

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6183333号  
(P6183333)

(45) 発行日 平成29年8月23日 (2017. 8. 23)

(24) 登録日 平成29年8月4日 (2017. 8. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

**B 6 O W** 20/00 (2016. 01)

B 6 O W 20/00 9 0 0

**B 6 O W** 10/06 (2006. 01)

B 6 O W 10/06 9 0 0

**B 6 O W** 10/08 (2006. 01)

B 6 O W 10/08 9 0 0

**B 6 O K** 6/52 (2007. 10)

B 6 O K 6/52 Z H V

**F O 2 D** 29/02 (2006. 01)

F O 2 D 29/02 3 1 1 A

請求項の数 6 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-227136 (P2014-227136)  
 (22) 出願日 平成26年11月7日 (2014. 11. 7)  
 (65) 公開番号 特開2016-88381 (P2016-88381A)  
 (43) 公開日 平成28年5月23日 (2016. 5. 23)  
 審査請求日 平成28年3月3日 (2016. 3. 3)

(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 右田 翼  
 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 佐々木 淳

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、

前記第 1 モータの回転軸と前記エンジンの出力軸と駆動輪に連結された駆動軸とに、3つの回転要素が、共線図において前記回転軸，前記出力軸，前記駆動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、

前記バッテリーの許容入出力電力の範囲内で走行するように前記エンジンと前記第 1 モータと前記第 2 モータと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、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記駆動輪と路面との間の動摩擦力と釣り合う釣合駆動力と、前記駆動輪の目標スリップ速度と現在のスリップ速度との差分であるスリップ差分が打ち消されるようにするための補正駆動力と、の和を上限駆動力に設定し、該上限駆動力以下の駆動力が前記駆動輪に出力されるように前記エンジンと前記第 1 モータと前記第 2 モータとを制御する手段である、

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 2】

請求項 1 記載のハイブリッド自動車であって、

10

20

前記制御手段は、少なくとも前記許容入出力電力の絶対値が所定値以下のときに、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記上限駆動力以下の駆動力が前記駆動輪に出力されるように制御する手段である、

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のハイブリッド自動車であって、

前記駆動輪とは異なる第 2 駆動輪に連結された第 2 駆動軸に動力を入出力可能であると共に前記バッテリーと電力をやりとり可能な第 3 モータを更に備え、

前記制御手段は、前記バッテリーの最大許容入出力電力の範囲内で走行するように前記エンジンと前記第 1 モータと前記第 2 モータと前記第 3 モータとを制御する手段であり、

10

更に、前記制御手段は、前記第 2 駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記第 2 駆動輪と路面との間の動摩擦力と釣り合う第 2 釣合駆動力に基づいて第 2 上限駆動力を設定し、該第 2 上限駆動力以下の駆動力が前記第 2 駆動輪に出力されるように前記第 3 モータを制御する手段である、

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 4】

請求項 3 記載のハイブリッド自動車であって、

前記制御手段は、前記第 2 駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記第 2 釣合駆動力と、前記第 2 駆動輪の目標スリップ速度と現在のスリップ速度との差分である第 2 スリップ差分が打ち消されるようにするための第 2 補正駆動力と、の和を前記第 2 上限

20

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 記載のハイブリッド自動車であって、

前記制御手段は、少なくとも前記許容入出力電力の絶対値が所定値以下のときに、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記上限駆動力以下の駆動力が前記駆動輪に出力されるように制御する手段である、

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 6】

請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 つの請求項に記載のハイブリッド自動車であって、

30

前記制御手段は、前記駆動輪と前記第 2 駆動輪とのいずれか一方または両方に空転によるスリップが生じたときには、前記駆動輪のトルクと前記第 2 駆動輪のトルクの分配比が許容範囲内となるように制御する手段である、

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【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、エンジンと、動力を入出力可能な第 1 モータと、第 1 モータの回転軸とエンジンの出力軸と駆動輪に連結された駆動軸とに 3

40

つの回転要素が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されたプラネタリギヤと、駆動軸に減速ギヤを介して動力を入出力可能な第 2 モータと、第 1 モータおよび第 2 モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、を備え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、エンジンと、第 1 モータと、駆動輪に連結された駆動軸とエンジンの出力軸と第 1 モータの回転軸とにリングギヤとキャリアとサンギヤとが接続された動力分配統合機構（遊星歯車機構）と、駆動軸に動力を入出力可能な第 2 モータと、第 1 モータや第 2 モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、を備える

50

ものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このハイブリッド自動車では、トラクションコントロール（TRC）がオフでモータからの動力だけで走行しているときには、スリップ速度から目標スリップ速度を減じた偏差がスリップが生じていない状態からある程度の値を超えると、偏差が大きいほど小さくなる傾向のトルクが第 2 モータから出力されるように第 2 モータを制御する。これにより、ある程度のスリップを許容するようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 126329 号公報

10

【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において、エンジンからパワーを出力しているときに駆動輪の空転によるスリップが生じたとき、上述の制御を適用しようすると、スリップ速度がある程度増加した後に、スリップ速度の増加に伴って走行用のトルク指令値やエンジンのパワー指令値を低下させることになる。このとき、エンジンの応答性が比較的低いために、エンジンのパワー指令値の低下に対して実際のパワーの低下が遅れ、第 1 モータの発電電力の低下が遅れる。この第 1 モータの発電電力の低下の遅れと、スリップ速度の増加（第 2 モータの回転数の増加）とにより、第 2 モータから出力してもよいトルクの許容下限が大きくなる（絶対値としては小さくなる、即ち、値 0 に近づく）。これは、バッテリーへの入力電力が許容入力電力（入力制限）を超過しないようにするためである。こうした理由により、第 2 モータのトルク（パワー）を十分に低下させることができず、スリップ速度が目標スリップ速度に対してオーバーシュートすることがある。このため、スリップ速度が適切に安定しないことがある。

20

【0005】

本発明のハイブリッド自動車は、スリップ速度をより適切に安定させることを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

30

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、前記第 1 モータの回転軸と前記エンジンの出力軸と駆動輪に連結された駆動軸とに 3 つの回転要素が共線図において前記回転軸、前記出力軸、前記駆動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、前記バッテリーの許容入出力電力の範囲内で走行するように前記エンジンと前記第 1 モータと前記第 2 モータと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、

40

前記制御手段は、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記駆動輪と路面との間の動摩擦力と釣り合う釣合駆動力に基づいて上限駆動力を設定し、該上限駆動力以下の駆動力が前記駆動輪に出力されるように前記エンジンと前記第 1 モータと前記第 2 モータとを制御する手段である、

ことを特徴とする。

【0008】

この本発明のハイブリッド自動車では、駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、駆動輪と路面との間の動摩擦力と釣り合う釣合駆動力に基づいて上限駆動力を設定し、上限駆動力以下の駆動力が駆動輪に出力されるようにエンジンと第 1 モータと第 2 モータとを制御する。このように、駆動輪の空転によるスリップが生じたときに、駆動輪に出力

50

する駆動力をこの上限駆動力に迅速に（スリップ速度がある程度増加する前に）制限することにより、第２モータのトルクを十分に小さくすることができる。そして、釣合駆動力に基づく上限駆動力を用いることにより、駆動輪のスリップ速度をより適切に安定させることができる。

【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、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記釣合駆動力と、前記駆動輪の目標スリップ速度と現在のスリップ速度との差分であるスリップ差分が打ち消されるようにするための補正駆動力と、の和を前記上限駆動力に設定する手段である、ものとすることもできる。こうすれば、駆動輪のスリップ速度を目標スリップ速度に近づけて安定させることができる。

10

【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、少なくとも前記許容入出力電力の絶対値が所定値以下のときに、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記上限駆動力以下の駆動力が前記駆動輪に出力されるように制御する手段である、ものとすることもできる。

【００１１】

さらに、本発明のハイブリッド自動車において、前記駆動輪とは異なる第２駆動輪に連結された第２駆動軸に動力を入出力可能であると共に前記バッテリーと電力をやりとり可能な第３モータを更に備え、前記制御手段は、前記バッテリーの最大許容入出力電力の範囲内で走行するように前記エンジンと前記第１モータと前記第２モータと前記第３モータとを制御する手段であり、更に、前記制御手段は、前記第２駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記第２駆動輪と路面との間の動摩擦係数と釣り合う第２釣合駆動力に基づいて第２上限駆動力を設定し、該第２上限駆動力以下の駆動力が前記第２駆動輪に出力されるように前記第３モータを制御する手段である、ものとすることもできる。このように、第２釣合駆動力に基づく第２上限駆動力を用いて第３モータを制御することにより、第２駆動輪のスリップ速度をより適切に安定させることができる。

20

【００１２】

第３モータを備える態様の本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記第２駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記第２釣合駆動力と、前記第２駆動輪の目標スリップ速度と現在のスリップ速度との差分である第２スリップ差分が打ち消されるようにするための第２補正駆動力と、の和を前記第２上限駆動力に設定する手段である、ものとすることもできる。こうすれば、第２駆動輪のスリップ速度を目標スリップ速度に近づけて安定させることができる。

30

【００１３】

第３モータを備える態様の本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、少なくとも前記許容入出力電力の絶対値が所定値以下のときに、前記駆動輪の空転によるスリップが生じたときには、前記上限駆動力以下の駆動力が前記駆動輪に出力されるように制御する手段である、ものとすることもできる。

【００１４】

第３モータを備える態様の本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記駆動輪と前記第２駆動輪とのいずれか一方または両方に空転によるスリップが生じたときには、前記駆動輪のトルクと前記第２駆動輪のトルクの分配比が許容範囲内となるように制御する手段である、ものとすることもできる。こうすれば、駆動輪のトルクと第２駆動輪のトルクとの分配比が許容範囲から外れるのを抑制することができる。ここで、「許容分配比範囲」は、走行性能を十分に確保可能な分配比の範囲である、ものとすることもできる。

