

(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3月2日(02.03.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/026366 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/447 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/031017
- (22) 国際出願日: 2021年8月24日(24.08.2021)
- (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: 株式会社日立ハイテク
(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加藤 宏一(KATO Hirokazu); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 木村 隆介

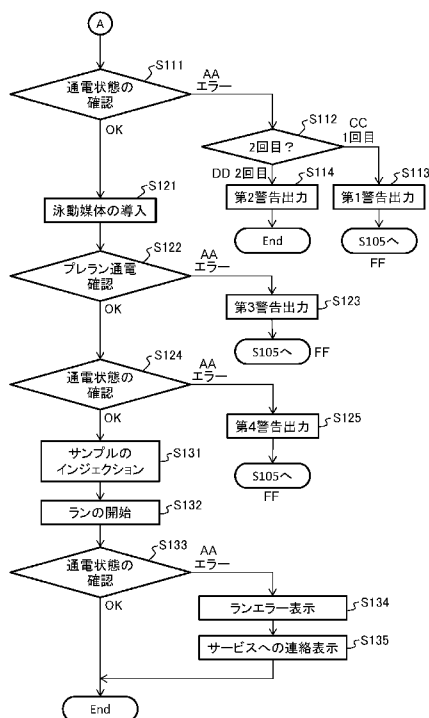
(KIMURA Ryusuke); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 隅田 周志(SUMIDA Noriyuki); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 原浦 功(HARAURA Isao); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 山崎 基博(YAMAZAKI Motohiro); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所(ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1020082 東京都千代田区一番町21-1番町東急ビル Tokyo (JP).

(54) Title: ELECTROPHORESIS ASSISTANCE METHOD

(54) 発明の名称: 電気泳動支援方法

【図66】



S111, S124, S133... CONFIRM CONDUCTION STATE
 S112... SECOND TIME?
 S113... OUTPUT FIRST ALERT
 S114... OUTPUT SECOND ALERT
 S121... INTRODUCE MIGRATION MEDIUM
 S122... CONFIRM PRE-RUN CONDUCTION
 S123... OUTPUT THIRD ALERT
 S125... OUTPUT FOURTH ALERT
 S131... SAMPLE INJECTION
 S132... START RUN
 S134... DISPLAY ERROR
 S135... DISPLAY TO CONTACT SERVICE
 AA... ERROR
 CC... FIRST TIME
 DD... SECOND TIME
 FF... TO S105

(57) Abstract: The present invention is characterized in that, in order to realize efficient electrophoresis, when a previous run has ended and before a pre-run is performed, a voltage is applied to at least either a cathode-side or anode-side migration buffer solution by a high-voltage power source in a state in which a migration medium used in the previous run remains inside a capillary and a state in which both ends of the capillary are immersed in the migration buffer solution, thereby detecting whether a current value based on the potential differential occurring across both ends of the capillary is a first

WO 2023/026366 A1

(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, IR, IS, IT, JO, JP, 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 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

value or lower. If the current value is the first value or lower, an alert is output from an output unit.

(57) 要約 : 効率的な電気泳動を実現するため、前回のランが終了しており、かつ、プレランが行われる前において、前回のランで用いられた泳動媒体がキャピラリの内部に残留している状態であり、キャピラリの両端が泳動用緩衝液に浸っている状態において、高圧電源によって、陰極側及び陽極側の泳動用緩衝液の少なくとも一方に電圧が印加されることにより、キャピラリの両端に生じた電位差に基づく電流値が第1の値以下であるか否かを検出し、電流値が第1の値以下である場合、出力部から警告を出力することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：電気泳動支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、電気泳動支援方法の技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、電気泳動装置として、キャピラリーに高分子ゲルやポリマ溶液等の泳動媒体を充填し、電気泳動を行うキャピラリー電気泳動装置が広く用いられている。キャピラリー電気泳動装置は、平板型電気泳動装置に比べて放熱性が高く、また、平板型電気泳動装置より高い電圧を試料に印加することができるため、高速で電気泳動を行うことができるという長所を有する。また、キャピラリー電気泳動装置は、試料が微量で済むことや泳動媒体の自動充填やサンプル自動注入ができる点等、数多くの利点を有している。このようなキャピラリー電気泳動装置は、核酸やタンパク質の解析をはじめ様々な分離分析測定に使用されている。

[0003] キャピラリー電気泳動装置では、泳動媒体容器やキャピラリーの交換が必要である。しかし、これらの交換時には、中継流路ブロックの一部が空気に晒されるため、泳動媒体の流路内に空気が混入する可能性がある。電気泳動時には、数～数十kVもの高電圧が流路の両端間に印加される。このため、流路内に気泡が存在すると、当該気泡によって流路が電氣的に遮断される可能性がある。この際、流路が電氣的に遮断されていると、遮断箇所が高電圧差が発生し、放電が生じる。この放電の大きさによっては、キャピラリー電気泳動装置が破壊される可能性がある。従って、電気泳動の開始前に、流路内から気泡を取り除く必要がある。

[0004] 特許文献1には「(1) キャピラリーに分離媒体を充填する手順 (2) 試料の電気泳動に先立って、前記分離媒体を含む通電路に試料を電気泳動する際の電圧より小さい電圧を印加し、該通電路に流れる電流を検出する手順 (3) 検出された前記電流に基づいて、該通電路の状態を判断する手順」を実行

する電気泳動装置、及び電気泳動方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第3780226号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来のキャピラリ電気泳動装置における処理では、サンプルの泳動を開始する前に、流路の通電状態が確認されることで消耗品の試薬量不足を確認するという発想がない。

[0007] より具体的には、従来のキャピラリ電気泳動装置における処理では、通電異常が発生した場合、原因が泳動媒体、陽極側泳動用緩衝液容器、陰極側泳動用緩衝液容器、あるいはサンプル容器由来の通電異常であるかを特定できなかった。結果として、ユーザはランを途中で中断・停止しなければならない。また、緩衝液であるバッファ、泳動媒体であるポリマ、サンプルを交換した後に改めてランをやり直す必要がある。これらの作業は煩雑であり、ユーザビリティが悪いという課題がある。また、通電異常が発生すると、試薬の再設置が必要となり、加えて、不要な試薬の交換を行う等、ランニングコストの上昇という課題がある。

[0008] このような背景に鑑みて本発明がなされたのであり、本発明は、効率的な電気泳動の実現を課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記した課題を解決するため、本発明は、電源によって、キャピラリの両端に電位差が生じることで、泳動媒体が前記キャピラリに泳動される第1の泳動と、前記第1の泳動が行われた後、前記電源によって、前記キャピラリの両端に前記電位差が生じることで、前記泳動媒体に加えたサンプルが前記キャピラリに泳動される第2の泳動と、が行われ、前記第2の泳動において、前記電源によって生じる前記キャピラリの前記電位差により、前記サンプ

ルが前記キャピラリの内部を移動する速度の差に応じて前記サンプルの成分分離を行う電気泳動方法において、処理装置が、前回の前記第2の泳動が終了しており、かつ、前記第1の泳動が行われる前において、前回の前記第2の泳動で用いられた前記泳動媒体が前記キャピラリの内部に残留している状態であり、それぞれの別の容器に収容されている泳動用緩衝液が所定の量以上であれば、前記キャピラリの両端が前記泳動用緩衝液に接液する所定の位置に前記キャピラリの両端が位置しており、前記電源によって、前記泳動用緩衝液の少なくとも一方に電圧が印加されることにより、前記キャピラリの両端に生じた前記電位差に基づく前記キャピラリを流れる電流に基づく計測値又は前記キャピラリの両端の電位差に基づく計測値が第1の値以下であるか否かを検出する第1の通電チェックステップと、前記第1の通電チェックステップによって、前記計測値が前記第1の値以下である場合、出力部から警告を出力する第1の警告ステップと、が実行されることを特徴とする。

その他の解決手段は実施形態中において適宜記載する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、効率的な電気泳動の実現が可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施形態におけるキャピラリ電気泳動装置の斜視模式図である。

[図2]キャピラリ電気泳動装置の上面図である。

[図3A]キャピラリ電気泳動装置の断面模式図である。

[図3B]キャピラリの陰極側端部の拡大図である。

[図4]キャピラリ電気泳動装置の制御構成を示す図である。

[図5]マイコンの構成例を示す図である。

[図6A]本実施形態に係る処理の手順を示すフローチャート（その1）である。
。

[図6B]本実施形態に係る処理の手順を示すフローチャート（その2）である。
。

[図7A]警告画面の例を示す図である（その1）。

[図7B]警告画面の例を示す図である（その2）。

[図7C]警告画面の例を示す図である（その3）。

[図7D]警告画面の例を示す図である（その4）。

[図7E]警告画面の例を示す図である（その5）。

[図8]これまでのキャピラリ電気泳動装置における電気泳動支援方法の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 次に、本発明を実施するための形態（「実施形態」という）について、適宜図1～図5を参照しながら詳細に説明する。

[0013] [キャピラリ電気泳動装置1]

図1は本実施形態に係るキャピラリ電気泳動装置1の斜視模式図である。

図1において、X軸はキャピラリ電気泳動装置1の幅方向に対応し、Y軸はキャピラリ電気泳動装置1の奥行方向に対応し、Z軸はキャピラリ電気泳動装置1の高さ方向に対応している。また、上方向とはオートサンプラユニット100から照射検出／恒温槽ユニット200へ向かう方向であり、下方向とは、その逆方向である。ちなみに、上方向はZ軸の方向でもある。また、前方とは照射検出ユニット201から恒温槽ユニット220へ向かう方向であり、後方とは、それとは逆の方向である。

キャピラリ電気泳動装置1は、オートサンプラユニット100と、オートサンプラユニット100の上部に配置される照射検出／恒温槽ユニット200とを備える。

[0014] [オートサンプラユニット100]

オートサンプラユニット100は、サンプルトレイ110を備えている。そして、サンプルトレイ110の上には、泳動媒体容器120、陽極側容器130、陰極側容器140、サンプル容器150がユーザによってセットされる。

また、オートサンプラユニット100は、サンプラベース104、Y軸駆動体101、Z軸駆動体102、X軸駆動体103、送液装置105等を備

える。

[0015] 泳動媒体容器 120 にはキャピラリアレイ 300 を構成するキャピラリ 311 に充填される泳動媒体 120a (図 2 参照) が收容されている。泳動媒体 120a は高分子ゲルやポリマ溶液等である。

陽極側容器 130 には、電気泳動が行われる際に正電圧が印加される泳動用緩衝液 160 (図 2 参照) 等が收容されている。陽極側容器 130 の詳細については後記する。

また、陰極側容器 140 には、電気泳動が行われる際に負電圧が印加される泳動用緩衝液 160 (図 2 参照) 等が收容されている。陰極側容器 140 については後記する。

そして、サンプル容器 150 には電気泳動による分析対象物であるサンプルが溶存しているサンプル試薬 150a (図 2 参照) が收容されている。

[0016] サンプル容器 150 は、サンプルトレイ 110 に設置されている X 軸駆動体 103 によって X 軸方向に移動可能である。なお、サンプルトレイ 110 に設けられている各容器の中でサンプル容器 150 のみが X 軸方向 (左右方向) に移動可能である。

[0017] サンプラベース 104 は、キャピラリ電気泳動装置 1 の全体を支える。

Y 軸駆動体 101 は、図 1 に示す例ではサンプラベース 104 の上に搭載されており、サンプルトレイ 110 を Y 軸方向に移動させる。

Z 軸駆動体 102 は、図 1 に示す例では Y 軸駆動体 101 に備えられ、サンプルトレイ 110 を Z 軸方向に移動させる。ちなみに、図 1 に示す例ではサンプルトレイ 110 が Z 軸駆動体 102 の上に設置されており、Y 軸駆動体 101 は Z 軸駆動体 102 を介してサンプルトレイ 110 を移動させる。

Y 軸駆動体 101 及び Z 軸駆動体 102 によって、泳動媒体容器 120、陽極側容器 130、陰極側容器 140、サンプル容器 150 はサンプルトレイ 110 ごと、Y 軸方向 (前方、後方) 及び Z 軸方向 (上下方向) に移動可能である。

[0018] また、送液装置 105 は、泳動媒体容器 120 からキャピラリアレイ 30

0を構成するキャピラリ311へ泳動媒体120aを送液する。送液装置105は、泳動媒体容器120の下方に設置されている。なお、図1に示す例では送液装置105はZ軸駆動体102に設置されている。

[0019] (照射検出／恒温槽ユニット200)

照射検出／恒温槽ユニット200は、恒温槽ユニット220及び照射検出ユニット201を備えている。

恒温槽ユニット220には、キャピラリアレイ300や、電極221等が設けられている。キャピラリアレイ300には、ロードヘッド301、キャピラリヘッド302、検出部303等が備えられている。

