

明 細 書

発明の名称：電気泳動装置

技術分野

[0001] 本発明は、キャピラリで電気泳動を行う電気泳動装置に関する。

背景技術

[0002] 電気泳動装置としては、キャピラリの内部で電気泳動を行うキャピラリ電気泳動装置が広く用いられている。キャピラリでは、内部に電解質である泳動媒体が充填され、両端に電圧が印加されることによって試料の電気泳動が行われる。キャピラリは、高分子ゲル、ポリマ溶液等を充填して分子ふるい効果を利用したキャピラリゲル電気泳動に用いられることもある。

[0003] 一般に、キャピラリ電気泳動装置には、複数のキャピラリを統合したキャピラリアレイや、オートサンブラが備えられている。電気泳動の試料は、液体を入れる容器であるサンプルプレートに収容される。サンプルプレートとしては、マイクロウェルプレート等が用いられる。サンプルプレートには、バッファ溶液、洗浄液等が収容されることもある。サンプルプレートは、オートサンブラのステージ上に設置されて、搬送や各種の操作を受ける。

[0004] サンプルプレートは、ステージに設置する際に、セプタによって覆われる。セプタは、液体の蒸発を防止するための蓋ないし隔膜であり、一般にエラストマで形成される。サンプルプレートは、セプタで覆われた後、プレートホルダに固定されて、サンプルプレートアセンブリとして組み立てられる。オートサンブラのステージ上には、組み立てられたサンプルプレートアセンブリが設置される。

[0005] キャピラリアレイは、キャピラリの先端が下方に突出するように設けられる。サンプルプレートアセンブリは、オートサンブラのステージ上に設置された後、水平方向に搬送されて、キャピラリアレイの下方に位置合わせされる。その後、ステージの上昇が駆動される。サンプルプレートアセンブリが上昇することによって、相対位置が固定されているキャピラリがセプタを貫

通し、サンプルプレートのウェルに挿入されて試料の吸引等が行われる。

[0006] セプタは、キャピラリーが挿入されると、閉じた開口が弾性変形して開口する。セプタの開口は、キャピラリーが挿通された状態では、開口を閉じる方向の復元力を生じる。そのため、キャピラリーの周囲と開口の内壁との隙間が密閉される。電気泳動が終了すると、ステージの下降が駆動される。サンプルプレートアセンブリが下降することによって、相対位置が固定されているキャピラリーがウェルの内部からセプタの上方に引き抜かれる。

[0007] キャピラリーがセプタから引き抜かれるとき、キャピラリーの側面とセプタの開口の内面との間には摩擦力が生じる。このような摩擦力によって、ステージ上に設置されたサンプルプレートアセンブリが浮き上がる問題がある。サンプルプレートアセンブリが浮き上がると、ステージによる搬送が不能になる場合がある。このような問題に対し、サンプルプレートアセンブリをステージ上に拘束する対策が検討されている。

[0008] サンプルプレートアセンブリのステージ上への拘束は、必要時に解除できる必要がある。電気泳動装置の分野では、電気泳動装置に複数のサンプルプレートアセンブリを設置して、これらを連続的に分析することが想定されている。連続的な分析を行う場合、可動式のステージは、サンプルプレートアセンブリの搬送を行うだけでなく、サンプルプレートアセンブリの移載、すなわち、サンプルプレートアセンブリの着脱や載せ替えに対応している必要がある。サンプルプレートアセンブリの移載を行うためには、移載場所においてステージ上への拘束が解除される必要がある。

[0009] 従来、サンプルプレートアセンブリのような試料等を収容する容器を、可動式のステージに対して着脱自在に拘束するために、各種の技術が提案されている。

[0010] 特許文献1に記載された Integrated Sample-Processing Systemは、「搬送機構5600の構成要素は、第一および第二の着脱可能なクランプ機構の働きをする。第一の着脱可能なクランプ機構はマイクロプレートの第一の（例えば、YまたはX）面に対して力を

印加する。また、第2の着脱可能なクランプ機構はマイクロプレートの第2の（例えば、XまたはY）面に対して力を印加する。それによって2側面からホルダでマイクロプレートを保持する。クランプ機構は、マイクロプレートを位置決めアームと、対向する枠構成との間に挟む。すなわち位置決めアーム機能は押出部材として機能し、対向する枠構成はクランプ機構のバンパーとして作用する。」（C47, L66）とされている。

[0011] 特許文献2に記載された電気泳動装置は、「ソレノイド304は、電動グリッパ127の開閉動作を制御する。ソレノイド304に電流を流すとソレノイド304が駆動し、電動グリッパ127が開く。ソレノイド304に流す電流を止めると、バネ305の弾性力によって電動グリッパ127は閉じる。サンプル容器122をステージ301上に載置する際には、電動グリッパ127を開いた状態とし、サンプル容器122をステージ301上に載置した後は、電動グリッパ127を閉じた状態とすることで、サンプル容器122を把持することができる」（段落0037）とされている。

[0012] 特許文献3に記載された電気泳動装置は、「キャピラリと、試料又は試薬を収容する容器が載置されるステージと、前記ステージの面に平行な水平方向及び前記ステージの面と直交する垂直方向に前記ステージを移動させるオートサンプラと、を備え、前記オートサンプラは、前記ステージを前記垂直方向に降下させて前記キャピラリと接続された前記容器を前記キャピラリから退避させる際に、前記容器に対し下向きの力を印加するストッパを有し、前記ステージを移動させることによって、前記容器の少なくとも一部が前記ストッパと対向する位置に前記容器を配置する」（段落0007）とされている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：米国特許第6902703号明細書

特許文献2：国際公開第2021/260951号

特許文献3：特開2022-035426号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0014] 電気泳動装置の分野において、試料等を収容する容器からキャピラリを引き抜く際に、容器の浮き上がりを防止するために、容器をステージ上に拘束することが求められている。また、容器のステージ上への拘束は、ステージ上からの容器の取り外しや、ステージ上への容器の設置を自動的に行えるように、容器の移載場所で自動的に解除できることが望まれる。また、これらの性能を実現する手段は、容器の周辺の空間を広く占有しない構造であることや、低コストで実現できる簡素な構造であることが望まれる。
- [0015] 特許文献1では、クランプ機構による2側面（XないしY）からの力をマイクロプレートに印加することで、ホルダに対する所定の位置決めを行っている。この方法では、キャピラリから下方に引き抜く際に生じる上向きの反力に対して対策されていない。また、マイクロプレートの側面から押圧する機構であるため、容器の周辺の空間が占有され易い構造であり、投影面積が小さくなるように小型化するのに限界がある。複数のマイクロプレートを並列させる場合に、マイクロプレート同士の間隔を小さくすることが困難である。
- [0016] 特許文献2では、サンプル容器の浮き上がりを防止するために、ソレノイドによって駆動される電動グリッパを用いている。しかし、このような電動式の機構を設ける場合、電源や配線が必要になるため、電気泳動装置の内部の空間が占有され易くなる。電動式の機構を用いると、低コスト化や構造の簡素化が困難である。
- [0017] 特許文献3では、サンプルプレートアセンブリのサンプルアダプタに、ストッパと係合するフランジや、ストッパの上面部が通過可能な溝を設けている。しかし、このような構造を設ける場合、サンプルプレートアセンブリの互換性が損なわれる。
- [0018] そこで、本発明は、容器からキャピラリを引き抜く際に、小型化に適した簡素な構造で、容器の浮き上がりを防止することが可能であり、容器の移載

も適切に実行できる電気泳動装置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

[0019] 上記の課題を解決するため、本発明に係る電気泳動装置は、キャピラリと、試料または試薬が収容される容器と、前記容器を搭載するステージと、前記ステージを少なくとも水平方向に駆動する駆動部と、を有する電気泳動装置において、前記容器を前記ステージに係合させた係合状態と前記容器を前記ステージに係合させていない係合解除状態との間で遷移可能な係合部材と、前記係合部材の状態を前記係合状態と前記係合解除状態との間で遷移させる遷移機構と、を備え、前記ステージの軌道上において、一方には、前記容器を前記ステージに移載可能な移載場所が設けられており、他方には、前記容器に前記キャピラリを接続および引抜可能な接続場所が設けられており、前記一方と前記他方との間には、第1位置があり、前記第1位置と前記他方との間には、第2位置があり、前記遷移機構は、前記第1位置と前記第2位置との間で、前記ステージの移動と連動して前記係合部材の状態を遷移させて、前記ステージが前記一方に位置するとき、前記係合部材を前記係合解除状態とし、前記ステージが前記他方に位置するとき、前記係合部材を前記係合状態とし、前記ステージは、前記一方と前記第1位置の間では、前記係合部材が前記係合状態を維持したまま水平方向に移動し、前記他方と前記第2位置の間では、前記係合部材が前記係合解除状態を維持したまま水平移動することを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明によると、容器からキャピラリを引き抜く際に、小型化に適した簡素な構造で、容器の浮き上がりを防止することが可能であり、容器の移載も適切に実行できる電気泳動装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態に係る電気泳動装置の構成を示す概略図である。

[図2]本発明の実施形態に係る電気泳動装置の内部を示す斜視図である。

[図3]本発明の実施形態に係る電気泳動装置の内部を示す平面図である。

- [図4]本発明の実施形態に係る電気泳動装置の内部を示す側面図である。
- [図5]サンプルプレートアセンブリの一例を示す斜視図である。
- [図6]電気泳動装置が備えるオートサンプルラを示す斜視図である。
- [図7]把持部開閉機構を分解して示す斜視図である。
- [図8A]把持部開閉機構の閉状態を示す斜視図である。
- [図8B]把持部開閉機構の開状態を示す斜視図である。
- [図9A]把持部開閉機構の閉状態を示すオートサンプルラの断面図である。
- [図9B]把持部開閉機構の開状態を示すオートサンプルラの断面図である。
- [図10A]サンプルプレートアセンブリをステージに移載する動作を説明する図である。
- [図10B]サンプルプレートアセンブリをステージに移載する動作を説明する図である。
- [図11]カムローラを備えた把持部開閉機構の動作を説明する図である。
- [図12]カムローラを備えた把持部開閉機構の動作を説明する図である。
- [図13]キャピラリと接続されるサンプルプレートアセンブリの接続ポジションを説明する図である。
- [図14]ステージのX軸方向における位置と把持部の開閉状態との関係を示す図である。
- [図15A]把持部の形状の一例を示す図である。
- [図15B]把持部の形状の一例の要部を拡大して示す図である。
- [図16]オートサンプルラとサンプル設置部の配置を示す斜視図である。
- [図17]磁性部材を備えた把持部開閉機構を分解して示す斜視図である。
- [図18]従動側として機能する磁性部材および磁極の一例を示す図である。
- [図19]原動側として機能する磁性部材および磁極の一例を示す図である。
- [図20]磁性部材を備えた把持部開閉機構の動作を説明する図である。
- [図21]電気泳動装置が備えるオートサンプルラを示す斜視図である。
- [図22A]回動機構の係合解除状態を示す平面図である。
- [図22B]回動機構の係合状態を示す平面図である。

[図23]ステージのX軸方向における位置と係合羽根の係合状態との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態に係る電気泳動装置について説明する。なお、以下の各図において共通する構成については同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

[0023] 図1は、本発明の実施形態に係る電気泳動装置の構成を示す概略図である。

図1に示すように、電気泳動装置1は、キャピラリアレイ2、電気泳動部3、送液部4、照射検出部5等を備える。電気泳動装置1は、キャピラリの内部で電気泳動を行うキャピラリ電気泳動装置である。電気泳動装置1は、DNA等の核酸の塩基配列や、イオン等の分析に用いることができる。

[0024] キャピラリアレイ2は、複数本のキャピラリ6や、キャピラリヘッド7、ロードヘッダ8、固定基板9等が組み立てられて形成されている。キャピラリアレイ2は、着脱自在なキャピラリアレイユニットとして設けることができる。キャピラリアレイユニットを着脱することによって、キャピラリ6が所定の回数の分析に使用された場合や、分析対象や分析項目が変更される場合等にキャピラリ6を容易に交換できる。

[0025] キャピラリ6は、中空構造の細管であり、一般に、石英ガラスで形成された細管をポリイミドで被覆することによって形成される。石英ガラスで形成された細管は、被覆によってクラック等の破壊に対する強度が確保される。被覆は、キャピラリ6の検出位置12に対応する区間では除去されている。

[0026] キャピラリヘッド7は、送液部4のブロック17に取り付けられている。キャピラリヘッド7は、複数本のキャピラリ6を束ね、キャピラリ6の陽極端を送液部4のブロック17に接続している。

[0027] ロードヘッダ8は、電気泳動部3の下部に取り付けられている。ロードヘッダ8は、複数本のキャピラリ6と陰極電極10を固定している。キャピラリ6は、陰極電極10を貫通するように、ロードヘッダ8に固定されている。

。キャピラリ 6 の陰極端 1 1 は、ロードヘッダ 8 の下方に突出した状態に設けられる。

[0028] 固定基板 9 は、照射検出部 5 に取り付けられている。固定基板 9 には、キャピラリ 6 を整列させる複数の溝が設けられている。固定基板 9 は、複数本のキャピラリ 6 を整列させて固定している。固定基板 9 によって、キャピラリ 6 の被覆が除去された領域は、検出位置 1 2 の光学フラット平面に対して、高さ数 μm の精度で位置合わせされる。

[0029] 電気泳動部 3 は、キャピラリアレイ 2 による電気泳動を行う。電気泳動部 3 は、恒温槽 8 3、陰極側バッファ容器 1 3、高電圧電源 1 4 等を備える。

[0030] 恒温槽 8 3 は、キャピラリアレイ 2 を構成するキャピラリ 6 の中間部を収容する。恒温槽 8 3 の内部は、所定の温度に調節される。恒温槽 8 3 の熱源としては、例えば、ペルチエ素子が用いられる。恒温槽 8 3 は、室温より低い温度から 5 0℃以上の高温まで調温可能に設けられる。恒温槽 8 3 には、不図示のファンを設けることができる。ファンによって内部の空気を循環させると、空間的な温度のばらつきを低減できる。

[0031] 陰極側バッファ容器 1 3 は、バッファ溶液 1 5 を収容する容器である。陰極側バッファ容器 1 3 は、キャピラリ 6 の陰極端 1 1 や陰極電極 1 0 に対して相対移動可能に設けられる。キャピラリ 6 の陰極端 1 1 や陰極電極 1 0 は、電気泳動時に、バッファ溶液 1 5 に浸漬される。

[0032] 高電圧電源 1 4 は、陰極電極 1 0 に対して電氣的に接続されている。高電圧電源 1 4 は、電気泳動時に、陰極電極 1 0 と陽極電極 2 1 との間に高電圧を印加する。電圧の印加によって、キャピラリ 6 の内部で、電荷の移動が可能になり、電気浸透流が形成される。

[0033] 送液部 4 は、キャピラリ 6 の内部に向けて泳動媒体の送液を行う。送液部 4 は、ポンプ 1 6、ブロック 1 7、ポリマ容器 1 8、陽極側バッファ容器 1 9 等を備える。泳動媒体としては、例えば、高粘度のポリマ溶液 2 0 が用いられる。

