(54) Title: MOTOR DRIVING APPARATUS

(54) 発明の名称: モータ駆動装置

(57) Abstract: When receiving from a motor generator (MG2) an instruction of activating an engine (ENG) during driving of the driving wheel of a hybrid automobile, a control apparatus (30) generates and outputs a signal (PWM1) to a boosting converter (12) to cause the boosting converter (12) to boost the DC voltage (Vb) outputted from a battery (B) up to a maximum voltage (Vmax) of a motor driving apparatus (100). When the output voltage (Vm) of the boosting converter (12) reaches the maximum voltage (Vmax), the control apparatus (30) generates and outputs a signal (PWM1) to an inverter (14) to cause the inverter (14) to drive a motor generator (MG1) in a power running mode.

(57) 要約: 制御装置（３０）は、モータジェネレータ（ＭＧ２）によってハイブリッド自動車の駆動輪を駆動中にエンジン（ＥＮＧ）の始動指示を受けたとき、信号（PWM1）を利用して昇圧コンバータ（１２）へ出力し、バッテリー（Ｂ）から出力された直流電圧（Ｖｂ）をモータ駆動
装置（１００）における最大電圧（Ｖｍａｘ）まで昇圧するために昇圧コンバータ（１２）を駆動制御する。そして、制御装置（３０）は、昇圧コンバータ（１２）の出力電圧（Ｖｍ）が最大電圧（Ｖｍａｘ）に到達すると、信号（PWM１）を生成してインバータ（１４）へ出力し、モータジェネレータ（MG１）を力行モードで駆動するようにインバータ（１４）を駆動制御する。
明細書

モータ駆動装置

5 技術分野

この発明は、モータ駆動装置に関し、特に、電源電圧を出力する電源への過大な電力の入出力を防止可能なモータ駆動装置に関するものである。

背景技術

10 特許第２８３４４６５号公報は、車両の電源系統装置を開示する。この電源系統装置は、パルスインバータと、双方向変換器と、バッテリーを備える。双方向変換器は、バッテリーと、パルスインバータとの間に接続され、バッテリーからの電圧を昇圧してパルスインバータへ供給し、パルスインバータからの電圧を降圧してバッテリーへ供給する。

15 パルスインバータは、双方向変換器から受けた電圧によって非同期機を駆動する。非同期機は、発電機または始動機として用いられる。

したがって、電源系統装置は、非同期機が発電機として用いられる場合、非同期機が発電した交流電圧をパルスインバータによって直流電圧に変換し、その変換された直流電圧を双方向変換器によって降圧してバッテリーへ供給する。

20 また、非同期機が始動機として用いられる場合、双方向変換器は、バッテリーからの直流電圧を昇圧してパルスインバータへ供給し、パルスインバータは、双方向変換器からの直流電圧を交流電圧に変換して非同期機を駆動する。

しかし、従来の電源系統装置においては、バッテリーからの直流電圧を昇圧する昇圧動作と、非同期機を始動機として駆動する駆動動作が同一タイミングで行われるとき、バッテリーから過大な電力が非同期機側に持ち出されるという問題がある。

また、パルスインバータからの直流電圧を降圧する降圧動作と、非同期機を発電機として駆動する駆動動作が同一タイミングで行われるとき、非同期機側からバッテリーに過大な電力が持ち込まれるという問題がある。
それは、この発明の目的は、電源への過大な電力の入出力を防止可能なモータ駆動装置を提供することである。

発明の開示

この発明によれば、モータ駆動装置は、第1のモータを駆動する第1の駆動回路と、電源と第1の駆動回路との間で電圧変換を行う電圧変換器とを備え、第1の駆動回路は、電圧変換器が電圧変換を開始するタイミングと異なるタイミングで第1のモータを駆動し始める。

好ましくは、電圧変換器は、電源電圧を任意のレベルに昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を出力し、第1の駆動回路は、電圧変換器が昇圧動作を開始した後に第1のモータを力行モードで駆動し始める。

好ましくは、第1の駆動回路は、昇圧動作の完了後に第1のモータを力行モードで駆動し始める。

好ましくは、第1の駆動回路は、昇圧動作の完了後に第1のモータの要求パワーを受け、第1のモータを力行モードで駆動し始める。

好ましくは、第1の駆動回路は、電源の温度と電源の出力可能な電力レベルとの関係を予め有し、電源の温度に基づいて第1のモータを駆動し始めるタイミングを決定する。

好ましくは、第1の駆動回路は、電源の温度が第1の所定の閾値を下回るとき、または電源の温度が第2の所定の閾値を上回るときにおいて、昇圧動作の完了後に第1のモータの要求パワーを受け、第1のモータを力行モードで駆動し始める。

好ましくは、昇圧動作が完了するタイミングと第1の駆動回路が駆動し始めるタイミングとの間には、所定の遅延時間が設けられる。

好ましくは、第1のモータは、内燃機関を始動または停止するモータであり、電圧変換器は、内燃機関の始動指示が出力されると、昇圧動作を開始する。

好ましくは、モータ駆動装置は、第1のモータの回転数に基づいて昇圧電圧の目標電圧を決定する目標電圧決定手段と、目標電圧決定手段により決定された目標電圧を受けて昇圧電圧が目標電圧になるように電圧変換器を制御する電圧変換制御手段をさらに備える。電圧変換制御手段は、内燃機関の始動指示を受ける。
と、決定された目標電圧とは無関係に内燃機関の始動に必要な所定の昇圧電圧が得られるように電圧変換器を制御する。

好ましくは、所定の昇圧電圧は、当該モータ駆動装置における最大電圧である。

好ましくは、電圧制御手段は、昇圧動作に必要な電力が電源の出力可能な電力レベルを超えないように昇圧レートを決定し、決定した昇圧レートで電源電圧を所定の昇圧電圧まで昇圧する。

好ましくは、電圧制御手段は、電源の温度と電源の出力可能な電力レベルとの関係を予め有し、電源の温度に基づいて昇圧レートを決定する。

好ましくは、モータ駆動装置は、第1の駆動回路と並列に設けられ、昇圧電圧を受けて第2のモータを駆動する第2の駆動回路をさらに備える。目標電圧決定手段は、第1のモータまたは第2のモータの回転数に基づいて目標電圧を決定し、電圧制御手段は、第2のモータによる車両駆動時であり、かつ、内燃機関の始動指示時であるとき、内燃機関の始動に先立って所定の昇圧電圧が得られるように電圧変換器を制御する。

好ましくは、所定の昇圧電圧は、当該モータ駆動装置における最大電圧である。

好ましくは、電圧変換制御手段は、昇圧動作に必要な電力が電源の出力可能な電力レベルを超えないように昇圧レートを決定し、決定した昇圧レートで電源電圧を所定の昇圧電圧まで昇圧する。

好ましくは、電圧変換制御手段は、電源の温度と電源の出力可能な電力レベルとの関係を予め有し、電源の温度に基づいて昇圧レートを決定する。

好ましくは、電圧変換器は、第1の駆動回路が第1のモータを回生モードで駆動し始めた後に、降圧動作を開始する。

好ましくは、電圧変換器は、第1の駆動回路が回生モードで駆動して第1のモータを停止させた後に降圧動作を開始する。

好ましくは、電圧変換器は、電源の温度と電源の入力可能な電力レベルとの関係を予め有し、電源の温度に基づいて降圧動作を開始するタイミングを決定する。

好ましくは、第1の駆動回路は、電源の温度が第1の所定の閾値を下回るとき、または電源の温度が第2の所定の閾値を上回るときにおいて、第1のモータの停止後に降圧動作を開始する。

3
好ましくは、第1のモータが停止するタイミングと降圧動作が開始するタイミングとを遅延時間が設けられる。

好ましくは、モータ駆動装置は、第1のモータの回転数に基づいて電圧変換器の出力電圧の目標電圧を決定する目標電圧決定手段と、目標電圧決定手段により決定された目標電圧を受けて出力電圧が目標電圧になるように電圧変換器を制御する電圧変換制御手段をさらに備える。第1の駆動回路は、内燃機関の停止指示が出力されると、第1のモータを回生モードで駆動し始め、電圧変換器は、内燃機関の停止が完了したことに応じて、降圧動作を開始する。

好ましくは、電圧変換制御手段は、内燃機関が停止したことを受けると、降圧動作によって生じる電力が電源の入力可能な電力レベルを超えないように降圧レートを決定し、決定した降圧レートで目標電圧が得られるように電圧変換器を制御する。

好ましくは、電圧変換制御手段は、電源の温度と電源の入力可能な電力レベルとの関係を予め有し、電源の温度に基づいて降圧レートを決定する。

好ましくは、モータ駆動装置は、第1の駆動回路と並列に設けられ、出力電圧を受けて第2のモータを駆動する第2の駆動回路をさらに備える。目標電圧決定手段は、第1のモータまたは第2のモータの回転数に基づいて目標電圧を決定し、電圧変換制御手段は、第2のモータによる車両駆動時であり、かつ、内燃機関の停止指示時であるとき、内燃機関の停止後において目標電圧が得られるように電圧変換器を制御する。

この発明によるモータ駆動装置は、電圧変換器が昇圧動作を開始した後に第1のモータを力行モードで駆動するので、昇圧動作のために電源から電力が持ち出された後に、第1のモータを駆動するために電源から電力が持ち出される。

さらに、この発明によるモータ駆動装置は、電池出力が低いときにおいて、電圧変換器が昇圧動作を完了した後に第1のモータの要求パワーを受けて、第1のモータを力行モードで駆動し始めるので、昇圧動作のために電源から電力が持ち出されるタイミングと、第1のモータを駆動するために電源から電力が持ち出されるタイミングとは分離される。

また、この発明によるモータ駆動装置は、第1のモータを回生モードで駆動さ
せた後に電圧変換器が降圧動作を開始するので、第1のモータを駆動させて生じた電力と降圧動作によって生じた電力とは異なるタイミングで電源に持ち込まれる。

この発明によるモータ駆動装置は、特に電池出力が低いときにおいて、第1のモータの駆動停止動作を完了した後に電圧変換器が降圧動作を開始するので、第1のモータで生じた電力と降圧動作によって生じた電力とは分離されて電源に持ち込まれる。

したがって、この発明によれば、電源への過大な電力の入出力を防止できる。

図面の簡単な説明
図1は、この発明の実施の形態1によるモータ駆動装置の概略図である。
図2は、図1に示す制御装置の機能ブロック図である。
図3は、図2に示すインバータ制御手段の機能ブロック図である。
図4は、図2に示すコンバータ制御手段の機能ブロック図である。
図5は、図1に示すエンジンに連結されたモータジェネレータを駆動する場合の信号および電圧のタイミングチャートである。
図6は、図1に示すエンジンに連結されたモータジェネレータを駆動する場合の信号および電圧の他のタイミングチャートである。
図7は、クラシック時の共線図である。
図8は、この発明を適用した場合の直流電流、出力電圧およびモータ回転数のタイミングチャートである。
図9は、この発明を適用しない場合の直流電流、出力電圧およびモータ回転数のタイミングチャートである。
図10は、この発明の実施の形態2によるモータ駆動装置の概略図である。
図11は、図10に示す制御装置30Aの機能ブロック図である。
図12は、図11に示すコンバータ制御手段を示す機能ブロック図である。
図13は、バッテリーボの電池出力と電池温度との関係を示す図である。
図14は、この発明の実施の形態3によるモータ駆動装置の概略図である。
図15は、図14に示す制御装置の機能ブロック図である。
図16は、図15に示すコンバータ制御手段の機能ブロック図である。
図17は、図14に示すエンジンに連結されたモータジェネレータを力行モードで駆動する場合の信号および電圧のタイミングチャートである。
図18は、図14に示すエンジンに連結されたモータジェネレータを回生モードで駆動する場合の信号および電圧のタイミングチャートである。
図19は、図14に示すエンジンに連結されたモータジェネレータを駆動する場合の信号および電圧の他のタイミングチャートである。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同1または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【実施の形態1】

図1は、この発明の実施の形態1によるモータ駆動装置の概略図である。図1を参照して、この発明の実施の形態1によるモータ駆動装置100は、バッテリーBと、コンデンサC1、C2と、電圧センサー10、13と、昇圧コンバータ12と、インバータ14、31と、電流センサー24、28と、制御装置30とを備える。

モータジェネレータMG1は、ハイブリッド自動車に搭載されたエンジンENGに連結される。そして、モータジェネレータMG1は、エンジンENGからの回転力によって交流電圧を発電する発電機として機能するとともに、エンジンENGを始動する電動機として機能する。また、モータジェネレータMG2は、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。

バッテリーBは、電源ライン111と、インバータ14、31の負母線112との間に接続される。コンデンサC1は、電源ライン111と負母線112との間にバッテリーBに並列に接続される。コンデンサC2は、インバータ14、31の正母線113と、負母線112との間に接続される。

昇圧コンバータ12は、リアクトルL1と、NPNトランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2を含む。リアクトルL1の一方端はバッテリーBの電源
ライン111に接続され、他方端はNPNトランジスタQ1とNPNトランジスタQ2の中間点、すなわち、NPNトランジスタQ1のエミッタとNPNトランジスタQ2のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ1、Q2は、正母線113と負母線112の間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ1のコレクタは正母線113に接続され、NPNトランジスタQ2のエミッタは負母線112に接続される。また、各NPNトランジスタQ1、Q2のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1、D2がそれぞれ接続されている。

インバータ14、31は、ノードN1とノードN2との間に並列に接続される。インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とから成る。U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、正母線113と負母線112の間に並列に接続される。

U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4から成り、V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6から成り、W相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成る。また、各NPNトランジスタQ3～Q8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

各相アームの中間点は、モータジェネレータMG1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータMG1は、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ3、Q4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ5、Q6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の中間点にそれぞれ接続されている。

インバータ31は、インバータ14と同じ構成からなる。そして、インバータ31の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG2の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータMG2も、モータジェネレータMG1と同じように、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がインバータ31のNPNトランジスタQ3、Q4の中間点に、V相コイルの他端がインバータ
３１のNPNトランジスタQ5、Q6の中間点に、W相コイルの他端がインバータ31のNPNトランジスタQ7、Q8の中間点にそれぞれ接続されている。

