



NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(V_{m1*} , V_{m2*}) のうちの最大値を目標電圧として設定する。目標電圧制限部 (54) は、目標電圧と下限
値 (V_{th}) とを比較し、目標電圧が下限値 (V_{th}) よりも低いとき、下限値 (V_{th}) を目標電圧 (V_{h*})
とする。

電源システムおよびそれを備えた車両、ならびに電源システムの制御方法およびその制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュ

技術分野

背景技術

たとえば、特開 2003-209969 号公報は、複数の電源ステージを備える電源制御システムを開示する。この電源制御システムは、互いに並列に接続されて少なくとも 1 つのインバータに直流電力を供給する複数の電源ステージを備える。各電源ステージは、電池と、ブースト／バック DC-DC コンバータとを含む。

上記の特開 2003-209969 号公報に開示されるようなブースト／バック DC-DC コンバータにおいては、通常、ブースト・スイッチおよびバック・スイッチが同時にオンすることによる短絡を防止するため、スイッチのオフ遅れ

時間を考慮したデッドタイムが設けられている。そして、ブースト／バックDC-DCコンバータによる昇圧比が低い場合、デッドタイムの影響を受けて出力電圧が振動する。

- そこで、昇圧比が低い場合、バック・スイッチを常時オンさせることが考えられるが、上記公報に開示される電源制御システムのように複数の電源ステージを備える構成では、電池間で短絡が生じ、制御不能な電流が電池間で流れてしまう。

発明の開示

- 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、複数の蓄電装置を備えた電源システムにおいて、コンバータに設けられたデッドタイムの影響による電圧変動を防止することである。

- この発明によれば、電源システムは、負荷装置と電力を授受可能な電源システムであって、充放電可能な複数の蓄電装置と、電力線と、複数のコンバータと、目標電圧設定部と、電圧制御部とを備える。電力線は、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受するために設けられる。複数のコンバータは、複数の蓄電装置に対応して設けられ、各コンバータは、対応の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。目標電圧設定部は、電力線の目標電圧を設定する。電圧制御部は、複数のコンバータの少なくとも1つを制御することによって、電力線の電圧を目標電圧に制御する。そして、目標電圧設定部は、複数の蓄電装置の各々の電圧のうち最大のものよりも高く設定される目標電圧下限値よりも目標電圧が低いとき、目標電圧下限値を目標電圧とする。

好ましくは、目標電圧設定部は、複数の蓄電装置の各電圧および負荷装置の要求電圧のうち最大のものを目標電圧として設定し、その設定された目標電圧が目標電圧下限値よりも低いとき、目標電圧下限値を目標電圧とする。

- 好ましくは、目標電圧下限値は、複数のコンバータの上下アームの短絡を防止するために設けられるデッドタイムの影響を受けない電圧に設定される。

好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置の状態に応じて可変設定される。

さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置の温度が低いほど高く

設定される。

また、さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置への充電電力が大きいほど高く設定される。

5 また、さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置への充電電流が大きいほど高く設定される。

また、さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置の充電状態を示す状態量が多いほど高く設定される。

10 また、この発明によれば、車両は、上述したいずれかの電源システムと、駆動力発生部とを備える。駆動力発生部は、電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する。

15 また、この発明によれば、制御方法は、負荷装置と電力を授受可能な電源システムの制御方法である。電源システムは、充放電可能な複数の蓄電装置と、電力線と、複数のコンバータとを備える。電力線は、電源システムと負荷装置との間で電力を授受するために設けられる。複数のコンバータは、複数の蓄電装置に対応して設けられ、各コンバータは、対応の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。そして、制御方法は、電力線の目標電圧を設定するステップと、
20 複数の蓄電装置の各々の電圧のうち最大のものよりも高く設定される目標電圧下限値よりも目標電圧が低いかなかを判定するステップと、目標電圧下限値よりも目標電圧が低いと判定されたとき、目標電圧下限値を目標電圧とするステップと、
25 複数のコンバータの少なくとも1つを制御することによって、電力線の電圧を目標電圧に制御するステップとを含む。

好ましくは、目標電圧を設定するステップにおいて、複数の蓄電装置の各電圧および負荷装置の要求電圧のうち最大のものが目標電圧として設定される。

25 好ましくは、目標電圧下限値は、複数のコンバータの上下アームの短絡を防止するために設けられるデッドタイムの影響を受けない電圧に設定される。

好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置の状態に応じて可変設定される。

さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置の温度が低いほど高く設定される。

また、さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置への充電電力が大きいほど高く設定される。

また、さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置への充電電流が大きいほど高く設定される。

5 また、さらに好ましくは、目標電圧下限値は、複数の蓄電装置の充電状態を示す状態量が多いほど高く設定される。

また、この発明によれば、記録媒体は、コンピュータ読取可能な記録媒体であって、上述したいずれかの制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録する。

10 このように、この発明においては、複数のコンバータは、複数の蓄電装置に対応して設けられ、電力線に並列接続される。電力線の目標電圧には、目標電圧下限値が設けられ、目標電圧下限値は、各蓄電装置の電圧のうち最大のものよりも高く設定される。そして、目標電圧下限値よりも目標電圧が低いとき、目標電圧下限値が目標電圧とされるので、目標電圧が蓄電装置の電圧と略同等となる低昇
15 圧動作が回避される。

したがって、この発明によれば、コンバータに設けられたデッドタイムの影響による電圧変動を防止することができる。

図面の簡単な説明

20 図1は、この発明の実施の形態による車両の全体ブロック図である。

図2は、図1に示すコンバータの概略構成図である。

図3は、図2に示すコンバータに設けられたデッドタイムを説明するための図である。

図4は、図1に示す制御部の機能ブロック図である。

25 図5は、蓄電装置の温度と目標電圧の下限値との関係の一例を示した図である。

図6は、蓄電装置の要求電力と目標電圧の下限値との関係の一例を示した図である。

図7は、図1に示す制御部による目標電圧の設定処理に関するフローチャートである。

図 8 は、蓄電装置の電流と目標電圧の下限值との関係の一例を示した図である。

図 9 は、蓄電装置の SOC と目標電圧の下限值との関係の一例を示した図である。

5 発明を実施するための最良の形態

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。

図 1 は、この発明の実施の形態による車両の全体ブロック図である。図 1 を参照して、車両 100 は、電源システム 1 と、駆動力発生部 3 と、HV__ECU (Hybrid Vehicle Electronic Control Unit) 4 とを備える。

駆動力発生部 3 は、インバータ 30-1, 30-2 と、モータジェネレータ 34-1, 34-2 と、動力伝達機構 36 と、駆動軸 38 とを含む。インバータ 30-1, 30-2 は、主正母線 MPL および主負母線 MNL に並列接続される。そして、インバータ 30-1, 30-2 は、電源システム 1 から供給される直流電力を受けてモータジェネレータ 34-1, 34-2 をそれぞれ駆動する。また、インバータ 30-1, 30-2 は、それぞれモータジェネレータ 34-1, 34-2 が発電する交流電力を直流電力に変換して回生電力として電源システム 1 へ出力する。

なお、各インバータ 30-1, 30-2 は、たとえば、三相分のスイッチング素子を含むブリッジ回路から成る。そして、インバータ 30-1, 30-2 は、それぞれ HV__ECU 4 からの駆動信号 PWM1, PWM2 に応じてスイッチング動作を行なうことにより、対応のモータジェネレータを駆動する。

モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、それぞれインバータ 30-1, 30-2 から供給される交流電力を受けて回転駆動力を発生する。また、モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、外部からの回転力を受けて発電する。モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、たとえば、永久磁石が埋設されたロータを備える三相交流回転電機から成る。そして、モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、動力伝達機構 36 と連結され、動力伝達機構 36 にさらに連結される駆動軸 38 を介して車輪（図示せず）へ回転駆動力が伝達される。

なお、駆動力発生部 3 がハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、動力伝達機構 36 または駆動軸 38 を介してエンジン（図示せず）にも連結される。そして、HV_ECU 4 によって、エンジンの発生する駆動力とモータジェネレータ 34-1, 34-2 の発生する駆動力とが最適な比率となるように制御が実行される。このようなハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ 34-1, 34-2 のいずれか一方を専ら電動機として機能させ、他方のモータジェネレータを専ら発電機として機能させてもよい。

HV_ECU 4 は、図示されない各センサから送信された信号、走行状況およびアクセル開度などに基づいて、モータジェネレータ 34-1, 34-2 の要求トルクを算出し、その算出された要求トルクに基づいてモータジェネレータ 34-1, 34-2 の要求電圧 V_{m1}^* , V_{m2}^* を算出する。そして、HV_ECU 4 は、算出された要求電圧 V_{m1}^* , V_{m2}^* に基づいて駆動信号 PWM1, PWM2 をそれぞれ生成し、その生成した駆動信号 PWM1, PWM2 をそれぞれインバータ 30-1, 30-2 へ出力する。また、HV_ECU 4 は、算出された要求電圧 V_{m1}^* , V_{m2}^* を電源システム 1 へ出力する。

一方、電源システム 1 は、蓄電装置 6-1, 6-2 と、コンバータ 8-1, 8-2 と、平滑コンデンサ C と、制御部 2 と、電流センサ 10-1, 10-2 と、電圧センサ 12-1, 12-2, 18 と、温度センサ 14-1, 14-2 とを含む。

蓄電装置 6-1, 6-2 は、充放電可能な直流電源であり、たとえば、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から成る。蓄電装置 6-1 は、正極線 PL1 および負極線 NL1 を介してコンバータ 8-1 に接続され、蓄電装置 6-2 は、正極線 PL2 および負極線 NL2 を介してコンバータ 8-2 に接続される。なお、蓄電装置 6-1, 6-2 の少なくとも一方を電気二重層キャパシタで構成してもよい。

コンバータ 8-1 は、蓄電装置 6-1 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間に設けられ、制御部 2 からの駆動信号 PWC1 に基づいて、蓄電装置 6-1 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間で電圧変換を行なう。コンバー

タ 8-2 は、蓄電装置 6-2 と主正母線 M P L および主負母線 M N L との間に設けられ、制御部 2 からの駆動信号 P W C 2 に基づいて、蓄電装置 6-2 と主正母線 M P L および主負母線 M N L との間で電圧変換を行なう。

5 平滑コンデンサ C は、主正母線 M P L と主負母線 M N L との間に接続され、主正母線 M P L および主負母線 M N L に含まれる電力変動成分を低減する。電圧センサ 18 は、主正母線 M P L および主負母線 M N L 間の電圧 V_h を検出し、その検出値を制御部 2 へ出力する。

10 電流センサ 10-1, 10-2 は、蓄電装置 6-1 に対して入出力される電流 I_{b1} および蓄電装置 6-2 に対して入出力される電流 I_{b2} をそれぞれ検出し、その検出値を制御部 2 へ出力する。なお、電流センサ 10-1, 10-2 は、対応の蓄電装置から出力される電流（放電電流）を正值として検出し、対応の蓄電装置に入力される電流（充電電流）を負値として検出する。なお、図では、電流センサ 10-1, 10-2 がそれぞれ正極線 P L 1, P L 2 の電流値を検出する場合が示されているが、電流センサ 10-1, 10-2 は、それぞれ負極線 N L 1, N L 2 の電流を検出してもよい。

15 電圧センサ 12-1, 12-2 は、蓄電装置 6-1 の電圧 V_{b1} および蓄電装置 6-2 の電圧 V_{b2} をそれぞれ検出し、その検出値を制御部 2 へ出力する。温度センサ 14-1, 14-2 は、蓄電装置 6-1 内部の温度 T_{b1} および蓄電装置 6-2 内部の温度 T_{b2} をそれぞれ検出し、その検出値を制御部 2 へ出力する。

20 制御部 2 は、H V _ E C U 4 から受けるモータジェネレータ 34-1, 34-2 の要求電圧 V_{m1*} , V_{m2*} 、ならびに電圧センサ 12-1, 12-2 からの電圧 V_{b1} , V_{b2} 、電圧センサ 18 からの電圧 V_h 、電流センサ 10-1, 10-2 からの電流 I_{b1} , I_{b2} 、および温度センサ 14-1, 14-2 からの温度 T_{b1} , T_{b2} の各検出値に基づいて、後述する制御構造に従って駆動信号 P W C 1, P W C 2 を生成し、その生成した駆動信号 P W C 1, P W C 2 をそれぞれコンバータ 8-1, 8-2 へ出力する。

25 具体的には、制御部 2 は、電圧 V_h の目標電圧 V_{h*} を設定し、電圧 V_h が目標電圧 V_{h*} に一致するように駆動信号 P W C 1 を生成する。ここで、制御部 2 は、電圧 V_{b1} , V_{b2} および要求電圧 V_{m1*} , V_{m2*} のうちの最大値を目

標電圧 V_h^* とし、目標電圧 V_h^* が所定の下限值 V_{th} よりも低い場合には、その下限値 V_{th} を目標電圧 V_h^* とする。

さらにここで、目標電圧 V_h^* の下限值 V_{th} は、電圧 V_{b1} 、 V_{b2} よりも高い電圧であって、コンバータ8-1、8-2に設けられるデッドタイムの影響を受けない電圧レベルに設定される。目標電圧 V_h^* にこのような下限値 V_{th} を設けるのは、目標電圧 V_h^* が低く、コンバータの昇圧比が低いと、コンバータがスイッチング制御する際にデッドタイムの影響を受けてコンバータの出力電圧（電圧 V_h ）が振動するからである。

また、この下限値 V_{th} は、蓄電装置6-1、6-2の温度 T_{b1} 、 T_{b2} および要求電力 P_{b1}^* 、 P_{b2}^* に応じて可変設定される。このように下限値 V_{th} を可変設定するのは、下限値 V_{th} を一律に高い値に設定するとコンバータ8-1、8-2の損失が大きくなり、また、蓄電装置の温度および入出力電力（電流）に応じて蓄電装置の電圧が変化するからである。

なお、蓄電装置6-1、6-2の要求電力 P_{b1}^* 、 P_{b2}^* は、それぞれ蓄電装置6-1、6-2の充電状態（SOC：State Of Charge）に基づいて決定される。具体的には、蓄電装置6-1（6-2）のSOCを示す状態量SOC1（SOC2）が制御目標値または制御目標範囲よりも低いときは、所定の充電量で蓄電装置6-1（6-2）が充電されるように要求電力 P_{b1}^* （ P_{b2}^* ）が決定され（このときの要求電力は負値とする。）、状態量SOC1（SOC2）が制御目標値または制御目標範囲よりも高いときは、所定の放電量で蓄電装置6-1（6-2）が放電されるように要求電力 P_{b1}^* （ P_{b2}^* ）が決定される（このときの要求電力は正值とする。）。

