

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年9月11日(11.09.2015)



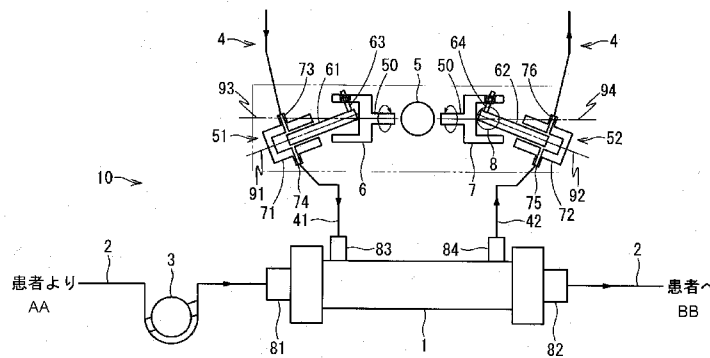
(10) 国際公開番号  
WO 2015/133653 A1

- (51) 国際特許分類:  
A61M 1/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062588
- (22) 国際出願日: 2015年4月24日(24.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-041441 2014年3月4日(04.03.2014) JP  
特願 2014-101538 2014年5月15日(15.05.2014) JP  
特願 2014-109547 2014年5月27日(27.05.2014) JP  
特願 2014-109541 2014年5月27日(27.05.2014) JP  
特願 2014-195371 2014年9月25日(25.09.2014) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ニプロ株式会社(NIPRO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5318510 大阪府大阪市北区本庄西3丁目9番3号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 上田 満隆(UEDA, Michitaka) [JP/JP]; 〒5318510 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 Osaka (JP). 松本 義之(MATSUMOTO, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒5318510 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 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 中野 浩臣(NAKANO, Hiroomi); 〒1700001 東京都豊島区西巢鴨1-9-3 株式会社アクセス内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西木 信夫, 外(NISHIKI, Nobuo et al.); 〒5400025 大阪府大阪市中央区徳井町1丁目1番10号エースマンビル5階 朋信国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: BLOOD PURIFICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 血液浄化装置

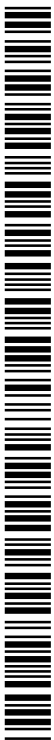


AA From patient  
BB To patient

(57) Abstract: [Problem] To provide a blood purification device, wherein a pair of plunger pumps disposed in a dialysis line can simultaneously deliver fresh dialysis solution and discharge used dialysis solution, and can also remove water and perform back filtration. [Solution] The present invention includes a blood purifier (1), a blood circuit (2), a blood pump (3), and a dialysis line (4) formed from a fresh dialysis solution delivery line (41) and a used dialysis solution discharge line (42). A pair of plunger pumps (51, 52) are disposed in the dialysis line (4). The pair of plunger pumps (51, 52) are synchronized such that fresh dialysis solution is ejected from the plunger pump (51) at the same time that used dialysis solution is suctioned into the plunger pump (52). At least one of the strokes of the pair of plunger pumps (51, 52) is variable.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/133653 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。(規則 48.2(h))

— 優先権主張に対する優先権の回復のための請求に関する情報；回復のための請求は受理官庁において係属中であり、当該請求に基づく受理官庁による決定は、利用することができなくなったときに別個に公開される。(規則 26 の 2.3 及び 48.2(j))

血液浄化器 (1) と、血液回路 (2) と、血液ポンプ (3) と、新鮮透析液供給ライン (41) と使用済透析液排出ライン (42) からなる透析液ライン (4) と、を含んだ血液浄化装置において、前記透析液ライン (4) に一対のプランジャポンプ (51、52) を配設する。当該一対のプランジャポンプ (51、52) は、一方のプランジャポンプ (51) からの新鮮透析液の吐出と、他方のプランジャポンプ (52) への使用済透析液の吸込が同時に起こるように同期されているとともに、一対のプランジャポンプ (51、52) の少なくとも一方のストロークが可変にされている。

## 明 細 書

**発明の名称：血液浄化装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、透析液ラインに一对のプランジャポンプが配設されてなる血液浄化装置、及び血液浄化器へ透析液を流通する方法に関する。より詳しくは、本発明は、プランジャポンプを利用して、血液浄化器に対して、脈動の無い新鮮透析液の供給を可能とする血液浄化装置、及び血液浄化器へ透析液を流通する方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、腎不全の患者や、術後の薬液注入によって水分過多症になった患者などの重篤な状態を改善するために、血液浄化装置を使用する血液透析や血液濾過が行われている。血液浄化器への新鮮透析液の供給、及び血液浄化器からの使用済透析液の排出をするために、従来、新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出とを同時に行える往復動ポンプを利用したものが知られている（特許文献1、特許文献2）。

[0003] また、往復動ポンプとして透析液中の空気を抜くためのバルブを必要としないプランジャポンプも提案されている（特許文献3、特許文献4）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3328078号公報

特許文献2：特開2003-199820号公報

特許文献3：特開2001-248543号公報

特許文献4：特開2001-234850号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1、2に記載された往復動ポンプは、除水や逆濾過を行うために、別途除水ポンプや加圧ポンプを必要とするので、コストが高くなるという

問題があった。特許文献3, 4に記載された往復動ポンプは、新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出とを同時に行えるものではない。したがって、これらを同時に行うようにするための改良が必要である。また、血液浄化装置に対して、脈動の無い新鮮透析液の供給を可能とするプランジャポンプが望まれる。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、透析液ラインにおいて、新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出を同時に行う手段を提供することを目的とする。

[0007] また、本発明の他の目的は、透析液ラインに、新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出とを同時に行い、血液浄化装置に対して脈動の無い新鮮透析液の供給が可能な血液浄化装置を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0008] (1) 本発明の血液浄化装置は、血液浄化器と、血液回路と、血液ポンプと、新鮮透析液供給ラインと使用済透析液排出ラインからなる透析液ラインと、を含んでなる血液浄化装置において、前記透析液ラインに一对のプランジャポンプが配設されており、この一对のプランジャポンプは、一方のプランジャポンプからの新鮮透析液の吐出と、他方のプランジャポンプへの使用済透析液の吸込が同時に起こるように同期されるとともに、この一对のプランジャポンプの少なくとも一方のストロークが可変にされてなることを特徴とする。

[0009] (2) また、透析液ラインに配設される一对のプランジャポンプとしては、具体的には、一对のプランジャポンプが、同期用モータの回転軸に関して鏡対象に配設されるとともに、この回転軸の中心部に位置する前記同期用モータとドライブ継ぎ手を介してそれぞれ接続されてなるものが採用される。

[0010] (3) また、新鮮透析液吐出側のプランジャポンプのストロークが固定されるとともに、使用済透析液吸込側のプランジャポンプのストロークの調節が、このプランジャポンプと同期用モータの回転軸との間の水平方向の傾斜角度を調節する角度調節モータによって行われるようにされていてもよい。

- [0011] (4) また、透析液ラインに配設される一対のプランジャポンプとしては、使用済透析液吸込側のドライブ継ぎ手の回転半径が新鮮透析液吐出側のドライブ継ぎ手の回転半径より大きくされるとともに、この使用済透析液吸込側のプランジャポンプのストロークが可変にされてなるものであってもよい。
- [0012] (5) また、本発明に係る血液浄化装置は、血液浄化器と、当該血液浄化器に接続された血液回路と、当該血液回路において血流を発生させるための血液ポンプと、当該血液浄化器に対してそれぞれ接続された新鮮透析液供給ライン及び使用済透析液排出ラインを有する透析液ラインと、当該新鮮透析液供給ライン及び当該使用済透析液排出ラインにそれぞれ設けられて一対をなすプランジャポンプと、を具備する。上記新鮮透析液供給ラインに設けられたプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、上記使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、が同時に行われるように同期されている。
- [0013] (6) また、上記新鮮透析液供給ライン及び上記使用済透析液排出ラインにそれぞれ設けられたプランジャポンプのうちの少なくとも一方のプランジャポンプのストロークが可変であってもよい。
- [0014] (7) また、同期用モータと、上記同期用モータから駆動力を付与されて回転するドライブ継ぎ手と、を更に備え、上記一対のプランジャポンプは、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されており、上記ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続されていてもよい。
- [0015] (8) また、上記一対のプランジャポンプのうちストロークが可変のプランジャポンプは、プランジャの軸が上記同期用モータの回転軸に対して傾斜する角度を調節可能なものであってもよい。
- [0016] (9) また、上記プランジャの軸の傾斜角度を変化させる角度調節モータを更に具備してもよい。
- [0017] (10) また、上記使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプのストロークが可変であってもよい。
- [0018] (11) また、使用済透析液吸込側の前記ドライブ継ぎ手の回転半径が新鮮

透析液吐出側の前記ドライブ継ぎ手の回転半径より大きくてもよい。

[0019] (12) また、プランジャポンプは、バルブレスプランジャポンプであってもよい。

[0020] (13) また、透析液ラインに並列に、位相を $180^\circ$ ずらしたもう一对のプランジャポンプが配設されていてもよい。

[0021] (14) 本発明は、血液浄化器に対してそれぞれ接続された新鮮透析液供給ライン及び使用済透析液排出ラインにおいて、それぞれに設けられた第1プランジャポンプ及び第2プランジャポンプを用いて上記血液浄化器へ透析液を流通させる方法に関する。血液浄化器への透析液の流通方法は、上記第1プランジャポンプに同期用モータから回転駆動を伝達して上記新鮮透析液供給ラインを通じて上記血液浄化器へ新鮮透析液の吐出する吐出ステップと、上記第2プランジャポンプに上記同期用モータから回転駆動を伝達して上記使用済透析液排出ラインを通じて上記血液浄化器から使用済透析液を吸込む吸込ステップと、を含み、上記吐出ステップと上記ステップとを同期させて同時に行う。

[0022] これにより、プランジャポンプを用いて血液浄化器へ新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出とを同時に行うことができる。

[0023] (15) 好ましくは、上記吐出ステップにおける上記第1プランジャポンプへの上記同期用モータの駆動伝達と、上記吸込ステップにおける上記第2プランジャポンプへの上記同期用モータの駆動伝達とを、位相を $180^\circ$ ずらして行う。

[0024] これにより、第1プランジャポンプによって新鮮透析液を血液浄化器へ供給する際に生ずる脈動の位相と、第2プランジャポンプによって使用済透析液を血液浄化器から排出する際に生ずる脈動の位相と、が同期して、血液浄化器内における透析液の圧力が安定する。

[0025] (16) 好ましくは、上記吐出ステップにおける上記第1プランジャポンプのストロークと、上記吸込ステップにおける上記第2プランジャポンプのストロークとを異ならせる。

[0026] これにより、血液浄化器において血液の逆濾過又は除水を行うことができる。

[0027] (17) 本発明に係る血液浄化装置は、血液浄化器と、当該血液浄化器に接続された血液回路と、当該血液回路において血流を発生させるための血液ポンプと、当該血液浄化器に対してそれぞれ少なくとも一部が並列に接続された新鮮透析液供給ライン及び使用済透析液排出ラインを有する透析液ラインと、並列の新鮮透析液供給ライン及び並列の使用済透析液排出ラインにおいてそれぞれ一対が設けられたプランジャポンプと、を具備する。上記並列の新鮮透析液供給ラインにそれぞれ設けられた一対のプランジャポンプは、一対のうち一方のプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、他方のプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、を交互に連続して行うものである。上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一対のプランジャポンプは、一対のうち一方のプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、他方のプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、を交互に連続して行うものである。上記新鮮透析液供給ラインに設けられた一対のプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、上記使用済透析液排出ラインに設けられた一対のプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、が同時に行われるように同期されている。

[0028] 並列された新鮮透析液供給ラインの一対のプランジャポンプにおいて、一方のプランジャポンプからの新鮮透析液の吐出と、他方のプランジャポンプからの新鮮透析液の吐出とが交互に連続して行われ、また、並列された使用済透析液排出ラインの一対のプランジャポンプにおいて、一方のプランジャポンプへの使用済透析液の吸込みと、他方のプランジャポンプへの使用済透析液の吸込みとが交互に連続して行われ、かつ新鮮透析液の吐出と使用済透析液の吸込みとが同時に起こるように同期されているので、血液浄化器への新鮮透析液の供給と、血液浄化器からの使用済透析液の排出とが同時に行われる。これにより、血液浄化器に対して、脈動の無い新鮮透析液が供給される。

