

(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2015-192525

(P2015-192525A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02M 3/28 (2006.01)	H02M 3/28	H 5G503
H01M 10/48 (2006.01)	H01M 10/48	P 5H030
H01M 10/44 (2006.01)	H01M 10/44	P 5H125
H02J 7/34 (2006.01)	H02J 7/34	B 5H730
B60L 11/18 (2006.01)	B60L 11/18	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-67997 (P2014-67997)
 (22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (71) 出願人 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県長久手市横道41番地の1
 (74) 代理人 100087398
 弁理士 水野 勝文
 (74) 代理人 100128783
 弁理士 井出 真
 (74) 代理人 100128473
 弁理士 須澤 洋
 (72) 発明者 西 勇二
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

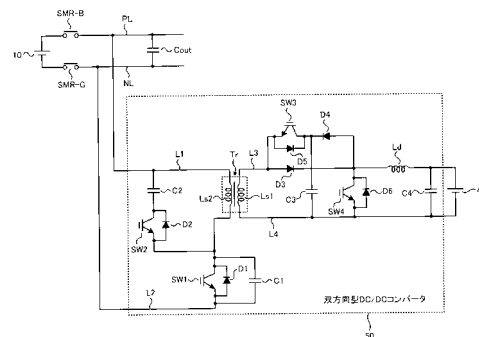
(54) 【発明の名称】 DC/DCコンバータおよびバッテリーシステム

(57) 【要約】

【課題】 1つのトランスを用いて降圧動作および昇圧動作を行うとき、降圧動作を考慮してトランスの変圧比を設定すると、この変圧比よりも大きな変圧比において昇圧することができない。

【解決手段】 DC/DCコンバータ50の降圧時には、トランスTrの変圧比(降圧比)によって、メインバッテリー10の電圧値を降圧する。DC/DCコンバータ50の昇圧時には、リアクトルLdを用いた昇圧と、トランスTrを用いた昇圧とを行う。リアクトルLdを用いた昇圧では、低圧バッテリーの電圧値が昇圧され、第3コンデンサC3の電圧値が低圧バッテリーの電圧値よりも高くなる。トランスTrを用いた昇圧では、第3コンデンサC3の電圧値が昇圧される。これにより、DC/DCコンバータ50の昇圧時における変圧比は、DC/DCコンバータ50の降圧時における変圧比よりも大きくすることができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高圧バッテリーの電圧値を降圧するとともに、前記高圧バッテリーよりも低い電圧値を示す低圧バッテリーの電圧値を昇圧する DC / DC コンバータであって、

前記高圧バッテリーに接続される高圧側コイルと、前記低圧バッテリーに接続される低圧側コイルとを備えたトランスと、

前記高圧側コイルと直列に接続された第 1 スイッチ素子と、

前記第 1 スイッチ素子と逆並列に接続された第 1 ダイオードと、

前記第 1 スイッチ素子と並列に接続された第 1 コンデンサと、

前記高圧側コイルと並列に接続され、互いに直列に接続された第 2 スイッチ素子および第 2 コンデンサと、

前記第 2 スイッチ素子と逆並列に接続された第 2 ダイオードと、

前記低圧側コイルの一端にアノードが接続された第 3 ダイオードと、

一端が前記第 3 ダイオードのカソードに接続され、他端が前記低圧バッテリーの正極端子に接続されたリアクトルと、

前記低圧側コイルおよび前記第 3 ダイオードの間の接続点に一端が接続された第 3 スイッチ素子と、

カソードが前記第 3 スイッチ素子の他端に接続され、アノードが前記第 3 ダイオードおよび前記リアクトルの間の接続点に接続された第 4 ダイオードと、

前記第 3 スイッチ素子と逆並列に接続された第 5 ダイオードと、

前記第 3 スイッチ素子および前記第 4 ダイオードの間の接続点に一端が接続され、前記低圧側コイルおよび前記低圧バッテリーと並列に接続された第 3 コンデンサと、

前記第 3 ダイオードおよび前記リアクトルの間の接続点および前記第 4 ダイオードのアノードに一端が接続され、前記低圧側コイルおよび前記低圧バッテリーと並列に接続された第 4 スイッチ素子と、

前記第 4 スイッチ素子と逆並列に接続された第 6 ダイオードと、

を有することを特徴とする DC / DC コンバータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の DC / DC コンバータと、