そして、制御部2は、上記のように目標電圧 V_h^* を設定し、電圧 V_h が目標電圧 V_h^* に一致するようにコンバータ8-1の駆動信号PWC1を生成するとともに、蓄電装置6-2の要求電力 P_{b2}^* および電圧 V_{b2} に基づいてコンバータ8-2の目標電流 I_{b2}^* を算出し、電流 I_{b2} が目標電流 I_{b2}^* に一致するようにコンバータ8-2の駆動信号PWC2を生成する。

図2は、図1に示したコンバータ8-1、8-2の概略構成図である。なお、コンバータ8-2の構成および動作は、コンバータ8-1と同様であるので、以

下ではコンバータ 8-1 の構成および動作について説明する。図 2 を参照して、コンバータ 8-1 は、チョップ回路 40-1 と、正母線 LN1A と、負母線 LN1C と、配線 LN1B と、平滑コンデンサ C1 とを含む。チョップ回路 40-1 は、トランジスタ Q1A、Q1B と、ダイオード D1A、D1B と、インダクタ L1 とを含む。

正母線 LN1A は、一方端がトランジスタ Q1B のコレクタに接続され、他方端が主正母線 MPL に接続される。また、負母線 LN1C は、一方端が負極線 NL1 に接続され、他方端が主負母線 MNL に接続される。

トランジスタ Q1A、Q1B は、負母線 LN1C と正母線 LN1A との間に直列に接続される。具体的には、トランジスタ Q1A のエミッタが負母線 LN1C に接続され、トランジスタ Q1B のコレクタが正母線 LN1A に接続される。ダイオード D1A、D1B は、それぞれトランジスタ Q1A、Q1B に逆並列に接続される。インダクタ L1 は、トランジスタ Q1A とトランジスタ Q1B との接続ノードに接続される。

配線 LN1B は、一方端が正極線 PL1 に接続され、他方端がインダクタ L1 に接続される。平滑コンデンサ C1 は、配線 LN1B と負母線 LN1C との間に接続され、配線 LN1B および負母線 LN1C 間の直流電圧に含まれる交流成分を低減する。

そして、チョップ回路 40-1 は、制御部 2（図示せず）からの駆動信号 PW C1 に応じて、正極線 PL1 および負極線 NL1 から受ける直流電力（駆動電力）を昇圧して主正母線 MPL および主負母線 MNL へ供給し、また、主正母線 MPL および主負母線 MNL の電圧を降圧して蓄電装置 6-1 へ供給することができる。

以下、コンバータ 8-1 の電圧変換動作（昇圧動作）について説明する。制御部 2 は、トランジスタ Q1B をオフ状態に維持し、かつ、トランジスタ Q1A を所定のデューティ比でオン／オフさせる。トランジスタ Q1A のオン期間においては、蓄電装置 6-1 から配線 LN1B、インダクタ L1、ダイオード D1B、および正母線 LN1A を順次介して、放電電流が主正母線 MPL へ流れる。同時に、蓄電装置 6-1 から配線 LN1B、インダクタ L1、トランジスタ Q1A、

および負母線L N 1 Cを順次介して、ポンプ電流が流れる。インダクタL 1は、このポンプ電流により電磁エネルギーを蓄積する。そして、トランジスタQ 1 Aがオン状態からオフ状態に遷移すると、インダクタL 1は、蓄積した電磁エネルギーを放電電流に重畳する。その結果、コンバータ8-1から主正母線M P Lおよび主負母線M N Lへ供給される直流電力の平均電圧は、デューティ比に応じてインダクタL 1に蓄積される電磁エネルギーに相当する電圧だけ昇圧される。

このようなコンバータ8-1の電圧変換動作を制御するため、制御部2は、トランジスタQ 1 Aのオン/オフを制御するための駆動信号P W C 1 AおよびトランジスタQ 1 Bのオン/オフを制御するための駆動信号P W C 1 Bから成る駆動信号P W C 1を生成する。

図3は、図2に示したコンバータ8-1、8-2に設けられたデッドタイムを説明するための図である。この図3では、コンバータ8-1の下アーム（トランジスタQ 1 A）および上アーム（トランジスタQ 1 B）をそれぞれ駆動する駆動信号P W C 1 A、P W C 1 Bのタイミングチャートが代表的に示されるが、コンバータ8-2についても同様である。

図3を参照して、トランジスタQ 1 A、Q 1 Bは、各制御周期Tにおいて、所定のデューティ比でオン/オフされる。そして、上アームのトランジスタQ 1 Bがタイミングt 1までオンされ、下アームのトランジスタQ 1 Aがタイミングt 1までオフされた後、タイミングt 1でトランジスタQ 1 Aをオンし、かつ、トランジスタQ 1 Bをオフすると、トランジスタQ 1 A、Q 1 Bが同時にオンされるおそれがある。そこで、タイミングt 1で上アームのトランジスタQ 1 Bをオフし、その後、一定のデッドタイムを経過したタイミングt 2で下アームのトランジスタQ 1 Aをオンするようにしている。

そして、電圧V hの目標電圧V h *が蓄電装置6-1、6-2の電圧V b 1、V b 2に非常に近い場合、上アームのトランジスタQ 1 Bのオンデューティ（上アームがオンされている期間を意味する。）が1近傍になる。そうすると、下アームのトランジスタQ 1 Aのオンデューティがデッドタイムにより侵食され、トランジスタQ 1 Aをオンすべき期間を確保することができなくなる。

一方、電圧V hの目標電圧V h *が蓄電装置6-1、6-2の電圧V b 1、V

b 2 に非常に近い場合、コンバータの上アームを常時オンさせることも考えられるが、コンバータの上アームを常時オンとすると、蓄電装置 6-1, 6-2 が短絡した状態となり、蓄電装置 6-1, 6-2 間に制御不能な電流が流れる。

そこで、この実施の形態では、目標電圧 V_{h*} に下限値 V_{th} を設け、電圧 V_{b1} , V_{b2} よりも高い電圧であってデッドタイムの影響を受けない電圧レベルに下限値 V_{th} を設定することとしたものである。一方で、下限値 V_{th} を一律に高い値に設定すると、コンバータ 8-1, 8-2 における損失が大きくなるので、この実施の形態では、さらに、コンバータ 8-1, 8-2 の効率低下をできる限り抑制するために下限値 V_{th} を可変設定することとしたものである。

なお、コンバータ 8-1, 8-2 に設けられるデッドタイムはコンバータの性能に基づいて所定値に決定されるので、デッドタイムと制御周期 T とから、デッドタイムの影響を受けないオンデューティ（昇圧比）を決定することができる。そして、このデッドタイムの影響を受けないオンデューティ（昇圧比）に基づいて、目標電圧 V_{h*} についてデッドタイムの影響を受けない電圧レベルを決定することができる。

図 4 は、図 1 に示した制御部 2 の機能ブロック図である。図 4 を参照して、制御部 2 は、目標電圧設定部 50 と、減算部 56, 62, 66, 72 と、比例積分制御部 58, 68 と、除算部 60, 70 と、変調部 64, 74 と、目標電流算出部 80 とを含む。目標電圧設定部 50 は、最大値選択部 51, 53 と、下限値設定部 52 と、目標電圧制限部 54 とから成る。