40

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【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。

50

【図2】バッテリー50の電池温度 $T_b$ と基本入出力制限 $W_{in\ tmp}$ ,  $W_{out\ tmp}$ との関係の一例を示す説明図である。

【図3】バッテリー50の蓄電割合SOCと入出力制限用補正係数 $k_{in}$ ,  $k_{out}$ との関係の一例を示す説明図である。

【図4】実施例のHVECU70により実行されるVSCオフ時駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートの前半部分である。

【図5】実施例のHVECU70により実行されるVSCオフ時駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートの後半部分である。

【図6】要求トルク設定用マップの一例を示す説明図である。

【図7】エンジン22の動作ラインの一例と目標回転数 $N_e^*$ および目標トルク $T_e^*$ を設定する様子とを示す説明図である。

10

【図8】HV走行モードで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9】バッテリー50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の絶対値が閾値 $W_{ref}$ 以下で且つVSCオフスイッチ89がオフのときの実施例の時間変化の様子を模式的に示す説明図である。

【図10】バッテリー50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の絶対値が閾値 $W_{ref}$ 以下で且つVSCオフスイッチ89がオフのときの比較例の時間変化の様子を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0016】

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】

【0017】

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, MG3と、インバータ41, 42, 43と、バッテリー50と、ブレーキアクチュエータ94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。

【0018】

30

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により運転制御されている。

【0019】

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、例えば、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 $\theta_{cr}$ などが入力ポートを介して入力されている。また、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、例えば、燃料噴射弁への駆動信号, 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駆動信号, 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などが出力ポートを介して出力されている。エンジンECU24は、クランクポジションセンサ23により検出されたクランク角 $\theta_{cr}$ 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 $N_e$ を演算している。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HVECU70に出力する。

40

【0020】

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

50

ラネタリギヤ 30 のサンギヤには、モータ M G 1 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、前輪 38 a , 38 b にデファレンシャルギヤ 37 F を介して連結された駆動軸 36 F が接続されている。プラネタリギヤ 30 のキャリアには、エンジン 22 のクランクシャフト 26 が接続されている。

#### 【0021】

モータ M G 1 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 M G 2 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 F に接続されている。モータ M G 3 は、例えば同期発電電動機として構成されており、後輪 38 c , 38 d にデファレンシャルギヤ 37 R を介して連結された駆動軸 36 R が接続されている。モータ M G 1 , M G 2 , M G 3 は、モータ用電子制御ユニット（以下、モータ E C U という）40 によってインバータ 41 , 42 , 43 の図示しない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。

#### 【0022】

モータ E C U 40 は、図示しないが、C P U 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、C P U の他に、処理プログラムを記憶する R O M やデータを一時的に記憶する R A M , 入出力ポート、通信ポートを備える。モータ E C U 40 には、モータ M G 1 , M G 2 , M G 3 を駆動制御するのに必要な各種センサからの信号、例えば、モータ M G 1 , M G 2 , M G 3 の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ 44 , 45 , 46 からの回転位置  $m_1$  ,  $m_2$  ,  $m_3$  , モータ M G 1 , M G 2 , M G 3 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などが入力ポートを介して入力されている。モータ E C U 40 からは、インバータ 41 , 42 , 43 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 E C U 40 は、回転位置検出センサ 44 , 45 , 46 により検出されたモータ M G 1 , M G 2 , M G 3 の回転子の回転位置  $m_1$  ,  $m_2$  ,  $m_3$  に基づいてモータ M G 1 , M G 2 , M G 3 の回転数  $N_{m1}$  ,  $N_{m2}$  ,  $N_{m3}$  を演算している。モータ E C U 40 は、H V E C U 70 と通信ポートを介して接続されており、H V E C U 70 からの制御信号によってモータ M G 1 , M G 2 , M G 3 を駆動制御すると共に必要に応じてモータ M G 1 , M G 2 , M G 3 の駆動状態に関するデータを H V E C U 70 に出力する。

#### 【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おり、インバータ 41 , 42 , 43 を介してモータ M G 1 , M G 2 , M G 3 と電力をやりとりする。このバッテリー 50 は、バッテリー用電子制御ユニット（以下、バッテリー E C U という）52 により管理されている。

#### 【0024】

バッテリー E C U 52 は、図示しないが、C P U 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、C P U の他に、処理プログラムを記憶する R O M やデータを一時的に記憶する R A M , 入出力ポート、通信ポートを備える。バッテリー E C U 52 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電圧センサ 51 a からの電池電圧  $V_B$  , バッテリー 50 の出力端子に取り付けられた電流センサ 51 b からの電池電流  $I_B$  , バッテリー 50 に取り付けられた温度センサ 51 c からの電池温度  $T_B$  などが入力ポートを介して入力されている。バッテリー E C U 52 は、バッテリー 50 を管理するために、電流センサ 51 b により検出された電池電流  $I_B$  の積算値に基づいてそのときのバッテリー 50 から放電可能な電力の容量の全容量に対する割合である蓄電割合  $SOC$  を演算したり、演算した蓄電割合  $SOC$  と温度センサ 51 c により検出された電池温度  $T_B$  とに基づいてバッテリー 50 を充放電してもよい許容入出力電力である入出力制限  $W_{in}$  ,  $W_{out}$  を演算したりしている。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  $W_{in}$  ,  $W_{out}$  の基本値である基本入出力制限  $W_{intmp}$  ,  $W_{outtmp}$  を設定し、バッテリー 50 の蓄電割合  $SOC$  に基づいて入出力制限用補正係数  $k_{in}$  ,  $k_{out}$  を設定し、基本入出力制限  $W_{intmp}$  ,  $W_{outtmp}$  に

入出力制限用補正係数  $k_{in}$  ,  $k_{out}$  を乗じることにより、設定することができる。図 2 に、バッテリー 50 の電池温度  $T_b$  と基本入出力制限  $W_{in\ tmp}$  ,  $W_{out\ tmp}$  との関係の一例を示し、図 3 に、バッテリー 50 の蓄電割合 SOC と入出力制限用補正係数  $k_{in}$  ,  $k_{out}$  との関係の一例を示す。バッテリー ECU 52 は、HVECU 70 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 HVECU 70 に出力する。

#### 【0025】

ブレーキアクチュエータ 94 は、前輪 38a , 38b や後輪 38c , 38d に制動力を付与するためのアクチュエータとして構成されている。具体的には、ブレーキアクチュエータ 94 は、ブレーキペダル 85 の踏み込みに応じて生じるマスタシリンダ 92 の圧力 (ブレーキ圧) と車体速  $V_c$  とに応じて車両に作用させる制動力を設定して、その制動力のうちブレーキの分担分に応じた制動力が前輪 38a , 38b や後輪 38c , 38d に作用するようにブレーキホイールシリンダ 96a , 96b , 96c , 96d の油圧を調整したり、ブレーキペダル 85 の踏み込みとは無関係に、制動力が前輪 38a , 38b や後輪 38c , 38d に作用するようにブレーキホイールシリンダ 96a , 96b , 96c , 96d への油圧を調整したりすることができるように構成されている。このブレーキアクチュエータ 94 は、ブレーキ用電子制御ユニット (以下、ブレーキ ECU という) 98 により駆動制御されている。

#### 【0026】

ブレーキ ECU 98 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。ブレーキ ECU 98 には、ブレーキアクチュエータ 94 を駆動制御するのに必要な各種センサからの信号、例えば、マスタシリンダ 92 に取り付けられた図示しない圧力センサにより検出されるマスタシリンダ圧 (ブレーキ踏力  $F_b$  ) , 前輪 38a , 38b や後輪 38c , 38d に取り付けられた車輪速センサ 99a ~ 99d からの車輪速  $V_{wa} \sim V_{wd}$  , 操舵角センサ 99st からの操舵角  $s_t$  などが入力ポートを介して入力されている。ブレーキ ECU 98 からは、ブレーキアクチュエータ 94 への駆動制御信号などが出力ポートを介して出力されている。ブレーキ ECU 94 は、HVECU 70 と通信ポートを介して接続されており、HVECU 70 からの制御信号によってブレーキアクチュエータ 92 を駆動制御したり、必要に応じてブレーキアクチュエータ 92 の状態に関するデータを HVECU 70 に出力する。ブレーキ ECU 98 は、車輪速センサ 99a ~ 99d からの前輪 38a , 38b や後輪 38c , 38d の車輪速  $V_{wa} \sim V_{wd}$  や操舵角センサ 99st からの操舵角  $s_t$  などの信号を入力し、運転者がブレーキペダル 85 を踏み込んだときに前輪 38a , 38b や後輪 38c , 38d のいずれかがロックによりスリップするのを防止するアンチロックブレーキ装置機能 (ABS) や運転者がアクセルペダル 83 を踏み込んだときに前輪 38a , 38b のいずれかが空転によりスリップするのを防止するトラクションコントロール (TRC) , 車両が旋回走行しているときに姿勢を保持する姿勢保持制御 (VSC) などの車両挙動安定制御を行なう。

#### 【0027】

HVECU 70 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。HVECU 70 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  $A_{cc}$  , 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  $BP$  , 加速度センサ 88 からの車体加速度  $c$  , 姿勢保持制御オフスイッチ (以下、VSC オフスイッチという) 89 からのスイッチ信号などが入力ポートを介して入力されている。HVECU 70 は、加速度センサ 88 により検出された車体加速度  $c$  の

10

20

30

40

50

積算値に基づいて車体速 $V_c$ を演算している。HVECU70は、上述したように、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。

#### 【0028】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20は、エンジン22の運転を伴って走行するハイブリッド走行モード(HV走行モード)やエンジン22の運転を停止して走行する電動走行モード(EV走行モード)で走行する。

