

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4201001号
(P4201001)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

| | | | | | |
|-------------------|------------------|------|-------|-----|--|
| (51) Int. Cl. | F 1 | | | | |
| B60W 10/06 | (2006.01) | B60K | 6/20 | 310 | |
| B60W 20/00 | (2006.01) | B60K | 6/20 | 330 | |
| B60W 10/26 | (2006.01) | B60K | 6/445 | | |
| B60K 6/445 | (2007.10) | B60K | 6/448 | | |
| B60K 6/448 | (2007.10) | B60K | 6/52 | | |

請求項の数 4 (全 20 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-324903 (P2005-324903) | (73) 特許権者 | 000003207 |
| (22) 出願日 | 平成17年11月9日(2005.11.9) | | トヨタ自動車株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-131103 (P2007-131103A) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (43) 公開日 | 平成19年5月31日(2007.5.31) | (74) 代理人 | 110000017 |
| 審査請求日 | 平成20年1月11日(2008.1.11) | | 特許業務法人アイテック国際特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | 山本 雅哉 |
| | | | 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 | 小宮 寛之 |
| | | (56) 参考文献 | 特開2004-357459 (JP, A) |
| | | |) |
| | | | 特開2005-039880 (JP, A) |
| | | |) |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関と、

車両の何れかの車軸である第1車軸と前記内燃機関の出力軸とに接続されて電力と動力の入出力を伴って前記第1車軸および前記出力軸に動力を入出力可能な電力動力入出力手段と、

前記第1車軸または該第1車軸とは異なる車軸の何れかである第2車軸に動力を入出力可能な電動機と、

前記電力動力入出力手段および前記電動機との間で電力をやりとり可能な蓄電手段と、
車速を検出する車速検出手段と、

前記蓄電手段の状態に基づいて該蓄電手段を充電する電力の最大値である入力制限を設定する入力制限設定手段と、

走行に要求される要求駆動力を設定する要求駆動力設定手段と、

前記設定された入力制限に基づいて前記内燃機関の間欠運転を禁止するための間欠運転禁止車速を設定する手段であって、前記設定された入力制限が小さいほど前記間欠運転禁止車速を小さく設定する間欠運転禁止車速設定手段と、

前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速未満のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに従った前記内燃機関の間欠運転を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する一方、前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速以上のときには、前記所

定の始動条件と前記所定の停止条件とに拘わらず前記内燃機関の運転を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する制御手段と、

を備える車両。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速以上であり、かつ前記内燃機関が運転されているときには、前記内燃機関の運転の継続を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する一方、前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速以上であり、かつ前記内燃機関が停止されているときには、前記電力動力入出力手段と前記電動機とによる前記内燃機関のクランキングを伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する請求項 1 に記載の車両。

10

【請求項 3】

前記間欠運転禁止車速設定手段は、前記要求駆動力が小さい所定条件下で前記電力動力入出力手段と前記電動機とによる前記内燃機関のクランキングに伴って前記蓄電手段に入力される充電電力が前記設定された入力制限を超えないようにする車速を前記間欠運転禁止車速として設定する請求項 1 または 2 に記載の車両。

【請求項 4】

前記電力動力入出力手段は、前記第 1 車軸と前記内燃機関の出力軸と回転可能な第 3 軸とに接続され、これら 3 軸のうちの何れか 2 軸に入出力される動力に基づいて定まる動力を残余の軸に入出力する 3 軸式動力入出力手段と、前記第 3 軸に動力を入出力可能な発電機とを備える請求項 1 から 3 の何れかに記載の車両。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両およびその制御方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来から、この種の車両として、内燃機関の出力軸、発電機および駆動出力軸に接続された 3 つの回転要素を有する遊星歯車機構と、駆動出力軸に連結された電動機と、発電機および電動機と電力のやりとりを行なう蓄電装置とを備えたハイブリッド車両が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このハイブリッド車両では、内燃機関を停止して電動機からの動力により走行している最中に車速が所定値以上になると、所定のクランキングトルクを発電機に発生させると共に、走行のためのトルクを打ち消すように発電機により出力される反力をキャンセルするためのトルクと実際の走行に要求されるトルクとの和を電動機に出力させることにより内燃機関をクランキングする。そして、内燃機関の回転数が所定の回転数近傍に達すると、燃料噴射と点火とが実行され、それによりエンジンが始動する。

40

【特許文献 1】特開平 8 - 232817 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、内燃機関を停止して電動機からの動力により走行しているときに発電機の回転数は負となるので、この状態で発電機に内燃機関をクランキングするためのトルクを発生させると発電機は電力を出力（発電）する。このため、内燃機関を停止して電動機からの動力により走行しているとき、特に車速が高くかつ走行に要求されるパワー（トルク）が小さいときに内燃機関を始動させようとする、発電機により発電される電力を電動機

50

により消費しきれなくなり、蓄電装置に対して充電可能な電力の限界値である入力制限を超えた電力が入力されてしまうおそれがある。

【0004】

そこで、本発明の車両およびその制御方法は、内燃機関の運転停止中に、より適正なタイミングで内燃機関を始動させることを目的の一つとする。また、本発明の車両およびその制御方法は、蓄電装置への入力制限を超えた電力の入力を抑制することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の車両およびその制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採っている。

【0006】

本発明の車両は、
内燃機関と、

車両の何れかの車軸である第1車軸と前記内燃機関の出力軸とに接続されて電力と動力の入出力を伴って前記第1車軸および前記出力軸に動力を入出力可能な電力動力入出力手段と、

前記第1車軸または該第1車軸とは異なる車軸の何れかである第2車軸に動力を入出力可能な電動機と、

前記電力動力入出力手段および前記電動機との間で電力をやりとり可能な蓄電手段と、
車速を検出する車速検出手段と、

前記蓄電手段の状態に基づいて該蓄電手段を充電する電力の最大値である入力制限を設定する入力制限設定手段と、

走行に要求される要求駆動力を設定する要求駆動力設定手段と、

前記設定された入力制限に基づいて前記内燃機関の間欠運転を禁止するための間欠運転禁止車速を設定する間欠運転禁止車速設定手段と、

前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速未満のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに従った前記内燃機関の間欠運転を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する一方、前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速以上のときには、前記所定の始動条件と前記所定の停止条件とに拘わらず前記内燃機関の運転を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する制御手段と、

を備えるものである。

【0007】

本発明の車両では、蓄電手段の状態に基づいて当該蓄電手段を充電する電力の最大値である入力制限を設定すると共に、設定した入力制限に基づいて内燃機関の間欠運転を禁止するための間欠運転禁止車速を設定し、更に車両の走行に要求される要求駆動力を設定する。そして、走行中に検出した車速が設定した間欠運転禁止車速未満のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに従った内燃機関の間欠運転を伴って要求駆動力に基づく駆動力が得られるように内燃機関と電力動力入出力手段と電動機とを制御する一方、検出した車速が設定した間欠運転禁止車速以上のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに拘わらず内燃機関の運転を伴って要求駆動力に基づく駆動力が得られるように内燃機関と電力動力入出力手段と電動機とを制御する。このように、車速が蓄電手段の入力制限に基づいて設定される間欠運転禁止車速未満のときには、内燃機関の間欠運転を許容する一方、車速が蓄電手段の入力制限に基づいて設定される間欠運転禁止車速以上のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに拘わらず内燃機関を運転することにより、内燃機関の運転停止中に、より適正なタイミングで内燃機関を始動させると共に、内燃機関の運転停止中に内燃機関を始動させるときに、蓄電手段への入力制限を超えた電力の入力を抑制し、ひいては、蓄電手段の劣化を抑制することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

また、前記制御手段は、前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速以上であり、かつ前記内燃機関が運転されているときには、前記内燃機関の運転の継続を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する一方、前記検出された車速が前記設定された間欠運転禁止車速以上であり、かつ前記内燃機関が停止されているときには、前記電力動力入出力手段と前記電動機とによる前記内燃機関のクランキングを伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御するものであってもよい。このように、車速が蓄電手段の入力制限に基づいて設定される間欠運転禁止車速以上になった時点で内燃機関が停止されていれば、その時点で内燃機関をクランキングして始動させることにより、電力動力入出力手段と電動機とによる内燃機関のクランキングに起因して蓄電手段に入力制限を超えた電力が入力されがちとなる高車速時における内燃機関の始動を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 0 9 】

更に、前記間欠運転禁止車速設定手段は、前記設定された入力制限が小さいほど、前記間欠運転禁止車速を小さく設定するものであってもよい。これにより、内燃機関の停止中であって蓄電手段の入力制限が小さいときには、車速が比較的低いうちに内燃機関を始動させて蓄電手段への入力制限を超えた電力の入力を抑制することが可能となる。

