

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4179348号  
(P4179348)

(45) 発行日 平成20年11月12日(2008.11.12)

(24) 登録日 平成20年9月5日(2008.9.5)

(51) Int.Cl.

F 1

B60L 15/20 (2006.01)  
B60K 7/00 (2006.01)B60L 15/20  
B60K 7/00

S

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2006-173156 (P2006-173156)  
 (22) 出願日 平成18年6月22日 (2006.6.22)  
 (65) 公開番号 特開2008-5635 (P2008-5635A)  
 (43) 公開日 平成20年1月10日 (2008.1.10)  
 審査請求日 平成19年6月11日 (2007.6.11)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (72) 発明者 前田 義紀  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 細川 明洋  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 鈴木 陽介  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】走行装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車両が備える少なくとも一対の左右の駆動輪の間において、それぞれの駆動力を異ならせることができ、かつ、

前記車両のヨー方向において要求される目標モーメントと前記駆動輪の駆動力との関係、及び前記車両のロール方向において要求される目標モーメントと前記駆動輪の駆動反力との関係、及び前記駆動輪の総駆動力、及び前記総駆動力の前後配分比に基づき、前記車両のヨー方向において要求される目標モーメントと、前記車両のロール方向において要求される目標モーメントとを同時に満たすように求められた前記左右の駆動輪の駆動力で、前記左右の駆動輪が駆動されることを特徴とする走行装置。

10

## 【請求項 2】

車両が備える少なくとも一対の左右の駆動輪の間において、それぞれの駆動力を異ならせことができ、かつ、

前記車両のヨー方向において要求される目標モーメントと、前記車両のロール方向において要求される目標モーメントと、前記駆動輪の総駆動力と、前記駆動輪を支持する懸架装置の瞬間回転中心と、前記駆動輪のトレッド幅と、前記総駆動力の前後配分比とにに基づき、前記車両のヨー方向において要求される目標モーメントと、前記車両のロール方向において要求される目標モーメントとを同時に満たすように求められた前記左右の駆動輪の駆動力で、前記左右の駆動輪が駆動されることを特徴とする走行装置。

## 【請求項 3】

20

さらに、前記車両の重心高さ及び前記車両の重心と前記駆動輪の車軸との水平距離によつて表される前記車両のピッチ方向の目標モーメントを用い、前記車両のヨー方向において要求される目標モーメントと、前記車両のロール方向において要求される目標モーメントと、前記車両のピッチ方向の目標モーメントとを同時に満たすように前記左右の駆動輪の駆動力を求ることを特徴とする請求項1又は2に記載の走行装置。

**【請求項4】**

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントと、前記車両のピッチ方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメント又は前記車両のロール方向における目標モーメントのうち、少なくとも一方を満たすようにすることを特徴とする請求項3に記載の走行装置。 10

**【請求項5】**

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合において、前記車両のロールを制御するための駆動力を前記左右の駆動輪が発生することによって前記車両に発生するヨーモーメントが、前記車両の限界のヨーモーメントを超えるときには、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすように制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の走行装置。

**【請求項6】**

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする請求項1又は2に記載の走行装置。 20

**【請求項7】**

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする請求項1又は2に記載の走行装置。

**【請求項8】**

前記車両の操舵輪の操舵角と、前記操舵角の速度とに基づいて、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにするか、又は前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにするかを切り替えることを特徴とする請求項6又は7に記載の走行装置。 30

**【請求項9】**

前記操舵角が所定の閾値以内であり、かつ前記操舵角の速度が0でない場合には、前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする請求項8に記載の走行装置。

**【請求項10】**

前記操舵角が所定の閾値よりも大きいか、又は前記操舵角の速度が0である場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする請求項9に記載の走行装置。

**【請求項11】**

車両が備える少なくとも一対の左右の駆動輪の間において、それぞれの駆動力を異ならせることができ、かつ、

前記車両のヨー方向において要求される目標モーメントと、前記車両のロール方向において要求される目標モーメントと、前記駆動輪の総駆動力と、前記駆動輪の駆動反力とに基づいて求められた前記左右の駆動輪の駆動力で、前記左右の駆動輪が駆動され、

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両の操舵輪の操舵角と、前記操舵角の速度とに基づいて、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにするか、又は前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにするかを切り替えることを特徴とする走行装置。 50

**【請求項 1 2】**

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントと、前記車両のピッチ方向の目標モーメントとを用いて前記左右の駆動輪の駆動力を求める特徴とする請求項 1 1 に記載の走行装置。

**【請求項 1 3】**

前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントと、前記車両のピッチ方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメント又は前記車両のロール方向における目標モーメントのうち、少なくとも一方を満たすようにすることを特徴とする請求項 1 2 に記載の走行装置。

10

**【請求項 1 4】**

前記操舵角が所定の閾値以内であり、かつ前記操舵角の速度が 0 でない場合には、前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の走行装置。

**【請求項 1 5】**

前記操舵角が所定の閾値よりも大きいか、又は前記操舵角の速度が 0 である場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の走行装置。

**【請求項 1 6】**

前記駆動輪の動力発生源は、前記駆動輪に取り付けられる電動機であることを特徴とする請求項 1 ~ 1 5 のいずれか 1 項に記載の走行装置。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、少なくとも一対の左右の駆動輪の間において、それぞれの駆動力を異ならせることができる走行装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

乗用車やトラック等の車両が旋回する際には、旋回方向外側に向かう旋回慣性力が車両に作用して、車両にロールが発生する。特許文献 1 には、4 輪を独立に駆動できる駆動装置を備え、各駆動輪の駆動力を制御することにより、車両のロールを抑制する技術が開示されている。

30

**【0003】****【特許文献 1】特開 2005 - 306152 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、特許文献 1 に開示されている技術は、ロールを抑制する制御のみを行うため、旋回に必要なヨーモーメントが不足したり、旋回に必要なヨーモーメントよりも大きいヨーモーメントが発生したりする等によって、車両のドライバビリティが低下するおそれがある。その結果、運転者の望む性能を十分に發揮できないおそれがある。そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、運転者の望む性能を確保して、ドライバビリティを向上させることができる走行装置を提供することを目的とする。

40

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る走行装置は、車両が備える少なくとも一対の左右の駆動輪の間において、それぞれの駆動力を異ならせることができ、かつ、前記車両のヨー方向において要求される目標モーメント又は前記車両のロール方向において要求される目標モーメント又は前記車両のピッチ方向において要求される目標モーメントのうち少なくとも 2 方向における目標モーメントと、前記駆動輪の総駆動力

50

と、前記駆動輪の駆動反力とに基づいて求められた前記左右の駆動輪の駆動力で、前記左右の駆動輪が駆動されることを特徴とする。

【0006】

この走行装置は、車両のヨー方向における目標モーメント又は車両のロール方向における目標モーメント又は車両のピッチ方向における目標モーメントのうち少なくとも2方向における目標モーメントと、駆動輪の総駆動力と、前記駆動輪の駆動反力とに基づいて左右の駆動輪の駆動力を求める。そして、少なくとも2方向における目標モーメントを同時に満たすことができるように、各輪の駆動力を制御する。これによって、運転者の望む性能を確保して、ドライバビリティを向上させることができる。

【0007】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと前記左右の駆動輪の間における駆動力差との関係、又は前記車両のロール方向における目標モーメントと前記左右の駆動輪の間における駆動反力差との関係、又は前記車両のピッチ方向における目標モーメントと前記左右の駆動輪の駆動反力との関係のうち少なくとも二つの関係に基づいて、前記左右の駆動輪の駆動力を求められることを特徴とする。

【0008】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントと、前記車両のピッチ方向の目標モーメントとを用いて前記左右の駆動輪の駆動力を求めることを特徴とする。

10

【0009】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを用いて前記左右の駆動輪の駆動力を求めることを特徴とする。

20

【0010】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントと、前記車両のピッチ方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメント又は前記車両のロール方向における目標モーメントのうち、少なくとも一方を満たすようにすることを特徴とする。

30

【0011】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合において、前記車両のロールを制御するための駆動力を前記左右の駆動輪が発生することによって前記車両に発生するヨーモーメントが、前記車両の限界のヨーモーメントを超えるときには、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすように制御することを特徴とする。

【0012】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする。

40

【0013】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両のヨー方向における目標モーメントと、前記車両のロール方向における目標モーメントとを同時に満たすことができない場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする。

【0014】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記車両の操舵輪

50

の操舵角と、前記操舵角の速度とに基づいて、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにするか、又は前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにするかを切り替えることを特徴とする。

#### 【0015】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記操舵角が所定の閾値以内であり、かつ前記操舵角の速度が0でない場合には、前記車両のロール方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする。

#### 【0016】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記操舵角が所定の閾値よりも大きいか、又は前記操舵角の速度が0である場合には、前記車両のヨー方向における目標モーメントを満たすようにすることを特徴とする。 10

#### 【0017】

次の本発明に係る走行装置は、前記本発明に係る走行装置において、前記駆動輪の動力発生源は、前記駆動輪に取り付けられる電動機であることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

この発明に係る走行装置は、運転者の望む性能を確保して、ドライバビリティを向上させることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この発明を実施するための最良の形態（以下実施形態という）により本発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。以下においては、いわゆる電気自動車に本発明を適用した場合を主として説明するが、本発明の適用対象はこれに限られるものではなく、少なくとも一対の左右の駆動輪の間で駆動力が変更できればよい。少なくとも一対の左右の駆動輪の間ににおける駆動力は、少なくとも一対の左右の駆動輪が発生する駆動力を、それぞれ独立に制御してもよいし、少なくとも一対の左右の駆動輪間における駆動力の配分比を制御してもよい。

#### 【0020】

#### （実施形態1）

実施形態1は、車両のヨー方向において要求されるモーメント（目標ヨーモーメント）又は車両のロール方向において要求される目標モーメント（目標ロールモーメント）又は車両のピッチ方向において要求される目標モーメント（目標ピッチモーメント）のうち少なくとも2方向における目標モーメントと、駆動輪の総駆動力と、前記駆動輪の駆動反力とに基づいて左右の駆動輪の駆動力を求める。そして、少なくとも2方向における目標モーメントを同時に満たすことができるよう、各輪の駆動力を制御する点に特徴がある。なお、実施形態1では、目標ヨーモーメントと目標ロールモーメントとが両立するように制御する例を説明するが、目標ヨーモーメントと目標ピッチモーメントとの両立や、目標ロールモーメントと目標ピッチモーメントとの両立を図ってもよい。 40