恒温槽ユニット220は恒温槽ドア211を備えており、恒温槽ユニット220の内部を一定の温度に保つことができる。

照射検出ユニット201は恒温槽ユニット220の後方に設けられている。照射検出ユニット201によって電気泳動が行われた際におけるサンプル検出を行うことができる。

[0020] 恒温槽ユニット220にはキャピラリアレイ300がユーザによってセットされている。キャピラリアレイ300は複数のキャピラリ311によって構成される。恒温槽ユニット220の内部でキャピラリアレイ300が恒温に保たれながら電気泳動が行われる。電気泳動の結果は、照射検出ユニット201によって検出される。また、恒温槽ユニット220には、GND (Ground) 411 (図3A参照) と接続している電極221が設けられている。

なお、ロードヘッド301及びキャピラリヘッド302については後記する。

[0021] また、キャピラリアレイ300の中間部には検出部303が備えられている。検出部303の内部では、キャピラリ311が平面状に一定の間隔で配列されている。照射検出ユニット201は、検出部303に配列されているキャピラリ311に光照射を行う。そして、検出部303は、光照射によって、それぞれのキャピラリ311を電気泳動しているサンプルから発生され

る蛍光等を検出する。

[0022] 前記したように、キャピラリアレイ 300 は恒温槽ユニット 220 に固定される。また、前記したように、泳動媒体容器 120、陽極側容器 130、陰極側容器 140、サンプル容器 150 は、Y 軸駆動体 101 及び Z 軸駆動体 102 によってサンプルトレイ 110 ごと Y 軸方向及び Z 軸方向に駆動することができる。さらに、前記したように、サンプル容器 150 のみは、Y 軸及び Z 軸に加えて、X 軸駆動体 103 によって X 軸に駆動することができる。このような移動によって、泳動媒体容器 120、陽極側容器 130、陰極側容器 140、サンプル容器 150 に収容されている試薬に、恒温槽ユニット 220 に固定されたキャピラリアレイ 300 の端部が、任意の位置で接液することができる。なお、詳細は後記するが泳動媒体容器 120、陽極側容器 130、陰極側容器 140、サンプル容器 150 に収容されているものを試薬と称する。

[0023] キャピラリ電気泳動装置 1 では、キャピラリアレイ 300 の両端に電位差を生じさせ、当該電位差が生じることによってキャピラリ 311 に生じる電界に基づいてサンプルがキャピラリ 311 の内部を移動する。そして、サンプルがキャピラリ 311 の内部を移動する速度によって成分の分離（成分解析）が行われる。

[0024] 図 2 は、キャピラリ電気泳動装置 1 の上面図である。なお、図 2 に示す例では、キャピラリアレイ 300 がいずれの容器にもアクセスしない位置にサンプルトレイ 110 が位置している。

また、図 2 において図 1 と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

サンプルトレイ 110 にセットされている陽極側容器 130 は、陽極側洗浄容器 131、陽極側泳動用緩衝液容器 132、サンプル緩衝液容器 133 を有している。また、陰極側容器 140 は、廃液容器 141、陰極側洗浄容器 142、陰極側泳動用緩衝液容器 143 を有している。

[0025] なお、本実施形態ではロードヘッド 301 に負電位が印加されるため、口

ードヘッド301の側が陰極側Nとなり、キャピラリヘッド302の側が陽極側Pとなる。本実施形態において負電位とはGND411, 412 (図3A参照) より低い電位である。

[0026] 陽極側洗浄容器131にはキャピラリヘッド302を洗浄するための陽極側洗浄液131aが収容されている。また、陽極側泳動用緩衝液容器132には電気泳動時に正電位側となる泳動用緩衝液160が収容されている。そして、サンプル緩衝液容器133にはサンプル導入時にサンプルをキャピラリ311の内部に導入する緩衝液であるサンプル緩衝液133aが収容されている。

以降では、陽極側洗浄液131a、陽極側泳動用緩衝液容器132に収容されている泳動用緩衝液160、サンプル緩衝液133aをまとめて陽極側試薬と適宜称する。

[0027] 廃液容器141は泳動媒体120aをキャピラリ311に充填する際に、泳動媒体容器120からキャピラリ311の一端へ吸引され、他端から吐出された泳動媒体120aを受容する。陰極側洗浄容器142にはキャピラリ311の陰極側端部を洗浄するための陰極側洗浄液142aが収容されている。そして、陰極側泳動用緩衝液容器143には電気泳動時に負電位側となる泳動用緩衝液160が収容されている。

なお、陰極側泳動用緩衝液容器143に収容されている泳動用緩衝液160、及び、陰極側洗浄液142aをまとめて陰極側試薬と適宜称する。

[0028] さらに、前記したように、陽極側試薬と、陰極側試薬と、泳動媒体120aとをまとめて試薬と適宜と称する。

[0029] また、サンプル容器150には、前記したように、サンプル(本実施形態ではDNA)が溶存している溶液であるサンプル試薬150aが収容されている。

[0030] 泳動媒体容器120、陽極側容器130、陰極側容器140、サンプル容器150は図2に示すような位置関係に配置される。これにより、キャピラリアレイ300との接続の際の陽極側P - 陰極側Nの位置関係は、「泳

動媒体容器 120 - 廃液容器 141」、
「陽極側洗浄容器 131 - 陰極側洗浄容器 142」、
「陽極側泳動用緩衝液容器 132 - 陰極側泳動用緩衝液容器 143」、
「サンプル緩衝液容器 133 - サンプル容器 150」となる。

[0031] 前記した、「泳動媒体容器 120 - 廃液容器 141」の意味は以下の通りである。まず、陽極側 P には泳動媒体容器 120 が配置され、陰極側 N には廃液容器 141 が配置されている。そして、泳動媒体容器 120 と廃液容器 141 とは X 軸方向に直列に配置されている。また、泳動媒体容器 120 はサンプルトレイ 110 の移動によってキャピラリヘッド 302 が接液できる位置に配置されている。そして、廃液容器 141 はサンプルトレイ 110 の移動によってキャピラリ 311 の陰極側端部が接液できる位置に配置されている。

「陽極側洗浄容器 131 - 陰極側洗浄容器 142」、
「陽極側泳動用緩衝液容器 132 - 陰極側泳動用緩衝液容器 143」、
「サンプル緩衝液容器 133 - サンプル容器 150」についても同様である。ただし、陽極側洗浄容器 131、陽極側泳動用緩衝液容器 132 は、キャピラリヘッド 302 と電極 221 とが同時に接液できるよう構成されている。これに対し、泳動媒体容器 120 はキャピラリヘッド 302 のみが接液できるよう配置されている。これは、泳動媒体容器 120 に収容されている泳動媒体 120a は、電位差によってキャピラリ 311 に導入されるのではなく、送液装置 105 によって導入されるためである。

[0032] 図 3A は、図 2 における A-A 断面図である。

図 3A において、図 1 及び図 2 と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

図 3A では、図 2 におけるキャピラリヘッド 302 及びキャピラリ 311 の陰極側端部が泳動媒体容器 120 及び廃液容器 141 に接液可能となっている状態を示している。

泳動媒体容器 120 はサンプルトレイ 110 に埋設されているガイド 12

1の中に挿入されることでセットされる。また、送液装置105に設けられているプランジャ106が、泳動媒体容器120の下方に位置するように配置されている。プランジャ106が泳動媒体容器120に設けられているシリンダ（不図示）を押し上げることで泳動媒体120aがキャピラリ311に導入される。

[0033] 図3Bは図3Aにおいて破線丸Bで示される部分の拡大図である。即ち、図3Bはキャピラリ311の陰極側端部を示す図である。

図3Bに示すように、キャピラリアレイ300を構成する個々のキャピラリ311は、それぞれ金属製の中空電極312を通して固定されている。なお、中空電極312はキャピラリ311の一部（陰極側端部からロードヘッド301まで）に設けられている。

[0034] また、図3Bに示すように、キャピラリ311の先端が中空電極312から0.5mm程度突出している状態となっている。なお、キャピラリ311の先端において中空電極312が突出している長さは0.5mmに限らない。更に、それぞれのキャピラリ311に備えられている中空電極312のすべては一体となっている状態でロードヘッド301（図3A参照）に装着される。そして、すべての中空電極312はロードヘッド301を介して高圧電源402に接続されている。高圧電源402は負電圧を中空電極312に印加するため、電気泳動時やサンプル導入時等、電圧が中空電極312に印加される際に中空電極312は陰極電極となる。

[0035] 図3Aの説明に戻る。

前記したように、電気泳動の際、キャピラリアレイ300に対して、図3における紙面右側が陰極側Nとなり、紙面左側が陽極側Pとなる。また、キャピラリ311のキャピラリ311の陽極側端部は、キャピラリヘッド302により1つに束ねられている。キャピラリヘッド302は、耐圧機密によってキャピラリ311が束としてまとめられている束なり耐圧機密で着脱可能な部材である。

[0036] 以降、図2及び図3Aを参照し、陽極側泳動用緩衝液容器132及び陰極

側泳動用緩衝液容器 1 4 3 にキャピラリヘッド 3 0 2 及びキャピラリ 3 1 1 の陰極側端部が接液している場合について説明する。

サンプルの電気泳動が行われる前に、Y 軸駆動体 1 0 1 によって、キャピラリ 3 1 1 の陽極側端部、及び、陰極側端部が、「陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3」に接液可能な位置に移動する。なお、キャピラリ 3 1 1 の陽極側端部とはキャピラリヘッド 3 0 2 のことである。そして、Z 軸駆動体 1 0 2 によってキャピラリヘッド 3 0 2 及び電極 2 2 1 が陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 に收容されている泳動用緩衝液 1 6 0 に接液する。また、キャピラリ 3 1 1 の陰極側端部が陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 に收容されている泳動用緩衝液 1 6 0 に接液する。そして、高圧電源 4 0 2 によりロードヘッダ 3 0 1 を介して中空電極 3 1 2 に高電圧（負電圧）が印加される。なお、前記したように、高圧電源 4 0 2 は一数十キロボルト程度の負電圧を中空電極 3 1 2 に印加する負電源である。

[0037] これにより、GND 4 1 1 → 電極 2 2 1 → 陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 → キャピラリ 3 1 1 → 陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 → 高圧電源 4 0 2（負電源）の順に電流が流れる。つまり、GND 4 1 1 → 電極 2 2 1 → 陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 の泳動用緩衝液 1 6 0 → キャピラリ 3 1 1 → 陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 の泳動用緩衝液 1 6 0 → 高圧電源 4 0 2（負電源）が通電路となる。通電路の詳細については後記する。ただし、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 の泳動用緩衝液 1 6 0 の代わりにサンプル緩衝液容器 1 3 3 に收容されているサンプル緩衝液 1 3 3 a が通電路となる場合がある。同様に、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 の泳動用緩衝液 1 6 0 の代わりにサンプル容器 1 5 0 内のサンプル試薬 1 5 0 a が通電路となる場合がある。

[0038] これにより、図 3 A の矢印 A 1 の方向に負の電荷を有するサンプル（本実施形態の例では DNA）が泳動される。なお、通電路に流れる電流は第 1 電流計 4 0 1 及び第 2 電流計 4 0 3 でモニタすることができる。また、高圧電源 4 0 2 は一方が第 1 電流計 4 0 1 を介して中空電極 3 1 2 に接続し、他方が GND 4 1 2 に接続している。

[0039] このように、電気泳動時では、前記したようにキャピラリアレイ 300 の陰極側 N に高圧電源 402 によって負電圧が印加され、電流が前記した通電路に流れることで電気泳動が行われる。

[0040] [制御構成]

図 4 は、キャピラリ電気泳動装置 1 の制御構成を示す図である。

キャピラリ電気泳動装置 1 は、マイコン 500、コントローラ 600、高圧電源 402、第 1 電流計 401、及び、第 2 電流計 403 を備える。

マイコン 500 は、図 6 A 及び図 6 B で後記する処理を行うことで通電チェックを行い、通電チェックの結果を入出力装置 503 に出力する。入出力装置 503 は、例えば、タッチパネル等で構成されている。

コントローラ 600 は高圧電源 402 を制御することによる通電路への電圧の印加、サンプルトレイ 110 の移動、X 軸駆動体 103 によるサンプル容器 150 の移動等を制御する。

[0041] 高圧電源 402 は、第 1 電流計 401 を介してロードヘッド 301 (図 3 A 参照) 及び中空電極 312 に接続している。また、電極 221 は第 2 電流計 403 を介して GND 411 と導通している。高圧電源 402 によって中空電極 312 に、一数十キロボルトの負電圧が印加されると、キャピラリ 311 の陽極側端部－陰極側端部に数十キロボルトの電圧 (電位差) が生じる。これにより、キャピラリ 311 内において、電極 221 から中空電極 312 の方向に電界が生じる。そして、生じた電界により、前記したように、負に帯電した核酸等のサンプルは、キャピラリ 311 の陰極側端部からキャピラリヘッド 302 へ向かって移動する (矢印 A1)。

