

(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2020-121664

(P2020-121664A)

(43) 公開日 令和2年8月13日(2020.8.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B60W 10/26 (2006.01)	B60W 10/26 900	3D202
B60K 6/48 (2007.10)	B60K 6/48	3G093
B60K 6/44 (2007.10)	B60K 6/44	5H125
B60K 6/52 (2007.10)	B60K 6/52	
B60K 6/547 (2007.10)	B60K 6/547	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-15310 (P2019-15310)
 (22) 出願日 平成31年1月31日 (2019.1.31)

(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 100083998
 弁理士 渡邊 丈夫
 (72) 発明者 池村 亮祐
 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 加藤 直人
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 河井 孝吉
 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

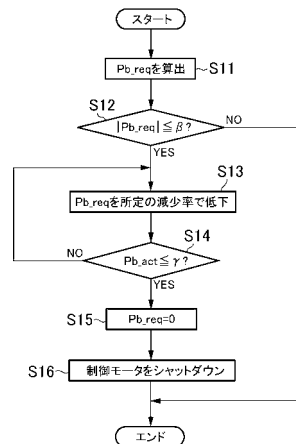
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両の駆動力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 駆動システム全体としてのエネルギー消費量を低減できるハイブリッド車両の駆動力制御装置を提供する。

【解決手段】 エンジンと車輪との間に設けられた変速機構の変速段と車速とに応じたエンジン回転数でエンジンを運転した場合におけるエンジンの熱効率が良好となるようにエンジンの出力パワーを求め、エンジンが出力パワーを出力している状態におけるハイブリッド車両の走行パワーがハイブリッド車両に要求される要求走行パワーとなる制御モータへの蓄電装置から供給する要求電力もしくは制御モータで発生する起電力を求め(ステップS11)、要求電力もしくは起電力が、第1所定電力以下の場合に制御モータと蓄電装置との間での電力の授受を遮断する(ステップS16)。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンと、前記エンジンの出力側に連結されかつ複数の変速段を設定可能な変速機構と、前記変速機構からトルクが伝達される車輪と前記車輪とは異なる他の車輪とのいずれか一方の車輪に連結された発電機能を有する制御モータと、前記制御モータに接続された蓄電装置とを備えたハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

前記エンジンと前記制御モータとを制御するコントローラを備え、

前記コントローラは、

前記変速機構の変速比と車速とに応じたエンジン回転数で前記エンジンを運転した場合における前記エンジンの熱効率が良好となる前記エンジンの出力パワーを求め、

前記エンジンが前記出力パワーを出力している状態における前記ハイブリッド車両の走行パワーが前記ハイブリッド車両に要求される要求走行パワーとなる前記制御モータへの前記蓄電装置から供給する要求電力もしくは前記制御モータで発生する起電力を求め、

前記要求電力もしくは前記起電力が、第 1 所定電力以下の場合に前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受を遮断するように構成されている

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

前記第 1 所定電力は、前記要求走行パワーを前記エンジンから出力する場合の前記エンジンの運転点に基づく熱効率に応じたエネルギー損失量が、前記蓄電装置から前記制御モータに前記要求電力を供給し、または前記制御モータが前記起電力を発生した場合における前記制御モータのエネルギー損失量よりも大きくなるエネルギー量に応じた電力に定められている

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受は、前記要求電力もしくは前記起電力が前記第 1 所定電力以下の場合に前記要求電力もしくは前記起電力を所定減少率で減少させ、前記要求電力もしくは前記起電力が前記第 1 所定電力よりも低電力である第 2 所定電力以下に低下した後に前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受をゼロにすることにより遮断する

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

30

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

前記変速機構の入力側に連結された第 1 モータと、前記変速機構の出力側または前記他の車輪に連結された第 2 モータとを備え、

前記コントローラは、前記第 1 モータと前記第 2 モータとのうちのいずれか一方のモータを前記制御モータとして選択する

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

40

【請求項 5】

請求項 4 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

前記コントローラは、

前記要求走行パワーが前記エンジンの前記出力パワーよりも小さい場合に、前記第 1 モータを前記制御モータとして選択し、前記要求走行パワーが前記エンジンの前記出力パワーよりも大きい場合に、前記第 2 モータを前記制御モータとして選択する

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【請求項 6】

請求項 4 に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において、

50

前記コントローラは、

前記蓄電装置から前記第 1 モータに前記要求電力を供給し、または前記第 1 モータが前記起電力を発生した場合における電氣的な動力損失と、前記第 1 モータから前記駆動輪に動力を伝達する際の機械的な動力損失との合算値である第 1 動力損失を求め、

前記蓄電装置から前記第 2 モータに前記要求電力を供給し、または前記第 2 モータが前記起電力を発生した場合における電氣的な動力損失と、前記第 2 モータから前記駆動輪に動力を伝達する際の機械的な動力損失との合算値である第 2 動力損失を求め、

前記第 1 動力損失が前記第 2 動力損失よりも小さい場合に、前記第 1 モータを前記制御モータとして選択し、前記第 1 動力損失が前記第 2 動力損失よりも大きい場合に、前記第 2 モータを前記制御モータとして選択する

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【請求項 7】

請求項 4 ないし 6 のいずれか一項に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において

前記コントローラは、

前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受の遮断の有無にかかわらず、前記第 1 モータと前記第 2 モータとのうちの他方のモータと前記蓄電装置との間での電力の授受を遮断する

