

(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.

A61M 5/142 (2006.01)

F1

A61M 5/14 481

テーマコード (参考)

4C066

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 雅誉  
 (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

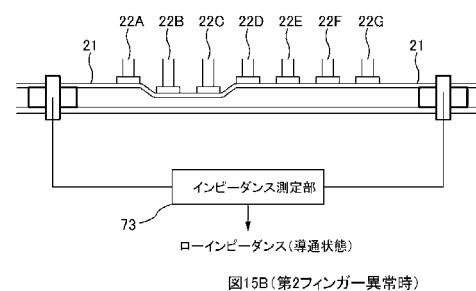
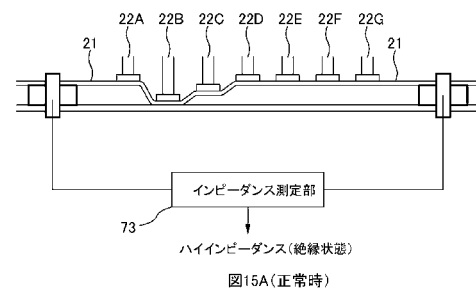
(54) 【発明の名称】 液体輸送装置及びチューブの閉塞状態の判定方法

(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。

【選択図】 図15



**【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。

10

【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。

20

【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。

30

【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、ブ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。

40

【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

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处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。

【 0 0 1 9 】

ポンプ部 5 は、カートリッジ 2 0 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 2 1 と、複数のフィンガー 2 2 と、カム 1 1 と、駆動機構 1 2 とを備えている。

【 0 0 2 0 】

チューブ 2 1 は、液体を輸送するための管である。チューブ 2 1 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 2 0 の液体の貯留部 2 6 に連通している。チューブ 2 1 は、フィンガー 2 2 から押されると閉塞し、フィンガー 2 2 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 2 1 は、カートリッジ 2 0 のチューブ案内壁 2 5 1 A 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 2 1 の円弧形状の部分は、チューブ案内壁 2 5 1 A の内面と、複数のフィンガー 2 2 との間に配置されている。チューブ 2 1 の円弧の中心は、カム 1 1 の回転中心と一致している。

10

【 0 0 2 1 】

フィンガー 2 2 は、チューブ 2 1 を閉塞させるための部材である。フィンガー 2 2 は、カム 1 1 から力を受けて、従動的に動作する。フィンガー 2 2 は、棒状の軸部と鏝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 1 1 と接触し、鏝状の押圧部はチューブ 2 1 と接触している。フィンガー 2 2 は、軸方向に沿って可動になるように、支持されている。

【 0 0 2 2 】

20

複数のフィンガー 2 2 は、カム 1 1 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 2 2 は、カム 1 1 とチューブ 2 1 との間に配置されている。ここでは、7 本のフィンガー 2 2 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 2 2 A、第 2 フィンガー 2 2 B、・・・第 7 フィンガー 2 2 G と呼ぶことがある。

【 0 0 2 3 】

カム 1 1 は、外周の 4 箇所に突起部を有している。カム 1 1 の外周に複数のフィンガー 2 2 が配置されており、そのフィンガー 2 2 の外側にチューブ 2 1 が配置されている。カム 1 1 の突起部によってフィンガー 2 2 が押されることによって、チューブ 2 1 が閉塞する。フィンガー 2 2 が突起部から外れると、チューブ 2 1 の弾性力によってチューブ 2 1 が元の形状に戻る。カム 1 1 が回転すると、7 本のフィンガー 2 2 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 2 1 が閉塞する。これにより、チューブ 2 1 が蠕動運動させられて、液体がチューブ 2 1 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 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させるように、カム 1 1 の突起部が形成されている。

30

【 0 0 2 4 】

駆動機構 1 2 は、カム 1 1 を回転駆動するための機構である。駆動機構 1 2 は、圧電モーター 1 2 1 と、ローター 1 2 2 と、減速伝達機構 1 2 3 とを有する（図 4 参照）。

【 0 0 2 5 】

40

圧電モーター 1 2 1 は、圧電素子の振動を利用してローター 1 2 2 を回転させるためのモーターである。圧電モーター 1 2 1 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 1 2 2 に接触しており、この端部は、振動体が振動すると、楕円軌道や 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 1 2 2 と接触することによって、ローター 1 2 2 が回転駆動する。圧電モーター 1 2 1 は、振動体の端部がローター 1 2 2 に接触するように、一対のばねでローター 1 2 2 に向かって付勢されている。

【 0 0 2 6 】

ローター 1 2 2 は、圧電モーター 1 2 1 によって回転させられる被駆動体である。ローター 1 2 2 には、減速伝達機構 1 2 3 の一部を構成するローターピニオンが形成されてい

50

る。

【 0 0 2 7 】

減速伝達機構 1 2 3 は、ローター 1 2 2 の回転を所定の減速比でカム 1 1 に伝達する機構である。減速伝達機構 1 2 3 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 1 2 2 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 1 2 2 の回転力をカム 1 1 に伝達する機能を有する。カム歯車は、カム 1 1 に一体的に取り付けられており、カム 1 1 とともに回転可能に支持されている。

【 0 0 2 8 】

ポンプ部 5 を構成するチューブ 2 1、複数のフィンガー 2 2、カム 1 1 及び駆動機構 1 2 のうち、カム 1 1 及び駆動機構 1 2 は本体 1 0 に設けられており、チューブ 2 1 及び複数のフィンガー 2 2 はカートリッジ 2 0 に設けられている。以下、本体 1 0、カートリッジ 2 0 及びパッチ 3 0 の構成について説明する。

