

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-13201
(P2013-13201A)

(43) 公開日 平成25年1月17日(2013.1.17)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|------------------------------|-----------------|-------------|
| B60L 15/20 (2006.01) | B60L 15/20 ZHVY | 3D202 |
| H02M 3/155 (2006.01) | H02M 3/155 F | 5H007 |
| H02M 7/5387 (2007.01) | H02M 7/5387 Z | 5H125 |
| B60K 6/445 (2007.10) | B60K 6/445 | 5H730 |
| B60K 6/52 (2007.10) | B60K 6/52 | |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-143335 (P2011-143335)
(22) 出願日 平成23年6月28日 (2011.6.28)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 110000017
特許業務法人アイテック国際特許事務所
(72) 発明者 岩田 秀一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3D202 AA03 AA08 BB24 CC13 DD01
DD05 DD06 DD07 DD10 DD18
DD25 DD26 DD27 DD33 DD45
DD46 DD47 DD48 FF02 FF04
5H007 BB06 CA01 CB02 CB05 CC12
CC23

最終頁に続く

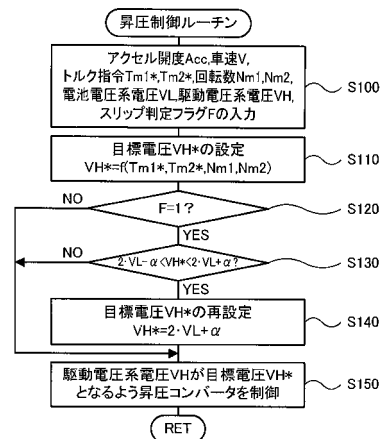
(54) 【発明の名称】 電動車両

(57) 【要約】

【課題】昇圧コンバータの素子を保護する。

【解決手段】駆動輪のスリップ時において、モータの駆動に応じて設定した駆動電圧系電力ラインの目標電圧 V_{H*} が電池電圧系電力ラインの電圧 V_L の2倍プラスマイナスの範囲外となるときには駆動電圧系電力ラインの電圧 V_H が設定した目標電圧 V_{H*} となるよう昇圧コンバータを制御し (S130, S150)、目標電圧 V_{H*} が電圧 V_L の2倍プラスマイナスの範囲内となるときには電圧 V_L の2倍プラスマイナスの範囲を上回る値を目標電圧 V_{H*} として再設定して駆動電圧系電力ラインの電圧 V_H が再設定した目標電圧 V_{H*} となるよう昇圧コンバータを制御する (S130~S150)。これにより、駆動輪のスリップ時に、昇圧コンバータのリアクトルに流れる電流 I_L が過剰に大きくなるのを抑制することができ、昇圧コンバータの素子をより保護することができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

駆動輪に動力を入出力するモータと、バッテリーと、リアクトルとスイッチング素子とを有し前記バッテリーが接続された電池電圧系の電力を昇圧して前記モータが接続された駆動電圧系に供給可能な昇圧コンバータと、前記駆動電圧系の電圧が車両の運転条件に応じた目標電圧となるよう前記昇圧コンバータを制御する昇圧制御手段と、を備える電動車両において、

前記昇圧制御手段は、前記駆動輪のスリップ時には、前記駆動電圧系の電圧が前記電池電圧系の電圧の 2 倍を含む所定範囲外となるよう前記昇圧コンバータを制御する手段である、

10

電動車両。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電動車両に関し、詳しくは、駆動輪に動力を入出力するモータと、バッテリーと、リアクトルとスイッチング素子とを有しバッテリーが接続された電池電圧系の電力を昇圧してモータが接続された駆動電圧系に供給可能な昇圧コンバータと、駆動電圧系の電圧が車両の運転条件に応じた目標電圧となるよう昇圧コンバータを制御する昇圧制御手段と、を備える電動車両に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来、この種の技術としては、蓄電池と、蓄電池の電圧を昇圧する昇圧回路と、昇圧された直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、昇圧された直流電圧の変動を抑制するように昇圧回路を閉ループ制御する電圧制御部と、を備え、電圧制御部の応答時定数を交流電圧の周期の 1 倍以上としたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この技術では、閉ループ制御の応答時定数を長くとることによって、交流電圧の周波数変動に対する過度な反応を鈍化させ、蓄電池のリプル電流を低減している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

30

【特許文献 1】特開 2010 - 148164 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

バッテリーからの電力を昇圧してモータに供給可能な昇圧コンバータを備える電動車両では、昇圧コンバータの素子の保護を図ることが重要な課題の一つとして考えられている。特に、駆動輪のスリップ時には、モータの回転数の上昇によってモータの消費電力が大きくなりやすく、昇圧コンバータのリアクトルに流れる電流が大きくなりやすいことから、そのピーク値を抑制するために、電流のリプル成分を小さくすることが望まれる。

【0005】

40

本発明の電動車両は、昇圧コンバータの素子を保護することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の電動車両は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明の電動車両は、

