(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年3月24日(24.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/059714 A1

(51) 国際特許分類:
B62K 21/00 (2006.01) *B62J 45/412* (2020.01)
B62M 7/00 (2010.01) *B62J 45/415* (2020.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/033959

(22) 国際出願日： 2021年9月15日(15.09.2021)

(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：
PCT/JP2020/035200 2020年9月17日(17.09.2020) JP

(71) 出願人： ヤマハ発動機株式会社 (**YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 Shizuoka (JP).

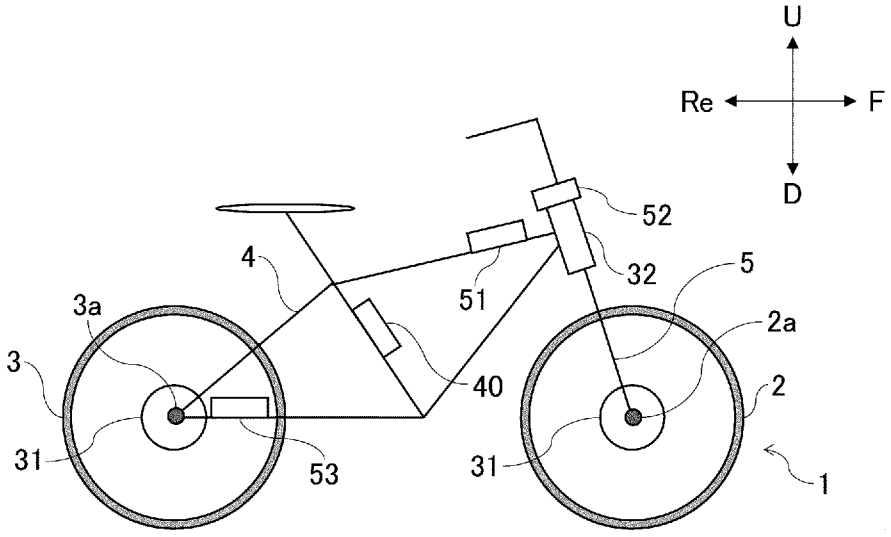
(72) 発明者： 木村 哲也 (**KIMURA, Tetsuya**); 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 長谷川 道治 (**HASEGAWA, Michiharu**); 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人:特許業務法人梶・須原特許事務所(**KAJI, SUHARA & ASSOCIATES**); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５－１４－２２ リクルート新大阪ビル Osaka (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,

(54) **Title:** TWO-WHEELED VEHICLE

(54) 発明の名称： 二輪車



(57) **Abstract:** An upright control device 40 included in a two-wheeled vehicle 1, wherein, in at least a stopped state of the two-wheeled vehicle and a state of transitioning from the stopped state to a low-speed traveling state of the two-wheeled vehicle, the upright control device 40 uses a driving force imparting device 31 and a steering force imparting device 32 to control a driving force and a steering force on the basis of information related to a lean angle detected by a lean angle related information detection device 51, information related to a steering angle detected by a steering angle related information detection device 52, and information related to a wheel rotation speed detected by a wheel rotation speed related information detection device 53 such that when a body frame 4 is inclined in the direction to the right of the vehicle (or the direction to the left of the vehicle), the ground contact position of a wheel 2 moves in the direction to the right

WO 2022/059714 A1

［続葉有］

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

of the vehicle (or the direction to the left of the vehicle) so that the body frame 4 rights itself, and thereby causes the body frame 4 to stand upright.

(57) 要約：二輪車１が有する自立制御装置４０は、少なくとも前記二輪車の停止状態および前記二輪車の前記停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両右方向（車両左方向）に傾斜したときに前輪２の接地位置が車両右方向（車両左方向）に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角関連情報検出装置５１で検出したリーン角に関連する情報と、操舵角関連情報検出装置５２で検出した操舵角に関連する情報と、車輪回転速度関連情報検出装置５３で検出した車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１および操舵力付与装置３２を用いて、駆動力および操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。

明　細　書

発明の名称 ： 二輪車

技術分野

[0001] 本発明は、自立制御装置を有する二輪車（two-wheeled vehicle）に関する。

背景技術

[0002] 従来、ライダーの操縦負荷を軽減するため、車体フレームを自立させるための制御を行う自立制御装置を有する二輪車がある。例えば、特許文献１では、二輪車が駐車状態のとき、車体リーン角と前輪操舵角を取得して前輪駆動トルクを算出して、前輪駆動トルクを前輪回転モータードライバーに出力することで、二輪車の車体フレームを自立させている。

[0003] また、非特許文献１は、直進を仮定した走行中の二輪車の自立安定性について開示している。非特許文献１では、前後運動の運動方程式と横運動の運動方程式とに基づいて、二輪車の自立安定性を解析している。前後運動の運動方程式は、車重と車輪の慣性モーメントを用いて、車両に加わる駆動力および制動力と空気抵抗から車両の加速度を算出する。横運動の運動方程式は、車速、車両および前後輪の重量、慣性モーメント、重心位置、ホイールベース、トレール長（キャスタートレール長）、クラウン半径、ニューマチックトレール長を用いて、操舵角加速度、リーン角加速度を算出する。

[0004] また、非特許文献２は、走行中の二輪車の自立安定性について開示している。非特許文献２では、車速および旋回半径が一定の場合の二輪車の自立安定性を解析している。非特許文献２では、横方向の運動方程式とヨーイング方向の運動方程式とローリング方向の運動方程式に基づいて、二輪車の自立安定性を解析している。これらの運動方程式では、操舵角および車速から算出したロール角に基づいて、目標ロール角になるように操舵力を制御する。また、目標車速になるように後輪の駆動力をフィードバック制御する。

[0005] また、特許文献２に、停車時に車体フレームの姿勢の安定性を高める二輪

車が開示されている。特許文献２の二輪車は、トレール長を変更させるトレール長変更用アクチュエータ、前輪を回転駆動させる走行用アクチュエータ、および前輪に操舵力を付与する操舵用アクチュエータを有する。また、特許文献２の二輪車は、車体フレームを自立させるための姿勢制御を行うバランススイッチおよびライダーの操作に応じた走行駆動制御を行う走行駆動スイッチを有する。特許文献２の二輪車は、バランススイッチおよび走行駆動スイッチをオンオフすることで切り換えられる４つのモードを有する。バランス駆動モードは、バランススイッチがオンで走行駆動スイッチがオンである。バランス駆動フリーモードでは、バランススイッチがオンで走行駆動スイッチがオフである。バランスレス駆動モードは、バランススイッチがオフで走行駆動スイッチがオンである。バランスレス駆動フリーモードは、バランススイッチがオフで走行駆動スイッチがオフである。バランススイッチがオンのモード（バランス駆動モードおよびバランス駆動フリーモード）では、車体フレームのロール方向の姿勢を自律的に安定化するように、操舵用アクチュエータの操舵力が制御されるとともに、トレール長変更用アクチュエータによりトレール長が制御される。バランススイッチがオフのモード（バランスレス駆動モードおよびバランスレス駆動フリーモード）では、操舵クラッチがオフで、トレール長変更用アクチュエータがオフであり、操舵力もトレール長も制御されない。走行駆動スイッチがオンのモード（バランス駆動モードおよびバランスレス駆動モード）では、運転者のアクセル操作量および／またはブレーキ操作量に基づいて決定された目標車速に応じて走行用アクチュエータが制御される。走行駆動スイッチがオフのモード（バランス駆動フリーモードおよびバランスレス駆動フリーモード）では、走行用アクチュエータがオフであり、ライダーは操縦ハンドル（ステアリング）を把持して前輪および後輪を転動させることで二輪車を移動させることができる。

[0006] また、特許文献３に、車体を車両の左右方向に傾斜させるモーメントを制御する車体傾斜制御モードを有する二輪車が開示されている。特許文献３の二輪車は、前輪と後輪を正方向と逆方向に回転させる２つのモータを有する

。特許文献３の二輪車は、車両が３ｋｍ／ｈ以下の速度で走行しており、且つ、操舵角が所定角以上の時に車体傾斜制御モードに移行する。車体傾斜制御モードでは、車体フレームが左右方向に傾斜した場合、前輪と後輪の両方を回転させることによって車体フレームが起き上がるように駆動力を制御する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：中国特許出願公開第１０７５６２０６７号明細書

特許文献2：特開２０１４－１７２５８６号公報

特許文献3：国際公開第２０１７／０８２２４０号

非特許文献

[0008] 非特許文献1：J. P. Meijaard1 and A. L. Schwab著, ”LINEARIZED EQUATIONS FOR AN EXTENDED BICYCLE MODEL”, III European Conference on Computational Mechanics（第３回ヨーロッパ計算力学会議），２００６年６月５～９日

非特許文献2：佐口太一，吉田和夫，高橋正樹著，自律走行自転車ロボットの安定化走行制御，日本機械学会論文集（Ｃ編）７３巻７３１号，２００７年７月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献１は、二輪車が駐車状態のときに、前輪回転モータードライバーを制御することにより、二輪車を自立させるものであり、二輪車が低速度で走行している低速走行状態のときに二輪車を自立させるものではない。また、非特許文献１、２は、走行中の二輪車の自立安定性について解析しており、二輪車が走行していない非走行状態ときの自立安定性は対象としていない。

[0010] また、特許文献２の二輪車は、バランススイッチがオンのモード（バラン

ス駆動フリーモードとバランス駆動モード）では、操舵用アクチュエータの操舵力およびトレール長変更用アクチュエータでトレール長を制御することで、車体フレームを自立させるものである。つまり、特許文献３の二輪車は、姿勢制御に、車体フレームを自立させるために駆動力を用いていない。なお、走行駆動スイッチがオンのモード（バランス駆動モードとバランスレス駆動モード）では、リーン角と操舵角と回転速度に関連する情報に基づかず、運転者のアクセル操作および／またはブレーキ操作に基づいて、駆動力が制御される。

[0011] また、特許文献３の二輪車は、操舵力を前輪に付与する操舵力付与装置を有さない。特許文献３の二輪車は、車体傾斜制御モードにおいて、前輪に作用する駆動力の分力が、重心による力と相殺するように前輪の駆動力の回転方向を決める。つまり、特許文献３の二輪車は、車体傾斜制御モードにおいて、車体フレームが車両右方向に傾斜した場合に前輪を傾斜方向と逆方向である左方向に移動させ、車体フレームが車両左方向の傾斜した場合に前輪を傾斜方向と逆方向である右方向に移動させ、且つ、車両が前後に移動しないように後輪に駆動力を決める。

[0012] さらに、いずれの文献も、停止状態から低速度走行状態までの状態における二輪車の自立のための制御は開示していない。

[0013] 本発明は、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態において、車体フレームが自立するように制御することができる自立制御装置を有する二輪車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

