

(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
2011 年 9 月 22 日(22.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/114457 A1

- (51) 国際特許分類:
A61H 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054551
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 17 日(17.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 青木 英祐 (AOKI Eisuke) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 真鍋 周平 (MANABE Shuhei) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 鴻巣 仁司 (KONOSU Hitoshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田

市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 今井田 昌幸 (IMAIDA Masayuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 中島 一誠 (NAKASHIMA Issei) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 海老原 康弘 (EBIHARA Yasuhiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 快友国際特許事務所 (KAI-U PATENT LAW FIRM); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅二丁目 4 番 1 4 号 日石名駅ビル 7 階 Aichi (JP).

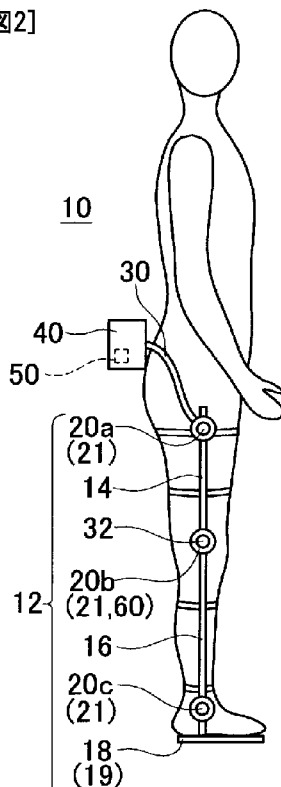
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

[続葉有]

(54) Title: LEG ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 脚補助装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is a leg assistance device that takes measures to deal with abnormal situations, to fit the particular situation, and is provided with a leg apparatus and a controller. The leg apparatus is provided with an upper link, a lower link, a rotating joint, and an actuator. The upper link is mounted on the thigh of the user. The lower link is mounted on the lower leg of the user. The rotating joint pivotably connects the upper link and the lower link. The actuator causes the lower link to pivot in relation to the upper link. The controller outputs a command value to the actuator so that the pivot angle of the lower link follows a target trajectory. Additionally, if the controller detects an abnormal situation before outputting the command value to the actuator, the controller executes a first abnormal situation determination action that blocks torque transmission from the actuator to the user.

(57) 要約: 状況に適した異常発生時の処理を備えた脚補助装置を提供する。脚補助装置は、脚装具とコントローラを備える。脚装具は、上リンク、下リンク、回転ジョイント、及び、アクチュエータを備える。上リンクは、ユーザの大腿に装着される。下リンクは、ユーザの下腿に装着される。回転ジョイントは、上リンクと下リンクを揺動可能に連結する。アクチュエータは、上リンクに対して下リンクを揺動させる。コントローラは、下リンクの揺動角が目標軌道に追従するようにアクチュエータに指令値を出力する。コントローラはさらに、アクチュエータへ指令値を出力する前に異常を検知した場合にアクチュエータからユーザへのトルク伝達を遮断する第1異常判定処理を実行する。



MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

(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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：脚補助装置

技術分野

[0001] 本発明は、ユーザの脚の関節にトルクを加えて脚の動作を補助する脚補助装置に関する。ユーザの四肢（limbs）の関節にトルクを加えてユーザの筋力を補強する動作補助装置が研究されている。そのような装置は、典型的には、ユーザの四肢に沿って装着される多リンク多関節のロボット機構を備えている。そのような機構を有する動作補助装置は、「ロボットスーツ」、「エグゾスケルトンロボット（exoskeleton robot）」、或いは、「動力付装具（powered orthosis）」と呼ばれることがある。本明細書が開示する技術は、そのように俗称される装置の一種であり、特にユーザの脚に沿って装着される装置（脚補助装置、leg support device）に関する。

背景技術

[0002] 脚補助装置は、作業員や軍人など、装置を扱う訓練を受けた者のための装置と、非健康者など、装置を扱う訓練を受けない者が使うための装置の２種類がある。本明細書が開示する技術は、どちらかといえば、後者の装置に関する。以下、本明細書で用いる用語の幾つかを念のため確認しておく。本明細書では、ユーザが自在に動かすことができる脚を「健常脚」（Sound Leg）と称し、少なくとも１つの関節を自由に動かすことができない脚を「患脚」（Affected Leg）と称する。また、本明細書では、膝と足首の間の部分を「下腿」と称し、股関節と膝関節の間の部分を大腿と称する。

[0003] 脚の動作を補助する脚補助装置は、典型的な機構として、ユーザの脚に装着される脚装具を有する。脚装具は、ユーザの大腿に装着される上リンクと、ユーザの下腿に装着される下リンクと、上リンクと下リンクを揺動可能に連結する回転ジョイントと、上リンクに対して下リンクを揺動させるアクチュエータで構成されている。脚補助装置は、主としてユーザの膝関節にトルクを加え、歩行動作、着座動作、或いは立ち上がり動作を補助する。なお、

脚補助装置は、膝関節の他に足首関節や股関節にトルクを加えるアクチュエータを有していてもよい。しかしながら、人間の動作は膝関節への負担が大きいため、そのような脚補助装置の主たる目的は膝関節へのトルク付与、即ち、膝関節の負担軽減である。

[0004] 脚の動作を補助する脚補助装置の場合、不具合が生じると転倒に繋がる虞がある。そのため、脚補助装置は、何らかの不具合が生じたときに、可能な限り転倒を回避するような仕組み（measures）を備えることが好ましい。特に、脚を自由に動かすことができない非健常者に使用される脚補助装置にはそのような仕組みを備えることが重要である。

[0005] そのような仕組みの例として、日本国特許公開公報 2006-61460（以下、特許文献 1）には、異常を検知した場合にユーザへの動力伝達を遮断する装置が開示されている。また、日本国特許公開公報 2002-191654（以下、特許文献 2）には、膝関節へのトルク伝達機構としてボールねじを採用し、電力供給がストップしても伝達機構が膝関節を支え続けることができる脚補助装置が開示されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献 1 の技術は、異常が発生したときに膝関節を受動揺動自在にする。特許文献 2 の技術は、異常が発生したときに膝関節を拘束（ロック）する。ここで、「受動揺動自在」とは、外から加わる力によって下腿が動くことが許容されることを意味する。膝関節を受動揺動自在にすると、過大な力が膝関節に加わることを防止できるが、体重を支えることができなくなる。膝関節をロックすると、体重を支えることはできるが、過大な力が膝関節に加わる虞がある。異常が発生した場合に、どのように対処するかは状況に依存する。本明細書は、状況に適した異常発生時の処理を備えた脚補助装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本明細書が開示する脚補助装置は、脚装具とコントローラを備えている。

脚装具は、ユーザの大腿に装着される上リンクと、ユーザの下腿に装着される下リンクと、上リンクと下リンクを揺動可能に連結する回転ジョイントと、上リンクに対して下リンクを揺動させるアクチュエータとを有する。コントローラは、下リンクの揺動角が目標軌道に追従するようにアクチュエータに指令値を出力する。

[0008] そのような脚補助装置においては、異常発生時の対処を決定するに際して考慮すべき状況が幾つかある。その一つの典型的な状況は、アクチュエータへ指令値を出力する前である。アクチュエータの典型的な例はモータである。モータの場合、モータの制御回路に電力が供給されても指令値が供給されなければモータは回転しない。コントローラは、モータ（アクチュエータ）に動力が供給された後であってアクチュエータへ指令値を出力する前に異常を検知した場合にはアクチュエータからユーザへのトルク伝達を遮断することが好ましい。アクチュエータからユーザへのトルク伝達を遮断すれば、少なくともアクチュエータからユーザにトルクが加えられることがないので、アクチュエータからユーザに過大な力が加わることは防止できる。なお、「トルク伝達を遮断する」ことは、アクチュエータへの動力源（例えば電力）の供給を遮断することと、アクチュエータから下リンクへの動力伝達経路を遮断することの2種類がある。後者の場合、例えばアクチュエータの出力軸と下リンクの間にクラッチを備え、そのクラッチを解放することによって、トルク伝達を遮断することができる。

[0009] コントローラがトルク伝達を遮断する際、回転ジョイントが、後方への下リンクの揺動を禁止するものであることが好ましい。より好ましくは、回転ジョイントは、ユーザの後方への下リンクの揺動を禁止するとともに前方への揺動を許容するワンウェイクラッチを備えているとよい。ここで、「下リンクの後方への揺動」とは、ユーザの膝が折れ曲がる方向の下リンクの揺動を意味する。「下リンクの前方への揺動」とは、ユーザの膝が伸びる方向の下リンクの揺動を意味する。以下、説明を簡単にするために、「下リンクの後方への揺動」を「後方揺動」、或いは「後方に揺動する」と表現し、「下

リンクの前方への揺動」を「前方揺動」或いは「前方に揺動する」と表現する。

[0010] 下リンクの後方揺動を禁止することによって、トルク伝達の遮断後も脚装具は依然としてユーザの体重を支えることができる。その一方で、下リンクの前方揺動は許容することによって、体重を支える方向以外の方向に過大な力が膝関節に加わることを防止できる。

[0011] 上記のほか、本明細書が開示する新規な異常発生時処理は、実施例を通じて明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]脚補助装置の正面図を示す。
[図2]脚補助装置の側面図を示す。
[図3]膝関節揺動角の目標軌道の一例を示す。
[図4]図3で用いられるパラメータを説明する図である。
[図5]脚補助装置の制御ブロック図を示す。
[図6]脚補助装置全体の制御の流れを示すフローチャートである。
[図7]制御系異常判定処理のフローチャートである。
[図8]第1異常判定処理のフローチャートである。
[図9]第2異常判定処理のフローチャートである。
[図10]第3異常判定処理のフローチャートである。
[図11]第4異常判定処理のフローチャートである。
[図12]異常判定処理の他の実装形態のフローチャートである。
[図13]異常判定処理のさらに他の実装形態のフローチャートである。
[図14]離地判定処理のフローチャートである。
[図15]停止ボタン押下時の処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0013] 図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。図1は、実施例の脚補助装置10の正面図を示す。図2は、脚補助装置10の側面図を示す。脚補助装置10は、ユーザの右脚に沿って装着される脚装具12と、コントロ

ーラ 40 を備えている。コントローラ 40 内に描かれた破線はバッテリー 50 を表している。バッテリー 50 は、コントローラへ電力を供給するとともに、モータ 32 に電力（動力）を供給する。本実施例の脚補助装置 10 は、右脚の膝関節を自由に動かすことができないユーザのための装置であり、ユーザの歩行動作、着座動作、或いは、立ち上がり動作を補助する。即ち、脚補助装置 10 は、一つの患脚を有する非健常者のための脚補助装置である。