【 0 0 2 9 】

・本体 1 0

図 6 は、本体 1 0 の内部構成を示す分解斜視図である。図 7 は、本体 1 0 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 1 0 の構成について説明する。

【 0 0 3 0 】

本体 1 0 は、本体ベース 1 3 と、本体ケース 1 4 とを有する。本体ベース 1 3 上には、前述の駆動機構 1 2 と、圧電モーター 1 2 1 等の制御を行う制御基板 1 5 ( 制御部 ) とが設けられている。本体ベース 1 3 上の駆動機構 1 2 ( 圧電モーター 1 2 1、ローター 1 2 2、減速伝達機構 1 2 3 ) や制御基板 1 5 は、本体ケース 1 4 によって覆われて保護されている。

【 0 0 3 1 】

本体ベース 1 3 には、ベアリング 1 3 A が設けられている。カム 1 1 の回転軸が本体ベース 1 3 を貫通しており、ベアリング 1 3 A は、本体ベース 1 3 に対して回転可能にカム 1 1 の回転軸を支持している。カム 1 1 は減速伝達機構 1 2 3 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 1 4 によって覆われて本体 1 0 の内部に配置され、カム 1 1 は本体 1 0 から露出している。本体 1 0 とカートリッジ 2 0 とを組み合わせると、本体 1 0 から露出しているカム 1 1 が、カートリッジ 2 0 のフィンガー 2 2 の端部と噛み合うことになる。

【 0 0 3 2 】

本体 1 0 にはフック掛け 1 6 が設けられている。フック掛け 1 6 には、カートリッジ 2 0 の固定フック 2 3 4 が引っ掛かり、本体 1 0 がカートリッジ 2 0 に固定される。

また、本体 1 0 は、電池収納部 1 8 を有する。電池収納部 1 8 に収納された電池 1 9 は、液体輸送装置 1 の電力源となる。

【 0 0 3 3 】

・カートリッジ 2 0

図 8 は、カートリッジ 2 0 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 2 0 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 2 0 の構成について説明する。

【 0 0 3 4 】

カートリッジ 2 0 は、カートリッジベース 2 3 と、ベース受け 2 4 とを有する。

【 0 0 3 5 】

カートリッジベース 2 3 の上側には、チューブユニット 2 5 が設けられている。チューブユニット 2 5 は、前述のチューブ 2 1 及び複数のフィンガー 2 2 と、ユニットベース 2 5 1 と、ユニットカバー 2 5 2 とを有する。ユニットベース 2 5 1 にはチューブ案内壁 2 5 1 A が形成されており、ユニットベース 2 5 1 の内部においてチューブ 2 1 が円弧形状に配置されている。また、ユニットベース 2 5 1 は、フィンガー 2 2 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 2 5 1 内のチューブ 2 1 とフィンガー 2 2 は、ユニットカバー 2 5 2 によって覆われている。

【 0 0 3 6 】

チューブユニット 2 5 は平坦な円筒形状になっており、チューブユニット 2 5 の中央の空洞に本体 1 0 から露出しているカム 1 1 が挿入されることになる。これにより、本体 1 0 側のカム 1 1 とカートリッジ 2 0 側のフィンガー 2 2 とが噛み合うことになる。

【 0 0 3 7 】

カートリッジベース 2 3 には、供給側継手 2 3 1 及び排出側継手 2 3 2 が設けられている。供給側継手 2 3 1 及び排出側継手 2 3 2 には、チューブユニット 2 5 内のチューブ 2 1 の端部がそれぞれ接続される。複数のフィンガー 2 2 がチューブ 2 1 を順に圧搾すると、供給側継手 2 3 1 から液体がチューブ 2 1 に供給されるとともに、排出側継手 2 3 2 から液体が排出される。排出側継手 2 3 2 には接続針 2 3 3 が連通しており、排出側継手 2 3 2 から排出された液体は、接続針 2 3 3 を介して、パッチ 3 0 側に供給されることになる。

【 0 0 3 8 】

カートリッジベース 2 3 には、固定フック 2 3 4 が形成されている。固定フック 2 3 4 は、本体 1 0 のフック掛け 1 6 に引っ掛かり、本体 1 0 をカートリッジ 2 0 に固定する。

【 0 0 3 9 】

カートリッジベース 2 3 とベース受け 2 4 との間には、リザーバーフィルム 2 5 が挟み込まれている。リザーバーフィルム 2 5 の周囲は、カートリッジベース 2 3 の底面に密に接着されている。カートリッジベース 2 3 とリザーバーフィルム 2 5 との間に貯留部 2 6 が形成され、この貯留部 2 6 に液体（例えばインスリン）が貯留される。貯留部 2 6 は供給側継手 2 3 1 に連通しており、貯留部 2 6 に貯留された液体は、供給側継手 2 3 1 を介して、チューブ 2 1 に供給されることになる。

【 0 0 4 0 】

上記の通り、貯留部 2 6 は、カートリッジベース 2 3 の下側に構成されている。カートリッジベース 2 3 の上側にはポンプ部 5 を構成するチューブ 2 1 及びフィンガー 2 2 が配置されているので、ポンプ部 5 と貯留部 2 6 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 2 6 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 2 6 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。