#### 【0021】

図1は、実施形態1に係る走行装置を備える車両の構成を示す概略図である。図2は、実施形態1に係る走行装置が備える前輪用懸架装置の構成例を示す説明図である。図3は、実施形態1に係る走行装置が備える後輪用懸架装置の構成例を示す説明図である。この車両1は、電動機のみを動力発生源とする走行装置100を備える。走行装置100は、左側前輪21、右側前輪2r、左側後輪31、右側後輪3rの駆動力の駆動反力と、車両1の総駆動力と、目標ヨーモーメント又は目標ロールモーメント又は目標ピッチモーメントのうち少なくとも二つとに基づいて、左側前輪21、右側前輪2r、左側後輪31、右側後輪3rの駆動力を決定する動力発生手段と、車両1に取り付けられて左側前輪21、右側前輪2rを支持する前輪用懸架装置8と、車両1に取り付けられて左側後輪31、右 50

側後輪 3 r を支持する後輪用懸架装置 9 とを含んで構成される。

**【 0 0 2 2 】**

この実施形態において、動力発生手段は、左側前輪 2 l を駆動する左前側電動機 101 と、右側前輪 2 r を駆動する右前側電動機 10r と、左側後輪 3 l を駆動する左後側電動機 111 と、右側後輪 3 r を駆動する右後側電動機 11r とを含む。そして、前輪の駆動力と後輪の駆動力は、E C U (Electronic Control Unit) 50 に組み込まれる車両挙動制御装置 30 によって変更される。すなわち、この実施形態においては、車両挙動制御装置 30 が、車両 1 が備える各駆動輪の駆動力を変更する駆動力変更手段としての機能を有する。

**【 0 0 2 3 】**

ここで、左右の区別は、車両 1 の前進する方向（図 1 の矢印 X 方向）を基準とする。すなわち、「左」とは、車両 1 の前進する方向に向かって左側をいい、「右」とは、車両 1 の前進する方向に向かって右側をいう。また、車両 1 が前進する方向を前とし、車両 1 が後進する方向、すなわち前進する方向とは反対の方向を後とする。

**【 0 0 2 4 】**

この走行装置 100において、左側前輪 2 l 、右側前輪 2 r 、左側後輪 3 l 及び右側後輪 3 r は、それぞれ異なる電動機で駆動される。このように、車両 1 は、すべての車輪が駆動輪となる。すなわち、車両 1 の駆動輪は、左側前輪 2 l 、右側前輪 2 r 、左側後輪 3 l 及び右側後輪 3 r である。また、この走行装置 100においては、左側前輪 2 l 、右側前輪 2 r 、左側後輪 3 l 及び右側後輪 3 r は、それぞれ異なる電動機によって直接駆動される。そして、左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 111 及び右後側電動機 11r は、左側前輪 2 l 、右側前輪 2 r 、左側後輪 3 l 及び右側後輪 3 r のホイール内に配置される、いわゆるインホイール形式の構成となっている。

**【 0 0 2 5 】**

なお、電動機と車輪との間に減速機構を設け、左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 111 及び右後側電動機 11r の回転数を減速して、左側前輪 2 l 、右側前輪 2 r 、左側後輪 3 l 及び右側後輪 3 r に伝達してもよい。一般に、電動機は小型化するとトルクが低下するが、減速機構を設けることによって電動機のトルクを増加させることができる。その結果、左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r を小型化することができる。

**【 0 0 2 6 】**

左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r は、E C U 50 によって制御されて、各駆動輪の駆動力が調整される。この実施形態においては、アクセル開度センサ 42 によって検出されるアクセル 5 の開度により走行装置 100 の総駆動力 F 、及び左側前輪 2 l 、右側前輪 2 r 、左側後輪 3 l 、右側後輪 3 r 各輪の駆動力が制御される。

**【 0 0 2 7 】**

左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r は、左前側レゾルバ 401 、右前側レゾルバ 41r 、左後側レゾルバ 411 、右後側レゾルバ 41r によって回転角度や回転速度が検出される。左前側レゾルバ 401 、右前側レゾルバ 41r 、左後側レゾルバ 411 及び右後側レゾルバ 41r の出力は、E C U 50 に取り込まれて、左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r の制御に用いられる。

**【 0 0 2 8 】**

左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r は、インバータ 6 に接続されている。インバータ 6 には、例えばニッケル - 水素電池や鉛蓄電池等の車載電源 7 が接続されており、必要に応じてインバータ 6 を介して左前側電動機 101 、右前側電動機 10r 、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r へ供給される。これらの出力は、E C U 50 からの指令によってインバータ 6 を制御することで制御される。なお、この実施形態においては、1台のインバータで1台の電動機を制御する

10

20

30

40

50

。左前側電動機 101、右前側電動機 10r、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r を制御するため、インバータ 6 は、それぞれの電動機に対応した 4 台のインバータで構成される。

#### 【0029】

左前側電動機 101、右前側電動機 10r、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r が走行装置 100 の動力発生源として用いられる場合、車載電源 7 の電力がインバータ 6 を介して供給される。また、例えば車両 1 の減速時には、左前側電動機 101、右前側電動機 10r、左後側電動機 11r 及び右後側電動機 11r が発電機として機能して回生発電を行い、これによって回収したエネルギーを車載電源 7 に蓄える。これは、ブレーキ信号やアクセルオフ等の信号に基づいて、ECU 50 がインバータ 6 を制御することにより実現される。10

#### 【0030】

図 2 に示すように、左前側電動機 101 は、前輪用懸架装置 8 に取り付けられる。これによって、左前側電動機 101 は、前輪用懸架装置 8 を介して車両 1 に取り付けられて、前輪用懸架装置 8 によって車両 1 に支持される。なお、右前側電動機 10r の支持構造も左前側電動機 101 の支持構造と同様の構成である（以下同様）。また、図 3 に示すように、右後側電動機 11r は、後輪用懸架装置 9 に取り付けられる。これによって、右後側電動機 11r は、後輪用懸架装置 9 を介して車両 1 に取り付けられて、後輪用懸架装置 9 によって車両 1 に支持される。なお、左後側電動機 111 の支持構造も、右後側電動機 11r の支持構造と同様の構成である（以下同様）。次に、図 2、図 3 を用いて、前輪用懸架装置 8 及び後輪用懸架装置 9 の構成をより詳細に説明する。20

#### 【0031】

図 2 に示すように、この実施形態において、前輪用懸架装置 8 は、いわゆるストラット形式が用いられている。ダンパー 20 の一方の端部にはアッパーマウント 20U が設けられ、これを介してダンパー 20 が車両本体 1B に取り付けられる。ダンパー 20 の他方の端部には、電動機固定用ブラケット 20B が設けられている。電動機固定用ブラケット 20B は、左前側電動機 101 の本体部に設けられる電動機側ブラケット 101b に取り付けられて、ダンパー 20 と左前側電動機 101 とを固定する。ここで、左前側電動機 101 の駆動軸（電動機駆動軸）101s には、電動機駆動軸 101s の回転角度を知るための回転角度検出手段として、左前側レゾルバ 401 が取り付けられている。左前側レゾルバ 401 によって検出された信号を処理することにより、左前側電動機 101 の回転速度を知ることができる。30

#### 【0032】

電動機駆動軸 101s に対して電動機側ブラケット 101b と対称となる位置には、ピボット部 101p が設けられている。ピボット部 101p は、トランスバースリンク（ロワーアーム）22 のピボット受け 28 と組み合わされ、ピン結合される。トランスバースリンク 22 は、車両取付部 27 で車両本体 1B に取り付けられている。そして、左前側電動機 101 の上下運動（図 2 中の Y 方向）により、車両取付部 27 の揺動軸 Zsf を中心として揺動運動する。ここで、上下方向とは、重力の作用方向と平行な方向である。40

#### 【0033】

電動機駆動軸 101s には、前輪用ブレーキローター 15 及び前輪用ホイール 13 が取り付けられる。そして、前輪用ホイール 13 にタイヤが取り付けられて、左側前輪 21（図 1）となる。路面から左前前輪 21 への入力によって、前輪用ホイール 13 は上下運動する。前輪用ホイール 13 は電動機駆動軸 101s に取り付けられているので、前輪用ホイール 13 の上下運動とともに、左前側電動機 101 も上下運動する。左前側電動機 101 の上下運動は、前輪用懸架装置 8 のスプリング 20S 及びダンパー 20 で吸収される。

#### 【0034】

左前側電動機 101 とトランスバースリンク 22 とは、ピボット部 101p とピボット受け 28 とでピン結合されているので、左前側電動機 101 の上下運動とともにトランスバースリンク 22 は揺動軸 Zsf を中心として揺動運動できる。また、左前側電動機 1050

1は、ハンドル4の操作によって前輪用ホイール13及びタイヤとともに操舵されるが、このときピボット部101pはピボット受け28に支持されながら回転する。次に、後輪用懸架装置9について説明する。

#### 【0035】

図3に示すように、この実施形態において、後輪用懸架装置9は、いわゆるトーションビーム形式が用いられている。右後側電動機11rは、トーションビーム24と一体に構成されるアーム25の一端に取り付けられる。右後側電動機11rの取付側とは反対側におけるアーム25の端部には、車両取付部26が設けられている。アーム25は、車両取付部26を介して車両本体1Bに取り付けられる。そして、アーム25は、車両取付部26の揺動軸Zsrを中心として揺動運動する。トーションビーム24には、スプリング・ダンパー受け21が設けられている。そして、後輪用懸架装置9のスプリング及びダンパーは、スプリング・ダンパー受け21と車両本体1Bとの間に取り付けられる。なお、この実施形態において、スプリング及びダンパーは、両者が一体となったスプリング／ダンパー構造体29である。

#### 【0036】

右後側電動機11rの駆動軸（電動機駆動軸）11rsには、電動機駆動軸11rsの回転角度を知るための回転角度検出手段として、右後側レゾルバ41rが取り付けられている。右後側レゾルバ41rによって検出された信号を処理することにより、右後側電動機11rの回転速度を知ることができる。また、電動機駆動軸11rsには、後輪用ブレーキローター16及び後輪用ホイール14が取り付けられる。そして、後輪用ホイール14にタイヤが取り付けられて、右側後輪3r（図1）となる。