正極ラインおよび負極ラインを介して前記高圧バッテリーと接続される負荷と、

前記正極ラインおよび前記負極ラインのそれぞれに設けられたリレーと、

前記正極ラインおよび前記負極ラインに接続された平滑コンデンサと、

前記 DC / DC コンバータおよび前記リレーを制御するコントローラと、を有し、

前記コントローラは、前記リレーをオフからオンに切り替える前に、前記 DC / DC コンバータによって前記低圧バッテリーの電圧値を昇圧し、昇圧後の電力を用いて前記平滑コンデンサを充電することを特徴とする蓄電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、昇圧動作および降圧動作を行う DC / DC コンバータと、この DC / DC コンバータを備えたバッテリーシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の DC / DC コンバータでは、高圧バッテリーの出力電圧値を所定の電圧値に降圧し、降圧後の電力を用いて低圧バッテリーを充電している。ここで、高圧バッテリーの放電によって、高圧バッテリーの電圧値が最低電圧値まで低下したときにも、低圧バッテリーを充電するためには、降圧後の電圧値を低圧バッテリーの電圧値以上としなければならない。この点を考慮して、DC / DC コンバータに含まれるトランスの変圧比（コイルの巻線比）が設定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-182894号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載のDC/DCコンバータでは、降圧動作だけを行っている。しかし、DC/DCコンバータに含まれる1つのトランスを用いることにより、降圧動作だけでなく、昇圧動作を行うことも可能である。この場合、1つのトランスを用いているだけであるため、降圧時の変圧比は、昇圧時の変圧比と等しくなる。上述したように、降圧動作を考慮してトランスの変圧比を設定してしまうと、この変圧比よりも大きな変圧比において、昇圧動作を行うことができない。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のDC/DCコンバータは、高圧バッテリーの電圧値を降圧するとともに、低圧バッテリーの電圧値を昇圧することができる双方向型のDC/DCコンバータである。低圧バッテリーとは、高圧バッテリーよりも低い電圧値を示すバッテリーである。DC/DCコンバータはトランスを有しており、トランスは、高圧バッテリーに接続される高圧側コイルと、低圧バッテリーに接続される低圧側コイルとを備える。

20

【0006】

DC/DCコンバータにおける高圧側の回路は、高圧側コイルと直列に接続された第1スイッチ素子と、第1スイッチ素子と並列に接続された第1コンデンサとを有する。第1スイッチ素子には、第1ダイオードが逆並列に接続される。また、高圧側の回路は、高圧側コイルと並列に接続され、互いに直列に接続された第2スイッチ素子および第2コンデンサを有する。第2スイッチ素子には、第2ダイオードが逆並列に接続される。

【0007】

DC/DCコンバータにおける低圧側の回路は、低圧側コイルの一端にアノードが接続された第3ダイオードと、一端が第3ダイオードのカソードに接続され、他端が低圧バッテリーの正極端子に接続されたリアクトルとを有する。また、低圧側の回路は、互いに直列に接続された第3スイッチ素子および第4ダイオードを有する。第3スイッチ素子の一端は、低圧側コイルおよび第3ダイオードの間の接続点に接続されている。第4ダイオードのカソードは、第3スイッチ素子の他端に接続され、第4ダイオードのアノードは、第3ダイオードおよびリアクトルの間の接続点に接続されている。第3スイッチ素子には、第5ダイオードが逆並列に接続される。

30

【0008】

さらに、低圧側の回路は、第3コンデンサおよび第4スイッチ素子を有する。第3コンデンサは、低圧側コイルおよび低圧バッテリーと並列に接続されている。ここで、第3コンデンサの一端は、第3スイッチ素子および第4ダイオードの間の接続点に接続されている。第4スイッチ素子は、低圧側コイルおよび低圧バッテリーと並列に接続されている。ここで、第4スイッチ素子の一端は、第3ダイオードおよびリアクトルの間の接続点に接続されているとともに、第4ダイオードのアノードに接続されている。第4スイッチ素子には、第6ダイオードが逆並列に接続されている。

40

【0009】

本発明のDC/DCコンバータでは、1つのトランスを用いることにより、高圧バッテリーの電圧値を降圧したり、低圧バッテリーの電圧値を昇圧したりすることができる。ここで、降圧時には、トランスの変圧比（降圧比）によって、高圧バッテリーの電圧値を降圧することができる。一方、昇圧時には、リアクトルを用いた昇圧と、トランスを用いた昇圧とを行うことができる。2つの昇圧を行うことにより、トランスの変圧比（昇圧比）よりも大きな変圧比において、低圧バッテリーの電圧値を昇圧することができる。

50

【 0 0 1 0 】

D C / D C コンバータの降圧動作について具体的に説明する。第 1 スイッチ素子をオンにすることにより、高圧バッテリーから高圧側コイルに励磁電流を流すことができ、トランスの変圧比（降圧比）によって、高圧バッテリーの電圧値を降圧することができる。ここで、第 2 スイッチ素子は、降圧時にトランスに蓄積された磁気エネルギーをリセットするために用いられる。また、第 3 スイッチ素子は、低圧側の回路に流れる電流を整流するために用いられる。

【 0 0 1 1 】

降圧動作が行われた後の電力は、低圧バッテリーや、低圧バッテリーに接続された負荷に供給することができる。降圧後の電力を負荷に供給すれば、負荷を動作させることができる。降圧後の電力を低圧バッテリーに供給すれば、低圧バッテリーを充電することができる。ここで、高圧バッテリーの電圧値が最低電圧値まで低下しても、低圧バッテリーを充電することができるように、トランスの変圧比を設定できる。

【 0 0 1 2 】

次に、D C / D C コンバータの昇圧動作について具体的に説明する。まず、リアクトルを用いた昇圧では、第 4 スイッチ素子をオンにすることにより、低圧バッテリーの放電電流がリアクトルに流れ、リアクトルに磁気エネルギーが蓄積される。第 4 スイッチ素子をオフにすると、リアクトルに蓄積された磁気エネルギーが放出され、第 4 ダイオードを介して、第 3 コンデンサに充電電流が流れる。これにより、第 3 コンデンサの電圧値は、低圧バッテリーの電圧値よりも高くなる。