バッテリーBは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電圧センサー10は、バッテリーBから出力される直流電圧Vbを検出し、その検出した直流電圧Vbを制御装置30へ出力する。コンデンサC1は、バッテリーBから出力された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ12へ供給する。

昇圧コンバータ12は、コンデンサC1から供給された直流電圧を任意のレベルを有する昇圧電圧に昇圧してコンデンサC2へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWMを受けると、信号PWMによってNPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じて直流電圧を昇圧してコンデンサC2に供給する。この場合、NPNトランジスタQ1は、信号PWMによってオフされている。

また、昇圧コンバータ12は、制御装置30からの信号PWMに応じて、コンデンサC2を介してインバータ14（または31）から供給された直流電圧を降圧してバッテリーBを充電する。

コンデンサC2は、昇圧コンバータ12によって昇圧された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をノードN1, N2を介してインバータ14, 31に供給する。このように、コンデンサC2は、昇圧コンバータ12によって昇圧された直流電圧を受け、その受けた直流電圧を平滑化してインバータ14, 31に供給する。

電圧センサー13は、コンデンサC2の両端の電圧Vm（すなわち、インバータ14, 31への入力電圧に相当する。以下同じ。）を検出し、その検出した電圧Vmを制御装置30へ出力する。

インバータ14は、ノードN1, N2およびコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12から直流電圧が供給されると制御装置30からの信号PWM1に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG1を駆動する。これにより、モータジェネレータMG1は、トルク指令値TR1によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ14は、モータ駆動装
置100が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、モータジェネレータMG1が発電した交流電圧を制御装置30からの信号PWM1に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2およびノードN1、N2を介して昇圧コンバーター12に供給する。

インバータ31は、ノードN1、N2およびコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12から直流電圧が供給されると制御装置30からの信号PWM2に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。これにより、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR2によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ31は、モータ駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、モータジェネレータMG2が発電した交流電圧を制御装置30からの信号PWM2に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2およびノードN1、N2を介して昇圧コンバータ12に供給する。

なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

電流センサー24は、モータジェネレータMG1に流れるモータ電流MCRT1を検出し、その検出したモータ電流MCRT1を制御装置30へ出力する。また、電流センサー28は、モータジェネレータMG2に流れるモータ電流MCRT2を検出し、その検出したモータ電流MCRT2を制御装置30へ出力する。

制御装置30は、外部ECU（Electric Control Unit）60からトルク指令値TR1、TR2、モータ回転数MRN1、MRN2および信号STATを受け、電圧センサー10から直流電圧Vbを受け、電圧センサー13から出力電圧Vmを受け、電流センサー24からモータ電流MCRT1を受け、電流センサー28からモータ電流MCRT2を受ける。

信号STATは、エンジンENGの始動／停止を指示するための信号であり、H（論理ハイ）レベルまたはL（論理ロー）レベルからなる。そして、Hレベルの信号STATは、エンジンENGの始動を指示するための信号であり、Lレベル
ルの信号STATは、エンジンENGの停止を指示するための信号である。

制御装置30は、出力電圧V m、モータ電流MCR T1、およびトルク指令値TR1に基づいて、後述する方法によりインパータ14がモータジェネレータMG1を駆動するときにインパータ14のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWM1を生成する。

また、制御装置30は、出力電圧V m、モータ電流MCR T2、およびトルク指令値TR2に基づいて、後述する方法によりインパータ31がモータジェネレータMG2を駆動するときにインパータ31のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWM2を生成する。

さらに、制御装置30は、インパータ14（または31）がモータジェネレータMG1（またはモータジェネレータMG2）を駆動するとき、直流電圧V b、出力電圧V m、トルク指令値TR1（またはTR2）、およびモータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するための信号PWMCを生成する。

そして、制御装置30は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けたときに信号PWM1，PWM2，PWMCを生成すると、出力タイミングを調整することなく、その生成した信号PWM1，PWM2，PWMCをそれぞれインパータ14，インパータ31および昇圧コンバータ12へ出力する。

また、制御装置30は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けたときに信号PWM1，PWM2，PWMCを生成すると、出力タイミングを調整して、その生成した信号PWM1，PWM2，PWMCをそれぞれインパータ14，インパータ31および昇圧コンバータ12へ出力する。

出力タイミングの調整は、最初に信号PWMCを昇圧コンバータ12へ出力して直流電圧V bを昇圧するように昇圧コンバータ12を制御し、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後に信号PWM1，PWM2をそれぞれインパータ14，31へ出力することによって行なわれる。

図2は、図1に示す制御装置30の機能ブロック図である。図2を参照して、制御装置30は、インパータ制御手段301，302と、コンバータ制御手段303
インバータ制御手段301は、外部ECU60からトルク指令値TR1および信号STATを受け、電流センサー24からモータ電流MCRT1を受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、コンポーネンツ制御手段303から信号UP_CPLを受ける。信号UP_CPLは、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了したことを示す信号である。

インバータ制御手段301は、トルク指令値TR1、モータ電流MCRT1および電圧Vmに基づいて、後述する方法によって信号PWM11を生成する。そして、インバータ制御手段301は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、その生成した信号PWM11を出力タイミングを調整せずにインバータ14へ出力する。一方、インバータ制御手段301は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、信号PWM11を生成と同時にインバータ14へ出力せず、コンポーネント制御手段303から信号UP_CPLを受けるのを持てて信号PWM11をインバータ14へ出力する。

インバータ制御手段302は、外部ECU60からトルク指令値TR2および信号STATを受け、電流センサー28からモータ電流MCRT2を受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、コンポーネンツ制御手段303から信号UP_CPLを受ける。

インバータ制御手段302は、トルク指令値TR2、モータ電流MCRT2および電圧Vmに基づいて、後述する方法によって信号PWM2を生成する。そして、インバータ制御手段302は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けること、その生成した信号PWM2を出力タイミングを調整せずにインバータ31へ出力する。一方、インバータ制御手段302は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、信号PWM2を生成と同時にインバータ31へ出力せず、コンポーネント制御手段303から信号UP_CPLを受けるのを持てて信号PWM2をインバータ31へ出力する。

コンポーネント制御手段303は、外部ECU60からトルク指令値TR1、2、モータ回転数MRN1、2および信号STATを受け、電圧センサー10から直流電圧Vbを受け、電圧センサー13から電圧Vmを受ける。そして、コンパータ
夕制御手段 303 は、外部 ECU 60 から L レベルの信号 STAT を受けると、モータジェネレータ MG1, MG2 のうち、駆動電圧が高い方のモータジェネレータ（モータジェネレータ MG1, MG2 のいずれか）のトルク指令値およびモータ回転数に基づいて、直流電圧 Vb を昇圧するときの目標電圧を演算し、昇圧コンバータ 12 の出力電圧 Vm をその演算した目標電圧に設定するための信号 PWM を生成して昇圧コンバータ 12 へ出力する。

すなわち、コンバータ制御手段 303 は、モータジェネレータ MG1 の駆動電圧がモータジェネレータ MG2 の駆動電圧よりも高いとき、モータジェネレータ MG1 のトルク指令値 TR1 およびモータ回転数 MRN1 に基づいて目標電圧を演算し、その演算した目標電圧と、直流電圧 Vb と、出力電圧 Vm とに基づいて、出力電圧 Vm が目標電圧になるように直流電圧 Vb を出力電圧 Vm へ昇圧するための信号 PWM を生成して昇圧コンバータ 12 へ出力する。

また、コンバータ制御手段 303 は、モータジェネレータ MG2 の駆動電圧がモータジェネレータ MG1 の駆動電圧よりも高いとき、モータジェネレータ MG2 のトルク指令値 TR2 およびモータ回転数 MRN2 に基づいて目標電圧を演算し、その演算した目標電圧と、直流電圧 Vb と、出力電圧 Vm とに基づいて、出力電圧 Vm が目標電圧になるように直流電圧 Vb を出力電圧 Vm へ昇圧するための信号 PWM を生成して昇圧コンバータ 12 へ出力する。

一方、コンバータ制御手段 303 は、外部 ECU 60 から H レベルの信号 STAT を受けると、直流電圧 Vb を昇圧するときの目標電圧をモータジェネレータ MG1, MG2 の駆動電圧とは無関係に決定し、その決定した目標電圧と、直流電圧 Vb と、出力電圧 Vm とに基づいて、出力電圧 Vm が目標電圧になるように直流電圧 Vb を出力電圧 Vm へ昇圧するための信号 PWM を生成して昇圧コンバータ 12 へ出力する。そして、コンバータ制御手段 303 は、出力電圧 Vm が目標電圧に設定されると、すなわち、昇圧コンバータ 12 における昇圧動作が完了すると、昇圧動作が完了したことを示す信号 UP_CPL を生成してインバータ制御手段 301, 302 へ出力する。この場合、目標電圧は、モータ駆動装置 100 における最高速電圧に設定される。

図 3 は、図 2 に示すインバータ制御手段 301, 302 の機能ブロック図であ
る。図3を参照して、インバータ制御手段301、302は、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42とを含む。

モータ制御用相電圧演算部40は、外部ECU 60からトルク指令値TR1、2を受け、電圧センサー13から昇圧コンバータ12の出力電圧Vm、すなわち、インバータ14、31への入力電圧を受け、モータジェネレータMG1の各相に流れるモータ電流MCTR1を電流センサー24から受け、モータジェネレータMG2の各相に流れるモータ電流MCTR2を電流センサー28から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、出力電圧Vm、トルク指令値TR1（またはTR2）およびモータ電流MCTR1（またはMCTR2）に基づいて、モータジェネレータMG1（またはモータジェネレータMG2）の各相コイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ出力する。

インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から受けた計算結果に基づいて、インバータ14（またはインバータ31）の各NPNトランジスタQ3〜Q8を実際にオン/オフする信号PWM1（または信号PWM2）を生成する。そして、インバータ用PWM信号変換部42は、外部ECU 60からLレベルの信号STATを受けると、その生成した信号PWM1（または信号PWM2）を出力タイミングを調整せずにインバータ14（またはインバータ31）の各NPNトランジスタQ3〜Q8へ出力する。

これにより、各NPNトランジスタQ3〜Q8は、スイッチング制御され、モータジェネレータMG1（またはモータジェネレータMG2）が指令されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG1（またはモータジェネレータMG2）の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値TR1（またはTR2）に応じたモータトルクが出力される。

一方、インバータ用PWM信号変換部42は、外部ECU 60からHレベルの信号STATを受けると、生成した信号PWM1（または信号PWM2）を生成と同時にインバータ14（またはインバータ31）へ出力せず、コンバータ制御手段303から信号UP_CPLを受けるのを待って信号PWM1（または信号PWM2）をインバータ14（またはインバータ31）の各NPNトラ
エンジスタQ3～Q8へ出力する。

これによって、インバータ14（またはインバータ31）は、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後に、信号PWM11（または信号PWM12）によってモータジェネレータMG1（またはMG2）を駆動する。

インバータ14が信号PWM11によってモータジェネレータMG1を力行モードで駆動するか回生モードで駆動するかは、モータ回転数MRN1およびトルク指令値TR1によって決定される。すなわち、モータ回転数を横軸にとり、トルク指令値を縦軸にした直交座標において、モータ回転数MRN1とトルク指令値TR1との関係が第1象限または第2象限に存在するとき、モータジェネレータMG1は力行モードにあり、モータ回転数MRN1とトルク指令値TR1との関係が第3象限または第4象限に存在するとき、モータジェネレータMG1は回生モードにある。したがって、モータ制御用相電圧演算部40が第1象限または第2象限に存在するモータ回転数MRN1とトルク指令値TR1を外部ECU60から受けたとき、インバータ用PWM信号変換部42は、モータジェネレータMG1を力行モードで駆動するための信号PWM11を生成し、モータ制御用相電圧演算部40が第3象限または第4象限に存在するモータ回転数MRN1とトルク指令値TR1を外部ECU60から受けたとき、インバータ用PWM信号変換部42は、モータジェネレータMG1を回生モードで駆動するための信号PWM12を生成する。

インバータ31が信号PWM12によってモータジェネレータMG2を力行モードで駆動するか回生モードで駆動するかについても同様である。

図4は、図2に示すコンバータ制御手段303の機能ブロック図である。図4を参照して、コンバータ制御手段303は、インバータ入力電圧指令演算部50と、フィードバック電圧指令演算部52と、デューティーコンバータ変換部54と、判定部56を含む。

インバータ入力電圧指令演算部50は、外部ECU60からトルク指令値TR1、2、モータ回転数MRN1、2および信号STATを受ける。そして、インバータ入力電圧指令演算部50は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、モータジェネレータMG1、MG2のうち、駆動電圧が高い方のモ
ータジェネレータ（モータジェネレータMG1, MG2のいずれか）のトルク指令値およびモータ回転数に基づいて、インバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令Vdc_com（出力電圧Vmの目標電圧に相当する。以下同じ。）を演算する。

具体的には、インバータ入力電圧指令演算部50は、モータジェネレータMG1の駆動電圧がモータジェネレータMG2の駆動電圧よりも高いとき、トルク指令値TR1およびモータ回転数MRN1に基づいて電圧指令Vdc_comを演算し、モータジェネレータMG2の駆動電圧がモータジェネレータMG1の駆動電圧よりも高いとき、トルク指令値TR2およびモータ回転数MRN2に基づいて電圧指令Vdc_comを演算する。そして、インバータ入力電圧指令演算部50は、演算した電圧指令Vdc_comをフィードバック電圧指令演算部52および判定部56へ出力する。

このように、インバータ入力電圧指令演算部50は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、駆動電圧が高いモータジェネレータ（モータジェネレータMG1, MG2のいずれか）のモータ回転数に基づいて、目標電圧（電圧指令Vdc_com）を演算する。

