内部で開放され、温度保持器 6 5 内の空間 6 5 d と通じていてもよい。この場合、温度保持器 6 5 は、その断面中心に位置する第 1 供給管 3 3 A、第 1 供給管 3 3 A の外周に熱的に接触させて配設された保温パイプ 6 5 c、および、保温パイプ 6 5 c の外周に位置する空間 6 5 d を含む三重構造（三重配管の構造）を有している。供給口 6 5 a から供給された伝熱媒体は、第 1 ノズル 4 0 の先端部に至るまで保温パイプ 6 5 c を通ってめっき液 3 5 を保温し、その後、温度保持器 6 5 内の空間 6 5 d を通って排出口 6 5 b から排出される。空間 6 5 d を流れる伝熱媒体は、保温パイプ 6 5 c を流れる伝熱媒体（およびその内側の第 1 供給管 3 3 A を流れるめっき液 3 5）と温度保持器 6 5 の外側の雰囲気とを熱的に遮断する作用をする。したがって、保温パイプ 6 5 c を流れる伝熱媒体の熱損失を抑えるとともに、保温パイプ 6 5 c を流れる伝熱媒体から第 1 供給管 3 3 A を流れるめっき液 3 5 への熱伝達を効率的に行うことができる。

[0051] なお図 5 においては、温度調節器 6 2 に供給される伝熱媒体と、温度保持器 6 5 に供給される伝熱媒体とがいずれも、第 1 温度媒体供給手段 6 1 A から供給される伝熱媒体となっている例が示されている。しかしながら、これに限られることはなく、温度調節器 6 2 に供給される伝熱媒体と、温度保持器 6 5 に供給される伝熱媒体とが、それぞれ別個の伝熱媒体の供給源から供給されてもよい。

[0052] [第 2 加熱手段]

次に図 6 を参照して、第 2 加熱手段 6 0 B について説明する。第 2 加熱手段 6 0 B は、タンク用加熱手段 5 0 によって貯留温度まで加熱されためっき液 3 5 を、さらに第 2 吐出温度まで加熱するためのものである。この第 2 加熱手段 6 0 B は、図 6 に示すように、所定の伝熱媒体を第 2 吐出温度または第 2 吐出温度よりも高い温度に加熱する第 2 温度媒体供給手段 6 1 B と、第

2 供給管 3 3 B に取り付けられ、第 2 温度媒体供給手段 6 1 B からの伝熱媒体の熱を第 2 供給管 3 3 B 内のめっき液 3 5 に伝導させる温度調節器 6 2 と、を有している。また図 6 に示すように、第 2 ノズル 4 5 の内部に至るよう設けられ、第 2 ノズル 4 5 内に位置する第 2 供給管 3 3 B を通るめっき液 3 5 を第 2 吐出温度で保持するための温度保持器 6 5 がさらに設けられていてもよい。

[0053] 第 2 加熱手段 6 0 B は、伝熱媒体が第 2 温度媒体供給手段 6 1 B によって、第 2 吐出温度、または第 2 吐出温度よりも高い温度に加熱される点が異なるのみであり、その他の点は、図 5 に示す第 1 加熱手段 6 0 A と略同一である。図 6 に示す第 2 加熱手段 6 0 B に関して、図 5 に示す第 1 加熱手段 6 0 A と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

[0054] なお上述の第 1 加熱手段 6 0 A および第 2 加熱手段 6 0 B は、第 1 吐出温度が第 2 吐出温度よりも高くなるよう制御機構 1 6 0 によって制御されている。すなわち、第 1 加熱手段 6 0 A および第 2 加熱手段 6 0 B を有するめっき液供給機構 3 0 は、第 1 ノズル 4 0 に供給されるめっき液の温度が第 2 ノズル 4 5 に供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されている。これによって、後述するように、基板 2 上の領域のうち基板 2 の中心部よりも周縁側の領域に到達するめっき液の温度と、基板の中心部に到達するめっき液の温度との間に差が生じることをより確実に抑制することができる。

[0055] (液排出機構)

次に、基板 2 から飛散しためっき液や洗浄液などを排出する液排出機構 1 2 0、1 2 5、1 3 0 について、図 2 を参照して説明する。図 2 に示すように、ケーシング 1 0 1 内には、昇降機構 1 6 4 により上下方向に駆動され、排出口 1 2 4、1 2 9、1 3 4 を有するカップ 1 0 5 が配置されている。液排出機構 1 2 0、1 2 5、1 3 0 は、それぞれ排出口 1 2 4、1 2 9、1 3 4 に集められる液を排出するものとなっている。

[0056] 基板 2 から飛散した処理液は、種類ごとに排出口 1 2 4、1 2 9、1 3 4 を介して液排出機構 1 2 0、1 2 5、1 3 0 により排出される。例えば、基

板 2 から飛散した C o P めっき液は、めっき液排出機構 1 2 0 から排出され、基板 2 から飛散した P d めっき液は、めっき液排出機構 1 2 5 から排出され、基板 2 から飛散した洗浄液およびリンス処理液は、処理液排出機構 1 3 0 から排出される。

[0057] (その他の構成要素)

図 2 に示すように、めっき処理装置 2 0 は、基板 2 の裏面に処理液を供給する裏面処理液供給機構 1 4 5 と、基板 2 の裏面に気体を供給する裏面ガス供給機構 1 5 0 と、をさらに有していてもよい。

[0058] 以上のように構成されるめっき処理装置 2 0 を複数含むめっき処理システム 1 は、制御機構 1 6 0 に設けた記憶媒体 1 6 1 に記録された各種のプログラムに従って制御機構 1 6 0 で駆動制御される。これによって、基板 2 に対する様々な処理が行われる。ここで、記憶媒体 1 6 1 は、各種の設定データや後述するめっき処理プログラム等の各種のプログラムを格納している。記憶媒体 1 6 1 としては、コンピューターで読み取り可能な R O M や R A M などのメモリーや、ハードディスク、C D - R O M 、 D V D - R O M やフレキシブルディスクなどのディスク状記憶媒体などの公知のものが使用され得る。

[0059] めっき処理方法

本実施の形態において、めっき処理システム 1 およびめっき処理装置 2 0 は、記憶媒体 1 6 1 に記録されためっき処理プログラムに従って、基板 2 にめっき処理を施すよう駆動制御される。以下の説明では、はじめに、一のめっき処理装置 2 0 で基板 2 に P d めっき処理を置換めっきにより施し、その後、C o めっき処理を化学還元めっきにより施す方法について、図 8 および図 9 (a) ~ (e) を参照して説明する。

[0060] (基板搬入工程および基板受取工程)

はじめに、基板搬入工程および基板受入工程が実行される。まず、基板搬送ユニット 1 3 の基板搬送装置 1 4 を用いて、1 枚の基板 2 を基板受渡室 1 1 から一のめっき処理装置 2 0 に搬入する。めっき処理装置 2 0 においては

、はじめに、カップ 105 が所定位置まで降下される。次に、搬入された基板 2 がウエハチャック 113 により支持される。その後、排出口 134 と基板 2 の外周端縁とが対向する位置までカップ 105 が昇降機構 164 により上昇させられる。

[0061] (洗浄工程)

次に、リンス処理、前洗浄処理およびその後のリンス処理を含む洗浄工程が実行される (S301)。はじめに、リンス処理液供給機構 78 のバルブ 78a が開かれ、これによって、リンス処理液が基板 2 の表面に第 3 ノズル 70 の吐出口 72 を介して供給される。次に、前洗浄工程が実行される。はじめに、洗浄処理液供給機構 77 のバルブ 77a が開かれ、これによって、洗浄処理液が基板 2 の表面に第 3 ノズル 70 の吐出口 72 を介して供給される。その後、上述の場合と同様にして、リンス処理液が基板 2 の表面に第 3 ノズル 70 の吐出口 72 を介して供給される。処理後のリンス処理液や洗浄処理液は、カップ 105 の排出口 134 および処理液排出機構 130 を介して廃棄される。なお洗浄工程 S301 および以下の各工程のいずれにおいても、特に言及しない限り、基板 2 は基板回転保持機構 110 により第 1 回転方向 R_1 において回転されている。

[0062] (Pdめっき工程)

次に、Pdめっき工程が実行される (S302)。このPdめっき工程は、前洗浄工程後の基板 2 が乾燥されていない状態の間に、置換めっき処理工程として実行される。このように、基板 2 が乾燥していない状態で置換めっき処理工程を実行することで、基板 2 の被めっき面の銅などが酸化してしまい良好に置換めっき処理できなくなるのを防止することができる。

[0063] Pdめっき工程においては、はじめに、排出口 129 と基板 2 の外周端縁とが対向する位置までカップ 105 を昇降機構 164 により下降させる。次に、めっき液供給機構 76 のバルブ 76a が開かれ、これによって、Pdを含むめっき液が、基板 2 の表面に第 3 ノズル 70 の吐出口 71 を介して所望の流量で吐出される。このことにより、基板 2 の表面にPdめっきが施され

る。処理後のめっき液は、カップ 105 の排出口 129 から排出される。排出口 129 から排出されためっき液は、排出機構 125 を介して、回収され再利用されるか、若しくは排棄される。

[0064] (リンス処理工程)

次に、C o めっき工程に先立って実施される前処理として、例えばリンス処理工程が実行される (S 303)。このリンス処理工程 S 303 においては、前処理液として例えばリンス処理液が基板 2 の表面に供給される。

[0065] (C o めっき工程)

その後、上述の工程 S 301 ~ 303 が実行されたのと同じのめっき処理装置 20 において、C o めっき工程が実行される (S 304)。このC o めっき工程 S 304 は、化学還元めっき処理工程として実行される。このC o めっき工程 S 304 は、図 8 に示すように、液置換工程 S 305 (第 1 工程) と、インキュベーション工程 S 306 (第 2 工程) と、めっき膜成長工程 S 307 (第 3 工程) と、を含んでいる。

[0066] なおC o めっき工程において、析出することによってめっき層を形成する元素がC o に限られることはなく、その他の元素が同時に析出してもよい。例えば、C o めっき工程において用いられるめっき液に、C o のイオンだけでなくその他の元素のイオンが含まれる場合、C o と同時にその他の元素が析出してもよい。ここでは、めっき液にC o のイオンおよびPのイオンが含まれており、このため、C o だけでなくPをも含むめっき層 (C o P) が形成される場合について説明する。なお以下の説明においては、めっき層にC o 以外の元素が含まれる場合であっても、C o めっき工程により得られるめっき層を「C o めっき層」と称する。

