

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6654066号  
(P6654066)

(45) 発行日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年1月31日(2020.1.31)

(51) Int.Cl.	F 1
A 6 1 B 90/25	(2016.01)
B 2 5 J 13/00	(2006.01)
F 1 6 H 1/06	(2006.01)
F 1 6 H 37/12	(2006.01)
	A 6 1 B 90/25
	B 2 5 J 13/00
	F 1 6 H 1/06
	F 1 6 H 37/12

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-48906 (P2016-48906)
(22) 出願日	平成28年3月11日 (2016.3.11)
(65) 公開番号	特開2017-158970 (P2017-158970A)
(43) 公開日	平成29年9月14日 (2017.9.14)
審査請求日	平成31年2月4日 (2019.2.4)

(73) 特許権者	313009556 ソニー・オリンパスメディカルソリューションズ株式会社 東京都八王子市子安町四丁目7番1号
(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(72) 発明者	田村 秀 東京都八王子市子安町四丁目7番1号 ソニー・オリンパスメディカルソリューションズ株式会社内
(72) 発明者	西條 弘樹 東京都八王子市子安町四丁目7番1号 ソニー・オリンパスメディカルソリューションズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用観察装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

観察対象を拡大して撮像可能な撮像部と、  
複数のアーム部、及び当該複数のアーム部を互いに回動可能に接続する複数の関節部を有し、先端で前記撮像部を支持する支持部と、  
前記支持部に設けられ、前記複数の関節部の少なくとも一つの関節部に動力を与え、当該関節部にて接続された2つの前記アーム部を相対的に回動させるモータと、  
互いに噛合する2つの歯車を有し、前記モータから前記少なくとも一つの関節部への動力伝達経路に設けられる歯車機構と、  
ユーザ操作を受け付ける操作受付部と、

前記操作受付部が受け付けた前記ユーザ操作に応じて前記モータを動作させる第1制御を実行するとともに、当該第1制御を完了して当該モータの動作を停止させた後、第2制御を実行する制御部とを備え、

前記動力伝達経路には、

前記歯車機構と前記少なくとも一つの関節部との間に、当該歯車機構から当該少なくとも一つの関節部への動力の伝達を遮断した遮断状態、または当該伝達を許容した許容状態に切り替える状態切替部が設けられ、

前記支持部は、

前記撮像部の位置及び姿勢を固定する固定モードと、ユーザによる当該支持部への手動操作に応じて前記撮像部の位置及び姿勢を調整可能とするオールフリー モードと、前記操

作受付部が受け付けた前記ユーザ操作に応じて前記撮像部による撮像視野を移動させる移動動作モードとのいずれかの動作モードで動作し、

前記制御部は、

前記移動動作モードにおいて、前記第1制御及び前記第2制御を実行し、前記第2制御を実行することで、前記第1制御時での前記モータの回転方向とは逆方向に当該モータを回転させ、前記2つの歯車において、当該逆方向への当該モータの回転に応じて互いに噛合する側の各第1歯面間の第1距離と、噛合しない側の各第2歯面間の第2距離とを当該2つの歯車のバックラッシュ量よりもそれぞれ小さくするとともに、

前記オールフリー モードにおいて、前記状態切替部を前記遮断状態に設定することを特徴とする医療用観察装置。

10

### 【請求項2】

前記制御部は、

前記第2制御を実行することで、前記第1距離と前記第2距離とを前記バックラッシュ量の半分の値にする

ことを特徴とする請求項1に記載の医療用観察装置。

### 【請求項3】

前記制御部は、

前記第2制御の後に前記第1制御を実行する際、前記第2距離が0になるまで第1回転速度で前記モータを回転させ、当該0になった後に当該第1回転速度よりも低い第2回転速度で当該モータを回転させる

20

ことを特徴とする請求項1または2に記載の医療用観察装置。

### 【請求項4】

前記制御部は、

前記遮断状態において、前記第1回転速度で前記モータを回転させ、

前記許容状態において、前記第2回転速度で前記モータを回転させる

ことを特徴とする請求項3に記載の医療用観察装置。

### 【請求項5】

前記2つの歯車の一方の歯車を回転可能に軸支する第1支持部材と、

前記第1支持部材とは別体で構成され、前記2つの歯車の他方の歯車を回転可能に軸支する第2支持部材とを備え、

30

前記第1支持部材及び前記第2支持部材は、

互いに接続することで、前記2つの歯車を互いに噛合させ、

前記第1支持部材は、

前記第2支持部材に対して移動可能とし、当該第2支持部材に対して移動することで前記2つの歯車のバックラッシュ量を変更可能とする

ことを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の医療用観察装置。

### 【請求項6】

前記2つの歯車は、

平歯車でそれぞれ構成され、

前記第1支持部材は、

前記第2支持部材に対して回転可能とし、当該第2支持部材に対して回転することで前記2つの歯車のバックラッシュ量を変更可能とし、

40

前記第1支持部材の回転軸は、

前記2つの歯車の各回転軸とは独立し、当該各回転軸にそれぞれ平行となる軸であることを特徴とする請求項5に記載の医療用観察装置。

### 【請求項7】

前記歯車機構は、

前記2つの歯車を含む3つ以上の歯車を有し、前記モータの回転を減速する減速機構であり、

前記2つの歯車は、

50

前記減速機構における互いに噛合する複数組の歯車のうち、減速比が最も大きい組の歯車である

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の医療用観察装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療用観察装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、医療分野において、患者の術部の微小部位を拡大観察するための拡大光学系と、複数のアーム部、及び当該複数のアーム部を回動可能に接続する複数の関節部を有し、先端で拡大光学系を支持する支持部とを備えた医療用観察装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 に記載の医療用観察装置は、関節部に動力を与え、当該関節部にて接続された 2 つのアーム部を相対的に回動させるモータと、互いに噛合する 2 つの歯車を有し、モータから当該関節部への動力伝達経路に設けられる歯車機構とを備える。そして、特許文献 1 に記載の医療用観察装置では、術者によるフットスイッチへの操作に応じて、モータが駆動し、当該モータからの動力が歯車機構を介して関節部に与えられる。これにより、当該関節部にて接続された 2 つのアーム部が相対的に回動し、拡大光学系の位置及び姿勢が変更される（視野が移動する）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 244301 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、互いに噛合する 2 つの歯車には、寸法公差や、温度変化による線膨張を考慮して、所謂バックラッシが設けられている。

そして、このようにバックラッシが存在している場合には、以下の問題がある。

先ず、術者は、フットスイッチに操作を行い、モータを第 1 方向に回転（以下、順回転と記載）させ、拡大光学系の位置及び姿勢を変更する。このように動作が行われた場合には、2 つの歯車において、モータの順回転に応じて互いに噛合しない側の各第 1 歯面間の第 1 距離は当該 2 つの歯車のバックラッシ量と同一の値となる。一方、モータの順回転に応じて互いに噛合する側の各第 2 歯面間の第 2 距離は 0 となる。

次に、術者は、フットスイッチに操作を行い、モータを第 1 方向とは逆方向に回転（以下、逆回転と記載）させる。この場合には、モータの逆回転に応じて互いに噛合する側の各第 1 歯面間の第 1 距離が 2 つの歯車のバックラッシ量と同一の値となっているため、当該第 1 距離が 0 となるまで（当該第 1 距離を詰めるまで）、2 つの歯車は互いに噛合しない（空走する）。すなわち、拡大光学系の位置及び姿勢は変更されない。そして、当該第 1 距離が 0 となり、2 つの歯車が互いに噛合してから、拡大光学系の位置及び姿勢が変更されることとなる。

