

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3586697号**  
**(P3586697)**

(45) 発行日 平成16年11月10日(2004.11.10)

(24) 登録日 平成16年8月20日(2004.8.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

<b>H02P</b>	<b>5/46</b>	<b>H02P</b>	5/46	<b>ZHVF</b>
<b>B60K</b>	<b>6/04</b>	<b>B60K</b>	6/04	<b>151</b>
<b>B60K</b>	<b>17/04</b>	<b>B60K</b>	6/04	<b>320</b>
<b>B60L</b>	<b>11/14</b>	<b>B60K</b>	6/04	<b>350</b>
<b>F16H</b>	<b>3/72</b>	<b>B60K</b>	6/04	<b>553</b>

請求項の数 4 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-342572 (P2002-342572)  
 (22) 出願日 平成14年11月26日(2002.11.26)  
 (65) 公開番号 特開2004-176790 (P2004-176790A)  
 (43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)  
 審査請求日 平成15年12月22日(2003.12.22)

(73) 特許権者 000003997  
 日産自動車株式会社  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
 (74) 代理人 100072051  
 弁理士 杉村 興作  
 (73) 特許権者 302057052  
 ルノー エス. ア. エス. ソシエテ パ  
 アクション サンプリフェ  
 フランス国 エフ-92100 ブーロー  
 ニュ ビヤンクール  
 (74) 代理人 100072051  
 弁理士 杉村 興作  
 (72) 発明者 今津 知也  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド変速機の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

共線図上に配置される回転メンバとして4個の回転メンバを有し、これら回転メンバのうち2個のメンバの回転状態を決定すると他のメンバの回転状態が決まる2自由度の差動装置を具え、前記回転メンバのうち、共線図上の内側に位置する2個の回転メンバにそれぞれ原動機からの入力、および駆動系への出力を結合し、共線図上の外側に位置する2個の回転メンバにそれぞれ2個のモータ/ジェネレータを結合し、これらモータ/ジェネレータのうち、一方のモータ/ジェネレータの回転数制御により無段変速を行い、他方のモータ/ジェネレータのトルク制御により出力制御を行うようにしたハイブリッド変速機において、

前記回転数制御されている一方のモータ/ジェネレータのトルクがトルク限界を超えて飽和するとき、該一方のモータ/ジェネレータをトルク制御に切り替え、前記トルク制御されていた他方のモータ/ジェネレータを回転数制御に切り替えるよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載のハイブリッド変速機の制御装置において、回転数制御からトルク制御に切り替えられる前記一方のモータ/ジェネレータのトルク指令値を、切り替え直前における該一方のモータ/ジェネレータの実トルクから目標トルクに漸近させ、トルク制御から回転数制御に切り替えられる前記他方のモータ/ジェネレータの回転数指令値を、切り替え直前における該他方のモータ/ジェネレータの実回転数から目標回転数に漸近させるよ

う構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の制御装置。

【請求項 3】

共線図上に配置される回転メンバとして 4 個の回転メンバを有し、これら回転メンバのうち 2 個のメンバの回転状態を決定すると他のメンバの回転状態が決まる 2 自由度の差動装置を具え、前記回転メンバのうち、共線図上の内側に位置する 2 個の回転メンバにそれぞれ原動機からの入力、および駆動系への出力を結合し、共線図上の外側に位置する 2 個の回転メンバにそれぞれ 2 個のモータ/ジェネレータを結合し、これらモータ/ジェネレータのうち、一方のモータ/ジェネレータの回転数制御により無段変速を行い、他方のモータ/ジェネレータのトルク制御により出力制御を行うようにしたハイブリッド変速機において、

10

前記トルク制御されている他方のモータ/ジェネレータの回転数が回転数限界を超えて飽和するとき、該他方のモータ/ジェネレータを回転数制御に切り替え、前記回転数制御されていた一方のモータ/ジェネレータをトルク制御に切り替えるよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のハイブリッド変速機の制御装置において、トルク制御から回転数制御に切り替えられる前記他方のモータ/ジェネレータの回転数指令値を、切り替え直前における該他方のモータ/ジェネレータの実回転数から目標回転数に漸近させ、回転数制御からトルク制御に切り替えられる前記一方のモータ/ジェネレータのトルク指令値を、切り替え直前における該一方のモータ/ジェネレータの実トルクから目標トルクに漸近させるよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エンジン等の原動機とモータ/ジェネレータとを搭載したハイブリッド車両に有用なハイブリッド変速機、特に、これら原動機とモータ/ジェネレータとの間における差動装置により無段変速動作を行わせることが可能なハイブリッド変速機の制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

30

この種ハイブリッド変速機としては、例えば特許文献 1 に記載のように、共線図上に配置される回転メンバとして 4 個の回転メンバを有した 2 自由度・4 要素の差動装置を具え、これら回転メンバにそれぞれ原動機からの入力、駆動系への出力、および 2 個のモータ/ジェネレータを結合したものが知られている。

【0003】

【特許文献 1】

特開 2000 - 310131 号公報

【0004】

このような差動装置を用いたハイブリッド変速機においては、出力の回転数（車速 V S P）が判っている場合、入力（エンジン）および 2 個のモータ/ジェネレータの 3 個の回転数のうちの 1 個を決定することにより他の回転メンバの全ての回転数が決まり、変速比も決まる。

40

その意味で、入力（エンジン）および 2 個のモータ/ジェネレータのうちの 1 つを回転数制御することは変速比を制御することに等価である。

一方、共線図上における 4 個の回転メンバのトルクに関する相関関係については、2 つの回転メンバのトルクを決めることにより、回転速度関係によらず残る 2 つの回転メンバのトルク値が決まる。

【0005】

ところで、トルク制御などの応答性や制御精度に関してはエンジンよりもモータ/ジェネレータの方が優れているため、

50

エンジンは例えば回転速度に応じた目標トルクを実現するような定トルク制御を行わせ、変速比の制御に当っては一方のモータ/ジェネレータを、回転数検出手段により検出した実回転数が、目標変速比から決まる目標回転数に一致するよう回転数制御し、変速機出力トルクの制御に当っては他方のモータを、トルク検出手段により検出した実トルクが、共線図上のトルクバランス式とエンジントルクから決まる目標トルクに一致するようトルク制御することが、先の特許文献1における [ 0 0 2 2 ] - [ 0 0 2 6 ] に記載されている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このように2つのモータ/ジェネレータのうち、一方のモータ/ジェネレータを回転数指令に 응답させて回転数制御することにより変速比制御に用い、他方のモータ/ジェネレータをトルク指令に 응답させてトルク制御することにより駆動力制御に用いる場合、以下のような問題がある。

【 0 0 0 7 】

つまり、回転数制御しているモータ/ジェネレータのトルクが予期せぬ外乱や計算誤差などにより変動し、目標変速比とそのときのトルクバランスを計算する段階ではトルク限界の範囲内に入るとされた場合でも、実際に制御した場合に当該モータ/ジェネレータのトルクがトルク限界を越えるような場合がある。

