

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6350395号
(P6350395)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.	F 1
B60W 10/06 (2006.01)	B60W 10/06 900
B60K 6/445 (2007.10)	B60K 6/445
B60W 10/08 (2006.01)	B60W 10/08 900
B60W 20/00 (2016.01)	B60W 20/00 900
F02D 29/00 (2006.01)	F02D 29/00 F
請求項の数 1 (全 14 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2015-109692 (P2015-109692)
 (22) 出願日 平成27年5月29日 (2015.5.29)
 (65) 公開番号 特開2016-222093 (P2016-222093A)
 (43) 公開日 平成28年12月28日 (2016.12.28)
 審査請求日 平成29年6月14日 (2017.6.14)

(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 110000017
 特許業務法人アイテック国際特許事務所
 (72) 発明者 尾山 俊介
 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 増子 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド自動車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、
 動力を入出力可能な第1モータと、
 車軸に連結された駆動軸と前記エンジンの出力軸と前記第1モータの回転軸とに3つの回転要素が共線図において前記駆動軸，前記出力軸，前記回転軸の順に並ぶように接続されたプラネタリギヤと、
 前記駆動軸に動力を入出力可能な第2モータと、
 前記第1モータおよび前記第2モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、
 後進走行時には、燃料噴射を行っていない前記エンジンが前記第1モータによってモータリングされて前記エンジンの回転数が上昇するように前記第1モータを制御する制御手段と、
 を備えるハイブリッド自動車であって、
 前記制御手段は、後進走行時に前記バッテリーの蓄電割合，温度，最大許容出力の少なくとも1つが閾値未満のときには、前記エンジンの運転によって前記エンジンの回転数が上昇するように前記エンジンを制御する手段であり、
 更に、前記制御手段は、前記後進走行時に、前記第1モータによって前記エンジンをモータリングするときと、前記エンジンを運転するときと、で前記エンジンの回転数が同一の要求回転数まで上昇するように制御する手段である、
 ハイブリッド自動車。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド自動車に関し、詳しくは、プラネタリギヤの3つの回転要素に第1モータの回転軸，エンジンの出力軸，車軸に連結された駆動軸を共線図において回転軸，出力軸，駆動軸の順に並ぶように接続し、駆動軸に第2モータを接続し、第1モータおよび第2モータとバッテリーとの間で電力をやりとりするハイブリッド自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のハイブリッド自動車としては、プラネタリギヤのキャリアとサンギヤとリングギヤとにエンジンと第1モータと車軸に連結された駆動軸とを接続し、駆動軸に第2モータを接続し、第1モータおよび第2モータとバッテリーとの間で電力をやりとりする構成において、リバース走行する際に、燃料カットを行なっているエンジンを第1モータによってモータリングすることによって、エンジンのフリクションをリバース走行用のアシストトルクとして用いるものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-57617号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

こうしたハイブリッド自動車では、リバース走行する際に、第1モータによってエンジンをモータリングしてエンジンの回転数を上昇させると、エンジンのフリクションに起因して駆動軸に作用するトルク（フリクション起因トルク）だけでなく、エンジンおよび第1モータのイナーシャに起因して駆動軸に作用するトルク（イナーシャ起因トルク）も、リバース走行用のアシストトルクとして用いることができる。しかし、第1モータによってエンジンをモータリングしてエンジンの回転数を比較的大きい回転数まで上昇させるためには、第1モータで比較的大きい電力を消費することになる。このため、バッテリーの最大許容出力が比較的小さいときなどには、第1モータによってエンジンをモータリングしてエンジンの回転数を比較的大きい回転数まで上昇させることが困難となることがある。エンジンの回転数を比較的高い回転数まで上昇させる場合と上昇させない場合とが生じると、運転者に加速フィーリングの違和感（エンジンの回転数を上昇させるか否かによる音の違い）を感じさせる可能性がある。

【0005】

本発明のハイブリッド自動車は、後進走行する際に、運転者に加速フィーリングの違和感を与えるのを抑制することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のハイブリッド自動車は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明のハイブリッド自動車は、

エンジンと、

動力を入出力可能な第1モータと、

車軸に連結された駆動軸と前記エンジンの出力軸と前記第1モータの回転軸とに3つの回転要素が共線図において前記駆動軸，前記出力軸，前記回転軸の順に並ぶように接続されたプラネタリギヤと、

前記駆動軸に動力を入出力可能な第2モータと、

前記第1モータおよび前記第2モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、

10

20

30

40

50

後進走行時には、燃料噴射を行なっていない前記エンジンが前記第 1 モータによってモータリングされて前記エンジンの回転数が上昇するように前記第 1 モータを制御する制御手段と、

を備えるハイブリッド自動車であって、

前記制御手段は、後進走行時に前記バッテリーの蓄電割合、温度、最大許容出力の少なくとも 1 つが閾値未満のときには、前記エンジンの運転によって前記エンジンの回転数が上昇するように前記エンジンを制御する手段である、

