

(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
2019年6月27日(27.06.2019)



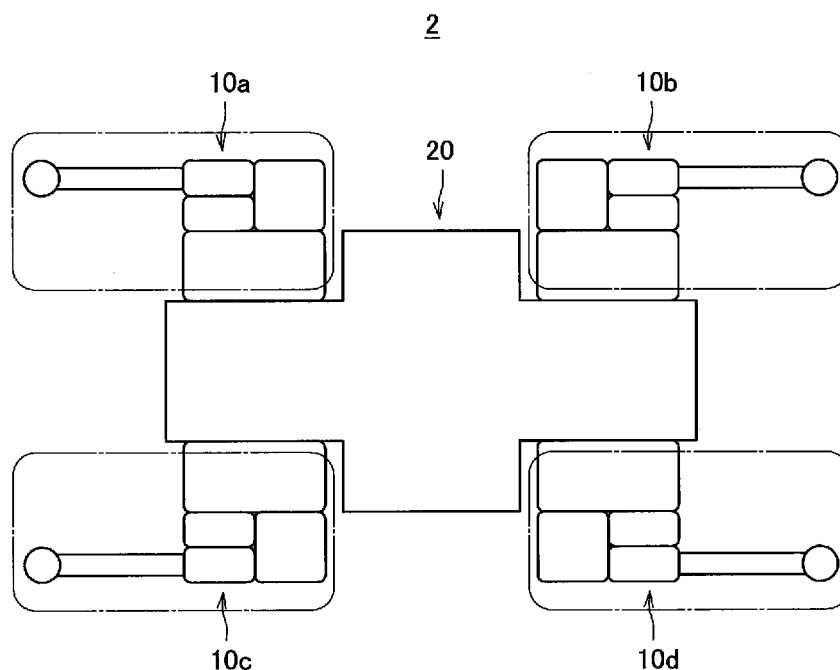
(10) 国際公開番号

WO 2019/123769 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 5/00 (2006.01) *B25J 13/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/037050
- (22) 国際出願日: 2018年10月3日(03.10.2018)
- (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 2017-243169 2017年12月19日(19.12.2017) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鬼頭 隆志 (KITO, Takashi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: LIMB UNIT AND ROBOT

(54) 発明の名称: 肢ユニット、および、ロボット



(57) Abstract: [Problem] To provide a limb unit and a robot that are capable of reducing a processing load on a body part when motion of each joint is controlled. [Solution] The limb unit is provided with: a control unit that causes a transmission unit to transmit, to a body part, own position and posture information at a first timing based on sensing results of a plurality of joints at the first timing; and a reception unit that receives, from the body part, motion instruction information for a second timing which is after the first timing, based on the own position and posture information at the first timing,

[続葉有]

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,
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, 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)）

wherein the control unit controls motion of the plurality of joints at the second timing on the basis of the motion instruction information for the second timing.

(57) 要約：【課題】個々の関節の動作を制御する際の本体部の処理負荷を軽減することが可能な、肢ユニット、および、ロボットを提案する。【解決手段】複数の関節の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第1のタイミングにおける自己の位置姿勢情報を本体部へ送信部に送信させる制御部と、前記第1のタイミングにおける自己の位置姿勢情報に基づいた、前記第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、を備え、前記制御部は、前記第2のタイミングにおける動作指示情報に基づいて、前記第2のタイミングにおける前記複数の関節の各々の動作を制御する、肢ユニット。

明 細 書

発明の名称： 肢ユニット、および、ロボット

技術分野

[0001] 本開示は、肢ユニット、および、ロボットに関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば4脚ロボットや2脚ロボットなどの、一以上の脚部を有するロボットが各種開発されている。

[0003] 例えば、下記特許文献1には、4個の脚モジュールがそれぞれ関節を介して胴体部に取り付けられた4脚ロボットが開示されている。各脚モジュールは、当該胴体部に設けられた関節用モータによって前後に回動される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-51559号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術では、各脚モジュールの動作を制御する際の4脚ロボット本体の処理負荷が大きい。例えば、特許文献1に記載の技術では、各脚モジュールの動作を制御するために、4脚ロボット本体は、胴体部に設けられている当該脚モジュールに対応する関節用モータを直接制御しなければならない。

[0006] そこで、本開示では、個々の関節の動作を制御する際の本体部の処理負荷を軽減することが可能な、新規かつ改良された肢ユニット、および、ロボットを提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示によれば、複数の関節の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第1のタイミングにおける自己の位置姿勢情報を本体部へ送信部に送信させる制御部と、前記第1のタイミングにおける自己の

位置姿勢情報に基づいた、前記第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、を備え、前記制御部は、前記第2のタイミングにおける動作指示情報に基づいて、前記第2のタイミングにおける前記複数の関節の各々の動作を制御する、肢ユニットが提供される。

[0008] また、本開示によれば、複数の肢ユニット、および、本体部を備え、前記複数の肢ユニットの各々は、複数の関節と、当該肢ユニットが有する複数の関節の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報を前記本体部へ送信部に送信させる制御部と、前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報に基づいた、前記第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、を有し、前記制御部は、前記第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報に基づいて、前記第2のタイミングにおける、当該肢ユニットが有する複数の関節の各々の動作を制御する、ロボットが提供される。

発明の効果

[0009] 以上説明したように本開示によれば、個々の関節の動作を制御する際の本体部の処理負荷を軽減することができる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施形態に係るロボット2を上から見た際の外観を概略的に示した図である。

[図2]同実施形態に係る脚ユニット10の軸構成の一例を示した図である。

[図3A]同実施形態に係る脚ユニット10の軸構成の別の例を示した図である。

[図3B]図3Aに示した軸構成の脚ユニット10を上から見た際の外観を概略的に示した図である。

[図4]同実施形態に係る本体部20の機能構成の例を示したブロック図である。

[図5]同実施形態に係る同期信号の波形の例を示したグラフである。

[図6]同実施形態に係る脚ユニット10の機能構成の例を示したブロック図である。

[図7]同実施形態に係る、本体部20の処理の流れを示したフローチャートである。

[図8]同実施形態に係る、脚ユニット10の処理の流れの一部を示したフローチャートである。

[図9]同実施形態に係る、脚ユニット10の処理の流れの一部を示したフローチャートである。

[図10]本開示の比較例に係る処理の流れを示したフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0012] また、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素を、同一の符号の後に異なるアルファベットを付して区別する場合もある。例えば、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素を、必要に応じて脚ユニット10aおよび脚ユニット10bのように区別する。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素の各々を特に区別する必要がない場合、同一符号のみを付する。例えば、脚ユニット10aおよび脚ユニット10bを特に区別する必要が無い場合には、単に脚ユニット10と称する。

[0013] また、以下に示す項目順序に従って当該「発明を実施するための形態」を説明する。

1. 比較例

2. 実施形態の詳細な説明

3. 変形例

[0014] <<1. 比較例>>

本開示は、一例として「2. 実施形態の詳細な説明」において詳細に説明するように、多様な形態で実施され得る。最初に、本開示に係る実施形態の特徴を明確に示すために、本開示の比較例について説明する。

[0015] <1-1. 構成>

まず、本比較例に係るロボット90の構成について説明する。ロボット90は、4脚ロボットである。ロボット90は、胴体部900および4本の脚部902を有する。

[0016] 胴体部900は、制御部904を含む。制御部904は、例えばCPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphical Processing Unit) などの処理回路を含む。制御部904は、ロボット90の動作を統括的に制御する。例えば、制御部904は、4本の脚部902の各々に配置されている個々のアクチュエータの動作を制御する。

[0017] 4本の脚部902の各々は、複数の関節と複数のリンクとを含むリンク機構としてそれぞれ構成されている。例えば、当該複数の関節は、胴体部900に接続する股関節、膝関節、および、足首関節などを含む。また、当該複数のリンクは、足裏を含み、かつ、足首関節に接続する第1リンク、足首関節と膝関節とを連結する第2リンク、および、膝関節と股関節とを連結する第3リンクなどを含む。

[0018] 当該複数の関節の各々は、例えば当該関節の回転軸回りに当該関節を回転させる力を出力可能な一以上のアクチュエータを有する。

[0019] <1-2. 処理の流れ>

次に、図10を参照して、本比較例に係る処理の流れについて説明する。以下では、ロボット90が、4本の脚部902の各々に配置されている関節ごとの制御演算を第1の周期（例えば0.25 msec など）で繰り返して

行うものとする。また、ロボット90は、運動目的に応じたロボット90の動作の計算（例えば、ロボット90が環境に対して発揮すべき力の計算など）を第2の周期（例えば1.0 msecなど）で繰り返して行うものとする。

[0020] 図10に示したように、まず、例えばロボット90の起動時などに、ロボット90の制御部904は、例えばロボット90に実装されている各種の機能（アプリケーションなど）に関する初期設定を行う（S901）。

[0021] その後、制御部904は、以下で説明するS903～S913の処理を第1の周期で繰り返す。具体的には、まず、制御部904は、4本の脚部902の各々に配置されている個々のアクチュエータの角度情報の前回のセンシング時から、当該第1の周期に対応する時間が経過したか否かを判定する（S903）。当該第1の周期に対応する時間が前回のセンシング時から未経過である間は（S903：No）、制御部904は、S903の処理を繰り返す。

[0022] 一方、当該第1の周期に対応する時間が前回のセンシング時から経過した際には（S903：Yes）、4本の脚部902の各々の各関節に配置されているセンサ部は、各関節内に配置されている個々のアクチュエータの角度をセンシングする。例えば、各関節内に配置されているセンサ部は、当該関節内の個々のアクチュエータに関して、前回のセンシング時からの当該アクチュエータの角度の変位量をセンシングする。

[0023] そして、制御部904は、各センサ部によるセンシング結果を各センサ部から取得する（S905）。

[0024] 続いて、制御部904は、ロボット90全身の動作の前回の計算時から、当該第2の周期に対応する時間が経過したか否かを判定する（S907）。当該第2の周期に対応する時間が、ロボット90の動作の前回の計算時から未経過である間は（S907：No）、制御部904は、まず、4本の脚部902の各々に含まれる関節ごとに、S905のセンシング結果を用いて、当該関節に関する力制御演算を行う（S909）。

- [0025] 続いて、制御部 904 は、各関節に配置されている個々のアクチュエータによるトルク出力指令値を、S 909 の演算結果に基づいて計算する。例えば、後述する S 919 が少なくとも一回実行済みである場合には、制御部 150 は、S 919 で計算された、当該関節に出力させる目標のトルクの値と、直近の S 905 で取得されたセンシング結果とに基づいて、当該脚ユニット 10 内の全ての関節の各々に配置されている個々のアクチュエータによるトルク出力指令値を計算する（S 911）。
- [0026] その後、制御部 904 は、各関節に配置されている個々のアクチュエータに対して、S 911 で計算された、当該アクチュエータのトルク出力指令値に対応するトルクを当該アクチュエータに出力させるように当該アクチュエータを制御する（S 913）。そして、制御部 904 は、再び S 903 以降の処理を繰り返す。
- [0027] 一方、S 907 において、当該第 2 の周期に対応する時間が、ロボット 90 の動作の前の計算時から経過した際には（S 907 : Yes）、制御部 904 は、直近の S 905 で取得された、4 本の脚部 902 の各々に配置されている個々のアクチュエータの角度のセンシング結果と、公知の運動学のアルゴリズムとに基づいて、直近の S 905 時点の、4 本の脚部 902 の各々に含まれる各関節の位置および姿勢を計算する（S 915）。
- [0028] 続いて、制御部 904 は、現在の運動目的に応じて、公知の逆運動学のアルゴリズムおよび公知の逆動力学のアルゴリズムを用いて、直近の S 905 時点から第 2 の周期の時間に対応する時間の経過時においてロボット 90 が環境に対して発揮すべき力の大きさを計算（決定）する（S 917）。
- [0029] 続いて、制御部 904 は、4 本の脚部 902 の各々に含まれる関節ごとに（より詳細には、各関節内のアクチュエータごとに）、S 917 で計算された力の大きさを分解することにより、直近の S 905 時点から第 2 の周期の時間に対応する時間の経過時において当該関節に出力させる目標のトルクの値をそれぞれ計算する（S 919）。その後、制御部 904 は、上記の S 911 以降の処理を行う。

[0030] <1-3. 課題の整理>

前述したように、本比較例では、胴体部900が単独で、4本の脚部902の各々に含まれる個々のアクチュエータのトルク指令値を全て計算し、かつ、当該トルク指令値に基づいて個々のアクチュエータの動作を制御する。つまり、ロボット90は、4本の脚部902の各々の動作を集中的に制御する。このため、4本の脚部902の各々に含まれる個々の関節の動作を制御する際の、胴体部900（つまり、ロボット90の本体）の処理負荷が大きい。

[0031] また、本比較例では、胴体部900と4本の脚部902とが一体的に構成されているので、ロボット90のメンテナンスの負荷が大きい。例えば、胴体部900と、4本の脚部902の各々との間では、多数のケーブルが複雑に配線されている。例えば、胴体部900と、個々の脚部902内の個々のアクチュエータとはそれぞれ別々のケーブルで直接連結されている。つまり、配線が複雑、かつ、膨大であり得る。このため、例えば4本の脚部902のうちのいずれかが故障した場合など、いずれかの脚部902を交換する際には、該当の脚部902内の一以上のケーブルだけでなく、胴体部900の内部の、該当の脚部902に連結している一以上のケーブルも適切に外す必要がある。従って、作業の負荷が大きい。

