(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5814133号
(P5814133)
(45)発行日　平成27年11月17日(2015.11.17)　(24)登録日　平成27年10月2日(2015.10.2)

(51)Int.Cl.　F I
H02N 2/00 (2006.01)　H02N 2/00 C
A61M 5/142 (2006.01)　A61M 5/142 500

請求項の数 8　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2012-2660(P2012-2660)
(22)出願日　平成24年1月11日(2012.1.11)
(62)分割の表示　特願2011-132031(P2011-132031)の分割
原出願日　平成23年6月14日(2011.6.14)
(65)公開番号　特開2013-5712(P2013-5712A)
(43)公開日　平成25年1月7日(2013.1.7)
審査請求日　平成26年6月5日(2014.6.5)

(73)特許権者　391039313
株式会社根本杏林堂
東京都文京区本郷２丁目２７番２０号
(73)特許権者　390010250
株式会社新生工業
東京都世田谷区粕谷２丁目１番８号
(74)代理人　100094112
弁理士　岡部　讓
(74)代理人　100101498
弁理士　越智　隆夫
(74)代理人　100107401
弁理士　高橋　誠一郎
(74)代理人　100120064
弁理士　松井　孝夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】注入機器及び超音波モータの制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
薬液を注入するための注入機器であって、
シャフトと、前記シャフトに対して固定されている複数の超音波モータとを有する超音波モータ部と、
前記超音波モータが正転するときに薬液を送り出すように、前記超音波モータ部によって駆動される駆動機構と、
前記超音波モータ部の前記超音波モータを制御する制御装置とを備え、
前記超音波モータは、ステータ及びロータを有し、
複数の前記超音波モータのうち前記シャフトに対して固定されている一の超音波モータが固着した場合でも、前記シャフトに対して固定されている他の超音波モータを回転させることを特徴とする注入機器。
【請求項２】
前記制御装置は、予め設定された時間内に、前記超音波モータが正転と逆転を複数回繰り返すように制御することを特徴とする請求項１に記載の注入機器。
【請求項３】
前記制御装置は、予め設定された通常電圧よりも高い電圧が前記超音波モータに印可された状態で、前記超音波モータが正転と逆転を繰り返すように制御することを特徴とする請求項１又は２に記載の注入機器。
【請求項４】

前記制御装置は、予め設定された通常電圧が印可された状態で前記超音波モータが正転と逆転を繰り返した後に、前記通常電圧よりも高い電圧が前記超音波モータに印可された状態で、前記超音波モータが正転と逆転を繰り返すように制御することを特徴とする請求項１又は２に記載の注入機器。

【請求項５】

前記制御装置は、前記注入機器の電源投入後に、前記超音波モータが正転と逆転を繰り返すように制御することを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１項に記載の注入機器。

【請求項６】

前記駆動機構は、前記シャフトに接続された伝達機構と、前記伝達機構に接続されたボールネジ軸と、前記ボールネジ軸に取り付けられたボールネジナットと、前記ボールネジナットに接続されたアクチュエータとを有することを特徴とする請求項１ないし５のいずれか１項に記載の注入機器。

【請求項７】

前記駆動機構は、前記シャフトに接続された伝達機構と、前記伝達機構に接続された蠕動フィンガ機構とを有することを特徴とする請求項１ないし５のいずれか１項に記載の注入機器。

【請求項８】

駆動機構を駆動する超音波モータ部に設けられると共に、ステータ及びロータを有し、且つ共通のシャフトに対して固定されている複数の超音波モータの制御方法であって、

前記ステータと前記ロータの固着を解除するために、複数の前記超音波モータのうち前記シャフトに対して固定されている一の超音波モータが固着した場合でも、前記シャフトに対して固定されている他の超音波モータを回転させることを特徴とする超音波モータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、薬液を注入するための注入機器であって、超音波モータを備え、当該超音波モータのステータとロータの固着を解除できる注入機器、及び超音波モータの制御方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、造影剤等の薬液を注入する医療用注入機器として、非磁性体で構成された超音波モータを備えた注入機器が知られていた（特許文献１）。この注入機器は、磁力線による障害が生じないので、ＭＲＩ等の磁気を利用する機器と併用することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平５－８４２９６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

このような注入機器においては、超音波モータのステータとロータとが常に圧接された状態となっている。そのため、超音波モータの停止時にステータとロータとが固着してしまう場合があった。特に、多湿の環境においては、通常の環境よりも固着が発生しやすい。そして、ステータとロータとが固着してしまうと、超音波モータを駆動できなくなってしまう。その結果、薬液を注入することができなくなってしまう可能性がある。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

上記課題を解決するため、本発明に係る注入機器は、薬液を注入するための注入機器で

あって、超音波モータを有する超音波モータ部と、前記超音波モータが正転するときに薬液を送り出すように、前記超音波モータ部によって駆動される駆動機構と、前記超音波モータ部の前記超音波モータを制御する制御装置とを備え、前記超音波モータは、ステータ及びロータを有し、前記制御装置は、前記ステータと前記ロータの固着を解除するために、前記超音波モータが正転と逆転を交互に繰り返すように制御することを特徴とする。

【０００６】

これにより、超音波モータのステータとロータの固着を効率的に解除することができる。そのため、超音波モータの駆動を保つことができるので、薬液を安定して注入することができる。さらに、注入機器の制御装置が自動で固着を解除することにより、制御装置が固着を判断する工程を省くことができ、使用者が固着を解除する手間を省くこともできる。

【０００７】

また、本発明に係る超音波モータの制御方法は、駆動機構を駆動する超音波モータ部に設けられると共に、ステータ及びロータを有する超音波モータの制御方法であって、前記ステータと前記ロータの固着を解除するために、前記超音波モータが正転と逆転を交互に繰り返すように制御することを特徴とする。

【０００８】

これにより、超音波モータのステータとロータの固着を効率的に解除することができるため、超音波モータの駆動を保つことができる。さらに、自動で固着を解除するように制御することにより、固着を判断する工程を省くことができ、使用者が固着を解除する手間を省くこともできる。

【０００９】

本発明のさらなる特徴は、添付図面を参照して例示的に示した以下の実施例の説明から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】注入機器のブロック図である。
【図２】注入ヘッドの概略斜視図である。
【図３】超音波モータ部の概略展開図である。
【図４】超音波モータ部の概略断面図である。
【図５】第１実施形態に係る制御方法を説明するためのフローチャートである。
【図６】第２実施形態及び第３実施形態に係る注入機器のブロック図である。
【図７】第２実施形態に係る制御方法を説明するためのフローチャートである。
【図８】第３実施形態に係る制御方法を説明するためのフローチャートである。
【図９】第４実施形態に係る注入機器のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明を実施するための例示的な実施例を、図面を参照して詳細に説明する。ただし、以下の実施例で説明する寸法、材料、形状、構成要素の相対的な位置等は任意であり、本発明が適用される装置の構成又は様々な条件に応じて変更できる。また、特別な記載がない限り、本発明の範囲は、以下に説明される実施例で具体的に記載された形態に限定されるものではない。

