

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6536498号  
(P6536498)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>B60W 20/20 (2016.01)</b>	B60W 20/20 ZHV
<b>B60K 6/445 (2007.10)</b>	B60K 6/445
<b>B60W 20/30 (2016.01)</b>	B60W 20/30
<b>B60W 20/11 (2016.01)</b>	B60W 20/11
<b>B60W 10/06 (2006.01)</b>	B60W 10/06 900
請求項の数 1 (全 21 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2016-130994 (P2016-130994)  
 (22) 出願日 平成28年6月30日 (2016.6.30)  
 (65) 公開番号 特開2018-1949 (P2018-1949A)  
 (43) 公開日 平成30年1月11日 (2018.1.11)  
 審査請求日 平成30年7月24日 (2018.7.24)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100085361  
 弁理士 池田 治幸  
 (74) 代理人 100147669  
 弁理士 池田 光治郎  
 (72) 発明者 川西 裕士  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 田端 淳  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の走行モード切換制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンに動力伝達可能に連結されるとともに、動力伝達状態が異なる複数のギヤ段を成立させることができる機械式変速部と、

該機械式変速部の出力部材に連結された第1回転要素と、第1回転機が動力伝達可能に連結された第2回転要素と、出力要素として機能する第3回転要素と、を有する差動機構を備え、前記第1回転機の運転状態が制御されることにより前記差動機構の差動状態が制御される電気式差動部と、

駆動輪に動力伝達可能に連結された第2回転機と、

を有し、前記エンジンの作動、非作動、および前記ギヤ段の何れかが異なる複数の走行モードで走行可能なハイブリッド車両に関し、該複数の走行モードを切り換えながら走行する走行モード切換制御装置において、

予め定められた走行モード切換条件に従って前記走行モードの切換判断を行なう切換判定部と、

該切換判定部によって、前記エンジンの作動、非作動を切り換えるとともに前記ギヤ段を変更する第1切換判断が行われた場合に、該第1切換判断に従って走行モード切換制御が行われる途中で、該エンジンの作動、非作動の切換はそのまま該ギヤ段の変更先が異なる別の走行モードへ切り換える第2切換判断が前記切換判定部によって行われるか否かを予測する多重切換予測部と、

該多重切換予測部によって前記第2切換判断が行われると予測された場合は、前記ギヤ

10

20

段の変更に先立って前記エンジンの作動、非作動を切り換える一方、前記第2切換判断が行われると予測されなかった場合は、前記エンジンの作動、非作動の切換に先立って前記ギヤ段の変更を実行する切換実行部と、

を有し、且つ、前記切換実行部は、前記第2切換判断が行われると予測された場合、前記エンジンの作動、非作動を切り換えた後で前記ギヤ段の変更を実行する前に、前記切換判定部により該第2切換判断が実際に行われたか否かを判断し、該第2切換判断が行われた時には該ギヤ段の変更を省略して前記別の走行モードへ切り換える

ことを特徴とするハイブリッド車両の走行モード切換制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、複数の走行モードで走行可能なハイブリッド車両に係り、特に、その複数の走行モードを切り換えながら走行する走行モード切換制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

(a) エンジンに動力伝達可能に連結されるとともに、動力伝達状態が異なる複数のギヤ段を成立させることができる機械式変速部と、(b) その機械式変速部の出力部材に連結された第1回転要素と、第1回転機が動力伝達可能に連結された第2回転要素と、出力要素として機能する第3回転要素と、を有する差動機構を備え、前記第1回転機の運転状態が制御されることにより前記差動機構の差動状態が制御される電気式差動部と、(c) 駆動輪に動力伝達可能に連結された第2回転機と、を有し、(d) 前記エンジンの作動、非作動、および前記ギヤ段の何れかが異なる複数の走行モードで走行可能なハイブリッド車両が提案されている。特許文献1に記載の装置はその一例で、エンジンが非作動のEV(Electric Vehicle)走行からギヤ段の変更を伴ってHV(Hybrid Vehicle)走行へ切り換える場合、ギヤ段を変更した後にエンジンをクランキングして始動するようになっている(同文献の図9参照)。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2013/114594号

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このようなハイブリッド車両においては、短時間の間に走行モードが連続して切り換えられる多重切換が発生することがあり、最初の走行モード切換が終了した後に次の走行モード切換を行っているとき切換所要時間が長くなり、駆動力応答性等のドライビリティ性能が損なわれる可能性があった。例えば特許文献1に記載のハイブリッド車両の場合、アクセルペダルの踏み込み操作等によりEVの単独モータ走行からHVハイギヤ走行へ切り換え、更にHVローギヤ走行へ連続して切り換える可能性があるが、ハイギヤ段へ切り換えてエンジンを始動した後にローギヤ段へ切り換える必要があり、切換所要時間が長くなる。

40

【0005】

本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、走行モードを連続して切り換える多重切換をできるだけ短時間で行うことができるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、(a) エンジンに動力伝達可能に連結されるとともに、動力伝達状態が異なる複数のギヤ段を成立させることができる機械式変速部と、(b) その機械式変速部の出力部材に連結された第1回転要素と、第1回転機が動力伝達可能に連結された第2回転要素と

50

、出力要素として機能する第3回転要素と、を有する差動機構を備え、前記第1回転機の運転状態が制御されることにより前記差動機構の差動状態が制御される電気式差動部と、(c) 駆動輪に動力伝達可能に連結された第2回転機と、を有し、(d) 前記エンジンの作動、非作動、および前記ギヤ段の何れかが異なる複数の走行モードで走行可能なハイブリッド車両に関し、(e) その複数の走行モードを切り換えながら走行する走行モード切換制御装置において、(f) 予め定められた走行モード切換条件に従って前記走行モードの切換判断を行なう切換判定部と、(g) その切換判定部によって、前記エンジンの作動、非作動を切り換えるとともに前記ギヤ段を変更する第1切換判断が行われた場合に、その第1切換判断に従って走行モード切換制御が行われる途中で、そのエンジンの作動、非作動の切換はそのままそのギヤ段の変更先が異なる別の走行モードへ切り換える第2切換判断が前記切換判定部によって行われるか否かを予測する多重切換予測部と、(h) その多重切換予測部によって前記第2切換判断が行われると予測された場合は、前記ギヤ段の変更に先立って前記エンジンの作動、非作動を切り換える一方、前記第2切換判断が行われると予測されなかった場合は、前記エンジンの作動、非作動の切換に先立って前記ギヤ段の変更を実行する切換実行部と、を有し、且つ、(i) 前記切換実行部は、前記第2切換判断が行われると予測された場合、前記エンジンの作動、非作動を切り換えた後で前記ギヤ段の変更を実行する前に、前記切換判定部によりその第2切換判断が実際に行われたか否かを判断し、その第2切換判断が行われた時にはそのギヤ段の変更を省略して前記別の走行モードへ切り換えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

20

【0007】

このようなハイブリッド車両の走行モード切換制御装置においては、第1切換判断が行われた場合に、走行モード切換制御の途中で第2切換判断が行われるか否かを予測し、第2切換判断が予測された場合はギヤ段の変更に先立ってエンジンの作動、非作動を切り換える一方、第2切換判断が予測されなかった場合はエンジンの作動、非作動の切換に先立ってギヤ段の変更を実行する。そして、第2切換判断が行われると予測された場合には、エンジンの作動、非作動を切り換えた後でギヤ段の変更を実行する前に、第2切換判断が実際に行われたか否かを判断し、第2切換判断が行われた時にはギヤ段の変更を省略して第2切換判断による別の走行モードへ切り換えるため、その別の走行モードへの切換が短時間でされるようになり、駆動力応答性等のドライバ性能が向上する。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明が適用されたハイブリッド車両の走行に関与する概略構成を説明する骨子図で、制御システムの要部を併せて示した図である。

【図2】図1のハイブリッド車両で実現可能な複数の走行モードと、それ等の走行モードにおける各部の作動状態を説明する図である。

【図3】EVの単駆動モード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

【図4】EVの両駆動モード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

40

【図5】HVのシリーズパラレルハイモード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

【図6】HVのシリーズパラレルローモード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

【図7】HVのパラレルハイモード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

【図8】HVのパラレルローモード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

【図9】HVのシリーズモード時における機械式変速部および電気式差動部の共線図の一例である。

50

【図10】バッテリーの入出力制限が無い場合の走行モード切替マップの一例を説明する図である。

【図11】バッテリーの入出力制限がある場合の走行モード切替マップの一例を説明する図である。

【図12】図1の電子制御装置が機能的に備えている走行モード切替制御部の作動を具体的に説明するフローチャートである。

【図13】図12のフローチャートのステップS3がYES(肯定)で、ギヤ段の変更に先立ってエンジンを始動する場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例である。

【図14】図12のフローチャートのステップS3がNO(否定)で、エンジンの始動に先立ってギヤ段を変更する場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例である。

【図15】図13のタイムチャートにおける時間 $t_1 \sim t_3$ 部分の共線図の変化を例示した図である。

【図16】図13のタイムチャートにおもる時間 $t_3 \sim t_6$ 部分の共線図の変化を例示した図である。

【図17】図14のタイムチャートにおける時間 $t_4 \sim t_8$ 部分の共線図の変化を例示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

機械式変速部としては、例えば複数の変速用係合装置によって変速比が異なる複数のギヤ段を成立させることができるとともに、動力伝達を遮断する遮断状態(ニュートラル)が可能な遊星歯車式や平行軸式等の有段の機械式変速部が適当である。複数のギヤ段は、変速比が1よりも大きい減速ギヤ段(アンダードライブ)、および変速比が1よりも小さい増速ギヤ段(オーバードライブ)の両方を含むように定めることもできるが、減速ギヤ段および増速ギヤ段の何れか一方のみを含むものでも良い。上記遮断状態も複数のギヤ段に含めることができる。

