(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
2022年9月9日(09.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/186081 A1

(51) 国際特許分類:
F16D 43/202 (2006.01) *F16H 25/20* (2006.01)
A61F 2/62 (2006.01) *F16H 35/00* (2006.01)
F16H 21/10 (2006.01) *F16H 37/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/007967

(22) 国際出願日： 2022年2月25日(25.02.2022)

(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 2021-032992 2021年3月2日(02.03.2021) JP

(71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (**HONDA MOTOR CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目１番１号 Tokyo (JP).

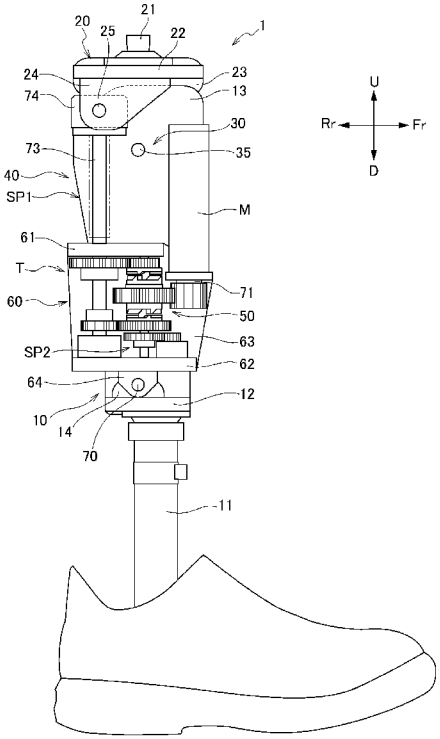
(72) 発明者: 高見 英華 (**TAKAMI Eika**); 〒3510193 埼玉県和光市中央１丁目４番１号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人航栄特許事務所 (**KOH-EI PATENT FIRM, P.C.**); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング９階 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, 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, JM, 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:** JOINT DEVICE

(54) 発明の名称： 継手装置



(57) **Abstract:** A motorized artificial leg (1) comprises a below-knee member (10), an above-knee member (20), a knee joint mechanism (30) that links the below-knee member (10) and the above-knee member (20) such that the angle formed therebetween can be changed, and a lengthening and shortening device (40) that can change the angle formed between the below-knee member (10) and the above-knee member (20) by lengthening and shortening. The lengthening and shortening device (40) comprises a motor (M) and a transmission (T) that transmits motive force from the motor (M). The transmission (T) comprises a first transmission mechanism (T1) that transmits motive force from the motor (M) at a first gear ratio and a second transmission mechanism (T2) that transmits motive force from the motor (M) at a second gear ratio that is different from the first gear ratio.

(57) 要約：電動義足（１）は、膝下側部材（１０）と、膝上側部材（２０）と、膝下側部材（１０）と膝上側部材（２０）との成す角を変更可能に連接する膝関節機構（３０）と、伸縮することにより膝下側部材（１０）と膝上側部材（２０）との成す角を変更可能な伸縮装置（４０）と、を備える。伸縮装置（４０）は、モータ（Ｍ）と、モータ（Ｍ）の動力を伝達する変速機（Ｔ）と、を備える。変速機（Ｔ）は、モータ（Ｍ）の動力を第１変速比で伝達する第１変速機構（Ｔ１）と、モータ（Ｍ）の動力を第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２変速機構（Ｔ２）と、を備える。

WO 2022/186081 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)）

明　細　書

発明の名称 ： 継手装置

技術分野

[0001]　本発明は、継手装置に関する。

背景技術

[0002]　従来、２つの部材を連接する連接部に用いられる継手装置として、２つの部材の成す角を変更可能な伸縮装置を備えるものが知られている。このような継手装置として、例えば、膝関節に用いられる義足がある。特許文献１には、切断脚の断端部に装着される義足の大腿ソケット内に切断脚の断端部の筋肉の収縮運動を検知するセンサを設け、膝継手部の屈曲及び伸展の抵抗を調整する液圧シリンダーの可変バルブの絞り具合を、センサからの検知情報により制御することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平１１－１９１０５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、特許文献１に記載の義足では、屈曲及び伸展の抵抗を発生させることはできても、屈曲及び伸展の動力を発生させることはできなかった。特に、階段をスムーズに昇るためには、荷重が作用した状態で膝関節を伸展させる必要があった。

[0005]　本発明は、動力源の動力により連接部を伸展及び屈曲させることが可能な継手装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0006]　第１発明は、

第１部材と、

第２部材と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置と、を備える継手装置であって、

前記伸縮装置は、

動力源と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部と、を備え、

前記動力伝達部は、

前記動力を第１変速比で伝達する第１動力伝達路と、

前記動力を前記第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２動力伝達路と、を備え、

前記伸縮装置は、

前記第１動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第１断続機構と、

前記第２動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第２断続機構と、を備え、

前記継手装置は、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部と、

前記継手装置に加わる加重を取得する加重取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記加重取得部が取得した前記加重に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する。

[0007] 第２発明は、

第１部材と、

第２部材と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置と、を備える継手装置であって、

前記伸縮装置は、

動力源と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部と、を備え、

前記第２部材は、前記継手装置の装着主体の第１部分と該第１部分と相対回動する第２部分のうち前記第１部分に装着可能に構成され、

前記継手装置は、

前記動力源を制御する制御部と、

前記第２部分に対する前記第１部分の回動力を取得する回動力取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記回動力取得部が取得した前記回動力に基づいて、前記動力源から発生させる動力量を制御する。

[0008] 第３発明は、

第１部材と、

第２部材と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置と、を備える継手装置であって、

前記伸縮装置は、

動力源と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部と、を備え、

前記動力伝達部は、

前記動力を第１変速比で伝達する第１動力伝達路と、

前記動力を前記第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２動力伝達路と、

を備え、

前記伸縮装置は、

前記第１動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第１断続機構と、

前記第２動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第２断続機

構と、を備え、

前記継手装置は、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部と、

前記継手装置の装着主体の進行方向を取得する進行方向取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記進行方向取得部が取得した前記進行方向に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、動力源の動力を伝達する動力伝達部を介して連接部を伸展及び屈曲させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第１実施形態の電動義足を斜め前方から見た斜視図である。

[図2]図１の電動義足を斜め後方から見た斜視図である。

[図3]図１の電動義足の内部構造を示す図である。

[図4]図１の電動義足の動力伝達部の拡大図である。

[図5A]図４の動力伝達部が第１変速状態にあるときの動力伝達部の動力伝達を示す図である。

[図5B]図４の動力伝達部が第２変速状態にあるときの動力伝達部の動力伝達を示す図である。

[図5C]図４の動力伝達部がフリー状態にあるときの動力伝達部の動力伝達を示す図である。

[図6]階段を昇る際に、膝関節機構を屈曲した状態からの伸展を説明する図である。

[図7]階段を昇る際に、膝関節機構を伸展した状態からの屈曲を説明する図である。

[図8]本発明の第２実施形態の電動義足の動力伝達部の斜視図である。

[図9]図８の動力伝達部の断面図である。

[図10]第１例の昇段制御における制御システムの機能ブロック図である。

[図11]第１例の昇段制御で必要な電動義足のセンサなどを説明する図である。

[図12]第１例の昇段制御において、電動義足が立脚側である場合のフローを示す図である。

[図13]第１例の昇段制御において、電動義足が遊脚側である場合のフローを示す図である。

[図14]昇段時における加重と股関節トルクを示すグラフである。

[図15]第２例の昇段制御における制御システムの機能ブロック図である。

[図16]第２例の昇段制御で必要な電動義足のセンサなどを説明する図である。

[図17]第２例の昇段制御において、電動義足が立脚側である場合のフローを示す図である。

[図18]第２例の昇段制御において、膝関節トルク及び膝角度とモータ制御との関係をグラフである。

[図19]昇段時における加重と股関節トルクを示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の継手装置の一例としての電動義足の各実施形態とこの電動義足を利用して階段を昇る際の昇段制御について図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明では、電動義足の使用者を基準に前後方向、左右方向、上下方向を定義する。図面には、電動義足の前方をＦｒ、後方をＲｒ、左側をＬ、右側をＲ、上方をＵ、下方をＤとして示す。

[0012] ＜第１実施形態＞［電動義足］

本実施形態の電動義足１は、ひざのない人のための義足であり、図６及び図７に示すように上半身３と相対回動する一方の大腿部４に装着され、下腿部５として機能する。電動義足１は、図１～図３に示すように、ひざの下側に位置する膝下側部材１０と、ひざの上側に位置する膝上側部材２０と、膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角を変更可能に連接する膝関節機構

３０と、伸縮することにより膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角を変更可能な伸縮装置４０と、を備える。

[0013] 膝上側部材２０は、不図示のソケットに連結されるアダプター２１が設けられた上壁部２２と、上壁部２２の左右両端から下方に延びる一対の上側側壁部２３と、を備え、前後方向から見て下方が開口する略Ｕ字形状を有する。

[0014] 膝下側部材１０は、脚部１１が設けられた下壁部１２と、下壁部１２の左右両端から上方に延びる一対の下側側壁部１３と、を備え、前後方向から見て上方が開口する略Ｕ字形状を有する。

[0015] 膝上側部材２０の一対の上側側壁部２３間には、膝下側部材１０の一対の下側側壁部１３が回動部３５を中心に回転可能に連結される。この機構により、膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角が変更可能に連接され、膝関節機構３０が構成される。

[0016] 膝上側部材２０と膝下側部材１０との間に形成された空間には、膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角を変更可能な伸縮装置４０が設けられる。

[0017] 伸縮装置４０は、図４も参照して、回転動力を出力するモータＭと、モータＭの動力を伝達する変速機Ｔと、変速機Ｔに動力伝達可能に接続され、変速機Ｔから出力される回転動力を並進運動に変換する第１スピンドルユニットＳＰ１と、モータＭと後述する変速機Ｔの第１変速機構Ｔ１及び第２変速機構Ｔ２との間に介装される断続機構５０と、モータＭから出力される回転動力を、断続機構５０の作動子５５の並進運動に変換する第２スピンドルユニットＳＰ２と、を備える。

[0018] 変速機Ｔは、天板部６１と、底板部６２と、これら天板部６１及び底板部６２の左右両端を連結する一対の側板部６３と、を備え、前後方向から見て矩形形状を有する変速機ケース６０を備える。変速機ケース６０は、底板部６２から下方に延びる一対の回動翼６４が膝下側部材１０の下壁部１２から上方に延びる回動支持壁１４に下揺動部７０を中心に揺動可能且つ移動不能

に支持される。

[0019] モータＭは、出力軸７１が天板部６１を貫通して変速機ケース６０の内部に突出するように変速機ケース６０の天板部６１の前方且つ上方に配置される。第１スピンドルユニットＳＰ１は、前後方向において断続機構５０を挟んでモータＭとは反対側に配置される。言い換えると、モータＭは、断続機構５０よりも前後方向において前方に配置され、第１スピンドルユニットＳＰ１は、断続機構５０よりも前後方向において後方に配置されている。これにより、電動義足１にモータＭを搭載しても、前後方向のバランスを保持しながら、電動義足１が幅方向に大きくなるのを抑制できる。

[0020] モータＭから出力される回転動力を、断続機構５０の作動子５５の並進運動に変換する第２スピンドルユニットＳＰ２は、前後方向においてモータＭと第１スピンドルユニットＳＰ１との間に配置される。モータＭの出力軸７１、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５は、互いに平行に配置され、膝関節機構３０が完全に伸展した状態において、上下方向を向くように配置されている。

[0021] 第１スピンドルユニットＳＰ１は、雄ねじ７３ａが形成された第１スピンドル７３と、雌ねじ７４ａが形成されたスリーブ７４と、を有し、第１スピンドル７３の回転によりスリーブ７４が第１スピンドル７３の軸心に沿って並進運動する。本実施形態では、第１スピンドル７３は、変速機Ｔによって伝達されたモータＭの回転動力を受けて回転運動を行う。一方、スリーブ７４は、膝上側部材２０の上壁部２２から下方に延びる一対の内側側壁部２４に上揺動部２５を中心に揺動可能且つ移動不能に取り付けられる。したがって、変速機Ｔによって伝達されたモータＭの回転動力を受けて第１スピンドル７３が一方側（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転すると、スリーブ７４が変速機Ｔから離れるように並進移動し、第１スピンドル７３が他方側（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回転すると、スリーブ７４が変速機Ｔに近づくように並進移動する。

[0022] 即ち、第１スピンドル７３の回転方向に応じてスリーブ７４と変速機Ｔとの距離が伸縮する。スリーブ７４は、前述したように膝上側部材２０に移動不能に取り付けられているため、第１スピンドル７３の回転方向に応じてスリーブ７４と変速機Ｔとの距離が伸縮することで、変速機Ｔが取り付けられた膝下側部材１０とスリーブ７４が取り付けられた膝上側部材２０とが、回動部３５を中心に回転する。これにより、膝上側部材２０と膝下側部材１０との成す角が変わる。

[0023] 変速機Ｔは、図４に示すように、モータＭの出力軸７１に設けられる出力ギヤ７２と、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５の略中央部に設けられ、出力ギヤ７２と噛み合う入力ギヤ７７と、第１変速機構Ｔ１と、第２変速機構Ｔ２と、を備える。

[0024] 第１変速機構Ｔ１は、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５の上側に移動不能に設けられた第１駆動ギヤ７８と、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３に第１スピンドル７３と一体回転するように設けられ、第１駆動ギヤ７８と噛み合う第１従動ギヤ７９とから構成される。

[0025] 第２変速機構Ｔ２は、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５の下側に移動不能に設けられた第２駆動ギヤ８０と、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３に第１スピンドル７３と一体回転するように設けられ、第２駆動ギヤ８０と噛み合う第２従動ギヤ８１とから構成される。

[0026] 第１変速機構Ｔ１は、第１動力伝達路としてモータＭの動力を第１変速比で伝達する。第２変速機構Ｔ２は、第２動力伝達路としてモータＭの動力を第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する。変速比の異なる２つの動力伝達路を備えることで、膝関節機構３０における伸展と屈曲の動作スピード及び発生動力を切り替えることができる。第１変速比及び第２変速比は異なっていればよく、第１変速機構Ｔ１と第２変速機構Ｔ２とは、いずれか一方が減速機構で他方が増速機構であってもよく、いずれか一方が等速機構で他方

が減速機構又は増速機構であってもよく、両方が減速機構であってもよく、両方が増速機構であってもよい。

[0027] 第１変速比を、第１変速機構Ｔ１におけるモータＭ側の回転数である変速前回転数に対する、第１変速機構Ｔ１における反モータＭ側（第１スピンドルユニットＳＰ１側）の回転数である変速後回転数の比率とし、第２変速比を、第２変速機構Ｔ２におけるモータＭ側の回転数である変速前回転数に対する、第２変速機構Ｔ２における反モータＭ側（第１スピンドルユニットＳＰ１側）の回転数である変速後回転数の比率としたとき、第１変速比は、第２変速比よりも小さくなるよう構成されることが好ましい。

[0028] 例えば、第１変速機構Ｔ１の第１変速比が１より小さい場合、反モータＭ側（第１スピンドルユニットＳＰ１側）の回転数はモータＭ側の回転数よりも減少し、トルクが増加する。第２変速機構Ｔ２の第２変速比が１より大きい場合、反モータＭ側（第１スピンドルユニットＳＰ１側）の回転数はモータＭ側の回転数よりも増加し、トルクが減少する。この場合、第１駆動ギヤ７８は、第２駆動ギヤ８０よりも小径となり、第１駆動ギヤ７８とモータＭとを近接配置することができる。本実施形態では、第１変速機構Ｔ１が第２変速機構Ｔ２よりもモータＭの近くに配置されている。より具体的には、モータＭが、第１駆動ギヤ７８の前方に第１駆動ギヤ７８と上下方向でオーバーラップするように配置されている。

[0029] 第１変速機構Ｔ１と第２変速機構Ｔ２とは、断続機構５０により切り替えられる。断続機構５０は、第１変速機構Ｔ１における動力の遮断及び接続を切り替える上側クラッチ５０Ｕと、第２変速機構Ｔ２における動力の遮断及び接続を切り替える下側クラッチ５０Ｄと、入力ギヤ７７と一体に回転する作動子５５と、を備える。

[0030] 上側クラッチ５０Ｕは、モータＭ側の係合子である第１係合子５１と、第１変速機構Ｔ１側の係合子である第２係合子５２と、を備える噛み合いクラッチである。より詳しく説明すると、第１係合子５１は、入力ギヤ７７と一体に回転するように作動子５５及び入力ギヤ７７の上方に設けられる。第２

係合子５２は、第１係合子５１と係合可能に第１駆動ギヤ７８の下方に第１駆動ギヤ７８と一体に回転するように設けられる。第２係合子５２及び第１駆動ギヤ７８は、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５の上方に、第２スピンドル７５に対し相対回転自在に且つ移動不能に取り付けられている。

[0031] 下側クラッチ５０Ｄは、モータＭ側の係合子である第３係合子５３と、第２変速機構Ｔ２側の係合子である第４係合子５４と、を備える噛み合いクラッチである。より詳しく説明すると、第３係合子５３は、入力ギヤ７７と一体に回転するように作動子５５及び入力ギヤ７７の下方に設けられる。第４係合子５４は、第３係合子５３と係合可能に第２駆動ギヤ８０の上方に第２駆動ギヤ８０と一体に回転するように設けられる。第４係合子５４及び第２駆動ギヤ８０は、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５の下方に、第２スピンドル７５に対し相対回転自在に且つ移動不能に取り付けられている。

[0032] 作動子５５は、上記したように入力ギヤ７７と一体回転するように入力ギヤ７７に取り付けられるとともに、その上部と下部に第１係合子５１及び第３係合子５３が一体回転するように取り付けられている。作動子５５は、第２スピンドル７５の略中央、即ち、上下方向で第１駆動ギヤ７８と第２駆動ギヤ８０との間に介装されている。ここで、作動子５５は、第２スピンドルユニットＳＰ２のスクリューナット７６である。第２スピンドルユニットＳＰ２は、雄ねじが形成された第２スピンドル７５と、雌ねじが形成されたスクリューナット７６（作動子５５）と、を有し、入力ギヤ７７の回転に伴って、スクリューナット７６（作動子５５）が第２スピンドル７５の軸心に沿って回転しながら並進運動する。

[0033] スクリューナット７６（作動子５５）は、モータＭが第１方向（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転するときに、並進運動の移動方向である上下方向において上方に移動し、モータＭが第１方向とは反対側の第２方向（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回転するときに、上下方向において下方に移動する。このよ