ことを要旨とする。

【0008】

この本発明のハイブリッド自動車では、後進走行時には、燃料噴射を行なっていないエンジンが第 1 モータによってモータリングされてエンジンの回転数が上昇するように第 1 モータを制御する。しかし、後進走行時にバッテリーの蓄電割合、温度、最大許容出力の少なくとも 1 つが閾値未満のときには、エンジンの運転によってエンジンの回転数が上昇するようにエンジンを制御する。これにより、後進走行時にバッテリーの蓄電割合、温度、最大許容出力の少なくとも 1 つが閾値未満のときに、エンジンの回転数を上昇させないものに比して、運転者に加速フィーリングの違和感（エンジンの回転数を上昇させるか否かによる音の違い）を感じさせるのを抑制することができる。

【0009】

こうした本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記後進走行時に、走行用の要求トルクの絶対値が閾値よりも大きくなったときに、前記第 1 モータによって前記エンジンをモータリングすることによる前記エンジンの回転数の上昇が開始するように、または、前記エンジンを運転することによる該エンジンの回転数の上昇が開始するように、制御する手段であるものとしてもよい。

【0010】

また、本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記後進走行時に、前記第 1 モータによって前記エンジンをモータリングするときと、前記エンジンを運転するときと、で前記エンジンの回転数の単位時間あたりの上昇量が同一となるように制御する手段であるものとしてもよい。こうすれば、運転者に加速フィーリングの違和感を感じさせるのをより抑制することができる。

【0011】

さらに、本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記後進走行時に、前記第 1 モータによって前記エンジンをモータリングするときと、前記エンジンを運転するときと、で前記エンジンの回転数が同一の要求回転数まで上昇するように制御する手段であるものとしてもよい。こうすれば、運転者に加速フィーリングの違和感を感じさせるのをより抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の一実施例としての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。

【図 2】実施例の H V E C U 70 によって実行される後進走行時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 3】要求トルク設定用マップの一例を示す説明図である。

【図 4】燃料噴射を行なっていないエンジン 22 をモータ MG 1 によってモータリングしながら後進走行する際のプラネタリギヤ 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示す共線図の一例を示す説明図である。

【図 5】後進走行する際の様子の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0014】

図1は、本発明の一実施例としての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。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、プラネタリギヤ30と、モータMG1、MG2と、インバータ41、42と、バッテリー50と、ハイブリッド用電子制御ユニット(以下、「HVECU」という)70と、を備える。

【0015】

エンジン22は、ガソリンや軽油などを燃料として動力を出力する内燃機関として構成されている。このエンジン22は、エンジン用電子制御ユニット(以下、「エンジンECU」という)24によって運転制御されている。

【0016】

エンジンECU24は、図示しないが、CPU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、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM、入出力ポート、通信ポートを備える。エンジンECU24には、エンジン22を運転制御するのに必要な各種センサからの信号が入力ポートから入力されている。エンジンECU24に入力される信号としては、以下のものを挙げることができる。

- ・エンジン22のクランクシャフト26の回転位置を検出するクランクポジションセンサ23からのクランク角 cr
- ・スロットルバルブのポジションを検出するスロットルバルブポジションセンサからのスロットル開度 TH

【0017】

エンジンECU24からは、エンジン22を運転制御するための種々の制御信号が出力ポートを介して出力されている。エンジンECU24から出力される制御信号としては、以下のものを挙げることができる。

- ・スロットルバルブのポジションを調節するスロットルモータへの制御信号
- ・燃料噴射弁への制御信号
- ・イグナイタと一体化されたイグニッションコイルへの制御信号

【0018】

エンジンECU24は、HVECU70と通信ポートを介して接続されており、HVECU70からの制御信号によってエンジン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HVECU70に出力する。エンジンECU24は、クランクポジションセンサ23からのクランク角 cr に基づいて、クランクシャフト26の回転数、即ち、エンジン22の回転数 Ne を演算している。

【0019】

プラネタリギヤ30は、シングルピニオン式の遊星歯車機構として構成されている。プラネタリギヤ30のサンギヤには、モータMG1の回転子が接続されている。プラネタリギヤ30のリングギヤには、駆動軸38a、38bにデファレンシャルギヤ37を介して連結された駆動軸36が接続されている。プラネタリギヤ30のキャリアには、ダンパ28を介してエンジン22のクランクシャフト26が接続されている。

【0020】

モータMG1は、例えば同期発電電動機として構成されており、上述したように、回転子がプラネタリギヤ30のサンギヤに接続されている。モータMG2は、例えば同期発電電動機として構成されており、回転子が駆動軸36に接続されている。インバータ41、42は、電力ライン54を介してバッテリー50と接続されている。モータMG1、MG2は、モータ用電子制御ユニット(以下、「モータECU」という)40によって、インバータ41、42の図示しない複数のスイッチング素子がスイッチング制御されることにより、回転駆動される。