このとき当該モータ/ジェネレータの制御手段は、モータ/ジェネレータ自体の保護を目的として実トルクを限界値に制限するが、回転数制御のためのトルクが不足して回転数制御が不能になってしまう。

これにより変速比が目標の変速比からずれてしまうため、正確な駆動力制御が出来ないのはもとより、速度制御不能となったモータ/ジェネレータの回転数が上昇し、場合によっては所謂過回転状態になり、耐久性の点で不利益を被るという問題がある。

【 0 0 0 8 】

図8に示すような共線図で表されるハイブリッド変速機について上記の問題を以下に検証する。

なお図8は、共線図上に配置される回転メンバとして4個の回転メンバ  $S_s$  ,  $R$  ,  $C$  ,  $S_d$  を有する4要素・2自由度の差動装置を具え、これら回転メンバのうち、共線図上の内側に位置する2個の回転メンバ  $R$  ,  $C$  にそれぞれエンジン(ENG)からの入力、および車輪駆動系への出力(Out)を結合し、共線図上の外側に位置する2個の回転メンバ  $S_s$  ,  $S_d$  にそれぞれ2個のモータ/ジェネレータ  $MG_1$  ,  $MG_2$  を結合したハイブリッド変速機の共線図で、

$\gamma$  は、差動装置を構成する遊星歯車組のギヤ比を、入出力間の距離を「1」とした場合の比として示し、

エンジンENGの回転数を  $N_e$ 、トルクを  $T_e$  で、また、変速機の出力回転数を  $N_o$ 、トルクを  $T_o$  で、更に、モータ/ジェネレータ  $MG_1$  の回転数を  $N_{m1}$ 、トルクを  $T_{m1}$  で、また、モータ/ジェネレータ  $MG_2$  の回転数を  $N_{m2}$ 、トルクを  $T_{m2}$  で示すものである。

【 0 0 0 9 】

エンジンENGを前記した通りトルク制御している間に、モータ/ジェネレータ  $MG_1$  ,  $MG_2$  のうち、モータ/ジェネレータ  $MG_1$  をトルク制御することにより出力制御を行い、モータ/ジェネレータ  $MG_2$  を回転数制御することにより無段変速を行っている場合につき考察する。

トルク制御中のエンジンENGの実トルクが外乱などにより、図8に示すごとくトルク指令より  $dT_e$  だけ誤差を持ったとすると、モータ/ジェネレータ  $MG_1$  のトルク  $T_{m1}$  はこの誤差を考慮していないトルク指令によりトルク制御されているので不変であるものの、上記の誤差によるトルクバランスの変化は出力トルク  $T_o$  と、回転数制御中におけるモータ/ジェネレータ  $MG_2$  のトルクに影響を及ぼす。

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

具体的には、出力トルク $T_o$ が $dT_o = \{ (1 + \quad) / \quad \} \times dT_e$ だけ増加し、モータ/ジェネレータMG2のトルク $T_{m2}$ が $dT_{m2} = (1 / \quad) \times dT_e$ だけ増加する。

このときモータ/ジェネレータMG2のトルク増大分 $dT_{m2}$ により当該回転数制御中のモータ/ジェネレータのトルクが上限値および下限値間からはみ出して限界値を越えた飽和状態になると、モータ/ジェネレータMG2は回転数 $N_{m2}$ を維持することができず、二点鎖線で例示するように低下する。

かかるモータ/ジェネレータMG2の回転低下により、図8に実線で示すレバー（勾配が変速状態を表す）が出力回転数 $N_o$ の周りに二点鎖線で示す方向へ回動される結果、エンジンENGの回転数 $N_e$ が上昇してしまうため、出力トルク $T_o$ の増大により負荷によつては車両が加速されることとなり、実線で示すレバー状態から二点鎖線で示すレバー状態への予期せぬ変速を行ってしまうし、上記したように出力トルク $T_o$ も $dT_o$ だけ増大して所望のものとは異なってしまふ。

#### 【0011】

特に、前記の特許文献1に記載のようなハイブリッド変速機、つまり2個のモータ/ジェネレータを共通なバッテリーにモータ駆動制御装置を介して接続し、変速比（=エンジン回転数と出力回転数の比）に応じて一方のモータ/ジェネレータを発電機として用い、他方のモータ/ジェネレータをモータとして用いることによりバッテリーへの充放電電力を小さく、或いは0にする（発電電力を全てモータ駆動に消費するダイレクト配電）ようにしたハイブリッド変速機にあっては、常に一方のモータ/ジェネレータが低速度で大トルク、他方のモータ/ジェネレータが高速度で低トルクとなる関係にあり、回転数制御中で低速度のモータ/ジェネレータのトルクが飽和し易く、また、トルク制御中で高速度のモータ/ジェネレータの回転数が飽和し易いことから、上記の問題が一層顕著になる。

#### 【0012】

上記の問題解決のため、上記変速比制御の誤差を検知してトルク制御されているモータ/ジェネレータMG1のトルク指令を操作するなどの処置では、

（1）変速比の誤差が発生してからの対処であることから時間的に遅れが出るため、過渡的な変速比の変動を完全には防ぐことができず、燃費悪化や操作フィーリングの悪化などの問題が発生したり、

（2）上記の処置が通常の制御ループでの処理ではなく、付け加えた非線形な制御系であるため、動作の設計が困難であったり、

（3）付け加えた制御系の動作と、本来の駆動力制御との干渉を防ぐことが困難である、といったような新たな問題が発生して、良好な解決策とはなり得ない。

#### 【0013】

本発明は、回転数制御中にトルクが飽和したモータ/ジェネレータをトルク制御に切り替えてトルクの飽和を解消すると共に、他方のモータ/ジェネレータはトルクの飽和に対して余裕があるから回転数制御に切り替え、これによりトルクの飽和に伴う前記予期せぬ変速に関する問題を解消し得るハイブリッド変速機の制御装置を提案することを目的とする。

#### 【0014】

なお前記の問題は、トルク制御中のモータ/ジェネレータの回転数が飽和した場合においても同様に生ずる。

この場合は、回転数制御しているモータ/ジェネレータの回転数指令を、トルク制御しているモータ/ジェネレータの実回転数が飽和しないように逆算して補正するといった付加的な制御則を用いて問題解決を図る必要があるが、

本発明はこれに代えて、トルク制御中に回転数が飽和したモータ/ジェネレータを回転数制御に切り替えることにより回転数の飽和を解消すると共に、他方のモータ/ジェネレータは回転数の飽和に対して余裕があるからトルクに切り替え、これにより回転数の飽和に伴う予期せぬ変速に関する問題を解消し得るハイブリッド変速機の制御装置をも提案することを目的とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

