

(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2007-12568  
(P2007-12568A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)
HO 1 M 10/50 (2006.01)	HO 1 M 10/50	Z H V		5 H 0 3 0
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 1 M 10/44	P		5 H 0 3 1
B 6 O L 11/18 (2006.01)	B 6 O L 11/18	A		5 H 1 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-195196 (P2005-195196)  
(22) 出願日 平成17年7月4日(2005.7.4)

(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 100064746  
弁理士 深見 久郎  
(74) 代理人 100085132  
弁理士 森田 俊雄  
(74) 代理人 100112852  
弁理士 武藤 正  
(72) 発明者 矢口 英明  
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) 5H030 AA06 AS08 BB10 BB18 BB21  
FF43

最終頁に続く

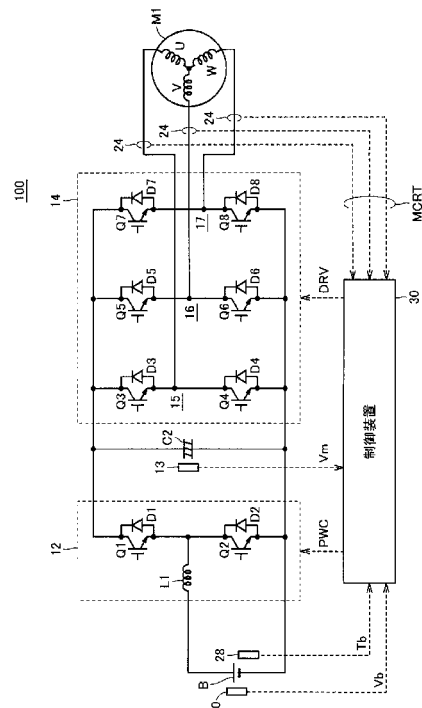
(54) 【発明の名称】 二次電池の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 二次電池を迅速かつ容易に昇温可能な二次電池の制御装置を提供する。

【解決手段】 制御回路30は、電池温度 $T_b$ がしきい値よりも低いとき、昇圧コンバータ12の出力電圧 $V_m$ を意図的に振動させるための信号PWCを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。コンデンサC2の端子間電圧である出力電圧 $V_m$ の振動に応じて、コンデンサC2の蓄電エネルギーの変化分がコンデンサC2に入出力される電力としてバッテリーBとの間で授受される。バッテリーBに充放電される電力の変化に応じて直流電流 $I_b$ が振動すると、振動した直流電流 $I_b$ が流れることによってバッテリーBの内部抵抗が発熱し、バッテリーBを昇温させる。なお、制御回路30は、交流モータM1の制御モードが電流制御モードであることに応じて、上述した昇温動作を実行することから、出力電圧 $V_m$ の振動による交流モータM1の出力トルクの変動が回避される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

二次電池と負荷を駆動する駆動回路との間で電圧変換を行なう電圧変換器と、  
前記電圧変換器と前記駆動回路との間に配され、変換された前記直流電圧を平滑化して  
前記駆動回路に入力する容量素子と、

前記電圧変換器の出力電圧が目標電圧となるように、前記電圧変換器を制御する制御回路とを備え、

前記制御回路は、

前記負荷の要求出力に基づいて、第 1 の電圧指令を演算する電圧指令演算手段と、

前記第 1 の電圧指令に所定の電圧幅で周期的に振動する電圧を重畳させた第 2 の電圧指令を、前記目標電圧に決定する目標電圧決定手段と、 10

前記容量素子の端子間電圧が前記目標電圧となるように、前記電圧変換器を制御する電圧変換制御手段とを含む、二次電池の制御装置。

## 【請求項 2】

前記目標電圧決定手段は、

前記二次電池の電池温度を推定又は検出する電池温度取得手段を含み、

推定または検出された前記電池温度が所定のしきい値以上となる時、前記第 1 の電圧指令を前記目標電圧に決定する、請求項 1 に記載の二次電池の制御装置。

## 【請求項 3】

前記目標電圧決定手段は、前記容量素子に入出力される電力が前記二次電池の入出力可能な電力を超えないように、前記所定の電圧幅を設定する、請求項 1 に記載の二次電池の制御装置。 20

## 【請求項 4】

前記目標電圧決定手段は、予め求められた前記電池温度と前記二次電池の入出力可能な電力との関係に基づき、前記電池温度に対応する前記二次電池の入出力可能な電力に応じて、前記所定の電圧幅を設定する、請求項 3 に記載の二次電池の制御装置。

## 【請求項 5】

前記目標電圧決定手段は、前記第 2 の電圧指令の最大値が前記負荷への入力に許容される最大電圧を超えないように、前記所定の電圧幅を設定する、請求項 4 に記載の二次電池の制御装置。 30

## 【請求項 6】

前記目標電圧決定手段は、前記負荷の制御モードが、前記負荷に供給される電流のフィードバック制御を行なう電流制御モードであるとき、前記第 2 の電圧指令を前記目標電圧に決定する、請求項 1 に記載の二次電池の制御装置。

## 【請求項 7】

前記負荷は、交流モータを含み、

前記目標電圧決定手段は、前記交流モータの制御モードが P W M 制御モードであるとき、前記第 2 の電圧指令を前記目標電圧に決定する、請求項 6 に記載の二次電池の制御装置。  
。

## 【請求項 8】 40

前記負荷は、交流モータを含み、

前記目標電圧決定手段は、前記交流モータの制御モードが矩形波制御モードであるとき、前記第 1 の電圧指令を前記目標電圧に決定する、請求項 6 に記載の二次電池の制御装置。  
。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、二次電池を迅速に昇温可能な二次電池の制御装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】 50

通常、電気自動車（EV：Electric Vehicle）やハイブリッド自動車（HV：Hybrid Vehicle）等の車両において、電気エネルギーによる駆動力は、高電圧の電池から供給される直流電力をインバータによって3相交流電力に変換し、これにより3相交流モータを回転させることにより得ている。また、車両の減速時には、逆に3相交流モータの回生発電により得られる回生エネルギーを電池に蓄電することにより、エネルギーを無駄なく利用して走行している。

【0003】

このようなハイブリッド自動車または電気自動車においては、電池の充電量を表わすSOC（State of Charge）が所定の範囲に保たれるように、エンジンにより駆動される発電機の発電が制御される。そして、このような電池としては、主としてニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの二次電池が用いられる。これらの二次電池は、車両の走行に関わるため、その信頼度の高いことが求められる。

10

【0004】

その一方で、二次電池は、電池温度によって、その性能が著しく異なることが知られている。中でも、車両の走行性能を大きく左右するものとして、電池に入出力可能な電力が挙げられる。電池に入出力可能な電力は、電池温度の低下に伴って著しく低下する。そのため、寒冷地などでは、発進時やエンジン出力の補助を行なうときに、電池温度が低いために所望の出力が得られず、車両のスムーズな発進や加速ができないという問題がとされていた。

【0005】

この問題に対しては、電池温度が所定温度よりも低いときに、ヒータ装置により電池を昇温させるといった方策が挙げられる。ところが、この方策には、ヒータ装置等の部品の追加に伴って車両の大型化や製造コストアップが生じる点、およびヒータ装置の発生した熱量の一部が電池以外の部位に逃げてしまうというエネルギー効率の点において、多くの課題が残されていた。

