

(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2007-215358

(P2007-215358A)

(43) 公開日 平成19年8月23日(2007.8.23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02M 3/155 (2006.01)	H02M 3/155 H	5H115
B60L 11/18 (2006.01)	B60L 11/18 A	5H730

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-34195 (P2006-34195)  
 (22) 出願日 平成18年2月10日 (2006.2.10)

(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 落合 清恵  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 小柳 博之  
 愛知県豊田市トヨタ町2番地 株式会社トヨタマックス内

最終頁に続く

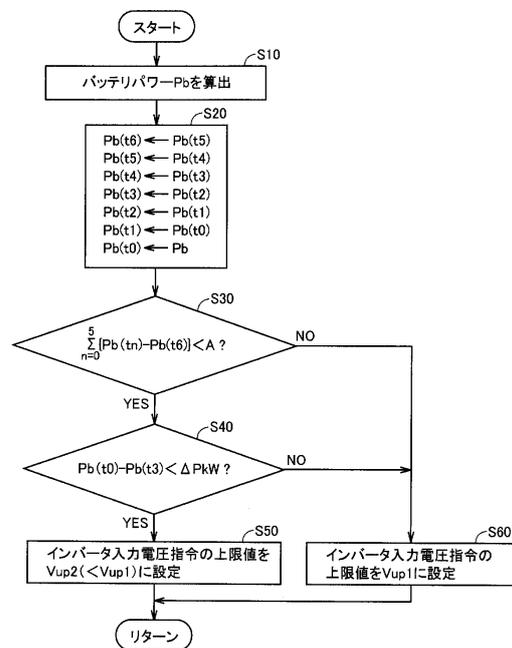
(54) 【発明の名称】 電圧変換装置および電圧変換器の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 電動機のパワー収支が継続的に回生側になっている場合に、電動機を駆動する駆動装置に過電圧がかかるのを防止する電圧変換装置を提供する。

【解決手段】 制御装置30の上限値設定部52は、バッテリーパワーPbの変化量を積算し、その積算値が予め設定されたしきい値A(負値)を下回っているか否かを判定する(ステップS30)。そして、積算値がしきい値Aを下回っていると判定され、さらにステップS40においてバッテリーパワー差がしきい値PkW(負値)を下回っていると判定されると、上限値設定部52は、インバータ入力電圧指令の上限値として通常のVup1よりも低いVup2を設定する(ステップS50)。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも 1 つの電動機を力行モードまたは回生モードで駆動する駆動装置と直流電源との間に設けられる電圧変換器と、

上限値を超えない範囲で前記直流電源からの電圧を昇圧するように前記電圧変換器を制御する制御装置と、

前記直流電源に対して入出力される電力を検知する検知装置とを備え、

前記制御装置は、前記直流電源から前記電力が出力されているときの前記電力の符号を正とした場合、第 1 の所定期間における前記電力の変化量の積算値が負の第 1 のしきい値を下回ると、前記上限値を低下させる、電圧変換装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御装置は、前記第 1 の所定期間前における前記電力を基準値として、前記第 1 の所定期間における前記基準値からの前記電力の変化量の積算値が前記第 1 のしきい値を下回ると、前記上限値を低下させる、請求項 1 に記載の電圧変換装置。

## 【請求項 3】

前記制御装置は、前記第 1 の所定期間よりも短い第 2 の所定期間前からの前記電力の変化量が負の第 2 のしきい値以上のとき、前記上限値を低下させるのを中止する、請求項 1 または請求項 2 に記載の電圧変換装置。

## 【請求項 4】

少なくとも 1 つの電動機を力行モードまたは回生モードで駆動する駆動装置と直流電源との間に設けられる電圧変換器の制御方法であって、

20

前記直流電源に対して入出力される電力を検知する第 1 のステップと、

第 1 の所定期間における前記電力の変化量の積算値を演算する第 2 のステップと、

前記直流電源から前記電力が出力されているときの前記電力の符号を正とした場合、前記演算された積算値が負の第 1 のしきい値を下回ると、前記電圧変換器から前記駆動装置へ出力される電圧の上限値を低下させる第 3 のステップと、

前記上限値を超えない範囲で前記直流電源からの電圧を昇圧するように前記電圧変換器を制御する第 4 のステップとを備える、電圧変換器の制御方法。

## 【請求項 5】

前記第 2 のステップは、前記第 1 の所定期間前における前記電力を基準値として、前記第 1 の所定期間における前記基準値からの前記電力の変化量の積算値を演算する、請求項 4 に記載の電圧変換器の制御方法。

30

## 【請求項 6】

前記第 1 の所定期間よりも短い第 2 の所定期間前からの前記電力の変化量が負の第 2 のしきい値以上であると、前記上限値を低下させるのを中止する第 5 のステップをさらに備える、請求項 4 または請求項 5 に記載の電圧変換器の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、電圧変換装置および電圧変換器の制御方法に関し、特に、電動機を力行モードまたは回生モードで駆動する駆動装置と直流電源との間で電圧変換を行なう電圧変換器の制御に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) や電気自動車 (Electric Vehicle) などの電動車両が注目されている。

## 【0003】

ハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することによって動力を得るとともに、直流電源からの電圧をインバータにより交流電圧に変換