[0042] この際、第 1 電流計 401 は、中空電極 312 から高圧電源 402 に流れる電流値を計測し、その電流値をマイコン 500 に送信する。また、第 2 電流計 403 は、GND 411 から電極 221 から GND 411 に流れる電流値を計測し、その電流値をマイコン 500 に送信する。なお、前記したように、高圧電源 402 は、GND 411、412 より低い電圧 (負電圧) を発生するため、高圧電源 402 によって負電圧が印加された際の電流の流れは

図4の破線矢印で示す流れとなる。つまり、電流は、前記したように、GND 4 1 1 → 第2電流計4 0 3 → 電極2 2 1 → キャピラリ3 1 1 → 中空電極3 1 2 → 第1電流計4 0 1 → 高圧電源4 0 2の順に流れる。前記したように、GND 4 1 1 → 第2電流計4 0 3 → 電極2 2 1 → キャピラリ3 1 1 → 中空電極3 1 2 → 第1電流計4 0 1 → 高圧電源4 0 2を通電路と称する。

[0043] 本実施形態において、電流値、及び、その変動のチェックには、第2電流計4 0 3が使用される。その理由は、第2電流計4 0 3が電気泳動路を流れる電流値を、第1電流計4 0 1より直接的に反映しているためである。第1電流計4 0 1と第2電流計4 0 3との間に（つまり、中空電極3 1 2と電極2 2 1との間に）漏電等があった場合、第1電流計4 0 1が示す値は漏電の電流値も含めているのに対して、第2電流計4 0 3が示す電流値（キャピラリ3 1 1を流れる電流に基づく計測値）は漏電の電流値は含まれない。

[0044] つまり、第2電流計4 0 3では通電路を流れる正味の電流値（キャピラリ3 1 1を流れる電流に基づく計測値）が検出される。第1電流計4 0 1と第2電流計4 0 3との間は泳動用緩衝液1 6 0や、泳動媒体1 2 0 a等といった金属に比べて比較的抵抗の大きい媒体が介在する部分である。また、更に、第1電流計4 0 1と第2電流計4 0 3との間の間には、ロードヘッド3 0 1等の接続部が多く存在する。従って、第1電流計4 0 1を経由した回路は漏電が発生しやすい部分であるといえる。

[0045] 上記の内容を詳細に説明する。

図4の破線矢印に示すように、第1電流計4 0 1による計測では、キャピラリ3 1 1や、中空電極3 1 2等を介した電流が計測される。すなわち、キャピラリ3 1 1等で漏電が発生すると、第1電流計4 0 1による電流値に影響が現れる。これに対して、第2電流計4 0 3は、GND 4 1 1と電極2 2 1との間の電流を計測している。この計測値（電流値：キャピラリ3 1 1を流れる電流に基づく計測値）は、キャピラリ3 1 1等における漏電に影響されない。また、泳動用緩衝液1 6 0の水位が低下したり、キャピラリ3 1 1に気泡が混入したりすることによって、通電路が遮断されると、電極2 2 1

の電位は直ちにGND411と同電位となり、第2電流計403を流れる電流が0となる。なお、第1電流計401の電流値も通電路の遮断にともない0となるが、前記した漏電の影響などを考慮すると、第2電流計403による電流値を使用することが望ましい。従って、第1電流計401は省略可能である。ただし、第1電流計401を用いて本実施形態における通電チェック（後記）することも可能である。

[0046] 従って、本実施形態における通電チェック（後記）では、第2電流計403が示す電流値（キャピラリ311を流れる電流に基づく計測値）が用いられることとする。

[0047] 本実施形態では、高圧電源402が負電源である場合について記載しているが、サンプルによっては高圧電源402として正電源が用いられ場合もある。このような場合では、第1電流計401の電流値（キャピラリ311を流れる電流に基づく計測値）を用いて、後記する通電チェックが行われるとよい。

[0048] なお、本実施形態では、第2電流計403（もしくは、第1電流計401）による電流値を基に通電状態の確認が行われている。しかし、これに限らず、第2電流計403（もしくは第1電流計401）の代わりに電圧計が用いられ、電圧計による電圧値を用いて通電状態の確認が行われてもよい。電圧計で計測される電圧値はキャピラリ311の両端に電圧が印加された際、キャピラリ311の両端に生じる電位差に基づく計測値である。また、第1電流計401、第2電流計403それぞれの代わりに電圧計が用いられる場合、かつ、負電圧を印加させる高圧電源402が本実施形態のように配置されている場合が考えられる。このような場合、第2電流計の位置に設置される電圧計の電圧値（計測値）が通電チェックに用いられるとよい。逆に、高圧電源402が正電位を印加する場合、第1電流計の位置に設置される電圧計の電圧値（計測値）が通電チェックに用いられるとよい。

[0049] なお、本実施形態では、マイコン500、入出力装置503、及び、コントローラ600がキャピラリ電気泳動装置1に内蔵されているものとしてい

る。しかし、これに限らず、マイコン500、入出力装置503、及び、コントローラ600がキャピラリ電気泳動装置1とは別の装置として設けられてもよい。

[0050] [マイコン500の構成図]

図5は、マイコン500の構成例を示す図である。

マイコン500は、ROM (Read Only Memory) 等のメモリ510、CPU (Central Processing Unit) 501、RAM (Random Access Memory) 等の記憶装置502を有している。また、第1電流計401や、第2電流計403等から情報を受信する通信装置504が備えられている。

[0051] メモリ510にはプログラムが格納されており、このプログラムがCPU501によって実行されることで、通電チェック部511、出力処理部512が具現化する。

通電チェック部511は、第2電流計403で計測された電流値（キャピラリを流れる電流に基づく計測値）を基に通電チェックを行う。通電チェックについては後記する。

出力処理部512は、通電チェック部511による通電チェックの結果に応じて、入出力装置503に図7A～図7Eに示す警告画面701～705等を表示させる。

[0052] [フローチャート]

図6A及び図6Bは、本実施形態に係る処理の手順を示すフローチャートである。

なお、図6A、図6B及び図8において、ランとは高圧電源402によって、キャピラリ311の両端に電位差が生じることで、泳動媒体120aに加えたサンプルがキャピラリ311に泳動されることである。ランの実行中、照射検出ユニット201によるサンプルの検出が行われる。また、図7A～図7Eは入出力装置503に出力される警告画面701～705の例である。まず、図6AのステップS101に示す処理は前ラン（前回の第2の泳動）が終了しており、かつ、プレラン（第1の泳動）が行われる前に開始さ

れるものとする。前ランとは、現在より前に行われたサンプルの電気泳動である。また、プレランとはサンプルの電気泳動に先立って泳動媒体 120a を電気泳動させることである。

また、適宜、図 1～図 5 を参照する。

[0053] ユーザは分析を開始する際に陽極側容器 130 の確認を行う（図 6 A の S 101）。ステップ S 101 において、ユーザは陽極側容器 130 を構成する各容器がキャピラリー電気泳動装置 1 に設置されているか否かや、陽極側試薬の水位等を目視で確認する。陽極側容器 130 を構成する各容器とは、陽極側洗浄容器 131、陽極側泳動用緩衝液容器 132、サンプル緩衝液容器 133 である。また、陽極側試薬とは、前記したように陽極側洗浄液 131a、陽極側泳動用緩衝液容器 132 に收容されている泳動用緩衝液 160、サンプル緩衝液 133a をまとめたものである。

[0054] 陽極側容器 130 を構成する容器の少なくともいずれかが設置されていない場合、ユーザは改めて設置されていない容器を設置する。また、陽極側試薬の水位が低い場合、ユーザは該当する容器を交換する。陽極側試薬の水位が低い場合とは、陽極側試薬が所定の水位より低い場合である。所定の水位より低い場合は、陽極側容器 130 を構成する各容器に記されている至適水位を示す線より水位が低い場合は目安にユーザが判断する。

[0055] 一般的には、陽極側容器 130 について、キャピラリー電気泳動装置 1 に設置してから 2 週間以内に使用を完了し、2 週間より日数が経過した場合は交換する必要があることがキャピラリー電気泳動装置 1 の取扱説明書に記載されている。また、一般的に、キャピラリー電気泳動装置 1 は、図示しないバーコード読取装置を備えている。陽極側容器 130 の設置時に、バーコード読取装置が陽極側容器 130 に貼付されているバーコードや、2次元バーコードを読み取ることで、マイコン 500 が陽極側容器 130 の使用期限を管理している。そして、陽極側容器 130 の設置から 2 週間以上の期日が経過している場合、マイコン 500 は入出力装置 503 を介して警告を発する。

[0056] 陽極側容器 130 は図 2 で前記したように 3 つの容器を含む。それらは陽

極側洗浄容器 1 3 1、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2、サンプル緩衝液容器 1 3 3 である。前記したように、ステップ S 2 0 1 における確認対象となるのは陽極側洗浄容器 1 3 1、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2、サンプル緩衝液容器 1 3 3 のすべてである。

[0057] 次に、ユーザは陰極側容器 1 4 0 を確認する (S 1 0 2)。ステップ S 1 0 2 において、ユーザは陰極側容器 1 4 0 を構成する各容器がキャピラリ電気泳動装置 1 に設置されているか否かや、陰極側試薬の水位等を目視で確認する。陰極側容器 1 4 0 を構成する容器とは、廃液容器 1 4 1、陰極側洗浄容器 1 4 2、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 である。また、陰極側試薬とは、前記したように陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 に収容されている泳動用緩衝液 1 6 0 及び陰極側洗浄液 1 4 2 a をまとめたものである。

[0058] 陰極側容器 1 4 0 を構成する各容器のいずれかが設置されていない場合、ユーザは、改めて新たな容器を設置する。また、陰極側試薬のいずれかの水位が低い場合、ユーザは該当する容器を交換する。陰極側試薬の水位が低い場合とは、陰極側試薬の水位が所定の水位より低い場合である。所定の水位より低い場合は、陰極側洗浄容器 1 4 2、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 に記されている至適水位を示す線より水位が低い場合は目安にユーザが判断する。

[0059] 一般的に、陰極側容器 1 4 0 はキャピラリ電気泳動装置 1 に設置してから 2 週間以内に使用を完了し、2 週間より日数が経過した場合は交換する必要があることがキャピラリ電気泳動装置 1 の取扱説明書に記載されている。また、陰極側容器 1 4 0 の設置時に、キャピラリ電気泳動装置 1 に設けられているバーコード読取装置 (不図示) が、陰極側容器 1 4 0 に貼付されているバーコードや、2次元バーコードを読み取ることで、マイコン 5 0 0 が陰極側試薬の使用期限を管理している。このため、陰極側容器 1 4 0 の設置から 2 週間以上の期日が経過している場合、出力処理部 5 1 2 は入出力装置 5 0 3 を介して警告を発する。

[0060] 陰極側容器 1 4 0 は図 2 で示したように 3 つの容器を含む。それらは廃液

容器 1 4 1、陰極側洗浄容器 1 4 2、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 である。ステップ S 2 0 2 における設置の確認対象は、前記したように、廃液容器 1 4 1、陰極側洗浄容器 1 4 2、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 のすべてである。

[0061] 続いて、ユーザは泳動媒体容器 1 2 0 の確認を行う (S 1 0 3)。ユーザはキャピラリ電気泳動装置 1 に泳動媒体容器 1 2 0 が設置されているか否かや、泳動媒体容器 1 2 0 に收容されている泳動媒体 1 2 0 a の水位等を目視で確認する。もし、泳動媒体容器 1 2 0 が設置されていない場合、ユーザは改めて新たな泳動媒体容器 1 2 0 を設置する。また、泳動媒体 1 2 0 a の水位が低い場合、ユーザは泳動媒体容器 1 2 0 を交換する。泳動媒体 1 2 0 a の水位が低い場合とは、泳動媒体 1 2 0 a の水位が所定の水位より低い場合である。所定の水位より低いか否かは、泳動媒体容器 1 2 0 に記されている至適水位を示す線より水位が低いか否か目安にユーザが判断する。

[0062] 一般的に泳動媒体容器 1 2 0 はキャピラリ電気泳動装置 1 に設置されてから 2 週間以内に使用を完了し、2 週間より日数が経過した場合は交換する必要があることがキャピラリ電気泳動装置 1 の取扱説明書に記載されている。また、泳動媒体容器 1 2 0 の設置時に、キャピラリ電気泳動装置 1 に備えられているバーコード読取装置 (不図示) が泳動媒体容器 1 2 0 に貼付されているバーコードを読み取ることで、マイコン 5 0 0 は泳動媒体容器 1 2 0 の使用期限を管理している。このため、泳動媒体容器 1 2 0 の設置後 2 週間以上の期日が経過した場合、マイコン 5 0 0 はユーザに対して入出力装置 5 0 3 を介して警告を発する。

[0063] 前記したように、陽極側試薬、陰極側試薬、泳動媒体 1 2 0 a 等の消耗品については明確に使用期限が定められている。しかし、これらの消耗品の使用期限を遵守しないユーザが発せられている警告を無視してランに進むという場合があり得る。また、ユーザが水位の確認を怠ってランに進むこともあり得る。