[0032] そこで、上記事情を一着眼点にして、本開示の実施形態に係るロボット2を創作するに至った。本実施形態に係るロボット2は、複数の脚ユニット10、および、本体部20を備える。そして、当該複数の脚ユニット10の各々は、複数の関節100を有し、かつ、当該複数の関節100の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、当該第1のタイミングにおける当該脚ユニット10の位置姿勢情報を本体部20へ送信し、当該第1のタイミングにおける当該脚ユニット10の位置姿勢情報に基づいた、当該第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける動作指示情報を本体部20から受信し、そして、当該第2のタイミングにおける動作指示情報に基づいて、当該第2のタイミングにおける当該複数の関節100の各々の動

作を制御する。このため、個々の関節１００の動作を制御する際の本体部２０の処理負荷を軽減することができる。例えば、本実施形態では、複数の脚ユニット１０の各々が有する複数の関節１００の動作を、本体部２０と脚ユニット１０とで分散制御することができる。以下、本実施形態の内容について順次詳細に説明する。

[0033] 本実施形態において、ロボット２は、電気的および／または磁気的な作用を用いて例えば自律的に行動（例えば移動や物体の把持など）可能な装置であり得る。また、脚ユニット１０は、本開示に係る肢ユニットの一例である。但し、本開示はかかる例に限定されず、肢ユニットは、腕ユニットであってもよい。例えば、当該腕ユニットは、本体部２０に対して着脱可能なアームユニットとして構成され得る。以下では、本開示に係る肢ユニットが、脚ユニット１０である例を主として説明する。

[0034] 例えば、ロボット２は、４つの脚ユニット１０を有し得る。但し、本実施形態はかかる例に限定されず、脚ユニット１０の数は、任意の数（例えば、１つ、２つ、または、１０個など）であってよい。以下では、脚ユニット１０の数が４つである例（例えば、ロボット２が四脚ロボットである例）について説明する。

[0035] <<２．実施形態の詳細な説明>>

<２－１．物理構成>

まず、本実施形態に係るロボット２の物理構成について説明する。図１は、上から見たロボット２の外観を概略的に示した図である。図１に示したように、ロボット２は、本体部２０、および、４つの脚ユニット１０を備える。４つの脚ユニット１０の各々は、本体部２０に対して取り外し可能に構成され得る。

[0036] 当該４つの脚ユニット１０の種類は、全て同一であり得る。但し、かかる例に限定されず、例えば軸構成などの種類が互いに異なる脚ユニット１０が併用されてもよい。

[0037] 次に、本実施形態に係る脚ユニット１０の物理構成について説明する。例

えば、脚ユニット１０は、制御部１５０、エネルギー供給ポート、および、通信部１６０を有する。

[0038] { 2 - 1 - 1 . 制御部 1 5 0 }

制御部１５０は、例えばCPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphics Processing Unit) などの処理回路を含んで構成され得る。さらに、制御部１５０は、ROM (Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) などのメモリを含んで構成されてもよい。なお、制御部１５０の具体的な機能については後述する。

[0039] { 2 - 1 - 2 . エネルギー供給ポート }

エネルギー供給ポートは、本体部２０から脚ユニット１０へ送られるエネルギー（例えば、電力、油圧、水圧、および／または、空気圧など）を受け取るためのポートである。例えば、本体部２０から送られたエネルギーは、エネルギー供給ポートを介して、後述する、各関節１００内のアクチュエータ１１０およびモータドライバ１１４などへ送られる。

[0040] { 2 - 1 - 3 . 通信部 1 6 0 }

通信部１６０は、本開示に係る受信部および送信部の一例である。通信部１６０は、本体部２０との間でデータの送受信を行う。通信部１６０は、例えば、本体部２０と該当の脚ユニット１０との間でシリアル通信を行うための通信ポートと、本体部２０から送信される同期信号を受信するための同期信号ポートとを含んで構成される。なお、当該通信ポートと当該同期信号ポートとは別々に構成される代わりに、単独のポートとして構成されてもよい。なお、通信部１６０の具体的な機能については後述する。

[0041] { 2 - 1 - 4 . 軸構成 }

- 第 1 の例

次に、図２～図３Ｂを参照して、脚ユニット１０の軸構成について説明する。図２は、脚ユニット１０の軸構成の一例を概略的に示した図である。脚ユニット１０は、複数の関節と複数のリンクとを含むリンク機構として構成

され得る。例えば、図2に示したように、脚ユニット10は、股関節Roll軸100a、股関節Pitch軸100b、および、膝関節Pitch軸100cなどの少なくとも3つの関節100と、足先102とを有する。また、脚ユニット10は、膝関節Pitch軸100cと足先102との間に足首関節（図示省略）をさらに有してもよい。例えば、閉リンク機構により膝関節Pitch軸100cのトルクが当該足首関節に伝達されるように構成されてもよい。

[0042] また、脚ユニット10は、足先102を含む第1リンク104a、足先102と膝関節Pitch軸100cとを連結する第2リンク104b、膝関節Pitch軸100cと股関節Pitch軸100bとを連結する第3リンク104c、および、股関節Pitch軸100bと股関節Roll軸100aとを連結する第4リンク104dを有し得る。このように構成されることにより、ロボット2は、脚ユニット10ごとに、本体部20に対する当該脚ユニット10の固定位置（例えば、股関節Roll軸100aの位置など）から見たときの、当該脚ユニット10の足先102の位置を、縦、横、および、高さの三方向へ移動させることができる。これにより、ロボット2（より詳細には本体部20）は、各脚ユニット10の位置および姿勢を変化させることにより、外界の任意の方向に対して力を加えることができる。また、本体部20は、例えば各脚ユニット10が他の物体と接触した際の摩擦力の大きさに応じて、各脚ユニット10による力のモーメントを変化させることができる。さらに、各脚ユニット10の足先軌道が3次元の自由軌道になり得るので、ロボット2は、一以上の障害物を乗り越えたり、回避することもできる。

[0043] なお、脚ユニット10が足首関節を有する場合、第1リンク104aが当該足首関節と接続しうる。また、この場合、第2リンク104bは、当該足首関節と膝関節Pitch軸100cとを連結するように構成されてもよい。

[0044] - 第2の例

図3Aは、（脚ユニット10の横から見た）脚ユニット10の軸構成の別の例を示した図である。また、図3Bは、図3Aに示した脚ユニット10を上から見た際の外観を概略的に示した図である。図3Aおよび図3Bに示したように、股関節Pitch軸100bの回転軸と、膝関節Pitch軸100cの回転軸とが同軸になるように、これらの関節100は配置されてもよい。また、図3Aに示したように、脚ユニット10は、股関節Pitch軸100bおよび膝関節Pitch軸100cに連結する閉リンク機構106を有してもよい。これにより、股関節Pitch軸100bを駆動するアクチュエータ110bにより出力される力が膝関節Pitch軸100cへ伝達され得る。なお、アクチュエータ110の具体的な内容については後述する。

[0045] {2-1-5. 変形例}

本実施形態に係る脚ユニット10の軸構成は、前述した例に限定されない。例えば、脚ユニット10の軸の数は一以上の任意の数（例えば1軸や10軸など）であってもよい。また、脚ユニット10に含まれるリンク機構としては、全てシリアルリンクが用いられてもよいし、全てパラレルリンクが用いられてもよいし、または、一以上のシリアルリンクおよび一以上のパラレルリンクが混在していてもよい。さらに、脚ユニット10は、劣駆動関節（つまり、アクチュエータ110により駆動されない関節）を一以上有してもよい。また、脚ユニット10が有するアクチュエータ110の数（脚ユニット10が制御可能なアクチュエータ110の数）に関しても特に限定されない。

[0046] <2-2. 機能構成：本体部20>

以上、本実施形態に係るロボット2の物理構成について説明した。次に、本実施形態に係る本体部20の機能構成について説明する。図4は、本体部20の機能構成の例を示したブロック図である。図4に示したように、本体部20は、制御部200、通信部202、センサ部204、および、記憶部206を有する。

[0047] {2-2-1. 制御部200}

制御部200は、例えばCPUやGPUなどの処理回路を含んで構成され得る。制御部200は、本体部20の動作を統括的に制御する。

[0048] (2-2-1-1. 同期信号の送信制御)

例えば、制御部200は、4つの脚ユニット10の各々の間で動作のタイミングを所定の周期で同期させるための同期信号を任意のタイミング（例えばロボット2の起動時など）に4つの脚ユニット10の各々へ通信部202に送信させる。より具体的には、制御部200は、当該4つの脚ユニット10の各々へ、同一の当該同期信号をそれぞれ任意のタイミングに通信部202に送信させ得る。

[0049] ここで、当該同期信号は、複数のタイミングを有し、かつ、隣接するタイミング間の時間が第1の周期である第1のタイミング列を示し得る。さらに、当該同期信号は、複数のタイミングを有し、かつ、隣接するタイミング間の時間が、当該第1の周期の定数倍である第2の周期である第2のタイミング列を示し得る。例えば、当該第1の周期は、0.25msecであり、かつ、当該第2の周期は、1.0msecであってもよい。なお、当該第2のタイミング列は、本開示に係る所定のタイミング列の一例である。また、当該第2の周期は、本開示に係る所定の周期の一例である。

[0050] 第1のタイミング列は、各脚ユニット10の運動をつかさどる複数のタイミングの列であり得る。また、第2のタイミング列は、ロボット2全体の運動をつかさどる複数のタイミングの列であり得る。例えば、第1のタイミング列は、各脚ユニット10内の個々のアクチュエータ110に対する電力の供給を制御するためのPWM(Pulse Width Modulation)の出力開始の個々のタイミングを示してもよい。また、当該第1のタイミング列は、後述する、各脚ユニット10内の各センサ部112によるセンシング結果（例えば、個々のアクチュエータ110の角度情報など）の個々の取得タイミングを示してもよい。また、第2のタイミング列は、例えば、各脚ユニット10の位置姿勢情報の計算（特定）に用いられる、当該脚ユ

ニット10内の各センサ部112によるセンシング結果の取得タイミングを示してもよい。詳細については後述するが、この場合、各脚ユニット10は、当該第2のタイミング列に含まれるタイミングごとに、当該タイミングにおける各センサ部112によるセンシング結果に基づいて、当該タイミングにおける当該脚ユニット10の位置姿勢情報を逐次計算し、そして、当該位置姿勢情報を本体部20へ逐次送信し得る。

[0051] 例えば、同期信号は、図5に示したような、矩形波パルス状の信号である。詳細については後述するが、例えば、同期信号に対応する電圧（以下、同期信号電圧と称する）の立ち上がりをトリガとして各脚ユニット10の動作が同期され得る。一例として、第1のタイミング列に含まれるタイミングごとの同期信号電圧の立ち上がりをトリガとして、上記のように各脚ユニット10内の運動が制御され得る。また、第2のタイミング列に含まれるタイミングごとの同期信号電圧の立ち上がりをトリガとして、上記のようにロボット2全体の運動が制御され得る。

[0052] 図5に示した例では、第1のタイミング列に含まれる各タイミングに対応する、同期信号電圧の立ち上がりごとに、各脚ユニット10内の各関節100内のセンサ部112によるセンシング結果が逐次取得されるとともに、各脚ユニット10内の各関節100内の個々のアクチュエータ110によるトルク出力が逐次開始され得る。また、図5に示した例では、第2のタイミング列に含まれる各タイミングに対応する、同期信号電圧の立ち上がりごとに、各脚ユニット10が、当該タイミングにおける各関節100内のセンサ部112によるセンシング結果に基づいて、当該タイミングにおける当該脚ユニット10の位置および姿勢を逐次計算し得る。なお、これらの機能の具体的な内容については後述する。

[0053] なお、図5では、当該第1のタイミング列に含まれる少なくとも一つのタイミングと、当該第2のタイミング列に含まれる少なくとも一つのタイミングとが一致する例を示している。但し、かかる例に限定されず、当該第1のタイミング列に含まれる全てのタイミングと、当該第2のタイミング列に含

まれる全てのタイミングとはそれぞれ異なってもよい。

[0054] また、第1のタイミング列に対応する同期信号と、第2のタイミング列に対応する同期信号とは同一の信号であってもよいし、または、互いに異なる信号であってもよい。後者の場合、制御部200は、これらの2種類の同期信号を任意のタイミングに4つの脚ユニット10の各々へ通信部202に送信させる。

[0055] (2-2-1-2. 脚ユニット10の動作指示)

また、当該第2のタイミング列が示す直近のタイミングにおける4つの脚ユニット10の各々の位置姿勢情報が各脚ユニット10から受信される度に、制御部200は、4つの脚ユニット10の各々に関して、当該第2のタイミング列が示す次のタイミングにおける当該脚ユニット10の動作指示情報を当該脚ユニット10へ通信部202に送信させることが可能である。