【0021】

モータECU40は、図示しないが、CPU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、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM、入出力ポート、通信ポートを備える。モータECU40には、モータMG1

10

20

30

40

50

、MG2を駆動制御するのに必要な各種センサからの信号が入力ポートを介して入力されている。モータECU40に入力される信号としては、以下のものを挙げることができる。

- ・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からの回転位置 $m1$ 、 $m2$
- ・モータMG1、MG2の各相に流れる電流を検出する電流センサからの相電流

【0022】

モータECU40からは、インバータ41、42の図示しないスイッチング素子へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。モータECU40は、HVECU70と通信ポートを介して接続されており、HVECU70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の駆動状態に関するデータをHVECU70に出力する。モータECU40は、回転位置検出センサ43、44からのモータMG1、MG2の回転子の回転位置 $m1$ 、 $m2$ に基づいてモータMG1、MG2の回転数Nm1、Nm2を演算している。

【0023】

バッテリー50は、例えばリチウムイオン二次電池やニッケル水素二次電池として構成されている。このバッテリー50は、上述したように、電力ライン54を介してインバータ41、42と接続されている。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。

【0024】

バッテリーECU52は、図示しないが、CPU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、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM、入出力ポート、通信ポートを備える。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な各種センサからの信号が入力ポートを介して入力されている。バッテリーECU52に入力される信号としては、以下のものを挙げることができる。

- ・バッテリー50の端子間に設置された電圧センサ51aからの電池電圧Vb
- ・バッテリー50の出力端子に取り付けられた電流センサ51bからの電池電流Ib
- ・バッテリー50に取り付けられた温度センサ51cからの電池温度Tb

【0025】

バッテリーECU52は、HVECU70と通信ポートを介して接続されており、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータをHVECU70に出力する。バッテリーECU52は、電流センサ51bからの電池電流Ibの積算値に基づいて蓄電割合SOCを演算している。蓄電割合SOCは、バッテリー50の全容量に対するバッテリー50から放電可能な電力の容量の割合である。また、バッテリーECU52は、演算した蓄電割合SOCと、温度センサ51cからの電池温度Tbと、に基づいて入出力制限Win、Woutを演算している。入出力制限Win、Woutは、バッテリー50を充放電してもよい最大許容電力である。入力制限Winは、値0以下の範囲内で設定され、電池温度Tbが閾値Tblo（例えば、-5、0、5など）よりも低いときに閾値Tblo以上のときに比して大きくなる（絶対値としては小さくなる）ように設定され、蓄電割合SOCが閾値Shi（例えば、60%、65%、70%など）よりも大きいときに閾値Shi以下のときに比して大きくなる（絶対値としては小さくなる）ように設定される。出力制限Woutは、値0以上の範囲内で設定され、電池温度Tbが閾値Tbloよりも低いときに閾値Tblo以上のときに比して小さくなるように設定され、蓄電割合SOCが閾値Slo（例えば、30%、35%、40%など）よりも小さいときに閾値Slo以上のときに比して小さくなるように設定される。

【0026】

HVECU70は、図示しないが、CPU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、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM、入出力ポート、通信ポートを備える。HVECU70には、各種センサからの信号が入力ポートを介して入力されている。HVECU70に入力される信号としては、

10

20

30

40

50

以下のものを挙げることができる。

- ・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

【0027】

HVECU70 は、上述したように、エンジン ECU24，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，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。

【0028】

なお、実施例のハイブリッド自動車 20 では、シフトレバー 81 の操作位置（シフトポジションセンサ 82 によって検出されるシフトポジション SP）としては、駐車時に用いる駐車ポジション（Pポジション），後進走行用のリバースポジション（Rポジション），中立のニュートラルポジション（Nポジション），前進走行用のドライブポジション（Dポジション）などがある。

【0029】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車 20 では、アクセル開度 Acc と車速 V とに基づいて駆動軸 36 の要求駆動力を設定し、要求駆動力に見合う要求動力が駆動軸 36 に出力されるように、エンジン 22 とモータ MG1，MG2 とを運転制御する。エンジン 22 とモータ MG1，MG2 との運転モードとしては、以下の（1）～（3）の 3 つのモードがある。

（1）トルク変換運転モード：要求動力に対応する動力がエンジン 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全てが、プラネタリギヤ 30 とモータ MG1，MG2 とによってトルク変換されて、要求動力が駆動軸 36 に出力されるようにモータ MG1，MG2 を駆動制御するモード

（2）充放電運転モード：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、エンジン 22 から出力される動力の全てまたは一部が、バッテリー 50 の充放電を伴ってプラネタリギヤ 30 とモータ MG1，MG2 とによってトルク変換されて、要求動力が駆動軸 36 に出力されるようにモータ MG1，MG2 を駆動制御するモード

