

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2017/082381

発行日 平成30年8月23日 (2018.8.23)

(43) 国際公開日 平成29年5月18日 (2017.5.18)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 M 5/168 (2006.01) A 6 1 M 5/168 5 3 2 4 C 0 6 6

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

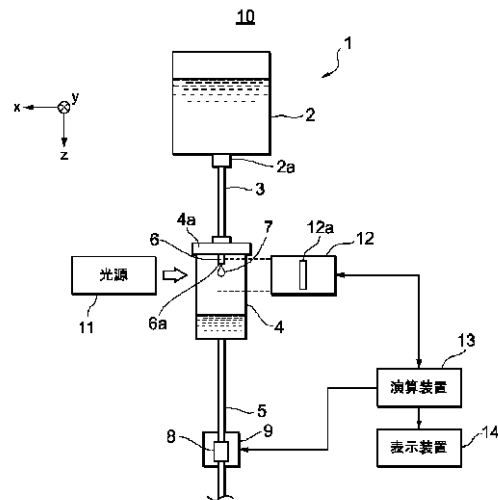
出願番号	特願2017-550409 (P2017-550409)	(71) 出願人	503366841 株式会社アイカマス・ラボ 岩手県盛岡市北飯岡一丁目8番25号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2016/083485	(71) 出願人	305024547 有限会社イグノス 岩手県北上市相去町山田2番地18
(22) 国際出願日	平成28年11月11日 (2016.11.11)	(71) 出願人	000135036 ニプロ株式会社 大阪府大阪市北区本庄西3丁目9番3号
(31) 優先権主張番号	特願2015-223503 (P2015-223503)	(74) 代理人	100142734 弁理士 安 裕 希
(32) 優先日	平成27年11月13日 (2015.11.13)	(72) 発明者	小田島 尚行 岩手県盛岡市北飯岡一丁目8番25号 株式会社アイカマス・ラボ内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴測定システム、液滴測定方法、及び液滴測定プログラム

(57) 【要約】

従来よりも演算負荷が軽い画像処理で、液滴の体積を高精度に測定することができる液滴測定システム等を提供する。液滴測定システムは、ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定システムにおいて、被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部と、該撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、撮像部に撮像を実行させる撮像制御部と、撮像部から出力された画像データに基づき、上記長方形の領域に対応し、ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、上記液滴の体積を算出する画像処理部とを備える。



11 Light source
 13 Computational device
 14 Display device

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定システムにおいて、
被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部と、
前記撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、前記撮像部に撮像を実行させる撮像制御部と、
前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長方形の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、前記液滴の体積を算出する画像処理部と、
を備える、液滴測定システム。

10

【請求項 2】

前記画像処理部は、
前記時系列順の画像の各々に対し、前記液滴が前記先端部から離れた直後の状態が写った画像である液切れ画像を検出する液切れ検出部と、
前記時系列順の画像から、前記液切れ画像と、該液切れ画像に続く所定数の画像とを取得し、前記液切れ画像及び前記所定数の画像を用いて前記体積を算出する体積算出部と、
を有する請求項 1 に記載の液滴測定システム。

【請求項 3】

鉛直方向の軸に対する前記ノズルの傾きを検出するセンサをさらに備え、
前記画像処理部は、前記センサによる前記傾きの検出結果に基づいて、前記体積算出部が算出する前記体積に対する補正演算を行う補正部をさらに有する、
請求項 2 に記載の液滴測定システム。

20

【請求項 4】

前記画像処理部は、前記長方形の領域に対応する画像における前記ノズルの像の寸法の基準値を保持し、前記液切れ画像又は前記所定数の画像に写った前記ノズルの像の寸法と前記基準値とに基づいて、前記体積算出部が算出する前記体積に対する補正演算を行う補正部をさらに有する、請求項 2 に記載の液滴測定システム。

【請求項 5】

前記撮像部の撮像フレームレートは 100 フレーム / 秒以上である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

30

【請求項 6】

前記長方形の領域における水平方向の長さに対する鉛直方向の長さの比は、1.5 以上 4.5 以下である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 7】

前記ノズルは、容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下し、
前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、
前記体積の算出結果に基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御する流量制御部と、
をさらに備える請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

40

【請求項 8】

前記ノズルは、容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下し、
前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、
予め取得され、液滴の体積と該液滴の滴下周期との相関関係を表す情報を記憶する記憶

50

部と、

前記情報に基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御する流量制御部と、

をさらに備える請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 9】

前記記憶部は、前記情報を液体の種類に応じて複数種類記憶し、

前記流量制御部は、前記記憶部に記憶された複数種類の情報のうちから、前記容器内に充填された液体に対応する情報を取得し、該取得した情報に基づいて前記アクチュエータを制御する、請求項 8 に記載の液滴測定システム。

【請求項 10】

前記撮像部と対向して設けられ、少なくとも前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域を照明する光源と、

前記光源から出射する光の配光を制御するフィルタと、

をさらに備える請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 11】

前記撮像部はテレセントリックレンズをさらに備える、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 12】

ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定方法において、

被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部に対し、該撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、撮像を実行させる撮像制御ステップと、

前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長方形の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、前記液滴の体積を算出する画像処理ステップと、

を含む、液滴測定方法。

【請求項 13】

ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定プログラムにおいて、

被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部に対し、該撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、撮像を実行させる撮像制御ステップと、

前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長方形の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、前記液滴の体積を算出する画像処理ステップと、

をコンピュータに実行させる、液滴測定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定システム、液滴測定方法、及び液滴測定プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

薬液や栄養剤等の液体（点滴液）を点滴する際には、予め決められた流量を維持することが重要である。従来、点滴の流量制御は、点滴筒内に滴下する液滴の数をカウントして単位時間あたりの滴下数を求め、液滴の体積が一定であるという前提で流量を算出し、液滴の滴下周期（滴下する時間間隔）を調節することにより行っていた。

【0003】

10

20

30

40

50

しかし、実際には、点滴液の表面張力は粘度や環境温度等の条件に依存して変化するため、液滴1つあたりの体積は一定ではない。また、医療の現場においては、点滴中に患者が姿勢を変えてしまうことがあり、この場合、点滴液のヘッド差が変化して液滴の体積が変動してしまうことがある。そのため、液滴の滴下周期のみによって流量を制御する従来の方法においては、流量の誤差が生じ易く、高精度な流量制御が困難であった。

【0004】

このような問題に対し、滴下する液滴の体積を測定して流量制御に用いる技術が知られている。例えば特許文献1には、透明な点滴筒と、該点滴筒の外部の一側に配置された発光部と、該発光部と点滴筒を挟んで対向した位置に配置された二次元イメージセンサとを備え、点滴筒内の滴下ノズル先端と、該滴下ノズルから落ちる液滴の所定落下距離分を含むようにこの二次元イメージセンサの視野を設定した液滴検出装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-62371号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1においては、滴下ノズル先端から液滴が離れて落下するまでの様子を所定時間間隔で撮像し、撮像した画像における液滴の状態が「液滴落下状態」と判定された場合には1枚前の画像を調べ、この1枚前の画像における液滴の状態が「液滴落下前状態」と判定された場合に、当該「液滴落下状態」と判定された画像から液滴の体積を算出している。

20

【0007】

上記特許文献1の場合、処理が煩雑であると共に、撮像した全ての画像に対して液滴の状態を検出するための画像処理を行わなければならない、演算の負荷が大きくなってしまふ。そのため、高性能のプロセッサが必要となり、液滴測定システム全体の小型化や簡素化が困難になってしまう。

【0008】

本発明は上記に鑑みてなされたものであって、従来よりも演算負荷が軽い画像処理で、液滴の体積を精度良く測定することができる液滴測定システム、液滴測定方法、及び液滴測定プログラムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る液滴測定システムは、ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定システムにおいて、被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部と、前記撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、前記撮像部に撮像を実行させる撮像制御部と、前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長方形の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、前記液滴の体積を算出する画像処理部と、を備える。

40

【0010】

上記液滴測定システムにおいて、前記画像処理部は、前記時系列順の画像の各々に対し、前記液滴が前記先端部から離れた直後の状態が写った画像である液切れ画像を検出する液切れ検出部と、前記時系列順の画像から、前記液切れ画像と、該液切れ画像に続く所定数の画像とを取得し、前記液切れ画像及び前記所定数の画像を用いて前記体積を算出する体積算出部と、を有しても良い。

