

(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
2013年2月7日(07.02.2013)

(10) 国際公開番号

WO 2013/018908 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号:
PCT/JP2012/069919
- (22) 国際出願日:
2012年8月3日(03.08.2012)
- (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:
61/515,203 2011年8月4日(04.08.2011) US
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4
3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 長谷川 满
彰(HASEGAWA Mitsuaki) [JP/JP]; 〒1510072 東京都
渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3番2号 オリンパス株
式会社内 Tokyo (JP). 岸 宏亮(KISHI Kosuke)
[JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4
3番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外(TANAI Sumio et al.); 〒
1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号
Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

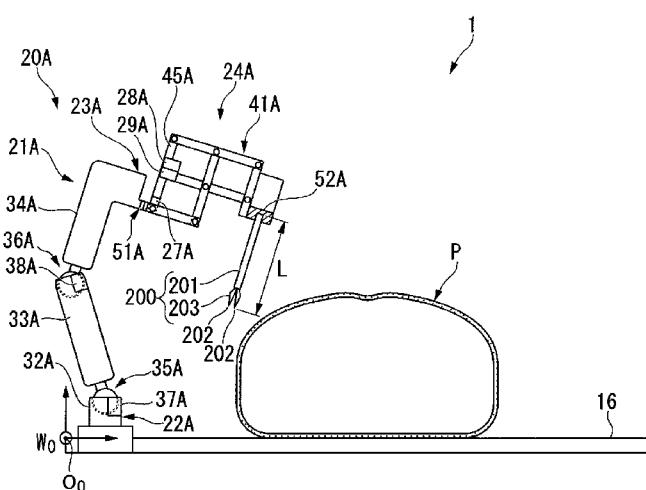
添付公開書類:

- 國際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: MANIPULATOR FOR MEDICAL USE AND SURGERY SUPPORT DEVICE

(54) 発明の名称: 医療用マニピュレータおよび手術支援装置

[図2]



(57) Abstract: In the present invention, a manipulator for medical use (20A) is provided with the following: a holding part (21A) in which a base end section (22A) is fixed to a base (16); a fixing part (51A) fixed to an end part (23A) of the holding part; a positioning part (24A) in which a treatment part (303) of a surgical tool (200) is configured so as to be movable with respect to the fixing part; a reference posture detection unit (27A) that detects the posture of a reference position of the positioning part; a drive part (28A) for moving the treatment part with respect to the fixing part; and a displacement detection part that detects a movement amount which includes the angular displacement of the treatment part with respect to the reference position, and that calculates as the posture of the treatment part the posture resulting by causing movement from the reference position of the positioning part detected by the reference posture detection unit, only to the extent of the angular displacement detected by the displacement detection part itself.

(57) 要約:

[続葉有]



医療用マニピュレータ 20A は、基端部 22A がベース 16 に固定された保持部 21A と、保持部の先端部 23A に固定される固定部 51A、および術具 200 の処置部 303 が固定部に対して移動可能に構成された位置決め部 24A と、位置決め部における基準位置の姿勢を検出する基準姿勢検出部 27A と、固定部に対して処置部を移動させるための駆動部 28A と、基準位置に対する処置部の角度変位を含む移動量を検出し、基準姿勢検出部が検出した基準位置の姿勢から、自身が検出した角度変位だけ移動させた姿勢を、処置部における姿勢として算出する変位検出部と、を備える。

明細書

発明の名称：医療用マニピュレータおよび手術支援装置

技術分野

[0001] 本発明は、医療用マニピュレータおよび手術支援装置に関する。

本願は、2011年8月4日に米国で出願された仮出願61/515, 203に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、手技を遠隔操作にて行うために、種々の医療用マニピュレータが検討されている。その種の医療用マニピュレータとして、例えば、特許文献1および2に記載されたものが開示されている。

[0003] この医療用マニピュレータを用いることで、操作卓において入力装置（入力部）を操作すると、一般的に外科医である使用者は、患者に低侵襲な外科的手術を行えるようになっている。患者の側に配置される台車システムを使うことで、操作卓のコンピュータにより、経内視鏡的に用いられる術具の動きを制御することができる。

典型的な台車システムは、組織を処置しているときに外形が変化しない基部と、操作卓による操作に基づいて関節による動作を行う駆動部とを備えている。典型的な駆動部には、複数の軸状部材が関節で接続されたロボットのようなスレーブマニピュレータが少なくとも3基備えられている。3基のスレーブマニピュレータのうち、中央のものは内視鏡を支持し、両側のものは組織を処置する術具を支持している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第6246200号明細書

特許文献2：米国特許第6441577号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 および 2 に記載された医療用マニピュレータのスレーブマニピュレータでは、一般的に、各関節にブレーキシステムと角度センサが配置されているとともに、スレーブマニピュレータに術具が着脱可能な着脱部が設けられている。そして、各関節の角度情報を基にスレーブマニピュレータの着脱部の位置および姿勢（向き）、さらには、術具の先端部の位置および姿勢を算出している。

この場合、術具の先端部（処置部）の絶対的な位置および姿勢を求めるためには、スレーブマニピュレータの関節の数だけ角度センサが必要であり、装置が大型化とともにコストが高くなるという問題がある。

[0006] 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであって、術具の先端部の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる医療用マニピュレータ、および、この医療用マニピュレータを備える手術支援装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明の医療用マニピュレータは、基端部がベースに固定された保持部と、前記保持部の先端部に固定される固定部、および術具の処置部が前記固定部に対して移動可能に構成された位置決め部と、前記位置決め部における基準位置の姿勢を検出する基準姿勢検出部と、前記固定部に対して前記処置部を移動させるための駆動部と、前記基準位置に対する前記処置部の角度変位を含む移動量を検出し、前記基準姿勢検出部が検出した前記基準位置の姿勢から、自身が検出した角度変位だけ移動させた姿勢を、前記処置部における姿勢として算出する変位検出部と、を備えることを特徴としている。

[0008] また、上記の医療用マニピュレータにおいて、前記位置決め部は、前記術具が着脱可能な着脱部を有し、前記駆動部は、前記固定部に対して前記着脱部を移動させる着脱部駆動部と、前記着脱部に対して前記処置部を移動させる処置部駆動部とから構成され、前記変位検出部は、前記固定部に対する前記着脱部の角度変位を含む移動量を検出する着脱位置検出部と、前記着脱部に

対する前記処置部の角度変位を含む移動量を検出する処置部位置検出部とを備えることがより好ましい。

また、上記の医療用マニピュレータにおいて、前記保持部は、前記基端部に対する前記先端部の位置を調節可能な調節モードと、前記基端部に対する前記先端部の位置を固定した固定モードとの間で切り替え可能であることがより好ましい。

[0009] また、上記の医療用マニピュレータにおいて、前記基準位置は、前記固定部に設けられていることがより好ましい。

また、上記の医療用マニピュレータにおいて、前記基準姿勢検出部は、検出した前記基準位置の姿勢を無線通信により前記処置部初期位置検出部に送信することがより好ましい。

[0010] また、本発明の手術支援装置は、上記の何れかに記載の医療用マニピュレータと、使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部と、前記操作指令に基づいて前記駆動部を制御する駆動部制御部と、を備える手術支援装置であって、前記変位検出部は、前記基準位置に対する前記処置部の単位時間当たりの位置の変化量を検出し、前記駆動部制御部は、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標位置の変化量を算出する目標変化量算出工程と、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標位置の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御する移動工程と、を組にして繰り返すことを特徴としている。

[0011] また、上記の手術支援装置において、前記変位検出部は、前記基準位置に対する前記処置部の単位時間当たりの姿勢の変化量を検出し、前記駆動部制御部は、前記目標変化量算出工程において、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標姿勢の変化量を算出し、前記移動工程において、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標姿勢の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御することがより好ましい。

[0012] また、本発明の他の手術支援装置は、上記の何れかに記載の医療用マニピュレータと、使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部と、前記操

作指令に基づいて前記駆動部を制御する駆動部制御部と、を備える手術支援装置であって、前記変位検出部は、前記基準位置に対する前記処置部の単位時間当たりの姿勢の変化量を検出し、前記駆動部制御部は、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標姿勢の変化量を算出する目標変化量算出工程と、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標姿勢の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御する移動工程と、を組にして繰り返すことを特徴としている。

[0013] また、上記の手術支援装置において、光軸に沿った外方の画像を取得するための観察部が設けられた内視鏡と、前記画像を表示するための表示部と、を備え、前記駆動部制御部は、前記入力部が発する前記操作指令を、前記処置部の先端側を向く第一の直交座標系から前記観察部の前記光軸に沿って先端側を向く第二の直交座標系に変換する変換行列で変換して変換操作指令を算出し、前記変換操作指令に基づいて前記駆動部を制御することがより好ましい。

[0014] また、本発明の他の手術支援装置は、上記の何れかに記載の医療用マニピュレータを第一の医療用マニピュレータおよび第二の医療用マニピュレータとして有し、前記術具の前記処置部の位置および姿勢を記憶する記憶部と、前記記憶部に制御信号を送信可能な送信部と、を備え、前記第一の医療用マニピュレータに取り付けられた前記術具である第一の術具の前記処置部と、前記第二の医療用マニピュレータに取り付けられた前記術具である第二の術具の前記処置部と、が接触したときに、前記送信部が前記制御信号を前記記憶部に送信することで、互いに接触した前記第一の術具の前記処置部の位置および姿勢、および前記第二の術具の前記処置部の位置および姿勢から前記第一の医療用マニピュレータと前記第二の医療用マニピュレータとの相対位置を算出し、前記記録部が記録することを特徴としている。

[0015] また、上記の手術支援装置において、複数の前記保持部と、それぞれの前記保持部に固定された位置決め部と、を備え、1つの前記基準姿勢検出部が、それぞれの前記位置決め部に着脱可能に取り付けられることがより好ましい

。

発明の効果

[0016] 本発明の医療用マニピュレータおよび手術支援装置によれば、術具の先端部の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1実施形態の手術支援装置の全体図である。

[図2]同手術支援装置におけるスレーブマニピュレータの側面図である。

[図3]同スレーブマニピュレータの位置決めアームの側面図を角度 θ が約90°の場合で示す模式図である。

[図4]同手術支援装置のブロック図である。

[図5]同スレーブマニピュレータの位置決めアームの側面図を角度 θ が鋭角の場合で示す模式図である。

[図6]操作指令による位置と鉗子部の位置との時間の経過にともなう変化を示す図である。

[図7]同スレーブマニピュレータの変形例における位置決めアームの側面図である。

[図8]本発明の第2実施形態の手術支援装置におけるスレーブマニピュレータの側面図である。

[図9]同手術支援装置のブロック図である。

[図10]本発明の第3実施形態の手術支援装置におけるスレーブマニピュレータの側面図である。

[図11]同手術支援装置のブロック図である。

[図12]本発明の変形例の実施形態における手術支援装置の側面図である。

[図13]本発明の変形例の実施形態における手術支援装置の側面図である。

[図14]同手術支援装置の平面図である。

[図15]同手術支援装置におけるスレーブマニピュレータを退避させたときの側面図である。

発明を実施するための形態

[0018] (第1実施形態)

以下、本発明に係る手術支援装置の第1実施形態を、図1から図7を参照しながら説明する。

図1に示すように本実施形態の手術支援装置1は、マスタマニピュレータ（入力部）10と、表示部13と、1基の本発明のスレーブマニピュレータ（医療用マニピュレータ）20Aと、制御装置60とを備えている。また、手術支援装置1は、図2に示すように公知の硬性の処置具を術具200として着脱可能に取り付けることができるようになっている。

[0019] 以下では、まず、術具200について説明する。

術具200の構成は特に限定されないが、本実施形態では鉗子が用いられている。術具200は、図2に示すように、ステンレス鋼などの硬性の材料で筒状に形成された術具挿入部201の先端部に一対の鉗子片202からなる鉗子部（処置部）203が備えられたものとなっている。それぞれの鉗子片202は、術具挿入部201の先端部に設けられた不図示のピンにより回動可能に支持されている。術具挿入部201内には、不図示の操作ワイヤが進退可能に挿通されている。操作ワイヤの先端部は鉗子片202に接続されて、操作ワイヤの基端部は術具挿入部201の基端側に延びている。術具挿入部201の基端部には、不図示のワイヤ操作モータが内蔵されている。操作ワイヤの基端部は、ワイヤ操作モータの回転軸に接続されていて、ワイヤ操作モータを駆動することで、術具挿入部201に対して操作ワイヤを進退させて一対の鉗子片202を互いに離間および接近させる、すなわち、開閉させることができる。

[0020] ワイヤ操作モータの電気接点は、術具挿入部201の基端部から外部に露出している。

術具200における術具挿入部201の長手方向の長さはLに設定されている。

[0021] 続いて、手術支援装置1の各構成について説明する。

マスタマニピュレータ10としては公知の構成のものを用いることができ、本実施形態では、図1に示すように支持台11に一对のマスタマニピュレータ10が備えられている（一方のマスタマニピュレータ10は図示していない。）。術者などの使用者Qは、椅子12に座った状態で、一对のマスタマニピュレータ10のうちの一方を右手Q1で操作するとともに、他方を左手Q2で操作する。マスタマニピュレータ10は、使用者Qによる操作（入力）に基づいて操作指令となる信号を発することができる。操作指令については後述するが、操作指令には、鉗子部203の位置および姿勢が含まれる。支持台11の上部には、液晶パネルなどの表示パネル13aを有する表示部13が固定されている。後述する内視鏡56の観察部で取得された画像を信号に変換したものが制御装置60で処理され、表示部13に処理された画像を表示することができる。

[0022] スレーブマニピュレータ20Aは、図2および図3示すように、基端部22Aが手術用天板（ベース）16に固定されたスレーブアーム（保持部）21Aと、スレーブアーム21Aの先端部23Aに固定された位置決めアーム（位置決め部）24Aと、位置決めアーム24Aに設けられた姿勢センサ（基準姿勢検出部）27A、着脱部駆動部28A、および変位検出部29Aと、後述する着脱部52Aに取り付けられた術具200の鉗子部203の初期状態における位置および姿勢を記憶する処置部初期位置検出部30Aと、鉗子部203の位置および姿勢を算出して記憶する処置部位置検出部31Aを有している。