[0014] 脚装具 12 の機械的構造を説明する。脚装具 12 は、ユーザの大腿から下腿に沿って右脚の外側に装着される。脚装具 12 は、上リンク 14、下リンク 16、及び足リンク 18 を有する多関節多リンク機構で構成されている。上リンク 14 の上端が第 1 ジョイント 20 a を介して腰リンク 30 に揺動可能に連結されている。下リンク 16 の上端が、第 2 ジョイント 20 b によって、上リンク 14 の下端に揺動可能に連結されている。足リンク 18 は、第 3 ジョイント 20 c によって、下リンク 16 の下端に揺動可能に連結されている。上リンク 14 は、ベルトでユーザの大腿に固定される。下リンク 16 は、ベルトでユーザの下肢に固定される。足リンク 18 は、ベルトでユーザの足裏に固定される。足リンク 18 を固定するベルトは、図示を省略している。腰リンク 30 は、ユーザの体幹（腰）に固定される。ジョイント 20 a、20 b、及び、20 c は、隣接するリンクを相互に揺動させる回転ジョイントである。

[0015] ユーザが脚装具 12 を装着すると、第 1 ジョイント 20 a、第 2 ジョイント 20 b、及び第 3 ジョイント 20 c は夫々、ユーザの右股関節のピッチ軸、膝のピッチ軸、及び、足首のピッチ軸と略同軸に位置する。脚装具 12 の各リンクは、ユーザの右脚の動きに応じて揺動することができる。各ジョイントは、エンコーダ 21 を有している。エンコーダ 21 は、ジョイントに連結している隣接する 2 つのリンクの間の揺動角度を検出する。即ち、エンコーダ 21 は、各関節の角度を検出する。第 1 ジョイント 20 a のエンコーダ 21 は、ユーザの右股関節のピッチ軸周りの関節角を検出する。第 2 ジョイント 20 b のエンコーダ 21 は、ユーザの右膝ピッチ軸周りの関節角を検出

する。第3ジョイント20cのエンコーダ21は、ユーザの右足首ピッチ軸周りの関節角を検出する。以下では、各ジョイントに取り付けられているエンコーダ群21を角度センサ21と総称することがある。また、2つのリンクの間の角度が揺動角に相当する。リンクの揺動角は、対応するユーザの関節角に相当する。例えば、膝関節と同軸に位置する第2ジョイント20bの揺動角は、ユーザの膝関節の角度に相当する。

[0016] 足リンク18には、接地センサ19が取り付けられている。接地センサ19は、足底の前と後ろの2箇所に取り付けられている。接地センサ19は、右足が接地しているか否かを検知する。接地センサ19は、典型的には足リンク18の足底が接地したときに「ON」信号を出力し、足底が浮いているときに「OFF」信号を出力するON/OFFスイッチであってよいし、圧力を計測する圧力センサであってよい。圧力センサの場合、検出された圧力が予め定められた閾値よりも大きければ「接地」と判定され、閾値よりも小さければ「非接地」と判定される。

[0017] 第2ジョイント20bには、モータ（アクチュエータ）32が取り付けられている。モータ32は、ユーザの膝関節の外側に位置する。モータ32は、ユーザの膝関節に略同軸に位置する。モータ32は、上リンク14に対して下リンク16を相対的に揺動させることができる。即ちモータ32は、ユーザの右膝関節にトルクを加えることができる。また、ジョイント20bには、ワンウェイクラッチ60が備えられている。ワンウェイクラッチ60は、ジョイント20bに係合すると、下リンク16の前方への揺動は許容するが、後方への揺動は禁止する。ワンウェイクラッチ60は、例えば自動車の自動変速機などで一般に使われているので、その機械的構造については説明を省略する。ラチェット機構で構成されているワンウェイクラッチもよく知られていることに留意されたい。

[0018] この脚補助装置10は、モータ32によってユーザの右膝関節にトルクを加え、歩行動作や着座動作、或いは、立ち上がり動作を補助する。脚補助装置10のコントローラ40は、下リンク16の揺動角の目標軌道を有してい

る。「目標軌道」は、下リンク 16 の目標揺動角の時系列データである。「目標軌道」は、理想的な脚動作が実現されるときの下腿の揺動角の経時的変化を表している。脚補助装置 10 は、目標軌道に沿って下リンク 16 を揺動することによって、理想的な歩行動作が実現されるようにユーザの下腿を誘導する。

[0019] 前述したように、目標揺動角は、上リンク 14 に対する下リンク 16 の角度に相当し、また、ユーザの膝関節角にも相当する。目標軌道は、予めコントローラ 40 に記憶されている場合もあれば、コントローラ 40 がリアルタイムに生成する場合もある。例えば、歩行動作を補助する場合、コントローラ 40 は、右脚が立脚期間にあるときの目標軌道（立脚目標軌道）と、右脚が遊脚期間にあるときの目標軌道（遊脚目標軌道）を交互に生成する。このとき、コントローラ 40 は、右脚が遊脚期間にあるときに、現在の状態に応じて次の立脚期間のための立脚目標軌道を生成する。またコントローラ 40 は、右脚が立脚期間にあるときに、現在の状態に応じて次の遊脚期間のための遊脚目標軌道を生成する。立脚は足先が床面に固定されて動かないのに対して遊脚は足先が動く。そのように拘束条件が異なるから、脚補助装置 10 は、一歩行サイクルを立脚目標軌道と遊脚目標軌道に分けている。

[0020] 立脚目標軌道と遊脚目標軌道、即ち、通常の歩行動作における膝関節角の経時的変化について詳しく説明する。図 3 は、歩行中の右脚の動きを説明する図である。符号 A_k が示すグラフは、右膝関節角（膝角度）の時間変化を示している。膝角度 A_k は、下リンク 16 の目標揺動角の時系列データ、即ち目標軌道にも相当する。図 3 のグラフは、膝角度 A_k の時間的变化（目標軌道）の概略（傾向）を表しているのであって膝角度を精密に表してはいないことに留意されたい。

[0021] 図 4 は、膝角度 A_k の定義を説明する図である。実線が右脚を表しており、破線が左脚を表している。股関節より上の実線は体幹を表している。図 3 でも同様である。直線 L_1 は、股関節と膝関節を結ぶ直線を示している。直線 L_1 は大腿の長手方向に沿った直線に相当する。膝角度 A_k は、直線 L_1

から下腿へ向かう角度として表される。膝が伸びきったときに膝角度 $A_k = 0$ に相当する。膝が直角に曲がったときに膝角度 $A_k = +90$ 度に相当する。

[0022] 図3に戻って目標軌道の説明を続ける。タイミング T_a は、右脚が着地するタイミングを示している。タイミング T_d は右脚が離地するタイミングを示している。タイミング T_a から T_d までは立脚期間に相当する。タイミング T_b は、右脚の立脚期間中で最も膝角度 A_k が大きくなるタイミングである。タイミング T_c は、立脚期間の最後の部分において、右脚の踵が浮き始めるとともに下腿が後方に揺動し始めるタイミングに相当する。タイミング T_f は右脚が再び着地するタイミングを示している。タイミング T_e は、遊脚期間において膝角度 A_k が最大となるタイミングを示す。それぞれのタイミングにおける脚の形態を図1の(a)から(f)に示す。(a)と(f)が示すように、着地タイミング T_a 、 T_b では、右脚の膝は伸びきっており、膝角度 $A_k = 0$ である。図3の(c)は、タイミング T_c における脚の形態を示す。(c)において実線(右脚)が示すように、このタイミング T_c において、足先が接地したまま下腿が後方に揺動し始める。即ち、タイミング T_c で膝角度 A_k は減少から増加に転じる。また、タイミング T_c は、右脚が最も後方に位置するタイミングに相当し、このタイミング以降、右脚は前方へ振り出される。

[0023] タイミング T_d は、右脚が離地するタイミングである。(d)は、タイミング T_d における脚の形態を示す。タイミング T_c から T_d までの期間は、脚の足が接地したまま右脚全体が前方へ揺動する期間であり、プレスイング期と呼ばれている。タイミング T_e は、遊脚期間において膝角度 A_k が最大となるタイミングを示す。タイミング T_e において、立脚期間における膝関節も最大値となる。 T_b が立脚期間において膝角度 A_k が最大となるタイミングを示しており、(e)に示す脚の態様と(b)に示す脚の態様は、左右の脚が入れ替わっていることを除き、同じである。

[0024] タイミング T_a から T_d までは立脚期間に相当しタイミング T_d から T_f

までが遊脚期間に相当する。立脚期間では足が接地しており足先は移動しない。遊脚期間では脚の足先は浮いており移動する。コントローラ 40 は、遊脚期間において次の立脚期間のための目標軌道（立脚目標軌道）を生成し、立脚期間において次の遊脚期間のための目標軌道（遊脚目標軌道）を生成する。コントローラ 40 は、目標軌道の基本パターンを予め記憶しており、現在の状態（例えば、歩行速度など）に応じて、基本パターンを修正し、次の期間の目標軌道を決定する。立脚期間と遊脚期間は足先が固定されているか浮いて移動するかの違いがあり、そのため、基本パターンの修正アルゴリズムが異なるため、コントローラ 40 は一歩行周期分の目標軌道を立脚目標軌道と遊脚目標軌道に分けている。

[0025] コントローラ 40 は、夫々の目標軌道に従って、下リンク 16 が目標軌道に示された経時変化に追従するようにモータ 32 を制御する。より具体的には、目標軌道はモータ 32 への指令値の時系列データに相当し、コントローラ 40 は指令値を逐次にモータ 32 へ出力する。

[0026] 次に、脚補助装置 10 の機能的構成を説明する。図 5 に、脚補助装置 10 のブロック図を示す。コントローラ 40 内には、目標軌道生成モジュール 42、指令値出力モジュール 44、及び、セーフティモジュール 46 が用意されている。それらのモジュールは、ソフトウェア（プログラム）によって実現されている。実際には、それらのソフトウェアを実行する CPU が、夫々のモジュールとして機能する。

[0027] 図 5 における符号 52 は、ユーザが操作するコンソールを示している。図 5 の符号 54 は、脚補助装置 10 が備える全てのセンサを総称する。従って、センサ 54 には、各リンクの揺動角を計測するエンコーダ 21、足が接地しているか否かを検知する接地センサ 19 を含む。さらにセンサ 54 には、例えば、モータ 32 がオーバヒートしたか否かを検知するための温度センサ、センサとコントローラの間の通信ケーブルの断線や、バッテリーから他のユニットに電力を供給するパワーケーブルの断線を検知するセンサ、モータ 32 に過電流が流れたか否かを検知する過電流センサなどが含まれる。セーフ

ティモジュール４６は、それらセンサ５４のセンサデータに基づいて、異常の発生を検知する。

[0028] 図５の符号５８は、脚補助装置１０のメインスイッチを示している。メインスイッチをＯＮにすると、コントローラ４０とモータ３２へ電力（動力）が供給される。符号５６は、バッテリー５０とモータ３２の間に介挿された電力遮断スイッチを示している。電力遮断スイッチ５６は、電力が供給されていない間は開放（バッテリー５０とモータ３２の間の電力供給経路を遮断）し、電力が供給されると閉鎖（バッテリー５０とモータ３２の間の電力供給経路を接続）する、いわゆるノーマリＯＦＦタイプである。セーフティモジュール４６が、電力遮断スイッチ５６へ電力を供給する。即ち、セーフティモジュール４６からの電力供給が途切れると、電力遮断スイッチ５６が開放され、モータ３２への電力供給が遮断される。

