

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年6月11日 (11.06.2009)

PCT

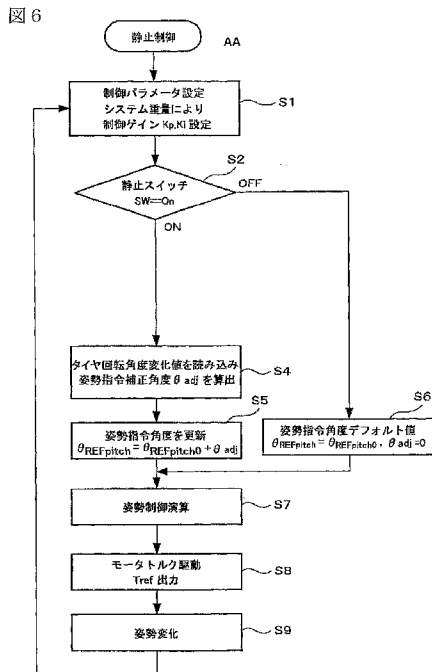
(10) 国際公開番号  
WO 2009/072215 A1

- (51) 国際特許分類:  
B60L 15/20 (2006.01) B62K 17/00 (2006.01)  
B62K 3/00 (2006.01) G05D 1/08 (2006.01)
- (74) 代理人: 家入健 (IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 アサヒビルディング10階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/073738
- (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) 国際出願日: 2007年12月3日 (03.12.2007)
- (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).
- (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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石井眞二 (ISHII, Shinji) [JP/JP]; 〒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).

[ 続葉有 ]

(54) Title: TRAVEL GEAR AND ITS CONTROLLING METHOD

(54) 発明の名称: 走行装置及びその制御方法



AA HALT CONTROL  
 S1 SET CONTROL GAIN  $K_p, K_i$  BY CONTROL PARAMETER SETTING SYSTEM WEIGHT  
 S2 HALT SWITCH SW = On  
 S4 READ TIRE ROTATION ANGLE CHANGE VALUE, AND CALCULATE POSTURE INSTRUCTION CORRECTION VALUE  $\theta_{adj}$   
 S5 UPDATE POSTURE INSTRUCTION ANGLE  
 $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0} + \theta_{adj}$   
 S6 POSTURE INSTRUCTION ANGLE DEFAULT VALUE  
 $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0}$   
 $\theta_{adj} = 0$   
 S7 POSTURE CONTROL OPERATION  
 S8 MOTOR TORQUE DRIVE  $T_{ref}$  OUTPUT  
 S9 POSTURE CHANGE

(57) Abstract: A travel gear capable of halting even on an inclined road, and its controlling method. When the halting switch SW is ON in step S2, a change value in tire rotation angle since the switch is turned ON is read in step S4, and a posture instruction correction angle  $\theta_{adj}$  is calculated. Further, the posture instruction angle is updated in step S5 to set  $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0} + \theta_{adj}$ . If the halting switch SW is OFF in step S2, the posture instruction correction angle  $\theta_{adj}$  is set to 0 in step S6. Therefore,  $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0}$  is satisfied. Further, posture control operation takes place in step S7, and a motor torque instruction  $T_{ref}$  is output in step S8.

(57) 要約: 勾配のある路面でも静止することのできる走行装置及びその制御方法を提供する。ステップS2で静止スイッチSWがオン (ON) のときは、ステップS4でスイッチオン時からのタイヤ回転角度変化値を読み込み、姿勢指令補正角度  $\theta_{adj}$  を算出する。さらに、ステップS5で姿勢指令角度を更新し、 $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0} + \theta_{adj}$  とする。また、ステップS2で静止スイッチSWがオフ (OFF) のときは、ステップS6で姿勢指令補正角度  $\theta_{adj}$  を0とする。従って、 $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0}$  となる。さらにステップS7で姿勢制御演算を行い、ステップS8でモータトルク指令  $T_{ref}$  を出力する。

WO 2009/072215 A1



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：  
— 國際調查報告書

## 明 細 書

## 走行装置及びその制御方法

## 5 技術分野

[0001]

本発明は、例えばそれぞれが独立に駆動される2つの車輪が平行に設けられ、2つの車輪の間で前後の安定を保つように制御されて走行される車両に使用して好適な走行装置及びその制御方法に関する。詳しくは、斜面等に駐車した際に、装置が不用意な動きを起こさないようにするものである。

## 背景技術

[0002]

従来の走行装置において、支持プラットフォームの傾きに応答して接地モジュールを移動させることにより接地モジュールに対する支持プラットフォームのバランスを維持することが行われている（例えば、特許文献1参照。）。

[0003]

また、同軸に配された左右の駆動輪を姿勢感知センサの出力に応じて制御駆動することで前後方向のバランスの保持のための姿勢制御と走行制御とを行うものもある（例えば、特許文献2参照。）。

[0004]

しかしながら、上述の技術では、いずれも傾斜路面では静止することができず、勾配角に比例して速度を上げて走行してしまう。このため勾配路面では、人の操作により静止する必要があった。また、坂道で人が乗車しないときには、自律で姿勢を保つことができない問題もあった。

[特許文献1]特表2004-500271号公報

[特許文献2]特開2004-074814号公報

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0005]

- 5 例えば、人間を搭乗させて二輪で走行する乗り物として、本願出願人は先に以下に述べるような走行装置を提案（特願2005-117365号）した。まず、図7A、B及び図8を用いて本願出願人が提案した同軸二輪車の一実施形態を説明する。

[0006]

- 10 図7A、Bに示すように、本願出願人が先に提案した同軸二輪車10は、平行に設けられた2つの車輪11L、11Rを有し、これらの車輪11L、11Rはそれぞれ独立のモータ12L、12Rによって駆動される。また、これらのモータ12L、12Rは制御装置13によってその駆動が制御されている。そして、この制御装置13にはジャイロなどからなる姿勢センサ14が接続され、この姿勢センサ14からの検出信号に従ってモータ12L、  
15 12Rの制御に必要な駆動トルク（モータトルク）の値が算出される。

[0007]

- 一方、車輪11L、11Rの近傍には運転者が搭乗する搭乗部の一具体例を示す分割テーブル15L、15Rが設けられる。この分割テーブル15L、  
20 15Rは互いにリンク機構（図示せず）によって所定の姿勢に保持される。また、分割テーブル15L、15Rの間には上方に延長するハンドルレバー16が設けられ、その基部には装置全体の駆動電力源となるバッテリー17と、ロール軸角度検出器（図8参照）21が設けられる。さらにハンドルレバー16の上部には、パワースイッチ18を備える把持部19が設けられる。

25 [0008]

- そして運転者20は、図8に示すように分割テーブル15L、15Rにそれぞれの足を乗せて起立し、ハンドルレバー16の上部の把持部19を握って、パワースイッチ18及びハンドルレバー16のロール軸角度を操作する。

この操作はロール軸角度検出器 2 1 で検出される。さらに分割テーブル 1 5 L, 1 5 R に搭乗した運転者の重心位置が内蔵の圧力センサ (図示せず) で検出される。そしてこれらの検出信号と、図 7 に示す姿勢センサ 1 4 からの検出信号が制御装置 1 3 に供給されて同軸二輪車 1 0 の走行が制御される。

5 [0 0 0 9]

また、図 9 には、制御システムの構成をブロック図で示す。すなわちこの図 9 においては、上述の制御装置 1 3、及びその周辺回路を含む制御システムの構成をブロック図で示したものである。

[0 0 1 0]

10 この図 9 において、各種スイッチ 3 0 からの操作信号が中央制御装置 3 1 に供給され、中央制御装置 3 1 で左右の回転角度指令信号  $\theta_{ref1}$ ,  $\theta_{ref2}$  が形成される。これらの回転角度指令信号  $\theta_{ref1}$ ,  $\theta_{ref2}$  が、それぞれモータ制御装置 3 2 L, 3 2 R に供給される。さらにこれらのモータ制御装置 3 2 L, 3 2 R で形成されたモータ電流  $I_{m1}$ ,  $I_{m2}$  がそれぞれモータ 1 2 L, 1 2 R に供給される。そしてこれらのモータ 1 2 L, 1 2 R の回転が減速器 3 3 L, 3 3 R を介して車輪 1 1 L, 1 1 R に伝達される。

[0 0 1 1]

一方、モータ 1 2 L, 1 2 R の回転角がそれぞれ検出器 3 4 L, 3 4 R で検出される。この検出された回転角度信号  $\theta_{m1}$ ,  $\theta_{m2}$  が、それぞれモータ制御装置 3 2 L, 3 2 R に供給されると共に中央制御装置 3 1 に供給され、回転角度指令信号  $\theta_{ref1}$ ,  $\theta_{ref2}$  のフィードバック制御が行われる。さらに、分割テーブル 1 5 L, 1 5 R に内蔵の圧力センサ 3 5 と、ロール軸角度検出器 (PM) 2 1 からの検出信号が姿勢センサ 1 4 を含む回路 3 6 に供給され、ロール軸角度検出信号 PM と、形成されたテーブル姿勢検出信号  $\theta_0$  ( $\theta_{roll}$ ,  $\theta_{pitch}$ ,  $\theta_{yaw}$ ,  $\omega_{roll}$ ,  $\omega_{pitch}$ ,  $\omega_{yaw}$  からなる) が制御装置 1 3

25 に供給される。

[0 0 1 2]

さらに図 10 には、一輪モデルの制御装置の具体構成を模式的に示す。なお、実際の二輪車両では、テーブルのセンサは共通となる。また、図示のモデルで車輪に連結したモータ制御は各車輪で独立した制御装置により制御される。

5 [0013]

