

(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2015-201937

(P2015-201937A)

(43) 公開日 平成27年11月12日(2015.11.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
HO2M 3/155 (2006.01) HO2M 3/155 ZHVH 5H730
 HO2M 3/155 F

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-78464 (P2014-78464)
 (22) 出願日 平成26年4月7日(2014.4.7)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100093779
 弁理士 服部 雅紀
 (72) 発明者 ▲高▼橋 秀和
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 舟田 和史
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 Fターム(参考) 5H730 AA04 AS13 BB14 DD03 DD16
 EE57 EE59 FD01 FD11 FD31
 FD41 FD61 FF09 FG05

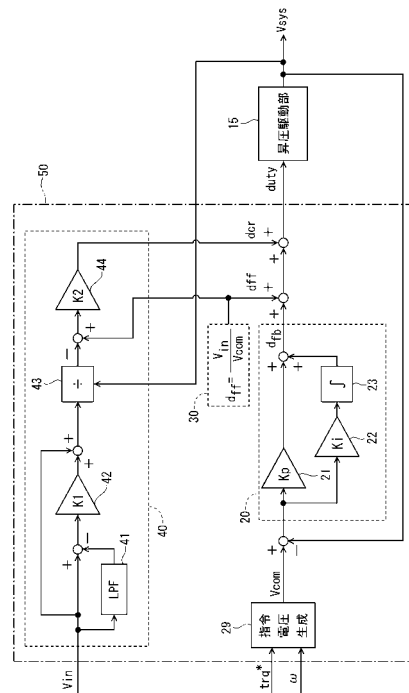
(54) 【発明の名称】 電圧変換装置

(57) 【要約】

【課題】 負荷の制御性を向上する電圧変換装置を提供する。

【解決手段】 バッテリの電圧を昇圧しインバータに出力する電圧変換装置の制御部50は、フィードバック演算部20、フィードフォワード演算部30、デューティ補正值演算部40などを有している。制御部50は、フィードバック演算部20が演算するフィードバック項 d_{fb} と、フィードフォワード演算部30が演算するフィードフォワード項 d_{ff} と、デューティ補正值演算部40が入力電圧 V_{in} 、システム電圧 V_{sys} 、及び、指令電圧 V_{com} に基づいて演算するデューティ補正值 d_{cr} とを加算することによって昇圧駆動部15の駆動を制御するデューティ指令値 $duty$ を算出する。これにより、フィードバック項とフィードフォワード項とからデューティ指令値を算出する場合に比べ、昇圧駆動部15がインバータに出力するシステム電圧 V_{sys} の変動幅を小さくすることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電源であるバッテリー(1)と負荷(6、7)との間に設けられ、
電気エネルギーを蓄積及び放出可能なリアクトル(12)と、
交互にオンオフすることで前記リアクトルにおける電気エネルギーの蓄積及び放出を繰り返す高電位側スイッチング素子(13)及び低電位側スイッチング素子(14)と、
前記高電位側スイッチング素子又は前記低電位側スイッチング素子のスイッチング周期に対するオン時間比率であるデューティ指令値(duty)を演算する制御部(50)と

を備え、

前記バッテリーからの入力電圧(Vin)を前記負荷へ出力するシステム電圧(Vsys)に変換する電圧変換装置(10)であって、

前記制御部は、

前記負荷に要求される目標電圧に対応する指令電圧(Vcom)と前記システム電圧との偏差に基づいて前記デューティ指令値のフィードバック項(df b)を演算するフィードバック演算部(20)と、

前記入力電圧と前記指令電圧とに基づいて前記デューティ指令値のフィードフォワード項(df f)を演算するフィードフォワード演算部(30)と、

前記入力電圧と前記システム電圧と前記指令電圧とに基づいて前記デューティ指令値のデューティ補正值(dcr)を演算するデューティ補正值演算部(40)と、

を有し、

前記デューティ指令値は、前記フィードバック項、前記フィードフォワード項、及び、前記デューティ補正值に基づいて算出されることを特徴とする電圧変換装置。

【請求項 2】

前記デューティ補正值演算部は、前記入力電圧のなまし値に基づいて前記デューティ補正值を演算することを特徴とする請求項 1 に記載の電圧変換装置。

【請求項 3】

前記デューティ補正值演算部は、前記バッテリーの開放電圧(OCV)に基づいて前記デューティ補正值を演算することを特徴とする請求項 1 に記載の電圧変換装置。

【請求項 4】

前記デューティ補正值演算部は、前記バッテリーの状態を監視するバッテリー ECU(55)が検出するバッテリー電圧(VB)に基づいて前記デューティ補正值を演算することを特徴とする請求項 1 に記載の電圧変換装置。

【請求項 5】

前記デューティ補正值演算部は、前記入力電圧と前記入力電圧のなまし値との差分を増幅する第一増幅器(42)を有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の電圧変換装置。

【請求項 6】

前記第一増幅器のゲインは、前記バッテリーの内部温度(Tb)によって変化することを特徴とする請求項 5 に記載の電圧変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリーからの入力電圧を負荷へ出力するシステム電圧に変換する電圧変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、リアクトルに流れる電流をスイッチングすることでバッテリーの直流電圧を変換し、交流電動機を駆動するインバータなどの負荷へ出力する電圧変換装置が知られている。

