

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5925079号
(P5925079)

(45) 発行日 平成28年5月25日(2016.5.25)

(24) 登録日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.		F I			
B60W 10/08	(2006.01)	B60K	6/20	320	
B60W 20/00	(2016.01)	B60K	6/20	310	
B60W 10/06	(2006.01)	B60K	6/20	360	
B60W 10/02	(2006.01)	B60K	6/48	ZHV	
B60K 6/48	(2007.10)	B60K	6/543		

請求項の数 9 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-170128 (P2012-170128)
 (22) 出願日 平成24年7月31日(2012.7.31)
 (65) 公開番号 特開2014-28586 (P2014-28586A)
 (43) 公開日 平成26年2月13日(2014.2.13)
 審査請求日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (72) 発明者 小室 敦
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 板羽 史博
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 志賀 健太郎
 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株
 式会社日立カーエンジニアリング内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンとモータを備えたハイブリッド自動車である車両に搭載され、前記モータを制御するモータ制御装置であって、

前記モータは、前記車両の駆動輪を駆動すると共に、前記エンジンを始動するために用いられ、

前記車両は、

前記モータ制御装置と、

前記エンジンを制御するエンジン制御装置と、

前記モータ制御装置および前記エンジン制御装置と通信可能に接続され、前記車両の運転状態に応じた指令を前記モータ制御装置および前記エンジン制御装置へそれぞれ出力する統合制御装置とを備え、

前記モータ制御装置は、

前記統合制御装置との通信が正常である場合に、前記統合制御装置からの指令に基づいて前記モータを制御する第一制御モードを実施し、

前記統合制御装置との通信が異常である場合に、予め記憶された制御情報に基づいて、所定の変化率で前記モータの回転数を所定の目標回転数まで変化させた後、前記目標回転数に応じて前記モータを回転させる回転数制御を行うことにより、前記モータを所定の回転状態で回転させるように制御する第二制御モードを実施することで、前記エンジンが停止中であるときに前記モータに前記エンジンを始動させることを特徴とするモータ制御装

置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のモータ制御装置において、
前記モータの回転数が前記目標回転数よりも高い場合は、前記第二制御モードにおいて前記モータの回転数を前記所定の変化率で前記目標回転数まで低下させるように制御し、
前記モータの回転数が前記目標回転数よりも低い場合は、前記第二制御モードにおいて前記モータの回転数を前記所定の変化率で前記目標回転数まで上昇させるように制御することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のモータ制御装置において、
 前記エンジンが停止中であれば、前記第二制御モードにおいて、前記モータを前記所定の回転状態で回転させるように制御した後、前記モータを停止させるように制御することを特徴とするモータ制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のモータ制御装置において、
 前記エンジンの始動が完了したか否かを判定し、
 前記エンジンの始動が完了したと判定したら、前記回転数制御を終了することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のモータ制御装置において、
 前記モータのトルクを検出し、
 検出した前記モータのトルクに基づいて前記エンジンの始動が完了したか否かを判定することを特徴とするモータ制御装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のモータ制御装置において、
 前記回転数制御を開始してからの経過時間に応じて、前記変化率を変化させることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のモータ制御装置において、
 前記モータのトルクを検出し、
 検出した前記モータのトルクに基づいて前記変化率を決定することを特徴とするモータ制御装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のモータ制御装置において、
 前記車両は、
 前記エンジンと前記モータの間を締結または解放する第一締結解放部と、
 前記第一締結解放部を制御する第一締結解放制御装置と、
 前記モータと前記駆動輪の間を締結または解放する第二締結解放部と、
 前記第二締結解放部を制御する第二締結解放制御装置とをさらに備え、
 前記モータ制御装置により前記第二制御モードが実施されているとき、前記第一締結解放部により前記エンジンと前記モータの間が締結されると共に、前記第二締結解放部により前記モータと前記駆動輪の間が解放された状態で、前記モータにより前記エンジンが始動されることを特徴とするモータ制御装置。

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載のモータ制御装置において、
 前記エンジンが停止中であれば、前記第二制御モードにおいて前記モータを前記所定の回転状態で回転させるように制御した後、前記エンジン制御装置および前記第一締結解放制御装置のいずれか少なくとも一方からの信号に応じて、前記モータを停止させるように制御することを特徴とするモータ制御装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリーにより駆動されるモータを制御するモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、エンジンとモータの間に設けられた第1クラッチと、モータと駆動輪の間に設けられた第2クラッチとを備えた、1モータ2クラッチのハイブリッド車両が知られている(特許文献1)。

【0003】

特許文献1に開示されたハイブリッド車両において、エンジン、モータ、第1クラッチおよび第2クラッチの各構成要素は、それぞれ専用のコントローラによって制御される。これらの各専用コントローラは、CAN通信線を介して統合コントローラに接続されており、この統合コントローラからの指令に基づいて、対応する構成要素の制御を実施している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-20543号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のような1モータ2クラッチのハイブリッド車両において、通信不良等により統合コントローラからの指令をモータコントローラが正常に受信できなくなり、モータの制御が不可能となった場合、モータを停止すると共にエンジンにより駆動輪を駆動させて退避走行を行うことが、安全上好ましい。しかし、特許文献1には、このような場合の制御方法について何ら開示されていない。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によるモータ制御装置は、エンジンとモータを備えたハイブリッド自動車である車両に搭載されてモータを制御するものであって、モータは、車両の駆動輪を駆動すると共に、エンジンを始動するために用いられる。車両は、モータ制御装置と、エンジンを制御するエンジン制御装置と、モータ制御装置およびエンジン制御装置と通信可能に接続され、車両の運転状態に応じた指令をモータ制御装置およびエンジン制御装置へそれぞれ出力する統合制御装置とを備える。モータ制御装置は、統合制御装置との通信が正常である場合に、統合制御装置からの指令に基づいてモータを制御する第一制御モードを実施し、統合制御装置との通信が異常である場合に、予め記憶された制御情報に基づいて、所定の変化率でモータの回転数を所定の目標回転数まで変化させた後、目標回転数に応じてモータを回転させる回転数制御を行うことにより、モータを所定の回転状態で回転させるように制御する第二制御モードを実施することで、エンジンが停止中であるときにモータにエンジンを始動させる。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、モータの制御が不可能となった場合に、モータを適切に停止すると共にエンジンにより駆動輪を駆動させて退避走行を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明によるモータ制御装置の一実施形態であるモータコントローラを搭載したハイブリッド車両の構成を示す図である。

【図2】モータコントローラの制御ブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 3】モータコントローラにおけるトルク指令値の算出ブロック図である。

【図 4】モータコントローラにおいて実行されるモータ制御処理のフローチャートである。

【図 5】エンジン始動制御処理のフローチャートである。

【図 6】回転数制御終了判定処理のフローチャートである。

【図 7】待機時間中での第 2 クラッチ制御処理のフローチャートである。

【図 8】第二制御モード選択時の第 1 クラッチ制御処理のフローチャートである。

【図 9】第二制御モード選択時の回転数変化率の一例を示す図である。

【図 10】CAN 通信が途絶えたときの動作タイムチャートの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0009】

以下に図面を用いて、本発明の一実施の形態について説明する。図 1 は、本発明によるモータ制御装置の一実施形態に係るモータコントローラを搭載したハイブリッド車両の構成を示す図である。

【0010】

ハイブリッド車両の駆動系は、図 1 に示すように、エンジン 3 と、フライホイール FW と、第 1 クラッチ CL1 と、モータ/ジェネレータ 4 と、メカオイルポンプ M-O/P と、第 2 クラッチ CL2 と、自動変速機 CVT と、変速機入力軸 IN と、変速機出力軸 OUT と、ディファレンシャル 8 と、左ドライブシャフト DSL と、右ドライブシャフト DSR と、駆動輪である左タイヤ LT および右タイヤ RT と、を有する。

20

【0011】

エンジン 3 は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関であり、エンジンコントローラ 2 1 からのエンジン制御指令に基づいて動作する。エンジンコントローラ 2 1 は、エンジン 3 を制御する装置であり、たとえば、エンジン始動制御、エンジン停止制御、スロットルバルブのバルブ開度制御、燃料カット制御等をエンジン 3 に対して行うことにより、エンジン 3 の動作を制御する。

【0012】

第 1 クラッチ CL1 は、エンジン 3 とモータ/ジェネレータ 4 との間を締結または解放するためのクラッチであり、これらの間に介装されている。第 1 クラッチコントローラ 5 は、第 1 クラッチ CL1 の動作を制御するための第 1 クラッチ制御指令を、後述する油圧コントロールバルブユニット CVU に内蔵されている第 1 クラッチ油圧ユニット 6 へ出力する。第 1 クラッチ油圧ユニット 6 は、第 1 クラッチコントローラ 5 からの第 1 クラッチ制御指令に基づいて第 1 クラッチ制御油圧を生成し、第 1 クラッチ CL1 へ出力する。この第 1 クラッチ制御油圧により、第 1 クラッチ CL1 が締結状態、半締結状態（スリップ締結状態）、または解放状態のいずれかに制御される。第 1 クラッチ CL1 としては、たとえば、ピストン 1 4 a を有する油圧アクチュエータ 1 4 を用いたストローク制御により締結状態を制御すると共に、ダイアフラムスプリングによる付勢力にて完全締結を保つようにした、ノーマルクローズの乾式単板クラッチが用いられる。

