

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6532780号
(P6532780)

(45) 発行日 令和1年6月19日 (2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日 (2019.5.31)

(51) Int. Cl.

F I

H02M 7/48 (2007.01)

H02M 7/48 F

H02M 3/28 (2006.01)

H02M 3/28 U

B60L 9/28 (2006.01)

B60L 9/28

H02M 7/06 (2006.01)

H02M 7/06 M

B60L 1/00 (2006.01)

B60L 1/00 B

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2015-137155 (P2015-137155)

(22) 出願日 平成27年7月8日 (2015.7.8)

(65) 公開番号 特開2017-22827 (P2017-22827A)

(43) 公開日 平成29年1月26日 (2017.1.26)

審査請求日 平成30年4月6日 (2018.4.6)

(73) 特許権者 000003115

東洋電機製造株式会社

東京都中央区八重洲一丁目4番16号

(74) 代理人 100147485

弁理士 杉村 憲司

(74) 代理人 100161148

弁理士 福尾 誠

(72) 発明者 上野 出

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目8番地

東洋電機製造株式会社横浜製作所内

審査官 麻生 哲朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 補助電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集電した電力を第1の直流電力に変換するコンバータと、
 前記第1の直流電力を三相交流電力に変換する第1のインバータと、
 前記第1の直流電力の電圧を分圧した中点と、前記第1のインバータの各相上下アーム
 の中点との間の電圧を一次側入力とする第1変圧器と、
 前記第1変圧器の二次側出力電力を第2の直流電力に変換する整流器と、
 を備え、

前記コンバータは、集電した直流電力を第2のインバータにより交流電力に変換し、該
 交流電力を第2変圧器の一次側入力とし、該第2変圧器の二次側出力を整流して平滑化す
 ることにより、前記第1の直流電力に変換することを特徴とする補助電源装置。

【請求項 2】

前記コンバータは、前記第2の直流電力の電圧を一定にするように前記第2のインバー
 タの通流率を制御することを特徴とする、請求項1に記載の補助電源装置。

【請求項 3】

前記第1のインバータは、前記交流電力の実効電圧が一定となるようにPWM制御する
 ことを特徴とする、請求項2に記載の補助電源装置。

【請求項 4】

前記コンバータは、前記第1の直流電力の電圧が閾値以下とならないように前記第2の
 インバータの通流率を制御することを特徴とする、請求項3に記載の補助電源装置。

10

20

【請求項 5】

集電した電力を第 1 の直流電力に変換するコンバータと、
前記第 1 の直流電力を三相交流電力に変換する第 1 のインバータと、
前記第 1 の直流電力の電圧を分圧した中点と、前記第 1 のインバータの各相上下アーム
の中点との間の電圧を一次側入力とする変圧器と、
前記変圧器の二次側出力電力を第 2 の直流電力に変換する整流器と、
を備え、
前記コンバータは、集電した直流電力を第 2 のインバータにより交流電力に変換した後
、整流して平滑化することにより前記第 1 の直流電力に変換し、該第 1 の直流電力の電圧
が閾値以下とならないように前記第 2 のインバータの通流率を制御することを特徴とする
補助電源装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気車用の補助電源装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

鉄道車両や路面電車などの電気車に搭載される補助電源装置は、一般的に、架線や第三
軌条など（以下、「架線など」という）から直接取り入れた高圧直流電力、又は架線など
から取り入れた交流電力を整流器を介して変換した高圧直流電力を、電気車に必要な一定
電圧の三相交流電力と低圧直流電力に変換する。入出力間の絶縁のために用いられる商用
周波数で動作する変圧器は重厚なものとなる。そのため、近年では電気車に搭載される機
器を小型軽量化するために、高周波リンク方式を用いて、商用周波数で動作する変圧器を
備えない補助電源装置が実用化されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

20

【0003】

図 3 は、従来の高周波リンク方式の補助電源装置の例を示す図である。図 3 に示す補助
電源装置 2 は、第 1 コンバータ 50 と、第 2 コンバータ 60 と、電圧形三相インバータ 2
0 とを備える。