[0034] ポンプ 1 6 は、送液部 4 のブロック 1 7 に接続されている。ポンプ 1 6 は

、ポリマ容器 18 に用意された泳動媒体をキャピラリ 6 の内部に送る。

[0035] ブロック 17 は、内部に流路を備えている。ブロック 17 は、キャピラリヘッド 7、ポンプ 16、ポリマ容器 18 および陽極側バッファ容器 19 を、内部の流路を介して相互に連通させる。

[0036] ポリマ容器 18 は、泳動媒体となるポリマ溶液 20 を収容する容器である。ポリマ容器 18 に用意されたポリマ溶液 20 は、ポンプ 16 の作動によって、ブロック 17 を通じてキャピラリ 6 の内部に充填される。

[0037] 陽極側バッファ容器 19 は、バッファ溶液 15 を収容する容器である。バッファ溶液 15 には、陽極電極 21 が浸漬されている。キャピラリ 6 の陰極端 11 が陰極側バッファ容器 13 に収容されたバッファ溶液 15 に浸漬されると、陽極側バッファ容器 19 に収容されたバッファ溶液 15 と、陰極側バッファ容器 13 に収容されたバッファ溶液 15 とが、キャピラリ 6 に充填されたポリマ溶液 20 を介して互いに電氣的に接続される。

[0038] 照射検出部 5 は、キャピラリ 6 の内部で電気泳動によって分離された成分の光学的な検出を行う。照射検出部 5 は、光源 22、検出器 23 等を備える。

[0039] 光源 22 は、所定の波長の励起光を発生させてキャピラリ 6 の検出位置 12 に照射する。検出位置 12 においては、キャピラリ 6 の被覆が除去されており、光が透過できる。光源 22 が発生させた励起光は、キャピラリ 6 の内部で電気泳動によって分離された成分に照射される。

[0040] 検出器 23 は、電気泳動によって分離された成分から放出された光を検出する。試料を蛍光色素等で標識しておくと、励起光を照射された成分が蛍光等の光を放出する。そのため、検出位置 12 を通過する成分に励起光を照射し、成分が放出する光を検出することによって、電気泳動によって分離されたサイズ毎に成分の検出や定量が可能になる。

[0041] 電気泳動装置 1 の各部位の動作は、不図示の制御装置によって制御される。制御装置は、電気泳動装置 1 を動作させるためのプログラムを実行するプロセッサや、プログラムを格納するメモリ等で構成される。

- [0042] 図2は、本発明の実施形態に係る電気泳動装置の内部を示す斜視図である。図3は、本発明の実施形態に係る電気泳動装置の内部を示す平面図である。図4は、本発明の実施形態に係る電気泳動装置の内部を示す側面図である。図2、図3および図4には、電気泳動装置の内部の一例を部分的に透視して示す。図3は、図2のA方向から見た図に相当する。図4は、図2のB方向から見た図に相当する。
- [0043] 図2、図3および図4に示すように、電気泳動装置1は、図1に示す構成要素に加え、筐体24、オートサンプラ25、バッファ搬送部26、サンプル設置部27等を備える。オートサンプラ25やバッファ搬送部26は、図1に示す構成要素と同様に、不図示の制御装置によって制御される。
- [0044] 筐体24は、キャピラリアレイ2、電気泳動部3、送液部4、照射検出部5、オートサンプラ25、バッファ搬送部26、サンプル設置部27等の主要な構成要素を収容している。筐体24には、各構成要素の保守や、交換等を行うために、開閉式の扉を設けることもできる。
- [0045] オートサンプラ25は、電気泳動装置1の後部に設けられる。オートサンプラ25は、試料の吸引、サンプリング等を可能にするために、サンプルプレートアセンブリ28の搬送を行う。オートサンプラ25は、サンプルプレートアセンブリ28を、互いに直交する三軸方向に沿って双方向に移動可能に設けられる。
- [0046] バッファ搬送部26は、電気泳動装置1の後部に設けられる。バッファ搬送部26は、陰極側バッファ容器13の搬送を行う。バッファ搬送部26は、陰極側バッファ容器13を、少なくとも水平方向および上下方向の二軸方向に沿って双方向に移動可能に設けられる。
- [0047] なお、本明細書において、X軸方向およびY軸方向は、水平方向に相当し、サンプルプレートアセンブリ28が設置されるステージ34の設置面に平行な方向に一致する。Z軸方向は、鉛直方向に相当し、サンプルプレートアセンブリ28が設置されるステージ34の設置面に垂直な方向に一致する。X軸方向は、電気泳動装置1の前後方向でもあり、正方向が「前」、負方向

が「後」を意味する。Y軸方向は、電気泳動装置1の左右方向でもあり、正方向が「右」、負方向が「左」を意味する。Z軸方向は、電気泳動装置1の上下方向でもあり、正方向が「上」、負方向が「下」を意味する。

[0048] サンプル設置部27は、ユーザがサンプルプレートアセンブリ28を電気泳動装置1の外部から設置する場所である。サンプル設置部27は、電気泳動装置1の前部に設けられる。サンプル設置部27には、サンプルプレートアセンブリ28が個別に設置されるスリット部40が設けられている。

[0049] スリット部40は、平面視でサンプルプレートアセンブリ28の外形よりも僅かに大きい溝状に設けられている。スリット部40の下端側には、受面が形成されている。受面は、スリット部40の左右の両側辺から内側に向けて張り出している。スリット部40の下端側は、受面を除いて開口している。また、スリット部40の後端側は、開口している。

[0050] スリット部40には、試料等が収容されたサンプルプレートアセンブリ28が、受面によって下方から支持されるように設置される。スリット部40の下端側や後端側は開口しているため、オートサンプル25のステージ34は、スリット部40に設置されたサンプルプレートアセンブリ28に対して容易に接近できる。

[0051] なお、図2、図3および図4において、サンプル設置部27は、引き出し式に設けられている。サンプル設置部27は、左右一对のサンプル設置部レール41によって前後方向に移動可能に支持されている。また、サンプル設置部27は、計4個のサンプルプレートアセンブリ28を設置可能なように、複数が並列状に設けられている。サンプル設置部27は、任意の個数のサンプルプレートアセンブリ28が設置される任意の構造に設けることができる。

[0052] 図5は、サンプルプレートアセンブリの一例を示す斜視図である。図5には、試料等を収容する容器であるサンプルプレートアセンブリ28の一例を、構成要素を互いに分離した状態として示す。

図5に示すように、サンプルプレートアセンブリ28は、サンプルアダプ

タ 29 と、サンプルプレート 30 と、セプタ 31 と、セプタクリップ 32 とによって形成される。サンプルアダプタ 29、サンプルプレート 30、セプタ 31 およびセプタクリップ 32 は、この順に下から積層された状態となるように、ユーザによって組み立てられる。

[0053] サンプルアダプタ 29 は、サンプルプレート 30 を支持して、電気泳動装置 1 が備えるステージ 34 に対するサンプルプレート 30 の設置を仲介する。サンプルアダプタ 29 は、オートサンプルラ 25 のステージ 34 に対して適切に位置決めできるように、電気泳動装置 1 に対応した備品として設けられている。

[0054] サンプルプレート 30 は、試料、試薬等を収容する容器である。サンプルプレート 30 としては、例えば、マイクロウェルプレート、マイクロタイタープレート等と称される容器が用いられる。このような容器は、液体等を入れることが可能な行列状に配列した複数のウェルを有している。

[0055] セプタ 31 は、サンプルプレート 30 を覆う蓋ないし隔膜である。セプタ 31 には、サンプルプレート 30 のウェルに対応する位置に、下方に向けて突出した有底の筒状部が設けられる。セプタ 31 は、筒状部がウェルに嵌合するように、サンプルプレート 30 に取り付けられる。筒状部の底部には、キャピラリー 6 を挿通可能な開口が設けられる。セプタ 31 によると、キャピラリー 6 の挿入および拔出を可能としつつウェルを覆うことができるため、分析の前後にわたってウェルに収容された液体の蒸発を抑制できる。

[0056] セプタ 31 は、シリコンゴム等のエラストマで形成されることが好ましい。エラストマによると、キャピラリー 6 が開口に挿入されたとき、弾性変形によって開口を拡大できると共に、復元力によって開口を閉じる方向に付勢できる。そのため、キャピラリー 6 が開口に挿入されていない状態、および、キャピラリー 6 が開口に挿入された状態のいずれにおいても、ウェルの密閉性を高い水準に確保できる。

[0057] セプタクリップ 32 は、サンプルプレート 30 やセプタ 31 をサンプルアダプタ 29 に固定する。セプタクリップ 32 は、サンプルプレート 30 やセ

プタ 31 を上方から覆うように、サンプルアダプタ 29 に取り付けられる。セプタクリップ 32 には、サンプルプレート 30 のウェルに対応する位置に、開口が貫設される。キャピラリ 6 の陰極端 11 は、セプタクリップ 32 の開口を通してサンプルプレート 30 のウェルの内部に挿入される。

[0058] セプタクリップ 32 には、爪 92 が設けられている。爪 92 は、セプタクリップ 32 の前後方向の両端部から、セプタクリップ 32 の下方に向けて突出している。一方、サンプルアダプタ 29 の前後方向の両端部には、爪 92 が係合可能な爪受けが設けられている。セプタクリップ 32 は、爪 92 を爪受けに係合させることによって、サンプルプレート 30 やセプタ 31 を挟んでサンプルアダプタ 29 に固定できる。

[0059] サンプルアダプタ 29 は、略直方体状の外形に設けられている。サンプルアダプタ 29 は、サンプルプレート 30 が載置される上面と、前後方向と平行な一対の左右側面と、左右方向と平行な前面と、左右方向と平行な後面と、を有している。サンプルアダプタ 29 は、下面側が上方に向けて凹状に窪んだ形状とされており、下面が開放された略直方体状の外形に設けられている。

[0060] サンプルアダプタ 29 には、右側の側面に把持爪受け穴 33 R が設けられており、左側の側面に不図示の把持爪受け穴 33 L が設けられている。把持爪受け穴 33 L, 33 R は、サンプルアダプタ 29 の側面を内外に貫通する貫通孔として形成されている。サンプルアダプタ 29 の下面は開放されているため、サンプルアダプタ 29 の左右の側面よりも外側と、サンプルアダプタ 29 の下方とは、把持爪受け穴 33 L, 33 R を通じて互いに連通している。

[0061] 把持爪受け穴 33 L, 33 R は、把持爪 67 L, 67 R が挿入されて係合する部位となる。把持爪受け穴 33 L, 33 R に把持爪 67 L, 67 R が係合することによって、ステージ 34 上に設置されたサンプルプレートアセンブリ 28 がステージ 34 上に拘束された状態となる。把持爪受け穴 33 L, 33 R は、把持爪 67 L, 67 R の形状と対応するように、縦幅よりも横幅

が長い偏平状に設けられることが好ましい。

[0062] サンプルプレートアセンブリ 28 は、試料等を収容する容器として機能し、電気泳動装置 1 の内部を自動的に搬送される一つの単位となる。電気泳動装置 1 において、複数のサンプルプレートアセンブリ 28 が分析に供される場合、組み立てられた複数のサンプルプレートアセンブリ 28 が、サンプル設置部 27 に設置される。オートサンプラ 25 による搬送や、キャピラリアレイ 2 による電気泳動は、サンプルプレートアセンブリ 28 毎に行われる。

[0063] <電気泳動による分析方法>

次に、電気泳動装置 1 におけるサンプルプレートアセンブリ 28 に収容された試料の電気泳動による分析方法について説明する。

[0064] 試料を電気泳動によって分析する際には、はじめに、オートサンプラ 25 の駆動によって、サンプル設置部 27 に設置されたサンプルプレートアセンブリ 28 を、オートサンプラ 25 のステージ 34 上に移載する。そして、サンプルプレートアセンブリ 28 が搭載されたステージ 34 を、キャピラリアレイ 2 の下方に搬送した後に、キャピラリ 6 の陰極端 11 の側に上昇させる。

[0065] サンプルプレートアセンブリ 28 は、キャピラリ 6 の陰極端 11 がサンプルプレート 30 のウェルに収容された試料等に浸漬される高さまで、ステージ 34 によって上昇させられる。相対位置が固定されているキャピラリ 6 の陰極端 11 は、セプタ 31 の開口を通り、サンプルプレート 30 のウェルの内部に挿入されて、ウェルの内部の試料等を吸引可能な状態となる。

[0066] キャピラリ 6 の内部への試料等の導入や、試料を分離するための電気泳動は、陰極電極 10 と陽極電極 21 との間に電圧を印加することによって行われる。陰極電極 10 と陽極電極 21 との間には、高電圧電源 14 によって数 kV の高電圧が印加される。

[0067] サンプルプレート 30 に用意された試料は、電圧の印加によって、キャピラリ 6 の内部に導入される。その後、オートサンプラ 25 の駆動によって、サンプルプレートアセンブリ 28 が設置されたステージ 34 を、キャピラリ

アレイ 2 の下方に下降させて、キャピラリ 6 の陰極端 1 1 をサンプルプレートアセンブリ 2 8 から引き抜く。

[0068] 続いて、バッファ搬送部 2 6 の駆動によって、バッファ溶液 1 5 が収容された陰極側バッファ容器 1 3 を、キャピラリアレイ 2 の下方に搬送した後に、キャピラリ 6 の陰極端 1 1 の側に上昇させる。キャピラリ 6 の陰極端 1 1 は、陰極側バッファ容器 1 3 に挿入されて、バッファ溶液 1 5 に浸漬された状態となる。

[0069] キャピラリ 6 の内部に導入された試料は、陰極端 1 1 がバッファ溶液 1 5 に浸漬された状態で電圧が印加されると、試料成分の電荷や電気浸透流によって、キャピラリ 6 の陽極端に向けて成分毎に泳動する。ポリマ溶液 2 0 が充填されたキャピラリ 6 の内部では、ポリマによる分子ふるい効果が得られるため、成分毎のサイズに応じて泳動速度の差異を生じる。DNA 等の泳動速度は、分子長が短いほど速くなり、分子長が長いほど遅くなる。

[0070] そのため、キャピラリ 6 における泳動速度の差異によって、試料に含まれる成分がサイズ毎に分離される。試料に含まれる各成分を蛍光標識等で標識しておく、と、分離された成分毎の光学的強度を照射検出部 5 で検出できる。

[0071] <オートサンプラの構成>

次に、電気泳動装置 1 が備えるオートサンプラ 2 5 の構成について説明する。

[0072] 図 6 は、電気泳動装置が備えるオートサンプラを示す斜視図である。図 6 には、電気泳動装置 1 が備えるオートサンプラ 2 5 の一例の構造を部分的に抜き出して示す。

図 6 に示すように、オートサンプラ 2 5 は、ステージ 3 4 と一体的に移動するスライド部 5 0 や、X 軸駆動部 3 5、Z 軸駆動部 3 6、Y 軸駆動部 3 7 等を備える。

[0073] ステージ 3 4 は、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を搬送するために搭載する場所となる。ステージ 3 4 は、ステージベース 4 2 の上方に支持されている。ステージ 3 4 や、ステージベース 4 2 等によって、X 軸方向に沿って