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【請求項 8】

請求項 4 ないし 7 のいずれか一項に記載のハイブリッド車両の駆動力制御装置において

前記コントローラは、

前記第 2 モータの逆起電力が第 3 所定電力よりも大きい場合に、前記第 2 モータと前記蓄電装置との電力の授受の遮断を禁止する

ことを特徴とするハイブリッド車両の駆動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、駆動力源としてのエンジンと少なくとも一つのモータとを備えたハイブリッド車両の駆動力制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、エンジンが連結された第 1 回転要素と、第 1 モータが連結された第 2 回転要素と、出力軸が連結された第 3 回転要素とにより構成された動力分割機構と、その出力軸にトルク伝達可能に連結された第 2 モータと、出力軸からトルクが入力される変速機構とを備えたハイブリッド車両の制御装置が記載されている。このハイブリッド車両は、第 2 モータのみから駆動トルクを出力して走行することができ、その場合、エンジンを停止させ、第 1 モータを非通電状態とすることにより、エネルギー損失を低減できる。一方、車速が増加すると、それに応じて第 1 モータの回転数が増大するため、第 1 モータを非通電状態としても、第 1 モータで生じる逆起電力が増大して発電する可能性がある。そのため、特許文献 1 に記載された制御装置は、第 1 モータの回転数に関連する状態量が所定量まで上昇した場合に、第 1 モータを非通電状態としたまま、変速機構をアップシフトして、第 1 モータの回転数を低下させるように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 20620 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に記載された制御装置は、第 1 モータからトルクを出力することが要求されていないときに第 1 モータを非通電状態とすることにより、第 1 モータでのエネルギー消費量を低減している。また、特許文献 1 に記載されたハイブリッド車両は、エンジンの出力トルクを駆動輪に伝達する場合には、第 1 モータのトルクを制御することによりエンジンの運転点を熱効率が良好な運転点到に制御できる。一方、そのように第 1 モータによりエンジンの運転点を制御する場合には、第 1 モータによる鉄損や銅損などによってエネルギー損失が発生する。したがって、エンジンの熱効率を向上させることによるエネルギー消費の低減量よりも、第 1 モータを駆動することによるエネルギー損失量が大きくなる場合があり、駆動システム全体としてのエネルギー消費量が増加する可能性がある。

10

【 0 0 0 5 】

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであって、駆動システム全体としてのエネルギー消費量を低減できるハイブリッド車両の駆動力制御装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の目的を達成するために、この発明は、エンジンと、前記エンジンの出力側に連結されかつ複数の変速段を設定可能な変速機構と、前記変速機構からトルクが伝達される車輪と前記車輪とは異なる他の車輪とのいずれか一方の車輪に連結された発電機能を有する制御モータと、前記制御モータに接続された蓄電装置とを備えたハイブリッド車両の駆動力制御装置において、前記エンジンと前記制御モータとを制御するコントローラを備え、前記コントローラは、前記変速機構の変速比と車速とに応じたエンジン回転数で前記エンジンを運転した場合における前記エンジンの熱効率が良好となる前記エンジンの出力パワーを求め、前記エンジンが前記出力パワーを出力している状態における前記ハイブリッド車両の走行パワーが前記ハイブリッド車両に要求される要求走行パワーとなる前記制御モータへの前記蓄電装置から供給する要求電力もしくは前記制御モータで発生する起電力を求め、前記要求電力もしくは前記起電力が、第 1 所定電力以下の場合に前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受を遮断するように構成されていることを特徴とするものである。

20

【 0 0 0 7 】

この発明では、前記第 1 所定電力は、前記要求走行パワーを前記エンジンから出力する場合の前記エンジンの運転点に基づく熱効率に応じたエネルギー損失量が、前記蓄電装置から前記制御モータに前記要求電力を供給し、または前記制御モータが前記起電力を発生した場合における前記制御モータのエネルギー損失量よりも大きくなるエネルギー量に応じた電力であってよい。

30

【 0 0 0 8 】

この発明では、前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受は、前記要求電力もしくは前記起電力が前記第 1 所定電力以下の場合に前記要求電力もしくは前記起電力を所定減少率で減少させ、前記要求電力もしくは前記起電力が前記第 1 所定電力よりも低電力である第 2 所定電力以下に低下した後に前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受をゼロにすることにより遮断してよい。

40

【 0 0 0 9 】

この発明では、前記変速機構の入力側に連結された第 1 モータと、前記変速機構の出力側または前記他の車輪に連結された第 2 モータとを備え、前記コントローラは、前記第 1 モータと前記第 2 モータとのうちのいずれか一方のモータを前記制御モータとして選択してよい。

【 0 0 1 0 】

この発明では、前記コントローラは、前記要求走行パワーが前記エンジンの前記出力パワーよりも小さい場合に、前記第 1 モータを前記制御モータとして選択し、前記要求走行パワーが前記エンジンの前記出力パワーよりも大きい場合に、前記第 2 モータを前記制御

50

モータとして選択してよい。

【0011】

この発明では、前記コントローラは、前記蓄電装置から前記第1モータに前記要求電力を供給し、または前記第1モータが前記起電力を発生した場合における電氣的な動力損失と、前記第1モータから前記駆動輪に動力を伝達する際の機械的な動力損失との合算値である第1動力損失を求め、前記蓄電装置から前記第2モータに前記要求電力を供給し、または前記第2モータが前記起電力を発生した場合における電氣的な動力損失と、前記第2モータから前記駆動輪に動力を伝達する際の機械的な動力損失との合算値である第2動力損失を求め、前記第1動力損失が前記第2動力損失よりも小さい場合に、前記第1モータを前記制御モータとして選択し、前記第1動力損失が前記第2動力損失よりも大きい場合に、前記第2モータを前記制御モータとして選択してよい。

10

【0012】

この発明では、前記コントローラは、前記制御モータと前記蓄電装置との間での電力の授受の遮断の有無にかかわらず、前記第1モータと前記第2モータとのうちの他方のモータと前記蓄電装置との間での電力の授受を遮断してよい。

【0013】

この発明では、前記コントローラは、前記第2モータの逆起電力が第3所定電力よりも大きい場合に、前記第2モータと前記蓄電装置との電力の授受の遮断を禁止してよい。

【発明の効果】

【0014】

この発明によれば、エンジンの熱効率が良好となるように変速機構の変速段と車速とに応じてエンジンの出力パワーを求め、エンジンが出力パワーを出力している状態におけるハイブリッド車両の走行パワーがハイブリッド車両に要求される要求走行パワーとなる制御モータへの蓄電装置から供給する要求電力もしくは制御モータで発生する起電力を求め、さらに、その要求電力もしくは起電力が、第1所定電力以下の場合に制御モータと蓄電装置との間での電力の授受を遮断する。つまり、要求電力もしくは起電力が低電力である場合に、制御モータを駆動しない。すなわち、制御モータから僅かな動力を出力するなどによって駆動することによるエネルギー削減効果が比較的小さい時に、制御モータを停止する。したがって、制御モータを回転させることに伴って蓄電装置と制御モータとの間で電力を授受することによるエネルギー損失が生じず、その結果、ハイブリッド車両の全体としてのエネルギー効率が向上する。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】この発明の実施形態におけるハイブリッド車両の一例を説明するための模式図である。