50

してモータを駆動することによって動力を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

【0004】

このようなハイブリッド自動車や電気自動車においては、直流電源からの電圧を昇圧コンバータにより昇圧してインバータに与えることも検討されている。特開2004-229399号公報は、このような昇圧コンバータを備える電圧変換装置について、昇圧コンバータの電圧指令値が急激に増加しても、昇圧動作を行なう回路素子に過電流が流れないように、交流モータを駆動するインバータに電力を供給する電圧変換装置を開示する（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2004-229399号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特開2004-229399号公報では、交流モータのパワー収支が継続的に回生側になっている場合にインバータ電圧（昇圧コンバータとインバータとの間の電圧）が過電圧となり得る問題について、特に開示されていない。

【0006】

すなわち、交流モータのパワー収支が一時的に回生側になっても、昇圧コンバータとインバータとの間に配設されるコンデンサによって回生電力が吸収されるので、インバータ電圧が過電圧になることはない。しかし、昇圧コンバータによってインバータ電圧が上限値近傍に制御されているときに交流モータのパワー収支が継続的に回生側になると、インバータ電圧の上昇に昇圧コンバータの制御が追いつけず、インバータ電圧が過電圧になり得る。

20

【0007】

そこで、この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、電動機のパワー収支が継続的に回生側になっている場合に、電動機を駆動する駆動装置に過電圧がかかるのを防止する電圧変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明によれば、電圧変換装置は、少なくとも1つの電動機を力行モードまたは回生モードで駆動する駆動装置と直流電源との間に設けられる電圧変換器と、上限値を超えない範囲で直流電源からの電圧を昇圧するように電圧変換器を制御する制御装置と、直流電源に対して入出力される電力を検知する検知装置とを備える。制御装置は、直流電源から電力が出力されているときの電力の符号を正とした場合、第1の所定期間における電力の変化量の積算値が負の第1のしきい値を下回ると、上限値を低下させる。

30

【0009】

好ましくは、制御装置は、第1の所定期間前における電力を基準値として、第1の所定期間における基準値からの電力の変化量の積算値が第1のしきい値を下回ると、上限値を低下させる。

【0010】

好ましくは、制御装置は、第1の所定期間よりも短い第2の所定期間前からの電力の変化量が負の第2のしきい値以上のとき、上限値を低下させるのを中止する。

40

【0011】

また、この発明によれば、電圧変換器の制御方法は、少なくとも1つの電動機を力行モードまたは回生モードで駆動する駆動装置と直流電源との間に設けられる電圧変換器の制御方法である。そして、電圧変換器の制御方法は、直流電源に対して入出力される電力を検知する第1のステップと、第1の所定期間における電力の変化量の積算値を演算する第2のステップと、直流電源から電力が出力されているときの電力の符号を正とした場合、演算された積算値が負の第1のしきい値を下回ると、電圧変換器から駆動装置へ出力される電圧の上限値を低下させる第3のステップと、上限値を超えない範囲で直流電源からの

50

電圧を昇圧するように電圧変換器を制御する第4のステップとを備える。

【0012】

好ましくは、第2のステップは、第1の所定期間前における電力を基準値として、第1の所定期間における基準値からの電力の変化量の積算値を演算する。

【0013】

好ましくは、電圧変換器の制御方法は、第1の所定期間よりも短い第2の所定期間前からの電力の変化量が負の第2のしきい値以上であると、上限値を低下させるのを中止する第5のステップをさらに備える。

【発明の効果】

【0014】

この発明においては、上限値を超えない範囲で直流電源からの電圧を昇圧するように電圧変換器が制御される。そして、直流電源から電力が出力されているときの電力の符号を正とした場合、第1の所定期間における電力の変化量の積算値が負の第1のしきい値を下回ると、上記の上限値を低下させる。すなわち、ある時点からの電力変化量だけでは、少なくとも1つの電動機のパワー収支が継続的に回生側になっているか否かを正確に判断できない場合があるところ、この発明においては、第1の所定期間における電力変化量の積算値を用いるので、少なくとも1つの電動機のパワー収支が継続的に回生側になっているかを正確に判断できる。そして、演算された積算値が第1のしきい値（負値）を下回ると、上記の上限値を低下させるので、電圧変換器による昇圧電圧が抑制される。

10

【0015】

したがって、この発明によれば、少なくとも1つの電動機のパワー収支が継続的に回生側になっている場合に、駆動装置に過電圧がかかるのを防止することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、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、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0017】

図1は、この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置の回路図である。図1を参照して、モータ駆動装置100は、直流電源Bと、電圧センサ10、13と、システムリレーSR1、SR2と、コンデンサC1、C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14と、電流センサ11、24と、制御装置30とを備える。

30

【0018】

このモータ駆動装置100は、ハイブリッド自動車や電気自動車などの電動車両に搭載される。そして、交流モータM1は、駆動輪に機械的に連結され、車両を駆動するためのトルクを発生する。あるいは、交流モータM1は、エンジンに機械的に連結され、エンジンの動力を用いて発電する発電機として動作し、かつ、エンジンの始動を行なう電動機としてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

【0019】

昇圧コンバータ12は、リアクトルLと、NPNトランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2とを含む。リアクトルLの一方端は、電源ラインPL1およびシステムリレーSR1を介して直流電源Bの正極に接続され、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のコレクタとの接続点に接続される。NPNトランジスタQ1、Q2は、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ1のコレクタは電源ラインPL2に接続され、NPNトランジスタQ2のエミッタは接地ラインSL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へ電流を流すダイオードD1、D2がそれぞれ接続される。