なお、以下では、スレーブマニピュレータ20Aの構成については、数字の後に英字「A」を付加して示すこととする。

[0023] スレーブアーム21Aは、図2に示すように、台座32A、および2つの軸体33A、34Aが公知のボールジョイント35A、36Aにより接続された構成となっている。具体的には、台座32Aと軸体33Aとがボールジョイント35Aにより接続されていて、軸体33Aと軸体34Aとがボールジョイント36Aにより接続されている。台座32Aは手術用天板16に固定

されている。なお、台座32Aがスレーブアーム21Aの基礎部22Aを構成し、軸体34Aの先端部がスレーブアーム21Aの先端部23Aを構成する。

ボールジョイント35Aにより、台座32Aに対して軸体33Aを揺動させることができる。ボールジョイント36Aにより、軸体33Aに対して軸体34Aを揺動させることができる。

ボールジョイント35Aには、固定機構37Aが設けられていて、固定機構37Aによりボールジョイント35Aを構成する受け部に対してボールを固定させることができる。これにより、台座32Aに対して軸体33Aを固定させることができる。

同様に、ボールジョイント36Aには、固定機構38Aが設けられていて、軸体33Aに対して軸体34Aを固定させることができる。

[0024] このように構成されたスレーブアーム21Aは、固定機構37A、38Aによる固定を解除したときには、台座32Aに対する軸体33A、34Aの位置を調節可能な調節モードとなる。一方で、固定機構37A、38Aにより固定したときには、台座32Aに対する軸体33A、34Aの位置を固定した固定モードとなる。

スレーブアーム21Aは、調節モードと固定モードとの間で切り替え可能となっている。

[0025] 位置決めアーム24Aは、いわゆる平行リンク41Aを備えている。具体的には、平行リンク41Aは、図3に示すように、互いに平行に配置された第一の辺要素42A、43A、44A、および、互いに平行に配置された第二の辺要素45A、46A、47Aを有している。第一の辺要素42A、43A、44A、および、第二の辺要素45A、46A、47Aは、ステンレス鋼などの金属などで棒状に形成されている。この例では、第一の辺要素43A、44Aの長さは互いに等しく設定され、第一の辺要素42Aは第一の辺要素43Aより短く設定されている。第一の辺要素43Aは、第一の辺要素42Aと第一の辺要素44Aとの間に並べて配置されている。

第二の辺要素45A、46Aの長さは互いに等しく設定され、第二の辺要素47Aは第二の辺要素45Aより短く設定されている。第二の辺要素46Aは、第二の辺要素45Aと第二の辺要素47Aとの間に並べて配置されている。

[0026] 第一の辺要素44Aに設けられたピン48Aにより、第一の辺要素44Aに対して第二の辺要素45A、46A、47Aが基準平面S上で回動可能に支持されている。

同様に、第一の辺要素43Aに設けられたピン48Aにより、第一の辺要素43Aに対して第二の辺要素45A、46A、47Aが基準平面S上で回動可能に支持されている。第一の辺要素42Aに設けられたピン48Aにより、第一の辺要素42Aに対して第二の辺要素45A、46Aが基準平面S上で回動可能に支持されている。

[0027] 第一の辺要素42Aの先端側を支持し、第一の辺要素42Aを基準平面Sと直交する平面上で回動可能にする回動機構55Aが設けられている。回動機構55Aを固定する固定部51Aが設けられている。固定部51Aによって、位置決めアーム24Aはスレーブアーム21Aに対して位置決め固定される。具体的には、固定部51Aは、スレーブアーム21Aの先端部23A、すなわち、軸体34Aの先端部に固定される。スレーブアーム21Aの軸体34Aと固定部51Aとは、ネジ止めや溶接などで固定されている。

これらの構成により、位置決めアーム24Aを固定部51Aに対して互いに直交する方向D1（基準平面S上）、方向D2（基準平面Sと直交する平面上）に揺動させたりすることができる。

第二の辺要素47Aには、術具200の術具挿入部201の基端部が着脱可能とされた着脱部52Aが、着脱部移動機構（処置部駆動部）53Aを介して取り付けられている。なお、この着脱部移動機構53Aと前述の着脱部駆動部28Aとで、駆動部を構成する。

着脱部52Aには、図4に示すように、着脱部52Aに術具200を取り付けたときに、術具200のワイヤ操作モータの電気接点と電気的に接続可能

な着脱部側電気接点 54A が外部に露出した状態で備えられている。

着脱部側電気接点 54A は、制御装置 60 に接続されている。

[0028] 着脱部移動機構 53A は、図 3 に示すように、着脱部 52A を移動させる公知の構成を有している。この例では、着脱部 52A に術具 200 を取り付けたときに、術具 200 の術具挿入部 201 は第二の辺要素 47A と平行になるように構成されている。

着脱部移動機構 53A は、着脱部 52A を、基準軸線 C1 上に設定される配置中心位置を中心として移動させることができる。具体的には、着脱部 52A に取り付けた術具 200 を着脱部 52A に対して、配置中心位置から基準軸線 C1 方向に進退させたり、基準軸線 C1 周りに回動させることができる。

[0029] 本実施形態では姿勢センサ 27A は、図示はしないが、公知のジャイロスコープ、および、ジャイロスコープによる検出結果を処理してジャイロスコープの姿勢（向き）を検出する基準姿勢演算基板を有している。ジャイロスコープの姿勢は、例えば、図 2 に示す手術用天板 16 の上面に原点 O₀ が規定される直交座標系であるグローバル座標系 W₀ のそれぞれの軸回りの回転角度として表される。

姿勢センサ 27A は、図 3 に示すように位置決めアーム 24A の第二の辺要素 45A の長軸方向に取り付けられている。すなわち、この例では姿勢センサ 27A が姿勢を検出する基準位置 V1 は、第二の辺要素 45A 上、言い換えるれば、位置決めアーム 24A の基端部に設定されている。姿勢センサ 27A は、基準位置 V1 における第二の辺要素 45A の長軸方向の姿勢を検出することができる。

このとき、術具 200 は第二の辺要素 45A と平行になるように構成されていることから、第二の辺要素 45A の基準位置 V1 における第二の辺要素 45A の長軸方向の姿勢は術具 200 の挿入方向の姿勢と略一致する。

姿勢センサ 27A により検出された基準位置 V1 の姿勢は、図 4 に示すように制御装置 60 に送信される。

[0030] 着脱部駆動部 28A は、不図示のモータおよびギアを有している。モータを駆動してギアを回転させることで、図3に示す第一の辺要素 43A と第二の辺要素 45A とのなす角度 θ を、鋭角から鈍角まで調節することができる。位置決めアーム 24A は前述のように構成されているため、角度 θ が定まれば位置決めアーム 24A の形状も一意に定まる。図3では角度 θ が約 90° の状態を示しているが、着脱部駆動部 28A を駆動して図5に示すように角度 θ を鋭角にすると、固定部 51A に対する着脱部 52A の位置および姿勢を移動させることができる。

[0031] 着脱位置検出部 29A は、図示はしないが、前述の角度 θ を検出するエンコーダなどの角度検出センサと、検出した角度 θ から基準位置 V1 に対する着脱部 52A の位置（距離）および姿勢（角度）を検出する着脱位置演算基板とを有している。着脱位置演算基板には、図示はしないが演算素子、メモリ、およびタイマが備えられている。

メモリには、隣り合うピン 48A 間の距離や、第二の辺要素 45A における基準位置 V1 が設定された位置や、第二の辺要素 47A における着脱部 52A が取り付けられた位置などが記憶されている。

演算素子は、メモリに記憶された各距離情報、および角度検出センサで検出された角度 θ から基準位置 V1 から着脱部 52A までの距離（位置）および角度（姿勢）を算出することができる。

[0032] また、演算素子は、タイマに設定された単位時間ごとに基準位置 V1 から着脱部 52A までの距離および角度を検出し、検出した距離および角度情報は着脱部 52A の位置および姿勢としてメモリに記憶される。単位時間は、制御装置 60 の処理速度や手技の内容などに応じて、例えば、1 ms（ミリ秒）から 500 ms 程度に設定される。

演算素子は、メモリに記憶された単位時間おきの着脱部 52A の位置および姿勢から、基準位置 V1 に対する着脱部 52A の単位時間当たりの位置の変化量および姿勢の変化量を算出する。

着脱位置検出部 29A により算出された前述の基準位置 V1 に対する着脱部

52Aの位置および姿勢、着脱部52Aの位置の変化量および姿勢の変化量は、制御装置60に送信される（図4参照。）。

[0033] 処置部位置検出部31Aは、術具200の長さLなどを予め記憶するとともに、着脱部52Aに対する鉗子部203の位置および姿勢を算出する。この例では、術具挿入部201の基端部の位置に対して、鉗子部203の位置は、術具挿入部201の長手方向に長さL移動した位置となっている。
なお、この処置部位置検出部31Aと前述の着脱位置検出部29Aとで、変位検出部を構成する。

[0034] 処置部位置検出部31Aは、基準位置V1の初期位置および姿勢センサ27Aが検出した姿勢から、着脱位置検出部29Aが検出した着脱部52Aの移動距離および角度だけ移動させ、さらに、着脱部52Aに対する鉗子部203の位置および姿勢だけ移動させた位置および姿勢を、鉗子部203における位置および姿勢として算出する。

具体的には、演算素子は、基準位置V1の初期位置に原点が規制されて第二の辺要素45Aの長軸方向を向く直交座標系であるローカル座標系W_sを構成するある1つの軸（例えば、Z_s軸。）に対して、着脱位置検出部29Aが検出した基準位置V1（原点）から着脱部52Aまでの距離を、着脱部52Aのその軸における位置として算出する。さらに、その軸において、着脱部52Aの位置から、着脱部52Aに対する鉗子部203の位置だけ移動させた位置として算出する。

この位置の算出は、ローカル座標系W_sを構成する残りの2つの軸に対しても同様に行われる。

[0035] 一方で、鉗子部203の姿勢の算出については、グローバル座標系W_oを構成するある1つの軸に対して、基準位置V1におけるその軸周りの回転角度に、着脱位置検出部29Aが検出した着脱部52Aのその軸周りの回転角度を足し合わせていくことで、着脱部52Aのその軸周りの回転角度（姿勢）を算出する。さらに、着脱部52Aの姿勢から、着脱部52Aに対する鉗子部203の姿勢だけ移動させた姿勢を、鉗子部203における姿勢として算出

する。

この足し合わせによる回転角度、すなわち姿勢の算出は、グローバル座標系 W_0 を構成する残りの 2 つの軸に対しても同様に行われる。

[0036] 処置部初期位置検出部 30A は、初期状態において、処置部位置検出部 31A が算出した鉗子部 203 の位置および姿勢を記憶する。

[0037] 制御装置 60 は、図 4 に示すように、バス 61 に接続された主制御部 62、スレーブ制御部（駆動部制御部）63、入力部 64、および、電源 67 を有している。

バス 61 には、公知の内視鏡 56、そして前述のマスタマニピュレータ 10、表示部 13、姿勢センサ 27A、着脱位置検出部 29A、処置部初期位置検出部 30A、処置部位置検出部 31A、着脱部駆動部 28A、着脱部 52A、および、着脱部移動機構 53A が金属製の配線により接続されている。主制御部 62、スレーブ制御部 63 は、それぞれが C P U（中央処理装置）、制御プログラムなどで構成される。

[0038] スレーブ制御部 63 は、前述の操作指令に基づいて着脱部駆動部 28A および着脱部移動機構 53A を制御する。この制御方法については、後述する。

[0039] 主制御部 62 は、内視鏡 56 において C C D (Charge Coupled Device) などを有する観察部で取得した画像を信号に変換したものを処理して表示部 13 に送信するなど、制御装置 60 に関する全般的な処理をする。

入力部 64 は、例えばキーボードであり、介助者が必要な指示を入力する。入力された指示は主制御部 62 などに送信される。

電源 67 は、マスタマニピュレータ 10、内視鏡 56、表示部 13、スレーブマニピュレータ 20A、および制御装置 60 の各構成に電力を供給する。

[0040] 次に、以上のように構成された本実施形態の手術支援装置 1 を用いた手技を、スレーブマニピュレータ 20A、および制御装置 60 の動作に重点を置いて説明する。以下では、患者の体腔内に術具 200 を導入して対象組織を処置する場合を例にとって説明する。

[0041] 手術支援装置 1 を起動すると、制御装置 6 0 の電源 6 7 からマスタマニピュレータ 1 0 、スレーブマニピュレータ 2 0 A などに電力が供給される。この時点では、スレーブアーム 2 1 A は固定モードになっている。

介助者は、手術用天板 1 6 に図 1 および 2 に示すように患者 P を寝かせて必要な処置をする。不図示のナイフなどで、図 3 に示すように患者 P の体壁 P 1 を切開して開口 P 2 を形成する。この開口 P 2 には、図示はしないがトロッカーアームを取り付けておく。

使用者 Q の指示に基づいて、着脱部 5 2 A に術具 2 0 0 の術具挿入部 2 0 1 の基端部を取り付ける。体壁 P 1 に形成した別の開口から内視鏡 5 6 を導入し、観察部で取得した画像を表示部 1 3 で確認しながら処置を行う。

スレーブアーム 2 1 A を調節モードに切り替えてスレーブアーム 2 1 A を変形させ、術具 2 0 0 の鉗子部 2 0 3 を開口 P 2 を通して患者 P の体腔 P 3 内に導入する。このとき、術具 2 0 0 は下方に延びており、位置決めアーム 2 4 A の角度 θ は、約 90° になっているとする。

[0042] このように術具 2 0 0 を位置決めした後で、スレーブアーム 2 1 A を固定モードに切り替える。

入力部 6 4 を操作して、姿勢センサ 2 7 A 、着脱位置検出部 2 9 A 、および処置部位置検出部 3 1 A で検出した回転角度を足し合わせた鉗子部 2 0 3 における回転角度を鉗子部 2 0 3 の初期姿勢として処置部初期位置検出部 3 0 A に記憶させる（イニシャライズする。）。また、基準位置 V 1 における初期位置を仮想原点としたときの鉗子部 2 0 3 の位置を鉗子部 2 0 3 の初期位置として処置部初期位置検出部 3 0 A に記憶させる。