【 0 0 1 0 】

また、前記間欠運転禁止車速設定手段は、前記要求駆動力が小さい所定条件下で前記電力動力入出力手段と前記電動機とによる前記内燃機関のクランキングに伴って前記蓄電手段に入力される充電電力が前記設定された入力制限を超えないようにする車速を前記間欠運転禁止車速として設定するものであってもよい。これにより、間欠運転禁止車速をより適正に設定して、内燃機関の運転停止中に内燃機関を始動させるときに蓄電手段への入力制限を超えた電力の入力を良好に抑制することが可能となる。

20

【 0 0 1 1 】

更に、前記電力動力入出力手段は、前記第 1 車軸と前記内燃機関の出力軸と回転可能な第 3 軸とに接続され、これら 3 軸のうちの何れか 2 軸に入出力される動力に基づいて定まる動力を残余の軸に入出力する 3 軸式動力入出力手段と、前記第 3 軸に動力を入出力可能な発電機とを備えるものであってもよい。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の車両の制御方法は、

内燃機関と、車両の何れかの車軸である第 1 車軸と前記内燃機関の出力軸とに接続されて電力と動力の入出力を伴って前記第 1 車軸および前記出力軸に動力を入出力可能な電力動力入出力手段と、前記第 1 車軸または該第 1 車軸とは異なる車軸の何れかである第 2 車軸に動力を入出力可能な電動機と、前記電力動力入出力手段および前記電動機との間で電力をやりとり可能な蓄電手段とを備えた車両の制御方法であって、

(a) 前記蓄電手段の状態に基づいて該蓄電手段を充電する電力の最大値である入力制限を設定するステップと、

(b) 前記設定した入力制限に基づいて前記内燃機関の間欠運転を禁止するための間欠運転禁止車速を設定するステップと、

40

(c) 前記車両の車速が前記設定した間欠運転禁止車速未満のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに従った前記内燃機関の間欠運転を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する一方、前記車両の車速が前記設定した間欠運転禁止車速以上のときには、前記所定の始動条件と前記所定の停止条件とに拘わらず前記内燃機関の運転を伴って前記要求駆動力に基づく駆動力が得られるように前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御するステップと、

を含むものである。

【 0 0 1 3 】

50

この車両の制御方法によれば、車速が蓄電手段の入力制限に基づいて設定される間欠運転禁止車速未満のときには、内燃機関の間欠運転が許容される一方、車速が間欠運転禁止車速以上のときには、所定の始動条件と所定の停止条件とに拘わらず内燃機関が運転されるので、内燃機関の運転停止中に内燃機関を始動させるときに、蓄電手段への入力制限を超えた電力の入力を抑制し、ひいては、蓄電手段の劣化を抑制することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0015】

図1は、本発明の第1の実施例であるハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。本実施例のハイブリッド自動車20は、図示するように、エンジン22と、エンジン22の出力軸としてのクランクシャフト26にダンパ28を介して接続された3軸式の動力分配統合機構30と、動力分配統合機構30に接続された発電可能なモータMG1と、動力分配統合機構30に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸32aに取り付けられた減速ギヤ35と、この減速ギヤ35に接続されたモータMG2と、動力出力装置全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット(以下、「ハイブリッドECU」という)70とを備える。

【0016】

エンジン22は、ガソリンまたは軽油等の炭化水素系の燃料により動力を出力する内燃機関であり、エンジン22の運転状態を検出する各種センサから信号を入力するエンジン用電子制御ユニット(以下、「エンジンECU」という)24により燃料噴射制御や点火制御、入空気量調節制御等の運転制御を受けている。エンジンECU24は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号によりエンジン22を運転制御すると共に必要に応じてエンジン22の運転状態に関するデータをハイブリッドECU70に出力する。

【0017】

動力分配統合機構30は、外歯歯車のサンギヤ31と、このサンギヤ31と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ32と、サンギヤ31に噛合すると共にリングギヤ32に噛合する複数のピニオンギヤ33と、複数のピニオンギヤ33を自転かつ公転自在に保持するキャリア34とを備え、サンギヤ31とリングギヤ32とキャリア34とを回転要素として差動作用を行なう遊星歯車機構として構成されている。キャリア34にはエンジン22のクランクシャフト26が、サンギヤ31にはモータMG1が、リングギヤ32にはリングギヤ軸32aを介して減速ギヤ35がそれぞれ連結されており、動力分配統合機構30は、モータMG1が発電機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力をサンギヤ31側とリングギヤ32側にそのギヤ比に応じて分配し、モータMG1が電動機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力とサンギヤ31から入力されるモータMG1からの動力を統合してリングギヤ32側へ出力する。リングギヤ32へ出力された動力は、リングギヤ軸32aからギヤ機構60およびデファレンシャルギヤ62を介して、最終的には車両の駆動輪63a, 63bへ出力される。

【0018】

モータMG1およびモータMG2は、いずれも発電機として作動することができると共に電動機として作動可能な周知の同期発電電動機として構成されており、インバータ41, 42を介してバッテリー50と電力のやりとりを行なう。インバータ41, 42とバッテリー50とを接続する電力ライン54は、各インバータ41, 42が共用する正極母線および負極母線として構成されており、モータMG1, MG2の何れかで発電される電力を他のモータで消費することができるようになっている。したがって、バッテリー50は、モータMG1, MG2の何れかから生じた電力や不足する電力により充放電されることになる。なお、モータMG1, MG2により電力収支のバランスをとるものとするれば、バッテリー

10

20

30

40

50

50は充放電されない。モータMG1, MG2は、いずれもモータ用電子制御ユニット(以下、「モータECU」という)40により駆動制御されている。モータECU40には、モータMG1, MG2を駆動制御するために必要な信号、例えばモータMG1, MG2の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ43, 44からの信号や図示しない電流センサにより検出されるモータMG1, MG2に印加される相電流等が入力されており、モータECU40からは、インバータ41, 42へのスイッチング制御信号が出力されている。モータECU40は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号によってモータMG1, MG2を駆動制御すると共に必要に応じてモータMG1, MG2の運転状態に関するデータをハイブリッドECU70に出力する。

10

【0019】

バッテリー50は、バッテリー用電子制御ユニット(以下、「バッテリーECU」という)52によって管理されている。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー50の端子間に設置された図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー50の出力端子に接続された電力ライン54に取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流、バッテリー50に取り付けられた温度センサ51からの電池温度Tb等が入力されており、バッテリーECU52は、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータを通信によりハイブリッドECU70に出力する。なお、バッテリーECU52は、バッテリー50を管理するために電流センサにより検出された充放電電流の積算値に基づいて残容量(SOC)も演算している。

20

【0020】

ハイブリッドECU70は、CPU72を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU72の他に処理プログラムを記憶するROM74と、データを一時的に記憶するRAM76と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。ハイブリッドECU70には、イグニッションスイッチ80からのイグニッション信号、シフトレバー81の操作位置であるシフトポジションSPを検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP、アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Acc、ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキペダルポジションBP、車速センサ88からの車速V等が入力ポートを介して入力されている。ハイブリッドECU70は、前述したように、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52と通信ポートを介して接続されており、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

30

【0021】

上述のように構成された本実施例のハイブリッド自動車20は、運転者によるアクセルペダル83の踏み込み量に対応するアクセル開度Accと車速Vとに基づいて駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力すべき要求トルクを計算し、この要求トルクに対応する要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるように、エンジン22とモータMG1とモータMG2とが運転制御される。エンジン22とモータMG1とモータMG2の運転制御モードとしては、要求動力に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にエンジン22から出力される動力のすべてが動力分配統合機構30とモータMG1とモータMG2とによってトルク変換されてリングギヤ軸32aに出力されるようモータMG1およびモータMG2を駆動制御するトルク変換運転モードや、要求動力とバッテリー50の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にバッテリー50の充放電を伴ってエンジン22から出力される動力の全部またはその一部が動力分配統合機構30とモータMG1とモータMG2とによるトルク変換を伴って要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるようモータMG1およびモータMG2を駆動制御する充放電運転モード、エンジン22の運転を停止してモータMG2から要求動力に見合う動力をリングギヤ軸32aに出力するよう運転制御するモータ運転モード等がある。そして、実施例のハイブリッド自動車20では

40

50

、エンジン 2 2 が運転されるトルク変換運転モードや充放電運転モードでの動作中に、所定のエンジン停止条件が成立するとエンジン 2 2 が停止され、運転モードがモータ M G 2 から要求動力に見合う動力を発生させるモータ運転モードに切り替えられる。また、エンジン 2 2 が停止されるモータ運転モードでの動作中に、所定のエンジン始動条件が成立するとエンジン 2 2 が始動され、運転モードがトルク変換運転モードや充放電運転モードへと切り替えられる。このように、実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、その運転状態に応じて、エンジン 2 2 を始動または停止させるエンジン 2 2 の間欠運転が実行される。

