

(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2006-345677
(P2006-345677A)

(43) 公開日 平成18年12月21日(2006.12.21)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
B60L 9/18 (2006.01) B60L 9/18 P 5H115

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-171184 (P2005-171184) (22) 出願日 平成17年6月10日 (2005.6.10)</p>	<p>(71) 出願人 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 (74) 代理人 100096998 弁理士 碓氷 裕彦 (74) 代理人 100118197 弁理士 加藤 大登 (74) 代理人 100123191 弁理士 伊藤 高順 (72) 発明者 今井 敦志 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内 Fターム(参考) 5H115 PA11 PC06 PG04 PU24 PV09 RB08 RB15 SE03 SE09 TB01 T021 T023</p>
--	--

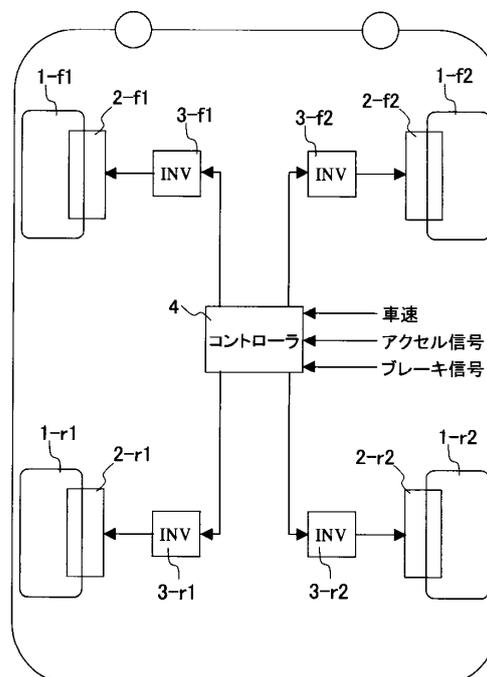
(54) 【発明の名称】 モーターによる車両駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の駆動モータを備えた車両駆動装置において、駆動トルクをモータ毎に制御できない場合、車両駆動装置の動作効率が低いという課題がある。

【解決手段】 複数の駆動輪と、各々の前記複数の駆動輪にトルクを伝達する複数個のモータと、前記駆動輪の各々の駆動力を制御するために前記複数個のモータを制御するモータ制御手段とを備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の駆動輪と、

各々の前記複数の駆動輪にトルクを伝達する複数のモータと、

前記駆動輪の各々の駆動力を制御するために前記複数のモータを制御するモータ制御手段とを備えることを特徴とする車両駆動装置。

【請求項 2】

前記モータ制御手段は、前記複数のモータの少なくとも 1 つに接続されたインバータを用いて前記複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の車両駆動装置。

10

【請求項 3】

前記複数のモータと駆動輪との間に備えられた少なくとも 1 つ以上のクラッチと、

前記クラッチを制御するクラッチ制御手段とを備え、

前記クラッチ制御手段が前記クラッチを制御することを特徴とする請求項 2 に記載の車両駆動装置。

【請求項 4】

前記複数のモータと駆動輪との間に備えられた少なくとも 1 つ以上の変速機と、

前記変速機を制御する変速機制御手段とを備え、

前記変速機制御手段が前記変速機を制御することを特徴とする請求項 2 から請求項 3 に記載の車両駆動装置。

20

【請求項 5】

前記モータ制御手段は、前記複数のモータのうち少なくとも 2 つ以上の動作効率に基づき当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 に記載の車両駆動装置。

【請求項 6】

前記モータ制御手段は、前記複数のモータ全体の動作効率に基づき、当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 に記載の車両駆動装置。

【請求項 7】

前記モータ制御手段は、前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作効率に基づき、当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の車両駆動装置。

30

【請求項 8】

前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作効率に基づき、前記モータ制御手段が当該複数のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記クラッチ制御手段が前記クラッチを制御することを特徴とする請求項 3 に記載の車両駆動装置。

【請求項 9】

前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作効率に基づき、前記モータ制御手段が当該複数のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記変速機制御手段が前記変速機を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の車両駆動装置。

【請求項 10】

前記モータ制御手段は、前記複数のモータ全体の動作損失に基づき、当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 に記載の車両駆動装置。

40

【請求項 11】

前記モータ制御手段は、前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作損失に基づき、当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の車両駆動装置。

【請求項 12】

前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作損失に基づき、前記モータ制御手段が当該複数のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記クラッチ制御手段が前記クラッチを制御することを特徴とする請求項 3 に記載の車両駆動装置。

50

【請求項 13】

前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作損失に基づき、前記モータ制御手段が当該複数のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記変速機制御手段が前記変速機を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の車両駆動装置。

【請求項 14】

前記複数のモータの効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータの動作効率を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の車両駆動装置。

【請求項 15】

前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた動作効率を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 2 または請求項 7 に記載の車両駆動装置。

【請求項 16】

前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた動作効率を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御するとともに、

前記クラッチ制御手段が、前記推定に基づいて、前記クラッチを制御することを特徴とする請求項 8 に記載の車両駆動装置。

【請求項 17】

前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた動作効率を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御するとともに、

前記変速機制御手段が、前記推定に基づいて、前記変速機を制御することを特徴とする請求項 9 に記載の車両駆動装置。

【請求項 18】

前記複数のモータの効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータの動作損失を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 5 または請求項 10 に記載の車両駆動装置。

【請求項 19】

前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた動作損失を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする請求項 2 または請求項 11 に記載の車両駆動装置。

【請求項 20】

前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数のモータおよび前記インバータを合わせた動作損失を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数のモータのトルク配分を制御するとともに、

前記クラッチ制御手段が、前記推定に基づいて、前記クラッチを制御することを特徴とする請求項 12 に記載の車両駆動装置。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、

前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作損失を推定する推定手段とを備え、

前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御するとともに、

前記変速機制御手段が、前記推定に基づいて、前記変速機を制御することを特徴とする請求項 1 3 に記載の車両駆動装置。

【請求項 2 2】

前記複数個のモータは、同じ特性を持つモータにより構成される第一グループと、

前記第一グループには含まれないモータの中で、同じ特性を持つモータにより構成される第二グループとから構成されることを特徴とする請求項 1 から請求項 2 1 のいずれかに記載の車両駆動装置。

10

【請求項 2 3】

前記第一グループを構成するモータと、前記第二グループを構成するモータは互いに異なる定格出力であることを特徴とする請求項 2 2 に記載の車両駆動装置。

【請求項 2 4】

前記第一グループを構成するモータと、前記第二グループを構成するモータは、動作効率またはおよび動作損失の特性が互いに異なることを特徴とする請求項 2 2 または請求項 2 3 に記載の車両駆動装置。

20

【請求項 2 5】

前記第一グループは車両前部の駆動輪を駆動するモータにより構成され、

前記第二グループは車両後部の駆動輪を駆動するモータにより構成されることを特徴とする請求項 2 2 から請求項 2 4 のいずれかに記載の車両駆動装置。

【請求項 2 6】

前記第一グループは車両前部右側の駆動輪を駆動するモータと、車両後部左側の駆動輪を駆動するモータとにより構成され、

前記第二グループは車両前部左側の駆動輪を駆動するモータと、車両後部右側の駆動輪を駆動するモータとにより構成されることを特徴とする請求項 2 2 から請求項 2 4 のいずれかに記載の車両駆動装置。

30

【請求項 2 7】

前記モータの少なくとも 1 つはインホイールモータであることを特徴とする請求項 1 から請求項 2 6 のいずれかに記載の車両駆動装置。

【請求項 2 8】

第一駆動輪と、

第二駆動輪と、

前記第一駆動輪に駆動力を伝達する第一モータと、

前記第二駆動輪に駆動力を伝達する第二モータと、

モータ制御手段とを備え、

前記モータ制御手段は、各駆動輪への駆動力を配分するために、前記第一モータおよび前記第二モータとによって出力されるトルクを制御することを特徴とする車両駆動装置。

40

【請求項 2 9】

複数の駆動輪と、

各々の前記複数の駆動輪にトルクを伝達する複数個のモータを持ち、

前記複数個のモータは、同じ特性を持つモータにより構成される第一グループと、

前記第一グループには含まれないモータの中で、同じ特性を持つモータにより構成される第二グループとから構成されることを特徴とする車両駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