#### 【0037】

路面から右側後輪3rへの入力によって、後輪用ホイール14は上下運動する。後輪用ホイール14は電動機駆動軸11rsに取り付けられているので、後輪用ホイール14の上下運動とともに、右後側電動機11rも上下運動する。右後側電動機11rの上下運動は、スプリング・ダンパー受け21を介して後輪用懸架装置9のスプリング／ダンパー構造体29に伝えられ、ここで吸収される。前輪用及び後輪用懸架装置8、9は上記例に限られず、例えばマルチリンク式、ダブルウィッシュボーン式その他の形式を用いることができる。

#### 【0038】

この実施形態に係る走行装置100のように、動力発生手段である左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機111及び右後側電動機11rが懸架装置に固定されている方式では、各電動機によって生み出される各駆動輪の駆動力の反力（駆動反力）は、ほとんどすべて懸架装置に入力される。このため、各電動機によって生み出される各駆動輪の上下方向における成分は、ほとんど損失なくばね上に作用する駆動反力成分に変換される。次に、この実施形態に係る走行装置の他の例を説明する。

#### 【0039】

図4は、実施形態1に係る走行装置の変形例を示す説明図である。この走行装置101は、内燃機関を動力発生源とし、かつ、前後輪間の駆動力配分、及び前輪間、後輪間の駆動力配分が可能としたものである。車両1aが備える走行装置101は、内燃機関60を備える。内燃機関60の出力は、前輪用駆動力配分装置を備えるトランスミッション61に導かれ、左側前輪駆動軸65l及び右側前輪駆動軸65rを介して左側前輪21及び右側前輪2rを駆動する。また、内燃機関60の出力は、前後駆動力配分装置62を介してプロペラシャフト63に出力される。プロペラシャフト63に出力された内燃機関60の出力は後輪用駆動力配分装置64に入力され、左側後輪駆動軸66l及び右側後輪駆動軸66rを介して左側後輪31及び右側後輪3rを駆動する。

#### 【0040】

前輪用駆動力配分装置を備えるトランスミッション61、前後駆動力配分装置62及び後輪用駆動力配分装置64は、ECU50が備える車両挙動制御装置30によって左側前輪21、右側前輪2r、左側後輪31及び右側後輪3rの駆動力の配分比が決定され、内

10

20

30

40

50

燃機関 6 0 の出力は、その駆動力配分比で各車輪に配分される。この変形例において、動力発生手段は、内燃機関 6 0 と前後駆動力配分装置 6 2 と後輪用駆動力配分装置 6 4 とで構成される。次に、この実施形態に係る車両挙動制御において各輪の駆動力を決定する手法を説明する。

#### 【 0 0 4 1 】

図 5 - 1 ~ 図 5 - 3 は、実施形態 1 に係る車両挙動制御を説明するための概念図である。図中の G は車両 1 の重心、 h は車両 1 の重心高さ、 O R f は前輪用懸架装置の瞬間回転中心、 O R r は後輪用懸架装置の瞬間回転中心、 h f s は前輪用懸架装置の瞬間回転中心高さ、 h f r は後輪用懸架装置の瞬間回転中心高さ、 D f は前輪のトレッド幅、 D r は後輪のトレッド幅を表す。また、 L は、左側及び右側前輪 2 l 、 2 r の車軸（前輪側車軸） Z f と、左側及び右側後輪 3 l 、 3 r の車軸（後輪側車軸） Z r との距離（前後車軸軸間距離）、 L f は重心 G と前輪側車軸 Z f との水平距離、 L r は重心 G と後輪側車軸 Z r との水平距離を表す。  
10

#### 【 0 0 4 2 】

なお、瞬間回転中心は、懸架装置の側面視、すなわち、車輪側（左側前輪 2 l や右側後輪 3 r ）から懸架装置（前輪用懸架装置 8 や後輪用懸架装置 9 ）を見た場合における懸架装置の瞬間回転中心である。これは、車両 1 の進行方向に対して直交する方向から懸架装置（前輪用懸架装置 8 や後輪用懸架装置 9 ）を見た場合の瞬間回転中心である。

#### 【 0 0 4 3 】

この実施形態に係る車両 1 は、車両 1 の重心高さ h よりも前輪用懸架装置の瞬間回転中心高さ h f s 及び後輪用懸架装置の瞬間回転中心高さ h f r が低く、また、前輪用懸架装置の瞬間回転中心 O R f 及び後輪用懸架装置の瞬間回転中心 O R r は、前輪側車軸 Z f と、後輪側車軸 Z r との間にある。また、この実施形態に係る車両 1 は、前輪用懸架装置の瞬間回転中心 O R f 及び後輪用懸架装置の瞬間回転中心 O R r が、前輪側車軸 Z f と後輪側車軸 Z r との間にある。なお、前輪用懸架装置の瞬間回転中心 O R f 及び後輪用懸架装置の瞬間回転中心 O R r の位置は、上記位置に限定されるものではない。  
20

#### 【 0 0 4 4 】

この実施形態に係る車両挙動制御では、車両 1 の駆動輪が発生する駆動力を制御することによって、車両 1 のヨー運動（ Z 軸周りの運動）、ロール運動（ X 軸周りの運動）を制御する。各輪の駆動力 F f 1 、 F f r 、 F r 1 、 F r r と、ヨー運動を制御するために要求される目標ヨーモーメント M z r e f 、同じく各輪の駆動力の反力と、ロール運動を制御するために要求される目標ロールモーメント M x r e f 、さらに、前後方向における車両 1 の総駆動力（走行装置 1 0 0 の総駆動力、以下総駆動力という） F 及び総駆動力 F の前後配分比（前後駆動力配分比という） i から、数式（ 1 ）で示す連立方程式が得られる。  
30

#### 【 0 0 4 5 】

なお、目標ヨーモーメント M z r e f は、左側前輪 2 l の駆動力 F f 1 と右側前輪 2 r の駆動力 F f r との差、及び左側後輪 3 l の駆動力 F r 1 と右側後輪 3 r の駆動力 F r r との差、すなわち、車両 1 の左右における駆動輪の駆動力差を用いて表現できる。また、目標ロールモーメント M x r e f は、左側前輪 2 l の駆動力 F f 1 の反力と右側前輪 2 r の駆動力 F f r の反力との差、及び左側後輪 3 l の駆動力 F r 1 の反力と右側後輪 3 r の駆動力 F r r の反力との差、すなわち、車両 1 の左右における駆動輪の駆動反力差を用いて表現できる。  
40

#### 【 0 0 4 6 】

ここで、駆動力 F f 1 は左側前輪 2 l の駆動力（左側前輪駆動力）、駆動力 F f r は右側前輪 2 r の駆動力（右側前輪駆動力）、駆動力 F r 1 は左側後輪 3 l の駆動力（左側後輪駆動力）、駆動力 F r r は右側後輪 3 r の駆動力（右側後輪駆動力）である。数式（ 1 ）で表現される連立方程式を各輪の駆動力 F f 1 、 F f r 、 F r 1 、 F r r について解くことによって、目標ヨーモーメント M z r e f 及び目標ロールモーメント M x r e f を満足する各輪の駆動力を得ることができる。  
50

【0047】

【数1】

$$\left\{ \begin{array}{l} F = F_{fl} + F_{fr} + F_{rl} + F_{rr} \\ M_{zref} = \frac{Df}{2}(F_{fr} - F_{fl}) + \frac{Dr}{2}(F_{rr} - F_{rl}) \\ M_{xref} = \frac{Df}{2}(F_{fr} \tan \alpha_{fr} - F_{fl} \tan \alpha_{fl}) - \frac{Df}{2}(F_{rr} \tan \alpha_{rr} - F_{rl} \tan \alpha_{rl}) \\ (F_{fl} + F_{fr}) = (F_{rl} + F_{rr}) = i = (1 - i) \end{array} \right. \quad 10$$

【0048】

ここで、 $\alpha_{fl}$ は左側前輪21を支持する前輪用懸架装置8の瞬間回転中心角、 $\alpha_{fr}$ は右側前輪2rを支持する前輪用懸架装置8の瞬間回転中心角、 $\alpha_{rl}$ は左側後輪31を支持する後輪用懸架装置9の瞬間回転中心角、 $\alpha_{rr}$ は右側後輪3rを支持する後輪用懸架装置9の瞬間回転中心角である。また、 $F_{fl} \times \tan \alpha_{fl}$ は、左側前輪21の駆動力 $F_{fl}$ の反力(左側前輪駆動反力)、 $F_{fr} \times \tan \alpha_{fr}$ は、右側前輪2rの駆動力 $F_{fr}$ の反力(右側前輪駆動反力)、 $F_{rl} \times \tan \alpha_{rl}$ は、左側後輪31の駆動力 $F_{rl}$ の反力(左側後輪駆動反力)、 $F_{rr} \times \tan \alpha_{rr}$ は、右側後輪3rの駆動力 $F_{rr}$ の反力(右側後輪駆動反力)を表す。

【0049】

20

車両の駆動形式によって、数式(1)は適宜変更される。例えば前輪駆動の走行装置を備える車両や、左右の前輪間のみで駆動力の変更が可能である走行装置を備える車両を対象とする場合、数式(1)中の左側後輪駆動力 $F_{rl}$ 、右側後輪駆動力 $F_{rr}$ 、後輪のトレッド幅 $Dr$ 、左側後輪駆動反力 $F_{rl} \times \tan \alpha_{rl}$ 、右側後輪駆動反力 $F_{rr} \times \tan \alpha_{rr}$ 、及び前後駆動力配分比*i*を0とする。また、後輪駆動の走行装置を備える車両や、左右の後輪間のみで駆動力の変更が可能である走行装置を備える車両を対象とする場合、数式(1)中の左側前輪駆動力 $F_{fl}$ 、右側前輪駆動力 $F_{fr}$ 、前輪のトレッド幅 $Df$ 、左側前輪駆動反力 $F_{fl} \times \tan \alpha_{fl}$ 、右側前輪駆動反力 $F_{fr} \times \tan \alpha_{fr}$ 、及び前後駆動力配分比*i*を0とする。

