

(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2012-144171  
(P2012-144171A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B60W 10/08 (2006.01)</b>	B60K 6/20 320	3G093
<b>B60W 20/00 (2006.01)</b>	B60K 6/20 310	5H115
<b>B60W 10/06 (2006.01)</b>	B60K 6/20 360	
<b>B60W 10/02 (2006.01)</b>	B60K 6/445 ZHV	
<b>B60K 6/445 (2007.10)</b>	B60L 11/14	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-4663 (P2011-4663)  
(22) 出願日 平成23年1月13日 (2011.1.13)

(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 100107331  
弁理士 中村 聡延  
(74) 代理人 100099645  
弁理士 山本 晃司  
(74) 代理人 100104765  
弁理士 江上 達夫  
(72) 発明者 畑 建正  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 駒田 英明  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

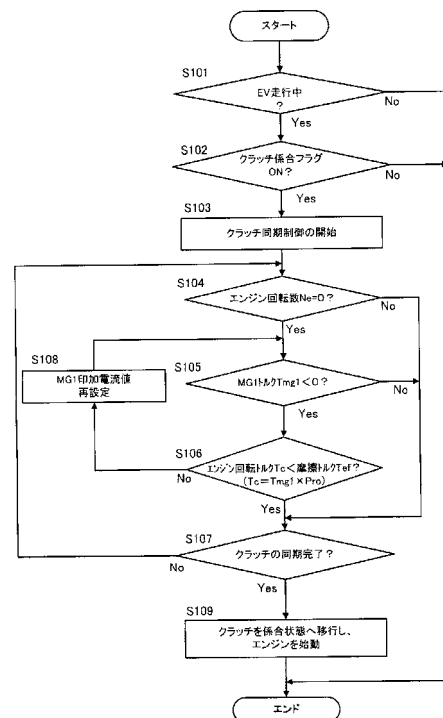
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジンが逆回転するのを抑制することが可能なハイブリッド車両の制御装置を提供する。

【解決手段】 ハイブリッド車両の制御装置は、エンジンと、第1回転電機と、第2回転電機と、動力伝達機構と、クラッチ同期制御手段と、トルク制御手段と、を備える。動力伝達機構は、相互に差動回転可能な複数の回転要素を備える。クラッチ同期制御手段は、第1走行モードから、第2走行モードへ走行モードを切り替える場合、エンジンの始動前に、第1回転電機のトルクに基づきクラッチ同期制御を行う。トルク制限手段は、クラッチ同期制御中に、エンジンに伝達される第1回転電機のトルクが、エンジンの摩擦トルク以下になるように制限する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エンジンと、  
第 1 回転電機と、  
第 2 回転電機と、

前記第 1 回転電機に連結された第 1 回転要素と、前記第 2 回転電機と駆動軸とにクラッチを介して連結する第 2 回転要素と、前記エンジンと連結する第 3 回転要素と、を含む相互に差動回転可能な複数の回転要素を備えた動力伝達機構と、

前記クラッチを解放状態にし、前記エンジンを停止させて前記第 2 回転電機により走行を行う第 1 走行モードから、前記クラッチを係合状態にし、前記エンジンを駆動させて走行を行う第 2 走行モードへ走行モードを切り替える場合、前記エンジンの始動前に前記第 1 回転電機のトルクに基づき前記クラッチの係合要素の回転を同期させる制御を行うクラッチ同期制御手段と、

前記クラッチ同期制御手段が、前記制御を実行している場合、前記エンジンに伝達される前記第 1 回転電機のトルクが、前記エンジンの摩擦トルク以下になるように制限するトルク制限手段と、

を備えることを特徴とするハイブリッド車両の制御装置。

## 【請求項 2】

前記エンジンの回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、

前記クラッチ同期制御手段が、前記制御を実行している際、前記エンジン回転数検出手段により前記回転数が負値であることを検出した場合、前記回転数が負値にならないように前記第 1 回転電機を制御する第 1 回転電機制御手段と、

をさらに備える請求項 1 に記載のハイブリッド車両の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ハイブリッド車両に好適な制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、内燃機関（エンジン）に加えて、発電機として主に機能する第 1 回転電機と、駆動輪に連結された駆動軸に動力を供給する電動機として主に機能する第 2 回転電機と、内燃機関の出力トルクを第 1 回転電機側と駆動軸及び第 2 回転電機側とに分配する動力分配機構を備えるハイブリッド車両が知られている。例えば、特許文献 1 には、エンジンと第 1 及び第 2 回転電機とを備えるとともに、第 2 回転電機とエンジンとの結合状態をクラッチにより切り替え可能なハイブリッド車両が開示されている。このハイブリッド車両は、クラッチの締結時には所謂シリーズパラレル式のハイブリッド走行を行い、クラッチを解放することで、エンジンを切り離して第 2 回転電機による EV (Electric Vehicle) 走行を行う。