図 10 において、テーブル 15 に内蔵された圧力センサ（図示せず）からの圧力検出信号  $PS1, 2, 3, 4$  と、ジャイロセンサや加速度センサからなる姿勢センサ 14 からのテーブル姿勢検出信号  $\theta 0$  とが制御装置 13 内の姿勢制御部 31 に供給される。そしてこれらの検出信号  $PS1 \sim 4$  及び  $\theta 0$   
10 と、搭乗者等が発する外部からのテーブル姿勢指令信号  $\theta REFpitch, \theta REFyaw, \omega REFpitch, \omega REFyaw$  とが演算され、算出された回転指令  $\theta ref$  がモータ制御部 32 に供給される。

[0014]

さらに車輪 11 とモータ 12 とは減速機 33 を介して接続され、モータ 1  
15 2 には回転角検出器 34 が設けられる。そして、回転角検出器 34 からのロータ回転角度位置信号  $\theta m$  が制御装置 13 内のモータ制御部 32 に供給される。これにより、上述の回転指令  $\theta ref$  に応じて形成されるモータ 12 への駆動電流がフィードバック制御され、車輪 11 の駆動が安定化される。このようにして、車輪 11 が安定に駆動されると共に、その駆動が圧力センサ（図示せず）からの圧力検出信号  $PS1 \sim 4$ 、姿勢センサからの検出信号  $\theta 0$  等によ  
20 って制御される。

[0015]

また、図 11 には、システムの相互の接続関係を示す。図 11 において、圧力センサ 35 からの圧力検出信号  $PS1 \sim 4$  と、ハンドルレバー 16 の  
25 ール軸角度器（ポテンシオメータ）21 からのロール軸角度検出信号  $PM$  が姿勢センサ回路 36 に供給される。この姿勢センサ回路 36 にはジャイロセンサ 41 と加速度センサ 42 が内蔵されている。これにより、姿勢センサ回

路 3 6 からは、圧力検出信号 P S 1 ~ 4 とロール軸角度検出信号 P M 及びテーブル姿勢検出信号  $\theta 0$  が取り出される。

[ 0 0 1 6 ]

これらの圧力検出信号 P S 1 ~ 4、ロール軸角度検出信号 P M 及びテーブル姿勢検出信号  $\theta 0$  が、制御装置 1 3 内の中央制御装置 4 3 に供給される。また、パワースイッチ 1 8 からの操作信号が中央制御装置 4 3 に供給される。これにより、中央制御装置 4 3 では左右の車輪の回転指令  $\theta \text{ref}1$ ,  $\theta \text{ref}2$  が算出され、モータ制御部 3 2 L, 3 2 R に供給される。また、回転各検出器 3 4 L, 3 4 R からの信号がモータ制御部 3 2 L, 3 2 R に供給されて、モータ 1 2 L, 1 2 R の駆動が行われる。

[ 0 0 1 7 ]

さらに、バッテリー 1 7 からの電力は電源回路 4 4 に供給される。この電源回路 4 4 からの例えば 2 4 V モータ用電源がモータ制御部 3 2 L, 3 2 R に供給され、例えば 5 V 制御用電源が姿勢センサ回路 3 6 と中央制御装置 4 3 に供給される。なお、電源回路 4 4 には電源スイッチ 4 5 が設けられて、各部への電源の供給が制御される。このようにして、モータ 1 2 L, 1 2 R の駆動が行われ、これらのモータ 1 2 L, 1 2 R により車輪 1 1 L, 1 1 R が駆動されて、同軸二輪車 1 0 の走行が行われる。

[ 0 0 1 8 ]

すなわち本発明の対象は、図 7 に示すような独立した車輪の夫々にモータを組み込み、本体姿勢を検出してバランスを保つ制御構造としたことを特徴とする二輪車であって、この二輪車は、モータトルクを制御することにより走行制御する走行機構と制御装置を有し、ベースにはジャイロセンサと加速度センサを内蔵し、車輪に旋回トルクを与えることによりベースピッチ角度、ヨー角度を制御装置で定めた安定姿勢に保ちながら、本体を前進・後退・回転走行するよう車両を制御するものである。

[ 0 0 1 9 ]

ところが、図 7 に示すような並行リンク構造によるロール軸回転自由度を有したことを特徴とする車両において、もしくは 1 輪、3 輪以上の乗物にも適応する車両においては、倒立振子の原理で駆動する制御方法では勾配路面では静止することが出来ない。また、特許文献 1，2 に記載の技術でも勾配路面では静止することができず、勾配角に比例して速度を上げて走行してしまう。このため勾配路面では人の操作により静止する必要がある、さらに坂道で人が乗車しないときには自律で姿勢を保つことができない問題もあった。

[0020]

この出願はこのような点に鑑みて成されたものであって、解決しようとする問題点は、従来の装置では、勾配路面では静止することが出来ない。また、特許文献 1，2 に記載の技術でも勾配路面では静止することができず、勾配角に比例して速度を上げて走行してしまう。このため勾配路面では人の操作により静止する必要がある、さらに坂道で人が乗車しないときには自律で姿勢を保つことができなかったというものである。

15

課題を解決するための手段

[0021]

このため本発明においては、サーボモータの制御系を倒立振子による制御と、モータ位置制御の制御系を二重に有し、ブレーキレバーによる制動と両立する制御を考案する。これにより、路面の傾きに依存することなく自律して姿勢を保ち静止することができる。したがって本発明は、勾配のある路面でも静止することのできる走行装置及びその制御方法を提供する。

発明の効果

25 [0022]

請求項 1，2，3 の発明によれば、サーボモータの制御系を倒立振子による制御と、モータ位置制御の制御系を二重に有し、ブレーキレバーによる制

動と両立する制御を行うことによって、路面の勾配に依存することなく自律して姿勢を保ち静止することができる。

[0023]

また、請求項1、4の発明によれば、通常の走行モードでの制御を良好に行うことができる。さらに、請求項1、5の発明によれば、非乗車時の牽引モードでの制御を良好に行うことができる。

[0024]

また、請求項1、6の発明によれば、モータトルク $\tau_0$ と車輪の転がりトルク $\tau_1$ が釣合うように制御を行うことによって、路面の勾配に依存することなく自律して姿勢を保ち静止することができる。

[0025]

また、請求項7、8、9の発明によれば、サーボモータの制御系を倒立振り子による制御と、モータ位置制御の制御系を二重に有し、ブレーキレバーによる制動と両立する制御を行うことによって、路面の勾配に依存することなく自律して姿勢を保ち静止する制御方法を実現することができる。

[0026]

また、請求項7、10の発明によれば、通常の走行モードでの制御を良好に行う制御方法を実現することができる。さらに、請求項7、11の発明によれば、非乗車時の牽引モードでの制御を良好に行う制御方法を実現することができる。

[0027]

請求項7、12の発明によれば、モータトルク $\tau_0$ と車輪の転がりトルク $\tau_1$ が釣合うように制御を行うことによって、路面の勾配に依存することなく自律して姿勢を保ち静止する制御方法を実現することができる。

[0028]

これによって、従来の装置では、勾配路面では静止することが出来ない。また、特許文献1、2に記載の技術でも勾配路面では静止することができず、勾配角に比例して速度を上げて走行してしまう。このため勾配路面では人の

操作により静止する必要がある、さらに坂道で人が乗車しないときには自律で姿勢を保つことができなかったものを、本発明によればこれらの問題点を容易に解消する手段を提供することができる。

## 5 図面の簡単な説明

[0029]

[図1]本発明による走行装置及びその制御方法を適用した静止姿勢制御のための構成の一実施形態をブロック図である。

[図2]その説明のための図である。

10 [図3]その説明のための図である。

[図4]その説明のための図である。

[図5A]その説明のための図である。

[図5B]その説明のための図である。

[図6]その動作の説明のためのフローチャート図である。

15 [図7A]本発明の適用される走行装置の一実施形態を示す構成図である。

[図7B]本発明の適用される走行装置の一実施形態を示す構成図である。

[図8]その説明のための図である。

[図9]その説明のための図である。

[図10]その説明のための図である。

20 [図11]その説明のための図である。

## 符号の説明

[0030]

100…姿勢制御演算部、101…安定姿勢角度指令の値  $\theta_{REFpitch0}$  の設定部、102…姿勢角速度指令の値  $\omega_{REFpitch}$  の設定部、103, 106…加算器、104, 107…減算器、105, 108…制御器、109…利得  $K_{amp}$  のアンプ、110…モータ定数 ( $K_m$ )、114…システム、119…演算器、120…スイッチ

発明を実施するための最良の形態

[0031]

すなわち本発明の走行装置は、車輪の駆動を制御しながら走行を行う走行  
5 装置であって、車輪を駆動するモータトルクを算出してモータトルク指令信  
号を生成する制御手段と、生成されたモータトルク指令信号によって駆動さ  
れる車輪駆動系の回転角度変化値を検出する検出手段と、回転角度変化値か  
ら姿勢指令補正値を算出する姿勢指令補正値算出手段と、搭乗者が姿勢指令  
10 角度を入力する操作手段と、静止モードの選択スイッチと、搭乗者の有無を  
判定する判定手段とを有し、制御手段は、姿勢指令角度と姿勢指令補正値と  
に応じてモータトルクの算出を行い、選択スイッチで静止モードが選択され  
たときは、姿勢指令補正値を姿勢指令角度に加算する制御を行う。

[0032]

また、本発明の走行装置の制御方法は、車輪の駆動を制御しながら走行を  
15 行う走行装置の制御方法であって、供給される回転指令に応じてモータトル  
クを算出してモータトルク指令信号を生成し、生成されたモータトルク指令  
信号によって駆動される車輪駆動系の回転角度変化値を検出し、操作手段に  
入力される姿勢指令角度と回転角度変化値から算出される姿勢指令補正値と  
20 に応じてモータトルクの算出を行い、静止モードが選択されたときは、姿勢  
指令補正値を姿勢指令角度に加算する制御を行う。

[0033]