20

【0006】

そこで、最近では、車両の走行性能を確保するために、電池を効率的に昇温させて、電池に入出力可能な電力の低下を抑制するバッテリー制御装置が多数開示されている（たとえば特許文献1～4参照）。

【0007】

たとえば特許文献1は、バッテリーの温度が所定値以下のとき、バッテリーの充電状態（SOC）の所定領域内で電池の充放電を繰り返すことを特徴とするバッテリー制御装置を開示する。

30

【0008】

これによれば、バッテリー制御装置は、バッテリーの温度を検出するバッテリー温度検出手段と、バッテリーの充電状態（SOC）を判定する充放電判定手段と、バッテリーの充放電を制御するバッテリー制御手段とを備える。そして、バッテリーの温度が所定値以下のとき、バッテリー制御手段によって、SOCの所定範囲内において、短い周期でバッテリーの充放電が交互に繰り返される。このとき、バッテリー制御手段は、充放電時に電池を流れる電流（バッテリー電流）によって電池の内部抵抗を発熱させ、電池を内部から直接的に昇温する。したがって、ヒータ装置を用いて電池を昇温させるのに対して、電力ロスを生じることなく、効率的に昇温させることができる。

40

【特許文献1】特開2003-272712号公報

【特許文献2】特開2003-274565号公報

【特許文献3】特開2000-92614号公報

【特許文献4】特開2004-15866号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

さらに、特許文献1によるバッテリー制御装置は、ハイブリッド自動車に搭載されると、

50

車両の走行状態に応じて、昇温モードにおけるバッテリーの充放電を制御する。

【0010】

詳細には、車両が走行状態のとき、バッテリー制御手段は、SOCの所定範囲内において、走行に伴うバッテリーの消費を補うための発電機の駆動（走行発電）および走行用モータの回生制動を禁止してバッテリーの充電を停止することにより、バッテリーの放電制御を実行する。また、走行発電および回生制動を許可してバッテリーの充電を開始することにより、バッテリーの充電制御を実行する。すなわち、バッテリー手段は、車両の走行中において、エンジンによる発電機の駆動および走行用モータの回生制動を禁止／許可することによってバッテリーの充放電制御を行なう。

【0011】

また、車両が停止状態のとき、バッテリー制御手段は、エンジンを始動させて強制的に発電機を駆動させてバッテリーの充電制御を行なう。

【0012】

以上のように、特許文献1によるバッテリー制御装置は、車両の状態に応じて、発電機および走行用モータの駆動を禁止／許可すること、または発電機を強制的に駆動させることにより、バッテリーの充放電を制御してバッテリーを昇温させる。そのため、実際にバッテリーが充放電される周期は、車両の走行状態に依存したものとなり、バッテリーを迅速に昇温させることが難しいという問題が生じていた。特に、リチウムイオン電池においては、低温時の内部抵抗が相対的に低いために昇温しにくく、昇温効率の改善が求められていた。

【0013】

また、走行発電および回生制動の禁止／許可は、バッテリー制御ユニットが補機制御ユニットに対して発電中止指令／発電開始指令を出力すること、およびバッテリー制御ユニットがトルク制御ユニットを介して回生時のトルクを抑制する信号をモータ制御ユニットに転送することによって実行される。そのため、昇温モードにおけるバッテリーの充放電制御が複雑なものとなっていた。

【0014】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、二次電池を迅速かつ容易に昇温可能な二次電池の制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

この発明によれば、二次電池の制御装置は、二次電池と負荷を駆動する駆動回路との間で電圧変換を行なう電圧変換器と、電圧変換器と駆動回路との間に配され、変換された直流電圧を平滑化して駆動回路に入力する容量素子と、電圧変換器の出力電圧が目標電圧となるように、電圧変換器を制御する制御回路とを備える。制御回路は、負荷の要求出力に基づいて、第1の電圧指令を演算する電圧指令演算手段と、第1の電圧指令に所定の電圧幅で周期的に振動する電圧を重畳させた第2の電圧指令を、目標電圧に決定する目標電圧決定手段と、容量素子の端子間電圧が目標電圧となるように、電圧変換器を制御する電圧変換制御手段とを含む。

【0016】

この発明によれば、容量素子の端子間電圧を意図的に振動させて二次電池から容量素子への電力の入出力を繰り返すことにより、二次電池の充放電時に流れる電流によって二次電池の内部抵抗を発熱させ、二次電池を昇温させる。そのため、車両の走行状態に応じて二次電池を充放電させる従来のバッテリー制御装置に対して、迅速かつ容易に二次電池を昇温させることができる。

【0017】

好ましくは、目標電圧決定手段は、二次電池の電池温度を推定又は検出する電池温度取得手段を含む。目標電圧決定手段は、推定または検出された電池温度が所定のしきい値以上となるとき、第1の電圧指令を目標電圧に決定する。

【0018】

したがって、電池温度が所定のしきい値よりも低いときに二次電池から容量素子への電

10

20

30

40

50

力の入出力が繰り返されることから、二次電池を迅速に昇温させて電池性能の低下を抑えることができる。

【0019】

好ましくは、目標電圧決定手段は、容量素子に入出力される電力が二次電池の入出力可能な電力を超えないように、所定の電圧幅を設定する。

【0020】

これによれば、二次電池に過大な電力が入出力されるのを抑えながら、二次電池を迅速に昇温させることができる。

【0021】

好ましくは、目標電圧決定手段は、予め求められた電池温度と二次電池の入出力可能な電力との関係に基づき、電池温度に対応する二次電池の入出力可能な電力に応じて、所定の電圧幅を設定する。

10

【0022】

これによれば、二次電池の能力を最大限に活かした二次電池の充放電が行なわれることとなり、より迅速に二次電池を昇温させることができる。

【0023】

好ましくは、目標電圧決定手段は、第2の電圧指令の最大値が負荷への入力に許容される最大電圧を超えないように、所定の電圧幅を設定する。

【0024】

これによれば、二次電池を昇温させることによって、負荷に過電圧が印加されるのを防ぐことができる。

20

【0025】

好ましくは、目標電圧決定手段は、負荷の制御モードが、負荷に供給される電流のフィードバック制御を行なう電流制御モードであるとき、第2の電圧指令を目標電圧に決定する。

【0026】

これによれば、負荷は、電流制御されることから、容量素子を介して負荷に入力される電圧が振動することによって出力に変動が生じるのを回避することができる。

【0027】

好ましくは、負荷は、交流モータを含む。目標電圧決定手段は、交流モータの制御モードがPWM制御モードであるとき、第2の電圧指令を目標電圧に決定する。

30

【0028】

好ましくは、負荷は、交流モータを含む。目標電圧決定手段は、交流モータの制御モードが矩形波制御モードであるとき、第1の電圧指令を目標電圧に決定する。

【0029】

これによれば、容量素子の端子間電圧を振動させたことに応じて交流モータの出力トルクが変動するのを抑制することができる。その結果、二次電池を搭載したハイブリッド自動車または電気自動車においては、昇温手段の実行によっても、ドライバビリティを維持することができる。

【発明の効果】

40

【0030】

この発明によれば、容量素子の端子間電圧を意図的に振動させて二次電池から容量素子への電力の入出力を繰り返すことにより、二次電池の充放電時に流れる電流によって、迅速かつ容易に二次電池を昇温させることができる。

【0031】

また、容量素子の端子間電圧を入力電圧として駆動される負荷において、負荷に供給される電流に基づいた出力制御を採用することにより、二次電池の昇温に伴う負荷の出力変動を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