うに、モータＭの回転方向を変えることで、作動子５５の移動方向を変えることができる。

[0034] 断続機構５０は、作動子５５が第２スピンドル７５の軸心に沿って並進運動することで第１変速状態、第２変速状態、フリー状態の３つの状態を取りうる。

[0035] 第１変速状態では、図５Ａに示すように、モータＭが第１方向（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転し、スクリューナット７６（作動子５５）が上方に移動することで、第１係合子５１と第２係合子５２とが接続状態となり且つ第３係合子５３と第４係合子５４とが遮断状態となる。言い換えると、上側クラッチ５０Ｕが接続状態となり、下側クラッチ５０Ｄが遮断状態となる。第１変速状態では、モータＭの動力が、出力ギヤ７２、入力ギヤ７７、作動子５５、第１係合子５１、第２係合子５２、第１駆動ギヤ７８、第１従動ギヤ７９、第１スピンドルユニットＳＰ１へと伝達される。

[0036] 第２変速状態では、図５Ｂに示すように、モータＭが第２方向（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回転し、スクリューナット７６（作動子５５）が下方に移動することで、第１係合子５１と第２係合子５２とが遮断状態となり且つ第３係合子５３と第４係合子５４とが接続状態となる。言い換えると、上側クラッチ５０Ｕが遮断状態となり、下側クラッチ５０Ｄが接続状態となる。第２変速状態では、モータＭの動力が、出力ギヤ７２、入力ギヤ７７、作動子５５、第３係合子５３、第４係合子５４、第２駆動ギヤ８０、第２従動ギヤ８１、第１スピンドルユニットＳＰ１へと伝達される。

[0037] フリー状態では、図５Ｃに示すように、第１係合子５１と第２係合子５２とが遮断状態となり且つ第３係合子５３と第４係合子５４とが遮断状態となる。言い換えると、上側クラッチ５０Ｕ及び下側クラッチ５０Ｄがともに遮断状態となる。フリー状態では、モータＭが停止し、第１スピンドルユニットＳＰ１の回転によって第１従動ギヤ７９及び第２従動ギヤ８１が回転するが、第１スピンドルユニットＳＰ１の回転が、第１従動ギヤ７９、第１駆動ギヤ７８、第２係合子５２に伝達されるものの第１係合子５１へは伝達され

ない。同様に、第１スピンドルユニットＳＰ１の回転が、第２従動ギヤ８１、第２駆動ギヤ８０、第４係合子５４に伝達されるものの第３係合子５３へは伝達されない。

[0038] なお、図４～図５Ｃ中、符号Ｄは、ロータリーダンパであり、モータＭの回転時に、スクリューナット７６（作動子５５）が確実に並進移動できるように第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５に適度な抵抗を与える。ロータリーダンパＤは、ロータリーダンパＤの回転軸に設けられる第１ダンパーギヤ８６と、第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５に第２スピンドル７５と一体回転するように設けられ、第１ダンパーギヤ８６と噛み合う第２ダンパーギヤ８７とから構成される。ロータリーダンパＤは、変速機ケース６０の底板部６２の前方且つ上方であって、モータＭの下方に配置されている。

[0039] このように構成された電動義足１では、これまでの受動ダンパーを備える受動義足では、非義足側の足（健常脚）で一段ずつ上がらざるをえなかった階段の昇段動作をスムーズに行うことが可能となる。

[0040] 具体的に説明すると、図６に示すように、電動義足１を前に出して階段を昇る際に電動義足１に外部から加重された状態で、膝関節機構３０を屈曲した状態から伸展するとき大きな動力が必要となる。

[0041] このとき、図５Ａに示すように、モータＭを第１方向（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転させることで、モータＭの動力が出力ギヤ７２から入力ギヤ７７に伝達される。入力ギヤ７７が第２方向（図５Ａの矢印Ｄ２方向）に回転することで、作動子５５は第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５周りを回転しつつ第２スピンドル７５に案内されて上方に移動する。そして、作動子５５及び入力ギヤ７７の上方に設けられた第１係合子５１が第１駆動ギヤ７８の下方に設けられた第２係合子５２と係合し、断続機構５０が第１変速状態となる。

[0042] 断続機構５０が第１変速状態のとき、モータＭの動力が、出力ギヤ７２、入力ギヤ７７、作動子５５、第１係合子５１、第２係合子５２、第１駆動ギ

ヤ７８、第１従動ギヤ７９、第１スピンドルユニットＳＰ１へと伝達される。第１駆動ギヤ７８が入力ギヤ７７とともに第２方向（図５Ａの矢印Ｄ２方向）に回転することで、第１従動ギヤ７９が第１方向（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転し、第１従動ギヤ７９が第１方向（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転することで、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３が第１方向（図５Ａの矢印Ｄ１方向）に回転する。これにより、スリーブ７４が変速機Ｔから離れるように並進移動し、変速機Ｔが取り付けられた膝下側部材１０に対し、スリーブ７４が取り付けられた膝上側部材２０が回動部３５を中心に回転して、膝関節機構３０が伸展する。

[0043] 一方、階段の昇段動作をスムーズに行うためには、図７に示すように、健常脚に外部から加重がされた状態、言い換えると電動義足１に外部から加重がされていない状態で、膝関節機構３０が伸展した状態から屈曲させる（持ち上げる）必要がある。膝関節機構３０が伸展した状態から屈曲させる際には、大きな動力は必要ないが素早い動作が必要となる。

[0044] このとき、図５Ｂに示すように、モータＭを第２方向（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回転させることで、モータＭの動力が出力ギヤ７２から入力ギヤ７７に伝達される。入力ギヤ７７が第１方向（図５Ｂの矢印Ｄ１方向）に回転することで、作動子５５は第２スピンドルユニットＳＰ２の第２スピンドル７５周りを回転しつつ第２スピンドル７５に案内されて下方に移動する。そして、作動子５５及び入力ギヤ７７の下方に設けられた第３係合子５３が第２駆動ギヤ８０の上方に設けられた第４係合子５４と係合し、断続機構５０が第２変速状態となる。

[0045] 断続機構５０が第２変速状態のとき、モータＭの動力が、出力ギヤ７２、入力ギヤ７７、作動子５５、第３係合子５３、第４係合子５４、第２駆動ギヤ８０、第２従動ギヤ８１、第１スピンドルユニットＳＰ１へと伝達される。第２駆動ギヤ８０が入力ギヤ７７とともに第１方向（図５Ｂの矢印Ｄ１方向）に回転することで、第２従動ギヤ８１が第２方向（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回転し、第２従動ギヤ８１が第２方向（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回

転することで、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３が第２方向（図５Ｂの矢印Ｄ２方向）に回転する。これにより、スリーブ７４が変速機Ｔに近づくように並進移動し、スリーブ７４が取り付けられた膝上側部材２０に対し、変速機Ｔが取り付けられた膝下側部材１０が回動部３５を中心に回転して、膝関節機構３０が屈曲する。

[0046] また、通常の歩行時には断続機構５０をフリー状態とすることで、モータＭと変速機Ｔとの動力伝達を遮断することができ、歩行の妨げとなるのを防止できる。

[0047] このように構成された電動義足１では、モータＭの動力を伝達する変速機Ｔを介して膝関節機構３０を伸展及び屈曲させることができる。モータＭの制御は、後述する制御システム１００によって行われる。膝関節機構３０の回動範囲は１８０°以下に制限されており、膝関節機構３０が伸展した状態では膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角は約１８０°であり、膝関節機構３０が屈曲した状態ではこの成す角が１８０°未満となる。

[0048] 変速機Ｔは、変速比の異なる２つの動力伝達路を備えるので、膝関節機構３０における伸展と屈曲の動作スピード及び発生動力を切り替えることができる。特に、階段の昇る際に膝関節機構３０の屈曲時と伸展時とでは求められる動作スピード及び発生動力が異なるところ、膝関節機構３０の屈曲時と伸展時とで動力伝達路を変えることができる。

[0049] また、モータＭと変速機Ｔとの間に介装される断続機構５０が、モータＭと第１変速機構Ｔ１との間に介装される上側クラッチ５０Ｕと、モータＭと第２変速機構Ｔ２との間に介装される下側クラッチ５０Ｄと、を有するので、２つの動力伝達路を適切に切り替えることができる。

[0050] 特に、伸縮装置４０は、モータＭから出力される回転動力を、作動子５５の並進運動に変換する第２スピンドルユニットＳＰ２を備えるので、１つのモータＭで作動子５５の制御と膝関節機構３０における伸展と屈曲の制御とを実現できる。さらに、１つの作動子５５によって、変速機Ｔを第１変速状態と、第２変速状態と、フリー状態とに切り替え可能に構成されるので、２

つの動力伝達路が同時に接続されることを回避できる。

[0051] また、膝関節機構３０が伸展した状態において、膝関節機構３０の回動部３５の回動軸に沿って電動義足１を見たとき、膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角が１８０°未満である領域（図３の回動部３５と下揺動部７０とを結んだ線よりも後方（脹脛）側の領域）を挟角領域（図３の回動部３５と下揺動部７０とを結んだ線よりも後方（脹脛）側の領域）と呼び、成す角が１８０°以上である領域（図３の回動部３５と下揺動部７０とを結んだ線よりも前方（脛）側の領域）を広角領域（図３の回動部３５と下揺動部７０とを結んだ線よりも前方（脛）側の領域）と呼ぶと、第１スピンドルユニットＳＰ１は挟角領域に配置される。一方、モータＭは広角領域に配置される。このように第１スピンドルユニットＳＰ１を挟角領域に配置し、モータＭを広角領域に配置することで、膝関節機構３０の回動部３５を挟んで第１スピンドルユニットＳＰ１とモータＭとをバランスよく配置することができる。さらに、変速機Ｔ及び断続機構５０は、モータＭと第１スピンドルユニットＳＰ１との間に配置される。したがって、これらモータＭ、変速機Ｔ、断続機構５０及び第１スピンドルユニットＳＰ１を集約して配置することができる。

[0052] ＜第２実施形態＞

第２実施形態の電動義足１は、伸縮装置４０の構成が第１実施形態の電動義足１と異なるものである。より具体的に説明すると、第１実施形態の伸縮装置４０では、作動子５５の並進運動は、モータＭから出力される回転動力が第２スピンドルユニットＳＰ２によって変換されることで実現された。これに対し、第２実施形態の伸縮装置４０では、作動子５５の並進運動は、モータＭとは異なる駆動源であるクラッチアクチュエータＡＣＴと、クラッチアクチュエータＡＣＴの動力を作動子５５に伝達するクラッチフォーク９０と、により実現される。以下の説明では、第２実施形態の電動義足１の伸縮装置４０について図８及び図９を参照しながら説明するが、第１実施形態の電動義足１の伸縮装置４０と同一又は同等の構成について図中に同一の符号

を付して説明を省略し、相違点についてのみ説明する。

[0053] 第２実施形態の伸縮装置４０は、図８及び図９に示すように、回転動力を出力するモータＭと、モータＭの動力を伝達する変速機Ｔと、変速機Ｔに動力伝達可能に接続され、変速機Ｔから出力される回転動力を並進運動に変換する第１スピンドルユニットＳＰ１と、モータＭと変速機Ｔの第１変速機構Ｔ１及び第２変速機構Ｔ２との間に介装される断続機構５０と、モータＭの出力軸７１及び第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３と平行に配置され断続機構５０を支持するサポートシャフト９５と、並進運動を行うクラッチアクチュエータＡＣＴと、クラッチアクチュエータＡＣＴの動力を断続機構５０の作動子５５に伝達するクラッチフォーク９０と、を備える。

[0054] クラッチアクチュエータＡＣＴは、モータＭとは異なる動力源であり、図８中の矢印Ｙ１で示すように、サポートシャフト９５の軸心方向（上下方向）に沿って並進運動を行う。

[0055] クラッチフォーク９０は、クラッチフォーク９０の一端部がクラッチアクチュエータＡＣＴに連結され、且つ中間部が揺動軸６５に支持されることで、図８中の矢印Ｙ２で示すように、揺動軸６５を中心に揺動自在に構成される。クラッチフォーク９０の他端部には、揺動軸６５に対しクラッチアクチュエータＡＣＴとは反対側に位置する分岐部９１から二又に分岐し、円弧状に互いに反対方向に延びるアーム９２が設けられる。各アーム９２の先端部には、後述するスライドクラッチ５６に嵌合する連結ピン９３が設けられる。従って、クラッチアクチュエータＡＣＴが並進運動を行うことで、クラッチフォーク９０は揺動軸６５を中心に揺動し、クラッチフォーク９０の連結ピン９３が上下に揺動する。

[0056] 変速機Ｔは、モータＭの出力軸７１に設けられる出力ギヤ７２と、サポートシャフト９５の略中央部に設けられ、出力ギヤ７２と噛み合う第１入力ギヤ７７Ａ及び第２入力ギヤ７７Ｂと、第１変速機構Ｔ１と、第２変速機構Ｔ２と、を備える。第１入力ギヤ７７Ａ及び第２入力ギヤ７７Ｂは、入力ギヤ

７７を構成する。

[0057] 第１変速機構Ｔ１は、サポートシャフト９５の上側に移動不能に設けられた第１駆動ギヤ７８と、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３に第１スピンドル７３と一体回転するように設けられ、第１駆動ギヤ７８と噛み合う第１従動ギヤ７９とから構成される。

[0058] 第２変速機構Ｔ２は、サポートシャフト９５の下側に移動不能に設けられた第２駆動ギヤ８０と、第１スピンドルユニットＳＰ１の第１スピンドル７３に第１スピンドル７３と一体回転するように設けられ、第２駆動ギヤ８０と噛み合う第２従動ギヤ８１とから構成される。

[0059] なお、第１変速機構Ｔ１及び第２変速機構Ｔ２の変速比については第１実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。第１変速機構Ｔ１と第２変速機構Ｔ２とは、断続機構５０により切り替えられる。断続機構５０は、モータＭと第１変速機構Ｔ１との間に介装される上側クラッチ５０Ｕと、モータＭと第２変速機構Ｔ２との間に介装される下側クラッチ５０Ｄと、作動子５５と、を備える。

[0060] 上側クラッチ５０Ｕは、モータＭ側の係合子である第１係合子５１と、第１変速機構Ｔ１側の係合子である第２係合子５２と、を備える噛み合いクラッチである。より詳しく説明すると、第１係合子５１は、第１入力ギヤ７７Ａと一体に回転するように第１入力ギヤ７７Ａの上方に設けられる。第２係合子５２は、第１係合子５１と係合可能に第１駆動ギヤ７８の下方に第１駆動ギヤ７８と一体に回転するように設けられる。第２係合子５２及び第１駆動ギヤ７８は、サポートシャフト９５の上方に、サポートシャフト９５に対し相対回転自在に且つ移動不能に取り付けられている。

[0061] 下側クラッチ５０Ｄは、モータＭ側の係合子である第３係合子５３と、第２変速機構Ｔ２側の係合子である第４係合子５４と、を備える噛み合いクラッチである。より詳しく説明すると、第３係合子５３は、第２入力ギヤ７７Ｂと一体に回転するように第２入力ギヤ７７Ｂの下方に設けられる。第４係合子５４は、第３係合子５３と係合可能に第２駆動ギヤ８０の上方に第２駆

動ギヤ８０と一体に回転するように設けられる。第４係合子５４及び第２駆動ギヤ８０は、サポートシャフト９５の下方に、サポートシャフト９５に対し相対回転自在に且つ移動不能に取り付けられている。

[0062] 作動子５５は、クラッチフォーク９０の連結ピン９３と常時係合する円環状のスライドクラッチ５６と、スライドクラッチ５６とともに並進運動を行う軸受５７と、を備え、上下方向において第１入力ギヤ７７Ａと第２入力ギヤ７７Ｂとの間に配置されている。

[0063] スライドクラッチ５６には、クラッチフォーク９０の連結ピン９３が係合する連結孔が設けられ、連結孔は、クラッチフォーク９０の揺動を吸収しスライドクラッチ５６の上下方向の並進運動に変換する。

[0064] 軸受５７は、スライドクラッチ５６に回転不能に支持された外輪５７ａと、第１係合子５１が設けられた第１入力ギヤ７７Ａと第３係合子５３が設けられた第２入力ギヤ７７Ｂと一体回転するように構成された内輪５７ｂと、外輪５７ａと内輪５７ｂとの間に配置され、外輪５７ａと内輪５７ｂとの相対回転を許容する転動体５７ｃと、を備える。

[0065] 内輪５７ｂは、第１入力ギヤ７７Ａ及び第２入力ギヤ７７Ｂとともにサポートシャフト９５にキー連結されたサポートフランジ９６の外周部に上下方向に並進移動可能に支持されている。

[0066] スライドクラッチ５６及び軸受５７（作動子５５）は、クラッチアクチュエータＡＣＴによってクラッチフォーク９０の一端部が下方に移動するときに、サポートシャフト９５に沿って上方に移動し、クラッチアクチュエータＡＣＴによってクラッチフォーク９０の一端部が上方に移動するときに、サポートシャフト９５に沿って下方に移動する。なお、スライドクラッチ５６及び外輪５７ａと、第１入力ギヤ７７Ａとの間には上下方向に所定の隙間が設けられ、非回転部材であるスライドクラッチ５６及び外輪５７ａに対し、第１入力ギヤ７７Ａが干渉しないように構成される。同様に、スライドクラッチ５６及び外輪５７ａと、第２入力ギヤ７７Ｂとの間には上下方向に所定の隙間が設けられ、非回転部材であるスライドクラッチ５６及び外輪５７ａ

に対し、第２入力ギヤ７７Ｂが干渉しないように構成される。

[0067] 断続機構５０は、スライドクラッチ５６及び軸受５７（作動子５５）がサポートシャフト９５の軸心に沿って上下方向に並進運動することで第１変速状態、第２変速状態、フリー状態の３つの状態を取りうる。

[0068] 第１変速状態では、スライドクラッチ５６及び軸受５７（作動子５５）が上方に移動することで、図５Ａと同様に、第１係合子５１と第２係合子５２とが接続状態となり且つ第３係合子５３と第４係合子５４とが遮断状態となる。言い換えると、上側クラッチ５０Ｕが接続され、下側クラッチ５０Ｄが遮断される。第１変速状態では、モータＭの動力が、出力ギヤ７２、第１入力ギヤ７７Ａ（内輪５７ｂ及び第２入力ギヤ７７Ｂ）、第１係合子５１、第２係合子５２、第１駆動ギヤ７８、第１従動ギヤ７９、第１スピンドルユニットＳＰ１へと伝達される。

