(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
2021年6月10日(10.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/112228 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 9/06 (2006.01) *A61B 34/37* (2016.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/045269

(22) 国際出願日： 2020年12月4日(04.12.2020)

(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 2019-220692 2019年12月5日(05.12.2019) JP

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP). 株式会社メディカロイド (**MEDICAROID CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6500047 兵庫県神戸市中央区港島南町一丁目６番５号 Hyogo (JP).

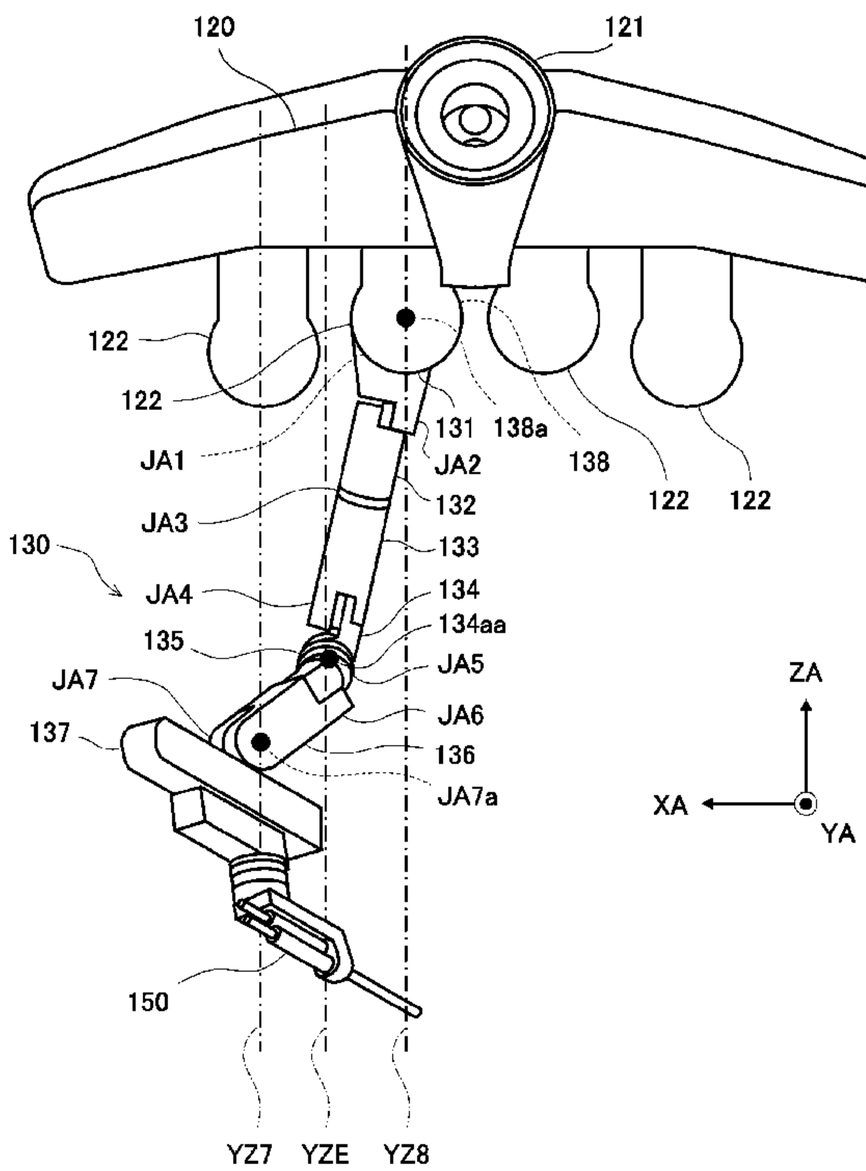
(72) 発明者: 東條 剛史 (**TOJO, Tsuyoshi**). 下村信恭 (**SHIMOMURA, Nobuyasu**). 一居 哲夫 (**ICHII, Tetsuo**).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (**PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE**); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: SURGICAL ROBOT, SURGICAL SYSTEM, AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称： 手術ロボット、手術システム及び制御方法



(57) Abstract: A surgical robot (10) is provided with a plurality of robot arms (130), an arm base (120), and a control device (30). The robot arms each include a base part (138), an end part (137) capable of holding a medical tool (150), and a plurality of links (131 to 136). The link (131) adjacent to the base part is coupled to the base part via a rotary joint (JA1). For the robot arms having at least seven degrees of freedom among the plurality of robot arms, the control device operates the robot arms such that a first portion (134aa) of the first link (134) is positioned between a second portion (138a) of the base part and a third portion (JA7a) of the end part, as viewed in a direction parallel with the axial direction of a rotation axis of the rotary joint.

WO 2021/112228 A1

［続葉有］

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約:手術ロボット（１０）は、複数のロボットアーム（１３０）と、アームベース（１２０）と、制御装置（３０）とを備え、前記ロボットアームはそれぞれ、基部（１３８）と、医療器具（１５０）を保持可能な先端部（１３７）と、複数のリンク（１３１～１３６）とを含み、前記基部に隣接する前記リンク（１３１）は前記基部と回転関節（ＪＡ１）を介して接続され、前記制御装置は、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも７つの自由度を有する前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、第１リンク（１３４）の第１部分（１３４ａａ）が、前記基部の第２部分（１３８ａ）と前記先端部の第３部分（ＪＡ７ａ）との間に位置するように、前記ロボットアームを動作させる。

明　細　書

発明の名称 ： 手術ロボット、手術システム及び制御方法

関連出願への相互参照

[0001]　本件出願は、２０１９年１２月５日に日本特許庁に出願された特願２０１９－２２０６９２号の優先権を主張するものであり、その全体を参照することにより本件出願の一部となすものとして引用する。

技術分野

[0002]　本開示は、手術ロボット、手術システム及び制御方法に関する。

背景技術

[0003]　従来から、外科手術を支援するためにロボットが用いられている。例えば、特許文献１は、複数のマニピュレータを備える手術ロボットシステムを開示している。マニピュレータは、ロボットアームと、当該ロボットアームに連結される手術器具とを備える。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表２０１９－５２９０５１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の手術ロボットシステムでは、複数のマニピュレータは、円弧状の部材に沿って互いに隣り合って配置されている。このようなマニピュレータのロボットアームに屈曲させて動作させると、隣のマニピュレータと接触する可能性がある。

[0006]　本開示は、動作時にロボットアームが隣のロボットアーム等の周囲の物体と接触することを抑える手術ロボット、手術システム及び制御方法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

[0007] 上記目的を達成するために、本開示の一態様に係る手術ロボットは、複数の自由度をそれぞれ有する複数のロボットアームと、前記複数のロボットアームの基端部を保持する長尺状のアームベースと、前記複数のロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備え、前記複数のロボットアームはそれぞれ、基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、前記制御装置は、少なくとも７つの自由度を有する１つの前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分が、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させる。

[0008] 本開示の技術によれば、動作時にロボットアームが周囲の物体と接触することを抑えることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、実施の形態に係る手術システムの構成の一例を示す図である。

[図2]図２は、実施の形態に係るロボットの構成の一例を示す側面図である。

[図3]図３は、実施の形態に係るロボットのアームの構成の一例を示す斜視図である。

[図4]図４は、図３のアームをモデル化した図である。

[図5]図５は、実施の形態に係る手術システムの制御装置及びその周辺の構成の一例を示すブロック図である。

[図6]図６は、実施の形態に係る制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。

[図7]図７は、図３のアームをＹＡ軸負方向で見た側面図である。

[図8]図８は、図３のアームをＺＡ軸負方向で見た平面図である。

[図9]図９は、拘束範囲の別の一例を図７と同様に示す側面図である。

[図10]図１０は、実施の形態に係る手術システムの動作の一例を示すフローチャートである。

[図11]図１１は、変形例に係る手術システムの構成の一例を図１と同様に示す図である。

[図12]図１２は、変形例に係るロボットの構成の一例を図２と同様に示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0010] まず、本開示の各態様例を説明する。本開示の一態様に係る手術ロボットは、複数の自由度をそれぞれ有する複数のロボットアームと、前記複数のロボットアームの基端部を保持する長尺状のアームベースと、前記複数のロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備え、前記複数のロボットアームはそれぞれ、基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結された複数のリンクとを含み、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、前記制御装置は、少なくとも７つの自由度を有する１つの前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分が、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させる。

[0011] 上記態様によると、少なくとも７つの自由度を有するロボットアームは、３次元空間内で先端部を目的の位置及び姿勢にする場合、少なくとも１つの付加的な自由度を有する。つまり、上記ロボットアームは、冗長自由度を有する。例えば、ロボットアームを屈曲させて動作させる場合、第１リンクの第１部分が外方へ張り出す可能性がある。しかしながら、冗長自由度を有するロボットアームは、第１部分が第２部分と第３部分との間の領域に位置するように動作し、第１部分の張り出しを抑えることができる。よって、動作時にロボットアームが隣のロボットアーム等の周囲の物体と接触することを

抑えることが可能になる。

[0012] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記第１リンクは屈曲した形状を有し、前記第１部分は前記第１リンクの屈曲部分であってもよい。上記態様によると、例えば、ロボットアームを屈曲させて動作させる場合、第１リンクの屈曲部分が外方へ張り出す可能性がある。このような屈曲部分の位置が第２部分と第３部分との間に位置するようにロボットアームの動作を制御することで、ロボットアームと周囲の物体との接触を効果的に抑えることが可能になる。

[0013] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記第１リンクは、前記基部と１つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と１つ以上の前記リンクを介して接続されてもよい。上記態様によると、ロボットアームにおいて、第１リンクと基部との間、及び、第１リンクと先端部との間にはそれぞれ、２つ以上の自由度がある。例えば、ロボットアームを屈曲させて動作させる場合、第１リンク又はその周辺が外方へ張り出す可能性がある。上記のような第１リンクの第１部分が第２部分と第３部分との間に位置するようにロボットアームの動作を制御することで、ロボットアームと周囲の物体との接触を効果的に抑えることが可能になる。また、上記のロボットアームの動作において、各リンクを接続する関節の可動範囲の中央付近を使用することができるようになる。これにより、関節の移動量及びロボットアームの姿勢がとることができる範囲を広くすることが可能になる。

[0014] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記第１リンクは、前記基部と２つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と２つ以上の前記リンクを介して接続されてもよい。上記態様によると、ロボットアームにおいて、第１リンクと基部との間の自由度、及び、第１リンクと先端部との間の自由度をより多くすることが可能になる。

[0015] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記制御装置は、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分が、前記第２部分を通り且つ前記アームベースの長手方向と交差する方向に延びる第１平面と前記第３部分を

通り且つ前記長手方向と交差する方向に延びる第２平面との間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。上記態様によると、例えば、１つのロボットアームを屈曲させて動作させる場合、第１リンクの第１部分が、第１平面又は第２平面を越えて隣の他のロボットアームに向かって張り出すことが抑えられる。よって、隣り合うロボットアームが接触することを効果的に抑えることが可能になる。なお、第１平面及び第２平面は、互いに平行であってもよく、非平行であってもよく、例えば、上記長手方向と垂直であってもよい。

[0016] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記第１平面は、前記第２部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延び、前記第２平面は、前記第３部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延びてもよい。上記態様によると、第１平面、第２平面、及び、第１平面と第２平面との間の領域が、アームベースを基準として簡易に設定可能である。これにより、ロボットアームの第１部分を第１平面と第２平面との間に位置させるロボットアームの動作制御が簡易になる。

[0017] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記制御装置は、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分が、前記第１平面と前記第２平面との間の中間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。上記態様によると、上記のロボットアームの動作において、各リンクを接続する関節の可動範囲の中央付近を使用することができるようになる。これにより、関節の移動量及びロボットアームの姿勢がとることができる範囲を広くすることが可能になる。なお、制御装置は、第１部分が、第１平面と第２平面との間の中間を通る平面上に位置するように、１つのロボットアームを動作させてもよい。

[0018] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記制御装置は、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分が、前記第２部分と、前記第２部分に基準点を有し且つ前記第３部分を通る曲面との間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。上記態様によると、例えば、

１つのロボットアームを屈曲させて動作させる場合、第１リンクの第１部分が、上記曲面を越えて外方へ張り出すことが抑えられる。よって、ロボットアームと周囲の物体との接触を効果的に抑えることが可能になる。例えば、上記曲面は、上記基準点を中心とする球状面、及び、上記基準点を通る軸を中心とする軸対称曲面等であってもよい。

[0019] 本開示の一態様に係る手術ロボットにおいて、前記制御装置は、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分が、前記第２部分と前記曲面との間の中間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。上記態様によると、上記のロボットアームの動作において、各リンクを接続する関節の可動範囲の中央付近を使用することができるようになる。これにより、関節の移動量及びロボットアームの姿勢がとることができる範囲を広くすることが可能になる。なお、制御装置は、第１部分が、第２部分と曲面との間の中間を通る曲面上に位置するように、１つのロボットアームを動作させてもよい。

[0020] 本開示の一態様に係る手術システムは、複数の自由度をそれぞれ有する複数のロボットアームと、前記複数のロボットアームの基端部を保持する長尺状のアームベースと、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームを操作するための操作装置と、前記操作装置による操作に基づいて前記ロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備え、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、前記複数のロボットアームはそれぞれ、基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、前記制御装置は、予め設定された遠隔中心位置を前記医療器具が通る状態を維持しながら前記医療器具を移動させる動作制限下で前記操作装置の操作に基づいて前記ロボットアームを移動させるように構成されており、前記制御装置は、前記操作装置で操作されている少なくとも７つの自由度を有する前記ロボットアームにおい

て、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分が、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置するように、前記ロボットアームを動作させる。上記態様によると、本開示の一態様に係る手術ロボットと同様の効果が得られる。

[0021] 本開示の一態様に係る制御方法は、それぞれが基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、複数の自由度を有する複数のロボットアームをアームベースに備える手術ロボットの制御方法であって、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つのロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、少なくとも７つの自由度を有する１つの前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分を、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させる。上記態様によると、本開示の一態様に係る手術ロボットと同様の効果が得られる。

[0022] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記第１リンクは屈曲した形状を有し、前記第１部分は前記第１リンクの屈曲部分であってもよい。

[0023] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記第１リンクは、前記基部と１つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と１つ以上の前記リンクを介して接続されてもよい。

[0024] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記第１リンクは、前記基部と２つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と２つ以上の前記リンクを介して接続されてもよい。

[0025] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記第１部分を、前記第２部分を通り且つ前記アームベースの長手方向と交差する方向に延びる第１平面と前記第３部分を通り且つ前記長手方向と交差する方向に延びる第２平面との

間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。

[0026] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記第１平面は、前記第２部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延び、前記第２平面は、前記第３部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延びてもよい。

[0027] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分を前記第１平面と前記第２平面との間の中間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。

[0028] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分を、前記第２部分と、前記第２部分に基準点を有し且つ前記第３部分を通る曲面との間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。

[0029] 本開示の一態様に係る制御方法において、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分を、前記第２部分と前記曲面との間の中間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させてもよい。

[0030] （実施の形態）

以下において、本開示の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、添付の図面における各図は、模式的な図であり、必ずしも厳密に図示されたものでない。さらに、各図において、実質的に同一の構成要素に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化される場合がある。また、本明細書及び請求の範囲では、「装置」とは、１つの装置を意味し得るだけでなく、複数の装置からなるシステムも意味し得る。

[0031] ［手術システムの構成］

実施の形態に係る手術システム１の構成を説明する。図１は、実施の形態に係る手術システム１の構成の一例を示す図である。図１に示すように、手

術システム１は、ロボット１０と、コンソール２０と、制御装置３０とを備える。制御装置３０は、第１制御装置３１及び第２制御装置３２を含む。本実施の形態では、手術システム１は、ロボット支援手術及びロボット遠隔手術等のように、医師等の施術者Ｓがロボット１０を用いて患者に内視鏡手術等の外科手術を施すシステムである。ロボット１０及び第１制御装置３１は、手術ロボットを構成する。

[0032] 本実施の形態では、手術システム１は、マスタースレーブ方式のロボット１０を利用したシステムである。コンソール２０はマスター機を構成し、ロボット１０はスレーブ機を構成する。コンソール２０は、ロボット１０から離れて配置され、ロボット１０は、施術時においてコンソール２０によって遠隔操作される。手術システム１では、施術者Ｓはコンソール２０の操作入力装置２１０を操作し動作させて操作入力装置２１０に指令を入力し、ロボット１０は当該指令に対応した動作を行い、手術動作を行うことができる。操作入力装置２１０は操作装置の一例である。