[0029] (18) 好ましくは、上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプのうちの少なくとも一方のプランジャポンプのストロークが可変である。

[0030] これにより、新鮮透析液供給ラインに設けられたプランジャポンプのストロークより、使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプのストロークが小さくなるように調節すれば、血液浄化器において逆濾過を行うことができる。また、新鮮透析液供給ラインに設けられたプランジャポンプのストロークより、使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプのストロークが大きくなるように調節すれば、血液浄化器において除水を行うことができる。

[0031] (19) 好ましくは、同期用モータと、上記同期用モータから駆動力を付与されて回転する第1ドライブ継ぎ手と、を更に備え、上記並列の新鮮透析液供給ラインに設けられた一对のプランジャポンプは、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されており、上記第1ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続されている。

[0032] 一对のプランジャポンプが、同期用モータの回転軸と直交する平面に関して鏡対称に配設され、同期用モータの回転軸と第1ドライブ継ぎ手を介してそれぞれ接続されているので、一对のプランジャポンプは位相が180度ずれた関係となる。したがって、一对のプランジャポンプの位相を調整しなくても、血液浄化器への新鮮透析液の供給を連続して交互に行うことができる。

[0033] (20) 好ましくは、同期用モータと、上記同期用モータから駆動力を付与されて回転する第2ドライブ継ぎ手と、を更に備え、上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプは、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されており、上記第2ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続されている。

[0034] 一对のプランジャポンプが、同期用モータの回転軸と直交する平面に関して鏡対称に配設され、同期用モータの回転軸と第2ドライブ継ぎ手を介して

それぞれ接続されているので、一对のプランジャポンプは位相が180度ずれた関係となる。したがって、一对のプランジャポンプの位相を調整しなくても、血液浄化器からの使用済透析液の排出を連続して交互に行うことができる。

[0035] (21) 好ましくは、上記並列の新鮮透析液供給ラインに設けられた一对のプランジャポンプと、上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプと、は、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されている。

[0036] これにより、一对のプランジャポンプ同士は位相が180度ずれた関係となる。したがって、一对のプランジャポンプ同士の位相を調整しなくても、血液浄化器への新鮮透析液の供給と血液浄化器からの使用済透析液の排出とを同時に行うことができる。

[0037] (22) 好ましくは、同期用モータと、上記同期用モータから駆動力を付与されて回転する第2ドライブ継ぎ手と、を更に備え、上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプは、上記第2ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続されており、上記並列の使用済透析液排出ラインにそれぞれ設けられた一对のプランジャポンプのうちストロークが可変のプランジャポンプは、プランジャの軸が上記同期用モータの回転軸に対して傾斜する角度を調節可能なものである。

[0038] 使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプのストロークの調節を、該プランジャポンプと同期用モータの回転軸との傾斜角度を調節することにより行うことができる。

[0039] (23) 好ましくは、上記プランジャの軸の傾斜角度を変化させる角度調節モータを更に具備する。

[0040] これにより、プランジャポンプが駆動されているときにもプランジャの軸の傾斜角度を調節することができる。

[0041] 以上、一般的に本発明を記述したが、より一層の理解は、いくつかの特定の実施例を参照することによって得ることができる。これらの実施例は、本

明細書に例示の目的のためにのみ提供されるものであり、他の旨が特定されない限り、限定的なものではない。

### 発明の効果

[0042] 本発明によれば、血液浄化器への新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出を同時に行うことができる。

[0043] また、除水や逆濾過を行える一対のプランジャポンプが配設されてなる血液浄化装置が実現される。

[0044] また、透析液ラインに、新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出とを同時に行い、血液浄化器に対して脈動の無い新鮮透析液を供給することができる。

### 図面の簡単な説明

[0045] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る血液浄化装置10の概略説明図である。

[図2]図2は、プランジャポンプ51、52付近の構成を示す概略平面図である。

[図3]図3は、プランジャポンプ51、52付近の構成を示す概略側面図である。

[図4]図4は、プランジャポンプ52の首振り角度 $\theta$ とストローク $d_2$ との関係を示す図である（但し、ドライブ半径29.5mm）。

[図5]図5は、プランジャポンプ51、52の変形例を示す概略平面図である。

[図6]図6は、第1実施形態の変形例におけるプランジャポンプ52の首振り角度 $\theta$ とストローク $d_2$ との関係を示す図である（但し、ドライブ半径34.5mm）。

[図7]図7は、本発明の第2実施形態に係る血液浄化装置10の構造を示す概略図である。

[図8]図8は、プランジャポンプ51、52、53、54の構造を示す平面図である。

[図9]図9は、プランジャポンプ51、52、53、54の構造を示す側面図である。

[図10]図10は、血液浄化装置10の変形例を示す概略図である。

[図11]図11は、血液浄化装置10の変形例を示す概略図である。

### 発明を実施するための形態

[0046] 以下、本発明をさらに具体的にするために、本発明の実施態様について、図面を用いて説明する。

[0047] [第1実施形態]

図1には第1実施形態を示す概略説明図が示されており、図2および図3には図1のプランジャポンプの一実施例を示す概略の平面図および側面図が示されている。

[0048] 血液浄化装置10は、図1に示すように、血液浄化器1と、血液回路2と、血液ポンプ3と、新鮮透析液供給ライン41と使用済透析液排出ライン42からなる透析液ライン4と、を含んでなる。透析液ライン4には一対のプランジャポンプ51、52が配設されている。

[0049] 血液浄化器1は、血液及び透析液の流入用及び流出用の第1ポート81、第2ポート82、第3ポート83、及び第4ポート84を備えた容器の内部に中空糸が充填されたものであり、第1ポート81及び第2ポート82を通じて血液が中空糸の内部空間を流通され、かつ第3ポート83及び第4ポート84を通じて中空糸の外側に透析液が流通されることにより、血液の除水又は逆濾過を行うものである。

[0050] 第1ポート81及び第2ポート82には、血液回路2が接続されている。血液回路2は、樹脂チューブなどからなる血液の流路を構成するものであり、患者の血管から流出した血液を血液浄化器1へ導き、また、血液浄化器1から流出した血液を患者の血管へ導くものである。血液回路2には、血液回路2において血流を発生させるための血液ポンプ3が設けられている。血液ポンプ3には、チューブポンプなどの公知のものが採用され得る。

[0051] 血液浄化器1の第3ポート83及び第4ポート84には、透析液ライン4

が接続されている。透析液ライン4は、樹脂チューブなどからなる透析液の流路を構成するものである。血液浄化器1の第3ポート83には、新鮮透析液供給ライン41が接続されており、第4ポート84には、使用済透析液排出ライン42が接続されている。各図には現れていないが、新鮮透析液供給ライン41の他方は、新鮮透析液が貯留されたタンクに接続されており、また、使用済透析液排出ライン42の他方は、使用済透析液を貯留する廃タンクに接続されている。

- [0052] プランジャポンプ51は、新鮮透析液供給ライン41に配設されている。プランジャポンプ52は、使用済透析液排出ライン42に配設されている。
- [0053] 一对のプランジャポンプ51, 52は、同期用モータ5の回転軸50からドライブ継ぎ手6, 7を介して回転が伝達されている。ドライブ継ぎ手6, 7は、プランジャポンプ51, 52の各プランジャ61, 62の一端側とそれぞれ接続されている。各プランジャ61, 62は、ドライブ継ぎ手6, 7から駆動伝達されて、各シリンダ71, 72内を往復動する。
- [0054] プランジャ61, 62の軸方向91, 92は、ドライブ継ぎ手6, 7の軸方向93, 94に対してそれぞれ傾斜（交差）している。なお、本実施形態では、ドライブ継ぎ手6, 7の軸方向93, 94は、回転軸50の軸方向と同一である。プランジャ61, 62の軸方向91, 92と、ドライブ継ぎ手6, 7の軸方向93, 94との傾斜角度 $\theta$ によって、ドライブ継ぎ手6, 7からそれぞれ駆動伝達されて往復動するプランジャ61, 62のストロークが決定される。すなわち、傾斜角度 $\theta$ が大きければプランジャ61, 62のストロークが大きくなり、傾斜角度 $\theta$ が小さければプランジャ61, 62のストロークが小さくなる。
- [0055] 各シリンダ71, 72には、内部空間に通じた一对のポート73, 74又は一对のポート75, 76がそれぞれ設けられている。一对のポート73, 74及び一对のポート75, 76は、シリンダ71, 72の軸方向に対して180°異なる位置に、すなわち軸対称に配置されている。各図には詳細に現れていないが、プランジャ61, 62は、各シリンダ71, 72を液密に

封止する円柱形状であり、その先端側（ドライブ継ぎ手6, 7と接続されていない他端側）は、円柱形状のうち軸線を含む半分が切り欠かれている。この切り欠かれた部分がシリンダ71, 72において回転することにより、シリンダ71, 72の各一对のポート73, 74又は一对のポート75, 76のうち的一方がプランジャ61, 62によって封止され、他方が切り欠かれた部分によって開放される。

[0056] 図1～3に示されるように、一つのプランジャポンプ51, 52は、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面（図1～3の紙面と直交する平面）に対して鏡対称の構造をなしている。詳細には、図2, 3に示されるように、同期用モータ5の回転軸50と直交し、かつドライブ継ぎ手6, 7の軸方向93, 94に沿った方向の中間を含む平面101に対して鏡対称の構造である。したがって、角度 $\theta$ が同一であるときのプランジャ61, 62がドライブ継ぎ手6, 7に対して傾斜する角度や、シリンダ71, 72の各ポート73, 74, 75, 76の位置などが鏡対称である。

[0057] なお、鏡対称の構造とは、プランジャ61, 62及びシリンダ71, 72の構造が鏡対称であるが、角度 $\theta$ が可変にされることによって、プランジャポンプ51, 52のプランジャ61, 62の軸方向91, 92が鏡対称とならないことや、ドライブ継ぎ手6, 7の回転半径が異なることにより厳密な鏡対称とならないことは、鏡対称の構造から除かれないものである。つまり、鏡対称の構造とは、一对のプランジャポンプ51, 52が同じ同期用モータ50で回転されるようにドライブ継ぎ手6, 7を介して接続されているときに、一对のプランジャポンプ51, 52の位相が $180^\circ$ ずれた関係となることが維持できる限り、角度や回転半径などが一对のプランジャポンプ51, 52において相違することは許容されていると解する。

[0058] これにより、プランジャポンプ51, 52は、ドライブ継ぎ手6, 7の回転に対して $180^\circ$ 位相が異なる。つまり、プランジャポンプ51が新鮮透析液の吐出を行っているときには、プランジャポンプ52は新鮮透析液の吸い込みを行っており、また、プランジャポンプ51が新鮮透析液の吸い込み

を行っているときには、プランジャポンプ52は新鮮透析液の吐出を行っている。これにより、一对のプランジャポンプ51、52は、プランジャポンプ51による新鮮透析液の吐出と、プランジャポンプ52による新鮮透析液の吐出と、を同期して同時に行う。

[0059] 各プランジャポンプ51、52において、各プランジャ61、62がそれぞれシリンダ71、72を往復動することにより、プランジャ51では新鮮透析液が吐出され、プランジャ52では使用済透析液が吸い込まれる。同期用モータ50の等速回転がドライブ継ぎ手6、7により各プランジャ61、62のストロークとして伝達されるので、各プランジャ61、62の移動速度は、ドライブ継ぎ手6、7の回転位相に対してsin曲線又はcos曲線となる。したがって、プランジャ51による新鮮透析液の吐出量、及びプランジャ52による使用済透析液の吸込み量は、sin曲線又はcos曲線をなす。このようなsin曲線又はcos曲線により現されるプランジャ51による新鮮透析液の吐出量の変動、及びプランジャ52による使用済透析液の吸込み量の変動を本明細書において「脈動」と称する。プランジャポンプ51による新鮮透析液の吐出と、プランジャポンプ52による新鮮透析液の吐出と、が同期して同時に行われるので、これらの「脈動」も同期して同時に生ずる。