図 9 に一般的な電圧変換装置の制御ブロックを示す。図 9 に示すように、電圧変換装置

10

20

30

40

50

の制御部 90 は、負荷に要求される目標電圧に対応する指令電圧 V_{com} と負荷へ入力されるシステム電圧 V_{sys} との偏差に基づいてフィードバック項 d_{fb} を演算するフィードバック演算部 91 と、バッテリーなどの電源から入力される入力電圧 V_{in} と指令電圧 V_{com} とに基づいてフィードフォワード項 d_{ff} を演算するフィードフォワード演算部 92 とを備えている。制御部 90 では、システム電圧 V_{sys} を目標電圧に一致させるように、フィードバック項 d_{fb} 及びフィードフォワード項 d_{ff} に基づいてデューティ指令値 $duty$ を演算し、当該デューティ指令値 $duty$ を昇圧用スイッチング素子などから構成されている昇圧駆動部 93 に出力する。例えば、特許文献 1 には、指令電圧 V_{com} とシステム電圧 V_{sys} との電圧偏差、及び、指令電圧 V_{com} の変化率に基づいてフィードバック制御における制御ゲインを調整する電圧変換装置が記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 3969165 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の電圧変換装置では、フィードバック制御における変数として負荷変動の影響を受けるシステム電圧 V_{sys} が用いられるため、システム電圧 V_{sys} の変動に対して電源から供給されるバッテリー電流の変化が遅れる。すなわち、負荷に供給される負荷電流の変動位相に対してバッテリー電流の変動位相が遅れるため、システム電圧の変動が大きくなり、負荷の制御性が悪化する。

20

【0005】

本発明はこのような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、負荷の制御性を向上する電圧変換装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の電圧変換装置は、直流電源であるバッテリーと負荷との間に設けられ、電気エネルギーを蓄積及び放出可能なリアクトルと、交互にオンオフすることでリアクトルにおける電気エネルギーの蓄積及び放出を繰り返す高電位側スイッチング素子及び低電位側スイッチング素子と、高電位側スイッチング素子又は低電位側スイッチング素子のスイッチング周期に対するオン時間比率であるデューティ指令値を演算する制御部とを備え、バッテリーからの入力電圧を負荷へ出力するシステム電圧に変換する。

30

【0007】

制御部は、負荷に要求される目標電圧に対応する指令電圧とシステム電圧との偏差に基づいてデューティ指令値のフィードバック項を演算するフィードバック演算部と、入力電圧と指令電圧とに基づいてデューティ指令値のフィードフォワード項を演算するフィードフォワード演算部と、入力電圧とシステム電圧と指令電圧とに基づいてデューティ指令値のデューティ補正值を演算するデューティ補正值演算部と、を有している。本発明の電圧変換装置は、フィードバック項、フィードフォワード項、及び、デューティ補正值に基づいてデューティ指令値を算出することを特徴とする。

40

【0008】

本発明の電圧変換装置は、デューティ指令値を算出する際、フィードバック項及びフィードフォワード項とともに用いられるデューティ補正值を入力電圧とシステム電圧と指令電圧とに基づいて演算する。これにより、負荷に供給される負荷電流とバッテリーから電圧変換装置に供給されるバッテリー電流との位相差を小さくすることができるため、システム電圧の変動幅を小さくすることができる。したがって、システム電圧が入力される負荷の制御性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

【図 1】本発明の第 1 実施形態による電圧変換装置の概略構成図である。

【図 2】図 1 の電圧変換装置の制御ブロック図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態によるデューティ指令値出力処理のフローチャートである。

【図 4】本発明の第 1 実施形態による電圧変換装置による各物理量の時間変化を示す特性図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態による電圧変換装置の制御ブロック図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態による電圧変換装置の制御ブロック図である。

【図 7】本発明の第 4 実施形態による電圧変換装置の制御ブロック図である。

【図 8】本発明の第 4 実施形態による電圧変換装置におけるバッテリーの内部温度と第一増幅器のゲインとの関係を示す特性図である。

【図 9】比較例の電圧変換装置の制御ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の複数の実施形態を図に基づいて説明する。

(第 1 実施形態)

本発明の第 1 実施形態による電圧変換装置 10 は、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車の動力源である交流電動機を駆動するシステムに適用される。

電圧変換装置 10 は、図 1 に示すように、バッテリー 1 の直流電圧を昇圧し、交流電動機 7 を駆動するインバータ 6 に出力する装置であり、一般に、昇圧コンバータ又は DCDC コンバータと呼ばれる。電圧変換装置 10 は、図 1 の一点鎖線で囲まれた部分が相当する。インバータ 6 及び交流電動機 7 は、特許請求の範囲に記載の「負荷」に相当する。

【0011】

最初に、電圧変換装置 10 の範囲外のシステム構成について説明する。

バッテリー 1 は、例えば、ニッケル水素またはリチウムイオンなどの充放電可能な蓄電装置によって構成される直流電源である。電気二重層キャパシタなどもバッテリー 1 の一態様に含むものとする。

バッテリー ECU 55 は、バッテリー 1 のバッテリー電圧 V_B 、内部温度 T_b 、充電量を表す SOC などを監視し、バッテリー 1 の充放電などを制御する。バッテリー ECU 55 は、バッテリー電圧 V_B 、内部温度 T_b を制御部 50 に出力する。

【0012】

インバータ 6 は、ブリッジ接続される 6 つのスイッチング素子により構成されている。インバータ 6 は、電圧変換装置 10 が生成したシステム電圧 V_{sys} の直流電力が入力される。インバータ 6 では、PWM 制御や位相制御によって各相のスイッチング素子がオンオフされ、直流電力が三相交流電力に変換されて交流電動機 7 に供給される。なお、図 1 のインバータ 6 には、インバータ制御部を含むものとする。

