

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6020522号  
(P6020522)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

(51) Int. Cl.	F 1				
<b>B60W 10/08 (2006.01)</b>	B60W	10/08	900		
<b>B60K 6/445 (2007.10)</b>	B60K	6/445	ZHV		
<b>B60K 6/547 (2007.10)</b>	B60K	6/547			
<b>B60W 10/06 (2006.01)</b>	B60W	10/06	900		
<b>B60W 20/00 (2016.01)</b>	B60W	20/00			

請求項の数 3 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-148931 (P2014-148931)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成26年7月22日(2014.7.22)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2016-22847 (P2016-22847A)	(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所
(43) 公開日	平成28年2月8日(2016.2.8)	(72) 発明者	山本 雅哉 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成28年1月20日(2016.1.20)	審査官	佐々木 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、

前記エンジンの始動時にクランキングトルクを付与するための電動機と、

前記エンジンの回転軸と駆動輪との間の動力伝達機構に含まれる変速機と、

前記エンジン、前記電動機および前記変速機の動作を制御するための制御装置とを備え

、前記動力伝達機構による機械振動系の共振周波数は、前記制御装置からの指令に従って形成される、前記変速機の変速比に応じて変化し、

前記制御装置は、

停止状態の前記エンジンを始動するときに、前記共振周波数が低い変速比の形成時には、前記共振周波数が高い変速比の形成時と比較して前記クランキングトルクを低下させるように、当該時点での変速比に応じて前記クランキングトルクを変化させる、ハイブリッド車。

【請求項2】

前記制御装置は、

停止状態の前記エンジンを始動するときに、当該時点での変速比に応じて、前記クランキングトルクの出力後に前記エンジンにおける燃料燃焼が開始される際のエンジン回転数である初爆回転数を、前記共振周波数に対応する前記エンジンの回転数である共振回転数よりも高く設定する第1の始動パターンと、前記初爆回転数を前記共振回転数よりも低く

設定するとともに前記クランキングトルクを前記第 1 の始動パターンよりも低下させる第 2 の始動パターンとを選択し、

前記第 1 の始動パターンが選択されるときの変速比における前記共振回転数は、前記第 2 の始動パターンが選択されるときの変速比における前記共振回転数よりも低い、請求項 1 記載のハイブリッド車。

【請求項 3】

前記第 1 の始動パターンが選択されるときの変速比は、前記第 2 の始動パターンが選択されるときの変速比よりも高い、請求項 2 記載のハイブリッド車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、ハイブリッド車に関し、より特定的には、停止状態のエンジンを始動する際の制御に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド車では、車両の走行状態に応じてエンジンを間欠運転することによって、エンジンの低効率領域での作動を避けることで燃費の向上が図られる。したがって、ハイブリッド車では、運転中にエンジンが自動的に停止および始動を繰り返すため、エンジン始動頻度が増加する。これにより、エンジン始動時の振動を抑制することが重要となる。

【0003】

20

エンジン始動時の振動を抑制する技術として、特開 2009 - 248619 号公報（特許文献 1）には、エンジン始動時に、車両に共振が生じるエンジン回転数（共振回転数）を迅速に超えるように、エンジンをモータリングするモータジェネレータのクランキングトルクを制御することが記載されている。

【0004】

特に、特許文献 1 では、変速機を含む動力伝達機構を備えたハイブリッド車において、変速機の変速比に応じて上記共振回転数が変化することに対応させて、共振回転数が上昇する変速比（Hiギヤ）のときには、クランキングトルクを大きくする制御が記載されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 248619 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に記載された制御では、共振回転数が上昇する変速比（Hiギヤ）の場合には、クランキングトルクの増大により、エンジン始動用の電動機の電源（代表的には、バッテリー）からの出力電力が増大する。

【0007】

40

このため、低温時や充電量の低下時といった、電源からの出力電力が低下する状況下では、クランキングトルクの確保が困難になることによって、エンジン始動時の振動抑制効果が低下することが懸念される。また、クランキングトルクを高く設定すると、エンジン回転数が上昇し過ぎないように配慮する必要も生じてくるので、ドライバのフィーリングとの両立の観点から制御が困難化することも懸念される。

【0008】

この発明はこのような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、変速機を含む駆動系を備えたハイブリッド車において、変速比の変化に対応させてエンジン始動時の振動を適切に抑制することである。

【課題を解決するための手段】

50

## 【 0 0 0 9 】

この発明のある局面では、ハイブリッド車は、エンジンと、電動機と、変速機と、制御装置とを備える。電動機は、エンジンの始動時にクランキングトルクを付与するように構成される。変速機は、エンジンの回転軸と駆動輪との間の動力伝達機構に含まれる。動力伝達機構による機械振動系の共振周波数は、制御装置からの指令によって制御される変速機の変速比に応じて変化する。制御装置は、停止状態のエンジンを始動するときに、共振周波数が低い変速比の形成時には、共振周波数が高い変速比の形成時と比較してクランキングトルクを低下させるように、変速比に応じてクランキングトルクを変化させる。

## 【 0 0 1 0 】

上記ハイブリッド車によれば、変速機の変速比に応じて駆動系（動力伝達機構）の共振周波数が変化する構成において、共振周波数が高い変速比（ギヤ段）の形成時にはクランキングトルクを低下させることにより、燃料燃焼によるエンジントルクによって共振回転数を通過する始動パターンを適用できる。これにより、電動機の電源の出力低下時においてもエンジン始動時の振動抑制効果を確保することができる。この結果、変速比の変化に対応させてエンジン始動時の振動を適切に抑制することができる。

10

## 【 0 0 1 1 】

好ましくは、制御装置は、停止状態のエンジンを始動するときに、クランキングトルクの出力後にエンジンにおける燃料燃焼が開始される際のエンジン回転数である初爆回転数を、共振周波数に対応するエンジンの回転数である共振回転数よりも高く設定する第1の始動パターンと、初爆回転数を共振回転数よりも低く設定するとともにクランキングトルクを第1の始動パターンよりも低下させる第2の始動パターンとを選択する。そして、第1の始動パターンが選択されるときの変速比における共振回転数は、第2の始動パターンが選択されるときの変速比における共振回転数よりも低い。