【 0 0 2 2 】

次に、本実施例のハイブリッド自動車 2 0 の動作、特に、エンジン 2 2 を始動または停止させるエンジン 2 2 の間欠運転が実行される際の動作について説明する。図 2 は、ハイブリッド E C U 7 0 により実行される間欠運転判定ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎に繰り返し実行される。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 の間欠運転判定ルーチンが開始されると、ハイブリッド E C U 7 0 の C P U 7 2 は、まず、アクセルペダルポジションセンサ 8 4 からのアクセル開度 $A c c$ 、車速センサ 8 8 からの車速 V 、モータ M G 2 の回転数 $N m 2$ 、バッテリー 5 0 が充放電すべき充放電要求パワー $P b *$ 、バッテリー 5 0 を充電する電力の最大値である入力制限 $W i n$ といった制御に必要なデータの入力処理を実行する (ステップ S 1 0 0)。この場合、充放電要求パワー $P b *$ は、バッテリー 5 0 の残容量 (S O C) 等に基づいて設定されたものをバッテリー E C U 5 2 から通信により入力するものとした。また、バッテリー 5 0 の入力制限 $W i n$ は、温度センサ 5 1 により検出されたバッテリー 5 0 の電池温度 $T b$ とバッテリー 5 0 の残容量 (S O C) とに基づいて設定されたものをバッテリー E C U 5 2 から通信により入力するものとした。

20

【 0 0 2 4 】

続いて、ステップ S 1 0 0 で入力したバッテリー 5 0 の入力制限 $W i n$ に基づいてエンジン 2 2 の間欠運転の可否を判定するための閾値である間欠運転禁止車速 $V r e f$ を設定する (ステップ S 1 1 0)。実施例では、バッテリー 5 0 の入力制限 $W i n$ と間欠運転禁止車速 $V r e f$ との関係を予め定めて間欠運転禁止車速設定用マップとして R O M 7 4 に記憶しておき、入力制限 $W i n$ が与えられると当該マップからそれに対応する間欠禁止車速 $V r e f$ を導出して設定するものとした。かかる間欠運転禁止車速設定用マップの一例を図 3 に示す。同図に示す間欠運転禁止車速設定用マップは、同図において実線で示すように、基本的に入力制限 $W i n$ が小さいほど間欠運転禁止車速 $V r e f$ を小さく設定するものである。かかる間欠運転禁止車速設定用マップの定め方の詳細については後述する。間欠禁止車速 $V r e f$ を設定したならば、ステップ S 1 0 0 で入力した車速 V が間欠禁止車速以上であるか否かを判定し (ステップ S 1 2 0)、車速 V が間欠禁止車速 $V r e f$ 未満であれば、車両走行に要求される要求パワー $P *$ を計算する (ステップ S 1 3 0)。ステップ S 1 3 0 では、まず、ステップ S 1 0 0 で入力したアクセル開度 $A c c$ と車速 V とに基づいて駆動輪 6 3 a、6 3 b に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸 3 2 a に出力すべき要求トルク $T r *$ を求める。実施例では、アクセル開度 $A c c$ と車速 V と要求トルク $T r *$ との関係を予め定めて要求トルク設定用マップとして R O M 7 4 に記憶しておき、アクセル開度 $A c c$ と車速 V とが与えられると当該マップから両者に対応する要求トルク $T r *$ を導出するものとした。要求トルク設定用マップの一例を図 4 に示す。そして、導出した要求トルク $T r *$ にリングギヤ軸 3 2 a の回転数 $N r$ を乗じたものとバッテリー 5 0 が充放電すべき充放電要求パワー $P b *$ とロス $L o s s$ との和として要求パワー $P *$ を設定する。なお、リングギヤ軸 3 2 a の回転数 $N r$ は、車速 V に換算計数 k を乗じるか、あるいは、S 1 0 0 でモータ M G 2 の回転数 $N m 2$ を減速ギヤ 3 5 のギヤ比 $G r$ で除することにより求められる。

30

40

【 0 0 2 5 】

要求パワー $P *$ を算出したならば、ハイブリッド自動車 2 0 においてエンジン 2 2 を始動させるための条件が成立しているか否かを判定する (ステップ S 1 4 0)。実施例にお

50

いて、エンジン 22 の始動条件は、エンジン 22 が停止されており、かつ、要求パワー P^* が予め定められた第 1 の閾値 P_{r1} 以上であることとした。第 1 の閾値 P_{r1} は、エンジン 22 を比較的効率よく運転することができる領域における下限のパワー近傍に設定される。エンジン 22 の始動条件が成立していない場合には、ハイブリッド自動車 20 においてエンジン 22 を停止させるための条件が成立しているか否かを更に判定する（ステップ S150）。実施例において、エンジン 22 の停止条件は、エンジン 22 が運転されており、かつ、要求パワー P^* が予め定められた第 2 の閾値 P_{r2} 未満であることとした。第 2 の閾値 P_{r2} は、第 1 の閾値 P_{r1} よりも小さな値として定められる。ステップ S140 でエンジン 22 の始動条件が成立していないと判断され、かつステップ S150 でエンジン 22 の停止条件が成立していないと判断される場合、すなわち、エンジン 22 を始動も停止もさせる必要がない場合には、通常駆動フラグが ON され（ステップ S160）、通常駆動フラグが ON されている場合、エンジン 22 の始動や停止を伴うことなくエンジン 22 とモータ MG1 および MG2 とを制御するための図 5 に示す駆動制御ルーチンが実行される。また、ステップ S140 でエンジン 22 の始動条件が成立していると判断された場合にはエンジン始動フラグが ON され（ステップ S170）、エンジン始動フラグが ON されると、図 10 に示すエンジン始動時駆動制御ルーチンが実行される。更に、ステップ S150 でエンジン 22 の停止条件が成立していると判断された場合にはエンジン停止始動フラグが ON され（ステップ S180）、エンジン停止フラグが ON されると、図示しないエンジン停止時駆動制御ルーチンが実行される。ここで、間欠禁止判定ルーチンの説明を一旦中断し、図 5 に示す駆動制御ルーチンおよび図 10 のエンジン始動時駆動制御ルーチンについて説明する。なお、エンジン停止時駆動制御ルーチンについては、本発明に直接的に関連するものではないため、ここではその詳細な説明を省略する。

【0026】

図 5 の駆動制御ルーチンは、通常駆動フラグが ON されている場合に所定時間毎に繰り返し実行されるものである。この駆動制御ルーチンが開始されると、ハイブリッド ECU 70 の CPU 72 は、まず、アクセルペダルポジションセンサ 84 からのアクセル開度 A_{cc} 、車速センサ 88 からの車速 V 、モータ MG1、MG2 の回転数 N_{m1} 、 N_{m2} 、バッテリー 50 が充放電すべき充放電要求パワー P_{b^*} 、バッテリー 50 の入出力制限 W_{in} 、 W_{out} といった制御に必要なデータの入力処理を実行する（ステップ S200）。この場合、モータ MG1、MG2 の回転数 N_{m1} 、 N_{m2} は、回転位置検出センサ 43、44 により検出されるモータ MG1、MG2 の回転子の回転位置に基づいて計算されたものをモータ ECU 40 から通信により入力するものとした。充放電要求パワー P_{b^*} は、図 2 のステップ S100 と同様にバッテリー ECU 52 から通信により入力するものとした。バッテリー 50 の入出力制限 W_{in} 、 W_{out} は、図 2 のステップ S100 と同様に温度センサ 51 により検出されたバッテリー 50 の電池温度 T_b とバッテリー 50 の残容量（SOC）とに基づいて設定されたものをバッテリー ECU 52 から通信により入力するものとした。なお、バッテリー 50 の入出力制限 W_{in} 、 W_{out} は、電池温度 T_b に基づいて入出力制限 W_{in} 、 W_{out} の基本値を設定し、バッテリー 50 の残容量（SOC）に基づいて出力制限用補正係数と入力制限用補正係数とを設定し、設定した入出力制限 W_{in} 、 W_{out} の基本値に補正係数を乗じて入出力制限 W_{in} 、 W_{out} を設定することが可能であり、これは、図 2 のステップ S100 における入力処理についても同様である。図 6 に電池温度 T_b と入出力制限 W_{in} 、 W_{out} との関係の一例を示し、図 7 にバッテリー 50 の残容量（SOC）と入出力制限 W_{in} 、 W_{out} の補正係数との関係の一例を示す。

