

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7263779号
(P7263779)

(45)発行日 令和5年4月25日(2023.4.25)

(24)登録日 令和5年4月17日(2023.4.17)

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 B 6/00 (2006.01) A 6 1 B 6/00 3 0 0 D
A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z

請求項の数 7 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-1422(P2019-1422)	(73)特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(22)出願日	平成31年1月8日(2019.1.8)	(74)代理人	100104433 弁理士 宮園 博一
(65)公開番号	特開2020-110234(P2020-110234 A)	(72)発明者	代田 健 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(43)公開日	令和2年7月27日(2020.7.27)	(72)発明者	坂口 淳平 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
審査請求日	令和3年11月10日(2021.11.10)	(72)発明者	奥村 皓史 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
		審査官	永田 浩司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 X線撮影装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体にX線を照射するX線管と、
前記被検体を透過したX線を検出するX線検出器と、
前記X線管および前記X線検出器の少なくとも一方が設けられ、所定方向に移動可能な移動体と、
前記移動体を所定方向に移動可能に支持する移動機構と、
前記移動機構に設けられたモータと、
前記移動体を移動させるために加えられた操作力を検出する操作力検出部と、
手動により前記移動体を移動させる操作の際に前記移動体へ付与するアシスト量を変化させるように前記モータのトルクを制御するトルク制御モードと、前記移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて前記移動体を移動させるように前記モータを制御する位置制御モードとを手動により前記移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて切り替える、モード切替制御を行う制御部と、
前記移動体の移動のロック状態およびロック解除状態の切り替えと、前記トルク制御モードと前記位置制御モードとの切り替えとに共通に用いられる共通切替ボタンと、を備える、X線撮影装置。

【請求項2】

前記所定方向における、前記移動体の移動を許可する状態と移動を禁止する状態とを切り替える移動可否切替部をさらに備え、

前記制御部は、手動により前記移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無としての前記移動可否切替部の切り替え操作を検出したことに基づいて、前記モード切替制御を行うように構成されている、請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 3】

前記移動体に設けられた手動により前記移動体を移動させる操作の際に把持する把持部をさらに備え、

前記共通切替ボタンは、前記把持部の近傍に設けられた複数のボタンを含み、

前記制御部は、前記ボタンの押下により、前記移動可否切替部の切り替えと前記トルク制御モードに切り替える前記モード切替制御を行い、前記ボタンの押下の解除により、前記移動可否切替部の切り替えと前記位置制御モードに切り替える前記モード切替制御を行うように構成されている、請求項 2 に記載の X 線撮影装置。

10

【請求項 4】

前記制御部は、手動により前記移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無としての前記操作力検出部の操作力検出の有無に基づいて、前記モード切替制御を行うように構成されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

【請求項 5】

前記移動機構は、複数のレールを含むガイド部と、上下方向および前記ガイド部に沿った左右方向に前記移動体を移動可能に支持する移動体支持部と、を含み、

前記制御部は、前記トルク制御モードにおいて、前記移動体へ付与するアシスト量を変化させるように前記モータのトルクを制御して上下左右方向に前記移動体支持部を移動させ、前記位置制御モードにおいて、前記移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて前記移動体を上下左右方向に移動させるように前記モータを制御して前記移動体支持部を移動させるように構成されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

20

【請求項 6】

前記移動体の移動の操作を行うための入力装置をさらに備え、

前記制御部は、前記位置制御モードにおいて、前記入力装置の操作に基づいて、前記移動体をあらかじめ登録された位置に自動的に移動させるオートポジショニング制御を行うように構成されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

【請求項 7】

前記モータは、前記移動体へ付与するアシスト量を変化させるように前記モータのトルクを制御する前記トルク制御モードと、前記移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて前記移動体を移動させるように前記モータを制御する前記位置制御モードとを切り替え可能なサーボモータを含み、

30

前記制御部は、手動により前記移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて、前記モータの前記トルク制御モードと前記位置制御モードとを切り替えるように構成されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X 線撮影装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、X 線撮影装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0003】

上記特許文献 1 には、放射線源と、放射線検出手段と、放射線源を手動により移動させるための力を検出する操作部と、放射線源を移動させるサーボモータと、サーボモータを制御する制御部と、を備える X 線撮影装置が開示されている。上記特許文献 1 記載の X 線撮影装置では、放射線源を手動により移動させる際に、制御部は、手動により移動させるための力に対応して、サーボモータを制御して操作補助（パワーアシスト）を行うように構成されている。この操作補助（パワーアシスト）において、制御部は、位置および速度

50

による制御を行う位置制御を行っている。

【 0 0 0 4 】

また、上記特許文献 1 には、明確には記載されていないが、放射線源の現在位置とあらかじめ登録された移動目的位置とに基づいて、自動的に移動するオートポジショニング制御では、高精度の位置決めが要求されるため、目的位置とそこに至るまでの速度を制御する位置制御が必須である。つまり、オートポジショニング制御においても、上記特許文献 1 に記載の操作補助（パワーアシスト）と同様に位置および速度による制御を行う位置制御を行うことが従来知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 5 】

【文献】特開 2 0 1 0 - 2 2 7 3 7 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

上記のように、従来では、オートポジショニング制御を、位置および速度による制御を行う位置制御により制御することにより、精度よく放射線源を移動させることが可能である。しかしながら、上記特許文献 1 に記載の X 線撮影装置では、放射線源を手動により移動させる際においても、制御部は、手動により移動させるための力に対応して、位置および速度による制御を行う位置制御を行うことにより、パワーアシストを行うように制御している。これにより、手動により放射線源を移動させる場合には、手動により移動させるための操作力が速度に変換されて補助されるため、操作力が直接的な力ではなく、間接的な速度によりアシストされる。このため、操作に違和感が生じるという不都合がある。その結果、操作者が手動により放射線源を移動させる場合に、操作性が低下するという問題点がある。

20

【 0 0 0 7 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、X 線管および X 線検出器のうち少なくとも一方を自動で移動させる際に精度よく移動させることができるとともに、X 線管および X 線検出器の少なくとも一方を手動により移動させる際に操作性が低下するのを抑制することが可能な X 線撮影装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

