

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6156404号
(P6156404)

(45) 発行日 平成29年7月5日 (2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日 (2017.6.16)

(51) Int.Cl.	F I
B 6 O W 10/06 (2006.01)	B 6 O W 10/06 9 0 0
B 6 O W 20/50 (2016.01)	B 6 O W 20/50
B 6 O K 6/445 (2007.10)	B 6 O K 6/445 Z H V
F O 2 D 29/06 (2006.01)	F O 2 D 29/06 D
B 6 O L 11/14 (2006.01)	B 6 O L 11/14

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-26596 (P2015-26596)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成27年2月13日 (2015.2.13)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2016-147626 (P2016-147626A)	(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28年8月18日 (2016.8.18)	(72) 発明者	天野 正弥 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5月23日 (2016.5.23)	(72) 発明者	峯岸 進一郎 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	安藤 隆 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】 ハイブリッド自動車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、
動力を入出力可能な第1モータと、
前記第1モータの回転軸と前記エンジンの出力軸と車軸に連結された駆動軸とに3つの回転要素が共線図において前記回転軸，前記出力軸，前記駆動軸の順に並ぶように接続されたプラネタリギヤと、
前記駆動軸に動力を入出力可能な第2モータと、
前記第1モータを駆動するための第1インバータと、
前記第2モータを駆動するための第2インバータと、
前記第1，第2インバータを介して前記第1，第2モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、
を備えるハイブリッド自動車であって、
前記エンジンを運転しており且つ前記第1，第2インバータの双方をゲート遮断しており且つアクセルオンである所定時には、前記エンジンの回転数が増加するように前記エンジンを制御する制御手段を備え、
前記制御手段は、前記所定時には、前記エンジンの回転数の増加と減少とが繰り返され、前記エンジンの回転数の減少時の減少レートが、前記エンジンの回転数の増加時の増加レートよりも小さくなるように前記エンジンを制御する手段である、
ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 2】

請求項 1 記載のハイブリッド自動車であって、

前記制御手段は、アクセル開度が大きい場合の前記増加レートが、アクセル開度が小さい場合の前記増加レートよりも大きくなるように、前記エンジンを制御する手段である、ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項 3】

エンジンと、

動力を入出力可能な第 1 モータと、

前記第 1 モータの回転軸と前記エンジンの出力軸と車軸に連結された駆動軸とに 3 つの回転要素が共線図において前記回転軸，前記出力軸，前記駆動軸の順に並ぶように接続されたプラネタリギヤと、

前記駆動軸に動力を入出力可能な第 2 モータと、

前記第 1 モータを駆動するための第 1 インバータと、

前記第 2 モータを駆動するための第 2 インバータと、

前記第 1，第 2 インバータを介して前記第 1，第 2 モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、

を備えるハイブリッド自動車であって、

前記エンジンを運転しており且つ前記第 1，第 2 インバータの双方をゲート遮断しており且つアクセルオンである所定時には、前記エンジンの回転数が増加するように前記エンジンを制御する制御手段を備え、

前記制御手段は、前記所定時には前記エンジンを上限回転数まで増加させると共に、アクセル開度が大きい場合の前記上限回転数が、アクセル開度が小さい場合の前記上限回転数よりも大きくなるように、前記エンジンを制御する手段である、

ことを特徴とするハイブリッド自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド自動車に関し、詳しくは、エンジンと、プラネタリギヤと、第 1，第 2 モータと、第 1，第 2 インバータと、バッテリーと、を備えるハイブリッド自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のハイブリッド自動車としては、エンジンと、動力分割機構（遊星歯車機構）と、第 1，第 2 モータと、第 1，第 2 インバータと、コンバータと、バッテリーと、を備えるものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。ここで、動力分割機構のサンギヤには、第 1 モータの回転子が接続されている。動力分割機構のキャリアには、エンジンのクランクシャフトが接続されている。動力分割機構のリングギヤには、車軸に連結された出力部材が接続されている。第 2 モータの回転子は、出力部材に接続されている。コンバータは、バッテリー側の電力を昇圧して第 1，第 2 インバータ側に供給したり、第 1，第 2 インバータ側の電力を降圧してバッテリー側に供給したりする。このハイブリッド自動車では、第 1，第 2 インバータの故障時にエンジンが運転中である場合には、第 1，第 2 インバータの双方をゲート遮断する。そして、インバータの直流側電圧と出力部材の回転数とアクセルの状態とに応じて、第 1 モータの回転に伴って発生する逆起電圧がインバータの直流側電圧よりも高くなるように、エンジンの回転数を制御する。このようにして、第 1 モータの逆起電圧に起因する制動トルクを調節することにより、この制動トルクの反力トルク（出力部材に発生させる駆動トルク）を調節している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献１】特開２０１３－２０３１１６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上述のハイブリッド自動車では、インバータの直流側電圧が検出できないときなどに、エンジンの回転数の調節が困難となることがある。このため、第１，第２インバータの故障時にエンジンが運転中である場合に、上述の手法とは異なる手法によっても、適切に走行できるようにすることが要請されている。

【０００５】

本発明のハイブリッド自動車は、エンジンを運転しており且つ第１，第２インバータの双方をゲート遮断しているときに、上述の手法とは異なる手法により、走行を可能とすることを主目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明のハイブリッド自動車は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

【０００７】

本発明のハイブリッド自動車は、

エンジンと、

動力を入出力可能な第１モータと、

前記第１モータの回転軸と前記エンジンの出力軸と車軸に連結された駆動軸とに３つの回転要素が共線図において前記回転軸，前記出力軸，前記駆動軸の順に並ぶように接続されたプラネタリギヤと、

20

前記駆動軸に動力を入出力可能な第２モータと、

前記第１モータを駆動するための第１インバータと、

前記第２モータを駆動するための第２インバータと、

前記第１，第２インバータを介して前記第１，第２モータと電力をやりとり可能なバッテリーと、

を備えるハイブリッド自動車であって、

前記エンジンを運転しており且つ前記第１，第２インバータの双方をゲート遮断しており且つアクセルオンである所定時には、前記エンジンの回転数が増加するように前記エンジンを制御する制御手段、

