

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-201769

(P2005-201769A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 N 35/10

F I

G O 1 N 35/06

G

テーマコード (参考)

2 G O 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-8328 (P2004-8328)
(22) 出願日 平成16年1月15日 (2004.1.15)

(71) 出願人 390014960
シスメックス株式会社
神戸市中央区脇浜海岸通 1 丁目 5 番 1 号
(74) 代理人 100104433
弁理士 宮園 博一
(72) 発明者 井上 久明
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通 1 丁目 5 番
1 号 シスメックス株式会
社内
Fターム(参考) 2G058 EA02 EA04 ED02 ED36 GB10
GE10

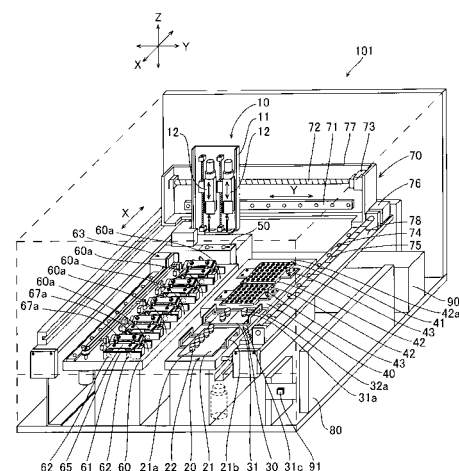
(54) 【発明の名称】 分析装置

(57) 【要約】

【課題】分注チップの装着後の外れに起因する不正確な分注を防止することが可能な分析装置を提供する。

【解決手段】この分析装置100は、ピペットチップ41が着脱可能に装着され、所定の分注位置で所定の液体を吸引および排出する分注機構部10と、分注機構部10を移送する移送部70と、移送部70を制御する制御部80とを備えている。そして、制御部80は、移送部70による分注機構部10の移送期間にピペットチップ41が分注機構部10に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて移送部70を制御する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

分注チップが着脱可能に装着され、所定の分注位置で所定の液体を吸引および排出する分注手段と、

前記分注手段を移送する移送手段と、

前記移送手段を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記移送手段による前記分注手段の移送期間に前記分注チップが前記分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて前記移送手段を制御する、分析装置。

【請求項 2】

前記移送期間は、前記移送手段が前記分注手段を移送している期間、および、前記移送手段が移送の途中で停止している期間を含む、請求項 1 に記載の分析装置。

【請求項 3】

前記分注チップが載置される分注チップ載置部と、

前記分注チップが廃棄される分注チップ廃棄部と、

所定の液体が収容された第 1 容器を載置する第 1 容器載置部と、

前記所定の液体が分注される第 2 容器を載置する第 2 容器載置部とをさらに備え、

前記分注手段は、前記分注チップが装着された状態で前記第 1 容器から前記液体を吸引して前記第 2 容器に前記液体を排出し、

前記移送手段は、前記分注手段を前記分注チップ載置部から前記第 1 容器載置部および前記第 2 容器載置部を経由して前記分注チップ廃棄部へと移送し、

前記制御部は、前記分注手段が前記分注チップ載置部から前記第 1 容器載置部および前記第 2 容器載置部を経由して前記分注チップ廃棄部へ移送される第 1 の前記移送期間に、前記分注チップが前記分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて前記移送手段を制御する、請求項 1 または 2 に記載の分析装置。

【請求項 4】

前記分注チップが前記分注手段に装着されているか否かの監視は、静電容量を監視することによって行われる、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の分析装置。

【請求項 5】

前記分注チップは導電性を有する、請求項 4 に記載の分析装置。

【請求項 6】

前記分注チップが前記分注手段に装着されているか否かの監視は、所定時間毎に行われる、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の分析装置。

【請求項 7】

前記所定時間は、1 秒以下である、請求項 6 に記載の分析装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記移送期間に前記分注チップが前記分注手段に装着されていないと判断すると、前記分注手段を原点位置に移送させるよう前記移送手段を制御する、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の分析装置。

【請求項 9】

前記移送手段は、前記分注手段を前記分注チップ廃棄部から前記分注チップ載置部へとさらに移送し、

前記制御部は、前記分注手段が前記分注チップ廃棄部から前記分注チップ載置部に移送される第 2 の前記移送期間に、前記分注チップが前記分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて前記移送手段を制御する、請求項 3～8 のいずれか 1 項に記載の分析装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記分注手段が前記分注チップ廃棄部から前記分注チップ載置部へと移送される前記第 2 の移送期間に前記分注チップが前記分注手段に装着されていると判断すると、前記分注手段を原点位置に移送させるよう前記移送手段を制御する、請求項 9 に

10

20

30

40

50

記載の分析装置。

【請求項 1 1】

前記制御部は、前記分注チップが前記第 1 容器に挿入されたときの静電容量を監視することによって、前記第 1 容器に所定量以上の前記液体が収容されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて前記移送手段を制御する、請求項 3 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の分析装置。

【請求項 1 2】

前記分注チップが載置される分注チップ載置部と、
前記分注チップが廃棄される分注チップ廃棄部とをさらに備え、
前記移送期間は、前記分注チップ廃棄部の上方から前記分注チップ載置部の上方まで前記分注手段が移送される期間を含む、請求項 1 または 2 に記載の分析装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、分析装置に関し、特に、分注チップが着脱可能に装着され、所定の液体を吸引および排出する分注手段を備えた分析装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、所定の液体を吸引および排出するとともに、分注用のチップが着脱可能に装着される分注手段（シリンジ）を含む装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。この特許文献 1 に開示された装置では、チップ装着位置およびチップ廃棄位置にチップの有無を検知するセンサを設けることによって、チップ装着位置およびチップ廃棄位置においてそれぞれ分注用のチップの装着および脱却が行われたか否かを検知している。 20

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 5 9 8 4 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかしながら、上記特許文献 1 に開示された装置では、チップがシリンジに装着された後、シリンジを移送しているときや液体を分注しているときなどにシリンジからチップが外れてしまった場合には、そのチップが外れたことを検知することができないという不都合がある。このようにシリンジ（分注手段）からチップが外れた状態で分注を行うと、正確な量の液体を分注することができなくなり、その結果、分析結果に悪影響を及ぼすという問題点がある。 30

【0 0 0 4】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の一つの目的は、分注チップの装着後の外れに起因する不正確な分注を防止することが可能な分析装置を提供することである。

