

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-295691

(P2005-295691A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

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

B60L 11/14  
B60K 6/04  
B60K 17/04

F I

B60L 11/14 ZHV  
B60K 6/04 310  
B60K 6/04 320  
B60K 6/04 360  
B60K 6/04 400

テーマコード(参考)

3D039  
5H115

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-107274 (P2004-107274)

(22) 出願日 平成16年3月31日(2004.3.31)

(71) 出願人 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 山内 友和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D039 AA04 AB27 AC39

5H115 PA11 PG04 P114 P116 PU08  
PU22 PU24 PU25 PV09 Q115  
RB08 RB15 RE13 SE03 SE08  
SE09 SF05 TE05 TI02 T022  
T024 UI13 UI15 UI23

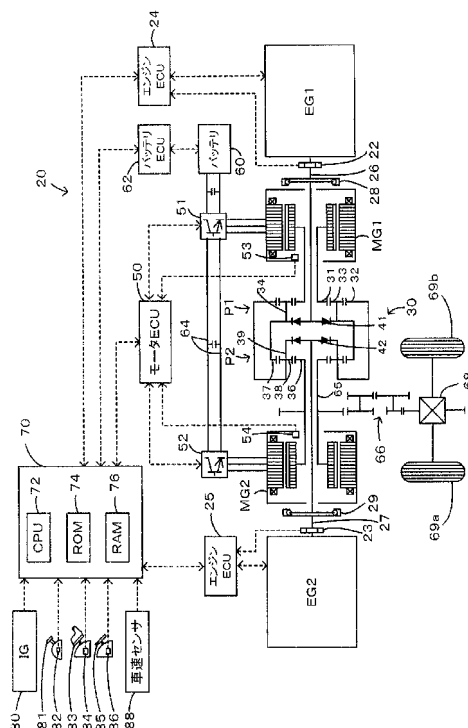
(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびこれを搭載する自動車

(57) 【要約】

【課題】 車両全体のエネルギー効率の向上を図る。

【解決手段】 動力分配統合機構30の第1プラネタリギヤP1のサンギヤ31にモータMG1を、第1プラネタリギヤP1のキャリア34と第2プラネタリギヤP2のリングギヤ37にエンジンEG1を、第1プラネタリギヤP1のリングギヤ32と第2プラネタリギヤP2のキャリア39にエンジンEG2を、第2プラネタリギヤP2のサンギヤ36にモータMG2と駆動軸65とを接続する。エンジンEG2から駆動軸65に動力を出力する第1運転パターンと、エンジンEG1から駆動軸65に動力を出力する第2運転パターンと、エンジンEG1、EG2の両方から駆動軸65に動力を出力する第3運転パターンと、エンジンEG1、EG2を停止してモータMG2から駆動軸65に動力を出力するモータ運転モードとのうちから運転者の要求に応じて効率よく運転できる運転パターンを選択して駆動制御する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、

第 1 内燃機関と、

第 2 内燃機関と、

第 1 電動機と、

第 2 電動機と、

前記第 1 内燃機関の出力軸に連結された第 1 軸と前記第 2 内燃機関の出力軸に連結された第 2 軸と前記第 1 電動機の回転軸に連結された第 3 軸と前記第 2 電動機の回転軸に連結された第 4 軸の 4 軸を含む複数の軸を有し、前記駆動軸に前記 4 軸のいずれかの軸が連結されてなり、該 4 軸のうちいずれか 2 軸の回転数に基づいて残余の 2 軸を回転させ、前記複数の軸に入出力される動力の収支をとって前記第 1 内燃機関と前記第 2 内燃機関と前記第 1 電動機と前記第 2 電動機とからの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に出力する複数軸式動力入出力手段と、  
10  
を備える動力出力装置。

## 【請求項 2】

前記複数軸式動力入出力手段は、前記駆動軸に前記第 3 軸または前記第 4 軸が連結されてなる手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

## 【請求項 3】

前記複数軸式動力入出力手段は、前記駆動軸に前記第 1 軸または前記第 2 軸が連結されてなる手段である請求項 1 記載の動力出力装置。  
20

## 【請求項 4】

前記複数軸式動力入出力手段は、前記第 1 内燃機関の出力軸と前記第 1 軸との接続および接続の解除を行なう第 1 接続解除機構と、前記第 2 内燃機関の出力軸と前記第 2 軸との接続および接続の解除を行なう第 2 接続解除機構とを備える手段である請求項 1 ないし 3 いずれか記載の動力出力装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 接続解除機構および前記第 2 接続解除機構のうち少なくとも一方はワンウェイクラッチである請求項 4 記載の動力出力装置。

## 【請求項 6】

前記複数軸式動力入出力手段は、前記 4 軸のうち前記駆動軸に連結された軸が該 4 軸のうち最大の回転数で回転するか最小の回転数で回転するかのいずれかで回転するよう該 4 軸を連結してなる手段である請求項 1 ないし 5 いずれか記載の動力出力装置。  
30

## 【請求項 7】

前記複数軸式動力入出力手段は、前記 4 軸のうち前記駆動軸に連結された軸が該 4 軸のうち最大の回転数で回転することもなく最小の回転数で回転することもなく回転するよう連結してなる手段である請求項 1 ないし 5 いずれか記載の動力出力装置。

## 【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 いずれか記載の動力出力装置であって、

操作者の操作に基づいて前記駆動軸に要求される要求動力を設定する要求動力設定手段と、  
40

該設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう前記第 1 内燃機関と前記第 2 内燃機関と前記第 1 電動機と前記第 2 電動機と前記複数軸式動力入出力手段とを制御する制御手段と、

を備える動力出力装置。

## 【請求項 9】

請求項 8 記載の動力出力装置であって、

前記第 1 電動機および前記第 2 電動機と電力のやりとりが可能な蓄電手段を備え、

前記制御手段は、前記第 1 内燃機関からの動力を用いることなしに前記第 2 内燃機関からの動力を用いて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制  
50

御する第1制御と、前記第2内燃機関からの動力を用いることなしに前記第1内燃機関からの動力を用いて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第2制御と、前記第1内燃機関からの動力と前記第2内燃機関からの動力とを用いて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第3制御と、前記第1内燃機関からの動力および前記第2内燃機関からの動力の双方を用いることなしに前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第4制御と、を切り替えて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する手段である

動力出力装置。

【請求項10】

10

前記制御手段は、前記第1制御または前記第2制御において動力を用いない内燃機関については該内燃機関の運転を停止する手段である請求項9記載の動力出力装置。

【請求項11】

前記制御手段は、前記設定された要求動力に基づいて前記第1制御と前記第2制御と前記第3制御と前記第4制御のうちからいずれかの制御を選択して前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する手段である請求項9または10記載の動力出力装置。

【請求項12】

前記制御手段は、前記設定された要求動力に基づく動力が効率よく前記駆動軸に出力されるよう制御する手段である請求項8ないし11いずれか記載の動力出力装置。

20

【請求項13】

前記複数軸式動力入出力手段は、三つの回転要素を有する第1遊星歯車と、三つの回転要素を有し該三つの回転要素のうちいずれか二つの回転要素が前記第1遊星歯車の三つの回転要素のうちいずれか二つの回転要素に各々接続された第2遊星歯車とを備え、前記第2遊星歯車の三つの回転要素のうち前記第1遊星歯車の三つの回転要素のいずれにも接続されていない回転要素と前記第1遊星歯車の三つの回転要素とに接続された四つの軸を前記4軸とする手段である請求項1ないし12いずれか記載の動力出力装置。

【請求項14】

請求項1ないし13いずれか記載の動力出力装置を搭載し、車軸が前記駆動軸に連結されてなる自動車。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動力出力装置およびこれを搭載する自動車に関し、詳しくは、駆動軸に動力を出力する動力出力装置およびこれを搭載する自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の動力出力装置としては、車軸に接続されたトランスミッションに作動装置を取り付け、モータの回転軸にクラッチを介してエンジンを接続した二組の構成を各々クラッチとブレーキとを介して作動装置に取り付けたものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。この装置では、クラッチとブレーキとを適宜作動し、二つのモータと二つのエンジンとを種々に組み合わせてエンジンを効率のよい運転ポイントで運転することにより、車両全体のエネルギー効率の向上を図っている。

40

【特許文献1】特開平11-31137号公報（図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上述の動力出力装置では、作動装置の特性上、一方の組のエンジンを効率のよい運転ポイントで運転する場合、他方の組についてはその反力をキャンセルするトルクを出力すると共にトランスミッションへの出力軸の回転数と一方の組の回転数とによ

50

り定まる回転数で回転させなければならず、他方の組のエンジンを効率のよい運転ポイントで運転することはできない。即ち、二つのエンジンにおける運転の自由度は低いものになっている。

【0004】

一方、近年では、モータにより駆動する電気自動車やエンジンとモータとを搭載するハイブリッド自動車、燃料電池を搭載する燃料電池車など種々の構成の動力出力装置が自動車に搭載されており、こうした動力出力装置では、エネルギー効率の向上が課題の一つとなっている。

【0005】

本発明の動力出力装置およびこれを搭載する自動車は、二つの電動機と二つの内燃機関を備える動力出力装置およびこれを搭載する自動車において、二つの内燃機関における運転の自由度が高い構成を提案することを目的の一つとする。また、本発明の動力出力装置およびこれを搭載する自動車は、装置全体または車両全体のエネルギー効率の向上を図ることを目的の一つとする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の動力出力装置およびこれを搭載する自動車は、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た。

【0007】

本発明の動力出力装置は、  
駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、  
第1内燃機関と、  
第2内燃機関と、  
第1電動機と、  
第2電動機と、

20

前記第1内燃機関の出力軸に連結された第1軸と前記第2内燃機関の出力軸に連結された第2軸と前記第1電動機の回転軸に連結された第3軸と前記第2電動機の回転軸に連結された第4軸の4軸を含む複数の軸を有し、前記駆動軸に前記4軸のいずれかの軸が連結されてなり、該4軸のうちいずれか2軸の回転数に基づいて残余の2軸を回転させ、前記複数の軸に入出力される動力の収支をとって前記第1内燃機関と前記第2内燃機関と前記第1電動機と前記第2電動機とからの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に出力する複数軸式動力入出力手段と、

30

を備えることを要旨とする。

【0008】

この本発明の動力出力装置では、第1内燃機関の出力軸に連結された第1軸と第2内燃機関の出力軸に連結された第2軸と第1電動機の回転軸に連結された第3軸と第2電動機の回転軸に連結された第4軸の4軸を含む複数の軸を有し、駆動軸にこの4軸のいずれかの軸が連結されてなり、この4軸のうちいずれか2軸の回転数に基づいて残余の2軸を回転させる複数軸式動力入出力手段により、少なくとも第1内燃機関と第2内燃機関と第1電動機と第2電動機とからこの4軸に入出力された動力の収支をとって駆動軸に出力する。したがって、第1内燃機関と第2内燃機関と第1電動機と第2電動機の駆動を適宜調整することにより、装置のエネルギー効率を向上させることができる。

40

【0009】

こうした本発明の動力出力装置において、前記複数軸式動力入出力手段は、前記駆動軸に前記第3軸または前記第4軸が連結されてなる手段であるものとする事もできるし、前記駆動軸に前記第1軸または前記第2軸が連結されてなる手段であるものとする事もできる。

【0010】

また、本発明の動力出力装置において、前記複数軸式動力入出力手段は、前記第1内燃機関の出力軸と前記第1軸との接続および接続の解除を行なう第1接続解除機構と、前記

50

第2内燃機関の出力軸と前記第2軸との接続および接続の解除を行なう第2接続解除機構とを備える手段であるものとする。こうすれば、第1接続解除機構と第2接続解除機構とを適宜作動させることにより、第1内燃機関と第2内燃機関の運転の自由度を高いものとする。この結果、第1内燃機関や第2内燃機関を効率のよい運転ポイントで運転したり、運転を停止することにより、装置のエネルギー効率を向上させることができる。この態様の本発明の動力出力装置において、前記第1接続解除機構および前記第2接続解除機構のうち少なくとも一方はワンウェイクラッチであるものとする。こうすれば、接続解除機構における接続や接続の解除を内燃機関の運転により行なうことができる。

【0011】

さらに、本発明の動力出力装置において、前記複数軸式動力入出力手段は、前記4軸のうち前記駆動軸に連結された軸が該4軸のうち最大の回転数で回転するか最小の回転数で回転するかのいずれかで回転するよう該4軸を連結してなる手段であるものとする。前記4軸のうち前記駆動軸に連結された軸が該4軸のうち最大の回転数で回転することもなく最小の回転数で回転することもなく回転するよう連結してなる手段であるものとする。