【実施例】

【００１２】

図１は本実施例の注入機器１のブロック図であり、図２は本実施例の注入ヘッド２の概略斜視図である。なお、注入ヘッド２は、不図示のスタンドに取り付けること、又は不図示の天井懸垂装置に取り付けることができる。また、図２においては、説明の便宜のため、フレーム２１の一部を取り除いた状態の注入ヘッド２を図示している。

【００１３】

図１に示すように、薬液を注入するための注入機器１は、超音波モータ３１を有する超

音波モータ部３と、超音波モータ３１が正転するときに薬液を送り出すように、超音波モータ部３によって駆動される駆動機構４と、超音波モータ部３の超音波モータ３１を制御する制御装置５とを備える。そして、駆動機構４及び超音波モータ部３は、注入機器１の注入ヘッド２のフレーム２１内に格納されている。このフレーム２１は、２つのシリンダ９１を保持するために２つのシリンジホルダー９２を有する。さらに、注入機器１は、薬液の注入状況等が表示されるディスプレイ５３を含むコンソール６を有している。このコンソール６は光ケーブルを介して制御装置５に接続されており、制御装置５は注入ヘッド２に接続されている。このように、コンソール６と制御装置５とを光ケーブルを介して接続することにより、ノイズによる悪影響を軽減することができる。また、制御装置５及びコンソール６は検査室内又は検査室外の外部電源に接続されており、制御装置５はパワーサプライとしても機能している。

【００１４】

制御装置５は超音波モータ部３を制御するＣＰＵ５１と、超音波モータ部３に電圧を印可するための駆動回路５２と、超音波モータ３１の回転時間又は薬液の注入時間等を計測するタイマー５４とを有する。ＣＰＵ５１は駆動信号を超音波モータ部３に送信するために駆動回路５２に電気的に接続され、駆動回路５２は超音波モータ部３に電気的に接続されている。超音波モータ部３にはエンコーダ３９が接続されており、超音波モータ３１の回転数及び回転の有無等の情報を制御装置５に送信している。また、フレーム２１内においてシリンジホルダー９２が位置する側を前側とした場合に、超音波モータ部３は後側部分に配置されている。

【００１５】

駆動機構４は、シリンジホルダー９２と超音波モータ部３との間に配置されている。そして、この駆動機構４は、超音波モータ部３のシャフト３５に接続された伝達機構４１と、伝達機構４１に接続されたボールネジ軸４１１と、ボールネジ軸４１１に取り付けられたボールネジナット４１２と、ボールネジナット４１２に接続されたアクチュエータ４１３とを備える。ボールネジナット４１２は、ボールネジ軸４１１の中間部分に螺合されている。そして、伝達機構４１は、超音波モータ部３からの回転をボールネジ軸４１１に伝達する。また、伝達機構４１は、シャフト３５に接続されたピニオンギアと、ボールネジ軸４１１に接続されたスクリューギアとを有している。そのため、超音波モータ部３のシャフト３５の回転は、ピニオンギア及びスクリューギアを介してボールネジ軸４１１に伝達される。これにより、ボールネジ軸４１１は、伝達された回転に従って回転する。そして、ボールネジナット４１２は、ボールネジ軸４１１の回転に伴い前進方向（前側方向）又は後進方向（後側方向）に摺動する。その結果、ボールネジナット４１２の摺動に伴い、アクチュエータ４１３が前進又は後進する。すなわち、シャフト３５が正転するとアクチュエータ４１３が前進し、シャフト３５が逆転するとアクチュエータ４１３が後進する。

【００１６】

薬液を注入する際には、薬液が充填されたシリンダ９１がシリンジホルダー９２に搭載される。このシリンダ９１には、シリンダ９１内において摺動可能であるピストン９３が取り付けられている。そして、シリンダ９１は、ピストン９３のロッドがアクチュエータ４１３の先端に当接するように搭載される。これにより、シリンダ９１が搭載された状態でボールネジナット４１２が前進方向に摺動すると、アクチュエータ４１３がピストン９３を前進方向に押すことになる。そして、ピストン９３が前進するとシリンダ９１内の薬液が押し出され、シリンダ９１の先端に接続されるカテーテル等を介して患者の体内に注入される。また、ボールネジナット４１２が後進方向に摺動すると、アクチュエータ４１３がピストン９３を後進方向に引くことになる。

【００１７】

薬液を注入する場合、使用者はシリンダ９１をシリンジホルダー９２に搭載し、注入機器１の電源をオンする。その後、使用者は、ディスプレイ５３がタッチパネルである場合にはタッチパネルに表示された注入ボタンを押す。また、注入ヘッド２に操作部が設けら

れている場合には、使用者は操作部の注入ボタンを押すこともできる。注入ボタンが押されると、制御装置５は超音波モータ部３に駆動信号として正転信号を送る。この正転信号に応じて超音波モータ部３内の超音波モータ３１が駆動し、シャフト３５が正転する。シャフト３５が正転すると、エンコーダ３９は回転を検出して制御装置５にパルス信号を送る。注入が終了しシリンダ９１を外す場合、ピストン９３を後進させるために、制御装置５は超音波モータ部３に駆動信号として逆転信号を送る。この逆転信号に応じて超音波モータ部３内の超音波モータ３１が駆動し、シャフト３５が逆転する。なお、超音波モータ部に送信される駆動信号は交流信号であり、位相が異なる２種類の信号のうち一方が他方に対して遅れている場合を正転信号としたときに、他方が一方に対して遅れている場合が逆転信号となる。

【００１８】

制御装置５は予め注入プロトコルを記憶しており、薬液の注入は注入プロトコルに従って自動的に行われる。また、制御装置５に注入プロトコルが記憶された記憶媒体を挿入して、記憶媒体から読み込んだ注入プロトコルに従って薬液の注入行うこともできる。注入プロトコルに従った通常制御時には、予め設定された範囲内の通常電圧が駆動回路５２から超音波モータ部３に印可される。この注入プロトコルには、例えば、注入時間、注入速度、注入量及び注入圧力リミット値が設定されている。そして、注入プロトコルの内容はディスプレイ５３に表示されるので、使用者は注入プロトコルの内容を確認することができる。また、制御装置５は、タイマー５４を利用して注入時間を制御している。さらに、制御装置５は注入状況を監視し、注入圧力の低下等の異常を検知した場合には薬液の注入を自動で停止する。この注入圧力は、アクチュエータ４１３の先端に設けられたロードセルで検出することができる。