## 【 課題を解決するための手段 】

前者の目的のため本発明によるハイブリッド変速機の制御装置は、請求項 1 に記載のごとく、

前記した型式のハイブリッド変速機において、

回転数制御されている一方のモータ/ジェネレータのトルクがトルク限界を超えて飽和するとき、このモータ/ジェネレータを回転数制御からトルク制御に切り替え、同時に、トルク制御されていた他方のモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替えるよう構成したものである。

## 【 0 0 1 6 】

後者の目的のため本発明によるハイブリッド変速機の制御装置は、請求項 3 に記載のごとく、

前記した型式のハイブリッド変速機において、

トルク制御されている他方のモータ/ジェネレータの回転数が回転数限界を超えて飽和するとき、このモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替え、同時に、回転数制御されていた一方のモータ/ジェネレータをトルク制御に切り替えるよう構成したものである。

## 【 0 0 1 7 】

## 【 発明の効果 】

請求項 1 に記載の本発明によれば、回転数制御中にトルクが飽和したモータ/ジェネレータを回転数制御からトルク制御に切り替えて出力制御に資するからトルクの飽和を解消することができる。

同時に、トルク制御中のモータ/ジェネレータは変速制御用に回転数制御に切り替えるが、このモータ/ジェネレータはトルクの飽和に対して余裕があるからトルクの飽和を生ずることはない。

よって何れのモータ/ジェネレータもトルクの飽和を生ずることがなく、トルクの飽和に伴う前記した予期せぬ変速に関する問題を解消することができる。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 3 に記載の本発明によれば、トルク制御中に回転数が飽和したモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替えて変速制御に資するから回転数の飽和を解消することができる。

同時に、回転数制御中のモータ/ジェネレータは出力制御用にトルク制御に切り替えるが、このモータ/ジェネレータは回転数の飽和に対して余裕があるから回転数の飽和を生ずることはない。

よって何れのモータ/ジェネレータも回転数の飽和を生ずることがなく、回転数の飽和に伴う予期せぬ変速に関する問題を解消することができる。

## 【 0 0 1 9 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施の形態になる制御装置を適用可能なハイブリッド変速機を例示し、これを本実施の形態においては、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に詳述する構成となす。

## 【 0 0 2 0 】

図において 1 は変速機ケースを示し、該変速機ケース 1 の軸線方向（図の左右方向）右側（エンジン ENG に近い前側）にラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 を、また図の左側（エンジン ENG から遠い後側）に例えば複合電流 2 層モータ 4 を可とするモータ/ジェネレータ組を内蔵する。

これらラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 および複合電流 2 層モータ 4 は変速機ケース 1 の主軸線上に同軸に配置するが、この主軸線からオフセットさせて平行に配置したカウンターシャフト 5 およびディファレンシャルギヤ装置 6 をも変速機ケース 1 内に内蔵させ

10

20

30

40

50

る。

【0021】

ラビニョオ型プラネタリギヤセット2は、ロングピニオンP1およびリングギヤRを共有するシングルピニオン遊星歯車組7およびダブルピニオン遊星歯車組8の組み合わせになり、シングルピニオン遊星歯車組7はサンギヤS<sub>s</sub>にロングピニオンP1を噛み合わせた構造とし、ダブルピニオン遊星歯車組8はサンギヤS<sub>d</sub>、リングギヤRおよびロングピニオンP1の他に、大径のショートピニオンP2を具え、ショートピニオンP2をサンギヤS<sub>d</sub>およびリングギヤRに噛み合わせると共にロングピニオンP1にも噛み合わせた構造とする。

そして遊星歯車組7, 8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。 10

【0022】

以上の構成になるラビニョオ型プラネタリギヤセット2は、サンギヤS<sub>d</sub>、サンギヤS<sub>s</sub>、リングギヤR、およびキャリアCの4個の回転メンバを主たる要素とし、これら4個の回転メンバのうち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。

そして4個の回転メンバの回転速度順は、図2の共線図により示した通りサンギヤS<sub>s</sub>、リングギヤR、キャリアC、サンギヤS<sub>d</sub>の順番である。

なお差動装置は、本実施の形態で用いるラビニョオ型プラネタリギヤセット2に限られず、任意のものをを用いることができるのは言うまでもない。 20

【0023】

複合電流2層モータ4は、内側ロータ4<sub>ri</sub>と、これを包囲する環状の外側ロータ4<sub>ro</sub>とを、変速機ケース1内に同軸に回転自在に支持して具え、これら内側ロータ4<sub>ri</sub>および外側ロータ4<sub>ro</sub>間における環状空間に同軸に配置した環状ステータ4<sub>s</sub>を変速機ケース1に固設して構成する。

環状コイル4<sub>s</sub>と外側ロータ4<sub>ro</sub>とで外側のモータ/ジェネレータである第1のモータ/ジェネレータMG1を構成し、環状コイル4<sub>s</sub>と内側ロータ4<sub>ri</sub>とで内側のモータ/ジェネレータである第2のモータ/ジェネレータMG2を構成する。

ここでモータ/ジェネレータMG1, MG2はそれぞれ、複合電流をモータ側が負荷として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、複合電流を発電機側が負荷として印加した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。 30

【0024】

ラビニョオ型プラネタリギヤセット2の上記した4個の回転メンバには、回転速度順に、つまり図2の共線図にも示したがサンギヤS<sub>s</sub>、リングギヤR、キャリアC、サンギヤS<sub>d</sub>の順に、第1モータ/ジェネレータMG1、原動機であるエンジンENG、ディファレンシャル装置6を含む車輪駆動系への出力(Output)、第2モータ/ジェネレータMG2をそれぞれ結合する。

【0025】

この結合を図1に基づき以下に詳述するに、リングギヤRを上記の通りエンジン(ENG)回転が入力される入力要素とするため、このリングギヤRをクラッチ3を介してエンジンクランクシャフト9に結合する。 40

サンギヤS<sub>d</sub>は軸11を介して第2モータ/ジェネレータMG2の内側ロータ4<sub>ri</sub>に結合し、軸11を包套する中空軸12を介してサンギヤS<sub>s</sub>を第1モータ/ジェネレータMG1の外側ロータ4<sub>ro</sub>に結合する。

【0026】

キャリアCを前記のごとく、車輪駆動系(Output)へ回転を出力する出力要素とするため、このキャリアCに中空軸13を介して出力歯車14を結合し、これをカウンターシャフト5上のカウンター歯車15に噛み合わせる。

カウンターシャフト5には別にファイナルドライブピニオン16を一体的に設け、これを 50

、ディファレンシャルギヤ装置 6 に設けたファイナルドライブリングギヤ 17 に噛み合わせる。

変速機からの出力回転は、ファイナルドライブピニオン 16 およびファイナルドライブリングギヤ 17 により構成されるファイナルドライブギヤ組を経てディファレンシャルギヤ装置 6 に至り、このディファレンシャルギヤ装置により左右駆動輪 18 に分配されるものとする。