【0011】

上記液滴測定システムは、鉛直方向の軸に対する前記ノズルの傾きを検出するセンサを

50

さらに備え、前記画像処理部は、前記センサによる前記傾きの検出結果に基づいて、前記体積算出部が算出する前記体積に対する補正演算を行う補正部をさらに有しても良い。

【0012】

上記液滴測定システムにおいて、前記画像処理部は、前記長形状の領域に対応する画像における前記ノズルの像の寸法の基準値を保持し、前記液切れ画像又は前記所定数の画像に写った前記ノズルの像の寸法と前記基準値とに基づいて、前記体積算出部が算出する前記体積に対する補正演算を行う補正部をさらに有しても良い。

【0013】

上記液滴測定システムにおいて、前記撮像部の撮像フレームレートは100フレーム/秒以上であっても良い。

10

【0014】

上記液滴測定システムにおいて、前記長形状の領域における水平方向の長さに対する鉛直方向の長さの比は、1.5以上4.5以下であっても良い。

【0015】

上記液滴測定システムにおいて、前記ノズルは、容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下し、前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、前記体積の算出結果に基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御する流量制御部と、をさらに備えても良い。

20

【0016】

液滴測定システムにおいて、前記ノズルは、容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下し、前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、予め取得され、液滴の体積と該液滴の滴下周期との相関関係を表す情報を記憶する記憶部と、前記情報に基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御する流量制御部と、をさらに備えても良い。

30

【0017】

上記液滴測定システムにおいて、前記記憶部は、前記情報を液体の種類に応じて複数種類記憶し、前記流量制御部は、前記記憶部に記憶された複数種類の情報のうちから、前記容器内に充填された液体に対応する情報を取得し、該取得した情報に基づいて前記アクチュエータを制御しても良い。

【0018】

上記液滴測定システムは、前記撮像部と対向して設けられ、少なくとも前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域を照明する光源と、前記光源から出射する光の配光を制御するフィルタと、をさらに備えても良い。

【0019】

上記液滴測定システムにおいて、前記撮像部はテレセントリックレンズをさらに備えても良い。

40

【0020】

本発明の一態様に係る液滴測定方法は、ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定方法において、被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部に対し、該撮像部の視野を鉛直方向に長い長形状の領域に設定し、撮像を実行させる撮像制御ステップと、前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長形状の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、前記液滴の体積を算出する画像処理

50

ステップと、を含む。

【0021】

本発明の一態様に係る液滴測定プログラムは、ノズルから滴下する液滴の体積を測定する液滴測定プログラムにおいて、被写体を撮像して画像データを出力する撮像部であって、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部に対し、該撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、撮像を実行させる撮像制御ステップと、前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長方形の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に複数取得し、取得した時系列順の画像に基づいて、前記液滴の体積を算出する画像処理ステップと、をコンピュータに実行させる。

10

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定し、この撮像部によってノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域を撮像した時系列順の画像に基づいて液滴の体積を算出するので、従来よりも演算負荷が軽い画像処理により液滴の体積を精度良く測定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施の形態1に係る液滴測定システムの概略構成を示す図である。

【図2】図1に示す演算装置の概略構成を示すブロック図である。

20

【図3】図1に示す撮像素子の視野を説明するための模式図である。

【図4】図1に示す液滴測定システムの動作中に表示装置に表示される画面の例を示す模式図である。

【図5】図1に示す液滴測定システムの動作を示すフローチャートである。

【図6】図5に示す液滴の体積算出の詳細を示すフローチャートである。

【図7】図2に示す画像処理部により生成される画像の例を示す模式図である。

【図8】本発明の実施の形態2に係る液滴測定システムの概略構成を示す図である。

【図9】図8に示す演算装置の概略構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施の形態2における補正演算を説明するための模式図である。

【図11A】本発明の実施の形態3における補正演算を説明するための模式図である。

30

【図11B】本発明の実施の形態3における補正演算を説明するための模式図である。

【図12A】本発明の実施の形態3における補正演算を説明するための模式図である。

【図12B】本発明の実施の形態3における補正演算を説明するための模式図である。

【図13】点滴における液滴の滴下周期と1滴あたりの体積との相関関係の一例を示すグラフである。

【図14】本発明の実施の形態4に係る液滴測定システムが備える演算装置の概略構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の実施の形態4に係る液滴測定システムの動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

40

【0024】

以下、本発明の実施の形態に係る液滴測定システム、液滴測定方法、及び液滴測定プログラムについて、図面を参照しながら説明する。なお、これらの実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、各図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。

【0025】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る液滴測定システムの概略構成を示す図である。図1に示すように、実施の形態1に係る液滴測定システム10は、輸液バッグ2に充填された液体(点滴液)を、中間チューブ3、点滴筒4、及び輸液チューブ5を介して供給する

50

点滴装置 1 に対し、点滴筒 4 内に設けられたノズル 6 の先端部（以下、ノズル先端部ともいう）6 a から滴下する液滴 7 の体積を測定すると共に、測定した体積をもとに点滴の流量を制御するシステムである。

【0026】

輸液バッグ 2 は、薬液や栄養剤等の点滴液が充填された容器であり、点滴中には支持台等に吊り下げられて保持される。中間チューブ 3 は、一端において輸液バッグ 2 の排液ポート 2 a と接続され、他端において点滴筒 4 の上蓋 4 a に取り付けられたノズル 6 の一端と接続されている。このノズル 6 の他端は、点滴筒 4 内に突出するように設けられている。

【0027】

輸液チューブ 5 は弾性材料によって形成されている。この輸液チューブ 5 の途中には、輸液チューブ 5 を径方向に押圧可能なクレンメ 8 と、クレンメ 8 を駆動するアクチュエータ 9 とが設けられている。

10

【0028】

アクチュエータ 9 は、電気的な制御の下でクレンメ 8 を駆動することにより、クレンメ 8 による輸液チューブ 5 に対する押圧力を変化させる。それにより、輸液チューブ 5 の内径が変化（開閉）し、輸液チューブ 5 内を流通する点滴液の流量を調節することができる。それに伴い、点滴筒 4 の内圧が変化し、ノズル 6 から滴下する液滴 7 の滴下周期が変化する。

【0029】

また、液滴測定システム 10 は、点滴筒 4 を照明する光源 11 と、点滴筒 4 内を撮像して画像データを生成する撮像部 12 と、撮像部 12 が生成した画像データに基づいて液滴の体積を算出する演算装置 13 と、液滴の体積の算出結果等を表示する表示装置 14 とを備える。

20

【0030】

光源 11 は、例えば LED (Light Emitted Diode) 等の発光素子と、該発光素子から出射した光が平行光となるように配光制御するフィルタやレンズ等の光学系とを備える。光源 11 は、撮像部 12 の視野と対向するように設置され、少なくとも、液滴が滴下するノズル先端部 6 a 及びその鉛直下方を含む領域を、液滴 7 の背後から照明する。

【0031】

撮像部 12 は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサや CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等からなる撮像素子 12 a を備える高速撮像が可能なカメラであり、被写体を撮像して画像データを出力する。撮像フレームレートとしては、100fps (フレーム/秒) 以上とすることが好ましく、本実施の形態 1 においては、120fps としている。

30

【0032】

撮像部 12 のスペックは、測定対象とする点滴装置 1 に応じて適宜構成することができる。一例として、点滴装置 1 が医療分野において一般的に用いられる装置である場合、点滴筒 4 を近距離から撮像することができ、且つユーザによる点滴操作の邪魔にならないように、カメラモジュールの外径が数 mm ~ 十数 mm 程度、且つ、焦点距離が数 mm ~ 数十 mm、好ましくは十数 mm 程度の小型カメラを用いると良い。

40

【0033】

好ましくは、撮像部 12 にテレセントリックレンズを設けると良い。それにより、液滴 7 と撮像素子 12 a との距離の変化に起因する液滴 7 の像の大きさの変動を抑え、液滴 7 の体積の算出誤差を抑制することができる。

【0034】

撮像素子 12 a としては、受光面の縦横比が縦：横 = 1：2 或いは 2：3 といった一般的な形状の撮像素子を用いることができる。ただし、後述するように、少なくとも液滴測定システム 10 の動作中、撮像部 12 が設置された姿勢において、撮像素子 12 a の受光面のうち、鉛直方向に長い長方形の領域が、実際に画像を取り込む実効的な撮像領域となるように制御される。つまり、実効的な撮像領域内に配置された画素のみから画像信号

50

が取得される。ここで、鉛直方向とは、液滴7が滴下する方向（z方向）、即ち重力方向である。もちろん、撮像素子12aとして特定の縦横比を有する長形状の素子を用い、撮像素子12aの長辺が鉛直方向となるように撮像部12を設置して、撮像素子12aの受光面全域の画素から画像信号を取得しても良い。このように撮像素子12aの撮像領域を制御することで、撮像部12の視野が、鉛直方向に長い長形状の領域に設定される。