[0069] 第２変速状態では、スライドクラッチ５６及び軸受５７（作動子５５）が下方に移動することで、図５Ｂと同様に、第１係合子５１と第２係合子５２とが遮断状態となり且つ第３係合子５３と第４係合子５４とが接続状態となる。言い換えると、上側クラッチ５０Ｕが遮断され、下側クラッチ５０Ｄが接続される。第２変速状態では、モータＭの動力が、出力ギヤ７２、第２入力ギヤ７７Ｂ（内輪５７ｂ及び第１入力ギヤ７７Ａ）、第３係合子５３、第４係合子５４、第２駆動ギヤ８０、第２従動ギヤ８１、第１スピンドルユニットＳＰ１へと伝達される。

[0070] フリー状態では、図５Ｃと同様に、第１係合子５１と第２係合子５２とが遮断状態となり且つ第３係合子５３と第４係合子５４とが遮断状態となる。言い換えると、上側クラッチ５０Ｕが遮断され、下側クラッチ５０Ｄが遮断される。フリー状態では、モータＭが停止し、第１スピンドルユニットＳＰ１の回転によって第１従動ギヤ７９及び第２従動ギヤ８１が回転するが、第１スピンドルユニットＳＰ１の回転が、第１従動ギヤ７９、第１駆動ギヤ７８、第２係合子５２に伝達されるものの第１係合子５１へは伝達されない。同様に、第１スピンドルユニットＳＰ１の回転が、第２従動ギヤ８１、第２

駆動ギヤ８０、第４係合子５４に伝達されるものの第３係合子５３へは伝達されない。

[0071] このように構成された電動義足１では、第１実施形態と同様に、モータＭの動力を伝達する変速機Ｔを介して膝関節機構３０を伸展及び屈曲させることができるとともに、第１実施形態の電動義足１で説明した作用効果が得られる。また、第２実施形態の電動義足１では、膝関節機構３０を伸展及び屈曲させるためのモータＭとは異なる動力源であるクラッチアクチュエータＡＣＴを利用して作動子５５を切り替えるので、より安定的に作動子５５を切り替えることができる。

[0072] ＜昇段制御＞

続いて、上記した第１実施形態及び第２実施形態の電動義足１を用いた階段の昇段制御について、第２実施形態の電動義足１を例に説明する。なお、以下の説明では、外部から加重がされていない脚、言い換えると体重を支えていない状態の脚を遊脚と称し、外部から加重がされている脚、言い換えると体重を支えている状態の脚を立脚と称する。なお、電動義足１には、常に電動義足１の重力による重さ（自重）が作用しているが、自重は外部からの加重に含まれない点に留意されたい。

[0073] ［第１例］

図１０及び図１１に示すように、電動義足１には、膝下側部材１０の下部（例えば、脚部１１）に設けられた荷重センサである加重／抜重センサ２０１と、膝下側部材１０に設けられ膝下側部材１０の地面に対する角度（対地角）を検出可能な姿勢センサである脛ＩＭＵ（Inertial Measurement Unit）２０３と、膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角を検出する回転角センサである膝角度センサ２０５と、が設けられる。

[0074] 電動義足１の制御システム１００は、膝下側部材１０に加わる加重ＦＺを取得する加重／抜重取得部１０２と、下腿部５の中心線ＣＬ５と大腿部４の中心線ＣＬ４との角度である膝角度θを取得する膝角度算出部１０３と、膝下側部材１０に加わる加重ＦＺによって股関節７に作用する股関節トルクＭ

Ｙｈを算出する股関節トルク算出部１０４と、股関節７を通って鉛直方向に延びる仮想線ＬＮに対する大腿部４の角度である大腿角度βを算出する大腿角度算出部１０６と、モータＭを制御するモータ制御部１０８と、断続機構５０の状態を制御する断続機構制御部１１０、を備える。なお、第１実施形態では、モータ制御部１０８が断続機構制御部１１０も兼ねることに留意されたい。

[0075] 加重／抜重取得部１０２は、加重／抜重センサ２０１から膝下側部材１０に加わる軸力である加重ＦＺを取得する。膝下側部材１０に加わる加重ＦＺは、加重／抜重センサ２０１の検出値であってもよく、予測値であってもよい。本実施形態では、膝下側部材１０に加わる加重ＦＺが引張方向のときを正方向とする。

[0076] 膝角度算出部１０３は、１８０°から膝角度センサ２０５で検出される成す角を引くことで膝角度θを取得する。膝角度θは、下腿部５の中心線ＣＬ５と大腿部４の中心線ＣＬ４とが一致するときを０°として、膝関節機構３０が屈曲するにつれて正方向に大きな値となる。

[0077] 股関節トルク算出部１０４は、膝下側部材１０に加わる加重ＦＺに下腿部５の中心線ＣＬ５から股関節７までの距離（大腿部４の長さ）を乗算して股関節トルクＭＹｈを求める。使用者の大腿部４の長さをＬ、膝角度θとすると、股関節トルクＭＹｈは以下の（１）式となる。股関節トルクＭＹｈは、股関節７を前方（図１１において時計回り）に回動させる方向が正方向である。なお、大腿部４の長さＬは、不図示のメモリに予め登録されており、使用者に応じて書き換え可能であることが好ましい。

[0078] ＭＹｈ＝ＦＺ×Ｌ×ｓｉｎθ （１）

[0079] 大腿角度算出部１０６は、脛ＩＭＵ２０３及び膝角度センサ２０５の出力値に基づいて大腿角度βを算出する。大腿角度βは、股関節７を通って鉛直方向に延びる仮想線ＬＮに対し大腿部４が後方にあるとき正の値となり、仮想線ＬＮに対し大腿部４が前方にあるとき負の値となる。

[0080] モータ制御部１０８は、モータＭの駆動／停止、モータＭの駆動時の出力

を制御する。昇段制御については後述する。

[0081] 断続機構制御部１１０は、加重／抜重取得部１０２が取得した加重ＦＺに基づいて作動子５５を切り替えることで、断続機構５０を、上述した第１変速状態、第２変速状態、及びフリー状態に切り替える。

[0082] 具体的に説明すると、断続機構制御部１１０は、加重／抜重取得部１０２が加重がされていない状態から加重がされる状態に遷移したことを取得したとき又は遷移を予測したとき、言い換えると電動義足１が遊脚から立脚に遷移したとき又は遷移を予測したとき、断続機構５０の上側クラッチ５０Ｕ及び下側クラッチ５０Ｄのうち上側クラッチ５０Ｕを接続状態に切り替え、第１変速状態とする。これにより、膝関節機構３０を屈曲した状態から伸展する立脚時に変速比の小さい第１変速機構Ｔ１を介して動力を伝達可能となり、電動義足１に外部から加重された状態で大きな動力を伝達できる。

[0083] 一方、断続機構制御部１１０は、加重／抜重取得部１０２が加重がされた状態から加重がされていない状態に遷移したことを取得したとき又は遷移を予測したとき、言い換えると電動義足１が立脚から遊脚に遷移したとき又は遷移を予測したとき、断続機構５０の上側クラッチ５０Ｕ及び下側クラッチ５０Ｄのうち下側クラッチ５０Ｄを接続状態に切り替え、第２変速状態とする。これにより、膝関節機構３０を伸展した状態から屈曲する遊脚時に変速比の大きい第２変速機構Ｔ２を介して動力を伝達可能となり、電動義足１に外部から加重されていない状態で素早く膝関節機構３０を屈曲させることができる。

[0084] なお、制御システム１００は、電動義足１の使用者の進行方向を取得する進行方向取得部を備えていてもよい。進行方向取得部が、脛ＩＭＵ２０３の検出値から昇段時又は登坂時など鉛直方向上方に向かう角速度を検出したとき、昇段制御を実行してもよく、使用者の入力に基づいて昇段制御を実行してもよい。

[0085] 以下、第１例の昇段時制御の制御フローについて説明する。

制御システム１００は、図１２に示すように、昇段制御において、電動義

足１が立脚であるか遊脚であるかを判定する立脚／遊脚判定処理を行う（Ｓ１）。具体的に説明すると、制御システム１００は、加重／抜重取得部１０２が取得した加重ＦＺに基づいて立脚／遊脚判定を行う。上記したように、膝下側部材１０に加わる加重ＦＺが引張方向のときを正方向とするので、電動義足１が遊脚であるとき、電動義足１の自重により加重ＦＺは正の値をとる。そこから、電動義足１が着地して圧縮方向に加重されると、加重ＦＺは、零に近づき、さらに加重が増加すると負の値をとる。

[0086] 図１４は階段昇段時の加重ＦＺと股関節トルクＭＹｈとを示すグラフであり、図１４の上のグラフの縦軸は加重ＦＺ（Ｎ）を示し、図１４の下のグラフの縦軸は股関節トルクＭＹｈ（Ｎ・ｍ）を示し、図１４の上のグラフ及び下のグラフの横軸は、時間（ｓ）を示している。

[0087] 図１２及び図１４を参照して、制御システム１００は、０（Ｎ）と電動義足１に自重のみが作用したときの値との間の値を閾値Ｔ１１（Ｎ）として、加重ＦＺが閾値Ｔ１１以下か否かを判定する（Ｓ１）。加重ＦＺがこの閾値Ｔ１１以下のとき（Ｓ１のＹＥＳ）、電動義足１が立脚であると判定する（Ｓ２）。一方、加重ＦＺがこの閾値Ｔ１１より大きいとき（ステップＳ１のＮＯ）、電動義足１が遊脚であると判定する（Ｓ７）。なお、立脚と遊脚の判定は、使用者の入力に基づいて判断してもよい。使用者の入力は、例えば、スイッチ、ボタン、音声など任意の手段を採用できる。

[0088] 電動義足１が立脚のとき、股関節トルク算出部１０４は、加重ＦＺによって股関節７に作用する股関節トルクＭＹｈを算出する（Ｓ３）。電動義足１が圧縮方向に加重されると、股関節７に後方（図１１において反時計回り）に回動させる股関節トルクが発生する。股関節トルク算出部１０４は、式（１）から、膝下側部材１０と膝上側部材２０との成す角に基づく膝角度θ、大腿部４の長さＬ、及び加重／抜重取得部１０２が取得した加重ＦＺに基づいて股関節トルクＭＹｈを取得する。

[0089] 算出した股関節トルクＭＹｈが０（Ｎ・ｍ）以下のとき（Ｓ４のＹＥＳ）、即ち、加重によって股関節７を後方（図１１において反時計回り）に回動

させる方向にトルクが作用している場合（立脚の前期）、図１４の下のグラフの点線で示すように、モータ制御部１０８は、この股関節トルクＭＹｈと大きさが等しい反対方向のトルクを制御目標として、モータＭを電流制御する。これにより、モータトルクと股関節トルクＭＹｈとが釣り合って膝関節機構３０を伸展させることができる（Ｓ５）。このように股関節トルク算出部１０４が算出した股関節トルクに基づいて、モータＭから発生させるモータトルクを制御することで、適切に伸展のためのモータトルクを設定することができる。

[0090] 一方、算出した股関節トルクＭＹｈが零より大きいとき（Ｓ４のＮＯ）、即ち、加重によって股関節７を前方（図１１において反時計回り）に回動させる方向にトルクが作用している場合（立脚の中期から後期）、図１４に示すように、モータＭを停止する。（Ｓ６）。モータＭを停止しても第１変速状態における上側クラッチ５０Ｕの接続を維持することで、膝関節機構３０には摺動抵抗が作用する。

[0091] 電動義足１が遊脚のとき、図１３に示すように、制御システム１００は、遊脚前期と遊脚後期とを分ける大腿角度βの閾値θｈ１（θｈ１は負）に対し、大腿角度βが大きいか否かを判定する（Ｓ８）。大腿角度βが閾値θｈ１より大きいとき（Ｓ８のＹＥＳ）、遊脚前期、即ち、使用者が大腿部４を振り上げて膝関節機構３０を屈曲させる状況と判定する（Ｓ９）。この遊脚前期では、続いて、大腿角度βが０°以上か否かを判定し（Ｓ１０）、大腿角度βが０°以上の場合（Ｓ１０のＹＥＳ）、膝角度θの目標（以下、膝目標角度）をθｋ１（正の値）として大腿角度βが０°より小さくなるまでモータＭを電流制御する（Ｓ１１）。

[0092] ステップＳ１０で大腿角度βが０°より小さい場合（Ｓ１０のＮＯ）、膝目標角度を大腿角度βに－１をかけてθｋ１を足した値を膝目標角度としてモータＭを電流制御する（Ｓ１２）。図１３中のＡは、ステップＳ１１及びステップＳ１２における膝目標角度を示すグラフである。

[0093] 一方、ステップＳ８において、大腿角度βが閾値θｈ１以下のとき（Ｓ８

のＮＯ）、及び、ステップＳ１２から膝関節機構３０が屈曲して大腿角度βが閾値θｈ１以下になったとき（Ｓ１４のＹＥＳ）、遊脚後期、即ち、使用者が大腿部４を下すときに膝関節機構３０を伸展させる状況と判定する（Ｓ１３）。この遊脚後期では、続いて、大腿角度βが閾値θｈ２（θｈ２は負、且つθｈ２＞θｈ１）より小さいか否かを判定し（Ｓ１５）、大腿角度βがθｈ２より小さいとき（Ｓ１５のＹＥＳ）、膝目標角度を大腿角度βにマイナス１かけてθｈ２を加えた値として大腿角度βがθｈ２以上になるまでモータＭを電流制御する（Ｓ１６）。ステップＳ１５において、大腿角度βがθｈ２以上のとき（Ｓ１５のＮＯ）、膝目標角度を０°としてモータＭを電流制御する（Ｓ１７）。図１３中のＢは、ステップＳ１６及びステップＳ１７における膝目標角度を示すグラフである。モータ制御部１０８は、ステップＳ１１、Ｓ１２、Ｓ１６、Ｓ１７において、膝角度算出部１０３で取得した膝角度θと膝目標角度とに基づいてフィードバック制御を行うことが好ましい。

[0094] ［第２例］

図１５及び図１６に示すように、第２例の昇段制御に使用される電動義足１は、前述した加重／抜重センサ２０１に代えて力覚センサ２０７を備える。即ち、第２例の電動義足１は、脛ＩＭＵ２０３、膝角度センサ２０５、及び力覚センサ２０７を備える。力覚センサ２０７は、図１６に示すように、少なくとも、大腿部４に加わる軸力である加重ＦＺ２、加重ＦＺ２に直交する方向に作用する膝せん断力ＦＸｋ、及び膝関節機構３０の回動部３５回りの回動力である膝トルクＭＹｋを検出可能に構成される。

[0095] 電動義足１の制御システム１００は、膝下側部材１０に加わる加重ＦＺを取得する加重／抜重取得部１０２と、下腿部５の中心線ＣＬ５と大腿部４の中心線ＣＬ４との角度である膝角度θを取得する膝角度算出部１０３と、股関節７を通って鉛直方向に延びる仮想線ＬＮに対する大腿部４の角度である大腿角度βを算出する大腿角度算出部１０６と、大腿部４に加わる加重ＦＺ２を取得する大腿部加重取得部１１２と、膝トルクＭＹｋを取得する膝トル

ク取得部１１３と、大腿部４に加わる膝せん断力ＦＸｋを取得する膝せん断力取得部１１４と、膝トルクＭＹｋと膝せん断力ＦＸｋとによって股関節７に作用する股関節トルクＭＹｈを算出する股関節トルク算出部１０４と、モータＭを制御するモータ制御部１０８と、断続機構５０の状態を制御する断続機構制御部１１０と、を備える。

[0096] 加重／抜重取得部１０２、膝角度算出部１０３、大腿角度算出部１０６、及びモータ制御部１０８は、第１例と同様であるので説明を省略する。

[0097] 大腿部加重取得部１１２、膝トルク取得部１１３、及び膝せん断力取得部１１４は、それぞれ力覚センサ２０７から加重ＦＺ２、膝トルクＭＹｋ、膝せん断力ＦＸｋを取得する。本実施形態では、大腿部６に加わる加重ＦＺ２が圧縮方向のときを正方向とする。

[0098] 股関節トルク算出部１０４は、膝トルクＭＹｋに、大腿部４の長さＬに膝せん断力ＦＸｋを乗算した値を加算して股関節トルクＭＹｈを求める。本例では、股関節トルクＭＹｈは以下の（２）式となる。股関節トルクＭＹｈは、股関節７を前方（図１６において時計回り）に回動させる方向が正方向である。

[0099] ＭＹｈ＝ＭＹｋ＋Ｌ×ＦＸｋ （２）

[0100] 断続機構制御部１１０は、大腿部加重取得部１１２が取得した加重ＦＺ２に基づいて断続機構５０を、上述した第１変速状態、第２変速状態、及びフリー状態に切り替える。

[0101] 具体的に説明すると、大腿部加重取得部１１２が外部から加重がされていない状態から外部から加重がされる状態に遷移したことを取得したとき又は遷移を予測したとき、言い換えると電動義足１が遊脚から立脚に遷移したとき又は遷移を予測したとき、断続機構５０の上側クラッチ５０Ｕ及び下側クラッチ５０Ｄのうち上側クラッチ５０Ｕを接続状態に切り替え、第１変速状態とする。これにより、膝関節機構３０を屈曲した状態から伸展する立脚時に変速比の小さい第１変速機構Ｔ１を介して動力を伝達可能となり、電動義足１に外部から加重された状態で大きな動力を伝達できる。

[0102] 一方、大腿部加重取得部１１２が外部から加重がされた状態から外部から加重がされていない状態に遷移したことを取得したとき又は遷移を予測したとき、言い換えると電動義足１が立脚から遊脚に遷移したとき又は遷移を予測したとき、断続機構５０の上側クラッチ５０Ｕ及び下側クラッチ５０Ｄのうち下側クラッチ５０Ｄを接続状態に切り替え、第２変速状態とする。これにより、膝関節機構３０を伸展した状態から屈曲する遊脚時に変速比の大きい第２変速機構Ｔ２を介して動力を伝達可能となり、電動義足１に外部から加重されていない状態で素早く膝関節機構３０を屈曲させることができる。

[0103] なお、制御システム１００は、電動義足１の使用者の進行方向を取得する進行方向取得部を備えていてもよい点は第１例と同様である。

[0104] 以下、第２例の昇段時制御の制御フローについて説明する。

制御システム１００は、図１７に示すように、昇段制御において、電動義足１が着地したか否かを判定する着地判定を行う（Ｓ２１）。具体的に説明すると、制御システム１００は、大腿部加重取得部１１２が取得した加重ＦＺ２に基づいて着地判定を行う。電動義足１が遊脚であるとき、電動義足１の自重（加重ＦＺの分力）により加重ＦＺ２は正の値をとる。そこから、電動義足１が着地して圧縮方向に加重されると、加重ＦＺ２は、零に近づき、さらに加重が増加すると負の値をとる。