## 【0003】

また、特許文献 2 には、EV 走行中に自動変速機による変速で動力分配機構に伝達されるイナーシャトルクによりエンジンが回転することを防止するため、第 1 回転電機を制御してエンジンの回転変動を防止する技術が開示されている。さらに、特許文献 3 には、エンジンの回転抵抗が所定の回転抵抗下限値以下である場合には、エンジンの逆回転を抑制するため、EV 走行を規制又は禁止する制御を行う技術が開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2000 - 209706 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 118719 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 012618 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

第2回転電機とエンジンとの結合状態をクラッチにより切り替え可能なハイブリッド車両において、クラッチが解放状態にあるEV走行からクラッチを係合させてエンジンを始動させる場合であって、第1回転電機によりクラッチの係合要素の回転を同期させる際に、エンジンに伝達される第1回転電機のトルクに起因してエンジンが逆回転する可能性がある。

## 【0006】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、エンジンが逆回転するのを抑制することが可能なハイブリッド車両の制御装置を提供することを課題とする。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の1つの観点では、エンジンと、第1回転電機と、第2回転電機と、前記第1回転電機に連結された第1回転要素と、前記第2回転電機と駆動軸とにクラッチを介して連結する第2回転要素と、前記エンジンと連結する第3回転要素と、を含む相互に差動回転可能な複数の回転要素を備えた動力伝達機構と、前記クラッチを解放状態にし、前記エンジンを停止させて前記第2回転電機により走行を行う第1走行モードから、前記クラッチを係合状態にし、前記エンジンを駆動させて走行を行う第2走行モードへ走行モードを切り替える場合、前記エンジンの始動前に前記第1回転電機のトルクに基づき前記クラッチの係合要素の回転を同期させる制御を行うクラッチ同期制御手段と、前記クラッチ同期制御手段が、前記制御を実行している場合、前記エンジンに伝達される前記第1回転電機のトルクが、前記エンジンの摩擦トルク以下になるように制限するトルク制限手段と、を備える。

20

## 【0008】

上記のハイブリッド車両の制御装置は、ハイブリッド車両に搭載され、エンジンと、第1回転電機と、第2回転電機と、動力伝達機構と、クラッチ同期制御手段と、トルク制限手段と、を備える。動力伝達機構は、相互に差動回転可能な複数の回転要素を備える。具体的には、動力伝達機構は、第1回転電機に連結された第1回転要素と、第2回転電機と駆動軸とにクラッチを介して連結する第2回転要素と、エンジンと連結する第3回転要素とを備える。ここで、「連結」とは、動力(回転)の伝達を直接的に行う構造を含むほか、1又は2以上の部材を介して動力の伝達を間接的に行う構造も含む。クラッチ同期制御手段は、例えばECU(Electronic Control Unit)であり、第1走行モードから、第2走行モードへ走行モードを切り替える場合、エンジンの始動前に、第1回転電機のトルクに基づきクラッチの係合要素の回転を同期させる制御(単に「クラッチ同期制御」とも呼ぶ。)を行う。ここで、第1走行モードは、クラッチが解放状態の場合に第2回転電機を駆動源とした走行モードであり、エンジンを停止させたEV走行を指す。第2走行モードは、クラッチが係合状態にしてエンジンを駆動させた走行モードであり、具体的には、エンジンから出力された動力は動力伝達機構により2つに分配され、一部は機械的な動力のまま駆動軸に出力されると共に、残余は電力に変換されて駆動軸に出力される走行モードに相当する。トルク制限手段は、例えばECUであり、クラッチ同期制御中に、エンジンに伝達される第1回転電機のトルクが、エンジンの摩擦トルク以下になるように制限する。

30

40

## 【0009】

一般に、クラッチ同期制御時に、エンジンの回転抵抗が第1回転電機により伝達されるトルクよりも小さい場合には、エンジンが逆回転するおそれがある。従って、ハイブリッド車両の制御装置は、クラッチ同期制御時に、エンジンに伝達される第1回転電機のトルクがエンジンの摩擦トルク以下になるように制限することで、クラッチ同期制御時でのエンジンの逆回転を抑制することができる。

50

## 【 0 0 1 0 】

上記ハイブリッド車両の制御装置の一態様では、前記エンジンの回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、前記クラッチ同期制御手段が、前記制御を実行している際、前記エンジン回転数検出手段により前記回転数が負値であることを検出した場合、前記回転数が負値にならないように前記第1回転電機を制御する第1回転電機制御手段と、をさらに備える。これにより、ハイブリッド車両の制御装置は、第1回転電機のトルクやエンジンの摩擦トルクの推定誤差等に起因して、エンジン回転数が負値になった場合であっても、これを検出し、エンジン回転数を0又は正值にすることができる。従って、ハイブリッド車両の制御装置は、エンジン回転数が逆回転での許容回転数以上となるのを確実に防止することができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 実施形態に係るハイブリッド車両の概略構成図の一例を示す。

【 図 2 】 ハイブリッド駆動装置の概略構成図の一例である。

【 図 3 】 ハイブリッド駆動装置の一動作状態を例示する動作共線図である。

【 図 4 】 第1実施形態に係る処理手順を示すフローチャートの一例である。

【 図 5 】 第1実施形態に係る処理手順を示すフローチャートの一例である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