20

## 【 0 0 1 2 】

このようにすると、変速比（ギヤ段）に応じて、クランキングトルクによって共振回転数を通過する始動パターンと、燃料燃焼によるエンジントルクによって共振回転数を通過する始動パターンとを使い分ける態様で、エンジン始動時の振動を適切に抑制することができる。具体的には、エンジンの共振回転数が低い変速比の形成時には、それ程クランキングトルクを高めることなくクランキングトルクによって共振回転数を迅速に通過できる一方で、エンジンの共振回転数が高い変速比の形成時には、初爆回転数を共振回転数よりも低くし、かつ、クランキングトルクを低下させた始動パターンを選択することによって、初爆後のエンジントルクによって共振回転数を迅速に通過できる。すなわち、変速比に対応させて、エンジン始動時の振動を適切に抑制することができる。

30

## 【 0 0 1 3 】

さらに好ましくは、第1の始動パターンが選択されるときの変速比は、第2の始動パターンが選択されるときの変速比よりも高い。

## 【 0 0 1 4 】

このようにすると、高速用の変速比が適用されるほど共振回転数が高くなる周波数特性を有する動力伝達機構を搭載したハイブリッド車において、変速比の変化に対応させてエンジン始動時の振動を抑制することができる。

40

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 5 】

この発明によれば、変速機を含む動力伝達機構を備えたハイブリッド車において、変速比の変化に対応させてエンジン始動時の振動を適切に抑制することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 6 】

【図1】この発明の実施の形態によるハイブリッド車の全体構成図である。

【図2】図1に示す制御装置に対して入出力される主な信号を示したものである。

【図3】図1に示す差動部および変速部の構成を示した図である。

【図4】図3に示す変速部の係合作動表を示した図である。

50

【図 5】差動部および変速部によって構成される変速機構の共線図である。

【図 6】変速機の変速比（ギヤ段）に対する共振周波数の変化の例を説明するための概念図である。

【図 7】共振回転数が低いギヤ段（変速比）の形成時におけるエンジン始動パターンを説明するための概念的な波形図である。

【図 8】共振回転数が高いギヤ段（変速比）の形成時におけるエンジン始動パターンを説明するための概念的な波形図である。

【図 9】本発明の実施の形態に従うハイブリッド車におけるエンジン始動制御の処理を説明するためのフローチャートである。

【図 10】エンジン始動パターンの設定の他の例を説明するための図表である。

10

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に複数の実施の形態について説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則的に繰返さない。

【0018】

（ハイブリッド車の全体構成）

図 1 は、この発明の実施の形態に従うハイブリッド車 10 の全体構成図である。図 1 を参照して、ハイブリッド車 10 は、エンジン 12 と、差動部 20 と、変速部 30 と、差動歯車装置 42 と、駆動輪 44 とを備える。また、ハイブリッド車 10 は、インバータ 52 と、蓄電装置 54 と、制御装置 60 とをさらに備える。

20

【0019】

エンジン 12 は、内燃機関であり、たとえばガソリンエンジンやディーゼルエンジン等によって構成される。エンジン 12 は、燃料の燃焼による熱エネルギーをピストンやロータなどの運動子の運動エネルギーに変換し、その変換された運動エネルギーを差動部 20 へ出力する。たとえば、エンジン 12 の回転軸の運動エネルギーが、差動部 20 に伝達される。

【0020】

差動部 20 は、エンジン 12 に連結される。差動部 20 は、後述のように、インバータ 52 によって駆動されるモータジェネレータと、エンジン 12 の出力を変速部 30 への伝達部材とモータジェネレータとに分割する動力分割装置とを含む。差動部 20 の構成については、後ほど説明する。

30

【0021】

変速部 30 は、差動部 20 に連結され、差動部 20 に接続される上記伝達部材（変速部 30 の入力軸）の回転速度と差動歯車装置 42 に接続される駆動軸（変速部 30 の出力軸）の回転速度との比（変速比）を変更可能に構成される。なお、この実施の形態では、変速部 30 は、変速比を段階的に変更可能な有段式の変速機によって構成されるものとするが、無段式の変速機によって構成してもよい。差動歯車装置 42 は、変速部 30 の出力軸に連結され、変速部 30 から出力される動力を駆動輪 44 へ伝達する。変速部 30 の構成についても、差動部 20 とともに後ほど説明する。

40

【0022】

インバータ 52 は、蓄電装置 54 に電氣的に接続され、制御装置 60 からの制御信号に基づいて、差動部 20 に含まれるモータジェネレータを駆動する。インバータ 52 は、たとえば、三相分の電力用半導体スイッチング素子を含むブリッジ回路によって構成される。なお、特に図示しないが、インバータ 52 と蓄電装置 54 との間に電圧コンバータを設けてもよい。

【0023】

蓄電装置 54 は、再充電可能な直流電源であり、代表的には、リチウムイオン電池やニッケル水素電池などのバッテリーによって構成される。蓄電装置 54 は、走行用を含む電力を蓄え、その蓄積電力をインバータ 52 へ供給する。また、蓄電装置 54 は、差動部 20

50

のモータジェネレータによって発電される電力をインバータ52から受けることによって充電される。なお、電気二重層キャパシタなどの、バッテリー以外の蓄電要素によって蓄電装置54を構成してもよい。

#### 【0024】

制御装置60は、エンジンECU(Electronic Control Unit)62と、MG-ECU64と、電池ECU66と、ECT-ECU68と、HV-ECU70とを含む。これらの各ECUは、CPU(Central Processing Unit)、記憶装置、入出力バッファ等を含み(いずれも図示せず)、後述の各種制御を実行する。なお、各ECUにより実行される制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア(電子回路)で処理することも可能である。なお、本実施の形態では、制御装置60は、上記の各ECUによって構成されるものとするが、制御装置60を単一のECUによって構成してもよい。

10

#### 【0025】

エンジンECU62は、HV-ECU70から受けるエンジントルク指令等に基づいて、エンジン12を駆動するためのスロットル信号や点火信号、燃料噴射信号等を生成し、その生成した各信号をエンジン12へ出力する。MG-ECU64は、HV-ECU70からの指令に基づいて、インバータ52を制御するための制御信号を生成し、その生成した制御信号をインバータ52へ出力する。

#### 【0026】

電池ECU66は、図示されない電圧センサおよび電流センサによって検出される蓄電装置54の電圧および電流に基づいて、蓄電装置54の充電状態(「SOC(State Of Charge)」)とも称され、たとえば満充電状態を100%として0~100%で表わされる。)を推定し、その推定結果をHV-ECU70へ出力する。ECT-ECU68は、HV-ECU70から受けるトルク容量指令等に基づいて、変速部30を制御するための油圧指令を生成し、その生成した油圧指令を変速部30へ出力する。

