

(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
2014年3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号

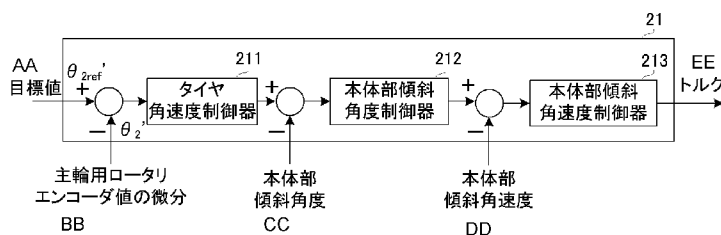
WO 2014/045696 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2006.01) G05D 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069588 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) 国際出願日: 2013年7月19日(19.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-204012 2012年9月18日(18.09.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 辻滋(TSUJI, Shigeru); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 白土賢一(SHIRATO, Kenichi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 久保昌幸(KUBO, Masayuki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MOVING BODY

(54) 発明の名称: 移動体

図4



- 211 Tire-angular-velocity controller
212 Main-body-part inclination angle controller
213 Main-body-part inclination angular velocity controller
AA Target value
BB Differentiation of main-wheel rotary encoder value
CC Main-body-part inclination angle
DD Main-body-part inclination angular velocity
EE Torque

(57) Abstract: Provided is a moving body which prevents a main body part from inadvertently moving as a result of gravitational torque on hills. A tire-angular-velocity controller (211) inputs the difference value between a target value of a rotational angular velocity of 0 for main wheels (11), and the rotational angular velocity of the main wheels (11) which is a differential value of a signal outputted from a main-wheel rotary encoder (26). The tire-angular-velocity controller (211) calculates the inclination angle of a main body part (10) such that the difference value becomes 0. In a second control mode, the calculated inclination angle is used as a target inclination angle, and the difference value between said target inclination angle and the current inclination angle of the main body part (10) inputted from an inclination-angle sensor (20) is inputted into a main-body-part inclination angle controller (212). As a result, if gravitational torque is exerted due to a hill, torque is applied to the main wheels (11) such that the change in rotational angle becomes 0, even if the main wheels (11) rotate, thereby enabling a coaxial two-wheel vehicle (1) to remain in a position at the point in time that switching

to the second control mode is performed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/045696 A1



坂道における重力トルクによって意図せずに本体部が移動してしまうことを防止する移動体を提供する。タイヤ角速度制御器(211)は、主輪(11)の回転角速度0の目標値と、主輪用ロータリエンコーダ(26)から出力される信号の微分値である主輪(11)の回転角速度と、の差分値を入力する。タイヤ角速度制御器(211)は、この差分値が0となるような本体部(10)の傾斜角度を算出する。第2の制御モードでは、この算出した傾斜角度が、目標傾斜角度として、傾斜角センサ(20)から入力された現時点の本体部(10)の傾斜角度と、の差分値が本体部傾斜角度制御器(212)に入力される。よって、仮に坂道における重力トルクが働いて、主輪(11)が回転したとしても、当該回転角の変化が0となるように主輪(11)にトルクが印加されるため、同軸二輪車(1)は、第2の制御モードに切り替わった時点の位置にとどまることになる。

明 細 書

発明の名称 : 移動体

技術分野

[0001] この発明は、車輪を備えた移動体に関し、特に車輪を駆動、制御する移動体に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、車輪を駆動、制御して倒立振子制御を行う移動体が知られている。例えば、特許文献1には、倒立振子制御を行う同軸二輪車であって、主輪の前に補助輪を備えたものが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-168236号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、倒立振子制御は、鉛直方向に対する本体部の傾斜角度を所定の角度に保つ制御を行うものであって、本体部をその場に停止させる制御を行うものではない。したがって、例えば坂道では、当該坂道の傾斜によって生じる重力トルクによって、意図せずに本体部が移動してしまう可能性があった。

[0005] そこで、この発明は、坂道における重力トルクによって意図せずに本体部が移動してしまうことを防止する移動体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の移動体は、車輪と、該車輪をピッチ方向に回転可能に支持する本体部と、前記車輪を駆動、制御する駆動制御部と、前記本体部のピッチ方向の角度変化を検知する角度変化検知手段と、前記車輪の回転角を検知する回転角検知手段と、を備えている。

[0007] そして、前記駆動制御部は、前記角度変化検知手段の出力に基づいて、前

記本体部の角度変化が0となるように、かつ前記本体部の鉛直方向に対する角度が第1の角度になるように、前記車輪の回転を制御する第1の制御モードと、前記回転角検知手段の出力に基づいて、前記車輪の回転角の変化が0となるように前記車輪の回転を制御する第2の制御モードと、を実行する。第1の制御モードと第2の制御モードは、切替手段によって切り替えられる。

[0008] 第1の制御モードでは、倒立振子制御により、本体部の傾斜角度を第1の角度に維持する。例えば、駆動制御部は、本体部の鉛直方向に対する傾斜角度を0、かつ角速度を0に維持するように、車輪に印加するトルクを算出し、当該車輪を駆動する。この第1の制御モードでは、当該移動体が自立した状態であり、本体部をその場に停止させる制御を行うものではないため、ユーザが本体部を押すことで手押し車として使用できる。

[0009] そして、第1の制御モードにおいて、例えば切替スイッチにより切り替え指示がなされると、第2の制御モードに切り替わる。第2の制御モードは、車輪の回転角の変化が0となるように制御する。すなわち、駆動制御部は、第1の制御モードから第2の制御モードに切り替わったときに回転角速度0を目標値として、この目標値とのずれが0となるように、車輪に印加するトルクを算出する。例えば、駆動制御部は、車輪の回転角速度0と、現時点で検知した車輪の回転角速度と、の差分値を算出し、当該差分値が0となるような本体部の傾斜角度を算出する。そして、駆動制御部は、本体部の鉛直方向に対する傾斜角度が、この算出した傾斜角度になるように、かつ角速度が0となるように、車輪に印加するトルクを算出する。なお、上述の例では、駆動制御部は、本体部の傾斜角度が目標の傾斜角度になるように制御しているが、車輪の回転角速度が0となるように制御するだけでもよい。