【課題を解決するための手段および発明の効果】

【0 0 0 5】

この発明の一の局面による分析装置は、分注チップが着脱可能に装着され、所定の分注位置で所定の液体を吸引および排出する分注手段と、分注手段を移送する移送手段と、移送手段を制御する制御部とを備えている。そして、制御部は、移送手段による分注手段の移送期間に分注チップが分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて移送手段を制御する。 40

【0 0 0 6】

この一の局面による分析装置では、上記のように、制御部が、移送手段による分注手段の移送期間に分注チップが分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて移送手段を制御するように構成することによって、分注チップの装着後の移送中などにも分注チップが分注手段に装着されているか否かが監視されるので、分注チップの装着後の移送中などに分注チップが外れたことを検知することができる。これにより、分注 50

チップの装着後の外れに起因する不正確な分注を防止することができるので、正確な分析結果を得ることができる。

【0007】

上記一の局面による分析装置において、好ましくは、移送期間は、移送手段が分注手段を移送している期間、および、移送手段が移送の途中で停止している期間を含む。このように構成すれば、分注チップの装着後の移送中に分注チップが外れた場合のみならず、分注チップが分注位置で停止しているときに分注チップが外れているか否かも検知することができる。

【0008】

上記一の局面による分析装置において、好ましくは、分注チップが載置される分注チップ載置部と、分注チップが廃棄される分注チップ廃棄部と、所定の液体が収容された第1容器を載置する第1容器載置部と、所定の液体が分注される第2容器を載置する第2容器載置部とをさらに備え、分注手段は、分注チップが装着された状態で第1容器から液体を吸引して第2容器にその液体を排出し、移送手段は、分注手段を分注チップ載置部から第1容器載置部および第2容器載置部を経由して分注チップ廃棄部へと移送し、制御部は、分注手段が分注チップ載置部から第1容器載置部および第2容器載置部を経由して分注チップ廃棄部へ移送される第1の移送期間に、分注チップが分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて移送手段を制御する。このように構成すれば、分注チップ載置部から分注チップ廃棄部への移送途中、第1容器に対する液体の吸引時および第2容器に対する液体の分注時に、分注チップが外れたか否かを検知することができる。 10 20

【0009】

上記一の局面による分析装置において、好ましくは、分注チップが分注手段に装着されているか否かの監視は、静電容量を監視することによって行われる。このように静電容量を監視すれば、分注手段から分注チップが外れた場合のみならず、分注手段の移送中に分注チップが分析装置に接触した場合や使用者が誤って分注チップに触れてしまった場合も検知することができる。

【0010】

この場合、分注チップは導電性を有するのが好ましい。このように構成すれば、容易に、分注チップの静電容量を検知することができる。

【0011】

上記一の局面による分析装置において、分注チップが分注手段に装着されているか否かの監視は、所定時間毎に行ってもよい。この場合、所定時間は、1秒以下であるのが好ましい。このように1秒以下の短い時間毎に監視を行うようにすれば、確実な監視を行うことができる。 30

【0012】

上記一の局面による分析装置において、好ましくは、制御部は、移送期間に分注チップが分注手段に装着されていないと判断すると、分注手段を原点位置に移送させるよう移送手段を制御する。このように構成すれば、エラー復帰処理を行うことが可能になる。

【0013】

上記分注チップ載置部および分注チップ廃棄部を含む分析装置において、好ましくは、移送手段は、分注手段を分注チップ廃棄部から分注チップ載置部へとさらに移送し、制御部は、分注手段が分注チップ廃棄部から分注チップ載置部に移送される第2の移送期間に、分注チップが分注手段に装着されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて移送手段を制御する。このように構成すれば、分注手段が分注チップ廃棄部から分注チップ載置部に移送される第2の移送期間において、分注チップが確実に脱却された状態で移送されているか否かを検知することができる。これにより、分注チップが脱却されたことを確実に検知することができる。 40

【0014】

この場合、好ましくは、制御部は、分注手段が分注チップ廃棄部から分注チップ載置部へと移送される第2の移送期間に分注チップが分注手段に装着されていると判断すると、 50

分注手段を原点位置に移送させるように移送手段を制御する。これにより、エラー復帰処理が可能になる。

【0015】

上記分注チップ載置部および分注チップ廃棄部を含む分析装置において、好ましくは、制御部は、分注チップが第1容器に挿入されたときの静電容量を監視することによって、第1容器に所定量以上の液体が収容されているか否かを監視し、その監視結果に基づいて移送手段を制御する。このように構成すれば、分注チップの外れを検知するのに加えて、第1容器に所定量以上の液体が収容されているか否かも検知することができる。

【0016】

上記一の局面による分注装置において、好ましくは、分注チップが載置される分注チップ載置部と、分注チップ載置部が廃棄される分注チップ廃棄部とをさらに備え、移送期間は、分注チップ廃棄部の上方から分注チップ載置部の上方まで分注手段が移送される期間を含む。このように構成すれば、分注手段が分注チップ廃棄部の上方から分注チップ載置部の上方まで移送される期間に分注チップが外れていない場合を検知することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0018】

図1は、本発明の一実施形態による分析装置およびそのデータ処理部の全体構成を示した斜視図である。図2は、図1に示した分析装置の測定部の全体構成を示した斜視図であり、図3は、図2の平面概略図である。図4～図6は、図2に示した分析装置の測定部のシリンジ部、ピペットチップおよびラックを示した図であり、図7は、図2に示した分析装置の測定部の静電容量センサおよび制御部の内部構成を示した回路図であり、図8は、図7に示した制御部での試料が所定量あるか否かの検知方法を説明するためのグラフである。なお、本実施形態では、本発明の分析装置の一例として、遺伝子増幅検出装置について説明する。本実施形態による遺伝子増幅検出装置は、癌手術での切除組織における癌転移診断を支援する分析装置であり、切除組織内に存在する癌由来の遺伝子(mRNA)をLAMP(Loop-mediated Isothermal Amplification, 栄研化学)法を用いて増幅させ、増幅に伴い発生する溶液の濁りを測定することにより検出を行う装置である。なお、LAMP法の詳細は、米国特許第6410278号公報に開示されている。

【0019】

まず、図1を参照して、本実施形態の分析装置(遺伝子増幅検出装置)およびそのデータ処理部の全体構成について説明する。本実施形態の分析装置(遺伝子増幅検出装置)100は、図1に示すように、測定部101と、測定部101と通信回線を介して接続されたデータ処理部102とによって構成されている。データ処理部102は、キーボード102aとマウス102bと表示部102cとを含むパーソナルコンピュータからなる。

