

(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2015-73423

(P2015-73423A)

(43) 公開日 平成27年4月16日(2015.4.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2M 3/155 (2006.01)	HO2M 3/155 W	5H125
B60L 3/00 (2006.01)	HO2M 3/155 C	5H730
	B60L 3/00 J	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-228572 (P2013-228572)
 (22) 出願日 平成25年11月1日(2013.11.1)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-184644 (P2013-184644)
 (32) 優先日 平成25年9月6日(2013.9.6)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 590002817
 三星エスディアイ株式会社
 Samsung SDI Co., Ltd
 .
 大韓民国京畿道龍仁市器興区貢税路150-20
 (74) 代理人 100121441
 弁理士 西村 電平
 (74) 代理人 100154704
 弁理士 齊藤 真大
 (72) 発明者 石川 雅美
 神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2-7 株式会社サムスン日本研究所内

最終頁に続く

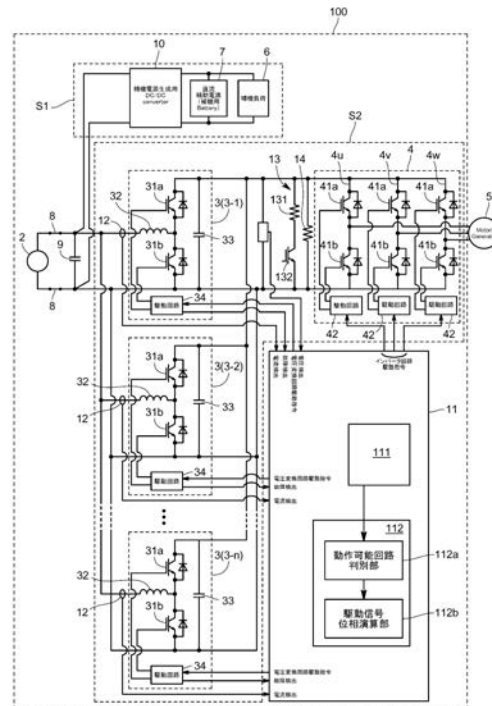
(54) 【発明の名称】 電動車用電力変換システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電力変換システムの冗長性を向上させると共に、一部の昇圧回路が故障した場合であっても、残りの正常な昇圧回路により継続して力行動作又は回生動作を行う。

【解決手段】直流主電源2から昇圧回路3により昇圧してインバータ回路4により交流電圧に変換しモータジェネレータ5に出力する力行動作と、モータジェネレータ5からの回生電力をインバータ回路4及び昇圧回路3を介して、直流主電源2、車両の補機6及び直流補助電源7に供給する回生動作とを行うものであり、昇圧回路3が複数並列に接続されるとともに、並列接続された昇圧回路3が設けられており、駆動回路34に制御信号を出力する制御回路11が少なくとも1つの昇圧回路3が故障した場合に、その故障した昇圧回路3の動作を停止させて残りの正常な昇圧回路数に応じた電力制御値を設定して、その電力制御値に基づいて残りの正常な昇圧回路3及びインバータ回路4を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直流主電源からの直流電圧を昇圧回路により昇圧してインバータ回路により交流電圧に変換し、モータジェネレータに出力する力行動作と、前記モータジェネレータからの回生電力を前記インバータ回路及び前記昇圧回路を介して、前記直流主電源、車両の補機及び直流補助電源に供給する回生動作とを行うものであり、

前記昇圧回路が、前記直流主電源に対して複数並列に接続されるとともに、前記並列接続された昇圧回路それぞれに独立して駆動回路が設けられており、

前記駆動回路に制御信号を出力する制御回路が、少なくとも1つの昇圧回路が故障した場合に、その故障した昇圧回路の動作を停止させて、残りの正常な昇圧回路数に応じた電力制御値を設定して、その電力制御値に基づいて、前記残りの正常な昇圧回路及び前記インバータ回路を制御する電動車用電力変換システム。