【 0 0 1 3 】

次に、第 3 スイッチ素子をオンにすると、第 3 コンデンサおよびトランスのインダクタンスによって L C 回路が構成され、低圧側コイルに励磁電流を流すことができる。これにより、低圧側コイルの電圧値を上昇させるとともに、高圧側コイルの電圧値を上昇させることができる。ここで、トランスの変圧比（昇圧比）によって、高圧側コイルの電圧値は、第 3 コンデンサの電圧値よりも高くなる。

【 0 0 1 4 】

第 1 スイッチ素子、第 2 スイッチ素子、第 3 スイッチ素子および第 4 スイッチ素子の少なくとも 1 つのスイッチ素子としては、M O S F E T (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) を用いることができる。このとき、M O S F E T としてのスイッチ素子に逆並列に接続されたダイオードは、M O S F E T に含まれる寄生ダイオードとなる。

【 0 0 1 5 】

本発明の D C / D C コンバータは、高圧バッテリーを負荷に接続するバッテリーシステムで用いることができる。高圧バッテリーは、正極ラインおよび負極ラインを介して負荷と接続される。正極ラインおよび負極ラインのそれぞれにはリレーが設けられており、正極ラインおよび負極ラインには平滑コンデンサが接続されている。

【 0 0 1 6 】

ここで、D C / D C コンバータによって昇圧された後の電力を用いて、平滑コンデンサを充電することができる。具体的には、リレーをオフからオンに切り替える前に、平滑コンデンサを充電することができる。これにより、リレーをオンにする前に、平滑コンデンサの電圧値を高圧バッテリーの電圧値にしたり、平滑コンデンサの電圧値を高圧バッテリーの電圧値に近づけたりすることができる。平滑コンデンサを充電した後にリレーをオンにすれば、高圧バッテリーから平滑コンデンサに突入電流が流れることを抑制できる。

【 0 0 1 7 】

本発明の D C / D C コンバータでは、上述したように、トランスの変圧比よりも大きな変圧比において、昇圧動作を行うことができる。上述したように、高圧バッテリーの最低電圧値を考慮してトランスの変圧比（降圧比）が設定されているとき、高圧バッテリーの電圧値が最低電圧値よりも高くなっても、この電圧値まで昇圧動作を行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【図 1】 バッテリシステムの構成を示す図である。

【図 2】 バッテリシステムを起動する処理を示すフローチャートである。

【図 3】 D C / D C コンバータの回路構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例 1】

【 0 0 2 0 】

本発明の実施例 1 であるバッテリシステムについて説明する。図 1 は、本実施例である
バッテリシステムの構成を示す図である。本実施例のバッテリシステムは、車両に搭載さ
れている。この車両としては、電気自動車やハイブリッド自動車がある。電気自動車は、
車両を走行させる動力源として、後述するメインバッテリーだけを備えている。ハイブリッ
ド自動車は、車両を走行させる動力源として、後述するメインバッテリーの他に、エンジン
又は燃料電池を備えている。

10

【 0 0 2 1 】

メインバッテリー（本発明の高圧バッテリーに相当する）10 は、直列に接続された複数の
単電池 11 を有する。単電池 11 としては、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。また、二次電池の代わりに、電気二重層キャパシタを用いるこ
ともできる。メインバッテリー 10 には、並列に接続された複数の単電池 11 が含まれてい
てもよい。

20

【 0 0 2 2 】

電圧センサ 21 は、メインバッテリー 10 の電圧値 V_B を検出し、検出結果（電圧値 V_B ）
をコントローラ 30 に出力する。電流センサ 22 は、メインバッテリー 10 の電流値 I_B
を検出し、検出結果（電流値 I_B ）をコントローラ 30 に出力する。コントローラ 30 は
、メモリ 31 を有しており、メモリ 31 には各種の情報が記憶されている。

【 0 0 2 3 】

メインバッテリー 10 の正極端子には正極ライン P_L が接続され、メインバッテリー 10 の
負極端子には負極ライン N_L が接続されている。メインバッテリー 10 は、正極ライン P_L
および負極ライン N_L を介して、インバータ 41 と接続されている。正極ライン P_L には
、システムメインリレー S_{MR-B} が設けられており、負極ライン N_L には、システムメ
インリレー S_{MR-G} が設けられている。システムメインリレー S_{MR-B} 、 S_{MR-G}
は、コントローラ 30 からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替
わる。

30

【 0 0 2 4 】

正極ライン P_L および負極ライン N_L には、コンデンサ（平滑コンデンサ） C_{out} が
接続されている。具体的には、コンデンサ C_{out} の一端は、システムメインリレー S_{MR}
 S_{MR-B} およびインバータ 41 を接続する正極ライン P_L に接続されている。また、コンデ
ンサ C_{out} の他端は、システムメインリレー S_{MR-G} およびインバータ 41 を接続す
る負極ライン N_L に接続されている。電圧センサ 23 は、コンデンサ C_{out} の電圧値 V
 V_L を検出し、検出結果（電圧値 V_L ）をコントローラ 30 に出力する。

40

【 0 0 2 5 】

インバータ 41 は、メインバッテリー 10 から出力された直流電力を交流電力に変換し、
交流電力をモータ・ジェネレータ（本発明の負荷に相当する）42 に出力する。モータ・
ジェネレータ 42 は、インバータ 41 から出力された交流電力を受けて、車両の走行に用
いられる運動エネルギーを生成する。モータ・ジェネレータ 42 は、車輪と接続されてお
り、モータ・ジェネレータ 42 が生成した運動エネルギーを車輪に伝達することにより、車
両を走行させることができる。