【0050】

30

数式(1)を行列式で表現すると、数式(2)のようになる。ここで、右辺の第1行列をAとすると、前後駆動力配分比*i* = 0.5である場合、rank(A) = 4となって行列Aは正則となり、数式(1)で示す連立方程式は解くことが可能(可解)であることがわかる。この場合、数式(3)に示すように、数式(2)の両辺に、左側からAの逆行列 $A^{-1}$ を乗することで、目標ヨーモーメント $M_{zref}$ 及び目標ロールモーメント $M_{xref}$ を満たす各輪の駆動力 $F_{fl}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$ を求めることができる。

【0051】

【数2】

$$\begin{bmatrix} F \\ M_{zref} \\ M_{xref} \\ 0 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -\frac{Df}{2} & \frac{Df}{2} & -\frac{Dr}{2} & \frac{Dr}{2} \\ -\frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{fr} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rl} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rr} \\ 1-i & 1-i & -i & -i \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} F_{fl} \\ F_{fr} \\ F_{rl} \\ F_{rr} \end{bmatrix} \quad 40$$

【0052】

## 【数3】

$$\begin{bmatrix} F_{fl} \\ F_{fr} \\ F_{rl} \\ F_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{Df} & \frac{1}{Df} & -\frac{1}{Dr} & \frac{1}{Dr} \\ -\frac{Df}{2} & \frac{Df}{2} & -\frac{Dr}{2} & \frac{Dr}{2} \\ -\frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rl} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rr} \\ \frac{1-i}{1-i} & \frac{1-i}{1-i} & -i & -i \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} F \\ Mzref \\ Mxref \\ 0 \end{bmatrix}$$

10

## 【0053】

例えば、前後駆動力配分比  $i = 0.5$  である場合、rank(A) = 4 となり、数式(1)で示す連立方程式は解くことができない。この場合、目標ヨーモーメント  $M_{zref}$  及び目標ロールモーメント  $M_{xref}$  を満たす各輪の駆動力  $F_{fl}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  は求めることができない。したがって、目標ヨーモーメント  $M_{zref}$  又は目標ロールモーメント  $M_{xref}$  のうちいずれか一方を満たすように、各輪の駆動力  $F_{fl}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を決定する。車両1のロールを制御するための目標ロールモーメント  $M_{xref}$  を満たす各輪の駆動力  $F_{fl}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を求める場合には、数式(4)を用いる。また、車両1のヨーを制御するための目標ヨーモーメント  $M_{zref}$  を満たす各輪の駆動力  $F_{fl}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を求める場合には、数式(5)を用いる。

20

## 【0054】

ここで、数式(4)中の  $j$  は、左右駆動力差前後配分比であり、動的前後荷重配分比に準ずる配分比をいう。この実施形態において、左右駆動力差前後配分比  $j$  は、車両1の左側における車輪（左側前輪2l及び左側後輪3l）で発生する駆動力（左側駆動力）と、車両1の右側における車輪（右側前輪2r及び右側後輪3r）で発生する駆動力（右側駆動力）との差を、車両1の前輪（左側前輪2l及び右側前輪2r）と後輪（左側後輪3l及び右側後輪3r）とで割り振るための比率となる。例えば、左側駆動力と右側駆動力との駆動力差が10必要であるときに、前輪で6の駆動力差を、後輪で4の駆動力差を発生させるような場合に、左右駆動力差前後配分比  $j$  を設定する。

30

## 【0055】

## 【数4】

$$\begin{bmatrix} F_{fl} \\ F_{fr} \\ F_{rl} \\ F_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1-j & 1-j & -j & j \\ -\frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rl} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rr} \\ \frac{1-i}{1-i} & \frac{1-i}{1-i} & -i & -i \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} F \\ 0 \\ Mxref \\ 0 \end{bmatrix}$$

40

## 【0056】

## 【数5】

$$\begin{bmatrix} F_{fl} \\ F_{fr} \\ F_{rl} \\ F_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{Df} & \frac{1}{Df} & -\frac{1}{Dr} & \frac{1}{Dr} \\ -\frac{2}{(1-j)Df} & \frac{2}{(1-j)Df} & -\frac{2}{jDr} & \frac{2}{jDr} \\ 1-i & 1-i & -i & -i \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} F \\ Mzref \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

10

## 【0057】

数式(3)～数式(5)を用いることによって、車両1に対する目標ヨーモーメントM<sub>zref</sub>又は目標ロールモーメントM<sub>xref</sub>のうち少なくとも一方を満足できる各輪の駆動力F<sub>fl</sub>、F<sub>fr</sub>、F<sub>rl</sub>、F<sub>rr</sub>を求めることができる。そして、前後駆動力配分比iや車両1の状態、あるいは運転状況に基づいて、車両のヨー又はロールのうち少なくとも一方を制御する。次に、この実施形態に係る車両拳動制御を実現するための車両拳動制御装置について説明する。

## 【0058】

図6は、実施形態1に係る車両拳動制御装置の構成例を示す説明図である。図6に示すように、車両拳動制御装置30は、ECU50に組み込まれて構成されている。ECU50は、CPU(Central Processing Unit:中央演算装置)50pと、記憶部50mと、入力ポート55及び出力ポート56と、入力インターフェース57及び出力インターフェース58とから構成される。

20

## 【0059】

なお、ECU50とは別個に、この実施形態に係る車両拳動制御装置30を用意し、これをECU50に接続してもよい。そして、この実施形態に係る車両拳動制御を実現するにあたっては、ECU50が備える走行装置100等に対する制御機能を、前記車両拳動制御装置30が利用できるように構成してもよい。

## 【0060】

車両拳動制御装置30は、駆動力演算部31と、制御判定部32と、駆動力制御部33とを含んで構成される。これらが、この実施形態に係る車両拳動制御を実行する部分となる。この実施形態において、車両拳動制御装置30は、ECU50を構成するCPU50pの一部として構成される。

30

## 【0061】

車両拳動制御装置30の駆動力演算部31と、制御判定部32と、駆動力制御部33とは、バス54<sub>1</sub>、バス54<sub>2</sub>、及び入力ポート55及び出力ポート56を介して接続される。これにより、車両拳動制御装置30を構成する駆動力演算部31と制御判定部32と、駆動力制御部33とは、相互に制御データをやり取りしたり、一方に命令を出したりできるように構成される。また、CPU50pが備える車両拳動制御装置30と、記憶部50mとは、バス54<sub>3</sub>を介して接続される。これによって、車両拳動制御装置30は、ECU50が有する走行装置100の運転制御データを取得し、これを利用することができる。また、車両拳動制御装置30は、この実施形態に係る車両拳動制御を、ECU50が予め備えている運転制御ルーチンに割り込ませたりすることができる。

40

## 【0062】

入力ポート55には、入力インターフェース57が接続されている。入力インターフェース57には、左前側レゾルバ401、右前側レゾルバ40r、左後側レゾルバ411、右後側レゾルバ41r、アクセル開度センサ42、操舵角センサ43、車速センサ44、前後加速度センサ45、横方向加速度センサ46、その他の、走行装置100の運転制御に必要な情報を取得するセンサ類が接続されている。これらのセンサ類から出力される信号は、入力インターフェース57内のA/Dコンバータ57aやデジタル入力バッファ

50

57dにより、CPU50pが利用できる信号に変換されて入力ポート55へ送られる。これにより、CPU50pは、走行装置100の運転制御や、この実施形態に係る車両挙動制御に必要な情報を取得することができる。

#### 【0063】

出力ポート56には、出力インターフェース58が接続されている。出力インターフェース58には、車両挙動制御に必要な制御対象が接続されている。この実施形態では、左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機111及び右後側電動機11rを制御するためのインバータ6が、この実施形態に係る車両挙動制御に必要な制御対象である。出力インターフェース58は、制御回路58<sub>1</sub>、58<sub>2</sub>等を備えており、CPU50pで演算された制御信号に基づき、前記制御対象を動作させる。このような構成により、前記センサ類からの出力信号に基づき、ECU50のCPU50pは、左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機111及び右後側電動機11rの駆動力を制御することができる。  
10

#### 【0064】

記憶部50mには、この実施形態に係る車両挙動制御の処理手順を含むコンピュータプログラムや制御マップ、あるいはこの実施形態に係る車両挙動制御に用いる駆動力配分比のデータ等が格納されている。ここで、記憶部50mは、RAM(Random Access Memory)のような揮発性のメモリ、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリ、あるいはこれらの組み合わせにより構成することができる。

#### 【0065】

上記コンピュータプログラムは、CPU50pへ既に記録されているコンピュータプログラムと組み合わせによって、この実施形態に係る車両挙動制御の処理手順を実現できるものであってもよい。また、この車両挙動制御装置30は、前記コンピュータプログラムの代わりに専用のハードウェアを用いて、駆動力演算部31、制御判定部32及び駆動力制御部33の機能を実現するものであってもよい。次に、この実施形態に係る車両挙動制御を説明する。次の説明では、適宜図1～図6を参照されたい。  
20

#### 【0066】

図7、図8は、実施形態1に係る車両制御の手順を示すフローチャートである。この実施形態に係る車両挙動制御を実行するにあたって、車両挙動制御装置30の駆動力演算部31は、目標ヨーモーメントM<sub>z ref</sub>、目標ロールモーメントM<sub>x ref</sub>及び前後駆動力配分比i<sub>r</sub>を取得する(ステップS101)。目標ヨーモーメントM<sub>z ref</sub>は数式(6)で示す目標ヨーレート<sub>ref</sub>にヨー慣性モーメントI<sub>z</sub>を乗することによって、また、目標ロールモーメントM<sub>x ref</sub>は数式(7)で示す目標ロールレート<sub>ref'</sub>にロール慣性モーメントI<sub>x</sub>を乗ることによって求めることができる。  
30

#### 【0067】

数式(6)、数式(7)に示すように、目標ヨーレート<sub>ref</sub>及び目標ロールレート<sub>ref'</sub>は、車両1の速度Vと車両1の操舵輪(前輪)の操舵角<sub>h</sub>とを制御パラメータとして取得することによって求めることができる。なお、車両1の速度Vは車速センサ44から、操舵角<sub>h</sub>は操舵角センサ43から求めることができる。

#### 【0068】

ここで、Vは車両の速度、K<sub>f</sub>は車両のロール剛性、h<sub>s</sub>は車両のロール軸から重心までの高さ、gは重力加速度、nはステアリングのギヤ比、<sub>r</sub>はヨーレート、<sub>x</sub>はロール角、K<sub>f</sub>は前輪のコーナーリングパワー、K<sub>r</sub>は後輪のコーナーリングパワー、k<sub>h</sub>は車両のスタビリティファクター、M<sub>s</sub>は車両のばね上質量、<sub>z</sub>は車両の操舵輪の操舵角、<sub>x</sub>は車両のスリップ角、I<sub>x</sub>はロール慣性モーメント、I<sub>z</sub>はヨー慣性モーメント、I<sub>xz</sub>はヨー/ロール慣性モーメントである。  
40