20

## 【 0 0 1 3 】

## [ 全体構成 ]

始めに、図1を参照し、本発明に係るハイブリッド車両の制御装置を適用したハイブリッド車両1の構成の一例について説明する。図1は、ハイブリッド車両1の概略構成図である。ハイブリッド車両1は、ECU100、PCU(Power Control Unit)11、バッテリー12、アクセル開度センサ13、車速センサ14、回転数センサ15及びハイブリッド駆動装置10を備える。

## 【 0 0 1 4 】

ECU100は、CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)及びRAM(Random Access Memory)、A/D(Analog to Digital)変換器及び入出力インターフェイスなどを有し、ハイブリッド車両1の各部の動作を制御する電子制御ユニットである。ECU100は、ROMに格納された制御プログラムに従って、後述する制御を実行する。そして、ECU100は、本発明における「クラッチ同期制御手段」、「トルク制限手段」及び「第1回転電機制御手段」として機能する。なお、本発明に係るこれらの手段の物理的、機械的及び電気的な構成はこれに限定されるものではなく、例えばこれらの手段は、複数のECU、各種処理ユニット、各種コントローラ或いはマイコン装置等各種コンピュータシステム等であってもよい。

30

## 【 0 0 1 5 】

ハイブリッド駆動装置10は、ハイブリッド車両1の車軸たる左車軸SFL(左前輪FLに対応)及び右車軸SFR(右前輪FRに対応)に駆動力としての駆動トルクを供給することによりハイブリッド車両1を駆動するドライブユニットである。ハイブリッド駆動装置10の詳細な構成については後述する。

40

## 【 0 0 1 6 】

PCU11は、不図示のインバータを含み、バッテリー12と後述する各モータジェネレータとの間の電力の入出力を、或いはバッテリー12を介さない各モータジェネレータ相互間の電力の入出力を制御する制御ユニットである。具体的には、PCU11は、バッテリー12から取り出した直流電力を交流電力に変換して各モータジェネレータに供給すると共に、各モータジェネレータによって発電された交流電力を直流電力に変換してバッテリー12に供給する。PCU11は、ECU100と電気的に接続されており、ECU100に

50

よってその動作が制御される。

【 0 0 1 7 】

バッテリー 1 2 は、複数の単位電池セルを直列接続した構成を有し、各モータジェネレータを力行するための電力に係る電力供給源として機能する電池ユニットである。

【 0 0 1 8 】

アクセル開度センサ 1 3 は、ハイブリッド車両 1 の図示せぬアクセルペダルの操作量たるアクセル開度「 $T a$ 」を検出することが可能に構成されたセンサである。アクセル開度センサ 1 3 は、E C U 1 0 0 と電氣的に接続されており、検出されたアクセル開度  $T a$  は、E C U 1 0 0 によって一定又は不定の周期で参照される。

【 0 0 1 9 】

車速センサ 1 4 は、ハイブリッド車両 1 の車速「 $V$ 」を検出するセンサである。車速センサ 1 4 は、E C U 1 0 0 と電氣的に接続されており、検出された車速  $V$  は、E C U 1 0 0 によって一定又は不定の周期で参照される。

【 0 0 2 0 】

回転数センサ 1 5 は、エンジン 2 0 の回転数（「エンジン回転数  $N e$ 」とも呼ぶ。）を示す出力パルスを発生する。回転数センサ 1 5 は、出力パルスを検出信号により E C U 1 0 0 へ供給する。

【 0 0 2 1 】

[ ハイブリッド駆動装置の構成 ]

ここで、図 2 を参照し、ハイブリッド駆動装置 1 0 の詳細な構成について説明する。図 2 は、ハイブリッド駆動装置 1 0 の概略構成図である。尚、同図において、図 1 と重複する箇所には同一の符号を付してその説明を適宜省略する。

【 0 0 2 2 】

図 2 において、ハイブリッド駆動装置 1 0 は、エンジン 2 0 、動力分割機構 3 0 、モータジェネレータ M G 1（以下、適宜「モータ M G 1」と略称する。）、モータジェネレータ M G 2（以下、適宜「モータ M G 2」と略称する。）、入力軸 4 0、クラッチ C L、ブレーキ B R、減速機構 6 0、及びオイルポンプ 7 0 を備える。

【 0 0 2 3 】

エンジン 2 0 は、ハイブリッド車両 1 の主たる動力源として機能する。エンジン 2 0 の出力動力たるエンジントルク「 $T e$ 」は、不図示のクランク軸を介してハイブリッド駆動装置 1 0 の入力軸 4 0 に連結されている。

【 0 0 2 4 】

モータ M G 1 は、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する力行機能と、運動エネルギーを電気エネルギーに変換する回生機能とを備えた、本発明に係る「第 1 回転電機」の一例たる電動発電機である。

