

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6302862号  
(P6302862)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>B60L</b>	<b>9/18</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B60L</b>	<b>9/18</b>	<b>A</b>
<b>H02M</b>	<b>3/155</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02M</b>	<b>3/155</b>	<b>H</b>
<b>H02M</b>	<b>7/48</b>	<b>(2007.01)</b>	<b>H02M</b>	<b>7/48</b>	<b>E</b>

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-54150 (P2015-54150)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成27年3月18日 (2015.3.18)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2016-174494 (P2016-174494A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成28年9月29日 (2016.9.29)	(74) 代理人	100098660
審査請求日	平成29年2月14日 (2017.2.14)		弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	立原 周一
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内
		(72) 発明者	野崎 雄一郎
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄道車両用の電力変換装置及びこれを備えた鉄道車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電源の高圧側と前記直流電源の低圧側の間に接続され、直流電源から得られる電圧を昇圧または降圧して出力する昇降圧チョッパ装置と、

前記昇降圧チョッパ装置と接続され、一方向に流れる電流を導通または遮断する電流制御素子と前記電流制御素子と逆方向に電流を導通させる整流素子とが並列接続された電流制御手段を複数個備え、前記昇降圧チョッパ装置から得た直流電力を三相交流電力に変換して出力するインバータ装置と、

前記インバータ装置から得た三相交流電力によって駆動される交流電動機を備えた鉄道車両用の電力変換装置において、

前記昇降圧チョッパ装置は、前記インバータ装置の出力が小さくなるに従って出力する電圧を低下させ、前記インバータ装置の出力が大きくなるに従って出力する電圧を上昇させ、

前記直流電源の高圧側と接続された第1のリアクトルと、

前記第1のリアクトルと前記昇降圧チョッパ装置の接続点と前記直流電源の低圧側との間に接続された第1のコンデンサと、

前記昇降圧チョッパ装置と前記インバータ装置の間の直流部であって、高圧側と低圧側の間に接続された第2のコンデンサと、

前記直流部又は前記昇降圧チョッパ装置の直流電源側に接続されるエネルギー蓄積装置と、を備え、

前記エネルギー蓄積装置は、一方向に流れる電流を導通または遮断する第1の電流制御素子と、前記第1の電流制御素子と並列に接続されて前記第1の電流制御素子と逆方向に電流を導通させる第1の整流素子とを組み合わせた第1の電流制御手段と、

前記第1の電流制御手段と直列に接続され、一方向に流れる電流を導通または遮断する第2の電流制御素子と、前記第2の電流制御素子と並列に接続されて前記第2の電流制御素子と逆方向に電流を導通させる第2の整流素子とを組み合わせた第2の電流制御手段と

、  
前記第1の電流制御手段と前記第2の電流制御手段の接続点と低圧側の間に前記第2の電流制御手段と並列に接続されたエネルギー蓄積手段と、

前記第1の電流制御手段と前記第2の電流制御手段の接続点と前記エネルギー蓄積手段の間に接続された第2のリアクトルと、を有することを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

10

#### 【請求項2】

直流電源の高圧側と前記直流電源の低圧側の間に接続され、直流電源から得られる電圧を昇圧または降圧して出力する昇降圧チョッパ装置と、

前記昇降圧チョッパ装置と接続され、一方向に流れる電流を導通または遮断する電流制御素子と前記電流制御素子と逆方向に電流を導通させる整流素子とが並列接続された電流制御手段を複数個備え、前記昇降圧チョッパ装置から得た直流電力を三相交流電力に変換して出力するインバータ装置と、

前記インバータ装置から得た三相交流電力によって駆動される交流電動機を備えた鉄道車両用の電力変換装置において、

20

前記昇降圧チョッパ装置は、前記インバータ装置の出力が小さくなるに従って出力する電圧を低下させ、前記インバータ装置の出力が大きくなるに従って出力する電圧を上昇させ、

直流電力を三相交流電力に変換する電力変換装置と、前記電力変換装置と電源線で接続された三相トランスを有する補助電源装置と、

前記三相トランスと電源線で接続された三相交流負荷と、を備え、

前記補助電源装置の直流側は、前記昇降圧チョッパ装置と前記インバータ装置の間、若しくは前記昇降圧チョッパ装置の直流電源側に接続されたことを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