【0010】

遊星歯車式の機械式変速部の場合、例えばシングルピニオン型或いはダブルピニオン型の単一の遊星歯車機構を備えて構成される。遊星歯車機構はサンギヤ、キャリア、およびリングギヤの3つの回転要素を備えているが、それ等の回転速度を直線で結ぶことができる共線図において、例えば中間に位置する回転速度が中間の回転要素(シングルピニオン型遊星歯車機構のキャリア、ダブルピニオン型遊星歯車機構のリングギヤ)にエンジンが連結され、両側の回転要素の一方が出力要素として機能し、他方がブレーキを介して選択的に回転不能に固定されることにより変速比が1よりも小さい増速ギヤ段が成立させられる。また、3つの回転要素の何れか2つをクラッチによって選択的に連結することにより、遊星歯車機構が一体的に回転する変速比が1の等速ギヤ段を成立させることができる。共線図において、中間に位置する回転要素を出力要素として用い、両側の回転要素の一方にエンジンを連結し、他方をブレーキによって選択的に回転不能に固定できるようにした場合、変速比が1よりも大きい減速ギヤ段を成立させることができる。

【0011】

電気式差動部の差動機構としては、シングルピニオン型或いはダブルピニオン型の単一の遊星歯車機構が好適に用いられる。この遊星歯車機構はサンギヤ、キャリア、およびリングギヤの3つの回転要素を備えているが、それ等の回転速度を直線で結ぶことができる共線図において、例えば中間に位置する回転速度が中間の回転要素(シングルピニオン型遊星歯車機構のキャリア、ダブルピニオン型遊星歯車機構のリングギヤ)に機械式変速部の出力部材が連結され、両側の回転要素に第1回転機および駆動輪が連結されるが、中間の回転要素に駆動輪を連結するようにしても良い。駆動輪に連結される回転要素が出力要素である。この3つの回転要素は、常に差動回転可能であっても良いが、任意の2つをクラッチにより一体的に連結できるようにして、運転状態に応じて一体回転させるようにし

10

20

30

40

50

たり、第1回転機が連結される回転要素をブレーキにより回転停止できるようにしたりして、差動回転を制限することも可能である。

【0012】

回転機は回転電気機械のことで、具体的には電動モータ、発電機、或いはその両方の機能を択一的に用いることができるモータジェネレータである。第1回転機として発電機を採用し、第2回転機として電動モータを採用することもできるが、種々の運転状態を想定した場合、第1回転機、第2回転機の何れもモータジェネレータを用いることが望ましい。

【0013】

切換判定部は、例えばアクセル操作量や車速等の運転状態をパラメータとして定められた走行モード切換マップ、或いはモード領域マップ等の走行モード切換条件に従って切換判断を行なう。バッテリーの蓄電残量等の車両状態に応じて複数種類の走行モード切換条件を定めることもできるし、車両状態に応じて基本の走行モード切換条件を補正することもできる。そして、例えばアクセル操作量等の車両負荷に応じて3種類以上の走行モードに切り換えられる場合に、本発明は好適に適用される。走行モード切換条件がアクセル操作量等の車両負荷をパラメータとして定められている場合、多重切換予測部は、例えばその車両負荷の変化率（アクセル変化率など）に基づいて第2切換判断が行われるか否かを予測することができる。車速に応じて走行モードが切り換えられる場合には、車速の変化率（加減速度）に基づいて第2切換判断が行われるか否かを予測することができるなど、走行モード切換条件に応じて種々の予測態様が可能である。

【0014】

切換実行部は、第1切換判断による走行モード切換におけるギヤ段の変更を実行する前に、切換判定部により第2切換判断が実際に行われたか否かを判断し、第2切換判断が行われた時には第1切換判断による走行モード切換におけるギヤ段の変更を行うことなく第2切換判断による別の走行モードへ切り換える飛び切換部を備えて構成される。別の走行モードは、第1切換判断による切換先の走行モードに比較して、エンジンの作動、非作動の切換はそのままでギヤ段の変更先が異なる走行モードであり、新たなギヤ段の変更先は、第1切換判断による走行モード切換前のギヤ段、すなわち現状のギヤ段でも良いし、新たな第3のギヤ段でも良い。

【0015】

本発明は、例えば(a)前記機械式変速部は、一对の変速用係合装置の何れか一方が係合させられ且つ他方が解放された第1ギヤ段と、該他方が係合させられ且つ該一方が解放された第2ギヤ段とを成立させることが可能なもので、(b)前記ハイブリッド車両は、前記複数の走行モードとして、前記エンジンが非作動状態で且つ前記第1ギヤ段の第1走行モード、前記エンジンが作動状態で且つ前記第2ギヤ段の第2走行モード、および前記エンジンが作動状態で且つ前記第1ギヤ段の第3走行モードを備えており、(c)前記多重切換予測部は、前記切換判定部によって前記第1走行モードから前記第2走行モードへ切り換える第1切換判断が行われた場合に、該第1切換判断に従って該第2走行モードへ切り換える走行モード切換制御が行われる途中で前記第3走行モードへ切り換える第2切換判断が前記切換判定部によって行われるか否かを予測するもので、(d)前記切換実行部は、前記多重切換予測部によって前記第2切換判断が行われると予測された場合は、前記第2ギヤ段への変更に先立って前記エンジンを始動する一方、前記第2切換判断が行われると予測されなかった場合は、前記エンジンの始動に先立って前記第2ギヤ段への変更を実行するように構成される。第3走行モードは別の走行モードに相当し、第2切換判断に従って第3走行モードへ切り換える場合は、第2ギヤ段へ変更することなく第1ギヤ段を維持したまま第3走行モードを成立させることができる。また、第2切換判断が予測されなかった場合は、エンジンの始動に先立って第2ギヤ段への変更が行われるが、第1走行モードではエンジンが非作動で機械式変速部全体を回転停止させることができるため、変速ショックを生じることなく一对の変速用係合装置の係合、解放制御を短時間で行うことができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

前記ハイブリッド車両は、例えば前記エンジンと前記第 1 回転機とを接続、遮断する連結装置を有して構成される。その場合は、前記走行モードとして該連結装置の作動状態が異なる走行モードが可能で、例えば連結装置を接続状態にするとともに前記機械式変速部を遮断状態とすることで、エンジンにより第 1 回転機を回転駆動して発電するとともに、その発電電力により第 2 回転機を力行制御して走行するシリーズモードを実行できる。連結装置としては、クラッチ等の断接装置だけでも良いが、変速機を介して接続することもできる。なお、本発明は、このような連結装置を備えていないハイブリッド車両にも適用できる。

## 【 実施例 】

10

## 【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施例を、図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本発明が適用されたハイブリッド車両 10 の走行に関する概略構成を説明する骨子図で、走行モードの切換制御に関する制御システムの要部を併せて示した図である。図 1 において、ハイブリッド車両 10 は、走行用の駆動源として用いることができるエンジン 12、第 1 モータジェネレータ MG1、および第 2 モータジェネレータ MG2 を備えており、動力伝達装置 14 を介して駆動輪（前輪）16 を回転駆動する。エンジン 12 は、例えばガソリンエンジンやディーゼルエンジン等、所定の燃料を燃焼させて動力を出力する内燃機関である。このエンジン 12 は、電子制御装置 80 によって吸入空気量、燃料供給量、点火時期等の作動状態が制御されることにより、エンジントルク  $T_e$  が制御される。

20

## 【 0 0 1 8 】

第 1 モータジェネレータ MG1 および第 2 モータジェネレータ MG2 は、何れも電動モータおよび発電機（ジェネレータ）として択一的に用いることができる。第 1 モータジェネレータ MG1 および第 2 モータジェネレータ MG2 は、インバータ部や平滑コンデンサなどを有する電力制御ユニット 18 を介してバッテリーユニット 20 に接続されており、電子制御装置 80 によって電力制御ユニット 18 が制御されることにより、第 1 モータジェネレータ MG1、第 2 モータジェネレータ MG2 の各々のトルク（力行トルクまたは回生トルク）である MG1 トルク  $T_{mg1}$ 、MG2 トルク  $T_{mg2}$  が制御される。第 1 モータジェネレータ MG1 は第 1 回転機で、第 2 モータジェネレータ MG2 は第 2 回転機である。

30

## 【 0 0 1 9 】

動力伝達装置 14 は、FF（フロントエンジン・フロントドライブ）方式の車両用で、非回転部材であるトランスアクスルケース 22 内に、第 1 モータジェネレータ MG1 および第 2 モータジェネレータ MG2 と共に収容されている。動力伝達装置 14 は、エンジン 12 および第 1 モータジェネレータ MG1 の少なくとも一方の出力を駆動輪 16 へ伝達する第 1 動力伝達部 24 と、第 2 モータジェネレータ MG2 の出力を駆動輪 16 へ伝達する第 2 動力伝達部 26 とを備えている。第 1 動力伝達部 24 は、機械式変速部 44 および電気式差動部 46 を備えており、電気式差動部 46 の出力部材であるドライブギヤ 28 から、ドリブンギヤ 30、ドリブン軸 32、ファイナルギヤ 34、デフリングギヤ 36 を介してディファレンシャル装置 38 に動力伝達され、一对の車軸 40 を介して左右の駆動輪 16 に分配される。

40

## 【 0 0 2 0 】

機械式変速部 44 および電気式差動部 46 は、エンジン 12 によって回転駆動される入力軸 42 と同軸に配置されており、機械式変速部 44 は、第 1 遊星歯車機構 48、クラッチ C1、およびブレーキ B1 を備えている。第 1 遊星歯車機構 48 は、差動回転可能な 3 つの回転要素として、サンギヤ S1、ピニオンギヤ P1 を自転および公転可能に支持するキャリア CA1、およびピニオンギヤ P1 を介してサンギヤ S1 と噛み合うリングギヤ R1 を有するシングルピニオン型の遊星歯車機構で、キャリア CA1 は入力軸 42 に一体的に連結されており、機械式変速部 44 の入力部材として機能する。サンギヤ S1 は、ブレ

50

ーキB 1を介してトランスアクスルケース2 2に選択的に連結されるようになっており、サンギヤS 1およびキャリアCA 1は、クラッチC 1を介して互いに選択的に連結されるようになっている。リングギヤR 1は、機械式変速部4 4の出力部材として機能する連結部材4 5を介して電気式差動部4 6に連結されている。