[0056] 例えば、当該第2のタイミング列が示す直近のタイミングにおける4つの脚ユニット10の各々の位置姿勢情報が各脚ユニット10から受信された場合には、制御部200は、まず、受信された4つの脚ユニット10の各々の位置姿勢情報と公知の運動学のアルゴリズムとに基づいて、当該直近のタイミングにおけるロボット2の位置姿勢情報（例えばロボット2の胴体の位置姿勢情報）を特定する。次に、制御部200は、当該第2のタイミング列が示す次のタイミングに対応する、ロボット2の運動目的と、当該直近のタイミングにおけるロボット2の位置姿勢情報と、公知の逆運動学のアルゴリズムとに基づいて、当該次のタイミングにおいてロボット2が環境に対して発揮すべき力の大きさおよび力の方向（以下、「ロボット2の目標の力の大きさ」および「ロボット2の目標の力の方向」とそれぞれ称する場合がある）を計算する。次に、制御部200は、計算されたロボット2の目標の力の大きさ、および、目標の力の方向に基づいて、当該次のタイミングにおける、4つの脚ユニット10の各々が発揮すべき力に関する指令値（以下、「各脚ユニット10の運動指令値」と称する場合がある）を計算する。例えば、制御部200は、4つの脚ユニット10の各々の位置関係に応じて、ロボット

2の目標の力の大きさ、および、目標の力の方向を脚ユニット10ごとにそれぞれ分解することにより、各脚ユニット10の目標の力の大きさ、および、目標の力の方向を、各脚ユニット10の運動指令値として計算する。次に、制御部200は、脚ユニット10ごとに、計算された当該脚ユニット10の運動指令値を含む、当該次のタイミングにおける当該脚ユニット10の動作指示情報を生成する。そして、制御部200は、当該脚ユニット10の動作指示情報を当該脚ユニット10へ通信部202に送信させる。

[0057] なお、当該脚ユニット10の動作指示情報は、当該次のタイミングにおける当該脚ユニット10の目標の位置情報（例えば当該脚ユニット10の特定の部位（足先102など）の目標の位置情報）、および、当該次のタイミングにおける当該脚ユニット10の目標の姿勢を示す情報などをさらに含んでもよい。

[0058] {2-2-2. 通信部202}

通信部202は、4つの脚ユニットの各々と情報の送受信を行う。例えば、通信部202は、上記の第2のタイミング列が示す直近のタイミングにおける各脚ユニット10の位置姿勢情報を各脚ユニット10から受信する。また、通信部202は、4つの脚ユニット10の各々に関して、当該第2のタイミング列が示す次のタイミングにおける当該脚ユニット10の動作指示情報を、制御部200の制御に従って当該脚ユニット10へ送信する。

[0059] また、通信部202は、所定のネットワーク（例えばインターネットや各種のLAN（Local Area Network）など）を介して外部の装置（例えば汎用PC（Personal Computer）など）との間で情報の送受信を行うことも可能である。例えば、通信部202は、ロボット2の運動目的や動作に関するユーザの指示情報を外部の装置から受信し得る。

[0060] {2-2-3. センサ部204}

センサ部204は、例えば外界やロボット2の状態に関して各種のセンシングを行う。センサ部204は、例えば、カメラ（イメージセンサ）、デプ

スセンサ（例えばtime of flight方式のセンサ、または、ステレオカメラなど）、マイクロフォン、加速度センサ、ジャイロ스코プ、温度センサ、地磁気センサ、および／または、トルクセンサなどを含む。さらに、センサ部204は、例えばGPS（Global Positioning System）やGLONASS（Global Navigation Satellite System）などの測位衛星から測位信号を受信する受信機を含み得る。

[0061] {2-2-4. 記憶部206}

記憶部206は、例えばHDD（Hard Disk Drive）、または、RAMやROMなどのメモリなどの記憶装置を含んで構成され得る。記憶部206は、例えば地図情報DB、物体情報DB、および、身体情報DBなどの各種のデータや、各種のアプリケーションを記憶する。ここで、地図情報DBは、実世界の地図情報が格納されているデータベースであり得る。物体情報DBは、例えば、物体ごとに、当該物体の位置情報や当該物体の属性情報（形状や想定重量など）が格納されているデータベースであり得る。身体情報DBは、ロボット2の各部位の情報（例えば、位置、形状、サイズなど）が格納されているデータベースであり得る。

[0062] <2-3. 機能構成：脚ユニット10>

以上、本体部20の機能構成について説明した。次に、本実施形態に係る脚ユニット10の機能構成について説明する。図6は、脚ユニット10の機能構成の例を示したブロック図である。図6に示したように、脚ユニット10は、複数の関節100、制御部150、通信部160、センサ部162、および、記憶部164を有する。ここで、当該複数の関節100は、例えば、股関節Roll軸100a、股関節Pitch軸100b、および、膝関節Pitch軸100cなどの少なくとも3つの関節100を有し得る。以下では、上記の説明と重複する内容については説明を省略することとする。

[0063] {2-3-1. 関節100}

図6に示したように、関節100は、一以上のアクチュエータ110、セ

ンサ部 112、および、モータドライバ 114 を有する。

[0064] {2-3-2. モータドライバ 114}

モータドライバ 114 は、後述する、制御部 150 の制御に従って、該当の関節 100 内の一以上のアクチュエータ 110 の各々の動作を制御する。例えば、本体部 20 から受信済みの同期信号が示す第 1 のタイミング列に含まれるタイミングごとに、モータドライバ 114 は、制御部 150 から受信される、当該タイミングにおけるトルク指令値に対応するトルクを当該一以上のアクチュエータ 110 の全てまたは一部に出力させる。

[0065] また、モータドライバ 114 は、後述する、センサ部 112 によるセンシング結果を制御部 150 へ送信する。例えば、当該同期信号が示す第 1 のタイミング列に含まれるタイミングごとに、モータドライバ 114 は、まず、当該タイミングにおいてセンサ部 112 によりセンシングされた結果（例えば、該当の関節 100 内の一以上のアクチュエータ 110 の各々の角度情報など）をセンサ部 112 から逐次取得し、そして、取得されたセンシング結果を制御部 150 へ逐次送信する。

[0066] {2-3-3. アクチュエータ 110}

アクチュエータ 110 は、エネルギー供給ポートから供給されるエネルギー（電力など）と、モータドライバ 114 から伝達される制御信号とに基づいて動力を発生させる。例えば、該当の脚ユニット 10 に含まれる全てのアクチュエータ 110 は、モータを含み得る。但し、本実施形態はかかる例に限定されず、該当の脚ユニット 10 に含まれる一以上のアクチュエータ 110 は、例えば、空気圧アクチュエータ、油圧アクチュエータ、または、ラバーアクチュエータなどであってもよい。

[0067] {2-3-4. センサ部 112}

センサ部 112 は、該当の関節 100 内の一以上のアクチュエータ 110 の各々に関して各種のセンシングを行う。例えば、センサ部 112 は、角度センサ、加速度センサ、および、トルクセンサを含む。センサ部 112 は、該当の関節 100 内の各アクチュエータ 110 の回転角度をセンシングし得

る。さらに、センサ部 112 は、該当の関節 100 内の各アクチュエータ 110 の速度、電流値、および、出力トルクなどをセンシングしてもよい。

[0068] {2-3-5. センサ部 162}

センサ部 162 は、該当の脚ユニット 10 の状態に関して各種のセンシングを行う。例えば、センサ部 162 は、接触センサや圧力センサなどを含む。センサ部 162 は、脚ユニット 10 の先端（足先 102 など）における他の物体との接触の有無や、当該先端において他の物体から受ける力の大きさなどをセンシングし得る。

[0069] {2-3-6. 制御部 150}

制御部 150 は、脚ユニット 10 の動作を統括的に制御する。

[0070] (2-3-6-1. 自己の位置姿勢情報の送信制御)

例えば、本体部 20 からの同期信号の受信後に、制御部 150 は、当該同期信号が示す第 2 のタイミング列に含まれるタイミングごとに、当該タイミングにおける当該複数の関節 100 の各々のセンシング結果に基づいた、当該タイミングにおける自己の位置姿勢情報を本体部 20 へ通信部 160 に逐次送信させることが可能である。一例として、当該第 2 のタイミング列に含まれるタイミングごとに、制御部 150 は、当該複数の関節 100 の各々の当該タイミングにおけるセンサ部 112 によるセンシング結果と、当該タイミングにおけるセンサ部 162 によるセンシング結果とに基づいて、当該タイミングにおける自己の位置姿勢情報を特定し、そして、特定された位置姿勢情報を本体部 20 へ通信部 160 に逐次送信させる。

[0071] 例えば、当該同期信号が示す第 2 のタイミング列に含まれる各タイミングに達する度に、制御部 150 は、まず、当該タイミングにおける各関節 100 内のセンサ部 112 による、当該関節 100 の姿勢に関するセンシング結果（例えば、当該関節 100 内の個々のアクチュエータ 110 の角度情報など）を各センサ部 112 から取得し、そして、当該タイミングにおけるセンサ部 162 によるセンシング結果をセンサ部 162 から取得する。次に、制御部 150 は、これらのセンシング結果と、公知の運動学のアルゴリズムと

に基づいて、当該タイミングにおける当該脚ユニット 10 の位置および姿勢（つまり、該当の脚ユニット 10 の位置および姿勢）を特定（計算）する。例えば、制御部 150 は、当該タイミングにおける当該脚ユニット 10 の重心の位置座標、および／または、当該タイミングにおける特定の部位（例えば足先 102 など）の位置情報を、当該タイミングにおける当該脚ユニット 10 の位置として特定する。そして、制御部 150 は、特定された当該脚ユニット 10 の位置および姿勢を示す位置姿勢情報を本体部 20 へ通信部 160 に送信させる。

[0072] なお、当該脚ユニット 10 の位置姿勢情報は、当該タイミングにおける当該脚ユニット 10 の位置および姿勢以外の種類の情報をさらに含んでもよい。例えば、当該脚ユニット 10 の位置姿勢情報は、当該タイミングにおいて当該脚ユニット 10 が環境から受けた力の大きさの計測結果および力の方向の計測結果などをさらに含んでもよい。追加的に、または、代替的に、当該脚ユニット 10 の位置姿勢情報は、当該タイミングにおける、当該脚ユニット 10 内の個々のアクチュエータ 110 の角度、速度、電流値、および／または、トルクの計測結果をさらに含んでもよい。

[0073] （2-3-6-2. 各アクチュエータ 110 の制御）

また、（当該脚ユニット 10 に対応する）動作指示情報が本体部 20 から受信される度に、制御部 150 は、当該動作指示情報と、受信済みの同期信号とに基づいて、当該動作指示情報に対応するタイミングにおける当該複数の関節 100 の各々の動作を逐次制御する。例えば、動作指示情報が本体部 20 から受信される度に、制御部 150 は、当該同期信号が示す第 2 のタイミング列に含まれる複数のタイミングのうちの、当該新たに受信された動作指示情報に対応するタイミングにおいて、当該複数の関節 100 の各々に含まれる個々のアクチュエータ 110 の動作を、当該動作指示情報に基づいて逐次制御する。ここで、当該動作指示情報に対応するタイミングは、例えば、受信済みの同期信号が示す第 2 のタイミング列に含まれる複数のタイミングのうちの、当該動作指示情報の累積の受信回数に対応する順番（例えば、

当該動作指示情報の累積の受信回数と同じ順番など)のタイミングであり得る。

[0074] 例えば、動作指示情報が本体部20から受信される度に、制御部150は、まず、当該動作指示情報に対応するタイミングにおいて、当該脚ユニット10内の全ての関節100の各々が発揮すべき力に関する指令値(以下、「各関節100の運動指令値」と称する場合がある)を、当該動作指示情報が示す当該脚ユニット10の運動指令値に基づいて計算する。次に、制御部150は、当該脚ユニット10内の全ての関節100の各々に関して、計算された当該関節100の運動指令値に基づいて力制御演算を行うことにより、当該動作指示情報に対応するタイミングにおいて当該関節100が出力すべきトルクの出力指令値を計算する。そして、制御部150は、当該脚ユニット10内の全ての関節100の各々に関して、計算された当該アクチュエータ110のトルク出力指令値に対応するトルクを当該関節100内のアクチュエータ110に出力させるように、当該関節100内のモータドライバ114へ指示情報を送信する。なお、当該指示情報は、当該関節100内の各アクチュエータ110のトルク出力指令値を含んでもよい。

[0075] {2-3-7. 通信部160}

通信部160は、本体部20と情報の送受信を行う。例えば、通信部160は、同期信号、および、動作指示情報を本体部20から受信する。また、通信部160は、上記の第2のタイミング列が示す直近のタイミングにおけるセンシング結果に基づいて特定された、当該直近のタイミングにおける該当の脚ユニット10の位置姿勢情報を、制御部150の制御に従って本体部20へ送信する。さらに、通信部160は、他の脚ユニット10と情報の送受信を行うことも可能である。

[0076] {2-3-8. 記憶部164}

記憶部164は、例えばRAMやROMなどのメモリやHDDなどの記憶装置を含んで構成され得る。記憶部164は、各種のデータや各種のアプリケーションを記憶する。例えば、記憶部164は、該当の脚ユニット10の

固有情報（例えば、脚ユニット１０のマスプロパティ、脚ユニット１０が有する個々のリンクの長さ、脚ユニット１０の可動範囲、脚ユニット１０が出力可能な最大速度、および、脚ユニット１０が出力可能な最大トルク値など）を記憶する。これにより、例えば制御部１５０が各関節１００の力制御演算を行う際に、制御部１５０は、該当の脚ユニット１０の固有情報を記憶部１６４から読み出すことにより、使用することができる。従って、脚ユニット１０は、該当の脚ユニット１０の固有情報を本体部２０から受信することが不要になるので、脚ユニット１０と本体部２０とがリアルタイムに送受信する情報量が抑制され得る。