30

#### 【請求項3】

請求項1又は2に記載の鉄道車両用の電力変換装置において、

前記昇降圧チョッパ装置は、前記インバータ装置の出力が第1の閾値以下の場合、前記直流電源から得られる電圧を前記直流電源の電圧より低い第1の電圧値まで降圧して出力し、

前記第1の閾値よりも大きな値である第2の閾値よりも前記インバータ装置の出力が大きい場合は、前記直流電源から得られる電圧を前記直流電源の電圧より高い第2の電圧値まで昇圧して出力し、前記インバータ装置の出力が前記第1の閾値より大きくかつ前記第2の閾値以下の場合、前記インバータ装置の出力の増加に比例させて徐々に出力する直流電圧を上昇させて、前記第2の閾値において前記第2の電圧値に達するように直流電源から得られる電圧を昇圧して出力することを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

40

#### 【請求項4】

請求項1又は2に記載の鉄道車両用の電力変換装置において、

前記昇降圧チョッパ装置は、前記インバータ装置の出力が第1の閾値以下の場合、前記直流電源から得られる電圧を前記直流電源の電圧より低い第1の電圧値まで降圧して出力し、

前記第1の閾値よりも大きな値である第2の閾値よりも前記インバータ装置の出力が大きい場合は、前記直流電源から得られる電圧を前記直流電源の電圧より高い第2の電圧値まで昇圧して出力し、

前記インバータ装置の出力が前記第1の閾値より大きくかつ前記第2の閾値以下の場合

50

は、前記インバータ装置の出力の増加に応じて、出力する電圧を前記第1の電圧値から階段状に上昇させて、前記第2の閾値において前記第2の電圧値に達するように前記直流電源から得られる電圧を昇圧して出力することを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の鉄道車両用の電力変換装置において、前記インバータ装置の出力は、前記インバータ装置の三相交流電圧の周波数か、前記インバータ装置の三相交流電圧の電圧振幅か、前記交流電動機の回転周波数か、鉄道車両の速度のいずれかであることを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

【請求項6】

請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の鉄道車両用の電力変換装置において、前記昇降圧チョッパ装置は、前記第1の閾値より大きく前記第2の閾値以下の範囲で前記直流電源から得られる電圧を昇圧または降圧して出力し、前記インバータ装置の三相交流電圧の全振幅が前記インバータ装置の直流側の電圧を超えないように出力電圧を調節することを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

10

【請求項7】

請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の鉄道車両用の電力変換装置において、前記インバータ装置、前記昇降圧チョッパ装置の少なくとも1つ以上にSiCやGaNで構成されるワイドバンドギャップ半導体を用いたことを特徴とする鉄道車両用の電力変換装置。

【請求項8】

請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の鉄道車両用の電力変換装置と、前記交流電動機により駆動される車輪と、を備えたことを特徴とする鉄道車両。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直流架線から電力を得て交流電動機を駆動する鉄道車両用の電力変換装置及びこれを備えた鉄道車両に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、鉄道車両において蓄電池や電気二重層キャパシタなどのエネルギー蓄積手段と昇降圧チョッパ回路などを組み合わせたエネルギー蓄積装置を活用したり、鉄道車両を構成する機器の効率を向上させたりすることで更なる省エネルギー化を実現する動きが活発となっている。

30

【0003】

例えば、特許文献1ではエネルギー蓄電装置を用いてインバータ装置の直流側の電圧を昇圧することで高速度域における加速性能および回生ブレーキ力を拡大する技術が報告されている。

【0004】

これにより、車両の加減速性能を向上させるとともに、回生ブレーキ力を拡大することで架線に戻す電力を増加させることにより更なる省エネルギー化を実現できる。また、高速度域における空気ブレーキの使用量を抑えることができるため、ブレーキシューの磨耗が減りメンテナンス費を削減する効果も得られる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第5320452号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述のように、鉄道車両で消費される電力の省エネルギー化を考えた場合、特許文献1の