30

【0013】

モータ/ジェネレータ 4 は、ロータに永久磁石が埋設され、ステータにステータコイルが巻き付けられた同期型モータ/ジェネレータである。モータコントローラ 2 2 は、モータ/ジェネレータ 4 を制御するための制御指令をインバータ 1 0 へ出力する。インバータ 1 0 は、モータコントローラ 2 2 からの制御指令に基づいて、バッテリー 1 9 から供給される直流電力を用いて三相交流電力を生成し、モータ/ジェネレータ 4 へ印加する。この三相交流電力により、モータ/ジェネレータ 4 の回転状態が制御される。このように、モータ/ジェネレータ 4 は、バッテリー 1 9 からの電力の供給を受けて回転駆動することで、力行運転を行って駆動輪を駆動させる電動機として動作することができる。さらにモータ/ジェネレータ 4 は、エンジン 3 や駆動輪からの回転エネルギーをロータにより受けることで、ステータコイルの両端に起電力を生じさせ、バッテリー 1 9 を充電することもできる。この場合、モータ/ジェネレータ 4 は、回生運転を行う発電機として機能する。

40

50

【 0 0 1 4 】

メカオイルポンプM-O/Pは、モータ/ジェネレータ4の回転軸上に設けられており、モータ/ジェネレータ4により駆動される。このメカオイルポンプM-O/Pは、自動変速機CVTに付設される油圧コントロールバルブユニットCVUと、これに内蔵されている第1クラッチ油圧ユニット6および第2クラッチ油圧ユニット9に対する油圧源である。なお、メカオイルポンプM-O/Pからの吐出油圧が十分に見込めない場合を考慮して、電動モータにより駆動される電動オイルポンプをさらに設けるようにしてもよい。

【 0 0 1 5 】

第2クラッチCL2は、モータ/ジェネレータ4と駆動輪である左右タイヤLT、RTとの間を締結または解放するためのクラッチであり、モータ/ジェネレータ4の回転軸と変速機入力軸INの間に介装されている。CVTコントローラ23は、第2クラッチCL2の動作を制御するための第2クラッチ制御指令を、油圧コントロールバルブユニットCVUに内蔵されている第2クラッチ油圧ユニット9へ出力する。第2クラッチ油圧ユニット9は、CVTコントローラ23からの第2クラッチ制御指令に基づいて第2クラッチ制御油圧を生成し、第2クラッチCL2へ出力する。この第2クラッチ制御油圧により、第2クラッチCL2が締結状態、半締結状態（スリップ締結状態）、または解放状態のいずれかに制御される。第2クラッチCL2としては、たとえば、比例ソレノイドで油流量および油圧を連続的に制御できるノーマルオープンの湿式多板クラッチ等が用いられる。

【 0 0 1 6 】

自動変速機CVTは、変速比を無段階で自動的に変更可能なベルト式による無段変速機であり、第2クラッチCL2の下流位置に配置されている。自動変速機CVTにおける変速比は、車速やアクセル開度等に応じて目標入力回転数が決められることにより調節される。この自動変速機CVTは、変速機入力軸IN側のプライマリプーリと、変速機出力軸OUT側のセカンダリプーリと、これらの両プーリに掛け渡されたベルトとを主要構成としている。メカオイルポンプM-O/Pから供給される油圧を元に、プライマリプーリ圧とセカンダリプーリ圧を作り出し、これらのプーリ圧によりプライマリプーリの可動プーリとセカンダリプーリの可動プーリをそれぞれ軸方向に動かしてベルトのプーリ接触半径を変化させることで、自動変速機CVTにおいて変速比を無段階に変更することができる。

【 0 0 1 7 】

以上説明した構成のハイブリッド車両は、駆動形態の違いにより、電気自動車走行モード（以下、「EVモード」という。）と、ハイブリッド車走行モード（以下、「HEVモード」という。）と、駆動トルクコントロール走行モード（以下、「WSCモード」という。）との三種類の走行モードを選択的に使用する。なお、WSCは、「Wet Start Clutch」の略である。

【 0 0 1 8 】

EVモードは、第1クラッチCL1を解放状態とし、モータ/ジェネレータ4を駆動源として走行するモードである。このEVモードはさらに、モータ/ジェネレータ4を力行運転させるモータ走行モードと、モータ/ジェネレータ4を回生運転させる回生走行モードとに分類されている。ハイブリッド車両は、これらのうちいずれかのモードを選択して走行する。EVモードは、駆動輪に対する要求駆動力が比較的 low、バッテリー19の充電容量を表すSOC（State Of Charge）が十分に確保されているときに選択される。

【 0 0 1 9 】

HEVモードは、第1クラッチCL1を締結状態とし、エンジン3とモータ/ジェネレータ4を駆動源として走行するモードである。このHEVモードはさらに、エンジン3とモータ/ジェネレータ4を同時に用いて駆動輪を駆動させるモータアシスト走行モードと、エンジン3を用いて駆動輪を駆動させつつモータ/ジェネレータ4により発電を行う発電走行モードと、エンジン3のみを用いて駆動輪を駆動させるエンジン走行モードとに分類されている。ハイブリッド車両は、これらのうちいずれかのモードを選択して走行する。HEVモードは、駆動輪に対する要求駆動力が比較的高いときや、バッテリー19のSOCが不足しているときなどに選択される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

W S Cモードは、モータ/ジェネレータ4の回転数制御を行いつつ第2クラッチCL2をスリップ締結状態に維持し、第2クラッチCL2を介して変速機入力軸INへ伝達されるトルクが車両状態やドライバ操作に応じて決まる要求駆動トルクと一致するように、第2クラッチCL2のクラッチトルク容量をコントロールしながら走行するモードである。このW S Cモードは、たとえばH E Vモードが選択されているときの停車時、発進時、減速時等のように、エンジン回転数がアイドル回転数を下回ったり、メカオイルポンプM-O/Pからの吐出油圧が不足したりするような走行領域において選択される。

【 0 0 2 1 】

次に、ハイブリッド車両の制御系を説明する。ハイブリッド車両の制御系は、図1に示すように、エンジンコントローラ21と、モータコントローラ22と、インバータ10と、バッテリー19と、第1クラッチコントローラ5と、第1クラッチ油圧ユニット6と、C V Tコントローラ23と、第2クラッチ油圧ユニット9と、ブレーキコントローラ24と、バッテリーコントローラ25と、統合コントローラ20と、を有して構成されている。なお、エンジンコントローラ21、モータコントローラ22、第1クラッチコントローラ5、C V Tコントローラ23、ブレーキコントローラ24、バッテリーコントローラ25および統合コントローラ20の各コントローラは、情報交換が互いに可能なC A N通信線を介して接続されている。

【 0 0 2 2 】

エンジンコントローラ21は、エンジン回転数センサ11からのエンジン回転数情報と、統合コントローラ20からの目標エンジントルク指令と、他の必要情報とを入力する。そして、これらの情報に基づいて、エンジン動作点を表すエンジン回転数 N_e およびエンジントルク T_e を制御する指令をエンジン3のスロットルバルブアクチュエータ等へ出力することにより、エンジン3を制御する。

【 0 0 2 3 】

モータコントローラ22は、モータ/ジェネレータ4のロータ回転位置を検出するレゾルバ12からのロータ位置情報(回転数情報)と、統合コントローラ20からの目標MGトルク指令、目標MG回転数指令および制御モード指令と、他の必要情報とを入力する。そして、これらの情報に基づいて、前述のE Vモード、H E VモードまたはW S Cモードのいずれかの走行モードに応じた制御モードを選択し、P W M信号を生成してインバータ10へ出力する。このP W M信号に応じてインバータ10を動作させることにより、モータ/ジェネレータ4を制御する。なお、このモータコントローラ22は、ハイブリッド車両の走行中は、モータトルク T_m を目標トルクとしてモータ/ジェネレータ4を制御し、モータ回転数 N_m を駆動系の回転に追従させるトルク制御を基本的に行う。しかし、前述のW S Cモードにおいて第2クラッチCL2をスリップ制御しているときなどには、モータ回転数 N_m を目標回転数としてモータ/ジェネレータ4を制御し、モータトルク T_m を駆動系の負荷に追従させる回転数制御を行う。

【 0 0 2 4 】

バッテリーコントローラ25は、バッテリー19の充電容量を表すS O Cを監視しており、この監視結果に基づくS O Cの情報や、バッテリー19に対して入出力可能なパワーの情報などを、C A N通信線を介して統合コントローラ20へ供給する。

【 0 0 2 5 】

第1クラッチコントローラ5は、油圧アクチュエータ14におけるピストン14aのストローク位置を検出する第1クラッチストロークセンサ15からのセンサ情報と、統合コントローラ20からの目標CL1トルク指令と、他の必要情報とを入力する。そして、これらの情報に基づいて、第1クラッチCL1の締結状態を制御する指令を油圧コントロールバルブユニットCVU内の第1クラッチ油圧ユニット6へ出力することにより、第1クラッチCL1を制御する。

【 0 0 2 6 】

C V Tコントローラ23は、アクセル開度センサ16からのアクセル開度情報と、車速

10

20

30

40

50

センサ17からの車速情報と、他のセンサ類等から必要に応じて出力される各種情報とを入力する。そして、これらの情報に基づいて、不図示のシフトレバーでDレンジが選択されているときに、アクセル開度と車速により決まる目標入力回転数をシフトマップから検索し、検索された目標入力回転数に応じた変速比を得るための制御指令を油圧コントロールバルブユニットCVUへ出力することにより、自動変速機CVTの変速制御を行う。なお、エンジン始動時やエンジン停止時等に統合コントローラ20から変速制御指令が出力された場合、CVTコントローラ23は、この変速制御指令にしたがった変速制御を、上記のような通常の変速制御に優先して行う。さらにCVTコントローラ23は、統合コントローラ20から目標CL2トルク指令が入力された場合、上記の変速制御に加えて第2クラッチCL2の制御を行う。このときCVTコントローラ23は、目標CL2トルク指令に基づいて、第2クラッチCL2へのクラッチ油圧を制御するための指令を油圧コントロールバルブユニットCVU内の第2クラッチ油圧ユニット9へ出力することにより、第2クラッチCL2を制御する。