[0029] コントローラ４０は、コンソール５２を介して入力されるユーザの指示に基づいて、歩行動作補助、立ち上がり動作補助、或いは、着座動作補助など、各種の機能を実行する。例えば、ユーザが歩行動作補助を指示すると、コントローラ４０は歩行動作補助用の目標軌道を生成する。歩行動作補助用の目標軌道が立脚目標軌道と遊脚目標軌道に分かれていることは前述したとおりである。あるいは、ユーザが着座動作補助を指示すると、コントローラ４０は着座動作補助用の目標軌道を生成する。あるいは、ユーザが立ち上がり動作補助を指示すると、コントローラ４０は立ち上がり動作補助用の目標軌道を生成する。目標軌道の生成は目標軌道生成モジュール４２が担当する。目標軌道生成モジュール４２は、各動作に対して目標軌道の基本パターンを記憶している。目標軌道生成モジュール４２は、センサ５４のセンサデータに基づいて基本パターンを修正する。修正された基本パターンが、モータ３２を駆動するための最終的な目標軌道に相当する。

[0030] 生成された目標軌道は指令値出力モジュール４４に送られる。指令値出力モジュール４４は、サンプリング周期間隔で指令値をモータ３２へ出力する。モータ３２は、バッテリー５０から電力を供給されても指令値が供給されな

ければ回転しない。具体的には、バッテリー 50 から供給される電力は、まずモータ 32 に付随する制御回路に供給される。制御回路は、上位ユニット（本実施例の場合はコントローラ 40）から指令値を受信するまでは、モータ 32 のロータに電力を供給しない。制御回路は、上位ユニットからの指令を受けるとロータへの電力供給を開始する。即ち、モータ 32 は、コントローラ 40 から指令値を受信して初めて回転する。

[0031] セイフティモジュール 46 は、センサ 54 のセンサデータから異常発生を判断する。セイフティモジュール 46 は、異常の種類に応じて、モータ 32 への電力の供給を遮断したり、ワンウェイクラッチ 60 の係合と開放を切り換えたり、指令値出力モジュール 44 を制御する。モータ 32 への電力供給を遮断する場合は、セイフティモジュール 46 は、電力遮断スイッチ 56 への電力供給を遮断する。モータ 32 への電力供給の遮断は、モータ 32（アクチュエータ）からユーザへのトルク伝達を遮断することの一例に相当する。

[0032] セイフティモジュール 46 が実行する処理を説明する前に、脚補助装置 10 全体の制御の流れを説明する。図 6 に、脚補助装置 10 全体の制御のフローチャートを示す。ユーザがメインスイッチ 58 を ON すると（S2）、まずコントローラ 40 が立ち上がる（S4）。ステップ S4 では、目標軌道生成モジュール 42、指令値出力モジュール 44、及び、セイフティモジュール 46 が初期化される。セイフティモジュール 46 の初期化の課程で、電力遮断スイッチ 56 に電力が供給され、電力遮断スイッチ 56 が導通する。そして、モータ 32（アクチュエータ）への電力供給が開始される（S6）。なお、ステップ S6 が終了すると、脚補助装置 10 は、ユーザからの指示入力待ち状態となる（S8）。ユーザからの指示が入力されると、脚補助装置 10 は、指示に対応したモータ制御を実行する（S10）。例えば、ユーザからの指示が歩行動作補助である場合、コントローラ 40 は、歩行制御用の目標軌道（即ち、立脚目標軌道と遊脚目標軌道）を交互に生成しながら、下リンク 16 が目標軌道に追従するようにモータ 32 を制御する。処理がステ

ップS 1 0に移ると、モータ3 2への指令値出力がスタートする。

[0033] ユーザの指示に応じたモータ制御が終了すると、脚補助装置1 0は、再びユーザからの入力待ち状態に戻る。この間、メインスイッチがOFFされると(S 1 2 : Y E S)、コントローラ4 0はモータ3 2への電力供給を遮断し(S 1 4)、次いで終了処理を実行する(S 1 6)。ステップS 1 0が実行される前の状態が、「モータ3 2への指令値出力前」に相当する。

[0034] 次にセーフティモジュール4 6が実行する処理を説明する。セーフティモジュール4 6は、制御系異常判定処理(図7)、第1異常判定処理(図8)、第2異常判定処理(図9)、第3異常判定処理(図1 0)、及び、第4異常判定処理(図1 1)を実行する。セーフティモジュール4 6は、各異常判定処理を上記の順番で実行する。セーフティモジュール4 6は、所定の周期毎に、上記の処理を繰り返し実行する。

[0035] 制御系異常判定処理(図7)について説明する。セーフティモジュール4 6は、異常を検知すると(S 5 2)、まず、異常の種類が制御系の異常かそれ以外の異常かを判定する(S 5 4)。制御系の異常の例を次に示す。セーフティモジュール4 6は、モータのオーバーヒートを示すセンサデータを受信した場合に、制御系の異常が発生したと判断する。またセーフティモジュール4 6は、下リンクの揺動角の目標値と計測値の差が予め定められた閾値を超えている場合に制御系の異常が発生したと判断する。制御系以外の異常の例を次に示す。セーフティモジュール4 6は、コンソール5 2とコントローラ4 0との間の通信が途絶えた場合、制御系以外の異常が発生したと判断する。またセーフティモジュール4 6は、バッテリー5 0の残量が既定値以下に低下した場合に、制御系以外の異常が発生したと判定する。また例えば、セーフティモジュール4 6は複数の接地センサ1 9のうちのいずれか一つと通信が途絶えた場合に、制御系以外の異常が発生したと判断する。

[0036] セーフティモジュール4 6は、制御系の異常が発生したと判断した場合(S 5 6 : Y E S)、直ちに電力遮断スイッチ5 6への電力供給を停止する。即ち、セーフティモジュール4 6は、直ちにトルク伝達を遮断する(S 6 0

）。次にセーフティモジュール４６は、ワンウェイクラッチ６０に係合する（Ｓ６２）。なお、図中の記号「OWC」は、ワンウェイクラッチを意味する。即ち、セーフティモジュール４６（コントローラ４０）は、後述する第１異常判定処理（図８）に先立って、検知した異常がアクチュエータ制御系の異常であるか否かを判定し（Ｓ５６）、制御系の異常であると判定した場合には直ちにトルク伝達を遮断する（Ｓ６０）。制御系の異常が発生した場合は、コントローラ４０は直ちにトルク伝達を遮断する。そのような処理によって、脚補助装置１０は、アクチュエータを確実に停止する。アクチュエータからユーザへのトルク伝達を遮断すれば、少なくともアクチュエータからユーザにトルクが加えられることがないので、アクチュエータからユーザに過大な力が加わることが防止できる。

[0037] セーフティモジュール４６は、発生した異常が制御系以外の異常であった場合は、次に第１異常判定処理を実行する（図８）。第１異常判定処理では、セーフティモジュール４６は、コントローラ４０がモータ３２への指令値出力前であるか否かを判定する（Ｓ１０２）。指令値出力前である場合は（Ｓ１０２：ＹＥＳ）、セーフティモジュール４６は、直ちに電力遮断スイッチ５６への電力供給を停止する。即ち、セーフティモジュール４６は、直ちにトルク伝達を遮断する（Ｓ１０４）。コントローラ４０は、アクチュエータへ指令値を出力する前に異常を検知した場合には、アクチュエータからユーザへのトルク伝達を遮断する（Ｓ１０４）。

[0038] セーフティモジュール４６は、異常を検知したタイミングが、指令値出力の開始後であった場合（Ｓ１０２：ＮＯ）、次に第２異常判定処理を実行する（図９）。第２異常判定処理では、セーフティモジュール４６は、下リンク１６が揺動中であるか否かを判定する（Ｓ２０２）。セーフティモジュール４６は、下リンク１６が揺動中でないと判定した場合（Ｓ２０２：ＮＯ）、トルク伝達を遮断するとともに（Ｓ２０４）、ワンウェイクラッチに係合する（Ｓ２０６）。

[0039] セーフティモジュール４６は、下リンク１６が揺動中であると判定した場

合（S202：YES）、次いで第3異常判定処理を実行する（図10）。第3異常判定処理では、セーフティモジュール46はまず、脚補助装置10がユーザの何らかの動作（例えば、歩行動作、立ち上がり動作、或いは、着座動作）を補助している最中であるか否かを判定する。ここで、「動作補助」とは、下リンク16が目標軌道に追従するようにコントローラ40がモータ32を制御することを意味する。動作モードを判定する。例えば、脚補助装置10が歩行動作補助モードで動作している場合、ステップS302の判断は「YES」となる。脚補助装置10が動作補助中である場合（S302：YES）、セーフティモジュール46は、異常が検知されたときに用いていた目標軌道（立脚目標軌道又は遊脚目標軌道）の最後まで指令値を出力する（S304）。最後まで指令値を出力した後で、セーフティモジュール46はトルク伝達を遮断する（S306）。同時にセーフティモジュール46は、ワンウェイクラッチを係合する（S308）。

[0040] 動作補助中に異常が発生した場合、しかもその異常が制御系以外の異常であった場合は、しばらくの間はそれまで実行していた動作補助を継続できる可能性が極めて高い。脚補助装置10は、そのような場合には、現在の立脚制御（或いは、遊脚制御）を最後まで継続し、その後、トルク伝達を遮断する。立脚制御、及び、遊脚制御は、いずれも、両足が接地している状態で終了する（図3のグラフ参照）。従って、いずれの制御であっても最後まで継続することによって、コントローラ40は、両足が接地してからトルク伝達を遮断する。即ち、コントローラ40は、ユーザが安定に立った状態でトルク伝達を遮断する。しかもこのとき、コントローラ40はワンウェイクラッチ60を係合する。従って、下リンク16が後方へ揺動することが禁止されるので、脚装具12は、ユーザの体重を支えることができる。

[0041] セーフティモジュール46は、動作補助中でない場合（S302、NO）、次いで第4異常判定処理を実行する（図11）。セーフティモジュール46は、第4異常判定処理においてまず、トルク伝達を遮断する（S401）。次に、セーフティモジュール46は、下リンク16の揺動角度に基づいて

、ユーザが着座しているか否かを判定する（S 4 0 2）。より詳しくは、セイフティモジュール 4 6 は、下リンクの揺動角度が予め定められた範囲内であるときに、着座していると判定する。予め定められた範囲は、例えば、4 5 度以上である。下リンク 1 6 の揺動角が 4 5 度以上であるとは、下リンク 1 6 が、膝が伸びきった状態から 4 5 度以上後方へ揺動していることに相当する（図 4 参照）。下リンク 1 6 が 4 5 度以上後方に揺動しているとき、ユーザが着座しているか、或いは椅子の真上まで腰が下がっている可能性が高い。即ち、下リンク 1 6 が 4 5 度以上後方へ揺動していることは、ユーザが着座している可能性が極めて高いことを意味する。なお、セイフティモジュール 4 6 は、ユーザの大腿の傾斜角（鉛直方向に対する角度）、及び／又は、足裏に加わっている荷重の情報も使って、ユーザが着座しているか否かを判定することも好適である。それらの情報を使うことで、ユーザが着座しているか否かを一層高い信頼性で判断することができる。