【 0 0 2 6 】

モータ・ジェネレータ 42 は、車両の制動時に発生する運動エネルギーを電気エネルギー（

50

交流電力)に変換する。インバータ41は、モータ・ジェネレータ42が生成した交流電力を直流電力に変換し、直流電力をメインバッテリー10に出力する。これにより、回生電力をメインバッテリー10に蓄えることができる。

【0027】

正極ラインPLおよび負極ラインNLには、双方向型のDC/DCコンバータ50が接続されている。具体的には、DC/DCコンバータ50は、システムメインリレーSMR-Bおよびインバータ41を接続する正極ラインPLと、システムメインリレーSMR-Gおよびインバータ41を接続する負極ラインNLとに接続されている。

【0028】

システムメインリレーSMR-B, SMR-Gがオンであるとき、DC/DCコンバータ50は、メインバッテリー10の電圧値VBを降圧し、降圧後の電力を補機バッテリー(本発明の低圧バッテリーに相当する)43や補機44に出力する。メインバッテリー10からの電力を補機バッテリー43に供給することにより、補機バッテリー43を充電することができる。

10

【0029】

また、メインバッテリー10からの電力を補機44に供給することにより、補機44を動作させることができる。補機44には、補機バッテリー43からの電力を供給することもできる。補機バッテリー43は、コントローラ30やシステムメインリレーSMR-B, SMR-Gを動作させるための電源となる。

【0030】

補機バッテリー43としては、鉛蓄電池やニッケル水素電池などの二次電池が用いられる。補機バッテリー43の電圧値VAは、補機バッテリー43の充放電に応じて変化し、電圧値VBは、メインバッテリー10の充放電に応じて変化する。ここで、電圧値VA, VBが変化しても、電圧値VAは電圧値VBよりも低くなる。

20

【0031】

また、電圧値VAが基準電圧値に維持されるように、補機バッテリー43の充電が制御される。具体的には、補機バッテリー43の放電によって電圧値VAが基準電圧値よりも低下したときには、電圧値VAが基準電圧値に到達するように、補機バッテリー43の充電が行われる。補機バッテリー43の出力電力は補機44に供給されるため、補機44の動作電圧を確保するためには、電圧値VAを基準電圧値に維持する必要がある。

30

【0032】

システムメインリレーSMR-B, SMR-Gをオフからオンに切り替える前において、DC/DCコンバータ50は、補機バッテリー43の電圧値VAを昇圧し、昇圧後の電力をコンデンサCoutに出力する。これにより、コンデンサCoutを充電することができる。

【0033】

上述したように、DC/DCコンバータ50は、降圧動作および昇圧動作を行うことができる。このDC/DCコンバータ50の動作は、コントローラ30によって制御される。後述するように、DC/DCコンバータ50は、降圧動作を行うアクティブクランプフowardコンバータに対して、昇圧動作の機能を追加したものである。

40

【0034】

図1に示すバッテリーシステムにおいて、システムメインリレーSMR-B, SMR-Gをオフからオンに切り替えると、メインバッテリー10からコンデンサCoutに突入電流が流れてしまう。そこで、本実施例では、システムメインリレーSMR-B, SMR-Gをオフからオンに切り替える前に、補機バッテリー43から出力された電力を用いて、コンデンサCoutを充電するようにしている。

【0035】

具体的には、コンデンサCoutの充電によって、電圧値VLを電圧値VBと等しくしたり、電圧値VLを電圧値VBに近づけたりしている。このようにコンデンサCoutを充電しておけば、システムメインリレーSMR-B, SMR-Gをオフからオンに切り替

50

えたときに、メインバッテリー 10 からコンデンサ C o u t に突入電流が流れることを抑制できる。

【 0 0 3 6 】

なお、コンデンサ C o u t を充電するだけでなく、補機バッテリー 43 から出力された電力を用いて、メインバッテリー 10 を充電することもできる。ここで、システムメインリレー S M R - B , S M R - G がオンであるときに、メインバッテリー 10 の充電が行われる。

【 0 0 3 7 】

図 2 は、メインバッテリー 10 およびインバータ 41 を接続して、図 1 に示すバッテリーシステムを起動状態 (Ready-On) にするための処理を示す。ここで、図 2 に示す処理は、コントローラ 30 によって実行され、車両のイグニッションスイッチがオフからオンに切り替わったときに開始される。図 2 に示す処理を開始するとき、システムメインリレー S M R - B , S M R - G はオフである。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 101 において、コントローラ 30 は、D C / D C コンバータ 50 の昇圧動作を開始する。D C / D C コンバータ 50 が補機バッテリー 43 の電圧値 V A を昇圧することにより、昇圧後の電力によってコンデンサ C o u t が充電され、電圧値 V L が上昇する。ステップ S 101 の処理を開始する前では、コンデンサ C o u t が放電されており、電圧値 V L が 0 [V] となっている。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 102 において、コントローラ 30 は、電圧センサ 23 によって検出された電圧値 V L が、電圧センサ 21 によって検出された電圧値 V B 以上であるか否かを判別する。電圧値 V L が電圧値 V B よりも低いとき、D C / D C コンバータ 50 の昇圧動作が継続される。電圧値 V L が電圧値 V B 以上であるとき、コントローラ 30 は、ステップ S 103 において、D C / D C コンバータ 50 の昇圧動作を終了する。ステップ S 104 において、コントローラ 30 は、システムメインリレー S M R - B , S M R - G をオフからオンに切り替える。これにより、図 1 に示すバッテリーシステムは起動状態となる。