【0012】

あるいは、本発明の動力出力装置において、操作者の操作に基づいて前記駆動軸に要求される要求動力を設定する要求動力設定手段と、該設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう前記第1内燃機関と前記第2内燃機関と前記第1電動機と前記第2電動機と前記複数軸式動力入出力手段とを制御する制御手段と、を備えるものとする。こうすれば、操作者の操作に基づく動力を駆動軸に出力することができる。この場合、前記制御手段は、前記設定された要求動力に基づく動力が効率よく前記駆動軸に出力されるよう制御する手段であるものとする。こうすれば、装置のエネルギー効率を向上させることができる。

【0013】

この制御手段を備える態様の本発明の動力出力装置において、前記第1電動機および前記第2電動機と電力のやりとりが可能な蓄電手段を備え、前記制御手段は、前記第1内燃機関からの動力を用いることなしに前記第2内燃機関からの動力を用いて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第1制御と、前記第2内燃機関からの動力を用いることなしに前記第1内燃機関からの動力を用いて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第2制御と、前記第1内燃機関からの動力と前記第2内燃機関からの動力とを用いて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第3制御と、前記第1内燃機関からの動力および前記第2内燃機関からの動力の双方を用いることなしに前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する第4制御と、を切り替えて前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する手段であるものとする。こうすれば、第1制御と第2制御と第3制御と第4制御の4つの制御を切り替えて要求動力に基づく動力を駆動軸に出力することができる。この場合、前記制御手段は、前記第1制御または前記第2制御において動力を用いない内燃機関については該内燃機関の運転を停止する手段であるものとする。また、前記制御手段は、前記設定された要求動力に基づいて前記第1制御と前記第2制御と前記第3制御と前記第4制御のうちからいずれかの制御を選択して前記設定された要求動力に基づく動力が前記駆動軸に出力されるよう制御する手段であるものとする。こうすれば、要求動力に応じた制御により駆動軸に動力を出力することができる。

【0014】

本発明の動力出力装置において、前記複数軸式動力入出力手段は、三つの回転要素を有する第1遊星歯車と、三つの回転要素を有し該三つの回転要素のうちのいずれか二つの回転要素が前記第1遊星歯車の三つの回転要素のうちのいずれか二つの回転要素に各々接続された第2遊星歯車とを備え、前記第2遊星歯車の三つの回転要素のうち前記第1遊星歯

10

20

30

40

50

車の三つの回転要素のいずれにも接続されていない回転要素と前記第1遊星歯車の三つの回転要素とに接続された四つの軸を前記4軸とする手段であるものとすることもできる。こうすれば、二つの遊星歯車を用いることにより複数軸式動力入出力手段を構成することができる。

#### 【0015】

本発明の自動車は、上述のいずれかの態様の本発明の動力出力装置、即ち、基本的には、駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、第1内燃機関と、第2内燃機関と、第1電動機と、第2電動機と、前記第1内燃機関の出力軸に連結された第1軸と前記第2内燃機関の出力軸に連結された第2軸と前記第1電動機の回転軸に連結された第3軸と前記第2電動機の回転軸に連結された第4軸の4軸を含む複数の軸を有し、前記駆動軸に前記4軸のいずれかの軸が連結されてなり、該4軸のうちいずれか2軸の回転数に基づいて残余の2軸を回転させ、前記複数の軸に入出力される動力の収支をとって前記第1内燃機関と前記第2内燃機関と前記第1電動機と前記第2電動機とからの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に出力する複数軸式動力入出力手段と、を備える動力出力装置を搭載し、車軸が前記駆動軸に連結されてなることを要旨とする。

10

#### 【0016】

この本発明の自動車では、上述のいずれかの態様の本発明の動力出力装置を搭載するから、本発明の動力出力装置が奏する効果、例えば、第1内燃機関と第2内燃機関と第1電動機と第2電動機の駆動を適宜調整することによって装置のエネルギー効率を向上させることができる効果や第1内燃機関と第2内燃機関の運転の自由度を高いものとする事ができる効果などと同様な効果を奏することができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

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1】

#### 【0018】

図1は、本発明の第1実施例としての動力出力装置を搭載す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。第1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EG1、EG2と、エンジンEG1、EG2のクランクシャフト26、27にダンパ28、29を介して接続されると共に駆動輪69a、69bにデファレンシャルギヤ68とギヤ機構66とを介して接続された4軸式の動力分配統合機構30と、この動力分配統合機構30に接続されたこの動力分配統合機構30に接続された発電可能なモータMG1と、同じく動力分配統合機構30に接続された発電可能なモータ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70とを備える。

30

#### 【0019】

エンジンEG1、EG2は、ガソリンまたは軽油など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、エンジン用電子制御ユニット(以下、エンジンECUという)24、25により燃料噴射制御や点火制御、吸入空気量調節制御などの運転制御を受けている。エンジンECU24、25には、エンジンEG1、EG2を運転制御するために必要な信号、例えばエンジンEG1、EG2の回転位置を検出するクランクポジションセンサ22、23からの信号などが入力されている。エンジンECU24、25は、ハイブリッド用電子制御ユニット70と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット70からの制御信号によりエンジンEG1、EG2を運転制御すると共に必要に応じてエンジンEG1、EG2の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。

40

#### 【0020】

動力分配統合機構30は、2つのシングルピニオン式のプラネタリギヤP1、P2と2つのワンウェイクラッチ41、42とにより構成されている。第1プラネタリギヤP1のサンギヤ31にはモータMG1の回転軸が、リングギヤ32にはワンウェイクラッチ42を介してエンジンEG2のクランクシャフト27が、ピニオンギヤ33を連結するキャリ

50

ア 3 4 にはワンウェイクラッチ 4 1 を介して E G 1 のクランクシャフト 2 6 が、それぞれ接続されている。第 2 プラネタリギヤ P 2 のサンギヤ 3 6 にはモータ M G 2 の回転軸が、リングギヤ 3 7 には第 1 プラネタリギヤ P 1 のキャリア 3 4 が、ピニオンギヤ 3 8 を連結するキャリア 3 9 には第 1 プラネタリギヤ P 1 のリングギヤ 3 2 が、それぞれ接続されている。第 2 プラネタリギヤ P 2 のサンギヤ 3 6 に接続された駆動軸 6 5 は、ギヤ機構 6 6 とデファレンシャルギヤ 6 8 を介して駆動輪 6 9 a , 6 9 b に接続されている。ワンウェイクラッチ 4 1 , 4 2 は、エンジン E G 1 , E G 2 の回転数  $N e 1$  ,  $N e 2$  がキャリア 3 4 (リングギヤ 3 7) , リングギヤ 3 2 (キャリア 3 9) の回転数よりも大きくなるとするときに噛み合って一体化してエンジン E G 1 , E G 2 からの動力をキャリア 3 4 , リングギヤ 3 2 に伝達し、エンジン E G 1 , E G 2 の回転数  $N e 1$  ,  $N e 2$  がキャリア 3 4 , リングギヤ 3 2 の回転数に比して小さいときには空転してキャリア 3 4 , リングギヤ 3 2 からエンジン E G 1 , E G 2 を切り離す。

10

## 【 0 0 2 1 】

モータ M G 1 , M G 2 は、いずれも発電機として駆動することができると共に電動機として駆動できる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 5 1 , 5 2 を介してバッテリー 6 0 と電力のやりとりを行なう。インバータ 5 1 , 5 2 とバッテリー 6 0 とを接続する電力ライン 6 4 は、各インバータ 5 1 , 5 2 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 M G 1 , M G 2 のいず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 6 0 は、モータ M G 1 , M G 2 のいず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 M G 1 , M G 2 により電力収支のバランスをとるものとすれば、バッテリー 6 0 は充放電されない。モータ M G 1 , M G 2 は、いずれもモータ用電子制御ユニット (以下、モータ E C U という) 5 0 により駆動制御されている。モータ E C U 5 0 には、モータ M G 1 , M G 2 を駆動制御するために必要な信号、例えばモータ M G 1 , M G 2 の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ 5 3 , 5 4 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 M G 1 , M G 2 に印加される相電流などが入力されており、モータ E C U 5 0 からは、インバータ 5 1 , 5 2 へのスイッチング制御信号が出力されている。モータ E C U 5 0 は、ハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 からの制御信号によってモータ M G 1 , M G 2 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 の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 に出力する。

20

30

## 【 0 0 2 2 】

バッテリー 6 0 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) 6 2 によって管理されている。バッテリー E C U 6 2 には、バッテリー 6 0 を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー 6 0 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 6 0 の出力端子に接続された電力ライン 6 4 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 6 0 に取り付けられた図示しない温度センサからの電池温度などが入力されており、必要に応じてバッテリー 6 0 の状態に関するデータを通信によりハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 に出力する。なお、バッテリー E C U 6 2 では、バッテリー 6 0 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く残容量 ( S O C ) やこの残容量 ( S O C ) と電池温度とに基づく入出力制限  $W i n$  ,  $W o u t$  なども演算または設定している。

40

## 【 0 0 2 3 】

ハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 は、 C P U 7 2 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 7 2 の他に処理プログラムを記憶する R O M 7 4 と、データを一時的に記憶する R A M 7 6 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。ハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 には、イグニッションスイッチ 8 0 からのイグニッション信号、シフトレバー 8 1 の操作位置を検出するシフトポジションセンサ 8 2 からのシフトポジション S P , アクセルペダル 8 3 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 8 4 からのアクセル開度  $A c c$  , ブレーキペダル 8 5 の踏み込み量を検

50

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 などが入力ポートを介して入力されている。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、前述したように、エンジン ECU 24, 25 やモータ ECU 50, バッテリ ECU 62 と通信ポートを介して接続されており、エンジン ECU 24, 25 やモータ ECU 50, バッテリ ECU 62 と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

#### 【0024】

こうして構成された第 1 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 65 に出力すべき駆動要求トルク  $T_d^*$  を計算し、この駆動要求トルク  $T_d^*$  に対応する要求動力が駆動軸 65 に出力されるように、エンジン EG1 とエンジン EG2 とモータ MG1 とモータ MG2 とが運転制御される。エンジン EG1 とエンジン EG2 とモータ MG1 とモータ MG2 の運転制御としては、要求動力に見合う動力がエンジン EG1 とエンジン EG2 とのうち的一方または両方から出力されるようにエンジン EG1 とエンジン EG2 とを運転制御すると共にエンジン EG1 やエンジン EG2 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駆動軸 65 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 60 の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン EG1 とエンジン EG2 とのうち的一方または両方から出力されるようにエンジン EG1 とエンジン EG2 とを運転制御すると共にバッテリー 60 の充放電を伴ってエンジン EG1 やエンジン EG2 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駆動軸 65 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 EG1 とエンジン EG2 との両方の運転を停止してモータ MG1 やモータ MG2 から要求動力に見合う動力を駆動軸 65 に出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。なお、トルク変換運転モードと充放電運転モードはバッテリー 60 の充放電を行なうか否かの差があるだけで実質的な制御における差はない。

#### 【0025】

上述のトルク変換運転モードや充放電運転モードのようにエンジン EG1 やエンジン EG2 から動力を出力する運転パターンとしては、エンジン EG1 を停止した状態でエンジン EG2 から動力を出力してこれをモータ MG1, MG2 によりトルク変換して駆動軸 65 に出力する第 1 運転パターンと、エンジン EG2 を停止した状態でエンジン EG1 から動力を出力してこれをモータ MG1, MG2 によりトルク変換して駆動軸 65 に出力する第 2 運転パターンと、エンジン EG1, EG2 の両方から動力を出力してこれをモータ MG1, MG2 によりトルク変換して駆動軸 65 に出力する第 3 運転パターンとがある。まず、第 1 運転パターンについて説明する。この運転パターンの共線図を図 2 に示す。第 1 プラネタリギヤ P1 と第 2 プラネタリギヤ P2 とを上記のように接続した場合には、図示するように、第 1 プラネタリギヤ P1 のサンギヤ 31 (以下、S1 軸という) と、第 1 プラネタリギヤ P1 のキャリア 34 および第 2 プラネタリギヤ P2 のリングギヤ 37 (以下、C1, R2 軸という) と、第 1 プラネタリギヤ P1 のリングギヤ 32 および第 2 プラネタリギヤ P2 のキャリア 39 (以下、R1, C2 軸という) と、第 2 プラネタリギヤ P2 のサンギヤ 36 (以下、S2 軸という) と、の 4 軸を回転要素とするいわゆる 4 要素タイプの動力分配統合機構として機能させることができる。この 4 要素タイプでは、4 軸のうち 2 軸の回転数が決まると残りの 2 軸の回転数が決まり、3 軸に入出力する動力が決まると残りの軸の動力は従属関係として決まる。図中、左の S1 軸はモータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  である第 1 プラネタリギヤ P1 のサンギヤ 31 の回転数を示し、C1, R2 軸は第 1 プラネタリギヤ P1 のキャリア 34 の回転数を示すと共に第 2 プラネタリギヤ P2 のリングギヤ 37 の回転数を示す。また、R1, C2 軸は、エンジン EG2 の回転数  $N_{e2}$  である第 1 プラネタリギヤ P1 のリングギヤ 32 の回転数を示すと共に第 2 プラネタリギヤ P2 のキャリア 39 の回転数を示す。右端の S2 軸は、駆動軸 65 およびモータ MG2 の