[0010] この第2の制御モードでは、車輪の回転角速度が0にとどまることになるため、仮に坂道において重力トルクが働いたとしても、本体部がその場にとどまることになる。したがって、坂道における重力トルクによって意図せず本体部が移動してしまうことを防止することができる。

[0011] なお、第１の制御モードと第２の制御モードの切り替えは、ユーザが手動で指示してもよいが、例えば、本体部の一部に、人体が触れているか否かを検知する接触センサを設け、接触している場合に第１の制御モードを実行し、接触しなくなった場合に第２の制御モードを実行する態様も可能である。この場合、ユーザが移動体を手押し車として使用している場合には坂道を上るまたは下ることができ、手を離れたときには、移動体がその場で停止するため、安全性が向上する。

[0012] また、本発明の移動体は、地面斜度（水平面に対する地面の傾斜角）を検知する斜度検知手段を備えていることが好ましい。この場合、第２の制御モードにおいて、地面斜度による重力トルクを補償するトルクを印加するフィードフォワード制御を行うことも可能であるし、地面斜度による重力トルクを補償する本体部の鉛直方向に対する傾斜角度を算出し、目標の傾斜角度をフィードフォワード制御で補正することも可能である。

発明の効果

[0013] この発明によれば、坂道における重力トルクによって意図せずに本体部が移動してしまうことを防止することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図１]同軸二輪車の外観図である。

[図２]同軸二輪車の構成を示す制御構成図である。

[図３]第１の制御モード時の制御部２１のブロック線図である。

[図４]第２の制御モード時の制御部２１のブロック線図である。

[図５]地面傾斜角、本体傾斜角度、および交差角度の関係を示す図である。

[図６]変形例１における制御部２１のブロック線図である。

[図７]地面傾斜角と本体傾斜角度の関係を示す図である。

[図８]変形例２における制御部２１のブロック線図である。

[図９]第２の制御モード時の制御部２１のブロック線図である。

発明を実施するための形態

[0015] 図１は、本発明の移動体の実施形態である同軸二輪車１の外観図である。

図 2 は、同軸二輪車 1 の構成を示す制御構成図である。

- [0016] 同軸二輪車 1 は、例えば、直方体形状の本体部 10 を備えている。本体部 10 は、鉛直方向（図中 Z、 $-Z$ 方向）に長く、奥行き方向（図中 Y、 $-Y$ 方向）に短い形状である。本体部 10 は、内部に制御用の基板や電池等を内蔵している。
- [0017] 本体部 10 の鉛直下方向（ $-Z$ 方向）の下部のうち、右側（図中 X 方向）の端部および左側（図中 $-X$ 方向）の端部には、主輪 11 が取り付けられている。これら一对の主輪 11 は、同じ軸に取り付けられ、同期して回転する。ただし、これら主輪 11 は、それぞれ個別に駆動させ、回転させることも可能である。また、この実施形態においては、主輪 11 は 2 輪である例を示しているが、1 輪あるいは 3 輪以上であってもよい。
- [0018] 本体部 10 の鉛直方向上部には、例えば、円筒形状のハンドル 15 の一端が取り付けられ、ハンドル 15 の他端には、T 字型のグリップ部 16 が取り付けられている。グリップ部 16 には、電源スイッチ等のユーザインタフェース（図 2 に示すユーザ I / F 28）が設けられている。ハンドル 15 のうち、グリップ部 16 に近い位置には手動ブレーキ 29 が取り付けられている（手動ブレーキは、本発明において必須の構成ではない）。ユーザは、グリップ部 16 を握る、あるいは前腕等をグリップ部 16 に載せ、グリップ部と前腕等の摩擦により、同軸二輪車 1 を押すことができる。
- [0019] なお、本体部 10 は、実際にはカバーが取り付けられ、内部の基板等が外観上見えないようになっている。
- [0020] 本体部 10 の背面（ $-Y$ 方向）には、棒状の支持部 12 の一端が取り付けられる。支持部 12 の一端は、本体部 10 に回転可能に接続されている。支持部 12 の他端には、補助輪 13 が取り付けられる。支持部 12 は、本体部 10 を支持するものであり、本体部 10 の転倒を防止するためのものである。なお、支持部 12 および補助輪 13 は、本発明において必須の構成ではないが、補助輪 13 を設けることで、電源オフ時に本体部 10 が鉛直方向から大きく傾いた状態となった場合においても、主輪 11 および補助輪 13 が接

地されることにより、同軸二輪車を押すことができる。また、支持部 1 2 および補助輪 1 3 は、2 つ以上であってもよい。

[0021] 次に、同軸二輪車 1 の構成および基本動作について説明する。図 2 に示すように、同軸二輪車 1 は、傾斜角センサ 2 0、制御部 2 1、ROM 2 2、RAM 2 3、ジャイロセンサ 2 4、主輪駆動部 2 5、主輪用ロータリエンコーダ 2 6、支持部用ロータリエンコーダ 2 7、ユーザ I/F 2 8、および手動ブレーキ 2 9 を備えている。

[0022] 制御部 2 1 は、同軸二輪車 1 を統括的に制御する機能部であり、ROM 2 2 に記憶されているプログラムを読み出し、当該プログラムを RAM 2 3 に展開することで種々の動作を実現する。傾斜角センサ 2 0 は、本体部 1 0 のピッチ方向（図 1 における主輪 1 1 の軸を中心とする回転方向）の鉛直方向に対する傾斜角を検知し、制御部 2 1 に出力する。ジャイロセンサ 2 4 は、本体部 1 0 のピッチ方向の角速度を検知し、制御部 2 1 に出力する。なお、同軸二輪車 1 は、本体部 1 0 の各方向の加速度を検知する加速度センサや、補助輪 1 3 の回転角度を検知するロータリエンコーダ等をさらに備えていてもよい。