50

ように回生ブレーキによる電力を向上する以外に鉄道車両の機器で発生する損失を低減することも考えられる。

【0007】

鉄道車両を構成する機器では、交流電動機で発生する損失の割合が高く、交流電動機の損失を低減することができれば更なる省エネルギー化を実現することができる。

【0008】

交流電動機で発生する損失は電流の基本波成分に起因する損失と高調波成分に起因する損失がある。基本波成分に起因する損失は、車両の加減速性能を満たす電流の大きさに依存する。一方で、高調波成分に起因する損失は、インバータ装置のスイッチング周波数が同じであれば、インバータ装置の直流側の電圧が低いほど交流電動機の高調波電流を低減することができるため、インバータ装置の直流側の電圧を下げることで交流電動機の高調波電流による損失を低減することができる。

10

【0009】

しかしながら、特許文献1の構成では、インバータ装置の直流側の電圧を昇圧することはできるが降圧することはできないため、交流電動機の高調波電流による損失を抑えることはできない。

【0010】

本発明の目的は、鉄道車両の電力変換装置において、高速度域における加速性能および回生ブレーキ性能の向上と、交流電動機の高調波電流による損失低減を両立することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明にかかる鉄道車両用の電力変換装置は、インバータ装置の直流側に昇降圧チョッパ装置を備え、インバータ装置の出力が基準値よりも低いときは、インバータ装置の直流側の電圧を昇降圧チョッパ装置により低下させ、インバータ装置の出力の増加に合わせてインバータ装置の直流側の電圧を昇降圧チョッパ装置により上昇させることで上記課題を解決するものである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、交流電動機の高調波電流による損失を抑える効果と、高速度域における力行性能及び回生ブレーキ性能を向上する効果を両立させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本発明の第1実施例を示す図である。

【図2】図2は、昇降圧チョッパ装置とインバータ装置の一構成例を示す図である。

【図3】図3は、インバータ周波数と交流電動機の高調波電流の関係を示す第1の図である。

【図4】図4は、インバータ周波数と交流電動機の高調波電流の関係を示す第2の図である。

【図5】図5は、本発明の第2実施例であるエネルギー蓄積装置を接続する第1の構成を示す図である。

40

【図6】図6は、本発明の第2実施例であるエネルギー蓄積装置を接続する第2の構成を示す図である。

【図7】図7は、本発明の第3実施例である補助電源装置を接続する第1の構成を示す図である。

【図8】図8は、本発明の第3実施例である補助電源装置を接続する第2の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

次に本発明の実施形態について説明する。

50

## 【実施例 1】

## 【0015】

本発明の鉄道車両用の電力変換装置における第 1 実施例について図 1 ~ 図 4 を用いて説明する。最初に本発明の鉄道車両用の電力変換装置と昇降圧チョッパ装置の構成について説明し、その後、昇降圧チョッパ装置の動作について説明する。

## 【0016】

まず本発明の鉄道車両用の電力変換装置の構成について説明する。図 1 は本発明の第 1 実施例の構成を示す図である。図 1 の破線で囲まれた直流電源 1 は第 1 のリアクトル 2 と第 1 のコンデンサ 3 で構成されるフィルタ回路を介して昇降圧チョッパ装置 4 に接続される。昇降圧チョッパ装置 4 は、直流電源 1 の電圧を昇圧または降圧して出力する。

10

## 【0017】

昇降圧チョッパ装置 4 は第 2 のコンデンサ 5 を介してインバータ装置 6 と接続される。インバータ装置 6 は昇降圧チョッパ装置 4 から得た直流電力を三相交流電力に変換して交流電動機 7 を駆動する。一般的に直流電源 1 は、集電装置であるパンタグラフを介して直流架線に接続する構成、又は第三軌条方式により直流電力を得る構成、又は非接触電力伝送により交流電力を得て整流器により直流電力に変換する構成などが用いられる。また、交流電動機 7 は、誘導電動機や永久磁石型同期電動機が用いられる。図 1 では、インバータ装置 6 が 1 台の交流電動機 7 を駆動する構成として記載しているが、インバータ装置 6 が複数台の交流電動機 7 を駆動する構成であってもよい。

## 【0018】

20

次に昇降圧チョッパ装置 4 とインバータ装置 6 の構成について説明する。昇降圧チョッパ装置 4 とインバータ装置 6 の構成例を図 2 に示す。

## 【0019】

まず、昇降圧チョッパ装置 4 の構成について説明する。昇降圧チョッパ装置 4 は、高圧側から低圧側に流れる電流を導通または遮断できる電流制御素子と電流制御素子と逆方向に電流を導通できるダイオードを組み合わせた第 1 の電流制御手段 4 A と、第 1 の電流制御手段と同様に構成された第 2 の電流制御手段 4 B が直列に接続されており、第 1 の電流制御手段 4 A の高圧側の電源線は第 1 のリアクトル 2 と第 1 のコンデンサ 3 の接続点に接続され、第 2 の電流制御手段 4 B の低圧側の電源線は直流電源の低圧側の電源線に接続される。