以上のように、直前に動作した回転方向とは逆方向にモータを回転させる場合には、2 つの歯車のバックラッシ量に応じた空走期間が存在し、視野移動を迅速に行うことができない、という問題がある。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、迅速に視野移動を行うことができる医療用観察装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る医療用観察装置は、観察対象を拡大して撮像可能な撮像部と、複数のアーム部、及び当該複数のアーム部を互いに回動可能に接続する複数の関節部を有し、先端で前記撮像部を支持する支持部と、前記支持部に設けられ、前記複数の関節部の少なくとも一つの関節部に動力を与え、当該関節部にて接続された2つの前記アーム部を相対的に回動させるモータと、互いに噛合する2つの歯車を有し、前記モータから前記少なくとも一つの関節部への動力伝達経路に設けられる歯車機構と、ユーザ操作を受け付ける操作受付部と、前記操作受付部が受け付けた前記ユーザ操作に応じて前記モータを動作させる第1制御を実行するとともに、当該第1制御を完了して当該モータの動作を停止させた後、第2制御を実行する制御部とを備え、前記動力伝達経路には、前記歯車機構と前記少なくとも一つの関節部との間に、当該歯車機構から当該少なくとも一つの関節部への動力の伝達を遮断した遮断状態、または当該伝達を許容した許容状態に切り替える状態切替部が設けられ、前記支持部は、前記撮像部の位置及び姿勢を固定する固定モードと、ユーザによる当該支持部への手動操作に応じて前記撮像部の位置及び姿勢を調整可能とするオールフリーモードと、前記操作受付部が受け付けた前記ユーザ操作に応じて前記撮像部による撮像視野を移動させる移動動作モードとのいずれかの動作モードで動作し、前記制御部は、前記移動動作モードにおいて、前記第1制御及び前記第2制御を実行し、前記第2制御を実行することで、前記第1制御時での前記モータの回転方向とは逆方向に当該モータを回転させ、前記2つの歯車において、当該逆方向への当該モータの回転に応じて互いに噛合する側の各第1歯面間の第1距離と、噛合しない側の各第2歯面間の第2距離とを当該2つの歯車のバックラッシ量よりもそれぞれ小さくするとともに、前記オールフリーモードにおいて、前記状態切替部を前記遮断状態に設定することを特徴とする。

10

#### 【0007】

また、本発明に係る医療用観察装置は、上記発明において、前記制御部は、前記第2制御を実行することで、前記第1距離と前記第2距離とを前記バックラッシ量の半分の値にすることを特徴とする。

#### 【0008】

また、本発明に係る医療用観察装置は、上記発明において、前記制御部は、前記第2制御の後に前記第1制御を実行する際、前記第2距離が0になるまで第1回転速度で前記モータを回転させ、当該0になった後に当該第1回転速度よりも低い第2回転速度で当該モータを回転させることを特徴とする。

30

#### 【0009】

また、本発明に係る医療用観察装置は、上記発明において、前記制御部は、前記遮断状態において、前記第1回転速度で前記モータを回転させ、前記許容状態において、前記第2回転速度で前記モータを回転させることを特徴とする。

#### 【0010】

また、本発明に係る医療用観察装置は、上記発明において、前記2つの歯車の一方の歯車を回転可能に軸支する第1支持部材と、前記第1支持部材とは別体で構成され、前記2つの歯車の他方の歯車を回転可能に軸支する第2支持部材とを備え、前記第1支持部材及び前記第2支持部材は、互いに接続することで、前記2つの歯車を互いに噛合させ、前記第1支持部材は、前記第2支持部材に対して移動可能とし、当該第2支持部材に対して移動することで前記2つの歯車のバックラッシ量を変更可能とすることを特徴とする。

40

#### 【0011】

また、本発明に係る医療用観察装置は、上記発明において、前記2つの歯車は、平歯車でそれぞれ構成され、前記第1支持部材は、前記第2支持部材に対して回転可能とし、当該第2支持部材に対して回転することで前記2つの歯車のバックラッシ量を変更可能とし、前記第1支持部材の回転軸は、前記2つの歯車の各回転軸とは独立し、当該各回転軸にそれぞれ平行となる軸であることを特徴とする。

#### 【0012】

また、本発明に係る医療用観察装置は、上記発明において、前記歯車機構は、前記2つ

10

20

30

40

50

の歯車を含む3つ以上の歯車を有し、前記モータの回転を減速する減速機構であり、前記2つの歯車は、前記減速機構における互いに噛合する複数組の歯車のうち、減速比が最も大きい組の歯車であることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

##### 【0013】

本発明に係る医療用観察装置では、制御部は、操作受付部へのユーザ操作に応じてモータを動作させる第1制御を実行するとともに、当該第1制御を完了して当該モータの動作を停止させた後、上述した第1，第2距離を2つの歯車のバックラッシュ量よりも小さくする第2制御を実行する。すなわち、第1制御によって、第1距離が2つの歯車のバックラッシュ量と同一の値となり、第2距離が0となっていたところ、当該第1制御の後に第2制御を実行することで、第1，第2距離を2つの歯車のバックラッシュ量よりも小さくする。10

このため、第1，第2制御を実行した後に、操作受付部にユーザ操作がなされ、当該第1制御時での回転方向とは逆方向にモータを回転させる第1制御を実行する場合には、2つの歯車のバックラッシュ量よりも小さい第1距離だけ詰めれば、2つの歯車を互いに噛合させ、モータの回転を関節部に伝達する（撮像部の位置及び姿勢を変更する（視野移動を行う））ことができる。

したがって、本発明に係る医療用観察装置によれば、直前に実行した第1制御時での回転方向とは逆方向にモータを回転させる第1制御を実行する場合において、2つの歯車の空走期間を短縮し、視野移動を迅速に行うことができる、という効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0014】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る医療用観察システムの概略構成を示す図である。

【図2】図2は、図1に示した医療用観察システムを用いた手術の状況を模式的に示す図である。

【図3】図3は、図1に示した第2，第3関節部をそれぞれ動作させるアクチュエータの構成を模式的に示す図である。

【図4】図4は、図3に示したモータ及び減速機構を示す図である。

【図5】図5は、図3に示したモータ及び減速機構を示す図である。

【図6】図6は、図3に示したモータ及び減速機構を示す図である。

【図7】図7は、図3に示したモータ及び減速機構を示す図である。

【図8】図8は、図4ないし図7に示したバックラッシュ低減機構を用いたバックラッシュ量を調整する方法を説明する図である。

【図9】図9は、図4ないし図7に示したバックラッシュ低減機構を用いたバックラッシュ量を調整する方法を説明する図である。

【図10】図10は、図1に示した制御部による第1，第2制御を示すフローチャートである。

【図11】図11は、本発明の実施の形態の変形例を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0015】

以下に、図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態）について説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一の部分には同一の符号を付している。

##### 【0016】

#### 〔医療用観察システムの概略構成〕

図1は、本発明の実施の形態に係る医療用観察システム1の概略構成を示す図である。

医療用観察システム1は、手術時や検査時において術者が処置する対象となる部位（観察対象）を拡大して撮像し、当該撮像に応じた画像を表示するシステムである。この医療用観察システム1は、図1に示すように、観察対象を撮像して画像信号を出力する医療用観察装置2と、医療用観察装置2から出力された画像信号に基づく画像を表示する表示裝50

置 3 とを備える。

**【 0 0 1 7 】**

医療用観察装置 2 は、図 1 に示すように、顕微鏡部 2 1 と、ベース部 2 2 と、支持部 2 3 と、制御部 2 4 と、フットスイッチ 2 5 とを備える。

顕微鏡部 2 1 は、観察対象を拡大して撮像し、当該撮像に応じた画像信号を出力する。この顕微鏡部 2 1 は、例えば、各種の公知の光学系と、当該光学系が集光した光を受光して電気信号に変換する C C D (Charge Coupled Device) センサや C M O S (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) センサ等の各種の公知の撮像素子とを備える。また、この顕微鏡部 2 1 には、A F (Auto Focus) 機能や光学ズーム機能等の各種の機能も搭載されている。また、顕微鏡部 2 1 としては、一対の撮像素子を備えた所謂、ステレオカメラとして構成しても構わない。10

ベース部 2 2 は、医療用観察装置 2 の基台であり、キャスター 2 2 1 (図 1) を介して床面上を移動可能に構成されている。

**【 0 0 1 8 】**

支持部 2 3 は、ベース部 2 2 から延在し、先端 (ベース部 2 2 から離間した端部) にて顕微鏡部 2 1 を保持する。そして、支持部 2 3 は、術者の操作に応じて、顕微鏡部 2 1 を 3 次元的に移動可能とする。

なお、本実施の形態では、支持部 2 3 は、顕微鏡部 2 1 の移動に対して 6 自由度を有するように構成されているが、これに限られず、その他の異なる数の自由度を有するように構成しても構わない。20

**【 0 0 1 9 】**

この支持部 2 3 は、図 1 に示すように、第 1 ~ 第 5 アーム部 2 3 1 A ~ 2 3 1 E と、第 1 ~ 第 6 関節部 2 3 2 A ~ 2 3 2 F とを備える。

なお、第 1 ~ 第 6 関節部 2 3 2 A ~ 2 3 2 F は、具体的な図示を省略したが、固定部と、可動部と、固定部及び可動部に介装されるペアリングとをそれぞれ有し、ペアリングを介し、固定部に対して可動部が回転可能な構造になっている。