一体的に移動するスライド部50が形成される。ステージ34は、水平な上面を有する平板状に設けられている。ステージ34上には、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28が、オートサンブラ25の駆動によって自動的に移載される。

[0074] X軸駆動部35は、スライド部50をX軸方向の双方向に駆動する。ステージ34は、X軸駆動部35によって前後方向に搬送される。X軸駆動部35は、Z軸駆動部36に対して固定されている。X軸駆動部35は、XY面に対して平行に延びる平板状のX軸駆動ベース43を備えている。X軸駆動ベース43の上面には、X軸方向に沿って延びるようにX軸ガイドレール44が敷設されている。スライド部50は、X軸ガイドレール44に沿って移動が案内される。

[0075] X軸駆動ベース43の一端側には、駆動源45が設けられている。駆動源45は、ステップ動作を駆動するステッピングモータ等で構成される。X軸駆動ベース43の他端側には、プーリが設けられている。駆動源45の出力軸とプーリとの間には、X軸方向に沿ってX軸駆動ベルト46が架設されている。X軸駆動ベルト46には、スライド部50と接続された駆動接続部材48が固定されている。スライド部50は、X軸駆動ベルト46の回転運動によって、X軸ガイドレール44に沿った移動が駆動される。

[0076] Z軸駆動部36は、スライド部50およびX軸駆動部35をZ軸方向に駆動する。ステージ34は、Z軸駆動部36によって上下方向に搬送される。Z軸駆動部36は、Y軸駆動部37に対して固定されている。Z軸駆動部36は、ZX面に対して平行に延びる平板状の本体部を備えている。本体部の主面には、Z軸方向に沿って延びるようにZ軸ガイドレール39が敷設されている。X軸駆動部35は、Z軸ガイドレール39に沿って移動が案内される。

[0077] Z軸駆動部36の一端側には、駆動源81が設けられている。駆動源81は、ステップ動作を駆動するステッピングモータ等で構成される。Z軸駆動部36の他端側には、プーリが設けられている。駆動源81の出力軸とプー

リとの間には、Z軸方向に沿ってZ軸駆動ベルト82が架設されている。Z軸駆動ベルト82には、スライド部50と接続された不図示の駆動接続部材が固定されている。スライド部50は、Z軸駆動ベルト82の回転運動によって、Z軸ガイドレール39に沿った移動が駆動される。

[0078] Y軸駆動部37は、スライド部50、X軸駆動部35およびZ軸駆動部36をY軸方向に駆動する。ステージ34は、Y軸駆動部37によって左右方向に搬送される。Y軸駆動部37は、XY面に対して平行に延びる平板状の本体部を備えている。本体部の主面には、Y軸方向に沿って延びるようにY軸ガイドレール38が敷設されている。Y軸駆動部37は、Z軸ガイドレール39に沿って移動が案内される。スライド部50は、X軸駆動部35やZ軸駆動部36と同様の機構によって、Y軸ガイドレール38に沿った移動が駆動される。

[0079] ステージ34は、X軸駆動部35、Z軸駆動部36およびY軸駆動部37によって、サンプル設置部27とキャピラリアレイ2の下方との間のX軸方向の区間や、サンプル設置部27におけるY軸方向の区間や、サンプル設置部27におけるZ軸方向の区間や、キャピラリアレイ2の下方におけるZ軸方向の区間を搬送される。サンプル設置部27においては、スリット部40に設置されたサンプルプレートアセンブリ28を下方から掬い上げる動作で移載を行う。

[0080] ステージ34の上面には、上方に向けて突出するように位置決めピン49が設けられている。位置決めピン49は、サンプルアダプタ29の下面に設けられた位置決め穴に対して嵌合可能に設けられている。スリット部40に設置されたサンプルプレートアセンブリ28を下方から掬い上げるとき、位置決めピン49と位置決め穴との嵌め合いによって、ステージ34に対するサンプルプレートアセンブリ28の位置決めが行われる。

[0081] サンプルプレートアセンブリ28は、ステージ34に移載された後、キャピラリアレイ2の下方に向けて水平方向に搬送された後、キャピラリ6の陰極端11がある上方に向けて鉛直方向に搬送される。ステージ34に搭載さ

れたサンプルプレートアセンブリ 28 が上昇することによって、キャピラリ 6 がセプタ 31 を貫通して、サンプルプレート 30 ウェルに挿入される。

[0082] セプタ 31 の開口は、キャピラリ 6 が挿入されると、弾性変形によって広がってウェルの内部と外部とを連通させる。キャピラリ 6 がセプタ 31 の開口に挿入された状態では、開口を閉じる方向の復元力が得られるため、キャピラリ 6 の側面とセプタ 31 の開口の内壁との隙間が密閉される。その後、電気泳動が終了すると、ステージ 34 が下降して、サンプルプレートアセンブリ 28 がキャピラリ 6 の陰極端 11 の下方に引き抜かれる。

[0083] キャピラリ 6 がセプタ 31 の開口から引き抜かれるとき、キャピラリ 6 の側面とセプタ 31 の開口の内面との間に摩擦力が生じる。このような摩擦力によって、サンプルプレートアセンブリ 28 がステージ 34 上から浮き上がる虞がある。サンプルプレートアセンブリ 28 が浮き上がると、ステージ 34 の移動によるサンプルプレートアセンブリ 28 の搬送が不能になる虞がある。

[0084] サンプルプレートアセンブリ 28 の浮き上がりは、サンプルプレートアセンブリ 28 をステージ 34 上に拘束することによって防止できる。しかし、サンプル設置部 27 では、サンプルプレートアセンブリ 28 を、ステージ 34 からスリット部 40 に載せ替えたり、スリット部 40 からステージ 34 に載せ替えたりする必要がある。サンプルプレートアセンブリ 28 の載せ替えを行うためには、拘束が解除されている必要がある。

[0085] そこで、本実施形態に係る電気泳動装置 1 では、サンプルプレートアセンブリ 28 をステージ 34 上に対して着脱自在に拘束する機構を用いる。サンプルプレートアセンブリ 28 は、ステージ 34 の X 軸方向の軌道の一端側にあるサンプル設置部 27 において、X 軸方向に位置ずれを生じることがあるため、X 軸方向の位置の自由度が高いことが望まれる。そのため、サンプルプレートアセンブリ 28 を拘束する機構は、ステージ 34 の X 軸方向の軌道の間中部で作動および解除されるものとする。

[0086] サンプルプレートアセンブリ 28 を拘束する機構としては、サンプルプレ

ートアセンブリ 28 をステージ 34 の側に係合させて拘束する係合部材を備えるものとする。係合部材としては、サンプルプレートアセンブリ 28 をステージ 34 の側に係合させた係合状態と、サンプルプレートアセンブリ 28 をステージ 34 の側に係合させていない係合解除状態との間で遷移可能なものを用いる。係合部材は、ステージ 34 に対して相対位置が固定されるようにスライド部 50 に設置する。

[0087] また、係合部材の状態を係合状態と係合解除状態との間で遷移させる遷移機構を備えるものとする。遷移機構は、サンプルプレートアセンブリ 28 のステージ 34 上への拘束および拘束の解除が、追加的な動力を用いることなく行われるように、ステージ 34 の移動と連動して係合部材の状態を遷移させる構成とする。

[0088] <第 1 実施形態>

第 1 実施形態に係る電気泳動装置 1 では、係合部材として、水平方向と平行な中心軸周りに回転して開閉する把持部 51 L, 51 R を用いる。また、係合部材の状態を遷移させる遷移機構として、ステージ 34 の移動に連動して動作するカム機構を用いる。カム機構の原動節としては、ステージ 34 の X 軸方向の軌道上に設けられたカム斜面 73 を有するカム部材 72 を用いる。カム機構の従動節としては、カムフォロアとして機能するカムローラ 60 を備えた把持部開閉機構 47 を用いる。把持部開閉機構 47 は、カムローラ 60 と共に、把持部 51 L, 51 R を備えており、ステージ 34 と共に移動する。

[0089] 図 7 は、把持部開閉機構を分解して示す斜視図である。図 8 A は、把持部開閉機構の閉状態を示す斜視図である。図 8 B は、把持部開閉機構の開状態を示す斜視図である。図 7 には、把持部 51 L, 51 R とカムローラ 60 を備えた把持部開閉機構 47 を分解した状態を示す。図 8 A および図 8 B には、把持部開閉機構 47 をステージベース 42 に組み付けてスライド部 50 を形成した状態を示す。

[0090] 図 7、図 8 A および図 8 B に示すように、把持部開閉機構 47 は、サン

ルプレートアセンブリ 28 を拘束する係合部材として、左右一对の把持部 51 L, 51 R を備えている。第 1 実施形態において、把持部開閉機構 47 は、カム機構の従動節として機能するカムローラ 60 を備えている。

[0091] 把持部開閉機構 47 は、基礎となる把持部ベース部材 52 に、左側の把持部 51 L や、右側の把持部 51 R や、揺動部材 56 が組み付けられることによって形成される。把持部ベース部材 52 は、ステージベース 42 の上面側に固定される。ステージベース 42 の上方には、ステージベース 42 の上面に立設された支柱によって、ステージ 34 が支持される。把持部開閉機構 47 は、ステージ 34 の下方に設けられ、ステージ 34 上に搭載されるサンプルプレートアセンブリ 28 を下方から拘束する。

[0092] 把持部ベース部材 52 の後部には、左右一对の第 1 支軸穴 53 L, 53 R が設けられる。第 1 支軸穴 53 L, 53 R は、左右方向に貫通するように、把持部ベース部材 52 の上方に向けて立設された部位に穿設される。第 1 支軸穴 53 L, 53 R は、左右に略対称に設けられる。

[0093] 第 1 支軸穴 53 L, 53 R には、それぞれ、潤滑性を持つブッシュ 54 L, 54 R が介装され、第 1 支軸 55 が挿通される。第 1 支軸 55 は、把持部ベース部材 52 の後部に回動自在に支持される。第 1 支軸 55 は、左右方向と平行な中心軸周りを回動可能に設けられる。第 1 支軸 55 は、不図示の止め輪等によって抜け止めされる。

[0094] 把持部ベース部材 52 の上方には、揺動部材 56 が支持される。揺動部材 56 の前部には、押圧部 61 L, 61 R が設けられる。揺動部材 56 の後部には、カムローラ 60 が取り付けられる。揺動部材 56 の前後方向の中間部には、第 2 支軸穴 57 が設けられる。第 2 支軸穴 57 は、左右方向に貫通するように、揺動部材 56 の下方に向けて立設された部位に穿設される。

[0095] 第 2 支軸穴 57 には、第 1 支軸 55 が挿通される。揺動部材 56 は、左右方向に平行な第 1 支軸 55 によって回動自在に支持される。揺動部材 56 は、第 1 支軸 55 を支点として、第 1 支軸 55 を挟んだ一方側と他方側とが交互に昇降するように揺動可能に設けられる。

- [0096] 揺動部材 5 6 の後部には、カムローラピン穴 5 8 が設けられる。カムローラピン穴 5 8 は、左右方向に貫通するように、揺動部材 5 6 の下方に向けて立設された部位に穿設される。カムローラピン穴 5 8 には、カムローラピン 5 9 が固定される。カムローラピン 5 9 には、溶接やカシメによってカムローラ 6 0 が固定される。カムローラ 6 0 は、揺動部材 5 6 の後部に、左右方向と平行な中心軸周りを回動自在に支持される。
- [0097] 揺動部材 5 6 の前部には、上面視で T 字状を呈するように左右方向および前後方向に拡がった平面状の部位が形成される。この部位の左側は、左側の把持部 5 1 L の一端側を押圧する押圧部 6 1 L として機能する。この部位の右側は、右側の把持部 5 1 R の一端側を押圧する押圧部 6 1 R として機能する。
- [0098] 押圧部 6 1 L, 6 1 R が把持部 5 1 L, 5 1 R の一端側を押圧することによって、サンプルプレートアセンブリ 2 8 のステージ 3 4 上への拘束および拘束の解除が、機械的機構によって実現される。押圧部 6 1 L, 6 1 R は、第 2 支軸穴 5 7 よりも高い位置に設けられることが好ましい。このような位置であると、揺動部材 5 6 が揺動したとき、押圧部 6 1 L, 6 1 R において大きいモーメントが得られる。
- [0099] 把持部ベース部材 5 2 の前部には、ストッパ 6 2 が設けられる。ストッパ 6 2 は、把持部ベース部材 5 2 の上面に対する所定の高さから後方に向けて延伸するように設けられる。ストッパ 6 2 は、上下方向に動作する押圧部 6 1 L, 6 1 R の高さの上限を規制する。押圧部 6 1 L, 6 1 R は、所定の高さまで上昇すると、ストッパ 6 2 に当接するため、揺動部材 5 6 の揺動動作の範囲が限定される。
- [0100] 把持部ベース部材 5 2 の前後方向の中間部には、圧縮ばね 6 3 が設けられる。圧縮ばね 6 3 の一端は、把持部ベース部材 5 2 の上面に固定される。圧縮ばね 6 3 の他端は、揺動部材 5 6 の下面のうち、押圧部 6 1 L, 6 1 R よりも後方、且つ、第 2 支軸穴 5 7 よりも前方に固定される。圧縮ばね 6 3 は、把持部ベース部材 5 2 の第 1 支軸穴 5 3 L, 5 3 R よりも前側の上面と、

揺動部材 5 6 の第 2 支軸穴 5 7 よりも前側の下面との間に架設される。

- [0101] 圧縮ばね 6 3 は、揺動部材 5 6 の前部を弾性的に支持する。圧縮ばね 6 3 は、カムローラ 6 0 が下降可能であるとき、揺動部材 5 6 の前部側を上昇する方向に付勢する。このような付勢によって、押圧部 6 1 L, 6 1 R がストッパ 6 2 に当接した状態が保たれる。よって、揺動部材 5 6 の状態を安定させることができる。一方、圧縮ばね 6 3 は、カムローラ 6 0 が上昇したとき、揺動部材 5 6 の前部側の下降によって圧縮される。この状態では、押圧部 6 1 L, 6 1 R が、把持部 5 1 L, 5 1 R の一端側を押圧できる。
- [0102] 把持部ベース部材 5 2 の前部には、左右の側端側のそれぞれに、第 3 支軸穴 6 4 L, 6 4 R が設けられる。左側の第 3 支軸穴 6 4 L、および、右側の第 3 支軸穴 6 4 R は、それぞれ、前後方向に間隔を空けて設けられた一对の貫通孔によって構成される。第 3 支軸穴 6 4 L, 6 4 R は、前後方向に貫通するように、把持部ベース部材 5 2 の上方に向けて立設された部位に穿設される。第 3 支軸穴 6 4 L, 6 4 R は、左右に略対称に設けられる。
- [0103] 第 3 支軸穴 6 4 L, 6 4 R には、それぞれ、第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R が挿通される。第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R は、把持部ベース部材 5 2 の前部の左右の側端側のそれぞれに回動自在に支持される。第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R は、前後方向と平行な中心軸周りを回動可能に設けられる。第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R には、把持部 5 1 L, 5 1 R が回動自在に支持される。
- [0104] 把持部 5 1 L, 5 1 R は、左右で対となるように、形状、構造および動作が、左右対称状に設けられる。図 7 において、把持部 5 1 L, 5 1 R は、直方体状の平板が鈍角状に屈曲した概略形状に設けられている。把持部 5 1 L, 5 1 R の屈曲した中間部には、第 4 支軸穴 6 6 L, 6 6 R が設けられている。第 4 支軸穴 6 6 L, 6 6 R は、前後方向に貫通するように穿設されている。
- [0105] 第 4 支軸穴 6 6 L, 6 6 R には、それぞれ、第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R が挿通される。把持部 5 1 L, 5 1 R は、それぞれ、第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R によって回動自在に支持される。把持部 5 1 L, 5 1 R は、第 2 支軸 6 5 L,