【 0 0 2 5 】

モータ M G 2 は、モータ M G 1 よりも体格の大きい本発明に係る「第 2 回転電機」の一例たる電動発電機であり、モータ M G 1 と同様に、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する力行機能と、運動エネルギーを電気エネルギーに変換する回生機能とを備える。モータ M G 2 は、モータ M G 1 及びエンジン 2 0 と異なり、ハイブリッド車両 1 の駆動軸（以後、「駆動軸 O U T」と呼ぶ。）に対し、その出力トルク（以後、「M G 2 トルク  $T m g 2$ 」と呼ぶ。）を作用させることが可能である。従って、モータ M G 2 は、駆動軸 O U T にトルクを付加してハイブリッド車両 1 の走行をアシストすることも、駆動軸 O U T からのトルクの入力により電力回生を行うことも可能である。M G 2 トルク  $T m g 2$  は、モータ M G 1 の入出力トルク（以後、「M G 1 トルク  $T m g 1$ 」と呼ぶ。）と共に、P C U 1 1 を介して E C U 1 0 0 により制御される。

【 0 0 2 6 】

尚、モータ M G 1 及びモータ M G 2 は、同期電動発電機として機能し、例えば外周面に複数個の永久磁石を有するロータと、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータとを備える。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

動力分割機構 30 は、本発明に係る「動力伝達機構」の一例たる複合型遊星歯車機構である。動力分割機構 30 は、中心部に設けられた、本発明に係る「第 1 回転要素」の一例たるサンギヤ S 1 と、サンギヤ S 1 の外周に同心円状に設けられた本発明に係る「第 2 回転要素」の一例たるリングギヤ R 1 と、サンギヤ S 1 とリングギヤ R 1 との間に配置されてサンギヤ S 1 の外周を自転しつつ公転する複数のピニオンギヤ「P 1」（不図示）と、これら各ピニオンギヤ「P 1」の回転軸を軸支する本発明に係る「第 3 回転要素」の一例たるキャリア C 1 とを備える。

## 【 0 0 2 8 】

ここで、サンギヤ S 1 は、モータ M G 1 のロータに、その回転軸を共有する形で連結されており、その回転数はモータ M G 1 の回転数（以後、「M G 1 回転数 N m g 1」と呼ぶ。）と等価である。リングギヤ R 1 は、クラッチ C L の係合要素 R C L と連結する。また、クラッチ C L のもう一方の係合要素 O C L は、減速機構 60 に連結されている。従って、リングギヤ R 1 は、クラッチ C L を介して減速機構 60 に連結されている。リングギヤ R 1 の回転数は、係合要素 R C L の回転数と等価であり、係合要素 O C L の回転数は、駆動軸 O U T の回転数（「出力回転数 N o u t」とも呼ぶ。）と等価である。従って、クラッチ C L が締結された場合には、リングギヤ R 1 の回転数は、出力回転数 N o u t と等価である。

## 【 0 0 2 9 】

キャリア C 1 は、エンジン 20 のクランク軸に連結された入力軸 40 と連結されており、その回転数は、エンジン回転数 N e と等価である。

## 【 0 0 3 0 】

動力分割機構 30 は、上述した構成の下で、エンジン 20 から入力軸 40 に供給されるエンジントルク T e を、キャリア C 1 によってサンギヤ S 1 及びリングギヤ R 1 に所定の比率、具体的には各ギヤ相互間のギヤ比に応じた比率で分配する。即ち、動力分割機構 30 は、エンジン 20 の動力を 2 系統に分割する。この際、リングギヤ R 1 の歯数に対するサンギヤ S 1 の歯数としてのギヤ比「P」を定義すると、エンジン 20 からキャリア C 1 に対しエンジントルク T e を作用させた場合に、サンギヤ S 1 に作用するトルク（以後、「反力トルク T e s」とも呼ぶ。）は下記（1）式により、また駆動軸に現れるトルク（「直達トルク T e r」とも呼ぶ。）は下記（2）式により、夫々表される。

$$T_{e s} = -T_{e} \times P / (1 + P) \quad (1)$$

$$T_{e r} = T_{e} \times 1 / (1 + P) \quad (2)$$

減速機構 60 は、モータ M G 2 のロータと連結すると共に、クラッチ C L を介してリングギヤ R 1 と連結する。そして、減速機構 60 は、駆動軸 O U T の回転を、減速機構 60 を構成する各ギヤのギヤ比に応じて定まる減速比に応じて減速された形でモータ M G 2 に伝達する。よって、モータ M G 2 の回転数（以後、「M G 2 回転数 N m g 2」と呼ぶ。）は、車速 V に応じて一義的に定まる。また、減速機構 60 は、車軸と一義的な回転状態を呈する駆動軸 O U T と、この駆動軸 O U T に連結された減速ギヤと、デファレンシャルを含む。そして、各車軸の回転数は、減速機構 60 により所定のギヤ比に従って減速された状態で駆動軸 O U T に伝達される。

## 【 0 0 3 1 】

オイルポンプ 70 は、ハイブリッド駆動装置 10 の各部に潤滑油を供給する。オイルポンプ 70 は、入力軸 40 にて伝達された動力にて駆動される。

## 【 0 0 3 2 】

また、破線枠 A 1 に相当する部位に、レゾルバ等の回転センサが設けられている。この回転センサは、E C U 100 と電氣的に接続された状態にあり、M G 1 回転数 N m g 1 を検出する。検出された M G 1 回転数 N m g 1 は、E C U 100 に対し一定又は不定の周期で送出される。