10

【0027】

ブレーキコントローラ24は、車両の4つの各車輪速を検出する車輪速センサ51からの車速情報と、ブレーキペダルの踏み込み量を検出するブレーキストロークセンサ52からのブレーキストローク情報と、統合コントローラ20からの回生協調制御指令と、他の必要情報とを入力する。そして、これらの情報に基づいて、ブレーキ制御を行う。たとえば、ブレーキ踏み込み制動時に、ブレーキストロークから求められる要求制動力に対して回生制動力だけでは不足する場合、その不足分を機械制動力（液圧制動力やモータ制動力）で補うように、回生協調ブレーキ制御を行う。

20

【0028】

統合コントローラ20は、車両全体の消費エネルギーを管理し、最高効率で車両を走らせるための機能を担うものである。この統合コントローラ20は、モータ回転数Nmを検出するモータ回転数センサや他のセンサ・スイッチ類からの各種の情報と、各コントローラからCAN通信線を介して出力される情報とを入力する。そして、これらの情報に基づいて、前述の三種類の走行モードのうちいずれかの走行モードを選択し、選択した走行モードに応じた指令を他の各コントローラへ出力する。具体的には、エンジンコントローラ21へ目標エンジントルク指令を、モータコントローラ22へ目標MGトルク指令、目標MG回転数指令および制御モード指令を、第1クラッチコントローラ5へ目標CL1トルク指令を、CVTコントローラ23へ目標CL2トルク指令を、ブレーキコントローラ24へ回生協調制御指令をそれぞれ出力する。

30

【0029】

次に、モータコントローラ22において行われる制御内容について説明する。図2は、モータコントローラ22の制御ブロック図である。モータコントローラ22は、図2に示すように、通信異常検知部201、トルク指令算出部202、モータ回転数算出部203、モータ電流検出部204、直流電圧検出部205、電流指令演算部206、電流制御演算部207およびPWMデューティ算出部208の各制御ブロックを機能的に有する。なお、モータコントローラ22は、これらの各制御ブロックをマイコン等の処理によって実現することができる。

40

【0030】

通信異常検知部201は、統合コントローラ20との間で行われるCAN通信の状態を検知し、正常であるか異常であるかを判断する。その結果、CAN通信が異常であると判断した場合は、異常検知信号をトルク指令算出部202へ出力する。

【0031】

トルク指令算出部202は、統合コントローラ20からCAN通信により送信される目標MGトルク指令、目標MG回転数指令および制御モード指令を受けると共に、モータ回転数算出部203によるモータ回転数Nmの算出結果を受け、そして、これらの各値に基づいて、モータ/ジェネレータ4に対するトルク指令を算出し、算出したトルク指令を電流指令演算部206へ出力する。このトルク指令算出部202によるトルク指令の算出方法に

50

については、後で詳しく説明する。

【0032】

なお、通信異常検知部201からトルク指令算出部202へ異常検知信号が出力された場合、トルク指令算出部202は、ハイブリッド車両を退避走行させるために、通常時とは異なる方法でトルク指令の演算を行う。このときの具体的な演算方法についても、後で詳しく説明する。

【0033】

モータ回転数算出部203は、レゾルバ12からのロータ位置情報を受け、これに基づいて、モータ/ジェネレータ4の回転数を表すモータ回転数 N_m を算出する。そして、算出したモータ回転数 N_m をトルク指令算出部202へ出力する。

10

【0034】

モータ電流検出部204は、インバータ10とモータ/ジェネレータ4の間に設けられた電流センサ210からのセンサ情報を基に、インバータ10からモータ/ジェネレータ4に流れているモータ電流を検出する。そして、検出した電流値を電流制御演算部207へ出力する。

【0035】

直流電圧検出部205は、インバータ10とバッテリー19の間に設けられた電圧センサ211からのセンサ情報を基に、バッテリー19からインバータ10へ供給されている直流電圧を検出する。そして、検出した電圧値を電流指令演算部206へ出力する。なお、電圧センサ211は、バッテリー19からインバータ10へ供給されている直流電圧として、バッテリー19と並列に接続されているコンデンサ212の電圧を測定している。ここで、コンデンサ212の電圧は、理論上、バッテリー19の電圧と同値である。

20

【0036】

電流指令演算部206は、トルク指令算出部202からのトルク指令および直流電圧検出部205からの電圧値に基づいて、インバータ10からモータ/ジェネレータ4へ出力する電流を制御するための制御電流指令値を決定する。そして、制御電流指令値を電流制御演算部207へ出力する。

【0037】

電流制御演算部207は、電流指令演算部206からの制御電流指令値と、モータ電流検出部204からの電流値とを比較し、その比較結果に基づいて、インバータ10に対する電圧指令値を決定する。そして、電圧指令値をPWMデューティ算出部208へ出力する。

30

【0038】

PWMデューティ算出部208は、電流制御演算部207からの電圧指令値に基づいて、インバータ10が有する各スイッチング素子に対するPWM制御のデューティをそれぞれ決定する。そして、決定した各スイッチング素子のデューティに応じたPWM信号を生成し、インバータ10へ出力する。このPWM信号に応じてインバータ10の各スイッチング素子がスイッチング動作を行うことにより、バッテリー19からの直流電力が三相交流電力に変換されてモータ/ジェネレータ4へ出力される。

【0039】

次に、トルク指令算出部202によるトルク指令の算出方法について説明する。図3は、トルク指令算出部202の制御ブロック図である。トルク指令算出部202は、図3に示すように、回転数制御用トルク演算部301、トルク制御用トルク演算部302、回転数制御/トルク制御選択部303および上下制限部304の各制御ブロックを機能的に有する。

40

【0040】

回転数制御用トルク演算部301は、外部の統合コントローラ20からCAN通信を経由して送られてくる目標MG回転数指令で指定された目標MG回転数と、モータ回転数算出部203からのモータ回転数 N_m とを比較して、モータ回転数 N_m が目標MG回転数に一致するようにトルク指令値を算出する。このトルク指令値は、回転数制御トルク指令値として回転

50

数制御/トルク制御選択部303へ出力される。

【0041】

なお、統合コントローラ20とモータコントローラ22の間で行われるCAN通信が異常である場合、前述のように通信異常検知部201により異常が検知されて異常検知信号が出力される。このとき、回転数制御用トルク演算部301では、統合コントローラ20から目標MG回転数を入手することができない。そのため、回転数制御用トルク演算部301は、通信異常検知部201から異常検知信号が出力されると、それに応じて、統合コントローラ20からの目標MG回転数の代わりに、異常発生時の制御情報として予め記憶された回転数を用いて、上記のようなトルク指令値の算出を行う。この点については、後で詳しく説明する。

10

【0042】

トルク制御用トルク演算部302は、統合コントローラ20からCAN通信により送られてくる目標MGトルク指令で指定された目標MGトルク値に対して、所定の補正演算や変化率制限等を行うことにより、トルク指令値を算出する。このトルク指令値は、トルク制御トルク指令値として回転数制御/トルク制御選択部303へ出力される。

【0043】

回転数制御/トルク制御選択部303は、回転数制御用トルク演算部301からの回転数制御トルク指令値と、トルク制御用トルク演算部302からのトルク制御トルク指令値とを入力し、これらのトルク指令値のいずれか一方を選択する。そして、選択したトルク指令値を上下制限部304へ出力する。このトルク指令値の選択は、統合コントローラ20からCAN通信により送られてくる制御モード指令と、通信異常検知部201から出力される異常検知信号とに基づいて、以下のように行われる。

20

【0044】

通信異常検知部201から異常検知信号が出力されていない場合、回転数制御/トルク制御選択部303は、制御モード指令で指定された制御モードに応じて、回転数制御であれば回転数制御トルク指令値を選択し、トルク制御であればトルク制御トルク指令値を選択する。制御モード指令では、統合コントローラ20の判断に応じた制御モードが指定されている。たとえば、EVモードでの走行中や、HEVモードでの走行中には、統合コントローラ20によりトルク制御が指定され、WSCモードでの走行中や、EVモードでの走行からエンジン3を始動してHEVモードに移行する際には、統合コントローラ20により回転数制御が指定される。

30

【0045】

一方、通信異常検知部201から異常検知信号が出力されている場合、回転数制御/トルク制御選択部303は、制御モード指令で指定された制御モードに関わらず、回転数制御トルク指令値を選択する。この回転数制御トルク指令値は前述のように、回転数制御用トルク演算部301において、予め記憶された回転数を用いて算出されたものである。

【0046】

上下制限部304は、統合コントローラ20からCAN通信により送られてくる上限トルク値および下限トルク値に基づいて、回転数制御/トルク制御選択部303からのトルク指令値に対する制限を必要に応じて行う。たとえば、上限トルク値と下限トルク値に応じた制限幅を設定し、トルク指令値がこの制限幅から外れている場合は、上限トルク値または下限トルク値に制限して出力する。これにより、トルク指令算出部202から出力される最終的なトルク指令が決定される。

40

【0047】

次に車両のモード遷移動作について説明する。統合コントローラ20は、EVモードでの走行中に、SOC残量やトルク要求などによりHEVモードへ移行すべきと判断した場合、エンジン始動制御を経由してHEVモードに移行する。このエンジン始動制御において、統合コントローラ20は、EVモード中には解放されている第1クラッチCL1を半締結状態にし、モータ/ジェネレータ4をスタータモータとしてエンジン3をクランキングすることで、燃料噴射と点火によりエンジン3を始動させる。その後、第1クラッチCL1