**【 0 0 2 0 】**

第 1 関節部 2 3 2 A は、支持部 2 3 の先端に位置し、円筒形状を有する。この第 1 関節部 2 3 2 A は、円筒内側に位置する可動部 (図示略) にて顕微鏡部 2 1 を保持し、円筒外側に位置する固定部 (図示略) にて第 1 アーム部 2 3 1 A に支持される。そして、第 1 関節部 2 3 2 A において、可動部は、ペアリング (図示略) を介し、固定部に対して、第 1 軸 O 1 を中心として回転可能とする。このため、第 1 関節部 2 3 2 A は、第 1 軸 O 1 まわりに顕微鏡部 2 1 を回転可能とする。30

ここで、第 1 軸 O 1 は、第 1 関節部 2 3 2 A における円筒の中心軸であり、第 1 関節部 2 3 2 A に保持された顕微鏡部 2 1 の光軸に一致する軸である。

すなわち、第 1 軸 O 1 まわりに顕微鏡部 2 1 を回転させると、顕微鏡部 2 1 による撮像視野の向きが変更される。

**【 0 0 2 1 】**

第 1 アーム部 2 3 1 A は、第 1 関節部 2 3 2 A の側面から第 1 軸 O 1 と直交する方向に延在し、先端にて第 1 関節部 2 3 2 A (固定部) を支持する。40

第 2 関節部 2 3 2 B は、先端側に位置する可動部 (図示略) にて第 1 アーム部 2 3 1 A の基端に接続し、基端側 (ベース部 2 2 に近接する側) に位置する固定部 (図示略) にて第 2 アーム部 2 3 1 B に接続する。そして、第 2 関節部 2 3 2 B において、可動部は、ペアリング (図示略) を介し、固定部に対して、第 2 軸 O 2 を中心として回転可能とする。このため、第 2 関節部 2 3 2 B は、第 2 軸 O 2 まわりに第 1 アーム部 2 3 1 A (顕微鏡部 2 1 ) を回転可能とする。

ここで、第 2 軸 O 2 は、第 1 軸 O 1 に直交し、第 1 アーム部 2 3 1 A の延在方向に平行な軸である。

すなわち、第 2 軸 O 2 まわりに顕微鏡部 2 1 を回転させると、観察対象に対する顕微鏡部 2 1 の光軸の向きが変更される。言い換えれば、顕微鏡部 2 1 による撮像視野が X 軸方50

向（図1）に移動する。このため、第2関節部232Bは、顕微鏡部21による撮像視野をX軸方向（+X軸方向または-X軸方向）に移動させる関節部である。

#### 【0022】

第2アーム部231Bは、第1，第2軸O1，O2に直交する方向に延在し、先端にて第2関節部232B（固定部）を支持する。

第3関節部232Cは、先端側に位置する可動部（図示略）にて第2アーム部231Bの基端に接続し、基端側に位置する固定部（図示略）にて第3アーム部231Cに接続する。そして、第3関節部232Cにおいて、可動部は、ベアリング（図示略）を介し、固定部に対して、第3軸O3を中心として回転可能とする。このため、第3関節部232Cは、第3軸O3まわりに第2アーム部231B（顕微鏡部21）を回転可能とする。 10

ここで、第3軸O3は、第1，第2軸O1，O2に直交（第2アーム部231Bの延在方向に平行）する軸である。

すなわち、第3軸O3まわりに顕微鏡部21を回転させると、観察対象に対する顕微鏡部21の光軸の向きが変更される。言い換えれば、顕微鏡部21による撮像視野がX軸方向に直交するY軸方向（図1）に移動する。このため、第3関節部232Cは、顕微鏡部21による撮像視野をY軸方向（+Y軸方向または-Y軸方向）に移動させる関節部である。

#### 【0023】

第3アーム部231Cは、第2アーム部231Bの延在方向と略平行な方向に延在し、先端にて第3関節部232C（固定部）を支持する。 20

第4関節部232Dは、第2軸O2に略平行に延在し、一端側に位置する可動部（図示略）にて第3アーム部231Cの基端に接続し、他端側に位置する固定部（図示略）にて第4アーム部231Dに接続する。そして、第4関節部232Dにおいて、可動部は、ベアリング（図示略）を介し、固定部に対して、第4軸O4を中心として回転可能とする。このため、第4関節部232Dは、第4軸O4まわりに第3アーム部231C（顕微鏡部21）を回転可能とする。

ここで、第4軸O4は、第3軸O3に直交し、第2軸O2に平行な軸である。

すなわち、第4軸O4まわりに顕微鏡部21を回転させると、観察対象に対する顕微鏡部21の高さが調整される。

#### 【0024】

第4アーム部231Dは、第4軸O4に直交し、ベース部22に向けて直線的に延在し、先端にて第4関節部232D（固定部）を支持する。 30

第5関節部232Eは、第4軸O4に略平行に延在し、一端側に位置する可動部（図示略）にて第4アーム部231Dの基端に接続し、他端側に位置する固定部（図示略）にて第5アーム部231Eに接続する。そして、第5関節部232Eにおいて、可動部は、ベアリング（図示略）を介し、固定部に対して、第5軸O5を中心として回転可能とする。このため、第5関節部232Eは、第5軸O5まわりに第4アーム部231D（顕微鏡部21）を回転可能とする。

ここで、第5軸O5は、第4軸O4に平行な軸である。

#### 【0025】

第5アーム部231Eは、鉛直方向に延在する第1の部位と、当該第1の部位に対して略直角に屈曲して延在する第2の部位とで構成された略L字形状を有し、当該第1の部位にて第5関節部232E（固定部）を支持する。 40

第6関節部232Fは、鉛直方向に延在し、一端側に位置する可動部（図示略）にて第5アーム部231Eの第2の部位に接続し、他端側に位置する固定部（図示略）がベース部22の上面に固定される。そして、第6関節部232Fにおいて、可動部は、ベアリング（図示略）を介し、固定部に対して、第6軸O6を中心として回転可能とする。このため、第6関節部232Fは、第6軸O6まわりに第5アーム部231E（顕微鏡部21）を回転可能とする。

ここで、第6軸O6は、鉛直方向に沿う軸である。 50

## 【0026】

制御部24は、ベース部22の内部に設けられている。この制御部24は、CPU(Central Processing Unit)等を含んで構成され、医療用観察システム1の動作を統括的に制御する。

具体的に、制御部24は、顕微鏡部21に設けられた動作切替スイッチ(図示略)への術者によるユーザ操作に応じて支持部23の動作モードを切り替えるとともに、当該切り替えた動作モードに応じた処理を実行する。

本実施の形態では、支持部23の動作モードとして、固定モード、オールフリーモード、及びXY移動動作モードが設けられている。

## 【0027】

10

固定モードは、第1～第6関節部232A～232Fにおける各固定部に対する各可動部の回転がブレーキにより停止されることにより、顕微鏡部21の位置及び姿勢が固定される動作モードである。すなわち、支持部23には、制御部24による制御の下、第1～第6関節部232A～232Fにおける各固定部に対する各可動部の回転をそれぞれ停止させるブレーキ(例えば、図3に示したブレーキ45)が設けられている。

オールフリー モードは、ブレーキが解除されることにより、第1～第6関節部232A～232Fにおける各固定部に対する各可動部の回転が許容された状態であり、術者による直接的な操作(術者が例えば手で顕微鏡部21を把持し、当該顕微鏡部21を直接移動させる操作)によって顕微鏡部21の位置及び姿勢を調整可能な動作モードである。

## 【0028】

20

XY移動動作モードは、フットスイッチ25への術者によるユーザ操作に応じて、顕微鏡部21による撮像視野をX軸方向またはY軸方向に移動させる動作モードである。すなわち、支持部23には、制御部24による制御の下、第2，第3関節部232B，232Cをそれぞれ動作(各固定部に対して各可動部をそれぞれ回転)させるアクチュエータ4が設けられている。なお、アクチュエータ4の詳細な構成については後述する。

そして、制御部24は、XY移動動作モードにおいて、第1，第2制御を実行する。なお、第1，第2制御の詳細については、後述する。

## 【0029】

また、制御部24は、顕微鏡部21から出力された画像信号に対して各種の画像処理(例えば、電子ズーム機能に係る拡大処理等)を実行し、当該画像処理後の画像信号を表示装置3に出力する。

30

## 【0030】

フットスイッチ25は、術者が足で操作する部分であり、上述したようにXY移動動作モード時に用いられる。具体的に、フットスイッチ25は、術者による+X軸方向、-X軸方向、+Y軸方向、または、-Y軸方向への撮像視野の移動指示を受け付ける。そして、フットスイッチ25は、移動指示に応じた指示信号を制御部24に出力する。