[0042] セイフティモジュール 4 6 は、ユーザが着座していると判定した場合（S 4 0 2 : Y E S）、ジョイント解放処理を実行する（S 4 0 4）。他方、セイフティモジュール 4 6 は、着座していないと判定した場合（S 4 0 2 : N O）、ジョイント固定処理を実行する（S 4 0 6）。ここで、「ジョイント解放処理」とは、下リンクを前方と後方のいずれの方向にも受動揺動自在状態にすることを意味する。受動揺動自在状態とは、外力に起因する下リンク 1 6 の揺動を許容することを意味する。例えば、「受動揺動自在状態」は、下リンク 1 6 側からモータ 3 2 へ向けた起動トルクが小さい場合には、モータ 3 2 を無通電状態にすれば達成される。また、モータ 3 2 と下リンク 1 6 の間にクラッチを備える場合には、クラッチを解放することによって「受動揺動自在状態」が達成される。また、「ジョイント固定処理」は、少なくとも下リンク 1 6 の後方揺動を禁止することを意味する。例えば、前述したワンウェイクラッチを係合することが、「ジョイント固定処理」の一例に相当する。また、モータ 3 2 がブレーキを備える場合にはブレーキを動作させることも「ジョイント固定処理」の一例に相当する。なお、ブレーキを動作さ

せると下リンク 16 の後方揺動と前方揺動の両者とも禁止される。

[0043] S 4 0 2、S 4 0 4、及び、S 4 0 6 の処理は次の利点を与える。ユーザが着座している場合は、ジョイントを解放しても、ユーザは安全である。他方、ユーザが着座していない場合、即ち、ユーザが立っている可能性が高い場合、ジョイントを解放するとユーザが転倒する虞がある。そのような場合は、ジョイントを解放せず固定することによって、脚装具 1 2 がユーザの体重を支え、転倒を防止する。

[0044] 次に、セーフティモジュール 4 6 による異常判定処理の他の実装形態を説明する。図 1 2 に、異常判定処理の他の実装形態のフローチャートを示す。図 1 2 のフローチャートは、図 7 から図 1 1 に示した異常判定処理の代わりにセーフティモジュール 4 6 に実装されてよい。

[0045] セーフティモジュール 4 6 は、異常を検知すると（S 5 0 2）、検知した異常がアクチュエータ制御系の異常であるか否かを判定する（S 5 0 4）。検知した異常が制御系の異常であると判定した場合（S 5 0 4 : Y E S）、セーフティモジュール 4 6 は、直ちにトルク伝達を遮断する（S 5 0 7）。他方、検知した異常がアクチュエータ制御系以外の異常であると判定した場合は（S 5 0 4 : N O）、目標軌道上に予め定められている既定タイミングまでアクチュエータの制御を継続した後にトルク伝達を遮断する（S 5 0 6、S 5 0 7）。ここで、既定タイミングは、典型的には、右足（患脚）が着地するタイミングがよい。即ち、セーフティモジュール 4 6 は、異常を検知したのち、右足（患脚）が着地するまで目標軌道に基づいたアクチュエータ制御を継続し、その後、トルク伝達を遮断する。なお、右足（患脚）が接地したか否かは、接地センサ 1 9 のセンサデータに基づいて判断する。

[0046] セーフティモジュール 4 6 は、トルク伝達を遮断するとともに、ユーザが着座しているか否かを判定する（S 5 0 8）。セーフティモジュール 4 6 は、ユーザが着座していると判定した場合にはジョイント解放処理を実行し（S 5 1 0）、着座していないと判定した場合にはジョイント固定処理を実行する（S 5 1 2）。

- [0047] セイフティモジュール４６による異常判定処理のさらに他の実装形態を説明する。図１３に、異常判定処理の別の実装形態のフローチャートを示す。図１３のフローチャートは、図１２に示した異常判定処理の代わりにセイフティモジュール４６に実装されてよい。セイフティモジュール４６は、異常を検知すると（Ｓ６０２）、まずコントローラ４０が実行している動作モードを判別する（Ｓ６０４）。動作モードとは、アクチュエータ制御に採用している目標軌道の種類によって分けられる。歩行補助モードは、ユーザの歩行動作を補助するモードであり、遊脚目標軌道と立脚目標軌道のいずれかを採用している場合である。着座動作補助モードは、ユーザの着座動作を補助するモードである。立ち上がり動作補助モードは、ユーザの立ち上がり動作を補助するモードである。
- [0048] 着座動作補助モードの場合、セイフティモジュール４６は、ユーザが着座するまでは補助を継続する（Ｓ６１０）。その後、セイフティモジュール４６は、トルク伝達を遮断するとともにジョイント解放処理を実行する（Ｓ６１１、Ｓ６１２）。立ち上がり動作補助モードの場合、セイフティモジュール４６は、ユーザが立ち上がるまでは補助を継続する（Ｓ６１３）。その後、セイフティモジュール４６は、トルク伝達を遮断するとともにジョイント固定処理を実行する（Ｓ６１４、Ｓ６１５）。他方、歩行動作モードの場合、セイフティモジュール４６は、両脚が接地するまで目標軌道に基づくアクチュエータ制御を継続する（Ｓ６２０）。患脚が遊脚期間にある場合、セイフティモジュール４６は、接地センサ１９のセンサデータをモニタし、患脚が接地したか否かを判断する。セイフティモジュール４６は、患脚の接地を確認したのち、トルク伝達を遮断し、ジョイント固定処理を実行する（Ｓ６２２、Ｓ６２４）。患脚が接地したか否かは、接地センサ１９のセンサデータに基づいて判断する。
- [0049] 上記したいずれかの異常判定処理に加えて、脚補助装置１０のセイフティモジュール４６は、図１４で示される離地判定処理を行うことが好ましい。セイフティモジュール４６は、ジョイントが固定されているか否かを判断す

る（Ｓ７０２）。ジョイントが固定されている場合（Ｓ７０２：ＹＥＳ）、セーフティモジュール４６は、接地センサ１９のセンサデータに基づいて、患脚が接地しているか否かを判定する（Ｓ７０４）。ここで、患脚が接地していない場合（Ｓ７０４：ＮＯ）、セーフティモジュール４６は固定されていたジョイントを解放する（Ｓ７０６）。

[0050] 離地判定処理は、一旦、脚装具１２の第２ジョイント２０ｂを固定したのちに患脚が離地した場合に、第２ジョイント２０ｂを解放する。「第２ジョイント２０ｂ」を固定するとは、下リンク１６の後方揺動を禁止することを意味する。従って第２ジョイント２０ｂを固定すれば、脚装具１２はユーザの体重を支える。その後、患脚が離地することは、ユーザが倒れ始めた可能性が高いことを示唆する。そのような場合は、第２ジョイント２０ｂを解放し、即ち、第２ジョイント２０ｂを受動揺動可能状態とし、ユーザの膝が外力に応じて柔軟に揺動できるようにする。そのような処理によって、膝に予期しない過大な負荷が加わることを防止する。

[0051] 脚補助装置１０はまた、複数の停止ボタンを備える。停止ボタンはコンソール５２に備えられている。一つの停止ボタンは「通常停止ボタン」であり、他の一つの停止ボタンは「緊急停止ボタン」である。「緊急停止ボタン」は、ユーザが異常を感じた場合に押すボタンである。即ち、「通常停止ボタン」の操作と「緊急停止ボタン」の操作を区別することも、異常の種類判別の一環である。ボタン操作時の処理のフローチャートを図１５に示す。セーフティモジュール４６は、いずれかの停止ボタンの操作を検知すると（Ｓ８０２）、操作されたボタンの種類を判別する（Ｓ８０４）。緊急停止ボタンが操作された場合、セーフティモジュール４６は、直ちにトルク伝達を停止し（Ｓ８０８）、ジョイント固定処理を実行する（Ｓ８１０）。他方、セーフティモジュール４６は、通常停止ボタンが操作された場合、足が接地するまでは目標軌道に基づく制御を継続する（Ｓ８０８）。その後、セーフティモジュール４６は、トルク伝達を停止し（Ｓ８０８）、ジョイント固定処理を実行する（Ｓ８１０）。

- [0052] 以上説明した実施例の脚補助装置 10、及びその変形例の特徴をまとめる。第2ジョイント20bは回転ジョイントであり、ワンウェイクラッチを備えている。ワンウェイクラッチは、後方への下リンクの揺動を禁止するとともに前方への揺動は許容する。コントローラ40は、第1異常判定処理において、異常検知がアクチュエータへの指令値の出力を開始した後であると判定した場合に、下リンクが揺動中であるか否かを判定する。コントローラ40は、下リンクが揺動中でないと判定した場合にワンウェイクラッチに係合する。それらの処理は、上記した第2異常判定処理に相当する。
- [0053] コントローラ40は、ユーザの歩行動作を補助する場合に、立脚制御用の立脚目標軌道と遊脚制御用の遊脚目標軌道を交互に生成する。同時にコントローラ40は、脚装具12を装着した脚が立脚の場合は立脚目標軌道に基づいて指令値を出力し、脚装具を装着した脚が遊脚の場合は遊脚目標軌道に基づいて指令値を出力する。コントローラ40は、第2異常判定処理において下リンクが揺動中であると判定した場合に、異常が検知されたときに用いていた目標軌道の最後まで指令値を出力する。そしてコントローラ40は、目標軌道の最後まで指令値を出力した後にトルク伝達を遮断するとともにワンウェイクラッチに係合する。それらの処理は、上記した第3異常判定処理に相当する。
- [0054] 脚補助装置10は、異常を検知するセンサ54を備えている。コントローラ40は、下リンクの揺動角が目標軌道に追従するようにアクチュエータを制御する。コントローラはさらに、検知された異常の種類に応じて、下リンクの後方への揺動を禁止するジョイント固定処理と、下リンクを受動揺動自在状態にするジョイント解放処理のいずれかを実行する。
- [0055] コントローラ40は、下リンクの揺動角度に基づいて、ユーザが着座しているか否かを判定する。コントローラ40は、着座していると判定した場合はジョイント解放処理を実行し、着座していないと判定した場合はジョイント固定処理を実行する。
- [0056] コントローラ40は、検知した異常がアクチュエータ制御系の異常である

か否かを判定する。そしてコントローラ 40 は、制御系の異常であると判定した場合には直ちにユーザが着座しているか否かを判定し、トルク伝達を遮断する。その後にコントローラ 40 は、判定結果に応じてジョイント解放処理とジョイント固定処理のいずれかを実行する。

[0057] コントローラ 40 は、検知した異常がアクチュエータ制御系以外の異常であると判定した場合には、目標軌道上に予め定められている既定タイミングまでアクチュエータの制御を継続した後にユーザが着座しているか否かを判定する。次いでコントローラ 40 は、トルク伝達を遮断するとともに判定結果に応じてジョイント解放処理とジョイント固定処理のいずれかを実行する。