#### 【0021】

クラッチC 1およびブレーキB 1は、何れも油圧アクチュエータによって係合制御される多板型の油圧式摩擦係合装置であり、油圧制御回路5 2の油路切換弁や油圧制御弁が電子制御装置8 0によって制御されることにより、その油圧制御回路5 2から各々供給されるC 1油圧P c 1、B 1油圧P b 1に応じて係合、解放制御される。そして、クラッチC 1およびブレーキB 1が何れも解放されると、第1遊星歯車機構4 8の差動が許容され、サンギヤS 1が自由回転してエンジントルクT eの反力トルクを取れないため、機械式変速部4 4は中立状態(ニュートラル状態)とされて動力伝達が不能な遮断状態となる。クラッチC 1およびブレーキB 1が何れも係合させられると、第1遊星歯車機構4 8は一体的に回転停止状態とされ、入力軸4 2を介してエンジン1 2が回転停止状態に保持される。クラッチC 1が係合させられ且つブレーキB 1が解放されると、第1遊星歯車機構4 8が一体回転させられるようになり、エンジン1 2の回転速度(エンジン回転速度)N eが等速で、すなわち変速比  $1 = 1$  で、リングギヤR 1から連結部材4 5を介して電気式差動部4 6へ出力される。変速比  $1$  は、エンジン回転速度N e / リングギヤR 1の回転速度である。また、クラッチC 1が解放され且つブレーキB 1が係合させられると、サンギヤS 1が回転停止させられることにより、リングギヤR 1が入力軸4 2に対して増速回転させられるようになり、変速比  $1 < 1$  で連結部材4 5を介して電気式差動部4 6へ出力される。すなわち、機械式変速部4 4は、直結状態(変速比  $1 = 1$ )のローギヤ段と、オーバードライブ状態(変速比  $1 < 1$ )のハイギヤ段とに切り換えられる2段の有段変速機として機能する。ローギヤ段は第1ギヤ段に相当し、ハイギヤ段は第2ギヤ段に相当する。クラッチC 1およびブレーキB 1は、変速用係合装置である。

#### 【0022】

図3～図9における左側に示す共線図は、上記機械式変速部4 4に関するもので、「ENG」はエンジン1 2である。この共線図は、第1遊星歯車機構4 8の3つの回転要素(サンギヤS 1、キャリアCA 1、リングギヤR 1)の回転速度を直線で結ぶことができるもので、各回転要素を表す3本の縦線Y 1～Y 3の間隔は、第1遊星歯車機構4 8のギヤ比(サンギヤS 1の歯数 / リングギヤR 1の歯数)に応じて定まる。

#### 【0023】

電気式差動部4 6は、第2遊星歯車機構5 0を備えている。第2遊星歯車機構5 0は、差動回転可能な3つの回転要素として、サンギヤS 2、ピニオンギヤP 2を自転および公転可能に支持するキャリアCA 2、およびピニオンギヤP 2を介してサンギヤS 2と噛み合うリングギヤR 2を有するシングルピニオン型の遊星歯車機構であり、差動作用を生じる差動機構として機能する。キャリアCA 2は、前記連結部材4 5に一体的に連結されており、電気式差動部4 6の入力部材として機能する。サンギヤS 2は、差動制御用の第1モータジェネレータMG 1のロータ軸5 4に一体的に連結されている。リングギヤR 2は、電気式差動部4 6の出力部材として機能するドライブギヤ2 8に一体的に連結されている。本実施例では、キャリアCA 2が第1回転要素で、サンギヤS 2が第2回転要素で、リングギヤR 2が第3回転要素であり、リングギヤR 2は出力要素として機能する。

#### 【0024】

上記第1モータジェネレータMG 1のロータ軸5 4は、直結クラッチCSを介して入力軸4 2に選択的に連結されるようになっている。直結クラッチCSは、油圧アクチュエータによって係合制御される多板型の油圧式摩擦係合装置であり、前記クラッチC 1、ブレーキB 1と同様に、油圧制御回路5 2の油路切換弁や油圧制御弁が電子制御装置8 0によって制御されることにより、その油圧制御回路5 2から供給されるCS油圧P c sに応じて係合、解放制御される。この直結クラッチCSは、動力伝達を接続、遮断できる断接装置で、エンジン1 2と第1モータジェネレータMG 1との間を接続、遮断する連結装置に

10

20

30

40

50

相当する。

【 0 0 2 5 】

上記直結クラッチCSが解放されると、第2遊星歯車機構50の差動が許容される。この状態では、第2遊星歯車機構50は、キャリアCA2に輸入される動力を第1モータジェネレータMG1およびリングギヤR2へ分配する動力分配機構として機能することが可能である。すなわち、電気式差動部46において、リングギヤR2へ分配される機械的な動力伝達に加え、第1モータジェネレータMG1に分配された動力で第1モータジェネレータMG1が回転駆動されることによって発電し、その発電した電力で第2モータジェネレータMG2を駆動したり、バッテリーユニット20を充電したりすることができる。電気式差動部46は、電子制御装置80によって電力制御ユニット18が制御されて第1モータジェネレータMG1の運転状態が制御されることにより、変速比2(=キャリアCA2の回転速度/リングギヤR2の回転速度)を連続的に制御する電気式無段変速機として機能する。つまり、電気式差動部46は、差動機構としての第2遊星歯車機構50と、その第2遊星歯車機構50に動力伝達可能に連結された差動制御用回転機としての第1モータジェネレータMG1とを有し、第1モータジェネレータMG1の運転状態が制御されることにより第2遊星歯車機構50の差動状態が制御される電気式変速機構である。また、直結クラッチCSが係合させられた状態では、エンジン12と第1モータジェネレータMG1とが連結されるため、エンジン12の動力によって第1モータジェネレータMG1を回転駆動して発電し、その発電した電力でバッテリーユニット20を充電したり第2モータジェネレータMG2を駆動したりすることが可能である。

10

20

【 0 0 2 6 】

図3～図9における右側に示す共線図は、上記電気式差動部46に関するもので、「OUT」は出力部材として機能するドライブギヤ28である。この共線図は、第2遊星歯車機構50の3つの回転要素(サンギヤS2、キャリアCA2、リングギヤR2)の回転速度を直線で結ぶことができるもので、各回転要素を表す3本の縦線Y4～Y6の間隔は、第2遊星歯車機構50のギヤ比(サンギヤS2の歯数/リングギヤR2の歯数)に応じて定まる。本実施例では、この共線図の中間に位置する回転要素、すなわち差動状態において回転速度が中間の速度になる回転要素であるキャリアCA2に連結部材45が連結されて、エンジン12から動力が輸入されるようになっている。また、共線図の両側に位置する2つの回転要素(サンギヤS2およびリングギヤR2)の一方および他方に、第1モータジェネレータMG1、駆動輪16が動力伝達可能に連結されている。

30

【 0 0 2 7 】

このように構成された第1動力伝達部24においては、エンジン12の動力や第1モータジェネレータMG1の動力がドライブギヤ28からドリブンギヤ30へ伝達される。従って、エンジン12および第1モータジェネレータMG1は、第1動力伝達部24を介して駆動輪16に動力伝達可能に連結される。また、機械式変速部44は、直結状態またはオーバードライブ状態で動力伝達するため、第1モータジェネレータMG1の高トルク化が抑制される。

【 0 0 2 8 】

第1動力伝達部24では、機械式変速部44および電気式差動部46が直列に接続されているため、機械式変速部44を変速すれば第1動力伝達部24の全体の変速比0(=1×2)も変化させられる。そこで、機械式変速部44の変速時に第1動力伝達部24の変速比0の変化が抑制されるように、機械式変速部44の変速に合わせて電気式差動部46の変速を実行する。例えば、機械式変速部44がローギヤ段からハイギヤ段へアップシフトされる場合、それと同時に電気式差動部46をダウンシフトする。これにより、第1動力伝達部24は、全体として所謂電気式無段変速機として機能させることができる。

40

【 0 0 2 9 】

第2動力伝達部26は、入力軸42とは別にその入力軸42と平行に配置された第2モータジェネレータMG2のロータ軸56、およびそのロータ軸56に一体的に取り付けら

50



れてドリブンギヤ30と噛み合う小径のリダクションギヤ58を備えている。この第2動力伝達部26においては、第2モータジェネレータMG2の動力がリダクションギヤ58からドリブンギヤ30へ伝達され、ドリブン軸32、ファイナルギヤ34、およびデフリングギヤ36を介してディファレンシャル装置38に伝達される。すなわち、第2モータジェネレータMG2は、第1動力伝達部24の機械式変速部44および電気式差動部46を介することなく、駆動輪16に対して動力伝達可能に連結されており、リダクションギヤ58による減速比の設定の自由度が高く、その減速比を大きくとることができる。

#### 【0030】

ハイブリッド車両10は、走行に関わる各種の制御を行なうコントローラとして電子制御装置80を備えている。電子制御装置80は、例えばCPU、RAM、ROM、入出力インターフェース等を備えた所謂マイクロコンピュータを含んで構成されており、CPUはRAMの一時記憶機能を利用しつつ予めROMに記憶されたプログラムに従って信号処理を行うことにより、ハイブリッド車両10の各種制御を実行する。例えば、電子制御装置80は、エンジン12、第1モータジェネレータMG1、および第2モータジェネレータMG2の各出力制御や、複数の走行モードの切替制御等を実行するようになっており、必要に応じてエンジン制御用、MG制御用、油圧制御用等に分けて構成される。

#### 【0031】

電子制御装置80には、ハイブリッド車両10に設けられたエンジン回転速度センサ60、出力回転速度センサ62、レゾルバ等のMG1回転速度センサ64、レゾルバ等のMG2回転速度センサ66、アクセル操作量センサ68、シフトポジションセンサ70、バッテリーセンサ72等による検出値に基づく各種の信号、すなわちエンジン回転速度 $N_e$ 、車速 $V$ に対応するドリブンギヤ30の回転速度である出力回転速度 $N_{out}$ 、第1モータジェネレータMG1の回転速度(MG1回転速度) $N_{mg1}$ 、第2モータジェネレータMG2の回転速度(MG2回転速度) $N_{mg2}$ 、アクセルペダルの操作量(アクセル操作量) $acc$ 、シフトレバーの操作位置 $Push$ 、バッテリーユニット20のバッテリー温度 $TH_{bat}$ やバッテリー充放電電流 $I_{bat}$ 、バッテリー電圧 $V_{bat}$ など、制御に必要な各種の情報が供給される。また、電子制御装置80からは、エンジン12、電力制御ユニット18、油圧制御回路52などにエンジン制御指令信号 $Se$ 、MG制御指令信号 $Sm$ 、油圧制御指令信号 $Sp$ などが出力される。電子制御装置80は、例えばバッテリー充放電電流 $I_{bat}$ およびバッテリー電圧 $V_{bat}$ などに基づいてバッテリーユニット20の蓄電残量SOCを算出する。