[0033] ［ロボットの構成］

ロボット１０の構成の一例を説明する。図１に示すように、ロボット１０は、手術システム１と患者とのインタフェースを構成する。例えば、ロボット１０は、手術室内において患者が横たわる手術台の傍らに配置される。ロボット１０は、ポジショナ１１０と、アームベース１２０と、複数のアーム１３０と、基台１４０と、第１制御装置３１とを備える。

[0034] ポジショナ１１０は、基台１４０から延び、基台１４０とアームベース１２０とを連結する。ポジショナ１１０は、ロボットアームとして構成されており、本実施の形態では、垂直多関節型ロボットアームとして構成されている。ポジショナ１１０は、基台１４０に対してアームベース１２０の位置及び姿勢を３次元空間内で自在に移動させることができる。ポジショナ１１０の構成は、アームベース１２０を支持する構成であれば特に限定されず、例えば、直動装置、昇降装置及び固定装置等であってもよい。固定装置は、アームベース１２０を天井及び壁等に固定するブラケット等であってもよい。

基台１４０の構成は、ポジショナ１１０を支持することができれば特に限定されないが、本実施の形態では移動可能な台車として構成される。

[0035] 複数のアーム１３０は、マニピュレータアームとも呼ばれ、長尺状のアームベース１２０に着脱可能に取り付けられ支持される。本実施の形態では、４つのアーム１３０Ａ～１３０Ｄがアームベース１２０に第１方向に並んで配置される。本実施の形態では、第１方向は、アームベース１２０が延びる方向でもあり、アームベース１２０の長手方向でもある。なお、アーム１３０Ａ～１３０Ｄが第１方向に並んで配置されるとは、アーム１３０Ａ～１３０Ｄの基端部が第１方向に並んで配置されることであってもよい。この場合、アーム１３０Ａ～１３０Ｄの基端部が、全体として第１方向に沿って配置されればよい。例えば、アーム１３０Ａ～１３０Ｄの基端部が第１方向に並んで配置されることは、アーム１３０Ａ～１３０Ｄの基端部が第１方向に延びるラインに沿って整列して配置されること、及び、上記基端部の少なくともいくつかが当該ラインからずれて配置されること等を含み得る。また、アームベース１２０に配置されるアーム１３０の数量及び配置は、いかなる数量及び配置であってもよい。以下において、４つのアームを区別して表現する場合、「アーム１３０Ａ～１３０Ｄ」と表現され、区別しない場合、「アーム１３０」と表現される場合がある。

[0036] 複数のアーム１３０はそれぞれ、ロボットアームとして構成されており、本実施の形態では、垂直多関節型ロボットアームとして構成されている。複数のアーム１３０はそれぞれ、アームベース１２０に対してアーム１３０の先端部の位置及び姿勢を３次元空間内で自在に移動させることができる。

[0037] 複数のアーム１３０の先端部はそれぞれ、医療器具の一例である外科用器具１５０を保持可能な器具保持部として構成されている。例えば、複数のアーム１３０のうちの１つのアーム１３０の先端部に、内視鏡カメラが外科用器具１５０として保持され、他のアーム１３０の先端部に、手術器具等のインストルメントが外科用器具１５０として保持される。手術器具は、患者の腹腔における手術部位に挿入され、手術部位における目標組織の所望の処理

又は医療機能を実行するために腹腔の外側から駆動可能な実際の被操作部を意味する。例えば、手術器具は、一対のジョウを備える。手術器具は、鉗子、把持器、鋏、ステープラ、針保持器、及び電気メス等の外科用器具であってもよい。また、手術器具は、電子外科電極、トランスデューサ、センサ等の電気的に駆動される機器であってもよい。また、手術器具は、吸入、ガス注入、洗浄、処理流体、アクセサリ導入、生検摘出などのための流体を供給するノズルであってもよい。また、例えば、内視鏡カメラの構成は、対物レンズ及びライトガイド等を含む構成であってもよい。

[0038] ロボット１０において、アームベース１２０は、複数のアーム１３０の拠点となる「ハブ」として機能する。ポジショナ１１０及びアームベース１２０は、複数のアーム１３０を移動可能に支持するマニピュレータ支持体１６０を構成する。

[0039] 上記のようなロボット１０において、ポジショナ１１０から外科用器具１５０までにわたって、各構成要素が一連に繋がっている。本明細書及び請求の範囲において、ポジショナ１１０と基台１４０との接続部へ向かう方向の端部を「基端部」と呼び、その反対方向の端部を「先端部」と呼ぶことがある。

[0040] 図２は、実施の形態に係るロボット１０の構成の一例を示す側面図である。図２に示すように、基台１４０は、車輪１４１及びハンドル１４２を備える。ハンドル１４２は、車輪１４１と一緒に回動することができるように構成されている。施術者Ｓ又は施術補助者Ｏは、ハンドル１４２を把持し押す又は引く等することで基台１４０を移動させることができ、ハンドル１４２を回動させることで基台１４０の進行方向を変えることができる。

[0041] ポジショナ１１０は、ポジショナリンク１１１～１１６と基部１１７とを含む。基部１１７は、基台１４０の上部に着脱可能に取り付けられる。ポジショナリンク１１１～１１６は、基部１１７から順次連結されて延びる。

[0042] ポジショナリンク１１１の基端部は、回転関節ＪＰ１を介して基部１１７と鉛直方向の軸を中心に旋回可能に連結される。鉛直方向は、基台１４０が

配置される床面Ｇに対して垂直な方向であり、水平方向は、床面Ｇに平行な方向である。ポジショナリンク１１２の基端部は、回転関節ＪＰ２を介してポジショナリンク１１１の先端部と水平方向の軸を中心に回動可能に連結される。ポジショナリンク１１３の基端部は、回転関節ＪＰ３を介してポジショナリンク１１２の先端部と水平方向の軸を中心に回動可能に連結される。ポジショナリンク１１４の基端部は、回転関節ＪＰ４を介してポジショナリンク１１３の先端部と捻じり回転可能に連結される。例えば、捻じり回転軸は、ポジショナリンク１１３の先端部の軸心方向の軸であってもよい。ポジショナリンク１１５の基端部は、回転関節ＪＰ５を介してポジショナリンク１１４の先端部と、ポジショナリンク１１４の先端部の軸心方向と垂直な方向の軸を中心に回動可能に連結される。ポジショナリンク１１６の基端部は、回転関節ＪＰ６を介してポジショナリンク１１５の先端部と捻じり回転可能に連結される。アームベース１２０の第１取付部１２１は、回転関節ＪＰ７を介してポジショナリンク１１６の先端部と捻じり回転可能に連結される。

。

[0043] 上記のようなポジショナ１１０は、複数の自由度を有する多軸関節アームとして、具体的には、７つの自由度を有する７軸関節アームとして構成される。

[0044] アームベース１２０は、１つの第１取付部１２１と複数の第２取付部１２２とを含む。第１取付部１２１は、アームベース１２０の上部に配置され、ポジショナリンク１１６と接続されるメカニカルインタフェースを構成する。複数の第２取付部１２２はそれぞれ、アームベース１２０の下部に配置され、アーム１３０の基端部と接続されるメカニカルインタフェースを構成する。本実施の形態では、４つの第２取付部１２２が配置される。アームベース１２０は、回転関節ＪＰ７の捻じれ回転軸ＳＰ７を中心にポジショナリンク１１５に対して捻じれ回転することができる。

[0045] 図３は、実施の形態に係るロボット１０のアーム１３０の構成の一例を示す斜視図である。図４は、図３のアーム１３０をモデル化した図である。図

３及び図４では、１つのアーム１３０が図示されているが、他の３つのアーム１３０も図示されたアーム１３０と同様の構成を有する。図２～図４に示すように、アーム１３０は、リンク１３１～１３６と、先端リンク１３７と、基部リンク１３８とを含む。基部リンク１３８は、アームベース１２０の第２取付部１２２に着脱可能に取り付けられる。リンク１３１～１３６は、基部リンク１３８から順次連結されて延びる。先端リンク１３７は、リンク１３６と連結される。基部リンク１３８はロボットアームの基部の一例であり、先端リンク１３７はロボットアームの先端部の一例である。

[0046] リンク１３１の基端部は、回転関節ＪＡ１を介して基部リンク１３８と捻じり回転可能に連結される。リンク１３１は、基端部での軸心方向に対して先端部での軸心方向が斜めに傾斜するように屈曲した形状を有するが、これに限定されない。例えば、リンク１３１において、基端部での軸心方向と先端部での軸心方向とがなす角度は、９０度以上且つ１８０度以下であってもよく、具体的には、１４０度であってもよい。回転関節ＪＡ１は捻じり関節を構成する。

[0047] リンク１３２の基端部は、回転関節ＪＡ２を介してリンク１３１の先端部と、先端部でのリンク１３１の軸心方向と垂直な方向の軸を中心に回動可能に連結される。リンク１３２は直線状のリンクである。回転関節ＪＡ２は曲げ関節を構成する。

[0048] リンク１３３の基端部は、回転関節ＪＡ３を介してリンク１３２の先端部と捻じり回転可能に連結される。リンク１３３は直線状のリンクである。回転関節ＪＡ３は捻じり関節を構成する。

[0049] リンク１３４の基端部は、回転関節ＪＡ４を介してリンク１３３の先端部と、先端部でのリンク１３３の軸心方向と垂直な方向の軸を中心に回動可能に連結される。リンク１３４は、基端部での軸心方向に対して先端部での軸心方向が垂直となるようにＬ字状に屈曲した形状を有する。リンク１３４の屈曲部１３４ａは、アーム１３０の肘に対応する。なお、リンク１３４は、基端部での軸心方向に対して先端部での軸心方向が斜めに傾斜するように屈

曲していてもよい。例えば、リンク１３４において、基端部での軸心方向と先端部での軸心方向とがなす角度は、７０度以上且つ１１０度以下であってもよい。回転関節ＪＡ４は曲げ関節を構成する。

[0050] リンク１３５の基端部は、回転関節ＪＡ５を介してリンク１３４の先端部と捻じり回転可能に連結される。リンク１３５は直線状のリンクである。回転関節ＪＡ５は捻じり関節を構成する。

[0051] リンク１３６の基端部は、回転関節ＪＡ６を介してリンク１３５の先端部と、先端部でのリンク１３５の軸心方向と垂直な方向の軸を中心に回動可能に連結される。リンク１３６は直線状のリンクである。回転関節ＪＡ６は曲げ関節を構成する。

[0052] 先端リンク１３７の基端部は、回転関節ＪＡ７を介してリンク１３６の先端部と、先端部でのリンク１３６の軸心方向と垂直な方向の軸を中心に回動可能に連結される。回転関節ＪＡ７の回転軸の方向は、回転関節ＪＡ６の回転軸の方向と交差する方向であり、具体的には垂直な方向である。回転関節ＪＡ６は曲げ関節を構成する。

[0053] 上記のようなアーム１３０は、複数の自由度を有する多軸関節アームとして、具体的には、７つの自由度を有する７軸関節アームとして構成される。７軸関節アームであるアーム１３０は、３次元空間内で先端リンク１３７を目的の位置及び姿勢とする場合に必要な６つの自由度と、付加的な１つの自由度とを有し、つまり冗長性自由度を有する。このようなアーム１３０では、基部リンク１３８に対する先端リンク１３７の位置及び姿勢が指定された場合、リンク１３１～１３６の位置及び姿勢が一義的に定まらない。

[0054] また、先端リンク１３７は、第１連結部１３７ａと、並進ユニット１３７ｂと、第２連結部１３７ｃと、ホルダ１３７ｄとを含む。第１連結部１３７ａは、回転関節ＪＡ７と並進ユニット１３７ｂとを連結する。第２連結部１３７ｃは、並進ユニット１３７ｂに関して第１連結部１３７ａと反対側で、並進ユニット１３７ｂとホルダ１３７ｄとを連結する。並進ユニット１３７ｂは、その長手方向である方向Ｄ１Ａ及びＤ１Ｂに、連結部１３７ａ及び１

３７ｃの少なくとも１つを移動させることで、方向Ｄ１Ａ及びＤ１Ｂでの連結部１３７ａ及び１３７ｃの相対位置を変えることができる倍速機構として構成されている。例えば、方向Ｄ１Ａ及びＤ１Ｂは、回転関節ＪＡ７の回動軸の方向と垂直な方向である。

[0055] 並進ユニット１３７ｂは、駆動機構及び駆動源を含む駆動装置１３７ｅを含む。駆動機構は、駆動源の駆動力を変換して伝達することで、連結部１３７ａ及び１３７ｃの少なくとも１つを直線移動させる機構である。駆動機構の構成は、既知のリンク機構の構成の適用が可能であり、例えば、ベルト及びプーリを用いた構成、ボールねじ構造を含む構成、及びギアトレインを含む構成等であってもよい。例えば駆動源は、電力を動力源とするモータを含んでもよく、本実施の形態ではサーボモータを含む。

[0056] ホルダ１３７ｄは、外科用器具１５０が取り付けられるように構成される。図３及び図４に示すように、外科用器具１５０としてインストルメントがホルダ１３７ｄに取り付けられた場合、インストルメントの軸は、例えば方向Ｄ１Ｂに延びる。

[0057] ここで、図３及び図４に示すように、アームベース１２０を基準とする座標系を定義する。この座標系は、互いに直交するＸＡ軸、ＹＡ軸及びＺＡ軸で構成される。ＸＡ軸は、４つのアーム１３０の基部リンク１３８の並び方向に平行な軸である。図１に示すアーム１３０Ａからアーム１３０Ｄに向かう方向はＸＡ軸正方向である。ＹＡ軸は、第２取付部１２２におけるアーム１３０の基部リンク１３８との接続面（図示略）と垂直な方向に平行な軸である。具体的には、第２取付部１２２は、アーム１３０の基部リンク１３８が挿入される孔（図示略）を有し、孔の軸心ＳＡ１（図２参照）はＹＡ軸と平行である。軸心ＳＡ１は、関節ＪＡ１の回転軸と平行でもある。第２取付部１２２から基部リンク１３８に向かう方向がＹＡ軸負方向である。ＺＡ軸は、ＸＡ軸及びＹＡ軸に垂直な軸である。アームベース１２０の第１取付部１２１から第２取付部１２２に向かう方向は、ＺＡ軸負方向である。

[0058] 図５は、実施の形態に係る手術システム１の制御装置３０及びその周辺の

構成の一例を示すブロック図である。図５に示すように、ポジショナ１１０は、関節ＪＰ１～ＪＰ７のそれぞれに、サーボモータＭＰ１～ＭＰ７（図５では「ＳＭ」と表記）と、例えばエンコーダである回転センサＥＰ１～ＥＰ７（図５では「ＥＮ」と表記）とを備える。サーボモータＭＰ１～ＭＰ７はそれぞれ、関節ＪＰ１～ＪＰ７を回転駆動するモータである。回転センサＥＰ１～ＥＰ７はそれぞれ、サーボモータＭＰ１～ＭＰ７の回転量（例えば、回転角）を検出するセンサである。サーボモータＭＰ１～ＭＰ７それぞれに、減速機（図示略）が設けられてもよい。

[0059] 各アーム１３０は、関節ＪＡ１～ＪＡ７のそれぞれに、サーボモータＭＡ１～ＭＡ７と、回転センサＥＡ１～ＥＡ７とを備える。サーボモータＭＡ１～ＭＡ７はそれぞれ、関節ＪＡ１～ＪＡ７を回転駆動する。回転センサＥＡ１～ＥＡ７はそれぞれ、サーボモータＭＡ１～ＭＡ７の回転量を検出する。サーボモータＭＡ１～ＭＡ７それぞれに、減速機（図示略）が設けられてもよい。

[0060] 各アーム１３０の先端リンク１３７は、並進ユニット１３７ｂを並進駆動するサーボモータＭ１３７ｂと、当該サーボモータＭ１３７ｂの回転量を検出する回転センサＥ１３７ｂとを備える。サーボモータＭ１３７ｂに、減速機（図示略）が設けられてもよい。

[0061] なお、図５では、１つのアーム１３０のみが図示され、他のアーム１３０の図示が省略されているが、他のアーム１３０の構成も図示のアーム１３０と同様である。回転センサは、エンコーダに限定されず、サーボモータの回転量、又は関節の回転量等を検出することができるセンサであればよい。