【0027】

ステップ S200 のデータ入力処理の後、入力したアクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて駆動輪 63a、63b に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力すべき要求トルク T_{r^*} とエンジン 22 に要求される要求パワー P_{e^*} とを設定する（ステップ S210）。要求トルク T_{r^*} は、図 2 のステップ S130 で用いた図 4 の要求トルク設定用マップを用いて設定される。また、実施例では、設定した要求トルク T_{r^*} にリングギヤ軸 32a の回転数 $N_r (= N_{m2} / G_r)$ を乗じたものとバッテリー 50 が充放電す

べき充放電要求パワー P_{b*} とロス L_{oss} との和としてエンジン 22 に対する要求パワー P_{e*} を設定するものとした。続いて、エンジン ECU 24 からの入力信号に基づいてエンジン 22 が停止されているか否かを判定し (ステップ S 220)、エンジン 22 が運転されている場合、すなわち運転モードがトルク変換運転モードまたは充放電運転モードである場合には、ステップ S 210 で設定したエンジン 22 に対する要求パワー P_{e*} に基づいてエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} とを設定する (ステップ S 230)。実施例では、エンジン 22 を効率よく動作させる動作ラインと要求パワー P_{e*} とに基づいて目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} とを設定する。図 8 に、エンジン 22 の動作ラインの一例と目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} との相関曲線とを例示する。同図に示すように、目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} は、動作ラインと要求パワー P_{e*} ($N_{e*} \times T_{e*}$) が一定となること示す相関曲線との交点から求めることができる。

10

【0028】

更に、ステップ S 230 で設定した目標回転数 N_{e*} とリングギヤ軸 32a の回転数 $N_r (= N_{m2} / G_r)$ と動力分配統合機構 30 のギヤ比 G_r とに基づいて次式 (1) を用いた計算によりモータ MG1 の目標回転数 N_{m1*} を求めると共に、求めた目標回転数 N_{m1*} と現在の回転数 N_{m1} とに基づいて次式 (2) を用いた計算によりモータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} を設定する (ステップ S 240)。式 (1) は、動力分配統合機構 30 の回転要素に関連する力学的な関係式である。図 9 に、エンジン 22 が運転されている場合における動力分配統合機構 30 の回転要素についての回転数とトルクとの力学的な関係を表す共線図を示す。図中、左の S 軸はモータ MG1 の回転数 N_{m1} であるサンギヤ 31 の回転数を示し、C 軸はエンジン 22 の回転数 N_e であるキャリア 34 の回転数を示し、R 軸はリングギヤ 32 (リングギヤ軸 32a) の回転数 N_r を示す。モータ MG1 の目標回転数 N_{m1*} を求めるための式 (1) は、この共線図における回転数の関係を用いれば容易に導くことができる。従って、モータ MG1 が式 (1) から求められる目標回転数 N_{m1*} で回転するようにトルク指令 T_{m1*} を設定してモータ MG1 を駆動制御することによりエンジン 22 を目標回転数 N_{e*} で回転させることができる。式 (2) は、モータ MG1 を目標回転数 N_{m1*} で回転させるためのフィードバック制御における関係式であり、式 (2) 中、右辺第 2 項の「 k_1 」は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 k_2 」は積分項のゲインである。なお、図 9 における R 軸上の上向きの 2 つの太線矢印は、エンジン 22 を目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} の運転ポイントで運転したときにエンジン 22 からリングギヤ軸 32a に直接伝達されるトルク ($-1 / G_r \cdot T_{m1*}$) と、モータ MG2 から減速ギヤ 35 を介してリングギヤ軸 32a に加えられるトルク $T_{m2*} \cdot G_r$ とを示す。

20

30

【0029】

$$N_{m1*} = N_{e*} \cdot (1 + \dots) / \dots - N_{m2} / (G_r \cdot \dots) \dots (1)$$

$$T_{m1*} = \text{前回} T_{m1*} + k_1 (N_{m1*} - N_{m1}) + k_2 \int (N_{m1*} - N_{m1}) dt \dots (2)$$

【0030】

モータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} とを設定すると、要求トルク T_r^* とトルク指令 T_{m1*} と動力分配統合機構 30 のギヤ比 G_r と減速ギヤ 35 のギヤ比 G_r とに基づいて、要求トルク T_r^* をリングギヤ軸 32a に作用させるためにモータ MG2 から出力すべきトルクとしての仮モータトルク T_{m2tmp} を次式 (3) を用いて計算すると共に (ステップ S 250)、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} とモータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} と現在のモータ MG1 の回転数 N_{m1} およびモータ MG2 の回転数 N_{m2} とに基づいて、モータ MG2 から出力してもよいトルクの上限としてのトルク制限 T_{m2lim} を次式 (4) を用いて計算する (ステップ S 260)。そして、計算した仮モータトルク T_{m2tmp} とトルク制限 T_{m2lim} とのうちの小さい方をモータ MG2 のトルク指令 T_{m2*} として設定する (ステップ S 270)。このようにしてモータ MG2 のトルク指令 T_{m2*} を設定することにより、リングギヤ軸 32a に出力する要求トルク T_r^* をバッテリー 50 の出力制限 W_{out} の範囲内に制限したトルクとして設定することができる。なお、式 (

40

50

3) は、図9の共線図におけるR軸上のトルクの釣り合い関係から容易に導き出すことができる。

【0031】

$$T_{m2tmp} = (T_r^* + T_{m1}^* / \dots) / G_r \dots (3)$$

$$T_{m2lim} = (W_{out} - T_{m1}^* \cdot N_{m1}) / N_{m2} \dots (4)$$

【0032】

エンジン22の目標回転数 N_{e}^* や目標トルク T_{e}^* 、モータMG1, MG2のトルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* を設定すると、エンジン22の目標回転数 N_{e}^* および目標トルク T_{e}^* をエンジンECU24に、モータMG1, MG2のトルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* をモータECU40にそれぞれ送信する(ステップS280)。目標回転数 N_{e}^* と目標トルク T_{e}^* を受信したエンジンECU24は、受信した目標回転数 N_{e}^* と目標トルク T_{e}^* に従ったエンジン制御を実行する。また、トルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* を受信したモータECU40は、トルク指令 T_{m1}^* に従ってモータMG1が駆動されると共にトルク指令 T_{m2}^* に従ってモータMG2が駆動されるようにインバータ41, 42のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

10

【0033】

一方、ステップS220でエンジン22が停止されていると判断された場合、すなわち運転モードがモータ運転モードである場合には、エンジン22の目標回転数 N_{e}^* と目標トルク T_{e}^* とをそれぞれ値0に設定すると共に、モータMG1のトルク指令 T_{m1}^* を値0に設定した上で(ステップS290)、ステップS250からS280の処理を実行する。この際、ステップS250では、モータMG1のトルク指令 T_{m1}^* が値ゼロに設定されていることから、仮モータトルク T_{m2tmp} は、ステップS210で設定された要求トルク T_r^* がモータMG2のみにより出力されるように設定され、それにより、モータMG2から要求動力に見合う動力をリングギヤ軸32aに出力するように運転制御するモータ運転モードが継続されることになる。

20

【0034】

また、図10のエンジン始動時駆動制御ルーチンは、エンジン始動フラグがONされた場合に所定時間毎に繰り返し実行されるものである。このエンジン始動時駆動制御ルーチンが開始されると、ハイブリッドECU70のCPU72は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度 A_{cc} や車速センサ88からの車速 V 、エンジン22の回転数 N_e 、モータMG1, MG2の回転数 N_{m1} , N_{m2} 、バッテリー50の入出力制限 W_{in} , W_{out} といった制御に必要なデータを入力する(ステップS300)。なお、エンジン22の回転数 N_e はクランクシャフト26に取り付けられた図示しないクランクポジションセンサからの信号に基づいて計算されたものをエンジンECU24から通信により入力するものとした。これ以外のデータ入力は、図5のステップS100と同様にして行われる。ステップS300のデータ入力処理の後、入力したアクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて図4の要求トルク設定用マップを用いて要求トルク T_r^* を設定する(ステップS310)。

30

【0035】

続いて、予め定められたクランキングトルク設定用マップを用いて、ステップS300で入力したエンジン22の回転数 N_e と、図10のエンジン始動時駆動制御ルーチンの開始からの経過時間 t とに応じたエンジン22をクランキングするクランキングトルクとしてのモータMG1のトルク指令 T_{m1}^* を設定する(ステップS320)。ステップS320で用いられるクランキングトルク設定用マップは、エンジン22をクランキングして始動させる際のモータMG1のトルク指令 T_{m1}^* とエンジン22の回転数 N_e と始動開始時からの経過時間 t との関係を例えば図11に示すように規定するものである。このクランキングトルク設定用マップを用いた場合、図11に示すように、エンジン22の回転数 N_e を迅速に増加させるべく、エンジン始動時駆動制御ルーチンが開始された時間 t_{11} の直後からレート処理を用いて比較的大きなトルク T_{rc} がトルク指令 T_{m1}^* として設定される。そして、エンジン22の回転数 N_e が共振回転数帯を通過したか、あるいは

