

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4026622号
(P4026622)

(45) 発行日 平成19年12月26日(2007.12.26)

(24) 登録日 平成19年10月19日(2007.10.19)

| | | |
|-------------------|------------------|----------------|
| (51) Int. Cl. | F I | |
| B60W 20/00 | (2006.01) | B60K 6/04 400 |
| B60L 11/14 | (2006.01) | B60L 11/14 ZHV |
| B60W 10/06 | (2006.01) | B60K 6/04 310 |
| B60W 10/08 | (2006.01) | B60K 6/04 320 |
| B60K 6/445 | (2007.10) | B60K 6/04 553 |

請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2004-199242 (P2004-199242) | (73) 特許権者 | 000003997 |
| (22) 出願日 | 平成16年7月6日(2004.7.6) | | 日産自動車株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2006-25483 (P2006-25483A) | | 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 |
| (43) 公開日 | 平成18年1月26日(2006.1.26) | (74) 代理人 | 100119644 |
| 審査請求日 | 平成18年6月28日(2006.6.28) | | 弁理士 綾田 正道 |
| | | (72) 発明者 | メンスレ ミシェル |
| | | | 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 |
| | | | 日産自動車株式会社 |
| | | | 内 |
| | | (72) 発明者 | 城 新一郎 |
| | | | 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 |
| | | | 日産自動車株式会社 |
| | | | 内 |
| | | 審査官 | 片岡 弘之 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の走行モードが設定された最適モードマップから、運転点に応じた最適なモードを選択するモード選択手段を備えた車両の制御装置において、
前記最適モードマップにおけるモード遷移の発生を検出するモード遷移検出手段と、

前記モード遷移検出手段によりモード遷移の発生が検出された時は、遷移前の走行モードを所定時間保持するモード保持手段と、

前記モード遷移検出手段によりモード遷移の発生が検出された運転点におけるモード遷移に必要な時間を演算するモード遷移時間演算手段を設け、

前記所定時間を、前記モード遷移時間に基づいて設定することを特徴とする車両の制御装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の車両の制御装置において、

前記モード遷移検出手段によりモード遷移の発生が検出された運転点におけるモード遷移に必要なエネルギーを演算するモード遷移エネルギー演算手段と、

遷移前のモードを継続したときのエネルギーと、モード遷移した場合のエネルギーが一致する時間を演算するエネルギー一致時間演算手段と、
を設け、

前記所定時間を、前記エネルギー一致時間に基づいて設定することを特徴とする車両の制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の車両の制御装置において、
モード遷移の遷移速度を制限する遷移速度制限手段を設け、
前記所定時間を、遷移速度が制限された遷移速度以下となるように設定することを特徴とする車両の制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の車両の制御装置において、
車両の走行負荷を推定する走行負荷推定手段を設け、
前記所定時間を、推定された車両の走行負荷に応じて設定することを特徴とする車両の制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の車両の制御装置において、
前記車両を、エンジンと少なくとも 1 つのモータによる複数の動力源がそれぞれ回転要素に連結される遊星歯車列と、前記回転要素のいずれかに設けられ締結により固定変速比、解放により無段変速比を達成する締結要素と、前記エンジンと前記遊星歯車列との連結状態を切り換えるエンジンクラッチを有する差動歯車変速機と、前記モータと電力の充放電を行うバッテリーとを備え、前記締結要素及び前記エンジンクラッチの締結・解放の組み合わせにより複数の走行モードを達成するハイブリッド車両としたことを特徴とする車両の制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の車両の制御装置において、
前記遷移速度制限手段を、前記バッテリーの最大放電力及び / 又は最大充電力により制限する手段としたことを特徴とする車両の制御装置。

20

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 のいずれかに記載の車両の制御装置において、
前記遷移速度制限手段を、前記差動歯車変速機のいずれかの回転要素の回転速度を制限する手段としたことを特徴とする車両の制御装置。

【請求項 8】

請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の車両の制御装置において、
前記モード保持手段を、前記エンジンクラッチ及び前記締結要素が共に解放された第 1 走行モードと、前記エンジンクラッチが解放され前記締結要素が締結した第 2 走行モードとの間のモード遷移時に実行することを特徴とする車両の制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の走行モードから最適なモードを選択して切り換える車両の制御装置に関し、特に、三要素により決定された三次元モードマップから、最適なモードを選択するハイブリッド車両の制御装置の技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

4 個以上の要素を有する 2 自由度の例えば遊星歯車機構により構成する差動装置に、駆動系統への出力を割り当てた要素以外の要素にブレーキを設けたパワートレーンシステムを適用したハイブリッド車両が特許文献 1 に開示されている。このハイブリッド車両では、例えば、2 つのモータのみで無段変速比を得る EV モードと、ローブレーキを締結した固定変速比にて 2 つのモータで駆動する EV-LB モードと、エンジンクラッチの締結によりエンジン及び 2 つのモータを駆動しつつ無段変速比を得る EIVT モードと、エンジンクラッチの締結によりエンジン及び 2 つのモータを駆動しつつブレーキの締結により固定変速比を得る LB モードとを備えている。これら各種モードは、走行状態に応じてモードマップから適宜選択される。

40

【特許文献 1】特開 2003-34153 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述の従来技術において、例えば走行状態がEVモードとEV-LBモードとの境界線近傍に位置する場合、モードチャタリングする虞がある。そこで、このモードチャタリングを回避する手段として、ヒステリシスマップを別途設け、ヒステリシス領域を定義することでモードチャタリングを回避している。しかしながら、複数のヒステリシスマップを別途メモリに記憶させる必要があり、メモリ容量の増大を招く虞がある。

【0004】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、メモリ容量を必要とすることなくモードチャタリングを回避可能な車両の制御装置を提供することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の課題を解決するために、本発明の車両の制御装置では、複数の走行モードが設定された最適モードマップから、運転点に応じた最適なモードを選択するモード選択手段を備えた車両の制御装置において、前記最適モードマップにおけるモード遷移の発生を検出するモード遷移検出手段と、前記モード遷移検出手段によりモード遷移の発生が検出された時は、遷移前の走行モードを所定時間保持するモード保持手段と、前記モード遷移検出手段によりモード遷移の発生が検出された運転点におけるモード遷移に必要な時間を演算するモード遷移時間演算手段を設け、前記所定時間を、前記モード遷移時間に基づいて設定するようにした。 20

【発明の効果】

【0006】

よって、最適モードマップにおけるモード遷移の発生が検出されたときは、遷移前のモードをモード遷移時間演算手段で演算した所定時間保持することで、ヒステリシスマップ等を別途設けることなくモードチャタリングを防止することが可能となり、メモリ容量を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明のハイブリッド車を実現する最良の形態を、図面に示す実施例に基づいて説明する。 30

