

(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2014-87450
(P2014-87450A)

(43) 公開日 平成26年5月15日(2014.5.15)

(51) Int.Cl.

A 61 M 5/142 (2006.01)

F 1

A 61 M 5/14 481

テーマコード(参考)

4 C O 6 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願2012-238675 (P2012-238675)

(22) 出願日

平成24年10月30日 (2012.10.30)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅善

(74) 代理人 100127661

弁理士 宮坂 一彦

(74) 代理人 100116665

弁理士 渡辺 和昭

(72) 発明者 片瀬 誠

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

F ターム(参考) 4C066 BB01 CC01 DD16 FF04 QQ46
QQ53 QQ82

(54) 【発明の名称】液体輸送装置及びチューブの閉塞状態の判定方法

(57) 【要約】

【課題】チューブの閉塞状態を判定したい。

【解決手段】本発明は、液体を輸送するためのチューブと、前記チューブを押して閉塞させる複数のフィンガートと、前記チューブを圧搾して前記液体を輸送するように前記フィンガートを順に押すカムと、複数の前記フィンガートに押される領域よりも上流側のチューブに設けられた第1電極と、前記領域よりも下流側のチューブに設けられた第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定する判定部とを有する液体輸送装置である。

【選択図】図15

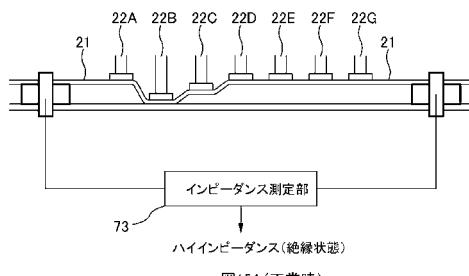


図15A(正常時)

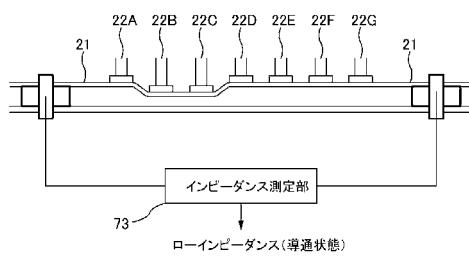


図15B(第2フィンガー異常時)

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

液体を輸送するためのチューブと、
前記チューブを押して閉塞させる複数のフィンガーと、
前記チューブを圧搾して前記液体を輸送するように前記フィンガーを順に押すカムと、
複数の前記フィンガーに押される領域よりも上流側のチューブに設けられた第1電極と
、
前記領域よりも下流側のチューブに設けられた第2電極と、
前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態
を判定する判定部と
を有する液体輸送装置。

10

【請求項 2】

請求項1に記載の液体輸送装置であって、
前記チューブの内周面に撥水処理が施されている
ことを特徴とする液体輸送装置。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の液体輸送装置であって、
前記液体輸送装置の流路内に前記液体を充満させるプライミング処理の後に、前記判定部が、前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定する
ことを特徴とする液体輸送装置。

20

【請求項 4】

請求項1～3のいずれかに記載の液体輸送装置であって、
前記判定部は、複数の前記フィンガーの全てが前記カムによって押される期間を継続して、前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定する
ことを特徴とする液体輸送装置。

【請求項 5】

請求項1～4のいずれかに記載の液体輸送装置であって、
前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスを測定する際に、前記第1電極と第2電極の間にバイアス電圧が加わらないように、前記第1電極及び前記第2電極に交流電圧を印加する
ことを特徴とする液体輸送装置。

30

【請求項 6】

液体を輸送するためのチューブと、前記チューブを押して閉塞させる複数のフィンガーと、前記チューブを圧搾して前記液体を輸送するように前記フィンガーを順に押すカムとを備えた液体輸送装置の前記チューブの閉塞状態を判定する判定方法であって、
複数の前記フィンガーに押される領域よりも上流側のチューブに設けられた第1電極と

、
前記領域よりも下流側のチューブに設けられた第2電極との間のインピーダンスに基づいて、前記チューブの閉塞状態を判定する
ことを特徴とする液体輸送方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液体輸送装置及びチューブの閉塞状態の判定方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

液体を輸送する液体輸送装置として、特許文献1に記載されたマイクロポンプが知られている。マイクロポンプには、チューブに沿って複数のフィンガーが配置されており、カ

50

ムがフィンガーを順次押すことによって、チューブが圧搾されて液体が輸送される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-77947号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

フィンガーによりチューブを圧搾して液体を輸送する液体輸送装置では、チューブの閉塞が不十分である場合、カムの回転量に対する液体の輸送量が低下し、精密な輸送ができなくなる。

【0005】

本発明は、チューブの閉塞状態を判定することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための主たる発明は、液体を輸送するためのチューブと、前記チューブを押して閉塞させる複数のフィンガーと、前記チューブを圧搾して前記液体を輸送するように前記フィンガーを順に押すカムと、複数の前記フィンガーに押される領域よりも上流側のチューブに設けられた第1電極と、前記領域よりも下流側のチューブに設けられた第2電極と、前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定する判定部とを有する液体輸送装置である。

【0007】

本発明の他の特徴については、本明細書及び添付図面の記載により明らかにする。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、液体輸送装置1の全体斜視図である。

【図2】図2は、液体輸送装置1の分解図である。

【図3】図3は、液体輸送装置1の断面図である。

【図4】図4は、液体輸送装置1の内部の透過上面図である。

【図5】図5は、ポンプ部5の概要説明図である。

【図6】図6は、本体10の内部構成を示す分解斜視図である。

【図7】図7は、本体10の裏面の斜視図である。

【図8】図8は、カートリッジ20の内部構成を示す分解斜視図である。

【図9】図9は、カートリッジ20ベースの裏面の分解斜視図である。

【図10】図10は、液体輸送装置1をパッチ30の底面側から見た斜視図である。

【図11】図11は、液体輸送装置1の使用方法を示すフロー図である。

【図12】図12は、プライミング処理の説明図である。

【図13】図13A～図13Cは、チューブ21の閉塞の説明図である。図13Dは、チューブ21が閉塞されていない状態の説明図である。

【図14】図14は、チューブ21の閉塞状態の監視を行う監視装置70の説明図である。

【図15】図15A及び図15Bは、チューブの閉塞状態とインピーダンスの関係を示す説明図である。

【図16】図16は、別の実施形態の監視装置70の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書及び添付図面の記載により、少なくとも、以下の事項が明らかとなる。

【0010】

液体を輸送するためのチューブと、前記チューブを押して閉塞させる複数のフィンガーと、前記チューブを圧搾して前記液体を輸送するように前記フィンガーを順に押すカムと

10

20

30

40

50

、複数の前記フィンガーに押される領域よりも上流側のチューブに設けられた第1電極と、前記領域よりも下流側のチューブに設けられた第2電極と、前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定する判定部とを有する液体輸送装置が明らかとなる。

このような液体輸送装置によれば、チューブの閉塞状態を監視できる。

【0011】

前記チューブの内周面に撥水処理が施されていることが望ましい。これにより、閉塞位置の上流側と下流側の液体が絶縁状態になりやすくなるため、閉塞状態を判定しやすくなる。

