

明 細 書

発明の名称： シリンジポンプ及びシリンジポンプの制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、シリンジ内の液体を設定された流量で送り出すシリンジポンプ及びシリンジポンプの制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、医療現場では患者に薬液を高精度に投与することのできるシリンジポンプが使用されている。シリンジポンプは、サイズの異なる様々な種類のシリンジを保持できるように構成されており、シリンジのピストンを押圧するピストン押圧部を駆動することによってピストンを押しシリンジ内の薬液を正確に送り出すことができるようになっている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] すなわち、シリンジポンプの駆動機構は、モーターによって回転駆動される送りねじと、送りねじに噛み合うハーフナットと、ハーフナットを送りねじから離れた状態とするための解除レバーとを備えており、ピストン押圧部は、ハーフナットに連結されている。そして、装着されたシリンジのピストンをピストン押圧部で保持した状態でモーターによって送りねじを回転させると、ハーフナットがシリンジの軸方向に直線移動し、これによってピストンを押すことができる。薬液の投与が終了して別のシリンジを装着する場合や、サイズの異なるシリンジを装着する場合には、そのシリンジのピストンの位置に合うようにピストン押圧部を移動させなければならないが、このときには、解除レバーを操作してハーフナットを送りねじから離して軸方向に自由に動けるようにしておき、ピストン押圧部の位置調整を行う。

[0004] また、特許文献1にも開示されているように、送りねじやハーフナットのねじ部分は、摩耗による精度低下防止などの観点から、ねじ山の頂部が平坦な台形ねじを用いるのが一般的である。

[0005] また、シリンジポンプを使用する際には高い安全性が要求されるので、各

種の警報機能や、安全機能が組み込まれている。例えば、送りねじとハーフナットとの噛み合い状態をフォトセンサやマイクロスイッチで検出し、噛み合い不良の場合には、警報を発したり、薬液の注入開始ボタンを押しても注入が行えないようにする注入回避機能などがある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-105198号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、シリンジポンプにシリンジを装着する際、上述のように解除レバーを操作してハーフナットを送りねじから一旦離してピストン押圧部の位置調整を行った後、ハーフナットを送りねじに噛み合わせる。ところが、送りねじとハーフナットとのねじ部分が台形ねじとなっているので、送りねじとハーフナットとの軸方向の位置関係によっては、送りねじとハーフナットのねじ山頂部の平坦面同士が当接して一方のねじ山が他方のねじ溝に入らない状態、即ち、噛み合い不良が発生することがある。この噛み合い不良の発生頻度を低下させるため、ねじ山の形状を特許文献1に開示されているように工夫することも考えられるが、台形ねじとしている以上、ねじ山頂部の平坦面同士の当接は一定の確率で起こってしまう。

[0008] 噛み合い不良が起こった場合には、警報によって使用者に報知することや、注入回避機能が働いて注入が行われないようにしている。噛み合い不良の原因としては、ねじ山の頂部の平坦面同士の当接による軽微な原因の場合が大部分を占めており、ねじの損傷等による重大なものは少ない。

[0009] しかしながら、どのような原因によるものであっても、使用者は噛み合い不良の対応処置を行わなければならない、煩雑であるとともに、操作性の悪いシリンジポンプであると判断されてしまう。

[0010] また、使用者が、噛み合い不良が発生しているのに気付かずに投与開始操

作を行った場合、投与を開始したつもりが実際には投与が行われていないという事態が発生し、この場合、投与不足を引き起こす。

[0011] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、送りねじとハーフナットとの噛み合い不良原因のうち、軽微なものはその原因を自動的に取り除いて噛み合い不良の発生頻度を低下させ、もって、使用者の操作性を良好にするとともに、投与不足が起こらないようにすることにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明では、シリンジが装着された場合に送りねじを回転させることによってねじ山の頂部の平坦面同士の当接を解消してねじ山を相手側のねじ溝に嵌めることができるようにした。

[0013] 第1の発明は、液体が充填されたシリンジのピストンを押圧するピストン押圧部と、

上記ピストン押圧部を駆動する駆動機構と、

上記駆動機構を制御する制御装置とを備えたシリンジポンプにおいて、

上記駆動機構は、送りねじと、該送りねじを回転させるモーターと、上記送りねじに噛み合うハーフナットと、該ハーフナットを、上記送りねじに噛み合った状態と上記送りねじから離れた状態とに切り替えるための切替部材とを備え、

上記制御装置は、シリンジが装着されているか否かを検出するシリンジ装着状態検出手段を備え、該シリンジ装着状態検出手段によりシリンジが装着されていることが検出された場合に上記モーターを駆動するモーター駆動制御を行うように構成されていることを特徴とするものである。