10

【請求項 2】

前記並列接続された昇圧回路それぞれに平滑コンデンサを設けており、

前記各平滑コンデンサが、前記インバータ回路の入力段における平滑コンデンサとして機能することを特徴とする請求項 1 記載の電動車用電力変換システム。

【請求項 3】

前記並列接続された昇圧回路それぞれに対応して設けられて、前記昇圧回路を構成するリアクトルを流れる電流を検出する電流検出部を有し、

前記制御回路が、前記電流検出部からの検出電流を用いて各昇圧回路の故障を検知するものである請求項 1 又は 2 記載の電動車用電力変換システム。

20

【請求項 4】

前記昇圧回路の駆動回路が、故障検出機能を有しており、

前記制御回路が、前記駆動回路からの故障信号を用いて各昇圧回路の故障を検知するものである請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の電動車用電力変換システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ハイブリッド自動車や電気自動車等の電動車に用いられる電動車用電力変換システムに関するものである。

30

【背景技術】**【0002】**

電動車に用いられる電力変換システムとしては、特許文献 1 に示すように、直流主電源（例えば 48V バッテリー）からの直流電圧を単一の昇圧回路により昇圧してインバータ回路により交流電圧に変換し、モータジェネレータに出力する力行動作と、モータジェネレータからの回生電力をインバータ回路及び昇圧回路を介して、直流主電源、車両の補機（例えば電動パワーステアリング、エアコンディショナ、ECU 等）及び直流補助電源（例えば補機用 12V / 24V バッテリー）に供給する回生動作とを行うものがある。そして、この電力変換システムを電動車に用いることで、直流主電源、車両の補機及び直流補助電源に電力を供給するオルタネータが不要な構成としている。

40

【0003】

しかしながら、単一の昇圧回路が不可逆的な故障により停止した場合、直流主電源や直流補助電源への電力回収のための電気回路が断たれてしまい、モータジェネレータからの回生動作が不能となってしまう。そうすると、直流補助電源の電力が枯渇した段階で、電動車の走行が不可能となってしまう。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2008 - 131715 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

そこで本発明は、上記問題点を解決すべくなされたものであり、電力変換システムの冗長性を向上させると共に、一部の昇圧回路が故障した場合であっても、残りの正常な昇圧回路により継続して力行動作又は回生動作を行うことを主たる所期課題とするものである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

すなわち本発明に係る電動車用電力変換システムは、直流主電源からの直流電圧を昇圧回路により昇圧してインバータ回路により交流電圧に変換し、モータジェネレータに出力する力行動作と、前記モータジェネレータからの回生電力を前記インバータ回路及び前記昇圧回路を介して、直流主電源、車両の補機及び直流補助電源に供給する回生動作とを行うものであり、前記昇圧回路が、前記直流主電源に対して複数並列に接続されるとともに、前記並列接続された昇圧回路それぞれに独立して駆動回路が設けられており、前記駆動回路に制御信号を出力する制御回路が、少なくとも1つの昇圧回路が故障した場合に、その故障した昇圧回路の動作を停止させて、残りの正常な昇圧回路数に応じた電力制御値を設定して、その電力制御値に基づいて、前記残りの正常な昇圧回路及び前記インバータ回路を制御することを特徴とする。

【0007】

このようなものであれば、車両の補機（例えば電動パワーステアリング、エアコンディショナ、ECU等）及び直流補助電源（例えば補機用12V/24Vバッテリー）への電力供給をモータジェネレータからの回生電力で行うことが可能となり、オルタネータを省略することができ、コスト低減及び車両軽量化が可能となる。

また、昇圧回路を複数並列に設けているので、電力変換システムの冗長性を向上させることができる。このとき、オルタネータを省略した構成において昇圧回路を複数並列に設けることによって、直流主電源、車両の補機及び直流補助電源への電力供給を確実にすることができる。

さらに、昇圧回路を複数並列に設けることによって、電流を各昇圧回路に分散させることができ、昇圧回路の高効率化、部品の小型化及び長寿命化等の性能向上を図ることができる。

その上、少なくとも1つの昇圧回路が故障した場合に、残りの正常な昇圧回路数により処理可能な電力制限値を設定し、当該電力制限値により残りの正常な昇圧回路及びインバータ回路を制御しているので、一部の昇圧回路の故障後においても継続して電力制限的にモータジェネレータを動作させて、直流主電源、車両の補機及び直流補助電源への回生電力の充電が可能となる。これにより、リンプホームモードシステムを構築することができ、車両乗員を運転により安全に退避させたり、修理工場へ車両を移動させることが可能となる。

【0008】

前記並列接続された昇圧回路それぞれの出力段に平滑コンデンサを設けており、前記各平滑コンデンサが、前記インバータ回路の入力段における平滑コンデンサとして機能することが望ましい。