【0020】

測定部101は、図2および図3に示すように、分注機構部10と、サンプル容器セット部20と、試薬容器セット部30と、チップセット部40と、チップ廃棄部50と、5つの反応検出ブロック60aからなる反応検出部60と、分注機構部10をXY軸方向に移送するための移送部70とを含んでいる。なお、試薬容器セット部30は、本発明の「第1容器載置部」の一例であり、チップセット部40は、本発明の「分注チップ載置部」の一例であり、チップ廃棄部50は、本発明の「分注チップ廃棄部」の一例である。また、反応検出部60は、本発明の「第2容器載置部」の一例であり、移送部70は、本発明の「移送手段」の一例である。また、測定部101には、図2に示すように、マイクロコンピュータにより装置を制御するとともに、装置外部との入出力を制御する制御部80と、制御部80を含む装置全体に電源を供給する電源部90とが内蔵されている。また、測定部101の正面の所定個所に、緊急停止スイッチ91が設置されている。

【0021】

また、分注機構部10は、移送部70によりX軸およびY軸方向(平面方向)に移動さ

れるアーム部 1 1 と、アーム部 1 1 に対してそれぞれ独立して Z 軸方向（垂直方向）に移動可能な 2 連（2 本）のシリンジ部 1 2 とを含んでいる。シリンジ部 1 2 は、図 4 に示すように、先端に後述するピペットチップ 4 1 が着脱可能に取り付けられるノズル部 1 2 a と、吸引および吐出を行うためのポンプ部 1 2 b と、ポンプ部 1 2 b の駆動源となるモータ 1 2 c と、静電容量センサ 1 2 d と、圧力検知センサ 1 2 e とを含んでいる。なお、このシリンジ部 1 2 は、本発明の「分注手段」の一例である。ポンプ部 1 2 b では、モータ 1 2 c の回転をピストン運動に変換することにより、吸引および吐出機能が得られる。静電容量センサ 1 2 d は、静電容量式のセンサであり、導電性樹脂からなるピペットチップ 4 1 および液体の静電容量を検知する。また、圧力検知センサ 1 2 e は、ポンプ部 1 2 b による吸引および吐出時の圧力を検知する。これらの静電容量センサ 1 2 d と圧力検知センサ 1 2 e とによって、吸引および吐出が確実に行われているか否かが検知される。 10

【0022】

ここで、本実施形態では、静電容量センサ 1 2 d は、図 7 に示すように、発振回路 1 2 1 と、静電容量検出部 1 2 2 と、バッファ回路 1 2 3 と、検波回路 1 2 4 と、基準設定部 1 2 5 と、バッファ回路 1 2 6 と、検波回路 1 2 7 と、差動増幅回路 1 2 8 と、コンパレータ 1 2 9 とを含んでいる。発振回路 1 2 1 は、数 100 kHz（本実施形態では約 800 kHz）の周波数の信号を発振するとともに、静電容量検出部 1 2 2 および基準設定部 1 2 5 に接続されている。静電容量検出部 1 2 2 は、所定の抵抗値を有する抵抗 R 1 と、導電性のピペットチップ 4 1 の有無および試薬の量によって容量値が変化する容量 C 1 とから構成されている。この場合、抵抗 R 1 の抵抗値と、ピペットチップ 4 1 が試薬に着く 20 前のピペットチップ 4 1 を含む容量 C 1 の容量値とは、発振回路 1 2 1 の発振周波数（約 800 kHz）の高域カットオフ周波数付近に設定されている。これにより、容量 C 1 が大きくなるほど、信号の振幅を小さくすることが可能になる。静電容量検出部 1 2 2 には、バッファ回路 1 2 3 が接続されており、バッファ回路 1 2 3 には、信号を DC 信号に変換する機能を有する検波回路 1 2 4 が接続されている。

【0023】

また、基準設定部 1 2 5 は、所定の抵抗値を有する抵抗 R 2 と、所定の容量値を有する容量 C 2 とから構成されている。この抵抗 R 2 の抵抗値は、静電容量検出部 1 2 2 の抵抗 R 1 の抵抗値と同じ値に設定されている。また、容量 C 2 の容量値は、ピペットチップ 4 1 が装着されていない状態での静電容量検出部 1 2 2 の容量値 C 1 と同じ値に設定されて 30 いる。基準設定部 1 2 5 には、バッファ回路 1 2 6 が接続されており、バッファ回路 1 2 6 には、信号を DC 信号に変換する機能を有する検波回路 1 2 7 が接続されている。また、検波回路 1 2 4 および 1 2 7 の出力は、それぞれ、差動増幅回路 1 2 8 の入力端子に接続されている。この差動増幅回路 1 2 8 は、検波回路 1 2 4 からの出力信号と検波回路 1 2 7 からの出力信号との電位差を増幅する機能を有する。差動増幅回路 1 2 8 は、静電容量検出部 1 2 2 で検出する容量値に応じてゲイン（増幅度）を切り替えることが可能なように構成されている。

【0024】

差動増幅回路 1 2 8 の出力は、コンパレータ 1 2 9 の反転入力端子に接続されている。コンパレータ 1 2 9 の非反転入力端子には、所定の電圧（本実施形態では 5 V）を抵抗 R 3 と R 4 とにより抵抗分割された基準電圧が入力されている。このコンパレータ 1 2 9 は、シリンジ部 1 2 にピペットチップ 4 1 が装着されているか否かを判断するために設けられている。具体的には、シリンジ部 1 2 にピペットチップ 4 1 が装着されている場合には、コンパレータ 1 2 9 の反転入力端子に基準電圧よりも高い信号が入力されて負電圧が出力される。また、シリンジ部 1 2 にピペットチップ 4 1 が装着されていない場合には、コンパレータ 1 2 9 の反転入力端子に基準電圧よりも低い信号が入力されて正電圧が出力される。 40

【0025】

ここで、本実施形態では、制御部 80 は、移送部 70 による分注機構部 10 の移送期間にピペットチップ 4 1 が分注機構部 10 のシリンジ部 1 2 に装着されているか否かを監視 50