#### 【0069】

【数6】

$$\gamma_{\text{ref}} = \frac{V}{L(1+khV^2)} \frac{\theta}{n}$$

【0070】

【数7】

$$\phi_{\text{ref}}' = \frac{V^2 M_s h_s}{L(1+khV^2)K\phi - M_s g h_s} \frac{\theta'}{n}$$

10

【0071】

ここで、目標ロールレート  $r_{\text{ref}}'$  の導出方法を説明する。入力をヨーレート、車両1のスリップ角（車体スリップ角）をとしたときにおけるロール角の応答（S）は、数式（8）で表すことができる。ここで、G（0）は数式（9）で、 $\gamma$ は数式（10）で、 $\xi\phi$ は数式（11）で、T $\phi$ は数式（12）で表される。

【0072】

【数8】

$$\phi(S) = G\phi(0) = \frac{S}{1 + 2\frac{\xi\phi}{\omega\phi}S + \frac{S^2}{\omega\phi^2}} \beta(S) + G\phi(0) \frac{T\phi S + 1}{1 + 2\frac{\xi\phi}{\omega\phi}S + \frac{S^2}{\omega\phi^2}} \gamma(S)$$

20

【0073】

【数9】

$$G\phi(0) = \frac{M_s h_s}{K\phi - M_s g h_s}$$

30

【0074】

【数10】

$$\xi\phi = \frac{1}{2} \frac{C\phi}{\sqrt{I_x(K\phi - M_s g h_s)}}$$

【0075】

【数11】

$$\omega\phi = \sqrt{\frac{K\phi - M_s g h_s}{I_x}}$$

40

【0076】

【数12】

$$T\phi = \frac{I_{xz}}{M_s h s V}$$

【0077】

また、入力を車両1の操舵輪（前輪）の操舵角（以下単に操舵角という）としたとき

50

におけるヨーレート の応答 ( $S$ ) は数式 (13) で、入力を操舵角としたときにおける車体スリップ角 の応答 ( $S$ ) は数式 (14) で表すことができる。ここで、 $G(0)$  は数式 (15) で、 $G(0)$  は数式 (16) で、 $\gamma$  は数式 (17) で、 $\beta$  は数式 (18) で表される。数式 (9) ~ 数式 (18) を用いて、数式 (8) を整理すると、車体スリップ角をとしたときにおけるロール角 の応答 ( $S$ ) は、数式 (19) のように表される。

【0078】

【数13】

$$\gamma(S) = G_\gamma(0) \frac{1 + T_\gamma S}{1 + 2\frac{\xi}{\omega}S + \frac{S^2}{\omega^2}} \theta(S)$$

10

【0079】

【数14】

$$\beta(S) = G_\beta(0) \frac{1 + T_\beta S}{1 + 2\frac{\xi}{\omega}S + \frac{S^2}{\omega^2}} \theta(S)$$

20

【0080】

【数15】

$$G\gamma(0) = \frac{V^2}{n(1 + khV^2)L}$$

【0081】

【数16】

$$G\beta(0) = \frac{2KrLrL - MLfV^2}{2nKr(1 + khV^2)L^2}$$

30

【0082】

【数17】

$$\xi = \frac{1}{2L} \frac{M(L_f^2 K_f + L_r^2 K_r) + I_z(K_f + K_r)}{\sqrt{MLK_f K_r(1 + khV^2)}}$$

【0083】

【数18】

$$\omega = \sqrt{\frac{4K_f K_r L^2 + 4V^2 K_f K_r khL^2}{M I_z V^2}}$$

40

【0084】

## 【数19】

$$\phi(S) = G\phi(0)G\gamma(0) \frac{1 + \left(\frac{T_\phi + T_\gamma}{G\phi(0)G\gamma(0)} + \frac{G\beta(0)}{G\gamma(0)}\right)S + \left(T_\beta \frac{G\beta(0)}{G\gamma(0)} + \frac{T_\phi T_\gamma}{G\phi(0)G\gamma(0)}\right)S^2}{\left(1 + 2\frac{\xi\phi}{\omega\phi}S + \frac{S^2}{\omega\phi^2}\right)\left(1 + 2\frac{\xi}{\omega}S + \frac{S^2}{\omega^2}\right)} \theta(S)$$

## 【0085】

数式(19)より、入力される操舵角に対するロール角の応答を知ることができる。ここで、数式(19)の定常ゲイン部  $G(0)G(0)$  と操舵角とを乗じたものを、目標ロール角  $r_{ref}$  と定義する。すなわち、目標ロール角  $r_{ref}$  は、数式(20)で表される。数式(20)からわかるように、目標ロール角  $r_{ref}$  は、入力される操舵角に対し、伝達関数によって遅れを考慮しないで求めることができるロール角である。

10

## 【0086】

## 【数20】

$$\phi_{ref} = G\phi(0)G\gamma(0)\theta$$

## 【0087】

20

目標ロールレートは、目標ロール角  $r_{ref}$  を微分したものとする。つまり、数式(20)の定常ゲイン部  $G(0)G(0)$  を定数として扱い、入力される操舵角を微分したものが、数式(21)で表される目標ロールレート  $r_{ref}'$  である。数式(21)の  $G(0)$  を数式(9)に、 $G(0)$  を数式(15)に置き換えると、数式(7)の目標ロールレート  $r_{ref}'$  である。

## 【0088】

## 【数21】

$$\phi_{ref}' = G\phi(0)G\gamma(0)\theta'$$

30

## 【0089】

車両挙動制御装置30の制御判定部32は、駆動力演算部31が取得した前後駆動力配分比  $i$  を取得して数式(2)の行列  $A$  に与え、数式(1)の連立方程式が可解であるか否かを判定する(ステップS102)。すなわち、 $\text{rank}(A) = 4$  である場合に、数式(1)の連立方程式は可解となる。数式(1)の連立方程式は可解である場合(ステップS102: Yes)、目標ヨーモーメント  $M_{zref}$  と目標ロールモーメント  $M_{xref}$  とをともに満足させることができる。

## 【0090】

この場合、駆動力演算部31は、車両1の総駆動力  $F$  を取得するとともに、数式(3)に、ステップS101で取得した目標ヨーモーメント  $M_{zref}$ 、目標ロールモーメント  $M_{xref}$ 、前後駆動力配分比  $i$  及び総駆動力  $F$  を与えて、各輪の駆動力  $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を求める。車両挙動制御装置30の駆動力制御部33は、決定された各輪の駆動力  $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を車両1の各輪が発生できるように、左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機11l及び右後側電動機11rの出力を決定する。そして、駆動力制御部33は、決定された出力となるように左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機11l及び右後側電動機11rを駆動する。これによって、車両1のヨーとロールとを同時に制御して(ステップS103)、ロールを抑制しつつ運転者が望む旋回性能を確保する。なお、車両1の総駆動力  $F$  は、車両1が備える各電動機に供給する電力に基づいて求めることができる。

40

## 【0091】

50

数式(1)の連立方程式が可解でない場合(ステップS102:No)、すなわち、rank(A)=4である場合には、目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ と目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ とをともに満足させることはできない。この場合、目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ 又は目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ のいずれか一方を満たすように制御する。ここで、目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ を満たす制御をヨー制御(又はヨーの制御)といい、目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ を満たす制御をロール制御(又はロールの制御)という(以下同様)。

#### 【0092】

目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ 又は目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ のいずれか一方を満たすように制御するにあたり、目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ を満たすように制御する。これにより、車両1のロールを抑制する。このとき、車両1のロールを制御するための目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ を発生させるために必要な各輪の駆動力によって、車両1に発生するヨーモーメント $M_{xz}$ が車両1として上限のヨーモーメント(ヨーモーメント上限値) $M_{z\text{max}}$ を超える場合、車両1はスピニに陥るおそれが極めて高い。このため、 $M_{xz} > M_{z\text{max}}$ である場合には、目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ を優先して満たすことができるようとする。これによって、車両1の挙動の安定化を図る。

#### 【0093】

式(1)の連立方程式が可解でない場合(ステップS102:No)、駆動力演算部31は、数式(4)を解いて目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ を満足できる各輪の駆動力 $F_{f1}, F_{fr}, F_{rl}, F_{rr}$ を求める。そして、制御判定部32は、駆動力演算部31が求めた各輪の駆動力 $F_{f1}, F_{fr}, F_{rl}, F_{rr}$ によって車両1に発生するヨーモーメント $M_{xz}$ を求め、ヨーモーメント上限値 $M_{z\text{max}}$ と比較する(ステップS104)。

#### 【0094】

$M_{xz} > M_{z\text{max}}$ である場合(ステップS104:Yes)、車両1はスピニに陥るおそれが極めて高いので、制御判定部32は、目標ロールモーメント $M_{x\text{ref}}$ ではなく、目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ を満たすように制御すると判定する。この判定を受けて、駆動力演算部31は、数式(5)を解くことによって、目標ヨーモーメント $M_{z\text{ref}}$ を満たす各輪の駆動力 $F_{f1}, F_{fr}, F_{rl}, F_{rr}$ を求める。そして、駆動力制御部33は、決定された各輪の駆動力 $F_{f1}, F_{fr}, F_{rl}, F_{rr}$ を車両1の各輪が発生できるように、左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機111及び右後側電動機11rを駆動する。これによって、車両1のヨーを制御して(ステップS105)、車両1がスピニに陥る危険性を回避し、車両1を安定して旋回させる。

#### 【0095】

$M_{xz} > M_{z\text{max}}$ である場合(ステップS104:No)、ロール制御又はヨー制御を選択する(ステップS106)。この場合、車両1の運転状況を考慮して、ロール制御とするかヨー制御とするかを判定する。次に、図8を用いて、この判定について説明する。車両1の運転状況は、操舵角の大きさと、操舵の状態とから判定する。このようにすることで、車両1の運転者の意思に沿って、車両1の運動や姿勢を制御することができる。

