

(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12月19日(19.12.2013)



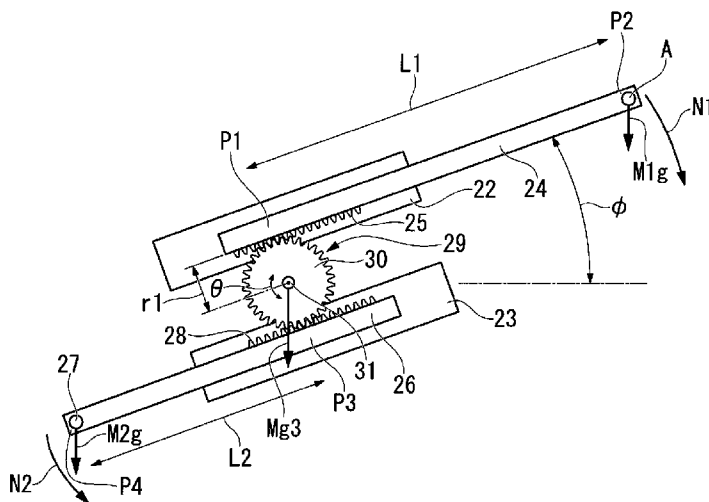
(10) 国際公開番号  
WO 2013/187469 A1

- (51) 国際特許分類:  
B25J 19/00 (2006.01) B25J 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/066327
- (22) 国際出願日: 2013年6月13日(13.06.2013)
- (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 2012-133547 2012年6月13日(13.06.2012) JP
- (71) 出願人: 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番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岸 宏亮 (KISHI Kosuke); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4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, KE, KG, 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, PA, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LINEAR MOTION MECHANISM WITH GRAVITY COMPENSATION, OPERATION INPUT DEVICE AND SURGERY ASSISTANCE SYSTEM

(54) 発明の名称: 自重補償付き直動機構、操作入力装置、及び手術支援システム



(57) Abstract: The linear motion mechanism with gravity compensation is provided with a holding member for holding a first moving body on which an object to be mounted is mounted, a second moving body provided with a weight, and a connecting section for connecting the first moving body to the second moving body so that the weight moves with a directional component in the direction opposite to the direction of movement of the first moving body. The holding member has a rotation axis for allowing rotation of the holding member. When (M1) is defined as the mass of the first moving body when the object to be mounted is mounted, (M2) as the mass of the second moving body, (L1) as the distance between a first center of gravity of the first moving body and a first intersection point of a perpendicular line from the center of rotation of the rotation axis with the first moving body when the distance between the first center of gravity and the first intersection point in the first moving body is the shortest, and (L2) as the distance between a second center of gravity of the second moving body and a second intersection point of a perpendicular line from the center of rotation of the rotation axis with the second moving body when the distance between the second center of gravity and the second intersection point in the second moving body is the shortest,  $M2 = (L1/L2) \times M1$  is satisfied.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/187469 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

自重補償付き直動機構は、取付対象物に取り付けられた第一移動体と、錘が設けられた第二移動体と、第一移動体の移動方向と反対に向く方向成分を有して錘が移動するように第一移動体と第二移動体とを連結する連結部と、を保持する保持部材、を備える。保持部材は、保持部材を回動可能にする回動軸を有し、取付対象物に取り付けられた状態の第一移動体の質量を  $M_1$  とし、第二移動体の質量を  $M_2$  とし、回動軸の回動中心から第一移動体への垂線の第一交点と第一移動体の第一重心との距離が一番短い時の、第一重心と第一移動体における第一交点との間の距離を  $L_1$  とし、回動軸の回動中心から第二移動体への垂線の第二交点と第二移動体の第二重心との距離が一番短い時の、第二重心と第二移動体における前記第二交点との間の距離を  $L_2$  としたときに、 $M_2 = (L_1 / L_2) \times M_1$  を満たす。

## 明 細 書

発明の名称：

自重補償付き直動機構、操作入力装置、及び手術支援システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、自重補償付き直動機構、操作入力装置、及び手術支援システムに関する。

本願は、2012年06月13日に、日本に出願された特願2012-133547号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、遠隔操作を行うための装置として、マスタスレーブ方式の遠隔操作装置が知られている。マスタスレーブ方式の遠隔操作装置は、操作者が操作入力をするための操作入力装置と、操作入力装置からの指令によって動作する動作部とを備えるのが一般的である。このとき、操作入力装置や動作部の自重を補償して動作時の負荷を軽減する目的で、バネ、アクチュエータ、あるいはカウンターウエイト等を使用することが知られている。

例えば、特許文献1には、定張力バネを用いて自重を補償することが開示されている。また、特許文献2には、モーターを用いて自重を補償することが開示されている。さらに、特許文献3には、リンク及びバネを用いて自重を補償することが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平9-272082号公報

特許文献2：日本国特開2007-98507号公報

特許文献3：日本国特許第4144021号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、バネを用いて自重を補償する構成では、誤差により設計ど

おりのバネ定数とならない場合があり精度よく自重を補償できない場合がある。また、多軸の遠隔操作装置においては、各軸に対して個別に自重補償付き直動機構を構成する必要がある。その結果、装置が大型化する傾向がある。

[0005] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、仰俯角を有する回転軸とその回転軸に接続した直動軸を有する機構において、簡易な構成で精度よく自重を補償できる自重補償付き直動機構、操作入力装置、及び手術支援システムを提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 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。本発明の第一態様に係る自重補償付き直動機構は、取付対象物に取り付けられた第一移動体と、錘が設けられた第二移動体と、前記第一移動体の移動方向と反対に向く方向成分を有して前記錘が移動するように前記第一移動体と前記第二移動体とを連結する連結部と、を保持する保持部材、を備え、前記保持部材は、前記保持部材を回動可能にする回動軸を有し、前記取付対象物に取り付けられた状態の前記第一移動体の質量を $M_1$ とし、前記第二移動体の質量を $M_2$ とし、前記回動軸の回動中心から前記第一移動体への垂線の第一交点と前記第一移動体の第一重心との距離が一番短い時の、前記第一重心と前記第一移動体における前記第一交点との間の距離を $L_1$ とし、前記回動軸の回動中心から前記第二移動体への垂線の第二交点と前記第二移動体の第二重心との距離が一番短い時の、前記第二重心と前記第二移動体における前記第二交点との間の距離を $L_2$ としたときに、 $M_2 = (L_1 / L_2) \times M_1$ を満たす。

[0007] 本発明の第二態様によれば、上記第一態様において、前記第一移動体と前記第二移動体とは、互いに平行であって向きが逆となる方向へと直線移動してもよい。

[0008] 本発明の第三態様によれば、上記第一態様、または、上記第二態様において、前記第一移動体は、前記第一移動体における前記第一交点と前記第一重心

とを結ぶ直線方向に延びる第一歯竿を有し、前記第二移動体は、前記第二移動体における前記第二交点と前記第二重心とを結ぶ直線方向に延びる第二歯竿を有し、前記連結部は、前記第一歯竿及び前記第二歯竿と噛み合う歯車部を有していてもよい。