#### 【0029】

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、低温時などバッテリー50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の絶対値が十分に小さく且つVSCオフスイッチ89がオンである(姿勢保持制御(VSC)を行なわない)ときの動作について説明する。図4および図5は、実施例のHVECU70により実行されるVSCオフ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。このルーチンは、バッテリー50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の絶対値が閾値 $W_{ref}$ (例えば2kWや3kWなど)以下で且つVSCオフスイッチ89がオフのときに、所定時間毎(例えば、数msec毎)に繰り返し実行される。

#### 【0030】

VSCオフ時駆動制御ルーチンが実行されると、HVECU70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 $A_{cc}$ 、加速度センサ88からの車体加速度 $c$ 、車体速 $V_c$ 、モータMG1, MG2, MG3の回転数 $N_{m1}$ ,  $N_{m2}$ ,  $N_{m3}$ 、バッテリー50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ 、操舵角 $s_t$ 、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ 、後輪スリップ速度 $V_{sr}$ などのデータを入力する(ステップS100)。

#### 【0031】

ここで、車体速 $V_c$ は、加速度センサ88により検出された車体加速度 $c$ に基づいて演算された値を入力するものとした。モータMG1, MG2, MG3の回転数 $N_{m1}$ ,  $N_{m2}$ ,  $N_{m3}$ は、回転位置検出センサ44, 45, 46により検出されたモータMG1, MG2, MG3の回転子の回転位置 $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ に基づいて演算された値をモータECU40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、温度センサ51cにより検出された電池温度 $T_B$ と、電流センサ51bにより検出された電池電流 $I_B$ の積算値に基づくバッテリー50の蓄電割合SOCと、に基づいて設定された値をバッテリーECU52から通信により入力するものとした。操舵角 $s_t$ は、操舵角センサ99 $s_t$ により検出された値をブレーキECU98から通信により入力するものとした。前輪スリップ速度 $V_{sf}$ は、前輪38a, 38bの車輪速 $V_{wa}$ ,  $V_{wb}$ の平均値 $V_{wf}$ を車体速に換算した値 $V_{cf}$ から車体速 $V_c$ を減じた値を入力するものとした。後輪スリップ速度 $V_{sr}$ は、後輪38c, 38dの車輪速 $V_{wc}$ ,  $V_{wd}$ の平均値 $V_{wr}$ を車体速に換算した値 $V_{cr}$ から車体速 $V_c$ を減じた値を入力するものとした。なお、前輪38a, 38bや後輪38c, 38dの車輪速 $V_{wa} \sim V_{wd}$ は、車輪速センサ99a~99dにより検出された値をブレーキECU98から通信により入力するものとした。

#### 【0032】

こうしてデータを入力すると、入力したアクセル開度 $A_{cc}$ と車体速 $V_c$ とに基づいて、走行に要求される要求トルク $T_d^*$ を設定する(ステップS110)。ここで、要求トルク $T_d^*$ は、実施例では、アクセル開度 $A_{cc}$ と車体速 $V_c$ と要求トルク $T_d^*$ 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 $A_{cc}$ と車体速 $V_c$ とが与えられると記憶したマップから対応する要求トルク $T_d^*$ 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6に示す。

#### 【0033】

続いて、車体加速度 $c$ や操舵角 $s_t$ に基づいて、前輪要求分配比 $D_f^*$ および後輪要求分配比 $D_r^*$ を設定する(ステップS120)。ここで、前輪要求分配比 $D_f^*$ 、後

10

20

30

40

50



輪要求分配比  $D_r^*$  は、それぞれ、前輪 38 a , 38 b のトルクと後輪 38 c , 38 d のトルクとの和に対する前輪 38 a , 38 b , 後輪 38 c , 38 d のトルクの割合（以下、前輪、後輪分配比という） $D_f$  ,  $D_r$  の要求値である。前輪要求分配比  $D_f^*$  と後輪要求分配比  $D_r^*$  との和は値 1 となる。前輪要求分配比  $D_f^*$  および後輪要求分配比  $D_r^*$  は、実施例では、後輪要求分配比  $D_r^*$  が最大後輪分配比  $D_{rmax}$  以下となる範囲内で、車体加速度  $c$  が大きいほど後輪要求分配比  $D_r^*$  が大きくなる（前輪要求分配比  $D_f^*$  が小さくなる）傾向で、且つ、操舵角  $s_t$  の絶対値が大きいほど後輪要求分配比  $D_r^*$  が大きくなる（前輪要求分配比  $D_f^*$  が小さくなる）傾向に設定するものとした。こうした傾向に前輪要求分配比  $D_f^*$  および後輪要求分配比  $D_r^*$  を設定するのは、加速時や旋回時の走行性能を向上させるためである。また、最大後輪分配比  $D_{rmax}$  は、走行性能を十分に確保可能な後輪分配比  $D_r^*$  の上限であり、車両の質量  $M$  に対して停車時に前輪 38 a , 38 b , 後輪 38 c , 38 d に作用する質量の割合である前輪静荷重分配比  $K_{wsf}$  , 後輪静荷重分配比  $K_{wsr}$  などに基づいて定めることができ、例えば、0.55 や 0.60 , 0.65 などを用いることができる。

#### 【0034】

こうして前輪要求分配比  $D_f^*$  および後輪要求分配比  $D_r^*$  を設定すると、要求トルク  $T_d^*$  に前輪要求分配比  $D_f^*$  を乗じて、前輪 38 a , 38 b に要求される前輪要求トルク  $T_f^*$  を計算すると共に要求トルク  $T_d^*$  に後輪要求分配比  $D_r^*$  を乗じて、後輪 38 c , 38 d に要求される後輪要求トルク  $T_r^*$  を計算する（ステップ S130）。

#### 【0035】

次に、前輪 38 a , 38 b と後輪 38 c , 38 d とのいずれか一方または両方が空転によりスリップしているか否かを判定する（ステップ S140）。ここで、前輪 38 a , 38 b が空転によりスリップしているか否かの判定は、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  と閾値  $V_{sref}$  との比較により行なうものとした。閾値  $V_{sref}$  は、例えば、1 km/h や 2 km/h , 3 km/h などを用いることができる。また、後輪 38 c , 38 d が空転によりスリップしているか否かの判定は、後輪スリップ速度  $V_{sr}$  と閾値  $V_{srref}$  との比較により行なうものとした。閾値  $V_{srref}$  は、例えば、1 km/h や 2 km/h , 3 km/h などを用いることができる。

#### 【0036】

ステップ S140 で前輪 38 a , 38 b も後輪 38 c , 38 d も空転によりスリップしていないと判定されたときには、次式（1）に示すように、前輪要求トルク  $T_f^*$  にモータ MG2 の回転数  $N_{m2}$ （駆動軸 36 F の回転数）を乗じた値（ $T_f^* \cdot N_{m2}$ ）と、後輪要求トルク  $T_r^*$  にモータ MG3 の回転数  $N_{m3}$ （駆動軸 36 R の回転数）を乗じた値（ $T_r^* \cdot N_{m3}$ ）と、の和からバッテリー 50 の充放電要求パワー  $P_b^*$ （バッテリー 50 から放電するときが正の値）を減じて、エンジン 22 に要求される要求パワー  $P_e^*$  を計算する（ステップ S270）。ここで、値（ $T_f^* \cdot N_{m2}$ ）は、前輪 38 a , 38 b に要求されるパワーを意味し、値（ $T_r^* \cdot N_{m3}$ ）は、後輪 38 c , 38 d に要求されるパワーを意味する。

#### 【0037】

$$P_e^* = T_f^* \cdot N_{m2} + T_r^* \cdot N_{m3} - P_b^*$$

(1)

#### 【0038】

こうしてエンジン 22 の要求パワー  $P_e^*$  を計算すると、計算した要求パワー  $P_e^*$  と、エンジン 22 を効率よく運転するための動作ラインと、に基づいてエンジン 22 の目標回転数  $N_e^*$  および目標トルク  $T_e^*$  を設定する（ステップ S280）。図 7 は、エンジン 22 の動作ラインの一例と目標回転数  $N_e^*$  および目標トルク  $T_e^*$  を設定の様子とを示す説明図である。エンジン 22 の目標回転数  $N_e^*$  および目標トルク  $T_e^*$  は、図示するように、エンジン 22 の動作ラインと要求パワー  $P_e^*$  が一定の曲線（要求パワー  $P_e^*$  の等パワーライン）との交点として求めることができる。

#### 【0039】

こうしてエンジン 22 の目標トルク  $T_e^*$  を設定すると、エンジン 22 の目標トルク  $T$

$e^*$  に応答遅れ補償（むだ時間補償や一次遅れ補償）を施して、エンジン 22 のトルク  $T_e$  の推定値としての推定出力トルク  $T_{eest}$  を設定する（ステップ S290）。ここで、エンジン 22 の目標トルク  $T_e^*$  に対する応答遅れ補償は、エンジン 22 からのトルクの目標トルク  $T_e^*$  に対する応答遅れ（むだ時間や一次遅れ）の程度として予め実験や解析などによって定めた値を用いて目標トルク  $T_e^*$  に施す補償である。