これならば、並列接続された昇圧回路それぞれの出力段に平滑コンデンサを設けているので、電流分散により、インバータ回路と電力をやり取りする際の平滑コンデンサの充電電におけるリップル電流を減らすことができ、従来と比べて平滑コンデンサの小型化や損失減を図ることができ、性能を向上させることができる。

また、昇圧回路の出力段に設けた平滑コンデンサをインバータ回路の入力段における平滑コンデンサとして機能させているので、平滑コンデンサの並列回路により、従来よりも静電容量を大きく設定することができ、さらに構造的に一体化することで、平滑コンデンサの部品体積当たりの静電容量も増大できる。例えば、モータジェネレータの回生運転時において、直流主電源の出力段に設けられたスイッチ（DCコンタクタ）や配電回路（ジ

10

20

30

40

50

ャクションボックス)が故障し、直流主電源との回路が断たれた際に、増加された静電容量により、インバータ回路及び昇圧回路の耐故障性が向上する。

さらに、構造的に一体化することで、回路の寄生成分を低減でき、回路構成部品における耐故障性向上とともに、モータジェネレータの回生運転時において、車両の各補機及び直流補助電源へ供給する電力の品質向上を図ることができる。

【0009】

各昇圧回路の故障を検出するための具体的な実施の態様としては、前記並列接続された昇圧回路それぞれに対応して設けられて、前記昇圧回路を構成するリアクトルを流れる電流を検出する電流検出部を有し、前記制御回路が、前記電流検出部からの検出電流を用いて各昇圧回路の故障を検知するものであることが考えられる。また、前記昇圧回路の駆動回路が、回路短絡、半導体過熱又は過電圧等の故障検出機能を有しており、前記制御回路が、前記駆動回路からの故障信号を用いて各昇圧回路の故障を検知するものであることが考えられる。

10

【発明の効果】

【0010】

このように構成した本発明によれば、電動車用電力変換システムの冗長性を向上させると共に、一部の昇圧回路が故障した場合であっても、残りの正常な昇圧回路により継続して力行動作又は回生動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

20

【図1】本実施形態における電動車用電力変換システムの回路構成を示す図。

【図2】同実施形態における昇圧回路故障時の運転継続処理を示すフローチャート。

【図3】同実施形態における昇圧回路故障時のインバータ運転の電力制限値を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に本発明に係る電動車用電力変換システムの一実施形態について図面を参照して説明する。

【0013】

本実施形態に係る電動車用電力変換システム100は、ハイブリッド自動車や電気自動車等の電動車に搭載されてモータジェネレータ5を力行運転又は回生運転させるものである。なお、モータジェネレータ5を用いたハイブリッド自動車の方式としては、パラレル方式、スプリット方式(シリーズパラレル方式)又はシリーズ方式の何れであっても良い。

30

【0014】

この電動車用電力変換システム100は、図1に示すように、直流主電源2からの直流電圧を昇圧回路3により昇圧してインバータ回路4により三相交流電圧に変換し、モータジェネレータ5に出力する力行動作と、モータジェネレータ5からの回生電力をインバータ回路4及び昇圧回路3を介して、直流主電源2、車両の補機6及び直流補助電源7に供給する回生動作とを行うものである。

【0015】

40

具体的に電動車用電力変換システム100は、直流主電源2(例えば48Vのリチウムイオンバッテリー)と、当該直流主電源2の出力端子に接続された回路の開閉を行うスイッチ8(DCコンタクタ)と、当該スイッチ8の下流に設けられた平滑コンデンサ9(直流リンクコンデンサ)と、当該平滑コンデンサ9を介して接続され、車両の各補機(例えば電動パワーステアリング、エアコンディショナ、ECU等)6及び直流補助電源(例えば12V/24Vバッテリー)7に給電する電圧変換システムS1と、前記平滑コンデンサ9を介して前記電圧変換システムS1と並列に接続され、モータジェネレータ5を力行運転又は回生運転する電力変換システムS2とを備えている。

