

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4196957号
(P4196957)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int.Cl.	F 1	
B60W 10/06 (2006.01)	B60K 6/20	310
B60W 20/00 (2006.01)	FO2D 29/02	321A
FO2D 29/02 (2006.01)	FO2D 29/02	ZHVD
B60K 6/445 (2007.10)	B60K 6/445	
B60K 6/448 (2007.10)	B60K 6/448	

請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-58746 (P2005-58746)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成17年3月3日(2005.3.3)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2006-242095 (P2006-242095A)	(74) 代理人	110000017 特許業務法人アイテック国際特許事務所
(43) 公開日	平成18年9月14日(2006.9.14)	(72) 発明者	清水 泰生 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19年7月27日(2007.7.27)	(72) 発明者	渡邊 秀人 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	小宮 寛之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車軸にギヤ機構を介して連結された駆動軸に動力を出力可能な内燃機関と、前記駆動軸に動力を入出力可能な電動機とを備えるハイブリッド車であって、

前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸とに接続され、電力と動力の入出力を伴って前記内燃機関からの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に出力可能な電力動力入出力手段と、

前記電動機および前記電力動力入出力手段と電力のやりとりが可能な蓄電手段と、

前記駆動軸に出力すべき要求駆動力を設定する要求駆動力設定手段と、

所定の運転停止条件の成立に基づく前記内燃機関の停止要求と所定の運転開始条件の成立に基づく前記内燃機関の始動要求とを行なう停止始動要求手段と、

前記停止始動要求手段により前記停止要求がなされたとき、前記設定された要求駆動力が所定駆動力以上のときには前記内燃機関の運転が停止されると共に前記設定された要求駆動力に基づく駆動力が前記駆動軸に出力されるよう前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御し、前記設定された要求駆動力が所定駆動力未満のときには前記停止要求に拘わらずに該内燃機関の運転を継続して前記設定された要求駆動力に基づく駆動力が前記駆動軸に出力されるよう前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する制御手段と、

を備えるハイブリッド車。

【請求項2】

前記制御手段は、前記内燃機関を運転停止する際に前記駆動軸に作用するトルク脈動の

最大振幅に略一致する駆動力より大きい駆動力を前記所定駆動力として設定する手段である請求項 1 記載のハイブリッド車。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のハイブリッド車であって、
車速を検出する車速検出手段を備え、

前記制御手段は、前記停止要求がなされたときに前記検出された車速が所定車速以上のときには前記設定された要求駆動力が前記所定駆動力未満であっても前記内燃機関の運転が停止されるよう制御する手段である

ハイブリッド車。

【請求項 4】

請求項 3 記載のハイブリッド車であって、
路面勾配を検出する勾配検出手段を備え、

前記制御手段は、前記停止要求がなされたときに前記検出された路面勾配が登り勾配として所定勾配以上であるときには前記検出された車速が所定車速以上であっても前記内燃機関の運転が継続されるよう制御する手段である

ハイブリッド車。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 いずれか記載のハイブリッド車であって、
前記内燃機関の温度を検出する温度検出手段を備え、

前記制御手段は、前記停止要求がなされたときに前記検出された内燃機関の温度が所定温度未満のときには前記設定された要求駆動力が前記所定駆動力以上であっても前記内燃機関の運転を継続するよう制御する手段である

ハイブリッド車。

【請求項 6】

前記電動機は、変速機を介して前記駆動軸に連結されてなる請求項 1 ないし 5 いずれか記載のハイブリッド車。

【請求項 7】

前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸と回転軸との 3 軸に接続され該 3 軸のうちいずれか 2 軸に入出力した動力に基づいて残余の軸に動力を入出力する 3 軸式動力入出力手段と、前記回転軸に動力を入出力可能な電動機と、を備える手段である請求項 1 ないし 6 いずれか記載のハイブリッド車。

【請求項 8】

前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸に接続された第 1 の回転子と前記駆動軸に接続された第 2 の回転子とを有し、前記第 1 の回転子と前記第 2 の回転子との相対的な回転により回転する対回転子電動機である請求項 1 ないし 6 いずれか記載のハイブリッド車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド車およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のハイブリッド車としては、車軸にギヤ機構を介して連結された駆動軸に遊星歯車機構を介して内燃機関とモータ MG 1 とを接続すると共に駆動軸にモータ MG 2 を接続したものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このハイブリッド車では、エンジンの停止要求がなされたとき、車速が所定範囲内のときにはエンジンを運転停止し、車速が所定範囲外のときにはエンジンの運転を継続することにより、ギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせないようにしている。

【特許文献 1】特開平 11 - 93727 号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

こうしたハイブリッド車では、ギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせないだけでなく、ガタ打ちのショックや歯打ち音の発生そのものを抑制することが課題の一つとして考えられる。一方、車両のエネルギー効率の向上を図ることも課題の一つとして考えられる。したがって、ギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音の抑制とエネルギー効率の向上との両立を図ることが望ましい。

【0004】

本発明のハイブリッド車およびその制御方法は、ギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することを目的の一つとする。また、本発明のハイブリッド車およびその制御方法は、車両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】

【0005】

本発明のハイブリッド車およびその制御方法は、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。

【0006】

本発明のハイブリッド車は、

車軸にギヤ機構を介して連結された駆動軸に動力を出力可能な内燃機関と、前記駆動軸に動力を入出力可能な電動機とを備えるハイブリッド車であって、

20

前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸とに接続され、電力と動力の入出力を伴って前記内燃機関からの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に出力可能な電力動力入出力手段と、