50

を締結する。このエンジン始動制御を開始する際に、統合コントローラ20は、回転数制御を指定する制御モード指令をモータコントローラ22に対して出力することにより、モータ/ジェネレータ4をトルク制御から回転数制御に変更し、エンジン3のクランキングや回転同期が出来るようにする。また、第2クラッチCL2をスリップ締結することで、エンジン始動制御に伴うトルク変動を第2クラッチCL2により吸収し、駆動軸へのトルク伝達によるエンジン始動ショックを防止する。

【0048】

一方、HEVモードでの走行中にEVモードへ移行すべきと判断した場合、統合コントローラ20は、エンジン停止制御を経過してEVモードに移行する。このエンジン停止制御において、統合コントローラ20は、HEVモード中には締結されている第1クラッチCL1を解放した後、駆動軸から切り離されたエンジン3を停止させる。このエンジン停止制御の実行中において、統合コントローラ20は、前述のエンジン始動制御時と同様に、回転数制御を指定する制御モード指令をモータコントローラ22に対して出力することにより、モータ/ジェネレータ4をトルク制御から回転数制御に変更する。また、第2クラッチCL2をスリップ締結することで、エンジン停止制御に伴うトルク変動を第2クラッチCL2により吸収し、駆動軸へのトルク伝達によるエンジン停止ショックを防止する。

【0049】

上述のようにEVモードからHEVモードへ、またはHEVモードからEVモードへ遷移する場合には、エンジンコントローラ21、モータコントローラ22、第1クラッチコントローラ5、CVTコントローラ23、ブレーキコントローラ24、バッテリーコントローラ25および統合コントローラ20の各コントローラ間で情報のやり取りを行いながら、各コントローラでの制御を実施する必要がある。一般には、CAN通信にて各コントローラ間で情報の送受信が行われる。

【0050】

ここで、EVモード中に統合コントローラ20とモータコントローラ22の間でCAN通信が不調となり、信号のやり取りができなくなった場合には、モータコントローラ22において、回転数制御への移行タイミングや目標MG回転数の設定が不明となる。そのため、このような場合にモータコントローラ22はフェールセーフ動作として、インバータ10へのPWM信号を停止してゲートを遮断すると共に、トルク指令を0とする。

【0051】

しかし、上記のようなフェールセーフ動作がEVモード中に行われると、それ以降はモータ/ジェネレータ4を駆動源としたEV走行ができなくなるため、車両を安全な場所や、修理工場まで走行させることが困難となってしまう。そこで、本発明では、CAN通信の不調等によりモータコントローラ22が外部(統合コントローラ20)からの情報を受信できなくなった場合でも、予め決められた動作をモータコントローラ22において行うことにより、エンジン3を始動可能な状態を提供する。これにより、車両が突然停止することなく、エンジン3を駆動源として退避走行を実施できるようにする。

【0052】

図4は、モータコントローラ22において実行されるモータ制御処理のフローチャートである。

【0053】

ステップS102では、通信異常検知部201を用いて、統合コントローラ20との間のCAN通信が異常かどうかの判定を行う。CAN通信が正常と判定した場合には、ステップS104に進み、第一制御モードとして、統合コントローラ20からの指令に基づいてモータ/ジェネレータ4を制御する通常制御をステップS104で実施する。一方、CAN通信が異常と判定した場合には、ステップS106へ進み、予め記憶された制御情報に基づいてモータ/ジェネレータ4を制御する第二制御モードをステップS106以降で実施する。

【0054】

ステップS102でのCAN通信が異常かどうかの判定には、周知のCAN通信故障診

10

20

30

40

50

断を用いることができる。たとえば、統合コントローラ 20 からの信号が一定時間以上途絶えたら、CAN 通信異常と判定する。また、統合コントローラ 20 も同じタイミングで CAN 通信異常を認識できるような構成とすることが好ましい。具体的には、ステップ S 102 の判定でモータコントローラ 22 が用いたのと同じ時間の信号途絶が発生したときに、統合コントローラ 20 でも CAN 通信異常と判定できるようにしておけばよい。さらに、モータコントローラ 22 の受信のみが異常になった場合も考慮して、モータコントローラ 22 が CAN 通信異常と判定したら、その情報をモータコントローラ 22 から統合コントローラ 20 へ送信してもよい。このようにすれば、モータコントローラ 22 と統合コントローラ 20 でそれぞれ CAN 通信異常を判定することができる。なお、ここでは統合コントローラ 20 からのモータ制御指令値がモータコントローラ 22 において正常に受信できない CAN 通信異常の一例として、CAN 通信が途絶する CAN 通信不調を挙げている。これ以外に、たとえば統合コントローラ 20 からのモータ制御指令値が異常な値を示す場合などについても、同様に CAN 通信異常と判定することが好ましい。

10

【0055】

ステップ S 106 では、現在の走行モードが HEV モードであるか否かを判定する。HEV モードと判定した場合、すなわち既にエンジン 3 が動作中の場合は、エンジン 3 を始動させるためのモータ制御を実施する必要がない。したがってこの場合はステップ S 112 へ進み、ステップ S 112 でインバータ 10 への PWM 信号を停止してゲートをオフすることにより、モータ/ジェネレータ 4 を停止させるように制御する。そして、図 4 のモータ制御処理を終了する。その後車両では、モータ/ジェネレータ 4 を使用せずに、エンジン 3 を駆動源とした退避走行が行われる。なお、走行モードが WSC モードである場合も、エンジン 3 が動作中であれば HEV モードの場合と同様に、ステップ S 112 へ進むようにする。一方、HEV モードではないと判定した場合、すなわちエンジン 3 が停止中である EV モードの場合は、退避走行のためにエンジン 3 を始動させる必要があるため、ステップ S 108 へ進む。

20

【0056】

ステップ S 106 での走行モードの判定は、たとえば、走行モードの情報や第 1 クラッチ CL1 の締結情報などを統合コントローラ 20 から受信することにより行うことができる。モータコントローラ 22 は、CAN 通信異常となる直前に受信したこれらの情報に基づいて、現在の走行モードが HEV モードであるか否かを判定することができる。

30

【0057】

また、統合コントローラ 20 からの情報を利用せず、モータコントローラ 22 単体で走行モードを判断してもよい。たとえば、モータトルクの積算結果等により走行モードを判断することができる。一般に、EV モードと HEV モードでは異なった SOC マネージメント方式が設定されている。すなわち、EV 走行では、バッテリー 19 の SOC を消費してモータ/ジェネレータ 4 の駆動力を使って走行するため、正トルク（力行トルク）の積算値が多く、負トルク（回生トルク）の積算値が少なくなるような動作が行われる。これに対して、HEV 走行では、バッテリー 19 の SOC を維持または増加するために、エンジン 3 の駆動力を増大させてモータ/ジェネレータ 4 での回生を積極的に行う。そのため、負トルク（回生トルク）の積算値が多く、正トルク（力行トルク）の積算値が少なくなるような動作が行われる。これを利用して、直近のモータ/ジェネレータ 4 におけるモータトルクの積算値を観測することにより、走行モードが EV モードと HEV モードのどちらであるかの判断を行うことができる。たとえば、回生トルクの積算値が多く、力行トルクの積算値が少ない場合には、HEV モードと判断できる。反対に、回生トルクの積算値が少なく、力行トルクの積算値が多い場合には、EV モードと判断できる。

40

【0058】

ステップ S 108 では、モータ/ジェネレータ 4 の制御に関して CAN 通信以外の故障が発生していないかどうかを判定する。後述するステップ S 110 でエンジン始動制御を行う際には、モータコントローラ 22 がモータ/ジェネレータ 4 を正しく制御できることが必要となる。しかし、たとえばレゾルバ 12 や電流センサ 210 が故障している場合な

50

どは、モータ/ジェネレータ4を正しく制御できない。そのため、このような故障が発生している場合は、ステップS112へ進んでゲートオフし、モータ/ジェネレータ4を停止させてモータ制御処理を終了する。一方、こうしたCAN通信以外の故障が発生しておらず、モータコントローラ22においてモータ/ジェネレータ4の制御が可能な場合は、ステップS110へ進む。

【0059】

ステップS110では、モータ/ジェネレータ4に対して、エンジン3を始動させるためのエンジン始動制御を行う。このエンジン始動制御では、予め記憶された目標回転数に応じてモータ/ジェネレータ4を回転数制御することで、エンジン3をクランキングし、エンジン3が始動できるようにする。なお、ステップS110での詳細な処理内容については、後で図5のフローチャートを用いて詳しく説明する。

10

【0060】

ステップS110のエンジン始動制御が終了したら、続くステップS112では前述のように、インバータ10へのPWM信号を停止してゲートをオフする。これにより、モータ/ジェネレータ4を停止させるように制御する。その後、図4のモータ制御処理を終了し、モータ/ジェネレータ4を使用せずに、エンジン3を駆動源とした退避走行が車両で行われるようにする。

【0061】

なお、以上説明した図4のフローチャートでは、ステップS106で現在の走行モードがHEVモードであるか否かを判定するようにしたが、この処理を省略することも可能である。この場合、ステップS110でエンジン始動制御が行われている間は、HEV走行中であっても、モータコントローラ22によりモータ/ジェネレータ4が所定の回転数に応じて回転数制御されると共に、統合コントローラ20により第2クラッチCL2が解放またはスリップ状態となるように制御される。そのため、この期間ではドライバの要求通りに駆動力が反映されずに車両の運転性が悪化するものの、エンジン3は停止されないため、エンジン始動制御の終了後に退避走行が可能となる。