30

を備えることを特徴とする。

【０００８】

この本発明のハイブリッド自動車では、プラネタリギヤの３つの回転要素に、共線図において第１モータの回転軸，エンジンの出力軸，駆動軸の順に並ぶように、第１モータとエンジンと駆動軸とが接続されている。そして、エンジンを運転しており且つ第１，第２インバータの双方をゲート遮断しており且つアクセルオンである所定時には、エンジンの回転数が増加するようにエンジンを制御する。エンジンの回転数が増加する際には、第１モータの回転数も増加する。このとき、プラネタリギヤにおける第１モータが接続された回転要素に、その回転要素（第１モータ）の回転数の変化を妨げる（回転数を小さくする）方向のトルクが作用する。このトルクは、プラネタリギヤにおける駆動軸が接続された回転要素に、その回転要素（駆動軸）の回転数を増加させる方向のトルクとして伝達される。したがって、このトルクによって走行（退避走行）を行なうことができる。

40

【０００９】

こうした本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記所定時には、前記エンジンの回転数の増加と減少とが繰り返され、前記エンジンの回転数の減少時の減少レートが、前記エンジンの回転数の増加時の増加レートよりも小さくなるように前記エンジンを制御する手段である、ものとしてもよい。エンジンの回転数（第１モータの回転数）の増加時，減少時には、それぞれ、駆動軸の回転数を増加させる方向，減少させる方向のトルクが駆動軸に伝達される。したがって、エンジンの回転数の増加時の増加レートよ

50

りもエンジンの回転数の減少時の減少レートを小さくすることにより、エンジンの回転数の減少時の駆動軸の回転数（車速）の減少をより抑制することができる。

【 0 0 1 0 】

所定時にエンジンの回転数の増加と減少とを繰り返す態様の本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、アクセル開度が大きい場合の前記増加レートが、アクセル開度が小さい場合の前記増加レートよりも大きくなるように、前記エンジンを制御する手段である、ものとしてもよい。こうすれば、アクセル開度をより反映させた走行を行うことができる。ここで、「アクセル開度が大きい場合の前記増加レートが、アクセル開度が小さい場合の前記増加レートよりも大きくなるように、」は、前記増加レートがアクセル開度が大きいほど大きくなるように、を意味するものとしてもよい。

10

【 0 0 1 1 】

本発明のハイブリッド自動車において、前記制御手段は、前記所定時には前記エンジンを上限回転数まで増加させると共に、アクセル開度が大きい場合の前記上限回転数が、アクセル開度が小さい場合の前記上限回転数よりも大きくなるように、前記エンジンを制御する手段である、ものとしてもよい。こうすれば、アクセル開度をより反映させた走行を行うことができる。ここで、「アクセル開度が大きい場合の前記上限回転数が、アクセル開度が小さい場合の前記上限回転数よりも大きくなるように、」は、前記上限回転数がアクセル開度が大きいほど大きくなるように、を意味するものとしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

20

【図 1】本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車 20 の構成の概略を示す構成図である。

【図 2】モータ MG 1 , MG 2 を含む電機駆動系の構成の概略を示す構成図である。

【図 3】実施例のエンジン ECU 24 によって実行されるゲート遮断時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 4】回転数増加制御のうちエンジン 22 の回転数 N_e を増加させているときの、プラネタリギヤ 30 の各回転要素の回転数の関係としての共線図の一例を示す説明図である。

【図 5】インバータ 41 , 42 の双方のゲート遮断時の、アクセルのオンオフ、エンジン 22 の回転数 N_e , 車速 V の時間変化の様子の一列を示す説明図である。

【図 6】変形例のエンジン ECU 24 によって実行されるゲート遮断時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

30

【図 7】変形例のエンジン ECU 24 によって実行されるゲート遮断時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図 8】アクセル開度 A_{cc} と増加レート値 R_{up} との関係の一例を示す説明図である。

【図 9】インバータ 41 , 42 の双方のゲート遮断時の、アクセル開度 A_{cc} , エンジン 22 の回転数 N_e , 車速 V の時間変化の様子の一列を示す説明図である。

【図 10】アクセル開度 A_{cc} と上限回転数 N_{e2} との関係の一例を示す説明図である。

【図 11】インバータ 41 , 42 の双方のゲート遮断時の、アクセル開度 A_{cc} , エンジン 22 の回転数 N_e , 車速 V の時間変化の様子の一列を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

40

【 0 0 1 3 】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【 0 0 1 4 】

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。図 2 は、モータ MG 1 , MG 2 を含む電機駆動系の構成の概略を示す構成図である。

【 0 0 1 5 】

実施例のハイブリッド自動車 20 は、図 1 に示すように、エンジン 22 と、プラネタリギヤ 30 と、モータ MG 1 , MG 2 と、インバータ 41 , 42 と、バッテリー 50 と、ハイ

50

ブリッド用電子制御ユニット（以下、「H V E C U」という）70と、を備える。

【0016】

エンジン22は、ガソリンや軽油などを燃料として動力を出力する内燃機関として構成されている。このエンジン22は、エンジン用電子制御ユニット（以下、「エンジンE C U」という）24によって運転制御されている。

