

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5227102号
(P5227102)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int.Cl. F 1
H02P 27/06 (2006.01) H02P 5/41 303K

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-176023 (P2008-176023)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成20年7月4日(2008.7.4)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2010-17020 (P2010-17020A)	(74) 代理人	110000017 特許業務法人アイテック国際特許事務所
(43) 公開日	平成22年1月21日(2010.1.21)	(72) 発明者	山田 堅滋 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成22年10月6日(2010.10.6)	(72) 発明者	加古 寛文 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ駆動制御装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交流モータを駆動制御するモータ駆動制御装置であって、
 直流電源からの電圧を用いて前記交流モータを駆動可能なインバータと、
 前記交流モータに前記インバータから矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるときに、前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を補正して該矩形波電圧の限界位相として設定する限界位相設定手段と、
 前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するように前記限界位相設定手段によって設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波電圧の目標電圧位相を設定する目標電圧位相設定手段と、
 前記回転位置検出手段により検出された前記回転子の回転位置と前記目標電圧位相設定手段により設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するインバータ制御手段と、
 を備えると共に、
 前記交流モータの回転子の回転位置を検出する回転位置検出手段と、
 前記回転位置検出手段の検出誤差を取得する誤差取得手段とを更に備え、
 前記限界位相設定手段は、前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を前記誤差取得手段により取得された前記回転位置検出手段の検出誤差で補正して該矩形波電圧の限界位相として設定するモータ駆動制御装置。

10

20

【請求項 2】

直流電源からの電力を用いてインバータから交流モータに矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるモータ駆動制御方法であって、

(a) 前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を補正して該矩形波電圧の限界位相として設定するステップと、

(b) 前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するようにステップ(a)にて設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波電圧の目標電圧位相を設定するステップと、

(c) 前記回転位置検出手段により検出された前記回転子の回転位置とステップ(b)にて設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するステップと、

を含むと共に、

(d) 前記交流モータの回転子の回転位置を検出する回転位置検出手段の検出誤差を取得するステップを更に含み、

ステップ(a)は、前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相をステップ(d)にて取得された検出誤差で補正して該矩形波電圧の限界位相として設定するモータ駆動制御方法。

【請求項 3】

交流モータを駆動制御するモータ駆動制御装置であって、

直流電源からの電圧を用いて前記交流モータを駆動可能なインバータと、

前記交流モータに前記インバータから矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるときに、前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を補正して該矩形波電圧の限界位相として設定する限界位相設定手段と、

前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するように前記限界位相設定手段によって設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波電圧の目標電圧位相を設定する目標電圧位相設定手段と、

前記交流モータの回転子の回転位置と前記目標電圧位相設定手段により設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するインバータ制御手段と、

を備えると共に、

前記交流モータの出力トルクを取得する出力トルク取得手段を更に備え、

前記限界位相設定手段は、前記矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらず前記出力トルク取得手段により取得される出力トルクが増加していない場合および前記矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらず前記出力トルク取得手段により取得される出力トルクが減少していない場合に前記限界位相により規定される位相範囲が狭まるように該限界位相を補正するモータ駆動制御装置。

【請求項 4】

直流電源からの電力を用いてインバータから交流モータに矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるモータ駆動制御方法であって、

(a) 前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を補正して該矩形波電圧の限界位相として設定するステップと、

(b) 前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するようにステップ(a)にて設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波電圧の目標電圧位相を設定するステップと、

(c) 前記交流モータの回転子の回転位置とステップ(b)にて設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するステップと、

を含み、

ステップ(a)は、前記矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらず前記交流モータの出力トルクが増加していない場合および前記矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらず前記交流モータの出力トルクが減少していない場合に前記限界位相により規定される位相範囲が狭まるように該限界位相を補正するモータ駆動制御方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流モータを駆動制御するモータ駆動制御装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、交流モータを駆動するためのインバータを備えたモータ駆動制御装置として、交流モータに矩形波電圧を印加する第1の制御方式が選択された場合に、トルク指令値に対するトルク偏差に応じて矩形波電圧の位相を調整するフィードバック制御によってトルク制御を行なうものが知られている（例えば、特許文献1参照）。このモータ駆動制御装置では、モータ電流と回転子の回転位置とに基づいて交流モータの出力トルクが推定されると共に、推定された出力トルクとトルク指令値との偏差に応じて矩形波電圧の位相が決定され、決定された位相に従った矩形波電圧が交流モータへ印加されるようにインバータでの電圧変換が制御される。また、この種のモータ駆動制御装置としては、モータの回転子の回転位置を検出する回転位置センサと、複数相のアームを有してモータに交流電力を供給可能なインバータと、回転子の1回転を分割した所定角度だけ回転位置が変化する毎に複数相のアームへのスイッチング指令を切替えるスイッチングタイミングが設けられるようにモータを矩形波制御する制御手段とを備えるものも知られている（例えば、特許文献2参照）。このモータ駆動制御装置では、回転位置センサからの検出値および回転位置センサからの検出値が回転位置のうちの所定の基準位置に対応する基準値を示した基準時点からの経過時間に基づいて回転子が1回転するのに要した1周期時間が求められると共に、回転位置センサからの検出値が各スイッチングタイミングに対応する値となる毎に測定された各経過時間および1周期時間、ならびに各スイッチングタイミングに対応する本来の回転位置に基づいて各スイッチングタイミングにおける回転位置センサからの検出値が補正される。そして、制御手段は、補正された検出値に基づいてスイッチング指令を切替える。

【特許文献1】特開2007-159368号公報

【特許文献2】特許第4007197号公報（特開2004-222448号公報） 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記従来のモータ駆動制御装置において用いられる矩形波制御方式は、正弦波PWM制御方式等に比べて制御精度（制御応答性）に劣るものの、交流モータの出力を向上させると共に銅損の発生やスイッチング損失を抑えてエネルギー効率を向上させることが可能なものである。従って、交流モータの動作領域における矩形波制御方式の適用範囲を拡大すれば、交流モータを含むモータ駆動制御系の性能やエネルギー効率をより向上させることができるであろう。ただし、このような矩形波制御方式を用いた場合、上述のようなフィードバック制御を実行しても、ある条件下で交流モータから本来得られるはずの最大トルクが出力されないこともあり、この点で、従来のモータ駆動制御装置にはなお改善の余地がある。

【0004】

そこで、本発明のモータ駆動制御装置および方法は、交流モータに矩形波電圧を印加して目標トルクに応じたトルクを出力させるときに、交流モータから本来得ることができるトルクをより確実に出力可能とすることを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明によるモータ駆動制御装置および方法は、上述の目的を達成するために以下の手段を採っている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本発明によるモータ駆動制御装置は、
 交流モータを駆動制御するモータ駆動制御装置であって、
 直流電源からの電圧を用いて前記交流モータを駆動可能なインバータと、
 前記交流モータの回転子の回転位置を検出する回転位置検出手段と、
 前記回転位置検出手段の検出誤差を取得する誤差取得手段と、
 前記交流モータに前記インバータから矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルク
 に応じたトルクを出力させるときに、前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする
 前記矩形波電圧の位相を前記誤差取得手段により取得された前記回転位置検出手段の検出
 誤差で補正して該矩形波電圧の限界位相として設定する限界位相設定手段と、
 前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するよう
 に前記限界位相設定手段によって設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記
 矩形波電圧の目標電圧位相を設定する目標電圧位相設定手段と、
 前記回転位置検出手段により検出された前記回転子の回転位置と前記目標電圧位相設定
 手段により設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するインバータ制
 御手段と、
 を備えるものである。