[0105] 図１９は階段昇段時の加重ＦＺ２と股関節トルクＭＹｈとを示すグラフであり、図１９の上のグラフの縦軸は加重ＦＺ２（Ｎ）を示し、図１９の下のグラフの縦軸は股関節トルクＭＹｈ（Ｎ・ｍ）を示し、図１９の上のグラフ及び下のグラフの横軸は、時間（ｓ）を示している。

[0106] 図１７及び図１９を参照して、制御システム１００は、０（Ｎ）を挟んで加重ＦＺ２の挙動が不安定な領域として－Ｔ１２＜ＦＺ２＜Ｔ１２のとき、電動義足１が立脚とも遊脚とも判定せずモータＭを停止する（Ｓ２２）。加重ＦＺ２が上閾値Ｔ１２以上のとき、電動義足１が遊脚であると判定する（Ｓ２３）。なお、電動義足１が遊脚のときの制御フローは、第１例と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0107] 加重ＦＺ２が下閾値－Ｔ１２以下のとき、電動義足１が着地し電動義足１が立脚であると判定する（Ｓ２４）。なお、着地判定は、使用者の入力に基づいて判断してもよい。

[0108] 電動義足１が立脚のとき、股関節トルク算出部１０４は、膝トルクＭＹｋと膝せん断力ＦＸｋとによって股関節７に作用する股関節トルクＭＹｈを算出する（Ｓ２５）。股関節トルク算出部１０４は、式（２）から、膝せん断力ＦＸｋ、大腿部４の長さＬ、及び膝トルクＭＹｋを加算に基づいて股関節トルクＭＹｈを取得する。

[0109] 続いて、モータ制御部１０８はモータ電圧を算出する（Ｓ２６）。モータ電圧は、股関節トルクＭＹｈに基づく式、股関節トルクＭＹｈとモータ電圧との関係を示すマップ等から取得される。即ち、モータ制御部１０８は、股関節トルク算出部１０４が算出した股関節トルクに基づいて、モータ電圧を設定しモータＭから発生させるモータトルクを制御することで、適切に伸展のためのモータトルクを設定することができる。

[0110] 股関節トルクＭＹｈが閾値－Ｍ１より小さいとき（Ｓ２７）、即ち、股関節７を後方（図１６において反時計回り）に回動させる方向にトルクが作用している場合、膝角度θが閾値θｋ２以上であれば（Ｓ２８、図１８の領域ＡＲ１）、ステップＳ２６で算出したモータ電圧を印加する（Ｓ２９）。これによりモータトルクと股関節トルクＭＹｈとが釣り合って膝関節機構３０を伸展させることができる。閾値θｋ２は、伸縮装置４０の内部で機械要素同士の接触を避けるための臨界値である。

[0111] 股関節トルクＭＹｈが閾値－Ｍ１より小さいとき（Ｓ２７）、即ち、股関節７を後方（図１６において反時計回り）に回動させる方向にトルクが作用している場合、膝角度θが閾値θｋ２未満であれば（Ｓ３０、図１８の領域ＡＲ３）、モータＭを停止する（Ｓ３１）。これにより、伸縮装置４０の内部で機械要素同士の接触を避けることができる。

[0112] 股関節トルクＭＹｈが閾値Ｍ１より大きいとき（Ｓ３１）、即ち、股関節７を前方（図１６において時計回り）に回動させる方向にトルクが作用して

いる場合、膝角度θが閾値θｋ３（θｋ３＞θｋ２）以下であれば（Ｓ３２、図１８の領域ＡＲ２）、ステップＳ２６で算出したモータ電圧を印加する（Ｓ３３）。これにより、モータトルクと股関節トルクＭＹｈとが釣り合って膝関節機構３０を屈曲させることができる。閾値θｋ３は、伸縮装置４０の内部で機械要素同士の接触を避けるための臨界値であり、ステップ３０とは逆方向の臨界値である。

[0113] 股関節トルクＭＹｈが閾値Ｍ１より大きいとき（Ｓ３１）、即ち、股関節７を前方（図１６において時計回り）に回動させる方向にトルクが作用している場合、膝角度θが閾値θｋ３より大きければ（Ｓ３４、図１８の領域ＡＲ３）、モータＭを停止する（Ｓ３５）。これにより、伸縮装置４０の内部で機械要素同士の接触を避けることができる。

[0114] 股関節トルクＭＹｈが閾値－Ｍ１以上、且つ閾値Ｍ１以下のとき（Ｓ３６、図１８の領域ＡＲ４）、モータＭを停止する（Ｓ３７）。このとき、モータＭを停止しても第１変速状態における上側クラッチ５０Ｕの接続を維持することで、膝関節機構３０には摺動抵抗が作用する。なお、第１実施形態の電動義足１の場合には、上側クラッチ５０Ｕの接続を維持するために、ステップＳ２９及びステップＳ３３に比べて小さな電圧を付加することが好ましい。

[0115] 第２例によれば、着地判定（Ｓ２１）において、加重ＦＺ２の挙動が不安定な領域のとき電動義足１が立脚とも遊脚とも判定せずモータＭを停止したり（Ｓ２２）、股関節トルクＭＹｈの挙動が不安定な領域のとき膝関節機構３０を伸展も屈曲もせずモータＭを停止する（Ｓ３７）ことで、使用者の意図しない状況でモータＭが駆動するのを回避することができる。

[0116] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実

施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0117] 例えば、上記実施形態では、本発明の継手装置の一実施形態としての電動義足を例示したが、これに限らず、上肢（腕関節）に適用してもよく、装着主体としては人間以外の他の動物であってもよく、ロボットであってもよい。

[0118] また、上記実施形態では、１つのモータＭの動力が断続機構５０を介して第１変速機構Ｔ１及び第２変速機構Ｔ２に伝達されるように構成されたが、これに限らず、２つの動力源と第１変速機構Ｔ１及び第２変速機構Ｔ２との間にそれぞれ断続機構を設けてもよい。

[0119] さらに、第１変速機構Ｔ１及び第２変速機構Ｔ２は、必ずしも両方が設けられる必要はなく、いずれか一方のみが設けられていればよい。

[0120] また、断続機構５０は、噛み合いクラッチに限らず、摩擦クラッチ、遠心クラッチ等の他のクラッチ機構でもよく、連続変速比切替機構等のクラッチレス機構でもよい。

[0121] また、本明細書には少なくとも以下の事項が記載されている。なお、括弧内には、上記した実施形態において対応する構成要素等を示しているが、これに限定されるものではない。

[0122] （１） 第１部材（膝下側部材１０）と、

第２部材（膝上側部材２０）と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部（膝関節機構３０）と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置（伸縮装置４０）と、を備える継手装置（電動義足１）であって、

前記伸縮装置は、

動力源（モータＭ）と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部（変速機Ｔ）と、を備え、

前記動力伝達部は、

前記動力を第１変速比で伝達する第１動力伝達路（第１変速機構Ｔ１）と、

前記動力を前記第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２動力伝達路（第２変速機構Ｔ２）と、を備え、

前記伸縮装置は、

前記第１動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第１断続機構（上側クラッチ５０Ｕ）と、

前記第２動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第２断続機構（下側クラッチ５０Ｄ）と、を備え、

前記継手装置は、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部（モータ制御部１０８、断続機構制御部１１０）と、

前記継手装置に加わる加重（加重ＦＺ、加重ＦＺ２）を取得する加重取得部（加重／抜重取得部１０２、大腿部加重取得部１１２）と、をさらに備え、

前記制御部は、前記加重取得部が取得した前記加重に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する、継手装置。

[0123] （１）によれば、動力源の動力を伝達する動力伝達部を介して連接部を伸展及び屈曲させることができる。また、動力伝達部は、変速比の異なる２つの動力伝達路を備えるので、連接部における伸展と屈曲の動作スピード及び発生動力を切り替えることができる。

[0124] また、第１断続機構及び第２断続機構により、２つの動力伝達路を適切に切り替えることができる。

[0125] さらに、継手装置に加わる加重に基づいて、第１断続機構及び第２断続機構の少なくとも一方を制御することにより、駆動源からの動力により連接部を伸展又は屈曲させることができる。

[0126] （２） （１）に記載の継手装置であって、

前記制御部は、前記加重取得部が前記加重がされていない状態から前記加

重がされる状態に遷移したことを取得したときに、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の何れか一方を接続状態に切り替える、継手装置。

[0127] （２）によれば、遷移時に第１断続機構及び第２断続機構の何れか一方を接続状態に切り替えることで、スムーズに連接部を伸展又は屈曲させることができる。

[0128] （３） （１）又は（２）に記載の継手装置であって、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部（モータ制御部１０８、断続機構制御部１１０）と、

前記継手装置の装着主体の進行方向を取得する進行方向取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記進行方向取得部が取得した前記進行方向に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する、継手装置。

[0129] （３）によれば、上りと下りを判断することで、連接部を伸展させる状況と屈曲させる状況とを適切に判断することができる。

[0130] （４） （３）に記載の継手装置であって、

前記第１変速比を、前記第１動力伝達路における前記動力源側の回転数である変速前回転数に対する、変速後回転数の比率とし、

前記第２変速比を、前記第２動力伝達路における前記動力源側の回転数である変速前回転数に対する、変速後回転数の比率としたとき、

前記第１変速比は、前記第２変速比よりも小さくなるよう構成され、

前記制御部は、前記装着主体が鉛直方向上方に進行することを取得したときに、前記第１断続機構を接続状態とする、継手装置。

[0131] （４）によれば、上りのときに変速比の小さい第１伝達経路を接続状態とすることで、大きな動力量を発生させることができる。

[0132] （５） （４）に記載の継手装置であって、

前記第２部材は、前記装着主体の第１部分（大腿部４）と該第１部分と相対回動する第２部分（上半身３）のうち前記第１部分に装着可能に構成され

、

前記継手装置は、前記第２部分に対する前記第１部分の回動力（股関節トルクＭＹｈ）を取得する回動力取得部（股関節トルク算出部１０４）をさらに備える、継手装置。

[0133] （５）によれば、第２部分に対する第１部分の回動力を取得することで、より適切に伸展のための動力量を設定することができる。

[0134] （６） （５）に記載の継手装置であって、

前記回動力取得部は、前記成す角に基づいて前記回動力を取得する、継手装置。

[0135] （６）によれば、回動力を精度よく容易に取得することができる。

[0136] （７） （５）又は（６）に記載の継手装置であって、

前記回動力取得部は、前記第１部分の長さ（大腿部４の長さＬ）に基づいて前記回動力を取得する、継手装置。

[0137] （７）によれば、回動力を精度よく容易に取得することができる。

[0138] （８） （５）～（７）のいずれかに記載の継手装置であって、

前記第１部材に加わる加重（加重ＦＺ）を取得する加重取得部（加重／抜重取得部１０２）をさらに備え、

前記回動力取得部は、前記加重取得部が取得した前記加重に基づいて前記回動力を取得する、継手装置。

[0139] （８）によれば、回動力を精度よく容易に取得することができる。

[0140] （９） （５）～（８）のいずれかに記載の継手装置であって、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部（モータ制御部１０８、断続機構制御部１１０）をさらに備え、

前記制御部は、前記回動力取得部が取得した前記回動力に基づいて、前記動力源から発生させる動力量を制御する、継手装置。

[0141] （９）によれば、適切に伸展のための動力量を設定することができる。

[0142] （１０） 第１部材（膝下側部材１０）と、

第２部材（膝上側部材２０）と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部（膝関節機構３０）と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置（伸縮装置４０）と、を備える継手装置（電動義足１）であって、

前記伸縮装置は、

動力源（モータＭ）と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部（変速機Ｔ）と、を備え、

前記第２部材は、前記継手装置の装着主体の第１部分（大腿部４）と該第１部分と相対回動する第２部分（上半身３）のうち前記第１部分に装着可能に構成され、

前記継手装置は、

前記動力源を制御する制御部（モータ制御部１０８）と、

前記第２部分に対する前記第１部分の回動力（股関節トルクＭＹｈ）を取得する回動力取得部（股関節トルク算出部１０４）と、をさらに備え、

前記制御部は、前記回動力取得部が取得した前記回動力に基づいて、前記動力源から発生させる動力量を制御する、継手装置。

[0143] （１０）によれば、適切に伸展のための動力量を設定することができる。

[0144] （１１）第１部材（膝下側部材１０）と、

第２部材（膝上側部材２０）と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部（膝関節機構３０）と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置（伸縮装置４０）と、を備える継手装置（電動義足１）であって、

前記伸縮装置は、

動力源（モータＭ）と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部（変速機Ｔ）と、を備え、

前記動力伝達部は、

前記動力を第１変速比で伝達する第１動力伝達路（第１変速機構Ｔ１）と、

前記動力を前記第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２動力伝達路（第２変速機構Ｔ２）と、を備え、

前記伸縮装置は、

前記第１動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第１断続機構（上側クラッチ５０Ｕ）と、

前記第２動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第２断続機構（下側クラッチ５０Ｄ）と、を備え、

前記継手装置は、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部（モータ制御部１０８、断続機構制御部１１０）と、

前記継手装置の装着主体の進行方向を取得する進行方向取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記進行方向取得部が取得した前記進行方向に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する、継手装置。

[0145] （１１）によれば、上りと下りを判断することで、連接部を伸展させる状況と屈曲させる状況とを適切に判断することができる。

[0146] なお、本出願は、２０２１年３月２日出願の日本特許出願（特願２０２１－０３２９９２）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

[0147] １　電動義足（継手装置）

３　上半身（第２部分）

４　大腿部（第１部分）

１０　膝下側部材（第１部材）

２０　膝上側部材（第２部材）

３０　膝関節機構（連接部）

４０　伸縮装置

５０Ｄ　下側クラッチ（第２断続機構）

５０Ｕ　上側クラッチ（第１断続機構）

１０２　加重／抜重取得部（加重取得部）

１０４　股関節トルク算出部（回動力取得部）

１０８　モータ制御部（制御部）

１１０　断続機構制御部（制御部）

１１２　大腿部加重取得部（加重取得部）

Ｍ　モータ（動力源）

Ｔ　変速機（動力伝達部）

Ｔ１　第１変速機構（第１動力伝達路）

Ｔ２　第２変速機構（第２動力伝達路）

請求の範囲

[請求項1] 第１部材と、

第２部材と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置と、を備える継手装置であって、

前記伸縮装置は、

動力源と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部と、を備え、

前記動力伝達部は、

前記動力を第１変速比で伝達する第１動力伝達路と、

前記動力を前記第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２動力伝達路と、

を備え、

前記伸縮装置は、

前記第１動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第１断続機構と、

前記第２動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第２断続機構と、を備え、

前記継手装置は、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部と、

前記継手装置に加わる加重を取得する加重取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記加重取得部が取得した前記加重に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する、継手装置。

[請求項2] 請求項１に記載の継手装置であって、

前記制御部は、前記加重取得部が外部から前記加重がされていない状態から外部から前記加重がされる状態に遷移したことを取得したときに、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の何れか一方を接続状態に切り替える、継手装置。

[請求項3] 請求項１又は２に記載の継手装置であって、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部と、

前記継手装置の装着主体の進行方向を取得する進行方向取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記進行方向取得部が取得した前記進行方向に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制御する、継手装置。

[請求項4] 請求項３に記載の継手装置であって、

前記第１変速比を、前記第１動力伝達路における前記動力源側の回転数である変速前回転数に対する、変速後回転数の比率とし、

前記第２変速比を、前記第２動力伝達路における前記動力源側の回転数である変速前回転数に対する、変速後回転数の比率としたとき、

前記第１変速比は、前記第２変速比よりも小さくなるよう構成され、

前記制御部は、前記装着主体が鉛直方向上方に進行することを取得したときに、前記第１断続機構を接続状態とする、継手装置。

[請求項5] 請求項４に記載の継手装置であって、

前記第２部材は、前記装着主体の第１部分と該第１部分と相対回動する第２部分のうち前記第１部分に装着可能に構成され、

前記継手装置は、前記第２部分に対する前記第１部分の回動力を取得する回動力取得部をさらに備える、継手装置。

[請求項6] 請求項５に記載の継手装置であって、

前記回動力取得部は、前記成す角に基づいて前記回動力を取得する、継手装置。

[請求項7] 請求項５又は６に記載の継手装置であって、

前記回動力取得部は、前記第１部分の長さに基づいて前記回動力を取得する、継手装置。

[請求項8] 請求項５～７のいずれか一項に記載の継手装置であって、

前記第１部材に加わる加重を取得する加重取得部をさらに備え、

前記回動力取得部は、前記加重取得部が取得した前記加重に基づいて前記回動力を取得する、継手装置。

[請求項9] 請求項５～８のいずれか一項に記載の継手装置であって、

前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部をさらに備え、

前記制御部は、前記回動力取得部が取得した前記回動力に基づいて、前記動力源から発生させる動力量を制御する、継手装置。

[請求項10] 第１部材と、

第２部材と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置と、を備える継手装置であって、

前記伸縮装置は、

動力源と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部と、を備え、

前記第２部材は、前記継手装置の装着主体の第１部分と該第１部分と相対回動する第２部分のうち前記第１部分に装着可能に構成され、

前記継手装置は、前記動力源を制御する制御部と、

前記第２部分に対する前記第１部分の回動力を取得する回動力取得部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記回動力取得部が取得した前記回動力に基づいて、前記動力源から発生させる動力量を制御する、継手装置。