40

【0020】

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とを含む。

50

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PL2と接地ラインSLとの間に並列に接続される。

【0021】

U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4を含む。V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6を含む。W相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8を含む。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る。

【0022】

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る。

10

【0023】

なお、NPNトランジスタQ1～Q8等に代えて、他のパワースイッチング素子たとえばIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)やパワーMOSFETを用いることもできる。

【0024】

直流電源Bは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池を含む。電圧センサ10は、直流電源Bの電圧Vbを検出し、その検出した電圧Vbを制御装置30へ出力する。電流センサ11は、直流電源Bに入出力される電流Ibを検出し、その検出した電流Ibを制御装置30へ出力する。システムリレーSR1、SR2は、制御装置30からの信号SEによりオン/オフされる。

20

【0025】

コンデンサC1は、直流電源Bから供給される電圧を平滑化し、その平滑化した電圧を昇圧コンバータ12へ供給する。

【0026】

昇圧コンバータ12は、コンデンサC1から供給される電圧を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からの信号PWMU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PWMUによってオフされる。また、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWMDを受けると、コンデンサC2を介してインバータ14から供給される直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。

30

【0027】

コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの電圧を平滑化し、その平滑化した電圧をインバータ14へ供給する。電圧センサ13は、コンデンサC2の両端の電圧、すなわち、昇圧コンバータ12の出力電圧Vm(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Vmを制御装置30へ出力する。

40

【0028】

インバータ14は、コンデンサC2から供給される直流電圧を制御装置30からの信号PWMIに基づいて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。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PWMC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を介して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0029】

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

50

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。

【0030】

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、その検出したモータ電流MCR Tを制御装置30へ出力する。

【0031】

制御装置30は、外部に設けられたECU (Electronic Control Unit) から入力されたトルク指令値TRおよびモータ回転数MR N、電圧センサ10からの電圧V b、電圧センサ13からの電圧V m、および電流センサ24からのモータ電流MCR Tに基づいて、昇圧コンバータ12を駆動するための信号PWM Uとインバータ14を駆動するための信号PWM Iとを生成し、その生成した信号PWM Uおよび信号PWM Iをそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。

10

【0032】

信号PWM Uは、昇圧コンバータ12がコンデンサC1からの電圧を電圧V mに変換する場合に昇圧コンバータ12を駆動するための信号である。そして、制御装置30は、昇圧コンバータ12がコンデンサC1からの電圧を電圧V mに変換する場合に、電圧V mをフィードバック制御し、電圧V mが電圧指令V d c \_ c o mになるように信号PWM Uを生成する。

【0033】

また、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車回生制動モードに入ったことを示す信号を外部ECUから受けると、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWM Cを生成してインバータ14へ出力する。この場合、インバータ14のNPNトランジスタQ3 ~ Q8は信号PWM C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14は、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12へ供給する。

20

【0034】

さらに、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車回生制動モードに入ったことを示す信号を外部ECUから受けると、インバータ14から供給される電圧を降圧するための信号PWM Dを生成し、その生成した信号PWM Dを昇圧コンバータ12へ出力する。これにより、交流モータM1が発電した交流電圧は、インバータ14により直流電圧に変換され、昇圧コンバータ12により降圧されて直流電源Bに供給される。

30

【0035】

また、さらに、制御装置30は、バッテリーパワーP bを算出する。このバッテリーパワーP bは、直流電源Bに入出力される電力を示し、バッテリーパワーP bが正值のときは直流電源から電力が出力され（放電）、バッテリーパワーP bが負値のときは直流電源へ電力が入力されている（充電）ことを示す。なお、バッテリーパワーP bは、電流センサ11からの電流I bおよび電圧センサ10からの電圧V bに基づいて算出することができる。また、電流センサ24からのモータ電流MCR Tおよび図示されない電圧センサによって検出される交流モータM1のモータ電圧に基づいて交流モータM1のパワーを算出し、この算出した交流モータM1のパワーに基づいてバッテリーパワーP bを算出することもできる。

40

【0036】

そして、制御装置30は、算出されたバッテリーパワーP bに基づいて、後述の方法により、交流モータM1のパワー収支が継続的に回生側になっているか否かを判定し、パワー収支が継続的に回生側になっていると判定すると、昇圧コンバータ12の出力電圧V mの目標電圧である電圧指令V d c \_ c o mの上限値を通常時よりも低い値に設定する。

【0037】

さらに、制御装置30は、システムリレーSR1, SR2をオン/オフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。

【0038】

50

図 2 は、図 1 に示した制御装置 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、モータ制御用相電圧演算部 40 と、P W M 信号変換部 42 と、インバータ入力電圧指令演算部 50 と、上限値設定部 52 と、フィードバック電圧指令演算部 54 と、デューティ比変換部 56 とを含む。

【0039】

モータ制御用相電圧演算部 40 は、昇圧コンバータ 12 の出力電圧  $V_m$ 、すなわち、インバータ 14 の入力電圧を電圧センサ 13 から受け、交流モータ M1 の各相に流れるモータ電流 M C R T を電流センサ 24 から受け、トルク指令値 T R を外部 E C U から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部 40 は、これらの信号に基づいて、交流モータ M1 の各相のコイルに印加する電圧を算出し、その算出結果を P W M 信号変換部 42 へ供給する。