【 0 0 4 1 】

貯留部 2 6 に貯留された液体が無くなると、カートリッジ 2 0 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 2 0 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 2 7 を介して貯留部 2 6 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 2 7 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。

【 0 0 4 2 】

・パッチ 3 0

図 1 0 は、液体輸送装置 1 をパッチ 3 0 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 3 0 の構成について説明する。

【 0 0 4 3 】

パッチ 3 0 は、ソフトニードル 3 1 と、導入針フォルダ 3 2 と、ポートベース 3 3 と、パッチベース 3 4 と、粘着パッド 3 5 とを有する。

【 0 0 4 4 】

ソフトニードル 3 1 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 3 1 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 3 1 の一端は、ポートベース 3 3 に固定されている。

【 0 0 4 5 】

導入針フォルダ 3 2 は、導入針 3 2 A を保持する部材である。導入針フォルダ 3 2 には

10

20

30

40

50

、導入針 3 2 A の一端が固定されている。導入針 3 2 A は、柔らかいソフトニードル 3 1 を生体に挿入するための金属製の針である。導入針 3 2 A 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 3 2 A の横穴から液体が供給されると、導入針 3 2 A 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 3 1 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。

#### 【 0 0 4 6 】

使用前の状態では、導入針フォルダ 3 2 はポートベース 3 3 に取り付けられており、導入針 3 2 A はソフトニードル 3 1 に挿通されてソフトニードル 3 1 の下側から針先が露出している。パッチ 3 0 を生体に貼り付けるとき、導入針 3 2 A とともにソフトニードル 3 1 を生体に穿刺した後、導入針 3 2 A ごと導入針フォルダ 3 2 がポートベース 3 3 から引き抜かれる（抜去）。硬い導入針 3 2 A は生体に留置し続けなくて済むため、生体への負荷が小さい。なお、ソフトニードル 3 1 は生体に留置し続けるが、ソフトニードル 3 1 は柔らかいため、生体への負荷は小さい。

10

#### 【 0 0 4 7 】

ポートベース 3 3 には、カートリッジ 2 0 の接続針 2 3 3 から供給される液体をソフトニードル 3 1 に供給する部材である。ポートベース 3 3 は、接続針用セプタム 3 3 A と、導入針用セプタム 3 3 B とを有する。接続針用セプタム 3 3 A 及び導入針用セプタム 3 3 B 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 3 3 A にはカートリッジ 2 0 の接続針 2 3 3 が挿通され、液体は、接続針 2 3 3 を介して接続針用セプタム 3 3 A 越しに、カートリッジ 2 0 側からパッチ 3 0 側に供給される。カートリッジ 2 0 の交換のためにカートリッジ 2 0 の接続針 2 3 3 がパッチ 3 0 から抜かれても、接続針用セプタム 3 3 A の接続針 2 3 3 による穴は自然に塞がる。導入針用セプタム 3 3 B には導入針 3 2 A が挿通されており、導入針 3 2 A が引き抜かれると、導入針用セプタム 3 3 B の導入針 3 2 A による穴は自然に塞がる。接続針用セプタム 3 3 A 及び導入針用セプタム 3 3 B により、パッチ 3 0 内の液体が外部に漏れたり、生体の体液がパッチ 3 0 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 3 3 内で導入針 3 2 A の存在した領域（導入用セプタム以外の領域）は、導入針 3 2 A の抜き取り後には液体の流路となる。

20

#### 【 0 0 4 8 】

パッチベース 3 4 は、ポートベース 3 3 に固定された平板状の部材である。パッチベース 3 4 は、ベース受け 2 4 を固定するための固定部 3 4 A を有する。パッチベース 3 4 の底面には粘着パッド 3 5 が取り付けられている。粘着パッド 3 5 は、パッチ 3 0 を生体等に貼着するための粘着性のパッドである。

30

#### 【 0 0 4 9 】

上記の液体輸送装置 1 では、ポンプ部 5 と貯留部 2 6 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 3 5 を小型化できる。

#### 【 0 0 5 0 】

< 基本的な使用方法 >

図 1 1 は、液体輸送装置 1 の使用方法を示すフロー図である。

#### 【 0 0 5 1 】

まず、使用者は、液体輸送装置 1 のキットを準備する（S 0 0 1）。キットには、液体輸送装置 1 を構成するための本体 1 0、カートリッジ 2 0 及びパッチ 3 0 が同梱されている。使用者は、図 2 に示すように、本体 1 0、カートリッジ 2 0 及びパッチ 3 0 を組み立てて、液体輸送装置 1 を組み立てる（S 0 0 2）。使用者は、本体 1 0 とカートリッジ 2 0 とを組み立てることによって、本体 1 0 側のカム 1 1 とカートリッジ 2 0 側のフィンガー 2 2 とを噛み合わせる。また、使用者は、カートリッジ 2 0 の接続針 2 3 3 をパッチ 3 0 の接続針用セプタム 3 3 A に挿入し、カートリッジ 2 0 側からパッチ 3 0 側に液体を供給可能な状態にする。

40

#### 【 0 0 5 2 】

次に、使用者は、プライミング処理を行う（S 0 0 3）。図 1 2 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 3 2 A 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 2 1 に液体が充満することになる。使用者は、導入針 3 2 A 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。

