

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)(11)特許番号
特許第7700271号
(P7700271)

(45)発行日 令和7年6月30日(2025.6.30)

(24)登録日 令和7年6月20日(2025.6.20)

(51)国際特許分類
A 6 1 B 34/35 (2016.01)F I
A 6 1 B 34/35

請求項の数 14 (全20頁)

(21)出願番号	特願2023-569386(P2023-569386)	(73)特許権者	000000974 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番 1号
(86)(22)出願日	令和4年12月16日(2022.12.16)	(73)特許権者	514063179 株式会社メディカロイド 兵庫県神戸市中央区港島南町一丁目6番 5号
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/046345	(74)代理人	100104433 弁理士 宮園 博一
(87)国際公開番号	WO2023/120401	(74)代理人	100202728 弁理士 三森 智裕
(87)国際公開日	令和5年6月29日(2023.6.29)	(72)発明者	東條 剛史 日本国兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁 目1番1号 川崎重工業株式会社内 最終頁に続く
審査請求日	令和6年5月31日(2024.5.31)		
(31)優先権主張番号	特願2021-208663(P2021-208663)		
(32)優先日	令和3年12月22日(2021.12.22)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 手術支援システムおよび操作者側装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

ロボットアームの先端に取り付けられる手術器具に対する操作量を受け付ける手術器具操作部と、

制御部と、を備え、

前記手術器具操作部は、前記手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される第1基板を含み、

前記制御部と前記第1基板との間は、第1配線によりシリアル通信接続されている、手術支援システム。

【請求項2】

前記手術器具操作部は、関節部と、前記関節部に設けられる駆動部とを含み、

前記制御部と前記第1基板との間は、前記駆動部の移動量を検知する検知部と前記制御部との間の信号の通信経路とは別個に、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、請求項1に記載の手術支援システム。

【請求項3】

前記検知部と前記制御部とは、第2配線によりシリアル通信接続されている、請求項2に記載の手術支援システム。

【請求項4】

前記制御部と前記第1基板との間は、前記手術器具操作部の内部を介して、シリアル通信接続されている、請求項1に記載の手術支援システム。

【請求項 5】

前記制御部と前記第1基板とは、中継部を介して、シリアル通信接続されている、請求項1に記載の手術支援システム。

【請求項 6】

前記制御部と前記中継部との間と、前記中継部と前記第1基板との間とのうちの少なくとも一方は、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線によりシリアル接続されている、請求項5に記載の手術支援システム。

【請求項 7】

前記手術器具操作部は、操作者によって開閉される一対のグリップ部材と、前記一対のグリップ部材の開き角度を検知する角度検知センサとを含み、

前記第1基板には、前記角度検知センサのアナログ信号が入力される、請求項1に記載の手術支援システム。

【請求項 8】

前記角度検知センサと前記第1基板との間は、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線によりシリアル接続されている、請求項7に記載の手術支援システム。

【請求項 9】

前記手術器具操作部は、

前記一対のグリップ部材が配置される第1リンク部と、

前記第1リンク部に接続される第2リンク部と、をさらに含み、

前記第1基板は、前記第1リンク部または前記第2リンク部の内部に配置されている、請求項7に記載の手術支援システム。

【請求項 10】

前記手術器具操作部は、

前記第2リンク部に接続される第3リンク部と、

前記第3リンク部に接続される第4リンク部と、

前記第4リンク部を支持するアームと、をさらに含み、

前記制御部と前記第1基板との間は、前記第1基板が配置される前記第1リンク部または前記第2リンク部、前記第3リンク部、前記第4リンク部および前記アームの内部を介して、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、請求項9に記載の手術支援システム。

【請求項 11】

前記第3リンク部に配置される第1中継基板と、

前記第4リンク部に配置される第2中継基板と、

前記アームに配置される中継部と、をさらに備え、

前記第1基板と前記第1中継基板とは、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線により接続され、

前記第1中継基板と前記第2中継基板とは、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線により接続され、

前記第2中継基板と前記中継部とは、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線により接続されている、請求項10に記載の手術支援システム。

【請求項 12】

前記手術器具操作部を支持する本体部をさらに備え、

前記制御部は、前記本体部の内部に配置されており、

前記制御部と前記第1基板との間は、前記手術器具操作部および前記本体部の内部を介して、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、請求項1に記載の手術支援システム。

【請求項 13】

操作者の足により操作されるフットペダルと、

前記フットペダルを操作する前記操作者の足を検知する足検知部と、

前記足検知部からの信号が入力される第2基板と、をさらに備え、

10

20

30

40

50

前記制御部と前記第2基板との間は、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、請求項1に記載の手術支援システム。

【請求項14】

ロボットアームの先端に取り付けられる手術器具に対する操作量を受け付ける手術器具操作部と、

制御部と、を備え、

前記手術器具操作部は、前記手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される基板を含み、

前記制御部と前記基板との間は、配線によりシリアル通信接続されている、操作者側装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、手術支援システムおよび操作者側装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、手術支援システムが開示されている。米国特許出願公開第2004/0243110号明細書には、マスタ制御装置に配置された操作部が受け付けた操作量に基づいて、スレーブとしての多関節ロボットアームに取り付けられている手術器具の移動を制御する技術が開示されている。操作部には、操作者の指により操作されるグリップ部材が配置されている。操作者がグリップ部材を操作することにより、手術器具の先端に配置されたエンドエフェクタが開閉する。通常、グリップ部材の開き角度を検知するセンサからの信号を伝達する配線が、マスタ制御装置を制御する制御部に接続されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願公開第2004/0243110号明細書

【発明の概要】

【0004】

操作部にグリップ部材の開き角度を検知する検知センサ以外のセンサや操作ボタンが配置される場合がある。この場合、検知センサ、検知センサ以外のセンサ、操作ボタンの数の分、操作部から制御部まで延びる配線の数が必要になる。操作部から制御部までの配線が太く重くなる上、屈曲負荷も増大するため、構造体も駆動部も大型の物を選択せざるを得ず、小型化に影響を与える。このため、制御部まで延びる配線の数の削減が望まれている。

30

【0005】

本開示は、上述の課題を解決するためになされたものであり、制御部まで延びる配線の数を削減することが可能な手術支援システムおよび操作者側装置を提供することである。

【0006】

本開示の第1の局面による手術支援システムは、ロボットアームの先端に取り付けられる手術器具に対する操作量を受け付ける手術器具操作部と、制御部と、を備え、手術器具操作部は、手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される第1基板を含み、制御部と第1基板との間は、第1配線によりシリアル通信接続されている。

40

【0007】

本開示の第1の局面による手術支援システムでは、上記のように、制御部と、手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される第1基板との間は、第1配線によりシリアル通信接続されている。これにより、手術器具操作部に、グリップ部材の開き角度を検知する検知センサ以外のセンサや操作ボタンが配置されても、検知センサ、検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンから延びる配線は第1基板に接続される一方、第1基板と制御部との間は、シリアル通信接続されている。その結果、検知センサ、検知センサ以外のセ