#### 【0027】

上記の構成になるハイブリッド変速機は図 2 に示すような共線図により表すことができ、この共線図の横軸は遊星歯車組 7, 8 のギヤ比により決まる回転メンバ間の距離比、つまりリングギヤ R およびキャリア C 間の距離を 1 とした時のサンギヤ S<sub>s</sub> およびリングギヤ R 間の距離の比を  $\frac{r}{R}$  で示し、キャリア C およびサンギヤ S<sub>d</sub> 間の距離を  $\frac{r}{R}$  で示したものである。

10

また共線図の縦軸は、各回転メンバの回転速度、つまりリングギヤ R へのエンジン回転数 N<sub>e</sub>、サンギヤ S<sub>s</sub> (モータ/ジェネレータ MG1) の回転数 N<sub>m1</sub>、キャリア C からの出力 (Out) 回転数 N<sub>o</sub>、およびサンギヤ S<sub>d</sub> (モータ/ジェネレータ MG2) の回転数 N<sub>m2</sub> を示し、2 個の回転メンバの回転速度が決まれば他の 2 個の回転メンバの回転速度が決まる。

図 2 において回転バランス式は、 $(N_{m1} - N_o) : (N_e - N_o) = (1 + \frac{r}{R}) : 1$  および  $(N_e - N_{m2}) : (N_e - N_o) = (1 + \frac{r}{R}) : 1$  で表され、モータ/ジェネレータ MG1, MG2 の回転数 N<sub>m1</sub>, N<sub>m2</sub> はそれぞれ、エンジン回転数 N<sub>e</sub> および出力回転数 N<sub>o</sub> から次式の回転バランス式により求めることができる。

20

$$N_{m1} = (1 + \frac{r}{R}) N_e - \frac{r}{R} N_o \cdots (1)$$

$$N_{m2} = (1 + \frac{r}{R}) N_o - \frac{r}{R} N_e \cdots (2)$$

#### 【0028】

図 2 には更に、その縦軸方向のベクトルとして、各回転メンバに働くエンジントルク T<sub>e</sub>、モータ/ジェネレータ MG1, MG2 のトルク T<sub>m1</sub>, T<sub>m2</sub>、および出力 (Out) トルク T<sub>o</sub> を示した。

ここで、リングギヤ R に結合した入力回転系はエンジン ENG が存在するためその回転イナーシャが大きく、またキャリア C に結合した出力 (Out) 回転系も車輪やディファレンシャルギヤ装置などが存在するためその回転イナーシャが大きいことから、共線図上におけるレバー重心 G は図 2 に示すごとく、イナーシャが大きなリングギヤ R (エンジン ENG) およびキャリア C (出力 Out) 間に位置し、この位置を以下ではサンギヤ S<sub>s</sub> からの距離 X<sub>gc</sub> として示す。

30

#### 【0029】

定常状態を維持 (車速一定で目標駆動トルクを実現) するためには、4 個の回転メンバに働くトルクによる並進運動 および回転運動 が共に 0 であることである。

つまり並進運動 については、 $T_{m1} + T_e + T_{m2} = T_o$  が成立し、また回転運動 については、 $(1 + \frac{r}{R}) T_{m1} + T_e = T_{m2}$  が成立することである。

これら 2 式を解いて、図 2 の共線図におけるトルクバランス式は次式で表される。

$$T_{m1} = - \{ T_o - (1 + \frac{r}{R}) T_e \} / (1 + \frac{r}{R}) \cdots (3)$$

40

$$T_{m2} = - \{ (1 + \frac{r}{R}) T_o - T_e \} / (1 + \frac{r}{R}) \cdots (4)$$

#### 【0030】

なお図 1 ではモータ/ジェネレータ MG1, MG2 を複合電流 2 層モータとして構成したが、モータ/ジェネレータ MG1, MG2 はこれに限られず、個々のロータおよびステータ組で構成し、これらの組を相互に径方向へオフセットさせて配置することができる。

#### 【0031】

上記したハイブリッド変速機の変速制御システムは図 3 に示すごとく、ハイブリッドコントローラ 21 を具え、このハイブリッドコントローラ 21 は目標エンジントルク t T<sub>e</sub> に関する指令をエンジンコントローラ 22 に供給し、エンジンコントローラ 22 はエンジン ENG を当該目標トルクが発生するよう運転させる。

50

## 【0032】

ハイブリッドコントローラ21は更に、モータ/ジェネレータMG1のトルク指令 $t_{Tm1}$ およびモータ/ジェネレータMG2の回転数指令 $t_{Nm2}$ の組み合わせに関する信号、またはモータ/ジェネレータMG1の回転数指令 $t_{Nm1}$ およびモータ/ジェネレータMG2のトルク指令 $t_{Tm1}$ の組み合わせに関する信号をモータコントローラ23に供給し、モータコントローラ23はインバータ24およびバッテリー25によりモータ/ジェネレータMG1, MG2をそれぞれ、上記したトルク指令および回転数指令の組み合わせが達成されるよう制御する。

## 【0033】

これがためハイブリッドコントローラ21には、アクセルペダル踏み込み量からアクセル開度APOを検出するアクセル開度センサ26からの信号と、車速VSPを検出する車速センサ27からの信号と、モータ/ジェネレータMG1, MG2の実トルク $T_{m1}$ ,  $T_{m2}$ を検出するトルク検出手段28, 29からの信号と、モータ/ジェネレータMG1, MG2の実回転数 $N_{m1}$ ,  $N_{m2}$ を検出する回転検出手段30, 31からの信号と、エンジン回転数 $N_e$ を検出するエンジン回転センサ32からの信号とを入力する。

なお、モータ/ジェネレータMG1, MG2のトルク検出手段28, 29および回転検出手段30, 31からの信号は更にモータコントローラ23にも供給し、モータコントローラ23がこれら検出手段からの信号と上記したトルク指令および回転数指令との間における偏差に応じたフィードバック制御により当該指令が達成されるようになる。

ハイブリッドコントローラ21は上記の入力情報を基に、図4にブロック線図で示す処理を行ってハイブリッド変速機の制御を以下のごとくに行う。

## 【0034】

図4における目標駆動トルク演算部41は、アクセル開度APOおよび車速VSPから運転者要求している車輪の目標駆動トルク $t_{Td}$ を周知のマップ検索などの手法により求める。

目標エンジン(原動機)出力演算部42は、車速VSPに車輪タイヤ半径などで決まる定数 $K_r$ を掛けて車輪駆動軸回転数 $N_d$ を求め、乗算器42aで車輪駆動軸回転数 $N_d$ と上記目標駆動トルク $t_{Td}$ との乗算により車輪の目標駆動力 $t_{Pv}$ を算出し、これにモータ/ジェネレータMG1, MG2の損失分を加算して目標エンジン出力 $t_{Pe}$ を求める。