[0067] 上述の工程 S 305 ~ 307 のうち液置換工程 S 305 は、上述のリンス処理工程 S 303 において基板 2 に供給されたリンス処理液を、C o P を形成するめっき液 35 によって置換する工程である。またインキュベーション工程 S 306 は、液置換工程 S 305 の後、後述するPdめっき層 83 上の全域にわたって初期のC o めっき層 84 を形成する工程である。なお初期の

C o め っ き 層 8 4 と は、 厚 み が 数 十 n m 以 下 の C o め っ き 層 8 4 の こ と で あ る。 ま た め っ き 膜 成 長 工 程 S 3 0 7 は、 イ ン キ ュ ベ ー シ ョ ン 工 程 S 3 0 6 に よ っ て 形 成 さ れ た 初 期 の C o め っ き 層 8 4 上 で め っ き 反 応 を さ ら に 進 行 さ せ、 十 分 な 厚 み、 例 え ば 百 n m 以 上 の 厚 み を 有 す る C o め っ き 層 8 4 を 形 成 す る 工 程 で あ る。

[0068] 以下、C o め っ き 工 程 に つ い て、 図 9 (a) ~ (e) を 参 照 し て 詳 細 に 説 明 す る。 図 9 (a) は、 P d め っ き 工 程 S 3 0 2 お よ び リ ン ス 処 理 工 程 S 3 0 3 が 実 施 さ れ た 後 の 基 板 2 を 示 す 図 で あ る。 図 9 (a) に 示 す よ う に、 基 板 2 は、 有 機 化 合 物 な ど か ら な る 絶 縁 層 8 1 と、 銅 な ど か ら な る 配 線 8 2 と、 配 線 8 2 を 覆 う よ う 設 け ら れ た P d め っ き 層 8 3 と、 を 有 し て い る。 ま た 基 板 2 上 に は、 リ ン ス 処 理 工 程 S 3 0 3 に よ り 供 給 さ れ た リ ン ス 処 理 液 7 9 が 存 在 し て い る。 な お C o め っ き 工 程 S 3 0 4 の 各 工 程 S 3 0 5, S 3 0 6, S 3 0 7 に お い て、 特 に 言 及 し な い 限 り、 第 2 ノ ズ ル 4 5 の 吐 出 口 4 6 は 第 1 ノ ズ ル 4 0 の 各 吐 出 口 4 1 よ り も 基 板 2 の 中 心 部 に 近 接 す る よ う 位 置 し て い る。

[0069] は じ め に、 図 9 (b) に 示 す よ う に、 第 1 加 熱 手 段 6 0 A に よ っ て 第 1 吐 出 温 度 に 加 熱 さ れ た め っ き 液 3 5 を、 基 板 2 の 表 面 に 向 け て 第 1 ノ ズ ル 4 0 の 各 吐 出 口 4 1 か ら 吐 出 す る。 加 え て、 第 2 加 熱 手 段 6 0 B に よ っ て 第 2 吐 出 温 度 に 加 熱 さ れ た め っ き 液 3 5 を、 基 板 2 の 表 面 に 向 け て 第 2 ノ ズ ル 4 5 の 吐 出 口 4 6 か ら 吐 出 す る。 こ の う ち 第 1 ノ ズ ル 4 0 の 各 吐 出 口 4 1 か ら 吐 出 さ れ た め っ き 液 3 5 は、 図 9 (b) に 示 す よ う に、 基 板 2 上 の 領 域 の う ち 基 板 2 の 半 径 方 向 に お け る 所 定 範 囲 内 の 領 域 に 到 達 す る。 ま た 第 2 ノ ズ ル 4 5 の 吐 出 口 4 6 か ら 吐 出 さ れ た め っ き 液 3 5 は、 基 板 2 の 略 中 心 部 に 到 達 す る。

[0070] [液置換工程]

第 1 ノ ズ ル 4 0 お よ び 第 2 ノ ズ ル 4 5 を 用 い て 基 板 2 に 向 け て め っ き 液 3 5 を 吐 出 す る こ と に よ り、 図 9 (b) に 示 す よ う に、 基 板 2 上 に 存 在 し て い た リ ン ス 処 理 液 7 9 が、 C o P を 形 成 す る め っ き 液 3 5 に よ っ て 置 換 さ れ る

。すなわち、上述の液置換工程 S 3 0 5 が完了する。液置換工程 S 3 0 5 に要する時間は、基板 2 の寸法やめっき液 3 5 の流量によって異なるが、例えば 1 秒～2 分程度となっている。

[0071] 〔インキュベーション工程〕

引き続き第 1 ノズル 4 0 および第 2 ノズル 4 5 を用いて基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出する。これによって、図 9 (c) に示すように、Pd めっき層 8 3 上に初期の Co めっき層 8 4 が部分的に形成される。さらに基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出し続けると、図 9 (d) に示すように、Pd めっき層 8 3 上の全域にわたって初期の Co めっき層 8 4 が形成される。すなわち、上述のインキュベーション工程 S 3 0 6 が完了する。

[0072] 〔めっき膜成長工程〕

引き続き第 1 ノズル 4 0 および第 2 ノズル 4 5 を用いて基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出する。これによって、図 9 (e) に示すように、Pd めっき層 8 3 上の Co めっき層 8 4 の厚みが、所定の厚み、例えば 1 μ m に到達する。すなわち、上述のめっき膜成長工程 S 3 0 7 が完了する。

[0073] なお Co めっき工程 S 3 0 4 においては、排出口 1 2 4 と基板 2 の外周端縁とが対向する位置までカップ 1 0 5 が昇降機構 1 6 4 により下降されている。このため、処理後のめっき液 3 5 は、カップ 1 0 5 の排出口 1 2 4 から排出される。排出された処理後のめっき液 3 5 は、排出機構 1 2 0 を介して、回収され再利用されるか、若しくは排棄される。

[0074] （洗浄工程）

次に、Co めっき処理が施された基板 2 の表面に対して、リンス処理、後洗浄処理およびその後のリンス処理を含む洗浄工程 S 3 0 8 が実行される。この洗浄工程 S 3 0 8 は、上述の洗浄工程 S 3 0 1 と略同一であるので、詳細な説明は省略する。

[0075] （乾燥工程）

その後、基板 2 を乾燥させる乾燥工程が実行される（S 3 0 9）。例えば、ターンテーブル 1 1 2 を回転させることにより、基板 2 に付着している液

体が遠心力により外方へ飛ばされ、これによって基板 2 が乾燥される。すなわち、ターンテーブル 112 が、基板 2 の表面を乾燥させる乾燥機構としての機能を備えていてもよい。

[0076] このようにして、一のめっき処理装置 20 において、基板 2 の表面に対して、はじめに Pd めっきが置換めっきにより施され、次に Co めっきが化学還元めっきにより施される。

[0077] その後、基板 2 は、Au めっき処理用の他のめっき処理装置 20 に搬送されてもよい。この場合、他のめっき処理装置 20 において、基板 2 の表面に、置換めっきにより Au めっき処理が施される。Au めっき処理の方法は、めっき液および洗浄液が異なる点以外は、Pd めっき処理のための上述の方法と略同一であるので、詳細な説明は省略する。

[0078] (温度に起因する本実施の形態の作用効果)

ここで本実施の形態によれば、上述のように、基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出する吐出機構 21 は、基板 2 の半径方向に沿って並べられた複数の吐出口 41 を含む第 1 ノズル 40 と、第 1 ノズル 40 の各吐出口 41 よりも基板 2 の中心部に近接するよう位置することができる吐出口 46 を含む第 2 ノズル 45 と、を有している。このため、第 2 ノズル 45 によって基板 2 の中心部にめっき液 35 を供給することができ、かつ、第 1 ノズル 40 によって、基板 2 上の領域のうち基板 2 の中心部よりも周縁側にある所定領域にめっき液 35 を直接供給することができる。このため、基板 2 の中心部を経由しためっき液 35 のみが上記所定領域に到達する場合に比べて、上記所定領域に到達するめっき液 35 の温度を高くすることができる。これによって、基板 2 の中心部におけるめっき液 35 の反応条件と、基板 2 の周縁部におけるめっき液 35 の反応条件との間に差が生じることを抑制することができる。このことにより、基板 2 に形成される Co めっき層 84 の厚みを、基板 2 の全域にわたって略均一にすることができる。

[0079] ところで本実施の形態によるめっき処理方法においては、上述のように、めっき処理の間、基板 2 が基板回転保持機構 110 により回転されている。

このため、基板 2 上の領域のうち基板 2 の中心部よりも周縁側に位置する所定領域には、第 1 ノズル 4 0 から直接供給されためっき液 3 5 だけでなく、第 2 ノズル 4 5 から吐出されためっき液 3 5 であって、基板 2 の中心部を経由しためっき液 3 5 も到達することが考えられる。この場合、第 1 ノズル 4 0 から当該所定領域に直接供給されためっき液 3 5 と、基板 2 の中心部を経由しためっき液 3 5 とが混合され、これによって、当該所定領域におけるめっき液 3 5 の温度が、第 1 ノズル 4 0 から吐出される際のめっき液 3 5 の温度（第 1 吐出温度）よりも低くなることが考えられる。

[0080] ここで本実施の形態によれば、上述のように、めっき液供給機構 3 0 は、第 1 ノズル 4 0 に供給されるめっき液の温度（第 1 吐出温度）が第 2 ノズル 4 5 に供給されるめっき液の温度（第 2 吐出温度）よりも高くなるよう構成されている。このため、上記所定領域において第 1 ノズル 4 0 からのめっき液 3 5 と第 2 ノズル 4 5 からのめっき液 3 5 とが混合される場合であっても、混合されためっき液 3 5 の温度と、第 2 ノズル 4 5 から基板 2 の中心部に到達するめっき液 3 5 の温度（第 2 吐出温度）との間に差が生じることを抑制することができる。これによって、基板 2 に形成される C o めっき層 8 4 の厚みを、基板 2 の全域にわたってより確実に略均一にすることができる。

[0081] なお基板 2 の周縁部には、第 1 ノズル 4 0 の吐出口 4 1 から直接供給されるめっき液 3 5、および、基板 2 の中心部を経由した、第 2 ノズル 4 5 からのめっき液 3 5 だけでなく、基板 2 のその他の領域を経由した、第 1 ノズル 4 0 のその他の吐出口 4 1 からのめっき液も到達することが考えられる。従って、混合によりめっき液 3 5 の温度が低くなるという現象は、基板 2 の周縁部において最も顕著になると考えられる。このため、好ましくは、第 1 ノズル 4 0 の各吐出口 4 1 は、基板 2 の周縁部近傍にめっき液 3 5 を直接供給するよう構成されている。これによって、基板 2 の中心部または中心部近傍におけるめっき液 3 5 の反応条件と、基板 2 の周縁部におけるめっき液 3 5 の反応条件との間に差が生じることを抑制することができる。このことにより、基板 2 に形成される C o めっき層 8 4 の厚みを基板 2 の全域にわたって