[0062] 制御装置３０は、第１制御装置３１及び第２制御装置３２を含む。ロボット１０の第１制御装置３１は、ロボット１０全体の動作を制御し、コンソール２０の第２制御装置３２は、コンソール２０全体の動作を制御する。例えば、第１制御装置３１及び第２制御装置３２は、コンピュータ装置である。第１制御装置３１は、第２制御装置３２と通信可能に接続されている。第１制御装置３１は、コンソール２０が受け付けた指令に応答してロボット１０

を動作させる。第１制御装置３１は、コンソール２０で内視鏡カメラの内視鏡画像を表示すること、及び、コンソール２０にロボット１０の動作に対応した動作を行わせること等のために、第２制御装置３２に情報等を送信する。

[0063] 第１制御装置３１は、駆動回路ＣＡ１～ＣＡ７（図５では「ＳＣ」と表記）それぞれを介してサーボモータＭＡ１～ＭＡ７と電気的に接続される。第１制御装置３１は、駆動回路ＣＰ１～ＣＰ７それぞれを介してサーボモータＭＰ１～ＭＰ７と電気的に接続される。第１制御装置３１は、駆動回路Ｃ１３７ｂを介してサーボモータＭ１３７ｂと電気的に接続される。制御装置３０、並びに、駆動回路ＣＡ１～ＣＡ７、ＣＰ１～ＣＰ７及びＣ１３７ｂは、制御ユニット３１０を構成する。例えば、駆動回路ＣＡ１～ＣＡ７、ＣＰ１～ＣＰ７及びＣ１３７ｂは、増幅回路等を含み、第１制御装置３１の指令に従って、それぞれに接続されたサーボモータに供給する電流の電流値を調節する。

[0064] 第１制御装置３１は、プロセッサ及びメモリ等を有する演算器で構成される。演算器は、コンソール２０を含む他の装置との情報、データ及び指令等の送受信を行う。演算器は、各種センサからの検出信号の入力及び各制御対象への制御信号の出力を行う。メモリは、揮発性メモリ及び不揮発性メモリなどの半導体メモリ、ハードディスク及びＳＳＤ（Solid State Drive）等の記憶装置で構成される。例えば、メモリは、演算器が実行するプログラム、及び各種固定データ等を記憶する。

[0065] 演算器の機能は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）などのプロセッサ、ＲＡＭ（Random Access Memory）などの揮発性メモリ及びＲＯＭ（Read-Only Memory）などの不揮発性メモリ等からなるコンピュータシステム（図示略）により実現されてもよい。演算器の機能の一部又は全部は、ＣＰＵがＲＡＭをワークエリアとして用いてＲＯＭに記録されたプログラムを実行することによって実現されてもよい。なお、演算器の機能の一部又は全部は、上記コンピュータシステムにより実現されてもよく、電子回路又は集積回路等の専

用のハードウェア回路により実現されてもよく、上記コンピュータシステム及びハードウェア回路の組み合わせにより実現されてもよい。なお、第１制御装置３１は単一のコンピュータ装置による集中制御により各処理を実行してもよく、複数のコンピュータ装置の協働による分散制御により各処理を実行してもよい。

[0066] このような第１制御装置３１は、例えば、マイクロコントローラ、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）、ＬＳＩ（Large Scale Integration：大規模集積回路）、システムＬＳＩ、ＰＬＣ（Programmable Logic Controller）、論理回路等で構成されてもよい。第１制御装置３１の複数の機能は、個別に１チップ化されることで実現されてもよく、一部又は全てを含むように１チップ化されることで実現されてもよい。また、回路はそれぞれ、汎用的な回路でもよく、専用の回路でもよい。ＬＳＩとして、ＬＳＩ製造後にプログラムすることが可能なＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、ＬＳＩ内部の回路セルの接続及び／又は設定を再構成可能なリコンフィギュラブルプロセッサ、又は、特定用途向けに複数の機能の回路が１つにまとめられたＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）等が利用されてもよい。

[0067] ［コンソールの構成］

コンソール２０の構成を説明する。図１に示すように、コンソール２０は、手術システム１と施術者Ｓとのインタフェースを構成し、ロボット１０を操作するための装置である。コンソール２０は、手術室内において手術台の傍らに又は手術台から離れて、又は、手術室外に設置される。

[0068] コンソール２０は、施術者Ｓからの指令の入力を受け付けるための操作入力装置２１０と、内視鏡カメラで撮像された画像を表示するディスプレイ装置２２０と、第２制御装置３２とを含む。内視鏡カメラは、外科用器具としてロボット１０に取り付けられる。操作入力装置２１０は、左右一対の操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒと操作用ペダル２１２とを含む。操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒは、ロボット１０を手動操作するために用いられる装置である。

[0069] 操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒはそれぞれ、施術者Ｓからの操作力を受けるように構成され、施術者Ｓによって把持される操作部（図示略）を含む。本実施の形態では、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒは、内視鏡カメラ及び手術器具の位置及び姿勢の移動指令等を受け付ける操作具である。操作用ペダル２１２は、例えば、内視鏡カメラのズーム、制御モードの切り替え、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒと対応付けられるアーム１３０の切り替え等の指令を受け付ける操作具である。操作入力装置２１０は、手術器具の体腔挿入指令の入力を受け付ける操作具、アーム復帰指令の入力を受け付ける操作具等をさらに含む。これらの操作具は、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒと操作用ペダル２１２とのうちの一方によって兼用されてもよく、レバー、ボタン、タッチパネル、ジョイスティック、モーションキャプチャ等の公知の追加の操作具が設けられることによって実現されてもよい。操作入力装置２１０は、施術者Ｓの操作力に対する反力を操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒに与えるための駆動機構（図示略）を有してもよい。

[0070] ロボット１０の手動操作の際、施術者Ｓは、ディスプレイ装置２２０に表示される内視鏡画像で患部を確認しながら、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部を直接的に動かすことによって、ロボット１０のアーム１３０の先端の外科用器具１５０の移動を指令する。ロボット１０の上記アーム１３０は、例えば、操作用ペダル２１２の操作によって操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒと対応づけられ、対応付けられたアーム１３０は、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作に従って動作する。

[0071] 図５に示すように、第２制御装置３２は、第１制御装置３１と通信可能に接続されている。例えば、第２制御装置３２は、操作入力装置２１０において受け付けられた情報、データ及び指令等を、第１制御装置３１に送信する。また、第２制御装置３２は、第１制御装置３１から受け取る情報、データ及び指令等に基づき、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒ等に行わせる動作、及びディスプレイ装置２２０の画像表示動作等を制御する。第２制

御装置３２の機能の一部又は全部は、ＣＰＵ、ＲＡＭ及びＲＯＭ等からなるコンピュータシステム（図示略）により実現されてもよく、電子回路又は集積回路等の専用のハードウェア回路により実現されてもよく、上記コンピュータシステム及びハードウェア回路の組み合わせにより実現されてもよい。なお、第２制御装置３２は単一のコンピュータ装置による集中制御により各処理を実行してもよく、複数のコンピュータ装置の協働による分散制御により各処理を実行してもよい。第２制御装置３２及び第１制御装置３１は、単一のコンピュータ装置に含まれてもよい。

[0072] ［第１制御装置及び第２制御装置の機能的構成］

図６は、実施の形態に係る制御装置３０の機能的構成の一例を示すブロック図である。図６に示すように、コンソール２０の第２制御装置３２は、画像処理部３２１と、入力処理部３２２と、動作指令部３２３と、位置指令部３２４と、動作制御部３２５とを機能的構成要素として含む。上記機能的構成要素の機能は、プロセッサ等によって実現される。なお、上記機能的構成要素の全てが必須ではない。

[0073] 画像処理部３２１は、外科用器具１５０の１つである内視鏡カメラによって撮像された画像データを第１制御装置３１から受け取り、当該画像データをディスプレイ装置２２０に出力し表示させる。画像処理部３２１は、画像データに変換処理等を加えてディスプレイ装置２２０に出力してもよい。

[0074] 入力処理部３２２は、操作入力装置２１０から情報、データ及び指令等を受け取り処理し、第１制御装置３１及び／又は動作指令部３２３に出力する。例えば、入力処理部３２２は、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの各関節に設けられた回転センサの検出値から各関節の回転量を検出し、各関節の回転量から操作部の位置及び速度（移動速度）を算出する。動作指令部３２３は、入力処理部３２２によって算出された操作部の位置及び速度に基づき、ロボット１０のポジショナ１１０及びアーム１３０に対する位置及び速度等を指令する移動指令を生成する。なお、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒに加えられる力を検出する力センサが設けられ、入力処理部

３２２は、力センサの検出値から力の大きさ及び方向等の力の検出値を検出し、動作指令部３２３は、力の検出値に基づき、ロボット１０のアーム１３０が対象物に加える力の大きさ及び方向等を指令する力指令を生成してもよい。動作指令部３２３は、力の検出値に対応する加速度を用いて移動指令を生成してもよい。動作指令部３２３は、上記移動指令及び上記力指令等を含む操作動作指令を第１制御装置３１に出力する。

[0075] 位置指令部３２４は、第１制御装置３１から位置指令を受け取る。位置指令は、ロボット１０のポジショナ１１０及びアーム１３０の位置及び姿勢等に対応する位置及び姿勢の指令を含み、例えば、ポジショナ１１０及びアーム１３０の各関節等の位置及び姿勢等に対応する位置及び姿勢の指令を含む。位置指令部３２４は、受け取った位置指令と移動指令とに基づき、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部の位置及び姿勢がロボット１０のアーム１３０の先端リンク１３７と対応するように、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部の位置及び姿勢等を指令する操作位置指令を生成する。操作位置指令は、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部に与える力を含んでもよい。さらに、位置指令部３２４は、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの各関節に設けられた回転センサの検出値から各関節の位置を検出する。動作制御部３２５は、操作位置指令に基づき、対応する関節のサーボモータに電流を供給する制御を行う。その結果、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部の位置及び姿勢がアーム１３０及び外科用器具１５０の位置及び姿勢と対応して移動する。

[0076] 第１制御装置３１は、ポジショナ制御部３１ａと、アーム制御部３１ｂと、記憶部３１ｃとを機能的構成要素として含む。ポジショナ制御部３１ａはポジショナ１１０の動作を制御し、アーム制御部３１ｂはアーム１３０及び外科用器具１５０の動作を制御する。ポジショナ制御部３１ａ及びアーム制御部３１ｂの各機能は、プロセッサ等によって実現され、記憶部３１ｃの機能はメモリによって実現される。

[0077] ポジショナ制御部３１ａは、ロボット１０に設けられている入力装置（図

示略）に入力される準備位置の設定等に関する指令に基づいて、記憶部３１ｃに記憶される準備位置にポジショナ１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０が移動するような制御を行う。

[0078] 例えば、図２に示すように、施術時、施術補助者Ｏ（施術者自身でもよい）は、基台１４０を用いてロボット１０を手術台ＯＴの近くに移動させる。このとき、ポジショナ１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０は、基台１４０に対して設定される所定の収納位置（図示略）に位置している。ロボット１０の移動後、施術補助者Ｏがロボット１０の入力装置（図示略）に、患者Ｐの手術内容に応じた準備位置を選択する入力を行う。これにより、ポジショナ制御部３１ａは、記憶部３１ｃから対応する準備位置の情報を読み出し、ポジショナ１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０が当該準備位置に位置するようにポジショナ１１０等を動作させる。なお、ロボット１０の入力装置を用いてポジショナ１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０のそれぞれの位置を準備位置から個別に位置調整することも可能である。

[0079] 本実施の形態では、ポジショナ１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０が収納位置から準備位置となるまでの間、第１制御装置３１は操作入力装置２１０による操作を受け付けない。準備位置への位置決め完了後、第１制御装置３１は操作入力装置２１０による操作を受け付け可能となる。準備位置への位置決め完了後の施術時において、第１制御装置３１は、原則としてポジショナ１１０及びアームベース１２０を静止させた状態で、操作入力装置２１０からの指令に応じて、各アーム１３０を動作させて外科用器具１５０の位置及び姿勢を適宜変化させるように動作制御する。

[0080] アーム制御部３１ｂは、画像取得部３１１と、情報処理部３１２と、動作指令部３１３と、軸位置決定部３１４と、動作制御部３１５とを機能的構成要素として含む。なお、上記機能的構成要素の全てが必須ではない。

[0081] 記憶部３１ｃは、種々の情報の格納つまり記憶することができ、且つ、格納した情報の読み出しを可能にする。例えば、記憶部３１ｃは、ポジショナ

１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０の準備位置の情報を記憶する。また、記憶部３１ｃは、施術のための遠隔中心位置を記憶する。また、記憶部３１ｃは、規制モードで用いられる拘束条件３１ｃａを記憶する。また、記憶部３１ｃは、各アーム１３０の先端リンク１３７に取り付けられている外科用器具１５０の情報を記憶してもよい。外科用器具１５０の情報は、外科用器具１５０の種類、形状、寸法、動作方向及び動作範囲等の情報を含んでもよい。また、記憶部３１ｃは、第１制御装置３１の各機能を実現するためのプログラムを格納してもよい。

[0082] 遠隔中心位置は、施術中における外科用器具１５０のインストルメント等の姿勢の基準位置である。例えば、第１制御装置３１は、施術中、外科用器具１５０のインストルメントが遠隔中心位置を通る状態を維持しつつ、アーム１３０を動作させる制御を行う場合がある。例えば、インストルメントが遠隔中心位置を通ることは、インストルメントが遠隔中心位置を通ること、及び、インストルメントの軸心などの中心線の延長線が遠隔中心位置を通ること等を含み得る。このとき、第１制御装置３１は、遠隔中心位置を基準とするインストルメントの様々な姿勢及び挿入深さに変化させるように、アーム１３０を屈曲させつつ動作させる。つまり、第１制御装置３１は、動作制限を伴ったアーム１３０の動作の制御を行う。遠隔中心位置の例は、図２に示される患者Ｐ上の位置Ｐａである。例えば、位置Ｐａの位置は、施術補助者Ｏが手術の準備をする過程で教示され、記憶部３１ｃに記憶されてもよい。

[0083] 拘束条件３１ｃａは、各アーム１３０の動作範囲を制限するための条件である。具体的には、拘束条件３１ｃａは、各アーム１３０に設定された拘束部の位置と、当該アーム１３０が動作するときに拘束部が位置することができる範囲である拘束範囲とを対応付けて含む。拘束条件３１ｃａは、アームベース１２０に対する各アーム１３０の相対的な動作についての条件であり、アームベース１２０を基準とする。

[0084] 拘束部の位置は、アーム１３０のいかなる位置に設定されてもよいが、本

実施の形態では、リンク１３４の屈曲部１３４ａに設定される。具体的には、拘束部の位置は、屈曲部１３４ａにおけるリンク１３４の軸心の屈曲点１３４ａａ（図３及び図４参照）に設定される。リンク１３４は第１リンクの一例であり、屈曲点１３４ａａは第１部分の一例である。

[0085] 例えば、図２に示すように、ロボット１０は、手術台ＯＴ上に横たわる患者Ｐの施術部位における各外科用器具１５０の姿勢回転の遠隔中心点Ｐａに対して、各外科用器具１５０の姿勢及び挿入深さを様々に変化させるために各アーム１３０を屈曲させつつ動作させる。このとき、先端リンク１３７と基部リンク１３８との中間付近に位置するリンク１３４において、アーム１３０が屈曲する。特に、リンク１３４においてアーム１３０が鋭角に屈曲する場合、リンク１３４の屈曲部１３４ａ（図３参照）が上方及び／又は側方に大きく張り出し、隣のアーム１３０と接触する可能性がある。よって、本実施の形態では、このようなリンク１３４の屈曲部１３４ａの屈曲点１３４ａａが拘束部に設定される。

[0086] 各アーム１３０における拘束範囲は、当該アーム１３０と他のアーム１３０との位置関係に基づき決定される範囲ではなく、当該アーム１３０の状態に基づき決定される範囲である。拘束範囲は、当該アーム１３０に対して固定された範囲ではなく、当該アーム１３０の状態に対応して変動する範囲である。

[0087] 具体的には、拘束範囲は、基部リンク１３８における特定の位置の部分と先端リンク１３７における特定の位置の部分との間の領域である。例えば、上記領域は、回転関節ＪＡ１の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときの領域であってもよい。

[0088] 図７及び図８はそれぞれ、図３のアーム１３０をＹＡ軸負方向及びＺＡ軸負方向で見た側面図及び平面図である。図７及び図８に示すように、基部リンク１３８における特定の位置の部分は、点１３８ａに設定され、先端リンク１３７における特定の位置の部分は、点ＪＡ７ａに設定される。点１３８ａは、基部リンク１３８と第２取付部１２２との接続面と基部リンク１３８