なお、目標エンジン出力 $t_{Pe}$ の算出に当たっては、モータ/ジェネレータMG1, MG2の損失分に加えて、必要に応じラビニョオ型プラネタリギヤセット2の伝動ロス分をも加算することができる。

## 【0035】

エンジン(原動機)動作点決定部43は、目標エンジン(原動機)出力 $t_{Pe}$ を発生させるための目標エンジン(原動機)トルク $t_{Te}$ および目標エンジン(原動機)回転数 $t_{Ne}$ の組み合わせとしてエンジン動作点( $t_{Te}$ ,  $t_{Ne}$ )を決定する。

かかるエンジン動作点の決定に際し好ましくは、図5に例示するエンジン性能線図を基に目標エンジン出力 $t_{Pe}$ を最低燃費で発生させるエンジントルク $T_e$ およびエンジン回転数 $N_e$ の組み合わせをエンジン動作点( $t_{Te}$ ,  $t_{Ne}$ )とする最適燃費制御を用いるのが良い。

## 【0036】

図5は、エンジン出力ごとにこれを発生するエンジントルク $T_e$ およびエンジン回転数 $N_e$ の組み合わせを等馬力線として示し、各等馬力線上にあって対応するエンジン出力を最低燃費で発生させるエンジントルク $T_e$ およびエンジン回転数 $N_e$ の組み合わせをA, B点により示し、各等馬力線上の最低燃費点A, Bを結ぶ線を最適燃費線として示す。

図5を基に最適燃費制御によりエンジン動作点( $t_{Te}$ ,  $t_{Ne}$ )を求めるに際しては、目標エンジン出力 $t_{Pe}$ に対応する等馬力線と最適燃費線との交点を例えばA点のように決定し、当該点に対応するエンジントルク $T_e$ およびエンジン回転数 $N_e$ の組み合わせをエンジン動作点( $t_{Te}$ ,  $t_{Ne}$ )と定める。

## 【0037】

10

20

30

40

50

第1モータ/ジェネレータ目標トルク演算部44は、目標駆動トルク $t T d$ をファイナルギヤ比 $G f$ で除算して求め得る変速機目標出力トルク $t T o$ 、および上記の目標エンジントルク $t T e$ から、第1モータ/ジェネレータ $M G 1$ の目標トルク $t T m 1$ を、前記(3)式に対応する次のトルクバランス式

$$t T m 1 = \{ \quad \cdot t T o - (1 + \quad) t T e \} / ( \quad + 1 + \quad) \cdots (5)$$

の演算により求める。

また第2モータ/ジェネレータ目標トルク演算部45は、同じく変速機目標出力トルク $t T o$ および目標エンジントルク $t T e$ から、第2モータ/ジェネレータ $M G 2$ の目標トルク $t T m 2$ を、前記(4)式に対応する次のトルクバランス式

$$t T m 2 = \{ (1 + \quad) t T o - \quad \cdot t T e \} / ( \quad + 1 + \quad) \cdots (6)$$

10

の演算により求める。

#### 【0038】

第2モータ/ジェネレータ目標回転数演算部46は、車輪駆動軸回転数 $N d$ にファイナルギヤ比 $G f$ を掛けて求め得る変速機出力回転数 $N o$ 、および前記目標エンジン回転数 $t N e$ から、第2モータ/ジェネレータ $M G 2$ の目標回転数 $t N m 2$ を、前記(2)式に対応する次の回転バランス式

$$t N m 2 = (1 + \quad) N o - \quad \cdot t N e \cdots (7)$$

の演算により求める。

第1モータ/ジェネレータ目標回転数演算部47は、同じく変速機出力回転数 $N o$ および目標エンジン回転数 $t N e$ から、第1モータ/ジェネレータ $M G 1$ の目標回転数 $t N m 1$ を、前記(1)式に対応する次の回転バランス式

$$t N m 1 = (1 + \quad) t N e - \quad \cdot N o \cdots (8)$$

20

の演算により求める。

#### 【0039】

モータ/ジェネレータ制御指令演算部48は、図6に示す処理により、モータ/ジェネレータ $M G 1$ 、 $M G 2$ の何れをトルク制御して、何れを回転数制御すべきかを決定し、その結果に応じ、

モータ/ジェネレータ $M G 1$ をトルク制御して、モータ/ジェネレータ $M G 2$ を回転数制御すべきなら、後述するごとくに演算するモータ/ジェネレータ $M G 1$ のトルク指令 $t T m 1'$ およびモータ/ジェネレータ $M G 2$ の回転数指令 $t N m 2'$ の組み合わせに関する信号を図3のモータコントローラ23に供給し、

30

モータ/ジェネレータ $M G 1$ を回転数制御して、モータ/ジェネレータ $M G 2$ をトルク制御すべきなら、後述するごとくに演算するモータ/ジェネレータ $M G 1$ の回転数指令 $t N m 1'$ およびモータ/ジェネレータ $M G 2$ のトルク指令 $t T m 1'$ の組み合わせに関する信号を図3のモータコントローラ23に供給する。

#### 【0040】

図6のステップS1においては、モータ/ジェネレータ $M G 1$ をトルク制御して、モータ/ジェネレータ $M G 2$ を回転数制御するよう、トルク指令 $t T m 1'$ に第1モータ/ジェネレータ $M G 1$ の目標トルク $t T m 1$ をセットすると共に回転数指令 $t N m 2'$ に第2モータ/ジェネレータ $M G 2$ の目標回転数 $t N m 2$ をセットして、第1モータ/ジェネレータ $M G 1$ のトルク指令 $t T m 1'$ および第2モータ/ジェネレータ $M G 2$ の回転数指令 $t N m 2'$ に関する組み合わせを図3のモータコントローラ23に供給する。

40

#### 【0041】

次のステップS2では、上記のようにして回転数制御されているモータ/ジェネレータ $M G 2$ のトルク $T m 2$ が上下限值間の値から外れた飽和状態になったか否かを判定し、飽和状態でなければ前記した予期せぬ変速の問題を生じないから、ステップS1でのモータ/ジェネレータ $M G 1$ 、 $M G 2$ の制御を継続して、引き続きダイレクト配電を行う。

ステップS2でモータ/ジェネレータ $M G 2$ のトルク $T m 2$ が飽和していると判定する場合は、ステップS3～ステップS5において、モータ/ジェネレータ $M G 1$ をトルク制御から回転数制御に切り替えると共にモータ/ジェネレータ $M G 2$ を回転数制御からトルク