【0035】

このような撮像部12は、ノズル先端部6a及び該ノズル先端部6aから鉛直下方に延びる領域が視野と一致するように設置される。撮像部12に設定される視野（即ち、撮像素子12aの撮像領域）の縦横比については後述する。

【0036】

演算装置13としては、本液滴測定システム10専用に構成した機器の他、パーソナルコンピュータ等の汎用の演算装置を用いることもできる。図2は、演算装置13の概略構成を示すブロック図である。図2に示すように、演算装置13は、入出力部131と、記憶部132と、操作入力部133と、プロセッサ134とを備える。

【0037】

入出力部131は、撮像部12や表示装置14等の各種外部機器との間で画像データや種々の信号の入出力を行う外部インターフェースである。

【0038】

記憶部132は、ディスクドライブやROM、RAMといった半導体メモリ等によって構成される。記憶部132は、当該演算装置13の各部を制御するための制御プログラムや、演算装置13に所定の動作を実行させるためのプログラムを記憶するプログラム記憶部132aを有する。具体的には、プログラム記憶部132aは、撮像部12から入力された画像データに基づいて、液滴が写った複数の画像から液滴の体積を算出する画像処理プログラムを記憶する。また、記憶部132は、この画像処理プログラムの実行に用いられる各種パラメータや、撮像部12から入力された画像データや、液滴の体積の算出結果等を記憶する。

【0039】

操作入力部133は、入力ボタン、スイッチ、キーボード、マウス、タッチパネル等の入力デバイスによって構成され、ユーザによりなされた操作に応じた信号をプロセッサ134に入力する。

【0040】

プロセッサ134は、CPU等の算術論理演算ユニット及び各種レジスタによって構成され、プログラム記憶部132aに記憶されている各種プログラムを読み込んで実行することにより、演算装置13の各部へのデータ転送や指示を行い、演算装置13の動作を統括的に制御する。

【0041】

詳細には、プロセッサ134は、撮像部12の動作を制御する撮像制御部135と、点滴装置1における点滴液の流量を制御する流量制御部136と、撮像部12から入力された画像データに基づいて液滴7の体積算出等の画像処理を行う画像処理部137とを有する。

【0042】

撮像制御部135は、撮像部12を所定の撮像フレームレートで動作させると共に、撮像素子12aの撮像領域を制限する制御を行う。具体的には、撮像制御部135は、図3に示すように、撮像素子12aの受光面のうち鉛直方向（z方向）に長い長方形の領域を実効的な撮像領域12bとして設定し、この撮像領域12b内に配置された画素のみから画像信号を取得するよう撮像素子12aを制御する。

【0043】

撮像領域12bの縦横比は、ノズル6の径や点滴液の種類（粘度等）に応じて決まる液滴7のサイズと、撮像フレームレートとの関係から、液滴7がノズル先端部6aから離れて落下する様子を数ショット（3ショット以上）にかけて撮像できるように決定すると良

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 4 4 】

詳細には、撮像領域 1 2 b に対応する画像の水平方向の幅は、液滴 7 が落下する際の擾乱を考慮して、液滴 7 の像の 1 . 5 ~ 2 倍程度にすることが好ましい。また、画像の垂直方向の長さは、液滴 7 の落下速度を考慮して、液滴 7 の像の 3 ~ 9 倍程度にすることが好ましい。これは、垂直方向の長さが短すぎる場合、落下する液滴 7 がすぐに視野から外れてしまい、長すぎる場合、画像の下方では加速した液滴 7 の像がぼけてしまうため、いずれにしても画像処理に使用するには適さないからである。

【 0 0 4 5 】

従って、撮像領域 1 2 b の縦横比、即ち、縦（長辺）/ 横（短辺）は概ね 1 . 5 以上 4 . 5 以下の範囲にすると良い。撮像領域 1 2 b のサイズの具体例として、縦 1 9 3 6 ピクセル × 横 1 0 9 6 ピクセル、或いは、縦 1 9 3 6 ピクセル × 横 4 9 6 ピクセル等が挙げられる。

10

【 0 0 4 6 】

流量制御部 1 3 6 は、画像処理部 1 3 7 が算出した液滴 7 の体積に基づいて、アクチュエータ 9 の動作を制御する。ここで、点滴液の流量は、液滴 7 の体積を液滴 7 の滴下周期で除算することにより得られる。流量制御部 1 3 6 は、予めユーザにより設定された目標流量を保持しており、この目標流量に実際の流量が近づくように制御を行う。

【 0 0 4 7 】

画像処理部 1 3 7 は、撮像部 1 2 から入力された画像データに基づいて、ノズル先端部 6 a 及びノズル先端部 6 a から鉛直下方に延びる領域が写った縦長の長方形の画像を時系列順に生成し、これらの画像をもとに液滴 7 の体積を算出する処理を行う。詳細には、画像処理部 1 3 7 は、液切れ検出部 1 3 7 a 及び体積算出部 1 3 7 b を備える。

20

【 0 0 4 8 】

液切れ検出部 1 3 7 a は、時系列順に生成される複数の画像の各々に対し、ノズル先端部 6 a から液滴 7 が離れた直後の状態が写った画像（液切れ画像）を検出する。体積算出部 1 3 7 b は、液切れ画像と、該液切れ画像に対して時系列順に続く所定数の画像とを取得し、これらの画像に対して所定の画像処理を行うことにより、取得した画像に写った液滴の体積を算出する。

【 0 0 4 9 】

表示装置 1 4 は、液晶ディスプレイや有機 E L ディスプレイ等によって構成され、演算装置 1 3 の制御の下、演算装置 1 3 から出力された制御信号や表示用の画像データに基づいて、所定の画面を表示する。

30

【 0 0 5 0 】

図 4 は、液滴測定システム 1 0 の動作中に表示装置 1 4 に表示される画面の例を示す模式図である。図 4 に示すように、画面 M 1 は、液滴 7 の体積算出処理実行の指示を入力するための指示ボタン m 1 0 と、撮像部 1 2 から入力された画像データに基づいて生成された複数の画像 m 1 1 ~ m 1 5 と、これらの画像 m 1 1 ~ m 1 5 に対する画像処理により検出された液滴 7 の 2 次元形状を示す画像 m 1 6 と、液滴 7 の体積算出結果が表示される表示欄 m 1 7 とを含む。

40

【 0 0 5 1 】

なお、液滴測定システム 1 0 において、表示装置 1 4 は必須ではなく、図 4 に示す画像 m 1 1 ~ m 1 6 も、必ずしも画面に表示する必要はない。また、表示装置 1 4 として、液滴 7 の体積算出結果のみを数値で示す小型の表示装置を設けても良いし、体積算出結果をもとに制御される実際の流量のみを数値で示す小型の表示装置を設けても良いし、体積算出結果に基づくアラームを表示する表示装置を設けても良い。さらには、アラームを音声や特定の音で通知するスピーカ等の音声発生装置を追加しても良い。

【 0 0 5 2 】

撮像部 1 2、演算装置 1 3、及び表示装置 1 4 は、互いにケーブルで接続された別体の機器として設けても良いし、これらの機器を 1 つの筐体に収納しても良い。後者の場合、

50

撮像部 1 2、演算装置 1 3、及び表示装置 1 4 が収納された筐体と光源 1 1 とによって液滴測定システム 1 0 を構成できるので、液滴測定システム 1 0 全体を小型化することができ、携帯にも便利である。

【 0 0 5 3 】

次に、液滴測定システム 1 0 の動作について説明する。図 5 は、液滴測定システム 1 0 の動作を示すフローチャートである。

【 0 0 5 4 】

点滴開始に先立って、ユーザは、点滴筒 4 の近傍に光源 1 1 及び撮像部 1 2 を設置する（図 1 参照）。この際、ノズル先端部 6 a 及びノズル先端部 6 a から鉛直下方に延びる領域が撮像素子 1 2 a の視野に入るように、表示装置 1 4 に表示される画面（図 4 参照）を見ながら、光源 1 1、点滴筒 4、及び撮像部 1 2 の位置関係を調整すると良い。

10

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 0 において、流量制御部 1 3 6 の制御の下でアクチュエータ 9 を駆動し、クレンメ 8 に輸液チューブ 5 を開放させることにより、点滴装置 1 における点滴動作を開始する。

【 0 0 5 6 】

続くステップ S 1 1 において、撮像制御部 1 3 5 は撮像部 1 2 に対し、予め設定した撮像領域 1 2 b（図 3 参照）において所定の撮像フレームレートで撮像を開始させる。