[0014] この構成によれば、駆動機構の切替部材によってハーフナットが送りねじから離れた状態にすることで、ピストン押圧部を送りねじによらず自由に動かすことが可能になる。例えば装着するシリンジに合うようにピストン押圧部の位置調整を行った後に、切替部材によってハーフナットを送りねじに噛み合った状態にしようとしたとき、ハーフナットと送りねじのねじ山頂部の

平坦面同士が当接してハーフナットが送りねじに噛み合わない場合がある。

[0015] 本発明では、制御装置は、シリンジが装着された場合にモーターを駆動して送りねじを回転させる。この送りねじの回転により、送りねじのねじ山とハーフナットのねじ山との当接部分が軸方向に相対移動することになる。この当接部分の相対移動により、ハーフナットのねじ山が送りねじのねじ溝に嵌り、ハーフナットが送りねじに噛み合う。従って、送りねじとハーフナットとの噛み合い不良原因のうち、ねじ山同士が当接するという、軽微な原因は自動的に取り除かれるので、噛み合い不良の発生頻度が低下する。

[0016] 第2の発明は、第1の発明において、

上記制御装置は、上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っているか否かを検出するための噛み合い状態検出手段を備え、該噛み合い状態検出手段により上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っていないと検出された場合には、モーター駆動制御を行うように構成されているものである。

[0017] この構成によれば、ハーフナットが送りねじに噛み合っていない場合を検出し、噛み合っていない場合にモーターを駆動する。これにより、噛み合い不良の発生頻度が低下する。

[0018] 第3の発明は、第2の発明において、

上記シリンジ装着状態検出手段は、シリンジの装着状態が正常であるか否かを検出するように構成され、

上記制御装置は、上記シリンジ装着状態検出手段によるシリンジの装着状態の検出を行った後に、シリンジの装着状態が正常であると検出された場合には、上記噛み合い状態検出手段による検出を行うように構成されていることを特徴とするものである。

[0019] すなわち、送りねじとハーフナットとの噛み合い不良の原因としては、例えばシリンジの装着状態が正常でなく、ピストン押圧部の位置不良の場合もある。この場合は、モーター駆動制御を行っても送りねじとハーフナットと噛み合わせることができない可能性が高い。本発明では、シリンジの装着状態を検出して、正常であると検出された場合に、モーター駆動制御を行うよ

うにしているので、無駄な制御を極力排除して的確な制御が行えるようになる。

[0020] 第4の発明は、第2または3の発明において、上記制御装置は、上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っていないことを報知する報知手段を備え、上記モーター駆動制御を行った後に、上記噛み合い状態検出手段による検出を再び行い、該噛み合い状態検出手段により上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っていないと検出された場合には、上記ハーフナットと上記送りねじとの噛み合い不良を上記報知手段によって報知するように構成されていることを特徴とするものである。

[0021] すなわち、モーター駆動制御を行った後、ハーフナットが送りねじに噛み合っていない場合には、駆動機構の異常やシリンジの装着異常の可能性がある、この場合に報知手段によって噛み合い不良を報知することで、それらの異常を早期に報知して対応処置を行うことが可能になる。

[0022] 第5の発明は、第1から4のいずれか1つの発明において、
上記制御装置は、上記モーター駆動制御において、上記モーターの回転中に、上記噛み合い状態検出手段によって上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合ったことが検出された場合に、上記モーターの回転を停止させるように構成されていることを特徴とするものである。

[0023] この構成によれば、ハーフナットが送りねじに噛み合った場合にモーターの回転を停止させることで、モーター駆動制御中にピストンが動いてしまうのを抑制することが可能になる。

[0024] 第6の発明は、第1から5のいずれか1つの発明において、
上記モーター駆動制御は、上記送りねじをピストンの押圧側へ回転させる制御であることを特徴とするものである。

[0025] この構成によれば、モーター駆動制御時にピストンに駆動力が伝達された場合、ピストンは、シリンジの液体が投与される側に動くので、患者の血を引いてしまうことはない。

[0026] 第7の発明は、液体が充填されたシリンジのピストンを押圧するピストン

押圧部と、

上記ピストン押圧部を駆動する駆動機構とを備え、

上記駆動機構は、送りねじと、該送りねじを回転させるモーターと、上記送りねじに噛み合うハーフナットと、該ハーフナットを、上記送りねじに噛み合った状態と上記送りねじから離れた状態とに切り替えるための切替部材とを有するシリンジポンプの制御方法において、