[0064] このような場合においては試薬の乾燥が進行し、電極 2 2 1、キャピラリ

ヘッド302、中空電極312が試薬の液面に接触できなくなる場合があり得る。このような問題を本実施形態では解決することを目的とする。試薬とは、前記したように、陽極側試薬と、陰極側試薬と、泳動媒体120aとをまとめたものである。ちなみに、前記した消耗品は試薬と同義である。

[0065] ステップS103の後、ユーザはサンプル容器150をキャピラリ電気泳動装置1に設置する。サンプルはラン毎にユーザが調整する(S104)。

そして、ユーザが入出力装置503に表示されている計測開始ボタン(不図示)を押下する(S105)。すると、コントローラ600はサンプルトレイ110を駆動する。これによって、キャピラリヘッド302と電極221とに対して陽極側泳動用緩衝液容器132が、中空電極312に対して陰極側泳動用緩衝液容器143が正常状態において接液する所定の位置まで移動させる。つまり、サンプルトレイ110が移動することにより、陽極側泳動用緩衝液容器132が正常な状態において接液する所定の位置に位置する。同様に、陰極側泳動用緩衝液容器143が所定の位置に位置する。正常な状態において接液する所定の位置とは、泳動用緩衝液160の乾燥等で水位が低下していなければ(指摘水位に達していれば、;泳動用緩衝液160が所定の量以上であれば)、キャピラリヘッド302、電極221、キャピラリ311の陰極側端部(キャピラリ311の両端)が接液する位置である。

[0066] その上で、高圧電源402により陰極側泳動用緩衝液容器143に收容されている泳動用緩衝液160に負電圧である第1電圧が印加される(S106)。

[0067] 既に、キャピラリ電気泳動装置1には陽極側容器130、陰極側容器140、泳動媒体容器120、及び、サンプル容器150が設置されている。ステップS105において、陽極側泳動用緩衝液容器132及び陰極側泳動用緩衝液容器143に收容されている泳動用緩衝液160の少なくとも一方に印加されていればよい。

[0068] それぞれの容器が設置された状態で、入出力装置503の計測開始ボタンをユーザが押下することで、図6BのステップS111以下の処理が行われ

る。これにより、マイコン500はサンプルのインジェクション（図6BのS131）に先立って、試薬（消耗品）、及び、サンプルの通電状態についての確認を開始する。

[0069] 通電チェック部511は、既に前ランにおいてキャピラリアレイ300に充填されている泳動媒体120aを用いて、陽極側泳動用緩衝液容器132、及び、陰極側泳動用緩衝液容器143の通電状態を確認する（図6BのS111：第1の通電チェックステップ）。つまり、通電チェック部511は、キャピラリ311に前ラン（前回の第2の泳動）で使用された泳動媒体120aが残留している状態で、ステップS111において陽極側泳動用緩衝液容器132、及び、陰極側泳動用緩衝液容器143の間の通電状態を確認する。

[0070] ステップS111の結果、通電状態を確認できない場合（S111→エラー）、通電チェック部511は、ステップS111における「エラー」の判定が2回目か否かを判定する（S112）。ステップS112で通電を確認できないとは、第2電流計403が電流を検出しない（電流値が0の）状態（第1の値以下）である（以下の処理でも同様：第2～第3の値以下）。ただし、第2電流計403が所定の値以下の場合に通電チェック部511がステップS111で「エラー」と判定してもよい（以下の処理でも同様）。

[0071] ステップS111で通電状態が確認できない原因として電流を通すべき回路が形成されないことに起因することが考えられる。具体的には、キャピラリヘッド302や、中空電極312あるいは電極221の少なくともいずれかが泳動用緩衝液160に接液していないためである。かつて、接液できていた泳動用緩衝液160できなくなる主な原因は、乾燥による泳動用緩衝液160の低下である。

[0072] 換言すると、ステップS111で通電状態が確認できない原因として以下の事項が考えられる。つまり、陽極側泳動用緩衝液容器132及び陰極側泳動用緩衝液容器143の少なくとも一方に収容されている泳動用緩衝液160の水位が乾燥等によって低下する。その結果、発生するキャピラリヘッ

ド302や、中空電極312及び電極221と泳動用緩衝液160との非接触が生じ、通電が阻害されることである。これにより、中空電極312と、電極221との間が絶縁状態となり、電極221がGND411と同電位となる。そのため、第2電流計403が電流を検出しなくなる。

[0073] 従って、ステップS112で「1回目」と判定された場合（S112→1回目）、出力処理部512は、図7Aに示すような警告画面701を入出力装置503に出力する（第1警告出力：S113：第1の警告ステップ）。つまり、出力処理部512は、図7Aの警告画面701に示すように、陽極側泳動用緩衝液容器132及び陰極側泳動用緩衝液容器143における泳動用緩衝液160の水位の確認を促す旨の警告画面701を入出力装置503に出力する。なお、警告画面701は、エラー出力（ブープ音等）とともに表示されるとよい。後記する警告画面702～705も同様である。また、マイコン500は計測を一時中断する。

[0074] 本警告に従ってユーザは陽極側泳動用緩衝液容器132及び陰極側泳動用緩衝液容器143における泳動用緩衝液160の水位を確認する。つまり、ユーザは通電が可能な状態であるか否か、つまり乾燥が進んだことで泳動用緩衝液160の水位が低下していないかを確認する。前記したように、一般的に陽極側泳動用緩衝液容器132の及び陰極側泳動用緩衝液容器143には至適水位を示す線が記されているため、ユーザは、この線を目安として乾燥が進んでいるか否かの判断を行う。乾燥が進んでいる場合、ユーザは乾燥が進んでいる容器を交換する。その後、処理は図6AのステップS105へ戻る。

[0075] また、一般的にキャピラリ電気泳動装置1が稼働していない状態では、キャピラリヘッド302（キャピラリ311の陽極側端部）は陽極側泳動用緩衝液容器132に收容されている泳動用緩衝液160に浸漬している。同様に、キャピラリ電気泳動装置1が稼働していない状態では、キャピラリ311の陰極側端部は陰極側泳動用緩衝液容器143に收容されている泳動用緩衝液160に浸漬している。しかし、陽極側泳動用緩衝液容器132、及び

、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 の少なくとも一方における泳動用緩衝液 1 6 0 の乾燥が何らかの状況において進行し、共に水位不足となってしまう場合が想定される。その場合、既に前ランにおいてキャピラリ 3 1 1 に充填されている泳動媒体 1 2 0 a 自体が乾燥してしまうという状況も想定される。そして、その結果、キャピラリ 3 1 1 の内部に充填されている泳動媒体 1 2 0 a の乾燥が進んでしまう。そのような場合、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 を交換しても正常なランの実施は困難である。つまり、キャピラリ 3 1 1 の内部に充填されている泳動媒体 1 2 0 a の乾燥が進んでしまっている場合、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 を交換しても、ステップ S 1 1 1 において通電状態でエラーが検出される。

[0076] 従って、通電チェック部 5 1 1 がステップ S 1 1 2 で「2 回目」と判定した場合（S 1 1 2 → 2 回目）、出力処理部 5 1 2 は、図 7 B に示す警告画面 7 0 2 を入出力装置 5 0 3 に出力する（第 2 警告出力：S 1 1 4：第 2 の警告ステップ）。第 2 警告出力では、図 7 B に示すような、キャピラリ 3 1 1 の内部に乾燥が生じているため、キャピラリアレイ 3 0 0 の交換を促す警告画面 7 0 2 が入出力装置 5 0 3 に出力される。なお、通電チェック部 5 1 1 がステップ S 1 1 2 で「2 回目」と判定した場合とは以下の場合である。即ち、ステップ S 1 1 3 の後、ユーザが陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 を交換し、再度、ステップ S 1 1 1 の処理を行っても、通電が確認できない場合である。ただし、前記したように、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 の使用保証期間は 1 4 日であり、使用保証期間を過ぎると警告が入出力装置 5 0 3 を介して発せられる。従って、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 は使用保証期限前に交換されることが多く、キャピラリ 3 1 1 の内部まで乾燥が発生する状況は極めて稀である。つまり、ステップ S 1 1 2 で「2 回目」が判定されることは稀である。しかし、ステップ S 1 1 2 の処理が行われることで、万が一、陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2 及び陰極側

泳動用緩衝液容器 1 4 3 の使用保証期間が過ぎた状態で、キャピラリ 3 1 1 の内部まで乾燥が発生している状況を検知し、警告することができる。

[0077] ステップ S 1 1 1 における通電確認が成功した場合 (S 1 1 1 → OK)、泳動媒体容器 1 2 0 がキャピラリ 3 1 1 の陽極側端部に対し所定の位置となるよう、サンプルトレイ 1 1 0 が移動する。通電確認が成功とは第 2 電流計 4 0 3 で計測された電流値が所定の値以上となった場合である (以下の処理においても同様)。この際、廃液容器 1 4 1 はキャピラリ 3 1 1 の陰極側端部に対して所定の位置となる。所定の位置とは、泳動媒体 1 2 0 a の水位が正常 (指摘水位に達していれば; 泳動媒体 1 2 0 a が所定の量以上であれば) であれば、キャピラリ 3 1 1 の陽極側端部が泳動媒体容器 1 2 0 の泳動媒体 1 2 0 a に接液する位置である。

[0078] そして、送液装置 1 0 5 が、これから行うランで使用する泳動媒体 1 2 0 a を改めてキャピラリアレイ 3 0 0 に導入する (S 1 2 1)。これにより、プレラン (第 1 の泳動に関する処理) が行われる。なお、送液装置 1 0 5 は、ステップ S 1 2 1 でプレランを行うが、泳動媒体 1 2 0 a の水位が足りなければ泳動媒体 1 2 0 a はキャピラリ 3 1 1 内に導入されない。また、もし、ステップ S 1 2 1 で、新たにキャピラリアレイ 3 0 0 内に送液した泳動媒体 1 2 0 a 中に気泡が混入すると、キャピラリ 3 1 1 の通電が阻害される。

[0079] これを確認するため、通電チェック部 5 1 1 はプレラン通電確認を実施する (S 1 2 2 : 第 2 の通電チェックステップ)。プレラン (第 1 の泳動) とは、前記したようにサンプルの電気泳動に先立って泳動媒体 1 2 0 a を電気泳動させることである。プレランでは、高圧電源 4 0 2 によって、キャピラリ 3 1 1 の両端に電位差が生じることで、泳動媒体 1 2 0 a がキャピラリ 3 1 1 に泳動される。

[0080] 既に陽極側泳動用緩衝液容器 1 3 2、及び、陰極側泳動用緩衝液容器 1 4 3 の通電状態はステップ S 1 1 1 で確認されている。従って、もし、ステップ S 1 2 2 でエラーが発生するとすれば、そのエラーの原因は新たに導入さ

れた泳動媒体 120 a 由来であることが確定できる。なお、ステップ S 122 において、高圧電源 402 は新たに電圧（第 1 電圧）を印加してもよいし、ステップ S 106 から印加され続けた状態であってもよい（後記するステップ S 124 も同様である）。

[0081] ステップ S 122 で通電状態を確認できなかった場合（S 122 →エラー）、出力処理部 512 は図 7 C に示すような警告画面 703 を表示する（第 3 警告出力：S 123：第 3 の警告ステップ）。

[0082] ステップ S 123 において、エラー出力とともに、出力処理部 512 は、図 7 C に示すような、泳動媒体容器 120 の設置状態、泳動媒体 120 a の水位、及びキャピラリアレイ 300 内の気泡の確認を促す警告画面 703 を入出力装置 503 に表示する。気泡の確認とは図 7 C に示すように気泡の有無等を確認することである。ユーザはステップ S 123 で出力された警告画面 703 を参考に、泳動媒体容器 120 の設置状態、泳動媒体 120 a の水位、あるいはキャピラリアレイ 300 内の気泡の有無の確認を行う。その後、処理は図 6 A のステップ S 105 へ戻る。このように、ステップ S 111 の段階で通電状態を確認することで、ステップ S 122 におけるエラーが、新たに導入された泳動媒体 120 a に由来するものであることが特定できる。

[0083] ステップ S 122 で通電状態が確認できた場合（S 122 →OK）、サンプル緩衝液容器 133 がキャピラリヘッド 302、及び、電極 221 に対し、所定の位置となるようサンプルトレイ 110 が移動する。この際、サンプル容器 150 はキャピラリ 311 の陽極側端末に対して所定の位置となる。所定の位置とは、一般的にサンプルのインジェクションが行われる際の位置である。即ち、所定の位置とは、サンプル試薬 150 a 及びサンプル緩衝液 133 a が正常な量（所定の量以上）であれば、キャピラリヘッド 302、及び、電極 221 がサンプル緩衝液 133 a に接液し、キャピラリ 311 の陰極側端部がサンプル試薬 150 a に接液する位置である。即ち、所定の位置とは、サンプル試薬 150 a 及びサンプル緩衝液 133 a が至適水位に達