10

【0040】

P W M 信号変換部 42 は、モータ制御用相電圧演算部 40 によって算出された各相電圧指令に基づいて、インバータ 14 の各 N P N トランジスタ Q 3 ~ Q 8 をオン / オフするための信号 P W M I , P W M C を生成し、その生成した信号 P W M I , P W M C をインバータ 14 の各 N P N トランジスタ Q 3 ~ Q 8 へ出力する。

【0041】

これにより、各 N P N トランジスタ Q 3 ~ Q 8 は、スイッチング制御され、交流モータ M1 が指令されたトルクを出力するように交流モータ M1 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 T R に応じたモータトルクが出力される。

20

【0042】

インバータ入力電圧指令演算部 50 は、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入力電圧の最適値（目標値）、すなわち電圧指令  $V_{dc\_com}$  を演算する。そして、インバータ入力電圧指令演算部 50 は、その演算された電圧指令  $V_{dc\_com}$  を上限値設定部 52 によって設定される上限値と比較し、演算された電圧指令  $V_{dc\_com}$  が上限値を超えている場合には電圧指令  $V_{dc\_com}$  を上限値に制限してフィードバック電圧指令演算部 54 へ出力する。

【0043】

上限値設定部 52 は、バッテリーパワー P b を算出し、後述の方法により、交流モータ M1 のパワー収支が継続的に回生側になっているか否かを判定する。そして、上限値設定部 52 は、交流モータ M1 のパワー収支が継続的に回生側になっていないと判定すると、電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値として  $V_{up1}$  をインバータ入力電圧指令演算部 50 へ出力する。一方、上限値設定部 52 は、交流モータ M1 のパワー収支が継続的に回生側になっていると判定すると、電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値として  $V_{up1}$  よりも低い  $V_{up2}$  をインバータ入力電圧指令演算部 50 へ出力する。

30

【0044】

フィードバック電圧指令演算部 54 は、電圧センサ 13 からの電圧  $V_m$  と、インバータ入力電圧指令演算部 50 からの電圧指令  $V_{dc\_com}$  とに基づいてフィードバック電圧指令を演算し、その演算したフィードバック電圧指令をデューティ比変換部 56 へ出力する。

40

【0045】

デューティ比変換部 56 は、電圧センサ 10 からの電圧  $V_b$  と、フィードバック電圧指令演算部 54 からのフィードバック電圧指令とに基づいて、電圧  $V_m$  をフィードバック電圧指令に制御するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいて昇圧コンバータ 12 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 M U , P W M D を生成する。そして、デューティ比変換部 56 は、生成した信号 P W M U , P W M D を昇圧コンバータ 12 の N P N トランジスタ Q 1 , Q 2 へ出力する。

【0046】

なお、昇圧コンバータ 12 の接地ライン S L 側の N P N トランジスタ Q 2 のオンデュー

50

ティーを大きくすることによりリアクトルL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、電源ラインPL2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電源ラインPL2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、電源ラインPL1, PL2間の電圧を任意の正電圧に制御可能である。

#### 【0047】

図3は、図2に示した上限値設定部52の制御構造を示すフローチャートである。なお、このフローチャートによる処理は、予め設定された一定周期で実行される。図3を参照して、上限値設定部52は、バッテリーパワーPbを算出する(ステップS10)。より具体的には、上限値設定部52は、電流Ibと電圧Vbとの積を演算することによりバッテリーパワーPbを算出する。あるいは、交流モータM1のモータ電流とモータ電圧との積を演算することによって交流モータM1のパワーを算出し、この算出した交流モータM1のパワーに基づいてバッテリーパワーPbを算出してもよい。

10

#### 【0048】

次いで、上限値設定部52は、6周期前に算出したバッテリーパワーが格納されているPb(t5)の値をPb(t6)にシフトし、その後、5周期前に算出したバッテリーパワーが格納されているPb(t4)の値をPb(t5)にシフトする。続いて、上限値設定部52は、4周期前に算出したバッテリーパワーが格納されているPb(t3)の値をPb(t4)にシフトし、その後、3周期前に算出したバッテリーパワーが格納されているPb(t2)の値をPb(t3)にシフトする。さらに続いて、上限値設定部52は、2周期前に算出したバッテリーパワーが格納されているPb(t1)の値をPb(t2)にシフトし、その後、1周期前に算出したバッテリーパワーが格納されているPb(t0)の値をPb(t1)にシフトする。そして、上限値設定部52は、ステップS10において今回算出したバッテリーパワーPbをPb(t0)に代入する(ステップS20)。

20

#### 【0049】

なお、以下では、Pb(tn)に格納されているn周期前のバッテリーパワーの値をバッテリーパワーPb(tn)と表記する。

#### 【0050】

次いで、上限値設定部52は、バッテリーパワーPb(tn)(nは0~5の整数)の各々と6周期前のバッテリーパワーPb(t6)との差を算出し、その各算出値を積算する。すなわち、上限値設定部52は、6周期前のバッテリーパワーPb(t6)を基準として、時刻t5~t0におけるバッテリーパワーPbの変化量を積算する。そして、上限値設定部52は、そのバッテリーパワーPbの変化量の積算値が予め設定されたしきい値A(しきい値Aは負値)を下回っているか否かを判定する(ステップS30)。