すなわち、フットスイッチ25は、本発明に係る操作受付部としての機能を有する。

なお、本発明に係る操作受付部としては、フットスイッチ25に限られず、その他、術者が手で操作するスイッチ等を採用しても構わない。

## 【0031】

40

表示装置3は、液晶または有機EL(Electro Luminescence)等を用いた表示ディスプレイを用いて構成され、顕微鏡部21から出力され、制御部24にて各種の画像処理が実行された画像信号に基づく画像を表示する。

## 【0032】

## 〔医療用観察システムの使用例〕

次に、上述した医療用観察システム1の使用例について説明する。

図2は、医療用観察システム1を用いた手術の状況を模式的に示す図である。

先ず、術者OPは、手術台の上に横臥している患者PAの観察対象(図2の例では、患者PAの頭部)の上に顕微鏡部21を位置付ける。例えば、オールフリー モードでは、術者は、顕微鏡部21を把持し、支持部23における6自由度の動きを利用して、観察対象

50

の上に顕微鏡部 21 を位置付ける。また、X Y 移動動作モードでは、術者は、フットスイッチ 25 に対して操作 (+ X 軸方向、 - X 軸方向、 + Y 軸方向、または、 - Y 軸方向への撮像視野の移動指示) を行うことで、観察対象の上に顕微鏡部 21 を位置付ける。

顕微鏡部 21 にて撮像された画像は、顕微鏡部 21 における光学ズーム機能、及び制御部 24 による電子ズーム機能により、所定の倍率で拡大され、手術室の壁に取り付けられた表示装置 3 に表示される。

そして、術者 O P は、表示装置 3 に表示された画像を確認しながら、手術を実行する。

#### 【 0 0 3 3 】

##### 〔 アクチュエータの構成 〕

次に、第 2 , 第 3 関節部 232B , 232C をそれぞれ動作させるアクチュエータ 4 の構成について説明する。 10

図 3 は、第 2 , 第 3 関節部 232B , 232C をそれぞれ動作させるアクチュエータ 4 の構成を模式的に示す図である。

なお、第 2 , 第 3 関節部 232B , 232C をそれぞれ動作させるアクチュエータ 4 の構成は、同一の構成であるため、同一の符号を付して説明する。

#### 【 0 0 3 4 】

アクチュエータ 4 は、図 3 に示すように、モータ 41 と、減速機構 42 と、ドライブシャフト 43 と、クラッチ 44 と、ブレーキ 45 とを備える。

図 4 ないし図 7 は、モータ 41 及び減速機構 42 を示す図である。具体的に、図 4 及び図 5 は、アクチュエータ 4 が支持部 23 に組み込まれた状態を示す斜視図である。図 6 及び図 7 は、モータ 41 及び減速機構 42 の分解斜視図である。 20

モータ 41 は、制御部 24 にて制御される例えはステッピングモータで構成され、第 2 関節部 232B (可動部) または第 3 関節部 232C (可動部) に動力を与える動力源である。

#### 【 0 0 3 5 】

減速機構 42 は、モータ 41 の出力軸に設けられ、当該出力軸の回転を所定の減速比で減速する。この減速機構 42 は、図 4 ないし図 7 に示すように、モータ 41 の出力軸側から順に第 1 ~ 第 6 歯車 421 ~ 426 を備える。本実施の形態では、第 1 ~ 第 6 歯車 421 ~ 426 は、平歯車で構成されている。すなわち、減速機構 42 は、モータ 41 から第 2 関節部 232B または第 3 関節部 232C への動力伝達経路に設けられ、本発明に係る歯車機構としての機能を有する。 30

本実施の形態では、第 1 ~ 第 6 歯車 421 ~ 426 における互いに噛合する 5 組の歯車は、モータ 41 の出力軸側から順に、減速比が大きくなるように設定されている。すなわち、互いに噛合する第 1 , 第 2 歯車 421 , 422 の減速比が最も小さく、互いに噛合する第 5 , 第 6 歯車 425 , 426 の減速比が最も大きく設定されている。

そして、モータ 41 と減速機構 42 における第 1 ~ 第 5 歯車 421 ~ 425 とは、図 4 ないし図 7 に示すように、第 1 支持部材 46 に支持されている。一方、第 6 歯車 426 は、図 4 または図 5 に示すように、第 1 支持部材 46 とは別体で構成された第 2 支持部材 47 に対して、当該第 2 支持部材 47 の端部 471 から外部に露出した状態で軸支されている。 40

#### 【 0 0 3 6 】

第 1 支持部材 46 は、有底円筒形状を有する。そして、モータ 41 は、第 1 支持部材 46 における底部分の外面に取り付けられる。なお、第 1 歯車 421 は、モータ 41 の出力軸に取り付けられる。また、第 2 ~ 第 5 歯車 422 ~ 425 は、第 1 支持部材 46 における底部分の外面及び内面にそれぞれ設けられた第 1 ~ 第 4 軸支部 461 ~ 464 (図 6 , 図 7 ) にて回転可能に軸支される。

そして、第 1 支持部材 46 の内部に第 2 支持部材 47 の端部 471 を挿入するように第 1 , 第 2 支持部材 46 , 47 を互いに嵌合 (接続) する (第 1 支持部材 46 における側壁部 465 (図 4 ~ 図 7 ) の内面を第 2 支持部材 47 における端部 471 側の外周面 472 (図 4 , 図 5 ) に当接する) ことで、第 1 支持部材 46 に軸支された第 5 歯車 425 と、 50

第2支持部材47に軸支された第6歯車426とが互いに噛合する。

#### 【0037】

ここで、第1，第2支持部材46，47は、第5，第6歯車425，426のバックラッシ量を低減するバックラッシ低減機構48（図4～図7）として機能する。

図8及び図9は、バックラッシ低減機構48を用いたバックラッシ量を調整する方法を説明する図である。なお、図8では、第5，第6歯車425，426を仮想的に円で示している。また、図9では、バックラッシ量の調整前の状態を実線で示し、バックラッシ量の調整後の状態を二点鎖線で示している。

バックラッシ低減機構48は、「互いに噛合する歯車の中心間の距離を変更すると、当該歯車のバックラッシ量が調整される」点に着目した機構である。10

具体的に、第1，第2支持部材46，47において、互いに当接する面（第1支持部材46における側壁部465の内面と、第2支持部材47における外周面472）は、第5歯車425の回転軸A×5（図8）と第6歯車426の回転軸A×6（図8）とは独立し、当該各回転軸A×5，A×6にそれぞれ平行となる軸A×0（図8）を中心とする回転軌跡を描くように形成されている。そして、第1支持部材46は、側壁部465の内面が第2支持部材47における外周面472上を摺動することで、軸A×0（以下、回転軸A×0と記載）を中心として、第2支持部材47に対して回転可能に構成されている。

このように回転軸A×0を中心として第1支持部材46を回転させた場合には、上述したように回転軸A×0が回転軸A×6に対して偏心しているため、図8に示すように、第5歯車425の中心が回転軌跡RTを描くように移動する。すなわち、図8または図9に示すように、第5，第6歯車425，426の中心間の距離が変更され（図9では、中心間の距離の変化量をDCとして図示）、第5，第6歯車425，426のバックラッシ量が調整される。20

#### 【0038】

ここで、第1支持部材46における側壁部465には、表裏を貫通するとともに、回転軸A×0を中心とする回転軌跡RTに沿って延びる複数（本実施の形態では、3つ）の長穴4651（図5～図7）が形成されている。一方、第2支持部材47における外周面472には、長穴4651に対応した位置に固定用孔4721（図5）がそれぞれ形成されている。

そして、第5，第6歯車425，426のバックラッシ量の調整は、以下に示すように実行される。30

先ず、作業者は、所望のバックラッシ量と同一の厚み寸法を有するテープを第5歯車425の歯面に貼り付ける。

次に、作業者は、第1，第2支持部材46，47を互いに嵌合させる。そして、作業者は、3つの長穴4651を介して、3つの固定ネジSc（図4，図6，図7）を緩めた状態（回転軸A×0を中心として第1支持部材46を回転可能な状態）で3つの固定用孔4721にそれぞれ螺合する。

次に、作業者は、上述したテープを介して第5，第6歯車425，426の各歯面同士が互いに当接するまで、第2支持部材47に対し、回転軸A×0を中心として第1支持部材46を回転させる。40