していれば（所定の量以上であれば）、キャピラリ 3 1 1 の端部のうち一方がサンプル試薬 1 5 0 a に接液し、他方がサンプル緩衝液 1 3 3 a に接液する位置である。

そして、サンプル容器 1 5 0 に収容されているサンプル試薬 1 5 0 a に対して第 1 電圧が印加される。

[0084] そして、通電チェック部 5 1 1 は、通電状態の確認を行う（S 1 2 4 : 第 3 の通電チェックステップ）。ステップ S 1 2 4 で行われる通電状態の確認によって、サンプル試薬 1 5 0 a 及びサンプル緩衝液 1 3 3 a の水位の確認が行われる。

[0085] 通電状態が確認できなかった場合（S 1 2 4 →エラー）、通電チェック部 5 1 1 は 2 つの部位における接触不良であると判定する。2 つの部位とはサンプル容器 1 5 0 と、サンプル緩衝液容器 1 3 3 である。従って、出力処理部 5 1 2 は通電状態の確認を促す情報を入出力装置 5 0 3 に出力する（第 4 警告出力：S 1 2 5 : 第 4 の警告ステップ）。この際、入出力装置 5 0 3 には、図 7 D に示すような、サンプル容器 1 5 0、サンプル緩衝液容器 1 3 3 の確認を促す警告画面 7 0 4 が表示される。サンプル容器 1 5 0、サンプル緩衝液容器 1 3 3 の確認とは、サンプル容器 1 5 0 に収容されているサンプル試薬 1 5 0 a、及び、サンプル緩衝液容器 1 3 3 に収容されているサンプル緩衝液 1 3 3 a の水位を確認することである。

このように、ステップ S 1 2 5 の段階では、既に原因発生箇所が 2 箇所（サンプル容器 1 5 0、及び、サンプル緩衝液容器 1 3 3）に特定されているため、ユーザはエラーに対して迅速に対応することができる。

[0086] ステップ S 1 2 4 においてサンプル通電確認が成功した場合（S 1 2 4 →OK）、キャピラリ電気泳動装置 1 はキャピラリアレイ 3 0 0 へのサンプルのインジェクションを行う（S 1 3 1）。サンプルのインジェクションでは、第 1 電圧より高電圧の第 2 電圧が高圧電源 4 0 2 によってサンプル試薬 1 5 0 a に印加されることによって行われる。サンプルの導入は多くの場合、電気泳動を利用した電氣的注入法が採用される。続いて、キャピラリ電気泳

動装置 1 はラン（第 2 の泳動）を開始する（S 1 3 2）。

[0087] そして、通電チェック部 5 1 1 はラン中も通電路の通電状態の確認を継続して行う（S 1 3 3：第 4 の通電チェックステップ）。

ランが順調に完了すれば、つまり、ステップ S 1 3 3 の通電チェックの結果、ラン中において通電状態が確認され続けられれば（S 1 3 3→OK）、マイコン 5 0 0 は電気泳動を終了する。

一方、ラン中において通電が確認できない状態（第 4 の値以下）となった場合（S 1 3 3→エラー）、出力処理部 5 1 2 はランエラーが発生した旨の情報を入出力装置 5 0 3 に出力する（S 1 3 4：第 5 の警告ステップ）。続いて、出力処理部 5 1 2 はサービスへの連絡を促す情報の出力を行う（S 1 3 5：第 5 の警告ステップ）。ステップ S 1 3 3 の段階でエラーが生じる原因として、キャピラリ 3 1 1 の破損による放電や、液漏れ、キャピラリ 3 1 1 の内部に目に見えないような気泡等が生じていることが考えられる。このような場合、ユーザが対処することは困難であるため、サービスへの連絡が促される図 7 E には、ステップ S 1 3 4 で出力される内容と、ステップ S 1 3 5 で出力される内容が 1 つの警告画面 7 0 5 で出力されている例が示されている。ただし、ステップ S 1 3 5 では、すべての消耗品の交換を促す表示が行われてもよい。このように、ステップ S 1 1 1、S 1 2 2、S 1 2 4 で段階的に通電チェックが行われることで、ステップ S 1 3 3 の段階でのエラーがキャピラリ 3 1 1 の破損による放電や、液漏れ、キャピラリ 3 1 1 の内部に目に見えないような気泡等によることが特定できる。

[0088] （比較例）

図 8 は、これまでのキャピラリ電気泳動装置における電気泳動支援方法（比較例）の手順を示すフローチャートである。

図 8 において、図 6 B と同様の処理については同一のステップ番号を付して説明を省略する。そして、図 8 では図 6 B の処理と異なる処理について説明する。また、図 6 A に関する処理は比較例においても同様であるため、比較例での図示を省略する。

図8に示す処理で図6Bと異なる点は以下の点である。

(A1) ステップS111の処理が省略されている。

(A2) ステップS122、S124、S133でエラーが検出されると、ランエラー表示が行われ(S141)、消耗品の点検・交換後、再ランが行われる(S142)ことである。ステップS142での消耗品の交換とは、すべての容器の交換を意味する。

[0089] 図6Bに示されるステップS111の有用な点は、図8に示すフローチャートと比較すると明らかになる。これまでのキャピラリ電気泳動装置では、図8に示されるように図6Bに示すステップS111を行わずに、ステップS121の泳動媒体120aの送液を行っている。そして、図8に示すフローチャートでは、ステップS122のプレラン通電確認が初めての電氣的な通電確認となる。ステップS122の時点で異常を検知したとしても、この異常の原因が泳動用緩衝液160に由来するものか、泳動媒体120a由来するものか、キャピラリ311の気泡に由来するものであるかの切り分けが困難である。その理由は、事前に(ステップS121の前に)陽極側泳動用緩衝液容器132、陰極側泳動用緩衝液容器143の通電に異常があるか否かが確認されていないためである。また、図8に示す手法では、泳動媒体120aをキャピラリアレイ300に送液してしまった後にエラーが発覚するため、泳動媒体120aを浪費することとなる。泳動媒体120aは電気泳動に関する試薬の中で最も高価であり、ランニングコストを上昇させる。

[0090] このように、これまでのキャピラリ電気泳動装置は、通電異常が確認されるのは、図8に示すプレラン通電確認(S122)以降である。そして、プレラン通電確認でエラーが検出されても、前記したように、ユーザは泳動用緩衝液160に由来するものか、泳動媒体120a由来や、キャピラリ311の気泡に由来するものであるかを特定することが困難である。そのため、ユーザは陽極側泳動用緩衝液容器132、陰極側泳動用緩衝液容器143、泳動媒体容器120、キャピラリアレイ300のすべてを点検する必要がある、行っているランを完全に停止させる必要がある。また、その点検が長時

間に及ぶことがある。さらに、ランを再開する場合、最初から（図6AのステップS101から）開始する必要がある。

[0091] 本実施系形態では、この状況を改善すべく、試薬の通電状態をプレラン通電確認（図6BのステップS122）より前の時点で確認とすることで、試薬の交換是非をマイコン500が判断し、結果として異常な消耗品の確認あるいは交換をユーザに促す手法が提供される。これにより、エラー発生時にはエラーの原因を特定の試薬に絞り込むことが可能となり、その情報を元に該当する試薬のみ交換すればよいため、ランを完全に中止することなく（一時中断のみで）再開することができるという効果を奏する。再開する場合、一時中断した時点から動作を再開することができる。結果としてキャピラリ電気泳動装置1のユーザビリティを大幅に向上することができる。

[0092] 例えば、本実施形態では、ステップS122で入出力装置503がエラーを出力した場合、そのエラーの原因が泳動媒体120a由来であると特定できるため、泳動媒体容器120の設置状態、泳動媒体120aの水位の問題を確認し、修正することで迅速にランを継続することが可能となる。

[0093] 換言すれば、図6Bに示す手法では、通電チェック部511がステップS111、S122、S124において消耗品の通電状態を、その都度確認してから、次ステップに進む。そのため、エラー発生時にエラーの原因となる箇所が限定され、それぞれのエラーについて、異なる警告画面701~705が表示される。このため、エラーの解決が容易となる。図8に示す手法ではエラー発生時に提示される情報はステップS141で出力されるランエラーの1つだけである。仮に、ステップS122、S124、S133でエラーを分けることができるとしても、ステップS122の段階では泳動用緩衝液160に由来するものか、泳動媒体120a由来や、キャピラリ311の気泡に由来するものであるかを特定することが困難である。

[0094] 従って、図8に示す手法では、ユーザはエラーの発生原因を絞り込むことが困難であり、実行しているランを停止させ、エラーの原因を1つ1つ探っていかなければならない。これにより、ユーザはランを断念しなければなら

ない場合があった。これに対して、本実施形態で提案される手法（図6Bに示す手法）を適用することで、ランを完全に中断させるランエラーの発生を大幅に低減することができる。結果としてキャピラリ電気泳動装置1のユーザビリティを大幅に向上することができる。

[0095] 更に、図6Bに示す手法で、特筆すべき効果としては、試薬の中でも最も高価な泳動媒体120aの浪費を防止できるという点を挙げることができる。一般に泳動媒体120aは高価であるが、その高価な泳動媒体120aをキャピラリアレイ300に導入する前、具体的には図6Bに示す手法ではステップS111においての陽極側泳動用緩衝液容器132と、陰極側泳動用緩衝液容器143との間の通電状態が事前に確認される。これにより、泳動媒体120aの送液前には泳動媒体120a以外の通電環境に異常はなく、泳動媒体120aの送液中に異常が発生するとすれば、その異常の原因は泳動媒体120aであるということが限定できる。換言すると、泳動媒体120a以外の試薬が原因で泳動媒体120aを浪費する確率を低減することができる。これにより試薬のランニングコストの低減に寄与することができる。

[0096] また、図6Bに示す手法では、ステップS122や、ステップS124でエラーが検出されると、ステップS105へ処理が戻っている。つまり、サンプルトレイ110が「陽極側泳動用緩衝液容器132 - 陰極側泳動用緩衝液容器143」まで戻る。このような動作は、図8に示す比較例では行われぬ。

[0097] このように、本実施形態では、通電チェック部511が、通電路の通電状態をしかるべきタイミング毎にチェックする。これによりエラーの発生源の特定、及び、即時の対策が可能となる。従って、ユーザはランを完全に中止することなく、入出力装置503に提示された指示に基づきエラーを修正することができる。また、いったん中断したランについて、速やかに再開することができる。また、エラーの原因となる消耗品を特定することができるため、エラーとは無関係である消耗品の交換を回避することができる。これに

よりランニングコストを低減することができる。

[0098] また、本実施形態によれば、試薬の中でも貴重な生体サンプルの浪費も回避することができる。検体由来の微量サンプルは、容易に購入できないため、これもユーザビリティに大きく寄与する。

[0099] なお、泳動用緩衝液160、泳動媒体120a、サンプルの状態を電気信号以外で検出する方法として光学方式がある。しかし、光学方式は、高価で複雑な方式となる。本実施形態で提案される手法では、電気信号のみで試薬の状態を確認することができるため、コスト削減を実現することができる。

[0100] また、本実施形態では、ステップS111、122、S124、S133で電流値が0となった場合に、エラーが検出されている。しかし、これに限らず、電流値が所定の値以下となった場合に、エラーが検出されてもよい。

さらに、本実施形態では、ステップS123の後、ステップS105へ処理が戻っているが、ステップS121へ処理が戻るようにしてもよい。同様に、ステップS125の後、ステップS105へ処理が戻っているが、ステップS124へ処理が戻るようにしてもよい。

[0101] 本発明は前記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明したすべての構成を有するものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0102] また、前記した各構成、機能、各部511、512、記憶装置502等は、それらの一部又はすべてを、例えば集積回路で設計すること等によりハードウェアで実現してもよい。また、図5に示すように、前記した各構成、機能等は、CPU501等のプロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を

実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、ROM (Read Only memory) や、RAM (Random Access Memory) に格納すること以外に、HD (Hard Disk) や、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、又は、IC (Integrated Circuit) カードや、SD (Secure Digital) カード、DVD (Digital Versatile Disc) 等の記録媒体に格納することができる。

[0103] また、各実施形態において、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしもすべての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、ほとんどすべての構成が相互に接続されていると考えてよい。

符号の説明

- [0104] 1 キャピラリ電気泳動装置 (電気泳動装置、電気泳動システム)
- 100 オートサンプラユニット
 - 110 サンプルトレイ
 - 120 泳動媒体容器
 - 120a 泳動媒体
 - 130 陽極側容器
 - 131 陽極側洗浄容器
 - 131a 陽極側洗浄液
 - 132 陽極側泳動用緩衝液容器
 - 132a 陽極側泳動用緩衝液
 - 133 サンプル緩衝液容器
 - 133a サンプル緩衝液
 - 140 陰極側容器
 - 141 廃液容器
 - 142 陰極側洗浄容器
 - 143 陰極側泳動用緩衝液容器
 - 160 泳動用緩衝液
 - 150 サンプル容器