【0012】

前記液体輸送装置の流路内に前記液体を充満させるプライミング処理の後に、前記判定部が、前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定することが望ましい。プライミング処理後であれば、チューブに液体が充満しているため、インピーダンスに基づくチューブの閉塞状態の判定が可能である。

【0013】

前記判定部は、複数の前記フィンガーの全てが前記カムによって押される期間を継続して、前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスに基づいて前記チューブの閉塞状態を判定することが望ましい。これにより、複数のフィンガーのいずれかのフィンガーによる閉塞に異常があっても、その異常を検出できる。

【0014】

前記第1電極と前記第2電極の間のインピーダンスを測定する際に、前記第1電極と第2電極の間にバイアス電圧が加わらないように、前記第1電極及び前記第2電極に交流電圧を印加することが望ましい。これにより、液体に電気化学的なプロセスが生じることを抑制できる。

【0015】

液体を輸送するためのチューブと、前記チューブを押して閉塞させる複数のフィンガート、前記チューブを圧搾して前記液体を輸送するように前記フィンガーを順に押すカムとを備えた液体輸送装置の前記チューブの閉塞状態を判定する判定方法であって、複数の前記フィンガーに押される領域よりも上流側のチューブに設けられた第1電極と、前記領域よりも下流側のチューブに設けられた第2電極との間のインピーダンスに基づいて、前記チューブの閉塞状態を判定することを特徴とする液体輸送方法が明らかとなる。これにより、チューブの閉塞状態を監視できる。

【0016】

＝＝＝実施形態＝＝＝

<液体輸送装置の基本構成>

図1は、液体輸送装置1の全体斜視図である。図2は、液体輸送装置1の分解図である。図に示すように、液体輸送装置1の貼着される側(生体側)を「下」とし、逆側を「上」として説明することがある。

【0017】

液体輸送装置1は、液体を輸送するための装置である。液体輸送装置1は、本体10と、カートリッジ20と、パッチ30とを備える。本体10、カートリッジ20及びパッチ30は、図2に示すように分離可能であるが、使用時には図1に示すように一体に組み立てられる。液体輸送装置1は、例えば生体にパッチ30を貼着して、カートリッジ20に貯留されているインスリンを定期注入するのに好適に用いられる。カートリッジ20に貯留された液体(例えばインスリン)が無くなった場合、カートリッジ20は交換されるが、本体10及びパッチ30は継続して使用される。但し、パッチ30も低頻度で交換される。

【0018】

図3は、液体輸送装置1の断面図である。図4は、液体輸送装置1の内部の透過上面図である。図4には、ポンプ部5の構成も示されている。図5は、ポンプ部5の概要説明図

10

20

30

40

50

である。

【0019】

ポンプ部5は、カートリッジ20に貯留されている液体を輸送するためのポンプとしての機能を有し、チューブ21と、複数のフィンガー22と、カム11と、駆動機構12とを備えている。

【0020】

チューブ21は、液体を輸送するための管である。チューブ21の上流側（液体の輸送方向を基準にした場合の上流側）は、カートリッジ20の液体の貯留部26に連通している。チューブ21は、フィンガー22から押されると閉塞し、フィンガー22からの力が解除されると元に戻る程度に弾性を有している。チューブ21は、カートリッジ20のチューブ案内壁251Aの内面に沿って、部分的に円弧形状に配置されている。チューブ21の円弧形状の部分は、チューブ案内壁251Aの内面と、複数のフィンガー22との間に配置されている。チューブ21の円弧の中心は、カム11の回転中心と一致している。

【0021】

フィンガー22は、チューブ21を閉塞させるための部材である。フィンガー22は、カム11から力を受けて、従動的に動作する。フィンガー22は、棒状の軸部と鍔状の押圧部とを有し、T字形状になっている。棒状の軸部はカム11と接触し、鍔状の押圧部はチューブ21と接触している。フィンガー22は、軸方向に沿って可動になるように、支持されている。

【0022】

複数のフィンガー22は、カム11の回転中心から放射状に等間隔で配置されている。複数のフィンガー22は、カム11とチューブ21との間に配置されている。ここでは、7本のフィンガー22が設けられている。以下の説明では、液体の輸送方向の上流側から順に、第1フィンガー22A、第2フィンガー22B、・・・第7フィンガー22Gと呼ぶことがある。

【0023】

カム11は、外周の4箇所に突起部を有している。カム11の外周に複数のフィンガー22が配置されており、そのフィンガー22の外側にチューブ21が配置されている。カム11の突起部によってフィンガー22が押されることによって、チューブ21が閉塞する。フィンガー22が突起部から外れると、チューブ21の弾性力によってチューブ21が元の形状に戻る。カム11が回転すると、7本のフィンガー22が順に突起部から押されて、輸送方向上流側から順にチューブ21が閉塞する。これにより、チューブ21が蠕動運動させられて、液体がチューブ21に圧搾されて輸送される。液体の逆流を防止するため、少なくとも1つ、好ましくは2つのフィンガー22がチューブ21を閉塞するように、カム11の突起部が形成されている。

【0024】

駆動機構12は、カム11を回転駆動するための機構である。駆動機構12は、圧電モーター121と、ローター122と、減速伝達機構123とを有する（図4参照）。

【0025】

圧電モーター121は、圧電素子の振動を利用してローター122を回転させるためのモーターである。圧電モーター121は、矩形状の振動体の両面に接着された圧電素子に駆動信号を印加することによって、振動体を振動させる。振動体の端部はローター122に接触しており、この端部は、振動体が振動すると、橢円軌道や8の字軌道などの所定の軌道を描いて振動する。振動体の端部が、振動軌道の一部においてローター122と接触することによって、ローター122が回転駆動する。圧電モーター121は、振動体の端部がローター122に接触するように、一対のばねでローター122に向かって付勢されている。

【0026】

ローター122は、圧電モーター121によって回転させられる被駆動体である。ローター122には、減速伝達機構123の一部を構成するローターピニオンが形成されてい

10

20

30

40

50

る。

【0027】

減速伝達機構123は、ローター122の回転を所定の減速比でカム11に伝達する機構である。減速伝達機構123は、ローターピニオンと、伝達車と、カム歯車とから構成されている。ローターピニオンは、ローター122に一体的に取り付けられた小歯車である。伝達車は、ローターピニオンと噛合する大歯車と、カム歯車と噛合するピニオンを有し、ローター122の回転力をカム11に伝達する機能を有する。カム歯車は、カム11に一体的に取り付けられており、カム11とともに回転可能に支持されている。

【0028】

ポンプ部5を構成するチューブ21、複数のフィンガー22、カム11及び駆動機構12のうち、カム11及び駆動機構12は本体10に設けられており、チューブ21及び複数のフィンガー22はカートリッジ20に設けられている。以下、本体10、カートリッジ20及びパッチ30の構成について説明する。

【0029】

- ・本体10

図6は、本体10の内部構成を示す分解斜視図である。図7は、本体10の裏面の斜視図である。以下、これらの図とともに図1～図4を参照しながら、本体10の構成について説明する。

