

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6217672号  
(P6217672)

(45) 発行日 平成29年10月25日(2017.10.25)

(24) 登録日 平成29年10月6日(2017.10.6)

(51) Int.Cl. F I  
**B 6 O L 15/20 (2006.01)** B 6 O L 15/20 S

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-45116 (P2015-45116)	(73) 特許権者	000003609 株式会社豊田中央研究所
(22) 出願日	平成27年3月6日(2015.3.6)		愛知県長久手市横道41番地の1
(65) 公開番号	特開2016-165200 (P2016-165200A)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人YKI国際特許事務所
(43) 公開日	平成28年9月8日(2016.9.8)	(72) 発明者	相木 宏介 愛知県長久手市横道41番地の1 株式会 社豊田中央研究所内
審査請求日	平成28年6月24日(2016.6.24)	(72) 発明者	中井 英雄 愛知県長久手市横道41番地の1 株式会 社豊田中央研究所内
		(72) 発明者	水野 祥宏 愛知県長久手市横道41番地の1 株式会 社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動力配分装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1駆動軸と第2駆動軸のトルク配分を調整する駆動力配分装置であって、  
 第1駆動軸へトルクを伝達する第1誘導機と、  
 第2駆動軸へトルクを伝達する第2誘導機と、  
 第1及び第2誘導機に共通の交流電流を流す共用電力変換装置と、  
 を備え、  
 第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記共通の交流電流の周波数が設定され、  
第1誘導機と第2誘導機の極数の差を変更可能であり、  
前記第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、前記第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記共通の交流電流の周波数および前記極数の差が設定される、  
 駆動力配分装置。

【請求項2】

請求項1に記載の駆動力分配装置であって、  
 前記第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、前記第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記共通の交流電流の振幅が設定される、駆動力分配装置。

【請求項3】

請求項1に記載の駆動力配分装置であって、  
 第1誘導機と第2誘導機に回転差が生じる場合に、第1及び第2誘導機のうち、回転速

度の高い誘導機に駆動トルクを作用させるとともに回転速度の低い誘導機に制動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い誘導機の極数が回転速度の低い誘導機の極数より小さくなるように前記極数の差を設定する、駆動力配分装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の駆動力配分装置であって、

第 1 誘導機と第 2 誘導機に回転差が生じる場合に、第 1 及び第 2 誘導機のうち、回転速度の高い誘導機に制動トルクを作用させるとともに回転速度の低い誘導機に駆動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い誘導機の極数が回転速度の低い誘導機の極数以上になるように前記極数の差を設定する、駆動力配分装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 に記載の駆動力配分装置であって、

第 1 誘導機から第 1 駆動軸にかけての変速比である第 1 駆動軸側の変速比と、第 2 誘導機から第 2 駆動軸にかけての変速比である第 2 駆動軸側の変速比との差を変更可能であり、

前記第 1 誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、前記第 2 誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記第 1 駆動軸と前記第 2 駆動軸との変速比の差が設定される、駆動力配分装置。

【請求項 6】

20

請求項 5 に記載の駆動力配分装置であって、

第 1 駆動軸と第 2 駆動軸に回転差が生じる場合に、第 1 及び第 2 駆動軸のうち、回転速度の高い駆動軸に駆動トルクを作用させるとともに回転速度の低い駆動軸に制動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い駆動軸側の変速比が回転速度の低い駆動軸側の変速比より小さくなるように前記変速比の差を設定する、駆動力配分装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の駆動力配分装置であって、

第 1 駆動軸と第 2 駆動軸に回転差が生じる場合に、第 1 及び第 2 駆動軸のうち、回転速度の高い駆動軸に制動トルクを作用させるとともに回転速度の低い駆動軸に駆動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い駆動軸側の変速比が回転速度の低い駆動軸側の変速比以上になるように前記変速比の差を設定する、駆動力配分装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 に記載の駆動力配分装置であって、

第 1 駆動軸が車両の左駆動輪及び右駆動輪の一方とともに回転し、

第 2 駆動軸が車両の左駆動輪及び右駆動輪の他方とともに回転する、駆動力配分装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、第 1 駆動軸と第 2 駆動軸のトルク配分を調整する駆動力配分装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の駆動力配分装置の関連技術が下記特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 による駆動力配分装置は、車両の左駆動輪を駆動する第 1 モータと、車両の右駆動輪を駆動する第 2 モータと、第 1 モータに交流電流を流す第 1 インバータと、第 2 モータに交流電流を流す第 2 インバータとを備える。特許文献 1 では、第 1 インバータのスイッチング動作により第 1 モータのトルクを制御するとともに、第 2 インバータのスイッチング動作により第 2 モータのトルクを制御することで、左駆動輪と右駆動輪のトルク配分を制御している。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2014-23169号公報

【特許文献2】特開2007-131108号公報

【特許文献3】国際公開第2014/2129号

## 【非特許文献】

## 【0004】

【非特許文献1】水野孝行他、「電気自動車用六相極数切換誘導電動機の基本原理と最大トルク特性」、電気学会D部門論文誌、1996年3月、Vol.116, No.3, p.256-264

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献1において、左駆動輪と右駆動輪のトルク配分を制御するためには、第1モータに流す交流電流と第2モータに流す交流電流とを独立して制御する必要があり、第1モータの交流電流を制御するためのスイッチング動作を行う第1インバータと、第2モータの交流電流を制御するためのスイッチング動作を行う第2インバータとの二台のインバータが必要になる。その結果、左駆動輪と右駆動輪のトルク配分を調整するための構成が大型化・複雑化する。

## 【0006】

20

本発明は、第1駆動軸と第2駆動軸のトルク配分を調整するための構成を簡略化することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明に係る駆動力配分装置は、上述した目的を達成するために以下の手段を採った。

## 【0008】

本発明に係る駆動力配分装置は、第1駆動軸と第2駆動軸のトルク配分を調整する駆動力配分装置であって、第1駆動軸へトルクを伝達する第1誘導機と、第2駆動軸へトルクを伝達する第2誘導機と、第1及び第2誘導機に共通の交流電流を流す共用電力変換装置と、を備え、第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記共通の交流電流の周波数が設定されることを要旨とする。

30

## 【0009】

本発明の一態様では、前記第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、前記第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記共通の交流電流の振幅が設定されることが好適である。

## 【0010】

本発明の一態様では、第1誘導機と第2誘導機の極数の差を変更可能であり、前記第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、前記第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記共通の交流電流の周波数および前記極数の差が設定されることが好適である。

40

## 【0011】

本発明の一態様では、第1誘導機と第2誘導機に回転差が生じる場合に、第1及び第2誘導機のうち、回転速度の高い誘導機に駆動トルクを作用させるとともに回転速度の低い誘導機に制動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い誘導機の極数が回転速度の低い誘導機の極数より小さくなるように前記極数の差を設定することが好適である。

## 【0012】

本発明の一態様では、第1誘導機と第2誘導機に回転差が生じる場合に、第1及び第2誘導機のうち、回転速度の高い誘導機に制動トルクを作用させるとともに回転速度の低い誘導機に駆動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、

50

回転速度の高い誘導機の極数が回転速度の低い誘導機の極数以上になるように前記極数の差を設定することが好適である。

【0013】

本発明の一態様では、第1誘導機から第1駆動軸にかけての変速比である第1駆動軸側の変速比と、第2誘導機から第2駆動軸にかけての変速比である第2駆動軸側の変速比との差を変更可能であり、前記第1誘導機の回転速度ならびに目標トルク値、前記第2誘導機の回転速度ならびに目標トルク値に基づき前記第1駆動軸と前記第2駆動軸との変速比の差が設定されることが好適である。

【0014】

本発明の一態様では、第1駆動軸と第2駆動軸に回転差が生じる場合に、第1及び第2駆動軸のうち、回転速度の高い駆動軸に駆動トルクを作用させるとともに回転速度の低い駆動軸に制動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い駆動軸側の変速比が回転速度の低い駆動軸側の変速比より小さくなるように前記変速比の差を設定することが好適である。

10

【0015】

本発明の一態様では、第1駆動軸と第2駆動軸に回転差が生じる場合に、第1及び第2駆動軸のうち、回転速度の高い駆動軸に制動トルクを作用させるとともに回転速度の低い駆動軸に駆動トルクを作用させるように前記共通の交流電流の周波数を調整するときは、回転速度の高い駆動軸側の変速比が回転速度の低い駆動軸側の変速比以上になるように前記変速比の差を設定することが好適である。