【0017】

エンジンE C U 24は、図示しないが、C P Uを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、C P Uの他に、処理プログラムを記憶するR O Mやデータを一時的に記憶するR A M、入出力ポート、通信ポートを備える。エンジンE C U 24には、エンジン22を運転制御するのに必要な各種センサからの信号が入力ポートから入力されている。各種センサからの信号としては、以下のものを挙げることができる。エンジン22のクランクシャフト26の回転位置を検出するクランクポジションセンサ23からのクランク角 $c r$ 。スロットルバルブのポジションを検出するスロットルバルブポジションセンサからのスロットル開度T H。エンジンE C U 24からは、エンジン22を運転制御するための種々の制御信号が出力ポートを介して出力されている。種々の制御信号としては、以下のものを挙げることができる。スロットルバルブのポジションを調節するスロットルモータへの駆動制御信号。燃料噴射弁への駆動制御信号。イグナイタと一体化されたイグニッションコイルへの駆動制御信号。エンジンE C U 24は、H V E C U 70と通信ポートを介して接続されている。このエンジンE C U 24は、H V E C U 70からの制御信号によってエンジン22を運転制御する。また、エンジンE C U 24は、必要に応じてエンジン22の運転状態に関するデータをH V E C U 70に出力する。エンジンE C U 24は、クランクポジションセンサ23からのクランク角 $c r$ に基づいて、クランクシャフト26の角速度および回転数、即ち、エンジン22の角速度 $n e$ および回転数N eを演算している。

【0018】

プラネタリギヤ30は、外歯歯車のサンギヤ31と、内歯歯車のリングギヤ32と、サンギヤ31およびリングギヤ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、を有するシングルピニオン式の遊星歯車機構として構成されている。サンギヤ31には、モータM G 1の回転子が接続されている。リングギヤ32には、駆動輪39a, 39bにデファレンシャルギヤ38およびギヤ機構37を介して連結された駆動軸36が接続されている。キャリア34には、ダンパ28を介してエンジン22のクランクシャフト26が接続されている。

【0019】

モータM G 1は、永久磁石が埋め込まれた回転子と三相コイルが巻回された固定子とを有する同期発電電動機として構成されている。このモータM G 1は、上述したように、回転子がプラネタリギヤ30のサンギヤ31に接続されている。モータM G 2は、モータM G 1と同様に、同期発電電動機として構成されている。このモータM G 2は、回転子が減速ギヤ35を介して駆動軸36に接続されている。

【0020】

図1や図2に示すように、インバータ41, 42とバッテリー50とは、電力ライン54によって接続されている。そして、電力ライン54には、平滑用のコンデンサ57が取り付けられている。

【0021】

図2に示すように、インバータ41は、6つのトランジスタT11~T16と、トランジスタT11~T16に逆方向に並列接続された6つのダイオードD11~D16と、を有する。トランジスタT11~T16は、それぞれ電力ライン54の正極母線と負極母線とに対してソース側とシンク側になるよう2個ずつペアで配置されている。また、トランジスタT11~T16の対となるトランジスタ同士の接続点の各々には、モータM G 1の三相コイル（U相、V相、W相）の各々が接続されている。したがって、インバータ41に電圧が作用しているときに、モータ用電子制御ユニット（以下、「モータE C U」とい

10

20

30

40

50

う) 40によって、対となるトランジスタT11～T16のオン時間の割合が調節されることにより、三相コイルに回転磁界が形成され、モータMG1が回転駆動される。

【0022】

インバータ42は、インバータ41と同様に、6つのトランジスタT21～T26と6つのダイオードD21～D26とを有する。そして、インバータ42に電圧が作用しているときに、モータECU40によって、対となるトランジスタT21～T26のオン時間の割合が調節されることにより、三相コイルに回転磁界が形成され、モータMG2が回転駆動される。

【0023】

モータECU40は、図示しないが、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROM、データを一時的に記憶するRAM、入出力ポート、通信ポートを備える。図1に示すように、モータECU40には、モータMG1、MG2を駆動制御するのに必要な各種センサからの信号が入力ポートを介して入力されている。各種センサからの信号としては、以下のものを挙げることができる。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からの回転位置 m_1 、 m_2 。モータMG1、MG2の各相に流れる電流を検出する電流センサからの相電流。モータECU40からは、インバータ41、42のトランジスタT11～T16、T21～T26へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。モータECU40は、HVECU70と通信ポートを介して接続されている。このモータECU40は、HVECU70からの制御信号によってモータMG1、MG2を駆動制御する。また、モータECU40は、必要に応じてモータMG1、MG2の駆動状態に関するデータをHVECU70に出力する。モータECU40は、回転位置検出センサ43、44からのモータMG1、MG2の回転子の回転位置 m_1 、 m_2 に基づいて、モータMG1、MG2の角速度 \dot{m}_1 、 \dot{m}_2 および回転数 N_{m1} 、 N_{m2} を演算している。

【0024】

バッテリー50は、例えばリチウムイオン二次電池やニッケル水素二次電池として構成されている。このバッテリー50は、バッテリー用電子制御ユニット(以下、「バッテリーECU」という)52によって管理されている。

【0025】

バッテリーECU52は、図示しないが、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROM、データを一時的に記憶するRAM、入出力ポート、通信ポートを備える。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な各種センサからの信号が入力ポートを介して入力されている。各種センサからの信号としては、以下のものを挙げることができる。バッテリー50の端子間に設置された電圧センサ51aからの電池電圧 V_b 。バッテリー50の出力端子に取り付けられた電流センサ51bからの電池電流 I_b (バッテリー50から放電するときが正の値)。バッテリー50に取り付けられた温度センサ51cからの電池温度 T_b 。バッテリーECU52は、HVECU70と通信ポートを介して接続されている。このバッテリーECU52は、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータをHVECU70に出力する。バッテリーECU52は、電圧センサ51aからの電池電圧 V_b と電流センサ51bからの電池電流 I_b との積として充放電電力 P_b を演算している。また、バッテリーECU52は、電流センサ51bからの電池電流 I_b の積算値に基づいて蓄電割合SOCを演算している。蓄電割合SOCは、バッテリー50の全容量に対するバッテリー50から放電可能な電力の容量の割合である。さらに、バッテリーECU52は、演算した蓄電割合SOCと、温度センサ51cからの電池温度 T_b と、に基づいて入出力制限 W_{in} 、 W_{out} を演算している。入出力制限 W_{in} 、 W_{out} は、バッテリー50を充放電してもよい最大許容電力である。

