

明 細 書

発明の名称：キャピラリカートリッジ及びその組立方法

技術分野

[0001] 本発明は、キャピラリカートリッジ及びその組立方法に関する。

背景技術

[0002] キャピラリ電気泳動装置においては、キャピラリとよばれる微小細管の中で試料の電気泳動を行わせる。試料は泳動中、キャピラリ内を移動しながら徐々に分離され、キャピラリの途中に設けられた検知窓において、光学的に試料内容物の解析が行われる。

[0003] キャピラリを装置に接続するため、フェラルを用いることがよく行われている（例えば、特許文献1）。流路が形成されたブロックへの、フェラルを介したキャピラリの固定は、一般的に次のように行われる。

[0004] フェラルの外周面にはおねじが形成されており、テーパ面が同軸に形成される。フェラルにはキャピラリより微小に大きい穴部が穿孔される。フェラルの穴部にキャピラリを通すと、フェラルの穴部の内周面とキャピラリの外周面には微小な隙間があるため、フェラルはキャピラリの長手方向に対して自由に動くことができる。

[0005] ブロックには流路と同軸の穴部が穿孔され、穴部の内周面にはめねじが形成され、テーパ面が同軸に形成される。ブロックのめねじにフェラルのおねじを時計回りにねじ入れることにより、おねじとめねじに係合してフェラルがブロック内部に徐々に挿入される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-98309号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] キャピラリを装置に接続する際、フェラルからキャピラリが流路に1～2

mm突出して固定されることがあるが、これはフェラルにキャピラリを確実に保持させるために突出しているに過ぎず、キャピラリ先端位置は制御されていない、言い換えれば任意の位置にある。これに対して、キャピラリが挿入される流路において、キャピラリの先端を精度よく位置決めしたい場合がある。このような場合において、フェラルを介してキャピラリを固定するには、以下のような手順で行われる。

[0008] フェラルをブロックに時計回りにねじ入れていくと、フェラルのテーパ面とブロックのテーパ面とが接触する。この段階では、フェラルの穴部に通したキャピラリはフェラルの穴部の軸方向に対して自由に動くので、顕微鏡などを用いてフェラルから突出したキャピラリの長さを確認し、フェラルからのキャピラリの突出量を、キャピラリをフェラルに対して移動させることで調整する。

[0009] さらにフェラルをブロックに時計回りにねじ入れると、テーパ面のテーパ角に応じてフェラルの回転軸方向の法線方向に分力が発生する。テーパ面からの法線方向の分力によって、フェラルは応力を受けて変形し、フェラルに穿孔された穴部が均等に小さくなり、フェラルとキャピラリとの間にある隙間がなくなる。さらに、ブロックにフェラルをねじ入れていくことで、フェラルが変形して、キャピラリを固定する。

[0010] このように、キャピラリの突出量を調整した後に、フェラルをねじ入れて固定するため、キャピラリの先端位置がばらつくことが避けられず、ばらつきを制御することも困難である。さらに、キャピラリの端部がフェラルの回転とともに回転し、キャピラリの一部がねじれた状態でブロックに固定されることもある。特に、フェラルをブロックに対して大きなトルクで締結するときには、キャピラリがねじれることでキャピラリに対して応力が印加され、キャピラリが破損するおそれもある。

[0011] 本発明は、キャピラリの先端を精度よく位置決め可能なキャピラリカートリッジ及びその組立方法を提供する。

課題を解決するための手段

- [0012] 上記課題を解決するために、例えば請求の範囲に記載の構成を採用する。
- 本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、キャピラリと、キャピラリの一端から所定の長さの位置に固定された第1のキャピラリ保持部材と、主流路が形成された第1部材と第1部材と接続される第2部材とを備え、第1部材と第2部材との間に第1のキャピラリ保持部材を挟み込んで保持する第1のブロックユニットとを有するキャピラリカートリッジであって、第1のキャピラリ保持部材は、キャピラリを通す第1穴部と、第1穴部と同軸に形成される第1テーパ部と、所定の投影形状をもつ押圧面をもつ第1回転規制部とを備え、第1部材は、主流路につながり主流路と同軸に形成される第2テーパ部と、第2テーパ部につながる第2回転規制部とを備え、第1のキャピラリ保持部材は、第1回転規制部が第1部材の第2回転規制部と嵌合し、第1テーパ部が第1部材の第2テーパ部と接触した状態で、第1回転規制部の押圧面が第2部材の押圧面によって押圧されることにより、キャピラリが第1のブロックユニットに接続される。