[0023] 主輪用ロータリエンコーダ 2 6 は、主輪 1 1 の回転角度を検知し、検知結果を制御部 2 1 に出力する。支持部用ロータリエンコーダ 2 7 は、本体部 1 0 と支持部 1 2 とのなす角度である交差角度を検知し、検知結果を制御部 2 1 に出力する。

[0024] 基本動作（以下、第 1 の制御モードと言う。）として、制御部 2 1 は、ジャイロセンサ 2 4 および傾斜角センサ 2 0 の検知結果に基づいて、本体部 1 0 のピッチ方向の傾斜角の変化を検知し、本体部 1 0 のピッチ方向の角度変化がゼロとなるように、かつ本体部 1 0 の鉛直方向に対する傾斜角度が第 1 の値（0 または 0 に近い値）となるように、主輪駆動部 2 5 を制御する。

[0025] 図 3 は、第 1 の制御モード時における制御部 2 1 のブロック線図である。第 1 の制御モードでは、制御部 2 1 は、本体部傾斜角度制御器 2 1 2 および本体部傾斜角速度制御器 2 1 3 を備えている。本体部傾斜角度制御器 2 1 2

は、目標の傾斜角度（第１の値：例えば０度）と、傾斜角センサ２０から入力された現時点の本体部１０の傾斜角度と、の差分値を入力し、この差分値が０となるような本体部１０の傾斜角速度を算出する。そして、本体部傾斜角速度制御器２１３は、本体部傾斜角度制御器２１２で算出された傾斜角速度と、ジャイロセンサ２４から入力された現時点の本体部１０の傾斜角速度と、の差分値を入力し、この差分値が０となるような印加トルクを算出する。

[0026] 主輪駆動部２５は、主輪１１に取り付けられた軸を回転させるモータを駆動する機能部であり、上記本体部傾斜角速度制御器２１３で算出されたトルクを主輪１１のモータに印加し、主輪１１を回転させる。

[0027] このようにして、同軸二輪車１は、第１の制御モードとして、倒立振子制御を行い、本体部１０の姿勢を一定に保つように制御する。同軸二輪車１は、ユーザがグリップ部１６を握って同軸二輪車１を押した場合でも一定の姿勢を保つため、手押し車として使用することができる。

[0028] なお、ここでは、本体部１０のピッチ方向の傾斜角の角度変化を検知する手段として、ジャイロセンサ２４および傾斜角センサ２０を用いる例を示したが、加速度センサを用いることも可能であるし、その他の様なセンサを用いてもよい。

[0029] また、本体部傾斜角度制御器２１２は、目標の傾斜角度（例えば０度）と、傾斜角センサ２０から入力された現時点の本体部１０の傾斜角度と、の差分値を入力する例を示したが、目標の傾斜角度（例えば０度）を、地面と垂直方向に対する本体部１０の傾斜角度と、坂道の斜度分を合わせたものとしてもよい。地面と垂直方向に対する本体部１０の傾斜角度は、支持部用ロータリエンコーダ２７から入力された本体部１０と支持部１２の交差角度から算出することができる。

[0030] 例えば、図５に示すように、本体部１０と支持部１２の交差角度を θ_1 、地面と垂直方向に対する本体部１０の傾斜角度を θ_2 、本体部１０の長さ（本体部１０と支持部１２の交差位置から主輪１１までの長さ）を L_1 、支持部１２

の長さ（本体部 10 と支持部 12 の交差位置から補助輪 13 までの長さ）を L_2 とすると、 $L_1 \cos \theta_2 = L_2 \cos (\theta_1 - \theta_2)$ の関係から、地面と垂直方向に対する本体部 10 の傾斜角度 θ_2 は、

[0031] [数1]

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{L_1 - L_2 \cos \theta_1}{L_2 \sin \theta_1} \right)$$

の計算式により算出することができる。

[0032] 以上のようにして、同軸二輪車 1 は、第 1 の制御モードとして、倒立振子制御を行い、本体部 10 の姿勢を一定に保つように制御する。そして、本実施形態の同軸二輪車 1 は、上記の倒立振子制御を行いつつ、さらにその場にとどまり続ける第 2 の制御モードも実行することが可能である。

[0033] 図 4 は、第 2 の制御モード時における制御部 21 のブロック線図である。第 2 の制御モード時における制御部 21 は、図 3 の示した第 1 の制御モード時における制御部 21 の構成に加えて、タイヤ角速度制御器 211 を備えている。本体部傾斜角度制御器 212 および本体部傾斜角速度制御器 213 の構成および機能は、第 1 の制御モードと同じである。

[0034] 第 1 の制御モードと第 2 の制御モードは、例えばユーザ I / F 28 に設けられた切替スイッチにより切り替え指示がなされると、切り替えられる。タイヤ角速度制御器 211 は、主輪 11 の回転角速度 $\theta_{2ref}' = 0$ を目標値として、当該目標値と、主輪用ロータリエンコーダ 26 から出力される信号の微分値である現時点の主輪 11 の回転角速度 θ_2' と、の差分値を入力する。タイヤ角速度制御器 211 は、この差分値が 0 となるような本体部 10 の傾斜角度 θ_{1ref} を算出する。

[0035] 傾斜角度 θ_{1ref} は、本体部 10 の重心位置を y_g 、重力トルクを τ_1 とすると、 $\tau_1 = m g \cdot \theta_{1ref} \cdot y_g$ （ただし、 m は本体部 10 の質量、 g は重力加速度）の関係から、 $\theta_{1ref} = (1 / m g y_g) \cdot \tau_1$ となる。そして、主輪モータトルクを τ_2 とすると、角加速度と慣性モーメントの関係から、 $\tau_2 = J \cdot \theta_{2ref}''$ となり、 $\theta_{2ref}'' = (\theta_{2ref}' - \theta_2') / T$ となる（ただし、