## 【 0 0 3 3 】

尚、本発明に係る「動力伝達機構」に係る実施形態上の構成は、動力分割機構 30 のも

10

20

30

40

50

のに限定されない。例えば、本発明に係る動力伝達機構は、複数の遊星歯車機構が組み合わされた複合型遊星歯車機構であってもよい。

【0034】

[制御方法]

まず、ECU100が実行するクラッチCLの制御について説明する。

【0035】

ECU100は、EV走行を行う場合、クラッチCLを解放状態とし、エンジン20を停止させ、モータMG2により走行を行う。このように、ECU100は、EV走行時にクラッチCLを解放状態とすることで、EV走行時でのモータMG1及び動力分割機構30の各ギヤ並びにベアリングの引き摺りによる損失を抑制する。上述のEV走行は、本発明における「第1走行モード」の一例である。

10

【0036】

一方、ECU100は、クラッチCLを係合状態とし、エンジン20を駆動させることで、ハイブリッド車両1を、所謂シリーズパラレル式ハイブリッド車両として機能させる。即ち、この場合、ハイブリッド車両1は、エンジン20からの動力を動力分割機構30により分割し、一方を機械的な動力のまま駆動軸OUTに出力すると共に、残余をモータMG1、MG2により電力に変換して駆動軸OUTに出力する。この場合の走行モードを、以後では、「シリーズパラレル式走行」とも呼ぶ。シリーズパラレル式走行は、本発明における「第2走行モード」の一例である。

【0037】

20

従って、ECU100は、EV走行からシリーズパラレル式走行へ切り替える場合には、クラッチCLを解放状態から係合状態へ遷移させる必要がある。具体的には、ECU100は、この場合、クラッチCLの係合要素RCL、OCLの回転数を同期させる制御（「クラッチ同期制御」とも呼ぶ。）と、クラッチCLを解放状態から係合状態へ遷移させる制御（「クラッチ係合制御」とも呼ぶ。）と、エンジン20を始動させる制御（「エンジン始動制御」とも呼ぶ。）とを順に実行する。ここで、ECU100は、クラッチ同期制御では、具体的には、係合要素RCLと係合要素OCLとの差回転数の絶対値を所定の閾値以下にする。また、ECU100は、エンジン始動制御では、エンジン回転数Neを、エンジン20を始動させるのに必要な回転数まで上昇させて燃料噴射を開始する。

【0038】

30

以後の第1実施形態及び第2実施形態では、このクラッチ同期制御時にECU100が実行する制御方法について説明する。

【0039】

<第1実施形態>

第1実施形態では、ECU100は、MG1トルクTmg1を負トルクにして係合要素RCLの回転数を制御するクラッチ同期制御を実行する場合、MG1トルクTmg1によりエンジン20のクランク軸に作用するトルク（単に、「エンジン回転トルクTc」とも呼ぶ。）がエンジン20の回転抵抗に相当する摩擦トルク（「摩擦トルクTef」とも呼ぶ。）以下になるようにMG1回転数Nm g1を制御する。これにより、ECU100は、クラッチ同期制御時にエンジン20が逆回転するのを抑制する。

40

【0040】

これについて図3を参照して具体的に説明する。図3は、クラッチ同期制御時のハイブリッド駆動装置10の一動作状態を例示する動作共線図である。図3において、縦軸は回転数を表しており、横軸は、左から順に、サンギヤS1（一義的に、モータMG1）、キャリアC1（一義的に、エンジン20）、係合要素RCL（一義的に、リングギヤR1）、ピニオンギヤP1、係合要素OCL（一義的に、駆動軸OUT）及びモータMG2を表す。また、図3の矢印「Y1」は、モータMG1による力行トルクに相当し、矢印「Y2」は、エンジン回転トルクTcに相当し、矢印「Y3」は、摩擦トルクTefに相当する。また、動作点「Pe1」は、エンジン回転数Neが「0」の場合のエンジン20の動作点を示す。

50

## 【 0 0 4 1 】

図3に示すように、ECU100は、摩擦トルク $T_{ef}$ を利用して、エンジン20の動作点 $P_{e1}$ を支点として、MG1トルク $T_{mg1}$ を矢印 $Y1$ の方向に加え、係合要素RCLの回転数を係合要素OCLの回転数と同期させる。これに伴い、MG1トルク $T_{mg1}$ やクラッチCLでの摩擦トルクがエンジン20に対して負荷となり、矢印 $Y2$ に示すエンジン回転トルク $T_c$ が発生する。そして、矢印 $Y2$ に示すエンジン回転トルク $T_c$ が矢印 $Y3$ に示す摩擦トルク $T_{ef}$ よりも大きくなった場合、エンジン20の動作点は、動作点 $P_{e1}$ から負回転方向に遷移し、エンジン20が逆回転することになる。