- 150 a サンプル試薬（サンプルを含む）
- 160 泳動用緩衝液
- 200 照射検出／恒温槽ユニット
- 201 照射検出ユニット
- 300 キャピラリアレイ
- 301 ロードヘッド
- 302 キャピラリヘッド
- 311 キャピラリ
- 312 中空電極
- 401 第1電流計
- 402 高圧電源（電源）
- 403 第2電流計
- 411, 412 GND
- 500 マイコン（処理装置）
- 511 通電チェック部
- 512 出力処理部
- 701 警告画面（前記泳動用緩衝液の水位の確認を促す出力）
- 702 警告画面（キャピラリの内部において乾燥が生じている旨の出力）
- 703 警告画面（泳動媒体の水位、及び、キャピラリの内部における気泡の確認を促す出力）
- 704 警告画面（サンプル容器におけるサンプル試薬、及び、サンプル緩衝液槽に収容されているサンプル緩衝液の水位の確認を促す出力）
- 705 警告画面
- S111 通電状態の確認（第1の通電チェックステップ）
- S113 第1警告出力（第1の警告ステップ）
- S114 第2警告出力（第2の警告ステップ）
- S121 泳動媒体の導入（第1の泳動に関する処理）

- S 1 2 2 プレラン通電確認（第2の通電チェックステップ）
- S 1 2 3 第3警告出力（第3の警告ステップ）
- S 1 2 4 通電状態の確認（第3の通電チェックステップ）
- S 1 2 5 第4警告出力（第4の警告ステップ）
- S 1 3 2 ランの開始（第2の泳動）
- S 1 3 3 通電状態の確認（第4の通電チェックステップ）
- S 1 3 4 ランエラー表示（第5の警告ステップ）
- S 1 3 5 サービスへの連絡表示（第5の警告ステップ）

請求の範囲

- [請求項1] 電源によって、キャピラリの両端に電位差が生じることで、泳動媒体が前記キャピラリに泳動される第1の泳動と、
- 前記第1の泳動が行われた後、前記電源によって、前記キャピラリの両端に前記電位差が生じることで、前記泳動媒体に加えたサンプルが前記キャピラリに泳動される第2の泳動と、
- が行われ、
- 前記第2の泳動において、前記電源によって生じる前記キャピラリの前記電位差により、前記サンプルが前記キャピラリの内部を移動する速度の差に応じて前記サンプルの成分分離を行う電気泳動方法において、
- 処理装置が、
- 前回の前記第2の泳動が終了しており、かつ、前記第1の泳動が行われる前において、前回の前記第2の泳動で用いられた前記泳動媒体が前記キャピラリの内部に残留している状態であり、それぞれの別の容器に収容されている泳動用緩衝液が所定の量以上であれば、前記キャピラリの両端が前記泳動用緩衝液に接液する所定の位置に前記キャピラリの両端が位置しており、前記電源によって、前記泳動用緩衝液の少なくとも一方に電圧が印加されることにより、前記キャピラリの両端に生じた前記電位差に基づく前記キャピラリを流れる電流に基づく計測値又は前記キャピラリの両端の電位差に基づく計測値が第1の値以下であるか否かを検出する第1の通電チェックステップと、
- 前記第1の通電チェックステップによって、前記計測値が前記第1の値以下である場合、出力部から警告を出力する第1の警告ステップと、
- が実行されることを特徴とする電気泳動支援方法。
- [請求項2] 前記第1の警告ステップでは、前記泳動用緩衝液の水位の確認を促す出力が行われる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動支援方法。

[請求項3]

前記泳動用緩衝液の水位の確認を促す出力が行われた後、前記第 1 の通電チェックステップが再度行われ、

再度行われた前記第 1 の通電チェックステップの結果、前記計測値が前記第 1 の値以下の場合、前記キャピラリの内部において乾燥が生じている旨の出力を行う第 2 の警告ステップ

が実行されることを特徴とする請求項 2 に記載の電気泳動支援方法

。

[請求項4]

前記第 1 の通電チェックステップにおいて、前記計測値が前記第 1 の値より大きい場合、前記第 1 の泳動に関する処理が行われ、

前記第 1 の泳動に関する処理が行われている際に、前記処理装置が、前記計測値が第 2 の値以下であるか否かを検出する第 2 の通電チェックステップと、

前記第 2 の通電チェックステップによって、前記計測値が前記第 2 の値以下である場合、出力部から警告を出力する第 3 の警告ステップと、

が実行されることを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動支援方法

。

[請求項5]

前記第 3 の警告ステップでは、前記第 1 の泳動で導入される前記泳動媒体が収容されている泳動媒体容器における前記泳動媒体の水位、及び、前記キャピラリの内部における気泡の確認を含む確認を促す出力が行われる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の電気泳動支援方法。

[請求項6]

前記第 2 の通電チェックステップにおいて、前記計測値が前記第 2 の値より大きい場合、サンプル容器に収容されているサンプル試薬及びサンプル緩衝液容器に収容され、前記サンプルを前記キャピラリの内部に導入する緩衝液であるサンプル緩衝液が所定の量以上であれば、前記キャピラリの両端のうち、一方が前記サンプル試薬に接液し、

他方が前記サンプル緩衝液に接液する所定の位置に前記キャピラリの両端が位置している状態で、

前記処理装置が、

前記電源によって、前記サンプル試薬、及び、前記サンプル緩衝液の少なくとも一方に対し、前記電源によって電圧が印加されることにより、前記計測値が第3の値以下であるか否かを検出する第3の通電チェックステップと、

前記第3の通電チェックステップにおいて、前記計測値が前記第3の値以下である場合、出力部から警告を出力する第4の警告ステップと、

が実行されることを特徴とする請求項4に記載の電気泳動支援方法

。

[請求項7]

前記第4の警告ステップでは、前記サンプル容器におけるサンプル試薬、及び、前記サンプル緩衝液容器に收容されているサンプル緩衝液の水位の確認を促す出力が行われる

ことを特徴とする請求項6に記載の電気泳動支援方法。

[請求項8]

前記第3の通電チェックステップにおいて、前記計測値が前記第3の値より大きい場合、前記第2の泳動が行われ、

前記処理装置は、

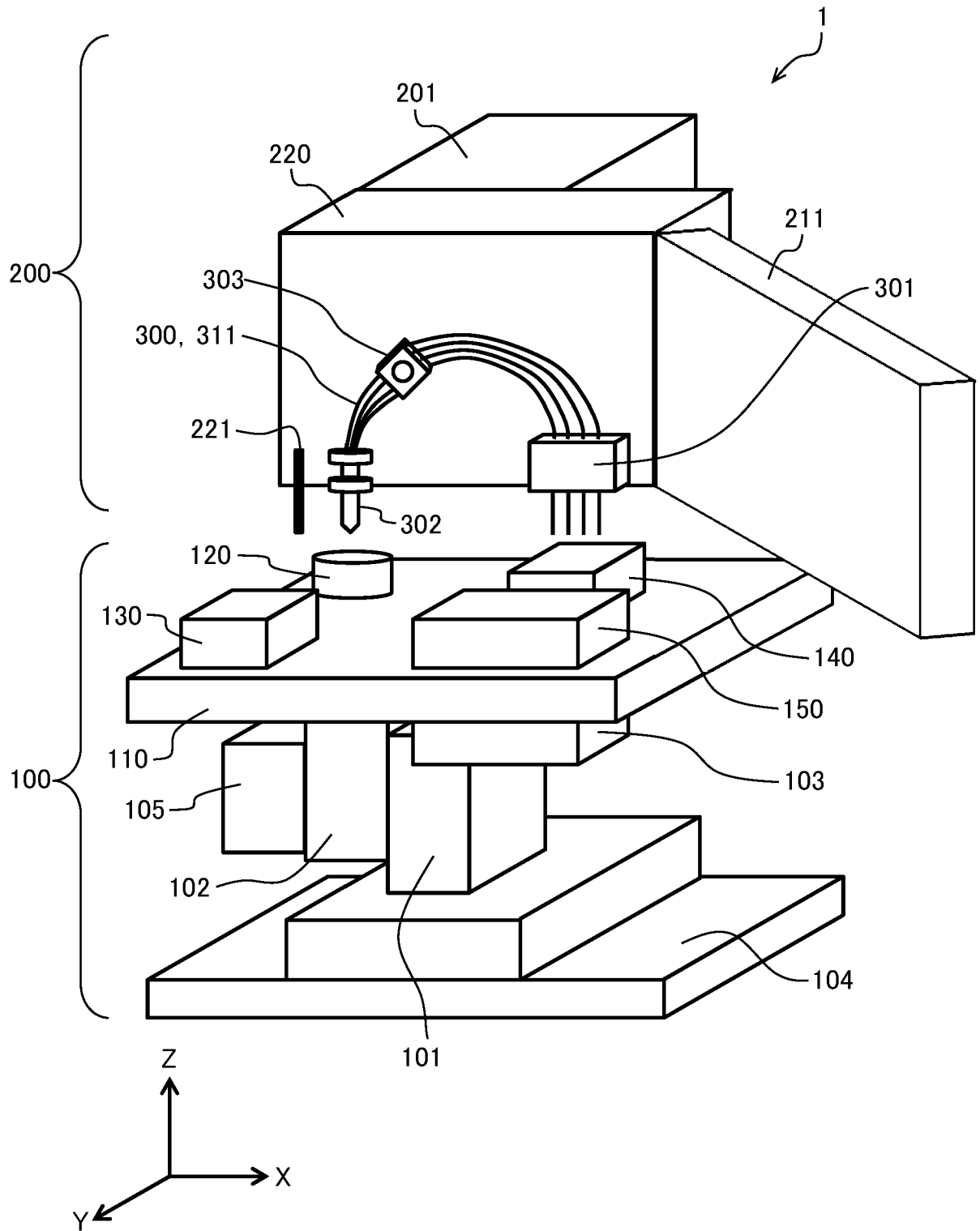
前記第2の泳動中に前記キャピラリの少なくとも一端に印加されている前記電圧によって生じる前記計測値が第4の値以下であるか否かを検出する第4の通電チェックステップと、