#### 【0032】

電子制御装置80は、予め定められた切替条件に従って複数の走行モードを切り換えながら走行する走行モード切替制御部82を機能的に備えている。すなわち、本実施例のハイブリッド車両10は、図2に示す種々の走行モードで走行することが可能である。図2において、EVモードは、エンジン12の運転を停止した状態で、第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2の少なくとも一方を走行用駆動源として用いて走行する制御様式である。HVモードは、少なくともエンジン12を運転状態として、そのエンジン12のみを走行用駆動源として用いて走行したり、一定の条件下で第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2の少なくとも一方を走行用駆動源として用いて走行したりする制御様式である。そして、EVモードでは、更に単駆動モードおよび両駆動モードの2つの走行モードが定められており、HVモードでは、シリーズパラレルモード、パラレルモード、およびシリーズモードの3つの走行モードが定められている。

#### 【0033】

図2は、各走行モードにおけるクラッチC1、ブレーキB1、直結クラッチCS、モータジェネレータMG1、MG2の作動状態を説明する図である。図2の図中の「」印は係合装置(C1, B1, CS)の係合を意味し、空欄は解放を意味し、「」印は運転停止状態のエンジン12を連れ回し状態とするエンジンブレーキ(エンブレともいう)の併用時に何れか一方を係合させることを意味する。また、「G」はモータジェネレータMG

10

20

30

40

50

1、MG2を主にジェネレータとして機能させることを意味し、「M」はモータジェネレータMG1、MG2を駆動時には主に電動モータとして機能させ、被駆動時には主にジェネレータとして機能させることを意味する。但し、HVの平行モードでは、高負荷時等にアシスト的にモータジェネレータMG1、MG2が電動モータとして作動させられ、低負荷時には作動停止（フリー回転状態）とされる。

【0034】

各走行モードについて具体的に説明すると、EVの単駆動モードでは、クラッチC1、ブレーキB1、および直結クラッチCSを何れも解放した状態で、基本的に第2モータジェネレータMG2を走行用駆動源として用いて走行する。図3は、このEV単駆動モード時の共線図である。クラッチC1およびブレーキB1が解放されることで、第1遊星歯車機構48の差動が許容され、機械式変速部44は中立状態（ニュートラル状態）となって動力伝達が遮断される。機械式変速部44が中立状態とされると、リングギヤR1に連結されたキャリアCA2にてMG1トルク $T_{mg1}$ の反力トルクが取れないため、電気式差動部46も中立状態になり、第1動力伝達部24が全体として中立状態になる。この状態で、エンジン12の運転を停止させるとともに、第2モータジェネレータMG2から走行用のMG2トルク（力行トルク） $T_{mg2}$ を出力させる。後進時は、前進時に対して第2モータジェネレータMG2を逆回転させる。車両走行中には、第2モータジェネレータMG2の回転（ここでは駆動輪16の回転も同意）に連動してドライブギヤ28に連結されたリングギヤR2が回転させられる。EV単駆動モードでは、第1モータジェネレータMG1を無負荷として空転させても良いが、第1モータジェネレータMG1における引き摺り損失等を低減するために、MG1回転速度 $N_{mg1}$ をゼロ（回転停止状態）に維持することが望ましい。例えば、第1モータジェネレータMG1をジェネレータとして機能させて、フィードバック制御によりMG1回転速度 $N_{mg1}$ をゼロとすることができる。或いは、第1モータジェネレータMG1の回転が固定されるように電流供給するd軸ロック制御（d-q軸座標系におけるd軸電流のみを供給する制御）を実行して、MG1回転速度 $N_{mg1}$ をゼロに維持することもできる。また、MG1トルク $T_{mg1}$ をゼロとしても第1モータジェネレータMG1のコギングトルクによりMG1回転速度 $N_{mg1}$ をゼロに維持できるときはMG1トルク $T_{mg1}$ を加える必要はない。なお、MG1回転速度 $N_{mg1}$ をゼロに維持する制御を行っても、第1動力伝達部24は中立状態であるので、駆動トルクに影響を与えない。

【0035】

上記EV単駆動モードではまた、リングギヤR1がキャリアCA2と一体的に連れ回されるが、機械式変速部44は中立状態であるので、運転が停止されたエンジン12は連れ回されずゼロ回転で停止状態とされる。よって、EV単駆動モードでの走行中に第2モータジェネレータMG2を回生制御（発電制御ともいう）する場合、回生量を大きく取ることができる。EV単駆動モードでの走行時に、バッテリーユニット20が満充電状態となり回生エネルギーが取れない場合、エンジンブレーキを併用することが考えられる。エンジンブレーキを併用する場合は、ブレーキB1またはクラッチC1が係合させられる（図2のEV単駆動モードのエンブレ併用を参照）。ブレーキB1またはクラッチC1が係合させられると、エンジン12は連れ回し状態とされて、エンジンブレーキが作用するようになる。第1モータジェネレータMG1の力行制御などでMG1回転速度 $N_{mg1}$ を上昇させることにより、エンジン12の連れ回し状態におけるエンジン回転速度 $N_e$ を上昇させることができる。

【0036】

上述したように、ブレーキB1またはクラッチC1を係合させることでエンジン回転速度 $N_e$ を上昇させることができるので、EVモードからエンジン12を始動するときには、ブレーキB1またはクラッチC1を係合した状態として、必要に応じて第1モータジェネレータMG1の力行制御によりエンジン回転速度 $N_e$ を引き上げて点火する。このとき、第2モータジェネレータMG2に反力キャンセルトルクを追加で出力させる。なお、車両停止時にエンジン12を始動する際には、ブレーキB1またはクラッチC1を係合した

10

20

30

40

50

状態で第1モータジェネレータMG1によりキャリアCA2の回転を引き上げることでエンジン回転速度Neを上昇させても良いし、第1モータジェネレータMG1によりキャリアCA2の回転を引き上げてからブレーキB1またはクラッチC1を係合させることでエンジン回転速度Neを上昇させても良い。直結クラッチCSを係合させて、第1モータジェネレータMG1により直接エンジン12の回転速度Neを引き上げてクラッキングすることもできる。

【0037】

図2において、EVの両駆動モード(「 $N_e = 0$ 」)では、クラッチC1およびブレーキB1を何れも係合させるとともに、直結クラッチCSを解放した状態で、モータジェネレータMG1およびMG2を共に走行用駆動源として用いて走行する。図4は、このEV  
10  
両駆動モード時の共線図である。クラッチC1およびブレーキB1が係合させられることにより、第1遊星歯車機構48の差動が規制され、サンギヤS1の回転が停止させられる。そのため、第1遊星歯車機構48は何れの回転要素も回転が停止させられる。これによって、エンジン12はゼロ回転で停止状態とされ、また、連結部材45を介してリングギヤR1に連結されたキャリアCA2の回転も停止させられる。キャリアCA2の回転が停止させられると、キャリアCA2にてMG1トルク $T_{mg1}$ の反力トルクが取れるため、MG1トルク(ここでは逆回転方向の力行トルク) $T_{mg1}$ によりリングギヤR2から機械的に駆動力を出力させて駆動輪16へ伝達することができる。すなわち、エンジン12の運転を停止させるとともに、第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2から各々走行用のMG1トルク $T_{mg1}$ およびMG2トルク $T_{mg2}$ を出力させる。このEV両駆動モードでは、前進時に対して第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2を共に逆回転させて後進走行することも可能である。なお、EVの両駆動モードでは、直結クラッチCSを係合させるとともに、クラッチC1およびブレーキB1の何れか一方を係合させることにより、機械式変速部44をハイギヤ段またはローギヤ段に保持した状態で、エンジン12を所定の回転速度で連れ回し回転させつつ、モータジェネレータMG1およびMG2を共に走行用駆動源として用いて走行することも可能である。

【0038】

上記EV両駆動モードは、第2モータジェネレータMG2のみで要求駆動トルクを賄える場合であっても、MG2回転速度 $N_{mg2}$ およびMG2トルク $T_{mg2}$ で表される第2  
30  
モータジェネレータMG2の動作点が第2モータジェネレータMG2の効率を悪化させる領域内にある場合、言い換えれば第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2を併用した方が効率が良い場合には、EV両駆動モードが選択される。EV両駆動モードでは、第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2の運転効率に基づいて、第1モータジェネレータMG1および第2モータジェネレータMG2にて要求駆動トルクを分担させる。

【0039】

図2において、HVのシリーズパラレルモードでは、直結クラッチCSを解放するとともに、クラッチC1およびブレーキB1の何れか一方を係合させることにより、機械式変速部44をハイギヤ段またはローギヤ段に保持した状態で、エンジン12を運転(作動)  
40  
させるとともに第2モータジェネレータMG2を力行制御することにより、何れも走行用駆動源として用いて走行する。図5は、このシリーズパラレルモードにおいて機械式変速部44がハイギヤ段とされた場合の共線図で、図6は、シリーズパラレルモードにおいて機械式変速部44がローギヤ段とされた場合の共線図である。クラッチC1またはブレーキB1が係合させられることで機械式変速部44が非中立状態、すなわち動力伝達状態とされ、キャリアCA2に伝達されたエンジン12の動力に対する反力を第1モータジェネレータMG1で受け持つことにより、エンジントルク $T_e$ の一部(エンジン直達トルク)をリングギヤR2から機械的に出力させて駆動輪16へ伝達することができる。第1モータジェネレータMG1は、回生制御されてジェネレータとして用いられ、上記反力を受け持つことができるとともに、発電した電力で第2モータジェネレータMG2を力行制御し  
50

てMG2トルク $T_{mg2}$ を出力させる。なお、このシリーズパラレルモードでは、前進時に対して第2回転機MG2を逆回転させて後進走行することも可能である。