前記電動機および前記電力動力入出力手段と電力のやりとりが可能な蓄電手段と、

前記駆動軸に出力すべき要求駆動力を設定する要求駆動力設定手段と、

所定の運転停止条件の成立に基づく前記内燃機関の停止要求と所定の運転開始条件の成立に基づく前記内燃機関の始動要求とを行なう停止始動要求手段と、

前記停止始動要求手段により前記停止要求がなされたとき、前記設定された要求駆動力が所定駆動力以上のときには前記内燃機関の運転が停止されると共に前記設定された要求駆動力に基づく駆動力が前記駆動軸に出力されるよう前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御し、前記設定された要求駆動力が所定駆動力未満のときには前記停止要求に拘わらずに該内燃機関の運転を継続して前記設定された要求駆動力に基づく駆動力が前記駆動軸に出力されるよう前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する制御手段と、

30

を備えることを要旨とする。

【0007】

この本発明のハイブリッド車では、所定の運転停止条件の成立に基づいて内燃機関の停止要求がなされたときに駆動軸に出力すべき要求駆動力が所定駆動力以上のときには、内燃機関の運転が停止されると共に要求駆動力に基づく駆動力が駆動軸に出力されるよう内燃機関と電力動力入出力手段と電動機とを制御する。一方、所定の運転停止条件の成立に基づいて内燃機関の停止要求がなされたときに要求駆動力が所定駆動力未満のときには、内燃機関の停止要求に拘わらずに内燃機関の運転を継続して要求駆動力に基づく駆動力が駆動軸に出力されるよう内燃機関と電力動力入出力手段と電動機とを制御する。したがって、この所定駆動力を内燃機関を運転停止する際に駆動軸に作用するトルク脈動の最大振幅に略一致する駆動力より大きい駆動力に設定すれば、ギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することができる。

40

【0008】

こうした本発明のハイブリッド車において、車速を検出する車速検出手段を備え、前記制御手段は、前記停止要求がなされたときに前記検出された車速が所定車速以上のときには前記設定された要求駆動力が前記所定駆動力未満であっても前記内燃機関の運転が停止されるよう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、車両のエネルギー効

50

率の向上を図ることができる。なお、ギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音がロードノイズに紛れる程度の車速を所定車速に設定すれば、ガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせることはほとんどない。この場合、路面勾配を検出する勾配検出手段を備え、前記制御手段は、前記停止要求がなされたときに前記検出された路面勾配が登り勾配として所定勾配以上であるときには前記検出された車速が所定車速以上であっても前記内燃機関の運転が継続されるよう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、内燃機関を運転停止する際に車速が所定車速未満に低下することによってギヤ機構におけるガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせるのを回避することができる。

【0009】

また、本発明のハイブリッド車において、前記内燃機関の温度を検出する温度検出手段を備え、前記制御手段は、前記停止要求がなされたときに前記検出された内燃機関の温度が所定温度未満のときには前記設定された要求駆動力が前記所定駆動力以上であっても前記内燃機関の運転を継続するよう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、内燃機関を運転停止する際におけるショックを運転者に感じさせるのを回避することができる。

【0010】

さらに、本発明のハイブリッド車において、前記電動機は、変速機を介して前記駆動軸に連結されてなるものとすることもできる。また、本発明のハイブリッド車において、前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸と回転軸との3軸に接続され該3軸のうちいずれか2軸に入出力した動力に基づいて残余の軸に動力を入出力する3軸式動力入出力手段と、前記回転軸に動力を入出力可能な電動機と、を備える手段であるものとすることもできるし、前記内燃機関の出力軸に接続された第1の回転子と前記駆動軸に接続された第2の回転子とを有し、前記第1の回転子と前記第2の回転子との相対的な回転により回転する対回転子電動機であるものとすることもできる。

【0011】

本発明のハイブリッド車の制御方法は、

内燃機関と、該内燃機関の出力軸と車軸にギヤ機構を介して連結された駆動軸とに接続され、電力と動力の入出力を伴って前記内燃機関からの動力の少なくとも一部を前記駆動軸に出力可能な電力動力入出力手段と、前記駆動軸に動力を入出力可能な電動機と、前記電動機および前記電力動力入出力手段と電力のやりとりが可能な蓄電手段と、を備えるハイブリッド車の制御方法であって、

所定の運転停止条件の成立に基づいて前記内燃機関の停止要求がなされたときに、前記駆動軸に要求される要求駆動力が所定駆動力以上のときには前記内燃機関の運転が停止されると共に前記要求駆動力に基づく駆動力が前記駆動軸に出力されるよう前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御し、前記要求駆動力が所定駆動力未満のときには前記内燃機関の停止要求に拘わらずに該内燃機関の運転を継続して前記要求駆動力に基づく駆動力が前記駆動軸に出力されるよう前記内燃機関と前記電力動力入出力手段と前記電動機とを制御する

ことを特徴とする。

【0012】

この本発明のハイブリッド車の制御方法によれば、所定の運転停止条件の成立に基づいて内燃機関の停止要求がなされたときに駆動軸に要求される要求駆動力が所定駆動力以上のときには、内燃機関の運転が停止されると共に要求駆動力に基づく駆動力が駆動軸に出力されるよう内燃機関と電力動力入出力手段と電動機とを制御する。一方、所定の運転停止条件の成立に基づいて内燃機関の停止要求がなされたときに要求駆動力が所定駆動力未満のときには、内燃機関の停止要求に拘わらずに内燃機関の運転を継続して要求駆動力に基づく駆動力が駆動軸に出力されるよう内燃機関と電力動力入出力手段と電動機とを制御する。したがって、この所定駆動力を内燃機関を運転停止する際に駆動軸に作用するトルク脈動の最大振幅に略一致する駆動力より大きい駆動力に設定すれば、ギヤ機構における

10

20

30

40

50

ガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

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】

【0014】

図1は、本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車20は、図示するように、エンジン22と、エンジン22の出力軸としてのクランクシャフト26にダンパ28を介して接続された3軸式の動力分配統合機構30と、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、減速ギヤ35を介して動力分配統合機構30に接続されたモータMG2と、車両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。