【 0 0 5 7 】

続くステップ S 1 2 において、画像処理部 1 3 7 は、液滴 7 の体積を算出する。図 6 は、液滴 7 の体積算出の詳細を示すフローチャートである。また、図 7 は、画像処理部 1 3 7 により生成される画像の例を示す模式図である。図 7 に示す画像 m 2 0 には、図 1 に示すノズル 6、ノズル先端部 6 a、及び液滴 7 それぞれの像 m 2 1、m 2 2、m 2 3 が写っている。

20

【 0 0 5 8 】

まず、ステップ S 1 2 1 において、画像処理部 1 3 7 は、撮像部 1 2 から出力される画像データを順次取得して所定の処理を施すことにより、画像（輝度画像）を時系列順に生成する。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 2 2 において、画像処理部 1 3 7 は、生成した画像に対して液切れ検出処理を実行する。詳細には、液切れ検出部 1 3 7 a が、ステップ S 1 2 1 において生成された画像（例えば、図 7 の画像 m 2 0 参照）に対し、ノズル先端部 6 a の像 m 2 2 の直下から所定の範囲 z 内のラインに含まれる各画素の輝度が閾値以上であるか否かを判定する。そして、範囲 z 内のラインに含まれる全画素の輝度が閾値以上である場合に、その範囲 z は背景であると判定する。液切れ検出部 1 3 7 a は、この判定を生成された画像に対して順次行い、範囲 z が背景ではない状態から背景に切り替わった画像を、液切れ画像として検出する。

30

【 0 0 6 0 】

液切れ画像が検出されない場合（ステップ S 1 2 3 : N o）、画像処理部 1 3 7 は、順次生成する画像に対して引き続き液切れ検出処理を実行する（ステップ S 1 2 2）。この場合、先に液切れ検出処理に使用した画像は削除しても良い。

40

【 0 0 6 1 】

一方、液切れ画像が検出された場合（ステップ S 1 2 3 : Y e s）、画像処理部 1 3 7 は、液切れ画像（図 4 の画像 m 1 1 参照）と、この液切れ画像に続く所定数の画像（図 4 の画像 m 1 2 ~ m 1 5 参照）をメモリに保存する（ステップ S 1 2 4）。この際、図 4 に示すように、保存された画像 m 1 1 ~ m 1 5 を表示装置 1 4 に表示しても良い。

【 0 0 6 2 】

また、この際、画像処理部 1 3 7 は、今回検出された液切れ画像と、前回検出された液切れ画像との画像間隔を算出し、画像間隔と撮像フレームレートとを掛け合わせることで、液滴 7 の滴下周期を算出しておく。

50

【0063】

続くステップS125において、画像処理部137は、液滴7の体積算出処理を実行する。詳細には、体積算出部137bが、ステップS124において保存された画像m11～m15を用いて所定のアルゴリズムで演算を行う。アルゴリズムとしては、公知の種々の手法を用いることができる。一例として、保存された画像をもとにノイズm18を除去し、移動（落下）している液滴7の像のみを計測対象として抽出し、閾値処理により2次元形状を検出する。この2次元形状から液滴7の体積を算出する。

【0064】

なお、図4においては、メモリに保存された画像として5つの画像m11～m15を示しているが、保存する画像の数は5つに限定されない。液滴7の体積算出処理のアルゴリズムに応じて必要な枚数を適宜保存すれば良い。しかし、画像の数の上限については、液滴7の落下開始からの経過時間が長くなるほど液滴7が加速して像がぶれてしまい、画像処理に適さない画像になってしまう。従って、例えば撮像フレームレートを120fpsとする場合、保存する画像は8つあれば十分である。

10

【0065】

画像処理部137は、さらに、算出した液滴の体積を出力し、表示装置14に表示させる。その後、処理はメインルーチンに戻る。

【0066】

再び図5を参照すると、ステップS12に続くステップS13において、流量制御部136は、ステップS12において算出された液滴7の体積を滴下周期で除算することにより、液滴7（点滴液）の現在の流量を算出する。

20

【0067】

ステップS14において、流量制御部136は、ステップS13において算出された現在の流量と、予め設定されている目標流量との誤差が閾値以下であるか否かを判定する。この閾値は、点滴の目的に応じて予め設定しておく。なお、この際、現在の流量と目標流量とが等しいか否かを判定することとしても良い。

【0068】

誤差が閾値以下であると判定された場合（ステップS14：Yes）、流量制御部136は、現在の流量をメモリに積算する（ステップS15）。これにより、流量の積算量が更新される。

30

【0069】

一方、現在の流量と目標流量との誤差が閾値よりも大きいと判定された場合（ステップS14：No）、流量制御部136は、アクチュエータ9を介してクレンメ8の開閉制御を行う（ステップS16）。具体的には、現在の流量が目標流量よりも大きい場合にはクレンメ8を閉じる制御を行い、現在の流量が目標流量よりも小さい場合にはクレンメ8を開く制御を行う。その後、処理はステップS15に移行する。

【0070】

ステップS15に続くステップS17において、流量制御部136は、流量の積算量が予め設定された流量の設定値以上であるか否かを判定する。流量の積算量が設定値に満たないと判定された場合（ステップS17：No）、処理はステップS12に戻る。

40

【0071】

一方、流量の積算量が設定値以上であると判定された場合（ステップS17：Yes）、流量制御部136は、アクチュエータ9を介してクレンメ8に輸液チューブ5を閉塞させることにより、点滴を終了させる（ステップS18）。その後、撮像制御部135が撮像部12による撮像動作を停止させる。それにより、液滴測定システム10の動作は終了する。

【0072】

以上説明したように、本発明の実施の形態1によれば、ノズル先端部6a及びノズル先端部6aから鉛直下方に延びる領域に限定して撮像を行うので、撮像部12から演算装置13への画像データの送信や、演算装置13内部における画像データの転送、さらには、

50

画像処理部 137 が実行する画像処理に要する負荷を従来よりも軽減することができる。また、画像処理部 137 においては、時系列順に生成される画像に対して液切れ検出処理を行い、検出された液切れ画像及びこれに続く所定数の画像のみを用いた画像処理により液滴 7 の体積を算出するので、従来よりも軽い負荷で、高精度な体積算出処理をリアルタイムに行うことが可能となる。従って、高性能のプロセッサは不要となり、液滴測定システム全体の構成の小型化や、簡素化、さらにはコストの低減も可能となる。

【0073】

また、本発明の実施の形態 1 によれば、液滴 7 の体積の算出結果に基づき、アクチュエータ 9 を介して流量をフィードバック制御するので、正確な点滴を行うことが可能となる。

10

【0074】

(実施の形態 2)

図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る液滴測定システムの概略構成を示す図である。図 8 に示すように、実施の形態 2 に係る液滴測定システム 20 は、図 1 に示す液滴測定システム 10 に対し、演算装置 13 の代わりに演算装置 21 を備え、さらに、点滴筒 4 に取り付けられた傾きセンサ 22 を備える。演算装置 21 及び傾きセンサ 22 以外の液滴測定システム 20 の各部の構成は、実施の形態 1 と同様である。

【0075】

傾きセンサ 22 は、例えば、ジャイロセンサや加速度センサによって構成され、鉛直方向の軸に対する点滴筒 4 の傾きを検出する。ここで、ノズル 6 は点滴筒 4 に固定されているため、点滴筒 4 の傾きはノズル 6 の傾きとほぼ等しい。

20

【0076】

図 9 は、演算装置 21 の概略構成を示すブロック図である。演算装置 21 は、図 2 に示す演算装置 13 と同様に、入出力部 131、記憶部 132、及び操作入力部 133 を備え、プロセッサ 211 の構成のみが図 2 に示すプロセッサ 134 と異なる。プロセッサ 211 は、撮像制御部 135 と、流量制御部 136 と、液切れ検出部 137a 及び体積算出部 137b に加えて補正部 212a を有する画像処理部 212 とを備える。撮像制御部 135、流量制御部 136、液切れ検出部 137a、及び体積算出部 137b の動作は、実施の形態 1 と同様である。

【0077】

補正部 212a は、傾きセンサ 22 により検出された点滴筒 4 の傾き（即ち、ノズル 6 の傾き）に基づいて、体積算出部 137b による液滴の体積算出処理に対する補正演算を行う。

30

【0078】

図 10 は、本発明の実施の形態 2 における補正演算を説明するための模式図であり、鉛直方向の軸 G に対して点滴筒 4 の中心軸 C が角度 θ だけ傾いている状態を示している。ここで、点滴筒 4 が傾いていないとすれば、被写体である液滴 7 と撮像素子 12a との距離が d_1 となるように設定されていた場合、点滴筒 4 が傾くことにより、液滴 7 と撮像素子 12a との距離が d_2 に変化してしまう。つまり、角度 θ の傾きに起因する距離 d_1 、 d_2 の変動によって、液滴 7 の画像が拡大又は縮小されることになり、体積測定の精度が低下してしまう。