の軸心との交点である。点ＪＡ７ａは、先端リンク１３７とリンク１３６との接続部分に位置し、具体的には、第１連結部１３７ａと交差する回転関節ＪＡ７の回転軸の軸方向での当該接続部分の中心点である。なお、拘束範囲は、例えば、点１３８ａと点ＪＡ７ａとの間の中間位置であってもよい。本明細書及び請求の範囲において、「中間位置」は、２つの要素の間の中央の位置と、当該中央の位置付近の位置とを含み得る。基部リンク１３８は第２リンクの一例であり、点１３８ａは第２部分の一例であり、先端リンク１３７は第３リンクの一例であり、点ＪＡ７ａは第３部分の一例である。

[0089] さらに、拘束範囲は、点１３８ａを通り且つＸＡ軸と交差する方向に延びる第１平面と点ＪＡ７ａを通り且つＸＡ軸と交差する方向に延びる第２平面との間の３次元領域であってもよい。第１平面及び第２平面は、互いに平行であってもよく、非平行であってもよい。ＸＡ軸の軸方向はアームベース１２０の長手方向の一例である。

[0090] 例えば、図７及び図８に示すように、第１平面は、ＸＡ軸に垂直である平面ＹＺ８であり、第２平面は、ＸＡ軸に垂直である平面ＹＺ７であってもよい。平面ＹＺ７は、点ＪＡ７ａを通り且つＹＡＺＡ平面と平行である。平面ＹＺ８は、点１３８ａを通り且つＹＡＺＡ平面と平行である。よって、拘束範囲は、点１３８ａを通り且つＸＡ軸と垂直な方向に延びる第１平面と点ＪＡ７ａを通り且つＸＡ軸と垂直な方向に延びる第２平面との間の３次元領域であってもよい。本明細書及び請求の範囲において、「垂直」、「鉛直」、「水平」及び「平行」はそれぞれ、完全に垂直、鉛直、水平又は平行である場合と、完全な垂直、鉛直、水平又は平行の近傍を含む実質的に垂直、鉛直、水平又は平行とみなすことができる場合とを含み得る。

[0091] なお、拘束範囲は、第１平面と第２平面との中間位置であってもよく、例えば、平面ＹＺ７と平面ＹＺ８との間の中間位置であってもよい。

[0092] さらに、拘束範囲は、第１平面と第２平面との間の第３平面上の２次元領域であってもよい。第３平面は、第１平面及び第２平面の少なくとも１つと平行であってもよく、いずれとも非平行であってもよい。なお、第３平面は

、第１平面と第２平面との間の中間に位置してもよい。例えば、図７及び図８に示すように、第３平面は、平面ＹＺ７と平面ＹＺ８との間の平面ＹＺＥであってもよい。平面ＹＺＥは、平面ＹＺ７及びＹＺ８と平行であるが、非平行であってもよい。平面ＹＺＥの位置は、平面ＹＺ７と平面ＹＺ８との間であればよく、例えば、平面ＹＺ７と平面ＹＺ８との間の中間位置であってもよい。

[0093] また、拘束範囲は、点１３８ａと、点１３８ａを基準点とする第１曲面との間の３次元領域であってもよい。第１曲面の例は、上記基準点を中心とする球面及び楕円球面などの球状面、及び、上記基準点を通る軸を中心とする回転曲面などの軸対称曲面等である。上記基準点の例は、中心及び焦点等である。例えば、図９に示すように、第１曲面は球面Ｓ１であってもよい。球面Ｓ１は、点１３８ａを中心とし且つ点ＪＡ７ａを通る。なお、拘束範囲は、点１３８ａと第１曲面との中間位置であってもよく、例えば、点１３８ａと球面Ｓ１との間の中間位置であってもよい。図９は、拘束範囲の別の一例を図７と同様に示す側面図である。

[0094] さらに、拘束範囲は、点１３８ａと第１曲面との間の第２曲面上の領域であってもよい。第２曲面の形状は、第１曲面と類似する形状であってもよく、非類似の形状であってもよい。なお、第２曲面は、点１３８ａと第１曲面との間の中間に位置してもよい。例えば、図９に示すように、第２曲面は、点１３８ａと球面Ｓ１との間の球面Ｓ２であってもよい。球面Ｓ２は、点１３８ａを中心とするが、点１３８ａと異なる点を中心としてもよい。球面Ｓ２の位置は、点１３８ａと球面Ｓ１との間であればよく、例えば、点１３８ａと球面Ｓ１との間の中間位置であってもよい。

[0095] また、拘束範囲は、点１３８ａと点ＪＡ７ａとを結ぶ線分上の領域、又は、上記線分とＹＡ軸若しくは関節ＪＡ１の回転軸とを通る平面上の領域であってもよい。

[0096] また、上記で示された平面上の領域及び線分上の領域はそれぞれ、当該平面及び当該線分から所定の距離内の領域等の当該平面及び当該線分の近傍の

領域を含んでもよい。

[0097] 上述したように、屈曲点１３４ａａの拘束範囲は、基部リンク１３８の位置と先端リンク１３７の位置とに対応して決定される範囲であり、先端リンク１３７の位置に対応して変動する範囲である。以下において、拘束範囲は、平面ＹＺ７と平面ＹＺ８との間の中間に位置する平面ＹＺＥ上の２次元領域であるとして説明を行う。

[0098] 画像取得部３１１は、アーム１３０の外科用器具１５０の内視鏡カメラによって撮像された画像データを取得して第２制御装置３２へ出力する。

[0099] 情報処理部３１２は、第２制御装置３２から移動指令及び力指令等を含む操作動作指令を受け取り、動作指令部３１３に出力する。情報処理部３１２は、操作動作指令に処理を施し動作指令部３１３に出力する場合もある。情報処理部３１２は、第２制御装置３２から受け取る規制モードを実行する指令等に基づき、記憶部３１ｃから、動作対象のアーム１３０の拘束条件３１ｃａの情報を読み出し、軸位置決定部３１４に出力する。情報処理部３１２は、拘束条件３１ｃａの情報に処理を施し軸位置決定部３１４に出力する場合もある。

[0100] 動作指令部３１３は、情報処理部３１２から受け取る操作動作指令から、操作動作指令の対象のアーム１３０の先端リンク１３７の動作指令を生成し軸位置決定部３１４に出力する。動作指令は、位置指令を含み、さらに、力指令を含んでもよい。位置指令には、予め設定された移動範囲の制限及び移動速度の制限等が適用されてもよい。

[0101] また、動作指令部３１３は、ロボット１０の動作情報を動作制御部３１５から受け取り、当該動作情報を用いて、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部の動作指令を生成し、第２制御装置３２に出力する。動作指令は、位置指令を含み、さらに、力指令を含んでもよい。動作指令部３１３は、動作指令の代わりに、ロボット１０の動作情報を第２制御装置３２に出力してもよい。

[0102] ここで、先端リンク１３７の位置指令は、先端リンク１３７及び／又はア

ーム１３０の各関節等の位置、姿勢、並びに、位置及び姿勢の速度の目標値を指示する指令を含み得る。上記位置及びその速度は、３次元空間内の位置及び速度を表し、上記姿勢及びその速度は、３次元空間内の姿勢及び速度を表してもよい。さらに、位置指令は、位置指令の実行時刻を含んでもよい。本明細書及び請求の範囲において、「位置」とは、３次元空間内の位置、位置の速度、姿勢及び姿勢の速度のうちの少なくとも３次元空間内の位置を含むことを意味する。力指令は、先端リンク１３７が対象物に加える力の大きさ及び方向の目標値を指示する指令を含む。力の方向は、３次元空間内の方向を表してもよい。力指令は、力指令の実行時刻を含んでもよい。

[0103] また、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部の位置指令は、先端リンク１３７の位置指令と同様に、操作部及び／又は操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの各関節等の位置、姿勢、並びに、位置及び姿勢の速度の目標値を指示する指令を含み得る。さらに、位置指令は、位置指令の実行時刻を含んでもよい。力指令は、操作部に加える力の大きさ及び方向の目標値を指示する指令を含んでもよい。力指令は、力指令の実行時刻を含んでもよい。

[0104] また、ロボット１０の動作情報は、ポジショナ１１０及びアーム１３０の動作データのうち少なくともアーム１３０の動作データを含む。アーム１３０の動作データは、動作時における先端リンク１３７及び／又はアーム１３０の各関節等の位置を表す位置データを含む。アーム１３０の動作データは、先端リンク１３７が対象物に加える力を表す力データも含んでもよい。ポジショナ１１０の動作データは、ポジショナ１１０の各関節及び／又はアームベース１２０等の位置を表す位置データを含む。位置データは、３次元空間内の位置と３次元空間内の姿勢とを含んでもよい。力データは、力の大きさと３次元空間内の力の方向とを含んでもよい。位置データ及び力データは、各位置及び各力の発生時刻と関連付けられた時系列データであってもよい。

[0105] また、動作情報は、動作データ以外の情報として、先端リンク１３７が作

用を加える対象物の撮像データ、先端リンク１３７で発生する振動データ、衝撃データ、光データ、音データ、温度データ、湿度データ、気圧などの圧力データ等を含んでもよい。本実施の形態で扱われる動作情報は、少なくとも動作データを含む。

[0106] 軸位置決定部３１４は、動作指令部３１３から受け取る動作指令に基づき、当該動作指令の対象のアーム１３０の各関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の目標値を決定し、当該目標値を動作制御部３１５に出力する。つまり、軸位置決定部３１４は、各関節ＪＡ１～ＪＡ７の関節軸の回転位置を決定する。さらに、規制モードでは、軸位置決定部３１４は、上記目標値の決定に拘束条件３１ｃａを用いる。軸位置決定部３１４は、動作指令に含まれる力指令を動作制御部３１５に出力してもよい。

[0107] 規制モード及び非規制モードのいずれにおいても、軸位置決定部３１４は、動作指令の位置指令に含まれる先端リンク１３７の３次元位置及び３次元姿勢の目標値と基部リンク１３８の３次元位置及び３次元姿勢の検出値とを用いて逆変換することで、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の目標値を演算する。基部リンク１３８の３次元位置及び３次元姿勢の検出値は、アームベース１２０の３次元位置及び３次元姿勢から演算される。例えば、ポジショナ１１０によるアームベース１２０の位置決め後、第１制御装置３１によって、アームベース１２０の３次元位置及び３次元姿勢並びに／又は各アーム１３０の基部リンク１３８の３次元位置及び３次元姿勢が検出され保持されてもよい。

[0108] 本実施の形態では、各アーム１３０は、７つの関節を有する。各アーム１３０は、先端リンク１３７の３次元位置及び３次元姿勢を目標値にするために必要である６つの関節による６つの自由度と、１つの関節による１つの付加的な自由度とを有する。このため、先端リンク１３７の３次元位置及び３次元姿勢の目標値の１つの組み合わせに対して、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の複数の組み合わせが演算により検出され得る。

[0109] 非規制モードでは、軸位置決定部３１４は、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量

（回転角）の複数の組み合わせから任意の組み合わせを選択し、選択された組み合わせを、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の目標値に決定する。例えば、軸位置決定部３１４は、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転移動量が最も小さい組み合わせを選択してもよい。なお、例えば、遠隔中心位置を基準とするアーム１３０の動作については、軸位置決定部３１４は、遠隔中心位置の情報を上記選択に用いてもよい。軸位置決定部３１４は、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量の組み合わせから、外科用器具１５０が遠隔中心位置を通る組み合わせを選択してもよい。

[0110] 規制モードでは、軸位置決定部３１４は、拘束条件３１ｃａに基づき、アーム１３０の拘束部が拘束範囲内に位置する関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の組み合わせを選択し、当該組み合わせを目標値に決定する。本実施の形態では、図７に示すように、軸位置決定部３１４は、リンク１３４の屈曲部１３４ａの屈曲点１３４ａａが平面ＹＺＥ上に位置する組み合わせを選択する。平面ＹＺＥは、先端リンク１３７の点ＪＡ７ａを通り且つＸＡ軸と垂直である平面ＹＺ７と、基部リンク１３８の点１３８ａを通り且つＸＡ軸と垂直である平面ＹＺ８との中間に位置し、平面ＹＺ７及びＹＺ８と平行である。なお、例えば、遠隔中心位置を基準とするアーム１３０の動作については、軸位置決定部３１４は、遠隔中心位置の情報を上記選択に用いてもよい。軸位置決定部３１４は、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量の組み合わせから、外科用器具１５０が遠隔中心位置を通る組み合わせを選択してもよい。

[0111] 動作制御部３１５は、動作対象のアーム１３０の各関節ＪＡ１～ＪＡ７を駆動するサーボモータＭＡ１～ＭＡ７への電流の供給を制御するための動作制御指令を生成し出力する。具体的には、動作制御部３１５は、サーボモータＭＡ１～ＭＡ７それぞれの回転センサＥＡ１～ＥＡ７及び電流センサ（図示略）から回転量及び電流の検出値をフィードバック情報として受け取る。なお、動作制御部３１５は、駆動回路ＣＡ１～ＣＡ７がサーボモータＭＡ１～ＭＡ７に供給する電流の指令値をフィードバック情報として用いてもよい。さらに、先端リンク１３７等に力センサが設けられる場合、動作制御部３

１５は、当該力センサから力の検出値をフィードバック情報として受け取ってもよい。さらに、動作制御部３１５は、各関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量の検出値から当該関節の位置を検出する。動作制御部３１５は、各関節ＪＡ１～ＪＡ７の位置と、軸位置決定部３１４から受け取る各関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の目標値とから、各関節ＪＡ１～ＪＡ７の駆動量及び駆動速度を決定する。また、動作制御部３１５は、力センサから力の検出値と動作指令の力指令とから、各関節ＪＡ１～ＪＡ７の駆動トルクを決定してもよい。動作制御部３１５は、電流の検出値に基づき、上記駆動量、駆動速度及び駆動トルクに対応して各サーボモータＭＡ１～ＭＡ７に駆動させるための電流値を決定し、当該電流値の電流を当該サーボモータに供給させる動作制御指令を生成し当該サーボモータに出力する。これにより、例えば、アーム１３０は、操作動作指令の移動指令に従って動作する場合、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部の動きと対応して動作する。

[0112] ［手術システムの動作］

実施の形態に係る手術システム１の動作を説明する。具体的には、規制モードでの動作を説明する。図１０は、実施の形態に係る手術システム１の動作の一例を示すフローチャートである。図１０に示すように、ステップＳ１において、施術者Ｓ又は施術補助者Ｏは、患者Ｐに手術を行うとき、ロボット１０の入力装置（図示略）に準備位置を指定する指令を入力し、第１制御装置３１は当該指令を受け付ける。

[0113] 次いで、ステップＳ２において、第１制御装置３１は、ポジショナ１１０、アームベース１２０及び複数のアーム１３０を指定された準備位置に位置させるように、ポジショナ１１０等を動作させる。第１制御装置３１はロボット１０を準備位置に移行させる。準備位置に移行後、施術補助者Ｏがアーム１３０Ａ～１３０Ｄのそれぞれに外科用器具１５０を取り付ける際にそれぞれの遠隔中心位置を教示することにより記憶部３１ｃにそれぞれの遠隔中心位置Ｐａが記憶される。

[0114] 次いで、ステップＳ３において、施術者Ｓ又は施術補助者Ｏは、操作入力

装置２１０の操作用ペダル２１２を用いて、操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒによって動作させる動作対象のアームをアーム１３０Ａ～１３０Ｄから選択し、第２制御装置３２は当該選択を受け付ける。本例では、第２制御装置３２は、アーム１３０Ｃの選択を受け付け、アーム１３０Ｃを動作対象とする通知を第１制御装置３１に出力する。以降、第１制御装置３１は、第２制御装置３２からの指令等をアーム１３０Ｃへの指令として処理する。

[0115] 次いで、ステップＳ４において、施術者Ｓ又は施術補助者Ｏは、操作入力装置２１０に規制モードの実行の指令を入力する。第２制御装置３２は、規制モードの実行指令を受け付け、当該指令を第１制御装置３１に出力する。

[0116] 次いで、ステップＳ５において、施術者Ｓが操作マニピュレータ２１１Ｌ及び２１１Ｒの操作部に操作を入力すると、第２制御装置３２は、当該操作に対応する操作動作指令を生成し、第１制御装置３１に出力する。