【0013】

交流電動機 7 は、例えば、永久磁石同期型の三相交流電動機である。交流電動機 7 は、ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載されるモータジェネレータ(図 2 には「MG」と記す)である。交流電動機 7 は、力行動作により変速機などを介して駆動輪を駆動するトルクを発生する狭義の電動機としての機能、及び、エンジンや駆動輪から伝達されるトルクによる回生動作によって発電する発電機としての機能を兼ね備える。以下、本明細書では、「交流電動機」の用語を「モータジェネレータ」の意味で用いる。

【0014】

回転角センサ 75 は、交流電動機 7 のロータ近傍に設けられる、例えば、レゾルバやロータリエンコーダで構成されている。回転角センサ 75 は、電気角 θ_e を検出する。回転角センサ 75 が検出した電気角 θ_e はインバータ 6 に入力され、電流ベクトル制御の dq 変換などの演算に用いられる。また、電気角 θ_e は、微分器 76 において電気角速度 ω_e に変換され、制御部 50 に入力される。

【0015】

10

20

30

40

50

次に、電圧変換装置 10 の構成について説明する。電圧変換装置 10 は、フィルタコンデンサ 11、リアクトル 12、昇圧駆動部 15、平滑コンデンサ 16、及び、制御部 50 などを備える。

【0016】

フィルタコンデンサ 11 は、電圧変換装置 10 の入力側、すなわち、バッテリー 1 側に設けられている。フィルタコンデンサ 11 は、バッテリー 1 からの電源ノイズを除去する。

リアクトル 12 は、リアクトル 12 を流れるリアクトル電流 I_L の大きさに応じて変化するリアクトルインダクタンス L を有している。リアクトル 12 は、電流の変化に伴って誘起電圧が発生し、電気エネルギーが蓄積される。

【0017】

昇圧駆動部 15 は、リアクトル 12 の出力端とインバータ 6 の高電位ラインとの間に接続された高電位側スイッチング素子 13、及び、リアクトル 12 の出力端とインバータ 6 の低電位ラインとの間に接続された低電位側スイッチング素子 14 から構成されている。高電位側スイッチング素子 13 及び低電位側スイッチング素子 14 は、制御部 50 からのデューティ指令により交互に、かつ、相補的にオンオフする。

【0018】

高電位側スイッチング素子 13 がオフで低電位側スイッチング素子 14 がオンのとき、リアクトル 12 にリアクトル電流 I_L が流れ、エネルギーが蓄積される。

高電位側スイッチング素子 13 がオンで低電位側スイッチング素子 14 がオフのとき、リアクトル 12 に蓄積されたエネルギーが放出され、入力電圧 V_{in} に誘起電圧が重畳された昇圧電圧が平滑コンデンサ 16 に充電される。

【0019】

電圧変換装置 10 の入力側では、バッテリー 1 からの入力電圧 V_{in} が検出されている。また、電圧変換装置 10 の出力側、すなわち、インバータ 6 側では、インバータ 6 への出力直流電圧であるシステム電圧 V_{sys} が検出されている。

バッテリー側電流センサ 17 は、バッテリー 1 から電圧変換装置 10 への電流経路に設けられている。バッテリー側電流センサ 17 は、バッテリー 1 から電圧変換装置 10 への電流経路におけるバッテリー電流 I_b を検出する。負荷側電流センサ 18 は、電圧変換装置 10 からインバータ 6 への電流経路に設けられている。負荷側電流センサ 18 は、電圧変換装置 10 からインバータ 6 への電流経路における負荷電流 I_m を検出する。

【0020】

次に、制御部 50 の構成について、図 2 を参照して説明する。制御部 50 は、マイコンなどにより構成され、内部にはいずれも図示しない CPU、ROM、I/O、及び、これらの構成を接続するバスラインなどを備えている。制御部 50 は、予め記憶されたプログラムを CPU で実行することによるソフトウェア処理や、専用の電子回路によるハードウェア処理による制御を実行する。

【0021】

制御部 50 は、指令電圧生成部 29、フィードバック演算部 20、フィードフォワード演算部 30、及び、デューティ補正值演算部 40 を有している。制御部 50 は、昇圧駆動部 15 が生成するシステム電圧 V_{sys} を指令電圧 V_{com} に一致させるように、高電位側スイッチング素子 13 及び低電位側スイッチング素子 14 のスイッチング時間を規定するためのデューティ指令値 $duty$ を算出する。算出されたデューティ指令値 $duty$ によって昇圧駆動部 15 の駆動が制御される。

【0022】

第 1 実施形態では、高電位側スイッチング素子 13 のスイッチング周期に対するオン時間比率を示すオンデューティを「デューティ指令値 $duty$ (%)」 と定義する。デッドタイムを無視すれば、低電位側スイッチング素子 14 のオンデューティは、高電位側スイッチング素子 13 のオフデューティに一致し、「 $100 - duty$ (%)」に相当する。なお、低電位側スイッチング素子 14 のオンデューティを「デューティ指令値 $duty$ (%)」 と定義してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

指令電圧生成部 2 9 は、上位の車両制御回路から指令された交流電動機 7 に対する指令トルク trq^* (図 1 参照)、及び、回転角センサ 7 5 から取得した交流電動機 7 の電気角速度に基づいて指令電圧 V_{com} を演算する。なお、指令電圧生成部 2 9 は、前述の上位の車両制御回路に含まれ当該車両制御回路が演算した指令電圧 V_{com} を制御部 5 0 が取得してもよい。