## 【 0 0 4 2 】

以上を勘案し、ECU100は、MG1トルク $T_{mg1}$ が負回転方向に作用し、かつ、エンジン回転トルク $T_c$ が摩擦トルク $T_{ef}$ より大きくなると判断した場合には、モータMG1に印加する電流値（「MG1印加電流値 $I_{mg1}$ 」とも呼ぶ。）を再設定してMG1トルク $T_{mg1}$ を変更する。言い換えると、MG1トルク $T_{mg1}$ が負回転方向に作用する場合、MG1トルク $T_{mg1}$ がエンジン20に伝達される比率を「 $Pro$ 」とすると、ECU100は、以下の式(3)を満たすと判断した場合には、MG1印加電流値 $I_{mg1}$ を再設定する。

$$T_{mg1} \times Pro > T_{ef} \quad (3)$$

ここで、比率 $Pro$ は、ギヤ比によって一意に定まる値であり、具体的には、式(1)に基づき、以下の式(4)の関係を満たす。

$$Pro = (1 + P) / P \quad (4)$$

従って、ECU100は、例えば、MG1トルク $T_{mg1}$ に比率 $Pro$ を乗じた値「 $T_{mg1} \times Pro$ 」が摩擦トルク $T_{ef}$ 以上になったと判断した場合、即ち、

$$T_{mg1} \times Pro \geq T_{ef} \quad (5)$$

が満たされたと判断した場合、式(3)が満たされる可能性があるとして判断する。そして、この場合、ECU100は、負回転方向に作用するMG1トルク $T_{mg1}$ を小さくするように、MG1印加電流値 $I_{mg1}$ を再設定する。なお、この場合、ECU100は、摩擦トルク $T_{ef}$ 及び比率 $Pro$ を、予めメモリに記憶された値に設定する。また、ECU100は、MG1トルク $T_{mg1}$ を、MG1印加電流値 $I_{mg1}$ に基づき推定する。

## 【 0 0 4 3 】

このようにすることで、ECU100は、クラッチ同期制御中にMG1トルク $T_{mg1}$ がエンジン20に対して逆回転方向のトルクとして伝達されることに起因したエンジン20の逆回転を抑制することができる。また、ECU100は、クラッチ同期制御中に、エンジン20が逆回転しない範囲で出力可能なMG1トルク $T_{mg1}$ の上限値を式(3)又は式(5)に基づき把握することが可能である。従って、ECU100は、クラッチ同期制御中に、エンジン20が逆回転する虞がない範囲でMG1トルク $T_{mg1}$ を最大限大きくでき、クラッチCLを同期させる時間を短縮し、EV走行からシリーズパラレル式走行への移行時間を短縮化することが可能となる。

## 【 0 0 4 4 】

(処理フロー)

図4は、第1実施形態においてECU100が実行する処理手順を示すフローチャートの一例である。ECU100は、図4に示すフローチャートの処理を、所定の周期に従い繰り返し実行する。

## 【 0 0 4 5 】

まず、ECU100は、EV走行中であるか否かが判定する(ステップS101)。そして、ECU100は、EV走行中であると判断した場合(ステップS101; Yes)、クラッチCLの係合の要否を判断するためのフラグ(「クラッチ係合フラグ」とも呼ぶ。)がオンになっているか否かが判定する(ステップS102)。なお、ここでは、クラッチ係合フラグは、クラッチCLが解放状態にあるEV走行から、クラッチCLを係合状態に移行させてシリーズパラレル式走行へ切り替えるべき走行状態にある場合に、オンに設定される。そして、ECU100は、クラッチ係合フラグがオンの場合(ステップS102

10

20

30

40










50

; Yes)、ステップS103へ処理を進める。











【0046】

一方、ECU100は、EV走行中ではない場合(ステップS101; No)、又は、クラッチ係合フラグがOFFの場合(ステップS102; No)、フローチャートの処理を終了する。







【0047】

次に、ECU100は、ステップS103で、クラッチ同期制御を開始する(ステップS103)。具体的には、ECU100は、MG1印加電流値を定め、MG1トルクを調整することで、係合要素RCLの回転数を係合要素OCLの回転数に合わせる。そして、ECU100は、エンジン回転数が「0」であるか否か判定する(ステップS104)。そして、ECU100は、エンジン回転数が「0」であると判断した場合(ステップS104; Yes)、MG1トルクが負値であるか否か判定する(ステップS105)。そして、ECU100は、MG1トルクが負値であると判断した場合(ステップS105; Yes)、即ち、MG1トルクが負回転方向に作用すると判断した場合、ステップS106へ処理を進める。一方、ECU100は、エンジン回転数が「0」ではない場合(ステップS104; No)、又は、MG1トルクが負値ではない場合(ステップS105; No)、ステップS107へ処理を進める。