10

【0015】

エンジン22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22の運転状態を検出する各種センサから信号を入力する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。このエンジンECU24には、エンジン22の冷却系に取り付けられた冷却水温度センサ23からの冷却水温 t_w などが入力されている。エンジンECU24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ハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。

20

【0016】

動力分配統合機構30は、外歯歯車のサンギヤ31と、このサンギヤ31と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ32と、サンギヤ31に噛合すると共にリングギヤ32に噛合する複数のピニオンギヤ33と、複数のピニオンギヤ33を自転かつ公転自在に保持するキャリア34とを備え、サンギヤ31とリングギヤ32とキャリア34とを回転要素として差動作用を行なう遊星歯車機構として構成されている。動力分配統合機構30は、キャリア34にはエンジン22のクランクシャフト26が、サンギヤ31にはモータMG1が、リングギヤ32にはリングギヤ軸32aを介して減速ギヤ35がそれぞれ連結されており、モータMG1が発電機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力をサンギヤ31側とリングギヤ32側にそのギヤ比に応じて分配し、モータMG1が電動機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力とサンギヤ31から入力されるモータMG1からの動力を統合してリングギヤ32側に出力する。リングギヤ32に出力された動力は、リングギヤ軸32aからギヤ機構37、デファレンシャルギヤ38、車軸36を介して駆動輪39a、39bに出力される。

30

【0017】

モータMG1およびモータMG2は、共に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41、42を介してバッテリー50と電力のやりとりを行なう。インバータ41、42とバッテリー50とを接続する電力ライン54は、各インバータ41、42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MG1、MG2の一方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50は、モータMG1、MG2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MG1とモータMG2とにより電力収支のバランスをとるものとするれば、バッテリー50は充放電されない。モータMG1、MG2は、共にモータ用電子制御ユニット(以下、モータECUという)40により駆動制御されている。モータECU40には、モータMG1、MG2を駆動制御するために必要な信号、例えばモータMG1、MG2の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ43、44からの信号や図示しない電流センサにより

40

50

検出されるモータMG1, MG2に印加される相電流などが入力されており、モータECU40からは、インバータ41, 42へのスイッチング制御信号が出力されている。モータECU40は、回転位置検出センサ43, 44から入力した信号に基づいて図示しない回転数算出ルーチンによりモータMG1, MG2の回転子の回転数Nm1, Nm2を計算している。モータECU40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ってモータMG1, MG2を駆動制御すると共に必要に応じてモータMG1, MG2の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。

【0018】

バッテリー50は、バッテリー用電子制御ユニット(以下、バッテリーECUという)52によって管理されている。バッテリーECU52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図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー50の出力端子に接続された電力ライン54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50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tbなどが入力されており、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータを通信によりハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。なお、バッテリーECU52では、バッテリー50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いて残容量(SOC)も演算している。

【0019】

ハイブリッド用電子制御ユニット70は、CPU72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、CPU72の他に処理プログラムを記憶するROM74と、データを一時的に記憶するRAM76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の踏み込み量に対応したアクセル開度Accを検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Acc、ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキペダルポジションBP、車速センサ88からの車速V、勾配センサ89からの路面勾配などが入力ポートを介して入力されている。なお、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。

【0020】

こうして構成された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としてのリングギヤ軸32aに出力すべき要求トルクを計算し、この要求トルクに対応する要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるように、エンジン22とモータMG1とモータMG2とが運転制御される。エンジン22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22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にエンジン22から出力される動力の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リングギヤ軸32a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50の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にバッテリー50の充放電を伴ってエンジン22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リングギヤ軸32a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22の運転を停止してモータMG2からの要求動力に見合う動力をリングギヤ軸32a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。

【0021】

10

20

30

40

50

次に、こうして構成されたハイブリッド自動車20の動作について説明する。図2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、数msec毎）に実行される。

【0022】

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、モータMG1、MG2の回転数Nm1、Nm2、バッテリー50が充放電すべき充放電要求パワーPb*、バッテリー50の出力制限Woutなどのデータを入力する処理を実行する（ステップS100）。ここで、モータMG1、MG2の回転数Nm1、Nm2は、回転位置検出センサ43、44により検出されるモータMG1、MG2の回転子の回転位置に基づいて計算されたものをモータECU40から通信により入力するものとした。また、充放電要求パワーPb*は、バッテリー50の残容量(SOC)などに基づいて設定されたものをバッテリーECU52から通信により入力するものとした。さらに、出力制限Woutは、電池温度tbと残容量(SOC)とに基づいて設定されたものをバッテリーECU52から通信により入力するものとした。

【0023】

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とに基づいて駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力すべき要求トルクTr*とエンジン22に要求される要求パワーPe*とを設定する（ステップS110）。要求トルクTr*は、実施例では、アクセル開度Accと車速Vと要求トルクTr*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Tr*を導出して設定するものとした。図3に要求トルク設定用マップの一例を示す。要求パワーPe*は、要求トルクTr*にリングギヤ軸32aの回転数Nrを乗じたものとバッテリー50が充放電すべき充放電要求パワーPb*とロスLossとの和により設定するものとした。なお、リングギヤ軸32aの回転数Nrは、モータMG2の回転数Nm2を減速ギヤ35のギヤ比Grで除することにより求めたり、車速Vに換算計数kを乗じることにより求めたりすることができる。

【0024】

続いて、要求パワーPe*を閾値Prefと比較する（ステップS120）。ここで、閾値Prefは、エンジン22を運転するか否かを判定するために用いられるものであり、エンジン22から効率よく出力できるパワーの下限值やその近傍の値として設定される。要求パワーPe*が閾値Prefより大きいときには、エンジン22が運転停止されているときには始動要求がなされていると判断してエンジン22を始動し（ステップS130、S140）、要求パワーPe*に基づいてエンジン22の目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを設定する（ステップS150）。この設定は、エンジン22を効率よく動作させる動作ラインと要求パワーPe*とに基づいて目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを設定することにより行なわれる。エンジン22の動作ラインの一例と目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを設定する様子を図4に示す。図示するように、目標回転数Ne*と目標トルクTe*は、動作ラインと要求パワーPe*(Ne*×Te*)が一定の曲線との交点により求めることができる。