【 0 0 2 4 】

フィードバック演算部 2 0 は、比例項を演算する比例ゲイン演算器 2 1、並びに、積分項を演算する積分ゲイン演算器 2 2 及び積分器 2 3 を有している。指令電圧 V_{com} とシステム電圧 V_{sys} との偏差が入力されるフィードバック演算部 2 0 は、指令電圧 V_{com} とシステム電圧 V_{sys} との偏差をゼロに収束させるように、PI 演算により、デューティ指令値 $duty$ のフィードバック項 dfb を演算する。

10

【 0 0 2 5 】

フィードフォワード演算部 3 0 は、入力電圧 V_{in} と指令電圧 V_{com} との比に基づいて、デューティ指令値 $duty$ のフィードフォワード項 dff を演算する。

【 0 0 2 6 】

デューティ補正值演算部 4 0 は、入力された入力電圧 V_{in} のノイズを除去するローパスフィルタ 4 1 (図 2 中では、「LPF」と記す)、第一増幅器 4 2 (図 2 中では、「K1」と記す)、除算器 4 3、第二増幅器 4 4 (図 2 中では、「K2」と記す) を有している。デューティ補正值演算部 4 0 におけるデューティ補正值 dcr の演算内容は以下の通りである。

20

【 0 0 2 7 】

入力電圧 V_{in} の大きさを示す信号 (以下、「入力電圧信号」という) が入力されると、ローパスフィルタ 4 1 によって入力電圧信号からノイズのみが除去された「入力電圧のなまし値」としてのなまし信号が生成される。入力電圧信号となまし信号との差分である入力電圧信号のノイズは、第一増幅器 4 2 によって増幅された後、入力電圧信号と加算される。増幅された入力電圧信号のノイズと入力電圧信号との加算結果は、除算器 4 3 においてシステム電圧 V_{sys} の大きさを示す信号 (以下、「システム電圧信号」という) によって除算される。除算器 4 3 において除算された除算結果は、フィードフォワード演算部 3 0 が演算するフィードフォワード項 dff との差分が演算される。除算結果とフィードフォワード項 dff との差分は第二増幅器 4 4 において増幅される。

30

デューティ補正值演算部 4 0 は、第二増幅器 4 4 において増幅された差分をデューティ補正值 dcr として出力する。

【 0 0 2 8 】

制御部 5 0 は、フィードバック項 dfb 、フィードフォワード項 dff 、及び、デューティ補正值 dcr を加算することによって算出されるデューティ指令値 $duty$ を昇圧駆動部 1 5 に出力する。

【 0 0 2 9 】

次に、第 1 実施形態による電圧変換装置 1 0 におけるデューティ指令値出力処理を図 3 に基づいて説明する。

40

【 0 0 3 0 】

最初に、ステップ (以下、「S」という) 1 0 1 において、デューティ補正值演算部 4 0 は、入力電圧信号、システム電圧信号を取得するとともに、フィードフォワード演算部 3 0 から指令電圧 V_{com} に基づいて演算されたフィードフォワード項 dff を取得する。

次に、S 1 0 2 において、デューティ補正值演算部 4 0 は、デューティ補正值 dcr を演算する。

次に、S 1 0 3 において、制御部 5 0 は、フィードバック項 dfb 、フィードフォワード項 dff 、及び、デューティ補正值 dcr を加算することによってデューティ指令値 $duty$ を算出する。

50

次に、S 1 0 4において、制御部 5 0は、算出されたデューティ指令値 $d u t y$ を昇圧駆動部 1 5に出力する。昇圧駆動部 1 5では、入力されるデューティ指令値 $d u t y$ に基づいて高電位側スイッチング素子 1 3及び低電位側スイッチング素子 1 4がオンオフされる。

【 0 0 3 1 】

次に、第 1実施形態による電圧変換装置 1 0の作用効果について図 4を参照にして説明する。

図 4には、第 1実施形態による電圧変換装置 1 0における各物理量の時間変化を示す。図 4では、システム電圧 $V s y s$ を実線 S L 1で図 4 (a)に示し、入力電圧 $V i n$ を実線 S L 2で図 4 (b)に示し、バッテリー電流 $I b$ と相関性が高いリアクトル電流 $I L$ を実線 S L 3で図 4 (c)に示し、デューティ指令値 $d u t y$ を実線 S L 4で図 4 (d)に示している。また、図 4には、比較例として、図 9に示すような制御ブロックを有する電圧変換装置におけるシステム電圧 $V s y s$ 、入力電圧 $V i n$ 、リアクトル電流 $I L$ 及びデューティ指令値 $d u t y$ の時間変化を破線 B L 1、B L 2、B L 3、B L 4で示す。比較例の電圧変換装置では、指令電圧 $V c o m$ とシステム電圧 $V s y s$ との偏差に基づいて演算されるフィードバック項 $d f b$ と入力電圧 $V i n$ と指令電圧 $V c o m$ とに基づいて演算されるフィードフォワード項 $d f f$ に基づいてデューティ指令値 $d u t y$ を演算する。

10

【 0 0 3 2 】

図 4 (a)、(d)に示すように、比較例の電圧変換装置では、デューティ指令値 $d u t y$ (図 4 (d)の破線 B L 4) が徐々に大きくなる時刻 $t 1$ においてシステム電圧 $V s y s$ (図 4 (a)のは線 B L 1) が最大となっている。デューティ指令値 $d u t y$ は、時刻 $t 1$ より後の時刻 $t 2$ において最大になっている。すなわち、比較例の電圧変換装置では、図 4 (d)の白抜き矢印 W A 1に示すように、システム電圧 $V s y s$ に対してデューティ指令値 $d u t y$ には位相遅れが発生している。このため、比較例の電圧変換装置におけるシステム電圧 $V s y s$ は、変動の幅 (図 4 (a)中の両端矢印 C W 1) が比較的大きくなる。