【0040】

次に、エンジン 22 の目標回転数  $N_e^*$  とモータ MG2 の回転数  $N_{m2}$ （駆動軸 36F の回転数）とプラネタリギヤ 30 のギヤ比  $i_{30}$  を用いて次式（2）によりモータ MG1 の目標回転数  $N_{m1}^*$  を計算し、計算した目標回転数  $N_{m1}^*$  とモータ MG1 の現在の回転数  $N_{m1}$  とエンジン 22 の目標トルク  $T_e^*$  とプラネタリギヤ 30 のギヤ比  $i_{30}$  を用いて式（2）によりモータ MG1 のトルク指令  $T_{m1}^*$  の仮の値としての仮トルク  $T_{m1tmp}$  を計算する（ステップ S300）。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。図 8 は、HV 走行モードで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。図中、左の S 軸はモータ MG1 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 MG2 の回転数  $N_{m2}$  であるリングギヤ（駆動軸 36F）の回転数を示す。また、図中、R 軸上の 2 つの太線矢印は、モータ MG1 から出力されてプラネタリギヤ 30 を介して駆動軸 36F に作用するトルクと、モータ MG2 から出力されて駆動軸 36F に作用するトルクと、を示す。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 MG1 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、右辺第 1 項はフィードフォワード項であり、右辺第 2 項、第 3 項はフィードバック項の比例項、積分項である。また、式（3）中、右辺第 2 項の「 $k_{pn}$ 」は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 $k_{in}$ 」は積分項のゲインである。

【0041】

$$N_{m1}^* = N_e^* \cdot (1 + i_{30}) / i_{30} - N_{m2} / i_{30} \quad (2)$$

$$T_{m1tmp} = -T_e^* / (1 + i_{30}) + k_{pn} \cdot (N_{m1}^* - N_{m1}) + k_{in} \cdot \int (N_{m1}^* - N_{m1}) dt \quad (3)$$

【0042】

続いて、次式（4）に示すように、モータ MG1 の仮トルク  $T_{m1tmp}$  をプラネタリギヤ 30 のギヤ比  $i_{30}$  で除した値を前輪要求トルク  $T_{f1}^*$  に加えて、モータ MG2 のトルク指令  $T_{m2}^*$  の仮の値としての仮トルク  $T_{m2tmp}$  を計算する（ステップ S310）。そして、後輪要求トルク  $T_{r1}^*$  をモータ MG3 のトルク指令  $T_{m3}^*$  の仮の値としての仮トルク  $T_{m3tmp}$  に設定する（ステップ S320）。ここで、式（4）は、図 6 の共線図を用いれば容易に導くことができる。

【0043】

$$T_{m2tmp} = T_{f1}^* + T_{m1tmp} / i_{30} \quad (4)$$

【0044】

こうしてモータ MG1、MG2、MG3 の仮トルク  $T_{m1tmp}$ 、 $T_{m2tmp}$ 、 $T_{m3tmp}$  を設定すると、モータ MG1、MG2、MG3 の総消費電力  $P_m$  がバッテリー 50 の入出力制限  $W_{in}$ 、 $W_{out}$  の範囲内となる電力条件と、前輪 38a、38b のトルク（ $-T_{m1}^* / i_{30} + T_{m2}^*$ ）と後輪 38c、38d のトルク（ $T_{m3}^*$ ）とについての前輪、後輪分配比が前輪、後輪要求分配比  $D_{f1}^*$ 、 $D_{r1}^*$  となる分配比条件とを満たすように、モータ MG1、MG2、MG3 の仮トルク  $T_{m1tmp}$ 、 $T_{m2tmp}$ 、 $T_{m3tmp}$  を制限して（必要に応じて補正して）、トルク指令  $T_{m1}^*$ 、 $T_{m2}^*$ 、 $T_{m3}^*$  を設定する（ステップ S330）。

【0045】

ここで、モータ MG1、MG2、MG3 の総消費電力  $P_m$  は、モータ MG1、MG2、MG3 の消費電力  $P_{m1}$ 、 $P_{m2}$ 、 $P_{m3}$  の和として計算するものとした。モータ MG1 の消費電力  $P_{m1}$  は、モータ MG1 のトルク指令  $T_{m1}^*$  と回転数  $N_{m1}$  との積として計

10

20

30

40

50

算するものとした。モータMG2の消費電力 $P_{m2}$ は、モータMG2のトルク指令 $T_{m2}^*$ と回転数 $N_{m2}$ との積として計算するものとした。モータMG3の消費電力 $P_{m3}$ は、モータMG3のトルク指令 $T_{m3}^*$ と回転数 $N_{m3}$ との積として計算するものとした。なお、図8から分かるように、モータMG1は、エンジン22の回転数を押さえ込む方向のトルクを出力する。このため、モータMG1の回転数 $N_{m1}$ が正の場合、モータMG1の消費電力 $P_{m1}$ は負の値（発電側の値）となる。

#### 【0046】

このステップS330の処理では、モータMG1, MG2, MG3の仮トルク $T_{m1tmp}$ ,  $T_{m2tmp}$ ,  $T_{m3tmp}$ をトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ に設定すると仮定して計算したモータMG1, MG2, MG3の仮総消費電力 $P_{mtmp}$ がバッテリ50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の範囲内となるときには、仮トルク $T_{m1tmp}$ ,  $T_{m2tmp}$ ,  $T_{m3tmp}$ をトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ に設定する。また、仮総消費電力 $P_{mtmp}$ がバッテリ50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の範囲外となるときには、電力条件と分配比条件とを満たすように仮トルク $T_{m1tmp}$ ,  $T_{m2tmp}$ ,  $T_{m3tmp}$ を補正してトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ を設定する。具体的には、まず、モータMG1の仮トルク $T_{m1tmp}$ をトルク指令 $T_{m1}^*$ に設定する。続いて、次式(5), (6)に示すように、バッテリ50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ からモータMG1の消費電力 $P_{m1}$ を減じた値をモータMG3の回転数 $N_{m3}$ で除して、モータMG3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 $T_{m3min}$ ,  $T_{m3max}$ を計算する。そして、モータMG3の仮トルク $T_{m3tmp}$ をトルク制限 $T_{m3min}$ ,  $T_{m3max}$ で制限してトルク指令 $T_{m3}^*$ を設定する。次に、式(7), (8)に示すように、バッテリ50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ からモータMG1, MG3の消費電力 $P_{m1}$ ,  $P_{m3}$ を減じた値をモータMG2の回転数 $N_{m2}$ で除して、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 $T_{m2min}$ ,  $T_{m2max}$ を計算する。そして、モータMG2の仮トルク $T_{m2tmp}$ をトルク制限 $T_{m2min}$ ,  $T_{m2max}$ で制限してトルク指令 $T_{m2}^*$ を設定する。

#### 【0047】

$$T_{m3min} = (W_{in} - P_{m1}) / N_{m3} \quad (5)$$

$$T_{m3max} = (W_{out} - P_{m1}) / N_{m3} \quad (6)$$

$$T_{m2min} = (W_{in} - P_{m1} - P_{m3}) / N_{m2} \quad (7)$$

$$T_{m2max} = (W_{out} - P_{m1} - P_{m3}) / N_{m2} \quad (8)$$

#### 【0048】

こうしてエンジン22の目標回転数 $N_e^*$ や目標トルク $T_e^*$ , モータMG1, MG2, MG3のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ を設定すると、エンジン22の目標回転数 $N_e^*$ や目標トルク $T_e^*$ についてはエンジンECU24に送信し、モータMG1, MG2, MG3のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ についてはモータECU40にそれぞれ送信して(ステップS340)、本ルーチンを終了する。エンジン22の目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とを受信したエンジンECU24は、目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とに基づいてエンジン22が運転されるようにエンジン22の吸入空気量制御や燃料噴射制御, 点火制御などを行なう。また、モータMG1, MG2, MG3のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ を受信したモータECU40は、モータMG1, MG2, MG3がトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ ,  $T_{m3}^*$ で駆動されるようにインバータ41, 42, 43のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

#### 【0049】

ステップS140で前輪38a, 38bと後輪38c, 38dとのいずれか一方または両方が空転によりスリップしていると判定されたときには、前輪38a, 38bが空転によりスリップしているか否かを判定する(ステップS150)。そして、前輪38a, 38bが空転によりスリップしていると判定されたときには、次式(9)に示すように、前輪38a, 38bと路面との間の動摩擦係数 $\mu_f$ と、車両の質量 $M$ と、重力加速度 $g$ と、車両の質量 $M$ に対する前輪38a, 38bに作用する質量の割合である前輪動荷重分配比

$K_{wdf}$ と、の積として、前輪38a, 38bと路面との間の動摩擦力と釣り合う前輪釣合トルク $T_{b f}$ を計算する(ステップS160)。ここで、動摩擦係数 $\mu_f$ は、例えば、前輪38a, 38bに出力するトルク( $-T_{m1}^* / +T_{m2}^*$ )とモータMG2の回転数 $N_{m2}$ (駆動軸36Fの回転数)とに基づいて演算することができる。前輪動荷重分配比 $K_{wdf}$ と、車両の質量 $M$ に対する後輪38c, 38dに作用する質量の割合である後輪動荷重分配比 $K_{wdr}$ と、の和は値1となる。この前輪動荷重分配比 $K_{wdf}$ , 後輪動荷重分配比 $K_{wdr}$ は、例えば、車両の質量 $M$ に対して停車時に前輪38a, 38b, 後輪38c, 38dに作用する質量の割合である前輪静荷重分配比 $K_{wsf}$ , 後輪静荷重分配比 $K_{wsr}$ と車体加速度 $c$ とに基づいて演算することができる。前輪静荷重分配比 $K_{wsf}$ と後輪静荷重分配比 $K_{wsr}$ との和は値1であり、前輪静荷重分配比 $K_{wsf}$ , 後輪静荷重分配比 $K_{wsr}$ は、それぞれ、例えば0.6, 0.4である。