【 0 0 4 0 】

本実施例では、D C / D C コンバータ 50 の昇圧動作によって、電圧値 V L が電圧値 V B 以上となるまでコンデンサ C o u t を充電しているが、これに限るものではない。具体的には、電圧値 V L が電圧値 V B よりも低い電圧値以上となるまで、コンデンサ C o u t を充電することもできる。

【 0 0 4 1 】

なお、メインバッテリー 10 およびインバータ 41 の接続を遮断して、図 1 に示すバッテリーシステムを停止状態 (Ready-Off) にするとき、コントローラ 30 は、システムメインリレー S M R - B , S M R - G をオンからオフに切り替える。このとき、コントローラ 30 は、コンデンサ C o u t を放電させて電圧値 V L を 0 [V] にする。

【 0 0 4 2 】

次に、D C / D C コンバータ 50 の回路構成について、図 3 を用いて説明する。図 3 では、D C / D C コンバータ 50 の回路構成に加えて、バッテリーシステムの一部の構成も示している。

【 0 0 4 3 】

トランス T r の高圧側コイル L s 2 は、電力ライン L 1 , L 2 を介して、正極ライン P L および負極ライン N L に接続されている。ここで、高圧側コイル L s 2 の一端に接続された電力ライン L 1 は、正極ライン P L に接続され、高圧側コイル L s 2 の他端に接続された電力ライン L 2 は、負極ライン N L に接続されている。

【 0 0 4 4 】

電力ライン L 2 には、第 1 スイッチ素子 (トランジスタ) S W 1 が設けられており、第 1 スイッチ素子 S W 1 は、高圧側コイル L s 2 と直列に接続されている。具体的には、第 1 スイッチ素子 S W 1 のコレクタは、高圧側コイル L s 2 の他端と接続され、第 1 スイッチ素子 S W 1 のエミッタは、負極ライン N L に接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

第 1 スイッチ素子 S W 1 には、第 1 ダイオード D 1 が逆並列に接続されている。本実施例および本発明において、逆並列の接続とは、スイッチ素子の通電方向と、ダイオードの通電方向とが逆方向となるように、スイッチ素子およびダイオードが並列に接続されていることである。

【 0 0 4 6 】

具体的には、第 1 ダイオード D 1 のカソードが第 1 スイッチ素子 S W 1 のコレクタに接続され、第 1 ダイオード D 1 のアノードが第 1 スイッチ素子 S W 1 のエミッタに接続されている。ここで、第 1 スイッチ素子 S W 1 が M O S F E T (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) であるとき、第 1 ダイオード D 1 は、M O S F E T に含まれる寄生ダイオードになる。また、第 1 スイッチ素子 S W 1 には、第 1 コンデンサ C 1 が並列に接続されている。

10

【 0 0 4 7 】

高圧側コイル L s 2 には、第 2 コンデンサ C 2 および第 2 スイッチ素子 (トランジスタ) S W 2 が並列に接続されており、第 2 コンデンサ C 2 および第 2 スイッチ素子 S W 2 は、直列に接続されている。ここで、第 2 コンデンサ C 2 の一端は、電力ライン L 1 に接続されており、第 2 コンデンサ C 2 の他端は、第 2 スイッチ素子 S W 2 のコレクタに接続されている。第 2 スイッチ素子 S W 2 のエミッタは、高圧側コイル L s 2 および第 1 スイッチ素子 S W 1 の間の接続点に接続されている。

【 0 0 4 8 】

20

第 2 スイッチ素子 S W 2 には、第 2 ダイオード D 2 が逆並列に接続されている。具体的には、第 2 ダイオード D 2 のカソードが第 2 スイッチ素子 S W 2 のコレクタに接続され、第 2 ダイオード D 2 のアノードが第 2 スイッチ素子 S W 2 のエミッタに接続されている。ここで、第 2 スイッチ素子 S W 2 が M O S F E T であるとき、第 2 ダイオード D 2 は、M O S F E T に含まれる寄生ダイオードになる。

【 0 0 4 9 】

トランス T r の低圧側コイル L s 1 は、電力ライン L 3 , L 4 を介して、補機バッテリー 4 3 と接続されている。ここで、電力ライン L 3 は、低圧側コイル L s 1 の一端と、補機バッテリー 4 3 の正極端子とに接続されている。電力ライン L 4 は、低圧側コイル L s 1 の他端と、補機バッテリー 4 3 の負極端子とに接続されている。

30

【 0 0 5 0 】

電力ライン L 3 には、第 3 ダイオード D 3 およびリアクトル L d が設けられている。ここで、第 3 ダイオード D 3 のアノードが低圧側コイル L s 1 の一端に接続され、第 3 ダイオード D 3 のカソードがリアクトル L d の一端に接続されている。リアクトル L d の他端は、補機バッテリー 4 3 の正極端子に接続されている。