20

#### 【0027】

HV-ECU70は、各種センサの検出信号を受け、ハイブリッド車10の各機器を制御するための各種指令を生成する。HV-ECU70により実行される主要な制御の一つとして、HV-ECU70は、車両の走行状態(たとえば、アクセルペダルの操作量や車両速度等)に応じて、エンジン12を停止させた状態でモータジェネレータのみを動力源として走行する「EV走行」と、エンジン12を動作させた状態で走行する「HV走行」とを組み合わせるように、ハイブリッド車10の走行を制御する。

30

#### 【0028】

たとえば、HV-ECU70は、走行状態に応じて変化する車両走行パワーが小さい領域(低速、軽負荷走行)では、エンジン12を停止したEV走行を選択する一方で、車両走行パワーが大きい領域(加速、高速走行)では、エンジン12を作動したHV走行を選択する。すなわち、ハイブリッド車10では、車両運転中に、作動状態のエンジン12が停止されたり、反対に停止状態のエンジン12が始動されることを自動的に繰り返す。すなわち、エンジン12は、走行状態に応じて間欠運転される。

#### 【0029】

さらに、走行制御において、HV-ECU70は、走行状態に基づいて、エンジン12、差動部20および変速部30を所望の状態に制御する。また、HV-ECU70は、変速部30の変速中、エンジン12および差動部20の挙動を所望の目標に制御する変速制御を実行する。

40

#### 【0030】

図2は、図1に示した制御装置60に対して入出力される主な信号及び指令を示した図である。図2を参照して、HV-ECU70は、ハイブリッド車10の速度を検出する車速センサからの信号、アクセルペダルの操作量を検出するアクセル開度センサからの信号、エンジン12の回転数を検出するエンジン回転数センサからの信号を受ける。また、HV-ECU70は、差動部20に含まれるモータジェネレータMG1(後述)の回転速度

50

を検出するためのMG1回転数センサからの信号、差動部20に含まれるモータジェネレータMG2（後述）の回転速度を検出するためのMG2回転数センサからの信号、変速部30の出力軸の回転速度を検出するための出力軸回転数センサからの信号をさらに受ける。

#### 【0031】

さらに、HV-ECU70は、差動部20及び変速部30の潤滑油の温度を検出する潤滑油温度センサからの信号、シフトレバーによって指示されるシフトポジションを検出するシフトポジションセンサからの信号、エンジン冷却水の温度を検出する水温センサからの信号をさらに受ける。さらに、HV-ECU70は、蓄電装置54のSOCを示す信号、蓄電装置54の充電電力の上限を示す充電可能電力Winを示す信号、蓄電装置54の放電電力の上限を示す放電可能電力Woutを示す信号等を電池ECU66から受ける。電池ECU66は、蓄電装置54の低SOC時または低温時ないし高温時には、放電電力を制限するために放電可能電力Woutを抑制する。同様に、高SOC時または低温時ないし高温時には、充電電力を制限するために充電可能電力Winが抑えられる。

10

#### 【0032】

HV-ECU70は、車両の走行状態（たとえば、アクセルペダルの操作量や車両速度等）に応じた走行制御により、車両のエネルギー効率を考慮して、エンジン12およびモータジェネレータMG1、MG2間の出力配分を制御する。上述したエンジン12の間欠運転は、この出力配分制御に従って実行される。

20

#### 【0033】

HV-ECU70は、上記走行制御（出力配分制御）に従って、エンジン12の出力トルクの目標を示すエンジントルク指令Ter、差動部20のモータジェネレータMG1、MG2を駆動するためのトルク指令Tgr、Tmr、および、変速部30を制御するためのトルク容量指令Tcrを生成する。たとえば、HV-ECU70は、所定の変速マップに従って変速部30の変速段を決定し、その変速段を実現するためのトルク容量指令Tcrを生成する。

#### 【0034】

エンジントルク指令Terを受けたエンジンECU62は、エンジン12を駆動するためのスロットル信号や点火信号、燃料噴射信号等を生成してエンジン12へ出力する。エンジン12の停止時には、Ter=0に設定されることにより、エンジン12での燃料噴射および点火を停止して、燃料燃焼を停止することができる。あるいは、エンジントルク指令Terとは独立に、エンジン12での燃料燃焼の停止/実行を指令する信号が設けられてもよい。

30

#### 【0035】

トルク指令Tgr、Tmrを受けたMG-ECU64は、トルク指令Tgr、Tmrに相当するトルクをモータジェネレータMG1、MG2が発生するようにインバータ52を制御するための信号PWIを生成し、その生成された信号PWIをインバータ52へ出力する。なお、トルク指令Tgr、Tmrは、モータジェネレータMG1、MG2での入出力電力（回転数×トルク）の和が、上記Win~Woutの範囲内となるように制限される。したがって、蓄電装置54のSOCや温度に依存して、トルク指令Tgr、Tmrが制限され得る。

40

#### 【0036】

トルク容量指令Tcrを受けたECT-ECU68は、トルク容量指令Tcrに相当するトルク容量を変速部30が有するように油圧指令を生成し、その生成された油圧指令を変速部30へ出力する。

#### 【0037】

（差動部および変速部の構成）

図3は、図1に示した差動部20および変速部30の構成を示した図である。なお、この実施の形態では、差動部20および変速部30は、その軸心に対して対称的に構成されているので、図3では、差動部20および変速部30の下側を省略して図示されている。

50

## 【 0 0 3 8 】

図3を参照して、差動部20は、モータジェネレータMG1, MG2と、動力分割装置24とを含む。モータジェネレータMG1, MG2の各々は、交流電動機であり、たとえば、永久磁石が埋設されたロータを備える永久磁石型同期電動機によって構成される。モータジェネレータMG1, MG2は、インバータ52によって駆動される。

## 【 0 0 3 9 】

動力分割装置24は、シングルピニオン型のプラネタリギヤによって構成され、サンギヤS0と、ピニオンギヤP0と、キャリアCA0と、リングギヤR0とを含む。キャリアCA0は、入力軸22すなわちエンジン12の出力軸に連結され、ピニオンギヤP0を自転および公転可能に支持する。サンギヤS0は、モータジェネレータMG1の回転軸に連結される。リングギヤR0は、伝達部材26に連結され、ピニオンギヤP0を介してサンギヤS0と噛み合うように構成される。伝達部材26には、モータジェネレータMG2の回転軸が連結される。すなわち、リングギヤR0は、モータジェネレータMG2の回転軸とも連結される。

