

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-166572

(P2006-166572A)

(43) 公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B60L 15/20 (2006.01)</b>	B60L 15/20	5H115
<b>H02P 5/46 (2006.01)</b>	H02P 5/46	5H572

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-353154 (P2004-353154)	(71) 出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成16年12月6日(2004.12.6)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	小林 真一 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内
		(72) 発明者	加藤 義樹 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

最終頁に続く

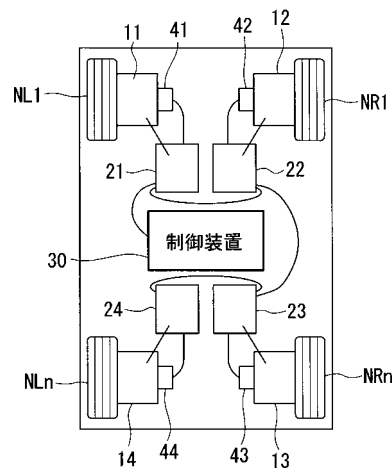
(54) 【発明の名称】 車両の制御装置及び電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 ヨーレートやすべり角速度センサを用いることなく、簡便な演算処理により車輪のトルク制御を実現する。

【解決手段】 車体に左右一対として配置される複数の車輪と、各車輪の回転数を検出する回転数センサと、車両の操舵角を検出する操舵角センサと、制御装置30とを備え、制御装置30は、各車輪の回転数、操舵角、及び、各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、各車輪がスリップしているか否かを判定し、スリップしている車輪があった場合に、スリップしている車輪と対となって配置された車輪及びスリップしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを低減させる。

【選択図】 図1



11, 12, 13, 14 : モーター  
21, 22, 23, 24 : モーター駆動部  
41, 42, 43, 44 : 回転センサ

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車体に左右一対として配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、

前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、

前記車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記各車輪の回転数、前記操舵角、及び、前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスリップしているか否かを判定するスリップ判定手段と、

スリップしている前記車輪があった場合に、前記スリップしている車輪と対となって配置された前記車輪及びスリップしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを低減させるトルク制御手段と

を具備する車両の制御装置。

10

## 【請求項 2】

車体に左右一対として配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、

前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、

前記操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、

前記各車輪の回転数、前記操舵トルク、及び、前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスリップしているか否かを判定するスリップ判定手段と、

スリップしている前記車輪があった場合に、前記スリップしている車輪と対となって配置された前記車輪及びスリップしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを低減させるトルク制御手段と

を具備する車両の制御装置。

20

## 【請求項 3】

前記スリップ判定手段は、

前記各車輪の回転数に基づいて、各車輪の速度を算出する速度算出手段と、

前記全ての車輪の平均速度を算出する平均速度算出手段と、

前記各車輪について、前記各車輪の速度と前記平均速度との差分を算出する差分算出手段と、

前記各車輪について、前記差分を微分する微分手段と

を備え、

前記各車輪について算出された前記各差分の微分値が、前記各基準トルク及び前記操舵角または操舵トルクに基づいて前記車輪毎に決定されるスリップ基準値を超えていた場合に、その車輪がスリップしていると判定する請求項 1 または請求項 2 に記載の車両の制御装置。

30

## 【請求項 4】

車体に配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、

前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、

前記車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、

前記各車輪の回転数、前記操舵角、及び前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスタックしているか否かを判定するスタック判定手段と、

スタックしている前記車輪があった場合に、前記スタックしている車輪以外の前記車輪及び前記スタックしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させるトルク制御手段と

を具備する車両の制御装置。

40

## 【請求項 5】

車体に配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、

前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、

50

操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、

前記各車輪の回転数、前記操舵トルク、及び前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスタックしているか否かを判定するスタック判定手段と、

スタックしている前記車輪があった場合に、前記スタックしている車輪以外の車輪及びスタックしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させるトルク制御手段と

を具備する車両の制御装置。

【請求項 6】

前記スタック判定手段は、

前記各車輪の回転数に基づいて、各車輪の速度を算出する速度算出手段と、

前記全ての車輪の平均速度を算出する平均速度算出手段と、

前記各車輪について、前記各車輪の速度と前記平均速度との差分を算出する差分算出手段と、

前記各車輪について、前記差分を微分する微分手段と

を備え、

前記各車輪について算出された前記各差分の微分値が、前記各基準トルク指令及び前記操舵角または操舵トルクに基づいて、前記車輪毎に決定されるスタック基準値未満であった場合に、その車輪がスタックしていると判定する請求項 4 または請求項 5 に記載の車両の制御装置。

【請求項 7】

前記トルク制御手段は、前記各車輪が前記車両の重心に及ぼす力がつりあうように、前記車輪のトルクを制御する請求項 1 から請求項 6 のいずれかの項に記載の車両の制御装置。

【請求項 8】

前記各車輪が前記車両の重心に及ぼす力は、前記各車輪と車両の重心との距離に、前記各車輪における力を乗じた値として算出され、

前記各車輪における力は、少なくとも路面との摩擦係数、車重、及び前記車輪のトルクを掛け合わせた値である請求項 7 に記載の車両の制御装置。

【請求項 9】

前記各車輪のトルクは、前記各車輪に与えられる基準トルクに、ゲインを乗じた値であり、

前記トルク制御手段が前記ゲインを変化させることにより、前記各車輪に与えるトルクを増減させる請求項 8 に記載の車両の制御装置。

【請求項 10】

前記トルク制御手段は、

前記車両が直進走行をしていない場合には、前記各車輪における力を車体の前後方向及び車幅方向に分解し、分解した各力により車両の重心に作用する力がそれぞれつりあうように、前記車輪のトルクを制御する請求項 7 から請求項 9 のいずれかの項に記載の車両の制御装置。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 のいずれかの項に記載の車両の制御装置を備えた電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車体に左右一対として配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、エンジン車については、加減速、旋回、レーンチェンジ等をスムーズに実現するために、いわゆる 4 輪操舵が開発されている。