次に、作業者は、3つの固定ネジScを3つの固定用孔4721に締結し、第2支持部材47に対して第1支持部材46を固定する。

最後に、作業者は、側壁部465に形成された切欠部4652（図4～図7）を介して、第5歯車425の歯面に貼り付けたテープを剥がす。

#### 【0039】

ドライブシャフト43は、一端側がクラッチ44を介して減速機構42に接続し、他端側が第2関節部232B（可動部）または第3関節部232C（可動部）に接続する。そして、ドライブシャフト43は、クラッチ44を介してモータ41の回転が伝達され、当該モータ41の回転を第2関節部232B（可動部）または第3関節部232C（可動部）に伝達することで、第2軸O2または第3軸O3まわりに可動部を回転させる。50

クラッチ 4 4 は、制御部 2 4 にて制御される電磁クラッチ（例えば、励磁作動型クラッチ）で構成され、アーマチュア 4 4 1（図 3）をドライブシャフト 4 3 の軸方向に移動することにより、減速機構 4 2 とドライブシャフト 4 3 とを接続してモータ 4 1 からドライブシャフト 4 3 への動力の伝達を許容した許容状態、または、減速機構 4 2 とドライブシャフト 4 3 との接続を解除して当該伝達を遮断した遮断状態に切り替える。

すなわち、クラッチ 4 4 は、本発明に係る状態切替部としての機能を有する。

ブレーキ 4 5 は、制御部 2 4 による制御の下、アーマチュア 4 5 1（図 3）をドライブシャフト 4 3 の軸方向に移動することにより、電気的にドライブシャフト 4 3 の解放及び拘束を切り替える電磁ブレーキ（例えば、無励磁作動型ブレーキ）で構成される。

#### 【0040】

10

##### 〔制御部による第1，第2制御〕

制御部 2 4 は、XY 移動動作モードにおいて、以下に示す第1，第2制御を実行する。

第1制御は、術者によるフットスイッチ 2 5 への操作 (+ X 軸方向、 - X 軸方向、 + Y 軸方向、または、 - Y 軸方向への撮像視野の移動指示) に応じて、モータ 4 1 を動作させる制御である。

具体的に、フットスイッチ 2 5 への操作が + X 軸方向への撮像視野の移動指示であった場合には、制御部 2 4 は、第2関節部 2 3 2 B (可動部) の動力源となるモータ 4 1 を第1方向に回転（以下、順回転と記載）させる。一方、フットスイッチ 2 5 への操作が - X 軸方向への撮像視野の移動指示であった場合には、制御部 2 4 は、第2関節部 2 3 2 B の動力源となるモータ 4 1 を第1方向とは逆方向の第2方向に回転（以下、逆回転と記載）させる。また、フットスイッチ 2 5 への操作が + Y 軸方向への撮像視野の移動指示であった場合には、制御部 2 4 は、第3関節部 2 3 2 C (可動部) の動力源となるモータ 4 1 を順回転させる。一方、フットスイッチ 2 5 への操作が - Y 軸方向への撮像視野の移動指示であった場合には、制御部 2 4 は、第3関節部 2 3 2 C (可動部) の動力源となるモータ 4 1 を逆回転させる。

20

#### 【0041】

また、第2制御は、第1制御を完了してモータ 4 1 の動作を停止させた後に、第1制御時でのモータ 4 1 の回転方向とは逆方向に当該モータ 4 1 を回転させ、第5，第6歯車 4 2 5，4 2 6 において、当該逆方向への当該モータ 4 1 の回転に応じて互いに噛合する側の各歯面間の距離と、噛合しない側の各歯面間の距離とを第5，第6歯車 4 2 5，4 2 6 のバックラッシ量（バックラッシ低減機構 4 8 にて調整された後のバックラッシ量）の半分の値にする制御である。

30

なお、上述した逆方向へのモータ 4 1 の回転に応じて互いに噛合する側の各歯面は、図 9 に示すように、各歯面 4 2 5 1，4 2 6 1、及び各歯面 4 2 5 2，4 2 6 2 の一方の各歯面に相当する。そして、当該一方の各歯面が本発明に係る第1歯面に相当し、当該一方の各歯面間の距離が本発明に係る第1距離に相当する。また、上述した逆方向へのモータ 4 1 の回転に応じて互いに噛合しない側の各歯面は、各歯面 4 2 5 1，4 2 6 1、及び、各歯面 4 2 5 2，4 2 6 2 の他方の各歯面に相当する。そして、当該他方の各歯面が本発明に係る第2歯面に相当し、当該他方の各歯面間の距離が本発明に係る第2距離に相当する。すなわち、第2制御では、各歯面 4 2 5 1，4 2 6 1 間の距離と各歯面 4 2 5 2，4 2 6 2 間の距離とを第5，第6歯車 4 2 5，4 2 6 のバックラッシ量の半分の値にする（第1，第2距離をバックラッシ量の半分の値にする）。

40

#### 【0042】

以下、第1，第2制御の詳細なフローについて説明する。

図 10 は、制御部 2 4 による第1，第2制御を示すフローチャートである。

第1制御は、図 10 に示すステップ S 1 ~ S 7 に相当する。また、第2制御は、図 10 に示すステップ S 8 ~ S 11 に相当する。

以下では、説明の便宜上、第2制御によるモータ 4 1 の回転に応じて互いに噛合する側の各歯面を各歯面 4 2 5 1，4 2 6 1（以下、各第1歯面 4 2 5 1，4 2 6 1 と記載）とし、当該各第1歯面 4 2 5 1，4 2 6 1 間の距離を第1距離と記載する。また、第2制御

50

によるモータ41の回転に応じて互いに噛合しない側の各歯面を各歯面4252, 4262(以下、各第2歯面4252, 4262と記載)とし、当該各第2歯面4252, 4262間の距離を第2距離と記載する。なお、第2制御の直前に実行される第1制御と当該第2制御とでは上述したようにモータ41の回転方向が逆方向であるため、当該第1制御によるモータ41の回転に応じて互いに噛合する側の各歯面は各第2歯面4252, 4262となり、噛合しない側の各歯面は各第1歯面4251, 4261となる。

また、以下では、既に第2制御(ステップS8～S11)が実行され、第1, 第2距離が同一の値(第5, 第6歯車425, 426のバックラッシュ量の半分の値)に設定されているものとして説明を開始する。説明の便宜上、当該バックラッシュ量を「1.0mm」とする。また、既に第2制御(ステップS8～S11)が実行され、遮断状態に切り替えられている(クラッチOFF)とともに、ブレーキ45が作動している(ドライブシャフト43が拘束されている)状態から説明を開始する。  
10

#### 【0043】

先ず、制御部24は、術者によるフットスイッチ25への操作(+X軸方向、-X軸方向、+Y軸方向、または、-Y軸方向への撮像視野の移動指示)があったか否か(フットスイッチ25がONしたか否か)を常時、監視する(ステップS1)。

フットスイッチ25がONしたと判断した場合(ステップS1: Yes)には、制御部24は、ステップS1での移動指示に応じたモータ41を第1回転速度で当該移動指示に応じた回転方向に回転させる(ステップS2)。例えば、制御部24は、ステップS2において、モータ41に対して1秒間に2000パルスのパルス信号を0.25秒間、出力し、当該モータ41を第1回転速度で回転させる。  
20

これにより、第1, 第2距離が第5, 第6歯車425, 426のバックラッシュ量の半分の値「0.5mm」であったところ、第2歯面4252, 4262同士が互いに当接し、第2距離が「0」となり、第1距離がバックラッシュ量と同一の値「1.0mm」となる。

#### 【0044】

次に、制御部24は、クラッチ44の動作を制御して遮断状態(クラッチOFF)から許容状態(クラッチON)に切り替え(ステップS3)、ブレーキ45の動作を制御してブレーキ45を解除(ドライブシャフト43を開放)する(ステップS4)。

#### 【0045】

次に、制御部24は、ステップS1での移動指示に応じたモータ41を第1回転速度よりも低い第2回転速度で当該移動指示に応じた回転方向(ステップS2での回転方向と同一方向)に回転させる(ステップS5)。例えば、制御部24は、ステップS5において、モータ41に対して1秒間に200パルスのパルス信号を出力し、当該モータ41を第2回転速度(第1回転速度の1/10)で回転させる。  
30

そして、制御部24は、ステップS1での術者によるフットスイッチ25への操作が解除されたか否か(フットスイッチ25がOFFしたか否か)を常時、監視し(ステップS6)、当該操作が継続している間、ステップS5の処理を継続する。一方、フットスイッチ25がOFFしたと判断した場合(ステップS6: Yes)には、制御部24は、ステップS5の処理を完了(第2回転速度でのモータ41の回転を停止)する(ステップS7)。  
40