50

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

【0033】

図1は、この発明の実施の形態による二次電池の制御装置が搭載されるモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【0034】

図1を参照して、モータ駆動装置100は、バッテリーBと、電圧センサ10、13と、電流センサ24と、温度センサ28と、コンデンサC2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14と、制御装置30とを備える。

【0035】

交流モータM1は、ハイブリッド自動車または電気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。また、交流モータM1は、エンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえばエンジン始動を行ない得るようなモータである。

【0036】

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。

【0037】

リアクトルL1の一方端はバッテリーBの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ1とNPNトランジスタQ2との中間点、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。

【0038】

NPNトランジスタQ1、Q2は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。NPNトランジスタQ1のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ2のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタQ1、Q2のコレクタ-エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオードD1、D2がそれぞれ配されている。

【0039】

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とからなる。U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17は、電源ラインとアースラインとの間に並列に設けられる。

【0040】

U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4からなる。V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6からなる。W相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8からなる。また、各NPNトランジスタQ3~Q8のコレクタ-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。

【0041】

各相アームの中間点は、交流モータM1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータM1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に接続されて構成される。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。

【0042】

なお、昇圧コンバータ12およびインバータ14にそれぞれ含まれるスイッチング素子は、NPNトランジスタQ1~Q8に限定されず、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)やMOSFET等の他のパワー素子で構成しても良い。

【0043】

バッテリーBは、ニッケル水素またはリチウムイオンなどの二次電池からなる。電圧センサ10は、バッテリーBから出力される電圧Vbを検出し、検出した電圧Vbを制御装置3

10

20

30

40

50

0へ出力する。

【0044】

温度センサ28は、バッテリーBの電池温度 $T_b$ を検出し、その検出した電池温度 $T_b$ を制御装置30へ出力する。なお、電池温度 $T_b$ の検出手段は、温度センサ28に限らず、バッテリーBの内部抵抗値から電池温度 $T_b$ を推定する構成としても良い。

【0045】

昇圧コンバータ12は、バッテリーBから供給された直流電圧を昇圧してコンデンサC2に供給する。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PWCを受けると、信号PWC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。

【0046】

また、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWCを受けると、コンデンサC2を介してインバータ14から供給された直流電圧を降圧してバッテリーBへ供給する。

【0047】

コンデンサC2は、昇圧コンバータ12から出力された直流電圧を平滑化し、平滑化した直流電圧をインバータ14へ供給する。

【0048】

電圧センサ13は、コンデンサC2の両端の電圧 $V_m$ (すなわち、インバータ14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 $V_m$ を制御装置30へ出力する。

【0049】

インバータ14は、コンデンサC2から直流電圧が供給されると、制御装置30からの信号PWMに基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動する。これにより、交流モータM1は、トルク指令値TR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。

【0050】

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または電気自動車の回生制動時、交流モータM1が発電した交流電圧を制御装置30からの信号PWMに基づいて直流電圧に変換し、変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0051】

なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気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と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速を減速(または加速を中止)させることを含む。

【0052】

電流センサ24は、交流モータM1に流れるモータ電流MCR Tを検出し、検出したモータ電流MCR Tを制御装置30へ出力する。

【0053】

制御装置30は、外部に設けられたECU(Electrical Control Unit)からトルク指令値TRおよびモータ回転数MRNを受け、電圧センサ13から出力電圧 $V_m$ を受け、電流センサ24からモータ電流MCR Tを受ける。制御装置30は、出力電圧 $V_m$ 、トルク指令値TRおよびモータ電流MCR Tに基づいて、後述する方法によりインバータ14が交流モータM1を駆動するときインバータ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DRVを生成し、生成した信号DRVをインバータ14へ出力する。

【0054】

また、制御装置30は、インバータ14が交流モータM1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TRおよびモータ回転数MRN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

10

20

30

40

50

めの信号 P W C を生成し、生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 へ出力する。

【 0 0 5 5 】

さらに、制御装置 3 0 は、モータ駆動装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、出力電圧  $V_m$ 、トルク指令値  $T_R$  およびモータ電流  $M_C R T$  に基づいて、交流モータ M 1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号 D R V を生成し、生成した信号 D R V をインバータ 1 4 へ出力する。この場合、インバータ 1 4 の N P N トランジスタ  $Q_3 \sim Q_8$  は、信号 D R V によってスイッチング制御される。これにより、インバータ 1 4 は、交流モータ M 1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ 1 2 へ供給する。

【 0 0 5 6 】

さらに、制御装置 3 0 は、回生制動時、直流電圧  $V_b$ 、出力電圧  $V_m$ 、トルク指令値  $T_R$  およびモータ回転数  $M R N$  に基づいて、インバータ 1 4 から供給された直流電圧を降圧するための信号 P W C を生成し、生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 へ出力する。これにより、交流モータ M 1 が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されてバッテリー B に供給される。

【 0 0 5 7 】

以上の構成からなるモータ駆動装置 1 0 0 において、この発明は、さらに、制御装置 3 0 にバッテリー B を昇温させるための昇温手段を持たせたことを特徴とする。昇温手段は、後述するように、温度センサ 2 8 からの電池温度  $T_b$  が所定のしきい値を下回るときに、バッテリー B に流れる直流電流  $I_b$  を意図的に振動させるように、昇圧コンバータ 1 2 を制御する。これにより、電池温度  $T_b$  が低温状態から速やかに上昇して電池性能が改善される。

【 0 0 5 8 】

図 2 は、図 1 における制御装置 3 0 の機能ブロック図である。

図 2 を参照して、制御装置 3 0 は、インバータ制御回路 3 0 1 と、コンバータ制御回路 3 0 2 とを含む。

【 0 0 5 9 】

インバータ制御回路 3 0 1 は、トルク指令値  $T_R$ 、モータ電流  $M_C R T$  および出力電圧  $V_m$  に基づいて、交流モータ M 1 の駆動時、インバータ 1 4 の N P N トランジスタ  $Q_3 \sim Q_8$  をオン / オフするための信号 D R V を生成し、その生成した信号 D R V をインバータ 1 4 へ出力する。

【 0 0 6 0 】

また、インバータ制御回路 3 0 1 は、モータ駆動装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、トルク指令値  $T_R$ 、モータ電流  $M_C R T$  および出力電圧  $V_m$  に基づいて、交流モータ M 1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号 P W M を生成してインバータ 1 4 へ出力する。

【 0 0 6 1 】

さらに、インバータ制御回路 3 0 1 は、後に説明するように、出力電圧  $V_m$  と交流モータ M 1 の各相コイルに印加する電圧の操作量とに基づいて、交流モータ M 1 の制御モードを設定する。そして、インバータ制御回路 3 0 1 は、設定した制御モードを示す信号 M D を生成し、その生成した信号 M D をコンバータ制御回路 3 0 2 へ出力する。

【 0 0 6 2 】

コンバータ制御回路 3 0 2 は、トルク指令値  $T_R$ 、直流電圧  $V_b$ 、出力電圧  $V_m$  およびモータ回転数  $M R N$  に基づいて、交流モータ M 1 の駆動時、後述する方法により昇圧コンバータ 1 2 の N P N トランジスタ  $Q_1, Q_2$  をオン / オフするための信号 P W C を生成し、生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 へ出力する。

【 0 0 6 3 】

また、コンバータ制御回路 3 0 2 は、モータ駆動装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、トルク指令値  $T_R$ 、直流電圧  $V_b$ 、出力電圧  $V_m$  およびモータ回転数  $M R N$  に基づいて、インバータ 1 4 からの直流電圧を降圧するための