30

## 【0020】

一般的に電流制御素子としては、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ) やパワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ) などのパワー半導体素子が用いられる。これらのパワー半導体素子は材料としてシリコンを用いているものが多いが、近年になって SiC (炭化珪素) や GaN (窒化ガリウム) を用いたものも増えており、システムの低損失化に貢献している。そのため、電流制御素子は SiC や GaN を用いたものでもよい。同様にダイオードやインバータ装置 6 を構成する電流制御手段もシリコンを用いても良いが、SiC や GaN を用いたものでもよい。

40

## 【0021】

また、第 1 の電流制御手段 4 A と同様に構成された第 3 の電流制御手段 4 C と第 4 の電流制御手段 4 D はインバータ装置 6 の直流側の高圧側の電源線と低圧側の電源線の間直列に接続される。

## 【0022】

更に、第 1 の電流制御手段 4 A と第 2 の電流制御手段 4 B の接続点と、第 3 の電流制御手段 4 C と第 4 の電流制御手段 4 D の接続点の間に第 2 のリアクトル 4 E が接続される。

## 【0023】

このように昇降圧チョッパ装置を構成することで、昇降圧チョッパ装置とインバータ装置の間を流れる電流の向きによらず昇圧動作および降圧動作が可能となる。例えば、昇降

50

圧チョッパ装置からインバータ装置に向かって電流が流れる場合、第1の電流制御手段4 Aの電流制御素子を導通状態とし、第4の電流制御手段4 Dの電流制御素子を導通状態と遮断状態に切り替えて動作させることで、昇降圧チョッパ装置とインバータ装置の間の電圧を昇圧することができる。また、第4の電流制御手段4 Dの電流制御素子を導通状態とし、第1の電流制御手段4 Aの電流制御素子を導通状態と遮断状態に切り替えて動作させることで、昇降圧チョッパ装置とインバータ装置の間の電圧を降圧することができる。

【0024】

同様にインバータ装置から昇降圧チョッパ装置に向かって電流が流れる場合でも昇降圧チョッパ装置とインバータ装置の間の電圧を昇圧または降圧することができる。

【0025】

なお、図2は昇降圧チョッパ装置の一構成例を示すものであり、図2の構成に本発明を限定するものではない。昇降圧チョッパ装置の構成としては、昇降圧チョッパ装置とインバータ装置の間に流れる電流の向きによらず昇圧動作と降圧動作ができる構成であればよい。

【0026】

次にインバータ装置の構成について説明する。インバータ装置6は、第1の電流制御手段4 Aと同様に構成された第7の電流制御手段6 Aから第12の電流制御手段6 Fにより構成される。

【0027】

まず、第7の電流制御手段6 Aと第8の電流制御手段6 Bが直列に接続されており、第7の電流制御手段6 Aの高圧側の電源線は昇降圧チョッパ装置4の高圧側と第2のコンデンサ5の接続点に接続され、第8の電流制御手段6 Bの低圧側の電源線は直流電源の低圧側の電源線に接続される。

【0028】

第9の電流制御手段6 Cと第10の電流制御手段6 D、および第11の電流制御手段6 Eと第12の電流制御手段6 Fは、第7の電流制御手段6 Aと第8の電流制御手段6 Bと同様にそれぞれ直列接続され、第9の電流制御手段6 Cと第11の電流制御手段6 Eの高圧側の電源線は昇降圧チョッパ装置4の高圧側と第2のコンデンサ5の接続点に接続され、第10の電流制御手段6 Dと第12の電流制御手段6 Fの低圧側の電源線は直流電源の低圧側の電源線に接続される。更に、第7の電流制御手段6 Aと第8の電流制御手段6 Bの接続点と、第9の電流制御手段6 Cと第10の電流制御手段6 Dの接続点と、第11の電流制御手段6 Eと第12の電流制御手段6 Fの接続点がそれぞれ交流電動機と接続される。