[0009] 本発明の第四態様によれば、上記第三態様において、前記歯車部は、前記第一歯竿と噛み合う第一歯車と、前記第二歯竿と噛み合う第二歯車と、を有し、前記第一歯車の第一半径を  $d_1$  とし、前記第二歯車の第二半径を  $d_2$  としたときに、 $M_2 = (L_1 / L_2) \times M_1 = (d_1 / d_2) \times M_1$  を満していてもよい。

本発明の第五態様によれば、上記第一態様から上記第四態様のいずれか一態様において、前記回動中心は、前記保持部材の重心近傍であってもよい。

[0010] 本発明の第六態様に係る操作入力装置は、上記第一態様から上記第五態様のいずれか一態様の自重補償付き直動機構と、前記自重補償付き直動機構に連結された基台と、前記基台に設けられ前記第一移動体の一部が当接可能な当接部と、前記第一移動体、前記第二移動体、および前記連結部の少なくともいずれかの移動量若しくは位置を検知する相対値方式の検知部と、を備え、前記第一移動体が前記当接部に当接した位置関係において前記検知部が初期化される。

[0011] 本発明の第七態様に係る手術支援システムは、上記第六態様の操作入力装置と、患者に対して手術を行うための術具を有し前記操作入力装置と接続され少なくとも前記検知部において検知された移動量若しくは位置に基づいて動作する動作部と、を備える。

### 発明の効果

[0012] 上記の自重補償付き直動機構、操作入力装置及び手術支援システムによれば、簡易な構成で精度良く自重を補償することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第1実施形態の手術支援システムを示す全体図である。

[図2]本発明の第1実施形態の手術支援システムに設けられたマスタ操作入力

装置における操作部の構成を示す斜視図である。

[図3]本発明の第1実施形態の直動機構の一部を示す拡大図である。

[図4]本発明の第1実施形態の操作部における直動機構の内部構造を示す図である。

[図5]本発明の第1実施形態の直動機構に設けられた自重補償付き直動機構の模式図である。

[図6]本発明の第1実施形態の実施形態の変形例の構成を示す模式図である。

[図7]本発明の第2実施形態の操作入力装置を示す模式図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0014] (第1実施形態)

本発明の第1実施形態の自重補償付き直動機構（以下単に「直動機構」と称する。）、操作入力装置、および手術支援システムについて説明する。図1は、本実施形態の手術支援システムを示す全体図である。図2は、手術支援システムに設けられたマスタ操作入力装置における操作部の構成を示す斜視図である。図3は、直動機構の一部を示す拡大図である。図4は、直動機構の内部構造を示す図である。

[0015] 図1に示すように、手術支援システム1は、マスタスレーブ方式の手術支援システムであって、マスタ操作入力装置2（操作入力装置）と、スレーブマニピュレータ50（動作部）と、制御部52とを備える。

[0016] マスタ操作入力装置2は、操作者Opの動きをスレーブマニピュレータ50に伝達するマスタとして機能し、表示部3と操作部4とを備える。

[0017] 表示部3は、図示しないカメラによって撮影される患者Pの術部及びその近傍の映像を表示する。表示部3としては、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなどの公知のディスプレイ装置を適宜選択して採用することができる。

[0018] 図1に示すように、操作部4は、制御部52と通信可能に接続されており、操作者Opが表示部3を見ながら操作できるように表示部3の前側に配置されている。図示してしないが、本実施形態では、操作部4は、操作者Op

の右手側と左手側とにそれぞれ設けられている。操作部4のグリップ部40を操作者Opが把持することにより、操作部4の位置姿勢情報が後述する位置姿勢検知部53に入力される。操作部4は、一般的に6自由度を有していることが望ましい。位置情報だけを位置姿勢検知部53に入力するのであれば、操作部4は、3自由度でも構わない。

図2に示すように、操作部4は、基台5と、第一関節6を介して基台5に連結された第一アーム8と、第二関節9を介して第一アーム8に連結された保持部材21と、第三関節11を介して保持部材21に対して直動する第一移動体24と、第四関節12を介して第一移動体24に連結された第二アーム13と、第五関節14を介して第二アーム13に連結された第三アーム15と、第六関節16を介して第三アーム15に連結されたグリップ部40とを備える。

[0019] 第一関節6は、水平方向に延びる回転軸回りに基台5に対して第一アーム8を回転可能とする関節である。

第二関節9は、第一関節6の回転軸と直交する回転軸回りに第一アーム8に対して保持部材21を回転可能とする関節である。

第三関節11は、第二関節9および第一関節6の回転軸と直交する方向に、保持部材21に対して第一移動体24が進退する直動関節である。

第四関節12は、第三関節11の直動軸方向を回転軸として第二アーム13を回転可能とする関節である。

第五関節14は、第四関節12の回転軸と直交する回転軸回りに第二アーム13に対して第三アーム15を回転可能とする関節である。

第六関節16は、第五関節14の回転軸と直交する回転軸回りに第三アーム15に対してグリップ部40を回転可能とする関節である。

第一関節6、第二関節9、及び第三関節11を用いることにより、第一関節6と第二関節9の回転軸が交わる点を中心として、3次元の極座標系を構築することができ、第一移動体24の先端部の位置を定めることができる。

第四関節12、第五関節14、第六関節16の回転軸が交わる位置付近に

グリップ部40を配置することによりジンバル構造となり、第四関節12に対して位置が変化することなく姿勢を入力できる。

つまり、第一関節6と第二関節9の回転軸の交点を通り、第三関節の直動軸と平行な軸上に、第四関節12、第五関節14、第六関節16の回転軸が交わるようにグリップ部40を配置する。これにより、グリップ部40の位置を、第一関節6、第二関節9、第三関節11の移動量から計算することができる。

本実施形態の自重補償付き直動機構は、グリップ部40の位置を動かしても、各関節の移動量によらず自重を補償してグリップ部40の操作性を損なわないようにする構成である。

[0020] 図2及び図3に示すように、第一関節6及び第二関節9には、各関節の回転時に若干の抵抗を付与するブレーキ7, 10が設けられている。例えば、図3に示すように、第二関節9に設けられたブレーキ10は、第一アーム8に固定された第一の押圧板8aと、保持部材21に固定された第二の押圧板11aとを有し、第一の押圧板8aと第二の押圧板11aとがフェルトやゴム等のパッドXを介して接することにより、摺動抵抗が発生する。第一関節6に設けられたブレーキ7も、第二関節9に設けられたブレーキ10と同様の原理にて摺動抵抗が発生する構成である。なお、各ブレーキ7, 10は、摺動抵抗の大きさを調整できるようになっていてもよい。

[0021] 図4に示すように、保持部材21は、第二関節9と第四関節12との間の距離を変化させる第三関節11を備えている。第三関節11は、第一移動体24と、第二移動体26と、連結部29とを備えている。

[0022] 保持部材21は、第二関節9を介して第一アーム8と連結された中空部材である。保持部材21の内部に、第一移動体24及び第二移動体26の一部、並びに連結部29が配されている。また、保持部材21内には、第一移動体24を進退自在に保持する第一ガイド22と、第二移動体26を進退自在に保持する第二ガイド23とが設けられている。本実施形態では、第一ガイド22と第二ガイド23とは、ともに保持部材21の内面に固定されている