以下、図面を参照して本発明を説明する。図1には、本発明による走行装  
置及びその制御方法を適用した静止姿勢制御のための構成の一実施形態をブ  
ロック図で示す。

25 [0034]

図1において、姿勢制御演算部100には、例えば安定姿勢角度指令の値  
 $\theta_{REFpitch0}$  の設定部101と、姿勢角速度指令の値  $\omega_{REFpitch}$  の設定部1  
02を有する。そして、設定部101からの値  $\theta_{REFpitch0}$  が加算器103、

減算器 104 を通じて制御器 105 に供給され、係数  $K_p$  が乗算されて加算器 106 に供給される。また、設定部 102 からの値  $\omega_{REFpitch}$  が減算器 107 を通じて制御器 108 に供給され、係数  $K_d$  が乗算されて加算器 106 に供給される。これにより、加算器 106 からはモータトルク指令  $T_{ref}[Nm]$  が取り出される。

[0035]

さらにモータトルク指令  $T_{ref}[Nm]$  は、利得  $K_{amp}$  のアンプ 109 に供給されてモータ電流  $I_m[A]$  に変換され、モータに供給される。このモータはモータ定数 ( $K_m$ ) 110 で表される。これにより、モータ定数 110 からモータトルク出力  $T_m[Nm]$  が取り出される。このモータトルク出力  $T_m[Nm]$  は、搭乗者+車両からなるシステム 114 に入力される。

[0036]

システム 114 からはテーブル姿勢  $\theta_0$  が検出され、このうちピッチ角速度  $\omega_{pitch}$  は減算器 107 に供給されて値  $\omega_{REFpitch}$  から減算され、ピッチ角度  $\theta_{pitch}$  は減算器 104 に供給されて値  $\theta_{REFpitch}$  から減算される。

[0037]

さらにシステム 114 からはタイヤ回転角度  $\theta_t$  が検出される。

[0038]

タイヤ回転角度  $\theta_t$  は演算器 119 に供給され、ゲイン  $K_i$  を乗じて  $\theta_{adj}$  が形成される。この値  $\theta_{adj}$  が、スイッチ 120 を通じて加算器 103 に供給され、設定部 101 からの安定姿勢角度指令の値  $\theta_{REFpitch0}$  に加算される。

[0039]

そこで、上述の静止姿勢制御のための構成について、二輪車構造の角運動量と床圧及び ZMP (Zero Moment Point) におけるバランスを保つ姿勢力学を以下に説明する。

[0040]

図2に示すような各力点を表す図において、第*i*リンクの定義した点Ω  
 (σ、φ)まわりの角運動量は、各リンクの重心位置座標を(x<sub>i</sub>、z<sub>i</sub>)と  
 すると[数1]と計算できる。

[数1]

$$I_i * \dot{\omega}_i + m_i * x_i (\dot{\phi} - \dot{z}_i) - m_i * z_i (\dot{\sigma} - \dot{x}_i)$$

5

[0041]

また、全リンクの慣性力によるモーメントは

[数2]

$$\sum_{I=0}^n ( I_i * \dot{\omega}_i + m_i * x_i (\dot{\phi} - \dot{z}_i) - m_i * z_i (\dot{\sigma} - \dot{x}_i) )$$

10 となる。

[0042]

次に、全リンクの重力によるモーメントを考えると、

[数3]

$$\sum_{I=0}^n m_i (\sigma - x_i) g$$

15 となる。

[0043]

そこで、これらの和によりΩまわりのモーメントが[数4]で与えられる。

[数4]

$$M\Omega = \sum_{I=0}^n I_i * \dot{\omega}_i + \sum_{i=0}^n m_i ( x_i (\dot{\phi} - \dot{z}_i) - z_i (\dot{\sigma} - \dot{x}_i) ) + \sum_{i=0}^n m_i (\sigma - x_i) g$$

20 [0044]

さらに、車輪の質量 $m_0$ の重力によるモーメントを除けば、モーメントは車輪軸まわりのモーメントとなる。これを $M_a$ とおくと、

[数5]

$$M_a = \sum_{i=0}^n I_i \cdot \omega_i + \sum_{i=0}^n m_i (z_i \cdot x_i - x_i \cdot z_i) - \sum_{i=0}^n m_i \cdot x_i \cdot g$$

5 となる。

[0045]

また、 $M_a$ を用いて先ほどの $\Omega$ まわりのモーメント $M_\Omega$ を表せば次式となる。すなわち、 $X_0 = 0$ から次の[数6]になる。

[数6]

$$M_\Omega = M_a - \sum_{i=0}^n m_i (z_i - g) \sigma + \sum_{i=0}^n m_i \cdot x_i \cdot \phi$$

10

[0046]

一方、図3に示すように、ZMPは床面上の点でモーメント $M_\Omega$ がゼロの点と定義される。車輪軸の高さ $h$ 、ZMPの座標を $(\sigma_{zmp}, -h)$ として[数4]に代入すると

15 [数7]

$$0 = \sum_{i=0}^n I_i \cdot \omega_i + \sum_{i=0}^n m_i (-x_i (h + z_i) - z_i (\sigma_{zmp} - x_i)) + \sum_{i=0}^n m_i (\sigma_{zmp} - x_i) g$$

となる。

[0047]

この式を $\sigma_{zmp}$ について解けば、ZMPをリンク位置、加速度および重力に  
20 より表すことができる。また[数6]にZMPの座標を代入すると[数8]となる。

[数8]

$$0 = Ma - \sum_{i=0}^n m_i (z_i - g) \sigma_{zmp} - \sum_{i=0}^n m_i * x_i * h$$

[0048]

ここで、[数8]は車輪軸まわりモーメントのつり合いの式になっている。  
 つまりFは床反力および転がり摩擦力のベクトル、FNは床反力、FTは転  
 5 がり摩擦力である。反力は実際にはタイヤ底に分布するが図では一点に作用  
 する点として集約して表している。このように表す作用点はZMPである。

[0049]

この式から車輪軸点周りのモーメントのつり合いを表すと

[数9]

10  $FN * \sigma_{zmp} + FT * h + \tau_0 = 0$  となり、これに

[数10]

$$\tau_0 = Ma, \quad FN = - \sum_{i=0}^n m_i (z_i - g), \quad FT = - \sum_{i=0}^n m_i * x_i$$

を代入すると式9は式8と同じである。

[0050]

15 一方、車輪上の姿勢が安定する条件は  $\sigma_{zmp} = 0$  となる式9であればよいか  
 ら、 $\tau_0 = -FT * h$  が成立すれば姿勢を保てる。よって  $\tau_0 = FT = 0$  なる条  
 件を満たす[数11]の状態変数を制御することにより姿勢を安定にできる。

[数11]

$$(X_i, X_i, X_i) = (0, 0, 0)$$

20 [0051]

以上の原理により、図4、図5に示すような勾配路面で、タイヤ接地点は図示のような位置となる。こうした接地状態で姿勢を保つには、ZMPがタイヤ接地点となる関係であれば良い。ここで、図4、図5のように傾いた場合には、モータトルク  $\tau_0$  によりZMPが路面接地点となるようにすることにより姿勢を保つことができる。このようなモータ駆動トルクを図1の静止姿勢制御のための構成で発生する。

## [0052]

すなわち、図4のように路面勾配でタイヤ接地点が重心ベクトル上にあるとき、このシステムは静止姿勢を保つことができる。図5は実際の車両が勾配路面上で、図1の制御によりタイヤ接地点上に重心位置を制御することにより、システムはバランスして静止状態を保つことができる。

## [0053]

さらに、図6には、図1の構成で静止制御を行うための動作のフローチャートを示す。すなわち、図6に示す静止制御において、まずステップS1で制御パラメータを設定する。ここでは、システム重量により制御ゲイン  $K_p$ ,  $K_i$  が設定される。次にステップS2で静止スイッチSW120がオンか否か判断される。つまり静止制御が選択されているか否かが判断される。

## [0054]

ステップS2で静止スイッチSWがオン（ON）のときは、ステップS4でスイッチオン時からのタイヤ回転角度変化値を読み込み、姿勢指令補正角度  $\theta_{adj}$  を算出する。さらに、ステップS5で姿勢指令角度を更新し、 $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0} + \theta_{adj}$  とする。

## [0055]

また、ステップS2で静止スイッチSWがオフ（OFF）のときは、ステップS6で姿勢指令補正角度  $\theta_{adj}$  を0とする。従って  $\theta_{REFpitch} = \theta_{REFpitch0}$  となる。さらにステップS7で姿勢制御演算を行い、ステップS8でモータトルク指令  $T_{ref}$  を出力する。そしてステップS9で姿勢変化が起こり、ステップS1に戻る。

[0056]

従って、上述の実施形態において、サーボモータの制御系を倒立振り子による制御と、モータ位置制御の制御系を二重に有し、ブレーキレバーによる制動と両立する制御を考案する。これにより、路面の勾配に依存することなく  
5 自律して姿勢を保ち静止することができる。したがって本発明は、勾配のある路面でも静止することのできる走行装置及びその制御方法を提供することができる。

[0057]

こうして本発明の走行装置によれば、車輪の駆動を制御しながら走行を行  
10 う走行装置であって、車輪を駆動するモータトルクを算出してモータトルク指令信号を生成する制御手段と、生成されたモータトルク指令信号によって駆動される車輪駆動系の回転角度変化値を検出する検出手段と、回転角度変化値から姿勢指令補正值を算出する姿勢指令補正值算出手段と、搭乗者が姿勢指令角度を入力する操作手段と、静止モードの選択スイッチと、搭乗者の  
15 有無を判定する判定手段とを有し、制御手段は、操作手段に入力される姿勢指令角度と姿勢指令補正值算出手段で算出された姿勢指令補正值とに応じてモータトルクの算出を行い、選択スイッチで静止モードが選択されたときは、姿勢指令補正值を姿勢指令角度に加算する制御を行うことにより、路面の勾配に依存することなく自律して姿勢を保ち静止することができる。