【００１９】

なお、図１においては制御装置５とコンソール６とが独立していたが、制御装置５とコンソール６とは一体化することもできる。また、制御装置５は注入ヘッド２のフレーム２１の外に配置されていたが、フレーム２１内に配置することもできる。さらに、制御装置５及びコンソール６は、注入ヘッド２と一体化することもできる。また、制御装置５及びコンソール６は、無線通信又は赤外線通信を用いて通信することができる。

【００２０】

図３は本実施例の超音波モータ部３の概略展開図であり、図４は超音波モータ部３の中央断面図である。

【００２１】

図３に示すように、本実施例の超音波モータ部３は、略左右対称となるように配置された同じ構造の超音波モータ３１を複数有する。すなわち、超音波モータ部３は、第１の超音波モータ３１１と、第１の超音波モータ３１１と同軸である第２の超音波モータ３１２とを有する。また、超音波モータ部３は、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２を貫通するシャフト３５と、一対のベース３４１が固定されるケース３４とを有する。一対のベース３４１はそれぞれ板状の形状を有し、ケース３４に対してネジによって固定されている。第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２は、このケース３４内の略円柱状のスペースに格納される。また、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２は、それぞれ円盤状のステータ３２及びロータ３３を有する。そして、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２は、一対のベース３４１に挟まれた状態でケース３４内に格納されている。一対のベース３４１には、外部と接続するためのコネクタが搭載された端子支持板３４４が、ネジによって取り付けられている。

【００２２】

ステータ３２は、ベース３４１側からロータ３３側に向かって、ピエゾ素子等の圧電素子３２２と、弾性体３２３と、摺動材３２４とを有する。圧電素子３２２及び摺動材３２４は弾性体３２３に接着されている。また、ステータ３２にはフレキシブル基板３６が接着されており、両者は電気的に接続されている。このフレキシブル基板３６を介して、圧

電素子３２２に高周波電圧が印可されると、圧電素子３２２の伸縮によって弾性体３２３にたわみ振動が生じ、円周方向に進行波が発生する。ロータ３３は、摺動材３２４を介して弾性体３２３と接触しているので、進行波が発生すると進行波とは反対の方向に回転する。この回転に伴い、シャフト３５がロータ３３と同じ方向に回転する。なお、本実施例では、薬液を押し出す場合のロータ３３の回転を正転といい、正転方向と逆方向のロータ３３の回転を逆転という。例えば、アクチュエータ４１３を前進させる場合におけるロータ３３の回転が正転である。そして、アクチュエータ４１３を後進させる場合におけるロータ３３の回転が逆転である。また、圧電素子３２２には、注入プロトコルに従った通常制御時に予め定められた範囲の通常電圧が印可されている。

【００２３】

図４に示すように、ステータ３２はネジ３２１によってベース３４１に固定されており、ロータ３３はネジによってシャフト３５のつば３５１に固定されている。ベース３４１にはシャフト３５が貫通する穴が形成されており、この穴にはブッシュ３４３が圧入により取り付けられている。ブッシュ３４３はシャフト３５の軸受けとして機能し、シャフト３５の両端はそれぞれブッシュ３４３を貫通している。また、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２のロータ３３は、円盤状の形状を有する皿バネ部３３２を有する。この皿バネ部分３３２は、ロータ３３をステータ３２に対して付勢するためのスプリングとして機能する。また、ロータ３３は、ステータ３２の摺動体３２４に接触する基体部分３３３を有する。そして、この基体部分３３３とロータ３３の中心との間に、皿バネ部３３２が設けられている。そして、皿バネ部３３２が基体部分３３３をステータ３２に対して付勢することにより、ロータ３３がステータ３２に密着する。これにより、ロータ３３とステータ３２とを密着させるために別途のスプリングを設ける必要がないので、超音波モータ部３のサイズを小さくすることができる。

【００２４】

また、図３から明らかなように、第１の超音波モータ３１１のロータ３３は、第２の超音波モータ３１２のロータ３３に対向するように配置される。すなわち、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２は、シャフト３５のつば３５１を挟んで略左右対称に配置される。そして、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２とシャフト３５のつば３５１との間には、スペーサ３７として、例えば円盤状のワッシャーが配置される。これにより、スペーサ３７の厚み又はスペーサ３７の数を増減させることにより、ステータ３２に対するロータ３３の加圧力を容易に増減させることができる。具体的には、スペーサ３７の数を増やすことによりロータ３３の加圧力を高めることができる。また、ロータ３３とステータ３２とが十分に密着していれば、スペーサ３７を配置しなくともよい。

【００２５】

このように、第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２のロータ３３同士が対向している。そのため、本実施例では、第１の超音波モータ３１１のロータ３３と第２の超音波モータ３１２のロータ３３とが同じ方向を向く場合と比較して、超音波モータ部３のサイズを小さくできる。すなわち、ロータ３３とステータ３２とが対向するように配置すると、二つの超音波モータ３１のそれぞれのロータ３３に対応して二つのつば３５１を設ける必要がある。さらに、ケース３４内にステータ３２を固定するための追加のベースを設ける必要がある。その結果、超音波モータ部３のサイズが大きくなってしまう。これに対して、本実施例によれば、一つのつば３５１の両側に第１の超音波モータ３１１と第２の超音波モータ３１２のロータ３３を配置することができる。また、ステータ３２を固定するためのベース３４１をケース３４内に設ける必要がない。そのため、超音波モータ部３のサイズを小さくできる。

【００２６】

また、本実施例の超音波モータ部３によれば、二つの超音波モータ３１を有することにより、一つのみの超音波モータ３１を有する場合と比較してトルクを大きくすることができる。そのため、薬液を高圧又は高速で注入することができる。さらに、第１の超音波モ

ータ３１１及び第２の超音波モータ３１２のロータ３３が、一つのシャフト３５に対して固定されている。そのため、一方の超音波モータ３１が固着してしまった場合でも、他方の超音波モータ３１によってシャフト３５を回転させることができる。その結果、他方の超音波モータ３１の回転力が、シャフト３５を介して一方の超音波モータ３１に伝達される。これにより、一方の超音波モータ３１の固着を解除することができる。