【実施例1】

【0008】

図1は、本発明の実施例1におけるハイブリッド変速機を示す。本実施例1においては、前輪駆動車（FF車）用のトランスアクスルとして用いるのに有用な以下の構成とする。

【0009】

図1において、ハイブリッド変速機は、左側からエンジンENG、ラビニョ型遊星歯車装置2および複合電流2層モータ3を同軸に配置する。ラビニョ型遊星歯車装置2は、ピニオンP2を共有するシングルピニオン遊星歯車装置4およびダブルピニオン遊星歯車装置5とから成る。シングルピニオン遊星歯車装置4はサンギヤS2およびリングギヤR2にそれぞれピニオンP2を噛み合わせた構造とする。ダブルピニオン遊星歯車装置5はサンギヤS1および共有ピニオンP2の他に、リングギヤR1および大径ピニオンP1を具え、大径ピニオンP1をサンギヤS1、リングギヤR1および共有ピニオンP2の3者に噛み合わせた構造とする。そして、遊星歯車装置4、5のピニオンP1、P2を全て、共通なキャリアCにより回転自在に支持する。 40

【0010】

以上の構成になるラビニョ型遊星歯車装置2は、サンギヤS1、サンギヤS2、リングギヤR1、リングギヤR2、ピニオンP1、ピニオンP2およびキャリアCの7個の回転メンバを主たる要素とし、これら7個のメンバのうち、2個のメンバの回転速度を決定すると、他のメ 50

ンバの回転速度が決まる 2 自由度の差動装置を構成する。

【 0 0 1 1 】

ラビニョ型遊星歯車装置 2 に対し本実施例 1 においては、図の左側に同軸に配置したエンジンENGからの回転がシングルピニオン遊星歯車装置 5 のリングギヤR2に入力されるよう、リングギヤR2にエンジンENGのクランクシャフトを結合する。一方で、ラビニョ型遊星歯車装置 2 からの出力回転を共通なキャリアCより取り出すよう、このキャリアCに車輪駆動系Out (例えば図1におけるディファレンシャルギヤ装置を含む終減速機 6 および左右駆動車輪 7) を結合する。

【 0 0 1 2 】

複合電流 2 層モータ 3 は、インナーロータ 3 riと、これを包囲する環状のアウターロータ 3 roとを、変速機ケース 1 内の後軸端に同軸に回転自在に支持して具え、これらインナーロータ 3 riおよびアウターロータ 3 ro間における環状空間に同軸に配置した環状コイルよりなるステータ 3 s を変速機ケース 1 に固設して構成する。

【 0 0 1 3 】

このように、環状コイル 3 s とアウターロータ 3 roとで外側のモータ・ジェネレータである第 2 モータ・ジェネレータMG2が構成される。また、環状コイル 3 s とインナーロータ 3 riとで内側のモータ・ジェネレータである第 1 モータ・ジェネレータMG1が構成される。

【 0 0 1 4 】

ここでモータ・ジェネレータMG1, MG2はそれぞれ、複合電流を供給される時は供給電流に応じた個々の方向の、また供給電流に応じた個々の速度(停止を含む)の回転を出力するモータとして機能し、複合電流を供給されない時は外力による回転に応じた電力を発生する発電機として機能する。かかる複合電流 2 層モータ 3 と、ラビニョ型遊星歯車装置 2 との間の結合に当たっては、ダブルピニオン遊星歯車装置 5 のサンギヤS1に第 1 のモータ・ジェネレータMG1(詳しくはインナーロータ 3 ri)を結合し、シングルピニオン遊星歯車装置 4 のサンギヤS2に第 2 のモータ・ジェネレータMG2(詳しくはアウターロータ 3 ro)を結合する。

【 0 0 1 5 】

図 2 は制御装置を含んだハイブリッドシステムの構成を示す図である。本実施例 1 におけるハイブリッドシステム(以下、E-IVTシステムと記載する)は、全体のエネルギーを統合制御する統合コントローラ 1 0 と、エンジンを制御するエンジンコントローラ 1 2(engine clutch controllerを含む)と、ハイブリッド変速機内のMGを制御するモータコントローラ 1 1 と、MGに電気を供給するインバータ 1 3 と電気エネルギーを蓄えるバッテリー 1 4 と、MGを含むハイブリッド変速機から成る。

【 0 0 1 6 】

統合コントローラ 1 0 は、アクセル開度APとエンジン回転速度 ω_e と車速VSP(出力軸回転速度に比例)とに応じて、運転者が意図する運転状態を実現するように、モータコントローラ 1 1 に目標MGトルクを、エンジンコントローラ 1 2 に目標エンジントルクを指令する。ここで、統合コントローラ 1 0 に入力する回転速度は、エンジン回転速度と出力軸回転速度に限定されるものではなく、ラビニョ型遊星歯車装置の回転要素のうち、いずれか 2 つの回転速度であれば良い。なぜなら、ラビニョ型遊星歯車装置の回転自由度は 2 であるので、いずれか 2 つの回転要素の回転速度が分かれば、他の回転要素の回転速度も分かるためである。

【 0 0 1 7 】

また、モータコントローラ 1 1 への指令値は、目標MGトルクではなく目標MG回転速度とし、モータコントローラ 1 1 内部に、PI制御器などで目標MG回転速度を実現する制御系を有しても良い。

【 0 0 1 8 】

(E-IVTシステムにおける制御モード)
E-IVTシステムは、主に下記に示す 4 つのモード

10

20

30

40

50

- 1) モード4 (EVモード)
- 2) モード6 (EV-LBモード)
- 3) モード28 (EIVTモード)
- 4) モード30 (LBモード)

を有する。

【0019】

上記4つのモードは全て第1モータ・ジェネレータMG1及び第2モータ・ジェネレータMG2を使用する。ただし、エンジン(もしくはエンジンクラッチ)を駆動するかどうか、もしくは、ローブレーキLBを使用するかどうかは主に異なる。

【0020】

表1は、上記4つのモードにおけるエンジンクラッチ8のオン・オフ状態と、ローブレーキLBの締結状態との関係を表す。4つのモードはいかなる走行状況であっても選択可能な訳ではなく、それぞれ限られた制御領域において達成可能である。

(表1)

| | | Low Brake | |
|---------------|-----|---------------------|---------------------|
| | | OFF | ON |
| Engine Clutch | OFF | EV mode (mode 4) | EV-LB mode (mode 6) |
| | ON | EIVT mode (mode 28) | LB mode (mode 30) |

【0021】

制御領域は、3軸からなる三次元空間から構成されている。3軸とは、車速VSP、駆動力F、及びバッテリーのSOC(State of charge)を表す。一般に、SOCが低下すると、全てのモードの制御領域が小さくなる。ここで、駆動力Fとは車両が駆動するのに必要な要求駆動力である。特に、車速VSP、駆動力Fによって決定されるポイントを運転点と記載する。また、この運転点に対応するエンジン、各モータ・ジェネレータのトルク及び回転数を動作点と記載する。

【0022】

上記各モードは、第1モータ・ジェネレータMG1、第2モータ・ジェネレータMG2及びエンジンそれぞれのトルクと回転速度(T₁, N₁, T₂, N₂, T_e, N_e)と電力消費量に応じて決定される。要求駆動力Fは、運転者の操作するアクセルペダル開度及び車速から決定され、各4つのモードから最適なモードが選択される。