[0117] 次いで、ステップＳ６において、第１制御装置３１は、操作動作指令から、アーム１３０Ｃの先端リンク１３７の動作指令を生成する。

[0118] 次いで、ステップＳ７において、第１制御装置３１は、記憶部３１ｃに記憶される遠隔中心位置Ｐａと拘束条件３１ｃａとを動作指令に適用することにより、外科用器具１５０が遠隔中心位置Ｐａを通る状態を維持しながらアーム１３０Ｃのリンク１３４の屈曲部１３４ａの屈曲点１３４ａａが平面ＹＺＥ（図７参照）上に位置するような、関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転量（回転角）の目標値を演算する。つまり、第１制御装置３１は、動作指令及び拘束条件３１ｃａに対応する関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転位置の目標値を演算する。

[0119] 次いで、ステップＳ８において、第１制御装置３１は、アーム１３０Ｃの動作情報を取得する。さらに、第１制御装置３１は、当該動作情報をフィードバック情報として用いて、上記回転位置の目標値にするように関節ＪＡ１～ＪＡ７に動作させるための動作制御指令を生成し、アーム１３０Ｃのサーボモータ１～ＭＡ７に出力する。つまり、第１制御装置３１は、アーム

１３０Ｃの各関節ＪＡ１～ＪＡ７の動作制御指令を出力する。

[0120] 次いで、ステップＳ９において、アーム１３０Ｃは、動作制御指令に従って動作することで、リンク１３４の屈曲点１３４ａａを平面ＹＺＥ上に位置させつつ、外科用器具１５０が遠隔中心位置Ｐａを通る状態を維持しながら先端リンク１３７を目標の位置及び姿勢に移動させる。つまり、アーム１３０Ｃは拘束部を拘束範囲内に位置させつつ動作する。

[0121] 次いで、ステップＳ１０において、第２制御装置３２は、施術者Ｓ又は施術補助者Ｏによって、操作入力装置２１０に終了の指令が入力されたか否かを判定し、指令の入力がある場合（ステップＳ１０でＹｅｓ）、一連の処理を終了し、未入力の場合（ステップＳ１０でＮｏ）、ステップＳ５に戻る。なお、終了の指令は、手術システム１での施術全体を終了する指令、規制モードを終了する指令、又は、動作対象をアーム１３０Ｃから他のアーム１３０に切り替える指令等であってもよい。

[0122] ステップＳ１～Ｓ１０によって、第１制御装置３１は、アーム１３０Ｃの拘束部であるリンク１３４の屈曲点１３４ａａが拘束範囲である平面ＹＺＥ上に位置するように、アーム１３０Ｃを動作させる。これにより、アーム１３０Ｃの各関節ＪＡ１～ＪＡ７及びリンク１３１～１３６は、両隣のアーム１３０Ｂ及び１３０Ｄへ向かう方向への拡がりが抑えられた範囲内で動作する。よって、アーム１３０Ｃがアーム１３０Ｂ及び１３０Ｄと接触することが抑えられる。第１制御装置３１は、このようなアーム１３０Ｃの接触を回避する動作を、アーム１３０Ｂ及び１３０Ｄの状態を用いずに、先端リンク１３７の点ＪＡ７ａの位置と基部リンク１３８の点１３８ａの位置との状態であるアーム１３０Ｃの状態に基づき実現することができる。

[0123] なお、上記例では、アーム１３０Ｃが動作対象であるが、他のアーム１３０が動作対象であっても、第１制御装置３１及び第２制御装置３２は、ステップＳ３～Ｓ１０と同様の処理を行う。

[0124] また、上記例では、拘束範囲が平面ＹＺＥ上であるが、他の拘束範囲であっても第１制御装置３１及び第２制御装置３２は、ステップＳ５～Ｓ１０と

同様の処理を行う。具体的には、第１制御装置３１は、ステップＳ７において、適用すべき拘束条件を用いてアーム１３０の関節ＪＡ１～ＪＡ７の回転位置の目標値を演算する。他の拘束範囲は、上述で例示した拘束範囲であってもよい。

[0125] （変形例）

本変形例では、ロボット１０のアームベース１２００の構成が、実施の形態のアームベース１２０の構成と異なる。以下において、本変形例について、実施の形態と異なる点を中心に説明し、実施の形態と同様の点の説明を適宜省略する。

[0126] 図１１は、変形例に係る手術システム１の構成の一例を図１と同様に示す図である。図１２は、変形例に係るロボット１０の構成の一例を図２と同様に示す側面図である。図１及び図２に示すように、本変形例に係るロボット１０のアームベース１２００は、第１取付部１２１０及び第２取付部１２２０を有する。

[0127] ポジショナ１１０のポジショナリンク１１６は、回転関節ＪＰ７を介して第１取付部１２１０と接続され、回転関節ＪＰ７の捻じれ回転軸ＳＰ７の方向に、第１取付部１２１０から延びる。

[0128] アーム１３０の基部リンク１３８は、第２取付部１２２０と接続され、第２取付部１２２０の軸心ＳＡ１の方向に、第２取付部１２２０から延びる。アームベース１２００を基準とすると、基部リンク１３８が第２取付部１２２０から延びる方向は、ポジショナリンク１１６が第１取付部１２１０から延びる方向と同様の方向である。つまり、第１取付部１２１０のメカニカルインタフェース部分の向きは、第２取付部１２２０のメカニカルインタフェース部分の向きと同様である。よって、アーム１３０及びポジショナ１１０は、アームベース１２００から同様の向きに延びる。さらに、これに限定されないが、本変形例では、軸心ＳＡ１と回転軸ＳＰ７とが平行である。これにより、アーム１３０及びポジショナ１１０の動作の制御が容易になる。

[0129] なお、実施の形態に係るアームベース１２０は、アーム１３０及びポジシ

ョナ１１０がアームベース１２０から互いに大凡反対の向きに延びるように構成される。アームベース１２０の第１取付部１２１のメカニカルインタフェース部分の向きは、第２取付部１２２のメカニカルインタフェース部分の向きと大凡反対である。

[0130] 上述のようなアームベース１２００を備えるロボット１０に対して、第１制御装置３１は、実施の形態と同様の制御を行う。具体的には、第１制御装置３１は、実施の形態と同様の拘束条件を用いた制御を行う。

[0131] （その他の実施の形態）

以上、本開示の実施の形態及び変形例について説明したが、本開示は、上記実施の形態及び変形例に限定されない。すなわち、本開示の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。例えば、各種変形を実施の形態及び変形例に施したもの、及び、異なる実施の形態及び変形例における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本開示の範囲内に含まれる。

[0132] 例えば、実施の形態及び変形例において、アーム１３０の第１リンクの第１部分としてのリンク１３４の点１３４ａａは、第２部分としての基部リンク１３８の点１３８ａと第３部分としての先端リンク１３７の点ＪＡ７ａとの間に位置するが、第１部分、第２部分及び第３部分は、上記に限定されない。例えば、第１部分は、リンク１３４のいかなる部分であってもよく、他のリンク１３１～１３３及び１３５～１３８のいかなる部分であってもよい。第２部分は、基部リンク１３８のいかなる部分であってもよく、リンク１３１～１３７のいずれかのリンクのいかなる部分であってもよい。第３部分は、先端リンク１３７のいかなる部分であってもよく、リンク１３１～１３６及び１３８のいずれかのリンクのいかなる部分であってもよい。第３部分は、第２部分よりも先端リンク１３７に近い位置にあり、第１部分は、第２部分と第３部分との間にあればよい。

[0133] また、第１部分～第３部分は、関節ＪＡ１～ＪＡ７に位置してもよい。例えば、リンク１３４の第１部分は、リンク１３４に隣り合う関節ＪＡ４又はＪＡ５に位置してもよい。基部リンク１３８の第２部分は、基部リンク１３

８に隣り合う関節ＪＡ１に位置してもよい。先端リンク１３７の第３部分は、先端リンク１３７に隣り合う関節ＪＡ７に位置してもよい。本明細書及び請求の範囲において、第１リンク（例えば、リンク１３４）の第１部分は、第１リンク内の部分と第１リンクに隣り合う関節（例えば、関節ＪＡ４及び／又はＪＡ５）内の部分とを対象とし得る。基部（例えば、基部リンク１３８）の第２部分は、基部内の部分と基部に隣り合う関節（例えば、関節ＪＡ１）内の部分とを対象とし得る。先端部（例えば、先端リンク１３７）の第３部分は、先端部内の部分と先端部に隣り合う関節（例えば、関節ＪＡ７）内の部分とを対象とし得る。

[0134] また、実施の形態及び変形例に係る手術システム１は、１つのロボット１０と１つのコンソール２０とを含むように構成されるが、これに限定されない。手術システム１は、１つ以上のロボット１０と１つ以上のコンソール２０とを含むように構成されてもよい。例えば、手術システム１は、複数のロボット１０と、複数のコンソール２０とを備えてもよい。制御装置３０は、複数のコンソール２０の少なくとも１つから受け付ける指令等に従って、複数のロボット１０の１つと複数のコンソール２０の１つとを選択して接続するように構成されてもよい。

[0135] また、本開示の技術は、制御方法であってもよい。例えば、本開示に係る制御方法は、それぞれが基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、複数の自由度を有する複数のロボットアームをアームベースに備える手術ロボットの制御方法であって、前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つのロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、少なくとも７つの自由度を有する１つの前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分を、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させる。この制御方

法によれば、上記手術システム１と同様の効果が得られる。このような制御方法は、ＣＰＵ、ＬＳＩなどの回路、ＩＣカード又は単体のモジュール等によって、実現されてもよい。

[0136] また、本開示の技術は、上記制御方法を実行するためのプログラムであってもよく、上記プログラムが記録された非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体であってもよい。また、上記プログラムは、インターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるのは言うまでもない。

[0137] また、上記で用いた序数、数量等の数字は、全て本開示の技術を具体的に説明するために例示するものであり、本開示は例示された数字に制限されない。また、構成要素間の接続関係は、本開示の技術を具体的に説明するために例示するものであり、本開示の機能を実現する接続関係はこれに限定されない。

[0138] また、機能ブロック図におけるブロックの分割は一例であり、複数のブロックを一つのブロックとして実現する、一つのブロックを複数に分割する、及び／又は、一部の機能を他のブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する複数のブロックの機能を単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

符号の説明

[0139] １　手術システム

３　制御装置

１０　ロボット

２０　コンソール

３０　制御装置

３１　第１制御装置

３２　第２制御装置

１２０，１２００　アームベース

１３０，１３０Ａ～１３０Ｄ　アーム（ロボットアーム）

１３１～１３６　リンク

１３４ａａ　点（第１部分）

１３７　先端リンク（先端部）

１３８　基部リンク（基部）

１３８ａ　点（第２部分）

２１０　操作入力装置

ＪＡ７ａ　点（第３部分）

請求の範囲

[請求項1] 複数の自由度をそれぞれ有する複数のロボットアームと、

前記複数のロボットアームの基端部を保持する長尺状のアームベースと、

前記複数のロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備え、

前記複数のロボットアームはそれぞれ、基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、

前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、

前記制御装置は、少なくとも７つの自由度を有する１つの前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分が、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させる

手術ロボット。

[請求項2] 前記第１リンクは屈曲した形状を有し、前記第１部分は前記第１リンクの屈曲部分である

請求項１に記載の手術ロボット。

[請求項3] 前記第１リンクは、前記基部と１つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と１つ以上の前記リンクを介して接続される

請求項１または２に記載の手術ロボット。

[請求項4] 前記第１リンクは、前記基部と２つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と２つ以上の前記リンクを介して接続される

請求項１～３のいずれか一項に記載の手術ロボット。

[請求項5] 前記制御装置は、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分が、前記第２部分を通り且つ前記アームベースの長手方向と交差す

る方向に延びる第１平面と前記第３部分を通り且つ前記長手方向と交差する方向に延びる第２平面との間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させる

請求項１～４のいずれか一項に記載の手術ロボット。

[請求項6] 前記第１平面は、前記第２部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延び、

前記第２平面は、前記第３部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延びる

請求項５に記載の手術ロボット。

[請求項7] 前記制御装置は、前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分が、前記第１平面と前記第２平面との間の中間に位置するように、前記１つのロボットアームを動作させる

請求項５または６に記載の手術ロボット。

[請求項8] 複数の自由度をそれぞれ有する複数のロボットアームと、

前記複数のロボットアームの基端部を保持する長尺状のアームベースと、

前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームを操作するための操作装置と、

前記操作装置による操作に基づいて前記ロボットアームの動作を制御する制御装置と、を備え、

前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つの前記ロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、

前記複数のロボットアームはそれぞれ、基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、

前記制御装置は、予め設定された遠隔中心位置を前記医療器具が通る状態を維持しながら前記医療器具を移動させる動作制限下で前記操

作装置の操作に基づいて前記ロボットアームを移動させるように構成されており、

前記制御装置は、前記操作装置で操作されている少なくとも７つの自由度を有する前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分が、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置するように、前記ロボットアームを動作させる

手術システム。

[請求項9] それぞれが基部と、医療器具を保持可能な先端部と、前記基部と前記先端部とを連結し且つ互いに連結される複数のリンクとを含み、複数の自由度を有する複数のロボットアームをアームベースに備える手術ロボットの制御方法であって、

前記複数のロボットアームのうちの少なくとも１つのロボットアームが少なくとも７つの自由度を有しており、

前記基部に隣接する前記リンクは前記基部と回転関節を介して接続されており、

少なくとも７つの自由度を有する１つの前記ロボットアームにおいて、前記回転関節の回転軸の軸方向と平行な方向から見たときに、前記複数のリンクのうちの第１リンクの第１部分を、前記基部の第２部分と前記先端部の第３部分との間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させる

制御方法。

[請求項10] 前記第１リンクは屈曲した形状を有し、前記第１部分は前記第１リンクの屈曲部分である

請求項９に記載の制御方法。

[請求項11] 前記第１リンクは、前記基部と１つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と１つ以上の前記リンクを介して接続される

請求項９または１０に記載の制御方法。

[請求項12] 前記第１リンクは、前記基部と２つ以上の前記リンクを介して接続され、前記先端部と２つ以上の前記リンクを介して接続される

請求項９～１１のいずれか一項に記載の制御方法。

[請求項13] 前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分を、前記第２部分を通り且つ前記アームベースの長手方向と交差する方向に延びる第１平面と前記第３部分を通り且つ前記長手方向と交差する方向に延びる第２平面との間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させる