T＝時間) ため、主輪モータトルクで重力トルクを補償すると考えると、 $\tau_1 = \tau_2$ であるから、

[0036] [数2]

$$\ddot{\theta}_{2ref} = \frac{1}{mgy_g} J \frac{\dot{\theta}_{2ref} - \dot{\theta}_2}{T}$$

となる。

[0037] ただし、タイヤ角速度制御器 211 は、入力される差分値が瞬時的に 0 となった場合に本体角度傾斜角が 0 として出力され、本体部 10 が移動してしまうことを防止すべく、積分処理を行う。

[0038] 第 2 の制御モードでは、この算出した傾斜角度が、目標の傾斜角度となる。そして、当該目標傾斜角度と、傾斜角センサ 20 から入力された現時点の本体部 10 の傾斜角度と、の差分値が本体部傾斜角度制御器 212 に入力される。よって、仮に坂道における重力トルクが働いて、主輪 11 が回転したとしても、当該回転角の変化が 0 となるようなトルクが算出されるため、同軸二輪車 1 は、第 2 の制御モードに切り替わった時点の位置にとどまることになる。したがって、第 2 の制御モードでは、坂道における重力トルクによって意図せずに本体部 10 が移動してしまうことを防止することができる。

[0039] なお、上記の例は、切替スイッチにより切り替え指示がなされると、第 1 の制御モードと第 2 の制御モードが切り替えられる例を示したが、グリップ部 16 にタッチセンサを設け、ユーザがグリップ部 16 に接触していないことを検知した場合に、第 1 の制御モードから第 2 の制御モードに切り替えられるようにしてもよい。この場合、ユーザがグリップ部 16 に接触していることを検知した場合に、第 2 の制御モードから第 1 の制御モードに切り替えられる。また、ユーザの手が離れたことを検知した場合で、かつ所定時間が経過した場合に限り、第 1 の制御モードから第 2 の制御モードに切り替えられるようにしてもよい。

[0040] なお、第 2 の制御モードは、必ずしも第 1 の制御モードの倒立振子制御を行いつつ実行する必要はなく、倒立振子制御の姿勢制御ループを行わずに、

その場にとどまり続ける角度制御ループだけを実行してもよい。

[0041] すなわち、図9に示すように、第2の制御モード時における制御部21は、タイヤ角度制御器221のみを備える。タイヤ角度制御器221は、第2の制御モードに切り替わった時点の主輪用ロータリエンコーダ26から出力されていた信号の値である回転角度 θ_{2ref} を目標値として、当該目標値と、主輪用ロータリエンコーダ26から出力される信号の値である現時点の主輪11の回転角度 θ_2 と、の差分値を入力する。タイヤ角度制御器221は、この差分値が0となるような印加トルクを算出する。この場合も、仮に坂道における重力トルクが働いて、主輪11が回転したとしても、当該回転角の変化が0となるようなトルクが算出されるため、同軸二輪車1は、第2の制御モードに切り替わった時点の位置にとどまることになる。

[0042] なお、上述の例では、第2の制御モードから第1の制御モードに切り替えるタイミングとして、ユーザがグリップ部16に接触していることを検知した場合を挙げたが、さらに、本体部10の傾斜角が一定範囲内（例えば、-5度~-3度）にある場合に切り替える態様としてもよい。この一定範囲は、倒立振子制御における本体部10の傾斜角の目標値の近くに設定した場合、倒立振子制御を開始したときに本体部10の傾斜角がほとんど変わらないため、ユーザに違和感を与えない。

[0043] 次に、図6は、変形例1に係る制御部21のブロック線図である。変形例1に係る第2の制御モードでは、制御部21は、図4に示した第2の制御モード時における制御部21の構成に加えて、斜度推定部214およびトルク指令生成部215を備えている。タイヤ角速度制御器211、本体部傾斜角度制御器212および本体部傾斜角速度制御器213の構成および機能は、図4に示した構成と同じである。

[0044] 斜度推定部214は、支持部用ロータリエンコーダ27の値（すなわち、本体部10と支持部12の交差角度 θ_1 ）と、傾斜角センサ20の値（すなわち、鉛直方向に対する本体部10の傾斜角度 θ_3 ）を入力し、地面傾斜角 θ_h を推定する。

[0045] 数 1 に示したように、地面と垂直方向に対する本体部 10 の傾斜角度 θ_2 は、交差角度 θ_1 、本体部の長さ L_1 、支持部 12 の長さ L_2 により求められる。すると、地面傾斜角 θ_h は、 $\theta_h = \theta_2 + \theta_3$ により求められる。

[0046] トルク指令生成部 215 は、斜度推定部 214 が推定した地面傾斜角 θ_h を入力し、当該地面傾斜角 θ_h により発生する重力トルクを補償するためのトルク値を算出する。したがって、変形例 1 に係る制御部 21 は、トルク指令生成部 215 で算出したトルク値を本体部傾斜角速度制御器 213 が算出したトルク値に加算し、フィードフォワード制御を行うことになる。坂道によって生じる重力トルク τ_1 は、図 7 に示すように、坂道の傾斜に沿って生じる主輪 11 の推進力を F とし、主輪 11 のタイヤ半径を R とすると、 $\tau_1 = FR = mg \cdot \sin \theta_h \cdot R$ (ただし、 m は本体部 10 の質量、 g は重力加速度) となる。したがって、トルク指令生成部 215 は、この τ_1 に対して所定のフィードフォワード係数 α (α は 0 ~ 1) を乗じた値「 $\alpha \cdot mg \cdot \sin \theta_h \cdot R$ 」を補正トルク値として、本体部傾斜角速度制御器 213 が算出したトルク値に加算する。これにより、第 2 の制御モードに切り替わった時点で、本体部 10 が坂道に存在する場合には、当該地面傾斜角による重力トルクを補償したトルクが主輪 11 に印加されるため、タイヤ角速度制御器 211 によるフィードバック制御が働くよりも前に主輪 11 にトルクを印加することができる。