10

20

30

40

50



信号 P W C を生成し、その生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 へ出力する。

【 0 0 6 4 】

このように、昇圧コンバータ 1 2 は、直流電圧を降圧するための信号 P W C により電圧を降下させることもできるので、双方向コンバータの機能を有するものである。

【 0 0 6 5 】

さらに、コンバータ制御回路 3 0 2 は、温度センサ 2 8 からバッテリー B の電池温度 T b が所定のしきい値よりも低いとき、出力電圧 V m を意図的に振動させるための信号 P W C を生成し、その生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 へ出力する。

【 0 0 6 6 】

このとき、昇圧コンバータ 1 2 の出力電圧 V m はコンデンサ C 2 の端子間電圧に相当することから、出力電圧 V m の振動に応じて、コンデンサ C 2 の蓄電エネルギー P c (  $P c = 1 / 2 C V m^2$  。ただし、C はコンデンサ C 2 の静電容量 ) が変化する。そして、この蓄電エネルギー P c の変化分 P c は、コンデンサ C 2 に入出力される電力として、バッテリー B との間で授受される。これにより、バッテリー B においては、バッテリー B に充放電される電力の変化に応じて直流電流 I b が振動させられる。その結果、振動した直流電流 I b が流れることによって内部抵抗が発熱し、バッテリー B を昇温させる。

【 0 0 6 7 】

したがって、この発明によるコンバータ制御回路 3 0 2 は、昇圧コンバータ 1 2 の出力電圧 V m を意図的に振動させることにより、バッテリー B を流れる直流電流 I b を振動させる。そして、コンバータ制御回路 3 0 2 は、その振動させた直流電流 I b により内部抵抗を発熱させてバッテリー B を昇温する。すなわち、コンバータ制御回路 3 0 2 は、この発明による昇温手段を構成する。

【 0 0 6 8 】

なお、コンバータ制御回路 3 0 2 は、インバータ制御回路 3 0 1 から信号 M D を受けると、信号 M D に示される交流モータ M 1 の制御モードが P W M 制御モードであることに応じて、上述した昇温手段を実行する。これは、後述するように、出力電圧 V m がインバータ 1 4 の入力電圧に相当することから、インバータ 1 4 の入力電圧 V m の振動によっても交流モータ M 1 の出力トルクに変動を生じさせない制御モードを選択したことによる。

【 0 0 6 9 】

以下に、図 2 のインバータ制御回路 3 0 1 およびコンバータ制御回路 3 0 2 の各々の動作について詳細に説明する。

【 0 0 7 0 】

図 3 は、図 2 におけるインバータ制御回路 3 0 1 の機能ブロック図である。

図 3 を参照して、インバータ制御回路 3 0 1 は、モータ制御用相電圧演算部 4 0 と、駆動信号生成部 4 2 と、制御モード設定部 4 4 とを含む。

【 0 0 7 1 】

モータ制御用相電圧演算部 4 0 は、昇圧コンバータ 1 2 の出力電圧 V m 、すなわち、インバータ 1 4 への入力電圧を電圧センサ 1 3 から受け、交流モータ M 1 の各相に流れるモータ電流 M C R T を電流センサ 2 4 から受け、トルク指令値 T R を外部 E C U から受ける。モータ制御用相電圧演算部 4 0 は、トルク指令値 T R 、モータ電流 M C R T および入力電圧 V m に基づいて、交流モータ M 1 の各相のコイルに印加する電圧の操作量 V u \* , V v \* , V w \* を演算し、その演算した電圧の操作量 V u \* , V v \* , V w \* を駆動信号生成部 4 2 および制御モード設定部 4 4 へ出力する。

【 0 0 7 2 】

制御モード設定部 4 4 は、電圧の操作量 V u \* , V v \* , V w \* と、インバータ 1 4 の入力電圧 V m とを受けると、これらの比である変調率を算出する。そして、制御モード設定部 4 4 は、その算出した変調率に基づいて交流モータ M 1 の制御モードを設定し、その設定した制御モードを示す信号 M D を生成する。

【 0 0 7 3 】

詳細には、交流モータ M 1 の制御モードには、P W M ( Pulse Width Modulation ) 制御

10

20

30

40

50

モード、過変調制御モード、および矩形波制御モードがある。

【0074】

PWM制御モードでは、インバータの出力電圧の基本波成分が正弦波となるようにモータ電流のフィードバック制御が行なわれる。すなわち、PWM制御モードは、交流モータM1の目標トルクを、モータのd軸成分とq軸成分との電流指令に変換し、実際の電流値がこれらの電流指令と一致するようにPI制御によってフィードバックをかける、いわゆる電流制御を採用する。

【0075】

一方、矩形波制御モードでは、モータの中回転数域および高回転数域での出力向上のために、矩形波電圧を交流モータM1に印加して、交流モータM1を回転駆動する制御が行なわれる。矩形波制御モードは、トルク指令値と実際のトルクとの偏差に基づいて、この矩形波電圧の位相を制御する、いわゆるトルクフィードバック制御を採用する。

【0076】

さらに、過変調制御モードは、上記のPWM制御モードと矩形波制御モードとの中間的な電圧波形を利用する制御モードである。これら3つの制御モードは、交流モータM1の運転条件(代表的には、トルク・モータ回転数)に応じて適切に切換えられる。

【0077】

そして、これら3つの制御モードの制御応答性については、PWM制御モードよりもインバータ出力電圧の基本波成分が大きい矩形波制御モードおよび過変調制御モードが、モータ印加電圧の電圧波形を歪ませるため、PWM制御モードと比較して制御応答性が低下する。

【0078】

一方、インバータ14の入力電圧 $V_m$ に対する電圧の操作量 $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$ の比率を示す変調率については、PWM制御モードが最も低く、過変調制御モードが次に低く、矩形波制御モードが最も高い。すなわち、PWM制御モードは、電圧利用率が最も低く、過変調制御モードは電圧利用率が次に低く、矩形波制御モードは電圧利用率が最も高いといえる。

【0079】

図4は、交流モータM1のトルクとモータ回転数MRNとの関係を示す図である。

図4を参照して、交流モータM1のトルクは、所定の回転数までは略一定であり、所定の回転数を超えると、モータ回転数MRNの増加に伴って徐々に低下する。トルクとモータ回転数MRNとは、変調率の大小でそれぞれ異なった相関を示しており、変調率が大きいほど、すなわち電圧利用率が高いほど、発生するトルクが大きいことが分かる。

【0080】

図4において、変調率が0.7以下の領域は、交流モータM1の制御モードがPWM制御モードであることを示し、変調率が0.7以上の領域は、交流モータM1の制御モードが過変調制御モードおよび矩形波制御モードであることを示す。

【0081】

再び図3を参照して、制御モード設定部44は、電圧の操作量 $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$ とインバータ14の入力電圧 $V_m$ とを受けると、両者の比である変調率を演算し、その演算した変調率に応じて、図4の関係図から最適な制御モードを選出する。そして、制御モード設定部44は、その選出した制御モードを示す信号MDを生成して駆動信号生成部42へ出力するとともに、コンバータ制御回路302へ出力する。