本発明は、電気自動車やハイブリッド電気自動車、および燃料電池自動車等の、モータを駆動力源として使用する車両の駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車やハイブリッド電気自動車などの車両を駆動する手段としてモータが使用されている。その駆動方式において、動力伝達系でのエネルギー損失を小さくすることを目的として、インホイールモータを搭載した特許第2790462号公報の技術や、ディファレンシャルギアを廃止して左右のドライブシャフトにモータを取付ける技術が知られている。

【特許文献1】特許第2790462号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

各輪に備えられたモータやインバータをまとめてシステムとして考えると、モータやインバータのエネルギー効率が低い動作領域を使用して走行する場合に、システム全体の効率（以下、システム効率）が低下するという問題がある。例えば、図1に示すようなエネルギー効率特性をもつモータを備えた車両を25[km/h]で走行させる場合、低駆動力の領域でモータを動作する動作点Aではエネルギー効率が0.3、高駆動力の領域でモータを動作する動作点Bではエネルギー効率が0.65となる。このように、同一の車速であっても、動作点を適切に選択しなければ、モータ毎のエネルギー効率が低くなり、システム効率も悪くなる。尚、図1におけるエネルギー効率特性は、モータ回転数とモータトルクとを、各々車速と駆動力とに換算して図示している。

20

【0004】

本発明はこれらの点に鑑み、複数のモータのトルク配分を制御することによって、車両駆動装置のシステム効率を向上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請求項1に記載の発明は、駆動輪と、前記駆動輪に伝達されるトルクを発生する複数個のモータと、前記複数個のモータが発生するトルクの配分を制御するモータ制御手段とを備え、前記モータ制御手段が、前記複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

30

【0006】

これにより、複数個のモータに均等のトルクを配分する場合に比べ、車両駆動装置の動作効率、すなわちシステム効率を向上することができる。例えば、車両の前後駆動輪それぞれに駆動モータが備えられている場合、車両前部の駆動モータをエネルギー効率が非常に良いトルク領域で使用し、車両後部の駆動モータをエネルギー効率が悪いトルク領域で使用する事が可能となり、車両の全駆動モータをエネルギー効率が少し悪いトルク領域で使用する場合に比べ、車両全体の動作効率を向上することができる。

【0007】

請求項2に記載の発明は、前記モータ制御手段は、前記複数個のモータの少なくとも1つに接続されたインバータを用いて前記複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

40

【0008】

これにより、モータ制御手段がインバータを用いて、複数個のモータへ駆動トルクを配分することができる。例えば、四輪それぞれにモータとインバータが備えられ、モータ制御手段がマイコンである四輪駆動車の車両駆動装置の場合、マイコンから各インバータにそれぞれのモータを駆動するためのインバータ制御信号を出力し、各インバータからモータ制御信号、例えばPWM信号を各モータに対して出力可能である。

【0009】

請求項3に記載の発明は、前記複数個のモータと駆動輪との間に備えられた少なくとも

50

1つ以上のクラッチと、前記クラッチを制御するクラッチ制御手段とを備え、前記クラッチ制御手段が前記クラッチを制御することを特徴とする。

【0010】

クラッチを切断することで、無負荷時におけるモータの機械的な損失を無くすることができるため、車両駆動装置の動作効率を請求項1の構成に比べさらに向上できる。なお、例えば、モータの無負荷状態とは、請求項1の効果によって一部のモータにトルクが発生されていない状態、すなわち一部の駆動輪が従輪となっている場合があげられる。

【0011】

請求項4に記載の発明は、前記複数のモータと駆動輪との間に備えられた少なくとも1つ以上の変速機と、前記変速機を制御する変速機制御手段とを備え、前記変速機制御手段が前記変速機を制御することを特徴とする。

10

【0012】

このように、変速機を備えることで、各モータをエネルギー効率が良いトルク領域で動作することができる。例えば、6個の駆動輪に6個のモータを備える車両において、6個のモータそれぞれの動作特性が異なるとする。全駆動輪は同一の回転数で回転する必要があるため、変速機を備えず6個のモータの動作特性が異なる場合には、必ずしも全モータがエネルギー効率の良いトルク領域で動作できるとは限らない。しかし、各駆動輪と各モータとの間にそれぞれ変速機を備えた構成であれば、変速機により各モータを各モータそれぞれのエネルギー効率が良いトルク領域で動作させながら、駆動輪の回転数を一定にすることができる。これにより、請求項1の構成に比べて、さらに動作効率を高めることができる

20

請求項5に記載の発明は、前記モータ制御手段は、前記複数のモータのうち少なくとも2つ以上の動作効率に基づき当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0013】

これにより、全モータに均一のトルク配分を行う場合に比べ、システム効率を向上可能である。

【0014】

請求項6に記載の発明は、前記モータ制御手段は、前記複数のモータ全体の動作効率に基づき、当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

30

【0015】

このように、システム効率を、全モータを含むシステムの効率として捉えることで、システム全体の動作効率を良好とするように、各モータへのトルクを配分することができる。

【0016】

請求項7に記載の発明は、前記モータ制御手段は、前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作効率に基づき、当該複数のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0017】

モータだけではなくインバータの動作効率をもシステム効率に含めることで、請求項1の構成に比べてより広い範囲の動作効率を良好とすることができる。

40

【0018】

請求項8に記載の発明は、前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作効率に基づき、前記モータ制御手段が当該複数のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記クラッチ制御手段が前記クラッチを制御することを特徴とする。

【0019】

これにより、無負荷のモータの機械的損失を無くすることができ、請求項7の構成に比べさらにシステム全体の動作効率を向上することができる。

【0020】

請求項9に記載の発明は、前記複数のモータおよび前記インバータとを合計した動作効

50

率に基づき、前記モータ制御手段が当該複数個のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記変速機制御手段が前記変速機を制御する。

【0021】

システム効率に基づき変速機を制御することで、より広い動作領域でモータを動作することができる。例えば、変速機がC V Tのような無段階変速機構を備え、システム効率を最大とするようにこの変速機を制御するとしたら、各モータのエネルギー特性に合わせて、全駆動輪の回転速度を一定にしながらも、最もエネルギー効率が良いトルク領域でモータを駆動することができる。

【0022】

請求項10に記載の発明は、前記モータ制御手段は、前記複数個のモータ全体の動作損失に基づき、当該複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。 10

【0023】

請求項11に記載の発明は、前記モータ制御手段は、前記複数個のモータおよび前記インバータとを合計した動作損失に基づき、当該複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0024】

請求項12に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータとを合計した動作損失に基づき、前記モータ制御手段が当該複数個のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記クラッチ制御手段が前記クラッチを制御することを特徴とする。

【0025】

請求項13に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータとを合計した動作損失に基づき、前記モータ制御手段が当該複数個のモータのトルク配分を制御する、またはおよび、前記変速機制御手段が前記変速機を制御することを特徴とする。 20

【0026】

請求項14に記載の発明は、前記複数個のモータの効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータの動作効率を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0027】

これにより、マイコンなどを用いたコントローラにより、車両駆動装置の動作効率を向上することができる。 30

【0028】

請求項15に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作効率を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0029】

これにより、複数個のモータおよびインバータとをシステムとして捉えると、マイコンなどを用いたコントローラにより、システム全体の動作効率を最大とすることができる。

【0030】

請求項16に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作効率を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御するとともに、前記クラッチ制御手段が、前記推定に基づいて、前記クラッチを制御することを特徴とする。 40

【0031】

これにより、マイコンなどを用いたコントローラにより、モータやクラッチを制御することができる、無負荷のモータの機械的損失を無くすことで、請求項14の構成に比べさらにシステム全体の動作効率を向上することができる。

【0032】

請求項 17 に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作効率を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御するとともに、前記変速機制御手段が、前記推定に基づいて、前記変速機を制御することを特徴とする。

【0033】

これにより、マイコンなどを用いたコントローラにより、モータや変速機を制御することができ、変速機によりモータをエネルギー特性が良いトルク領域で動作させることで、請求項 14 の構成に比べさらにシステム全体の動作効率を向上することができる。

【0034】

請求項 18 に記載の発明は、前記複数個のモータの効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータの動作損失を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0035】