より確実に略均一にすることができる。

[0082] (吐出角度に起因する本実施の形態の作用効果)

また本実施の形態によれば、上述のように、第2ノズル45の吐出口46は、基板2の法線方向Nから傾斜した傾斜方向S₁に沿って基板2に向けてめっき液35を吐出するよう構成された傾斜吐出口46aを含んでいる。また、傾斜吐出口46aの傾斜方向S₁は、基板2の第1回転方向R₁に対応している。このため、基板2の中心部に到達しためっき液35が基板2に与える衝撃を弱めることができる。これによって、基板2の中心部または中心部近傍において上述のインキュベーション工程S306およびめっき膜成長工程S307が阻害されることを防ぐことができる。

[0083] 次に、吐出口46が傾斜吐出口46aを含むことの効果を、比較の形態と比較して説明する。図10は、基板2の法線方向Nに沿って基板2の中心部に向けてめっき液35を吐出するよう構成された垂直吐出口101を有するノズル100を用いて基板2に向けてめっき液35を吐出した場合を示す図である。図10に示す比較の形態においては、めっき液35の移動速度の成分が、全て垂直方向における成分となっている。このため、本実施の形態の場合に比べて、基板2の中心部に到達しためっき液35が基板2に与える衝撃が大きくなっている。この場合、基板2の中心部または中心部近傍において、基板2上に存在するめっき液35の状態が不安定になってしまうことが考えられる。例えば図10に示すように、基板2の中心部または中心部近傍において、基板2上に存在するめっき液35の量が少なくなったり、めっき液35の流動が激しくなったりすることが考えられる。

[0084] 一般に、化学還元タイプのめっき液35においては、めっき液35中の還元剤が基板2のPdめっき層83に対して電子を放出し、この電子をPdめっき層83上で金属イオン（例えばCoイオン）が受け取ることにより、Pdめっき層83上に金属（Co）が析出する。この場合、めっき液35とPdめっき層83との間には、電子の授受を行うための何らかの層が形成されることが考えられる。例えば、界面に正負の荷電粒子が対を形成して層状に

並ぶことにより形成される電気二重層が形成されることが考えられる。この場合、電子の授受を迅速に実施するためには、電子の授受を行うための層を安定に維持することが重要となる。

[0085] ここで上述の比較の形態によれば、基板 2 の中心部または中心部近傍において、基板 2 上に存在するめっき液 3 5 の状態が不安定になっている。この場合、電子の授受を行うための層が不安定になり、この結果、電子の授受の速度が小さくなる、若しくは電子の授受が行われなくなることが考えられる。このため比較の形態によれば、基板 2 の中心部または中心部近傍に形成される C o めっき層 8 4 の厚みが、基板のその他の領域に形成される C o めっき層 8 4 の厚みに比べて薄くなってしまうことが考えられる。若しくは、基板 2 の中心部に C o めっき層 8 4 が形成されなくなってしまうことが考えられる。

[0086] これに対して本実施の形態によれば、上述のように、傾斜吐出口 4 6 a を用いて基板 2 の中心部に向けてめっき液 3 5 を吐出することにより、基板 2 の中心部に到達しためっき液 3 5 が基板 2 に与える衝撃を弱めることができる。これによって、電子の授受を行うための層を安定に維持することができる。このため、めっき液 3 5 と P d めっき層 8 3 との間における電子の授受を迅速に実施させることができる。このことにより、基板 2 の中心部に形成される C o めっき層 8 4 の厚みが、基板のその他の領域に形成される C o めっき層 8 4 の厚みに比べて薄くなることを防ぐことができる。また、傾斜吐出口 4 6 a を用いることにより、めっき液 3 5 の吐出流量を低減させることなく、めっき液 3 5 が基板 2 に与える衝撃を弱めることができる。

[0087] めっき液供給機構の変形例

なお本実施の形態において、めっき液供給機構 3 0 が、めっき液 3 5 を貯留する供給タンク 3 1 と、供給タンク 3 1 内のめっき液 3 5 を貯留温度に加熱するタンク用加熱手段 5 0 と、供給タンク 3 1 のめっき液 3 5 を第 1 ノズル 4 0 へ供給する第 1 供給管 3 3 A と、第 1 供給管 3 3 A に取り付けられ、第 1 ノズル 4 0 に供給されるめっき液 3 5 を第 1 吐出温度に加熱する第 1 加

熱手段 60A と、供給タンク 31 のめっき液 35 を第 2 ノズル 45 へ供給する第 2 供給管と、第 2 供給管 33B に取り付けられ、第 2 ノズル 45 に供給されるめっき液 35 を第 2 吐出温度に加熱する第 2 加熱手段 60B と、を有する例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、第 1 ノズル 40 に供給されるめっき液 35 の温度が第 2 ノズル 45 に供給されるめっき液 35 の温度よりも高くなるということが実現される限りにおいて、めっき液供給機構 30 の様々な構成が採用され得る。

[0088] 例えばめっき液供給機構 30 において、供給タンク 31 内のめっき液 35 を貯留温度に加熱するタンク用加熱手段 50 が設けられていなくてもよい。この場合、常温のめっき液 35 が第 1 加熱手段 60A および第 2 加熱手段 60B に到達する。そして、第 1 加熱手段 60A によってめっき液 35 が第 1 吐出温度に加熱され、また、第 2 加熱手段 60B によってめっき液 35 が第 2 吐出温度に加熱される。

[0089] また、めっき液供給機構 30 において、第 2 加熱手段 60B が設けられていなくてもよい。この場合、タンク用加熱手段 50 により実現される上述の貯留温度が、めっき温度よりも高くなるよう設定される。すなわち、タンク用加熱手段 50 によって、供給タンク 31 内のめっき液 35 が、めっき温度よりも高い温度に加熱される。これによって、第 2 ノズル 45 から吐出されるめっき液 35 の温度を、めっき温度に等しいか、若しくはめっき温度よりも高い所定の温度とすることができる。また、第 1 加熱手段 60A によって、第 1 ノズル 40 に供給されるめっき液 35 の温度を、第 2 ノズル 45 に供給されるめっき液 35 の温度よりも高くすることができる。

[0090] または、図 11 に示すように、めっき液供給機構 30 が、めっき液 35 を貯留する第 1 供給タンク 31A および第 2 供給タンク 31B と、第 1 供給タンク 31A のめっき液 35 を第 1 ノズル 40 へ供給する第 1 供給管 33A と、第 2 供給タンク 31B のめっき液 35 を第 2 ノズル 45 へ供給する第 2 供給管 33B と、第 1 供給タンク 31A 内のめっき液 35 を第 1 貯留温度に加熱するタンク用第 1 加熱手段 50A と、第 2 供給タンク 31B 内のめっき液

35を第2貯留温度に加熱するタンク用第2加熱手段50Bと、を有していてもよい。ここで第1タンク用加熱手段50Aおよびタンク用加熱手段50Bは、目標温度が異なるのみであり、その他の点は、図4に示す上述のタンク用加熱手段50と略同一である。図11に示す第1タンク用加熱手段50Aおよびタンク用加熱手段50Bに関して、図4に示すタンク用加熱手段50と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

[0091] 図11に示す変形例においては、上述の第1貯留温度が第2貯留温度よりも高くなるよう、タンク用第1加熱手段50Aおよび前記タンク用第2加熱手段50Bが制御機構160により制御される。また第1貯留温度および第2貯留温度は、上述のめっき温度よりも高くなるよう設定されている。このため、第1ノズル40および第2ノズル45に供給されるめっき液35の温度を、めっき温度よりも高くすることができ、かつ、第1ノズル40に供給されるめっき液35の温度を、第2ノズル45に供給されるめっき液35の温度よりも高くすることができる。

[0092] なお、図11に示す変形例において一点鎖線で示すように、めっき液供給機構30が第1加熱手段60Aおよび第2加熱手段60Bをさらに含んでもよい。この場合、めっき液35は、図4に示す形態の場合と同様に、タンク用加熱手段50A、50Bと加熱手段60A、60Bとにより二段階で加熱される。このため、各第1供給タンク31Aおよび第2供給タンク31Bに貯留されているめっき液35の温度を、めっき温度よりも低い温度にすることができる。これによって、第1供給タンク31A内および第2供給タンク31B内でめっき液35中の還元剤の失活や成分の蒸発が起こることを抑制でき、このことにより、めっき液35の寿命が短くなることを防ぐことができる。

[0093] 第2ノズルの変形例

また本実施の形態において、第2ノズル45の吐出口46が、基板2の法線方向Nから傾斜した傾斜方向S₁に沿って基板2に向けてめっき液35を吐出するよう構成された傾斜吐出口46aを含む例を示した。しかしながら、

これに限られることはなく、第2ノズル45の吐出口46は、基板2の法線方向Nに沿って基板2に向けてめっき液35を吐出するよう構成された垂直吐出口46bをさらに含んでいてもよい。図12は、垂直吐出口46bをさらに含む吐出口46を有する第2ノズル45を示す平面図であり、図13は、図12に示す第2ノズル45をXIII-XIII方向から見た断面図である。

[0094] 図13に示すように、垂直吐出口46bは、基板2の法線方向Nに平行な方向S₂に沿ってめっき液35を吐出するものである。図13に示す例において、傾斜吐出口46aには傾斜吐出口用の第2供給管33B(1)が接続されており、垂直吐出口46bには垂直吐出口用の第2供給管33B(2)が接続されている。また、図示はしないが、傾斜吐出口用の第2供給管33B(1)および垂直吐出口用の第2供給管33B(2)と、第2供給管33Bとの間には、第2供給管33B内のめっき液35を傾斜吐出口用の第2供給管33B(1)または垂直吐出口用の第2供給管33B(2)のいずれか一方に選択的に供給する閉鎖手段が設けられている。この閉鎖手段は、制御機構160によって制御されている。従って、制御機構160によって閉鎖手段を制御することにより、傾斜吐出口46aまたは垂直吐出口46bのいずれか一方へのめっき液35の供給を停止することができる。すなわち、閉鎖手段は、傾斜吐出口46aまたは垂直吐出口46bのいずれか一方を制御機構160からの制御に基づいて閉鎖することができる。