20

【0016】

本発明の一態様では、第1駆動軸が車両の左駆動輪及び右駆動輪の一方とともに回転し、第2駆動軸が車両の左駆動輪及び右駆動輪の他方とともに回転することが好適である。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、第1誘導機と第2誘導機に回転差が生じる場合に、共用電力変換装置により第1及び第2誘導機に流す共通の交流電流の周波数を調整することで、第1駆動軸と第2駆動軸のトルク配分を調整することができるので、第1誘導機の交流電流を調整するための電力変換と、第2誘導機の交流電流を調整するための電力変換とを独立して行う必要がなく、電力変換装置の構成を簡略化することができる。その結果、第1駆動軸と第2駆動軸のトルク配分を調整するための構成を簡略化することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係る駆動力配分装置の概略構成を示す図である。

【図2】第1ロータと第2ロータに回転差が生じる場合の電源周波数に対するトルク特性の一例を示す図である。

【図3】電子制御ユニットが車両走行時に左駆動輪と右駆動輪のトルク配分を制御する処理の一例を示すフローチャートである。

【図4】ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が同方向であるときの左駆動輪の目標トルク $T_{rl*}$ 及び右駆動輪の目標トルク $T_{rr*}$ の一例を示す図である。

40

【図5】ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が逆方向であるときの左駆動輪の目標トルク $T_{rl*}$ 及び右駆動輪の目標トルク $T_{rr*}$ の一例を示す図である。

【図6】ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が同方向であるときの左駆動輪の目標トルク $T_{rl*}$ 及び右駆動輪の目標トルク $T_{rr*}$ の一例を示す図である。

【図7】ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が逆方向であるときの左駆動輪の目標トルク $T_{rl*}$ 及び右駆動輪の目標トルク $T_{rr*}$ の一例を示す図である。

【図8】ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が逆方向であるときの左駆動輪の目標トルク $T_{rl*}$ 及び右駆動輪の目標トルク $T_{rr*}$ の一例を示す図である。

【図9】第1誘導機と第2誘導機に極数の差が生じる場合の電源周波数に対するトルク特性の一例を示す図である。

50

【図10】ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r^*}$ が同方向であるときの左駆動輪の目標トルク $T_{rl^*}$ 及び右駆動輪の目標トルク $T_{rr^*}$ の一例を示す図である。

【図11】本発明の実施形態に係る駆動力配分装置の他の概略構成を示す図である。

【図12】第1変速機構と第2変速機構に変速比の差が生じる場合の電源周波数に対するトルク特性の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を実施するための形態（以下実施形態という）を図面に従って説明する。

【0020】

図1は、本発明の実施形態に係る駆動力配分装置の概略構成を示す図である。本実施形態に係る駆動力配分装置は、以下に説明する第1誘導機10と第2誘導機20と共用インバータ30と蓄電装置32と第1減速機構40と第2減速機構50とを車両に備える。

【0021】

第1誘導機10は、第1ステータ11と、所定の空隙を空けて第1ステータ11と対向する第1ロータ14とを備える。第1ステータ11は、ステータコア12と、ステータコア12にその周方向に沿って配設された三相のステータ巻線（一次巻線）13とを含む。第1ロータ14は、ロータコア15と、ロータコア15にその周方向に沿って配設された三相のロータ巻線（二次巻線）16とを含む。第1誘導機10では、三相のステータ巻線13に三相の交流電流が流れることで第1ステータ11に回転磁界が発生し、第1ステータ11の回転磁界が第1ロータ14に作用することで三相のロータ巻線16に誘導電流（交流電流）が発生する。そして、第1ステータ11の回転磁界とロータ巻線16の誘導電流との電磁気相互作用によって、第1ステータ11と第1ロータ14間にトルクが作用し、第1ロータ14が回転駆動する。第1誘導機10は、電動機として動作することも可能であるし、発電機として動作することも可能である。なお、第1ロータ14には、ロータ巻線16の代わりに、かご型導体が配設されていてもよい。

【0022】

同様に、第2誘導機20も、第2ステータ21と、所定の空隙を空けて第2ステータ21と対向する第2ロータ24とを備える。第2ステータ21は、ステータコア22と、ステータコア22にその周方向に沿って配設された三相のステータ巻線（一次巻線）23とを含む。第2ロータ24は、ロータコア25と、ロータコア25にその周方向に沿って配設された三相のロータ巻線（二次巻線）26とを含む。第2誘導機20でも、三相のステータ巻線23に三相の交流電流が流れることで第2ステータ21に回転磁界が発生し、第2ステータ21の回転磁界が第2ロータ24に作用することで三相のロータ巻線26に誘導電流（交流電流）が発生する。そして、第2ステータ21の回転磁界とロータ巻線26の誘導電流との電磁気相互作用によって、第2ステータ21と第2ロータ24間にトルクが作用し、第2ロータ24が回転駆動する。第2誘導機20も、電動機として動作することも可能であるし、発電機として動作することも可能である。なお、第2ロータ24には、ロータ巻線26の代わりに、かご型導体が配設されていてもよい。第1誘導機10と第2誘導機20は、極数が互いに等しく、ステータ巻線13, 23に共通の交流電流を流す場合のすべりに対するトルク特性が互いに等しくなるように設計されている。

【0023】

第1誘導機10の第1ロータ14のトルクは、第1減速機構（第1変速機構）40を介して第1ドライブシャフト（第1駆動軸）61へ伝達される。図1の例では、第1減速機構40は、サンギア41とリングギア42とキャリア43を含む遊星歯車機構により構成され、サンギア41が第1ロータ14と機械的に係合し、キャリア43が第1ドライブシャフト61と機械的に係合し、リングギア42の回転が固定されている。第1減速機構40は、第1ロータ14からの動力を減速して第1ドライブシャフト61へ伝達する。サンギア41とリングギア42の歯数比を $1(0 < 1 < 1)$ とすると、第1減速機構40の減速比（第1ロータ14から第1ドライブシャフト61にかけての変速比である第1ドライブシャフト61側の減速比） $G_1$ は、 $(1 + 1) / 1$ で表される。第1ドライブ

10

20

30

40

50

シャフト 6 1 は、車両の左駆動輪 6 3 及び右駆動輪 6 4 の一方（図 1 の例では左駆動輪 6 3）と機械的に係合し、左駆動輪 6 3 とともに同じ回転速度で一体で回転する。第 1 ロータ 1 4 にその回転方向と同方向のトルクを作用させることで、左駆動輪 6 3（第 1 ドライブシャフト 6 1）に駆動トルクを作用させることができる。一方、第 1 ロータ 1 4 にその回転方向と逆方向のトルクを作用させることで、左駆動輪 6 3（第 1 ドライブシャフト 6 1）に制動トルクを作用させることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

第 2 誘導機 2 0 の第 2 ロータ 2 4 のトルクは、第 2 減速機構（第 2 変速機構）5 0 を介して第 2 ドライブシャフト（第 2 駆動軸）6 2 へ伝達される。図 1 の例では、第 2 減速機構 5 0 も、サンギア 5 1 とリングギア 5 2 とキャリア 5 3 を含む遊星歯車機構により構成され、サンギア 5 1 が第 2 ロータ 2 4 と機械的に係合し、キャリア 5 3 が第 2 ドライブシャフト 6 2 と機械的に係合し、リングギア 5 2 の回転が固定されている。第 2 減速機構 5 0 は、第 2 ロータ 2 4 からの動力を減速して第 2 ドライブシャフト 6 2 へ伝達する。サンギア 5 1 とリングギア 5 2 の歯数比を  $2 (0 < 2 < 1)$  とすると、第 2 減速機構 5 0 の減速比（第 2 ロータ 2 4 から第 2 ドライブシャフト 6 2 にかけての変速比である第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比） $G_2$  は、 $(1 + 2) / 2$  で表される。ここでは、 $2 = 1$  であり、 $G_2 = G_1$  である。第 2 ドライブシャフト 6 2 は、車両の左駆動輪 6 3 及び右駆動輪 6 4 の他方（図 1 の例では右駆動輪 6 4）と機械的に係合し、右駆動輪 6 4 とともに同じ回転速度で一体で回転する。第 2 ロータ 2 4 にその回転方向と同方向のトルクを作用させることで、右駆動輪 6 4（第 2 ドライブシャフト 6 2）に駆動トルクを作用させることができる。一方、第 2 ロータ 2 4 にその回転方向と逆方向のトルクを作用させることで、右駆動輪 6 4（第 2 ドライブシャフト 6 2）に制動トルクを作用させることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

直流電源として設けられた充放電可能な蓄電装置 3 2 は、例えば二次電池により構成することができる。電気エネルギーを蓄える。共用インバータ（共用電力変換装置）3 0 は、スイッチング素子と、スイッチング素子に対し逆並列接続されたダイオード（整流素子）とを備える公知の構成により実現可能であり、スイッチング素子のスイッチング動作により蓄電装置 3 2 からの直流電力を交流（三相交流）に変換して第 1 及び第 2 誘導機 1 0, 2 0 のステータ巻線 1 3, 2 3 の各相に供給することが可能である。さらに、共用インバータ 3 0 は、第 1 及び第 2 誘導機 1 0, 2 0 のステータ巻線 1 3, 2 3 の各相に流れる交流電流を直流に変換して、電気エネルギーを蓄電装置 3 2 に回収する方向の電力変換も可能である。このように、共用インバータ 3 0 は、蓄電装置 3 2 と第 1 及び第 2 誘導機 1 0, 2 0 のステータ巻線 1 3, 2 3 との間で双方向の電力変換を行うことが可能である。共用インバータ 3 0 のスイッチング動作は、電子制御ユニット（ECU）7 0 により制御される。