駆動輪に動力を入出力するモータと、バッテリーと、リアクトルとスイッチング素子とを有し前記バッテリーが接続された電池電圧系の電力を昇圧して前記モータが接続された駆動電圧系に供給可能な昇圧コンバータと、前記駆動電圧系の電圧が車両の運転条件に応じた目標電圧となるよう前記昇圧コンバータを制御する昇圧制御手段と、を備える電動車両に

50

において、

前記昇圧制御手段は、前記駆動輪のスリップ時には、前記駆動電圧系の電圧が前記電池電圧系の電圧の2倍を含む所定範囲外となるよう前記昇圧コンバータを制御する手段である、

ことを要旨とする。

【0008】

この本発明の電動車両では、駆動輪のスリップ時には、駆動電圧系の電圧が電池電圧系の電圧の2倍を含む所定範囲外となるよう昇圧コンバータを制御する。リアクトルに流れる電流のリプル成分の大きさ I_L は、電池電圧系の電圧を V_L 、駆動電圧系の電圧を V_H 、リアクトルのインダクタンスを L 、スイッチング素子のスイッチング周波数（キャリア周波数）を f_c とすると、次式（1）により計算され、駆動電圧系の電圧 V_H が電池電圧系の電圧 V_L の2倍のとき（電池電圧系の電圧 V_L と駆動電圧系の電圧 V_H との比が1：2のとき）に最大となる。前述したように、駆動輪のスリップ時には、リアクトルに流れる電流が大きくなりやすいから、駆動電圧系の電圧が電池電圧系の電圧の2倍を含む所定範囲外となるよう昇圧コンバータを制御することにより、リアクトルに流れる電流のリプル成分が最大とならない範囲で駆動電圧系の電圧を調節することができ、リアクトルに流れる電流のピーク値が過剰になるのを抑制することができる。この結果、昇圧コンバータの素子をより保護することができる。もとより、駆動輪のスリップ時でないときには、駆動電圧系の電圧が電池電圧系の電圧の2倍を含む所定範囲外となるよう昇圧コンバータを制御することを行なわないから、何ら制限されることなく電池電圧系の電力を昇圧して駆動電圧系に供給することができる。

10

20

【0009】

【数1】

$$\Delta I_L = \frac{V_L}{L} \times \frac{V_H - V_L}{V_H} \times \frac{1}{f_c} = \frac{1}{L \times f_c} \left\{ \frac{-1}{V_H} \left(V_L - \frac{V_H}{2} \right)^2 + \frac{V_H}{4} \right\} \quad \dots(1)$$

【0010】

こうした本発明の電動車両において、前記昇圧制御手段は、前記駆動輪のスリップ時に前記駆動電圧系の電圧が前記所定範囲内となるときには、前記駆動電圧系の電圧が前記目標電圧より高く且つ前記所定範囲外となるよう前記昇圧コンバータを制御する手段である、ものとすることもできる。こうすれば、電動機の駆動制御を余裕をもって行なうことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

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

【図2】モータMG1、MG2を含む電機駆動系の構成の概略を示す構成図である。

【図3】ハイブリッド用電子制御ユニット70により実行される昇圧制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図4】電池電圧系電力ライン54bの電圧 V_L とリプル成分 I_L との関係を示す説明図である。

40

【図5】変形例のハイブリッド自動車120の構成の概略を示す構成図である。

【図6】変形例のハイブリッド自動車220の構成の概略を示す構成図である。

【図7】変形例のハイブリッド自動車320の構成の概略を示す構成図である。

【図8】変形例の電機自動車420の構成の概略を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【実施例】

【0013】

50

図1は、本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車20は、図示するように、ガソリンや軽油などを燃料とするエンジン22と、エンジン22を駆動制御するエンジン用電子制御ユニット(以下、エンジンECUという)24と、エンジン22のクランクシャフト26にキャリアが接続されると共に駆動輪38a, 38bにデファレンシャルギヤ37を介して連結された駆動軸36にリングギヤが接続されたプラネタリギヤ30と、例えば同期発電電動機として構成されて回転子がプラネタリギヤ30のサンギヤに接続されたモータMG1と、例えば同期発電電動機として構成されて回転子が駆動軸36に接続されたモータMG2と、モータMG1, MG2を駆動するためのインバータ41, 42と、インバータ41, 42をスイッチング制御することによってモータMG1, MG2を駆動制御するモータ用電子制御ユニット(以下、モータECUという)40と、例えばリチウムイオン二次電池として構成されたバッテリー50と、バッテリー50を管理する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と、インバータ41, 42が接続された電力ライン(以下、駆動電圧系電力ラインという)54aとバッテリー50が接続された電力ライン(以下、電池電圧系電力ラインという)54bとに接続されて駆動電圧系電力ライン54aの電圧V_Hを電池電圧系電力ライン54bの電圧V_Lから最大許容電圧V_{Hmax}の範囲内で調節すると共に駆動電圧系電力ライン54aと電池電圧系電力ライン54bとの間で電力のやりとりを行なう昇圧コンバータ55と、車両全体を制御するハイブリッド用電子制御ユニット70と、を備える。ここで、最大許容電圧V_{Hmax}は、後述のコンデンサ57の耐圧よりも若干低い値などを用いることができる。