50

ンサおよび操作ボタンを各々制御部に接続する場合に比べて配線の数を削減できる。また、検知センサ、検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンを各々制御部に接続する場合に比べて配線の長さが短くなるので、ノイズの影響を小さくすることができる。また、検知センサ、検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンから第1基板までの配線の長さを短くし、第1基板から制御部までの配線の長さを長くする場合に、第1基板と制御部との間をシリアル通信接続することは、使用する配線の全長を低減する点において特に有効である。

【0008】

本開示の第2の局面による操作者側装置は、ロボットアームの先端に取り付けられる手術器具に対する操作量を受け付ける手術器具操作部と、制御部と、を備え、手術器具操作部は、手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される基板を含み、制御部と基板との間は、配線によりシリアル通信接続されている。

10

【0009】

本開示の第2の局面による操作者側装置では、上記のように、制御部と、手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される第1基板との間は、配線によりシリアル通信接続されている。これにより、手術器具操作部に、グリップ部材の開き角度を検知する検知センサ以外のセンサや操作ボタンが配置されても、検知センサ、検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンから伸びる配線は第1基板に接続される一方、第1基板と制御部との間は、シリアル通信接続されている。その結果、検知センサ、検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンから制御部まで伸びる配線の数を削減することが可能な操作者側装置を提供できる。また、検知センサ、検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンを各々制御部に接続する場合に比べて検知センサ以外のセンサおよび操作ボタンから伸びる配線の長さが短くなるので、ノイズの影響を小さくすることができる。また、第1基板と制御部との間をシリアル通信接続することは、使用する配線の全長を低減する点において特に有効である。

20

【0010】

本開示によれば、制御部まで伸びる配線の数を削減できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】一実施形態による手術支援システムの構成を示す図である。

【図2】一実施形態によるロボットアームの構成を示す図である。

【図3】鉗子を示す図である。

30

【図4】一実施形態によるアーム操作部の構成を示す斜視図である。

【図5】ロボットアームの並進移動を説明するための図である。

【図6】ロボットアームの回転移動を説明するための図である。

【図7】一実施形態による操作部を示す図である。

【図8】一実施形態による操作ハンドルの構成を示す図である。

【図9】一実施形態によるフットペダルの構成を示す図である。

【図10】一実施形態による手術支援システムの制御ブロック図である。

【図11】一実施形態による遠隔操作装置の制御ブロック図である。

【図12】一実施形態による操作部の制御ブロック図である。

【図13】図7の200-200線に沿った断面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

(手術支援システムの構成)

図1～図13を参照して、本実施形態による手術支援システム100の構成について説明する。手術支援システム100は、手術支援ロボット1と、遠隔操作装置2とを備えている。

【0013】

手術支援ロボット1は、患者P側装置である。手術支援ロボット1は、医療用台車3を備えており、移動可能である。手術支援ロボット1は、手術室内に配置されている。遠隔操作装置2は、手術支援ロボット1を操作するための操作者側装置である。遠隔操作装置

50

2は、手術支援ロボット1から離間した位置に配置されており、手術支援ロボット1は、遠隔操作装置2により遠隔操作される。医師などの操作者は、手術支援ロボット1に所望の動作を行わせるための指令を遠隔操作装置2に入力する。遠隔操作装置2は、入力された指令を手術支援ロボット1に送信する。手術支援ロボット1は、受信した指令に基づいて動作する。手術支援ロボット1は、滅菌された滅菌野である手術室内に配置されている。

【0014】

(手術支援ロボットの構成)

図1に示すように、手術支援ロボット1は、医療用台車3と、ポジショナ40と、アームベース50と、複数のロボットアーム60と、アーム操作部80と、を備えている。

【0015】

医療用台車3は、ポジショナ40を移動させる。医療用台車3は、入力装置33を含む。入力装置33は、主に施術前に手術の準備を行うために、ポジショナ40、アームベース50、および、複数のロボットアーム60の移動や姿勢の変更の操作を受け付ける。医療用台車3は、操作者による操舵を受け付ける操作ハンドル34を含む。

【0016】

ポジショナ40は、たとえば、7軸多関節ロボットからなる。ポジショナ40は、医療用台車3上に配置されている。ポジショナ40は、アームベース50の位置を調整する。ポジショナ40は、アームベース50の位置を3次元に移動させる。

【0017】

ポジショナ40は、ベース部41と、ベース部41に連結された複数のリンク部42とを含む。複数のリンク部42同士は、関節部43により連結されている。

【0018】

アームベース50は、ポジショナ40の先端に取り付けられている。複数のロボットアーム60は、各々のロボットアーム60の基端が、アームベース50に取り付けられている。複数のロボットアーム60は、折り畳まれた収納姿勢をとることが可能である。アームベース50と、複数のロボットアーム60とは、滅菌ドレープにより覆われて使用される。また、ロボットアーム60は、手術器具4を支持する。

【0019】

ロボットアーム60は、複数配置されている。具体的には、4つのロボットアーム60a、60b、60cおよび60dが配置されている。ロボットアーム60a、60b、60cおよび60dは、互いに同様の構成を有する。

【0020】

図2に示すように、ロボットアーム60は、アーム部61と、第1リンク部72と、第2リンク部73と、並進移動機構部70とを含む。ロボットアーム60は、回転軸線としてのJT1～JT7軸線と、直動軸線としてのJ8軸線とを有する。JT1～JT7軸線は、アーム部61の関節部64の回転軸線である。また、JT7軸線は、第1リンク部72の回転軸線である。J8軸線は、並進移動機構部70が、第2リンク部73を第1リンク部72に対してZ方向に沿って相対的に移動させる直動軸線である。

【0021】

アーム部61は、7軸多関節ロボットアームからなる。第1リンク部72は、アーム部61の先端に配置されている。第2リンク部73には、アーム操作部80が取り付けられる。並進移動機構部70は、第1リンク部72と第2リンク部73との間に配置されている。第2リンク部73には、手術器具4を保持するホルダ71が配置されている。

【0022】

複数のロボットアーム60の各々の先端には、手術器具4が取り付けられている。手術器具4は、たとえば、取り換え可能なインストゥルメント、手術部位の画像を取り込むための内視鏡6などを含む。インストゥルメントとしての手術器具4は、被駆動ユニット4aと、鉗子4bと、被駆動ユニット4aと鉗子4bとを接続するシャフト4cとを含む。被駆動ユニット4aと、シャフト4cと、鉗子4bとは、Z方向に沿って配置されている。

【0023】

10

20

30

40

50

図1に示すように、複数のロボットアーム60のうちの一つの、たとえば、ロボットアーム60cの先端には内視鏡6が取り付けられ、残りの、たとえば、ロボットアーム60a、60bおよび60dの先端には、内視鏡6以外の手術器具4が取り付けられる。内視鏡6は、互いに隣り合うように配置されている4つのロボットアーム60のうちの、中央に配置される2つのロボットアーム60bおよび60cのうちのいずれかに取り付けられる。