【 0 0 5 3 】

プライミング処理後、使用者は、導入針 3 2 A 及びソフトニードル 3 1 を生体に垂直に穿刺し、その後、導入針フォルダ 3 2 をポートベース 3 3 から引き抜き、ソフトニードル 3 1 から導入針 3 2 A を抜去する ( S 0 0 4 )。導入針用セプタム 3 3 B があるため、導入針 3 2 A が抜き去られても、導入針用セプタム 3 3 B の導入針 3 2 A による穴は自然に塞がる。このとき、使用者は、パッチ 3 0 の粘着パッド 3 5 の保護用紙を剥がして、粘着パッド 3 5 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。

【 0 0 5 4 】

次に、使用者は、導入針 3 2 A 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 ( S 0 0 5 )。これにより、導入針 3 2 A の存在した空間を液体で充満させることができる。

【 0 0 5 5 】

その後、使用者は、液体輸送装置 1 に定量輸送処理 ( 通常処理 ) を行わせる ( S 0 0 6 )。このとき、液体輸送装置 1 は、駆動機構 1 2 の圧電モーター 1 2 1 を駆動してカム 1 1 を回転させ、カム 1 1 の突起部によって 7 本のフィンガー 2 2 を順に押し込んで輸送方向上流側から順にチューブ 2 1 を閉塞させ、チューブ 2 1 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 1 1 の回転量が制御される。

【 0 0 5 6 】

< チューブの閉塞 >

図 1 3 A ~ 図 1 3 C は、チューブ 2 1 の閉塞の説明図である。本来であれば、チューブ 2 1 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 2 1 を直線状に配置している。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すように、カム 1 1 が回転することにより、フィンガー 2 2 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 2 1 が閉塞する。チューブ 2 1 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 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させることになる。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 C に示すように、第 7 フィンガー 2 2 G がチューブ 2 1 を閉塞させている間に、第 1 フィンガー 2 2 A がチューブ 2 1 を閉塞させる。仮に第 7 フィンガー 2 2 G がチューブ 2 1 を解放させてから第 1 フィンガー 2 2 A を閉塞させると、チューブ 2 1 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 2 2 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 2 2 G ) 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 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させることになる。

【 0 0 5 9 】

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 2 2 がチューブ 2 1 を閉塞させることになる。

【 0 0 6 0 】

図 1 3 D は、チューブ 2 1 が閉塞されていない状態の説明図である。

【 0 0 6 1 】

チューブ 2 1 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 1 0 とカートリッジ 2 0 とを組み立てる際に、本体 1 0 側のカム 1 1 とカートリッジ 2 0 側のフィンガー 2 2 とが正常に噛み合っていない場合、フィンガー 2 2 が十分な

10

20

30

40

50

距離を移動できず、フィンガー 22 がチューブ 21 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 20 の製造誤差などにより、フィンガー 22 の軸部が短い場合、カム 11 の突起部がフィンガー 22 を押してもフィンガー 22 がチューブ 21 を閉塞させられないことが考えられる。

【0062】

チューブ 21 を閉塞できない異常なフィンガー 22（例えば、図 13D の第 2 フィンガー 22B）がある状態であっても、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、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 22 がチューブ 21 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 22 がチューブ 21 を押したときのチューブ 21 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 22 がチューブ 21 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 21 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 21 の閉塞が不十分である場合、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。

【0064】

そこで、本実施形態の液体輸送装置 1 は、チューブ 21 の閉塞状態の判定を行っている。

【0065】

20

< 閉塞状態の判定 >

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。

【0066】

監視装置 70 は、第 1 電極 71 と、第 2 電極 72 と、インピーダンス測定部 73 と、閉塞判定部 74 とを有している。第 1 電極 71 は、第 2 電極 72 よりも上流側に位置している。インピーダンス測定部 73 及び閉塞判定部 74 は、前述の制御基板 15 に設けられている。

【0067】

第 1 電極 71 は、フィンガー 22 がチューブ 21 を押す領域よりも上流側のチューブ 21 に設けられている。一方、第 2 電極 72 は、フィンガー 22 がチューブ 21 を押す領域よりも下流側のチューブ 21 に設けられている。つまり、第 1 電極 71 と第 2 電極 72 との間にフィンガー 22 がチューブ 21 を押す領域を挟むように、第 1 電極 71 及び第 2 電極 72 が配置されている。

30

【0068】

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。本実施形態では、第 1 電極 71 及び第 2 電極 72 が液体と直接的に接触しているため、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触していない場合）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。

【0069】

40

具体的には、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いる。第 1 電極 71 は、チューブ 21 と貯留部 26 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 231 を兼用している。第 2 電極 72 は、チューブ 21 と接続針 233 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 232 を兼用している。

【0070】

インピーダンス測定部 73 は、第 1 電極 71 と第 2 電極 72 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 22（例えば第 2 フィンガー 22B）がチューブ 21 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 71

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 1 5 B に示すように、フィンガー 2 2 (例えば第 2 フィンガー 2 2 B) によるチューブ 2 1 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 7 1 と第 2 電極 7 2 との間のインピーダンスは、図 1 5 A の場合と比べて、低くなる。

【0071】

閉塞判定部 7 4 は、インピーダンス測定部 7 3 の測定結果に基づいて、チューブ 2 1 の閉塞状態を判定する。具体的には、閉塞判定部 7 4 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 2 1 の閉塞状態が正常であると判定する。また、閉塞判定部 7 4 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 2 1 の閉塞状態に異常があると判定する。