20

【 0 0 3 3 】

一方、第 1実施形態による電圧変換装置 1 0では、デューティ指令値 $d u t y$ (図 4 (d)の実線 S L 4) が時刻 $t 3$ において最大となった後の時刻 $t 4$ においてシステム電圧 $V s y s$ (図 4 の (a)の実線 S L 1) が最大となっている。すなわち、電圧変換装置 1 0では、図 4 (d)の白抜き矢印 W A 2に示すように、システム電圧 $V s y s$ に対してデューティ指令値 $d u t y$ は位相が進んでいる。これにより、電圧変換装置 1 0のシステム電圧 $V s y s$ は、比較例の電圧変換装置のシステム電圧 $V s y s$ に比べ変動の幅 (図 4 (a)中の両端矢印 C W 2) が小さくなっている。

30

また、電圧変換装置 1 0では、図 4 (b)、(c)に示す入力電圧 $V i n$ (図 4 (b)の実線 S L 2) やリアクトル電流 $I L$ (図 4 (c)の実線 S L 3) も比較例の電圧変換装置における入力電圧 $V i n$ (図 4 (b)の破線 B L 2) やリアクトル電流 $I L$ (図 4 (c)の破線 B L 3) に比べ変動の幅が小さくなっている。

【 0 0 3 4 】

(1)このように、第 1実施形態による電圧変換装置 1 0では、指令電圧 $V c o m$ 及びシステム電圧 $V s y s$ に基づいて演算されるフィードバック項 $d f b$ 、及び、指令電圧 $V c o m$ 及び入力電圧 $V i n$ に基づいて演算されるフィードフォワード項 $d f f$ に加え、入力電圧 $V i n$ 、システム電圧 $V s y s$ 及び指令電圧 $V c o m$ に基づいてデューティ補正值 $d c r$ を演算する。これにより、デューティ指令値 $d c r$ の位相をシステム電圧 $V s y s$ より進め、デューティ指令値 $d u t y$ によって制御されるシステム電圧 $V s y s$ の変動の幅を小さくすることができる。これにより、システム電圧 $V s y s$ が入力されるインバータ 6 及び交流電動機 7 の制御性を向上することができる。

40

【 0 0 3 5 】

(2)また、電圧変換装置 1 0では、デューティ補正值演算部 4 0は、ローパスフィルタ 4 1を有している。デューティ補正值演算部 4 0では、ローパスフィルタ 4 1によって

50

取得される入力電圧信号のノイズを除去した「入力電圧のなまし値」を用いて入力電圧信号のノイズを増幅した信号を生成する。デューティ補正值演算部40では、入力電圧信号のノイズを増幅した信号に基づいてデューティ補正值dcrを演算する。これにより、電圧変換装置10としてはバッテリー電圧VBを検出する電圧センサが不要になるため、電圧変換装置の製造コストを低減できる。

【0036】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について、図5に基づいて説明する。第2実施形態による電圧変換装置は、デューティ補正值演算部における演算処理が第1実施形態と異なる。第1実施形態の実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

10

【0037】

第2実施形態による電圧変換装置における制御ブロック図を図5に示す。

第2実施形態による電圧変換装置が備えるデューティ補正值演算部60は、第一増幅器62(図5中では、「K1」と記す)、除算器63、第二増幅器64(図5中では、「K2」と記す)を有している。デューティ補正值演算部60におけるデューティ補正值dcrの演算内容は以下の通りである。

【0038】

入力電圧信号が入力されると、制御部50が記憶しているバッテリー1の開放電圧OCV(固定値)との差分が演算される。入力電圧Vinと開放電圧OCVとの差分は、第一増幅器62によって増幅される。第一増幅器62によって増幅された入力電圧Vinと開放電圧OCVとの差分は、入力電圧信号と加算される。増幅された差分と入力電圧信号との加算結果は、除算器63においてシステム電圧信号によって除算される。除算器63において除算された除算結果は、フィードフォワード演算部30が演算するフィードフォワード項dffとの差分が演算される。除算結果とフィードフォワード項dffとの差分は、第二増幅器64において増幅される。

20

デューティ補正值演算部60は、第二増幅器64において増幅された差分をデューティ補正值dcrとして出力する。

【0039】

第2実施形態による電圧変換装置では、入力電圧Vin、システム電圧Vsys、指令電圧Vcomに加え、制御部50が記憶しているバッテリー1の開放電圧OCVに基づいて、デューティ補正值dcrを演算する。これにより、第2実施形態は、第1実施形態と同じ効果を奏する。

30

【0040】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について、図6に基づいて説明する。第3実施形態による電圧変換装置は、デューティ補正值演算部における演算処理が第1実施形態と異なる。第1実施形態の実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0041】

第3実施形態による電圧変換装置における制御ブロック図を図6に示す。

第3実施形態による電圧変換装置が備えるデューティ補正值演算部70は、第一増幅器72(図6中では、「K1」と記す)、除算器73、第二増幅器74(図6中では、「K2」と記す)を有している。デューティ補正值演算部70におけるデューティ補正值dcrの演算内容は以下の通りである。