[0077] { ２－３－９．変形例 }

本実施形態に係る脚ユニット１０の機能構成は、前述した例に限定されない。例えば、前述した各関節１００内のモータドライバ１１４の機能の全部または一部を、制御部１５０が有してもよい。この場合、各関節１００内にモータドライバ１１４は必ずしも配置されなくてもよい。

[0078] 別の変形例として、前述した制御部１５０の機能の一部を、各関節１００内のモータドライバ１１４がそれぞれ有してもよい。例えば、上記の説明では、制御部１５０が、本体部２０から受信された動作指示情報と同期信号とに基づいて、当該動作指示情報に対応するタイミングにおける当該複数の関節１００の各々の動作を制御する例について説明したが、本実施形態はかかる例に限定されない。制御部１５０の代わりに、各関節１００内のモータドライバ１１４が、当該動作指示情報と当該同期信号とに基づいて、当該動作指示情報に対応するタイミングにおける、当該関節１００内の個々のアクチュエータ１１０の動作を直接制御してもよい。

[0079] < ２－４．処理の流れ >

以上、脚ユニット１０の機能構成について説明した。次に、本実施形態に係る処理の流れについて、「２－４－１．本体部２０の処理の流れ」および「２－４－２．脚ユニット１０の処理の流れ」において説明する。

[0080] { ２－４－１．本体部２０の処理の流れ }

まず、本実施形態に係る「本体部20の処理の流れ」について、図7を参照して説明する。図7は、本実施形態に係る本体部20の処理の流れを示したフローチャートである。

- [0081] 図7に示したように、まず、例えばロボット2の起動時などに、本体部20の制御部200は、例えば本体部20に実装されている各種の機能（アプリケーションなど）に関する初期設定を行う（S101）。
- [0082] その後、通信部202は、制御部200の制御に従って、同期信号を4つの脚ユニット10の各々へ送信する（S103）。
- [0083] 続いて、制御部200は、当該同期信号が示す第2のタイミング列（つまり、ロボット2全体の運動をつかさどるタイミング列）に含まれる複数のタイミングのうちの、前回のタイミングの次のタイミングに現在時刻が達したか否かを判定する。なお、初回に関しては、制御部200は、当該第2のタイミング列に含まれる一番目のタイミングに現在時刻が達したか否かを判定する（S105）。該当のタイミング（以下、「1番目のタイミング」とも称する）に現在時刻が達していない間は（S105：No）、制御部200は、再びS105の処理を繰り返す。
- [0084] 一方、1番目のタイミングに現在時刻が達した際には（S105：Yes）、本体部20は、4つの脚ユニット10の各々から、1番目のタイミングにおける当該脚ユニット10の位置姿勢情報を受信する（S107）。
- [0085] その後、本体部20の制御部200は、受信された、1番目のタイミングにおける4つの脚ユニット10の各々の位置姿勢情報と、公知の運動学のアルゴリズムとに基づいて、1番目のタイミングにおけるロボット2の胴体の位置および姿勢を計算する（S109）。
- [0086] 続いて、制御部200は、当該第2のタイミング列が示す1+1番目のタイミングに対応するロボット2の運動目的と、S109で特定されたロボット2の位置姿勢情報と、公知の逆運動学のアルゴリズムと、公知の逆動力学のアルゴリズムとに基づいて、1+1番目のタイミングにおいてロボット2が環境に対して発揮すべき力の大きさ（目標の力の大きさ）および力の方向

(目標の力の方向)を計算する(S111)。

[0087] 続いて、制御部200は、ロボット2の目標の力の大きさ、および、目標の力の方向を脚ユニット10ごとにそれぞれ分解することにより、1+1番目のタイミングにおいて、4つの脚ユニット10の各々が発揮すべき力に関する指令値(つまり、各脚ユニット10の運動指令値)を計算する(S113)。

[0088] 続いて、通信部202は、4つの脚ユニット10の各々に関して、当該脚ユニット10の運動指令値を含む、1+1番目のタイミングにおける動作指示情報を、制御部200の制御に従って当該脚ユニット10へ送信する(S115)。その後、制御部200は、再びS105以降の処理を繰り返す。

[0089] (2-4-1-1. 変形例)

本実施形態に係る「本体部20の処理の流れ」は、前述した例に限定されない。例えば、図7に示したS105とS107とは、時系列的に実行される代わりに、並列的に実行されてもよい。

[0090] {2-4-2. 脚ユニット10の処理の流れ}

次に、本実施形態に係る「脚ユニット10の処理の流れ」について、図8および図9を参照して説明する。図8は、本実施形態に係る脚ユニット10の処理の流れの一部を示したフローチャートである。なお、4つの脚ユニット10の各々の処理の流れは全て同様であり得る。以下では、説明の便宜上、一つの脚ユニット10の処理の流れについて説明することとする。

[0091] 図8に示したように、例えばロボット2の起動時などに、脚ユニット10の制御部150は、まず、例えば脚ユニット10に実装されている各種の機能(アプリケーションなど)に関する初期設定を行う(S201)。

[0092] その後、脚ユニット10は、同期信号を本体部20から受信する(S203)。

[0093] 続いて、脚ユニット10の制御部150は、当該同期信号が示す第2のタイミング列(つまり、ロボット2全体の運動をつかさどるタイミング列)に含まれる複数のタイミングのうちの、前回のタイミングの次のタイミングに

現在時刻が達したか否かを判定する。なお、初回に関しては、制御部150は、当該第2のタイミング列に含まれる一番目のタイミングに現在時刻が達したか否かを判定する(S205)。

[0094] 該当のタイミング（以下、「I番目のタイミング」とも称する）に現在時刻が達していない場合は(S205:No)、次に、制御部150は、当該同期信号が示す第1のタイミング列（つまり、各脚ユニット10の運動をつかさどるタイミング列）に含まれる複数のタイミングのうちの、前回のタイミングの次のタイミングに現在時刻が達したか否かを判定する。なお、初回に関しては、制御部150は、当該第1のタイミング列に含まれる一番目のタイミングに現在時刻が達したか否かを判定する(S207)。該当のタイミング（以下、「J番目のタイミング」とも称する）に現在時刻が達していない間は(S207:No)、制御部150は、再びS205以降の処理を繰り返す。

[0095] 一方、J番目のタイミングに現在時刻が達した際は(S207:Yes)、脚ユニット10に含まれる各関節100内のセンサ部112は、例えば、当該関節100内の個々のアクチュエータ110の角度などをセンシングする。そして、制御部150は、各関節100内のセンサ部112によるセンシング結果を各センサ部112から取得する(S209)。

[0096] 続いて、制御部150は、脚ユニット10内の全ての関節100の各々に関して、S209で取得されたセンシング結果（例えば、当該関節100内の個々のアクチュエータ110の角度情報など）に基づいて力制御演算を行う。例えば、後述するS227が少なくとも一回実行済みである場合には、制御部150は、直近のS227で計算された各関節100の運動指令値と、S209で取得されたセンシング結果とに基づいて、当該脚ユニット10内の全ての関節100の各々に関して力制御演算を行う(S211)。

[0097] 続いて、制御部150は、脚ユニット10内の全ての関節100の各々に関して、当該関節100が出力すべきトルクの出力指令値を、S211における演算結果に基づいて計算する(S213)。

[0098] 続いて、制御部150は、脚ユニット10内の全ての関節100の各々に関して、S213で計算された当該関節100のトルク出力指令値に対応するトルクを当該関節100内のアクチュエータ110に出力させるように、当該アクチュエータ110を制御する（S215）。その後、制御部150は、再びS205以降の処理を繰り返す。

[0099] 一方、S205において、該当のタイミング（つまり、1番目のタイミング）に現在時刻が達した際は（S205：Yes）、脚ユニット10は、上記のS209と同様の処理を行う（S217）。

[0100] ここで、図9を参照して、S217の後の処理の流れについて説明する。図9に示したように、S217の後、制御部150は、S217で取得された1番目のタイミングにおけるセンシング結果（例えば、当該複数の関節100の各々に含まれる個々のアクチュエータ110の角度情報など）と、公知の運動学のアルゴリズムとに基づいて、1番目のタイミングにおける当該脚ユニット10の位置および姿勢を特定（計算）する（S221）。

[0101] 続いて、制御部150は、S221で特定された、1番目のタイミングにおける当該脚ユニット10の位置および姿勢を示す位置姿勢情報を本体部20へ通信部160に送信させる（S223）。

[0102] その後、脚ユニット10は、1+1番目のタイミングに対応する動作指示情報を本体部20から受信する（S225）。

[0103] そして、制御部150は、S225で受信された動作指示情報が示す当該脚ユニット10自体の運動指令値に基づいて、1+1番目のタイミングにおける、脚ユニット10内の全ての関節100の各々が発揮すべき力に関する指令値（つまり、各関節100の運動指令値）を計算する（S227）。

[0104] その後、脚ユニット10は、上記のS211以降の処理を行う。なお、上記のS221～S227の処理は、第2の周期ごとに繰り返し実行され得る。

[0105] <2-5. 効果>

{2-5-1. 効果1}

以上説明したように、本実施形態に係る脚ユニット１０は、第２のタイミング列に含まれる複数のタイミングのうちの、直近のタイミングにおける当該複数の関節１００の各々のセンシング結果に基づいた、当該タイミングにおける当該脚ユニット１０の位置姿勢情報を本体部２０へ送信し、当該タイミングにおける脚ユニット１０の位置姿勢情報に基づいた、当該タイミングの次のタイミングにおける当該脚ユニット１０の動作指示情報を本体部２０から受信し、そして、当該動作指示情報に基づいて、当該複数の関節１００の各々の動作を制御する。このため、個々の関節１００の動作を制御する際の本体部２０の処理負荷を軽減することができる。

[0106] 例えば、本体部２０は、本開示の比較例のようにアクチュエータ１１０単位ではなく、脚ユニット１０単位で、各脚の動きを制御し得る。そして、脚ユニット１０の制御部１５０は、該当の脚ユニット１０に含まれる全ての関節１００の各々に含まれる個々のアクチュエータ１１０の動作を制御可能である。このように、本実施形態によれば、個々の脚ユニット１０が有する複数の関節１００の各々の動作を、本体部２０と当該脚ユニット１０とで分散制御することができる。例えば、本体部２０は、当該次のタイミングにおける各脚ユニット１０の足先１０２の目標の位置情報を（当該動作指示情報として）指定するだけで、各脚ユニット１０に含まれる個々の関節１００の、当該次のタイミングにおける目標の角度を各脚ユニット１０に演算させることができる。従って、本体部２０の演算負荷を軽減することができる。

[0107] {２－５－２．効果２}

また、各脚ユニット１０は、本体部２０から動作指示情報が受信される度に、当該同期信号が示す第２のタイミング列に含まれる複数のタイミングのうちの、当該新たに受信された動作指示情報に対応するタイミングにおいて、当該脚ユニット１０内の複数の関節１００の各々が有する個々のアクチュエータ１１０の動作を当該動作指示情報に基づいて逐次制御し得る。このように同期信号が用いられることにより、各脚ユニット１０間で、例えば個々のアクチュエータ１１０によるトルク出力などの動作のタイミングを同期さ

せることができる。このため、例えば、ロボット2の胴体（本体部20）を水平に保ちながら前後左右に胴体を動かそうとする場面では、4つの脚ユニット10間でタイミングずれが生じない。従って、ロボット2がスムーズ、かつ、安定的に動くことが可能となる。

[0108] なお、同期信号を用いることなく、既存のフィードバック制御だけを用いることにより、4つの脚ユニット10の動作タイミングをできる限り一致させる方法も考えられる。具体的には、この方法では、時間ずれによる位相変動を振幅方向の制御を行うことにより、4つの脚ユニット10間での時間ずれを一部カバー（補償）することが可能である。しかしながら、この方法では、制御ゲインを上げにくいので、本実施形態と比較して、制御性能が低くなり得る。換言すれば、本実施形態によれば、同期信号が利用されることにより、ロボット2の制御性能が向上し得る。

[0109] {2-5-3. 効果3}

また、前述したように、本体部20に対して各脚ユニット10は取り外し可能に構成され得る。このため、例えばロボット2の稼働中に少なくとも一つの脚ユニット10に動作不良が生じた場合には、当該少なくとも一つの脚ユニット10の各々を、動作確認済みの別の脚ユニット10とそれぞれ容易に交換することができる。従って、脚ユニット10の動作不良によるロボット2の停止時間を、例えば本比較例と比べて短縮することができる。

[0110] さらに、例えばロボット2の開発時や、個々の脚ユニット10の不具合の解析時において、本体部20の動作を停止することなく、脚ユニット10単体で動作確認および修理が可能になるので、利便性が高い。さらに、ロボット2の開発時において、脚ユニット10の組み立てと本体部20の組み立てとを並行して行うことも可能になる。これにより、ロボット2の製造のリードタイムを、例えば本比較例と比べて短縮化できる。

[0111] {2-5-4. 効果4}

また、本実施形態によれば、本体部20から個々の脚ユニット10への配線を、例えば電源とシリアル通信との2系統だけにすることが可能である。

従って、本比較例と比べて配線作業がより容易になる。

[0112] {2-5-5. 効果5}

さらに、本実施形態によれば、本体部20と各脚ユニット10との接続方法が統一され得る。このため、より設計の自由度が向上し得るので、ロボット2の設計時において、本比較例と比べて、脚部（脚ユニット10）の数をより自由度高く選択することができる。