一方、インバータ入力電圧指令演算部50は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、トルク指令値TR1, TR2およびモータ回転数MRN1, MRN2に無関係に、モータ駆動装置100における最大電圧Vmaxを電圧指令Vdc_com（目標電圧）として決定し、その決定した電圧指令Vdc_comをフィードバック電圧指令演算部52および判定部56へ出力する。
なお、インバータ入力電圧指令演算部50は、最大電圧Vmaxを保持している。

フィードバック電圧指令演算部52は、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmを電圧センサー13から受け、電圧指令Vdc_comをインバータ入力電圧指令演算部50から受ける。そして、フィードバック電圧指令演算部52は、出力電圧Vmと電圧指令Vdc_comとにに基づいて、出力電圧Vmを電圧指令Vdc_comに設定するためのフィードバック電圧指令Vdc_com_fbを演算し、その演算したフィードバック電圧指令Vdc_com_fbをデューティーバリハ驵部54へ出力する。
デューティー比変換部54は、直流電圧Vbを電圧センサー10から受け、出力電圧Vmを電圧センサー13から受ける。デューティー比変換部54は、直流電圧Vbと、出力電圧Vmと、フィードバック電圧指令Vdc_com_f_bに基づいて、出力電圧Vmをフィードバック電圧指令Vdc_com_f_bに設定するためのデューティー比DRを演算し、その演算したデューティー比DRに基づいて昇圧コンパータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をオン/オフするための信号PWMCを生成する。そして、デューティー比変換部54は、生成した信号PWMCを昇圧コンパータ12のNPNトランジスタQ1, Q2へ出力する。

これにより、昇圧コンパータ12は、出力電圧Vmが目標電圧（電圧指令Vdc_com）になるように直流電圧Vbを出力電圧Vmに変換する。なお、昇圧コンパータ12の下側のNPNトランジスタQ2のオンデューティーを大きくすることによりリアクトルL1における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側のNPNトランジスタQ1のオンデューティーを大きくすることにより正母線の電圧が下がる。そこで、NPNトランジスタQ1, Q2のデューティー比を制御することで、正母線の電圧をバッテリーBの出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

判定部56は、インパータ入力電圧指令演算部50から電圧指令Vdc_comを受け、外部ECU60から信号STATを受け、電圧センサー13から電圧Vmを受ける。そして、判定部56は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けたとき、動作を停止する。また、判定部56は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、電圧センサー13から受けた電圧Vmがインパータ入力電圧指令演算部50から受けた電圧指令Vdc_com（目標電圧＝電圧Vmax）に到達したか否かを判定し、電圧Vmが電圧指令Vdc_com（＝Vmax）に到達したと判定すると、信号UP_CPLを生成してインパータ制御手段301, 302へ出力する。

上述したように、この発明においては、インパータ制御手段301, 302は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、生成した信号PWM1, PWM2を出力タイミングを調整せずにそれぞれインパータ14, 31へ
出力し、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、生成した信号PWM1、PWM2を昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後にそれぞれインバータ14、31へ出力する。

すなわち、制御装置30は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、動作タイミングを調整せずに昇圧コンバータ12およびインバータ14、31を駆動制御し、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、昇圧動作を行なうように昇圧コンバータ12を駆動制御し、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後にインバータ14、31を駆動制御する。

図5は、図1に示すエンジンENGに連結されたモータジェネレータMG1を駆動する場合の信号および電圧のタイミングチャートである。図5を参照して、この発明を適用した場合、タイミングt1で信号STATがLレベルからHレベルに変化すると、すなわち、エンジンENGの始動が指示されると、コンバータ制御手段303は、上述した方法によって信号PWMを生成して昇圧コンバータ12へ出力し、モータジェネレータMG1、MG2の駆動電圧に無関係に、直流電圧Vbをモータ駆動装置100における最大電圧Vmaxに昇圧するように昇圧コンバータ12を駆動制御する。

そうすると、昇圧コンバータ12は、信号PWMを最大電圧Vmaxに昇圧する昇圧動作を開始し、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmは、タイミングt1以降、徐々に上昇し、タイミングt2の近辺で最大電圧Vmaxに到達する。そして、コンバータ制御手段303は、出力電圧Vmが最大電圧Vmaxに到達すると、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了したことを示す信号UP__CPLを生成してインバータ制御手段301へ出力する。

トルク指令値TR1は、タイミングt1以降、上昇し、コンバータ制御手段303が信号UP__CPLをインバータ制御手段301へ出力するタイミングt2では、所定の値に上昇している。

インバータ制御手段301は、コンバータ制御手段303から信号UP__CPLを受けると、トルク指令値TR1、モータ電流MCR1および出力電圧Vm（＝Vmax）に基づいて、上述した方法によって信号PWMを生成し、その生成した信号PWM1をインバータ14へ出力する。そして、インバータ1
4は、昇圧コンバータ1より昇圧された最大電圧Vmaxを信号PWM1で交流電圧に変換してモータジェネレータMG1を力行モードで駆動する。

そうすると、モータジェネレータMG1は、インバータ14によって駆動され、モータ回転数MRN1は、タイミングt2以後、急激に上昇する。そして、モータジェネレータMG1は、トルク指令値TR1によって指定されたトルクを出力し、エンジンENGを始動する。

このように、この発明においては、エンジンENGの始動が指示されたとき、最初に、昇圧コンバータ12が駆動制御され、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後にインバータ14が駆動制御される。

そうすると、直流電圧Vbを昇圧するために必要なパワーは、タイミングt1とタイミングt2との間に存在する領域RGE1において最大になり、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーは、タイミングt2以后の領域RGE2で最大になる。その結果、直流電圧Vbを昇圧するために必要なパワーが最大になる領域RGE1と、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが最大になる領域RGE2をずらすことができ、バッテリーBから昇圧コンバータ12およびインバーター14、31側へ過大な電力が持ち出されるのを防止できる。

図6は、図1に示すエンジンENGに連結されたモータジェネレータMG1を駆動する場合の信号および電圧の他のタイミングチャートである。図6を参照して、この発明が適用しない場合、タイミングt1で信号STATがLレベルからHレベルへ切換わり、エンジンENGの始動が指示されると、インバータ制御手段301は、トルク指令値TR1、モータ電流MCRT1および出力電圧Vmに基づいて、上述した方法によって信号PWM1を生成してインバータ14へ出力する。また、コンバータ制御手段303は、トルク指令値TR1、モータ回転数MRN1、直流電圧Vbおよび出力電圧Vmに基づいて、上述した方法によって信号PWMを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

そうすると、インバータ14は、昇圧コンバータ12からの出力電圧Vmを信号PWM1によって交流電圧に変換してモータジェネレータMG1を駆動し、
昇圧コンパータ12は、信号PWMに応じて、直流電圧Vbを目標電圧Vdc
com（トルク指令値TR1およびモータ回転数MRN1に基づいて決定され
る）に昇圧する。

その結果、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーは、タイ
ミングt2以降の領域RGE3で最大になり、直流電圧Vbを昇圧するために必
要なパワーは、タイミングt2以降の領域RGE4で最大になるので、モータジ
ェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが最大になる領域RGE3は、
直流電圧Vbを昇圧するために必要なパワーが最大になる領域RGE4と重複し、
バッテリーBから昇圧コンパータ12およびインバータ14、31側へ過大な電
力が持ち出される。

このように、この発明を適用することによって、エンジンENGの始動時（ク
ランキング時）、バッテリーBから昇圧コンパータ12およびインバータ14、
31側へ過大な電力が持ち出されるのを防止できる。

モータ駆動装置100がハイブリッド自動車に搭載される場合、モータジェネ
レータMG1、MG2およびエンジンENGは、公知のプラネタリギア（図示せ
ず）を介して相互に連結される。図7は、ランキング時の共線図である。図7
を参照して、モータジェネレータMG1のモータ回転数MRN1、モータジェネ
レータMG2のモータ回転数MRN2、およびエンジンENGのエンジン回転数
MRNEは、エンジン回転数MRNEの両側でモータ回転数MRN1、MRN2
を配置した場合、直線LN1上に位置する。すなわち、モータ回転数MRN1、
MRN2およびエンジン回転数MRNEは、常に、直線上に位置するように変化
する。

直線LN2よりも上側でモータジェネレータMG1、MG2が力行モードで駆
動される領域であり、直線LN2よりも下側でモータジェネレータMG1、MG
2が回生モードで駆動される領域であるとすると、エンジンENGが始動され
ると、モータジェネレータMG1は力行モードで駆動されるので、モータ回転数
MRN1は、図7に示すように直線LN2から上側へ大きくシフトする。

そして、駆動条件によっては、エンジンENGの始動が指示されたとき、モー
タジェネレータMG2を回生モードで駆動してエンジンENGを始動しなければ
ならない場合がある。その場合、モータ回転数MRN2は、直線LN2よりも下側へシフトするので、モータ回転数MRN1は、直線LN2から益々上側へシフトする。

そうすると、エンジンENGの始動時、モータジェネレータMG1における消費パワーが大きくなる。

したがって、この発明を適用して、直流電圧Vbを昇圧するために必要なパワーが最大になる領域RGE1と、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが最大になる領域RGE2をずらすとは、バッテリーBから昇圧コンバータ12およびインバータ14、31側へ過大な電力を持ち出すのを防止するために特に効果が大きい。

また、このように、モータジェネレータMG1のモータ回転数MRN1が急激に高くなり、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが急激に上昇する場合もあるので、コンパータ制御手段３０３は、上述したように、外部ECU60からレベルの信号STATを受けると、モータ駆動装置１００における最大電圧Vmaxを目標電圧として決定し、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーがどのように変化してもモータジェネレータMG1によってエンジンENGを始動できるようにしたものである。

図8は、この発明を適用した場合の直流電流I、出力電圧Vmおよびモータ回転数MRN1のタイミングチャートである。直流電流Iは、バッテリーBから昇圧コンバータ12側へ流れ電流を正とする電流である。図8において、曲線k1は、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmを表わし、曲線k2は、直流電流Iを表わし、曲線k3は、モータ回転数MRN1を表わす。

図8を参照して、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmiは、タイミングt3以降、上昇し始め、タイミングt4で目標電圧Vdc_com (=Vmax)に到達する。したがって、タイミングt3からタイミングt4までの間、直流電圧Vbを目標電圧Vdc_com (=Vmax)に昇圧するために必要なパワーが最大になり、バッテリーBのパワーは、直流電圧Vbを目標電圧Vdc_com (=Vmax)に昇圧するために必要なパワーとして用いられる。そして、モータ回転数MRN1は、タイミングt4以降、上昇し始め、タイミングt4からタイミング
グ等に近づくに従って大きく上昇する（図8において周期的に上下する間隔が狭い程、回転数が高いことを表わす。）。

その結果、直流電流Iは、昇圧コンバータ12における昇圧動作に必要なパワーが最大になるようにして、タイミングt3からタイミングt4までの間で上昇し、タイミングt4以降、一旦、減少する。そして、直流電流Iは、タイミングt4以降、モータ回転数MRN1の上昇に応じて、つまり、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが増大することを応じて、上昇する。

このように、この発明を適用することによって、昇圧コンバータ12における昇圧動作のためにバッテリーBから直流電流Iが持ち出されるタイミングと、モータジェネレータMG1の駆動のためにバッテリーBから直流電流Iが持ち出されるタイミングをずらすことができる。そして、バッテリーBから持ち出される直流電流Iを許容電流内に収めることができる。

図9は、この発明を適用しない場合の直流電流I、出力電圧Vmおよびモータ回転数MRN1のタイミングチャートである。図9において、曲線k4は、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmを表わし、曲線k5は、直流電流Iを表わし、曲線k6は、モータ回転数MRN1を表わす。

図9を参照して、タイミングt6以降、モータ回転数MRN1が上昇し始めると、それに応じて、直流電圧Vbを目標電圧Vdc_com（モータ回転数MRN1に応じて決定される。）に昇圧する昇圧動作が行なわれる。そして、タイミングt7以降、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmは上昇し始め、タイミングt8で最高になる。この場合、タイミングt6以降の昇圧動作の開始に伴って、直流電流Iは、タイミングt6以降、上昇し始める。

一方、モータ回転数MRN1は、タイミングt6からタイミングt9へ近づくに従って上昇し、特に、タイミングt7以降、急激に上昇する。そうすると、直流電流Iは、タイミングt7以降、さらに、急激に上昇し、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmが最大になるタイミングt8で最大になる。

その結果、昇圧コンバータ12における昇圧動作のためにバッテリーBから直流電流Iが持ち出されるタイミングと、モータジェネレータMG1の駆動のためにバッテリーBから直流電流Iが持ち出されるタイミングが重なり、バッテリー
一Bから持ち出される直流電流Iが許容電流を越えてしまう。

再び、図1を参照して、モーター駆動装置100における全体動作について説明する。全体の動作が開始されると、電圧センサー10は、バッテリーBから出力される直流電圧Vbを検出し、その検出した直流電圧Vbを制御装置30へ出力する。また、電圧センサー13は、コンデンサC2の両端の電圧Vmを検出し、その検出した電圧Vmを制御装置30へ出力する。さらに、電流センサー24は、モータジェネレータMG1に流れるモータ電流MCR1を検出して制御装置30へ出力し、電流センサー28は、モータジェネレータMG2に流れるモータ電流MCR2を検出して制御装置30へ出力する。そして、制御装置30は、外部ECU60からトルク指令値TR2、モータ回転数MRN2およびLレベルの信号STATを受ける。

そうすると、制御装置30は、電圧Vm、モータ電流MCR2、およびトルク指令値TR2に基づいて、上述した方法により信号PWM12を生成し、その生成した信号PWM12をインバータ31へ出力する。また、制御装置30は、インバータ31がモータジェネレータMG2を駆動するとき、直流電圧Vb、電圧Vm、トルク指令値TR2、およびモータ回転数MRN2に基づいて、上述した方法によって、NPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するための信号PWMを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

そうすると、昇圧コンバータ12は、信号PWMに応じて、バッテリーBからの直流電圧Vbを昇圧し、その昇圧した直流電圧をコンデンサC2に供給する。コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をノードN1、N2を介してインバータ31に供給する。そして、インバータ31は、コンデンサC2によって平滑化された直流電圧を制御装置30からの信号PWM12によって交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。これによって、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR2によって指定されたトルクを発生し、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動する。そして、ハイブリッド自動車は、発進し、低速走行する。