【0029】

なお、ここではインバータ装置を1相あたり2つの電流制御手段を直列に接続した2レベル構成として記載したが、1相あたり4つの電流制御手段を直列に接続した3レベル構成であってもよい。

【0030】

次に昇降圧チョッパ装置の動作について説明する。図3は在来線の直流電車相当の仕様を基に、インバータ装置の三相交流電圧の周波数であるインバータ周波数と交流電動機の高調波電流実効値の関係を示している。なお、インバータ装置は非同期PWMモードでスイッチング周波数を一定として動作させている。また、直流電源は1500Vとして図示している。

【0031】

交流電動機の高調波電流は、直流電源の電圧を昇降圧チョッパ装置にて昇圧または降圧した結果であるインバータ装置の直流側の電圧(以下、入力電圧という)が500V、1000V、1500V、2000Vの4条件において、インバータ装置の三相交流電圧(以下、出力電圧という)の指令値の全振幅が入力電圧の大きさを超えない範囲、つまりインバータ装置の変調方式が過変調とならない範囲で図示している。

【0032】

10

20

30

40

50

図3から、交流電動機の高調波電流はインバータの入力電圧が低いほど低く、インバータ周波数の上昇に伴い増加していることがわかる。また、ここでは図示していないがインバータ装置の変調方式が過変調になると交流電動機の高調波電流は更に増加する。

【0033】

交流電動機の高調波電流による損失は、高調波電流の大きさと相関があり、交流電動機の高調波電流が小さければ、交流電動機で発生する高調波電流による損失も小さくなる。

【0034】

そこで、インバータ装置の入力電圧を直流電源より低い電圧からインバータ装置の出力の増加に合わせて昇圧させれば、交流電動機の高調波電流による損失を抑えることができる。

【0035】

そのためには、図3の点線で示すようにインバータ周波数が第1の閾値周波数 $F_1$ 以下の場合、昇降圧チョップ装置により入力電圧を直流電源電圧より低い第1の電圧値 $V_1$ まで降圧して出力する。そして、インバータ周波数が第1の閾値周波数 $F_1$ より高くなり、第1の閾値周波数 $F_1$ から $F_1$ よりも大きな値である第2の閾値周波数 $F_2$ 以下の範囲となる場合は、インバータ装置の変調方式が過変調とならないように、昇降圧チョップ装置によりインバータ周波数に比例させて入力電圧を徐々に増加させて、第2の閾値周波数 $F_2$ において入力電圧を直流電源電圧より高い第2の電圧値 $V_2$ に達するように昇降圧チョップ装置により昇圧して出力する。この領域では、前記インバータ装置の三相交流電圧の全振幅が前記インバータ装置の直流側の電圧を超えないように、つまり、変調方式が過変調とならないように出力電圧を調節するインバータ周波数が第2の閾値周波数 $F_2$ よりも大きくなる場合は、昇降圧チョップ装置により入力電圧を第2の電圧値 $V_2$ まで昇圧して出力する。

【0036】

図3では、入力電圧をインバータ周波数に比例して増加させるとしたが、図4のように入力電圧を階段状に変化させてもよい。

【0037】

図4ではインバータ周波数が周波数下限値 $F_1$ に達するまではインバータ装置の入力電圧を直流電源電圧より低い電圧下限値 $V_1$ まで降圧し、インバータ周波数が $F_1$ に達したらインバータ装置の入力電圧を $V_1$ より高い電圧値 $V_{1A}$ に昇圧する。同様にインバータ周波数が $F_1$ より高い周波数値 $F_{1A}$ に達したらインバータの入力電圧を $V_{1A}$ より高い電圧値 $V_{1B}$ に昇圧する。これを繰り返し、インバータ周波数が周波数上限値 $F_2$ においてインバータ装置の入力電圧を直流電源電圧より高い電圧上限値 $V_2$ に達するように昇圧する。

【0038】

図4ではインバータ装置の入力電圧を4段階で $V_1$ から $V_2$ まで昇圧しているが、本発明は図4のような4段階に段数を限定するものではなく、インバータ装置の変調方式が過変調とならないように階段状にインバータ装置の入力側の電圧を昇圧すればよい。