【0024】

(インストゥルメントの構成)

図3に示すように、インストゥルメントの先端には、たとえば、鉗子4bが設けられている。インストゥルメントの先端には、鉗子4b以外に、関節を有する器具として、ハサミ、グラスパー、ニードルホルダ、マイクロジセクター、ステーブルアプライヤー、タッカー、吸引洗浄ツール、スネアワイヤ、および、クリップアプライヤーなどが配置される。インストゥルメントの先端には、関節を有しない器具として、切断刃、焼灼プローブ、洗浄器、カテーテル、および、吸引オリフィスなどが配置される。

10

【0025】

鉗子4bは、ジョー部材104aおよび104bの基端側を先端側でJT11軸線周りに回転可能に支持する第1支持体4eと、第1支持体4eの基端側を先端側でJT10軸線周りに回転可能に支持する第2支持体4fとを含む。シャフト4cは、JT9軸線周りに回動する。ジョー部材104aおよびジョー部材104bは、JT11軸線周りに開閉する。

20

【0026】

図2に示すように、アーム操作部80は、ロボットアーム60に取り付けられている。具体的には、アーム操作部80は、第2リンク部73に取り付けられている。

【0027】

図4に示すように、アーム操作部80は、イネーブルスイッチ81と、ジョイステイック82と、リニアスイッチ83と、ピボットボタン85と、アジャストメントボタン86と、モード切替ボタン84と、モードインジケータ84aとを含む。

30

【0028】

イネーブルスイッチ81は、ジョイステイック82およびリニアスイッチ83によるロボットアーム60の移動を許可または不許可とするスイッチである。ジョイステイック82は、ロボットアーム60による手術器具4の移動を操作するための操作具である。リニアスイッチ83は、手術器具4の長手方向に沿った方向に手術器具4を移動させるためのスイッチである。ピボットボタン85は、ロボットアーム60に取り付けられた手術器具4の移動の支点となるピボット位置PPを設定するためのボタンである。アジャストメントボタン86は、ロボットアーム60の位置を最適化するためのボタンである。モード切替ボタン84は、手術器具4を図5に示す並進移動させるモードと図6に示す回転移動させるモードとを切り替えるためのボタンである。モードインジケータ84aは、切り替えられたモードを表示する。

【0029】

(遠隔操作装置)

図1に示すように、遠隔操作装置2は、たとえば、手術室の中または手術室の外に配置されている。遠隔操作装置2は、本体部2aと、操作部120と、フットペダル22と、タッチパネル23と、モニタ24と、支持アーム25と、支持バー26と、足検知部27と、を含む。操作部120は、医師などの操作者が指令を入力するための操作用のハンドルを構成する。操作部120は、手術器具操作部の一例である。

40

【0030】

図1に示すように、操作部120は、本体部2aに支持されている。図7に示すように、操作部120は、手術器具4に対する操作量を受け付ける。操作部120は、医師などの操作者から見て、左側に配置され、操作者の左手により操作される操作部120Lと、右側に配置され、操作者の右手により操作される操作部120Rと、を含む。操作部120

50

0 L の構成と、操作部 120 R の構成とは、同様である。

【0031】

操作部 120 は、略 L 字状のアーム 121 と、操作ハンドル 21 とを含む。アーム 121 は、第 1 リンク部 121a と、第 2 リンク部 121b と、第 3 リンク部 121c とを有する。第 1 リンク部 121a の上端側は、鉛直方向に沿った A1 軸線回りに回動可能に本体部 2a に取り付けられている。第 2 リンク部 121b の上端側は、水平方向に沿った A2 軸線回りに回動可能に第 1 リンク部 121a の下端側に取り付けられている。第 3 リンク部 121c の一方端側は、水平方向に沿った A3 軸線回りに回動可能に第 2 リンク部 121b の下端側に取り付けられている。第 3 リンク部 121c の他方端側には、A4 軸線回りに回動可能に操作ハンドル 21 が取り付けられている。各リンク部は、関節部 122 により接続されている。

10

【0032】

アーム 121 は、操作ハンドル 21 を支持する。アーム 121 は、操作ハンドル 21 を所定の 3 次元操作範囲内で移動可能に支持する。具体的には、アーム 121 は、上下方向、左右方向および前後方向に、操作ハンドル 21 を移動可能に支持する。アーム 121 の 3 次元的な操作に対応するように、ロボットアーム 60 が 3 次元的に移動される。

20

【0033】

図 7 に示すように、操作ハンドル 21 は、医師などの操作者から見て、左側に配置され、操作者の左手により操作される操作ハンドル 21 L と、右側に配置され、操作者の右手により操作される操作ハンドル 21 R と、を含む。

【0034】

操作ハンドル 21 は、リンク部 21a、リンク部 21b、リンク部 21c、医師などの操作者が操作するリンク部 21d と、を含む。リンク部 21a は、A4 軸線周りに回動する。リンク部 21b は、リンク部 21a に対して、A5 軸線周りに回動する。リンク部 21c は、リンク部 21b に対して、A6 軸線周りに回動する。リンク部 21d は、リンク部 21c に対して、A7 軸線周りに回動する。各リンク部は、関節部 122 により接続されている。リンク部 21a、リンク部 21b、リンク部 21c およびリンク部 21d は、各々、第 4 リンク部、第 3 リンク部、第 2 リンク部および第 1 リンク部の一例である。

20

【0035】

操作ハンドル 21 は、操作者によって開閉される一対のグリップ部材 21f を含む。グリップ部材 21f は、細長いプレート状のレバー部材からなり、一対のグリップ部材 21f は、それぞれの近位端がリンク部 21d の近位端 G1 に回転可能に接続されている。グリップ部材 21f には、円筒状の指挿入部 21e が配置されている。操作者は、一対の指挿入部 21e に指を挿入して操作ハンドル 21 を操作する。一対のグリップ部材 21f は、それぞれの基端がリンク部 21d に接続されており、一対のグリップ部材 21f 間の角度を大きくしたり小さくしたりすることにより、ジョー部材 104a とジョー部材 104b との開き角度が変更される。グリップ部材 21f の一方に磁石が配置され、リンク部 21d にホールセンサが配置されている。操作者がグリップ部材 21f を開閉すると、図 10 に示すように、磁石とホールセンサとが角度検知センサ 21g として機能し、ホールセンサは開き角度を出力する。なお、角度検知センサ 21g として、グリップ部材 21f にホールセンサを、リンク部 21d に磁石を配置しても良い。また、グリップ部材 21f の両方に、角度検知センサ 21g として磁石またはホールセンサを配置しても良い。

30

40

【0036】

図 9 に示すように、フットペダル 22 は、手術器具 4 に関する機能を実行するように複数設けられている。また、複数のフットペダル 22 は、基台部 28 に配置されている。フットペダル 22 は、切替ペダル 22a と、クラッチペダル 22b と、カメラペダル 22c と、切開ペダル 22d と、凝固ペダル 22e とを含んでいる。切替ペダル 22a と、クラッチペダル 22b と、カメラペダル 22c と、切開ペダル 22d と、凝固ペダル 22e とは、操作者の足により操作される。また、切開ペダル 22d は、右側のロボットアーム 60 用の切開ペダル 22dR と、左側のロボットアーム 60 用の切開ペダル 22dL とを含