40

50

共振回転数帯を通過するのに必要な時間が経過した以降の時間 t_{12} になると、エンジン 22 を安定して回転数 N_1 以上でモータリングすることができるトルクがトルク指令 T_{m1*} に設定され、それにより、電力消費やモータ MG1 により駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力される反力を小さくしている。更に、エンジン 22 の回転数 N_e が回転数 N_1 に達した時間 t_{13} からレート処理を用いてトルク指令 T_{m1*} が値 0 とされ、エンジン 22 の完爆が判定された時間 t_{15} から発電用のトルクがトルク指令 T_{m1*} として設定される。こうしてモータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} を設定しながらエンジン 22 をクランキングにより始動させることにより、エンジン 22 の始動時に生じ得る振動を抑制することができる。

【0036】

モータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} を設定すると、ステップ S300 で入力したバッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} と設定したモータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} に現在のモータ MG1 の回転数 N_{m1} を乗じて得られるモータ MG1 の消費電力（発電電力）との偏差をモータ MG2 の回転数 N_{m2} で除することによりモータ MG2 から出力してもよいトルクの上下限としてのトルク制限 T_{max} , T_{min} を次式（5）および式（6）を用いて計算する（ステップ S330）。更に、要求トルク T_{r*} とトルク指令 T_{m1*} と動力分配統合機構 30 のギヤ比 i_{30} と減速ギヤ 35 のギヤ比 G_r とを用いてモータ MG2 から出力すべきトルクとしての仮モータトルク T_{m2tmp} を式（7）を用いて計算し（ステップ S340）、計算した仮モータトルク T_{m2tmp} をトルク制限 T_{m2max} , T_{m2min} で制限することによりモータ MG2 のトルク指令 T_{m2*} を設定する（ステップ S350）。そして、設定したトルク指令 T_{m1*} , T_{m2*} がモータ ECU40 に送信され（ステップ S360）、トルク指令 T_{m1*} , T_{m2*} を受信したモータ ECU40 は、トルク指令 T_{m1*} でモータ MG1 が駆動されると共にトルク指令 T_{m2*} でモータ MG2 が駆動されるようインバータ 41, 42 のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。なお、図 12 に、走行中にエンジン 22 をクランキングして始動させるときの動力分配統合機構 30 の回転要素についての回転数とトルクとの力学的な関係を表す共線図の一例を示す。式（7）は、図 12 の共線図から容易に導き出すことができる。また、上述のようにしてモータ MG2 のトルク指令 T_{m2*} を設定することにより、エンジン 22 をクランキングするトルク（モータ MG1 のトルク指令 T_{m1*} ）に応じてリングギヤ軸 32a に作用する駆動力に対する反力としてのトルク（図 12 におけるトルク = $-1/i_{30} \cdot T_{m1*}$ ）をキャンセルしつつリングギヤ軸 32a に要求トルク T_{r*} を出力するためのトルク指令 T_{m2*} をバッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} の範囲内で制限したトルクとして設定することができる。

【0037】

$$T_{max} = (W_{out} * - T_{m1*} \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad \dots (5)$$

$$T_{min} = (W_{in} - T_{m1*} \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad \dots (6)$$

$$T_{m2tmp} = (T_{r*} + T_{m1*} / i_{30}) / G_r \quad \dots (7)$$

【0038】

続いて、燃料噴射制御や点火制御が開始されるまでは値 0 に設定されると共に燃料噴射制御や点火制御が開始されると値 1 に設定される燃料噴射開始フラグ F_{fire} が値 0 であるか否かが判定し（ステップ S370）、燃料噴射開始フラグ F_{fire} が値 0 のときには、更に、エンジン 22 の回転数 N_e が閾値 N_{fire} に達しているか否かを判定する（ステップ S380）。閾値 N_{fire} は、エンジン 22 の燃料噴射制御や点火制御を開始するエンジン 22 の回転数であり、例えば 1000 ~ 1200 rpm といった値とされる。エンジン 22 の回転数 N_e が閾値 N_{fire} に達していないときには、ステップ S300 から S370 までの処理を繰り返す。また、エンジン 22 の回転数 N_e が閾値 N_{ref} に達したときには、燃料噴射制御と点火制御を開始させるための制御信号をエンジン ECU24 に送信すると共に、燃料噴射開始フラグ F_{fire} に値 1 を設定した上で（ステップ S390）、エンジン 22 が完爆に至ったか否かを判定し（ステップ S400）、エンジン 22 が完爆に至っていないときにはステップ S300 に戻る。ステップ S380 で燃

10

20

30

40

50

料噴射開始フラグ $F f i r e$ に値 1 が設定されると、ステップ $S 3 7 0$ で燃料噴射開始フラグ $F f$ が値 1 であると判定され、エンジン 2 2 の回転数 $N e$ と閾値 $N f i r e$ との比較処理（ステップ $S 3 8 0$ ）がスキップされて、エンジン 2 2 が完爆に至っているか否かを判定する（ステップ $S 4 0 0$ ）。そして、エンジン 2 2 が完爆に至ると、通常駆動フラグが ON され（ステップ $S 4 1 0$ ）、エンジン始動時駆動制御ルーチンが終了する。ステップ $S 4 1 0$ で通常駆動フラグが ON されると、上述の図 5 の駆動制御ルーチンが実行されることになる。

【 0 0 3 9 】

さて、再度図 2 に戻って、間欠運転判定ルーチンについて説明すると、ステップ $S 1 2 0$ にてステップ $S 1 0 0$ で入力した車速 V が間欠禁止車速以上であると判断される場合には、更にエンジン 2 2 が運転されているか否かを判定し（ステップ $S 1 9 0$ ）、エンジン 2 2 が運転されていれば、上述の通常駆動フラグが ON され（ステップ $S 1 6 0$ ）、これにより、運転モードがエンジン 2 2 の運転を伴うトルク変換運転モードや充放電運転モードとなるように図 5 の駆動制御ルーチンが実行される。これに対して、ステップ $S 1 0 0$ で入力した車速 V が間欠禁止車速以上であり、かつエンジン 2 2 が停止されている場合には、上述のエンジン始動フラグが ON され（ステップ $S 1 7 0$ ）、これに伴って、図 1 0 のエンジン始動時駆動制御ルーチンが実行されることになる。

【 0 0 4 0 】

このようにステップ $S 1 9 0$ でエンジン 2 2 が停止されていると判断された後、エンジン始動フラグが ON されるのは、車速 V が間欠禁止車速 $V r e f$ 以上である場合、すなわち車速 V がある程度高い場合である。ここで、図 1 2 において一点鎖線および二点鎖線で示すように、車速 V が比較的高い状態で停止中のエンジン 2 2 をモータ $M G 1$ および $M G 2$ によりクランキングして始動させるケースを考えると、エンジン 2 2 をクランキングする前、モータ $M G 1$ は、図 1 2 において一点鎖線で示すように、比較的高い負の回転数でモータ $M G 2$ に連れ回った状態にあり、クランキング開始直後には、図 1 1 からわかるように、モータ $M G 1$ のトルク指令として比較的大きなトルク（クランキングトルク）が設定される。この結果、車速 V が比較的高い状態でエンジン 2 2 をクランキングして始動させる場合、モータ $M G 1$ は、回転数とトルクとの積として比較的大きな電力を発電する。この際、モータ $M G 2$ は、走行のためのトルクを打ち消すようにモータ $M G 1$ により出力される反力（ $- 1 / \cdot T m 1 *$ ）をキャンセルするためのトルクと実際の走行に要求されるトルク $T r *$ との和を出力することになるが、駆動軸としてのリングギヤ軸 3 2 a に出力すべき要求トルク $T r *$ が小さいと、モータ $M G 2$ による消費電力が小さくなるので、モータ $M G 1$ により発電される電力をモータ $M G 2$ により消費しきれなくなり、入力制限 $W i n$ を超えた過大な電力がバッテリー 5 0 に入力されてしまうおそれがある。このような点を考慮して、ステップ $S 1 1 0$ では、上記間欠禁止車速車速設定用マップを用いると共にバッテリー 5 0 の入力制限 $W i n$ に基づいて、モータ $M G 1$ 、 $M G 2$ によるエンジン 2 2 のクランキング時にバッテリー 5 0 に入力される電力である充電電力 $W c h g$ がバッテリー 5 0 の入力制限 $W i n$ を超えないようにする車速を間欠運転禁止車速として設定するのである。