そして、モータジェネレータMG2の駆動中に、制御装置30は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、モータジェネレータMG1のモー
タ回転数MRN1と無関係に目標電圧Vdc_com（＝V_max）を決定し、直流電圧Vbをその決定した目標電圧Vdc_com（＝V_max）に昇圧するように昇圧コンバータ12を駆動制御する。そして、制御装置30は、昇圧コンバータ12の昇圧動作が完了すると、外部ECU60から受けたトルク指令・値TR1と、電流センサ24から受けたモータ電流MCTR1と、出力電圧Vmとに基づいて、上述した方法によって信号PWM11を生成してインバータ14へ出力する。そして、インバータ14は、昇圧コンバータ12からの出力電圧Vm（＝V_max）を信号PWM11によって交流電圧に変換してモータジェネレータMG1を駆動し、モータジェネレータMG1は、エンジンENGを始動する。

このように、モータ駆動装置100においては、モータジェネレータMG2によるハイブリッド自動車の駆動時に、かつ、エンジンENGの始動時であるとき、インバータ14は、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後にモータジェネレータMG1を駆動する。これによって、バッテリーBから過大な電力が持ち出されるのを防止できる。

なお、上記においては、インバータ14、31がそれぞれモータジェネレータMG1、MG2を駆動するタイミングは、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後と説明したが、この発明は、これに限らず、インバータ14、31は、昇圧コンバータ12が昇圧動作を開始した後、それぞれモータジェネレータMG1、MG2を駆動するようにしてもよい。

また、上記においては、モータジェネレータMG2が力行モードにあり、つまり、モータジェネレータMG2がハイブリッド自動車の駆動輪を駆動しており、かつ、エンジンENGの始動が指示されたとき、昇圧コンバータ12における昇圧動作を開始し、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後に、モータジェネレータMG1を駆動すると説明したが、この発明は、これに限らず、エンジンENGの始動指示を受けたときに、昇圧コンバータ12における昇圧動作を開始した後に、モータジェネレータMG1を駆動するものであればよい。

さらに、この発明によるモータ駆動装置は、モータ駆動装置100からインバータ14またはインバータ31を削除したものであってもよい。したがって、この発明によるモータ駆動装置は、バッテリーBからの直流電圧Vbを昇圧し、そ
の昇圧した直流電圧によってモータジェネレータMG１またはモータジェネレータMG２を駆動するものであればよい。そして、1つのモータジェネレータを駆動する場合、モータ駆動装置は、昇圧コンバータ１２における昇圧動作を開始した後、または昇圧コンバータ１２における昇圧動作が完了した後に、その1つのモータジェネレータを駆動する。

さらに、この発明は、モータジェネレータMG１、MG２のうち、駆動電圧の高いモータジェネレータのモータ回転数MRN１またはMRN2に基づいて昇圧コンバータ１２における目標電圧を決定するモータ駆動装置において、エンジンENGの始動が指示されたとき、昇圧コンバータ１２における昇圧動作を開始した後、または昇圧コンバータ１２における昇圧動作が完了した後に、モータジェネレータMG１、MG２を駆動するモータ駆動装置であればよい。

さらに、昇圧コンバータ１２は、「電圧変換回路」を構成し、インパータ１４は、「第１の駆動回路」を構成し、インパータ３１は、「第２の駆動回路」を構成する。

さらに、インパータ入力電圧指令演算部５０は、モータの回転数に基づいて昇圧電圧V_mの目標電圧V_d_c_comを決定する「目標電圧決定手段」を構成する。

さらに、フィードバック電圧指令演算部５２、デューティー比変換部５４および判定部５６は、インパータ入力電圧指令演算部５０（目標電圧決定手段）により決定された目標電圧を受けて昇圧電圧V_mが目標電圧V_d_c_comになるように昇圧コンバータ１２（電圧変換回路）を制御する「電圧変換制御手段」を構成する。

さらに、上記において、コンバータ制御手段３０３は、外部ECU６０からHレベルの信号STATを受けると、モータ駆動装置１００における最大電圧V_m_maxを出力電圧V_mの目標電圧として決定すると説明したが、この発明においては、Hレベルの信号STATを受けたときの出力電圧V_mの目標電圧は、モータ駆動装置１００における最大電圧V_m_maxでなくてもよく、モータジェネレータMG１のモータ回転数MRN１がどのように変化してもモータジェネレータMG１を力行モードで駆動可能な電圧であればどのような値であってもよい。
実施の形態2]

先の実施の形態1で述べたように、図1のモータ駆動装置100においては、2つのモータジェネレータMG1、MG2はそれぞれ、車両の走行状態に応じて、回生モードにおいて交流電圧を発電する発電機として機能するとともに、力行モードにおいてエンジンENGまたは駆動輪を駆動するための電動機として機能する。

ここで、モータ駆動装置100全体でのパワー収支を考えると、パワー収支Pは、一方のモータジェネレータ（MG1、MG2のいずれか）が力行モードで駆動して消費するパワーをPm、他方のモータジェネレータが回生モードで駆動して発電するパワーをPg、およびコンデンサC2に入出力されるパワーをPcとして、式(1)で表すことができる。

\[ P = Pm + Pg + Lg + Lm + Pc \] (1)

ただし、Lg、Lmは、各モータジェネレータにおけるパワー損失分を示す。

式(1)から明らかのように、パワー収支Pが“0”となるとき、すなわち、消費パワーと発電パワーとの釣り合った状態において、バッテリーBから電力を入出力する必要はない。一方、パワー収支Pが“0”ならないとき、すなわち、消費パワーが発電パワーを上回れば、その不足分がバッテリーBから持ち出され、発電パワーが消費パワーを上回れば、その過剰分がバッテリーBに持ち込まれることとなる。

そこで、バッテリーBに過大な電力が入出力されるのを防ぐためには、バッテリーBに入出力されるパワーがバッテリーBに入出力可能な電力を超えないように、すなわち、式(2)に示す関係が成立するように、パワー収支Pを調整することが必要となる。

\[ Win < Pm + Pg + Lg + Lm + Pc < Wout \] (2)

ただし、WinはバッテリーBに入る可能な電力（以下、電池入力とも称する）、WoutはバッテリーBから出力可能な電力（以下、電池出力とも称する）を示す。

言い換えれば、パワー収支Pが最終的に式(2)の関係を満たす限りにおいて、パワー収支Pの各項の電池出力に対する調整を積極的に行なう必要は生じない。
しかしながら、モータ駆動装置１００がモータジェネレータMG１、MG２が停止状態にあって、昇圧動作のみ、あるいは降圧動作のみを行なう場合には、パワー収支Pは、コンデンサC２に入出力されるパワーPcのみとなることから、式（２）は、式（３）の関係に書き換えられる。

\[ W_{in} < P_c < W_{out} \quad (3) \]

式（３）から分かるように、コンデンサC２に入出力されるパワーPcが電池入力W_{in}および電池出力W_{out}を超過しないためには、コンデンサC２の端子間電圧、すなわち、昇圧コンバータ1２の出力電圧V_mの変化率（以下、昇圧動作時の変化率を昇圧レート、降圧動作時の変化率を降圧レートとも称する）を新たに管理する必要が生じる。

ここで、コンデンサC２の静電容量をC、制御装置３０Aの制御周期をT（Tは出力電圧V_mを目標電圧に設定するのに必要な期間に相当）、時刻t（tは任意の値）におけるコンデンサC２の端子間電圧をV_0、時刻t+Tにおける目標電圧（１制御周期後におけるコンデンサC２の端子間電圧に相当）をVとすると、式（３）のコンデンサC２に入出力されるパワーP_cは、式（４）で表わされる。

\[ W_{in} \leq 1/2 \cdot C \cdot (V^2 - V_0^2) / T \leq W_{out} \quad (4) \]

したがって、式（４）の関係を満たすように、目標電圧Vを決定すれば、コンデンサC２に入出力されるパワーP_cが電池入力W_{in}および電池出力W_{out}を超過するのを防止できる。

すなわち、昇圧動作においては、

\[ V \leq (2 \cdot W_{out} \cdot T / C + V_0^2)^{1/2} \quad (5) \]

の関係が成り立つように目標電圧Vを決定すればよい。また、降圧動作においては、

\[ V \geq (2 \cdot W_{in} \cdot T / C + V_0^2)^{1/2} \quad (6) \]

の関係が成り立つように、目標電圧Vを決定すればよい。なお、決定した目標電圧Vは、実施の形態1で述べた昇圧コンバータ１２の目標電圧V_{dc_com}を最終値として、制御周期Tごとに漸次的に増加することから、本実施の形態においては、漸次目標電圧V_{dc_com}ととも称する。また、これに対応して、目標電圧V_{dc_com}を、最終目標電圧V_{dc_com}とも称する。
以上のように、本実施の形態に係るモータ駆動装置は、電池入力 \( W_{in} \)および電池出力 \( W_{out} \)に基づいて昇圧コンバータ \( 1 \) \( 2 \)の昇圧レートおよび降圧レートを可変とすることを特徴とする。以下に、昇圧レートおよび降圧レートの具体的な制御方法について詳述する。なお、本実施の形態に係るモータ駆動装置は、実施の形態 \( 1 \) に係るモータ駆動装置 \( 1 \) \( 0 \) \( 0 \)に対して、制御装置 \( 3 \) \( 0 \)におけるコンパータ制御手段 \( 3 \) \( \) \( 3 \)の構成が異なるのみで、基本的な構成を同じとすることから、重複する部分についての詳細な説明は省略する。

図 \( 1 \) \( 0 \)は、この発明の実施の形態 \( 2 \)によるモータ駆動装置の概略図である。図 \( 1 \) \( 0 \)を参照して、モータ駆動装置 \( 1 \) \( 0 \) \( 0 \)Aは、バッテリーBと、コンデンサC \( 1 \)、C \( 2 \)と、電圧センサー \( 1 \) \( 0 \)、 \( 1 \) \( 3 \)と、昇圧コンバータ \( 1 \) \( 2 \)と、インバータ \( 1 \) \( 4 \)、\( 3 \) \( 1 \)と、電流センサー \( 2 \) \( 4 \)、\( 2 \) \( 8 \)と、温度センサー \( 1 \) \( 1 \)とを備える。なお、図 \( 1 \) \( 0 \)のモータ駆動装置 \( 1 \) \( 0 \) \( 0 \)Aは、図 \( 1 \)に示すモータ駆動装置 \( 1 \) \( 0 \) \( 0 \)にバッテリーBの温度を検出する温度センサー \( 1 \) \( 1 \)を付加するとともに、モータ駆動装置 \( 1 \) \( 0 \) \( 0 \)の制御装置 \( 3 \) \( 0 \)を、制御装置 \( 3 \) \( 0 \)Aに変更したものであり、その他はモータ駆動装置 \( 1 \) \( 0 \) \( 0 \)と同じである。

温度センサー \( 1 \) \( 1 \)は、バッテリーBの温度を検出し、その検出した電池温度 \( BT \)を制御装置 \( 3 \) \( 0 \)Aへ出力する。

制御装置 \( 3 \) \( 0 \)Aは、外部 \( E \) \( C \) \( U \)60からトルク指令値 \( TR \) \( 1 \)、\( TR \) \( 2 \)、モータ回転数 \( MR \) \( 1 \)、MR \( 2 \)および信号 \( ST \) \( AT \)を受け、電圧センサー \( 1 \) \( 0 \)から直流電圧 \( V \) \( b \)を受け、電圧センサー \( 1 \) \( 3 \)から出力電圧 \( Vm \)を受け、電流センサー \( 2 \) \( 4 \)からモータ電流 \( MCR \) \( T \) \( 1 \)を受け、電流センサー \( 2 \) \( 8 \)からモータ電流 \( MCR \) \( T \) \( 2 \)を受け、温度センサー \( 1 \) \( 1 \)から電池温度 \( BT \)を受ける。

制御装置 \( 3 \) \( 0 \)Aは、出力電圧 \( Vm \)、モータ電流 \( MCR \) \( T \) \( 1 \)、およびトルク指令値 \( TR \) \( 1 \)に基づいて、上述した方法によりインバータ \( 1 \) \( 4 \)がモータジェネレータ \( MG \) \( 1 \)を駆動するとときにインバータ \( 1 \) \( 4 \)の \( NPN \)トランジスタ \( Q \) \( 3 \)～\( Q \) \( 8 \)をスイッチング制御するための信号 \( PWM \) \( I \) \( 1 \)を生成する。

また、制御装置 \( 3 \) \( 0 \)Aは、出力電圧 \( Vm \)、モータ電流 \( MCR \) \( T \) \( 2 \)、およびトルク指令値 \( TR \) \( 2 \)に基づいて、上述した方法によりインバータ \( 3 \) \( 1 \)がモータジェネレータ \( MG \) \( 2 \)を駆動するとときにインバータ \( 3 \) \( 1 \)の \( NPN \)トランジスタ \( Q \) \( 3 \)～\( Q \) \( 8 \)を
をスイッチング制御するための信号PWM12を生成する。
さらに、制御装置30Aは、インバータ14（または31）がモータジェネレータMG1（またはモータジェネレータMG2）を駆動するとき、直流電圧Vb、出力電圧Vm、トルク指令値TR1（またはTR2）、モータ回転数MR1（またはMR2）および電池温度BTに基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するための信号PWMを生成する。
そして、制御装置30Aは、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けたとき（＝エンジン停止指示を受けたとき）に信号PWM11、PWM12、PWMを生成すると、出力タイミングを調整することなく、その生成した信号PWM11、PWM12、PWMをそれぞれインバータ14、インバータ31および昇圧コンバータ12へ出力する。
また、制御装置30Aは、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けたとき（＝エンジン始動指示を受けたとき）に信号PWM11、PWM12、PWMを生成すると、出力タイミングを調整して、その生成した信号PWM11、PWM12、PWMをそれぞれインバータ14、インバータ31および昇圧コンバータ12へ出力する。
出力タイミングの調整は、実施の形態1で説明したように、最初に信号PWMを昇圧コンバータ12へ出力して直流電圧Vbを昇圧するように昇圧コンバータ12を制御し、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後に信号PWM11、PWM12をそれぞれインバータ14、31へ出力することによって行なわれる。
図11は、図10に示す制御装置30Aの機能ブロック図である。図11を参照して、制御装置30Aは、インバータ制御手段301、302と、コンバータ制御手段303Aを含む。なお、制御装置30Aは、図2の制御装置30におけるコンバータ制御手段303を、コンバータ制御手段303Aに変更したものである。
インバータ制御手段301は、外部ECU60からトルク指令値TR1および信号STATを受け、電流センサー24からモータ電流MCRT1を受け、電圧
センター13から電圧Vmを受け、コンパータ制御手段303Aから信号UP_CPLを受ける。