#### 【 0 0 2 6 】

第 1 誘導機 1 0 では、ステータ巻線 1 3 に流れる交流電流の周波数（電源周波数）に応じてすべりが変化して第 1 ロータ 1 4 のトルクが変化するため、例えば第 1 ロータ 1 4 の回転速度に基づいてステータ巻線 1 3 の交流電流の周波数を制御することで、第 1 ロータ 1 4 のトルクを制御することが可能である。同様に、第 2 誘導機 2 0 でも、ステータ巻線 2 3 に流れる交流電流の周波数（電源周波数）に応じてすべりが変化して第 2 ロータ 2 4 のトルクが変化するため、例えば第 2 ロータ 2 4 の回転速度に基づいてステータ巻線 2 3 の交流電流の周波数を制御することで、第 2 ロータ 2 4 のトルクを制御することが可能である。車両の直進時等、左駆動輪 6 3（第 1 ドライブシャフト 6 1）と右駆動輪 6 4（第 2 ドライブシャフト 6 2）とで回転速度が等しい、つまり第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 とで回転速度が等しい場合は、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とで同期周波数が等しい。その場合に、ステータ巻線 1 3, 2 3 に同一周波数の共通の交流電流を流すときは、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とですべりが等しくなり、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 とでトルクが等しくなることで、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 のトルク配分が均等に

10

20

30

40

50

なる。その際に、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数（電源周波数）を変化させると、第 1 及び第 2 ロータ 1 4 , 2 4 のトルクが変化することで、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが変化する。また、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の振幅を変化させても、第 1 及び第 2 ロータ 1 4 , 2 4 のトルクが変化することで、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが変化する。

【 0 0 2 7 】

一方、車両の旋回時等、左駆動輪 6 3（第 1 ドライブシャフト 6 1）と右駆動輪 6 4（第 2 ドライブシャフト 6 2）に回転差が生じる、つまり第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 に回転差が生じる場合は、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とで同期周波数が異なってくる。その場合は、ステータ巻線 1 3 とステータ巻線 2 3 とで交流電流の周波数（電源周波数）が等しくても、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とですべりが異なってくる。その場合は、例えば図 2 に示すように、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 とで電源周波数に対するトルク特性が異なってくる。図 2 の例において、トルクについては、回転方向と同方向を駆動側、回転方向と逆方向を制動側とし、第 1 ロータ 1 4 の回転速度が第 2 ロータ 2 4 の回転速度より高い場合、第 1 誘導機 1 0 の同期周波数  $f_3$  が第 2 誘導機 2 0 の同期周波数  $f_2$  より高くなり、第 1 ロータ 1 4 のトルクのピークに対応する電源周波数が第 2 ロータ 2 4 のトルクのピークに対応する電源周波数より高くなる。

【 0 0 2 8 】

したがって、例えば図 2 に示すように、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 に回転差が生じる場合は、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に同一周波数の共通の交流電流を流しても、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 とで同一周波数に対応するトルクに差が発生することで、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 にトルク差が発生する。その際に、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数（電源周波数）を変化させると、同一周波数に対応する第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 のトルク差が変化することで、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 のトルク差が変化し、さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクも変化する。そして、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 にトルク差が発生する状態で、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の振幅を変化させると、電源周波数に対する第 1 及び第 2 ロータ 1 4 , 2 4 のトルク特性がそれぞれ変化することで、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 のトルク差、及び左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが変化する。

【 0 0 2 9 】

そこで、本実施形態では、第 1 誘導機 1 0 のステータ巻線 1 3 に交流電流を流すスイッチング動作を行う電力変換装置（インバータ）と、第 2 誘導機 2 0 のステータ巻線 2 3 に交流電流を流すスイッチング動作を行う電力変換装置（インバータ）を、1 つの共用インバータ 3 0 で共通化している。つまり共用インバータ 3 0 のスイッチング動作により、同一周波数  $f_0$  の共通の交流電流を第 1 及び第 2 誘導機 1 0 , 2 0 のステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す。これによって、車両の旋回時等、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 に回転差が生じる場合に、共用インバータ 3 0 によりステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数  $f_0$  に応じて、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 のトルク差を調整することで、左駆動輪 6 3（第 1 ドライブシャフト 6 1）と右駆動輪 6 4（第 2 ドライブシャフト 6 2）のトルク配分を調整する。例えば第 1 ロータ 1 4 の回転速度が第 2 ロータ 2 4 の回転速度より高い図 2 の場合は、ステータ巻線 1 3 , 2 3 の交流電流の周波数  $f_0$  を  $f_3$  より高い範囲で変化させることで、左駆動輪 6 3 の駆動トルクと右駆動輪 6 4 の駆動トルクとの配分が変化する。一方、ステータ巻線 1 3 , 2 3 の交流電流の周波数  $f_0$  を  $f_2$  より低い範囲で変化させることで、左駆動輪 6 3 の制動トルクと右駆動輪 6 4 の制動トルクとの配分が変化する。また、ステータ巻線 1 3 , 2 3 の交流電流の周波数  $f_0$  を  $f_2$  より高く且つ  $f_3$  より低い範囲で変化させることで、右駆動輪 6 4 に駆動トルクが作用するとともに左駆動輪 6 3 に制動トルクが作用する状態で左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 のトルク配分が変化する。さらに、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 に回転差及びトルク差が生じる場合に、共用インバータ 3 0 によりステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数  $f_0$  及び振幅  $A_0$  に応じて、左駆動輪 6 3（第 1 ドライブシャフト 6 1）と右駆動輪 6 4（

10

20

30

40

50

第2ドライブシャフト62)の総トルクと、左駆動輪63と右駆動輪64のトルク配分を調整する。

【0030】

電子制御ユニット70には、回転速度センサ71で検出された第1ロータ14の回転速度 $N_{r1}$ 、回転速度センサ72で検出された第2ロータ24の回転速度 $N_{r2}$ 、アクセル操作量センサ73で検出されたアクセル操作量 $K_a$ 、ブレーキ操作量センサ74で検出されたブレーキ操作量 $K_b$ 、操舵角センサ75で検出された操舵輪(例えば前輪)65の操舵角、及び車速センサ76で検出された車速 $V$ が入力される。電子制御ユニット70は、例えば第1ロータ14の回転速度 $N_{r1}$ と第2ロータ24の回転速度 $N_{r2}$ との差等に基づいて、共用インバータ30のスイッチング動作を制御して、ステータ巻線13, 23に流す共通の交流電流の周波数 $f_0$ 及び振幅 $A_0$ を制御することで、第1ロータ14と第2ロータ24の総トルクと、第1ロータ14と第2ロータ24のトルク差を制御する。これによって、左駆動輪63と右駆動輪64の総トルクと、左駆動輪63と右駆動輪64のトルク配分を制御する。

10

【0031】

電子制御ユニット70が車両走行時に左駆動輪63と右駆動輪64のトルク配分を制御する処理の一例を図3のフローチャートに示す。図3のフローチャートによる処理は、所定時間毎に繰り返し実行される。

【0032】

まずステップS101では、各センサ71~76で検出された、第1ロータ14の回転速度 $N_{r1}$ 、第2ロータ24の回転速度 $N_{r2}$ 、アクセル操作量 $K_a$ 、ブレーキ操作量 $K_b$ 、操舵角、及び車速 $V$ の値が取得される。次にステップS102では、車両の重心におけるヨーレート及び横加速度 $A_y$ が取得される。ここでは、例えば特許文献3等の公知技術によりヨーレート及び横加速度 $A_y$ を演算してもよいし、ヨーレート及び横加速度 $A_y$ をセンサにより検出してもよい。次にステップS103では、例えば各センサ71~76の値、ヨーレート及び横加速度 $A_y$ 等に基づいて、車両の重心における目標ヨーレート $\dot{\psi}^*$ 及び目標横加速度 $A_y^*$ が演算される。