50

む。また、凝固ペダル 22e は、右側のロボットアーム 60 用の凝固ペダル 22eR と、左側のロボットアーム 60 用の凝固ペダル 22eL とを含む。

【0037】

切替ペダル 22a は、操作ハンドル 21 で動作させるロボットアーム 60 を切り替える。クラッチペダル 22b は、ロボットアーム 60 と操作ハンドル 21 との操作接続を一時切断するクラッチ操作を実行する。クラッチペダル 22b が操作者によって踏み込まれている間、操作ハンドル 21 による操作が、ロボットアーム 60 に伝達されなくなる。また、カメラペダル 22c が操作者によって踏み込まれている間、操作ハンドル 21 によって、内視鏡 6 が取り付けられたロボットアーム 60 を操作することが可能になる。切開ペダル 22d または凝固ペダル 22e が操作者によって踏み込まれている間、電気手術装置が起動する。

10

【0038】

足検知部 27 は、フットペダル 22 を操作する操作者の足を検知する。足検知部 27 は、フットペダル 22 の上方に位置するホバー状態の足を検知する。足検知部 27 は、基台部 28 に配置されている。

【0039】

図 1 に示すように、モニタ 24 は、内視鏡 6 によって取り込まれた画像を表示するためのスコープ型表示装置である。支持アーム 25 は、モニタ 24 の高さを医師などの操作者の顔の高さに合わせるようにモニタ 24 を支持する。タッチパネル 23 は、支持バー 26 に配置されている。モニタ 24 近傍に設けられたセンサにより操作者の頭部を検知することにより、遠隔操作装置 2 による手術支援ロボット 1 の操作が可能になる。操作者は、モニタ 24 により患部を視認しながら、操作部 120 およびフットペダル 22 を操作する。これにより、遠隔操作装置 2 に指令が入力される。遠隔操作装置 2 に入力された指令は、手術支援ロボット 1 に送信される。

20

【0040】

(制御系の構成)

図 10 に示すように、手術支援システム 100 は、制御装置 130 と、アーム制御部 31a と、ポジショナ制御部 31b と、操作制御部 110 とを備えている。操作制御部 110 は、制御部の一例である。

30

【0041】

制御装置 130 は、医療用台車 3 の内部において、アーム制御部 31a、ポジショナ制御部 31b、および、操作制御部 110 の各々と通信する。制御装置 130 は、アーム制御部 31a、ポジショナ制御部 31b、および、操作制御部 110 の各々を制御する。制御装置 130 と、アーム制御部 31a、ポジショナ制御部 31b、操作制御部 110、および、入力装置 33 とは、LAN などによって接続されている。制御装置 130 は、医療用台車 3 の内部に配置されている。

【0042】

アーム制御部 31a は、複数のロボットアーム 60 ごとに配置されている。

【0043】

ロボットアーム 60 には、ロボットアーム 60 の複数の関節部 64 に対応するよう、サーボモータ SM と、エンコーダ EN と、減速機が配置されている。アーム制御部 31a は、図 1 に示すように医療用台車 3 の内部に配置されており、サーボ制御部 SC は、アーム制御部 31a に隣接して医療用台車 3 の内部に配置されている。すなわち、医療用台車 3 の内部には、複数のロボットアーム 60 の数の分、アーム制御部 31a とサーボ制御部 SC が配置されている。

40

【0044】

ポジショナ制御部 31b とサーボ制御部 SC は、医療用台車 3 に配置されている。ポジショナ制御部 31b は、ポジショナ 40 および医療用台車 3 を制御する。サーボ制御部 SC は、ポジショナ 40 のサーボモータ SM と医療用台車 3 のサーボモータ SM を制御する。ポジショナ 40 には、ポジショナ 40 の複数の関節部 43 に対応するよう、サーボモ

50

ータSMと、エンコーダENと、減速機が配置されている。医療用台車3には、医療用台車3の複数の前輪の各々を駆動するサーボモータSMと、エンコーダENと、減速機とブレーキとが配置されている。

【0045】

図11に示すように、操作部120には、回転軸線であるA1、A2、A3、A4、A5、A6およびA7軸線の各々に対応するように、サーボモータM6a、M6b、M6c、M6d、M6e、M6fおよびM6gが配置されている。各サーボモータを制御するためのサーボ制御部C6a、C6b、C6c、C6d、C6e、C6fおよびC6gが操作制御部110に隣接して遠隔操作装置2の本体部2aの内部に配置されている。各サーボ制御部には、各サーボモータの回転角を検出するためのエンコーダE6a、E6b、E6c、E6d、E6e、E6fおよびE6gが電気的に接続されている。なお、各サーボモータ、および、各エンコーダは、操作部120Lと、操作部120Rとに各々設けられている。また、各サーボ制御部、および、各操作制御部は、操作部120Lと、操作部120Rとに対応するように各々設けられている。

10

【0046】

制御装置130は、操作制御部110を介して、操作部120の姿勢に応じて、各サーボモータの回転軸線に発生する重力トルクを打ち消すようなトルクを発生するように、各サーボモータを制御する。これにより、操作者は、比較的小さい力で操作部120を操作することが可能になる。

20

【0047】

制御装置130は、操作制御部110を介して、操作部120の操作に応じて、各サーボモータの各回転軸線にトルクを発生させ、操作者の操作をアシストするように各サーボモータを制御する。これにより、操作者は、比較的小さい力で操作部120を操作することが可能になる。

30

【0048】

ここで、本実施形態では、図12に示すように、操作部120には、操作部120により受け付けられた信号が入力される第1基板140が配置されている。操作制御部110と第1基板140との間は、第1配線141によりシリアル通信接続されている。図13に示すように、第1基板140には、コネクタ140aやIC140bなどが配置されている。第1配線141は、1系統の伝送路からなる。操作制御部110と第1基板140との間は、操作制御部110と第1基板140との間において互いの情報を共有可能な通信ネットワークによりシリアル通信接続されている。第1基板140は、基板の一例である。第1配線141は、配線の一例である。

30

【0049】

本実施形態では、図12に示すように、第1基板140には、一対のグリップ部材21fの開き角度がアナログ信号として入力される。具体的には、角度検知センサ21gからのアナログ信号が第1基板140のコネクタ140aに入力される。

40

【0050】

本実施形態では、図13に示すように、第1基板140は、リンク部21cの内部に配置されている。リンク部21dから延びるフレキシブルプリント配線142は、第1基板140に接続されている。これにより、角度検知センサ21gからの信号が伝達されるフレキシブルプリント配線142が通過する関節部122は、リンク部21dとリンク部21cとを接続する関節部122のみである。