30

#### 【0051】

上限値設定部52は、バッテリーパワーPbの変化量の積算値がしきい値A以上であると判定すると(ステップS30においてNO)、処理をステップS60へ進め、インバータ入力電圧指令演算部50によって算出される電圧指令Vdc\_comの上限値としてVup1をインバータ入力電圧指令演算部50に設定する(ステップS60)。

#### 【0052】

一方、ステップS30において、バッテリーパワーPbの変化量の積算値がしきい値Aを下回っていると判定されると(ステップS30においてYES)、上限値設定部52は、さらに、今回算出されたバッテリーパワーPb(t0)と3周期前のバッテリーパワーPb(t3)との差を算出し、その算出したバッテリーパワー差が予め設定されたしきい値PkW(しきい値Pは負値)を下回っているか否かを判定する(ステップS40)。

40

#### 【0053】

そして、上限値設定部52は、バッテリーパワー差がしきい値PkWを下回っていると判定すると(ステップS40においてYES)、インバータ入力電圧指令演算部50によって算出される電圧指令Vdc\_comの上限値としてVup1よりも低いVup2をインバータ入力電圧指令演算部50に設定する(ステップS50)。一方、ステップS40

50

においてバッテリーパワー差がしきい値  $P_{kW}$ 以上であると判定されると(ステップS40においてNO)、上限値設定部52は、ステップS60へ処理を進め、電圧指令  $V_{dc\_com}$ の上限値として  $V_{up1}$ をインバータ入力電圧指令演算部50に設定する。

【0054】

図4は、図2に示した上限値設定部52により実行される処理を説明するための図である。図4を参照して、横軸は時間を示し、縦軸はバッテリーパワー  $P_b$ を示す。時刻  $t_0$ は現在時刻を示し、時刻  $t_n$ ( $n$ は1~6の整数)は時刻  $t_0$ から  $n$ 周期前の時刻を示す。そして、バッテリーパワー  $P_b$ が正のときは、直流電源Bから電力が出力されていることを示し(放電)、バッテリーパワー  $P_b$ が負のときは、直流電源Bへ電力が入力されていることを示す(充電)。

10

【0055】

バッテリーパワー  $P_b$ の変化を示す曲線の傾きが負であることは、交流モータM1のパワー収支が回生側であることを示す。すなわち、バッテリーパワー  $P_b$ が負方向に変化(直流電源Bからの出力電力が減少または直流電源Bへの入力電力が増加)するのは、交流モータM1のパワー収支が回生側のために電圧  $V_m$ が上昇傾向にあり、その結果、直流電源Bから昇圧コンバータ12を介してコンデンサC2へ供給される電力が減少し、または、コンデンサC2から昇圧コンバータ12を介して直流電源Bへ供給される電力が増加するからである。

【0056】

そして、上限値設定部52は、交流モータM1のパワー収支が継続的に回生側であることを検知するために、すなわち、バッテリーパワー  $P_b$ の変化を示す曲線の傾きが継続的に負であることを検知するために、所定期間(この実施の形態では6周期前の時刻  $t_6$ から現在の時刻  $t_0$ まで)におけるバッテリーパワー  $P_b$ の変化量を積算し、その積算値に基づいて交流モータM1のパワー収支が継続的に回生側であるか否かを判定する。

20

【0057】

なお、バッテリーパワー  $P_b$ の変化量の積算値を用いるのは、単に、ある時刻間のバッテリーパワー  $P_b$ の変化量(バッテリーパワー差)では、交流モータM1のパワー収支が継続的に回生側であるか否かを判定できない場合があるからである。以下、そのようなケースについて説明する。

【0058】

図5は、バッテリーパワー  $P_b$ の変化の一例を示した図である。図5を参照して、仮に、現在の時刻  $t_0$ におけるバッテリーパワー  $P_b(t_0)$ と現在の時刻  $t_0$ から時間  $TS$ だけ前の時刻  $t_7$ におけるバッテリーパワー  $P_b(t_7)$ との差のみに基づいて交流モータM1のパワー収支が回生側であるか否かが判定される場合を考える。時刻  $t_7$ 以前は交流モータM1のパワー収支は力行側(電力消費)であり、時刻  $t_7$ 以降にパワー収支が回生側になっても電圧  $V_m$ は直ちに過電圧にはならない。しかしながら、この場合、バッテリーパワー  $P_b(t_7)$ とバッテリーパワー  $P_b(t_0)$ との変化量がしきい値を超えると、電圧  $V_m$ の制御目標値である電圧指令  $V_{dc\_com}$ の上限値を  $V_{up1}$ から  $V_{up2}$ に下げてしまう。

30

【0059】

したがって、交流モータM1のパワー収支が継続的に回生側になっておらず、過電圧が発生しないような状況においても、電圧指令  $V_{dc\_com}$ の上限値が不必要に下げられ、その結果、昇圧コンバータ12の出力電圧  $V_m$ が不必要に低下する可能性がある。昇圧コンバータ12の出力電圧  $V_m$ は、交流モータM1のトルク指令値  $TR$ およびモータ回転数  $MRN$ に基づいて、交流モータM1の要求パワーに応じて決定されるものであり、電圧  $V_m$ を不必要に低下させるのは好ましくない。

40

【0060】

図6は、バッテリーパワー  $P_b$ の他の変化の一例を示した図である。図6を参照して、交流モータM1のパワー収支が継続的に回生側であるか否かを判定するために、図5に示した時間  $TS$ を時間  $TL$ に長くすればよいとも考えられる。しかしながら、この場合は