[0060] 一对のプランジャポンプ51、52は、プランジャポンプ51からの新鮮透析液の吐出（吐出ステップ）と、プランジャポンプ52への使用済透析液の吸込（吸込ステップ）とが同時に起こるように同期されており、この一对のプランジャポンプ51、52の少なくとも一方のストロークが可変にされている。従って、血液浄化器1への新鮮透析液の供給と、血液浄化器1からの使用済透析液の排出を同時に行うことができ、また、新鮮透析液吐出側のプランジャポンプ51のストロークd1を使用済透析液吸込側のプランジャポンプ52のストロークd2より大きくすれば、逆濾過を行うことができ、また新鮮透析液吐出側のプランジャポンプ51のストロークd1を使用済透析液吸込側のプランジャポンプ52のストロークd2より小さくすれば、除水を行うことができるようになっている。

- [0061] そして、具体的には、一对のプランジャポンプ5 1、5 2は、例えば図2、図3に示すように、一对のプランジャポンプ5 1、5 2が、同期用モータ5の回転軸5 0に関して鏡対象に配設されるとともに、この回転軸5 0の中心部に位置する同期用モータ5とドライブ継ぎ手6、7を介してそれぞれ接続されてなるものが採用されている。
- [0062] また、プランジャポンプ5 1のストロークd 1が固定されるとともに、プランジャポンプ5 2のストロークd 2が可変にされ、このプランジャポンプ5 2のストロークd 2の調節は、プランジャポンプ5 2の軸方向9 1と同期用モータ5の回転軸9 4との間の水平方向の傾斜角度 $\theta$ を調節する角度調節モータ8によって行われるようにされている。ここで、ストロークd 2は、図4に示すように、ストロークd 1より大きくしたり、小さくしたりすることができるように傾斜角度 $\theta$ を調節することができる。傾斜角度 $\theta$ を大きくすればストロークが大きくなり、傾斜角度 $\theta$ を小さくすればストロークが小さくなる。因みに、プランジャ径16 mmの時のプランジャポンプのストロークと吐出量の関係を求めたところ、ストローク1 mmについて吐出量は凡そ24.1 cc/分だった。
- [0063] ここで、プランジャポンプの傾斜角度の調節機能について、もう少し詳しく説明すると以下のようなになる。すなわち、ドライブ継ぎ手6、7にはベアリング軸受けが設けられており、このベアリング軸受けにはベアリングが装着されている。このベアリングには、それぞれ中央部分に貫通孔が設けられており、この貫通孔にはプランジャポンプ5 1、5 2のプランジャ6 1、6 2からそれぞれ延びる作用軸6 3、6 4の一端が摺動自在に挿通されている。この作用軸6 3、6 4は、その他端がプランジャ6 1、6 2の表面に垂直になるように固定されており、同期用モータ5の回転はドライブ継ぎ手6、7に伝わり、このドライブ継ぎ手6、7の回転が作用軸6 3、6 4によってプランジャ6 1、6 2に伝わり、傾斜されたプランジャポンプ5 1、5 2にストロークd 1、d 2が生ずるようになっている。従って、プランジャ6 1、6 2は、それぞれシリンダ7 1、7 2内を回転しながらストロークd 1、

d 2 に応じて往復動する様になっている。

[0064] 尚、一对のプランジャポンプ 5 1、5 2 は、ドライブ継ぎ手 6、7 の回転軸や、同期用モータ 5 の回転軸 5 0 に関してどのように配設されていてもよいが、何れにせよ、プランジャポンプ 5 1 からの新鮮透析液の吐出とプランジャポンプへの使用済透析液の吸込が同時に起こるようになるためには、プランジャポンプ 5 1 と 5 2 の位相は  $180^\circ$  ずらしておく必要がある。

[0065] また、透析液ライン 4 に配設される一对のプランジャポンプ 5 1、5 2 としては、図 5 に示すように、使用済透析液吸込側のドライブ継ぎ手 7 の回転半径が新鮮透析液吐出側のドライブ継ぎ手 6 の回転半径より大きくされるとともに、この使用済透析液吸込側のプランジャポンプ 5 2 のストローク d 2 が可変にされてなるものであってもよい。このように構成すれば、図 6 に示すように、使用済透析液吸込側のプランジャポンプ 5 2 のストローク d 2 を大きく変化させることが出来るので、プランジャポンプ 5 1 の吐出量に見合った吸込量にする場合、プランジャポンプ 5 2 の傾斜角度  $\theta$  をプランジャポンプ 5 1 の傾斜角度より小さくすることができるので、プランジャポンプ 5 2 の傾斜角度  $\theta$  の調節が楽である。

[0066] プランジャポンプ 5 1、5 2 としては、バルブレスプランジャポンプを採用してもよい。この場合、透析液中のエアを抜くためのバルブを別途用意しなくても済むので、経済的である。

[0067] [第 1 実施形態の作用効果]

第 1 実施形態によれば、透析液ライン 4 に配設された一对のプランジャポンプ 5 1、5 2 が、プランジャポンプ 5 1 からの新鮮透析液の吐出と、プランジャポンプ 5 2 への使用済透析液の吸込が同時に起こるように同期されているので、血液浄化器 1 への新鮮透析液の供給と、血液浄化器 1 からの使用済透析液の排出を同時に行うことが出来る。

[0068] また、プランジャポンプ 5 2 のストロークが可変にされているので、プランジャポンプ 5 1 のストローク d 1 をプランジャポンプ 5 2 のストローク d 2 より大きくすれば、逆濾過を行うことが出来、また、プランジャポンプ 5

1のストロークd1をプランジャポンプ52のストロークd2より小さくすれば、除水を行うことが出来る。

[0069] また、一对のプランジャポンプ51, 52が同期用モータ5の回転軸50上で鏡対象に配設され且つ同じ同期用モータ5で回転されるようにドライブ継ぎ手6, 7を介して接続されているので、一对のプランジャポンプ51, 52は初めから位相が180°ずれた関係にあり、両者の位相を調整しなくても、血液浄化器1への新鮮透析液の供給と血液浄化器からの使用済透析液の排出を同時に行うことが出来る。

[0070] また、プランジャポンプ51のストロークd1が固定されるとともに、プランジャポンプ52の水平方向の角度 $\theta$ が、角度調節用モータ8によって同期用モータ5の回転軸50に対して可変になっているので、プランジャポンプ52の水平方向の角度 $\theta$ を変えることによりプランジャポンプ52のストロークd2を調節して、プランジャポンプ51のストロークd1より大きくしたり、小さくしたりすることができるので、プランジャポンプ52のストロークd2を調節することによって逆濾過や除水を行うことが出来る。

[0071] また、ドライブ継ぎ手7の回転半径がドライブ継ぎ手6の回転半径より大きくされているので、プランジャポンプ52のストロークd2を大きく変化させることが出来、プランジャポンプ52の角度調節が楽である（より小さい傾斜角度で対応できる）。また、両方のプランジャポンプ51, 52のドライブ継ぎ手6, 7を同じ大きさにした場合と比較して、逆濾過量や除水量を大きく設定できる。

[0072] また、プランジャポンプ51, 52としてバルブレスプランジャポンプを採用しているので、透析液中のエアを抜くためのバルブを省略できる。

[0073] また、プランジャポンプ51, 52は、ガラスで形成されていることが好ましい。また、プランジャ61, 62及びシリンダ71, 72はそれぞれ、シュリンク加工を用いて製造されていることが好ましい。プランジャポンプ51, 52がガラスから製造されることにより、プランジャ61, 62の外径対シリンダ71, 72の内径の公差がある程度大きくても、プランジ

ャポンプ5 1, 5 2内の密閉性を確保できるので、プランジャポンプ5 1, 5 2の量産性が向上される。なお、プランジャポンプ5 1, 5 2はそれぞれ、プランジャ6 1, 6 2及びシリンダ7 1, 7 2の両方がガラスで形成されていることが好ましい。なお、プランジャポンプ5 1, 5 2は、ガラスに限定されず、セラミックス等の他の材料で形成されていてもよい。また、プランジャ6 1, 6 2及びシリンダ7 1, 7 2の製造方法は、シュリンク加工を用いた方法に限定されない。

[0074] また、プランジャポンプ5 1に同期用モータ5 0から回転駆動を伝達して新鮮透析液供給ライン4 1を通じて血液浄化器1へ新鮮透析液の吐出する吐出ステップと、プランジャポンプ5 2に同期用モータ5 0から回転駆動を伝達して使用済透析液排出ライン4 2を通じて血液浄化器1から使用済透析液を吸込む吸込ステップと、を同期させて同時に行うので、一対のプランジャポンプ5 1, 5 2を用いて血液浄化器1へ新鮮透析液の供給と使用済透析液の排出とを同時に行うことができる。

[0075] また、プランジャポンプ5 1への同期用モータ5 0の駆動伝達と、プランジャポンプ5 2への同期用モータ5 0の駆動伝達とを、位相を180°ずらして行うので、プランジャポンプ5 1によって新鮮透析液を血液浄化器1へ供給する際に生ずる脈動の位相と、プランジャポンプ5 2によって使用済透析液を血液浄化器1から排出する際に生ずる脈動の位相と、が同期して、血液浄化器1における透析液の圧力が安定する。

[0076] また、プランジャポンプ5 1のストロークd 1と、プランジャポンプ5 2のストロークd 2とを異ならせることにより、血液浄化器1において血液の逆濾過又は除水を行うことができる。

[0077] [第2実施形態]

図7に示されるように、血液浄化装置11は、血液浄化器1、血液浄化器1に接続された血液回路2、血液回路2において血流を発生させる血液ポンプ3、新鮮透析液供給ライン4 1及び使用済透析液排出ライン4 2を有する透析液ライン4、プランジャポンプ15 1, 15 2, 15 3, 15 4、及び

同期用モータ5を備える。

- [0078] 血液浄化器1は、血液及び透析液の流入用及び流出用の各ポートを備えた容器の内部に中空糸が充填されたものであり、血液の流入用及び流出用の各ポートを通じて血液が中空糸の内部空間を流通され、かつ透析液の流入用及び流出用の各ポートを通じて中空糸の外側に透析液が流通されることにより、血液の除水又は逆濾過を行うものである。
- [0079] 血液浄化器1の血液の流入用及び流出用の各ポートには、血液回路2が接続されている。血液回路2は、樹脂チューブなどからなる血液の流路を構成するものであり、患者の血管から流出した血液を血液浄化器1へ導き、また、血液浄化器1から流出した血液を患者の血管へ導くものである。血液回路2には、血液回路2において血流を発生させるための血液ポンプ3が設けられている。血液ポンプ3には、チューブポンプなどの公知のものが採用され得る。
- [0080] 血液浄化器1の透析液の流入用及び流出用の各ポートには、透析液ライン4が接続されている。透析液ライン4は、樹脂チューブなどからなる透析液の流路を構成するものである。血液浄化器1の流入用ポートには、新鮮透析液供給ライン41が接続されており、流出用ポートには、使用済透析液排出ライン42が接続されている。各図には現れていないが、新鮮透析液供給ライン41の他方は、新鮮透析液が貯留されたタンクに接続されており、また、使用済透析液排出ライン42の他方は、使用済透析液を貯留する廃タンクに接続されている。
- [0081] 新鮮透析液供給ライン41において、血液浄化器1とタンク（不図示）との間のラインの一部分は、二手に分かれた並列構造である。この並列構造をなしている新鮮透析液供給ライン41には、並列したラインのそれぞれにプランジャポンプ151、152が一对をなして配置されている。
- [0082] 一对のプランジャポンプ151、152は、同期用モータ5の回転軸50からドライブ継ぎ手6（第1ドライブ継ぎ手の一例）を介して回転が伝達されている。ドライブ継ぎ手6は、プランジャポンプ151、152の各プラ