40

【0042】

入力電圧信号が入力されると、バッテリーECU55が検出するバッテリー1のバッテリー電圧VBとの差分が演算される。入力電圧Vinとバッテリー電圧VBとの差分は、第一増幅器72によって増幅される。第一増幅器72によって増幅された入力電圧Vinとバッテリー電圧VBとの差分は、入力電圧信号と加算される。増幅された差分と入力電圧信号との加算結果は、除算器73においてシステム電圧信号によって除算される。除算器73において除算された除算結果は、フィードフォワード演算部30が演算するフィードフォー

50

ド項 d f f との差分が演算される。除算結果とフィードフォワード項 d f f との差分は、第二増幅器 7 4 において増幅される。

デューティ補正值演算部 7 0 は、第二増幅器 7 4 において増幅された差分をデューティ補正值 d c r として出力する。

【 0 0 4 3 】

第 3 実施形態による電圧変換装置では、入力電圧 V_{in} 、システム電圧 V_{sys} 、指令電圧 V_{com} に加え、バッテリー E C U 5 5 が検出するバッテリー 1 のバッテリー電圧 V_B に基づいて、デューティ補正值 d c r を演算する。これにより、第 3 実施形態は、第 1 実施形態の効果 (1) と同じ効果を奏する。

【 0 0 4 4 】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態について、図 7、8 に基づいて説明する。第 4 実施形態による電圧変換装置は、デューティ補正值演算部の構成が第 1 実施形態と異なる。第 1 実施形態の実質的に同一の部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

【 0 0 4 5 】

第 4 実施形態による電圧変換装置における制御ブロック図を図 7 に示す。

第 4 実施形態による電圧変換装置が備えるデューティ補正值演算部 8 0 は、ローパスフィルタ 8 1 (図 7 中では、「 L P F 」と記す)、第一増幅器 8 2 (図 7 中では、「 K 1 」と記す)、除算器 8 3、第二増幅器 8 4 (図 7 中では、「 K 2 」と記す) を有している。デューティ補正值演算部 8 0 におけるデューティ補正值 d c r の演算内容は以下の通りである。

【 0 0 4 6 】

入力電圧信号が入力されると、ローパスフィルタ 8 1 によって入力電圧信号からノイズのみが除去された「入力電圧のなまし値」としてのなまし信号が生成される。入力電圧信号からなまし信号を減算して得られた入力電圧信号のノイズは、第一増幅器 8 2 によって増幅される。このとき、デューティ補正值演算部 8 0 では、バッテリー 1 の内部温度 T_b に基づいて第一増幅器 8 2 における増幅の度合い、すなわち、ゲイン G_n は変化させる。

【 0 0 4 7 】

ここで、第一増幅器 8 2 のゲイン G_n とバッテリー 1 の内部温度 T_b との関係について、図 8 に基づいて説明する。図 8 では、横軸にバッテリー 1 の内部温度 T_b をとり、縦軸に第一増幅器 8 2 におけるゲイン G_n をとっている。

【 0 0 4 8 】

バッテリー 1 は、図示しない内部抵抗を有しており、内部抵抗の大きさはバッテリー 1 の内部温度 T_b の変化に応じて変化する。具体的には、内部温度 T_b が上昇すると、バッテリー 1 の内部抵抗は小さくなる。そこで、この内部温度 T_b と内部抵抗との関係を考慮し、第 4 実施形態による電圧変換装置では、図 8 に示すような内部温度 T_b と第一増幅器 8 2 のゲイン G_n との関係を表すゲイン特性マップを有している。このゲイン特性マップに基づく、内部温度 T_b が高いほどゲイン G_n の値を大きくするよう設定される。

【 0 0 4 9 】

第一増幅器 8 2 において増幅された入力電圧信号のノイズは、入力電圧信号と加算される。増幅された入力電圧信号のノイズと入力電圧信号との加算結果は、除算器 8 3 においてシステム電圧信号によって除算される。除算器 8 3 において除算された除算結果は、フィードフォワード演算部 3 0 が演算するフィードフォワード項 d f f との差分が演算される。除算結果とフィードフォワード項 d f f との差分は、第二増幅器 8 4 において増幅される。

デューティ補正值演算部 8 0 は、第二増幅器 8 4 において増幅された差分をデューティ補正值 d c r として出力する。

【 0 0 5 0 】

制御部 5 0 は、フィードバック項 d f b、フィードフォワード項 d f f、及び、デューティ補正值 d c r を加算することによって算出されるデューティ指令値 d u t y を昇圧駆

10

20

30

40

50

動部 15 に出力する。

【0051】

第4実施形態による電圧変換装置では、入力電圧 V_{in} 、システム電圧 V_{sys} 、指令電圧 V_{com} に加え、バッテリー ECU が検出するバッテリー 1 の内部温度 T_b に基づいて、デューティ補正值 d_{cr} を演算する。このとき、内部温度 T_b の大きさに応じてバッテリー 1 の内部抵抗が変化することを考慮し、出力電圧 V_{in} の変化を第一増幅器 82 におけるゲイン G_n を反映させる。これにより、デューティ補正值演算部 80 が出力するデューティ補正值 d_{cr} の精度が向上する。したがって、第4実施形態は、システム電圧 V_{sys} が入力されるインバータ 6 及び交流電動機 7 の制御性をさらに向上することができる。

【0052】

(その他の実施形態)

(ア) 上述の実施形態では、デューティ補正值演算部は、第一増幅器、除算器、第二増幅器などを有するとした。しかしながら、デューティ補正值演算部の構成はこれに限定されない。