#### 【0096】

制御判定部32は、操舵角センサ43から操舵角 $\delta$ を取得し、前記操舵角 $\delta$ が中立付近、かつ操舵が過渡状態であるか否かを判定する(ステップS201)。操舵角 $\delta$ が中立付近であるか否かは、例えば操舵角 $\delta$ が所定の閾値(例えば $\pm 5$ 度程度)以内の値であれば、操舵角 $\delta$ が中立付近であると判定する。また、操舵の状態は、例えば、操舵角 $\delta$ を時間で微分した時間微分値 $d\delta/dt$ が0でない場合( $d\delta/dt \neq 0$ )に、操舵が過渡状態にあると判定する。なお、操舵角の時間微分値 $d\delta/dt$ は、操舵角の速度である。

#### 【0097】

操舵角 $\delta$ が中立付近、かつ操舵が過渡状態である場合(ステップS201:Yes)、ロール制御を実行する(ステップS202)。これによって、微小な操舵領域における車

10

20

30

40

50

両 1 のロールを抑制することによって、旋回初期に発生するロールや、いわゆるレーンエンジ時等に発生するロールを抑制して、車両 1 の挙動を安定させることができる。

#### 【 0 0 9 8 】

操舵角  $\delta$  が中立付近でない場合（すなわち操舵角  $\delta$  が所定の閾値を超えた場合）、又は操舵が過渡状態でない場合 ( $d\delta/dt = 0$ )、すなわち操舵角  $\delta$  が一定値を保っている場合（ステップ S 2 0 1 : No）、ヨー制御を実行する（ステップ S 2 0 3）。これによつて、操舵角  $\delta$  に対する車両 1 のヨーゲインを確保して、操舵角  $\delta$  が大きい場合における運転者の車両 1 を旋回させる意思を反映させることができる。

#### 【 0 0 9 9 】

上記判定によってロール制御とするかヨー制御とするかを切り替えると、不連続的にロール制御又はヨー制御が切り替えられて、ドライバビリティを悪化させたり、車両 1 の挙動が不安定になつたりするおそれがある。このため、この実施形態では、各輪の駆動力に重み係数を乗ずることによって、ロール制御とヨー制御とが連続的に切り替えられるよう 10 にする。重み係数 Y は、ヨー制御の割合を決定するための係数であり、0 以上 1 以下の範囲で変化する。ここで、ロール制御の割合は、重み係数 Y が決定されれば ( $1 - Y$ ) で求めることができる。

#### 【 0 1 0 0 】

図 9 は、重み係数 Y を記述した重み係数マップの一例を示す説明図である。重み係数マップ 7 0 は E C U 5 0 の記憶部 5 0 m に格納されており、操舵角  $\delta$  の大きさと操舵の過渡状態（すなわち操舵角  $\delta$  の時間微分値  $d\delta/dt$ ）とに基づいて決定された重み係数 Y が記述されている。ここで、 $Y_0 (= 0) < Y_1 < Y_2 < Y_3 < Y_4 < Y_5 (= 1)$  20 であり、重み係数 Y は、 $Y_1 (= 0) < Y_2 < Y_3 < Y_4 (= 1)$  となっている。すなわち、操舵角  $\delta$  が大きくなるにしたがつて、かつ  $d\delta/dt = 0$  が 0 に近づくにしたがつてヨー制御の割合が多くなるようになっている。

#### 【 0 1 0 1 】

重み係数 Y を用いた駆動力は、次のように決定される。例えば左側前輪駆動力 F\_f 1 を決定する場合、目標ロールモーメントを発生させるための駆動力（数式（4）を解くことによって得られた駆動力）を F\_f 1\_r とし、目標ヨーモーメントを発生させるための駆動力（数式（5）を解くことによって得られた駆動力）を F\_f 1\_y とする。

#### 【 0 1 0 2 】

重み係数 Y は、を用いて左側前輪駆動力 F\_f 1 を表すと、 $F_f 1 = (1 - Y) \times F_f 1_r + Y \times F_f 1_y$  となる。他の駆動輪の駆動力 F\_f\_r、F\_r 1、F\_r\_r についても同様に決定する。このようにすれば、ロール制御とヨー制御とを連続的に切り替えることができるので、ドライバビリティが悪化したり、車両 1 の挙動が不安定になつたりするおそれを低減できる。

#### 【 0 1 0 3 】

ロール制御とするか、ヨー制御とするかが決定されたら（ステップ S 2 0 2 又はステップ S 2 0 3）、駆動力演算部 3 1 は、操舵角  $\delta$  及びその時間微分値  $d\delta/dt$  を取得し、これらを重み係数マップ 7 0 に参照する（ステップ S 2 0 4）。そして、駆動力演算部 3 1 は、前記操舵角  $\delta$  及びその時間微分値  $d\delta/dt$  から決定される重み係数 Y を取得し（ステップ S 2 0 5）、取得した重み係数 Y を用いて各輪の駆動力を演算する（ステップ S 2 0 6）。

#### 【 0 1 0 4 】

ステップ S 1 0 6 においては、上述したステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 6 の手順によってロール制御とするか、ヨー制御とするかが決定される。ロール制御とする場合（ステップ S 1 0 6 : Yes、ステップ S 2 0 1 : Yes）、ステップ S 2 0 4 ~ S 2 0 6 で決定された各輪の駆動力 F\_f 1、F\_f\_r、F\_r 1、F\_r\_r を車両 1 の各輪が発生できるように、駆動力制御部 3 3 は、左前側電動機 1 0 1、右前側電動機 1 0 r、左後側電動機 1 1 1 及び右後側電動機 1 1 r を駆動する（ステップ S 1 0 7）。ヨー制御とする場合（ステップ S 1 0 6 : No、ステップ S 2 0 1 : No）、ステップ S 2 0 4 ~ S 2 0 6 で決定

10

20

30

40

50

された各輪の駆動力  $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を車両 1 の各輪が発生できるように、駆動力制御部 33 は、左前側電動機 101、右前側電動機 10r、左後側電動機 111 及び右後側電動機 11r を駆動する（ステップ S108）。

#### 【0105】

以上、実施形態 1 では、車両のヨー方向における目標モーメント又は車両のロール方向における目標モーメント又は車両のピッチ方向における目標モーメントのうち少なくとも 2 方向における目標モーメントと、駆動輪の総駆動力と、前記駆動輪の駆動反力とに基づいて左右の駆動輪の駆動力を求める。そして、少なくとも 2 方向における目標モーメントを同時に満たすことができるよう、各輪の駆動力を制御する。これによって、運転者の望む性能を確保して、ドライバビリティを向上させることができる。特に、実施形態 1 のように、目標ヨーモーメントと目標ロールモーメントとを両立できるように制御すると、ロールを抑制しつつ運転者が望む旋回性能を確保できる。なお、実施形態 1 で開示した構成を備えるものは、実施形態 1 及びその変形例と同様の作用、効果を奏する。また、実施形態 1 の構成は、以下の実施形態においても適宜適用することができる。10

#### 【0106】

##### （実施形態 2）

実施形態 2 は、実施形態 1 と同様であるが、ヨー運動、ロール運動に加え、車両のピッチ運動も制御対象とする点が異なる。実施形態 2 に係る車両挙動制御の原理的な考え方は実施形態 1 に係る車両挙動制御と同様である。実施形態 2 では、実施形態 1 に係る走行装置 100 を搭載した車両 1 の車両挙動制御を説明する。まず、実施形態 2 に係る車両挙動制御において各輪の駆動力を決定する手法を説明する。20

#### 【0107】

この実施形態に係る車両挙動制御では、車両 1 の駆動輪が発生する駆動力を制御することによって、車両 1 のヨー（Z 軸周りの回転）、ロール（X 軸周りの回転）、及びピッチ運動（Y 軸周りの運動）を制御する。ピッチ慣性モーメント  $I_p$ 、目標ピッチレート  $P_{ref}$ 、前輪荷重（左側前輪 21 及び右側前輪 2r の荷重）を  $W_f$ 、後輪荷重（左側後輪 31 及び右側後輪 3r の荷重）を  $W_r$ 、静的前輪荷重（左側前輪 21 及び右側前輪 2r の静的な荷重）を  $W_{f0}$ 、静的後輪荷重（左側後輪 31 及び右側後輪 3r の静的な荷重）を  $W_{r0}$  とすると、ピッキングの運動方程式は、数式（22）～数式（24）のように記述することができる。なお、ピッチ慣性モーメント  $I_p$  と目標ピッチレート  $P_{ref}$  との積は、目標ピッチモーメント  $M_{yref}$  となる。30

#### 【0108】

ここで、 $F_{f1}$  は前輪駆動反力であり、数式（25）に示すように、左側前輪駆動反力  $F_{f1} \times \tan_{f1}$  と右側前輪駆動反力  $F_{fr} \times \tan_{fr}$  の和で表される。また、 $F_{r1}$  は後輪駆動反力であり、数式（26）に示すように、左側後輪駆動反力  $F_{rl} \times \tan_{rl}$  と右側後輪駆動反力  $F_{rr} \times \tan_{rr}$  の和で表される。そして、数式（22）～数式（24）及び数式（25）、数式（26）をまとめて表現すると、数式（27）のようになる。なお、数式（27）の左辺に示す  $I_p \times P_{ref}$  は、目標ピッチモーメント  $M_{yref}$  である。40

#### 【0109】

##### 【数 22】

$$Myref = I_p P_{ref} = W_f L_r - W_r L_f$$

#### 【0110】

##### 【数 23】

$$W_f = W_{f0} - \frac{h}{L} F + F_{f1}$$

#### 【0111】

10

20

30

40

50

【数24】

$$Wr = Wr0 + \frac{h}{L} F - Fr1$$

【0112】

【数25】

$$Ff1 = Ffl \tan \alpha_{fl} + Ffr \tan \alpha_{fr}$$

【0113】

10

【数26】

$$Fr1 = Fr1 \tan \alpha_{rl} + Fr1 \tan \alpha_{rr}$$

【0114】

【数27】

$$I_p \times P_{ref} = (h - Lf \tan \alpha_{fl}) Ffl + (h - Lf \tan \alpha_{fl}) Ffr + (h - Lr \tan \alpha_{rl}) Fr1 \\ + (h - Lr \tan \alpha_{rr}) Fr1$$