すなわち、ステップS3～S7の処理により、術者によりフットスイッチ25がONしている間、モータ41の回転が第2関節部232B(可動部)または第3関節部232C(可動部)に伝達され、顕微鏡部21による撮像視野が+X軸方向、-X軸方向、+Y軸方向、または-Y軸方向に移動することとなる。

#### 【0046】

以上の第1制御(ステップS1～S7)の後、制御部24は、第2制御を実行する(ステップS8～S11)。

先ず、制御部24は、クラッチ44の動作を制御して許容状態(クラッチON)から遮断状態(クラッチOFF)に切り替え(ステップS8)、ブレーキ45の動作を制御してブレーキ45を作動(ドライブシャフト43を拘束)する(ステップS9)。  
50

## 【0047】

次に、制御部24は、第1制御(ステップS1～S7)で動作させたモータ41を当該第1制御時でのモータ41の回転方向とは逆方向に第1回転速度で回転させる(ステップS10)。例えば、制御部24は、ステップS10において、モータ41に対して1秒間に2000パルスのパルス信号を0.25秒間、出力し、当該モータ41を第1回転速度で逆方向に回転させた後、当該モータ41を停止させる(ステップS11)。この後、制御部24は、ステップS1に戻る。

これにより、第1制御によって第2距離が「0」であり、第1距離が第5，第6歯車425，426のバックラッシ量と同一の値「1.0mm」であったところ、第1，第2距離がバックラッシ量の半分の値「0.5mm」となる。

10

## 【0048】

以上説明した本実施の形態に係る医療用観察装置2では、フットスイッチ25へのユーザ操作に応じてモータ41を動作させる第1制御を実行するとともに、当該第1制御を完了して当該モータ41の動作を停止させた後、第1，第2距離を第5，第6歯車425，426のバックラッシ量の半分の値にする第2制御を実行する。すなわち、第1制御によって、第1距離が第5，第6歯車425，426のバックラッシ量と同一の値となり、第2距離が0となっていたところ、当該第1制御の後に第2制御を実行することで、第1，第2距離を第5，第6歯車425，426のバックラッシ量の半分の値にする。

このため、第1，第2制御を実行した後に、フットスイッチ25にユーザ操作がなされ、当該第1制御時の回転方向とは逆方向(当該第2制御時の回転方向と同一方向)にモータ41を回転させる第1制御を実行する場合には、第5，第6歯車425，426のバックラッシ量の半分の値である第1距離だけ詰めれば、第5，第6歯車425，426を互いに噛合させ、モータ41の回転を第2関節部232B(可動部)または第3関節部232C(可動部)に伝達する(顕微鏡部21の位置及び姿勢を変更する(顕微鏡部21による撮像視野を移動する))ことができる。

20

したがって、本実施の形態に係る医療用観察装置2によれば、直前に実行した第1制御時の回転方向とは逆方向にモータ41を回転させる第1制御を実行する場合において、第5，第6歯車425，426の空走期間を短縮し、撮像視野を迅速に移動することができる、という効果を奏する。

## 【0049】

30

特に、第2制御を実行することで、第1，第2距離を第5，第6歯車425，426のバックラッシ量の半分の値にしている。このため、第1，第2制御を実行した後に、フットスイッチ25にユーザ操作がなされ、当該第1制御時の回転方向と同一方向(当該第2制御時の回転方向とは逆方向)にモータ41を回転させる第1制御を実行する場合であっても、第5，第6歯車425，426のバックラッシ量の半分の値である第2距離だけ詰めれば、第5，第6歯車425，426を互いに噛合させ、モータ41の回転を第2関節部232Bまたは第3関節部232C(可動部)に伝達することができる。

このため、直前に実行した第1制御時の回転方向とは逆方向にモータ41を回転させる第1制御を実行する場合と、直前に実行した第1制御時の回転方向と同一方向にモータ41を回転させる第1制御を実行する場合とで、第5，第6歯車425，426の空走期間を同一にすることができる。したがって、当該各場合での操作に対して、術者は違和感を覚えることがない。

40

## 【0050】

また、本実施の形態に係る医療用観察装置2では、第2制御の後に第1制御を実行する際、第1距離または第2距離が0(上述したステップS2では第2距離が0)になるまで第1回転速度でモータ41を回転させ、当該0になった後に当該第1回転速度よりも低い第2回転速度で当該モータを回転させる。

このため、第2制御の後に第1制御を実行する際、比較的に速い第1回転速度でモータ41を回転させるので、第5，第6歯車425，426の空走期間をさらに短縮し、撮像視野をさらに迅速に移動することができる。

50

**【0051】**

ところで、第1制御を実行する際、許容状態（クラッチON）において、比較的に速い第1回転速度でモータ41を回転させた場合には、モータ41に過大な負荷が掛かり、脱調する恐れがある。

本実施の形態に係る医療用観察装置2では、第1制御を実行する際、遮断状態（クラッチOFF、モータ41に過大な負荷が掛からない状態）において、比較的に速い第1回転速度でモータ41を回転させている。このため、脱調する恐れがない。

**【0052】**

また、本実施の形態に係る医療用観察装置2では、第5歯車425を軸支する第1支持部材46と、第6歯車426を軸支する第2支持部材47とで構成され、第5、第6歯車425、426のバックラッシ量を低減するバックラッシ低減機構48を採用している。10

このため、簡単な構造で第5、第6歯車425、426のバックラッシ量を低減することができる。また、当該バックラッシ量を低減することで、第5、第6歯車425、426の空走期間をさらに短縮し、撮像視野をさらに迅速に移動することができる。

特に、機械的にバックラッシ量を低減するバックラッシ低減機構48と、第2制御により第1、第2距離をバックラッシ量の半分の値とする構成とを併用することにより、第5、第6歯車425、426の空走期間を効率的に短縮することができる。

また、バックラッシ低減機構48は、第1～第6歯車421～426における互いに噛合する5組の歯車のうち、減速比が最も大きい組である第5、第6歯車425、426のバックラッシ量を低減する。すなわち、減速比の小さい他の組の各歯車のバックラッシ量を低減する構成と比較して、減速比を考慮して最も高い効果を得ることができる。20

**【0053】****(その他の実施の形態)**

ここまで、本発明を実施するための形態を説明してきたが、本発明は上述した実施の形態によってのみ限定されるべきものではない。

上述した実施の形態に係る第2制御（ステップS8～S11）では、第1、第2距離をバックラッシ量の半分の値としていたが、第1、第2距離がバックラッシ量よりも小さい値となるように制御していればよく、第1、第2距離をバックラッシ量の半分の値以外の他の値とするように制御しても構わない。

**【0054】**

上述した実施の形態に係る第1制御（ステップS1～S7）では、ステップS2（モータ41を第1回転速度で回転）をクラッチOFFの状態で実行していたが、これに限られず、クラッチONの状態で実行しても構わない。また、ステップS2をブレーキ45が作動した状態で実行していたが、これに限られず、ブレーキ45を解除した状態で実行しても構わない。すなわち、ステップS3、S4をステップS2の前に実行しても構わない。

また、上述した実施の形態に係る第2制御（ステップS8～S11）では、ステップS10において、第1回転速度でモータ41を回転させていたが、これに限られず、第2回転速度でモータ41を回転させても構わない。

**【0055】**

上述した実施の形態では、本発明に係る歯車機構として、減速機構42を採用していたが、これに限られない。例えば、ドライブシャフト43の他端と第2、第3関節部232B、232C（可動部）との間を接続し、複数の歯車を有する動力伝達機構（図示略）を本発明に係る歯車機構として構成しても構わない。40

**【0056】**

上述した実施の形態では、バックラッシ低減機構48として、第2支持部材47に対し、回転軸A×0を中心として第1支持部材46を回転可能な機構を採用していたが、これに限られず、互いに噛合する第5、第6歯車425、426の中心間の距離を変更可能とする機構であれば、その他の機構を採用しても構わない。

**【0057】**

図11は、本発明の実施の形態の変形例を示す図である。

上述した実施の形態において、X Y 移動動作モードでの制御部24の動作として、図1に示すように動作しても構わない。

以下では、各歯面4251, 4261間の距離、及び各歯面4252, 4262間の距離の一方の距離が「0」となっており、他方の距離が第5, 第6歯車425, 426のバックラッシュ量と同一の値になっているものとして説明を開始する。説明の便宜上、上述した実施の形態と同様に、当該バックラッシュ量を「1.0mm」とする。また、上述した実施の形態と同様に、遮断状態に切り替えられている（クラッチOFF）とともに、ブレーキ45が作動している（ドライブシャフト43が拘束されている）状態から説明を開始する。