10

20

30

40

50

しかし、4輪操舵は、若干大規模かつ複雑であるため、大きな実装スペースが必要となるという欠点がある。また、応答が遅い、故障が発生しやすいなどの問題がある。

このような問題を解消させる技術として、例えば、特開平10-210604号公報(特許文献1)には、以下のような技術が開示されている。

上記特許文献1には、左右の各駆動輪を独立に回転駆動できる電気自動車において、左右各駆動輪の走行軌跡に応じた異なるトルクを独立に制御する方法や、ヨーレートやすべり各速度の応答を目標に一致させる制御方法が開示されている。

【特許文献1】特開平10-210604号公報(第1図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

しかしながら、上記特許文献1の発明では、ヨーレートやすべり角速度センサが必要になるという問題があった。また、複雑な演算処理が必要となるという問題があった。

【0004】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、ヨーレートやすべり角速度センサを用いることなく、簡便な演算処理により車輪のトルク制御を実現することのできる車両の制御装置及び電気自動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】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

20

本発明は、車体に左右一対として配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、前記車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記各車輪の回転数、前記操舵角、及び、前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスリップしているか否かを判定するスリップ判定手段と、スリップしている前記車輪があった場合に、前記スリップしている車輪と対となって配置された前記車輪及びスリップしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを低減させるトルク制御手段とを具備する車両の制御装置を提供する。

【0006】

上記構成によれば、回転数検出手段により各車輪の回転数が検出され、操舵角検出手段により、車両の操舵角が検出され、これらの検出結果がスリップ判定手段に入力される。そして、スリップ判定手段により、各車輪の回転数、車両の操舵、及び各車輪に与えられている基準トルクに基づいて、各車輪がスリップしているか否かが判定される。この結果、スリップしている車輪があった場合には、トルク制御手段により、そのスリップしている車輪及びその車輪と対となって配置された車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクが低減される。

30

このように、回転数、操舵角、及び基準トルクに基づいて、スリップが発生しているか否かを判定し、この判定結果に応じて、各車輪に与えるトルク指令を決定するので、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、車両の安定走行を容易に実現させることが可能となる。

40

【0007】

本発明は、車体に左右一対として配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、前記操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、前記各車輪の回転数、前記操舵トルク、及び、前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスリップしているか否かを判定するスリップ判定手段と、スリップしている前記車輪があった場合に、前記スリップしている車輪と対となって配置された前記車輪及びスリップしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを低減させるトルク制御手段とを具備する車両の制御装置を提供する。

【0008】

50

上記構成によれば、回転数検出手段により各車輪の回転数が検出され、操舵トルク検出手段により、操舵トルクが検出され、これらの検出結果がスリップ判定手段に入力される。そして、スリップ判定手段により、各車輪の回転数、操舵トルク、及び各車輪に与えられている基準トルクに基づいて、各車輪がスリップしているか否かが判定される。この結果、スリップしている車輪があった場合には、トルク制御手段により、スリップしている車輪のトルクが低減される。

このように、回転数、操舵トルク、及び基準トルクに基づいて、スリップが発生しているか否かを判定し、この判定結果に応じて、各車輪に与えるトルク指令を決定するので、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、車両の安定走行を容易に実現させることが可能となる。

特に、操舵角ではなく、操舵トルクを採用することにより以下のような効果を得ることが可能となる。例えば、路面の摩擦などが大きい場合には、操縦者がハンドルを操縦しても、操舵角がその操縦量に対応する角度分、変化しない場合が生ずる。このような場合に、操舵トルクを採用することにより、操舵の状態を精度良く検出することが可能となるため、車両走行の安定性をより向上させることが可能となる。

上記操舵トルクは、例えば、操舵センサにより検出が可能であるほか、例えば、パワーステアリング機構を備えている車両においては、パワーステアリング機構からの指令値に基づいて検出することが可能である。

#### 【0009】

本発明の車両の制御装置において、前記スリップ判定手段は、前記各車輪の回転数に基づいて、各車輪の速度を算出する速度算出手段と、前記全ての車輪の平均速度を算出する平均速度算出手段と、前記各車輪について、前記各車輪の速度と前記平均速度との差分を算出する差分算出手段と、前記各車輪について、前記差分を微分する微分手段とを備え、前記各車輪について算出された前記各差分の微分値が、前記各基準トルク及び前記操舵角または操舵トルクに基づいて前記車輪毎に決定されるスリップ基準値を超えていた場合に、その車輪がスリップしていると判定するようにしても良い。

#### 【0010】

上記構成によれば、速度算出手段により、各車輪の回転数に基づいて各車輪の速度が算出され、平均速度算出手段により、全車輪の平均速度が算出される。そして、差分算出手段により、車輪毎に、その車輪の速度と平均速度との差分が算出され、微分手段により、各車輪の差分の微分値が算出される。これにより、各車輪に、車輪全体の平均速度に比べて、どの程度の速度差が生じているかを把握することが可能となる。

そして、スリップ判定手段により、各車輪の微分値が、各車輪に与えられた基準トルクと、車両の操舵角とに基づいて決定されるスリップ基準値を超えているか否かが判定され、この結果、微分値がスリップ基準値を超えている場合に、換言すると、車輪の速度が全車輪の平均速度に比べて大きく上回っていた場合に、その車輪がスリップしていると判定される。これにより、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、各車輪にスリップが発生しているか否かを容易に判定することが可能となる。