[0047] 次に、図 8 は、変形例 2 に係る制御部 21 のブロック線図である。変形例 2 に係る第 2 の制御モードでは、制御部 21 は、図 4 に示した第 2 の制御モード時における制御部 21 の構成に加えて、斜度推定部 214 および傾斜角度指令生成部 216 を備えている。タイヤ角速度制御器 211、本体部傾斜角度制御器 212 および本体部傾斜角速度制御器 213 の構成および機能は、図 4 に示した構成と同じである。

[0048] 傾斜角度指令生成部 216 は、斜度推定部 214 から地面傾斜角 θ_h を入力し、当該地面傾斜角 θ_h により発生する重力トルクを補償するための本体部 10 の傾斜角度を算出する。

[0049] 坂道によって生じる重力トルク τ_1 は、図 7 に示したように、 $\tau_1 = F R = m g \cdot \sin \theta_h \cdot R$ となる。本体部 10 の鉛直方向に対する傾斜角度によって生じるトルク反力 τ_2 は、 $\tau_2 = m g \cdot \sin \theta \cdot y_g$ (ただし、 y_g は本体部 10 の重心の高さ) で表される。したがって、傾斜角度指令生成部 216 は、 $\tau_1 = \tau_2$ となるための補正傾斜角度 θ を算出する。ここで、 $\sin \theta$ を θ で近似すると、 $m g \cdot \theta_h \cdot R = m g \cdot \theta \cdot y_g$ となり、 $\theta = (R / y_g) \cdot \theta_h$ となる。したがって、例えば、 $R = 100 \text{ mm}$ 、 $y_g = 300 \text{ mm}$ とすると、地面傾斜角の $1 / 3$ 程度、本体部 10 を傾斜させることになる。

[0050] 傾斜角度指令生成部 216 は、上記のように算出した補正傾斜角度 θ に所定のフィードフォワード係数 β (β は $0 \sim 1$) を乗じた値「 $\beta \cdot \theta$ 」を、タイヤ角速度制御器 211 が算出した傾斜角度に加算する。これにより、第 2 の制御モードに切り替わった時点で、本体部 10 が坂道に存在する場合には、目標となる本体部 10 の傾斜角度は、当該地面傾斜角による重力トルクを補償した本体部 10 の傾斜角度に補正されるため、タイヤ角速度制御器 211 によるフィードバック制御が働くよりも前に主輪 11 にトルクを印加することができる。

符号の説明

- [0051] 10…本体部
11…主輪
12…支持部
13…補助輪
15…ハンドル
16…グリップ部
20…傾斜角センサ
21…制御部
22…ROM
23…RAM
24…ジャイロセンサ

- 2 5 …主輪駆動部
- 2 6 …主輪用ロータリエンコーダ
- 2 7 …支持部用ロータリエンコーダ
- 2 9 …手動ブレーキ
- 2 1 1 …タイヤ角速度制御器
- 2 1 2 …本体部傾斜角度制御器
- 2 1 3 …本体部傾斜角速度制御器

請求の範囲

[請求項1]

車輪と、
該車輪をピッチ方向に回転可能に支持する本体部と、
前記車輪を駆動、制御する駆動制御部と、
前記本体部のピッチ方向の角度変化を検知する角度変化検知手段と、
、
前記車輪の回転角を検知する回転角検知手段と、
を備えた移動体であって、
前記駆動制御部は、前記角度変化検知手段の出力に基づいて、前記本体部の角度変化が0となるように、かつ前記本体部の鉛直方向に対する角度が第1の角度になるように、前記車輪の回転を制御する第1の制御モードと、
前記回転角検知手段の出力に基づいて、前記車輪の回転角の変化が0となるように前記車輪の回転を制御する第2の制御モードと、
を有し、
前記第1の制御モードと前記第2の制御モードとを切り替える切替手段を備えたことを特徴とする移動体。

[請求項2]

前記本体部の一部に、人体が前記本体部に触れているか否かを検知する接触検知手段を備え、
前記切替手段は、該接触検知手段の出力に応じて、前記第1の制御モードと前記第2の制御モードとを切り替えることを特徴とする請求項1に記載の移動体。

[請求項3]

地面斜度を検知する斜度検知手段を備え、
前記第2の制御モードにおいて、さらに、前記斜度検知手段により検知した地面斜度による重力トルクを補償するトルクを印加する請求項1または請求項2に記載の移動体。