[0058] コントローラ 40 は、ユーザの立ち上がり動作を補助するための立ち上がり補助目標軌道に基づいてアクチュエータを制御している間に異常を検知した場合は、立ち上がり補助目標軌道の最後までアクチュエータを制御した後、トルク伝達を遮断するとともにジョイント解放処理を実行する。

[0059] コントローラ 40 は、ユーザの着座動作を補助するための着座補助目標軌道に基づいてアクチュエータを制御している間に異常を検知した場合は、着座補助目標軌道の最後までアクチュエータを制御した後、トルク伝達を遮断するとともにジョイント固定処理を実行する。

[0060] コントローラ 40 は、ユーザの歩行動作を補助するための歩行補助目標軌道に基づいてアクチュエータを制御している間に異常を検知した場合は、右足（患脚であり、脚装具 12 を装着した脚の足）が着地するまで歩行補助目標軌道に従ったアクチュエータの制御を継続する。コントローラ 40 は、右足の接地を検知したらトルク伝達を遮断するとともにジョイント固定処理を実行する。ワンウェイクラッチを採用している場合は、異常を検知したタイミングでジョイント固定処理を実行し、膝関節が体重を支えることを補助する。患脚が遊脚の場合は、コントローラ 40 は、遊脚が着地するまで補助を継続した後に、トルク伝達を遮断する。

[0061] 脚補助装置 10 は、コンソール（ユーザが操作する非常停止スイッチと通

常停止スイッチを含む）を備えている。コントローラ 40 は、非常停止スイッチが操作された場合には直ちにトルク伝達を遮断する。コントローラ 40 は、通常停止スイッチが操作された場合には、目標軌道上に予め定められた既定タイミングまでアクチュエータ制御を継続する。コントローラ 40 は、既定タイミングに到達したらトルク伝達を遮断する。

[0062] 実施例についての留意点、及び、さらなる好適な変形例を述べる。コントローラ 40 は、トルク伝達を遮断した後、下リンクの揺動角と、ユーザの右足が接地しているか否かの判定の少なくとも一方に応じて、下リンクの後方への揺動を禁止するジョイント固定処理と、下リンクを受動揺動自在状態にするジョイント解放処理のいずれかを実行することが好ましい。下リンクの揺動角によってユーザが着地しているか否かを判定することができる。さらに、右足が接地していない場合も、ユーザが着地していない可能性が高いと推定することができる。

[0063] 実施例のセイフティモジュール 46 の動作は、総じて表現すると、以下のとおりである。セイフティモジュール 46 は、検知した異常の種類（及び、脚補助装置 10 の状態）に応じて、以下の 4 つの処理のいずれかを実行する。

- （１）即時にリンク間の揺動角度を固定する即時ジョイント固定処理。
- （２）即時にリンクを受動揺動自在状態にする即時ジョイント解放処理。
- （３）目標軌道上に予め定められたタイミングまで目標軌道に追従させる制御を継続した後にリンク間の揺動角度を固定する動作後ジョイント固定処理。
- （４）目標軌道上に予め定められたタイミングまで目標軌道に追従させる制御を継続した後にリンクを受動揺動自在状態にする動作後ジョイント解放処理。

[0064] 実施例の脚補助装置 10 では、トルク伝達を遮断する手段はモータ 32 への電力供給を遮断する電力遮断スイッチ 56 であった。トルク伝達を遮断する手段はその他、モータ 32 の出力軸と下リンク 16 の間に配置されたクラ

ッチによって実現されてもよい。クラッチを開放すればトルク伝達経路が遮断される。

[0065] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

請求の範囲

[請求項1] ユーザの大腿に装着される上リンクと、ユーザの下腿に装着される下リンクと、上リンクと下リンクを揺動可能に連結する回転ジョイントと、上リンクに対して下リンクを揺動させるアクチュエータとを有する脚装具と、

下リンクの揺動角が目標軌道に追従するようにアクチュエータに指令値を出力するコントローラと、を備えており、

コントローラは、アクチュエータへ指令値を出力する前に異常を検知した場合にアクチュエータからユーザへのトルク伝達を遮断する第1異常判定処理を実行することを特徴とする脚補助装置。

[請求項2] 回転ジョイントは、後方への下リンクの揺動を禁止するとともに前方への揺動を許容するワンウェイクラッチを備えており、

コントローラは、第1異常判定処理において、異常検知がアクチュエータへの指令値の出力を開始した後であると判定した場合に、

下リンクが揺動中であるか否かを判定し、下リンクが揺動中でないと判定した場合にワンウェイクラッチに係合する第2異常判定処理を実行することを特徴とする請求項1に記載の脚補助装置。

[請求項3] コントローラは、ユーザの歩行動作を補助する場合に、立脚制御用の立脚目標軌道と遊脚制御用の遊脚目標軌道を交互に生成するとともに、脚装具を装着した脚が立脚の場合は立脚目標軌道に基づいて指令値を出力し、脚装具を装着した脚が遊脚の場合は遊脚目標軌道に基づいて指令値を出力するものであり、

コントローラは、

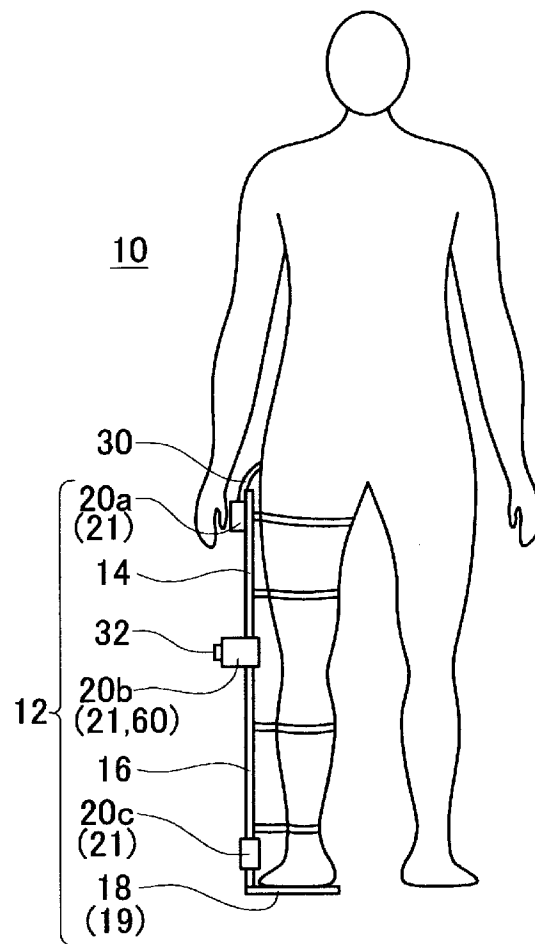
第2異常判定処理において下リンクが揺動中であると判定した場合に、

異常が検知されたときに用いていた目標軌道の最後まで指令値を出力し、目標軌道の最後まで指令値を出力した後にトルク伝達を遮断するとともにワンウェイクラッチに係合する第3異常判定処理を実行す

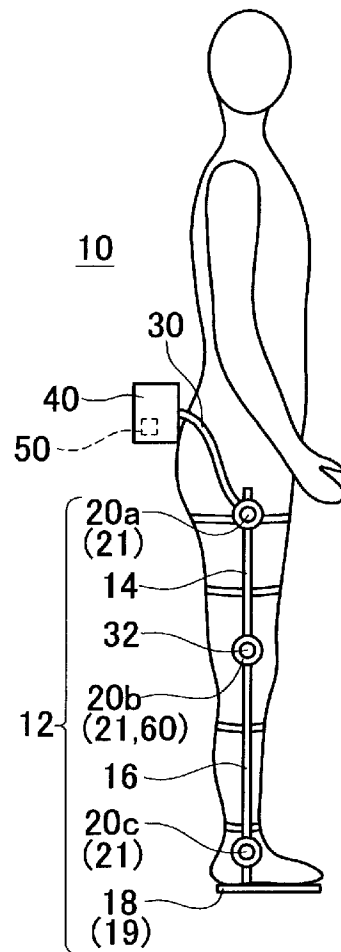
ることを特徴とする請求項 2 に記載の脚補助装置。

[請求項 4] コントローラは、第 1 異常判定処理に先立って、検知した異常がアクチュエータ制御系の異常であるか否かを判定し、制御系の異常であると判定した場合には直ちにトルク伝達を遮断する制御系異常判定処理を実行することを特徴とする請求項 3 に記載の脚補助装置。

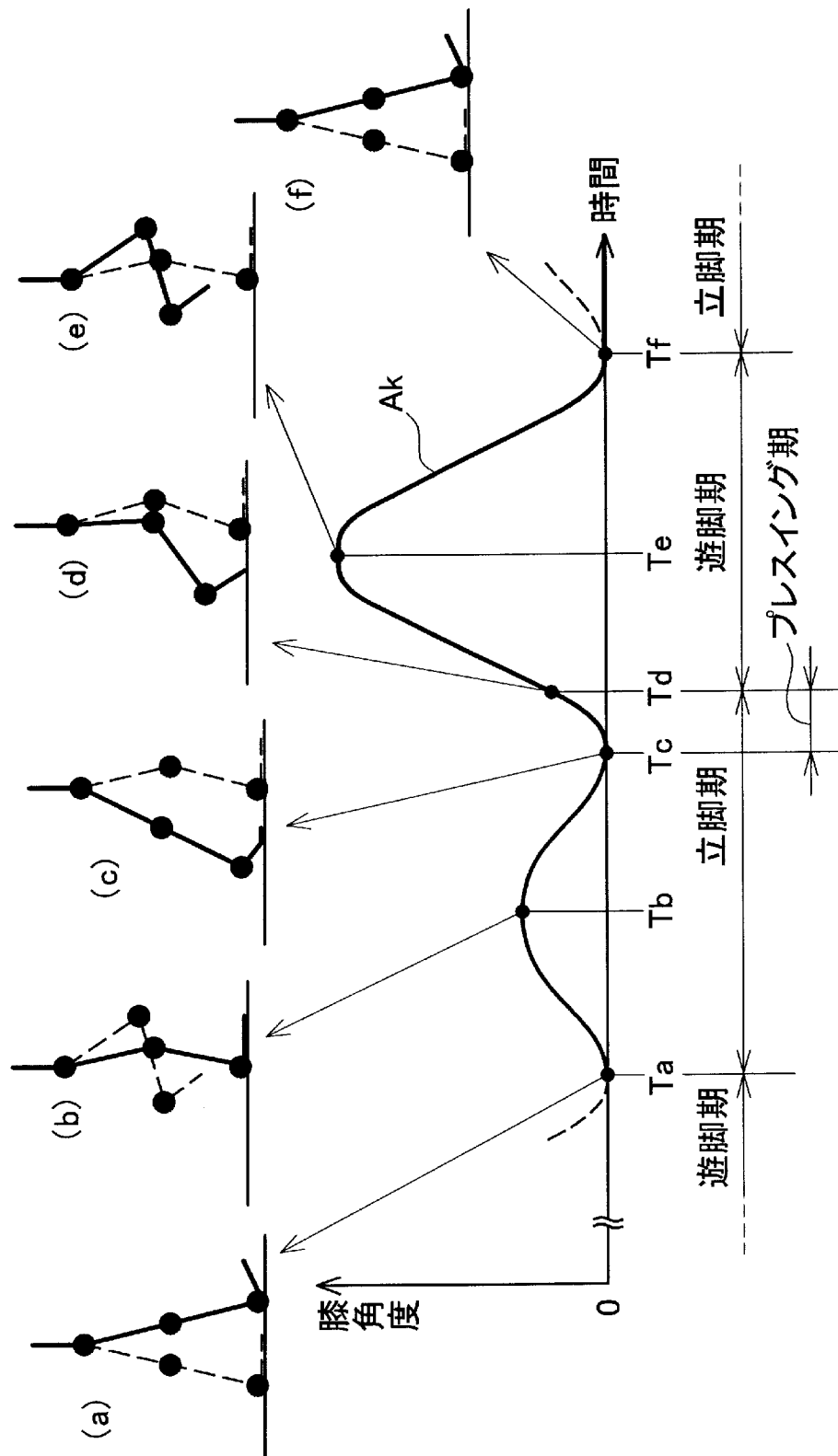
[図1]