【0030】

本体10は、本体ベース13と、本体ケース14とを有する。本体ベース13上には、前述の駆動機構12と、圧電モーター121等の制御を行う制御基板15(制御部)とが設けられている。本体ベース13上の駆動機構12(圧電モーター121、ローター122、減速伝達機構123)や制御基板15は、本体ケース14によって覆われて保護されている。

【0031】

本体ベース13には、ベアリング13Aが設けられている。カム11の回転軸が本体ベース13を貫通しており、ベアリング13Aは、本体ベース13に対して回転可能にカム11の回転軸を支持している。カム11は減速伝達機構123を構成するカム歯車と一体であり、カム歯車は本体ケース14によって覆われて本体10の内部に配置され、カム11は本体10から露出している。本体10とカートリッジ20とを組み合わせると、本体10から露出しているカム11が、カートリッジ20のフィンガー22の端部と噛み合うことになる。

【0032】

本体10にはフック掛け16が設けられている。フック掛け16には、カートリッジ20の固定フック234が引っ掛かり、本体10がカートリッジ20に固定される。

また、本体10は、電池収納部18を有する。電池収納部18に収納された電池19は、液体輸送装置1の電力源となる。

【0033】

- ・カートリッジ20

図8は、カートリッジ20の内部構成を示す分解斜視図である。図9は、カートリッジ20ベースの裏面の分解斜視図である。以下、これらの図とともに図1～図5を参照しながら、カートリッジ20の構成について説明する。

【0034】

カートリッジ20は、カートリッジベース23と、ベース受け24とを有する。

【0035】

カートリッジベース23の上側には、チューブユニット25が設けられている。チューブユニット25は、前述のチューブ21及び複数のフィンガー22と、ユニットベース251と、ユニットカバー252とを有する。ユニットベース251にはチューブ案内壁251Aが形成されており、ユニットベース251の内部においてチューブ21が円弧形状に配置されている。また、ユニットベース251は、フィンガー22を軸方向に可動に支

10

20

30

40

50

持している。ユニットベース251内のチューブ21とフィンガー22は、ユニットカバー252によって覆われている。

【0036】

チューブユニット25は平坦な円筒形状になっており、チューブユニット25の中央の空洞に本体10から露出しているカム11が挿入されることになる。これにより、本体10側のカム11とカートリッジ20側のフィンガー22とが噛み合うことになる。

【0037】

カートリッジベース23には、供給側継手231及び排出側継手232が設けられている。供給側継手231及び排出側継手232には、チューブユニット25内のチューブ21の端部がそれぞれ接続される。複数のフィンガー22がチューブ21を順に圧搾すると、供給側継手231から液体がチューブ21に供給されるとともに、排出側継手232から液体が排出される。排出側継手232には接続針233が連通しており、排出側継手232から排出された液体は、接続針233を介して、パッチ30側に供給されることになる。

10

【0038】

カートリッジベース23には、固定フック234が形成されている。固定フック234は、本体10のフック掛け16に引っ掛けられ、本体10をカートリッジ20に固定する。

【0039】

カートリッジベース23とベース受け24との間には、リザーバーフィルム25が挟み込まれている。リザーバーフィルム25の周囲は、カートリッジベース23の底面に密に接着されている。カートリッジベース23とリザーバーフィルム25との間に貯留部26が形成され、この貯留部26に液体（例えばインスリン）が貯留される。貯留部26は供給側継手231に連通しており、貯留部26に貯留された液体は、供給側継手231を介して、チューブ21に供給されることになる。

20

【0040】

上記の通り、貯留部26は、カートリッジベース23の下側に構成されている。カートリッジベース23の上側にはポンプ部5を構成するチューブ21及びフィンガー22が配置されているので、ポンプ部5と貯留部26が上下に配置されている。これにより、液体輸送装置1の小型化が図られている。また、貯留部26は、ポンプ部5よりも生体側に配置されている。これにより、貯留部26に貯留された液体が生体の体温で保温されやすくなり、液体の温度と生体の体温との差が抑制される。

30

【0041】

貯留部26に貯留された液体が無くなると、カートリッジ20は、液体輸送装置1から取り外されて、新たなカートリッジ20に交換される。但し、注射針を用いて外部からカートリッジセプタム27を介して貯留部26に液体を注入することが可能である。なお、カートリッジセプタム27は、注射針を抜くと穴が塞がる材料（例えばゴム、シリコン等）で構成されている。

【0042】

- ・パッチ30

図10は、液体輸送装置1をパッチ30の底面側から見た斜視図である。以下、図1～図5も参照しながら、パッチ30の構成について説明する。

40

【0043】

パッチ30は、ソフトニードル31と、導入針フォルダ32と、ポートベース33と、パッチベース34と、粘着パッド35とを有する。

【0044】

ソフトニードル31は、生体に液体を注入するための管であり、カテーテルの機能を有する。ソフトニードル31は、例えばフッ素樹脂等の柔らかい材料で構成される。ソフトニードル31の一端は、ポートベース33に固定されている。

【0045】

導入針フォルダ32は、導入針32Aを保持する部材である。導入針フォルダ32には

50

、導入針 32A の一端が固定されている。導入針 32A は、柔らかいソフトニードル 31 を生体に挿入するための金属製の針である。導入針 32A は細長い中空管状の針であるとともに、不図示の横穴を有する。導入針 32A の横穴から液体が供給されると、導入針 32A の先端から液体が排出される。これにより、ソフトニードル 31 を生体に穿刺する前に、液体輸送装置 1 の流路内を液体で充満させるプライミング処理が可能になる。

【0046】

使用前の状態では、導入針フォルダ 32 はポートベース 33 に取り付けられており、導入針 32A はソフトニードル 31 に挿通されてソフトニードル 31 の下側から針先が露出している。パッチ 30 を生体に貼り付けるとき、導入針 32A とともにソフトニードル 31 を生体に穿刺した後、導入針 32A ごと導入針フォルダ 32 がポートベース 33 から引き抜かれる（抜去）。硬い導入針 32A は生体に留置し続けないで済むため、生体への負荷が小さい。なお、ソフトニードル 31 は生体に留置し続けるが、ソフトニードル 31 は柔らかいため、生体への負荷は小さい。

10

【0047】

ポートベース 33 には、カートリッジ 20 の接続針 233 から供給される液体をソフトニードル 31 に供給する部材である。ポートベース 33 は、接続針用セプタム 33A と、導入針用セプタム 33B とを有する。接続針用セプタム 33A 及び導入針用セプタム 33B は、針を抜くと穴が塞がる材料（例えばゴム、シリコン等）で構成されている。接続針用セプタム 33A にはカートリッジ 20 の接続針 233 が挿通され、液体は、接続針 233 を介して接続針用セプタム 33A 越しに、カートリッジ 20 側からパッチ 30 側に供給される。カートリッジ 20 の交換のためにカートリッジ 20 の接続針 233 がパッチ 30 から抜かれても、接続針用セプタム 33A の接続針 233 による穴は自然に塞がる。導入針用セプタム 33B には導入針 32A が挿通されており、導入針 32A が引き抜かれると、導入針用セプタム 33B の導入針 32A による穴は自然に塞がる。接続針用セプタム 33A 及び導入針用セプタム 33B により、パッチ 30 内の液体が外部に漏れたり、生体の体液がパッチ 30 側に逆流したりすることが防止される。なお、ポートベース 33 内で導入針 32A の存在した領域（導入用セプタム以外の領域）は、導入針 32A の抜き取り後には液体の流路となる。