この発明の一の局面における X 線撮影装置は、被検体に X 線を照射する X 線管と、被検体を透過した X 線を検出する X 線検出器と、X 線管および X 線検出器の少なくとも一方が設けられ、所定方向に移動可能な移動体と、移動体を所定方向に移動可能に支持する移動機構と、移動機構に設けられたモータと、移動体を移動させるために加えられた操作力を検出する操作力検出部と、手動により移動体を移動させる操作の際に移動体へ付与するアシスト量を変化させるようにモータのトルクを制御するトルク制御モードと、移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体を移動させるようにモータを制御する位置制御モードとを手動により移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて切り替える、モード切替制御を行う制御部と、移動体の移動のロック状態およびロック解除状態の切り替えと、トルク制御モードと位置制御モードとの切り替えとに共通に用いられる共通切替ボタンと、を備える。

40

【 0 0 0 9 】

この発明の一の局面による X 線撮影装置では、手動により移動体を移動させる操作の際に移動体へ付与するアシスト量を変化させるようにモータのトルクを制御するトルク制御モードと、移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体を移動させるようにモータを制御する位置制御モードとを手動により移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて切り替える、モード切替制御を行う制御部を設ける。これにより、

50

X線管およびX線検出器の少なくとも一方を手動により移動させる場合には、モータの発生トルクを制御するトルク制御モードに切り替えることにより、移動体を移動させるために加えられた操作力に対して、モータのトルク（駆動力）を制御して力をアシストすることができる。そのため、操作力が直接的な力（トルク）によりアシストされるので、違和感のない良好なパワーアシストを行うことができる。その結果、X線管およびX線検出器の少なくとも一方を手動により移動させる際に、操作性が低下するのを抑制することができる。また、移動体の現在位置とあらかじめ登録された移動目的位置とに基づいて、自動的に移動するオートポジショニング制御時において、高精度な位置制御が可能な位置制御モードに切り替えることができる。その結果、オートポジショニング制御時において、高精度な位置制御を行うことができる。これらにより、X線管およびX線検出器のうち少なくとも一方を自動で移動させる際に精度よく移動させることができるとともに、X線管およびX線検出器の少なくとも一方を手動により移動させる際に操作性が低下するのを抑制することができる。また、制御部は、手動により移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて、モード切替制御を行うので、操作者が手動により移動体を移動させる操作を行うための操作を行ったか否かにより、モード切替制御が行われる。これにより、操作者は、手動により移動体を移動させる操作を行う場合に、確実にトルク制御モードに切り替えることができる。その結果、制御モードの切り替えを容易に行うことができる。

10

【0010】

この発明の一の局面によるX線撮影装置において、好ましくは、所定方向における、移動体の移動を許可する状態と移動を禁止する状態とを切り替える移動可否切替部をさらに備え、制御部は、手動により移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無としての移動可否切替部の切り替え操作を検出したことに基づいて、モード切替制御を行う。このように構成すれば、移動を許可する状態に切り替える操作を行うことにより、制御モードも、トルク制御モードに切り替えることができる。また、移動を禁止する状態に切り替える操作を行うことにより、制御モードも、位置制御モードに切り替えることができる。その結果、制御モードを切り替えるための操作を別途行う場合に比べて、撮影手順（操作者の作業負担）が増加するのを抑制することができる。

20

【0011】

この場合、好ましくは、移動体に設けられた手動により移動体を移動させる操作の際に把持する把持部をさらに備え、共通切替ボタンは、把持部の近傍に設けられた複数のボタンを含み、制御部は、ボタンの押下により、移動可否切替部の切り替えとトルク制御モードに切り替えるモード切替制御を行い、ボタンの押下の解除により、移動可否切替部の切り替えと位置制御モードに切り替えるモード切替制御を行う。このように構成すれば、制御モードを切り替えるために別途ボタンを設ける場合に比べて、部品点数が増加するのを抑制することができるとともに、装置構成が複雑化するのを抑制することができる。

30

【0012】

この発明の一の局面によるX線撮影装置において、好ましくは、制御部は、手動により移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無としての操作力検出部の操作力検出の有無に基づいて、モード切替制御を行う。このように構成すれば、手動により移動体を移動させるだけで制御モードを切り替えることができるので、制御モードを切り替えるために別途ボタンを設ける場合と異なり、部品点数が増加するのを抑制することができるとともに、装置構成が複雑化するのを抑制することができる。

40

【0013】

この発明の一の局面によるX線撮影装置において、好ましくは、移動機構は、複数のレールを含むガイド部と、上下方向およびガイド部に沿った左右方向に移動体を移動可能に支持する移動体支持部と、を含み、制御部は、トルク制御モードにおいて、移動体へ付与するアシスト量を変化させるようにモータのトルクを制御して上下左右方向に移動体支持部を移動させ、位置制御モードにおいて、移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体を上下左右方向に移動させるようにモータを制御して移動体支持部を移動させる。こ

50

のように構成すれば、移動体を支持している移動体支持部が、ガイド部のレールに沿って、移動するので、移動体および移動体支持部を安定して移動させることができる。また、移動体および移動体支持部の重量が重い場合であっても、移動体および移動体支持部をガイド部のレールに沿って、移動させることができるので、手動により移動体を移動させる操作の際にも移動体および移動体支持部を容易に移動させることができる。

【0014】

この発明の一の局面によるX線撮影装置において、好ましくは、移動体の移動の操作を行うための入力装置をさらに備え、制御部は、位置制御モードにおいて、入力装置の操作に基づいて、移動体をあらかじめ登録された位置に自動的に移動させるオートポジショニング制御を行う。このように構成すれば、高精度な位置制御が可能な位置制御モードに切り替えた状態でオートポジショニング制御を行うことができるので、操作者は、移動体を容易かつ高精度に目的位置に移動させることができる。

10

【0015】

この発明の一の局面によるX線撮影装置において、好ましくは、モータは、移動体へ付与するアシスト量を変化させるようにモータのトルクを制御するトルク制御モードと、移動体の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体を移動させるようにモータを制御する位置制御モードとを切り替え可能なサーボモータを含み、制御部は、手動により移動体を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて、モータのトルク制御モードと位置制御モードとを切り替える。このように構成すれば、トルク制御モードと位置制御モードとの駆動を共通のモータにより、行うことができるので、トルク制御モードおよび位置制御モード毎にモータを別個に設ける場合と比べて、部品点数が増加するのを抑制することができるとともに、装置構成が複雑化するのを抑制することができる。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、上記のように、X線管およびX線検出器のうち少なくとも一方を自動で移動させる際に精度よく移動させることができるとともに、X線管およびX線検出器の少なくとも一方を手動により移動させる際に操作性が低下するのを抑制することが可能なX線撮影装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