【0050】

$$T_{bf} = \mu_f \cdot M \cdot g \cdot K_{wdf} \quad (9)$$

【0051】

続いて、前輪釣合トルク $T_{bf}$ と前輪スリップ速度 $V_{sf}$ と目標前輪スリップ速度 $V_{sf}^*$ とを用いて次式(10)により前輪上限トルク $T_{fmax}$ を計算し(ステップS170)、ステップS130で設定した前輪要求トルク $T_f^*$ を前輪上限トルク $T_{fmax}$ で制限(上限ガード)して前輪要求トルク $T_f^*$ を再設定する(ステップS180)。ここで、目標前輪スリップ速度 $V_{sf}^*$ は、例えば、25km/hや30km/h, 35km/hなどを用いることができる。また、式(10)は、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ を目標前輪スリップ速度 $V_{sf}^*$ に近づけるためのフィードバック制御における関係式である。式(10)中、右辺第1項はフィードフォワード項であり、右辺第2項, 第3項はフィードバック項の比例項, 積分項である。また、式(10)中、右辺第2項の「 $k_{psf}$ 」は比例項のゲインであり、右辺第3項の「 $k_{isf}$ 」は積分項のゲインである。実施例では、比例項, 積分項のゲイン $k_{psf}$ ,  $k_{isf}$ は、比較的小さい値を用いるものとした。したがって、前輪上限トルク $T_{fmax}$ は、前輪38a, 38bの空転によるスリップの開始直後には、フィードバック項(特に積分項)の影響が十分に小さいために、前輪釣合トルク $T_{bf}$ に略等しい値となる。その後、前輪上限トルク $T_{fmax}$ は、フィードバック項(特に積分項)の影響が滑らかに大きくなり、目標前輪スリップ速度 $V_{sf}^*$ と前輪スリップ速度 $V_{sf}$ との差分( $V_{sf}^* - V_{sf}$ )を値0に滑らかに近づけるための値となる。比例項, 積分項のゲイン $k_{psf}$ ,  $k_{isf}$ は、具体的には、前輪要求トルク $T_f^*$ (エンジン22の要求パワー $P_{e^*}$ )の変化に対してエンジン22のパワー $P_e$ が十分に追従できる程度の値を用いるものとした。なお、モータMG1, MG2は、基本的に、エンジン22より応答性が高いため、エンジン22が追従できればモータMG1, MG2も追従できる。

【0052】

$$T_{fmax} = T_{bf} + k_{psf} \cdot (V_{sf}^* - V_{sf}) + k_{isf} \cdot \int (V_{sf}^* - V_{sf}) dt \quad (10)$$

【0053】

ステップS150で前輪38a, 38bが空転によりスリップしていないと判定されたときには、ステップS160~S180の処理を実行しない。即ち、前輪要求トルク $T_f^*$ を再設定しない。

【0054】

次に、後輪38c, 38dが空転によりスリップしているか否かを判定する(ステップS190)。そして、後輪38c, 38dが空転によりスリップしていると判定されたときには、次式(11)に示すように、後輪38c, 38dと路面との間の動摩擦係数 $\mu_r$ と、車両の質量 $M$ と、重力加速度 $g$ と、後輪動荷重分配比 $K_{wdr}$ と、の積として、後輪38c, 38dと路面との間の動摩擦力と釣り合う後輪釣合トルク $T_{br}$ を計算する(ステップS200)。ここで、動摩擦係数 $\mu_r$ は、例えば、後輪38c, 38dに出力するトルク( $T_{m3}^*$ )とモータMG3の回転数 $N_{m3}$ (駆動軸36Rの回転数)とに基づいて演算することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

$$T_{br} = \mu_r \cdot M \cdot g \cdot K_{wdr} \quad (11)$$

【 0 0 5 6 】

続いて、後輪釣合トルク  $T_{br}$  と後輪スリップ速度  $V_{sr}$  と目標後輪スリップ速度  $V_{sr}^*$  とを用いて次式 (12) により後輪上限トルク  $T_{rmax}$  を計算し (ステップ S 2 1 0)、ステップ S 1 3 0 で設定した後輪要求トルク  $T_r^*$  を後輪上限トルク  $T_{rmax}$  で制限 (上限ガード) して後輪要求トルク  $T_r^*$  を再設定する (ステップ S 2 2 0)。ここで、目標後輪スリップ速度  $V_{sr}^*$  は、例えば、25 km/h や 30 km/h, 35 km/h などを用いることができる。また、式 (12) は、後輪スリップ速度  $V_{sr}$  を目標後輪スリップ速度  $V_{sr}^*$  に近づけるためのフィードバック制御における関係式である。式 (12) 中、右辺第 1 項はフィードフォワード項であり、右辺第 2 項, 第 3 項はフィードバック項の比例項, 積分項である。また、式 (12) 中、右辺第 2 項の「 $k_{psr}$ 」は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 $k_{isr}$ 」は積分項のゲインである。実施例では、比例項, 積分項のゲイン  $k_{psr}$ ,  $k_{isr}$  は、比較的小さい値を用いるものとした。したがって、後輪上限トルク  $T_{rmax}$  は、後輪 38 c, 38 d の空転によるスリップの開始直後には、フィードバック項 (特に積分項) の影響が十分に小さいために、後輪釣合トルク  $T_{br}$  に略等しい値となる。その後、後輪上限トルク  $T_{rmax}$  は、フィードバック項 (特に積分項) の影響が滑らかに大きくなり、目標後輪スリップ速度  $V_{sr}^*$  と後輪スリップ速度  $V_{sr}$  との差分 ( $V_{sr}^* - V_{sr}$ ) を滑らかに値 0 に近づけるための値となる。比例項, 積分項のゲイン  $k_{psr}$ ,  $k_{isr}$  は、具体的には、走行性や姿勢安定性などを考慮して、上述の比例項, 積分項のゲイン  $k_{psf}$ ,  $k_{isf}$  と同程度の値を用いるものとした。

【 0 0 5 7 】

$$T_{rmax} = T_{br} + k_{psr} \cdot (V_{sr}^* - V_{sr}) + k_{isr} \cdot (V_{sr}^* - V_{sr}) dt \quad (12)$$

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 9 0 で後輪 38 c, 38 d が空転によりスリップしていないと判定されたときには、ステップ S 2 0 0 ~ S 2 2 0 の処理を実行しない。即ち、後輪要求トルク  $T_r^*$  を再設定しない。

【 0 0 5 9 】

次に、次式 (13) に示すように、前輪要求トルク  $T_f^*$  と後輪要求トルク  $T_r^*$  との和で後輪要求トルク  $T_r^*$  を除して想定後輪分配比  $D_{res}$  を計算し (ステップ S 2 3 0)、計算した想定後輪分配比  $D_{res}$  を最大後輪分配比  $D_{rmax}$  と比較する (ステップ S 2 4 0)。そして、想定後輪分配比  $D_{res}$  が最大後輪分配比  $D_{rmax}$  より大きいときには、値 1 から最大後輪分配比  $D_{rmax}$  を減じた値を前輪要求分配比  $D_f^*$  に再設定すると共に最大後輪分配比  $D_{rmax}$  を後輪要求分配比  $D_r^*$  に再設定し (ステップ S 2 5 0)、次式 (14) に示すように、前輪要求トルク  $T_f^*$  に最大後輪分配比  $D_{rmax}$  を乗じてこれを前輪要求分配比  $D_f^*$  で除して、後輪要求トルク  $T_r^*$  を再設定し (ステップ S 2 6 0)、想定後輪分配比  $D_{res}$  が最大後輪分配比  $D_{rmax}$  以下のときには、ステップ S 2 5 0, S 2 6 0 の処理を実行しない。ここで、ステップ S 2 6 0 の処理は、前輪分配比, 後輪分配比がそれぞれ値  $(1 - D_{rmax})$ , 最大後輪分配比  $D_{rmax}$  となるように後輪要求トルク  $T_r^*$  を再設定する処理である。上述のステップ S 1 6 0 ~ S 1 8 0 の処理によって前輪要求トルク  $T_f^*$  を再設定したりステップ S 2 0 0 ~ S 2 2 0 の処理によって後輪要求トルク  $T_r^*$  を再設定したりすると、基本的には、後輪想定分配比  $D_{res}$  は、後輪要求分配比  $D_r^*$  とは異なる値となる。したがって、後輪分配比  $D_r$  が最大後輪分配比  $D_{rmax}$  以下となるようにすることにより、走行性能を十分に確保することができる。

【 0 0 6 0 】

$$D_{res} = T_r^* / (T_f^* + T_r^*) \quad (13)$$

$$T_r^* = T_f^* \cdot D_{rmax} / (1 - D_{rmax}) \quad (14)$$

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

そして、上述のステップ S 2 7 0 ~ S 3 4 0 の処理を実行して、具体的には、要求パワー  $P_{e*}$  を設定し（ステップ S 2 7 0 ）、エンジン 2 2 の目標回転数  $N_{e*}$  および目標トルク  $T_{e*}$  を設定し（ステップ S 2 8 0 ）、モータ MG 1 , MG 2 , MG 3 のトルク指令  $T_{m1*}$  ,  $T_{m2*}$  ,  $T_{m3*}$  を設定し（ステップ S 2 9 0 ~ S 3 3 0 ）、エンジン 2 2 の目標回転数  $N_{e*}$  および目標トルク  $T_{e*}$  をエンジン ECU 2 4 に送信すると共にモータ MG 1 , MG 2 , MG 3 のトルク指令  $T_{m1*}$  ,  $T_{m2*}$  ,  $T_{m3*}$  をモータ ECU 4 0 に送信して（ステップ S 3 4 0 ）、本ルーチンを終了する。