20

【0033】

次にステップS104では、駆動輪(例えば後輪)63, 64のトルク差により車両の重心まわりに与える目標ヨーモーメント $M_r^*$ が演算される。左駆動輪63と右駆動輪64に回転差が生じる車両の旋回時に、例えば横加速度 $A_y$ が設定値より小さい場合や、ヨーレートが目標ヨーレート $\dot{\psi}^*$ より小さい場合は、ヨーレートと同方向の目標ヨーモーメント $M_r^*$ が演算される。一方、車両の旋回時に、例えば横加速度 $A_y$ が設定値より大きい場合や、ヨーレートが目標ヨーレート $\dot{\psi}^*$ より大きい場合は、ヨーレートと逆方向の目標ヨーモーメント $M_r^*$ が演算される。ここでの設定値については、操舵角や車速 $V$ に応じて変化させることも可能である。また、左駆動輪63と右駆動輪64に回転差が生じない車両の直進時等は、目標ヨーモーメント $M_r^*$ が0に設定される。次にステップS105では、ステップS104で演算された目標ヨーモーメント $M_r^*$ から左駆動輪63と右駆動輪64の目標トルク差 $T_r^*$ が演算される。

30

【0034】

次にステップS106では、アクセル操作量 $K_a$ やブレーキ操作量 $K_b$ に基づいて、左駆動輪63と右駆動輪64の目標総トルク $T_r^*$ が演算される。例えばアクセル操作量 $K_a$ が0より大きく、ブレーキ操作量 $K_b$ が0である場合は、目標総トルク $T_r^*$ が駆動側(駆動輪63, 64の回転方向と同方向)に設定され、アクセル操作量 $K_a$ の増加に対して目標総トルク $T_r^*$ が駆動側に大きくなる。一方、ブレーキ操作量 $K_b$ が0より大きく、アクセル操作量 $K_a$ が0である場合は、目標総トルク $T_r^*$ が制動側(駆動輪63, 64の回転方向と逆方向)に設定され、ブレーキ操作量 $K_b$ の増加に対して目標総トルク $T_r^*$ が制動側に大きくなる。

40

【0035】

次にステップS107では、ステップS105で演算された目標トルク差 $T_r^*$ と、

50

ステップ S 1 0 6 で演算された目標総トルク  $T_{r*}$  とに基づいて、左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{r1*}$  及び右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr*}$  が演算される。そして、第 1 ロータ 1 4 の回転速度  $N_{r1}$  と第 2 ロータ 2 4 の回転速度  $N_{r2}$  との差等に基づいて、左駆動輪 6 3 のトルクが目標トルク  $T_{r1*}$  になり、右駆動輪 6 4 のトルクが目標トルク  $T_{rr*}$  になるような、交流電流の周波数  $f_0$  及び振幅  $A_0$  が演算される。そして、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に周波数  $f_0$  及び振幅  $A_0$  の交流電流が流れるように、共用インバータ 3 0 のスイッチング動作が制御されることで、第 1 ロータ 1 4 のトルク及び第 2 ロータ 2 4 のトルクが制御される。

【 0 0 3 6 】

車両の旋回時に目標総トルク  $T_{r*}$  が駆動側である場合は、左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{r1*}$  及び右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr*}$  が、例えばいずれも駆動側に設定される。その場合に、図 4 に示すように、車両の重心 G におけるヨーレート 及び目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が例えば右旋回方向の同方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の駆動側の目標トルク  $T_{r1*}$  が、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の駆動側の目標トルク  $T_{rr*}$  より大きくなる。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の駆動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の駆動トルクより大きくなる範囲に設定され、図 2 の例では  $f_4$  より高い範囲に設定される。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_{r*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 3 7 】

一方、図 5 に示すように、車両の重心 G において、目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が例えば左旋回方向であり、右旋回方向のヨーレート と逆方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の駆動側の目標トルク  $T_{r1*}$  が、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の駆動側の目標トルク  $T_{rr*}$  より小さくなる。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の駆動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の駆動トルクより小さくなる範囲に設定され、図 2 の例では  $f_3$  より高く且つ  $f_4$  より低い範囲に設定される。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_{r*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 3 8 】

また、車両の旋回時に目標総トルク  $T_{r*}$  が制動側である場合は、左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{r1*}$  及び右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr*}$  が、例えばいずれも制動側に設定される。その場合に、図 6 に示すように、車両の重心 G におけるヨーレート 及び目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が例えば右旋回方向の同方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の制動側の目標トルク  $T_{r1*}$  が、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の制動側の目標トルク  $T_{rr*}$  より小さくなる。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の制動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の制動トルクより小さくなる範囲に設定され、図 2 の例では  $f_1$  より低い範囲に設定される。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_{r*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 3 9 】

一方、図 7 に示すように、車両の重心 G において、目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が例えば左旋回方向であり、右旋回方向のヨーレート と逆方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の制動側の目標トルク  $T_{r1*}$  が、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の制動側の目標トルク  $T_{rr*}$  より大きくなる。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の制動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の制動トルクより大きくなる範囲に設定され、図 2 の例では  $f_1$  より高く且つ  $f_2$  より低い範囲に設定される。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_{r*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 4 0 】

ただし、図 8 に示すように、車両の重心 G において、目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が例えば左旋回方向であり、右旋回方向のヨーレート と逆方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{r1*}$  を制動側に設定するとともに、回転速度の低い右駆動

10

20

30

40

50

輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr}^*$  を駆動側に設定することも可能である。その際に、目標総トルク  $T_r^*$  が駆動側である場合は、右駆動輪 6 4 の駆動側の目標トルク  $T_{rr}^*$  が、左駆動輪 6 3 の制動側の目標トルク  $T_{rl}^*$  より大きくなる。交流電流の周波数  $f_0$  は、図 2 の例では  $f_2$  より高く且つ  $f_3$  より低い範囲のうち、回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の駆動トルクが回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の制動トルクより大きくなる範囲に設定される。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。一方、目標総トルク  $T_r^*$  が制動側である場合は、左駆動輪 6 3 の制動側の目標トルク  $T_{rl}^*$  が、右駆動輪 6 4 の駆動側の目標トルク  $T_{rr}^*$  より大きくなる。交流電流の周波数  $f_0$  は、図 2 の例では  $f_2$  より高く且つ  $f_3$  より低い範囲のうち、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の制動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の駆動トルクより大きくなる範囲に設定される。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

10

#### 【 0 0 4 1 】

また、車両の直進時等、目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が 0 であるときは、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の目標トルク差  $T_r^*$  が 0 に設定される。つまり左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{rl}^*$  と右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr}^*$  が等しく設定される。

#### 【 0 0 4 2 】

以上説明した本実施形態によれば、車両の旋回時等、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 に回転差が生じる場合に、共用インバータ 3 0 により第 1 及び第 2 誘導機 1 0 , 2 0 のステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数  $f_0$  を制御することで、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 のトルク差を制御することができ、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 のトルク配分を制御することができる。さらに、共用インバータ 3 0 によりステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の振幅  $A_0$  を制御することで、第 1 ロータ 1 4 と第 2 ロータ 2 4 の総トルクを制御することができ、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクを制御することができる。したがって、ステータ巻線 1 3 の交流電流を制御するためのスイッチング動作と、ステータ巻線 2 3 の交流電流を制御するためのスイッチング動作とを別々のインバータで独立して行う必要がなく、一台の共用インバータ 3 0 に共通化して簡略化することができる。その結果、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 のトルク配分を制御する駆動力配分装置の構成を簡略化して小型化・低コスト化を図ることができる。

20

30

#### 【 0 0 4 3 】

例えば車両の旋回時にヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が同方向である場合は、回転速度の高い駆動輪の駆動トルクを回転速度の低い駆動輪の駆動トルクより大きくするか、あるいは回転速度の高い駆動輪の制動トルクを回転速度の低い駆動輪の制動トルクより小さくするように、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数  $f_0$  を制御することで、車両の旋回性能を向上させることができる。

#### 【 0 0 4 4 】

一方、車両の旋回時にヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が逆方向である場合は、回転速度の高い駆動輪の駆動トルクを回転速度の低い駆動輪の駆動トルクより小さくするか、あるいは回転速度の高い駆動輪の制動トルクを回転速度の低い駆動輪の制動トルクより大きくするように、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数  $f_0$  を制御することで、車両の走行安定性能を向上させることができる。さらに、その場合は、回転速度の高い駆動輪に制動トルクを作用させるとともに回転速度の低い駆動輪に駆動トルクを作用させるように、ステータ巻線 1 3 , 2 3 に流す共通の交流電流の周波数  $f_0$  を制御することもできる。これによって、ヨーレートを抑えるためのヨーモーメントを増加させることができ、車両の走行安定性能をさらに向上させることができる。

40

#### 【 0 0 4 5 】

上記の説明では、第 1 誘導機 1 0 の極数と第 2 誘導機 2 0 の極数が等しいものとした。ただし、本実施形態では、第 1 誘導機 1 0 の極数と第 2 誘導機 2 0 の極数とのいずれか 1 つ以上を変更することで、第 1 誘導機 1 0 の極数と第 2 誘導機 2 0 の極数との差を変更す