発明の効果

- [0013] キャピラリの位置決めが容易なキャピラリカートリッジ及びその組立方法を提供する。その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]キャピラリ電気泳動装置の概略構成を示すブロック図である。
- [図2]キャピラリカートリッジの主要部を示す図である。
- [図3A]アノードブロックユニットの構成を示す図である。
- [図3B]アノードブロックユニットの構成を示す図である。
- [図4]アノードブロックに形成される流路の断面図である。
- [図5]キャピラリシェルの構成を示す図である。
- [図6A]カソードブロックユニットの構成を示す図である。
- [図6B]カソードブロックユニットの構成を示す図である。
- [図7]カソードブロックに形成される流路の断面図である。

[図8]キャピラリカソードヘッドのテーパ部とカソードブロックのテーパ部とが接触した状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 図1は、キャピラリ電気泳動装置の概略構成を示すブロック図である。キャピラリ電気泳動装置（以下、電気泳動装置）100には、キャピラリカートリッジ（以下、カートリッジ）200が装着される。電気泳動装置に用いるキャピラリは、電気泳動を繰り返すことでキャピラリ内部に試料の残渣が蓄積することや、キャピラリ内部のコーティングが劣化することなどによって、分離性能が低下する。そのため、電気泳動装置100では一定回数の電気泳動をするとカートリッジ200の交換が必要となる。カートリッジ200が交換されても、同じ精度で分析が可能ないように、カートリッジ200の個体差は小さく抑えられている必要がある。まず、カートリッジ200について説明する。

[0016] 図2にカートリッジ200の主要部を示す。カートリッジ200は、主要な構成として、ゲルユニット401、アノードブロックユニット410、キャピラリシエルユニット420、カソードブロックユニット440を備える。以下、それぞれについて説明する。

[0017] ゲルユニット401は、DNAの分離媒体であるポリマ水溶液を貯蔵し、アノードブロックユニット410へ送液するユニットである。ゲルシリンジ401aの内周面とゲルピストン401bの外周面とは互いにシールしながら摺動することができる。ゲルシリンジ401aにポリマ水溶液を充填し、ゲルピストン401bをゲルシリンジ401aの長手方向であるA方向に移動することにより、ゲルシリンジ401aに貯蔵されたポリマ水溶液はゲルカプラ401cを介してゲルチューブ402に送液される。

[0018] 図3A、B及び図4を参照しながら、アノードブロックユニット410の構造について説明する。アノードブロックユニット410は、ゲルチューブ402を介して受液したポリマ水溶液をキャピラリ421に送液するとともに、電気泳動のためキャピラリ421内のポリマ水溶液に陽極側の電圧印加

を行うユニットである。アノードブロックユニット410は、主にアノードブロック411から構成されており、その内部には流路418、419が形成されている（図4参照）。この例では、アノードブロック411内の流路に対して、ポリマ水溶液を送液・廃液するためのポートが4箇所、電圧印加するためのポートが1箇所設けられている。なお、アノードブロック411の材料は例えば、PMMA（Poly Methyl Methacrylate）である。

[0019] 送液・廃液するためのポートは、ゲル流入ポート412（図2、図3B、図4参照）、キャピラリ接続ポート413（図3B、図4参照）、ゲルポンプポート414（図3B、図4参照）、ゲル廃液ポート415（図3A、図4参照）である。電圧印加のためのポートはアノード電極ポート416（図3B、図4参照）である。

[0020] ゲル流入ポート412はゲルチューブ402を介してポリマ水溶液を受液し、アノードブロック411の内部に形成された流路418にポリマ水溶液を送液する。ゲル流入ポート412は、流路418を介してキャピラリ接続ポート413、ゲルポンプポート414のそれぞれに連絡する。ゲルポンプポート414は、流路419を介してゲル廃液ポート415に連絡する。ゲルポンプポート414はゲルポンプ417を保持する。ゲルポンプポート414の内周面とゲルポンプ417の外周面は互いにシールしながら摺動することができる。ゲルポンプ417をゲルポンプポート414の長手方向であるB方向に移動させることにより、ゲルポンプポート414の内部に送液されたポリマ水溶液に圧力を印加し、流路418を介してキャピラリ接続ポート413にポリマ水溶液を送液する。キャピラリ接続ポート413には、キャピラリアノードヘッド422が固定されたキャピラリ421が接続される。

[0021] ゲル廃液ポート415は、アノードブロック411の内部に残存する不要なポリマ水溶液をアノードブロック411の外側に配置されたアノード廃液タンク501（図1参照）に排出する。また、流路419とゲル廃液ポート415との間の流路にアノード電極ポート416に接続されるアノード電極