し、その監視結果に基づいて移送部 70 を制御する。この制御部 80 は、図 7 に示すように、A/D 変換回路 81 と CPU 82 とを含んでいる。A/D 変換回路 81 には、差動増幅回路 128 の出力信号が入力されている。この A/D 変換回路 81 は、試薬が所定量以上有るか否かを検知するために設けられている。すなわち、A/D 変換回路 81 により差動増幅回路 128 の出力信号をデジタル化することにより、試薬が所定量以上有るか否かのしきい値（図 8 参照）を CPU 82 で制御することが可能になる。なお、試薬が所定量以上有るか否かのしきい値は、図 1 に示したデータ処理部 102 のキーボード 102a およびマウス 102b を用いて設定する。また、コンパレータ 129 および A/D 変換回路 81 の出力信号は、CPU 82 に入力されている。CPU 82 は、移送部 70 を制御するとともに、シリンジ部 12 にピペットチップ 41 が装着されているか否かの判断、試薬が所定量以上有るか否かの判断、および、ピペットチップ 41 の先端が液面に接触しているか否かの判断を行う。なお、CPU 82 は、本発明の「制御部」の一例である。 10

【0026】

また、図 2 および図 3 に示すように、サンプル容器セット部 20 の凹部（図示せず）には、5 つのサンプル容器セット孔 21a と、把持部 21b とを有するサンプル容器セット台 21 が取り外し可能に嵌め込まれている。このサンプル容器セット台 21 の 5 つのサンプル容器セット孔 21a には、予め切除組織を処理（ホモジナイズ、ろ過、希釈）して作製された可溶化抽出液（サンプル）が収容されたサンプル容器 22 がセットされる。

【0027】

また、試薬容器セット部 30 の凹部（図示せず）には、2 つのプライマ試薬容器セット孔 31a および 1 つの酵素試薬容器セット孔 31b と、把持部 31c とを有する試薬容器セット台 31 が、取り外し可能に嵌め込まれている。試薬容器セット台 31 のプライマ試薬容器セット孔 31a は、Y 軸方向に沿って所定の間隔を隔てて設けられており、酵素試薬容器セット孔 31b は、正面左側のみに設けられている。正面左側のプライマ試薬容器セット孔 31a および酵素試薬容器セット孔 31b（図 3）には、それぞれ、サイトケラチン 19（CK19）のプライマ試薬が収容されたプライマ試薬容器 32a と、CK19 および β アクチン（ β -actin）に共通の酵素試薬が収容された酵素試薬容器 32b とが配置される。このプライマ試薬容器 32a および酵素試薬容器 32b は、本発明の「第 1 容器」の一例である。また、正面右側のプライマ試薬容器セット孔 31a には、 β -actin のプライマ試薬が収容されたプライマ試薬容器 32a が配置される。 20 30

【0028】

また、チップセット部 40 の 2 つの凹部（図示せず）には、36 本のピペットチップ 41 を収納可能な収納孔 42a を有する 2 つのラック 42 がそれぞれ着脱可能に嵌め込まれている。また、チップセット部 40 には、2 つの取り外しボタン 43 が設けられている。この取り外しボタン 43 を押すことにより、ラック 42 が取り外し可能な状態になる。ピペットチップ 41 は、図 5 に示すように、カーボン含有の導電性の樹脂材料からなるとともに、フィルタ 41a が内部に装着されている。このフィルタ 41a は、液のシリンジ部 12 への誤流入を防止する機能を有する。なお、ピペットチップ 41 は、ピペットチップ 41 の製造過程で付着する可能性のある人間の唾液などの分解酵素が遺伝子の増幅に悪影響を及ぼさないように、出荷前に箱詰めした状態で電子線照射が施されている。このピペットチップ 41 は、本発明の「分注チップ」の一例である。また、ピペットチップ 41 が収納されたラック 42 は、チップセット部 40 にセットする前には、図 6 に示すように、下カバー 44 と上カバー 45 とが装着された状態で保管されている。 40

【0029】

また、図 3 に示すように、チップ廃棄部 50 には、使用済みのピペットチップ 41 を廃棄するための 2 つのチップ廃棄孔 50a が設けられている。また、チップ廃棄孔 50a に連続するように、チップ廃棄孔 50a よりも細い幅の溝部 50b が設けられている。

【0030】

また、反応検出部 60 の各反応検出ブロック 60a は、図 2 に示すように、反応部 61 と、2 つの濁度検出部 62 と、蓋閉機構部 63 とから構成されている。各反応部 61 には 50

、図3に示すように、検出セル65をセットするための2つの検出セルセット孔61aが設けられている。なお、検出セル65は、本発明の「第2容器」の一例である。

【0031】

また、濁度検出部62は、図3に示すように、反応部61の一方の側面側に配置された基板64aに取り付けられた465nmの波長を有する青色LEDからなるLED光源部62aと、反応部61の他方の側面側に配置された基板64bに取り付けられたフォトダイオード受光部62bとによって構成されている。各反応検出ブロック60aには、1つのLED光源部62aと1つのフォトダイオード受光部62bとからなる1組の濁度検出部62が2組ずつ配置されている。したがって、5つの反応検出ブロック60aには、合計10組のLED光源部62aおよびフォトダイオード受光部62bからなる濁度検出部62が配置されている。LED光源部62aおよびそれに対応するフォトダイオード受光部62bは、LED光源部62aから検出セル65の下部に約1mmの直径の光を照射してフォトダイオード受光部62bによってその光を受光可能なように配置されている。このLED光源部62aおよびフォトダイオード受光部62bは、フォトダイオード受光部62bが受光する光の強度によって、検出セル65の有無を検出するとともに、検出セル65の内部に収容された液の濁度をリアルタイムで検出（モニタリング）する機能を有する。

【0032】

ここで、本実施形態では、移送部70は、図2および図3に示すように、分注機構部10をY軸方向に移送するための直動ガイド71およびボールネジ72と、ボールネジ72を駆動するためのステッピングモータ73と、分注機構部10をX軸方向に移送するための直動ガイド74およびボールネジ75と、ボールネジ75を駆動するためのステッピングモータ76とを含んでいる。また、図3に示すように、Y軸方向の直動ガイド71のレール部71aおよびボールネジ72の一方の支持部72aは、フレーム77に取り付けられている。また、ボールネジ72の他方の支持部72bは、ステッピングモータ73を介してフレーム77に取り付けられている。また、Y軸方向の直動ガイド71のスライド部71bおよびボールネジ72の直線移動部（図示せず）は、分注機構部10のアーム部11に取り付けられている。また、X軸方向の直動ガイド74のレール部74aおよびボールネジ75の一方の支持部75aは、支持台78に取り付けられている。また、X軸方向の直動ガイド74のスライド部（図示せず）およびボールネジ75の他方の支持部75bは、フレーム77に取り付けられている。また、ボールネジ75の他方の支持部75bには、ステッピングモータ76が取り付けられている。なお、分注機構部10のXY軸方向への移送は、ステッピングモータ73および76により、それぞれ、ボールネジ72および75を回転させることにより行う。