6 5 Rを支点として、第2支軸6 5 L，6 5 Rを挟んだ一端側と他端側とが交互に昇降するように回動可能に設けられる。

[0106] 把持部5 1 L，5 1 Rの一端側には、把持爪6 7 L，6 7 Rが形成されている。把持爪6 7 L，6 7 Rは、把持部5 1 L，5 1 Rの一端側よりも側方や下方に突出できるように、把持部5 1 L，5 1 Rの一端側の外側面から突出する爪状の突起として設けられている。

[0107] 把持爪6 7 L，6 7 Rは、サンプルアダプタ2 9の側面に設けられた把持爪受け穴3 3 L，3 3 Rに対応するように、前後方向に沿って線状に形成されている。把持爪6 7 L，6 7 Rには、把持爪受け穴3 3 L，3 3 Rの下側の内壁に当接可能な平面状の下面が形成されている。把持爪6 7 L，6 7 Rは、把持爪受け穴3 3 L，3 3 Rに挿入されて係合し、サンプルアダプタ2 9の上方への変位を抑制する変位抑制部として機能する。

[0108] 把持部5 1 L，5 1 Rの他端側には、ばね掛け部6 8 L，6 8 Rと、押圧突起部7 0 L，7 0 Rが形成されている。ばね掛け部6 8 L，6 8 Rは、棒状に形成されており、前後方向に沿って架設されている。押圧突起部7 0 L，7 0 Rは、ばね掛け部6 8 L，6 8 Rよりも外側に設けられている。押圧突起部7 0 L，7 0 Rは、周囲と干渉し難いように、上方に向けて突出した突起状に形成されている。

[0109] ばね掛け部6 8 L，6 8 Rの間には、引張ばね6 9が張架されている。引張ばね6 9は、左右の把持部5 1 L，5 1 Rの内側端同士を互いに近接させる方向に付勢する。このような付勢によって、把持部5 1 L，5 1 Rの外側に設けられた把持爪6 7 L，6 7 Rを側方に向けて突出させる作用が得られる。また、把持部5 1 L，5 1 Rの内側に設けられた押圧突起部7 0 L，7 0 Rを上方に向けて突出させる作用が得られる。

[0110] 押圧突起部7 0 L，7 0 Rは、押圧部6 1 L，6 1 Rによって押圧される部位となる。押圧突起部7 0 L，7 0 Rは、把持部開閉機構4 7の平面視で、押圧部6 1 L，6 1 Rと重なる位置に設けられる。押圧突起部7 0 L，7 0 Rの先端は、球面等の曲面に成形されることが好ましい。曲面であると、

把持部 5 1 L, 5 1 R の開度によらず、開度を変える方向の大きい押圧力を得ることができる。

- [0111] 揺動部材 5 6 は、第 1 支軸 5 5 を挟んだ一方側と他方側とが交互に昇降するように揺動し、揺動部材 5 6 の前部側が上昇すると後部側が下降し、揺動部材 5 6 の前部側が下降すると後部側が上昇するように動作する。そのため、カムローラ 6 0 が上昇すると、押圧部 6 1 L, 6 1 R が下降して、把持部 5 1 L, 5 1 R の押圧突起部 7 0 L, 7 0 R を押圧する。一方、カムローラ 6 0 が下降すると、押圧部 6 1 L, 6 1 R が上昇して、押圧突起部 7 0 L, 7 0 R の押圧が解除される。
- [0112] そのため、把持部 5 1 L, 5 1 R は、第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R 周りの回動によって、把持爪 6 7 L, 6 7 R が形成された外側が上方を向く閉状態と、把持爪 6 7 L, 6 7 R が形成された外側が上方よりも内側に位置するように傾斜して内側を向く開状態との間を遷移できる。
- [0113] 押圧部 6 1 L, 6 1 R は、所定の高さまで上昇すると、ストッパ 6 2 に当接して、それ以上の高さに上昇しなくなる。そのため、押圧突起部 7 0 L, 7 0 R の高さの上限は、ストッパ 6 2 に当接した押圧部 6 1 L, 6 1 R と接触する位置に限定される。押圧突起部 7 0 L, 7 0 R が高さの上限にあるとき、把持部 5 1 L, 5 1 R が最大の開度となる。把持部 5 1 L, 5 1 R の開度は、ストッパ 6 2 の高さを調節することによって調整できる。
- [0114] 図 8 A に示すように、カムローラ 6 0 が下降すると、揺動部材 5 6 の前部が上昇し、押圧部 6 1 L, 6 1 R による押圧突起部 7 0 L, 7 0 R の押圧が解除される。その結果、把持部 5 1 L, 5 1 R の外側が直立して上方を向く。この状態では、把持部 5 1 L, 5 1 R が閉状態である。
- [0115] 把持部 5 1 L, 5 1 R が閉状態であるとき、把持爪 6 7 L, 6 7 R は、サンプルアダプタ 2 9 の把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に侵入した係合状態となる。閉状態では、把持部 5 1 L, 5 1 R の内側端は、内側を向く水平な状態、ないし、内側に向かうに連れて下方に位置するように浅く傾斜した状態となる。閉状態では、サンプルプレートアセンブリ 2 8 がステージ 3 4 上に拘

束された状態となる。

[0116] 一方、図8Bに示すように、カムローラ60が上昇すると、揺動部材56の前部が下降し、押圧部61L, 61Rによる押圧突起部70L, 70Rの押圧が行われる。その結果、把持部51L, 51Rの外側が傾斜して内側を向く。この状態では、把持部51L, 51Rが開状態である。

[0117] 把持部51L, 51Rが開状態であるとき、把持爪67L, 67Rは、サンプルアダプタ29の把持爪受け穴33L, 33Rから離脱した係合解除状態となる。開状態では、把持部51L, 51Rの内側端は、内側に向かうに連れてより下方に位置するように深く傾斜した状態となる。開状態では、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束が解除された状態となる。

[0118] 把持部開閉機構47の各部位の変位量は、ストッパ62によって規制される範囲内で、カムローラ60の上下方向の変位量に依存することになる。把持部開閉機構47の各部位は、把持部51L, 51Rの閉状態と開状態との間で遷移する間に、中間的な状態をとることができる。カムローラ60の上下方向の変位量は、ステージ34のX軸方向の軌道上に設けられるカム斜面73を有するカム部材72によって変更される。

[0119] 把持部開閉機構47の主要な構造は、鉄鋼、炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金等の適宜の材料で形成できる。把持部51L, 51Rは、樹脂成形によって形成することも可能である。樹脂としては、耐摩耗性や摺動性に優れる点で、ポリアセタール等を用いることが好ましい。

[0120] <サンプルプレートアセンブリの移載動作>

次に、サンプルプレートアセンブリ28をステージ34に移載する動作、および、ステージ34のX軸方向の軌道上に設けられるカム部材72について説明する。

[0121] 図9Aは、把持部開閉機構の閉状態を示すオートサンプルの断面図である。図9Bは、把持部開閉機構の開状態を示すオートサンプルの断面図である。図9Aおよび図9Bは、図6のC-C線断面図に相当する。図9Aおよび

図 9 B には、ステージ 3 4 にサンプルプレートアセンブリ 2 8 を載置した状態を示す。図 9 A および図 9 B においては、サンプル設置部 2 7 の図示を省略している。

- [0122] 図 9 A および図 9 B に示すように、ステージベース 4 2 は、X 軸方向スライダ 7 1 に支持される。X 軸方向スライダ 7 1 は、X 軸駆動ベース 4 3 に敷設された X 軸ガイドレール 4 4 上を、X 軸方向に沿って双方向に移動可能に設けられる。
- [0123] X 軸駆動ベース 4 3 には、カム部材 7 2 が固定される。カム部材 7 2 の上面には、カムローラ 6 0 を昇降させるカム斜面 7 3 が形成されている。カム部材 7 2 は、カム斜面 7 3 の傾斜の向きが X 軸ガイドレール 4 4 に対して平行となるように、X 軸ガイドレール 4 4 に対して並列状に配置される。カム部材 7 2 は、X 軸ガイドレール 4 4 の一部の区間に並列する長さに設けることができる。
- [0124] 図 9 A に示すように、カム部材 7 2 が配置されていない区間では、カムローラ 6 0 が、カム斜面 7 3 と接触せず下降する。この状態では、押圧部 6 1 L, 6 1 R による押圧突起部 7 0 L, 7 0 R の押圧が解除されるため、引張ばね 6 9 による引張方向の付勢によって、把持爪 6 7 L, 6 7 R が形成された把持部 5 1 L, 5 1 R の外側が上方を向く。把持爪 6 7 L, 6 7 R は、サンプルアダプタ 2 9 の把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に内側から外側に向けて挿入された係合状態となる。
- [0125] 係合状態では、把持爪 6 7 L, 6 7 R によって、サンプルプレートアセンブリ 2 8 の上方への変位が規制される。サンプルプレートアセンブリ 2 8 をキャピラリ 6 の陰極端 1 1 から引き抜いて下降させたとしても、把持爪 6 7 L, 6 7 R によって下向きの力が作用し、サンプルプレートアセンブリ 2 8 がステージ 3 4 上に拘束される。そのため、サンプルプレートアセンブリ 2 8 の浮き上がりを防止できる。
- [0126] 一方、図 9 B に示すように、カム部材 7 2 が配置されている区間では、カムローラ 6 0 が、カム斜面 7 3 と接触して上昇する。この状態では、押圧部

6 1 L, 6 1 Rによる押圧突起部 7 0 L, 7 0 Rの押圧が行われるため、引張ばね 6 9による付勢に逆らって、把持爪 6 7 L, 6 7 Rが形成された把持部 5 1 L, 5 1 Rの外側が傾斜して内側を向く。把持爪 6 7 L, 6 7 Rは、サンプルアダプタ 2 9の把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 Rから離脱し、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 Rに挿入されていない係合解除状態となる。

[0127] 係合解除状態では、把持爪 6 7 L, 6 7 Rによって、サンプルプレートアセンブリ 2 8の上方への変位が規制されない。把持爪 6 7 L, 6 7 Rは、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 Rよりも内側に移動して、サンプルアダプタ 2 9の側面との間に隙間を生じる位置まで退避する。この状態では、ステージ 3 4に載置されたサンプルプレートアセンブリ 2 8を、上下方向に自在に着脱することが可能になる。

[0128] 図 9 Aおよび図 9 Bに示すように、把持部 5 1 L, 5 1 Rは、平面視においてサンプルアダプタ 2 9の外縁よりも内側に位置するサンプルアダプタ 2 9の直下から、開放されたサンプルアダプタ 2 9の下面を経由して、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 Rよりも内側に向けて上方に延伸している。把持爪 6 7 L, 6 7 Rは、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 Rに内側から外側に向けて挿入された係合状態と、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 Rから離脱した係合解除状態との間で遷移可能とされている。

[0129] このような構造であると、把持部 5 1 L, 5 1 Rが、平面視でサンプルアダプタ 2 9の外縁よりも内側で動作することになるため、係合状態において左右方向の幅が最大となり、左右方向の外側に突出し難くなる。そのため、サンプルプレートアセンブリ 2 8の周囲に、把持部開閉機構 4 7のための空間を確保する必要がなくなる。容器を拘束する機構の占有面積を縮小できるため、電気泳動装置 1の内部において、省スペース化を図ることができる。

[0130] 図 1 0 Aおよび図 1 0 Bは、サンプルプレートアセンブリをステージに移載する動作を説明する図である。図 1 0 Aおよび図 1 0 Bには、サンプル設置部 2 7の周辺を Y 軸方向から視た図を示す。図 1 0 Aは、サンプル設置部 2 7に設置されたサンプルプレートアセンブリ 2 8をステージ 3 4に移載す

る前の状態を示す。図10Bは、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28をステージ34に移載した後の状態を示す。

[0131] 図10Aおよび図10Bに示すように、カム部材72は、X軸駆動ベース43のサンプル設置部27に近接した一端側に設けることができる。カム部材72は、X軸駆動ベース43の側面や上面に固定できる。カム部材72は、下降した状態のカムローラ60と接触する高さに設けられる。

[0132] カム部材72は、図10Aおよび図10Bにおいて、側面視で略台形状を呈するように、長手方向に沿って片側が傾斜した直方体状に設けられている。カム部材72は、上面として、傾斜状に設けられたカム斜面73と、水平状に設けられたカム平面74と、を有している。カム部材72は、カム斜面73の傾斜の向きが、ステージ34のX軸方向の軌道と平行になるように設置される。

[0133] カム斜面73は、カム部材72の後部の上面に設けられており、電気泳動装置1の後部側に配置されている。カム斜面73は、後部側から前部側に向かうに連れて高くなるように傾斜している。カム斜面73は、カムローラ60を上下方向に変位させる原動節として機能する。

[0134] カム平面74は、カム部材72の後部の上面に設けられており、電気泳動装置1の前部側に配置されている。カム平面74は、実質的に水平状の平面として設けられている。カム平面74は、カムローラ60を上下方向に実質的に変位させることなく、ステージ34の移動を可能とする。カム平面74を設けると、係合解除状態が維持される区間が得られるため、サンプルプレートアセンブリ28の精密な位置合わせを省略できる。

[0135] なお、図10Aおよび図10Bにおいて、カム部材72は略台形状に設けられているが、カム斜面73とカム平面74とは、曲面によって互いに接続されてもよい。カム斜面73は、把持部開閉機構47の設計等に応じて、適宜の傾斜角度に設けることができる。カム部材72は、把持部開閉機構47の設計等に応じて、適宜の高さ、幅、長さや、適宜のカム斜面73とカム平面74との長さの比率に設けることができる。