10

【 0 0 0 7 】

このモータ駆動制御装置では、交流モータにインバータから矩形波電圧を印加して当該
 交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるときに、交流モータの出力トルクの
 絶対値を最大にする矩形波電圧の位相が誤差取得手段により取得された回転位置検出手段
 の検出誤差で補正された上で矩形波電圧の限界位相として設定される。そして、目標トル
 クと交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するように限界位相設定手段
 によって設定された限界位相により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相が
 設定され、こうして設定された目標電圧位相と回転位置検出手段により検出された交流モ
 ータの回転子の回転位置とに基づいてインバータが制御される。このように、回転位置検
 出手段の検出誤差を考慮しながら矩形波電圧の限界位相を設定すると共に限界位相により
 規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相を設定することにより、回転位置検出
 手段の検出誤差の存在に起因して、矩形波電圧の実際の位相が出力トルクの絶対値を最大
 にする位相により規定される範囲外の値となったり、矩形波電圧の実際の位相変化が出力
 トルクの絶対値を最大にする位相に達する前に制限されてしまったりすることを抑制し、
 交流モータから本来得ることができるトルクをより確実に出力することが可能となる。

20

30

【 0 0 0 8 】

本発明によるモータ駆動制御方法は、
 直流電源からの電力を用いてインバータから交流モータに矩形波電圧を印加して該交流
 モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるモータ駆動制御方法であって、
 (a) 前記交流モータの回転子の回転位置を検出する回転位置検出手段の検出誤差を取得
 するステップと、
 (b) 前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相をステッ
 プ (a) にて取得された検出誤差で補正して該矩形波電圧の限界位相として設定するステ
 ップと、
 (c) 前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少する
 ようにステップ (b) にて設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波
 電圧の目標電圧位相を設定するステップと、
 (d) 前記回転位置検出手段により検出された前記回転子の回転位置とステップ (c) に
 て設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するステップと、
 を含むものである。

40

【 0 0 0 9 】

この方法のように、回転位置検出手段の検出誤差を考慮しながら矩形波電圧の限界位相
 を設定すると共に限界位相により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相を設

50

定することにより、回転位置検出手段の検出誤差の存在に起因して、矩形波電圧の実際の位相が出力トルクの絶対値を最大にする位相により規定される範囲外の値となったり、出力トルクの絶対値を最大にする位相に達する前に制限されてしまったりすることを抑制し、交流モータから本来得ることができるトルクをより確実に出力することが可能となる。

【0010】

本発明による他のモータ駆動制御装置は、

交流モータを駆動制御するモータ駆動制御装置であって、

直流電源からの電圧を用いて前記交流モータを駆動可能なインバータと、

前記交流モータの出力トルクを取得する出力トルク取得手段と、

前記交流モータに前記インバータから矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるときに、前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を該矩形波電圧の限界位相として設定すると共に、前記矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらず前記出力トルク取得手段により取得される出力トルクが増加していない場合および前記矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらず前記出力トルク取得手段により取得される出力トルクが減少していない場合に前記限界位相により規定される位相範囲が狭まるように該限界位相を補正する限界位相設定手段と、

10

前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するように前記限界位相設定手段によって設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波電圧の目標電圧位相を設定する目標電圧位相設定手段と、

前記交流モータの回転子の回転位置と前記目標電圧位相設定手段により設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するインバータ制御手段と、

20

を備えるものである。

【0011】

このモータ駆動制御装置では、交流モータにインバータから矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるときに、交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする矩形波電圧の位相が当該矩形波電圧の限界位相として設定されると共に、矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらず交流モータの出力トルクが増加していない場合および矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらず交流モータの出力トルクが減少していない場合に限界位相により規定される位相範囲が狭まるように当該限界位相が補正される。

そして、目標トルクと交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するように限界位相設定手段によって設定された限界位相により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相が設定され、こうして設定された目標電圧位相と回転位置検出手段により検出された交流モータの回転子の回転位置とに基づいてインバータが制御される。このように、矩形波電圧の位相の設定状態と交流モータから実際に出力されるトルクとの関係に応じて矩形波電圧の限界位相を補正すると共に限界位相により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相を設定すれば、様々な要因から矩形波電圧の実際の位相が出力トルクの絶対値を最大にする位相により規定される範囲外の値となってしまうことを抑制し、交流モータから本来得ることができるトルクをより確実に出力することが可能となる。

30

【0012】

本発明による他のモータ駆動制御方法は、

40

直流電源からの電力を用いてインバータから交流モータに矩形波電圧を印加して該交流モータに目標トルクに応じたトルクを出力させるモータ駆動制御方法であって、

(a) 前記交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする前記矩形波電圧の位相を該矩形波電圧の限界位相として設定すると共に、前記矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらず前記交流モータの出力トルクが増加していない場合および前記矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらず前記交流モータの出力トルクが減少していない場合に前記限界位相により規定される位相範囲が狭まるように該限界位相を補正するステップと、

(b) 前記目標トルクと前記交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するようにステップ(a)にて設定された限界位相により規定される位相範囲内で前記矩形波電圧の目標電圧位相を設定するステップと、

50

(c) 前記交流モータの回転子の回転位置とステップ(b)にて設定された目標電圧位相とに基づいて前記インバータを制御するステップと、
を含むものである。

【0013】

この方法のように、矩形波電圧の位相の設定状態と交流モータから実際に出力されるトルクとの関係に応じて矩形波電圧の限界位相を補正すると共に限界位相により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相を設定すれば、様々な要因から矩形波電圧の実際の位相が出力トルクの絶対値を最大にする位相により規定される範囲外の値となってしまうことを抑制し、交流モータから本来得ることができるトルクをより確実に出力することが可能となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

次に、本発明を実施するための最良の形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0015】

図1は、本発明の実施例に係るモータ駆動制御装置を備えたハイブリッド自動車20の概略構成図であり、図2は、ハイブリッド自動車20に含まれるモータ駆動制御系の概略構成図である。これらの図面に示すように、実施例のハイブリッド自動車20は、エンジン22と、エンジン22の出力軸であるクランクシャフト26にダンパ28を介して接続された3軸式の動力分配統合機構30と、動力分配統合機構30に接続された発電可能なモータMG1と、動力分配統合機構30に接続された車軸としてのリングギヤ軸32aに取り付けられた減速ギヤ35と、この減速ギヤ35を介してリングギヤ軸32aに接続されたモータMG2と、直流電力を交流電力に変換してモータMG1、MG2に供給可能なインバータ41、42と、バッテリー50からの電力を電圧変換してインバータ41、42に供給可能な昇圧コンバータ55と、ハイブリッド自動車20の全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット(以下、「ハイブリッドECU」という)70等を備えるものである。