20 [0058]

また、本発明の走行装置の制御方法によれば、車輪の駆動を制御しながら走行を行う走行装置の制御方法であって、供給される回転指令に応じてモータトルクを算出してモータトルク指令信号を生成し、生成されたモータトルク指令信号によって駆動される車輪駆動系の回転角度変化値を検出し、回転  
25 角度変化値から姿勢指令補正值を算出し、操作手段に入力される姿勢指令角度と算出された姿勢指令補正值とに応じてモータトルクの算出を行い、静止モードが選択されたときは、姿勢指令角度と姿勢指令補正值とを加算する制

御を行うことにより、路面の勾配に依存することなく自律して姿勢を保ち静止する制御方法を実現することができる。

[0059]

5 なお本発明は、上述の説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の精神を逸脱することなく種々の変形が可能とされるものである。

## 請求の範囲

1. 車輪の駆動を制御しながら走行を行う走行装置であって、  
車輪を駆動するモータトルクを算出してモータトルク指令信号を生成する
- 5 制御手段と、  
前記生成されたモータトルク指令信号によって駆動される車輪駆動系の回転角度変化値を検出する検出手段と、  
前記回転角度変化値から姿勢指令補正値を算出する姿勢指令補正値算出手段と、
- 10 搭乗者が姿勢指令角度を入力する操作手段と、  
静止モードの選択スイッチと、  
前記搭乗者の有無を判定する判定手段と、を有し、  
前記制御手段は、前記姿勢指令角度と前記姿勢指令補正値とに応じて前記モータトルクの算出を行う
- 15 ことを特徴とする走行装置。
2. 前記選択スイッチで静止モードが選択されたときは、前記判定手段での搭乗者の有無の判定に関わらず、前記姿勢指令補正値を前記姿勢指令角度に加算する制御を行う  
ことを特徴とする請求項 1 記載の走行装置。
- 20 3. 前記選択スイッチで静止モードが選択されず、且つ前記判定手段での搭乗者の無しが判定されたときは、前記姿勢指令補正値を前記姿勢指令角度に加算する制御を行う  
ことを特徴とする請求項 1 記載の走行装置。
4. 前記選択スイッチで静止モードが選択されず、且つ前記判定手段での搭乗者の有りが判定されたときは、前記姿勢指令補正値を 0 と設定する  
25 ことを特徴とする請求項 1 記載の走行装置。
5. 前記選択スイッチで静止モードが選択されず、且つ前記判定手段での搭乗者の無しが判定されたときは、前記姿勢指令補正値を 0 と設定する

ことを特徴とする請求項 1 記載の走行装置。

6. 前記姿勢指令補正值を前記姿勢指令角度に加算することにより、前記モータトルクと前記車輪の転がりトルクが釣合うように制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 記載の走行装置。