50

ることも可能である。第1誘導機10と第2誘導機20の極数の差は、電子制御ユニット70により制御される。なお、誘導機の極数を変更するための具体的構成例については、例えば非特許文献1等の公知技術を用いて実現可能であるため詳細な説明を省略する。

【0046】

第1誘導機10と第2誘導機20とで極数の差が生じている場合も、例えば図9に示すように、第1誘導機10と第2誘導機20とで同期周波数が異なり、第1ロータ14と第2ロータ24とで電源周波数に対するトルク特性が異なってくる。図9の例では、第1誘導機10の極数が第2誘導機20の極数より小さく、第1ロータ14の回転速度が第2ロータ24の回転速度より高い場合のトルク特性を示しており、第1誘導機10の同期周波数 $f_7$ が第2誘導機20の同期周波数 $f_8$ より低くなり、第1ロータ14のトルクのピークに対応する電源周波数が第2ロータ24のトルクのピークに対応する電源周波数より低くなる。

10

【0047】

したがって、例えば図9に示すように、第1誘導機10と第2誘導機20とで極数の差が生じている場合も、ステータ巻線13, 23に同一周波数の共通の交流電流を流しても、第1ロータ14と第2ロータ24とで同一周波数に対応するトルクに差が発生することで、左駆動輪63と右駆動輪64にトルク差が発生する。その際に、第1誘導機10と第2誘導機20の極数の差を変化させると、同一周波数に対応する第1ロータ14と第2ロータ24のトルク差が変化することで、左駆動輪63と右駆動輪64のトルク差が変化し、さらに、左駆動輪63と右駆動輪64の総トルクも変化する。したがって、共用インバータ30によりステータ巻線13, 23に流す共通の交流電流の周波数 $f_0$ と、第1誘導機10と第2誘導機20の極数の差とに応じて、第1ロータ14と第2ロータ24のトルク差を調整することができ、左駆動輪63(第1ドライブシャフト61)と右駆動輪64(第2ドライブシャフト62)のトルク配分を調整することができる。図9の例では、ステータ巻線13, 23の交流電流の周波数 $f_0$ を $f_8$ より高い範囲で変化させることで、左駆動輪63の駆動トルクと右駆動輪64の駆動トルクとの配分が変化する。一方、ステータ巻線13, 23の交流電流の周波数 $f_0$ を $f_7$ より低い範囲で変化させることで、左駆動輪63の制動トルクと右駆動輪64の制動トルクとの配分が変化する。また、ステータ巻線13, 23の交流電流の周波数 $f_0$ を $f_7$ より高く且つ $f_8$ より低い範囲で変化させることで、左駆動輪63に駆動トルクが作用するとともに右駆動輪64に制動トルクが作用する状態で左駆動輪63と右駆動輪64のトルク配分が変化する。

20

30

【0048】

第1誘導機10と第2誘導機20の極数の差を変更可能な構成例において、車両の旋回時に、アクセル操作量 $K_a$ が大きく、目標トルク差 $T_{r*}$ に対して駆動側の目標総トルク $T_{r*}$ が大きい場合は、左駆動輪63の目標トルク $T_{r1*}$ 及び右駆動輪64の目標トルク $T_{r2*}$ がいずれも駆動側に設定される。その場合に、例えば図4に示すように、ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が同方向であり、回転速度の高い左駆動輪63の駆動側の目標トルク $T_{r1*}$ が、回転速度の低い右駆動輪64の駆動側の目標トルク $T_{r2*}$ より大きくなるときは、第1誘導機10の極数を増加させるか、第2誘導機20の極数を減少させることで、第1誘導機10の極数が第2誘導機20の極数より大きくなるように、第1誘導機10と第2誘導機20の極数の差を変更する。あるいは、第1誘導機10と第2誘導機20とで極数を等しくする。交流電流の周波数 $f_0$ は、回転速度の高い第1ロータ14の駆動トルクが回転速度の低い第2ロータ24の駆動トルクより大きくなる範囲に設定され、図2の例では $f_4$ より高い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数 $f_0$ を制御する際の自由度を高めつつ、車両の旋回性能を向上させる。さらに、左駆動輪63と右駆動輪64の総トルクが目標総トルク $T_{r*}$ になるような交流電流の振幅 $A_0$ が設定される。

40

【0049】

一方、例えば図5に示すように、ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が逆方向であり、回転速度の高い左駆動輪63の駆動側の目標トルク $T_{r1*}$ が、回転速度の低い右

50

駆動輪 6 4 の駆動側の目標トルク  $T_{rr}^*$  より小さくなる時は、第 1 誘導機 1 0 の極数を減少させるか、第 2 誘導機 2 0 の極数を増加させることで、第 1 誘導機 1 0 の極数が第 2 誘導機 2 0 の極数より小さくなるように、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 の極数の差を変更する。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の駆動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の駆動トルクより小さくなる範囲に設定され、図 9 の例では  $f_9$  より高い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の走行安定性能を向上させる。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 5 0 】

また、車両の旋回時に、ブレーキ操作量  $K_b$  が大きく、目標トルク差  $T_r^*$  に対して制動側の目標総トルク  $T_r^*$  が大きい場合は、左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{rl}^*$  及び右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr}^*$  がいずれも制動側に設定される。その場合に、例えば図 6 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が同方向であり、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の制動側の目標トルク  $T_{rl}^*$  が、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の制動側の目標トルク  $T_{rr}^*$  より小さくなる時は、第 1 誘導機 1 0 の極数が第 2 誘導機 2 0 の極数より大きくなるように、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 の極数の差を変更する。あるいは、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とで極数を等しくする。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の制動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の制動トルクより小さくなる範囲に設定され、図 2 の例では  $f_1$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の旋回性能を向上させる。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 5 1 】

一方、例えば図 7 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が逆方向であり、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の制動側の目標トルク  $T_{rl}^*$  が、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の制動側の目標トルク  $T_{rr}^*$  より大きくなる時は、第 1 誘導機 1 0 の極数が第 2 誘導機 2 0 の極数より小さくなるように、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 の極数の差を変更する。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 の制動トルクが回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 の制動トルクより大きくなる範囲に設定され、図 9 の例では  $f_5$  より高く且つ  $f_6$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の走行安定性能を向上させる。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 5 2 】

また、車両の旋回時に、アクセル操作量  $K_a$  やブレーキ操作量  $K_b$  が小さく、目標トルク差  $T_r^*$  に対して目標総トルク  $T_r^*$  が小さい場合は、左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{rl}^*$  及び右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr}^*$  のうち、一方が駆動側に設定され、他方が制動側に設定される。その場合に、図 1 0 に示すように、車両の重心  $G$  において、ヨーレート 及び目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が例えば右旋回方向の同方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{rl}^*$  が駆動側に設定され、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{rr}^*$  が制動側に設定される。そのときは、第 1 誘導機 1 0 の極数が第 2 誘導機 2 0 の極数より小さくなるように、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 の極数の差を変更する。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 に駆動トルクが作用して回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 に制動トルクが作用する範囲に設定され、図 9 の例では  $f_7$  より高く且つ  $f_8$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、ヨーレート と同方向のヨーモーメントを増加させることができ、車両の旋回性能をさらに向上させることができる。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。このように、第 1 及び第 2 誘導機 1 0 , 2 0 のうち、回転速度の高い誘導機に駆動トルクを作用させるとともに回転速度の低い誘導機に制動トルクを作用させ

10

20

30

40

50

るように交流電流の周波数  $f_0$  を調整するときは、回転速度の高い誘導機の極数が回転速度の低い誘導機の極数より小さくなるようにする。

【 0 0 5 3 】

一方、例えば図 8 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_{r^*}$  が逆方向であるときは、回転速度の高い左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{r l^*}$  が制動側に設定され、回転速度の低い右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{r r^*}$  が駆動側に設定される。そのときは、第 1 誘導機 1 0 の極数が第 2 誘導機 2 0 の極数より大きくなるように、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 の極数の差を変更する。あるいは、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とで極数を等しくする。交流電流の周波数  $f_0$  は、回転速度の高い第 1 ロータ 1 4 に制動トルクが作用して回転速度の低い第 2 ロータ 2 4 に駆動トルクが作用する範囲に設定され、図 2 の例では  $f_2$  より高く且つ  $f_3$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、ヨーレート と逆方向のヨーモーメントを増加させることができ、車両の走行安定性能をさらに向上させることができる。さらに、左駆動輪 6 3 と右駆動輪 6 4 の総トルクが目標総トルク  $T_{r^*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。このように、第 1 及び第 2 誘導機 1 0, 2 0 のうち、回転速度の高い誘導機に制動トルクを作用させるとともに回転速度の低い誘導機に駆動トルクを作用させるように交流電流の周波数  $f_0$  を調整するときは、回転速度の高い誘導機の極数が回転速度の低い誘導機の極数以上になるようにする。