回転数  $N_d$  である第 2 プラネタリギヤ  $P_2$  のサンギヤ 36 の回転数を示す。なお、図中、  
 1 は第 1 プラネタリギヤ  $P_1$  のギヤ比 (サンギヤ 31 の歯数 / リングギヤ 32 の歯数)、  
 2 は第 2 プラネタリギヤ  $P_2$  のギヤ比 (サンギヤ 36 の歯数 / リングギヤ 37 の歯数)  
 ) を示す。この運転パターンでは、エンジン  $EG_1$  は停止している。エンジン  $EG_1$  はワ  
 ンウェイクラッチ 41 を介してキャリア 34 に接続されているから、エンジン  $EG_1$  を停  
 止した状態でも 4 要素の共線図は動作する。したがって、4 軸のうちの 3 軸に動力の入出  
 力を行なう場合を考えればよい。この場合、図示するように、エンジン  $EG_2$  から出力し  
 た動力をモータ  $MG_1$ 、 $MG_2$  でトルク変換して駆動軸 65 に出力する。

【0026】

続いて、第 2 運転パターンについて説明する。この運転パターンの共線図を図 3 に示す 10  
 。この運転パターンでは、エンジン  $EG_2$  が停止している。上述したように、エンジン  $E$   
 $EG_2$  もワンウェイクラッチ 42 を介してリングギヤ 32 に接続されているから、エンジン  
 $EG_2$  は停止した状態を保持することができ、この状態で共線図を考えることができる。  
 この場合、前述した第 1 運転パターンと同様、エンジン  $EG_1$  に出力した動力をモータ  $M$   
 $MG_1$ 、 $MG_2$  によりトルク変換して駆動軸 65 に出力する。さらに、第 3 運転パターンに  
 ついて説明する。この運転パターンの共線図を図 4 に示す。このときには、エンジン  $E$   
 $EG_1$  とエンジン  $EG_2$  とから出力した動力をモータ  $MG_1$ 、 $MG_2$  によりトルク変換して駆  
 動軸 65 に出力する。なお、モータ運転モードでは、図 5 の共線図に示すように、エンジ  
 ン  $EG_1$ 、 $EG_2$  を共に停止している状態であるので、エンジン  $EG_1$  にワンウェイクラ  
 ッチ 41 を介して接続された第 1 プラネタリギヤ  $P_1$  のキャリア 34 の回転数が値 0 とな 20  
 り、駆動軸 65 にはモータ  $MG_2$  からトルクを出力する。

【0027】

次に、各運転パターンの特徴について説明する。まず、第 1 運転パターンと第 2 運転パ  
 ターンとを比較する。図 6 にエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  を同一の運転ポイントで運転したと  
 きの第 1 運転パターンと第 2 運転パターンとの共線図を示す。いま、駆動軸 65 に要求さ  
 れる要求動力 (回転数  $N_d \times$  トルク  $T_d$ ) の全部をエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  のうちの一方  
 から出力するためにエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  を効率のよい運転ポイント (回転数  $N_e$ 、ト  
 ルク  $T_e$ ) で運転することを考える。図中、実線はエンジン  $EG_2$  をこの運転ポイントで  
 運転する第 1 運転パターンの共線図を示し、点線はエンジン  $EG_1$  を同様の運転ポイント  
 で運転する第 2 運転パターンの共線図を示す。このとき、エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  からの 30  
 動力の一部は、ギヤ比 1、2 に基づく分配比により駆動軸 65 に直接出力される。エ  
 ンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  から駆動軸 65 に直接出力されるトルク (以下、直達トルクという  
 )  $T_{es1}$ 、 $T_{es2}$  は次式 (1)、(2) により計算される。式 (1)、(2) より、  
 エンジン  $EG_2$  を運転する場合の直達トルク  $T_{es2}$  は、エンジン  $EG_1$  を運転する場合  
 の直達トルク  $T_{es1}$  に比して大きいことは明らかである。ここで、充放電を伴わずにエ  
 ンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  からの動力の全部をトルク変換して駆動軸 65 に出力する場合を考  
 えると、要求トルク  $T_d$  とエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  からの直達トルク  $T_{es1}$ 、 $T_{es2}$   
 との偏差のトルクはモータ  $MG_2$  から出力される。このモータ  $MG_2$  から出力するトルク  
 は、エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  からの動力の一部をモータ  $MG_1$  により発電しその電力をモ  
 ータ  $MG_2$  により駆動するという電力変換を伴うので、電力変換を伴わない場合に比して 40  
 効率が低下する。したがって、全体としてのエネルギー効率は、エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  か  
 ら駆動軸 65 への直達トルクが大きいほど高くなる。この結果、通常は第 1 運転パター  
 ンの方が効率が高くなる。

【0028】

【数 1】

$$T_{es1} = \frac{1}{1 + \rho_1 + (\rho_1 / \rho_2)} T_e \quad \dots \quad (1)$$

$$T_{es2} = \frac{(1 + \rho_1)}{1 + \rho_1 + (\rho_1 / \rho_2)} T_e \quad \dots \quad (2)$$

【0029】

続いて、駆動軸 65 の回転数  $N_d$  が比較的大きくて要求動力 ( $N_d \times T_d$ ) が小さいとき、即ち、車両が高速巡航運転をしているときを考える。この場合、駆動軸 65 の回転数  $N_d$  は比較的大きくなりエンジンの回転数  $N_e$  は比較的小さくなる。図 7 にエンジン EG1, EG2 を同一の運転ポイントで運転したときの第 1 運転パターンと第 2 運転パターンとの共線図を示す。図中、実線はエンジン EG1 を上述の運転ポイント (回転数  $N_e$ , トルク  $T_e$ ) で運転する第 2 運転パターンの共線図を示し、点線はエンジン EG2 を同様の運転ポイントで運転する第 1 運転パターンの共線図を示す。エンジン EG1, EG2 をこのような運転ポイントで運転すると、第 1 運転パターンの共線図に示すように、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が負となるような場合が生じる。このとき、モータ MG1 は、エンジン EG2 からの動力に対して反力をとるために回転方向と同一方向のトルクを出力しなければならないので力行駆動される。エネルギー収支を考えると、このときのモータ MG2 は、モータ MG1 による電力消費を賄うために回生駆動されることとなる。この状態は、駆動軸 65 に出力される動力の一部をモータ MG2 で発電し、発電した電力をモータ MG1 に供給して駆動軸 65 よりも上流側の動力分配統合機構 30 に動力として出力するものとなり、動力 - 電力 - 動力のいわゆる動力循環が発生する。この動力循環は一部のエネルギーに何回も発電効率とモータ効率とが作用する結果、全体としてのエネルギー効率は低下するものとなる。前述したように、通常は第 1 運転パターンの方が第 2 運転パターンに比して効率が高くなるが、このような動力循環を起こしているときには、必ずしも第 1 運転パターンの方が効率が高くなるとはいえない。したがって、動力循環の程度によっては全体としてのエネルギー効率は動力循環を起こさない第 2 運転パターンの方が高くなる場合がある。また、車速と要求動力によっては第 1 運転パターンと第 2 運転パターンとのうちのいずれで運転しても動力循環を起こす場合もある。この場合、全体としてのエネルギー効率はエンジン EG1, EG2 の効率と動力循環によるモータ MG1, MG2 の効率とを考慮して考えることができるが、通常はモータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が大きい第 2 運転パターンの方が動力循環の程度が小さくなりエネルギー効率が高くなると考えられる。これらのことより、エネルギー効率の観点から、第 1 運転パターンのみ動力循環を生じるときから第 1, 第 2 運転パターンの両方とも動力循環を生じるまでの間のどこかで第 1 運転パターンから第 2 運転パターンに切り替えるのが好適である。エネルギー効率は動力循環の発生により直ちに低下する訳ではないから、エンジン EG1, EG2 の効率とモータ MG1, MG2 の効率とを考慮して第 1 運転パターンから第 2 運転パターンに切り替える切り替えポイントを設定すればよい。ただし、この観点に基づいて切り替えを行なうと、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が負となったときにモータ MG2 のトルクの向きが反転し、さらにモータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が低下したときに第 1 運転パターンから第 2 運転パターンに切り替わってモータ MG2 のトルクの向きがまた反転する。このようなモータ MG2 のトルクの反転を抑制するためには、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が値 0 となったときに第 1 運転パターンから第 2 運転パターンに切り替える方法もある。さらに、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  を調べることなく、車速  $V$  や駆動軸 65 に要求される要求トルク  $T_d$  に基づいて第 1 運転パターンから第 2 運転パターンに切り替える方法もある。この場合、例えば、高速巡航運転のように比較的高速で走行している状態で比較的低トルクが要求されているときには、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が負になる可能性があるとして第 1 運転パターンから第 2 運転パターンに切り替えるのである。なお、駆動軸 65 に要求される要求トルク  $T_d$  が比

10

20

30

40

50

較的大きいときには、エンジンEG1, EG2を共に運転する第3運転パターンにより駆動される。

【0030】

次に、こうして構成された第1実施例のハイブリッド自動車20の動作について説明する。図8は、ハイブリッド用電子制御ユニット70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。このルーチンは、所定時間毎(例えば、8msec毎)に繰り返し実行される。

【0031】

駆動制御ルーチンが実行されると、ハイブリッド用電子制御ユニット70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Accや車速センサ88からの車速V, エンジンEG1, EG2の回転数Ne1, Ne2, バッテリ60を充放電するための要求充放電パワーPb\*など制御に必要なデータを入力する処理を実行する(ステップS100)。ここで、エンジンEG1, EG2の回転数Ne1, Ne2は、クランクポジションセンサ22, 23により検出されるエンジンEG1, EG2の回転位置に基づいて計算されたものをエンジンECU24, 25から通信により入力するものとした。また、要求充放電パワーPb\*は、残容量(SOC)に基づいて設定されたものをバッテリECU62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Accと車速Vとに基づいて車両に要求されるトルクとして駆動軸65に出力すべき駆動要求トルクTd\*とエンジンEG1, EG2から出力すべきエンジン要求パワーPe\*とを設定する(ステップS110)。駆動要求トルクTd\*は、実施例では、アクセル開度Accと車速Vと駆動要求トルクTd\*との関係を予め定めて要求トルク設定用マップとしてROM74に記憶しておき、アクセル開度Accと車速V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Td\*を導出して設定するものとした。図9に要求トルク設定用マップの一例を示す。エンジン要求パワーPe\*は、設定した駆動要求トルクTd\*に駆動軸65の回転数Ndを乗じたものとバッテリ60が要求する要求充放電パワーPb\*とロスLossとの和として計算することができる。なお、駆動軸65の回転数Ndは、車速Vに換算係数kを乗じることによって求めることができる。