5 7. 車輪の駆動を制御しながら走行を行う走行装置の制御方法であって、供給される回転指令に応じてモータトルクを算出してモータトルク指令信号を生成し、

前記生成されたモータトルク指令信号によって駆動される車輪駆動系の回転角度変化値を検出し、

10 操作手段に入力される姿勢指令角度と前記回転角度変化値から算出される姿勢指令補正值とに応じて前記モータトルクの算出を行い、

静止モードが選択されたときは、前記姿勢指令補正值を前記姿勢指令角度に加算する制御を行う

ことを特徴とする走行装置の制御方法。

15 8. 前記静止モードが選択されたときは、前記搭乗者の有無の判定に関わらず、前記姿勢指令補正值を前記姿勢指令角度に加算する制御を行う

ことを特徴とする請求項 7 記載の走行装置の制御方法。

9. 前記静止モードが選択されず、且つ前記搭乗者の無しが判定されたときは、前記姿勢指令補正值を前記姿勢指令角度に加算する制御を行う

20 ことを特徴とする請求項 7 記載の走行装置の制御方法。

10. 前記静止モードが選択されず、且つ前記搭乗者の有りが判定されたときは、前記姿勢指令補正值を 0 と設定する

ことを特徴とする請求項 7 記載の走行装置の制御方法。

25 11. 前記静止モードが選択されず、且つ前記搭乗者の無しが判定されたときは、前記姿勢指令補正值を 0 と設定する

ことを特徴とする請求項 7 記載の走行装置の制御方法。

12. 前記姿勢指令補正值を前記姿勢指令角度に加算することにより、前記モータトルクと前記車輪の転がりトルクが釣合うように制御を行う

ことを特徴とする請求項 7 記載の走行装置の制御方法。

図 1

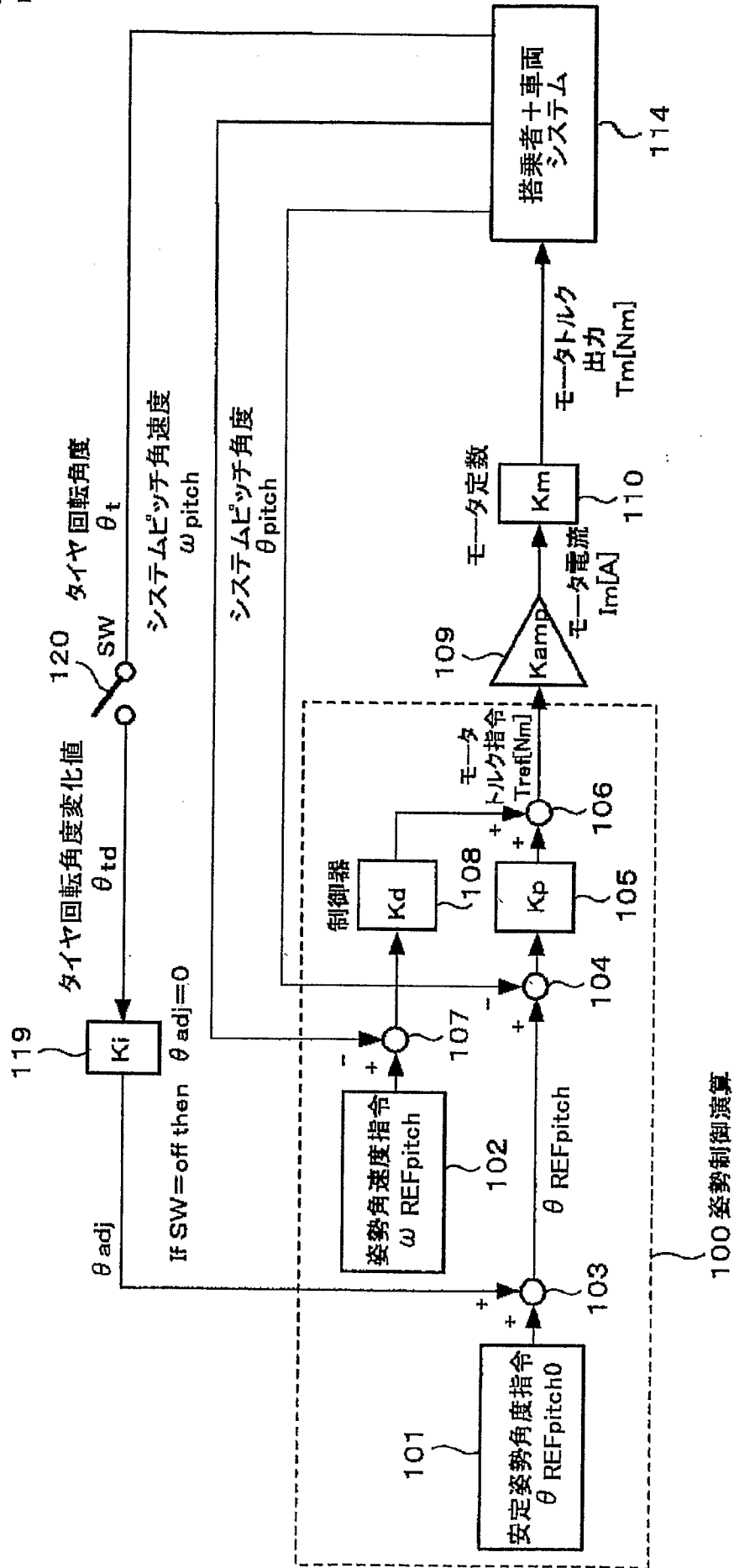


図 2

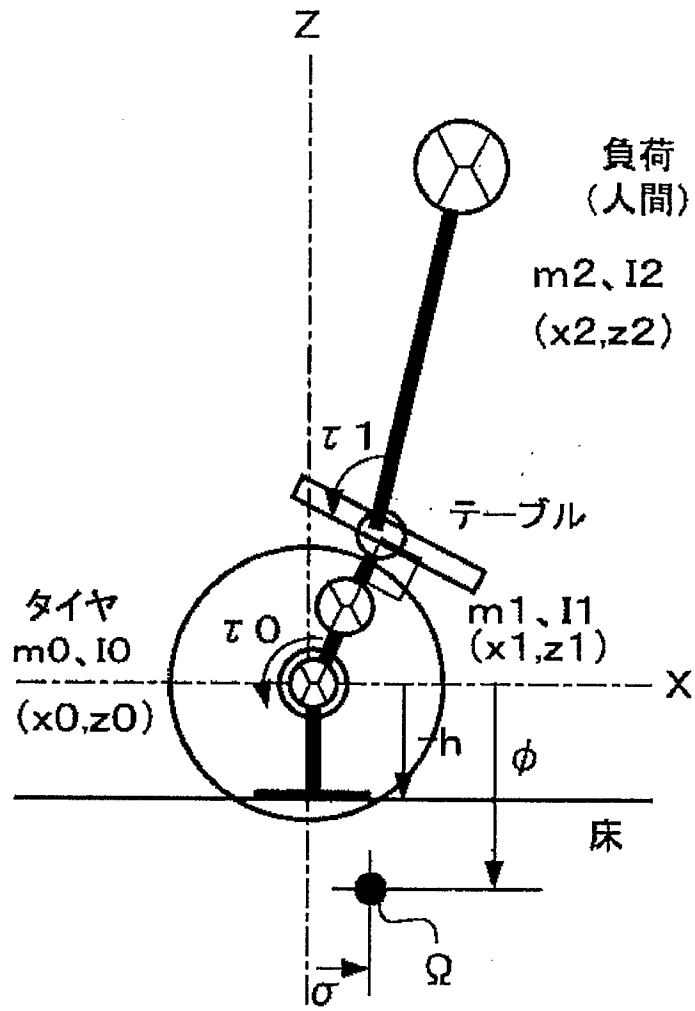


図 3

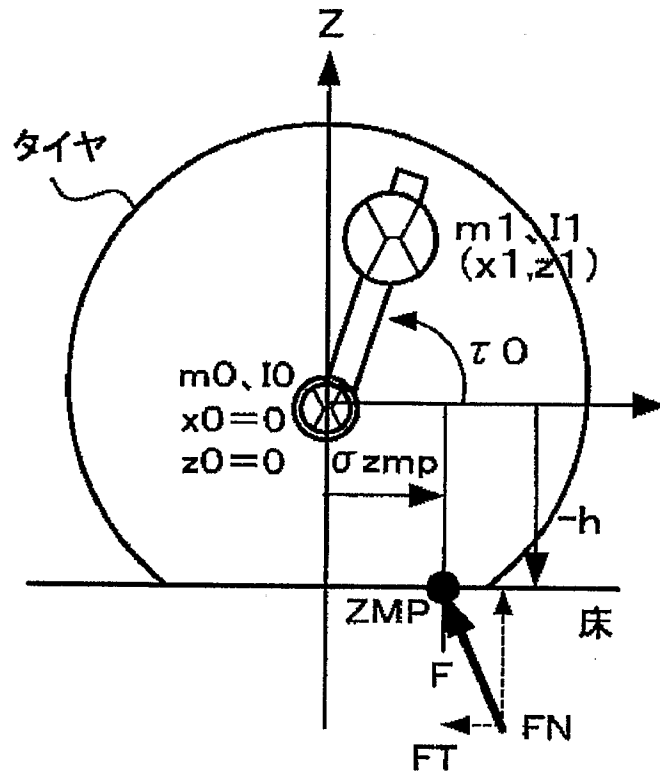


図 4

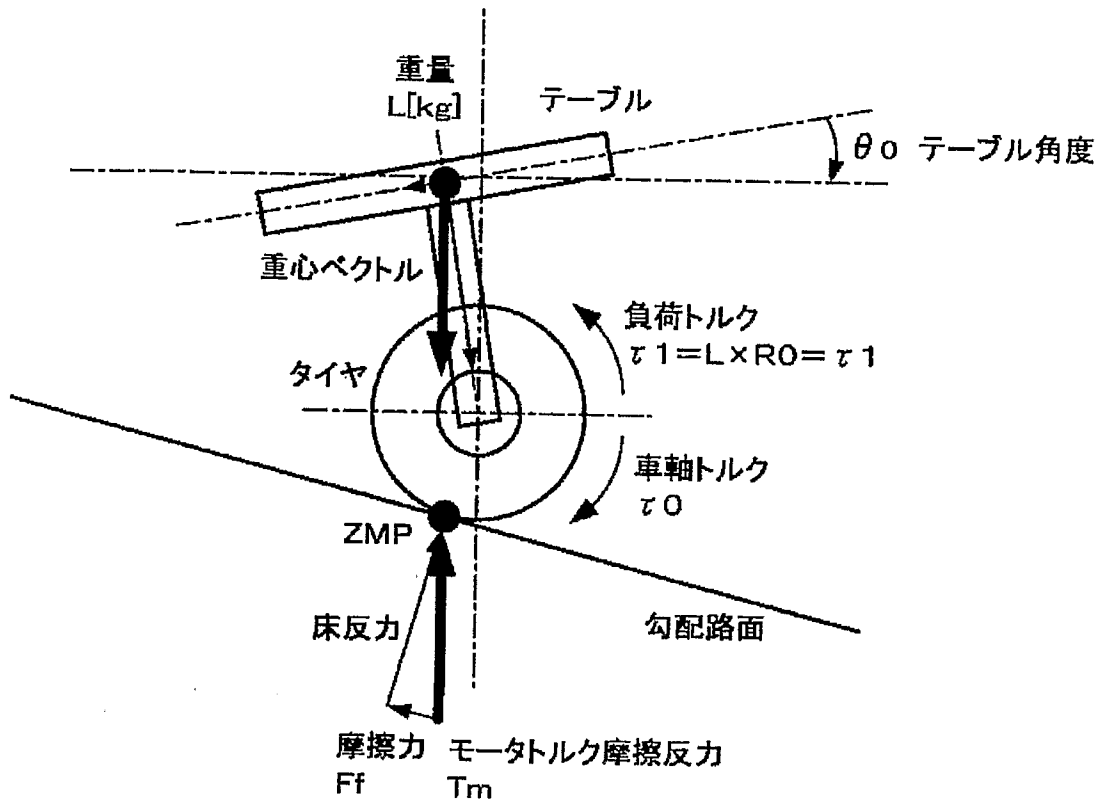


図 5 A

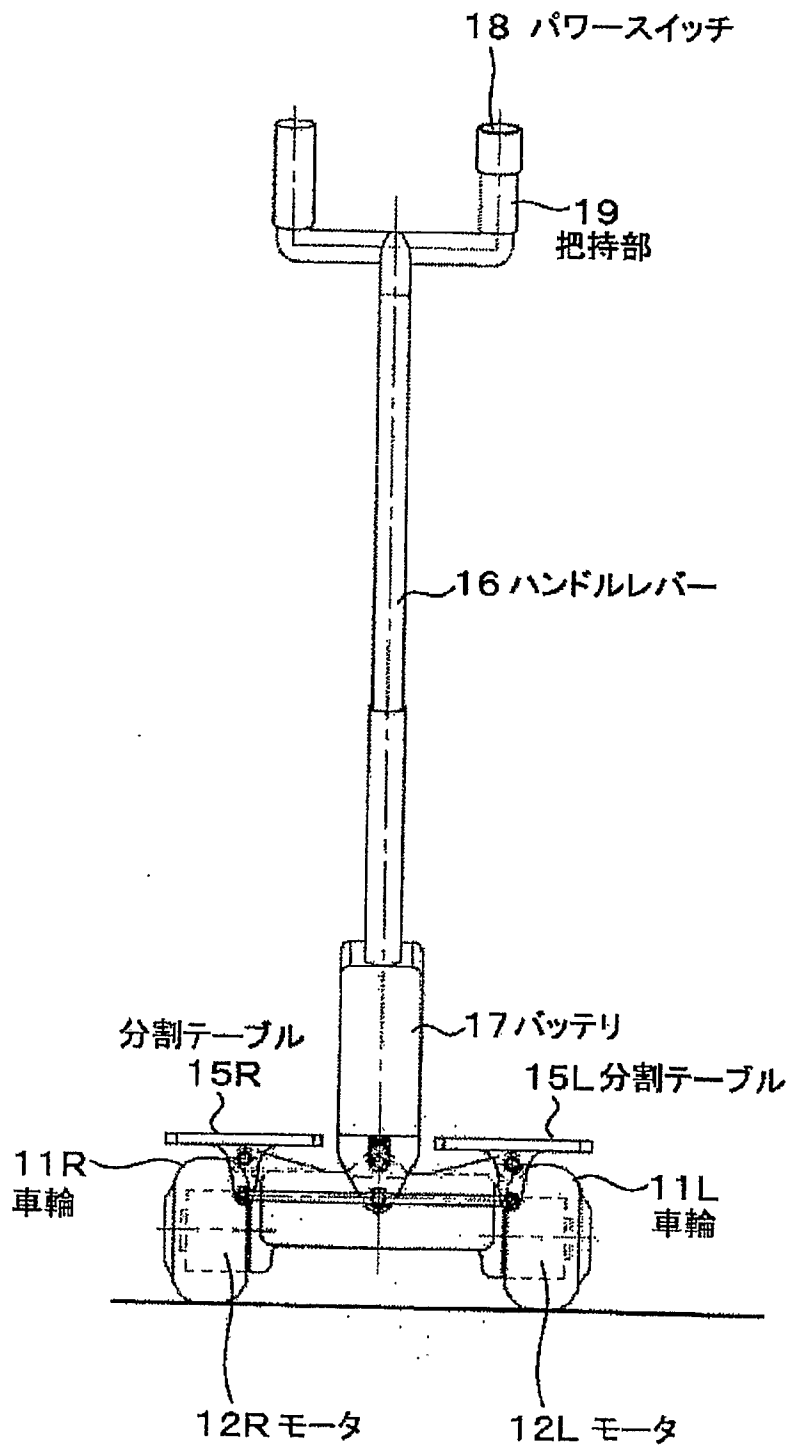