[0113] <<3. 変形例>>

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0114] <3-1. 変形例1>

例えば、前述した実施形態では、ロボット2が、同期信号を用いて、各脚ユニット10内の個々のアクチュエータ110の動作タイミングを同期させる例について説明したが、本開示はかかる例に限定されない。例えば、同期信号の代わりに、所定のシリアル通信規約（プロトコルなど）により、各脚ユニット10内の個々のアクチュエータ110の動作タイミングが同期されてもよい。

[0115] <3-2. 変形例2>

別の変形例として、軸構成が7自由度シリアルリンクアームであり、かつ、例えばグリッパーやロボットハンドなどが当該シリアルリンクアームの先端部に取付けられたアームユニットが一以上、脚ユニット10の代わりに本体部20に取り付けられてもよい。これにより、例えば本体部20の構成を変更することなく、一以上の物体の把持および操作が可能な把持アームユニットを有するロボット2が構成可能となる。当該アームユニットは、本開示に係る肢ユニットの一例である。

[0116] <3-3. 変形例3>

別の変形例として、軸構成が7自由度シリアルリンクアームであり、かつ、例えばカメラやレーザースキャナなどが当該シリアルリンクアームの先端部に取り付けられたアームユニットが一以上、脚ユニット10の代わりに本体部20に取り付けられてもよい。これにより、例えば本体部20の構成を変更することなく、ロボット2の周辺環境を認識するための認識アームユニットを有するロボット2が構成可能となる。当該アームユニットは、本開示に係る肢ユニットの一例である。

[0117] <3-4. 変形例4>

また、前述した各処理の流れにおける各ステップは、必ずしも記載された順序に沿って処理されなくてもよい。例えば、各ステップは、適宜順序が変更されて処理されてもよい。また、各ステップは、時系列的に処理される代わりに、一部並列的に又は個別的に処理されてもよい。また、記載されたステップのうちの一部が省略されたり、または、別のステップがさらに追加されてもよい。

[0118] <3-5. 変形例5>

なお、本開示に係るロボットは、必ずしも「ロボット」と称される製品に限定されない。本開示に係るロボットは、一以上の肢ユニットおよび本体部20を有し、かつ、電気的および／または磁気的な作用を用いて動作可能な機械（装置）あるいはその他一般的な移動体装置であればよい。例えば、当該ロボットは、乗り物、各種の産業用機械、または、玩具などであってもよい。

[0119] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0120] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

複数の関節の各々の第 1 のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第 1 のタイミングにおける自己の位置姿勢情報を本体部へ送信部に送信させる制御部と、

前記第 1 のタイミングにおける自己の位置姿勢情報に基づいた、前記第 1 のタイミングよりも後の第 2 のタイミングにおける動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、

を備え、

前記制御部は、前記第 2 のタイミングにおける動作指示情報に基づいて、前記第 2 のタイミングにおける前記複数の関節の各々の動作を制御する、肢ユニット。

(2)

前記受信部は、前記肢ユニットと一以上の他の肢ユニットとの間で動作のタイミングを所定の周期で同期させるための同期信号を前記本体部からさらに受信し、

前記同期信号は、前記一以上の他の肢ユニットの各々へ前記本体部から送信される同期信号と同一であり、

前記制御部は、さらに前記同期信号に基づいて、前記第 2 のタイミングにおける前記複数の関節の各々の動作を制御する、前記 (1) に記載の肢ユニット。

(3)

前記複数の関節をさらに備え、

前記複数の関節の各々は、一以上のアクチュエータを有し、

前記制御部は、前記第 2 のタイミングにおける動作指示情報と前記同期信号とに基づいて、前記第 2 のタイミングにおける、前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々の動作を制御する、前記 (2) に記載の肢ユニット。

(4)

前記第 1 のタイミングにおける自己の位置姿勢情報は、前記第 1 のタイミ

ングにおける前記複数の関節の各々のセンシング結果に基づいて特定される情報である、前記（３）に記載の肢ユニット。

（５）

複数のタイミングを含み、かつ、隣接するタイミング間の時間が前記所定の周期である所定のタイミング列を前記同期信号は示し、

前記第１のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちのいずれかであり、

前記第２のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちの、前記第１のタイミングの次のタイミングである、前記（４）に記載の肢ユニット。

（６）

前記制御部は、前記所定のタイミング列に含まれるタイミングごとに、当該タイミングにおける前記複数の関節の各々のセンシング結果に基づいた、当該タイミングにおける自己の位置姿勢情報を前記本体部へ前記送信部に逐次送信させ、

動作指示情報が前記本体部から受信される度に、前記制御部は、当該新たに受信された動作指示情報に対応する、前記所定のタイミング列に含まれるいずれかのタイミングにおいて、前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々の動作を当該動作指示情報に基づいて逐次制御する、前記（５）に記載の肢ユニット。

（７）

前記新たに受信された動作指示情報に対応するタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる複数のタイミングのうちの、前記動作指示情報の累積の受信回数に対応する順番のタイミングである、前記（６）に記載の肢ユニット。

（８）

前記第２のタイミングにおける動作指示情報は、前記第２のタイミングにおける前記肢ユニットの出力に関する指令値を含む、前記（５）～（７）の

いずれか一項に記載の肢ユニット。

(9)

前記制御部は、前記第 2 のタイミングにおける、前記複数の関節の各々の出力トルクに関する指令値を、前記第 2 のタイミングにおける動作指示情報に基づいて算出し、かつ、

前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々を、当該関節の出力トルクに関する指令値に基づいて制御する、前記 (8) に記載の肢ユニット。

(1 0)

動作指示情報が前記本体部から受信される度に、前記制御部は、当該新たに受信された動作指示情報に対応する、前記所定のタイミング列に含まれるいずれかのタイミングにおける前記複数の関節の各々の出力トルクに関する指令値を、当該動作指示情報に基づいて逐次算出し、かつ、

前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々を、当該関節の出力トルクに関する指令値に基づいて逐次制御する、前記 (9) に記載の肢ユニット。

(1 1)

前記第 1 のタイミングにおける前記複数の関節の各々のセンシング結果は、前記第 1 のタイミングにおける前記複数の関節の各々の姿勢のセンシング結果を含む、前記 (5) ～ (1 0) のいずれか一項に記載の肢ユニット。

(1 2)

前記制御部は、さらに、前記第 1 のタイミングにおける前記複数の関節の各々の姿勢のセンシング結果に基づいて、前記第 1 のタイミングにおける自己の位置姿勢情報を特定する、前記 (1 1) に記載の肢ユニット。

(1 3)

前記制御部は、前記所定のタイミング列に含まれるタイミングごとに、前記複数の関節の各々の当該タイミングにおけるセンシング結果に基づいて、当該タイミングにおける自己の位置姿勢情報を逐次特定する、前記 (6) ～

(12) のいずれか一項に記載の肢ユニット。

(14)

前記第1のタイミングにおける前記肢ユニットの位置姿勢情報と、前記一以上の他の肢ユニットの各々から前記本体部が受信した、前記第1のタイミングにおける当該他の肢ユニットの位置姿勢情報とに基づいて、前記第2のタイミングにおける動作指示情報が、前記本体部により決定される、前記(5)～(13)のいずれか一項に記載の肢ユニット。

(15)

前記送信部と、

前記複数の関節の各々の姿勢をセンシングするセンサ部とをさらに備える、前記(11)～(14)のいずれか一項に記載の肢ユニット。

(16)

複数の肢ユニット、および、本体部を備え、

前記複数の肢ユニットの各々は、

複数の関節と、

当該肢ユニットが有する複数の関節の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報を前記本体部へ送信部に送信させる制御部と、

前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報に基づいた、前記第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、

を有し、

前記制御部は、前記第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報に基づいて、前記第2のタイミングにおける、当該肢ユニットが有する複数の関節の各々の動作を制御する、ロボット。

(17)

前記本体部は、前記複数の肢ユニットの各々の間で動作のタイミングを所定の周期で同期させるための同期信号を前記複数の肢ユニットの各々に送信

し、

前記複数の肢ユニットの各々に送信される同期信号は全て同一であり、

前記複数の肢ユニットの各々が有する複数の関節の各々は、一以上のアクチュエータを有し、

前記複数の肢ユニットの各々の前記受信部は、前記同期信号を前記本体部からさらに受信し、

前記複数の肢ユニットの各々の前記制御部は、前記第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報と前記同期信号とに基づいて、前記第2のタイミングにおける、当該肢ユニットの複数の関節の各々が有する一以上のアクチュエータの各々の動作を制御する、前記（16）に記載のロボット。

（18）

複数のタイミングを含み、かつ、隣接するタイミング間の時間が前記所定の周期である所定のタイミング列を前記同期信号は示し、

前記第1のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちのいずれかであり、

前記第2のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちの、前記第1のタイミングの次のタイミングである、前記（17）に記載のロボット。

（19）

前記本体部は、前記複数の肢ユニットの各々から受信された前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報に基づいて、前記第1のタイミングにおける前記ロボットの位置姿勢情報を特定し、かつ、

前記第1のタイミングにおける前記ロボットの位置姿勢情報と、前記第2のタイミングにおける前記ロボットの運動目的とに基づいて、前記第2のタイミングにおける前記複数の肢ユニットの各々の動作指示情報を決定する、前記（18）に記載のロボット。

（20）

前記複数の肢ユニットの各々の前記制御部は、前記所定のタイミング列に含まれるタイミングごとに、前記複数の関節の各々の当該タイミングにおけるセンシング結果に基づいた当該タイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報を前記本体部へ前記送信部に逐次送信させ、

前記複数の肢ユニットの各々の前記制御部は、前記動作指示情報が前記本体部から受信される度に、当該新たに受信された動作指示情報に対応する、前記所定のタイミング列に含まれるいずれかのタイミングにおいて、当該肢ユニットの複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々の動作を当該動作指示情報に基づいて逐次制御する、前記（１８）または（１９）に記載のロボット。

符号の説明

- [0121] ２、９０ ロボット
- １０ 脚ユニット
 - ２０ 本体部
 - １００ 関節
 - １０２ 足先
 - １１０ アクチュエータ
 - １１２、１６２、２０４ センサ部
 - １１４ モータドライバ
 - １５０、２００、９０４ 制御部
 - １６０、２０２ 通信部
 - １６４、２０６ 記憶部
 - ９００ 胴体部
 - ９０２ 脚部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の関節の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第1のタイミングにおける自己の位置姿勢情報を本体部へ送信部に送信させる制御部と、
- 前記第1のタイミングにおける自己の位置姿勢情報に基づいた、前記第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、
- を備え、
- 前記制御部は、前記第2のタイミングにおける動作指示情報に基づいて、前記第2のタイミングにおける前記複数の関節の各々の動作を制御する、肢ユニット。
- [請求項2] 前記受信部は、前記肢ユニットと一以上の他の肢ユニットとの間で動作のタイミングを所定の周期で同期させるための同期信号を前記本体部からさらに受信し、
- 前記同期信号は、前記一以上の他の肢ユニットの各々へ前記本体部から送信される同期信号と同一であり、
- 前記制御部は、さらに前記同期信号に基づいて、前記第2のタイミングにおける前記複数の関節の各々の動作を制御する、請求項1に記載の肢ユニット。
- [請求項3] 前記複数の関節をさらに備え、
- 前記複数の関節の各々は、一以上のアクチュエータを有し、
- 前記制御部は、前記第2のタイミングにおける動作指示情報と前記同期信号とに基づいて、前記第2のタイミングにおける、前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々の動作を制御する、請求項2に記載の肢ユニット。
- [請求項4] 前記第1のタイミングにおける自己の位置姿勢情報は、前記第1のタイミングにおける前記複数の関節の各々のセンシング結果に基づいて特定される情報である、請求項3に記載の肢ユニット。

- [請求項5] 複数のタイミングを含み、かつ、隣接するタイミング間の時間が前記所定の周期である所定のタイミング列を前記同期信号は示し、
- 前記第1のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちのいずれかであり、
- 前記第2のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちの、前記第1のタイミングの次のタイミングである、請求項4に記載の肢ユニット。
- [請求項6] 前記制御部は、前記所定のタイミング列に含まれるタイミングごとに、当該タイミングにおける前記複数の関節の各々のセンシング結果に基づいた、当該タイミングにおける自己の位置姿勢情報を前記本体部へ前記送信部に逐次送信させ、
- 動作指示情報が前記本体部から受信される度に、前記制御部は、当該新たに受信された動作指示情報に対応する、前記所定のタイミング列に含まれるいずれかのタイミングにおいて、前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々の動作を当該動作指示情報に基づいて逐次制御する、請求項5に記載の肢ユニット。
- [請求項7] 前記新たに受信された動作指示情報に対応するタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる複数のタイミングのうちの、前記動作指示情報の累積の受信回数に対応する順番のタイミングである、請求項6に記載の肢ユニット。
- [請求項8] 前記第2のタイミングにおける動作指示情報は、前記第2のタイミングにおける前記肢ユニットの出力に関する指令値を含む、請求項5に記載の肢ユニット。
- [請求項9] 前記制御部は、前記第2のタイミングにおける、前記複数の関節の各々の出力トルクに関する指令値を、前記第2のタイミングにおける動作指示情報に基づいて算出し、かつ、
- 前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々を、当該関節の出力トルクに関する指令値に基づいて制御する、請求