20

【0016】

エンジン22は、ガソリンや軽油といった炭化水素系の燃料の供給を受けて動力を出力する内燃機関であり、エンジン用電子制御ユニット(以下、「エンジンECU」という)24による燃料噴射量や点火時期、吸入空気量等の制御を受けている。エンジンECU24には、エンジン22に対して設けられて当該エンジン22の運転状態を検出する各種センサからの信号が入力される。そして、エンジンECU24は、ハイブリッドECU70と通信しており、ハイブリッドECU70からの制御信号や上記センサからの信号等に基づいてエンジン22を運転制御すると共に必要に応じてエンジン22の運転状態に関するデータをハイブリッドECU70に出力する。

30

【0017】

動力分配統合機構30は、外歯歯車のサンギヤ31と、このサンギヤ31と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ32と、サンギヤ31に噛合すると共にリングギヤ32に噛合する複数のピニオンギヤ33と、複数のピニオンギヤ33を自転かつ公転自在に保持するキャリア34とを備え、サンギヤ31とリングギヤ32とキャリア34とを回転要素として差動作用を行う遊星歯車機構として構成されている。機関側回転要素としてのキャリア34にはエンジン22のクランクシャフト26が、サンギヤ31にはモータMG1が、車軸側回転要素としてのリングギヤ32にはリングギヤ軸32aを介して減速ギヤ35がそれぞれ連結されており、動力分配統合機構30は、モータMG1が発電機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力をサンギヤ31側とリングギヤ32側とにそのギヤ比に応じて分配し、モータMG1が電動機として機能するときにはキャリア34から入力されるエンジン22からの動力とサンギヤ31から入力されるモータMG1からの動力を統合してリングギヤ32側に出力する。リングギヤ32に出力された動力は、リングギヤ軸32aからギヤ機構37およびデファレンシャルギヤ3

40

50

8を介して最終的に駆動輪である車輪39a, 39bに出力される。

【0018】

モータMG1およびモータMG2は、何れも内部に永久磁石が埋め込まれたロータと三相コイルが巻回されたステータとを有する同期発電電動機（交流モータ）として構成されており、インバータ41, 42を介して直流電源であるバッテリー50と電力のやり取りを行う。インバータ41, 42は、図2に示すように、6つのトランジスタT11~T16またはT21~T26とトランジスタT11~T16またはT21~T26に逆方向に並列接続された6つのダイオードD11~D16またはD21~D26とにより構成されている。トランジスタT11~T16, T21~T26は、それぞれインバータ41, 42が電力ライン54として共用する正極母線54aと負極母線54bとに対してソース側とシンク側になるよう2個ずつ対をなすように配置されており、対となるトランジスタ同士の接続点の各々にモータMG1, MG2の三相コイル（U相、V相、W相）の各々が接続されている。従って、正極母線54aと負極母線54bとの間に電圧が作用している状態で対をなすトランジスタT11~T16, T21~T26のオン時間の割合を制御することにより三相コイルに回転磁界を形成してモータMG1, MG2を回転駆動することが可能となる。また、インバータ41, 42は、正極母線54aと負極母線54bとを共用しているから、モータMG1, MG2の何れかで発電される電力を他のモータに供給することができる。そして、正極母線54aと負極母線54bとは電圧を平滑化する平滑コンデンサ57が接続されている。

10

【0019】

昇圧コンバータ55は、システムメインリレー56を介してバッテリー50と接続されており、図2に示すように、2つのトランジスタT31（上アーム）およびトランジスタT32（下アーム）と、トランジスタT31, T32に逆方向に並列接続された2つのダイオードD31, D32と、リアクトルLとを含む。2つのトランジスタT31, T32は、それぞれインバータ41, 42の正極母線54aと負極母線54bとに接続されており、両者の接続点にリアクトルLが接続されている。また、リアクトルLと負極母線54bとは、システムメインリレー56を介してバッテリー50の正極端子と負極端子とが接続されると共に、昇圧コンバータ55のバッテリー50側の電圧を平滑化する平滑コンデンサ59が接続されている。更に、平滑コンデンサ59の端子間には第2電圧センサ92が設置されており、この第2電圧センサ92の検出値を用いて昇圧コンバータ55の昇圧前電圧（直流電源側の電圧）VLが取得される。これにより、トランジスタT31, T32をスイッチング制御することによりバッテリー50側の電圧（昇圧前電圧VL）に対してインバータ41, 42側の電圧を昇圧することができる。この場合、インバータ41, 42に印加され得る昇圧コンバータ55による昇圧後電圧（電動機駆動回路側の電圧）VHは、平滑コンデンサ57の端子間に設置された第3電圧センサ93の検出値を用いて取得される。また、昇圧コンバータ55のトランジスタT31, T32をスイッチング制御することにより、正極母線54aと負極母線54bとに作用している直流電圧を降圧してバッテリー50を充電することもできる。

20

30

【0020】

これらのインバータ41, 42や昇圧コンバータ55は、何れもモータ用電子制御ユニット（以下、「モータECU」という）40により制御され、それによりモータMG1, MG2が駆動制御される。モータECU40は、図示しないCPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に処理プログラムを記憶するROM、データを一時的に記憶するRAM、入出力ポートおよび通信ポート等（何れも図示省略）を備える。モータECU40には、例えばモータMG1, MG2の回転子の回転位置（回転角）を検出する回転位置検出センサ（レゾルバ）43, 44からの信号や、第2および第3電圧センサ92, 93からの電圧VLおよびVH、電流センサ95v, 95w, 96v, 96w（図2参照）により検出されるモータMG1, MG2に印加される相電流といったモータMG1, MG2の駆動制御に必要な信号が入力される。また、モータECU40からは、インバータ41, 42へのスイッチング制御信号や、システムメインリレー56

40

50

への駆動信号、昇圧コンバータ55へのスイッチング制御信号等が出力される。更に、モータECU40は、バッテリーECU52やハイブリッドECU70と通信しており、上記センサからの信号に加えてバッテリーECU52からの信号、ハイブリッドECU70からの制御信号をも用いてモータMG1, MG2を駆動制御する。加えて、モータECU40は、回転位置検出センサ43, 44からの信号に基づいてモータMG1, MG2の回転数Nm1, Nm2といったモータMG1, MG2の運転状態に関するデータを計算・取得し、必要に応じてこれらのデータをハイブリッドECU70等に出力する。

【0021】

バッテリー50は、実施例ではニッケル水素二次電池あるいはリチウムイオン二次電池として構成されており、バッテリー用電子制御ユニット(以下、「バッテリーECU」という)52によって管理されている。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー50の端子間に設置された第1電圧センサ91からの端子間電圧VB、バッテリー50の出力端子に接続された電力ライン54に取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流、バッテリー50に取り付けられた温度センサ51からのバッテリー温度Tb等が入力されている。バッテリーECU52は、必要に応じてバッテリー50の状態に関するデータを通信によりハイブリッドECU70やエンジンECU24に出力する。更に、バッテリーECU52は、バッテリー50を管理するために、電流センサにより検出された充放電電流の積算値に基づいて残容量SOCを算出したり、当該残容量SOCに基づいてバッテリー50の充放電要求パワーPb*を算出したり、残容量SOCと電池温度Tbとに基づいてバッテリー50の充電に許容される電力である充電許容電力としての入力制限Winとバッテリー50の放電に許容される電力である放電許容電力としての出力制限Woutとを算出したりする。バッテリー50の入出力制限Win, Woutは、バッテリー温度Tbに基づいて入出力制限Win, Woutの基本値を設定すると共に、バッテリー50の残容量(SOC)に基づいて出力制限用補正係数と入力制限用補正係数とを設定し、設定した入出力制限Win, Woutの基本値に補正係数を乗じることにより設定可能である。