10

20

【0014】

モータMG1およびモータMG2は、いずれも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備える周知の同期発電電動機として構成されている。インバータ41, 42は、図2のモータMG1, MG2を含む電機駆動系の構成図に示すように、6つのトランジスタT11~T16, T21~T26と、トランジスタT11~T16, T21~T26に逆方向に並列接続された6つのダイオードD11~D16, D21~D26と、により構成されている。トランジスタT11~T16, T21~T26は、それぞれ駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線とに対してソース側とシンク側になるよう2個ずつペアで配置されており、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。したがって、駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線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でき、モータMG1, MG2を回転駆動することができる。インバータ41, 42は、駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線とを共用しているから、モータMG1, MG2のいず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。駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線とには平滑用のコンデンサ57が接続されている。

30

【0015】

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ROMやRAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。モータECU40には、モータMG1, MG2を駆動制御するために必要な信号、例えばモータMG1, MG2の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ43, 44からのモータMG1, MG2の回転子の回転位置や図示しない電流センサにより検出されるモータMG1, MG2に印加される相電流, インバータ41, 42に取り付けられた図示しない温度センサからのインバータ温度などが入力されており、モータECU40からは、インバータ41, 42のトランジスタT11~T16, T21~T26へのスイッチング制御信号が出力されている。モータECU40は、ハイブリッド用電子制御ユニット70と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット70からの制御信号によってモータMG1, MG2を駆動制御すると共に必要に応じてモータMG1, MG2の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。なお、モータECU40は、回転位置

40

50

検出センサ 43, 44 からのモータ MG1, MG2 の回転子の回転位置に基づいてモータ MG1, MG2 の回転数 Nm1, Nm2 も演算している。

【0016】

昇圧コンバータ 55 は、図 2 に示すように、2つのトランジスタ T31, T32 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 とからなる昇圧コンバータとして構成されている。2つのトランジスタ T31, T32 は、それぞれ駆動電圧系電力ライン 54a の正極母線と駆動電圧系電力ライン 54a および電池電圧系電力ライン 54b の負極母線とに接続されており、そ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 と駆動電圧系電力ライン 54a および電池電圧系電力ライン 54b の負極母線とにはそれぞれバッテリー 50 の正極端子と負極端子とが接続されている。したがって、トランジスタ T31, T32 をオンオフ制御することにより、電池電圧系電力ライン 54b の電力を昇圧して駆動電圧系電力ライン 54a に供給したり、駆動電圧系電力ライン 54a の電力を降圧して電池電圧系電力ライン 54b に供給したりすることができる。リアクトル L と駆動電圧系電力ライン 54a および電池電圧系電力ライン 54b の負極母線とには平滑用のコンデンサ 58 が接続されている。

10

【0017】

バッテリー ECU 52 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 ROM や RAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。バッテリー ECU 52 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図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー 50 の出力端子に接続された電池電圧系電力ライン 54b 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 に取り付けられた図示しない温度センサからの電池温度などが入力されており、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用電子制御ユニット 70 に出力する。また、バッテリー ECU 52 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) を演算したり、演算した残容量 (SOC) と電池温度 T_b とに基づいてバッテリー 50 を充放電してもよい最大許容電力である入出力制限 W_{in}, W_{out} を演算している。なお、バッテリー 50 の入出力制限 W_{in}, W_{out} は、電池温度 T_b に基づいて入出力制限 W_{in}, W_{out} の基本値を設定し、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 W_{in}, W_{out} の基本値に補正係数を乗じることにより設定することができる。

20

30

【0018】

ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、CPU 72 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 72 の他に処理プログラムを記憶する ROM 74 と、データを一時的に記憶する RAM 76 と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 には、コンデンサ 57 の端子間に取り付けられた電圧センサ 57a からのコンデンサ 57 の電圧 (駆動電圧系電力ライン 54a の電圧) V_H やコンデンサ 58 の端子間に取り付けられた電圧センサ 58a からのコンデンサ 58 の電圧 (電池電圧系電力ライン 54b の電圧) V_L, イグニッションスイッチ 80 からのイグニッション信号, シフトレバーの操作位置を検出するシフトポジションセンサ 82 からのシフトポジション S_P, アクセルペダル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 A_{cc}, ブレーキペダルの踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ 86 からのブレーキペダルポジション B_P, 車速センサ 88 からの車速 V などが入力ポートを介して入力されている。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 からは、昇圧コンバータ 55 のトランジスタ T31, T32 へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、前述したように、エンジン ECU 24 やモータ ECU 40, バッテリー ECU 52 と通信ポートを介して接続されており、エンジン ECU 24 やモータ ECU 40, バッテリー ECU 52 と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