請求項 19 に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作損失を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段は、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御することを特徴とする。

【0036】

請求項 20 に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作損失を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御するとともに、前記クラッチ制御手段が、前記推定に基づいて、前記クラッチを制御することを特徴とする。

【0037】

請求項 21 に記載の発明は、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた効率特性を記憶する記憶手段と、前記効率特性に基づき、前記複数個のモータおよび前記インバータを合わせた動作損失を推定する推定手段とを備え、前記モータ制御手段が、前記推定に基づいて前記複数個のモータのトルク配分を制御するとともに、前記変速機制御手段が、前記推定に基づいて、前記変速機を制御することを特徴とする。

【0038】

請求項 22 に記載の発明は、前記複数個のモータは、同じ特性を持つモータにより構成される第一グループと、前記第一グループには含まれないモータの中で、同じ特性を持つモータにより構成される第二グループとから構成されることを特徴とする。

【0039】

通常、駆動用に使用するモータは一部または全部が同一規格であることが多いため、このように同一特性を備えるモータをグループ化することで、動作効率が良いかどうかを判定する際の演算量を減らすことができる。

【0040】

請求項 23 に記載の発明は、前記第一グループを構成するモータと、前記第二グループを構成するモータは互いに異なる定格出力であることを特徴とする。

【0041】

このようにグループ毎の定格出力が異なっても、グループ毎にエネルギー効率が良いトルク領域でモータを動作させることで、全モータに均一のトルクを発生させる場合に比べシステム全体の動作効率を向上することができる。

【0042】

請求項 24 に記載の発明は、前記第一グループを構成するモータと、前記第二グループを構成するモータは、動作効率またはおよび動作損失の特性が互いに異なることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0043】

このようにグループ毎に動作特性が異なる場合であっても、全モータの動作効率に基づき各モータへのトルクを配分することで、システム効率を向上することができる。

【0044】

請求項25に記載の発明は、前記第一グループは車両前部の駆動輪を駆動するモータにより構成され、前記第二グループは車両後部の駆動輪を駆動するモータにより構成されることを特徴とする。

【0045】

このように車両前部および後部のモータをグループ化することで、動作効率が良好であるかどうかを判定する際の演算量を減らすことができる。例えば、前部の駆動輪2個がそれぞれに備えられた同一特性のモータにより駆動され、後部の駆動輪2個がドライブシャフトを介して1個のモータにより駆動される車両において、通常走行時は車両前部のモータ2個を駆動し、坂道発進時などにのみ前部モータに加えて車両後部のモータ1個を駆動するとする。この車両が、直進状態で坂道発進をするとき、第一グループに含まれる前部モータ2個は同一のトルクを発生する。このため、第一グループに含まれるモータそれぞれのエネルギー効率を考慮する必要はなく、前部モータ2個のうちどちらか片方のモータのエネルギー効率と、第二グループのモータのエネルギー効率のみを考慮すれば良い。これにより、3個のモータを使いながらも、2グループのモータのエネルギー効率を演算するため、演算量を削減することができる。

10

【0046】

請求項26に記載の発明は、前記第一グループは車両前部右側の駆動輪を駆動するモータと、車両後部左側の駆動輪を駆動するモータとにより構成され、

前記第二グループは車両前部左側の駆動輪を駆動するモータと、車両後部右側の駆動輪を駆動するモータとにより構成されることを特徴とする。

20

【0047】

このように、車両に対し対角線状の位置にあるモータをグループ化することで、車両がより旋回しやすいようにトルク配分を分配する機能を損なうことなく、動作効率が良好であるかどうかを判定する際の演算量を減らすことができる。

【0048】

請求項27に記載の発明は、前記モータの少なくとも1つはインホイールモータであることを特徴とする。

30

【0049】

インホイールモータを使用することで、シャフトやギアでのエネルギー効率の計測精度を上げることができる。これにより、正確なエネルギー効率に基づきモータへのトルク配分を決定することができるため、前述の各構成に比べさらにシステム効率を向上できる。

【0050】

請求項28に記載の発明は、第一駆動輪と、第二駆動輪と、前記第一駆動輪に駆動力を伝達する第一モータと、前記第二駆動輪に駆動力を伝達する第二モータと、モータ制御手段とを備え、前記モータ制御手段は、各駆動輪への駆動力を配分するために、前記第一モータおよび前記第二モータとによって出力されるトルクを制御することを特徴とする。

40

【0051】

請求項29に記載の発明は、複数の駆動輪と、各々の前記複数の駆動輪にトルクを伝達する複数個のモータを持ち、前記複数個のモータは、同じ特性を持つモータにより構成される第一グループと、前記第一グループには含まれないモータの中で、同じ特性を持つモータにより構成される第二グループとから構成されることを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0052】

以下、実施例1から実施例6を用いて、本発明を実施するための最良の形態を述べる。

【0053】

〔実施例1〕

50

図2から図6を用いて実施例1について説明する。

【0054】

図2は、4個の駆動輪と、4個のモータからなる車両駆動装置の構成を示す。車両の左前部に第一駆動輪(1-f1)、右前部に第二駆動輪(1-f2)、左後部に第三駆動輪(1-r1)、右後部に第四駆動輪(1-r2)が備えられている。さらに、第一駆動輪(1-f1)の車軸上の車両内部側に第一モータ(2-f1)、第二駆動輪(1-f2)の車軸上の車両内部側に第二モータ(2-f2)、第三駆動輪(1-r1)の車軸上の車両内部側に第三モータ(2-r1)、第四駆動輪(1-r2)の車軸上の車両内部側に第四モータ(2-r2)が設置されており、各駆動輪は各々の駆動輪に備えられたモータによって四輪別々に駆動される。また、第一モータ(2-f1)には車両内部に設置された第一インバータ(3-f1)、第二モータ(2-f2)には車両内部に設置された第二インバータ(3-f2)、第三モータ(2-r1)には車両内部に設置された第三インバータ(3-r1)、第四モータ(2-r2)には車両内部に設置された第四インバータ(3-r2)が接続され、全4個のインバータは車両内部に備えられたコントローラ(4)により制御される。コントローラ(4)は、図示しない各種センサから車速、アクセル信号、ブレーキ信号を入力され、全4個のインバータへ制御指令を出力する。

10

【0055】

図3を用いて、モータのエネルギー効率特性の一例を示す。なお、4個のモータの全てが、図3に示す特性を持つとする。

【0056】

ここで、ある走行状態における車速と必要な駆動力とを、モータの回転数およびトルクにより表現すると $Nf1 = Nf2 = Nf3 = Nf4 = N[rpm]$ (式1) および $Tf1 + Tf2 + Tf3 + Tf4 = Ta[Nm]$ (式2) と表現することができる。ただし、Nはモータに必要とされる回転数(以下、必要回転数)、Nf1は第一モータ(2-f1)の回転数、Nf2は第二モータ(2-f2)の回転数、Nf3は第三モータ(2-r1)の回転数、Nf4は第四モータ(2-r2)の回転数、Taは全モータに必要とされるトルクの合計(以下、合計トルク)、Tf1は第一モータ(2-f1)の出力トルク、Tf2は第二モータ(2-f2)の出力トルク、Tf3は第三モータ(2-r1)の出力トルク、Tf4は第四モータ(2-r2)の出力トルクである。

20

【0057】

必要回転数 $N = 400$ 、合計トルク $Ta = 20$ とするとき、必要なトルクを4個のモータへ均等に配分する場合は、各モータのトルクは $Tf1 = Tf2 = Tf3 = Tf4 = 20 / 4 = 5.0[Nm]$ (式3) となる。これにより、4個のモータの動作点は図3の動作点Cとなり、エネルギー効率は0.40であると分かる。ここで、システム効率を仕事量に応じた加重平均と定義すると、システム効率 $E = (\text{システムの合計出力}) / (\text{システムの合計入力})$ となる。説明の簡略化のため、前部の駆動輪2個同士と、後部の駆動輪2個同士とは互いに等しいトルク配分となるように $Tf1 = Tf2$ (式4)、および $Tr1 = Tr2$ (式5) とし、前部のモータ2個の合計出力をPf、後部のモータ2個の合計出力をPr、前後部のモータ4個の合計出力をPall、前部のモータ2個の効率をnf、後部のモータ2個の効率をnrとおくと、システム効率は $E = (Pf + Pr) / (Pf / nf + Pr / nr)$ (式6) と表すことができる。さらに、式6を変形すると $E = Pall / \{ Dm \times Pall / nf + (1 - Dm) \times Pall / nr \}$ (式7)、 $E = 1 / \{ Dm / nf + (1 - Dm) / nr \}$ (式8) が得られる。この式6から式8により、必要なトルクを4個のモータへ均等に配分する場合のシステム効率は $E = 1 / \{ 0.5 / 0.4 + (1 - 0.5) / 0.4 \} = 0.4$ であると分かる。