項 8 に記載の肢ユニット。

[請求項10] 動作指示情報が前記本体部から受信される度に、前記制御部は、当該新たに受信された動作指示情報に対応する、前記所定のタイミング列に含まれるいずれかのタイミングにおける前記複数の関節の各々の出力トルクに関する指令値を、当該動作指示情報に基づいて逐次算出し、かつ、

前記複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々を、当該関節の出力トルクに関する指令値に基づいて逐次制御する、請求項 9 に記載の肢ユニット。

[請求項11] 前記第 1 のタイミングにおける前記複数の関節の各々のセンシング結果は、前記第 1 のタイミングにおける前記複数の関節の各々の姿勢のセンシング結果を含む、請求項 5 に記載の肢ユニット。

[請求項12] 前記制御部は、さらに、前記第 1 のタイミングにおける前記複数の関節の各々の姿勢のセンシング結果に基づいて、前記第 1 のタイミングにおける自己の位置姿勢情報を特定する、請求項 11 に記載の肢ユニット。

[請求項13] 前記制御部は、前記所定のタイミング列に含まれるタイミングごとに、前記複数の関節の各々の当該タイミングにおけるセンシング結果に基づいて、当該タイミングにおける自己の位置姿勢情報を逐次特定する、請求項 6 に記載の肢ユニット。

[請求項14] 前記第 1 のタイミングにおける前記肢ユニットの位置姿勢情報と、前記一以上の他の肢ユニットの各々から前記本体部が受信した、前記第 1 のタイミングにおける当該他の肢ユニットの位置姿勢情報とに基づいて、前記第 2 のタイミングにおける動作指示情報が、前記本体部により決定される、請求項 5 に記載の肢ユニット。

[請求項15] 前記送信部と、

前記複数の関節の各々の姿勢をセンシングするセンサ部とをさらに備える、請求項 11 に記載の肢ユニット。

[請求項16] 複数の肢ユニット、および、本体部を備え、
前記複数の肢ユニットの各々は、
複数の関節と、

当該肢ユニットが有する複数の関節の各々の第1のタイミングにおけるセンシング結果に基づいた、前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報を前記本体部へ送信部に送信させる制御部と、

前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報に基づいた、前記第1のタイミングよりも後の第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報を前記本体部から受信する受信部と、
を有し、

前記制御部は、前記第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報に基づいて、前記第2のタイミングにおける、当該肢ユニットが有する複数の関節の各々の動作を制御する、ロボット。

[請求項17] 前記本体部は、前記複数の肢ユニットの各々の間で動作のタイミングを所定の周期で同期させるための同期信号を前記複数の肢ユニットの各々に送信し、

前記複数の肢ユニットの各々に送信される同期信号は全て同一であり、

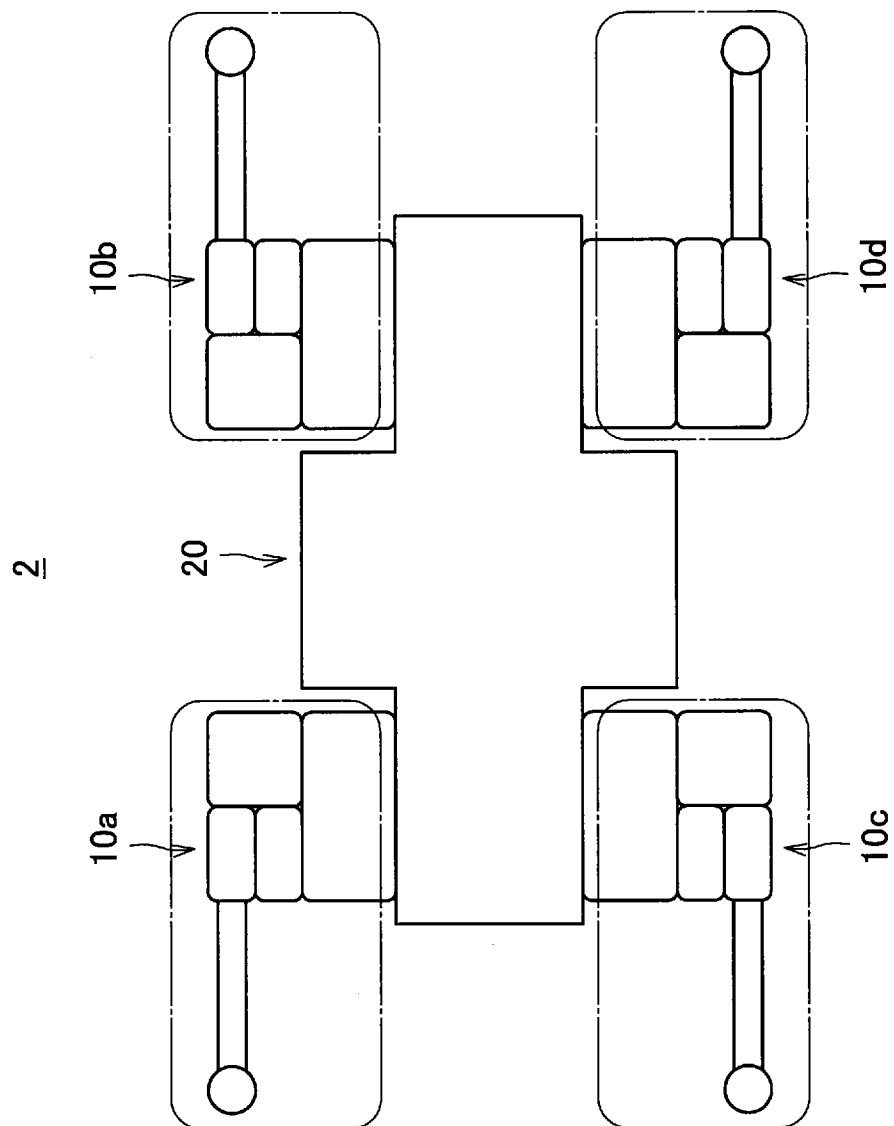
前記複数の肢ユニットの各々が有する複数の関節の各々は、一以上のアクチュエータを有し、

前記複数の肢ユニットの各々の前記受信部は、前記同期信号を前記本体部からさらに受信し、

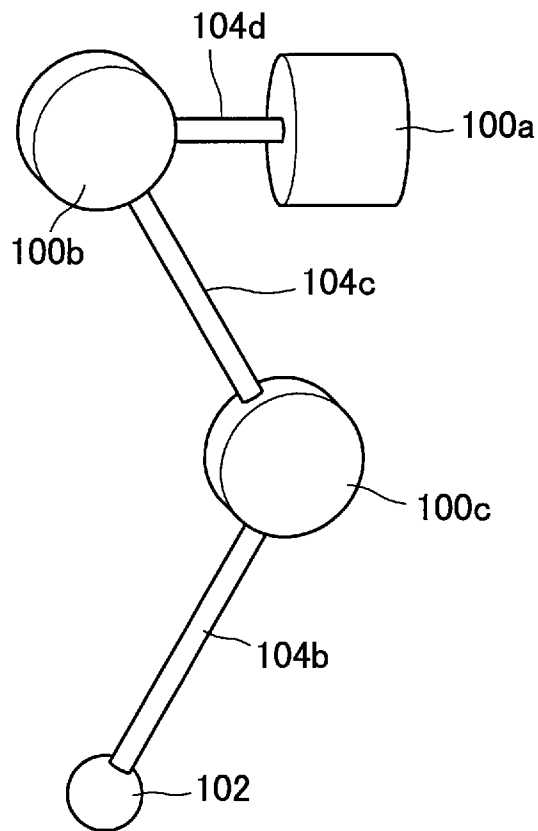
前記複数の肢ユニットの各々の前記制御部は、前記第2のタイミングにおける当該肢ユニットの動作指示情報と前記同期信号とに基づいて、前記第2のタイミングにおける、当該肢ユニットの複数の関節の各々が有する一以上のアクチュエータの各々の動作を制御する、請求項16に記載のロボット。

- [請求項18] 複数のタイミングを含み、かつ、隣接するタイミング間の時間が前記所定の周期である所定のタイミング列を前記同期信号は示し、
- 前記第1のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちのいずれかであり、
- 前記第2のタイミングは、前記所定のタイミング列に含まれる前記複数のタイミングのうちの、前記第1のタイミングの次のタイミングである、請求項17に記載のロボット。
- [請求項19] 前記本体部は、前記複数の肢ユニットの各々から受信された前記第1のタイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報に基づいて、前記第1のタイミングにおける前記ロボットの位置姿勢情報を特定し、かつ、
- 前記第1のタイミングにおける前記ロボットの位置姿勢情報と、前記第2のタイミングにおける前記ロボットの運動目的とに基づいて、前記第2のタイミングにおける前記複数の肢ユニットの各々の動作指示情報を決定する、請求項18に記載のロボット。
- [請求項20] 前記複数の肢ユニットの各々の前記制御部は、前記所定のタイミング列に含まれるタイミングごとに、前記複数の関節の各々の当該タイミングにおけるセンシング結果に基づいた当該タイミングにおける当該肢ユニットの位置姿勢情報を前記本体部へ前記送信部に逐次送信させ、
- 前記複数の肢ユニットの各々の前記制御部は、前記動作指示情報が前記本体部から受信される度に、当該新たに受信された動作指示情報に対応する、前記所定のタイミング列に含まれるいずれかのタイミングにおいて、当該肢ユニットの複数の関節の各々が有する前記一以上のアクチュエータの各々の動作を当該動作指示情報に基づいて逐次制御する、請求項18に記載のロボット。

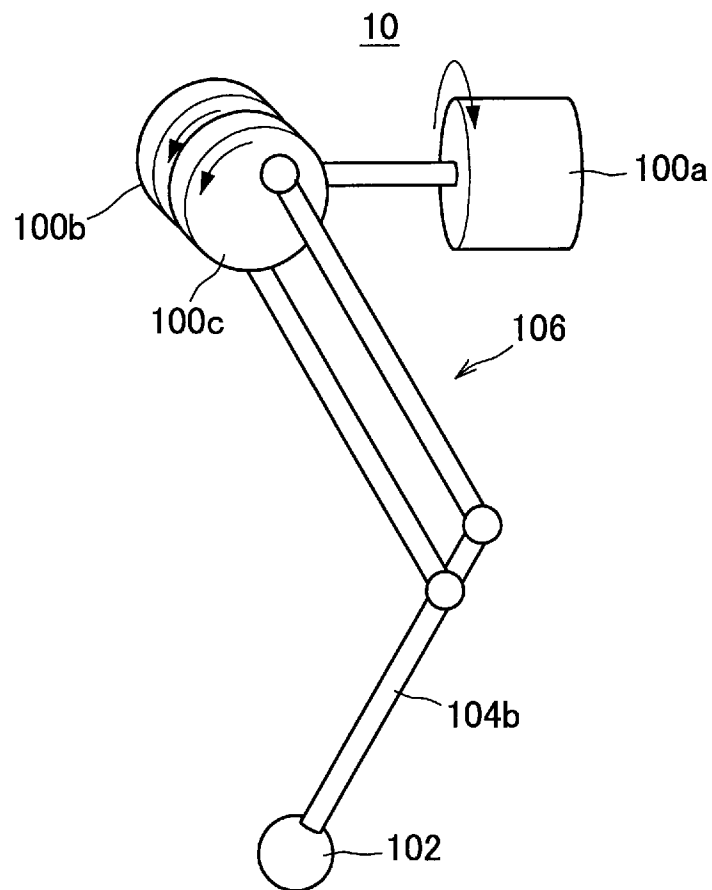
[図1]



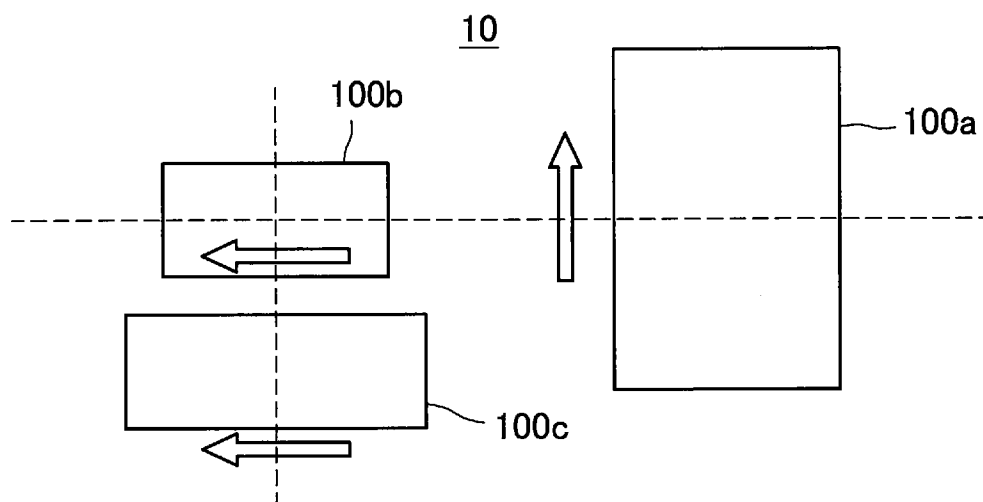
[図2]