20

【0115】

各輪の駆動力  $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  とヨー運動を制御するために要求される目標ヨーモーメント  $M_{zref}$ 、同じく各輪の駆動反力とロール運動を制御するために要求される目標ロールモーメント  $M_{xref}$ 、総駆動力  $F$ 、さらに各輪の駆動反力の関係で表現できる目標ピッチモーメント  $M_{yref}$  から、数式(28)で示す連立方程式が得られる。数式(28)で表現される連立方程式を、各輪の駆動力  $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$ について解くことによって、目標ヨーモーメント  $M_{zref}$ 、目標ロールモーメント  $M_{xref}$  及び目標ピッチモーメント  $M_{yref}$  すべてを満足する各輪の駆動力を得ることができる。

【0116】

30

【数28】

$$\left\{ \begin{array}{l} F = Ffl + Ffr + Fr1 + Fr1 \\ Mzref = \frac{Df}{2}(Ffr - Ffl) + \frac{Dr}{2}(Fr1 - Fr1) \\ Mxref = \frac{Df}{2}(Ffr \tan \alpha_{fr} - Ffl \tan \alpha_{fl}) - \frac{Df}{2}(Fr1 \tan \alpha_{rr} - Fr1 \tan \alpha_{rl}) \\ Myref = (h - Lf \tan \alpha_{fl}) Ffl + (h - Lf \tan \alpha_{fr}) Ffr \\ \quad + (h - Lr \tan \alpha_{rl}) Fr1 + (h - Lr \tan \alpha_{rr}) Fr1 \end{array} \right.$$

40

【0117】

数式(28)を行列式で表現すると、数式(29)のようになる。ここで、右辺の第1行列を  $A$  とすると、 $\text{rank}(A) = 4$  の場合に行列  $A$  は正則となり、数式(29)で示す連立方程式は解くことが可能(可解)であることがわかる。この場合、数式(30)に示すように、数式(29)の両辺に、左側から  $A$  の逆行列  $A^{-1}$  を乗ずることで、目標ヨーモーメント  $M_{zref}$ 、目標ロールモーメント  $M_{xref}$  及び目標ピッチモーメント  $M_{yref}$  を満たす各輪の駆動力  $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$  を求めることができる。次

50

に、この実施形態に係る車両挙動制御を説明する。なお、実施形態2に係る車両挙動制御は、実施形態1に係る車両挙動制御装置(図6参照)によって実現できる。次の説明においては、適宜図1～6を参照されたい。

【0118】

【数29】

$$\begin{bmatrix} F \\ Mzref \\ Mxref \\ Myref \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & -\frac{1}{Dr} & \frac{1}{Dr} \\ -\frac{Df}{2} & \frac{Df}{2} & -\frac{Dr}{2} & \frac{Dr}{2} \\ -\frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{fr} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{rl} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rr} \\ h - Lf \tan \alpha_{fl} & h - Lf \tan \alpha_{fr} & h - Lr \tan \alpha_{rl} & h - Lr \tan \alpha_{rr} \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} Ffl \\ Ffr \\ Frl \\ Frr \end{bmatrix} \quad 10$$

【0119】

【数30】

$$\begin{bmatrix} Ffl \\ Ffr \\ Frl \\ Frr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -\frac{1}{Dr} & \frac{1}{Dr} \\ -\frac{Df}{2} & \frac{Df}{2} & -\frac{Dr}{2} & \frac{Dr}{2} \\ -\frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{fl} & \frac{Df}{2} \tan \alpha_{rl} & -\frac{Dr}{2} \tan \alpha_{rr} \\ h - Lf \tan \alpha_{fl} & h - Lf \tan \alpha_{fr} & h - Lr \tan \alpha_{rl} & h - Lr \tan \alpha_{rr} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} F \\ Mzref \\ Mxref \\ Myref \end{bmatrix} \quad 20$$

【0120】

図10は、実施形態2に係る車両制御の手順を示すフローチャートである。この実施形態に係る車両挙動制御を実行するにあたって、車両挙動制御装置30の駆動力演算部31は、目標ヨーモーメントM<sub>zref</sub>、目標ロールモーメントM<sub>xref</sub>及び目標ピッチモーメントM<sub>yref</sub>を取得する(ステップS301)。ここで、目標ピッチモーメントM<sub>yref</sub>は、上述したように、ピッチ慣性モーメントI<sub>p</sub>と目標ピッチレートP<sub>ref</sub>との積で求めることができ、目標ピッチレートP<sub>ref</sub>は式(31)によって表される。式(31)中のP<sub>ref\_tep</sub>は、式(32)によって表される。なお、式31はSの領域で記述されており、左辺の目標ピッチレートP<sub>ref</sub>に付される(S)は、Sの領域で記述していることを示すものである。式(31)を時間領域へ変換することにより、時間領域における目標ピッチレートP<sub>ref</sub>を得ることができる。

【0121】

【数31】

$$P_{ref}(s) = \frac{1}{TS+1} \times P_{ref\_tmp}(S) \quad 40$$

【0122】

【数32】

$$P_{ref\_tmp} = G_o \times \frac{d}{dt} DF_{ref}$$

【0123】

ここで、 $G_0$ はピッチ角ゲインであり実験等から求める。また、 $D_F\_ref$ は、ドライバが要求する駆動力、 $S$ はラプラス演算子である。数式(32)のままでは、微分要素によって速いアクセル踏み込み時においては駆動力が高ゲインとなり、駆動力が急激に増減することによって車両1の前後加速度の変動が大きく、ドライバビリティと車両1の挙動抑制との両立が難しくなる。したがって、数式(31)のように、一次遅れをプレフィルタとして数式(32)へ追加して目標ピッチレート $P\_ref$ とすることにより、ドライバビリティと車両1の挙動抑制との両立を図っている。

#### 【0124】

車両挙動制御装置30の制御判定部32は、数式(28)の連立方程式が可解であるか否かを判定する(ステップS302)。すなわち、rank(A)=4である場合に、数式(28)の連立方程式は可解となる。数式(28)の連立方程式は可解である場合(ステップS302: Yes)、目標ヨーモーメント $M_z ref$ と目標ロールモーメント $M_x ref$ と目標ピッチモーメント $M_y ref$ をともに満足させることができる。10

#### 【0125】

この場合、駆動力演算部31は、車両1の総駆動力Fを取得するとともに、数式(30)に、ステップS301で取得した目標ヨーモーメント $M_z ref$ 、目標ロールモーメント $M_x ref$ 、目標ピッチモーメント $M_y ref$ 及び総駆動力Fを与えて、各輪の駆動力 $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$ を求める。車両挙動制御装置30の駆動力制御部33は、決定された各輪の駆動力 $F_{f1}$ 、 $F_{fr}$ 、 $F_{rl}$ 、 $F_{rr}$ を車両1の各輪が発生できるように、左前側電動機101、右前側電動機10r、左後側電動機111及び右後側電動機11rを駆動する。これによって、車両1のヨーとロールとピッチとを同時に制御する(ステップS303)。ここで、ピッチの制御(ピッチ制御)とは、目標ピッチモーメント $M_y ref$ となるように、車両1の各輪の駆動力を制御することをいう。20

#### 【0126】

数式(28)の連立方程式が可解でない場合(ステップS302: No)、すなわち、rank(A)=4である場合には、目標ヨーモーメント $M_z ref$ と目標ロールモーメント $M_x ref$ と目標ピッチモーメント $M_y ref$ とをともに満足させることはできない。この場合、目標ヨーモーメント $M_z ref$ 又は目標ロールモーメント $M_x ref$ のうち、少なくとも一方を満たすようにする制御へ変更される(ステップS304)。30

#### 【0127】

目標ヨーモーメント $M_z ref$ 又は目標ロールモーメント $M_x ref$ のうち、少なくとも一方を満たす制御へ変更されたら(ステップS304)、駆動力演算部31は、前後駆動力配分比*i*を取得する(ステップS305)。そして、車両挙動制御装置30の制御判定部32は、駆動力演算部31が取得した前後駆動力配分比*i*を取得して数式(29)の行列Aに与え、数式(28)の連立方程式が可解であるか否かを判定する(ステップS306)。ステップS307～ステップS312は、実施形態1におけるステップS103からステップS108と同様なので、説明を省略する。

#### 【0128】

以上、実施形態2では、車両のヨー方向における目標モーメント又は車両のロール方向における目標モーメント又は車両のピッチ方向における目標モーメントのうち少なくとも2方向における目標モーメントと、駆動輪の総駆動力と、前記駆動輪の駆動反力とに基づいて左右の駆動輪の駆動力を求める。そして、少なくとも2方向における目標モーメントを同時に満たすことができるよう、各輪の駆動力を制御する。これによって、運転者の望む性能を確保して、ドライバビリティを向上させることができる。なお、実施形態2で開示した構成を備えるものは、実施形態1及びその変形例と同様の作用、効果を奏する。40

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0129】

以上のように、本発明に係る走行装置は、少なくとも一対の左右の駆動輪間において、それぞれの駆動力を異ならせることができる走行装置に対して有用であり、特に、運転者の望む性能を確保して、ドライバビリティを向上させることに適している。50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0130】