10

## 【 0 0 4 0 】

動力分割装置24は、サンギヤS0、キャリアCA0およびリングギヤR0が相対的に回転することによって差動装置として機能する。サンギヤS0、キャリアCA0およびリングギヤR0の各回転数は、後述(図5)するように共線図において直線で結ばれる関係になる。動力分割装置24の差動機能により、エンジン12から出力される動力がサンギヤS0とリングギヤR0とに分配される。そして、サンギヤS0に分配された動力によってモータジェネレータMG1が発電機として作動し、モータジェネレータMG1により発電された電力は、モータジェネレータMG2に供給されたり、蓄電装置54(図1)に蓄えられたりする。

20

## 【 0 0 4 1 】

また、モータジェネレータMG1の出力トルクによって、エンジン12の出力軸に対して加減速のための回転力を付与することができる。したがって、停止状態のエンジン12を始動する際には、モータジェネレータMG1によってエンジン12にクランキングトルクを付与して、エンジン回転数が上昇した後に、エンジン12での燃料噴射および点火(すなわち、燃料燃焼)を開始するように、エンジン始動制御が実行される。すなわち、HV-ECU70は、エンジン始動の際には、モータジェネレータMG1のトルク指令Tgrを、エンジン始動制御に従って設定する。

30

## 【 0 0 4 2 】

変速部30は、シングルピニオン型のプラネタリギヤ32, 34と、クラッチC1~C3と、ブレーキB1, B2と、ワンウェイクラッチF1とを含む。プラネタリギヤ32は、サンギヤS1と、ピニオンギヤP1と、キャリアCA1と、リングギヤR1とを含む。プラネタリギヤ34は、サンギヤS2と、ピニオンギヤP2と、キャリアCA2と、リングギヤR2とを含む。

## 【 0 0 4 3 】

クラッチC1~C3およびブレーキB1, B2の各々は、油圧により作動する摩擦係合装置であり、重ねられた複数枚の摩擦板が油圧により押圧される湿式多板型や、回転するドラムの外周面に巻付けられたバンドの一端が油圧によって引き締められるバンドブレーキ等によって構成される。ワンウェイクラッチF1は、互いに連結されるキャリアCA1およびリングギヤR2を一方向に回転可能とし、かつ、他方向に回転不能に支持する。

40

## 【 0 0 4 4 】

この変速部30においては、クラッチC1~C3およびブレーキB1, B2、ならびにワンウェイクラッチF1の各係合装置が、図4に示される係合作動表に従って係合されることにより、1速ギヤ段~4速ギヤ段および後進ギヤ段が択一的に形成される。なお、図4において、「」は係合状態であることを示し、「( )」はエンジンブレーキ時に係合されることを示し、「」は駆動時にのみ係合されることを示し、空欄は解放状態であることを示す。また、クラッチC1~C3およびブレーキB1, B2の各係合装置をすべ

50

て解放状態にすることにより、ニュートラル状態（動力伝達が遮断された状態）を形成することができる。

【 0 0 4 5 】

再び図 3 を参照して、差動部 2 0 と変速部 3 0 とは、伝達部材 2 6 によって連結される。そして、プラネタリギヤ 3 4 のキャリア C A 2 に連結される出力軸 3 6 が差動歯車装置 4 2（図 1）に連結される。

【 0 0 4 6 】

図 5 は、差動部 2 0 および変速部 3 0 によって構成される変速機構の共線図である。図 5 とともに図 3 を参照して、差動部 2 0 に対応する共線図の縦線 Y 1 は、動力分割装置 2 4 のサンギヤ S 0 の回転数を示し、すなわちモータジェネレータ M G 1 の回転数を示す。縦線 Y 2 は、動力分割装置 2 4 のキャリア C A 0 の回転数を示し、すなわちエンジン 1 2 の回転数を示す。縦線 Y 3 は、動力分割装置 2 4 のリングギヤ R 0 の回転数を示し、すなわちモータジェネレータ M G 2 の回転数を示す。なお、縦線 Y 1 ~ Y 3 の間隔は、動力分割装置 2 4 のギヤ比に応じて定められている。

【 0 0 4 7 】

また、変速部 3 0 に対応する共線図の縦線 Y 4 は、プラネタリギヤ 3 4 のサンギヤ S 2 の回転数を示し、縦線 Y 5 は、互いに連結されたプラネタリギヤ 3 4 のキャリア C A 2 およびプラネタリギヤ 3 2 のリングギヤ R 1 の回転数を示す。また、縦線 Y 6 は、互いに連結されたプラネタリギヤ 3 4 のリングギヤ R 2 およびプラネタリギヤ 3 2 のキャリア C A 1 の回転数を示し、縦線 Y 7 は、プラネタリギヤ 3 2 のサンギヤ S 1 の回転数を示す。そして、縦線 Y 4 ~ Y 7 の間隔は、プラネタリギヤ 3 2 , 3 4 のギヤ比に応じて定められている。

【 0 0 4 8 】

クラッチ C 1 が係合すると、差動部 2 0 のリングギヤ R 0 にプラネタリギヤ 3 4 のサンギヤ S 2 が連結され、サンギヤ S 2 がリングギヤ R 0 と同じ速度で回転する。クラッチ C 2 が係合すると、リングギヤ R 0 にプラネタリギヤ 3 2 のキャリア C A 1 およびプラネタリギヤ 3 4 のリングギヤ R 2 が連結され、キャリア C A 1 およびリングギヤ R 2 がリングギヤ R 0 と同じ速度で回転する。クラッチ C 3 が係合すると、リングギヤ R 0 にプラネタリギヤ 3 2 のサンギヤ S 1 が連結され、サンギヤ S 1 がリングギヤ R 0 と同じ速度で回転する。ブレーキ B 1 が係合するとサンギヤ S 1 の回転が停止し、ブレーキ B 2 が係合するとキャリア C A 1 およびリングギヤ R 2 の回転が停止する。

【 0 0 4 9 】

たとえば、図 4 の係合作動表に示したように、クラッチ C 1 およびブレーキ B 1 を係合し、その他のクラッチおよびブレーキを解放すると、変速部 3 0 の共線図は「 2 n d 」で示される直線のようにになる。プラネタリギヤ 3 4 のキャリア C A 2 の回転数を示す縦線 Y 5 が、変速部 3 0 の出力回転数（出力軸 3 6 の回転数）を示す。このように、変速部 3 0 において、クラッチ C 1 ~ C 3 およびブレーキ B 1 , B 2 を図 4 の係合作動表に従って係合または解放させることにより、1 速ギヤ段 ~ 4 速ギヤ段、後進ギヤ段、およびニュートラル状態を形成することができる。

【 0 0 5 0 】

このように、本実施の形態に従うハイブリッド車 1 0 では、図 1 および図 3 に示されるように、エンジン 1 2 の回転軸から駆動輪 4 4 までの動力伝達経路に変速部 3 0 が含まれている。