416eが設けられている。

[0022] 図5を参照しながら、キャピラリシエルユニット420の構造について説明する。キャピラリシエルユニット420は、キャピラリ421、放熱シート425、ヒータユニット426、断熱材427、筐体428、429の多層構造を有する。以下、それぞれについて説明する。

[0023] キャピラリ421は外表面がポリイミド被覆によって保護された、内径数十 μm 、外径数百 μm のガラス管である。キャピラリ421のアノードブロックユニット410側の端部にはキャピラリアノードヘッド422が接着され、カソードブロックユニット440側の端部にはキャピラリカソードヘッド423が接着されている。また、キャピラリ421の中央よりもアノードブロックユニット側にはキャリッジ424が配置され、キャリッジ424の端点424a、424bにキャピラリ421を接着している。キャリッジ424の端点424a、424bの間に接着されたキャピラリ421には検知窓421aが設けられる。検知窓421aはキャピラリ421表面のポリイミドをキャピラリ421の長手方向に対して数mm除去することによりガラス管を露出することにより形成されている。

[0024] 放熱シート425は熱伝導率が高い素材でできたシートであり、キャピラリ421とヒータユニット426との熱交換効率を向上させる。キャピラリ電気泳動装置は、キャピラリの持つ高い放熱性能を利用して、電気泳動時に発生するジュール熱の影響を小さくして分離性能を向上させている。一般に、キャピラリを温調する手法には、キャピラリ表面に温調された面ヒータを用いる手法や、キャピラリが設置された空間を一定温度に温調された空気を循環させる手法がある。本実施例では、面ヒータを例に説明したが空気循環式でもよい。ヒータユニット426は面ヒータ426a、金属板426b、絶縁シート426cの多層構造を有する。面ヒータ426aは、放熱シート425上に設置された温度センサ（不図示）によって制御され、放熱シート425を所定の温度に温調する。金属板426bは、面ヒータ426aからの熱を面内で拡散させて面上の温度を均一にする。また、金属板426b

の材料を熱容量の大きい金属製とすることにより、外気温の変動などの外乱の影響を受けにくくすることができる。絶縁シート426cは、電気抵抗が大きい素材でできたシートであり、高電圧が印加されたキャピラリ421から金属板426bへの放電を防ぐ。

[0025] 断熱材427はヒータユニット426から発生する熱が筐体428、429の外部へ放熱されることを防ぎ、キャピラリセルユニット420の内部の温度が外気温から受ける影響を小さくする。筐体428、429は、キャピラリ421、放熱シート425、ヒータユニット426、断熱材427を多層構造として保持する。

[0026] 例えば、放熱シート425としてシリコンシート、面ヒータ426aとしてポリイミドヒータ、金属板426bとしてアルミニウム合金、絶縁シート426cとしてポリイミドシート、断熱剤として低発泡ウレタンシート、筐体428、429にはABS樹脂を用いることができる。

[0027] 図6A、B及び図7を参照しながら、カソードブロックユニット440の構造について説明する。カソードブロックユニット440は、ポリマ水溶液をキャピラリ421から受液する、電気泳動のための緩衝液を受液する、サンプルDNAをキャピラリ421にインジェクションするとともに、電気泳動のためキャピラリ421内のポリマ水溶液に陰極側の電圧印加を行うユニットである。カソードブロックユニット440は、主にカソードブロック441から構成されており、その内部には流路450、451が形成されている（図7参照）。この例では、カソードブロック441内の流路に対して、ポリマ水溶液を送液・廃液するためのポートが4箇所、電圧印加・電氣的計測のためのポートが2箇所、加熱のためのポートが1箇所設けられている。なお、カソードブロック441の材料も例えば、PMMAである。

[0028] 送液・廃液するためのポートは、キャピラリ接続ポート442（図6B、図7参照）、緩衝液流入ポート443（図6A、図7参照）、サンプル流入ポート444（図6A、図6B、図7参照）、廃液ポート445（図6A、図7参照）である。電圧印加のためのポートはカソード電極ポート446（

図 6 B、図 7 参照) であり、電氣的計測のためのポートは計測電極ポート 4 4 7 (図 6 B、図 7 参照) である。加熱のためのポートはカソードヒータポート 4 4 8 (図 6 A 参照) である。