40

【0079】

そこで、補正部 212a は、傾きセンサ 22 によって検出された傾きの角度 θ を取得し、液切れ検出処理（図 6 のステップ S122 参照）の後、体積算出処理（同ステップ S125 参照）において体積算出部 137b により検出された液滴の 2 次元形状（図 4 の画像 m16 参照）を、角度 θ に応じて拡大又は縮小することにより補正する。体積算出部 137b は、この補正後の 2 次元形状に基づいて、液滴の体積を算出する。

【0080】

以上説明したように、本発明の実施の形態 2 によれば、傾きセンサ 22 により検出された点滴筒 4 の傾きに基づく補正演算を行うので、より高精度な体積算出及び流量制御が可

50

能となる。

【0081】

(実施の形態3)

本発明の実施の形態3に係る液滴測定システム及び該液滴測定システムが備える演算装置の構成は、全体として図8及び図9と同様である。本実施の形態3においては、図9に示す補正部212aが、体積算出処理(図6のステップS125参照)において、撮像部12の焦点のずれに起因する液滴の体積の算出誤差を補正する。この場合、補正部212aは、実施の形態2において説明した点滴筒4の傾きに基づく補正演算と、以下に説明する補正演算との両方を行っても良いし、以下に説明する補正演算のみを行うこととしても良い。後者の場合、図8に示す傾きセンサ22を省略しても良い。

10

【0082】

図11A~図12Bは、本発明の実施の形態3における補正演算を説明するための模式図である。例えば20滴/ml程度の一般的な点滴を行う場合、図11Aに示すように、上蓋4aにノズル6が固定された点滴筒4が用いられる。この場合、液滴7の体積を測定する際には、ノズル6の中心軸上に撮像部12の焦点を合わせて撮像を行う。通常、ノズル6は、その中心軸が点滴筒4の中心軸と一致するように設計されているため、点滴筒4の位置を目安として、点滴筒4の中心軸に合焦するように、撮像部12と点滴筒4の相対位置が決められる。しかし、実際には、部品公差等により、点滴筒4の中心軸に対してノズル6の中心軸の位置や傾きがずれてしまうことがある。そのような場合、撮像部12の焦点がノズル6の中心軸からずれてしまい、図11Bに示す画像m30において、液滴7の像m31がぼけてしまう。その結果、このような像m31をもとに算出される液滴7の体積に誤差が生じてしまう。

20

【0083】

また、例えば60滴/ml程度の低流量の点滴を行う場合、図12Aに示すように、点滴筒4に対して別途ニードル(針状のノズル)6bが取り付けられて使用される。この場合、部品公差に加え、ニードル6bの取り付け方によっても、撮像部12の焦点がニードル6bの中心軸からずれてしまうことがある。それにより、図12Bに示す画像m40において、液滴7の像m41にぼけが生じてしまう。

【0084】

そこで、補正部212aは、液切れ検出処理(図6のステップS122参照)の後、メモリに保存された複数の画像(同ステップS124参照)のいずれかを取得し、取得した画像に基づいて、撮像部12の焦点ずれに起因する液滴の体積の算出誤差を補正する。

30

【0085】

詳細には、ノズル6又はニードル6bの設計上の幅(直径) w_1 、 w_3 と、撮像部12の焦点距離と、撮像素子12aのサイズとの関係から、撮像部12の焦点がノズル6又はニードル6bの中心軸に合っているときのノズル6の像又はニードル6bの像の画像上の幅を算出し、基準値として予め補正部212aに保持させておく。

【0086】

ノズル6を用いて点滴を行う場合、補正部212aは、予め保持しているノズル6の像の幅の基準値と、例えば図11Bに示す画像m30におけるノズル6の像m32の幅 w_2 との比率を算出する。そして、この比率を用いて、体積算出部137bにより検出された液滴7の2次元形状(図4の画像m16参照)を拡大又は縮小することにより補正する。体積算出部137bは、この補正後の2次元形状に基づいて、液滴7の体積を算出する。

40

【0087】

ニードル6bを用いて点滴を行う場合も同様に、補正部212aは、予め保持しているニードル6bの像の幅の基準値と、例えば図12Bに示す画像m40におけるニードル6bの像m42の幅 w_4 との比率を算出し、この比率を用いて液滴7の2次元形状を補正する。

【0088】

以上説明したように、本発明の実施の形態3によれば、撮像部12の焦点ずれに起因す

50

る液滴 7 の体積の算出誤差を補正するので、より高精度な体積算出及び流量制御が可能となる。

【 0 0 8 9 】

(実施の形態 4)

次に、本発明の実施の形態 4 に係る液滴測定システムについて説明する。図 1 3 は、点滴における液滴の滴下周期 (秒) と 1 滴あたり体積との相関関係の一例を示すグラフであり、図 1 に示す液滴測定システム 1 0 を用いた実験により得られたものである。

【 0 0 9 0 】

ここで、従来、点滴の流量制御は、点滴筒内に滴下される液滴の体積が一定であるという前提で液滴の滴下周期を調節することにより行っていた。しかし、滴下周期を正確に制御した場合であっても、実際には、点滴の終了予定時刻になっても点滴が終了していなかったり、反対に、点滴が既に終了していたりすることがあり、高精度な流量制御が困難という問題があった。

【 0 0 9 1 】

そこで、本願発明者らは、図 1 に示す液滴測定システム 1 0 を用いて、液滴 7 の滴下周期を変化させながら液滴 7 の体積を測定する実験を行った。その結果、液滴 7 の体積は、点滴液の粘度や環境温度等の条件、或いは患者の動きといった突発的な状況変化によって変動するだけでなく、液滴 7 の滴下周期によっても変動するという知見が得られた。詳細には、図 1 3 に示すように、液滴 1 つあたりの体積は、液滴の滴下周期を短くするほど増加する傾向にあることがわかった。

【 0 0 9 2 】

本実施の形態 4 は、上述した知見を利用したものであり、液滴の滴下周期と 1 滴あたりの体積との相関関係を表す情報を液滴測定システム 1 0 (又は図 8 に示す液滴測定システム 2 0) により予め取得して蓄積し、蓄積された情報を利用することにより、高精度な流量制御を可能とするものである。また、本実施の形態 4 は、上記相関関係を表す情報を点滴液の種類ごとに取得し、点滴液の種類に応じた流量制御を可能とするものである。

【 0 0 9 3 】

液滴の滴下周期と 1 滴あたりの体積との相関関係を表す情報に基づく流量制御としては、種々の方法が考えられる。本実施の形態 4 においては、一例として、液滴の滴下周期と 1 滴あたりの体積とから、滴下周期に応じた流量を算出し、この流量を滴下周期と関連付けた相関テーブルを作成して液滴の流量制御に利用する方法を説明する。滴下周期に応じた流量は、滴下周期に対応する液滴の体積を滴下周期で除算することにより算出される。

【 0 0 9 4 】

図 1 4 は、本発明の実施の形態 4 に係る液滴測定システムが備える演算装置の概略構成を示すブロック図である。なお、実施の形態 4 に係る液滴測定システムの構成は全体として図 8 と共通である。

【 0 0 9 5 】

図 1 4 に示すように、演算装置 3 1 は、入出力部 1 3 1 と、記憶部 3 1 1 と、操作入力部 1 3 3 と、プロセッサ 3 1 2 とを備える。このうち、入出力部 1 3 1 及び操作入力部 1 3 3 の動作は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 9 6 】

記憶部 3 1 1 は、プログラム記憶部 1 3 2 a に加えて、液滴の滴下周期と体積との相関関係を表す情報をテーブルの形式で記憶する相関テーブル記憶部 3 1 1 a を備える。相関テーブル記憶部 3 1 1 a は、このようなテーブル (相関テーブル) を、点滴液の種類に応じて複数記憶している。なお、相関関係を表す情報としては、相関テーブルの代わりに関数を用いても良い。

【 0 0 9 7 】

プロセッサ 3 1 2 は、撮像制御部 1 3 5 と、流量制御部 3 1 3 と、画像処理部 2 1 2 とを備える。このうち、撮像制御部 1 3 5 及び画像処理部 2 1 2 の構成及び動作は、実施の形態 1 ~ 3 と同様である。なお、実施の形態 4 において、傾きセンサ 2 2 (図 8 参照) 及