10

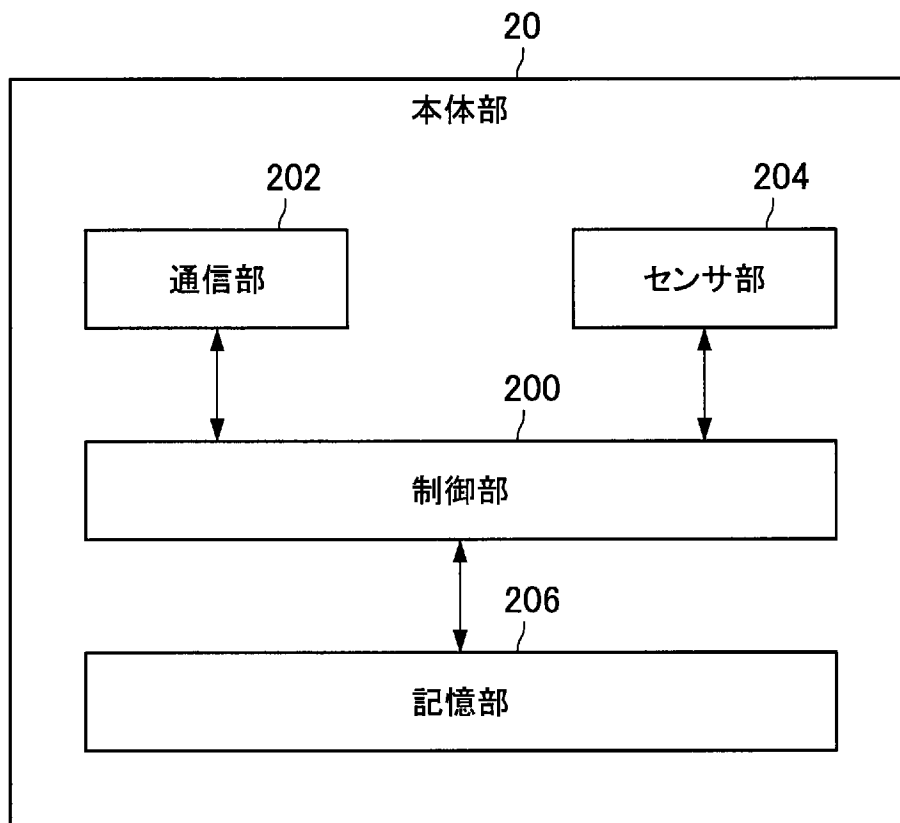
[図3A]



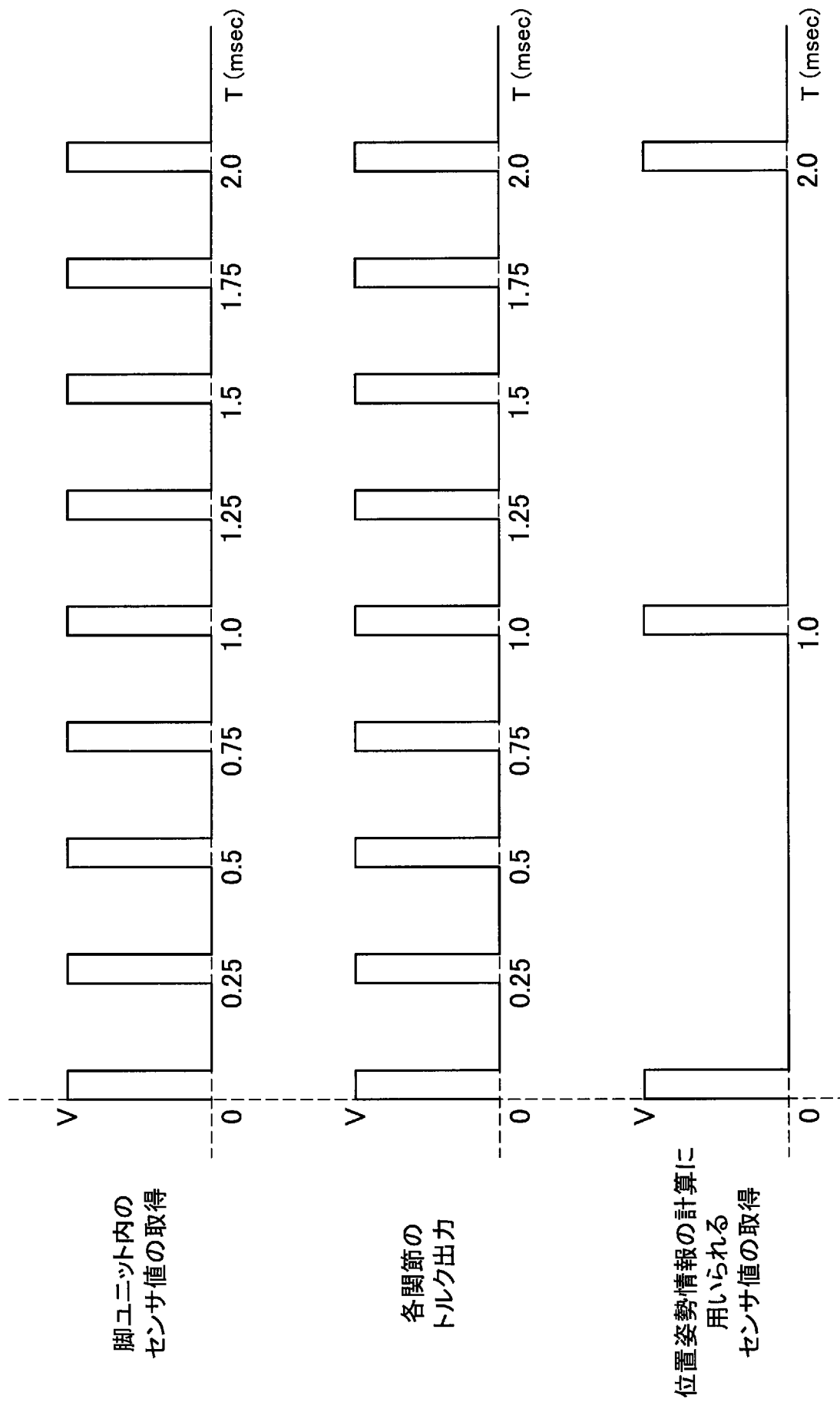
[図3B]



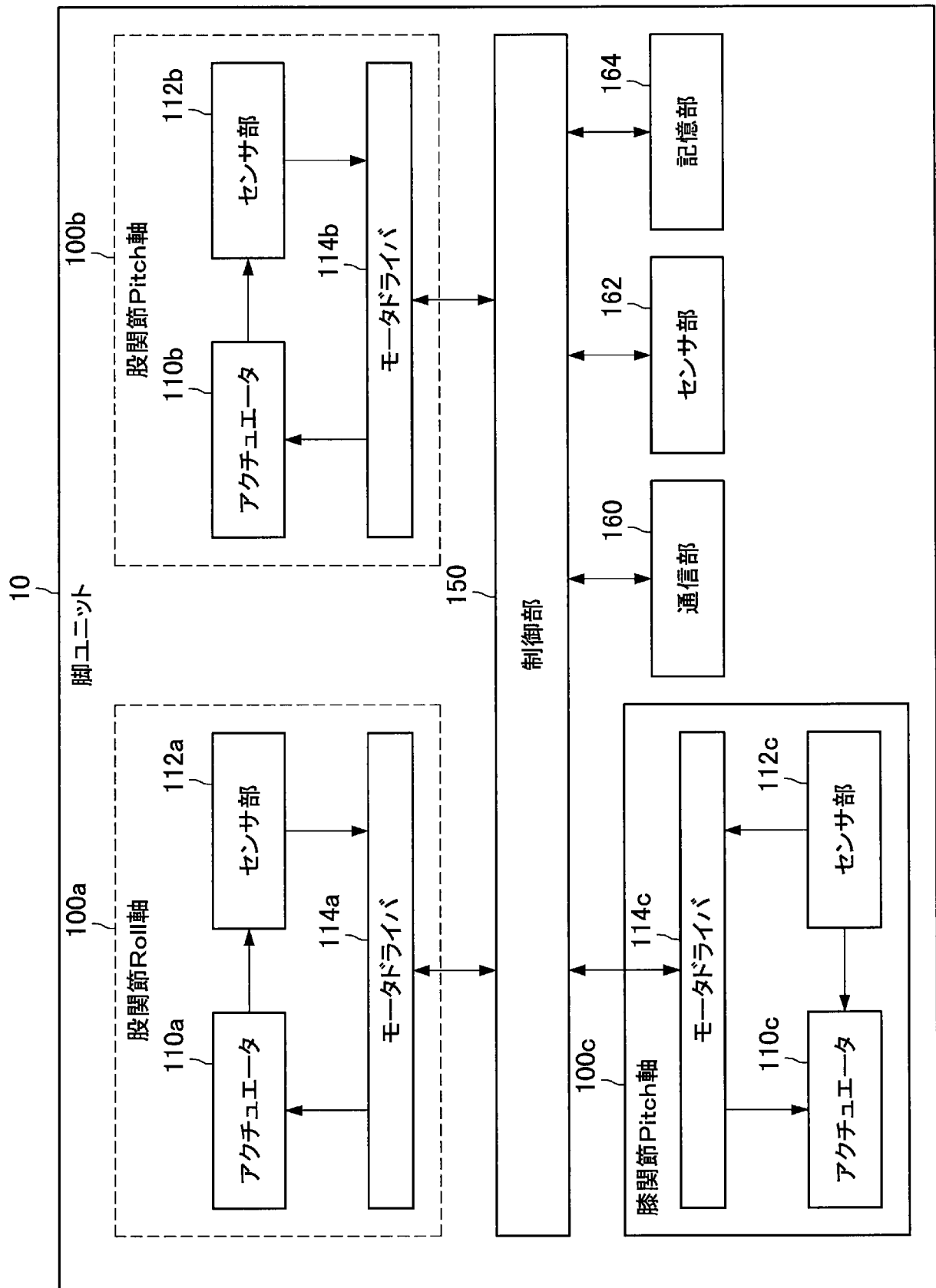
[図4]



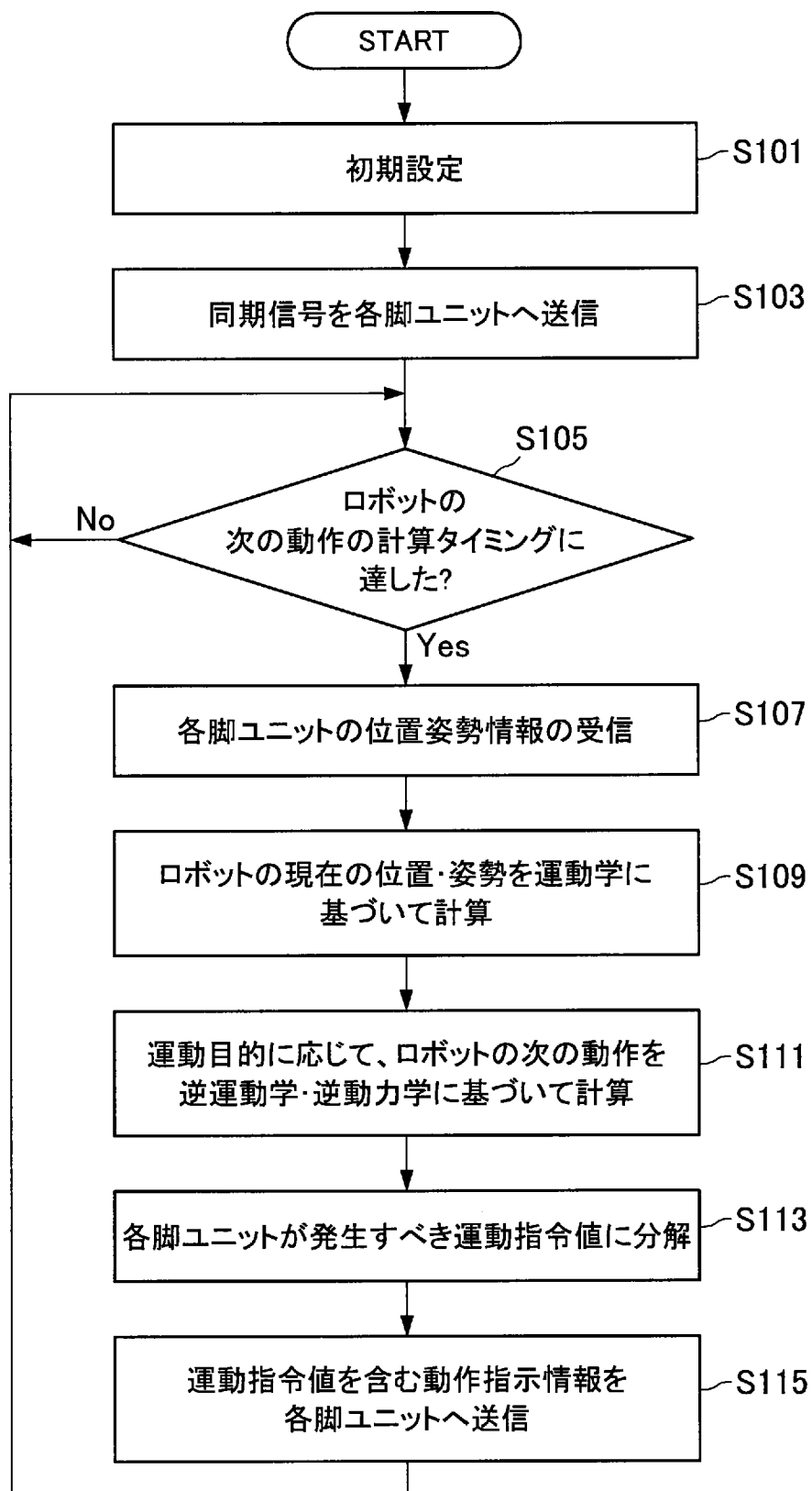
[図5]