[0029] ここで、キャピラリ接続ポート 4 4 2 と廃液ポート 4 4 5 とを結ぶ流路 4 5 0 と主流路と呼び、サンプル流入ポート 4 4 4 と主流路 4 5 0 とを結ぶ流路をサンプル流路と呼ぶ。主流路 4 5 0 とサンプル流路 4 5 1 との連絡点は、サンプル流入ポート 4 4 4 寄りに位置するよう、流路が形成されている。主流路 4 5 0 の上流側への流路抵抗、すなわちサンプル流入ポート 4 4 4 に向けた流路抵抗は、主流路 4 5 0 の下流側への流路抵抗、すなわち廃液ポート 4 4 5 に向けた流路抵抗よりも高くなり、サンプル流入ポート 4 4 4 から導入されたサンプル DNA は、主に主流路 4 5 0 の下流側に流れることになる。

[0030] キャピラリ接続ポート 4 4 2 には、キャピラリカソードヘッド 4 2 3 が固定されたキャピラリ 4 2 1 が接続される。キャピラリ接続ポート 4 4 2 へのキャピラリ 4 2 1 接続の方法については後述する。キャピラリ接続ポート 4 4 2 はキャピラリ 4 2 1 から送液されるポリマ水溶液を受液し、カソードブロック 4 4 1 の内部に形成された主流路 4 5 0 にポリマ水溶液を送液する。緩衝液流入ポート 4 4 3 は緩衝液チューブを介して送液された緩衝液を受液し、カソードブロック 4 4 1 の内部に形成された主流路 4 5 0 に緩衝液を送液する。サンプル流入ポート 4 4 4 はサンプル DNA と緩衝液を含む溶液を受液し、サンプル流路 4 5 1 を介して、主流路 4 5 0 にサンプル DNA と緩衝液を含む溶液を送液する。廃液ポート 4 4 5 は、カソードブロック 4 4 1 の主流路 4 5 0 に残存する不要な緩衝液やポリマ水溶液、サンプル DNA をカソードブロック 4 4 1 の外部に送液する。廃液ポート 4 4 5 に接続された廃液チューブ 4 4 9 (図 6 B 参照) を介してカソード廃液タンク 5 0 3 (図 1 参照) に排出する。

[0031] ここで、カートリッジ 2 0 0 の個体差の原因の一つが、カソードブロック 4 4 1 の流路におけるキャピラリ 4 2 1 の先端位置である。例えば、本カー

トリッジ200では、計測電極ポート447により、キャピラリ421へのサンプルDNAのインジェクション量を判定する。具体的には、サンプルDNAが負電位に帯電していることを利用して、カソード電極ポート446に接続されるカソード電極446eと計測電極ポート447に接続される計測電極447eの間の液体の導電率からインジェクション量を判定するが、キャピラリ421の先端位置がばらついていると判定結果に影響を及ぼすことになる。あるいは、流路内のキャピラリ421はサンプルDNAや緩衝液によって吸熱されることとなるため、流路内のキャピラリ421の長さがばらつくとキャピラリ421が受ける温度影響もばらつく。さらに、キャピラリ421が流路に対して傾いて挿入されると、サンプルDNAがキャピラリ421に十分インジェクションされないインジェクション不良が生じやすくなる。電気泳動装置の性能にこのようなばらつきを生じさせないように、キャピラリ421のブロック内の流路における先端位置のばらつきを抑える必要がある。

[0032] このため、本実施例のカートリッジでは、キャピラリのブロックユニットへの固定にフェラルを用いることなく、キャピラリにヘッド（キャピラリ保持部材）を固定し、ヘッドを介してブロックユニットに固定する構成とした。以下、キャピラリ421のカソードブロック441への接続を例に説明する。

[0033] キャピラリ421には、キャピラリカソードヘッド423が固定されており、またキャピラリカソードヘッド423からキャピラリ先端までの長さ（突出長さ）は仕様で x [mm] として定められている。

[0034] 図6Aに示されるように、キャピラリカソードヘッド423には、ヘッド回転規制部423aが形成されているとともに、キャピラリ421を貫通させるための穴部423bが穿孔されており、穴部423bと同軸に断面積が変化するテーパ部423cが形成されている。この例では、ヘッド回転規制部423aは矩形であり、長辺側と短辺側とがある。穴部423bの径は、キャピラリ421の径よりもわずかに大きく、突出長さが x mmとなるよう

にキャピラリ４２１を穴部４２３ｂに通し、例えば、穴部４２３ｂの内周面とキャピラリ４２１の外周面との間に接着剤を注入することにより、キャピラリ４２１にキャピラリカソードヘッド４２３を固定する。