【0022】

ハイブリッドECU70は、CPU72を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU72の他に処理プログラムを記憶するROM74、データを一時的に記憶するRAM76、図示しない入出力ポートおよび通信ポート等を備える。ハイブリッドECU70には、イグニッションスイッチ(スタートスイッチ)80からのイグニッション信号、シフトレバー81の操作位置であるシフトポジションSPを検出するシフトポジションセンサ82からのシフトポジションSP、アクセルペダル83の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Acc、ブレーキペダル85の踏み込み量を検出するブレーキペダルストロークセンサ86からのブレーキペダルストロークBS、車速センサ87からの車速V等が入力ポートを介して入力される。また、ハイブリッドECU70は、上述したようにエンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52等と通信ポートを介して接続されており、エンジンECU24やモータECU40、バッテリーECU52等と各種制御信号やデータのやり取りを行っている。

【0023】

そして、ハイブリッドECU70は、ハイブリッド自動車20の走行時に、基本的に、運転者のアクセルペダル83の踏み込み量に対応するアクセル開度Accと車速Vとに基づいて車軸としてのリングギヤ軸32aに出力すべき要求トルクTr*を計算すると共に、この要求トルクTr*に基づくトルクがリングギヤ軸32aに出力されるようにエンジン22の目標回転数Ne*や目標トルクTe*、モータMG1の目標トルクを示すトルク指令Tm1*、モータMG2の目標トルクを示すトルク指令Tm2*を設定する。ここで、実施例のハイブリッド自動車20におけるエンジン22とモータMG1およびMG2との運転制御方式には、トルク変換運転モードや充放電運転モード、モータ運転モード等が含まれる。トルク変換運転モードのもとで、ハイブリッドECU70は、要求トルクTr*に見合う動力(パワー)がエンジン22から出力されるように目標回転数Ne*および

10

20

30

40

50

目標トルク T_{e^*} を設定すると共に、エンジン 22 から出力される動力のすべてが動力分配統合機構 30 とモータ MG1 および MG2 とによってトルク変換されてリングギヤ軸 32a に出力されるようにモータ MG1 および MG2 に対するトルク指令 T_{m1^*} , T_{m2^*} を設定する。また、充放電運転モードのもとで、ハイブリッド ECU70 は、要求トルク T_r^* とバッテリー 50 の充放電に要求される充放電要求パワー P_b^* との和に見合う動力（パワー）がエンジン 22 から出力されるように目標回転数 N_e^* および目標トルク T_{e^*} を設定すると共に、バッテリー 50 の充放電を伴ってエンジン 22 から出力される動力の全部または一部が動力分配統合機構 30 とモータ MG1 および MG2 とによりトルク変換されて要求トルク T_r^* に応じたトルクがリングギヤ軸 32a に出力されるようモータ MG1 および MG2 に対するトルク指令 T_{m1^*} , T_{m2^*} を設定する。実施例のハイブリッド自動車 20 では、トルク変換運転モードや充放電運転モードのもとで所定条件が成立した場合、エンジン 22 を自動的に停止・始動させる間欠運転が実行される。更に、モータ運転モードのもとで、ハイブリッド ECU70 は、エンジン 22 の運転を停止させると共にモータ MG2 にのみ要求トルク T_r^* に見合うトルクをリングギヤ軸 32a に出力させる。この場合、ハイブリッド ECU70 は、エンジン 22 の目標回転数 N_e^* や目標トルク T_{e^*} 、モータ MG1 に対するトルク指令 T_{m1^*} をそれぞれ値 0 に設定すると共に、モータ MG2 に対するトルク指令 T_{m2^*} を要求トルク T_r^* や動力分配統合機構 30 のギヤ比、減速ギヤ 35 のギヤ比 G_r 等に基づいて設定する。加えて、ハイブリッド自動車 20 の停止中あるいはモータ運転モードのもとでの走行中にエンジン 22 の始動要求に応じて当該エンジン 22 を始動させる場合、ハイブリッド ECU70 は、モータ MG1 によりエンジン 22 がクランキングされると共に、当該クランキングに伴ってリングギヤ軸 32a に作用する駆動トルクに対する反力としてのトルクがキャンセルされつつ要求トルク T_r^* に基づくトルクがリングギヤ軸 32a に出力されるようにモータ MG1 および MG2 に対するトルク指令 T_{m1^*} およびトルク指令 T_{m2^*} を設定する。

【0024】

このようにして、ハイブリッド ECU70 によりエンジン 22 の目標回転数 N_e^* や目標トルク T_{e^*} 、モータ MG1 に対するトルク指令 T_{m1^*} 、モータ MG2 に対するトルク指令 T_{m2^*} が設定されると、目標回転数 N_e^* および目標トルク T_{e^*} がエンジン ECU24 に送信されると共に、トルク指令 T_{m1^*} , T_{m2^*} がモータ ECU40 に送信される。そして、エンジン ECU24 は、ハイブリッド ECU70 からの目標回転数 N_e^* や目標トルク T_{e^*} が得られるようにエンジン 22 を制御する。また、モータ ECU40 は、ハイブリッド ECU70 からのトルク指令 T_{m1^*} に従ってモータ MG1 が駆動されると共にハイブリッド ECU70 からのトルク指令 T_{m2^*} に従ってモータ MG2 が駆動されるようにインバータ 41 , 42 のスイッチング制御を行なう。ここで、実施例のモータ ECU40 は、モータ MG1 および MG2 をトルク指令 T_{m1^*} , T_{m2^*} と回転数 N_{m1} , N_{m2} とに応じて、正弦波 PWM 電圧を用いる正弦波 PWM 制御方式、過変調 PWM 電圧を用いる過変調 PWM 制御方式および矩形波電圧を用いる矩形波制御方式という 3 つの制御方式の何れかによりインバータ 41 および 42 をスイッチング制御する。正弦波 PWM 制御方式は、一般に「PWM 制御」と称されるものであり、正弦波状の電圧指令値と三角波等の搬送波との電圧差に応じてトランジスタ T11 ~ T16、トランジスタ T21 ~ T26 をオン/オフ制御することにより、正弦波状の基本波成分をもった出力電圧（PWM 電圧）を得る方式である。正弦波 PWM 制御方式を用いた場合、昇圧コンバータ 55（平滑コンデンサ 57）から供給される昇圧後電圧（インバータ入力電圧） V_H に対する出力電圧（基本波成分の振幅）の割合である変調率 K_{md} をおおよそ値 0 ~ 値 0.61 の範囲内に設定することができる。また、過変調 PWM 制御方式は、搬送波の振幅を縮小するように歪ませた上で上述の正弦波 PWM 制御方式と同様の制御を行なうものであり、変調率をおおよそ値 0.61 ~ 0.78 の範囲内に設定可能とするものである。更に、矩形波制御方式は、理論上、最大の振幅をもった基本波成分を発生させることができるものであって、振幅一定の矩形電圧の位相（図 3 参照）をトルク指令に応じて変化させることでモータトルクを制御可能とするものである。この矩形波制御方式を用いた場合、変調