シリンジが装着されているか否かを検出した後、

シリンジが装着されている場合には、上記モーターを駆動することによって上記送りねじを回転させることを特徴とするものである。

[0027] この構成によれば、第1の発明と同様に、軽微な原因によってハーフナットと送りねじとが噛み合っていない場合に、その軽微な原因が自動的に取り除かれるので、噛み合い不良の発生頻度が低下する。

発明の効果

[0028] 第1の発明によれば、シリンジが装着された場合に、モーター駆動制御を行うようにしたので、ねじ山同士が当接するという、軽微な原因を自動的に取り除くことができる。これにより、噛み合い不良の発生頻度を低下させることができるので、使用者の操作性を良好にすることができるとともに、投与不足が起こらないようにすることができる。

[0029] 第2の発明によれば、ハーフナットが送りねじに噛み合っていないと検出された場合にモーター駆動制御を行うようにしたので、噛み合い不良の発生頻度を確実に低下させることができる。

[0030] 第3の発明によれば、シリンジの装着状態が正常であると検出された場合に噛み合い状態を検出するようにしたので、シリンジの装着状態に応じた的確な制御を行うことができる。

[0031] 第4の発明によれば、モーター駆動制御を行った後、ハーフナットが送りねじに噛み合っていない場合に噛み合い不良を報知するようにしたので、駆動機構の異常やシリンジの装着異常を早期に報知して安全性を高めることができる。

[0032] 第5の発明によれば、モーター駆動制御時、ハーフナットが送りねじに噛み合った場合にモーターの回転を停止させることで、モーター駆動制御中にピストンが動いてしまうのを抑制することができ、より一層安全な投与を行うことができる。

[0033] 第6の発明によれば、モーター駆動制御時に送りねじをピストンの押圧側へ回転させるようにしたので、患者の血を引いてしまうのを防止できる。

[0034] 第7の発明によれば、第1の発明と同様に、噛み合い不良の発生頻度を低下させることができるので、使用者の操作性を良好にするとともに、投与不足が起こらないようにすることができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の実施形態に係るシリンジポンプの斜視図である。

[図2]シリンジポンプの駆動機構、ピストン押圧部等を背面側から見た図である。

[図3]図2のIII－III線断面図である。

[図4]シリンジポンプの駆動機構の一部を示す斜視図である。

[図5]ハーフナットが送りねじに噛み合っていない場合の図3（a）におけるV－V線断面図である。

[図6]モーター駆動制御後の図4相当図である。

[図7]シリンジポンプのブロック図である。

[図8]制御装置による制御手順を示すフローチャートである。

[図9]制御装置による別の制御例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

[0036] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。尚、以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

[0037] 図1は、本発明の実施形態に係るシリンジポンプ1の斜視図である。シリンジポンプ1は、医療現場において薬液等の液体を患者に投与する場合に使用されるものであり、薬液が充填されたシリンジ（図示せず）を装着し、シ

リンジのピストンを予め設定した速度で押すことによってシリンジ内の薬液の投与が可能となっている。尚、シリンジポンプ１は、外部から電源が供給されるようになっており、図示しないが蓄電池を内蔵しており、蓄電池によっても作動するようになっている。

[0038] シリンジポンプ１は、ケーシング１０と、ケーシング１０外でシリンジのピストンを押圧するピストン押圧部２０と、ピストン押圧部２０を駆動する駆動機構３０（図２に示す）と、駆動機構３０を制御する制御装置Ａ（図７に示す）とを備えている。ケーシング１０の内部には、図２に示すように、駆動機構３０が取り付けられるフレーム１５が設けられている。フレーム１５には、駆動機構３０が有するハーフナット３３（後述する）をシリンジポンプ１の左右方向に案内するための円柱状のガイド棒１６がシリンジポンプ１の左右方向に延びる姿勢で固定されている。

[0039] 図１に示すように、ケーシング１０の上面奥側には、シリンジの本体部分（薬液が充填された筒状部分）を載置するための載置台１０ａが形成されている。ケーシング１０の上面手前側には、シリンジポンプ１を操作するための各種ボタン（図７に示す開始ボタン１１を含む）や液晶表示パネル１２等が設けられている。

[0040] 尚、この実施形態の説明では、シリンジポンプ１を操作する場合に使用者から見て手前側となる側を手前側といい、使用者から見て奥側となる側を奥側といい、使用者から見て左側を左側といい、使用者から見て右側を右側というものとする。ピストンは、図１の右側から左側へ向けて押圧される。

[0041] 載置台１０ａに載置したシリンジは、液体の吐出側が左側に位置し、ピストンのフランジ側が右側に位置するようになっている。ケーシング１０の上面奥側には、載置台１０ａに載置したシリンジの本体部分を上方から押さえて保持するためのシリンジクランプ１３が設けられている。