【0004】

第 1 コンバータ 50 は、集電した直流電力をインバータにより高周波の交流電力に変換
し、該交流電力を絶縁機能の為の高周波動作の変圧器を介して絶縁した後、整流して平滑
化することにより直流電力を生成する。

30

【0005】

電圧形三相インバータ 20 は、第 1 コンバータ 50 により生成された直流電力を PWM
変調により交流電力に変換し、フィルタ回路により実効電圧が一定の三相交流電力を生成
する。

【0006】

第 2 コンバータ 60 は、第 1 コンバータ 50 と同様に、集電した直流電力をインバータ
により高周波の交流電力に変換し、該交流電力を絶縁機能の為の高周波動作の変圧器を介
して絶縁した後、整流して平滑化することにより低圧の直流電力を生成する。このよう
にして、補助電源装置 2 は、集電した直流電力から三相交流電力及び直流電力を生成し、負
荷に電力を供給する。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献 1】河村恒毅、外 2 名、「All-SiC 素子を適用した鉄道車両用高効率補助回
路システム」、東芝レビュー、2014 年、第 69 巻、第 9 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

図 3 に示す高周波リンク方式の補助電源装置 2 は、商用周波数で動作する重厚な変圧器を備えないため、軽量化することができる。しかし、2 つのコンバータ 50, 60 を設置するために部品点数が増加し、小型化という点では必ずしも顕著な効果を得られなかった。そのため、高周波リンク方式の補助電源装置を搭載スペースが限られた電気車に適用するのは困難であった。

【0009】

かかる事情に鑑みてなされた本発明の目的は、小型化を実現することが可能な補助電源装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

10

上記課題を解決するため、本発明に係る補助電源装置は、集電した電力を第 1 の直流電力に変換するコンバータと、前記第 1 の直流電力を三相交流電力に変換する第 1 のインバータと、前記第 1 の直流電力の電圧を分圧した中点と、前記第 1 のインバータの各相上下アームの中点との間の電圧を一次側入力とする第 1 変圧器と、前記第 1 変圧器の二次側出力電力を第 2 の直流電力に変換する整流器と、を備え、前記コンバータは、集電した直流電力を第 2 のインバータにより交流電力に変換し、該交流電力を第 2 変圧器の一次側入力とし、該第 2 変圧器の二次側出力を整流して平滑化することにより、前記第 1 の直流電力に変換することを特徴とする。

【0011】

さらに、本発明に係る補助電源装置において、前記コンバータは、前記第 2 の直流電力の電圧を一定にするように前記第 2 のインバータの通流率を制御することを特徴とする。

20

【0012】

さらに、本発明に係る補助電源装置において、前記第 1 のインバータは、前記交流電力の実効電圧が一定となるように PWM 制御することを特徴とする。

【0013】

さらに、本発明に係る補助電源装置において、前記コンバータは、前記第 1 の直流電力の電圧が閾値以下とならないように前記第 2 のインバータの通流率を制御することを特徴とする。

【0014】

また、上記課題を解決するため、本発明に係る補助電源装置は、集電した電力を第 1 の直流電力に変換するコンバータと、前記第 1 の直流電力を三相交流電力に変換する第 1 のインバータと、前記第 1 の直流電力の電圧を分圧した中点と、前記第 1 のインバータの各相上下アームの中点との間の電圧を一次側入力とする変圧器と、前記変圧器の二次側出力電力を第 2 の直流電力に変換する整流器と、を備え、前記コンバータは、集電した直流電力を第 2 のインバータにより交流電力に変換した後、整流して平滑化することにより前記第 1 の直流電力に変換し、該第 1 の直流電力の電圧が閾値以下とならないように前記第 2 のインバータの通流率を制御することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、補助電源装置を小型化することができるようになる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】本発明の一実施形態に係る補助電源装置の構成例を示すブロック図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係る補助電源装置の電圧形三相インバータの U 相、V 相、W 相、U - V 相間の電圧波形を示す図である。