【0033】

続いて、エンジン要求パワーPe\*と閾値Prefとを比較する(ステップS120)。ここで、閾値Prefは、エンジンEG1, EG2の両方を停止してモータ運転モードで走行するか否かを判定するために用いられる閾値である。エンジン要求パワーPe\*が閾値Pref未満のときには、エンジンEG1, EG2の運転を停止するために目標回転数Ne1\*, Ne2\*と目標トルクTe1\*, Te2\*とに値0を設定し(ステップS130)、モータMG1のトルク指令Tm1\*にも値0を設定すると共にモータMG2のトルク指令Tm2\*に駆動要求トルクTd\*を設定し(ステップS140)、設定したエンジンEG1, EG2の目標回転数Ne1\*, Ne2\*や目標トルクTe1\*, Te2\*についてはエンジンECU24, 25に、モータMG1, MG2のトルク指令Tm1\*, Tm2\*についてはモータECU50にそれぞれ送信して(ステップS230)、駆動制御ルーチンを終了する。目標回転数Ne1\*, Ne2\*と目標トルクTe1\*, Te2\*とを受信したエンジンECU24, 25は、エンジンEG1, EG2が目標回転数Ne1\*, Ne2\*と目標トルクTe1\*, Te2\*とによって示される運転ポイント、即ちエンジンEG1, EG2を停止するよう燃料噴射制御や点火制御などを停止する。なお、エンジンECU24, 25は、エンジンEG1, EG2が運転されているときには燃料噴射制御や点火制御などの制御を停止してエンジンEG1, EG2の運転を停止するが、エンジンEG1, EG2が停止しているときには、その状態(停止状態)を保持する。トルク指令Tm1\*, Tm2\*を受信したモータECU50は、トルク指令Tm1\*でモータMG1が駆動されると共にトルク指令Tm2\*でモータMG2が駆動されるようインバータ51, 52のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

10

20

30

40

50

## 【0034】

エンジン要求パワー  $P_{e*}$  が閾値  $P_{ref}$  以上のときには、車速  $V$  を閾値  $V_{1ref}$  と比較すると共に駆動要求トルク  $T_{d*}$  を閾値  $T_{1ref}$  と比較する（ステップ  $S_{150}$ ）。ここで、閾値  $V_{1ref}$  や閾値  $T_{1ref}$  は、運転パターンを選択するための閾値である。閾値  $V_{1ref}$  は、動力循環のおそれがある車速であるか否かを判定するために用いられる閾値であり、閾値  $T_{1ref}$  は、エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の両方から動力を出力すべきか否かを判定するために用いられる閾値である。車速  $V$  が閾値  $V_{1ref}$  未満であり、駆動要求トルク  $T_{d*}$  が閾値  $T_{1ref}$  未満であるとき、即ち比較的低速で走行しているときに比較的 low トルクが要求されたときには、動力循環のない通常の状態と判断し、第1運転パターンを選択し、エンジン要求パワー  $P_{e*}$  とエンジン  $EG_2$  を効率よく動作させる動作ラインとに基づいてエンジン  $EG_2$  の目標回転数  $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e2*}$  とを設定すると共に（ステップ  $S_{160}$ ）、エンジン  $EG_1$  の運転を停止するためにエンジン  $EG_1$  の目標回転数  $N_{e1*}$  と目標トルク  $T_{e1*}$  とに値 0 を設定する（ステップ  $S_{170}$ ）。図 10 にエンジン  $EG_2$  の動作ラインの一例と目標回転数  $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e2*}$  とを設定する様子を示す。目標回転数  $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e2*}$  は、図示するように、エンジン  $EG_2$  を効率よく動作させる動作ラインとエンジン要求パワー  $P_{e*}$  ( $N_{e2*} \times T_{e2*}$ ) が一定の曲線との交点により求めることができる。車速  $V$  が閾値  $V_{1ref}$  以上であり、駆動要求トルク  $T_{d*}$  が閾値  $T_{1ref}$  未満であるとき、即ち比較的高速で走行しているときに比較的 low トルクが要求されたときには、動力循環の可能性が高いと判断し、第2運転パターンを選択し、第1運転パターンにおけるエンジン  $EG_2$  の目標回転数  $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e2*}$  との設定と同様にエンジン  $EG_1$  の目標回転数  $N_{e1*}$  と目標トルク  $T_{e1*}$  とを設定すると共に（ステップ  $S_{180}$ ）、エンジン  $EG_2$  の運転を停止するためにエンジン  $EG_2$  の目標回転数  $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e2*}$  とに値 0 を設定する（ステップ  $S_{190}$ ）。駆動要求トルク  $T_{d*}$  が閾値  $T_{1ref}$  以上のとき、即ち比較的高トルクが要求されたときには、エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の両方から動力を出力すべきであると判断し、第3運転パターンを選択してエンジン要求パワー  $P_{e*}$  に基づいてエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の目標回転数  $N_{e1*}$ 、 $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e1*}$ 、 $T_{e2*}$  とを設定する（ステップ  $S_{200}$ ）。ここで、第3運転パターンのエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の運転ポイント（目標回転数  $N_{e1*}$ 、 $N_{e2*}$ 、目標トルク  $T_{e1*}$ 、 $T_{e2*}$ ）の設定方法の一例について説明する。この例では、まず、分配比  $k$ （エンジン  $EG_1$  から出力すべき要求パワー  $P_{e1*}$  / エンジン要求パワー  $P_{e*}$ ）を設定し、分配比  $k$  とエンジン要求パワー  $P_{e*}$  とを用いてエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  から出力すべき要求パワー  $P_{e1*}$ 、 $P_{e2*}$  を計算する。そして、設定した要求パワー  $P_{e1*}$ 、 $P_{e2*}$  をエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  から出力するためにエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  のうちの一方または両方を効率よく運転できる運転ポイントを設定する。実施例では、分配比  $k$  には値 0.5 を設定するものとした。即ち、エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  のそれぞれに半分のエンジン要求パワー ( $P_{e*} / 2$ ) を設定するものとした。そして、運転ポイントの設定は、エンジン  $EG_1$  ( $C_1$ ,  $R_2$  軸) とエンジン  $EG_2$  ( $R_1$ ,  $C_2$  軸) とをギヤ比 1:1 に内分する箇所に仮想的なエンジンがあるものとして、半分のエンジン要求パワー ( $P_{e*} / 2$ ) を出力するためにこの仮想的なエンジンを効率よく運転できる仮運転ポイント（回転数  $N_{e*}$ 、トルク  $T_{e*}$ ）を設定し、設定した回転数  $N_{e*}$  と駆動軸 65 の回転数  $N_d$  とに基づく共線図を用いてエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の運転ポイントを設定することにより行なうものとした。このようにエンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の運転ポイントを設定する様子を図 11 に示す。なお、分配比  $k$  は、第3運転パターンが選択されたときの説明にのみ用いたが、第1運転パターンのときには値 0 を設定し、第2運転パターンのときには値 1 を設定すればよい。

## 【0035】

エンジン  $EG_1$ 、 $EG_2$  の運転ポイントを設定すると、運転されるエンジンの目標回転数  $N_{e*}$  と現在の回転数  $N_e$  とを用いてモータ  $MG_1$  のトルク指令  $T_{m1*}$  を次式 (3) により計算する（ステップ  $S_{210}$ ）。ここで、運転されるエンジンは、第1運転パター

ンのときにはエンジンEG2であり、第2運転パターンときにはエンジンEG1であり、第3運転パターンときにはエンジンEG1, EG2のいずれであっても構わない。式(3)は、運転されるエンジンを目標回転数 $N_{e*}$ 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り、式(3)中、右辺第2項の「 $k_1$ 」は比例項のゲインを示し、右辺第3項の「 $k_2$ 」は積分項のゲインを示す。

【0036】

【数2】

$$T_{m1*} = \text{前回}T_{m1*} + k_1(N_{e*} - N_e) + k_2 \int (N_{e*} - N_e) dt \quad \dots \quad (3)$$

【0037】

こうしてトルク指令 $T_{m1*}$ を計算すると、駆動要求トルク $T_{d*}$ とトルク指令 $T_{m1*}$ とギヤ比 $\rho_1, \rho_2$ と分配比 $k$ とを用いてモータMG2のトルク指令 $T_{m2*}$ を次式(4)により計算し(ステップS220)、設定したエンジンEG1, EG2の目標回転数 $N_{e1*}, N_{e2*}$ や目標トルク $T_{e1*}, T_{e2*}$ についてはエンジンECU24, 25に、モータMG1, MG2のトルク指令 $T_{m1*}, T_{m2*}$ についてはモータECU50にそれぞれ送信して(ステップS230)、駆動制御ルーチンを終了する。目標回転数 $N_{e1*}, N_{e2*}$ と目標トルク $T_{e1*}, T_{e2*}$ を受信したエンジンECU24, 25は、エンジンEG1, EG2が目標回転数 $N_{e1*}, N_{e2*}$ と目標トルク $T_{e1*}, T_{e2*}$ とによって示される運転ポイントで運転されるようエンジンEG1, EG2における燃料噴射制御や点火制御などの制御を行なう。トルク指令 $T_{m1*}, T_{m2*}$ を受信したモータECU50は、上述したのと同様にインバータ51, 52のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

【0038】

【数3】

$$T_{m2*} = T_{d*} + f(\rho_1, \rho_2, k) \times T_{m1*} \quad \dots \quad (4)$$

【0039】

以上説明した第1実施例のハイブリッド自動車20によれば、エンジンEG1を停止した状態でエンジンEG2から動力を出力してこれをモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸65に出力する第1運転パターンと、エンジンEG2を停止した状態でエンジンEG1から動力を出力してこれをモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸65に出力する第2運転パターンと、エンジンEG1, EG2の両方から動力を出力してこれをモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸65に出力する第3運転パターンと、エンジンEG1, EG2の両方を停止してモータMG2から駆動軸65に動力を出力するモータ運転モードとを切り替えて駆動制御することができる。即ち、駆動軸65の回転数 $N_d$ と要求トルク $T_d$ とに基づいて全体としての効率が高くなる運転パターン(運転モード)を選択して駆動制御を行なうことができる。したがって、エンジンの運転の自由度を高いものとすることができる。

【0040】

また、第1実施例のハイブリッド自動車20によれば、通常走行時には、第1運転パターンを選択し、エンジンEG1を停止した状態で効率よく運転されたエンジンEG2からの動力をモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸65に出力するから、エネルギー効率の向上を図ることができる。さらに、第1実施例のハイブリッド自動車20によれば、高速巡航運転などのように比較的高速で走行しているときに駆動軸65に比較的小さいトルクが要求されたときには、第2運転パターンを選択し、エンジンEG2を停止した状態で効率よく運転されたエンジンEG1からの動力をモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸65に出力する。これにより、第1運転パターンに比して動力循環を抑制することができ、車両全体としてのエネルギー効率の向上を図ることができる。第1実施例のハイブリッド自動車20によれば、駆動軸65に高トルクが要求されたときには、第3運転パターンを選択し、効率よく運転されたエンジンEG1, EG2の両方から出力し

10

20

30

40

50

た動力をモータMG1, MG2でトルク変換して駆動軸65に出力する。この結果、駆動軸65に高トルクを出力することができる。なお、第1実施例のハイブリッド自動車20によれば、駆動軸65の回転数Ndおよび要求トルクTdが小さく、バッテリー60の残容量(SOC)にも余裕があるときには、モータ運転モードを選択し、エンジンEG1, EG2を停止してモータMG2からの動力により走行する。したがって、発進時の騒音や振動などを抑制することができる。

【0041】

第1実施例のハイブリッド自動車20では、第3運転パターンが選択されたとき、分配比kには値0.5を設定するものとしたが、値0より大きく値1より小さい範囲であれば如何なる値を設定してもよい。

10

【0042】

第1実施例のハイブリッド自動車20では、第3運転パターンが選択されたとき、エンジンEG1, EG2から出力すべき要求パワー $P_{e1*}$ ,  $P_{e2*}$ は、エンジン要求パワー $P_{e*}$ と分配比kとを用いて設定するものとしたが、一方のエンジンから出力すべき要求パワーに所定値を設定すると共に他方のエンジンから出力すべき要求パワーに残余( $P_{e*} -$ )を設定するものとしてもよい。また、一方のエンジンから出力すべき要求パワーについては効率よく運転できる運転ポイント(回転数 $N_{e*}$ , トルク $T_{e*}$ )で運転するための要求パワー( $N_{e*} \times T_{e*}$ )を設定し、他方のエンジンから出力すべき要求パワーについてはエンジン要求パワー $P_{e*}$ から一方のエンジンから出力すべき要求パワー( $N_{e*} \times T_{e*}$ )を減じたものを設定するものとしてもよい。

20

【0043】

第1実施例のハイブリッド自動車20では、第3運転パターンが選択されてエンジンEG1, EG2から出力すべき要求パワー $P_{e1*}$ ,  $P_{e2*}$ が設定されたときには、仮想的なエンジンの仮運転ポイントを設定してこれを用いてエンジンEG1, EG2の運転ポイントを設定するものとしたが、一方のエンジンの運転ポイントを効率よく運転できるポイントに設定し、設定した運転ポイントを用いて他方のエンジンの運転ポイントを設定するものとしてもよい。例えば、エンジンEG2を効率よく運転できる運転ポイントで運転する場合を考えると、エンジンEG2の運転ポイントとしてエンジンEG2を効率よく運転できる運転ポイント(目標回転数 $N_{e2*}$ , 目標トルク $T_{e2*}$ )を設定し、設定したエンジンEG2の目標回転数 $N_{e2*}$ と駆動軸65の回転数Ndとギヤ比 $\gamma_1, \gamma_2$ とに基づいてエンジンEG1の運転ポイント(目標回転数 $N_{e1*}$ , 目標トルク $T_{e1*}$ )を設定することができる。