40

【0051】

本実施形態では、図8に示すように、操作制御部110と第1基板140との間は、第1基板140が配置されるリンク部21c、リンク部21b、リンク部21aおよび図7に示すアーム121の内部を介して、第1配線141によりシリアル通信接続されている。

50

【0052】

本実施形態では、図1に示すように、操作制御部110は、本体部2aの内部に配置されている。操作制御部110と第1基板140との間は、操作部120および本体部2a

50

の内部を介して、第1配線141によりシリアル通信接続されている。具体的には、第1基板140は、操作部120の基端側を介して、本体部2aに挿入され、本体部2aの内部において操作制御部110に接続されている。

【0053】

本実施形態では、図12に示すように、操作制御部110と第1基板140との間は、サーボモータM6a、M6b、M6c、M6d、M6e、M6fおよびM6g fの各々移動量を検知するエンコーダE6a、E6b、E6c、E6d、E6e、E6fおよびE6gと操作制御部110との間の通信経路とは別個に、第1配線141によりシリアル通信接続されている。具体的には、各エンコーダと、操作制御部110とは、第2配線143によりシリアル通信接続されている。また、各エンコーダは、バス接続されている。また、各エンコーダは、各々、サーボ制御部を介して操作制御部110に接続されている。サーボモータM6a、M6b、M6c、M6d、M6e、M6fおよびM6g fは、駆動部の一例である。エンコーダE6a、E6b、E6c、E6d、E6e、E6fおよびE6gは、検知部の一例である。

10

【0054】

本実施形態では、操作制御部110と第1基板140とは、第2基板145、中継部144、中継部148、中継基板147、および、中継基板146を介して、シリアル通信接続されている。図1に示すように、中継部144は、操作部120の基端側に配置されている。中継部144と中継部148とは、コネクタであるが、例えば、コネクタを含む中継基板であっても良い。

20

【0055】

本実施形態では、図8に示すように、第1基板140と中継部144との間は、中継基板146、中継基板147、および、中継部148を介して、シリアル通信接続されている。具体的には、中継基板146は、リンク部21bの内部に配置されている。中継基板147は、リンク部21aの内部に配置されている。中継部148は、第3リンク部121cの内部に配置されている。第1基板140と中継基板146とは、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続されている。中継基板146と中継基板147とは、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続されている。中継基板147と中継部148とは、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続されている。中継部148と中継部144とは、ケーブル配線からなる第1配線141により接続されている。中継部144と図1に示す第2基板145とは、ケーブル配線からなる第1配線141により接続されている。中継基板146および中継基板147は、コネクタを有している。中継部148は、基板を有していない。なお、中継部148と中継部144とは、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続されても良い。中継基板146および中継基板147は、それぞれ、「第1中継基板」および「第2中継基板」の一例である。ここで、フレキシブルプリント配線は、FPC (Flexible Printed Circuit)のことである。また、ケーブル配線は、フレキシブルプリント配線以外の配線構造であり、例えば、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ETFE (Ethylene Tetra Fluoro Ethylene)樹脂などの外皮で覆われたケーブルのことである。ロボットケーブルと呼ばれることがある。なお、フレキシブルプリント配線はFFC (Flexible Flat Cable)を用いても良い。

30

【0056】

本実施形態では、図12に示すように、足検知部27からの信号が入力される第2基板145が配置されている。操作部120Lにおいて、操作制御部110と第2基板145との間は、ケーブル配線からなる第1配線141によりシリアル通信接続されている。操作部120Rにおいて、操作制御部110と中継部144との間は、ケーブル配線からなる第1配線141によりシリアル接続されている。図1に示すように、足検知部27は基台部28に配置され、第2基板145は本体部2aの内部に配置されている。なお、足検知部27からの信号は、操作部120Lにのみ入力される。足検知部27からの信号を、

40

50

操作部 120R にのみ入力してもよい。なお、操作制御部 110 と中継部 144 との間はフレキシブルプリント配線によりシリアル接続されていても良い。

【0057】

[本実施形態の効果]

操作制御部 110 と、操作部 120 により受け付けられた信号が入力される第 1 基板 140 との間は、第 1 配線 141 によりシリアル通信接続されている。これにより、操作部 120 に、グリップ部材 21f の開き角度を検知する角度検知センサ 21g 以外のセンサや操作ボタンが配置されても、角度検知センサ 21g、角度検知センサ 21g 以外のセンサおよび操作ボタンから伸びるフレキシブルプリント配線 142 は第 1 基板 140 に接続される一方、第 1 基板 140 と操作制御部 110 との間は、シリアル通信接続されている。その結果、角度検知センサ 21g、角度検知センサ 21g 以外のセンサおよび操作ボタンを操作制御部 110 に各々接続する場合に比べて配線の数を削減できる。また、角度検知センサ 21g、角度検知センサ 21g 以外のセンサおよび操作ボタンの近くに配置する第 1 基板 140 にてアナログ信号をシリアル通信に変換することにより、ノイズの影響を小さくすることができる。また、角度検知センサ 21g、角度検知センサ 21g 以外のセンサおよび操作ボタンから第 1 基板 140 までの配線の長さを短くし、第 1 基板 140 から操作制御部 110 までの配線の長さを長くする場合に、操作制御部 110 と第 1 基板 140 との間を第 1 配線 141 によりシリアル通信接続することは、使用する配線の全長を低減する点において特に有効である。

10

【0058】

操作制御部 110 と第 1 基板 140 との間は、サーボモータ M6a、M6b、M6c、M6d、M6e、M6f および M6g の各々の移動量を検知するエンコーダ E6a、E6b、E6c、E6d、E6e、E6f および E6g と操作制御部 110 との間の通信経路とは別個に、第 1 配線 141 によりシリアル通信接続されている。これにより、操作部 120 からの信号と、各エンコーダからの信号とが干渉することを抑制できる。

20

【0059】

エンコーダ E6a、E6b、E6c、E6d、E6e、E6f および E6g と操作制御部 110 とは、第 2 配線 143 によりシリアル通信接続されている。これにより、エンコーダが複数配置されている場合でも、操作部 120 からの信号と、各エンコーダからの信号とが干渉することを抑制しながら操作制御部 110 まで伸びる配線の数を削減できる。

30

【0060】

操作制御部 110 と第 1 基板 140 との間は、操作部 120 の内部を介して、シリアル通信接続されている。これにより、第 1 基板 140 と操作制御部 110 との間は第 1 配線 141 によって接続されて配線の数が削減されているので、操作ハンドル 21 が大きくなることを抑制できる。

【0061】

操作制御部 110 と第 1 基板 140 とは、中継部 148 を介して、シリアル通信接続されている。これにより、互いに分離される部分に中継部 148 を配置することにより、分離される部分と第 1 配線 141 とを一体的に分離することができる。その結果、第 1 配線 141 の繋ぎ替えなどの作業負担を軽減することができる。また、中継部 148 を介してシリアル通信接続する配線の種類を変更することができる。例えば、中継部を介してケーブル配線とフレキシブルプリント配線を接続することにより、可動部においてフレキシブルプリント配線を配置するようにすることができる。また、可動部が複数ある場合は、中継部を複数配置し、中継部によりフレキシブルプリント配線同士を接続するようにしても良い。