30

【図1】本発明の一実施形態によるX線撮影装置の全体構成を示した模式図である。

【図2】本発明の一実施形態によるX線撮影装置の全体構成を示したブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態によるX線撮影装置の移動体と移動機構の構成を示した図である。

【図4】本発明の一実施形態によるX線撮影装置の移動体の構成を示した図である。

【図5】本発明の一実施形態によるX線撮影装置の移動体支持部内部の構成と制御部との接続を示したブロック図である。

【図6】本発明の一実施形態によるX線撮影装置の制御部によるモード切替処理を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

40

【0018】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【0019】

(X線撮影装置の構成)

まず、図1を参照して、本発明の一実施形態によるX線撮影装置100の全体構成について説明する。

【0020】

図1では、撮影室101に設置された天井懸垂型のX線撮影装置100の例を示している。X線撮影装置100は、移動体1と、移動機構2と、制御部3と、リモコン4と、X線検出器10とを主として備える。なお、リモコン4は、特許請求の範囲の「入力装置」

50

の一例である。

【 0 0 2 1 】

天井懸垂型の X 線撮影装置 1 0 0 では、移動機構 2 によって、X 線管 1 1 を有する移動体 1 が天井から吊り下げられるように支持される。移動体 1 は、移動機構 2 によって撮影室 1 0 1 内で移動可能に支持されている。

【 0 0 2 2 】

また、X 線撮影装置 1 0 0 は、医用 X 線撮影装置であり、撮影対象である被検体 2 0 0 を X 線撮影するように構成されている。X 線撮影装置 1 0 0 は、被検体 2 0 0 を横たわらせた姿勢（臥位）で撮影を行うための撮影テーブル 8 と、被検体 2 0 0 を起立させた姿勢（立位）で撮影を行うための撮影スタンド 9 とを備えている。

10

【 0 0 2 3 】

撮影テーブル 8 および撮影スタンド 9 には、それぞれ X 線検出器 1 0 が移動可能に保持されている。X 線検出器 1 0 は、たとえば F P D（フラットパネルディテクタ）により構成されており、被検体 2 0 0 を透過した X 線を検出する。ガイド部 2 2 は、少なくとも、撮影テーブル 8 を用いた臥位での撮影位置（図 1 の実線参照）と、撮影スタンド 9 を用いた立位での撮影位置（図 1 の二点鎖線参照）との間で、移動体 1 を移動させることが可能である。

【 0 0 2 4 】

臥位の撮影では、移動体 1 が、撮影テーブル 8 の X 線検出器 1 0 と上下方向に対向する位置に配置され、上下方向に対向する X 線管 1 1 と X 線検出器 1 0 との間で、撮影テーブル 8 上に横臥された被検体 2 0 0 が撮影される。立位の撮影では、移動体 1 が、撮影スタンド 9 の X 線検出器 1 0 と水平方向に対向する位置に配置され、水平方向に対向する X 線管 1 1 と X 線検出器 1 0 との間で、撮影スタンド 9 の前に起立した被検体 2 0 0 が撮影される。また、X 線撮影装置 1 0 0 は、持ち運び可能な X 線検出器 1 0 を撮影室 1 0 1 内の任意の位置に配置し、移動体 1 を X 線検出器 1 0 と対向する位置に移動させることにより、任意の姿勢の被検体 2 0 0 を任意の方向から撮影可能な一般撮影（姿勢を特定しない撮影）を行うことが可能である。

20

【 0 0 2 5 】

また、X 線撮影装置 1 0 0 は、制御部 3 およびリモコン 4 を備えている。制御部 3 は、CPU（Central Processing Unit）およびメモリを備えている。制御部 3 は、X 線管 1 1 および X 線検出器 1 0 による X 線撮影の制御や、移動体 1 の移動に関する制御および切替制御（移動可否切替制御、モード切替制御）を行う。リモコン 4 は、移動体 1 の移動の操作を行うために、設けられている。リモコン 4 は、X 線撮影に関わる入力操作を受け付ける機能を有する。入力操作は、オートポジショニング制御、X 線撮影の撮影条件設定および X 線照射の開始指示などである。

30

【 0 0 2 6 】

（移動体）

図 2 ~ 図 4 に示すように、移動体 1 は、X 線管 1 1 と、力覚センサ 1 2 と、複数のボタン 1 3 と、把持部 1 4 と、コリメータ 1 5 と、タッチパネル 1 6 とを含んでいる。なお、力覚センサ 1 2 は、特許請求の範囲の「操作力検出部」の一例である。移動体 1 は、手動による移動または制御部 3 による後述する制御によって、複数方向（所定方向）に移動可能に構成されている。

40

【 0 0 2 7 】

X 線管 1 1 は、図示しない電源から高電圧が印加されることにより X 線を発生させ、被検体 2 0 0 に X 線を照射する。

【 0 0 2 8 】

力覚センサ 1 2 は、移動体 1 に配置されており、移動体 1 に加えられた各方向の力およびモーメントを検出することが可能である。これにより、力覚センサ 1 2 は、移動体 1 に加えられた操作力を検出する操作力検出部として機能する。

【 0 0 2 9 】

50

より具体的には、力覚センサ 1 2 は、操作者が手動により移動体 1 を移動させるために加えた水平および垂直の各並進方向（X、Y、Z 方向）の力を検出するように構成されている。また、力覚センサ 1 2 は、移動体 1 に加えられた水平軸（R 軸）回りおよび垂直軸（Z 軸）回りの各回転方向（ 方向）のモーメントを検出するように構成されている。力覚センサ 1 2 は、加えられた力およびモーメントの各検出方向成分を検出して、力およびモーメントの方向と、力およびモーメントの大きさを計測することが可能である。力覚センサ 1 2 の検出結果は、制御部 3 によって取得される。

【 0 0 3 0 】

ボタン 1 3 は、移動体 1 に複数配置された後述する移動可否切替制御を行うために、操作者が押下する物理ボタンであり、移動体 1 の把持部 1 4 の近傍（把持部 1 4 もしくは把持部付近）に複数設けられる。