[0014] 本願発明者らは、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、自立制御装置で車体フレームを自立させることを検討した。そして、本願発明者らは、二輪車の車輪の回転速度（前輪または後輪の角速度）が車速（二輪車の車両前後方向の速度）に比例すると仮定すると、二輪車のヨーレート（遠心力）は、車速および操舵角に比例することを見出した。そして、本願発明者らは、二輪車の停

止状態だけでなく、二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、二輪車の車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した場合、駆動力と操舵力を制御することにより、ヨーレート（遠心力）を制御して、車体フレームを起き上がらせて、車体フレームのリーン角を０とし、車体フレームを自立させることができることを見出した。これにより、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、ライダーの操縦負担がより軽減できる。

[0015] 本発明の一実施形態に係る二輪車は、以下の構成を有する。

二輪車は、車体フレームと、前記車体フレームに対して操舵軸線回りに回転可能で且つフロント車軸線回りに回転可能に且つトレール長が固定されるように支持された１つの前輪と、前記車体フレームに対してリア車軸線回りに回転可能に支持された１つの後輪と、前記車体フレームの車両上下方向に対する車両左右方向の傾斜角であるリーン角に関連する情報を検出するリーン角関連情報検出装置と、前記前輪の前記操舵軸線回りの回転角度である操舵角に関連する情報を検出する操舵角関連情報検出装置と、前記前輪または前記後輪の回転速度に関連する情報を検出する車輪回転速度関連情報検出装置と、前記前輪および前記後輪の少なくとも一方を前記フロント車軸線および前記リア車軸線の少なくとも一方の車軸線回りに正方向および逆方向に回転させる駆動力を、前記前輪および前記後輪の前記少なくとも一方に付与する駆動力付与装置と、前記前輪を前記操舵軸線回りに回転させる操舵力を、前記前輪に付与する操舵力付与装置と、前記車体フレームを自立させるための制御を行う自立制御装置と、を備える二輪車であって、前記自立制御装置は、少なくとも前記二輪車の停止状態および前記二輪車の前記停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、前記車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両右方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関

連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させ、前記車体フレームが車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両左方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させる。

[0016] この構成によると、二輪車は、トレール長（キャスタートレール長）を変更することができない。二輪車の自立制御装置は、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報を用いて、駆動力および操舵力を制御して、車体フレームが自立するように制御する。つまり、自立制御装置は、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した時（リーン角が０ではない時）に、前輪の接地位置が車体フレームの傾斜方向と同じ方向（車両右方向または車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように駆動力と操舵力を制御する。つまり、自立制御装置は、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度および操舵角を変化させることにより、車速および操舵角に比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレームを起き上がらせて、車体フレームのリーン角を０とすることができる。これにより、自立制御装置は、トレール長を制御せず、駆動力と操舵力の両方

を制御することで、車体フレームが自立するように制御している。以上により、本発明の二輪車は、自立制御装置により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態において、車体フレームが自立するように制御することができる。

[0017] 本発明の一実施形態に係る二輪車は、以下の構成を有していても良い。

前記自立制御装置は、前記二輪車の前記低速度走行状態から前記停止状態に移行するまでの状態において、前記車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両右方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させ、前記車体フレームが車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両左方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させるように制御する。

[0018] この構成によると、二輪車の自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報を用いて、駆動力および操舵力を制御して、車体フレームが自立するように制御する。つまり、自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した時（リーン角が０ではない時）に、前輪の接地位置が車体フレー

ムの傾斜方向と同じ方向（車両右方向または車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように駆動力と操舵力を制御する。つまり、自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度および操舵角を変化させることにより、車速および操舵角に比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレームを起き上がらせて、車体フレームのリーン角を０とすることができる。これにより、自立制御装置は、駆動力と操舵力を制御することで、車体フレームが自立するように制御している。以上により、本発明の二輪車は、自立制御装置により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態に加えて、二輪車の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレームが自立するように制御することができる。

[0019] 本発明の一実施形態に係る二輪車は、以下の構成を有していても良い。

前記自立制御装置は、前記二輪車の前記低速走行状態において、前記車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両右方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させ、前記車体フレームが車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両左方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレーム

を自立させるように制御する。

[0020] この構成によると、二輪車の自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報を用いて、駆動力および操舵力を制御して、車体フレームが自立するように制御する。つまり、自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態において、車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した時（リーン角が０ではない時）に、前輪の接地位置が車体フレームの傾斜方向と同じ方向（車両右方向または車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように駆動力と操舵力を制御する。つまり、自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態において、車輪の回転速度および操舵角を変化させることにより、車速および操舵角に比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレームを起き上がらせて、車体フレームのリーン角を０とすることができる。これにより、自立制御装置は、駆動力と操舵力を制御することで、車体フレームが自立するように制御している。以上により、本発明の二輪車は、自立制御装置により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態に加えて、二輪車の低速度走行状態において、車体フレームが自立するように制御することができる。

[0021] 本発明の一実施形態に係る二輪車は、以下の構成を有していても良い。

前記自立制御装置は、前記操舵角に関連する情報および前記回転速度に関連する情報を関連付けた操舵角車輪回転速度関連情報を予め記憶し、少なくとも前記二輪車の停止状態および前記二輪車の前記停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報と、予め記憶された前記操舵角車輪回転速度関連情報と、に基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御する。

[0022] この構成によると、自立制御装置は、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報に加えて、操舵角車輪回転速度関連情報を用いることにより、二輪車の車両前後方向の運動と二輪車の車両左右方向の運動が連成するように駆動力および操舵力を制御することができる。なお、本明細書において、２つの運動が連成するように制御するとは、２つの運動が互いに影響を及ぼし合うように制御することを意味する。操舵角に関連する情報および車輪の回転速度に関連する情報を関連付けた操舵角車輪回転速度関連情報は、例えば、操舵角に関連する情報および車輪の回転速度に関連する情報を変数として最適化したゲインマップである。操舵角車輪回転速度関連情報は、操舵角および車速を変数として最適化したゲインマップであってもよい。以上により、本発明の二輪車は、自立制御装置により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態において、車体フレームが自立するように制御することができる。

なお、自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報に加えて、操舵角車輪回転速度関連情報を用いることにより、二輪車の車両前後方向の運動と二輪車の車両左右方向の運動が連成するように駆動力および操舵力を制御してもよい。また、自立制御装置は、二輪車の低速度走行状態において、車輪回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報に加えて、操舵角車輪回転速度関連情報を用いることにより、二輪車の車両前後方向の運動と二輪車の車両左右方向の運動が連成するように駆動力および操舵力を制御してもよい。

[0023] 本発明の一実施形態に係る二輪車は、以下の構成を有していても良い。

前記操舵角に関連する情報は、前記前輪の操舵角、前記前輪の操舵角速度、および前記前輪の操舵角加速度の少なくとも１つを含み、前記回転速度に関連する情報は、前記前輪の回転速度、前記前輪の回転加速度、前記前輪の

回転角度、前記後輪の回転速度、前記後輪の回転加速度、前記後輪の回転角度、前記二輪車の車速および前記二輪車の車両前後方向の加速度の少なくとも１つを含み、前記リーン角に関連する情報は、前記車体フレームのリーン角、前記車体フレームのリーン角速度、および前記車体フレームのリーン角加速度の少なくとも１つを含む。

[0024] この構成によると、前輪の操舵角、前輪の操舵角速度、および前輪の操舵角加速度の少なくとも１つから操舵角に関連する情報を取得できる。ここで、前輪の操舵角は、前輪の操舵軸線回りの回転角度である。前輪の回転速度、前輪の回転加速度、前輪の角速度、前輪の角加速度、後輪の回転速度、後輪の回転加速度、後輪の角速度、後輪の角加速度、二輪車の車速および二輪車の車両前後方向の加速度の少なくとも１つから回転速度に関連する情報を取得できる。ここで、回転速度は、フロント車軸線を中心に回転する前輪の速度またはリア車軸線を中心に回転する後輪の速度を、単位時間に進む角度によって表わした物理量である。車体フレームのリーン角、車体フレームのリーン角速度、および車体フレームのリーン角加速度の少なくとも１つからリーン角に関連する情報を取得できる。ここで、車体フレームのリーン角は、車体フレームの車両上下方向に対する車両左右方向の傾斜角である。

[0025] ＜二輪車＞

本発明および実施の形態において、「二輪車」とは、車体フレームに支持された前輪および後輪を有し、右旋回時に車両右方向に傾斜し、左旋回時に車両左方向に傾斜する車両である。また、本発明および実施の形態における「二輪車」は、車体フレームを自立させるための制御を行う自立制御装置を備える。本発明および実施の形態における「二輪車」は、自立制御装置が車体フレームを自立させる制御を行うときに、ライダーが乗車していてもよいし、乗車していなくてもよい。なお、本発明および実施の形態における「二輪車」は、ライダーが操舵できるステアリングおよびライダーが駆動輪（前輪および後輪の少なくともいずれか）を回転駆動させたり制動させたりできる少なくとも１つの操作子を有しても有さなくてもよい。

[0026] ＜二輪車の車速＞

本発明および実施の形態における「二輪車の車速」とは、二輪車の車両前後方向の速度である。ここで、二輪車の車両前後方向は車体フレームに固定される方向であり、「二輪車の車速」は、二輪車の車両前後方向の速度である。なお、「二輪車の車速」は、前輪の回転速度、前輪の回転加速度、前輪の回転角度、後輪の回転速度、後輪の回転加速度、後輪の回転角度、および二輪車の車両前後方向の加速度の少なくともいずれかから取得してもよい。なお、「二輪車の車速」は、前輪の回転速度、前輪の回転加速度、前輪の角速度または前輪の角加速度と、操舵角とから取得してもよい。

[0027] ＜停止状態＞

本発明および実施の形態において、二輪車の「停止状態」とは、二輪車が走行していない状態であり、二輪車が車両前後方向にほとんど移動することがない状態を意味する。二輪車の「停止状態」とは、前輪が正方向に回転する二輪車のわずかな移動と前輪が逆方向に回転する二輪車のわずかな移動を連続またはほぼ連続して行う状態を含む。前輪が正方向に回転する二輪車のわずかな移動と前輪が逆方向に回転する二輪車のわずかな移動を連続またはほぼ連続して行った結果、前輪が正方向に回転する二輪車のわずかな移動と前輪が逆方向に回転する二輪車のわずかな移動を行う前と比べて、前輪および後輪の接地位置が変化しなくてもよく、わずかに変化してもよい。二輪車の「停止状態」とは、前輪が正方向に回転する二輪車のわずかな移動と前輪が逆方向に回転する二輪車のわずかな移動を交互に繰り返す状態を含んでもよい。つまり、二輪車の「停止状態」は、自立制御装置により、前輪および後輪が正回転および逆回転しつつ前輪および後輪の接地位置に留まるように二輪車が制御されて、車体フレームが自立している状態を意味する。