ンジャ161, 162の一端側とそれぞれ接続されている。各プランジャ161, 162は、ドライブ継ぎ手6から駆動伝達されて、各シリンダ171, 172内を往復動する。プランジャ161, 162の軸方向191は、ドライブ継ぎ手6の軸方向193に対して傾斜（交差）している。プランジャ161, 162の軸方向191と、ドライブ継ぎ手6の軸方向193との傾斜角度 $\theta$ によって、ドライブ継ぎ手6から駆動伝達されて往復動するプランジャ161, 162のストロークが決定される。すなわち、傾斜角度 $\theta$ が大きければプランジャ161, 162のストロークが大きくなり、傾斜角度 $\theta$ が小さければプランジャ161, 162のストロークが小さくなる。

[0083] 各シリンダ171, 172には、内部空間に通じた一对のポートがそれぞれ設けられている。一对のポートは、シリンダ171, 172の軸方向に対して180度異なる位置に、すなわち軸対称に配置されている。各図には詳細に現れていないが、プランジャ161, 162は、各シリンダ171, 172を液密に封止する円柱形状であり、その先端側（ドライブ継ぎ手6と接続されていない他端側）は、円柱形状のうち軸線を含む半分が切り欠かれている。この切り欠かれた部分がシリンダ171, 172において回転することにより、シリンダ171, 172の各一对のポートのうち的一方がプランジャ161, 162によって封止され、他方が切り欠かれた部分によって開放される。

[0084] 図7～9に示されるように、一つのプランジャポンプ151, 152は、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面（図7～9の紙面と直交する平面）に対して鏡対称の構造をなしている。詳細には、図7, 8に示されるように、同期用モータ5の回転軸50と直交し、かつドライブ継ぎ手6の軸方向の中央を含む平面101に対して鏡対称の構造である。したがって、プランジャ161, 162がドライブ継ぎ手6に対して傾斜する角度や、シリンダ171, 172の各ポートの位置などが鏡対称である。

[0085] これにより、プランジャポンプ151, 152は、ドライブ継ぎ手6の回転に対して180度位相が異なる。つまり、プランジャポンプ151が新鮮

透析液の吐出を行っているときには、プランジャポンプ152は新鮮透析液の吸い込みを行っており、また、プランジャポンプ151が新鮮透析液の吸い込みを行っているときには、プランジャポンプ152は新鮮透析液の吐出を行っている。これにより、一对のプランジャポンプ151, 152は、プランジャポンプ151による新鮮透析液の吐出と、プランジャポンプ152による新鮮透析液の吐出と、を交互に連続して行う。

[0086] 使用済透析液排出ライン42において、血液浄化器1と廃タンク（不図示）との間のラインの一部は、二手に分かれた並列構造である。この並列構造をなしている使用済透析液排出ライン42には、並列したラインのそれぞれにプランジャポンプ153, 154が一对をなして配置されている。

[0087] 一对のプランジャポンプ153, 154は、同期用モータ5の回転軸50からドライブ継ぎ手7（第2ドライブ継ぎ手の一例）を介して回転が伝達されている。ドライブ継ぎ手7は、プランジャポンプ153, 154の各プランジャ163, 164の一端側とそれぞれ接続されている。各プランジャ163, 164は、ドライブ継ぎ手7から駆動伝達されて、各シリンダ173, 174内を往復動する。プランジャ163, 164の軸方向192は、ドライブ継ぎ手7の軸方向194に対して傾斜（交差）している。プランジャ163, 164の軸方向192と、ドライブ継ぎ手7の軸方向194との傾斜角度 $\theta$ によって、ドライブ継ぎ手7から駆動伝達されて往復動するプランジャ163, 164のストロークが決定される。すなわち、傾斜角度 $\theta$ が大きければプランジャ163, 164のストロークが大きくなり、傾斜角度 $\theta$ が小さければプランジャ163, 164のストロークが小さくなる。

[0088] 各プランジャポンプ151, 152, 153の各プランジャ161, 162, 163は、ドライブ継ぎ手6又はドライブ継ぎ手7に対する傾斜角度 $\theta$ が固定であるが、プランジャポンプ154のプランジャ164は、ドライブ継ぎ手7に対する傾斜角度 $\theta$ が可変である。プランジャ164の傾斜角度 $\theta$ は、角度調節モータ8の駆動により調節される。

[0089] 詳細には、ドライブ継ぎ手7にはベアリング軸受けが設けられており、こ

のベアリング軸受けにはベアリングが装着されている。ベアリングには、それぞれ中央部分に貫通孔が設けられており、この貫通孔にはプランジャポンプ153、154のプランジャ163、164からそれぞれ延びる作用軸の一端が摺動自在に挿通されている。この作用軸は、その他端がプランジャ163、164の表面に垂直になるように固定されており、同期用モータ5の回転軸50の回転はドライブ継ぎ手7及び作用軸を介してプランジャ163、164へ伝達され、傾斜角度 $\theta$ に応じてストローク $d_1$ 、 $d_2$ がプランジャポンプ153、154にそれぞれ生ずる。これにより、プランジャ163、164は、それぞれシリンダ173、174内を回転しながらストローク $d_1$ 、 $d_2$ を往復動する。なお、ドライブ継ぎ手6からプランジャポンプ151、152への駆動伝達も同様である。

[0090] 各シリンダ173、174には、内部空間に通じた一对のポートがそれぞれ設けられている。一对のポートは、シリンダ173、174の軸方向に対して180度異なる位置に、すなわち軸対称に配置されている。各図には詳細に現れていないが、プランジャ163、164は、各シリンダ173、174を液密に封止する円柱形状であり、その先端側（ドライブ継ぎ手7と接続されていない他端側）は、円柱形状のうち軸線を含む半分が切り欠かれている。この切り欠かれた部分がシリンダ173、174において回転することにより、シリンダ173、174の各一对のポートのうち的一方がプランジャ163、164によって封止され、他方が切り欠かれた部分によって開放される。

[0091] 図7～9に示されるように、一つのプランジャポンプ153、154は、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面（図7～9の紙面と直交する平面）に対して鏡対称の構造をなしている。詳細には、図7、8に示されるように、同期用モータ5の回転軸50と直交し、かつドライブ継ぎ手7の軸方向の中央を含む平面102に対して鏡対称の構造である。したがって、プランジャ163、164がドライブ継ぎ手7に対して傾斜する角度や、シリンダ173、174の各ポートの位置などが鏡対称である。

[0092] これにより、プランジャポンプ153, 154は、ドライブ継ぎ手7の回転に対して180度位相が異なる。つまり、プランジャポンプ153が使用済透析液の吸い込みを行っているときには、プランジャポンプ154は使用済透析液の吐出を行っており、また、プランジャポンプ153が使用済透析液の吐出を行っているときには、プランジャポンプ154は使用済透析液の吸い込みを行っている。これにより、一对のプランジャポンプ153, 154は、プランジャポンプ153による使用済透析液の吸い込みと、プランジャポンプ154による使用済透析液の吸い込みと、を交互に連続して行う。

[0093] 図7~9に示されるように、一对のプランジャポンプ151, 152と、一对のプランジャポンプ153, 154とは、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面(図7~9の紙面と直交する平面)に対して鏡対称の構造をなしている。詳細には、図7, 8に示されるように、同期用モータ5の回転軸50の中央を含む平面103に対して鏡対称の構造である。したがって、プランジャポンプ151, 152による血液浄化器1への新鮮透析液の供給と、プランジャポンプ153, 154による血液浄化器1からの使用済透析液の排出とは、同時に同期して行われる。これにより、プランジャポンプ151, 152による血液浄化器1への新鮮透析液の供給における透析液の脈動と、プランジャポンプ153, 154による血液浄化器1からの使用済透析液の排出における透析液の脈動とが、位相を同じくして同期する。

[0094] また、プランジャポンプ151, 152, 153, 154のシリンダ171, 172, 173, 174の容量やプランジャ161, 162, 163, 164の構造は同等であるので、各プランジャ161, 162, 163, 164の傾斜角度 $\theta$ が同じであれば、各プランジャポンプ151, 152, 153, 154による新鮮透析液の吐出量又は使用済透析液の吸い込み量は同じになる。しかし、プランジャポンプ154のプランジャ164のストローク $d_2$ が可変にされることによって、プランジャポンプ154による1ストローク $d_2$ 当たりの使用済透析液の吸い込み量を、他のプランジャポンプ151, 152, 153による新鮮透析液の吐出量又は使用済透析液の吸い込

み量に対して異なるように変化させることができる。したがって、プランジャポンプ154のストロークd2を新鮮透析液吐出側のプランジャ161, 162のストロークd1より大きくすれば、血液浄化器1において血液の除水を行うことができ、ストロークd2をストロークd1より小さくすれば血液浄化器1において血液の逆濾過を行うことができる。

[0095] [第2実施形態の作用効果]

第2実施形態によれば、並列された新鮮透析液供給ライン41に設けられた一对のプランジャポンプ151, 152において、プランジャポンプ151からの新鮮透析液の吐出と、プランジャポンプ152からの新鮮透析液の吐出とが交互に連続して行われ、また、並列された使用済透析液排出ライン42の一对のプランジャポンプ153, 154において、プランジャポンプ153への使用済透析液の吸込みと、プランジャポンプ154への使用済透析液の吸込みとが交互に連続して行われ、かつ新鮮透析液の吐出と使用済透析液の吸込みとが同時に起こるように同期されているので、血液浄化器1への新鮮透析液の供給と、血液浄化器1からの使用済透析液の排出とが同時に行われる。これにより、血液浄化器1に対して、脈動の無い新鮮透析液が供給される。

[0096] また、並列された使用済透析液排出ライン42の一对のプランジャポンプ153, 154のうちプランジャポンプ154のストロークd2が可変にされているので、新鮮透析液供給ライン41に設けられたプランジャポンプ151, 152のストロークd1より、使用済透析液排出ライン42に設けられたプランジャポンプ154のストロークd2が小さくなるように調節すれば、血液浄化器1において血液の逆濾過を行うことができる。また、新鮮透析液供給ライン41に設けられたプランジャポンプ151, 152のストロークd1より、使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプ154のストロークd2が大きくなるように調節すれば、血液浄化器1において血液の除水を行うことができる。

[0097] また、一对のプランジャポンプ151, 152が、同期用モータ5の回転

軸50と直交する平面101に関して鏡対称に配設され、同期用モータ5の回転軸50とドライブ継ぎ手6を介してそれぞれ接続されているので、一对のプランジャポンプ151, 152は位相が180度ずれた関係となる。したがって、一对のプランジャポンプ151, 152の位相を調整しなくても、血液浄化器1への新鮮透析液の供給を連続して交互に行うことができる。

[0098] また、一对のプランジャポンプ153, 154が、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面102に関して鏡対称に配設され、同期用モータ5の回転軸50とドライブ継ぎ手7を介してそれぞれ接続されているので、一对のプランジャポンプ153, 154は位相が180度ずれた関係となる。したがって、一对のプランジャポンプ153, 154の位相を調整しなくても、血液浄化器1からの使用済透析液の排出を連続して交互に行うことができる。

[0099] また、新鮮透析液供給ライン41に設けられた一对のプランジャポンプ151, 152と、使用済透析液排出ライン42に設けられた一对のプランジャポンプ153, 154と、は、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面103に対して鏡対称に配置されているので、一对のプランジャポンプ151, 152と一对のプランジャポンプ153, 154同士は位相が180度ずれた関係となる。したがって、一对のプランジャポンプ151, 152と一对のプランジャポンプ153, 154同士の位相を調整しなくても、血液浄化器1への新鮮透析液の供給と血液浄化器からの使用済透析液の排出とを同時に行うことができる。

[0100] また、使用済透析液排出ライン42に設けられたプランジャポンプ154のストロークd2の調節を、傾斜角度 $\theta$ の調節によって行うことができるので、プランジャポンプ154のストロークd2を新鮮透析液吐出側のプランジャ161, 162のストロークd1より大きくすれば、血液浄化器1において血液の除水を行うことができ、ストロークd2をストロークd1より小さくすれば血液浄化器1において血液の逆濾過を行うことができる。