最大値選択部 51 は、電圧 V_{b1} , V_{b2} のうちの最大値を下限値設定部 52 へ出力する。下限値設定部 52 は、温度 T_{b1} , T_{b2} 、要求電力 P_{b1*} , P_{b2*} および最大値選択部 51 からの出力に基づいて目標電圧 V_{h*} の下限値 V_{th} を決定し、その決定された下限値 V_{th} を目標電圧制限部 54 へ出力する。

具体的には、下限値設定部 52 は、最大値選択部 51 からの出力が示す電圧よりも高く、かつ、コンバータに設けられたデッドタイムの影響を受けない電圧の範囲で、温度 T_{b1} , T_{b2} および要求電力 P_{b1*} , P_{b2*} に基づいて下限値 V_{th} を可変設定する。

図 5 は、蓄電装置の温度と目標電圧 V_{h*} の下限値 V_{th} との関係の一例を示

した図である。図5を参照して、蓄電装置の温度が低いほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} が設定される。なお、下限値 V_{th} は、蓄電装置の電圧よりも高く、かつ、デッドタイムの影響を受けない電圧 V_0 以上の範囲で可変設定される。

- 5 蓄電装置の温度が低いほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} を可変設定するのは、以下の理由による。蓄電装置の内部抵抗は、蓄電装置の温度により変化し、温度が低いほど内部抵抗は大きくなる。したがって、蓄電装置の入出力電流が一定であっても、蓄電装置の温度が低いほど蓄電装置の電圧は高くなる。そこで、蓄電装置の温度が低いほど蓄電装置の電圧が高くなるのに応じて下限値
- 10 V_{th} を高くするようにしたものである。

図6は、蓄電装置の要求電力と目標電圧 V_{h*} の下限値 V_{th} との関係の一例を示した図である。図6を参照して、蓄電装置の要求充電電力が大きいほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} が設定される。なお、下限値 V_{th} は、上記の電圧 V_0 以上の範囲で可変設定される。

- 15 蓄電装置の要求充電電力が大きいほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} を可変設定するのは、以下の理由による。蓄電装置への充電電流が大きいほど、内部抵抗による蓄電装置の電圧上昇が大きくなり、蓄電装置の電圧は高くなる。そこで、蓄電装置への要求充電電力が大きいほど蓄電装置の電圧が高くなるのに応じて下限値 V_{th} を高くするようにしたものである。

- 20 再び図4を参照して、最大値選択部53は、電圧 V_{b1} 、 V_{b2} およびモータジェネレータ34-1、34-2の要求電圧 V_{m1*} 、 V_{m2*} のうちの最大値を目標電圧 V_{hr} として目標電圧制限部54へ出力する。

- 目標電圧制限部54は、最大値選択部53からの目標電圧 V_{hr} と下限値設定部52からの下限値 V_{th} とを比較し、目標電圧 V_{hr} が下限値 V_{th} よりも低い場合には、下限値 V_{th} を目標電圧 V_{h*} として減算部56へ出力する。一方、
- 25 目標電圧 V_{hr} が下限値 V_{th} 以上の場合には、目標電圧 V_{hr} を目標電圧 V_{h*} として減算部56へ出力する。

減算部56は、目標電圧設定部50から出力される目標電圧 V_{h*} から電圧 V_h を減算し、その演算結果を比例積分制御部58へ出力する。比例積分制御部5

8は、目標電圧 V_h^* と電圧 V_h との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部62へ出力する。なお、減算部56および比例積分制御部58は、電圧フィードバック制御要素を構成する。

5 除算部60は、電圧 V_{b1} を目標電圧 V_h^* で除算し、その演算結果を減算部62へ出力する。なお、除算部60の演算結果である電圧 V_{b1}/V_h^* は、コンバータ8-1の理論昇圧比の逆数である。減算部62は、除算部60の出力から比例積分制御部58の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令 T_{on1} として変調部64へ出力する。

10 そして、変調部64は、デューティ指令 T_{on1} と図示されない発振部により生成される搬送波（キャリア波）とに基づいて駆動信号 $PWC1$ を生成し、その生成した駆動信号 $PWC1$ をコンバータ8-1のトランジスタ $Q1A$ 、 $Q1B$ へ出力する。

15 なお、変調部64に入力されるデューティ指令 T_{on1} は、コンバータ8-1の上アームを構成するトランジスタ $Q1B$ のオンデューティ比に相当し、0から1までの値をとる。そして、コンバータ8-1は、デューティ指令 T_{on1} が大きいほど昇圧比が低くなるように制御され、デューティ指令 T_{on1} が小さいほど昇圧比が高くなるように制御される。

20 一方、目標電流算出部80は、蓄電装置6-2の状態量 $SOC2$ に基づいて決定される蓄電装置6-2の要求電力 P_{b2}^* を電圧 V_{b2} で除算し、その演算結果をコンバータ8-2の目標電流 I_{b2}^* として減算部66へ出力する。

25 減算部66は、目標電流算出部80から出力される目標電流 I_{b2}^* から電流 I_{b2} を減算し、その演算結果を比例積分制御部68へ出力する。比例積分制御部68は、目標電流 I_{b2}^* と電流 I_{b2} との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部72へ出力する。なお、減算部66および比例積分制御部68は、電流フィードバック制御要素を構成する。

除算部70は、電圧 V_{b2} を目標電圧 V_h^* で除算し、その演算結果を減算部72へ出力する。なお、除算部70の演算結果である電圧 V_{b2}/V_h^* は、コンバータ8-2の理論昇圧比の逆数である。減算部72は、除算部70の出力から比例積分制御部68の出力を減算し、その演算結果をデューティ指

令 T_{on2} として変調部 74 へ出力する。

そして、変調部 74 は、デューティ指令 T_{on2} と図示されない発振部により生成される搬送波（キャリア波）とに基づいて駆動信号 $PWC2$ を生成し、その生成した駆動信号 $PWC2$ をコンバータ 8-2 のトランジスタ $Q2A$, $Q2B$ へ出力する。

このように、コンバータ 8-1 を制御するための駆動信号 $PWC1$ は、電圧フィードバック制御要素を含む制御演算により生成され、コンバータ 8-2 を制御するための駆動信号 $PWC2$ は、電流フィードバック制御要素を含む制御演算により生成される。

図 7 は、図 1 に示した制御部 2 による目標電圧 V_h^* の設定処理に関するフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理は、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

図 7 を参照して、制御部 2 は、電圧センサ 12-1, 12-2 によって蓄電装置 6-1, 6-2 の電圧 V_{b1} , V_{b2} をそれぞれ検出する（ステップ S10）。
次いで、制御部 2 は、モータジェネレータ 34-1, 34-2 の要求電圧 V_{m1}^* , V_{m2}^* を HV_ECU4 から取得し、電圧 V_{b1} , V_{b2} および要求電圧 V_{m1}^* , V_{m2}^* のうちの最大値を電圧 V_h の目標電圧 V_h^* として設定する（ステップ S20）。

続いて、制御部 2 は、蓄電装置 6-1, 6-2 の電圧 V_{b1} , V_{b2} 、温度 T_{b1} , T_{b2} および要求電力 P_{b1}^* , P_{b2}^* に基づいて、目標電圧 V_h^* の下限値 V_{th} を決定する（ステップ S30）。具体的には、制御部 2 は、電圧 V_{b1} , V_{b2} のうちの最大値よりも高く、かつ、コンバータに設けられたデッドタイムの影響を受けない電圧の範囲で、図 5, 図 6 に示したような蓄電装置の温度および要求電力と目標電圧の下限値との関係を示すマップ等を用いて、温度 T_{b1} , T_{b2} および要求電力 P_{b1}^* , P_{b2}^* に基づいて下限値 V_{th} を決定する。