【0033】

次に、図1～図8を参照して、本実施形態による分析装置（遺伝子増幅検出装置）の動作について説明する。本実施形態による遺伝子増幅検出装置では、上記したように、癌手術での切除組織内に存在する癌由来の遺伝子（mRNA）をLAMP法を用いて増幅させ、増幅に伴い発生する溶液の濁りを測定することにより検出を行う。

【0034】

まず、図2および図3に示すように、予め切除組織を処理（ホモジナイズ、ろ過、希釈）して作製された可溶化抽出液（サンプル）が収容されたサンプル容器22を、サンプル容器セット台21のサンプル容器セット孔21aにセットする。また、正面左側のプライマ試薬容器セット孔31aおよび酵素試薬容器セット孔31bに、それぞれ、CK19（サイトケラチン19）のプライマ試薬が収容されたプライマ試薬容器32aと、CK19および β -actin（ β アクチン）に共通の酵素試薬が収容された酵素試薬容器32bとをセットする。また、正面右側のプライマ試薬容器セット孔31aに、 β -actin（ β アクチン）のプライマ試薬が収容されたプライマ試薬容器32aをセットする。また、チップセット部40の凹部（図示せず）に、それぞれ36本の使い捨て用のピペットチップ41が収納された2つのラック42を嵌め込む。この場合、分注機構部10のアーム部11の

初期位置（原点位置）は、図2および図3に示すように、チップセット部40の上方から外れた位置であるので、容易に、チップセット部40の凹部（図示せず）に、2つのラック42を嵌め込むことが可能である。さらに、各反応検出ブロック60aの反応部61の2つの検出セルセット孔61aに、検出セル65の2つのセル部66aをセットする。

【0035】

そして、図1に示したデータ処理部102のキーボード102aおよびマウス102bを用いて、測定項目やサンプル登録などを行った後、キーボード102aまたはマウス102bにより測定部101の動作をスタートさせる。

【0036】

測定部101の動作がスタートすると、まず、移送部70により分注機構部10のアーム部11が初期位置からチップセット部40に移動された後、チップセット部40において、分注機構部10の2つのシリンジ部12が下方方向に移動される。これにより、図4に示したように、2つのシリンジ部12のノズル部12aの先端が2つのピペットチップ41の上部開口部内に圧入されるので、2つのシリンジ部12のノズル部12aの先端にピペットチップ41が自動的に装着される。そして、2つのシリンジ部12が上方に移動された後、分注機構部10のアーム部11は、移送部70により試薬容器セット台31にセットされたCK19およびβ-actinのプライマ試薬が収容された2つのプライマ試薬容器32aの上方に向かってX軸方向に移動される。そして、2つのシリンジ部12が下方方向に移動されることにより、2つのシリンジ部12のノズル部12aに装着された2つのピペットチップ41の先端が、それぞれ、2つのプライマ試薬容器32a内のCK19およびβ-actinのプライマ試薬の液面に挿入される。そして、シリンジ部12のポンプ部12bにより2つのプライマ試薬容器32a内のCK19およびβ-actinのプライマ試薬が吸引される。

【0037】

なお、プライマ試薬の吸引時には、静電容量センサ12d（図4参照）により、導電性樹脂からなるピペットチップ41の先端が液面に接触していることが検知されるとともに、圧力検知センサ12e（図4参照）により、ポンプ部12bによる吸引時の圧力が検知される。これらの静電容量センサ12dと圧力検知センサ12eとによって、吸引が確実に行われているか否かが検知される。

【0038】

ここで、本実施形態では、ピペットチップ41をシリンジ部12に装着した後チップ廃棄部50までシリンジ部12を移送する期間に、所定の時間間隔（たとえば、0.1秒以下の間隔）で、ピペットチップ41がシリンジ部12から外れていないかを監視する。なお、移送する期間には、移送中のみならず、吸引位置の上方および排出位置の上方で停止している期間も含まれる。この監視動作の詳細としては、シリンジ部12にピペットチップ41が装着されていない場合には、図7に示した静電容量検出部122の容量C1が基準設定部125の容量C2と同じになるので、静電容量検出部122から出力される信号の振幅は、基準設定部125から出力される信号の振幅と同じになる。このため、差動増幅回路128の出力電圧がほぼ0Vになるので、コンパレータ129の反転入力端子に入力される差動増幅回路128の出力電圧が、非反転入力端子に入力される基準電圧よりも低くなる。その結果、コンパレータ129の出力電圧は、正の出力電圧になる。その一方、シリンジ部12にピペットチップ41が装着されている場合には、静電容量検出部122の容量C1が基準設定部125の容量C2よりも大きくなるので、静電容量検出部122から出力される信号の振幅は、基準設定部125から出力される信号の振幅よりも小さくなる。このため、差動増幅回路128の出力電圧が0Vよりも大きく（約0.6V）になるので、コンパレータ129の非反転入力端子に入力される差動増幅回路128の出力電圧が、非反転入力端子に入力される基準電圧よりも高くなる。その結果、コンパレータ129の出力電圧は負の出力電圧になる。そして、コンパレータ129の出力電圧が正電圧か負電圧かをCPU82により判断することによって、シリンジ部12にピペットチップ41が装着されているか否かが判断される。

10

20

30

40

50

【0039】

なお、シリンジ部12がチップセット部40からチップ廃棄部50に移送される期間に、ピペットチップ41がシリンジ部12から外れていると判断された場合には、移送部70により、分注機構部10が原点位置に移送された後、データ処理部102の表示部102cにエラー表示が行われる。この後、ユーザによりエラー復帰処理が行われる。