【0016】

電圧変換システムS1は、DC/DCコンバータ10を有するものであり、当該DC/DC

50

コンバータ 10 の出力段には、車両の各補機 6 と直流補助電源 7 とが並列に接続されている。

【0017】

電力変換システム 52 は、直流主電源 2 からの直流電圧の電圧変換を行う昇圧回路 3 と、当該昇圧回路 3 から出力される直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ 5 に出力するインバータ回路 4 とを備えており、昇圧回路 3 については、N 個の昇圧回路 3 (3-1、3-2、・・・3-n) が並列接続されたインターリーブド (Interleaved) 構成とされている。

【0018】

各昇圧回路 3 は、IGBT や MOSFET 等の電力半導体 31a、31b と、リアクトル 32 と、平滑コンデンサ 33 とを有している。具体的に昇圧回路 3 は、直列接続された電力半導体からなる上アーム 31a 及び下アーム 31b を有しており、上アーム 31a の半導体端子 (例えばコレクタ端子又はドレイン端子) にインバータ回路 4 の正極端子が接続され、下アーム 31b の半導体端子 (例えばエミッタ端子又はソース端子) に直流主電源 2 の負極端子が接続されている。また、上アーム 31a の半導体端子と下アーム 31b の半導体端子との間、つまり昇圧回路 3 の出力段には、平滑コンデンサ 33 が上アーム 31a 及び下アーム 31b に対して並列に接続されている。さらに、上アーム 31a の他方の端子 (エミッタ端子又はソース端子) と下アーム 31b の他方の端子 (コレクタ端子又はドレイン端子) との間 (直列接続点) に、リアクトル 32 の一方の端子が接続されるとともに、当該リアクトル 32 の他方の端子が直流主電源 2 の正極端子に接続されている。なお、前記昇圧回路 3 の上アーム 31a 及び下アーム 31b は、還流ダイオードを逆並列接続して構成したものであっても良い。

【0019】

このように構成された N 個の昇圧回路 3 には、それぞれ独立して、上アーム 31a 及び下アーム 31b を駆動するための駆動回路 34 が設けられている。この駆動回路 34 により、上アーム 31a 及び下アーム 31b を所定のデューティ比により交互にスイッチングさせることによって、リアクトル 32 を充放電させて、力行方向 (昇圧) 及び回生方向 (降圧) の方向に電力を運搬する。なお、駆動回路 34 には、後述する制御回路 11 により、駆動指令信号 (制御信号) が入力される。このように駆動回路 34 を昇圧回路 3 それぞれに独立して設けているので、一部の昇圧回路 3 が故障した場合であっても、残りの正常な昇圧回路 3 を正常に駆動することができる。

【0020】

また、本実施形態では、並列接続された昇圧回路 3 それぞれに平滑コンデンサ 33 が設けられる構成となり、電流分散により、インバータ回路 4 と電力をやり取りする際の平滑コンデンサ 33 の充放電におけるリップル電流を減らすことができ、従来と比べて平滑コンデンサ 33 の小型化や損失減を図ることができ、性能を向上させることができる。

【0021】

そして、各昇圧回路 3 に設けた平滑コンデンサ 33 が、インバータ回路 4 の入力段における平滑コンデンサとして機能するように構成している。つまり、各昇圧回路 3 とインバータ回路 4 とで平滑コンデンサ 33 を共用としている。これにより、インバータ回路 4 の入力段において平滑コンデンサ 33 の並列回路が構成され、従来よりも静電容量を大きく設定することができ、さらに構造的に一体化することで、平滑コンデンサ 33 の部品体積当たりの静電容量も増大できる。さらに、構造的に一体化することで、回路の寄生成分を低減でき、回路構成部品における耐故障性を向上させることができる。

【0022】

インバータ回路 4 は、IGBT や MOSFET 等の電力半導体 41a、41b からなる 3 つのスイッチング回路 4u、4v、4w を並列接続して構成された 3 相のブリッジ回路により構成されている。具体的にインバータ回路 3 のスイッチング回路 4u、4v、4w は、直接接続された電力半導体からなる上アーム 41a 及び下アーム 41b を有しており、各スイッチング回路 4u、4v、4w における電力半導体の直列接続点は、モータジェ

10

20

30

40

50

ネレータ（三相交流モータ）5にそれぞれ接続されている。なお、本実施形態では、各スイッチング回路4u、4v、4wに、それぞれ独立して、上アーム41a及び下アーム41bを駆動するための駆動回路42が設けられている。この駆動回路42により、上アーム41a及び下アーム41bを所定のデューティ比により交互にスイッチングさせることによって、直流電圧を三相交流電圧に変換する。なお、駆動回路42には、後述する制御回路11により、駆動指令信号（制御信号）が入力される。