[0042] ピストン押圧部２０は、ケーシング１０の奥側において右側に設けられており、図１に示す位置から左側へ移動するようになっている。ピストン押圧部２０の左側面には、ピストンのフランジを挟んで保持するためのフランジ

保持用の一对の爪 21 が設けられている。また、ピストン押圧部 20 の上部には、爪 21 及び後述するハーフナット 33 を操作するための操作レバー 23 が設けられている。

[0043] 図 2 に示すように、駆動機構 30 は、送りねじ 31 と、送りねじ 31 を回転させるモーター 32 と、送りねじ 31 に噛み合うハーフナット 33 と、ハーフナット 33 を、送りねじ 31 に噛み合った状態と送りねじ 31 から離れた状態とに切り替えるための切替ロッド 34（切替部材）とを備えている。

[0044] 送りねじ 31 は、シリンジポンプ 1 の左右方向に延びる金属製棒材の外周面に台形ねじが左右両端に亘って形成されたものである。図 5 及び図 6 に示す送りねじ 31 の部分断面図において、台形ねじのねじ山を符号 31a で示し、ねじ溝を符号 31b で示す。台形ねじの形状は周知の形状である。

[0045] 送りねじ 31 の両端部は、図 2 に示すフレーム 15 の左右両端部に回転可能に支持されている。モーター 32 は、制御装置 A に接続されており、制御装置 A によって停止、回転、回転方向の切替、回転量、回転速度等が制御される。モーター 32 はフレーム 15 の左端に固定されている。モーター 32 の出力は、減速歯車（図示せず）を介して送りねじ 31 の左端部に入力されるようになっている。

[0046] 図 2～図 4 に示すように、切替ロッド 34 の先端部にはキャリッジ 36 が設けられている。キャリッジ 36 は、切替ロッド 34 に対し、軸方向には移動しないように取り付けられており、この状態で、切替ロッド 34 は、キャリッジ 36 に対して軸周りの回動が可能となっている。

[0047] 送りねじ 31 はキャリッジ 36 を貫通している。また、図 4 に示すように、キャリッジ 36 の下部には、ガイド棒 16 が挿通する挿通孔 36a が形成されている。ガイド棒 16 は、キャリッジ 36 の挿通孔 36a の内周面に摺動することによってキャリッジ 36 を左右方向に案内することができるようになっている。

[0048] ハーフナット 33 は、キャリッジ 36 と一体化している。ハーフナット 33 の上部は、切替ロッド 34 の先端部に対し、軸方向には移動せず、かつ、

軸周りの揺動もしないように固定されている。従って、図3（a）の状態から（b）の状態となるように切替ロッド34を軸周り（矢印X方向）に回転させると、それに伴ってハーフナット33は回転するが、このとき、キャリッジ36は、切替ロッド34に対して回転可能となっているので、キャリッジ36は切替ロッド34の回転によっては回転せずに静止状態が維持される。

[0049] ハーフナット33は、送りねじ31に螺合する形状のナットを径方向に略半分に割った形状の割ナット部33Aと、割ナット部33Aが固定される割ナット保持部材33Bとを備えている。割ナット部33Aの内周面には、図5や図6に示すように、送りねじ31のねじ山31a及びねじ溝31bにそれぞれ噛み合うねじ溝33b及びねじ山33aが形成されている。この実施形態では、送りねじ31とハーフナット33とを台形ねじとしているので、摩耗による精度低下を防止できる。

[0050] 割ナット保持部材33Bが切替ロッド34に取り付けられる。割ナット保持部材33Bには、送りねじ31の外周面から離れるように切欠部33cが形成されている。切欠部33cは、ハーフナット33を切替ロッド34によって図3（a）の状態から（b）の状態となるように回転させた際に、割ナット保持部材33Bが送りねじ31の外周面に接触しないようにするためのものである。尚、ハーフナット33は、図示しない付勢部材によって送りねじ31に噛み合う方向に常時付勢されているので、この付勢力に抗する力を切替ロッド34に与えることによって図3（b）に示す状態にすることができる。

[0051] 図2に示すように、切替ロッド34は、キャリッジ36から右側へ延びており、その右端部にピストン押圧部20が取り付けられている。すなわち、ピストン押圧部20は、切替ロッド34を介してキャリッジ36及びハーフナット33に連結された状態であり、ハーフナット33が左右方向に移動すると同方向に同じ量だけ移動する。