[0101] [第2実施形態の変形例]

なお、前述された第2実施形態では、新鮮透析液供給ライン41に設けられた一对のプランジャポンプ151, 152と、使用済透析液排出ライン42に設けられた一对のプランジャポンプ153, 154と、が、同期用モータ5の回転軸50と直交する平面103に対して鏡対称に配置されているが、必ずしも鏡対称でなくとも、一对のプランジャポンプ151, 152と一对のプランジャポンプ153, 154同士は位相が180度ずれた関係にすることができる。

[0102] 例えば、図10, 11に示されるように、ドライブ継ぎ手6及びドライブ継ぎ手7が一つの回転軸線上に配置されておらず、同期用モータ5の回転軸50に対してそれぞれが異なる位置へオフセットして配置されているが、ドライブ継ぎ手6及びドライブ継ぎ手7が一つの回転軸線上に配置されれば、平面103に対して鏡対称となる配置であっても、一对のプランジャポンプ151, 152と一对のプランジャポンプ153, 154同士の位相を調整しなくても、血液浄化器1への新鮮透析液の供給と血液浄化器からの使用済透析液の排出とを同時に行うことができる。また、一对のプランジャポンプ151, 152と一对のプランジャポンプ153, 154とを同期用モータ5の回転軸50に沿って直列に配置せずに、並列に配置できるので、血液浄化装置11の小型化が実現できる。特に、図11に示されるように、一对のプランジャポンプ151, 152と一对のプランジャポンプ153, 154とが完全に並列に配置されることによって、血液浄化装置11の小型化への寄与が顕著になる。

### 符号の説明

- [0103] 1 血液浄化器  
2 血液回路  
3 血液ポンプ  
4 透析液ライン  
5 同期用モータ  
6, 7 ドライブ継ぎ手

## 8 角度調節モータ

10, 11 血液浄化装置

41 新鮮透析液供給ライン

42 使用済透析液排出ライン

50 回転軸

51, 52, 151, 152, 153, 154 プランジャポンプ

61, 62, 161, 162, 163, 164 プランジャ

71, 72, 171, 172, 173, 174 シリンダ

## 請求の範囲

- [請求項1] 血液浄化器と、血液回路と、血液ポンプと、新鮮透析液供給ラインと使用済透析液排出ラインからなる透析液ラインと、を含んでなる血液浄化装置において、
- 前記透析液ラインに一对のプランジャポンプが配設されており、該一对のプランジャポンプは、一方のプランジャポンプからの新鮮透析液の吐出と、他方のプランジャポンプへの使用済透析液の吸込が同時に起こるように同期されるとともに、該一对のプランジャポンプの少なくとも一方のストロークが可変にされてなる血液浄化装置。
- [請求項2] 前記一对のプランジャポンプが、同期用モータの回転軸に関して鏡対象に配設されるとともに、該回転軸の中心部に位置する前記同期用モータとドライブ継ぎ手を介してそれぞれ接続されてなる請求項1に記載の血液浄化装置。
- [請求項3] 新鮮透析液吐出側の前記プランジャポンプのストロークが固定されるとともに、使用済透析液吸込側の前記プランジャポンプのストロークの調節が、該プランジャポンプと同期用モータの回転軸との間の水平方向の傾斜角度を調節する、角度調節モータによって行われる請求項2に記載の血液浄化装置。
- [請求項4] 使用済透析液吸込側の前記ドライブ継ぎ手の回転半径が新鮮透析液吐出側の前記ドライブ継ぎ手の回転半径より大きくされるとともに、該使用済透析液吸込側のプランジャポンプのストロークが可変にされてなる請求項2に記載の血液浄化装置。
- [請求項5] 血液浄化器と、当該血液浄化器に接続された血液回路と、当該血液回路において血流を発生させるための血液ポンプと、当該血液浄化器に対してそれぞれ接続された新鮮透析液供給ライン及び使用済透析液排出ラインを有する透析液ラインと、当該新鮮透析液供給ライン及び当該使用済透析液排出ラインにそれぞれ設けられて一对をなすプランジャポンプと、を具備する血液浄化装置であって、

上記新鮮透析液供給ラインに設けられたプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、上記使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、が同時に行われるように同期されている血液浄化装置。

[請求項6] 上記新鮮透析液供給ライン及び上記使用済透析液排出ラインにそれぞれ設けられたプランジャポンプのうちの少なくとも一方のプランジャポンプのストロークが可変である請求項5に記載の血液浄化装置。

[請求項7] 同期用モータと、

上記同期用モータから駆動力を付与されて回転するドライブ継ぎ手と、を更に備え、

上記一对のプランジャポンプは、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されており、上記ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続された請求項5又は6に記載の血液浄化装置。

[請求項8] 上記一对のプランジャポンプのうちストロークが可変のプランジャポンプは、プランジャの軸が上記同期用モータの回転軸に対して傾斜する角度を調節可能なものである請求項6に記載の血液浄化装置。

[請求項9] 上記プランジャの軸の傾斜角度を変化させる角度調節モータを更に具備する請求項8に記載の血液浄化装置。

[請求項10] 上記使用済透析液排出ラインに設けられたプランジャポンプのストロークが可変である請求項6，8又は9に記載の血液浄化装置。

[請求項11] 使用済透析液吸込側の前記ドライブ継ぎ手の回転半径が新鮮透析液吐出側の前記ドライブ継ぎ手の回転半径より大きい請求項10に記載の血液浄化装置。

[請求項12] 前記プランジャポンプがバルブレスプランジャポンプである請求項1から11のいずれかに記載の血液浄化装置。

[請求項13] 前記透析液ラインに並列に、位相を180°ずらしたもう一对のプランジャポンプが配設されてなる請求項1から12のいずれかに記載

の血液浄化装置。

[請求項14] 血液浄化器に対してそれぞれ接続された新鮮透析液供給ライン及び使用済透析液排出ラインにおいて、それぞれに設けられた第1プランジャポンプ及び第2プランジャポンプを用いて上記血液浄化器へ透析液を流通させる方法であって、

上記第1プランジャポンプに同期用モータから回転駆動を伝達して上記新鮮透析液供給ラインを通じて上記血液浄化器へ新鮮透析液の吐出する吐出ステップと、

上記第2プランジャポンプに上記同期用モータから回転駆動を伝達して上記使用済透析液排出ラインを通じて上記血液浄化器から使用済透析液を吸込む吸込ステップと、を含み、

上記吐出ステップと上記ステップとを同期させて同時に行う血液浄化器への透析液の流通方法。

[請求項15] 上記吐出ステップにおける上記第1プランジャポンプへの上記同期用モータの駆動伝達と、上記吸込ステップにおける上記第2プランジャポンプへの上記同期用モータの駆動伝達とを、位相を180°ずらして行う請求項14に記載の血液浄化器への透析液の流通方法。

[請求項16] 上記吐出ステップにおける上記第1プランジャポンプのストロークと、上記吸込ステップにおける上記第2プランジャポンプのストロークとを異ならせる請求項14又は15に記載の血液浄化器への透析液の流通方法。

[請求項17] 血液浄化器と、当該血液浄化器に接続された血液回路と、当該血液回路において血流を発生させるための血液ポンプと、当該血液浄化器に対してそれぞれ少なくとも一部が並列に接続された新鮮透析液供給ライン及び使用済透析液排出ラインを有する透析液ラインと、並列の新鮮透析液供給ライン及び並列の使用済透析液排出ラインにおいてそれぞれ一対が設けられたプランジャポンプと、を具備する血液浄化装置であって、

上記並列の新鮮透析液供給ラインにそれぞれ設けられた一对のプランジャポンプは、一对のうち一方のプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、他方のプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、を交互に連続して行うものであり、

上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプは、一对のうち一方のプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、他方のプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、を交互に連続して行うものであり

上記新鮮透析液供給ラインに設けられた一对のプランジャポンプによる新鮮透析液の吐出と、上記使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプによる使用済透析液の吸込みと、が同時に行われるように同期されている血液浄化装置。

[請求項18]

上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプのうち少なくとも一方のプランジャポンプのストロークが可変である請求項17に記載の血液浄化装置。

[請求項19]

同期用モータと、

上記同期用モータから駆動力を付与されて回転する第1ドライブ継ぎ手と、を更に備え、

上記並列の新鮮透析液供給ラインに設けられた一对のプランジャポンプは、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されており、上記第1ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続された請求項17又は18に記載の血液浄化装置。

[請求項20]

同期用モータと、

上記同期用モータから駆動力を付与されて回転する第2ドライブ継ぎ手と、を更に備え、

上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一对のプランジャポンプは、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されており、上記第2ドライブ継ぎ手により上記同期用モータ

に接続された請求項 17 から 19 のいずれかに記載の血液浄化装置。

[請求項21] 上記並列の新鮮透析液供給ラインに設けられた一対のプランジャポンプと、上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一対のプランジャポンプと、は、上記同期用モータの回転軸と直交する平面に対して鏡対称に配置されている請求項 20 に記載の血液浄化装置。

[請求項22] 同期用モータと、

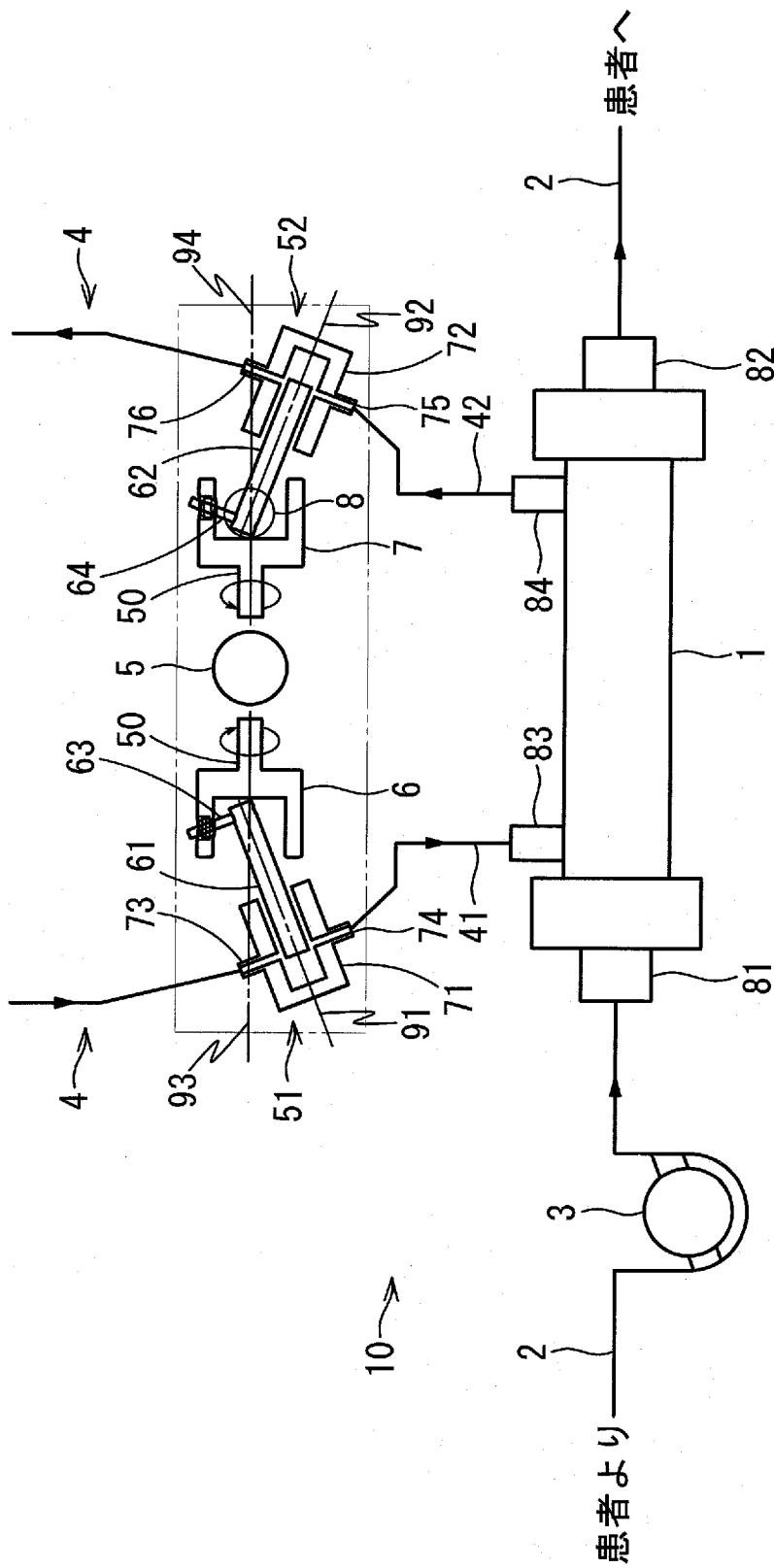
上記同期用モータから駆動力を付与されて回転する第 2 ドライブ継ぎ手と、を更に備え、

