

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7565013号
(P7565013)

(45)発行日 令和6年10月10日(2024.10.10)

(24)登録日 令和6年10月2日(2024.10.2)

(51)国際特許分類	F I
A 6 1 G 5/04 (2013.01)	A 6 1 G 5/04 7 0 7
B 6 2 B 3/00 (2006.01)	B 6 2 B 3/00 B
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20 S

請求項の数 9 (全21頁)

(21)出願番号	特願2021-12218(P2021-12218)	(73)特許権者	000002082
(22)出願日	令和3年1月28日(2021.1.28)		スズキ株式会社
(65)公開番号	特開2022-115572(P2022-115572 A)	(74)代理人	100099623 弁理士 奥山 尚一
(43)公開日	令和4年8月9日(2022.8.9)		
審査請求日	令和5年11月15日(2023.11.15)	(74)代理人	松島 鉄男
		(74)代理人	100125380 弁理士 中村 綾子
		(74)代理人	100142996 弁理士 森本 聡二
		(74)代理人	100166268 弁理士 田中 祐
		(74)代理人	100170379 弁理士 徳本 浩一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 小型電動車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

進退方向および幅方向を有する車体と、
前記車体の幅方向に離間して設けられた左右駆動輪と、
前記左右駆動輪に対して前記車体の進退方向に離間して設けられた自在輪と、
前記左右駆動輪に個別に動力伝達可能に接続された左右モータと、
前記左右モータの回転速度を検知する左右回転速度センサと、
前記車体の傾斜を、進退方向成分に相当するピッチ角および幅方向成分に相当するロール角として検出する傾斜センサと、

ジョイスティック型の操作子を有する操作部と、
前記操作子の操作に従って前記左右モータを制御する制御部と、を備え、
前記左右駆動輪の回転速度差に応じて車両の旋回に係る角速度が与えられ、

前記制御部は、前記傾斜センサに検出されるピッチ角とロール角を考慮した1つのパラメータである傾斜度と前記操作子の操作位置により与えられる目標車両速度、および、前記傾斜度と前記操作位置の左右方向成分と車両の実速度により与えられる目標車両角速度に基づいて、前記左右モータの目標回転速度を算出し、前記左右モータの実回転速度を前記目標回転速度に追従させるべく、前記左右モータを制御するように構成されている、小型電動車両。

【請求項2】

前記制御部は、前記傾斜度に応じて前記操作子の操作位置と目標車両速度との関係を規

定する目標速度マップと、前記傾斜度と前記実速度に応じて前記操作子の操作位置と目標車両角速度との関係を規定する目標角速度マップとを備え、

前記目標速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標速度が小さくなるように構成され、

前記目標角速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標角速度が小さくなるように構成されており、

前記制御部は、前記傾斜度に応じた前記目標速度マップ、および、前記傾斜度と前記実速度に応じた前記目標角速度マップにより、前記左右駆動輪の目標回転速度を算出するように構成されている、請求項 1 に記載の小型電動車両。

【請求項 3】

前記制御部は、前記傾斜度に応じて前記実速度と目標加速度との関係を規定する目標加速度マップをさらに備え、前記目標加速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標加速度が大きくなるように構成されている、請求項 2 に記載の小型電動車両。

【請求項 4】

前記制御部は、前記傾斜度に応じて前記実速度と目標加速度との関係を規定する目標加速度マップと、前記傾斜度に応じて前記実速度と目標減速度との関係を規定する目標減速度マップとをさらに備え、前記目標加速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標加速度が大きくなるように構成され、かつ、前記目標減速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて前進走行時の最大目標減速度が小さくなるように構成されており、

前記制御部は、前記目標速度マップにより与えられる目標車両速度が増加した場合は前記目標加速度マップを適用し、目標速度が減少した場合は前記目標減速度マップを適用するように構成されている、請求項 2 に記載の小型電動車両。

【請求項 5】

前記制御部は、前記傾斜度に応じて前記実速度と目標角加速度との関係を規定する目標角加速度マップをさらに備え、前記目標角加速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標角加速度が大きくなるように構成されている、請求項 2 ~ 4 の何れか一項に記載の小型電動車両。

【請求項 6】

前記制御部は、前記傾斜度に応じて前記実速度と目標角加速度との関係を規定する目標角加速度マップと、前記傾斜度に応じて前記実速度と目標角減速度との関係を規定する目標角減速度マップとをさらに備え、前記目標角加速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標角加速度が大きくなるように構成され、かつ、前記目標角減速度マップは、前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて最大目標角減速度が大きくなるように構成されており、

前記制御部は、前記目標角速度マップにより与えられる目標角速度が増加した場合は前記目標角加速度マップを適用し、目標角速度が減少した場合は前記目標角減速度マップを適用するように構成されている、請求項 2 ~ 4 の何れか一項に記載の小型電動車両。

【請求項 7】

前記目標速度マップは、前記操作子の操作範囲内の前端を含む前方領域と、後端を含む後方領域と、左右側端を含む左右側領域と、中心を含む中央領域とを有しており、

前記前方領域は第 1 の目標前進速度、前記後方領域は目標後進速度、前記左右側領域は第 2 の目標前進速度、前記中央領域は停止をそれぞれ指示し、前記第 1 の目標前進速度は、前記第 2 の目標前進速度より大きく、前記第 2 の目標前進速度は前記目標後進速度より大きいかまたは等しい絶対値を有しており、

前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて前記第 1 の目標前進速度および前記第 2 の目標前進速度が小さくなるように構成されている、請求項 2 に記載の小型電動車両。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記目標角速度マップは、前記実速度が車両の設定速度域内での最高速度または所定の高速度域にある場合の目標車両角速度を規定する高速度用目標角速度マップと、前記実速度が低速度域または速度ゼロである場合の目標車両角速度を規定する低速度用目標角速度マップとを含み、

前記高速度用目標角速度マップおよび前記低速度用目標角速度マップは、それぞれ、前記操作子の操作範囲内の左右側端を含む左右側領域と、中心を含む中央領域とを有し、かつ、前記左右側領域は最大目標角速度、前記中央領域は目標角速度ゼロをそれぞれ指示し、前記高速度用目標角速度マップの最大目標角速度は、前記低速度用目標角速度マップの最大目標角速度より大きく、

前記傾斜度が所定閾値以上の場合、前記傾斜度に応じて前記最大目標角速度が小さくなるように構成されており、

10

前記制御部は、車両の実速度に応じて前記高速度用目標角速度マップまたは前記低速度用目標角速度マップを選択的に適用するように構成されている、請求項2に記載の小型電動車両。

【請求項9】

前記傾斜度()は、ピッチ角(P)とロール角(R)より、

$$= |P| + |R| \text{ で与えられる、}$$

請求項1～8の何れか一項に記載の小型電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、小型電動車両に関する。

【背景技術】

【0002】

高齢者など歩行に負担を抱える利用者のための手押し車型の電動歩行補助車や電動車いすなどの小型電動車両が公知である。例えば、特許文献1には、左右駆動輪を個別に駆動する左右モータを備え、ジョイスティック型操縦手段の操作位置から左右モータの回転数を決定し、操作子が前方に倒された場合は前進、斜前方に倒された場合は旋回、斜後方に倒された場合は定位置回転、真後ろに倒された場合は停止させるように構成された小型電動車両(電動車いす)が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2014-64620号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような小型電動車では、ジョイスティック型操作子の操作位置で速度(左右速度差)が決定されるので、低速度で旋回する場合には操作子を中間的な操作位置に保持しなければならず、利用者が意図する速度と経路で走行するうえで課題があった。また、路面傾斜は考慮されておらず、平地走行を基準にモータを選定すると、登坂時にはトルク不足となる虞があり、平地での操作と比較して操作性が低下する虞があった。逆に、登坂行を基準にモータを大型化すると車両重量が増加する課題があった。

40

【0005】

本発明は、従来技術の上記の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、ジョイスティック型操作子の直感的な操作により、平坦路や登坂路などの路面傾斜に適した走行制御および走行状態に応じた旋回特性が得られる小型電動車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明に係る小型電動車両は、

50

進退方向および幅方向を有する車体と、
 前記車体の幅方向に離間して設けられた左右駆動輪と、
 前記左右駆動輪に対して前記車体の進退方向に離間して設けられた自在輪と、
 前記左右駆動輪に個別に動力伝達可能に接続された左右モータと、
 前記左右モータの回転速度を検知する左右回転速度センサと、
 前記車体の傾斜を、進退方向成分に相当するピッチ角および幅方向成分に相当するロール角として検出する傾斜センサと、