【0025】

目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを設定すると、設定した目標回転数Ne*とリングギヤ軸32aの回転数Nr(=Nm2/Gr)と動力分配統合機構30のギヤ比とを用いてモータMG1の目標回転数Nm1*を次式(1)により計算すると共に計算した目標回転数Nm1*と現在の回転数Nm1とに基づいてモータMG1のトルク指令Tm1*を式(2)により計算する（ステップS160）。ここで、式(1)は、動力分配統合機構30の回転要素に対する力学的な関係式である。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示す共線図を図5に示す。図中、左のS軸はモータMG1の回転数Nm1であるサンギヤ31の回転数を示し、C軸はエンジン22の回

10

20

30

40

50

転数 N_e であるキャリア 34 の回転数を示し、R 軸はリングギヤ 32 (リングギヤ軸 32a) の回転数 N_r を示す。モータ MG1 の目標回転数 N_{m1}^* は、この共線図における回転数の関係を用いることにより容易に導くことができる。したがって、モータ MG1 が目標回転数 N_{m1}^* で回転するようトルク指令 T_{m1}^* を設定してモータ MG1 を駆動制御することによりエンジン 22 を目標回転数 N_e^* で回転させることができる。式 (2) は、モータ MG1 を目標回転数 N_{m1}^* 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 (2) 中、右辺第 2 項の「 k_1 」は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 k_2 」は積分項のゲインである。なお、図 5 における R 軸上の上向きの 2 つの太線矢印は、エンジン 22 から出力されるトルク T_e^* がリングギヤ軸 32a に直接伝達されるトルクと、モータ MG2 から出力されるトルク T_{m2}^* が減速ギヤ 35 を介してリングギヤ軸 32a に作用するトルクとを示す。

10

【0026】

$$N_{m1}^* = N_e^* \cdot (1 + \dots) / \dots - N_{m2} / (G_r \cdot \dots) \dots (1)$$

$$T_{m1}^* = \text{前回}T_{m1}^* + k_1(N_{m1}^* - N_{m1}) + k_2 \int (N_{m1}^* - N_{m1}) dt \dots (2)$$

【0027】

モータ MG1 の目標回転数 N_{m1}^* とトルク指令 T_{m1}^* とを計算すると、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} と計算したモータ MG1 のトルク指令 T_{m1}^* に現在のモータ MG1 の回転数 N_{m1} を乗じて得られるモータ MG1 の消費電力 (発電電力) との偏差をモータ MG2 の回転数 N_{m2} で割ることによりモータ MG2 から出力してもよいトルクの上限としてのトルク制限 T_{max} を次式 (3) により計算すると共に (ステップ S170)、要求トルク T_r^* とトルク指令 T_{m1}^* と動力分配統合機構 30 のギヤ比 G_r とを用いてモータ MG2 から出力すべきトルクとしての仮モータトルク T_{m2tmp} を式 (4) により計算し (ステップ S180)、計算した仮モータトルク T_{m2tmp} をトルク制限 T_{max} で制限してモータ MG2 のトルク指令 T_{m2}^* を設定する (ステップ S190)。このようにモータ MG2 のトルク指令 T_{m2}^* を設定することにより、駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力する要求トルク T_r^* を、バッテリー 50 の出力制限 W_{out} の範囲内で制限したトルクとして設定することができる。なお、式 (4) は、前述した図 5 の共線図から容易に導き出すことができる。

20

【0028】

$$T_{max} = (W_{out} - T_{m1}^* \cdot N_{m1}) / N_{m2} \dots (3)$$

$$T_{m2tmp} = (T_r^* + T_{m1}^* / G_r) / G_r \dots (4)$$

30

【0029】

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 のトルク指令 T_{m1}^* 、 T_{m2}^* を設定すると、エンジン 22 の目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* についてはエンジン ECU24 に、モータ MG1、MG2 のトルク指令 T_{m1}^* 、 T_{m2}^* についてはモータ ECU40 にそれぞれ送信して (ステップ S200)、駆動制御ルーチンを終了する。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、エンジン 22 が運転されているときにはその状態 (運転状態) で、また、エンジン 22 が運転停止されているときにはエンジン 22 を始動して、エンジン 22 が目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とによって示される運転ポイントで運転されるようにエンジン 22 における燃料噴射制御や点火制御などの制御を行なう。また、トルク指令 T_{m1}^* 、 T_{m2}^* を受信したモータ ECU40 は、トルク指令 T_{m1}^* でモータ MG1 が駆動されると共にトルク指令 T_{m2}^* でモータ MG2 が駆動されるようインバータ 41、42 のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

40

【0030】

一方、ステップ S120 で要求パワー P_e^* が閾値 P_{ref} 以下のときには、エンジン 22 が運転されているときには (ステップ S210)、停止要求がなされていると判断し、要求トルク T_r^* を閾値 T_{ref} と比較する (ステップ S220)。ここで、閾値 T_{ref} は、エンジン 22 を運転停止する際に駆動軸としてのリングギヤ 32a に作用するトルク脈動の最大振幅に略一致するトルクやそれより大きいトルクに設定され、エンジン 2