10

【 0 0 3 1 】

把持部 1 4 は、移動体 1 に設けられている。把持部 1 4 は、操作者が、手動により移動体 1 を移動させる操作を行う際に把持するために設けられており、操作者の操作力を移動体 1 に伝える。

【 0 0 3 2 】

コリメータ 1 5 は、位置調整可能な複数の遮蔽板（コリメータリーフ）を有し、X 線管 1 1 からの X 線の一部を遮蔽することにより、X 線の照射野を調整する機能を有する。

【 0 0 3 3 】

タッチパネル 1 6 は、X 線撮影の撮影条件や術式を表示し、操作者からの入力操作を受付可能なタッチパネルである。

20

【 0 0 3 4 】

（移動機構）

図 1 および 3 に示すように、移動機構 2 は、移動体 1 を複数方向（所定方向）に移動可能に支持する移動体支持部 2 1 と、複数のレールを含むガイド部 2 2 を備える。

【 0 0 3 5 】

移動機構 2（移動体支持部 2 1、ガイド部 2 2）により移動体 1 は、複数方向に移動が可能である。図 1 および図 3 に示すように、鉛直（垂直）方向を Z 方向とし、水平方向で互いに直交する 2 方向を X 方向、Y 方向とする。

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、移動機構 2（移動体支持部 2 1、ガイド部 2 2）により移動体 1 が移動できる複数方向は、図 3 に示すように、3 つの並進方向（X、Y および Z 方向）と、垂直方向の Z 軸回りの回転方向（ 方向）と、水平方向の R 軸回りの回転方向（ 方向）との、合計 5 方向を含む例を示す。

30

【 0 0 3 7 】

移動体支持部 2 1 は、図 1 に示すように、回転保持部 2 1 3 と、支柱 2 1 1 と、ベース部 2 1 2 と、を含む。また、図 2 に示すように、移動機構 2（移動体支持部 2 1）の内部には、モータ 5 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

モータ 5 は、移動体 1 へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ 5 のトルクを制御するトルク制御モードと、移動体 1 の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体 1 を移動させるようにモータ 5 を制御する位置制御モードとを切り替え可能なサーボモータであり、各軸に対応して設けられている。

40

【 0 0 3 9 】

図 1 に示すように、支柱 2 1 1 は、移動体 1 を垂直方向へ並進移動可能に保持する。支柱 2 1 1 は、ガイド部 2 2 に取り付けられたベース部 2 1 2 から吊り下がるように設けられ、Z 方向（上下方向）に伸縮可能である。これらの構成により、移動体支持部 2 1 は、移動体 1 を 3 つの並進方向（X、Y および Z 方向）へ移動可能に支持する。また、支柱 2 1 1 の先端（下端）には、回転保持部 2 1 3 が設けられている。

【 0 0 4 0 】

50

回転保持部 2 1 3 は、垂直軸（Z 軸）回りの 方向に回転移動可能に支柱 2 1 1 に支持される。Z 軸は、支柱 2 1 1 の中心軸線に一致する。回転保持部 2 1 3 は、一端側が支柱 2 1 1 に接続されるとともに、移動体 1 を水平軸（R 軸）回りの 方向に回転移動可能に保持している。R 軸は、支柱 2 1 1 の半径方向（水平方向）である。これらの構成により、移動体支持部 2 1 は、移動体 1 を 2 つの回転方向（ および 方向）へ移動可能に支持する。

【 0 0 4 1 】

回転保持部 2 1 3 は、移動体 1 と一体となって複数方向（X、Y、Z、 ）に移動するので、操作者は、把持部 1 4 を持って力を加えることにより、移動体 1 を複数方向（X、Y、Z、 ）に移動させることができる。

10

【 0 0 4 2 】

また、移動体支持部 2 1 は、図 5 に示すように、各軸のモータ 5 に設けられたエンコーダ 5 1 と、移動可否切替部 6 と、位置検出部 7 と、を含んでいる。

【 0 0 4 3 】

各エンコーダ 5 1 は、各軸方向における移動体 1 の相対位置を検出する。各エンコーダ 5 1 の出力信号に基づいて、移動体 1 の X 線管 1 1 の現在位置（X、Y、Z 方向の各位置、および、 方向の各回転角度）を求めることが可能である。また、各エンコーダ 5 1 の出力信号は、制御部 3 に送られ、位置情報として、移動体 1 の移動の制御に用いられる。

【 0 0 4 4 】

移動可否切替部 6 は、制御部 3 の制御により、複数方向の各々における、移動体 1 の移動を許可する状態と移動を禁止する状態とを切り替える。

20

【 0 0 4 5 】

位置検出部 7 は、各軸に設けられたポテンシオメータを含んでいる。また、位置検出部 7 は、移動体 1 の移動により、出し引きされたワイヤーの長さを電氣的に出力することにより、移動体 1 の絶対位置を検出する。また、各ポテンシオメータの出力信号は、制御部 3 に送られ、位置情報として、移動体 1 の移動の制御に用いられる。

【 0 0 4 6 】

ガイド部 2 2 は、図 1 に示すように、撮影室 1 0 1 の天井に設けられている。ガイド部 2 2 は、複数のレールを含み、移動体支持部 2 1 を X 方向および Y 方向に並進移動可能に支持する。これらの構成により、移動体支持部 2 1 は、ガイド部 2 2 に沿った X 方向および Y 方向（左右方向）に移動体 1 を移動可能に支持する。

30

【 0 0 4 7 】

具体的には、図 3 に示すように、ガイド部 2 2 は、天井面に固定された固定レール 2 2 1 と、可動レール 2 2 2 とを含む。固定レール 2 2 1 は、X 方向に直線状に延びる。固定レール 2 2 1 には、可動レール 2 2 2 が X 方向に移動可能に取り付けられている。可動レール 2 2 2 は、Y 方向に直線状に延びる。可動レール 2 2 2 には、支柱 2 1 1 のベース部 2 1 2 が Y 方向に移動可能に取り付けられている。

【 0 0 4 8 】

（アシスト手段）

手動により移動体 1 を移動させる際にアシストを付与するアシスト手段を図 5 を参照して説明する。

40

【 0 0 4 9 】

移動体支持部 2 1（ベース部 2 1 2）は、X 軸用のモータ 5 と、X 軸用の伝達機構（図示せず）とを含む。X 軸用の伝達機構は、たとえば、ベルト - プーリ機構を含んでいる。X 軸用のモータ 5 が回転駆動することにより、一对の可動レール 2 2 2（移動体 1）に対して X 方向にアシスト力を付与する。