40

【0062】

操作制御部 110 と第 1 基板 140 との間と、中継部 148 と第 1 基板 140 との間とのうちの少なくとも一方は、フレキシブルプリント配線からなる第 1 配線 141 によりシリアル接続されている。これにより、第 1 配線 141 が、操作ハンドル 21 の各リンク部の回動の妨げになるのを抑制することができる。

50

【0063】

第1基板140には、一对のグリップ部材21fの開き角度を検知する角度検知センサ21gのアナログ信号が入力される。ここで、アナログ信号に対して、ノイズは、比較的大きく影響する。また、配線の長さが長くなるほど、ノイズの影響が大きくなる。そこで、角度検知センサ21gからアナログ信号が第1基板140に送信される場合に、第1基板140を角度検知センサ21gのホールセンサが配置されたリンク部21dに隣接するリンク部21cの内部に配置することによって、アナログ信号が送信される角度検知センサ21gと第1基板140との間のフレキシブルプリント配線142の長さが短くなるので、アナログ信号に対するノイズの影響を小さくすることができる。

【0064】

角度検知センサ21gと第1基板140との間は、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141によりシリアル接続されている。これにより、第1配線141が、操作ハンドル21の各リンク部の回動の妨げになるのを抑制することができる。

【0065】

操作制御部110と第1基板140との間は、第1基板140が配置されるリンク部21c、リンク部21b、リンク部21aおよびアーム121の内部を介して、第1配線141によりシリアル通信接続されている。これにより、第1基板140と操作制御部110との間は配線の数が削減されているので、リンク部21c、リンク部21b、リンク部21aおよびアーム121が太くなることを抑制できる。

【0066】

第1基板140と中継基板146は、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続され、中継基板146と中継基板147とは、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続され、中継基板147と中継部148とは、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141により接続されている。これにより、第1基板140と中継部148との間には、フレキシブルプリント配線からなる第1配線141が配置されるので、第1配線141が、操作ハンドル21の各リンク部の回動の妨げになるのを抑制することができる。

【0067】

操作制御部110と第1基板140との間は、操作部120および本体部2aの内部を介して、第1配線141によりシリアル通信接続されている。これにより、操作部120と操作制御部110との間の距離が比較的長くなるので、操作制御部110と第1基板140との間を第1配線141によりシリアル通信接続することは、ノイズの影響を低減する点において特に有効である。

【0068】

操作制御部110と第2基板145との間は、第1配線141によりシリアル通信接続されている。これにより、操作制御部110と第1基板140との間と、操作制御部110と第2基板145との間とを、各々別個の配線によって接続する場合と異なり、配線の数を削減できる。

【0069】

[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。本開示の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく請求の範囲によって示され、さらに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または変形例が含まれる。

【0070】

上記実施形態では、操作制御部110が遠隔操作装置2に配置されている例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、操作制御部110が、遠隔操作装置2以外の部分に配置されていてもよい。

【0071】

上記実施形態では、第1基板140がリンク部21cに配置されている例を示したが、

10

20

30

40

50

本開示はこれに限られない。たとえば、第1基板140がリンク部21dに配置されていてもよい。

【0072】

上記実施形態では、エンコーダE6a、E6b、E6c、E6d、E6e、E6fおよびE6gと、操作制御部110とが、第2配線143によりシリアル通信接続されている例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、各エンコーダと、操作制御部110との間の通信方法が、シリアル通信以外の通信方法でもよい。

【0073】

上記実施形態では、制御装置130が医療用台車3に配置されている例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、制御装置130が、医療用台車3の外部に配置されてもよい。

10

【0074】

上記実施形態では、操作制御部110と第1基板140との間は、操作ハンドル21およびアーム121の内部を介してシリアル通信接続されている例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、操作制御部110と第1基板140との間が、操作ハンドル21およびアーム121の外部を介してシリアル通信接続されていてもよい。

【0075】

上記実施形態では、操作制御部110と第1基板140とが、中継部144を介して、シリアル通信接続されている例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、操作制御部110と第1基板140とが、中継部144を介さずに直接接続されていてもよい。

20

【0076】

上記実施形態では、第1基板140には、一対のグリップ部材21fの開き角度がアナログ信号として入力される例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、操作ハンドル21に加速度センサを配置して、第1基板140に、一対のグリップ部材21fの開き角度のアナログ信号に加えて加速度センサからの信号を入力してもよい。

【0077】

また、上記実施形態では、ロボットアーム60が4つ設けられている例を示したが、本開示はこれに限られない。本開示では、ロボットアーム60の数は、少なくとも1つ以上設けられていれば他の任意の数であってもよい。

【0078】

30

また、上記実施形態では、アーム部61およびポジショナ40が7軸多関節ロボットから構成されている例を示したが、本開示はこれに限られない。たとえば、アーム部61およびポジショナ40が7軸多関節ロボット以外の軸構成の多関節ロボットなどから構成されていてもよい。7軸多関節ロボット以外の軸構成とは、例えば、6軸や8軸である。

【0079】

また、上記実施形態では、手術支援ロボット1が、医療用台車3と、ポジショナ40と、アームベース50とを備えている例を示したが、本開示はこれに限らない。たとえば、医療用台車3と、ポジショナ40と、アームベース50は必ずしも必要なく、手術支援ロボット1が、ロボットアーム60だけで構成されてもよい。

【0080】

40

【 態様 】

上記した例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

【0081】

（項目1）

ロボットアームの先端に取り付けられる手術器具に対する操作量を受け付ける手術器具操作部と、

制御部と、を備え、

前記手術器具操作部は、前記手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される第1基板を含み、

50

前記制御部と前記第1基板との間は、第1配線によりシリアル通信接続されている、手術支援システム。

【0082】

(項目2)

前記手術器具操作部は、関節部と、前記関節部に設けられる駆動部とを含み、

前記制御部と前記第1基板との間は、前記駆動部の移動量を検知する検知部と前記制御部との間の信号の通信経路とは別個に、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、項目1に記載の手術支援システム。

【0083】

(項目3)

前記検知部と前記制御部とは、第2配線によりシリアル通信接続されている、項目2に記載の手術支援システム。

【0084】

(項目4)

前記制御部と前記第1基板との間は、前記手術器具操作部の内部を介して、シリアル通信接続されている、項目1から項目3までのいずれか1項に記載の手術支援システム。

【0085】

(項目5)

前記制御部と前記第1基板とは、中継部を介して、シリアル通信接続されている、項目1から項目4までのいずれか1項に記載の手術支援システム。

【0086】

(項目6)

前記制御部と前記中継部との間と、前記中継部と前記第1基板との間とのうちの少なくとも一方は、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線によりシリアル接続されている、項目5に記載の手術支援システム。