処置部初期位置検出部 3 0 A は、記憶した鉗子部 2 0 3 の初期位置および初期姿勢をスレーブ制御部 6 3 に送信する。

[0043] 続いて、使用者 Q は椅子 1 2 に座り、右手 Q 1 および左手 Q 2 で一対のマスタマニピュレータ 1 0 をそれぞれ把持し操作する。ここでは、使用者 Q がマスタマニピュレータ 1 0 を操作して着脱部駆動部 2 8 A を駆動させることで術具 2 0 0 を揺動させて、鉗子部 2 0 3 の水平方向の位置を変化させる場合

で説明する。

以下では、説明の便宜のため鉗子部203の位置のみに着目して説明する。

- [0044] 図6において、曲線L1は操作指令による鉗子部203の水平方向の位置（目標値）であり、曲線L2は制御装置60が認識している鉗子部203の位置（測定値）である。

操作開始時刻T₀から、使用者Qはマスタマニピュレータ10を操作して、術具200の鉗子部203を図3中の矢印Bのように移動させる操作指令を曲線L1に示すように発したとする。

- [0045] まず、目標変化量算出工程において、スレーブ制御部63は、操作開始時刻T₀から単位時間△T経過した時刻T₁に、操作指令に表される鉗子部203における操作開始時刻T₀から時刻T₁までの単位時間△T当たりの目標位置の変化量△Z₁を算出する。

次に、移動工程において、スレーブ制御部63は、鉗子部203が単位時間△T当たりに目標位置の変化量△Z₁だけ移動するように、すなわちイニシャライズ時に記憶した鉗子部203の初期位置からの変化量が△Z₁となるよう着脱部駆動部28Aを制御する。具体的には、時刻T₁に前述の角度θが小さくなるように（図5参照。）制御する。

- [0046] 続いて、目標変化量算出工程において、スレーブ制御部63は、時刻T₁から単位時間△T経過した時刻T₂に、操作指令に表される鉗子部203における操作開始時刻T₁から時刻T₂までの単位時間△T当たりの目標位置の変化量△Z₂を算出する。

次に、移動工程において、スレーブ制御部63は、鉗子部203が単位時間△T当たりに目標位置の変化量△Z₂だけ移動するように、すなわち時刻T₁での鉗子部203の位置からの変化量が△Z₂となるよう着脱部駆動部28Aを制御する。具体的には、時刻T₂に角度θが小さくなるように制御する。

- [0047] このように、目標変化量算出工程と移動工程とを組にして所望の回数だけ繰り返し、変化量△Z₃、△Z₄、…と順々に鉗子部203を図3中に矢印Bのように揺動させる。組にして繰り返す数は、1回だけでもよいし2回以上

でもよい。

なお、術具200は、前述のように平行リンク41Aに取り付けられているため、第一の辺要素42Aと、着脱部52Aに取り付けられた術具200との交点を不動点（ポート位置）としたときに、平行リンク41Aの角度θによらず、術具200は不動点上に配置される。すなわち、患者Pの開口P2が不動点に一致するようにスレーブマニピュレータ20Aを移動させることで、平行リンク41Aの角度θによらず術具200が開口P2を通る。

[0048] また、このようにマスタマニピュレータ10を操作して術具200を揺動させる途中で、例えば、電源67の故障などにより手術支援装置1の動作が緊急的に停止してしまうことが考えられる。

例えば、図6に示すように、鉗子部203を変化量 ΔZ_2 移動させる直前に手術支援装置1の動作が緊急的に停止したとする。この場合、鉗子部203の移動は変化量で制御されているため、電源67が治って手術支援装置1の動作が開始されたときに、曲線L3で示されるように変化量 ΔZ_2 だけ移動しようとする。

一方で、本発明とは異なり、鉗子部203を目標位置で制御した場合には、手術支援装置の動作が開始されたときに、曲線L4で示されるように、手術支援装置の動作が開始したときの目標位置に移動させようとして、鉗子部が、例えば $(\Delta Z_2 + \Delta Z_3 + \Delta Z_4)$ の式で求められる値だけ、大きく移動する恐れがある。

ここでは鉗子部203の位置のみに着目して説明したが、鉗子部203の姿勢に関しても同様である。

[0049] 再び、手術支援装置1を用いた手技の説明を行う。

使用者Qは、マスタマニピュレータ10を操作して着脱部駆動部28Aにより術具200を揺動させ、図3に示すように鉗子部203を体腔P3内の処置対象となる病変部P6に対向させる。着脱部移動機構53Aにより術具200が取り付けられた着脱部52Aを押し込んで病変部P6に鉗子部203を当接させる。必要に応じて、着脱部移動機構53Aにより、術具200を

基準軸線C 1 周りに回動させる。

着脱部5 2 Aを介して術具2 0 0のワイヤ操作モータに電力を供給して一对の鉗子片2 0 2を閉じさせ、病変部P 6を把持させる。

この後で、病変部P 6に対して適切な処置を行い、一連の手技を終了する。

[0050] 以上説明したように、本実施形態のスレーブマニピュレータ2 0 Aによれば、位置決めアーム2 4 Aにはグローバル座標系W_oにおける姿勢を検出可能な姿勢センサ2 7 Aが設けられている。このため、従来のようにスレーブアーム2 1 Aの各関節に角度検出センサなどを設けることなく、位置決めアーム2 4 Aの基準位置V 1の位置および姿勢を検出することができる。さらに、変位検出部により、基準位置V 1に対する鉗子部2 0 3の姿勢を検出することができる。

このように、姿勢センサ2 7 A、変位検出部という2つのセンサを備えることで、グローバル座標系W_oにおける着脱部5 2 Aの姿勢を検出することができる。したがって、鉗子部2 0 3の姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

[0051] 位置決めアーム2 4 Aが平行リンク4 1 Aを備えることで、患者Pの開口P 2が不動点に一致するようにスレーブマニピュレータ2 0 Aを移動させた状態でスレーブアーム2 1 Aを固定モードにすることで、平行リンク4 1 Aの角度θによらず術具2 0 0が開口P 2を通る。

このため、術具2 0 0の揺動角度によらず、術具2 0 0が開口P 2の縁部に外力を及ぼすことを抑制することができる。

[0052] 基準位置V 1が、スレーブアーム2 1 Aの第二の辺要素4 5 A上、すなわち、位置決めアーム2 4 Aの基礎部に設定されているため、スレーブアーム2 1 Aを固定モードにした後で基準位置V 1が移動しない。着脱位置検出部2 9 Aで検出する着脱部5 2 Aの位置および姿勢の起点となる基準位置V 1が移動しないため、着脱部5 2 Aの位置および姿勢を容易に算出することができる。

処置部位置検出部3 1 Aは、予め記憶した術具2 0 0の長さLなどの情報、

および、算出した着脱部52Aの位置および姿勢から、鉗子部203の位置および姿勢を算出する。したがって、着脱部52Aの位置および姿勢だけではなく、実際に処置を行う部位である鉗子部203の位置および姿勢を算出し、精度よく制御を行うことができる。

[0053] また、本実施形態の手術支援装置1によれば、スレーブ制御部63が操作指令に表される着脱部52Aの単位時間△T当たりの目標位置の変化量および目標姿勢の変化量にしたがって着脱部駆動部28Aを制御する。このため、手術支援装置1の動作が緊急的に停止した場合であっても、動作が開始した手術支援装置1の着脱部52Aや鉗子部203が大きく移動するのを抑制することができる。

さらに、単位時間△T当たりの目標位置の変化量にしたがって着脱部駆動部28Aを制御することで、グローバル座標系W₀における着脱部52Aの絶対値位置座標が不明であっても、イニシャライズにより設定された基準位置V₁あるいは着脱部52Aの初期位置に対して、術具200の位置を相対的に制御することができる。

[0054] なお、本実施形態では、イニシャライズ時に着脱部52Aの位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶したが、基準位置V₁の位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶してもよい。この場合も、本実施形態と同様の効果を奏することができるからである。

本実施形態では、位置決めアーム24Aに術具200を着脱可能に支持する着脱部52Aを設けたが、位置決めアーム24Aと術具200を一体として固定支持するように構成してもよい。この場合も、イニシャライズ時に基準位置V₁の位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶しておけば、基準位置V₁に対して、術具200の位置を相対的に制御することができる。

本実施形態では、位置決めアーム24Aに着脱部52Aを移動させる着脱部駆動部28Aを設けたが、位置決めアーム24Aに着脱部駆動部28Aを設けず、術具200のみを移動させる着脱部移動機構53Aを設けるような構

成にしてもよい。この場合も、イニシャライズ時に基準位置V1あるいは着脱部52Aの位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶しておけば、初期位置に対して、術具200の位置を相対的に制御することができる。

[0055] 本実施形態では、手術支援装置1に複数のスレーブマニピュレータ20Aを備えるとともに、1つの姿勢センサ27Aが、それぞれのスレーブマニピュレータ20Aの第二の辺要素45A上に着脱可能に取り付けられるように構成してもよい。第二の辺要素45Aと姿勢センサ27Aとの着脱は、係合部と被係合部による機械的な方式や、磁石などの磁気的な方式を用いることができる。

1つのスレーブマニピュレータ20Aについて、スレーブアーム21Aを固定モードにした後で、一度、姿勢センサ27Aにより基準位置V1の位置および姿勢を検出すれば、そのスレーブマニピュレータ20Aについてはスレーブアーム21Aを固定モードにしている間は姿勢センサ27Aは不要となる。

姿勢センサ27Aをこのように構成することで、手術支援装置1全体としての製造コストを低減させることができる。

[0056] 本実施形態では、姿勢センサ27Aは位置決めアーム24Aの第二の辺要素45Aに取り付けられているとしたが、姿勢センサ27Aが取り付けられる位置は、位置決めアーム24Aの基準位置V1の位置および姿勢が検出可能であれば特に限定されない。例えば、図7に示す手術支援装置1のように、姿勢センサ27Aを着脱部移動機構53Aに取り付けてもよい。この場合であっても、姿勢センサ27Aを着脱部移動機構53Aに取り付ける位置の情報が予め姿勢センサ27Aに記憶されていれば、位置決めアーム24Aにおける基準位置の位置および姿勢を検出可能であるからである。

また、姿勢センサ27Aはスレーブアーム21Aに取り付けてもよい。スレーブアーム21Aと位置決めアーム24Aとの位置・姿勢関係が予め姿勢センサ27Aに記憶されていれば、位置決めアーム24Aにおける基準位置の

位置および姿勢を検出可能であるからである。

[0057] 着脱位置検出部 29A は、第一の辺要素 42A、43A、44A のいずれかと、第二の辺要素 45A、46A、47A のいずれかとがなす角度 θ が検出可能であれば、取り付け位置は特に限定されない。

また、本実施形態では、姿勢センサ 27A における基準姿勢演算基板、および、着脱位置検出部 29A における着脱位置演算基板を制御装置 60 内に配置してもよい。このように構成することで、制御基板を一体化して、制御基板を全体としてコンパクトに構成することができる。

平行リンク 41A が第一の辺要素 43A および第二の辺要素 46A を備えず、平行リンク 41A が一対の第一の辺要素 42A、44A、および、一対の第二の辺要素 45A、47A だけを有するように構成してもよい。

[0058] 本実施形態では、スレーブアーム 21A の先端部 23A に、位置決めアーム 24A の固定部 51A が固定されているとしたが、スレーブアーム 21A の先端部 23A に固定部 51A が着脱可能となるように構成してもよい。

ここで、スレーブアーム 21A を患者 P の開口 P2 に対応させて適切な形状に変形させるスレーブアーム変形工程、位置決めアーム 24A を自身の不動点が患者 P の開口 P2 に一致するように配置する位置決めアーム配置工程、および、スレーブアーム 21A の先端部 23A に位置決めアーム 24A の固定部 51A を取り付ける取り付け工程を規定する。これら、スレーブアーム変形工程、位置決めアーム配置工程、および取り付け工程の順序は特に制限はなく、任意の順序で行うことができる。これら 3 つの工程を行った後で、前述の目標変化量算出工程と移動工程とを組にして繰り返すことになる。

[0059] 姿勢センサ 27A と処置部初期位置検出部 30A とが配線により接続されているとした。しかし、姿勢センサ 27A が、検出した基準位置 V1 の姿勢を無線通信により処置部初期位置検出部 30A に送信するように構成してもよい。

このように構成することで、スレーブマニピュレータ 20A を小型化することができる。

[0060] 本実施形態では、スレーブ制御部63は、目標変化量算出工程において、処置部203の単位時間△T当たりの目標位置の変化量および目標姿勢の変化量を算出し、移動工程において目標位置の変化量および目標姿勢の変化量に基づいて制御するとした。しかし、スレーブ制御部63は、目標変化量算出工程において、標位置の変化量および目標姿勢の変化量の一方のみを算出し、移動工程においてこの一方のみに基づいて制御するとしてもよい。

[0061] (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について図8および図9を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図8に示すように、本実施形態の手術支援装置2は、第1実施形態の手術支援装置1の各構成に加えて、前述の内視鏡56が着脱可能な着脱部52Bを有する本発明のスレーブマニピュレータ20Bを備えている。

なお、スレーブマニピュレータ20Bの構成はスレーブマニピュレータ20Aと同一であるため、スレーブマニピュレータ20Bの構成については、スレーブマニピュレータ20Aにおける対応する構成の符号の数字に英字「B」を付加することで示す。これにより、重複する説明を省略する。

[0062] 位置決めアーム24Bに取り付けられた着脱部52Bには、光軸C2に沿った外方の画像を取得するための観察部56aが設けられた内視鏡56が着脱可能となっている。