上記並列の使用済透析液排出ラインに設けられた一対のプランジャポンプは、上記第 2 ドライブ継ぎ手により上記同期用モータに接続されており、

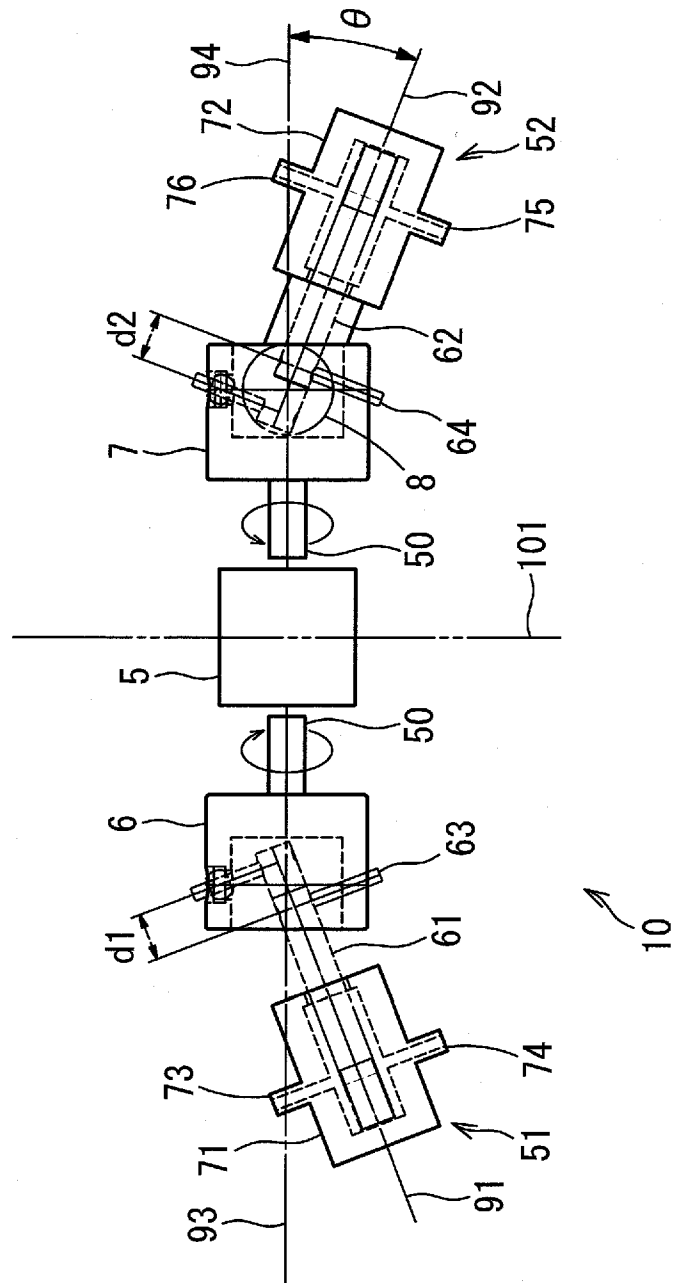
上記並列の使用済透析液排出ラインにそれぞれ設けられた一対のプランジャポンプのうちストロークが可変のプランジャポンプは、プランジャの軸が上記同期用モータの回転軸に対して傾斜する角度を調節可能なものである請求項 18 に記載の血液浄化装置。

[請求項23] 上記プランジャの軸の傾斜角度を変化させる角度調節モータを更に具備する請求項 22 に記載の血液浄化装置。

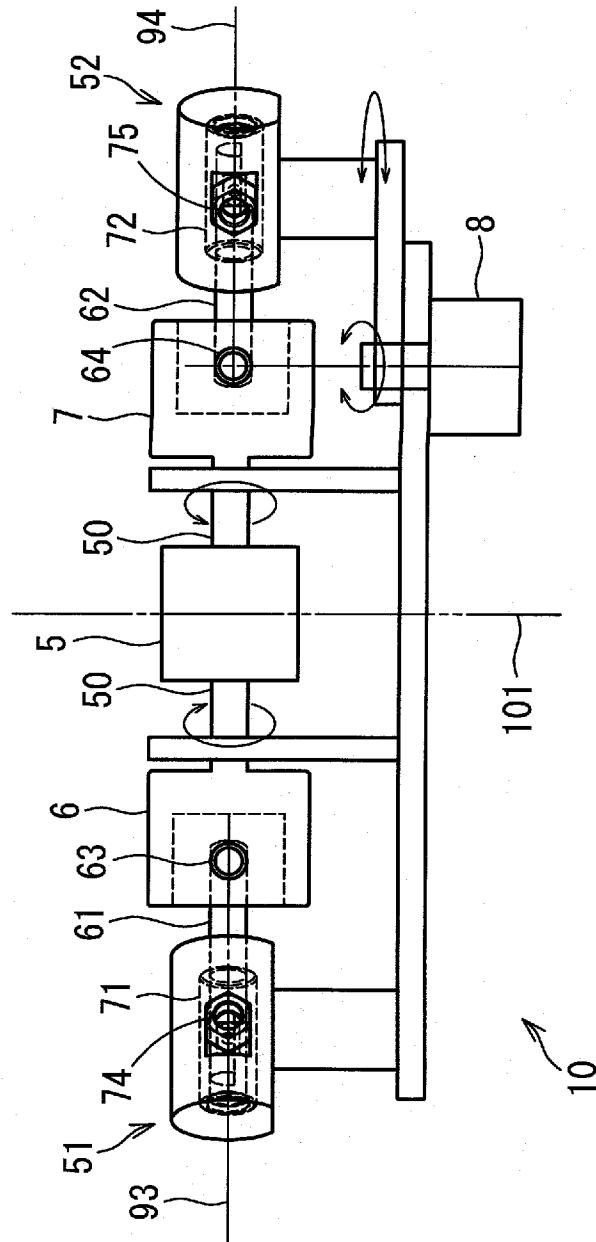
[図1]



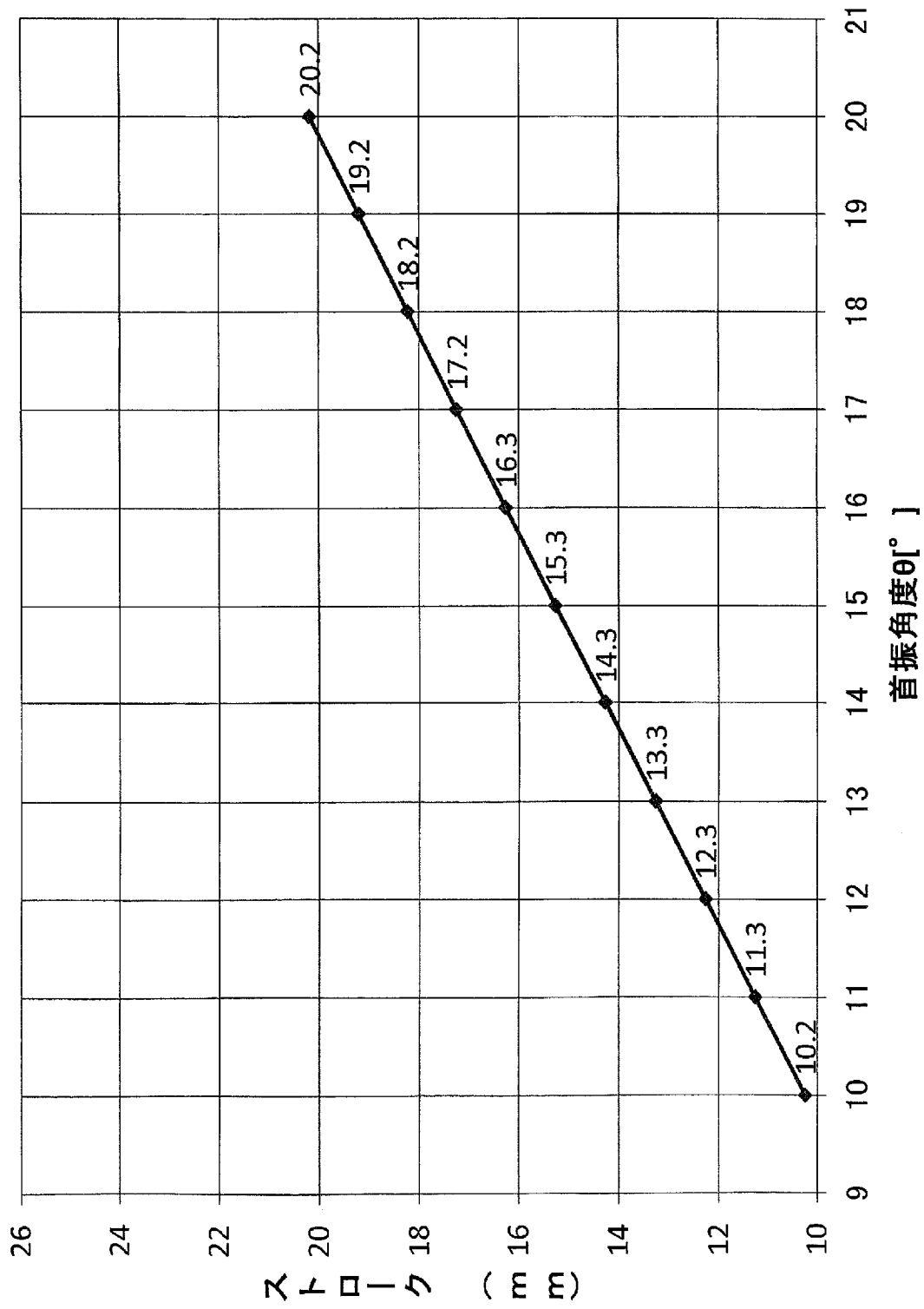
[図2]