請求項９～１２のいずれか一項に記載の制御方法。

[請求項14] 前記第１平面は、前記第２部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延び、

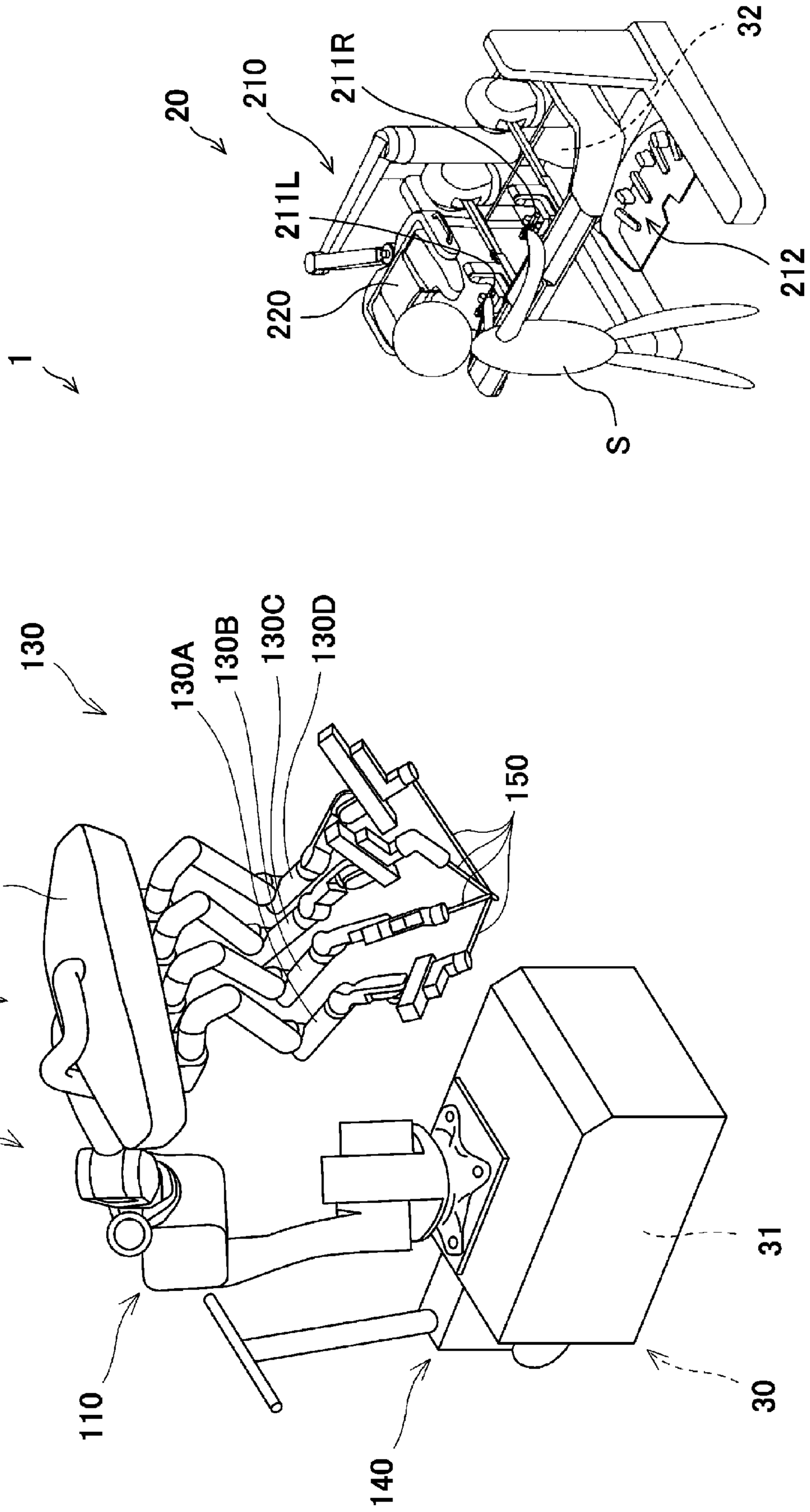
前記第２平面は、前記第３部分を通り且つ前記長手方向と垂直な方向に延びる

請求項１３に記載の制御方法。

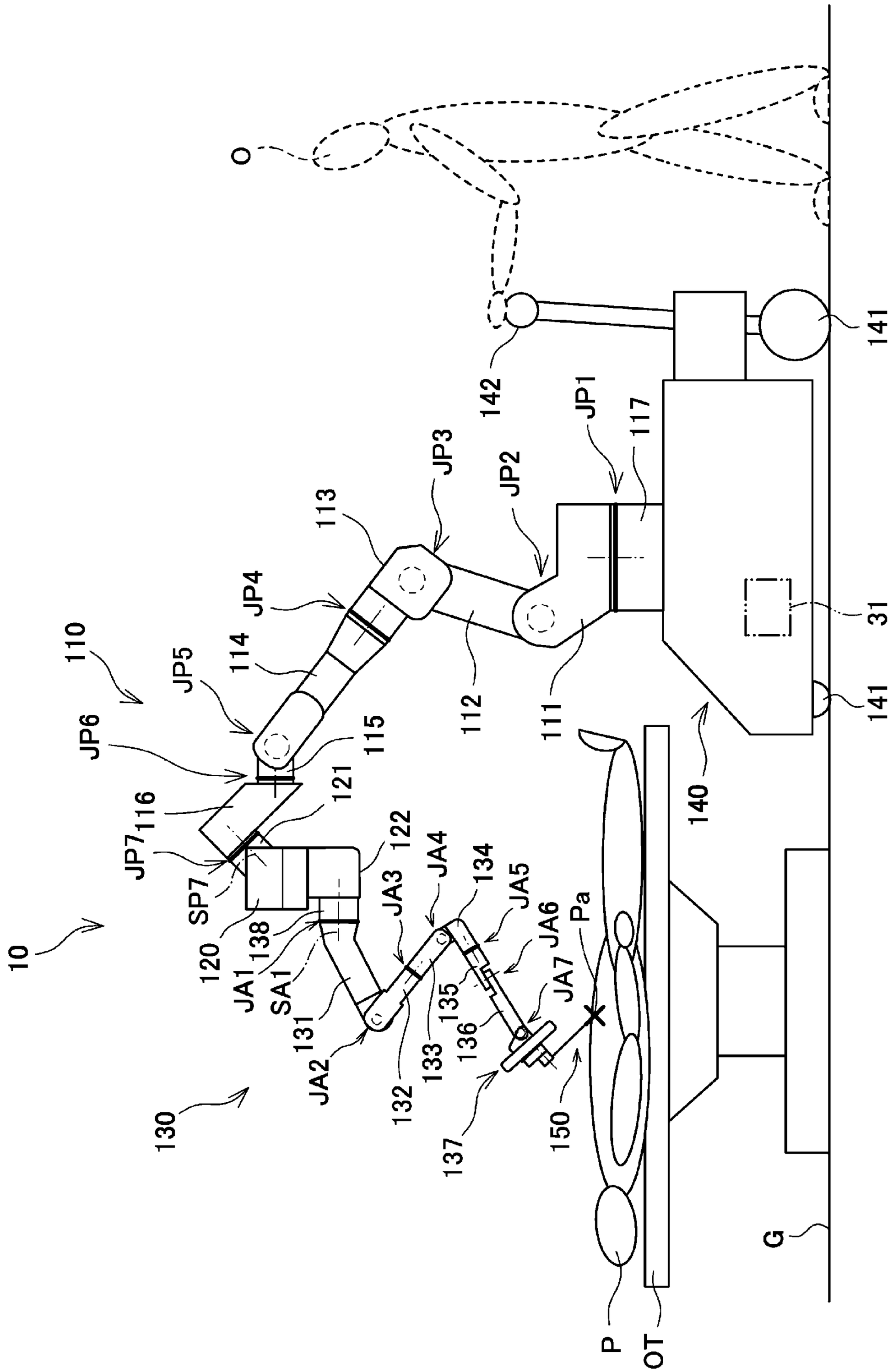
[請求項15] 前記１つのロボットアームにおいて、前記第１部分を前記第１平面と前記第２平面との間の中間に位置させるように、前記１つのロボットアームを動作させる

請求項１３または１４に記載の制御方法。

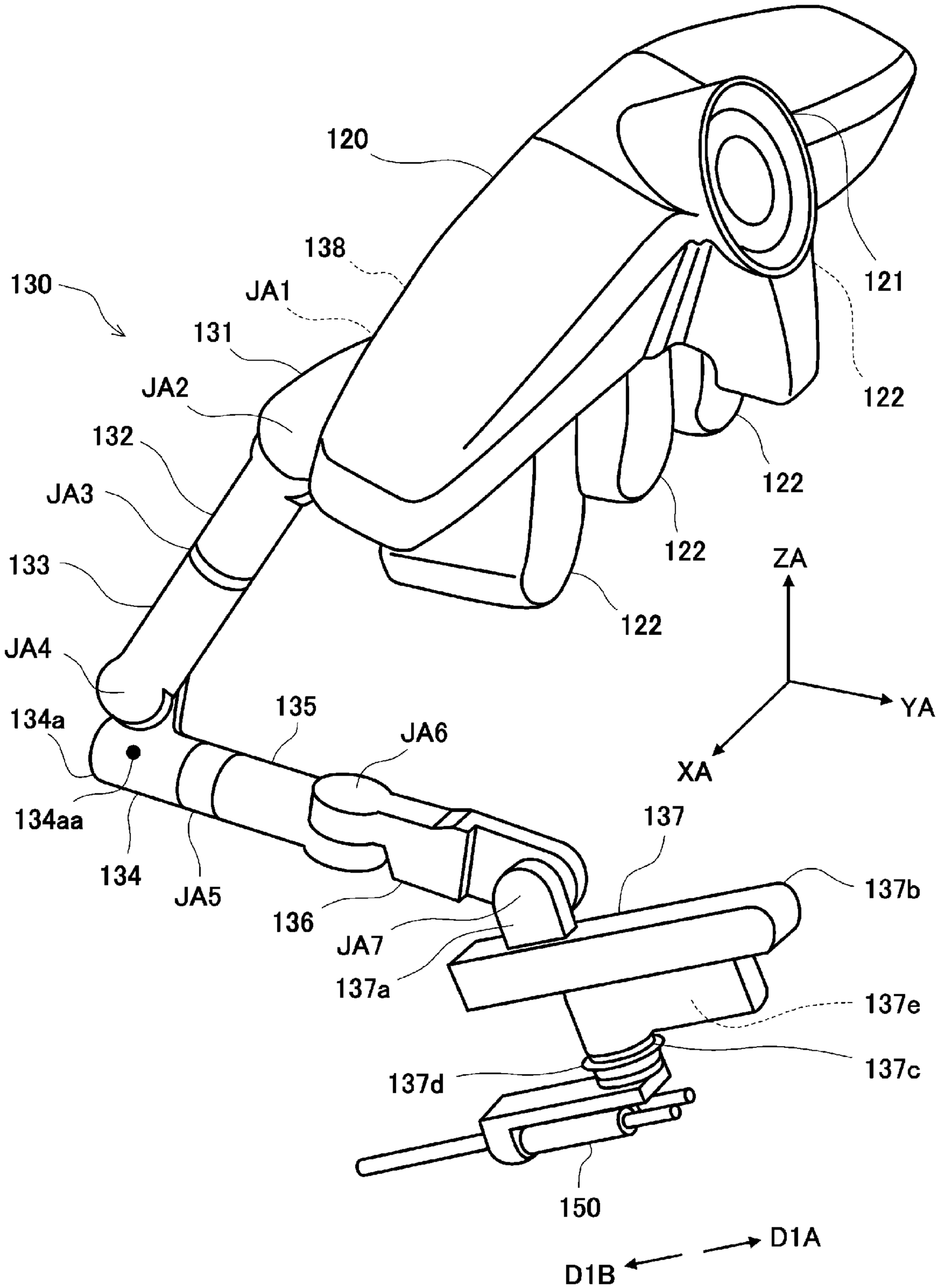
[図1]


1
20
210
211R
211L
220
32
212
S
130
130A
130B
130C
130D
150
120
160
10
110
140
31
30

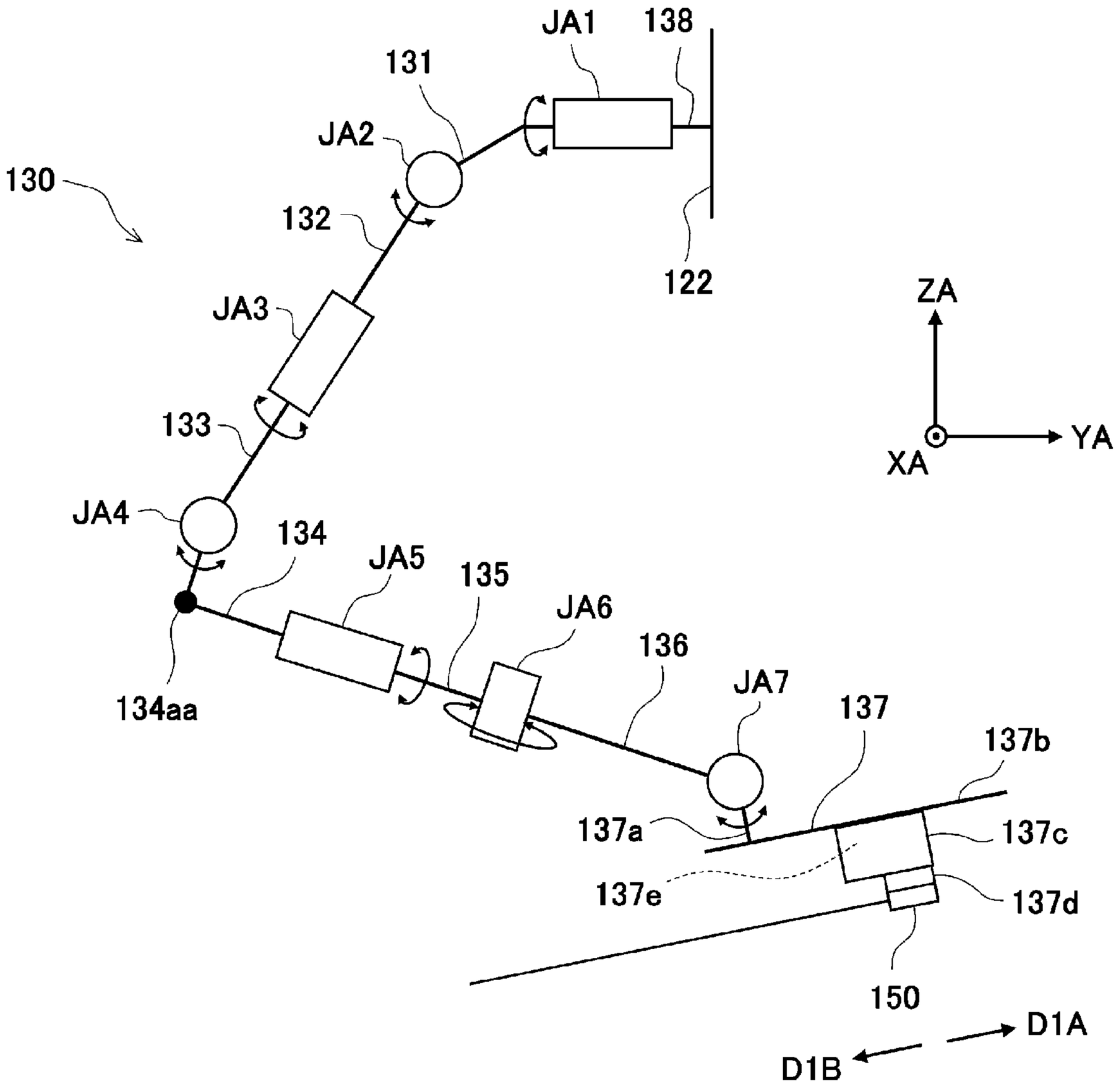
[図2]


O
142
141
JP1
117
JP2
JP3
113
JP4
114
JP5
110
JP6
115
121
JP7
116
SP7
122
120
JA1
138
SA1
JA3
JA4
134
JA5
JA6
JA7
Pa
131
JA2
132
133
135
136
137
112
111
140
141
31
10
130
150
P
OT
G

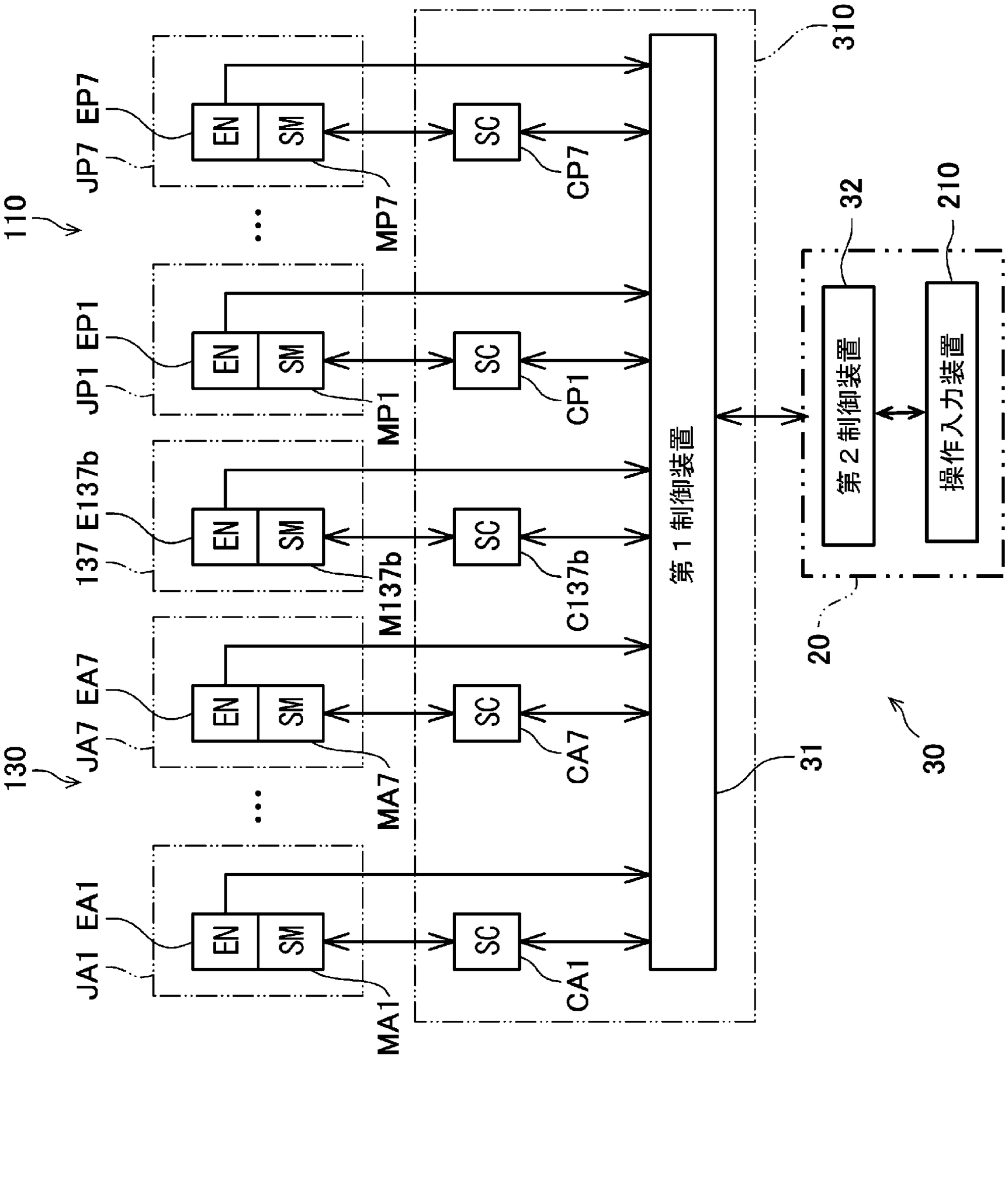
[図3]