[請求項11] 第１部材と、

第２部材と、

前記第１部材と前記第２部材との成す角を変更可能に連接する連接部と、

伸縮することにより前記第１部材と前記第２部材との前記成す角を変更可能な伸縮装置と、を備える継手装置であって、

前記伸縮装置は、

動力源と、

前記動力源の動力を伝達する動力伝達部と、を備え、

前記動力伝達部は、

前記動力を第１変速比で伝達する第１動力伝達路と、

前記動力を前記第１変速比とは異なる第２変速比で伝達する第２動力伝達路と、

を備え、

前記伸縮装置は、

前記第１動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第１断続機構と、

前記第２動力伝達路における動力の遮断及び接続を切り替える第２断続機構と、を備え、

前記継手装置は、

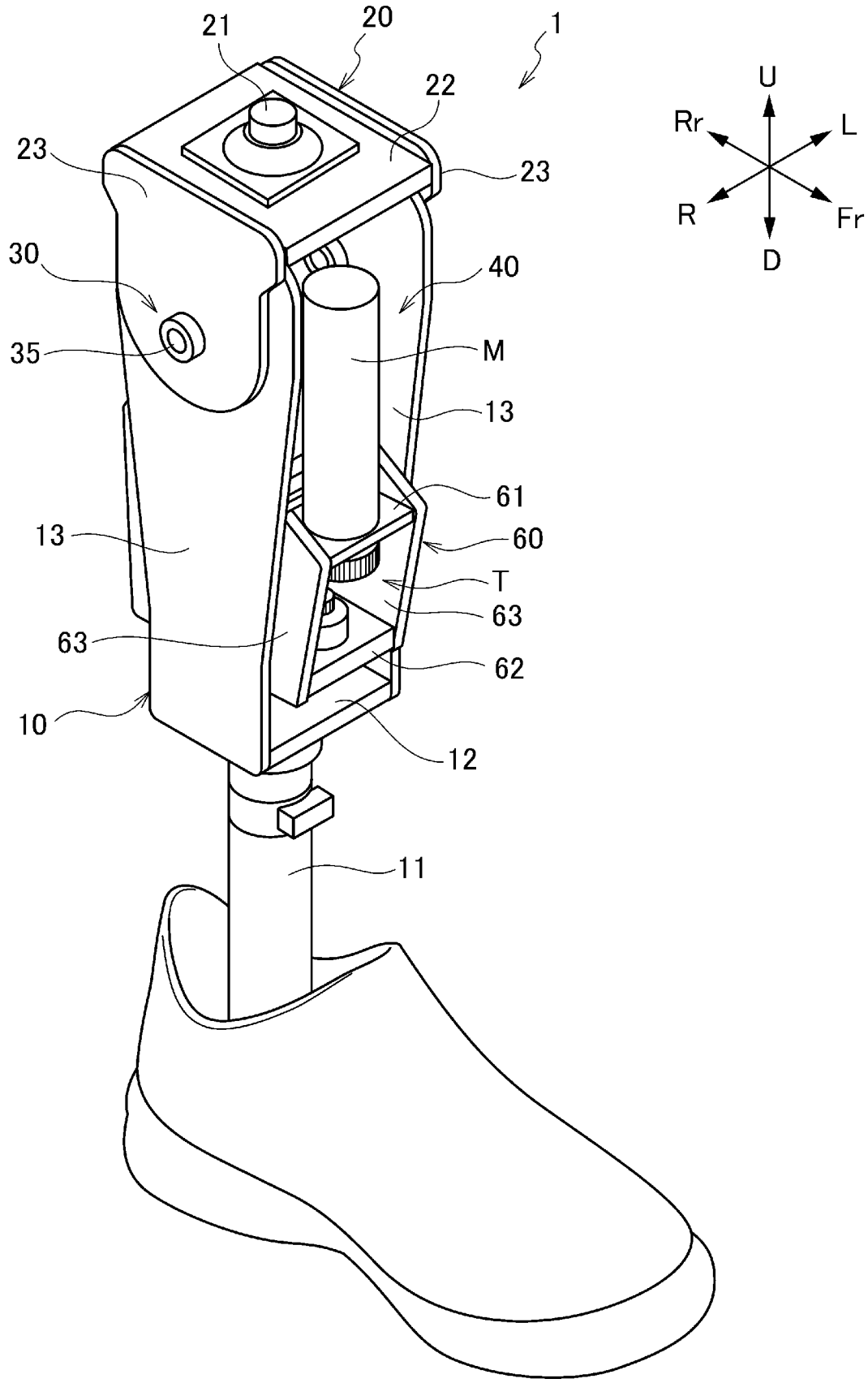
前記動力源並びに前記第１断続機構及び前記第２断続機構を制御する制御部と、

前記継手装置の装着主体の進行方向を取得する進行方向取得部と、をさらに備え、

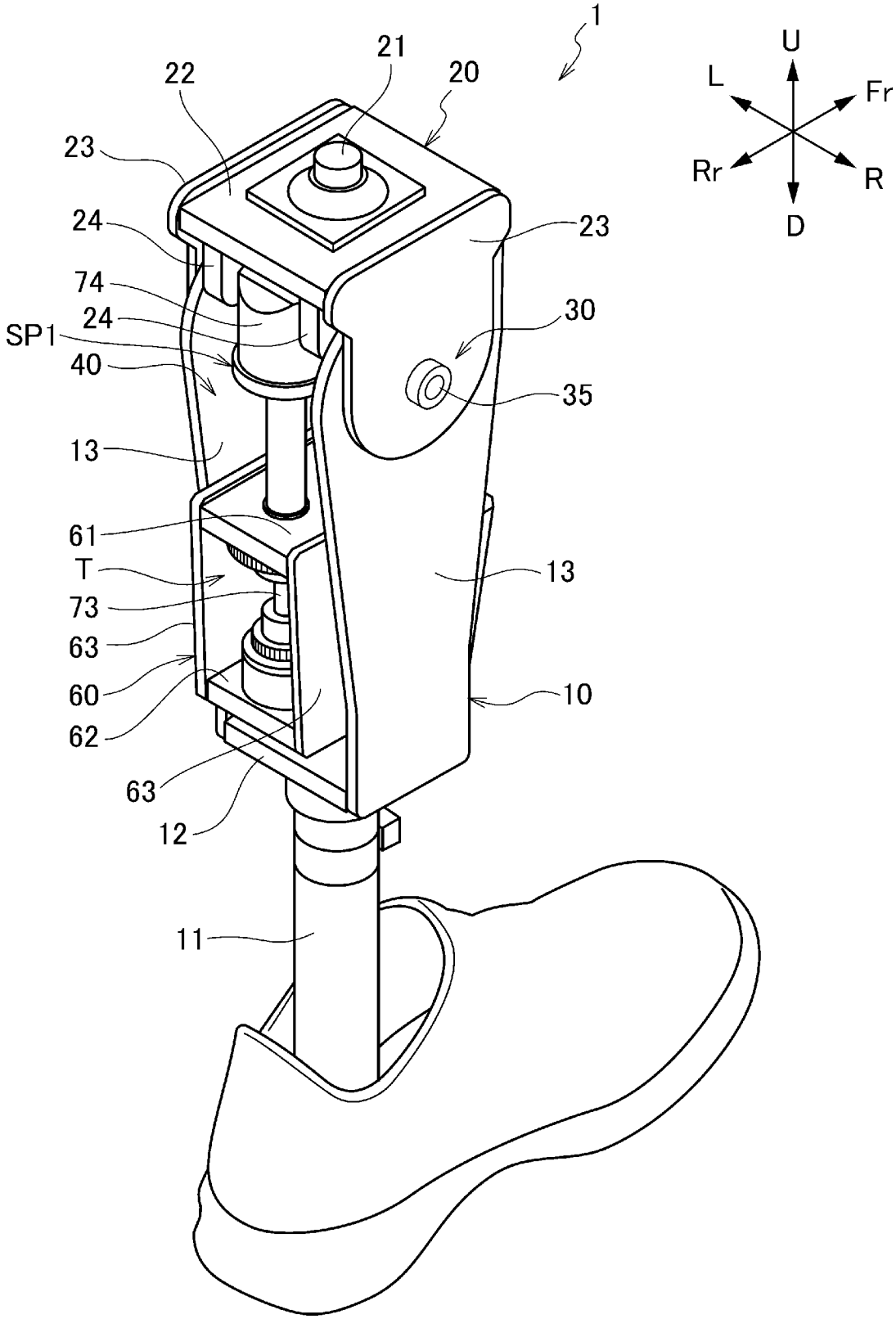
前記制御部は、前記進行方向取得部が取得した前記進行方向に基づいて、前記第１断続機構及び前記第２断続機構の少なくとも一方を制

御する、継手装置。

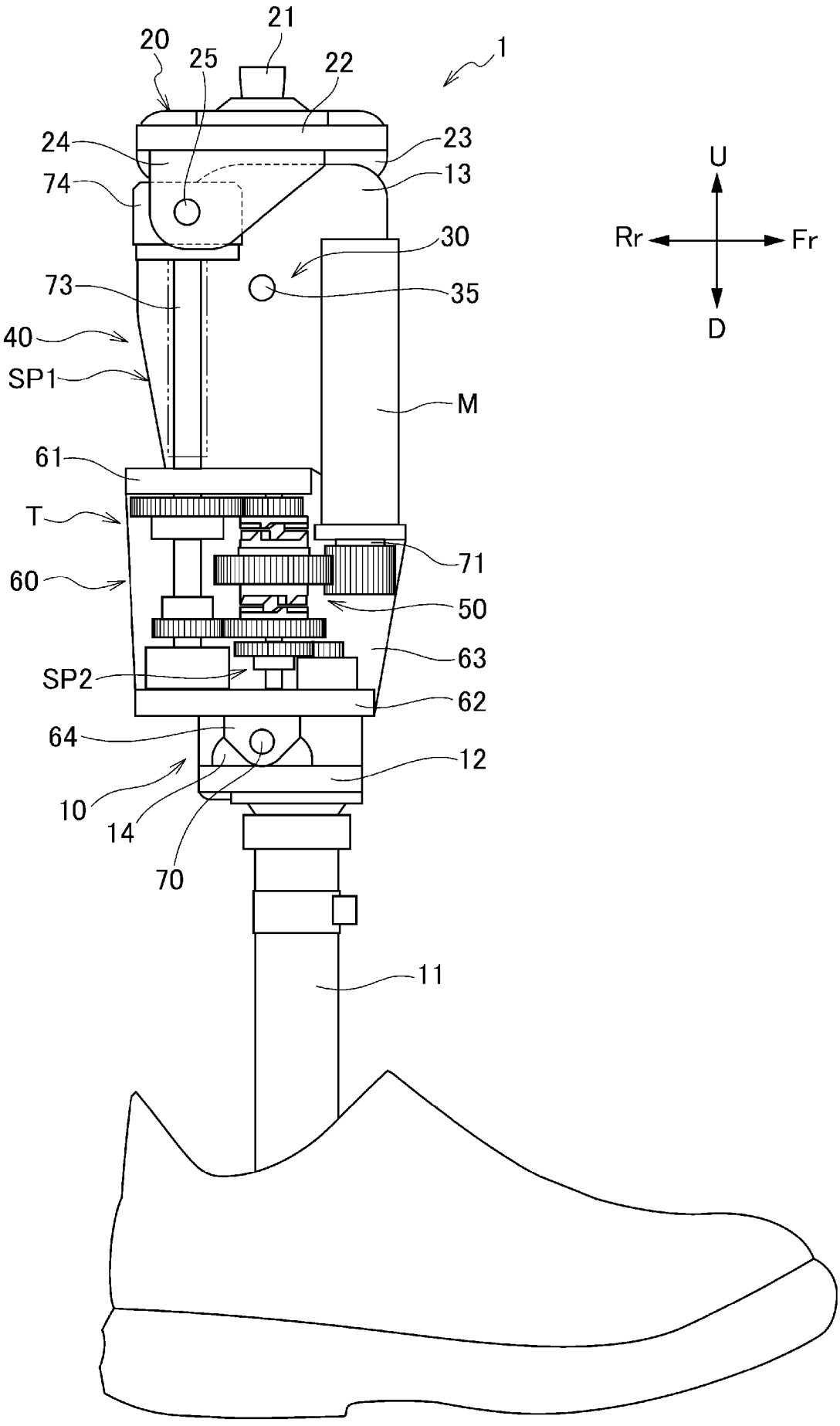
[図1]



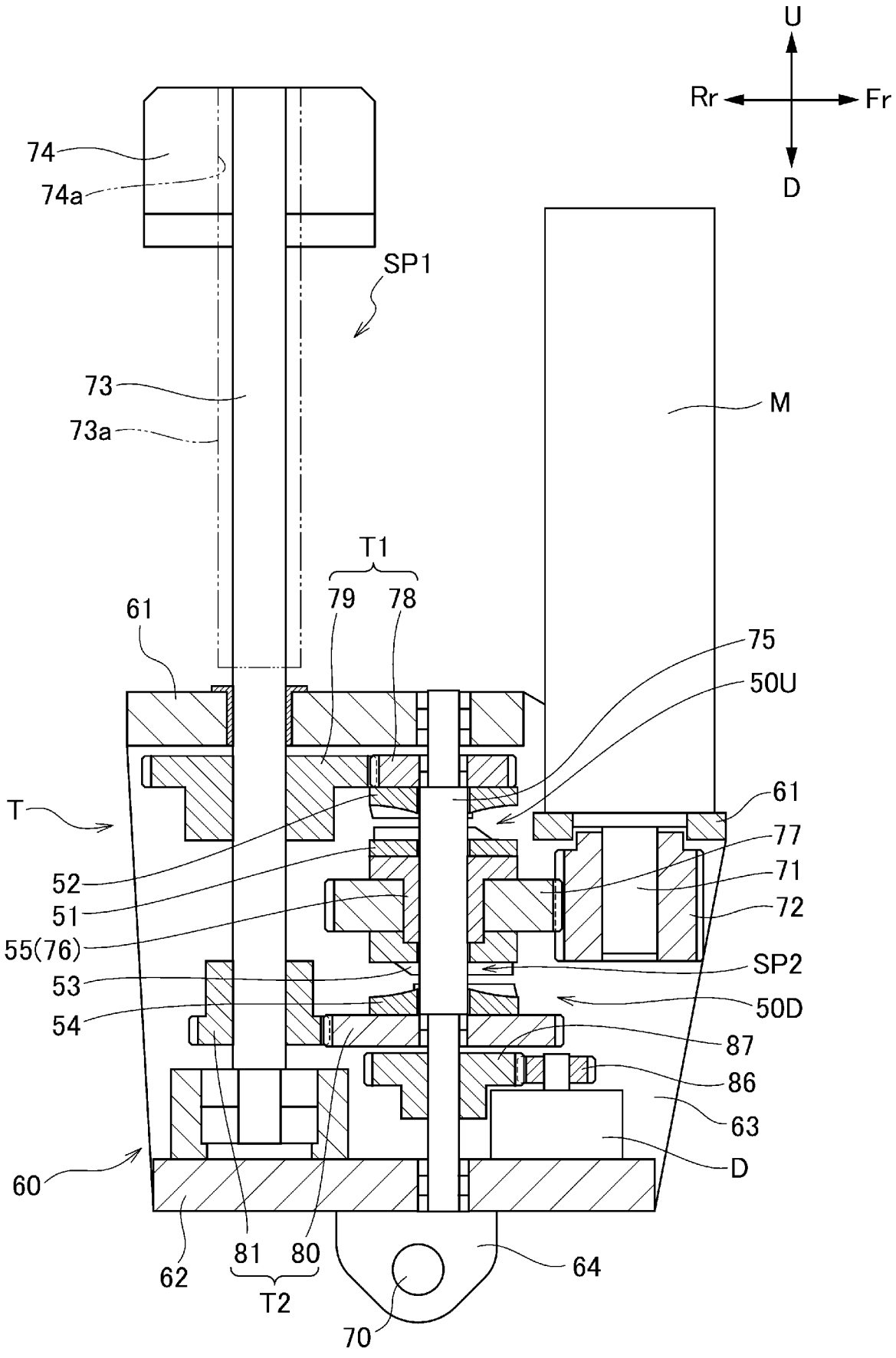
[図2]


1
21
22
20
23
24
74
24
SP1
40
13
61
T
73
63
60
62
63
12
11
23
30
35
13
10
U
L
Fr
Rr
R
D

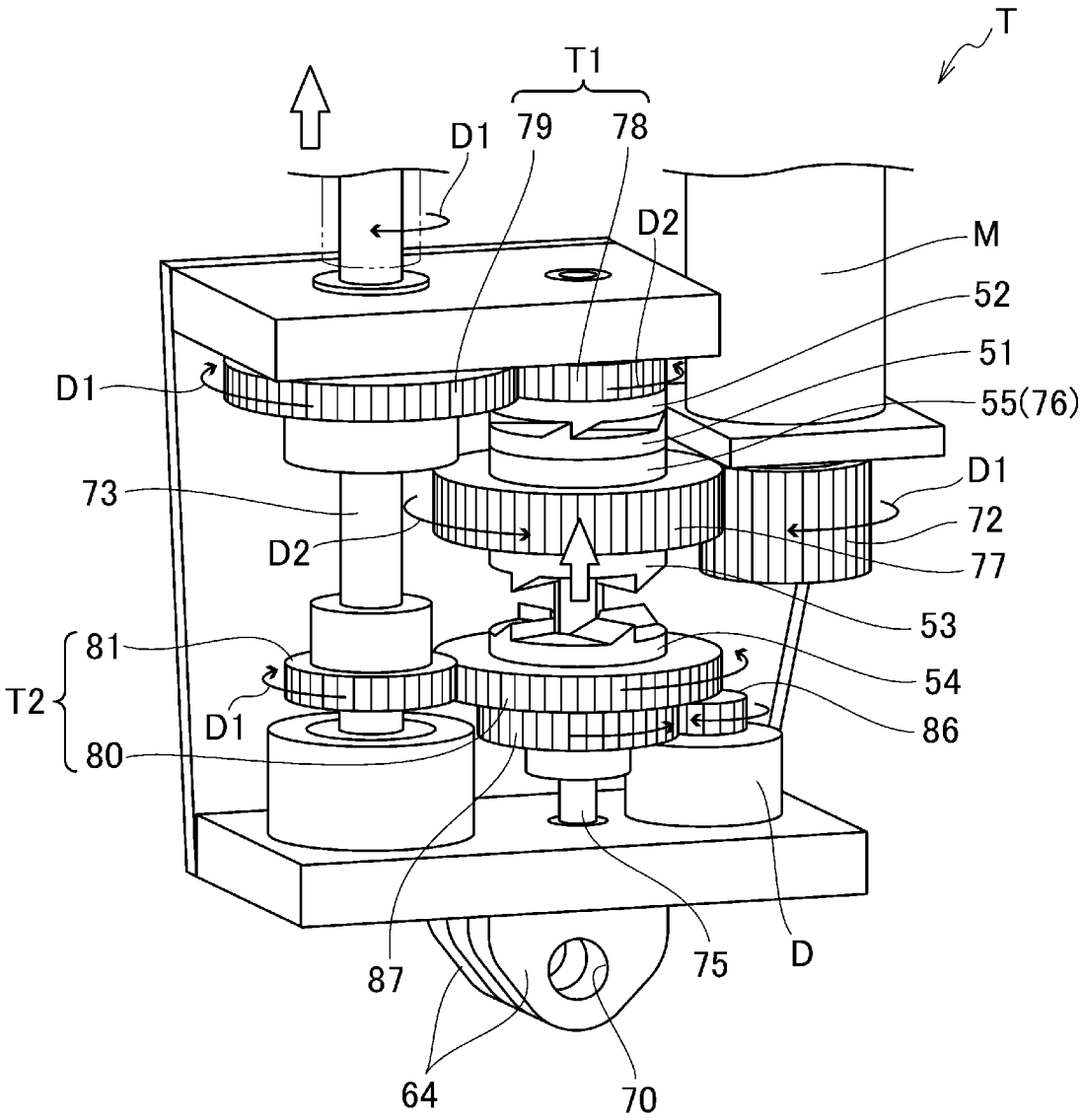
[図3]