前記第4の通電チェックステップにおいて、前記計測値が前記第4の値以下である場合、出力部から警告を出力する第5の警告ステップと、

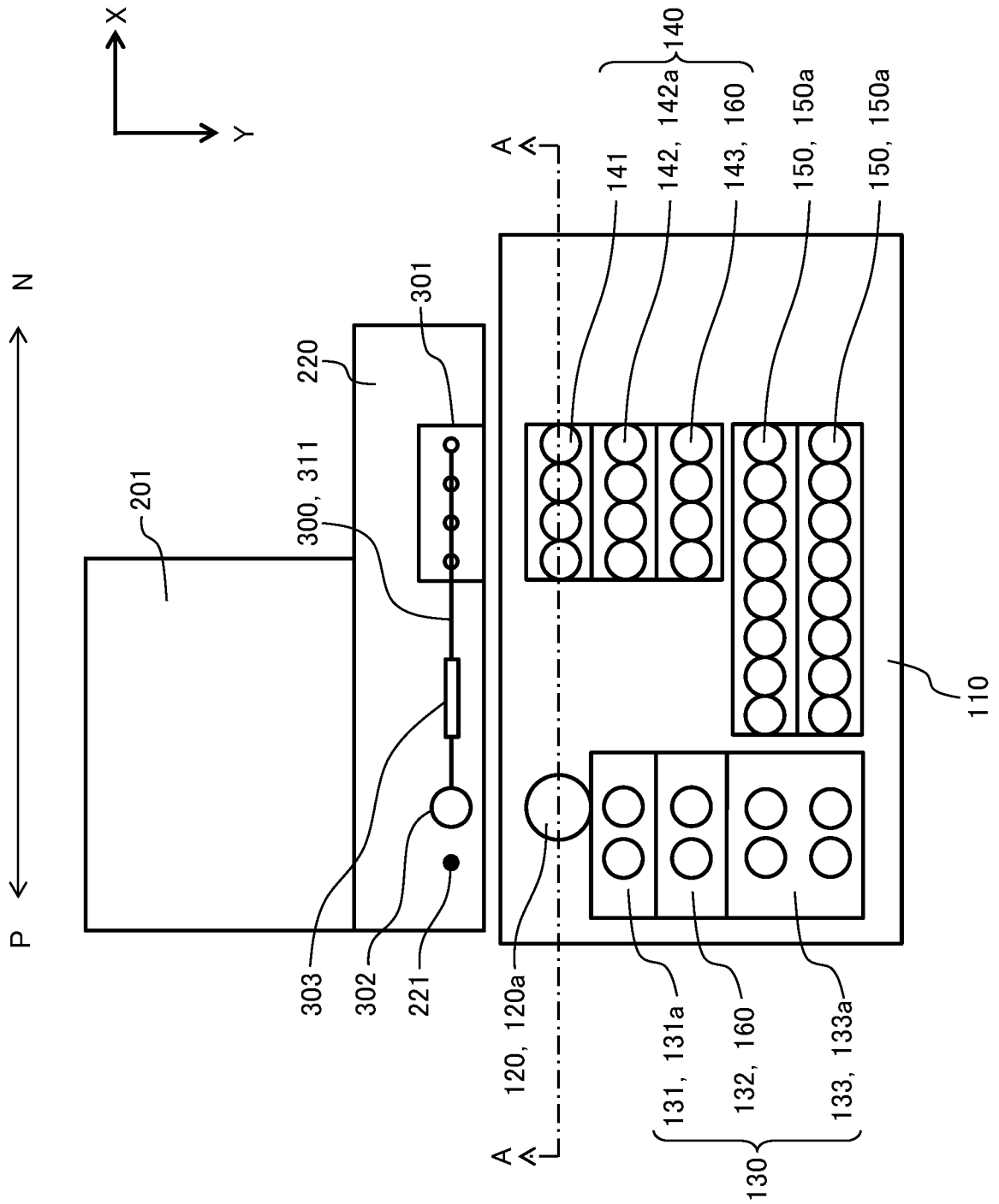
が実行されることを特徴とする請求項6に記載の電気泳動支援方法

。

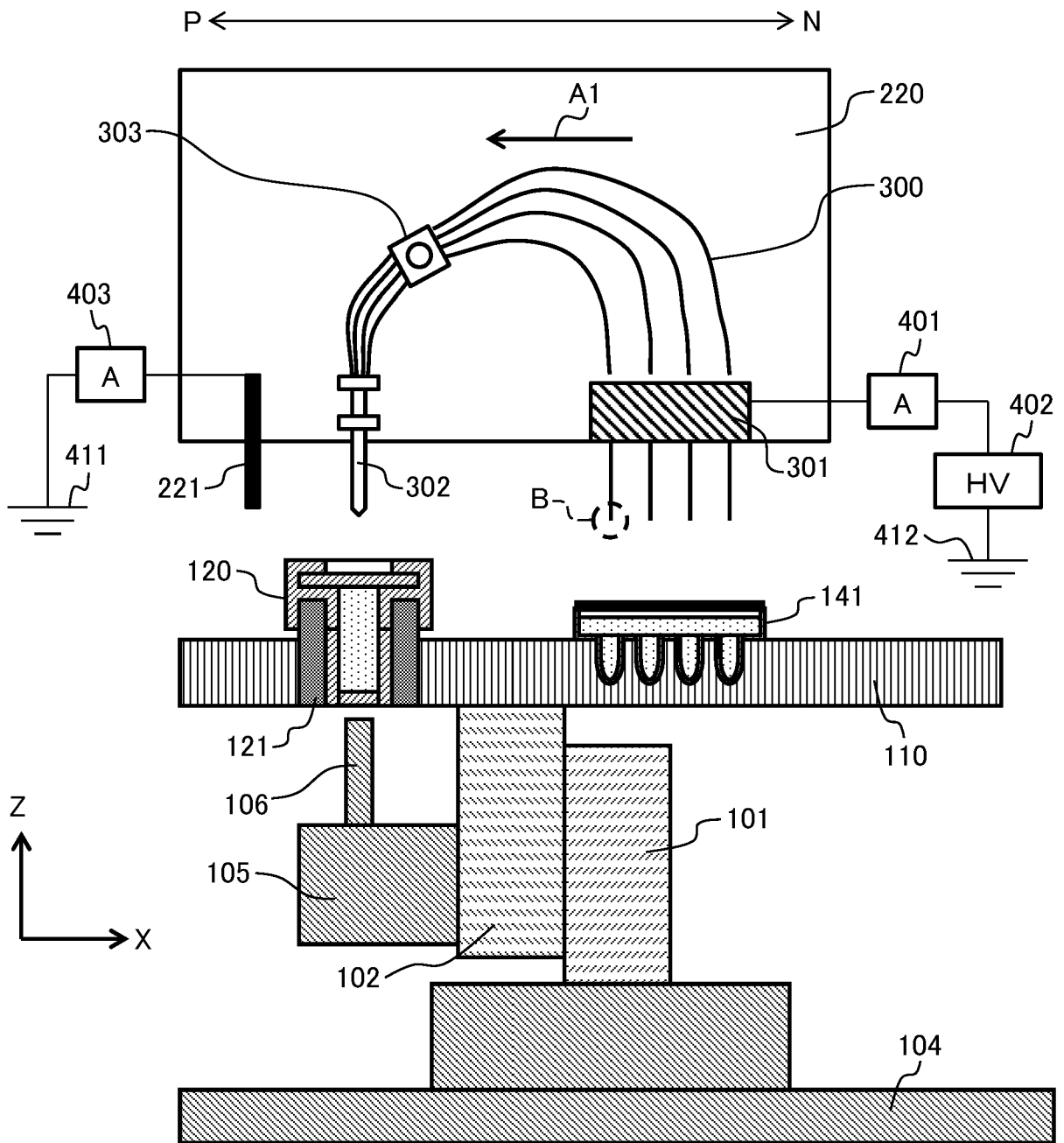
[図1]



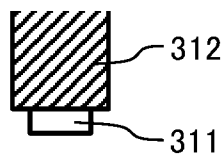
[図2]



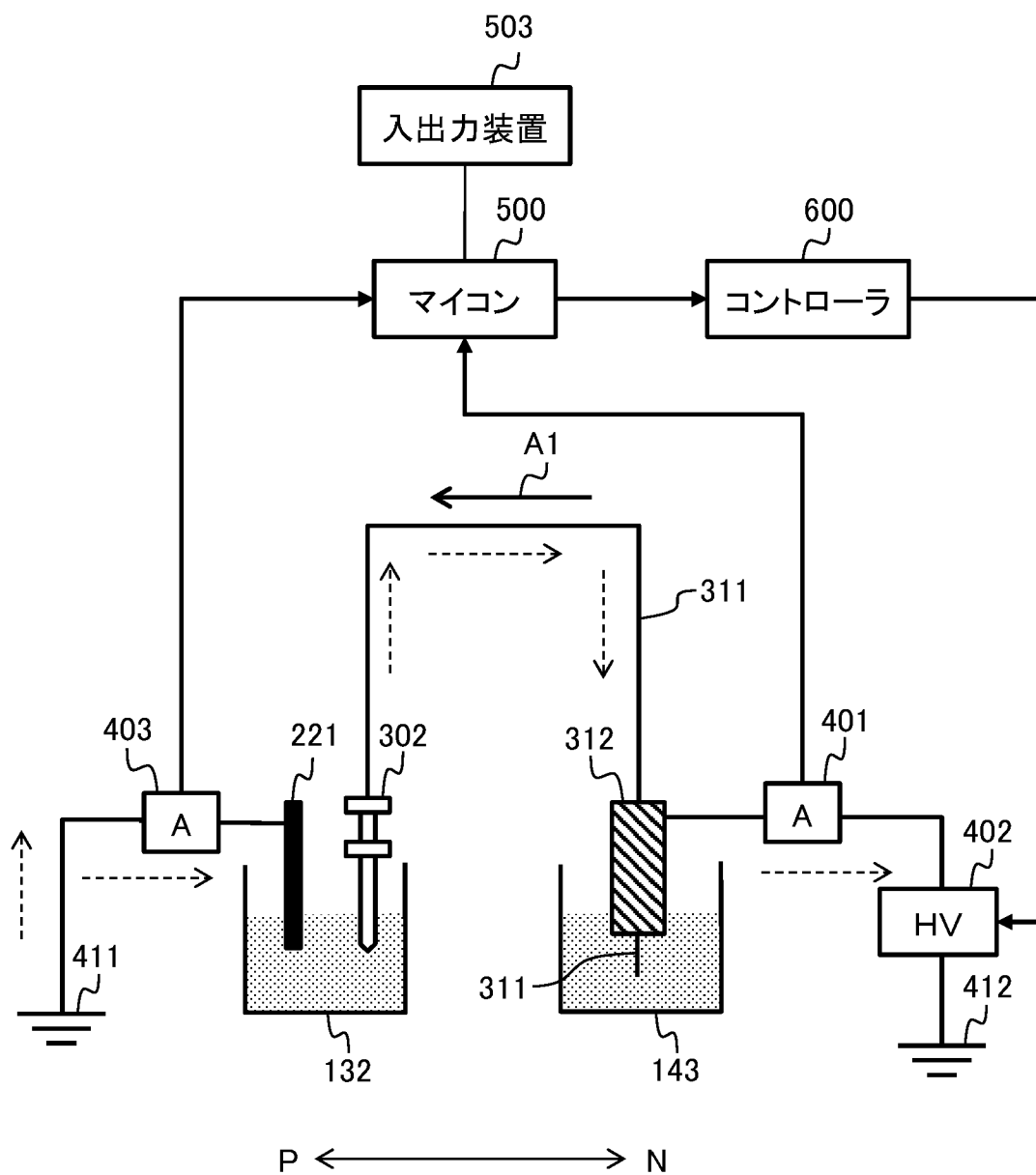
[図3A]



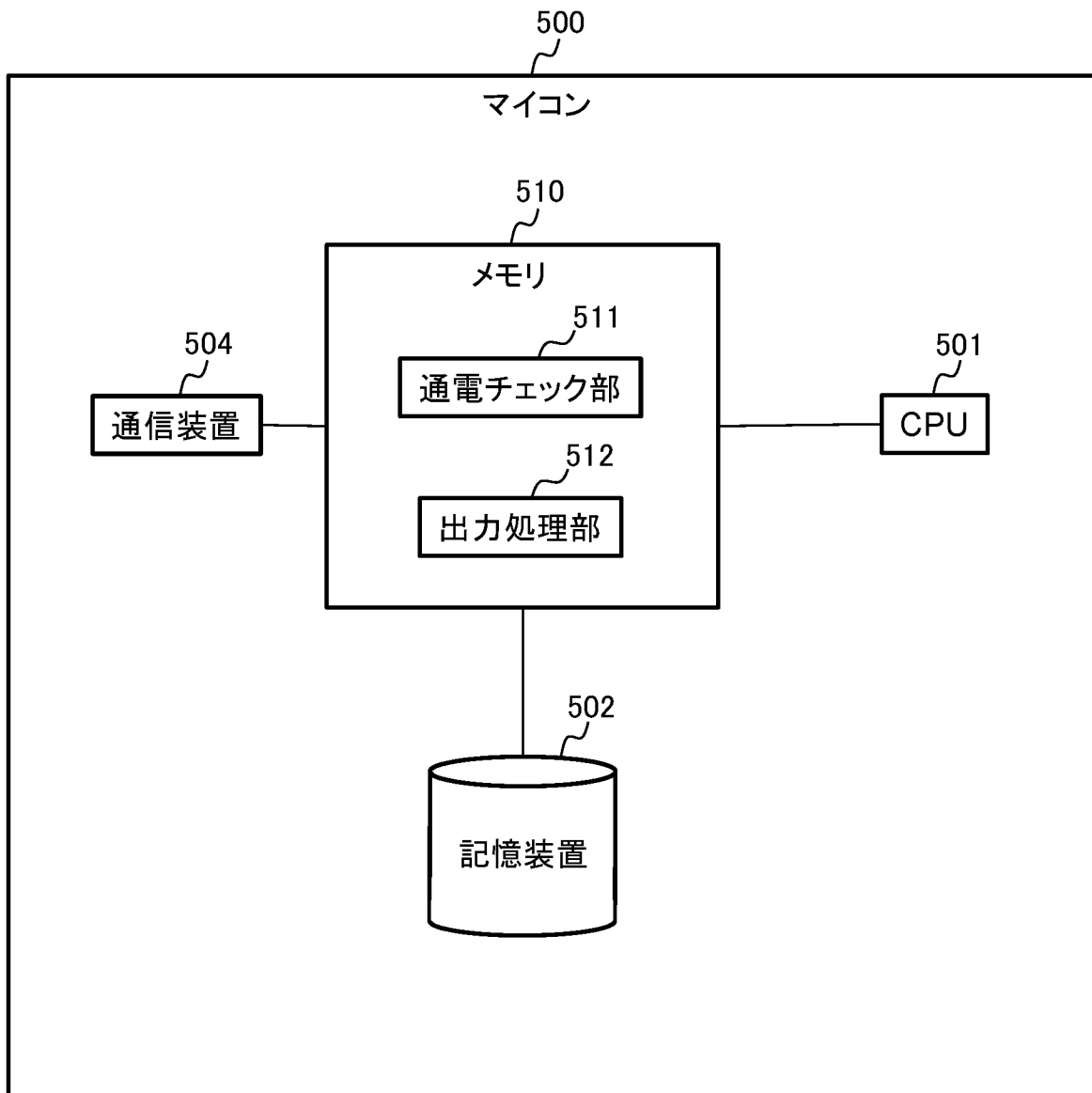
[図3B]