【0023】

なお、本実施形態では、インバータ回路4及び平滑コンデンサ33の間に、各平滑コンデンサ9、33に蓄電された電荷を放電させる放電専用回路13を備えている。なお、図1における符号14は、自然放電抵抗器である。

10

【0024】

この放電専用回路13は、抵抗器131及びIGBTやMOSFET等の半導体スイッチ素子132を直列接続して構成されており、電力変換システム100の主回路電極間に接続して設けられている。具体的に放電専用回路13は、昇圧回路3とインバータ回路4との間における主回路電極間に接続して設けられている。このように構成された放電専用回路13には、半導体スイッチ素子132を駆動するための駆動回路（不図示）が設けられている。この駆動回路により、半導体スイッチ素子132をONさせることによって、放電専用回路13による放電機能を発揮するように構成されている。なお、駆動回路には、制御回路11により、駆動指令信号（制御信号）が入力される。

【0025】

上記の通り構成されたN個の昇圧回路3及びインバータ回路4は、制御回路11により制御される。この制御回路11は、電動車の運転に必要な力行・回生電力制御を行うために、統括コントローラ（例えば上位ECU）から要求される運転指令に基づいて、各昇圧回路3とインバータ回路4との最適電力連係を取りながら、各電力半導体駆動指令信号を生成し、当該電力半導体駆動指令信号をスイッチング指令として、各駆動回路34、42に与える。これにより、電動車用電力変換システム100が、直流主電源2からの直流電圧を昇圧回路3により昇圧してインバータ回路4により交流電圧に変換し、モータジェネレータ5に出力する力行動作と、モータジェネレータ5からの回生電力をインバータ回路4及び昇圧回路3を介して、直流主電源2、車両の補機6及び直流補助電源7に供給する回生動作とを行う。なお、制御回路11は、各昇圧回路3及びインバータ回路4それぞれに対応して物理的に分離した構成とすることも可能であるが、部品点数削減のコスト削減のため、共用化及び一体化することが望ましい。

20

30

【0026】

そして、本実施形態の制御回路11は、各昇圧回路3が故障か否かを検知する故障検知部111と、当該故障検知部111により故障と判断された昇圧回路3以外の正常な昇圧回路3及びインバータ回路4を制御する回路制御部112とを備えている。

【0027】

本実施形態では、各昇圧回路3について個別に故障診断を行うために、並列接続された昇圧回路3それぞれに対応して、当該昇圧回路3を構成するリアクトル32を流れる電流を検出する電流検出部12が設けられている。この電流検出部12は、各昇圧回路3のリアクトル32の平滑コンデンサ9側に設けられている。また、本実施形態では、各昇圧回路3について個別に故障診断を行うために、昇圧回路3それぞれに設けられた駆動回路34に、回路短絡、半導体過熱及び過電圧等の故障を検出して、その故障信号を出力する故障検出機能を有するものを用いている。

40

【0028】

また、回路制御部112は、図1に示すように、故障検知部111により故障と判断された昇圧回路3以外の動作可能な昇圧回路3を判別する動作可能回路判別部112aと、当該動作可能な昇圧回路3のゲート駆動信号（駆動指令信号）の位相を演算する駆動信号位相演算部112bとを有する。

【0029】

50

ここで、駆動信号位相演算部 1 1 2 b は、複数の昇圧回路 3 を所定の位相差を持たせて順繰りに駆動させるゲート駆動信号を生成して駆動回路 3 4 に出力するものである。このように、複数の昇圧回路 3 を所定の位相差を持たせて順繰りに駆動させることによって、インバータ 4 に入力される電圧のリップルを低減して電圧の品質を向上させるとともに、電動車用電力変換システム 1 0 0 全体の効率を向上させている。

【 0 0 3 0 】

具体的に、駆動信号位相演算部 1 1 2 b は、N 個の昇圧回路 3 が並列接続された場合には、第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1) の出力電圧リップル V_{out_1} の位相に対して、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2) の出力電圧リップル V_{out_2} の位相を $360^\circ / N$ 、第 3 番目の昇圧回路 3 (3 - 3) の出力電圧リップル V_{out_3} の位相を $2 \times 360^\circ / N$ 、第 j 番目の昇圧回路 3 (3 - j) の出力電圧リップル V_{out_j} の位相を $(j - 1) \times 360^\circ / N$ 、 \dots 、第 N 番目の昇圧回路 3 (3 - N) の出力電圧リップル V_{out_N} の位相を $(N - 1) \times 360^\circ / N$ 遅らせている。