【 0 0 5 1 】

第 3 ダイオード D 3 には、第 3 スイッチ素子 (トランジスタ) S W 3 および第 4 ダイオード D 4 が並列に接続されており、第 3 スイッチ素子 S W 3 および第 4 ダイオード D 4 は、直列に接続されている。ここで、第 3 スイッチ素子 S W 3 のエミッタは、低圧側コイル L s 1 および第 3 ダイオード D 3 の間の接続点に接続されている。第 3 スイッチ素子 S W 3 のコレクタには、第 4 ダイオード D 4 のカソードが接続されている。第 4 ダイオード D 4 のアノードは、第 3 ダイオード D 3 およびリアクトル L d の間の接続点に接続されている。

40

【 0 0 5 2 】

第 3 スイッチ素子 S W 3 には、第 5 ダイオード D 5 が逆並列に接続されている。具体的には、第 5 ダイオード D 5 のカソードが第 3 スイッチ素子 S W 3 のコレクタに接続され、第 5 ダイオード D 5 のアノードが第 3 スイッチ素子 S W 3 のエミッタに接続されている。ここで、第 3 スイッチ素子 S W 3 が M O S F E T であるとき、第 5 ダイオード D 5 は、M O S F E T に含まれる寄生ダイオードになる。

【 0 0 5 3 】

50

第3コンデンサC3の一端は、第3スイッチ素子SW3および第4ダイオードD4の間の接続点に接続されている。第3コンデンサC3の他端は、電力ラインL4に接続されている。ここで、第3コンデンサC3は、低圧側コイルLs1や補機バッテリー43に対して並列に接続されている。

【0054】

第4スイッチ素子(トランジスタ)SW4のコレクタは、第3ダイオードD3およびリアクトルLdの間の接続点に接続されているとともに、第4ダイオードD4のアノードに接続されている。第4スイッチ素子SW4のエミッタは、電力ラインL4に接続されている。第4スイッチ素子SW4には、第6ダイオードD6が逆並列に接続されている。具体的には、第6ダイオードD6のカソードが第4スイッチ素子SW4のコレクタに接続され、第6ダイオードD6のアノードが第4スイッチ素子SW4のエミッタに接続されている。ここで、第4スイッチ素子SW4がMOSFETであるとき、第6ダイオードD6は、MOSFETに含まれる寄生ダイオードになる。

【0055】

第4コンデンサC4は、補機バッテリー43に並列に接続されている。具体的には、第4コンデンサC4の一端は、リアクトルLdと補機バッテリー43の正極端子との間の接続点に接続されている。第4コンデンサC4の他端は、電力ラインL4に接続されている。

【0056】

上述したDC/DCコンバータ50は、アクティブクランプフォワードコンバータの回路構成を含んでおり、この回路構成によって降圧動作を行うことができる。また、DC/DCコンバータ50では、アクティブクランプフォワードコンバータの回路構成に対して、スイッチ素子SW3、SW4、ダイオードD4、D5および第3コンデンサC3を追加している。これにより、後述するように、DC/DCコンバータ50の昇圧動作を行うことができる。

【0057】

トランスTrにおいて、高圧側コイルLs2および低圧側コイルLs1の間の巻線比は、以下に説明するように設定される。

【0058】

メインバッテリー10の電圧値VBは、メインバッテリー10の充放電によって変化し、下限電圧値VB_minに到達することがある。下限電圧値VB_minとは、メインバッテリー10の充放電を制御するときに許容される電圧値VBの下限値である。電圧値VBが下限電圧値VB_minに到達したときにも、DC/DCコンバータ50の降圧動作を行った後の電圧値は、補機バッテリー43の電圧値VA以上とする必要がある。また、DC/DCコンバータ50の降圧後における電力を補機44に供給するときには、補機44の動作電圧を確保するために、降圧動作後の電圧値を電圧値VA以上とする必要がある。

【0059】

上述したように、電圧値VAは基準電圧値に維持されるため、DC/DCコンバータ50の降圧動作が行われた後の電圧値は、基準電圧値VA以上とする必要がある。このため、下限電圧値VB_minおよび基準電圧値VAに基づいて、低圧側コイルLs1および高圧側コイルLs2の間の巻線比(トランスTrの変圧比)が設定される。具体的には、低圧側コイルLs1の巻数をN1とし、高圧側コイルLs2の巻数をN2としたとき、巻線比(N2/N1)は、電圧値VB_minおよび基準電圧値VAの比(VB_min/VA)以下の値とすることができる。

【0060】

このように巻線比(N2/N1)を設定すると、トランスTrを用いた昇圧だけでは、下限電圧値VB_minよりも高い電圧値まで、電圧値VAを昇圧することができないことがある。このため、電圧値VBが下限電圧値VB_minよりも高いときには、補機バッテリー43を放電してコンデンサCoutを充電しても、電圧値VLを電圧値VBまで上昇させることができないことがある。電圧値VLが電圧値VBよりも低すぎると、上述したように、システムメインリレーSMR-B、SMR-Gをオンにしたときに、メインバ

10

20

30

40

50

ッテリ 10 からコンデンサ C o u t に突入電流が流れてしまう。

【 0 0 6 1 】

そこで、本実施例では、リアクトル L d を用いて補機バッテリー 4 3 の電圧値 V A を昇圧するとともに、この昇圧後の電圧値を、トランス T r を用いて更に昇圧している。これにより、D C / D C コンバータ 5 0 は、補機バッテリー 4 3 の電圧値 V A を、下限電圧値 V B _ m i n よりも高い電圧値まで昇圧することができる。そして、補機バッテリー 4 3 の放電電力を用いてコンデンサ C o u t を充電するときには、電圧値 V B が下限電圧値 V B _ m i n よりも高くても、コンデンサ C o u t の電圧値 V L を電圧値 V B まで上昇させることができる。