#### 【0011】

本発明は、車体に配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、前記車両の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記各車輪の回転数、前記操舵角、及び前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスタックしているか否かを判定するスタック判定手段と、スタックしている前記車輪があった場合に、前記スタックしている車輪以外の前記車輪及び前記スタックしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させるトルク制御手段とを具備する車両の制御装置を提供する。

#### 【0012】

上記構成によれば、回転数検出手段により各車輪の回転数が検出され、操舵角検出手段により、車両の操舵角が検出され、これらの検出結果がスタック判定手段に入力される。そして、スタック判定手段により、各車輪の回転数、車両の操舵、及び各車輪に与えられ

10

20

30

40

50

ている基準トルクに基づいて、各車輪がスタックしているか否かが判定される。この結果、スタックしている車輪があった場合には、トルク制御手段が、そのスタックしている車輪以外の車輪、及びスタックしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させる。

このように、回転数と操舵角とに基づいて、スリップが発生しているか否かを判定し、この判定結果に応じて、各車輪に与えるトルク指令を決定するので、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、車両の安定走行を容易に実現させることが可能となる。

#### 【0013】

本発明は、車体に配置される複数の車輪の駆動をそれぞれ個別に制御する車両の制御装置であって、前記各車輪の回転数を検出する回転数検出手段と、操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、前記各車輪の回転数、前記操舵トルク、及び前記各車輪に与えられる各基準トルクに基づいて、前記各車輪がスタックしているか否かを判定するスタック判定手段と、スタックしている前記車輪があった場合に、前記スタックしている車輪以外の車輪及びスタックしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させるトルク制御手段とを具備する車両の制御装置を提供する。

10

#### 【0014】

上記構成によれば、回転数検出手段により各車輪の回転数が検出され、操舵トルク検出手段により、操舵トルクが検出され、これらの検出結果がスタック判定手段に入力される。そして、スタック判定手段により、各車輪の回転数、操舵トルク、及び各車輪に与えら

20

れている基準トルクに基づいて、各車輪がスタックしているか否かが判定される。この結果、スタックしている車輪があった場合には、トルク制御手段が、そのスタックしている車輪以外の車輪及びスタックしている車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させる。

このように、回転数、操舵トルク、及び基準トルクに基づいて、スタックが発生しているか否かを判定し、この判定結果に応じて、各車輪に与えるトルク指令を決定するので、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、車両の安定走行を容易に実現させることが可能となる。

#### 【0015】

本発明の車両の制御装置において、前記スタック判定手段は、前記各車輪の回転数に基づいて、各車輪の速度を算出する速度算出手段と、前記全ての車輪の平均速度を算出する平均速度算出手段と、前記各車輪について、前記各車輪の速度と前記平均速度との差分を算出する差分算出手段と、前記各車輪について、前記差分を微分する微分手段とを備え、前記各車輪について算出された前記各差分の微分値が、前記各基準トルク指令及び前記操舵角または操舵トルクに基づいて、前記車輪毎に決定されるスタック基準値未満であった場合に、その車輪がスタックしていると判定するようにしても良い。

30

#### 【0016】

上記構成によれば、速度算出手段により、各車輪の回転数に基づいて各車輪の速度が算出され、平均速度算出手段により、全車輪の平均速度が算出される。そして、差分算出手段により、車輪毎に、その車輪の速度と平均速度との差分が算出され、微分手段により、各車輪の差分の微分値が算出される。これにより、各車輪に、車輪全体の平均速度に比べて、どの程度の速度差が生じているかを把握することが可能となる。

40

そして、スタック判定手段により、各車輪の微分値が、各車輪に与えられた基準トルクと、車両の操舵角とに基づいて決定されるスタック基準値未満であるか否かが判定され、この結果、微分値がスタック基準値未満であった場合に、換言すると、車輪の速度が全車輪の平均速度に比べて大きく下回っていた場合に、その車輪がスタックしていると判定される。これにより、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、各車輪にスタックが発生しているか否かを容易に判定することが可能となる。

#### 【0017】

本発明の車両の制御装置において、前記トルク制御手段は、前記各車輪が前記車両の重

50

心に及ぼす力がつりあうように、前記車輪のトルクを制御するようにしても良い。

【0018】

上記構成によれば、トルク制御手段により、各車輪が車両の重心に及ぼす力がつりあうように、所定の車輪のトルクが増減されるので、スリップまたはスタックを解消させることが可能となり、走行安定性の向上を図ることができる。

【0019】

本発明の車両の制御装置において、前記各車輪が前記車両の重心に及ぼす力は、前記各車輪と車両の重心との距離に、前記各車輪における力を乗じた値として算出され、前記各車輪における力は、少なくとも路面との摩擦係数、車重、及び前記車輪のトルクを掛け合わせた値とされても良い。

10

【0020】

上記構成によれば、各車輪と車両の重心との距離に、各車輪における力を乗ずることにより、各車輪が車両の重心に及ぼす力が算出され、さらに、各車輪における力は、少なくとも路面との摩擦係数、車重、及び車輪のトルクを掛け合わせるにより求められることとなる。

【0021】

本発明の車両の制御装置において、前記各車輪のトルクは、前記各車輪に与えられる基準トルクに、ゲインを乗じた値であり、前記トルク制御手段が前記ゲインを変化させることにより、前記各車輪に与えるトルクを増減させるようにしても良い。