[0028] ＜低速度走行状態＞

本発明および実施の形態において、二輪車の「低速度走行状態」とは、二輪車が低速度の車速で走行している状態を意味する。二輪車の「低速度走行状態」とは、二輪車が第１の速度以上、第２の速度以下の低速度で移動する

状態である。第１の速度は、例えば、１～３ｋｍ／ｈである。第１の速度は、例えば、１ｋｍ／ｈでもよく、２ｋｍ／ｈでもよく、３ｋｍ／ｈでもよい。第２の速度は、例えば、１０～２０ｋｍ／ｈである。二輪車の「低速度走行状態」とは、前輪が正方向に回転する状態を含み、前輪が逆方向に回転する状態は含まない。また、二輪車の「低速度走行状態」とは、二輪車が車両前方向に移動する状態を含み、二輪車が車両後方向に移動する状態を含まないものであってもよい。二輪車の「低速度走行状態」とは、加速度の増加と減少を交互に繰り返す状態を含んでもよい。つまり、二輪車の「低速度走行状態」は、自立制御装置により、前輪および後輪が正回転しつつ二輪車が第１の速度以上、第２の速度以下で走行するように二輪車が制御されて、車体フレームが自立している状態を意味する。

[0029] ＜停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態＞

本発明および実施の形態において、二輪車の「停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態」とは、二輪車が走行していない状態から第１の速度で移動するまでの状態である。二輪車の「停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態」は、停止状態と低速度走行状態を含まない。二輪車の「停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態」は、二輪車が第１の速度以上で移動する状態、および、前輪が逆方向に回転する状態は含まない。二輪車の「停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態」は二輪車が車両後方向に移動する状態を含まなくてもよい。二輪車の「停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態」とは、加速度の増加と減少を交互に繰り返す状態を含んでもよい。

[0030] ＜低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態＞

本発明および実施の形態において、二輪車の「低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態」とは、二輪車が第１の速度で移動する状態から走行していない状態に移行するまでの状態である。二輪車の「低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態」は、停止状態と低速度走行状態を含まない。二輪車の「低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態」は、

二輪車が第１の速度以上で進行方向に移動する状態、および、前輪が逆方向に回転する状態は含まない。二輪車の「低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態」は、二輪車が車両後方向に移動する状態を含まなくてもよい。

[0031] ＜駆動力付与装置＞

本発明および実施の形態において、「駆動力付与装置」は、例えば前輪および後輪の少なくとも一方の車軸に取り付けられ、その車軸中心線のまわりに回転駆動するアクチュエータである。このアクチュエータは、例えば、電動モータ、油圧式のアクチュエータまたはエンジンである。「前輪および後輪の少なくとも一方に駆動力を付与する」駆動力付与装置は、前輪のみに駆動力を付与するように構成されていてもよく、後輪のみに駆動力を付与するように構成されていてもよく、前輪と後輪の両方に駆動力を付与するように構成されていてもよい。駆動力付与装置が前輪と後輪の両方に駆動力を付与するように構成されている場合、自立制御装置は、車体フレームを自立させるための制御を行う際に、必ずしも、駆動力付与装置によって前輪および後輪の両方に駆動力を付与しなくてもよい。車体フレームを自立させるための制御において、前輪および後輪の両方に駆動力が付与される場合と、前輪または後輪のみに駆動力が付与される場合があってもよい。車体フレームを自立させるための制御において、前輪および後輪の両方に駆動力が付与されずに、前輪にのみ駆動力が付与される場合と、後輪のみに駆動力が付与される場合があってもよい。

本発明および実施の形態において、「正方向および逆方向に回転させる駆動力を付与する」駆動力付与装置は、正方向に回転させる駆動力と、逆方向に回転させる駆動力のどちらも付与可能な駆動力付与装置を意味する。

以下の説明において、正方向に回転を正回転といい、逆方向に回転を逆回転という場合がある。

[0032] ＜操舵力付与装置＞

本発明および実施の形態において、「操舵力付与装置」は、例えば、前輪

を操舵するための駆動力を発生するアクチュエータである。このアクチュエータは、例えば電動モータまたは油圧式のアクチュエータである。

[0033] ＜リーン角関連情報検出装置＞

本発明および実施の形態において、「リーン角関連情報検出装置」は、例えば、ロール角センサ、ヨー角センサおよびピッチ角センサを含むＩＭＵ（慣性計測装置：Inertial Measurement Unit）である。または、「リーン角関連情報検出装置」は、例えば、ロール角センサである。または、「リーン角関連情報検出装置」は、例えば、加速度センサとジャイロセンサである。または、「リーン角関連情報検出装置」は、例えば、ＧＮＳＳ衛星から受信した電波を利用して二輪車の車両前後方向および車両左右方向の移動に関連する指標が取得できるＧＮＳＳ装置である。リーン角関連情報検出装置は、これらのセンサおよび装置以外に、リーン角に関連する情報を検出するセンサであってよい。

[0034] ＜操舵角関連情報検出装置＞

本発明および実施の形態において、「操舵角関連情報検出装置」は、例えば、前輪を回転させるステアリングシャフト（操舵軸）の操舵角を検出する操舵角センサである。または、「操舵角関連情報検出装置」は、例えば、操舵アクチュエータ（電動モータ）の回転角度を検出するセンサであってもよい。操舵角関連情報検出装置は、このセンサ以外に、前輪の操舵軸線回りの回転角度である操舵角に関連する情報を検出するセンサであってよい。

[0035] ＜車輪回転関連情報検出装置＞

本発明および実施の形態において、「車輪回転関連情報検出装置」は、例えば、速度センサ、角加速度センサ、角速度センサ、車輪速度センサ、または、角度センサ（ロータリーエンコーダ等）である。または、「車輪回転関連情報検出装置」は、例えば、ＧＮＳＳ衛星から受信した電波を利用して二輪車の車両前後方向および車両左右方向の移動に関連する指標が取得できるＧＮＳＳ装置である。車輪回転関連情報検出装置は、これらのセンサおよび装置以外に、前輪または後輪の回転速度に関連する情報を検出するセンサで

あってよい。

[0036] ＜車体フレームを自立させるための制御＞

本発明および実施の形態において、「車体フレームが自立する」状態とは、車体フレームが支えなしで自立する状態を意味する。

本発明および実施の形態において、自立制御装置が、「前輪の接地位置が車両右方向（車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように、駆動力と操舵力を制御」した場合、二輪車の操舵角が変化し、且つ、前輪のフロント車軸線回りの回転速度が変化されて車速が変化する。なお、自立制御装置が、「前輪の接地位置が車両右方向（車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように、駆動力と操舵力を制御」することは、前輪の接地位置が車両右方向（車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように、二輪車の駆動力と操舵力の両方を制御することを意味する。つまり、自立制御装置が、「前輪の接地位置が車両右方向（車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように、駆動力と操舵力を制御」した場合、二輪車の操舵力は変化せず、且つ、二輪車の駆動力が変化される場合は含まない。また、自立制御装置が、「前輪の接地位置が車両右方向（車両左方向）に移動して車体フレームが起き上がるように、駆動力と操舵力を制御」した場合、二輪車の操舵力が変化し、且つ、二輪車の駆動力が変化しない場合は含まない。ただし、自律制御装置は、二輪車の駆動力を維持する制御または／および二輪車の操舵力を維持する制御を行ってもよい。ここで、自立制御装置は、「前輪のフロント車軸線回りに回転速度が変化されて車速が変化する」場合、自立制御装置は、前輪および後輪の少なくとも一方に付与される駆動力を制御する。つまり、自立制御装置は、前輪にのみ駆動力を付与して前輪をフロント車軸線回りに回転させてもよい。または、自立制御装置は、後輪にのみ駆動力を付与して前輪をフロント車軸線回りに回転させてもよい。または、自立制御装置は、前輪と後輪の両方に駆動力を付与して前輪をフロント車軸線回りに回転させてもよい。以下、自立制御装置による制御について説明する。以下の説明において、１つ文章に、「操舵角を増加または減少さ

せ」と「前輪の回転速度を増加または減少させ」が含まれている場合、「操舵角を増加させ」と「前輪の回転速度を増加させ」の組み合わせ、「操舵角を増加させ」と「前輪の回転速度を減少させ」の組み合わせ、「操舵角を減少させ」と「前輪の回転速度を増加させ」の組み合わせ、および「操舵角を減少させ」と「前輪の回転速度を減少させ」の組み合わせのいずれでもよい。

[0037] 自立制御装置は、二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を増加または減少させつつ前輪の回転速度を増加または減少させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせてもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を増加または減少させた後、前輪の回転速度を増加または減少させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせてもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜した時、前輪の回転速度を増加または減少させた後、操舵角を増加または減少させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせてもよい。

なお、前輪が逆方向に回転するとき、前輪の回転速度は負の値である。前輪の回転速度の増加とは、回転速度の絶対値の増加である。

[0038] 自立制御装置は、二輪車の停止状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を増加させ、且つ、前輪を正方向に回転させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせた後、操舵角を減少させ、前輪を逆方向に回転させてもよい。自立制御装置は、二輪車の停止状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を減少させ、且つ、前輪を正方向に回転させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレーム

を起き上がらせた後、操舵角を増加させ、前輪を逆方向に回転させてもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を増加させ、且つ、前輪を逆方向に回転させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせた後、操舵角を増加させ、前輪を正方向に回転させてもよい。自立制御装置は、二輪車の停止状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を減少させ、且つ、前輪を逆方向に回転させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせた後、操舵角を増加させ、前輪を正方向に回転させてもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を増加させ、且つ、前輪の回転速度を増加させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせた後、操舵角を減少させ、且つ、前輪の回転速度を減少させてもよい。自立制御装置は、二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を減少させ、且つ、前輪の回転速度を増加させるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせた後、操舵角を増加させ、且つ、前輪の回転速度を減少させてもよい。

[0039] 自立制御装置は、二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜した時、操舵角を０より大きい値になるように駆動力および操舵力を制御することで車体フレームを起き上がらせた後、操舵角を０に制御してもよい。つまり、自立制御装置は、二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜していないとき時に操舵角を０に制御してもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態において、車体フレームが傾斜しているか否かに関わらず操舵角を０より大きい値に制御してもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜していない時に二輪車を低速度で走行させるために駆動力を制御してもよい。

自立制御装置は、二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレームが傾斜していない時に二輪車の進行方向を変更するために操舵力を制御してもよい。