【 0 0 5 1 】

一般的に、車両の駆動系では、動力伝達機構によって機械振動系が構成される。機械振動系では、固有周波数（共振周波数）の振動に対して共振現象が励起されることが知られている。共振周波数に対応する特定回転数（以下、共振回転数とも称する）と一致するエンジン回転数において、共振現象によって車両振動が生じることが懸念される。

【 0 0 5 2 】

機械振動系における共振周波数は、ハードウェアの形状および質量（モーメント）によ

10

20

30

40

50

って決まる固有値である。したがって、特許文献 1 にも記載されるように、動力伝達経路に変速機が含まれる構成では、変速機で形成されるギヤ段（変速比）が変わると、クラッチおよびブレーキの状態（係合 / 解放）が変化することにより、回転軸に対する慣性モーメントが変化することにより、共振周波数も変わる傾向にある。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、変速部 3 0 の変速比（ギヤ段）に対する共振周波数の変化の例を説明するための概念図である。図 6 の横軸には、機械振動系に入力される振動の周波数が示され、縦軸には当該振動の増幅度合（d B）が示されている。

【 0 0 5 4 】

図 6 を参照して、特性線 2 0 1 ~ 2 0 4 は、図 4 に示された 1 速ギヤ段（1 s t）~ 4 速ギヤ段（4 t h）のそれぞれにおける周波数特性を模式的に示している。動力伝達機構（駆動系）の共振周波数は、1 速ギヤ段の形成時には  $f_{r1}$  であり、2 速ギヤ段の形成時には  $f_{r2}$  であり、3 速ギヤ段の形成時には  $f_{r3}$  であり、4 速ギヤ段の形成時には  $f_{r4}$  である。以下では、共振周波数  $f_{r1} \sim f_{r4}$  にそれぞれ対応するエンジン回転数（共振回転数）を  $N_{r1} \sim N_{r4}$  で示すこととする。なお、ハイブリッド車 1 0 の駆動系の周波数特性は、その構造によって種々の態様を取り得るが、以下では、ハイブリッド車 1 0 の駆動系が図 6 に示すような周波数特性を有するものとして説明を進める。

【 0 0 5 5 】

図 6 から理解されるように、変速部 3 0 によって形成されるギヤ段（変速比）が変化すると、エンジン 1 2 の共振回転数も変化する。エンジン 1 2 が自動的に間欠運転されるハイブリッド車 1 0 では、エンジン始動の頻度が高くなり、かつ、エンジン始動時における変速部 3 0 の変速比（ギヤ段）が固定されないため、変速比（ギヤ段）に対応させてエンジン 1 2 の始動時の振動を抑制するためのエンジン始動制御が重要となる。

【 0 0 5 6 】

特許文献 1 に記載されたエンジン始動制御では、共振回転数が高くなるギヤ段の形成時には、クランキングトルクを増大させることによって振動を抑制する制御が記載されている。しかしながら、このようなエンジン始動制御では、バッテリーの出力低下時（たとえば、低温時または低 SOC 時等）に、クランキングトルクが制限されることにより、振動の抑制が不十分となることが懸念される。

【 0 0 5 7 】

したがって、本実施の形態に従うハイブリッド車では、ギヤ段（変速比）の変化に対応させてクランキングトルクを変化することによって、エンジン 1 2 の共振回転数帯を迅速に超えるための、エンジン始動時におけるエンジン回転数の制御パターン（以下、「エンジン始動パターン」とも称する）を切換えるエンジン始動制御を適用する。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、共振回転数が低いギヤ段（変速比）の形成時におけるエンジン始動パターンを説明するための概念的な波形図である。たとえば、図 7 のエンジン始動パターンは、変速部 3 0 が 1 速ギヤ段または 2 速ギヤ段（以下、包括的に「L o ギヤ」とも称する）を形成している場合に適用される。L o ギヤは、低速用の変速比（減速比）が大きいギヤ段である。

【 0 0 5 9 】

図 7 を参照して、時刻  $t_0$  以前では、エンジン 1 2 は停止状態である。すなわち、エンジン回転数  $N_e = 0$  であるとともに、エンジン 1 2 での燃料噴射および点火が停止されて、燃料燃焼がオフされた状態である。

【 0 0 6 0 】

時刻  $t_0$  において、停止状態のエンジン 1 2 に対して始動指令が発せられると、モータジェネレータ MG 1 によってエンジン 1 2 をクランキングするために、所定のトルクパターンに従って、モータジェネレータ MG 1 のトルク指令  $T_{gr}$  が設定される。たとえば、トルク指令  $T_{gr}$  は、クランキングトルクの指令値  $T_{s1}$  まで一定レートで上昇され（時刻  $t_1 \sim t_2$ ）、一定期間  $T_{s1}$  に維持される（時刻  $t_1 \sim t_2$ ）。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 1 】

クランキングトルクの付与に応じて、エンジン回転数  $N_e$  が上昇する。図 7 のエンジン始動パターンでは、エンジン回転数  $N_e$  は、燃料燃焼がオフされた状態下で、共振回転数  $N_{r1}$  ,  $N_{r2}$  を含む周波数帯を通過する。

## 【 0 0 6 2 】

時刻  $t_2$  から、クランキングトルクが低減されることにより、エンジン回転数  $N_e$  は維持される ( $N_e = N_{s1}$ )。この状態で、エンジン 1 2 での燃料噴射が開始され、時刻  $t_3$  において初回の点火 (いわゆる、初爆) が実行される。これにより、エンジン 1 2 での燃料燃焼が開始される。燃料燃焼によるエンジントルクによって、エンジン回転数  $N_e$  は、初爆回転数よりも上昇する。これにより、エンジン始動制御が終了される。

10

## 【 0 0 6 3 】

図 7 の始動パターンでは、エンジン 1 2 が初爆されるときエンジン回転数 (初爆回転数) は、 $N_e = N_{s1}$  であり、共振回転数  $N_{r1}$  ,  $N_{r2}$  よりも高い。したがって、エンジン回転数  $N_e$  は、クランキングトルクによる加速力によって、共振回転数  $N_{r1}$  ,  $N_{r2}$  を含む周波数帯を通過する。したがって、クランキングトルクの指令値  $T_{s1}$  は、エンジン回転数  $N_e$  が、共振回転数  $N_{s1}$  ,  $N_{s2}$  を迅速に通過できるように、設定される必要がある。ただし、図 7 の始動パターンは、共振回転数が低いギヤ段 (変速比) の形成時に適用されるため、クランキングトルクをそれ程高くしなくても、共振回転数領域を迅速に通過することができる。