【００２７】

なお、本実施例においては、注入ヘッド２及び制御装置５が、検査室内に配置できるように非磁性体材料を用いて構成されている。具体的には、ステンレス、アルミニウム、プラスチック、真鍮、銅、セラッミックス等を用いて構成されている。さらに、操作室に配置されるコンソール６も、非磁性体材料を用いて構成すれば検査室内に配置できる。また、超音波モータ部３も非磁性体材料を用いて構成されている。具体的には、弾性体３２３の材料はリン青銅であり、シャフト３５、ネジ３２１及びスペーサ３７の材料は真鍮であり、ケース３４、ベース３４１及びロータ３３の材料はアルミニウムであり、ブッシュ３４３の材料はフッ素樹脂である。これにより、ＭＲＩ（Ｍａｇｎｅｔｉｃ Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ Ｉｍａｇｉｎｇ）装置等の、磁気を利用する機器の近傍で注入機器１を使用することができる。ただし、ＭＲＩ装置から十分に離して設置する場合、又は磁気シールド処理を施した場合は、磁性体材料を用いて注入ヘッド２又は制御装置５を構成することもできる。また、注入機器１は、ＣＴ（Ｃｏｍｐｕｔｅｄ Ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）スキャナ、ＰＥＴ（Ｐｏｓｉｔｒｏｎ Ｅｍｉｓｓｉｏｎ Ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）装置、ＣＴアンギオ装置、ＭＲアンギオ装置、血管撮影装置等の機器と共に使用することもできる。この場合は、注入ヘッド２又は制御装置５を、磁性体材料を用いて構成することができる。

【００２８】

また、上述した実施例は一例であり、例えば注入機器１は、ロッドを有さないピストン９３に使用することもできる。さらに、注入機器１は、一つののみ又は三つ以上のシリンダ９１が搭載可能な構成とすることもできる。この場合、搭載可能なシリンダ９１の数に対応した数の超音波モータ部３及び駆動機構４が、注入機器１に設けられる。また、伝達機構４１はピニオンギア及びスクリューギアを有する構成には限られず、必要に応じて様々な構成を採用することができる。例えば、伝達機構４１は、プーリー及びベルト、ラック及びピニオンギア、又は互いに組み合わされた複数のギアを有する構成とすることができる。さらに、超音波モータ部３のシャフト３５は、駆動機構４に直接接続することもできる。また、超音波モータ部３は、一つのみ又は三つ以上の超音波モータ３１を有する構成とすることもできる。

【００２９】

［第１実施形態］

図５は第１実施形態に係る超音波モータ３１の制御方法を説明するフローチャートである。上述したように、制御装置５は、駆動機構４を駆動する超音波モータ部３に設けられた超音波モータ３１であって、ステータ３２及びロータ３３を有する超音波モータ３１を制御する。そして、当該超音波モータ３１のステータ３２とロータ３３の固着を解除するために、第１実施形態においては、超音波モータ３１が正転と逆転を交互に繰り返すように制御される。つまり、制御装置５は、超音波モータ３１、すなわち第１の超音波モータ３１１及び第２の超音波モータ３１２が正転と逆転を繰り返すように制御する。以下、フローチャートに従い第１実施形態の制御方法を説明する。

【００３０】

注入機器１に電源がオンされると、制御装置５は超音波モータ部３に正転信号を送り、超音波モータ３１を正転させるように制御する（Ｓ１１）。この時、制御装置５は、固着が発生しているか否かの判断を行わない。その後、制御装置５は超音波モータ部３に逆転信号を送り、超音波モータ３１を逆転させるように制御する（Ｓ１２）。この正転又は逆転の時間は例えば１０～５０ｍｓｅｃであり、正転と逆転との間には例えば１０～５０ｍｓｅｃ程度の停止時間が設けられる。そして、正転の時間、逆転の時間及び停止時間は、いずれも同じ長さに設定することができる。そのため、正転と逆転は、数十ｍｓｅｃ毎に

繰り返されることになる。また、正転及び逆転を行った後には、次の正転及び逆転を行う前に例えば０．５秒～１秒程度の所定の停止時間を設けることができる。すなわち、超音波モータ３１が正転した後に停止し、その後に逆転した後に再び停止するという動作を一動作とした場合に、次の動作（正転）を開始するまでの間に所定の停止時間を設けることができる。

【００３１】

正転時及び逆転時には、予め定められた通常制御時と同じ高さの通常電圧が超音波モータ３１に印可される。そして、正転及び逆転を複数回繰り返した後、シャフト３５が回転すると、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信する。制御装置５がパルス信号を受信した場合（Ｓ１３でＹＥＳ）、固着が解除された又は固着が発生していないので、制御装置５は固着解除制御を終了する。その後、制御装置５は、使用者の操作に応じて注入プロトコルに従った通常制御を開始することになる。一方、固着が発生しており且つ固着解除制御によっても固着が解除されない場合は、シャフト３５が回転しない。そのため、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信しない（Ｓ１３でＮＯ）。この場合、制御装置５は固着解除制御の開始から所定時間が経過したか否かを判断する（Ｓ１４）。そして、制御装置５は、所定時間が経過していないと判断した場合（Ｓ１４でＮＯ）、固着が発生し且つ固着が解除されていないのでＳ１１に戻り固着解除制御を継続する。この結果、制御装置５は、予め設定された時間内に、超音波モータ３１が正転と逆転を複数回繰り返すように制御することになる。ここで、所定時間は予め設定されており、例えば５秒～６０秒の範囲である。一方、制御装置５は、所定時間が経過していると判断した場合（Ｓ１４でＹＥＳ）、ディスプレイ５３にエラーメッセージを表示し（Ｓ１５）、固着解除制御を終了する。この場合、制御装置５は、使用者が固着を解除した後に通常制御を開始することになる。

【００３２】

第１施形態によれば、所定の時間内に正転と逆転を繰り返し行うことにより、超音波モータ３１のステータ３２及びロータ３３に正転方向及び逆転方向からの力を繰り返し加えることができる。これにより、ステータ３２及びロータ３３の固着を効果的に解除できる。また、制御装置５は、固着が発生しているか否かの判断を行う前に又は当該判断を行わずに、超音波モータ３１の固着解除制御を行う。このように、制御装置５が自動で固着解除制御を行うため、固着の発生後に使用者が固着を解除する必要がない。さらに、自動で固着が解除された場合は、制御装置５が固着を判断する工程を省略することができる。

【００３３】

［第２実施形態］

図６は第２実施形態に係る注入機器１のブロック図であり、図７は第２実施形態に係る超音波モータ３１の制御方法を説明するフローチャートである。第１実施形態とは異なり、第２実施形態の制御装置５は、予め設定された通常電圧よりも高い電圧が超音波モータ３１に印可された状態で、超音波モータ３１が正転と逆転を繰り返すように制御する。そのため、第２実施形態の注入機器１は、昇圧回路５５をさらに備えている。なお、第１実施形態と同じ構成については、同じ参照符号を付すものとし、その説明は省略する。