21
20
25
22
1
24
23
74
13
30
73
35
40
SP1
M
61
T
71
60
50
63
SP2
62
64
12
10
14
70
11
U
Rr
Fr
D

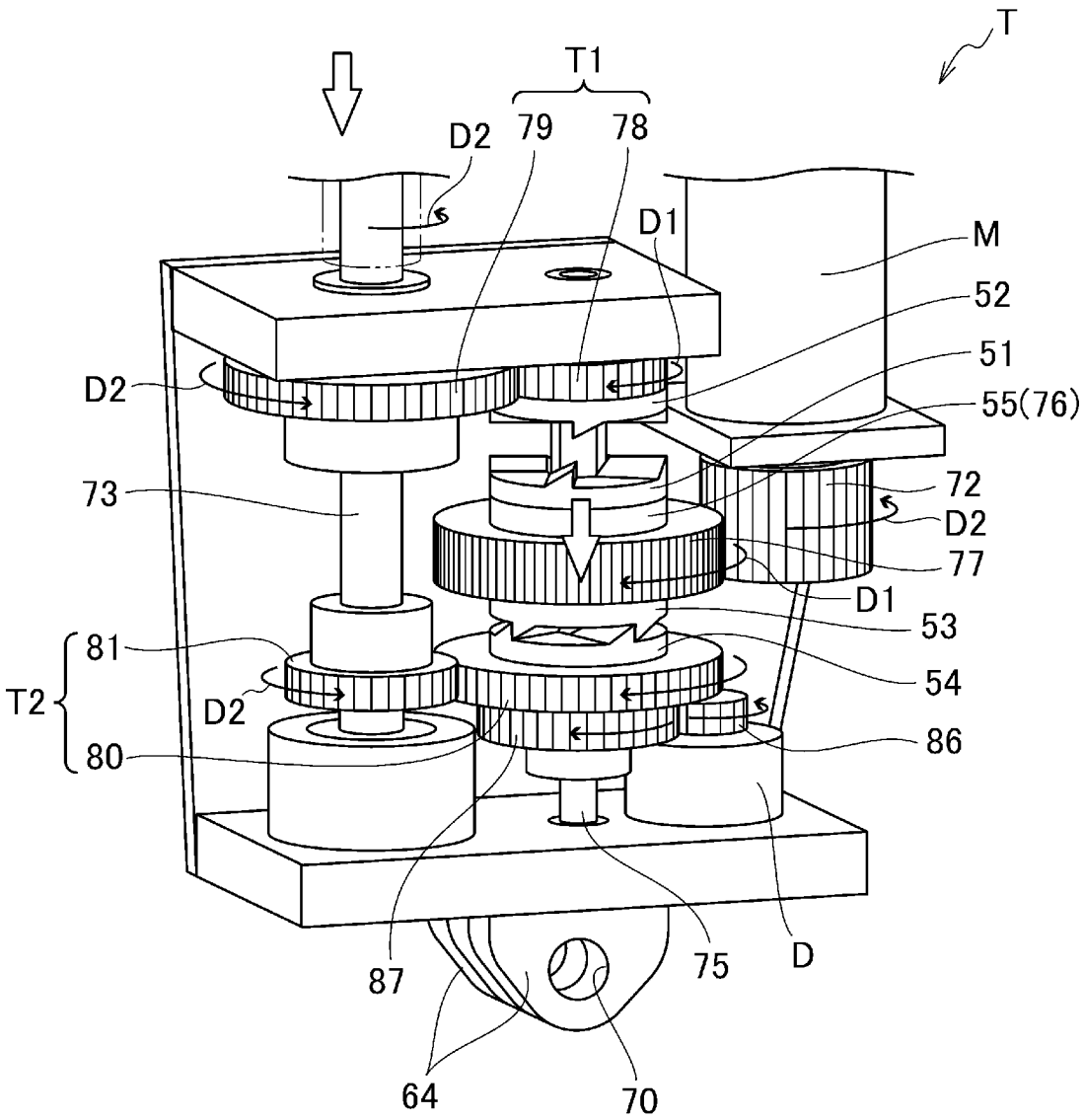
[図4]


U
Rr
Fr
D
74
74a
SP1
73
73a
M
T1
79
78
61
75
50U
T
61
77
52
71
51
72
55(76)
SP2
53
50D
54
87
86
63
D
60
62
81
80
64
T2
70

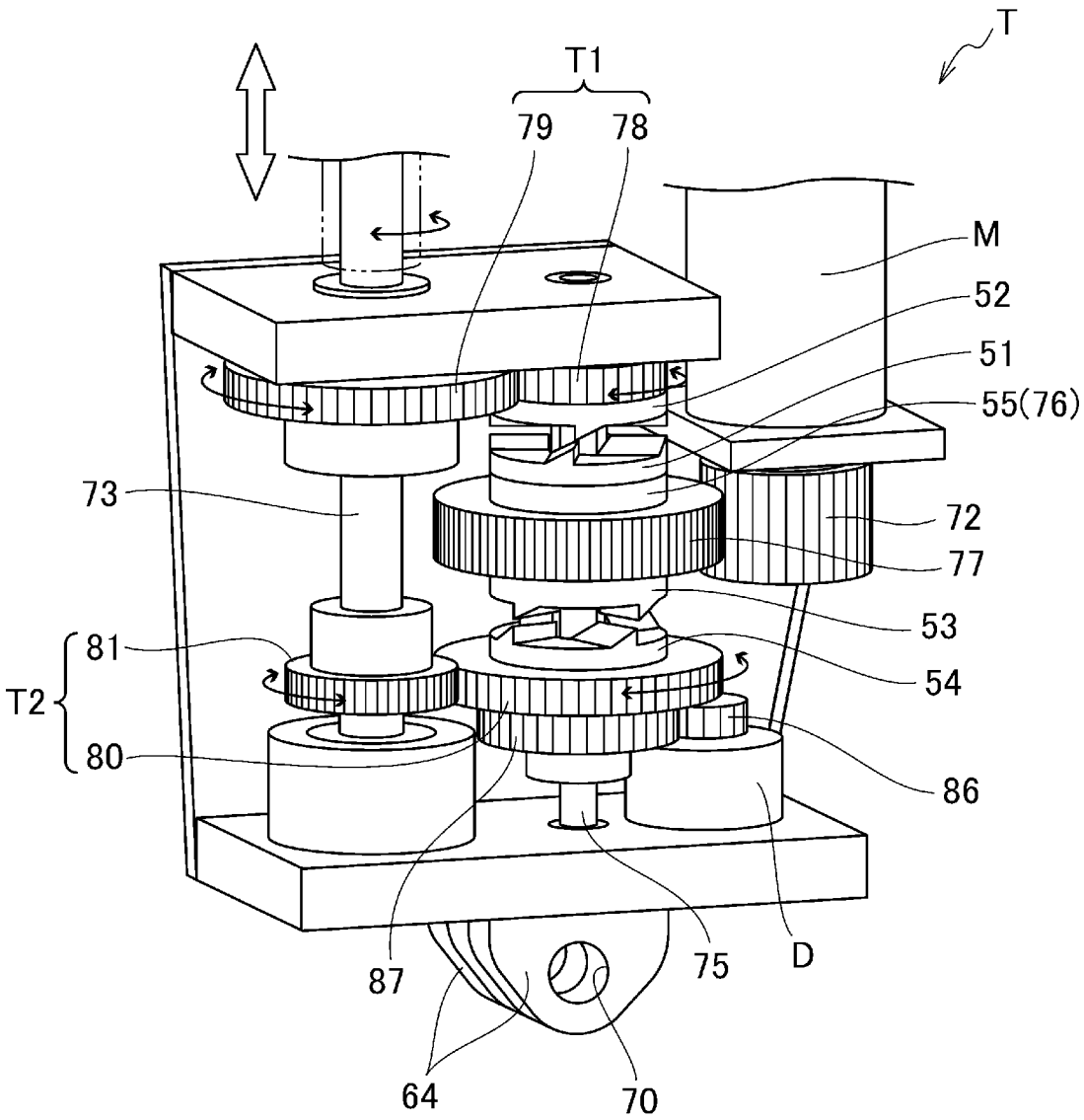
[図5A]


T
T1
D1
79
78
D2
M
52
51
55(76)
D1
73
D2
D1
72
77
53
T2
81
D1
54
86
80
87
75
D
64
70

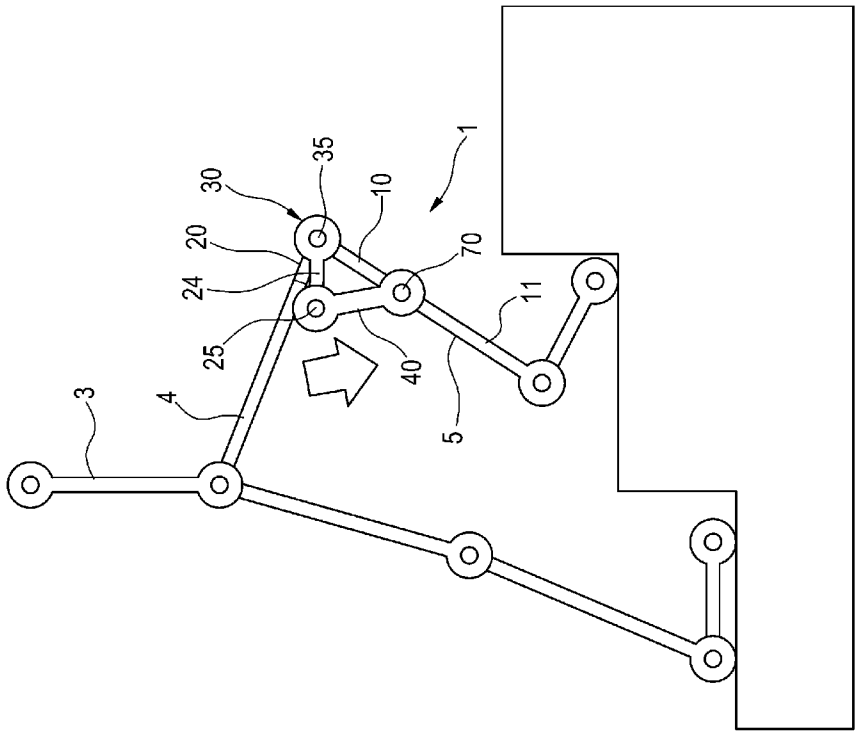
[図5B]


T
T1
D2
79
78
D1
M
52
51
55(76)
D2
73
72
D2
77
D1
53
81
T2
D2
54
80
86
87
75
D
64
70

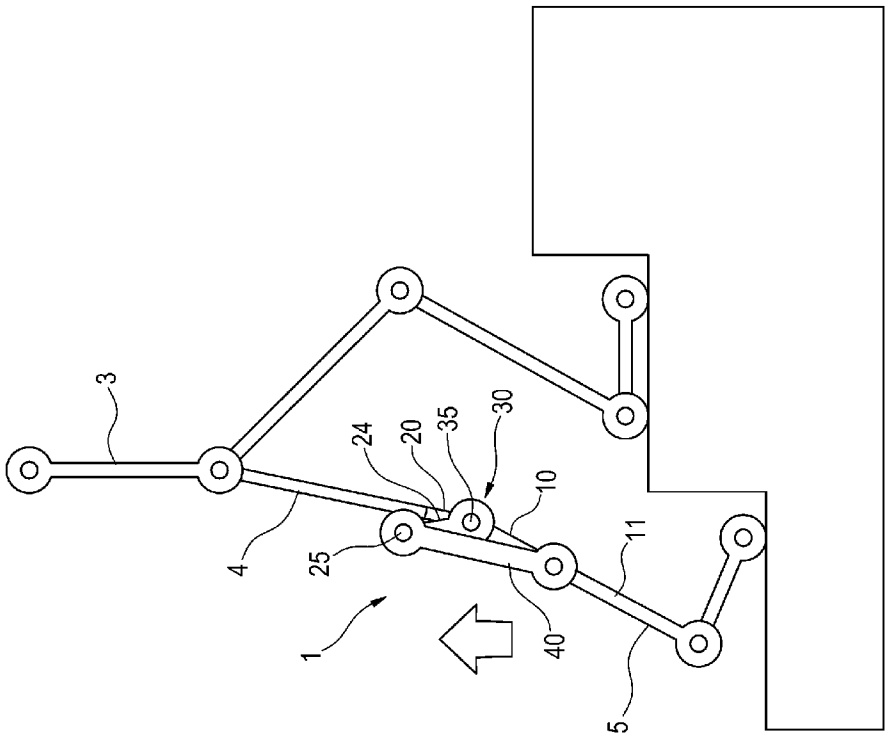
[図5C]



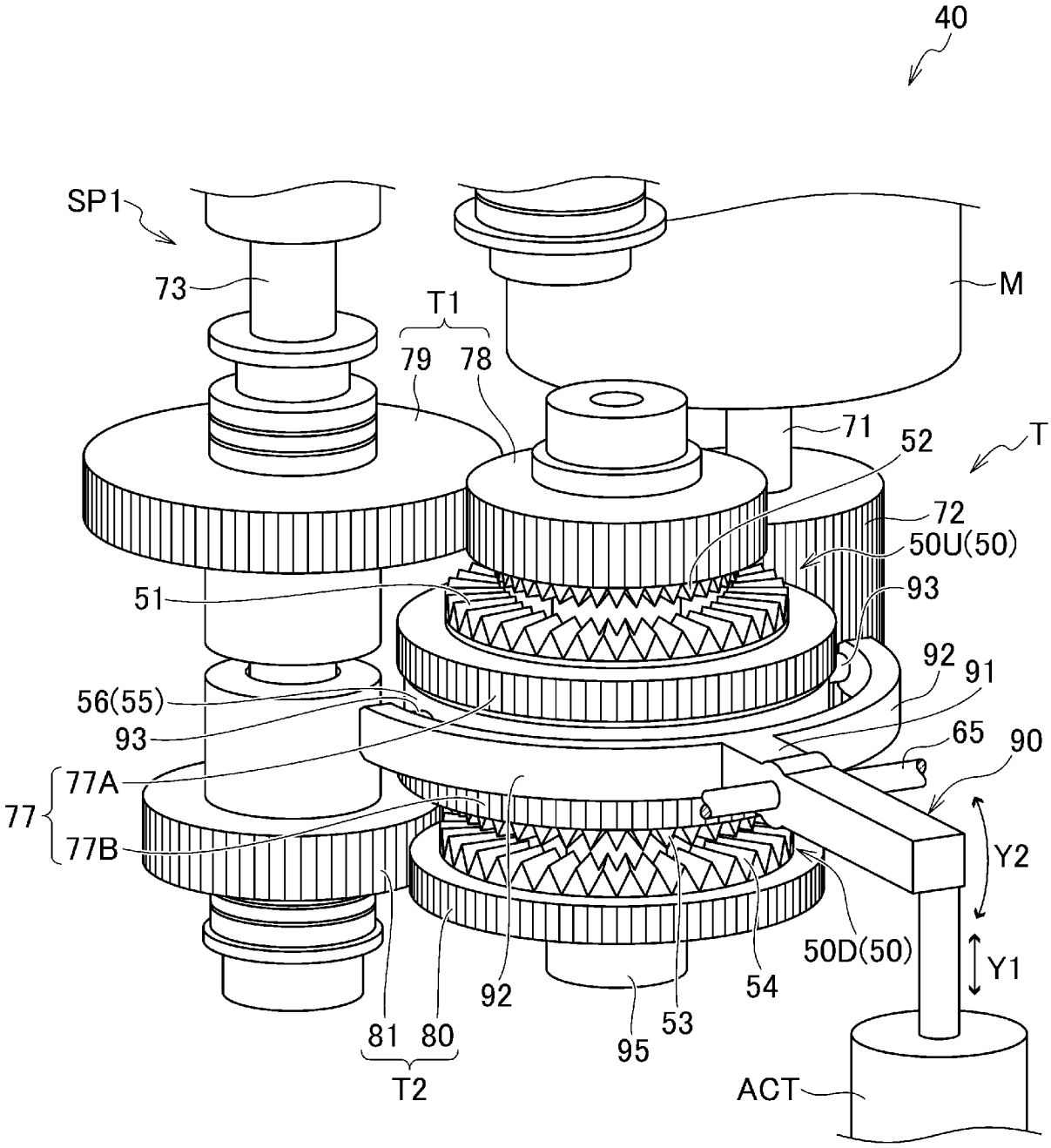
[図6]