インバータ制御手段301は、トルク指令値TR1、モータ電流MCR1および電圧Vmに基づいて、上述した方法により信号PWM1を生成する。そして、インバータ制御手段301は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、その生成した信号PWM1を出力タイミングを調整せずにインバータ14へ出力する。一方、インバータ制御手段301は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、信号PWM1を生成と同時にインバータ14へ出力せず、コンパータ制御手段303Aから信号UP_CPLを受けるので、信号PWM1をインバータ14へ出力する。

インバータ制御手段302は、外部ECU60からトルク指令値TR2および信号STATを受け、電流センサー28からモータ電流MCR2を受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、コンパータ制御手段303Aから信号UP_CPLを受ける。

インバータ制御手段302は、トルク指令値TR2、モータ電流MCR2および電圧Vmに基づいて、上述した方法によって信号PWM2を生成する。そして、インバータ制御手段302は、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、その生成した信号PWM2を出力タイミングを調整せずにインバータ31へ出力する。一方、インバータ制御手段302は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、信号PWM2を生成と同時にインバータ31へ出力せず、コンパータ制御手段303Aから信号UP_CPLを受けるので、信号PWM2をインバータ31へ出力する。

コンパータ制御手段303Aは、外部ECU60からトルク指令値TR1、2、モータ回転数MRN1、2および信号STATを受け、電圧センサー10から直流電圧Vbを受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、温度センサー11から電池温度BTを受ける。

そして、コンパータ制御手段303Aは、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けると、モータジェネレータMG1、MG2のうち、駆動電圧が高い方のモータジェネレータ（モータジェネレータMG1、MG2のいずれか）の
トルク指令値およびモータ回転数に基づいて、最終目標電圧Vdc_comを演算する。さらに、コンパータ制御手段303Aは、上記の式（5）、（6）の関係を満たすように、電池入力Winおよび電池出力Woutに基づいて、漸次目標電圧Vdc_stepを演算する。

そして、コンパータ制御手段303Aは、昇圧コンパータ12の出力電圧Vmをその演算した漸次目標電圧Vdc_stepに設定するための信号PWMCを生成して昇圧コンパータ12へ出力する。信号PWMCの生成は、後述するフィードバック制御により、漸次目標電圧Vdc_stepが最終目標電圧Vdc_comに達するまで行なわれる。

一方、コンパータ制御手段303Aは、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、最終目標電圧Vdc_comをモータジェネレータMG1、MG2の駆動電圧とは無関係に、モータ駆動装置100Aにおける最高電圧Vmaxに決定する。さらに、コンパータ制御手段303Aは、上記の式（5）、（6）の関係を満たすように、電池入力Winおよび電池出力Woutに基づいて漸次目標電圧Vdc_stepを演算する。

そして、コンパータ制御手段303Aは、その演算した漸次目標電圧Vdc_stepと、直流電圧Vbと、出力電圧Vmとに基づいて、出力電圧Vmが漸次目標電圧Vdc_stepになるように直流電圧Vbを出力電圧Vmへ昇圧するための信号PWMCを生成して昇圧コンパータ12へ出力する。そして、コンパータ制御手段303Aは、漸次目標電圧Vdc_stepが最終目標電圧Vdc_comに到達すると、すなわち、昇圧コンパータ12における昇圧動作が完了すると、昇圧動作が完了したことを示す信号UP_CPLを生成してインバータ制御手段301、302へ出力する。

図12は、図11に示すコンパータ制御手段303Aの機能ブロック図である。図12を参照して、コンパータ制御手段303Aは、インバータ入力電圧指令演算部50Aと、フィードバック電圧指令演算部52Aと、デューティー比変換部54Aと、判定部56とを含む。なお、コンパータ制御手段303Aは、実施の形態1に係るコンパータ制御手段303（図4参照）のインバータ入力電圧指令演算部50、フィードバック電圧指令演算部52およびデューティー比変換部5
インバータ入力電圧指令演算部50A、フィードバック電圧指令演算部52Aおよびデューティー比変換部54Aにそれぞれ変更したものである。

インバータ入力電圧指令演算部50Aは、外部ECU60からトルク指令値TR1、TR2、モータ回転数MRN1、MRN2および信号STATを受け、温度センサー11から電池温度Bが受ける。

一方、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、外部ECU60からHレベルの信号STATを受ける、トルク指令値TR1、TR2およびモータ回転数MRN1、MRN2とは無関係に、モータ駆動装置100における最大電圧Vmaxを電圧指令Vdc_com（出力電圧Vmの最終目標電圧に相当する。以下同じ。）として決定し、その決定した電圧指令Vdc_comをフィードバック電圧指令演算部52Aおよび判定部56へ出力する。なお、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、最大電圧Vmaxを保持している。

一方、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、外部ECU60AからLレベルの信号STATを受ける、モータジェネレータMG1、MG2のうち、駆動電圧が高いのモータジェネレータのトルク指令値およびモータ回転数に基づいて、最終目標電圧（電圧指令Vdc_com）を演算する。そして、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、その演算した電圧指令Vdc_comをフィードバック電圧指令演算部52Aおよび判定部56へ出力する。

さらに、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、このような電圧指令Vdc_comの決定および出力とともに、電池温度Bから得られた電池入力Winおよび電池出力Woutに基づいて、先述の次目標電圧に相当する第2の電圧指令Vdc_stepを演算する。

ここで、電池入力Winおよび電池出力Woutは、一般に、電池温度Bの変化に応じて図13に示す関係を有することが知られている。図13は、バッテリーBの電池入力Winおよび電池出力Woutと電池温度Bとの関係を示す図である。

図13を参照して、電池出力Woutは、電池温度BがT3以上でかつT4以下となる領域において、電池温度Bにおける一定の電力レベルを保つ。一方、電池温度BがT3以下となる領域においては、電池温度Bとの低下に伴な
って、電池出力$W_{out}$は減少する傾向を示す。電池温度$BT$がT4以上となる
領域においても同様に、電池温度$BT$の上昇に伴なって、電池出力$W_{out}$は減
少する傾向を示す。

このような電池出力$W_{out}$と電池温度$BT$との関係は、図13に示される電
池入力$Win$についても同様のことが言える。なお、図13において、電池入力
$Win$は、バッテリーBから出力される電力を正の値で表現したことに対応して
負の値で表わされる。

詳細には、電池入力$Win$の大きさは、電池温度$BT$がT3以上でかつT4以
下となる領域において略一定レベルを保つのに対して、電池温度$BT$がT3以下
となる領域およびT4以上となる領域においては、それぞれ電池温度$BT$の低下
および上昇に応じて減少する傾向を示す。

再び図12を参照して、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、予め図13
に示す電池入力$Win$および電池出力$W_{out}$と電池温度$BT$との関係をマップ
として保持しており、信号$STAT$を受けたことに応答して、入力された電池温
度$BT$に対応する電池入力$Win$および電池出力$W_{out}$を読出し、式(5)，
(6)を用いて減次目標電圧$Vdc_{step}$を演算する。そして、インバータ入
力電圧演算部50Aは、演算した減次目標電圧$Vdc_{step}$を最終目標電圧$Vdc_com$
とともにフィードバック電圧指令演算部52Aへ出力する。このよ
うにして、バッテリーBの電池入力$Win$および電池出力$W_{out}$に応じた昇圧
（または降圧）レートで昇圧（または降圧）動作を行なうことにより、いかなる
電池出力においても、バッテリーBに対する適度な電力の入出力を防止できる。

フィードバック電圧指令演算部52Aは、昇圧コンバータ12の出力電圧$Vm$
を電圧センサー13から受け、電圧指令$Vdc_com$、$Vdc_{step}$をイン
バータ入力電圧指令演算部50Aから受ける。そして、フィードバック電圧指令
演算部52Aは、出力電圧$Vm$と電圧指令$Vdc_{step}$に基づいて、出力電
圧$Vm$を電圧指令$Vdc_{step}$に設定するためのフィードバック電圧指令$Vdc_{step}\_fb$を演算し、その演算したフィードバック電圧指令$Vdc_{step}\_fb$をデューティー比変換部54Aへ出力する。

デューティー比変換部54Aは、直流電圧$Vb$を電圧センサー10から受け、
出力電圧V_mを電圧センサー1,3から受ける。デーティー比変換部54Aは、直流電圧V_bと、出力電圧V_mと、フィードバック電圧指令Vdc_s_t_p_f bに基づいて、出力電圧V_mをフィードバック電圧指令Vdc_s_t_p_f bに設定するためのデーティー比D_Rを演算し、その演算したデーティー比D_Rに基づいて昇圧コンバータ1,2のNPNトランジスタQ1, Q2をオン/オフするための信号PWMCを生成する。そして、デーティー比変換部54Aは、生成した信号PWMCを昇圧コンバータ1,2のNPNトランジスタQ1, Q2へ出力する。

これにより、昇圧コンバータ1,2は、出力電圧V_mが次目標電圧（電圧指令Vdc_s_t_p）になるように直流電圧V_bを出力電圧V_mに変換する。デーティー比変換部54Aおよびフィードバック指令演算部52Aは、かかる一連の制御を、電圧指令Vdc_s_t_pを式（5）または式（6）に基づいて制御周期Tごとに増加または減じさせながら、出力電圧V_mが最終目標電圧Vdc_c_o_mになるまで繰り返し実行する。

判定部56は、インパータ入力電圧指令演算部50Aから電圧指令Vdc_c_o_mを受け、外部ECU60Aから信号STATを受け、電圧センサー13から電圧V_mを受ける。そして、判定部56は、外部ECU60AからLレベルの信号STATを受けたとき、動作を停止する。また、判定部56は、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、電圧センサー13から受ける電圧V_mがインパータ入力電圧指令演算部50Aから受けた電圧指令Vdc_c_o_m（最終目標電圧＝電圧V_max）に到達したかどうかを判定し、電圧V_mが電圧指令Vdc_c_o_m（＝V_max）に到達したと判定すると、信号UP_CPLを生成してインパータ制御手段301, 302へ出力する。

インパータ制御手段301, 302は、先の実施の形態1で述べたように、外部ECU60からLレベルの信号STATを受けすると、生成した信号PWM1, PWM2を、出力タイミングを調整せずにそれぞれインパータ14, 31へ出力し、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、生成した信号PWM1, PWM2を昇圧コンバータ1,2における昇压動作が完了した後にそれぞれインパータ14, 31へ出力する。
すなわち、制御装置30Aは、外部ECU60からLレベルの信号STATを
受けると、動作タイミングを調整せずに昇圧コンパータ12およびインバータ1
4、31を駆動制御し、外部ECU60からHレベルの信号STATを受けると、
昇圧動作を行なうように昇圧コンパータ12を駆動制御し、昇圧コンパータ12
における昇圧動作が完了した後にインバータ14、31を駆動制御する。

なお、モータ駆動装置100Aの全体動作については、以上に述べた昇圧レート
および降圧レートの決定手段を除いて、図1のモータ駆動装置100の全体動
作と同様であることから、その詳細な説明を省略する。

以上のように、この発明の実施の形態2によるモータ駆動装置は、電池入力お
よび電池出力に応じた昇圧レートまたは降圧レートで昇圧動作または降圧動作を
行なうことから、電池入力および電池出力が低い場合においても、バッテリー
過大な電力が入出力されるのを防止できる。

【実施の形態3】

先の実施の形態1および2によれば、エンジンENGの始動時において、昇圧
コンパータ12の昇圧動作に必要なパワーが最大となるタイミングと、モータジ
ェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが最大となるタイミングをず
らすことによって、バッテリーBから過大な電力が持ち出されるのを防止できる。

一方、バッテリーBの電池出力は、実施の形態2で述べたように、電池温度B
Tが相対的に低いとき、または相対的に高いときにおいて、著しく低下する。た
とえば図13によれば、電池温度BTがT2以下となる低温領域およびT5以上
となる高温領域では、電池入力Winおよび電池出力Woutの大きさはT3～
T4間に見られる所定の電力レベルに対して著しく低下することが分かる。これ
により、電池温度BTが低温または高温となるときには、バッテリーBに入出力
可能な電力が著しく制限されることになる。

ここで、電池入力Winおよび電池出力Woutが低いときにおいても、バッ
テリーBからの過大な電力の入出力を回避するためには、昇圧コンパータ12の
昇圧動作に必要なパワーが最大となるタイミングと、モータジェネレータMG1
を駆動するために必要なパワーが最大となるタイミングとを完全に分離すること
が望ましい。すなわち、モータジェネレータMG1を力行モードで駆動するとき

34
に必要なパワーを分散させることで、消費パワーが、限られた電池出力\(W_{\text{out}}\)を超えるのを防止できる。

さらに、モータ駆動装置100、100Aは、エンジン\(\text{ENG}\)の停止時において、エンジン回転数\(\text{MRNE}\)の低下に伴なって、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1を回生モードで駆動する。モータジェネレータ\(\text{MG}\)1が発電したパワーは、コンデンサC2を介してバッテリーBへ持ち込まれる。加えて、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1のモータ回転数\(\text{MRN1}\)が低下したことに伴ない、昇圧コンバータ12が出力電圧\(V_{\text{m}}\)を降圧させる降圧動作を行なうと、降圧動作によってコンデンサ\(C2\)から出力されたパワーがバッテリーBへと持ち込まれる。