【0026】

HVECU70は、図示しないが、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成

10

20

30

40

50

されており、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROM，データを一時的に記憶するRAM，入出力ポート，通信ポートを備える。HVECU70には、各種センサからの信号が入力ポートを介して入力されている。各種センサからの信号としては、以下のものを挙げることができる。イグニッションスイッチ80からのイグニッション信号。シフトレバー81の操作位置を検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP。アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度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。HVECU70は、上述したように、エンジンECU24，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いる。このHVECU70は、エンジンECU24，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。

10

【0027】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20では、ハイブリッド走行モード（HV走行モード），電動走行モード（EV走行モード）などの走行モードで走行する。HV走行モードは、エンジン22の運転とモータMG1，MG2の駆動とを伴って走行する走行モードである。EV走行モードは、エンジン22を運転停止すると共にモータMG2を駆動して走行する走行モードである。

【0028】

HV走行モードでは、HVECU70は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Accと車速センサ88からの車速Vとに基づいて、走行に要求される（駆動軸36に出力すべき）要求トルク T_{r*} を設定する。続いて、設定した要求トルク T_{r*} に駆動軸36の回転数 N_r を乗じて、走行に要求される走行用パワー P_{drv*} を計算する。ここで、駆動軸36の回転数 N_r としては、モータMG2の回転数 N_{m2} を減速ギヤ35のギヤ比 G_r で除して得られる回転数，車速Vに換算係数を乗じて得られる回転数などを用いることができる。そして、走行用パワー P_{drv*} からバッテリー50の充放電要求パワー P_{b*} （バッテリー50から放電するときが正の値）を減じて、車両に要求される要求パワー P_{e*} を計算する。次に、要求パワー P_{e*} がエンジン22から出力されると共にバッテリー50の入出力制限 W_{in} ， W_{out} の範囲内で要求トルク T_{r*} が駆動軸36に出力されるように、エンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} ，モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} を設定する。そして、エンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} をエンジンECU24に送信すると共に、モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} をモータECU40に送信する。エンジンECU24は、エンジン22の目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} を受信すると、受信した目標回転数 N_{e*} および目標トルク T_{e*} に基づいてエンジン22が運転されるように、エンジン22の吸入空気量制御や燃料噴射制御，点火制御などを行なう。モータECU40は、モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} を受信すると、モータMG1，MG2がトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} で駆動されるようにインバータ41，42のトランジスタ $T_{11} \sim T_{16}$ ， $T_{21} \sim T_{26}$ のスイッチング制御を行なう。このHV走行モードでは、要求パワー P_{e*} が停止用閾値 P_{stop} 以下に至ったときなどエンジン22の停止条件が成立したときに、エンジン22の運転を停止してEV走行モードに移行する。

20

30

40

【0029】

EV走行モードでは、HVECU70は、まず、HV走行モードと同様に、要求トルク T_{r*} を設定する。続いて、モータMG1のトルク指令 T_{m1*} に値0を設定する。そして、バッテリー50の入出力制限 W_{in} ， W_{out} の範囲内で要求トルク T_{r*} が駆動軸36に出力されるように、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} を設定する。そして、モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} をモータECU40に送信する。モータECU40は、モータMG1，MG2のトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} を受信すると、モータMG1，MG2がトルク指令 T_{m1*} ， T_{m2*} で駆動されるようにインバータ41

50

、42のトランジスタT11~T16、T21~T26のスイッチング制御を行なう。このEV走行モードでは、HV走行モードと同様に計算した要求パワー P_{e*} が停止用閾値 P_{stop} よりも大きい始動用閾値 P_{start} 以上に至ったときなどエンジン22の始動条件が成立したときに、エンジン22を始動してHV走行モードに移行する。

【0030】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20の動作、特に、エンジン22の運転中にインバータ41、42の双方がゲート遮断されたときの動作について説明する。図3は、実施例のエンジンECU24によって実行されるゲート遮断時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、エンジン22の運転中に、インバータ41、42の双方がゲート遮断されていることを示す信号をHVECU70から受信したときに、繰り返し実行される。なお、インバータ41、42の双方に異常が生じてモータECU40によってインバータ41、42の双方がゲート遮断されたときには、その旨を示す信号がモータECU40からHVECU70を介してエンジンECU24に送信される。また、図示しない補機バッテリーからモータECU40への電力供給の遮断などによるモータECU40の停止によってインバータ41、42の双方がゲート遮断されたときには、HVECU70は、モータECU40との間の所定時間に亘る通信の途絶によってインバータ41、42の双方のゲート遮断を検知し、これを示す信号をエンジンECU24に送信する。

【0031】

ゲート遮断時制御ルーチンが実行されると、エンジンECU24は、まず、アクセル開度 A_{cc} 、エンジン22の回転数 N_e などのデータを入力する(ステップS100)。ここで、アクセル開度 A_{cc} は、アクセルペダルポジションセンサ84によって検出された値をHVECU70から通信により入力するものとした。エンジン22の回転数 N_e は、クランクポジションセンサ23からのクランク角 θ_{cr} に基づいて演算された値を入力するものとした。

【0032】

こうしてデータを入力すると、アクセル開度 A_{cc} を用いて、アクセルオンかアクセルオフかを判定する(ステップS110)。そして、アクセルオフであると判定されたときには、アイドル運転制御を実行して(ステップS120)、本ルーチンを終了する。アイドル運転制御では、エンジンECU24は、エンジン22の目標回転数 N_{e*} に所定回転数 N_{idl} (例えば、1000rpm、1200rpmなど)を設定し、設定した目標回転数 N_{e*} でエンジン22がアイドル運転(無負荷運転)されるようにエンジン22を制御する。