10

【0072】

閉塞判定部 7 5 は、測定結果を制御基板 1 5 の制御部に出力する。制御部は、チューブ 2 1 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 (S 0 0 6) を継続し、チューブ 2 1 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 2 1 と、チューブを押して閉塞させる複数のフィンガー 2 2 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 1 1 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 2 2 によるチューブ 2 1 の閉塞が不十分であると、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。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 2 2 が正常にチューブ 2 1 を閉塞させると、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 2 1 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 7 1 及び第 2 電極 7 2 と、閉塞判定部 7 4 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 2 1 の閉塞状態を判定している。これにより、チューブ 2 1 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 2 1 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 2 1 の閉塞位置でチューブ 2 1 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 2 1 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 2 1 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 (S 0 0 3) の後に、閉塞状態を判定すると良い。なお、フィンガー 2 2 によるチューブ 2 1 の閉塞に異常がある場合であっても、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、若しくは、チューブ 2 1 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。

【0076】

40

一部のフィンガー 2 2 によるチューブ 2 1 の閉塞が正常でも、他のフィンガー 2 2 によるチューブ 2 1 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 2 2 の全てがカム 1 1 によって押される期間 (4 つの突起部を有するカムが 9 0 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 2 1 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 2 2 のいずれかのフィンガー 2 2 による閉塞に異常があっても、その異常を検出できる。

【0077】

また、本実施形態では、第 1 電極 7 1 と第 2 電極 7 2 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 7 3 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 7 1 と第 2 電極 7 2 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生じたためである。

【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。

【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。

【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。

【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くても良い。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、
- １２１ 圧電モーター、１２２ ローター、１２３ 減速伝達機構、
- １３ 本体ベース、１３Ａ 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、２３１ 供給側継手、２３２ 排出側継手、
- ２３３ 接続針、２３４ 固定フック、
- ２４ ベース受け、２５ チューブユニット、
- ２５１ ユニットベース、２５１Ａ チューブ案内壁、２５２ 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、

10

20

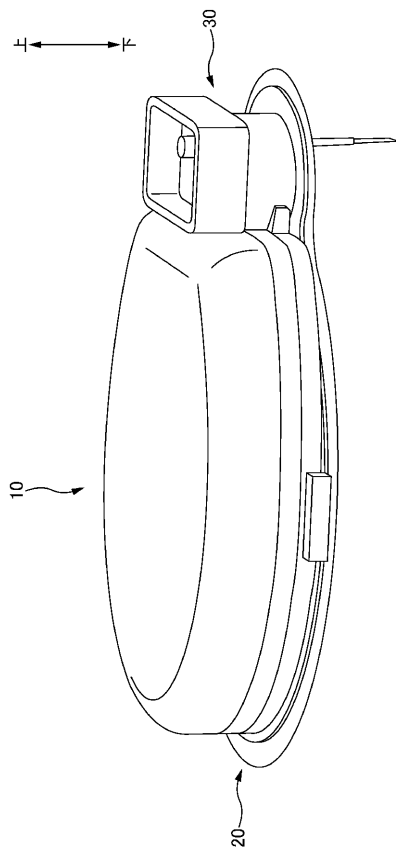
30

40

50

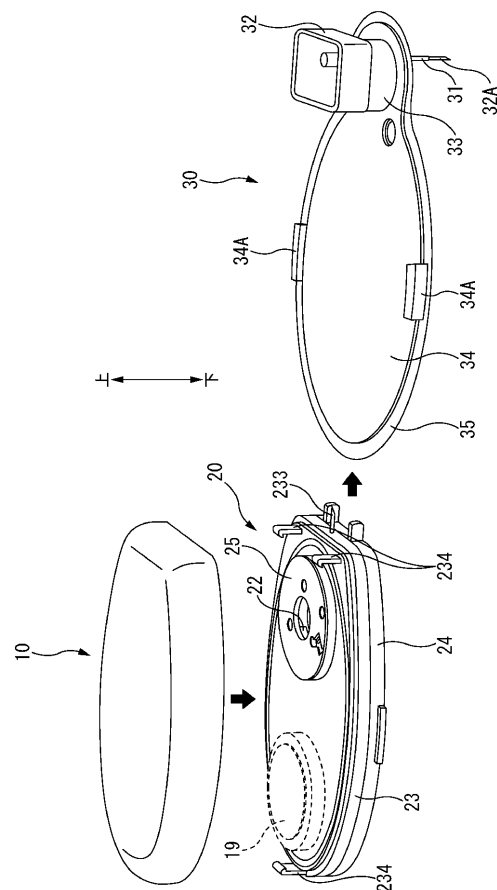
- 30 パッチ、31 ソフトニードル、32 導入針フォルダ、32A 導入針、  
 33 ポートベース、33A 接続針用セプタム、33B 導入針用セプタム、  
 34 パッチベース、34A 固定部、35 粘着パッド、  
 70 監視装置、71 第1電極、72 第2電極、  
 73 インピーダンス測定部、74 閉塞判定部