20

【0048】

パッチベース 34 は、ポートベース 33 に固定された平板状の部材である。パッチベース 34 は、ベース受け 24 を固定するための固定部 34A を有する。パッチベース 34 の底面には粘着パッド 35 が取り付けられている。粘着パッド 35 は、パッチ 30 を生体等に貼着するための粘着性のパッドである。

30

【0049】

上記の液体輸送装置 1 では、ポンプ部 5 と貯留部 26 とが上下に配置され、液体輸送装置 1 の小型化が図られている。これにより、粘着パッド 35 を小型化できる。

【0050】

< 基本的な使用方法 >

図 11 は、液体輸送装置 1 の使用方法を示すフロー図である。

40

【0051】

まず、使用者は、液体輸送装置 1 のキットを準備する（S001）。キットには、液体輸送装置 1 を構成するための本体 10、カートリッジ 20 及びパッチ 30 が同梱されている。使用者は、図 2 に示すように、本体 10、カートリッジ 20 及びパッチ 30 を組み立てて、液体輸送装置 1 を組み立てる（S002）。使用者は、本体 10 とカートリッジ 20 とを組み立てることによって、本体 10 側のカム 11 とカートリッジ 20 側のフィンガーハンドル 22 とを噛み合わせる。また、使用者は、カートリッジ 20 の接続針 233 をパッチ 30 の接続針用セプタム 33A に挿入し、カートリッジ 20 側からパッチ 30 側に液体を供給可能な状態にする。

【0052】

次に、使用者は、プライミング処理を行う（S003）。図 12 は、プライミング処理

50

の説明図である。プライミング処理は、液体輸送装置1のポンプ部5を駆動させて、液体輸送装置1の流路内に液体を充満させる処理である。このプライミング処理により、液体輸送装置1の流路内の気体が導入針32Aから排出される。また、このプライミング処理により、空の状態のチューブ21に液体が充満することになる。使用者は、導入針32Aの先端から液体が排出されるまで、液体輸送装置1のポンプ部5を駆動させる。

【0053】

プライミング処理後、使用者は、導入針32A及びソフトニードル31を生体に垂直に穿刺し、その後、導入針フォルダ32をポートベース33から引き抜き、ソフトニードル31から導入針32Aを抜去する(S004)。導入針用セプタム33Bがあるため、導入針32Aが抜き去られても、導入針用セプタム33Bの導入針32Aによる穴は自然に塞がる。このとき、使用者は、パッチ30の粘着パッド35の保護用紙を剥がして、粘着パッド35を生体の皮膚に貼り付けて、液体輸送装置1を生体に貼着させると良い。

10

【0054】

次に、使用者は、導入針32Aの存在した領域(導入用セプタム以外の領域)の容量分の液体を輸送するように、ポンプ部5を予備動作させる(S005)。これにより、導入針32Aの存在した空間を液体で充満させることができる。

【0055】

その後、使用者は、液体輸送装置1に定量輸送処理(通常の処理)を行わせる(S006)。このとき、液体輸送装置1は、駆動機構12の圧電モーター121を駆動してカム11を回転させ、カム11の突起部によって7本のフィンガー22を順に押して輸送方向上流側から順にチューブ21を閉塞させ、チューブ21を蠕動運動させて液体を輸送する。定量輸送処理では、所定時間に所定量の液体が輸送されるように、カム11の回転量が制御される。

20

【0056】

<チューブの閉塞>

図13A～図13Cは、チューブ21の閉塞の説明図である。本来であれば、チューブ21は円弧形状に配置されているが、ここでは便宜上、チューブ21を直線状に配置している。

【0057】

図13A及び図13Bに示すように、カム11が回転することにより、フィンガー22が輸送方向上流側から順に押されて、輸送方向上流側から順にチューブ21が閉塞する。チューブ21の閉塞によって液体を輸送させるため、少なくとも1本のフィンガー22がチューブ21を閉塞することになる。

30

【0058】

図13Cに示すように、第7フィンガー22Gがチューブ21を閉塞させている間に、第1フィンガー22Aがチューブ21を閉塞させる。仮に第7フィンガー22Gがチューブ21を解放させてから第1フィンガー22Aを閉塞させると、チューブ21内の液体が逆流するおそれがあるためである。このため、輸送方向上流側から順に7本のフィンガー22を押し終えて、再び輸送方向最上流側のフィンガー(第1フィンガー22G)を押すまでの間においても、少なくとも1本のフィンガー22がチューブ21を閉塞することになる。

40

【0059】

上記のとおり、正常時には、どのタイミングにおいても、少なくとも1本のフィンガー22がチューブ21を閉塞することになる。

【0060】

図13Dは、チューブ21が閉塞されていない状態の説明図である。

【0061】

チューブ21が閉塞されない理由としては、様々な原因が考えられる。原因の1つとして、本体10とカートリッジ20とを組み立てる際に、本体10側のカム11とカートリッジ20側のフィンガー22とが正常に噛み合っていない場合、フィンガー22が十分な

50

距離を移動できず、フィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させられないことが考えられる。また、別の原因として、カートリッジ 2 0 の製造誤差などにより、フィンガー 2 2 の軸部が短い場合、カム 1 1 の突起部がフィンガー 2 2 を押してもフィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させられないことが考えられる。

【0062】

チューブ 2 1 を閉塞できない異常なフィンガー 2 2 (例えば、図 13D の第 2 フィンガ - 2 2B) がある状態であっても、他のフィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を正常に閉塞できていれば、液体輸送装置 1 は、ある程度の液体を輸送することが可能である。また、全てのフィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を完全に閉塞させることができない状態であっても、フィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を押したときのチューブ 2 1 の変形量が大きければ、液体輸送装置 1 は、ある程度の液体を輸送することが可能である。

10

【0063】

このように、フィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させていなくても、液体輸送装置 1 が液体を輸送できる場合がある。このような場合、使用者は、チューブ 2 1 の閉塞が不十分であることを認識できない。但し、チューブ 2 1 の閉塞が不十分である場合、カム 1 1 の回転量に対する液体の輸送量が低下するため、精密な液量の輸送ができなくなる。

【0064】

そこで、本実施形態の液体輸送装置 1 は、チューブ 2 1 の閉塞状態の判定を行っている。

20

【0065】

<閉塞状態の判定>

図 14 は、チューブ 2 1 の閉塞状態の監視を行う監視装置 7 0 の説明図である。

【0066】

監視装置 7 0 は、第 1 電極 7 1 と、第 2 電極 7 2 と、インピーダンス測定部 7 3 と、閉塞判定部 7 4 とを有している。第 1 電極 7 1 は、第 2 電極 7 2 よりも上流側に位置している。インピーダンス測定部 7 3 及び閉塞判定部 7 4 は、前述の制御基板 1 5 に設けられている。