- [0136] 図10Aに示すように、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28をステージ34に移載する前には、サンプル設置部27よりもステージ34が低い状態にスライド部50を制御した後、スライド部50をX軸方向に移動させて、サンプル設置部27の下方に位置させる。そして、X軸駆動ベース43をZ軸方向に移動させて、スライド部50を上昇させる。
- [0137] カムローラ60は、スライド部50がX軸方向に移動する間に、カム部材72と接触する。カムローラ60は、カム斜面73の下端であるE2位置から、カム斜面73の上端であるE1位置まで、カム斜面73に沿って上昇する。そのため、E2位置とE1位置との間では、把持部開閉機構47の状態が、カムローラ60の高さに応じて中間値をとるように徐変する。把持部開閉機構47は、ステージ34がE2位置とE1位置との間を移動するにしたがって、把持部51L、51Rや把持爪67L、67Rの状態を徐変させる。
- [0138] 把持爪67L、67Rは、カムローラ60がE1位置を通過すると、サンプルアダプタ29の把持爪受け穴33L、33Rから離脱して係合解除状態となる。E1位置以降では、カムローラ60の高さは、カム平面74によって略一定となる。そのため、E1位置以降では、把持爪67L、67Rが変位しない略一定の係合解除状態が維持される。
- [0139] スライド部50は、把持爪67L、67Rが係合解除状態となった後も、X軸方向に移動を続けて、サンプル設置部27の下方に停止する。スライド部50は、把持爪67L、67RのX軸方向における位置が、把持爪受け穴33L、33RのX軸方向における位置と一致する場所に停止する。その後、スライド部50の上方への移動によって、サンプルプレートアセンブリ28がステージ34に移載される。
- [0140] このような動作であると、サンプルプレートアセンブリ28をステージ34に移載するとき、把持爪67L、67Rが係合解除状態となるため、把持爪67L、67Rとサンプルプレートアセンブリ28との干渉を回避できる。

。また、把持爪 6 7 L, 6 7 R が停止位置よりも前の E 1 位置で係合解除状態となるため、サンプルプレートアセンブリ 2 8 が X 軸方向に位置ずれを生じていたとしても、把持爪 6 7 L, 6 7 R とサンプルプレートアセンブリ 2 8 との干渉を回避できる。そのため、サンプル設置部 2 7 に対するサンプルプレートアセンブリ 2 8 の精密な位置合わせを省略することが可能になる。把持部開閉機構 4 7 の状態が徐変するため、急激な動作が行われず、把持爪 6 7 L, 6 7 R の状態を長い区間にわたって同等に保つことができる。

[0141] 図 1 0 B に示すように、サンプル設置部 2 7 に設置されたサンプルプレートアセンブリ 2 8 をステージ 3 4 に移載した後は、スライド部 5 0 を X 軸方向に移動させて、キャピラリアレイ 2 が設置されているステージ 3 4 の X 軸方向の軌道の他端側に向けて移動させる。

[0142] カムローラ 6 0 は、スライド部 5 0 がサンプル設置部 2 7 の後方に退避する間に、カム平面 7 4 に沿って移動した後、カム斜面 7 3 の上端である E 1 位置から、カム斜面 7 3 の下端である E 2 位置まで、カム斜面 7 3 に沿って下降する。そのため、E 1 位置と E 2 位置の間では、把持部開閉機構 4 7 の状態が、カムローラ 6 0 の高さに応じて中間値をとるように徐変する。把持部開閉機構 4 7 は、ステージ 3 4 が E 2 位置と E 1 位置との間を移動するにしたがって、把持部 5 1 L, 5 1 R や把持爪 6 7 L, 6 7 R の状態を徐変させる。カムローラ 6 0 の高さは、カム斜面 7 3 の高さ H だけ低くなる。

[0143] 把持爪 6 7 L, 6 7 R は、カムローラ 6 0 が E 2 位置を通過すると、サンプルアダプタ 2 9 の把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に侵入して係合状態となる。E 2 位置以降では、カムローラ 6 0 の高さは、カム部材 7 2 がいないため略一定となる。そのため、E 2 位置以降では、把持爪 6 7 L, 6 7 R が変位しない略一定の係合状態が維持される。

[0144] スライド部 5 0 は、把持爪 6 7 L, 6 7 R が係合状態となった後も、X 軸方向に移動を続けて、キャピラリアレイ 2 の下方に停止する。その後、スライド部 5 0 の上方への移動によって、サンプルプレートアセンブリ 2 8 のサンプルプレート 3 0 のウェルにキャピラリ 6 が挿入されて、試料の吸引が行

われる。電気泳動の終了後には、スライド部50の下方への移動によって、係合状態が維持されたまま、サンプルプレートアセンブリ28からキャピラリ6が引き抜かれる。

[0145] このような動作であると、サンプルプレートアセンブリ28からキャピラリ6を引き抜くとき、把持爪67L, 67Rが係合状態となるため、キャピラリ6の側面とセプタ31の開口の内面との間の摩擦力によるサンプルプレートアセンブリ28の浮き上がりを防止できる。また、把持爪67L, 67Rが停止位置よりも前のE2位置で係合状態となるため、サンプルプレートアセンブリ28がX軸方向に搬送される間や、サンプルプレートアセンブリ28にキャピラリ6が挿入される間にも、サンプルプレートアセンブリ28を拘束できる。把持部開閉機構47の状態が徐変するため、急激な動作が行われず、把持爪67L, 67Rの状態を長い区間にわたって同等に保つことができる。

[0146] 電気泳動装置1においては、スライド部50を構成するステージ34のX軸方向の軌道上において、X軸方向の一方には、サンプルプレートアセンブリ28をステージ34に移載可能な移載場所が設けられており、X軸方向の他方には、サンプルプレートアセンブリ28にキャピラリ6を接続および引抜可能な接続場所が設けられている。把持部開閉機構47は、このような軌道上でステージ34の移動と連動して動作させることができる。

[0147] ステージ34のX軸方向の軌道上において、移載場所が設けられた一方と、接続場所が設けられた他方との間には、カム斜面73の上端であるE1位置と、カム斜面73の下端であるE2位置とがある。E1位置は、係合解除状態への遷移の終了や、係合状態への遷移の開始が行われる第1位置となる。E2位置は、係合状態への遷移の終了や、係合解除状態への遷移の開始が行われる第2位置となる。

[0148] 第1位置および第2位置は、ステージ34のX軸方向の軌道上において、所定の並び順で、適宜の箇所に設けることができる。すなわち、カム部材72は、X軸駆動ベース43上の適宜の箇所に、カム斜面73とカム平面74

が適宜の長さとなるように設けることができる。但し、移動中のサンプルプレートアセンブリ 28 を拘束して安定に保持する観点等からは、第 1 位置および第 2 位置は、ステージ 34 の X 軸方向の軌道上の中央よりも移載場所側に設けられることが好ましい。

[0149] 図 11 および図 12 は、カムローラを備えた把持部開閉機構の動作を説明する図である。図 11 および図 12 には、ステージ 34 を支持する把持部開閉機構 47 の周辺を Y 軸方向から視た図を示す。図 11 の (a)、(b) および (c) と、図 12 の (d)、(e) および (f) は、この順に、ステージ 34 が搬送される時間的な過程を示している。

[0150] サンプルプレートアセンブリ 28 は、サンプル設置部 27 に設置された後に、ステージ 34 上に移載される。サンプルプレートアセンブリ 28 を移載する前には、ステージ 34 は、X 軸駆動部 35、Z 軸駆動部 36 および Y 軸駆動部 37 の駆動によって、サンプル設置部 27 よりも後方に搬送される。

[0151] サンプルプレートアセンブリ 28 を移載する前には、ステージ 34 は、サンプル設置部 27 に設置されたサンプルプレートアセンブリ 28 の下面よりも低い高さに制御される。その後、ステージ 34 は、X 軸駆動部 35 の駆動によって、サンプル設置部 27 の下方に搬送される。

[0152] 図 11 の (a) のように、ステージ 34 がサンプル設置部 27 から離れている状態では、カムローラ 60 は、カム部材 72 よりも後方に位置している。カムローラ 60 は、カム部材 72 と接触していない状態である。この間には、把持爪 67 L、67 R は、係合状態である。

[0153] 続いて、図 11 の (b) のように、ステージ 34 がサンプル設置部 27 に近づくと、カムローラ 60 は、カム部材 72 と接触し、カム斜面 73 に沿って上昇を開始する。この段階で、把持爪 67 L、67 R は、係合状態から係合解除状態への遷移を開始する。

[0154] 続いて、図 11 の (c) のように、ステージ 34 がサンプル設置部 27 に更に近づくと、カムローラ 60 は、カム斜面 73 に沿った上昇を終了する。この段階で、把持爪 67 L、67 R は、係合状態から係合解除状態への遷移

を終了し、係合解除状態となる。

[0155] 続いて、図12の(d)のように、ステージ34がサンプル設置部27の直下に到達する。把持爪67L, 67RのX軸方向の位置は、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28の把持爪受け穴33L, 33RのX軸方向の位置と一致する位置に制御される。ステージ34の上面に設けられた位置決めピン49と、サンプルアダプタ29の下面に設けられた位置決め穴とは、略同心に配置される。この間には、把持爪67L, 67Rは、係合解除状態である。

[0156] 続いて、図12の(e)のように、ステージ34がサンプル設置部27の下方から上昇する。サンプル設置部27のスリット部40の下面側は開放されているため、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28は、掬い上げられるようにして移載される。ステージ34の上面に設けられた位置決めピン49は、サンプルアダプタ29の下面に設けられた位置決め穴に嵌合する。そのため、サンプルプレートアセンブリ28は、ステージ34上の所定の位置に位置決めされる。この間には、把持爪67L, 67Rは、係合解除状態である。

[0157] 続いて、図12の(f)のように、ステージ34を、X軸駆動部35の駆動によって、サンプル設置部27の後方に向けて搬送する。ステージ34は、サンプル設置部27の上方から、X軸駆動ベース43の上方に移動した後、電気泳動を行うために接続場所に搬送される。ステージ34がサンプル設置部27の後方に向けて搬送される間には、カムローラ60が、カム斜面73に沿って元の高さに下降する。把持爪67L, 67Rは、係合解除状態から係合状態となる。

[0158] 図12の(f)および図3には、接続場所におけるサンプルプレートアセンブリ28の周辺の構造や動作を一点鎖線で示す。図12の(f)のように、キャピラリ6の陰極端11は、下方に向けて垂直に突出している。そのため、ステージ34は、X軸駆動部35およびY軸駆動部37の駆動によって、キャピラリ6の陰極端11の下方に搬送された後、Z軸駆動部36の駆動

によって、上方に搬送される。

[0159] 接続場所では、相対位置が固定されているキャピラリ 6 の陰極端 1 1 に対してステージ 3 4 が上昇することによって、キャピラリ 6 がセプタ 3 1 を貫通して、サンプルプレート 3 0 のウェルに挿入される。ステージ 3 4 は、把持爪 6 7 L, 6 7 R が係合状態を維持したまま上昇して、キャピラリ 6 がサンプルプレートアセンブリ 2 8 に挿入された状態とする。その後、電気泳動が終了すると、ステージ 3 4 が下降することによって、サンプルプレートアセンブリ 2 8 がキャピラリ 6 の下方に引き抜かれる。ステージ 3 4 は、把持爪 6 7 L, 6 7 R が係合状態を維持したまま下降して、キャピラリ 6 がサンプルプレートアセンブリ 2 8 から引き抜かれた状態とする。

[0160] キャピラリ 6 がセプタ 3 1 の開口から引き抜かれるとき、キャピラリ 6 の側面とセプタ 3 1 の開口の内面との間に摩擦力が生じる。サンプルプレートアセンブリ 2 8 が拘束されてなく、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を下方に引き抜く力が小さいと、摩擦力によってサンプルプレートアセンブリ 2 8 がステージ 3 4 上から浮き上がり、陰極端 1 1 に挿入されたまま取り残される虞がある。

[0161] これに対し、把持爪 6 7 L, 6 7 R は、ステージ 3 4 の移動中に係合状態に遷移し、サンプルアダプタ 2 9 の側面に設けられた把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に対して横方向から挿入された状態になる。ステージ 3 4 の下降は、キャピラリ 6 とセプタ 3 1 との間に生じる摩擦力よりも大きい下向きの力が把持爪 6 7 L, 6 7 R によって生じるように駆動される。

[0162] そのため、把持爪 6 7 L, 6 7 R は、サンプルプレートアセンブリ 2 8 に対して下向きの力をかける係合状態となり、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を下方に引き抜く大きな力を生じる。そのため、サンプルプレートアセンブリ 2 8 のステージ 3 4 上から浮き上がりを効果的に防止できる。

[0163] 図 1 3 は、キャピラリと接続されるサンプルプレートアセンブリの接続ポジションを説明する図である。図 1 3 には、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を Z 軸方向から見た図を示す。符号 7 5 ~ 7 8 は、個々の接続ポジション

を示す。

図 1 3 に示すように、サンプルプレートアセンブリ 2 8 は、接続ポジションが設定される。接続ポジションは、複数が設定される場合がある。

[0164] 接続ポジションは、キャピラリアレイ 2 を形成する複数のキャピラリ 6 が同時に挿入または引き抜きされるサンプルプレート 3 0 のウェルを指定する。接続ポジションの数は、サンプルプレート 3 0 に設けられたウェルの個数と、キャピラリアレイ 2 を形成するキャピラリ 6 の本数に応じて設定される。

[0165] 例えば、図 1 3 においては、サンプルプレート 3 0 のウェルが、X 軸方向に沿って 1 2 列、Y 軸方向に沿って 8 列に設けられており、計 9 6 個に設けられている。一方、キャピラリアレイ 2 を形成するキャピラリ 6 は、X 軸方向に沿って 3 列、Y 軸方向に沿って 8 列に設けられているとする。この場合、接続ポジションの数は、符号 7 5 ～ 7 8 で表される 4 個となる。以下の説明では、符号 7 5 を K ポジション、符号 7 6 を L ポジション、符号 7 7 を M ポジション、符号 7 8 を N ポジションとする。

[0166] 接続位置においては、このような接続ポジション毎に、キャピラリアレイ 2 を形成するキャピラリ 6 の陰極端 1 1 に対する位置合わせを行う必要がある。図 1 3 に示す構成である場合は、K ポジション、L ポジション、M ポジションおよび N ポジションに対して順に位置合わせしながら、ウェルに用意された試料の吸引を行う必要があり、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を少なくとも X 軸方向に位置合わせする必要がある。

[0167] 図 1 4 は、ステージの X 軸方向における位置と把持部の開閉状態との関係を示す図である。図 1 4 において、横軸は、ステージ 3 4 の X 軸方向における位置、縦軸は、把持爪 6 7 L, 6 7 R の動作に対応した把持部 5 1 L, 5 1 R の開度を示す。横軸の左端は、移載場所を示す。横軸の右端は、接続場所を示す。図 1 4 では、接続場所に K ポジションが位置合わせされている。

[0168] 図 1 4 に示すように、把持部 5 1 L, 5 1 R の開度は、ステージ 3 4 の X 軸方向における移動に連動し、開状態と閉状態との間で遷移する。X 軸方向

における移載場所の側では、実質的に略一定である開状態に維持される。一方、X軸方向における接続場所の側では、実質的に略一定である閉状態に維持される。移載場所と接続場所との間にある第1位置と第2位置の間では、開度が中間状態をとりながら徐変する。

[0169] 第1位置は、カム斜面73の上端であるE1位置に相当し、把持部51L, 51Rの開状態への遷移が完了する位置、且つ、把持部51L, 51Rの開状態への遷移が開始する位置となる。第1位置よりも移載場所の側では、把持爪67L, 67Rが係合解除状態となり、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束が解除される。

[0170] 第2位置は、カム斜面73の下端であるE2位置に相当し、把持部51L, 51Rの閉状態への遷移が完了する位置、且つ、把持部51L, 51Rの開状態への遷移が開始する位置となる。第2位置よりも接続場所の側では、把持爪67L, 67Rが係合状態となり、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束が行われる。