【図1】

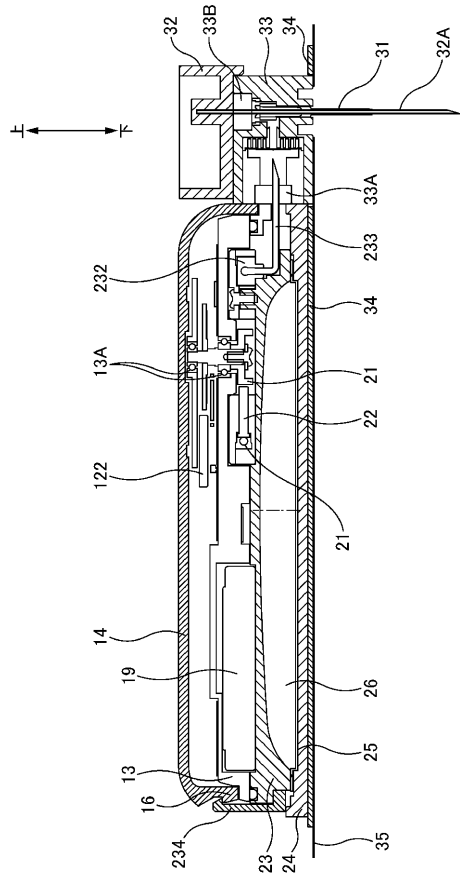


1

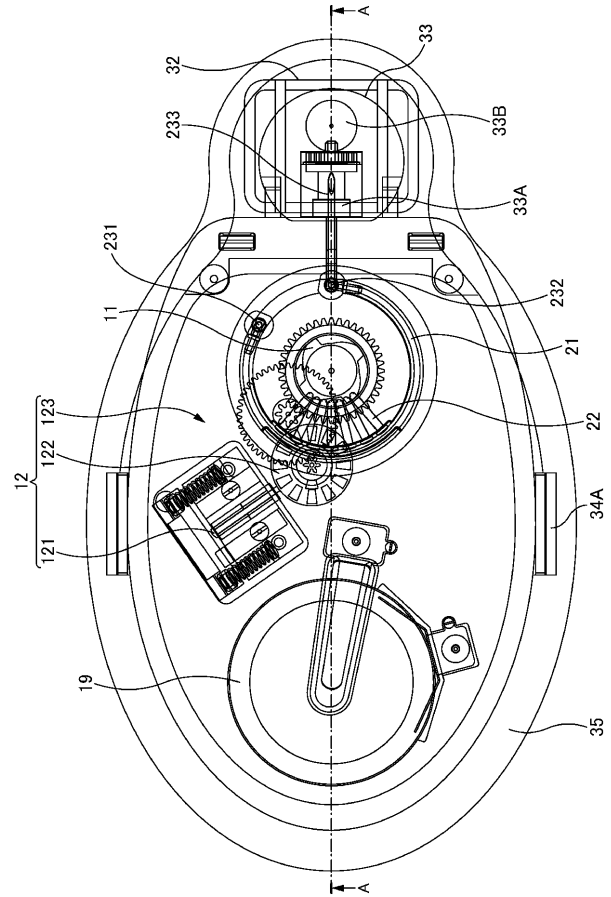
【図2】



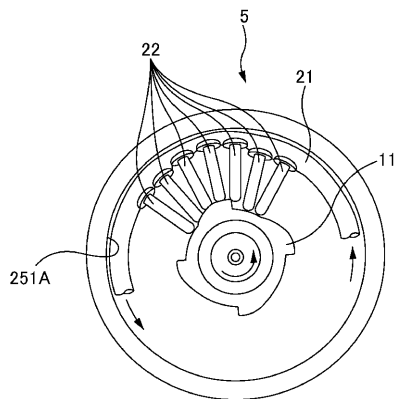
【図 3】



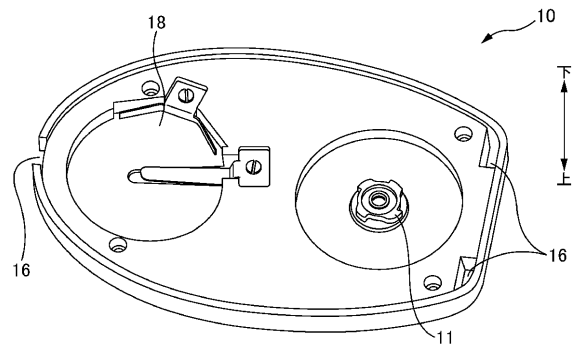
【図 4】



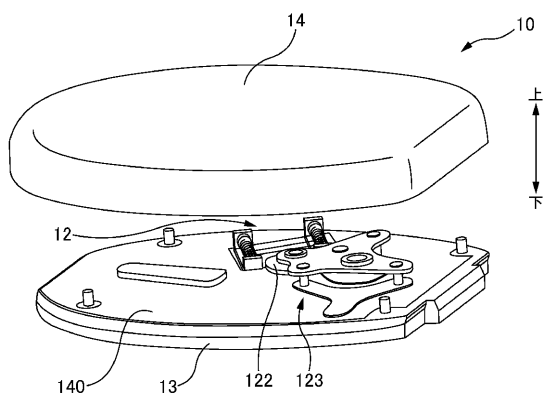
【図 5】



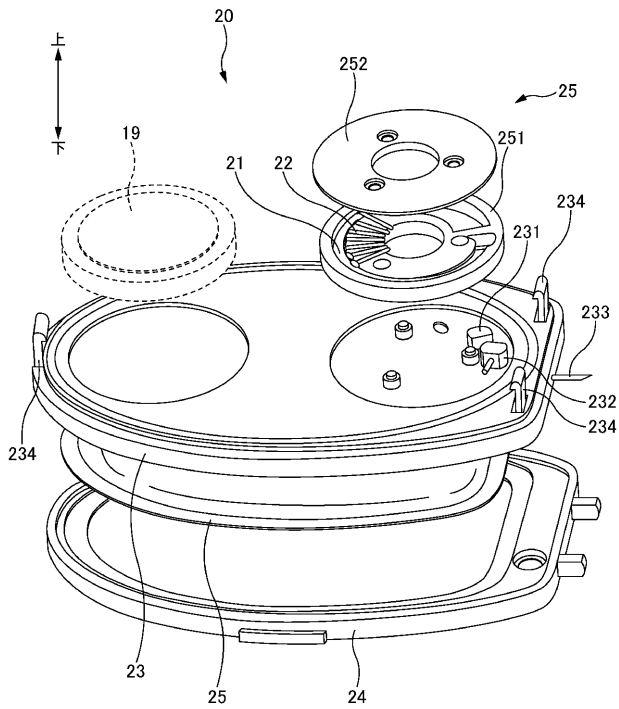
【図 7】



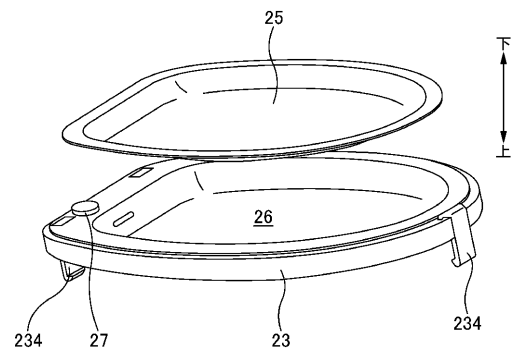
【図 6】



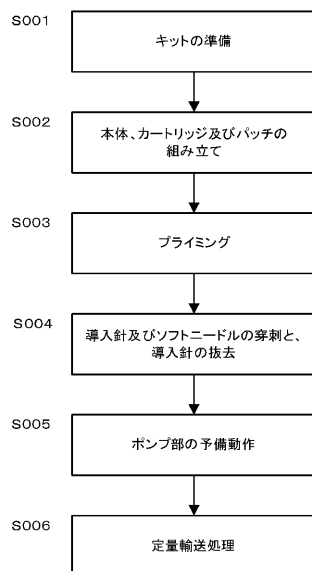