なお、本変形例に係るフローは、図11に示すように、上述した実施の形態で説明したフロー（図10）に対して、ステップS10, S11が省略され、ステップS2の代わりにステップS2Aが採用され、さらに、ステップS12～S16が追加されている点が異なる。

このため、以下では、ステップS2A, S12～S16のみを説明する。

#### 【0058】

ステップS12は、フットスイッチ25がONしたと判断した場合（ステップS1: Yes）に実行される。

具体的に、制御部24は、ステップS12において、ステップS1での移動指示が直前に動作させた回転方向とは逆方向にモータ41を回転させる移動指示であるか否かを判断する。

例えば、直前にモータ41を「順回転」させており、ステップS1での移動指示が当該モータ41を「逆回転」させる移動指示であった場合には、制御部24は、ステップS12において、「Yes」と判断する。一方、直前にモータ41を「順回転」させており、ステップS1での移動指示が当該モータ41を「順回転」させる移動指示であった場合には、制御部24は、ステップS12において、「No」と判断する。

#### 【0059】

ステップS2Aは、ステップS12で「Yes」と判断された場合に実行される。

具体的に、制御部24は、ステップS2Aにおいて、ステップS1での移動指示に応じたモータ41を第1回転速度で当該移動指示に応じた回転方向に回転させる。例えば、制御部24は、モータ41に対して1秒間に2000パルスのパルス信号を0.5秒間、出力し、当該モータ41を第1回転速度で回転させる。

これにより、各歯面4251, 4261間の距離、及び各歯面4252, 4262間の距離の一方の距離が「0」であり、他方の距離が第5, 第6歯車425, 426のバックラッシュ量と同一の値「1.0mm」であったところ、各歯面4251, 4261、及び各歯面4252, 4262のうち、互いに離間していた歯面同士が互いに当接し、当該他方の距離が「0」となり、当該一方の距離がバックラッシュ量と同一の値「1.0mm」となる。

ステップS2Aの後、制御部24は、上述した実施の形態で説明したステップS3～S9を実行し、ステップS1に戻る。

#### 【0060】

ステップS13～S16は、ステップS12で「No」と判断された場合に実行される。なお、ステップS13～S16は、ステップS3～S6と同様の処理である。

そして、フットスイッチ25がOFFしたと判断した場合（ステップS16: Yes）には、制御部24は、ステップS7に移行する。

すなわち、ステップS13～S16では、直前に動作させた回転方向と同一の方向にモータ41を回転させているため、各歯面4251, 4261間の距離、及び各歯面4252, 4262間の距離の一方の距離は「0」の状態が維持され、他方の距離は第5, 第6歯車425, 426のバックラッシュ量と同一の値「1.0mm」の状態が維持される。

#### 【0061】

上述した実施の形態では、制御部24は、X Y 移動動作モードにおいて、術者によるフ

10

20

30

40

50

フットスイッチ 2 5 へのユーザ操作に応じて、顕微鏡部 2 1 による撮像視野を + X 軸方向、 - X 軸方向、 + Y 軸方向、または - Y 軸方向に移動させていたが、これに限られない。例えば、外部機器からの移動指示（例えば、撮像視野の移動方向及びその移動量の指示）に応じて、顕微鏡部 2 1 による撮像視野を移動させる構成を採用しても構わない。

このような構成であっても、上述したバックラッシュに起因した問題が生じる。例えば、直前の移動指示が - X 軸方向への移動指示であり、当該移動指示の後、 + X 軸方向に 5 m m、撮像視野を移動させる移動指示があった場合には、直前に動作させた回転方向とは逆方向にモータ 4 1 を回転させることとなるため、バックラッシュにより第 5 , 第 6 齒車 4 2 5 , 4 2 6 の空走期間が存在し、指示通りに撮像視野を移動させることができない（5 m mではなく、例えば、4 mm しか + X 軸方向に移動しない）。

この際、制御部 2 4 は、直前の移動指示と現在の移動指示とを比較して直前に動作させた回転方向とは逆方向にモータ 4 1 を回転させることを把握した場合には、現在の移動指示に含まれる移動量をバックラッシュ量分、加算した移動量に補正（例えば、5 mm の移動量である場合にはバックラッシュ量を加算した 6 mm に補正）し、当該補正した移動量だけ撮像視野を移動するように構成する。このように構成すれば、指示通りに撮像視野を移動させることができる。

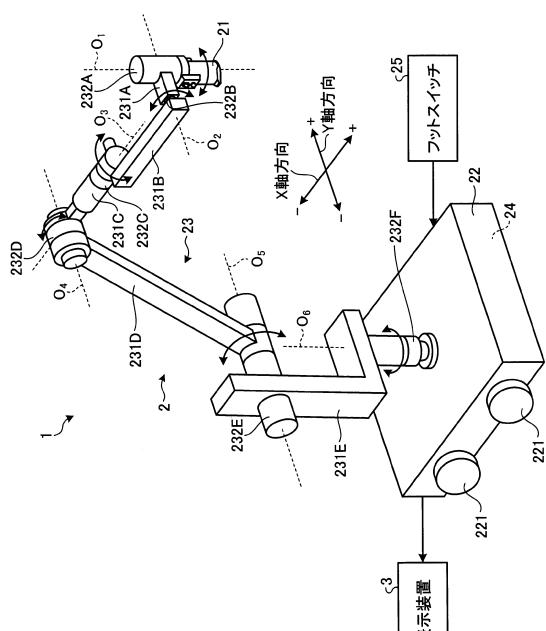
#### 【符号の説明】

##### 【0 0 6 2】

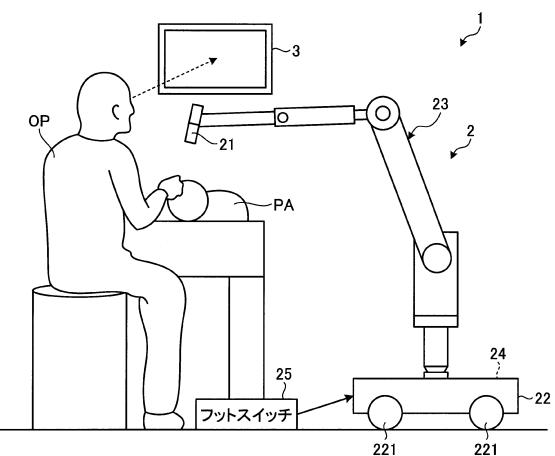
1	医療用観察システム	
2	医療用観察装置	20
3	表示装置	
4	アクチュエータ	
2 1	顕微鏡部	
2 2	ベース部	
2 3	支持部	
2 4	制御部	
2 5	フットスイッチ	
4 1	モータ	
4 2	減速機構	
4 3	ドライブシャフト	30
4 4	クラッチ	
4 5	ブレーキ	
4 6 , 4 7	第 1 , 第 2 支持部材	
4 8	バックラッシュ低減機構	
2 2 1	キャスター	
2 3 1 A ~ 2 3 1 E	第 1 ~ 第 5 アーム部	
2 3 2 A ~ 2 3 2 F	第 1 ~ 第 6 関節部	
4 2 1 ~ 4 2 6	第 1 ~ 第 6 齒車	
4 4 1 , 4 5 1	アーマチュア	
4 6 1 ~ 4 6 4	第 1 ~ 第 4 軸支部	40
4 6 5	側壁部	
4 7 1	端部	
4 7 2	外周面	
4 6 5 1	長穴	
4 6 5 2	切欠部	
4 7 2 1	固定用孔	
A × 0 , A × 5 , A × 6	回転軸	
D C	中心間の距離の変化量	
O 1 ~ O 6	第 1 ~ 第 6 軸	
O P	術者	50