30

【0044】

第1実施例のハイブリッド自動車20により実行される駆動制御ルーチンでは、車速Vが閾値Vrefより大きいか否かにより第1運転パターンと第2運転パターンとを選択するものとしたが、モータMG1の回転数Nm1が値0より小さいか否かにより第1運転パターンと第2運転パターンとを選択するものとしてもよいし、車両全体のエネルギー効率が高くなるよう第1運転パターンと第2運転パターンとを選択するものとしてもよい。ここで、エネルギー効率が高くなるよう第1運転パターンと第2運転パターンとを選択する場合、第1, 第2運転パターンのうち効率のよい運転パターンが切り替わるポイントを実験などにより予め求めておき、そのポイントで第1運転パターンと第2運転パターンとを切り替えるものとしてもよい。なお、これら以外の手法により第1運転パターンと第2運転パターンとを切り替えるものとしても差し支えない。

40

【0045】

第1実施例のハイブリッド自動車20では、動力を出力しない側のエンジンは停止するものとしたが、所定の状態で運転(例えば、アイドリング運転など)するものとしてもよい。

【0046】

第1実施例のハイブリッド自動車20では、S1軸にモータMG1を接続し、C1, R2軸にエンジンEG1を接続し、R1, C2軸にエンジンEG2を接続し、S2軸にはモ

50

ータMG2および駆動軸65を接続するものとしたが、これ以外の接続方法としてもよい。4軸に2つのエンジンと2つのモータとを接続する接続方法はその組み合わせを考えれば6通りあり、このうちエンジン、エンジン、モータ、モータの順に接続する接続方法とモータ、モータ、エンジン、エンジンの順に接続する接続方法、エンジン、モータ、エンジン、モータの順に接続する接続方法とモータ、エンジン、モータ、エンジンの順に接続する接続方法、はそれぞれ同一であるとすると、4通りの接続方法がある。この4通りの接続方法について第1実施例と同様に駆動軸65にモータが接続される場合を考えると6通りある。実施例では、そのうちの1つについて説明した。他の5通りの接続方法について図12に示す。図中、「\*」印は駆動軸65が接続された軸を示す。各構成については、第1実施例と同様に、2つのエンジンのうちの一方のエンジンを運転する第1運転パターンと、他方のエンジンを運転する第2運転パターンと、両方のエンジンを運転する第3運転パターンと、両方のエンジンを運転しないモータ運転モードとが可能である。したがって、これら5通りの構成でも第1実施例と同様に駆動軸65の回転数Ndや要求トルクTdなどに基づいて全体としての効率が高くなる運転パターン(運転モード)を選択して駆動制御することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0047】

第1実施例のハイブリッド自動車20では、第1プラネタリギヤP1のリングギヤ32と第2プラネタリギヤP2のキャリア39とを接続する共に第1プラネタリギヤP1のキャリア34と第2プラネタリギヤP2のリングギヤ37とを接続して4軸を回転要素とするいわゆる4要素としたが、2つのプラネタリギヤP1、P2の3つの回転要素のうちからそれぞれ2つの回転要素を選んで接続する接続方法はその組み合わせを考えれば18通りあるから、実施例以外の17通りのうちから1つの接続方法を選択して4要素としてもよい。また、第1実施例のハイブリッド自動車20では、2つのプラネタリギヤP1、P2はシングルピニオン式のプラネタリギヤを用いるものとしたが、いずれか一方または両方をダブルピニオン式のプラネタリギヤを用いるものとしてもよい。即ち、シングルピニオン式のプラネタリギヤ同士を接続するもの他に、シングルピニオン式のプラネタリギヤとダブルピニオン式のプラネタリギヤとを接続するものやダブルピニオン式のプラネタリギヤ同士を接続するものとしてもよい。第1実施例のハイブリッド自動車20では、3要素のプラネタリギヤを2つ組み合わせて4要素としたが、動力の収支をとって回転させるものであればプラネタリギヤ以外の3要素のものを2つ組み合わせて4要素としてもよい。第1実施例のハイブリッド自動車20では、2つのプラネタリギヤP1、P2の3つの回転要素のうちからそれぞれ2つの回転要素を選んで接続して4軸を回転要素とする4要素としたが、4つの回転要素を有するものを用いてもよい。

#### 【実施例2】

#### 【0048】

図13は、本発明の第2実施例としての動力出力装置を搭載する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。第2実施例のハイブリッド自動車120は、図示するように、動力分配統合機構130の構成が異なる点を除いて第1実施例のハイブリッド自動車20と同一の構成をしている。したがって、第2実施例のハイブリッド自動車120の構成のうち第1実施例のハイブリッド自動車20と同一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。

#### 【0049】

第2実施例のハイブリッド自動車120が備える動力分配統合機構130は、図13に示すように、2つのシングルピニオン式のプラネタリギヤP3、P4とクラッチC1とワンウェイクラッチ141とにより構成されている。第3プラネタリギヤP3のサンギヤ131にはモータMG1の回転軸が、リングギヤ132にはモータMG2の回転軸が、ピニオンギヤ133を連結するキャリア134にはワンウェイクラッチ141を介してエンジンEG1のクランクシャフト26が、それぞれ接続されている。第4プラネタリギヤP4のサンギヤ136にはクラッチC1を介してEG2のクランクシャフト27が、リングギヤ137には第1プラネタリギヤP3のキャリア134が、ピニオンギヤ138を連結す

るキャリア139には第3プラネタリギヤP3のリングギヤ132が、それぞれ接続されている。第4プラネタリギヤP4のサンギヤ36に接続された駆動軸165は、ギヤ機構66とデファレンシャルギヤ68を介して駆動輪69a, 69bに接続されている。

#### 【0050】

こうして構成された第2実施例のハイブリッド自動車120でも、第1実施例のハイブリッド自動車20と同様に、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65に出力すべき駆動要求トルクTd\*を計算し、この駆動要求トルクTd\*に対応する要求動力が駆動軸65に出力されるように、エンジンEG1とエンジンEG2とモータMG1とモータMG2とが運転制御される。エンジンEG1とエンジンEG2とモータMG1とモータMG2の運転制御としても、第1実施例と同様に、トルク変換運転モードや充放電運転モード、モータ運転モードなどがある。

#### 【0051】

第2実施例におけるエンジンEG1やエンジンEG2から動力を出力する運転パターンとしては、クラッチC1をオフとしてエンジンEG2を駆動軸165から切り離してこのエンジンEG2を停止する共にエンジンEG1から動力を出力してこれをモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸165に出力する第4運転パターンと、エンジンEG1を停止すると共にクラッチC1をオンとしてエンジンEG2を駆動軸165に接続してこのエンジンEG2から駆動軸165に直接動力を出力する第5運転パターンと、エンジンEG1から出力した動力をモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸165に出力すると共にクラッチC1をオンとしてエンジンEG2を駆動軸165に接続してこのエンジンEG2から出力した動力を駆動軸165に直接出力する第6運転パターンとがある。まず、第4運転パターンについて説明する。この運転パターンの共線図を図14に示す。第3プラネタリギヤと第4プラネタリギヤとを上記のように接続した場合には、上述した第1実施例と同様に、いわゆる4要素タイプの動力分配統合機構として機能させることができる。図中、左のS3軸はモータMG1の回転数Nm1である第1プラネタリギヤP3のサンギヤ131の回転数を示し、C3, R4軸はエンジンEG1の回転数Ne1である第3プラネタリギヤP3のキャリア134の回転数を示すと共に第4プラネタリギヤP4のリングギヤ137の回転数を示す。また、R3, C4軸は、モータMG2の回転数Nm2である第1プラネタリギヤP3のリングギヤ132の回転数を示すと共に第4プラネタリギヤP4のキャリア139の回転数を示す。右端のS4軸は、駆動軸165の回転数Ndである第4プラネタリギヤP4のサンギヤ136の回転数を示す。なお、図中、3は第3プラネタリギヤP3のギヤ比(サンギヤ131の歯数/リングギヤ132の歯数)、4は第4プラネタリギヤP4のギヤ比(サンギヤ136の歯数/リングギヤ137の歯数)を示す。この運転パターンでは、クラッチC1をオフにするから、プラネタリギヤP3のサンギヤ131(駆動軸165)からエンジンEG2が切り離された状態で動作している。この場合、図示するように、エンジンEG1から出力した動力をモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸165に出力する。なお、クラッチC1のオンオフ制御は、ハイブリッド用電子制御ユニット70により行なわれる。

#### 【0052】

続いて、第5運転パターンについて説明する。この運転パターンの共線図を図15に示す。この運転パターンでは、エンジンEG1を停止すると共にクラッチC1をオンとしてエンジンEG2を駆動軸165に接続し、このエンジンEG2から出力した動力を駆動軸165に直接出力する。さらに、第6運転パターンについて説明する。この運転パターンの共線図を図16に示す。この運転パターンでは、第5運転パターンと同様にエンジンEG2を駆動軸165に接続し、エンジンEG1から出力した動力をモータMG1, MG2によりトルク変換して駆動軸165に出力すると共にエンジンEG2から出力した動力を駆動軸165に直接出力する。なお、モータ運転モードでは、図17の共線図に示すように、クラッチC1をオフとしてエンジンEG2を駆動軸165から切り離した状態でエンジンEG1, EG2を停止してモータMG1, MG2からトルクを作用させることにより

10

20

30

40

50



駆動軸 165 に動力を出力する。

【0053】

次に、各運転パターンの特徴について説明する。まず、車両の発進時を考える。このときには、駆動軸 165 の回転数  $N_d$  は値 0 であるから、第 5 運転パターンや第 6 運転パターンのようにクラッチ C1 をオンにすることによりエンジン EG2 を駆動軸 165 に接続してエンジン EG2 から動力を出力することはできない。したがって、発進時には、第 4 運転パターンを選択し、エンジン EG1 を効率よく運転して出力した動力をモータ MG1, MG2 によりトルク変換して駆動軸 165 に出力する。即ち、第 4 運転パターンは、発進時や低速時に適合する運転パターンであるといえる。続いて、駆動軸 165 の回転数  $N_d$  が大きくなりエンジン EG2 を効率よく運転できる回転数となった場合について考える。駆動軸 165 に要求されるトルクが比較的小さいときには、第 5 運転パターンを選択し、クラッチ C1 をオンとしてエンジン EG2 を効率よく運転して出力した動力を駆動軸 165 に直接出力する。これにより、モータ MG1, MG2 によるトルク変換を伴う場合に比して全体としてのエネルギー効率の向上を図ることができる。即ち、第 5 運転パターンは、中速以上のときに有利な運転パターンであるといえる。一方、駆動軸 165 に要求されるトルクが比較的大きいときには、エンジン EG1, EG2 の両方を運転する第 6 運転パターンを選択して駆動する。即ち、第 5 運転パターンに加えてエンジン EG1 からの動力をモータ MG1, MG2 によりトルク変換して駆動軸 165 に出力する。したがって、高トルクを駆動軸 165 に出力することができる。

10

【0054】

次に、こうして構成されたハイブリッド自動車 120 の動作について説明する。図 18 は、第 2 実施例のハイブリッド自動車 120 のハイブリッド用電子制御ユニット 70 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。このルーチンは、所定時間毎（例えば、8 msec 毎）に繰り返し実行される。

20

【0055】

駆動制御ルーチンが実行されると、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 の CPU 72 は、図 8 の駆動制御ルーチンのステップ S100, S110 の処理と同様に、アクセル開度 Acc や車速 V, エンジン EG1, EG2 の回転数  $N_{e1}$ ,  $N_{e2}$ , 要求充放電パワー  $P_b^*$  などのデータを入力し（ステップ S300）、入力したアクセル開度 Acc と車速 V とに基づいて駆動軸 165 に出力すべき駆動要求トルク  $T_d^*$  とエンジン EG1, EG2 から出力すべきエンジン要求パワー  $P_e^*$  とを設定する（ステップ S310）。