[0040] ＜自立制御装置による車体フレームを自立させるための制御の判別方法＞

なお、車体フレームが傾斜した時に自立制御装置がリーン角に関連する情報と操舵角に関連する情報と車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて駆動力および操舵力を制御しているか否かは、例えば以下の方法で判別できる。車体フレームを車両上下方向に対して車両右方向（車両左方向）に傾斜させる試験を複数回行う。車体フレームが傾斜する時のリーン角、リーン角速度およびリーン角加速度の少なくとも１つが異なり、リーン角と関連しない条件が同じである２つの試験において、車体フレームが起き上がる際に付与された駆動力および制動力が異なっていれば、自立制御装置がリーン角に関連する情報に基づいて駆動力および操舵力を制御していると判断できる。車体フレームが傾斜する時の操舵角、操舵角速度および操舵角加速度の少なくとも１つが異なり、操舵角と関連しない条件が同じである２つの試験において、車体フレームが起き上がる際に付与された駆動力および制動力が異なっていれば、自立制御装置が操舵角に関連する情報に基づいて駆動力および操舵力を制御していると判断できる。車体フレームが傾斜する時の前輪の回転速度、前輪の回転加速度、後輪の回転速度、後輪の回転加速度、二輪車の車速および車体フレームの前後方向の加速度の少なくとも１つが異なり、車輪の回転速度と関連しない条件が同じである２つの試験において、車体フレームが起き上がる際に付与された駆動力および制動力が異なっていれば、自立制御装置が車輪の回転速度に関連する情報に基づいて駆動力および操舵力を制御していると判断できる。

[0041] ＜回転＞

本発明および実施の形態における「回転」は、３６０°以上の回転に限定されない。本発明および実施の形態における回転は、３６０°未満の回転も含む。

[0042] ＜車両前後方向、車両左右方向、車両上下方向＞

本発明および実施の形態における「車両上下方向」とは、路面に垂直な方向である。本発明および実施の形態における「車両前後方向」とは、車体フレームに固定される方向であり、二輪車が直進している時の前輪の接地位置と後輪の接地位置とを結ぶ直線の方向である。つまり、本発明および実施の形態における「車両前方向」とは、二輪車が直進しているときの二輪車の進行方向である。本発明および実施の形態における「車両左右方向」とは、車両上下方向と車両左右方向に直交する方向である。「車両左右方向」は、二輪車にライダーが乗車した場合、ライダーにとっての左右方向である。

[0043] ＜Ａに基づいて制御する＞

なお、本発明および実施の形態における「Ａに基づいて制御する」とは、制御に使用される情報がＡだけに限定されない。「Ａに基づいて制御する」とは、Ａ以外の情報を含み、ＡとＡ以外の情報に基づいて制御する」場合を含む。

[0044] ＜その他＞

なお、本発明および実施の形態における「複数の選択肢のうちの少なくとも１つ（一方）」とは、複数の選択肢から考えられる全ての組み合わせを含む。複数の選択肢のうちの少なくとも１つ（一方）とは、複数の選択肢のいずれか１つであっても良く、複数の選択肢の全てであっても良い。例えば、ＡとＢとＣの少なくとも１つとは、Ａのみであっても良く、Ｂのみであっても良く、Ｃのみであっても良く、ＡとＢであっても良く、ＡとＣであっても良く、ＢとＣであっても良く、ＡとＢとＣであっても良い。

[0045] 特許請求の範囲において、ある構成要素の数を明確に特定しておらず、英語に翻訳された場合に単数で表示される場合、本発明は、この構成要素を、複数有しても良い。また本発明は、この構成要素を１つだけ有しても良い。

[0046] なお、本発明および実施の形態において「含む（including）、有する（comprising）、備える（having）およびこれらの派生語」は、列挙されたアイテム及びその等価物に加えて追加的アイテムをも包含することが意図されて用いられている。

[0047] なお、本発明および実施の形態において「取り付けられた（mounted）、接続された（connected）、結合された（coupled）、支持された（supported）という用語」は、広義に用いられている。具体的には、直接的な取付、接続、結合、支持だけでなく、間接的な取付、接続、結合および支持も含む。さらに、接続された（connected）および結合された（coupled）は、物理的又は機械的な接続／結合に限られない。それらは、直接的なまたは間接的な電気的接続／結合も含む。

[0048] 他に定義されない限り、本明細書および請求範囲で使用される全ての用語（技術用語および科学用語を含む）は、本発明が属する当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義された用語のような用語は、関連する技術および本開示の文脈における意味と一致する意味を有すると解釈されるべきであり、理想化されたまたは過度に形式的な意味で解釈されることはない。

[0049] なお、本発明および実施の形態において「好ましい」という用語は非排他的なものである。「好ましい」は、「好ましいがこれに限定されるものではない」ということを意味する。本明細書において、「好ましい」と記載された構成は、少なくとも、請求項１の構成により得られる上記効果を奏する。また、本明細書において、「しても良い」という用語は非排他的なものである。「しても良い」は、「しても良いがこれに限定されるものではない」という意味である。本明細書において、「しても良い」と記載された構成は、少なくとも、請求項１の構成により得られる上記効果を奏する。

[0050] なお、本発明および実施の形態においては、上述した好ましい構成を互いに組み合わせることを制限しない。本発明の実施形態を詳細に説明する前に、本発明は、以下の説明に記載されたまたは図面に図示された構成要素の構

成および配置の詳細に制限されないことが理解されるべきである。本発明は、後述する実施形態以外の実施形態でも可能である。本発明は、後述する実施形態に様々な変更を加えた実施形態でも可能である。また、本発明は、後述する実施形態および変更例を適宜組み合わせて実施することができる。

発明の効果

[0051] 本発明の二輪車は、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態において、車体フレームが自立するように制御することができる。

図面の簡単な説明

[0052] [図1]本発明の第１実施形態の二輪車の概要を説明する右側面図である。

[図2]本発明の第１実施形態の二輪車の概要を説明する正面図である。

[図3]本発明の第１実施形態の二輪車の概要を説明する上面図である。

[図4]本発明の第１実施形態の自立制御装置の概要を説明するブロック図である。

[図5]本発明の第１実施形態の二輪車の前輪または後輪の回転速度と車速の関係を説明する図である。

[図6]本発明の実施形態の二輪車の自立制御装置の制御の一例を説明する示すブロック図である。

[図7]本発明の実施形態の二輪車の自立制御装置の制御の一例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0053] ［方向の定義］

図の中において、Ｕは二輪車の車両上方向、Ｄは二輪車の車両下方向、Ｌは二輪車の車両左方向、Ｒは二輪車の車両右方向、Ｆは二輪車の車両前方向、Ｒｅは二輪車の車両後方向を示す。

[0054] ［第１実施形態］

以下、本発明の第１実施形態の二輪車１について図１～図７を参照しつつ説明する。

図１に示すように、二輪車１は、１つの前輪２と、１つの後輪３と、車体フレーム４を有する。前輪２は、車体フレーム４に対して操舵軸５の軸線（以下、「操舵軸線」と略する）回りに回転可能に支持される。前輪２は、車体フレーム４に対してフロント車軸２ａの軸線（以下、「フロント車軸線」と略する）回りに回転可能に支持される。前輪２は、車体フレーム４に対してトレール長が固定されるように支持される。つまり、前輪２は、車体フレーム４に対してトレール長が変更されないように支持される。後輪３は、車体フレーム４に対してリア車軸３ａの軸線（以下、「リア車軸線」と略する）回りに回転可能に支持される。

[0055] 二輪車１は、リーン角関連情報検出装置５１と、操舵角関連情報検出装置５２と、車輪回転速度関連情報検出装置５３とを有する。リーン角関連情報検出装置５１は、車体フレーム４の車両上下方向に対する車両左右方向の傾斜角であるリーン角Φ（図２参照）に関連する情報を検出する。操舵角関連情報検出装置５２は、前輪２の操舵軸線回りの回転角度である操舵角δｆ（図３参照）に関連する情報を検出する。車輪回転速度関連情報検出装置５３は、前輪２または後輪３の回転速度に関連する情報を検出する。車体フレーム４の車両前後方向の速度である車速Ｖ（図３参照）は、前輪２または後輪３の回転速度に関連する情報から取得される。

[0056] 二輪車１は、駆動力付与装置３１と、操舵力付与装置３２と、自立制御装置４０とを有する。駆動力付与装置３１は、前輪２および後輪３の少なくとも一方をフロント車軸線およびリア車軸線の少なくとも一方の車軸線回りに正方向および逆方向に回転させる駆動力を、前輪２および後輪３の少なくとも一方に付与する。駆動力付与装置３１は、例えばフロント車軸２ａおよびリア車軸３ａの少なくとも一方に設けられ、前輪２および後輪３の少なくとも一方を車軸線回りに正方向および逆方向に回転させる駆動用モータである。操舵力付与装置３２は、前輪２を操舵軸線回りに回転させる操舵力を、前輪２に付与する。操舵力付与装置３２は、例えば二輪車１の操舵軸５に設けられ、操舵軸５を回転させることにより、前輪２を操舵軸線回りに回転させ

る操舵用モータである。

[0057] 図４に示すように、自立制御装置４０は、車体フレーム４を自立させるための制御を行う。自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、以下の制御を行う。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前輪２の接地位置が車両右方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角に関連する情報と、操舵角に関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前輪２の接地位置が車両左方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角に関連する情報と、操舵角に関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。リーン角に関連する情報は、リーン角関連情報検出装置５１によって検出された車体フレーム４の車両上下方向に対する車両左右方向の傾斜角であるリーン角Φに関連する情報である。操舵角に関連する情報は、操舵角関連情報検出装置５２によって検出された前輪２の操舵軸線回りの回転角度である操舵角δｆに関連する情報である。車輪の回転速度に関連する情報は、車輪回転速度関連情報検出装置５３によって検出されたフロント車軸線を中心に回転する前輪２の速度である前輪２の回転速度またはリア車軸線を中心に回転する後輪３の速度である後輪３の回転速度に関連する情報である。

[0058] ここで、図５に示すように、二輪車１の車輪の回転速度（前輪２または後輪３の角速度）が車速Ｖに比例すると仮定すると、図３に示すように、二輪車１のヨーレート（遠心力）は、車速Ｖおよび操舵角δｆに比例する。なお、二輪車１の車速Ｖは、車両前後方向の速度であり、車体フレーム４の前後方向の速度である。また、操舵角δｆは、車両前後方向に対する前輪の操舵

角の大きさである。自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、駆動力と操舵力を制御して車速Ｖおよび操舵角δｆを変化させることにより、車速Ｖおよび操舵角δｆに比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車１は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレーム４を起き上がらせて、車体フレーム４のリーン角Φを０とすることができる。

[0059] なお、上述の通り、二輪車１のヨーレート（遠心力）は、車速Ｖおよび操舵角δｆに比例する。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、車速Ｖが小さい状態であるほど操舵角δｆが大きくなるように制御することが好ましい。また、自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、操舵角δｆが小さい状態であるほど車速Ｖが大きくなるように制御することが好ましい。なお、二輪車１が車両後方向に移動するとき、車速Ｖは負の値である。車速Ｖが小さいとは車速Ｖの絶対値が小さいことをいう。また、操舵角δｆは、二輪車１の車両左方向および車両右方向のいずれか一方を正の方向とし他方を負の方向とする。操舵角δｆが大きいとは操舵角δｆの絶対値が大きいことをいう。ここで、二輪車１の停止状態では、自立制御装置４０は、車速Ｖを小さい状態で変化するように制御する。従って、二輪車１の停止状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、自立制御装置４０は、操舵角δｆを大きい状態で変化させるように制御することが好ましい。二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態では、自立制御装置４０は、車速Ｖを比較的小さい状態で、且つ、車速Ｖをほぼ０の速度から低速度まで増加させるように制御する。従って、二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右