【 0 0 6 2 】

以下、D C / D C コンバータ 5 0 の昇圧動作について説明する。

【 0 0 6 3 】

まず、昇圧動作を開始する前には、前回の昇圧動作によってトランス T r に蓄積された磁気エネルギーをリセットさせる。ここで、コントローラ 3 0 は、スイッチ素子 S W 1 ~ S W 4 をオフにする。このとき、トランス T r の高圧側コイル L s 2 から第 2 ダイオード D 2 を介して第 2 コンデンサ C 2 に電流が流れる。これにより、第 2 コンデンサ C 2 の負電圧が上昇する。一方、補機バッテリー 4 3 の放電電流が、リアクトル L d および第 4 ダイオード D 4 を介して第 3 コンデンサ C 3 に流れることにより、第 3 コンデンサ C 3 の電圧値が上昇する。

【 0 0 6 4 】

次に、コントローラ 3 0 は、スイッチ素子 S W 2 , S W 4 をオフからオンに切り替える。ここで、トランス T r に磁気エネルギーが蓄積されている間は、第 2 スwitch素子 S W 2 をオンにしても、第 2 コンデンサ C 2 の負電圧が上昇し続ける。一方、第 4 スwitch素子 S W 4 をオンにすることにより、補機バッテリー 4 3 の放電電流がスイッチ素子 S W 4 を流れ、リアクトル L d に磁気エネルギーが蓄積される。

【 0 0 6 5 】

トランス T r に蓄積された磁気エネルギーが無くなると、第 2 コンデンサ C 2 に蓄積された負の電荷が放電される。ここで、第 2 コンデンサ C 2 の放電電流は、第 2 スwitch素子 S W 2 を介して、トランス T r の高圧側コイル L s 2 に流れる。

【 0 0 6 6 】

次に、コントローラ 3 0 は、第 4 スwitch素子 S W 4 をオンからオフに切り替える。これにより、リアクトル L d に蓄積された磁気エネルギーが放出され、リアクトル L d から第 4 ダイオード D 4 を介して、第 3 コンデンサ C 3 に電流が流れる。そして、第 3 コンデンサ C 3 が充電され、第 3 コンデンサ C 3 の電圧値が上昇する。第 3 コンデンサ C 3 の電圧値は、補機バッテリー 4 3 の電圧値 V A よりも高くなる。

【 0 0 6 7 】

次に、コントローラ 3 0 は、第 3 スwitch素子 S W 3 をオフからオンに切り替える。第 3 スwitch素子 S W 3 がオンになると、第 3 コンデンサ C 3 およびトランス T r の励磁インダクタンスによって L C 回路が構成される。これにより、トランス T r の低圧側コイル L s 1 に励磁電流が流れ、低圧側コイル L s 1 の電圧値が上昇する。低圧側コイル L s 1 の電圧値が上昇すると、低圧側コイル L s 1 および高圧側コイル L s 2 の間の巻線比（昇圧比）に応じて、高圧側コイル L s 2 の電圧値が上昇する。このように、トランス T r によって、第 3 コンデンサ C 3 の電圧が昇圧される。

【 0 0 6 8 】

高圧側コイル L s 2 の電圧値が、低圧側コイル L s 1 の電圧値に対して、低圧側コイル L s 1 および高圧側コイル L s 2 の間の巻線比に応じた電圧値に到達すると、第 3 コンデンサ C 3 および低圧側コイル L s 1 の漏れインダクタンスによって L C 回路が構成される。これに伴い、高圧側コイル L s 2 からコンデンサ C o u t に電流が流れ、コンデンサ C o u t が充電される。そして、コンデンサ C o u t の電圧値 V L が上昇する。ここで、コンデンサ C o u t の充電電流は、高圧側コイル L s 2、コンデンサ C o u t および第 1 ダ

10

20

30

40

50

イオード D 1 を流れる。

【 0 0 6 9 】

コンデンサ C o u t を充電している間、第 3 コンデンサ C 3 の放電によって第 3 コンデンサ C 3 の電圧値が低下する。これに伴い、高圧側コイル L s 2 の電圧値が低下し、コンデンサ C o u t の充電が停止する。図 2 に示す処理を行うとき、コントローラ 3 0 は、スイッチ素子 S W 3 , S W 4 のオンおよびオフを制御することにより、コンデンサ C o u t の電圧値 V L を電圧値 V B に到達させることができる。

【 0 0 7 0 】

次に、D C / D C コンバータ 5 0 の降圧動作について説明する。この降圧動作は、アクティブクランプフォワードコンバータの降圧動作と同様であり、以下、簡単に説明する。降圧動作を開始するとき、スイッチ素子 S W 1 ~ S W 4 はオフである。

10

【 0 0 7 1 】

コントローラ 3 0 は、第 1 スwitch素子 S W 1 をオンにする。これにより、メインバッテリー 1 0 からトランス T r の高圧側コイル L s 2 に励磁電流が流れる。そして、トランス T r に発生する起電力によって、第 3 ダイオード D 3 に電流が流れる。トランス T r では、高圧側コイル L s 2 および低圧側コイル L s 1 の間の巻線比（降圧比）に応じて、メインバッテリー 1 0 の電圧値 V B が降圧される。