【0087】

(項目7)

前記手術器具操作部は、操作者によって開閉される一対のグリップ部材と、前記一対のグリップ部材の開き角度を検知する角度検知センサとを含み、

前記第1基板には、前記角度検知センサのアナログ信号が入力される、項目1から項目6までのいずれか1項に記載の手術支援システム。

【0088】

(項目8)

前記角度検知センサと前記第1基板との間は、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線によりシリアル接続されている、項目7に記載の手術支援システム。

【0089】

(項目9)

前記手術器具操作部は、

前記一対のグリップ部材が配置される第1リンク部と、

前記第1リンク部に接続される第2リンク部と、をさらに含み、

前記第1基板は、前記第1リンク部または前記第2リンク部の内部に配置されている、項目7または項目8に記載の手術支援システム。

【0090】

(項目10)

前記手術器具操作部は、

前記第2リンク部に接続される第3リンク部と、

前記第3リンク部に接続される第4リンク部と、

前記第4リンク部を支持するアームと、をさらに含み、

前記制御部と前記第1基板との間は、前記第1基板が配置される前記第1リンク部または前記第2リンク部、前記第3リンク部、前記第4リンク部および前記アームの内部を介

10

20

30

40

50

して、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、項目9に記載の手術支援システム。

【0091】

(項目11)

前記第3リンク部に配置される第1中継基板と、

前記第4リンク部に配置される第2中継基板と、

前記アームに配置される中継部と、をさらに備え、

前記第1基板と前記第1中継基板とは、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線により接続され、

前記第1中継基板と前記第2中継基板とは、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線により接続され、

前記第2中継基板と前記中継部とは、フレキシブルプリント配線からなる前記第1配線により接続されている、項目10に記載の手術支援システム。

【0092】

(項目12)

前記手術器具操作部を支持する本体部をさらに備え、

前記制御部は、前記本体部の内部に配置されており、

前記制御部と前記第1基板との間は、前記手術器具操作部および前記本体部の内部を介して、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、項目1から項目11までのいずれか1項に記載の手術支援システム。

【0093】

(項目13)

操作者の足により操作されるフットペダルと、

前記フットペダルを操作する前記操作者の足を検知する足検知部と、

前記足検知部からの信号が入力される第2基板と、をさらに備え、

前記制御部と前記第2基板との間は、前記第1配線によりシリアル通信接続されている、項目1から項目12までのいずれか1項に記載の手術支援システム。

【0094】

(項目14)