[0052] 一方、切替ロッド34の右端部には、上記操作レバー23が連結されてい

る。この操作レバー 23 を図 1 における奥側、手前側に動かすことで切替ロッド 34 を上記付勢部材による付勢力に抗して軸周りに回転させることができるようになっている。図 3 に矢印 X で示す方向に切替ロッド 34 を回転させることで、ハーフナット 33 のねじ山 33 a 及びねじ溝 33 b が図 3 (b) に示すように同図における右側に移動する。これにより、ハーフナット 33 のねじ山 33 a 及びねじ溝 33 b が、それぞれ送りねじ 31 のねじ溝 31 b 及びねじ山 31 a から離れる。一方、操作レバー 23 に上記した操作力を加えない場合には、付勢部材の付勢力によってハーフナット 33 が、矢印 X とは逆方向に回転してハーフナット 33 のねじ山 33 a 及びねじ溝 33 b が、送りねじ 31 のねじ山 31 a 及びねじ溝 31 b に噛み合うことになる。

[0053] また、図 7 に示すように、制御装置 A は、ハーフナット 33 が送りねじ 31 に噛み合っているか否かを検出するためのフォトセンサ（噛み合い状態検出手段）40 を備えている。フォトセンサ 40 は、ハーフナット 33 の位置を検出することによってハーフナット 33 が送りねじ 31 に噛み合っているか否かを検出するように構成されており、具体的には、ハーフナット 33 が図 3 (a) に示す位置にあるときには送りねじ 31 に噛み合っているとし、ハーフナット 33 が図 3 (b) に示す位置や、図 5 に示す位置にあるときには送りねじ 31 に噛み合っていないとする。

[0054] 尚、噛み合い状態検出手段は、ハーフナット 33 が送りねじ 31 に噛み合っているか否かを検出できればよいので、フォトセンサ 40 の代わりに、マイクロスイッチを用いてハーフナット 33 の位置を直接検出してもよいし、他のセンサを用いて検出することもできる。

[0055] また、図 7 に示すように、制御装置 A は、シリンジのサイズを検出するシリンジサイズ検出センサ 41 も備えている。シリンジサイズ検出センサ 41 は、シリンジポンプ 1 に装着されたシリンジのサイズを検出するためのセンサであり、このシリンジサイズ検出センサによってシリンジが装着されているか否かを検出することができる。

[0056] また、制御装置 A は、シリンジのフランジがピストン押圧部 20 のフラン

ジ保持用爪 2 1 に保持されているか否かを検出するフランジ検出センサ 4 2 も備えている。フランジ検出センサ 4 2 によってシリンジが装着されているか否かを検出することができる。

[0057] さらに、制御装置 A は、シリンジのピストンの有無を検出するピストン検出センサ 4 3 も備えている。ピストン検出センサ 4 3 によってシリンジが装着されているか否かを検出することができる。

[0058] 上記シリンジサイズ検出センサ 4 1、フランジ検出センサ 4 2 及びピストン検出センサ 4 3 は、従来のシリンジポンプにも設けられているものであるため、詳細な説明は省略する。

[0059] さらに、このシリンジポンプ 1 には、警報器（報知手段）5 0 が設けられている。警報器 5 0 は、例えばランプやスピーカー等で構成することができる。制御装置 A によって制御される。警報器 5 0 は、フォトセンサ 4 0 によってハーフナット 3 3 が送りねじ 3 1 に噛み合っていないことが検出されたとき、シリンジサイズ検出センサ 4 1 により規格外のシリンジが装着されていることが検出されたとき、フランジ検出センサ 4 2 によりフランジがフランジ保持用爪 2 1 に保持されていないと検出されたとき、ピストン検出センサ 4 3 によりピストンが所定位置にないと検出されたときに、使用者や周囲の者に対して報知するためのものである。

[0060] 次に、制御装置 A による制御内容について図 8 のフローチャートを参照しながら説明する。制御装置 A は、開始ボタン 1 1 を含むボタン操作信号、フォトセンサ 4 0、シリンジサイズ検出センサ 4 1、フランジ検出センサ 4 2 及びピストン検出センサ 4 3 等のセンサ信号を処理してモーター 3 2 及び警報器 5 0 を制御するように構成されたものであり、周知のマイクロコンピュータを用いて構成することができる。

[0061] 制御装置 A は、フローチャートのスタート後のステップ S A 1 においてシリンジが装着されているか否かを判定する。尚、本フローのスタートのタイミングは、使用者がシリンジポンプ 1 の電源スイッチを ON にした後である。