120
138
130
JA1
131
JA2
132
JA3
133
JA4
134a
134aa
134
135
JA5
JA6
136
JA7
137
137a
137b
137e
137c
137d
121
122
122
122
122
ZA
YA
XA
150
D1A
D1B

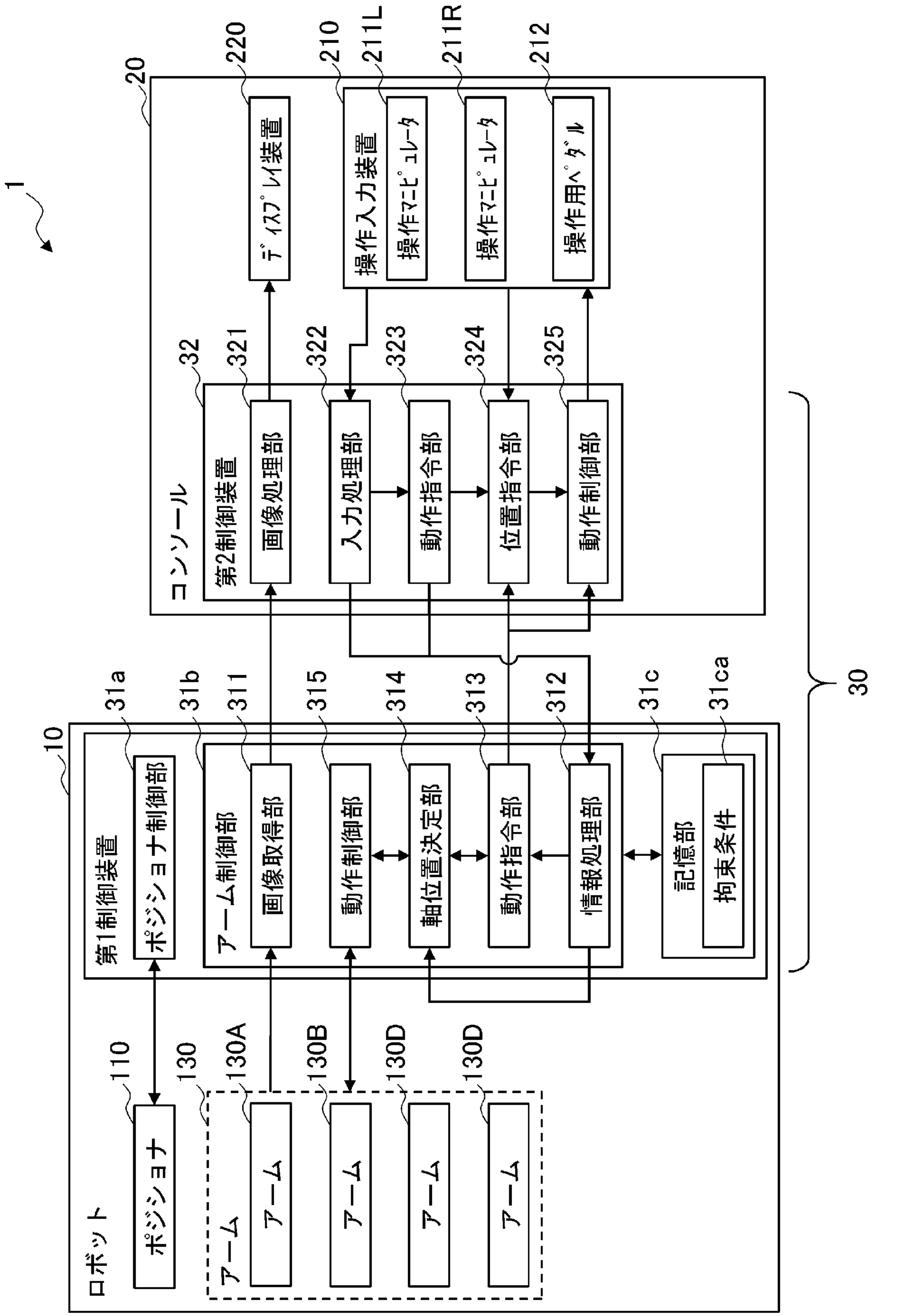
[図4]


JA1
138
131
JA2
130
132
JA3
133
JA4
134
JA5
135
JA6
136
JA7
137
137b
134aa
137a
137c
137e
137d
150
122
ZA
YA
XA
D1A
D1B

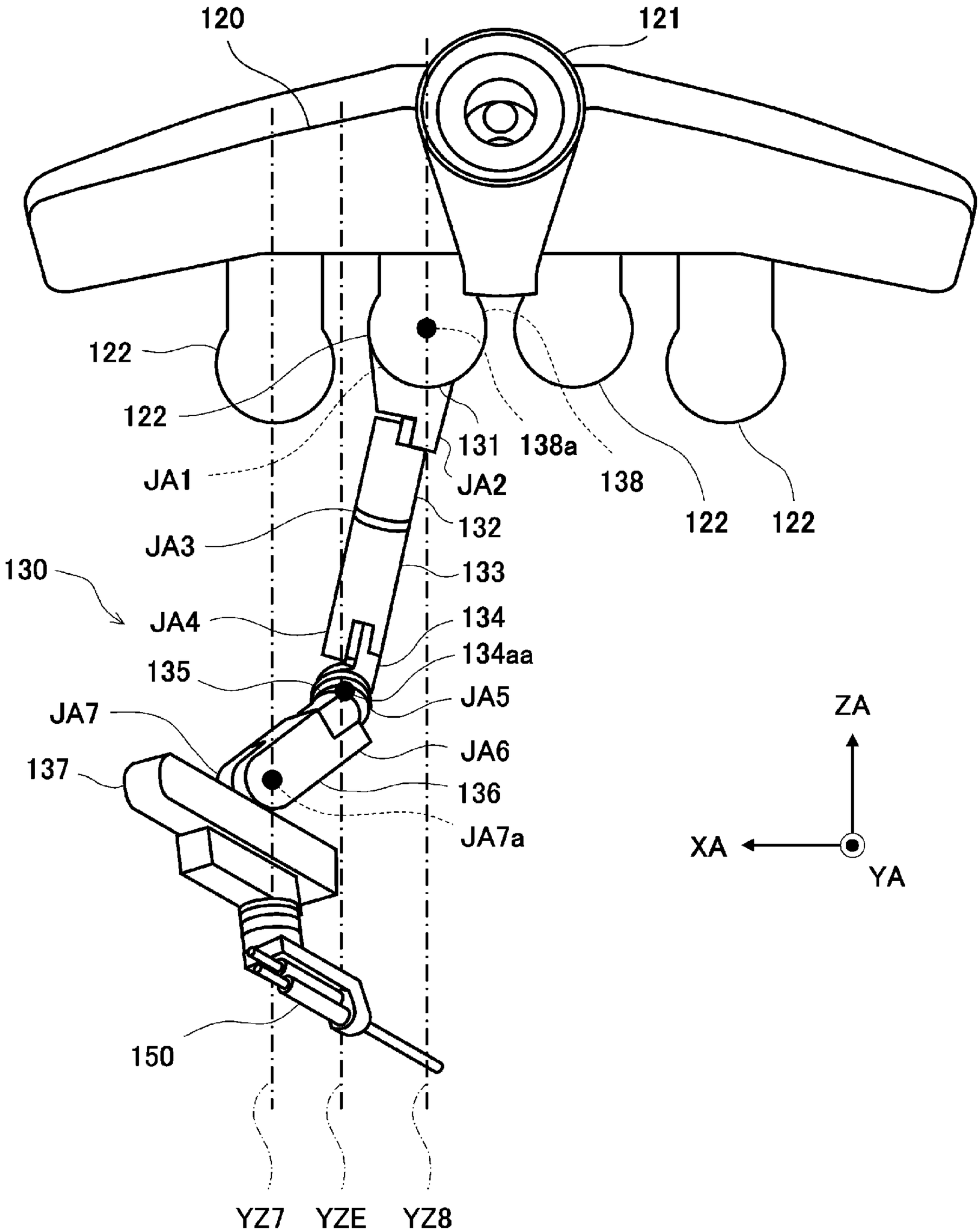
[図5]


310
110
JP7 EP7
EN
SM
SC
CP7
MP7
JP1 EP1
MP1
CP1
137 E137b
M137b
C137b
JA7 EA7
130
MA7
CA7
JA1 EA1
MA1
CA1
第１制御装置
31
32
第２制御装置
操作入力装置
210
20
30

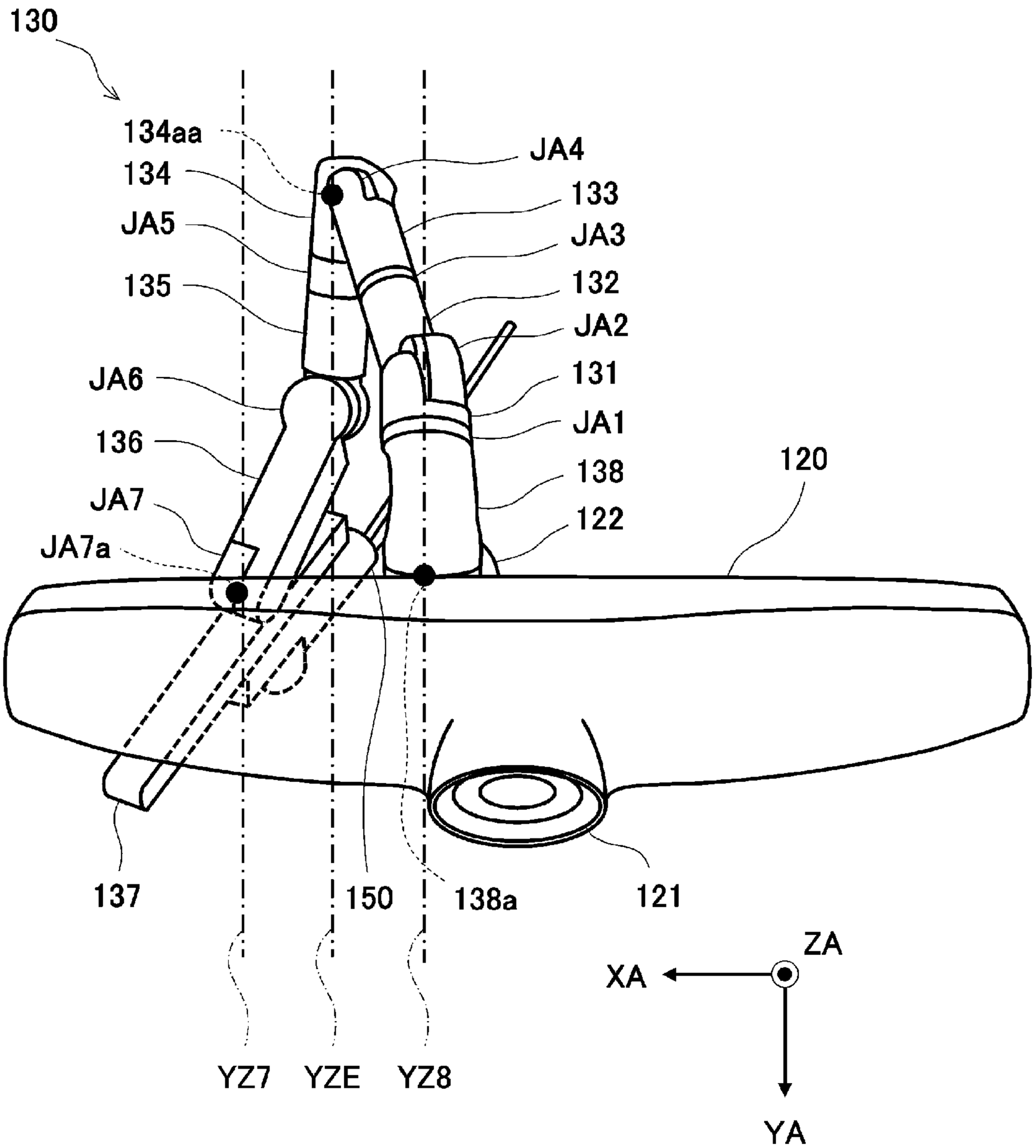
[図6]


1
20
220
210
211L
211R
212
ディスプレイ装置
操作入力装置
操作マニピュレータ
操作マニピュレータ
操作用ペダル
コンソール
第2制御装置
32
321
322
323
324
325
画像処理部
入力処理部
動作指令部
位置指令部
動作制御部
31a
31b
311
315
314
313
312
31c
31ca
30
10
第1制御装置
ポジショナ制御部
アーム制御部
画像取得部
動作制御部
軸位置決定部
動作指令部
情報処理部
記憶部
拘束条件
110
130
130A
130B
130D
130D
ロボット
ポジショナ
アーム
アーム
アーム
アーム
アーム

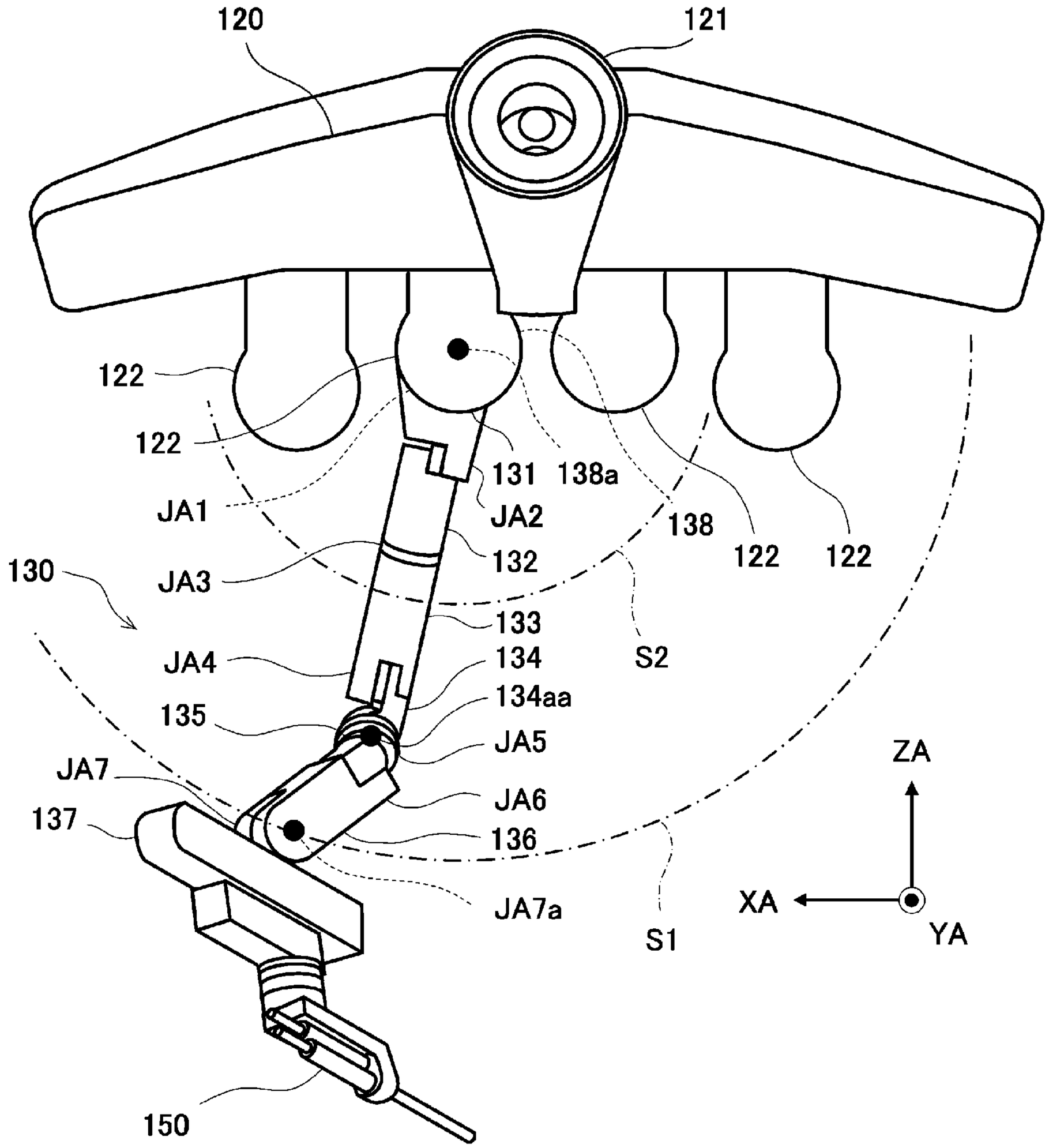
[図7]