30

【0056】

続いて、モータ運転モードで走行するか否かをエンジン要求パワー  $P_e^*$  と閾値 Pref とを比較することにより判定する（ステップ S320）。エンジン要求パワー  $P_e^*$  が閾値 Pref 未満のときには、モータ運転モードで走行すると判断し、クラッチ C1 をオフとして（ステップ S330）、エンジン EG1, EG2 の運転を停止するために目標回転数  $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$  と目標トルク  $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$  とに値 0 を設定し（ステップ S340）、モータ MG1, MG2 のトルク指令  $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$  を設定する（ステップ S350）。モータ MG1, MG2 のトルク指令  $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$  の設定は、実施例では、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が値 0 となるようトルク指令  $T_{m1}^*$  を設定し、この状態で駆動軸 165 にモータ MG2 からのトルクが作用するようトルク指令  $T_{m2}^*$  を設定することにより行なうものとした。その様子を図 19 に示す。このようにモータ MG1, MG2 のトルク指令  $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$  を設定することにより、モータ MG2 から出力したトルク  $T_{m2}^*$  はトルク変換されて駆動軸 165 に出力される。しかも、モータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  が値 0 となるようトルク指令  $T_{m1}^*$  を設定することにより、モータ MG1 による電力消費を値 0 とすることができる。

40

【0057】

こうしてエンジン EG1, EG2 の目標回転数  $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$  や目標トルク  $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$ , 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 EG1, EG2 の目標回転数  $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$  や目標トルク  $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$

50

についてはエンジンECU24, 25に、モータMG1, MG2のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ についてはモータECU50にそれぞれ送信して(ステップS500)、本ルーチンを終了する。エンジンECU24, 25とモータECU50における制御については上述した。

#### 【0058】

エンジン要求パワー $P_{e}^*$ が閾値 $P_{ref}$ 以上のときには、車速 $V$ を閾値 $V_{2ref}$ と比較すると共に駆動要求トルク $T_{d}^*$ を閾値 $T_{2ref}$ と比較する(ステップS360)。ここで、閾値 $V_{2ref}$ ,  $T_{2ref}$ は、運転パターンを選択するための閾値である。閾値 $V_{2ref}$ は、クラッチC1をオンにしてエンジンEG2から駆動軸165に直接動力を出力するか否かを判定するために用いられる閾値である。閾値 $T_{2ref}$ は、エンジンEG1, EG2の両方から動力を出力するか否かを判定するために用いられる閾値である。車速 $V$ が閾値 $V_{2ref}$ 未満のとき、例えば発進時や低速時などである程度の大きさのトルクが要求されるときには、第4運転パターンを選択し、クラッチC1をオフとして(ステップS370)、図8の駆動制御ルーチンのステップS160, S170の処理と同様に、エンジン要求パワー $P_{e}^*$ とエンジンEG1を効率よく動作させる動作ラインとに基づいてエンジンEG1の目標回転数 $N_{e1}^*$ と目標トルク $T_{e1}^*$ とを設定すると共にエンジンEG2を停止するためにエンジンEG2の目標回転数 $N_{e2}^*$ と目標トルク $T_{e2}^*$ とに値0を設定する(ステップS380, S390)。そして、設定したエンジンEG1の目標回転数 $N_{e1}^*$ と現在の回転数 $N_{e1}$ とに基づいて上述した式(3)によりモータMG1のトルク指令 $T_{m1}^*$ を設定し(ステップS400)、設定したモータMG1のトルク指令 $T_{m1}^*$ と駆動要求トルク $T_{d}^*$ とギヤ比 $\gamma_1, \gamma_2$ とに基づいて上述した式(4)によりモータMG2のトルク指令 $T_{m2}^*$ を設定し(ステップS410)、エンジンEG1, EG2の目標回転数 $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$ や目標トルク $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$ , モータMG1, MG2のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ を対応する各ECUに送信して(ステップS500)、駆動制御ルーチンを終了する。このように制御することにより、比較的低速で走行しているときのエネルギー効率の向上を図ることができる。

#### 【0059】

車速 $V$ が閾値 $V_{2ref}$ 以上であり、駆動要求トルク $T_{d}^*$ が閾値 $T_{2ref}$ 未満のとき、例えば中高速で巡航運転しているときなどには、エンジンEG2を効率よく運転できると判断し、第5運転パターンを選択し、クラッチC1をオンとして(ステップS420)、エンジンEG2の目標回転数 $N_{e2}^*$ に駆動軸165の回転数 $N_d$ を設定すると共に目標トルク $T_{e2}^*$ に駆動要求トルク $T_{d}^*$ を設定し(ステップS430)、エンジンEG1を停止するためにエンジンEG1の目標回転数 $N_{e1}^*$ と目標トルク $T_{e1}^*$ に値0を設定し(ステップS440)、モータMG1, MG2のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ に値0を設定し(ステップS450)、エンジンEG1, EG2の目標回転数 $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$ や目標トルク $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$ , モータMG1, MG2のトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ を各ECUに送信して(ステップS500)、駆動制御ルーチンを終了する。このように制御することにより、中速以上で走行しているときのエネルギー効率の向上を図ることができる。

#### 【0060】

車速 $V$ が閾値 $V_{2ref}$ 以上であり、駆動要求トルク $T_{d}^*$ が閾値 $T_{2ref}$ 以上のときには、エンジンEG1, EG2の両方から動力を出力すべきであると判断し、第6運転パターンを選択し、クラッチC1をオンとして(ステップS460)、エンジン要求パワー $P_{e}^*$ に基づいてエンジンEG1, EG2の目標回転数 $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$ と目標トルク $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$ を設定する(ステップS470)。エンジンEG1, EG2の目標回転数 $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$ および目標トルク $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$ の設定は、実施例では、エンジンEG2の目標回転数 $N_{e2}^*$ に駆動軸165の回転数 $N_d$ を設定し、エンジンEG2を効率よく動作させる動作ラインと目標回転数 $N_{e2}^*$ とに基づいて目標トルク $T_{e2}^*$ を設定し、目標回転数 $N_{e2}^*$ に目標トルク $T_{e2}^*$ を乗じてエンジンEG2から出力すべき要求パワー $P_{e2}^*$ ( $N_{e2}^* \times T_{e2}^*$ )を計算し、計算した要求パワー $P_{e}$

2 \* をエンジン要求パワー  $P_{e*}$  から減じてエンジン E G 1 から出力すべき要求パワー  $P_{e1*}$  を計算し、計算した要求パワー  $P_{e1*}$  とエンジン E G 1 を効率よく動作させる動作ラインとに基づいてエンジン E G 1 の目標回転数  $N_{e1*}$  と目標トルク  $T_{e1*}$  とを設定することにより行なうものとした。このようにエンジン E G 1, E G 2 の目標回転数  $N_{e1*}$ ,  $N_{e2*}$  と目標トルク  $T_{e1*}$ ,  $T_{e2*}$  を設定することにより、エンジン E G 1, E G 2 を効率よく運転することができ、全体としてのエネルギー効率の向上を図ることができる。また、このようにエンジン E G 1, E G 2 を運転することができるよう前述した閾値  $T_{2ref}$  を設定すればよい。

#### 【0061】

続いて、第4運転パターンにおけるモータ M G 1, M G 2 のトルク指令  $T_{m1*}$ ,  $T_{m2*}$  の計算と同様にモータ M G 1, M G 2 のトルク指令  $T_{m1*}$ ,  $T_{m2*}$  を計算し (ステップ S 4 8 0, S 4 9 0)、設定したエンジン E G 1, E G 2 の目標回転数  $N_{e1*}$ ,  $N_{e2*}$  や目標トルク  $T_{e1*}$ ,  $T_{e2*}$ , モータ M G 1, M G 2 のトルク指令  $T_{m1*}$ ,  $T_{m2*}$  を対応する各 E C U に送信して (ステップ S 5 0 0)、駆動制御ルーチンを終了する。 10

#### 【0062】

以上説明した第2実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 によれば、エンジン E G 2 を停止した状態でエンジン E G 1 からの動力を駆動軸 1 6 5 に出力する第4運転パターンと、エンジン E G 1 を停止した状態でエンジン E G 2 からの動力を直接駆動軸 1 6 5 に出力する第5運転パターンと、エンジン E G 1, E G 2 の両方から動力を出力する第6運転パターンと、エンジン E G 1, E G 2 の両方を停止してモータ M G 1, M G 2 からの動力を駆動軸 1 6 5 に出力するモータ運転モードとを切り替えて駆動制御することができる。即ち、駆動軸 1 6 5 の回転数  $N_d$  および要求トルク  $T_d$  に応じて全体としてのエネルギー効率が高くなる運転パターン (運転モード) を選択して駆動制御を行なうことができる。 20

#### 【0063】

また、実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 によれば、発進時には、第4運転パターンを選択し、エンジン E G 2 を停止した状態で効率よく運転されたエンジン E G 1 から出力された動力をモータ M G 1, M G 2 によりトルク変換して駆動軸 1 6 5 に出力するから、駆動軸 1 6 5 の回転数  $N_d$  が小さいことによりエンジン E G 2 を運転することができないときでもエンジン E G 1 からの動力により走行することができる。さらに、第2実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 によれば、エンジン E G 2 を効率よく運転できる車速のときに駆動軸 1 6 5 に比較的 low トルクが要求されたときには、第5運転パターンを選択し、エンジン E G 1 を停止した状態で効率よく運転されたエンジン E G 2 から出力した動力を駆動軸 1 6 5 に直接出力する。したがって、エネルギー効率の向上を図ることができる。第2実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 によれば、駆動軸 1 6 5 に比較的大きなトルクが要求されたときには、第6運転パターンを選択し、効率よく運転されたエンジン E G 1, E G 2 の両方から動力を出力するから、駆動軸 1 6 5 に高トルクを出力することができる。なお、第2実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 によれば、駆動軸 1 6 5 の回転数  $N_d$  および要求トルク  $T_d$  が小さく、バッテリー 6 0 の残容量 (SOC) にも余裕があるときには、モータ運転モードを選択し、エンジン E G 1, E G 2 を停止してモータ M G 1, M G 2 からトルクを作用させることにより駆動軸 1 6 5 に動力を出力して走行することができる。 30 40

#### 【0064】

第2実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 では、車速  $V$  が閾値  $V_{2ref}$  以上であり駆動要求トルク  $T_d^*$  が閾値  $T_{2ref}$  未満のときには、第5運転パターンを選択するものとしたが、車速  $V$  が閾値  $V_{2ref}$  よりも大きい閾値  $V_{3ref}$  以上のとき、例えば高速巡航運転のときなどには、第4運転パターンを選択するものとしてもよい。高速巡航運転のときには、駆動軸 1 6 5 の回転数  $N_d$  は比較的大きく駆動要求トルク  $T_d^*$  は比較的小さい。このときに第5運転パターンを選択すると、エンジン E G 2 を高回転低トルクの領域で運転することとなり、エンジン E G 2 のエネルギー効率は低下する。第4運転パターンを選択し、効率よく運転されたエンジン E G 1 から出力した動力をモータ M G 1, M G 2 に 50

よりトルク変換して駆動軸 1 6 5 に出力すれば、全体としてのエネルギー効率は、モータ M G 1 , M G 2 によるエネルギー変換の際のロスを考慮しても第 5 運転パターンに比して高くなる場合が生じる。このような理由により高速巡航運転をしているときなどには、第 4 運転パターンを選択するものとしてもよい。なお、第 4 運転パターンと第 5 運転パターンの選択は、車速 V に基づいて行なうものに限られず、全体としてのエネルギー効率などに基づいて行なうものとしてもよいし、他の要因に基づいて行なうものとしてもよい。

【 0 0 6 5 】

第 2 実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 では、第 1 実施例と同様に、動力を出力しないエンジンについては停止するものとしたが、所定の状態（例えば、アイドリング）で運転するものとしてもよい。

10

【 0 0 6 6 】

第 2 実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 では、S 1 軸にモータ M G 1 を接続し、C 1 , R 2 軸にエンジン E G 1 を接続し、R 1 , C 2 軸にモータ M G 1 , M G 2 M G 2 を接続し、S 2 軸にエンジン E G 2 および駆動軸 1 6 5 を接続するものとしたが、これ以外の接続方法としてもよい。4 軸に 2 つのエンジンと 2 つのモータとを接続する接続方法は、第 1 実施例の変形例と同様に、4 通りある。この 4 通りの接続方法について第 2 実施例と同様に駆動軸 1 6 5 にエンジンが接続される場合を考えると 6 通りある。実施例では、そのうちの 1 つについて説明した。他の 5 通りの接続方法について図 2 0 に示す。図中、「\*」印は駆動軸 6 5 が接続された軸を示す。各構成については、第 2 実施例と同様に、2 つのエンジンのうちの一方のエンジンを運転する第 4 運転パターンと、他方のエンジンを運転する第 5 運転パターンと、両方のエンジンを運転する第 6 運転パターンと、両方のエンジンを運転しないモータ運転モードとが可能である。したがって、これら 5 通りの構成でも第 2 実施例と同様に駆動軸 1 6 5 の回転数 N d や要求トルク T d などに基づいて全体としての効率が高くなる運転パターン（運転モード）を選択して駆動制御することができる。