次いで、制御部 2 は、ステップ S20 において設定された目標電圧 V_h^* が下限値 V_{th} よりも低いかな否かを判定する（ステップ S40）。そして、目標電圧 V_h^* が下限値 V_{th} よりも低いと判定されると（ステップ S40 において Y E

S)、制御部2は、下限値 V_{th} を目標電圧 V_h^* とする(ステップS50)。

以上のように、この実施の形態においては、主正母線MPLおよび主負母線MNL間の電圧 V_h の目標電圧 V_h^* に下限値 V_{th} が設けられ、下限値 V_{th} は、蓄電装置6-1, 6-2の電圧 V_{b1} , V_{b2} のうち最大のものよりも高く、かつ、コンバータ8-1, 8-2に設けられるデッドタイムの影響を受けない電圧レベルに設定される。そして、目標電圧 V_h^* が下限値 V_{th} よりも低いとき、下限値 V_{th} が目標電圧 V_h^* とされるので、目標電圧 V_h^* が電圧 V_{b1} , V_{b2} と略同等となる低昇圧動作が回避される。したがって、この実施の形態によれば、コンバータ8-1, 8-2に設けられたデッドタイムの影響による電圧 V_h の変動を防止することができる。

また、この実施の形態においては、下限値 V_{th} は、一律に高い値に設定されるのではなく、電圧 V_{b1} , V_{b2} のうち最大のものよりも高く、かつ、デッドタイムの影響を受けない電圧の範囲で、電圧 V_{b1} , V_{b2} に影響を与える温度 T_{b1} , T_{b2} および要求電力 P_{b1}^* , P_{b2}^* に応じて可変設定される。したがって、この実施の形態によれば、コンバータ8-1, 8-2の効率低下を抑制することが可能となる。

なお、上記の実施の形態においては、蓄電装置の温度および要求電力に基づいて目標電圧 V_h^* の下限値 V_{th} を可変設定するものとしたが、蓄電装置の電流やSOCに基づいて下限値 V_{th} を可変設定するようにしてもよい。

図8は、蓄電装置の電流と目標電圧 V_h^* の下限値 V_{th} との関係の一例を示した図である。図8を参照して、蓄電装置の充電電流が大きいほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} が設定される。なお、下限値 V_{th} は、蓄電装置の電圧よりも高く、かつ、デッドタイムの影響を受けない電圧 V_0 以上の範囲で可変設定される。

蓄電装置の充電電流が大きいほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} を可変設定するのは、以下の理由による。蓄電装置への充電電流が大きいほど、内部抵抗による蓄電装置の電圧上昇が大きくなり、蓄電装置の電圧は高くなる。そこで、蓄電装置への充電電流が大きいほど蓄電装置の電圧が高くなるのに応じて下限値 V_{th} を高くするようにしたものである。

図 9 は、蓄電装置の SOC と目標電圧 V_{h*} の下限値 V_{th} との関係の一例を示した図である。図 9 を参照して、蓄電装置の SOC が高いほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} が設定される。なお、下限値 V_{th} は、上記の電圧 V_0 以上の範囲で可変設定される。

5 蓄電装置の SOC が高いほど下限値 V_{th} が高くなるように下限値 V_{th} を可変設定するのは、以下の理由による。蓄電装置の開放端電圧（OCV : Open Circuit Voltage）と SOC との間には正の相関があり、蓄電装置の SOC が高いほど蓄電装置の電圧は高くなる。そこで、蓄電装置の SOC が高いほど蓄電装置の電圧が高くなるのに応じて下限値 V_{th} を高くするようにしたものである。

10 なお、上記の実施の形態においては、コンバータ 8-1 を電圧制御（電圧フィードバック制御）し、コンバータ 8-2 を電流制御（電流フィードバック制御）するものとしたが、コンバータ 8-1 を電流制御し、コンバータ 8-2 を電圧制御するようにしてもよい。

15 また、上記の実施の形態においては、電源システム 1 は、2 つの蓄電装置 6-1, 6-2 およびそれぞれに対応するコンバータ 8-1, 8-2 を含むものとしたが、さらに多くの蓄電装置およびそれぞれに対応するコンバータを備えてもよい。

20 なお、上記において、制御部 2 における制御は、実際には、CPU（Central Processing Unit）によって行なわれ、CPU は、図 4 に示した制御構造および図 7 に示したフローチャートの各ステップを備えるプログラムを ROM（Read Only Memory）から読出し、その読出されたプログラムを実行して上記制御構造およびフローチャートに従って処理を実行する。したがって、ROM は、図 4 に示した制御構造および図 7 に示したフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ（CPU）読取可能な記録媒体に相当する。

25 なお、上記において、駆動力発生部 3 は、この発明における「負荷装置」の一実施例に対応し、蓄電装置 6-1, 6-2 は、この発明における「複数の蓄電装置」の一実施例に対応する。また、主正母線 MPL および主負母線 MNL は、この発明における「電力線」の一実施例に対応し、コンバータ 8-1, 8-2 は、この発明における「複数のコンバータ」の一実施例に対応する。さらに、制御部 2 の減算部 56 および比例積分制御部 58 は、この発明における「電圧制御部」

の一実施例に対応する。

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請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべ

5 ての変更が含まれることが意図される。

請求の範囲

1. 負荷装置（3）と電力を授受可能な電源システムであって、

当該電源システムと前記負荷装置（3）との間で電力を授受するための電力線
5 （MPL, MNL）と、

充放電可能な複数の蓄電装置（6-1, 6-2）と、

前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）に対応して設けられ、各々が対応の蓄
電装置と前記電力線（MPL, MNL）との間で電圧変換可能に構成された複数の
コンバータ（8-1, 8-2）と、

10 前記電力線（MPL, MNL）の目標電圧を設定する目標電圧設定部（50）
と、

前記複数のコンバータ（8-1, 8-2）の少なくとも1つを制御することによ
って、前記電力線（MPL, MNL）の電圧を前記目標電圧に制御する電圧制
御部（56, 58）とを備え、

15 前記目標電圧設定部（50）は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）の
各々の電圧のうち最大のものよりも高く設定される目標電圧下限値よりも前記目
標電圧が低いとき、前記目標電圧下限値を前記目標電圧とする、電源システム。

2. 前記目標電圧設定部（50）は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-
2）の各電圧および前記負荷装置（3）の要求電圧のうち最大のものを前記目標
20 電圧として設定し、その設定された目標電圧が前記目標電圧下限値よりも低いと
き、前記目標電圧下限値を前記目標電圧とする、請求の範囲1に記載の電源シ
ステム。

3. 前記目標電圧下限値は、前記複数のコンバータ（8-1, 8-2）の上
下アームの短絡を防止するために設けられるデッドタイムの影響を受けない電圧
25 に設定される、請求の範囲1に記載の電源システム。

4. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）の状態
に応じて可変設定される、請求の範囲1に記載の電源システム。

5. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）の温度
が低いほど高く設定される、請求の範囲4に記載の電源システム。

6. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）への充電電力が大きいほど高く設定される、請求の範囲4に記載の電源システム。

7. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）への充電電流が大きいほど高く設定される、請求の範囲4に記載の電源システム。