【0040】

ここで、MG1回転速度 $N_{mg1}$ がゼロとなり、エンジン12の動力が電気パス（第1モータジェネレータMG1や第2モータジェネレータMG2の電力授受に関わる電気経路である電氣的な動力伝達経路）を介することなく全て機械的にドライブギヤ28へ伝達される状態になる所謂メカニカルポイントでは、電気式差動部46の動力伝達効率（出力されたパワー／入力されたパワー）の理論値（理論伝達効率）が最大の「1」となる。このメカニカルポイントは、図5、図6の共線図において電気式差動部46のMG1回転速度 $N_{mg1}$ がゼロとなる状態（すなわちサンギヤS2の回転速度がゼロとなる状態）である。シリーズパラレルモードでは、機械式変速部44がハイギヤ段とローギヤ段とに切り換えられることでメカニカルポイントが2つになり、ハイギヤ段のシリーズパラレルモードを有することでメカニカルポイントが高車速側に増えるため、高速燃費が向上する。すなわち、図10、図11の走行モード切替マップから明らかなように、ハイギヤ段のシリーズパラレルモード（シリーズパラレルハイ）は、比較的高車速側で選択されるようになっており、高車速側のメカニカルポイントが増えて高速燃費が向上するのである。

10

【0041】

また、上記シリーズパラレルモードでは、MG1回転速度 $N_{mg1}$ に応じてキャリアCA2の回転速度、更にはエンジン回転速度 $N_e$ を制御できるため、例えばエンジン12の最適燃費線を考慮したエンジン動作点（すなわちエンジン回転速度 $N_e$ とエンジントルク $T_e$ とで表されるエンジン動作点）にてエンジン12を作動させることもできる。また、シリーズパラレルモードでは、第1モータジェネレータMG1の発電電力にバッテリーユニット20からの電力を加えて第2モータジェネレータMG2を駆動することも可能である。

20

【0042】

図2において、HVのパラレルモードでは、直結クラッチCSを係合させるとともに、クラッチC1およびブレーキB1の何れか一方を係合させることにより、機械式変速部44をハイギヤ段またはローギヤ段に保持した状態で、エンジン12を運転（作動）させるとともに、必要に応じて第1モータジェネレータMG1および／または第2モータジェネレータMG2を力行制御することにより、それ等を走行用駆動源として用いて走行する。図7は、このパラレルモードにおいて機械式変速部44がハイギヤ段とされた場合の共線図で、図8は、パラレルモードにおいて機械式変速部44がローギヤ段とされた場合の共線図であり、何れもエンジン12のみが走行用駆動源として用いられているが、このまま第1モータジェネレータMG1および／または第2モータジェネレータMG2を力行制御することにより走行用駆動源として用いることができる。

30

【0043】

上記パラレルモードでは、直結クラッチCSの係合によるエンジン12と第1モータジェネレータMG1との連結に加えて、クラッチC1またはブレーキB1が係合させられることで、機械式変速部44の変速比1に応じて第1動力伝達部24の全体の変速比0が固定される。これにより、車速 $V$ （出力回転速度 $N_{out}$ ）に対してエンジン回転速度 $N_e$ が一意的に決められる。このパラレルモードでは、エンジン12、第1モータジェネレータMG1、および第2モータジェネレータMG2の何れの動力も駆動輪16へ機械的に伝達することが可能である。例えば、パラレルモードの単駆動時には、エンジン12の動力に加えて、第2モータジェネレータMG2の動力を駆動輪16へ伝達して走行する。パラレルモードの両駆動時には、エンジン12の動力に加えて、第1モータジェネレータMG1の動力および第2モータジェネレータMG2の動力を駆動輪16へ伝達して走行する。

40

【0044】

パラレルモードにおける各係合装置（C1，B1，CS）の作動状態は、図2に示したEV両駆動モード（ $N_e$ フリー）と同じである。つまり、図7および図8の共線図は、工

50

エンジン12の運転を停止させれば、EV両駆動モード(Neフリー)の共線図と同じになる。このEV両駆動モード(Neフリー)は、EV両駆動モード(Ne=0)と同様に、第1モータジェネレータMG1の動力および第2モータジェネレータMG2の動力を駆動輪16へ伝達して走行することが可能である。しかしながら、EV両駆動モード(Neフリー)は、走行中には、車速Vに応じてエンジン回転速度Neが一意的に決まるため、エンジン回転速度Neをゼロとすることができない点が、EV両駆動モード(Ne=0)と異なる。

#### 【0045】

図2において、HVのシリーズモードでは、直結クラッチCSを係合させるとともに、クラッチC1およびブレーキB1を何れも解放した状態で、エンジン12の運転により第1モータジェネレータMG1を回転駆動して発電し、その発電した電力で第2モータジェネレータMG2を力行制御することにより、その第2モータジェネレータMG2を走行用駆動源として用いて走行する。図9は、このシリーズモード時の共線図である。クラッチC1およびブレーキB1が共に解放されることで、第1遊星歯車機構48の差動が許容され、機械式変速部44は中立状態とされる。従って、電気式差動部46は中立状態とされ、第1動力伝達部24も中立状態とされる。加えて、シリーズモードでは、直結クラッチCSが係合させられることで、エンジン12と第1モータジェネレータMG1とが連結される。そのため、エンジン12を作動させることで第1モータジェネレータMG1を回転駆動して発電をすることができる。この際、第1動力伝達部24は中立状態であるので、エンジントルクTeは機械的に駆動輪16へ伝達されない。エンジン12の動力によって第1モータジェネレータMG1を回転駆動し、その第1モータジェネレータMG1を回生制御して発電させることにより、その発電電力で第2モータジェネレータMG2を駆動して走行用のMG2トルクTmg2を出力させることができる。シリーズモードでは、前進時に対して第2モータジェネレータMG2を逆回転させて後進走行することも可能である。

#### 【0046】

前記走行モード切換制御部82は、図2に示す複数の走行モードを切り換えながら走行するもので、走行モード切換制御装置に相当する。この走行モード切換制御部82は、切換判定部84、多重切換予測部86、および切換実行部88を機能的に備えており、切換判定部84は、例えば図10および図11に示す走行モード切換マップ等の走行モード切換条件に従って複数の走行モードの切換判断を行なう。走行モード切換マップは、アクセル操作量acc等の車両負荷および車速Vをパラメータとして選択すべき走行モードの領域が、実験やシミュレーション等によって予め定められており、電子制御装置80の記憶部に予め記憶されている。図11は、バッテリー温度THbatや蓄電残量SOCなどによってバッテリーユニット20とモータジェネレータMG1、MG2との間の入出力(充放電)が制限されている場合の走行モード切換マップである。また、図10は、そのような入出力制限が無い場合、すなわちモータジェネレータMG1、MG2によるトルクアシストや発電によるバッテリーユニット20に対する充電等を比較的自由に行なうことができる場合の走行モード切換マップである。

#### 【0047】

バッテリーユニット20の入出力制限がある図11の走行モード切換マップの場合、車両負荷が正(駆動状態)で比較的小さく且つ低車速時にはシリーズモードが選択される。このシリーズモードは、第2モータジェネレータMG2とデフリングギヤ36との間のガタ打ちによる所謂ガラ音の防止にも有効である。そして、車速Vの上昇に伴ってパラレルハイモード或いはシリーズパラレルハイモードへ移行する。パラレルハイモードでは変速比0が固定されるため、エンジン12が最小燃費動作点から外れ易く、比較的狭い車両負荷領域に設定される。また、車両負荷が大きくなると、シリーズパラレルローモードへ移行する。駆動力が優先される場合に有効な走行モードである。一方、車両負荷が負(被駆動状態)の場合はシリーズモードとする。シリーズモードは、同一車速においてエンジン回転速度Neを任意に制御可能であるため、運転者の要求に応じたエンジンブレーキトル

10

20

30

40

50

クを出力可能である。また、MG1回転速度 $N_{mg1}$ とエンジン回転速度 $N_e$ とが同一であるため、他の走行モードに比べて、MG1回転速度 $N_{mg1}$ の上限によるエンジン回転速度 $N_e$ の制約を受けにくく、エンジンブレーキトルクの絶対値を大きくできる。

【0048】

バッテリーユニット20の入出力制限が無い図10の走行モード切替マップの場合、車両負荷が正（駆動状態）で且つ低车速の領域では、エンジン12の作動を停止してモータジェネレータMG1、MG2により走行するEVモードが選択される。車両負荷が小さい領域では、第2モータジェネレータMG2だけで走行するEV単駆動モードが選択され、比較的高負荷側では、モータジェネレータMG1およびMG2の両方で走行するEV両駆動モードとする。このEVモードを外れると、エンジン12を始動してHVモードへ移行するが、エンジン始動時のショックを小さくするため、始動時の反力補償分のトルクを残してEVモードを実行する。HVモードとしては、図11と同様にシリーズパラレルハイモード、パラレルハイモード、シリーズパラレルローモードが選択されるが、図10の場合、バッテリーユニット20の入出力制限が無いため、車両負荷が大きい領域でモータジェネレータMG1および/またはMG2によるトルクアシスト（MGアシスト）を行なうパラレルローモードが選択される。アクセル操作量  $acc$  が急増するキックダウン時に、走行モード切替マップに優先してMGアシストを行なうパラレルローモードが実施されるようにしても良い。一方、車両負荷が負（被駆動状態）の場合も、低车速領域でEVモードが選択されるが、車両駆動トルクを発生させないため、そのEVモード領域を広くできる。

10

20

【0049】

前記切替判定部84は、例えば図10または図11の走行モード切替マップに従って選択した走行モードが現在の走行モードと違うか否かを判断し、違う場合にその選択した走行モードへ切り換えるべき切替判断を行なう。多重切替予測部86および切替実行部88は、図12のフローチャートのステップS1～S10（以下、単にS1～S10という）に従って信号処理を行なうことにより、上記切替判定部84によって切替判断が為された走行モードへ切り換える走行モード切替制御を実行する。図12のフローチャートのS1～S3は多重切替予測部86に相当し、S4～S10は切替実行部88に相当する。切替実行部88は機能的に飛び切替部を備えており、S5およびS7は飛び切替部に相当する。