## 【 0 0 6 4 】

20

図 8 は、共振回転数が高いギヤ段 (変速比) の形成時におけるエンジン始動パターンを説明するための概念的な波形図である。たとえば、図 8 のエンジン始動パターンは、変速部 3 0 が 3 速ギヤ段または 4 速ギヤ段 (以下、包括的に「Hiギヤ」とも称する) を形成している場合に適用される。Hiギヤは、高速用の変速比 (減速比) が小さいギヤ段である。

## 【 0 0 6 5 】

図 8 においても、時刻  $t_0$  において、停止状態のエンジン 1 2 に対して始動指令が発せられる。Hiギヤの形成時における共振回転数  $N_{r3}$  ,  $N_{r4}$  は、Loギヤ形成時の共振回転数  $N_{r1}$  ,  $N_{r2}$  (図 7) よりも高い。

## 【 0 0 6 6 】

30

始動指令が発せられると (時刻  $t_0$ )、所定のトルクパターンに従って、モータジェネレータ MG 1 がクランキングトルクを出力するためのトルク指令  $T_{gr}$  が設定される。トルク指令  $T_{gr}$  は、クランキングトルクの指令値  $T_{sh}$  まで一定レートで上昇され (時刻  $t_1 \sim t_a$ )、一定期間  $T_{sh}$  に維持される (時刻  $t_a \sim t_b$ )。

## 【 0 0 6 7 】

クランキングトルクの付与に応じて、エンジン回転数  $N_e$  が上昇される。さらに、時刻  $t_b$  から、クランキングトルクが低減されることにより、エンジン回転数  $N_e$  は維持される ( $N_e = N_{sh}$ )。この際に、クランキングトルクを低く設定している ( $T_{sh} < T_{s1}$ ) ので、初爆回転数  $N_{sh}$  が、Hiギヤ形成時の共振回転数  $N_{r3}$  ,  $N_{r4}$  よりも低い。

40

## 【 0 0 6 8 】

そして、時刻  $t_c$  において、エンジン 1 2 は初爆されて、燃料燃焼を開始する。Hiギヤ形成時の共振回転数  $N_{r3}$  ,  $N_{r4}$  よりも低い。したがって、図 8 の始動パターンでは、エンジン回転数  $N_e$  は、エンジン 1 2 の燃料燃焼によるトルクによって、共振回転数  $N_{r3}$  ,  $N_{r4}$  を含む周波数帯を迅速に通過することができる。燃料燃焼の継続によってエンジン回転数  $N_e$  がさらに上昇すると、エンジン始動制御が終了される。

## 【 0 0 6 9 】

図 8 の始動パターンでは、クランキングトルクを低く設定することにより ( $T_{sh} < T_{s1}$ ) ため、共振回転数が高いギヤ段 (変速比) が形成されている場合でも、モータジェネレータ MG 1 によるクランキングトルクを増大させることなく、エンジン始動時の振動

50

を抑制することができる。

【0070】

なお、それぞれの始動パターンにおける初爆回転数 $N_{s1}$ および $N_{sh}$ は、クランキングトルクの高低関係に従って、一般的には、 $N_{s1} > N_{sh}$ となる。

【0071】

図9は、本発明の実施の形態に従うハイブリッド車におけるエンジン始動制御を説明するためのフローチャートである。図9に示されたフローチャートは、エンジン12の停止状態時に繰返し実行される。図9に示したフローチャートに従う制御処理を実行することによって、図7および図8に示したエンジン始動パターンが選択的に実行される。

【0072】

図9を参照して、制御装置60(HV-ECU70)は、ステップS100により、エンジン始動指令が発せられる条件が成立しているかどうかを判定する。たとえば、エンジン12の停止状態において、アクセルペダルの踏み込み等によって車両走行パワーが高まったときなどに、ステップS100のYES判定とされる。

【0073】

エンジン始動指令が発せられると(S100のYES判定時)、制御装置60(HV-ECU70)は、変速部30において形成されている変速比を判別する。たとえばステップS110では、低速用のLギヤ(1速ギヤまたは2速ギヤ)が選択されているかが判定される。Lギヤの形成時(S110のYES判定時)には、制御装置60(HV-ECU70)は、ステップS120に処理を進めて、図7に示された第1の始動パターンに従ってエンジン12を始動するように、クランキングトルク( $T_{s1}$ )を設定する。これにより、初爆回転数 $N_{s1}$ は、Lギヤ形成時の共振回転数 $N_{r1}$ 、 $N_{r2}$ よりも高くなる。

【0074】

一方で、制御装置60(HV-ECU70)は、Hiギヤ(3速ギヤまたは4速ギヤ)の形成時(S110のNO判定時)には、ステップS130に処理を進めて、図8に示した第2の始動パターンに従ってエンジン始動制御を実行するようにクランキングトルク( $T_{sh}$ )を設定する。第2の始動パターンにおけるクランキングトルク $T_{sh}$ は、第1の始動パターンにおけるクランキングトルク $T_{s1}$ よりも低い。初爆回転数 $N_{sh}$ は、Hiギヤ形成時の共振回転数 $N_{r3}$ 、 $N_{r4}$ よりも低くなる。

【0075】

さらに、制御装置60(HV-ECU70)は、ステップS200において、ステップS120またはS130によって選択された始動パターンに従って、エンジン12が始動されるように、エンジン12の動作指令(たとえば、エンジントルク指令 $T_{er}$ )および、モータジェネレータMG1、MG2の動作指令(たとえば、トルク指令 $T_{gr}$ 、 $T_{mr}$ )を生成する。

【0076】

HV-ECU70からの動作指令に従って、エンジンECU62およびMG-ECU64が、エンジン12およびモータジェネレータMG1、MG2を制御することにより、エンジン12の始動時には、クランキングトルクによってエンジン回転数を初爆回転数まで上昇させた後に、エンジン12における燃料燃焼を開始するエンジン始動制御を、形成されているギヤ段(変速比)に応じて選択された始動パターン(図7、図8)に従って実行することができる。

【0077】

なお、エンジン始動制御において、初爆回転数は、直接制御されなくてもよい。すなわち、実機実験やシミュレーション結果に従って、所望の初爆回転数となるように、クランキングトルクの値( $T_{s1}$ 、 $T_{sh}$ )およびパターンを予め調整することができる。あるいは、本実施の形態では、初爆回転数と共振回転数との高低が重要となることに鑑み、クランキング時におけるエンジン回転数をフィードバック制御することによって、初爆回転数を精密に制御することも可能である。たとえば、図7の時刻 $t_1 \sim t_3$ または図8の $t$