- [0062] ステップS A 1 は、フランジ検出センサ4 2からの信号に基づいて判定する。このステップS A 1で、フランジ検出センサ4 2によりシリンジがシリンジポンプ1に装着されていないと検出されたときにはN Oと判定されるので、再び同様な検出を行う。
- [0063] ステップS A 1で、フランジ検出センサ4 2によりシリンジがシリンジポンプ1に装着されていると検出されたときにはY E Sと判定されるので、ステップS A 2に進む。ステップS A 2はモーター駆動制御である。
- [0064] すなわち、シリンジをシリンジポンプ1に装着するときに、そのシリンジのピストンに合うようにピストン押圧部2 0を左右方向に移動させる際には、ハーフナット3 3を操作レバー2 3の操作によってガイド棒1 6周りに回転させ、図3（b）に示す状態にしてハーフナット3 3を送りねじ1 3から離れた状態にする。これにより、ハーフナット3 3が自由に動くようになるので、ピストン押圧部2 0を所望位置まで移動させ、所望位置に来たときに操作レバー2 3から指を離す。すると、付勢部材の付勢力によってハーフナット3 3が図3（a）に示す位置に戻ろうとする。このとき、ハーフナット3 3の軸方向の位置によっては、図5に示すように、ハーフナット3 3のねじ山3 3 aの平坦面と、送りねじ3 1のねじ山3 1 aの平坦面とが当接して図3（a）に示す位置に戻らない場合がある。
- [0065] 図5に示すような位置関係となった場合には、直ちに警報を発生するのではなく、ステップS A 4においてモーター3 2を駆動して所定量だけ回転させる。モーター3 2を回転させると送りねじ3 1が回転し、この送りねじ3 1の回転により、送りねじ3 1のねじ山3 1 aとハーフナット3 3のねじ山3 3 aの当接部分が軸方向に相対移動することになる。この相対移動により、ハーフナット3 3のねじ山3 3 aが送りねじ3 1のねじ溝3 1 bに嵌り、図6に示すようにハーフナット3 3が送りねじ3 1に噛み合う。従って、送りねじ3 1とハーフナット3 3との噛み合い不良原因のうち、ねじ山3 1 a、3 3 aの平坦面同士が当接するという、軽微な原因は自動的に取り除かれるので、噛み合い不良の発生頻度が低下する。

- [0066] その後、ステップS A 3に進む。ステップS A 3では開始ボタン1 1がONにされたか否かを検出する。開始ボタン1 1がONにされなければONにされるまで待ち、ONにされた場合にはステップS A 4に進む。ステップS A 4では、ハーフナット3 3と送りねじ3 1が噛み合っているか否かを判定する。ステップS A 4は、フォトセンサ4 0の信号に基づいて判定し、ハーフナット3 3と送りねじ3 1が噛み合っている場合には、ステップS A 6に進んで投与を開始する。
- [0067] ステップS A 6では、制御装置Aは、ピストン押圧部2 0がシリンジのピストンを押圧する方向に移動するようにモーター3 2を回転させる。モーター3 2の回転力は送りねじ3 1に伝達されて送りねじ3 1が回転する。送りねじ3 1には、ハーフナット3 3が噛み合っているので、ハーフナット3 3は、ガイド棒1 6に案内されながら軸方向（この実施形態では左側）に移動する。ハーフナット3 3にはピストン押圧部2 0が連結されているので、ピストン押圧部2 0が左側へ移動していき、これにより、シリンジのピストンが所定の速度で押圧されてシリンジの液体が患者に投与される。
- [0068] ハーフナット3 3と送りねじ3 1が噛み合っていない場合には、ステップS A 5に進んで警報器5 0を制御して警報を発生させる。すなわち、ステップS A 2で噛み合い不良を解消すべくモーター3 2を回転させたにも関わらず、依然としてハーフナット3 3と送りねじ3 1が噛み合っていない場合には、送りねじ3 1やハーフナット3 3の異常等が考えられるので、警報を発生して周囲の者に報知する。
- [0069] 制御方法の別の例を図9に示すフローチャートに基づいて説明する。制御装置Aは、フローチャートのスタート後のステップS B 1においてシリンジが正しく装着されているか否かを判定する。この判定は、シリンジが装着されているか否かも含んでいる。尚、本フローのスタートのタイミングは、使用者がシリンジポンプ1の電源スイッチをONにした後である。
- [0070] ステップS B 1では、シリンジサイズ検出センサ4 1により規格外のシリンジが装着されていることが検出されたとき、フランジ検出センサ4 2によ

リフランジがフランジ保持用爪 2 1 に保持されていないと検出されたとき、ピストン検出センサ 4 3 によりピストンが所定位置にないと検出されたとき、これらセンサ 4 1 ~ 4 3 によりシリンジが装着されていないと検出されたときのうち、少なくとも 1 つが検出されたときには、N O、即ちシリンジが正しく装着されていないと判定してステップ S B 2 に進み、警報器 5 0 を制御して警報を発生させる。