【0033】

ステップS110で、アクセルオンであると判定されたときには、エンジン22の回転数 N_e 、増加レート値 R_{up} 、減少レート値 R_{dn} 、下限回転数 N_{e1} 、上限回転数 N_{e2} を用いて、回転数増減制御を実行して(ステップS130)、本ルーチンを終了する。回転数増減制御は、エンジン22の回転数 N_e の増加と減少とが繰り返されるようにエンジン22を制御する制御である。ここで、増加レート値 R_{up} は、エンジン22の回転数 N_e を増加させる際のレート値である。減少レート値 R_{dn} は、エンジン22の回転数 N_e を減少させる際のレート値である。実施例では、減少レート値 R_{dn} を、増加レート値 R_{up} よりも小さい値とするものとした。下限回転数 N_{e1} は、エンジン22の回転数 N_e を減少させる際の下限回転数である。この下限回転数 N_{e1} は、例えば、上述の所定回転数 N_{idl} などを用いることができる。上限回転数 N_{e2} は、エンジン22の回転数 N_e を増加させる際の上限回転数である。この上限回転数 N_{e2} は、例えば、2500rpm、3000rpm、3500rpmなどを用いることができる。

【0034】

回転数増減制御は、エンジンECU24によって、例えば、以下のように行なうことができる。アクセルオンとされて回転数増減制御を開始すると、次式(1)に示すように、エンジン22の前の目標回転数(前回 N_{e*})に増加レート値 R_{up} を加えた値を上限

10

20

30

40

50

回転数 N_{e2} で上限ガードしてエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} を設定し、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} となるようにエンジン 22 を制御する。これを繰り返すことにより、エンジン 22 の回転数 N_e を上限回転数 N_{e2} まで徐々に増加させる。そして、エンジン 22 の回転数 N_e が上限回転数 N_{e2} 以上に至ると、式 (2) に示すように、エンジン 22 の前回の目標回転数 (前回 N_{e*}) から減少レート値 R_{dn} を減じた値を下限回転数 N_{e1} で下限ガードしてエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} を設定し、エンジン 22 の回転数 N_e が目標回転数 N_{e*} となるようにエンジン 22 を制御する。これを繰り返すことにより、エンジン 22 の回転数 N_e を下限回転数 N_{e1} まで徐々に減少させる。そして、エンジン 22 の回転数 N_e が下限回転数 N_{e1} 以下に至ると、再度、式 (1) によるエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} の設定を開始し、エンジン 22 の回転数 N_e を徐々に増加させる。こうした一連の制御により、エンジン 22 の回転数 N_e の、上限回転数 N_{e2} までの増加と、下限回転数 N_{e1} までの減少と、が繰り返し行なわれる。

10

【0035】

$$N_{e*} = \min(\text{前回 } N_{e*} + R_{up}, N_{e2}) \quad (1)$$

$$N_{e*} = \max(\text{前回 } N_{e*} - R_{dn}, N_{e1}) \quad (2)$$

【0036】

図 4 は、回転数増加制御のうちエンジン 22 の回転数 N_e を増加させているときの、プラネタリギヤ 30 の各回転要素の回転数の関係としての共線図の一例を示す説明図である。図中、S 軸は、モータ MG1 の回転数 N_{m1} であるサンギヤ 31 の回転数を示し、C 軸は、エンジン 22 の回転数 N_e であるキャリヤ 34 の回転数を示し、R 軸は、モータ MG2 の回転数 N_{m2} を減速ギヤ 35 のギヤ比 G_r で除して得られる回転数 (N_{m2} / G_r) であるリングギヤ 32 の回転数を示す。また、C 軸上の太線矢印は、エンジン 22 の回転数 N_e を増加させるためにエンジン 22 から出力されてキャリヤ 34 に作用するトルクを示す。S 軸上の太線矢印は、モータ MG1 の回転数 N_{m1} の変化に伴ってサンギヤ 31 に作用するトルク (モータ MG1 の回転数 N_{m1} の変化を妨げる方向のトルク) T_{i1} を示す。R 軸上の太線矢印は、トルク T_{i1} によってプラネタリギヤ 30 を介してリングギヤ 32 (駆動軸 36) に作用するトルク T_{i2} を示す。ここで、トルク T_{i1} は、モータ MG1 の慣性モーメント I_{m1} と、モータ MG1 の回転数 N_{m1} の微分値 (dN_{m1} / dt) と、を用いて、次式 (3) により、求めることができる。また、反力トルク T_{i2} は、トルク T_{i1} と、プラネタリギヤ 30 のギヤ比 (サンギヤ 31 の歯数 / リングギヤ 32 の歯数) と、を用いて、式 (4) により、求めることができる。エンジン 22 の回転数 N_e (モータ MG1 の回転数 N_{m1}) が増加するときには、トルク T_{i1} は、サンギヤ 31 の回転数を減少させる方向のトルクとなり、トルク T_{i2} は、リングギヤ 32 の回転数 (駆動軸 36 の回転数 N_r) を増加させる方向のトルクとなる。このトルク T_{i2} がリングギヤ 32 から駆動軸 36 を介して駆動輪 39a, 39b に伝達されることにより、走行用の推進力を得ることができる。これにより、インバータ 41, 42 を共にゲート遮断しているときに、走行 (退避走行) を行なうことができる。なお、エンジン 22 の回転数 N_e を減少させるときには、トルク T_{i1} は、サンギヤ 31 の回転数を増加させる方向のトルクとなり、トルク T_{i2} は、リングギヤ 32 の回転数を減少させる方向のトルクとなる。したがって、走行を妨げるトルクとなる。実施例では、上述したように、減少レート値 R_{dn} を増加レート値よりも小さい値とする。したがって、微分値 dN_{m1} / dt , トルク T_{i1} , トルク T_{i2} の大きさは、エンジン 22 の回転数 N_e が増加するときよりも、エンジン 22 の回転数 N_e を減少させるときに小さい。このため、減少レート値 R_{dn} と増加レート値とを同一の値とするものに比して、エンジン 22 の回転数 N_e を減少させるときの駆動軸 36 の回転数 N_r (車速 V) の低下をより抑制することができる。