[0035] キャピラリカソードヘッド４２３が固定されたキャピラリ４２１をカソードブロック４４１に接続するため、キャピラリカソードヘッド４２３をカソードノブ４３１によりキャピラリ接続ポート４４２に押圧しながら取り付ける。以下に、キャピラリ４２１がどのようにしてキャピラリカソードヘッド４２３を介してカソードブロック４４１に固定されるかについて、キャピラリカソードヘッド４２３、カソードブロック４４１、カソードノブ４３１に大まかに分けて説明する。

[0036] 図６Ｂに示されるように、カソードブロック４４１のキャピラリ接続ポート４４２の外周面には、おねじ４４２ａが形成されており、キャピラリ接続ポート４４２の内側には回転規制部４４２ｂとテーパ部４４２ｃとが形成されている。回転規制部４４２ｂはヘッド回転規制部４２３ａの投影形状と同じ矩形であって、長辺側と短辺側とがある。

[0037] また、図６Ａ及び図６Ｂに示されるように、カソードノブ４３１の内周面には、めねじ４３１ａが形成されており、穴部４３１ｂが形成されている。カソードノブ４３１の穴部４３１ｂはヘッド回転規制部４２３ａの投影形状と同じ矩形で長辺側と短辺側とがある。

[0038] カソードノブ４３１の穴部４３１ｂ及びカソードブロック４４１の回転規制部４４２ｂは、それぞれキャピラリカソードヘッド４２３のヘッド回転規制部４２３ａの投影形状よりもわずかに大きくされている。これにより、キャピラリカソードヘッド４２３をカソードノブ４３１の穴部４３１ｂを通過させることができ、キャピラリカソードヘッド４２３のヘッド回転規制部４２３ａをカソードブロック４４１の回転規制部４４２ｂに嵌合させることができる。

[0039] キャピラリ４２１のカソードブロック４４１への接続手順について以下に説明する。最初にカソードノブ４３１のめねじ４３１ａをカソードブロック

441のおねじ442aに係合し、係合する幅が最大になるように（カソードノブ431が動かなくなるまで）時計回り方向であるD方向にねじ込む。続いて、カソードノブ431を180°反時計回りであるE方向に回転する。すなわち、D方向がカソードノブ431を締める方向、E方向がカソードノブ431を緩める方向である。さらに、カソードノブ431の穴部431bの長辺側とカソードブロック441の回転規制部442bの長辺側とが同位相になるように180°未満の角度だけE方向に回転させる。

[0040] この状態のカソードブロック441のキャピラリ接続ポート442にキャピラリ421を挿入する。すなわち、キャピラリカソードヘッド423のヘッド回転規制部423aの長辺側とカソードブロック441の回転規制部442bの長辺側（したがって、カソードノブ431の穴部431bの長辺側）との位相を同位相にして、キャピラリ421に接着されたキャピラリカソードヘッド423をキャピラリ接続ポート442へキャピラリ421の長手方向である方向Cに沿って挿入する。徐々にキャピラリカソードヘッド423をキャピラリ接続ポート442に挿入していくと、キャピラリカソードヘッド423のテーパ部423cとカソードブロック441のテーパ部442cとが接触する。このときの状態を図8に示す。

[0041] キャピラリカソードヘッド423の押圧面423dは、カソードブロック441に係合したカソードノブ431の押圧面431cよりも方向C側にある。ここで、キャピラリカソードヘッド423の押圧面423dは、ヘッド回転規制部423aのカソードノブ431の穴部431bが設けられた面に対向する面（図6B、図8参照）であり、カソードノブ431の押圧面431cは、カソードノブ431の穴部431bが設けられ、キャピラリカソードヘッド423の押圧面423dに対向する面（図6A、図8参照）である。また、このときのキャピラリカソードヘッド423の押圧面423dとカソードブロック441に係合したカソードノブ431の押圧面431cとの距離 ε は、カソードノブ431をD方向に180°回転させることにより方向Cに移動する距離 L よりも小さくなるように、キャピラリカソードヘッド

４２３、カソードブロック４４１、カソードノブ４３１を形成している。

[0042] 図８の状態から、カソードノブ４３１をＤ方向に回転させると、キャピラリカソードヘッド４２３の押圧面４２３ｄとカソードノブ４３１の押圧面４３１ｃとが接触する。さらにカソードノブ４３１をＤ方向に回転すると、カソードノブ４３１がキャピラリカソードヘッド４２３をカソードブロック４４１に押圧しながら固定する。 $\varepsilon < L$ の関係が成立しているため、カソードノブ４３１は確実にキャピラリカソードヘッド４２３を固定することができる。このとき、キャピラリカソードヘッド４２３のテーパ部４２３ｃとカソードブロック４４１のテーパ部４４２ｃとは線接触することでシール力が発生し、キャピラリ４２１とカソードブロック４４１との間で液漏れなく送液が行える。