【0040】

また、本実施形態では、プライマ試薬の吸引時に、プライマ試薬が所定量（たとえば、 $20\mu\text{l}$ ）以上有るか否かを監視する。すなわち、プライマ試薬が所定量（たとえば、 $20\mu\text{l}$ ）以上有る場合には、静電容量検出部122の容量C1が大きくなるので、信号の振幅の減少量が多くなる。このため、差動増幅回路128の出力電圧が大きくなるので、A/D変換回路81の出力値も大きくなる。その結果、A/D変換回路81の出力値が図8に示したしきい値よりも大きくなる。この場合、CPU82により、プライマ試薬が所定量（たとえば、 $20\mu\text{l}$ ）以上有ると判断される。その一方、プライマ試薬が所定量（たとえば、 $20\mu\text{l}$ ）以上ない場合には、静電容量検出部122の容量C1が小さくなるので、信号の振幅の減少量が少ない。このため、差動増幅回路128の出力電圧が小さくなるので、A/D変換回路81の出力値も小さくなる。その結果、A/D変換回路81の出力値が図8に示したしきい値よりも小さくなる。この場合、CPU82により、プライマ試薬が所定量（たとえば、 $20\mu\text{l}$ ）以上ないと判断される。なお、吸引時に、プライマ試薬が所定量（たとえば、 $20\mu\text{l}$ ）以上ないと判断された場合には、移送部70により、分注機構部10が原点位置に移送された後、データ処理部102の表示部102cにエラー表示が行われる。この後、ユーザによりエラー復帰処理が行われる。

【0041】

プライマ試薬の吸引後、2つのシリンジ部12が上方に移動された後、分注機構部10のアーム部11は、移送部70により最も奥側（装置正面奥側）に位置する反応検出ブロック60aの上方に移動される。この場合、分注機構部10のアーム部11は、奥から2番目～5番目の他の反応検出ブロック60aの上方を通過しないように移動される。そして、最も奥側の反応検出ブロック60aにおいて、2つのシリンジ部12が下方方向に移動されることにより、2つのシリンジ部12のノズル部12aに装着された2つのピペットチップ41が、それぞれ、検出セル65の2つのセル部66a内に挿入される。そして、シリンジ部12のポンプ部12bを用いて、CK19および β -actinの2つのプライマ試薬がそれぞれ2つのセル部66aに吐出される。この吐出時（排出時）にも、上記した吸引時と同様、静電容量センサ12d（図4参照）により、導電性樹脂からなるピペットチップ41の先端が液面に接触していることが検知（液面検知）されるとともに、圧力検知センサ12eにより、ポンプ部12bによる吐出時の圧力が検知される。これらの静電容量センサ12dと圧力検知センサ12eとによって、吐出が確実に行われているか否かが検知される。なお、以下の酵素試薬およびサンプルの吸引および吐出時にも、上記と同様の静電容量センサ12dによる液面検知および圧力検知センサ12eによる検知が行われる。

【0042】

プライマ試薬の吐出後、2つのシリンジ部12が上方に移動された後、分注機構部10のアーム部11は、移送部70によりチップ廃棄部50の上方に向かってX軸方向に移動される。なお、本実施形態において、分注機構部10がチップセット部40の上方から所定の分注位置を経由してチップ廃棄部50の上方まで移送されるのに要する時間は、約30秒である。そして、チップ廃棄部50において、ピペットチップ41の廃棄が行われる。具体的には、2つのシリンジ部12が下方方向に移動されることにより、チップ廃棄部50の2つのチップ廃棄孔50a（図3参照）内にピペットチップ41が挿入される。この状態で、分注機構部10のアーム部11が移送部70によりY軸方向に移動されることにより、ピペットチップ41が溝部50bの下に移動される。そして、2つのシリンジ部12が上方方向に移動されることにより、ピペットチップ41の上面のつば部は、溝部50bの両側の下面に当接してその下面から下方方向の力を受けるので、ピペットチップ41が2

つのシリンジ部 1 2 のノズル部 1 2 a から自動的に脱却される。これにより、ピペットチップ 4 1 がチップ廃棄部 5 0 に廃棄される。なお、チップ廃棄部 5 0 に廃棄されたピペットチップ 4 1 は、そのまま廃棄してもよいし、洗浄して再利用するようにしてもよい。

【0043】

次に、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 が、再び、移送部 7 0 によりチップセット部 4 0 に移動される。ここで、本実施形態では、ピペットチップ 4 1 をチップ廃棄部 5 0 で廃棄した後チップセット部 4 0 に移送するまでの期間に、所定の時間間隔（たとえば、0.1 秒以下の間隔）で、ピペットチップ 4 1 がシリンジ部 1 2 から脱却されているかを監視する。この監視動作は、上記したピペットチップ 4 1 のシリンジ部 1 2 への装着後チップ廃棄部 5 0 までの移送期間におけるピペットチップ 4 1 が外れていないか否かの監視動作と同様である。なお、ピペットチップ 4 1 をチップ廃棄部 5 0 で廃棄した後チップセット部 4 0 に移送するまでの期間に、ピペットチップ 4 1 がシリンジ部 1 2 から脱却されていない（外れていない）と CPU 8 2 により判断された場合には、移送部 7 0 により、分注機構部 1 0 が原点位置に移送された後、データ処理部 1 0 2 の表示部 1 0 2 c にエラー表示が行われる。この後、ユーザによりエラー復帰処理が行われる。

【0044】

なお、分注機構部 1 0 がチップ廃棄部 5 0 の上方からチップセット部 4 0 の上方まで移送されるのに要する時間は、約 5 秒である。

【0045】

シリンジ部 1 2 がチップセット部 4 0 に移動された後、チップセット部 4 0 において、上記と同様の動作により、2 つのシリンジ部 1 2 のノズル部 1 2 a の先端に、新しい 2 つのピペットチップ 4 1 が自動的に装着される。そして、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 は、試薬容器セット台 3 1 にセットされた CK 1 9 および β -actin に共通の酵素試薬が収容された酵素試薬容器 3 2 b の上方に向かって移送部 7 0 により X 軸方向に移動された後、酵素試薬容器 3 2 b 内の酵素試薬が吸引される。具体的には、まず、酵素試薬容器 3 2 b の上方に位置する一方のシリンジ部 1 2 が下方方向に移動されて酵素試薬が吸引された後、その一方のシリンジ部 1 2 が上方方向に移動される。その後、他方のシリンジ部 1 2 が同じ酵素試薬容器 3 2 b の上方に位置するように、移送部 7 0 により分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 が Y 軸方向に移動される。そして、他方のシリンジ部 1 2 が下方方向に移動されて同じ酵素試薬容器 3 2 b から酵素試薬が吸引された後、その他方のシリンジ部 1 2 が上方方向に移動される。そして、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 は、移送部 7 0 により最も奥側の反応検出ブロック 6 0 a の上方に移動された後、CK 1 9 および β -actin に共通の酵素試薬が、検出セル 6 5 の 2 つのセル部 6 6 a に吐出される。この場合も、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 は、奥から 2 番目～5 番目の他の反応検出ブロック 6 0 a の上方を通過しないように移動される。そして、酵素試薬の吐出後、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 は、移送部 7 0 によりチップ廃棄部 5 0 の上方に移動された後、ピペットチップ 4 1 の廃棄が行われる。