【0067】

第 1 電極 7 1 は、フィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を押す領域よりも上流側のチューブ 2 1 に設けられている。一方、第 2 電極 7 2 は、フィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を押す領域よりも下流側のチューブ 2 1 に設けられている。つまり、第 1 電極 7 1 と第 2 電極 7 2 との間にフィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を押す領域を挟むように、第 1 電極 7 1 及び第 2 電極 7 2 が配置されている。

30

【0068】

第 1 電極 7 1 及び第 2 電極 7 2 は、管形状であり、その内周面で液体と接觸して液体を輸送する流路を構成している。本実施形態では、第 1 電極 7 1 及び第 2 電極 7 2 が液体と直接的に接觸しているため、電極と液体とが容量結合している場合 (電極がチューブの外側に設けられ、電極が液体と直接的には接觸していない場合) と比べて、インピーダンスの測定時の誤差を軽減でき、測定精度が向上する。

40

【0069】

具体的には、第 1 電極 7 1 及び第 2 電極 7 2 は、導電性の金属製の継手で構成されている。第 1 電極 7 1 は、チューブ 2 1 と貯留部 2 6 とを連通させるための L 字形状の継手であり、ここでは供給側継手 2 3 1 を兼用している。第 2 電極 7 2 は、チューブ 2 1 と接続針 2 3 3 とを連通させるための L 字形状の継手であり、ここでは排出側継手 2 3 2 を兼用している。

【0070】

インピーダンス測定部 7 3 は、第 1 電極 7 1 と第 2 電極 7 2 の間のインピーダンスを測定する。図 15A 及び図 15B は、チューブの閉塞状態とインピーダンスの関係を示す説明図である。図 15A に示すように、フィンガー 2 2 (例えば第 2 フィンガー 2 2B) がチューブ 2 1 を閉塞させると、その閉塞位置で液体が絶縁され、この結果、第 1 電極 7 1

50

と第2電極との間のインピーダンスが高くなる。一方、図15Bに示すように、フィンガー22（例えば第2フィンガー22B）によるチューブ21の閉塞が不十分であると、その位置で液体は絶縁されずに導通状態になり、第1電極71と第2電極72との間のインピーダンスは、図15Aの場合と比べて、低くなる。

【0071】

閉塞判定部74は、インピーダンス測定部73の測定結果に基づいて、チューブ21の閉塞状態を判定する。具体的には、閉塞判定部74は、測定結果のインピーダンスが所定の閾値よりも高ければ、チューブ21の閉塞状態が正常であると判定する。また、閉塞判定部74は、測定結果のインピーダンスが所定の閾値よりも低ければ、チューブ21の閉塞状態に異常があると判定する。

10

【0072】

閉塞判定部75は、測定結果を制御基板15の制御部に出力する。制御部は、チューブ21の閉塞状態が正常であると判定された場合には定量輸送処理（S006）を継続し、チューブ21の閉塞状態が異常であると判定された場合には定量輸送処理を停止して、音や光などによって使用者に警告を報知する。

【0073】

上記の通り、本実施形態の液体輸送装置1は、液体を輸送するためのチューブ21と、チューブを押して閉塞させる複数のフィンガー22と、チューブを圧搾して液体を輸送するようにフィンガーを順に押すカム11とを備えている。このような構成の液体輸送装置1の場合、フィンガー22によるチューブ21の閉塞が不十分であると、カム11の回転量に対する液体の輸送量が低下するため、精密な液量の輸送ができなくなる。一方、このような構成の液体輸送装置1の場合、フィンガー22が正常にチューブ21を閉塞すると、その閉塞位置の上流側と下流側の液体が絶縁状態になる。そこで、本実施形態の液体輸送装置1は、チューブ21の閉塞状態に応じてインピーダンスが高低することを利用すべく、第1電極71及び第2電極72と、閉塞判定部74とを備えることによって、インピーダンスに基づいてチューブ21の閉塞状態を判定している。これにより、チューブ21の閉塞状態の監視が可能になる。

20

【0074】

加えて、本実施形態では、チューブ21の内周面に撥水処理が施されている。これにより、チューブ21の閉塞位置でチューブ21の内周面に液膜が形成されにくくなり、閉塞位置の上流側と下流側の液体が絶縁状態になりやすくなる。このため、チューブ21の内周面に撥水処理を施すことによって、正常時と異常時のインピーダンスの変化が大きくなり、閉塞の状態を判定しやすくなる。

30

【0075】

ところで、閉塞状態の判定時には、チューブ21に液体が充填されている必要がある。このため、判定部は、プライミング処理（S003）の後に、閉塞状態を判定すると良いなお、フィンガー22によるチューブ21の閉塞に異常がある場合であっても、他のフィンガー22がチューブ21を正常に閉塞できていれば、若しくは、チューブ21の変形量が大きければ、ある程度の流体は輸送されるため、プライミング処理は可能である。

40

【0076】

一部のフィンガー22によるチューブ21の閉塞が正常でも、他のフィンガー22によるチューブ21の閉塞が不十分なことがある。そこで、判定部は、7本のフィンガー22の全てがカム11によって押される期間（4つの突起部を有するカムが90度回転する期間）を継続して、インピーダンスに基づいてチューブ21の閉塞状態を判定すると良い。これにより、7本のフィンガー22のいずれかのフィンガー22による閉塞に異常があつても、その異常を検出できる。

【0077】

また、本実施形態では、第1電極71と第2電極72の間にバイアス電圧が加わらないように、インピーダンス測定部73の電源電圧のDC成分がカットされた状態で、交流電圧が印加されている。仮に第1電極71と第2電極72との間にDC電圧がかかると、電

50

極に接触している液体（第1電極71と第2電極72との間の液体）に電気化学的なプロセスが生じ、液体の特性が変化したり、電極に析出物が付着したりするおそれがある。

【0078】

= = = その他 = = =

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることは言うまでもない。

【0079】

<監視装置70について>

前述の監視装置70では、インピーダンス測定部73が第1電極71と第2電極72との間のインピーダンスの値を精度よく測定し、閉塞判定部74がインピーダンスの値に基づいてチューブの閉塞状態を判定していた。但し、インピーダンスの値を精度よく測定しなくてもよい。

【0080】

例えば、第1電極71と第2電極72との間のインピーダンスが所定の閾値よりも高いときにLレベル（又はHレベル）の信号を出力し、インピーダンスが所の閾値よりも低いときにHレベル（Lレベル）の信号を出力するように、インピーダンス測定部が構成され、閉塞判定部74がインピーダンス測定部の出力信号に基づいてチューブの閉塞状態を判定しても良い。