【0048】

そして、ECU100は、ステップS106で、エンジン回転トルクが摩擦トルクより小さいか否か判定する(ステップS106)。具体的には、ECU100は、MG1トルクに比率を乗じた値「 $T_{mg1} \times P_{ro}$ 」が摩擦トルクより小さくなるか否か判定する。この場合、ECU100は、例えば、MG1トルクを、MG1印加電流値の現在の設定値に基づき推定する。そして、ECU100は、エンジン回転トルクが摩擦トルクより小さいと判断した場合(ステップS106; Yes)、MG1トルクを調整する必要はないと判断し、ステップS107へ処理を進める。

【0049】





一方、ECU100は、エンジン回転トルクが摩擦トルク以上であると判断した場合(ステップS106; No)、即ち式(5)が満たされたと判断した場合、MG1印加電流値を再設定する(ステップS108)。具体的には、ECU100は、負回転方向に作用するMG1トルクを弱めるように、即ちMG1トルクの絶対値を小さくするように、MG1印加電流値を再設定する。これにより、ECU100は、エンジン20が逆回転するのを抑制することができる。

【0050】

次に、ECU100は、ステップS107で、クラッチCLの同期が完了したか否か判定する(ステップS107)。例えば、ECU100は、係合要素RCLと係合要素OCLとの回転数差が所定値以内になった場合、クラッチ同期制御が完了したと判断する。そして、ECU100は、クラッチCLの同期が完了したと判断した場合(ステップS107; Yes)、クラッチCLを係合状態に移行させ、エンジン20を始動させる(ステップS109)。具体的には、ECU100は、上述したクラッチ係合制御及びエンジン始動制御を実行する。これにより、ECU100は、EV走行からシリーズパラレル式走行へ切り替える。一方、ECU100は、クラッチCLの同期が完了していないと判断した場合(ステップS107; No)、ステップS104へ処理を戻す。

【0051】

<第2実施形態>

第2実施形態では、第1実施形態に加え、ECU100は、エンジン回転数が負値になった場合、エンジン回転数が「0」以上になるようにMG1印加電流値を再設定する。これにより、ECU100は、エンジン回転数が所定回転数以上逆回転するのを確実に防止する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

これについて補足説明する。上述したように、ECU 100が摩擦トルク $T_{ef}$ として使用する値は、事前にECU 100のメモリに記憶された推定値であり、号機差、経年変化などによって実値と誤差（推定誤差）が生じる。さらに、ECU 100は、式（5）に基づきMG 1印加電流値 $I_{mg1}$ を再設定すべきか否か判断する場合に、現在のMG 1印加電流値 $I_{mg1}$ から所定のマップ又は式を参照して、MG 1トルク $T_{mg1}$ を推定する。しかし、これによって得られたMG 1トルク $T_{mg1}$ も推定値であり、正確な推定が難しい場合が多い。

## 【 0 0 5 3 】

以上を勘案し、第2実施形態では、ECU 100は、式（5）に基づく判定に加えて、センサなどで監視できる変数に基づきエンジン20が逆回転するか否か判定する。具体的には、ECU 100は、回転数センサ15により検出したエンジン回転数 $N_e$ が負回転数になった場合、エンジン回転数 $N_e$ が「0」以上になるようにMG 1印加電流値 $I_{mg1}$ を再設定する。これにより、ECU 100は、エンジン回転数 $N_e$ が逆回転するのを抑制すると共に、エンジン20が逆回転した場合であっても、エンジン20を直ちに正回転又は0回転に戻し、許容される所定回転数以上逆回転するのを防ぐことができる。

10

## 【 0 0 5 4 】

（処理フロー）

図5は、第2実施形態においてECU 100が実行する処理手順を示すフローチャートの一例である。ECU 100は、図5に示すフローチャートの処理を、所定の周期に従い繰り返し実行する。

20

## 【 0 0 5 5 】

まず、ECU 100は、EV走行中であるか否か判定する（ステップS 201）。そして、ECU 100は、EV走行中であると判断した場合（ステップS 201；Yes）、クラッチ係合フラグがオンになっているか否か判定する（ステップS 202）。そして、ECU 100は、クラッチ係合フラグがオンの場合（ステップS 202；Yes）、ステップS 203へ処理を進める。一方、ECU 100は、EV走行中ではない場合（ステップS 201；No）、又は、クラッチ係合フラグがオフの場合（ステップS 202；No）、フローチャートの処理を終了する。

## 【 0 0 5 6 】

次に、ECU 100は、ステップS 203で、クラッチ同期制御を開始する（ステップS 203）。そして、ECU 100は、エンジン回転数 $N_e$ が「0」と判断し（ステップS 204；Yes）、かつ、MG 1トルク $T_{mg1}$ が負値であると判断した場合（ステップS 205；Yes）、ステップS 206へ処理を進める。一方、ECU 100は、エンジン回転数 $N_e$ が「0」ではない場合（ステップS 204；No）、又は、MG 1トルク $T_{mg1}$ が負値ではない場合（ステップS 205；No）、ステップS 207へ処理を進める。