50

2の特性などにより定められる。いま、エンジン22を運転停止する場合を考える。この場合、エンジン22のピストンの往復運動やピストンの摩擦に起因するトルク脈動などが駆動軸としてのリングギヤ軸32aに作用する。要求トルク T_{r*} が比較的小さいときには、こうしたトルク脈動によって駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力されるトルクの符号が反転し、これによりギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおいてガタ打ちによるショックや歯打ち音を生じる場合がある。ステップS220の処理は、こうしたガタ打ちによるショックや歯打ち音を生じるおそれがあるか否かを判定するものである。要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 以上のときには、こうしたおそれはないと判断し、エンジン22が運転停止されるようエンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} に共に値0を設定し(ステップS250)、モータMG1のトルク指令 T_{m1*} に値0を10
設定し(ステップS260)、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} を設定し(ステップS170~S190)、設定したエンジン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S200)、駆動制御ルーチンを終了する。値0の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} を受信したエンジンECU24は、エンジン22の運転を停止する。一方、ステップS220で要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満のときには、車速 V を閾値 V_{ref} と比較する(ステップS230)。ここで、閾値 V_{ref} は、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおいてガタ打ちによるショックや歯打ち音を生じてもこれらが20
ロードノイズに紛れるか否かを判定するために用いられるものであり、車両の特性などにより定められる。車速 V が閾値 V_{ref} 以上のときには、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおいてガタ打ちのショックや歯打ち音を生じてもこれらを運転者にほとんど感じさせないと判断し、エンジン22が運転停止されるようエンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} に共に値0を設定し(ステップS250)、ステップS260以降の処理を実行する。このように、車速 V が閾値 V_{ref} 以上のときには、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満であってもエンジン22の運転を停止することにより、エネルギー効率の向上を図ることができる。一方、車速 V が閾値 V_{ref} 未満のときには、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおいて生じたガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせるおそれがあると判断し、エンジン22がアイドル運転されるようエンジン22の目標回転数 N_{e*} にアイドル回転数 N_{idl} を設定すると共に目標トルク T_{e*} に値0を設定し(ステップS240)、ステップS260以降の処理を実行する30
。即ち、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満であり且つ車速 V が閾値 V_{ref} 未満のときには、エンジン22の停止要求に拘わらずエンジン22を継続して運転するのである。これにより、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおけるガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することができる。なお、ステップS120で要求パワー P_{e*} が閾値 P_{ref} 以下のときにエンジン22が運転停止されているときには(ステップS210)、その状態が保持されるようエンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} に共に値0を設定し(ステップS250)、ステップS260以降の処理を実行する。

【0031】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20によれば、エンジン22の停止要求がなされたとき、要求トルク T_{r*} がエンジン22を運転停止する際に駆動軸としてのリングギヤ32に作用するトルク脈動の最大振幅に略一致するトルクまたはそれよりも大きいトルクとしての閾値 T_{ref} 以上のときにはエンジン22を運転停止し、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満のときにはエンジン22を継続して運転するから、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおけるガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することができる。しかも、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満であっても車速 V がガタ打ちによるショックや歯打ち音がロードノイズに紛れる程度の車速としての閾値 V_{ref} 以上のときには、エンジン22を運転停止するから、エネルギー効率の向上を図ることができる。

【0032】

10

20

30

40

50

実施例のハイブリッド自動車 20 では、図 2 の駆動制御ルーチンでエンジン 22 の停止要求がなされたときに (ステップ S 120, S 210)、要求トルク T_{r*} を用いてエンジン 22 を運転停止するか否かを判定するものとしたが、これに加えてまたはこれに代えてモータ MG 2 から現在出力しているトルク (前回 T_{m2*}) を用いて判定するものとしてもよい。

【0033】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、図 2 の駆動制御ルーチンでエンジン 22 の停止要求がなされたときには (ステップ S 120, S 210)、要求トルク T_{r*} と車速 V とに基づいてエンジン 22 を運転停止するか否かを判定するものとしたが、要求トルク T_{r*} だけに基づいて判定するものとしてもよいし、車速 V に代えてエンジン 22 の冷却水温 t_w に基づいて、即ち要求トルク T_{r*} と冷却水温 t_w とに基づいて判定するものとしてもよいし、要求トルク T_{r*} と車速 V と冷却水温 t_w とに基づいて判定するものとしてもよい。要求トルク T_{r*} と冷却水温 t_w とに基づいて判定する場合の駆動制御ルーチンの一例の一部を図 6 に示す。図 6 の駆動制御ルーチンは、図 2 の駆動制御ルーチンのステップ S 100, S 230 の処理に代えてステップ S 100b, S 300 の処理を実行する点を除いて図 2 の駆動制御ルーチンと同一である。この駆動制御ルーチンでは、まず、図 2 の駆動制御ルーチンのステップ S 100 の処理に加えてエンジン 22 の冷却水温 t_w を入力する (ステップ S 100b)。ここで、冷却水温 t_w は、冷却水温度センサ 23 により検出されたものをエンジン ECU 24 から通信により入力するものとした。そして、要求パワー P_{e*} が閾値 P_{ref} 以下でありエンジン 22 が運転されているときに要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 以上のときには (ステップ S 120, S 210, S 220)、冷却水温 t_w を閾値 t_{wref} と比較する (ステップ S 300)。ここで、閾値 t_{wref} は、エンジン 22 を運転停止してもよいか否かを判定するために用いられるものであり、エンジン 22 の特性などにより定められる。いま、比較的低温下でエンジン 22 を運転停止する場合を考える。この場合、エンジン 22 のフリクションが大きいため、エンジン 22 を運転停止する際にギヤ機構 37 やデファレンシャルギヤ 38 などにおいてガタ打ちのショックや歯打ち音を生じやすい。ステップ S 300 の処理は、こうしたガタ打ちのショックや歯打ち音を生じるおそれがあるか否かを判定するものである。冷却水温 t_w が閾値 t_{wref} 以上のときには、こうしたおそれはないと判断し、エンジン 22 が運転停止されるようエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} に共に値 0 を設定し (ステップ S 250)、ステップ S 260 以降の処理を実行する。一方、冷却水温 t_w が閾値 t_{wref} 未満のときには、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 以上であってもギヤ機構 37 やデファレンシャルギヤ 38 などにおいてガタ打ちのショックや歯打ち音を生じるおそれがあると判断し、エンジン 22 がアイドル運転されるようエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} にアイドル回転数 N_{id1} を設定すると共に目標トルク T_{e*} に値 0 を設定し (ステップ S 240)、ステップ S 260 以降の処理を実行する。これにより、ギヤ機構 37 やデファレンシャルギヤ 38 におけるガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することができる。