10

20

30

40

50

び補正部 2 1 2 a は必須ではなく、省略しても良い。

【 0 0 9 8 】

流量制御部 3 1 3 は、相関テーブル記憶部 3 1 1 a に記憶された相関テーブルを参照して、現在の流量を目標流量に近づけるために必要な滴下周期の調整量を取得し、この調整量に基づいてアクチュエータ 9 を制御する。

【 0 0 9 9 】

図 1 5 は、実施の形態 4 に係る液滴測定システムの動作を示すフローチャートである。

点滴開始に先立って、ユーザは、点滴液の種類に関する情報を、操作入力部 1 3 3 を介して演算装置 3 1 に入力する。また、実施の形態 1 と同様に、点滴筒 4 の近傍に光源 1 1 及び撮像部 1 2 を設置しておく。

10

【 0 1 0 0 】

ステップ S 3 0 において、流量制御部 3 1 3 は、ユーザが予め入力した情報に基づいて、点滴液の種類に応じた相関テーブルを相関テーブル記憶部 3 1 1 a から取得する。

続くステップ S 1 0、S 1 1 の処理は実施の形態 1 と同様である。

【 0 1 0 1 】

ステップ S 1 1 に続くステップ S 3 1 において、画像処理部 2 1 2 は、液滴 7 の滴下周期を取得する。詳細には、画像処理部 2 1 2 は、撮像部 1 2 から出力される画像データを順次取得して所定の処理を施すことにより、画像を時系列順に生成し、これらの画像に対して液切れ検出処理を実行する。なお、液切れ検出処理の詳細については、図 6 のステップ S 1 2 2 と同様である。そして、液切れ画像が検出された際に、前回検出された液切れ画像との画像間隔を算出し、画像間隔と撮像フレームレートとを掛け合わせることで、滴下周期を算出する。

20

【 0 1 0 2 】

ステップ S 3 2 において、流量制御部 3 1 3 は、相関テーブルを参照することにより、ステップ S 3 1 において取得された滴下周期に対応する流量（現在の流量）を取得する。

【 0 1 0 3 】

ステップ S 3 3 において、流量制御部 1 3 6 は、現在の流量と目標流量との誤差が閾値以下であるか否かを判定する。なお、この際、現在の流量と目標流量とが等しいか否かを判定することとしても良い。

【 0 1 0 4 】

誤差が閾値以下であると判定された場合（ステップ S 3 3 : Yes）、処理はステップ S 1 5 に移行する。ステップ S 1 5 並びにこれに続くステップ S 1 7 及び S 1 8 の処理は実施の形態 1 と同様である。

30

【 0 1 0 5 】

一方、誤差が閾値よりも大きいと判定された場合（ステップ S 3 3 : No）、流量制御部 3 1 3 は、現在の流量を目標流量に遷移させるために必要な滴下周期の調整量を取得する。詳細には、相関テーブルを参照して目標流量に対応する滴下周期を取得し、この滴下周期と、現在の滴下周期との差分を算出する。この差分が、滴下周期の調整量である。

【 0 1 0 6 】

ステップ S 3 5 において、流量制御部 1 3 6 は、ステップ S 3 4 において取得された滴下周期の調整量を目途に、アクチュエータ 9 を介してクレンメ 8 の開閉制御を行う。例えば、滴下周期を短くする場合、液滴 7 の体積が大きくなり流量が急増するので、控えめにクレンメ 8 を開放するようアクチュエータ 9 を制御する。その後、処理はステップ S 1 5 に移行する。

40

【 0 1 0 7 】

以上説明したように、本発明の実施の形態 4 によれば、予め取得された液滴 7 の滴下周期と体積との相関関係を表す情報に基づいて滴下周期の調整することにより流量制御を行うので、点滴液の流量を素早く目標流量に近づけることができる。

【 0 1 0 8 】

上記実施の形態 4 においては、画像処理によって現在の滴下周期を取得したが、滴下す

50

る液滴の数をセンサ等により直接カウントする従来の方式により現在の滴下周期を取得しても良い。つまり、従来の方式の点滴システムに対し、本実施の形態4において説明した相関関係を表す情報に基づく流量制御を組み合わせることにより、従来よりも短時間且つ精度良く、所望の流量制御を行うことが可能となる。

【0109】

本発明は、以上説明した実施の形態1～4に限定されるものではなく、各実施の形態に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって種々の発明を形成することができる。例えば、各実施の形態に示される全構成要素からいくつかの構成要素を除外しても良いし、異なる実施の形態に示した構成要素を適宜組み合わせても良い。

【符号の説明】

10

【0110】

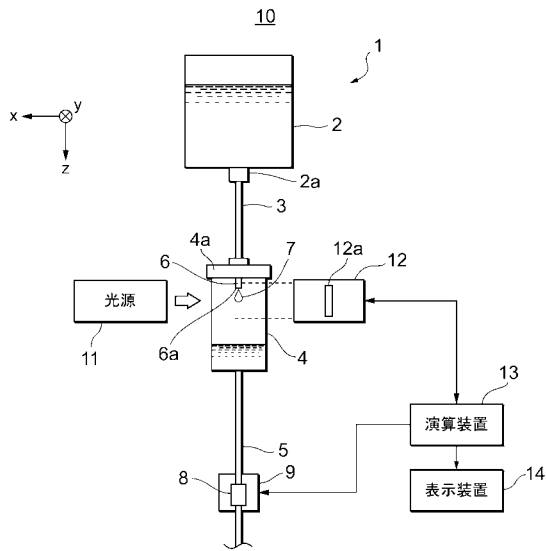
- 1 点滴装置
- 2 輸液バッグ
- 2 a 排液ポート
- 3 中間チューブ
- 4 点滴筒
- 4 a 上蓋
- 5 輸液チューブ
- 6 ノズル
- 6 a 先端部（ノズル先端部）
- 6 b ニードル
- 7 液滴
- 8 クレンメ
- 9 アクチュエータ
- 10、20 液滴測定システム
- 11 光源
- 12 撮像部
- 12 a 撮像素子
- 12 b 撮像領域
- 13、21、31 演算装置
- 14 表示装置
- 22 傾きセンサ
- 131 入出力部
- 132、311 記憶部
- 132 a プログラム記憶部
- 133 操作入力部
- 134、211、312 プロセッサ
- 135 撮像制御部
- 136、313 流量制御部
- 137、212 画像処理部
- 137 a 液切れ検出部
- 137 b 体積算出部
- 212 a 補正部
- 311 a 相関テーブル記憶部