40

【0019】

50

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車 20 は、運転者によるアクセルペダルの踏み込み量に対応するアクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて駆動軸 36 に出力すべき要求トルクを計算し、この要求トルクに対応する要求動力が駆動軸 36 に出力されるように、エンジン 22 とモータ $MG1$ とモータ $MG2$ とが運転制御される。エンジン 22 とモータ $MG1$ とモータ $MG2$ の運転制御としては、要求動力に見合う動力がエンジン 22 から出力されるようにエンジン 22 を運転制御すると共にエンジン 22 から出力される動力のすべてがプラネタリギヤ 30 とモータ $MG1$ とモータ $MG2$ とによってトルク変換されて駆動軸 36 に出力されるようモータ $MG1$ およびモータ $MG2$ を駆動制御するトルク変換運転モードや要求動力とバッテリー 50 の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン 22 から出力されるようにエンジン 22 を運転制御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その一部がプラネタリギヤ 30 とモータ $MG1$ とモータ $MG2$ とによるトルク変換を伴って要求動力が駆動軸 36 に出力されるようモータ $MG1$ およびモータ $MG2$ を駆動制御する充放電運転モード、エンジン 22 の運転を停止してモータ $MG2$ からの要求動力に見合う動力を駆動軸 36 に出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。なお、トルク変換運転モードと充放電運転モードは、いずれもエンジン 22 の運転を伴って要求動力が駆動軸 36 に出力されるようエンジン 22 とモータ $MG1$, $MG2$ とを制御するモードであるから、両者を合わせてエンジン運転モードとして考えることができる。

10

20

30

40

50

【0020】

エンジン運転モードでは、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、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 A_{cc} と車速センサ 88 からの車速 V とに基づいて駆動軸 36 に出力すべき要求トルク T_r^* を設定し、設定した要求トルク T_r^* に駆動軸 36 の回転数 N_r (例えば、モータ $MG2$ の回転数 N_{m2} や車速 V に換算係数を乗じて得られる回転数) を乗じて走行に要求される走行用パワー P_{drv}^* を計算すると共に計算した走行用パワー P_{drv}^* からバッテリー 50 の残容量 (SOC) に基づいて得られるバッテリー 50 の充放電要求パワー P_b^* (バッテリー 50 から放電するときが正の値) を減じてエンジン 22 から出力すべきパワーとしての要求パワー P_e^* を設定し、要求パワー P_e^* を効率よくエンジン 22 から出力することができるエンジン 22 の回転数 N_e とトルク T_e との関係としての動作ライン (例えば燃費最適動作ライン) を用いてエンジン 22 の目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とを設定し、バッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} の範囲内で、エンジン 22 を目標回転数 N_e^* で回転させるための回転数フィードバック制御によりモータ $MG1$ から出力すべきトルクとしてのトルク指令 T_{m1}^* を設定すると共にモータ $MG1$ をトルク指令 T_{m1}^* で駆動したときにプラネタリギヤ 30 を介して駆動軸 36 に作用するトルクを要求トルク T_r^* から減じてモータ $MG2$ のトルク指令 T_{m2}^* を設定し、目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* についてはエンジン ECU 24 に送信し、トルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* についてはモータ ECU 40 に送信する。そして、目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とを受信したエンジン ECU 24 は、目標回転数 N_e^* と目標トルク T_e^* とによってエンジン 22 が運転されるようエンジン 22 における吸入空気量制御や燃料噴射制御, 点火制御などを行なう。また、トルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* を受信したモータ ECU 40 は、モータ $MG1$, $MG2$ がトルク指令 T_{m1}^* , T_{m2}^* で駆動されるようインバータ 41 , 42 のトランジスタ $T_{11} \sim T_{16}$, $T_{21} \sim T_{26}$ のスイッチング制御を行なう。このエンジン運転モードでは、エンジン 22 の要求パワー P_e^* がエンジン 22 を効率よく運転するためにエンジン 22 を運転停止した方がよいとして定められた閾値 P_{stop} 未満に至ったときなどに、エンジン 22 の運転を停止してモータ運転モードに移行する。

【0021】

モータ運転モードでは、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、アクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて駆動軸 36 に出力すべき要求トルク T_r^* を設定し、モータ $MG1$ のトルク指令 T_{m1}^* に値 0 を設定すると共にバッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} の範囲内で要求トルク T_r^* が駆動軸 36 に出力されるようモータ $MG2$ のトルク指令

Tm2*を設定してこれらをモータECU40に送信する。そして、トルク指令Tm1*、Tm2*を受信したモータECU40は、モータMG1、MG2がトルク指令Tm1*、Tm2*で駆動されるようインバータ41、42のトランジスタT11~T16、T21~T26のスイッチング制御を行なう。このモータ運転モードでは、要求トルクTr*に駆動軸36の回転数Nrを乗じて得られる走行用パワーPdrv*からバッテリー50の充放電要求パワーPb*を減じて得られるエンジン22の要求パワーPe*がエンジン22を効率よく運転するためにエンジン22を始動した方がよいとして定められた閾値Pstart以上に至ったときなどに、エンジン22を始動してエンジン運転モードに移行する。