ジョイスティック型の操作子を有する操作部と、

前記操作子の操作に従って前記左右モータを制御する制御部と、を備え、
 前記左右駆動輪の回転速度差に応じて車両の旋回に係る角速度が与えられ、

10

前記制御部は、前記傾斜センサに検出されるピッチ角とロール角を考慮した1つのパラメータである傾斜度と前記操作子の操作位置により与えられる目標車両速度、および、前記傾斜度と前記操作位置の左右方向成分と車両の実速度により与えられる目標車両角速度に基づいて、前記左右モータの目標回転速度を算出し、前記左右モータの実回転速度を前記目標回転速度に追従させるべく、前記左右モータを制御するように構成されている。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る小型電動車両は、上記のように構成されているので、小型電動車両の走行に影響を及ぼす進退方向傾斜（ピッチ角）と幅方向傾斜（ロール角）を総合した傾斜度（ ）として走行制御に反映させ、傾斜度に応じて速度制御、加減速特性を変化させかつ傾斜度と実速度に応じて旋回特性を変化させることができ、ジョイスティック型操作子の直感的な操作のみで、路面傾斜と走行状態に応じた加減速特性や旋回特性が得られ、操作の簡潔性や利便性向上に有利であるとともに、車体システムやモータへの負担が軽減され、車体の軽量化や製造コスト低減に有利である。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】小型電動車両を示す側面図である。

【図2】小型電動車両の制御システムを示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る左右モータ制御を示すブロック線図である。

【図4】第2実施形態に係る左右モータ制御を示すブロック線図である。

30

【図5】第3実施形態に係る左右モータ制御を示すブロック線図である。

【図6】ジョイスティック操作による傾斜度（ ）に応じた目標車両速度マップである。

【図7】ジョイスティック操作による傾斜度（ ）に応じた低速度用目標角速度マップ（ a ）および高速度用目標角速度マップ（ b ）である。

【図8】傾斜度（ ）と実速度に応じた目標車両加速度マップである。

【図9】傾斜度（ ）と実速度に応じた目標車両角加速度マップである。

【図10】傾斜度（ ）と実速度に応じた目標車両減速度マップである。

【図11】傾斜度（ ）と実速度に応じた目標車両角減速度マップである。

【図12】急停止制御時の傾斜度（ ）と実速度に応じた目標車両急減速度マップである。

【発明を実施するための形態】

40

【0009】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1において、本発明実施形態に係る電動車両1は、移動ベース21（下部走行体）およびその後部（後側ベース24）に立設された上部フレーム22からなる車体2を備えており、図中実線で示される小型電動車モード（乗車モード1）と、図中2点鎖線で示される歩行補助車モード（1）とで利用可能である。

【0010】

移動ベース21は、左右の駆動輪4（後輪）および上部フレーム22が設けられた後側ベース24（本体部）と、左右の従動輪5（前輪）が設けられた前側ベース25を備え、前側ベース25は、後側ベース24の前側に前後方向に摺動可能に連結されており、移動

50

ベース 2 1 はホイールベースが伸縮可能に構成されている。

【 0 0 1 1 】

左右の駆動輪 4 は、後側ベース 2 4 に搭載された左右のモータユニット 4 0 (4 0 L , 4 0 R) により独立して駆動される。左右の従動輪 5 は、接地部に周方向の軸周りに回転可能な多数のローラ 5 0 を備えた自在輪 (オムニホイール、全方位車輪) で構成されており、後述のように、電動車両 1 は、左右のモータユニット 4 0 L , 4 0 R の制御のみで操舵および制駆動が可能になっている。

【 0 0 1 2 】

上部フレーム 2 2 は、後側ベース 2 4 の左右両側部から上方に立設された左右一对の側部フレームの上端が車幅方向に伸びる上端フレームで連結された逆 U 字状もしくは門形状をなし、上端フレームの車幅方向中央の結合部 2 3 には、リアハンドル 3 のステム 3 1 の下端部が剛結合されるとともに、シートバック 6 が支持されている。

10

【 0 0 1 3 】

リアハンドル 3 は、ステム 3 1 の上端との接続部 3 2 から左右に延出した一对の把持部を有する T バー形状をなしている。リアハンドル 3 の左右の把持部には、利用者 (または介助者) が把持している状態 (ハンズオン) を検知する把持センサ 3 0 が設けられている。把持センサ 3 0 としては、静電容量センサや感圧センサなどのタッチセンサを用いることができる。リアハンドル 3 の左右の把持部は、利用者自身が歩行補助車モード (1) で使用する場合、および、利用者をシート 7 に着座させた状態で介助者などが電動車両を操縦する場合の操作部となる。なお、図 1 では省略されているが、リアハンドル 3 の中央の接続部 3 2 には、電磁ブレーキ解除スイッチ 3 4 とスピーカ 3 5 が設けられている。

20

【 0 0 1 4 】

上部フレーム 2 2 (側部フレーム) の高さ方向中間の屈曲部には、アームレスト 8 2 のサポートフレーム 8 1 の基部が固定されている。図 1 において奥側となる右側のアームレスト 8 2 の前端部には乗車モード操作部 8 を構成するジョイスティック 8 3 が設けられており、図 1 において手前側となる左側のアームレスト 8 2 の前端部には同形状の把持部の上面に表示部 8 0 と走行許可スイッチ 8 4 が設けられている。

【 0 0 1 5 】

ジョイスティック 8 3 は、前後左右に傾動可能でありかつ傾動角に応じた出力が得られる 2 軸ジョイスティック、またはその機能を包含する多軸ジョイスティックを利用でき、ホールセンサを利用した無接点ジョイスティックが好適である。ジョイスティック 8 3 は、不図示の付勢部材 (スプリングなど) により、傾倒角度に応じて中立位置に向かう付勢力 (復元力、操作反力) が作用するように構成されており、操作力が作用しない状態、すなわち、利用者の手がジョイスティック 8 3 から離れた状態では、中立位置に自己復帰する。ジョイスティック 8 3 の操作による左右のモータユニット 4 0 (4 0 L , 4 0 R) の制御については後述する。

30

【 0 0 1 6 】

上部フレーム 2 2 (側部フレーム) の屈曲部から前方に突出した枢支部 2 7 には、シート 7 (シートクッション) のサポートフレーム 7 1 が、車幅方向の軸 7 a で枢支される一方、サポートフレーム 7 1 の下端は、連結部 7 b (スロット) を介して前側ベース 2 5 (ピン) に回動可能かつ摺動可能に連結されている。

40

【 0 0 1 7 】

上記構成により、図中実線で示される乗車モード (1) から、着座位置にあるシート 7 を、図中 2 点鎖線で示されるように前下方に回動させて折畳み位置 (7) に移動させると、それに連動して前側ベース 2 5 が後方にスライドし、移動ベース 2 1 が短縮され、利用者がリアハンドル 3 を把持して起立歩行しながら操作できる歩行補助車モード (1) となる。

【 0 0 1 8 】

逆に、歩行補助車モード (1) から、折畳み位置にあるシート (7) を後上方に回動させて着座位置 7 に移動させると、前側ベース 2 5 が前方にスライドし、移動ベース 2

50

1が伸長され乗車モード(1)となる。この状態で、トレイ24bの前方に移動した前側ベース25の上面25bは、搭乗者のフットレストとして利用可能になる。

【0019】

なお、移動ベース21の内部には、前側ベース25を伸長位置および短縮位置のそれぞれにおいてロックするロック機構(スプリングなどの付勢部材で付勢されたロックピンなど)が設けられるとともに、各位置でのロック状態を検知する車両状態検知センサ28(メカニカルスイッチなど)が付設されている。さらに、伸長位置および短縮位置のそれぞれにおいて中間位置方向(解除方向)に付勢する付勢部材(スプリングなど)が設けられ、サポートフレーム71の上端部には、ロック機構とボデーケーブルを介して連結された解除タグ26が設けられている。

10

【0020】

これにより、伸長位置および短縮位置のそれぞれにおいて解除タグ26を引いてロック機構を解除すると、付勢部材の付勢により車体2は中間位置となり、この状態から、付勢部材の付勢に抗してシート7(サポートフレーム71)を中間位置から前方または後方に回動すると、前側ベース25の伸長位置および短縮位置でロック機構がロックされるように構成されている。

【0021】

図2は、電動車両1の制御系統を示すブロック図であり、電動車両1は、左右のモータユニット40(40L, 40R)に電力を供給するバッテリー9、左右のモータユニット40(40L, 40R)の制御を行う制御部10を備え、制御部10は、車両状態検知センサ28に検知される各位置でのロック状態において、乗車モード(1)、歩行補助車モード(1)のそれぞれに対応する制御を実施するインターロック機能を備えている。