10

20

30

40

50

率 K_{md} は一定値（およそ値 0.78）となる。なお、インバータ 41, 42（モータ MG1, MG2）の制御精度（制御応答性）は、正弦波 PWM 制御方式、過変調 PWM 制御方式、矩形波制御方式の順に低下していくことになるが、矩形波制御方式を用いることにより、直流電源の電圧利用率を向上させる共に、銅損の発生やスイッチング損失を抑えてエネルギー効率を向上させることが可能となる。また、モータ MG1, MG2 の回転数が高まる高回転域においては、基本的に制御方式として矩形波制御方式が用いられることになるが、この場合には、インバータ 41, 42 側の電圧である昇圧後電圧 V_H がモータ MG1, MG2 で発生する誘起電圧よりも高くなるように弱め界磁電流を供給する弱め界磁制御が実行される。そして、実施例のハイブリッド自動車 20 では、モータ MG1, MG2 の目標動作点（現在の回転数 N_{m1} , N_{m2} およびトルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* ）に応じてバッテリー 50 の定格電圧（例えば DC150V）が所定電圧（例えば最大 650V）まで昇圧されるようにモータ ECU40 により昇圧コンバータ 55 が制御される。

10

【0025】

次に、実施例のハイブリッド自動車 20 の動作、特にリングギヤ軸 32a に走行用の動力を出力可能なモータ MG2（インバータ 42）が矩形波制御方式により制御されるとききの動作については説明する。図 4 は、モータ MG2 を矩形波制御方式により制御すべきときに、実施例のモータ ECU40 により所定時間おきに繰り返し実行される矩形波制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。なお、図 4 の矩形波制御ルーチンは、モータ MG1 を矩形波制御方式により制御すべきときにも実行され得ることはいうまでもない。

【0026】

20

図 4 の矩形波制御ルーチンの開始に際して、モータ ECU40 の図示しない CPU は、回転位置検出センサ 44 からのモータ MG2 の回転子の回転角、モータ MG2 の現在の回転数 N_{m2} 、ハイブリッド ECU70 からのモータ MG2 に対するトルク指令 T_{m2}^* 、モータ MG2 により出力されているトルクの推定値であるトルク推定値 T_{m2est} 、回転位置検出センサ 44 の検出誤差である回転角検出誤差 err といった制御に必要なデータの入力処理を実行する（ステップ S100）。ここで、モータ MG2 の現在の回転数 N_{m2} は、回転位置検出センサ 44 からの回転角に基づいて別途計算されるものである。また、トルク推定値 T_{m2est} は、例えばモータ MG2 の三相コイルの U 相、V 相の相電流 I_u , I_v を座標変換して得られる d 軸、q 軸の電流 I_d , I_q から推定可能なものであり、実施例では、d 軸、q 軸の電流 I_d , I_q とモータ MG2 の出力トルクとの関係を規定するように予め作成されたトルク推定用マップから相電流 I_u , I_v の実測値に基づく電流 I_d , I_q に対応したものがトルク推定値 T_{m2est} として別途導出される。更に、実施例において、回転位置検出センサ 44 の検出誤差である回転角検出誤差 err は、モータ ECU40 により別途実行される特許第 4007197 号公報に記載された手法に従う図示しない回転角検出誤差算出ルーチンを経て 60° ごとのズレ角として求められるものである。

30

【0027】

ステップ S100 のデータ入力処理の後、インバータ 42 からモータ MG2 に印加する矩形波電圧の位相の上限側限界値である上限側限界位相 u_l と下限側限界値である下限側限界位相 l_l とを設定する（ステップ S110）。実施例において、上限側限界位相 u_l は、回転角検出誤差 err が値 0 であるときにモータ MG2 の出力トルクを最大にする位相である基準位相 b （正の値）にステップ S100 にて入力した回転角検出誤差 err を加算した値に設定され、下限側限界位相 l_l は、回転角検出誤差 err が値 0 であるときにモータ MG2 の出力トルクを最小にする位相である基準値 $-b$ にステップ S100 にて入力した回転角検出誤差 err を加算した値に設定される。ここで、電圧位相とモータの出力トルク T との間には、次式（1）に示すような関係が成立する（ただし、（1）式において、“ p ” は極対数であり、“ ω ” は磁束鎖交数であり、“ L_d ” は d 軸のインダクタンスであり、“ L_q ” は q 軸のインダクタンスであり、“ ω_m ” はモータの角速度（ $= 2\pi \times$ 回転数）であり、“ θ ” は電圧位相である）。実施例では、かかる式（1）を利用して、トルク指令 T_{m2}^* および回転数 N_{m2} （昇圧後電圧 V_H 、

40

50

角速度、磁束鎖交数等)と基準位相 b との関係が予め定められて図示しないマップとしてモータ ECU 40 の記憶装置(図示省略)に記憶されており、ステップ S 110 では、当該マップからトルク指令 T_{m2}^* と回転数 N_{m2} とに対応した基準位相 b が導出される。このようなステップ S 110 の処理が実行されることにより、図 5 に示すように、回転角検出誤差 err が正の値である場合すなわち回転位置検出センサ 44 が回転角を真値よりも大きい値として検出する場合には、上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ が基準位相 b および $-b$ を値 err だけ進み側に補正した値に設定される(図 5 の一点鎖線参照)。また、回転角検出誤差 err が負の値である場合すなわち回転位置検出センサ 44 が回転角を真値よりも小さい値として検出する場合には、上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ が基準位相 b および $-b$ を値 err だけ遅れ側に補正した値に設定される(図 5 の二点鎖線参照)。

10

【0028】

【数1】

$$T = \frac{p}{2} \cdot \frac{(\sqrt{6}/\pi)^2 \cdot (Ld - Lq)}{Ld \cdot Lq} \cdot \left(\frac{VH}{\omega} \right)^2 \cdot \sin 2\psi + p \cdot \phi \cdot \frac{\sqrt{6}/\pi \cdot VH}{\omega \cdot Ld} \cdot \sin \psi \quad \dots (1)$$