方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、自立制御装置４０は、操舵角δｆを比較的大きい状態で、且つ、車体フレーム４が傾斜した時の車速Ｖに応じて制御する（例えば、速度Ｖが大きいほど操舵角δｆを小さい状態で変化させるように制御する）ことが好ましい。

[0060] 図６および図７に基づいて、自立制御装置４０の少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態における制御の一例について説明する。図６（ａ）、（ｂ）および図７（ａ）、（ｂ）は、二輪車１が停止状態における自立制御装置４０の制御の一例を示している。図６（ｃ）、（ｄ）および図７（ｃ）、（ｄ）は、二輪車１が停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態における自立制御装置４０の制御の一例を示している。

[0061] 図６（ａ）～（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２をフロント車軸線回りに回転させて操舵角δｆとし、且つ、車速Ｖとなるように前輪２を駆動させることで、前輪２の接地位置が車両右方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、駆動力と操舵力を制御する。例えば、図６（ａ）、（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の停止状態および停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２が車両右方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて車速Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。また例えば、図６（ｂ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の停止状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２が車両右方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに逆回転させる回転速度を変化させて車速Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御す

る。なお、図６（ａ）、（ｂ）の二輪車１の停止状態における自立制御装置４０の制御では、車体フレーム４が起き上がった状態において、操舵角δｆを０よりも大きい値で維持しつつ前輪２をフロント車軸線回りに正回転と逆回転を交互にさせるように、駆動力と操舵力を制御してもよい。この場合、二輪車１の停止状態から移行した直後の操舵角δｆは０よりも大きい値である。例えば、図６（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、操舵角δｆが０よりも大きい値である場合に、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両右方向に操舵された状態から操舵角δｆを減少させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御してもよい。

[0062] 図７（ａ）～（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２をフロント車軸線回りに回転させて操舵角δｆとし、且つ、車速Ｖとなるように前輪２を駆動させることで、前輪２の接地位置が車両左方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、駆動力と操舵力を制御する。例えば、図７（ａ）、（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の停止状態および停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両左方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。または、図７（ｂ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の停止状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２が車両左方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに逆回転させる回転速

度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。なお、図７（ａ）、（ｂ）の二輪車１の停止状態における自立制御装置４０の制御では、車体フレーム４が起き上がった状態において、操舵角δｆを０よりも大きい値で維持しつつ前輪２をフロント車軸線回りに正回転と逆回転を交互にさせるように、駆動力と操舵力を制御してもよい。この場合、二輪車１の停止状態から移行した直後の操舵角δｆは０よりも大きい値である。例えば、図７（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、操舵角δｆが０よりも大きい値である場合に、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両左方向に操舵された状態から操舵角δｆを減少させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御してもよい。

[0063] 第１実施形態の二輪車１は、以下の効果を有する。

[0064] 二輪車１は、トレール長（キャスタートレール長）を変更することができないように構成されている。二輪車１の自立制御装置４０は、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報を用いて、駆動力および操舵力を制御して、車体フレーム４が自立するように制御する。つまり、自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した時（リーン角が０ではない時）、前輪２の接地位置が車体フレーム４の傾斜方向と同じ方向（車両右方向または車両左方向）に移動して車体フレーム４が起き上がるように駆動力と操舵力を制御する。つまり、自立制御装置は、少なくとも二輪車の停止状態および二輪車の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車輪２の回転速度および操舵角δｆを変化させることにより、車速Ｖおよび操舵角δｆ

に比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車１は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレーム４が起き上がらせて、車体フレーム４のリーン角を０とすることができる。これにより、自立制御装置４０は、トレール長を制御せず、駆動力と操舵力の両方を制御することで、車体フレーム４が自立するよう制御している。以上により、第１実施形態の二輪車１は、自立制御装置４０により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態において、車体フレーム４が自立するように制御することができる。

[0065] ＜第２実施形態＞

以下、本発明の第２実施形態の二輪車１について、説明する。第２実施形態の二輪車１は、第１実施形態の構成に加えて、以下の構成を備える。

[0066] 自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、以下の制御を行う。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前輪２の接地位置が車両右方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角に関連する情報と、操舵角に関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前輪２の接地位置が車両左方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角に関連する情報と、操舵角に関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。

[0067] ここで、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態では、自立制御装置４０は、車速Ｖを比較的小さい状態で、且つ、低速度からほぼ０の速度まで減少させるように制御する。従って、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場

合、自立制御装置４０は、操舵角δｆを比較的大きい状態で、且つ、車体フレーム４が傾斜した時の車速Ｖ応じて制御する（例えば、速度Ｖが小さいほど操舵角δｆを大きい状態で変化させるように制御する）ことが好ましい。

[0068] 図６および図７に基づいて、自立制御装置４０の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態における制御の一例について説明する。図６（ｃ）、（ｄ）および図７（ｃ）、（ｄ）は、二輪車１が低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態における自立制御装置４０の制御の一例を示している。

[0069] 図６（ｃ）、（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２をフロント車軸線回りに回転させて操舵角δｆとし、且つ、車速Ｖとなるように前輪２を駆動させることで、前輪２の接地位置が車両右方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、駆動力と操舵力を制御する。例えば、図６（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両右方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて車速Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。また、例えば、図６（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、操舵角δｆが０よりも大きい値である場合に、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両右方向に操舵された状態から操舵角δｆを減少させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御してもよい。

[0070] 図７（ｃ）、（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が

車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２をフロント車軸線回りに回転させて操舵角δｆとし、且つ、車速Ｖとなるように前輪２を駆動させることで、前輪２の接地位置が車両左方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、駆動力と操舵力を制御する。例えば、図７（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両左方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。また、例えば、図７（ｄ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、操舵角δｆが０よりも大きい値である場合に、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両左方向に操舵された状態から操舵角δｆを減少させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御してもよい。

[0071] 第２実施形態の二輪車１は、第１実施形態の二輪車１の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0072] 二輪車１の自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報を用いて、駆動力および操舵力を制御して、車体フレーム４が自立するように制御する。つまり、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した時（リーン角が０ではない時）に、前輪２の接地位置が車体フレーム４の傾斜方向と同じ方向（車両右方向または車両左方向）に移動して車体フレーム４が起き上がるように駆動力と操舵力を制御する。つまり、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの

状態において、車輪の回転速度および操舵角を変化させることにより、車速および操舵角に比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車１は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレーム４を起き上がらせて、車体フレーム４のリーン角を０とすることができる。これにより、自立制御装置４０は、駆動力と操舵力を制御することで、車体フレーム４が自立するように制御している。以上により、第２実施形態の二輪車１は、自立制御装置４０により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態に加えて、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が自立するように制御することができる。

[0073] ＜第３実施形態＞

以下、本発明の第３実施形態の二輪車１について、説明する。第３実施形態の二輪車１は、第１実施形態の構成または第２実施形態の構成に加えて、以下の構成を備える。

[0074] 自立制御装置４０は、二輪車１の低速走行状態において、以下の制御を行う。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前輪２の接地位置が車両右方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角に関連する情報と、操舵角に関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。自立制御装置４０は、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前輪２の接地位置が車両左方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、リーン角に関連する情報と、操舵角に関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報とに基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御することで、車体フレーム４を自立させる。

[0075] ここで、二輪車１の低速度走行状態では、自立制御装置４０は、車速Ｖを低速度付近で変化するように制御する。従って、二輪車１の低速度走行状態

において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、自立制御装置４０は、操舵角δｆを比較的大きい状態で変化させる制御することが好ましい。

[0076] 図６および図７に基づいて、自立制御装置４０の低速度走行状態における制御の一例について説明する。図６（ｃ）および図７（ｃ）は、二輪車１が低速度走行状態における自立制御装置４０の制御の一例を示している。

[0077] 図６（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２をフロント車軸線回りに回転させて操舵角δｆとし、且つ、車速Ｖとなるように前輪２を駆動させることで、前輪２の接地位置が車両右方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、駆動力と操舵力を制御する。例えば、図６（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両右方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて車速Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。

[0078] 図７（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した場合、前輪２をフロント車軸線回りに回転させて操舵角δｆとし、且つ、車速Ｖとなるように前輪２を駆動させることで、前輪２の接地位置が車両左方向に移動して車体フレーム４が起き上がるように、駆動力と操舵力を制御する。例えば、図７（ｃ）に示すように、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両左方向にリーン角Φだけ傾斜した時、前輪２が車両左方向に操舵されるように操舵角δｆを変化させ、且つ、前輪２をフロント車軸線回りに正回転させる回転速度を変化させて速度Ｖを変化させるように、駆動力と操舵力を制御する。

[0079] 第３実施形態の二輪車１は、第１実施形態または第２実施形態の二輪車１の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0080] 二輪車１の自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報を用いて、駆動力および操舵力を制御して、車体フレーム４が自立するように制御する。つまり、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態において、車体フレーム４が車両上下方向に対して車両右方向または車両左方向に傾斜した時（リーン角が０ではない時）に、前輪２の接地位置が車体フレーム４の傾斜方向と同じ方向（車両右方向または車両左方向）に移動して車体フレーム４が起き上がるように駆動力と操舵力を制御する。つまり、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態において、車輪の回転速度および操舵角を変化させることにより、車速および操舵角に比例するヨーレート（遠心力）を制御する。そして、二輪車１は、制御されたヨーレート（遠心力）により車体フレーム４を起き上がらせて、車体フレーム４のリーン角を０とすることができる。これにより、自立制御装置４０は、駆動力と操舵力を制御することで、車体フレーム４が自立するように制御している。以上により、第３実施形態の二輪車１は、自立制御装置４０により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態に加えて、二輪車１の低速度走行状態において、車体フレーム４が自立するように制御することができる。

[0081] ＜第４実施形態＞

以下、本発明の第４実施形態の二輪車１について、説明する。第４実施形態の二輪車１は、第１実施形態～第３実施形態のいずれかの構成に加えて、以下の構成を備える。

[0082] 自立制御装置４０は、操舵角δｆに関連する情報および車輪の回転速度に関連する情報を関連付けた操舵角車速関連情報を予め記憶する。自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、リーン角Φに関連する情報と