【0023】

〔モード4 (EVモード)〕

モード4では、第1モータ・ジェネレータMG1及び第2モータ・ジェネレータMG2のみ使用する。ラビニヨ型遊星歯車装置2において、第1及び第2モータ・ジェネレータMG1、MG2のトルクをT₁, T₂、回転速度をN₁, N₂、出力軸トルクをT₀、出力軸回転数をN₀とすると、下記の式により表される。

(式1)

$$N_2 = \{ - N_1 + (1 + \dots) N_0 \} / (1 + \dots)$$

$$T_1 = T_0 / (1 + \dots)$$

$$T_2 = (1 + \dots) T_0 / (1 + \dots)$$

尚、 \dots はラビニヨ型遊星歯車のギヤ比に相当する。リングギヤR2(エンジン)とキャリアC(出力軸)のギヤ比を1とした場合、リングギヤR2とサンギヤS1(MG1)とのギヤ比を \dots とする。また、キャリアCとサンギヤS2(MG2)とのギヤ比を \dots とする。

【0024】

10

20

30

40

50

上記関係式(1)に基づいてモード4における駆動力制御が実行される。図3は、車速VSPと要求駆動力Fによって決定されたモード4(EVモード)制御領域を表す図である。E-IVTシステムの制御領域では、二つの入力(車速VSP及び要求駆動力F)によって決定される運転点が属している制御領域が最適モードとして決定される。

【0025】

〔モード6(EV-LBモード)〕

モード6では、第1及び第2モータ・ジェネレータMG1, MG2とローブレーキLBを使用する。図4は、車速VSPと要求駆動力Fによって決定されるモード6(EV-LBモード)制御領域を表す図である。モード6が選択されると、下記式(2)に基づいて駆動力制御が実行される。

(式2)

$$N_1 = (1 + \dots) N_0 /$$

$$N_2 = (\dots) N_0 /$$

$$T_2 = \{ (1 + \dots) T_1 - T_0 \} / (\dots)$$

$$T_L = T_0 - T_1 - T_2$$

尚、 T_L はローブレーキLBのトルク、 \dots はキャリアCとローブレーキLBとのギヤ比である。

【0026】

〔モード28(EIVTモード)〕

モード28では、第1モータ・ジェネレータMG1, 第2モータ・ジェネレータMG2及びエンジンを使用する。図5は、車速VSPと要求駆動力Fによって決定されるモード28(EIVTモード)制御領域を表す図である。よって、モード28の制御領域では、三つの入力に依存することとなる。モード28が選択されると、下記式3に基づいて駆動力制御が実行される。

(式3)

$$N_1 = \dots N_0 + (1 + \dots) N_e$$

$$N_2 = (1 + \dots) N_0 - \dots N_e$$

$$T_1 = \{ 1 / (1 + \dots) \} \{ T_0 - (1 + \dots) T_e \}$$

$$T_2 = T_0 - T_1 - T_e$$

尚、 N_e はエンジン回転数、 T_e はエンジントルクである。

【0027】

〔モード30(LBモード)〕

モード30では、第1モータ・ジェネレータMG1, 第2モータ・ジェネレータMG2, エンジン及びローブレーキLBを使用する。図6は、車速VSPと要求駆動力Fによって決定されるモード30(LBモード)制御領域を表す図である。よって、モード30の制御領域では、三つの入力に依存することとなる。モード30が選択されると、下記式4に基づいて駆動力制御が実行される。

(式4)

$$N_1 = \{ (1 + \dots) / \dots \} N_0$$

$$N_2 = - \{ (\dots) / \dots \} N_0$$

$$N_e = \{ (1 + \dots) / \dots \} N_0$$

$$T_L = T_0 - T_1 - T_2 - T_e$$

$$T_2 = \{ 1 / (\dots) \} \{ - T_0 + (1 + \dots) T_1 + (1 + \dots) T_e \}$$

【0028】

尚、以上4つのモードについて説明したが、例えば、第1モータ・ジェネレータMG1を変速機ケースに固定するハイブレーキを追加し、ハイブレーキモードを追加してもよいが特に限定しない。

【0029】

(SOCに応じた最適モード選択過程について)

上述の4つのモードのうち、ある車速VSP及び要求駆動力Fによって決定される運転点では、複数のモードが重なる。このとき、選択された複数のモードのうち燃費効率の最も良好

10

20

30

40

50

なモードが選択される。具体的には、モータ・ジェネレータMG1, MG2の電力収支を計算する。次に、電力収支と燃料消費量の関係から、最も燃料消費量の少ないモードが選択される。

【0030】

ここでは、SOCよりもむしろ、燃料1cc当たりどの程度駆動力に寄与するかを表す駆動効率EFFを用いる。駆動効率EFFとSOCは密接な関係を有している。SOCが高いときはバッテリーは充電を必要としておらず、このとき燃料消費量は低いため供給される燃料は、充電には使用されず駆動に使用されるため駆動効率EFFは高い。一方、SOCが低いときは、バッテリーが充電を必要としており、バッテリーを充電するためにエンジンを駆動する必要があり、このとき燃料消費量が増加するため駆動効率EFFは低い。この関係を用いてモードと駆動効

10

【0031】

(最適モードマップの構築論理)

次に、最適モードマップの構築論理について説明する。

【0032】

(ステップ1)

エンジンの燃料消費軸に沿って、全ての可能なモードにおける電力Eを演算する。この電力Eは、第1モータ・ジェネレータMG1, 第2モータ・ジェネレータMG2の電力収支(電力、及び電力損失(モータ損失やインバータ損失を含む))に対応する。

【0033】

(ステップ2)

電力関数 $E = f(\text{fuel})$ は、燃料消費量に応じた電力の関数である。ステップ1で演算された各モードにおける電力の内、各燃料消費量に対して最大の電力を発生可能なモードを選択する。すなわち燃料消費量fuelに対する最適なモード関数が得られる。ここで、 $E > 0$ はバッテリーが充電されている状態を表し、 $E < 0$ はバッテリーが電力を消費している状態を表す。

20

【0034】

(ステップ3)

ステップ2で得られた電力関数Eから、駆動効率関数 $EFF = g(\text{fuel})$ を演算する。駆動効率関数EFFは、燃料消費量に対する電力比である。すなわち、バッテリーを最大限利用したときの燃料消費量 fuel_0 に比べ、更に燃料を消費 $\{\text{fuel}(i) - \text{fuel}_0\}$ したときに増加する電力収支 $\{E(i) - E(\text{fuel}_0)\}$ の分を演算すれば、燃料がどの程度電力収支の改善に寄与したかが分かる。すなわち電力収支の改善寄与度とは、燃料がどの程度駆動力に使用されたかを表す駆動効率EFFを表すことになる。

30

【0035】

(ステップ4)

ステップ3で得られた駆動効率関数を逆変換し、燃料消費関数 $\text{fuel} = h1(\text{EFF})$ を演算する。

【0036】

(ステップ5)