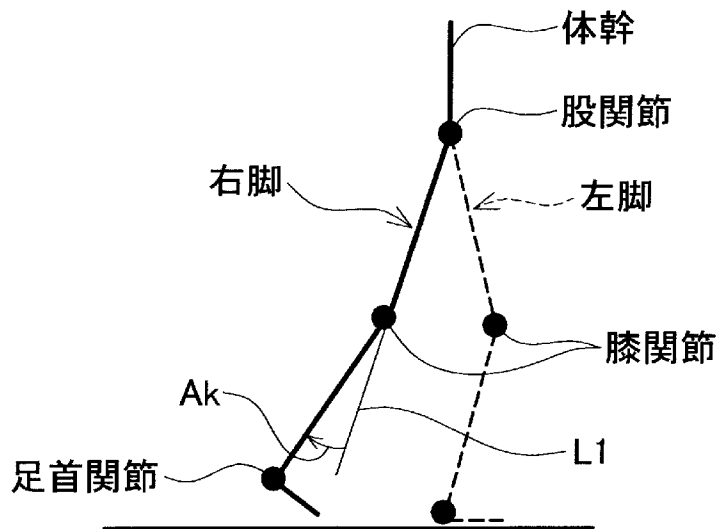
[図2]



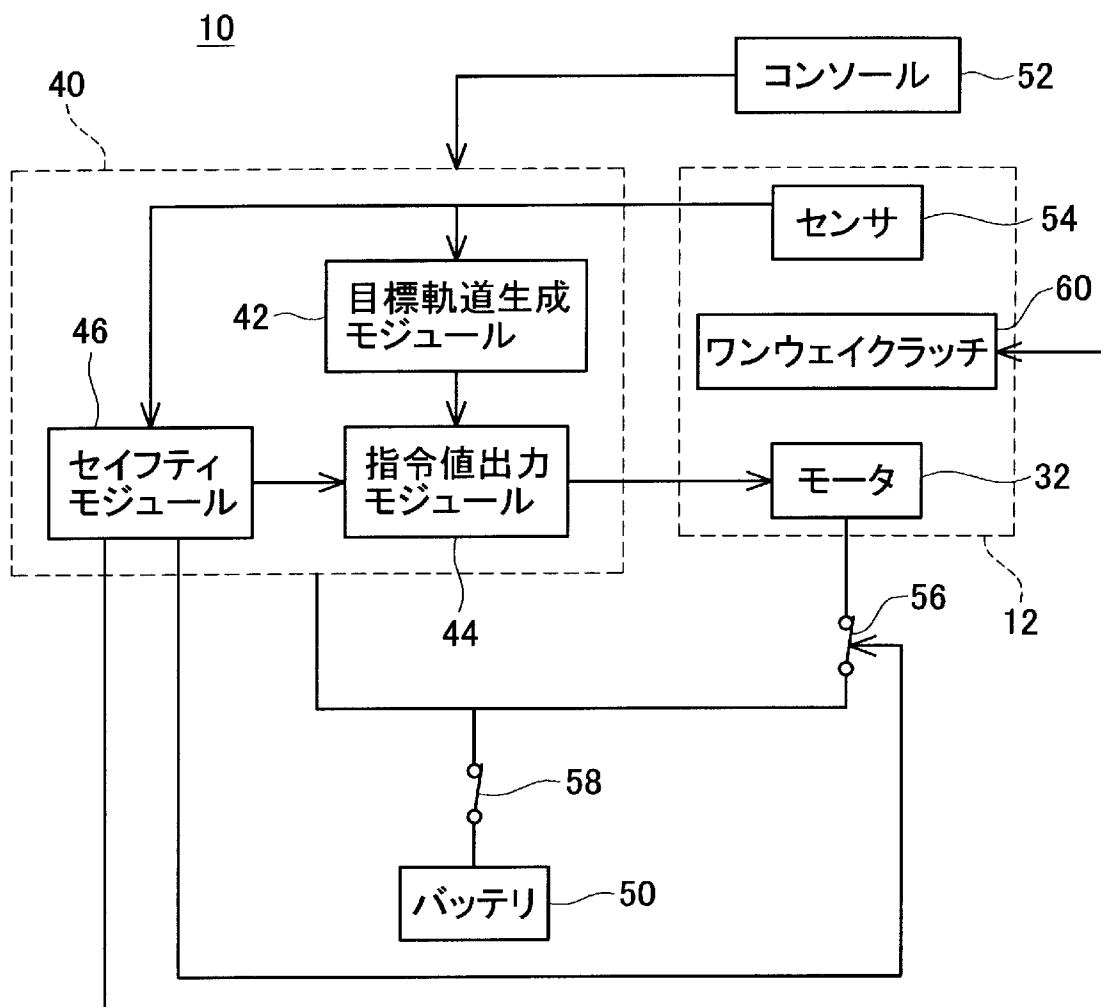
[図3]



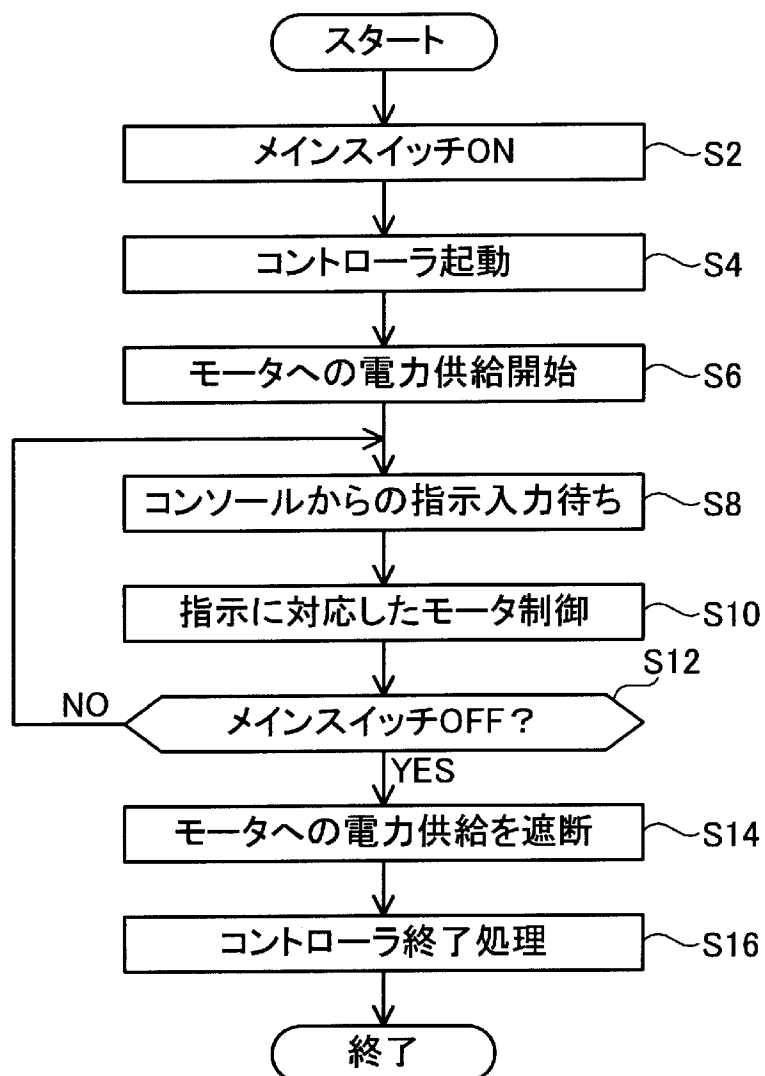
[図4]



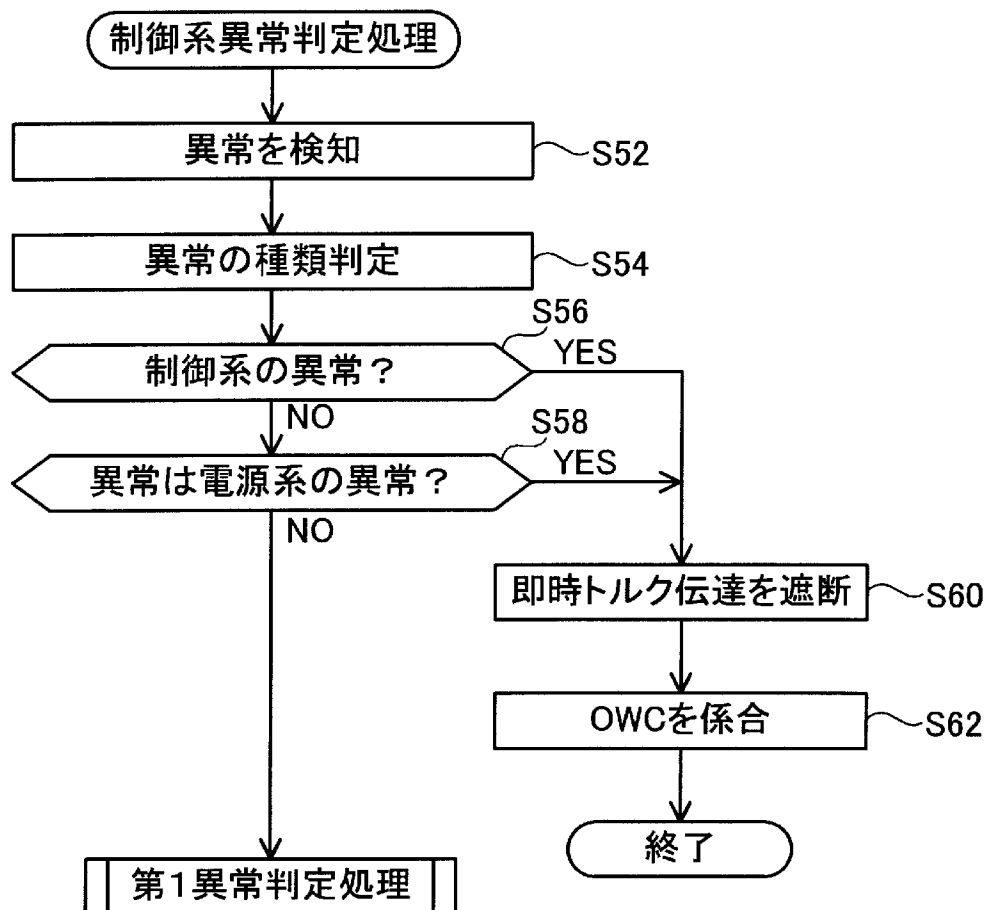
[図5]