【0022】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20の動作、特に、駆動電圧系電力ライン54aの電圧VHを調節する制御について説明する。図3は、ハイブリッド用電子制御ユニット70により実行される昇圧制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎(例えば、数ms毎)に繰り返し実行される。

【0023】

昇圧制御ルーチンが実行されると、ハイブリッド用電子制御ユニット70のCPU72は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Accや車速センサ88からの車速V、モータMG1、MG2のトルク指令Tm1*、Tm2*や回転数Nm1、Nm2、電圧センサ58aからのコンデンサ58の電圧(電池電圧系電力ライン54bの電圧)VL、電圧センサ57aからのコンデンサ57の電圧(駆動電圧系電力ライン54aの電圧)VH、スリップ判定フラグFなど制御に必要なデータを入力する(ステップS100)。ここで、モータMG1、MG2の回転数Nm1、Nm2は、回転位置検出センサ43、44により検出されたモータMG1、MG2の回転子の回転位置に基づいて演算されたものをモータECU40から通信により入力するものとした。また、モータMG1、MG2のトルク指令Tm1*、Tm2*は、上述の駆動制御の処理で設定されたものを入力するものとした。スリップ判定フラグFは、初期値として値0が設定され、駆動輪38a、38bの空転によるスリップが生じたときに値1が設定され、その状態からスリップが収束したときに値0が設定されるフラグである。なお、駆動輪38a、38bのスリップが生じたか否かは、駆動輪38a、38bに車輪速センサを取り付けてその車輪速センサによって検出される車輪速の変化率を用いたり、モータMG2の回転数Nm2の変化率を用いたりすることにより判定することができる。

【0024】

こうしてデータを入力すると、モータMG1、MG2のトルク指令Tm1*、Tm2*と回転数Nm1、Nm2とに基づいて駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*を設定する(ステップS110)。ここで、駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*は、実施例では、モータMG1の目標動作点(トルク指令Tm1*、回転数Nm1)でモータMG1を駆動できる電圧とモータMG2の目標動作点(トルク指令Tm2*、回転数Nm2)でモータMG2を駆動できる電圧とのうち大きい方の電圧を設定するものとした。

【0025】

次に、スリップ判定フラグFの値を調べる(ステップS120)。スリップ判定フラグFが値0のときには、駆動輪38a、38bのスリップは発生していないと判断し、駆動電圧系電力ライン54aの電圧VHが設定した目標電圧VH*となるよう昇圧コンバータ55のトランジスタT31、T32のスイッチング制御を行なって(ステップS150)、本ルーチンを終了する。この場合、目標電圧VH*には、モータMG1、MG2を駆動するのに必要な値が設定されているから、駆動電圧系電力ライン54aの電圧VHを目標電圧VH*とすることにより、運転者の要求する走行を行なうことができる。

【0026】

一方、ステップS120でスリップ判定フラグFが値1のときには、駆動輪38a、38bのスリップが発生していると判断し、駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*が電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲内であるか否か

10

20

30

40

50

を判定し（ステップ S 1 3 0）、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* が電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲外であると判定されたときには、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V_H が設定した目標電圧 V_H^* となるよう昇圧コンバータ 5 5 のトランジスタ T 3 1, T 3 2 のスイッチング制御を行なって（ステップ S 1 5 0）、本ルーチンを終了する。駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V_H を目標電圧 V_H^* としたときの昇圧コンバータ 5 5 のリアクトル L に流れる電流 I_L のリップル成分の大きさ ΔI_L （以下、リップル成分 ΔI_L と略す）は、昇圧コンバータ 5 5 のリアクトル L のインダクタンスを L 、昇圧コンバータ 5 5 のトランジスタ T 3 1, T 3 2 のスイッチング周波数（キャリア周波数）を f_c とすると、次式（2）により計算することができる。この式（2）から、電池電圧系電力ライン 5 4 b のリアクトル L とリップル成分 ΔI_L との関係を示すと、図 4 のようになることが分かる。即ち、電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L と駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V_H との比が 1 : 2 のときにリップル成分 ΔI_L が最大となることが分かる。駆動輪 3 8 a, 3 8 b のスリップ時には、モータ M G 2 の回転数 $N_m 2$ の上昇によってモータ M G 2 の消費電力が増加しリアクトル L に流れる電流 I_L が大きくなりやすいことから、昇圧コンバータ 5 5 の素子などの保護の観点から、リアクトル L の電流 I_L のリップル成分 ΔI_L をより抑制することが好ましい。ステップ S 1 3 0 の駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* が電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲内であるか否かの判定は、駆動輪 3 8 a, 3 8 b のスリップ時にリアクトル L の電流 I_L のリップル成分 ΔI_L が大きくなる範囲内であるか否かを判定する処理である。したがって、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* が電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲外であるときには、リアクトル L の電流 I_L のリップル成分 ΔI_L が大きい範囲ではないと判断し、ステップ S 1 1 0 で設定した駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* を用いて昇圧コンバータ 5 5 のトランジスタ T 3 1, T 3 2 のスイッチング制御を行なうのである。なお、「 ΔI_L 」は、例えば値 0.05 や値 0.1, 値 0.15 などを用いることができる。