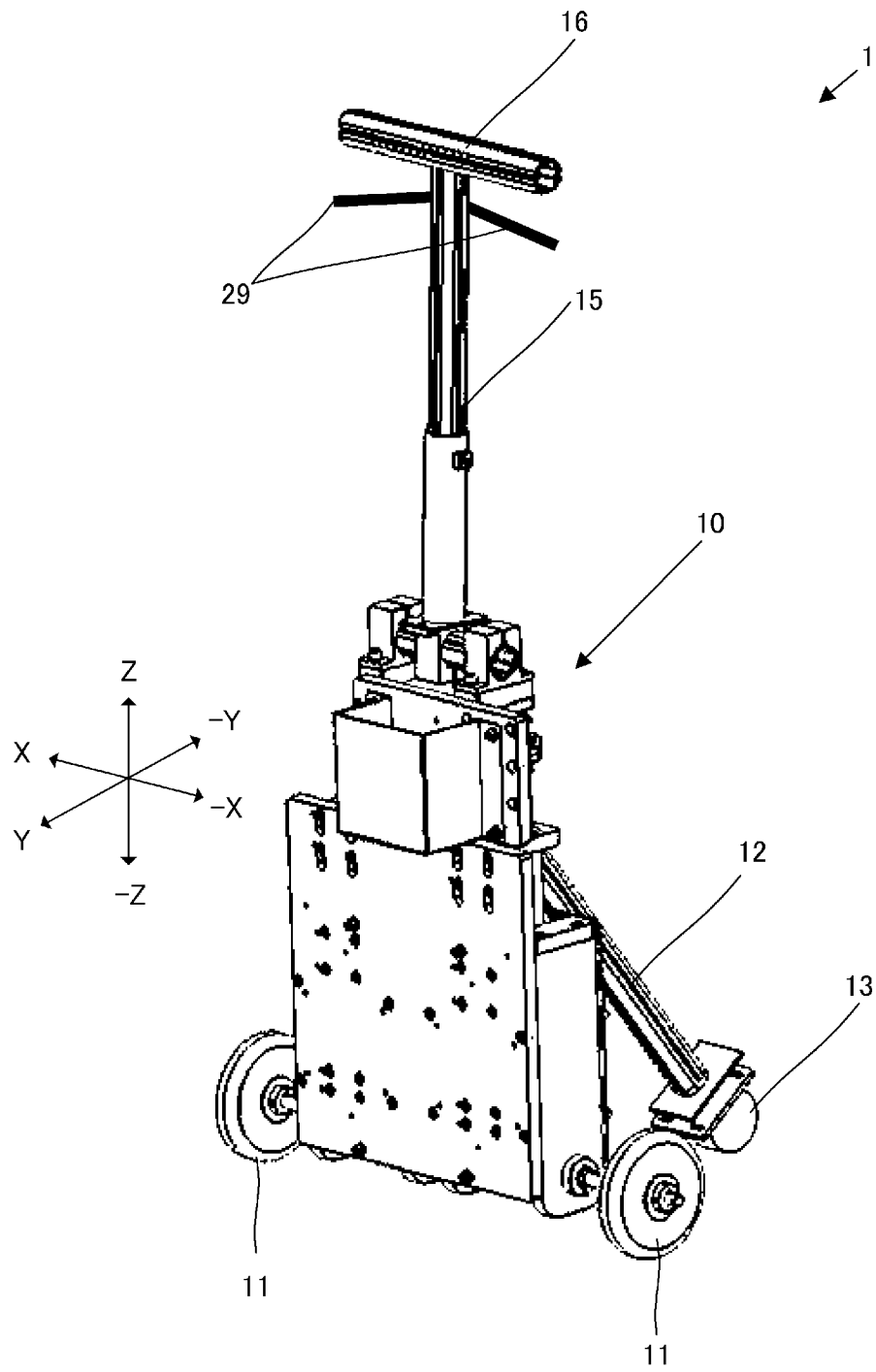
[請求項4]

地面斜度を検知する斜度検知手段を備え、
前記第2の制御モードにおいて、さらに、前記斜度検知手段により

検知した地面斜度による重力トルクを補償する前記本体部の鉛直方向に対する角度を算出し、前記第 1 の角度を補正することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の移動体。

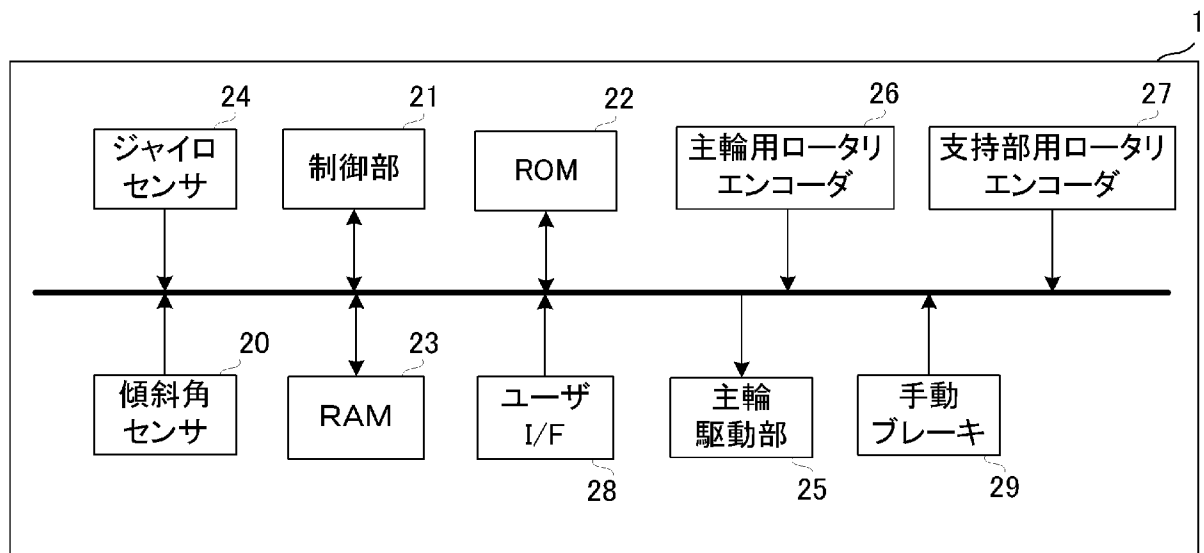
[図1]

図1



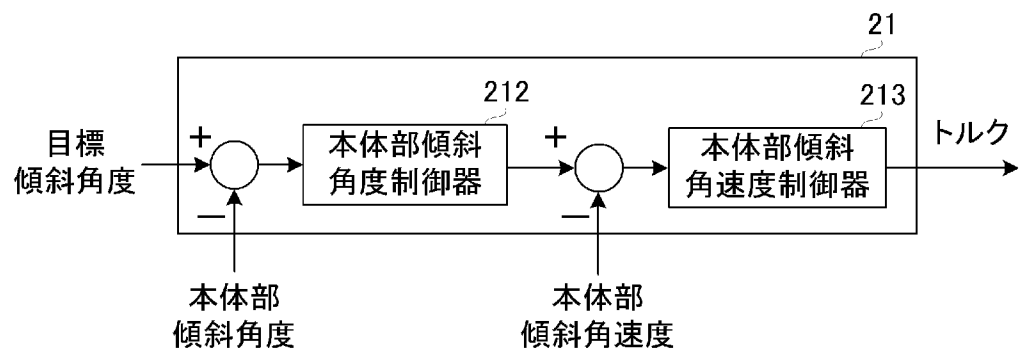
[図2]