20

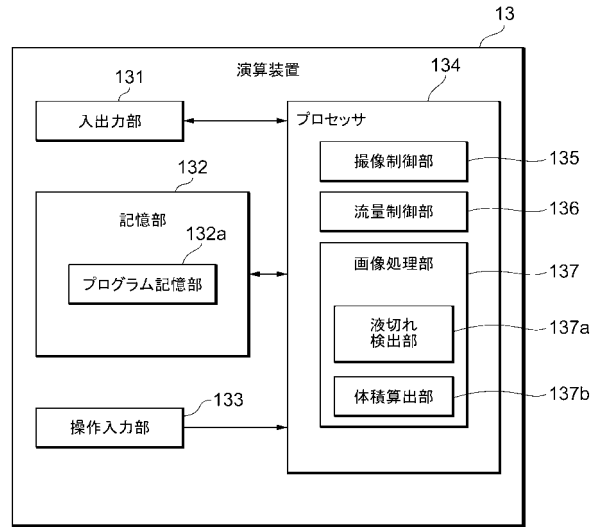
30

40

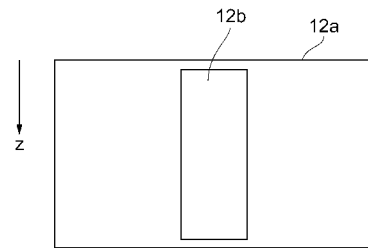
【 図 1 】



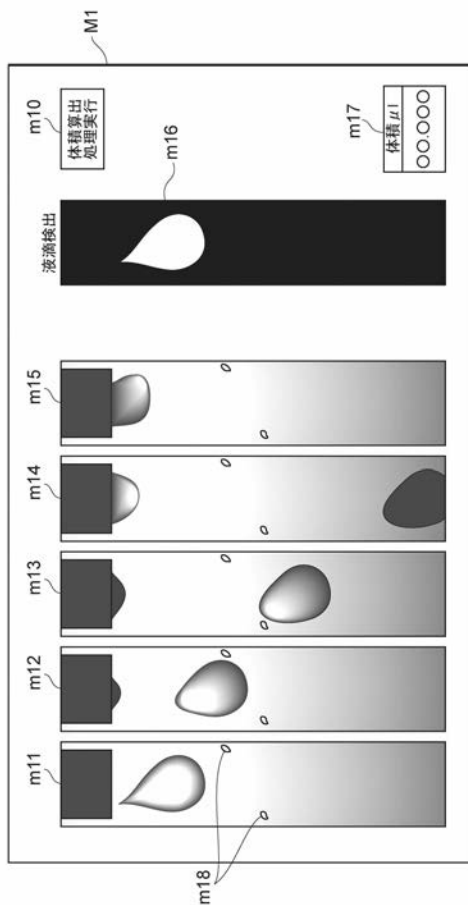
【 図 2 】



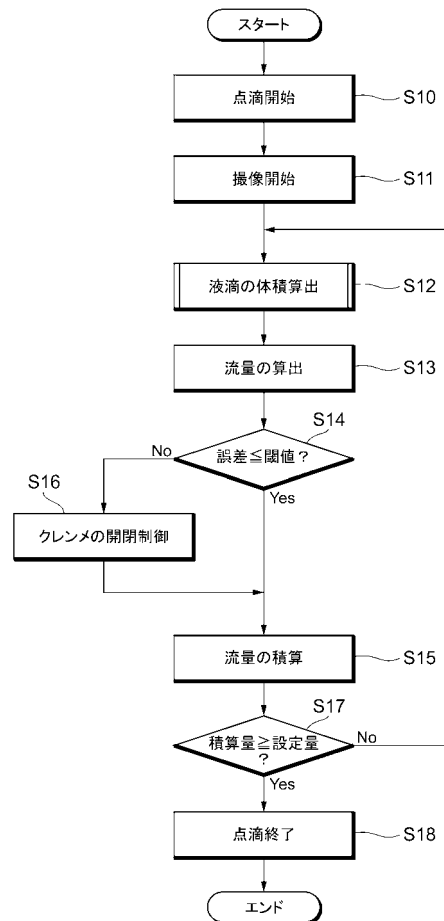
【 図 3 】



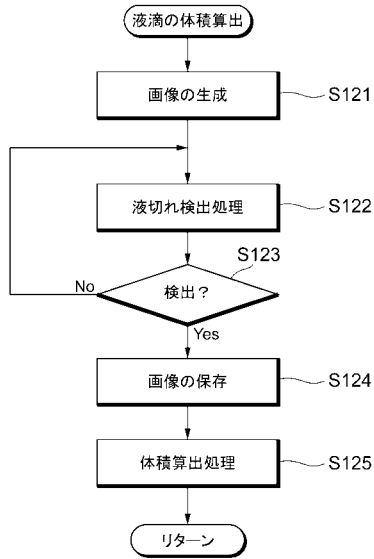
【 図 4 】



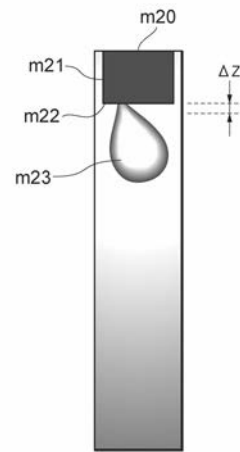
【 図 5 】



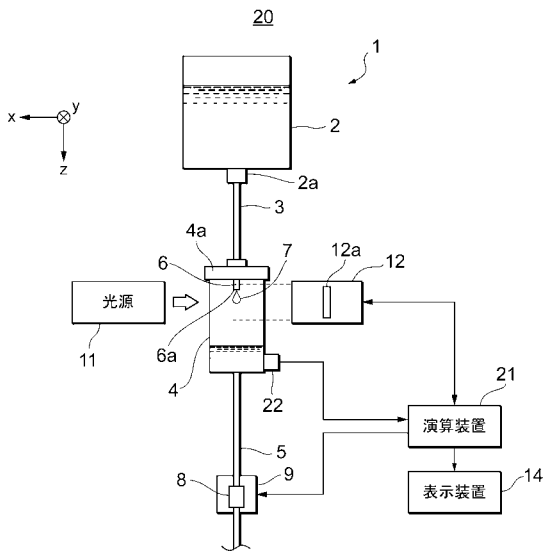
【 図 6 】



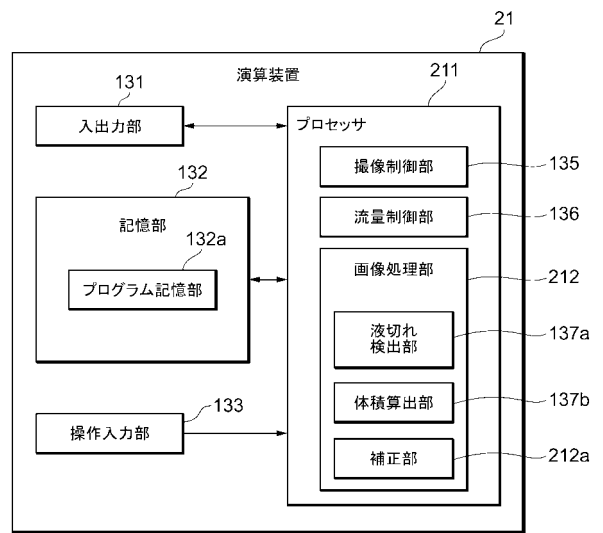
【 図 7 】



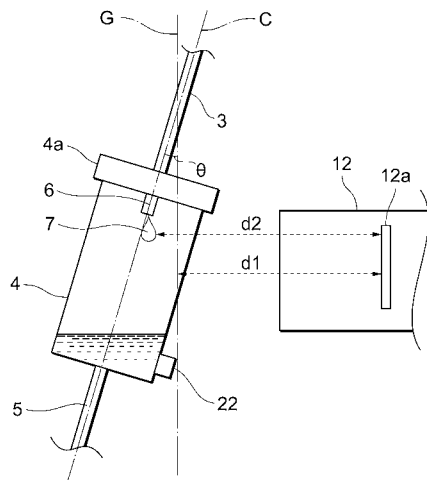
【 図 8 】



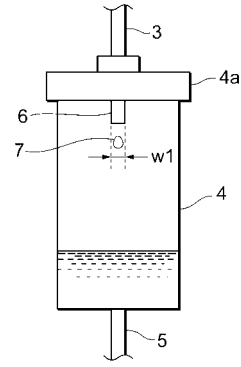
【 図 9 】



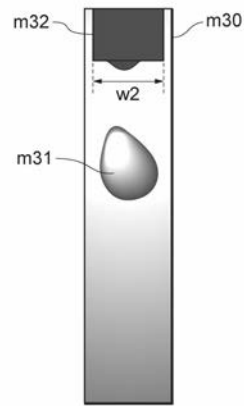
【図10】



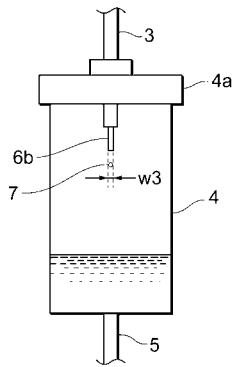
【図11A】



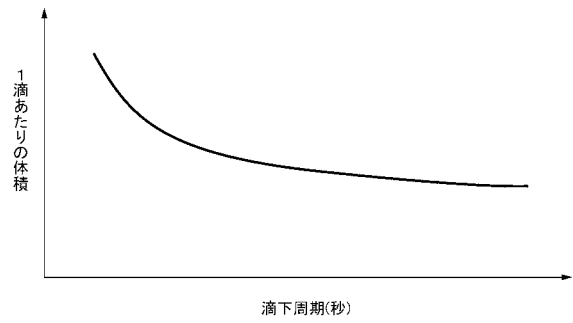
【図11B】



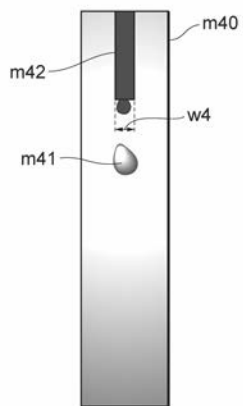
【図12A】



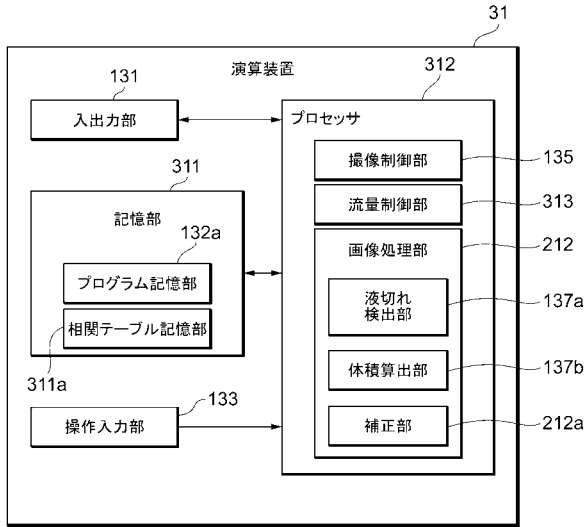
【図13】



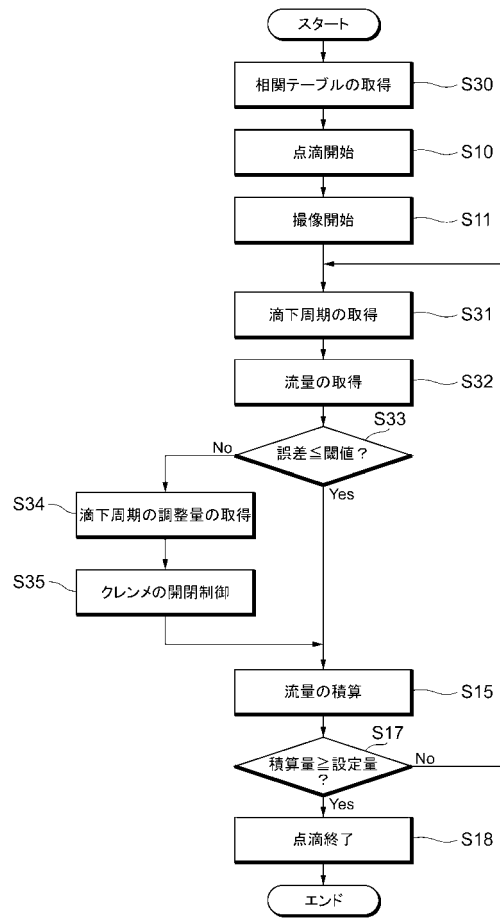
【図12B】



【図 1 4】



【図 1 5】



【手続補正書】

【提出日】平成30年5月10日(2018.5.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下するノズルと、

前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、

前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期を取得する手段と、

予め取得され、液滴の体積と該液滴の滴下周期との相関関係を表す情報を記憶する記憶部と、

前記情報と前記手段により取得された前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期とに基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御する流量制御部と、

を備える液滴測定システム。

【請求項 2】

前記記憶部は、前記情報を液体の種類に応じて複数種類記憶し、

前記流量制御部は、前記記憶部に記憶された複数種類の情報のうちから、前記容器内に充填された液体に対応する情報を取得し、該取得した情報に基づいて前記アクチュエータ

を制御する、請求項 1 に記載の液滴測定システム。

【請求項 3】

前記手段は、

前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域に視野を向けて設置された撮像部と、

前記撮像部に撮像を実行させる撮像制御部と、

前記撮像部から出力された画像データに基づいて、複数の画像を時系列順に取得し、該複数の画像に基づいて、前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期を算出する画像処理部と、

を有する、請求項 1 又は 2 に記載の液滴測定システム。

【請求項 4】

前記画像処理部は、前記複数の画像から、前記液滴が前記先端部から離れた直後の状態が写った画像である液切れ画像を検出することにより、前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期を算出する、請求項 3 に記載の液滴測定システム。

【請求項 5】

前記撮像制御部は、前記撮像部の視野を鉛直方向に長い長方形の領域に設定して、前記撮像部に撮像を実行させ、

前記画像処理部は、前記撮像部から出力された画像データに基づき、前記長方形の領域に対応し、前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域が写った画像を時系列順に生成することにより前記複数の画像を取得する、

請求項 4 に記載の液滴測定システム。

【請求項 6】

前記画像処理部は、前記複数の画像から、前記液切れ画像と、該液切れ画像に続く所定数の画像とを取得し、前記液切れ画像及び前記所定数の画像を用いて、前記ノズルから滴下する液滴の体積を算出する体積算出部を有する、請求項 5 に記載の液滴測定システム。

【請求項 7】

鉛直方向の軸に対する前記ノズルの傾きを検出するセンサをさらに備え、

前記画像処理部は、前記センサによる前記傾きの検出結果に基づいて、前記液滴の体積に対する補正演算を行う補正部をさらに有する、
請求項 6 に記載の液滴測定システム。

【請求項 8】

前記画像処理部は、前記長方形の領域に対応する画像における前記ノズルの像の寸法の基準値を保持し、前記液切れ画像又は前記所定数の画像に写った前記ノズルの像の寸法と前記基準値とに基づいて、前記液滴の体積に対する補正演算を行う補正部をさらに有する、

請求項 6 に記載の液滴測定システム。

【請求項 9】

前記撮像部の撮像フレームレートは 100 フレーム / 秒以上である、請求項 3 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 10】

前記長方形の領域における水平方向の長さに対する鉛直方向の長さの比は、1.5 以上 4.5 以下である、請求項 5 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 11】

前記撮像部と対向して設けられ、少なくとも前記ノズルの先端部及び該先端部から鉛直下方に延びる領域を照明する光源と、

前記光源から出射する光の配光を制御するフィルタと、

をさらに備える請求項 3 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 12】

前記撮像部はテレセントリックレンズをさらに備える、請求項 3 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の液滴測定システム。