[0095] 第2ノズル45の吐出口46が上述の垂直吐出口46bをさらに含む場合、傾斜吐出口46aと垂直吐出口46bとを状況に応じて使い分けることにより、以下の効果を得ることができる。例えば上述の液置換工程S305においては、第2ノズル45の垂直吐出口46bを用いて基板2に向けてめっき液35を吐出する。一方、上述のインキュベーション工程S306およびめっき膜成長工程S307においては、第2ノズル45の傾斜吐出口46aを用いて基板2に向けてめっき液35を吐出する。このため、液置換工程S305においては、基板2に到達しためっき液35が基板2に与える衝撃を強めることができ、これによって、基板2上のリンス処理液がめっき液35

に置換されることを促進することができる。またインキュベーション工程 S 306 およびめっき膜成長工程 S 307 においては、上述の本実施の形態の場合と同様に、基板 2 に到達しためっき液 35 が基板 2 に与える衝撃を弱めることができる。これによって、初期の Co めっき層 84 が形成されることができ、および、Co めっき層 84 が成長することが衝撃によって阻害されるのを防ぐことができる。

[0096] 第 1 ノズルの変形例

また本実施の形態において、第 1 ノズル 40 が、基板 2 の半径方向に沿って並べられた複数の吐出口 41 を含む例を示した。しかしながら、基板 2 上の領域のうち基板 2 の半径方向における所定範囲内の領域に対して第 1 ノズル 40 がめっき液 35 を直接供給することができる限りにおいて、第 1 ノズル 40 の具体的な形態が限定されることはない。例えば図 14 に示すように、第 1 ノズル 40 は、基板 2 の半径方向に沿って延びるスリット状の吐出口 42 を含んでいてもよい。若しくは、図示はしないが、独立した複数のノズルを基板 2 の半径方向に沿って並べることにより第 1 ノズル 40 が構成されていてもよい。

[0097] また第 2 ノズル 45 の傾斜吐出口 46 a の場合と同様に、第 1 ノズル 40 においても、吐出口 41 または吐出口 42 が、基板 2 の法線方向 N から傾斜した傾斜方向に沿って基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出するよう構成されていてもよい。これによって、第 1 ノズル 40 から吐出されためっき液 35 が基板 2 に衝突する際の衝撃を弱めることができる。このことにより、インキュベーション工程 S 306 およびめっき膜成長工程 S 307 の時、めっき液 35 と Pd めっき層 83 との間で電子の授受を行うための層をより安定に維持することができる。

[0098] 制御方法の第 1 の変形例

また本実施の形態において、第 2 ノズル 45 の吐出口 46 が第 1 ノズル 40 の各吐出口 41 よりも基板 2 の中心部に近接するよう位置している状態で、第 2 ノズル 45 が基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出する例を示した。し

かしながら、これに限られることはなく、第2ノズル45が中心位置から周縁位置へ移動している間に第2ノズル45が基板2に向けてめっき液35を吐出するよう、制御機構160が第2ノズル45およびアーム49を制御してもよい。

[0099] 図15(a)(b)は、上述の液置換工程S305において、第2ノズル45が中心位置から周縁位置へ移動している間に基板2に向けてめっき液35を吐出する例を示す図である。図15(b)において、中心位置から周縁位置へ向かう方向が矢印D₁により表されている。この場合、はじめに図15(a)に示すように、中心位置において、第2ノズル45が基板2の中心部に向けてめっき液35を吐出する。次に図15(b)に示すように、第2ノズル45が中心位置から周縁位置へ移動している間に、第2ノズル45が基板2に向けてめっき液35を吐出する。これによって、図15(a)(b)に示すように、基板2の中心部から周縁部に向かう方向において基板2上のリンス処理液79が順次めっき液35に置換される。

[0100] ところで、中心位置から周縁位置へ移動している間に第2ノズル45が基板2に向けてめっき液35を吐出する場合、吐出されるめっき液35の速度成分に、第2ノズル45の移動速度に対応する速度成分であって、基板2の中心部から周縁部へ向かう水平方向の速度成分が含まれることになる。このため、基板2の周縁部に向かってめっき液35がリンス処理液79を押す力が強められ、このことにより、基板2上のリンス処理液79をより効率的にめっき液35に置換することができる。

[0101] 制御方法の第2の変形例

なお上述の制御方法の第1の変形例において、第2ノズル45が中心位置から周縁位置へ移動している間に第2ノズル45が基板2に向けてめっき液35を吐出するよう、制御機構160によって第2ノズル45およびアーム49が制御される例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、第2ノズル45が周縁位置から中心位置へ移動している間に第2ノズル45が基板2に向けてめっき液35を吐出するよう、制御機構160によって第

2 ノズル 4 5 およびアーム 4 9 を制御してもよい。

[0102] 図 1 6 (a) (b) は、上述のインキュベーション工程 S 3 0 6 において、第 2 ノズル 4 5 が周縁位置から中心位置へ移動している間に第 2 ノズル 4 5 が基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出する例を示す図である。図 1 6 (a) (b) において、周縁位置から中心位置へ向かう方向が矢印 D_2 により表されている。

[0103] ところで、第 2 ノズル 4 5 が周縁位置から中心位置へ移動している間に第 2 ノズル 4 5 が基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出する場合、吐出されるめっき液の速度成分に、第 2 ノズル 4 5 の移動速度に対応する速度成分であって、基板 2 の周縁部から中心部へ向かう水平方向の速度成分が含まれることになる。一方、基板 2 は基板回転保持機構 1 1 0 によって回転されている。このため、基板 2 上に既に存在しているめっき液 3 5 は、遠心力に基づいて、基板 2 の中心部から周縁部へ向かって移動していると考えられる。すなわち、第 2 ノズル 4 5 から基板 2 に向けて吐出されるめっき液 3 5 の水平方向における速度成分と、基板 2 上に既に存在しているめっき液 3 5 の水平方向における速度成分とは、相反するものとなっている。この場合、図 1 6 (a) (b) に示すように、第 2 ノズル 4 5 から吐出されためっき液 3 5 と、基板 2 上に既に存在するめっき液 3 5 とが衝突し、これによってめっき液 3 5 の流れが停滞し、この結果、基板 2 上にめっき液 3 5 の液盛り部分 3 5 a が形成されることが考えられる。本変形例によれば、このような液盛り部分 3 5 a を形成することにより、電子の授受を行うための層をより安定に維持することができ、これによって、めっき液 3 5 と P d めっき層 8 3 との間における電子の授受をより迅速に実施させることができる。このことにより、P d めっき層 8 3 上に初期の C o めっき層 8 4 が形成されることを促進することができる。

[0104] なお本変形例においては、インキュベーション工程 S 3 0 6 において、第 2 ノズル 4 5 が周縁位置から中心位置へ移動している間に第 2 ノズル 4 5 が基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出する例を示した。しかしながら、これに

限られることはなく、上述のめっき膜成長工程 S 3 0 7 においても、第 2 ノズル 4 5 が周縁位置から中心位置へ移動している間に第 2 ノズル 4 5 が基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出するよう、制御機構 1 6 0 により第 2 ノズル 4 5 およびアーム 4 9 を制御してもよい。これによって、C o めっき層 8 4 が成長することを促進することができる。

[0105] 好ましくは、制御機構 1 6 0 は、液置換工程 S 3 0 5 の時には第 2 ノズル 4 5 が中心位置から周縁位置へ移動している間に第 2 ノズルが基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出し、インキュベーション工程 S 3 0 6 の時には第 2 ノズル 4 5 が周縁位置から中心位置へ移動している間に第 2 ノズルが基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出するよう、第 2 ノズル 4 5 およびアーム 4 9 を制御する。これによって、液置換工程 S 3 0 5 およびインキュベーション工程 S 3 0 6 の両方を効率的に実施することができる。

[0106] 制御方法の第 3 の変形例

また本実施の形態において、基板 2 が基板回転保持機構 1 1 0 により第 1 回転方向 R_1 において回転されている例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、状況に応じて基板 2 を第 2 回転方向 R_2 において回転させてもよい。

[0107] 例えば上述の液置換工程 S 3 0 5 において、基板 2 が第 2 回転方向 R_2 において回転している間に第 2 ノズル 4 5 の傾斜吐出口 4 6 a からめっき液 3 5 が基板 2 に向けて吐出されるよう、制御機構 1 6 0 が基板回転保持機構 1 1 0 および第 2 ノズル 4 5 を制御してもよい。ここで傾斜吐出口 4 6 a は上述のように第 1 回転方向 R_1 に対応しており、また第 2 回転方向 R_2 は第 1 回転方向 R_1 とは逆の方向である。このため、基板 2 を第 2 回転方向 R_2 に回転させる場合、めっき液 3 5 が衝突した領域における水平方向での基板 2 の移動速度と、水平方向におけるめっき液 3 5 の移動速度との差が大きくなっている。従って、基板 2 が第 2 回転方向 R_2 において回転している間に傾斜吐出口 4 6 a から基板 2 に向けてめっき液 3 5 を吐出させることにより、基板 2 に衝突しためっき液 3 5 が基板 2 に与える衝撃を強めることができる。これに

よって、めっき液 35 がリンス処理液 79 を押す力を強めることができ、このことにより、基板 2 上のリンス処理液 79 をより効率的にめっき液 35 に置換することができる。

[0108] 好ましくは、制御機構 160 は、液置換工程 S305 の時には基板 2 が第 2 回転方向 R_2 において回転している間に第 2 ノズル 45 が基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出し、インキュベーション工程 S306 の時には基板 2 が第 1 回転方向 R_1 において回転している間に第 2 ノズル 45 が基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出するよう、基板回転保持機構 110 および第 2 ノズル 45 を制御する。これによって、液置換工程 S305 の時にめっき液 35 が基板 2 に与える衝撃を強めることができ、かつ、インキュベーション工程 S306 の時にめっき液 35 が基板 2 に与える衝撃を弱めることができる。これによって、液置換工程 S305 およびインキュベーション工程 S306 の両方を効率的に実施することができる。

[0109] 制御方法の第 4 の変形例

また本実施の形態において、液置換工程 S305、インキュベーション工程 S306 およびめっき膜成長工程 S307 の全ての工程において、第 1 ノズル 40 および第 2 ノズル 45 の両方から基板 2 に向けてめっき液 35 が吐出される例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、液置換工程 S305 において少なくとも第 2 ノズル 45 が用いられ、インキュベーション工程 S306 において少なくとも第 1 ノズル 40 が用いられる限りにおいて、各工程において用いられる第 1 ノズル 40 および第 2 ノズル 45 を適宜決定することができる。例えば、液置換工程 S305 においては、第 2 ノズル 45 のみを用いて基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出してもよい。またインキュベーション工程 S306 およびめっき膜成長工程 S307 においては、第 1 ノズル 40 のみを用いて基板 2 に向けてめっき液 35 を吐出してもよい。