【 0 0 5 0 】

移動体支持部 2 1（ベース部 2 1 2）は、Y 軸用のモータ 5 と、Y 軸用の伝達機構（図示せず）とを含む。Y 軸用の伝達機構は、たとえば、X 軸用の伝達機構と同様、ベルト -

50

プーリ機構を含んでいる。Y軸用のモータ5が回転駆動することにより、支柱211（移動体1）に対してY方向にアシスト力を付与する。

【0051】

移動体支持部21（ベース部212）は、Z軸用のモータ5と、Z軸用の伝達機構（図示せず）を含む。Z軸用の伝達機構は、たとえば、支柱211の下端部の回転保持部213に接続された図示しないワイヤーを備えた巻き上げ機構である。Z軸用のモータ5がワイヤーを巻き上げ駆動することにより、回転保持部213（移動体1）に対してZ方向のアシスト力を付与する。

【0052】

移動体支持部21（支柱211）は、回転保持部213をZ軸回りに回転駆動する軸用のモータ5を含む。軸用のモータ5は回転保持部213に直結されている必要はなく、減速機などが設けられていてもよい。軸用のモータ5は、回転保持部213（移動体1）に対して方向にアシスト力を付与する。

10

【0053】

移動体支持部21（支柱211）は、移動体1をR軸回りに回転駆動する軸用のモータ5を含む。軸用のモータ5は移動体1に直結されている必要はなく、減速機などが設けられていてもよい。軸用のモータ5は、移動体1に対して方向にアシスト力を付与する。

【0054】

各モータ（X軸、Y軸、Z軸、軸、軸）の各々には、エンコーダ51が接続されている。また、各モータ（X軸、Y軸、Z軸、軸、軸）の動作は、制御部3によって制御される。

20

【0055】

制御部3は、力覚センサ12により検出された操作力に基づいて、移動体1の移動方向に向かうアシスト力を移動体1に付与するように構成されている。制御部3は、アシスト力を付与する方向に対応するモータ5（X軸、Y軸、Z軸、軸、軸）を個別に駆動する制御により、移動体1の移動方向に向かうアシスト力を発生させる。

【0056】

（移動可否切替部）

図5に示すように、移動可否切替部6は、移動体支持部21の内部に設けられる。移動可否切替部6は、複数方向の各々に対応して、移動機構2（移動体1）の移動をロックする複数のロック機構を含む。

30

【0057】

具体的には、ロック機構として、電磁ロック（電磁ブレーキ）が設けられている。ロック機構としては、油圧式や機械式のブレーキなどであってもよい。各電磁ロックは、複数方向の各々における、移動体1の移動を解除可能にロックするように構成されている。

【0058】

電磁ロックは、X、Y、Z、方向の複数方向に個別に設けられている。各電磁ロックは、X、Y、Z、方向の各々のロック/ロック解除を個別に切り替えることが可能である。これにより、移動可否切替部6は、複数方向の各々への移動体1のロック解除状態（移動を許可する状態）と、各方向への移動体1のロック状態（移動を禁止する状態）とに切り替え可能に構成されている。

40

【0059】

移動可否切替部6は、常時、複数方向の各々における移動体1の移動を禁止する状態に維持している。そして、移動可否切替部6は、制御部3により決定された方向について、個別に移動体1の移動を許可する状態に切り替えるように構成されている。また、各電磁ロックの動作は、制御部3によって制御される。

【0060】

ロック状態とロック解除状態との切り替えは、ボタン13の入力操作によって行われる。移動体1には、複数方向（X、Y、Z、）の各々について、個別にロック状態と

50

ロック解除状態とを切り替えるための複数のボタン 1 3（ロック解除ボタン）が設けられている。

【0061】

制御部 3 は、各ボタン 1 3 の入力操作に基づいて、移動体 1 の移動を許可する方向を決定する制御を行うことが可能である。制御部 3 は、入力操作が行われたボタン 1 3 に対応する方向に基づいて移動を許可する方向を個別に切り替える制御を行うように構成されている。

【0062】

また、複数の電磁ロックをロック解除し、複数方向への移動体 1 の移動を許可させる複数方向解除モードや全方向への移動体 1 の移動を許可させるフリーモードを設けてもよい。

10

【0063】

制御部 3 は、複数方向解除モードボタン（もしくはフリーモードボタン）の入力操作を受け付けると、複数の電磁ロック（もしくは全ての電磁ロック）をロック解除状態に切り替える制御を開始する。この場合、操作者は、把持部 1 4 を把持して移動体 1 を複数方向（もしくは全方向）へ自由に移動させることが可能となる。

【0064】

複数方向解除モード（もしくはフリーモード）の制御を開始した場合、制御部 3 は、操作者の設定解除操作、または、複数方向への移動を許可してからの時間経過に基づいて、電磁ロックにより複数方向への移動を禁止する状態に切り替える。操作者の設定解除操作としては、たとえば、複数方向解除モードボタン（もしくはフリーモードボタン）が一度入力されて、複数方向解除モード（もしくはフリーモード）に移行した後、再度、複数方向解除モードボタン（もしくはフリーモードボタン）が入力された場合や、専用の解除ボタン（図示せず）が入力された場合が含まれる。

20

【0065】

（トルク制御モード）

トルク制御モードは、手動により移動体 1 を移動させる操作の際に用いられ、操作力に基づいて、パワーアシスト制御を行う。トルク制御モードでは、制御部 3 は、移動体 1 へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ 5 のトルクを制御する。制御部 3 の制御により、モータ 5 は、力覚センサ 1 2（操作力検出部）で検出された力の大きさに応じたアシスト量の力を移動体 1 に付与する。