【0082】

駆動信号生成部42は、信号MDに示される制御モードに基づいて、電圧の操作量 $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$ からインバータ14の各NPNトランジスタQ3~Q8をオン/オフするための駆動信号DRVを生成し、その生成した駆動信号DRVを各NPNトランジスタQ3~Q8へ出力する。

【0083】

これにより、インバータ14の各NPNトランジスタQ3~Q8は、スイッチング制御

され、交流モータ M 1 が指定されたトルクを出力するように、交流モータ M 1 の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ電流 M C R T が制御され、トルク指令値 T R に応じたモータトルクが出力する。

【 0 0 8 4 】

そして、変調率の変化に対応して交流モータ M 1 の制御モードが切替えられることから、インバータ 1 4 は、高い電圧利用率を実現するとともに、トルク指令値 T R やモータ回転数 M R N が急変する過渡変化時においても交流モータ M 1 を安定的に制御することができる。

【 0 0 8 5 】

図 5 は、図 2 におけるコンバータ制御回路 3 0 2 の機能ブロック図である。

図 5 を参照して、コンバータ制御回路 3 0 2 は、電圧指令演算部 5 0 と、重畳電圧設定部 5 2 と、コンバータ用デューティ比演算部 5 4 と、コンバータ用 P W M 信号変換部 5 6 とを含む。

【 0 0 8 6 】

電圧指令演算部 5 0 は、外部 E C U からのトルク指令値 T R およびモータ回転数 M R N に基づいて、インバータ 1 4 の入力電圧 V m の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令 V d c \_ c o m（出力電圧 V m の目標電圧に相当する。以下、同じ。）を演算する。そして、電圧指令演算部 5 0 は、その演算した電圧指令 V d c \_ c o m を重畳電圧設定部 5 2 へ出力する。

【 0 0 8 7 】

重畳電圧設定部 5 2 は、電圧指令演算部 5 0 から電圧指令 V d c \_ c o m を受け、インバータ制御回路 3 0 1 の制御モード設定部 4 4 から信号 M D を受け、温度センサ 2 8 からバッテリー B の電池温度 T b を受ける。そして、重畳電圧設定部 6 2 は、電池温度 T b がしきい値よりも低いとき、以下に述べる方法に従って、電圧指令 V d c \_ c o m を意図的に振動させるために、電圧指令 V d c \_ c o m に重畳させる電圧を設定する。

【 0 0 8 8 】

図 6 は、図 5 の重畳電圧設定部 5 2 が行なう重畳電圧設定動作を説明するための概略図である。

【 0 0 8 9 】

図 6 の最上段を参照して、重畳電圧設定部 5 2 は、一定電圧である電圧指令 V d c \_ c o m に、所定の電圧振幅で周期的に変化する電圧 V d c（図中の点線に相当）を重畳させる。この電圧 V d c は、式（ 1 ）のように、電圧振幅 V d c \_ b a t，角速度 で振動する正弦波で表わされる。

【 0 0 9 0 】

$$V d c = V d c _ b a t \cdot \sin t \cdot \cdot \cdot ( 1 )$$

そして、電圧指令 V d c \_ c o m と電圧 V d c とを重ね合わせることにより、式（ 2 ）で表わされる、電圧指令 V d c \_ c o m を中心値として、V d c \_ c o m ± V d c の電圧範囲内で振動する電圧 V d c \_ f i x が得られる。

【 0 0 9 1 】

$$\begin{aligned} V d c _ f i x &= V d c _ c o m + V d c \\ &= V d c _ c o m + V d c _ b a t \cdot \sin t \cdot \cdot \cdot ( 2 ) \end{aligned}$$

重畳電圧設定部 5 2 は、重畳後の電圧 V d c \_ f i x を、電圧指令 V d c \_ f i x としてコンバータ用デューティ比演算部 5 4 へ出力する。図 6 の中段に示すように、電圧 V d c が重畳されたことによって、一定値である電圧指令 V d c \_ c o m は、周期的に振動する電圧指令 V d c \_ f i x に変化させられる。

【 0 0 9 2 】

そして、後段のコンバータ用デューティ比演算部 5 4 およびコンバータ用 P W M 信号変換部 5 6 によって、出力電圧 V m が周期的に振動する電圧指定 V d c \_ f i x に一致するように昇圧コンバータ 1 2 がスイッチング制御されることにより、出力電圧 V m も電圧指令 V d c \_ f i x に同期して、V d c \_ c o m ± V d c \_ b a t の電圧範囲内で周期的に

10

20

30

40

50

振動する電圧波形となる。

【0093】

ここで、出力電圧  $V_m$  は、コンデンサ  $C_2$  の端子間電圧に相当することから、コンデンサ  $C_2$  の蓄電エネルギー  $P_c$  も、出力電圧  $V_m$  の変化に応じて周期的に変化する。具体的には、制御装置 30 の制御周期を  $T$  ( $T$  は出力電圧  $V_m$  を電圧指令  $V_{dc\_fix}$  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  $C_2$  の端子間電圧を  $V_{dc\_fix}(t)$ 、時刻  $t+T$  におけるコンデンサ  $C_2$  の端子間電圧 (1 制御周期後におけるコンデンサ  $C_2$  の端子間電圧に相当) を  $V_{dc\_fix}(t+T)$  とすると、1 制御周期あたりにコンデンサ  $C_2$  に入出力される電力  $P_c$  は、式 (3) で表わされる。

【0094】

$$P_c = 1/2 \cdot C \cdot \{ (V_{dc\_fix}(t+T))^2 - (V_{dc\_fix}(t))^2 \} / T \cdot \dots (3)$$

そして、この電力  $P_c$  が、バッテリー B からコンデンサ  $C_2$  に入出力されると、バッテリー B においては、 $P_c$  に相当する電力が充電または放電される。これにより、バッテリー B を流れる直流電流  $I_b$  には、式 (4) の関係により、電力  $P_c$  に比例した電流変化  $I_b$  が生じる。

【0095】

$$P_c = I_b \cdot V_b \cdot \dots (4)$$

そして、式 (3)、(4) によれば、直流電流  $I_b$  においては、図 6 の最下段に示すように、電圧指令  $V_{dc\_fix}$  の振動周期の略 1/2 の周期で振動する波形が得られる。この電流変化分  $I_b$  がバッテリー B を流れることによって、バッテリー B の内部抵抗では式 (5) で示される熱量  $Q$  が発生する。この発熱によって、バッテリー B の電池温度  $T_b$  が上昇して電池性能が改善される。

【0096】

$$Q = R_{ix} \cdot I_b^2 \cdot \dots (5)$$

以上に述べたように、この発明によるコンバータ制御回路 302 は、昇圧コンバータ 12 の目標電圧  $V_{dc\_com}$  を意図的に振動させることによって、バッテリー B からコンデンサ  $C_2$  に積極的に電力を入出力させ、最終的に直流電流  $I_b$  を振動させることを狙いとする。そして、この振動した直流電流  $I_b$  に応じてバッテリー B の内部抵抗を発熱させて、バッテリー B を昇温させる。

【0097】

この発明によれば、車両の走行状態に応じてバッテリーを充放電する従来のバッテリー制御装置に対して、バッテリー B をより迅速かつ容易に昇温することができる。特に、バッテリー B がリチウムイオン電池のとき、この発明による昇温手段は高い効果を発揮する。なぜなら、リチウムイオン電池は、低温時の内部抵抗がニッケル水素電池よりも低いために昇温しにくいという特徴を有するところ、電池内部に直流電流  $I_b$  が積極的に流れることによって昇温効率が改善されるからである。