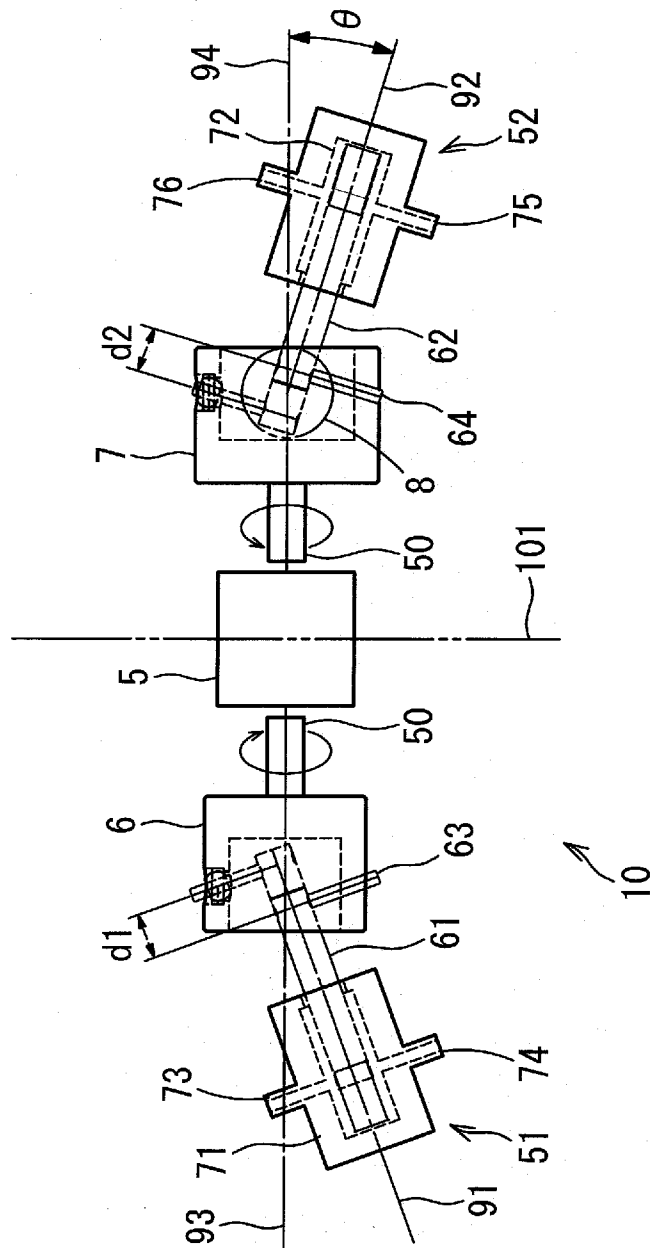
[図3]



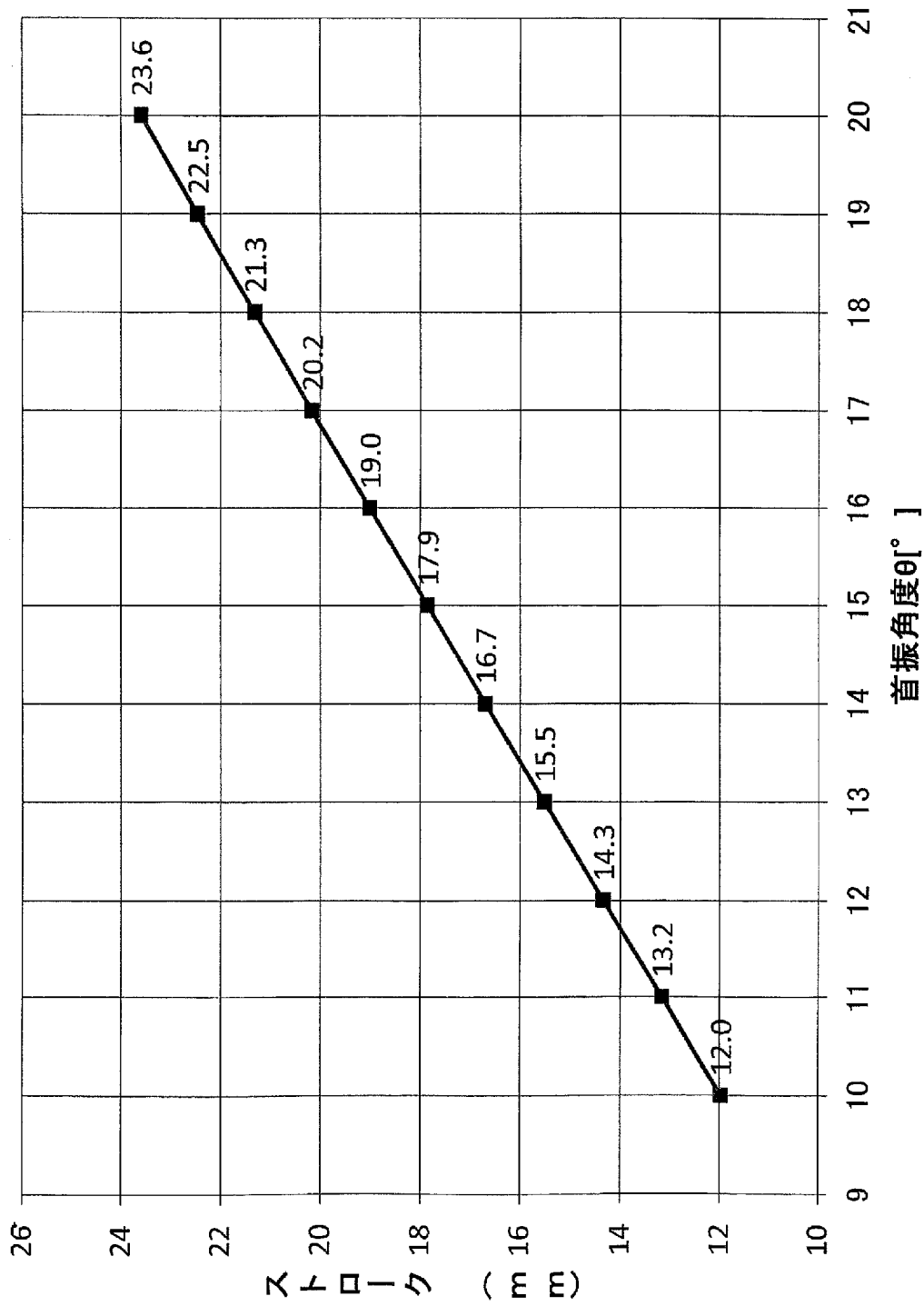
[図4]



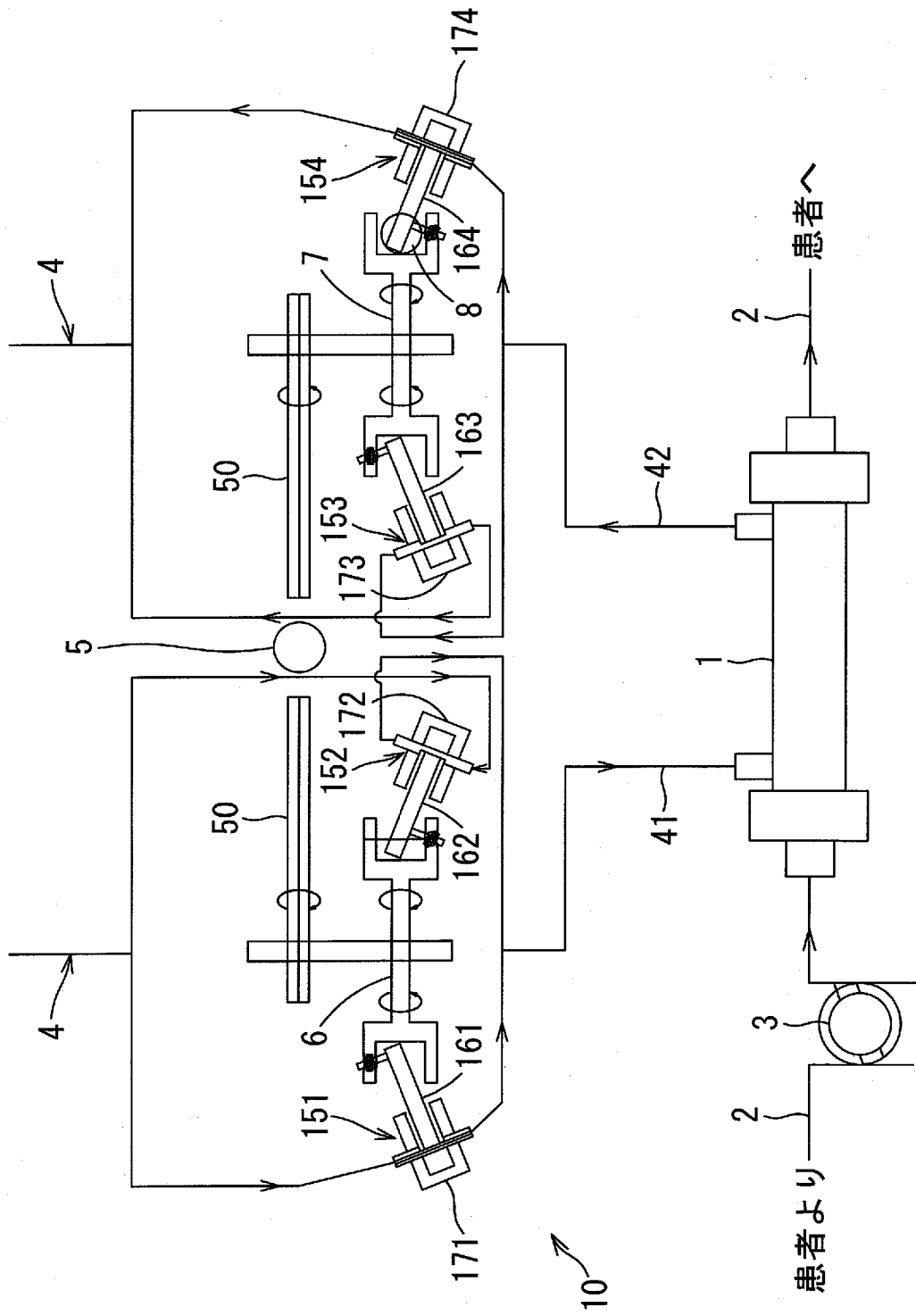
[図5]



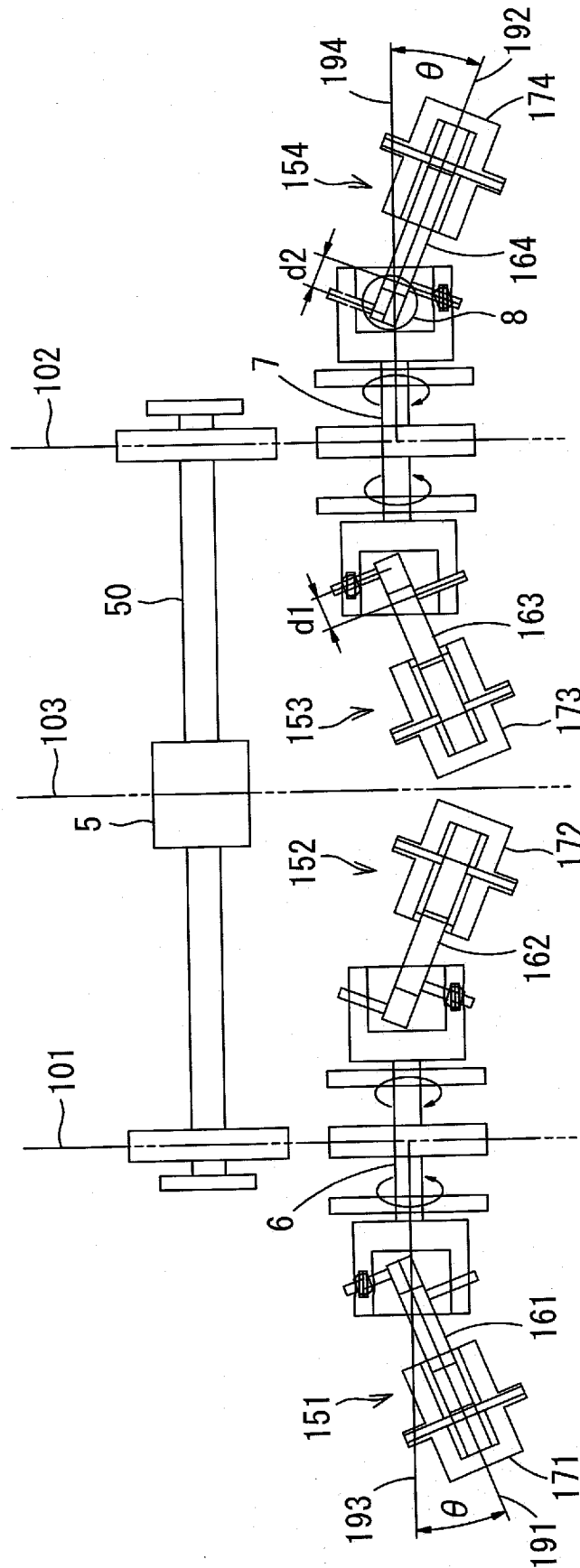
[図6]