20

【0022】

乗車モード(1)では、把持センサ30は無効になり、制御部10は、走行許可スイッチ84がオン操作された場合に、乗車モード操作部8を構成するジョイスティック83の操作(操作量、操作方向)により、後述の制御マップに基づいて左右のモータユニット40(40L, 40R)を速度制御し、電動車両1の前進、後退、旋回、制動停止を含む運転操作を行えるようになっている。なお、傾斜センサ20に所定閾値以上の傾斜が検知される場合は、傾斜に応じて作用する重力(負荷)を考慮して目標車両速度を補正する。

【0023】

一方、歩行補助車モード(1)では、乗車モード操作部8は無効になり、制御部10は、傾斜センサ20、左右の回転速度センサ43などの検知情報と所定の制御マップに基づいて、左右のモータユニット40(40L, 40R)のトルク制御を実行する。なお、傾斜センサ20に所定閾値以上の傾斜が検知される場合は、傾斜に応じて作用する重力(負荷)を相殺する補償トルクをトルク指令値に重畳する。把持センサ30は、利用者によるリアハンドル3の把持(ハンズオン/オフ)のみを検知し、モータユニット40のトルク制御には関与しない。

30

【0024】

制御部10は、上記各モードにおける制御を実行するためのプログラムやデータを記憶したROM、演算処理結果を一時記憶するRAM、演算処理を行うCPUなどからなるコンピュータ(マイコン)、左右のモータ41の駆動回路(モータドライバ)、バッテリー9の電力をオン/オフするリレーを含む電源回路などで構成されている。

40

【0025】

左右のモータユニット40(40L, 40R)は、それぞれ、モータ41と、モータ41のロータをロックする電磁ブレーキ42と、モータ41の回転位置を検知する回転位置センサ(43)とを備えており、モータ41の駆動軸は不図示の減速ギアを介して駆動輪4(4L, 4R)に動力伝達可能に接続されている。

【0026】

左右のモータ41は、回転位置センサ(43)で検出されるロータの位相に合わせて駆動回路で各相コイルの電流をスイッチングするブラシレスDCモータからなり、乗車モー

50

ド(1)では、回転位置センサ(ホールセンサ)を電動車両1の実速度を検知する車速センサ(43)として利用し、歩行補助車モード(1)では、回転位置センサを回転速度センサ43として利用するようにしている。

【0027】

また、左右のモータ41の駆動回路はコイル電流を検出する電流センサを備えている。このコイル電流は左右のモータ41のトルクに対応しており、制御部10は、PWM制御(パルス幅変調制御)などでコイル電流を制御することにより左右のモータ41のトルク制御を実行する。

【0028】

電磁ブレーキ42は、無励磁状態でモータ41の駆動軸をロックし、励磁状態でロック解除する負作動型電磁ブレーキが好適である。負作動型電磁ブレーキとすることで、キーオフ時や停止中に電力を消費せずに確実に電動車両1を停止させることができる。

10

【0029】

一方、緊急時や非常時、例えば、モータ41の動力を使用せずに電動車両1を移動させたい場合や、バッテリー残量低下による走行不能時に、電磁ブレーキ42のロックを解除して電動車両1を移動できるように、電磁ブレーキ42の強制解除手段として、電磁ブレーキ解除スイッチ34が設けられている。電磁ブレーキ解除スイッチ34は、リアハンドル3の把持部に隣接して設けられるが、把持センサ30の把持検知とは無関係に操作可能である。

【0030】

20

傾斜センサ20は、車体2の移動ベース21(後側ベース24)の内部に搭載された制御部10の回路基板上に実装されており、車体2の前後方向傾斜(ピッチ角P)および横方向傾斜(ロール角R)を検知する2軸傾斜センサまたは加速度センサ、あるいは、それと角加速度センサ(ジャイロセンサ)を一体化した多軸慣性センサを利用可能である。

【0031】

(乗車モードにおける走行制御)

以上のように構成された電動車両1は、乗車モード(1)では、利用者によるジョイスティック83の操作(操作量、操作方向)に基づいて、左右のモータ41(40L, 40R)の回転速度が制御されるが、ジョイスティック83の操作位置から左右のモータ41(40L, 40R)の目標回転速度が直ちに決定されるのではなく、傾斜センサ20に検出されるピッチ角Pとロール角Rを考慮した傾斜度に応じて、ジョイスティック83の操作位置に基づく目標車両速度(直進速度)と、ジョイスティック83の操作位置の左右方向成分に基づく目標車両角速度が別々に算出され、それらに基づいて、左右駆動輪4(4L, 4R)の回転速度に対応する左右のモータ41(40L, 40R)の目標回転速度が算出される。

30

【0032】

傾斜度は、例えば、次式1により求められる。

$$(式1) \quad = |P| + |R|$$

【0033】

歩道の走行を前提としている電動車両1は、登坂路を走路の方向に沿って走行する場合以外に、傾斜面内での方向変換や旋回する場合もある。このような場合には、車体2の進退方向の傾斜(ピッチ角P)だけでなく、幅方向の傾斜(ロール角R)も車両の挙動に影響を与える。

40

【0034】

特に、傾斜面を斜方向に登坂する場合や、傾斜面内で上り旋回するような場合には、傾斜面を直登する場合に比べてピッチ角Pは小さくなるが、左右モータ41(40L, 40R)への負担や、利用者の姿勢に対する負担はロール角の分だけ大きくなる。同様に、傾斜面を斜方向に降坂する場合や傾斜面内で下り旋回するような場合にも、傾斜面を直降する場合に比べてピッチ角Pは小さくなるが、左右モータ41(40L, 40R)への負担は大きくなり、利用者に対して車両の挙動が急に感じられる。

50

【 0 0 3 5 】

そのため、路面傾斜がある場合、特に、車体 2 の進退方向の傾斜（ピッチ角 P ）に加えて幅方向の傾斜（ロール角 R ）があるような場合に、平坦路と同じ目標車両速度、目標車両角速度に従って制御すると、利用者への負担はもちろん、左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）への負担も大きくなる。

【 0 0 3 6 】

このような傾斜面に対する車両 1 の進行方向を考慮した傾斜を評価するにあたり、上式 1 のような加算式として傾斜度 を求めることで、実状に合った路面傾斜および車体傾斜の指標が得られることが走行試験から確認されている。

【 0 0 3 7 】

以下、傾斜度 に応じて目標車両速度や目標車両角速度を変更する制御（以下、ラムダ制御という）の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 3 8 】

（第 1 実施形態）

図 3 は、傾斜度 を考慮した第 1 実施形態に係る左右モータ制御を示すブロック線図であり、図示のように、目標車両速度算出ブロック 1 1 0 には、ジョイスティック 8 3 の前後方向入力だけでなく、左右方向入力も利用され、さらに傾斜度 も考慮され、これにより、路面傾斜と車両の進行方向に応じて、旋回時に直進走行時と異なる速度制御、例えば、減速走行を特に意識しなくても実行できる。

【 0 0 3 9 】

また、目標車両角速度算出ブロック 1 2 0 には、ジョイスティック 8 3 の左右方向入力と傾斜度 だけでなく、操作時の車両実速度も反映され、これにより、路面傾斜と電動車両 1 の走行速度に応じて旋回特性を変化させることができる。

【 0 0 4 0 】

図 3 のブロック線図において、目標車両速度算出ブロック 1 1 0 で算出された目標車両速度 v に対応する左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の目標回転速度と、目標車両角速度算出ブロック 1 2 0 で算出された目標車両角速度 に対応する左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の目標回転速度差に基づいて、左右モータ目標回転速度算出ブロック 1 3 0 にて左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の目標回転速度が算出される。

【 0 0 4 1 】

さらに、左右モータ要求トルク算出ブロック 1 5 0 では、左右の回転速度センサ 4 3 に検知される左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の実回転速度と、左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の目標回転速度に基づいて、左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の実回転速度を目標回転速度に追従させるフィードバック制御（例えば PID 制御）により左右モータ要求トルクが算出され、それに基づいて左右モータ 4 1（4 0 L, 4 0 R）の電流制御が実行される。

【 0 0 4 2 】

また、傾斜センサ 2 0 に所定閾値以上の車体傾斜（ピッチ角 P 、ロール角 R ）が検知される場合は、補償トルク算出ブロック 1 4 0 で、ピッチ角 P に応じて作用する登坂 / 降坂負荷、および / または、ロール角 R に応じて作用する横方向負荷を補償する方向の補償トルクが算出され、左右モータ要求トルク算出ブロック 1 5 0 で算出される左右モータ要求トルクに重畳される。

【 0 0 4 3 】

（目標車両速度マップ）

図 6 は、ジョイスティック操作による目標車両速度算出（1 1 0）のための目標車両速度マップを示しており、図中の前後操作量および左右操作量における実線は傾斜度 = 0（傾斜ゼロ）の場合の目標車両速度マップ、破線は傾斜度 = m （設定最大傾斜度）の場合の目標車両速度マップを示している。