。また、第一ガイド22と第二ガイド23とは互いに平行に配されている。

保持部材21は、第二関節9を回転軸として回転可能である。保持部材21における前記回転軸の位置は、保持部材21の重心近傍である。保持部材21を回転させるための回転軸の位置は、保持部材21と第一アーム8の摩擦力で釣り合う範囲内であれば、例えば保持部材21の重心から1, 2センチメートル程度であれば、ずれていてもよい。

[0023] 第一移動体24は、棒状に形成されており、保持部材21から第一移動体24の一端が突出された状態で設けられている。第一移動体24の突出端には上述の第四関節12が取り付けられている。第二アーム13からグリップ部40に至るまでの各構成要素（図2参照）が、本実施形態において第一移動体24に取り付けられる取付対象物Aである。

図4に示すように、第一移動体24は、第一移動体24の長さ方向に延びる（第一移動体24における後述する第一交点と第一重心とを結ぶ直線方向に延びる）ラック25（第一歯竿）を有している。

[0024] 第二移動体26は、棒状に形成されており、第一移動体24と平行に配されている。第二移動体26には、所定の質量を有する錘27が固定されている。錘27は、取付対象物Aに対するカウンターウエイトである。第二移動体26は、第二移動体26の長さ方向に延びる（第二移動体26における後述する第二交点と第二重心とを結ぶ直線方向に延びる）ラック28（第二歯竿）を有している。

[0025] 連結部29は、第一移動体24の移動方向と反対に向く方向成分を有して錘27が移動するように第一移動体24と第二移動体26とを連結する。本実施形態の連結部29は、第一移動体24のラックに噛み合い、且つ第二移動体26のラックに噛み合うピニオン30（歯車部）と、ピニオン30を回転自在に支持する軸体31とを備える。ピニオン30は、軸体31によって保持部材21に支持されている。すなわち、本実施形態では、第一移動体24と第二移動体26と連結部29とは、平行軸の歯車を有して構成されている。このように第一移動体24と第二移動体26とがピニオン30を介して

連結されているので、第一移動体 24 と第二移動体 26 とは、互いに平行であって向きが逆となる方向へと直線移動する。本実施形態では、第一移動体 24 の直線移動量の絶対値と第二移動体 26 の直線移動量の絶対値とが等しい。

[0026] 図 5 は、保持部材 21 に設けられた第三関節 11 の模式図である。

第二移動体 26 に固定された錘 27 の位置及び質量は、図 5 に模式的に示す力のモーメント  $N_1$ 、 $N_2$  がつりあうように設定される。すなわち、

取付対象物 A が取り付けられた状態の第一移動体 24 の質量を  $M_1$  とし、錘 27 を含む第二移動体 26 の質量を  $M_2$  とし、

第二関節 9 の回転中心から第一移動体 24 の直動軸への垂線の足位置を  $P_1$  (第一交点) とし、

取付対象物 A と第一移動体 24 の重心位置を  $P_2$  (第一重心) とし、

第二関節 9 の回転中心から第二移動体 26 の直動軸への垂線の足位置を  $P_3$  (第二交点) とし、

錘 27 を含む第二移動体 26 の重心位置  $P_4$  (第二重心) とし、

第一移動体 24 が初期位置状態にあるときの位置  $P_1$  と位置  $P_2$  の距離 (回転軸の回転中心から第一移動体 24 への垂線の第一交点と第一移動体 24 の第一重心との距離が後述する一番短い時の、第一重心と第一移動体 24 における第一交点との間の距離) を  $L_1$  とし、

第二移動体 26 が初期位置状態にあるときの位置  $P_3$  と位置  $P_4$  の距離 (回転軸の回転中心から第二移動体 26 への垂線の第二交点と第二移動体 26 の第二重心との距離が後述する一番短い時の、第二重心と第二移動体 26 における第二交点との間の距離) を  $L_2$

としたとき、

$$M_1 g \sin \phi r_1 = M_2 g \sin \phi r_1 \dots (式 1)$$

$$M_1 g \cos \phi (L_1 + r_1 \theta) = M_2 g \cos \phi (L_2 + r_1 \theta) \dots (式 2)$$

ただし、 $\phi$  は水平軸からの第一移動体 24 の回転角、 $r_1$  はピニオン 30

の半径、 $\theta$ はピニオン30の回転角である。第一移動体24及び第二移動体26の初期状態とは、第三関節11の直動が一番縮んだ状態とする。このことから、距離L1は、位置P1と位置P2との距離が一番短い時の距離であり、距離L2は、位置P3と位置P4との距離が一番短い時の距離である。

また、長さL1と長さL2とは同一の単位系であり、質量M1とM2とは同一の単位系である。

(式1)、(式2)を解き、

$M2 = M1$ 、 $L2 = L1$ を満たすように、錘27の質量および距離L2を設定する。

質量M1及び質量M2に含まれず、保持部材21及び保持部材21に対して移動せずに固定されている第一ガイド22や第二ガイド23、連結部29、エンコーダ20aなどの総質量M3の重心位置は、第二関節9の回転軸(本実施形態では軸体31と一致している)の位置にあることが望ましく、保持部材21の形状を調整して、重心位置を調整している。

これにより、ピニオン30まわりでのモーメントおよび第二関節軸9軸まわりでのモーメントがつりあうため、第一移動体24の移動量および、第二関節9の回転量によらず、取付対象物Aの位置は自重の影響をうけずに動作可能となる。

[0027] 本実施形態では、直動機構20には、必要に応じて、第一移動体24の進退移動に若干の抵抗を付与するブレーキが設けられていてもよい。ブレーキは、例えば、保持部材21(図4参照)若しくは第一ガイド22と第一移動体24との間に摺動抵抗を発生させるブレーキ、ピニオン30と軸体31との間に摺動抵抗を発生させるブレーキ、保持部材21若しくは第二ガイド23と第二移動体26との間に摺動抵抗を発生させるブレーキ、あるいは第一移動体24と第二移動体26との間に摺動抵抗を発生させるブレーキ、スリップクラッチなどを適宜選択して採用することができる。これにより、力のモーメントN1、N2のバランスが若干ずれていても、誤差を吸収できる。

[0028] 図1及び図2に示すように、グリップ部40は、操作者Opが把持する把

持部 4 1 と、後述する術具 5 1 の操作に用いる開閉スイッチ部 4 2 とを有する。開閉スイッチ部 4 2 は、例えば、術具 5 1 として鉗子を取り付けられた場合に鉗子片を開閉させ、術具 5 1 として高周波ナイフを取り付けられた場合に、高周波ナイフへの通電を制御する。このように、スイッチ部 4 2 により、術具に対応した操作が入力される。

[0029] また、操作部 4 には、各関節及び第三関節 1 1 の移動量及び位置を検出するためのセンサーが取り付けられている。例えば、図 4 に示すように、第一関節 6 には、基台 5 に対する第一アーム 8 の回転量を検出するためのエンコーダ 6 a が設けられている。また、第三関節 1 1 には、保持部材 2 1 に対する第一移動体 2 4 の移動量を検出するためのエンコーダ 2 0 a が設けられている。