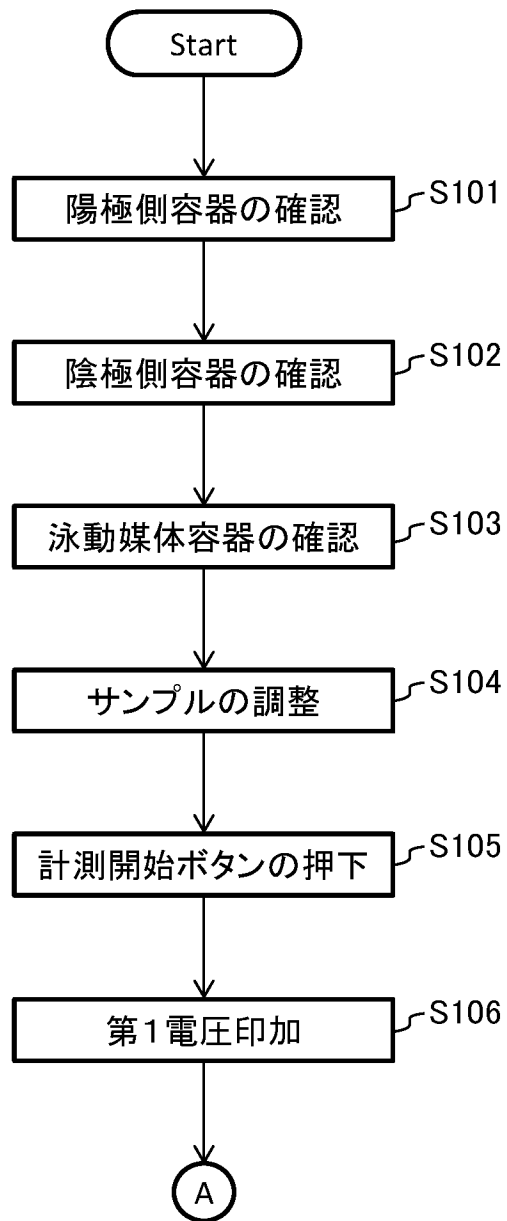
[図4]



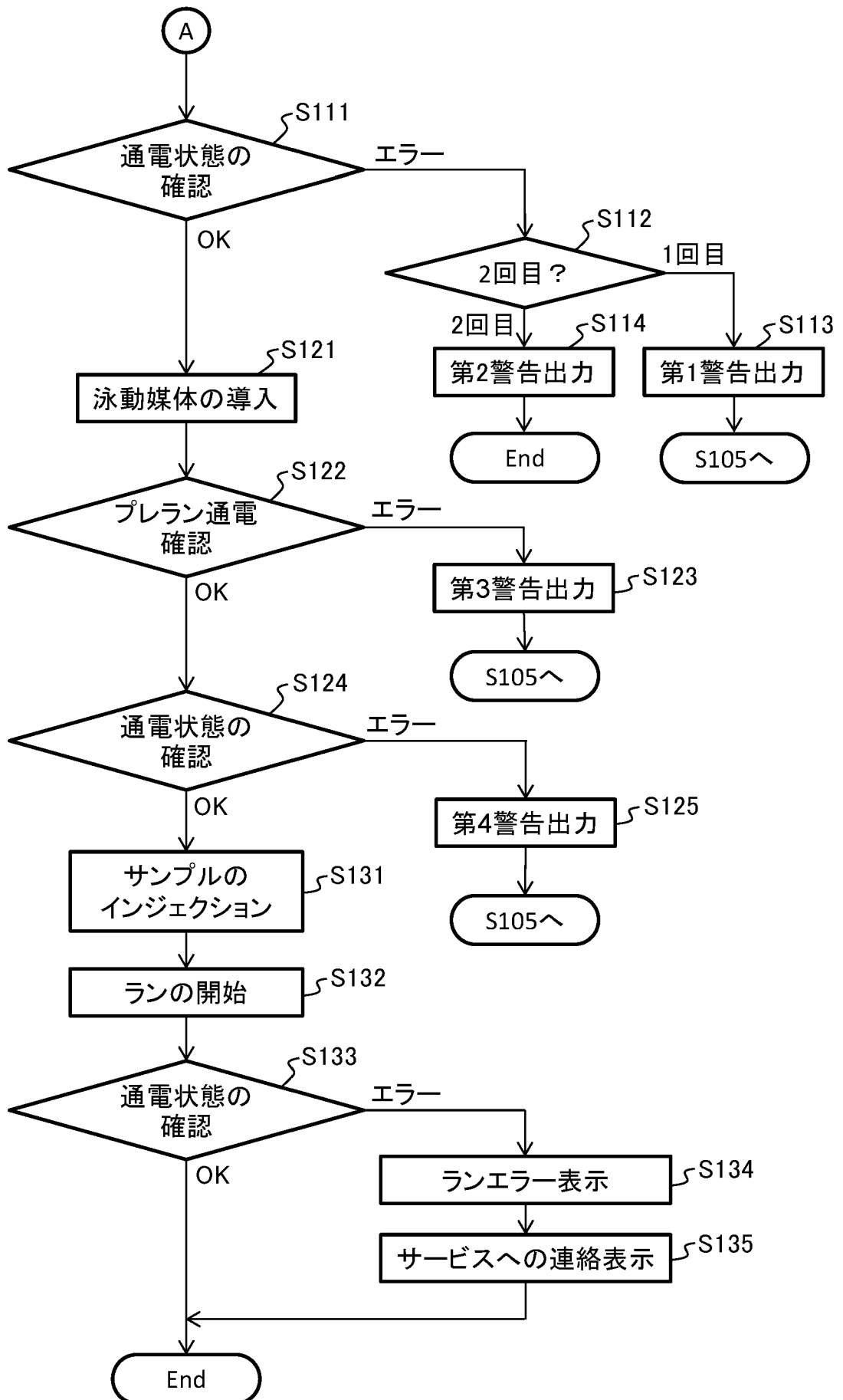
[図5]



[図6A]



[図6B]



[図7A]

泳動用緩衝液の水位
の確認をしてください

701

[図7B]

キャピラリに乾燥が生じて
います。キャピラリアレイの
交換をしてください

702

[図7C]

泳動媒体容器の設置状態、
泳動媒体の水位、及び、
キャピラリアレイの気泡の
有無を確認してください

703

[図7D]

サンプル容器、サンプル緩衝液
容器の確認を行ってください。

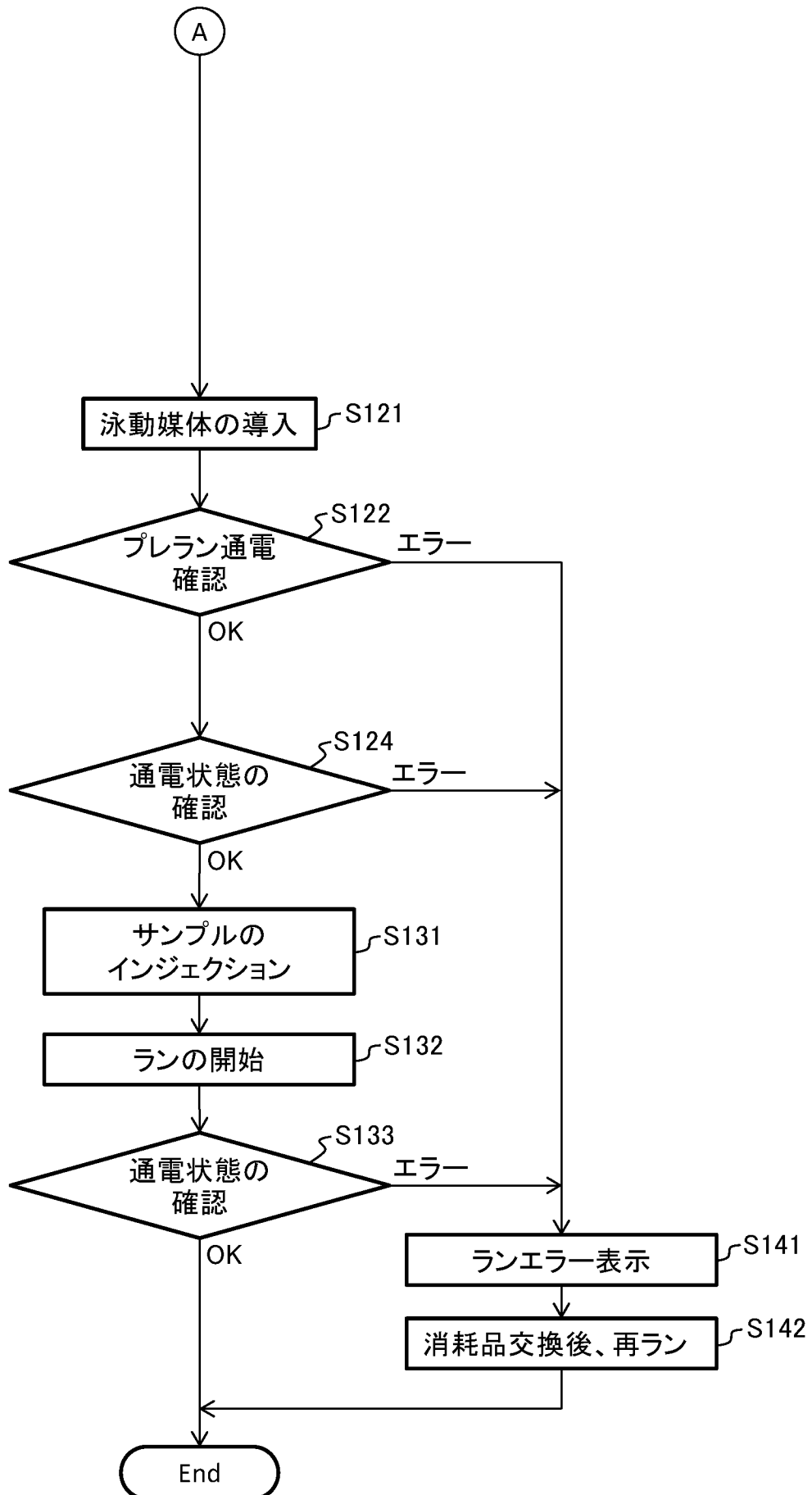
704

[図7E]

ランエラーが発生しました
サービスへ連絡してください

705

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/031017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01N 27/447(2006.01)i FI: G01N27/447 331E		
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) G01N27/447		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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 11-108889 A (HITACHI LTD) 23 April 1999 (1999-04-23) claims, paragraphs [0091]-[0121], fig. 12	1-8
A	JP 2003-344356 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP) 03 December 2003 (2003-12-03) paragraphs [0024]-[0034], fig. 3	1-8
A	JP 2007-107915 A (SHIMADZU CORP) 26 April 2007 (2007-04-26) claims	1-8
A	JP 2017-201286 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 09 November 2017 (2017-11-09) claims	1-8
E, A	WO 2021/166210 A1 (HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) 26 August 2021 (2021-08-26) entire text, all drawings	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 15 October 2021		Date of mailing of the international search report 02 November 2021
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/JP2021/031017

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 11-108889 A	23 April 1999	(Family: none)	
JP 2003-344356 A	03 December 2003	US 2004/0018638 A1 paragraphs [0039]-[0049], fig. 3 EP 1367388 A1	
JP 2007-107915 A	26 April 2007	US 2007/0175757 A1 claims	
JP 2017-201286 A	09 November 2017	US 2017/0315087 A1 claims	
WO 2021/166210 A1	26 August 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 27/447(2006.01)i FI: G01N27/447 331E		
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）） G01N27/447 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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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 11-108889 A（株式会社日立製作所）23.04.1999（1999 - 04 - 23） 特許請求の範囲、[0091]-[0121]、第12図	1-8
A	JP 2003-344356 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）03.12.2003（2003 - 12 - 03） [0024]-[0034]、第3図	1-8
A	JP 2007-107915 A（株式会社島津製作所）26.04.2007（2007 - 04 - 26） 特許請求の範囲	1-8
A	JP 2017-201286 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）09.11.2017（2017 - 11 - 09） 特許請求の範囲	1-8
E, A	WO 2021/166210 A1（株式会社日立ハイテク）26.08.2021（2021 - 08 - 26） 全文、全図	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 15.10.2021	国際調査報告の発送日 02.11.2021	
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） 黒田 浩一 2J 9218 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	

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/JP2021/031017

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 11-108889 A	23.04.1999	(ファミリーなし)	
JP 2003-344356 A	03.12.2003	US 2004/0018638 A1 [0039]-[0049]、 第3図 EP 1367388 A1	
JP 2007-107915 A	26.04.2007	US 2007/0175757 A1 特許請求の範囲	
JP 2017-201286 A	09.11.2017	US 2017/0315087 A1 特許請求の範囲	
WO 2021/166210 A1	26.08.2021	(ファミリーなし)	