#### 【 0 0 6 2 】

実施例では、こうした制御により、前輪 3 8 a , 3 8 b の空転によるスリップが生じた直後には、前輪上限トルク  $T_{fmax}$  が前輪釣合トルク  $T_{bf}$  に略等しい値となり、この前輪上限トルク  $T_{fmax}$  によって前輪要求トルク  $T_{f*}$  が制限される。これにより、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  をある程度の値で安定させる（収束させる）ことができる。そして、その後、前輪上限トルク  $T_{fmax}$  が差分（ $V_{sf*} - V_{sf}$ ）を値 0 に滑らかに近づけるための値となり、この前輪上限トルク  $T_{fmax}$  によって前輪要求トルク  $T_{f*}$  が制限される。これにより、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  を目標前輪スリップ速度  $V_{sf*}$  に滑らかに近づけてその付近で安定させる（略一定にする）ことができる。同様に、後輪 3 8 c , 3 8 d の空転によるスリップが生じた直後には、後輪上限トルク  $T_{rmax}$  が後輪釣合トルク  $T_{br}$  に略等しい値となり、この後輪上限トルク  $T_{rmax}$  によって後輪要求トルク  $T_{r*}$  が制限される。これにより、後輪スリップ速度  $V_{sr}$  をある程度の値で安定させる（収束させる）ことができる。そして、その後、後輪上限トルク  $T_{rmax}$  が差分（ $V_{sr*} - V_{sr}$ ）を値 0 に滑らかに近づけるための値となり、この後輪上限トルク  $T_{rmax}$  によって後輪要求トルク  $T_{r*}$  が制限される。これにより、後輪スリップ速度  $V_{sr}$  を目標後輪スリップ速度  $V_{sr*}$  に滑らかに近づけてその付近で安定させる（略一定にする）ことができる。これらの結果、運転者に与えるスリップ感をより向上させることができる。

#### 【 0 0 6 3 】

図 9 および図 1 0 は、バッテリー 5 0 の入出力制限  $W_{in}$  ,  $W_{out}$  の絶対値が閾値  $W_{ref}$  以下で且つ V S C オフスイッチ 8 9 がオフのときの、アクセル開度  $A_{cc}$  , 前輪スリップ速度  $V_{sf}$  , 後輪スリップ速度  $V_{sr}$  , 前輪 3 8 a , 3 8 b と路面との間の動摩擦係数  $\mu_f$  , 後輪 3 8 c , 3 8 d と路面との間の動摩擦係数  $\mu_r$  , 前輪要求トルク  $T_{f*}$  および前輪トルク  $T_f$  , 後輪要求トルク  $T_{r*}$  および後輪トルク  $T_r$  , エンジン 2 2 の要求パワー  $P_{e*}$  およびパワー  $P_e$  , モータ MG 1 , MG 2 , MG 3 の総消費電力  $P_m$  , モータ MG 2 のトルク  $T_{m2}$  , トルク制限  $T_{m2min}$  ,  $T_{m2max}$  , モータ MG 3 のトルク  $T_{m3}$  , トルク制限  $T_{m3min}$  ,  $T_{m3max}$  の時間変化の様子を模式的に示す説明図である。

#### 【 0 0 6 4 】

図 9 は、実施例の様子を示し、図 1 0 は、比較例の様子を示す。比較例としては、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  から目標前輪スリップ速度  $V_{sf*}$  を減じた値（ $V_{sf} - V_{sf*}$ ）の増加に伴って前輪要求トルク  $T_{f*}$  を徐々に小さくすると共に後輪スリップ速度  $V_{sr}$  から目標後輪スリップ速度  $V_{sr*}$  を減じた値（ $V_{sr} - V_{sr*}$ ）の増加に伴って後輪要求トルク  $T_{r*}$  を徐々に小さくする比較例制御を行なう場合を考えるものとした。

#### 【 0 0 6 5 】

比較例の場合、図 1 0 に示すように、時刻  $t_{21}$  に前輪 3 8 a , 3 8 b の空転によるスリップが生じると、値（ $V_{sf} - V_{sf*}$ ）がある程度増加した時刻  $t_{22}$  から値（ $V_{sf} - V_{sf*}$ ）の増加に伴って前輪要求トルク  $T_{f*}$  を徐々に低下させ、これに応じてエンジン 2 2 の要求パワー  $P_{e*}$  を徐々に低下させる。このとき、エンジン 2 2 の応答性が比較的低いために、エンジン 2 2 のパワー  $P_e$  の低下が遅れ、モータ MG 1 の消費電力  $P_{m1}$  の増加（発電電力の低下）が遅れる。そして、このモータ MG 1 の消費電力  $P_{m1}$  の増加の遅れと、モータ MG 2 の回転数  $N_{m2}$  の増加とにより、トルク制限  $T_{m2min}$  が大きくなる（絶対値としては小さくなる、即ち、値 0 に近づく）。これは、バッテリー 5 0

10

20

30

40

50

への入力電力が入力制限  $W_{in}$  を超過しないようにするためである。いま、入力制限  $W_{in}$  の絶対値が閾値  $W_{ref}$  以下のときを考えているから、トルク制限  $T_{m2min}$  の絶対値が非常に小さくなることがある。こうした理由により、モータ  $MG2$  のトルク  $T_{m2}$  を十分に小さくすることができず、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が目標前輪スリップ速度  $V_{sf}^*$  に対してオーバーシュートすることがある。なお、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  の増加時には、モータ  $MG2$  の回転数  $N_{m2}$  の増加により、トルク制限  $T_{m2max}$  の絶対値も小さくなる。

#### 【0066】

そして、時刻  $t_{23}$  に前輪スリップ速度  $V_{sf}$  がピークとなり、その後に前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が低下し始めると、値  $(V_{sf} - V_{sf}^*)$  の低下に伴って前輪要求トルク  $T_{f}^*$  を増加させ、これに応じてエンジン  $22$  の要求パワー  $P_e^*$  を増加させる。しかし、エンジン  $22$  の低応答性のために、エンジン  $22$  のパワー  $P_e$  の増加が遅れ、モータ  $MG1$  の消費電力  $P_{m1}$  の低下（発電電力の増加）が遅れる。そして、モータ  $MG1$  の消費電力  $P_{m1}$  の低下の遅れにより、トルク制限  $T_{m2max}$  の増加も遅れる。このトルク制限  $T_{m2max}$  は、バッテリー  $50$  からの出力電力が出力制限  $W_{out}$  を超過しないようにするために定められるものである。いま、出力制限  $W_{out}$  の絶対値が閾値  $W_{ref}$  以下のときを考えているから、トルク制限  $T_{m2max}$  の絶対値が非常に小さいことがある。こうした理由により、モータ  $MG2$  のトルク  $T_{m2}$  を十分に大きくすることができず、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が目標前輪スリップ速度  $V_{sf}^*$  に対してアンダーシュートし、ひいては、スリップが解消することがある。

#### 【0067】

前輪  $38a$  ,  $38b$  の空転によるスリップが解消した後の時刻  $t_{24}$  に、前輪  $38a$  ,  $38b$  の空転によるスリップが再度生じると、上述の比較例の制御により、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が目標前輪スリップ速度  $V_{sf}^*$  に対して再度オーバーシュートおよびアンダーシュートし得る。

#### 【0068】

比較例の場合、このように前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が目標前輪スリップ速度  $V_{sf}^*$  に対してオーバーシュートとアンダーシュートとを繰り返す、即ち、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が安定しないことがある。なお、図  $10$  では、後輪スリップ速度  $V_{sr}$  は、目標後輪スリップ速度  $V_{sr}^*$  をオーバーシュートしていないが、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  と同様に、安定していないことが分かる。

#### 【0069】

実施例の場合、図  $9$  に示すように、時刻  $t_{11}$  に前輪  $38a$  ,  $38b$  の空転によるスリップが生じると、前輪上限トルク  $T_{fmax}$  により前輪要求トルク  $T_{f}^*$  を低下させる。実施例では、前輪  $38a$  ,  $38b$  のスリップ開始直後には、式  $(10)$  におけるフィードバック項（特に積分項）の影響が十分に小さいために前輪上限トルク  $T_{fmax}$  が前輪釣合トルク  $T_{bf}$  に略等しい値となり、この前輪上限トルク  $T_{fmax}$  によって前輪要求トルク  $T_{f}^*$  が制限されることにより、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  をある程度の値で収束させることができる。ところで、実施例では、前輪  $38a$  ,  $38b$  のスリップ開始直後（前輪スリップ速度  $V_{sf}$  がそれほど大きくないとき）に前輪要求トルク  $T_{f}^*$  を低下させ始めてエンジン  $22$  の要求パワー  $P_e^*$  も低下させ始めるから、比較例に比して、トルク制限  $T_{m2min}$  がある程度大きくなる（絶対値としてはある程度小さくなる）前にモータ  $MG2$  のトルク  $T_{m2}$  を低下させることができる。これにより、モータ  $MG2$  のトルク  $T_{m2}$  を十分に低下させることができ、前輪スリップ速度  $V_{sf}$  が目標前輪スリップ速度  $V_{sf}^*$  をオーバーシュートするのを抑制することができる。なお、実施例でも、モータ  $MG1$  の消費電力  $P_{m1}$  の増加（発電電力の低下）の遅れと、モータ  $MG2$  の回転数  $N_{m2}$  の増加とにより、トルク制限  $T_{m2min}$  の絶対値が小さくなっており、モータ  $MG2$  の回転数  $N_{m2}$  の増加により、トルク制限  $T_{m2max}$  の絶対値が小さくなっている。

#### 【0070】

そして、その後、式  $(10)$  におけるフィードバック項（特に積分項）の影響が大きく

なって前輪上限トルク $T_{fmax}$ が差分 $(V_{sf*} - V_{sf})$ を値0に近づけるための値となり、この前輪上限トルク $T_{fmax}$ によって前輪要求トルク $T_{f*}$ が制限されることにより、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ を目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ に滑らかに近づけてその付近で略一定にすることができる。なお、このときには、フィードバック項（特に積分項）の影響によって前輪上限トルク $T_{fmax}$ を滑らかに変化させることにより、エンジン22の応答遅れによる不都合を生じさせずに、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ を目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ に近づけることができる。

#### 【0071】

こうした制御により、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ が目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ に対してオーバーシュートしたりアンダーシュートしたりするのを抑制することができる。即ち、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ を目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ 付近でより安定させることができる。