[0110] その他の変形例

また本実施の形態および各変形例において、第 2 ノズル 45 の傾斜吐出口

46aを用いることにより、インキュベーション工程S306の時に第2ノズル45から吐出されためっき液35が基板2に与える衝撃が弱められる例を示した。しかしながら、第2ノズル45から吐出されためっき液35が基板2に与える衝撃を弱めるための具体的な手段が特に限られることはない。例えば、第2ノズル45の吐出口46が垂直吐出口46bのみを含む場合であっても、めっき液供給機構30の第2バルブ32Bを適宜調整することにより、インキュベーション工程S306の時に第2ノズル45から基板2に向けて吐出されるめっき液35の、基板2の法線方向Nにおける吐出速度を小さくすることができる。これによって、インキュベーション工程S306の時に第2ノズル45から吐出されためっき液35が基板2に与える衝撃を弱めることができる。この場合、好ましくは、インキュベーション工程S306の時に第2ノズル45から基板2に向けて吐出されるめっき液35の、基板2の法線方向Nにおける吐出速度が、液置換工程S305の時に第2ノズル45から基板2に向けて吐出されるめっき液35の、基板2の法線方向Nにおける吐出速度よりも小さくなるよう、制御機構160がめっき液供給機構30を制御する。これによって、液置換工程S305およびインキュベーション工程S306の両方を効率的に実施することができる。

[0111] また本実施の形態および各変形例において、第1ノズル40および第2ノズル45から基板2に向けて吐出される化学還元タイプのめっき液35として、COPめっき液が用いられる例を示した。しかしながら、用いられるめっき液35がCOPめっき液に限られることはなく、様々なめっき液35が用いられ得る。例えば、化学還元タイプのめっき液35として、COWBめっき液、COWPめっき液、COBめっき液またはNiPめっき液など、様々なめっき液35が用いられ得る。

[0112] また本実施の形態および各変形例において、第1ノズル40が、基板2の半径方向に沿って並べられた複数の吐出口41を含む、または、基板2の半径方向に沿って延びるスリット状の吐出口42を含む例を示した。しかしながら、これに限られることはなく、第1ノズル40が1つの円形の吐出口4

1のみを含んでもよい。例えば図17に示すように、吐出機構21が、基板2に向けてめっき液35を吐出する吐出口41を含む第1ノズル40と、第1ノズル40の吐出口41よりも基板2の中心部に近接するよう位置することができる吐出口46を含む第2ノズル45と、を有していてもよい。この場合であっても、本実施の形態および各変形例によれば、めっき液供給機構30が、第1ノズル40に供給されるめっき液35の温度が第2ノズル45に供給されるめっき液35の温度よりも高くなるよう構成されている。このため、基板2上の領域のうち基板2の中心部よりも周縁側の領域に到達するめっき液35の温度を高くすることができる。これによって、基板2の中心部におけるめっき液35の反応条件と、基板2の周縁部におけるめっき液35の反応条件との間に差が生じることを抑制することができる。

実施例

[0113] 上述のめっき処理装置20の第1ノズル40および第2ノズル45を用いて、基板2に向けてめっき液を吐出した例について説明する。

[0114] (実施例1)

複数の吐出口41を有する第1ノズル40と、基板2の中心部に位置する第2ノズル45とを用いて、基板2に向けてCOPめっき液を吐出した。この際、第1ノズル40に供給されるめっき液の温度を90℃とし、第2ノズル45に供給されるめっき液の温度を80℃とした。そして、基板2の温度を、基板2の半径方向に沿って測定した。結果を図18に示す。なお図18において、横軸は基板2上での位置を示しており、縦軸は測定された温度を示している。また図18の横軸において、「0」が基板2の中心部に対応しており、「±150」が基板2の周縁部に対応している。

[0115] (比較例1)

基板2の中心部に位置する第2ノズル45のみを用いて、基板2に向けてCOPめっき液を吐出した。この際、第2ノズル45に供給されるめっき液の温度を80℃とした。そして、基板2の温度を、基板2の半径方向に沿って測定した。結果を、実施例1の結果と併せて図18に示す。

[0116] 図18に示すように、複数の吐出口41を有する第1ノズル40と、基板2の中心部に位置する第2ノズル45とを用いることにより、基板2の温度を、基板2の全域にわたって略均一にすることができた。

符号の説明

- [0117]
- 1 めっき処理システム
 - 2 基板
 - 20 めっき処理装置
 - 21 吐出機構
 - 30 めっき液供給機構
 - 31 供給タンク
 - 31A 第1供給タンク
 - 31B 第2供給タンク
 - 33A 第1供給管
 - 33B 第2供給管
 - 40 第1ノズル
 - 41 吐出口
 - 45 第2ノズル
 - 46 吐出口
 - 46a 傾斜吐出口
 - 46b 垂直吐出口
 - 50 タンク用加熱手段
 - 50A 第1タンク用加熱手段
 - 50B 第2タンク用加熱手段
 - 60A 第1加熱手段
 - 60B 第2加熱手段
 - 110 基板回転保持機構
 - 160 制御機構
 - 161 記憶媒体

請求の範囲

- [請求項1] 基板にめっき液を供給してめっき処理を行うめっき処理装置において、
- 前記基板を保持して回転させる基板回転保持機構と、
- 前記基板回転保持機構に保持された前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出機構と、
- 前記吐出機構にめっき液を供給するめっき液供給機構と、
- 前記吐出機構および前記めっき液供給機構を制御する制御機構と、
- を備え、
- 前記吐出機構は、前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含む第1ノズルと、前記第1ノズルの吐出口よりも前記基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を有し、
- 前記めっき液供給機構は、前記第1ノズルに供給されるめっき液の温度が前記第2ノズルに供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されていることを特徴とするめっき処理装置。
- [請求項2] 前記めっき液供給機構は、めっき液を貯留する供給タンクと、前記供給タンクのめっき液を前記第1ノズルへ供給する第1供給管と、前記第1供給管に取り付けられ、前記第1ノズルに供給されるめっき液を加熱する第1加熱手段と、前記供給タンクのめっき液を前記第2ノズルへ供給する第2供給管と、を有することを特徴とする請求項1に記載のめっき処理装置。
- [請求項3] 前記めっき液供給機構は、前記第2供給管に取り付けられ、前記第2ノズルに供給されるめっき液を加熱する第2加熱手段をさらに有し、
- 前記第1加熱手段および前記第2加熱手段は、前記第1ノズルに供給されるめっき液の温度が前記第2ノズルに供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されていることを特徴とする請求項2に記載

載のめっき処理装置。

[請求項4] 前記めっき液供給機構は、前記供給タンク内のめっき液を加熱するタンク用加熱手段をさらに有することを特徴とする請求項2に記載のめっき処理装置。

[請求項5] 前記タンク用加熱手段は、前記供給タンク内のめっき液の温度が、めっき液の自己反応が進行するめっき温度よりも低温になるよう構成されていることを特徴とする請求項4に記載のめっき処理装置。

[請求項6] 前記めっき液供給機構は、前記供給タンク内のめっき液を加熱するタンク用加熱手段をさらに有することを特徴とする請求項3に記載のめっき処理装置。

[請求項7] 前記タンク用加熱手段は、前記供給タンク内のめっき液の温度が、めっき液の自己反応が進行するめっき温度よりも低温になるよう構成されていることを特徴とする請求項6に記載のめっき処理装置。

[請求項8] 前記めっき液供給機構は、めっき液を貯留する第1供給タンクおよび第2供給タンクと、前記第1供給タンクのめっき液を前記第1ノズルへ供給する第1供給管と、前記第2供給タンクのめっき液を前記第2ノズルへ供給する第2供給管と、前記第1供給タンク内のめっき液を加熱するタンク用第1加熱手段と、前記第2供給タンク内のめっき液を加熱するタンク用第2加熱手段と、を有し、

前記タンク用第1加熱手段および前記タンク用第2加熱手段は、前記第1ノズルに供給されるめっき液の温度が前記第2ノズルに供給されるめっき液の温度よりも高くなるよう構成されていることを特徴とする請求項1に記載のめっき処理装置。

[請求項9] 基板にめっき液を供給してめっき処理を行うめっき処理方法において、

前記基板を基板回転保持機構上に配置することと、

前記基板に吐出機構を介してめっき液を吐出することと、を備え、

前記吐出機構は、前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含

む第1ノズルと、前記第1ノズルの吐出口よりも前記基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を配置し、

前記第1ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度は、前記第2ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度よりも高いことを特徴とするめっき処理方法。

[請求項10]