【００３４】

図６に示すように第２実施形態の注入機器１の制御装置５には、超音波モータ部３に電気的に接続された昇圧回路５５が設けられている。そして、制御装置５は、駆動回路５２による駆動と、昇圧回路５５による駆動とを切り替えることができる。ここで、回路の切り替えは、予め制御装置５に記憶されたプログラムに従って行われる。または、使用者の操作に従って回路を切り替えられる構成としてもよい。以下、図７のフローチャートに従い第２実施形態の制御方法を説明する。

【００３５】

注入機器１に電源がオンされると、制御装置５は駆動回路５２による駆動から昇圧回路５５による駆動へと切り替え、超音波モータ３１に印可する電圧を昇圧する（Ｓ２１）。そして、超音波モータ部３に正転信号を送り、超音波モータ３１を正転させるように制御

する（Ｓ２２）。その後、制御装置５は超音波モータ部３に逆転信号を送り、超音波モータ３１を逆転させるように制御する（Ｓ２３）。正転及び逆転を複数回繰り返した後、シャフト３５が回転すると、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信する。制御装置５がパルス信号を受信した場合（Ｓ２４でＹＥＳ）、固着が解除された又は固着が発生していないので、固着解除制御を終了する。その後、制御装置５は、駆動回路５２による駆動へと切り替え（降圧し）、使用者の操作に応じて通常制御を開始することになる。

【００３６】

固着が発生しており且つ固着解除制御によっても固着が解除されない場合は、シャフト３５が回転しない。そのため、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信しない（Ｓ２４でＮＯ）。この場合、制御装置５は固着解除制御の開始から所定時間が経過したか否かを判断する（Ｓ２５）。そして、制御装置５は、所定時間が経過していないと判断した場合（Ｓ２５でＮＯ）、固着が発生し且つ固着が解除されていないのでＳ２２に戻り固着解除制御を継続する。一方、制御装置５は、所定時間が経過していると判断した場合（Ｓ２５でＹＥＳ）、ディスプレイ５３にエラーメッセージを表示し（Ｓ２６）、固着解除制御を終了する。この場合、制御装置５は、使用者が固着を解除した後に通常制御を開始することになる。

【００３７】

第２施形態においても、所定の時間内に正転と逆転を繰り返し行うことにより、超音波モータ３１のステータ３２及びロータ３３に正転方向及び逆転方向からの力を繰り返し加えることができる。これにより、ステータ３２及びロータ３３の固着を効果的に解除することができる。また、自動で固着が解除された場合は、固着の発生後に使用者が固着を解除する必要がなく、制御装置５が固着を判断する工程も省略できる。その上、高電圧を印可することにより超音波モータ３１の駆動トルクを大きくすることができる。これにより、ステータ３２及びロータ３３に第１実施形態よりも強い力を加えることができるので、固着をより効果的に解除できる。

【００３８】

［第３実施形態］

図８は第３実施形態に係る超音波モータ３１の制御方法を説明するフローチャートである。第２実施形態とは異なり、第３実施形態の制御装置５は、予め設定された通常電圧が印可された状態で超音波モータ３１が正転と逆転を繰り返した後に、通常電圧よりも高い電圧が超音波モータ３１に印可された状態で、超音波モータ３１が正転と逆転を繰り返すように制御する。そのため、第３実施形態の注入機器１は、第２実施形態と同様に昇圧回路５５を備えている。以下、フローチャートに従い第３実施形態の制御方法を説明する。

【００３９】

注入機器１に電源がオンされると、制御装置５は超音波モータ部３に正転信号を送り、超音波モータ３１を正転させるように制御する（Ｓ３１）。その後、制御装置５は超音波モータ部３に逆転信号を送り、超音波モータ３１を逆転させるように制御する（Ｓ３２）。この最初の正転及び逆転時には、通常制御時と同じ予め設定された高さの通常電圧が超音波モータ３１に印可される。正転及び逆転を複数回繰り返した後、シャフト３５が回転すると、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信する。制御装置５がパルス信号を受信した場合（Ｓ３３でＹＥＳ）、固着が解除された又は固着が発生していないので、固着解除制御を終了する。その後、制御装置５は、使用者の操作に応じて注入プロトコルに従った通常制御を開始することになる。

【００４０】

固着が発生しており且つ固着解除制御によっても固着が解除されない場合は、シャフト３５が回転しない。そのため、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信しない（Ｓ３３でＮＯ）。この場合、制御装置５は固着解除制御の開始から所定時間が経過したか否かを判断する（Ｓ３４）。そして、制御装置５は、所定時間が経過していないと判断した場合（Ｓ３４でＮＯ）、固着が発生し且つ固着が解除されていないのでＳ３１へ戻り固着解除制御を継続する。一方、制御装置５は、所定時間が経過していると判断した場合（

Ｓ３４でＹＥＳ）、駆動回路５２による駆動から昇圧回路５５による駆動へと切り替え、二回目の正転及び逆転を昇圧した状態で行うために、超音波モータ３１に印可される電圧を昇圧する（Ｓ３５）。ここで、所定時間は予め設定されており、例えば５秒～６０秒の範囲である。そして、制御装置５は、超音波モータ部３に正転信号を送り、超音波モータ３１を正転させるように制御する（Ｓ３６）。その後、制御装置５は超音波モータ部３に逆転信号を送り、超音波モータ３１を逆転させるように制御する（Ｓ３７）。

【００４１】

二回目の正転及び逆転を複数回繰り返した後、シャフト３５が回転すると、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信する。制御装置５がパルス信号を受信した場合（Ｓ３８でＹＥＳ）、固着が解除されたので、固着解除制御を終了する。その後、制御装置５は、駆動回路５２による駆動へと切り替え（降圧し）、使用者の操作に応じて通常制御を開始することになる。一方、固着が解除されない場合はシャフト３５が回転しないため、エンコーダ３９は制御装置５にパルス信号を送信しない（Ｓ３８でＮＯ）。この場合、制御装置５は固着解除制御の開始から所定時間が経過したか否かを判断する（Ｓ３９）。そして、制御装置５は、所定時間が経過していないと判断した場合（Ｓ３９でＮＯ）、固着が解除されていないのでＳ３６に戻り固着解除制御を継続する。ここでの所定時間も予め設定されており、例えば５秒～６０秒の範囲である。一方、制御装置５は、所定時間が経過していると判断した場合（Ｓ３９でＹＥＳ）、ディスプレイ５３にエラーメッセージを表示し（Ｓ４０）、固着解除制御を終了する。この場合、制御装置５は、使用者が固着を解除した後に通常制御を開始することになる。