【0022】

上記構成によれば、車輪に与えられる基準トルクにゲインを乗ずることにより、各車輪のトルクが算出され、トルク制御手段により、このゲインが車輪の状況に応じて調整されることにより、各車輪のトルクが増減されることとなる。

20

【0023】

本発明の車両の制御装置において、前記トルク制御手段は、前記車両が直進走行をしていない場合には、前記各車輪における力を車体の前後方向及び車幅方向に分解し、分解した各力により車両の重心に作用する力がそれぞれつりあうように、前記車輪のトルクを制御しても良い。

【0024】

上記構成によれば、車両が直進走行をしていない場合には、トルク制御手段により、各車輪における力が車体の前後方向及び車幅方向に分解され、これら分解された各力により車両の重心に作用する力がそれぞれつりあうように、前記車輪のトルクが制御されることとなる。

30

【0025】

本発明の車両の制御装置は、電気自動車に好適である。

【発明の効果】

【0026】

本発明の車両の制御装置及び電気自動車によれば、ヨーレートやすべり角速度センサを用いることなく、簡便な演算処理により車輪のトルク制御を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0027】

以下、本発明の車両の制御装置を電気自動車に適用した場合の一実施形態について、〔第1の実施形態〕、〔第2の実施形態〕、〔第3の実施形態〕の順に図面を参照して詳細に説明する。

【0028】

〔第1の実施形態〕

図1は、本発明の第1の実施形態に係る電気自動車のシステム構成を概略的に示したブロック図である。

図1に示すように、本実施形態に係る電気自動車は、車体に左前輪NL1、右前輪NR1、左後輪NLn、右後輪NRnを備えるインホイールモータ型の4輪駆動電気自動車であ

50

る。ここで、左前輪NL1と右前輪NR1とは対をなして、同様に、左後輪NLnと右後輪RLnとは対をなして、車体に配されている。

例えば、車体の下部には、図示しないセンターフレーム及びサイドフレームを具備するとともに、タンデムホイール式サスペンションで支持される車輪系を備えている。各車輪NL1、RL1、NLn、RLnには、モータ11から14がそれぞれ組み込まれており、このモータが後述する制御装置30により制御されることにより、それぞれの車輪NL1、NR1、NLn、NRnが別個独立に制御される。

#### 【0029】

各モータ11から14は、モータ駆動部21から24にそれぞれ接続されている。各モータ駆動部21から24は、例えば、インバータやモータ制御部などを備えている。モータ制御部が、後述する制御装置30からのトルク指令に基づいてインバータを制御することにより、モータに対して所定の電流を供給することが可能となり、トルク指令に基づいたモータの制御、即ち、車輪のトルク制御を実現することが可能となる。

10

各モータ駆動部21から24は、信号線により直列に接続されている。そして、モータ駆動部21から24のうちのいずれか1つが制御装置30に接続されている。

#### 【0030】

制御装置30は、各モータ11から14のスリップの判定（スリップ判定手段）及びスタックの判定（スタック判定手段）、これらの判定結果に基づく、モータ11から14の出力トルクの制御（トルク制御手段）、車載の各コンポーネントの状態監視や制御、車両乗員への車両状態の報知、その他の機能を担う電気制御ユニットECUを備えている。電気制御ユニットは、例えば、図示しないCPU（中央演算装置）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random

20

Access Memory）等から構成されている。上述した各種機能を実現するための一連の処理の過程は、プログラムの形式でROM等に記録されており、このプログラムをCPUがRAM等を読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、後述するモータ11から14の出力トルク制御や上述したような各種機能を実現される。

#### 【0031】

上記モータ11から14には、各モータ11から14の回転数を検出する回転センサ（回転数検出手段）41から44がそれぞれ設けられている。各回転センサ41から44は、モータ11から14の回転数を検出し、検出した回転数に相当する電気信号を後述の制御装置30へ出力する。

30

更に、本実施形態に係る電気自動車は、車載のハンドルの操舵角を検出する操舵角センサ（操舵角検出手段）を備えている。操舵角センサは、操舵角を検出し、その検出値に相当する電気信号を制御装置30に出力する。

制御装置30は、これらセンサから入力される各種データに基づいて、後述するトルク指令の決定などを実現させる。

#### 【0032】

上述した構成において、制御装置30が後述した処理を実現することにより、各車輪に対するトルク指令値を決定すると、このトルク指令値を出力する。制御装置30から出力された各車輪のトルク指令値は、各モータ駆動部21から24を直列的に接続する信号線を伝って各モータ駆動部21から24へ伝達される。各モータ駆動部21から24は、制御装置30から取得したトルク指令値に基づいて、内蔵されているインバータを制御する。これにより、各モータ11から14には、トルク指令値に基づいた電力が各モータ11から14に給電され、モータ11から14が駆動される。このモータの動力が車輪に伝わることにより、車輪が所定のトルクで回転し、安定した走行が実現される。

40

#### 【0033】

次に、上記制御装置30により行われるスリップ判定処理、スタック判定処理、及びトルク制御について説明する。

まず、制御装置30は、回転数センサ21、22、23、24から入力された各モータの回転数、つまり各車輪NL1、NR1、NLn、NRnの回転数に基づいて、各車輪N

50



L 1、NR 1、NL n、LR nの速度を算出する（ステップS A 1：速度算出手段）。

続いて、算出した各車輪の速度の平均を算出する（ステップS A 2：平均速度算出手段）。

続いて、各車輪について、各車輪の速度と平均速度との差分を算出する（ステップS A 3：差分算出手段）。

続いて、各車輪について、ステップS A 3において算出した差分を微分する（ステップS A 4：微分手段）。

#### 【0034】

続いて、各車輪について、ステップS A 4において算出された微分値が車輪毎に決定されるスリップ基準値を超えているか否かを判定する（ステップS A 5）。

10

ここで、スリップ基準値は以下のように求められる。例えば、制御装置30は、基準トルク及び操舵角をパラメータとしてスリップ基準値を決定するための演算式を予め備えており、これらの演算式に上記パラメータを入力することにより、スリップ基準値を算出する。或いは、演算式の代わりに、基準トルク及び操舵角をパラメータとしたマップを備えており、このマップを参照することにより、スリップ基準値を決定する。