めっき処理装置にめっき処理方法を実行させるためのコンピュータプログラムを格納した記憶媒体において、

前記めっき処理方法は、基板にめっき液を供給してめっき処理を行う方法であって、

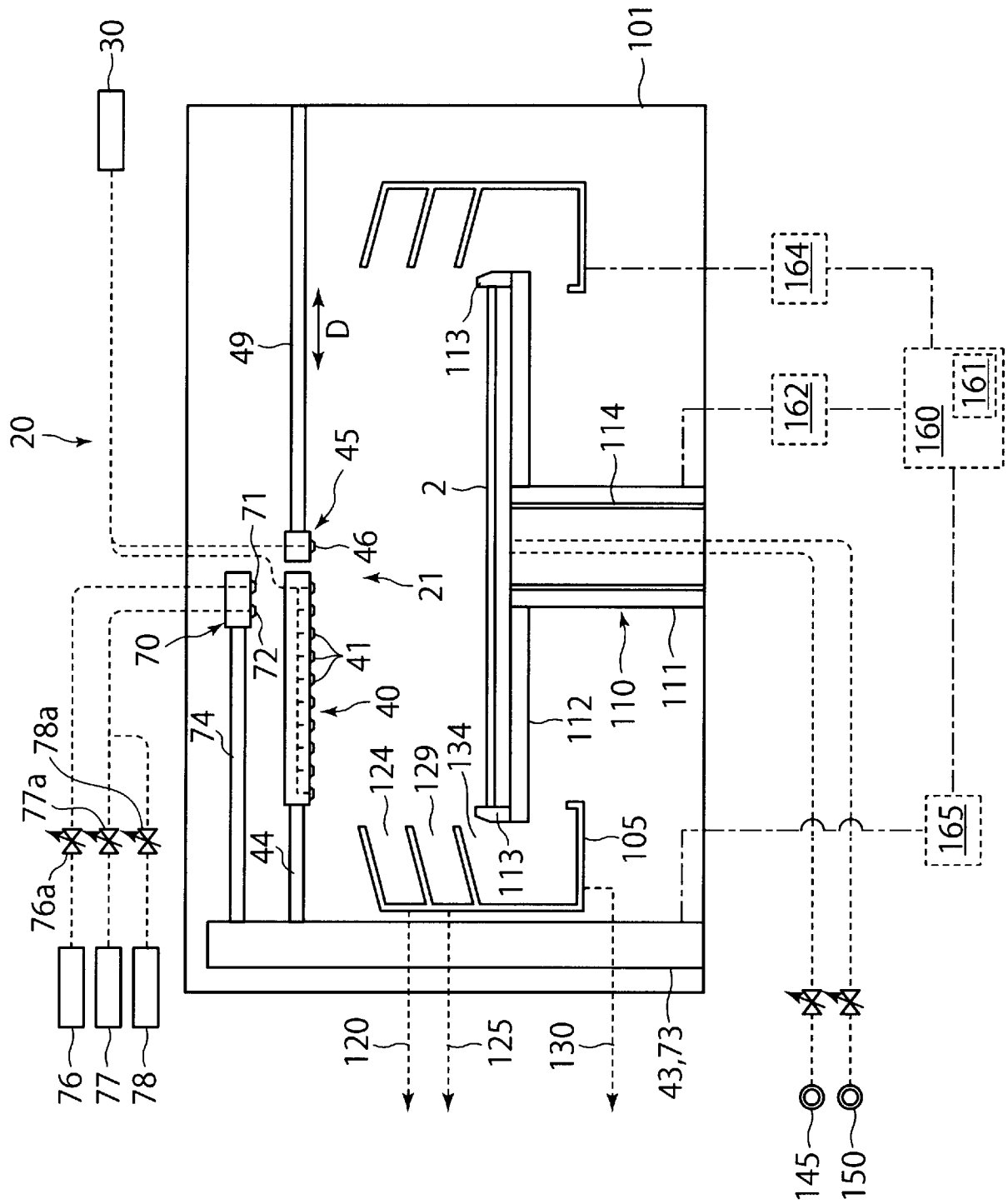
基板を基板回転保持機構上に配置することと、

前記基板に吐出機構を介してめっき液を吐出することと、を備え、

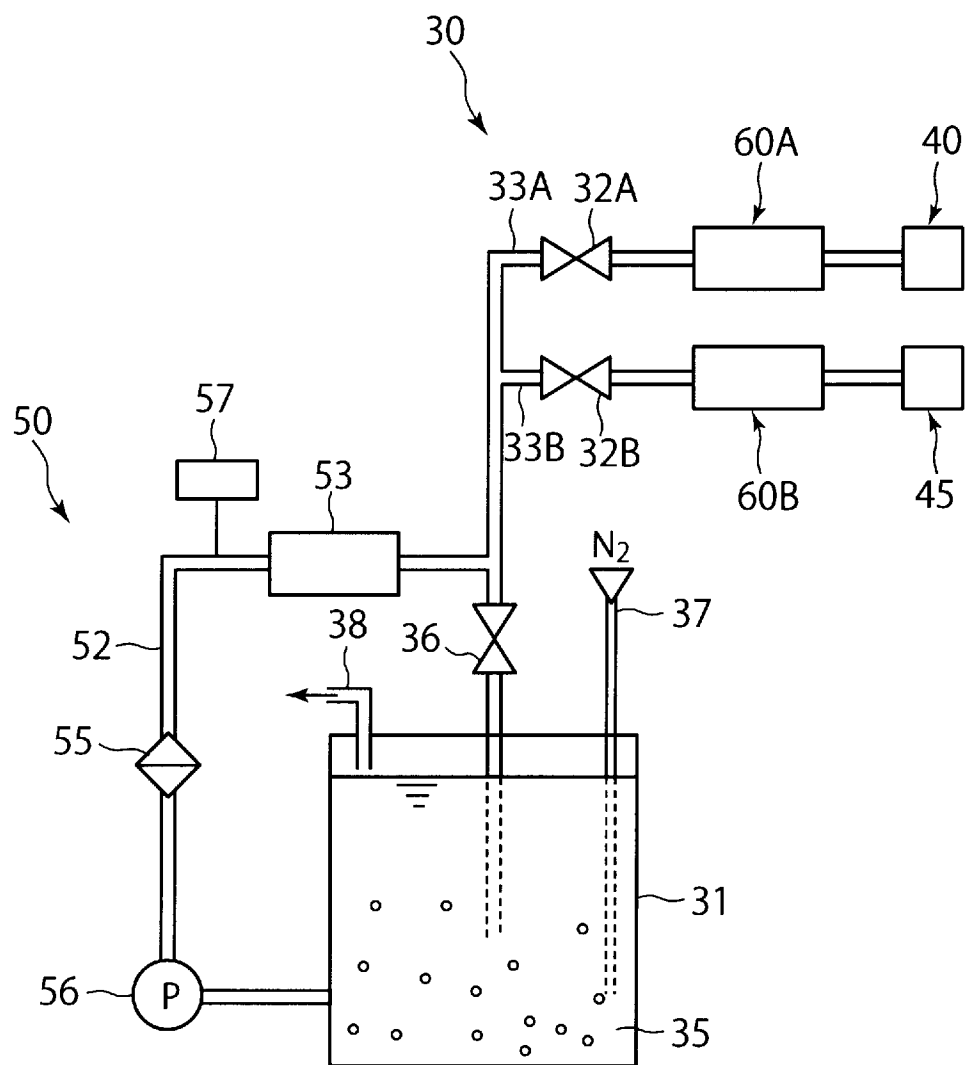
前記吐出機構は、前記基板に向けてめっき液を吐出する吐出口を含む第1ノズルと、前記第1ノズルの吐出口よりも前記基板の中心部に近接するよう位置することができる吐出口を含む第2ノズルと、を配置し、

前記第1ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度は、前記第2ノズルから前記基板に向けて吐出されるめっき液の温度よりも高い、方法からなっていることを特徴とする記憶媒体。

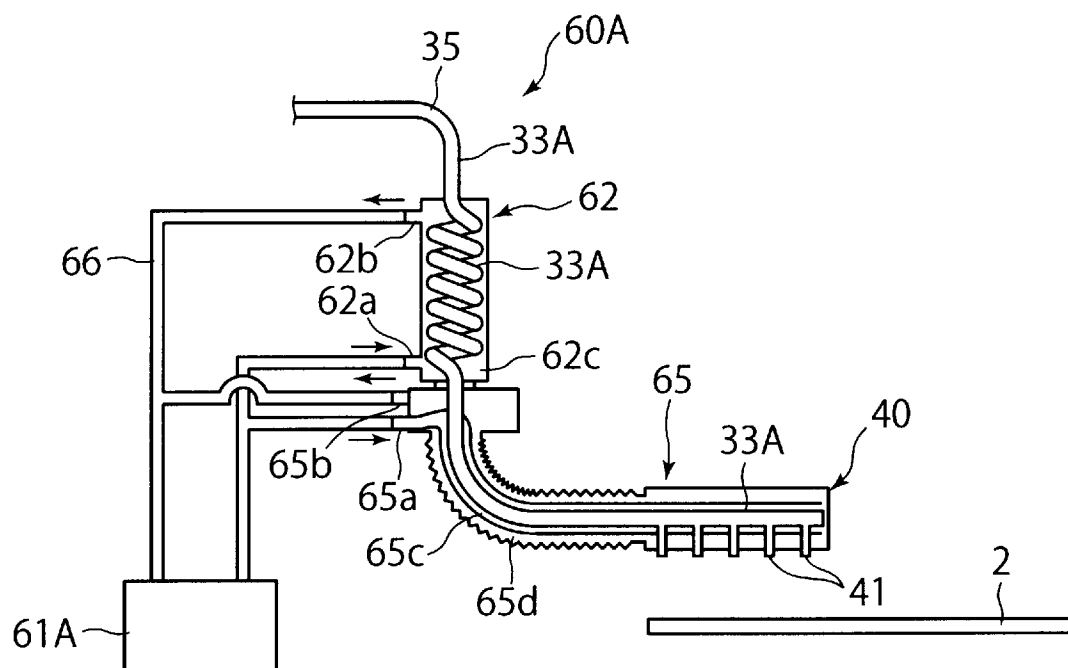
[図2]



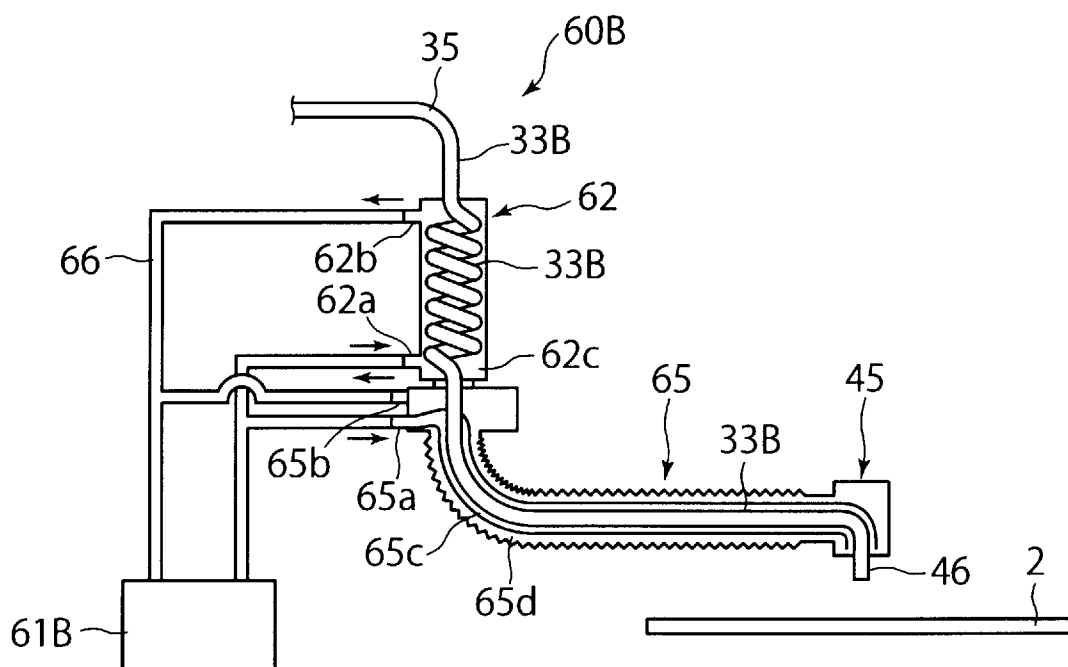
[図4]