【図2】設定されるエンジンパワーと、要求パワーとの関係を説明するための図である。

【図3】シャットダウンするモータと制御モータとを選択するための制御例を説明するためのフローチャートである。

【図4】要求電力に応じて制御モータをシャットダウンさせる制御例を説明するためのフローチャートである。

40

【図5】図4に示す制御例を実行した場合における制御モータに通電する電力の変化を説明するためのタイムチャートである。

【図6】動力損失に応じてシャットダウンするモータと制御モータとを選択するための制御例を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

この発明の実施形態におけるハイブリッド車両の一例を説明するための模式図を図1に示してある。図1に示すハイブリッド車両V_eは、駆動力源としてのエンジン1と第1モータ(MG1)2とが後輪3に連結され、他の駆動力源としての第2モータ(MG2)4が、前輪5に連結されている。なお、後輪3が、この発明の実施形態における「車輪」に

50

相当し、前輪 5 が、この発明の実施形態における「他の車輪」に相当する。

【0017】

エンジン 1 は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの従来知られているエンジンと同様に構成されており、空気と燃料との混合気を燃焼することにより動力を出力する。そのエンジン 1 の回転数とエンジン 1 の出力トルクとで定められる運転点を制御することにより、その制御されたエンジン 1 の運転点に応じた熱効率で混合気が燃焼されて動力が出力される。

【0018】

そのエンジン 1 の出力軸 6 には、第 1 モータ 2 が連結されている。より具体的には、第 1 モータ 2 のロータ軸が出力軸 6 と一体に回転するように嵌合している。この第 1 モータ 2 は、従来知られているハイブリッド車両や電気自動車の駆動力源として設けられたモータと同様に、発電機能を有するモータであって、例えば、永久磁石式の同期モータを採用することができる。また、第 1 モータ 2 は、第 2 モータ 4 と比較して低回転数でかつ高トルクを出力できるように構成されており、発電機としての機能が優れるように構成されている。

10

【0019】

第 1 モータ 2 を貫通したエンジン 1 の出力軸 6 の端部には、複数の変速比を設定可能な変速機構 7 が連結されている。この変速機構 7 は、従来知られている変速比をステップ的に変更可能な有段式の変速機構を採用することができる。

【0020】

その変速機構 7 の図示しない出力部材は、リアプロペラシャフト 8 およびリアデフレンシャルユニット 9 を介して一対の後輪 3 が連結されている。なお、図 1 では、便宜上、一方の後輪 3 のみを示してある。

20

【0021】

さらに、図 1 に示すハイブリッド車両 V e の前後方向における中央または後方に、第 2 モータ 4 が設けられている。この第 2 モータ 4 も、第 1 モータ 2 と同様に発電機能を有するモータであって、例えば、永久磁石式の同期モータを採用することができる。一方、第 2 モータ 4 は、第 1 モータと比較して高回転数でかつ低トルクを出力できるように構成されており、モータとしての機能が優れるように構成されている。

【0022】

第 2 モータ 4 の出力軸 10 は、車両 V e の前方側に向けて延出しており、その先端に、リダクションギヤ対 11 を介してフロントプロペラシャフト 12 が連結されている。そのフロントプロペラシャフト 12 にフロントデフレンシャルギヤユニット 13 を介して、一対の前輪 5 が連結されている。なお、図 1 では、便宜上、一方の前輪 5 のみを示してある。

30

【0023】

上述した第 1 モータ 2 には、第 1 インバータ 14 を介して蓄電装置 15 が接続され、同様に第 2 モータ 4 には、第 2 インバータ 16 を介して蓄電装置 15 が接続されている。第 1 インバータ 14 は、従来知られたインバータと同様に、第 1 モータ 2 の U 相、V 相、W 相のそれぞれに接続された三つのトランジスタと、それぞれのトランジスタ毎に逆並列に接続された三つのダイオードとにより構成されている。第 2 インバータ 16 も同様に、第 2 モータ 4 の U 相、V 相、W 相のそれぞれに接続された三つのトランジスタと、それぞれのトランジスタ毎に逆並列に接続された三つのダイオードとにより構成されている。また、蓄電装置 15 は、バッテリーやキャパシタなどにより構成されており、その蓄電装置 15 から出力された直流電流を、第 1 インバータ 14 や第 2 インバータ 16 で所定の周波数の交流電流に変換して第 1 モータ 2 や第 2 モータ 4 に通電し、また第 1 モータ 2 や第 2 モータ 4 により発電された交流電流を第 1 インバータ 14 や第 2 インバータ 16 で直流電流に変換して蓄電装置 15 に供給するように構成されている。

40

【0024】

このように構成された各インバータ 14 , 16 をシャットダウンすることにより、すな

50

わち、各インバータ14, 16のスイッチングを停止することにより、蓄電装置15と第1モータ2や第2モータ4との電力の授受が遮断される。つまり、第1モータ2や第2モータ4から駆動トルクや回生トルクを出力することがない。

【0025】

上述したエンジン1、各モータ2, 4(もしくは各インバータ14, 16)、および変速機構7を制御するための電子制御装置(以下、ECUと記す)17が設けられている。このECU17は、この発明の実施形態における「コントローラ」に相当するものであり、マイクロコンピュータを主体として構成され、入力される信号と、予め記憶されている演算式やマップなどに基づいて、エンジン1や、各インバータ14, 16、あるいは変速機構7に出力する信号を定めるように構成されている。そのECU17に入力される信号は、例えば、アクセル開度センサにより検出された信号、車速センサによって検出された信号、第1モータ2や第2モータ4の回転数を検出するセンサの信号、蓄電装置15の充電残量、蓄電装置15の温度、蓄電装置15の出力電圧や出力電流などである。また、ECU17に記憶されているマップは、車速とアクセル開度とから要求駆動力を求めるための駆動力マップ、要求駆動力と車速とから変速機構7が設定する変速段を定めるための変速マップ、エンジン1の運転点毎における熱効率を定めた熱効率マップ、第1モータ2や第2モータ4の運転点毎におけるエネルギー効率(入力される電力に対する出力パワー)を定めたマップなどである。