[0030] 図 1 に示すように、スレーブマニピュレータ 5 0 は、制御部 5 2 を介してマスタ操作入力装置 2 と接続され、少なくとも操作部 4 に設けられた各エンコーダ（例えば図 4 に示すエンコーダ 6 a、2 0 a）において検知された移動量若しくは位置に基づいて動作する。

スレーブマニピュレータ 5 0 は、マスタ操作入力装置 2 における操作に従って動作する術具 5 1 を備えている。術具 5 1 は、例えば内視鏡、内視鏡用処置具、その他患者 P に対して手術を行なうための医療機器あるいは医療器具等を必要に応じて適宜選択して採用することができる。

[0031] 図 1 に示すように、制御部 5 2 は、マスタ操作入力装置 2 に設けられたマスタ側制御部 5 2 a 及びスレーブマニピュレータ 5 0 に設けられたスレーブ側制御部 5 2 b を有している。

マスタ側制御部 5 2 a は、マスタ操作入力装置 2 の操作部 4 に設けられた各エンコーダと電氣的に接続された位置姿勢検知部 5 3（検知部）を有している。本実施形態では、位置姿勢検知部 5 3 は、絶対値型の検知部であり、各エンコーダにおける所定の原点からの移動量に基づいて操作部 4 の位置及び姿勢、並びに開閉スイッチ部 4 2（図 2 参照）への入力状態を検知する。

スレーブ側制御部 5 2 b は、マスタ側制御部 5 2 a において操作部 4 の位

置及び姿勢、並びに開閉スイッチ部42への入力状態を検知した結果が入力され、スレーブマニピュレータ50を動作させるための信号を生成し、スレーブマニピュレータ50へと出力して各術具51を動作させる。

制御部52のすべてがマスタ操作入力装置2に配されていてもよいし、制御部52のすべてがスレーブマニピュレータ50に配されていてもよいし、制御部52がマスタ操作入力装置2やスレーブマニピュレータ50と別体として設置されてもよい。

[0032] 次に、本実施形態の第三関節11、マスタ操作入力装置2及び手術支援システム1の作用について説明する。

本実施形態では、図4に示すように第一移動体24が保持部材21から突出して直線移動することにより、第二関節9と第四関節12との距離が変化する。第四関節12には、第二アーム13からグリップ部40に至るまでの各構成要素が取り付けられているので、第一移動体24の突出量に応じて、第一移動体24側の力のモーメントが変化する。ここで、第一移動体24の移動量に応じて第二移動体26が移動することにより、第二移動体26に設けられた錘27が、第一移動体24の移動体と反対方向へと移動する。その結果、直動機構20における力のモーメントがつりあった状態が維持されることにより、自重が補償される。すなわち、直動機構20は、取付対象物A及び直動機構20自身の質量の影響を受けず、グリップ部40に外力をかけない限り、第二関節9回りに回転せず、伸縮もしない。

[0033] 以上説明したように、本実施形態の自重補償付き直動機構、操作入力装置、及び手術支援システム1によれば、第二関節9の位置によらず、第三関節11において第一移動体24が直動位置にもよらず、力のモーメントがつりあった状態が維持される。さらに、第二関節9回りの回転と直動機構20の伸縮との両方に対して1つの錘27でバランスを取ることができるので、構成が簡易なものとなっており、精度良く自重を補償可能でありながら操作入力装置を小型軽量とすることができる。

[0034] また、第一移動体24と第二移動体26とが互いに平行であって向きが逆

となる方向へ直線移動するので、第一移動体 24 と第二移動体 26 との移動時に第一移動体 24 と第二移動体 26 とが干渉しない。

[0035] また、第一移動体 24 と第二移動体 26 と連結部 29 とによって所謂ラックアンドピニオン機構が構成されているので、第一移動体 24 の移動が確実に第二移動体 26 へと伝達され、精度良く自重が補償される。

[0036] (変形例)

次に、本実施形態の自重補償付き直動機構（第三関節 11）の変形例について説明する。図 6 は、本変形例の構成を示す模式図である。

本変形例では、ラック 25、28 にかみ合う歯車部として、第一移動体 24 のラック 25 と噛み合う第一歯車 32 と、第二移動体 26 のラック 28 と噛み合い第一歯車 32 よりも半径が小さな第二歯車 33 とを有する歯車部 34 が設けられている。第一歯車 32 と第二歯車 33 とは同一の回転軸回りに回転するように互いに連結されている。

本変形例では、第一移動体 24 の移動量に対して第二移動体 26 の移動量の方が少ない。その結果、直動機構 20 において保持部材 21 からの第二移動体 26 の突出量が少なく、第三関節 11 を小型化することができる。

この場合、第二移動体 26 に取り付けられる錘 27 の質量は、下記式 1、2 に示すようにトルクがつりあうように設定される。

[0037]  $M_1 g \sin \phi d_1 = M_2 g \sin \phi d_2 \dots$  (式 1)

$M_1 g \cos \phi (L_1 + d_1 \theta) = M_2 g \cos \phi (L_2 + d_2 \theta) \dots$  (式 2)

ただし、 $\phi$  は水平軸からの第一移動体 24 の回転角、 $d_1$  は第一歯車 32 の半径（第一半径）、 $d_2$  は第二歯車 33 の半径（第二半径）、 $\theta$  は歯車部 34 の回転角である。

[0038] 上記式 1、2 より、第二移動体 26 に取り付けられる錘 27 の質量は、 $M_2 = (L_1 / L_2) \times M_1 = (d_1 / d_2) \times M_1$  を満たしていればよい。

これにより、歯車 34 まわりでのモーメントおよび第二関節軸 9 軸まわりでのモーメントがつりあうため、第一移動体 24 の移動量および、第二関節

9の回転量によらず、グリップ部40の位置は自重の影響をうけずに、グリップ部40の位置を適切に入力することができる。

例えば、 $d1 : d2 = L1 : L2 = 2 : 1$ とすることにより、M2をM1の2倍の質量にすれば、保持部材21からの第二移動体26の突出量を、第一移動体24の移動量の半分に抑えることができる。これにより第二移動体26と基台5との衝突を回避することができ、装置を小型化しつつ、操作入力装置のグリップ部40の動作範囲を大きくすることができる。

[0039] (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態の操作入力装置について説明する。なお、以下に説明する実施形態及びその変形例においては、上述の第1実施形態で説明した構成要素と同様の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。図7は、本実施形態の操作入力装置における操作部を示す模式図である。

[0040] 本実施形態では、第1実施形態で説明した絶対値型の位置姿勢検知部53に代えて、相対値型の移動量検知部53Aを備えている。すなわち、第三関節11に設けられたエンコーダ6a、20aを移動量検知部53Aが参照することにより、移動量検知部53Aの初期化時を基準とした移動量が検知される。

また、基台5には、第一移動体24の一部と当接可能な当接部5aが設けられている。具体的には、直動機構20から突出する第一移動体24の突出端24a（第四関節12が設けられた側と反対側の端）が基台5の当接部5aに当接可能となっている。基台5に設けられた当接部5aと第一移動体24の突出端24aとは、互いに嵌合可能な凹凸形状を有している。