【 0 0 4 4 】

これらの目標車両速度マップは、制御部 1 0 の ROM エリアにルックアップテーブルと

10

20

30

40

50

して格納されており、先述した式 1 で与えられる傾斜度 θ が、実質的に平坦地と見做せる 0 度ないしは所定閾値 θ_1 (例えば 3 度) 未満の場合は、傾斜度 $\theta = 0$ の目標車両速度マップが適用され、傾斜度 θ が設定最大傾斜度以上の場合は、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両速度マップが適用される。

【 0 0 4 5 】

また、傾斜度 θ が、所定閾値 θ_1 以上かつ設定最大傾斜度 m 未満の場合は、次式 2 のような比例配分のための換算式を用いて、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両速度マップに基づく出力値 X_0 と、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両速度マップに基づく出力値 X_m から算出する。

$$(式 2) \quad X = X_0 + (\theta - \theta_1) * (X_m - X_0) / (m - \theta_1)$$

10

【 0 0 4 6 】

図 6 において、基本となる傾斜度 $\theta = 0$ の目標車両速度マップでは、ジョイスティック 8 3 の操作位置が、操作範囲内の前端を含む前方領域 F 1 にある場合は目標前進速度 v_a が指定され、後端を含む後方領域 B 1 にある場合は目標後進速度 v_b が指定される。また、ジョイスティック 8 3 の操作位置が、左右側端を含む左右側領域 F 2 にある場合は目標前進速度 v_c が指定され、中心 (中立位置) を含む中央領域 n にある場合は停止 (目標速度ゼロ) が指定される。

【 0 0 4 7 】

図 6 中右側および下側のマップに示すように、前方領域 F 1 における目標前進速度 v_a は、左右側領域 F 2 における目標前進速度 v_c よりも大きく、左右側領域 F 2 における目標前進速度 v_c は、後方領域 B 1 における目標後進速度 v_b より大きい (または等しい) 絶対値を有する。例えば、傾斜度 $\theta = 0$ のマップでは、目標前進速度 v_a は、3 ~ 5 km/h、目標前進速度 v_c は、1 ~ 2 km/h、目標後進速度 v_b は 1 km/h とすることができる。

20

【 0 0 4 8 】

さらに、図 6 において、中央領域 n と前方領域 F 1 の間、および、中央領域 n と左右側領域 F 2 の間には、中央領域 n から前方領域 F 1 および左右側領域 F 2 に向かい目標前進速度が増加する遷移領域 F 3、F 4 が設けられ、中央領域 n と後方領域 B 1 の間には、中央領域 n から後方領域 B 1 に向かい目標後進速度が増加する遷移領域 B 2 が設けられており、ジョイスティック 8 3 の操作位置が、遷移領域 F 3、遷移領域 B 2 にある場合は、中間的な目標前進速度、中間的な目標後進速度が指定される。

30

【 0 0 4 9 】

したがって、ジョイスティック 8 3 が、前方領域 F 1 (およびその遷移領域 F 3) に操作される場合だけでなく、左右側領域 F 2 (およびその遷移領域 F 4) に操作される場合にも目標前進速度 v_c が指定され、後述の目標車両角速度算出 1 2 0 ブロックからの目標車両角速度 ω が入力されても前進回転が出力されるようになっている。

【 0 0 5 0 】

これは、オムニホイールからなる自在輪 5 では、横移動はローラ 5 0 の回転によってなされ、直進走行時に比べて始動性能および段差走破性能が低くなるので、直感的な旋回操作でその場旋回 (スピターン) にならないようにして、システムへの負荷を軽減するためである。但し、ジョイスティック 8 3 が、斜後方 F B に操作された場合には、左右側領域 F 2 と後方領域 B 1 の間で目標速度ゼロとなり、室内やエレベータホールのような狭い場所で、その場旋回 (スピターン) も可能である。

40

【 0 0 5 1 】

図 6 において破線で示される傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両速度マップでは、ジョイスティック 8 3 の操作位置が前方領域 F 1 にある場合の目標前進速度 v_{am} 、および左右側領域 F 2 にある場合の目標前進速度 v_{cm} は、傾斜度 $\theta = 0$ の場合と比較して小さい値が指定される。

【 0 0 5 2 】

例えば、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両速度マップでは、目標前進速度 v_{am} は、2

50

～ 3 km/h、目標前進速度 v_{cm} は、0.5～1 km/h とすることができるが、ジョイスティック 83 の操作位置が後方領域 B1 にある場合の目標後進速度 v_b は、傾斜度 = 0 の場合と同じ値（例えば 1 km/h）で構わない。

【0053】

以上述べたように、傾斜度 θ に応じて目標前進速度 $v_a \sim v_{am}$ 、 $v_c \sim v_{cm}$ を変化させるラムダ制御により、傾斜走行時には目標前進速度が相対的に小さい値に設定され、車両 1 の挙動による利用者への負担が低減されるとともに、左右モータ 41（40L, 40R）への負荷（要求スペック）が軽減される利点がある。

【0054】

（目標車両角速度マップ）

次に、図 7 は、ジョイスティック操作による目標車両角速度算出（120）のための目標車両角速度マップを示しており、目標車両角速度マップは、実速度が低速度域または速度ゼロである場合の目標車両角速度を規定する低速度用目標車両角速度マップ（a）と、実速度が車両の設定速度域内の最高速度または所定の高速度域にある場合の目標車両角速度を規定する高速度用目標車両角速度マップ（b）とを含む。

【0055】

これらの目標車両角速度マップ（a）（b）も、それぞれ、傾斜度 $\theta = 0$ （傾斜ゼロ）の場合の目標車両角速度マップ（実線）と傾斜度 $\theta = m$ （設定最大傾斜度）の場合の目標車両角速度マップ（破線）を含み、何れも制御部 10 の ROM エリアにルックアップテーブルとして格納されている。

【0056】

また、先述した式 1 で与えられる傾斜度 θ が、実質的に平坦地と見做せる 0 度ないしは所定閾値 θ_1 （例えば 3 度）未満の場合は、傾斜度 $\theta = 0$ の目標車両角速度マップが適用され、傾斜度 θ が設定最大傾斜度 m （例えば 10 度）以上の場合は、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両角速度マップが適用され、さらに、傾斜度 θ が、所定閾値 θ_1 以上かつ設定最大傾斜度 m 未満の場合は、先述した式 2 の換算式を用いて、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両角速度マップに基づく出力値 X_0 と、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両角速度マップに基づく出力値 X_m から算出される。

【0057】

図 7 において実線で示される、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の低速度用目標車両角速度マップ（a）は、ジョイスティック 83 の操作位置が、操作範囲内の左右側端を含む左右側領域 T1 にある場合は目標車両角速度 ω_1 が指定され、中心（中立位置）を含む中央領域 n1 にある場合は、目標車両角速度ゼロが指定される。中央領域 n1 と左右側領域 T1 の間には、中央領域 n1 から左右側領域 T1 に向かい目標車両角速度 ω が漸次増加する遷移領域 T3 が設けられている。

【0058】

傾斜度 $\theta = 0$ の場合の高速度用目標車両角速度マップ（b）も同様に、ジョイスティック 83 の操作位置が、操作範囲内の左右側端を含む左右側領域 T2 にある場合は目標車両角速度 ω_2 が指定され、中心（中立位置）を含む中央領域 n2 にある場合は、目標車両角速度ゼロが指定される。中央領域 n2 と左右側領域 T2 の間には、中央領域 n2 から左右側領域 T2 に向かい目標車両角速度 ω が漸次増加する遷移領域 T4 が設けられている。

【0059】

ここで、高速度用目標車両角速度マップ（b）の左右側領域 T2 における最大目標車両角速度 ω_2 は、低速度用目標車両角速度マップ（a）の左右側領域 T1 における最大目標車両角速度 ω_1 より大きく、かつ、高速度用目標車両角速度マップ（b）の中央領域 n2 は、低速度用目標車両角速度マップ（a）の中央領域 n1 よりも狭くなっており、高速度用目標車両角速度マップ（b）の遷移領域 T4 は、低速度用目標車両角速度マップ（a）の遷移領域 T3 よりも広がっている。

【0060】

好適な実施形態では、低速度用目標車両角速度マップ（a）は車両の実速度が実質的に

10

20

30

40

50

ゼロと見做せる 0.5 km/h 以下の場合に対応し、高速度用目標車両角速度マップ (b) は車両の実速度が 4.5 km/h の場合に対応しており、傾斜度 = 0 の場合の低速度用目標車両角速度マップ (a) の左右側領域 T1 における最大目標車両角速度 ω_1 は、 60 度/秒 (1.05 rad/s)、傾斜度 = 0 の場合の高速度用目標車両角速度マップ (b) の左右側領域 T2 における最大目標車両角速度 ω_2 は、 90 度/秒 (1.57 rad/s) ~ 120 度/秒 (2.09 rad/s) である。