着脱部52Bに内視鏡56を取り付けたときに、観察部56aで取得された画像は、主制御部62で処理されて表示部13に表示されるようになっている(図9参照。)。

[0063] ここで、図8に示すように術具200の処置部203に原点O₁が規定されて処置部203の先端側を向く直交座標系である第一のローカル座標系(第一の直交座標系)W₁を規定する。すなわち、この第一のローカル座標系W₁のZ₁軸は、処置部203を起点として処置部203の先端側を向いている。同様に、内視鏡56の観察部56aに原点O₂が規定されて光軸C2に沿って先

端側を向く直交座標系である第二のローカル座標系（第二の直交座標系） W_2 を規定する。すなわち、この第二のローカル座標系 W_2 の Z_2 軸は、観察部56aを起点として光軸C2に沿って先端側を向いている。

第一のローカル座標系 W_1 から第二のローカル座標系 W_2 への変換は、公知のように変換行列Aで表される。

スレーブ制御部63は、マスタマニピュレータ10が発するグローバル座標系 W_0 における目標位置および目標姿勢を表す操作指令を、変換行列Aで変換して変換操作指令を算出し、この変換操作指令に基づいて着脱部駆動部28Aを制御する。

[0064] このように構成された本実施形態の手術支援装置2によれば、鉗子部203の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

さらに、内視鏡56の光軸C2の先端側の姿勢と、処置部203の先端側の姿勢とが一致するように座標変換することで、表示部13に表示される画像上に映し出される処置部203の先端（処置部203）の姿勢とマスタマニピュレータ10の姿勢とを対応させやすくなる。したがって、表示部13に表示される画像を見ながらのマスタマニピュレータ10の操作性を向上させることができる。

[0065] なお、本実施形態では、手術支援装置2がスレーブマニピュレータ20Bを備え、スレーブマニピュレータ20Bの着脱部52Bに内視鏡56が着脱可能であるとした。しかし、スレーブマニピュレータ20Bは手術支援装置2に必須の構成ではなく、手術支援装置2が内視鏡56および表示部13を備えていればよい。内視鏡56が何に取り付けられていても、本実施形態と同様の効果を奏することができるからである。

ただし、手術支援装置2がスレーブマニピュレータ20Bを備え、スレーブマニピュレータ20Bに内視鏡56が着脱可能とすることで、内視鏡56の観察部56aの操作性を向上させることができる。

[0066] （第3実施形態）

次に、本発明の第3実施形態について図10および図11を参考しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図10および11に示すように、本実施形態の手術支援装置3は、第1実施形態の手術支援装置1の各構成に加えて、術具（第二の術具）210が着脱可能な着脱部52Bを有する本発明のスレーブマニピュレータ（第二の医療用マニピュレータ）20Bを備えている。

すなわち、手術支援装置3は、スレーブマニピュレータ（第一の医療用マニピュレータ）20Aおよびスレーブマニピュレータ20Bの2つのスレーブマニピュレータを備えている。

前述の術具（第一の術具）200の術具挿入部201の先端部には接触センサ（送信部）205が設けられている。

制御装置60には記憶部65が備えられている（図11参照。）。

[0067] 第二の術具210の構成は硬性であれば特に限定されないが、本実施形態では前述の術具200と同一の鉗子が用いられている。すなわち、第二の術具210は、術具挿入部211の先端部に一对の鉗子片212からなる鉗子部（処置部）213が設けられたものである。

術具200に設けられた接触センサ205は、鉗子部203に外力が加わったことを検出するセンサである。接触センサ205は、術具200の鉗子部203と術具210の鉗子部213とが接触したときに、着脱部52Aの着脱部側電気接点54Aを介してスレーブ制御部63および記憶部65に制御信号を送信する。

[0068] スレーブ制御部63は制御信号を受信したときの、基準位置V1に対する鉗子部203の位置および姿勢、および基準位置V2に対する鉗子部213の位置および姿勢から、基準位置V1と基準位置V2との相対的な位置関係を算出する。

記憶部65はメモリなどで構成されていて、スレーブ制御部63で算出された基準位置V1と基準位置V2との相対的な位置関係、すなわちスレーブマ

ニピュレータ 20A とスレーブマニピュレータ 20B の相対位置関係を記憶する。

[0069] 次に、以上のように構成された本実施形態の手術支援装置 3 の動作について説明する。

手術支援装置 3 を起動し、スレーブマニピュレータ 20A の着脱部 52A に術具 200 を取り付けるとともに、スレーブマニピュレータ 20B の着脱部 52B に術具 210 を取り付ける。スレーブアーム 21A、21B を所望の形状に変形させた後で、スレーブアーム 21A、21B をそれぞれ固定モードにする。

[0070] 使用者 Q は、一対のマスタマニピュレータ 10 を操作してスレーブ制御部 63 により着脱部駆動部 28A、28B を駆動し、術具 200 の鉗子部 203 と術具 210 の鉗子部 213 とを接触させる。すると、接触センサ 205 は鉗子部 203 に外力が加わったことを検出し、記憶部 65 に制御信号を送信する。記憶部 65 は、鉗子部 203 と鉗子部 213 とが接触したときの鉗子部 203、213 の位置および姿勢を、鉗子部 203 の接触位置および接触姿勢、鉗子部 213 の接触位置および接触姿勢としてそれぞれ記憶する。

[0071] 続いて、使用者 Q は、スレーブ制御部 63 により着脱部駆動部 28A、28B を駆動するが、このとき、スレーブ制御部 63 は、算出した基準位置 V1 と基準位置 V2 との相対的な位置関係を基に、スレーブマニピュレータ 20A およびスレーブマニピュレータ 20B の動作範囲を算出し、鉗子部 203 と鉗子部 213、あるいはスレーブマニピュレータ 20A とスレーブマニピュレータ 20B が互いに干渉しないように制御する。

具体的には、使用者 Q が鉗子部 203、213 あるいはスレーブマニピュレータ 20A、20B 同士が接触するような操作指令を発したときには、スレーブ制御部 63 は、例えば着脱部駆動部 28A、28B の動作を停止させるとともに、警告を意味する表示や音を発して使用者 Q に注意を促すことが好ましい。

[0072] このように構成された本実施形態の手術支援装置 3 によれば、鉗子部 203

の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

さらに、接触センサ205および記憶部65を備えて前述のようにスレーブ制御部63が制御することで、スレーブ制御部63は鉗子部203と鉗子部213とが接触するときのスレーブマニピュレータ20A、20Bの相対位置を認識することができ、各スレーブマニピュレータ20A、20Bの動作範囲がどのように干渉するかなどを確認することができる。

そして、スレーブマニピュレータ20A、20B同士が接触などの動作干渉が起きないように制御することができる。

[0073] 本実施形態では送信部として接触センサ205を用いたが、術具200の鉗子部203術具210の鉗子部213とが接触したときに、記憶部65に制御信号を送信可能なものであればよい。送信部は、以下に説明するような様々な構成とすることができます。

例えば、術具200の術具挿入部201の先端部に、送信部として微弱振動の発生源と、振動の振幅を検出する振幅検出センサとを備えてもよい。一定の振幅で振動している鉗子部203に鉗子部213が接触すると、鉗子部203の振幅が変化する。このため、鉗子部203に鉗子部213が接触しているか否かを検出することができる。

[0074] 送信部として、超音波を発生させる超音波発生源と、鉗子部213で反射された超音波を検出する超音波受信部とを備えてもよい。

鉗子部203の周辺の画像をCCDなどの撮像素子で取得し、この画像を公知の画像処理技術により解析することで、鉗子部203に鉗子部213が接触しているか否かを検出してもよい。

また、送信部をスイッチなどで構成してもよい。この場合、鉗子部203の周辺を介助者などが内視鏡により観察し、鉗子部203と鉗子部213とが接触したときに介助者がスイッチを切り替えて記憶部65に制御信号を送信することになる。

[0075] 以上、本発明の第1実施形態から第3実施形態について図面を参照して詳述

したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の構成の変更なども含まれる。さらに、各実施形態で示した構成のそれぞれを適宜組み合わせて利用できることは、言うまでもない。

たとえば、前記第1実施形態から第3実施形態では、スレーブマニピュレータ20Aが手術用天板16に固定されているとしたが、図12に示す手術支援装置4のように構成してもよい。すなわち、手術支援装置4では、ロボット用天板71を結合具72により手術台15の手術用天板16に固定するとともに、このロボット用天板71の側面に設けられた一対のガイドレール73にスレーブマニピュレータ20A、20Bを固定している。

なお、図12以下では、説明の便宜のために前述の平行リンクを箱状に描いて示している。

[0076] 各ガイドレール73は、図12を表示する表示面に直交するように延びていって、スレーブマニピュレータ20A、20Bはガイドレール73の長手方向の任意の位置にスライドした状態で固定できるようになっている。すなわち、スレーブマニピュレータ20A、20Bの相対位置の情報を、スレーブマニピュレータ20A、20Bの拘束条件として制御装置60の記憶部などに設定できるようになっている。

なお、本変形例では、手術支援装置4に2基のスレーブマニピュレータ20A、20Bが備えられているとしたが、手術支援装置4に備えられるスレーブマニピュレータの数に制限はなく、1基でもよいし、3基以上でもよい。これは、前記第1実施形態から第3実施形態でも同様である。

[0077] 図13および14に示す手術支援装置5のように、手術用天板16の側面に設けられた回転機構76を介してスレーブマニピュレータ20A、20Bを固定してもよい。

回転機構76は、公知の構成を有していて、手術用天板16の側面に設けられた一対の支持部材77と、支持部材77により自身の軸線C4周りに回動可能に支持されたベッドレール78とを有している。ベッドレール78は、

支持部材 7 7 に設けられた不図示の固定機構により、支持部材 7 7 に対して軸線 C 4 周りに回動可能な回動モードと、この回動を規制された規制モードとの間で切り替えることができる。

ベッドレール 7 8 の一方の端部にはハンドル 7 9 が取り付けられている。

スレーブマニピュレータ 2 0 A の台座 3 2 A、およびスレーブマニピュレータ 2 0 B の台座 3 2 B は、ベッドレール 7 8 に固定されている。

[0078] このように構成された本変形例の手術支援装置 5 を用いて、術具 2 0 0 をスレーブマニピュレータ 2 0 A に取り付け、患者 P の体腔 P 3 内に術具 2 0 0 を導入して処置を行う。このとき、スレーブアーム 2 1 A は固定モードになり、固定機構は規制モードになっている。

処置を行う間に、場合によっては、緊急的に術具 2 0 0 を患者 P から引き抜く必要がある。

このような場合には、介助者は、体腔 P 3 内から術具 2 0 0 を引き抜いた後で、スレーブマニピュレータ 2 0 A から術具 2 0 0 を取り外し、固定機構を回動モードに切り替える。ハンドル 7 9 を把持して、図 1 5 に示すようにベッドレール 7 8 を軸線 C 4 周りに回動させ、スレーブマニピュレータ 2 0 A、およびスレーブマニピュレータ 2 0 B を手術用天板 1 6 上から手術用天板 1 6 の下方に退避させる。

このように構成された本変形例の手術支援装置 5 によれば、スレーブマニピュレータ 2 0 A、2 0 B を手術用天板 1 6 上から素早く退避させることができる。

[0079] 前記第 1 実施形態から第 3 実施形態では、位置決めアームが平行リンクを備えるとした。しかし、開腹手術などの場合のように、術具を不動点を通す必要がない場合には、位置決めアームは平行リンクを備えなくてもよい。

また、着脱部の位置および姿勢から着脱部に取り付けられた術具の鉗子部の位置および姿勢が容易に推測できてマスタマニピュレータ 1 0 で操作できるような場合などには、処置部位置検出部は備えられなくてもよい。

着脱部 5 2 A を第二の辺要素 4 7 A に設定したが、着脱部 5 2 A は第二の辺

要素45A、46Aに設定してもよい。

[0080] スレーブアームを、軸体をボールジョイントで接続することで構成したが、スレーブアームの構成はこれに限定されない。スレーブアームの自由度が3以上であれば、例えば、スレーブアームを複数のリニアガイドや関節部で構成してもよい。

符号の説明

[0081] 1、2、3、4、5 手術支援装置

10 マスタマニピュレータ（入力部）

13 表示部

16 手術用天板（ベース）

20A スレーブマニピュレータ（医療用マニピュレータ、第一の医療用マニピュレータ）

20B スレーブマニピュレータ（医療用マニピュレータ、第二の医療用マニピュレータ）

21A、21B スレーブアーム（保持部）

22A 基端部

23A 先端部

24A、24B 位置決めアーム（位置決め部）

27A、27B 姿勢センサ（基準姿勢検出部）

28A、28B 着脱部駆動部

29A、29B 着脱位置検出部

30A 処置部初期位置検出部

31A、31B 処置部位置検出部

51A 固定部

52A、52B 着脱部

53A 着脱部移動機構（処置部駆動部）

56 内視鏡

56a 観察部

6 3 スレーブ制御部（駆動部制御部）

6 5 記憶部

2 0 0 術具（第一の術具）

2 0 3、2 1 3 鉗子部（処置部）

2 0 5 接触センサ（送信部）

2 1 0 術具（第二の術具）

C 2 光軸

S 基準平面

V 1、V 2 基準位置

W₁ 第一のローカル座標系（第一の直交座標系）

W₂ 第二のローカル座標系（第二の直交座標系）

θ 角度

請求の範囲

- [請求項1] 基端部がベースに固定された保持部と、
前記保持部の先端部に固定される固定部、および術具の処置部が前記
固定部に対して移動可能に構成された位置決め部と、
前記位置決め部における基準位置の姿勢を検出する基準姿勢検出部と
、
前記固定部に対して前記処置部を移動させるための駆動部と、
前記基準位置に対する前記処置部の角度変位を含む移動量を検出し、
前記基準姿勢検出部が検出した前記基準位置の姿勢から、自身が検出
した角度変位だけ移動させた姿勢を、前記処置部における姿勢として
算出する変位検出部と、
を備えることを特徴とする医療用マニピュレータ。
- [請求項2] 前記位置決め部は、前記術具が着脱可能な着脱部を有し、
前記駆動部は、
前記固定部に対して前記着脱部を移動させる着脱部駆動部と、
前記着脱部に対して前記処置部を移動させる処置部駆動部とから構成
され、
前記変位検出部は、
前記固定部に対する前記着脱部の角度変位を含む移動量を検出する着
脱位置検出部と、
前記着脱部に対する前記処置部の角度変位を含む移動量を検出する処
置部位置検出部とを備えることを特徴とする請求項1に記載の医療用
マニピュレータ。
- [請求項3] 前記保持部は、
前記基端部に対する前記先端部の位置を調節可能な調節モードと、
前記基端部に対する前記先端部の位置を固定した固定モードとの間で
切り替え可能である請求項1又は2に記載の医療用マニピュレータ。
- [請求項4] 前記基準位置は、前記固定部に設けられていることを特徴とする請求