10

【0026】

上述したように構成されたハイブリッド車両Veは、エンジン1から駆動トルクを出力して走行する場合には、原則的に、エンジン1の運転点が熱効率が良い運転点となるように制御する。そして、走行するために要求されるパワー(以下、要求パワーと記す)Preqと、上記のエンジン1の運転点に応じたエンジン1の出力パワー(以下、エンジンパワーと記す)Peとの差Pdに応じて第1モータ2や第2モータ4から駆動パワーを出力し、または第1モータ2や第2モータ4によりエンジンパワーPeの一部を電力として回生する。

20

【0027】

具体的には、まず、車速Vとアクセル開度とから駆動力マップを参照して要求駆動力Freqを求め、その要求駆動力Freqと車速Vとから変速マップを参照して変速機構7で設定する変速段を定める。ついで、設定された変速段の変速比と車速Vとから目標エンジン回転数Ne_tagを算出し、その算出された目標エンジン回転数Ne_tagと熱効率マップとから、熱効率が良好となる目標エンジントルクTe_tagを求める。さらに、車速Vと要求駆動力Freqとから車両Veに要求パワーPreqを求める。その後、要求パワーPreqから、上記目標エンジン回転数Ne_tagと目標エンジントルクTe_tagとの積であるエンジンパワーPeを減算したエネルギー差Pdを算出し、そのエネルギー差に応じた駆動パワーを第1モータ2や第2モータ4から出力し、または回生パワーを第1モータ2や第2モータ4で電力として回生する。

30

【0028】

上記したように求められるエンジン1の運転点、および第1モータ2や第2モータ4の駆動パワーまたは回生パワーについて図2を参照して説明する。なお、図2における横軸にエンジン回転数を採り、縦軸にエンジントルクを採っており、エンジン回転数毎に熱効率が良好となる運転点をプロットして結んだ最適燃費線を実線Aで示し、また上記のように求められたエンジンパワーPeを実線Bで示し、第1所定要求パワーPreq1を破線で示し、第2所定要求パワーPreq2を一点鎖線で示している。

40

【0029】

図2に示すように要求パワーPreqに関わらず、エンジン1の運転点が最適燃費線上の運転点となるようにエンジントルクが制御される。一方、第1所定要求パワーPreq1が要求されている場合には、エンジンパワーPeよりも第1所定要求パワーPreq1が大きいことにより、第1モータ2と第2モータ4との少なくともいずれか一方から、第1所定要求パワーPreq1とエンジンパワーPeとの差Pd1に応じた駆動パワーを出

50

力する。

【0030】

それとは反対に、第2所定要求パワー P_{req2} が要求されている場合には、エンジンパワー P_e が第2所定要求パワー P_{req2} よりも大きいことにより、エンジンパワー P_e と第2所定要求パワー P_{req2} との差 P_d2 に応じた回生パワーを、第1モータ2と第2モータ4との少なくともいずれか一方によって電力として回生する。

【0031】

なお、走行するためのエネルギーとは別に、補機類を駆動するためなどにより蓄電装置15を充電することが要求される場合があり、また蓄電装置15の過充電を抑制するために蓄電装置15から放電することが要求される場合がある。そのような場合には、上記の要求パワー P_{req} に、蓄電装置15を充電するため、または蓄電装置15から放電するための電力を加算し、その加算されたエネルギーとエンジンパワー P_e とを比較して、第1モータ2や第2モータ4の駆動パワーまたは回生パワーを求めてもよい。以下の説明では、走行するためのエネルギー以外のエネルギーが要求されていないものとして説明する。

10

【0032】

上述した要求パワー P_{req} を充足させるための駆動パワーは、第1モータ2と第2モータ4との少なくともいずれか一方から出力すればよい。一方、第1モータ2は、トルクの伝達経路における上流側に設けられていることにより、エンジンパワー P_e を回生することに適するように構成され、また第2モータ4は、トルクの伝達経路における下流側に設けられていることにより、走行のための駆動パワーを出力することに適するように構成されている。したがって、要求パワー P_{req} よりもエンジンパワー P_e が大きい場合には、第1モータ2により回生パワーを出力するとともに第2モータ4と蓄電装置15との電力の授受を遮断、すなわち第2インバータ16をシャットダウンし、また要求パワー P_{req} よりもエンジンパワー P_e が小さい場合には、第2モータ4により駆動パワーを出力するとともに第1モータ2と蓄電装置15との電力の授受を遮断、すなわち第1インバータ14をシャットダウンするように構成されている。

20

【0033】

上記の蓄電装置15との電力の授受を遮断するモータを定める制御例を説明するためのフローチャートを図3に示している。図3に示す制御例では、まず、充電電力（起電力）または放電電力の要求量を算出する（ステップS1）。このステップS1における充電電力または放電電力の要求量は、上述した要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d に応じた電力であり、したがって、図2に示すマップや、車速、設定される変速段などに基づいて算出することができる。なお、充電電力と放電電力との要求量は、蓄電装置15から出力する電力と、蓄電装置15に入力する電力との相違のみであって、以下の説明では、放電電力を正の値とし、充電電力を負の値とした要求電力 P_{b_req} として記す。

30

【0034】

ついで、要求電力 P_{b_req} がゼロ以上であるか否かを判断する（ステップS2）。このステップS2は、要求パワー P_{req} よりもエンジンパワー P_e が過剰に出力されるか否かを判断するためのステップであり、したがって、要求電力 P_{b_req} がゼロ以上であることによりステップS2で肯定的に判断された場合は、第1モータ2と蓄電装置15との電力の授受を遮断する（ステップS3）。以下の説明では、第1モータ2と蓄電装置15との電力の授受を遮断することを、便宜上、第1モータ2をシャットダウンすると記す。

40

【0035】

また、エンジンパワー P_e が要求パワー P_{req} と同一であることにより、要求電力 P_{b_req} がゼロの場合には、第1モータ2に加えて、第2モータ4も駆動パワーを出力しない。したがって、ステップS3について、要求電力 P_{b_req} がゼロであるか否かを判断する（ステップS4）。