図 5 B

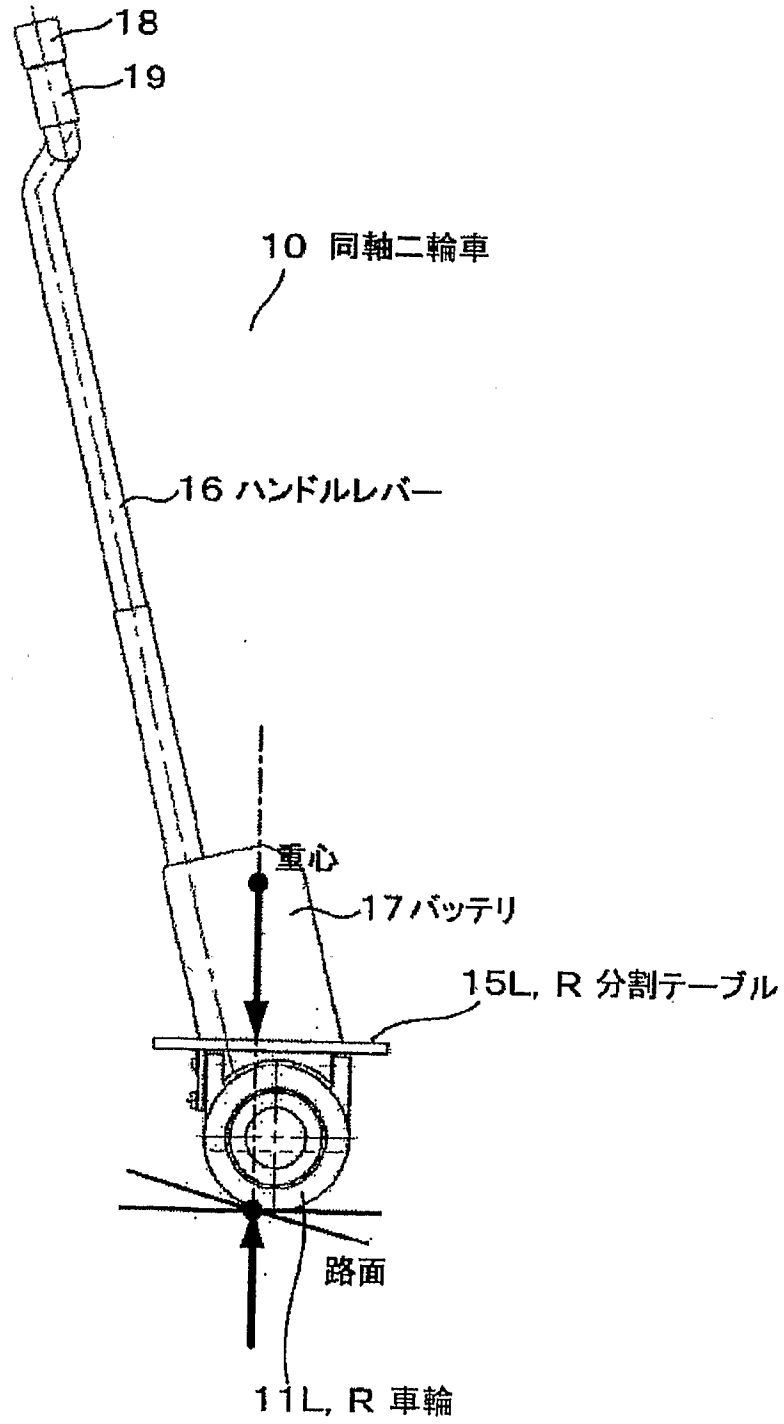


図 6

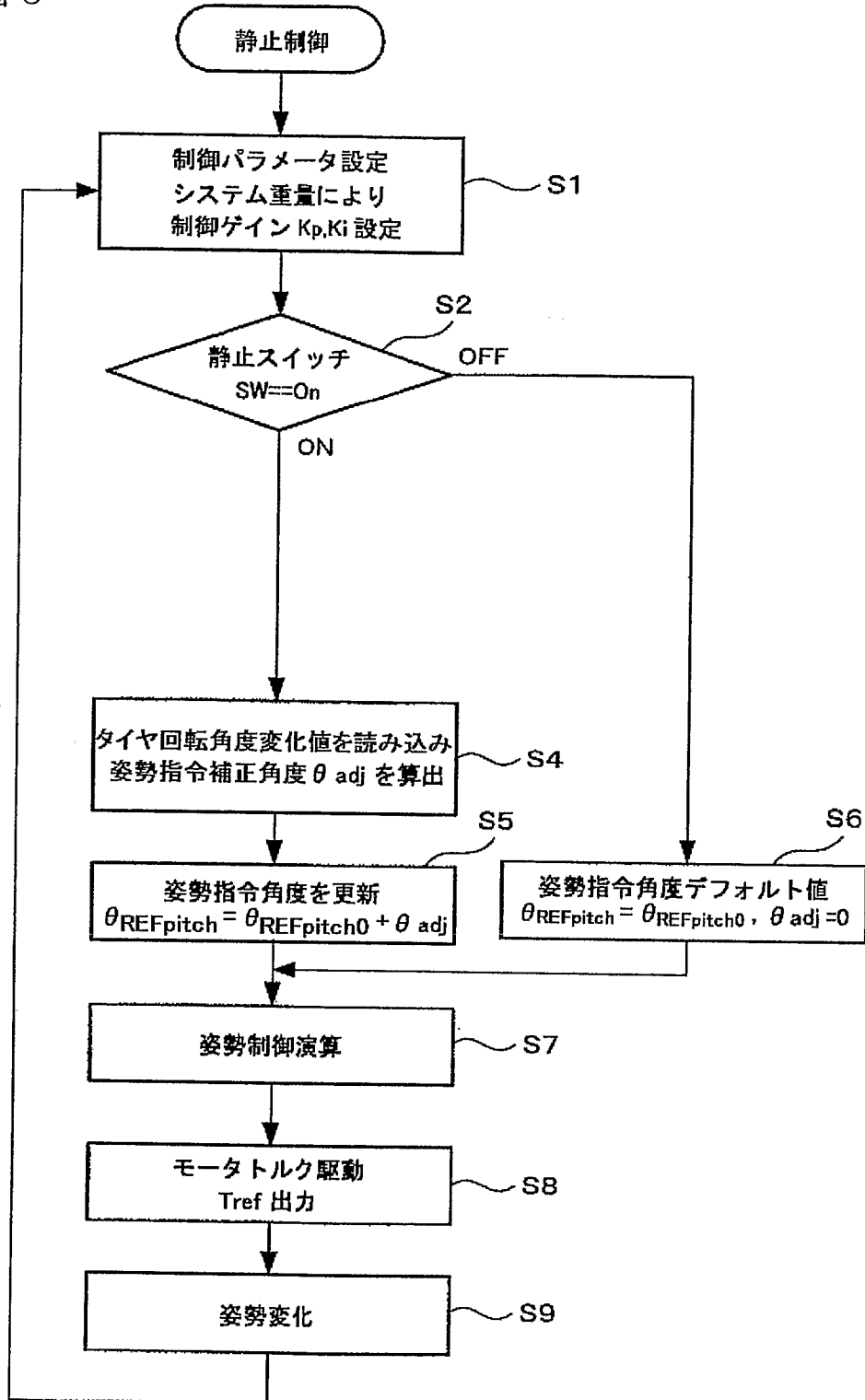


図 7 A

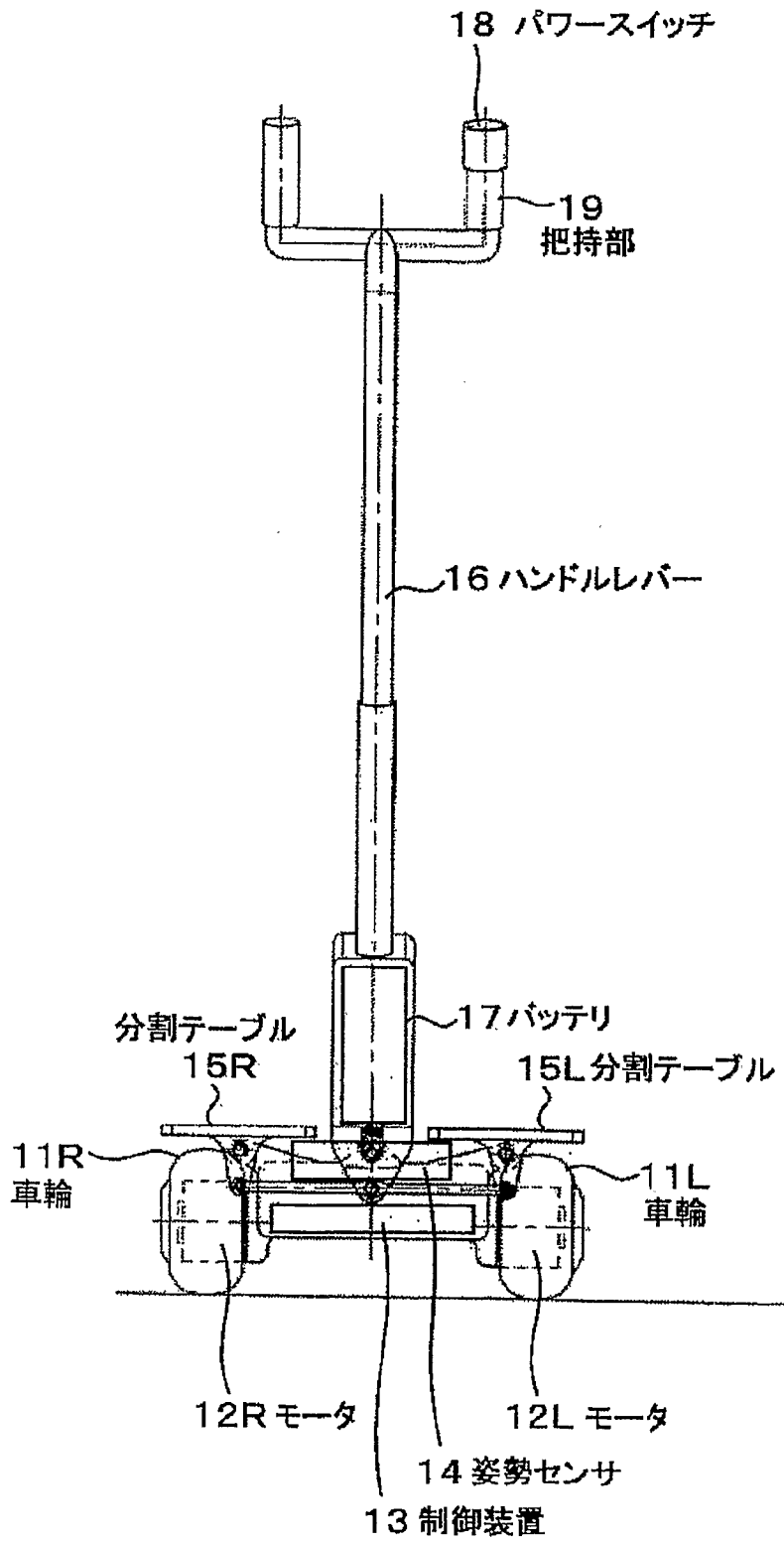


図 7 B

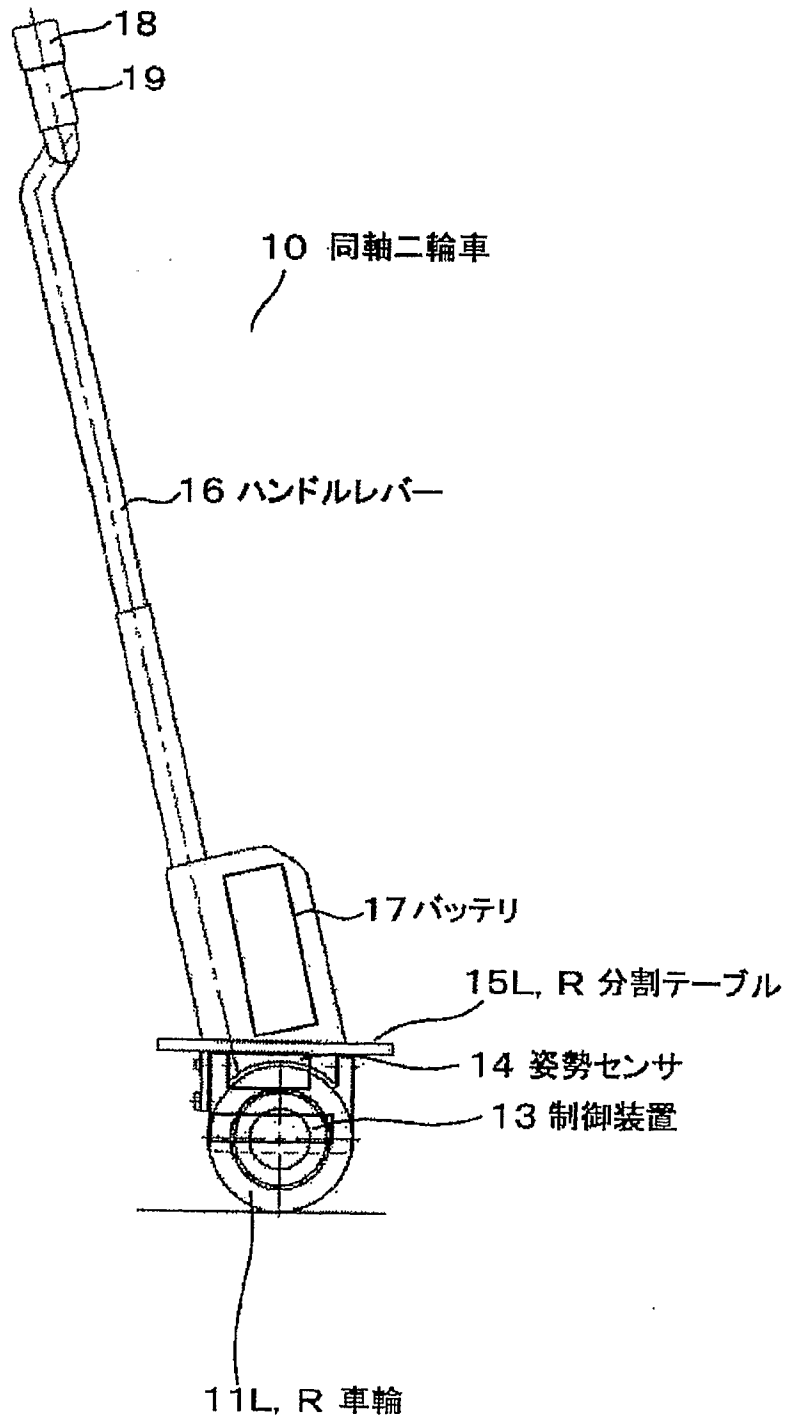


図 8

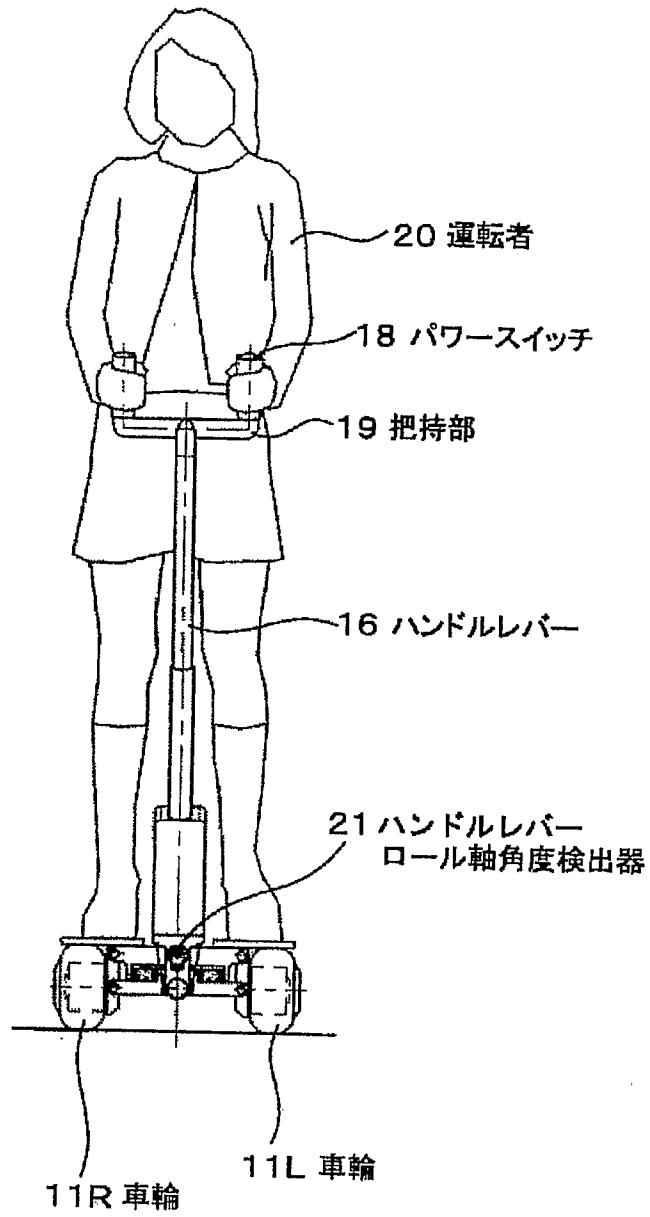


図 9

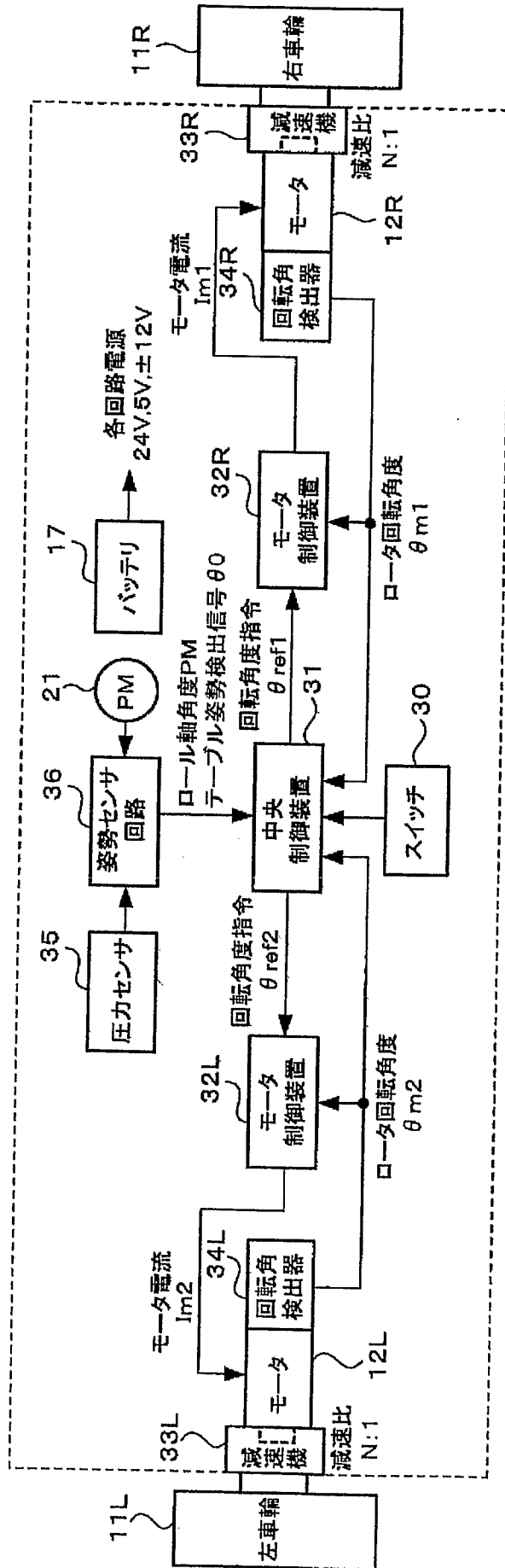


図 10

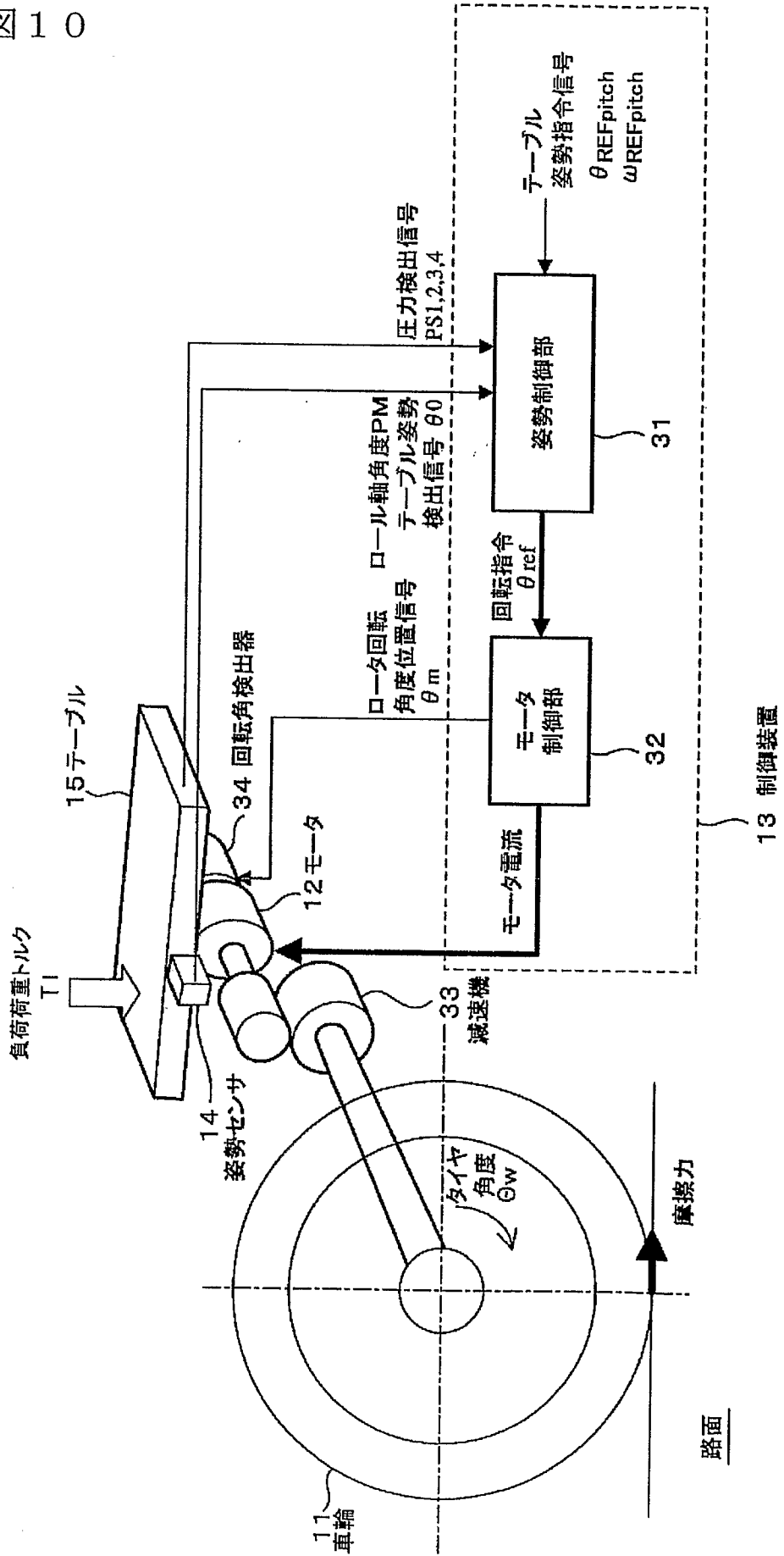
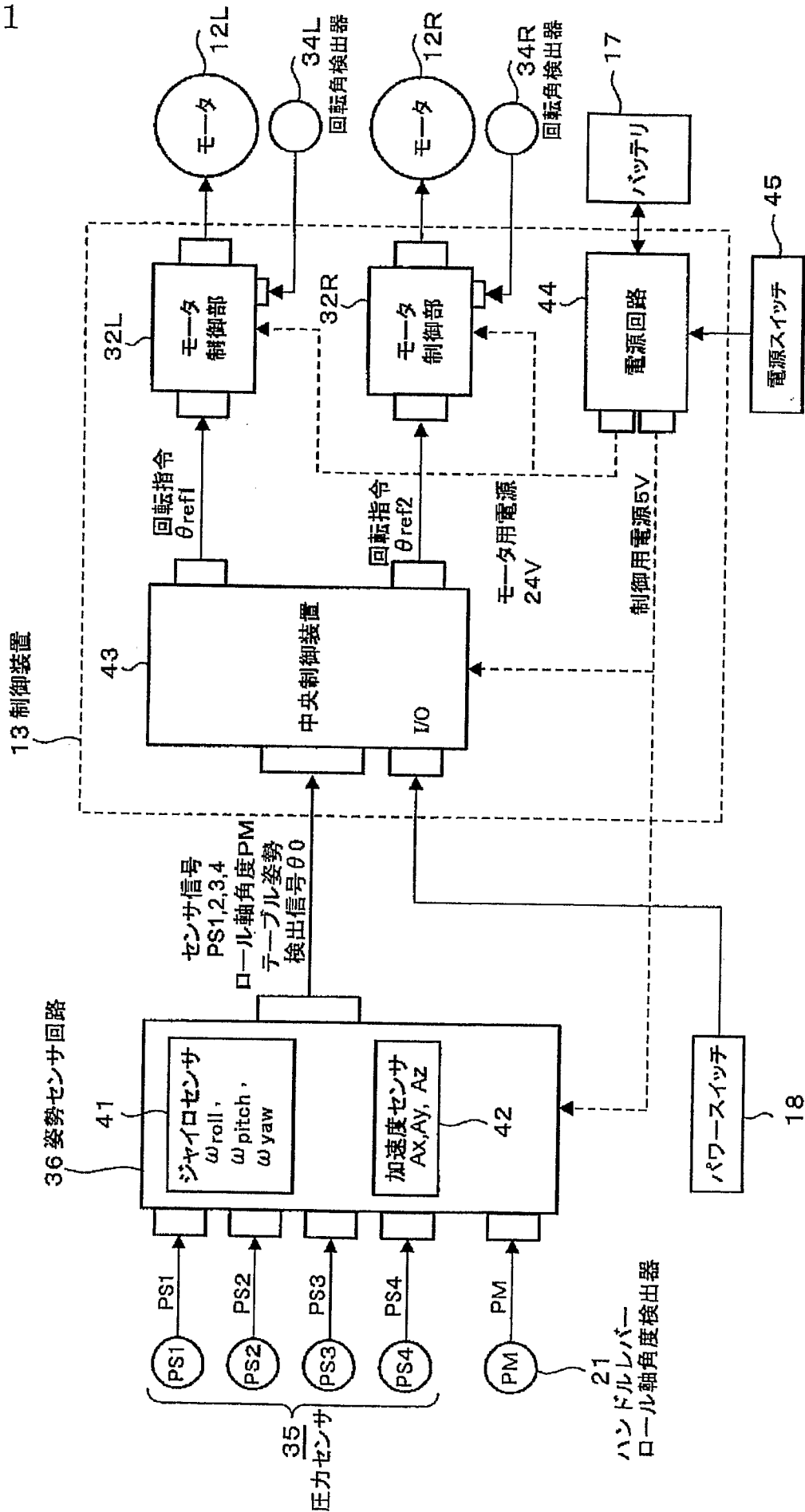


図 1 1



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2007/073738

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*B60L15/20*(2006.01) i, *B62K3/00*(2006.01) i, *B62K17/00*(2006.01) i, *G05D1/08*  
 (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)  
*B60L1/00-15/42*, *B62K3/00*, *B62K17/00*, *G05D1/08*

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	1922-1996	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	1996-2008
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	1971-2008	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	1994-2008