5 8. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）の充電状態を示す状態量が多いほど高く設定される、請求の範囲4に記載の電源システム。

9. 請求の範囲1から8のいずれか1項に記載の電源システムと、
前記電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生
10 部（3）とを備える車両。

10. 負荷装置（3）と電力を授受可能な電源システムの制御方法であって、
前記電源システムは、

前記電源システムと前記負荷装置（3）との間で電力を授受するための電力線
（MPL, MNL）と、

15 充放電可能な複数の蓄電装置（6-1, 6-2）と、

前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）に対応して設けられ、各々が対応の蓄
電装置と前記電力線（MPL, MNL）との間で電圧変換可能に構成された複数
のコンバータ（8-1, 8-2）とを備え、

前記制御方法は、

20 前記電力線（MPL, MNL）の目標電圧を設定するステップと、

前記複数の蓄電装置（6-1, 6-2）の各々の電圧のうち最大のものよりも
高く設定される目標電圧下限値よりも前記目標電圧が低いかな否かを判定するステ
ップと、

前記目標電圧下限値よりも前記目標電圧が低いと判定されたとき、前記目標電
25 圧下限値を前記目標電圧とするステップと、

前記複数のコンバータ（8-1, 8-2）の少なくとも1つを制御することによ
って、前記電力線（MPL, MNL）の電圧を前記目標電圧に制御するステッ
プとを含む、電源システムの制御方法。

11. 前記目標電圧を設定するステップにおいて、前記複数の蓄電装置（6

－ 1, 6－ 2) の各電圧および前記負荷装置 (3) の要求電圧のうち最大のものが前記目標電圧として設定される、請求の範囲 10 に記載の電源システムの制御方法。

5 1 2. 前記目標電圧下限値は、前記複数のコンバータ (8－ 1, 8－ 2) の上下アームの短絡を防止するために設けられるデッドタイムの影響を受けない電圧に設定される、請求の範囲 10 に記載の電源システムの制御方法。

1 3. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置 (6－ 1, 6－ 2) の状態に応じて可変設定される、請求の範囲 10 に記載の電源システムの制御方法。

10 1 4. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置 (6－ 1, 6－ 2) の温度が低いほど高く設定される、請求の範囲 13 に記載の電源システムの制御方法。

1 5. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置 (6－ 1, 6－ 2) への充電電力が大きいほど高く設定される、請求の範囲 13 に記載の電源システムの制御方法。

15 1 6. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置 (6－ 1, 6－ 2) への充電電流が大きいほど高く設定される、請求の範囲 13 に記載の電源システムの制御方法。

1 7. 前記目標電圧下限値は、前記複数の蓄電装置 (6－ 1, 6－ 2) の充電状態を示す状態量が多いほど高く設定される、請求の範囲 13 に記載の電源システムの制御方法。

20 1 8. 請求の範囲 10 から 17 のいずれか 1 項に記載の電源システムの制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