【００４２】

第３施形態においても、所定の時間内に正転と逆転を繰り返し行うことにより、超音波モータ３１のステータ３２及びロータ３３に正転方向及び逆転方向からの力を繰り返し加えることができる。これにより、ステータ３２及びロータ３３の固着を効果的に解除することができる。また、自動で固着が解除された場合は、固着の発生後に使用者が固着を解除する必要がなく、制御装置５が固着を判断する工程も省略できる。その上、固着が解除できない場合には、高電圧を印可した状態で二回目の正転及び逆転を繰り返す。これにより、ステータ３２及びロータ３３に第１実施形態よりも強い力を加えることができるので、固着をより効果的に解除できる。

【００４３】

なお、第２実施形態及び第３実施形態においては、昇圧回路５５が制御装置５に設けられていた。しかし、昇圧回路５５は、コンソール６に設けることもできる。また、昇圧回路５５は、注入ヘッド２に設けることもできる。

【００４４】

［第４実施形態］

図９は第４実施形態の注入機器１のブロック図である。第４実施形態の注入機器１も、超音波モータ３１を有する超音波モータ部３と、超音波モータ部３によって駆動される駆動機構４と、超音波モータ部３を制御する制御装置５とを備える。第４実施形態の駆動機構４は、上記各実施形態とは異なり、蠕動フィンガ機構４１５を備え、蠕動フィンガ機構４１５が超音波モータ３１のシャフト３５に接続された伝達機構４２に接続されている。なお、上記各実施形態と同じ構成については、同じ参照符号を付すものとし、その説明は省略する。

【００４５】

第４実施形態においては、制御装置５がフレーム２１内に配置されている。また、制御装置５は駆動回路５２を有し、駆動信号を送信するために超音波モータ部３と電気的に接続されている。そして、フレーム２１がチューブホルダー９６を有し、チューブホルダー９６は薬液が流れるチューブ９５を保持している。さらに、駆動機構４が、超音波モータ部３からの回転を伝達する伝達機構４２と、伝達機構４２に接続された蠕動フィンガ機構４１５とを有する。この伝達機構４２は、プーリー及びベルトを有している。そのため、超音波モータ部３のシャフト３５の回転は、プーリー及びベルトを介して蠕動フィンガ機

構４１５に伝達される。そして、シャフト３５が正転すると、伝達された回転に従って蠕動フィンガ機構４１５が正転する。ここでチューブ９５は、高弾性の塩化ビニールなどの可撓性材料から構成されているため、押圧されても復元する性質を有する。そのため、蠕動フィンガ機構４１５が正転するとチューブ９５が順次押圧され、チューブ９５内の薬液が押し出される。そして、チューブ９５の先端に接続されるカテーテル等を介して患者の体内に注入される。なお、第４実施形態においても、薬液を押し出す場合の超音波モータ３１のロータ３３の回転を正転といい、正転方向と逆方向のロータ３３の回転を逆転という。

【００４６】

第４施形態においても、上記各実施形態の固着解除制御を行うことができる。そのため、所定の時間内に正転と逆転を繰り返し行うことにより、超音波モータ３１のステータ３２及びロータ３３に正転方向及び逆転方向からの力を繰り返し加えることができる。これにより、ステータ３２及びロータ３３の固着を効果的に解除できる。また、制御装置５が自動で固着解除制御を行うため、固着の発生後に使用者が固着を解除する必要がない。さらに、自動で固着が解除された場合は、制御装置５が固着を判断する工程を省略することができる。

【００４７】

以上、実施例を参照して本発明について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。本発明に反しない範囲で変更された発明、及び本発明と均等な発明も本発明に含まれる。また、各実施形態及び変形例は、本発明に反しない範囲で適宜組み合わせることができる。

【００４８】

例えば、上記各実施形態の固着解除制御では、正転後に逆転を行っているが、逆転後に正転を行ってもよい。この場合であっても、超音波モータ３１のステータ３２及びロータ３３に正転方向及び逆転方向からの力を繰り返し加えることができる。これにより、ステータ３２及びロータ３３の固着を効果的に解除することができる。また、注入機器１に電源が投入されたタイミング以外のタイミングで固着解除制御を行うこともできる。例えば、超音波モータ部３に駆動信号を送信するタイミングで固着解除制御を行うこともできる。この場合、超音波モータ３１の駆動（正転又は逆転）を開始する前に固着解除制御が行われる。さらに、使用者による操作に応じて固着解除制御を行うこともできる。この場合、注入ヘッド２の操作部に固着解除ボタンを設ける構成、又はタッチパネルに固着解除ボタンを表示させる構成を採用できる。また、アクチュエータ４１３を後進させるとき、すなわち超音波モータ部３に逆転信号を送るタイミングで固着解除制御を行うこともできる。

【００４９】

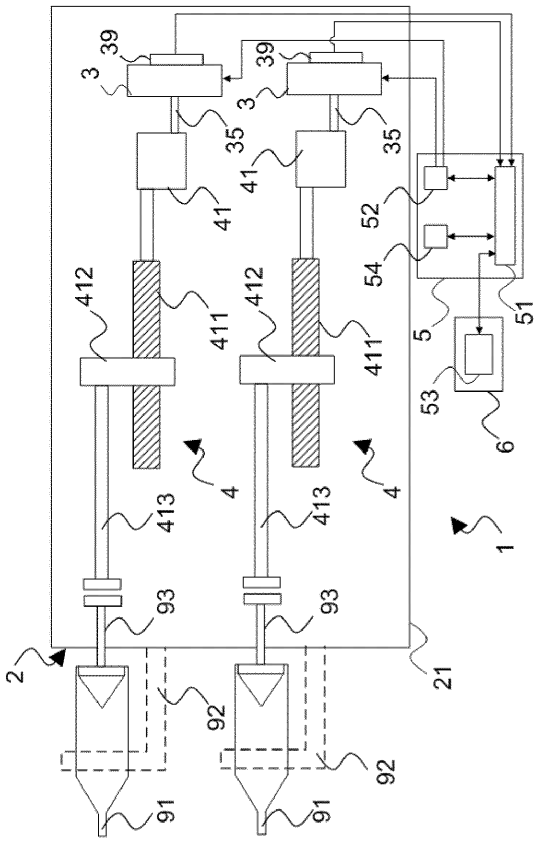
また、上記各実施形態の固着解除制御では、所定時間が経過したか否かによってエラーメッセージを表示するか否かを判断している。しかし、超音波モータ３１の正転と逆転の回数が所定回数に到達したか否かによってエラーメッセージを表示するか否かを判断することもできる。さらに、本発明の注入機器１は、外部電源に接続される構成には限られず、無線電源を利用する構成、又はバッテリー等の内部電源を備える構成を採用することもできる。