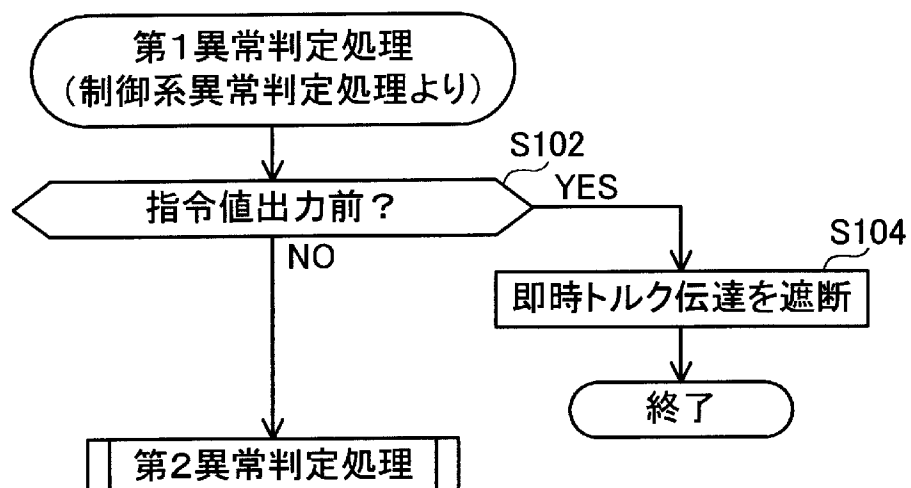
[図6]



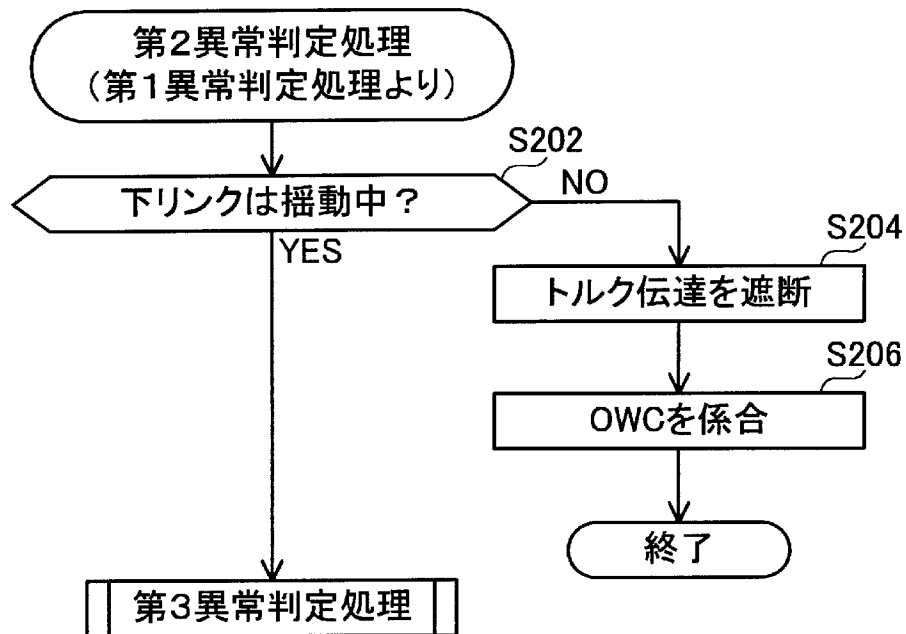
[図7]



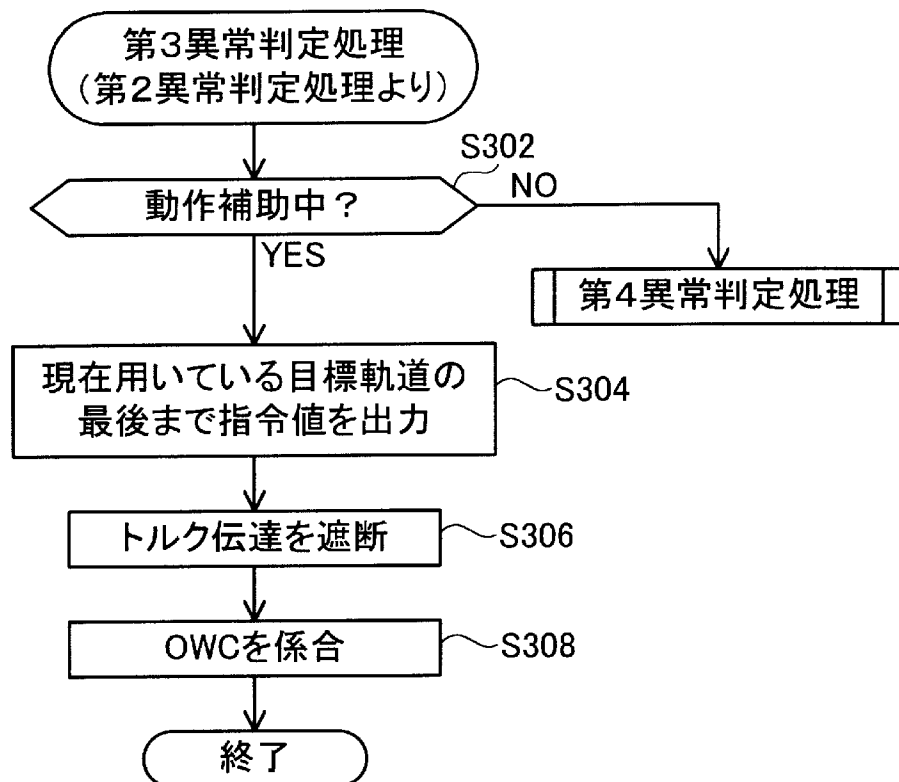
[図8]



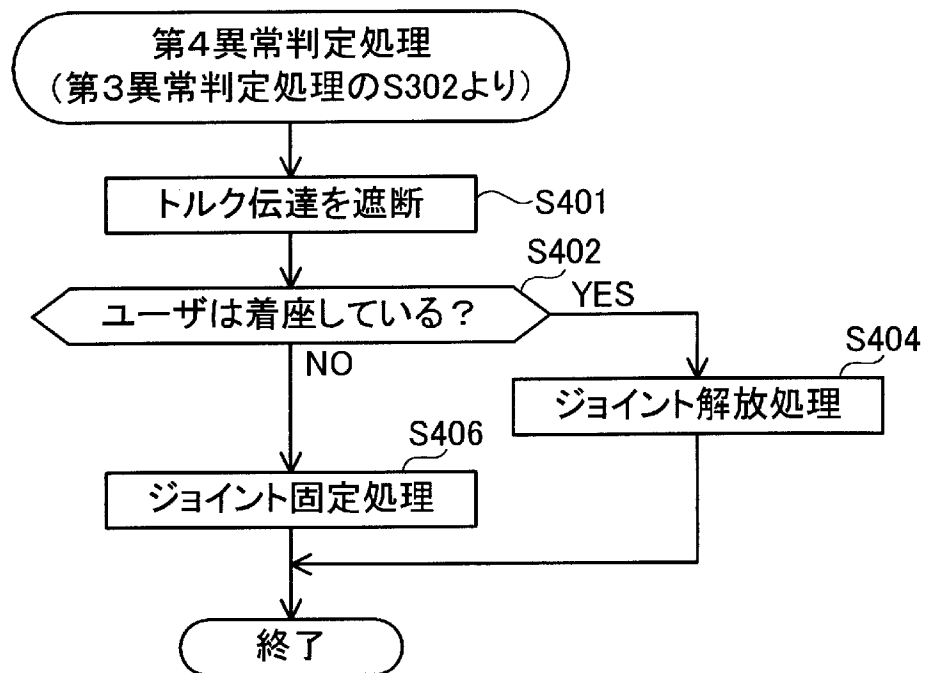
[図9]



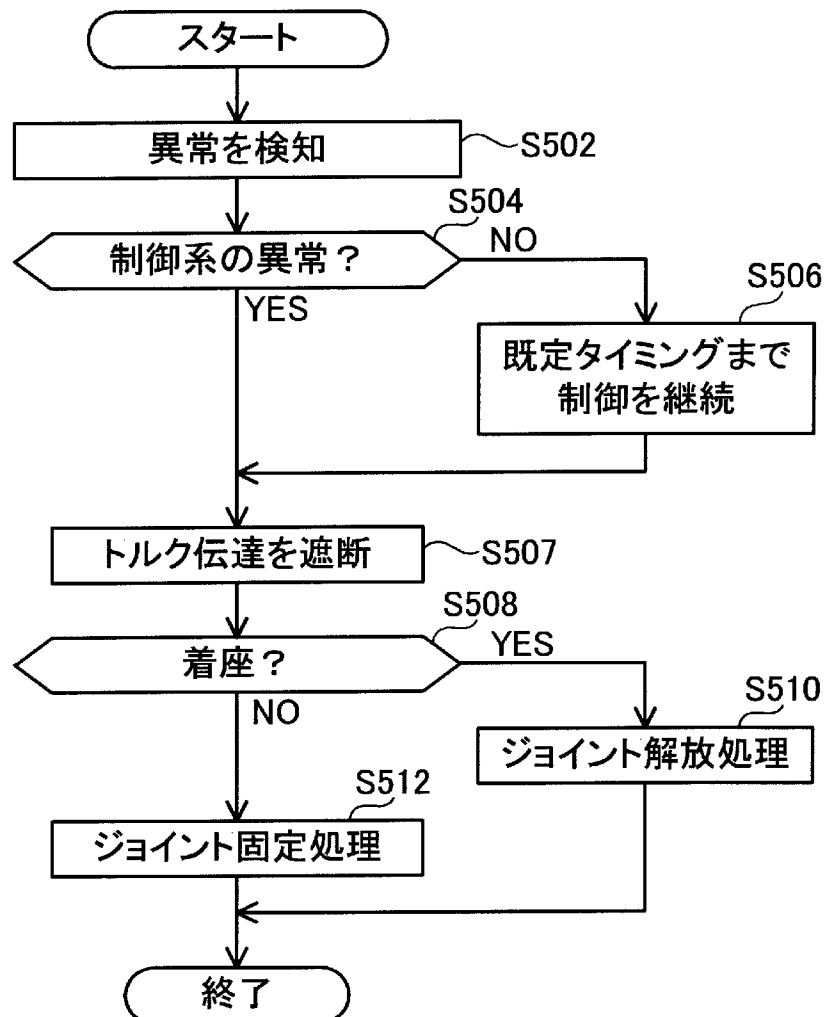
[図10]