【0039】

また、インバータ周波数と出力電圧の振幅はおおよそ比例するため、インバータ周波数の代わりに出力電圧の振幅に比例させて入力電圧を昇圧または降圧させてもよく、若しくは出力電圧の振幅に応じて入力電圧を階段状に変化させても良い。また同様にインバータ周波数と交流電動機の回転周波数はほぼ同一の値となるため、インバータ周波数の代わりに交流電動機の回転周波数または交流電動機の回転周波数と比例関係にある鉄道車両の速度に比例させて入力電圧を昇圧または降圧させてもよい。

【0040】

このようにインバータ周波数または出力電圧の振幅または交流電動機の回転周波数または鉄道車両の速度に応じて、昇降圧チョップ装置によりインバータ入力電圧を降圧または昇圧して、インバータ周波数または出力電圧の振幅または交流電動機の回転周波数または鉄道車両の速度が小さくなるに従って、出力電圧を減少させ、インバータ周波数または出

10

20

30

40

50

力電圧の振幅または交流電動機の回転周波数または鉄道車両の速度が大きくなるに従って、出力電圧を上昇させることで、交流電動機の高調波電流による損失を抑え、更に、車両の力行性能および回生ブレーキ性能を向上させることもできる。

【0041】

更にインバータ装置のスイッチング動作による損失はインバータ装置の直流側の電圧におおよそ比例するため、交流電動機の高調波電流による損失だけでなく、インバータ装置のスイッチング動作による損失を低減することもできる。

【実施例2】

【0042】

本発明の鉄道車両用の電力変換装置にける第2実施例について図5、図6を用いて説明する。鉄道車両では、回生ブレーキによる電力を吸収するために蓄電池や電気二重層キャパシタなどのエネルギー蓄積手段と、昇降圧チョッパ回路などを組み合わせたエネルギー蓄積装置を接続する場合がある。図1の鉄道車両用の電力変換装置にこのエネルギー蓄積装置8を接続した構成を図5、図6に示す。エネルギー蓄積装置8以外の部分は第1実施例と同じである。

10

【0043】

図5はエネルギー蓄積装置8を昇降圧チョッパ装置4と第2のコンデンサ5の間の高圧側と低圧側の電源線に接続する場合である。このときエネルギー蓄積装置8は、高圧側から低圧側に流れる電流を導通または遮断できる電流制御素子と電流制御素子と逆方向に電流を導通できるダイオードを組み合わせた第5の電流制御手段8Aと、第5の電流制御手段と同様に構成された第6の電流制御手段8Bと、第3のリアクトル8Cと、蓄電池や電気二重層キャパシタなどのエネルギー蓄積手段8Dで構成される。エネルギー蓄積手段8Dは、第5の電流制御手段8Aと第6の電流制御手段8Bの接続点と低圧側の電源線の間接続される。また、第3のリアクトル8Cは、第5の電流制御手段8Aと第6の電流制御手段8Bの接続点とエネルギー蓄積手段8Dの間に接続される。第1実施例と同様に電流制御素子やダイオードはシリコンを用いても良いが、SiCやGaNを用いたものでもよい。

20

【0044】

図5に示す実施形態では、エネルギー蓄積装置8は、昇降圧チョッパ装置4と第2のコンデンサ5の間に接続される。この実施形態の場合、インバータ装置とエネルギー蓄積装置の耐圧を統一できインバータ装置とエネルギー蓄積装置を一体で構成できる。また、エネルギー蓄積装置に印加される電圧は昇降圧チョッパ装置によって決まるため直流電源電圧の変動の影響を受けにくいという利点がある。

30

【0045】

図5では、エネルギー蓄積装置8を昇降圧チョッパ装置4と第2のコンデンサ5の間に接続した実施形態を示したが、図6に示す実施形態では、エネルギー蓄積装置8を昇降圧チョッパ装置4と第1のコンデンサ3の間に接続している。この実施形態の場合、昇降圧チョッパ装置とエネルギー蓄積装置を一体で構成できる、昇降圧チョッパ装置の出力電圧に比べて変動幅が狭い直流電源電圧に合わせてエネルギー蓄積装置の仕様を最適設定し易いといった利点がある。

【0046】

図5、図6ともそれぞれの利点があるため、本発明を搭載する車両に合わせて最適な構成を選択すればよい。

40

【実施例3】

【0047】

本発明の鉄道車両用の電力変換装置における第3実施例について図7、図8を用いて説明する。車両用の電力変換装置では車両内の照明や空調用の電源として補助電源装置を搭載する場合がある。図1に示す第1実施例に補助電源装置9と補助電源装置から給電される三相交流負荷10を追加した構成を図7、図8に示す。補助電源装置9と三相交流負荷10以外は第1実施例と同じである。