10

20

30

40

50

a ~ t c 間におけるモータジェネレータMG1のトルク指令Tgrは、エンジン回転数を所望の初爆回転数に一致させるためのフィードバック制御によって設定することも可能である。

【0078】

このように、本実施の形態に従うハイブリッド車においては、変速部30のギヤ段（変速比）に応じて駆動系（動力伝達機構）の共振周波数が変化する構成において、ギヤ段（変速比）の変化に対応させて、クランキングトルクを変化させる。具体的には、共振周波数が高いギヤ段（変速比）の形成時にクランキングトルクを低下させることにより、燃料燃焼によるエンジントルクによって共振回転数を通過する始動パターンを適用できるので、モータジェネレータMG1の電源となるバッテリーの出力低下時（低SOCまたは低温時）においても、エンジン始動時の振動を抑制することが可能となる。

10

【0079】

より詳細には、ギヤ段（変速比）に応じてクランキングトルクを変化させることで、クランキングトルクによって共振回転数を通過する始動パターンと、燃料燃焼によるエンジントルクによって共振回転数を通過する始動パターンとを使い分けることによって、エンジン始動時の振動を適切に抑制することができる。

【0080】

また、図7~9では、Hiギヤ（3速ギヤおよび4速ギヤ）またはLoギヤ（1速ギヤまたは2速ギヤ）に分類して、クランキングトルク（および初爆回転数）を二種類に設定したが、ギヤ段毎に異なるクランキングトルク（および初爆回転数）を設定してもよい。

20

【0081】

たとえば、図10に示すように、1速ギヤ段（1st）~4速ギヤ段（4th）のそれぞれに対してクランキングトルクTs1~Ts4（および初爆回転数Ns1~Ns4）をそれぞれ設定するように、エンジン始動制御を実行してもよい。

【0082】

この場合にも、各ギヤ段に対して設定されたクランキングトルクによって、一部のギヤ段に対しては、図7に示した第1の始動パターンが適用されて、初爆回転数は、当該ギヤ段の形成時における共振回転数よりも高くなる。また、その他のギヤ段に対しては、図8に示したクランキングトルクを低下させた第2の始動パターンが適用される。第2の始動パターンでは、初爆回転数は当該ギヤ段の形成時における共振回転数よりも低くなる。

30

【0083】

なお、本実施の形態では、変速部が有段変速機によって構成される例を説明したが、変速比に応じて変速機を含む動力伝達機構の共振周波数が変化する構造である限り、変速部が無段変速機によって構成される場合にも本発明は適用可能である。たとえば、無段変速機による変速比に応じたエンジンの共振回転数の変化に対応させて、エンジン始動時の変速比に応じて、クランキングトルクが異なる第1および第2の始動パターンを選択するエンジン始動制御を、同様に適用することができる。

【0084】

また、ハイブリッド車の駆動系の構成についても、図1の例示に限定されるものではなく、変速機の変速比（ギヤ段）の変化に応じて駆動系（動力伝達機構）の共振周波数が変化

40

【0085】

なお、本実施の形態では、変速比が大きい低速用のギヤ段（Loギヤ段）となるほど共振周波数（共振回転数）が低くなり、変速比が小さい高速用のギヤ段（Hiギヤ）となるほど共振周波数（共振回転数）が高くなる周波数特性を示したが、本実施の形態に従うエンジン始動制御の適用はこのような例に限定されるものではない。すなわち、変速比に応じて共振周波数（すなわち、エンジンの共振回転数）が変化する周波数特性が把握されている限り、エンジンの共振回転数の高低に対応させて、第1および第2の始動パターンを選択的に適用することにより、同様の効果を楽しむことができる。

50

【0086】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

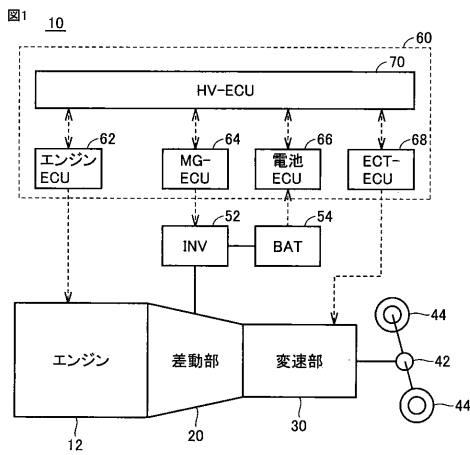
【符号の説明】

【0087】

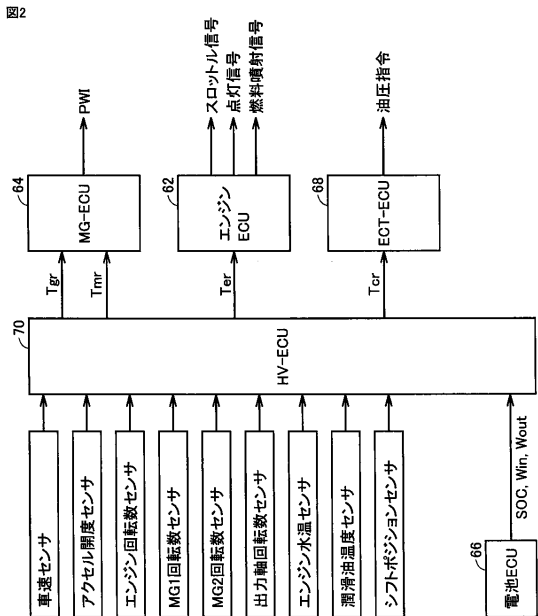
10 ハイブリッド車、12 エンジン、20 差動部、22 入力軸、24 動力分割装置、26 伝達部材、30 変速部、32, 34 プラネタリギヤ、36 出力軸、42 差動歯車装置、44 駆動輪、52 インバータ、54 蓄電装置、60 制御装置、62 エンジンECU、64 MG-ECU、66 電池ECU、68 ECT-ECU、201~204 特性線(周波数特性)、B1, B2 ブレーキ、C1, C2, C3 クラッチ、CA0, CA1, CA2 キャリア、F1 ワンウェイクラッチ、MG1, MG2 モータジェネレータ、Ne エンジン回転数、Nr1~Nr4 共振回転数、Ns1~Ns4, Nsh, Nsl 初爆回転数、P0, P1, P2 ピニオンギヤ、R0, R1, R2 リングギヤ、S0, S1, S2 サンギヤ、Tcr トルク容量指令、Ter エンジントルク指令、Tgr, Tmr トルク指令(MG1, MG2)、Ts1~Ts4, Tsh, Tsl クランキングトルク、Wout 放電可能電力、fr1~fr4 共振周波数。