【0061】

図7において破線で示される傾斜度 = m の場合、ジョイスティック83の操作位置が左右側領域 T1 にある場合の低速度用目標車両角速度マップ (a) の目標車両角速度 $\omega_1 m$ 、および、高速度用目標車両角速度マップ (b) の目標車両角速度 $\omega_2 m$ は、何れも傾斜度 = 0 の場合と比較して小さい値が指定される。例えば、傾斜度 = m の場合の目標車両角速度 $\omega_1 m$ は、 30 度/秒 (0.52 rad/s)、目標車両角速度 $\omega_2 m$ は、 60 度/秒 (1.05 rad/s) が指定される。

10

【0062】

なお、左右側領域 T2 と中央領域 n2 の間に、ジョイスティック83の操作位置に応じて目標車両角速度が連続的に変化する遷移領域 T4 を設定する代わりに、中間的な目標車両角速度、例えば、 90 度/秒 (1.57 rad/s) の領域を設定するようにしても良い。

【0063】

制御部10は、回転速度センサ43に検出される左右のモータユニット40 (40L, 40R) の実回転速度に基づいて、電動車両1の実速度を算出し、車両実速度と傾斜度に応じて低速度用目標車両角速度マップ (a) または高速度用目標車両角速度マップ (b) を選択的に適用するか、または、実速度が、低速度域と高速度域の中間の速度域にある場合は、低速度用目標車両角速度マップ (a) と高速度用目標車両角速度マップ (b) から当該実速度と傾斜度 に対応する目標車両角速度を算出する。

20

【0064】

例えば、第1、第2の2段階の速度閾値を設定し、低速度用目標車両角速度マップ (a) の適用中に、実速度が低速度域から第2の速度閾値 (例えば 2.5 km/h) 以上となった場合は高速度用目標車両角速度マップ (b) に切り替え、高速度用目標車両角速度マップ (b) の適用時には、実速度が第2の速度閾値よりも小さい第1の速度閾値 (例えば 1.5 km/h) 未満となった場合は低速度用目標車両角速度マップ (a) に切り替えるようにすれば、マップの切替頻度を低減して安定的な制御を行える。

30

【0065】

また、低速度用目標車両角速度マップ (a) と高速度用目標車両角速度マップ (b) から実速度に対応する目標車両角速度を算出する場合は、高速度用目標車両角速度マップ (b) に対応する実速度に対する現在の実速度の比率に応じて、低速度用目標車両角速度マップ (a) と高速度用目標車両角速度マップ (b) の目標車両角速度指定値を比例配分するような目標車両角速度を指定するようにしても良い。

【0066】

上記のような低速度用目標車両角速度マップ (a) と高速度用目標車両角速度マップ (b) を実速度と傾斜度 に応じて適用する構成により、以下のような旋回特性が得られる。

40

【0067】

すなわち、電動車両1が実質的に停止状態 (実速度が低速度域または速度ゼロ) にある場合には、ジョイスティック83の中立位置の左右両側に比較的広い中央領域 n1 (不感帯) が設定され、利用者がこの範囲でジョイスティック83を左右に操作しても電動車両1は動き出さない。これにより、先述したように実質的な停止状態から直ちに旋回動作に移行するのを回避し、利用者が明確な意図をもってジョイスティック83を左右側領域 T1 まで操作した場合にのみ前進旋回が開始される。

【0068】

一方、利用者がジョイスティック83を前方に操作して前進走行中の場合など、電動車

50

両 1 の実速度が高速度領域にある場合は、中立位置の左右両側近傍に遷移領域 T 4 が設定され、利用者がジョイスティック 8 3 を前傾位置から左右に操作することで、進路を微調整しながら所望の方向に走行でき、かつ、電動車両 1 の直進速度に相応した操向性能が得られる。

【 0 0 6 9 】

また、傾斜度 θ に応じて目標車両角速度 $\omega_1 \sim \omega_2$ 、 $r_1 \sim r_2$ を変化させるラムダ制御により、傾斜走行時には目標車両角速度が相対的に小さい値に設定され、車両 1 の旋回挙動による利用者への負担が低減されるとともに、左右モータ 4 1 (4 0 L , 4 0 R) への負荷 (要求スペック) が軽減される利点がある。

【 0 0 7 0 】

(第 2 実施形態)

以上述べた第 1 実施形態では、傾斜度 θ に応じて目標車両速度 v および目標車両角速度 ω を変化させる場合を示したが、それらに加えて、傾斜度 θ に応じて目標車両加速度 a および目標車両角加速度 α を変化させることで、電動車両 1 の挙動をさらに最適化することができる。

【 0 0 7 1 】

図 4 は、傾斜度 θ を考慮した第 2 実施形態に係る左右モータ制御を示すブロック線図であり、図 3 に示した第 1 実施形態のブロック線図に対して、目標車両加速度算出ブロック 1 1 1 および目標車両角加速度算出ブロック 1 2 1 が追加されている。

【 0 0 7 2 】

目標車両加速度算出ブロック 1 1 1 には、目標車両速度算出ブロック 1 1 0 で算出された目標車両速度 v と車両実速度および傾斜度 θ が入力され、車両実速度と目標車両速度 v の偏差と傾斜度 θ に応じて目標車両加速度 a が算出される。この目標車両加速度 a は、ジョイスティック 8 3 の前後左右入力と傾斜度 θ により与えられる目標車両速度 v に車両実速度を追従させる制御における速度変化率であり、速度制御の感度に対応する。

【 0 0 7 3 】

一方、目標車両角加速度算出ブロック 1 2 1 には、目標車両角速度算出ブロック 1 2 0 で算出された目標車両角速度 ω および傾斜度 θ が入力され、目標車両角速度 ω に対応する左右モータ 4 1 (4 0 L , 4 0 R) の目標回転速度差と、回転速度センサ 4 3 に検知される左右モータ 4 1 (4 0 L , 4 0 R) の実回転速度差との偏差と傾斜度 θ に応じて目標車両角加速度 α が算出される。この目標車両角加速度 α は、ジョイスティック 8 3 の左右入力と車両実速度および傾斜度 θ により与えられる目標車両角速度 ω に対応する左右モータ 4 1 (4 0 L , 4 0 R) の目標回転速度差に、実回転速度差を追従させる制御における角速度変化率であり、旋回制御の感度に対応する。

【 0 0 7 4 】

したがって、図 4 に示す第 2 実施形態のブロック線図では、傾斜度 θ に応じて目標車両速度 v および目標車両角速度 ω を変化させるラムダ制御において、速度制御および旋回制御の感度すなわち応答速度を調整することができる。

【 0 0 7 5 】

(目標車両加速度マップ)

図 8 は、目標車両加速度算出 (1 1 1) のために、車両実速度 v と目標車両加速度 a の関係を規定する目標車両加速度マップを示しており、図中実線は傾斜度 $\theta = 0$ (傾斜ゼロ) の場合の目標車両加速度マップ、破線は傾斜度 $\theta = m$ (設定最大傾斜度) の場合の目標車両加速度マップを示している。

【 0 0 7 6 】

これらの目標車両加速度マップも、制御部 1 0 の ROM エリアにルックアップテーブルとして格納されており、先述した式 1 で与えられる傾斜度 θ が、実質的に平坦地と見做せる 0 度ないしは所定閾値 θ_1 (例えば 3 度) 未満の場合は、傾斜度 $\theta = 0$ の目標車両加速度マップが適用され、傾斜度 θ が設定最大傾斜度 m 以上の場合は、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両加速度マップが適用される。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

また、傾斜度 θ が、所定閾値 θ_1 以上かつ設定最大傾斜度 θ_m 未満の場合は、先述した式 2 を用いて、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両加速度マップに基づく出力値 X_0 と、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両加速度マップに基づく出力値 X_m から算出する。

【 0 0 7 8 】

図 8 に示す目標車両加速度マップは、車両実速度 v がゼロの場合に最大目標車両加速度 a_2 、 a_m が指定されるが、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両加速度 a_2 (例えば $2 \text{ km/h/s} = 0.56 \text{ m/s}^2$) に対して、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両加速度 a_m (例えば $4 \text{ km/h/s} = 1.11 \text{ m/s}^2$) が大きい値となっており、何れの場合も車両実速度 v が増すに従って目標車両加速度が小さくなり、前進方向および後進方向の高速度領域では下限値 a_1 (例えば $1 \text{ km/h/s} = 0.28 \text{ m/s}^2$) になる。