30

40

【0058】

一方、システム効率が最大となるように、合計トルクを4個のモータへ各々配分する、すなわち4個のモータの出力トルクが同一でない場合について説明する。図4は、必要回転数 $N = 400$ 、合計トルク $Ta = 20$ 、各モータへのトルク配分比Dmを $Dm = (Tf1 + Tf2) / (Tf1 + Tf2 + Tr1 + Tr2)$ (式9) としたときのシステム効率

50

E とトルク配分比 D_m の関係を表すシステム効率マップである。この図 4 により、 $0 < D_m < 1$ の範囲において、最大のシステム効率 E_{max} が得られる配分比 D_{max} は、 $D_{max} = 0.23$ または $D_{max} = 0.77$ であると判定できる。また、式 6 から式 8 を用いて、最大のシステム効率は $E_{max} = 1 / \{ 0.77 / 0.60 + (1 - 0.77) / 0.36 \} = 0.52$ と計算できる。以上により、同一の必要回転数および合計トルクが要求される場合において、モータ 4 個へ各々トルクを配分する方法は、モータ 4 個へ均等にトルクを配分する方法に比べてシステム効率が良い。

【0059】

なお、図 5 に示すように、システム効率マップは予め様々な走行状態（車速、アクセル、ブレーキ）における必要回転数および合計トルクの組合せ毎に作成し、システム効率マップ群としてコントローラ（4）内部のメモリに格納しておく。

10

【0060】

図 6 のフローチャートを用いて、コントローラ（4）が行う前述の説明に基づいた内部処理について説明する。ステップ S 6 1 では、コントローラ（4）へ入力された車速およびアクセル信号とブレーキ信号とから、運転者が要求している駆動力または制動力、すなわち必要回転数 N と合計トルク T_a を求める。ステップ S 6 1 より続くステップ S 6 2 では、図 5 に示したシステム効率マップ群から、必要回転数 N と合計トルク T_a に最も適合するシステム効率マップを抽出する。ステップ S 6 2 より続くステップ S 6 3 では、前段のステップ S 6 2 にて抽出したシステム効率マップを用いて、最大のシステム効率 E_{max} となる配分比 D_{max} を演算し、各モータの出力トルクを決定する。ステップ S 6 3 より続くステップ S 6 4 では、前段のステップ S 6 3 で決定した出力トルクを各モータが出力できるように各モータを制御する各インバータへ制御指令を出力する。

20

【0061】

図 3 および図 4 を用いて示したように、必要とされる合計トルクを 4 個のモータへ均等に配分する場合（ $D_m = 0.50$ ）と比較して、各々のモータのエネルギー効率を考慮して、各々別々にトルクを配分する方法は車両駆動装置のシステム効率を向上することができる。

【0062】

〔実施例 2〕

図 7 および図 8 を用いて実施例 2 について説明する。この実施例 2 における前述の実施例 1 との構成上の相違点は、本実施例ではモータとインバータとからなるシステム損失が最小となるようにトルクを配分している点であり、実施例 1 ではシステム効率が最大となるようにトルクを配分していた点で異なる。なお、前述の実施例 1 と同等の構成については、実施例 1 と同様の符号を付し、本実施例 2 における説明を省略する。

30

【0063】

図 7 に、モータとインバータのエネルギー損失特性（モータ 1 個の損失とインバータ 1 個の損失の和）の一例を示す。なお、本実施例で使用する 4 個のモータおよび 4 個のインバータは、全てが図 7 の特性を持つ。

【0064】

ある走行状態において、必要回転数 $N = 2100$ [rpm]、合計トルク $T_a = 32$ [Nm] であったとする。

40

【0065】

このとき、必要なトルクを 4 個のモータへ均等に配分する場合は、各モータのトルクは $T_{f1} = T_{f2} = T_{f3} = T_{f4} = 32 / 4 = 8.0$ [Nm]（式 3）となる。これにより、4 種類のモータの動作点は図 7 の動作点 D となる。

【0066】

一方、システム損失が最小となるように、合計トルクを 4 個のモータへ各々配分する、すなわち 4 個のモータの出力トルクが同一でない場合について説明する。また、説明の簡略化のため、前部の駆動輪 2 個同士と、後部の駆動輪 2 個同士とは互いに等しいトルク配分とする。

50

【0067】

各モータへのトルク配分比 D_m を $D_m = (T_{f1} + T_{f2}) / (T_{f1} + T_{f2} + T_{r1} + T_{r2})$ (式9) としたとき、4個のモータと4個のインバータ全体でのシステム損失 L とトルク配分比 D_m の関係をシステム損失マップとして図8に示す。システム損失 L は、4個のモータ全ての出力トルクが均等である場合の配分比 $D_m = 0.50$ におけるシステム損失 L_0 を $L_0 = 1.0$ とした場合の相対値で表されている。0 D_m 1 の範囲において、 $D_m = 0.0$ または $D_m = 1.0$ の時に、システム損失 L は最小値 L_{min} となる。これにより、必要とされる合計トルクを4個のモータへ均等に配分する場合 ($D_m = 0.50$) と比較して、各々のモータに別々にトルクを配分する方法はシステム損失が少ない。

10

【0068】

なお、実施例1と同様に、システム損失マップは予め様々な走行状態(車速、アクセル、ブレーキ)における必要回転数および合計トルクの組合せ毎に作成し、システム損失マップ群としてコントローラ(4)内部のメモリに格納しておく。

【0069】

コントローラ(4)の内部処理は、システム損失 L が少ないトルク配分比を演算するため、実施例1で用いた図6のフローチャートにおけるステップS62およびステップS63の処理が異なる。本実施例の場合、ステップS61は実施例1と同様の処理であり、ステップS62においては、前段のステップS61で演算した必要回転数と合計トルクとから、使用するシステム損失マップを抽出する。ステップS63では、前段のステップS62にて抽出したシステム損失マップから、最小のシステム損失 L_{min} となる配分比 D_{min} を演算し、各モータの出力トルクを決定する。ステップS63より続くステップS64では、前段のステップS63で決定した出力トルクを各モータが出力できるように各モータを制御する各インバータへ制御指令を出力する。

20

【0070】

このように、各モータへのトルク配分を変化させることで、複数のモータと複数のインバータのシステム損失 L を最小にすることができ、すなわちシステム効率を最大とすることができる。

【0071】

また、システム効率およびエネルギー効率ではなく、システム損失およびエネルギー損失を使用するメリットについて説明する。4個のモータと4個のインバータ全体でのシステム効率は $E = (P_{f1_out} + P_{f2_out} + P_{r1_out} + P_{r2_out}) / (P_{f1_in} + P_{f2_in} + P_{r1_in} + P_{r2_in})$ (式10) で表すことができる。ただし、 P_{f1_out} は第1モータの出力、 P_{f2_out} は第2モータの出力、 P_{r1_out} は第3モータの出力、 P_{r2_out} は第4モータの出力、 P_{f1_in} は第1インバータへの入力、 P_{f2_in} は第2インバータへの入力、 P_{r1_in} は第3インバータへの入力、 P_{r2_in} は第4インバータへの入力とする。

30

【0072】

さらに、各インバータへの入力は、各モータの出力と、各モータと各インバータのエネルギー効率 ($E_{f1}, E_{f2}, E_{f3}, E_{f4}$) とを用いて、 $P_{f1_in} = P_{f1_out} / E_{f1}$ (式11)、 $P_{f2_in} = P_{f2_out} / E_{f2}$ (式12)、 $P_{r1_in} = P_{r1_out} / E_{r1}$ (式13)、 $P_{r2_in} = P_{r2_out} / E_{r2}$ (式14) と表すことができる。