50

【0036】

要求電力 P_{b_req} がゼロであることによりステップ S4 で肯定的に判断された場合は、そのままこのルーチンを一旦終了する。それとは反対に、要求電力 P_{b_req} がゼロでないことによりステップ S4 で否定的に判断された場合や、要求電力 P_{b_req} がゼロ未満であることによりステップ S2 で否定的に判断された場合には、第2モータ4から駆動パワーを出力することが要求されていないため、第2モータ4と蓄電装置15との電力の授受を遮断し得る。すなわち、第2インバータ16をシャットダウンし得る。一方、第2モータ4は、駆動輪に連結されているため、第2インバータ16をシャットダウンしても、第2モータ4が高回転数で回転した場合には、第2モータ4の逆起電力が高くなり、意図せずに蓄電装置15に充電あるいは電力が付加される可能性がある。

10

【0037】

そのため、図3に示す制御例では、第2モータ4の逆起電力が意図せずに蓄電装置15に充電される上限電力以下であるか否かを判断する(ステップS5)。この逆起電力は、第2モータ4の回転数と第2モータ4のロータに設けられた永久磁石の磁力などに基づいて求めることができ、蓄電装置15に電力が供給される逆起電力の大きさ、すなわちステップS5における上限電力の大きさは、第2インバータ16の構成などに基づいて定めることができる。なお、第2モータ4は、車速に応じた回転数で回転するため、ステップS5に代えて、車速が所定車速 V_1 以下であるか否かを判断してもよい。この上限電力が、この発明の実施形態における「第3所定電力」に相当する。

20

【0038】

そして、第2モータ4の逆起電力が上限電力以下であることによりステップS5で肯定的に判断された場合は、第2モータ4と蓄電装置15との電力の授受を遮断して(ステップS6)、このルーチンを一旦終了する。以下の説明では、第2モータ4と蓄電装置15との電力の授受を遮断することを、便宜上、第2モータ4をシャットダウンすると記す。それとは反対に第2モータ4の逆起電力が上限電力よりも大きいことによりステップS5で否定的に判断された場合は、そのままこのルーチンを一旦終了する。すなわち、第2モータ4をシャットダウンすることを禁止する。なお、その場合は、第2モータ4を連れ回すことによる抵抗トルクと同一の大きさの駆動トルクを出力するように、第2モータ4に電力を供給すればよい。

30

【0039】

上述したように要求電力 P_{b_req} が正の値であるとき、すなわちエンジンパワー P_e に駆動パワーを加算することが要求されているときに、第1モータ2をシャットダウンすることにより、駆動パワーを出力することに比較的適していない第1モータ2を駆動することがなく、その結果、第1モータ2を駆動することによる電力損失を抑制できる。なお、その場合には、第2モータ4の出力パワーが、要求パワー P_{req} を充足するように制御されることになり、第2モータ4が以下に説明する制御モータとなる。

【0040】

また、同様に、要求電力 P_{b_req} が負の値であるとき、すなわちエンジンパワー P_e の一部を回生することが要求されているときであって、かつ第2モータ4の逆起電力が上限電力以下である場合に、第2モータ4をシャットダウンすることにより、回生することに比較的適していない第2モータ4によって回生することがなく、その結果、第2モータ4を駆動することによる電力損失を抑制できる。なお、その場合には、第1モータ2の回生パワーが、要求パワー P_{req} を充足するように制御されることになり、第1モータ2が以下に説明する制御モータとなる。すなわち、図3に示す例は、シャットダウンするモータを選択することに加えて、エンジン1の運転点を燃費が良好な運転点とするために制御するモータを選択している。

40

【0041】

さらに、第2モータ4の逆起電力が所定値よりも大きい場合に、第2モータ4がシャットダウンされることを抑制することにより、蓄電装置15に意図せずに電力が供給されることを抑制でき、その結果、蓄電装置15の耐久性が低下することを抑制できる。

50

【0042】

なお、算出された要求パワー P_{b_req} に基づいてシャットダウンするモータを選択する構成に限らず、例えば、車速 V と要求駆動力 F_{req} とをパラメータとした走行領域毎にシャットダウンするモータを設定した二次元マップを用意し、検出された車速 V と要求駆動力 F_{req} と、その二次元マップとに基づいて、シャットダウンするモータおよび制御モータを選択するように構成してもよい。

【0043】

一方、図3に示す制御例に基づいてシャットダウンするモータおよび制御モータを選択し、その制御モータを駆動することによりエンジン1の運転点を熱効率が良い運転点に制御する。その場合、エンジン1の熱効率が良好になるものの、第1モータ2や第2モータ4を駆動することによる不可避的なエネルギー損失が生じる。したがって、上記のようにエンジン1および各モータ2, 4を駆動した場合におけるエネルギー損失量が、要求パワー P_{req} の全てをエンジン1から出力した場合におけるエネルギー損失量よりも大きくなる可能性がある。

10

【0044】

例を挙げて具体的に説明すると、要求パワー P_{req} と、エンジン1の運転点を熱効率が良好な運転点に制御した場合のエンジンパワー P_e とに僅かに差があるときには、第1モータ2や第2モータ4を作動させる。その際には、機械的なエネルギーと電気的なエネルギーとの間のエネルギー変換に伴った損失が発生する。このエネルギー損失を、第1エネルギー損失と記す。

20

【0045】

一方、要求パワー P_{req} の全てをエンジン1から出力すると、エンジン1の運転点が熱効率の良い運転点から外れることにより、エンジン1を熱効率が良好な運転点で駆動させた場合と比較してエネルギー損失が増大する。この増大するエネルギー損失を、第2エネルギー損失と記す。

【0046】

上記の第1エネルギー損失と第2エネルギー損失とは発生要因が異なり、要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差が小さい程、第1エネルギー損失が第2エネルギー損失よりも大きくなる傾向にある。そのような場合には、第1モータ2や第2モータ4を駆動した場合には、駆動システム全体としてのエネルギー損失量が大きくなる。

30

【0047】

そのため、この発明の実施形態における制御装置は、エンジン1の運転点を熱効率が良好な運転点に制御できるようにするために駆動するモータ(以下、制御モータと記す)に通電する要求電力、または制御モータで発生する起電力に応じて、制御モータをシャットダウンするように構成されている。なお、この制御モータは、図3におけるステップS3が実行された場合には、第2モータ4であり、ステップS3を実行することなくステップS6が実行された場合には、第1モータ2である。