、操舵角δｆに関連する情報と、車輪の回転速度に関連する情報と、予め記憶された操舵角車輪回転速度関連情報と、に基づいて、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御する。操舵角車輪回転速度関連情報は、例えば、操舵角δｆに関連する情報および車輪の回転速度に関連する情報を変数として最適化したゲインマップである。操舵角車輪回転速度関連情報は、例えば、操舵角δｆおよび車速Ｖを変数として最適化したゲインマップであってもよい。この場合、例えば、自立制御装置４０は、操舵角δｆおよび車速Ｖを変数として最適化したゲインマップを用いて、リーン角Φ、操舵角δｆおよび車速Ｖをフィードバックして、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御する。なお、ゲインマップの作成にあたり、二輪車１の車両・前後輪の重量・慣性モーメント、重心位置、ホイールベース、車輪径の車両諸元を用いてよい。自立制御装置４０は、操舵角車輪回転速度関連情報に基づいて、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報をフィードバックして、駆動力付与装置３１の駆動力および操舵力付与装置３２の操舵力を制御する。リーン角Φに関連する情報は、リーン角関連情報検出装置５１から取得する。操舵角δｆに関連する情報は、操舵角関連情報検出装置５２から取得する。車輪の回転速度に関連する情報は、車輪回転速度関連情報検出装置５３から取得する。

[0083] なお、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態から停止状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報に加えて、操舵角車輪回転速度関連情報を用いることにより、二輪１車の車両前後方向の運動と二輪車１の車両左右方向の運動が連成するように駆動力および操舵力を制御してもよい。また、自立制御装置４０は、二輪車１の低速度走行状態において、車輪回転速度に関連する情報、リーン角に関連する情報、操舵角に関連する情報に加えて、操舵角車輪回転速度関連情報を用いることにより、二輪車１の車両前後方向の運動と二輪車１の車両左右方向の運動が連成するように駆動力および操舵

力を制御してもよい。

[0084] 第４実施形態の二輪車１は、第１実施形態～第３実施形態のいずれかの二輪車１の効果に加えて、以下の効果を奏する。

[0085] 自立制御装置４０は、少なくとも二輪車１の停止状態および二輪車１の停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、車輪の回転速度に関連する情報、リーン角Φに関連する情報、操舵角δｆに関連する情報に加えて、操舵角車輪回転速度関連情報を用いることにより、二輪車１の車両前後方向の運動と二輪車１の車両左右方向の運動が連成するように駆動力および操舵力を制御することができる。以上により、第３実施形態の二輪車１は、自立制御装置４０により、少なくとも停止状態および停止状態から低速度走行状態までの状態において、車体フレーム４が自立するように制御することができる。

[0086] ＜第５実施形態＞

以下、本発明の第５実施形態の二輪車１について、説明する。第５実施形態の二輪車１は、第１実施形態～第４実施形態のいずれかの構成に加えて、以下の構成を備える。

[0087] 操舵角δｆに関連する情報は、前輪２の操舵角、前輪２の操舵角速度、および前輪２の操舵角加速度の少なくとも１つを含む。

[0088] 車輪回転速度に関連する情報は、前輪２の回転速度、前輪２の回転加速度、前輪２の回転角度、後輪３の回転速度、後輪３の回転加速度、後輪３の回転角度、二輪車１の車速および二輪車１の車両前後方向の加速度の少なくとも１つを含む。なお、二輪車１の車速は、二輪車１の車両前後方向の車速である。

[0089] リーン角Φに関連する情報は、車体フレーム４のリーン角、車体フレーム４のリーン角速度、および車体フレーム４のリーン角加速度の少なくとも１つを含む。

符号の説明

[0090] １：二輪車、２：前輪、３：後輪、４：車体フレーム、３１:駆動力付与装置

、３２:操舵力付与装置、４０:自立制御装置、５１：リーン角関連情報検出装置、５２:操舵角関連情報検出装置、５３:車輪回転速度関連情報検出装置

請求の範囲

[請求項1] 車体フレームと、

前記車体フレームに対して操舵軸線回りに回転可能で且つフロント車軸線回りに回転可能で且つトレール長が固定されるように支持された１つの前輪と、

前記車体フレームに対してリア車軸線回りに回転可能に支持された１つの後輪と、

前記車体フレームの車両上下方向に対する車両左右方向の傾斜角であるリーン角に関連する情報を検出するリーン角関連情報検出装置と、

前記前輪の前記操舵軸線回りの回転角度である操舵角に関連する情報を検出する操舵角関連情報検出装置と、

前記前輪または前記後輪の回転速度に関連する情報を検出する車輪回転速度関連情報検出装置と、

前記前輪および前記後輪の少なくとも一方を前記フロント車軸線および前記リア車軸線の少なくとも一方の車軸線回りに正方向および逆方向に回転させる駆動力を、前記前輪および前記後輪の前記少なくとも一方に付与する駆動力付与装置と、

前記前輪を前記操舵軸線回りに回転させる操舵力を、前記前輪に付与する操舵力付与装置と、

前記車体フレームを自立させるための制御を行う自立制御装置と、

を備える二輪車であって、

前記自立制御装置は、少なくとも前記二輪車の停止状態および前記二輪車の前記停止状態から低速度走行状態に移行するまでの状態において、

前記車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両右方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出され

た前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させ、

前記車体フレームが車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両左方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させることを特徴とする二輪車。

[請求項2] 前記自立制御装置は、

前記二輪車の前記低速度走行状態から前記停止状態に移行するまでの状態において、

前記車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両右方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させ、

前記車体フレームが車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両左方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出され

た前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させるように制御することを特徴とする請求項１に記載の二輪車。

[請求項3] 前記自立制御装置は、

前記二輪車の前記低速走行状態において、

前記車体フレームが車両上下方向に対して車両右方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両右方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させ、

前記車体フレームが車両上下方向に対して車両左方向に傾斜した時に、前記前輪の接地位置が車両左方向に移動して前記車体フレームが起き上がるように、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報とに基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することで、前記車体フレームを自立させるように制御することを特徴とする請求項１または２に記載の二輪車。

[請求項4] 前記自立制御装置は、

前記操舵角に関連する情報および前記回転速度に関連する情報を関連付けた操舵角車輪回転速度関連情報を予め記憶し、

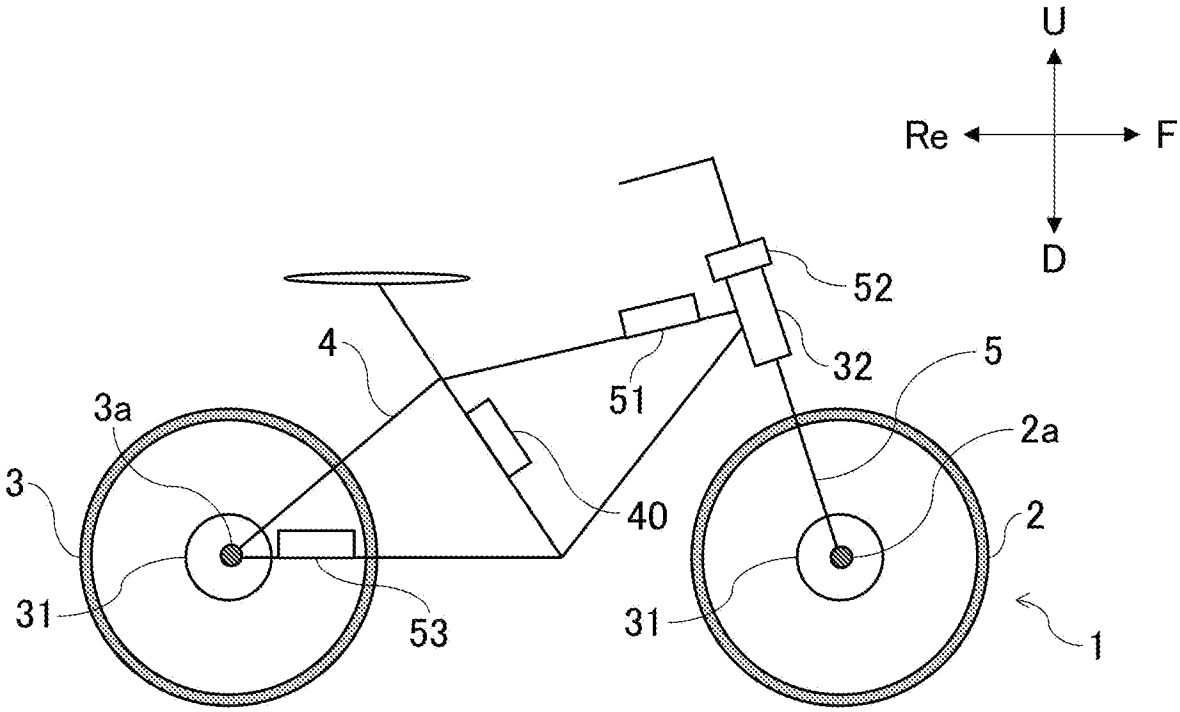
少なくとも前記二輪車の前記停止状態および前記二輪車の前記停止状態から前記低速度走行状態に移行するまでの状態において、前記リーン角関連情報検出装置によって検出された前記リーン角に関連する情報と、前記操舵角関連情報検出装置によって検出された前記操舵角に関連する情報と、前記車輪回転関連情報検出装置によって検出された前記回転速度に関連する情報と、予め記憶された前記操舵角車輪回転速度関連情報と、に基づいて、前記駆動力付与装置の前記駆動力および前記操舵力付与装置の前記操舵力を制御することを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の二輪車。