【符号の説明】

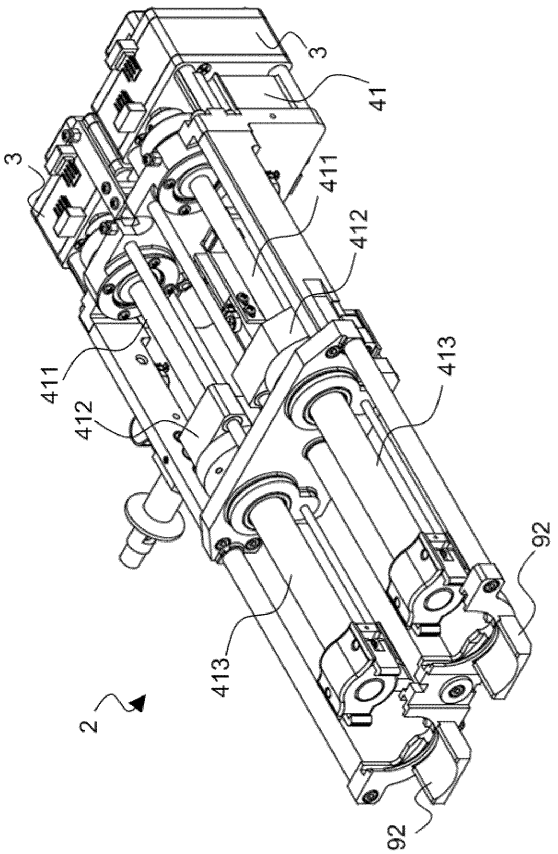
【００５０】

１：注入機器、３：超音波モータ部、４：駆動機構、５：制御装置、３１：超音波モータ、３２：ステータ、３３：ロータ、３５：シャフト、４１：伝達機構、４２：伝達機構、４１１：ボールネジ軸、４１２：ボールネジナット、４１３：アクチュエータ、４１５：蠕動フィンガ機構