したがって、エンジン\(\text{ENG}\)の停止時には、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1および昇圧コンバータ12からバッテリーBへそれぞれパワーが持ち込まれることとなる。このとき、電池温度\(B_T\)が低温または高温状態であって、電池入力\(W_{\text{in}}\)が低ければ、バッテリーBに過大な電力が持ち込まれてしまう。

このため、エンジン\(\text{ENG}\)の停止時においても、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1の発電するパワーが最大となるタイミングと、昇圧コンバータ12から入力されるパワーが最大となるタイミングとを完全に分離することが求められる。すなわち、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1を回生モードで駆動するときに生じるパワーを分散させることで、充電パワーが、限られた電池入力\(W_{\text{in}}\)を超えるのを防止できる。

そこで、本実施の形態に係るモータ駆動装置は、実施の形態2に係るモータ駆動装置100Aに、さらに電池入力および電池出力が低い場合において、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1を力行モードで駆動させたときの消費パワーを分散させる手段と、モータジェネレータ\(\text{MG}\)1を回生モードで駆動させたときの充電パワーを分散させる手段とを付加した構成とする。

具体的には、本実施の形態に係るモータ駆動装置は、図10に示すモータ駆動装置100Aを基本的な構成として、電池温度\(B_T\)に応じてインバータ14、31および昇圧コンバータ12に出力される信号\(\text{PWM1, PWM2, PWM}\)Cの出力タイミングを調整することを特徴とする。

これらの信号の出力タイミングの調整は、電池温度\(B_T\)が通常領域（図13の電池温度\(B_T\)がT2以上であり、かつT5以下となる領域に相当、以下同じ）に
あるときには、実施の形態2に従って、昇圧コンバータ12が昇圧動作を開始するタイミングと異なるタイミングでモータジェネレータMG1が駆動し始めるように行なわれる。
一方、電池温度B_Tが低温（電池温度B_TがT_2以下）または高温領域（電池温度B_TがT_5以上）にあるときには、各信号の出力タイミングの調整は、モータジェネレータMG1、MG2が駆動する期間と昇圧コンバータ12が動作する期間とが重複しないように行なわれる。すなわち、（1）エンジンENGの始動時においては、昇圧コンバータ12の昇圧動作が完了した後に、モータジェネレータMG1がトルク指令値TR1を受けて力行モードで駆動し始めて、エンジンENGのクラシッピング動作を開始することとする。また、（2）エンジンENGの停止時においては、モータジェネレータMG1が回生モードで駆動され、エンジンENGの停止処理が完了した後に、昇圧コンバータ12が降圧動作を開始することとする。このような構成とすることにより、限られた電池入力Winおよび電池出力W_outにおいても、バッテリーBに過大な電力が入出力されるのを確実に防止できる。

次に、本実施の形態に従う信号PWM1_1、PWM1_2、PWM1の出力タイミングの具体的な調整方法について説明する。なお、電池温度B_Tが通常領域のときの出力タイミングの調整は、先の実施の形態2で述べた手順に従うことから、その詳細な説明を省略する。したがって、以下においては、電池温度B_Tが低温または高温領域となるときの各信号の出力タイミングの調整方法を主として説明する。また、このときの出力タイミングの調整方法を、上述した（1）エンジンENGの始動時と（2）エンジンENGの停止時とに別して説明する。

（1）エンジン始動時における出力タイミングの調整
最初に、本実施の形態による出力タイミングの調整を実行するためのモータ駆動装置の構成を示す。図14は、この発明の実施の形態3によるモータ駆動装置の概略図である。

図14を参照して、この発明の実施の形態3によるモータ駆動装置100Bは、バッテリーBと、コンデンサC1、C2と、電圧センサー10、13と、温度センサー11と、昇圧コンバータ12と、インバータ14、31と、電流センサー
24, 28と、制御装置30Bとを備える。なお、モータ駆動装置100Bは、
図10に示す外部ECU60およびモータ駆動装置100Aの制御装置30Aを、
外部ECU60Bおよび制御装置30Bにそれぞれ変更したものであり、その他
はモータ駆動装置100Aと同じである。
5
外部ECU60Bは、温度センサー11から電池温度 BTを受け、エンジンE
NGからエンジン回転数MRNEを受け、制御装置30Bから昇圧動作が完了し
たことを指示する信号UP_CPLを受ける。そして、外部ECU60Bは、エ
ンジンENGの始動／停止を指示する信号STATと、トルク指令値TR1、TR
2と、モータ回転数MRN1、MRN2と、エンジン回転数MRNEとを制御
装置30Bへ出力する。
10
制御装置30Bは、外部ECU60Bからトルク指令値TR1、TR2、モー
タ回転数MRN1、MRN2、信号STATおよびエンジン回転数MRNEを受
けるとともに、電圧センサー10から直流電圧Vbを受け、電圧センサー13か
ら出力電圧Vmを受け、電流センサー24からモータ電流MCRT1を受け、電
流センサー28からモータ電流MCRT2を受け、温度センサー11から電池温
度BTを受ける。
15
制御装置30Bは、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1、およびトルク指令
値TR1に基づいて、インバータ14がモータジェネレータMG1を駆動すると
きにインバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するた
めの信号PWM1を生成する。
20
また、制御装置30Bは、出力電圧Vm、モータ電流MCRT2、およびトル
ク指令値TR2に基づいて、インバータ31がモータジェネレータMG2を駆動
するときにインバータ31のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御
するための信号PWM2を生成する。
25
また、制御装置30Bは、インバータ14（または31）がモータジェネレー
タMG1（またはモータジェネレータMG2）を駆動するとき、直流電圧Vb、
出力電圧Vm、トルク指令値TR1（またはTR2）、モータ回転数MRN1
（またはMRN2）、エンジン回転数MRNEおよび電池温度BTに基づいて、
後述する方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をスイ
チョッピング制御するための信号PWMCを生成する。

以上の構成において、電池温度BTが低温または高温領域にあるときの信号PWM1, PWM2, PWMCの出力タイミングの調整は、外部ECU60Bと制御装置30Bとの間でやり取りされる信号のタイミングを制御することにより行なわれる。

詳細には、エンジンENGの始動時において、信号STATがLレベルからHレベルに切換わると、外部ECU60Bは、電池温度BTに応じてトルク指令値TR1, TR2の出力タイミングを調整して制御装置30Bへ出力する。具体的には、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、外部ECU60Bは、Hレベルの信号STATを制御装置30Bへ出力した後であって、制御装置30Bから信号UP_CPLを受けたタイミングで、トルク指令値TR1, TR2を制御装置30Bへ出力する。すなわち、外部ECU60Bは、昇圧コンペータ12における昇圧動作が完了したことを検知して初めてトルク指令値TR1, TR2を制御装置30Bへ出力する。

なお、電池温度BTが通常領域にあるときには、外部ECU60Bは、このような調整を行わず、Hレベルの信号STATが出力されるタイミングと同じタイミングでトルク指令値TR1, TR2を制御装置30Bへ出力する。

これにより、制御装置30Bは、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、Hレベルの信号STATに応じて昇圧コンペータ12を駆動制御し、昇圧動作が完了した後に外部ECU60Bから入力されるトルク指令値TR1, TR2に応じてインバータ14, 31の駆動制御を開始し、エンジンENGのクラシング動作を開始することになる。

一方、電池温度BTが通常領域にあるときには、実施の形態2と同様に、Hレベルの信号STATに応じて昇圧コンペータ12を駆動制御し、昇圧動作が完了したタイミングにおいて所定値に達しているトルク指令値TR1, TR2によって指定されたトルクを出力するように、インバータ14, 31を駆動制御する。

図15は、図14に示す制御装置30Bの機能ブロック図である。

図15を参照して、制御装置30Bは、インバータ制御手段301, 302と、コンペータ制御手段303Bとを含む。なお、制御装置30Bは、図11に示す
制御装置30Aのコンパータ制御手段303Aを、コンパータ制御手段303Bに変更したものであり、その他は制御装置30Aと同じである。

インバータ制御手段301は、外部ECU60Bからトルク指令値TR1および信号STATを受け、電流センサー24からモータ電流MCRT1を受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、コンパータ制御手段303Bから信号UP_CPLを受ける。

このとき、インバータ制御手段301は、信号STATがHレベルのときであって、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、上述した外部ECU60Bの制御を受けて、信号UP_CPLを受けた後にトルク指令値TR1を受ける。一方、電池温度BTが通常領域にあるときには、信号STATを受けるのと同じタイミングでトルク指令値TR1を受ける。

そして、インバータ制御手段301は、トルク指令値TR1、モータ電流MCRT1および電圧Vmに基づいて、先述の方法によって信号PWM1を生成する。なお、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、インバータ制御手段301は、信号UP_CPLとともにトルク指令値TR1を受けることから、昇圧動作が完了したタイミングで、信号PWM1の生成を開始することになる。

したがって、インバータ制御手段301は、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、コンパータ制御手段303Bから信号UP_CPLを受けるのを持って信号PWM1を生成して、インバータ14へ出力する。

インバータ制御手段302は、外部ECU60Bからトルク指令値TR2および信号STATを受け、電流センサー28からモータ電流MCRT2を受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、コンパータ制御手段303Bから信号UP_CPLを受ける。なお、インバータ制御手段302は、インバータ制御手段301と同様に、エンジンENGの始動時において、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、信号UP_CPLを受けた後にトルク指令値TR2を受ける。一方、電池温度BTが通常領域にあるときには、Hレベルの信号STATを受けるのと同じタイミングでトルク指令値TR2を受ける。

インバータ制御手段302は、トルク指令値TR2、モータ電流MCRT2および電圧Vmに基づいて、先述の方法によって信号PWM2を生成する。そう
て、インパータ制御手段302は、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、コンパータ制御手段303Bから信号UP_CPLを受けるのを待って信号PWM12を生成して、インパータ31へ出力する。

コンパータ制御手段303Bは、外部ECU60Bからトルク指令値TR1, 2、モータ回転数MRN1, 2、エンジン回転数MRNEおよび信号STATを受け、電圧センサー10から直流電圧Vbを受け、電圧センサー13から電圧Vmを受け、温度センサー11から電池温度BTを受ける。

そして、コンパータ制御手段303Bは、外部ECU60BからHレベルの信号STATを受けると、最終目標電圧Vdc_comをモータジェネレータMG1, MG2の駆動電圧とは無関係に、モータ駆動装置100Bにおける最高電圧Vmaxに決定する。さらに、コンパータ制御手段303Bは、実施の形態2で述べた式（5）の関係を満たすように、電池入力Winおよび電池出力Woutに基づいて次目標電圧Vdc_sstpを演算する。なお、電池入力Winおよび電池出力Woutは、上述のように、検出された電池温度BTに基づいて決定される。

そして、コンパータ制御手段303Bは、その演算した次目標電圧Vdc_sstpと、直流電圧Vbと、出力電圧Vmとに基づいて、出力電圧Vmが次目標電圧Vdc_sstpになるように直流電圧Vbを出力電圧Vmへ昇圧するための信号PWMを生成して昇圧コンパータ12へ出力する。そして、コンパータ制御手段303Bは、次目標電圧Vdc_sstpが最終目標電圧Vdc_comに到達すると、すなわち、昇圧コンパータ12における昇圧動作が完了すると、昇圧動作が完了したことを示す信号UP_CPLを生成してインパータ制御手段301, 302および外部ECU60Bへ出力する。信号PWMの生成は、フィードバック制御により、次目標電圧Vdc_sstpが最終目標電圧Vdc_comに達するまで行なわれる。

図16は、図15に示すコンパータ制御手段303Bの機能ブロック図である。

図16を参照して、コンパータ制御手段303Bは、インパータ入力電圧指令演算部50Bと、フィードバック電圧指令演算部52Aと、デューティー比変換部54Aと、判定部56とを含む。なお、コンパータ制御手段303Bは、実施
の形態2に係るコンバータ制御手段303A（図12参照）のインバータ入力電圧指令演算部50Aを、インバータ入力電圧指令演算部50Bに変更したものであり、その他はコンバータ制御手段303Aと同じである。

インバータ入力電圧指令演算部50Bは、外部ECU60Bからトルク指令値TR1、TR2、モータ回転数MRN1、MRN2、信号STATおよびエンジン回転数MREを受け、温度センサー11から電池温度BTを受ける。

インバータ入力電圧指令演算部50Bは、外部ECU60BからHレベルの信号STATを受けると、トルク指令値TR1、TR2およびモータ回転数MRN1、MRN2とは無関係に、モータ駆動装置100Bにおける最大電圧Vmaxを電圧指令Vdc__com（出力電圧Vmの最終目標電圧に相当）として決定し、その決定した電圧指令Vdc__comをフィードバック電圧指令演算部52Aおよび判定部56へ出力する。なお、インバータ入力電圧指令演算部50Bは、最大電圧Vmaxを保持している。

さらに、インバータ入力電圧指令演算部50Bは、電池温度BTから得られた電池入力Winおよび電池出力Woutに基づいて、先述の漸次目標電圧に相当する第2の電圧指令Vdc__stpを演算する。そして、インバータ入力電圧演算部50Bは、演算した第2の電圧指令Vdc__stpを電圧指令Vdc__comとともにフィードバック電圧指令演算部52Aへ出力する。

フィードバック電圧指令演算部52Aは、昇圧コンバータ12の出力電圧Vmを電圧センサー13から受け、電圧指令Vdc__com、Vdc__stpをインバータ入力電圧指令演算部50Bから受ける。そして、フィードバック電圧指令演算部52Aは、出力電圧Vmと電圧指令Vdc__stpとに基づいて、出力電圧Vmを電圧指令Vdc__stpに設定するためのフィードバック電圧指令Vdc__stp__f bを演算し、その演算したフィードバック電圧指令Vdc__stp__f bをデューティー比変換部54Aへ出力する。