[請求項5] 前記操舵角に関連する情報は、前記前輪の操舵角、前記前輪の操舵角速度、および前記前輪の操舵角加速度の少なくとも１つを含み、

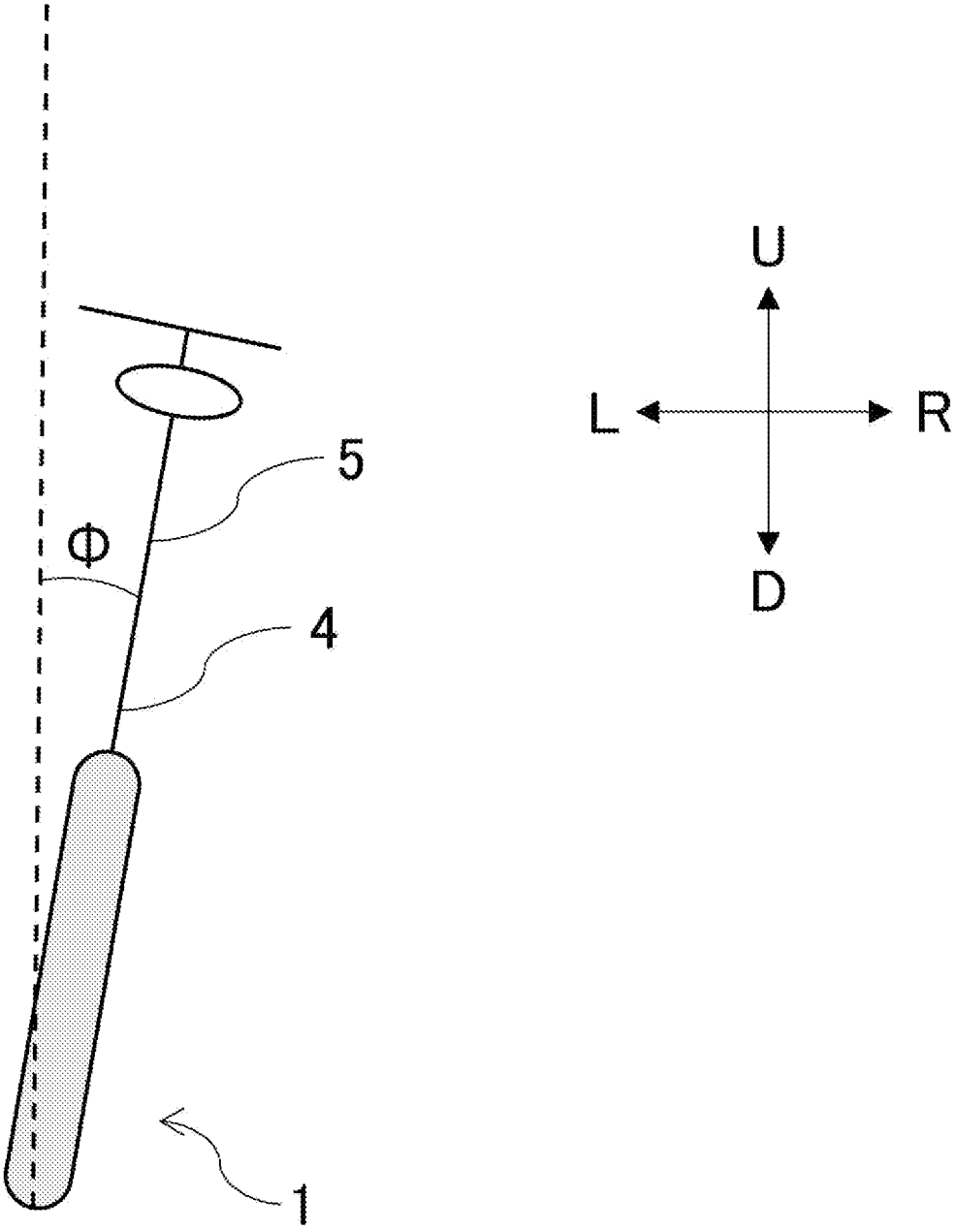
前記回転速度に関連する情報は、前記前輪の回転速度、前記前輪の回転加速度、前記前輪の回転角度、前記後輪の回転速度、前記後輪の回転加速度、前記後輪の回転角度、前記二輪車の車速および前記二輪車の車両前後方向の加速度の少なくとも１つを含み、

前記リーン角に関連する情報は、前記車体フレームのリーン角、前記車体フレームのリーン角速度、および前記車体フレームのリーン角加速度の少なくとも１つを含むことを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の二輪車。

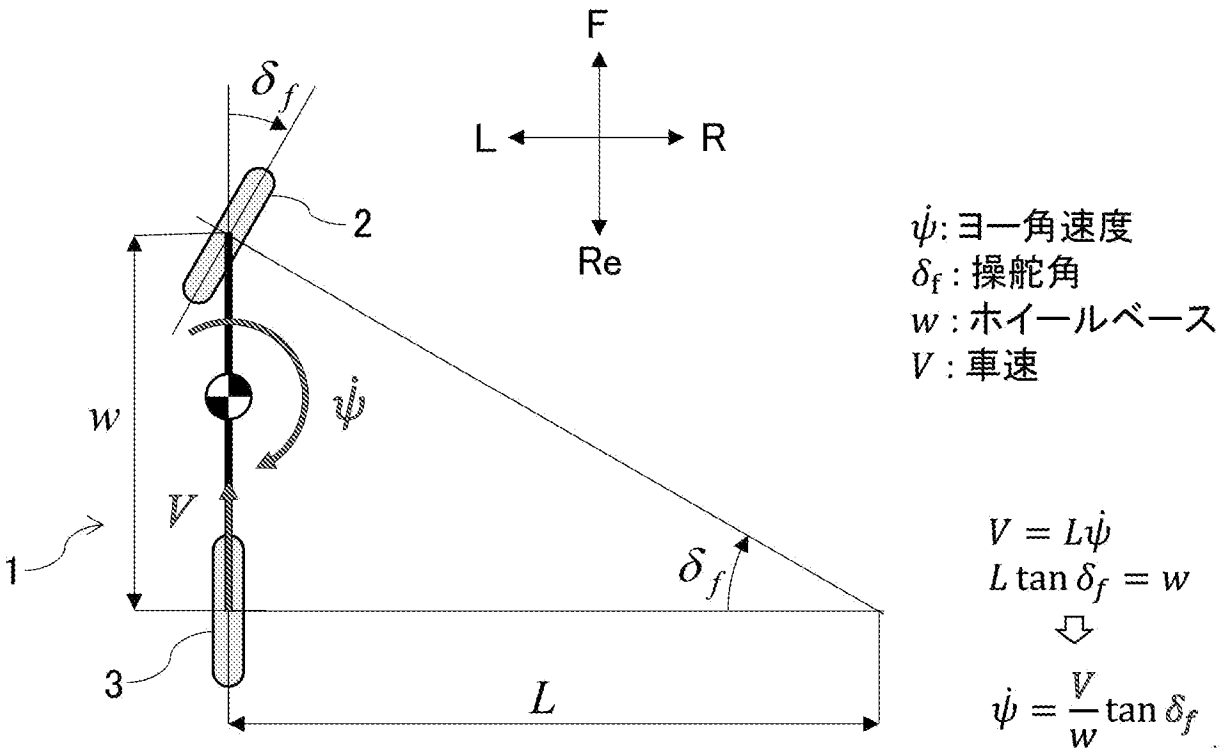
[図1]



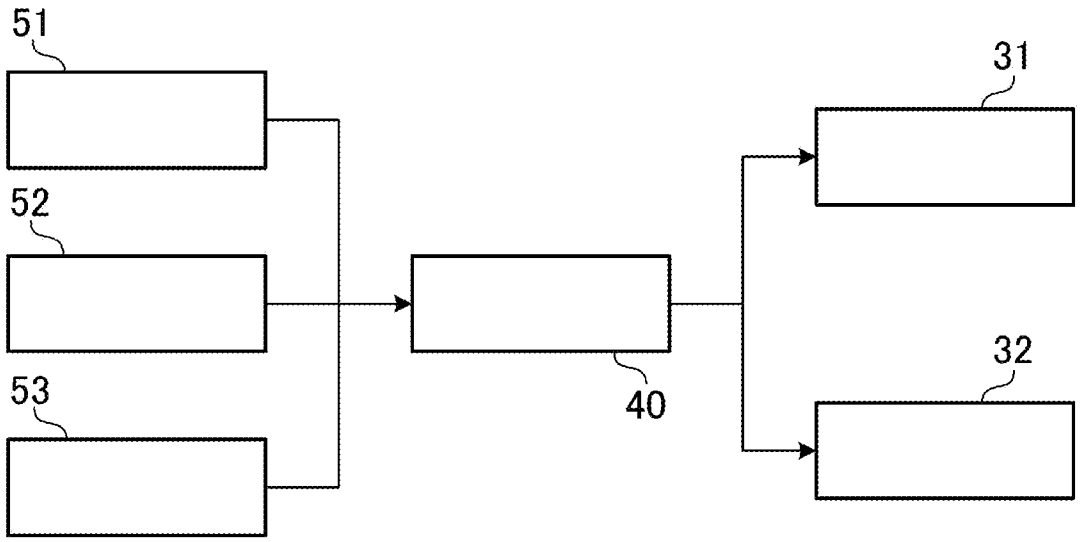
[図2]



[図3]



[図4]