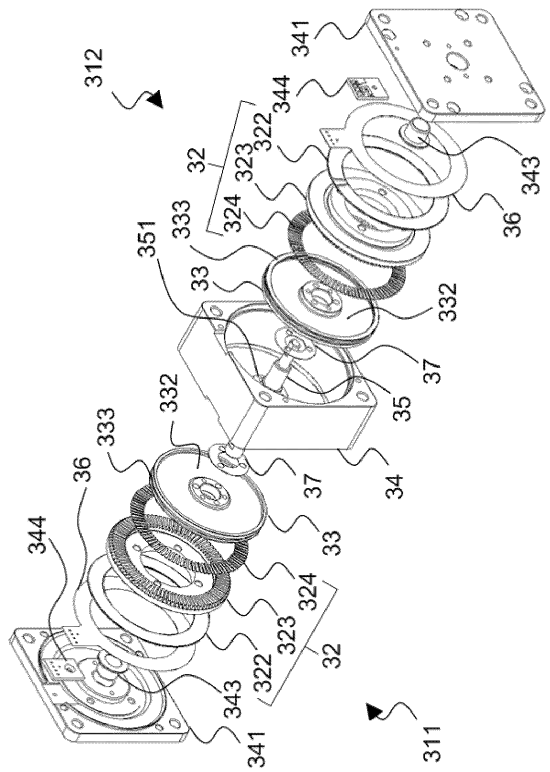
【図１】


3
39
35
41
52
54
5
51
53
6
412
411
413
4
1
93
2
21
92
91

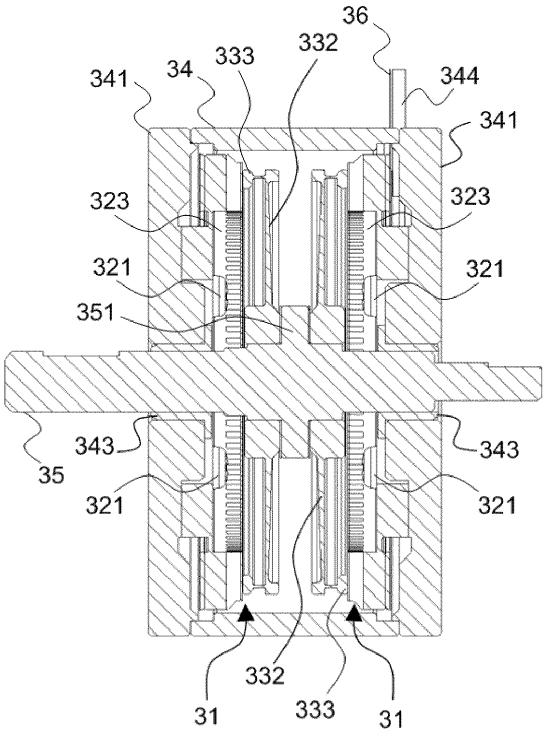
【図２】


3
41
411
412
413
92
2

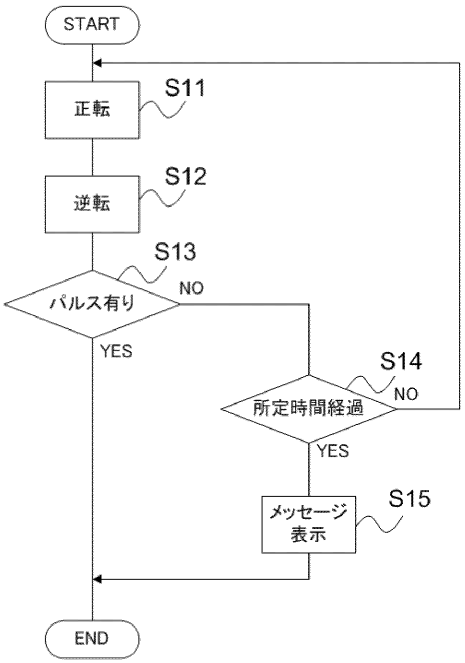
【図３】


312
341
344
322
323
32
324
333
351
33
332
37
35
36
343
34
311

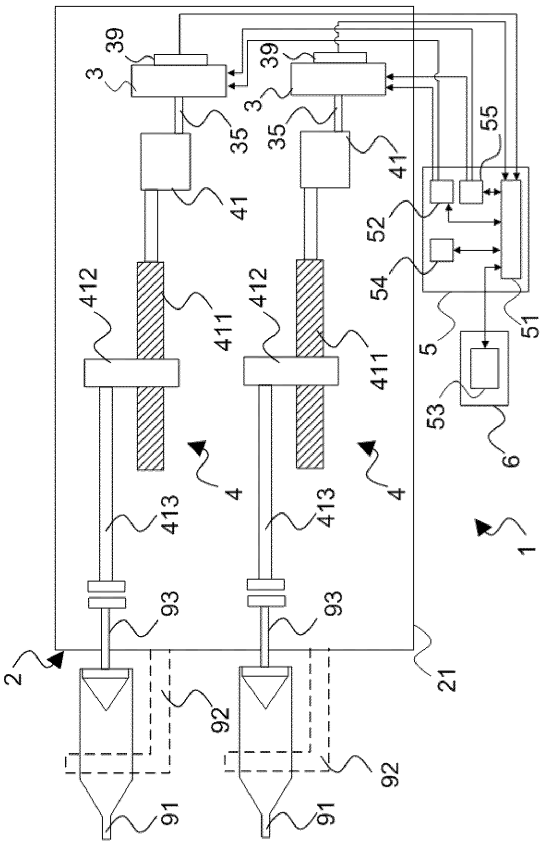
【図４】


36
332
333
34
341
344
323
321
351
343
35
31

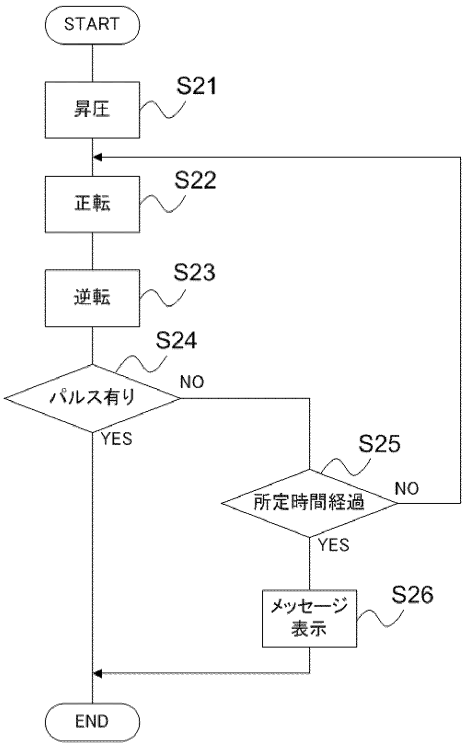
【図５】


START
正転
S11
逆転
S12
S13
パルス有り
NO
YES
S14
所定時間経過
NO
YES
メッセージ表示
S15
END

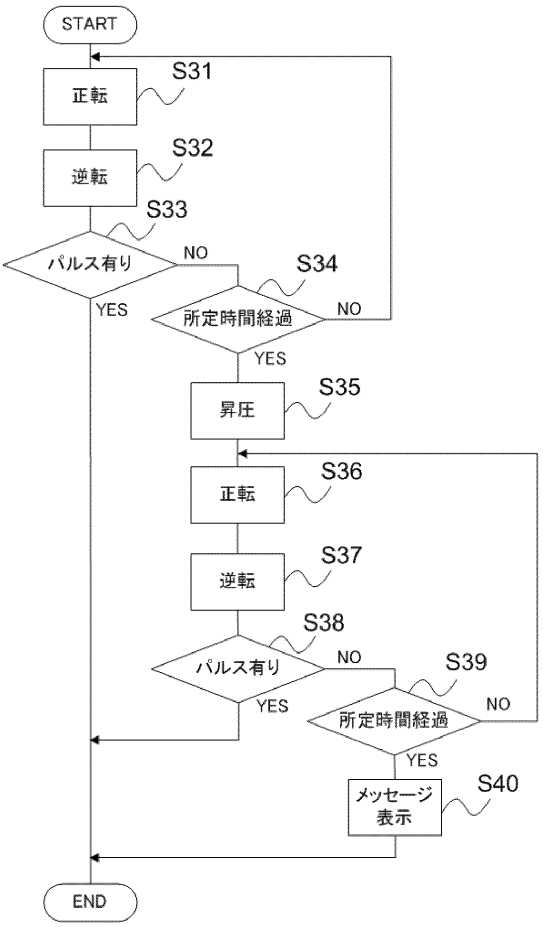
【図６】


39
3
35
41
55
52
54
51
5
53
6
412
411
4
413
93
2
21
92
91
1

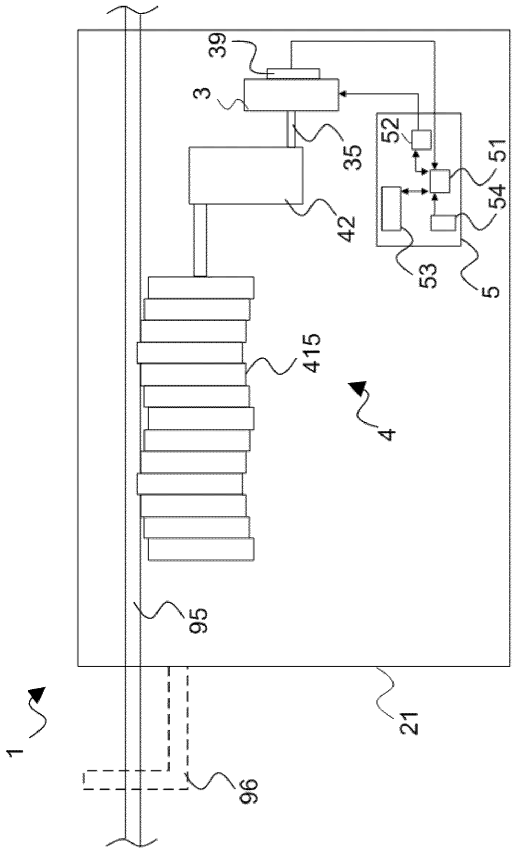
【図７】


START
昇圧
S21
正転
S22
逆転
S23
S24
パルス有り
NO
YES
S25
所定時間経過
NO
YES
メッセージ表示
S26
END

【図８】


START
正転
S31
逆転
S32
S33
パルス有り
NO
YES
S34
所定時間経過
NO
YES
昇圧
S35
正転
S36
逆転
S37
S38
パルス有り
NO
YES
S39
所定時間経過
NO
YES
メッセージ表示
S40
END

【図９】



フロントページの続き

(74)代理人　100154162
弁理士　内田　浩輔
(72)発明者　金高　利雄
東京都文京区本郷２丁目２７番２０号　株式会社根本杏林堂内
(72)発明者　宇田川　誠
東京都文京区本郷２丁目２７番２０号　株式会社根本杏林堂内
(72)発明者　指田　年生
東京都世田谷区粕谷２丁目１番１０号

審査官　服部　俊樹

(56)参考文献　特開平０３－２８４１７６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０８４２９６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０９８８９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３４４７６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１５６９８６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｎ　　２／００
Ａ６１Ｍ　　５／１４２