【0048】

その制御の一例を説明するためのフローチャートを図4に示している。図4に示す例では、まず、要求電力 P_{b_req} を算出する(ステップS11)。このステップS11は、図3におけるステップS1と同様である。

40

【0049】

ついで、要求電力 P_{b_req} の絶対値が、判断閾値 以下であるか否かを判断する(ステップS12)。このステップS12における判断閾値 は、制御モータを駆動せずに上述したように求められたエンジンパワー P_e のみを出力したとしても、要求パワー P_{req} の過不足によって運転者が違和感を抱かない範囲となる電力に定められ、または上述した第1エネルギー損失が第2エネルギー損失よりも大きくなる電力値に定められている。この判断閾値 が、この発明の実施形態における「第1所定電力」に相当する。

【0050】

したがって、要求電力 P_{b_req} の絶対値が判断閾値 よりも大きくステップS12

50

で否定的に判断された場合には、制御モータを駆動しないと要求パワーの過不足によって運転者が違和感を抱き、または制御モータを駆動しないことによりエンジン1の運転点が変わることによるエネルギー損失量が大きくなる。そのため、ステップS12で否定的に判断された場合は、そのままこのルーチンを一旦終了する。すなわち、要求電力 P_{b_req} に応じた電力を制御モータに出力し、または要求電力 P_{b_req} に応じた電力を制御モータによって発電する。それとは反対に、要求電力 P_{b_req} の絶対値が判断閾値以下であることによりステップS12で肯定的に判断された場合は、制御モータをシャットダウンするための制御を実行する。

【0051】

この制御モータをシャットダウンするための制御では、まず、制御モータをシャットダウンすることに伴ってショックが発生することを抑制するために、ステップS12について、要求電力 P_{b_req} を所定の減少率で低下させる(ステップS13)。制御モータの回転数は、車速に応じた回転数となっているため、要求電力 P_{b_req} を減少させると、制御モータの出力トルクが低下する。したがって、運転者が体感しない、または違和感を抱かない程度の駆動トルクの変化率を求め、その求められた駆動トルクの変化に応じた制御モータの出力トルクの変化率を求め、その制御モータの出力トルクの変化率に応じた要求電力 P_{b_req} の減少率を、ステップS13における所定の減少率として定めている。なお、運転者が体感しない、または違和感を抱かない程度の駆動トルクの変化率は、車速などに応じて変化する可能性があるため、ステップS13における所定の減少率は、車速などに応じて変化する可変値としてもよい。

【0052】

ステップS13に続けて、制御モータに実際に通電されている電力、または制御モータによって実際に発電されている電力(以下、実電力 P_{b_act} と記す)が、実行閾値以下であるか否かを判断する(ステップS14)。この実行閾値は、制御モータへの通電電力または制御モータの発電電力をステップ的にゼロに切り替えたとしても、その切り替えに伴う駆動力の変化を運転者が体感しない程度の大きさに定められている。したがって、実電力 P_{b_act} の絶対値が、実行閾値以下であることによりステップS14で肯定的に判断された場合は、要求電力 P_{b_req} をゼロに切り替え(ステップS15)、その後、制御モータをシャットダウンし(ステップS16)、このルーチンを一旦終了する。なお、上記実行閾値が、この発明の実施形態における「第2所定電力」に相当する。

【0053】

それとは反対に、実電力 P_{b_act} の絶対値が、実行閾値よりも大きいことによりステップS14で否定的に判断された場合は、ステップS13にリターンする。すなわち、実電力 P_{b_act} の絶対値が実行閾値に減少するまで、要求電力 P_{b_req} を所定の減少率で継続して減少させる。

【0054】

なお、上述したように実電力 P_{b_act} がゼロに低下した後に、制御モータをシャットダウンすることにより、エンジンパワー P_e のみが駆動輪に伝達されることになり、その結果、要求パワー P_{req} よりも実際に発生する走行パワーが大きくなり、または小さくなる可能性がある。しかしながら、制御モータのシャットダウンは、上述したように第1モータ2や第2モータ4を駆動せずにエンジンパワー P_e のみを出力したとしても、要求パワー P_{req} の不足によって運転者が違和感を抱かない範囲となる電力などの比較的小さい判断閾値よりも低電力が要求される場合に実行されるため、運転者が違和感を抱くことを抑制できる。

【0055】

また、上記のように制御モータをシャットダウンすることに伴う要求パワー P_{req} と実際に発生する走行パワーとの乖離を抑制するために、要求パワー P_{req} に応じてエンジンパワー P_e を変化させてもよい。すなわち、要求パワー P_{req} を充足するようにエンジン1のトルクを制御することにより、エンジン1の運転点が最適燃費線上から離れた

10

20

30

40

50

運転点となってもよい。

【0056】

さらに、上述した例では、制御モータをシャットダウンすることに伴うショックを抑制するために、要求電力 P_{b_req} が判断閾値 以下となった場合に、要求電力 P_{b_req} を所定の減少率で低下させ、その後、制御モータをシャットダウンするように構成されているが、この発明の実施形態における駆動力制御装置は、要求電力 P_{b_req} が判断閾値 以下となった時点で、制御モータをシャットダウンしてもよい。

【0057】

図5は、図4に示す制御例を実行した場合における制御モータに通電する電力の変化を説明するためのタイムチャートである。なお、上述した制御例では、要求電力 P_{b_req} と実電力 P_{b_act} とを区別して記載しているものの、モータの応答性は良好であるから、要求電力 P_{b_req} と実電力 P_{b_act} とは実質的に同一の値であるため、図5に示す例では、要求電力 P_{b_req} と実電力 P_{b_req} とを区別せずに示してある。

10

【0058】

図5における t_0 時点では、要求電力 P_{b_req} が正の値となっており、したがって、第2モータ4に通電して、第2モータ4から駆動パワーを出力している。また、その要求電力 P_{req} は、判断閾値 よりも大きいことにより、図4におけるステップS12で否定的に判断される。そのため、要求電力 P_{b_req} は、要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d に応じた動力を充足するように定められている。

20

【0059】

そして、 t_1 時点で、要求電力 P_{b_req} が判断閾値 以下となり、図4におけるステップS12で肯定的に判断されることにより、要求電力 P_{b_req} が所定の減少率で低下させられている。なお、 t_1 時点以降も、要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d に応じた動力を充足するように要求電力 P_{b_req} を定めた場合の一例を破線で示してある。