ステップ4及びステップ2の演算結果から、モード関数 $\text{Mode} = h2(\text{EFF})$ が得られる。すな

40

【0037】

上記ステップにより、車速VSP, 要求駆動力F, 駆動効率EFFに基づく三次元最適モードマップを構築する。駆動効率EFFは、変数として電力E及び燃料消費量fuelから得られる。また、上述したようにSOCとEFFには密接な関係があるため、この関係を用いて車速VSP, 要求駆動力F, SOCに基づく三次元最適モードマップが作成される。

【0038】

(統合コントローラにおける回転数及びトルク制御)

次に、統合コントローラ10の構成について説明する。図7は統合コントローラ10内の制御構成を表すブロック図である。

50

【 0 0 3 9 】

モード演算部 1 0 1 では、要求駆動力 F 、車速 VSP 及び SOC 〔電力充電量 C (予測値を含む)、電力放電量 D (予測値を含む)〕に基づく運転点に応じた最適モードを選択し、保持時間演算部 1 0 6 に選択されたモード指令を出力する。

目標値演算部 1 0 2、1 0 3、1 0 4、1 0 5 では、要求駆動力 F 、車速 VSP 及び SOC に基づいてエンジン、各モータ・ジェネレータ $MG1$ 、 $MG2$ の最適な目標回転数及び目標トルクを演算する。

保持時間演算部 1 0 6 では、モード遷移が検出された際、現在のモードを保持する保持時間を演算し、保持時間経過前は現在のモードを最適モードとしてセレクト 1 0 7 に出力し、保持時間経過後はモード演算部 1 0 1 で選択された最適モードをセクタ 1 0 7 に出力する。

10

セクタ 1 0 7 では、最適な制御を選択し、EIVTシステム (モータコントローラ 1 1 及びエンジンコントローラ 1 2) に指令信号を出力する。

【 0 0 4 0 】

(目標値演算部の構成)

目標値演算部 1 0 2 ~ 1 0 5 における制御処理について説明する。この制御処理により、車速 VSP 、要求駆動力 F 、 SOC (C 、 D) により決定される運転点において、各制御モードに応じた最適な目標値 (T_e^* 、 N_e^*)、(T_1^* 、 N_1^*)、(T_2^* 、 N_2^*) を決定する。

【 0 0 4 1 】

目標値演算部 1 0 2 では、モードマップから、EVモードにおける目標第 1 モータ・ジェネレータ回転数 N_1^* を読み込む。また、第 2 モータ・ジェネレータ回転数 N_2^* は、車速 VSP 及び目標第 1 モータ・ジェネレータ回転数 N_1^* を用いて式 (1) から演算する。また、第 1 及び第 2 モータ・ジェネレータトルク T_1^* 、 T_2^* は、要求駆動力 F に対応する出力軸トルク T_o を用いて式 (1) から演算する。

20

【 0 0 4 2 】

目標値演算部 1 0 3 では、モードマップから、EV-LBモードにおける目標第 1 モータ・ジェネレータトルク T_1^* を読み込む。また、目標第 2 モータ・ジェネレータトルク T_2^* は、要求駆動力 F に対応する出力軸トルク T_o 及び目標第 1 モータ・ジェネレータトルク T_1^* を用いて式 (2) から演算する。また、第 1 及び第 2 モータ・ジェネレータ回転数 N_1^* 、 N_2^* は、車速 VSP を用いて式 (2) より演算する。

30

【 0 0 4 3 】

目標値演算部 1 0 4 では、モードマップから、EIVTモードにおける目標エンジントルク T_e^* 及び目標エンジン回転数 N_e^* を読み込む。また、第 1 及び第 2 モータ・ジェネレータ回転数 N_1^* 、 N_2^* は、車速 VSP 及び目標エンジン回転数 N_e^* を用いて式 (3) から演算する。また、目標第 1 モータ・ジェネレータトルク T_1^* は、目標エンジントルク T_e^* 及び要求駆動力 F に対応する出力軸トルク T_o から演算する。また、目標第 2 モータ・ジェネレータトルク T_2^* は、各目標トルク値 T_1^* 、 T_e^* 、 $F (= T_o)$ に基づいて式 (3) より演算する。

【 0 0 4 4 】

目標値演算部 1 0 5 では、モードマップから、LBモードにおける目標エンジントルク T_e^* と目標第 1 モータ・ジェネレータトルク T_1^* を読み込む。また、各目標回転数 N_e^* 、 N_1^* 、 N_2^* は、車速 VSP を用いて式 (4) から演算する。目標第 2 モータ・ジェネレータトルク T_2^* は、各目標トルク値 T_1^* 、 T_e^* 、 $F (= T_o)$ に基づいて式 (4) より演算する。

40

【 0 0 4 5 】

(保持時間演算部について)

ここで保持時間演算部 1 0 6 について、従来技術の課題と共に説明する。図 8 は、従来技術の所定 SOC における EV-LBモード (モード 6) のヒステリシスマップを表す。また、図 9 は、従来技術の所定 SOC における EVモード (モード 4) のヒステリシスマップを表す。最適モードマップにおける EV-LBモードと EVモードの境界領域には図 8、9 に示すようなヒステリシス領域を設定し、EV-LBモードにおいて例え最適モードが EVモードであったとしても EV-LBモードを保持し、一方 EVモードにおいて例え最適モードが EV-LBモードであっ

50

たとしても、EVモードを保持することでモードチャタリングを防止している。

【0046】

しかしながら、複数のヒステリシスマップを別途メモリに記憶させる必要があり、メモリ容量の増大を招く虞がある。また、一旦記憶させたメモリの領域は走行時に変更できないため、走行状況等によってはエネルギー損失が増大する虞がある。そこで、本実施例1ではモード遷移に必要な遷移エネルギー、走行負荷、モード遷移によるショック防止の観点から演算された時間によってモードチャタリング防止を行った。尚、ここでは、簡単のためEVモードとEV-LBモード間におけるモード遷移について詳述するが、他の制御モード間の遷移に適用しても良いことは言うまでもない。

【0047】

図10は実施例1におけるモードチャタリング防止制御処理を表すフローチャートである。

ステップa1では、現在のモードが最適モードと一致しているかどうかを判断し、一致しているときは本制御フローを終了し、それ以外はステップa2へ進む。

ステップa2では、遷移時間 t_{MS} 及び遷移エネルギー E_{MS} 演算処理を実行する。尚、この演算処理については後述する。

ステップa3では、カウンタ $time_counter$ のカウントアップを行う。

ステップa4では、カウンタ $time_counter$ が遷移時間 t_{MS} 以上経過したかどうかを判断し、経過したときはステップa5へ進み、それ以外は本制御フローを終了する。

【0048】

ステップa5では、最適モードに遷移した際のエネルギーと遷移エネルギー E_{MS} との和 $E(optimal)$ と、現在のモードを保持した場合のエネルギー $E(current)$ が一致する時間を演算する。