30

【0050】

図12のS1では、現在の走行モードがEV単駆動のC1オンモードか否か、すなわち図2におけるEV単駆動のエンブレ併用モードにおいてクラッチC1を係合させた走行モードか否かを判断する。EV単駆動C1オンモードの場合、アクセル操作量  $acc$  等の車両負荷の急増時に走行モードが連続して切り換えられる多重切替の可能性がある。例えば、EV単駆動C1オンモードからHVのパラレルハイモードへ切り換えられるとともに、更にパラレルローモードへ切り換えられる可能性があるが、それ等の走行モード切替を順番に行っていると全体の走行モード切替所要時間が長くなり、所望の駆動力が得られるようになるまでの駆動力応答性が損なわれる可能性がある。すなわち、このS1では、多重切替によって駆動力応答性が損なわれる可能性がある走行モードか否かを判断するのであり、本実施例ではEV単駆動C1オンモードか否かを判断するが、走行モード切替条件に応じて他の走行モードが設定されても良い。そして、EV単駆動C1オンモードでなければそのまま終了するが、EV単駆動C1オンモードの場合にはS2以下を実行する。EV単駆動C1オンモードはエンジン12が非作動状態で且つ機械式変速部44がローギヤ段の第1走行モードに相当し、HVのパラレルハイモードはエンジン12が作動状態で且つ機械式変速部44がハイギヤ段の第2走行モードに相当し、パラレルローモードはエンジン12が作動状態で且つ機械式変速部44がローギヤ段の第3走行モードに相当する。

40

【0051】

S2では、前記切替判定部84によってHVのパラレルハイモード（第2走行モード）へ切り換えるべき第1切替判断が為されたか否かを判断する。このパラレルハイモードは

50

、現在のEV単駆動C1オンモードに比較して、エンジン12を始動して作動させるとともに機械式変速部44をローギヤ段からハイギヤ段に切り換える必要がある走行モードであり、例えばエンジンプレーキ走行からアクセルペダルが踏み操作されて再加速する場合に、第1切換判断が行われる可能性がある。そして、パラレルハイモードへ切り換える第1切換判断が為された場合は、多重切換の可能性があるためS3を実行する一方、その第1切換判断が行われなかった場合はそのまま終了する。

#### 【0052】

S3では、第1切換判断に従ってEV単駆動C1オンモードからパラレルハイモードへ切り換える走行モード切換制御が行われる途中で、エンジン12の作動、非作動の切換はそのままでギヤ段の変更先が異なる別の走行モード、具体的にはパラレルローモード（第3走行モード）へ切り換える第2切換判断が前記切換判定部84によって行われるか否かを予測する。パラレルローモードは、例えば図10の走行モード切換マップのように車両負荷が大きい領域に設定されるとともに、アクセル操作量  $acc$  が急増するキックバック時には走行モード切換マップに優先して選択される場合があり、本実施例では車両負荷に対応するアクセル操作量  $acc$  の変化率（アクセル変化率）  $acc$  が予め定められた判定値以上の場合に第2切換判断が行われる可能性が高いと予測する。判定値は、例えば一定値が定められるが、車速V等の運転状態をパラメータとして可変設定することもできる。そして、第2切換判断が行われる可能性が高いと予測した場合はS4以下を実行し、第2切換判断が行われる可能性が低い場合はS8以下を実行する。

#### 【0053】

S4では、EV単駆動C1オンモードからパラレルハイモードへ切り換えるために、第1モータジェネレータMG1の力行制御でそのMG1回転速度  $Nmg1$  を上昇させることにより、ローギヤ段の状態の機械式変速部44を介してエンジン回転速度  $Ne$  を引き上げてクランキングし、所定の始動回転速度に達したら燃料噴射および点火等の始動制御を行ってエンジン12を始動する。次のS5は、エンジン12が始動させられて例えばアイドル回転速度等に達した後に実行され、切換判定部84によってパラレルローモードへ切り換えるべき第2切換判断が実際に行われたか否かを判断する。第2切換判断が実際に行われた場合にはS7を実行し、第2切換判断が行われなかった場合はS6を実行する。S6では、そのままパラレルハイモードへの走行モード切換制御を継続すれば良いため、クラッチC1を解放するとともにブレーキB1を係合させるクラッチツークラッチ変速制御を行ってローギヤ段からハイギヤ段へ変更（変速）するとともに、エンジン回転速度  $Ne$  とMG1回転速度  $Nmg1$  とが略同じになるようにする同期制御を行って直結クラッチCSを係合させる。同期制御は、MG1回転速度  $Nmg1$  が車速VやMG2回転速度  $Nmg2$ 、変速比1等によって定まる所定の同期回転速度となるようにMG1トルク  $Tmg1$  を制御することによって行われる。一方、S7では機械式変速部44のギヤ段を変更する必要がないため、ローギヤ段のままエンジン回転速度  $Ne$  とMG1回転速度  $Nmg1$  とが略同じになるようにする同期制御を行って直結クラッチCSを係合させる。

#### 【0054】

図13は、上記フローチャートのS3の判断がYESでS4以下が実行され、ギヤ段の変更に先立ってエンジン12を始動した場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例で、実線はS6によりパラレルハイモードへ切り換えられた場合、一点鎖線はS7の実行でパラレルローモードへの走行モード飛び切換が行われた場合である。図13の時間  $t1$  は、EV単駆動C1オンモードでのエンジンプレーキ走行時に再加速のためにアクセルペダルが踏み操作された時間である。時間  $t2$  は、MG1トルク  $Tmg1$  が0とされてエンジン回転速度  $Ne$  が略0になった時間である。時間  $t3$  は、EV単駆動C1オンモードからパラレルハイモードへ切り換える第1切換判断が為された時間、すなわちS2の判断がYESになった時間で、S3の判断もYESで直ちにS4が実行されてエンジン12のクランキングが開始された時間である。時間  $t4$  は、燃料噴射等の始動制御によってエンジン12が始動させられた時間である。時間  $t5$  以後の実線は、S5の判断がNOでS6が実行された場合であり、時間  $t5$  は、ローギヤ段からハイギヤ段へ変更す

10

20

30

40

50

るクラッチツークラッチ変速が開始された時間である。時間  $t_6$  は、クラッチツークラッチ変速が終了してハイギヤ段が成立するとともに、エンジン回転速度  $N_e$  および  $M G 1$  回転速度  $N_{m g 1}$  の同期制御が終了した時間で、直結クラッチ  $C S$  の係合制御が開始された時間である。時間  $t_7$  は、直結クラッチ  $C S$  が完全係合させられてパラレルハイモードが成立した時間である。

【 0 0 5 5 】

図 1 5 および図 1 6 は、図 1 3 に実線で示したタイムチャートにおける各部の作動状態の変化を共線図で例示したものである。図 1 5 の (a) は、時間  $t_1$  以前のエンジンブレーキ走行時の状態、すなわち第 1 モータジェネレータ  $M G 1$  の力行制御で、ローギヤ段の機械式変速部 4 4 を介してエンジン回転速度  $N_e$  が所定の回転速度まで引き上げられ、エンジンブレーキが効くようにされた状態である。図 1 5 の (b) は、アクセルペダルの踏み込み操作に伴い、エンジン回転速度  $N_e$  が略 0 まで低下させられてエンジンブレーキ力が略 0 になるとともに、第 2 モータジェネレータ  $M G 2$  により駆動走行する時間  $t_2 \sim t_3$  の状態である。図 1 6 の (c) は、第 1 モータジェネレータ  $M G 1$  の力行制御によるクランクングでエンジン回転速度  $N_e$  が引き上げられる時間  $t_3 \sim t_4$  の状態で、(d) はクラッチツークラッチ変速によってハイギヤ段が成立させられるとともに、エンジン回転速度  $N_e$  および  $M G 1$  回転速度  $N_{m g 1}$  の同期制御が行われて略同期させられた時間  $t_6$  の状態である。

【 0 0 5 6 】

図 1 3 における時間  $t_5$  以後の一点鎖線は、図 1 2 における  $S 5$  の判断が  $Y E S$  で  $S 7$  が実行された場合であり、ギヤ段を変更する必要がないため、直ちにエンジン回転速度  $N_e$  および  $M G 1$  回転速度  $N_{m g 1}$  の同期制御が行われるとともに、直結クラッチ  $C S$  の係合制御が行われる。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 における  $S 3$  で第 2 切換判断が行われる可能性が低いと判断した場合には、 $S 8$  以下を実行し、単純に  $E V$  単駆動  $C 1$  オンモードからパラレルハイモードへの走行モード切換制御が行われる。すなわち、先ず  $S 8$  で、クラッチ  $C 1$  を解放するとともにブレーキ  $B 1$  を係合させてローギヤ段からハイギヤ段へ変更するクラッチツークラッチ変速を実行する。この場合、前記図 1 5 の (b) に示されるようにエンジン回転速度  $N_e$  は略 0 で、機械式変速部 4 4 全体が回転停止状態であるため、変速ショックを生じることなくクラッチツークラッチ変速を短時間で行うことができる。次の  $S 9$  では、前記  $S 4$  と同様に第 1 モータジェネレータ  $M G 1$  の力行制御でその  $M G 1$  回転速度  $N_{m g 1}$  を上昇させることによりエンジン回転速度  $N_e$  を引き上げてクランクングし、所定の始動回転速度に達したら燃料噴射および点火等の始動制御を行ってエンジン 1 2 を始動する。また、 $S 10$  では、エンジン回転速度  $N_e$  と  $M G 1$  回転速度  $N_{m g 1}$  とが略同じになるようにする同期制御を行って直結クラッチ  $C S$  を係合させる。

【 0 0 5 8 】

図 1 4 は、このように  $S 3$  に続いて  $S 8$  以下が実行され、エンジン 1 2 の始動に先立ってギヤ段が変更された場合の各部の作動状態の変化を説明するタイムチャートの一例で、時間  $t_3$  までは図 1 3 と同じである。時間  $t_3$  は、 $E V$  単駆動  $C 1$  オンモードからパラレルハイモードへ切り換える第 1 切換判断が為された時間、すなわち  $S 2$  の判断が  $Y E S$  になった時間で、 $S 3$  に続いて  $S 8$  が実行されることにより、ローギヤ段からハイギヤ段へ変更するクラッチツークラッチ変速が開始された時間である。時間  $t_4$  は、クラッチツークラッチ変速が終了した時間で、エンジン回転速度  $N_e$  等の変化を伴うことなくクラッチツークラッチ変速が行われる。時間  $t_5$  は、 $S 9$  の実行によりエンジン 1 2 のクランクングが開始された時間で、時間  $t_6$  は、燃料噴射等の始動制御によってエンジン 1 2 が始動させられた時間である。時間  $t_7$  は、 $S 10$  の実行によりエンジン回転速度  $N_e$  および  $M G 1$  回転速度  $N_{m g 1}$  の同期制御が開始された時間で、時間  $t_8$  は、同期後に直結クラッチ  $C S$  の係合制御が開始された時間である。時間  $t_9$  は、直結クラッチ  $C S$  が完全係合させられてパラレルハイモードが成立した時間である。