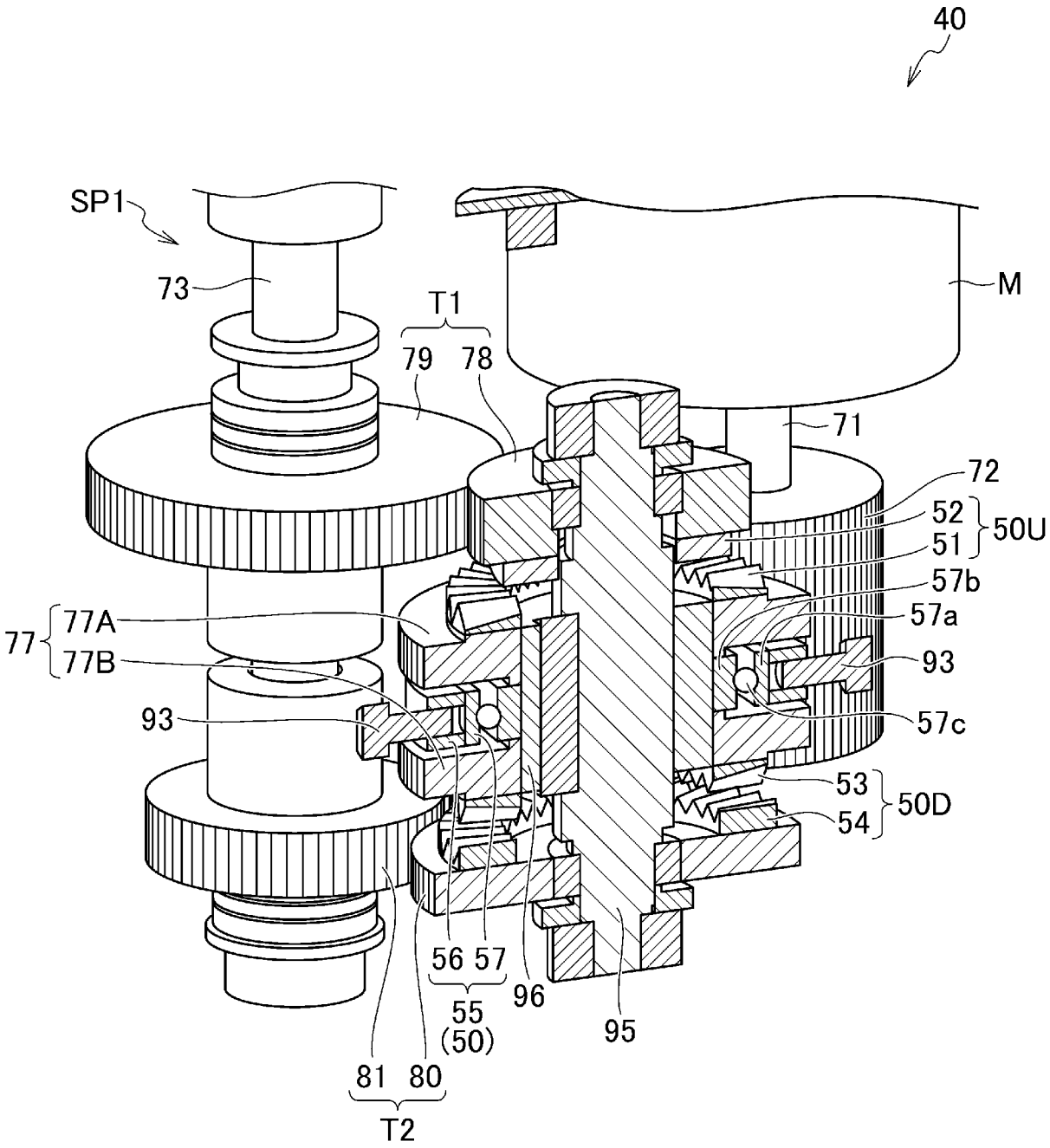
[図7]



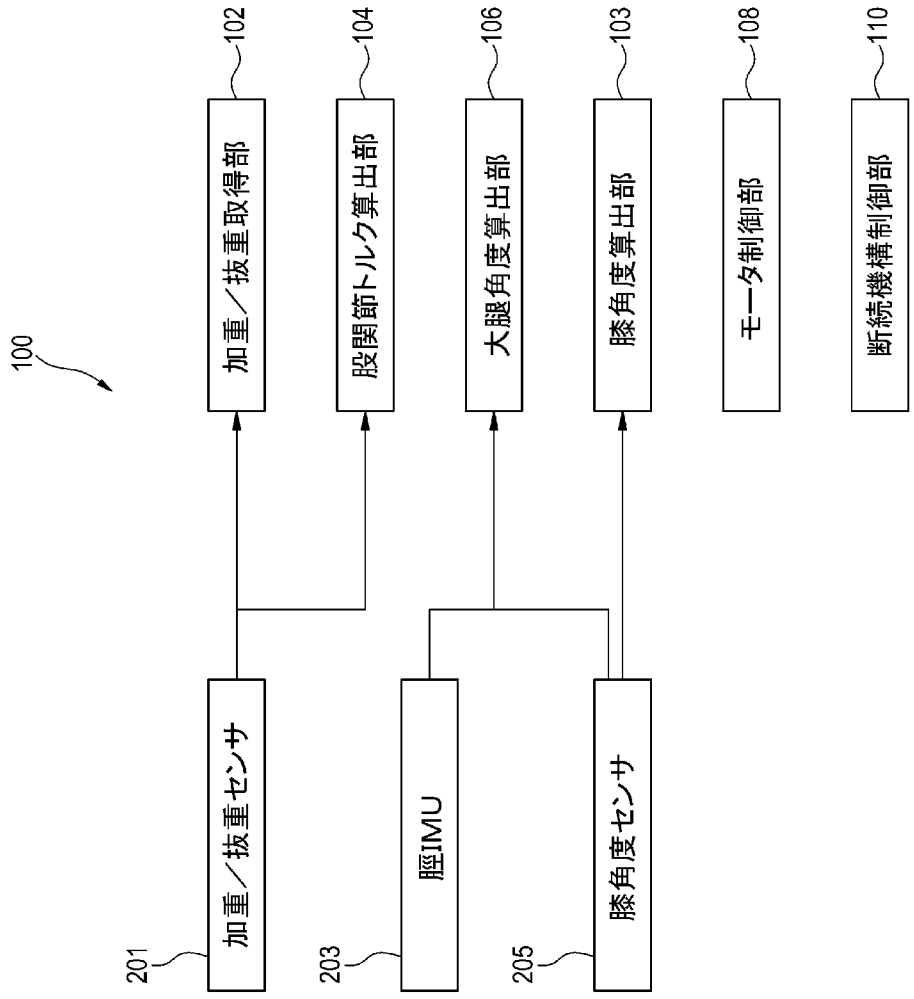
[図8]


40
SP1
73
T1
79
78
M
71
52
T
72
50U(50)
51
93
92
91
56(55)
93
65
90
77
77A
77B
Y2
Y1
50D(50)
54
92
53
81
80
95
T2
ACT

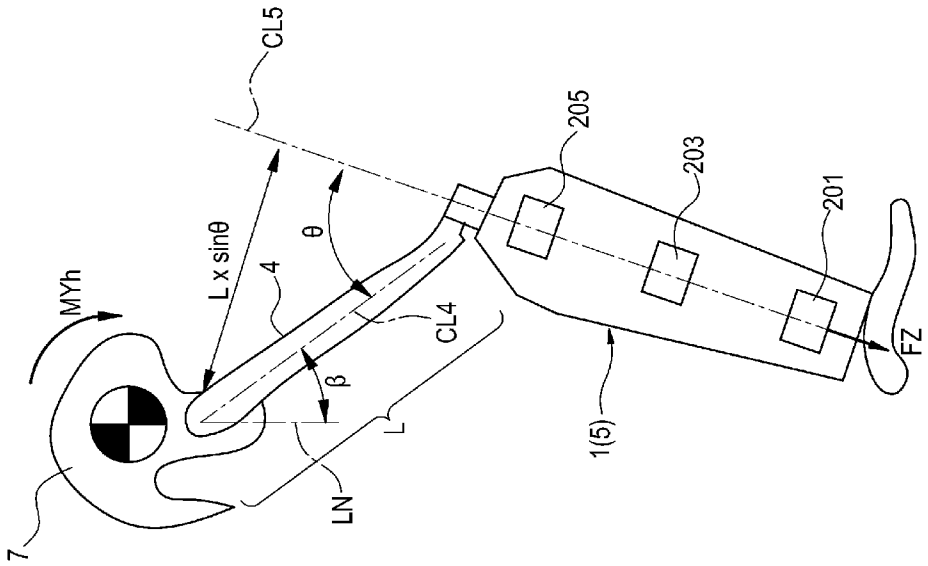
[図9]


40
SP1
73
T1
79
78
M
71
72
52
51
50U
57b
57a
93
57c
53
54
50D
77
77A
77B
93
56 57
55
(50)
96
95
81 80
T2

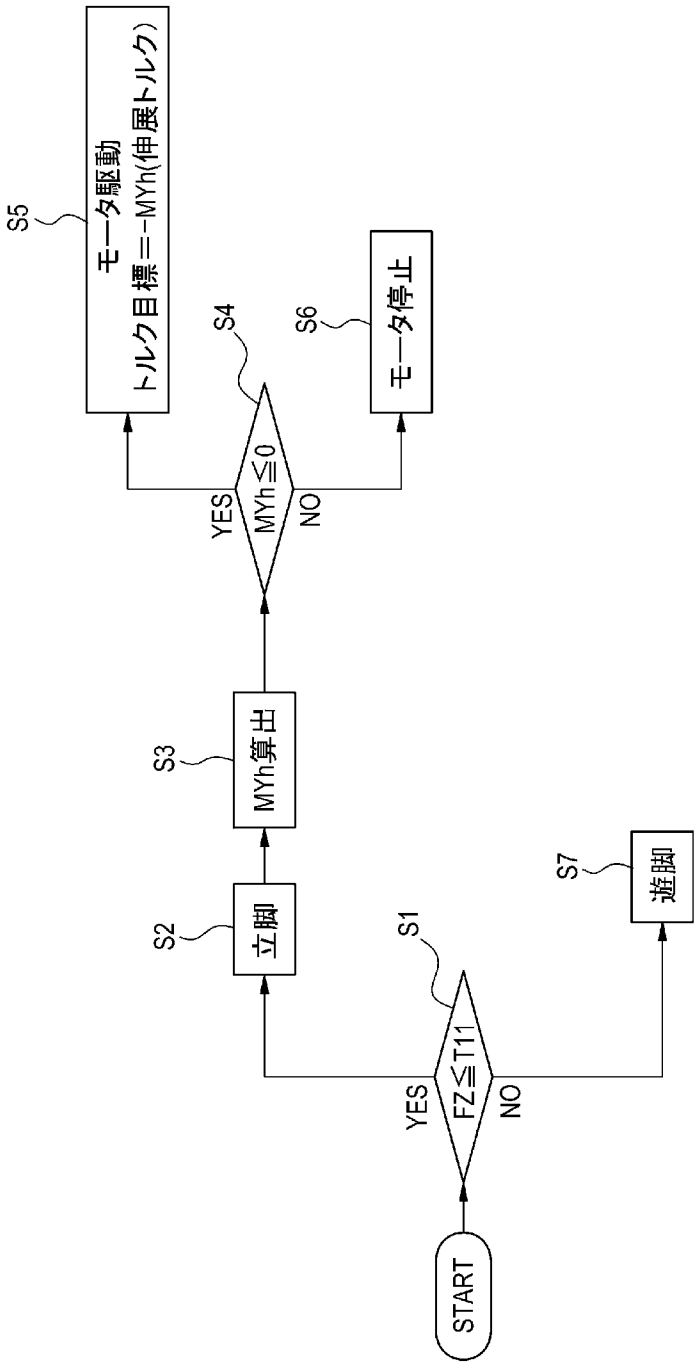
[図10]


100
加重／抜重取得部
102
股関節トルク算出部
104
大腿角度算出部
106
膝角度算出部
103
モータ制御部
108
断続機構制御部
110
加重／抜重センサ
201
脛IMU
203
膝角度センサ
205

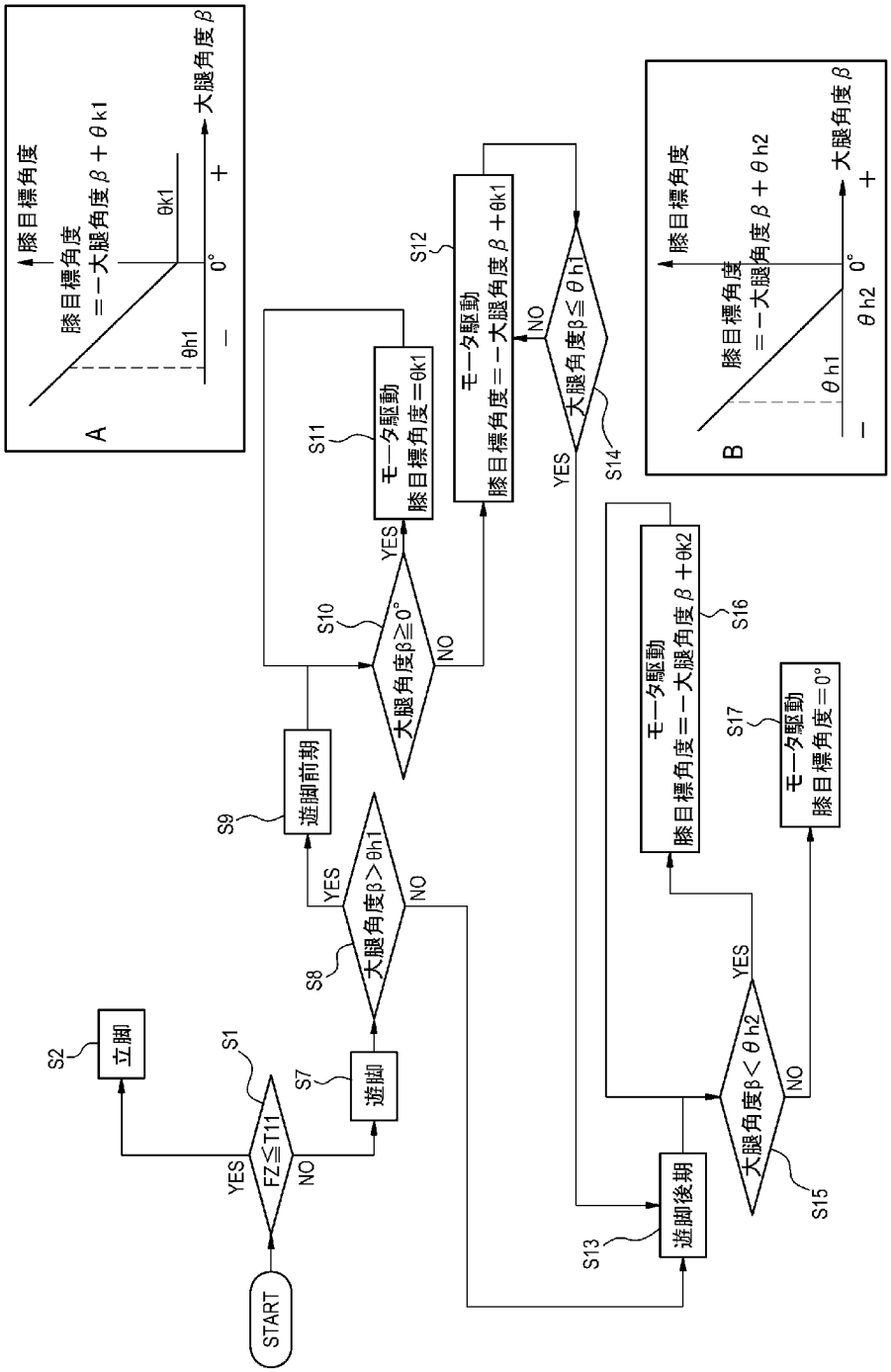
[図11]



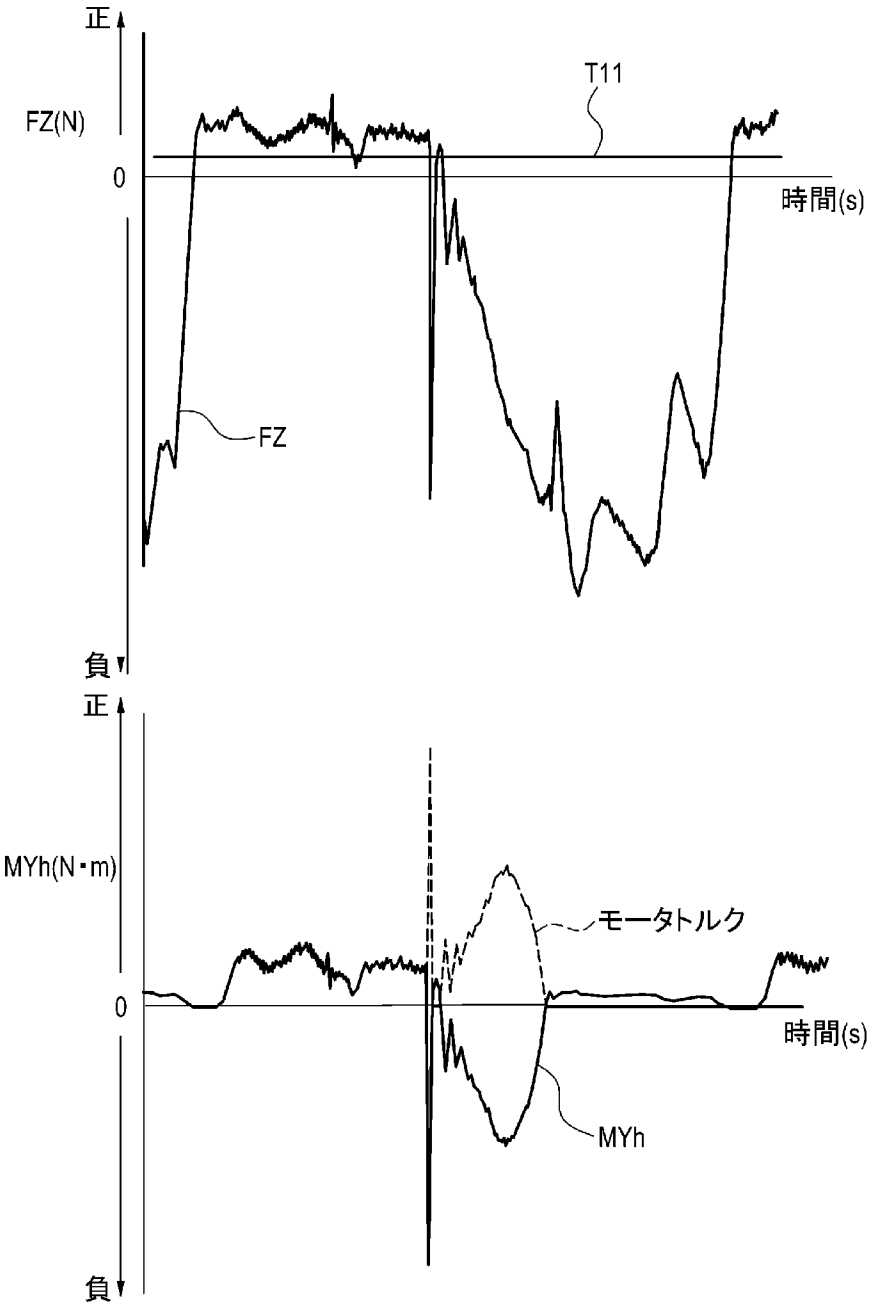
[図12]


START
FZ≦T11
S1
YES
NO
遊脚
S7
立脚
S2
MYh算出
S3
MYh≦0
S4
YES
NO
モータ停止
S6
モータ駆動
トルク目標＝−MYh(伸展トルク)
S5