【0098】

ここで、重畳電圧設定部 52 において、式 (1) の電圧  $V_{dc}$  における電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  は、以下の 2 点を考慮して設定される。

【0099】

第 1 に、電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  は、重畳後の電圧  $V_{dc\_fix}$  における最大電圧 ( $= V_{dc\_com} + V_{dc\_bat}$ ) がモータ駆動装置 100 における最大電圧  $V_{max}$  を超えないように設定される。なお、モータ駆動装置 100 における最大電圧  $V_{max}$  は、インバータ 14 に入力が許容される最大電圧を意味する。

【0100】

第 2 に、電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  は、電圧指令  $V_{dc\_fix}$  の振動に応答して出力電圧  $V_m$ 、すなわちコンデンサ  $C_2$  の端子間電圧  $V_m$  が振動することに起因してバッテリー B からコンデンサ  $C_2$  に入出力される電力が、バッテリー B に入出力可能な電力以下となるよ

10

20

30

40

50

うに設定される。

【0101】

詳細には、上記の式(3)で表わされるコンデンサC2に入出力される電力  $P_c$  が、バッテリーBに入出力されるときに、その大きさがバッテリーBに入出力可能な電力を超えてしまうと、バッテリーBが過大な電力の入出力によって損傷するという問題が起こり得る。

【0102】

一般に、バッテリーBは、入力可能な電力(以下、電池入力  $W_{in}$  と称する)および出力可能な電力(以下、電池出力  $W_{out}$  と称する)と電池温度  $T_b$  との間に、図7の関係性を有することが知られている。図7は、バッテリーBの電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  と電池温度  $T_b$  との関係を示す図である。 10

【0103】

図7を参照して、電池出力  $W_{out}$  は、電池温度  $T_b$  が  $T_3$  以上でかつ  $T_4$  以下となる領域において、電池温度  $T_b$  によらず略一定の電力レベルを保つ。一方、電池温度  $T_b$  が  $T_3$  よりも低い領域においては、電池温度  $T_b$  の低下に伴ない、電池出力  $W_{out}$  は減少する傾向を示す。また、電池温度  $T_b$  が  $T_4$  よりも高い領域においても同様に、電池温度  $T_b$  の上昇に伴ない、電池出力  $W_{out}$  は減少する傾向を示す。

【0104】

このような電池出力  $W_{out}$  と電池温度  $T_b$  との関係は、図7に示される電池入力  $W_{in}$  においても同様のことが言える。なお、図7において、電池入力  $W_{in}$  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。 20

【0105】

詳細には、電池入力  $W_{in}$  は、電池温度  $T_b$  が  $T_3$  以上でかつ  $T_4$  以下となる領域で略一定レベルを保つのに対して、電池温度  $T_b$  が  $T_3$  よりも低い領域および  $T_4$  よりも高い領域では、それぞれ電池温度  $T_b$  の低下および上昇に応じて減少する傾向を示す。

【0106】

そこで、重畳電圧設定部52は、予め図7に示す電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  と電池温度  $T_b$  との関係性をマップとして保持しており、温度センサ28から受けた電池温度  $T_b$  に対応する電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  を読出すと、コンデンサC2に入出力される電力  $P_c$  が読出した電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  以下となるように、電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  を設定する。すなわち、重畳電圧設定部52は、 30

$$W_{in} = P_c - W_{out} \cdots (6)$$

が成り立つように、電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  を設定する。

【0107】

さらに、式(6)において等号が成立するように、すなわち、コンデンサC2に入出力される電力  $P_c$  が電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  に等しくなるように、電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  を設定すれば、バッテリーBの能力を最大限に活かした充放電が行なわれることとなり、電池温度  $T_b$  をより迅速に上昇させることができる。

【0108】

そして、重畳電圧設定部52は、以上の2点を考慮して電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  を設定すると、その設定した電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  で周期的に変化する電圧  $V_{dc}$  を電圧指令  $V_{dc\_com}$  に重畳させる。重畳後の電圧  $V_{dc\_fix}$  は、電圧指令  $V_{dc\_fix}$  としてコンバータ用デューティ比演算部54へ出力される。 40

【0109】

一方、重畳電圧設定部52は、電池温度  $T_b$  が所定のしきい値以上のときには、電圧  $V_{dc}$  を零とする。すなわち、重畳電圧設定部52は、入力された電圧指令  $V_{dc\_com}$  を、そのまま電圧指令  $V_{dc\_fix}$  としてコンバータ用デューティ比演算部54へ出力する。

【0110】

再び図5を参照して、コンバータ用デューティ比演算部54は、電圧センサ10から直 50

流電圧  $V_b$  を受け、電圧センサ 13 から出力電圧  $V_m$  を受ける。コンバータ用デューティ比演算部 54 は、直流電圧  $V_b$  と、出力電圧  $V_m$  と、電圧指令  $V_{dc\_fix}$  とに基づいて、出力電圧  $V_m$  を電圧指令  $V_{dc\_fix}$  に設定するためのデューティ比  $DR$  を演算し、その演算したデューティ比  $DR$  に基づいて、昇圧コンバータ 12 の  $NPN$  トランジスタ  $Q_1$  ,  $Q_2$  をオン/オフするための信号  $PWC$  を生成する。そして、コンバータ用デューティ比演算部 54 は、その生成した信号  $PWC$  を昇圧コンバータ 12 の  $NPN$  トランジスタ  $Q_1$  ,  $Q_2$  へ出力する。

【0111】

これにより、昇圧コンバータ 12 は、出力電圧  $V_m$  が電圧指令  $V_{dc\_fix}$  になるように直流電圧  $V_b$  を出力電圧  $V_m$  に変換する。

10

【0112】

なお、この発明による昇温手段を実行することによってインバータ 14 の入力電圧  $V_m$  が振動すると、この振動によって交流モータ  $M_1$  の出力トルクにも変動が生じることが危惧される。しかしながら、かかる危惧は、交流モータ  $M_1$  の制御モードに、上述した電流制御を採用する  $PWM$  制御モードを適用することによって解消することができる。これによれば、交流モータ  $M_1$  の  $U$  ,  $V$  ,  $W$  の各相の電圧波形の振幅と位相とは電流制御により導き出されるため、出力トルクがインバータ 14 の入力電圧  $V_m$  の振動の影響を受けない。

【0113】

ただし、交流モータ  $M_1$  の制御モードのうち、トルクフィードバック制御を採用する矩形波制御モードにおいては、このような電流制御が適用できないために、出力トルクの変動を避けることが困難となる。

20

【0114】

したがって、この発明によるコンバータ制御回路 302 は、交流モータ  $M_1$  の制御モードが  $PWM$  制御モードであることに応じて、昇温手段を実行することとする。これに対して、交流モータ  $M_1$  が矩形波制御モードであるときには、昇温手段の実行が禁止される。結果として、昇温手段の実行によっても、交流モータ  $M_1$  の出力トルクの変動による車両の振動が抑制され、ドライバビリティを維持することができる。

【0115】

実際には、重畳電圧設定部 52 は、インバータ制御回路 301 の制御モード設定部から信号  $MD$  を受けると、信号  $MD$  で示される制御モードが  $PWM$  制御モードであることに応じて、上述した方法を用いて電圧  $V_{dc}$  を設定して電圧指令  $V_{dc\_com}$  に重畳させる。