## 【 0 0 5 9 】

図 1 7 は、図 1 4 のタイムチャートにおける時間  $t_3$  以後の各部の作動状態の変化を共線図で例示したもので、時間  $t_3$  までは図 1 5 と同じである。図 1 7 の(c) は、クラッチツークラッチ変速によってハイギヤ段が成立させられた時間  $t_4$  の状態で、(d) は、第 1 モータジェネレータ M G 1 の力行制御によるクランキングでエンジン回転速度  $N_e$  が引き上げられる時間  $t_5 \sim t_6$  の状態である。(e) は、エンジン回転速度  $N_e$  および M G 1 回転速度  $N_{m g 1}$  の同期制御が行われて略同期させられた時間  $t_8$  の状態である。

## 【 0 0 6 0 】

このように本実施例のハイブリッド車両 1 0 においては、E V 単駆動 C 1 オンモードからパラレルハイモードへ切り換える第 1 切換判断が行われた場合に ( S 2 の判断が Y E S )、その第 1 切換判断に従って走行モードを切り換える走行モード切換制御の途中で、パラレルローモードへ切り換える第 2 切換判断が行われるか否かを予測する ( S 3 )。そして、その第 2 切換判断が行われる可能性が高いと判断した場合には S 4 以下を実行し、ギヤ段の変更に先立ってエンジン 1 2 を始動する一方、第 2 切換判断が行われる可能性が低いと判断した場合は S 8 以下を実行し、エンジン 1 2 の始動に先立ってギヤ段を変更する。第 2 切換判断が行われる可能性が高いと判断して S 4 以下を実行する場合、ギヤ段の変更を実行する前に第 2 切換判断が実際に行われたか否かを判断して ( S 5 )、第 2 切換判断が行われた時にはギヤ段を変更することなく S 7 で直結クラッチ C S を係合させてそのままパラレルローモードを成立させるため、そのパラレルローモードへの切換が短時間で行われるようになり、駆動力応答性等のドラビリ性能が向上する。

## 【 0 0 6 1 】

一方、第 2 切換判断が行われる可能性が低いと判断して S 8 以下を実行する場合、エンジン 1 2 の始動に先立ってローギヤ段からハイギヤ段へ変更するクラッチツークラッチ変速を実行するが、エンジン回転速度  $N_e$  は略 0 で、機械式変速部 4 4 全体が回転停止状態であるため、変速ショックを生じることなくクラッチツークラッチ変速を短時間で行うことができる。

## 【 0 0 6 2 】

なお、上記実施例では、第 2 モータジェネレータ M G 2 が第 1 動力伝達部 2 4 の軸心とは別の軸心上に配置されるような連結関係のギヤトレンであったが、例えば第 2 モータジェネレータ M G 2 が第 1 動力伝達部 2 4 の軸心と同じ軸心上に配置されるような連結関係のギヤトレンなどであっても良い。

## 【 0 0 6 3 】

また、F F 方式のハイブリッド車両 1 0 に好適に用いられる動力伝達装置 1 4 を例として説明したが、本発明は、F R 方式や R R 方式、4 輪駆動方式のハイブリッド車両にも適用することができる。第 2 モータジェネレータ M G 2 が、エンジン 1 2 によって駆動される駆動輪 1 6 とは異なる駆動輪 ( 後輪 ) を駆動する 4 輪駆動方式のハイブリッド車両に適用することもできる。

## 【 0 0 6 4 】

以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、これはあくまでも一実施形態であり、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 5 】

1 0 : ハイブリッド車両      1 2 : エンジン      1 6 : 駆動輪      4 4 : 機械式変速部  
 4 5 : 連結部材 ( 出力部材 )      4 6 : 電気式差動部      5 0 : 第 2 遊星歯車機構 ( 差動機構 )  
 8 0 : 電子制御装置      8 2 : 走行モード切換制御部 ( 走行モード切換制御装置 )  
 8 4 : 切換判定部      8 6 : 多重切換予測部      8 8 : 切換実行部      C A  
 2 : キャリア ( 第 1 回転要素 )      S 2 : サンギヤ ( 第 2 回転要素 )      R 2 : リングギヤ ( 第 3 回転要素 )  
 M G 1 : 第 1 モータジェネレータ ( 第 1 回転機 )      M G 2 : 第 2 モータジェネレータ ( 第 2 回転機 )

10

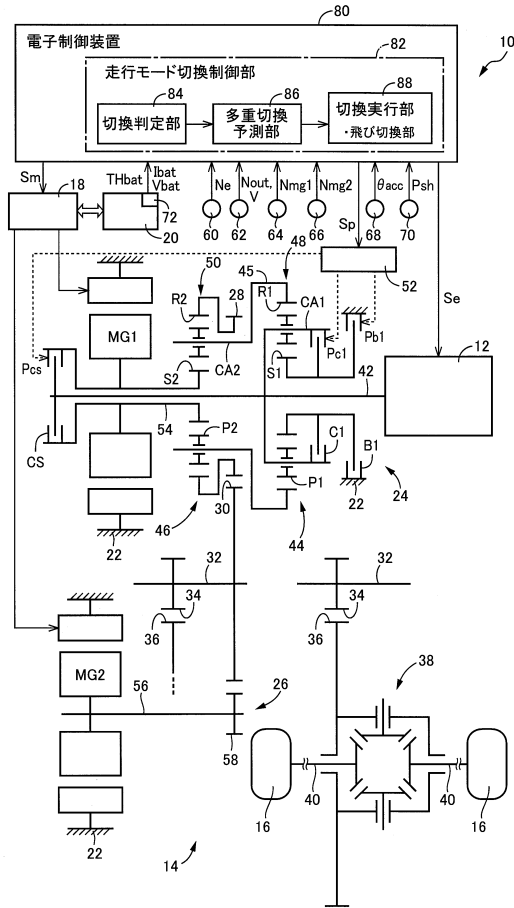
20

30

40

50

【図1】

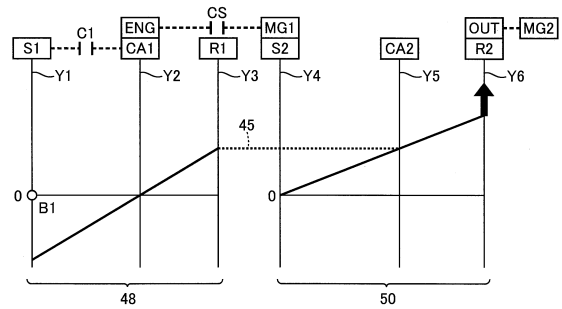


【図2】

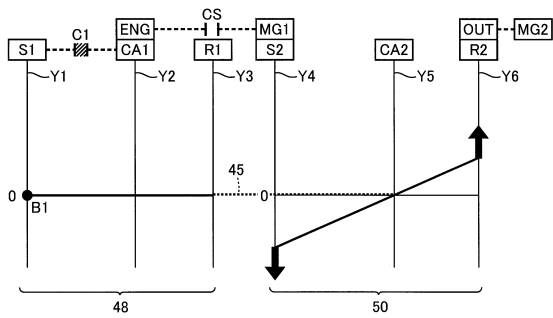
走行モード		C1	B1	CS	MG1	MG2	共線図			
EV	前進/後進	単駆動	エンブレ併用	△	△	M	G	図3		
			Ne=0	○	○	M	M	図4		
	両駆動	Neフリー	ハイ		○	○	M	M	—	
			ロー	○		○	M	M	—	
HV	シリーズ パラレル	無段	ハイ		○		G	M	図5	
			ロー	○			G	M	図6	
	パラレル	前進	有段	単駆動		○	○	M	M	—
				両駆動		○	○	M	M	—
			無段	単駆動	○		○		M	—
				両駆動	○		○		M	—
	シリーズ パラレル	後進	ロー	○			G	M	—	
	シリーズ	前進	無段			○	G	M	—	
シリーズ	後進	無段			○	G	M	—		