10

20

【0027】

【数 2】

$$\Delta I_L = \frac{V_L}{L} \times \frac{V_H^* - V_L}{V_H^*} \times \frac{1}{f_c} = \frac{1}{L \times f_c} \left\{ \frac{-1}{V_H^*} \left(V_L - \frac{V_H^*}{2} \right)^2 + \frac{V_H^*}{4} \right\} \quad \dots(2)$$

30

【0028】

ステップ S 1 3 0 で駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* が電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲内であると判定されたときには、リアクトル L の電流 I_L のリップル成分 ΔI_L が大きい範囲であると判断し、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* を再設定し（ステップ S 1 4 0）、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V_H が再設定した目標電圧 V_H^* となるよう昇圧コンバータ 5 5 のトランジスタ T 3 1, T 3 2 のスイッチング制御を行なって（ステップ S 1 5 0）、本ルーチンを終了する。ここで、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* の再設定は、実施例では、モータ M G 1, M G 2 の駆動に応じた値（ステップ S 1 1 0 で設定した値）より大きく、且つ、電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲外となるよう設定するものとした。具体的には、電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲を上回る最小値を次式（3）により駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* として設定するものとした。このように、駆動輪 3 8 a, 3 8 b のスリップ時に駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* が電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲内となるときには、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_H^* が電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧 V_L の 2 倍プラスマイナス の範囲外となるよう昇圧コンバータ 5 5 を制御することにより、リアクトル L に流れる電流 I_L が過剰に大きくなるのを抑制することができる。この結果、昇圧コンバータの素子をより保護することができる。また、再設定する目標電圧 V_H^* はモータ M G 1, M G 2 の駆動に応じた値（ステップ S 1 1 0 で設定した目標電圧 V_H^* ）より大きく設定されるから、モータ M G 1, M G 2 の駆動制御については何ら支障を生じさせることがない。

40

50

【 0 0 2 9 】

 $VH^*=2 \cdot VL+$

・・・(3)

【 0 0 3 0 】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20によれば、駆動輪38a, 38bのスリップ時において、モータMG1, MG2の駆動に応じて設定した駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*が電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲外となるときには駆動電圧系電力ライン54aの電圧VHが設定した目標電圧VH*となるよう昇圧コンバータ55を制御し、モータMG1, MG2の駆動に応じて設定した駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*が電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲内となるときには電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲を上回る値を目標電圧VH*として再設定して駆動電圧系電力ライン54aの電圧VHが再設定した目標電圧VH*となるよう昇圧コンバータ55を制御するから、即ち、駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*が電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲外となるようにするから、昇圧コンバータ55のリアクトルLに流れる電流ILが過剰に大きくなるのを抑制することができ、昇圧コンバータ55の素子をより保護することができる。しかも、再設定する目標電圧VH*は、モータMG1, MG2の駆動に応じた値より大きな値とするから、モータMG1, MG2の駆動制御については何ら支障を生じさせない。

10

【 0 0 3 1 】

実施例のハイブリッド自動車20では、駆動輪38a, 38bのスリップ時に駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*が電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲内となるときには、電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲を上回る値を目標電圧VH*として再設定するものとしたが、電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲を下回る値を目標電圧VH*として再設定するものとしてもよい。また、駆動輪38a, 38bのスリップ時に駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VH*が電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲内となるときに、目標電圧VH*が電圧VLの2倍以上のときには電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲を上回る値を目標電圧VH*として再設定し、目標電圧VH*が電圧VLの2倍未満のときには電池電圧系電力ライン54bの電圧VLの2倍プラスマイナスの範囲を下回る値を目標電圧VH*として再設定するものとしてもよい。

20

30

【 0 0 3 2 】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2からの動力を駆動輪38a, 38bに連結された駆動軸36に出力するものとしたが、図5の変形例のハイブリッド自動車120に例示するように、モータMG2からの動力を駆動軸36が接続された車軸(駆動輪38a, 38bに接続された車軸)とは異なる車軸(図5における車輪39a, 39bに接続された車軸)に出力するものとしてもよい。