40

【0073】

ところが、モータの回転数が $0 [min^{-1}]$ の場合または、モータのトルクが $0 [Nm]$ の場合には、エネルギー効率が0となるため、(式11)から(式14)の右辺の分母が0となってしまう、インバータへの入力を計算することができない。従って、各モータおよび各インバータとからなるシステム全体のシステム効率 E も求めることができない。

【0074】

これに対して、エネルギー損失を使用すると、インバータへの入力は、モータの出力と、

50

モータとインバータとのエネルギー損失とを用いて、 $P_{f1_in} = P_{f1_out} + L_{f1}$ (式15)、 $P_{f2_in} = P_{f2_out} + L_{f2}$ (式16)、 $P_{r1_in} = P_{r1_out} + L_{r1}$ (式17)、 $P_{r2_in} = P_{r2_out} + L_{r2}$ (式18)と表すことができる。(式15)から(式18)に示すように、モータの回転数が0 [min^{-1}]またはモータのトルクが0 [Nm]である場合においても、インバータへの入力を計算することが可能であり、各モータおよび各インバータとからなるシステム全体のシステム損失Lも求めることができる。

【0075】

〔実施例3〕

図9から図11を用いて実施例3について説明する。この実施例3における前述の実施例1との構成上の相違点は、本実施例では各モータと各駆動輪との間にクラッチを追加し、コントローラ(4)に各クラッチの制御機能を追加した点である。なお、前述の各実施例と同等の構成については、各実施例と同様の符号を付し、本実施例3における説明を省略する。

10

【0076】

図9に、本発明の実施例3における構成を示す。第一モータ(2-f1)と第一駆動輪(1-f1)の間には第一クラッチ(5-f1)が追加される。第二モータ(2-f2)と第二駆動輪(1-f2)の間には第二クラッチ(5-f2)が追加される。第三モータ(2-r1)と第三駆動輪(1-r1)の間には第三クラッチ(5-r1)が追加される。第四モータ(2-r2)と第四駆動輪(1-r2)の間には第四クラッチ(5-r2)が追加される。これらのクラッチにはアクチュエータが備えられ、コントローラ(4)が出力する接続・切断指令によりアクチュエータがクラッチ板を接続または切断する。また、各モータは、図7に示したモータとインバータのエネルギー損失特性(モータ損失とインバータ損失の和)を持つ。

20

【0077】

ある走行状態において、必要回転数 $N = 2100$ [rpm]、合計トルク $T_a = 32$ [Nm]であったとする。

【0078】

このとき、クラッチが無く、必要なトルクを4個のモータへ均等に配分する場合は、各モータのトルクは $T_{f1} = T_{f2} = T_{f3} = T_{f4} = 32 / 4 = 8.0$ [Nm] (式3)となる。これにより、4種類のモータの動作点は図7の動作点Dとなる。

30

【0079】

一方、システム損失が最小となるように、各クラッチのアクチュエータにより各クラッチを接続もしくは切断し、合計トルクを4個のモータへ各々配分する場合、すなわち4個のモータの出力トルクが同一でない場合について説明する。以下では、説明の簡略化のため前部の駆動輪2個同士と、後部の駆動輪2個同士とは互いに等しいトルク配分であり、前部の駆動輪とモータ間のクラッチ2個は互いに同じ状態(接続または切断)、後部の駆動輪とモータ間のクラッチ2個も互いに同じ状態(接続または切断)とする。

【0080】

図10に、各モータへのトルク配分比 D_m を $D_m = (T_{f1} + T_{f2}) / (T_{f1} + T_{f2} + T_{r1} + T_{r2})$ (式9)としたとき、システム損失Lとトルク配分比 D_m の関係を示す。なお、図10の4個のモータと4個のインバータ全体でのシステム損失Lは、クラッチが無く4輪に均等のトルクが配分されている場合($D_m = 0.50$)を1.0として相対値で表している。この図10より、全クラッチを接続した場合、 $0 < D_m < 1$ の範囲において、 $D_m = 0.0$ または $D_m = 1.0$ の時に、エネルギー損失LはL1で最小となることが分かる。

40

【0081】

一方、前輪側の2個のクラッチを接続し後輪側の2個のクラッチを切断した場合、または、前輪側の2個のクラッチを切断し後輪側の2個のクラッチを接続した場合、システム損失LはL2で最小となる。図10に示すようにエネルギー損失L2はシステム損失L1よ

50

りも、さらに損失が少ない。これにより、必要とされる合計トルクを4個のモータへ均等に配分する場合 ($D_m = 0.50$) と比較して、クラッチを用いて各々のモータに別々にトルクを配分する方法はシステム損失が少ない。

【0082】

図11に、コントローラ(4)の処理手順を示す。ステップS111では、コントローラ(4)へ入力された車速およびアクセル信号とブレーキ信号から、運転者が要求している駆動力または制動力、すなわち必要回転数 N と合計トルク T_a を求める。ステップS111より続くステップS112では、図10で用いたシステム損失マップを用いて、4個のモータへのトルク配分を変化させ、同時に4個のクラッチの状態を変化させた場合における、4個のモータと4個のインバータ全体でのシステム損失 L を推定する。トルク配分の種類を3種類であるとする、推定するエネルギー損失の種類は、トルク配分の種類(3通り)×クラッチ状態(24通り)=72種類となる。ステップS112より続くステップS113では、前段のステップS112にて演算した配分比 D_m とクラッチ状態の組合せを実行した場合における最小のシステム損失 L_{min} となる配分比 D_{min} および4輪のクラッチ状態を演算し、各モータの出力トルクを決定する。ステップS113より続くステップS114では、前段のステップS113で決定した出力トルクを各モータが出力できるように各モータを制御する各インバータへ制御指令を出力すると共に、各クラッチのアクチュエータへ接続・切断指令を出力する。

10

【0083】

以上の構成により、4個のモータと4個のインバータとからなるシステム全体のシステム損失特性に基づき、システム損失が最小となるようにクラッチを接続または切断し各モータへトルクを配分することで、全モータへ均等にトルクを配分する方法に比べてシステム効率を向上することができる。そして、本実施例の構成は、実施例2のようなクラッチを有さない構成に比べ、さらにシステム効率を向上することができる。

20

【0084】

また、前述の構成に加えて、モータが駆動力を発生しない時にはクラッチを切断する機能を用いれば、モータによる摩擦等の損失を低減し、さらにシステム効率を向上することができる。

【0085】

〔実施例4〕

図12から図14を用いて実施例4について説明する。この実施例4における前述の実施例1との構成上の相違点は、本実施例では各モータと各駆動輪との間に変速機を追加し、コントローラ(4)に各変速機の制御機能を追加した点である。なお、前述の各実施例と同等の構成については、各実施例と同様の符号を付し、本実施例4における説明を省略する。

30

【0086】

図12に、本実施例4の構成を示す。第一モータ(2-f1)と第一駆動輪(1-f1)の間には第一変速機(6-f1)が追加される。第二モータ(2-f2)と第二駆動輪(1-f2)の間には第二変速機(6-f2)が追加される。第三モータ(2-r1)と第三駆動輪(1-r1)の間には第三変速機(6-r1)が追加される。第四モータ(2-r2)と第四駆動輪(1-r2)の間には第四変速機(6-r2)が追加される。これらの変速機は、コントローラ(4)により出力される変速指令により制御され、減速比が大きいLギア、減速比が小さいHギアの2段階変速である。また、各モータおよび各インバータは、図7に示したモータとインバータのエネルギー損失特性(モータ損失とインバータ損失の和)を持つ。

40

【0087】

ある走行状態において、必要回転数 $N = 2100$ [rpm]、合計トルク $T_a = 32$ [Nm]であったとする。

【0088】

このとき、変速機が無く、必要なトルクを4個のモータへ均等に配分する場合は、各モ

50

ータのトルクは $T_{f1} = T_{f2} = T_{f3} = T_{f4} = 32 / 4 = 8.0$ [Nm] (式3) となる。これにより、4種類のモータの動作点は図7の動作点Dとなる。