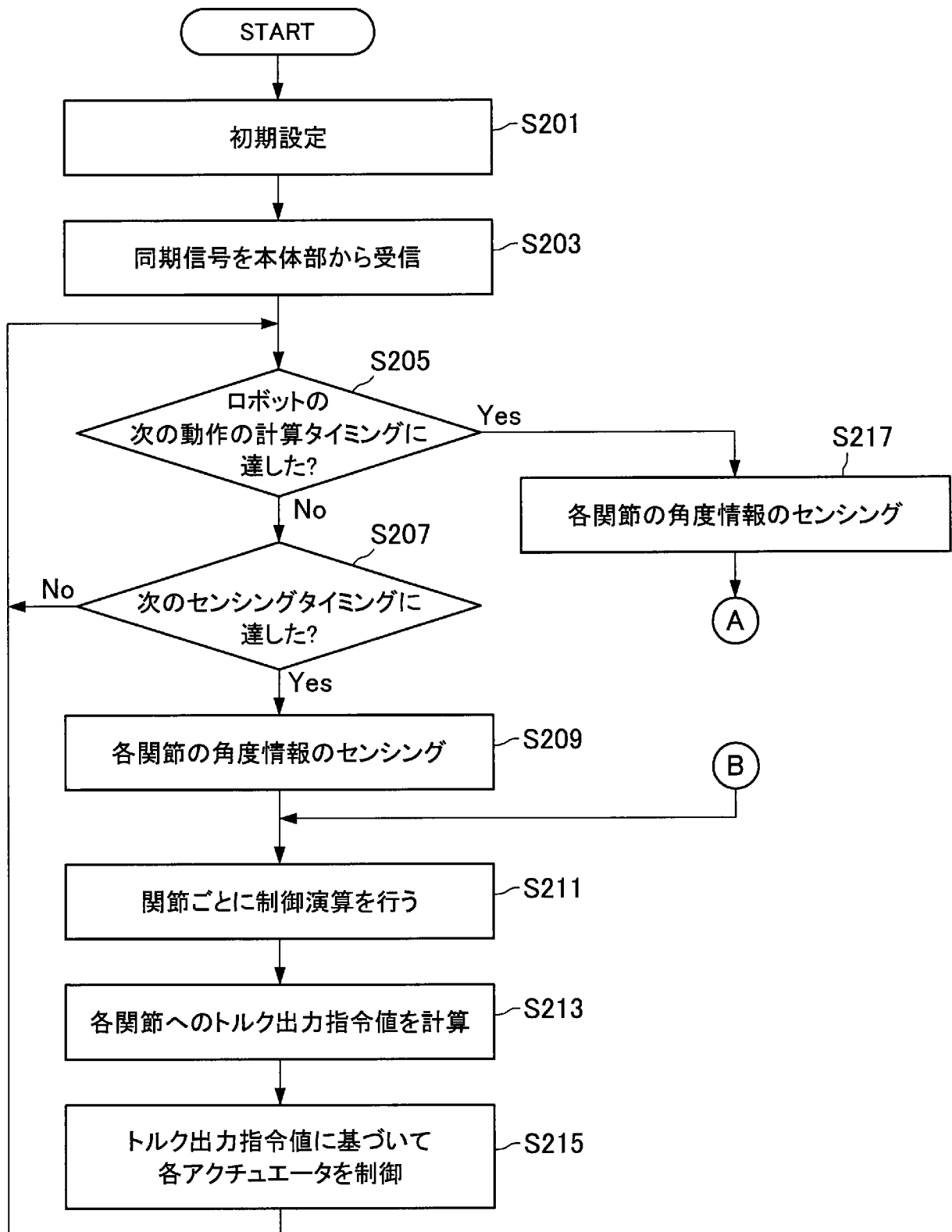
[図6]



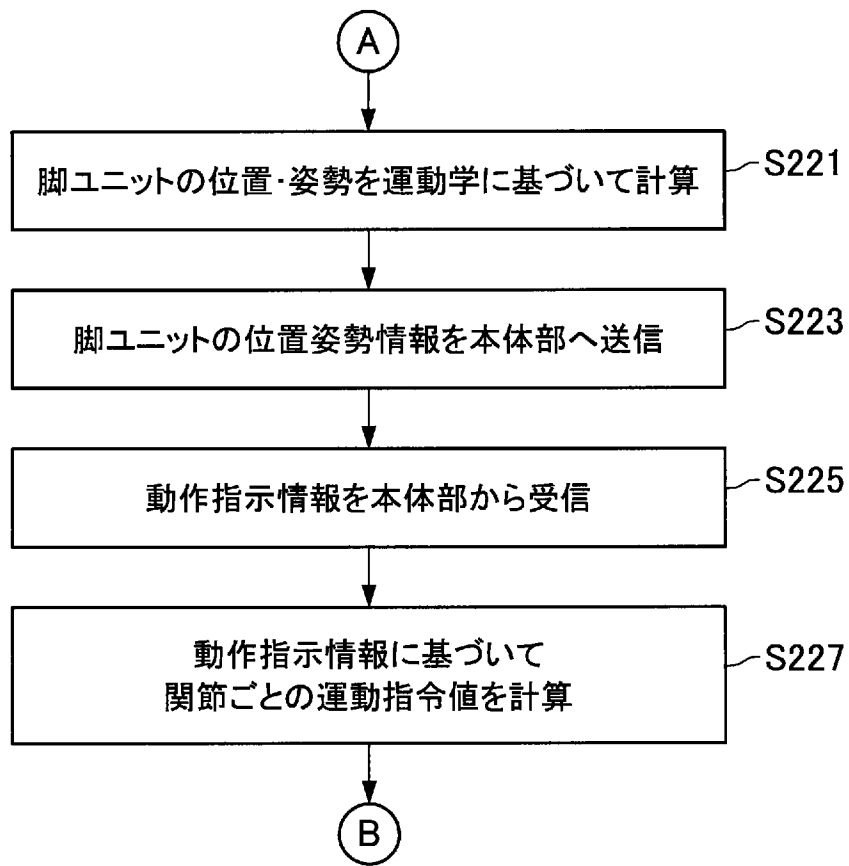
[図7]



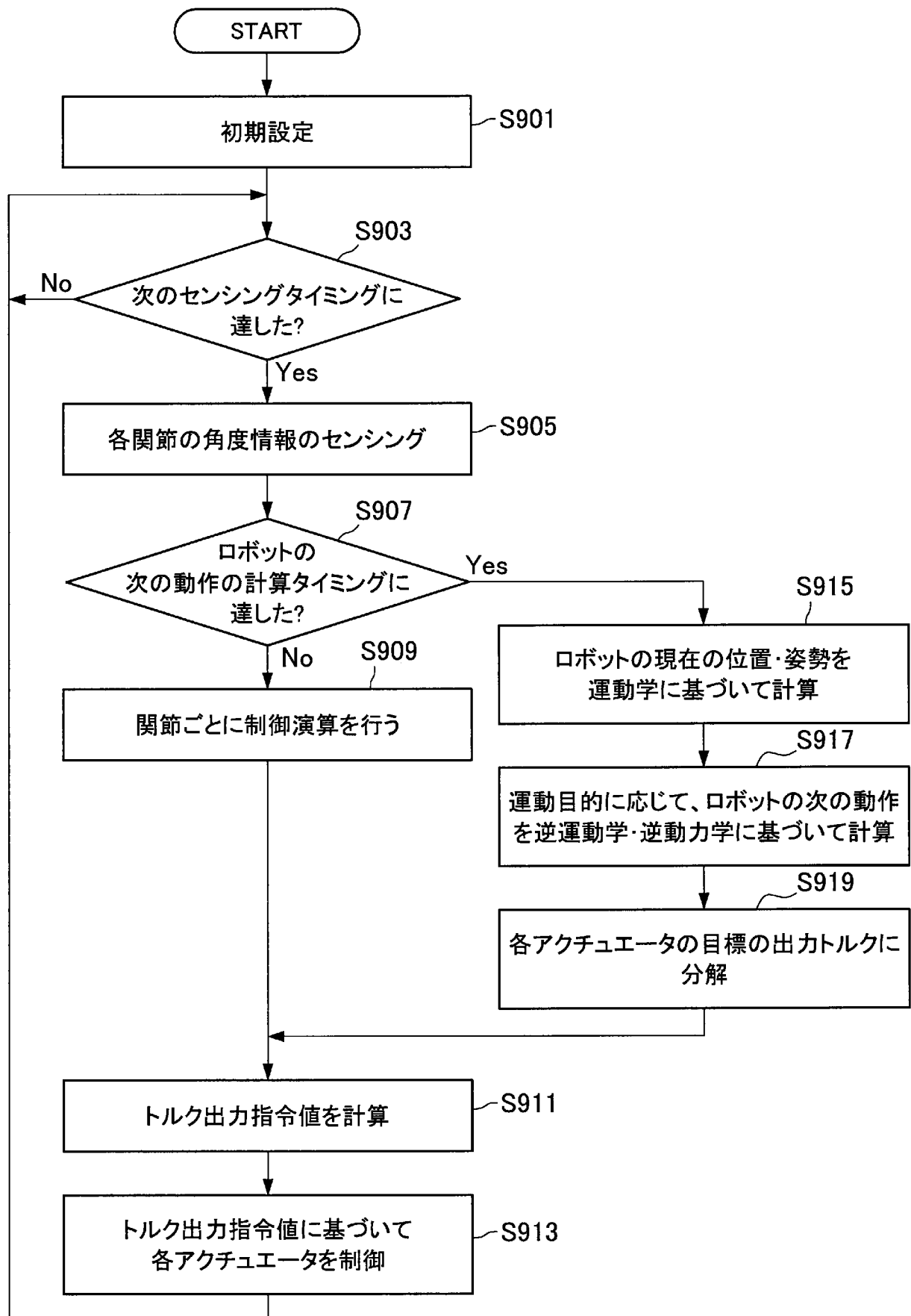
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J5/00 (2006.01) i, B25J13/00 (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)

Int.Cl. B25J5/00, B25J13/00

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y	JP 2017-529246 A (GOOGLE INC.) 05 October 2017, paragraphs [0009]-[0112], fig. 1-7 & US 2016/0052136 A1 & EP 3186041 A2 & CN 106660206 A & WO 2016/032773 A2, paragraphs [0018]-[0121], fig. 1-7	1-20
Y	JP 2001-287181 A (SONY CORPORATION) 16 October 2001, paragraphs [0032], [0033], [0040], fig. 1-14 (Family: none)	1-20



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
07.12.2018

Date of mailing of the international search report
18.12.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037050

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-266348 A (SONY CORPORATION) 24 September 2003, paragraphs [0024]-[0042], fig. 2, 3 (Family: none)	1-20
Y	JP 2013-010165 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 17 January 2013, paragraphs [0045]-[0079], fig. 1-3 (Family: none)	1-20
A	JP 2016-120584 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 07 July 2016, paragraphs [0049]-[0119], fig. 1-22 & US 2017/0029049 A1 & US 2016/0185405 A1, paragraphs [0071]-[0142], fig. 1-22	1-20
A	US 2017/0239811 A1 (SPIN MASTER LTD.) 24 August 2017, paragraphs [0050]-[0205], fig. 1-18 & US 2016/0151909 A1 & EP 3028825 A2 & CN 105652738 A	1-20
A	US 9440353 B1 (GOOGLE INC.) 13 September 2016, column 3, line 28 to column 28, line 21, fig. 1-13 & US 10093019 B1	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J5/00(2006.01)i, B25J13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J5/00, B25J13/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y	JP 2017-529246 A（グーグル インコーポレイテッド） 2017.10.05, 段落[0009]-[0112], 図 1-7 & US 2016/0052136 A1 & EP 3186041 A2 & CN 106660206 A & WO 2016/032773 A2, 段落[0018]-[0121], FIGS. 1-7	1-20
Y	JP 2001-287181 A（ソニー株式会社） 2001.10.16, 段落[0032]-[0033], [0040], 図 1-14 （ファミリーなし）	1-20

☒ 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

07.12.2018

国際調査報告の発送日

18.12.2018

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）

白井 卓巳

3U

4550

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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	JP 2003-266348 A (ソニー株式会社) 2003.09.24, 段落[0024]-[0042], 図 2-3 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 2013-010165 A (本田技研工業株式会社) 2013.01.17, 段落[0045]-[0079], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2016-120584 A (三菱重工業株式会社) 2016.07.07, 段落[0049]-[0119], 図 1-22 & US 2017/0029049 A1 & US 2016/0185405 A1, 段落[0071]-[0142], FIGS. 1-22	1-20
A	US 2017/0239811 A1 (SPIN MASTER LTD.) 2017.08.24, 段落[0050]-[0205], FIGS. 1-18 & US 2016/0151909 A1 & EP 3028825 A2 & CN 105652738 A	1-20
A	US 9440353 B1 (GOOGLE INC.) 2016.09.13, 第 3 欄第 28 行-第 28 欄第 21 行, FIGS. 1-13 & US 10093019 B1	1-20