50

制御に切り替える。

【0042】

モータ/ジェネレータMG1をトルク制御から回転数制御に切り替えるに当たっては、先ずステップS3で、モータ/ジェネレータMG1の回転数Nm1を回転数指令tNm1'の初期値としてモータ/ジェネレータMG1の回転数制御を開始させ、ステップS4で、モータ/ジェネレータMG1の回転数が当該初期値から滑らかに目標回転数tNm1になるような回転数指令tNm1'を演算して図3のモータコントローラ23に供給する。モータ/ジェネレータMG2を回転数制御からトルク制御に切り替えるに当たっては、先ずステップS3で、モータ/ジェネレータMG2のトルクTm2をトルク指令tTm2'の初期値としてモータ/ジェネレータMG2のトルク制御を開始させ、ステップS4で、モータ/ジェネレータMG2のトルクが当該初期値から滑らかに目標トルクtTm2になるようなトルク指令tTm2'を演算して図3のモータコントローラ23に供給する。

10

【0043】

かかるランプ制御により、モータ/ジェネレータMG1の回転数指令tNm1'が目標回転数tNm1になり、且つ、モータ/ジェネレータMG2のトルク指令tTm2'が目標トルクtTm2になった後は、ステップS5において、モータ/ジェネレータMG1を回転数制御して、モータ/ジェネレータMG2をトルク制御するため、回転数指令tNm1'に第1モータ/ジェネレータMG1の目標回転数tNm1をセットすると共にトルク指令tTm2'に第2モータ/ジェネレータMG2の目標トルクtTm2をセットして、第1モータ/ジェネレータMG1の回転数指令tNm1'および第2モータ/ジェネレータMG2のトルク指令tTm2'に関する組み合わせを図3のモータコントローラ23に供給する。

20

【0044】

ステップS6では、上記のように回転数制御されているモータ/ジェネレータMG1のトルクTm1が上下限值間の値から外れた飽和状態になったか否かを判定し、飽和状態でなければ前記した予期せぬ変速の問題を生じないから、ステップS5でのモータ/ジェネレータMG1、MG2の制御を継続して、引き続きダイレクト配電を行う。ステップS6でモータ/ジェネレータMG1のトルクTm1が飽和していると判定する場合は、ステップS7、ステップS5およびステップS1において、モータ/ジェネレータMG1を回転数制御からトルク制御に切り替えて戻すと共にモータ/ジェネレータMG2をトルク制御から回転数制御に切り替えて戻す。

30

【0045】

モータ/ジェネレータMG1を回転数制御からトルク制御に切り替えるに当たっては、先ずステップS7で、モータ/ジェネレータMG1のトルクTm1をトルク指令tTm1'の初期値としてモータ/ジェネレータMG1のトルク制御を開始させ、ステップS8で、モータ/ジェネレータMG1のトルクが当該初期値から滑らかに目標トルクtTm1になるようなトルク指令tTm1'を演算して図3のモータコントローラ23に供給する。モータ/ジェネレータMG2をトルク制御から回転数制御に切り替えるに当たっては、先ずステップS7で、モータ/ジェネレータMG2の回転数Nm2を回転数指令tNm2'の初期値としてモータ/ジェネレータMG2の回転数制御を開始させ、ステップS8で、モータ/ジェネレータMG2の回転数が当該初期値から滑らかに目標回転数tNm2になるような回転数指令tNm2'を演算して図3のモータコントローラ23に供給する。

40

【0046】

かかるランプ制御により、モータ/ジェネレータMG1のトルク指令tTm1'が目標トルクtTm1になり、且つ、モータ/ジェネレータMG2の回転数指令tNm2'が目標回転数tNm2になった後は、ステップS1において、モータ/ジェネレータMG1をトルク制御して、モータ/ジェネレータMG2を回転数制御するため、トルク指令tTm1'に第1モータ/ジェネレータMG1の目標トルクtTm1をセットすると共に回転数指令tNm2'に第2モータ/ジェネレータMG2の目標回転数tNm2をセットして、第1モータ/ジェネレータMG1のトルク指令tTm1'および第2モータ/ジェネレータ

50

MG2の回転数指令 $tNm2'$ に関する組み合わせを図3のモータコントローラ23に供給する。

【0047】

以上のように、回転数制御しているモータ/ジェネレータのトルクが飽和した時(ステップS2、ステップS6)、該当するモータ/ジェネレータを回転数制御からトルク制御に切り替えて出力制御に供し、同時に他方のモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替えて変速制御に供する場合、以下のような作用効果が奏し得られる。

図8につき前述したごとくモータ/ジェネレータMG1をトルク制御し、モータ/ジェネレータMG2を回転数制御している間にエンジンENGの実トルクが外乱などによりトルク指令より $dTe$ だけ誤差を持ったことで、回転数制御されているモータ/ジェネレータMG2のトルク $Tm2$ が $dTm2$ だけ増加して限界値を越えた飽和状態になった場合につき、上記モータ/ジェネレータMG1、MG2間での制御モードの切り替えによる作用効果を図9により説明する。

【0048】

このとき制御モードの切り換えをせず、相変わらずモータ/ジェネレータMG1をトルク制御し、モータ/ジェネレータMG2を回転数制御する場合、前記したように図8に実線で示すレバー状態から二点鎖線で示すレバー状態への予期せぬ変速を行ってしまい、また、出力トルク $To$ も $dTo$ だけ増大して所望のものとは異なってしまおうが、

図6につき前述した制御によれば、回転数制御しているモータ/ジェネレータMG2のトルク $Tm2$ が飽和する時(ステップS2)、このモータ/ジェネレータMG2を回転数制御からトルク制御に切り替えると共に他方のモータ/ジェネレータMG1をトルク制御から回転数制御に切り替えるため(ステップS3~ステップS5)、トルクバランスは図8の状態から図9の状態に変化する。

つまり、エンジントルクの外乱などによる予期せぬ増大 $dTe$ が、モータ/ジェネレータMG1のトルク変動 $dTm1 = \{1 / (1 + \quad)\} dTe$ と、出力トルク $To$ の変動 $dTo = \{ \quad / (1 + \quad)\} dTe$ とによって吸収される。この場合モータ/ジェネレータMG1が回転数制御を健全に続行できるので、レバー状態は図8の実線状態を移記した図9の実線状態に保たれ、エンジントルクの外乱などによる予期せぬ増大 $dTe$ によっても予期せぬ変速を生ずることがないし、出力トルク $To$ の変化を生ずることもなく、前記した従来の問題を解消することができる。

【0049】

しかも本実施の形態においては、回転数制御からトルク制御に切り替えられるモータ/ジェネレータのトルク指令 $tTm2'$ ( $tTm1'$ )を、切り替え直前における当該モータ/ジェネレータの実トルク $Tm2$ ( $Tm1$ )から目標トルク $tTm2$ ( $tTm1$ )に漸近させ(ステップS3、S4、ステップS7、S8)、トルク制御から回転数制御に切り替えられるモータ/ジェネレータの回転数指令 $tNm1'$ ( $tNm2'$ )を、切り替え直前における当該モータ/ジェネレータの実回転数 $Nm1$ ( $Nm2$ )から目標回転数 $tNm1$ ( $tNm2$ )に漸近させる(ステップS3、S4、ステップS7、S8)ため、