50

、図に示されるように時刻  $t_8$  から時刻  $t_0$  までの間にバッテリーパワー  $P_b$  が変動する可能性がある。したがって、この場合も図5の場合と同様に、交流モータ  $M_1$  のパワー収支が継続的に回生側になっておらず、過電圧が発生しないような状況においても、電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値が不必要に下げられ、その結果、電圧  $V_m$  が不必要に低下し得る。

【0061】

このように、ある時点からのバッテリーパワー差だけでは、交流モータ  $M_1$  のパワー収支が継続的に回生側にあるか否かを正確に判定できないおそれがあるところ、この実施の形態においては、バッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値を用いることにより、正確な判定を可能としたものである。

10

【0062】

再び図4を参照して、上限値設定部52は、バッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値がしきい値  $A$  ( $A$  は負値) を下回っており、さらに、現在の時刻  $t_0$  におけるバッテリーパワー  $P_b(t_0)$  と3周期前のバッテリーパワー  $P_b(t_3)$  との差がしきい値  $P_{kW}$  ( $P$  は負値) を下回っているときに、電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値を  $V_{up1}$  から  $V_{up2}$  に下げる。言い換えると、上限値設定部52は、バッテリーパワー  $P_b(t_0)$  とバッテリーパワー  $P_b(t_3)$  との差がしきい値  $P_{kW}$  以上のときは、電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値を  $V_{up1}$  から  $V_{up2}$  に下げない。このように、バッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値による判定に加えて、バッテリーパワー差による判定を行なうようにしたのは、以下の理由による。

20

【0063】

図7は、バッテリーパワー  $P_b$  のさらに他の変化の一例を示した図である。図7を参照して、時刻  $t_6 \sim t_5$  近傍でバッテリーパワー  $P_b$  が急激に低下し、その後、安定したとする。この場合、時刻  $t_6$  におけるバッテリーパワー  $P_b(t_6)$  を基準としたバッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値は相当量となり、しきい値  $A$  を下回ることとなる。

【0064】

しかしながら、このような場合は、交流モータ  $M_1$  のパワー収支は継続的に回生側になっているとはいえ、電圧  $V_m$  が継続的に過電圧になることはない。そこで、このような場合を除外するために、現在の時刻  $t_0$  におけるバッテリーパワー  $P_b(t_0)$  と、バッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値を演算する際の基準となる時刻  $t_6$  よりも近時の時刻  $t_3$  におけるバッテリーパワー  $P_b(t_3)$  との差も考慮することとしたものである。

30

【0065】

すなわち、バッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値がしきい値  $A$  を下回っていても、時刻  $t_3$  からのバッテリーパワー差が小さいときは、交流モータ  $M_1$  のパワー収支は継続的に回生側になっていないものと判定され、電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値には通常の  $V_{up1}$  が設定される。

【0066】

以上のように、この実施の形態においては、所定期間(時刻  $t_6 \sim t_0$ )におけるバッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値を用いて交流モータ  $M_1$  のパワー収支が継続的に回生側になっているか否かを判定するようにしたので、正確な判定が行なわれる。そして、その演算された積算値がしきい値  $A$  を下回ると、昇圧コンバータ12の目標電圧に相当する電圧指令  $V_{dc\_com}$  の上限値を  $V_{up1}$  から  $V_{up2}$  に低下させるので、昇圧コンバータ12は、出力電圧  $V_m$  を抑制するように電圧  $V_m$  を制御する。したがって、交流モータ  $M_1$  のパワー収支が継続的に回生側になっている場合に、インバータ電圧が過電圧になるのを防止することができる。

40

【0067】

また、所定時刻(時刻  $t_3$ )からのバッテリーパワー差が小さいときは、交流モータ  $M_1$  のパワー収支は継続的に回生側になっていないものと判定するようにしたので、バッテリーパワー  $P_b$  の変化量の積算値を用いた判定方法の精度が担保される。

【0068】

50

なお、上記のモータ駆動装置 100 は、たとえば、ハイブリッド自動車に搭載される。

図 8 は、ハイブリッド自動車への適用を説明するための図である。この場合、図 1 に示した交流モータ M 1 は、2 つのモータジェネレータ M G 1 , M G 2 から成り、インバータ 14 は、2 つのインバータから成る。すなわち、図 8 に示すように、2 つのインバータ 14 A , 14 B がそれぞれ 2 つのモータジェネレータ M G 1 , M G 2 に対応して設けられる。そして、インバータ 14 A , 14 B は、コンデンサ C 2 の両端に接続された電源ライン P L 2 および接地ライン S L に並列に接続される。

【0069】

モータジェネレータ M G 1 は、動力分割機構（図示せず）を介してエンジンに連結され、モータジェネレータ M G 2 は、動力分割機構を介して駆動輪に連結される。

10

【0070】

インバータ 14 A は、昇圧コンバータ 12 からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ M G 1 を駆動するとともに、エンジンの動力を用いてモータジェネレータ M G 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 12 へ供給する。また、インバータ 14 B は、昇圧コンバータ 12 からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ M G 2 を駆動するとともに、駆動輪の回転力によりモータジェネレータ M G 2 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 12 へ供給する。