[0041] 第一移動体24、第二移動体26、及び連結部29は互いに連結されているので、移動量検知部53Aは、エンコーダ20aを用いて第一移動体24の移動量を直接検知しなくてもよい。例えば、第二移動体26や連結部29の移動量を検知するエンコーダを用いてもよい。

[0042] このような構成であると、第一移動体24の突出端24aが当接部5aに

接している状態では、基台 5 と直動機構 20 との相対位置、つまり第一関節 6 及び第二関節 9 の関節値、及び第三関節 11 における第一移動体 24 の位置が一意に定まる。

[0043] 第一移動体 24 が当接部 5 a に当接した位置関係において移動量検知部 53 A が初期化されると、第一移動体 24 が当接部 5 a に当接した位置関係を原点として移動量検知部 53 A により第三関節 11 の姿勢及び伸縮量を算出することができる。

本変形例では、第一移動体 24 の突出端 24 a を基台 5 の当接部 5 a に当接させて移動量検知部を初期化することにより、原点を容易且つ再現性高く定めることができる。

また、第一移動体 24 の突出端 24 a が当接部 5 a に当接することで、操作入力装置を固定することができるので、操作入力装置 4 の輸送の際などに、第一移動体 24 が意図せずに移動してしまうことを防止することができる。この突出端 24 a は第一移動体 24 の端部にあり、第一移動体の可動範囲の端部に基台 5 を配置することにより、操作入力装置 4 の可動範囲を狭めることがない。

[0044] (変形例)

次に、本実施形態の変形例について説明する。

本変形例では、基台 5 の当接部 5 a (図 7 参照) に、移動量検知部 53 A を初期化するための信号を発するスイッチが設けられている。すなわち、第一移動体 24 の突出端 24 a が基台 5 の当接部 5 a に当接した位置関係となったときに、移動量検知部 53 A を初期化するための信号がスイッチから移動量検知部 53 A へと出力される。

本変形例では、操作入力装置の使用開始時に第一移動体 24 の突出端 24 a を基台 5 の当接部 5 a に当接させるステップを必須とすることにより、操作入力装置の使用時に毎回原点を定めることができる。また、第一移動体 24 の突出端 24 a が基台 5 の当接部 5 a に当接している状態を操作入力装置の収納状態として決めておけば、原点を定めるための操作を操作者 Op に意

識させることなく操作入力装置の使用毎に原点を定めることができる。

[0045] 以上、本発明の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設計変更等も含まれる。

例えば、上述の各実施形態において、ラック及びピニオンの歯形状は、すぐば、はずば、やまばのいずれであってもよい。また、ラックアンドピニオンに代えて、摩擦力によって各移動体を連結するようになっていてもよい。

また、上述の各実施形態及び各変形例において示した構成要素は適宜に組み合わせて構成することが可能である。

なお、上記具体的な構成に対する設計変更等は上記事項には限定されない。

### 産業上の利用可能性

[0046] 上記の自重補償付き直動機構、操作入力装置及び手術支援システムによれば、簡易な構成で精度良く自重を補償することができる。

### 符号の説明

- [0047] 1 手術支援システム  
2, 2 A 操作入力装置  
3 表示部  
4 操作部  
5 基台  
5 a 当接部  
6 第一関節  
7 ブレーキ  
8 第一アーム  
9 第二関節  
10 ブレーキ  
11 第三関節  
12 第四関節

- 1 3 第二アーム
- 1 4 第五関節
- 1 5 第三アーム
- 1 6 第六関節
- 2 0 直動機構
- 2 1 保持部材
- 2 2 第一ガイド
- 2 3 第二ガイド
- 2 4 第一移動体
- 2 5 ラック（第一歯竿）
- 2 6 第二移動体
- 2 6 a 突出端
- 2 7 錘
- 2 8 ラック（第二歯竿）
- 2 9 連結部
- 3 0 ピニオン
- 3 1 軸体
- 3 2 第一歯車
- 3 3 第二歯車
- 3 4 歯車部
- 4 0 グリップ部
- 4 1 把持部
- 4 2 開閉スイッチ部
- 5 0 スレーブマニピュレータ
- 5 1 術具
- 5 2 制御部
- 5 3 位置姿勢検知部（検知部）
- 5 3 A 移動量検知部（検知部）

A 取付対象物

P 1 連結点

P 2 取付点

P 3 連結点

P 4 取付点

## 請求の範囲

[請求項1]

取付対象物が取り付けられた第一移動体と、

錘が設けられた第二移動体と、

前記第一移動体の移動方向と反対に向く方向成分を有して前記錘が移動するように前記第一移動体と前記第二移動体とを連結する連結部と、

を保持する保持部材、

を備え、

前記保持部材は、前記保持部材を回動可能にする回動軸を有し、

前記取付対象物が取り付けられた状態の前記第一移動体の質量を  $M_1$  とし、前記第二移動体の質量を  $M_2$  とし、前記回動軸の回動中心から前記第一移動体への垂線の第一交点と前記第一移動体の第一重心との距離が一番短い時の、前記第一重心と前記第一移動体における前記第一交点との間の距離を  $L_1$  とし、前記回動軸の回動中心から前記第二移動体への垂線の第二交点と前記第二移動体の第二重心との距離が一番短い時の、前記第二重心と前記第二移動体における前記第二交点との間の距離を  $L_2$  としたときに、 $M_2 = (L_1 / L_2) \times M_1$  を満たす

自重補償付き直動機構。

[請求項2]

請求項1に記載の自重補償付き直動機構であって、

前記第一移動体と前記第二移動体とは、互いに平行であって向きが逆となる方向へと直線移動する自重補償付き直動機構。

[請求項3]

請求項1または2に記載の自重補償付き直動機構であって、

前記第一移動体は、前記第一移動体における前記第一交点と前記第一重心とを結ぶ直線方向に延びる第一歯竿を有し、

前記第二移動体は、前記第二移動体における前記第二交点と前記第二重心とを結ぶ直線方向に延びる第二歯竿を有し、

前記連結部は、前記第一歯竿及び前記第二歯竿と噛み合う歯車部を

有する

自重補償付き直動機構。

[請求項4]

請求項3に記載の自重補償付き直動機構であって、

前記歯車部は、

前記第一歯竿と噛み合う第一歯車と、

前記第二歯竿と噛み合う第二歯車と、

を有し、

前記第一歯車の第一半径を  $d_1$  とし、前記第二歯車の第二半径を  $d_2$  としたときに、

$M_2 = (L_1 / L_2) \times M_1 = (d_1 / d_2) \times M_1$  を満たす

自重補償付き直動機構。

[請求項5]

請求項1から4のいずれか一項に記載の自重補償付き直動機構であって、

前記回動中心は、前記保持部材の重心近傍である自重補償付き直動機構。

[請求項6]