【0089】

一方、システム損失が最小となるように、変速機の減速比を決定し、合計トルクを4個のモータへ各々配分する、すなわち4個のモータの出力トルクが同一でない場合について説明する。ここでは、説明の簡略化のため、前部の駆動輪2個同士と、後部の駆動輪2個同士とは互いに等しいトルク配分であるとし、前部の駆動輪とモータ間の変速機2個は互いに同じ状態(Hi、もしくはLo)、後部の駆動輪とモータ間の変速機2個は互いに同じ状態(Hi、もしくはLo)とする。

【0090】

図13は、各モータへのトルク配分比 D_m を $D_m = (T_{f1} + T_{f2}) / (T_{f1} + T_{f2} + T_{r1} + T_{r2})$ (式9) としたときのシステム損失 L とトルク配分比 D_m の関係を表すシステム損失マップである。なお、図13のシステム損失 L は、変速機が無く4輪に均等のトルクが配分されている場合 ($D_m = 0.50$) のシステム損失を1.0として相対値で表している。

【0091】

全変速機の減速比がLoである場合、 $0 < D_m < 1$ の範囲において、 $D_m = 0.0$ または $D_m = 1.0$ の時に、システム損失 L は L_4 で最小となる。また、全変速機の減速比がHiである場合、 $0 < D_m < 1$ の範囲において、 $D_m = 0.0$ または $D_m = 1.0$ の時に、システム損失 L は L_5 で最小となる。

【0092】

一方、前輪側の変速機2個の減速比をLoとし後輪側の変速機2個の減速比をHiとした場合、および、前輪側の変速機2個の減速比をHiとし後輪側の変速機2個の減速比をLoとした場合は、システム損失 L は L_6 で最小となる。なお、図13に示すように、変速機がなく全ての減速比がLoであった場合に比べて、変速機を備えた構成は変速をすることでシステム損失を少なくできる。

【0093】

図14のフローチャートを用いて、コントローラ(4)の内部処理について説明する。ステップS141では、コントローラ(4)へ入力された車速およびアクセル信号とブレーキ信号とから、運転者が要求している駆動力または制動力、すなわち必要回転数 N と合計トルク T_a を求める。ステップS141より続くステップS142では、図13で用いたシステム損失マップを用いて、4個のモータへのトルク配分および4個の変速機の減速比(HiまたはLo)を変化させた場合におけるシステム損失 L を推定する。ステップS142より続くステップS143では、前段のステップS142にて演算した配分比 D_m および変速機の減速比でモータを駆動した場合における最小のシステム損失 L_{min} となる配分比 D_{min} を演算し、各モータの出力トルクおよび各変速機の減速比を決定する。ステップS143より続くステップS144では、前段のステップS143で決定した出力トルクを各モータが出力できるように各モータを制御する各インバータへ制御指令を出力すると共に、各変速機へ変速指令を出力する。

【0094】

以上の構成により、4個のモータと4個のインバータからなるシステムのシステム損失特性に基づき、システム損失が最小となるような減速比を組合せて各モータへトルクを配分することで、実施例1よりもさらにシステム効率を向上できる。

【0095】

〔実施例5〕

図15および図16を用いて実施例5について説明する。この実施例5における前述の実施例1との構成上の相違点は、本実施例では第一モータ(2-f1)と第二モータ(2-f2)からなる前部モータ群と第一インバータ(3-f1)と第二インバータ(3-f2)からなる前部インバータ群とを合わせたエネルギー効率特性と、第三モータ(2-r1)と第四モータ(2-r2)からなる後部モータ群と第三インバータ(3-r1)と第四

10

20

30

40

50

インバータ(3-r2)からなる後部インバータ群とを合わせたエネルギー効率特性が異なるが、実施例1では全てのモータおよびインバータが同一のエネルギー効率特性を持っていた点で異なる。なお、前述の各実施例と同等の構成については、各実施例と同様の符号を付し、本実施例5における説明を省略する。

【0096】

本実施例の構成は、実施例1において用いた図2と同様の構成である。ただし、前部モータ群および前部インバータ群は、図3に示したモータとインバータのエネルギー効率特性を持つ。また、後部モータ群および後部インバータ群は、図15に示すモータとインバータのエネルギー効率特性を持つ。すなわち、前部と後部で、モータとインバータとを合計した特性が異なる。

10

【0097】

ある走行状態において、必要回転数 $N = 3500$ [rpm]、合計トルク $T_a = 100$ [Nm]であったとする。

【0098】

このとき、4個のモータ全体に必要なトルクは、 $T_{f1} + T_{f2} + T_{f3} + T_{f4} = 100$ [Nm] (式17)となる。これにより、前部モータ群の第一モータ(2-f1)および第二モータ(2-f2)は図3に示した動作線P上で、後部モータ群の第三モータ(2-r1)および第四モータ(2-r2)は図15に示した動作線Q上で、(式17)の条件を満たす動作点で動作する。なお、後部モータ群は、前部モータ群に比べ高回転領域でエネルギー効率が良い特性を持つとする。

20

【0099】

図16に、必要なトルクを4個のモータへ均等に配分した場合のシステム効率を基準(1.0)とし、前部モータ群と後部モータ群でトルク配分を変えた場合におけるシステム効率をシステム効率マップとして表す。この図16によれば、 $0 < D_m < 1$ の範囲において、 $D_m = 0.8$ の時に、システム効率Eは最大となる。

【0100】

このように、エネルギー特性が異なるモータを組合せたシステムであっても、各モータのエネルギー特性からシステム全体のシステム効率マップを作成し、このシステム効率マップに基づき、4個のモータへトルクを配分することで、実施例1と同様の作用効果を奏することができる。

30

【0101】

〔実施例6〕

実施例6における前述の各実施例との構成上の相違点は、本実施例では各モータがインホイール式のモータであり、各モータの駆動トルクは直接タイヤへ伝達される点で異なる。なお、前述の各実施例と同等の構成については、各実施例と同様の符号を付し、本実施例6における説明を省略する。

【0102】

本実施例におけるインホイール式のモータは、シャフトやギアを介して伝達する方式と比較して、コントローラ(4)で行う演算において、シャフトやギアのエネルギー伝達効率や回転エネルギーへ変換される分のエネルギーを考慮する必要がなくなる。特に、シャフトやギアでのエネルギー伝達効率は、その回転数や伝達トルクによって大きく異なり、更には個体差のばらつきもあるため、正確に推定することが困難である。従って、インホイール式はこれらの誤差要因が減ることで制御性が向上し、その結果としてシステム効率の向上効果が大きくなる。

40

【0103】

〔その他の実施例〕

前述の実施例5では、前部モータ群に比べ高回転領域でエネルギー効率が良いモータにより後部モータ群を構成したが、後部モータ群に比べ高トルク領域でエネルギー効率が良いモータにより前部モータ群を構成するなどしても実施例5と同様の作用効果を奏することができる。

50

【0104】

前述の実施例5では、第一モータ(2-f1)と第二モータ(2-f2)が同一の特性、第三モータ(2-r1)と第四モータ(2-r2)が同一の特性を持つとしたが、前部のモータまたは後部のモータが同一の特性を持っている必要はない。例えば、4個ともが別々の特性を持つモータにより構成されても良いし、第一モータ(2-f1)および第三モータ(2-r1)が同一の特性、第二モータ(2-f2)および第四モータ(2-r2)が同一の特性を持つなどしても良い。

【0105】

前述の実施例5では、エネルギー効率およびシステム効率を用いて、各モータへのトルクを配分したが、前述の実施例2のようにエネルギー損失およびシステム損失を用いても実施例5と同様の作用効果を得ることができる。

【0106】

前述の各実施例では、モータおよびインバータの数を4個としたが、モータおよびインバータの数はこれに限定されない。例えば、車体後部の2輪を従輪として、前部2輪にモータを備えても良い。同様に、クラッチおよび変速機も前述の実施例で用いた数に限定されない。また、モータとインバータ、モータとクラッチ、モータと変速機の数も同数でなくても良い。例えば、1個のモータの動力をドライブシャフトにより左右車輪に伝達する構成において、左右車輪とドライブシャフトの間に左右別々にクラッチを備えても実施可能である。

【0107】

前述の実施例4では、変速機の段数を2段階としたが、段数はこれに限定されない。例えば、図13に示した2段階変速のシステム効率マップは4本の曲線により各ギアの組合せによるシステム損失が表されていたが、3段階変速となった場合には9本の曲線により各ギアの組合せによるシステム損失を表すことができるため、システム損失の最小値を演算することができ、実施可能である。