【0029】

こうして上限側限界位相 $u1$ と下限側限界位相 $l1$ とを設定したならば、ステップ S 100 にて入力したトルク指令 T_{m2}^* とトルク推定値 T_{m2est} とを用いて次式(2)に従いインバータ 42 からモータ MG 2 に印加する矩形波電圧の位相の仮の目標値である仮電圧位相 t_{mp} を設定する(ステップ S 120)。式(2)は、目標トルクとしてのトルク指令 T_{m2}^* とモータ MG 2 の出力トルクを示すトルク推定値 T_{m2est} との差($T_{m2}^* - T_{m2est}$)をできるだけ小さくするためのフィードバック制御における関係式であり、式(2)中、右辺第1項の「 k_p 」は比例項のゲインであり、右辺第2項の「 k_i 」は積分項のゲインである。続いて、ステップ S 120 にて設定した仮電圧位相 t_{mp} と上限側限界位相 $u1$ との小さい方と、下限側限界位相 $l1$ との大きい方を目標電圧位相 $*$ として設定する(ステップ S 130)。そして、ステップ S 100 にて入力した回転角とステップ S 130 にて設定した目標電圧位相 $*$ とに基づいてインバータ 42 を制御する(ステップ S 140)。すなわち、ステップ S 140 では、回転角と目標電圧位相 $*$ とに従った U 相、V 相および W 相の各相に対する矩形波パルス

20

30

【0030】

$$t_{mp} = k_p \cdot (T_{m2}^* - T_{m2est}) + k_i \cdot (T_{m2}^* - T_{m2est}) \cdot dt \quad \dots (2)$$

【0031】

以上説明したように、実施例のハイブリッド自動車 20 では、モータ MG 2 にインバータ 42 から矩形波電圧を印加して当該モータ MG 2 にトルク指令 T_{m2}^* に応じたトルクを出力させるときに、モータ MG 2 の出力トルクの絶対値を最大にする位相である基準位相 b 、 $-b$ が回転角検出誤差 err で補正された上で矩形波電圧の上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ として設定される(ステップ S 110)。そして、トルク指令 T_{m2}^* とモータ MG 2 の出力トルクを示すトルク推定値 T_{m2est} との差であるトルク偏差が減少するように上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相 $*$ が設定され(ステップ S 120、S 130)、こうして設定された目標電圧位相 $*$ と回転位置検出センサ 44 により検出されたモータ MG 2 の回転子の回転角とに基づいてインバータ 42 が制御される(ステップ S 140)。このように、回転位置検出センサ 44 の検出誤差である回転角検出誤差 err を考慮しながら矩形波電圧の上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ を設定すると共に上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相 $*$ を設定することにより、回転角検出誤差 err に起因して、矩形波電圧の実際の位相がモータ MG 2 の出力トルクの絶対値を最大

40

50

する位相（基準位相 b , $-b$ ）により規定される範囲外の値となったり、矩形波電圧の実際の位相変化がモータMG2の出力トルクの絶対値を最大にする位相（基準位相 b , $-b$ ）に達する前に制限されてしまったりすることを抑制し、モータMG2から本来得ることができるトルクをより確実に出力することが可能となる。

【0032】

図6は、本発明の変形例に係る矩形波制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。図6の矩形波制御ルーチンは、上述のハイブリッド自動車20においてモータMG2を矩形波制御方式により制御すべきときに、モータECU40により所定時間おきに繰り返し実行され得るものである。なお、図6の矩形波制御ルーチンも、モータMG1を矩形波制御方式により制御すべきときに実行され得ることはいうまでもない。

10

【0033】

図6の矩形波制御ルーチンの開始に際して、モータECU40の図示しないCPUは、回転位置検出センサ44からのモータMG2の回転子の回転角 θ や、モータMG2の現在の回転数 $Nm2$ 、ハイブリッドECU70からのモータMG2に対するトルク指令 $Tm2^*$ 、トルク推定値 $Tm2est$ といった制御に必要なデータの入力処理を実行する（ステップS200）。ステップS200のデータ入力処理の後、例えば、本ルーチンの前回実行時における目標電圧位相 θ^* を前回の上限側限界位相 $u1$ から所定値を減じた値や下限側限界位相 $l1$ に所定値を加算した値と比較することにより、矩形波電圧の位相が上限側限界位相 $u1$ あるいは下限側限界位相 $l1$ 付近にあるか否かを判定する（ステップS210）。矩形波電圧の位相が上限側限界位相 $u1$ あるいは下限側限界位相 $l1$ 付近になれば、図4のステップS110にて用いられるものと同様のマップから導出されるトルク指令 $Tm2^*$ と回転数 $Nm2$ とに対応した基準位相 b を上限側限界位相 $u1$ として設定すると共に、基準値 $-b$ を下限側限界位相 $l1$ として設定する（ステップS220）。続いて、ステップS200にて入力したトルク指令 $Tm2^*$ とトルク推定値 $Tm2est$ とを用いて上記式（2）に従いインバータ42からモータMG2に印加する矩形波電圧の位相の仮の目標値である仮電圧位相 θ_{tmp} を設定する（ステップS230）。そして、仮電圧位相 θ_{tmp} を設定したならば、図4のステップS130と同様にして目標電圧位相 θ^* を設定すると共に（ステップS240）、図4のステップS140と同様にしてインバータ42を制御し（ステップS250）、再度ステップS200以降の処理を実行する。

20

30

【0034】

一方、ステップS210にて矩形波電圧の位相が上限側限界位相 $u1$ あるいは下限側限界位相 $l1$ 付近にあると判断された場合には、本ルーチンの前回実行時に目標電圧位相 θ^* が進められたか（増加させられたか）否かを判定し（ステップS260）、本ルーチンの前回実行時に目標電圧位相 θ^* が進められていた場合には、ステップS200にて入力したトルク推定値 $Tm2est$ （今回値）が本ルーチンの前回実行時にステップS200にて入力したトルク推定値 $Tm2est$ （前回値）以下であるか否かを判定する（ステップS270）。ステップS270にてトルク推定値 $Tm2est$ の今回値が前回値以下であると判断される場合には、矩形波電圧の位相 θ を進めたにも拘わらずモータMG2の出力トルクが増加していない（減少している）ことになる。従って、ステップS270にて肯定判断がなされた場合には、上限側限界位相 $u1$ を現在の値から所定値（例えば $5 \sim 10^\circ$ 程度の値）を減じた値に設定すると共に、下限側限界位相 $l1$ を現在の値に所定値 Δ を加算した値に設定すると共に（ステップS280）、上述のステップS230～S250の処理を実行した上で、再度ステップS200以降の処理を実行する。これに対して、ステップS270にて否定判断がなされた場合には、上述のステップS220～S250の処理を実行した上で、再度ステップS200以降の処理を実行する。

40

【0035】

また、ステップS260にて本ルーチンの前回実行時に目標電圧位相 θ^* が進められていないと判断された場合には、トルク推定値 $Tm2est$ の今回値が前回値以上であるか否かを判定する（ステップS290）。ステップS290にてトルク推定値 $Tm2est$

50

の今回値が前回値以上であると判断される場合には、矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらずモータMG2の出力トルクが減少していない（増加している）ことになる。従って、ステップS290にて肯定判断がなされた場合にも、上限側限界位相 $u1$ を現在の値から所定値を減じた値に設定すると共に、下限側限界位相 $l1$ を現在の値に所定値を加算した値に設定すると共に（ステップS280）、上述のステップS230～S250の処理を実行した上で、再度ステップS200以降の処理を実行する。これに対して、ステップS290にて否定判断がなされた場合には、上述のステップS220～S250の処理を実行した上で、再度ステップS200以降の処理を実行する。