（3）モータ運転モード：エンジン 22 の運転を停止して、要求動力が駆動軸 36 に出力されるようにモータ MG2 を駆動制御するモード

【0030】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車 20 の動作、特に、後進走行する際の動作について説明する。図 2 は、実施例の HVECU70 によって実行される後進走行時制御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、シフトポジション SP が後進走行用ポジションのときに所定時間毎（例えば、数 msec 毎）に繰り返し実行される。

【0031】

後進走行時制御ルーチンが実行されると、HVECU70 は、まず、アクセル開度 Acc，駆動軸 36 の回転数 Nr，バッテリー 50 の出力制限 Wout などのデータを入力する（ステップ S100）。ここで、アクセル開度 Acc は、アクセルペダルポジションセンサ 84 によって検出された値を入力するものとした。駆動軸 36 の回転数 Nr は、モータ ECU40 によって演算されたモータ MG2 の回転数 Nm2 を通信によって入力して駆動軸 36 の回転数 Nr として用いるものとした。バッテリー 50 の出力制限 Wout は、バッテリー ECU52 によって演算された値を通信によって入力するものとした。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

こうしてデータを入力すると、入力したアクセル開度 A_{cc} と駆動軸 36 の回転数 N_r とに基づいて、走行に要求される（駆動軸 36 に要求される）要求トルク T_{r*} を設定する（ステップ S 1 1 0）。ここで、要求トルク T_{r*} は、実施例では、アクセル開度 A_{cc} と駆動軸 36 の回転数 N_r 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図示しない ROM に記憶しておき、アクセル開度 A_{cc} と車速 V とが与えられると、このマップから対応する要求トルク T_{r*} を導出して設定するものとした。要求トルク設定用マップの一例を図 3 に示す。シフトポジション S_P が後進走行用ポジションのときには、図示するように、要求トルク T_{r*} に負の値が設定される。

【 0 0 3 3 】

続いて、フラグ F が値 0 か値 1 かを判定し（ステップ S 1 2 0）、フラグ F が値 0 のときには、要求トルク T_{r*} を負の閾値 T_{ref} と比較する（ステップ S 1 3 0）。ここで、閾値 T_{ref} は、エンジン 22 の回転数 N_e の上昇を開始するか否かを判定するために用いられる閾値であり、モータ MG 2 の負側の定格トルク T_{m2lim} 、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} をモータ MG 2 の回転数 N_{m2} で除して得られる値（ W_{out} / N_{m2} ）などに基づいて設定することができる。また、フラグ F は、シフトポジション S_P が後進走行用ポジションに設定されたときに初期値として値 0 が設定され、その後に、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満になったとき（要求トルク T_{r*} の絶対値が閾値 T_{ref} の絶対値よりも大きくなったとき）に値 0 から値 1 に切り替えられるフラグである。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 3 0 で要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 以上のとき（要求トルク T_{r*} の絶対値が閾値 T_{ref} の絶対値以下のとき）には、エンジン 22 の回転数 N_e の上昇を開始しないと判断し、モータ MG 1 のトルク指令 T_{m1*} に値 0 を設定する（ステップ S 1 4 0）。

【 0 0 3 5 】

続いて、モータ MG 2 のトルク指令 T_{m2*} の仮の値としての仮トルク T_{m2tmp} に要求トルク T_{r*} を設定する（ステップ S 1 5 0）。また、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} をモータ MG 2 の回転数 N_{m2} で除して、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} の範囲内でモータ MG 2 から出力してもよいトルクの下限（絶対値としては上限）としてのトルク制限 T_{m2min} を計算する（ステップ S 1 6 0）。そして、モータ MG 2 の仮トルク T_{m2tmp} をトルク制限 T_{m2min} と定格トルク T_{m2lim} とで制限（下限ガード）して、モータ MG 2 のトルク指令 T_{m2*} を設定する（ステップ S 1 7 0）。

【 0 0 3 6 】

こうしてモータ MG 1、MG 2 のトルク指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} を設定すると、設定したトルク指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} をモータ ECU 40 に送信して（ステップ S 1 8 0）、本ルーチンを終了する。モータ ECU 40 は、トルク指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} を受信すると、モータ MG 1、MG 2 がトルク指令 T_{m1*} 、 T_{m2*} で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。こうした制御により、トルク制限 T_{m2min} （ $= W_{out} / N_{m2}$ ）とモータ MG 2 の定格トルク T_{m2lim} との範囲内で、要求トルク T_{r*} を駆動軸 36 に出力することができる。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 3 0 で要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満になったとき（要求トルク T_{r*} の絶対値が閾値 T_{ref} の絶対値よりも大きくなったとき）には、エンジン 22 の回転数 N_e の上昇を開始すると判断し、フラグ F に値 1 を設定し（ステップ S 1 9 0）、ステップ S 2 0 0 に進む。こうしてフラグ F に値 1 を設定すると、次回以降に本ルーチンが実行されたときには、ステップ S 1 2 0 でフラグ F が値 1 であると判定され、ステップ S 1 3 0、S 1 9 0 の処理を行わずに、ステップ S 2 0 0 に進む。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 0 0 では、次式（1）に示すように、前回に本ルーチンを実行したときに設定したエンジン 22 の目標回転数（前回 N_{e*} ）に上昇レート R_{up} を加えた値を要求