【0108】

前述の実施例1および実施例2では、モータ、または、モータおよびインバータのエネルギー効率またはエネルギー損失を用いて、全モータ、または、全モータおよび全インバータを含むシステムのシステム効率またはシステム損失を最大または最小とするようなトルク配分を演算していたが、使用するエネルギー効率またはエネルギー損失はモータおよびインバータのみに限定されない。例えば、モータと変速機のエネルギー効率またはエネルギー損失に基づいて、全モータおよび全変速機をシステムとし、システム効率またはシステム損失からトルク配分を決定しても良い。

【0109】

前述の各実施例では、駆動輪に接続される全モータを含めたシステム効率またはシステム損失からトルク配分を決定したが、全モータを含めたシステム効率またはシステム損失を用いなくとも良い。例えば、4輪毎にモータが備えられ、これらのモータのトルクは別々に制御可能であるが、通常走行時には前部のモータ2個を使用し、坂道発進などの場合にのみ前部のモータ2個に加えて後部のモータ2個を使用する車両があるとする。後部のモータ2個は、殆ど使用されないため、前部2個のモータのトルク配分のみを調整しても十分にシステム効率の向上を実現可能である。

【0110】

前述の各実施例では、駆動輪の数を4個としたが、モータの数が2個以上であれば本発明を適用できるため、駆動輪の数はこれに限定されない。

【0111】

前述の各実施例では、システム効率を最大、または、システム損失を最小とするように駆動力を配分したが、システム効率が良い、または、システム損失が少ないように配分すれば良い。例えば、システム効率を最大とするように駆動力を配分すると各部品に機械的な負担が大きくなる場合を考える。この時、機械的な負担が掛かり過ぎることを防止するため、システム効率が最大値よりは若干少なくなるように駆動力を配分しても良い。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】モータ回転数とモータトルクとを、各々車速と駆動力とに換算したエネルギー効率特性を表す図である。

【図2】実施例1において用いられる車両駆動装置全体の構成を表す図である。

【図3】実施例1において用いられるモータ単体のエネルギー効率を示す図である。

【図4】実施例1において用いられる必要回転数 $N = 400$ 、合計トルク $T_a = 20$ としたときの4個のモータからなるシステムのシステム効率マップである。

【図5】実施例1において用いられる複数のシステム効率マップからなるシステム効率マップ群である。

10

【図6】実施例1において用いられるコントローラ(4)の内部処理を表すフローチャートである。

【図7】実施例2において用いられるモータおよびインバータのエネルギー損失の和を示す図である。

【図8】実施例2において用いられる必要回転数 $N = 2100$ 、合計トルク $T_a = 32$ としたときの4個のモータおよび4個のインバータからなるシステムのシステム損失マップである。

【図9】実施例3において用いられる車両駆動装置全体の構成を表す図である。

【図10】実施例3において用いられる必要回転数 $N = 2100$ 、合計トルク $T_a = 32$ としたときの4個のモータおよび4個のインバータからなるシステムの各クラッチ状態におけるシステム損失マップである。

20

【図11】実施例3において用いられるコントローラ(4)の内部処理を表すフローチャートである。

【図12】実施例4において用いられる車両駆動装置全体の構成を表す図である。

【図13】実施例4において用いられる必要回転数 $N = 2100$ 、合計トルク $T_a = 32$ としたときの4個のモータおよび4個のインバータからなるシステムの各変速機の変速状態におけるシステム損失マップである。

【図14】実施例4において用いられるコントローラ(4)の内部処理を表すフローチャートである。

【図15】実施例5において用いられるモータおよびインバータのエネルギー効率の和を示す図である。

30

【図16】実施例5において用いられる必要回転数 $N = 3500$ 、合計トルク $T_a = 100$ としたときの4個のモータおよび4個のインバータからなるシステムのシステム効率マップである。

【符号の説明】

【0113】

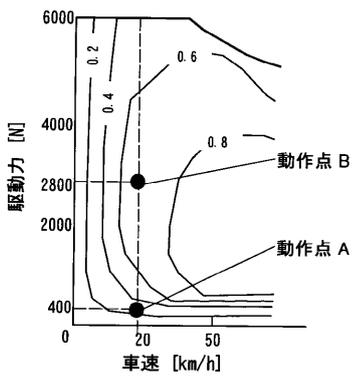
- 1 - f 1 第一駆動輪
- 1 - f 2 第二駆動輪
- 1 - r 1 第三駆動輪
- 1 - r 2 第四駆動輪
- 2 - f 1 第一モータ
- 2 - f 2 第二モータ
- 2 - r 1 第三モータ
- 2 - r 2 第四モータ
- 3 - f 1 第一インバータ
- 3 - f 2 第二インバータ
- 3 - r 1 第三インバータ
- 3 - r 2 第四インバータ
- 4 コントローラ
- 5 - f 1 第一クラッチ

40

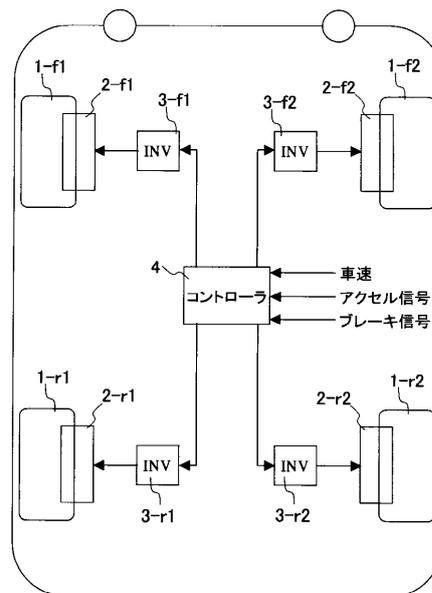
50

- 5 - f 2 第二クラッチ
- 5 - r 1 第三クラッチ
- 5 - r 2 第四クラッチ
- 6 - f 1 第一変速機
- 6 - f 2 第二変速機
- 6 - r 1 第三変速機
- 6 - r 2 第四変速機