【0053】

(イ) 本発明の電圧変換装置は、入力側電圧を昇圧して出力する昇圧コンバータに限らず、入力側電圧を降圧して出力する降圧コンバータであってもよい。

【0054】

(ウ) 上記実施形態では、電圧変換装置の負荷として、直流電圧を三相交流電圧に変換するインバータ、及び、インバータが変換した三相交流電圧によって駆動される交流電動機 7 を用いるとした。しかしながら、「負荷」に相当する構成はこれに限定されない。例えば、Hブリッジ回路及び直流電動機を用いてもよい。

【0055】

(エ) 負荷としての交流電動機等は、ハイブリッド自動車や電気自動車の動力源として用いられるものに限らず、車両の補機用や、車両以外の電車、昇降機、一般機械等に用いられるものであってもよい。特に動作状態の変化が大きい負荷に対し、本発明の電圧変換装置は有効に適用される。

【0056】

(オ) 第4実施形態では、第一増幅器におけるゲインをバッテリーの内部温度に基づいて図8のようにゲインを変化させるとした。しかしながら、バッテリーの内部温度とゲインとの関係はこれに限定されない。

【0057】

以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

【符号の説明】

【0058】

- 1 ・・・バッテリー、
- 6 ・・・インバータ(負荷)、
- 7 ・・・交流電動機(モータジェネレータ、負荷)。
- 10 ・・・電圧変換装置、
- 12 ・・・リアクトル、
- 13 ・・・高電位側スイッチング素子、
- 14 ・・・低電位側スイッチング素子、
- 20 ・・・フィードバック演算部、
- 30 ・・・フィードフォワード演算部、
- 40 ・・・デューティ補正值演算部、
- 50 ・・・制御部。