10

20

30

40

50

回転数 $N_{e tag}$ で制限（上限ガード）してエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} を設定する（ステップ S 2 0 0）。ここで、要求回転数 $N_{e tag}$ は、エンジン 22 の回転数 N_e を上昇させる際の要求値であり、例えば、2000rpm, 2500rpm, 3000rpm などを用いることができる。また、上昇レート R_{up} は、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} を要求回転数 $N_{e tag}$ に向けて上昇させる際の目標回転数 N_{e*} の単位時間当たり（本ルーチンの実行間隔当たり）の上昇量であり、例えば、0.4rpm/msec, 0.5rpm/msec, 0.6rpm/msec などを用いることができる。なお、フラグ F を値 0 から値 1 に切り替えるまでは、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} には値 0 が設定されている。したがって、ステップ S 2 0 0 の処理は、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} を、値 0 から要求回転数 $N_{e tag}$ に向けて上昇レート R_{up} ずつ上昇させ、要求回転数 $N_{e tag}$ に至った後は要求回転数 $N_{e tag}$ とする処理となる。

10

【0039】

$$N_{e*} = \min(\text{前回}N_{e*} + R_{up}, N_{e tag}) \quad (1)$$

【0040】

次に、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} を閾値 W_{ref} と比較する（ステップ S 2 1 0）。ここで、閾値 W_{ref} は、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} が比較的大きいか否かを判定するために用いられる閾値である。バッテリー 50 の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 以上のときには、出力制限 W_{out} が比較的大きいと判断し、エンジン 22 の目標回転数 N_{e*} と駆動軸 36 の回転数 N_r とプラネタリギヤ 30 のギヤ比（サンギヤの歯数 / リングギヤの歯数）とを用いて、次式（2）により、モータ MG 1 の目標回転数 N_{m1*} を計算する（ステップ S 2 2 0）。続いて、計算したモータ MG 1 の目標回転数 N_{m1*} とモータ MG 1 の現在の回転数 N_{m1} とプラネタリギヤ 30 のギヤ比とを用いて、式（3）により、モータ MG 1 のトルク指令 T_{m1*} を計算する（ステップ S 2 3 0）。ここで、式（2）は、プラネタリギヤ 30 の回転要素に対する力学的な関係式である。燃料噴射を行っていないエンジン 22 をモータ MG 1 によってモータリングしながら後進走行する際のプラネタリギヤ 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示す共線図の一例を図 4 に示す。図中、左の S 軸はモータ MG 1 の回転数 N_{m1} であるサンギヤの回転数を示し、C 軸はエンジン 22 の回転数 N_e であるキャリアの回転数を示し、R 軸はモータ MG 2 の回転数 N_{m2} であるリングギヤ（駆動軸 36）の回転数 N_r を示す。また、図中、R 軸における 2 つの太線矢印は、モータ MG 1 をトルク指令 T_{m1*} で駆動したときにモータ MG 1 から出力されてプラネタリギヤ 30 を介して駆動軸 36 に作用するトルク（ $-T_{m1*} /$ ）と、モータ MG 2 をトルク指令 T_{m2*} で駆動したときにモータ MG 2 から出力されて駆動軸 36 に作用するトルクと、を示す。以下、トルク（ $-T_{m1*} /$ ）を直行トルク T_{mp} という。なお、直行トルク T_{mp} には、エンジン 22 のフリクションに起因して駆動軸 36 に作用するトルク（以下、「フリクション起因トルク」という）と、エンジン 22 およびモータ MG 1 のイナーシャに起因して駆動軸 36 に作用するトルク（以下、「イナーシャ起因トルク」という）と、が含まれる。式（2）は、この共線図を用いれば容易に導くことができる。また、式（3）は、モータ MG 1 を目標回転数 N_{m1*} で回転させる（エンジン 22 を目標回転数 N_{e*} 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る。式（3）中、「 k_1 」は比例項のゲインであり、「 k_2 」は積分項のゲインである。

20

30

40

【0041】

$$N_{m1*} = N_{e*} \cdot (1 + \dots) / -N_r / \quad (2)$$

$$T_{m1*} = k_1 \cdot (N_{m1*} - N_{m1}) + k_2 \cdot \int (N_{m1*} - N_{m1}) dt \quad (3)$$

【0042】

続いて、次式（4）に示すように、直行トルク T_{mp} （ $= -T_{m1} /$ ）を要求トルク T_{r*} から減じて、モータ MG 2 の仮トルク T_{m2tmp} を計算する（ステップ S 2 4 0）。式（4）は、図 4 の共線図を用いれば容易に導くことができる。また、式（5）に示すように、モータ MG 1 のトルク指令 T_{m1*} にモータ MG 1 の現在の回転数 N_{m1} を乗