10

#### 【0072】

時刻 $t_{12}$ に後輪38c, 38dの空転によるスリップが生じたときには、前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときの前輪要求トルク $T_{f*}$ と同様に後輪要求トルク $T_{r*}$ を変化させることにより、後輪スリップ速度 $V_{sr}$ が目標後輪スリップ速度 $V_{sr*}$ に対してオーバーシュートしたりアンダーシュートしたりするのを抑制することができる。即ち、後輪スリップ速度 $V_{sr}$ を目標後輪スリップ速度 $V_{sr*}$ 付近でより安定させることができる。

#### 【0073】

20

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20によれば、VSCオフスイッチ89がオンのときにおいて、前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときには、その開始直後（前輪スリップ速度 $V_{sf}$ がそれほど大きくないとき）に前輪要求トルク $T_{f*}$ を低下させ始めてエンジン22の要求パワー $P_{e*}$ も低下させ始めるから、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ が目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ をオーバーシュートするのを抑制することができる。そして、前輪38a, 38bと路面との間の動摩擦力と釣り合う前輪釣合トルク $T_{bf}$ に基づく前輪上限トルク $T_{fmax}$ 以下の範囲内で前輪要求トルク $T_{f*}$ を設定するから、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ をある程度の値で安定させることができる。同様に、後輪38c, 38dの空転によるスリップが生じたときには、その開始直後に後輪要求トルク $T_{r*}$ を低下させ始めるから、後輪スリップ速度 $V_{sr}$ が目標後輪スリップ速度 $V_{sr*}$ をオーバーシュートするのを抑制することができ、後輪38c, 38dと路面との間の動摩擦力と釣り合う後輪釣合トルク $T_{br}$ に基づく後輪上限トルク $T_{rmax}$ 以下の範囲内で後輪要求トルク $T_{r*}$ を設定するから、後輪スリップ速度 $V_{sr}$ をある程度の値で安定させることができる。これらの結果、運転者に与えるスリップ感を向上させることができる。

30

#### 【0074】

そして、前輪釣合トルク $T_{bf}$ と、目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ と前輪スリップ速度 $V_{sf}$ との差分 $(V_{sf*} - V_{sf})$ を打ち消すためのフィードバック項と、の和を前輪上限トルク $T_{fmax}$ に設定するから、前輪スリップ速度 $V_{sf}$ を目標前輪スリップ速度 $V_{sf*}$ に近づけてその付近で安定させることができる。同様に、後輪釣合トルク $T_{br}$ と、目標後輪スリップ速度 $V_{sr*}$ と後輪スリップ速度 $V_{sr}$ との差分 $(V_{sr*} - V_{sr})$ を打ち消すためのフィードバック項と、の和を後輪上限トルク $T_{rmax}$ に設定するから、後輪スリップ速度 $V_{sr}$ を目標後輪スリップ速度 $V_{sr*}$ に近づけてその付近で安定させることができる。これらの結果、運転者に与えるスリップ感をより向上させることができる。

40

#### 【0075】

実施例のハイブリッド自動車20では、VSCオフスイッチ89がオンのときにおいて、バッテリー50の入出力制限 $W_{in}$ ,  $W_{out}$ の絶対値が閾値 $W_{ref}$ 以下で且つ前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときに、前輪釣合トルク $T_{bf}$ に基づく前輪上限トルク $T_{fmax}$ 以下の範囲内で前輪要求トルク $T_{f*}$ を設定してエンジン22とモ

50



ータMG1, MG2とを制御するものとしたが、バッテリー50の入出力制限Win, Woutの絶対値が閾値Wrefより大きく且つ前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときも、実施例と同様に、前輪釣合トルクTbfに基づく前輪上限トルクTfmax以下の範囲内で前輪要求トルクTf\*を設定してエンジン22とモータMG1, MG2とを制御するものとしてもよい。また、バッテリー50の入出力制限Win, Woutの絶対値が閾値Wrefより大きく且つ前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときに、上述の比較例の制御を行なっても前輪スリップ速度Vsfが目標前輪スリップ速度Vsf\*に対してオーバーシュートやアンダーシュートしないと想定されるのであれば、上述の比較例の制御を行なうものとしてもよい。ところで、後輪38c, 38dの空転によるスリップが生じたときには、走行性や姿勢安定性を考慮して、前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときと同様の制御を行なうのが好ましい。

10

#### 【0076】

実施例のハイブリッド自動車20では、前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときの、差分( $V_{sf}^* - V_{sf}$ )を打ち消すためのフィードバック項には、比例項と積分項とを用いるものとしたが、積分項だけを用いるものとしてもよい。同様に、実施例では、後輪38c, 38dの空転によるスリップが生じたときの、差分( $V_{sr}^* - V_{sr}$ )を打ち消すためのフィードバック項には、比例項と積分項とを用いるものとしたが、積分項だけを用いるものとしてもよい。

#### 【0077】

実施例のハイブリッド自動車20では、前輪38a, 38bの空転によるスリップが生じたときには、前輪釣合トルクTbfと、差分( $V_{sf}^* - V_{sf}$ )を打ち消すためのフィードバック項と、の和を前輪上限トルクTfmaxに設定するものとしたが、前輪釣合トルクTbfを前輪上限トルクTfmaxに設定するものとしてもよい。この場合でも、前輪スリップ速度Vsfをある程度の速度で安定させることができる。同様に、実施例では、後輪38c, 38dの空転によるスリップが生じたときには、後輪釣合トルクTbrと、差分( $V_{sr}^* - V_{sr}$ )を打ち消すためのフィードバック項と、の和を後輪上限トルクTrmaxに設定するものとしたが、後輪釣合トルクTbrを後輪上限トルクTrmaxに設定するものとしてもよい。この場合でも、後輪スリップ速度Vsrをある程度の速度で安定させることができる。

20

#### 【0078】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22の推定出力トルクTeestは、今回にVSCオフ時駆動制御ルーチンを実行しときに設定したエンジン22の目標トルクTe\*に応答遅れ補償(むだ時間補償や一次遅れ補償)を施して設定するものとしたが、前回にVSCオフ時駆動制御ルーチンを実行しときに設定したモータMG1のトルク指令(前回Tm1\*)とプラネタリギヤ30のギヤ比とを用いて次式(15)により計算するものとしてもよい。

30

#### 【0079】

$$Teest = -(1 + \quad) \cdot \text{前回}Tm1^* / \quad \quad (15)$$

#### 【0080】

実施例のハイブリッド自動車20では、前輪38a, 38bや後輪38c, 38dの空転によるスリップが生じているときに、前輪要求トルクTf\*と後輪要求トルクTr\*とを用いて計算した想定後輪分配比Dresが最大後輪分配比Drmaxより大きいときには、前輪分配比, 後輪分配比がそれぞれ値( $1 - Drmax$ ), 最大後輪分配比Drmaxとなるように後輪要求トルクTr\*を再設定するものとしたが、こうした後輪要求トルクTr\*の再設定を行なわないものとしてもよい。

40

#### 【0081】

実施例のハイブリッド自動車20では、前輪38a, 38bに連結された駆動軸36Fにプラネタリギヤ30を介して接続されたエンジン22およびモータMG1と、駆動軸36に接続されたモータMG2と、後輪38c, 38dに連結された駆動軸36Rに接続されたモータMG3と、を備えるものとしたが、モータMG3を備えないものとしてもよい

50

。即ち、実施例のハイブリッド自動車 20 では、4 輪駆動のハイブリッド自動車としたが、2 輪駆動のハイブリッド自動車としてもよいのである。

【0082】

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 22 が「エンジン」に相当し、モータ MG1 が「第 1 モータ」に相当し、プラネタリギヤ 30 が「プラネタリギヤ」に相当し、モータ MG2 が「第 2 モータ」に相当し、バッテリー 50 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。

【0083】

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めの形態を具体的に説明するための一例であることから、課題を解決するための手段の欄に記載した発明の要素を限定するものではない。即ち、課題を解決するための手段の欄に記載した発明についての解釈はその欄の記載に基づいて行なわれるべきものであり、実施例は課題を解決するための手段の欄に記載した発明の具体的な一例に過ぎないものである。

【0084】

以上、本発明を実施するための形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等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、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0085】

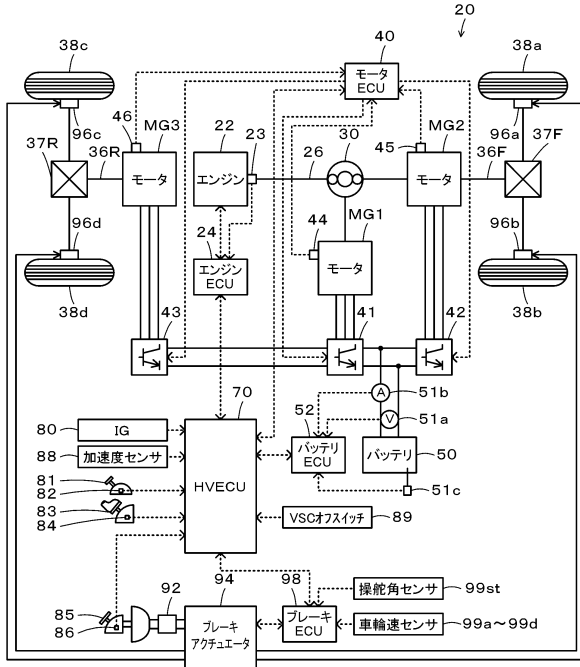
本発明は、ハイブリッド自動車の製造産業などに利用可能である。

【符号の説明】

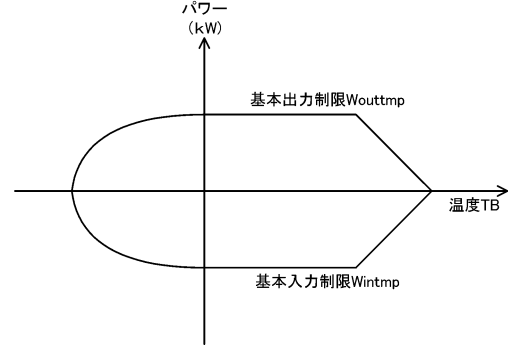
【0086】

20 ハイブリッド自動車、22 エンジン、23 クランクポジションセンサ、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、30 プラネタリギヤ、36F, 36R 駆動軸、37F, 37R デファレンシャルギヤ、38a, 38b 前輪、38c, 38d 後輪、40 モータ用電子制御ユニット(モータ ECU)、41, 42, 43 インバータ、44, 45, 46 回転位置検出センサ、50 バッテリー、51a 電圧センサ、51b 電流センサ、51c 温度センサ、52 バッテリー用電子制御ユニット(バッテリー ECU)、70 ハイブリッド用電子制御ユニット(HVECU)、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 加速度センサ、89 姿勢保持制御オフスイッチ(VSC オフスイッチ)、92 マスタシリンダ、94 ブレーキアクチュエータ、96a ~ 96d ブレーキホイールシリンダ、98 ブレーキ用電子制御ユニット(ブレーキ ECU)、99a ~ 99d 車輪速センサ、99st 操舵角センサ、MG1, MG2, MG3 モータ。