10

【 0 0 7 9 】

すなわち、速度がゼロまたは低速度域の場合には、速やかに目標車両速度 v に到達できるようにする一方、既に高速度域にて走行状態にある場合は、急激な速度変化を抑制し、走行安定性が確保されるようにしている。

【 0 0 8 0 】

また、傾斜度 θ が大きい場合は、目標車両速度算出ブロック 110 で算出される目標車両速度 v が、傾斜度 θ が小さい場合 (最大 v_a) に比べて小さく (最大 v_{am}) 設定されるので、このような目標車両速度 v による制御のみでは、傾斜度 θ が大きい場合に、ジョイスティック 83 の操作に対する車両 1 の始動が遅く感じられる。そこで、傾斜度 θ が大きい場合に、低速度域では、目標車両速度 (最大 v_{am}) を小さくする代わりに、目標車両加速度 (最大 a_m) を大きくして、速度制御の感度を上げ、平坦地と同じような操作感覚が得られるようにしている。

20

【 0 0 8 1 】

(目標車両角加速度マップ)

図 9 は、目標車両角加速度算出 (121) のために、角速度 ω と目標車両角加速度 α の関係を規定する目標車両角加速度マップを示しており、図中実線は傾斜度 $\theta = 0$ (傾斜ゼロ) の場合の目標車両角加速度マップ、破線は傾斜度 $\theta = m$ (設定最大傾斜度) の場合の目標車両角加速度マップを示している。

【 0 0 8 2 】

図 9 に示す目標車両角加速度マップは、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両角加速度 α_1 (例えば $120 \text{ 度/s}^2 = 2.09 \text{ rad/s}^2$) に対して、傾斜度 $\theta = m$ の場合に大きい目標車両角加速度 α_m (例えば $720 \text{ 度/s}^2 = 12.56 \text{ rad/s}^2$) が指定されており、傾斜度 θ が大きい場合に巡回制御の感度を上げ、平坦地と同じような操作感覚が得られるようにしている。

30

【 0 0 8 3 】

(第 3 実施形態)

以上述べた第 2 実施形態では、傾斜度 θ に応じて目標車両速度 v 、目標車両角速度 ω 、目標車両加速度 a 、および、目標車両角加速度 α を変化させる場合を示したが、図 5 に示す第 3 実施形態では、目標車両速度 v が増加傾向にある場合の目標車両加速度算出ブロック 111 とは別に、目標車両速度 v が減少傾向にある場合の目標車両減速度算出ブロック 112 を追加するとともに、目標車両角速度 ω が増加傾向にある場合の目標車両角加速度算出ブロック 121 とは別に、目標車両角速度 ω が減少傾向にある場合の目標車両角減速度算出ブロック 122 を追加し、傾斜度 θ に応じて、加速度と減速度、角加速度と角減速度を個別に設定できるようにする場合を示している。

40

【 0 0 8 4 】

図 5 において、目標車両速度算出ブロック 110 で傾斜度 θ に応じて算出された目標車両速度 v と車両実速度および傾斜度 θ は、目標車両加速度算出ブロック 111 と目標車両減速度算出ブロック 112 の両方に入力される。この際、車両実速度と目標車両速度 v の偏差がプラスの場合は、目標車両加速度算出ブロック 111 にて傾斜度 θ に応じて目標車

50

両加速度 a が算出され、車両実速度と目標車両速度 v の偏差がマイナスの場合は、目標車両減速度算出ブロック 112 にて傾斜度 θ に応じて目標車両減速度 d が算出される。

【0085】

一方、図5において、目標車両角速度算出ブロック 120 で傾斜度 θ に応じて算出された目標車両角速度 ω および傾斜度 θ は、目標車両角加速度算出ブロック 121 と目標車両角減速度算出ブロック 122 の両方に入力される。この際、目標車両角速度 ω に対応する左右モータ 41 (40L, 40R) の目標回転速度差と、回転速度センサ 43 に検知される左右モータ 41 (40L, 40R) の実回転速度差との偏差がプラスの場合は、目標車両角加速度算出ブロック 121 にて傾斜度 θ に応じて目標車両角加速度 α が算出され、目標車両角速度 ω に対応する左右モータ 41 (40L, 40R) の目標回転速度差と、回転速度センサ 43 に検知される左右モータ 41 (40L, 40R) の実回転速度差との偏差がマイナスの場合は、目標車両角減速度算出ブロック 122 にて傾斜度 θ に応じて目標車両角減速度 β が算出される。

10

【0086】

したがって、左右モータ目標回転速度算出ブロック 130 には、目標車両速度算出ブロック 110 で算出された目標車両速度 v 、目標車両角速度算出ブロック 120 で算出された目標車両角速度 ω に加えて、傾斜度 θ に応じた目標車両加速度 a または目標車両減速度 d 、傾斜度 θ に応じた目標車両角加速度 α または目標車両角減速度 β が入力され、目標車両速度 v に対応する左右モータ 41 (40L, 40R) の目標回転速度と、目標車両角速度 ω に対応する左右モータ 41 (40L, 40R) の目標回転速度差、目標車両加速度 a または目標車両減速度 d 、目標車両角加速度 α または目標車両角減速度 β に基づいて、左右モータ 41 (40L, 40R) の目標回転速度が算出される。

20

【0087】

このように、傾斜度 θ に応じた目標車両速度 v および目標車両角速度 ω からだけでなく、傾斜度 θ に応じて設定されている目標車両加速度 a または目標車両減速度 d 、目標車両角加速度 α または目標車両角減速度 β を反映して、左右モータ 41 (40L, 40R) の目標回転速度が算出され、左右モータ要求トルク算出ブロック 150 では、左右モータ 41 (40L, 40R) の実回転速度と目標回転速度の偏差に基づいて左右モータ要求トルクが算出され、左右モータ 41 (40L, 40R) の電流制御が実行される。

【0088】

30

(目標車両減速度マップ)

図10は、目標車両減速度算出(112)のために、車両実速度 v と目標車両減速度 d の関係を規定する目標車両減速度マップを示しており、図中実線は傾斜度 $\theta = 0$ (傾斜ゼロ) の場合の目標車両減速度マップ、破線は傾斜度 $\theta = m$ (設定最大傾斜度) の場合の目標車両減速度マップを示している。

【0089】

これらの目標車両減速度マップも、制御部 10 の ROM エリアにルックアップテーブルとして格納されており、傾斜度 θ が、実質的に平坦地と見做せる 0 度ないしは所定閾値 θ_1 (例えば 3 度) 未満の場合は、傾斜度 $\theta = 0$ の目標車両減速度マップが適用され、傾斜度 θ が設定最大傾斜度以上の場合は、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両減速度マップが適用され、また、傾斜度 θ が、所定閾値 θ_1 以上かつ設定最大傾斜度 m 未満の場合は、先述した式 2 を用いて算出する。

40

【0090】

図10に示す目標車両減速度マップは、前進方向の車両実速度 v が高速度域(例えば 4 km/h 以上)にある場合に前進時の最大目標車両減速度 d_a 、 d_m が指定されるが、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両減速度 d_a (例えば 5 km/h/s = 1.39 m/s²) に対して、傾斜度 $\theta = m$ の場合の目標車両減速度 d_m (例えば 4 km/h/s = 1.11 m/s²) は小さい値となっている。これにより、傾斜度 θ が大きい場合に急減速にならないようにしている。

【0091】

50

一方、後進方向の車両実速度 v が高速度域（例えば -1 km/h ）にある場合に後進時の最大目標車両減速度 d_b （例えば $7 \text{ km/h/s} = 1.94 \text{ m/s}^2$ ）が指定されるが、後進時には傾斜度 θ に応じた目標車両減速度 d の変更はない。後進方向では走行速度の絶対値が低速度に抑えられているため、目標車両減速度は平坦路と同様に設定されても急減速とはならず、確実な停車を優先する。

【0092】

なお、前進時、後進時ともに車両実速度 v が減少するに従って目標車両減速度 d が小さくなり、速度ゼロないし低速度域では下限値 d_1 （例えば $1 \text{ km/h/s} = 0.28 \text{ m/s}^2$ ）になる。

【0093】

（目標車両角減速度マップ）

図11は、目標車両角減速度算出（122）のために、角速度 ω と目標車両角減速度 $\dot{\omega}$ の関係を規定する目標車両角減速度マップを示しており、図中実線は傾斜度 $\theta = 0$ （傾斜ゼロ）の場合の目標車両角減速度マップ、破線は傾斜度 $\theta = m$ （設定最大傾斜度）の場合の目標車両角減速度マップを示している。