[0171] 図14に示すように、複数の接続ポジションが指定される場合、第2位置は、全ての接続ポジションよりも移載場所の側に設けられることが好ましい。このような構成であると、第2位置よりも接続場所に近い側において、把持爪67L, 67Rが係合状態を維持できる。そのため、全ての接続ポジションにおいて、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束を保證できる。

[0172] 図15Aは、把持部の形状の一例を示す図である。図15Bは、把持部の形状の一例の要部を拡大して示す図である。図15Aおよび図15Bには、右側の把持爪受け穴33Rに把持部67Rが係合した把持部51RをX軸方向から視た部分断面図を示す。図15Aにおいては、把持部67Rの係合状態が実線で示されており、把持部67Rの係合解除状態が一点鎖線で示されている。

[0173] 図15Aおよび図15Bに示すように、右側の把持部51Rは、第2支軸65R周りの回転によって水平方向に延伸可能な把持爪67Rと、把持爪6

7 Rの先端側に設けられており、把持爪6 7 Rと直交する方向に突出した返し部8 0と、を備えることができる。同様に、左側の把持部5 1 Lは、第2支軸6 5 L周りの回動によって水平方向に延伸可能な把持爪6 7 Lと、把持爪6 7 Lの先端側に設けられており、把持爪6 7 Lと直交する方向に突出した返し部8 0と、を備えることができる。

[0174] ステージ3 4に搭載されたサンプルプレートアセンブリ2 8は、キャピラリ6の挿入や引き抜きが行われない際にも、ステージ3 4上から脱着し難いことが好ましい。把持爪6 7 L、6 7 Rの先端側に返し部8 0を設けると、把持爪6 7 L、6 7 Rに意図しない上向き大きな力が加わった場合であっても、把持爪6 7 L、6 7 Rの係合状態が解除されるのを防止できる。

[0175] 返し部8 0は、把持爪6 7 L、6 7 Rが把持爪受け穴3 3 L、3 3 Rに挿入された係合状態であるとき、把持爪受け穴3 3 L、3 3 Rよりも外側に位置するように設けられる。返し部8 0は、傾斜面7 9を有する形状に設けることができる。傾斜面7 9は、把持爪6 7 L、6 7 Rが把持爪受け穴3 3 L、3 3 Rに挿入された状態において、把持爪受け穴3 3 L、3 3 Rの下側の内壁に対向する位置に設けられる。傾斜面7 9は、把持爪6 7 L、6 7 Rと直交する方向に突出した突出幅が把持爪6 7 L、6 7 Rの基端側から先端側に向かうに連れて大きくなる形状に設けられる。

[0176] 図1 5 Bに示すように、傾斜面7 9は、把持爪受け穴3 3 L、3 3 Rの下側の内壁と接触する把持爪6 7 L、6 7 Rの基端側と傾斜面7 9とが成す角度 θ が、所定の角度となるように設けることができる。把持爪6 7 L、6 7 Rの基端側と傾斜面7 9とが成す角度 θ は、係合状態の解除を妨げる所定の回転モーメントを生じる角度とされることが好ましい。

[0177] 例えば、サンプルプレートアセンブリ2 8に対して上向きの力Fが作用するとする。このような場合に、返し部8 0が設けられていないと、把持爪6 7 L、6 7 Rは、上向きの力Fによって、先端側が内側に位置するように第2支軸6 5 L、6 5 R周りを回動し、把持爪受け穴3 3 L、3 3 Rから抜けようとする。このような抜けは、把持部5 1 L、5 1 Rが樹脂製である場合

に顕著である。

[0178] これに対し、適切な角度 θ の傾斜面79を設けると、把持爪67L, 67Rが把持爪受け穴33L, 33Rから抜けようとしたとき、傾斜面79が把持爪受け穴33L, 33Rの内壁の外側の角部に接触し、傾斜面79に直交する方向に分力 $F \cos \theta$ を生じる。そのため、返し部80と第2支軸65L, 65Rの中心との距離Rに対して、回転モーメント $M = R \times F \cos \theta$ を生じさせることができる。

[0179] よって、返し部80によると、傾斜面79の角度 θ および返し部80と回転中心との距離Rを適切に設定することによって、把持爪67L, 67Rが把持爪受け穴33L, 33Rから抜けようとするとき、把持爪受け穴33L, 33Rの内壁や周囲と接触して、把持爪67L, 67Rが把持爪受け穴33L, 33Rに挿入される方向の反力を生じることができる。そのため、把持爪67L, 67Rの係合状態の意図しない解除を起し難くすることができる。

[0180] 図16は、オートサンプラとサンプル設置部の配置を示す斜視図である。図16には、電気泳動装置1の内部に備えられるオートサンプラ25とサンプル設置部27の一例の構造を部分的に抜き出して示す。

図16に示すように、サンプル設置部27には、複数のサンプルプレートアセンブリ28を並列状に設置できる。オートサンプラ25は、ステージ34をY軸方向に搬送して、個々のサンプルプレートアセンブリ28を移載する。

[0181] 把持部51L, 51Rは、図9Aおよび図9Bに示したように、平面視においてサンプルプレートアセンブリ28の外縁よりも内側に位置するサンプルプレートアセンブリ28の直下から、開放されたサンプルアダプタ29の下面を経由して、把持爪受け穴33L, 33Rよりも内側に延伸している。

[0182] また、把持部51L, 51Rの先端側に設けられた把持爪67L, 67Rは、把持爪受け穴33L, 33Rに内側から外側に向けて挿入された係合状態と、把持爪受け穴33L, 33Rの内側に抜き出された係合解除状態との

間で遷移可能である。

[0183] すなわち、把持部 5 1 L, 5 1 R は、平面視においてサンプルプレートアセンブリ 2 8 の外縁よりも内側に配置されており、サンプルプレートアセンブリ 2 8 の外縁よりも内側で動作できる。また、把持爪 6 7 L, 6 7 R は、サンプルプレートアセンブリ 2 8 の外縁よりも内側で変位し、係合状態における位置よりも外側には突出しなくなる。

[0184] そのため、図 1 6 に示すように、サンプル設置部 2 7 に複数のサンプルプレートアセンブリ 2 8 が設置されているとき、把持部 5 1 L, 5 1 R が下方から上昇したとしても、把持部 5 1 L, 5 1 R とサンプルプレートアセンブリ 2 8 との干渉を容易に回避できる。スリット部 4 0 同士の間隔を切り詰めることが可能であり、サンプル設置部 2 7 に配置されるサンプルプレートアセンブリ 2 8 同士の間隔を狭くすることが可能になる。

[0185] <第 1 実施形態のまとめ>

以上のとおり、第 1 実施形態に係る電気泳動装置 1 は、試料または試薬が収容される容器であるサンプルプレートアセンブリ 2 8 と、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を搭載するステージ 3 4 と、ステージ 3 4 を少なくとも水平方向に移動させるオートサンブラ 2 5 と、を有している。また、サンプルプレートアセンブリ 2 8 をステージ 3 4 に係合させた係合状態とサンプルプレートアセンブリ 2 8 をステージ 3 4 に係合させていない係合解除状態との間で遷移可能な係合部材である把持部 5 1 L, 5 1 R と、把持部 5 1 L, 5 1 R の状態を係合状態と係合解除状態との間で遷移させる遷移機構である把持部開閉機構 4 7 と、を備えている。

[0186] 把持部開閉機構 4 7 は、移載場所と接続場所との間にある第 1 位置と第 2 位置との間で、ステージ 3 4 の移動と連動して把持部 5 1 L, 5 1 R の状態を遷移させるものである。また、ステージ 3 4 が X 軸方向の軌道上の一方に位置するとき、把持部 5 1 L, 5 1 R を係合解除状態とし、ステージ 3 4 が X 軸方向の軌道上の他方に位置するとき、把持部 5 1 L, 5 1 R を係合状態とするものである。

- [0187] ステージ34は、X軸方向の軌道上の一方と第1位置との間では、把持部51L、51Rが係合解除状態を維持したまま水平方向に移動し、X軸方向の軌道上の他方と第2位置との間では、把持部51L、51Rが係合状態を維持したまま水平移動するものである。
- [0188] そのため、接続場所においては、キャピラリ6がセプタ31の開口から引き抜かれるとき、サンプルプレートアセンブリ28を把持部51L、51Rによってステージ34上に拘束して、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への浮き上がりを防止できる。そのため、キャピラリ6の引き抜きに対する頑健性が高い電気泳動装置1が得られる。また、移載場所においては、係合解除状態が確保されるため、把持部51L、51Rとサンプルプレートアセンブリ28等との干渉を回避して、サンプルプレートアセンブリ28の適切な移載を行うことができる。
- [0189] また、把持部開閉機構47は、ステージ34の移動と連動して動作するため、把持部51L、51Rを駆動するための動力源の追加が不要になる。ステージ34の移動に連動した動作を、小型且つ簡素な構造で実現できる。電動アクチュエータ等の駆動源や、駆動源の配線や制御回路が不要であるため、省スペース化や低コスト化を図ることができる。よって、小型且つ簡素な構造である電気泳動装置1を提供できる。
- [0190] また、ステージ34は、水平方向の軌道上の両側において、係合解除状態や係合状態を維持したまま水平方向に移動するため、把持部51L、51Rの開度が実質的に変動せず、把持爪67L、67Rが略一定の状態に維持される。そのため、特許文献1～3とは異なり、サンプルプレートアセンブリ28の位置的な誤差や移動量の誤差の影響を低減できる。接続場所においては、サンプルプレートアセンブリ28が拘束された状態を保証できる。移載場所においては、サンプルプレートアセンブリ28を用意する際に精密な位置合わせが不要になる。また、把持部51L、51Rの動作が低速で行われるようになるため、把持爪67L、67Rの変位を小さい力で確実に確保すると共に、周辺への衝撃を低減できる。よって、誤差が低減された信頼性が

高い電気泳動装置 1 を提供できる。

[0191] また、第 1 実施形態に係る電気泳動装置 1 において、把持部 5 1 L, 5 1 R は、左右対称に配置されており、左右対称に駆動される。そのため、サンプルプレートアセンブリ 2 8 を拘束するにあたり、構造的な観点や、力学的な観点等で不均衡がなく、安定的な動作を行うことができる。

[0192] また、把持爪 6 7 L, 6 7 R は、ステージ 3 4 に搭載されたサンプルプレートアセンブリ 2 8 がキャピラリ 6 とサンプルプレートアセンブリ 2 8 との摩擦力によって上方に浮き上がるのを妨げるように、第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R 周りの回動によって水平方向に延伸可能に設けられている。把持爪 6 7 L, 6 7 R は、サンプルアダプタ 2 9 の側面に設けられた把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に対して、内側から外側に挿通されて係合状態となり、外側から内側に引き抜かれて係合解除状態となる。

[0193] また、把持部 5 1 L, 5 1 R は、平面視においてサンプルアダプタ 2 9 の外縁よりも内側に位置するサンプルアダプタ 2 9 の直下から、開放されたサンプルアダプタ 2 9 の下面を経由して、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R よりも内側に向けて上方に延伸するように設けられている。把持部 5 1 L, 5 1 R は、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R よりも内側に位置する第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R によって可動する。

[0194] そのため、把持部 5 1 L, 5 1 R や把持爪 6 7 L, 6 7 R が、平面視において内側で動作することになり、動作範囲が狭い範囲に限定されたものとなる。移載場所に複数のサンプルプレートアセンブリ 2 8 が並列状に設置されていたとしても、把持部 5 1 L, 5 1 R とサンプルプレートアセンブリ 2 8 との干渉を回避できる。サンプル設置部 2 7 に配置されるサンプルプレートアセンブリ 2 8 同士の間隔を狭くすることが可能になるため、サンプル設置部 2 7 の全幅を縮小できる。よって、電気泳動装置 1 の小型化を図ることができる。

[0195] また、把持爪 6 7 L, 6 7 R は、第 2 支軸 6 5 L, 6 5 R 周りの回動によって水平方向に延伸可能に設けられており、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R の

下側の内壁に当接する下面を備えている。そのため、特許文献１とは異なり、サンプルプレートアセンブリ２８に挿入されたキャピラリ６が引き抜かれる際に、サンプルプレートアセンブリ２８に対して少なくとも下向きの力を確実に印加できる。よって、サンプルプレートアセンブリ２８の浮き上がりを効果的に防止できる。

[0196] また、把持爪６７Ｌ，６７Ｒは、返し部８０を備えることができる。そのため、把持爪６７Ｌ，６７Ｒが把持爪受け穴３３Ｌ，３３Ｒから抜けようとしたとき、把持爪６７Ｌ，６７Ｒが把持爪受け穴３３Ｌ，３３Ｒに挿入される方向の反力を得ることができる、把持爪６７Ｌ，６７Ｒの係合状態の意図しない解除が起こり難くなるため、サンプルプレートアセンブリ２８の拘束が確実になる。よって、サンプルプレートアセンブリ２８を引き抜く力が大きい場合や、意図しない力が加わった場合であっても、サンプルプレートアセンブリ２８の浮き上がりや脱落が防止される信頼性が高い電気泳動装置１を提供できる。

[0197] また、第１実施形態に係る電気泳動装置１において、遷移機構としては、ステージ３４の軌道に沿って配置されるカム斜面７３が形成されたカム部材７２と、把持部５１Ｌ，５１Ｒとカムローラ６０を備えた把持部開閉機構４７が用いられる。そのため、動力式のアクチュエータや動力源を設置することなく機械機構によって把持部５１Ｌ，５１Ｒを動作させることができる。よって、低コスト、且つ、小型化に適した簡素な構造で、サンプルプレートアセンブリ２８の浮き上がりを防止することができる。

[0198] また、第１実施形態に係る電気泳動装置１において、把持爪６７Ｌ，６７Ｒによって拘束されるサンプルアダプタ２９には、把持爪６７Ｌ，６７Ｒを挿入するための把持爪受け穴３３Ｌ，３３Ｒが設けられている。そのため、特許文献３のように、拘束される容器の側にフランジや溝を設ける必要をなくすることができる。よって、試料等を収容する容器であるサンプルプレートアセンブリ２８の互換性を維持できる。

[0199] なお、以上の説明では、浮き上がりが防止される容器がサンプルプレート

アセンブリ 28 である場合を例示したが、浮き上がりが防止される容器は、陰極側バッファ容器 13 や、他の構成のサンプルプレート 30 等であってもよい。陰極側バッファ容器 13 における浮き上がりの防止は、複数の陰極側バッファ容器 13 を切り替えながら分析を行う場合等に適用できる。陰極側バッファ容器 13 の搬送は、バッファ搬送部 26 に代えて、サンプルプレートアセンブリ 28 と同様に、オートサンプルラ 25 によって行うこともできる。