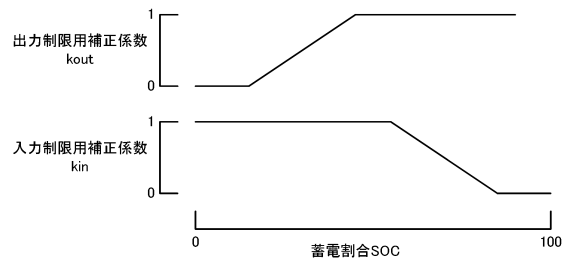
【図 1】



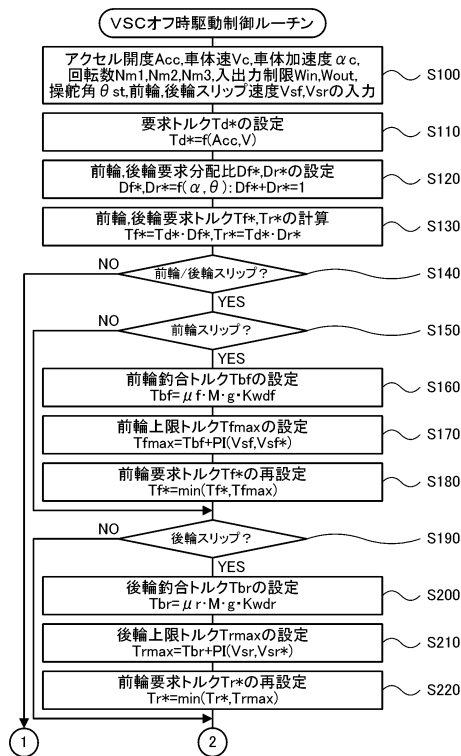
【図 2】



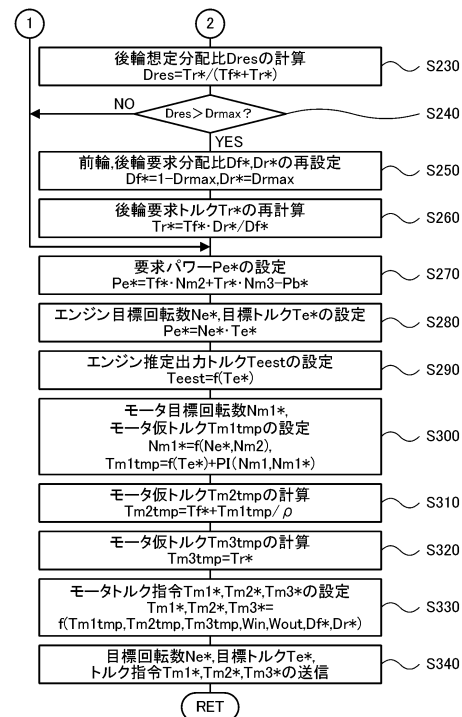
【図 3】



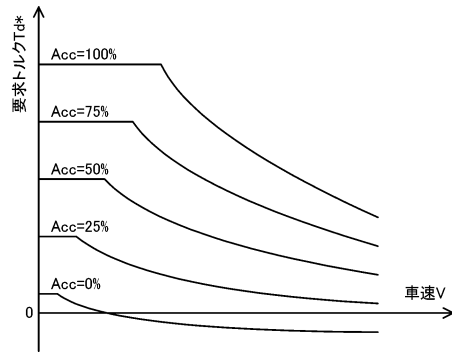
【図 4】



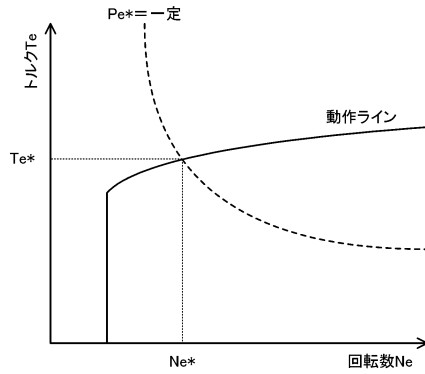
【図 5】



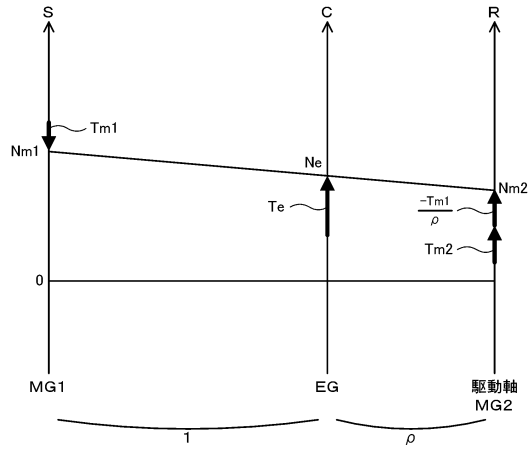
【図 6】



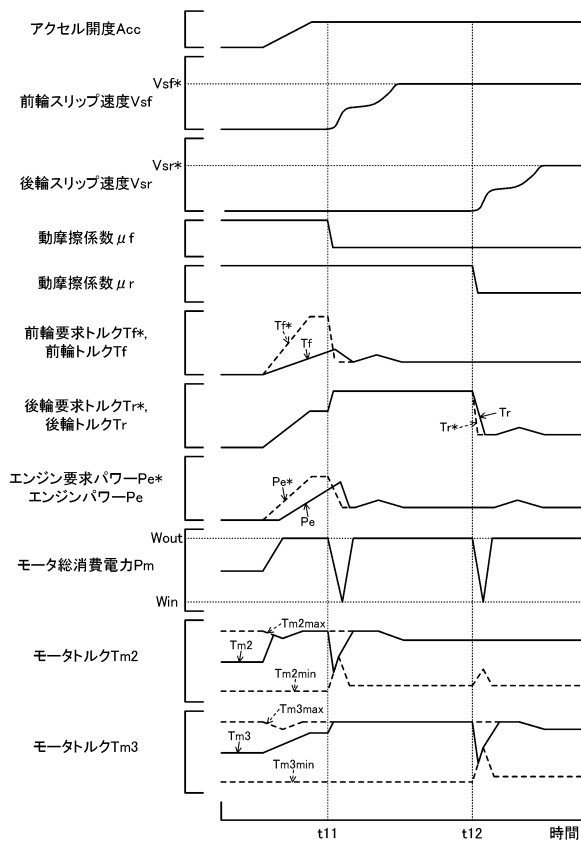
【図 7】



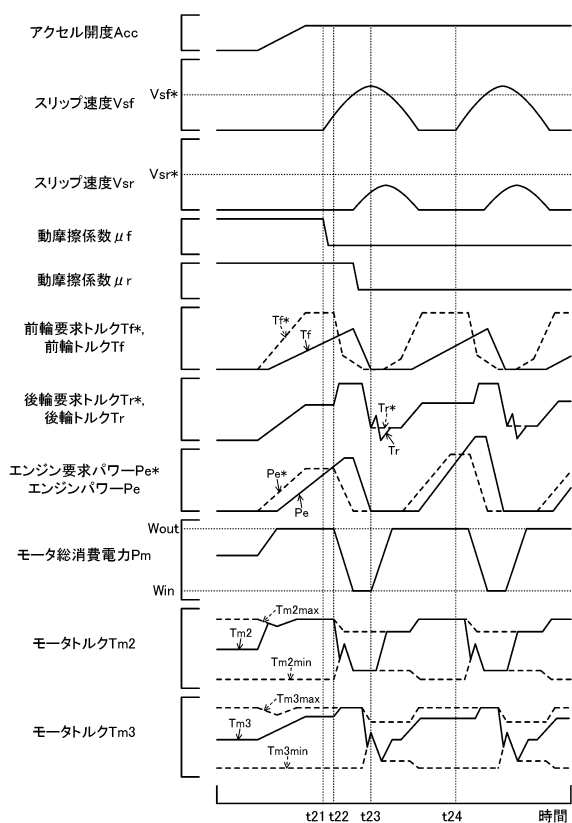
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 D 29/06 (2006.01) F 0 2 D 29/06 D

(56)参考文献 特開2009-165326(JP,A)  
国際公開第2013/076902(WO,A1)  
特開2008-207715(JP,A)  
特開2001-105919(JP,A)  
特開2009-126329(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 6 0 W 2 0 / 0 0  
B 6 0 K 6 / 5 2  
B 6 0 W 1 0 / 0 6  
B 6 0 W 1 0 / 0 8  
F 0 2 D 2 9 / 0 2  
F 0 2 D 2 9 / 0 6