請求項1から5のいずれか一項に記載の自重補償付き直動機構と、前記自重補償付き直動機構に連結された基台と、

前記基台に設けられ前記第一移動体の一部が当接可能な当接部と、

前記第一移動体、前記第二移動体、および前記連結部の少なくともいずれかの移動量若しくは位置を検知する相対値方式の検知部と、

を備え、

前記第二移動体が前記当接部に当接した位置関係において前記検知部が初期化される

操作入力装置。

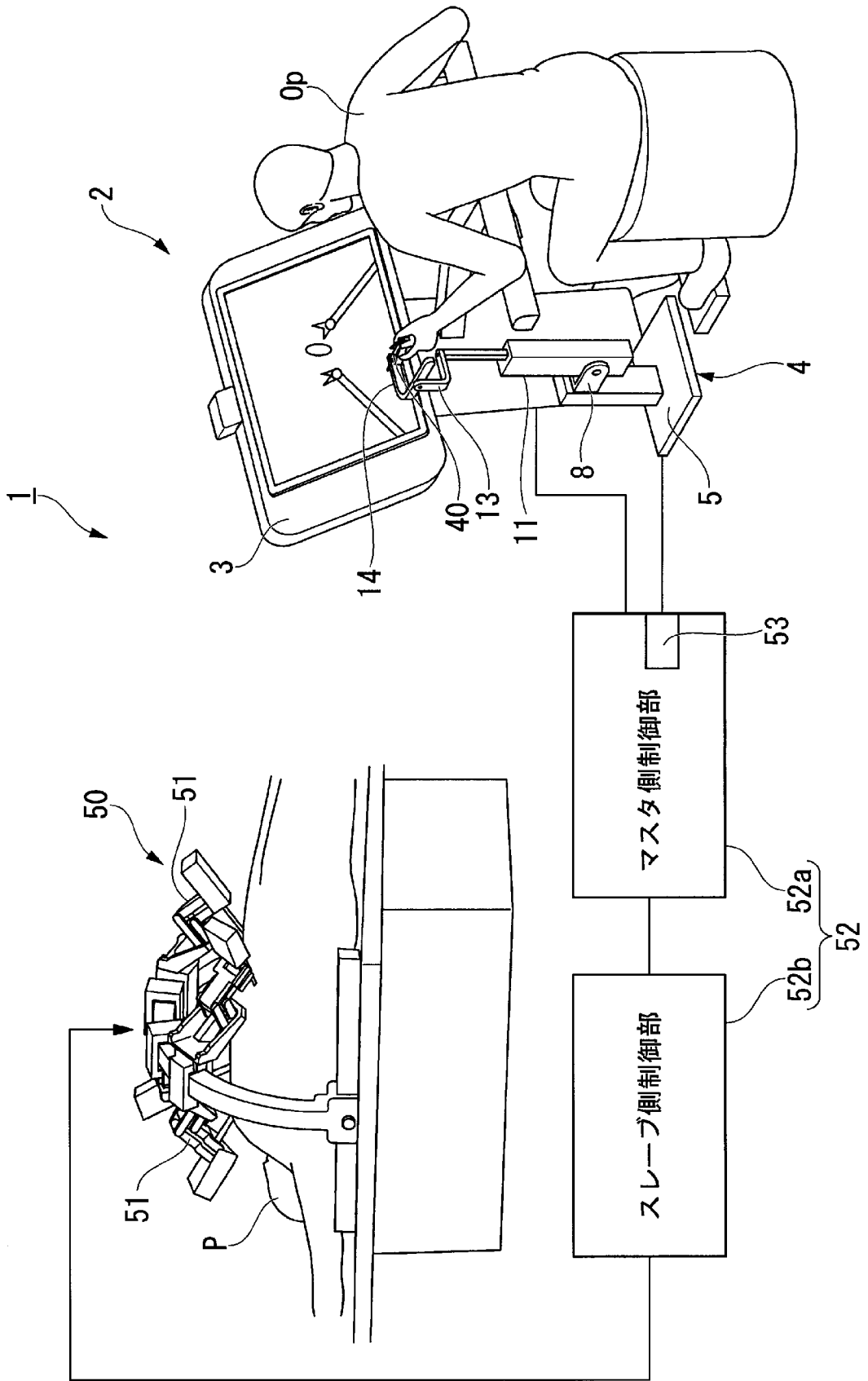
[請求項7]

請求項6に記載の操作入力装置と、

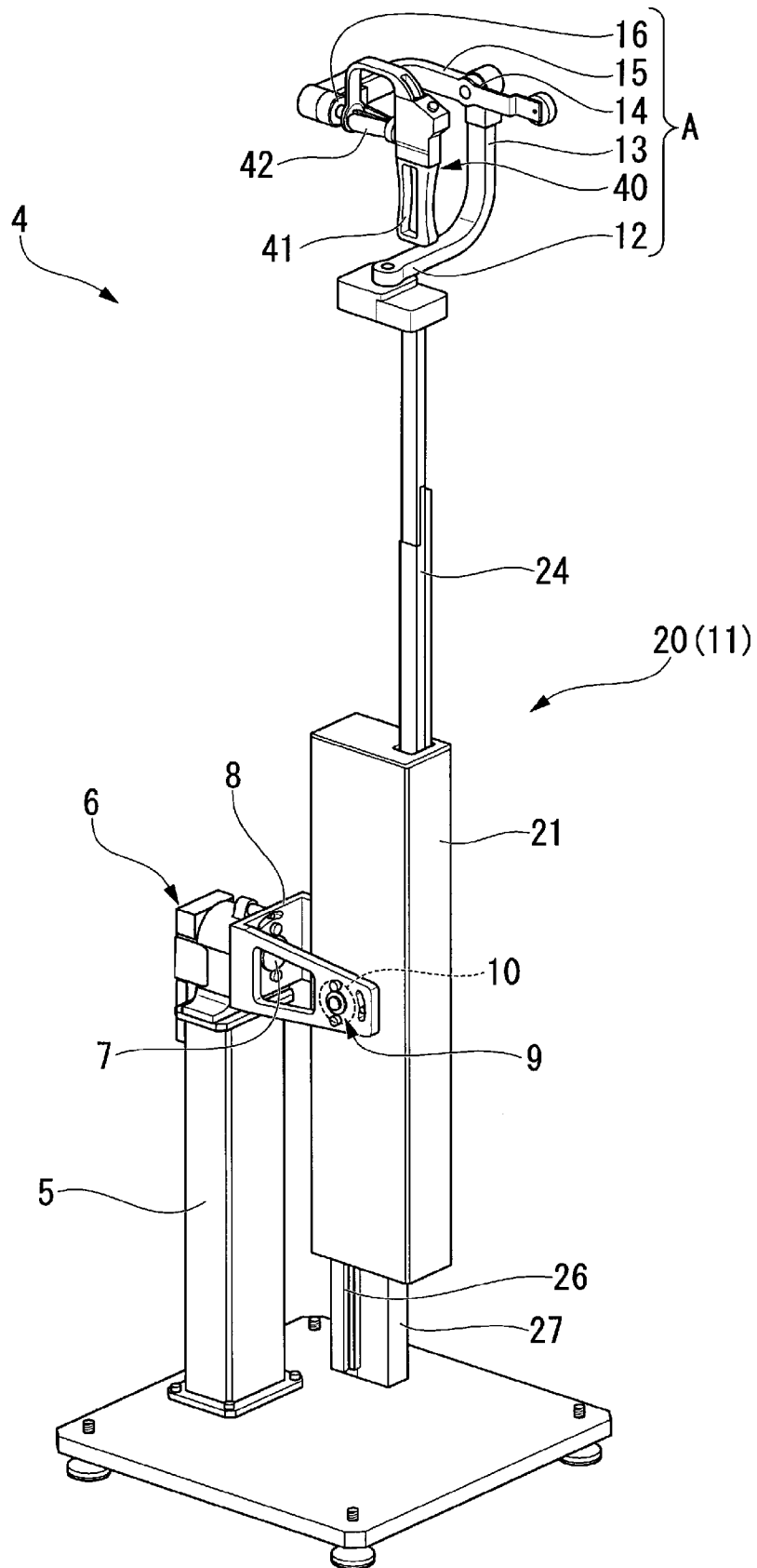
患者に対して手術を行うための術具を有し前記操作入力装置と接続され少なくとも前記検知部において検知された移動量若しくは位置に基づいて動作する動作部と、