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.
A	& DEJP 2003-508285 A (Deka Products Ltd. Partnership), 04 March, 2003 (04.03.03), Par. Nos. [0008] to [0009] & WO 01/15962 A1	1-12
A	JP 2007-106265 A (Sony Corp.), 26 April, 2007 (26.04.07), Full text & US 2007/0084662 A1	1-12
A	JP 05-268704 A (Hitachi, Ltd.), 15 October, 1993 (15.10.93), Par. Nos. [0012] to [0017] & US 5467275 A & DE 4308879 A1	1-12

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 26 February, 2008 (26.02.08)	Date of mailing of the international search report 04 March, 2008 (04.03.08)
---	---

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

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/073738

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 09-135504 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 20 May, 1997 (20.05.97), Full text (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B60L15/20(2006.01)i, B62K3/00(2006.01)i, B62K17/00(2006.01)i, G05D1/08(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. B60L1/00-15/42, B62K3/00, B62K17/00, G05D1/08

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 1971-2008年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号
A	JP 2003-508285 A (デカ・プロダクツ・リミテッド・パートナーシップ) 2003.03.04, 段落 0008-0009 & WO 01/15962 A1	1-12
A	JP 2007-106265 A (ソニー株式会社) 2007.04.26, 全文 & US 2007/0084662 A1	1-12
A	JP 05-268704 A (株式会社日立製作所) 1993.10.15, 段落 0012-0017 & US 5467275 A & DE 4308879 A1	1-12

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。

<p>* 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</p>	<p>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                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 26.02.2008	国際調査報告の発送日 04.03.2008
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) 竹下 晋司 電話番号 03-3581-1101 内線 3316

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 請求の範囲の番号
A	JP 09-135504 A (日産自動車株式会社) 1997.05.20, 全文 (ファミリーなし)	1-12