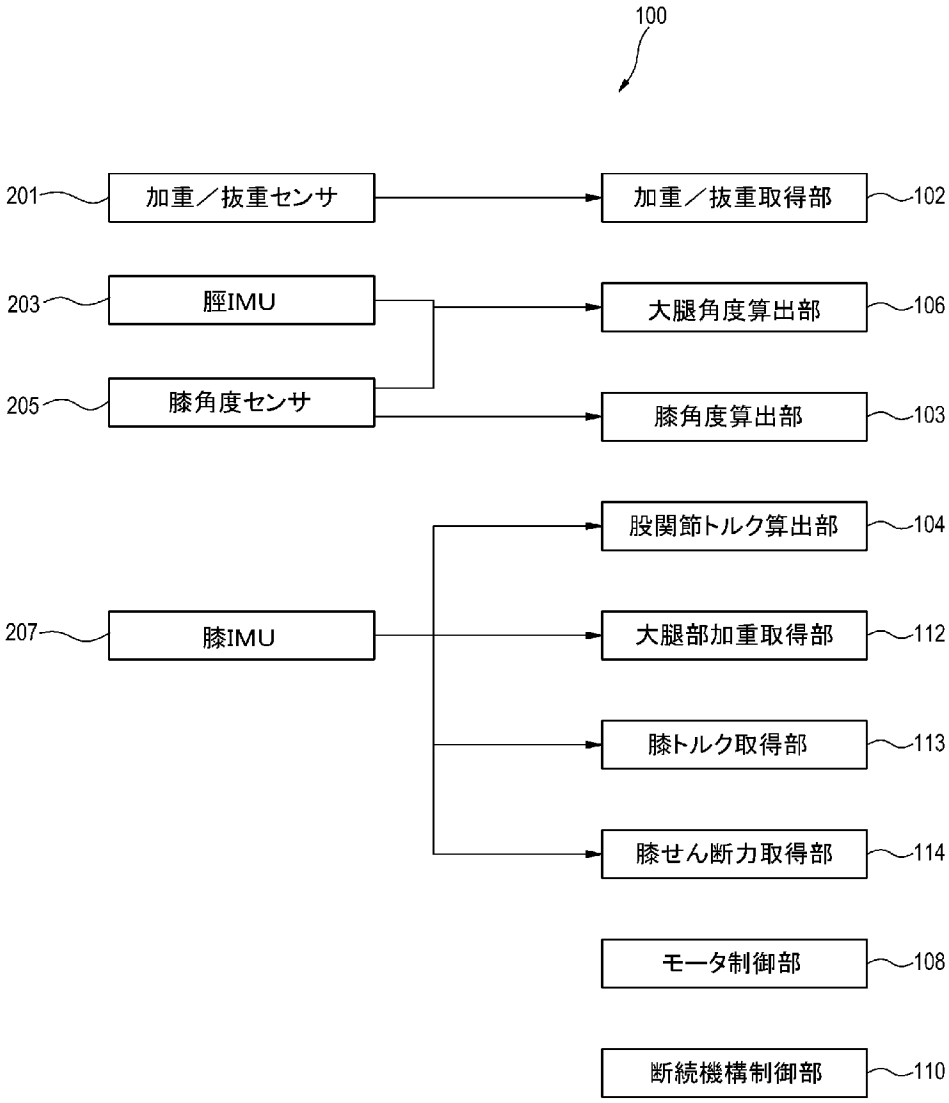
[図13]


膝目標角度
膝目標角度＝－大腿角度β＋θk1
θk1
θh1
0°
＋
－
大腿角度β
A
膝目標角度
膝目標角度＝－大腿角度β＋θh2
θh1
θh2
0°
＋
－
大腿角度β
B
START
FZ≦T11
YES
NO
S1
立脚
S2
遊脚
S7
大腿角度β＞θh1
YES
NO
S8
遊脚前期
S9
大腿角度β≧0°
YES
NO
S10
モータ駆動
膝目標角度＝θk1
S11
モータ駆動
膝目標角度＝－大腿角度β＋θk1
S12
大腿角度β≦θh1
YES
NO
S14
遊脚後期
S13
大腿角度β＜θh2
YES
NO
S15
モータ駆動
膝目標角度＝－大腿角度β＋θk2
S16
モータ駆動
膝目標角度＝0°
S17

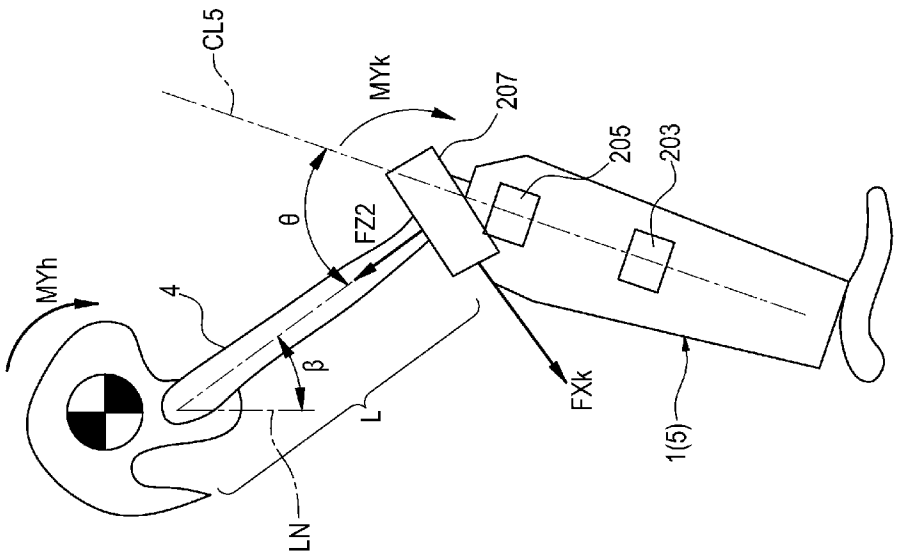
[図14]



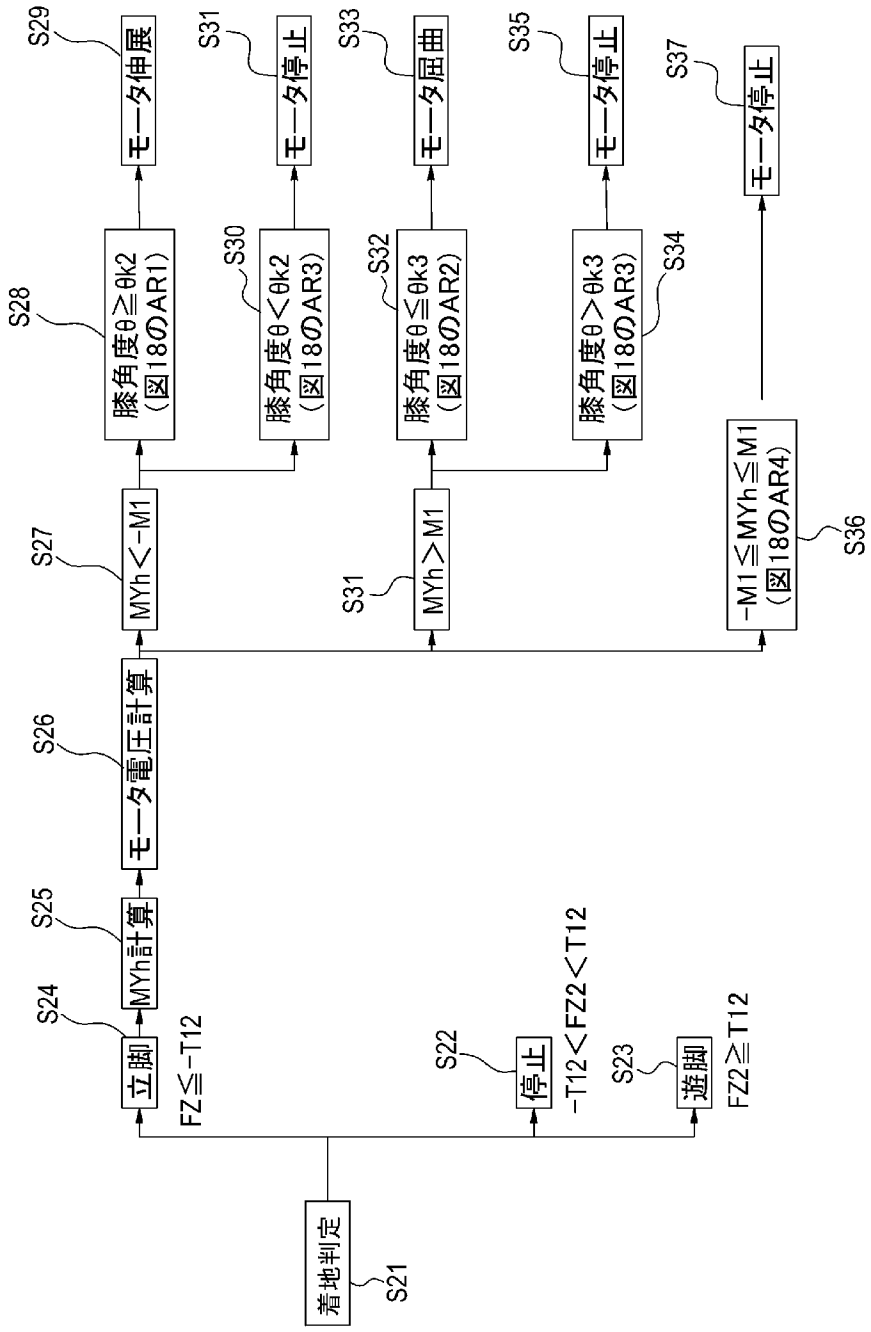
[図15]


100
201
加重／抜重センサ
加重／抜重取得部
102
203
脛IMU
大腿角度算出部
106
205
膝角度センサ
膝角度算出部
103
股関節トルク算出部
104
207
膝IMU
大腿部加重取得部
112
膝トルク取得部
113
膝せん断力取得部
114
モータ制御部
108
断続機構制御部
110

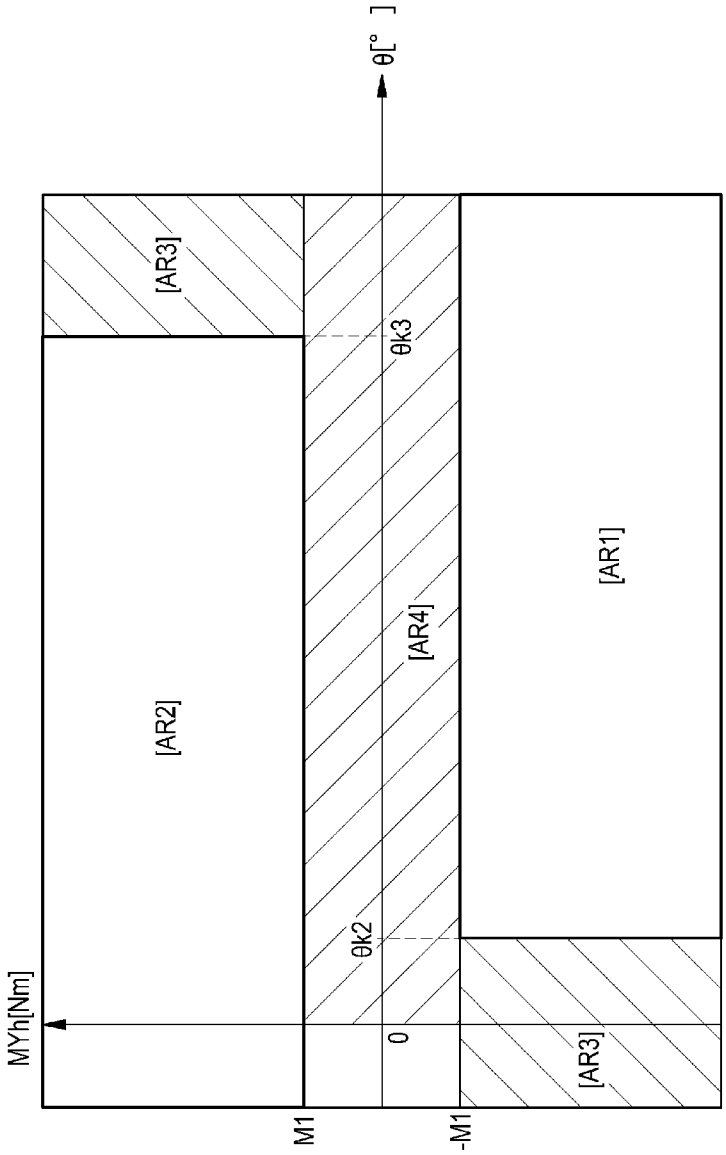
[図16]



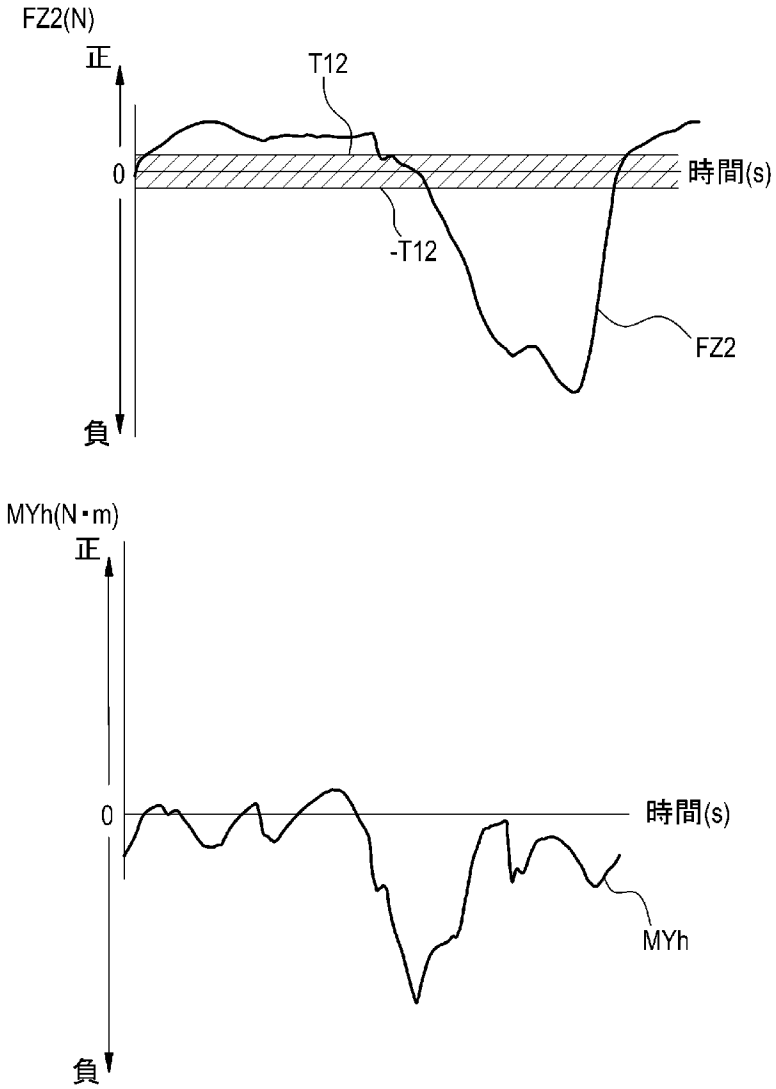
[図17]


着地判定
S21
立脚
S24
FZ≦-T12
停止
S22
-T12<FZ2<T12
遊脚
S23
FZ2≧T12
MYh計算
S25
モータ電圧計算
S26
MYh<-M1
S27
MYh>M1
S31
-M1≦MYh≦M1
(図18のAR4)
S36
膝角度θ≧θk2
(図18のAR1)
S28
膝角度θ<θk2
(図18のAR3)
S30
膝角度θ≦θk3
(図18のAR2)
S32
膝角度θ>θk3
(図18のAR3)
S34
モータ伸展
S29
モータ停止
S31
モータ屈曲
S33
モータ停止
S35
モータ停止
S37

[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/007967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16D 43/202(2006.01)i; ***A61F 2/62***(2006.01)i; ***F16H 21/10***(2006.01)i; ***F16H 25/20***(2006.01)i; ***F16H 35/00***(2006.01)i; ***F16H 37/12***(2006.01)i
FI: F16H21/10 Z; A61F2/62; F16H37/12 Z; F16H25/20 Z; F16H35/00 B; F16D43/202

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)

F16D43/202; A61F2/62; F16H21/10; F16H25/20; F16H35/00; F16H37/12

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2018/092325 A1 (CYBERDYNE INC) 24 May 2018 (2018-05-24) paragraphs [0025]-[0034], [0040], [0113]-[0116], fig. 1-13	10
A		1-9, 11
A	WO 2020/203762 A1 (HONDA MOTOR CO LTD) 08 October 2020 (2020-10-08)	1-11
A	JP 5-146978 A (HONDA MOTOR CO LTD) 15 June 1993 (1993-06-15)	1-11
A	JP 2013-136136 A (MORIKAWA, Atsuo) 11 July 2013 (2013-07-11)	1-11

☐ 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
28 April 2022	**17 May 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/007967

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2018/092325 A1	24 May 2018	US 2019/0328553 A1 paragraphs [0038]-[0047], [0053], [0131]-[0134], fig. 1-13 EP 3542762 A1	
WO 2020/203762 A1	08 October 2020	(Family: none)	
JP 5-146978 A	15 June 1993	(Family: none)	
JP 2013-136136 A	11 July 2013	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/007967

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F16D 43/202(2006.01)i; A61F 2/62(2006.01)i; F16H 21/10(2006.01)i; F16H 25/20(2006.01)i; F16H 35/00(2006.01)i; F16H 37/12(2006.01)i
FI: F16H21/10 Z; A61F2/62; F16H37/12 Z; F16H25/20 Z; F16H35/00 B; F16D43/202

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））

F16D43/202; A61F2/62; F16H21/10; F16H25/20; F16H35/00; F16H37/12

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	WO 2018/092325 A1 (CYBERDYNE株式会社) 24.05.2018 (2018-05-24) 段落[0025]-[0034],[0040],[0113]-[0116], 図1-13	10
A		1-9, 11
A	WO 2020/203762 A1 (本田技研工業株式会社) 08.10.2020 (2020-10-08)	1-11
A	JP 5-146978 A (本田技研工業株式会社) 15.06.1993 (1993-06-15)	1-11
A	JP 2013-136136 A (森川　淳夫) 11.07.2013 (2013-07-11)	1-11

☐ 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
28.04.2022	17.05.2022

名称及びあて先
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

権限のある職員（特許庁審査官）
長清　吉範 3J 3114
電話番号 03-3581-1101 内線 3328

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/JP2022/007967

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/092325 A1	24.05.2018	US 2019/0328553 A1 段落[0038]-[0047],[0053], [0131]-[0134], 第1-13図 EP 3542762 A1	
WO 2020/203762 A1	08.10.2020	（ファミリーなし）	
JP 5-146978 A	15.06.1993	（ファミリーなし）	
JP 2013-136136 A	11.07.2013	（ファミリーなし）	