[0071] ステップ S B 1 でシリンジサイズ検出センサ 4 1、フランジ検出センサ 4 2 及びピストン検出センサ 4 3 からの信号を 2 秒程度継続して見た結果、シリンジが正しく装着されている場合には、Y E S と判定されるのでステップ S B 3 に進む。ステップ S B 3 では、ハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 が噛み合っているか否かを判定する。ステップ S B 3 は、フォトセンサ 4 0 の信号に基づいて判定し、ハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 が噛み合っている場合には、シリンジ側及びシリンジポンプ 1 側の両方に問題がないので、ステップ S B 9 に進んで開始ボタン 1 1 が O N とされるまで待つ。開始ボタン 1 1 が O N にされたらステップ S B 8 に進んで投与を開始する。

[0072] ステップ S B 3 で、ハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 が噛み合っていないと判定された場合には、ステップ S B 4 に進み、モーター駆動制御を行い、ハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 の噛み合い修正を行う。

[0073] その後、ステップ S B 5 に進んで開始ボタン 1 1 が O N とされるまで待つ。開始ボタン 1 1 が O N にされたらステップ S B 6 に進んでステップ S B 3 と同じ判定を行う。つまり、ステップ S B 3 でハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 が噛み合っていないと判定されてステップ S B 4 でその噛み合い不良を解消すべくモーター 3 2 を回転させたにも関わらず、依然としてハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 が噛み合っていない場合には、送りねじ 3 1 やハーフナット 3 3 の異常等が考えられるので、ステップ S B 7 に進んでステップ S B 2 と同様に警報を発生する。

[0074] ステップ S B 6 においてハーフナット 3 3 と送りねじ 3 1 が噛み合っていると判定された場合には、ステップ S B 8 に進んで投与を開始する。

- [0075] 以上説明したように、この実施形態に係るシリンジポンプ１によれば、例えば装着するシリンジに合うようにピストン押圧部２０の位置調整を行った後に、送りねじ３１とハーフナット３３のねじ山３１ａ，３３ａの平坦面同士が当接してハーフナット３３が送りねじ３１に噛み合っていない場合に、制御装置Ａがモーター３２を回転させる。これにより、送りねじ３１が回転し、この送りねじ３１の回転により、送りねじ３１のねじ山３１ａとハーフナット３３のねじ山３３ａとの当接部分が軸方向に相対移動することになる。この当接部分の相対移動により、ハーフナット３３が送りねじ３１に噛み合う。従って、送りねじ３１とハーフナット３３との噛み合い不良原因のうち、ねじ山３１ａ，３３ａ同士が当接するという、軽微な原因は自動的に取り除かれるので、噛み合い不良の発生頻度が低下する。これにより、使用者の操作性を良好にするとともに、投与不足が起こらないようにすることができる。
- [0076] また、ステップＳＡ１でシリンジが装着された場合にステップＳＡ２でモーター３２を回転させるようにしたので、噛み合い不良の発生頻度を大幅に低下させることができる。
- [0077] また、ステップＳＢ１でシリンジの装着状態が正常であると検出された場合にステップＳＢ３で噛み合い状態を検出した後、モーター駆動制御を行うようにしたので、シリンジの装着状態に応じた的確な制御を行うことができる。
- [0078] また、ステップＳＢ４においてモーター駆動制御を行った後、ステップＳＢ６でハーフナット３３が送りねじ３１に噛み合っていないことが検出された場合にステップＳＢ７で噛み合い不良を報知するようにしたので、駆動機構３０の異常やシリンジの装着異常を早期に報知して安全性を高めることができる。
- [0079] また、ステップＳＡ２やステップＳＢ４のモーター駆動制御時に送りねじ３１をピストンの押圧側へ回転させるようにすることで、患者の血を引いてしまうのを防止できる。

[0080] また、モーター駆動制御におけるモーター３２の回転量としては、送りねじ３１を少なくとも半回転させることができる回転量が好ましい。これにより、殆どの場合の噛み合い修正を行うことができる。また、モーター駆動制御時にモーター３２を所定時間だけ回転させるようにしてもよい。

[0081] また、モーター駆動制御時、モーター３２の回転中に、フォトセンサ４０によってハーフナット３３が送りねじ３１に噛み合ったことが検出された場合に、モーター３２の回転量が予め設定された回転量に達する前にモーター３２の回転を停止させるように、制御装置Ａを構成してもよい。これにより、モーター駆動制御中にシリンジのピストンが動いてしまうのを抑制することができ、より一層安全な投与を行うことができる。