項1から3の何れか1項に記載の医療用マニピュレータ。

[請求項5] 前記基準姿勢検出部は、検出した前記基準位置の姿勢を無線通信により前記処置部初期位置検出部に送信することを特徴とする請求項1から4の何れか1項に記載の医療用マニピュレータ。

[請求項6] 請求項1から5の何れか1項に記載の医療用マニピュレータと、使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部と、前記操作指令に基づいて前記駆動部を制御する駆動部制御部と、を備える手術支援装置であって、
前記変位検出部は、前記基準位置に対する前記処置部の単位時間当たりの位置の変化量を検出し、
前記駆動部制御部は、
前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標位置の変化量を算出する目標変化量算出工程と、
前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標位置の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御する移動工程と、
を組にして繰り返すことを特徴とする手術支援装置。

[請求項7] 前記変位検出部は、前記基準位置に対する前記処置部の単位時間当たりの姿勢の変化量を検出し、
前記駆動部制御部は、
前記目標変化量算出工程において、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標姿勢の変化量を算出し、
前記移動工程において、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標姿勢の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御することを特徴とする請求項6に記載の手術支援装置。

[請求項8] 請求項1から5の何れか1項に記載の医療用マニピュレータと、
使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部と、
前記操作指令に基づいて前記駆動部を制御する駆動部制御部と、
を備える手術支援装置であって、

前記変位検出部は、前記基準位置に対する前記処置部の単位時間当たりの姿勢の変化量を検出し、
前記駆動部制御部は、
前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標姿勢の変化量を算出する目標変化量算出工程と、
前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標姿勢の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御する移動工程と、
を組にして繰り返すことを特徴とする手術支援装置。

[請求項9] 光軸に沿った外方の画像を取得するための観察部が設けられた内視鏡と、

前記画像を表示するための表示部と、
を備え、

前記駆動部制御部は、前記入力部が発する前記操作指令を、
前記処置部の先端側を向く第一の直交座標系から前記観察部の前記光軸に沿って先端側を向く第二の直交座標系に変換する変換行列で変換して変換操作指令を算出し、前記変換操作指令に基づいて前記駆動部を制御することを特徴とする請求項6から8の何れか1項に記載の手術支援装置。

[請求項10] 請求項1から5の何れか1項に記載の医療用マニピュレータを第一の医療用マニピュレータおよび第二の医療用マニピュレータとして有し、

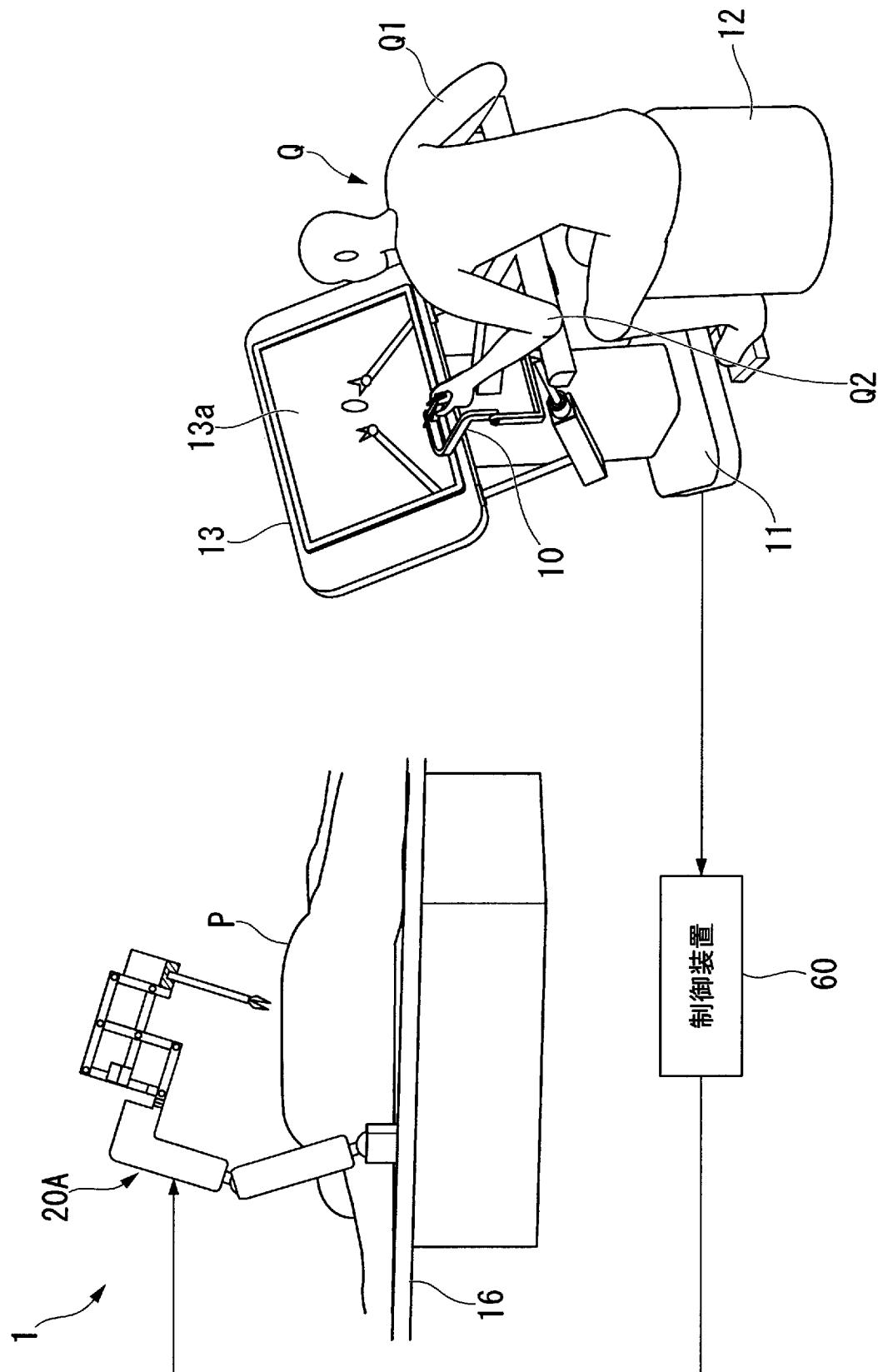
前記術具の前記処置部の位置および姿勢を記憶する記憶部と、
前記記憶部に制御信号を送信可能な送信部と、
を備え、

前記第一の医療用マニピュレータに取り付けられた前記術具である第一の術具の前記処置部と、前記第二の医療用マニピュレータに取り付けられた前記術具である第二の術具の前記処置部と、が接触したときに、前記送信部が前記制御信号を前記記憶部に送信することで、互い

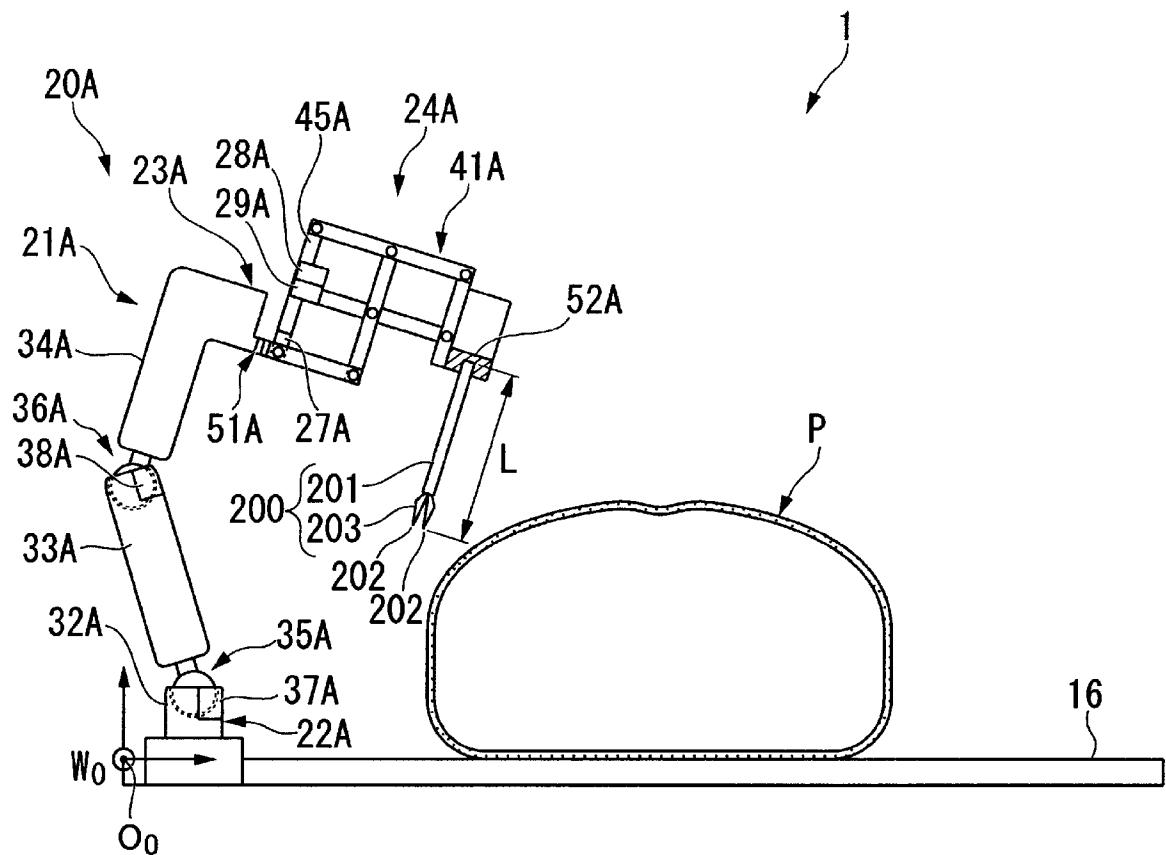
に接触した前記第一の術具の前記処置部の位置および姿勢、および前記第二の術具の前記処置部の位置および姿勢から前記第一の医療用マニピュレータと前記第二の医療用マニピュレータとの相対位置を算出し、前記記録部が記録することを特徴とする請求項 6 から 8 の何れか 1 項に記載の手術支援装置。

- [請求項11] 複数の前記保持部と、
それぞれの前記保持部に固定された位置決め部と、を備え、
1 つの前記基準姿勢検出部が、それぞれの前記位置決め部に着脱可能に取り付けられることを特徴とする請求項 6 から 10 の何れか 1 項に記載の手術支援装置。

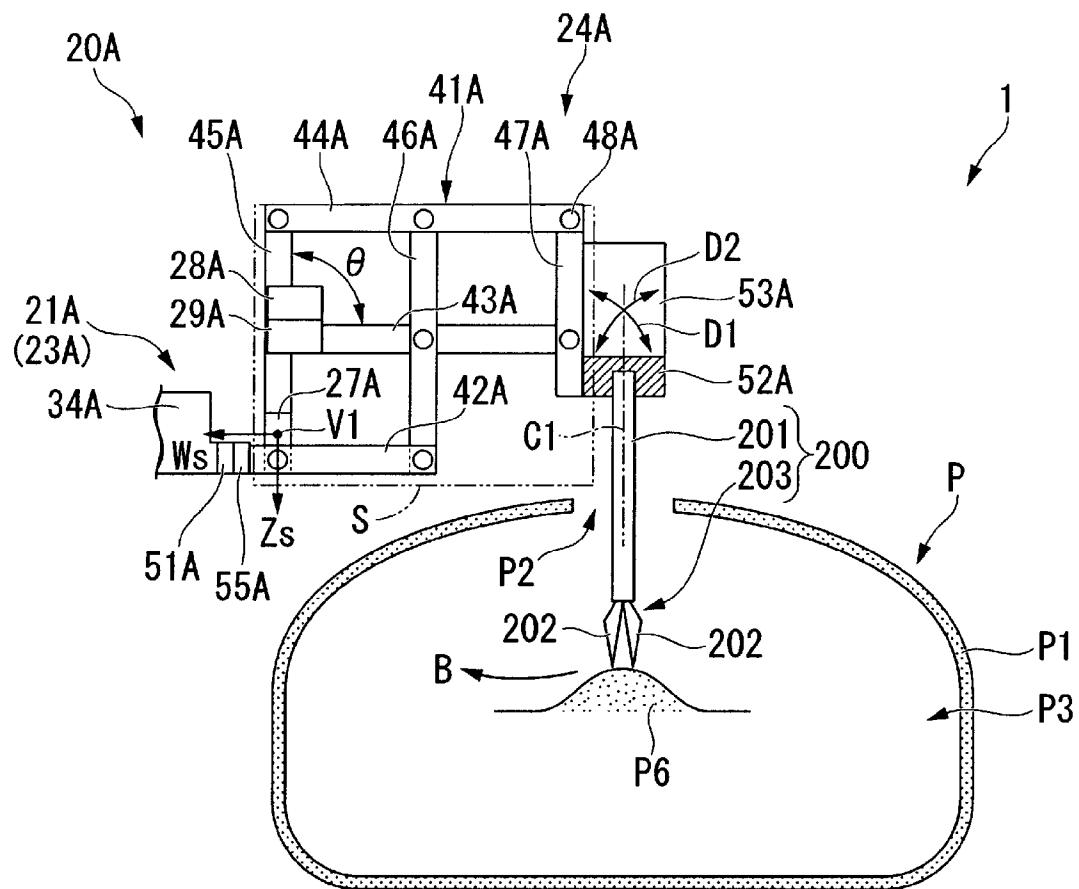
[図1]