【図 3】従来の補助電源装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0018】

50

本発明の第１の実施形態に係る符号化補助電源装置について、以下に説明する。図１は、本発明の一実施形態に係る補助電源装置の構成例を示すブロック図である。補助電源装置１は、架線などから集電した電力を変換し、正弦波の三相交流電力、及び低圧の直流電力を出力する。図１に示す例では、補助電源装置１は、コンバータ１０と、電圧形三相インバータ（第１のインバータ）２０と、三相変圧器３０と、整流器４０とを備える。

【００１９】

なお、図１に記載の補助電源装置１は、高周波リンク方式のコンバータ１０を用いているが、架線などから交流電力が変圧器を介して供給される場合には、コンバータ１０は集電した交流電力を直流電力に変換してその電圧を制御する他の回路方式でもよい。

【００２０】

架線などから直流電力が供給される場合には、コンバータ１０は、集電した直流電力を交流電力に変換し、該交流電力を変圧器を介して絶縁した後、整流して平滑化することにより直流電力を生成する。具体的には、図１に示すようにコンバータ１０は、単相インバータ（第２のインバータ）１１と、小型の変圧器１２と、整流器１３と、中間回路１４と、通流率制御部１５とを備える。

【００２１】

単相インバータ１１は、スイッチング素子（例えば、ＩＧＢＴ）を有し、集電した直流電力を高周波（例えば数ＫＨｚ）の交流電力に変換する。本図ではハーフブリッジインバータを示しているが、フルブリッジインバータとしてもよい。

【００２２】

変圧器１２は、単相インバータ１１から入力される交流電力を一次側入力とし、一次側と絶縁された二次側出力を整流器１３に出力する。単相インバータ１１により商用周波数ではなく高周波の交流電力を生成することにより、変圧器１２を小型化・軽量化することができる。

【００２３】

整流器１３は、ダイオードなどの半導体素子で構成され、変圧器１２の二次側出力電力を直流電力（第１の直流電力）に変換する。

【００２４】

中間回路１４は、整流器１３から入力される直流電圧を平滑化し、一定に保つ。例えば、中間回路１４は、リアクトル１４１と、２つのコンデンサ１４２及び１４３を有する。コンデンサ１４２及び１４３により、直流電圧は分圧される。

【００２５】

通流率制御部１５は、整流器４０から出力される低圧直流電圧の電圧値を入力し、該低圧直流電圧を一定にする（所望値を維持する）ように、単相インバータ１１の通流率を制御（例えば、ＰＷＭ制御）する。

【００２６】

したがって、中間回路１４から出力される直流電力もほぼ一定となるが、半導体素子の電圧降下分や、補助電源装置１から出力される三相交流電力及び低圧直流電力の電流の大きさによる変圧器や電線等の構成部品の電圧降下分が存在するため、該直流電力は若干変動する。そのため、電圧形三相インバータ２０は、該直流電力が若干変動しても出力する三相交流電力の実効電圧が一定になるように、ＰＷＭ制御によりスイッチング素子のオン／オフを制御する。

【００２７】

また、稀な負荷条件であるが、補助電源装置１から出力される低圧直流電力の負荷が無負荷となり、補助電源装置１から出力される三相交流電力が有負荷の場合、低圧直流電圧値が一定値のまま変動しなくなるため、該電圧値をフィードバック制御している通流率制御部１５により制御される単相インバータ１１の通流率が最小値となる。そうすると、電圧形三相インバータ２０に入力される直流電圧が著しく低下し、電圧形三相インバータ２０が三相交流電力の実効電圧を一定にＰＷＭ制御可能な最低直流電圧を下回ってしまうことがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

そこで、通流率制御部 1 5 は、中間回路 1 4 から出力される直流電圧を入力し、該直流電圧が電圧形三相インバータ 2 0 から出力される三相交流電力の実効電圧を一定に制御するために必要となる最低電圧を確保できるように、単相インバータ 1 1 の通流率を制御（P W M制御）する。