上記基準トルクは、平常時のトルク制御において、各車輪に対して出力されるトルク指令である。

#### 【0035】

この結果、微分値がスリップ基準値を超えている車輪が存在した場合には（ステップS A 5において「YES」）、その車輪がスリップしていると判定し、スリップ時におけるトルク制御を行う（ステップS A 6）。このスリップ時におけるトルク制御では、スリップしている車輪及びその車輪と対となって配置された車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを低減させる。なお、双方の車輪のトルクを低減させる場合には、スリップしている車輪のトルク低減量が、その車輪と対となって配置された車輪のトルク低減量よりも大きくなるように、トルク制御することが好ましい。

20

#### 【0036】

一方、各車輪の上記微分値がいずれもスリップ基準値以下であった場合には（ステップS A 5において「NO」）、続いて、ステップS A 4において算出された微分値が車輪毎に決定されるスタック基準値未満であるか否かを判定する（ステップS A 7）。

ここで、スタック基準値は以下のように求められる。例えば、基準トルク及び操舵角をパラメータとしてスタック基準値を決定するための演算式を制御装置30が予め備えており、これらの演算式に上記パラメータを入力することにより、スタック基準値を算出する。なお、演算式の代わりに、基準トルク及び操舵角をパラメータとしたマップを備えており、このマップを参照することにより、スタック基準値を決定するようにしても良い。

30

#### 【0037】

この結果、微分値がスタック基準値未満である車輪が存在した場合には（ステップS A 7において「YES」）、その車輪がスタックしていると判定し、スタック時におけるトルク制御を行う（ステップS A 8）。このスタック時におけるトルク制御では、スタックしている車輪及びその車輪以外の車輪のうち、少なくともいずれか一方のトルクを増加させる。このとき、双方の車輪のトルクを増加させる場合には、スタックしている車輪のトルク増加量が、その他の車輪のトルク増加量よりも大きくなるように、トルク制御することが好ましい。

40

#### 【0038】

一方、ステップS A 7において、各車輪の上記微分値がいずれもスタック基準値以上であった場合には、平常走行であると判定し、平常のトルク制御を行う（ステップS A 9）。つまり、走行状態に応じて決定される基準トルクを各車輪に対して出力する。

#### 【0039】

次に、上記ステップS A 6で行われるスリップ時のトルク制御におけるトルクの低減量の決定手法及び、上記ステップS A 8で行われるスタック時のトルク制御におけるトルクの増加量の決定手法について、図3及び図4を参照して、説明する。

50

まず、スリップ時のトルク低減量、並びにスタック時のトルク増加量は、各車輪が車両の重心に及ぼす力がつりあうように設定される。つまり、スリップ時、スタック時には、平常時とは異なるトルクが車輪に作用しているため、スリップやスタックが生じている。従って、これらの車輪に作用するトルクが、車両の重心に作用させる力がつりあうように、トルク制御を行うことにより、スリップ又はスタックの発生を解消させることが可能となる。

#### 【0040】

まず、説明の前提として、車両の重心をOとした場合の各車輪との距離を図3に示すように定義する。

車体の前後方向Gにおける左前輪NL1と車両の重心Oとの間の距離をL1、右前輪NR1と車両の重心Oとの間の距離をR1、左後輪NLnと車両の重心Oとの間の距離をLn、右後輪NRnと車両の重心Oとの間の距離をRnとする。 10

車幅方向Hにおける左前輪NL1と車両の重心Oとの間の距離をTDL1、右前輪NR1と車両の重心Oとの間の距離をTDR1、左後輪NLnと車両の重心Oとの間の距離をTDLn、右後輪NRnと車両の重心Oとの間の距離をTDRnとする。

#### 【0041】

ここで、左前輪NL1における力をF(NL1)、右前輪NR1における力をF(NR1)、左後輪NLnにおける力をF(NLn)、右後輪NRnにおける力をF(NRn)とすると、各車輪における力F(Nx)は、以下の(1)式により与えられる。

$$F(Nx) = \mu(x) \cdot M(x) \cdot \{T(x) \cdot K\} \quad (1) \quad 20$$

上記(6)式において、F(Nx)は、車輪における力、 $\mu(x)$ は、路面との摩擦係数、M(x)は車重、 $\{T(x) \cdot K\}$ はトルクである。トルク $\{T(x) \cdot K\}$ において、T(X)は基準トルク、Kはゲインである。このゲインKを後述する所定のつり合い式を満たすように決定することにより、車輪のスリップ又はスタックを解消させることが可能となる。

#### 【0042】

続いて、上述した各車輪における力F(Nx)が車両の重心Oに及ぼす力は、これらの力に車両の重心Oまでの距離を乗じた値として算出される。

ここで、例えば、各車輪が所定の操舵角を有していた場合、換言すると、車両が直進走行をしているのではなく、所定の操舵角をもって走行されている場合には、以下のように、各車輪における力F(Nx)を車体の前後方向G及び車幅方向Hに分解し、各分解した力についてそれぞれつりあいを考える必要がある。 30