【0094】

図11に示す目標車両角減速度マップは、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の目標車両角減速度 $\dot{\omega}_0$ （例えば $480 \text{ 度/s}^2 = 8.38 \text{ rad/s}^2$ ）に対して、傾斜度 $\theta = m$ の場合に大きい目標車両角減速度 $\dot{\omega}_m$ （例えば $1800 \text{ 度/s}^2 = 31.4 \text{ rad/s}^2$ ）が指定されており、傾斜度 θ が大きい場合にも慣性モーメントに抗して確実に旋回停止できるようにしている。

【0095】

（乗車モードにおける急停止制御）

以上の各実施形態では、基本的な目標車両速度マップ（図6）と目標車両角速度マップ（図7）に基づくジョイスティック83の通常操作時の制御について述べたが、ジョイスティック83を前方に操作して所定閾値 v_{a1} （例えば 0.5 km/h ）以上の車速で前進走行または前進旋回走行している状態で、ジョイスティック83が後方に反転操作された場合は、左右の方向成分に拘わらず急停止制御が実行される。

【0096】

すなわち、図5に示すブロック線図において、目標車両速度算出ブロック110および目標車両角速度算出ブロック120へのジョイスティック入力は無視され、目標車両速度 v および目標車両角速度 ω はゼロに設定され、車両急停止減速度算出ブロック113に入力される車両実速度と傾斜度 θ に基づいて目標車両急減速度 d が算出される。

【0097】

図12は、目標車両急減速度算出（113）のために、車両実速度 v と目標車両急減速度 d の関係を規定する目標車両急減速度マップを示しており、図中実線は傾斜度 $\theta = 0$ （傾斜ゼロ）の場合の目標車両急減速度マップ、破線は傾斜度 $\theta = m$ （設定最大傾斜度）の場合の目標車両急減速度マップを示している。

【0098】

図12に示すように、急停止制御時には、急停止制御開始時の車両実速度 v に応じて、通常制御時（図10）に比べて十分大きい最大目標車両急減速度 d_a 、 d_m から、急停止制御の車速閾値 v_{a1} における目標車両急減速度 d_1 まで、可及的短時間に確実に制動停止できるように目標車両急減速度が設定される。

【0099】

ここで、傾斜度 $\theta = 0$ の場合の最大目標車両急減速度 d_a （例えば $15 \text{ km/h/s} = 4.17 \text{ m/s}^2$ ）に対して、傾斜度 $\theta = m$ の場合の最大目標車両急減速度 d_m （例えば $7 \text{ km/h/s} = 1.94 \text{ m/s}^2$ ）は小さい値となっている。

【0100】

これは、傾斜面では、既にラムダ制御が実行されて急停止制御開始時の車両実速度が平地走行時に比べて低速度域に抑えられていることに加えて、下り傾斜面では急制動により

10

20

30

40

50

利用者への負担が大きくなること、逆に上り傾斜面では平坦路に比べて大きな制動力を必要としないことによるものである。急停止制御が発動する最低車両速度 v_{a1} (例えば 0.5 km/h) における目標車両急減速度 d_1 (例えば $3 \text{ km/h/s} = 0.83 \text{ m/s}^2$) は同じ値が指定される。

【0101】

上記のように目標車両急減速度マップに従って急停止減速制御が実行され、左右のモータユニット40による回生制動が実行され、電動車両1が所定の低速度以下となった状態で、電磁ブレーキ42により左右のモータユニット40がロックされ、電動車両1は完全停止される。

【0102】

また、上記急停止制御中にジョイスティック83が前方または中立位置nに操作された場合(または自己復帰した場合)、または、急停止制御による車両停止後に所定時間(例えば4秒)が経過した場合は、急停止制御を終了し、その時のジョイスティック83の操作位置と傾斜度に基づき通常制御に移行する。

【0103】

以上詳述したように、本発明に係る電動車両1は、小型電動車両の走行に影響を及ぼす進退方向傾斜(ピッチ角P)と幅方向傾斜(ロール角R)を総合した傾斜度に応じて速度制御、加減速特性を変化させ、かつ、傾斜度と車両実速度に応じて旋回特性を変化させる制御により、ジョイスティック83の直感的な操作のみで、路面傾斜と走行状態に応じて最適化された加減速特性や旋回特性が得られ、操作の簡潔性や利便性向上に有利であるととも、車体システムやモータへの負担が軽減され、車体の軽量化や製造コスト低減に有利である。

【0104】

特に、傾斜度を考慮した目標車両速度制御(110)により、平坦路に対して傾斜度が有意な場合は、目標車両速度を低減することで、路面傾斜と車両の走行に伴う利用者への負担や、モータへの負荷を軽減できる。

【0105】

同様に、傾斜度を考慮した目標車両角速度制御(120)により、平坦路に対して傾斜度が有意な場合は、目標車両角速度を低減することで、路面傾斜と車両の旋回挙動による利用者への負担や、モータへの負荷を軽減できる。

【0106】

一方、傾斜度を考慮した目標車両加速度制御(111)により、平坦路に対して傾斜度が有意な場合は、主に低速度域における目標車両加速度を増加させることで、目標車両速度の低減に伴う加減速制御の立ち上がりの遅れを補償し、平坦路と同様の操作性が得られる。

【0107】

同様に、傾斜度を考慮した目標車両角加速度制御(121)により、平坦路に対して傾斜度が有意な場合は、目標車両角加速度を増加させることで、目標車両角速度の低減に伴う旋回制御の立ち上がりの遅れを補償し、平坦路と同様の旋回操作性が得られる。

【0108】

さらに、傾斜度を考慮した目標車両減速度制御(112)により、平坦路に対して傾斜度が有意な場合は、目標車両減速度を低減することで、路面傾斜と車両の減速挙動に伴う利用者への負担を軽減できる。

【0109】

また、傾斜度を考慮した目標車両角減速度制御(122)により、平坦路に対して傾斜度が有意な場合は、目標車両角減速度を増加させることで、傾斜面においても慣性モーメントに抗して確実かつ迅速な旋回停止が可能となり、平坦路と同様の操向性が得られる。

【0110】

以上、本発明の実施の形態について述べたが、本発明は上記実施形態に限定されるもの

10

20

30

40

50

ではなく、本発明の技術的思想に基づいてさらに各種の変形および変更が可能である。

【0111】

例えば、上記実施形態では、電動車両1が、歩行補助車モードを備える場合について述べたが、本発明は、歩行補助車モードを備えない小型電動車両や電動車いすとしても実施可能である。

【0112】

また、上記実施形態では、従動輪5としてオムニホイールを用いる場合を示したが、キャスト形式の自在輪を用いることもできる。

【符号の説明】

【0113】

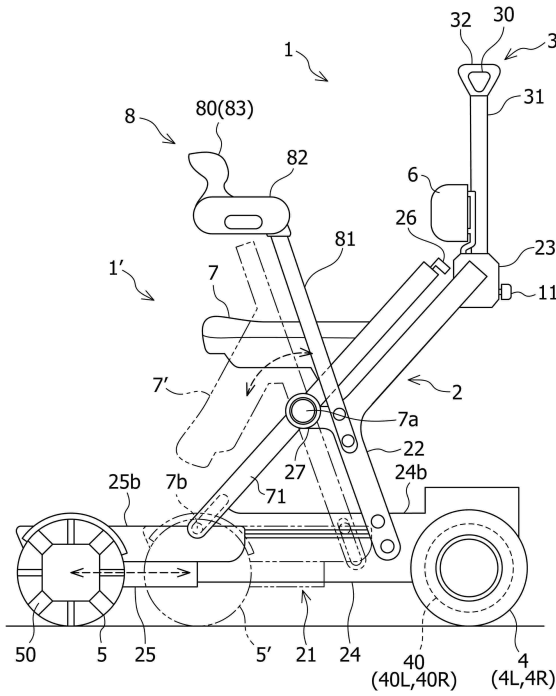
1	電動車両	
2	車体	
3	リアハンドル（歩行補助車モード操作部）	
4	駆動輪（後輪）	
5	従動輪（自在輪、前輪）	
6	シートバック	
7	シート	
8	乗車モード操作部	
9	バッテリー	
10	制御部	10
20	傾斜センサ	
21	移動ベース	
22	上部フレーム	
24	後側ベース	
25	前側ベース	
26	解除タグ	
28	車両状態検知センサ	
30	把持センサ	
34	電磁ブレーキ解除スイッチ	
40	(40L, 40R) モータユニット	30
41	左右モータ	
42	左右電磁ブレーキ	
43	左右回転速度センサ	
80	表示部	
82	アームレスト	
83	乗車モード操作部	
84	走行許可スイッチ	