20

【 0 0 6 7 】

第 2 実施例のハイブリッド自動車 2 0 でも、第 1 実施例のハイブリッド自動車 2 0 と同様に、第 1 プラネタリギヤ P 1 のリングギヤ 3 2 と第 2 プラネタリギヤ P 2 のキャリア 3 9 とを接続する共に第 1 プラネタリギヤ P 1 のキャリア 3 4 と第 2 プラネタリギヤ P 2 のリングギヤ 3 7 とを接続して 4 軸を回転要素とするいわゆる 4 要素としたが、2 つのプラネタリギヤ P 1 , P 2 の 3 つの回転要素のうちからそれぞれ 2 つの回転要素を選んで接続する接続方法はその組み合わせを考えれば 1 8 通りあるから、実施例以外の 1 7 通りのうちから 1 つの接続方法を選択して 4 要素としてもよい。また、第 2 実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 では、2 つのプラネタリギヤ P 1 , P 2 はシングルピニオン式のプラネタリギヤを用いるものとしたが、いずれか一方または両方をダブルピニオン式のプラネタリギヤを用いるものとしてもよい。即ち、シングルピニオン式のプラネタリギヤ同士を接続するもの他に、シングルピニオン式のプラネタリギヤとダブルピニオン式のプラネタリギヤとを接続するものやダブルピニオン式のプラネタリギヤ同士を接続するものとしてもよい。第 2 実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 では、3 要素のプラネタリギヤを 2 つ組み合わせて 4 要素としたが、動力の収支をとって回転させるものであればプラネタリギヤ以外の 3 要素のものを 2 つ組み合わせて 4 要素としてもよい。第 2 実施例のハイブリッド自動車 1 2 0 では、2 つのプラネタリギヤ P 1 , P 2 の 3 つの回転要素のうちからそれぞれ 2 つの回転要素を選んで接続して 4 軸を回転要素とする 4 要素とするものとしたが、4 つの回転要素を有するものを用いてもよい。

30

40

【 0 0 6 8 】

上述した各実施例やその変形例では、エンジン E G 1 , E G 2 とモータ M G 1 , M G 2 と動力分配統合機構 3 0 , 1 3 0 とを備え、駆動軸 6 5 , 1 6 5 に動力を出力する動力出力装置を自動車に搭載するものとしたが、こうした動力出力装置を自動車以外の車両や船舶、航空機などの移動体に搭載するものとしてもよいし、建設機器などの移動しない設備の動力源として用いるものとしてもよい。

【 0 0 6 9 】

50

以上、本発明を実施するための最良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。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】第1実施例としての動力出力装置を搭載す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。

【図2】第1運転パターンにおける動力分配統合機構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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図3】第2運転パターンにおける動力分配統合機構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説明するための共線図の一例を示す説明図である。 10

【図4】第3運転パターンにおける動力分配統合機構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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図5】モータ運転モードにおける動力分配統合機構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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図6】通常時における第1運転パターンと第2運転パターンとを共線図を用いて比較する様子を示す説明図である。

【図7】高回転で駆動している駆動軸65に低トルクの動力を作用させる際の第1運転パターンと第2運転パターンとを共線図を用いて比較する様子を示す説明図である。

【図8】第1実施例のハイブリッド用電子制御ユニット70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。 20

【図9】駆動要求トルク設定用マップの一例である。

【図10】エンジンEG2の動作ラインの一例と目標回転数 $N_{e2}^*$ と目標トルク $T_{e2}^*$ を設定する様子を示す説明図である。

【図11】第3運転パターンが選択されたときにエンジンEG1, EG2の目標回転数 $N_{e1}^*$ ,  $N_{e2}^*$ と目標トルク $T_{e1}^*$ ,  $T_{e2}^*$ とを設定する様子を示す説明図である。

【図12】4軸に2つのエンジンと2つのモータとを接続する接続方法のうち第1実施例以外の接続方法である。

【図13】第2実施例としての動力出力装置を搭載する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。 30

【図14】第4運転パターンにおける動力分配統合機構130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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図15】第5運転パターンにおける動力分配統合機構130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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図16】第6運転パターンにおける動力分配統合機構130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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図17】モータ運転モードにおける動力分配統合機構130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説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図18】第2実施例のハイブリッド用電子制御ユニット70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。 40

【図19】モータ運転モードが選択されたときにトルク指令 $T_{m1}^*$ ,  $T_{m2}^*$ を設定する様子を示す説明図である。

【図20】4軸に2つのエンジンと2つのモータとを接続する接続方法のうち第2実施例以外の接続方法である。

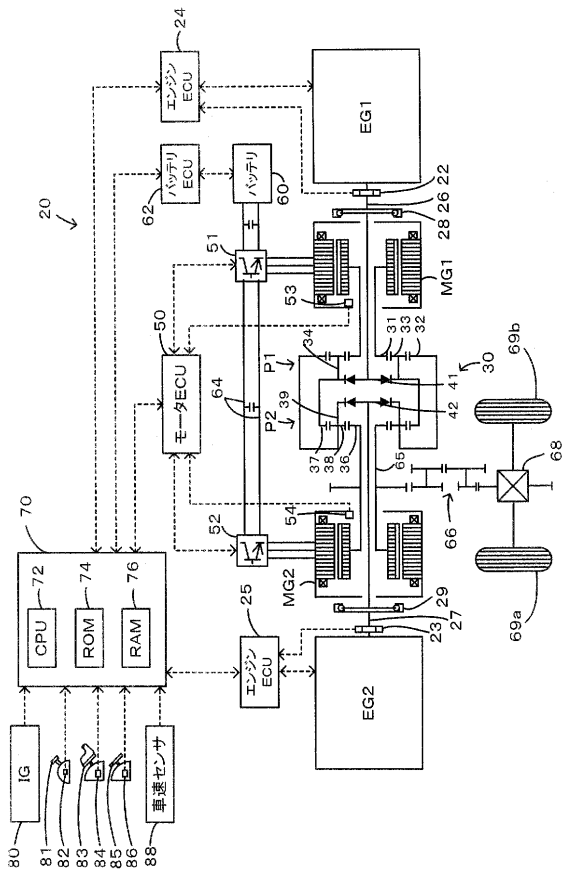
【符号の説明】

【0071】

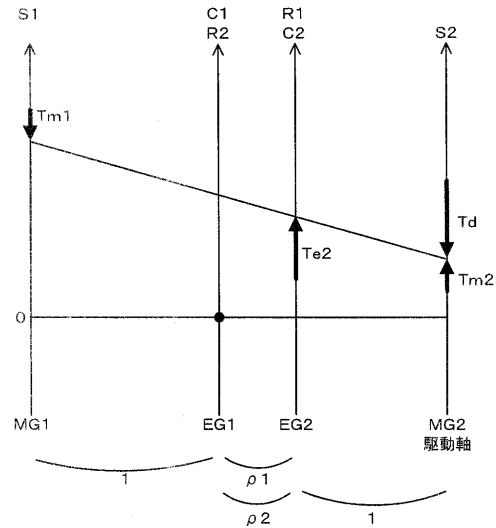
20, 120 ハイブリッド自動車、22, 23 クランクポジションセンサ、24, 25 エンジン用電子制御ユニット(エンジンECU)、26, 27 クランクシャフト、28, 29 ダンパ、30, 130 動力分配統合機構、31, 36, 131, 136 50

サンギヤ、32, 37, 132, 137 リングギヤ、33, 38、133, 138  
 ピニオンギヤ、34, 39, 134, 139 キャリア、41, 42, 141 ワンウェイ  
 クラッチ、50 モータ用電子制御ユニット(モータECU)、51, 52 インバー  
 タ、53, 54 回転位置検出センサ、60 バッテリ、62 バッテリ用電子制御ユ  
 ニット(バッテリECU)、64 電力ライン、65, 165 駆動軸、66ギヤ機構、6  
 8 デファレンシャルギヤ、69a, 69b 駆動輪、70 ハイブリッド電子制御ユニ  
 ット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、8  
 1 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、P1, P2, P3, P4 プラネタリギヤ、EG1, EG2  
 エンジン、MG1, MG2 モータ、C1 クラッチ。