【図 8】



【図 9】



【図 11】



【図 13】

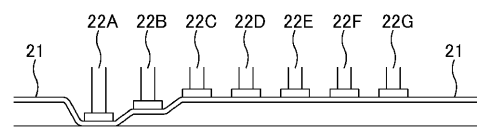


図13A(正常時)

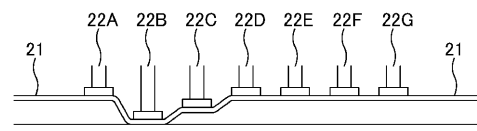


図13B(正常時)

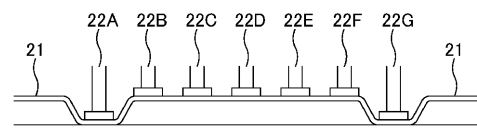


図13C(正常時)

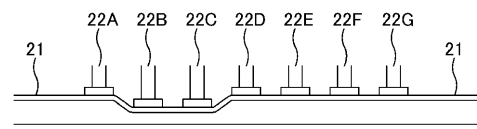
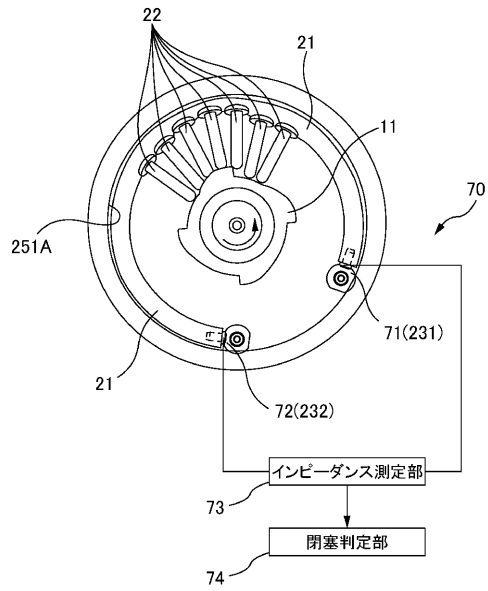
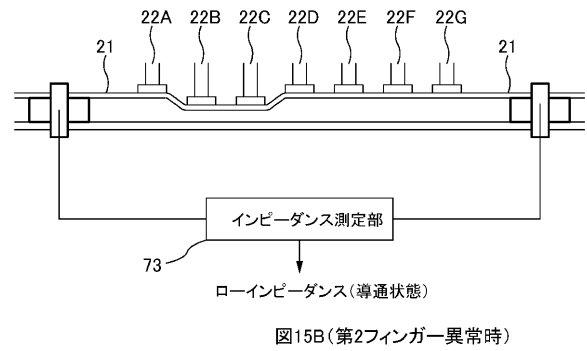
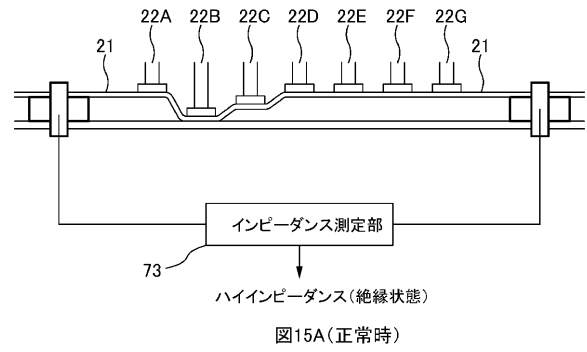