#### 【0043】

例えば、図4に示すように各車輪が操舵されている場合、右前輪NR1における力F(NR1)は、車体の前後方向Gにおける力G(F(NR1))と、車幅方向Hにおける力H(F(NR1))とに分解することができる。

同様に、図示は省略するが、左前輪NL1における力F(NL1)は、前後方向Gにおける力G(F(NL1))と、車幅方向Hにおける力H(F(NL1))とに分解できる。左後輪NLnにおける力F(NLn)は、前後方向Gにおける力G(F(NLn))と、車幅方向Hにおける力H(F(NLn))とに分解でき、右後輪NRnにおける力F(NRn)は、前後方向Gにおける力G(F(NRn))と、車幅方向Hにおける力H(F(NRn))とに分解できる。 40

#### 【0044】

そして、各方向に分解した力が車両の重心Oに与える力がつりあうように、各車輪における力F(Nx)を決定し、この車輪における力F(Nx)と上述の(1)とに基づいて、上述したトルク $\{Tx \cdot K\}$ のゲインKを決定する。

#### 【0045】

具体的には、まず、車体の左側に配置されている車輪、本実施形態では、左前輪NL1及び左後輪NLnが車両の重心Oに与える力の合計と、車体の右側に配置されている車輪、本実施形態では、右前輪NR1及び右後輪NRnが車両の重心Oに与える力の合計とを 50

車体の前後方向G、及び、車幅方向Hにおいてそれぞれ算出する。

このときの算出式は、以下の(2)式から(5)式により与えられる。

$$G(F(NL1)) \cdot TDL1 + G(F(NLn)) \cdot TDLn = I \cdot Lv \quad (2)$$

$$G(F(NR1)) \cdot TDR1 + G(F(NRn)) \cdot TDRn = I \cdot Rv \quad (3)$$

$$H(F(NL1)) \cdot L1 + G(F(NLn)) \cdot Ln = I \cdot Lh \quad (4)$$

$$G(F(NR1)) \cdot R1 + G(F(NRn)) \cdot Rn = I \cdot Rh \quad (5)$$

【0046】

上記(2)式により、左前輪NL1及び左後輪NLnの前後方向Gにおける力が車両の重心Oに与える力の合計が、上記(3)式により、右前輪NR1及び右後輪NRnの前後方向Gにおける力が車両の重心Oに与える力の合計が、上記(4)式により、左前輪NL1及び左後輪NLnの車幅方向Hにおける力が車両の重心Oに与える力の合計が、上記(5)式により、右前輪NR1及び右後輪NRnの車幅方向Hにおける力が車両の重心Oに与える力の合計が算出される。

上記(2)式から(5)式において、Iはイナーシャ、Lv、Lh、Rv、及びRhは、操舵角に応じて決定される値であり、力のつりあい時において、以下の(6)式に示す関係が成り立つ。

$$Lv + Lh + Rh + Rv = f(\text{舵角}) \quad (6)$$

上記(6)式において、f(舵角)は、車両の重心に作用する旋回力、換言すると、車両が旋回する際に、車両の重心に作用する力である。このf(舵角)は、車両が直進している場合、つまり、舵角が0(ゼロ)のとき、f(0) = 0(ゼロ)となる。

【0047】

以上のことから、上記(2)から(5)において、Lv、Rv、Lh、Rhを求め、これらの値が上記(6)の関係が成り立つように、各車輪における力F(Nx)、つまり、各車輪のトルク{Tx・K}を調整すればよいこととなる。

換言すると、制御装置30は、左前輪NL1及び左後輪NLnの前後方向Gにおける力が車両の重心Oに与える力の合計と、左前輪NL1及び左後輪NLnの車幅方向Hにおける力が車両の重心Oに与える力の合計と、右前輪NR1及び右後輪NRnの車幅方向Hにおける力が車両の重心Oに与える力の合計と、右前輪NR1及び右後輪NRnの前後方向Gにおける力が車両の重心Oに与える力の合計とを加算した値が、車両の重心に作用する旋回力に一致するように、各車輪のトルク{Tx・K}を決定する。

【0048】

そして、上記つり合い式が満たされるように決定されたトルク指令値{Tx・K}は、制御装置30から各モータ制御部21から24へ伝達されることにより、このトルク指令値に基づいた車輪のトルク制御が実現されることとなる。これにより、車両の重心Oに作用する力がつりあうようなトルク制御が実現される。

【0049】

なお、(6)式は、例えば、車体の前後方向Gにおける力と、車幅方向Hにおける力とに分けて、それぞれ単独に式を立てることも可能である。しかし、前後方向Gにおける力と車幅方向Hにおける力とをまとめて(6)式のように1つの式として表すことにより、各要素Lv、Rv、Lh、Rhに生じた誤差を全体として吸収させることが可能となる。

【0050】

また、車両が直進走行を行っている場合には、各車輪における力は、車体の前後方向Gにおける力と等しくなり、車幅方向における力は0となる。従って、上記(4)式及び(5)式においては、考慮する必要がなく、また、(6)式におけるLh及びRhについては、ゼロとして取り扱えばよいこととなる。

【0051】

以上説明してきたように、本実施形態に係る電気自動車によれば、車輪の回転数、操舵角、及び基準トルクに基づいて、スリップが発生しているか否か、及びスタックが発生しているか否かを判定し、この判定結果に応じて、各車輪に与えるトルク指令を決定するの