30

【0116】

図 8 は、この発明による二次電池の昇温動作を説明するためのフローチャートである。

図 8 を参照して、一連の動作が開始されると、電圧指令演算部 50 は、外部  $ECU$  からのトルク指令値  $TR$  およびモータ回転数  $M RN$  に基づいて、インバータ 14 の入力電圧  $V_m$  の目標電圧（電圧指令  $V_{dc\_com}$ ）を演算する（ステップ  $S01$ ）。そして、電圧指令演算部 50 は、その演算した電圧指令  $V_{dc\_com}$  を重畳電圧設定部 52 へ出力する。

40

【0117】

重畳電圧設定部 52 は、電圧指令演算部 50 から電圧指令  $V_{dc\_com}$  を受け、温度センサ 28 から電池温度  $T_b$  を受け、インバータ制御回路 301 の制御モード設定部 44 から制御モードを示す信号  $MD$  を受ける。そして、重畳電圧設定部 52 は、電池温度  $T_b$  が所定のしきい値よりも低い時には、以下の手順に従って、電圧指令  $V_{dc\_com}$  を意図的に振動させた電圧指令  $V_{dc\_fix}$  を生成する。

【0118】

最初に、重畳電圧設定部 52 は、電池温度  $T_b$  が所定のしきい値  $T_3$  以上であるか否かを判定する（ステップ  $S02$ ）。所定のしきい値  $T_3$  は、図 7 に示す電池入力  $Win$  および電池出力  $Wout$  と電池温度  $T_b$  との関係において、電池入力  $Win$  および電池出力  $W$

50

o u t が急激に減少し始める電池温度  $T_b$  に相当する。

【0119】

ステップ S 0 2 において、電池温度  $T_b$  がしきい値  $T_3$  よりも低いと判定されると、重畳電圧設定部 5 2 は、さらに、インバータ 1 4 における交流モータ M 1 の制御モードが P W M 制御モードであるか否かを判定する（ステップ S 0 3）。

【0120】

ステップ S 0 2 において、交流モータ M 1 の制御モードが P W M 制御モードであると判定されると、重畳電圧設定部 5 2 は、温度センサ 2 8 から受けた電池温度  $T_b$  に対応する電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  を図 7 のマップから読出すと、コンデンサ C 2 に入出力される電力  $P_c$  が読出した電池入力  $W_{in}$  および電池出力  $W_{out}$  を超えないように、電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  を設定する（ステップ S 0 4）。

【0121】

そして、重畳電圧設定部 5 2 は、設定した電圧振幅  $V_{dc\_bat}$  で周期的に振動する電圧  $V_{dc}$  を生成し、その電圧  $V_{dc}$  を電圧指令  $V_{dc\_com}$  に重畳させる。これにより、固定値である電圧指令  $V_{dc\_com}$  は、周期的に振動する電圧指令  $V_{dc\_fix}$  に変換される（ステップ S 0 5）。変換された電圧指令  $V_{dc\_fix}$  は、コンバータ用デューティ比演算部 5 4 へ出力される。

【0122】

コンバータ用デューティ比演算部 5 4 は、さらに、電圧センサ 1 0 から直流電圧  $V_b$  を受け、電圧センサ 1 3 から出力電圧  $V_m$  を受ける。コンバータ用デューティ比演算部 5 4 は、直流電圧  $V_b$  と、出力電圧  $V_m$  と、電圧指令  $V_{dc\_fix}$  とに基づいて、出力電圧  $V_m$  を電圧指令  $V_{dc\_fix}$  に設定するためのデューティ比 D R を演算する（ステップ S 0 6）。

【0123】

コンバータ用 P W M 信号変換部 5 6 は、その演算したデューティ比 D R に基づいて、昇圧コンバータ 1 2 の N P N トランジスタ Q 1 , Q 2 をオン/オフするための信号 P W C を生成し、その生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 の N P N トランジスタ Q 1 , Q 2 へ出力する（ステップ S 0 8）。そして、信号 P W C により昇圧コンバータ 1 2 がスイッチング制御されることによって、昇圧コンバータ 1 2 の出力電圧  $V_m$  は、電圧指令  $V_{dc\_fix}$  に同期して周期的に振動することとなる。コンデンサ C 2 においては、端子間電圧  $V_m$  が周期的に振動し、バッテリー B から周期的に電力が入出力される。その結果、バッテリー B を流れる直流電流  $I_b$  にも周期的な変化  $I_b$  が生じ、この電流変化  $I_b$  がバッテリー B の内部抵抗を発熱させて電池温度  $T_b$  を上昇させる。以上のステップ S 0 4 ~ S 0 8 までの一連の動作は、電池温度  $T_b$  がしきい値  $T_3$  以上となるまで繰り返し実行される。

【0124】

そして、ステップ S 0 2 において電池温度  $T_b$  がしきい値  $T_3$  以上であるとき、およびステップ S 0 3 において交流モータ M 1 の制御モードが P W M 制御モードでないときのいずれかであるときには、重畳電圧設定部 5 2 は、重畳電圧  $V_{dc}$  を設定せず、電圧指令演算部 5 0 から入力された電圧指令  $V_{dc\_com}$  をそのまま電圧指令  $V_{dc\_fix}$  として、コンバータ用デューティ比演算部 5 4 へ出力する。したがって、コンバータ用デューティ比演算部 5 4 は、直流電圧  $V_b$  と、出力電圧  $V_m$  と、電圧指令  $V_{dc\_com}$  とに基づいて、出力電圧  $V_m$  を電圧指令  $V_{dc\_com}$  に設定するためのデューティ比 D R を演算する（ステップ S 0 7）。また、コンバータ用 P W M 信号変換部 5 6 は、その演算したデューティ比 D R に基づいて、昇圧コンバータ 1 2 の N P N トランジスタ Q 1 , Q 2 をオン/オフするための信号 P W C を生成し、その生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 2 の N P N トランジスタ Q 1 , Q 2 へ出力する（ステップ S 0 8）。

【0125】

以上のように、この発明の実施の形態によれば、平滑コンデンサの端子間電圧を意図的に振動させてバッテリーから平滑コンデンサへの電力の入出力を繰り返すことにより、バッ

テリの充放電時に流れるバッテリー電流によってバッテリーの内部抵抗を発熱させ、バッテリーを内部から直接的に昇温する。そのため、車両の走行状態に応じてバッテリーを充放電させる従来のバッテリー制御装置に対して、迅速かつ容易にバッテリーを昇温させることができる。

【0126】

また、平滑コンデンサの端子間電圧を入力電圧とするインバータにおいても、交流モータM1の制御モードを電流制御とすることにより、入力電圧の振動によって交流モータM1の出力トルクが変動するのを抑制することができる。その結果、昇温手段の実行によっても、ドライバビリティを維持することができる。

【0127】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0128】

この発明は、車両に搭載された二次電池の制御装置に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】この発明の実施の形態による二次電池の制御装置が搭載されるモータ駆動装置の概略ブロック図である。 20