【0071】

モータジェネレータ M G 1 , M G 2 のパワー収支が回生側になるのは、モータジェネレータ M G 1 による発電電力がモータジェネレータ M G 2 による消費電力よりも大きいときである。そして、制御装置 30 の上限値設定部 52 は、バッテリーパワー P b の変化量の積算値がしきい値 A を下回り、かつ、バッテリーパワー P b の変化量がしきい値 P k w を下回ると、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 のパワー収支が継続的に回生側になっているものと判定し、昇圧コンバータ 12 の目標電圧に相当する電圧指令 V d c \_ c o m の上限値を通常の V u p 1 からそれよりも低い V u p 2 に下げる。これにより、昇圧コンバータ 12 の出力電圧 V m が過電圧になることを防止することができる。

20

【0072】

なお、上記においては、バッテリーパワー P b を算出するに際し、電流 I b と電圧 V b との積を演算することによりバッテリーパワー P b を算出してもよいし、モータジェネレータ M G 1 , M G 2 の各々におけるモータ電流およびモータ電圧に基づいてモータジェネレータ M G 1 , M G 2 の各々のパワーを算出し、その算出したモータジェネレータ M G 1 , M G 2 のパワーに基づいてバッテリーパワー P b を算出してもよい。

30

【0073】

なお、上記の実施の形態においては、6 周期前からのバッテリーパワー P b の変化量を積算するものとしたが、バッテリーパワー P b の変化量を積算する期間は、この期間に限定されるものではなく長短可能である。また、図 3 に示したステップ S 40 では、3 周期前からのバッテリーパワー P b の変化量を用いるものとしたが、この期間も 3 周期前に限定されるものではない。

【0074】

なお、上記において、交流モータ M 1 は、この発明における「少なくとも 1 つの電動機」に対応し、インバータ 14 は、この発明における「駆動装置」に対応する。また、昇圧コンバータ 12 は、この発明における「電圧変換器」に対応し、制御装置 30 は、この発明における「制御装置」に対応する。さらに、電圧センサ 10、電流センサ 11 および制御装置 30 は、この発明における「検知装置」を形成する。

40

【0075】

また、さらに、ステップ S 10 は、この発明における「第 1 のステップ」に対応し、ステップ S 30 は、この発明における「第 2 のステップ」に対応する。また、さらに、ステップ S 50 は、この発明における「第 3 のステップ」に対応し、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 54 およびデューティ比変換部 56 により実行される処理は、この発明における「第 4 のステップ」による処理に対応する。また、

50

さらに、ステップ S 6 0 は、この発明における「第 5 のステップ」に対応する。

【 0 0 7 6 】

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、上記した実施の形態の説明ではなくて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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 7 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置の回路図である。

10

【 図 2 】 図 1 に示す制御装置の機能ブロック図である。

【 図 3 】 図 2 に示す上限値設定部の制御構造を示すフローチャートである。

【 図 4 】 図 2 に示す上限値設定部により実行される処理を説明するための図である。

【 図 5 】 バッテリパワーの変化の一例を示した図である。

【 図 6 】 バッテリパワーの他の変化の一例を示した図である。

【 図 7 】 バッテリパワーのさらに他の変化の一例を示した図である。

【 図 8 】 ハイブリッド自動車への適用を説明するための図である。

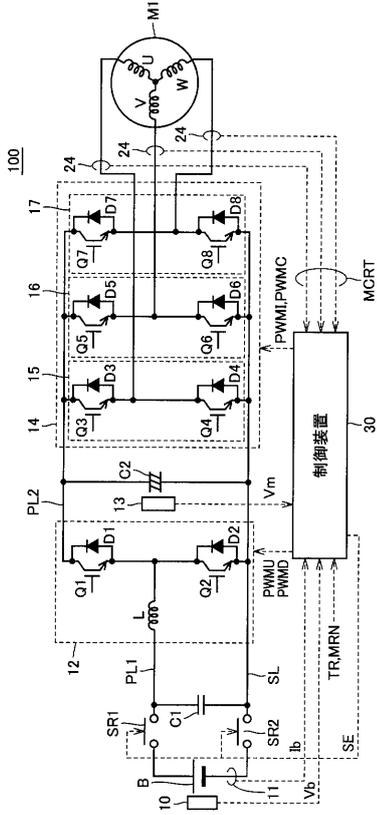
【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