20

30

40

【0037】

$$T_{i1} = I_{m1} \cdot dN_{m1} / dt \quad (3)$$

$$T_{i2} = -1 / \quad \cdot T_{i1} \quad (4)$$

【0038】

図 5 は、インバータ 41, 42 の双方のゲート遮断時の、アクセルのオンオフ、エンジ

50

ン 2 2 の回転数 N_e , 車速 V の時間変化の様子の一例を示す説明図である。図示するように、アクセルオンされてからアクセルオフされるまでの間（時刻 t_{11} ~ 時刻 t_{12} ）に亘って、回転数増減制御の実行により、エンジン 2 2 の回転数 N_e の、下限回転数 N_{e1} から上限回転数 N_{e2} までの増加と、上限回転数 N_{e2} から下限回転数 N_{e1} までの減少と、が繰り返される。このとき、エンジン 2 2 の回転数 N_e の増加時の増加速度よりも回転数 N_e の減少時の減少速度が小さいことにより、車速 V は、増加と減少とを繰り返しながら徐々に増加する。このようにして走行（退避走行）を行なうことができる。

【 0 0 3 9 】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、エンジン 2 2 の運転中で且つインバータ 4 1 , 4 2 の双方のゲート遮断中で且つアクセルオンのときには、エンジン 2 2 の回転数 N_e の増加と減少とが繰り返されるようにエンジン 2 2 を制御する。これにより、エンジン 2 2 の回転数 N_e （モータ $M G 1$ の回転数 N_{m1} ）の増加に伴ってプラネタリギヤ 3 0 のサンギヤ 3 1 , リングギヤ 3 2 を介して駆動軸 3 6 に作用するトルクによって、走行（退避走行）を行なうことができる。

【 0 0 4 0 】

そして、実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、エンジン 2 2 の回転数 N_e を増加させる際の増加レート値 R_{up} よりもエンジン 2 2 の回転数 N_e を減少させる際の減少レート値 R_{dn} を小さくする。これにより、エンジン 2 2 の回転数 N_e を減少させるときの駆動軸 3 6 の回転数 N_r （車速 V ）の低下をより抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、エンジン 2 2 の運転中で且つインバータ 4 1 , 4 2 の双方のゲート遮断中には、図 3 のゲート遮断時制御ルーチンを実行するものとした。しかし、図 3 のゲート遮断時制御ルーチンに代えて、図 6 または図 7 のゲート遮断時制御ルーチンを実行するものとしてもよい。以下、順に説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、図 6 のルーチンについて説明する。図 6 のルーチンは、図 3 のルーチンにステップ $S 2 0 0$ の処理を追加した点を除いて、図 3 のルーチンと同一である。したがって、図 6 のルーチンにおいて、図 3 のルーチンと同一の処理については同一のステップ番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

図 6 のゲート遮断時制御ルーチンでは、ステップ $S 1 1 0$ でアクセルオンのときには、アクセル開度 A_{cc} に基づいて、増加レート値 R_{up} を設定する（ステップ $S 2 0 0$ ）。そして、設定した増加レート値 R_{up} などを用いて回転数増減制御を実行して（ステップ $S 1 3 0$ ）、本ルーチンを終了する。なお、回転数増減制御において、減少レート値 R_{dn} , 下限回転数 N_{e1} , 上限回転数 N_{e2} については、実施例と同様に、アクセル開度 A_{cc} に拘わらず一律の値を用いるものとした。

【 0 0 4 4 】

ここで、増加レート値 R_{up} は、この変形例では、アクセル開度 A_{cc} と増加レート値 R_{up} との関係を予め定めてマップとして記憶しておき、アクセル開度 A_{cc} が与えられると、このマップから対応する増加レート値 R_{up} を導出して設定するものとした。アクセル開度 A_{cc} と増加レート値 R_{up} との関係の一例を図 8 に示す。増加レート値 R_{up} は、図示するように、減少レート値 R_{dn} よりも大きい範囲内で、アクセル開度 A_{cc} が大きい場合にアクセル開度 A_{cc} が小さい場合よりも大きくなるように設定される。具体的には、増加レート値 R_{up} は、減少レート値 R_{dn} よりも大きい範囲内で、アクセル開度 A_{cc} が大きいほど大きくなる傾向に設定される。これにより、回転数増減制御において、アクセル開度 A_{cc} が大きい場合にアクセル開度 A_{cc} が小さい場合よりもエンジン 2 2 の回転数 N_e が迅速に増加し、トルク T_{i1} , T_{i2} の大きさが大きくなる。この結果、アクセル開度 A_{cc} が大きい場合にアクセル開度 A_{cc} が小さい場合よりも車速 V の増加の程度を大きくすることができる。

【 0 0 4 5 】

図9は、この変形例の場合における、インバータ41、42の双方のゲート遮断時のアクセル開度Acc、エンジン22の回転数Ne、車速Vの時間変化の様子の一例を示す説明図である。図示するように、アクセルオンされてからアクセルオフされるまでの間(時刻t21~時刻t22)に亘って、回転数増減制御の実行により、実施例と同様に、走行(退避走行)を行なうことができる。さらに、回転数増減制御において、エンジン22の回転数Neを増加させる際に、アクセル開度Accが大きい場合にアクセル開度Accが小さい場合よりもエンジン22の回転数Neを迅速に増加させるから、アクセル開度Accに応じて車速Vを増加させることができる。即ち、アクセル開度Accをより反映させた走行(退避走行)を行なうことができる。

【0046】

次に、図7のゲート遮断時制御ルーチンについて説明する。図7のルーチンは、図3のルーチンにステップS300の処理を追加した点を除いて、図3のルーチンと同一である。したがって、図7のルーチンにおいて、図3のルーチンと同一の処理については同一のステップ番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0047】