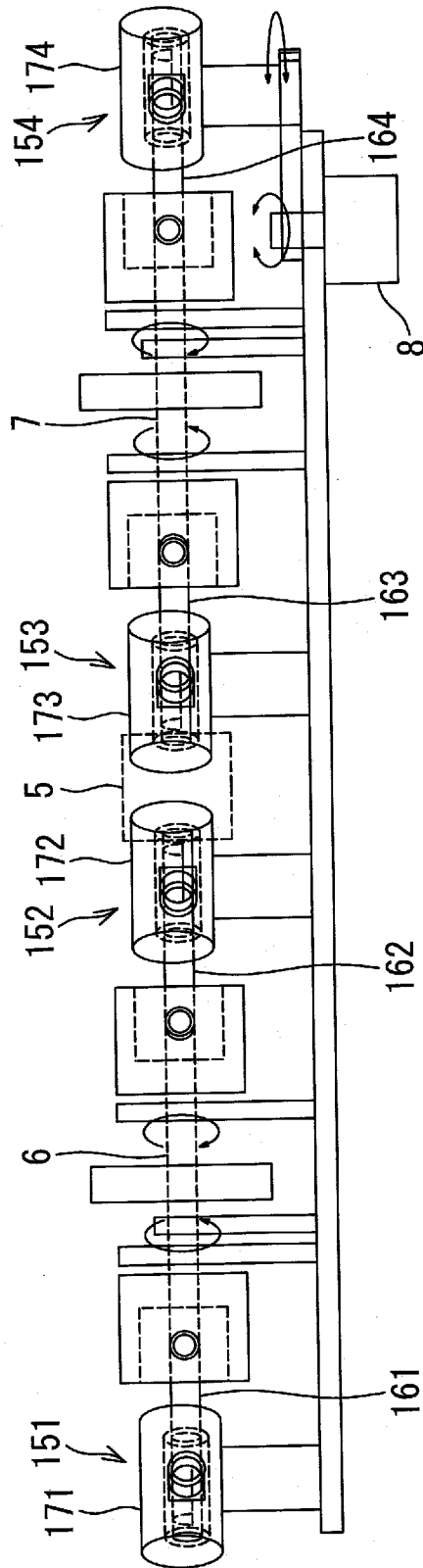
[図7]



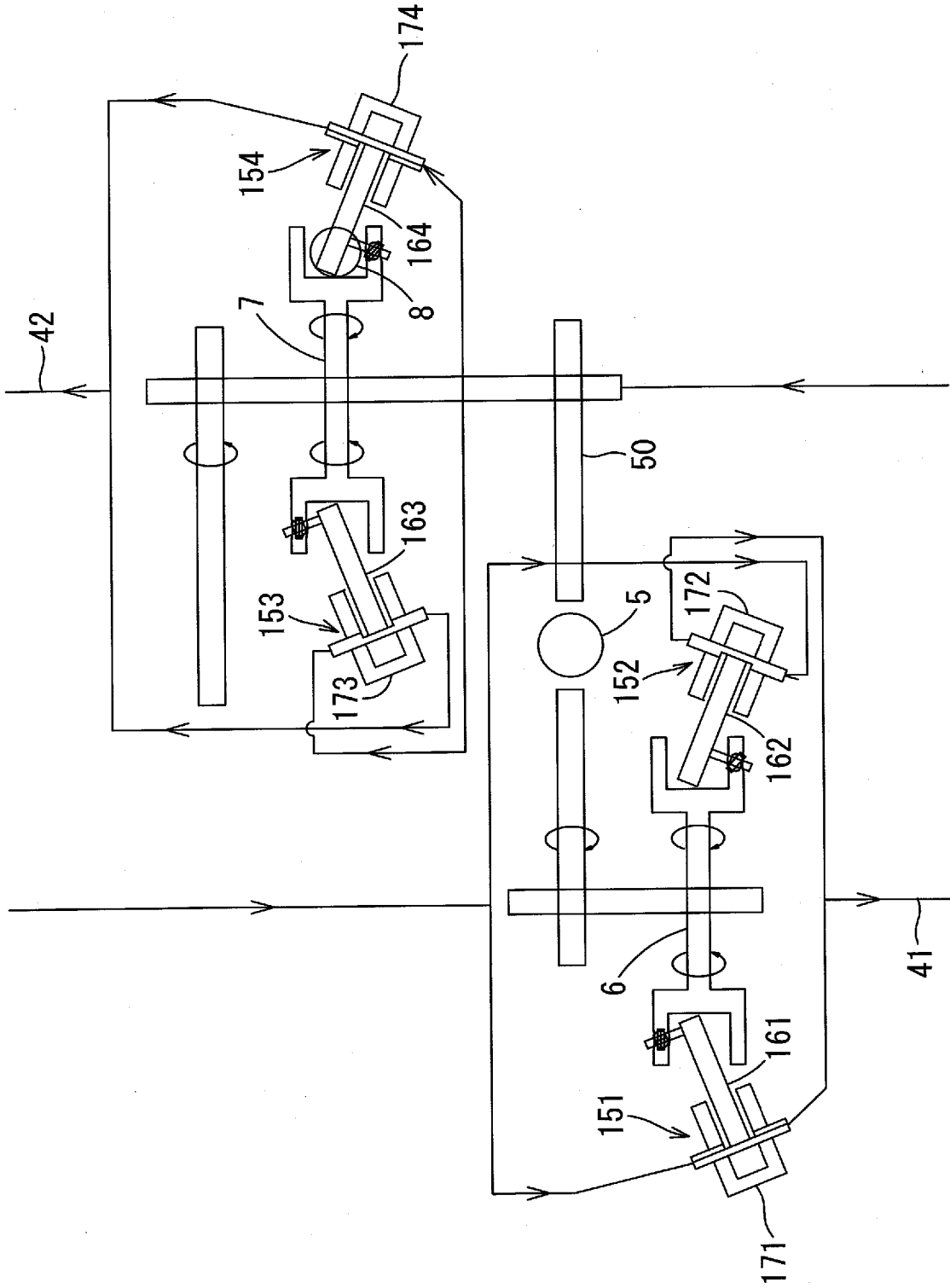
[図8]



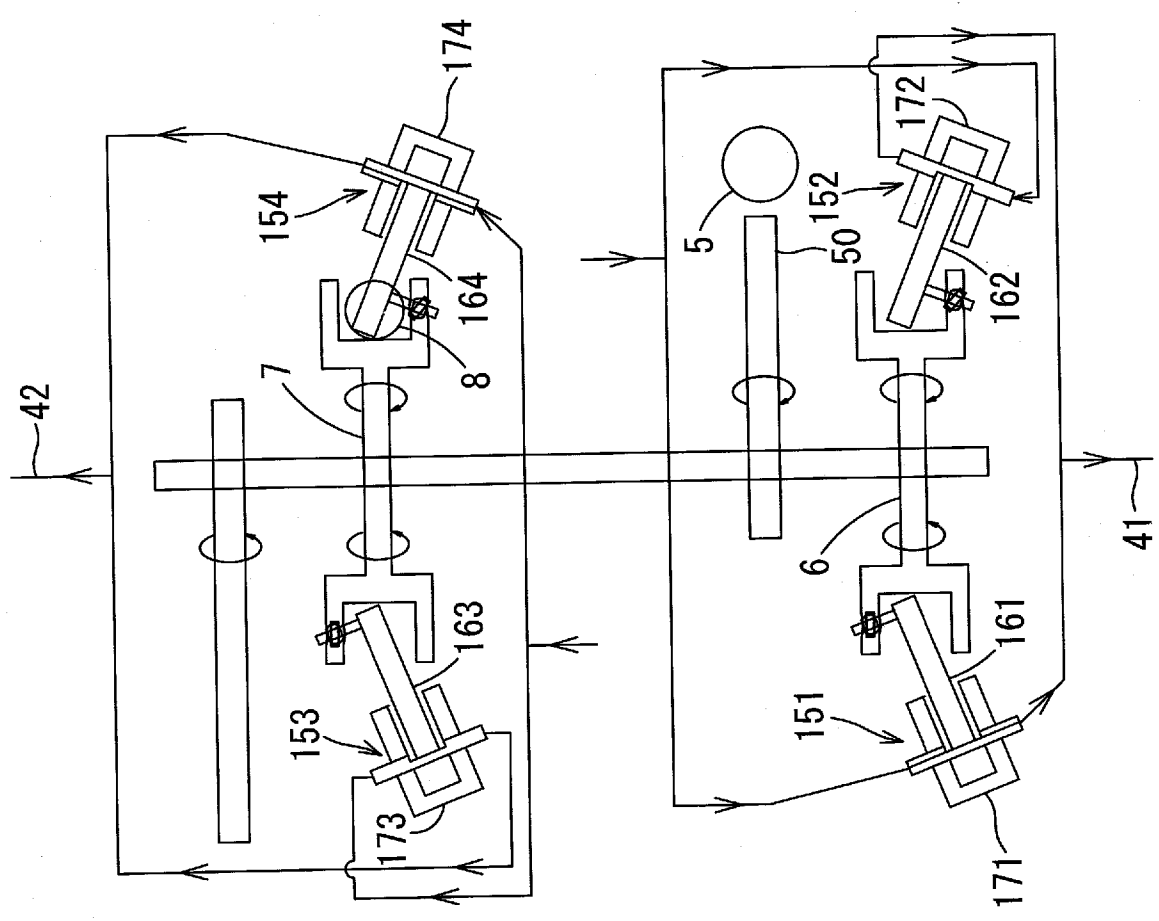
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/062588

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
A61M1/14(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)  
A61M1/14-1/36, F04B7/06

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	US 2005/0013708 A1 (Scott C. PEELER, Brian W. GUEST), 20 January 2005 (20.01.2005), paragraphs [0051] to [0059], [0064], [0070]; fig. 2 to 8 & WO 2004/103888 A2	1-3, 5-10, 12-23 4, 11
Y A	JP 2007-222548 A (Toray Industries, Inc., Toray Medical Co., Ltd.), 06 September 2007 (06.09.2007), paragraphs [0016] to [0030]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-3, 5-10, 12-23 4, 11

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 July 2015 (06.07.15)	Date of mailing of the international search report 21 July 2015 (21.07.15)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062588

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5158441 A (James D. AID, Edward R. LINDSAY, Robert C. KUSMIERCZYK), 27 August 1992 (27.08.1992), entire text; all drawings & EP 686767 A2 & EP 686768 A2 & EP 512688 A2 & DE 69213812 C & DE 69220512 C	1-23
A	JP 62-155859 A (Kabushiki Kaisha Kyowa Seisakusho), 10 July 1987 (10.07.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 07-299133 A (Nikkiso Co., Ltd.), 14 November 1995 (14.11.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 2001-234850 A (Iwaki Co., Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), entire text; all drawings (Family: none)	13,18-23

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61M1/14(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. A61M 1/14-1/36, F04B 7/06		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
Y  A	US 2005/0013708 A1 (Scott C. PEELER, Brian W. GUEST) 2005.01.20, [0051]-[0059], [0064], [0070], Fig. 2-8 & WO 2004/103888 A2	1-3, 5-10, 12-23 4, 11
Y  A	JP 2007-222548 A（東レ株式会社、東レ・メディカル株式会社） 2007.09.06, [0016]-[0030], Fig.1-4（ファミリーなし）	1-3, 5-10, 12-23 4, 11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 06.07.2015	国際調査報告の発送日 21.07.2015	
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） 松浦 陽 電話番号 03-3581-1101 内線 3386	3 I 3 7 5 2

## C (続き) . 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
A	US 5158441 A (James D. AID, Edward R. LINDSAY, Robert C. KUSMIERCZYK) 1992. 08. 27, 全文、全図 & EP 686767 A2 & EP 686768 A2 & EP 512688 A2 & DE 69213812 C & DE 69220512 C	1-23
A	JP 62-155859 A (株式会社共和製作所) 1987. 07. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 07-299133 A (日機装株式会社) 1995. 11. 14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-23
A	JP 2001-234850 A (株式会社イワキ) 2001. 08. 31, 全文、全図 (ファミリーなし)	13, 18-23