図13D(第2フィンガー異常時)

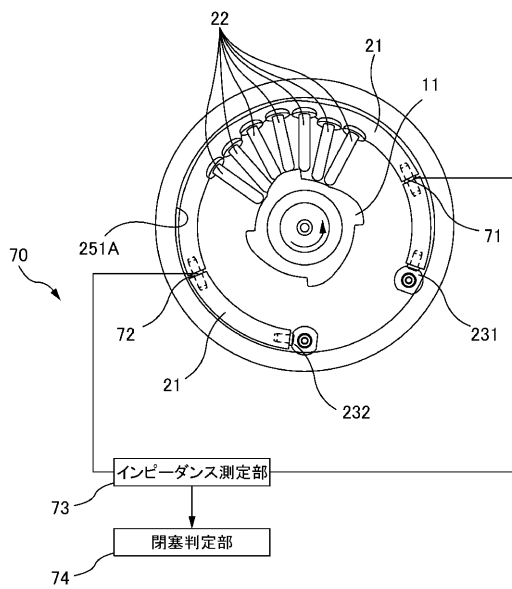
【図 14】



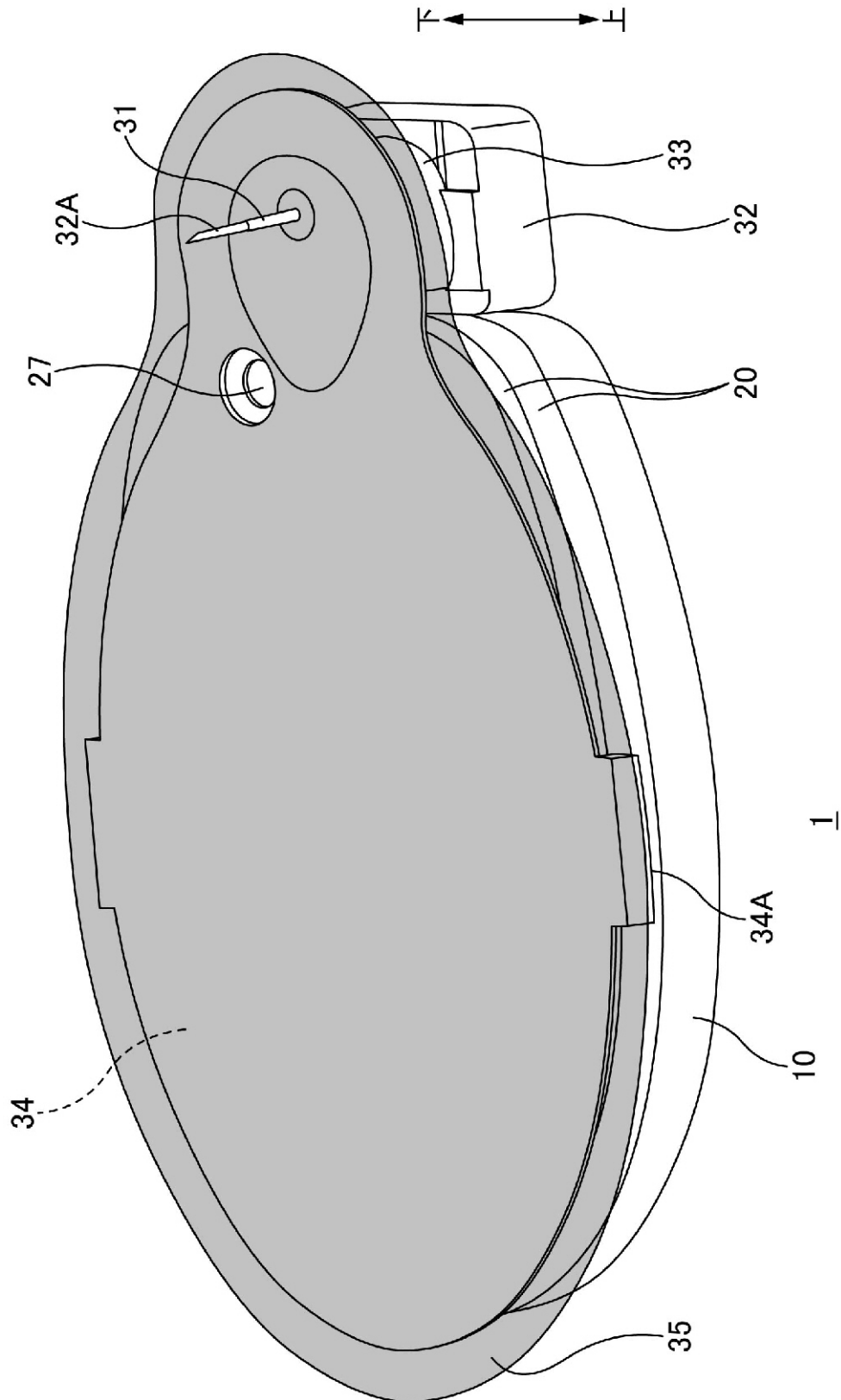
【図 15】



【図 16】



【図 10】



【図 12】