図7のゲート遮断時制御ルーチンでは、ステップS110でアクセルオンのときには、アクセル開度Accに基づいて、上限回転数Ne2を設定する(ステップS300)。そして、設定した上限回転数Ne2などを用いて回転数増減制御を実行して(ステップS130)、本ルーチンを終了する。なお、回転数増減制御において、増加レート値Rup、減少レート値Rdn、下限回転数Ne1については、実施例と同様に、アクセル開度Acc

【0048】

ここで、上限回転数Ne2は、この変形例では、アクセル開度Accと上限回転数Ne2との関係を予め定めてマップとして記憶しておき、アクセル開度Accが与えられると、このマップから対応する上限回転数Ne2を導出して設定するものとした。アクセル開度Accと上限回転数Ne2との関係の一例を図10に示す。上限回転数Ne2は、図示するように、アクセル開度Accが大きい場合にアクセル開度Accが小さい場合よりも大きくなるように設定される。具体的には、上限回転数Ne2は、アクセル開度Accが大きいほど大きくなる傾向に設定される。これにより、回転数増減制御において、アクセル開度Accが大きい場合にアクセル開度Accが小さい場合よりもエンジン22の回転数Neの増加が継続する時間が長くなり、トルクTi2がリングギヤ32の回転数を増加させる方向のトルクとして継続する時間が長くなる。この結果、アクセル開度Accが大きい場合にアクセル開度Accが小さい場合よりも車速Vの増加の程度を大きくすることができる。

【0049】

図11は、この変形例の場合における、インバータ41、42の双方のゲート遮断時のアクセル開度Acc、エンジン22の回転数Ne、車速Vの時間変化の様子の一例を示す説明図である。図示するように、アクセルオンされてからアクセルオフされるまでの間(時刻t31~時刻t32)に亘って、回転数増減制御の実行により、実施例と同様に、走行(退避走行)を行なうことができる。さらに、回転数増減制御において、エンジン22の回転数Neを増加させる際に、アクセル開度Accが大きい場合にアクセル開度Accが小さい場合よりも上限回転数Ne2を大きくするから、アクセル開度Accに応じて車速Vを増加させることができる。即ち、アクセル開度Accをより反映させた走行(退避走行)を行なうことができる。

【0050】

実施例のハイブリッド自動車20では、増加レート値Rupおよび上限回転数Ne2について、アクセル開度Accに拘わらず一律の値を用いるものとした。また、図6のルーチンでは、増加レート値Rupについては、アクセル開度Accが大きい場合にアクセル開度Accが小さい場合よりも大きくなる値とし、上限回転数Ne2については、アクセル開度Accに拘わらず一律の値を用いるものとした。さらに、図7のルーチンでは、上

10

20

30

40

50

限回転数 N_{e2} については、アクセル開度 A_{cc} が大きい場合にアクセル開度 A_{cc} が小さい場合よりも大きくなる値とし、増加レート値 R_{up} については、アクセル開度 A_{cc} に拘わらず一律の値を用いるものとした。これらに対して、増加レート値 R_{up} について、アクセル開度 A_{cc} が大きい場合にアクセル開度 A_{cc} が小さい場合よりも大きくなる値とすると共に、上限回転数 N_{e2} について、アクセル開度 A_{cc} が大きい場合にアクセル開度 A_{cc} が小さい場合よりも大きくなる値とするものとしてもよい。

【0051】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、減少レート値 R_{dn} を、増加レート値 R_{up} よりも小さい値とするものとした。しかし、減少レート値 R_{dn} を、増加レート値 R_{up} と同一の値を用いるものとしてもよい。

10

【0052】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、エンジン 22 の運転中で且つインバータ 41, 42 の双方のゲート遮断中で且つアクセルオンのときには、エンジン 22 の回転数 N_e の増加と減少とが繰り返されるようにエンジン 22 を制御するものとした。しかし、エンジン 22 の回転数 N_e が 1 回だけ増加するようにエンジン 22 を制御するものとしてもよい。

【0053】

実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。実施例では、エンジン 22 が「エンジン」に相当し、モータ MG1 が「第 1 モータ」に相当し、プラネタリギヤ 30 が「プラネタリギヤ」に相当し、モータ MG2 が「第 2 モータ」に相当し、インバータ 41 が「第 1 インバータ」に相当し、インバータ 42 が「第 2 インバータ」に相当し、バッテリー 50 が「バッテリー」に相当し、図 3 のゲート遮断時制御ルーチンを実行するエンジン ECU 24 が「制御手段」に相当する。

20

【0054】

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

30

【0055】

以上、本発明を実施するための形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明は、ハイブリッド自動車の製造産業などに利用可能である。

【符号の説明】

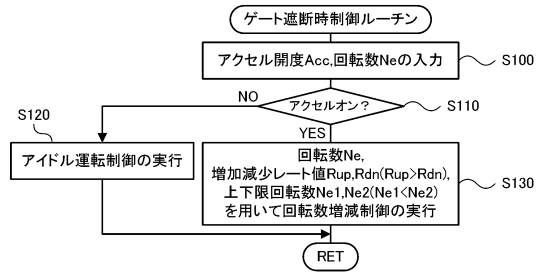
40

【0057】

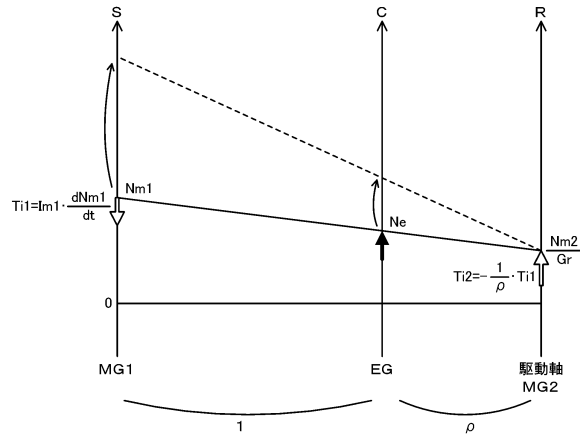
20 ハイブリッド自動車、22 エンジン、23 クランクポジションセンサ、24 エンジン用電子制御ユニット（エンジン ECU）、26 クランクシャフト、28 ダンパ、30 プラネタリギヤ、31 サンギヤ、32 リングギヤ、33 ピニオンギヤ、34 キャリヤ、35 減速ギヤ、36 駆動軸、37 ギヤ機構、38 デファレンシャルギヤ、39a, 39b 駆動輪、40 モータ用電子制御ユニット（モータ ECU）、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、51a 電圧センサ、51b 電流センサ、51c 温度センサ、52 バッテリ用電子制御ユニット（バッテリ ECU）、54 電力ライン、57 コンデンサ、70 ハイブリッド用電子制御ユニット（HVECU）、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレ

50

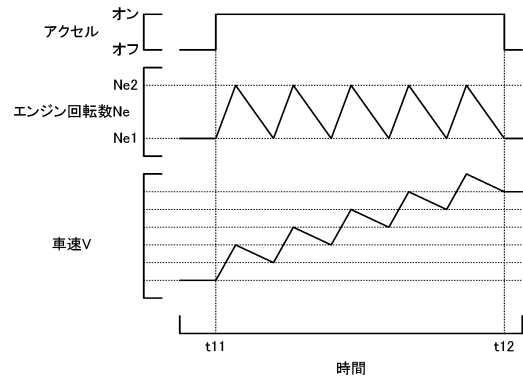
【 図 3 】



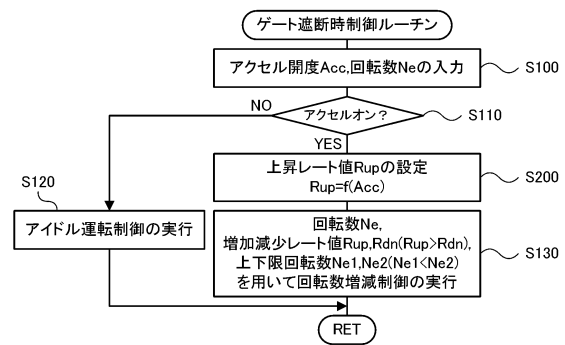
【 図 4 】



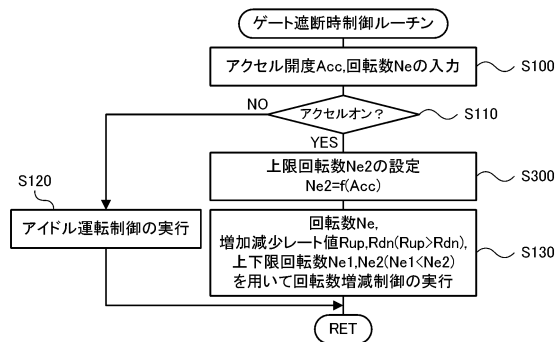
【 図 5 】



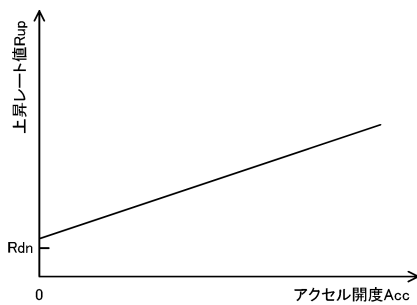
【 図 6 】



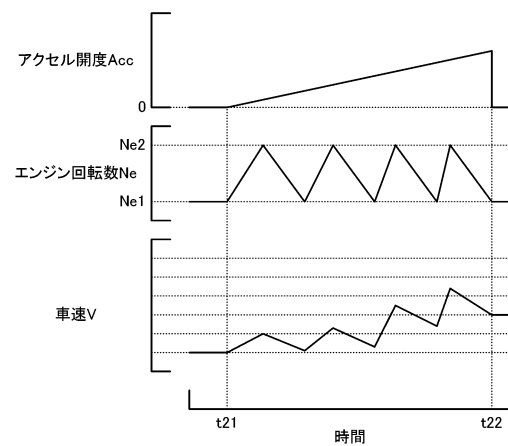
【 図 7 】



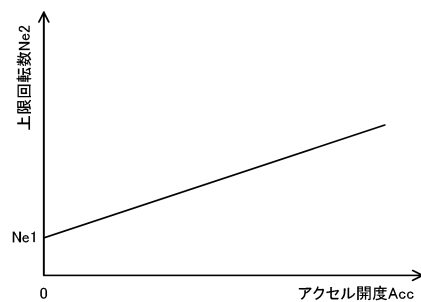
【圖 8】



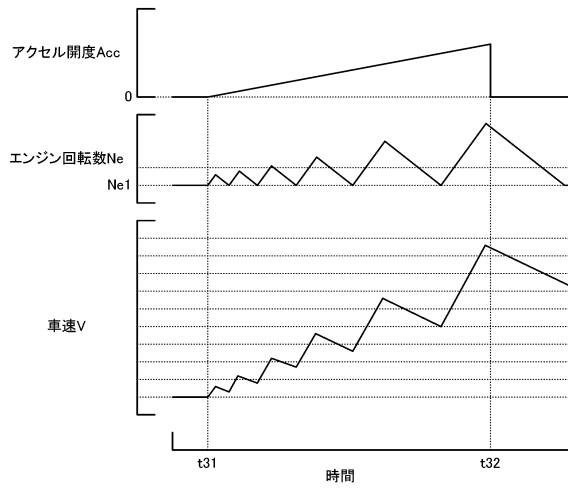
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 岸本 岳志
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 増子 真

(56)参考文献 特開2013-203116(JP,A)
特開2010-012827(JP,A)
特開2006-014386(JP,A)
特開2012-232646(JP,A)
特開2010-264852(JP,A)
特開2001-292502(JP,A)
国際公開第2013/069079(WO,A1)
特開2010-006309(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0072336(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60K	6/20	-	6/547
B60W	10/00	-	20/50
B60L	1/00	-	3/12
B60L	7/00	-	13/00
B60L	15/00	-	15/42
F02D	29/00	-	29/06