31: 駆動力付与装置

32: 操舵力付与装置

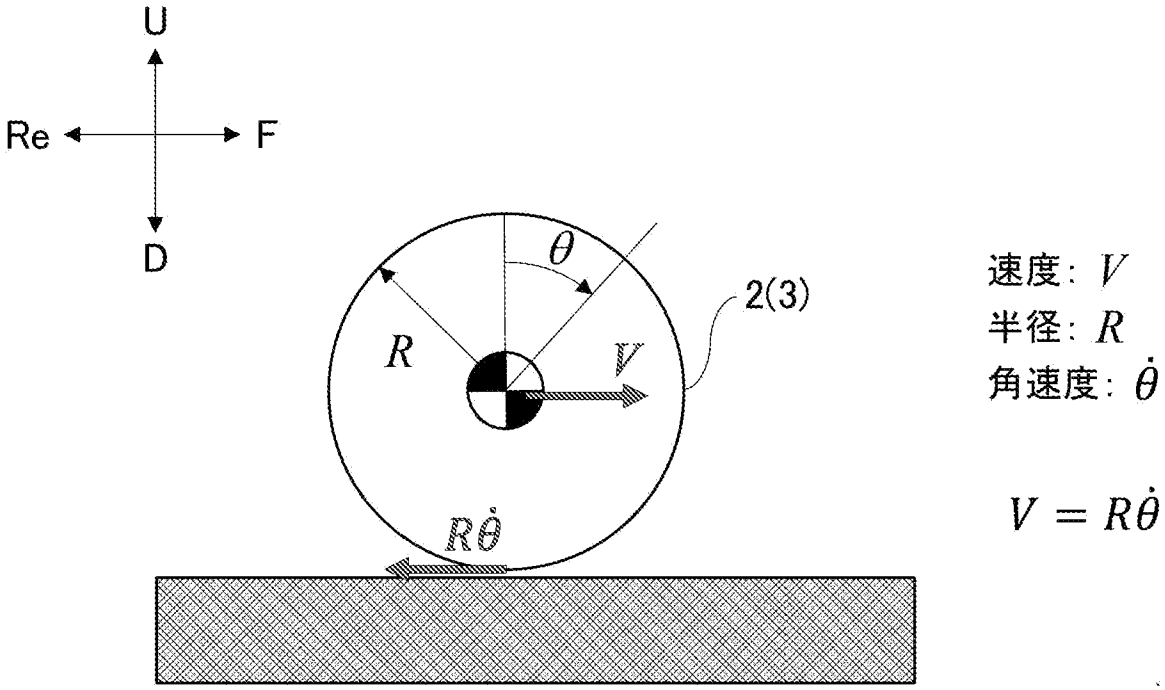
40: 自立制御装置

51: リーン角関連情報検出装置

52: 操舵角関連情報検出装置

53: 車輪回転速度情報検出装置

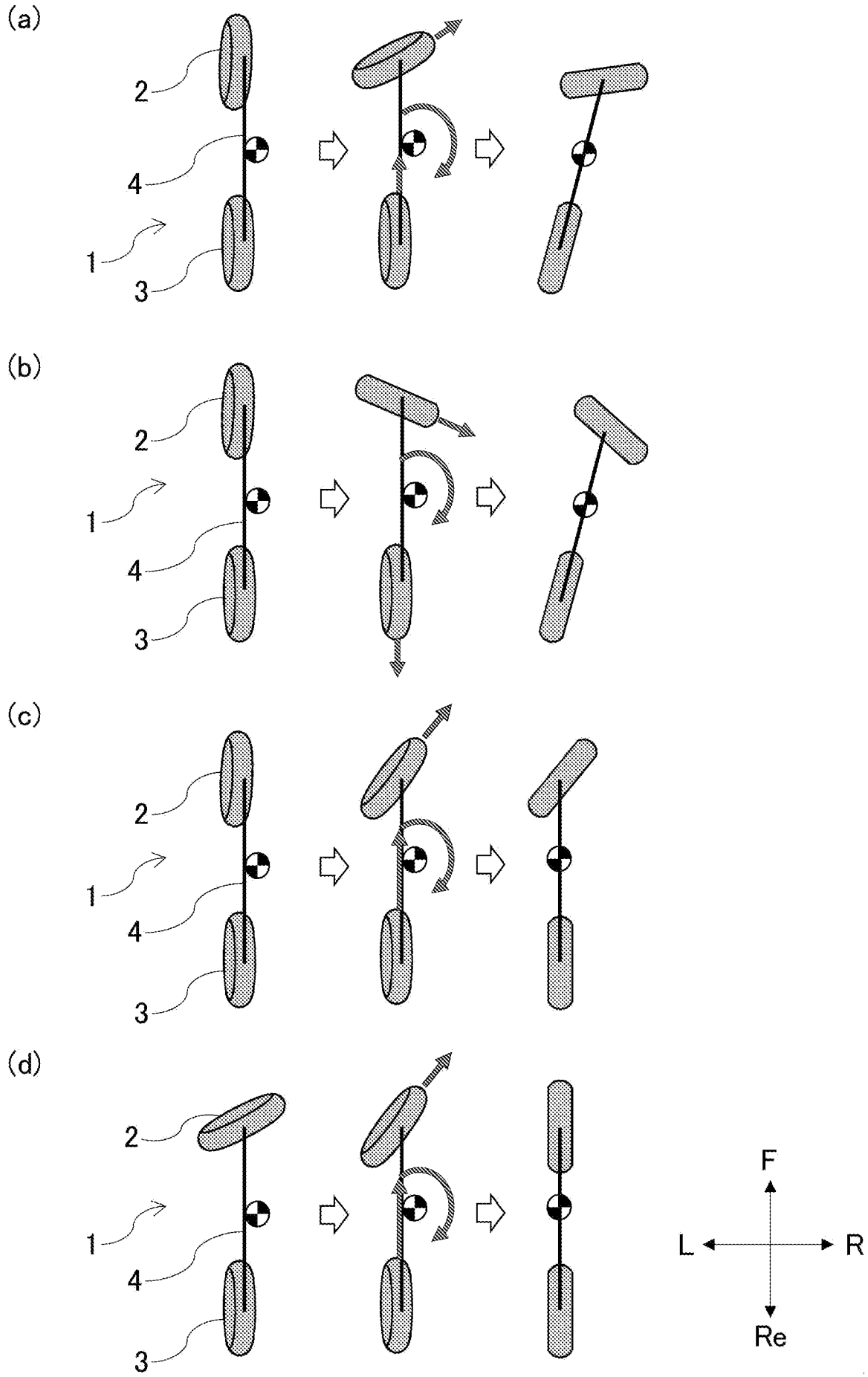
[図5]



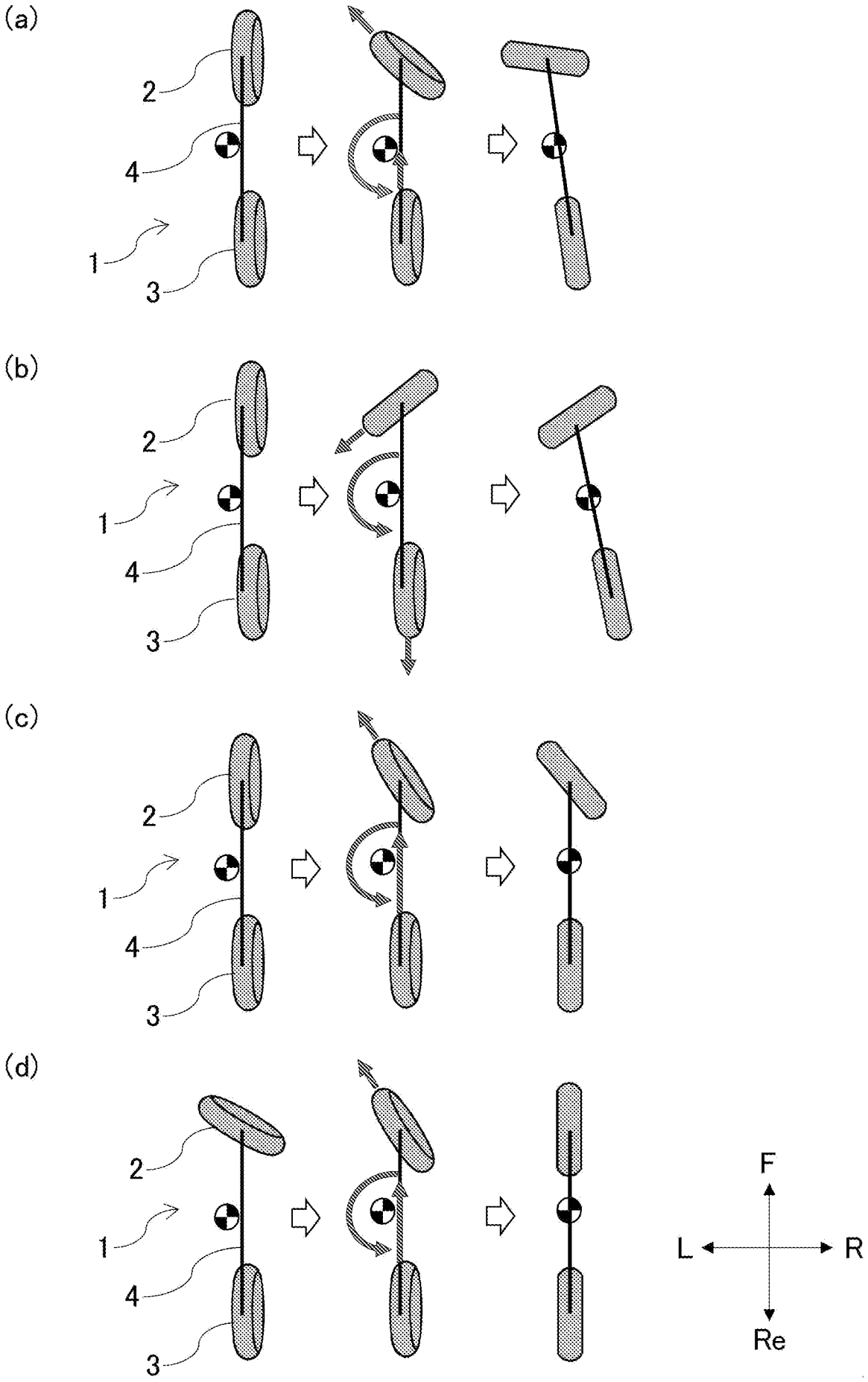
速度: V
半径: R
角速度: $\dot{\theta}$

$$V = R\dot{\theta}$$

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/033959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62K 21/00(2006.01)i; ***B62M 7/00***(2010.01)i; ***B62J 45/412***(2020.01)i; ***B62J 45/415***(2020.01)i
FI: B62J45/412; B62J45/415; B62K21/00; B62M7/00

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)

B62K21/00; B62M7/00; B62J45/412; B62J45/415

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 2014-172586 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 22 September 2014 (2014-09-22) paragraphs [0063]-[0530], fig. 1-9, 12-15, 19, 20, 28	1-5
A	WO 2017/082240 A1 (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 18 May 2017 (2017-05-18) paragraphs [0026]-[0121], fig. 6-14	1-5
A	WO 2007/086176 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 August 2007 (2007-08-02) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2013-212232 A (TAMADEN KOGYO KK) 17 October 2013 (2013-10-17) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2014-184934 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 02 October 2014 (2014-10-02) entire text, all drawings	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 November 2021	**22 November 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/033959

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2014-172586 A	22 September 2014	US 2014/0265224 A1 paragraphs [0105]-[0572], fig. 1-9, 12-15, 19, 20, 28	
WO 2017/082240 A1	18 May 2017	EP 3354547 A1 paragraphs [0023]-[0118], fig. 6-14	
WO 2007/086176 A1	02 August 2007	US 2008/0249684 A1 entire text, all drawings EP 1977964 A1 CN 101312874 A KR 10-2008-0059645 A KR 10-0958532 B1	
JP 2013-212232 A	17 October 2013	(Family: none)	
JP 2014-184934 A	02 October 2014	US 2014/0284899 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/033959

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B62K 21/00(2006.01)i; B62M 7/00(2010.01)i; B62J 45/412(2020.01)i; B62J 45/415(2020.01)i
FI: B62J45/412; B62J45/415; B62K21/00; B62M7/00

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））

B62K21/00; B62M7/00; B62J45/412; B62J45/415

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
A	JP 2014-172586 A (本田技研工業株式会社) 22.09.2014 (2014-09-22) 段落[0063]-[0530], 図1-9,12-15,19-20,28	1-5
A	WO 2017/082240 A1 (ヤマハ発動機株式会社) 18.05.2017 (2017-05-18) 段落[0026]-[0121], 図6-14	1-5
A	WO 2007/086176 A1 (株式会社村田製作所) 02.08.2007 (2007-08-02) 全文, 全図	1-5
A	JP 2013-212232 A (タマデン工業株式会社) 17.10.2013 (2013-10-17) 全文, 全図	1-5
A	JP 2014-184934 A (本田技研工業株式会社) 02.10.2014 (2014-10-02) 全文, 全図	1-5

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
09.11.2021	22.11.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
伊藤　秀行 3D 4422

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/033959

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-172586 A	22.09.2014	US 2014/0265224 A1 段落[0105]-[0572]，図1-9，12-15，19-20，28	
WO 2017/082240 A1	18.05.2017	EP 3354547 A1 段落[0023]-[0118]，図6-14	
WO 2007/086176 A1	02.08.2007	US 2008/0249684 A1 全文，全図 EP 1977964 A1 CN 101312874 A KR 10-2008-0059645 A KR 10-0958532 B1	
JP 2013-212232 A	17.10.2013	（ファミリーなし）	
JP 2014-184934 A	02.10.2014	US 2014/0284899 A1 全文，全図	