[0043] この例では、キャピラリカソードヘッド４２３のヘッド回転規制部４２３ａの投影形状は、穴部４２３ｂの中心軸を軸とする２回対称な図形である矩形であり、カソードブロック４４１の回転規制部４４２ｂと、カソードノブ４３１の穴部４３１ｂとはそれと同じ形状とされていたが、位相をずらしたときにキャピラリカソードヘッド４２３とカソードノブ４３１との間に押圧力が発生される構成であれば、その投影形状は矩形に限らない。矩形は２回対称な図形であるが、例えば、回転対称性をもたない形状であればキャピラリカソードヘッド４２３のカソードブロック４４１への取り付け方が一意に定まるため、キャピラリ４２１がカソードブロックユニット４４０とアノードブロックユニット４１０との間でねじれることがない。ただし、この場合は、最初にカソードノブ４３１のめねじ４３１ａをカソードブロック４４１のおねじ４４２ａに係合する際に、 360° 緩めた上で、カソードノブ４３１の穴部４３１ｂとカソードブロック４４１の回転規制部４４２ｂとの位相をあわせる必要があり、取り付け作業がより煩雑なものとなる。これに対して、３回対称、あるいは４回対称な図形の場合は、カソードノブ４３１の回転量を減らすことができ、取り付け作業をより容易にすることができる一方、キャピラリカソードヘッド４２３が本来取り付ける向きに対して回転した

状態でカソードブロック441に取り付けてしまう可能性が高まる。この場合、キャピラリ421がカソードブロックユニット440とアノードブロックユニット410との間でねじれを生じることになる。2回対称の場合は、誤って取り付けるにはキャピラリ421を180°ねじることになるため、取り付けミスを生じにくい。

[0044] 以上、キャピラリ421のカソードブロック441への接続手順を説明した。同様に、キャピラリアノードヘッド422をアノードノブ430によりアノードブロック411に押圧しながら取り付けることで、キャピラリ421はキャピラリアノードヘッド422を介してアノードブロック411に取り付けられる。この取り付け方法は、キャピラリ421のカソードブロック441への接続手順と同様のため省略する。

[0045] 図1を用いて、カートリッジ200が装着された電気泳動装置100について説明する。CPU (Central Processing Unit) 310は電気泳動装置100全体を制御するユニットであり、ヒータ電源ユニット320、高圧電源ユニット330、ポンプユニット340、リニアアクチュエータ350、リニアアクチュエータ360などと接続されている。ヒータ電源ユニット320は、キャピラリシエルユニット420のヒータユニット426に電源を供給する。高圧電源ユニット330は、電気泳動のためキャピラリ421内のポリマ水溶液に電圧を印加するものであり、アノードブロックユニット410のアノード電極ポート416に高電位 (HV) を、カソードブロックユニット440のカソード電極ポート446に基準電位 (GND) を印加する。ポンプユニット340は、カソードブロック441の主流路450に緩衝液を送液する。なお、緩衝液を収容する緩衝液タンク502はカートリッジ200に設けられており、ポンプユニット340は緩衝液タンク502内の緩衝液をカソードブロック441の緩衝液流入ポート443に向けて送液する。リニアアクチュエータ350は、ゲルユニット401のゲルピストン401bを駆動する。リニアアクチュエータ360は、アノードブロックユニット410のゲルポンプ417を駆動する。

- [0046] 検査対象となるDNAはDNAサンプルインレット390から電気泳動装置100に導入される。導入された検査対象は、リアクションチャンバ380にて、例えばDNA増幅などの処理が行われ、サンプルDNAとしてカソードブロック441のサンプル流入ポート444に送られる。なお、リアクションチャンバ380で必要な水や試薬はそれぞれカートリッジ200の水タンク504、試薬ボトル505から供給される。サンプルDNAのキャピラリー421のインジェクションは、計測電極ポート447に接続される計装アンプ370による計測により、カソード電極ポート446に接続されるカソード電極446eと計測電極ポート447に接続される計測電極447eとの間の液体の導電率に基づき判定される。
- [0047] なお、キャピラリーの両端は水頭差が生じないように、キャピラリーの両端が、重力方向に対して同一面に配置されるよう、アノードブロックユニット410とカソードブロックユニット440とが配置されている。例えば、アノードブロックユニット410、キャピラリーシェルユニット420及びカソードブロックユニット440の組立体が、キャピラリー421の長手方向に水平に電気泳動装置100に装着されるとすれば、アノードブロック411のキャピラリー接続ポート413の底面からの高さとかソードブロック441のキャピラリー接続ポート442の底面からの高さとか等しくなっていればよい。
- [0048] ここでは、電気泳動装置100に1本のキャピラリーが配置される例を説明したが、カートリッジ200に複数本のキャピラリーを配置することにより、あるいは電気泳動装置100に複数のカートリッジ200を装着可能とすることにより、電気泳動装置100に複数本のキャピラリーを配置するようにすることも可能である。
- [0049] なお、本発明は上記した実施例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、上記した実施例は本発明をわかりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の