【 0 0 2 9 】

電圧形三相インバータ 2 0 は、スイッチング素子（例えば、I G B T）を有し、中間回路 1 4 から入力される直流電力を三相交流電力に変換する。この三相交流電力は外部の負荷（例えば、エアコン）に供給される。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、図 1 に示した電圧形三相インバータ 2 0 の U 相、V 相、W 相、U - V 相間の電圧波形を示す図である。なお、本実施形態では三相の交流電力を出力するが、単相や二相であってもよい。

【 0 0 3 1 】

三相変圧器 3 0 は、2 つのコンデンサ 1 4 2 , 1 4 3 の中点（コンバータ 1 0 により変換された直流電力の電圧を分圧した中点）と、電圧形三相インバータ 2 0 の各相上下アームの中点との間の中点間電圧を一次側入力とし、一次側と絶縁された二次側出力を整流器 4 0 に出力する。

【 0 0 3 2 】

整流器 4 0 は、ダイオードなどの半導体素子で構成され、三相変圧器 3 0 の二次側出力電力を低圧直力電力（第 2 の直流電力）に変換する。この低圧直力電力は外部の負荷（例えば、制御装置）に供給される。

【 0 0 3 3 】

上述したように、補助電源装置 1 は、コンバータ 1 0 により、集電した電力を直流電力に変換し、電圧形三相インバータ 2 0 により、該直流電力を交流電力に変換して外部の負荷に供給する。また、三相変圧器 3 0 により、コンバータ 1 0 により変換された電圧を分圧した中点と、電圧形三相インバータ 2 0 の各相上下アームの中点との間の電圧を一次側入力とし、整流器 4 0 により三相変圧器 3 0 の二次側出力電力を低圧直流電力に変換して外部の負荷に供給する。かかる構成により、補助電源装置 1 は、1 つのコンバータ 1 0 から負荷に供給する交流電力及び直流電力を生成することが可能となる。そのため、本発明によれば補助電源装置の部品点数を削減でき、小型化及び低コスト化を実現することができる。

【 0 0 3 4 】

また、コンバータ 1 0 は、単相インバータ 1 1 の通流率を制御することにより、整流器 4 0 により変換された低圧直流電力の電圧を一定にすることができる。これにより、中間回路 1 4 から出力される直流電力も一定となる。

【 0 0 3 5 】

上述のように単相インバータ 1 1 の通流率の制御により中間回路 1 4 から出力される直流電力は一定となるが、若干変動する可能性がある。そこで、電圧形三相インバータ 2 0 を P W M制御することにより、中間回路 1 4 から出力される直流電力が変動したとしても、出力する三相交流電力の実効電圧を一定とすることができる。

【 0 0 3 6 】

また、コンバータ 1 0 は、出力する直流電力の電圧が閾値以下とならないように単相インバータ 1 1 の通流率を制御するのが好適である。これにより、電圧形三相インバータ 2 0 が三相交流電力の実効電圧を P W M制御する際に、電圧形三相インバータ 2 0 に入力される直流電圧が、三相交流電力の実効電圧を一定に制御可能な最低直流電圧を下回ることを防止することができる。

【 0 0 3 7 】

また、コンバータ 1 0 は、架線などから集電した直流電力を変換した交流電力を変圧器 1 2 の一次側入力とし、変圧器 1 2 の二次側出力を整流して平滑化するのが好適である。

10

20

30

40

50

これにより、商用周波数で動作する重厚な変圧器ではなく、高周波で動作する小型の変圧器 1 2 使用できるようになり、軽量化を図ることができる。

【 0 0 3 8 】

上述の実施形態は代表的な例として説明したが、本発明の趣旨及び範囲内で、多くの変更及び置換ができることは当業者に明らかである。したがって、本発明は、上述の実施形態によって制限するものと解するべきではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。例えば、図 1 に記載の回路図は、同様の機能を有する回路に置換可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 9 】