10

【図1】

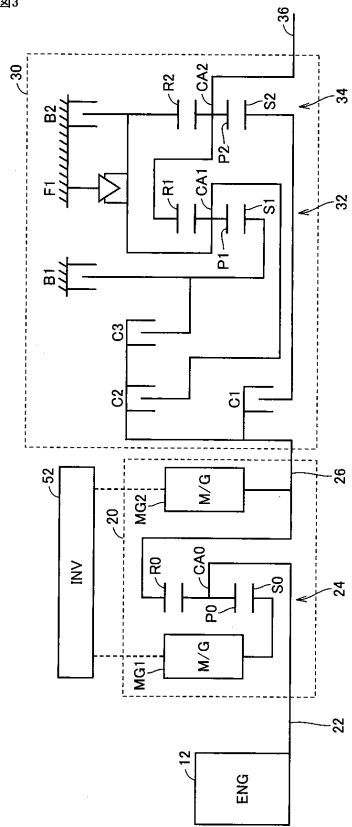


【図2】



【図3】

図3



【図4】

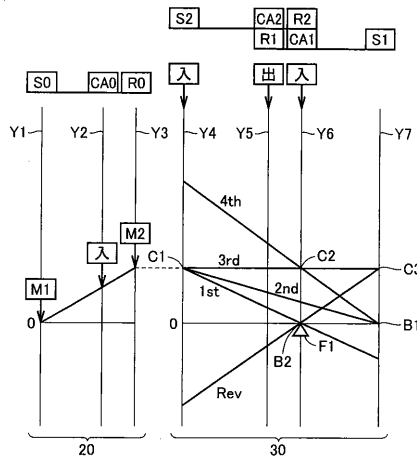
図4

	C1	C2	C3	B1	B2	F1
1st	○				(○)	△
2nd	○			○		
3rd	○	○				
4th		○		○		
R			○		○	
N						

○ : 係合  
 (○) : エンジンブレーキ時に係合  
 △ : 駆動時にのみ係合

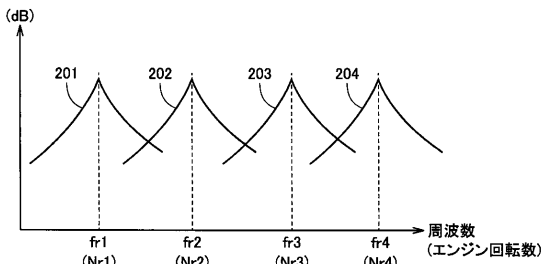
【図5】

図5



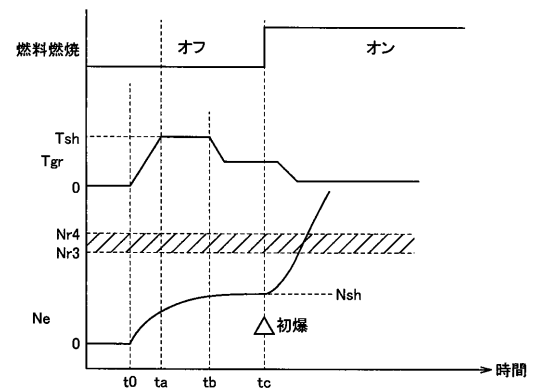
【図6】

図6



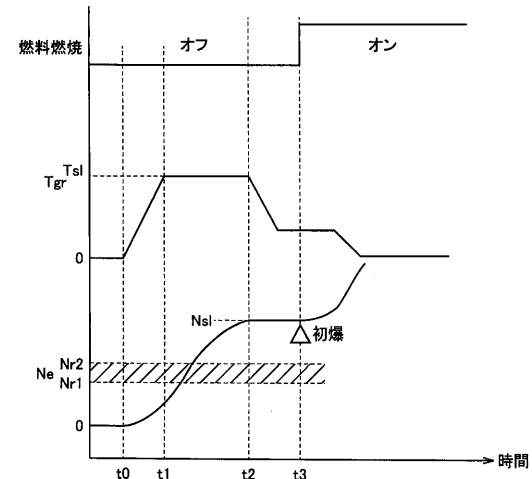
【図8】

図8



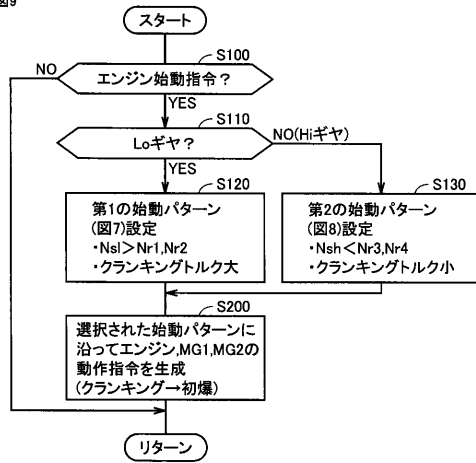
【図7】

図7



【図9】

図9



【図10】

図10

ギヤ段(変速比)	トルクパターン	(初爆回転数)	
1st	Ts1	(Ns1)	始動パターン(#1)
2nd	Ts2	(Ns2)	
3rd	Ts3	(Ns3)	始動パターン(#2)
4th	Ts4	(Ns4)	

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
<i>B 6 0 L</i>	<i>11/14</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	<i>11/14</i>	
<i>F 0 2 D</i>	<i>29/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>29/02</i>	<i>3 2 1 B</i>
<i>F 0 2 N</i>	<i>11/04</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 N</i>	<i>11/04</i>	<i>D</i>
<i>F 0 2 N</i>	<i>11/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 N</i>	<i>11/08</i>	<i>F</i>
<i>F 0 2 N</i>	<i>11/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 N</i>	<i>11/08</i>	<i>X</i>
			<i>F 0 2 N</i>	<i>11/10</i>	<i>A</i>

(56) 参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 4 8 6 1 9 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 0 - 1 8 8 9 0 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 2 - 2 4 0 5 4 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 6 - 1 5 2 8 7 7 ( J P , A )  
 特開平 0 8 - 1 2 6 1 1 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 8 - 2 5 4 7 2 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 1 - 2 5 1 7 0 4 ( J P , A )

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , DB 名)

*B 6 0 W*    *1 0 / 0 8*  
*B 6 0 K*    *6 / 4 4 5*  
*B 6 0 K*    *6 / 5 4 7*  
*B 6 0 L*    *1 1 / 1 4*  
*B 6 0 W*    *1 0 / 0 6*  
*B 6 0 W*    *2 0 / 0 0*