120
121
122
122
JA1
131
138a
JA2
138
122
122
JA3
132
130
133
JA4
134
134aa
135
JA5
JA7
JA6
137
136
JA7a
150
YZ7
YZE
YZ8
ZA
XA
YA

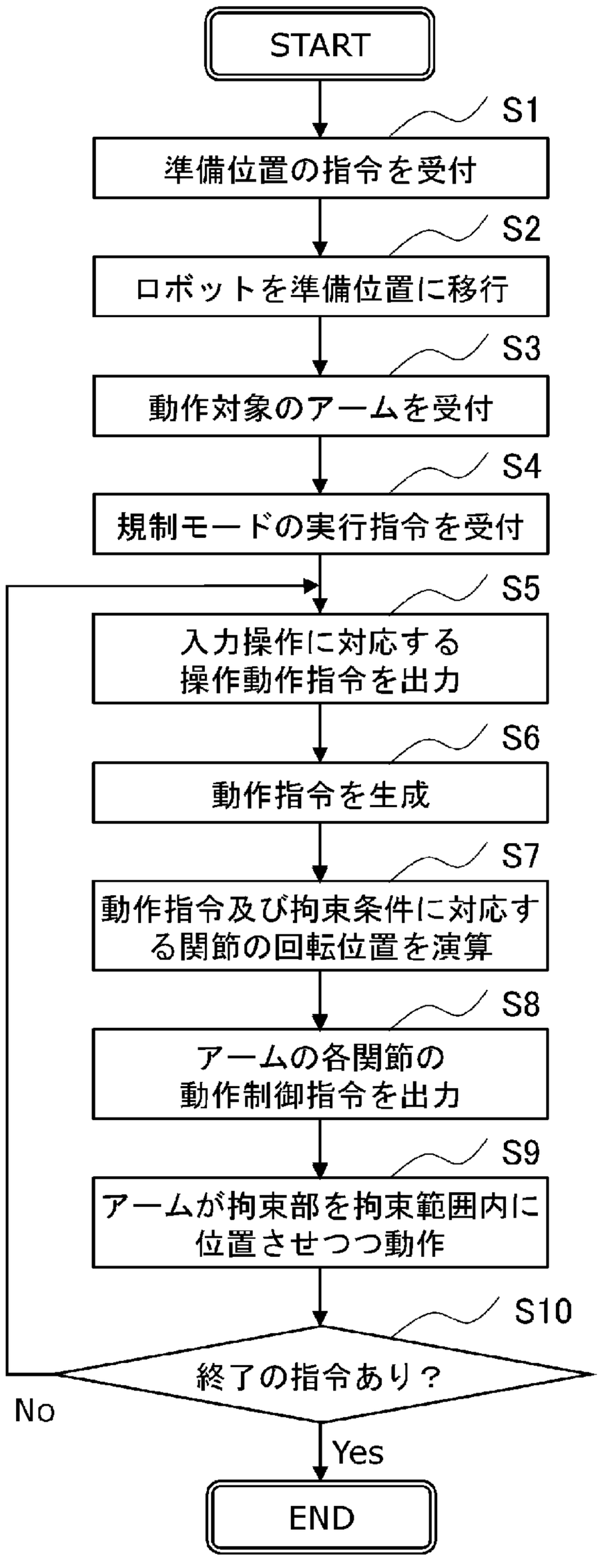
[図8]


130
134aa
134
JA5
135
JA6
136
JA7
JA7a
137
150
138a
YZ7
YZE
YZ8
JA4
133
JA3
132
JA2
131
JA1
138
122
120
121
ZA
XA
YA

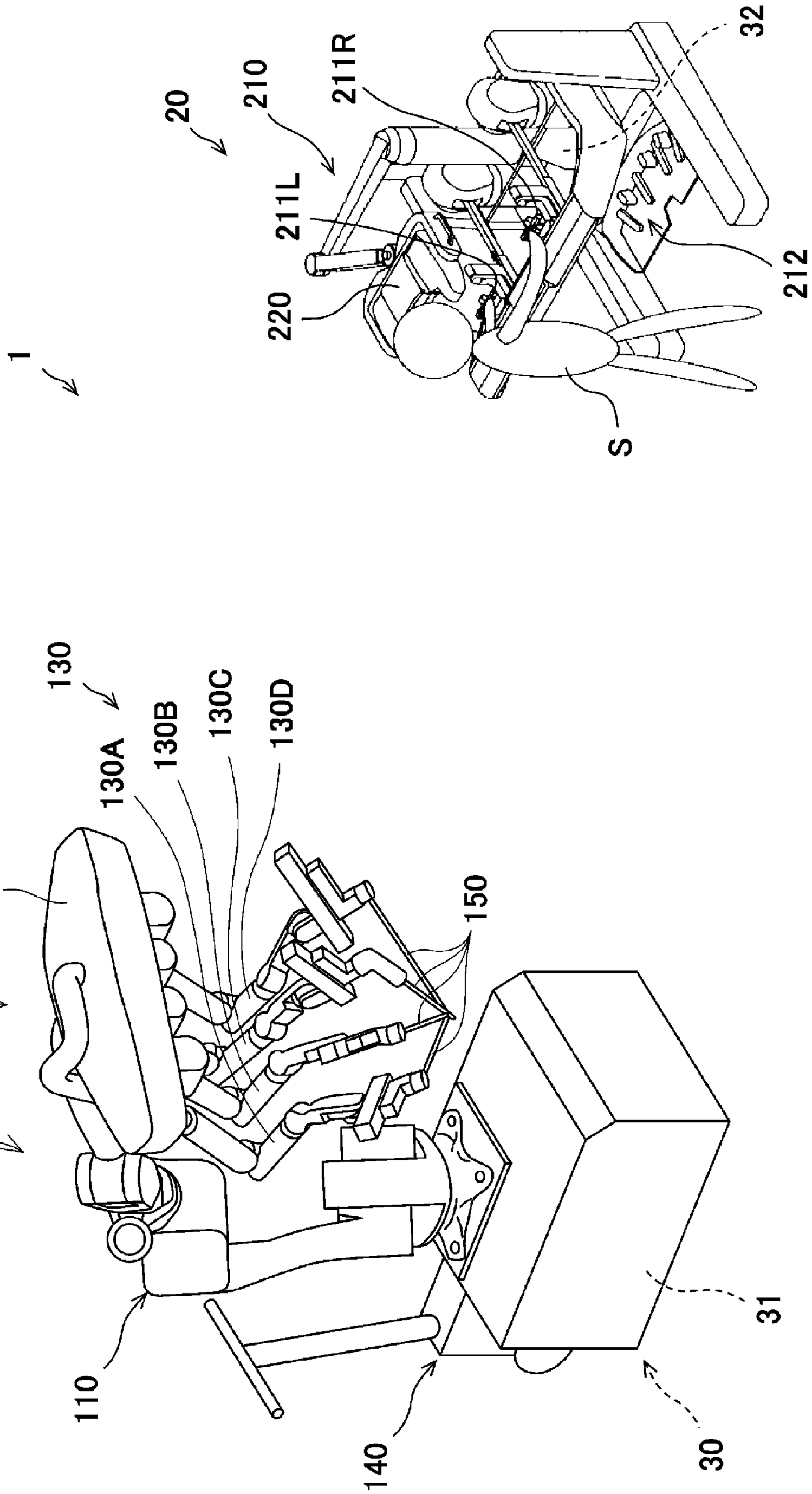
[図9]


120
121
122
122
131
138a
JA1
JA2
138
122
122
130
JA3
132
133
JA4
134
S2
134aa
135
JA5
JA7
JA6
137
136
JA7a
S1
ZA
XA
YA
150

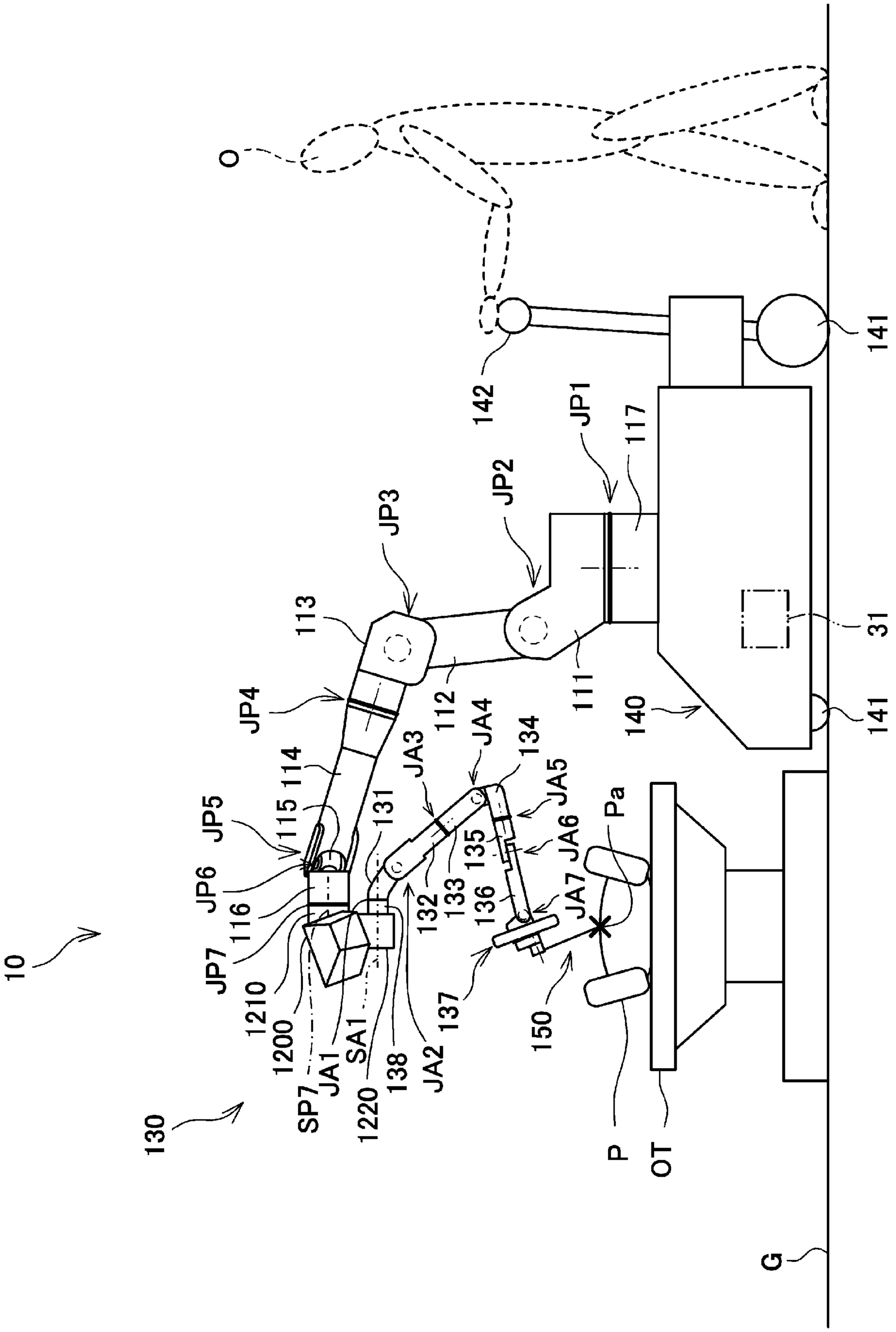
[図10]


START
S1
準備位置の指令を受付
S2
ロボットを準備位置に移行
S3
動作対象のアームを受付
S4
規制モードの実行指令を受付
S5
入力操作に対応する
操作動作指令を出力
S6
動作指令を生成
S7
動作指令及び拘束条件に対応す
る関節の回転位置を演算
S8
アームの各関節の
動作制御指令を出力
S9
アームが拘束部を拘束範囲内に
位置させつつ動作
S10
終了の指令あり？
No
Yes
END

[図11]


1
20
210
211R
211L
220
32
212
S
130
130A
130B
130C
130D
1200
160
10
150
110
140
30
31

[図12]


10
130
1210
1200
JA1
SP7
SA1
1220
138
JA2
137
150
JP7
JP6
JP5
JP4
JP3
JP2
JP1
116
115
114
113
131
132
JA3
133
112
JA4
134
135
JA5
136
JA6
JA7
Pa
111
117
140
142
141
31
P
OT
G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/045269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25J 9/06(2006.01)i; A61B 34/37(2016.01)i
FI: A61B34/37; B25J9/06 B

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)
B25J9/06; A61B34/37

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
X	JP 2019-529051 A (MICROPORT (SHANGHAI) MEDBOT CO., LTD.) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraphs [0001]-[0060], fig. 1-15	1-4, 9-12
A	paragraphs [0001]-[0060], fig. 1-15	5-7, 8, 13-15
A	JP 2017-104453 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraphs [0001]-[0145], fig. 1-23	1-15
A	US 2017/0020615 A1 (SRI INTERNATIONAL) 26 January 2017 (2017-01-26) paragraphs [0001]-[0104], fig. 1A-8B	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 January 2021 (07.01.2021)	09 February 2021 (09.02.2021)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/045269

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-529051 A	17 Oct. 2019	EP 3520729 A1 pp. 1-11, fig. 1-15 WO 2018/059039 A1 CN 106236276 A	
JP 2017-104453 A	15 Jun. 2017	US 2018/0360553 A1 paragraphs [0001]-[0210], fig. 1-23 WO 2017/098708 A1 EP 3388015 A1 CN 108289715 A KR 10-2018-0090351 A	
US 2017/0020615 A1	26 Jan. 2017	WO 2017/015599 A1 paragraphs [0001]-[0104], fig. 1A-8B EP 3325233 A1 CN 108025445 A	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2020/045269

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B25J 9/06(2006.01)i; A61B 34/37(2016.01)i
FI: A61B34/37; B25J9/06 B

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））

B25J9/06; A61B34/37

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
X	JP 2019-529051 A (マイクロポート（シャンハイ）メドボット カンパニー，リミティッド) 17.10.2019 (2019-10-17) [0001]-[0060]，第1-15図	1-4，9-12
A	[0001]-[0060]，第1-15図	5-7，8，13-15
A	JP 2017-104453 A (川崎重工業株式会社) 15.06.2017 (2017-06-15) [0001]-[0145]，第1-23図	1-15
A	US 2017/0020615 A1 (SRI INTERNATIONAL) 26.01.2017 (2017-01-26) [0001]-[0104]，第1A-8B図	1-15

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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の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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
07.01.2021	09.02.2021

名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	山口　賢一 3I 3511 電話番号 03-3581-1101 内線 3386

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/045269

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-529051 A	17.10.2019	EP 3520729 A1 第1-11頁，第1-15図 WO 2018/059039 A1 CN 106236276 A	
JP 2017-104453 A	15.06.2017	US 2018/0360553 A1 [0001]-[0210]，第1-23図 WO 2017/098708 A1 EP 3388015 A1 CN 108289715 A KR 10-2018-0090351 A	
US 2017/0020615 A1	26.01.2017	WO 2017/015599 A1 [0001]-[0104]，第1A-8B図 EP 3325233 A1 CN 108025445 A	