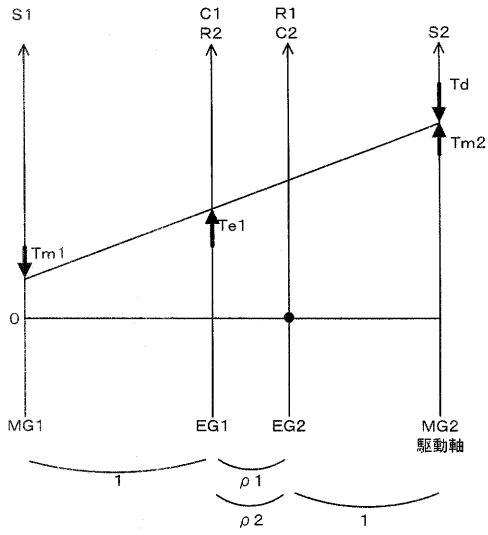
【図1】



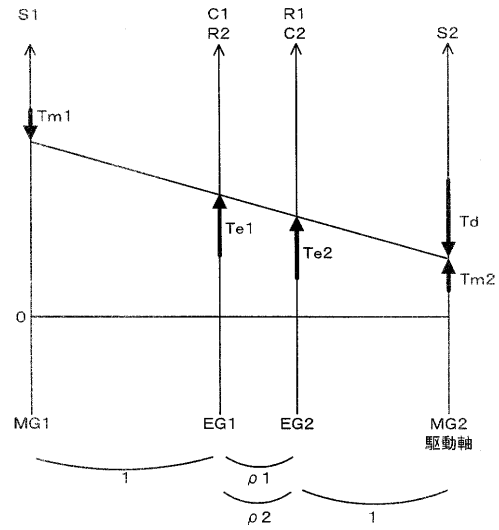
【図2】



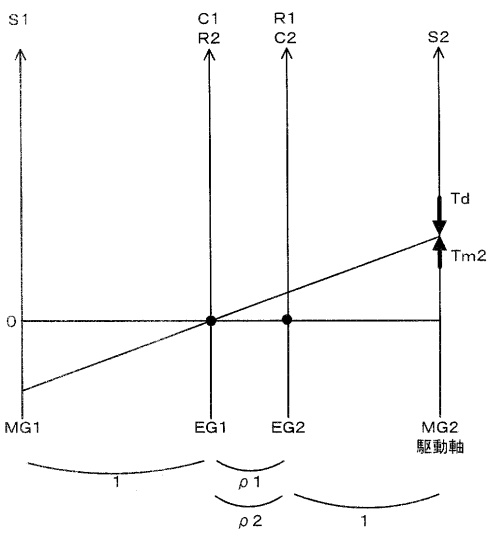
【 図 3 】



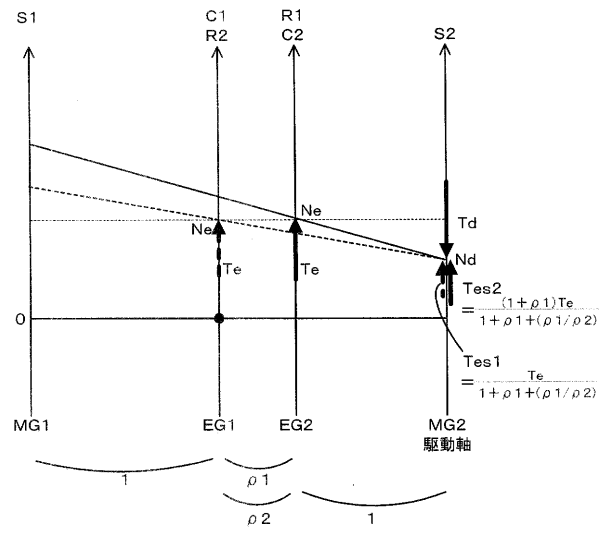
【 図 4 】



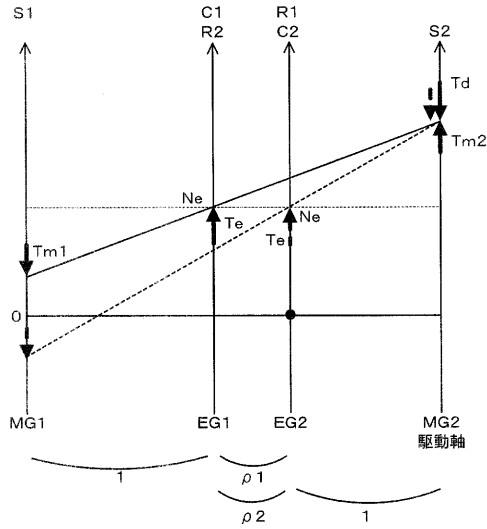
【 図 5 】



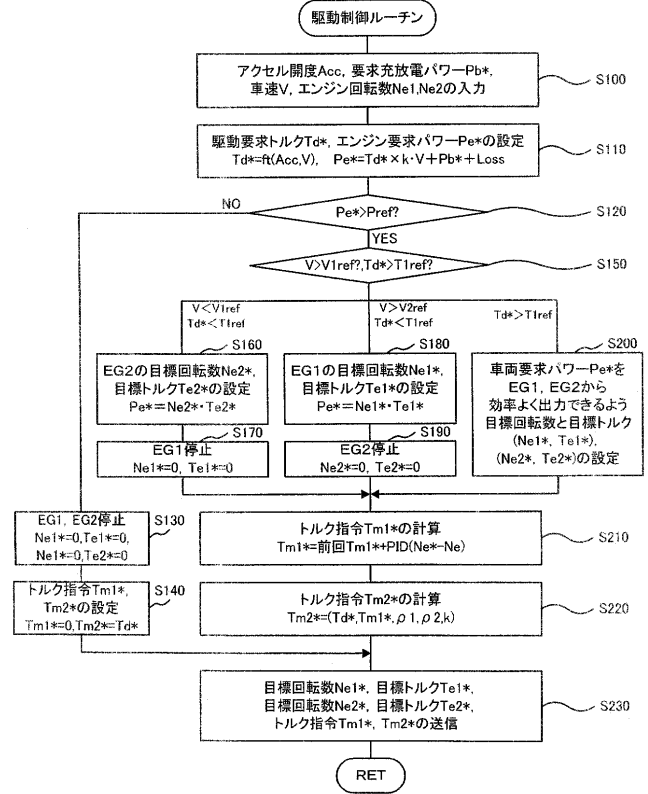
【 図 6 】



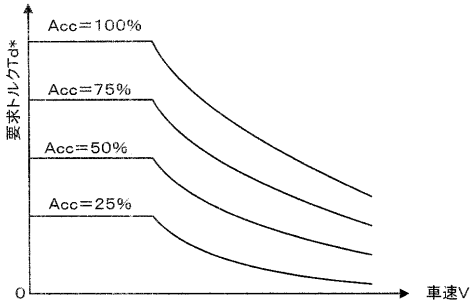
【図7】



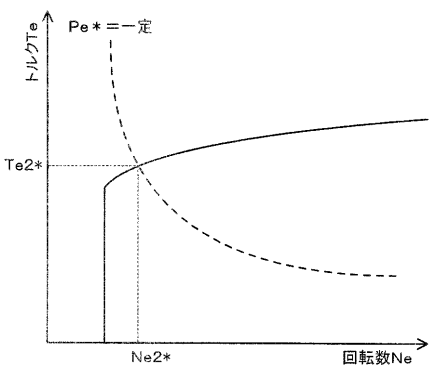
【図8】



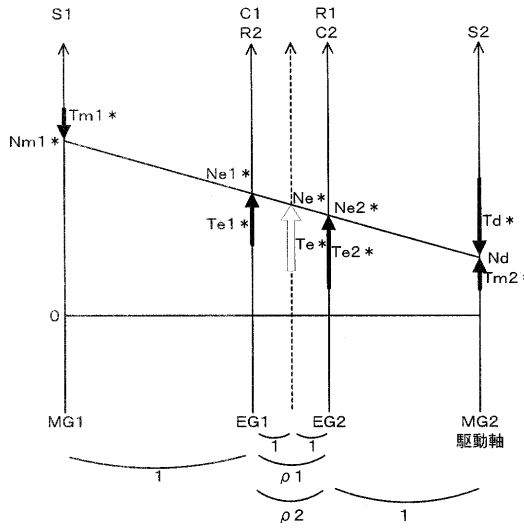
【図9】



【図10】



【図11】

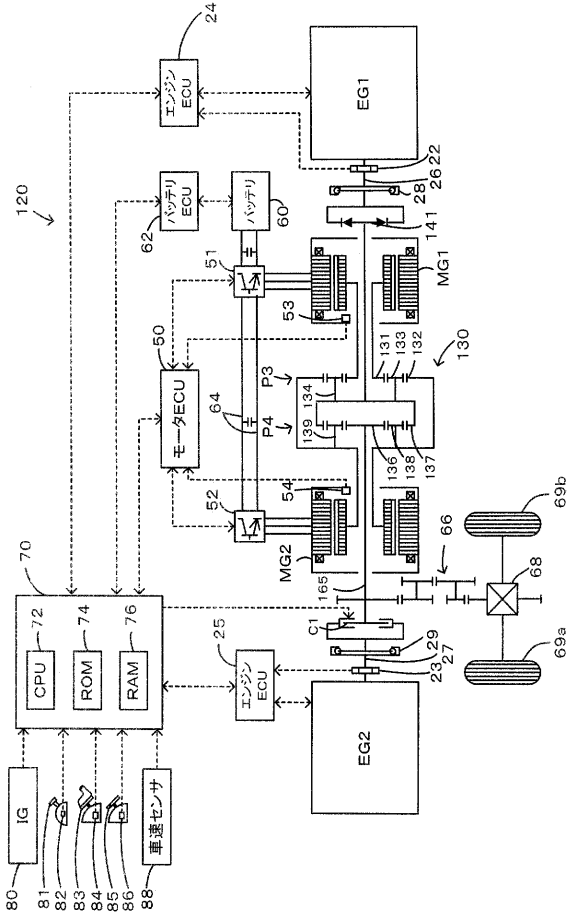


【図12】

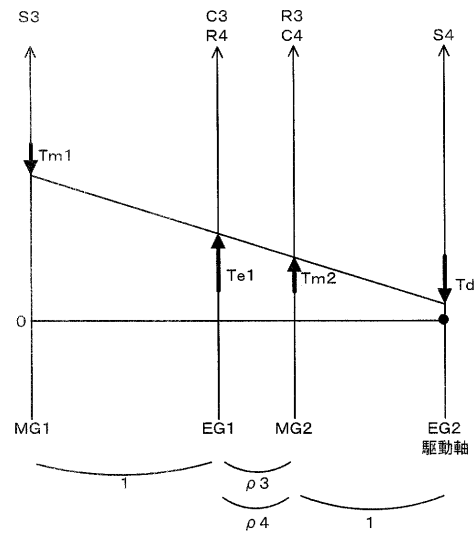
1	2	3	4	5
EG	EG	EG	EG	EG
EG	EG	MG*	MG	MG
MG*	MG	EG	EG	MG*
MG	MG*	MG	MG*	EG



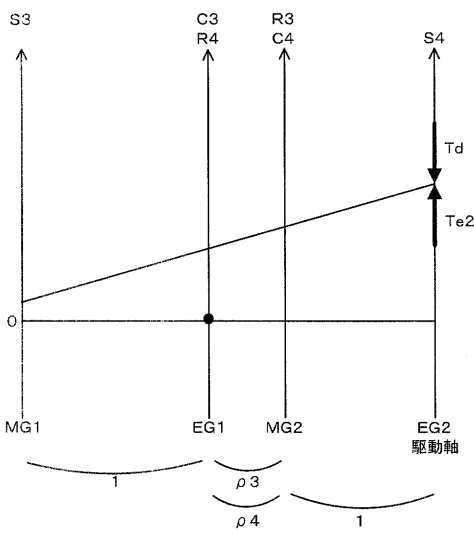
【図 13】



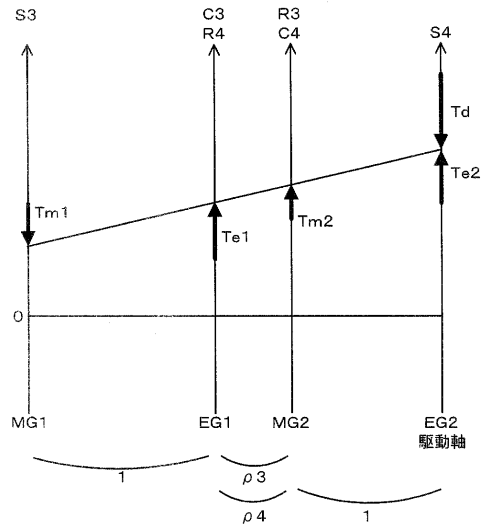
【図 14】



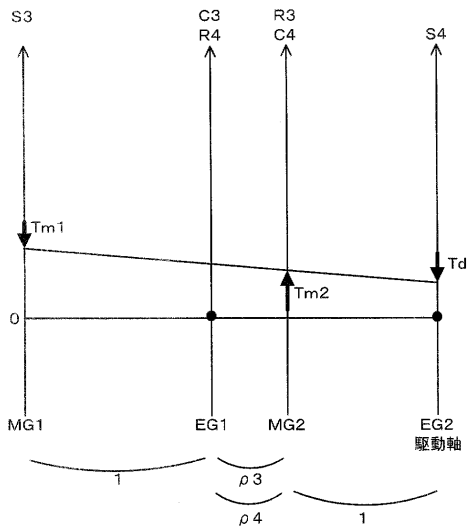
【図 15】



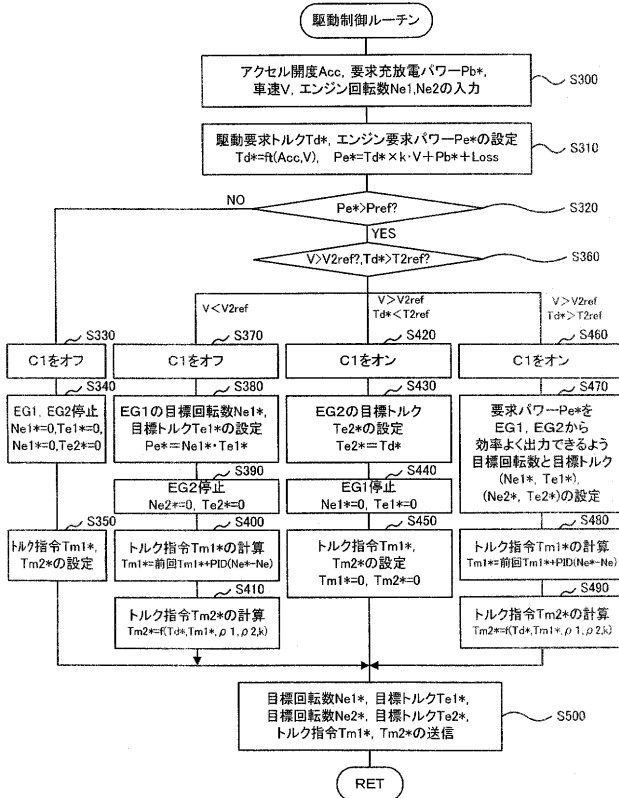
【図 16】



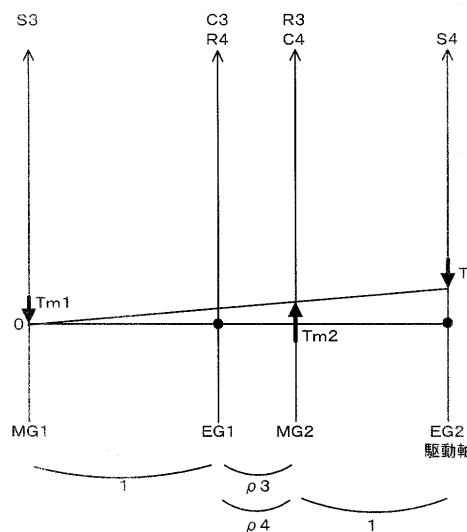
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】

1	2	3	4	5
EG *	EG	EG	EG *	MG
EG	EG *	MG	MG	EG *
MG	MG	EG *	MG	EG
MG	MG	MG	EG	MG

フロントページの続き

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

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 K 6/04 5 5 3

B 6 0 K 17/04 G