10

【0081】

<電極について>

前述の実施形態の第1電極が供給側継手231を兼用しており、第2電極が排出側継手232を兼用していたが、第1電極や第2電極はこれに限られるものではない。

20

【0082】

図16は、別の実施形態の監視装置70の説明図である。第1電極71及び第2電極72は、管形状であり、その内周面で液体と接触して液体を輸送する流路を構成している。このように、第1電極71及び第2電極72を供給側継手231や排出側継手232とは別の部材で構成することも可能である。但し、この場合、前述の実施形態よりも部品点数が増加してしまう。

30

【0083】

また、前述の第1電極71及び第2電極72は、導電性の金属製の継手で構成されており、液体と直接的に接触していたが、これに限られるものではない。例えば、電極がチューブの外側に設けられ、電極が液体と直接的には接触していないても良い。但し、この場合、電極と液体とが容量結合することになり、インピーダンスの測定時に誤差が生じやすくなる。

【符号の説明】

【0084】

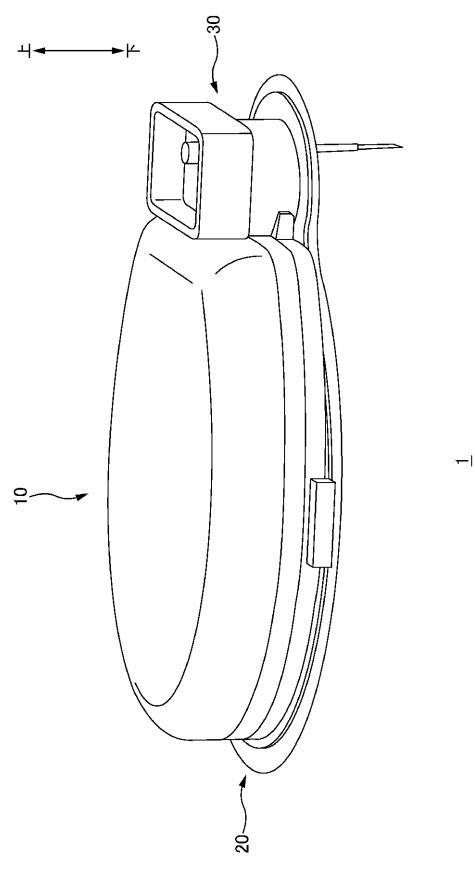
- 1 液体輸送装置、5 ポンプ部、
- 10 本体、11 カム、12 駆動機構、
- 12 1 圧電モーター、12 2 ローター、12 3 減速伝達機構、
- 13 本体ベース、13 A ベアリング、
- 14 本体ケース、15 制御基板、16 フック掛け、
- 18 電池収納部、19 電池、
- 20 カートリッジ、21 チューブ、22 フィンガー、
- 23 カートリッジベース、23 1 供給側継手、23 2 排出側継手、
- 23 3 接続針、23 4 固定フック、
- 24 ベース受け、25 チューブユニット、
- 25 1 ユニットベース、25 1 A チューブ案内壁、25 2 ユニットカバー、
- 25 リザーバーフィルム、26 貯留部、27 カートリッジセプタム、

40

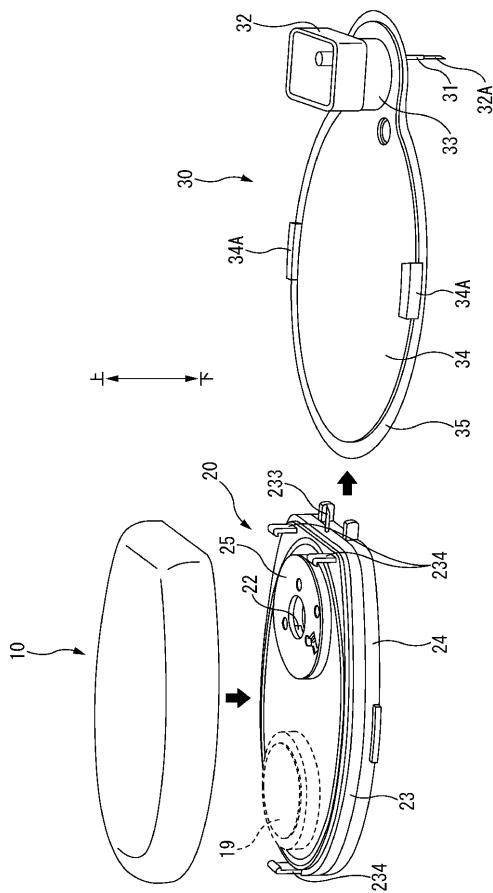
50

3 0 パッチ、3 1 ソフトニードル、3 2 導入針フォルダ、3 2 A 導入針、
 3 3 ポートベース、3 3 A 接続針用セプタム、3 3 B 導入針用セプタム、
 3 4 パッチベース、3 4 A 固定部、3 5 粘着パッド、
 7 0 監視装置、7 1 第1電極、7 2 第2電極、
 7 3 インピーダンス測定部、7 4 閉塞判定部