ステップa6では、カウンタ $time_counter$ が経過したかどうかを判断し、経過したときはステップa7へ進み、それ以外は本制御フローを終了する。

ステップa7では、現在のモードから最適モードへ遷移させる。

ステップa8では、カウンタ $time_counter$ を0にリセットする。

【0049】

図11は上述のステップa2における遷移時間 t_{MS} 及び遷移エネルギー E_{MS} 演算処理を表すフローチャートである。

ステップb1では、 $N_1(j)$ 、 $N_2(j)$ 、 $N_c(j)$ $\{j=1,2,3\}$ を演算する。 N_c とはエンジンクラッチの回転数である。尚、この j の数は任意に設定する値であり、本実施例1ではほぼ N_1 の回転数がほぼ等間隔となるように設定されているが、更に複数に分割してもよく特に限定しない。

ステップb2では、 $j=3$ まで演算が終了しているかどうかを判断し、終了した場合にはステップb9へ進み、それ以外はステップb3へ進む。

ステップb3では、バッテリー最大放電力 $P_{B,max}$ もしくはバッテリー最大充電力 $P_{B,min}$ に規定された j に対応する初期仮決めトルク $T_{1(j)}^{#1}$ 及び $T_{2(j)}^{#1}$ を演算する。

ステップb4では、反復演算が所定回数行われたかどうかを判断し、行われていないときはステップb6へ進み、それ以外はステップb5へ進む。

ステップb5では、カウンタ k をカウントアップする。

ステップb6では、カウンタ k の回数に対応する仮決めトルク $T_{1(j)}^{#k}$ 、 $T_{2(j)}^{#k}$ を演算する。

ステップb7では、カウンタ k をリセットする。

ステップb8では、カウンタ j をカウントアップする。

ステップb9では、カウンタ j をリセットする。

ステップb10では、 t_{MS} 及び E_{MS} を演算する。

【0050】

ここで、

T_0 :トルクの目標値(駆動力に比例)

10

20

30

40

50

T_R : 走行抵抗 (推定値)

$P_{B,max}$: バッテリの最大放電力

$P_{B,min}$: バッテリの最大充電力

Loss: 電気ロス (第1モータ・ジェネレータ, 第2モータジェネレータ, インバータに関するロス)

T_1 : 第1モータ・ジェネレータトルク

T_2 : 第2モータ・ジェネレータトルク

N_1 : 第1モータジェネレータ回転数

N_2 : 第2モータジェネレータ回転数

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$: 最適モードに関する変数

$i (=Nc)$: input回転数 (エンジンクラッチ8の回転数)

とする。尚、走行抵抗 T_R の推定方法については特に限定しないが、例えば、消費するエネルギーに対する車両加速度等から推定すればよいため説明を省略する。

【0051】

図12は、EV-LBモード内の運転点から最適モードとしてEVモードに遷移した直後の運転点Q1におけるEV-LBモードとEVモードの共線図を表す。EV-LBモードからEVモードに遷移するときは、第1モータ・ジェネレータ回転数 N_1 は減少し、第2モータ・ジェネレータ回転数 N_2 は正回転側に増大する。ここで、現在の各回転要素のトルクと回転数が分かれば、その運転点における他のモードにおける回転要素のトルクと回転数も演算できる。

【0052】

そこで、EV-LBモードにおける回転要素の回転数 N_i (mode6)とEVモードにおける回転要素の回転数 N_i (mode4)との偏差を複数の間隔に分割し、各区間における遷移時間を演算する。図13は第1モータ・ジェネレータ回転数 N_1 の偏差を等間隔に4分割した例を示す。遷移途中の回転数を $N_1(j)$ { $j=1\sim 4$ }とし、この回転数に対応する時刻を t_j とする。

【0053】

(1回目の反復演算)

時刻 $t(0)$ において、バッテリーの最大放電力及び最大充電力を用いた場合にトルクがどの程度変化するかを演算する。このとき、損失Lossについては、とりあえず現在の回転数とトルク { $T_1(t0), N_1(t0), T_2(t0), N_2(t0)$ } を用いて演算する。

$$T_0 = k_1 T_R + k_2 T_{1(j)} + k_3 T_{2(j)}$$

$$N_1 T_{1(j)} + N_2 T_{2(j)} + \text{Loss} = (P_{B,max}, P_{B,min})$$

【0054】

このとき、最大放電力及び最大充電力それぞれに対応した初期仮決めトルク ($j=1$) として、

$$P_{B,max} \quad T_{1(1)}^{\#1}(P_{B,max}) \& T_{2(1)}^{\#1}(P_{B,max})$$

$$P_{B,min} \quad T_{1(1)}^{\#1}(P_{B,min}) \& T_{2(1)}^{\#1}(P_{B,min})$$

がそれぞれ演算される。

また、input回転数の関係に置き換えると、

$$d_i/dt = k_4 T_R + k_5 T_1 + k_6 T_2$$

から、

$$T_{1(1)}^{\#1}(P_{B,max}) \& T_{2(1)}^{\#1}(P_{B,max}) \quad d_{i(1)}/dt(P_{B,max})$$

$$T_{1(1)}^{\#1}(P_{B,min}) \& T_{2(1)}^{\#1}(P_{B,min}) \quad d_{i(1)}/dt(P_{B,min})$$

となる。

【0055】

EV-LBモードとEVモードにおける各モータ・ジェネレータ回転数 N_1, N_2 については既知であり、 $P_{B,max}$ と $P_{B,min}$ のどちらかを選択することで遷移速度を制限できる。また、他の制限要素として、変速比の変化率最大値や、モード遷移に伴うショックを抑制する各回転要素の回転数やトルクの最大値によって制限してもよい。

【0056】

上記各結果から、バッテリー最大放電力の場合を選択し、

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned} T_{1(1)}^{#1} (P_{B,max}) & T_{1(1)}^{#1} \\ T_{2(1)}^{#1} (P_{B,max}) & T_{2(1)}^{#1} \\ d_{i(1)}/dt (P_{B,max}) & d_{i(1)}/dt^{#1} \end{aligned}$$

となる。

【0057】

(2回目の反復演算)

上記1回目の演算結果に基づき、再度演算する。今度は損失Lossを前回の演算結果に基づくトルクを用いることでより正確なLossを演算する。これにより、

$$\begin{aligned} T_0 &= k_1 T_R + k_2 T_{1(1)}^{#2} + k_3 T_{2(1)}^{#2} \\ N_1(t_0) T_{1(1)}^{#2} + N_2(t_0) T_{2(1)}^{#2} + \text{Loss}(T_{1(1)}^{#1}, N_1(t_0), T_{2(1)}^{#1}, N_2(t_0)) &= P_{B,max} \end{aligned}$$