10

【 0 0 5 4 】

また、車両の直進時等、目標ヨーモーメント  $M_{r^*}$  が 0 であるときは、左駆動輪 6 3 の目標トルク  $T_{r l^*}$  と右駆動輪 6 4 の目標トルク  $T_{r r^*}$  が等しく設定される。そのときは、第 1 誘導機 1 0 と第 2 誘導機 2 0 とで極数を等しくする。

20

【 0 0 5 5 】

上記の説明では、第 1 減速機構 4 0 の減速比 (第 1 ドライブシャフト 6 1 側の変速比)  $G_1$  が第 2 減速機構 5 0 の減速比 (第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比)  $G_2$  に等しいものとした。ただし、本実施形態では、第 1 ドライブシャフト 6 1 側の変速比  $G_1$  と第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比  $G_2$  とのいずれか 1 つ以上を変更することで、第 1 ドライブシャフト 6 1 側の変速比  $G_1$  と第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比  $G_2$  との差を変更することも可能である。

【 0 0 5 6 】

例えば図 1 1 の構成では、第 1 変速機構 4 0 に、サンギア 4 1 とキャリア 4 3 の係合 / 解放を切り替えるクラッチ C 1 と、リングギア 4 2 の回転の拘束 / 許容を切り替えるブレーキ B 1 が設けられている。クラッチ C 1 を解放状態にするとともに、ブレーキ B 1 を係合状態にしてリングギア 4 2 の回転を拘束する場合、第 1 変速機構 4 0 の変速比 (第 1 ドライブシャフト 6 1 側の変速比)  $G_1$  は、 $(1 + \frac{1}{2}) / 1$  で表される。一方、クラッチ C 1 を係合状態にするとともに、ブレーキ B 1 を解放状態にしてリングギア 4 2 の回転を許容する場合、第 1 変速機構 4 0 の変速比 (第 1 ドライブシャフト 6 1 側の変速比)  $G_1$  は、1 となる。同様に、第 2 変速機構 5 0 にも、サンギア 5 1 とキャリア 5 3 の係合 / 解放を切り替えるクラッチ C 2 と、リングギア 5 2 の回転の拘束 / 許容を切り替えるブレーキ B 2 が設けられている。クラッチ C 2 を解放状態にするとともに、ブレーキ B 2 を係合状態にしてリングギア 5 2 の回転を拘束する場合、第 2 変速機構 5 0 の変速比 (第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比)  $G_2$  は、 $(1 + \frac{2}{3}) / 2$  で表される。一方、クラッチ C 2 を係合状態にするとともに、ブレーキ B 2 を解放状態にしてリングギア 5 2 の回転を許容する場合、第 2 変速機構 5 0 の変速比 (第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比)  $G_2$  は、1 となる。

30

40

【 0 0 5 7 】

第 1 変速機構 4 0 のクラッチ C 1 を解放状態且つブレーキ B 1 を係合状態にするるとともに、第 2 変速機構 5 0 のクラッチ C 2 を解放状態且つブレーキ B 2 を係合状態にする場合は、第 1 ドライブシャフト 6 1 側の変速比  $G_1$  と第 2 ドライブシャフト 6 2 側の変速比  $G_2$  が等しくなる。第 1 変速機構 4 0 のクラッチ C 1 を係合状態且つブレーキ B 1 を解放状

50

態にするるとともに、第2変速機構50のクラッチC2を係合状態且つブレーキB2を解放状態にする場合も、第1ドライブシャフト61側の変速比G1と第2ドライブシャフト62側の変速比G2が等しくなる。一方、第1変速機構40のクラッチC1を係合状態且つブレーキB1を解放状態にするるとともに、第2変速機構50のクラッチC2を解放状態且つブレーキB2を係合状態にする場合は、第1ドライブシャフト61側の変速比G1が第2ドライブシャフト62側の変速比G2より小さくなる。そして、第1変速機構40のクラッチC1を解放状態且つブレーキB1を係合状態にするるとともに、第2変速機構50のクラッチC2を係合状態且つブレーキB2を解放状態にする場合は、第1ドライブシャフト61側の変速比G1が第2ドライブシャフト62側の変速比G2より大きくなる。これによって、第1ドライブシャフト61側の変速比G1と第2ドライブシャフト62側の変速比G2との差が変化する。電子制御ユニット70は、クラッチC1、C2及びブレーキB1、B2の係合/解放をそれぞれ制御することで、変速比G1、G2の差を制御する。なお、変速比G1、G2の差を変更するための構成については、図11の構成例以外にも、例えば第1変速機構40や第2変速機構50の変速比を3段階以上に変化させる等、様々な構成を適用することが可能である。

10

## 【0058】

第1変速機構40と第2変速機構50に変速比の差を発生させることで、第1ロータ14と第2ロータ24に回転差が生じるため、第1誘導機10と第2誘導機20とで同期周波数が異なってくる。その結果、第1誘導機10と第2誘導機20に極数の差が生じる場合と同様に、例えば図12に示すように、左駆動輪63（第1ドライブシャフト61）と右駆動輪64（第2ドライブシャフト62）とで電源周波数に対するトルク特性が異なってくる。図12の例では、第1ドライブシャフト61側の変速比G1が第2ドライブシャフト62側の変速比G2より小さく、左駆動輪63の回転速度が右駆動輪64の回転速度より高い場合のトルク特性を示しており、第1誘導機10の同期周波数 $f_{17}$ が第2誘導機20の同期周波数 $f_{18}$ より低くなり、左駆動輪63のトルクのピークに対応する電源周波数が右駆動輪64のトルクのピークに対応する電源周波数より低くなる。

20

## 【0059】

したがって、第1変速機構40と第2変速機構50に変速比の差が生じている場合も、ステータ巻線13、23に同一周波数の共通の交流電流を流しても、第1ロータ14と第2ロータ24とで同一周波数に対応するトルクに差が発生することで、左駆動輪63と右駆動輪64にトルク差が発生する。その際に、第1変速機構40と第2変速機構50の変速比の差を変化させると、同一周波数に対応する第1ロータ14と第2ロータ24のトルク差が変化することで、左駆動輪63と右駆動輪64のトルク差が変化し、さらに、左駆動輪63と右駆動輪64の総トルクも変化する。したがって、共用インバータ30によりステータ巻線13、23に流す共通の交流電流の周波数 $f_0$ と、第1ドライブシャフト61側と第2ドライブシャフト62側の変速比の差とに応じて、第1ロータ14と第2ロータ24のトルク差を調整することができ、左駆動輪63（第1ドライブシャフト61）と右駆動輪64（第2ドライブシャフト62）のトルク配分を調整することができる。

30

## 【0060】

第1変速機構40と第2変速機構50の変速比の差を変更可能な構成例において、車両の旋回時に目標トルク差 $T_{r*}$ に対して駆動側の目標総トルク $T_{r*}$ が大きい場合は、左駆動輪63の目標トルク $T_{r1*}$ 及び右駆動輪64の目標トルク $T_{r2*}$ がいずれも駆動側に設定される。その場合に、その場合に、例えば図4に示すように、ヨーレートと目標ヨーモーメント $M_{r*}$ が同方向であり、回転速度の高い左駆動輪63の駆動側の目標トルク $T_{r1*}$ が、回転速度の低い右駆動輪64の駆動側の目標トルク $T_{r2*}$ より大きくなるときは、第1変速機構40の変速比G1を増加させるか、第2変速機構50の変速比G2を減少させることで、第1ドライブシャフト61側の変速比G1が第2ドライブシャフト62側の変速比G2より大きくなるように変速比G1、G2の差を変更する。あるいは、第1変速機構40と第2変速機構50とで変速比を等しくする。交流電流の周波数 $f_0$ は、左駆動輪63の駆動トルクが右駆動輪64の駆動トルクより大きくなる範囲に

40

50

設定され、図 2 の例では  $f_4$  より高い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の旋回性能を向上させる。さらに、左駆動輪 63 と右駆動輪 64 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 6 1 】

一方、例えば図 5 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が逆方向であり、回転速度の高い左駆動輪 63 の駆動側の目標トルク  $T_{r1}^*$  が、回転速度の低い右駆動輪 64 の駆動側の目標トルク  $T_{r2}^*$  より小さくなる時は、第 1 変速機構 40 の変速比  $G_1$  を減少させるか、第 2 変速機構 50 の変速比  $G_2$  を増加させることで、第 1 ドライブシャフト 61 側の変速比  $G_1$  が第 2 ドライブシャフト 62 側の変速比  $G_2$  より小さくなるように変速比  $G_1$  ,  $G_2$  の差を変更する。交流電流の周波数  $f_0$  は、左駆動輪 63 の駆動トルクが右駆動輪 64 の駆動トルクより小さくなる範囲に設定され、図 12 の例では  $f_{19}$  より高い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の走行安定性能を向上させる。さらに、左駆動輪 63 と右駆動輪 64 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 6 2 】