20

【0062】

次に図5を用いて、上記ステップS110で行われるエンジン始動制御の詳細について説明する。図5は、エンジン始動制御のフローチャートである。

【0063】

ステップS202では、モータ/ジェネレータ4に対する現在の制御モードがトルク制御であるか否かを判定する。トルク制御中の場合はステップS204へ進み、ステップS204において所定時間待機する。このときモータコントローラ22は、モータ/ジェネレータ4に対して前回の制御状態を保持することが好ましい。すなわち、このときには統合コントローラ20との間のCAN通信が異常であり、モータ/ジェネレータ4において現在必要なトルク値が不明であるため、CAN通信が異常となる直前のトルク指令値を用いてトルク制御を継続する。または、安全を考慮して、時間経過に応じて徐々にトルクを落とすような動作としてもよい。

30

【0064】

なお、ステップS204での待機時間は、後述するステップS206でモータ/ジェネレータ4をトルク制御から回転数制御に移行させる際の駆動側への悪影響を防ぐために確保するものである。この待機時間は、統合コントローラ20がCAN通信の異常を検知してから第2クラッチCL2を解放またはスリップ状態とするまでの時間に応じて定めることができる。トルク制御中は、第2クラッチCL2が完全締結されており、モータ/ジェネレータ4からの発生トルクが全て駆動力として駆動側に伝えられる状態となっている。この状況下で、CAN通信が異常となったときにトルク制御から回転数制御へ即時に移行し、ステップS206で所定のクランキング回転数を目標回転数とする制御をモータ/ジェネレータ4に対して行くと、駆動側の回転数が急激に変化し、それに応じて車両の走行速度も急激に変化してしまうという弊害を生じる。すなわち、自動変速機CVTにおける変速機入力軸IN側のプライマリプーリの回転数(プライマリ回転数)がクランキング回転数よりも

40

50

高い場合は、モータ/ジェネレータ4の回転数をクランキング回転数まで低下させるように回転数制御が行われるため、車両は急減速する。また、逆にプライマリ回転数がクランキング回転数よりも低い場合は、モータ/ジェネレータ4の回転数をクランキング回転数まで上昇させるように回転数制御が行われるため、車両は急加速する。そこで、こうした弊害を防止するため、CAN通信が異常となってから第2クラッチCL2が解放またはスリップ状態となるまでの時間をステップS204で確保した後に、回転数制御へと移行させるようにする。

【0065】

図7は、ステップS204の待機時間中に、統合コントローラ20が第2クラッチCL2を制御するために実行する第2クラッチ制御処理のフローチャートである。なお、このフローチャートの開始時点では、第2クラッチCL2は締結状態である。

10

【0066】

統合コントローラ20は、モータコントローラ22との間でのCAN通信異常を検知すると、図7のフローチャートに示す処理を開始する。ステップS402では、プライマリ回転数がモータ/ジェネレータ4の回転数制御での目標回転数であるクランキング回転数よりも大きいかどうかを判定する。プライマリ回転数がクランキング回転数より大きい場合は、回転数制御中にモータ/ジェネレータ4の発生トルクを駆動側に伝えることができないため、ステップS406へ進む。ステップS406では、CVTコントローラ23へ目標CL2トルク指令を出力し、第2クラッチCL2を解放する。一方、プライマリ回転数がクランキング回転数より小さい場合は、回転数制御中にモータ/ジェネレータ4の発生トルクを駆動側に伝えることが可能なため、ステップS404へ進む。ステップS404では、CVTコントローラ23へ目標CL2トルク指令を出力し、第2クラッチCL2をスリップ状態に制御する。

20

【0067】

なお、ステップS404では、プライマリ回転数よりもモータ回転数Nmが大きく、これらの回転数の差が所定の差分以上であるプラススリップ状態を維持することが好ましい。そのため、ステップS402では、プライマリ回転数が「クランキング回転数+差分」よりも大きいかどうかを判定するようにしてもよい。あるいは、ステップS404の判定を省略することで、プライマリ回転数によらず、全ての場合でステップS406を実行して第2クラッチCL2を解放するようにしてもよい。

30

【0068】

ここで図5のエンジン始動制御のフローチャートの説明に戻ると、モータコントローラ22は、ステップS204で所定時間待機した後にステップS206へ進む。ステップS206では、所定のクランキング回転数を目標回転数とし、この目標回転数に応じてモータ/ジェネレータ4を回転させる回転数制御を行う。ここでは、図3の回転数制御用トルク演算部301において、モータコントローラ22に予め記憶されたクランキング回転数の情報に基づいて、モータ回転数Nmとクランキング回転数との差に応じたトルク指令値を算出する。このトルク指令値を用いることにより、モータコントローラ22は、モータ/ジェネレータ4をクランキング回転数に応じた所定の回転状態で回転させるように制御する。

40

【0069】

なお、ステップS202で現在の制御モードがトルク制御ではなく、回転数制御であると判定した場合は、第2クラッチCL2が既にスリップ状態となっている。そのため、ステップS204のような待機時間を確保する必要がなく、即時にクランキング回転数を目標回転数に設定することが可能である。このとき待機時間を設けてもよいが、ステップS204での待機時間とは別の値とすることができる。

【0070】

図8は、ステップS206での回転数制御中に、統合コントローラ20が第1クラッチCL1を制御してエンジン3を始動させるために行う第1クラッチ制御処理のフローチャートである。なお、このフローチャートの開始時点では、第1クラッチCL1は解放状態であ

50

る。

【 0 0 7 1 】

統合コントローラ 2 0 は、モータコントローラ 2 2 との間での C A N 通信異常を検知すると、前述の図 7 のフローチャートに示す処理を実行することで第 2 クラッチ CL2 を解放またはスリップ状態とした後に、図 8 のフローチャートに示す処理を開始する。すなわち、モータコントローラ 2 2 が C A N 通信異常を検知した場合に、ステップ S 3 0 4 で所定時間待機した後にステップ S 2 0 6 で回転数制御を開始するタイミングに合わせて、図 8 のフローチャートに示す処理が統合コントローラ 2 0 により実行され、第 1 クラッチ CL1 の制御が開始される。ステップ S 5 0 2 では、第 1 クラッチコントローラ 5 へ目標 CL1 トルク指令を出力して、第 1 クラッチ CL1 を解放状態から徐々にスリップさせて締結状態とする。これにより、モータ/ジェネレータ 4 の回転をエンジン 3 へ徐々に伝達してエンジン 3 をクランキングさせる。続いてステップ S 5 0 4 では、エンジンコントローラ 2 1 へ所定の指令を出力して、クランキングされているエンジン 3 において燃料噴射と点火を開始し、エンジン 3 を始動させる。このときの燃料噴射と点火の開始タイミングは、エンジンコントローラ 2 1 と統合コントローラ 2 0 のどちらで決定してもよい。ステップ S 5 0 4 でエンジン 3 が始動されたことを確認したらステップ S 5 0 6 へ進む。ステップ S 5 0 6 では、第 1 クラッチコントローラ 5 へ目標 CL1 トルク指令を出力し、第 1 クラッチ CL1 を完全に締結させる。

10

【 0 0 7 2 】

なお、以上説明した第 1 クラッチ制御処理による第 1 クラッチ CL1 の動作は、統合コントローラ 2 0 とモータコントローラ 2 2 の間の C A N 通信が正常な場合の通常制御において E V モードから H E V モードへ移行する際のエンジン始動制御での第 1 クラッチ CL1 の動作と同様である。ここで、図 8 の第 1 クラッチ制御処理では、統合コントローラ 2 0 とモータコントローラ 2 2 の間の C A N 通信が異常であることから、統合コントローラ 2 0 とモータコントローラ 2 2 および第 1 クラッチコントローラ 5 との間で協調制御を行うことができない。したがって、エンジン始動時のショックを低減するために、第 1 クラッチ制御処理では通常制御と異なる動作条件で第 1 クラッチ CL1 を動作させてもよい。

20

【 0 0 7 3 】

ここで図 5 のエンジン始動制御のフローチャートの説明に戻ると、モータコントローラ 2 2 は、ステップ S 2 0 6 でモータ/ジェネレータ 4 の回転数制御を開始したら、ステップ S 2 0 8 で回転数制御終了判定の処理を行う。この処理では、エンジン 3 の始動が完了したか否かを判断し、エンジン 3 の始動が完了したと判断した場合には、回転数制御終了との判定を下す。なお、ステップ S 2 0 8 での詳細な処理内容については、後で図 6 のフローチャートを用いて詳しく説明する。続くステップ S 2 1 0 では、ステップ S 2 0 8 で回転数制御終了との判定が下されたかどうかを判断する。回転数制御終了との判定が下されていない場合はステップ S 2 0 8 へ戻って回転数制御終了判定の処理を継続する。一方、回転数制御終了との判定が下された場合は、ステップ S 2 0 6 で開始したモータ/ジェネレータ 4 の回転数制御を終了する。そして、図 5 のエンジン始動制御を終了して図 4 のステップ S 1 1 2 へ進み、ゲートをオフしてモータ/ジェネレータ 4 を停止させるように制御する。