で、ヨーレートセンサや滑り角速度センサなどを設けることなく、車両の安定走行を容易に実現させることが可能となる。

#### 【0052】

なお、上記(6)式において、車重 $M(x)$ は、予め設定された固定値を用いることも可能であるが、以下のように、設定することも可能である。

例えば、車体に力センサを設け、車両の停止時において、この力センサの検出値を取得し、この検出値に基づいて車重 $M(x)$ を算出するようにしても良い。また、車重 $M(x)$ だけではなく、この車重 $M(x)$ を用いて、車両の重心 $O$ の位置を補正するとともに、各車輪と車両の重心 $O$ との距離を補正するようにしても良い。

これにより、乗車人数や、乗車位置によって車重や車両の重心位置が変わった場合でも、これらの要素を考慮した正確な車重などを求めることが可能となる。この結果、車両の状態を考慮した精度の高いトルク制御が可能となり、走行の安定性を一層向上させることができる。

10

#### 【0053】

上記力センサは、例えば、サスペンションや車軸に設けることが可能である。また、サスペンションストロークから力変換を行い、上記車重 $M(x)$ 、車両の重心 $O$ 、及び各車輪と車両の重心 $O$ との距離を補正することも可能である。

また、上記車重 $M(x)$ などは、路面の傾斜状況や車両の加速度などによっても異なる。従って、路面の傾斜状況又は車両の加速度などに基づいて、各軸荷重を補正することにより、上述の車重 $M(x)$ 、車両の重心 $O$ 、及び各車輪と車両の重心 $O$ との距離を補正することも可能である。傾斜状況は、例えば、傾斜計を車体に備え、この傾斜計の検出結果に基づいて判断することが可能である。

20

また、上記車重 $M(x)$ などだけでなく、路面の状況に応じて、(1)式における路面との摩擦係数を適宜補正することも可能である。

#### 【0054】

##### 〔第2の実施形態〕

次に、本発明の第2の実施形態に係る電気自動車について説明する。

上述した第1の実施形態においては、操舵角に基づいて、スリップ基準値、スタック基準値を決定しているほか、トルクの増減量を決定する場合においても、操舵角を用いて各車輪における力を分解していた。

30

本実施形態においては、この操舵角に代わって、操舵トルクを採用して、スリップ判定、スタック判定、及びトルク制御を行う。

上記操舵トルクは、例えば、操舵センサにより検出が可能であるほか、例えば、パワーステアリング機構を備えている車両においては、パワーステアリング機構からの指令値に基づいて検出することが可能である。

#### 【0055】

以上説明したように、本実施形態に係る車両の制御装置によれば、操舵トルクを採用することにより、以下のような効果を得ることが可能となる。例えば、路面の摩擦などが大きい場合には、操縦者がハンドルを操縦しても、操舵角がその操縦量に対応する角度分、変化しない場合が生ずる。このような場合に、操舵トルクを採用することにより、操舵の状態を精度良く検出することが可能となるため、車両走行の安定性をより向上させることが可能となる。

40

#### 【0056】

##### 〔第3の実施形態〕

次に、本発明の第3の実施形態に係る電気自動車について説明する。

本実施形態における電気自動車は、左前輪 $NL1$ 及び右前輪 $NR1$ が従動輪として車体に配され、左後輪 $NLn$ 及び右後輪 $NRn$ が駆動輪として車体に配されている。また、本実施形態に係る電気自動車は、車両の走行性能を向上させるために、ABS機能(Antilock Brake System)を備えている。

このような場合、制御装置30は、上述した第1又は第2の実施形態に係る処理内容に

50

加えて、以下の処理を行う。

制御装置 30 は、ABS が作動しているか否かについて判定する。この結果、ABS が作動中であると判定した場合には、ABS が作動している車輪と対となって配置されている車輪のトルクを低減させる。これにより、ABS 作動時における車両の安定走行の向上を図ることが可能となる。

上記 ABS 作動の判定は、この判定は、例えば、車内 LAN (ローカルエリアネットワーク) を介して ABS が作動中である旨の信号を受信することにより、判定することが可能となる。または、図 2 のステップ SA4 において求めた各車輪の微分値が予め設定されている ABS 基準値を超えているか否かによっても判定することが可能である。

【0057】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

第 1 に、図 2 に示したステップ SA1 からステップ SA4 の処理、並びに、ステップ SA5 におけるスリップ基準値の設定処理、並びに、ステップ SA6 におけるスタック基準値の設定処理において、それぞれフィルタを設け、ノイズ成分を除去するように構成するようにしても良い。フィルタとしては、一次遅れ補償などを用いると良い。

【0058】

第 2 に、上述した第 1 から第 3 の実施形態においては、制御装置 30 が全ての車輪のトルク制御を一元的に行う場合について述べたが、これに代わって、或いは、これに加えて、制御装置 30 が行っている処理を各車輪に対応して設けられたモータ駆動部 21 から 24 に分散させ、各モータ駆動部 21 から 24 が対応する車輪のトルク制御を行うような構成としても良い。この場合、例えば、モータ駆動部 21 から 24 は、互いに車輪の回転数などを送受し、他のモータ駆動部から受信した情報と自己の回転センサから受信した情報などに基づいて、対応する車輪のトルク制御を実現させる。

このとき、当該モータ駆動部 21 から 24 と、更に、上述した第 1 から第 3 の実施形態に係るいずれか 1 つの制御装置 30 との双方を備えることにより、制御装置 30 が正常に動作している場合には、制御装置 30 によるトルク制御を優先させ、制御装置 30 に不具合が生じた場合には、各モータ駆動部 21 から 24 によるトルク制御に切り替えることにより、制御装置 30 に不具合が生じた場合であっても、各車輪のトルク制御を継続して実現させることが可能となる。