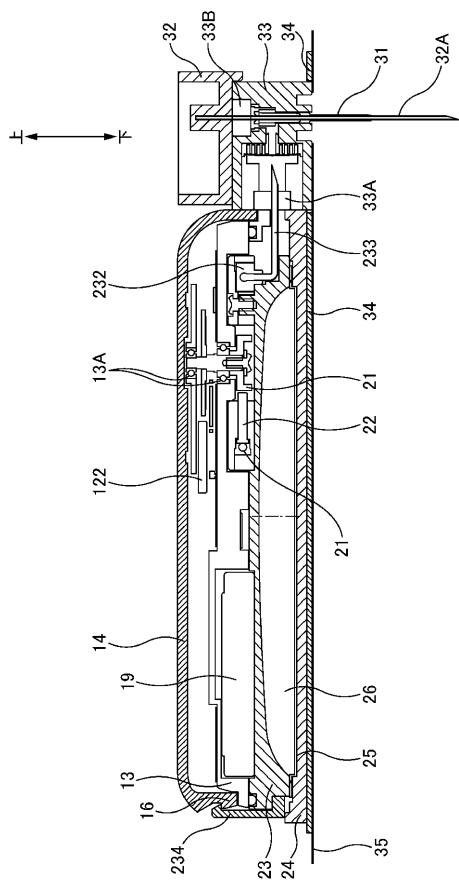
【図 1】



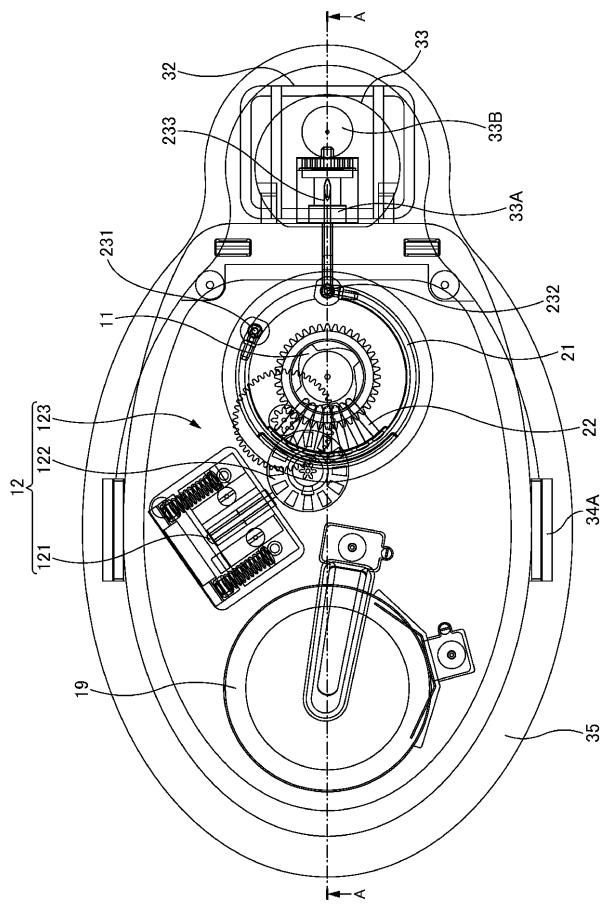
【図 2】



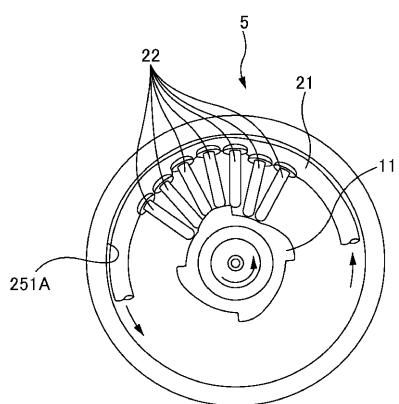
【図3】



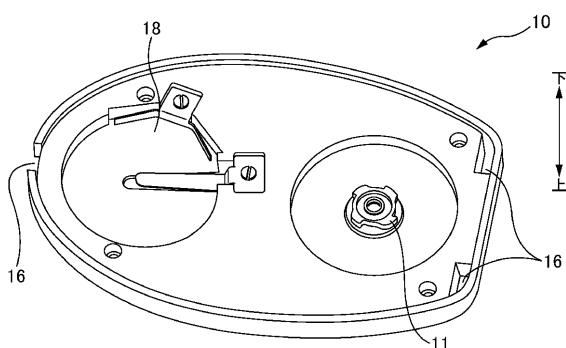
【図4】



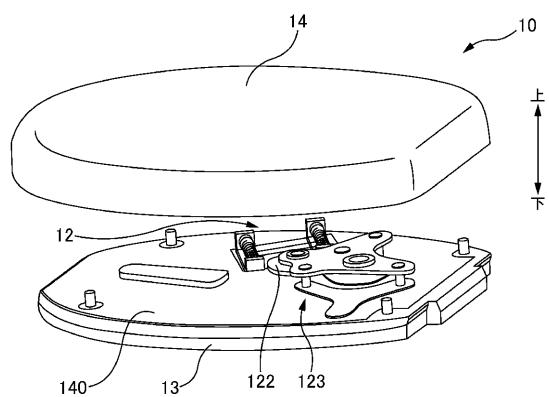
【図5】



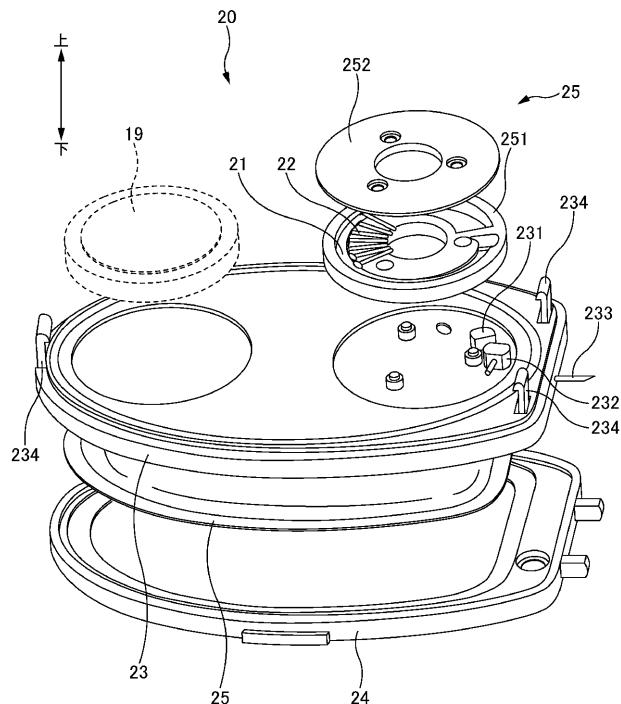
【図7】



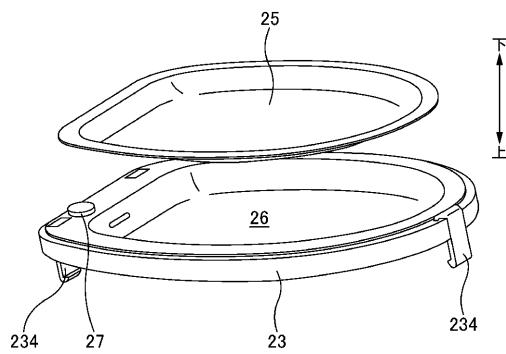
【図6】



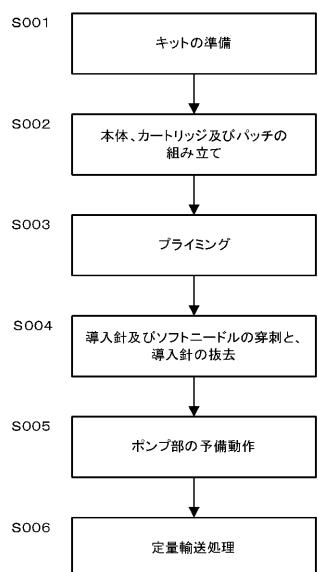
【図 8】



【図 9】



【図 11】



【図 13】

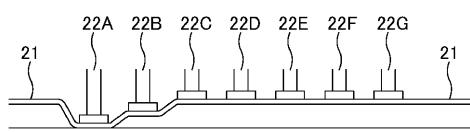


図13A(正常時)

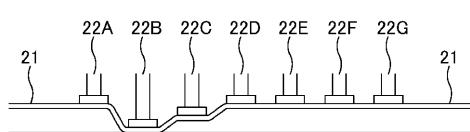


図13B(正常時)

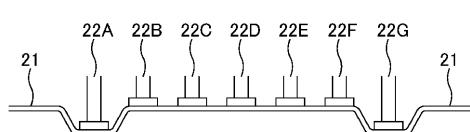


図13C(正常時)