10

このとき、

$$d_{i(1)}^{#2}/dt = k_4 T_R + k_5 T_{1(1)}^{#2} + k_6 T_{2(1)}^{#2}$$

となる。

【0058】

上記結果から、 $N_1(1)$ に対応する $Nc(1)$ の回転数(= i)も演算によって求められるため、

$$t_1 = t(1) - t(0) = \{Nc(1) - Nc(\text{mode6})\} / (d_{i(1)}^{#k}/dt)$$

$$Nc = \{ (1 +)N_1 + N_2 \} / (1 + +)$$

ここで、 k は反復演算の回数を示し、一般に2回反復すれば十分である。

また、時刻 $t(0)$ から $t(1)$ の間において消費する電力は

20

$$P_{t_0 \sim t_1} = N_1(t_0) T_{1(1)}^{#k} + N_2(t_0) T_{2(1)}^{#k} + \text{Loss}(N_1(t_0), T_{1(1)}^{#k}, N_2(t_0), T_{2(1)}^{#k})$$

と表される。

【0059】

同様の反復演算を時刻 $t(1)$ から $t(2)$ の間(= t_2)、時刻 $t(2)$ から $t(3)$ の間(= t_3)、時刻 $t(3)$ から $t(4)$ の間(= t_4)において実行する。以上の結果から、

$$t_{MS} = t_j \quad (j = 1 \sim 4)$$

と表される。

また、遷移に必要なエネルギーは、

$$E_{MS} = (t_{j-1} \cdot P_{t(j-1)} - t(j)) \quad j = 1 \sim 4$$

と表される。

30

【0060】

(モードチャタリング防止制御処理の作用効果)

次に、モードチャタリング防止制御処理について説明する。図14は t_{MS} とカウンタtime_counterの関係を表す図である。図14中 t_{MS} を表し、 t_{MS} を表し、実線はカウンタtime_counterのカウント値を表す。現在のモードが最適モードでない(モード不一致と記載する)ときは、上述した処理により遷移時間 t_{MS} 及び遷移エネルギー E_{MS} を演算し、カウンタtime_counterのカウントアップを開始する。モード不一致の状態が継続すると、カウンタtime_counterの値は大きくなるが、遷移時間 t_{MS} は制御周期ごとに演算されるため、走行状況に応じた値が常に算出されるものとする。

【0061】

40

カウントアップされた値が遷移時間 t_{MS} を上回ると、最適モードに遷移した際のエネルギーと遷移エネルギー E_{MS} との和 $E(\text{optimal})$ と、現在のモードを保持した場合のエネルギー $E(\text{current})$ とが一致する時間の演算を行う。図15はモード遷移に伴うエネルギーを表す図である。図中、ハッチング領域が遷移エネルギー E_{MS} であり、P6の高さの点線で囲まれた長方形領域が $E(\text{current})$ 、太線で囲まれた領域が $E(\text{optimal})$ となる。図15に示すように、モード遷移を行う場合、回転数やトルクの変更するためのエネルギーを必要とするため、一旦バッテリー電力は放電側に移行することとなる。カウンタtime_counterが経過したかどうかを判断し、経過したときは現在のモードから最適モードへ遷移する。

【0062】

上記実施例1の作用効果について以下に列挙する。

50

(1)モード遷移に必要なエネルギーが大きいときは、極力遷移前のモードを保持することで、モードチャタリングによるエネルギー消費を抑制することができる。また、モード遷移に必要なエネルギーが小さいときは、素早く最適モードに遷移することで、やはりエネルギー消費を抑制することができる。

【0063】

このように、最適モードマップにヒステリシス領域を設定することなく、遷移エネルギーに基づいて演算された時間によってモード遷移を制御することで、メモリ容量を必要とすることなく、簡単な演算で走行状況に応じたモード遷移を達成することができる。特に、EIVTシステムのように複数のモードを有する車両にあってはメモリ容量を大きく削減することができる。

10

【0064】

(2)モード遷移における遷移時間 t_{MS} 及び遷移エネルギー E_{MS} を演算する際、推定された走行負荷TRを導入して演算することで、走行環境に応じた保持時間を設定することができる。

【0065】

(3)インバータやモータ等で発生する損失Lossを、モード遷移中のモータ回転数及びトルクから反復演算により算出することで、正確な遷移時間及び遷移エネルギーを演算することができる。

【0066】

(4)モード遷移における遷移時間 t_{MS} 及び遷移エネルギー E_{MS} を演算する際、バッテリーの最大放電力もしくは最大充電力に基づいて演算することで、現実のバッテリー能力に合わせた正確な遷移時間及び遷移エネルギーを演算することができる。尚、実施例1では、エンジンクラッチ8の回転速度 d_i/dt を用いて遷移時間を演算したが、他の回転要素(例えばローブレーキLB等)の回転速度を用いて遷移時間を演算しても良い。尚、遷移時間を演算する際、回転速度に制限を加えることで、モード遷移に伴うショックを防止することができる。

20

【0067】

(5)EVモードとEV-LBモードとの間で遷移する場合には、エンジン等の燃料消費量を考慮する必要がないため、簡単な構成で遷移時間及び遷移エネルギーを演算することができる。

【実施例2】

【0068】

次に、実施例2について説明する。基本的な構成は実施例1と同様であるため、異なる点についてのみ説明する。図16は実施例2におけるモードチャタリング防止制御処理を表すフローチャートである。実施例1ではカウンタtime_counterが t_{MS} を経過した後にを演算したが、実施例2ではを演算することなく、単に t_{MS} の経過によってモード遷移を行う点異なる。これにより、演算負荷を軽減することができる。

30

【実施例3】

【0069】

次に、参考例について説明する。基本的な構成は実施例1と同様であるため異なる点についてのみ説明する。図17は参考例におけるモードチャタリング防止制御処理を表すフローチャートである。参考例では、単に所定時間保持する構成となっている。すなわち、ステップc1においてカウンタtime_counterが所定値tA経過したかどうかを判断し、経過したときはモード遷移を行う。これにより、演算処理等を全く行うことなくモードチャタリング防止制御を達成することができる。

40

【0070】

以上本願発明について、上記各実施例に基づいて説明したが、EIVTシステムに限らず、複数の走行モードを持つ電気自動車や、ハイブリッド車両、内燃機関により走行する車両のモードチャタリング防止処理に適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0071】

50

【図 1】実施例 1 におけるハイブリッドシステムの機械的構成を示す全体図である。

【図 2】実施例 1 におけるハイブリッドシステムの制御構成を表すブロック図である。

【図 3】実施例 1 におけるハイブリッドシステムのEVモードの制御領域を表すマップである。

【図 4】実施例 1 におけるハイブリッドシステムのEV-LBモードの制御領域を表すマップである。

【図 5】実施例 1 におけるハイブリッドシステムのEIVTモードの制御領域を表すマップである。

【図 6】実施例 1 におけるハイブリッドシステムのLBモードの制御領域を表すマップである。

10

【図 7】実施例 1 における統合コントローラの制御構成を表すブロック図である。

【図 8】従来のEV-LBモードにおけるヒステリシスマップである。

【図 9】従来のEVモードにおけるヒステリシスマップである。

【図 10】実施例 1 におけるモードチャタリング防止制御処理を表すフローチャートである。

【図 11】実施例 1 における遷移時間及び遷移エネルギー演算処理を表すフローチャートである。

【図 12】実施例 1 における、ある運転点におけるEV-LBモードとEVモードそれぞれの共線図を表す図である。

【図 13】実施例 1 における遷移時間演算処理を表すタイムチャートである。

20

【図 14】実施例 1 におけるカウンタと遷移時間との関係を表すタイムチャートである。

【図 15】実施例 1 における遷移エネルギーの関係を表す図である。

【図 16】実施例 2 におけるモードチャタリング防止制御処理を表すフローチャートである。

【図 17】参考例におけるモードチャタリング防止制御処理を表すフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