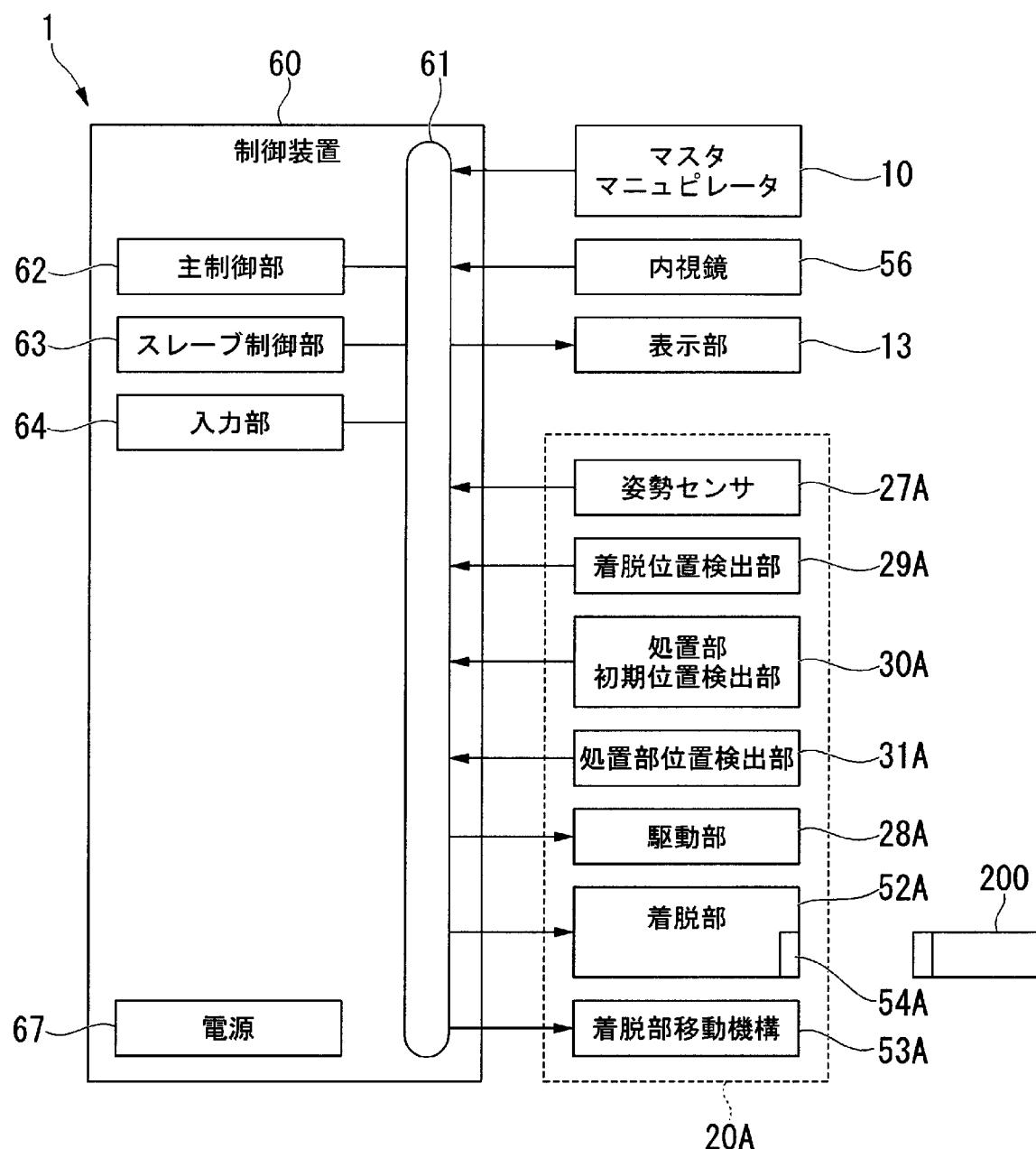
[図2]



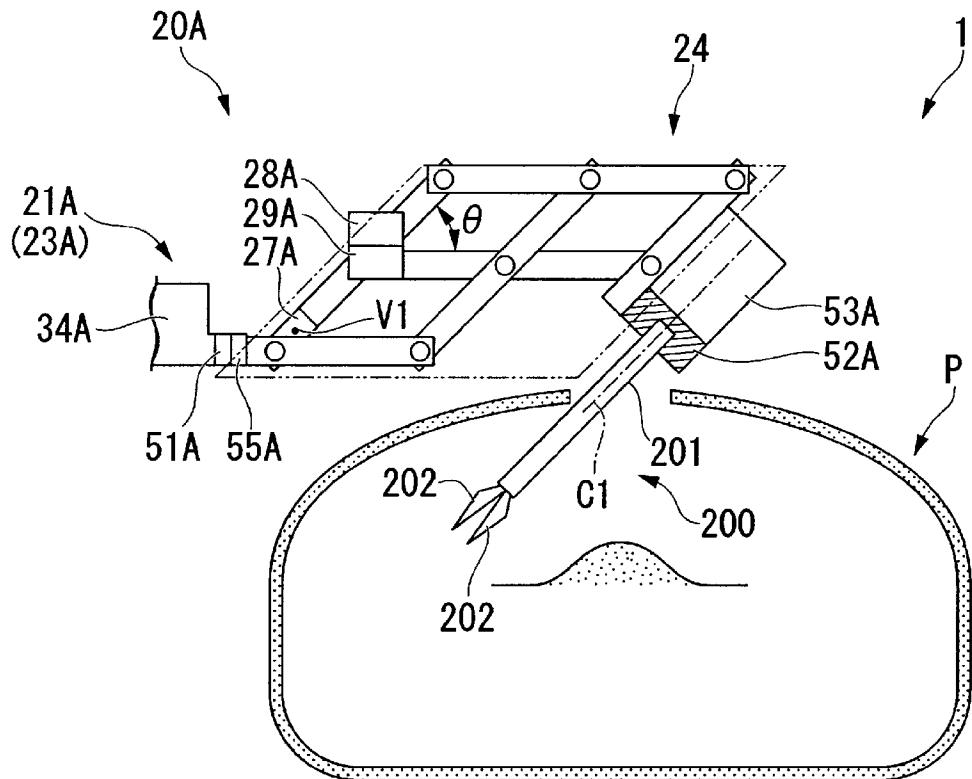
[図3]



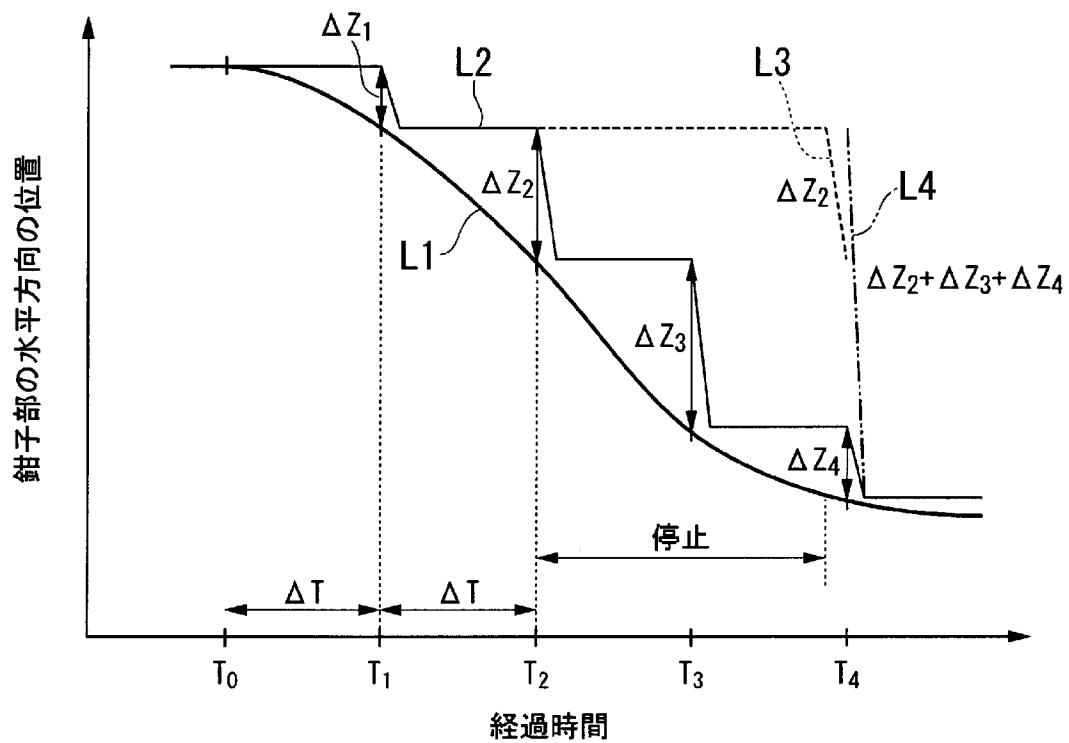
[図4]



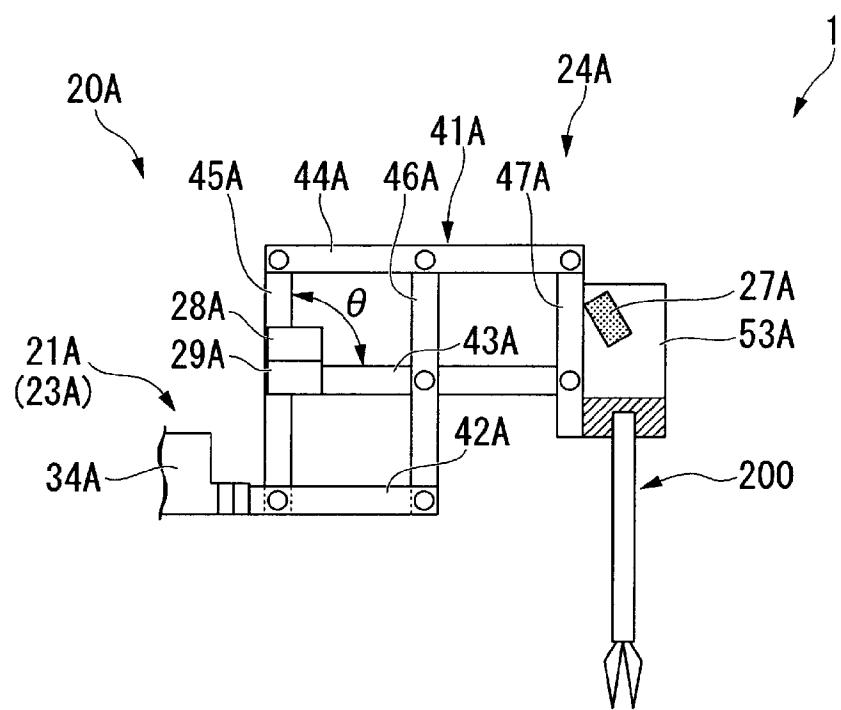
[図5]



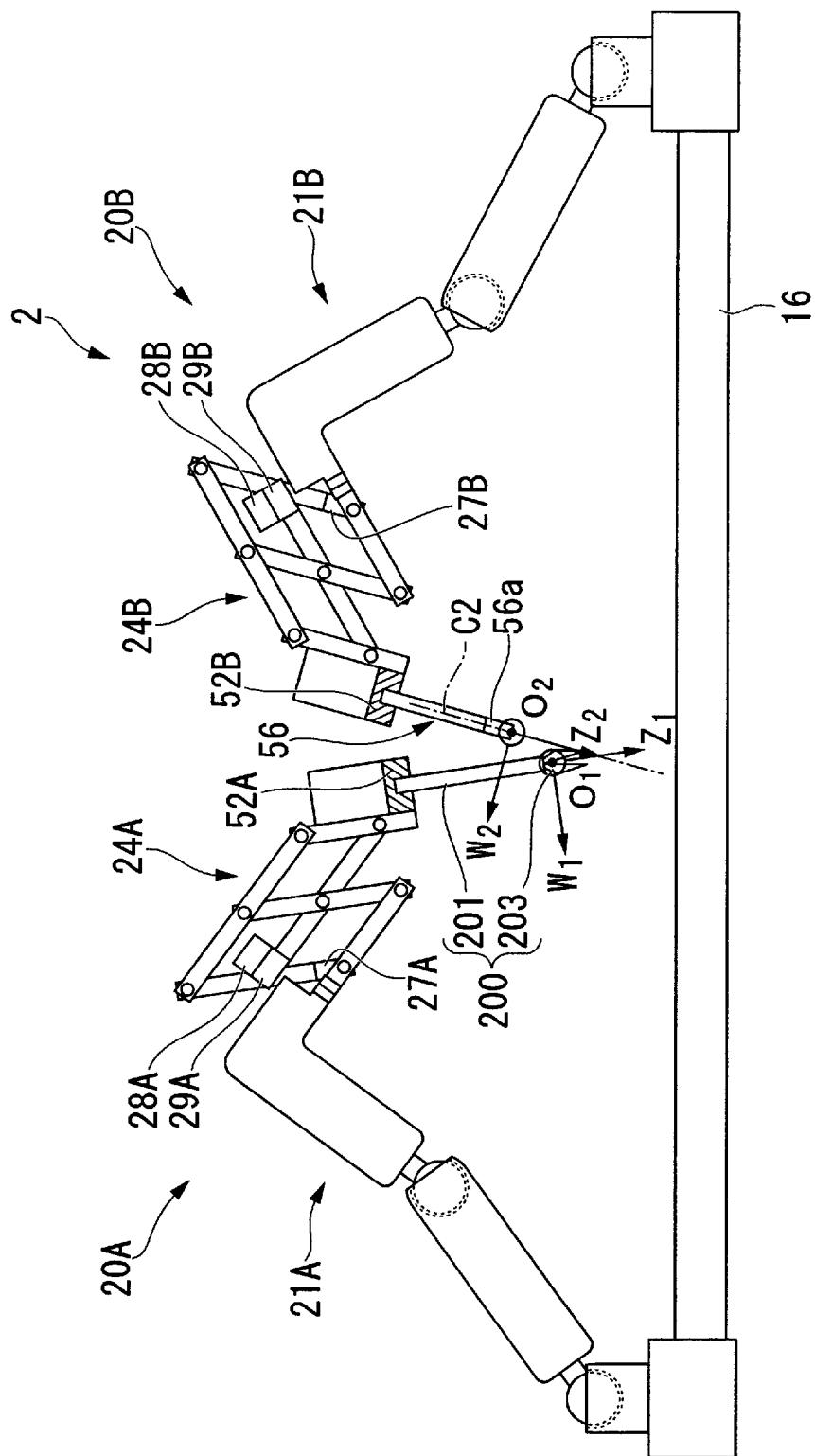
[図6]