【 0 0 3 3 】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22からの動力をプラネタリギヤ30を介して駆動輪38a, 38bに接続された駆動軸36に出力すると共にモータMG2からの動力を駆動軸36に出力するものとしたが、図6の変形例のハイブリッド自動車220に例示するように、駆動輪38a, 38bに接続された駆動軸に変速機230を介してモータMGを取り付け、モータMGの回転軸にクラッチ229を介してエンジン22を接続する構成とし、エンジン22からの動力をモータMGの回転軸と変速機230とを介して駆動軸に出力すると共にモータMGからの動力を変速機230を介して駆動軸に出力するものとしてもよい。また、図7の変形例のハイブリッド自動車320に例示するように、エンジン22からの動力を変速機330を介して駆動輪38a, 38bに接続された車軸に出力すると共にモータMGからの動力を駆動輪38a, 38bに接続された車軸とは異なる車軸(図7における車輪39a, 39bに接続された車軸)に出力するものとしてもよい。

40

50

【 0 0 3 4 】

実施例では、本発明を、駆動軸 3 6 にプラネタリギヤ 3 0 を介して接続されたエンジン 2 2 およびモータ M G 1 と、駆動軸 3 6 に接続されたモータ M G 2 と、を備えるハイブリッド自動車 2 0 に適用するものとしたが、図 8 の変形例の電気自動車 4 2 0 に例示するように、走行用の動力を出力するモータ M G を備える単純な電気自動車に適用するものとしてもよい。

【 0 0 3 5 】

また、こうした自動車に限定されるものではなく、列車などの電動車両の形態としてもよいし、電動車両の電圧制御方法の形態としてもよい。

【 0 0 3 6 】

実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。実施例では、モータ M G 2 が「モータ」に相当し、バッテリー 5 0 が「バッテリー」に相当し、昇圧コンバータ 5 5 が「昇圧コンバータ」に相当し、ハイブリッド用電子制御ユニット 7 0 が「昇圧制御手段」に相当する。

【 0 0 3 7 】

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

【 0 0 3 8 】

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

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 9 】

本発明は、電動車両の製造産業などに利用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 0 】

2 0 , 1 2 0 , 2 2 0 , 3 2 0 ハイブリッド自動車、 2 2 エンジン、 2 4 エンジン用電子制御ユニット(エンジン E C U)、 2 6 クランクシャフト、 3 0 プラネタリギヤ、 3 6 駆動軸、 3 7 デファレンシャルギヤ、 3 8 a , 3 8 b 駆動輪、 3 9 a , 3 9 b 車輪、 4 0 モータ用電子制御ユニット(モータ E C U)、 4 1 , 4 2 インバータ、 4 3 , 4 4 回転位置検出センサ、 5 0 バッテリ、 5 2 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリー E C U)、 5 4 a 駆動電圧系電力ライン、 5 4 b 電池電圧系電力ライン、 5 5 昇圧コンバータ、 5 7 , 5 8 コンデンサ、 5 7 a , 5 8 a 電圧センサ、 7 0 ハイブリッド用電子制御ユニット、 7 2 C P U、 7 4 R O M、 7 6 R A M、 8 0 イグニッションスイッチ、 8 2 シフトポジションセンサ、 8 4 アクセルペダルポジションセンサ、 8 6 ブレーキペダルポジションセンサ、 8 8 車速センサ、 2 2 9 クラッチ、 2 3 0 , 3 3 0 変速機、 4 2 0 電気自動車、 D 1 1 ~ D 1 6 , D 2 1 ~ D 2 6 , D 3 1 , D 3 2 ダイオード、 L リアクトル、 M G 1 , M G 2 モータ、 T 1 1 ~ T 1 6 , T 2 1 ~ T 2 6 , T 3 1 , T 3 2 トランジスタ。