を備える手術支援システム。

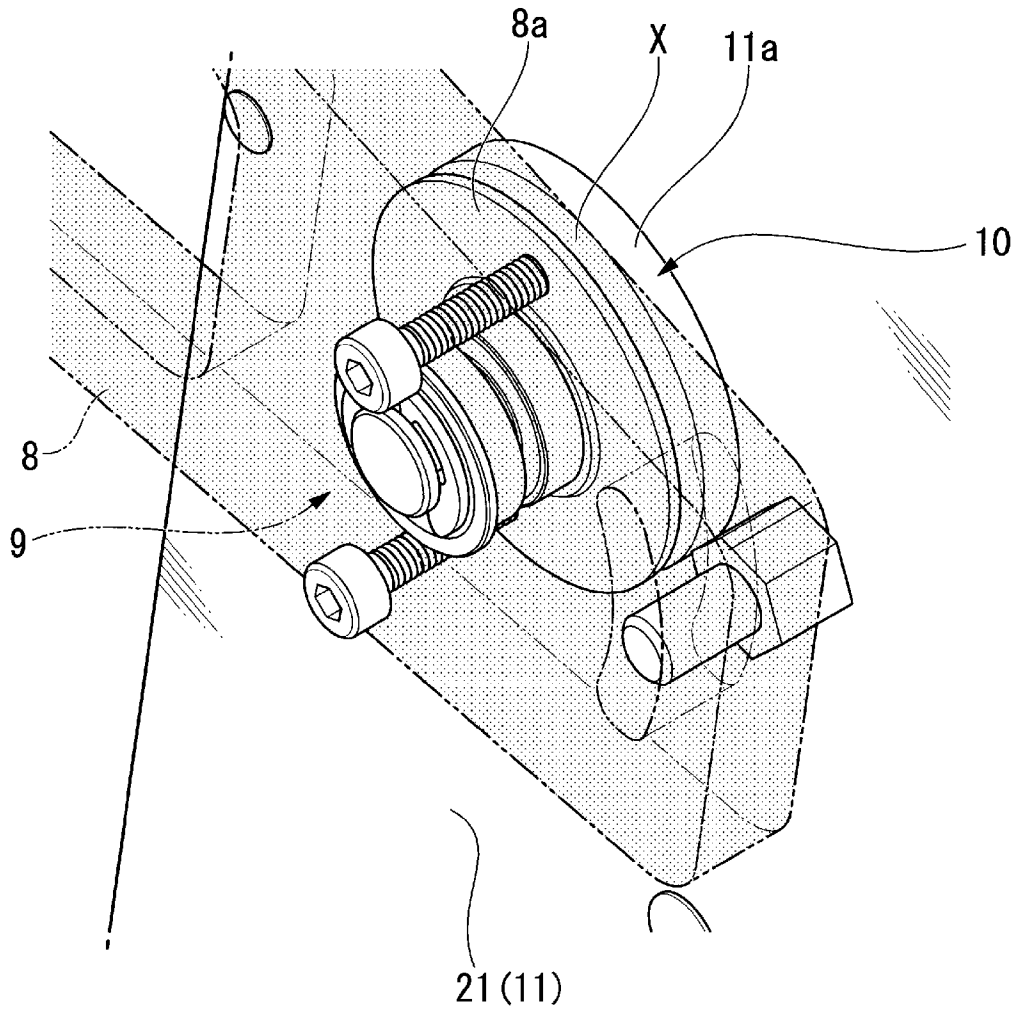
[図1]



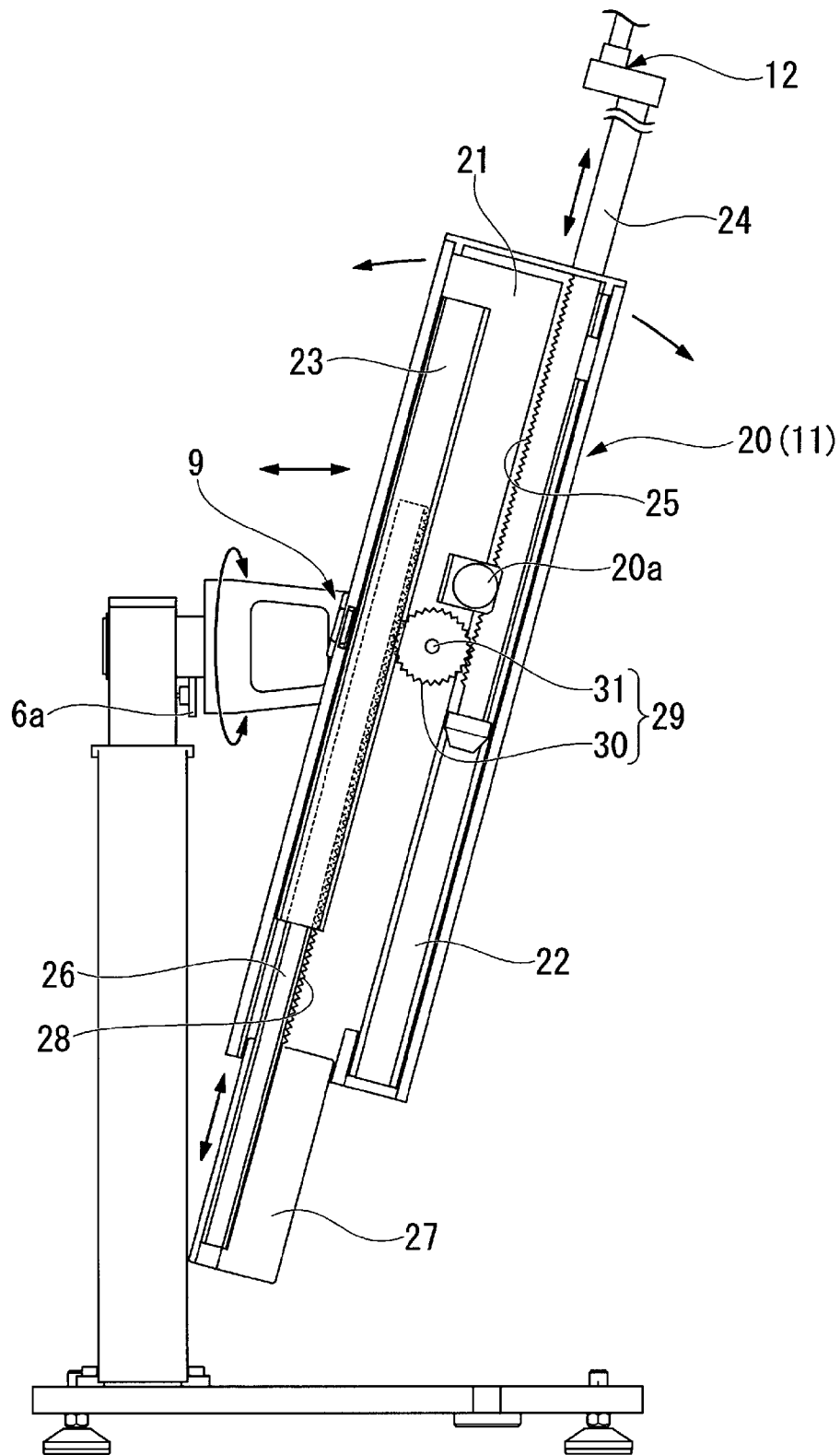
[図2]