【0059】

第 3 に、上述した各実施形態においては、車体が 4 つの車輪を備えている場合について説明したが、車輪は複数設けられていればよく、また、奇数であっても良い。この場合には、上述した制御装置 30 による制御が可能な範囲で各車輪のトルク制御が行われる。

また、車体に配されている全ての車輪が駆動輪である必要はなく、上述した第 3 の実施形態のように、その一部が従動輪として配されていても良い。この場合には、駆動が可能な駆動輪についてのトルク制御が上述した制御装置 30 などにより実現されることとなる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る電気自動車のシステム構成を概略的に示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る制御装置が実現する処理内容について示したフローチャートである。

【図 3】本発明の制御装置が行うトルク制御について説明するための説明図である。

【図 4】本発明の制御装置が行うトルク制御について説明するための説明図である。

【符号の説明】

【0061】

N L 1 左前輪

10

20

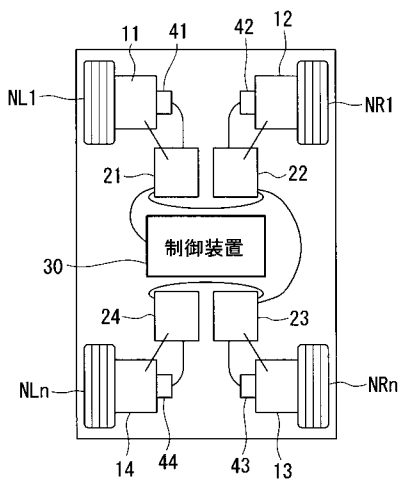
30

40

50

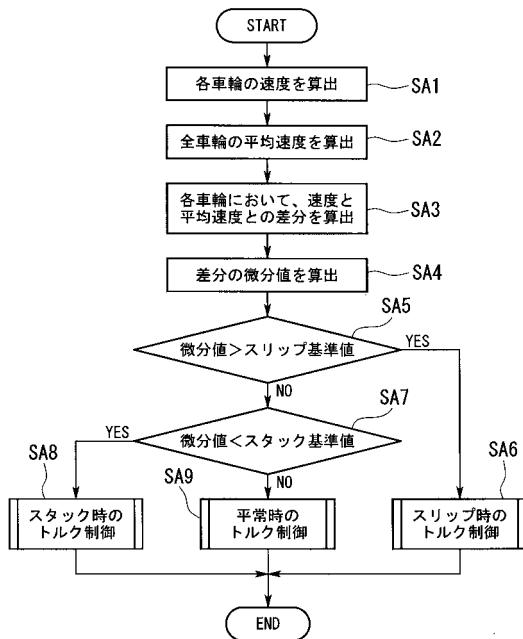
- NR1 右前輪
- NLn 左後輪
- NRn 右後輪
- 11、12、13、14 モータ
- 21、22、23、24 モータ駆動部
- 30 制御装置
- 41、42、43、44 回転センサ

【図1】

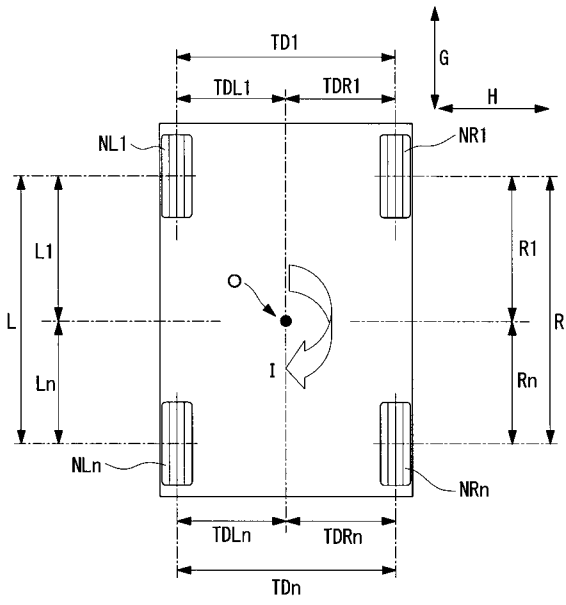


11, 12, 13, 14 : モータ  
 21, 22, 23, 24 : モータ駆動部  
 41, 42, 43, 44 : 回転センサ

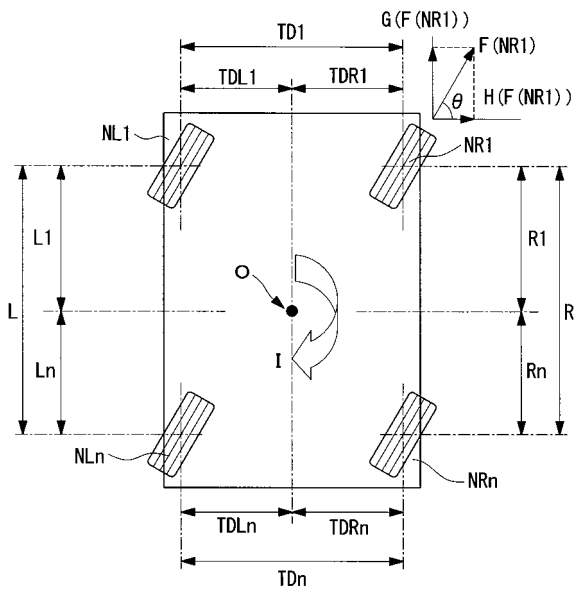
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 外山 浩司

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道 1 番地 三菱重工業株式会社名古屋研究所内

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 P116 P129 PU24 QE14 QN06 QN22 SE03  
TB03 T030 TR01  
5H572 AA02 BB10 CC04 DD01 EE03 GG02 HC07 JJ03 JJ17 LL50