【0060】

上記のように要求電力 P_{b_req} を低下させることにより t_2 時点で実電力 P_{b_act} が実行閾値 よりも小さくなることにより図4におけるステップS14で肯定的に判断される。その結果、 t_2 時点で、制御モータ（第2モータ4）がシャットダウンされている。

30

【0061】

なお、 t_3 時点で要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d に応じて定められる要求電力 P_{b_req} が判断閾値 よりも大きくなることにより、制御モータをシャットダウンから復帰させて、要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d に応じた電力を出力するように実際の要求電力 P_{b_req} が次第に増大している。

【0062】

上述したように要求電力 P_{b_req} が判断閾値 以下の場合に、制御モータをシャットダウンするように構成することによって、駆動システム全体としてのエネルギー損失を低減することができる。言い換えると、蓄電装置15から電力が出力されることを停止し、または蓄電装置15に電力が供給されることを停止する領域を拡大することができ、その結果、蓄電装置15と第1モータ2や第2モータ4との電力の授受に伴うエネルギー損失を低減することができる。また、要求電力 P_{b_req} が判断閾値 以下の場合に、要求電力 P_{b_req} を所定の減少率で低下させることにより、制御モータをシャットダウンさせることに伴うショックを抑制できることに加え、制御モータをシャットダウンする頻度を増加させることができる。その結果、駆動システム全体としてのエネルギー損失をより一層低減することができる。

40

【0063】

図3に示す制御例では、要求パワー P_{req} がエンジンパワー P_e よりも大きいか否かによって、つまり、蓄電装置15から電力を出力するか否かによって、動作に適したモー

50

タを制御モータとし、制御モータがシャットダウンするか否かにかかわらず、動作に適していないモータをシャットダウンするように構成されている。

【0064】

一方、第1モータ2や第2モータ4は、出力トルクと回転数とで定まる運転点に応じて入力される電力に対して、第1モータ2や第2モータ4から出力される動力であるエネルギー変換効率が異なる。また、第1モータ2は、変速機構7を介して駆動輪となる後輪3に連結され、それに対して、第2モータ4は、リダクションギヤ対11を介して駆動輪となる前輪5に連結されている。したがって、第1モータ2と第2モータ4との回転数の大小関係は、変速機構7の設定される変速比に応じて変化し、その結果、第1モータ2を駆動することによる電氣的な動力損失が、第2モータ4を駆動することによる電氣的な動力損失よりも小さくなる可能性がある。

10

【0065】

さらに、第1モータ2と後輪3との間のトルクの伝達経路を構成する部材と、第2モータ4と前輪5との間のトルクの伝達経路を構成する部材とが異なっていることにより、第1モータ2から前輪3に動力を伝達する過程での機械的な動力損失と、第2モータ4から前輪5に動力を伝達する過程での機械的な動力損失とが異なる可能性がある。

【0066】

上記のような電氣的な動力損失や機械的な動力損失は、車速、要求駆動力、変速機構7の変速比などの種々の条件に応じて変動する。電氣的な動力損失と機械的な動力損失とを考慮して、シャットダウンするモータと制御モータとを選択するように構成してもよい。

20

【0067】

その制御の一例を説明するためのフローチャートを図6に示してある。この制御例では、上述した図3におけるステップS1や図4におけるステップS11と同様に、要求電力 P_{b_req} を算出する(ステップS21)。ついで、上記の要求電力 P_{b_req} を第1モータ2に通電した場合における第1モータ2での電氣的な動力損失と、要求電力 P_{b_req} が通電されて第1モータ2から動力を出力した場合における機械的な動力損失との合計値を算出する(ステップS22)。その電氣的な動力損失の一例は、第1インバータ14により直流電流を交流電流に変換する際に生じる損失、および第1モータ2に電力が通電された場合におけるステータに巻き掛けられたコイルでの銅損や、ロータが回転することにより生じる鉄損などであり、機械的な動力損失の一例は、変速機構7やリヤデファレンシャルギヤユニット9を構成する歯車の噛み合い面などで生じる摩擦損失などである。なお、以下の説明では、ステップS22で算出された損失を第1動力損失 $loss_1$ と記す。

30

【0068】

同様に、上記の要求電力 P_{b_req} を第2モータ4に通電した場合における第2モータ4での電氣的な動力損失と、要求電力 P_{b_req} が通電されて第2モータ4から動力を出力した場合における機械的な動力損失との合計値を算出する(ステップS23)。その電氣的な動力損失の一例は、第2インバータ16により直流電流を交流電流に変換する際に生じる損失、および第2モータ4に電力が通電された場合におけるステータに巻き掛けられたコイルでの銅損や、ロータが回転することにより生じる鉄損などであり、機械的な動力損失の一例は、リダクションギヤ対11やリヤデファレンシャルギヤユニット9を構成する歯車の噛み合い面などで生じる摩擦損失などである。なお、以下の説明では、ステップS23で算出された損失を第2動力損失 $loss_2$ と記す。

40

【0069】

そして、第1動力損失 $loss_1$ が、第2動力損失 $loss_2$ よりも大きいかなんかを判断し(ステップS24)、第1動力損失 $loss_1$ が、第2動力損失 $loss_2$ よりも大きいことによりステップS24で肯定的に判断された場合は、第1モータ2をシャットダウンし、第2モータ4を制御モータとして選択して(ステップS25)、このルーチンを一旦終了する。それとは反対に、第1動力損失 $loss_1$ が、第2動力損失 $loss_2$ よりも小さいことによりステップS24で否定的に判断された場合は、第1モータ2を制御モータとして選択し、第2

50

モータをシャットダウンして（ステップ S 2 6）、このルーチンを一旦終了する。

【 0 0 7 0 】

なお、上述したように変速機構 7 の変速比（変速段）、要求パワー P_{req} 、エンジンパワー P_e 、要求電力 P_{b_req} は、車速 V と要求駆動力 F_{req} とに基づいて算出することができ、それらの値と、予め定められたモータの電気抵抗や、歯車などの摩擦係数などに基づいて第 1 動力損失 $loss_1$ と第 2 動力損失 $loss_2$ とを算出することができる。したがって、図 6 に示すように第 1 動力損失 $loss_1$ と第 2 動力損失 $loss_2$ とを逐次、算出する構成に限らず、車速 V と要求駆動力 F_{req} とをパラメータとしてシャットダウンするモータおよび制御モータを選択する領域を定めた二次元マップを予め ECU 17 に記憶しておき、車速 V と要求駆動力 F_{req} と ECU 17 に記憶された二次元マップとに基づいて、シャットダウンするモータおよび制御モータを選択するように構成してもよい。