【請求項 1 3】

液滴測定システムにおいて用いられる液滴測定方法において、
前記液滴測定システムは、

容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下するノズルと、

前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、

予め取得され、液滴の体積と該液滴の滴下周期との相関関係を表す情報を記憶する記憶部と、を備え、

前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期を取得するステップ（a）と、

前記記憶部に記憶された前記情報と、前記ステップ（a）において取得された前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期とに基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御するステップ（b）と、
を含む液滴測定方法。

【請求項 1 4】

液滴測定システムにおいてコンピュータに実行させる液滴測定プログラムにおいて、
前記液滴測定システムは、

容器内に充填された液体を点滴筒を介して点滴する点滴装置に設けられ、前記液体からなる液滴を前記点滴筒内に滴下するノズルと、

前記点滴筒内に溜まった前記液体を流通させるチューブに対して押圧可能に設けられたクレンメに対し、該クレンメを駆動して前記チューブに対する押圧力を変化させることにより、前記液体の流量を変化させるアクチュエータと、

予め取得され、液滴の体積と該液滴の滴下周期との相関関係を表す情報を記憶する記憶部と、を備え、

前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期を取得するステップ（a）と、

前記記憶部に記憶された前記情報と、前記ステップ（a）において取得された前記ノズルから滴下する液滴の滴下周期とに基づいて、前記液体の流量が予め設定された範囲となるように前記アクチュエータを制御するステップ（b）と、
を実行させる液滴測定プログラム。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/083485
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61M5/168(2006.01)i, A61M39/28(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61M5/168 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/0081233 A1 (HUNGERFORD, Roger L.), 20 March 2014 (20.03.2014), paragraphs [0045], [0050], [0052] to [0061], [0064] to [0065], [0075] to [0077]; fig. 2 to 6, 8 & JP 2016-518875 A	1-2, 4-7, 10-13 3 8-9
Y	JP 2010-145334 A (Tama-TLO Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), abstract; claims 1, 5 (Family: none)	3
A	JP 2011-62371 A (Terumo Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraphs [0026] to [0027]; fig. 3 (Family: none)	10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 January 2017 (19.01.17)		Date of mailing of the international search report 31 January 2017 (31.01.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 8 3 4 8 5	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61M5/168(2006,01)i, A61M39/28(2006,01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61M5/168			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y A	US 2014/0081233 A1 (HUNGERFORD, Roger L.) 2014.03.20, 段落[0045], [0050], [0052]-[0061], [0064]-[0065], [0075]-[0077], 図2-6, 8 & JP 2016-518875 A	1-2, 4-7, 10-13 3 8-9	
Y	JP 2010-145334 A (タマティーエルオー株式会社) 2010.07.01, 要約、請求項1, 5 (ファミリーなし)	3	
A	JP 2011-62371 A (テルモ株式会社) 2011.03.31, 段落[0026]-[0027], 図3 (ファミリーなし)	10	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 19.01.2017		国際調査報告の発送日 31.01.2017	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 安田 昌司	3E 6216
		電話番号 03-3581-1101 内線 3346	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA

(72)発明者 上山 忠孝

岩手県盛岡市北飯岡一丁目8番25号 株式会社アイカムス・ラボ内

(72)発明者 大和田 功

岩手県北上市相去町山田2番地18 有限会社イグノス内

(72)発明者 寒川 陽美

岩手県北上市相去町山田2番地18 有限会社イグノス内

(72)発明者 赤井 良一

大阪府大阪市北区本庄西3丁目9番3号 ニプロ株式会社内

Fターム(参考) 4C066 AA07 BB01 CC01 DD01 QQ22 QQ26 QQ44

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。