10

このように、本発明によれば、補助電源装置を小型化することができるので、補助電源装置を電気車に搭載する際の省スペース化に有用である。

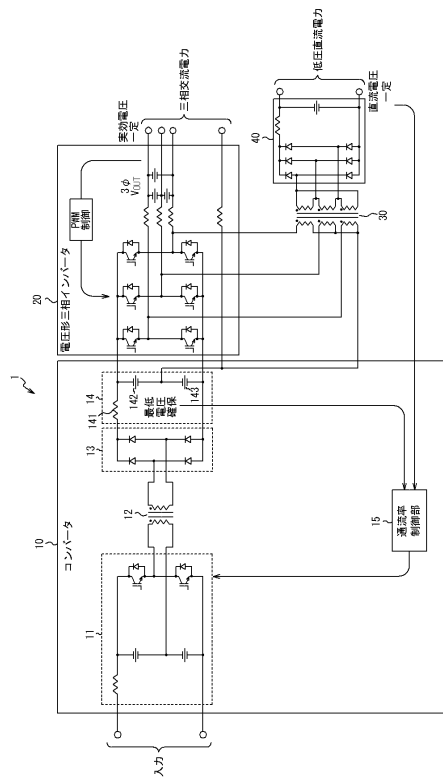
【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

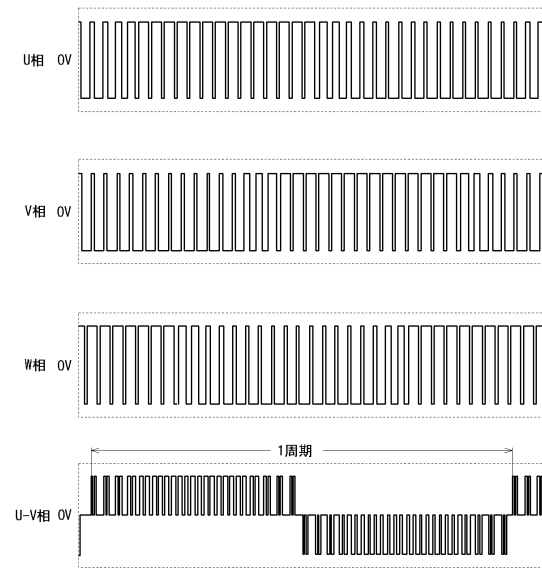
- 1 補助電源装置
- 1 0 コンバータ
- 1 1 単相インバータ
- 1 2 変圧器
- 1 3 整流器
- 1 4 中間回路
- 1 5 通流率制御部
- 2 0 電圧形三相インバータ
- 3 0 三相変圧器
- 4 0 整流器
- 1 4 1 リアクトル
- 1 4 2 , 1 4 3 コンデンサ

20

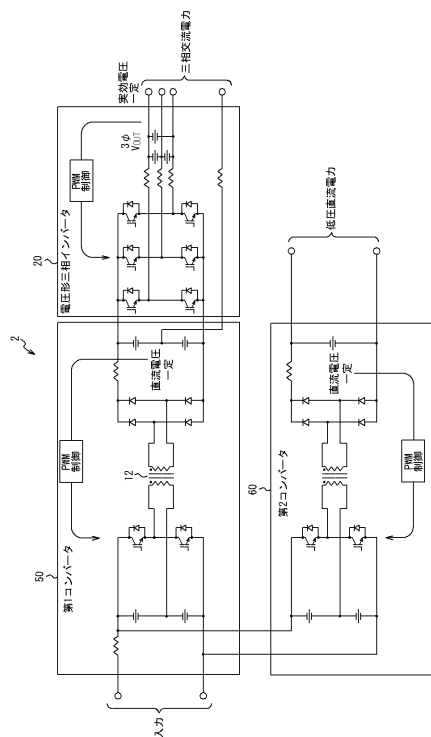
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭 6 2 - 2 6 8 3 0 3 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 5 1 9 4 1 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 4 2 5 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 M	7 / 4 8
B 6 0 L	1 / 0 0
B 6 0 L	9 / 2 8
H 0 2 M	3 / 2 8
H 0 2 M	7 / 0 6