1 変速機ケース

2 ラビニヨ型遊星歯車装置

30

3 複合電流 2 層モータ

MG1 第 1 モータ・ジェネレータ

MG2 第 2 モータ・ジェネレータ

4 シングルピニオン型遊星歯車装置

5 ダブルピニオン型遊星歯車装置

6 終減速機

7 左右駆動輪

8 エンジンクラッチ

LB ロープブレーキ

1 1 モータコントローラ

40

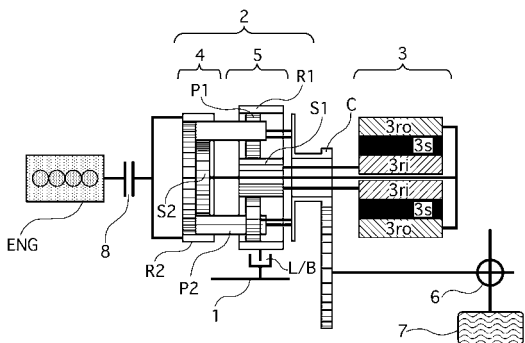
1 2 エンジンコントローラ

1 3 インバータ

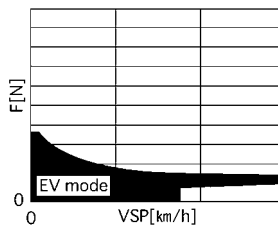
1 4 バッテリ

1 5 エンジン

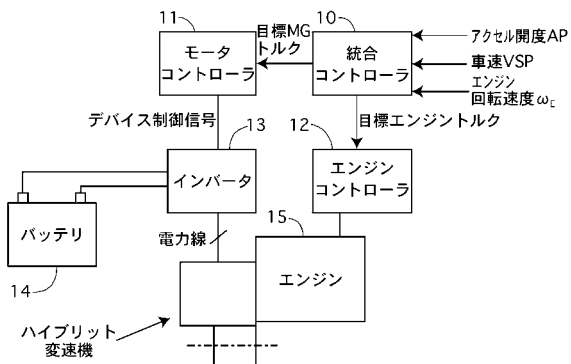
【 図 1 】



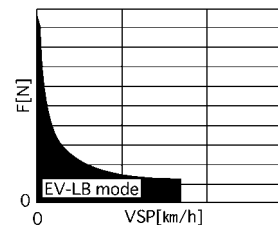
【 図 3 】



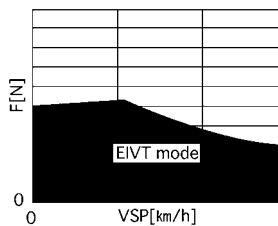
【 図 2 】



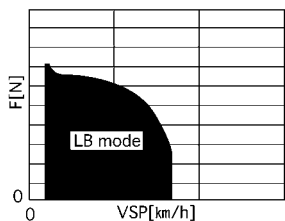
【 図 4 】



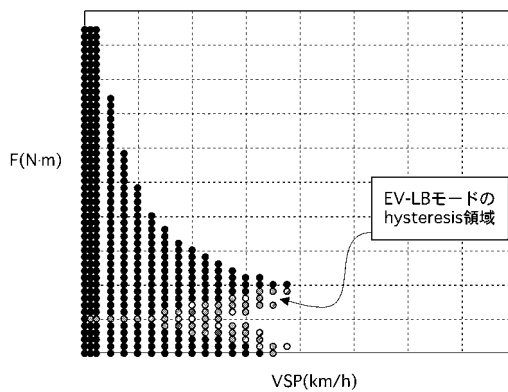
【 図 5 】



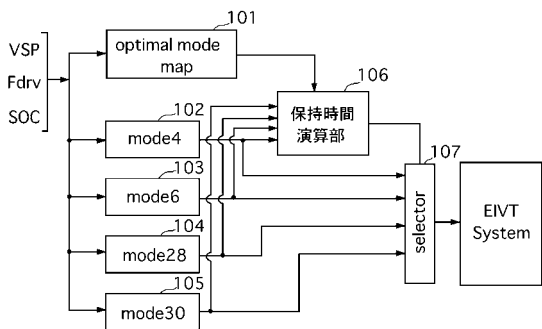
【 図 6 】



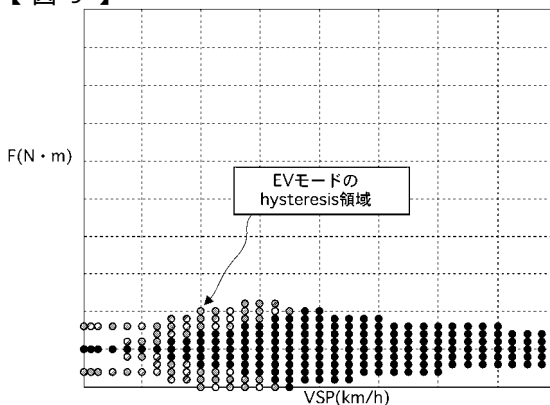
【 図 8 】



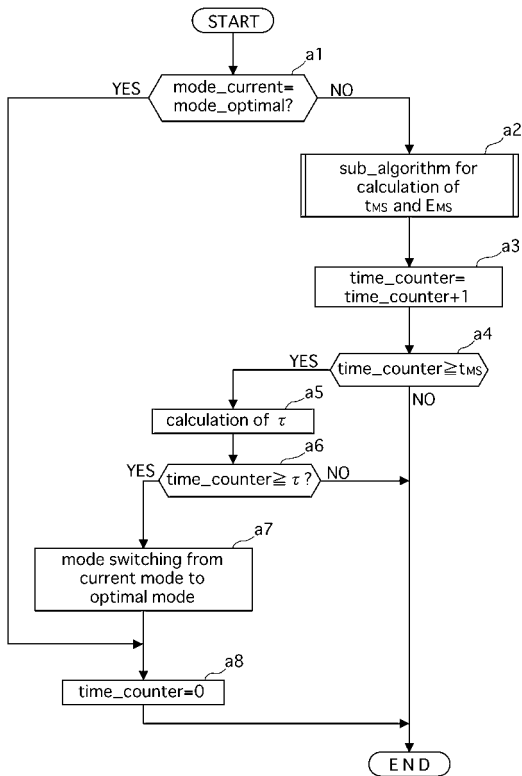
【 図 7 】



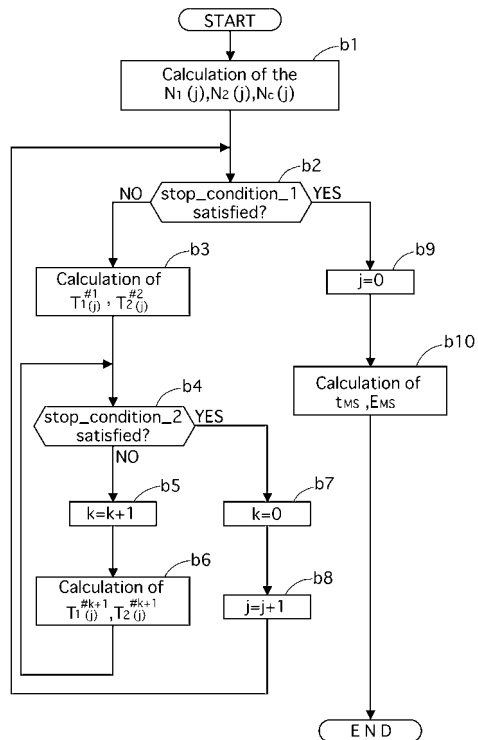
【 図 9 】



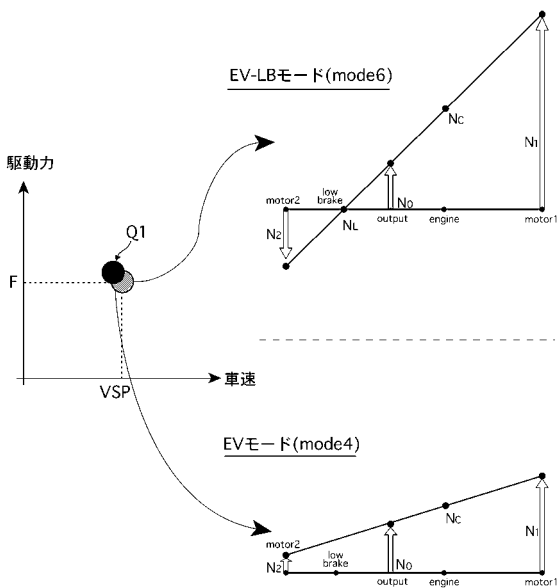
【 図 1 0 】



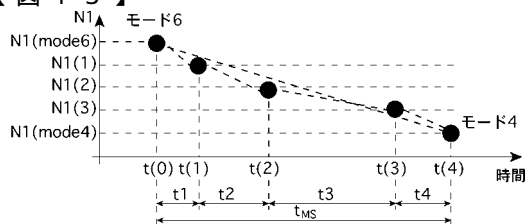
【 図 1 1 】