【0034】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、図 2 の駆動制御ルーチンでエンジン 22 の停止要求がなされたときには (ステップ S 120, S 210)、要求トルク T_{r*} と車速 V とに基づいてエンジン 22 を運転停止するか否かを判定するものとしたが、これに加えて勾配センサ 89 からの路面勾配 を考慮するものとしてもよい。この場合の駆動制御ルーチンの一例の一部を図 7 に示す。図 7 の駆動制御ルーチンは、図 2 の駆動制御ルーチンのステップ S 100 の処理に代えてステップ S 100c の処理を実行する点およびステップ S 400 の処理を追加した点を除いて図 2 の駆動制御ルーチンと同一である。この駆動制御ルーチンでは、まず、図 2 の駆動制御ルーチンのステップ S 100 の処理に加えて勾配センサ 89 から路面勾配 を入力する (ステップ S 100b)。なお、路面勾配 は、登り勾配を正の値とし、下り勾配を負の値とするものとした。そして、要求パワー P_{e*} が閾値 P_{ref} 以下でありエンジン 22 が運転されているときに (ステップ S 120, S 21

10

20

30

40

50

0)、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満であり車速 V が閾値 V_{ref} 以上のときには(ステップ S_{220} , S_{230})、路面勾配を閾値 r_{ref} と比較する(ステップ S_{400})。ここで、閾値 r_{ref} は、エンジン22を運転停止してもよいか否か判定するために用いられるものであり、エンジン22の特性などにより定められる。いま、平坦路または登坂路で運転者がアクセルペダル83を離してエンジン22を運転停止する場合を考える。この場合の車速 V の時間変化の様子を図8に示す。図中、実線は平坦路の場合の時間変化の様子を示し、破線は登坂路の場合の時間変化の様子を示す。また、時刻 t_1 はエンジン22の停止要求がなされたときを示し、時刻 t_2 はエンジン22が運転停止されたときを示す。図中、実線に示すように、平坦路では、運転者がアクセルペダル83を離れたときの車速 V の低下が小さいため、時刻 t_1 でエンジン22の停止要求がなされて時刻 t_2 でエンジン22が運転停止される際、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38においてガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせるおそれは小さい。一方、破線に示すように、登坂路では、運転者がアクセルペダル83を離すと、平坦路に比して車速 V が大きく低下するため、時刻 t_2 でエンジン22が運転停止される際にギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38においてガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせるおそれがある。ステップ400の処理は、車速 V がこうしたガタ打ちのショックや歯打ち音を運転者に感じさせる車速まで低下するおそれがあるか否かを判定するものである。路面勾配が閾値 r_{ref} 未満のときには、こうしたおそれはないと判断し、エンジン22が運転停止されるようエンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} に共に値0を設定し(ステップ S_{250})、ステップ S_{260} 以降の処理を実行する。一方、路面勾配が閾値 r_{ref} 以上のときには車速 V が閾値 V_{ref} 以上であってもギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38などにおいてガタ打ちのショックや歯打ち音を生じるおそれがあると判断し、エンジン22がアイドル運転されるようエンジン22の目標回転数 N_{e*} にアイドル回転数 N_{id1} を設定すると共に目標トルク T_{e*} に値0を設定し(ステップ S_{240})、ステップ S_{260} 以降の処理を実行する。これにより、ギヤ機構37やデファレンシャルギヤ38におけるガタ打ちのショックや歯打ち音の発生を抑制することができる。

【0035】

実施例のハイブリッド自動車20では、図2の駆動制御ルーチンでエンジン22の停止要求がなされたときに(ステップ S_{120} , S_{210})、要求トルク T_{r*} が閾値 T_{ref} 未満であり且つ車速 V が閾値 V_{ref} 未満のときには(ステップ S_{220} , S_{230})、エンジン22をアイドル運転するものとしたが、要求パワー P_{e*} に基づいてエンジン22を効率よく運転できる運転ポイントで運転するものとしてもよい。

【0036】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2の動力をギヤ機構35を介して駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力するものとしたが、図9の変形例のハイブリッド自動車120に例示するように、モータMG2の動力を変速機130を介して駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力するものとしてもよい。

【0037】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2の動力を駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力するものとしたが、図10の変形例のハイブリッド自動車220に例示するように、モータMG2の動力をリングギヤ軸32aが接続された車軸(駆動輪39a, 39bが接続された車軸36)とは異なる車軸(図10における車輪39c, 39dに接続された車軸36b)に接続するものとしてもよい。

【0038】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22の動力を動力分配統合機構30を介して駆動輪39a, 39bに接続された駆動軸としてのリングギヤ軸32aに出力するものとしたが、図11の変形例のハイブリッド自動車320に例示するように、エンジン22のクランクシャフト26に接続されたインナーロータ332と駆動輪39a, 39bに動力を出力する駆動軸に接続されたアウターロータ334とを有し、エンジン22の動

10

20

30

40

50

力の一部を駆動軸に伝達すると共に残余の動力を電力に変換する対ロータ電動機 330 を備えるものとしてもよい。

【0039】

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】

【0040】

【図1】本発明の一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。

10

【図2】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。

【図3】要求トルク設定用マップの一例を示す説明図である。

【図4】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*} を設定する様子を示す説明図である。

【図5】動力分配統合機構 30 の回転要素を力学的に説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図6】変形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の一部を示すフローチャートである。