50

じて得られるモータMG1の消費電力（発電電力）をバッテリー50の出力制限Woutから減じた値をモータMG2の回転数Nm2で除して、モータMG2のトルク制限Tm2minを計算する（ステップS250）。そして、モータMG2の仮トルクTm2tmpをトルク制限Tm2minと定格トルクTm2limとで制限（下限ガード）して、モータMG2のトルク指令Tm2*を設定する（ステップS260）。

【0043】

$$Tm2tmp = Tr* + Tm1* / \quad (4)$$

$$Tm2min = (Wout - Tm1* \cdot Nm1) / Nm2 \quad (5)$$

【0044】

こうしてモータMG1, MG2のトルク指令Tm1*, Tm2*を設定すると、設定したトルク指令Tm1*, Tm2*をモータECU40に送信して（ステップS270）、本ルーチンを終了する。このように、燃料噴射を行っていないエンジン22をモータMG1によってモータリングすることにより、直行トルクTmpを後進走行用のアシストトルクとして用いることができるから、駆動軸36に出力可能なトルクの下限值（絶対値としては上限値）をより大きくすることができる。この結果、後進走行性能を向上させることができる。

10

【0045】

ステップS210でバッテリー50の出力制限Woutが閾値Wref未満のときには、バッテリー50の出力制限Woutが比較的小さいと判断し、エンジン22が運転されているか否かを判定する（ステップS280）。そして、エンジン22が運転されていないと判定されたときには、エンジン22の回転数Neが閾値Nref以上か否かを判定する（ステップS290）。ここで、閾値Nrefは、エンジン22の運転（燃料噴射制御、点火制御など）を開始する回転数であり、例えば、300rpm, 400rpm, 500rpmなどを用いることができる。エンジン22の回転数Neが閾値Nref未満のときには、上述のステップS220~S270の処理によって、モータMG1, MG2のトルク指令Tm1*, Tm2*を設定してモータECU40に送信して、本ルーチンを終了する。

20

【0046】

ステップS290でエンジン22の回転数Neが閾値Nref以上になると、エンジン22の運転を開始し（ステップS300）、モータMG1のトルク指令Tm1*に値0を設定し（ステップS310）、上述のステップS150~S170の処理と同様に、モータMG2のトルク指令Tm2*を設定する（ステップS320~S340）。そして、エンジン22の目標回転数Ne*をエンジンECU24に送信すると共にモータMG1, MG2のトルク指令Tm1*, Tm2*をモータECU40に送信して（ステップS350）、本ルーチンを終了する。エンジンECU24は、エンジン22の目標回転数Ne*を受信すると、エンジン22の回転数Neが目標回転数Ne*となるようにエンジン22の目標トルクTe*を設定し、エンジン22が目標トルクTe*で運転されるようにエンジン22の吸入空気量制御、燃料噴射制御、点火制御などを行なう。

30

【0047】

モータMG1によってエンジン22をモータリングしてエンジン22の回転数Neを要求回転数Netagまで上昇させるためには、モータMG1で比較的大きな電力を消費することになる。このため、バッテリー50の出力制限Woutが閾値Wref未満のとき（出力制限Woutが比較的小さいとき）には、このモータリングによってエンジン22の回転数Neを要求回転数Netagまで上昇させることが困難となることがある。しかし、バッテリー50の出力制限Woutによって、エンジン22の回転数Neを要求回転数Netagまで上昇させる場合と上昇させない場合が生じると、運転者に加速フィーリングの違和感（エンジンの回転数を上昇させるか否かによる音の違い）を感じさせる可能性がある。これを考慮して、実施例では、バッテリー50の出力制限Woutが閾値Wref未満のときには、エンジン22の運転を開始して、エンジン22の運転によってエンジン22の回転数Neを要求回転数Netagまで上昇させるものとした。これにより、バッ

40

50

テリ50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 未満のときに、エンジン22の回転数 N_e を上昇させないものに比して、運転者に加速フィーリングの違和感を感じさせるのを抑制することができる。