30

40

【 0 0 7 4 】

なお、上記のエンジン始動制御では、ステップ S 2 0 4 で所定時間待機した後に、ステップ S 2 0 6 でモータ/ジェネレータ 4 の回転数が所定のクランキング回転数となるようにモータ/ジェネレータ 4 の回転数制御を行う。しかし、ステップ S 2 0 4 で所定時間待機した後でも、油圧のばらつき等により、第 2 クラッチ CL2 がまだ締結状態にある場合も考えられる。そこで、このような事態を想定して、ステップ S 2 0 6 でモータ/ジェネレータ 4 を回転数制御する際には、モータ/ジェネレータ 4 の回転数を制御開始時点の値からクランキング回転数まで所定の変化率で変化させることにより、モータ回転数の変化に制限を設けて急激なモータ回転数の変化を防止することが好ましい。このときの回転数変化率の一例を図 9 に示す。図 9 には、回転数制御の開始時点ではモータ回転数の変化率が

50

比較的小さく、そこからの経過時間に応じてモータ回転数の変化率が徐々に大きくなる例を示している。このようにすることで、車両挙動への悪影響（急加速、急減速）を低減し、ドライバの不安を最小限に抑えることが可能となる。

【0075】

さらに、モータ/ジェネレータ4におけるトルクの大きさや、トルク変化の軌跡に応じて、上記の変化率を変えるようにしてもよい。こうした処理を組み合わせることで、車両挙動への悪影響をより一層抑えることが可能となる。たとえば、第2クラッチCL2の解放動作が何らかの原因で遅れた場合、第2クラッチCL2が締結状態であることから、回転数制御時には駆動軸分を含めてモータ回転数を変化させる必要がある。そのため、第2クラッチCL2が解放状態である場合よりも多くのモータトルクが必要となる。そこで、モータトルクの大きさから第2クラッチCL2の状態を推定し、その結果第2クラッチCL2の解放量が小さいと判断された場合は、回転数制御におけるモータ回転数の変化率を通常よりも小さくする。これにより、車両挙動の変化をより小さくすることができる。

10

【0076】

また、上記のエンジン始動制御では、ステップS204で所定時間待機することにより第2クラッチCL2が解放状態となるまで待ち、その後ステップS206でモータ/ジェネレータ4の回転数制御を行うようにした。これに代えて、CVTコントローラ23から送信される第2クラッチCL2の状態を示す情報をモータコントローラ22において受信し、これに基づいて第2クラッチCL2が解放状態とされたタイミングを判断することで、モータ/ジェネレータ4の回転数制御を行うタイミングを決定してもよい。このようにすれば、CAN通信異常を検知してからステップS206の回転数制御へ移行するタイミングをより正確に把握することが可能となる。

20

【0077】

さらに、ステップS206の回転数制御や、ステップS208の回転数制御終了判定処理において、第1クラッチCL1やエンジン3の制御状態に関する情報を、第1クラッチコントローラ5やエンジンコントローラ21とモータコントローラ22との間で送受信してもよい。こうした情報を用いることにより、各デバイスの動作タイミングに適した制御を正確に行うことができる。たとえば、ステップS206の回転数制御中に、モータコントローラ22から第1クラッチコントローラ5に対して、モータ/ジェネレータ4が目標回転数に到達したことを示すクランキング可能信号を送信する。これを利用することで、第1クラッチコントローラ5では、第1クラッチCL1のスリップ動作への移行タイミングを正確にコントロールすることができる。また、ステップS208の回転数制御終了判定処理において、エンジン3が完爆状態であることを示すエンジン完爆信号をエンジンコントローラ21からモータコントローラ22へ送信すると共に、第1クラッチCL1の締結が完了したことを示す第1クラッチ締結完了信号を第1クラッチコントローラ5からモータコントローラ22へ送信する。これらの信号のうちいずれか少なくとも一方を利用することで、モータコントローラ22では、正確なタイミングで回転数制御終了との判定を下すことができる。なお、これらの信号は、モータコントローラ22と各コントローラ間で、たとえばCAN信号やハードワイヤ等を用いて送受信することができる。CAN通信の場合は、常時通信を行ってもよい。または、通信負荷等の観点から常時通信が困難な場合には、統合コントローラ20とモータコントローラ22との間でCAN通信が異常となったことをトリガにして、上記信号の通信を開始する構成としてもよい。

30

40

【0078】

次に図6を用いて、上記ステップS208で行われる回転数制御終了判定処理の詳細について説明する。図6は、回転数制御終了判定処理のフローチャートである。

【0079】

図8のステップS504でエンジン3が始動され、続くステップS506で第1クラッチCL1が締結された後に、モータ/ジェネレータ4の回転数制御をそのまま継続すると、この回転状態は統合コントローラ20の指示に従ったものではないため、ドライバからの要求を車両の駆動状態に反映させる際の妨げになる。そのため、エンジン3の始動後は、モ

50

ータ/ジェネレータ4の回転数制御を極力素早く終了させてゲートオフ状態に持っていき、エンジン3のみを動力源として車両の退避走行を実現させることが好ましい。そこで、回転数制御終了判定の処理として以下のような処理を行うことで、エンジン3が始動されたことをモータコントローラ22において素早く判断できるようにする。

【0080】

ステップS302では、図4のステップS110でエンジン始動制御を開始してからの時間を計測し、この計測時間により所定の許容時間を経過したか否かを判定する。その結果、計測時間が許容時間未満である場合はステップS304へ進み、許容時間を経過した場合はステップS308へ進む。なお、ステップS302の判定における許容時間は、エンジン始動制御を開始してからエンジン3が始動されるまでに許容される時間の最悪値であり、この時間を超えた場合はモータ/ジェネレータ4をゲートオフさせる。なお、許容時間を固定値とはせず、車両パラメータ等に応じて可変としてもよい。たとえば、極低温時と常温時とではエンジン3の始動を完了するまでの時間に差があるため、水温情報や油温情報等に応じて許容時間を変化させてもよい。また、エンジン3をクランキングさせるときの第1クラッチCL1の動作速度も温度によって変わるため、油圧情報等をさらに加味して許容時間を変化させてもよい。

10

【0081】

ステップS302からステップS304へ進んだ場合、ステップS304および続くステップS306では、エンジン3が始動したかどうかの判定を行う。モータ/ジェネレータ4によりエンジン3をクランキングさせてエンジン3を始動するとき、モータ/ジェネレータ4は、エンジン3のフリクションを上回る大きな正トルク（力行トルク）を発生する必要がある。一方、エンジン3が始動してエンジントルクの発生が開始されると、今度は回転数を抑えるために、モータ/ジェネレータ4は負トルク（回生トルク）を出すことになる。そこで、こうした現象を利用して、モータコントローラ22内で図3のトルク指令算出部202により算出されるトルク指令が正トルクから負トルクに切り替わったときに、エンジン3が始動したと判定することができる。あるいは、モータコントローラ22のトルク指令値の他に、たとえば電流センサ210からのセンサ情報の値からトルク指令の正負を判断し、エンジン3の始動を判定してもよい。

20

【0082】

ステップS304でトルク指令値が反転しない、すなわち正トルクの場合には、まだクランキング中であるため、ステップS302に戻る。一方、トルク指令値が正から負へ反転した場合には、エンジン3が始動したと判断してステップS306に進む。

30

【0083】

ステップS306では、モータ/ジェネレータ4において負トルクの状態が所定時間経過したかどうかを判定する。エンジン3が始動されなくても、モータ/ジェネレータ4からのトルクが正トルクから負トルクに反転する場合があります。たとえば、回転数制御の方法によっては、クランキング中にモータ/ジェネレータ4の回転数が目標回転数を超過してしまい（オーバーシュート）、それを抑え込むために負トルクを発生することがある。そこで、ステップS306ではエンジン3が始動されたことを確実に判断するために、モータ/ジェネレータ4から負トルクが所定時間以上継続して発生しているかどうかを判定する。その結果、負トルクの発生時間が所定時間以上である場合には、エンジン3が始動したと判断してステップS308に進み、そうでない場合はステップS302へ戻る。なお、上記の説明では、モータトルクの大きさの変化でエンジン3の始動を判定する構成としているが、モータトルクの力行、回生の割合の変化などを使用してもよい。クランキング時には、力行トルクの割合が大きくなるのに対し、エンジン始動後は回生トルクの割合が大きくなるため、これを使ってエンジン3の始動判定を行うこともできる。

40

【0084】

モータコントローラ22は、以上説明したようなステップS304、S306の処理により、モータ/ジェネレータ4のトルクを検出し、そのトルクに基づいてエンジン3の始動が完了したか否かを判定することができる。ステップS308では、回転数制御終了と

50

判定して図6の回転数制御終了判定処理を終了する。

【0085】

図10は、以上説明した本実施形態のハイブリッド車両においてCAN通信が途絶えたときの動作タイムチャートの一例を示す図である。この図を用いて、CAN通信不調時の車両動作を以下に説明する。

【0086】

EVモード中に時刻T1において、統合コントローラ20とモータコントローラ22の間でCAN通信の途絶が発生したとする。このとき、モータコントローラ22ではモータトルク指令値が更新されなくなるため、前回の指令値を用いて制御を継続する。これ以降もCAN通信の途絶状態が継続し、時刻T2でCAN通信の異常が確定したとする。このとき、モータコントローラ22と統合コントローラ20において同じタイミングでCAN通信の異常を認識できるような構成としておくことが好ましい。

10

【0087】

時刻T2でCAN通信の異常が確定されると、統合コントローラ20は、第2クラッチCL2を解放状態にすべく、図7のステップS406でCVTコントローラ23に対して目標CL2トルク指令を出力し、第2クラッチCL2の解放を指示する。一方、モータコントローラ22は、図5のステップS206でモータ/ジェネレータ4を回転数制御状態にするとともに、目標回転数をあらかじめ決められたクランキング回転数に設定する。このとき前述のように、第2クラッチCL2の解放速度のばらつきを考慮して、モータ回転数の変化率に制限をかけてモータ回転数を引き下げていく。なお、第2クラッチCL2が解放されることでモータトルクが駆動側に伝達されなくなるため、プライマリ回転数は徐々に低下していく。