【図7】変形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の一部を示すフローチャートである。

20

【図8】車速 V の時間変化の様子を示す説明図である。

【図9】変形例の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。

【図10】変形例のハイブリッド自動車 220 の構成の概略を示す構成図である。

【図11】変形例のハイブリッド自動車 320 の構成の概略を示す構成図である。

【符号の説明】

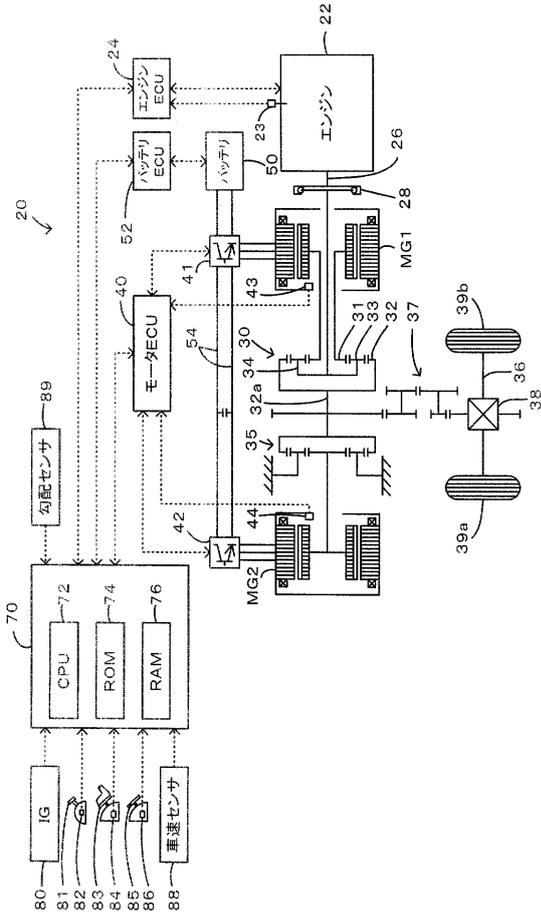
【0041】

20, 120, 220, 320 ハイブリッド自動車、22 エンジン、23 冷却水温度センサ、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、28 ダンパ、30 動力分配統合機構、31 サンギヤ、32 リングギヤ、32a リングギヤ軸、33 ピニオンギヤ、34 キャリア、35 減速ギヤ、37 ギヤ機構、38 デファレンシャルギヤ、39a, 39b, 39c, 39d 駆動輪、40 モータ用電子制御ユニット(モータ ECU)、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、52 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリ ECU)、54 電力ライン、70 ハイブリッド用電子制御ユニット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、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 車速センサ、89 勾配センサ、130 変速機、330 対ロータ電動機、332 インナーロータ、334 アウターロータ、MG1, MG2 モータ。