10

【 0 0 7 1 】

上述したように機械的な動力損失と電氣的な動力損失とを考慮した第 1 動力損失 $loss_1$ と第 2 動力損失 $loss_2$ とを比較し、その損失が小さい方のモータを制御モータとすることにより、要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d を充足するように制御モータのパワーを制御した場合におけるエネルギー損失量を、より一層低減することができる。

【 0 0 7 2 】

なお、この発明の実施形態で対象とすることのできるハイブリッド車両は、図 1 に示す構成に限らず、例えば、要求パワー P_{req} とエンジンパワー P_e との差 P_d に応じた動力

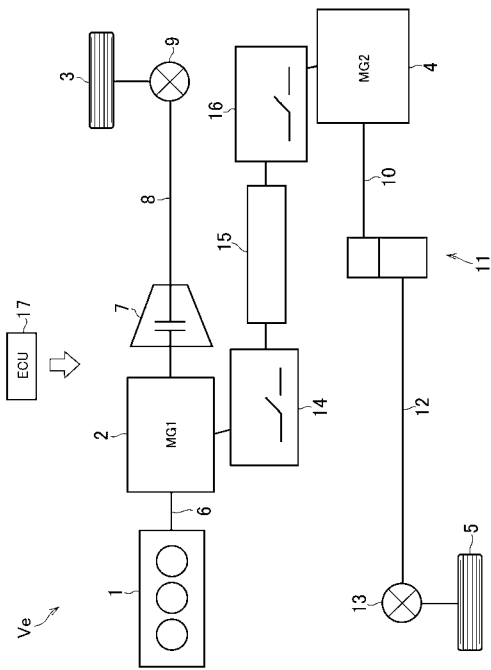
20

【 符号の説明 】

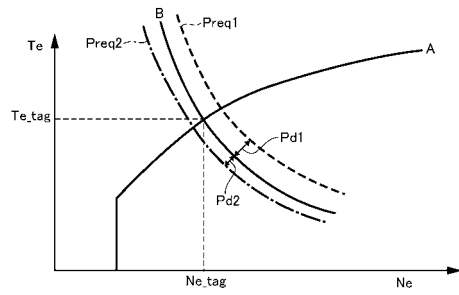
【 0 0 7 3 】

1 ... エンジン、 2, 4 ... モータ、 3 ... 後輪、 5 ... 前輪、 7 ... 変速機構、 11 ... リダクションギヤ対、 14, 16 ... インバータ、 15 ... 蓄電装置、 17 ... 電子制御装置（ECU）、 V_e ... ハイブリッド車両。

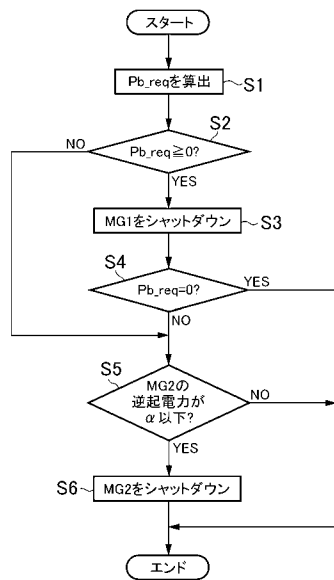
【図1】



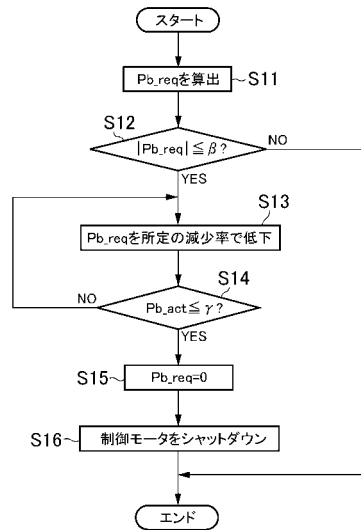
【図2】



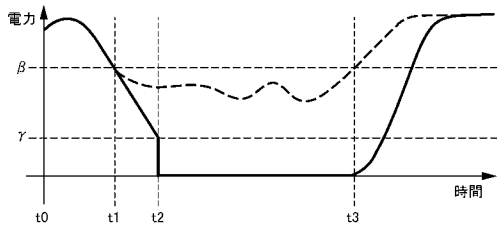
【図3】



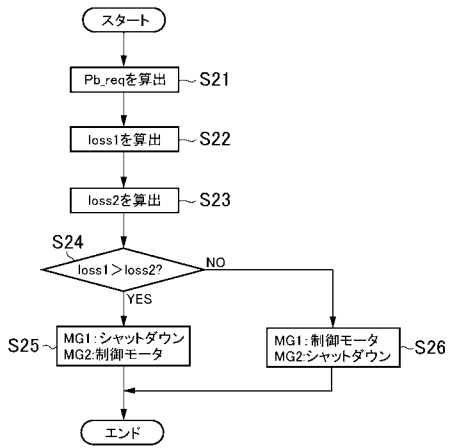
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I		テーマコード (参考)	
B 6 0 W 10/08 (2006.01)	B 6 0 W	10/08	9 0 0	
B 6 0 W 20/10 (2016.01)	B 6 0 W	20/10		
B 6 0 L 50/16 (2019.01)	B 6 0 L	11/14		
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L	15/20		S
B 6 0 L 9/18 (2006.01)	B 6 0 L	9/18		P
F 0 2 D 29/06 (2006.01)	F 0 2 D	29/06		D

(72)発明者 吉岡 哲平
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 橋本 浩成
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 渡辺 大士
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 久世 泰広
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) 3D202 AA01 AA08 BB16 BB21 DD01 DD05 DD32 FF02 FF06
3G093 AA07 BA19 DA06 DB05 DB19 DB20 EA02 EA03 EB08 FA10
5H125 AA01 AC08 AC12 BA04 CD04 EE01 EE21 EE51