FIG. 1

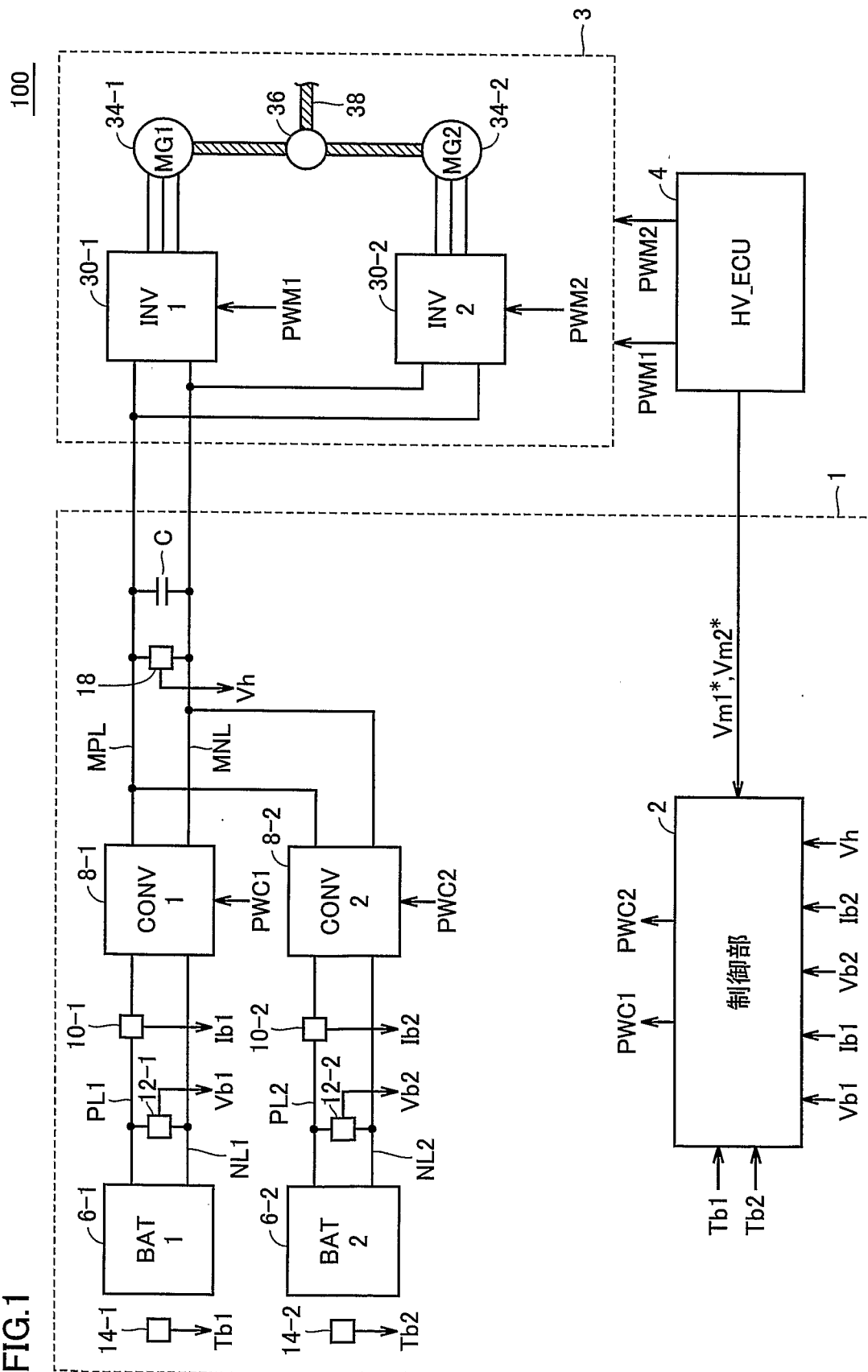


FIG.2

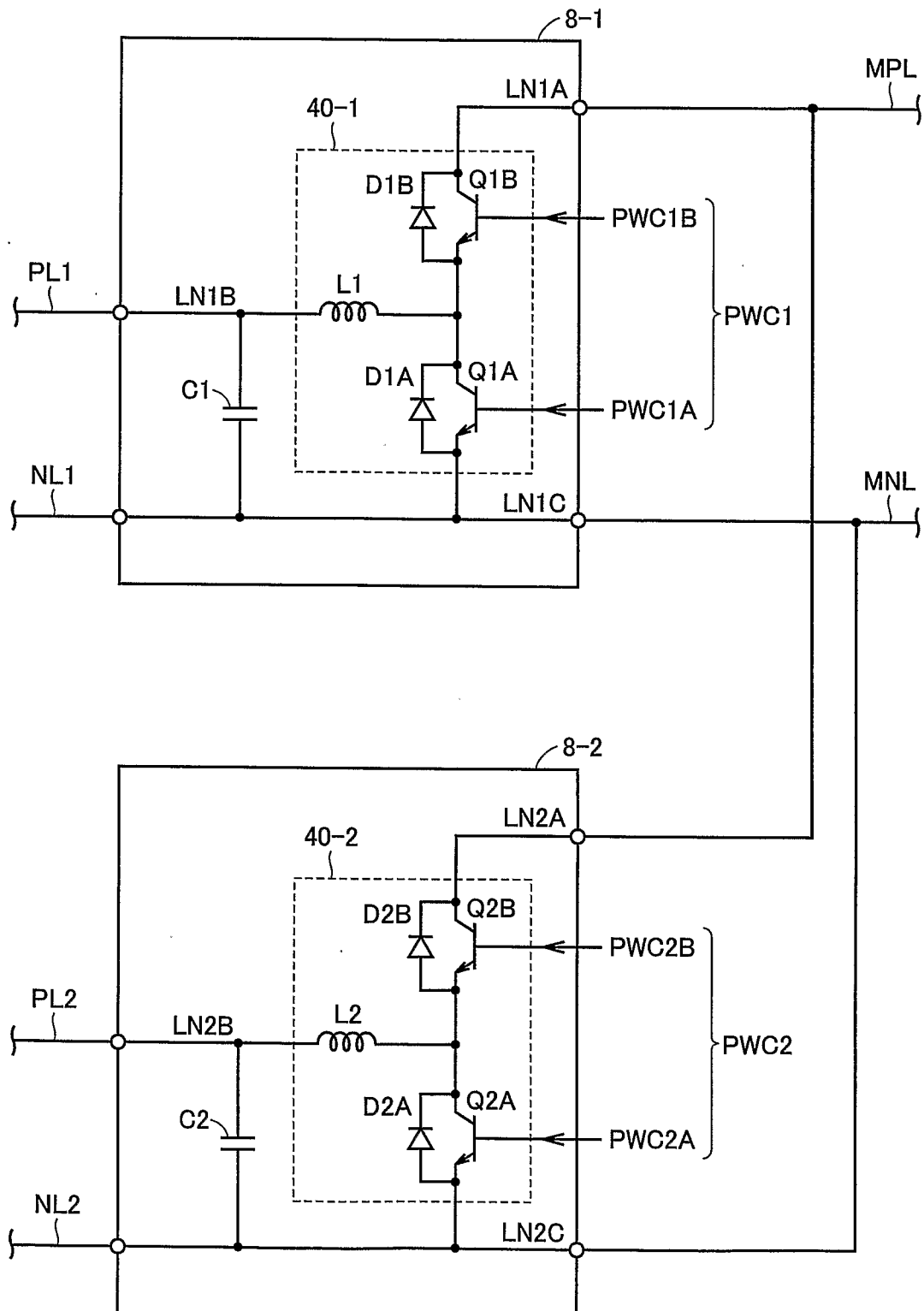


FIG.3

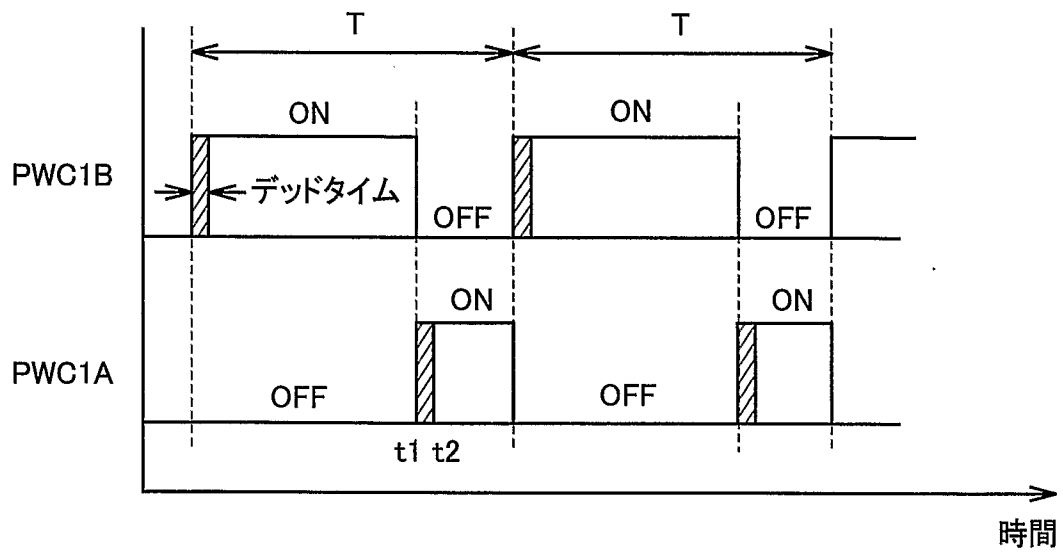


FIG.4

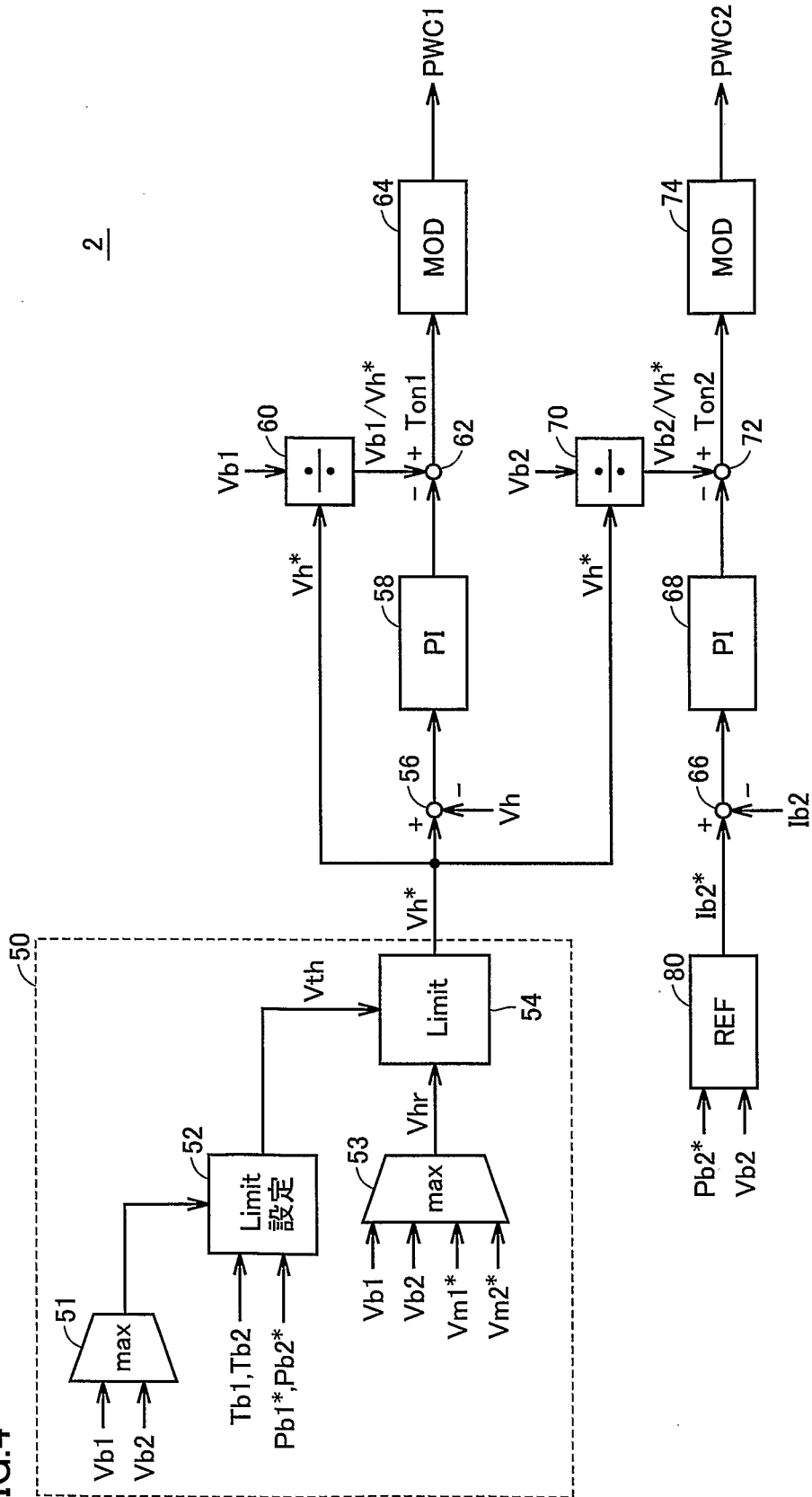


FIG.5

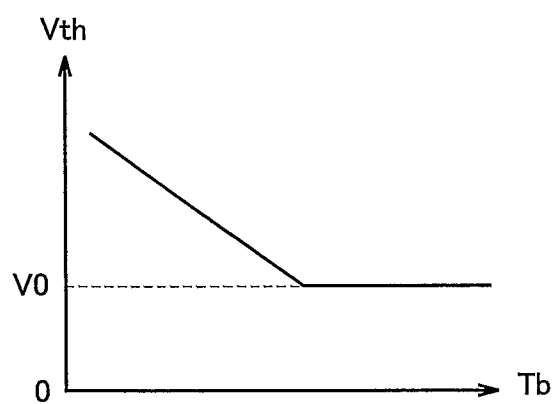


FIG.6

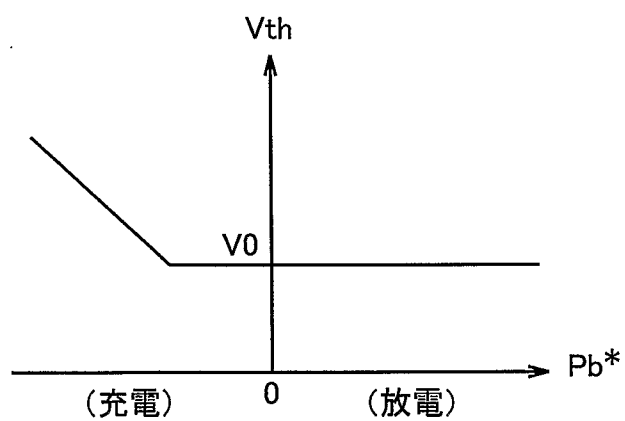


FIG.7

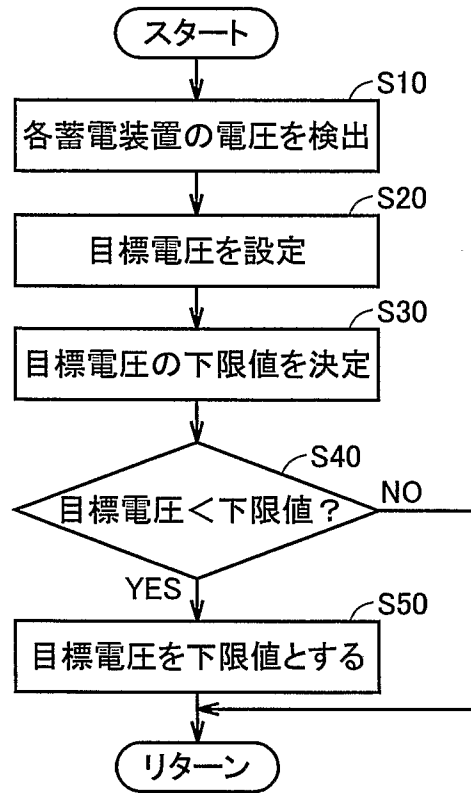


FIG.8

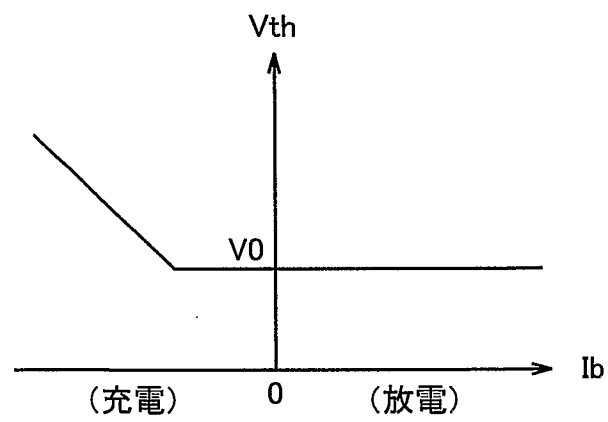
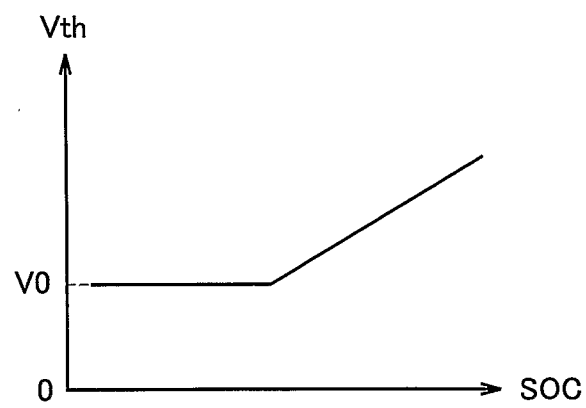


FIG.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/060102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M3/155(2006.01) i, B60L9/18(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M3/155, B60L9/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-209969 A (General Motors Corp.), 25 July, 2003 (25.07.03), Par. Nos. [0010] to [0024]; Figs. 1 to 2 & US 2003/0107352 A1 & DE 10254411 A	1-18
A	JP 2005-51895 A (Toyota Motor Corp.), 24 February, 2005 (24.02.05), Par. Nos. [0071] to [0096]; Figs. 4 to 6 & US 2007/0165432 A1 & EP 1649588 A & WO 2005/013467 A1 & CN 1816963 A	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

Date of the actual completion of the international search
22 August, 2008 (22.08.08)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2008 (02.09.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M3/155(2006.01)i, B60L9/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M3/155, B60L9/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-209969 A（ゼネラル・モーターズ・コーポレーション） 2003.07.25, 段落【0010】－【0024】, 図1－2 & US 2003/0107352 A1 & DE 10254411 A	1-18
A	JP 2005-51895 A（トヨタ自動車株式会社）2005.02.24, 段落【0071】 －【0096】, 図4－6 & US 2007/0165432 A1 & EP 1649588 A & WO 2005/013467 A1 & CN 1816963 A	1-18

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 8 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

安池 一貴

3 V

9 1 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8