【0046】

次に、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 が、再び、移送部 7 0 によりチップセット部 4 0 に移動された後、2 つのシリンジ部 1 2 のノズル部 1 2 a の先端に新しい 2 つのピペットチップ 4 1 が自動的に装着される。そして、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 は、移送部 7 0 によりサンプル容器セット台 2 1 にセットされたサンプルが収容されたサンプル容器 2 2 の上方に向かって X 軸方向に移動された後、サンプル容器 2 2 内のサンプルが吸引される。具体的には、まず、1 つのサンプル容器 2 2 の上方に位置する一方のシリンジ部 1 2 が下方方向に移動されてサンプルが吸引された後、その一方のシリンジ部 1 2 が上方方向に移動される。その後、他方のシリンジ部 1 2 が同じサンプル容器 2 2 の上方に位置するように、移送部 7 0 により分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 が Y 軸方向に移動される。そして、他方のシリンジ部 1 2 が下方方向に移動されて同じサンプル容器 2 2 からサンプルが吸引された後、その他方のシリンジ部 1 2 が上方方向に移動される。この後、分注機構部 1 0 のアーム部 1 1 は、移送部 7 0 により最も奥側の反応検出ブロック 6 0 a の上方に移動された

後、2つのシリンジ部12が下方方向に移動されて検出セル65の2つのセル部66aに、同じサンプルが吐出される。この場合も、分注機構部10のアーム部11は、奥から2番目～5番目の他の反応検出ブロック60aの上方を通過しないように移動される。

【0047】

なお、検出セル65の2つのセル部66aに、サンプルが吐出される際に、2つのシリンジ部12のポンプ12bを用いて吸引および吐出動作を複数回繰り返すことにより、2つのセル部66a内に収容されたCK19および β -actinのプライマ試薬および酵素試薬と、サンプルとが攪拌される。なお、プライマ試薬、酵素試薬およびサンプルの分注時には、検出セル65内の液温は、約20℃に保持されている。この後、分注機構部10のアーム部11が、移送部70によりチップ廃棄部50の上方に移動された後、ピペッ 10
トチップ41の廃棄が行われる。

【0048】

そして、上記のセル部66a内へのプライマ試薬、酵素試薬およびサンプルの吐出が行われた後、検出セル65の蓋部67aの蓋閉め動作が行われる。この蓋閉め動作が完了した後、検出セル65内の液温を約20℃から約65℃に加温することにより、LAMP（遺伝子増幅）反応により標的遺伝子（mRNA）を増幅する。そして、増幅に伴い生成されるピロリン酸マグネシウムによる白濁を比濁法により検出する。具体的には、図3に示したLED光源部62aおよびフォトダイオード受光部62bを用いて、増幅反応時の検出セル65内の液濁度をリアルタイムで検出（モニタリング）することによって、液濁度の検出を行う。 20

【0049】

本実施形態では、上記のように、ピペットチップ41をシリンジ部12に装着した後チップ廃棄部50までシリンジ部12を移送する期間に、ピペットチップ41がシリンジ部12に装着されているか否かを所定の時間間隔で監視することによって、ピペットチップ41の装着後の移送中などにもピペットチップ41がシリンジ部12に装着されているか否かが監視されるので、ピペットチップ41の装着後の移送中などにピペットチップ41が外れたことを検知することができる。これにより、ピペットチップ41の装着後の外れに起因する不正確な分注を防止することができるので、正確な分析結果を得ることができる。また、本実施形態では、ピペットチップ41がシリンジ部12に装着されているか否かの監視を、0.1秒毎の非常に短い時間間隔で行うことによって、確実な監視を行うこ 30
とができる。

【0050】

また、本実施形態では、移送部70が分注機構部10を移送している期間のみならず、移送部70が移送の途中で所定の吸引位置および排出位置（吐出位置）で停止している期間も、ピペットチップ41の外れを監視することによって、ピペットチップ41の装着後の移送中にピペットチップ41が外れた場合のみならず、ピペットチップ41が吸引位置および排出位置で停止しているときにピペットチップ41が外れているか否かも検知することができる。

【0051】

また、本実施形態では、ピペットチップ41がシリンジ部12に装着されているか否かの監視を、静電容量を監視することにより行うことによって、シリンジ部12からピペットチップ41が外れた場合のみならず、シリンジ部12の移送中にピペットチップ41が分析装置100の測定部101の一部に接触した場合や使用者が誤ってピペットチップ41に触れてしまった場合も検知することができる。また、ピペットチップ41を導電性の樹脂材料により形成することによって、容易に、ピペットチップ41の静電容量を検知することができる。 40

【0052】

また、本実施形態では、上記のように、分注機構部10がチップ廃棄部50からチップセット部40に移送される期間にも、ピペットチップ41がシリンジ部12から脱却されているか否かを監視することによって、分注機構部10がチップ廃棄部50からチップセ 50

ット部 40 に移送される期間において、ピペットチップ 41 が確実に脱却された状態で移送されているか否かを検知することができる。これにより、ピペットチップ 41 が脱却されたことを確実に検知することができる。

【0053】

また、本実施形態では、上記のように、ピペットチップ 41 が試薬容器に挿入されたときの静電容量を監視することにより、試薬容器に所定量以上の試薬が収容されているか否かを監視することによって、ピペットチップ 41 の装着の有無を検知するのに加えて、試薬容器に所定量以上の試薬が収容されているか否かも検知することができる。

【0054】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【0055】

たとえば、上記実施形態では、本発明の分析装置を、標的遺伝子を LAMP 法により増幅させる遺伝子増幅検出装置に適用した例を示したが、本発明はこれに限らず、標的遺伝子をポリメラーゼ連鎖反応法（PCR 法）やリガーゼ連鎖反応法（LCR 法）により増幅させる遺伝子増幅検出装置に適用してもよい。また、本発明の分析装置を、遺伝子増幅検出装置以外の分析装置に適用してもよい。