【図2】図1における制御装置の機能ブロック図である。

【図3】図2におけるインバータ制御回路の機能ブロック図である。

【図4】交流モータM1のトルクとモータ回転数MRNとの関係を示す図である。

【図5】図2におけるコンバータ制御回路の機能ブロック図である。

【図6】図5の重畳電圧設定部が行なう重畳電圧設定動作を説明するための概略図である。

【図7】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Tbとの関係を示す図である。

【図8】この発明による二次電池の昇温動作を説明するためのフローチャートである。 30

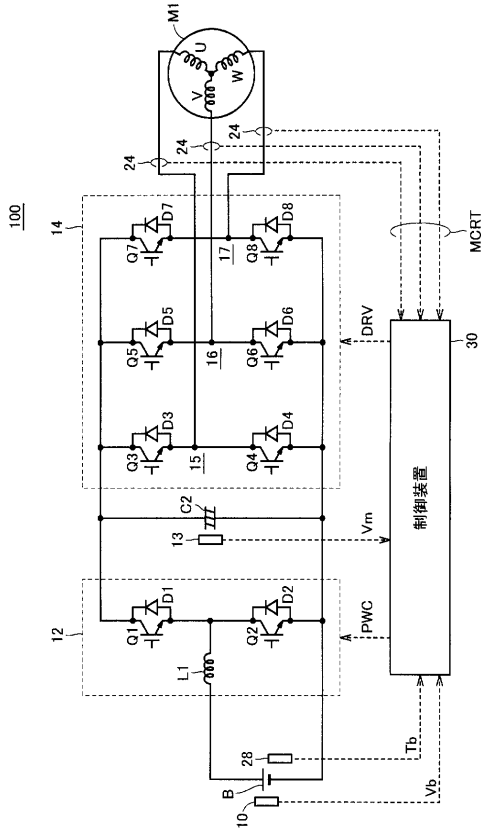
【符号の説明】

【0130】

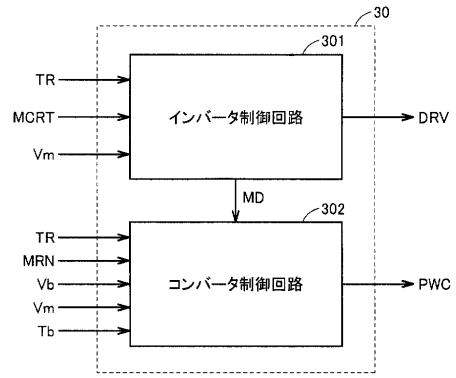
10, 13 電圧センサ、12 昇圧コンバータ、14 インバータ、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、18, 24 電流センサ、28 温度センサ、30 制御装置、40 モータ制御用相電圧演算部、42 インバータ用PWM信号変換部、44 制御モード設定部、50 電圧指令演算部、52 重畳電圧設定部、54 コンバータ用デューティ比演算部、56 コンバータ用PWM信号変換部、301 インバータ制御回路、302 コンバータ制御回路、Q1~Q8 NPNトランジスタ、D1~D8 ダイオード、C2 コンデンサ、B バッテリー、M1 交流モータ。



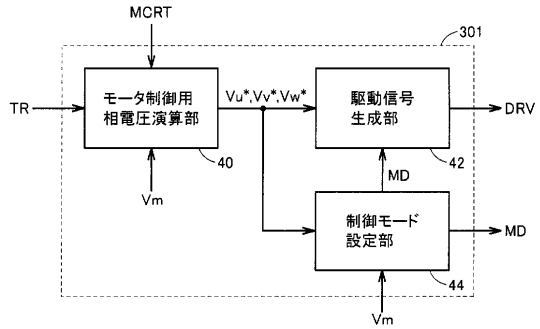
【図1】



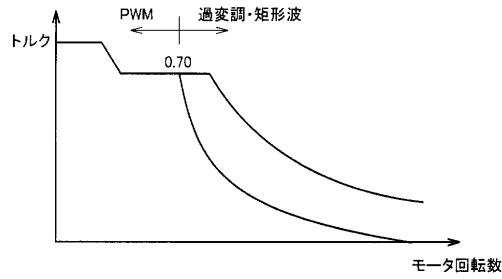
【図2】



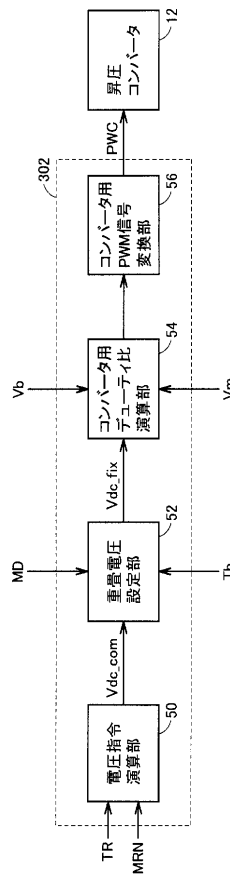
【図3】



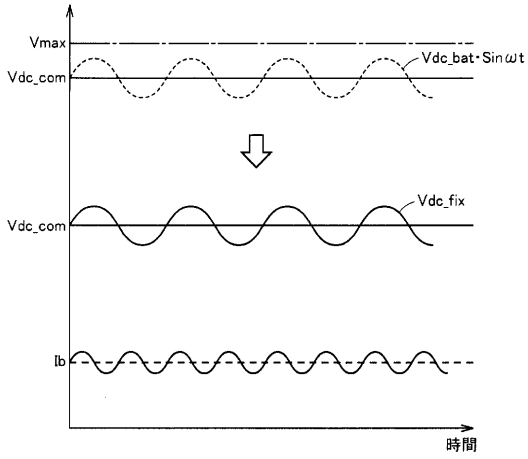
【図4】



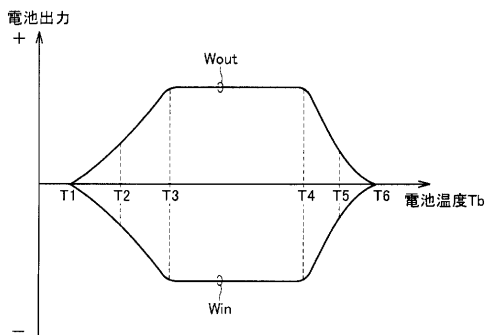
【図5】



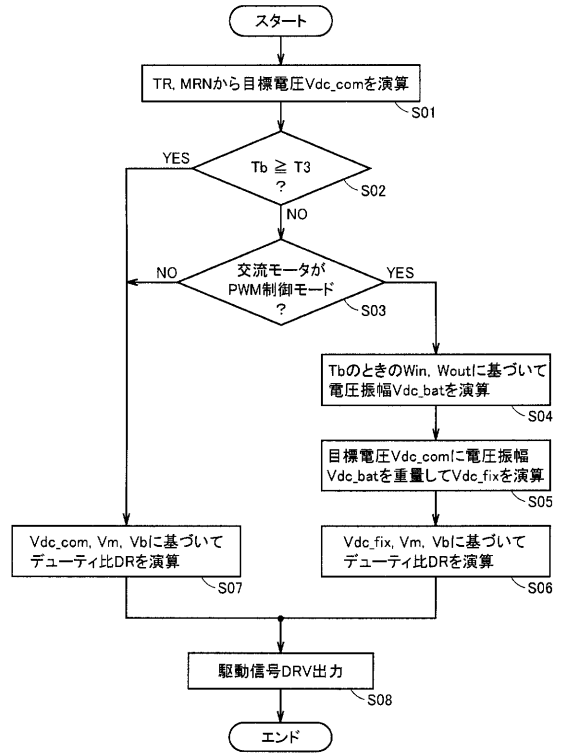
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H031 AA02 AA09 BB09 CC05 CC09 HH01 HH06 KK03  
5H115 PA08 PG04 P116 PU08 PV02 PV09 PV23 QE01 RB22 SE06  
T110 T005 T012