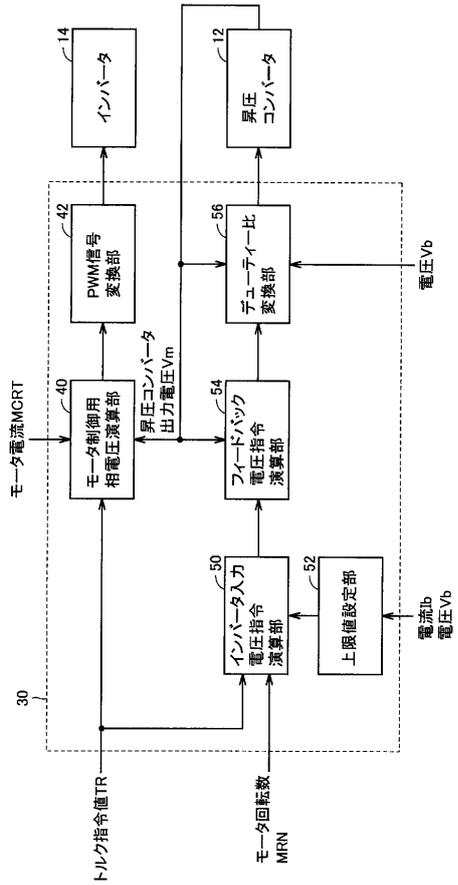
1 0 , 1 3 電圧センサ、 1 1 , 2 4 電流センサ、 1 2 昇圧コンバータ、 1 4 , 1 4 A , 1 4 B インバータ、 1 5 U相アーム、 1 6 V相アーム、 1 7 W相アーム、 3 0 制御装置、 4 0 モータ制御用相電圧演算部、 4 2 P W M 信号変換部、 5 0 インバータ入力電圧指令演算部、 5 2 上限値設定部、 5 4 フィードバック電圧指令演算部、 5 6 デューティ比変換部、 1 0 0 モータ駆動装置、 B 直流電源、 S R 1 , S R 2 システムリレー、 C 1 , C 2 コンデンサ、 P L 1 , P L 2 電源ライン、 S L 接地ライン、 L リアクトル、 Q 1 ~ Q 8 N P N トランジスタ、 D 1 ~ D 8 ダイオード、 M 1 交流モータ、 M G 1 , M G 2 モータジェネレータ。

20

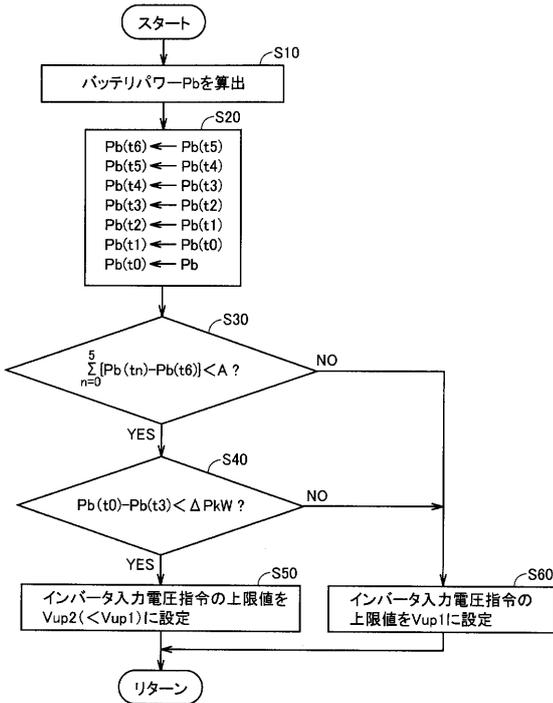
【図1】



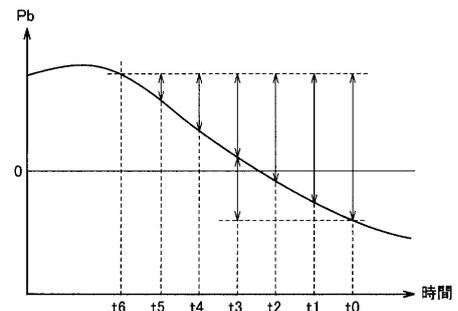
【図2】



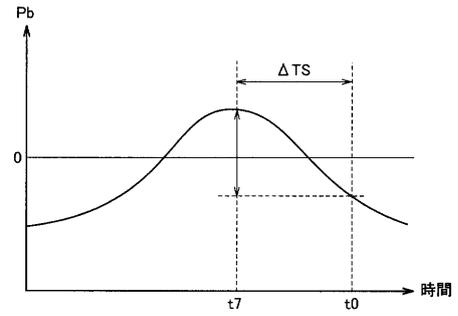
【図3】



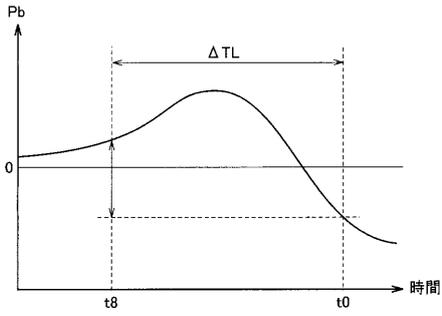
【図4】



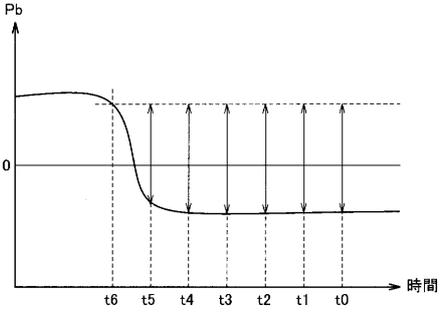
【図5】



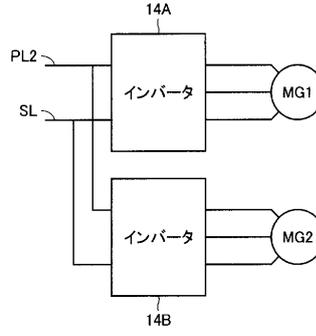
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 P116 P129 P006 P017 PU10 PV03 PV09  
PV23 QE08 QE10 Q104 QN09 TI05 TI06 T012 T013  
5H730 AA20 AS08 AS13 BB13 BB14 CC25 DD03 DD12 FD13 FD33  
FD43 FG05