【 0 0 7 2 】

また、第 3 ダイオード D 3 に電流が流れるとき、ダイオード D 3 , D 6 によって整流され、第 4 コンデンサ C 4 によって平滑化された直流電力が補機バッテリー 4 3 に供給される。なお、補機バッテリー 4 3 を充電するとき、リアクトル L d に電流が流れる。ここで、リアクトル L d に蓄積された磁気エネルギーは、第 6 ダイオード D 6 を含む電流経路において、放出することができる。

20

【 0 0 7 3 】

次に、コントローラ 3 0 は、第 1 スwitch素子 S W 1 をオンからオフに切り替える。これにより、トランス T r の高圧側コイル L s 2 から第 1 コンデンサ C 1 に電流が流れ、第 1 コンデンサ C 1 が充電される。第 1 コンデンサ C 1 が充電されているときも、第 3 ダイオード D 3 に電流が流れている。第 1 コンデンサ C 1 の電圧値が所定電圧値に到達すると、高圧側コイル L s 2 から第 2 ダイオード D 2 を介して第 2 コンデンサ C 2 に電流が流れ、第 2 コンデンサ C 2 が充電される。ここで、高圧側コイル L s 2 には、第 2 コンデンサ C 2 の電圧が逆方向に印加されるため、高圧側コイル L s 2 に流れる励磁電流が減少する。

30

【 0 0 7 4 】

コントローラ 3 0 は、第 2 ダイオード D 2 が導通状態の間に、第 2 スwitch素子 S W 2 をオフからオンに切り替える。これにより、第 2 コンデンサ C 2 に蓄積された電荷が高圧側コイル L s 2 に放出され、高圧側コイル L s 2 に流れる励磁電流がさらに減少する。これに伴い、トランス T r に蓄積された磁気エネルギーがリセットされる。コントローラ 3 0 が第 2 スwitch素子 S W 2 をオンからオフに切り替えることにより、第 1 コンデンサ C 1 に蓄積された電荷を放出させることができる。第 1 コンデンサ C 1 の放電電流は、高圧側コイル L s 2 に流れる。これにより、第 1 コンデンサ C 1 の放電が終了する。

40

【 0 0 7 5 】

上述したように、コントローラ 3 0 はスイッチ素子 S W 1 , S W 2 のオンおよびオフを制御することにより、メインバッテリー 1 0 からトランス T r を介して補機バッテリー 4 3 に一定の直流電圧を出力することができる。

【 0 0 7 6 】

本実施例によれば、下限電圧値 V B _ m i n を考慮して、トランス T r の変圧比（降圧比）を設定しているため、電圧値 V B が変化しても、D C / D C コンバータ 5 0 から補機バッテリー 4 3 に出力される電圧値を、電圧値 V A 以上にすることができる。

【 0 0 7 7 】

一方、昇圧動作を行うときには、リアクトル L d を用いて補機バッテリー 4 3 の電圧値 V

50

Aを昇圧した後に、トランスTrによって更に昇圧している。これにより、トランスTrの変圧比（昇圧比）よりも大きな昇圧比において、補機バッテリー43の電圧値VBを昇圧することができる。したがって、電圧値VBが変化しても、DC/DCコンバータ50からコンデンサCoutに出力される電圧値を電圧値VB以上にすることができる。

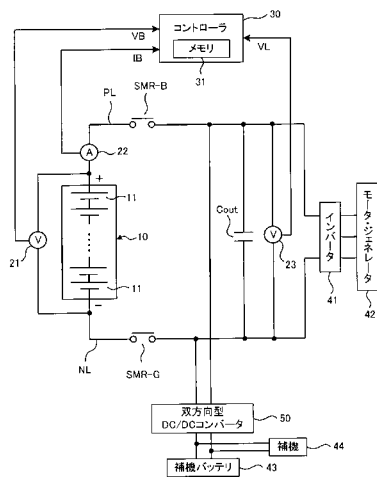
【符号の説明】

【0078】

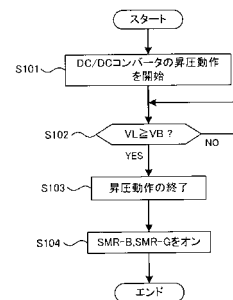
10：メインバッテリー、11：単電池、21：電圧センサ、22：電流センサ、
23：電圧センサ、30：コントローラ、31：メモリ、41：インバータ、
42：モータ・ジェネレータ、43：補機バッテリー、44：補機、
50：DC/DCコンバータ

10

【図1】



【図2】



[illegible]

フロントページの続き

(72)発明者 田中 宏昌

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 石垣 将紀

愛知県長久手市横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 戸村 修二

愛知県長久手市横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

F ターム(参考) 5G503 AA07 BA02 BB01 BB03 DA08 DA16 GB03 GD03 GD04 GD06

5H030 AS06 AS08 BB01 BB23 BB27 DD30 FF42 FF43 FF44

5H125 AA01 AC12 BB05 BC28 EE23 EE68 FF03

5H730 AA11 AS08 AS17 BB23 DD03 EE02 EE07 FG05