【0048】

図5は、後進走行する際のアクセル開度 A_{cc} 、車速 V 、要求トルク T_{r*} 、エンジン22の回転数 N_e 、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} 、直行トルク T_{mp} ($= -T_{m1*} / \quad$)、駆動軸36に出力されるトルク T_r の時間変化の様子の一例を示す説明図である。図5中、ケースA(実線)は、バッテリー50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 以上のときの様子を示し、ケースB(破線)は、バッテリー50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 未満のときの様子を示す。なお、要求トルク T_{r*} とエンジン22の回転数 N_e (目標回転数 N_{e*})とモータMG2のトルク指令 T_{m2*} については、簡単のために、ケースAとケースBとで同一となる場合を考えるものとした。ケースAの場合、図中実線に示すように、時刻 t_{11} に、アクセル開度 A_{cc} が比較的大きく踏み込まれて要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満になると、その後、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} に負の値を設定してモータMG2から負のトルクを出力しつつ、モータMG1によってエンジン22をモータリングしてエンジン22の回転数 N_e を要求回転数 N_{etag} まで上昇させて保持する。これにより、フリクション起因トルクとイナーシャ起因トルクとを含む直行トルク T_{mp} を後進走行用のアシストトルクとして用いることができるから、駆動軸36に出力されるトルクの大きさをより大きくすることができ、後進走行性能を向上させることができる。そして、時刻 t_{13} にエンジン22の回転数 N_e (目標回転数 N_{e*})が要求回転数 N_{etag} に至ると、その後、モータMG1によるエンジン22のモータリングによってエンジン22の回転数 N_e を要求回転数 N_{etag} で保持する。このため、直行トルク T_{mp} にイナーシャ起因トルクが含まれなくなることによって、駆動軸36に出力されるトルク T_r の大きさが小さくなる。勿論、このときでも、駆動軸36に出力されるトルクの大きさは、直行トルク T_{mp} が生じない場合に比して大きい。一方、ケースBの場合、図中破線に示すように、時刻 t_{11} に、アクセル開度 A_{cc} が比較的大きく踏み込まれて要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満になると、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} に負の値を設定してモータMG2から負のトルクを出力しつつ、モータMG1によってエンジン22をモータリングしてエンジン22の回転数 N_e を上昇させる。そして、時刻 t_{12} にエンジン22の回転数 N_e が閾値 N_{ref} 以上に至ると、エンジン22の運転を開始し、エンジン22の運転によってエンジン22の回転数 N_e を要求回転数 N_{etag} まで上昇させて保持する。これにより、バッテリー50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 未満のときに、エンジン22の回転数 N_e を上昇させないものに比して、運転者に加速フィーリングの違和感を感じさせるのを抑制することができる。なお、ケースBの場合、エンジン22の運転を開始するまでは、ケースAと同様に直行トルク T_{mp} を後進走行用のアシストトルクとして用いることができるが、エンジン22の運転を開始すると、直行トルク T_{mp} が生じなくなるから、駆動軸36に出力されるトルクの大きさがケースAよりも小さくなる。

【0049】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20では、後進走行する際に、バッテリー50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 以上のときには、モータMG1によってエンジン22をモータリングしてエンジン22の回転数 N_e を要求回転数 N_{etag} まで上昇させ、バッテリー50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 未満のときには、エンジン22の運転によってエンジン22の回転数 N_e を要求回転数 N_{etag} まで上昇させる。これにより、バッテリー50の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 未満のときに、エンジン22の回転数 N_e を上昇させないものに比して、運転者に加速フィーリングの違和感を感じさせるのを抑制することができる。

【0050】

また、実施例のハイブリッド自動車20では、後進走行する際に、モータMG1によってエンジン22をモータリングしてエンジン22の回転数 N_e を上昇させるときと、エン

10

20

30

40

50

ジン 2 2 の運転によってエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させるときとで、同一の要求回転数 $N_{e\ tag}$ および同一の上昇レート R_{up} を用いる。これにより、運転者に加速フィーリングの違和感を感じさせるのをより抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、後進走行する際に、モータ M_{G1} によってエンジン 2 2 をモータリングしてエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させるときと、エンジン 2 2 の運転によってエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させるときとで、同一の要求回転数 $N_{e\ tag}$ を用いるものとしたが、異なる要求回転数 $N_{e\ tag}$ を用いるものとしてもよい。

【 0 0 5 2 】

実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、後進走行する際に、モータ M_{G1} によってエンジン 2 2 をモータリングしてエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させるときと、エンジン 2 2 の運転によってエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させるときとで、同一の上昇レート R_{up} を用いるものとしたが、異なる上昇レート R_{up} を用いるものとしてもよい。

【 0 0 5 3 】

実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、後進走行する際において、エンジン 2 2 の運転によってエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させる条件として、バッテリー 5 0 の出力制限 W_{out} が閾値 W_{ref} 未満である第 1 条件を用いるものとした。しかし、バッテリー 5 0 の蓄電割合 $SO C$ が上述の閾値 S_{10} 以下の閾値 S_{ref} 未満である第 2 条件を用いるものとしてもよいし、バッテリー 5 0 の電池温度 T_b が上述の閾値 T_{b10} 以下の閾値 T_{bref} 未満である第 3 条件を用いるものとしてもよい。第 2 条件は、蓄電割合 $SO C$ が閾値 S_{10} 未満のときに閾値 S_{10} 以上のときに比して小さくなるようにバッテリー 5 0 の出力制限 W_{out} が設定されることに基づくものであり、第 3 条件は、バッテリー 5 0 の電池温度 T_b が閾値 T_{b10} 未満のときに閾値 T_{b10} 以上のときに比して小さくなるようにバッテリー 5 0 の出力制限 W_{out} が設定されることに基づくものである。また、第 1 条件、第 2 条件、第 3 条件の 2 つ又は 3 つを組み合わせ用いるものとしてもよい。これらの場合、2 つまたは 3 つの条件の少なくとも 1 つが成立するときに、エンジン 2 2 の運転によってエンジン 2 2 の回転数 N_e を上昇させるものとするればよい。