30

【0066】

具体的には、トルク制御モードでは、操作者が把持部 1 4 を把持して移動体 1 を移動させるべく移動方向に向けて力を加えると、制御部 3 は、力覚センサ 1 2（操作力検出部）によって操作力を検出する。さらに、制御部 3 は、検出された操作力を移動体 1 の自重、装置による影響を補正し、各方向の操作力に変換する。そして、制御部 3 は、式（1）のように、変換された操作力に対してアシスト比を乗じたアシスト力が発生するように移動体支持部 2 1 の各軸に設けられたモータ 5 のトルクを制御する。

$$M a = f_h - F_r + f_h \cdot \cdot \cdot (1)$$

40

なお、M は移動部分（移動体 1 と、移動機構 2 の各軸の移動の際に移動する部位）の質量、a は加速度、 f_h は移動体 1 に加えられる操作力、 F_r は抵抗力、 f_h は操作力に対するアシスト量の比である。M はたとえば、数百 kg である。 f_h はたとえば、2 以上 10 以下程度である。つまり、操作力に対して 2 倍以上 10 倍以下程度の力が、アシスト付与される。こうして、移動体 1 へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ 5 のトルクを制御して、X、Y、Z 方向（上下左右方向）および、 θ 方向に移動体 1（移動体支持部 2 1）を移動させる。

【0067】

（位置制御モード）

位置制御モードは、オートポジショニング制御などに用いられる。位置制御モードでは

50

、制御部 3 は、移動体 1 の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体 1 を移動させるようにモータ 5 を制御する。移動体 1 の各軸方向における絶対位置（現在位置）は、各軸に設けられた上記位置検出部 7（ポテンシオメータ）により検出する。また、必要に応じて、各軸に設けられた上記エンコーダ 5 1 により、移動中の相対距離を参照する。移動速度の制御は、制御部 3 により、移動体支持部 2 1 の各軸に設けられたモータ 5 の回転速度を制御することで行われる。こうして、移動体 1 の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体 1 を X、Y、Z 方向（上下左右方向）および、 方向に移動させるようにモータ 5 を制御して移動体支持部 2 1 を移動させる。これにより、オートポジショニング制御では、位置検出部 7 により、検出された移動体 1 の現在位置とあらかじめ登録された位置とに基づいて、制御部 3 で指定された速度で、移動体 1 を自動的に移動させることができる。なお、オートポジショニング制御の開始の指示は、リモコン 4 などの入力操作により行われる。

10

【 0 0 6 8 】

（モード切替制御）

次に、図 6 を参照して、本実施形態の制御部 3 による、モード切替制御をフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 6 9 】

ステップ 3 0 1 において、制御部 3 は、ロック解除ボタン（ボタン 1 3）が押下されているか否かを判断する。制御部 3 は、手動により移動体 1 を移動させる操作を行うための操作の有無として、ロック解除ボタンの押下の有無を検出し、トルク制御モードに切り替えるか位置制御モードに切り替えるかを判断する。ロック解除ボタンが押下されていた場合、ステップ 3 0 2 に進み、ロック解除ボタンが押下されていない場合、ステップ 3 0 3 に進む。

20

【 0 0 7 0 】

ステップ 3 0 2 において、制御部 3 は、制御モードをトルク制御モードに切り替え、ステップ 3 0 3 に進む。これは、制御部 3 が、モータ 5（サーボモータ）に制御信号を送り、モータ 5（サーボモータ）の制御モードを移動体 1 へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ 5 のトルクを制御するトルク制御モードに切り替えることでトルク制御モードへの切り替えが完了する。

【 0 0 7 1 】

ステップ 3 0 3 において、制御部 3 は、パワーアシスト制御を実行し、ステップ 3 0 1 に戻り、処理を繰り返す。

30

【 0 0 7 2 】

ステップ 3 0 4 において、制御部 3 は、制御モードを位置制御モードに切り替え、ステップ 3 0 5 に進む。これは、制御部 3 が、モータ 5（サーボモータ）に制御信号を送り、モータ 5（サーボモータ）の制御モードを移動体 1 の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体 1 を移動させるようにモータ 5 を制御する位置制御モードに切り替えることでへの切り替えが完了する。

【 0 0 7 3 】

ステップ 3 0 5 において、制御部 3 は、リモコン操作がされているか否かを判断する。リモコン 4 により操作がされている場合は、ステップ 3 0 6 に進む。リモコン 4 により操作がされていない場合は、ステップ 3 0 1 に戻り、処理を繰り返す。

40

【 0 0 7 4 】

ステップ 3 0 6 において、制御部 3 は、オートポジショニング制御を実行する。オートポジショニング制御が完了すると、ステップ 3 0 1 に戻り、処理を繰り返す。

【 0 0 7 5 】

以上の処理を繰り返すことにより、手動により移動体 1 を移動させる操作を行うための操作の検出がされた場合に、制御モードを切り替える、モード切替制御の制御動作が実現される。なお、何も操作されていない場合（ロック解除ボタンが押下されず、リモコン 4 により操作されていない場合）では、制御部 3 は、制御モードを位置制御モードに切り替

50

えた状態に保持する。

【0076】

(本実施形態の効果)

本実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【0077】

本実施形態では、上記のように、手動により移動体1を移動させる操作の際に移動体1へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ5のトルクを制御するトルク制御モードと、移動体1の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体1を移動させるようにモータ5を制御する位置制御モードとを手動により移動体1を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて切り替える、モード切替制御を行う制御部3を設ける。これにより、X線管11を手動により移動させる場合には、モータ5の発生トルクを制御するトルク制御モードに切り替えることにより、移動体1を移動させるために加えられた操作力に対して、モータ5のトルク(駆動力)を制御して力をアシストすることができる。そのため、操作力が直接的な力(トルク)によりアシストされるので、違和感なく操作することができる。その結果、X線管11を手動により移動させる際に、操作性が低下するのを抑制することができる。また、移動体1の現在位置とあらかじめ登録された移動目的位置に基づいて、自動的に移動するオートポジショニング制御時において、高精度な位置制御が可能な位置制御モードに切り替えることができる。その結果、オートポジショニング制御時において、高精度な位置制御を行うことができる。これらにより、X線管11を自動で移動させる際に精度よく移動させることができるとともに、X線管11を手動により移動させる際に操作性が低下するのを抑制することができる。また、制御部3は、手動により移動体1を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて、モード切替制御を行うので、操作者が手動により移動体1を移動させる操作を行うための操作を行ったか否かにより、モード切替制御が行われる。これにより、操作者は、手動により移動体1を移動させる操作を行う場合に、確実にトルク制御モードに切り替えることができる。その結果、制御モードの切り替えを容易に行うことができる。