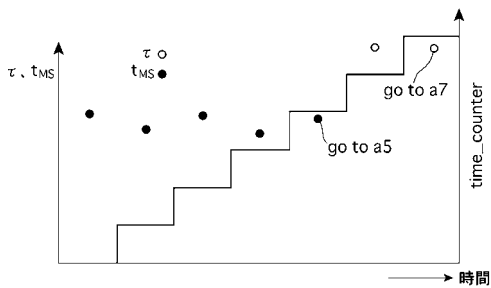
【 図 1 2 】



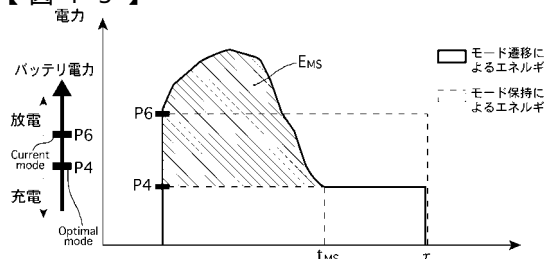
【 図 1 3 】



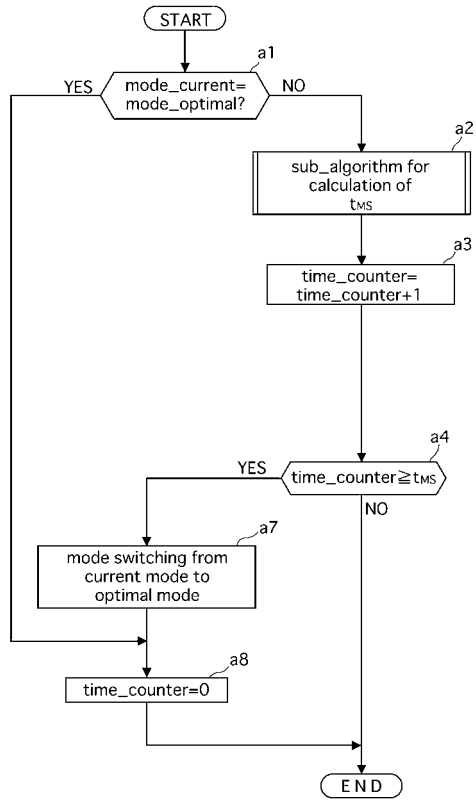
【 図 1 4 】



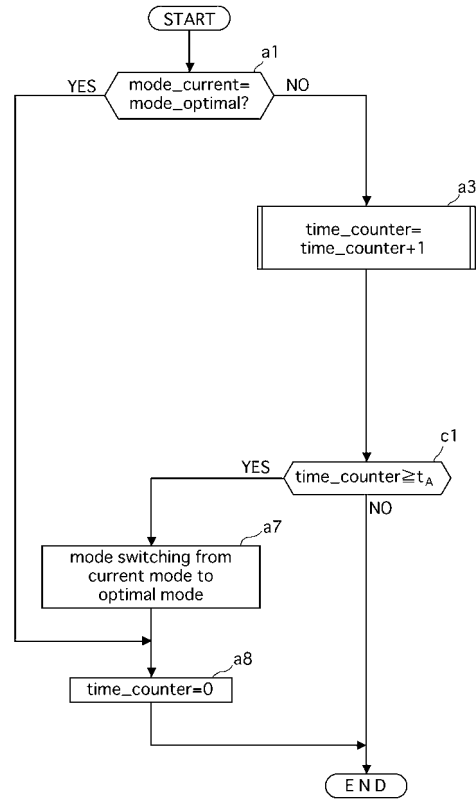
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

| | | |
|----------------------|------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | | F I |
| F 1 6 H 61/02 | (2006.01) | F 1 6 H 61/02 |
| F 1 6 H 59/38 | (2006.01) | F 1 6 H 59:38 |
| F 1 6 H 59/56 | (2006.01) | F 1 6 H 59:56 |
| F 1 6 H 61/686 | (2006.01) | F 1 6 H 103:12 |

(56) 参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 3 7 0 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 3 4 1 5 3 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2
B 6 0 K 6 / 0 2 - 6 / 0 6
B 6 0 W 1 0 / 0 6
B 6 0 W 1 0 / 0 8
B 6 0 W 2 0 / 0 0
F 1 6 H 6 1 / 0 2
F 1 6 H 5 9 / 3 8
F 1 6 H 5 9 / 5 6
F 1 6 H 6 1 / 6 8 6