構成を加えることも可能である。また、各実施例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。例えば、カソードブロック441とカソードノブ431と、あるいはアノードブロック411とアノードノブ430とをここでは外周面に設けたねじ部と内周面に設けたねじ部とをかみあわせることによって接続する例を示したが、ラッチをかみ合わせるによって接続するようにしてもよい。

符号の説明

[0050] 100：キャピラリ電気泳動装置、200：キャピラリカートリッジ、310：CPU、320：ヒータ電源ユニット、330：高圧電源ユニット、340：ポンプユニット、350、360：リニアアクチュエータ、370：計装アンプ、380：リアクションチャンバ、390：DNAサンプルインレット、401：ゲルユニット、401a：ゲルシリンジ、401b：ゲルピストン、401c：ゲルカプラ、402：ゲルチューブ、410：アノードブロックユニット、411：アノードブロック、412：ゲル流入ポート、413：キャピラリ接続ポート、414：ゲルポンプポート、415：ゲル廃液ポート、416：アノード電極ポート、416e：アノード電極、417：ゲルポンプ、418、419：流路、420：キャピラリシェルユニット、421：キャピラリ、422：キャピラリアノードヘッド、423：キャピラリカソードヘッド、423a：ヘッド回転規制部、423b：穴部、423c：テーパ部、423d：押圧面、424：キャリッジ、424a、424b：端点、425：放熱シート、426：ヒータユニット、426a：面ヒータ、426b：金属板、426c：絶縁シート、427：断熱材、428、429：筐体、430：アノードノブ、431：カソードノブ、431a：めねじ、431b：穴部、431c：押圧面、440：カソードブロックユニット、441：カソードブロック、442：キャピラリ接続ポート、442a：おねじ、442b：回転規制部、442c：テーパ部、443：緩衝液流入ポート、444：サンプル流入ポート、445：廃液ポート、446：カソード電極ポート、446e：カソード電極、447：計測

電極ポート、447e：計測電極、448：カソードヒータポート、449
：廃液チューブ、450：主流路、451：サンプル流路、501：アノード
廃液タンク、502：緩衝液タンク、503：カソード廃液タンク、50
4：水タンク、505：試薬ボトル。

請求の範囲

[請求項1]

キャピラリと、

前記キャピラリの一端から所定の長さの位置に固定された第1のキャピラリ保持部材と、

主流路が形成された第1部材と前記第1部材と接続される第2部材とを備え、前記第1部材と前記第2部材との間に前記第1のキャピラリ保持部材を挟み込んで保持する第1のブロックユニットとを有し、

前記第1のキャピラリ保持部材は、前記キャピラリを通す第1穴部と、前記第1穴部と同軸に形成される第1テーパ部と、所定の投影形状をもつ押圧面をもつ第1回転規制部とを備え、

前記第1部材は、前記主流路につながり前記主流路と同軸に形成される第2テーパ部と、前記第2テーパ部につながる第2回転規制部とを備え、

前記第1のキャピラリ保持部材は、前記第1回転規制部が前記第1部材の前記第2回転規制部と嵌合し、前記第1テーパ部が前記第1部材の前記第2テーパ部と接触した状態で、前記第1回転規制部の押圧面が前記第2部材の押圧面によって押圧されることにより、前記キャピラリが前記第1のブロックユニットに接続されるキャピラリカートリッジ。

[請求項2]

請求項1において、

前記第1部材は、前記主流路にサンプルを導入するサンプル流路と、前記主流路に設けられ、前記キャピラリに導入されるポリマ水溶液に陰極側の電圧印加を行うカソード電極とを備え、

前記キャピラリの前記一端は、前記主流路と前記サンプル流路との連絡点よりも前記カソード電極側に位置するキャピラリカートリッジ。

[請求項3]

請求項2において、

前記第1部材は、前記カソード電極と前記連絡点との間の前記主流

路に設けられる計測電極を備え、

前記カソード電極と前記計測電極との間の液体の導電率に基づき、
前記主流路へのサンプルのインジェクションが判定され、

前記キャピラリの前記一端は、前記カソード電極と前記計測電極との間に位置するキャピラリカートリッジ。

[請求項4]