10

20

【0078】

また、本実施形態では、所定方向(X、Y、Z、方向)における、移動体1の移動を許可する状態と移動を禁止する状態とを切り替える移動可否切替部6をさらに備え、制御部3は、手動により移動体1を移動させる操作を行うための操作の検出の有無としての移動可否切替部6の切り替え操作を検出したことに基づいて、モード切替制御を行うように構成されている。これにより、移動を許可する状態に切り替える操作を行うことにより、制御モードも、トルク制御モードに切り替えることができる。また、移動を禁止する状態に切り替える操作を行うことにより、制御モードも、位置制御モードに切り替えることができる。その結果、制御モードを切り替えるための操作を別途行う場合に比べて、撮影手順(操作者の作業負担)が増加するのを抑制することができる。

30

【0079】

また、本実施形態では、移動体1に設けられた手動により移動体1を移動させる操作の際に把持する把持部14と、把持部14の近傍に設けられた複数のボタン13とをさらに備え、制御部3は、ボタン13の押下により、移動可否切替部6の切り替えとトルク制御モードに切り替えるモード切替制御を行い、ボタン13の押下の解除により、移動可否切替部6の切り替えと位置制御モードに切り替えるモード切替制御を行うように構成されている。これにより、制御モードを切り替えるために別途ボタン13を設ける場合に比べて、部品点数が増加するのを抑制できるとともに、装置構成が複雑化するのを抑制することができる。

40

【0080】

また、本実施形態では、制御部3は、手動により移動体1を移動させる操作を行うための操作の検出の有無としての操作力検出部(力覚センサ12)の操作力検出の有無に基づいて、モード切替制御を行うように構成されている。これにより、手動により移動体1を移動させるだけで制御モードを切り替えることができるので、制御モードを切り替えるた

50

めに別途ボタン 13 を設ける場合と異なり、部品点数が増加するのを抑制することができる。また、装置構成が複雑化するのを抑制することができる。

【0081】

また、本実施形態では、移動機構 2 は、複数のレールを含むガイド部 22 と、上下方向およびガイド部 22 に沿った左右方向に移動体 1 を移動可能に支持する移動体支持部 21 と、を含み、制御部 3 は、トルク制御モードにおいて、移動体 1 へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ 5 のトルクを制御して上下左右方向に移動体支持部 21 を移動させ、位置制御モードにおいて、移動体 1 の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体 1 を上下左右方向に移動させるようにモータ 5 を制御して移動体支持部 21 を移動させるように構成されている。これにより、移動体 1 を支持している移動体支持部 21 が、ガイド部 22 のレールに沿って、移動するので、移動体 1 および移動体支持部 21 を安定して移動させることができる。また、移動体 1 および移動体支持部 21 の重量が重い場合であっても、移動体 1 および移動体支持部 21 をガイド部 22 のレールに沿って、移動させることができるので、手動により移動体 1 を移動させる操作の際にも移動体 1 および移動体支持部 21 を容易に移動させることができる。

10

【0082】

また、本実施形態では、移動体 1 の移動の操作を行うための入力装置（リモコン 4）をさらに備え、制御部 3 は、位置制御モードにおいて、入力装置（リモコン 4）の操作に基づいて、移動体 1 をあらかじめ登録された位置に自動的に移動させるオートポジショニング制御を行うように構成されている。これにより、高精度な位置制御が可能な位置制御モードに切り替えた状態でオートポジショニング制御を行うことができるので、操作者は、移動体 1 を容易かつ高精度に目的位置に移動させることができる。

20

【0083】

また、本実施形態では、モータ 5 は、移動体 1 へ付与するアシスト量を変化させるようにモータ 5 のトルクを制御するトルク制御モードと、移動体 1 の現在位置と移動目的位置とに基づいて移動体 1 を移動させるようにモータ 5 を制御する位置制御モードとを切り替え可能なサーボモータを含み、制御部 3 は、手動により移動体 1 を移動させる操作を行うための操作の検出の有無に基づいて、モータ 5（サーボモータ）のトルク制御モードと位置制御モードとを切り替えるように構成されている。これにより、トルク制御モードと位置制御モードとの駆動を共通のモータ 5（サーボモータ）により、行うことができるので、トルク制御モードおよび位置制御モード毎にモータ 5 を別個に設ける場合と比べて、部品点数が増加するのを抑制することができる。また、装置構成が複雑化するのを抑制することができる。

30

【0084】

[変形例]

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更（変形例）が含まれる。

【0085】

上記実施形態では、本発明の X 線撮影装置 100 を天井懸垂型の X 線撮影装置としたが、本発明はこれに限られない。つまり、本発明を、C アーム式の X 線撮影装置に適用してもよく、近接透視台のように、X 線検出器を手動で移動させる X 線撮影装置に本発明を適用してもよい。

40

【0086】

また、上記実施形態では、X 線管 11 が移動体 1 に設けられた構成を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、X 線検出器が移動体 1 に設けられた X 線撮影装置でもよい。

【0087】

また、上記実施形態では、ボタン 13 を物理ボタンで示したが、本発明はこれに限られ

50

ない。本発明では、ボタンは、タッチパネルに表示されるボタンでもよい。

【0088】

また、上記実施形態では、制御部3が撮影室101の外部に配置されている（設けられている）例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、制御部は、撮影室の内部に配置されてよいし、移動体や移動機構に内蔵されていてもよい。

【0089】

また、上記実施形態では、入力装置をリモコン4で構成されている例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、入力装置は、マウスやキーボードなどの入力装置により構成されていてもよい。

【0090】

また、上記実施形態では、共通のモータ5（サーボモータ）が、トルク制御モードと位置制御モードとの両方で駆動する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、トルク制御モードと位置制御モードとのモード切り替えにより、それぞれ異なるモータが駆動するように構成してもよい。

【0091】

また、上記実施形態では、位置制御モード時において、オートポジショニング制御を行う例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、位置制御モード時に、長尺撮影および断層撮影などを行ってもよい。

【0092】

また、上記実施形態では、制御部3が、移動可否切替部6の切り替え操作の有無を、モード切替制御を行うための操作（手動により移動体1を移動させる操作）の有無とする例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、制御部は、力覚センサによる操作力が検出の有無を、モード切替制御を行うための操作の有無として、モード切替制御を行ってもよい。

【0093】

また、上記実施形態では、位置検出部7は、ポテンシオメータを含んだ構成を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、たとえば、エンコーダやレーザ測距センサを位置検出部に含んでもよい。