ロボットアームの先端に取り付けられる手術器具に対する操作量を受け付ける手術器具操作部と、

制御部と、を備え、

前記手術器具操作部は、前記手術器具操作部により受け付けられた信号が入力される基板を含み、

前記制御部と前記基板との間は、配線によりシリアル通信接続されている、操作者側装置。

10

20

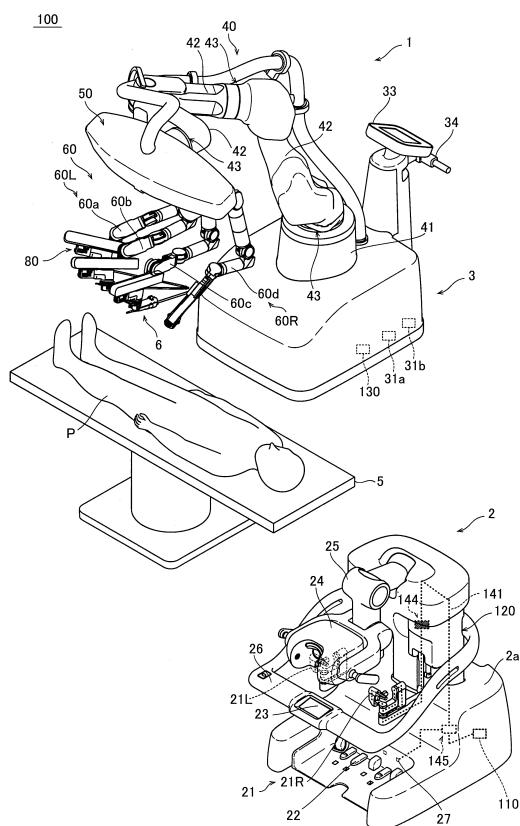
30

40

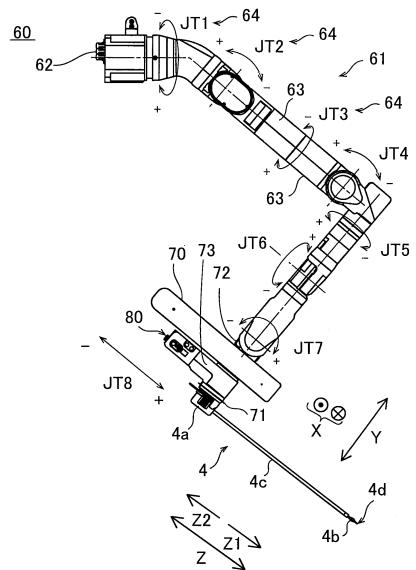
50

【図面】

【図1】



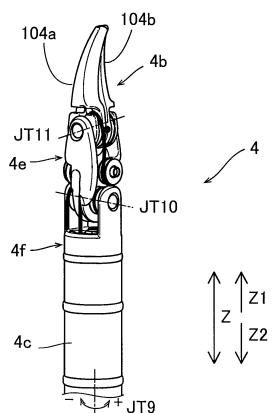
【図2】



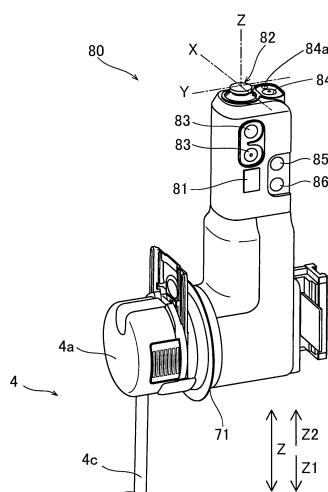
10

20

【図3】



【図4】

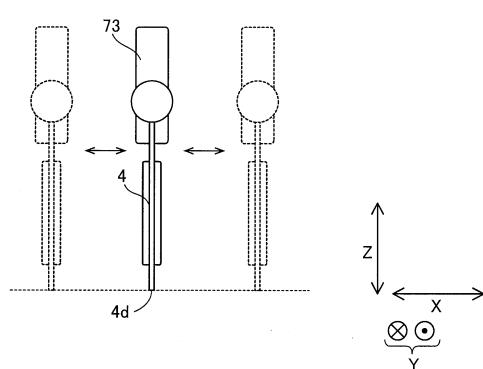


30

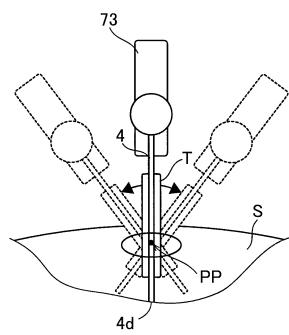
40

50

【図 5】

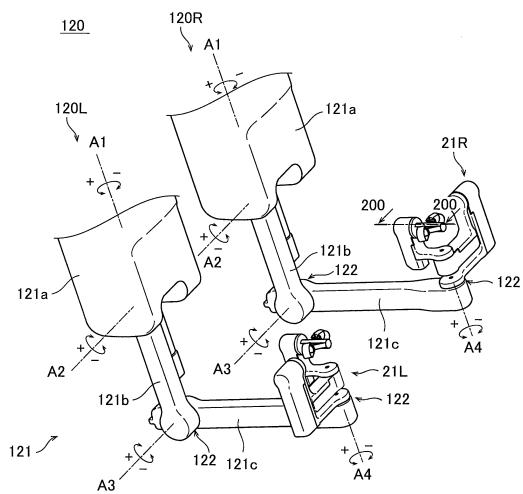


【図 6】

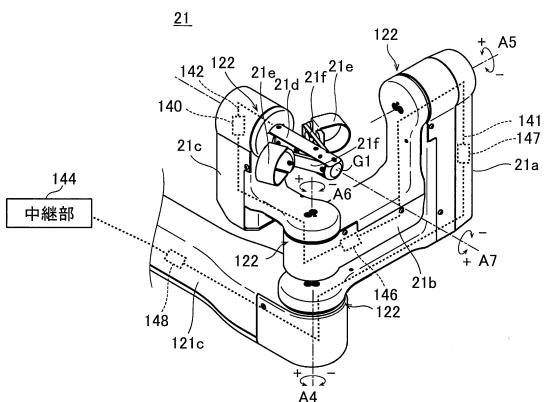


10

【図 7】



【図 8】



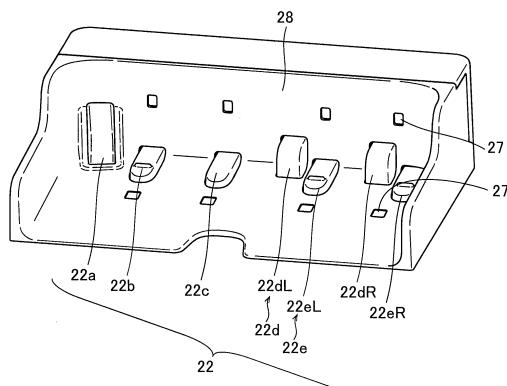
20

30

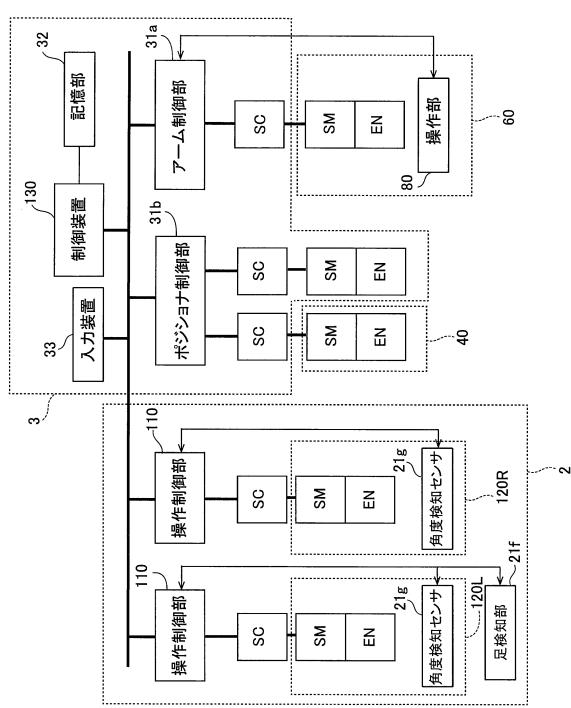
40

50

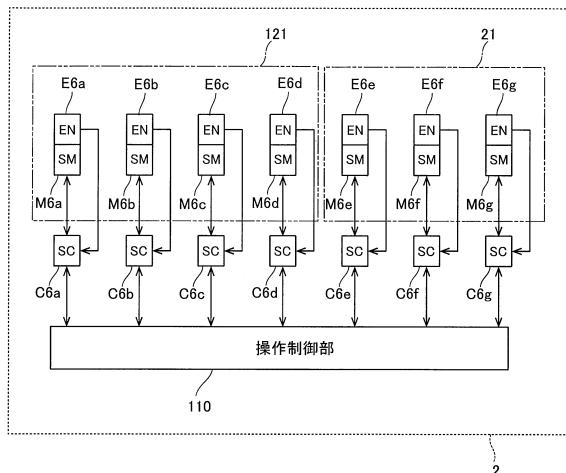
【図9】



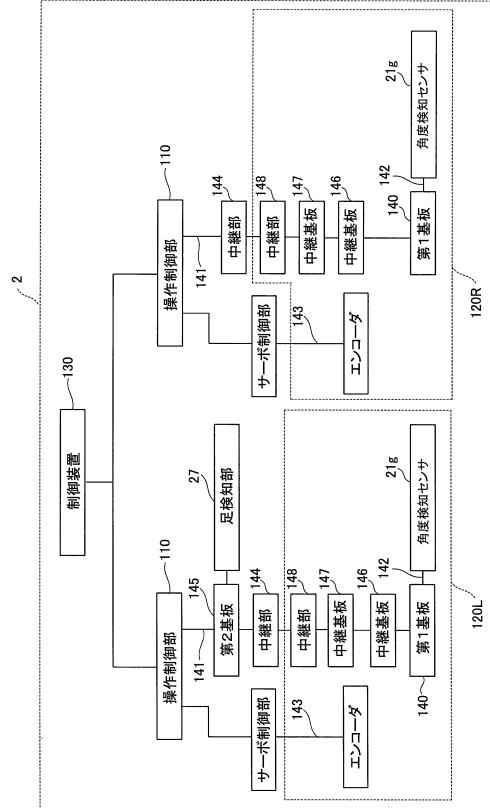
【図10】



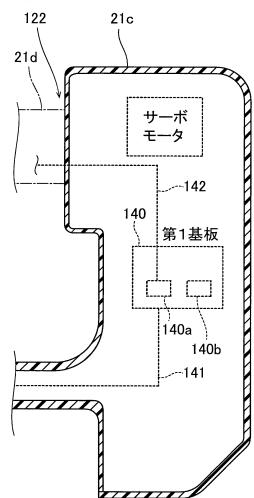
【図11】



【図12】



【図 1 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 久野 洋孝

日本国兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 宗藤 康治

日本国兵庫県神戸市中央区港島南町1丁目6番5号 株式会社メディカロイド内

審査官 宮崎 敏長

(56)参考文献 特表2011-517419 (JP, A)

米国特許出願公開第2007/0156285 (US, A1)

特表2021-513442 (JP, A)

国際公開第2018/112227 (WO, A2)

米国特許出願公開第2004/0243110 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A 61 B 34 / 35 - A 61 B 34 / 37

B 25 J 3 / 00