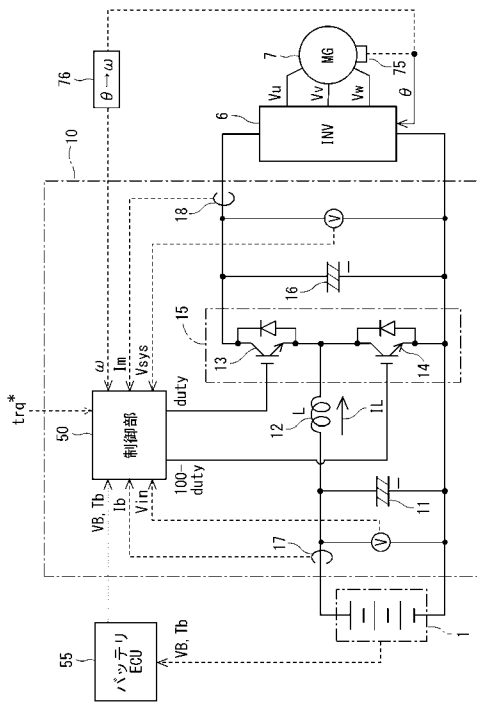
10

20

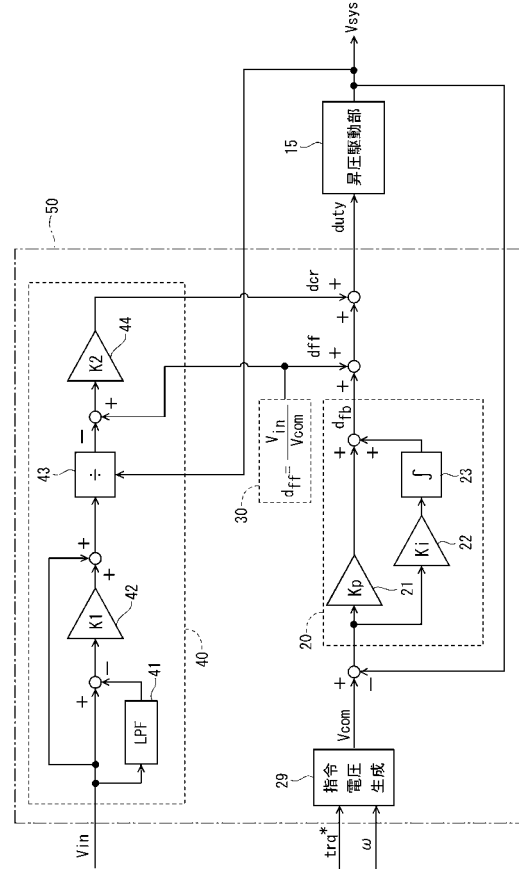
30

40

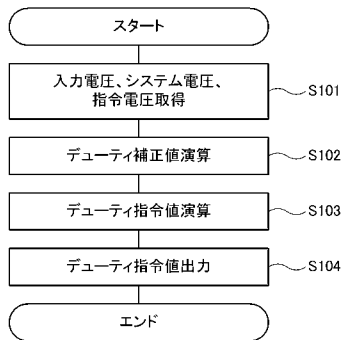
【図1】



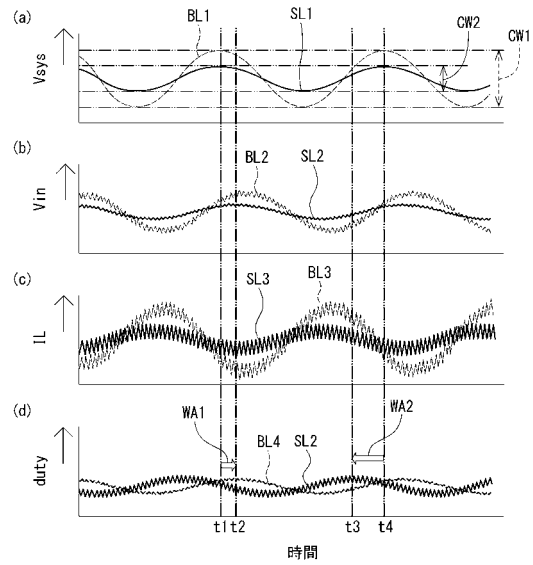
【図2】



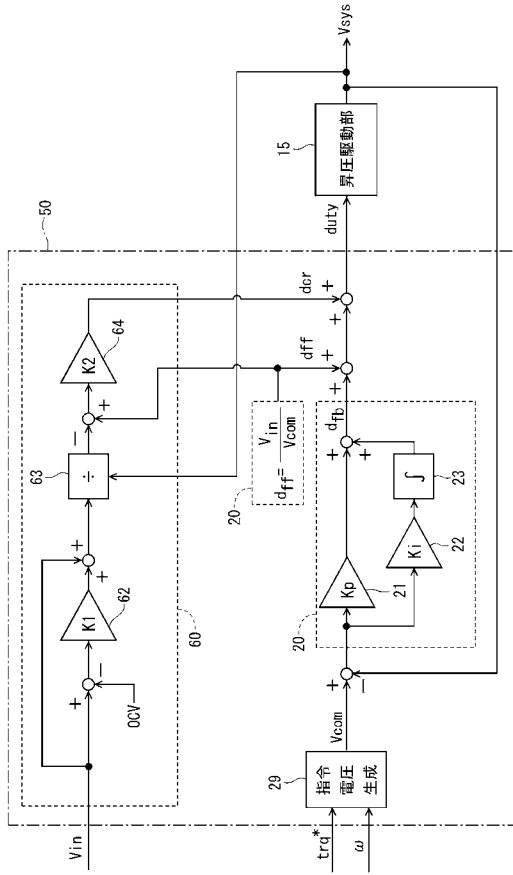
【図3】



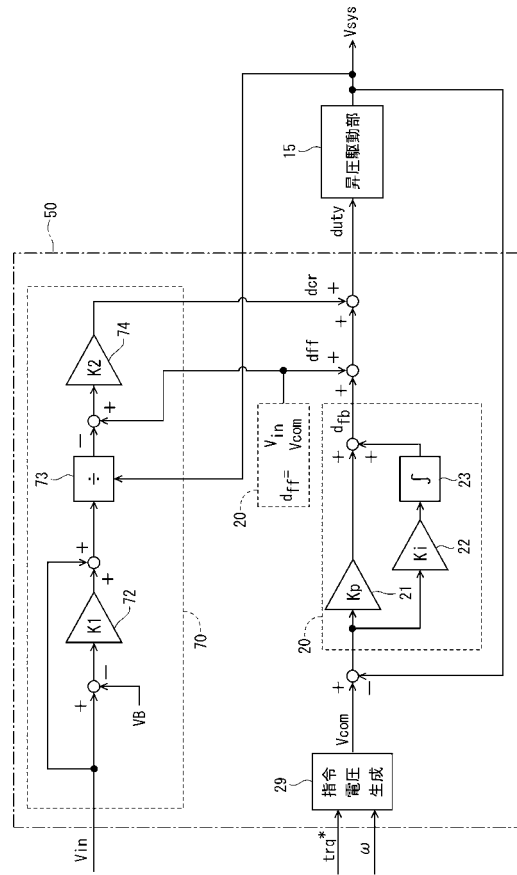
【図4】



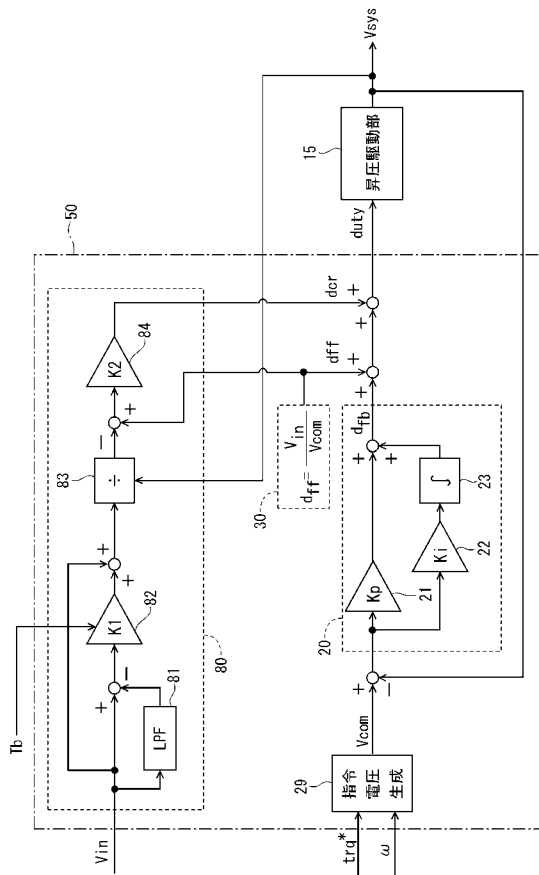
【 図 5 】



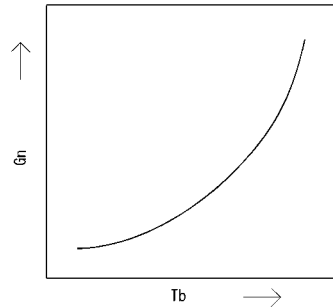
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