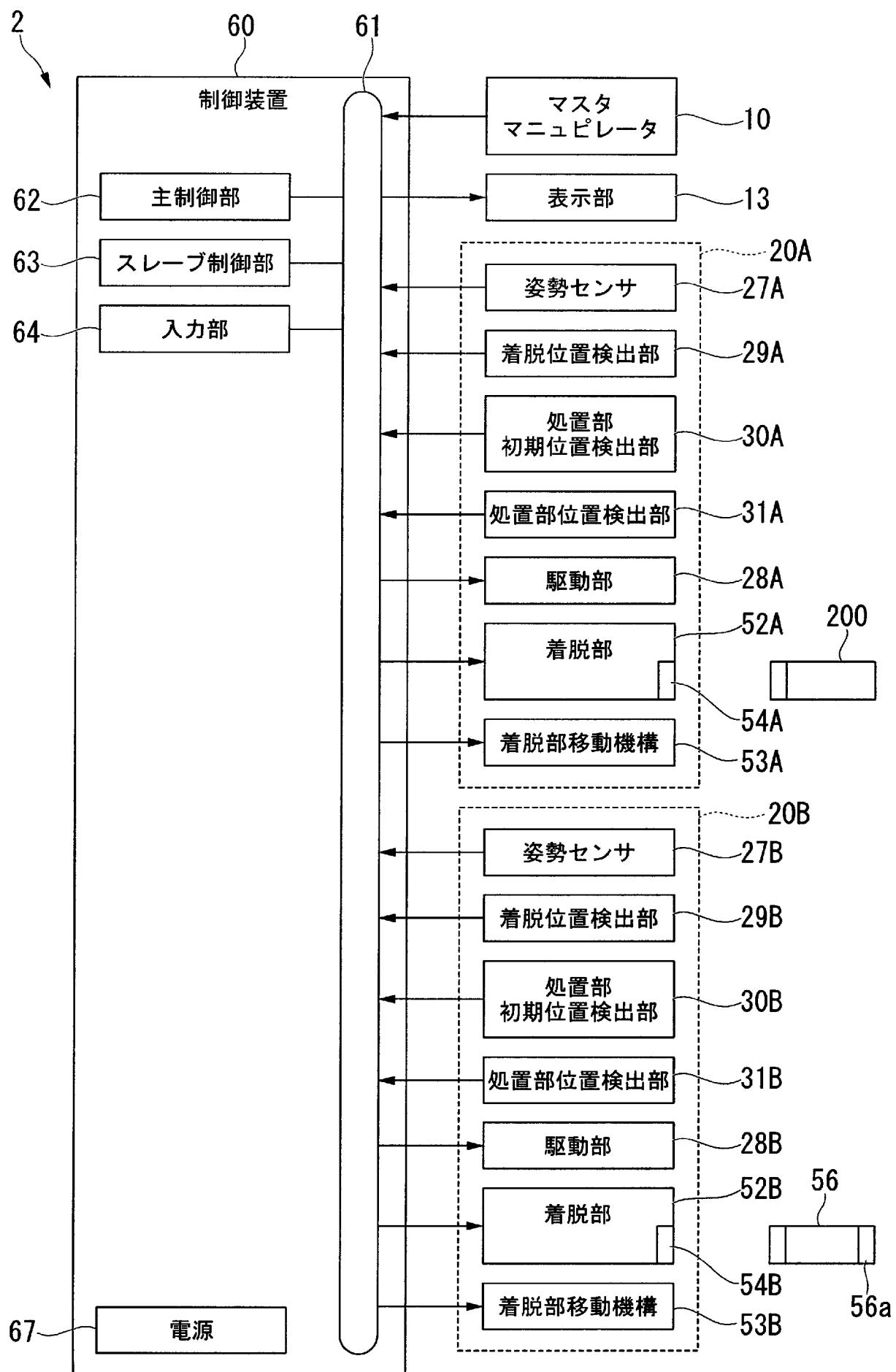
[図7]



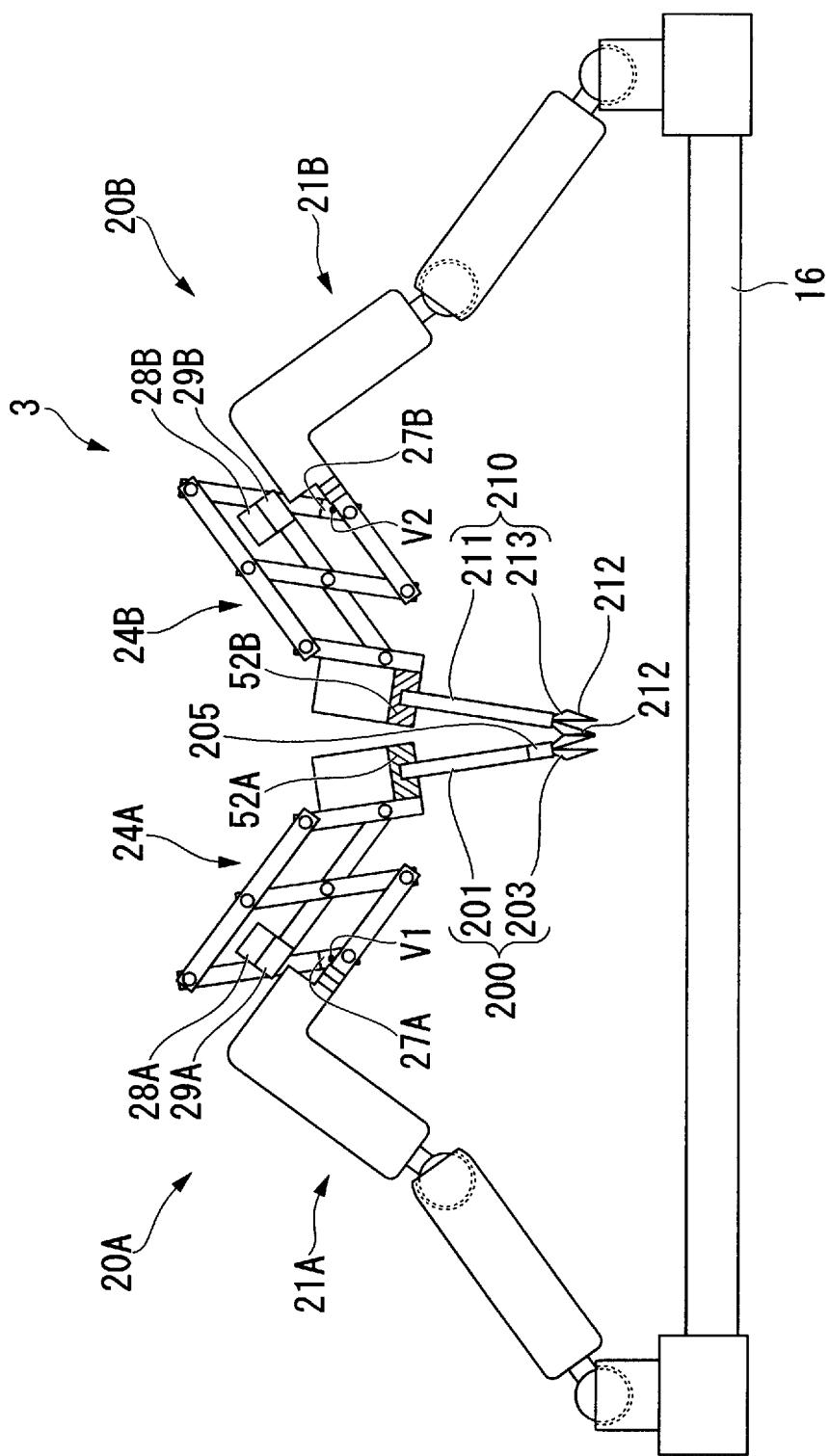
[図8]



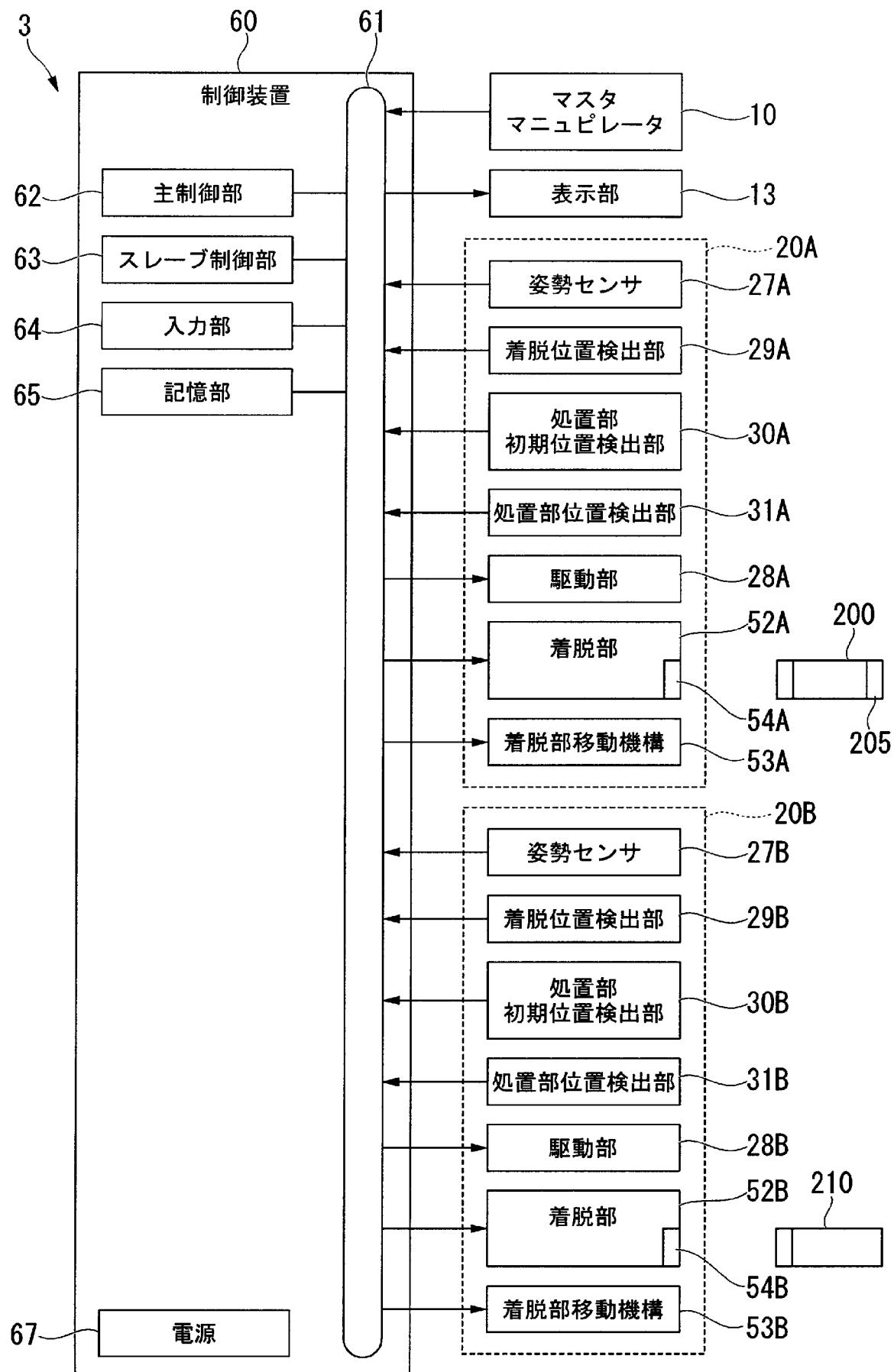
[図9]



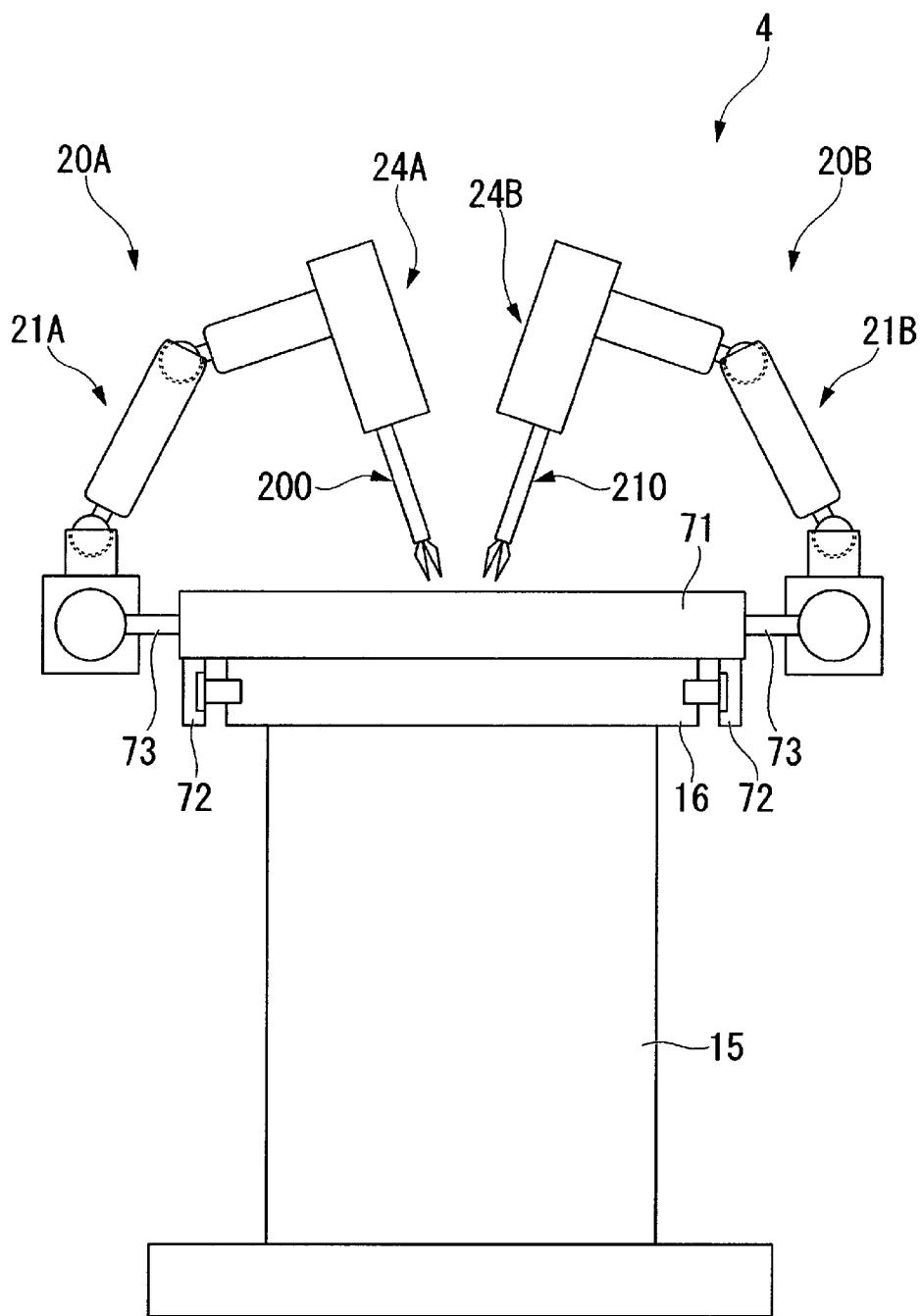
[図10]