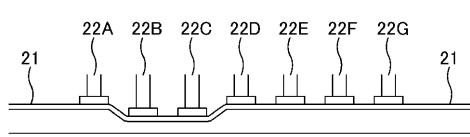
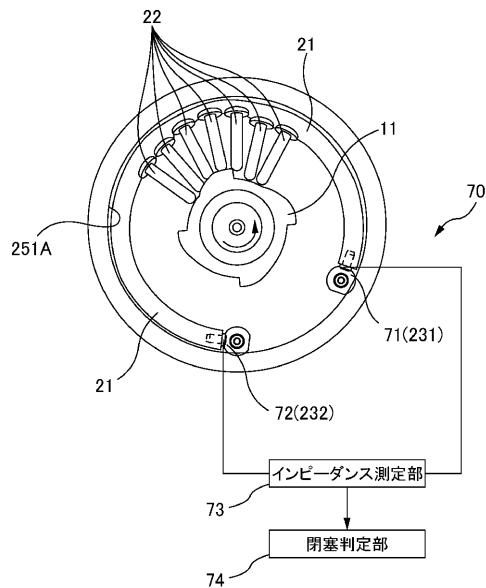
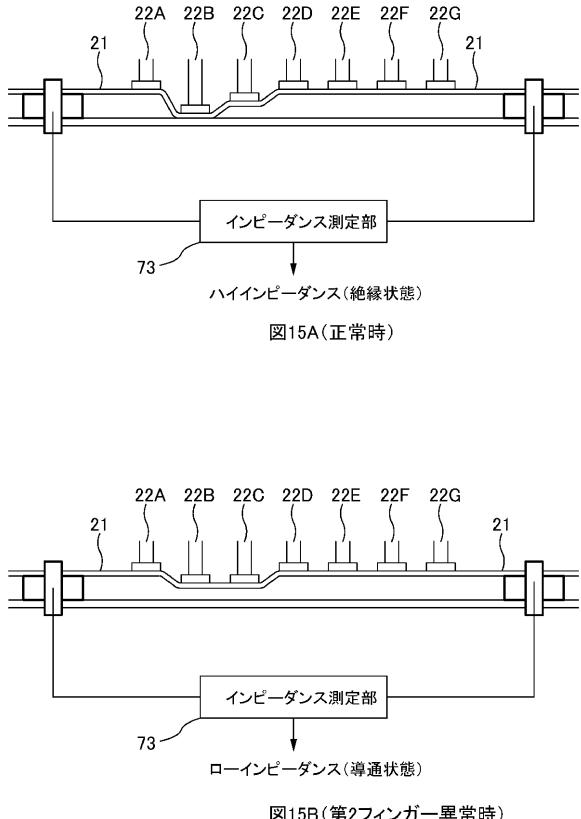


図13D(第2フィンガー異常時)

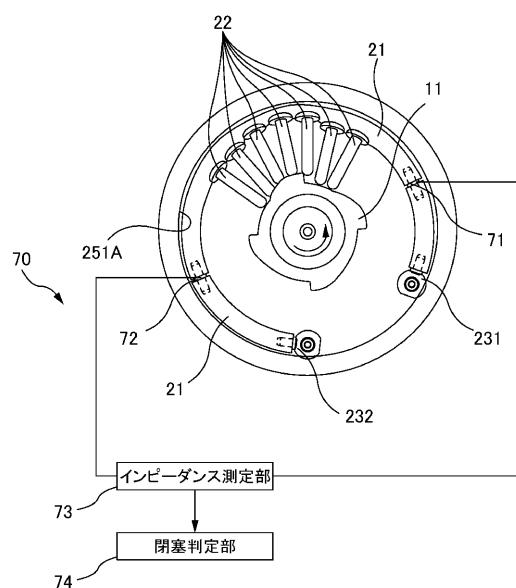
【図14】



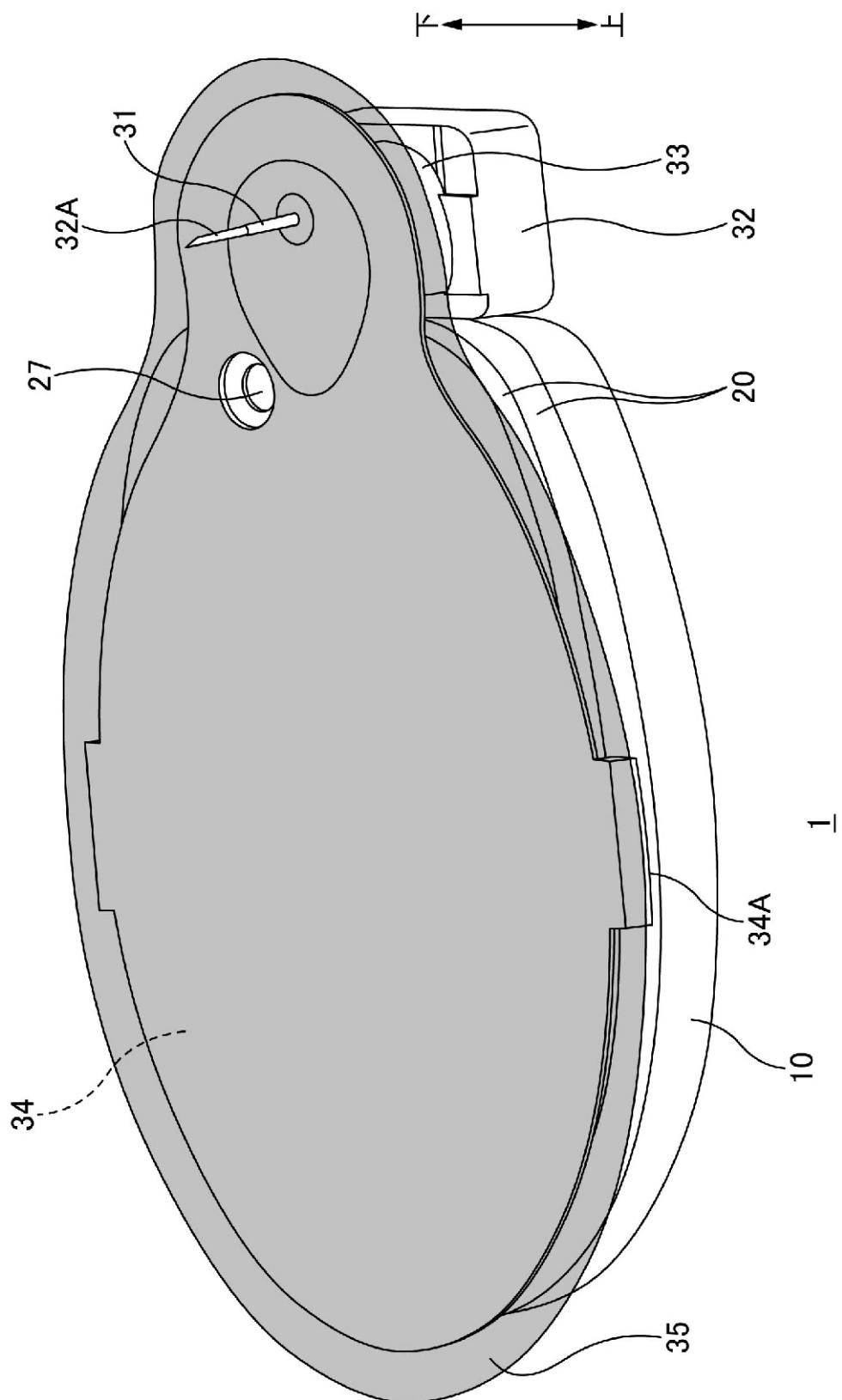
【図15】



【図16】



【図 10】



【図 12】