【0056】

また、上記実施形態では、分注チップの外れ（脱却）を静電容量により監視する例を示したが、本発明はこれに限らず、静電容量以外の透過光量、反射光量、電気抵抗値、振動量、圧力や質量により分注チップの外れ（脱却）を監視するようにしてもよい。

【0057】

また、上記実施形態では、所定時間毎にピペットチップの有無の監視を行うようにしたが、本発明はこれに限らず、所定時間毎ではなくシリンジ部 12 が移送期間中に所定の位置、たとえば、試薬容器セット部 30、サンプル容器セット部 20 または反応検出部 60 の上方などの分注位置の上方にきたときに、ピペットチップの有無の監視を行うようにしてもよい。

【0058】

また、上記実施形態では、0.1 秒毎にピペットチップの有無の監視を行うようにしたが、本発明はこれに限らず、1 秒以下の短い時間毎に監視を行うようにすれば、確実な監視を行うことができる。

【0059】

上記実施形態では、吸引時に、試薬が所定量以上有るか否かを監視するようにしたが、本発明はこれに限らず、試薬が所定量以上有るか否かの監視に加えて、試薬の残量を検出するようにしてもよい。なお、試薬の残量は、A/D 変換回路 81 の出力値に基づいて CPU 82 により算定すればよい。

【0060】

上記実施形態では、プライマ試薬および酵素試薬の吸引時に、試薬が所定量以上有るか否かを監視するようにしたが、本発明はこれに限らず、プライマ試薬および酵素試薬の吸引時に加えて、サンプルの吸引時にも、サンプルが所定量以上有るか否かを監視するようにしてもよい。

【0061】

なお、上記実施形態では、分注機構部 10 がチップセット部 40 の上方の所定位置から所定の分注位置を経由してチップ廃棄部 50 の上方の所定位置まで移送される期間である第 1 の移送期間、分注機構部 10 がチップ廃棄部 50 の上方の所定位置からチップセット部 40 の上方の所定位置まで移送される期間である第 2 の移送期間、第 1 の移送期間が終了してから第 2 の移送期間が開始されるまでの期間（チップ廃棄部 50 でのチップ廃棄動作の期間）、および、第 2 の移送期間が終了してから第 1 の移送期間が開始されるまでの

期間（チップセット部４０でのチップ装着動作の期間）にピペットチップの有無の監視を行うようにしたが、本発明はこれに限らず、第１の移送期間のみ監視を行う、第２の移送期間のみ監視を行う、第１の移送期間と第２の移送期間とに監視を行う、第１の移送期間と第１の移送期間が終了してから第２の移送期間が開始されるまでの期間に監視を行うなど、様々な構成が可能である。

【図面の簡単な説明】

【００６２】

【図１】本発明の一実施形態による分析装置（遺伝子増幅検出装置）およびそのデータ処理部の全体構成を示した斜視図である。

【図２】図１に示した一実施形態による分析装置の測定部の全体構成を示した斜視図である。 10

【図３】図２に示した一実施形態による分析装置の測定部の平面概略図である。

【図４】図２に示した一実施形態による分析装置の測定部におけるシリンジ部の構造を示した概略図である。

【図５】図２に示した一実施形態による分析装置に用いるピペットチップの構造を示した断面図である。

【図６】図２に示した一実施形態による分析装置に用いるピペットチップを収納するラックの保管状態を示した斜視図である。

【図７】図２に示した一実施形態による分析装置の測定部の静電容量センサおよび制御部の内部構成を示した回路図である。 20

【図８】図７に示した一実施形態による分析装置の制御部での試薬が所定量あるか否かの検知方法を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

【００６３】

１０ 分注機構部（分注手段）

１１ アーム部

１２ シリンジ部（分注手段）

１２ａ ノズル部

１２ｄ 静電容量センサ

２０ サンプル容器セット部 30

３０ 試薬容器セット部（第１容器載置部）

４０ チップセット部（分注チップ載置部）

４１ ピペットチップ（分注チップ）

５０ チップ廃棄部（分注チップ廃棄部）

６０ 反応検出部（第２容器載置部）

７０ 移送部（移送手段）

８０ 制御部

８１ Ａ／Ｄ変換回路

８２ ＣＰＵ（制御部）

１００ 分析装置 40

１０１ 測定部

１０２ データ処理部

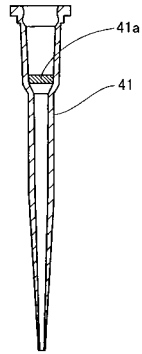
１２１ 発振回路

１２２ 静電容量検出部

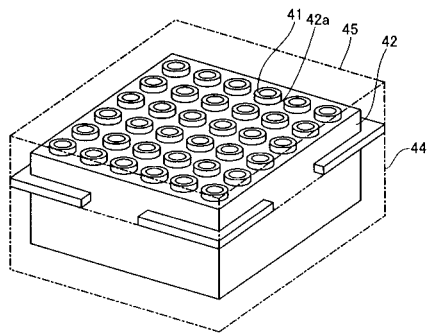
１２８ 差動増幅回路

１２９ コンパレータ

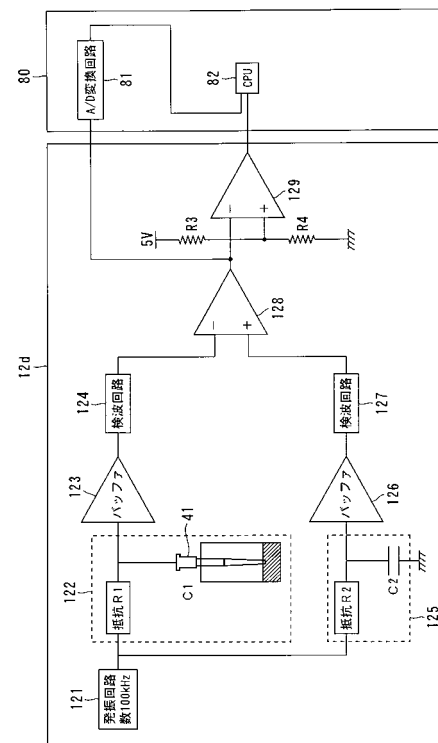
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