また、車両の旋回時に目標トルク差  $T_r^*$  に対して制動側の目標総トルク  $T_r^*$  が大きい場合は、左駆動輪 63 の目標トルク  $T_{r1}^*$  及び右駆動輪 64 の目標トルク  $T_{r2}^*$  がいずれも制動側に設定される。その場合に、例えば図 6 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が同方向であり、回転速度の高い左駆動輪 63 の制動側の目標トルク  $T_{r1}^*$  が、回転速度の低い右駆動輪 64 の制動側の目標トルク  $T_{r2}^*$  より小さくなる時は、第 1 ドライブシャフト 61 側の変速比  $G_1$  が第 2 ドライブシャフト 62 側の変速比  $G_2$  より大きくなるように変速比  $G_1$  ,  $G_2$  の差を変更する。あるいは、第 1 変速機構 40 と第 2 変速機構 50 とで変速比を等しくする。交流電流の周波数  $f_0$  は、左駆動輪 63 の制動トルクが右駆動輪 64 の制動トルクより小さくなる範囲に設定され、図 2 の例では  $f_1$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の旋回性能を向上させる。さらに、左駆動輪 63 と右駆動輪 64 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 6 3 】

一方、例えば図 5 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が逆方向であり、回転速度の高い左駆動輪 63 の制動側の目標トルク  $T_{r1}^*$  が、回転速度の低い右駆動輪 64 の制動側の目標トルク  $T_{r2}^*$  より大きくなる時は、第 1 ドライブシャフト 61 側の変速比  $G_1$  が第 2 ドライブシャフト 62 側の変速比  $G_2$  より小さくなるように変速比  $G_1$  ,  $G_2$  の差を変更する。交流電流の周波数  $f_0$  は、左駆動輪 63 の制動トルクが右駆動輪 64 の制動トルクより大きくなる範囲に設定され、図 12 の例では  $f_{15}$  より高く且つ  $f_{16}$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、車両の走行安定性能を向上させる。さらに、左駆動輪 63 と右駆動輪 64 の総トルクが目標総トルク  $T_r^*$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。

【 0 0 6 4 】

また、車両の旋回時に目標トルク差  $T_r^*$  に対して目標総トルク  $T_r^*$  が小さい場合は、左駆動輪 63 の目標トルク  $T_{r1}^*$  及び右駆動輪 64 の目標トルク  $T_{r2}^*$  のうち、一方が駆動側に設定され、他方が制動側に設定される。その場合に、例えば図 10 に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_r^*$  が同方向であり、回転速度の高い左駆動輪 63 の目標トルク  $T_{r1}^*$  が駆動側に設定され、回転速度の低い右駆動輪 64 の目標トルク  $T_{r2}^*$  が制動側に設定されるときは、第 1 ドライブシャフト 61 側の変速比  $G_1$  が第 2 ドライブシャフト 62 側の変速比  $G_2$  より小さくなるように変速比  $G_1$  ,  $G_2$  の差を変更する。交流電流の周波数  $f_0$  は、左駆動輪 63 に駆動トルクが作用して右駆動輪 64 に制動トルクが作用する範囲に設定され、図 12 の例では  $f_{17}$  より高く且つ  $f_{18}$

10

20

30

40

50

より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、ヨーレート と同方向のヨーモーメントを増加させることができ、車両の旋回性能をさらに向上させることができる。さらに、左駆動輪 63 と右駆動輪 64 の総トルクが目標総トルク  $T_{r*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。このように、第1及び第2ドライブシャフト 61, 62のうち、回転速度の高いドライブシャフトに駆動トルクを作用させるとともに回転速度の低いドライブシャフトに制動トルクを作用させるように交流電流の周波数  $f_0$  を調整するときは、回転速度の高いドライブシャフト側の変速比が回転速度の低いドライブシャフト側の変速比より小さくなるようにする。

【0065】

一方、例えば図8に示すように、ヨーレート と目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が逆方向であり、回転速度の高い左駆動輪 63 の目標トルク  $T_{rl*}$  が制動側に設定され、回転速度の低い右駆動輪 64 の目標トルク  $T_{rr*}$  が駆動側に設定されるときは、第1ドライブシャフト 61 側の変速比  $G_1$  が第2ドライブシャフト 62 側の変速比  $G_2$  より大きくなるように変速比  $G_1$ ,  $G_2$  の差を変更する。あるいは、第1変速機構 40 と第2変速機構 50 とで変速比を等しくする。交流電流の周波数  $f_0$  は、左駆動輪 63 に制動トルクが作用して右駆動輪 64 に駆動トルクが作用する範囲に設定され、図2の例では  $f_2$  より高く且つ  $f_3$  より低い範囲に設定される。これによって、交流電流の周波数  $f_0$  を制御する際の自由度を高めつつ、ヨーレート と逆方向のヨーモーメントを増加させることができ、車両の走行安定性能をさらに向上させることができる。さらに、左駆動輪 63 と右駆動輪 64 の総トルクが目標総トルク  $T_{r*}$  になるような交流電流の振幅  $A_0$  が設定される。このように、第1及び第2ドライブシャフト 61, 62のうち、回転速度の高いドライブシャフトに制動トルクを作用させるとともに回転速度の低いドライブシャフトに駆動トルクを作用させるように交流電流の周波数  $f_0$  を調整するときは、回転速度の高いドライブシャフト側の変速比が回転速度の低いドライブシャフト側の変速比以上になるようにする。

【0066】

また、車両の直進時等、目標ヨーモーメント  $M_{r*}$  が0であり、左駆動輪 63 の目標トルク  $T_{rl*}$  と右駆動輪 64 の目標トルク  $T_{rr*}$  が等しく設定されるときは、第1変速機構 40 と第2変速機構 50 とで変速比を等しくする。

【0067】

以上の実施形態では、車両の左駆動輪 63 と右駆動輪 64 のトルク配分を調整する場合について説明した。ただし、本発明については、車両の左駆動輪 63 と右駆動輪 64 のトルク配分を調整する以外の用途に対しても適用可能である。さらに、本発明については、車両以外の用途に対しても適用可能である。

【0068】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【符号の説明】

【0069】

10 第1誘導機、11 第1ステータ、12, 22 ステータコア、13, 23 ステータ巻線、14 第1ロータ、15, 25 ロータコア、16, 26 ロータ巻線、20 第2誘導機、21 第2ステータ、24 第2ロータ、30 共用インバータ、32 蓄電装置、40 第1減速機構(第1変速機構)、41, 51 サンギア、42, 52 リングギア、43, 53 キャリア、50 第2減速機構(第2変速機構)、61 第1ドライブシャフト、62 第2ドライブシャフト、63 左駆動輪、64 右駆動輪、65 操舵輪、70 電子制御ユニット、71, 72 回転速度センサ、73 アクセル操作量センサ、74 ブレーキ操作量センサ、75 操舵角センサ、76 車速センサ、B1, B2 ブレーキ、C1, C2 クラッチ。