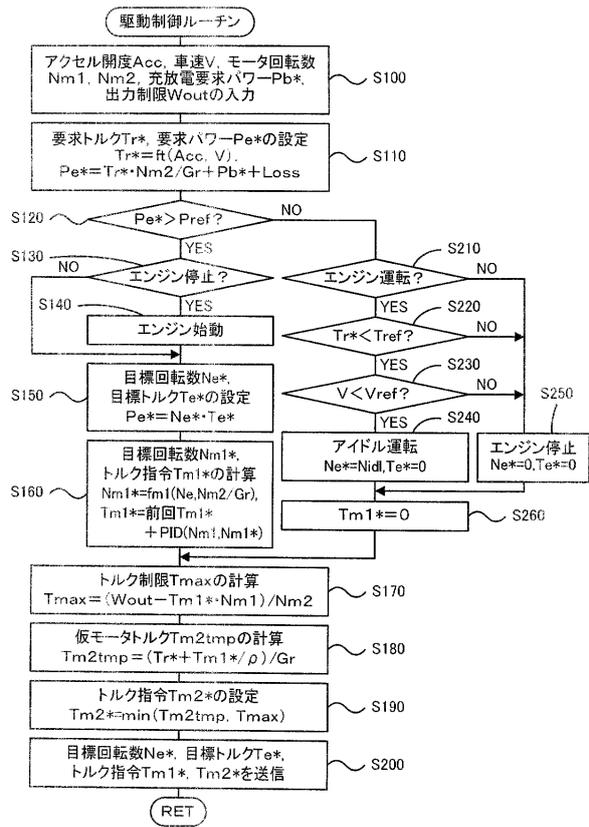
30

40

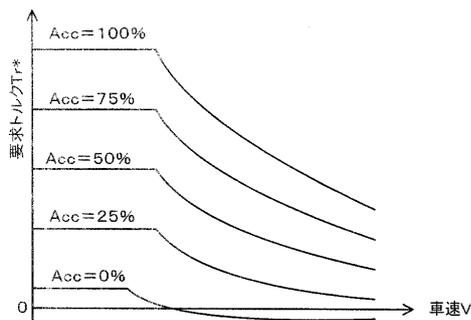
【図1】



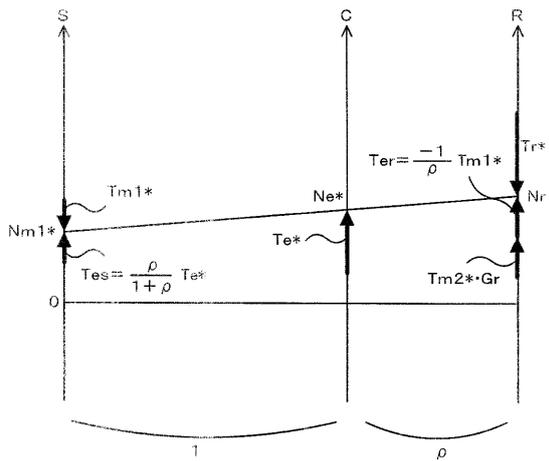
【図2】



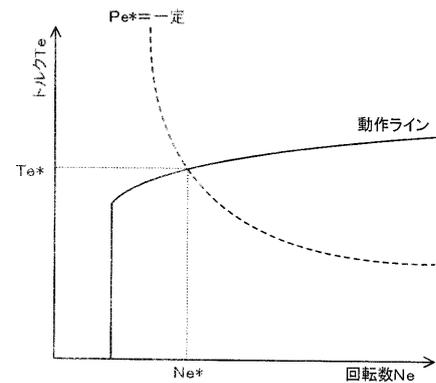
【図3】



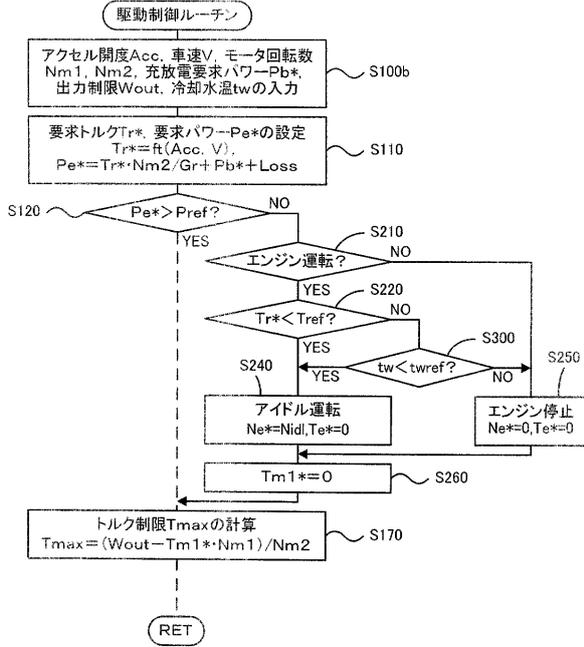
【図5】



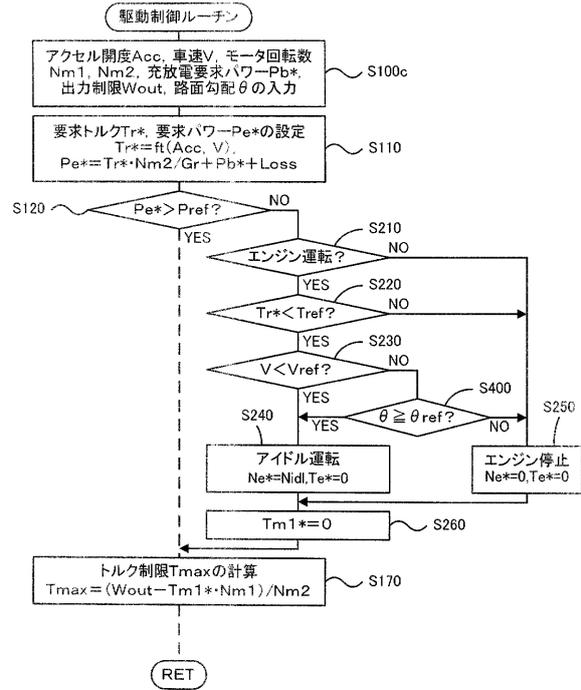
【図4】



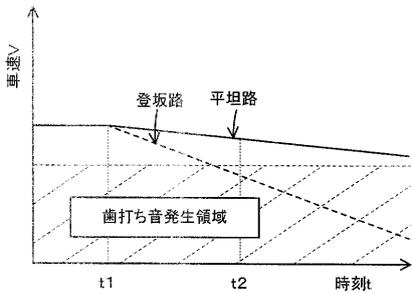
【図 6】



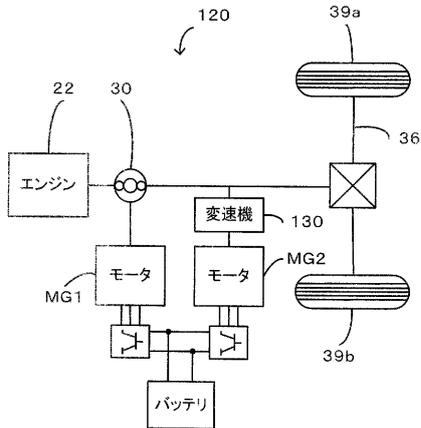
【図 7】



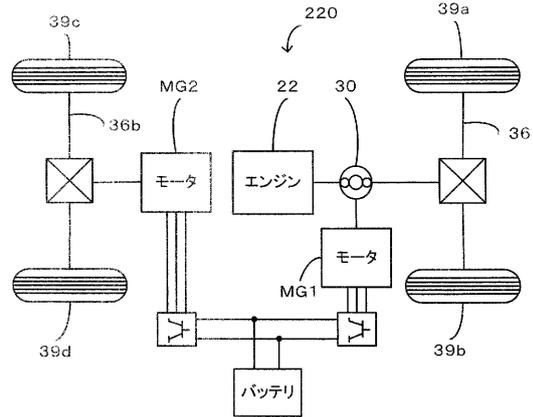
【図 8】



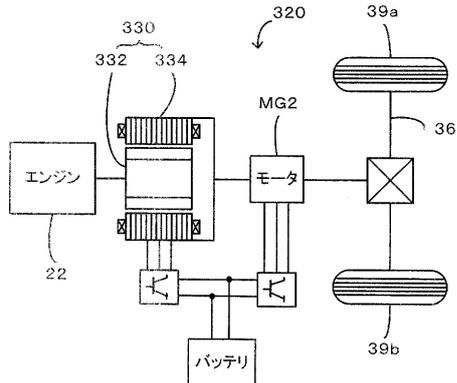
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 K 6/52 (2007.10) B 6 0 K 6/52
B 6 0 L 11/14 (2006.01) B 6 0 L 11/14

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 9 3 7 2 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 9 3 7 2 7 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 7 3 1 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 0 0 7 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 5 4 4 3 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 0 W 2 0 / 0 0