デューティー比変換部54Aは、直流電圧Vbを電圧センサー10から受け、出力電圧Vmを電圧センサー13から受ける。デューティー比変換部54Aは、直流電圧Vbと、出力電圧Vmと、フィードバック電圧指令Vdc__stp__f bに基づいて、出力電圧Vmをフィードバック電圧指令Vdc__stp__f b
に設定するためのデューティー比DRを演算し、その演算したデューティー比DRに基づいて昇圧コンパータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をオン/オフするための信号PWMを生成する。そして、デューティー比変換部54Aは、生成した信号PWMを昇圧コンパータ12のNPNトランジスタQ1, Q2へ出力する。

これにより、昇圧コンパータ12は、出力電圧V[\text{m}]が次目標電圧（電圧指令V\text{dc}_\text{com}）になるように直流電圧V\text{b}を出力電圧V[\text{m}]に変換する。デューティー比変換部54Aおよびフィードバック指令演算部52Aは、電圧指令V\text{dc}_\text{com}を上述した式（5）に基づいて制御周期Tごとに増減または減増させながら、かかる一連の制御を出力電圧V[\text{m}]が最終目標電圧V\text{dc}_\text{com}になるまで繰り返し実行する。

判定部56は、インバータ入力電圧指令演算部50Bから電圧指令V\text{dc}_\text{com}を受け、外部ECU60Bから信号STATを受け、電圧センサー13から電圧V[\text{m}]を受ける。そして、判定部56は、外部ECU60BからLレベルの信号STATを受けたとき、動作を停止する。また、判定部56は、外部ECU60BからHレベルの信号STATを受けると、電圧センサー13から受けた電圧V[\text{m}]がインバータ入力電圧指令演算部50Bから受けた電圧指令V\text{dc}_\text{com}（最終目標電圧＝電圧Vmax）に到達したか否かを判定し、電圧V[\text{m}]が電圧指令V\text{dc}_\text{com}（＝V\text{max}）に到達したと判定すると、信号UPCPLを生成してインバータ制御手段301, 302および外部ECU60Bへ出力する。

以上のように、制御装置30Bは、エンジンENGの始動が指示されたとき、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、外部ECU60BからのHレベルの信号STATに応じて昇圧コンパータ12を駆動制御し、昇圧動作を開始する。そして、制御装置30Bは、昇圧動作が完了した後に入力されるトルク指令TH1, TH2に応じて信号PWM1, PWM2を生成し、その生成した信号PWM1, PWM2によってインバータ14, 31を駆動制御してクラシック動作を開始する。

図17は、図14に示すエンジンENGに接続されたモータジェネレータMG1を力行モードで駆動する場合の信号および電圧のタイミングチャートである。
なお、図17は、電池温度B Tが低温または高温領域にあるときのタイミングチャートである。電池温度B Tが通常領域にある場合には、先の実施の形態1の図5に示すタイミングチャートに従うことから、その詳細な説明は省略する。

図17を参照して、この発明の実施の形態3を適用した場合、タイミングt1で信号S T A TがLレベルからHレベルに変化すると、すなわち、エンジンE N Gの始動が指示されると、コンバータ制御手段3 0 3 Bは、上述した方法によって信号PWM Cを生成して昇圧コンバータ 1 2へ出力し、モータジェネレータM G 1、MG 2の駆動電圧に無関係に、直流電圧V bをモータ駆動装置1 0 0における最大電圧V maxに昇圧するように昇圧コンバータ 1 2を駆動制御する。なお、このときの昇圧コンバータ 1 2における昇圧レートは、先述のように、検出された電池温度B Tに対応する電池出力W o u tに基づいて決定される。

そうすると、昇圧コンバータ 1 2は、信号PWM Cに応じて、直流電圧V bを最大電圧V maxへ昇圧する昇圧動作を開始し、昇圧コンバータ 1 2の出力電圧V mは、タイミングt1以降、徐々に上昇し、タイミングt2の近辺で最大電圧V maxに到達する。そして、コンバータ制御手段3 0 3 Bは、出力電圧V mが最大電圧V maxに到達すると、昇圧コンバータ 1 2における昇圧動作が完了したことを示す信号U P _ C P Lを生成してインバータ制御手段3 0 1および外部ECU 6 0 Bへ出力する。

外部ECU 6 0 Bは、タイミングt2で信号UP__CPLを受けると、トルク指令値TR 1を、制御装置3 0 Bのインバータ制御手段3 0 1へ出力する。

トルク指令値TR 1は、タイミングt2以降、すなわち昇圧動作の完了後において上昇し、タイミングt3の近辺で所定の値に上昇している。

インバータ制御手段3 0 1は、コンバータ制御手段3 0 3 Bから信号UP__C P Lを受け、外部ECU 6 0 Bからトルク指令値TR 1を受けると、タイミングt2以降、トルク指令値TR 1、モータ電流M C R T 1および出力電圧V m (＝V max)に基づいて信号PWM I 1を生成し、その生成した信号PWM I 1をインバータ1 4へ出力する。そして、インバータ1 4は、昇圧コンバータ 1 2によって昇圧された最大電圧V maxを信号PWM I 1によって交流電圧に変換してモータジェネレータMG 1を力行モードで駆動する。
そうすると、モータジェネレータMG1は、インバータ14によって駆動され、モータ回転数MRN1は、タイミングt3以降、急激に上昇する。そして、モータジェネレータMG1は、トルク指令値TR1によって指定されたトルクを出力し、エンジンENGNを始動する。

このように、この発明の実施の形態3においては、電池温度BTが低温または高温領域にある場合に、エンジンENGNの始動が指示されたとき、最初に、昇圧コンバータ12が駆動制御され、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後に初めてトルク指令値TR1が出力されてインバータ14の駆動制御が開始され、エンジンENGNのクラシフィキング動作が開始する。

そうすると、直流電圧Vbを昇圧するために必要なパワーは、タイミングt1とタイミングt2との間に存在する領域RGE1において最大になり、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーは、タイミングt3以降であって、領域RGE1とは完全に離れた領域RGE2で最大になる。その結果、直流電圧Vbを昇圧するために必要なパワーが最大になる領域RGE1と、モータジェネレータMG1を駆動するために必要なパワーが最大になる領域RGE2とを完全に分離することができ、電池出力Woutの低い低温または高温時においても、バッテリーBから昇圧コンバータ12およびインバータ14、31側へ過大な電力が持ち出されるのを防止できる。

(2)エンジン停止時における出力タイミングの調整

次に、エンジンENGNの停止が指示されたときに行なわれる信号PWM11、PWM12、PWMCの出力タイミングの調整について説明する。この場合は、上述したように、制御装置30Bは、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、レベルの信号STATに応じてモータジェネレータMG1を回生モードで駆動し、モータ停止処理が完了した後に降圧動作を開始するように、昇圧コンバータ12を駆動制御する。このような制御は、主として、制御装置30Bにおけるコンバータ制御手段303Bにより実行される。

詳細には、再び図15を参照して、コンバータ制御手段303Bは、外部ECU60Bからレベルの信号STATを受けると、モータジェネレータMG1、MG2のうち、駆動電圧が高い方のモータジェネレータ（モータジェネレータM
G1, MG2のいずれか）のトルク指令値およびモータ回転数に基づいて、最終目標電圧V\text{dc}_\text{com}を演算する。さらに、コンパータ制御手段303Bは、上述の式（6）の関係を満たすように、電池入力Vinおよび電池出力Woutに基づいて、漸次目標電圧V\text{dc}_\text{step}を演算する。

そして、コンパータ制御手段303Bは、昇圧コンパータ12の出力電圧Vmをその演算した漸次目標電圧V\text{dc}_\text{step}に設定するための信号PWMCを生成して昇圧コンパータ12へ出力する。

ここで、コンパータ制御手段303Bは、信号STATがLレベルのときにおいて、信号PWMCを出力するタイミングを電池温度BTに応じて異なるタイミングに設定する。

詳細には、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、コンパータ制御手段303Bは、信号PWMCの出力タイミングを、エンジン回転数MRNEが“0”となるタイミング、すなわちエンジンENGが停止したタイミングに設定する。

具体的には、図16に示すコンパータ制御手段303Bにおいて、インバータ入力電圧指令演算部50Bは、外部ECU60BからLレベルの信号STATを受けると、モータジェネレータMG1, MG2のうち、駆動電圧が高い方のモータジェネレータのトルク指令値およびモータ回転数に基づいて、最終目標電圧（電圧指令V\text{dc}_\text{com})を演算する。さらに、インバータ入力電圧指令演算部50Bは、電池温度BTから得られた電池入力Vinおよび電池出力Woutに基づいて、第2の電圧指令V\text{dc}_\text{step}を演算する。

そして、インバータ入力電圧指令演算部50Aは、検出された電池温度BTが低温または高温領域にあると判断すると、その演算した電圧指令V\text{dc}_\text{com}, V\text{dc}_\text{step}を、モータ回転数MRNEが“0”となったタイミングにおいて、フィードバック電圧指令演算部52Aおよび判定部56へそれぞれ出力する。

このような構成することにより、電池温度BTが低温または高温領域にあるときには、エンジンENGに連結されるモータジェネレータMG1が回生モードで駆動されてモータ停止処理を完了した後に、昇圧コンパータ12が駆動制御されて降圧動作を開始することになる。これによれば、電池入力Binが低いとき
であっても、バッテリーBに過大な電力が持ち込まれるのを防止できる。

一方、電池温度BTが通常域にあるときには、コンバータ制御手段３０３Bは、出力タイミングを調整することなく、信号PWMを昇圧コンバータ１２へ出力する。

図18は、図14に示すエンジンENGに連結されたモータジェネレータMG１を回生モードで駆動する場合の信号および電圧のタイミングチャートである。なお、図18は、電池温度BTが低温または高温領域にある場合のタイミングチャートである。

図18を参照して、タイミングt11で信号STATがHレベルからLレベルへ切換わり、エンジンENGの停止が指示されると、エンジン回転数MRNEの低下に伴ってトルク指令値TR1が低下する。インバータ制御手段３01は、Lレベルの信号STATに応じて、トルク指令値TR1、モータ電流MCR１および出力電圧Vmに基づいて信号PWM11を生成してインバータ１４へ出力する。

コンバータ制御手段３０３Bは、トルク指令値ＴＲ１、モータ回転数MRN１、直流電圧Vｂ、出力電圧Vm、電池入力Winおよび電池出力Woutに基づいて、上述した方法によって信号PWMを生成する。コンバータ制御手段３０３Bは、電池温度BTが低温または高温領域にあると判断すると、その生成した信号PWMをエンジン回転数MRNEが“0”となるタイミングt12で昇圧コンバータ１２へ出力する。

これにより、モータジェネレータMG1は回生モードで駆動され、発電したパワーウはインバータ１４を介してコンデンサC２に充電される。さらに、昇圧コンバータ１２は、エンジンENGが停止したタイミングt12で制御装置３０Ｂから出力された信号PWMに応じて駆動し始め、出力電圧Vmを目標電圧Vdc_ocomに降圧する。なお、昇圧コンバータ１２における降圧レートは、先述のように、検出した電池温度BTに対応する電池入力Winに基づいて決定される。

このように、この発明の実施の形態3においては、電池温度BTが低温または高温領域にある場合には、エンジンENGの停止が指示されたとき、最初に、インバータ１４が駆動制御され、インバータ１４におけるモータ停止処理が完了し
た後に昇圧コンバータ１２が駆動制御される。

その結果、モータジェネレータMG１にて発電したパワーは、タイミングｔ１
1からタイミングｔ１２の間の領域ＲＧＥ５で最大になり、出力電圧Ｖｍを降圧
してバッテリーＢへ入力されるパワーは、タイミングｔ１２以降の領域ＲＧＥ６
で最大になるので、モータジェネレータMG１を回生モードで駆動して得られる
パワーが最大になる領域ＲＧＥ５は、出力電圧Ｖｍを降圧して得られるパワーが
最大になる領域ＲＧＥ６とは完全に分離されることとなり、電池出力の低い低温
または高温時においても、昇圧コンバータ１２およびインバーター１４、３１側か
らバッテリーＢへ過大な電力が持ち込まれるのを防止することができる。

図１９は、図１４に示すエンジンENGに連結されたモータジェネレータMG
1を駆動する場合の信号および電圧の他のタイミングチャートである。

図１９を参照して、この発明の実施の形態３を適用しない場合、タイミングｔ
11で信号ＳＴＡＴがＨレベルからＬレベルに切換わり、エンジンENGの停止
が指示されると、エンジン回転数MRNＥの低下に伴なってトルク指令値ＴＲ１
が低下する。インバーター制御手段３０１は、トルク指令値ＴＲ１、モータ電流M
CRT１および出力電圧Ｖｍに基づいて、上述した方法によって信号PWM１１
を生成してインバーター１４へ出力する。

コンバータ制御手段３０３Ｂは、トルク指令値ＴＲ１、モータ回転数MRN１、
直流電圧Ｖｂ、出力電圧Ｖｍおよび電池温度ＢＴに基づいて、上述した方法によ
って信号PWMＣを生成して昇圧コンバータ１２へ出力する。

そうすると、モータジェネレータMG１は回生モードで駆動され、発電したパ
ワーはインバーター１４を介してコンデンサＣ２に充電され、これと同じタイミング
で昇圧コンバータ１２は、信号PWMＣに応じて出力電圧Ｖｍを降圧する。

その結果、モータジェネレータMG１が発電するパワーは、タイミングｔ１１
以降の領域ＲＧＥ７で最大になり、降圧動作によって生じるパワーは、タイミング
ｔ１１以降の領域ＲＧＥ８で最大になるので、モータジェネレータMG１を駆
動して生じるパワーが最大になる領域ＲＧＥ７は、降圧動作によって生じるパワ
ーが最大となる領域ＲＧＥ８と重複し、インバーター１４および昇圧コンバータ１
２からバッテリーＢへ過大な電力が持ち込まれる。
以上のように、(1) エンジン始動時、(2) エンジン停止時のそれぞれにおいて、この発明の実施の形態3を適用することにより、電池温度B Tが低温または高温領域にあってバッテリーBの電池出力W i nおよび電池出力W o u tが低いときであっても、バッテリーBに過大な電力が入出力されるのを防止できる。