30

## 【 0 0 5 7 】

そして、ECU 100は、ステップS 206で、エンジン回転トルク $T_c$ が摩擦トルク $T_{ef}$ より小さいか否か判定する（ステップS 206）。そして、ECU 100は、エンジン回転トルク $T_c$ が摩擦トルク $T_{ef}$ より小さいと判断した場合（ステップS 206；Yes）、エンジン回転数 $N_e$ が「0」以上であるか否か判定する（ステップS 207）。これにより、ECU 100は、推定値でなく回転数センサ15による検出値に基づき、エンジン20が逆回転しているか確実に判定することができ、エンジン20が所定回転数以上逆回転するのを抑制する。そして、ECU 100は、エンジン回転数 $N_e$ が「0」以上であると判断した場合（ステップS 207；Yes）、ステップS 208へ処理を進める。

40

## 【 0 0 5 8 】

一方、ECU 100は、エンジン回転トルク $T_c$ が摩擦トルク $T_{ef}$ 以上であると判断した場合（ステップS 206；No）、MG 1印加電流値 $I_{mg1}$ を再設定する（ステッ

50

ブ S 2 0 9 )。これにより、E C U 1 0 0 は、エンジン 2 0 が逆回転するのを抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

同様に、E C U 1 0 0 は、ステップ S 2 0 7 で、エンジン回転数  $N_e$  が「 0 」未満であると判断した場合 (ステップ S 2 0 7 ; N o )、M G 1 印加電流値  $I_{mg1}$  を再設定する (ステップ S 2 0 9 )。具体的には、E C U 1 0 0 は、エンジン回転数  $N_e$  が「 0 」以上になるように、M G 1 印加電流値  $I_{mg1}$  を再設定する。これにより、E C U 1 0 0 は、エンジン 2 0 を直ちに正回転又は 0 回転に戻し、許容される所定回転数以上逆回転するのを防ぐことができる。

【 0 0 6 0 】

次に、E C U 1 0 0 は、ステップ S 2 0 8 で、クラッチ C L の同期が完了したか否か判定する (ステップ S 2 0 8 )。そして、E C U 1 0 0 は、クラッチ C L の同期が完了したと判断した場合 (ステップ S 2 0 8 ; Y e s )、クラッチ C L を係合状態に移行させ、エンジン 2 0 を始動させる (ステップ S 2 1 0 )。これにより、E C U 1 0 0 は、E V 走行からシリーズパラレル式走行へ走行モードを切り替える。一方、E C U 1 0 0 は、クラッチ C L の同期が完了していないと判断した場合 (ステップ S 2 0 8 ; N o )、ステップ S 2 0 4 へ処理を戻す。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

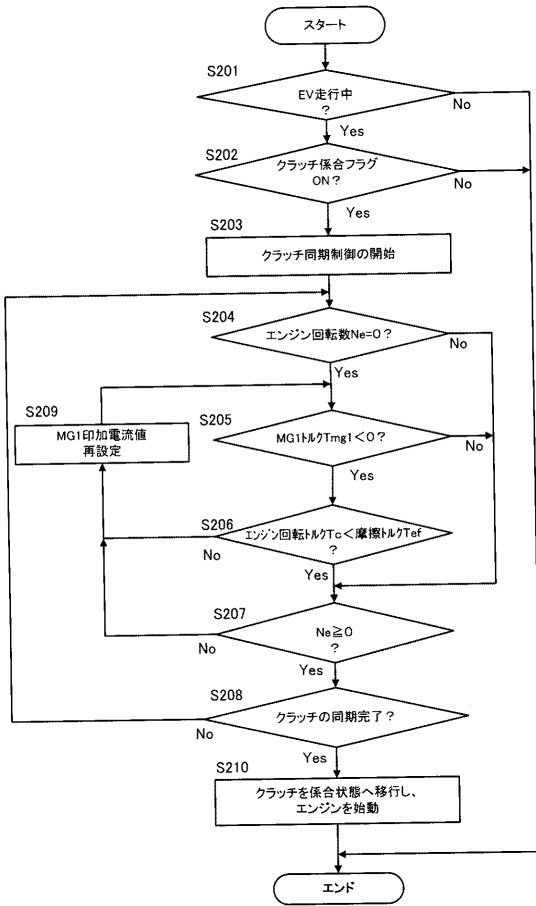
- 1 ハイブリッド車両
- 1 0 ハイブリッド駆動装置
- 1 2 バッテリ
- 2 0 エンジン
- 3 0 動力分割機構
- 4 0 入力軸
- 6 0 減速機構
- 1 0 0 E C U
- M G 1、M G 2 モータジェネレータ
- C L クラッチ

10

20



【 図 5 】



---

 フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
<b>B 6 0 L</b>	<b>11/14</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 D	29/02		D
<b>F 0 2 D</b>	<b>29/02</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 D	29/06		D
<b>F 0 2 D</b>	<b>29/06</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 D	29/00		H
<b>F 0 2 D</b>	<b>29/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 D	29/02	3 2 1 B	

(72)発明者 大野 智仁

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) 3G093 AA07 CA01 DA01 DB01 DB28 EA03 EB08  
 5H115 PC06 PG04 PI16 PI29 P017 PU10 PU24 PU25 QI04 QN03  
 SE05 TB01 TE02 TE05 T021