【0048】

50

図7に示す実施形態では、補助電源装置9は昇降圧チョッパ装置4と第2のコンデンサ5の間の高圧側と低圧側の電源線に接続される。この実施形態では、補助電源装置9は、電力変換装置9Aと三相トランス9B、第3のコンデンサ9Cで構成される。また3相トランスの出力側には照明や空調などの三相交流負荷10が接続される。第1実施例と同様に電力変換装置9Aを構成する電流制御手段はシリコンを用いているものでも良いが、SiCやGaNを用いたものでもよい。

【0049】

図7のように補助電源装置9を昇降圧チョッパ装置4と第2のコンデンサ5の間に接続する場合、インバータ装置と補助電源装置に要求される耐圧は同じになるためこれらの仕様を統一でき、更に一体として構成することが容易となる。また、補助電源装置に印加される電圧は昇降圧チョッパ装置によって決まるため直流電源電圧の変動の影響を受けにくいという利点がある。

10

【0050】

図7では、補助電源装置9を昇降圧チョッパ装置4と第2のコンデンサ5の間に接続した実施形態を示したが、図6に示す実施形態では、補助電源装置9を第1のリアクトル2と第1のコンデンサ3の接続点と直流電源1の低圧側の電源線に接続してもよい。この実施形態の場合、補助電源装置とエネルギー蓄積装置を一体で構成できる、昇降圧チョッパ装置の出力電圧にくらべて変動幅が狭い直流電源電圧に合わせて補助電源装置の仕様を最適設定し易いといった利点がある。

【0051】

20

図7、図8ともそれぞれの利点があるため、本発明を搭載する車両に合わせて最適な構成を選択すればよい。

【符号の説明】

【0052】

- 1 直流電源
- 2 第1のリアクトル
- 3 第1のコンデンサ
- 4 昇降圧チョッパ装置
- 4 A 第1の電流制御手段
- 4 B 第2の電流制御手段
- 4 C 第3の電流制御手段
- 4 D 第4の電流制御手段
- 4 E 第2のリアクトル
- 5 第2のコンデンサ
- 6 インバータ装置
- 6 A 第7の電流制御手段
- 6 B 第8の電流制御手段
- 6 C 第9の電流制御手段
- 6 D 第10の電流制御手段
- 6 E 第11の電流制御手段
- 6 F 第12の電流制御手段
- 7 交流電動機
- 8 エネルギー蓄積装置
- 8 A 第5の電流制御手段
- 8 B 第6の電流制御手段
- 8 C 第3のリアクトル
- 8 D エネルギー蓄積手段
- 9 補助電源装置
- 9 A 電力変換装置
- 9 B 三相トランス