【 0 0 4 1 】

この場合、充電電力 $W c h g$ は、エンジン 2 2 のクランキングに伴ってモータ $M G 1$ により出力される電力から、エンジン 2 2 のクランキングに伴ってモータ $M G 2$ により消費される電力を差し引いたものとなるから、モータ $M G 1$ のトルク $T m 1$ および回転数 $N m 1$ と、モータ $M G 2$ のトルク $T m 2$ および回転数 $N m 2$ とを用いれば、次式（8）により表される。また、慣性率を $K i$ とすれば、上記式（1）よりモータ $M G 2$ のトルク $T m 2$ は、次式（9）のように表され、図 1 2 の共線図からわかるように、モータ $M G 1$ の回転数は、エンジン 2 2 の回転数 $N e$ とリングギヤ軸 3 2 a の回転数を $N r$ とを用いて次式（10）により表され、更にモータ $M G 2$ の回転数は、次式（11）により表される。これらの式（9）から（11）を用いて、式（8）を変形すれば、充電電力 $W c h g$ は、次式（12）のように表される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

$$Wchg = Tm1 \cdot Nm1 + Tm2 \cdot Nm2 \quad \dots (8)$$

$$Tm2 = Tr + 1/ \quad \cdot Tm1 \cdot (1 - Ki) \quad \dots (9)$$

$$Nm1 = (1 + \quad) / \quad \cdot Ne - 1/ \quad \cdot Nr \quad \dots (1 0)$$

$$Nm2 = Nr \cdot Gr \quad \dots (1 1)$$

$$Wchg = (1 + \quad) / \quad \cdot Tm1 \cdot Ne + Tr \cdot Nr - Ki / \quad \cdot Tm1 \cdot Nr \quad \dots (1 2)$$

【 0 0 4 3 】

ハイブリッド自動車 2 0 のモータ走行中にエンジン 2 2 を始動させる場合、エンジン 2 2 の回転数 Ne はゼロであるから、式 (1 2) の右辺第 1 項は消去可能である。また、エンジン 2 2 のクランキングに際して、充電電力 Wchg が最も大きくなるのは、要求トルク Tr の値が最も小さくなる時、すなわちアクセル開度 Acc が 0 % であるとき (要求トルク Tr が負の値すなわち制動トルクとなる場合を含む) である。ここで、アクセル開度 Acc が 0 % であるときには、図 4 からわかるように、エンジンブレーキ等により作用させる制動力は比較的小さいものである。要求トルク Tr の値をゼロとみなすことができる。そして、このように、要求トルク Tr の値をゼロとみなせば、すなわち、モータ走行中におけるエンジン 2 2 の始動に際してモータ MG 2 からモータ MG 1 によりリングギヤ軸 3 2 a に出力される駆動力を打ち消す反力としてのトルク (= - Tm1 * /) をキャンセルするトルクのみが出力されるものとすれば、式 (1 2) の右辺第 2 項も消去可能である。従って、エンジン 2 2 をクランキングするときの充電電力 Wchg は、次式 (1 3) 式のように表すことが可能であり、式 (1 3) からわかるように、リングギヤ軸 3 2 a の回転数 Nr (= k \cdot V) すなわち車速 V に概ね比例し、モータ MG 1 のトルク Tm1 と慣性率 Ki とがそれぞれ最大となる場合に最大となる。そして、かかる式 (1 3) により規定されるエンジン 2 2 をクランキングするときの車速 V と充電電力 Wchg との相関を用いれば、充電電力 Wchg がバッテリー 5 0 の入力制限 Win を超えないようにする車速 V を特定することができる。実施例では、式 (1 3) におけるモータ MG 1 のトルク Tm1 をクランキングトルクの最大値 (図 1 1 におけるトルク Trc) とし、図 3 において一点鎖線と実線とで示すように、充電電力 Wchg が入力制限 Win を超えないようにするマージンをもたせて車速 V と入力制限 Win との相関を定めた上で、この相関を間欠運転禁止車速設定用マップとして ROM 7 4 に記憶しておき、当該マップからステップ S 1 0 0 で入力したバッテリー 5 0 の入力制限 Win に対応する車速を導出してエンジン 2 2 の間欠運転の可否を判定するための閾値たる間欠運転禁止車速 Vref として設定するものとした (ステップ S 1 1 0) 。なお、間欠運転禁止車速設定用マップの設定に際しては、実施例のように要求トルク Tr をゼロとみなす代わりに、要求トルク Tr をゼロ以外の比較的小さな正または負の値としたり、上記式 (1 2) に図 4 の要求トルク設定用マップにより規定されるアクセル開度 Acc = 0 % 時の要求トルク Tr の値を導入したりして間欠運転禁止車速設定用マップを定めてよいことはいうまでもない。

【 0 0 4 4 】

$$Wchg = - Ktenpng / \quad \cdot Tm1 \cdot Nr = - Ktenpng / \quad \cdot Tm1 \cdot Nr \cdot k \cdot V \quad \dots (1 3)$$

【 0 0 4 5 】

このように、実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、バッテリー 5 0 の入力制限 Win に基づいて間欠禁止車速 Vref を設定し (ステップ S 1 1 0) 、ステップ S 1 2 0 で車速 V が間欠運転禁止車速 Vref 未満であると判断されると、所定の始動条件 (ステップ S 1 4 0) と所定の停止条件 (ステップ S 1 5 0) とに従ったエンジン 2 2 の間欠運転を伴って要求トルク Tr * が得られるようにエンジン 2 2 とモータ MG 1 , MG 2 とが制御される。また、車速 V が間欠運転禁止車速 Vref 以上である場合には、上述の始動条件および停止条件に拘わらずエンジン 2 2 の運転 (運転継続またはエンジン始動) を伴って要求トルク Tr * が得られるようにエンジン 2 2 とモータ MG 1 , MG 2 とが制御される。これにより、エンジン 2 2 の運転停止中に、より適正なタイミングでエンジン 2 2 を始動させると共に、エンジン 2 2 の間欠運転、すなわち、エンジン 2 2 の始動条件が成立してエンジン 2 2 を始動させるに際して、バッテリー 5 0 への入力制限 Win を超えた電力の入

10

20

30

40

50

力を抑制し、ひいては、バッテリー50の劣化を抑制することが可能となる。

【0046】

更に、実施例のハイブリッド自動車20では、車速Vが間欠運転禁止車速Vref以上であり、かつエンジン22が運転されているときには、エンジン22の運転の継続を伴って要求トルクTr*が得られるようにエンジン22とモータMG1, MG2とが制御される。また、車速Vが間欠運転禁止車速Vref以上であり、かつエンジン22が停止されているときには、モータMG1およびMG2によるエンジン22のクランキングを伴って要求トルクTr*が得られるようにエンジン22とモータMG1, MG2とが制御される。すなわち、実施例のハイブリッド自動車20では、車速Vが間欠運転禁止車速Vref以上となり、要求トルクTr*が小さい場合に充電電力Wchgが入力制限Winを超えるおそれが生じた時点で、モータMG1およびMG2によりエンジン22がクランキングされて始動されるので、エンジン22のクランキングによりバッテリー50に入力制限Winを超えた電力が入力されがちとなる高車速時、特に車速Vが高くかつ要求トルクTr*が小さいときのエンジン22の始動を抑制することが可能となる。

10

【0047】

そして、ステップS110で用いられる間欠運転禁止車速設定用マップは、基本的に入力制限Winが小さいほど、間欠運転禁止車速Vrefを小さく設定するものである。エンジン22の停止中であってバッテリー50の入力制限Winが小さいときには、車速Vが比較的低いうちにエンジン22を始動させ、それにより、バッテリー50への入力制限Winを超えた電力の入力を抑制することが可能となる。また、上述のように、上記(13)式に基づいて、要求トルクTr*がゼロであるときにモータMG1およびMG2によるエンジン22のクランキングに伴ってバッテリー50に入力される充電電力Wchgが入力制限Winを超えないようにする車速を間欠運転禁止車速Vrefとして設定する間欠禁止車速設定用マップを用いることにより、間欠運転禁止車速Vrefをより適正に設定して、エンジン22の運転停止中にエンジン22を始動させるときにバッテリー50への入力制限Winを超えた電力の入力を良好に抑制することが可能となる。

20

【0048】

なお、バッテリー温度が低い場合や、バッテリー温度が高くかつ残容量(SOC)が多い場合のようにバッテリー50の入力制限Win(その絶対値)が小さくなるときには、過大な電力がバッテリー50に入力されても、バッテリー50の電圧上昇は比較的低いいため、ハイブリッド自動車20のモータ走行中にエンジン22の間欠運転(エンジン22の始動)をバッテリー50の入力制限Winに応じて制限する必要性は低い。従って、バッテリー50の入力制限Win(その絶対値)がある程度大きな範囲内にあるときにのみ、ステップS110における間欠運転禁止車速Vrefの設定が行われるようにしてもよい。この場合、例えばモータ走行中のエンジン22の始動時の振動を抑制する観点から、バッテリー50の出力制限Woutが閾値Wx以下であるときにエンジン22の間欠運転(エンジン22の始動)を禁止する制御が行われるのであれば、バッテリー50の入力制限Winが出力制限Woutの閾値Wxに対応する値(-Wx)から当該入力制限Winの設計上の最大値(絶対値)までの範囲内で間欠運転禁止車速Vrefの設定を行ってもよい。すなわち、間欠運転禁止車速設定用マップは、入力制限Winが所定範囲内にある場合に、入力制限Winが小さいほど、間欠運転禁止車速Vrefを小さく設定するものであってもよい。