図2



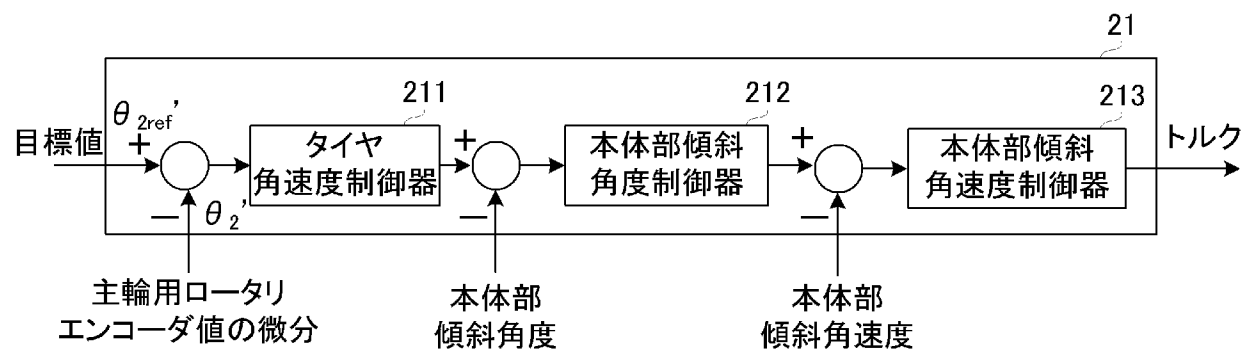
[図3]

図3



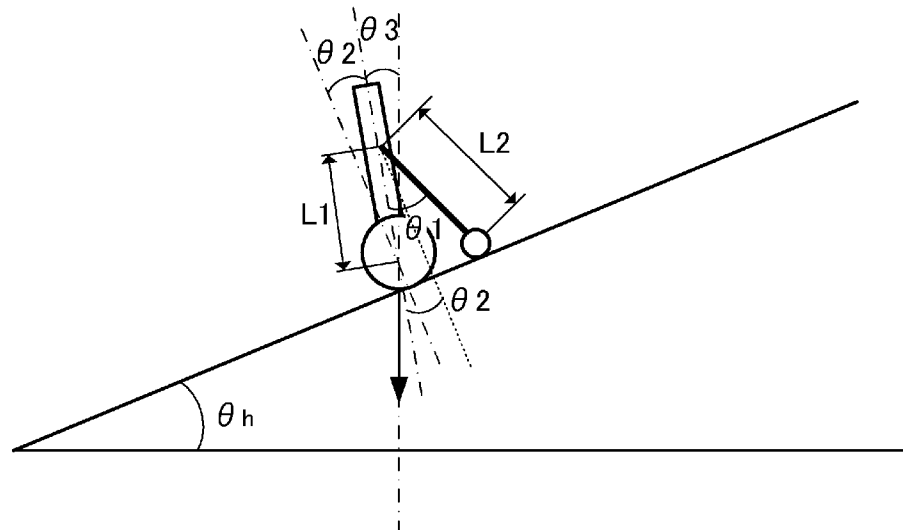
[図4]

図4



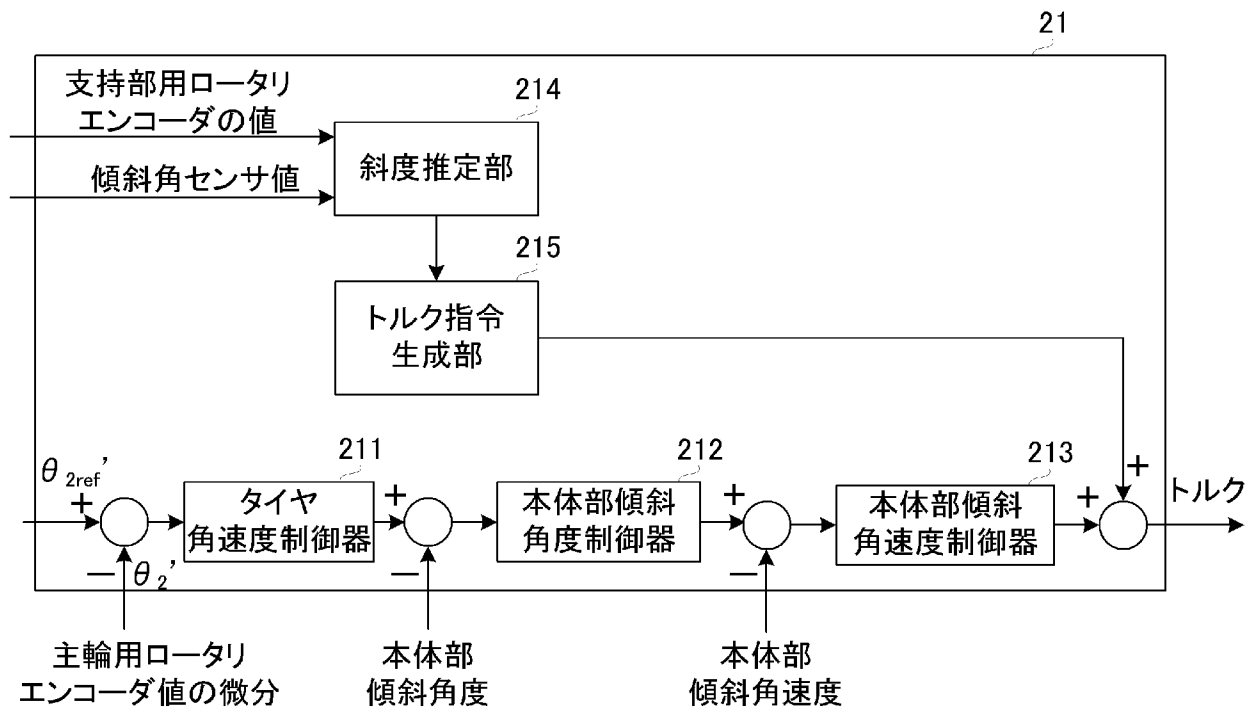
[図5]