P A 患者  
 R T 回転軌跡  
 S c 固定ネジ

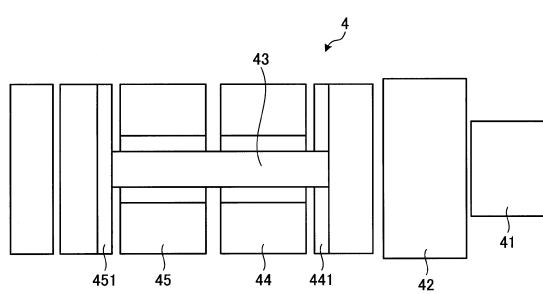
【図 1】



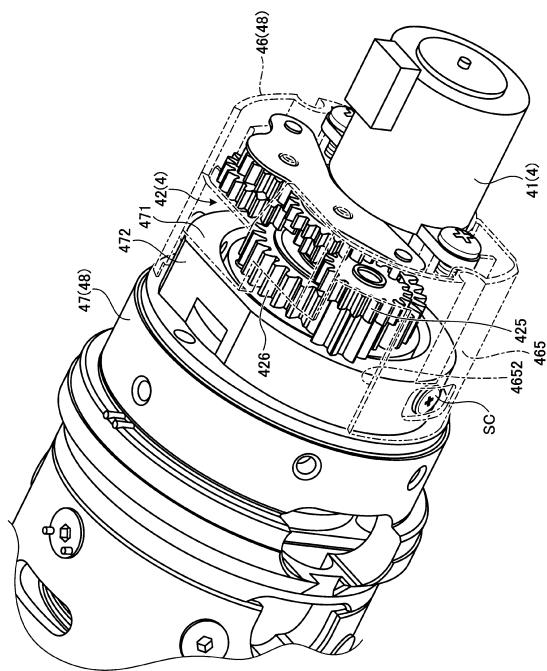
【図 2】



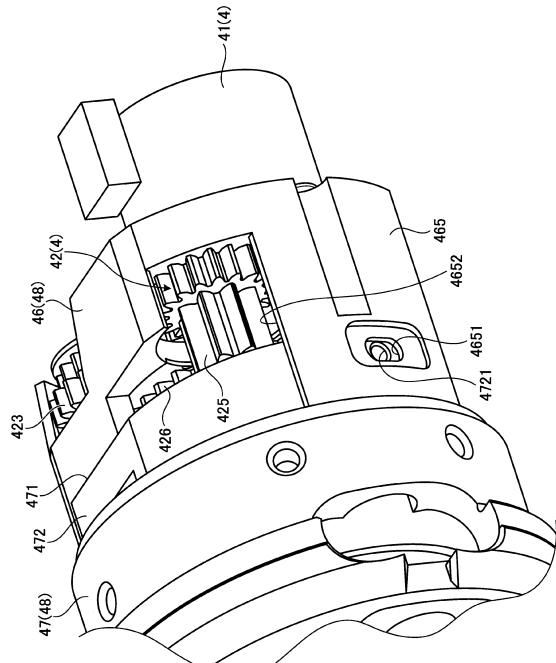
【図 3】



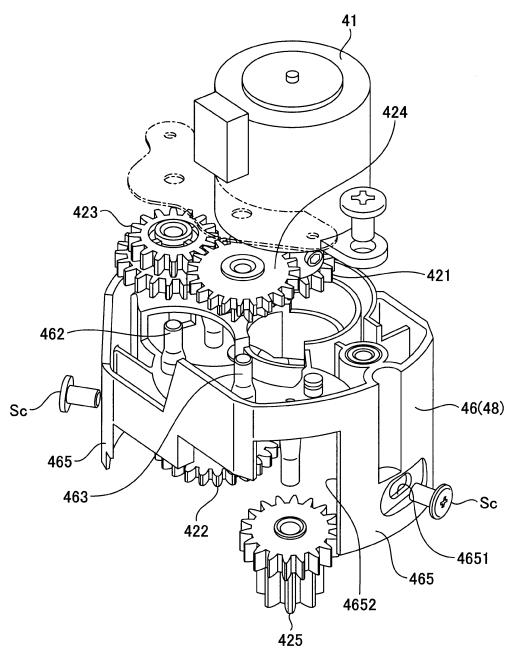
【図4】



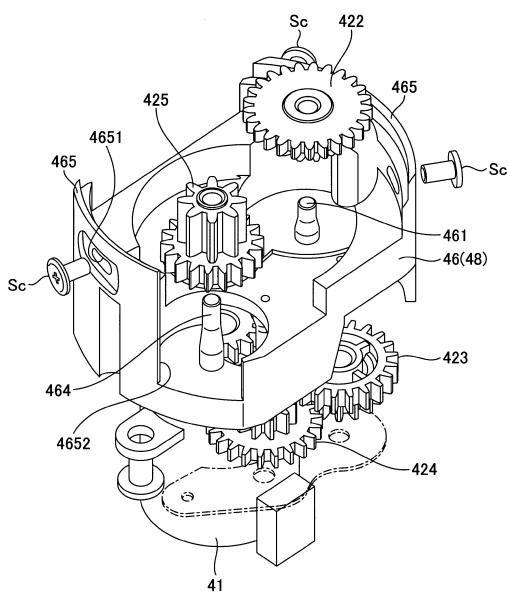
【図5】



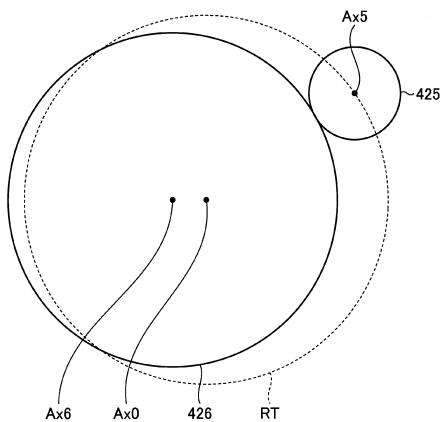
【図6】



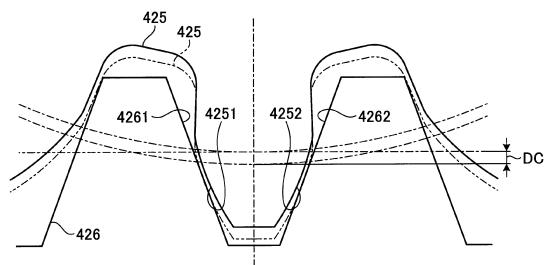
【図7】



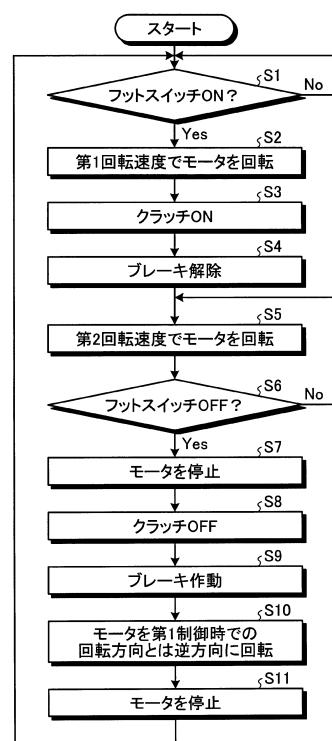
【図 8】



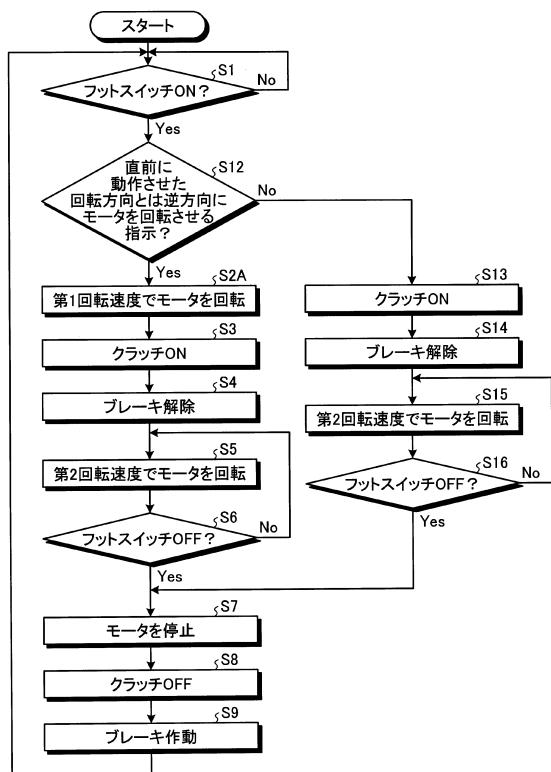
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

審査官 吉川 直也

(56)参考文献 国際公開第2015/129473(WO,A1)

実開平04-124494(JP,U)

特開2003-280742(JP,A)

特開平09-207602(JP,A)

特開平06-297377(JP,A)

特開平09-089052(JP,A)

国際公開第2016/017532(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 90 / 25

B 25 J 13 / 00

F 16 H 1 / 06

F 16 H 37 / 12