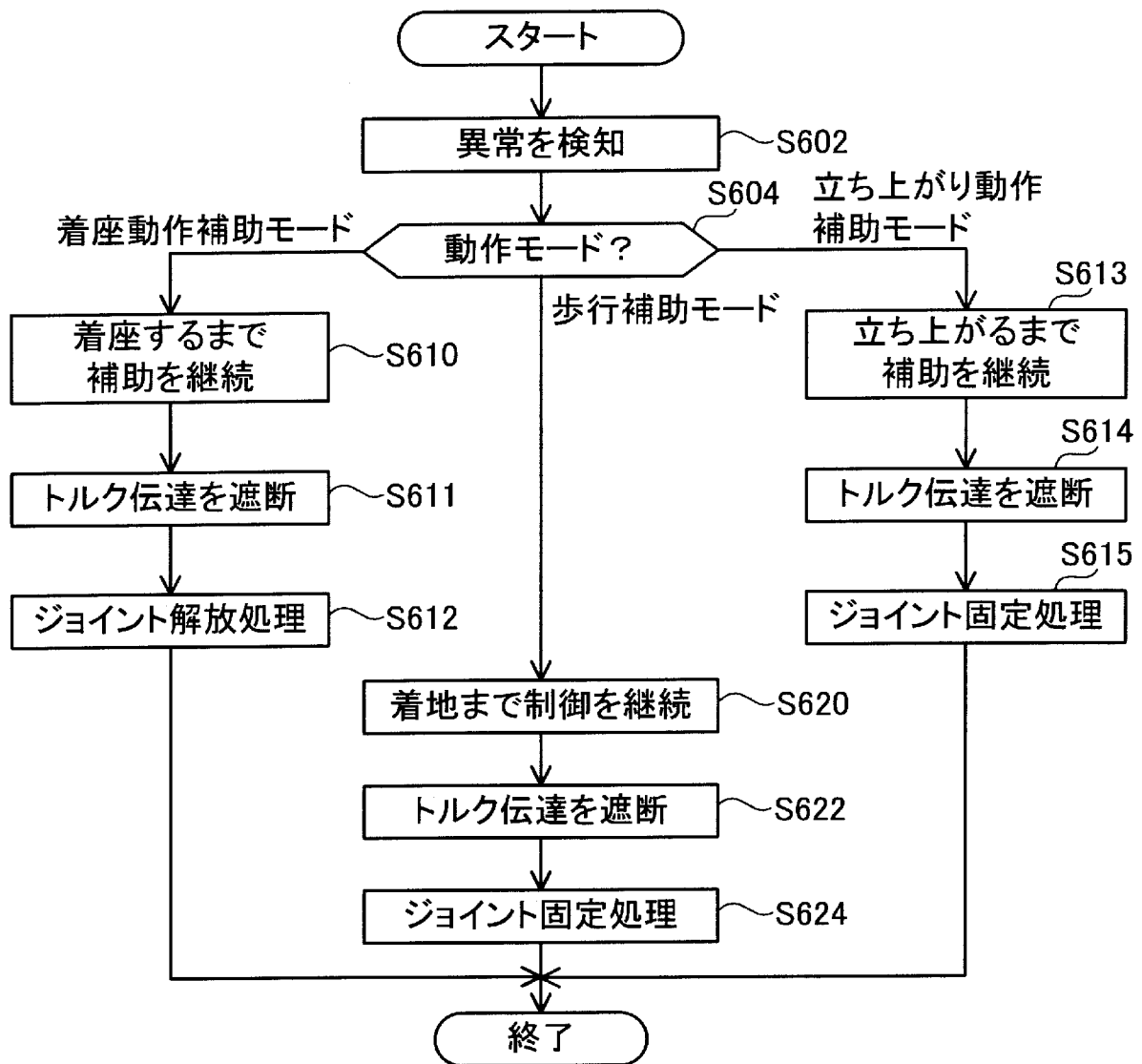
[図11]



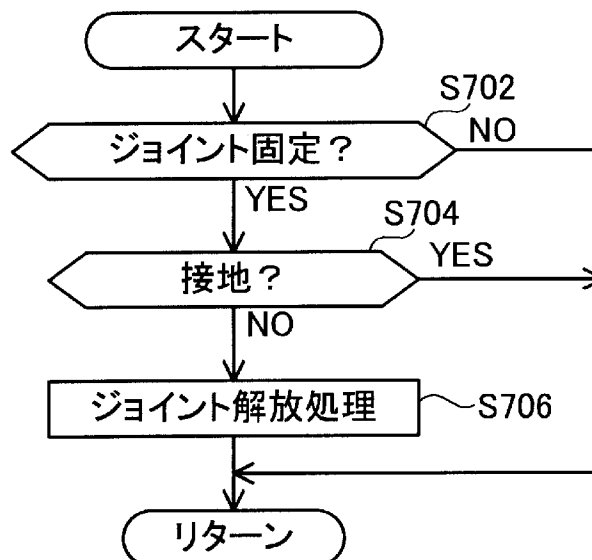
[図12]



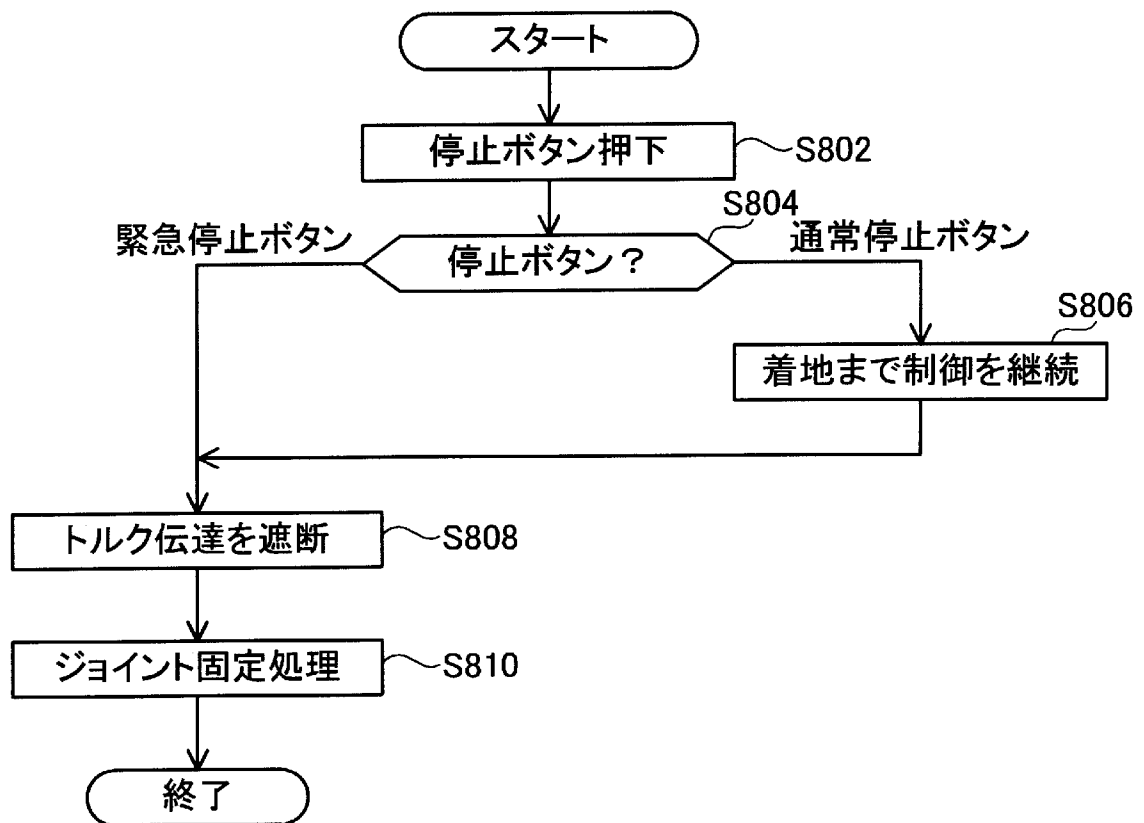
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61H3/00 (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)

A61H3/00

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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 A	JP 2009-207840 A (Toyota Motor Corp.), 17 September 2009 (17.09.2009), paragraphs [0020] to [0064]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1 2 3-4
Y A	WO 2007/108551 A1 (Japan Labor Health and Welfare Organization), 27 September 2007 (27.09.2007), pages [0001] to [0002]; fig. 16 & US 2008/0255489 A1	2 3-4
Y A	JP 2004-329520 A (Honda Motor Co., Ltd.), 25 November 2004 (25.11.2004), claim 1; paragraph [0066] (Family: none)	2 3-4



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
28 April, 2010 (28.04.10)Date of mailing of the international search report
18 May, 2010 (18.05.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054551

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-54086 A (Kochi University of Technology), 08 March 2007 (08.03.2007), claims 6 to 7; paragraph [0029]; fig. 1 (Family: none)	2 3-4
Y A	JP 63-43036 A (Canon Inc.), 24 February 1988 (24.02.1988), page 1, right column, line 5 to 3th line from the bottom; fig. 3 (Family: none)	2 3-4
Y A	JP 4-52993 A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), 20 February 1992 (20.02.1992), page 3, lower left column, 8th line from the bottom to lower right column, 4th line from the bottom; fig. 4 (Family: none)	2 3-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61H3/00(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（I P C））

Int.Cl. A61H3/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 Y A	JP 2009-207840 A（トヨタ自動車株式会社）2009.09.17, 段落【0020】－【0064】，図1－5等参照。 (ファミリーなし)	1 2 3-4
Y A	WO 2007/108551 A1（独立行政法人 労働者健康福祉機構） 2007.09.27, 第1－2ページ，図16等参照。 & US 2008/0255489 A1	2 3-4

☒ 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

2 8 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

長谷川 一郎

3 E

4 6 5 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3344

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
Y A	JP 2004-329520 A (本田技研工業株式会社) 2004. 11. 25, 【請求項 1】 , 段落【0 0 6 6】等参照。 (ファミリーなし)	2 3-4
Y A	JP 2007-54086 A (学校法人高知工科大学) 2007. 03. 08, 【請求項 6】 – 【請求項 7】 , 段落【0 0 2 9】 , 図 1 (ファミリーなし)	2 3-4
Y A	JP 63-43036 A (キヤノン株式会社) 1988. 02. 24, 第 1 ページ右欄第 5 行 – 下から第 3 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	2 3-4
Y A	JP 4-52993 A (東洋通信機株式会社) 1992. 02. 20, 第 3 ページ左下欄下から第 8 行 – 右下欄下から第 4 行, 第 4 図 (ファミリーなし)	2 3-4