{ ○:係合 △:エンジンブレーキ併用時どちらか係合 空欄:解放 }  
 { G:主にジェネレータ M:主にモータ、但し回生時ジェネレータ }

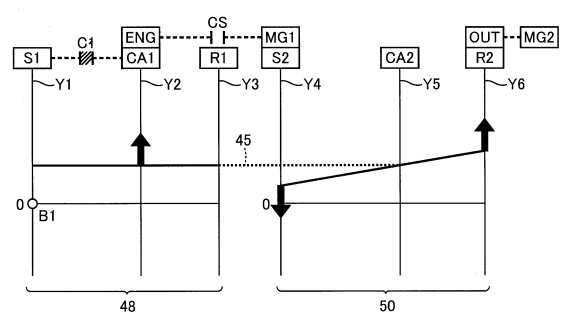
【図3】



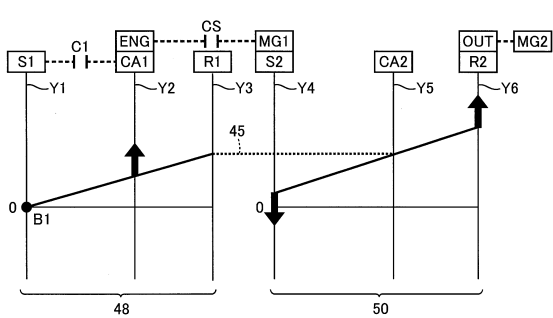
【図4】



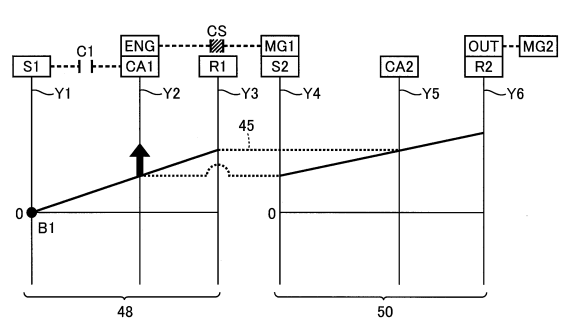
【図6】



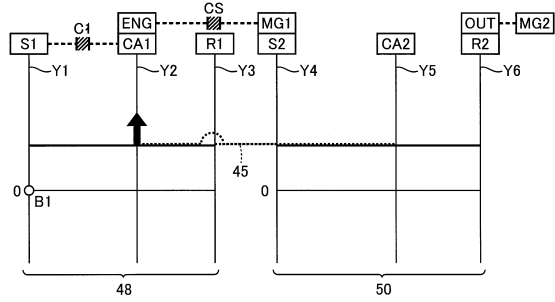
【図5】



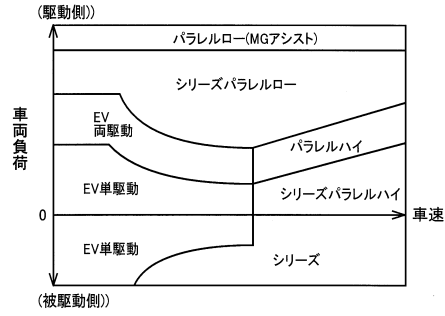
【図7】



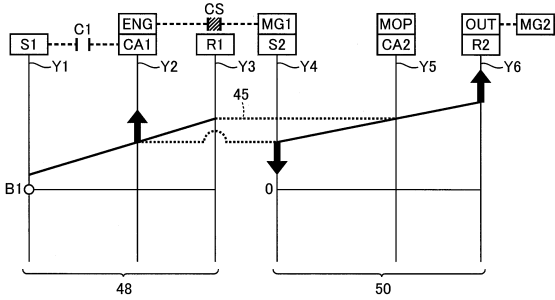
【図8】



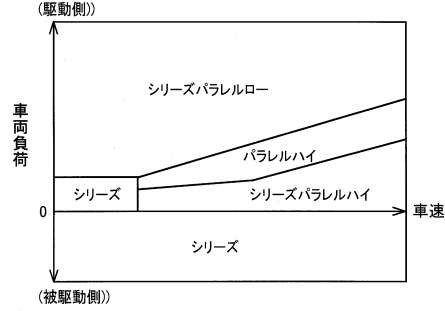
【図10】



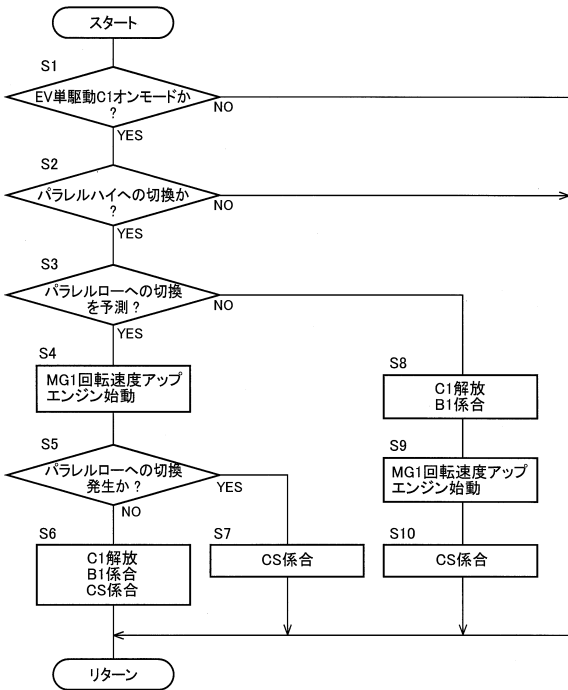
【図9】



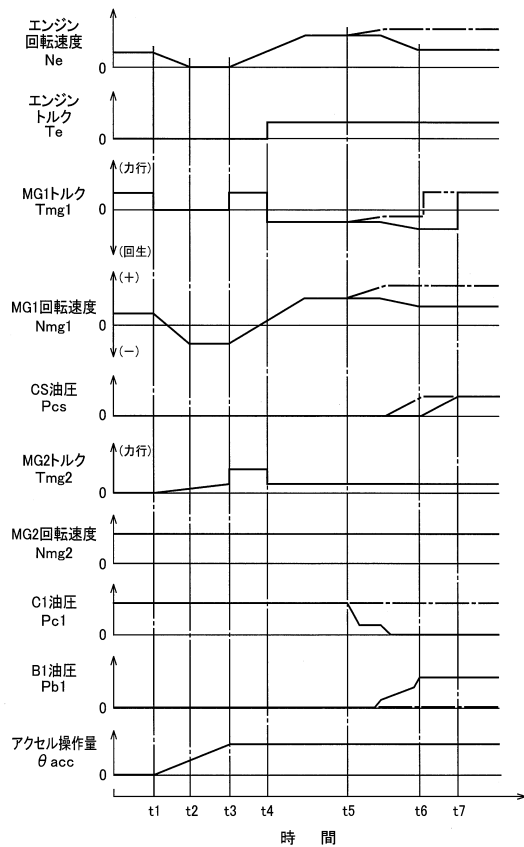
【図11】



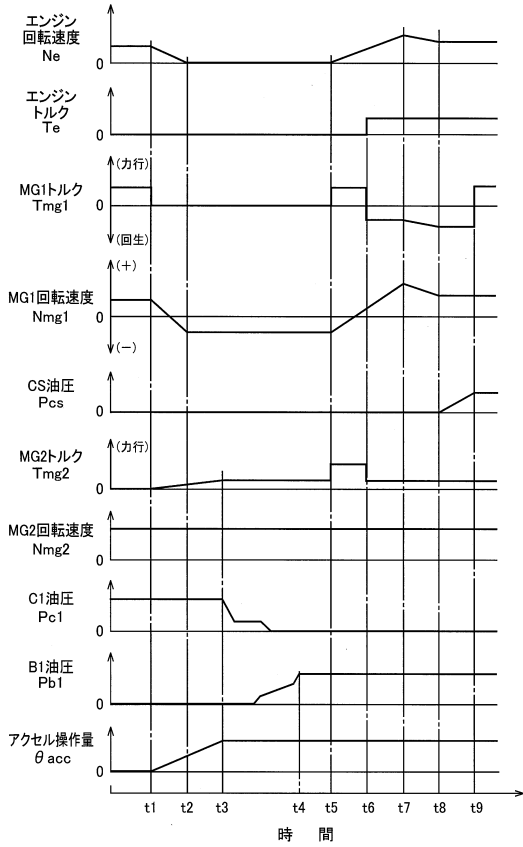
【図12】



【図13】

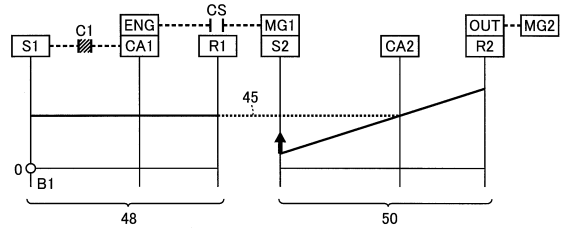


【 図 1 4 】

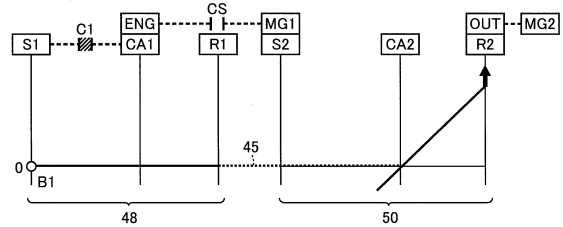


【 図 1 5 】

(a) EV単駆動C1オン(エンジンブレーキ走行)

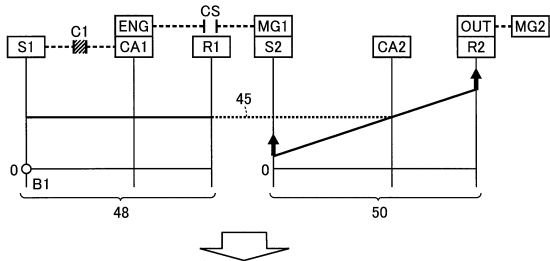


(b) EV単駆動C1オン(MG2駆動走行)

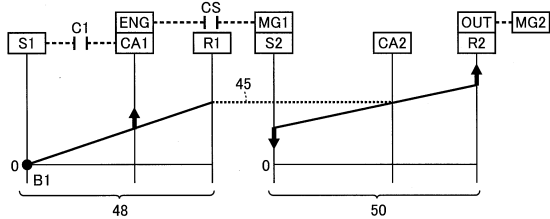


【 図 1 6 】

(c) クランキング

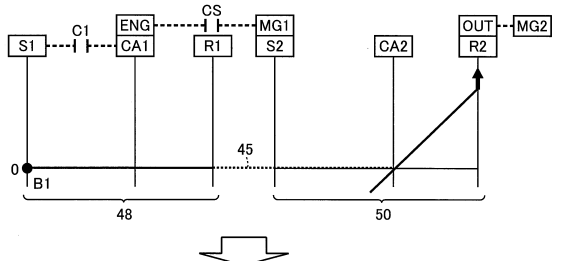


(d) クラッチツークラッチ変速+同期

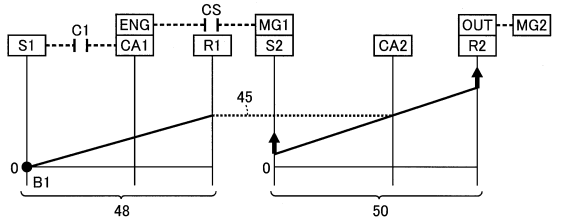


【 図 1 7 】

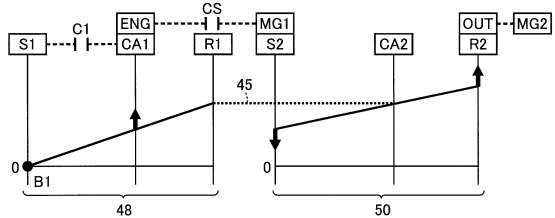
(c) クラッチツークラッチ変速



(d) クランキング



(e) 同期



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>B 6 0 W</b>	<b>10/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 6 0 W</b>	<b>10/08</b>	<b>9 0 0</b>
<b>B 6 0 W</b>	<b>10/10</b>	<b>(2012.01)</b>	<b>B 6 0 W</b>	<b>10/10</b>	<b>9 0 0</b>

(72)発明者 今村 達也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 田中 将一

(56)参考文献 特開2010-254179(JP,A)  
特開2009-138859(JP,A)  
特開2010-215189(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7  
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 2 0 / 5 0