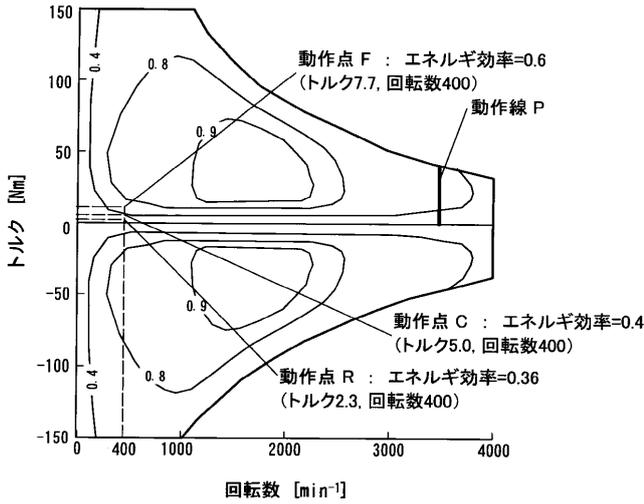
【 図 1 】



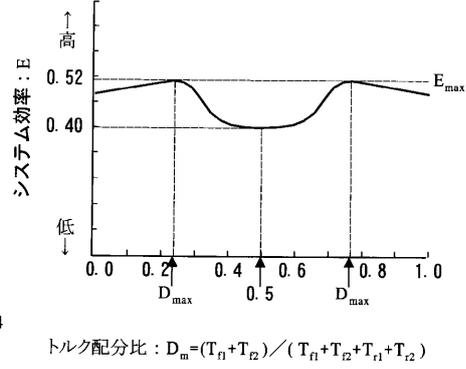
【 図 2 】



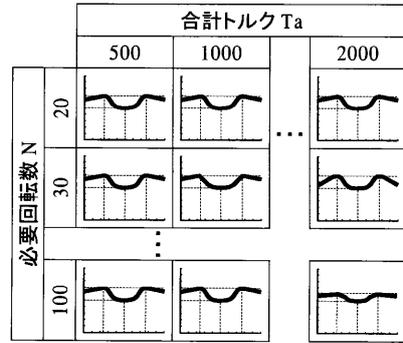
【 図 3 】



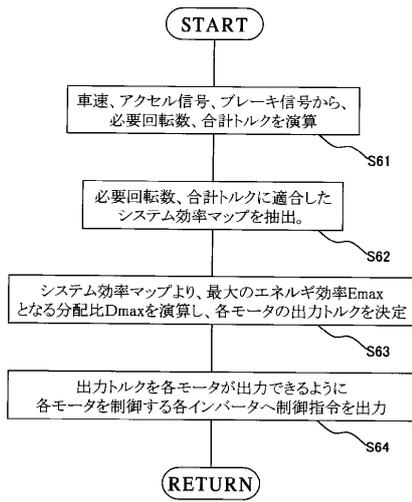
【 図 4 】



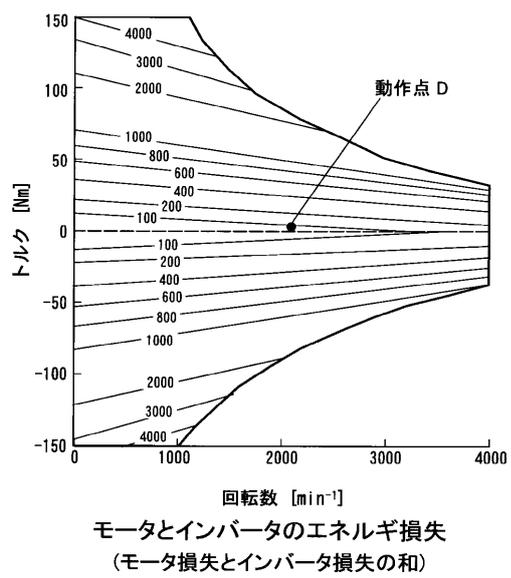
【 図 5 】



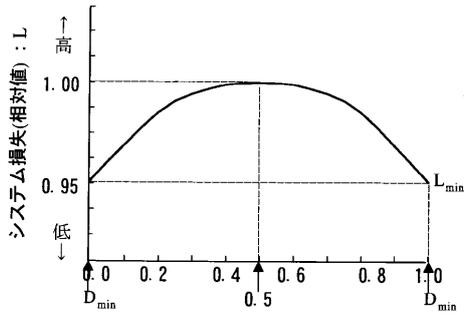
【 図 6 】



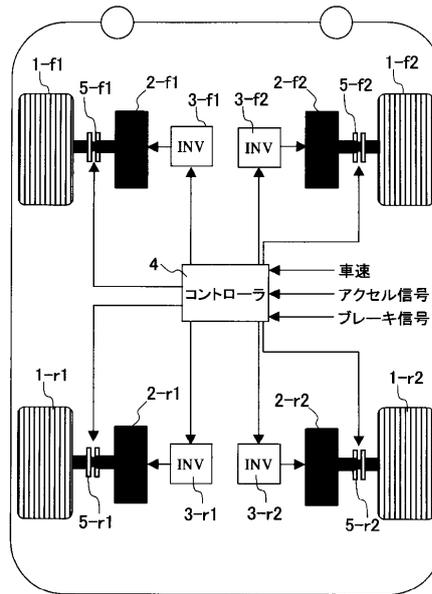
【 図 7 】



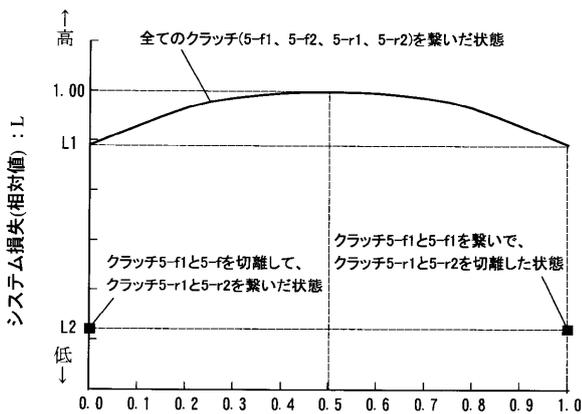
【 図 8 】



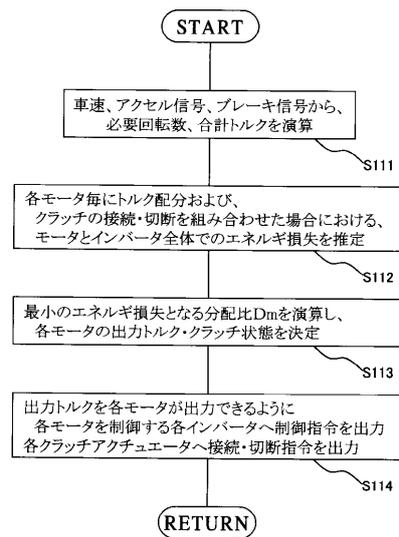
【 図 9 】



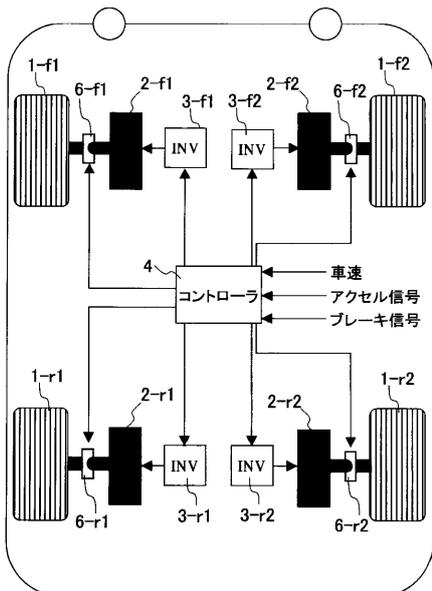
【 図 10 】



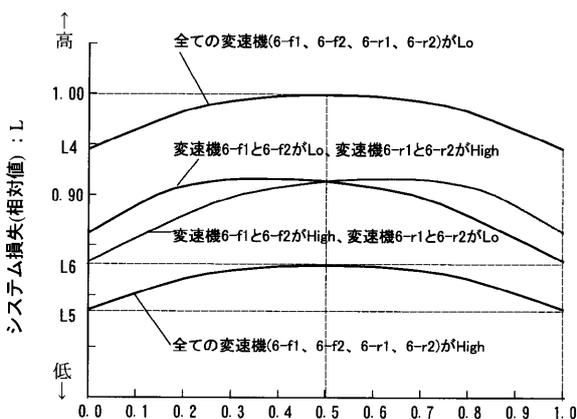
【 図 11 】



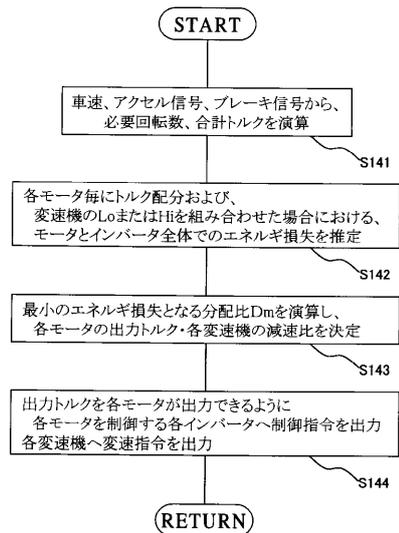
【 図 1 2 】



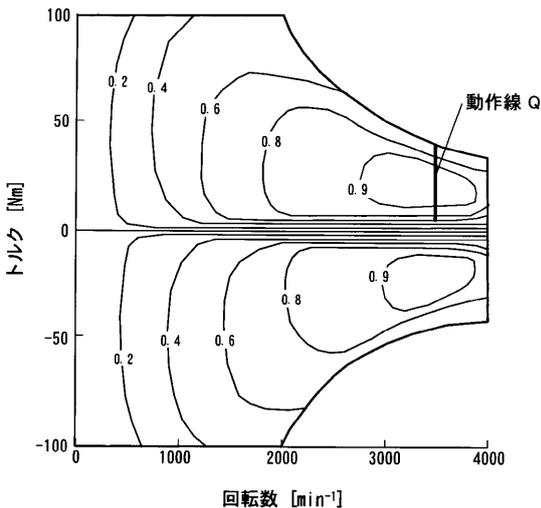
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