モータ/ジェネレータMG1、MG2が制御モード切り換えする時にトルクや回転数の急変を生ずることがなく、ショックの発生を回避することができる。

【0050】

図7は、本発明の他の実施の形態を示す、図6に対応したモータ/ジェネレータ制御指令演算処理のためのフローチャートである。

図6においては、回転数制御しているモータ/ジェネレータのトルクが飽和した時、該当するモータ/ジェネレータを回転数制御からトルク制御に切り替えると同時に他方のモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替えることとしたが、図7に示す本実施の形態においては、トルク制御しているモータ/ジェネレータの回転数が飽和した時、該当するモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替えると同時に他方のモータ/ジェネレータを回転数制御からトルク制御に切り替える。

【0051】

10

20

30

40

50

これがため図7においては、図6におけるステップS2をステップS12に置換し、ステップS6をステップS16に置換するが、これら以外のステップは全て図6の対応するステップ（同符号にて示す）と同様の処理を行うものとする。ステップS12においては、ステップS1でトルク制御されているモータ/ジェネレータMG1の回転数Nm1が、上下限值間の範囲を逸脱した飽和状態か否かをチェックし、飽和していなければ、ステップS1におけるモータ/ジェネレータMG1のトルク制御およびモータ/ジェネレータMG2の回転数制御を継続させ、飽和していればステップS3～ステップS5で、モータ/ジェネレータMG1をトルク制御から回転数制御に切り替え、モータ/ジェネレータMG2を回転数制御からトルク制御に切り替える。

#### 【0052】

ステップS16においては、上記制御モードの切り換えでトルク制御されているモータ/ジェネレータMG2の回転数Nm2が、上下限值間の範囲を逸脱した飽和状態か否かをチェックし、飽和していなければ、ステップS5におけるモータ/ジェネレータMG1の回転数制御およびモータ/ジェネレータMG2のトルク制御を継続させ、飽和していればステップS7、ステップS8およびステップS1で、モータ/ジェネレータMG2をトルク制御から回転数制御に切り替え、モータ/ジェネレータMG1を回転数制御からトルク制御に切り替える。

#### 【0053】

本実施の形態によれば上記のごとく、トルク制御中に回転数が飽和したモータ/ジェネレータをトルク制御から回転数制御に切り替えて変速制御に供するから回転数の飽和を解消することができる。

同時に、回転数制御中のモータ/ジェネレータは出力制御用にトルク制御に切り替えるが、このモータ/ジェネレータは回転数の飽和に対して余裕があるから回転数の飽和を生ずることはない。

よって何れのモータ/ジェネレータも回転数の飽和を生ずることがなく、当該回転数の飽和によってもトルクの飽和時と同様な予期せぬ変速を生ずるところながら、かかる問題を解消することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による制御装置を適用し得るハイブリッド変速機を例示する線図的構成図である。

【図2】同ハイブリッド変速機の回転バランス式およびトルクバランス式を求めるのに用いた共線図である。

【図3】同ハイブリッド変速機の制御システムを示すブロック線図である。

【図4】同制御システムにおけるハイブリッドコントローラが実行する変速制御の機能別ブロック線図である。

【図5】エンジンの最適燃費線を等出力線とともに例示するエンジンの性能線図である。

【図6】図4におけるモータ/ジェネレータ制御指令演算部が実行する制御プログラムのフローチャートである。

【図7】本発明の他の実施の形態を示す、図6と同様なフローチャートである。

【図8】エンジントルクの予期せぬ増大に伴うハイブリッド変速機の予期せぬ変速の発生状況を示す共線図である。

【図9】同予期せぬ変速を、図6に示す処理によれば防止し得ることを説明するのに用いた共線図である。

#### 【符号の説明】

- 1 変速機ケース
- 2 ラビニョオ型プラネタリギヤセット（差動装置）
- 3 クラッチ
- ENG エンジン（原動機）
- 4 複合電流2層モータ
- MG1 第1モータ/ジェネレータ

10

20

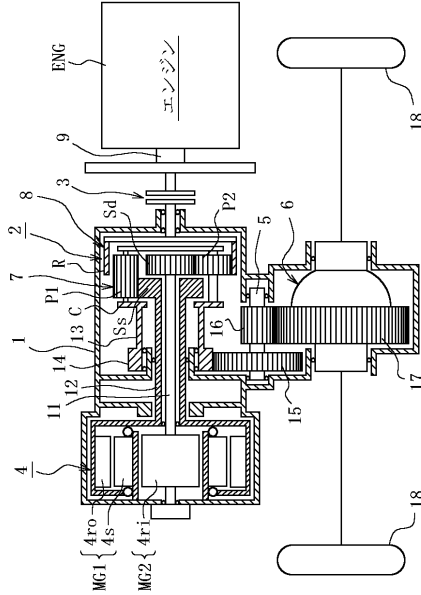
30

40

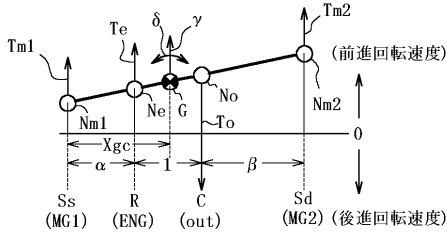
50

M G 2	第 2 モーター/ジェネレータ	
7	シングルピニオン遊星歯車組	
8	ダブルピニオン遊星歯車組	
S d	サンギヤ	
S s	サンギヤ	
P 1	ロングピニオン	
P 2	ショートピニオン	
R	リングギヤ	
C	キャリア	
2 1	ハイブリッドコントローラ	10
2 2	エンジンコントローラ	
2 3	モータコントローラ	
2 4	インバータ	
2 5	バッテリー	
2 6	アクセル開度センサ	
2 7	車速センサ	
2 8	第 1 モーター/ジェネレータのトルク検出手段	
2 9	第 2 モーター/ジェネレータのトルク検出手段	
3 0	第 1 モーター/ジェネレータの回転検出手段	
3 1	第 2 モーター/ジェネレータの回転検出手段	20
3 2	エンジン回転センサ	
4 1	目標駆動トルク演算部	
4 2	目標エンジン出力演算部	
4 3	エンジン動作点決定部	
4 4	第 1 モーター/ジェネレータ目標トルク演算部	
4 5	第 2 モーター/ジェネレータ目標トルク演算部	
4 6	第 2 モーター/ジェネレータ目標回転数演算部	
4 7	第 1 モーター/ジェネレータ目標回転数演算部	
4 8	モーター/ジェネレータ制御指令演算部	