[0200] <第 2 実施形態>

第 2 実施形態に係る電気泳動装置 1 では、係合部材として、水平方向と平行な中心軸周りに回転して開閉する把持部 51 L, 51 R を用いる。また、係合部材の状態を遷移させる遷移機構として、ステージ 34 の移動に連動して磁力によって動作する磁性機構を用いる。前記のカム機構に代えて、一対の磁性部材を用いて動作させる。従動側である一方の磁性部材は、ステージ 34 と共に移動する把持部開閉機構 47 に、前記のカムローラ 60 に代えて備えられる。原動側である他方の磁性部材は、ステージ 34 の X 軸方向の軌道上に、前記のカム部材 72 に代えて備えられる。

[0201] 図 17 は、磁性部材を備えた把持部開閉機構を分解して示す斜視図である。図 18 は、従動側として機能する磁性部材および磁極の一例を示す図である。図 19 は、原動側として機能する磁性部材および磁極の一例を示す図である。図 17 には、把持部 51 L, 51 R と磁性部材を備えた把持部開閉機構 47 を分解した状態を示す。

[0202] 図 17 に示すように、把持部開閉機構 47 は、サンプルプレートアセンブリ 28 を拘束する係合部材として、左右一対の把持部把持部 51 L, 51 R を備えている。第 2 実施形態において、把持部開閉機構 47 は、把持部 51 L, 51 R の反対側に、前記のカムローラ 60 に代えて、磁性部材である第 1 磁石 84 を備えている。

[0203] 図 18 に示すように、第 1 磁石 84 は、一面が単一の磁極となるように、一軸方向に沿って二種類の磁極 93, 94 を有する構造に設けられる。図 1

8において、第1磁石84は、上下に分極しており、上側の磁極93がN極、下側の磁極94がS極とされている。第1磁石84は、二つの磁極93、94が揺動部材56の下面に直交する方向に沿って配列する向きとなるように配置される。

[0204] 第1磁石84は、揺動部材56の第2支軸穴57よりも後部側であって、揺動部材56の下面に固定される。第1磁石84は、第2磁石85の直上を通過する箇所に設置される。第1磁石84は、揺動部材56の下面において、適宜の形状や個数に設けることができる。

[0205] 図19に示すように、第2磁石85は、側面視で略台形状を呈するように、長手方向に沿って片側が傾斜した形状に設けられる。第2磁石85は、傾斜した面が単一の磁極となるように、上下に二種類の磁極93、94を有する構造に設けられる。図19において、第2磁石85は、上側の磁極93がS極、下側の磁極94がN極とされている。

[0206] 第2磁石85は、X軸駆動ベース43の一端側であって、サンプル設置部27のスリット部40に近接した位置に固定される。第2磁石85は、傾斜の向きが、X軸ガイドレール44によって形成されるステージ34のX軸方向の軌道に対して平行になるように設置される。

[0207] 第1磁石84と第2磁石85とは、互いに同じ極性の磁極が向き合うように配置される。第1磁石84や第2磁石85を用いる場合、揺動部材56やX軸駆動ベース43は、意図しない磁力の影響を避ける観点から、非磁性の材料で形成されることが好ましい。非磁性の材料としては、黄銅、アルミニウム合金、オーステナイト系ステンレス鋼、セラミックス、樹脂等が挙げられる。

[0208] 第1磁石84と第2磁石85を用いると、互いに反発する磁力が得られるため、揺動部材56の後部側を上昇させる方向に駆動させることができる。また、第2磁石85は、単一の磁極が傾斜して配置されているため、ステージ34の移動と連動して、揺動部材56の後部側を次第に上昇させることができる。そのため、把持部51L、51Rの状態を徐変させることができる。

。

[0209] 図20は、磁性部材を備えた把持部開閉機構の動作を説明する図である。

図20には、ステージ34を支持する把持部開閉機構47の周辺をY軸方向から見た図を示す。図20の(a)、(b)および(c)は、この順に、ステージ34が搬送される時間的な過程を示している。

[0210] サンプルプレートアセンブリ28は、サンプル設置部27に設置された後に、ステージ34上に移載される。ステージ34は、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28の下面よりも低い高さに制御された後、X軸駆動部35の駆動によって、サンプル設置部27の下方に向けて搬送される。

[0211] 図20の(a)のように、ステージ34がサンプル設置部27から離れている状態では、第1磁石84は、第2磁石85よりも後方に位置している。第1磁石84は、第2磁石85の磁力によって反発していない状態である。この間には、把持爪67L、67Rは、係合状態である。

[0212] 続いて、図20の(b)のように、ステージ34がサンプル設置部27に近づくと、第1磁石84は、第2磁石85との磁力による相互作用によって反発し、第2磁石85に沿った上昇を開始する。この段階で、把持爪67L、67Rは、係合状態から係合解除状態への遷移を開始する。

[0213] 続いて、図20の(c)のように、ステージ34がサンプル設置部27に更に近づくと、第1磁石84は、第2磁石85に沿った上昇を終了する。この段階で、把持爪67L、67Rは、係合状態から係合解除状態への遷移を終了し、係合解除状態となる。

[0214] その後、サンプル設置部27に対するステージ34の昇降が行われて、サンプル設置部27に設置されたサンプルプレートアセンブリ28がステージ34上に移載される。その後、ステージ34を、サンプル設置部27の後方に向けて搬送する。第1磁石84が、第2磁石85との磁力による相互作用を受けながら元の高さに下降する。把持爪67L、67Rは、係合解除状態から係合状態となる。

[0215] <第2実施形態のまとめ>

以上のとおり、第2実施形態に係る電気泳動装置1は、第1実施形態に係る電気泳動装置1と同様に、サンプルプレートアセンブリ28と、ステージ34と、オートサンプラ25と、を有している。また、把持部51L、51Rと、把持部開閉機構47と、を備えている。

[0216] そのため、第2実施形態に係る電気泳動装置1では、把持部51L、51Rや、把持部開閉機構47等によって、第1実施形態に係る電気泳動装置1と同様の効果が得られる。

[0217] また、第2実施形態に係る電気泳動装置1において、遷移機構としては、第1磁石84を備えた把持部開閉機構47と、ステージ34の軌道に沿って配置される第2磁石85が用いられる。そのため、動力式のアクチュエータや動力源を設置することなく、ステージ34の移動に連動した磁力によって把持部51L、51Rを動作させることができる。また、部材同士の摺動による摩耗や、摺動による発塵を回避できる。よって、電気泳動装置1の内部を清浄な状態に維持することが可能であり、電気泳動装置1のメンテナンスフリー性を高めることができる。

[0218] <第3実施形態>

第3実施形態に係る電気泳動装置1では、係合部材として、水平方向と直交する中心軸周りに回転する係合羽根87L、87Rを用いる。また、係合部材の状態を遷移させる遷移機構として、ステージ34の移動に連動して回転する回転機構を用いる。係合羽根87L、87Rは、原動部材である原動羽根88L、88Rと共に、ステージ34と共に移動する支柱86L、86Rに支持される。ステージ34のX軸方向の軌道上には、原動羽根88L、88Rの回転を案内するガイド部材90が備えられる。

[0219] 図21は、電気泳動装置が備えるオートサンプラを示す斜視図である。図21には、電気泳動装置1が備えるオートサンプラ25の一例の構造を部分的に抜き出して示す。

図6に示すように、オートサンプラ25は、ステージ34と一体的に移動

するスライド部50や、X軸駆動部35、Z軸駆動部36、Y軸駆動部37等を備える。

[0220] 第3実施形態に係る電気泳動装置1において、ステージベース42上には、支柱86L、86Rが立設される。支柱86L、86Rは、ステージ34と一体的に移動するように、ステージ34の左右の側方に、左右対称状に設けられる。支柱86L、86Rは、ステージ34よりも上方に突出する長さで設けられる。支柱86L、86Rは、支柱86L、86Rの長手方向に沿った自身の中心軸周りを自転可能に設けられる。

[0221] 支柱86L、86Rには、係合羽根87L、87Rと、原動羽根88L、88Rが支持される。係合羽根87L、87Rおよび原動羽根88L、88Rは、それぞれ、支柱86L、86Rの中心軸と直交する方向に突出するように横方向に延伸して設けられる。原動羽根88L、88Rには、ねじり弾性部材であるねじりばね89L、89Rが取り付けられる。支柱86L、86Rの近傍には、回動ストッパ91L、91Rが設けられる。

[0222] 係合羽根87L、87Rは、ステージ34上に設置されたサンプルアダプタ29の把持爪受け穴33L、33Rに侵入可能な高さに支持される。係合羽根87L、87Rは、支柱86L、86R周りを回動して、把持爪受け穴33L、33Rに侵入できるように、支柱86L、86Rに回動自在に支持される。係合羽根87L、87Rは、把持爪受け穴33L、33Rに侵入して係合し、サンプルプレートアセンブリ28をステージ34上に拘束させる。

[0223] 原動羽根88L、88Rは、ガイド部材90と接触可能な高さに支持される。原動羽根88L、88Rは、ステージ34がX軸駆動ベース43上を後方に搬送されたとき、ガイド部材90と接触して、支柱86L、86R周りを所定の角度だけ回動する。原動羽根88L、88Rによる支柱86L、86Rの回動によって、係合羽根87L、87Rの把持爪受け穴33L、33Rへの侵入が駆動される。

[0224] 係合羽根87L、87Rおよび原動羽根88L、88Rは、板状、棒状等

の適宜の形状に設けることができる。係合羽根 8 7 L, 8 7 R は、サンプルアダプタ 2 9 の側面に設けられた把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に侵入可能な長さに設けられる。

[0225] 係合羽根 8 7 L, 8 7 R と原動羽根 8 8 L, 8 8 R とは、平面視で互いに略直交する角度に設けられることが好ましい。係合羽根 8 7 L, 8 7 R と原動羽根 8 8 L, 8 8 R とが成す角度は、例えば、6 0 度以上 1 2 0 度以下に設けることが好ましく、8 0 度以上 1 0 0 度以下に設けることがより好ましく、略 9 0 度に設けることが更に好ましい。このような角度であると、係合羽根 8 7 L, 8 7 R を、原動羽根 8 8 L, 8 8 R にしたがって動作させて、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に対して確実に侵入させることができる。

[0226] 係合羽根 8 7 L, 8 7 R は、横方向に延伸した形状に設けられると共に、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R の下側の内壁に当接可能な平面状の下面が形成されることが好ましい。このような形状であると、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R に横方向から侵入したとき、把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R の下側の内壁に下向きの力をかけることができる。そのため、サンプルプレートアセンブリ 2 8 の浮き上がりを効果的に防止できる。

[0227] ねじりばね 8 9 L, 8 9 R は、一端側が原動羽根 8 8 L, 8 8 R に固定され、他端側がステージベース 4 2 の側に固定される。ねじりばね 8 9 L, 8 9 R は、原動羽根 8 8 L, 8 8 R が支柱 8 6 L, 8 6 R 周りを回転したとき、原動羽根 8 8 L, 8 8 R が元の位置に戻るように、原動羽根 8 8 L, 8 8 R を支柱 8 6 L, 8 6 R 周りの方向に付勢する。支柱 8 6 L, 8 6 R が回転可能であるとき、ねじりばね 8 9 L, 8 9 R によって、係合羽根 8 7 L, 8 7 R の把持爪受け穴 3 3 L, 3 3 R からの離脱が駆動される。

[0228] また、X 軸駆動ベース 4 3 の後部側の上方には、ガイド部材 9 0 が設けられる。ガイド部材 9 0 は、X 軸駆動ベース 4 3 の上面から所定の高さとなるように、X 軸駆動ベース 4 3 上に固定される。ガイド部材 9 0 は、X 軸駆動ベース 4 3 上を搬送されるステージ 3 4 と干渉しない高さに、側面が X 軸方向と平行になるように X 軸方向に沿って配置される。

- [0229] ガイド部材 90 は、原動羽根 88 L, 88 R の回動を案内するガイドとして機能する。ガイド部材 90 の前端が、原動羽根 88 L, 88 R の案内を開始する。また、ガイド部材 90 の X 軸方向に平行な側面が、原動羽根 88 L, 88 R を支柱 86 L, 86 R 周りの所定の角度に維持する。ガイド部材 90 の前端は、X 軸方向において、移載場所よりも後方、且つ、接続場所よりも前方に位置するように設けられる。
- [0230] なお、図 21 において、ガイド部材 90 は、一つの平板として設けられているが、ガイド部材 90 は、X 軸方向と平行な 2 本のレール等として、ステージベース 42 上の左右の両側に設けることもできる。
- [0231] また、ステージベース 42 上には、回動ストッパ 91 L, 91 R が設けられる。回動ストッパ 91 L, 91 R は、ステージ 34 の左右の側方であって、支柱 86 L, 86 R の近傍に、左右対称状に設けられる。回動ストッパ 91 L, 91 R は、原動羽根 88 L, 88 R よりも上方に突出するように設けられる。回動ストッパ 91 L, 91 R は、ねじりばね 89 L, 89 R によって付勢されて回動する原動羽根 88 L, 88 R を所定の初期位置で止める。
- [0232] 図 22 A は、回動機構の係合解除状態を示す平面図である。図 22 B は、回動機構の係合状態を示す平面図である。図 22 A および図 22 B には、支柱 86 L, 86 R、係合羽根 87 L, 87 R、原動羽根 88 L, 88 R 等を備えた回転機構がガイド部材 90 に対してステージ 34 と共に相対移動するときの動作を示す。図 22 A および図 22 B は、図 21 の D 方向から見た図に相当する。図 22 A および図 22 B では、ステージ 34 を部分的に透視すると共に、ステージ 34 上に搭載されるサンプルプレートアセンブリ 28 の図示を省略している。
- [0233] 図 22 A に示すように、ステージ 34 が移載場所の側に位置するときには、原動羽根 88 L, 88 R は、Y 軸方向を向いており、支柱 86 L, 86 R 周りを回動する前の初期位置にある。また、係合羽根 87 L, 87 R は、X 軸方向を向いており、支柱 86 L, 86 R 周りを回動する前の初期位置にある。原動羽根 88 L, 88 R は、ガイド部材 90 と接触していない状態、且

つ、ねじりばね 89 L, 89 R による弾性力で付勢されていない状態である。この状態では、係合羽根 87 L, 87 R が、サンプルアダプタ 29 の把持爪受け穴 33 L, 33 R に侵入しないため、係合解除状態である。

[0234] 一方、図 22 B に示すように、ステージ 34 が接続場所の側に搬送されると、原動羽根 88 L, 88 R は、X 軸駆動ベース 43 上に固定されたガイド部材 90 に向けて相対移動する。そして、原動羽根 88 L, 88 R は、ガイド部材 90 に接触して、支柱 86 L, 86 R 周りを所定の角度だけ回転する。また、原動羽根 88 L, 88 R の回転によって、係合羽根 87 L, 87 R も支柱 86 L, 86 R 周りを所定の角度だけ回転する。この状態では、係合羽根 87 L, 87 R が、サンプルアダプタ 29 の把持爪受け穴 33 L, 33 R に侵入できるため、係合状態となる。

[0235] また、ステージ 34 が移載場所の側に搬送されると、原動羽根 88 L, 88 R は、ガイド部材 90 に接触しなくなり、ねじりばね 89 L, 89 R による付勢によって、支柱 86 L, 86 R 周りを回転し、回転ストッパ 91 L, 91 R に当接して初期位置に復帰する。また、原動羽根 88 L, 88 R の回転によって、係合羽根 87 L, 87 R も支柱 86 L, 86 R 周りを回転して初期位置に復帰する。この状態では、係合羽根 87 L, 87 R が、サンプルアダプタ 29 の把持爪受け穴 33 L, 33 R に侵入しないため、係合解除状態となる。