【 0 0 5 4 】

実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、後進走行する際に、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満になったとき（要求トルク T_{r*} の絶対値が閾値 T_{ref} の絶対値よりも大きくなったとき）に、エンジン 2 2 の回転数 N_e の上昇を開始するものとした。しかし、後進走行する際には、要求トルク T_{r*} に拘わらず、エンジン 2 2 の回転数 N_e の上昇を開始するものとしてもよい。

【 0 0 5 5 】

実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、後進走行する際に、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満になったときには、その後、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 以上になったときでも、目標回転数 N_{e*} に応じた、モータ M_{G1} によるエンジン 2 2 のモータリングまたはエンジン 2 2 の運転を継続するものとした。しかし、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 以上になったときには、目標回転数 N_{e*} に応じた、モータ M_{G1} によるエンジン 2 2 のモータリングまたはエンジン 2 2 の運転を終了するものとしてもよい。

【 0 0 5 6 】

実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。実施例では、エンジン 2 2 が「エンジン」に相当し、モータ M_{G1} が「第 1 モータ」に相当し、プラネタリギヤ 3 0 が「プラネタリギヤ」に相当し、モータ M_{G2} が「第 2 モータ」に相当し、バッテリー 5 0 が「バッテリー」に相当し、 $HVECU70$ とエンジン $ECU24$ とモータ $ECU40$ とが「制御手段」に相当する。

【 0 0 5 7 】

なお、実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係は、実施例が課題を解決するための手段の欄に記載した発明を実施するた

10

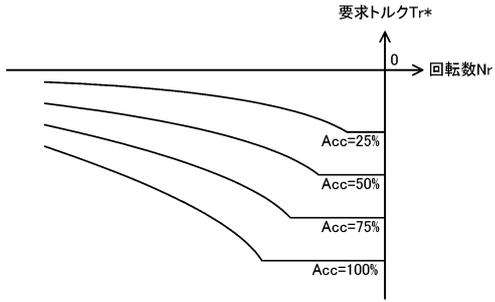
20

30

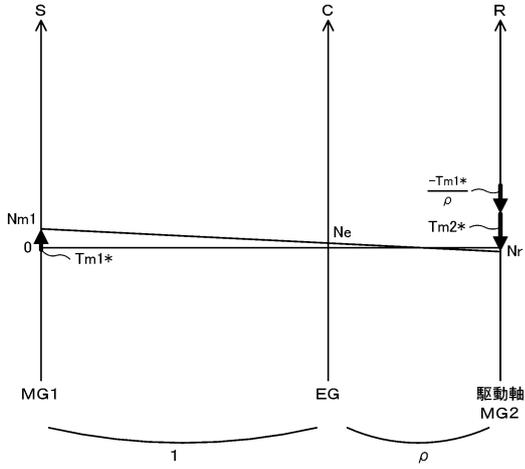
40

50

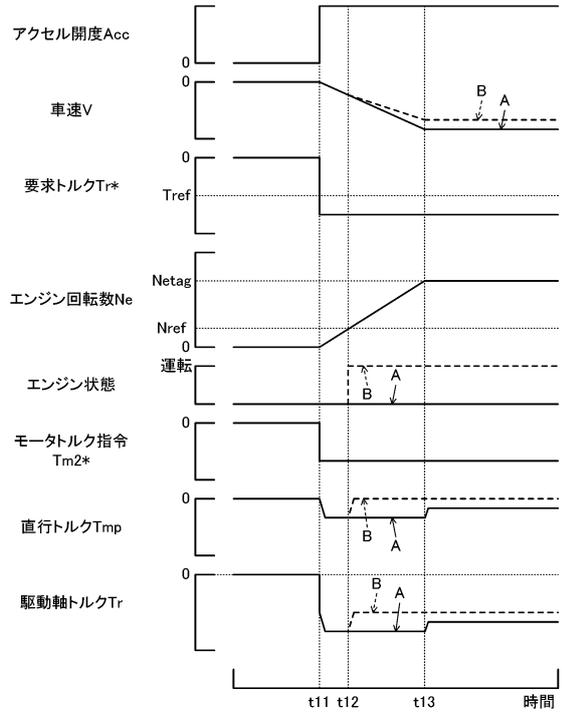
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 L 11/14 (2006.01) B 6 0 L 11/14 Z H V

(56)参考文献 特開2006-057617(JP,A)
特開2013-154681(JP,A)
特開2010-241385(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0215201(US,A1)

(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