【0036】

上述の図6の矩形波制御ルーチンを採用した場合、モータMG2にインバータ42から矩形波電圧を印加して当該モータMG2にトルク指令 $Tm2^*$ に応じたトルクを出力させるときに、モータMG2の出力トルクの絶対値を最大にする位相である基準位相 $b, -b$ が矩形波電圧の上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ として設定されると共に（ステップS220）、矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらずモータMG2の出力トルクが増加していない場合（ステップS270）および矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらずモータMG2の出力トルクが減少していない場合（ステップS290）に上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ により規定される位相範囲が狭まるように上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ が補正される（ステップS280）。そして、トルク指令 $Tm2^*$ とモータMG2の出力トルクを示すトルク推定値 $Tm2_{est}$ との差であるトルク偏差が減少するように上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相 $*$ が設定され（ステップS230, S240）、こうして設定された目標電圧位相 $*$ と回転位置検出センサ44により検出されたモータMG2の回転子の回転角 θ に基づいてインバータ42が制御される（ステップS250）。このように、矩形波電圧の位相の設定状態とモータMG2から実際に出力されるトルクを示すトルク推定値 $Tm2_{est}$ との関係に応じて矩形波電圧の上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ を補正すると共に上限側限界位相 $u1$ および下限側限界位相 $l1$ により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相 $*$ を設定すれば、上述のような回転位置検出センサ44等の検出誤差や周囲環境温度の影響といった様々な要因から矩形波電圧の実際の位相がモータMG2の出力トルクの絶対値を最大にする位相である基準位相 $b, -b$ により規定される範囲外の値となってしまうことを抑制し、モータMG2から本来得ることができるトルクをより確実に出力することが可能となる。

【0037】

なお、上記実施例のハイブリッド自動車20では、車軸としてのリングギヤ軸32aとモータMG2とがモータMG2の回転数を減速してリングギヤ軸32aに伝達する減速ギヤ35を介して連結されているが、減速ギヤ35の代わりに、例えばHi, Loの2段の変速段あるいは3段以上の変速段を有したモータMG2の回転数を減速してリングギヤ軸32aに伝達する変速機を採用してもよい。また、実施例のハイブリッド自動車20は、モータMG2の動力をリングギヤ軸32aに接続された車軸に出力するものであるが、本発明の適用対象はこれに限られるものでもない。すなわち、本発明は、図7に示す変形例としてのハイブリッド自動車120のように、モータMG2の動力をリングギヤ軸32aに接続された車軸（車輪39a, 39bが接続された車軸）とは異なる車軸（図7における車輪39c, 39dに接続された車軸）に出力するものに適用されてもよい。また、エンジン22は、ガソリンや軽油といった炭化水素系の燃料の供給を受けて動力を出力する内燃機関以外の水素エンジンといったような他の形式のものであってもよく、モータMG1, MG2は、同期発電電動機以外の誘導電動機といったような他の形式のものであってもよい。

【0038】

ここで、上記実施例や変形例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明しておく。すなわち、上記実施例等において

10

20

30

40

50

、直流電源であるバッテリー50からの電圧を用いてモータMG2を駆動可能なインバータ42が「インバータ」に相当し、モータMG2の回転子の回転位置すなわち回転角を検出する回転位置検出センサ44が「回転位置検出手段」に相当し、図示しない回転角検出誤差算出ルーチンを実行して回転角検出誤差 err を 60° ほどのズレ角として求めるモータECU40が「誤差取得手段」に相当し、図2のステップS110の処理を実行するモータECU40が「限界位相設定手段」に相当し、図2のステップS120およびS130の処理を実行するモータECU40が「目標電圧位相設定手段」に相当し、図2のステップS140の処理を実行するモータECU40が「インバータ制御手段」に相当する。また、図6のステップS210～S290の処理を実行するモータECU40も「限界位相設定手段」に相当し、図6のステップS230およびS240の処理を実行するモータECU40も「目標電圧位相設定手段」に相当し、図6のステップS250の処理を実行するモータECU40も「インバータ制御手段」に相当する。

10

【0039】

ただし、「回転位置検出手段」は、交流モータの回転子の回転位置を検出可能なものであれば、レゾルバである回転位置検出センサ44以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。「誤差検出手段」は、回転位置検出手段の検出誤差を取得可能なものであれば、特許第4007197号公報に記載された手法に従って回転角検出誤差 err を取得するモータECU40以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。「限界位相設定手段」は、交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする矩形波電圧の位相を回転位置検出手段の検出誤差で補正して矩形波電圧の限界位相として設定するものであれば、モータECU40以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。「目標電圧位相設定手段」は、目標トルクと交流モータの出力トルクとの差を示すトルク偏差が減少するように限界位相により規定される位相範囲内で矩形波電圧の目標電圧位相を設定するものであれば、モータECU40以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。「インバータ制御手段」は、回転子の回転位置と目標電圧位相とに基づいてインバータを制御するものであれば、モータECU40以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。また、「出力トルク取得手段」は、交流モータの出力トルクを検出または推定可能なものであれば、モータECU40以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。更に、「限界位相設定手段」は、交流モータの出力トルクの絶対値を最大にする矩形波電圧の位相を限界位相として設定すると共に、矩形波電圧の位相を進めたにも拘わらず出力トルクが増加していない場合および矩形波電圧の位相を遅らせたにも拘わらず出力トルクが減少していない場合に限界位相により規定される位相範囲が狭まるように限界位相を補正するものであれば、モータECU40以外の他の如何なる形式のものであっても構わない。何れにしても、これら実施例および変形例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係は、実施例が課題を解決するための手段の欄に記載した発明を実施するための最良の形態を具体的に説明するための一例であることから、課題を解決するための手段の欄に記載した発明の要素を限定するものではない。すなわち、実施例はあくまで課題を解決するための手段の欄に記載した発明の具体的な一例に過ぎず、課題を解決するための手段の欄に記載した発明の解釈は、その欄の記載に基づいて行なわれるべきものである。

20

30

40

【0040】

以上、実施例を用いて本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、様々な変更をなし得ることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0041】

本発明は、モータ駆動制御装置の製造産業等において利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の実施例に係るモータ駆動制御装置を備えたハイブリッド自動車20の概

50

略構成図である。

【図2】モータMG1およびMG2を含むモータ駆動制御系の概略構成図である。

【図3】回転子の回転角とモータMG2に印加される矩形波電圧との関係を例示する説明図である。

【図4】実施例のモータECU40により実行される矩形波制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図5】電圧位相とモータMG2の出力トルクとの関係を例示する説明図である。

【図6】変形例に係る矩形波制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図7】変形例に係るハイブリッド自動車120の概略構成図である。