20

【0088】

こうしてクランキング回転数に応じた回転数制御がモータ/ジェネレータ4に対して行われている状態で時刻T3になると、統合コントローラ20は、図8のステップS502で第1クラッチコントローラ5へクランキングのための目標CL1トルク指令を出力して、第1クラッチCL1を解放状態から徐々にスリップさせて締結状態とする。これにより、第1クラッチCL1が徐々に締結され、エンジン3がクランキングされてエンジン回転数が上昇していく。

【0089】

ステップS504でエンジン3が完爆されて始動を開始すると、エンジン回転数を抑えるために、モータ/ジェネレータ4はマイナストルクを発生する。このマイナストルク状態が所定時間継続した時刻T4において、モータコントローラ22は、モータ/ジェネレータ4の回転数制御を終了し、図4のステップS112でゲートをオフしてモータトルクを0にする。その後、第2クラッチCL2を解放状態から徐々に締結状態にすることで、エンジン3からのトルクを駆動側に伝達する。これにより、車両においてエンジン3を用いた退避走行が開始される。なお、早めに駆動トルクを出すために、第2クラッチCL2の締結動作は、時刻T4より前で行ってもよい。ただしこの場合は、早くてもエンジン3の完爆後に第2クラッチCL2を締結する必要がある。

30

【0090】

以上説明した実施形態では、クランキング回転数をあらかじめ決められた回転数としていたが、CVTコントローラ23からプライマリ回転数情報の受信が可能であるならば、プライマリ回転数に応じたクランキング回転数を設定することも可能である。エンジン始動中でも駆動側にトルクを伝達できるようにするためには、モータ回転数はプライマリ回転数よりも常に高い状態にする必要がある。そこで、CVTコントローラ23から受信したプライマリ回転数に対して、必要なモータ回転数との差を上乗せした回転数をクランキング回転数として設定すれば、駆動力を途切れさせることなくエンジン3を始動させて、退避走行に移行することが可能となる。

40

【0091】

以上説明した実施の形態によれば、次の作用効果を奏する。

50

【 0 0 9 2 】

(1) モータコントローラ 2 2 は、エンジン 3 とモータ/ジェネレータ 4 を備えたハイブリッド車両に搭載されており、モータ/ジェネレータ 4 を制御する。モータ/ジェネレータ 4 は、車両の駆動輪を駆動すると共に、エンジン 3 を始動するために用いられる。車両は、モータコントローラ 2 2 と、エンジン 3 を制御するエンジンコントローラ 2 1 と、モータコントローラ 2 2 およびエンジンコントローラ 2 1 と通信可能に接続され、車両の運転状態に応じた指令をモータコントローラ 2 2 およびエンジンコントローラ 2 1 へそれぞれ出力する統合コントローラ 2 0 とを備える。モータコントローラ 2 2 は、統合コントローラ 2 0 との C A N 通信が正常である場合に、統合コントローラ 2 0 からの指令に基づいてモータ/ジェネレータ 4 を制御する第一制御モードを実施する (ステップ S 1 0 4) 。また、統合コントローラ 2 0 との C A N 通信が異常である場合に、予め記憶された制御情報に基づいてモータ/ジェネレータ 4 を制御する第二制御モードを実施することで、エンジン 3 が停止中であるときにモータ/ジェネレータ 4 にエンジン 3 を始動させる (ステップ S 1 1 0) 。このようにしたので、モータ/ジェネレータ 4 の制御が不可能となった場合に、モータ/ジェネレータ 4 を適切に停止すると共にエンジン 3 により駆動輪を駆動させて退避走行を行うことができる。

10

【 0 0 9 3 】

(2) モータコントローラ 2 2 は、エンジン 3 が停止中であれば、第二制御モードにおいてモータ/ジェネレータ 4 を所定の回転状態で回転させるように制御する (ステップ S 2 0 6) 。また、エンジン 3 が動作中であれば、第二制御モードにおいてモータ/ジェネレータ 4 を停止させるように制御する (ステップ S 1 1 2) 。このようにしたので、エンジン 3 の動作状態に応じて、モータ/ジェネレータ 4 の動作を適切に制御することができる。

20

【 0 0 9 4 】

(3) モータコントローラ 2 2 は、エンジン 3 が停止中であれば、第二制御モードにおいて、ステップ S 2 0 6 でモータ/ジェネレータ 4 を所定の回転状態で回転させるように制御した後、ステップ S 1 1 2 でモータ/ジェネレータ 4 を停止させるように制御する。このようにしたので、モータ/ジェネレータ 4 の動作が不要になった後は、モータ/ジェネレータ 4 を適切に停止させることができる。

【 0 0 9 5 】

(4) モータコントローラ 2 2 は、ステップ S 2 0 6 において、所定の目標回転数に応じてモータ/ジェネレータ 4 を回転させる回転数制御を行うことにより、モータ/ジェネレータ 4 を所定の回転状態で回転させるように制御する。このようにしたので、モータ/ジェネレータ 4 の回転によりエンジン 3 を適切にクランキングさせ、エンジン 3 を始動することができる。

30

【 0 0 9 6 】

(5) モータコントローラ 2 2 は、エンジン 3 の始動が完了したか否かを判定し (ステップ S 3 0 4 、 S 3 0 6) 、始動が完了したと判定したら、ステップ S 2 0 6 の回転数制御を終了する (ステップ S 3 0 8) 。このようにしたので、エンジン 3 の始動後に、不要となったモータ/ジェネレータ 4 の回転数制御を確実に終了することができる。

40

【 0 0 9 7 】

(6) モータコントローラ 2 2 は、ステップ S 3 0 4 、 S 3 0 6 において、モータ/ジェネレータ 4 のトルクを検出し、そのトルクに基づいてエンジン 3 の始動が完了したか否かを判定する。このようにしたので、エンジン 3 の始動が完了したか否かを正確に判定することができる。

【 0 0 9 8 】

(7) モータコントローラ 2 2 は、ステップ S 2 0 6 で回転数制御を行う際に、所定の変化率でモータ/ジェネレータ 4 の回転数を目標回転数まで変化させることができる。具体的には、ステップ S 2 0 6 で回転数制御を開始してからの経過時間に応じて、上記の変化率を変化させることができる。このようにすれば、モータ回転数が急激に変化することで

50

生じる車両挙動への悪影響を低減し、ドライバの不安を最小限に抑えることができる。

【0099】

(8) また、モータコントローラ22は、モータ/ジェネレータ4のトルクを検出し、このトルクに基づいて上記の変化率を決定することもできる。このようにすれば、車両挙動への悪影響をより一層低減することができる。

【0100】

(9) 車両は、エンジン3とモータ/ジェネレータ4の間を締結または解放する第1クラッチCL1と、第1クラッチCL1を制御する第1クラッチコントローラ5と、モータ/ジェネレータ4と駆動輪の間を締結または解放する第2クラッチCL2と、第2クラッチCL2を制御するCVTコントローラ23とをさらに備える。モータコントローラ22により第二制御モードが実施されているとき、第1クラッチCL1によりエンジン3とモータ/ジェネレータ4の間が締結される(ステップS502)と共に、第2クラッチCL2によりモータ/ジェネレータ4と駆動輪の間が解放される(ステップS406)。この状態で、モータ/ジェネレータ4によりエンジン3が始動される(ステップS504)。このようにしたので、モータ/ジェネレータ4の回転をエンジン3へ適切に伝達してエンジン3をクランキングさせ、エンジン3を始動することができる。また、エンジン3のクランキング中にモータ/ジェネレータ4の回転が車両の駆動輪に伝達されるのを防ぐことで、車両挙動への悪影響を回避することができる。

【0101】

(10) モータコントローラ22は、エンジン3が停止中であれば、第二制御モードにおいて、ステップS206でモータ/ジェネレータ4を所定の回転状態で回転させるように制御する。その後、エンジンコントローラ21および第1クラッチコントローラ5のいずれか少なくとも一方からの信号に応じて、ステップS208で回転数制御終了判定の処理を行い、ステップS112でモータ/ジェネレータ4を停止させるように制御することができる。このようにすれば、エンジン3が始動された後、正確なタイミングでモータ/ジェネレータ4を停止させることができる。

【0102】

(11) モータコントローラ22は、エンジン3とモータ/ジェネレータ4を備えたハイブリッド車両に搭載されており、モータ/ジェネレータ4を制御する。このモータコントローラ22は、外部制御装置としての統合コントローラ20との通信が異常である場合に、統合コントローラ20からの指令に基づいてモータ/ジェネレータ4を制御する第一制御モードから、予め記憶された制御情報に基づいてモータ/ジェネレータ4を制御する第二制御モードへと切り替える(ステップS102、S104、S110、S112)。このようにしたので、前述のように、モータ/ジェネレータ4の制御が不可能となった場合に、モータ/ジェネレータ4を適切に停止すると共にエンジン3により駆動輪を駆動させて退避走行を行うことができる。

【0103】

なお、以上説明した実施の形態では、統合コントローラ20とモータコントローラ22の間でCAN通信が異常となった場合に、モータコントローラ22において図4のモータ制御処理を実行することで、所定の回転数でモータ/ジェネレータ4を回転数制御してエンジン3を始動させる例を説明した。しかし、統合コントローラ20とモータコントローラ22の間でCAN通信が異常となった場合に、他の経路、たとえば第1クラッチコントローラ5等の他のコントローラを介して、モータ/ジェネレータ4を制御するために必要な情報をモータコントローラ22が受信するようにしてもよい。あるいは、統合コントローラ20以外のコントローラから送信される情報に基づいて、モータコントローラ22がモータ/ジェネレータ4の制御を行うようにしてもよい。