図5



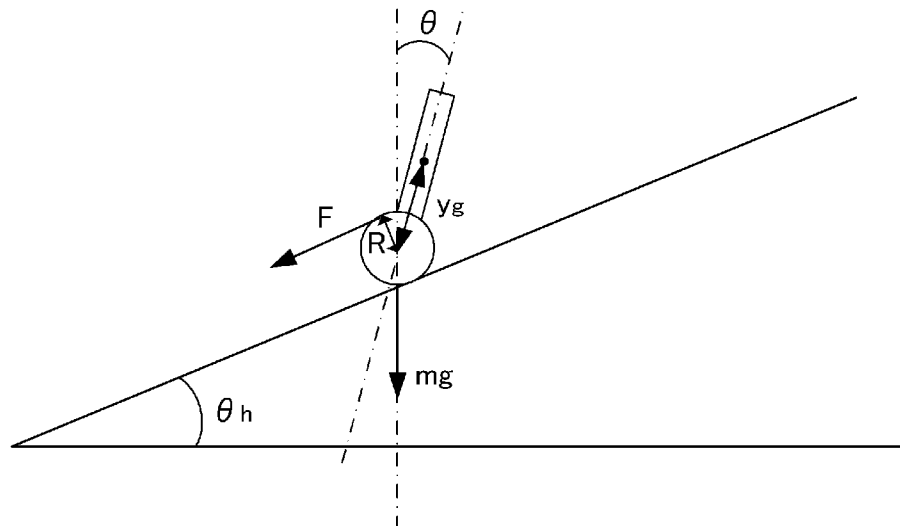
[図6]

図6



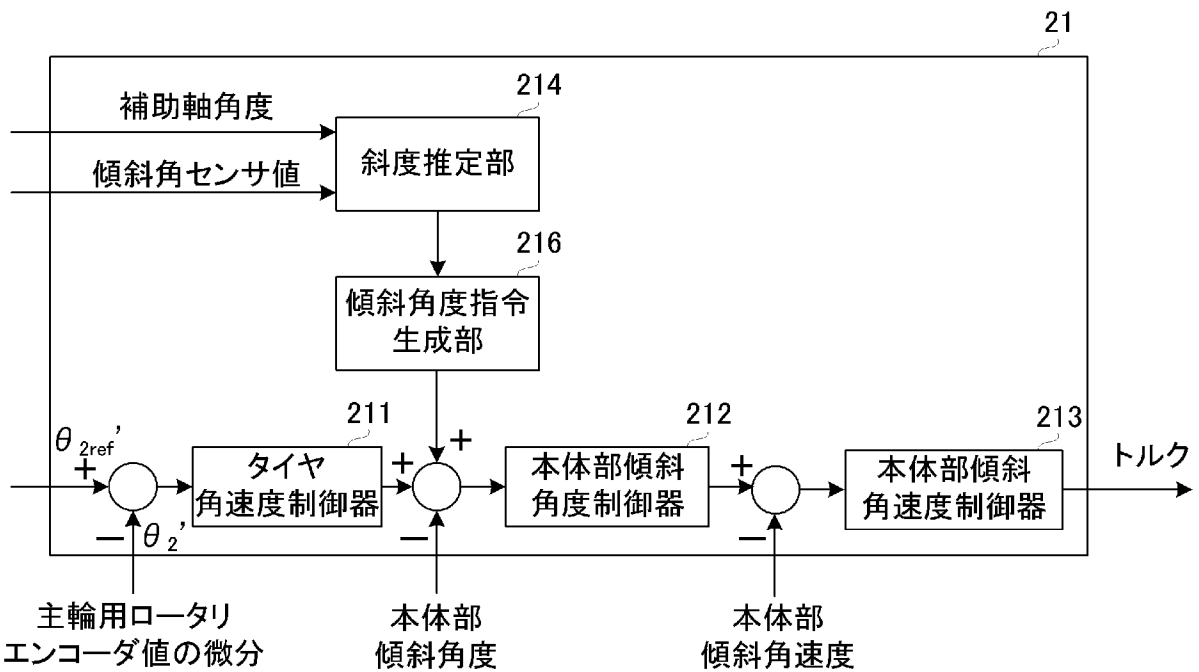
[図7]

図7



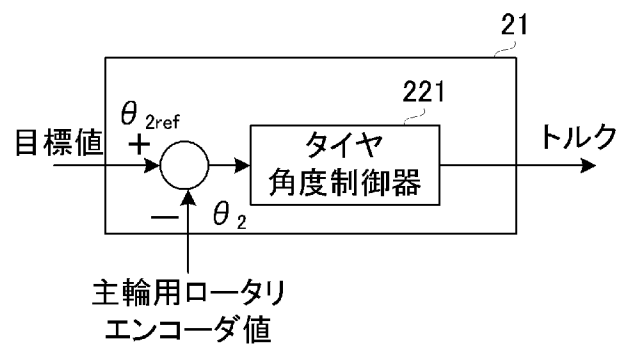
[図8]

図8



[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/02(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)

G05D1/02, G05D1/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-336785 A (Toyota Motor Corp.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0022] to [0056]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-4
A	WO 2012/114597 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), paragraphs [0034] to [0113]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-4
A	JP 2011-168236 A (Toyota Motor Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraphs [0012] to [0045]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-4



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

"I" 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
03 October, 2013 (03.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G05D1/02(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（I P C））

Int.Cl. G05D1/02, 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	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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-336785 A（トヨタ自動車株式会社）2007.12.27, 段落【0022】－【0056】，図1－11（ファミリーなし）	1－4
A	WO 2012/114597 A1（株式会社村田製作所）2012.08.30, 段落[0034]－[0113]，図1－11（ファミリーなし）	1－4
A	JP 2011-168236 A（トヨタ自動車株式会社）2011.09.01, 段落【0012】－【0045】，図1－8（ファミリーなし）	1－4

☐ 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

0 3 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

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）

稲垣 浩司

3 U

9 5 5 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4