[0236] 図 23 は、ステージの X 軸方向における位置と係合羽根の係合状態との関係を示す図である。図 23 において、横軸は、ステージ 34 の X 軸方向における位置、縦軸は、係合羽根 87 L, 87 R の回転によるサンプルアダプタ 29 への係合状態を示す。横軸の左端は、移載場所を示す。横軸の右端は、接続場所を示す。図 23 では、接続場所に K ポジションが位置合わせされている。

[0237] 図 23 に示すように、係合羽根 87 L, 87 R の係合状態は、サンプルアダプタ 29 の把持爪受け穴 33 L, 33 R への侵入の度合であり、ステージ 34 の X 軸方向における移動に連動し、係合状態と係合解除状態との間で遷

移する。X軸方向における移載場所の側では、実質的に略一定である係合解除状態に維持される。一方、X軸方向における接続場所の側では、実質的に略一定である係合状態に維持される。移載場所と接続場所との間にある第1位置と第2位置との間では、係合状態が中間状態をとりながら徐変する。

[0238] 第1位置は、X軸方向におけるガイド部材90の前端の位置に相当し、係合羽根87L、87Rの係合解除状態への遷移が完了する位置、且つ、係合羽根87L、87Rの係合状態への遷移が開始する位置となる。第1位置よりも移載場所の側では、係合羽根87L、87Rが把持爪受け穴33L、33Rから完全に離脱し、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束が解除される。

[0239] 第2位置は、ガイド部材90に接触した原動羽根88L、88Rが支柱86L、86R周りを最大の角度まで回転した状態となる位置に相当し、係合羽根87L、87Rの係合状態への遷移が完了する位置、且つ、係合羽根87L、87Rの係合解除状態への遷移が開始する位置となる。第2位置よりも接続場所の側では、係合羽根87L、87Rが把持爪受け穴33L、33Rに完全に侵入し、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束が行われる。

[0240] 図23に示すように、複数の接続ポジションが指定される場合、第2位置は、全ての接続ポジションよりも移載場所の側に設けられることが好ましい。このような構成であると、第2位置よりも接続場所に近い側において、係合羽根87L、87Rが係合状態を維持できる。そのため、全ての接続ポジションにおいて、サンプルプレートアセンブリ28のステージ34上への拘束を保証できる。

[0241] <第3実施形態のまとめ>

以上のとおり、第3実施形態に係る電気泳動装置1は、第1実施形態に係る電気泳動装置1と同様に、サンプルプレートアセンブリ28と、ステージ34と、オートサンプラ25と、を有している。また、サンプルプレートアセンブリ28をステージ34に係合させた係合状態とサンプルプレートアセ

ンブリ 28 をステージ 34 に係合させていない係合解除状態との間で遷移可能な係合部材として、係合羽根 87 L, 87 R を備えている。また、係合羽根 87 L, 87 R の状態を係合状態と係合解除状態との間で遷移させる遷移機構として、支柱 86 L, 86 R、原動羽根 88 L, 88 R、ガイド部材 90 等を備えている。

[0242] そのため、第 3 実施形態に係る電気泳動装置 1 では、係合羽根 87 L, 87 R や、支柱 86 L, 86 R、原動羽根 88 L, 88 R、ガイド部材 90 等によって、第 1 実施形態に係る電気泳動装置 1 と同様の効果が得られる。

[0243] また、第 3 実施形態に係る電気泳動装置 1 において、遷移機構としては、支柱 86 L, 86 R、原動羽根 88 L, 88 R、ガイド部材 90 等で構成される回転機構が用いられる。そのため、動力式のアクチュエータや動力源を設置することなく、ステージ 34 の移動に連動して係合羽根 87 L, 87 R を動作させることができる。また、係合羽根 87 L, 87 R や回転機構は、水平方向に動作するため、上下方向に動作する機構や、上下方向の動作のための空間が不要になる。容器を拘束する機構の上下方向の厚さを薄くすることができるため、ステージ 34 の周辺のコンパクト化を図ることができる。

[0244] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。例えば、本発明は、必ずしも前記の実施形態が備える全ての構成を備えるものに限定されない。或る実施形態の構成の一部を他の構成に置き換えたり、或る実施形態の構成の一部を他の形態に追加したり、或る実施形態の構成の一部を省略したりすることができる。

[0245] 例えば、図 19 において、第 2 磁石 85 は、傾斜した形状に設けられているが、第 2 磁石 85 は、傾斜した形状に設けることなく、移載場所に向かうに連れて上面側の磁束密度が大きくなるように設けることもできる。第 2 磁石 85 は、一個の磁石で構成されてもよいし、複数個の磁石で構成されてもよい。このような形態であると、形状に依存することなく、磁力の変化によって揺動部材 56 の後部側を次第に上昇させることができる。

[0246] また、図 2 1 において、ガイド部材 9 0 は、X 軸方向において、支柱 8 6 L, 8 6 R よりも接続場所の側に設けられているが、支柱 8 6 L, 8 6 R よりも移載場所の側に設けられてもよい。支柱 8 6 L, 8 6 R よりも移載場所の側に設ける場合、支柱 8 6 L, 8 6 R の回動方向や、係合羽根 8 7 L, 8 7 R や原動羽根 8 8 L, 8 8 R の位置関係を、反対となるように調整できる。

符号の説明

- [0247] 1 電気泳動装置
2 キャピラリアレイ
3 電気泳動部
4 送液部
5 照射検出部
6 キャピラリ
7 キャピラリヘッド
8 ロードヘッダ
9 固定基板
10 陰極電極
11 陰極端
12 検出位置
13 陰極側バッファ容器
14 高電圧電源
15 バッファ容器
16 ポンプ
17 ブロック
18 ポリマ容器
19 陽極側バッファ容器
20 ポリマ溶液
21 陽極電極

- 2 2 光源
- 2 3 検出器
- 2 4 筐体
- 2 5 オートサンプル
- 2 6 バッファ搬送部
- 2 7 サンプル設置部
- 2 8 サンプルプレートアセンブリ（容器）
- 2 9 サンプルアダプタ
- 3 0 サンプルプレート（容器）
- 3 1 セプタ
- 3 2 セプタクリップ
- 3 3 把持爪受け穴
- 3 4 ステージ
- 3 5 X軸駆動部
- 3 6 Z軸駆動部
- 3 7 Y軸駆動部
- 3 8 Y軸ガイドレール
- 3 9 Z軸ガイドレール
- 4 0 スリット部
- 4 1 サンプル設置部レール
- 4 2 ステージベース
- 4 3 X軸駆動ベース
- 4 4 X軸ガイドレール
- 4 5 駆動源
- 4 6 X軸駆動ベルト
- 4 7 把持部開閉機構（遷移機構）
- 4 8 駆動接続部材
- 4 9 位置決めピン

- 5 0 スライド部
- 5 1 把持部（係合部材）
- 5 2 把持部ベース部材
- 5 3 第 1 支軸穴
- 5 4 …ブッシュ
- 5 5 第 1 支軸
- 5 6 揺動部材
- 5 7 第 2 支軸穴
- 5 8 カムローラピン穴
- 5 9 カムローラピン
- 6 0 カムローラ
- 6 1 押圧部
- 6 2 ストップパ
- 6 3 圧縮ばね
- 6 4 第 3 支軸穴
- 6 5 第 2 支軸
- 6 6 第 4 支軸穴
- 6 7 把持爪（変位抑制部）
- 6 8 ばね掛け部
- 6 9 引張ばね
- 7 0 押圧突起部
- 7 1 X 軸方向スライダ
- 7 2 カム部材
- 7 3 カム斜面
- 7 4 カム平面
- 7 5 …K ポジション
- 7 6 …L ポジション
- 7 7 …M ポジション

- 78 …Nポジション
- 79 傾斜面
- 80 返し部
- 81 駆動源
- 82 Z軸駆動ベルト
- 83 恒温槽
- 84 第1磁石（第1磁性部材）
- 85 第2磁石（第2磁性部材）
- 86 支柱
- 87 係合羽根（係合部材）
- 88 原動羽根
- 89 ねじりばね
- 90 ガイド部材
- 91 回動ストッパ
- 92 爪
- 93 磁極（N極）
- 94 磁極（S極）

請求の範囲

- [請求項1] キャピラリと、試料または試薬が収容される容器と、前記容器を搭載するステージと、前記ステージを少なくとも水平方向に駆動する駆動部と、を有する電気泳動装置において、
- 前記容器を前記ステージに係合させた係合状態と前記容器を前記ステージに係合させていない係合解除状態との間で遷移可能な係合部材と、
- 前記係合部材の状態を前記係合状態と前記係合解除状態との間で遷移させる遷移機構と、を備え、
- 前記ステージの軌道上において、一方には、前記容器を前記ステージに移載可能な移載場所が設けられており、他方には、前記容器に前記キャピラリを接続および引抜可能な接続場所が設けられており、前記一方と前記他方との間には、第1位置があり、前記第1位置と前記他方との間には、第2位置があり、
- 前記遷移機構は、前記第1位置と前記第2位置との間で、前記ステージの移動と連動して前記係合部材の状態を遷移させて、前記ステージが前記一方に位置するとき、前記係合部材を前記係合解除状態とし、前記ステージが前記他方に位置するとき、前記係合部材を前記係合状態とし、
- 前記ステージは、前記一方と前記第1位置との間では、前記係合部材が前記係合状態を維持したまま水平方向に移動し、前記他方と前記第2位置との間では、前記係合部材が前記係合解除状態を維持したまま水平移動することを特徴とする電気泳動装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電気泳動装置において、
- 前記遷移機構は、前記ステージが前記第1位置と前記第2位置との間を移動するにしたがって、前記係合部材の状態を徐変させることを特徴とする電気泳動装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電気泳動装置において、

前記ステージを上下方向に駆動する駆動部を備え、

前記ステージは、前記ステージが前記一方に位置するとき、前記係合部材が前記係合状態を維持したまま上昇して、前記キャピラリが前記容器に接続された状態とし、前記キャピラリによる電気泳動後には、前記係合部材が前記係合状態を維持したまま下降して、前記キャピラリが前記容器から引き抜かれた状態とし、

前記ステージの下降は、前記キャピラリと前記容器との間に生じる摩擦力よりも大きい下向きの力が前記係合部材によって生じるように駆動されることを特徴とする電気泳動装置。

[請求項4]

請求項3に記載の電気泳動装置において、

前記係合部材は、前記ステージに搭載された前記容器が前記摩擦力によって上方に浮き上がるのを妨げる水平方向に延伸可能な変位抑制部を備えることを特徴とする電気泳動装置。

[請求項5]

請求項4に記載の電気泳動装置において、

前記容器は、前記ステージの水平方向における移動方向と平行な一对の左右側面を有すると共に、下面が開放された直方体状の外形を有し、

前記左右側面には、前記変位抑制部を挿入可能な一对の貫通孔が設けられており、

前記係合部材は、前記容器の平面視において前記容器の外縁よりも内側に位置する前記容器の直下から、開放された前記下面を經由して、前記貫通孔よりも内側に延伸しており、

前記変位抑制部は、前記貫通孔に内側から外側に向けて挿入された係合状態と、前記貫通孔の内側に抜き出された係合解除状態との間で遷移可能であることを特徴とする電気泳動装置。

[請求項6]

請求項5に記載の電気泳動装置において、

前記係合部材は、前記変位抑制部と、前記変位抑制部の先端側に設けられており、前記変位抑制部と直交する方向に突出した返し部と、

を備え、

前記返し部は、前記変位抑制部と直交する方向に突出した突出幅が前記変位抑制部の基端側から先端側に向かうに連れて大きくなる傾斜面を有し、

前記傾斜面は、前記変位抑制部が前記係合状態であるとき、前記容器の平面視において前記貫通孔よりも外側に位置し、前記変位抑制部が前記貫通孔から引き抜かれるとき、前記貫通孔の周囲と接触して、前記変位抑制部が前記貫通孔に挿入される方向の反力を生じることを特徴とする電気泳動装置。

[請求項7]

請求項4に記載の電気泳動装置において、

前記遷移機構は、

前記ステージの水平方向における移動方向と直交する方向に延伸した支軸を有し、前記支軸を挟んだ一方側と他方側とが前記支軸を支点として交互に昇降するように揺動可能に設けられており、前記一方側にカムフォロアが設けられた揺動部材と、

前記第1位置と前記第2位置との間に斜面状に設けられたカム斜面と、であり、

前記係合部材は、前記ステージの水平方向における移動方向と平行な方向に延伸した支軸を有し、前記支軸を挟んだ一方側と他方側とが前記支軸を支点として交互に昇降するように揺動可能に設けられており、前記一方側に前記変位抑制部が設けられた構造であり、

前記変位抑制部は、前記ステージの移動によって前記カムフォロアが前記カム斜面に沿って上昇し、前記カムフォロアの上昇によって前記揺動部材の他方側が下降して前記係合部材の他方側を押圧し、前記係合部材の他方側の押圧によって前記係合部材の一方側が上昇することにより前記係合状態に遷移することを特徴とする電気泳動装置。

[請求項8]

請求項4に記載の電気泳動装置において、

前記遷移機構は、

前記ステージの水平方向における移動方向と直交する方向に延伸した支軸を有し、前記支軸を挟んだ一方側と他方側とが前記支軸を支点として交互に昇降するように揺動可能に設けられており、前記一方側に第1磁性部材が設けられた揺動部材と、

前記第1位置と前記第2位置との間に設けられた第2磁性部材と、であり、

前記係合部材は、前記ステージの水平方向における移動方向と平行な方向に延伸した支軸を有し、前記支軸を挟んだ一方側と他方側とが前記支軸を支点として交互に昇降するように揺動可能に設けられており、前記一方側に前記変位抑制部が設けられた構造であり、

前記変位抑制部は、前記ステージの移動によって前記第1磁性部材と前記第2磁性部材とが磁力で反発し、前記磁力の反発によって前記揺動部材の他方側が下降して前記係合部材の他方側を押圧し、前記係合部材の他方側の押圧によって前記係合部材の一方側が上昇することにより前記係合状態に遷移することを特徴とする電気泳動装置。

[請求項9]

請求項4に記載の電気泳動装置において、

前記遷移機構は、

前記ステージの側方に立設されており、自身の中心軸周りを自転可能に設けられた支柱と、

前記支柱から横方向に延伸した原動部材と、

前記第1位置と前記第2位置との間に前記原動部材と接触可能な高さに設けられたガイド部材と、

前記支柱周りを回動した前記原動部材を反対周りの方向に付勢するねじり弾性部材と、であり、

前記係合部材は、前記支柱から横方向に延伸するように支持された構造であり、

前記変位抑制部は、前記ステージの移動によって前記原動部材が前記ガイド部材に沿って移動して前記支柱が回動し、前記支柱の回動に

よって前記係合部材が前記支柱周りを回転することにより前記係合状態に遷移することを特徴とする電気泳動装置。