【0104】

以上説明した実施形態や各種変形例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。

【符号の説明】

10

20

30

40

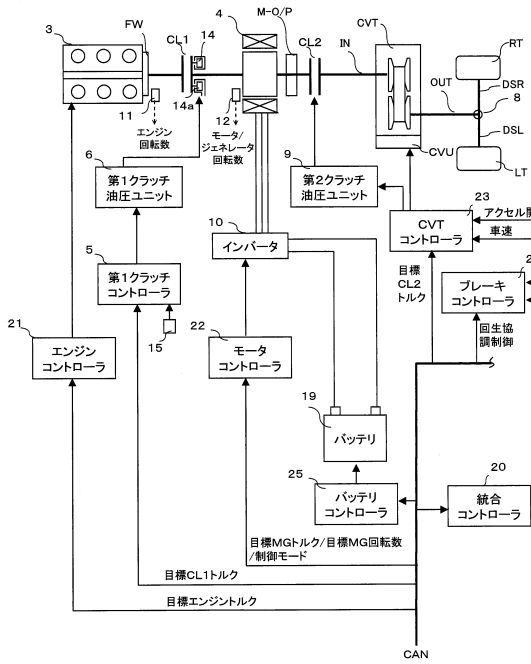
50

【 0 1 0 5 】

3	エンジン	
4	モータ/ジェネレータ	
5	第1クラッチコントローラ	
6	第1クラッチ油圧ユニット	
9	第2クラッチ油圧ユニット	
10	インバータ	
11	エンジン回転数センサ(クランク角センサ)	
12	レゾルバ	
14	油圧アクチュエータ	10
14 a	ピストン	
15	第1クラッチストロークセンサ	
16	アクセル開度センサ	
17	車速センサ	
19	バッテリー	
20	統合コントローラ	
21	エンジンコントローラ(E C M)	
22	モータコントローラ	
23	C V Tコントローラ	
24	ブレーキコントローラ	20
25	バッテリーコントローラ	
51	車輪速センサ	
52	ブレーキストロークセンサ	
C L 1	第1クラッチ	
C L 2	第2クラッチ	
201	通信異常検知部	
202	トルク指令算出部	
203	モータ回転数算出部	
204	モータ電流検出部	
205	直流電圧検出部	30
206	電流指令演算部	
207	電流制御演算部	
208	P W Mデューティ算出部	
301	回転数制御用トルク演算部	
302	トルク制御用トルク演算部	
303	回転数制御/トルク制御選択部	
304	上下制限部	

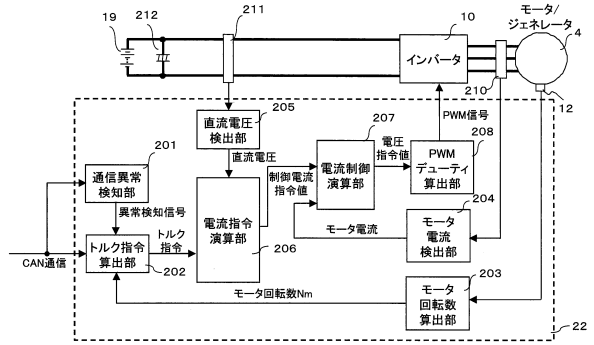
【図1】

図1



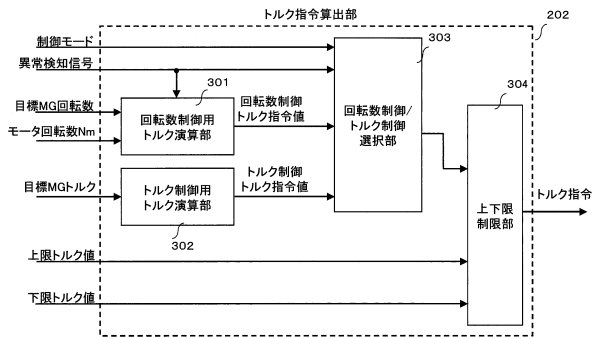
【図2】

図2



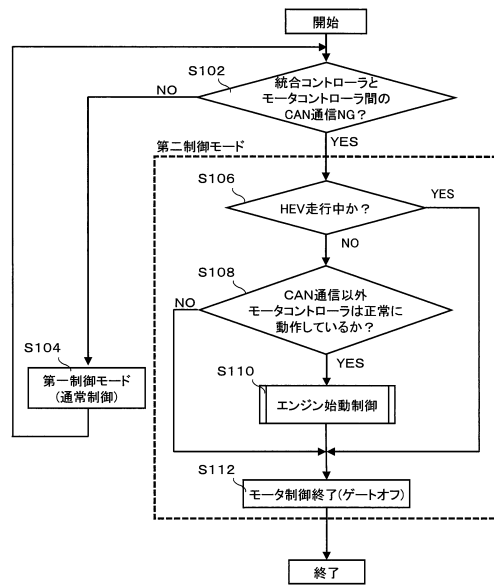
【図3】

図3

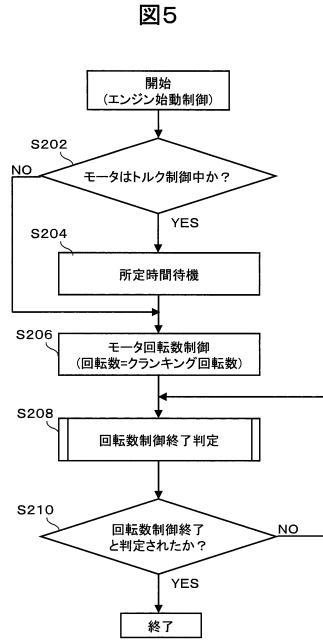


【図4】

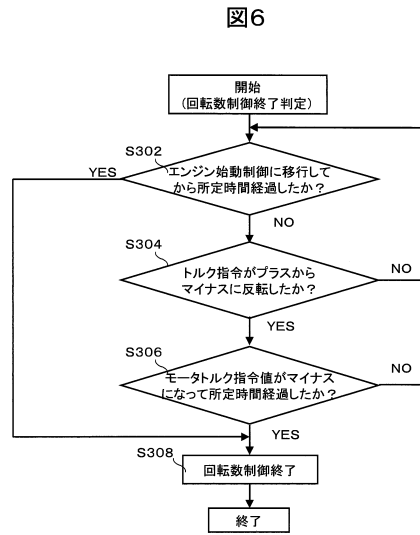
図4



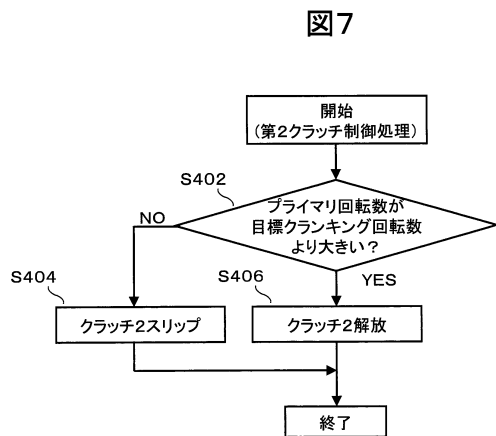
【図5】



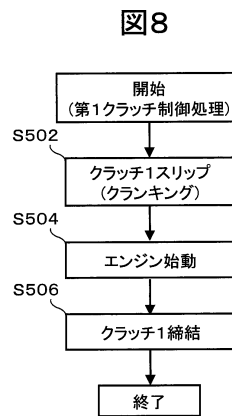
【図6】



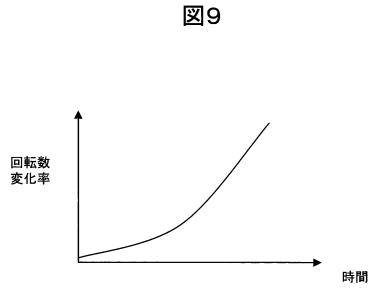
【図7】



【図8】

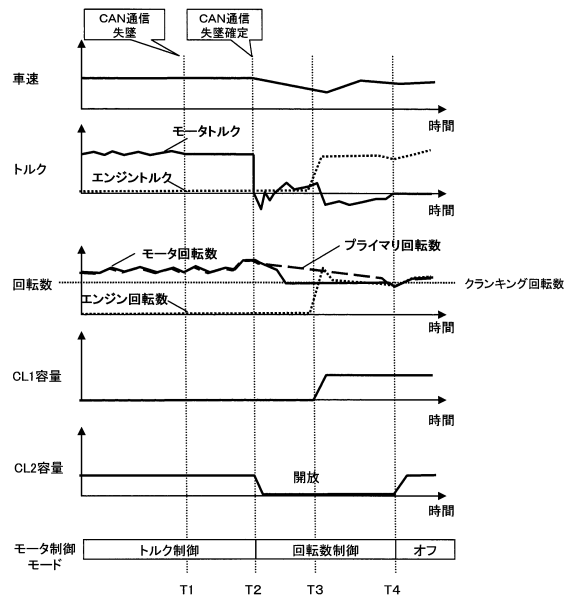


【 図 9 】



【 図 10 】

図10



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 6 0 K 6/543 (2007.10) B 6 0 L 11/14
B 6 0 L 11/14 (2006.01)

審査官 高 木 真 顕

(56) 参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 6 8 5 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 6 8 8 3 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 6 3 2 0 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 1 1 1 9 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 7 9 8 8 2 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 5 0 / 1 6
B 6 0 L 1 1 / 1 4