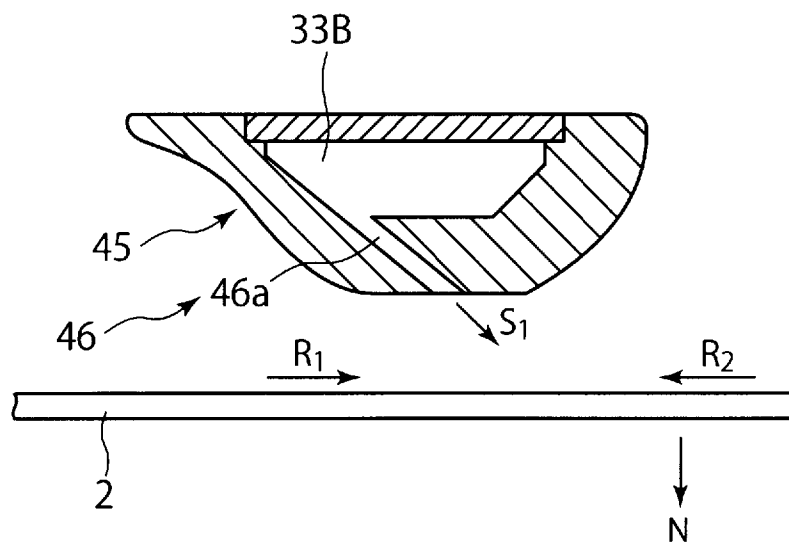
[図5]



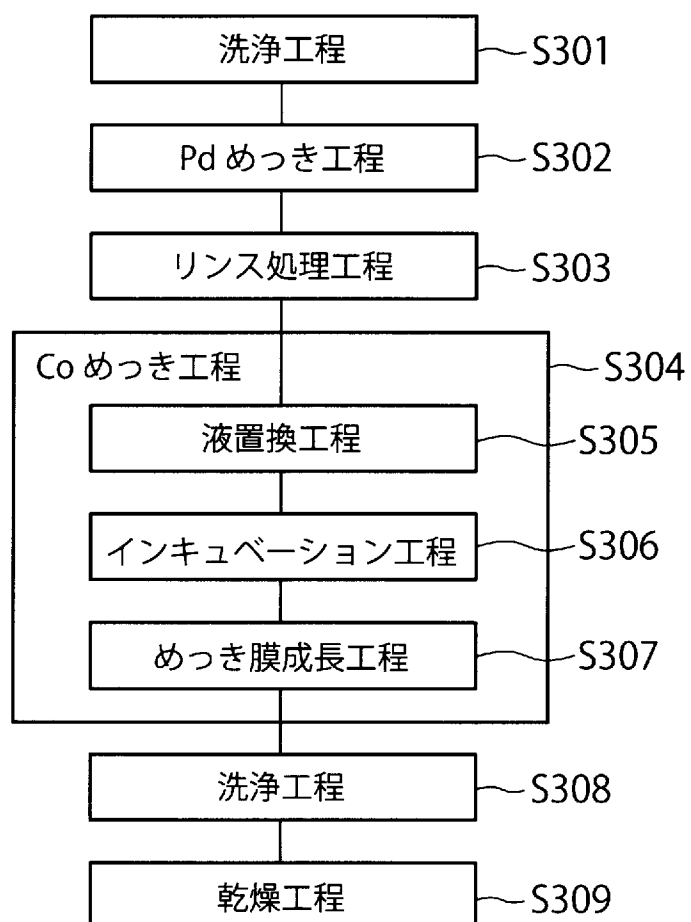
[図6]



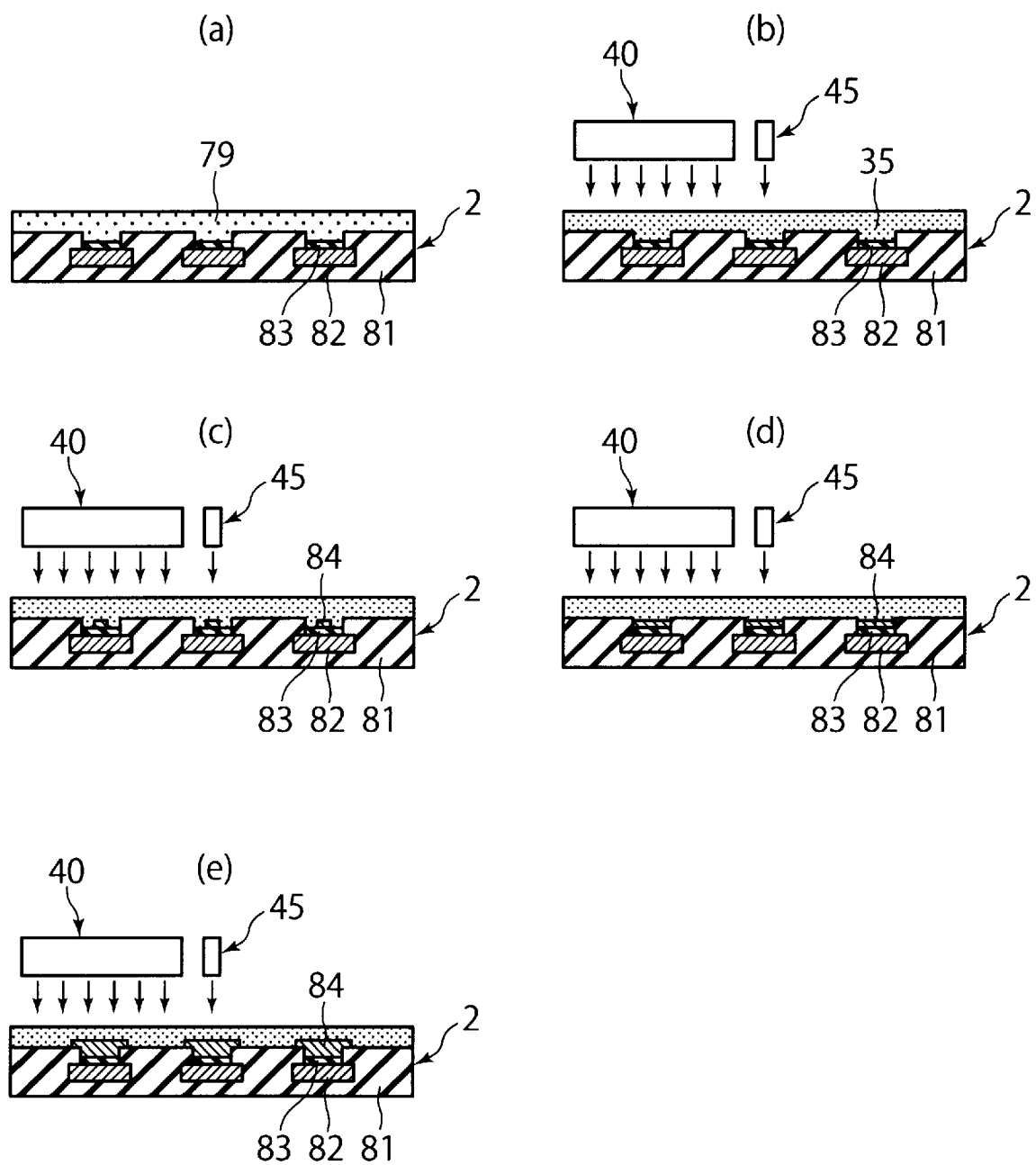
[図7]



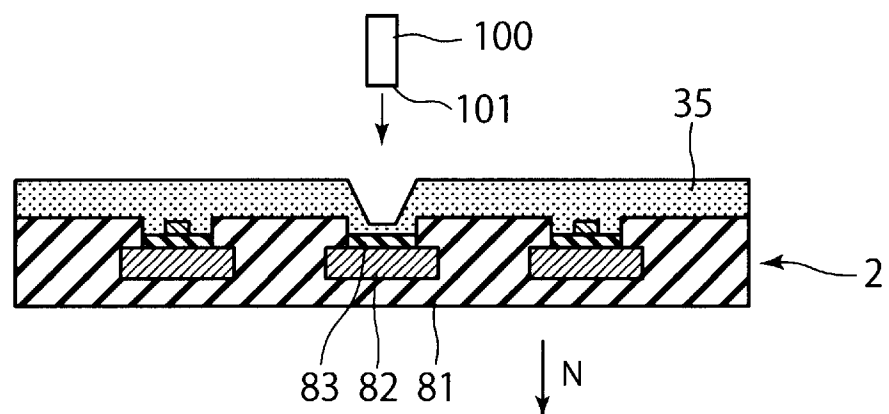
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