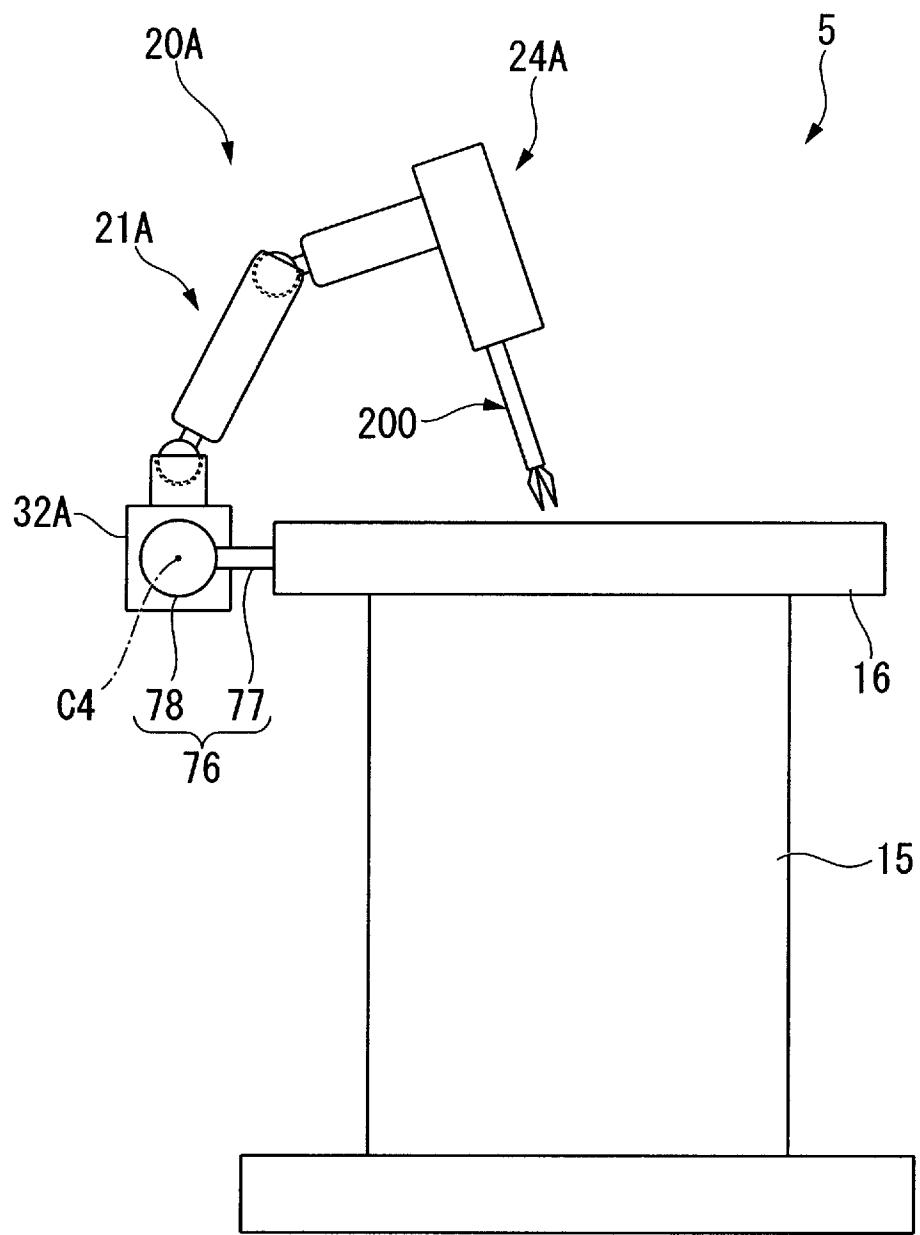
[図11]



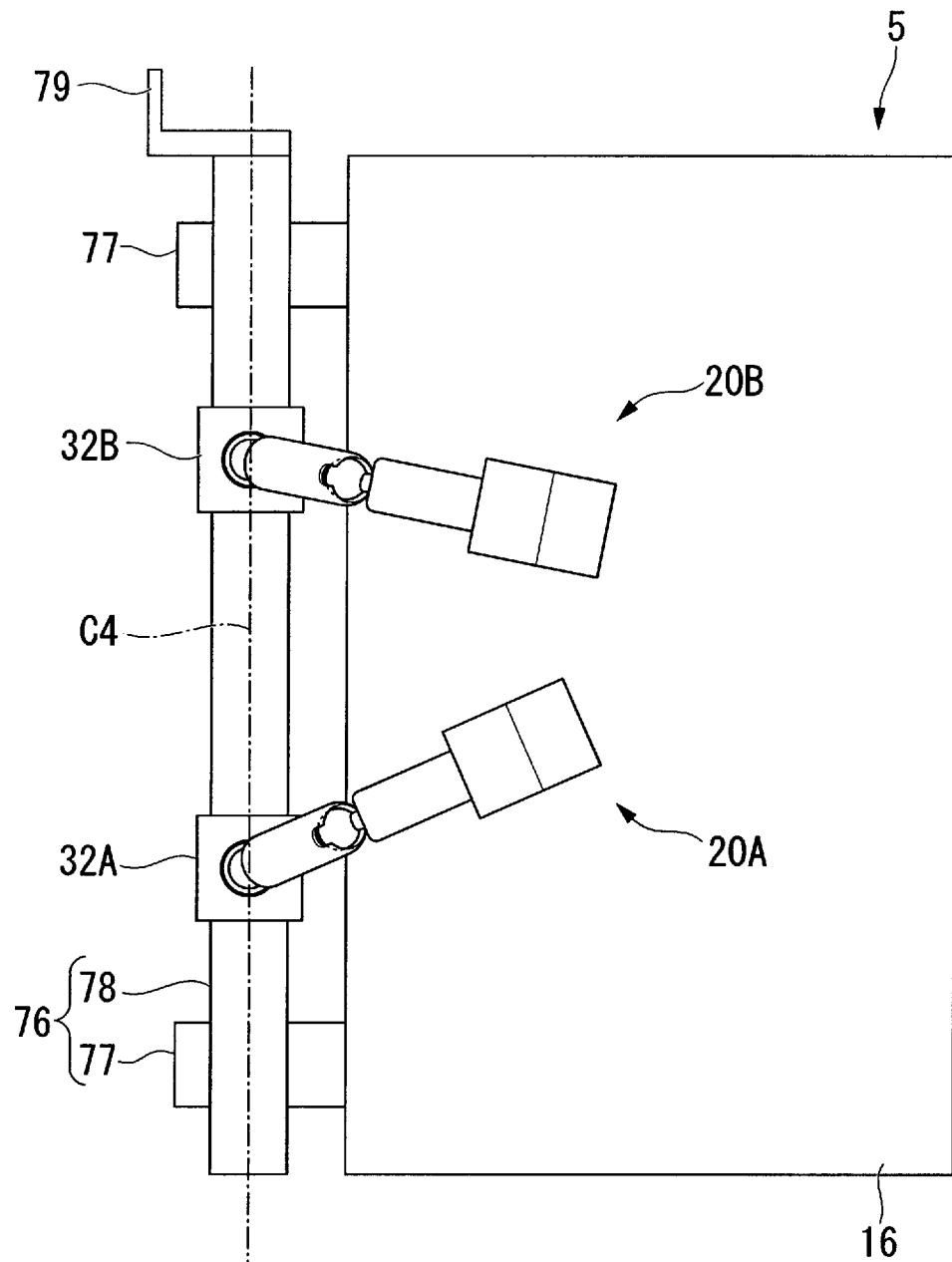
[図12]



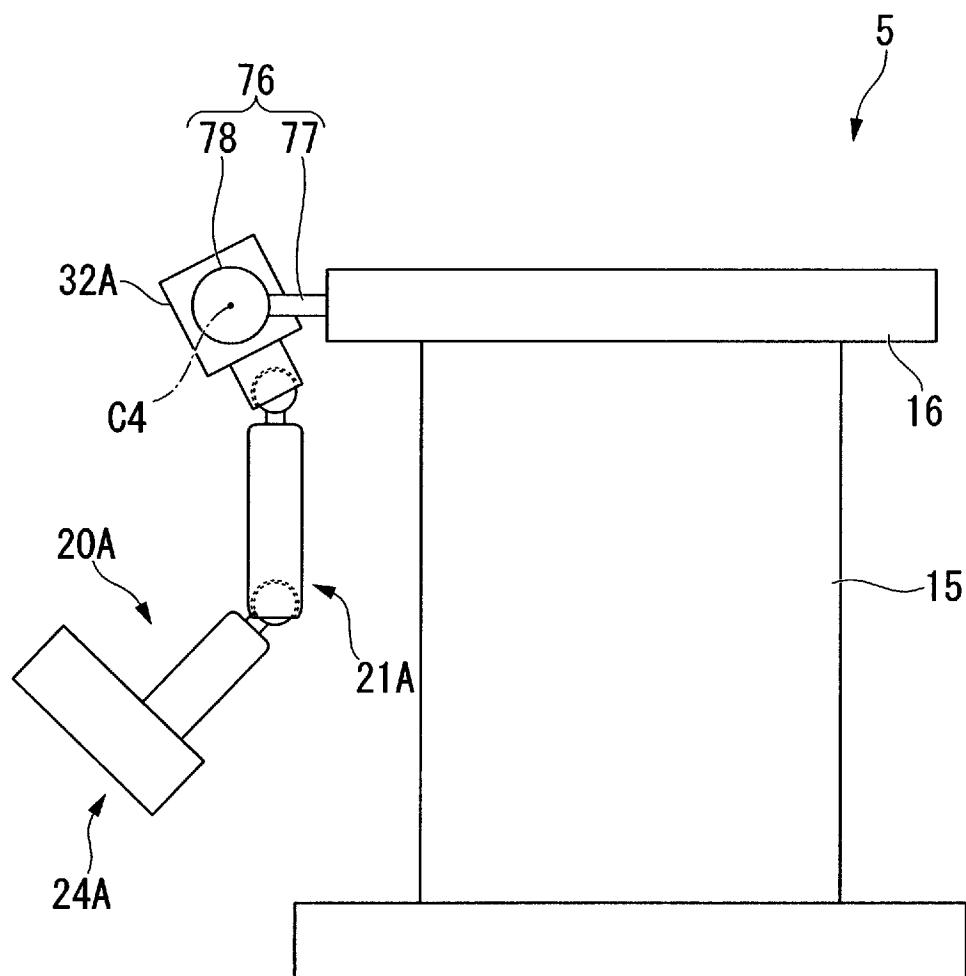
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B19/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B19/00-19/12, B25J1/00-21/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2005-192743 A (Olympus Corp.), 21 July 2005 (21.07.2005), paragraphs [0015] to [0034], [0117]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-5
Y	JP 63-29810 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 February 1988 (08.02.1988), page 5, lower left column, lines 6 to 9; fig. 1 (Family: none)	6-11
Y	JP 2003-265500 A (Hitachi, Ltd.), 24 September 2003 (24.09.2003), paragraphs [0020] to [0021], [0046]; fig. 1 to 3 (Family: none)	9-10

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
25 October, 2012 (25.10.12)

Date of mailing of the international search report
06 November, 2012 (06.11.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069919

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/108289 A1 (Tokyo Institute of Technology), 12 September 2008 (12.09.2008), entire text; all drawings & US 2010/0139436 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B19/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B19/00-19/12, B25J1/00-21/02

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 2005-192743 A (オリンパス株式会社) 2005.07.21, 段落【0015】-【0034】,【0117】, 第1-2, 5図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 63-29810 A (松下電器産業株式会社) 1988.02.08, 第5頁左下欄6行目一同頁同欄9行目, 第1図 (ファミリーなし)	6-11
Y	JP 2003-265500 A (株式会社日立製作所) 2003.09.24, 段落【0020】-【0021】,【0046】, 第1-3図 (ファミリーなし)	6-11
Y		9-10

 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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 25. 10. 2012	国際調査報告の発送日 06. 11. 2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許序審査官（権限のある職員） 森林 宏和 電話番号 03-3581-1101 内線 3346 31 3025

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2008/108289 A1 (国立大学法人東京工業大学) 2008.09.12, 全文, 全図 & US 2010/0139436 A1	1-11