40

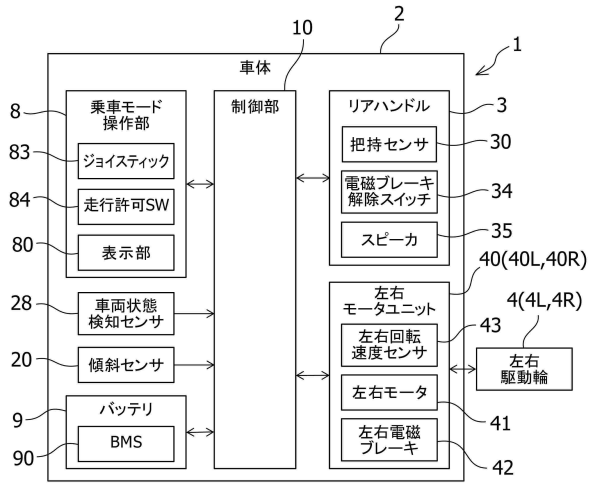
50

【 図 面 】

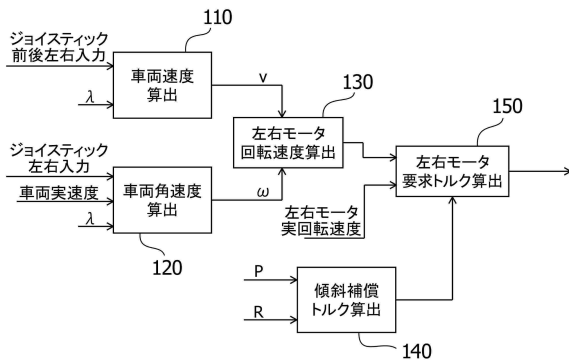
【 図 1 】



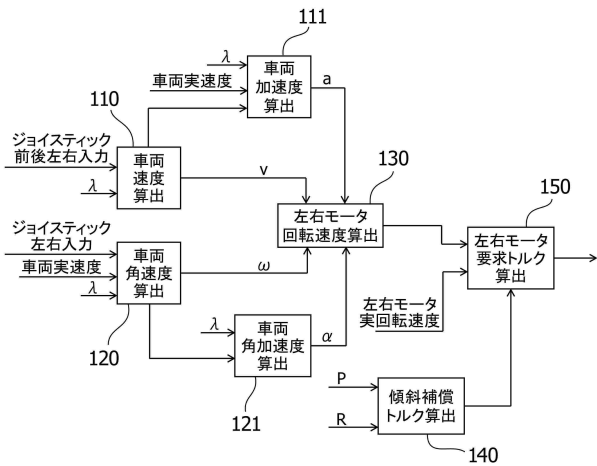
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

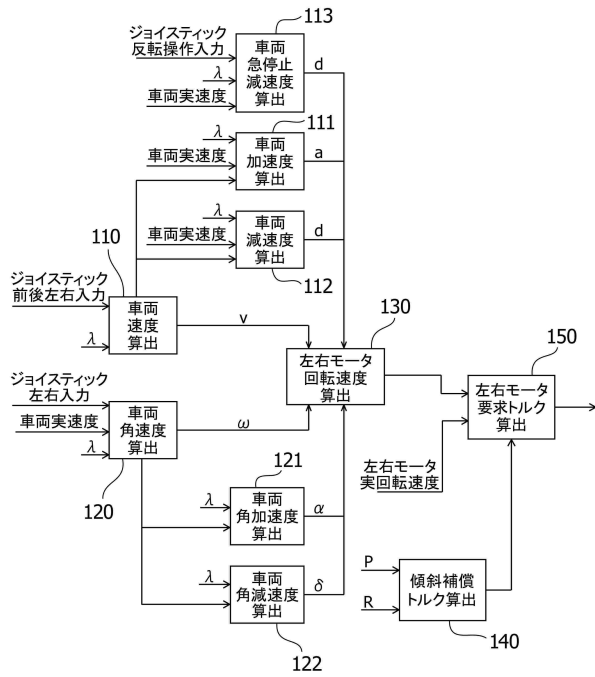
20

30

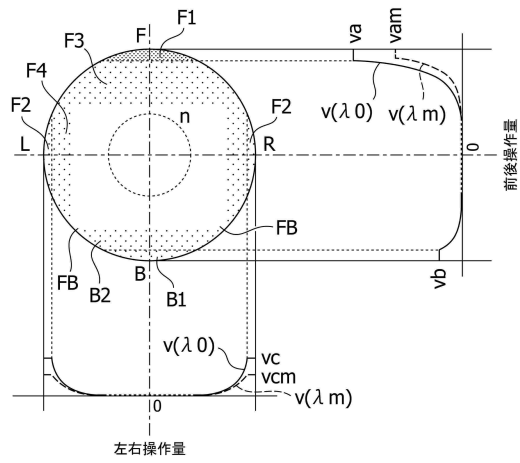
40

50

【 図 5 】



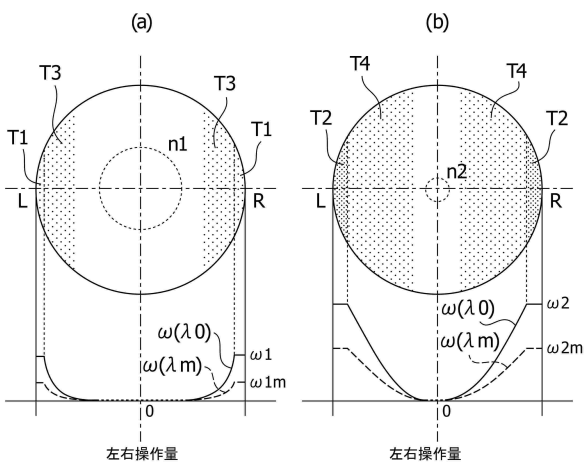
【 図 6 】



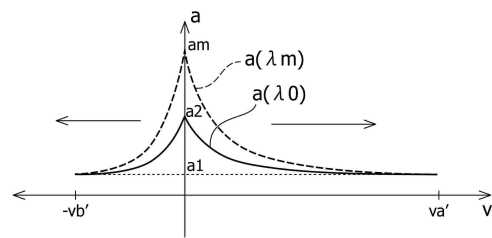
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

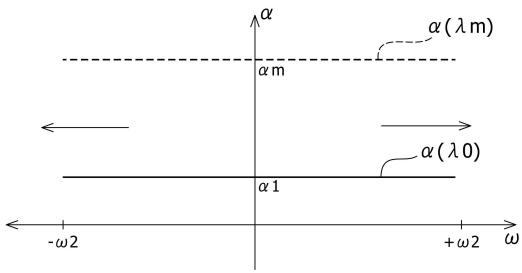


30

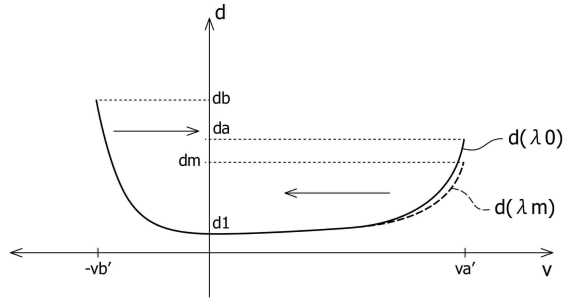
40

50

【 9 】

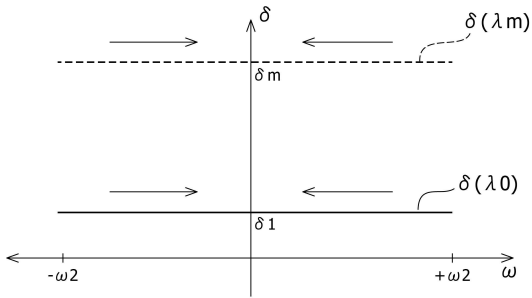


【 1 0 】

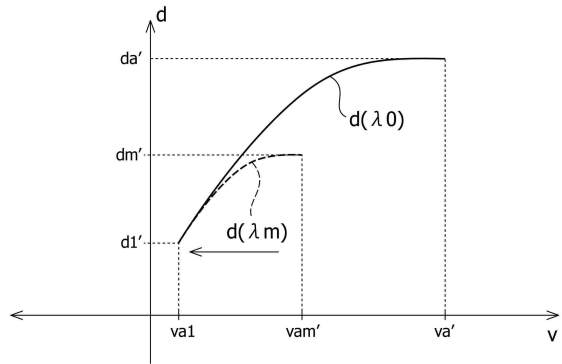


10

【 1 1 】



【 1 2 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人

有原 幸一

(72)発明者 ラージャー ゴピナート

静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズキ株式会社内

審査官 齊藤 公志郎

(56)参考文献 特開2015-024745(JP,A)

特開2013-226387(JP,A)

特開平8-308029(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61G 5/00-14

B62B 3/00-18

B60L 15/00-42