【図1】実施形態1に係る走行装置を備える車両の構成を示す概略図である。

【図2】実施形態1に係る走行装置が備える前輪用懸架装置の構成例を示す説明図である。

【図3】実施形態1に係る走行装置が備える後輪用懸架装置の構成例を示す説明図である。

【図4】実施形態1に係る走行装置の変形例を示す説明図である。

【図5-1】実施形態1に係る車両挙動制御を説明するための概念図である。

【図5-2】実施形態1に係る車両挙動制御を説明するための概念図である。

10

【図5-3】実施形態1に係る車両挙動制御を説明するための概念図である。

【図6】実施形態1に係る車両挙動制御装置の構成例を示す説明図である。

【図7】実施形態1に係る車両制御の手順を示すフローチャートである。

【図8】実施形態1に係る車両制御の手順を示すフローチャートである。

【図9】重み係数Yを記述した重み係数マップの一例を示す説明図である。

【図10】実施形態2に係る車両制御の手順を示すフローチャートである。

## 【符号の説明】

## 【0131】

1、1 a 車両

20

1 B 車両本体

2 l 左側前輪

2 r 右側前輪

3 l 左側後輪

3 r 右側後輪

4 ハンドル

5 アクセル

6 インバータ

7 車載電源

8 前輪用懸架装置

9 後輪用懸架装置

30

10 l 左前側電動機

10 r 右前側電動機

11 r 右後側電動機

11 l 左後側電動機

30 車両挙動制御装置

31 駆動力演算部

32 制御判定部

33 駆動力制御部

42 アクセル開度センサ

43 操舵角センサ

40

44 車速センサ

45 前後加速度センサ

46 横方向加速度センサ

60 内燃機関

61 トランスミッション

62 駆動力配分装置

62 前後駆動力配分装置

63 プロペラシャフト

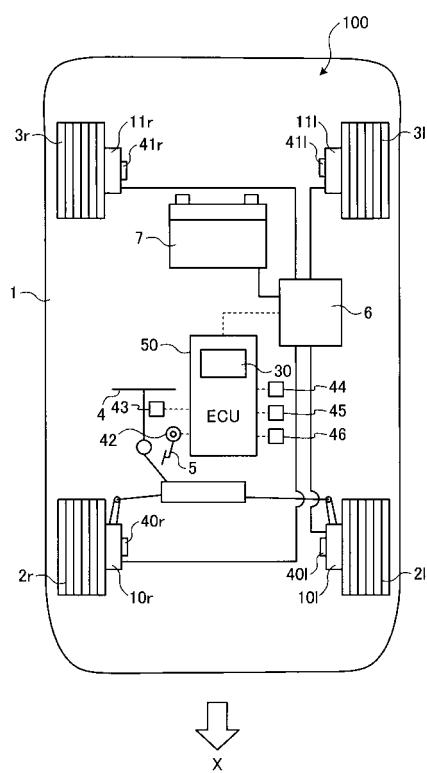
64 後輪用駆動力配分装置

70 重み係数マップ

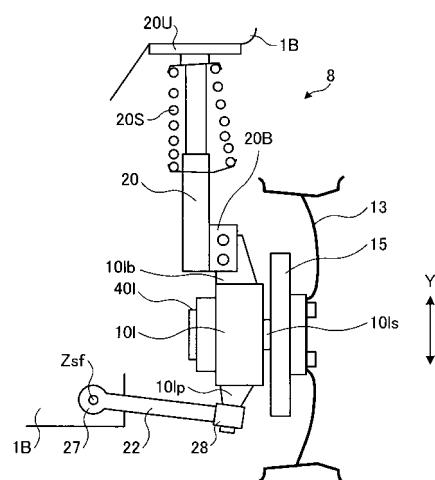
50

## 100、101 走行装置

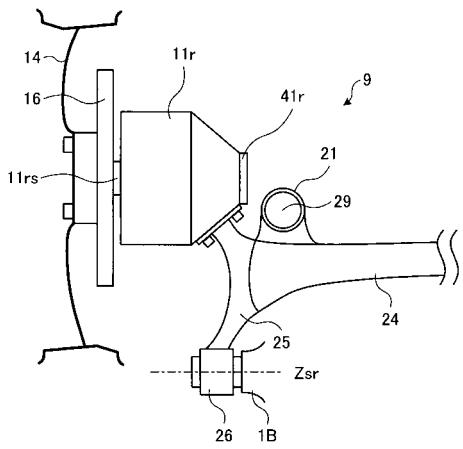
【図1】



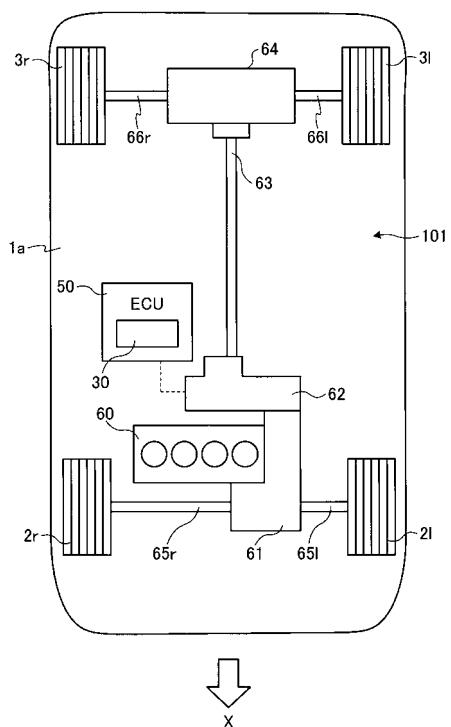
【図2】



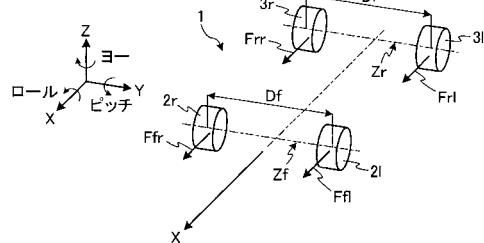
【図3】



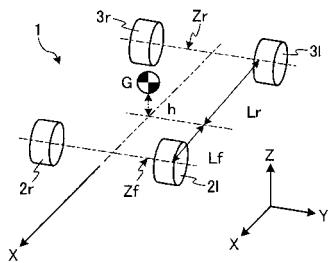
【図4】



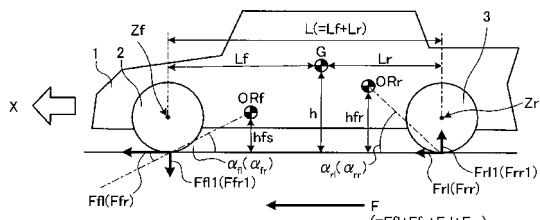
【図5-1】



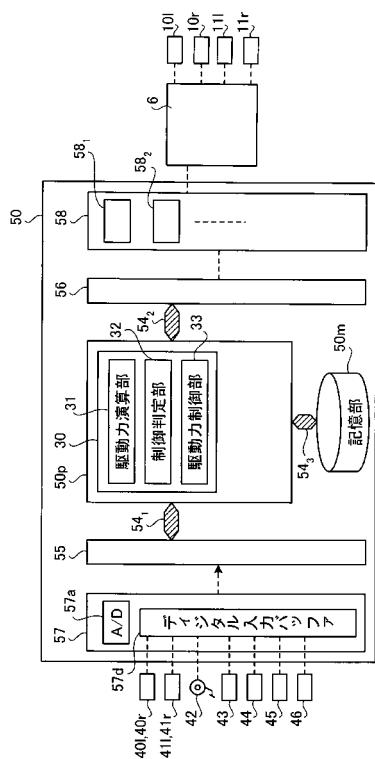
【図5-2】



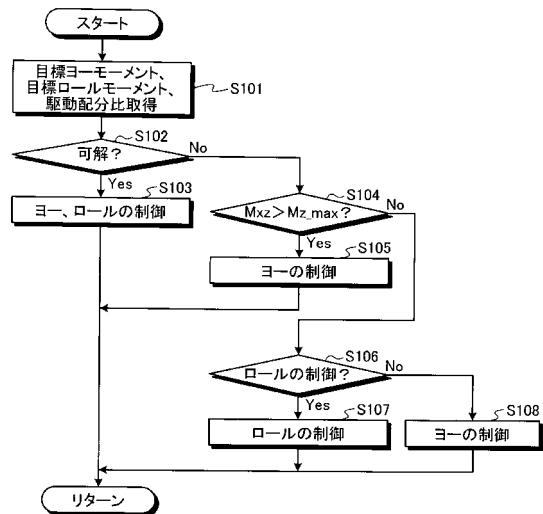
【図5-3】



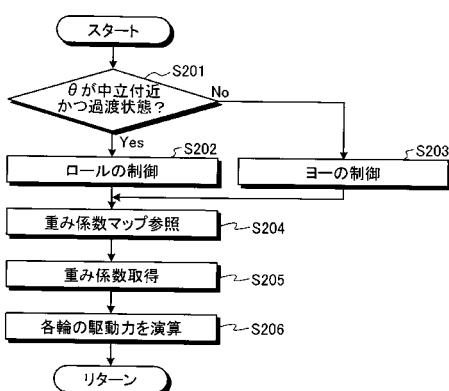
【図6】



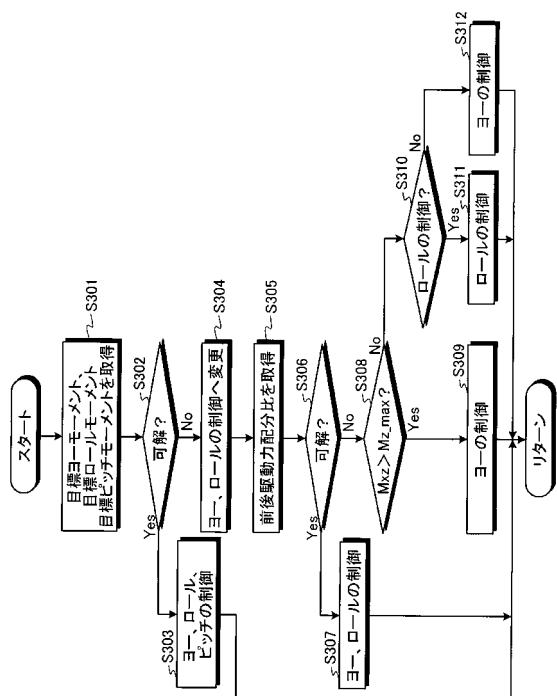
【図7】



【図8】



【図10】



【図9】

| $\theta'$  | $\theta'_5$ | $\theta'_4$ | $\theta'_3$ | $\theta'_2$ | $\theta'_1$ | $\theta'_0$ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $\theta_0$ | $Y_1$       | $Y_1$       | $Y_2$       | $Y_3$       | $Y_4$       | $Y_4$       |
| $\theta_1$ | $Y_1$       | $Y_1$       | $Y_2$       | $Y_3$       | $Y_4$       | $Y_4$       |
| $\theta_2$ | $Y_2$       | $Y_2$       | $Y_2$       | $Y_3$       | $Y_4$       | $Y_4$       |
| $\theta_3$ | $Y_3$       | $Y_3$       | $Y_3$       | $Y_3$       | $Y_4$       | $Y_4$       |
| $\theta_4$ | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       |
| $\theta_5$ | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       | $Y_4$       |

$Y_1(=0) < Y_2 < Y_3 < Y_4(=1)$

---

フロントページの続き

(72)発明者 土田 充孝  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 奥村 和也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 鶴海 恭弘  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 吉末 監介  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 杉山 幸慈  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 上野 力

(56)参考文献 特開2005-225373(JP,A)  
特開2004-058960(JP,A)  
特開2006-131023(JP,A)  
特開2006-044293(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 15/20  
B60K 7/00