[0082] また、モーター駆動制御時に、モーター３２をピストンの押圧側とは反対側へ回転させてもよい。この場合、モーター３２の回転量を少なくするのが好ましい。

[0083] また、上記フローチャートでは、モーター駆動制御を１回のみとしているので、２回以上行った場合に比べてピストンを余計に押圧してしまう可能性を低くすることができ、予定量以上の薬液が投与されてしまうのを防止できる。尚、モーター駆動制御は、２回以上行うようにしてもよいが、この場合は、モーター３２の回転量を少なくするのが好ましい。

[0084] また、モーター駆動制御時にモーター３２をピストンの押圧側へ回転させた後、反転させる制御を行ってもよい。

[0085] 上述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

産業上の利用可能性

[0086] 以上説明したように、本発明に係るシリンジポンプ及びシリンジポンプの制御方法は、医療現場で薬液を投与する場合に適用することができる。

符号の説明

[0087] １ シリンジポンプ

- 1 0 ケーシング
- 2 0 ピストン押圧部
- 3 0 駆動機構
- 3 1 送りねじ
- 3 2 モーター
- 3 3 ハーフナット
- 3 4 切替ロッド（切替部材）
- 4 0 フォトセンサ（噛み合い状態検出手段）
- 4 1 シリンジサイズ検出センサ（シリンジ装着状態検出手段）
- 4 2 フランジ検出センサ（シリンジ装着状態検出手段）
- 4 3 ピストン検出センサ（シリンジ装着状態検出手段）
- A 制御装置

請求の範囲

- [請求項1] 液体が充填されたシリンジのピストンを押圧するピストン押圧部と、
、
 上記ピストン押圧部を駆動する駆動機構と、
 上記駆動機構を制御する制御装置とを備えたシリンジポンプにおいて、
 上記駆動機構は、送りねじと、該送りねじを回転させるモーターと、
 上記送りねじに噛み合うハーフナットと、該ハーフナットを、上記送りねじに噛み合った状態と上記送りねじから離れた状態とに切り替えるための切替部材とを備え、
 上記制御装置は、シリンジが装着されているか否かを検出するシリンジ装着状態検出手段を備え、該シリンジ装着状態検出手段によりシリンジが装着されていることが検出された場合に上記モーターを駆動するモーター駆動制御を行うように構成されていることを特徴とするシリンジポンプ。
- [請求項2] 請求項1に記載のシリンジポンプにおいて、
 上記制御装置は、上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っているか否かを検出するための噛み合い状態検出手段を備え、該噛み合い状態検出手段により上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っていないと検出された場合には、モーター駆動制御を行うように構成されていることを特徴とするシリンジポンプ。
- [請求項3] 請求項2に記載のシリンジポンプにおいて、
 上記シリンジ装着状態検出手段は、シリンジの装着状態が正常であるか否か検出するように構成され、
 上記制御装置は、上記シリンジ装着状態検出手段によるシリンジの装着状態の検出を行った後に、シリンジの装着状態が正常であると検出された場合には、上記噛み合い状態検出手段による検出を行うように構成されていることを特徴とするシリンジポンプ。

- [請求項4] 請求項2または3に記載のシリンジポンプにおいて、
上記制御装置は、上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っていないことを報知する報知手段を備え、上記モーター駆動制御を行った後に、上記噛み合い状態検出手段による検出を再び行い、該噛み合い状態検出手段により上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合っていないと検出された場合には、上記ハーフナットと上記送りねじとの噛み合い不良を上記報知手段によって報知するように構成されていることを特徴とするシリンジポンプ。
- [請求項5] 請求項2から4のいずれか1つに記載のシリンジポンプにおいて、
上記制御装置は、上記モーター駆動制御において、上記モーターの回転中に、上記噛み合い状態検出手段によって上記ハーフナットが上記送りねじに噛み合ったことが検出された場合に、上記モーターの回転を停止させるように構成されていることを特徴とするシリンジポンプ。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか1つに記載のシリンジポンプにおいて、
上記モーター駆動制御は、上記送りねじをピストンの押圧側へ回転させる制御であることを特徴とするシリンジポンプ。
- [請求項7] 液体が充填されたシリンジのピストンを押圧するピストン押圧部と、
上記ピストン押圧部を駆動する駆動機構とを備え、
上記駆動機構は、送りねじと、該送りねじを回転させるモーターと、上記送りねじに噛み合うハーフナットと、該ハーフナットを、上記送りねじに噛み合った状態と上記送りねじから離れた状態とに切り替えるための切替部材とを有するシリンジポンプの制御方法において、
シリンジが装着されているか否かを検出した後、
シリンジが装着されている場合には、上記モーターを駆動することによって上記送りねじを回転させることを特徴とするシリンジポンプの制御方法。