[図3]

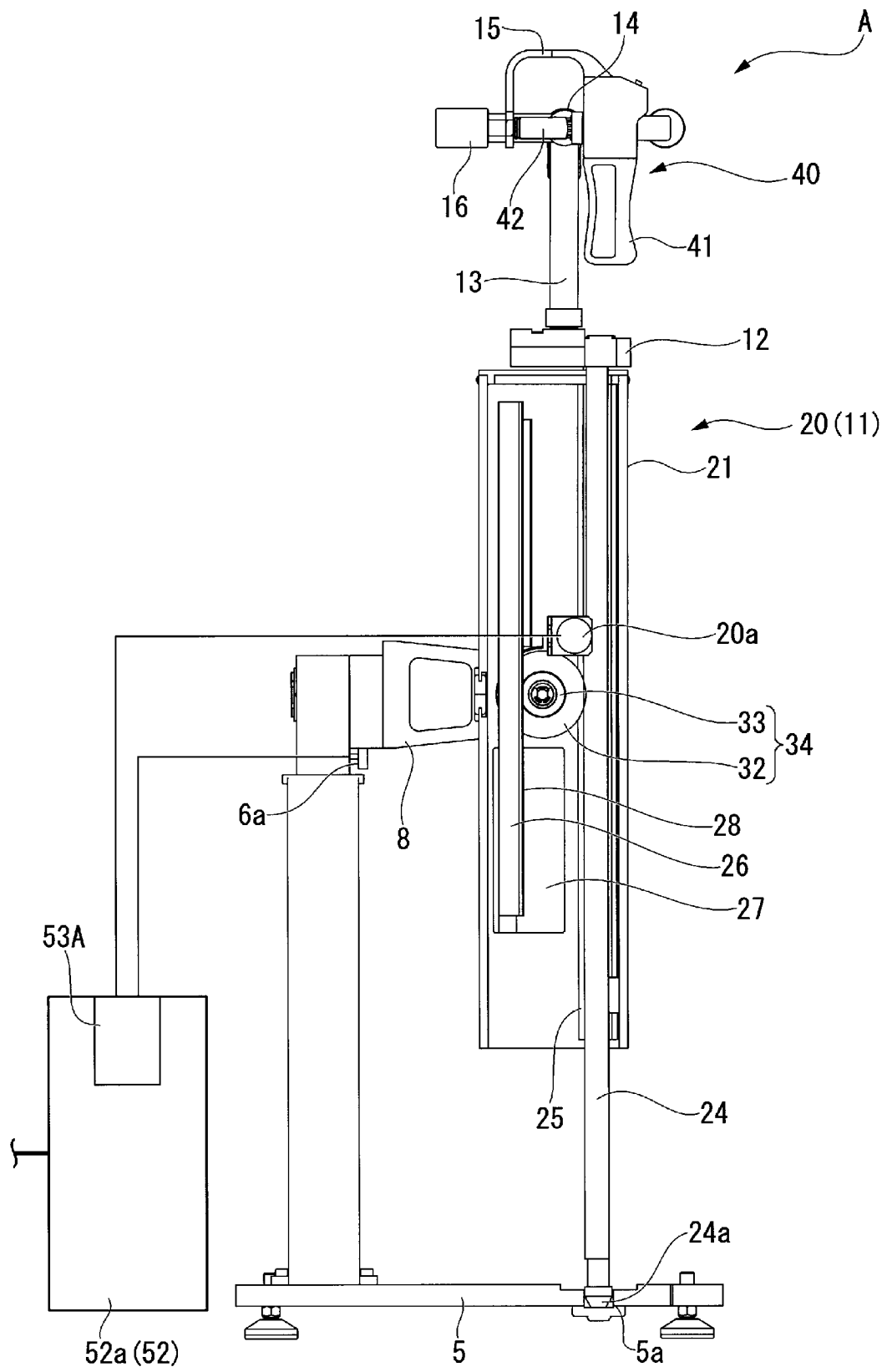


[図4]





[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2013/066327

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B25J19/00(2006.01) i, B25J13/02(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)  
B25J19/00, B25J13/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 Y	JP 4-122583 A (Fujitsu Ltd.), 23 April 1992 (23.04.1992), page 2, lower left column, line 1 to page 3, upper left column, line 4 (Family: none)	1-2, 5 3-4, 6-7
Y	JP 2001-2398 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 09 January 2001 (09.01.2001), paragraphs [0011] to [0012] & KR 10-2001-0003877 A & CN 1279147 A	3-4
Y	JP 61-71987 A (Shinko Electric Co., Ltd.), 12 April 1986 (12.04.1986), page 3, lower right column, lines 1 to 14 (Family: none)	6-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search 19 August, 2013 (19.08.13)	Date of mailing of the international search report 03 September, 2013 (03.09.13)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/066327

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 83754/1988 (Laid-open No. 4778/1990) (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 12 January 1990 (12.01.1990), specification, page 4, line 9 to page 6, line 20 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B25J19/00(2006.01)i, B25J13/02(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. B25J19/00, B25J13/02

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 1971-2013年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 4-122583 A (富士通株式会社) 1992. 04. 23,	1-2, 5
Y	第2頁左下欄第1行-第3頁左上欄第4行 (ファミリーなし)	3-4, 6-7
Y	JP 2001-2398 A (三星電子株式会社) 2001. 01. 09, 段落【0011】-【0012】 & KR 10-2001-0003877 A & CN 1279147 A	3-4
Y	JP 61-71987 A (神鋼電機株式会社) 1986. 04. 12, 第3頁右下欄第1-14行 (ファミリーなし)	6-7

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 19.08.2013	国際調査報告の発送日 03.09.2013
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 牧 初 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3U	9064
---	--	----	------

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	日本国実用新案登録出願 63-83754 号(日本国実用新案登録出願公開 2-4778 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (古河電気工業株式会社) 1990.01.12, 明細書第 4 頁第 9 行-第 6 頁第 20 行 (ファミリーなし)	1-7