再び図14を参照して、モータ駆動装置100Bにおいては、モータジェネレータMG2によるハイブリッド自動車の駆動時であり、かつ、エンジンENGの始動時であるとき、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了した後に、モータジェネレータMG1を力行モードで駆動制御する。特に電池温度B Tが低温または高温領域にあるときには、昇圧コンバータ12における昇圧動作が完了したことに応じて制御装置300Bにトルク指令値TR1を入力することにより、昇圧動作の完了後にモータジェネレータMG1の駆動制御が開始される。

これによれば、モータジェネレータMG1を力行モードで駆動するときの消費パワーを分散させることができ、電池出力W o u tの大小によらず、バッテリーBからの過大な電力の持ち出しを防止できる。

なお、昇圧コンバータ12が昇圧動作を完了するタイミングと、外部ECU60Bが制御装置300Bにトルク指令値TR1を入力するタイミングとの間に所定の遅延時間を設けることによって、エンジン始動時にバッテリーBから持ち出されるパワーをより確実に分散させることができる。

さらに、モータ駆動装置100Bにおいては、モータジェネレータMG2によってハイブリッド自動車を駆動している時であり、かつ、エンジンENGの停止時であるときにおいて、電池温度B Tが低温または高温領域にあると検知されると、昇圧コンバータ12は、インバータ14におけるモータジェネレータMG1の停止処理が完了した後に、昇圧コンバータ12における降圧動作を開始する。

これによれば、モータジェネレータMG1を回生モードで駆動するときの充電パワーを分散させることができ、電池出力の大小によらず、バッテリーBに過大な電力が持ち込まれるのを防止できる。

なお、上記においては、昇圧コンバータ12が降圧動作を開始するタイミングは、インバータ14がモータジェネレータMG1の停止処理を完了した後と説明したが、この発明は、これに限らず、昇圧コンバータ12は、インバータ14が
モータジェネレータMG1の停止処理を開始した後、降圧動作を開始するようにしてもよい。

あるいは、インバータ14がモータジェネレータMG1の停止処理を完了させるタイミングと、昇圧コンバータ12が降圧動作を開始するタイミングとの間に所定の遅延時間を設けることによって、エンジン停止時にバッテリーBに持ち込まれるパワーをより確実に分散させることができる。

また、上記においては、モータジェネレータMG2によるハイブリッド自動車の駆動時であり、かつエンジンENGの始動または停止が指示されたときの昇圧コンバータ12とインバータ14との駆動制御について説明したが、この発明は、モータ駆動装置10OBにおいて、上述したパワー収支Pが釣り合わない場合であって、バッテリーBへの電力の入出力が必要なときにおいて広く適用されるものである。

産業上の利用可能性

この発明は、電源への過大な電力の入出力を防止可能なモータ駆動装置に適用される。
請求の範囲

1. 第1のモータ（MG1）を駆動する第1の駆動回路（14）と、
電源（B）と前記第1の駆動回路（14）との間で電圧変換を行なう電圧変換器（12）とを備え、

前記第1の駆動回路（14）は、前記電圧変換器（12）が電圧変換を開始するタイミングと異なるタイミングで前記第1のモータ（MG1）を駆動し始める、モータ駆動装置。

2. 前記電圧変換器（12）は、電源電圧を任意のレベルに昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を出力し、

前記第1の駆動回路（14）は、前記電圧変換器（12）が昇圧動作を開始した後に前記第1のモータ（MG1）を力行モードで駆動し始める、請求の範囲第1項に記載のモータ駆動装置。

3. 前記第1の駆動回路（14）は、前記昇圧動作の完了後に前記第1のモータ（MG1）を力行モードで駆動し始める、請求の範囲第2項に記載のモータ駆動装置。

4. 前記第1の駆動回路（14）は、前記昇圧動作の完了後に前記第1のモータ（MG1）の要求パワーを受け、前記第1のモータ（MG1）を力行モードで駆動し始める、請求の範囲第3項に記載のモータ駆動装置。

5. 前記第1の駆動回路（14）は、前記電源（B）の温度と前記電源の出力可能な電力レベルとの関係を予め有し、前記電源の温度に基づいて前記第1のモータ（MG1）を駆動し始めるタイミングを決定する、請求の範囲第4項に記載のモータ駆動装置。

6. 前記第1の駆動回路（14）は、前記電源の温度が第1の所定の閾値を下回るとき、または前記電源の温度が第2の所定の閾値を上回るときにおいて、前記昇圧動作の完了後に前記第1のモータ（MG1）の要求パワーを受け、前記第1のモータ（MG1）を力行モードで駆動し始める、請求の範囲第5項に記載のモータ駆動装置。

7. 前記昇圧動作が完了するタイミングと前記第1の駆動回路（14）が駆動し
始めるタイミングとの間には、所定の遅延時間が設けられる、請求の範囲第6項に記載のモータ駆動装置。

8. 前記第1のモータ（MG1）は、内燃機関（ENG）を始動または停止するモータであり、

前記電圧変換器（12）は、前記内燃機関（ENG）の始動指示が出力されるとき、前記昇圧動作を開始する、請求の範囲第2項から第7項のいずれか1項に記載のモータ駆動装置。

9. 前記第1のモータ（MG1）の回転数に基づいて前記昇圧電圧の目標電圧を決定する目標電圧決定手段（50）と、

前記目標電圧決定手段（50）により決定された目標電圧を受けて前記昇圧電圧が前記目標電圧になるように前記電圧変換器（12）を制御する電圧変換制御手段（52, 54, 56）をさらに備え、

前記電圧変換制御手段（52, 54, 56）は、前記内燃機関（ENG）の前記始動指示を受け、前記決定された目標電圧と無関係に前記内燃機関（ENG）の始動に必要な所定の昇圧電圧が得られるように前記電圧変換器（12）を制御する、請求の範囲第8項に記載のモータ駆動装置。

10. 前記所定の昇圧電圧は、当該モータ駆動装置における最大電圧である、請求の範囲第9項に記載のモータ駆動装置。

11. 前記電圧変換制御手段（52, 54, 56）は、前記昇圧動作に必要な電力が前記電源の出力可能な電力レベルを超えないように昇圧レートを決定し、前記決定された昇圧レートで前記電源電圧を前記所定の昇圧電圧まで昇圧する、請求の範囲第10項に記載のモータ駆動装置。

12. 前記電圧変換制御手段（52, 54, 56）は、前記電源の温度と前記電源の出力可能な電力レベルとの関係を予め有し、前記電源の温度に基づいて前記昇圧レートを決定する、請求の範囲第11項に記載のモータ駆動装置。

13. 前記第1の駆動回路（14）と並列に設けられ、前記昇圧電圧を受けて第2のモータ（MG2）を駆動する第2の駆動回路（31）をさらに備え、

前記目標電圧決定手段（50）は、前記第1のモータ（MG1）または前記第2のモータ（MG2）の回転数に基づいて前記目標電圧を決定し、
前記電圧変換制御手段（52, 54, 56）は、前記第2のモータ（MG2）による車両駆動時であり、かつ、前記内燃機関（ENG）の始動指示時であるとき、前記内燃機関（ENG）の始動に先立って前記所定の昇圧電圧が得られるように前記電圧変換器（12）を制御する、請求の範囲第9項に記載のモータ駆動装置。

14. 前記所定の昇圧電圧は、当該モータ駆動装置における最大電圧である、請求の範囲第13項に記載のモータ駆動装置。

15. 前記電圧変換制御手段（52, 54, 56）は、前記昇圧動作に必要な電力が前記電源の出力可能な電力レベルを超えないように昇圧レートを決定し、前記決定した昇圧レートで前記電源電圧を前記所定の昇圧電圧まで昇圧する、請求の範囲第14項に記載のモータ駆動装置。

16. 前記電圧変換制御手段（52, 54, 56）は、前記電源の温度と前記電源の出力可能な電力レベルとの関係を予め有し、前記電源の温度に基づいて前記昇圧レートを決定する、請求の範囲第15項に記載のモータ駆動装置。

17. 前記電圧変換器（12）は、前記第1の駆動回路（14）が前記第1のモータ（MG1）を回生モードで駆動し始めた後に、降圧動作を開始する、請求の範囲第1項に記載のモータ駆動装置。

18. 前記電圧変換器（12）は、前記第1の駆動回路（14）が前記回生モードで駆動して前記第1のモータ（MG1）を停止させた後に前記降圧動作を開始する、請求の範囲第17項に記載のモータ駆動装置。

19. 前記電圧変換器（12）は、前記電源（B）の温度と前記電源の入力可能な電力レベルとの関係を予め有し、前記電源の温度に基づいて前記降圧動作を開始するタイミングを決定する、請求の範囲第18項に記載のモータ駆動装置。

20. 前記第1の駆動回路（14）は、前記電源の温度が第1の所定の閾値を下回るとき、または第2の所定の閾値を上回るときにおいて、前記第1のモータ（MG1）の停止後に前記降圧動作を開始する、請求の範囲第19項に記載のモータ駆動装置。

21. 前記第1のモータ（MG1）が停止するタイミングと前記降圧動作が開始するタイミングとの間には、所定の遅延時間が設けられる、請求の範囲第20項
に記載のモータ駆動装置。

22. 前記第1のモータ（MG 1）の回転数に基づいて前記電圧変換器（1 2）の出力電圧の目標電圧を決定する目標電圧決定手段（5 0）と、

前記目標電圧決定手段（5 0）により決定された目標電圧を受けて前記出力電圧が前記目標電圧になるように前記電圧変換器（1 2）を制御する電圧変換制御手段（5 2，5 4，5 6）とをさらに備え、

前記第1の駆動回路（1 4）は、前記内燃機関（ENG）の停止指示が出力されるとき、前記第1のモータ（MG 1）を前記回生モードで駆動し始め、

前記電圧変換器（1 2）は、前記内燃機関（ENG）の停止が完了したことに応じて、前記降圧動作を開始する、請求の範囲第17項から第21項のいずれか1項に記載のモータ駆動装置。

23. 前記電圧変換制御手段（5 2，5 4，5 6）は、前記内燃機関（ENG）が停止したことを受けると、前記降圧動作によって生じる電圧が前記電源の入力可能な電力レベルを超えないように降圧レートを決定し、前記決定した降圧レートで前記目標電圧が得られるように前記電圧変換器（1 2）を制御する、請求の範囲第22項に記載のモータ駆動装置。

24. 前記電圧変換制御手段（5 2，5 4，5 6）は、前記電源の温度と前記電源の入力可能な電力レベルとの関係を予め有し、前記電源の温度に基づいて前記降圧レートを決定する、請求の範囲第23項に記載のモータ駆動装置。

25. 前記第1の駆動回路（1 4）と並列に設けられ、前記出力電圧を受けて第2のモータ（MG 2）を駆動する第2の駆動回路（3 1）をさらに備え、

前記目標電圧決定手段（5 0）は、前記第1のモータ（MG 1）または前記第2のモータ（MG 2）の回転数に基づいて前記目標電圧を決定し、

前記電圧変換制御手段（5 2，5 4，5 6）は、前記第2のモータ（MG 2）による車両駆動時であり、かつ、前記内燃機関（ENG）の停止指示時であるとき、前記内燃機関（ENG）の停止後において前記目標電圧が得られるように前記電圧変換器（1 2）を制御する、請求の範囲第22項に記載のモータ駆動装置。
図11

インバータ制御手段

PWM1

インバータ制御手段

PWM2

コンバータ制御手段

PWM3

TR1
MCRT1
Vn
STAT

30A

301

302

UP_CPL

TR2
MCRT2
Vn
STAT

TR1, 2
Vb, Vm
MRN1, 2
STAT
BT
トルク指令値
指令機器

モータ回転数

直流電圧

フィードバック
電圧指令
演算部

比変換部

電圧指令
演算部

図16
図17

STAT
TR1
MRN1
Vm

t1 t2 t3

時間

RGE1 RGE2
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
   Int.Cl 1 H02F21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
   Int.Cl 1 H02F21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
   Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

<table>
<thead>
<tr>
<th>Category*</th>
<th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th>
<th>Relevant to claim No.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>*Y A</td>
<td>JP 2003-199391 A (Aisin AW Co., Ltd.), 11 July, 2003 (11.07.03), All pages (Family: none)</td>
<td>1-4,17 5-16,18-25</td>
</tr>
<tr>
<td>*Y A</td>
<td>JP 2004-48983 A (Toyota Motor Corp.), 12 February, 2004 (12.02.04), All pages (Family: none)</td>
<td>1-4,17 5-16,18-25</td>
</tr>
</tbody>
</table>

* Special categories of cited documents:
  "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
  "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
  "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
  "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
  "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 31 March, 2005 (31.03.05)

Date of mailing of the international search report 19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/ Authorized officer
Japanese Patent Office

Facsimile No. Telephone No.
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
\[ \text{Int. C1} \times \text{H02P21} / 00 \]

B. 調査を行った分野
調査を行った国際特許（IPC）
\[ \text{Int. C1} \times \text{H02P21} / 00 \]

最小限に限定以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1926 - 1996
日本国公開実用新案公報 1971 - 2005
日本国登録実用新案公報 1994 - 2005
日本国実用新案登録公報 1996 - 2005

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

<table>
<thead>
<tr>
<th>引用文献の カテゴリーエ</th>
<th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th>
<th>関連する 該当の範囲の番号</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>5 - 16,</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>18 - 25</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>5 - 16,</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>18 - 25</td>
</tr>
</tbody>
</table>

□ C欄の続きにも文献が列挙されている。
□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ
  - 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
  - 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以降に公表されたもの
  - 「L」優先権主張に疑義を超えない文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を設けるために引用する文献（理由を付す）
  - 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
  - 「P」国際出願日前でかつ優先権の主張の基礎となる出願

国際調査を完了した日 31.03.2005
国際調査報告の発送日 19.4.2005

国際調査機関の名称及び住所
日本国特許庁（ISA／JP）
郵便番号 100-8915
東京都千代田区役所記録二丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある官員）
三島木 直宏
電話番号 03-3581-1101 内線 3356