【符号の説明】

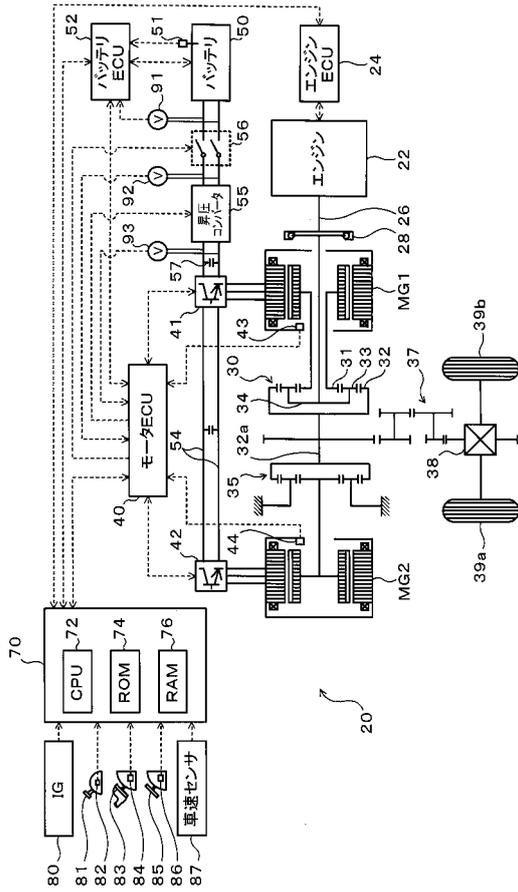
【0043】

20, 120 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制御ユニット(エンジンECU)、26 クランクシャフト、28 ダンパ、30 動力分配統合機構、31 サンギヤ、32 リングギヤ、32a リングギヤ軸、33 ピニオンギヤ、34 キャリア、35 減速ギヤ、37 ギヤ機構、38 デファレンシャルギヤ、39a~39d 車輪、40 モータ用電子制御ユニット(モータECU)、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、51 温度センサ、52 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリECU)、54 電力ライン、54a 正極母線、54b 負極母線、55 昇圧コンバータ、56 システムメインリレー、57, 59 平滑コンデンサ、70 ハイブリッド用電子制御ユニット(ハイブリッドECU)、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 プレーキペダル、86 プレーキペダルストロークセンサ、87 車速センサ、91 第1電圧センサ、92 第2電圧センサ、93 第3電圧センサ、95v, 95w, 96v, 96w 電流センサ、D11~D16, D21~D26, D31, D32 ダイオード、Lリアクトル、MG1, MG2 モータ、T11~T16, T21~26, T31, T32 トランジスタ。

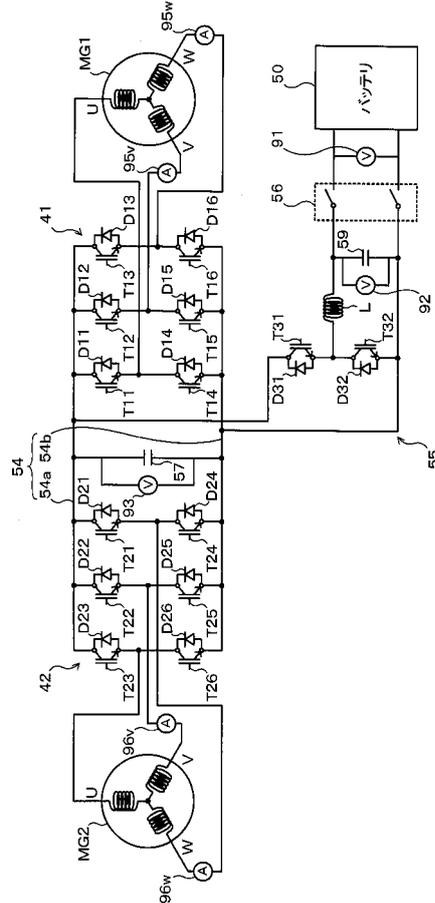
10

20

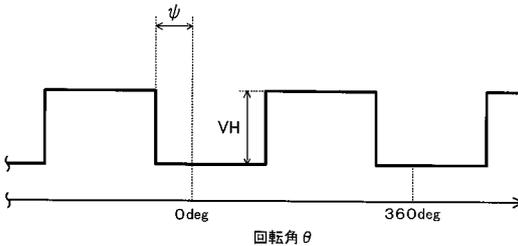
【図1】



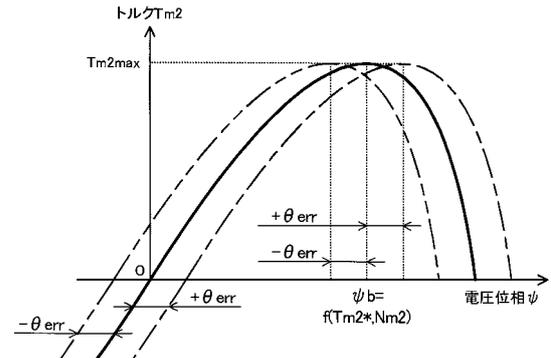
【図2】



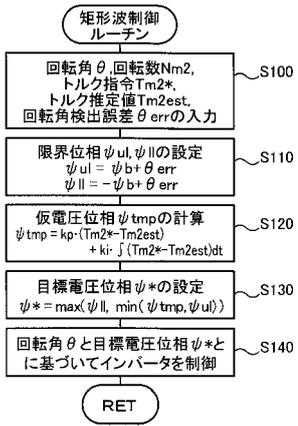
【図3】



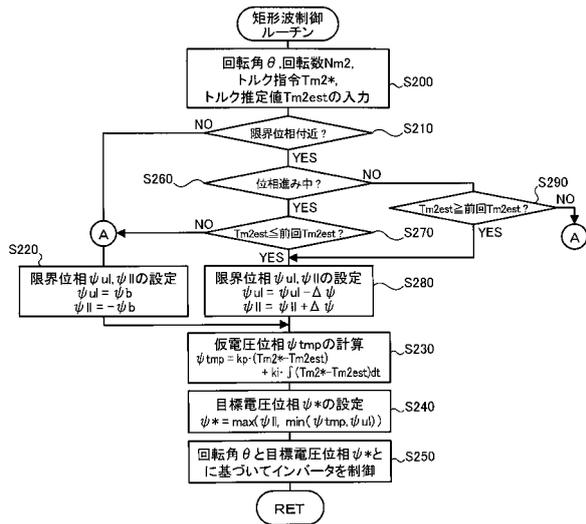
【図5】



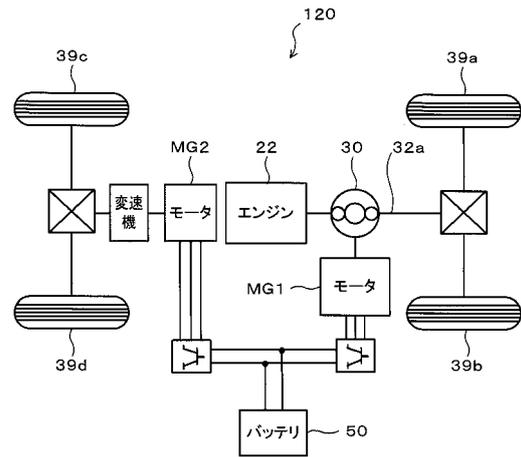
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 武志
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 高橋 祐介

(56)参考文献 特開2000-050689(JP,A)
特開平09-047066(JP,A)
特開2007-215394(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 27/06