30

40

50

9 C 第3のコンデンサ

1 0 交流負荷

V 1 インバータ装置の入力電圧における第1の電圧値

V 1 A インバータ装置の入力電圧における電圧値

V 1 B インバータ装置の入力電圧における電圧値

V 2 インバータ装置の入力電圧における第2の電圧値

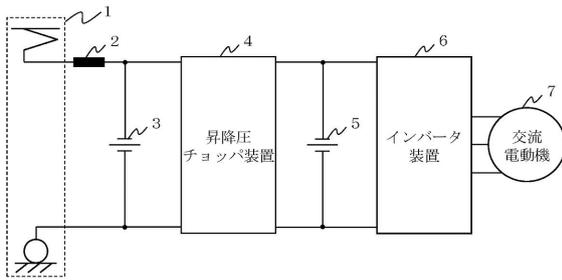
F 1 インバータ周波数における第1の閾値周波数

F 1 A インバータ周波数における周波数値

F 2 インバータ周波数における第2の閾値周波数

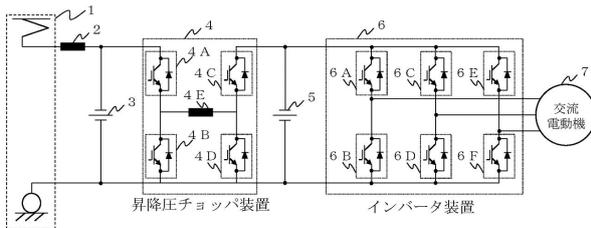
【図1】

【図1】



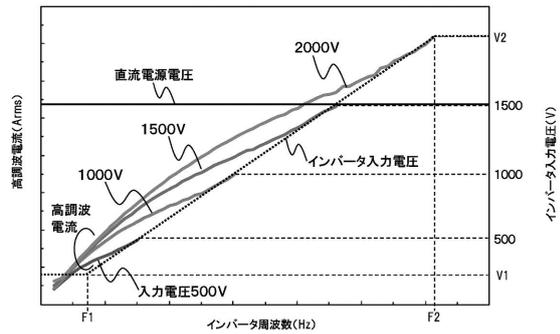
【図2】

【図2】



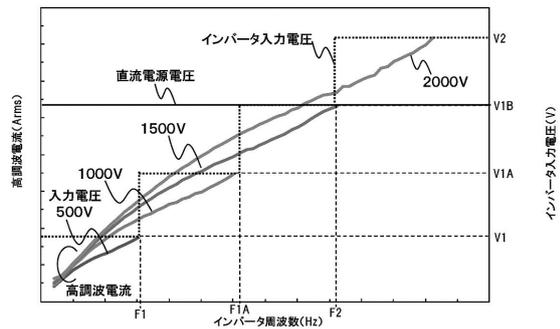
【図3】

【図3】



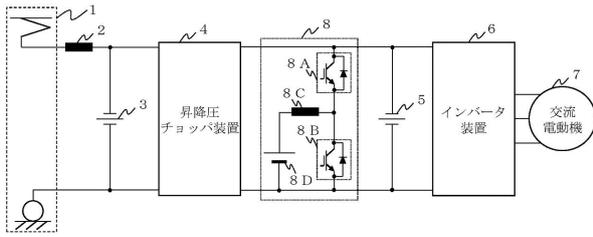
【図4】

【図4】



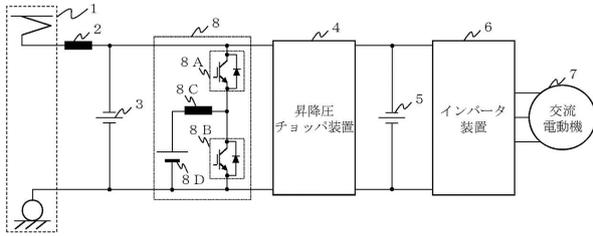
【図5】

【図5】



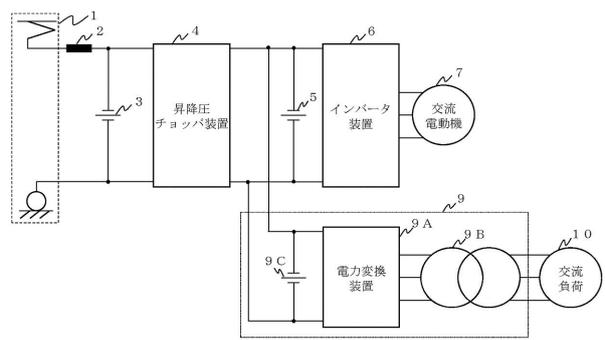
【図6】

【図6】



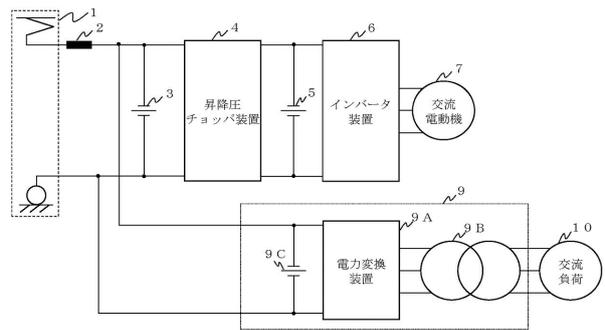
【図7】

【図7】



【図8】

【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 綾田 昌高

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 特表2003-505002(JP, A)

国際公開第2010/122651(WO, A1)

特開平07-255103(JP, A)

国際公開第2014/157373(WO, A1)

特開平09-271101(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L1/00-3/12

7/00-13/00

15/00-15/42

H02M3/00-3/44

7/42-7/98