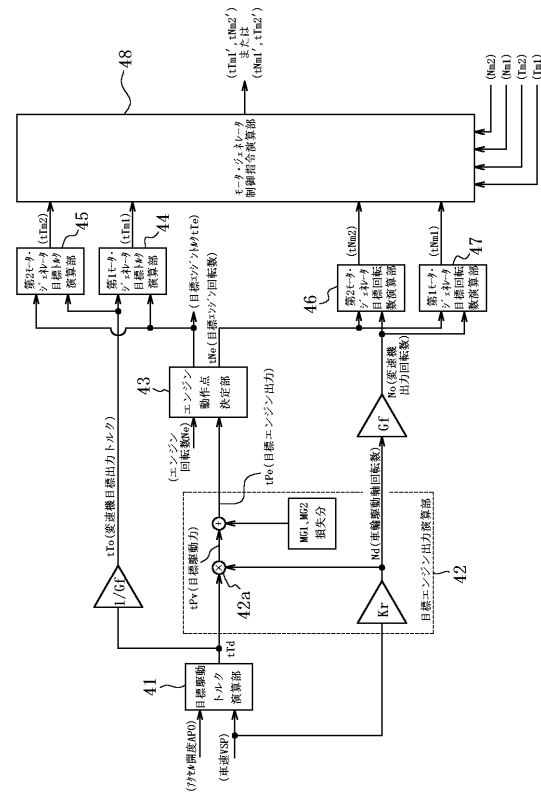
【図1】



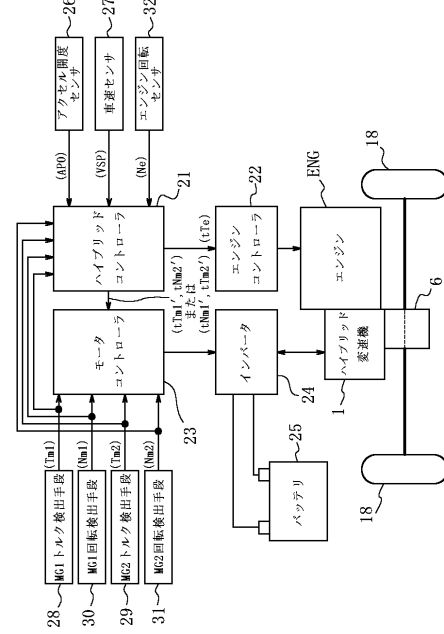
【図2】



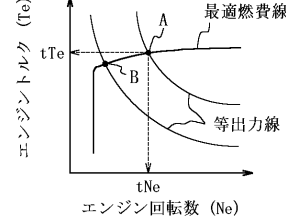
【図4】



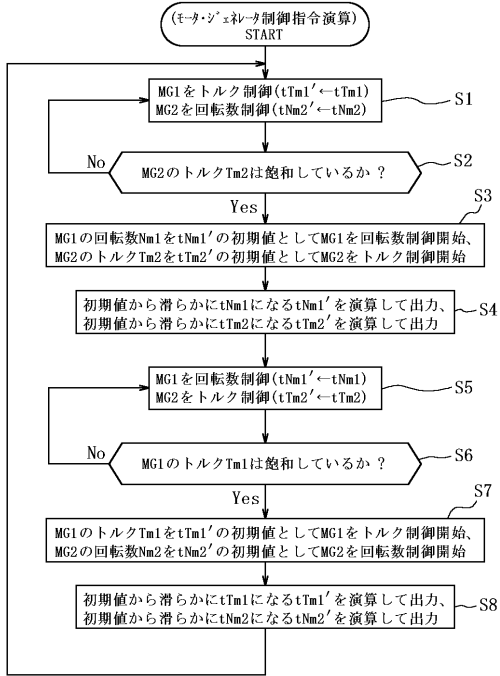
【図3】



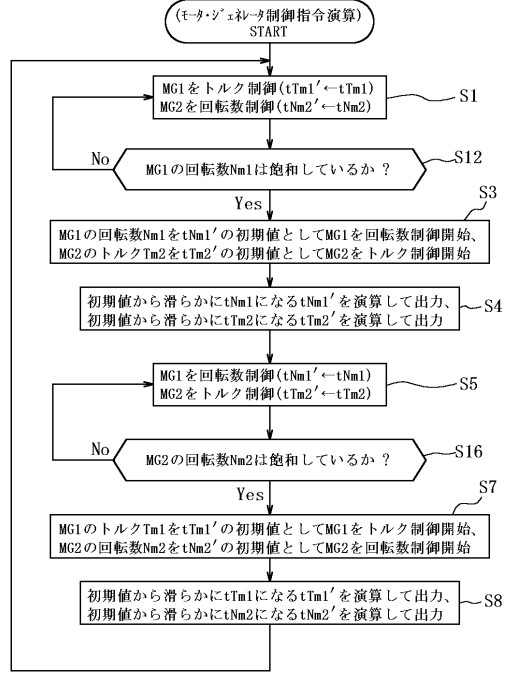
【図5】



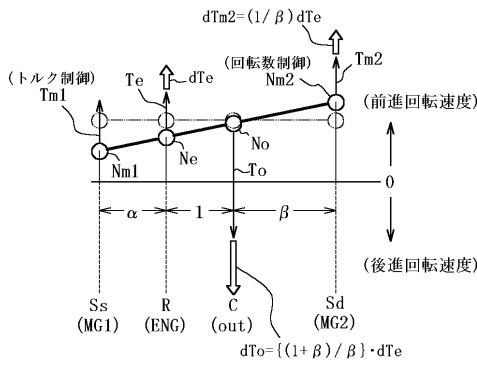
【 図 6 】



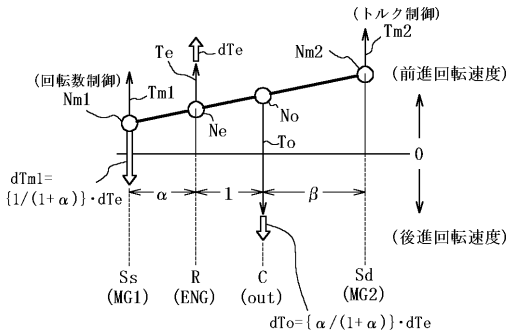
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

B 6 0 K 17/04 G

B 6 0 L 11/14

F 1 6 H 3/72 A

(72)発明者 ケーヴァン カーガー

フランス国 エフ - 9 2 1 0 0 ブーローニュ ビヤンクール ルノー エス . ア . エス . ソシエ  
テ パ アクション サンプリフェ内

(72)発明者 イヴ ピッション

フランス国 エフ - 9 2 1 0 0 ブーローニュ ビヤンクール ルノー エス . ア . エス . ソシエ  
テ パ アクション サンプリフェ内

審査官 小原 一郎

(56)参考文献 特開平09 - 294307 (JP, A)

特開2001 - 268703 (JP, A)

特開2003 - 235107 (JP, A)

特開2001 - 268714 (JP, A)

特開2001 - 268713 (JP, A)

特開平11 - 252993 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H02P 5/46 - 7/80

B60K 6/02 - 6/06

B60L 11/02 - 11/14

F16H 3/00 - 3/78

B60K 17/04