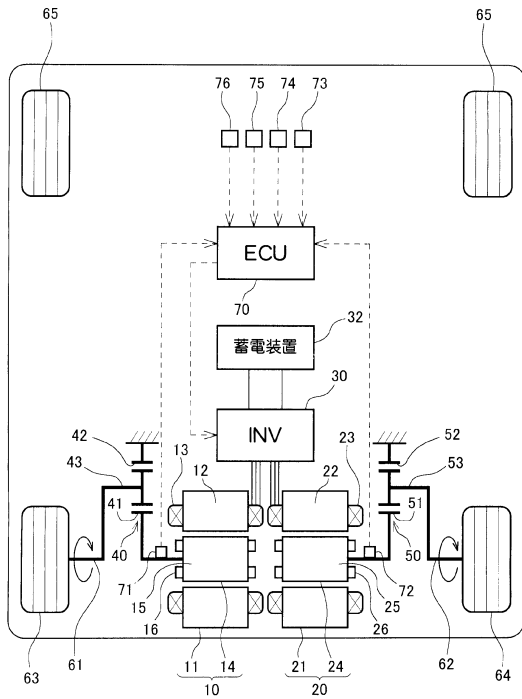
10

20

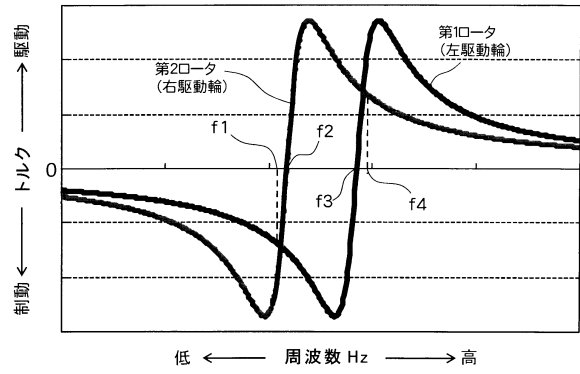
30

40

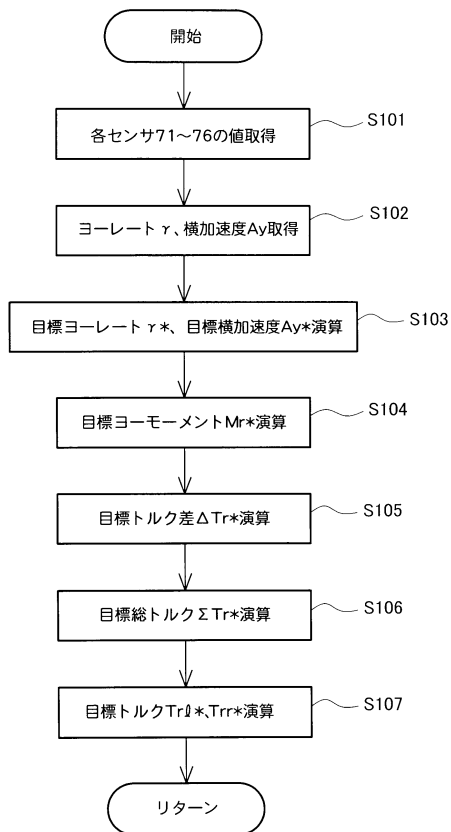
【図1】



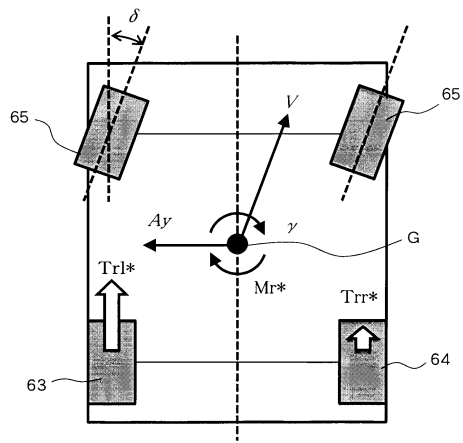
【図2】



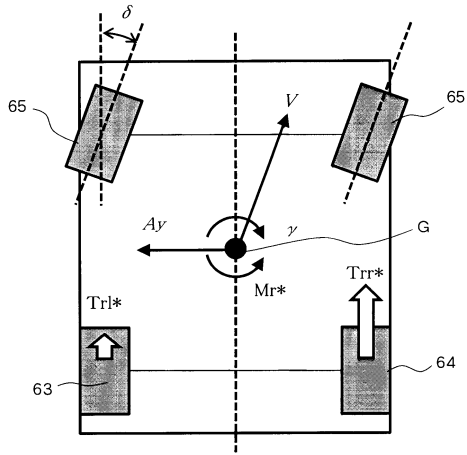
【図3】



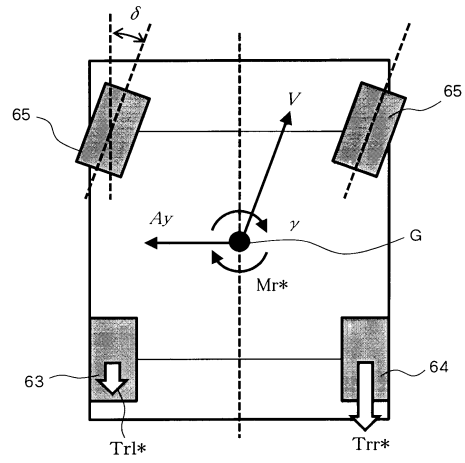
【図4】



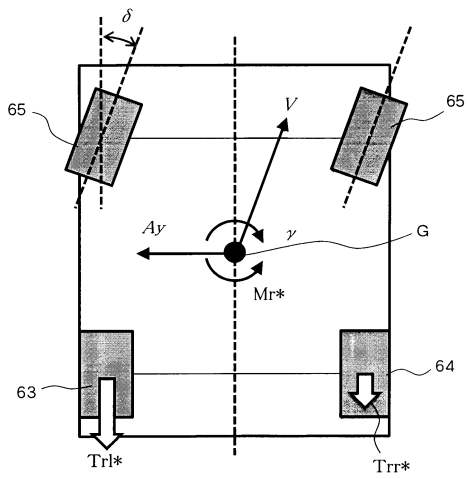
【図 5】



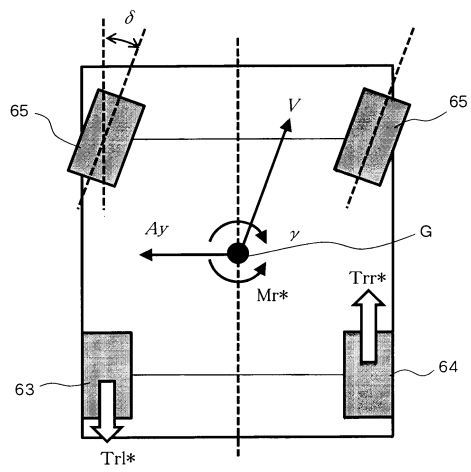
【図 6】



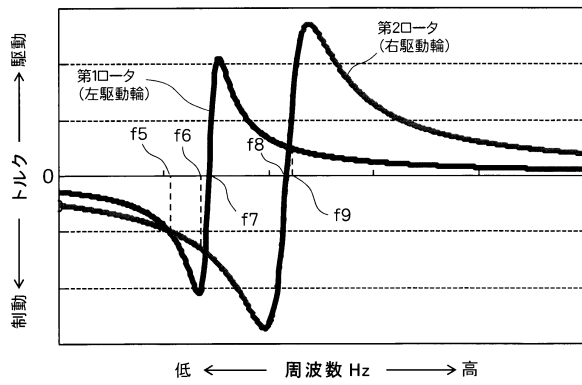
【図 7】



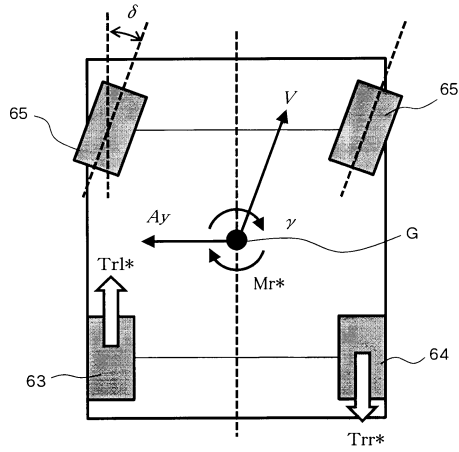
【図 8】



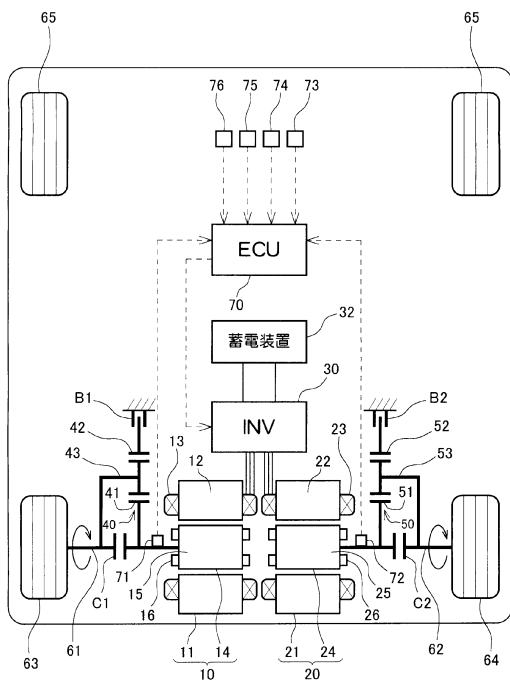
【図9】



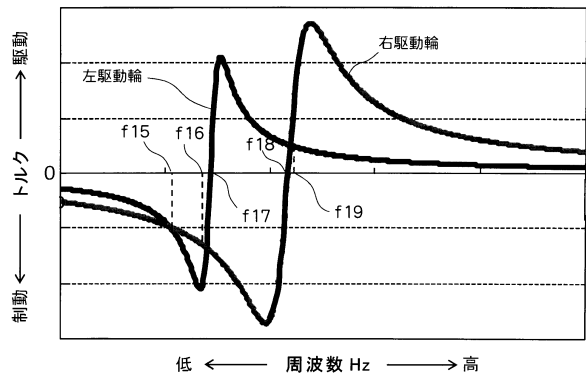
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 土屋 英滋  
愛知県長久手市横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

審査官 武市 匡紘

(56)参考文献 特開2009-027814(JP,A)  
特開2001-028804(JP,A)  
特開2007-186130(JP,A)  
特開2015-037375(JP,A)  
特開2006-067753(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12  
B60L 7/00 - 13/00  
B60L 15/00 - 15/42  
H02P 4/00 - 31/00