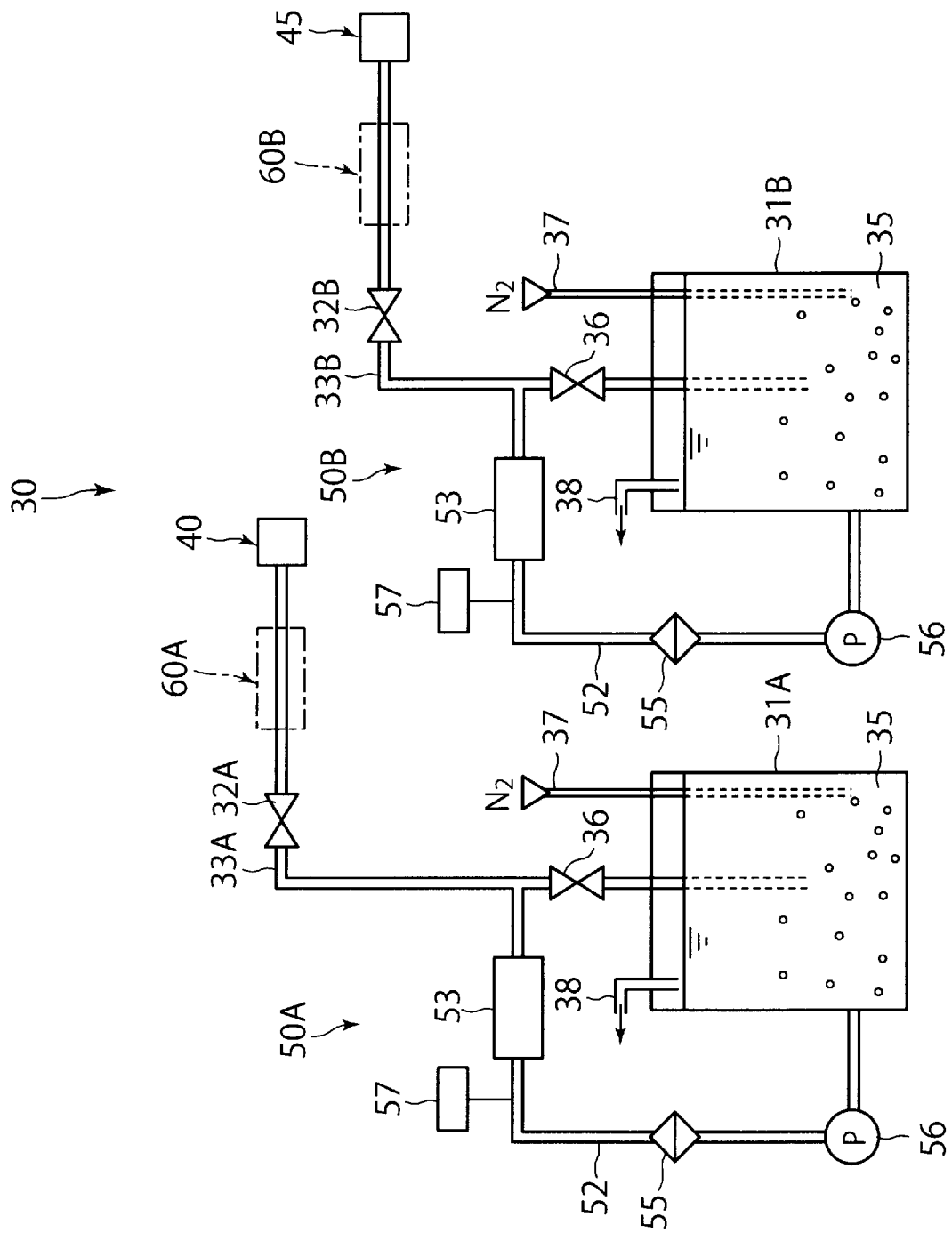
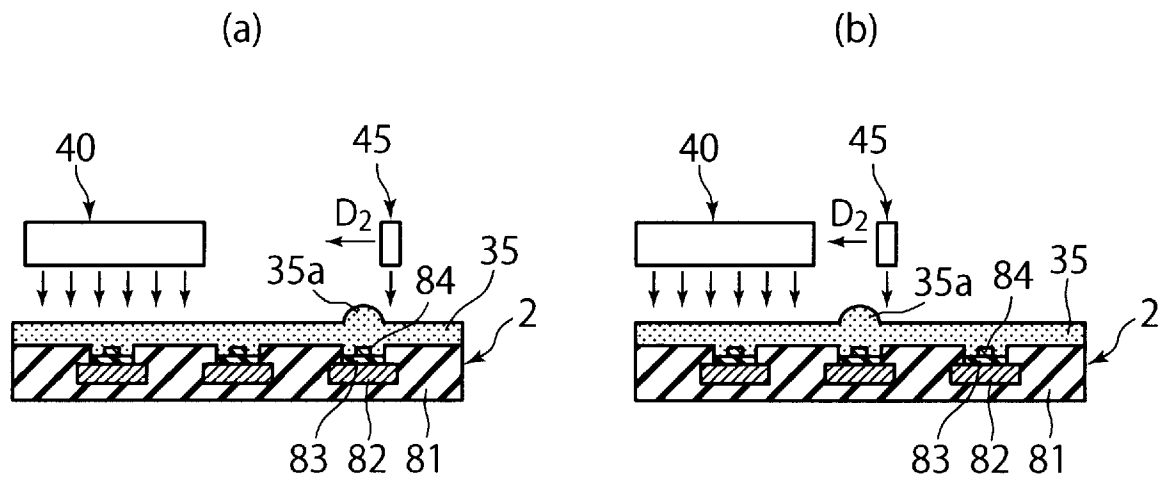


FIG. 10 is a schematic diagram illustrating a cross-sectional view of a circular component, likely a wheel or a disk, with two intersecting arms or spokes. The central part of the diagram shows a circular area with concentric rings. Two arms, labeled 44 and 49, extend from the center towards the outer edge. Arm 44 is positioned diagonally, and arm 49 is positioned horizontally. Both arms feature a series of small circles or segments along their length. The intersection point of the arms is labeled 46, which is further divided into 46a and 46b. Other labels include 43, 70, 71, 72, 73, 74, 40, 41, 45, 45', 45'', D, X III, R1, R2, 105, and 112.

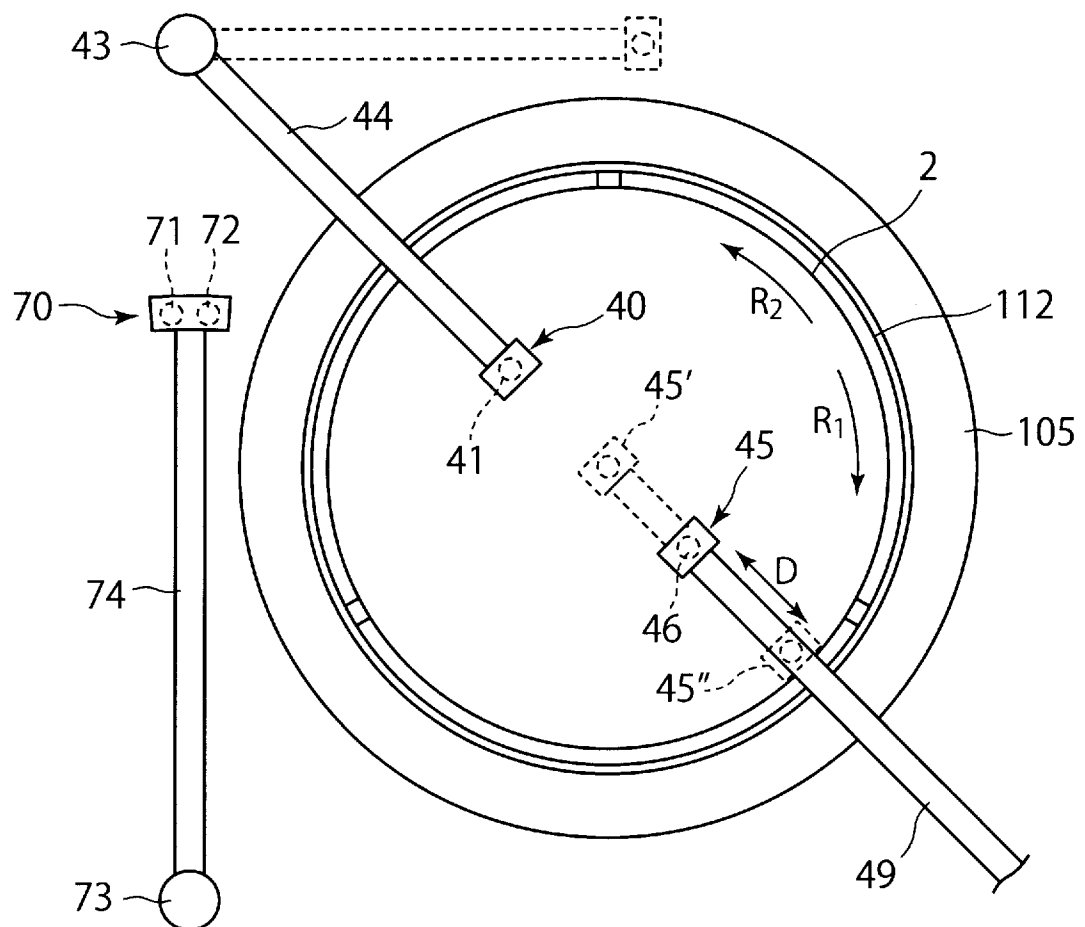
This diagram shows a cross-sectional view of a second embodiment of the device. It features a base member 2 with a horizontal top surface. A curved member 46 is positioned above the base member, with its lower surface 46a and 46b in contact with the base member. The curved member 46 is divided into two main sections, 33B(1) and 33B(2), which are separated by a vertical gap. A central vertical member 45 is located between these two sections. The base member 2 is subjected to a downward force N at its center. Horizontal forces R₁ and R₂ are applied to the base member 2, pointing towards the center. The curved member 46 is subjected to forces S₁ and S₂ at its contact points with the base member 2, pointing downwards.

[illegible]

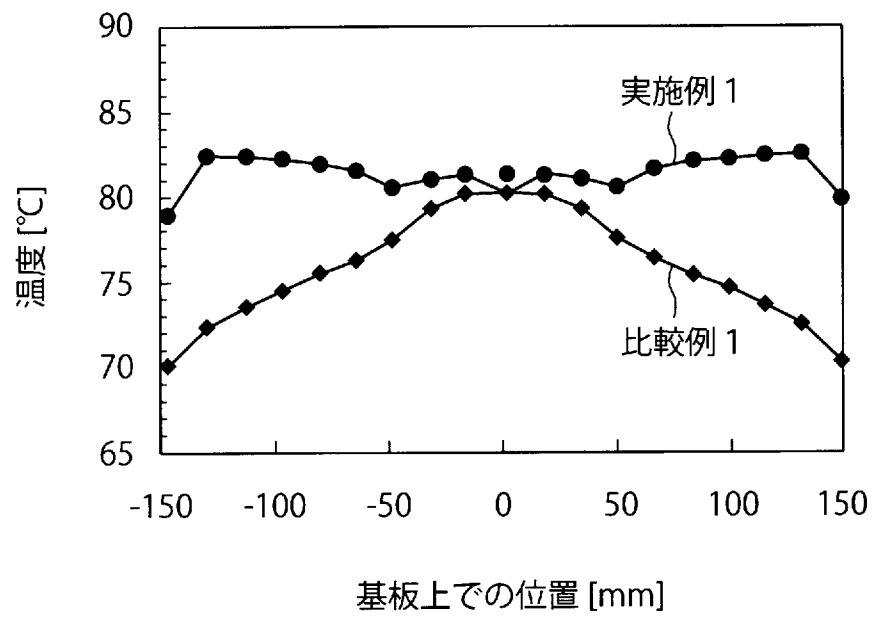
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C18/31 (2006.01) i

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)

C23C18/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2005-200701 A (Toyota Motor Corp.), 28 July 2005 (28.07.2005), paragraphs [0013], [0014], [0023]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-10
A	JP 2009-249679 A (Tokyo Electron Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), entire text & US 2009/0253258 A1 & TW 200952110 A	1-10

☐ 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
14 June, 2012 (14.06.12)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C18/31 (2006.01) i

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（I P C））

Int.Cl. C23C18/31

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2005-200701 A（トヨタ自動車株式会社）2005.07.28, 【0013】、【0014】、【0023】、図2-4（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2009-249679 A（東京エレクトロン株式会社）2009.10.29, 文献全体 & US 2009/0253258 A1 & TW 200952110 A	1-10

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矛盾するものではなく、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

1 4 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川村 健一

4 E

9 6 2 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3425