30

40

【0049】

更に、図2の間欠禁止判定ルーチンについては、車速Vが間欠運転車速Vref以上であり、かつエンジン22が運転されている場合に、通常駆動制御フラグがONされて図5の駆動制御ルーチンが実行されるものとして説明したが、この場合の駆動制御ルーチンにおいては、エンジン22のアイドル運転を伴って要求トルクTr*が得られるようにエンジン22とモータMG1, MG2とが制御されるようにしてもよい。これにより、車速Vが比較的高い場合にエンジン22の間欠運転を禁止しつつ、エンジン22から駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力されるトルクを抑えることが可能となる。

【0050】

50

以上、実施例を用いて本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、様々な変更をなし得ることはいうまでもない。

【0051】

すなわち、上記実施例のハイブリッド自動車20では、駆動軸としてのリングギヤ軸32aとモータMG2とがモータMG2の回転数を減速してリングギヤ軸32aに伝達する減速ギヤ35を介して連結しているが、減速ギヤ35の代わりに、例えばHi, Loの2段の変速段あるいは3段以上の変速段を有し、モータMG2の回転数を変速してリングギヤ軸32aに伝達する変速機を採用してもよい。

【0052】

また、上記実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2の動力を減速ギヤ35により減速してリングギヤ軸32aに出力しているが、図13に示す変形例としてのハイブリッド自動車120のように、モータMG2の動力を変速機65により変速してリングギヤ軸32aが接続された車軸（駆動輪39a, 39bが接続された車軸）とは異なる車軸（図13における車輪39c, 39dに接続された車軸）に伝達するようにしてもよい。

【0053】

更に、上記各実施例のハイブリッド自動車20、20Bは、エンジン22の動力を動力分配統合機構30を介して駆動輪63a, 63bに接続された駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力するものであるが、図14に示す変形例としてのハイブリッド自動車220のように、エンジン22のクランクシャフト26に接続されたインナーロータ232と駆動輪39a, 39bに動力を出力する駆動軸に接続されたアウターロータ234とを有し、エンジン22の動力の一部を駆動軸に伝達すると共に残余の動力を電力に変換する対ロータ電動機230を備えるものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の実施例であるハイブリッド自動車20の概略構成図である。

【図2】実施例のハイブリッドECU70により実行される間欠運転判定ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図3】実施例における間欠運転禁止車速を設定するためのマップの一例を示す説明図である。

【図4】要求トルク設定用マップの一例を示す説明図である。

【図5】実施例のハイブリッドECU70により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図6】バッテリー50における電池温度 T_b と入出力制限 W_{in} , W_{out} との関係の一例を示す説明図である。

【図7】バッテリー50の残容量(SOC)と入出力制限 W_{in} , W_{out} の補正係数との関係の一例を示す説明図である。

【図8】エンジン22の動作ラインの一例と目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} との相関曲線とを例示する説明図である。

【図9】エンジン22が運転されているときの動力分配統合機構30の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を例示する共線図である。

【図10】実施例のハイブリッドECU70により実行されるエンジン始動時駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図11】走行中にエンジン22をクランキングして始動させるときのクランキングトルクとしてのモータMG1のトルク指令 T_{m1*} とエンジン22の回転数 N_e との時間変化の一例を示す説明図である。

【図12】走行中にエンジン22をクランキングして始動させるときの動力分配統合機構30の回転要素についての回転数とトルクとの力学的な関係を例示する共線図である。

【図13】変形例のハイブリッド自動車120の構成の概略を示す構成図である。

10

20

30

40

50

【図14】変形例のハイブリッド自動車220の構成の概略を示す構成図である。

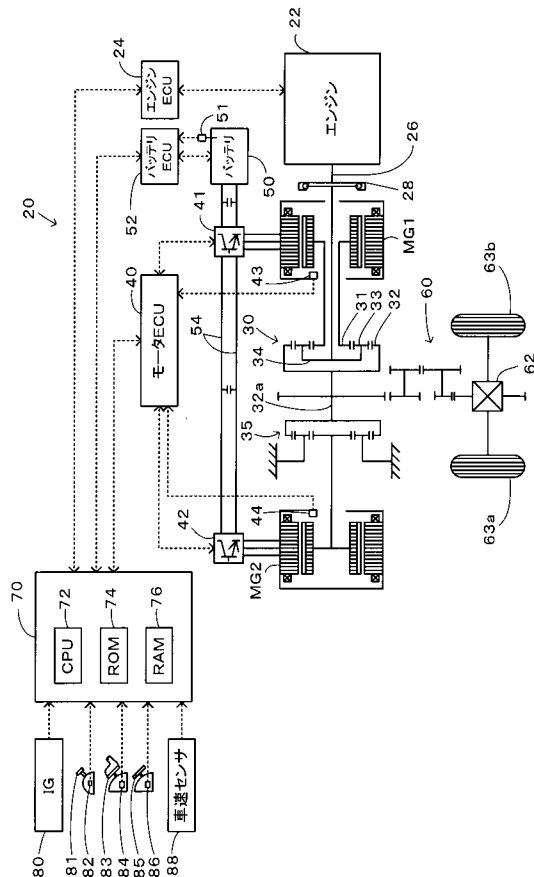
【符号の説明】

【0055】

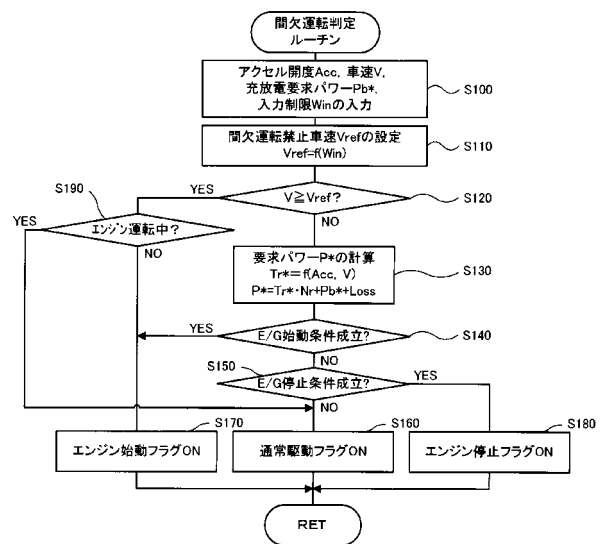
20, 120, 220 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制御ユニット(エンジンECU)、26 クランクシャフト、28 ダンパ、30 動力分配統合機構、31 サンギヤ、32 リングギヤ、32a リングギヤ軸、33 ピニオンギヤ、34 キャリア、35 減速ギヤ、40 モータ用電子制御ユニット(モータECU)、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、51 温度センサ、52 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリーECU)、54 電力ライン、60 ギヤ機構、62 デファレンシャルギヤ、63a, 63b 駆動輪、65 変速機、70 ハイブリッド用電子制御ユニット(ハイブリッドECU)、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、230 対ロータ電動機、232 インナーロータ 234 アウターロータ、MG1, MG2 モータ。