【0094】

また、上記実施形態では、説明の便宜上、本発明の制御部3の処理を処理フローに沿って順番に処理を行うフロー駆動型のフローチャートを用いて説明したが、本発明はこれに限られない。本発明では、処理動作を、イベント単位で処理を実行するイベント駆動型（イベントドリブン型）の処理により行ってもよい。この場合、完全なイベント駆動型で行ってもよいし、イベント駆動およびフロー駆動を組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0095】

- 1 移動体
- 2 移動機構
- 3 制御部
- 4 リモコン（入力装置）
- 5 モータ
- 6 移動可否切替部
- 10 X線検出器
- 11 X線管
- 12 力覚センサ（操作力検出部）
- 13 ボタン
- 14 把持部
- 21 移動体支持部
- 22 ガイド部
- 100 X線撮影装置

10

20

30

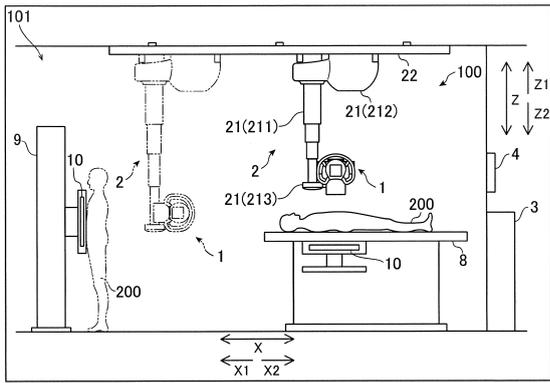
40

50

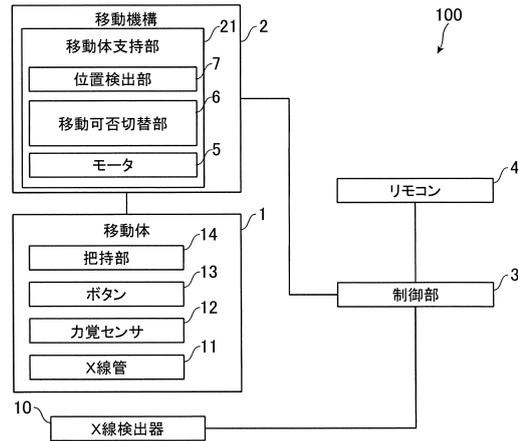
200 被検体

【図面】

【図1】

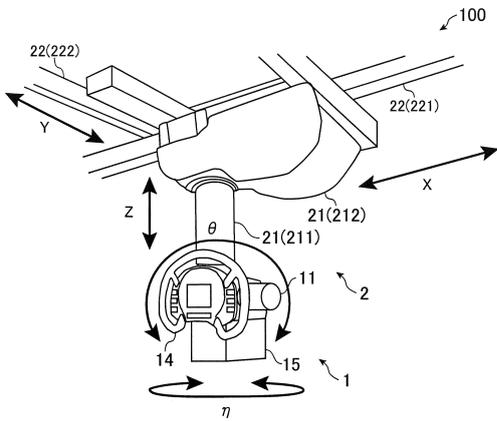


【図2】

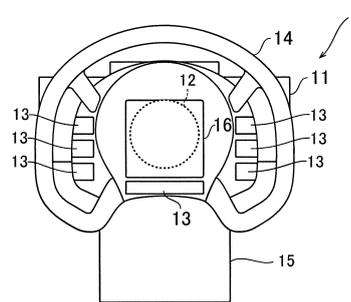


10

【図3】



【図4】



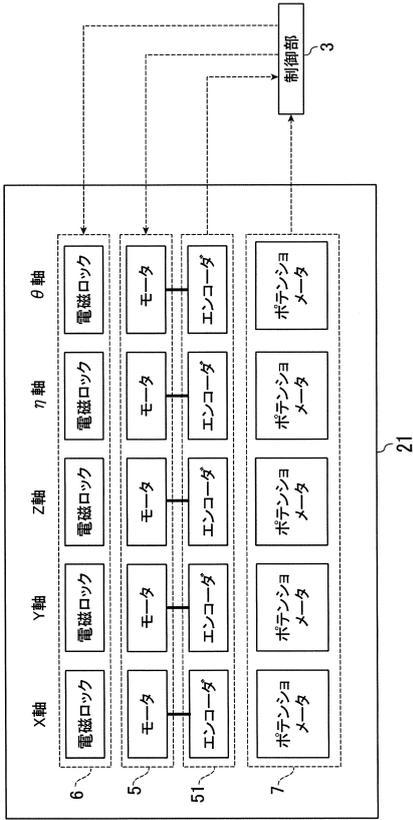
20

30

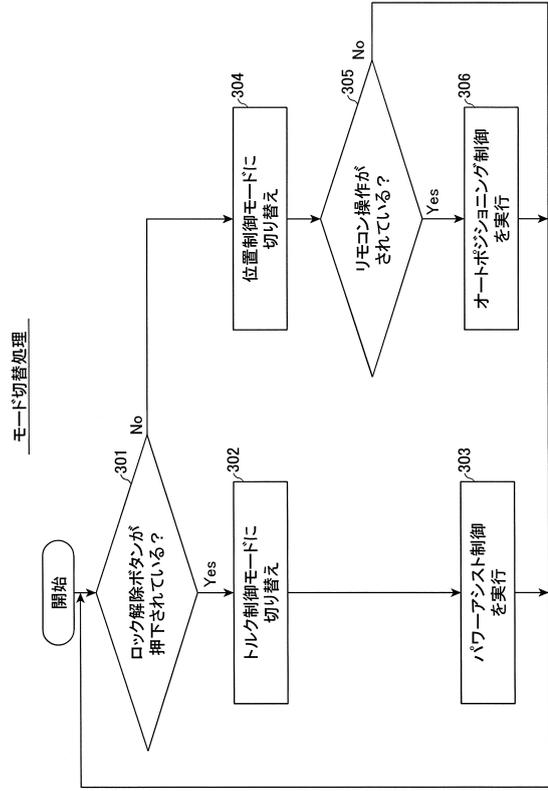
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 8 7 4 8 0 (U S , A 1)
国際公開第 2 0 1 8 / 0 4 2 4 8 3 (W O , A 1)
米国特許第 4 1 0 7 5 9 0 (U S , A)
米国特許第 4 1 6 3 9 2 9 (U S , A)
米国特許第 4 6 7 4 1 0 7 (U S , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 6 / 0 0