請求項3において、

前記キャピラリ他端から所定の長さの位置に固定された第2のキャピラリ保持部材と、

流路が形成された第3部材と前記第3部材と接続される第4部材とを備え、前記第3部材と前記第4部材との間に前記第2のキャピラリ保持部材を挟み込んで保持する第2のブロックユニットとを有し、

前記第2のキャピラリ保持部材は、前記キャピラリを通す第2穴部と、前記第2穴部と同軸に形成される第3テーパ部と、所定の投影形状をもつ押圧面をもつ第3回転規制部とを備え、

前記第2部材は、前記流路につながり前記流路と同軸に形成される第4テーパ部と、前記第4テーパ部につながる第4回転規制部とを備え、

前記第2のキャピラリ保持部材は、前記第3回転規制部が前記第2部材の前記第4回転規制部と嵌合し、前記第3テーパ部が前記第2部材の前記第4テーパ部と接触した状態で、前記第3回転規制部の押圧面が前記第2部材の押圧面によって押圧されることにより、前記キャピラリが前記第2のブロックユニットに接続され、

前記第2部材は、前記流路に設けられ、前記キャピラリに導入されるポリマ水溶液に陽極側の電圧印加を行うアノード電極を備え、

前記キャピラリの前記一端と前記他端とは、水頭差がないキャピラリカートリッジ。

[請求項5]

請求項4において、

前記キャピラリの前記一端と前記他端とは、重力方向に対して同一

面に配置されているキャピラリカートリッジ。

[請求項6]

請求項 1 において、

前記第 1 のキャピラリ保持部材の前記第 1 回転規制部の押圧面の投影形状は、前記第 1 穴部の中心軸を軸とする 2 回対称の図形であるキャピラリカートリッジ。

[請求項7]

ブロックユニットとキャピラリとを有するキャピラリカートリッジの組立方法であって、

前記キャピラリは、前記キャピラリの一端からキャピラリ保持部材が所定の長さの位置に固定されており、

前記キャピラリ保持部材は、前記キャピラリを通す第 1 穴部と、前記第 1 穴部と同軸に形成される第 1 テーパ部と、所定の投影形状をもつ押圧面をもつ第 1 回転規制部とを備え、

前記ブロックユニットは、主流路が形成された第 1 部材と前記第 1 部材と接続される第 2 部材とを備え、

前記第 1 部材は、前記主流路につながり前記主流路と同軸に形成される第 2 テーパ部と、前記第 2 テーパ部につながる第 2 回転規制部とを備え、

前記第 1 部材と前記キャピラリ保持部材とを、前記第 1 回転規制部が前記第 2 回転規制部に嵌合し、前記第 1 テーパ部が前記第 2 テーパ部と接触した状態とし、

前記第 2 部材の押圧面により、前記キャピラリ保持部材の前記第 1 回転規制部の押圧面が押圧されることにより、前記キャピラリを前記ブロックユニットに接続するキャピラリカートリッジの組立方法。

[請求項8]

請求項 7 において、

前記第 1 部材は外周面に設けられた第 1 ねじ部を備え、前記第 2 部材は内周面に設けられた第 2 ねじ部を備え、前記第 1 部材と前記第 2 部材とは前記第 1 ねじ部と前記第 2 ねじ部とをかみあわせることによって接続され、

前記第 2 部材は前記所定の投影形状の第 2 穴部を備え、

前記第 1 部材の前記第 2 回転規制部は前記所定の投影形状をもち、

前記第 1 部材の前記第 2 回転規制部と前記第 2 部材の前記第 2 穴部との位相を揃えて、前記第 1 部材と前記第 2 部材とを接続した状態で、前記キャピラリを前記第 1 部材の前記主流路に挿入するキャピラリカートリッジの組立方法。

[請求項9]

請求項 8 において、

前記第 1 部材の前記第 2 回転規制部と前記第 2 部材の前記第 2 穴部との位相がずれるように前記第 2 部材を前記第 1 部材にねじ込み、前記第 2 部材の押圧面により前記キャピラリ保持部材の前記第 1 回転規制部の押圧面を押圧するキャピラリカートリッジの組立方法。

[請求項10]

請求項 8 において、

前記キャピラリ保持部材の前記第 1 回転規制部の押圧面の投影形状は、前記第 1 穴部の中心軸を軸とする 2 回対称の図形であるキャピラリカートリッジの組立方法。