10

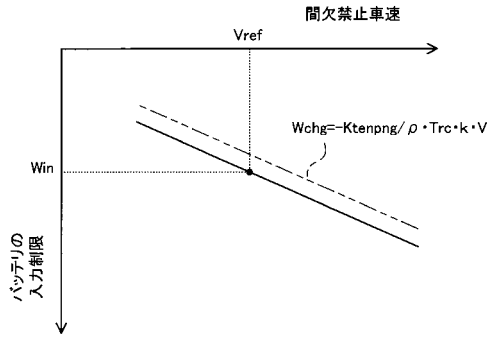
【図1】



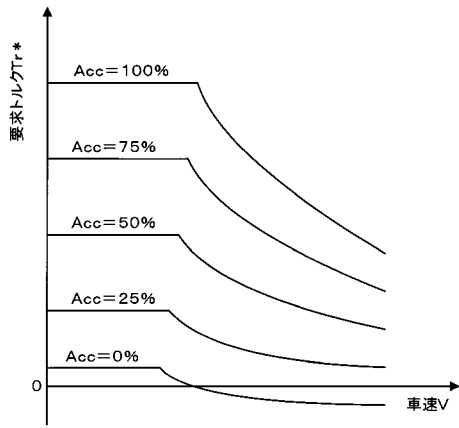
【図2】



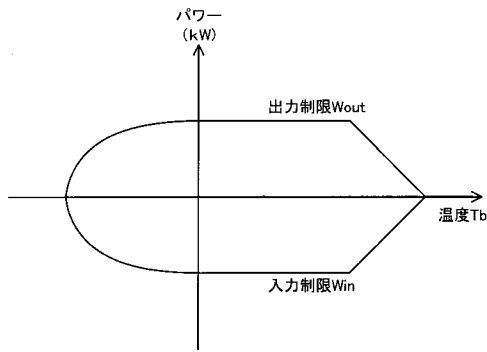
【図3】



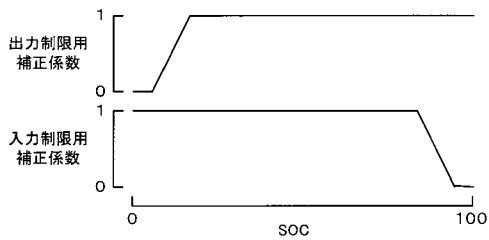
【図4】



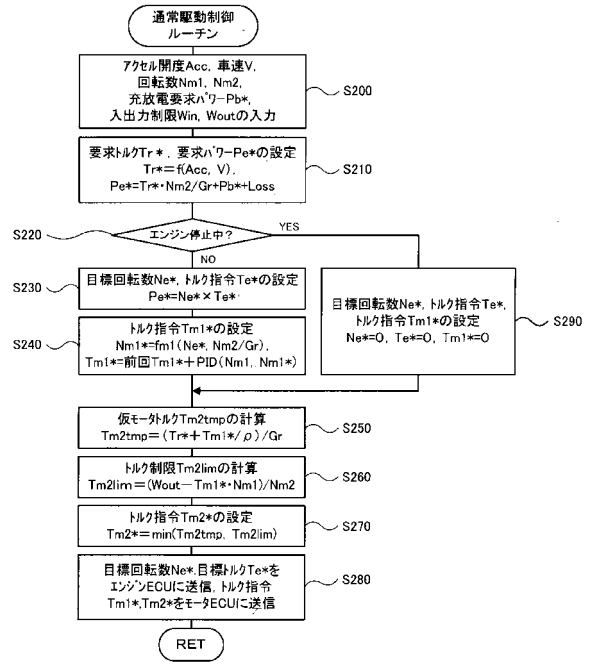
【図6】



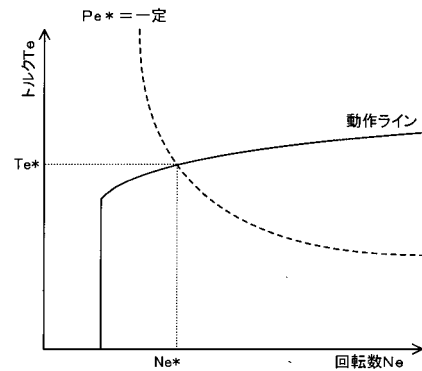
【図7】



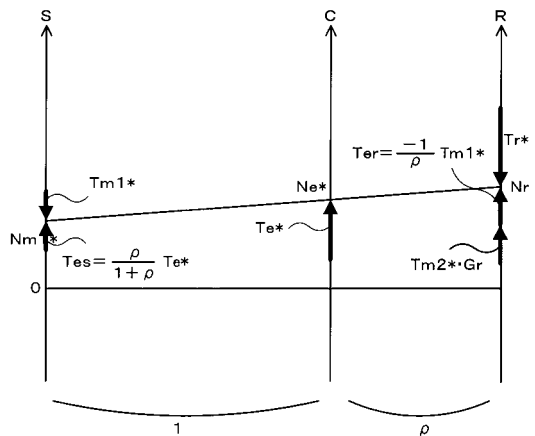
【図5】



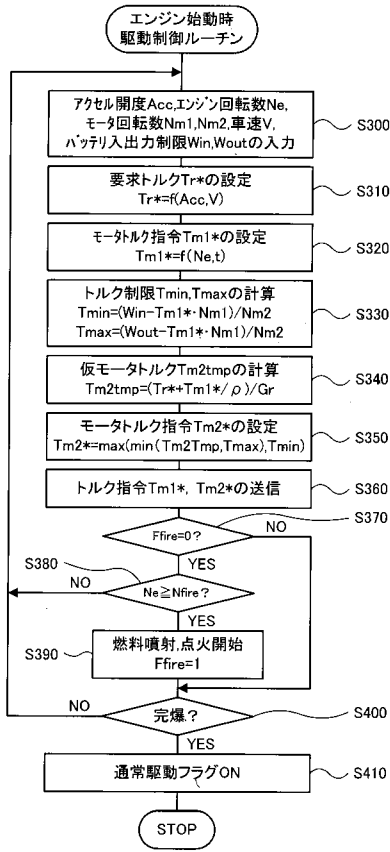
【図8】



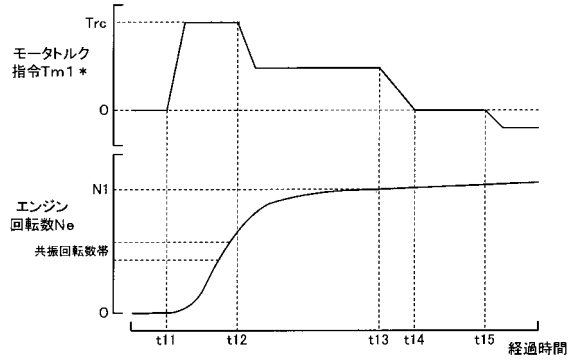
【図9】



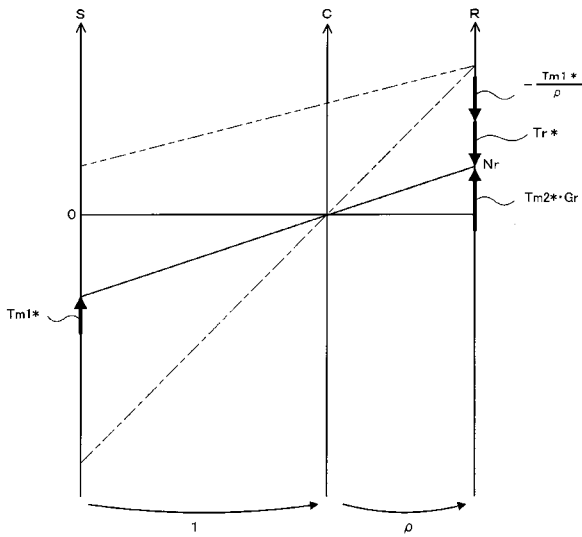
【図10】



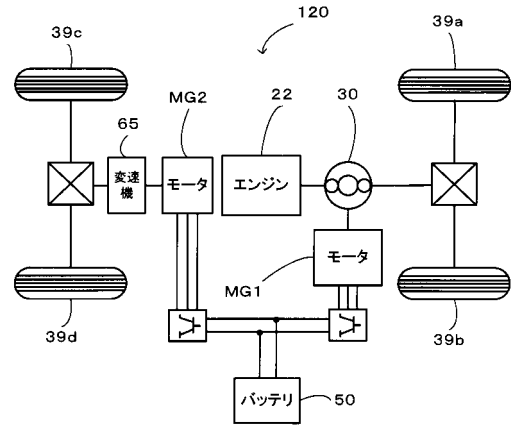
【図11】



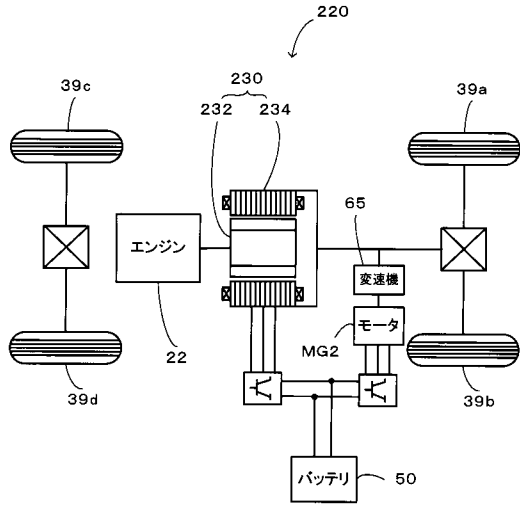
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

B 6 0 K 6/52 (2007.10)
B 6 0 K 6/54 (2007.10)
F 0 2 D 29/02 (2006.01)
F 0 2 D 29/06 (2006.01)
B 6 0 L 11/14 (2006.01)

F I

B 6 0 K 6/54
F 0 2 D 29/02 Z H V D
F 0 2 D 29/06 D
B 6 0 L 11/14

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 0 W 2 0 / 0 0