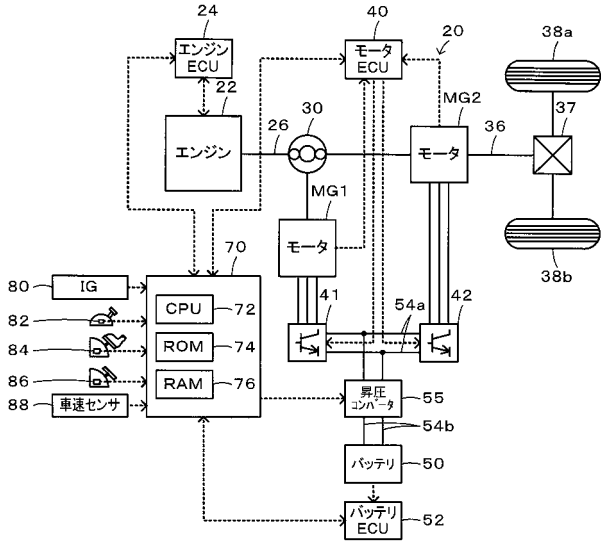
10

20

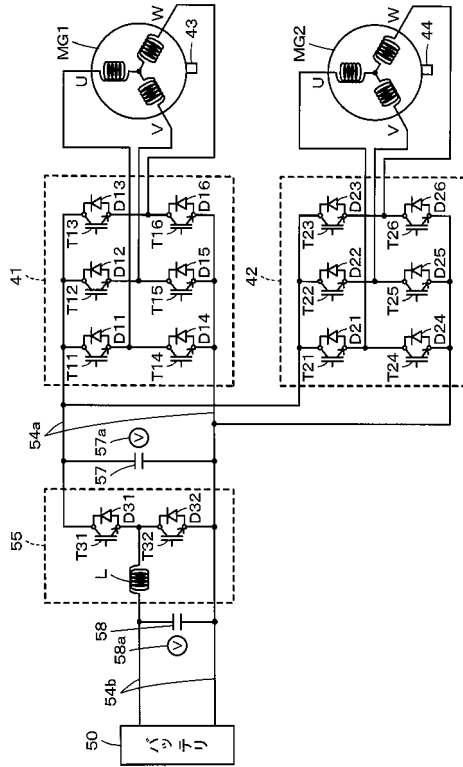
30

40

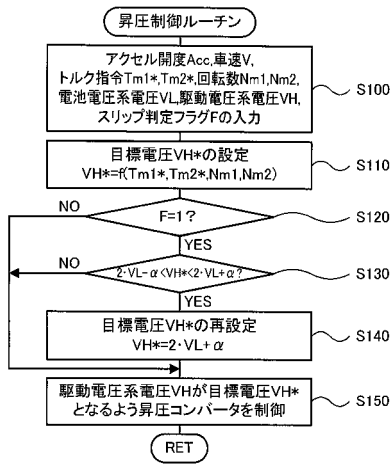
【 図 1 】



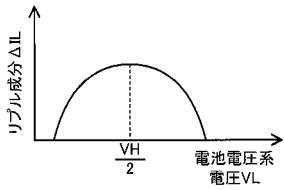
【 図 2 】



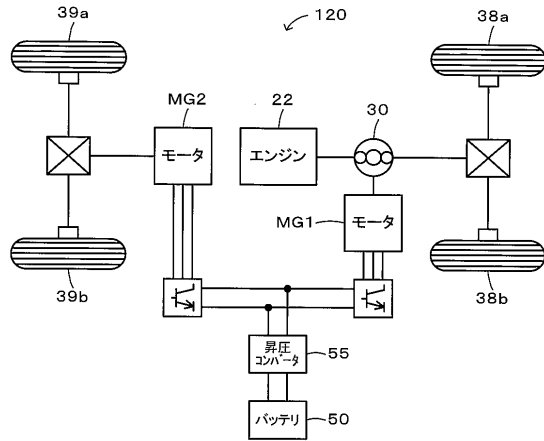
【 図 3 】



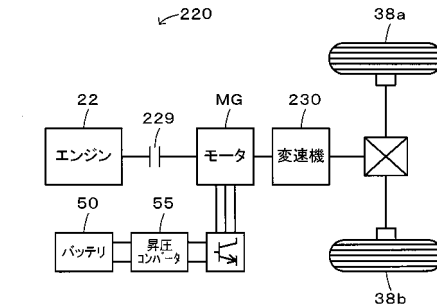
【 図 4 】



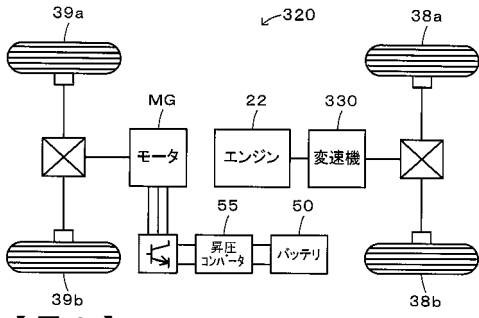
【 図 5 】



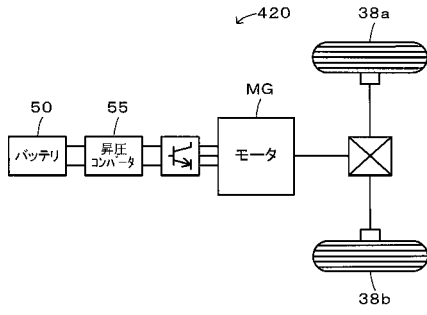
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード(参考) |
|----------------|--------------|------------------|---------|-------|-------|------------|
| B 6 0 K | 6/44 | (2007.10) | B 6 0 K | 6/44 | | |
| B 6 0 W | 10/26 | (2006.01) | B 6 0 K | 6/20 | 3 3 0 | |
| B 6 0 W | 20/00 | (2006.01) | B 6 0 K | 6/48 | | |
| B 6 0 K | 6/48 | (2007.10) | B 6 0 K | 6/54 | | |
| B 6 0 K | 6/54 | (2007.10) | B 6 0 L | 11/14 | | |
| B 6 0 L | 11/14 | (2006.01) | | | | |

Fターム(参考) 5H125 AA01 AB01 AC08 AC12 BB05 DD16 EE08 EE13 EE42 EE52
5H730 AA20 AS04 AS13 BB14 DD02 EE59 FD01 FD11