10

【 0 0 3 1 】

例えば、3 つの昇圧回路 3 (第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1)、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2)、第 3 番目の昇圧回路 3 (3 - 3)) が並列配置されたものにおいては、駆動信号位相演算部 1 1 2 b は、第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1) の出力電圧リップル V_{out_1} の位相に対して、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2) の出力電圧リップル V_{out_2} の位相を 120° 、第 3 番目の昇圧回路 3 (3 - 3) の出力電圧リップル V_{out_3} の位相を 240° 遅らせている。そして、3 つの昇圧回路 3 のうち、1 つの昇圧回路 (例えば 3 番目の昇圧回路 3 (3 - 3)) が故障した場合には、駆動信号位相演算部 1 1 2 b は、2 つの昇圧回路 3 において、第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1) の出力電圧リップル V_{out_1} の位相に対して、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2) の出力電圧リップル V_{out_2} の位相を 180° 遅らせるように位相を演算する。そして、この場合、駆動信号位相演算部 1 1 2 b により演算されたゲート駆動信号により駆動回路 3 4 が制御されて、駆動回路 3 4 が各アーム 3 1 a、3 1 b を駆動する。

20

【 0 0 3 2 】

ここで、第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1) のゲート駆動信号を出力するためのカウンタを、アップダウンカウンタにより構成し、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2) のゲート駆動信号を出力するためのカウンタを、アップカウンタとアップダウンカウンタとを組み合わせる構成が考えられる。つまり、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2) のカウンタは、第 2 番目の昇圧回路 3 (3 - 2) のゲート駆動信号の位相を第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1) のゲート駆動信号の位相に対して 180° ずらすために、初回 (起動時) からの半周期のみアップカウントを行い、その後、アップダウンカウントを行う。これにより、初回からアップダウンカウントを行う第 1 番目の昇圧回路 3 (3 - 1) のカウンタとの間で、 180° の位相差を生じさせることができる。

30

【 0 0 3 3 】

以下に、制御回路 1 1 における昇圧回路故障時の制御内容を、故障検知部 1 1 1 及び回路制御部 1 1 2 の機能とともに図 2 を参照して説明する。

【 0 0 3 4 】

電動車用電力変換システム 1 0 0 の起動時において、故障検知部 1 1 1 は、各昇圧回路 3 に設けられた電流検出部 1 2 からの電流検出信号を取得する (ステップ S p 1)。そして、故障検知部 1 1 1 は、前記電流検出部 1 2 により得られた各昇圧回路 3 のリアクトル 3 2 を流れる電流値に基づいて、各昇圧回路 3 が故障しているか否かを検知する (ステップ S p 2)。さらに、故障検知部 1 1 1 は、故障検出機能を有する駆動回路 3 4 からの故障信号を取得して、各昇圧回路 3 が故障しているか否かを検知する (ステップ S p 2)。そして、故障検知部 1 1 1 は、故障を検知した場合に、その故障検知信号を回路制御部 1 1 2 に出力する。

40

【 0 0 3 5 】

回路制御部 1 1 2 は、故障検知信号を取得した場合に、正常に動作する昇圧回路 (残存

50

回路)が存在するか否かを判断し、残存回路が無い場合には、電動車電力変換システム100の動作を停止する(ステップSp3)。一方で、回路制御部112は、正常に動作する昇圧回路3(残存回路)が存在する場合には、故障した昇圧回路3の動作を停止させるとともに、残りの正常な昇圧回路数(残存回路数)に応じた電力制御値を設定して、その電力制御値に基づいて、残りの正常な昇圧回路3及びインバータ回路4を電力連係制御する(ステップSp4)。具体的に回路制御部112は、図3に示すように、故障回路数 n ($n=1, 2, 3, \dots, N-1$)により段階的にインバータ回路4によるモータジェネレータ5の力行・回生電力制限を行い、昇圧回路3においては、その電力制限値に応じた電力連係制御を行う。これにより、一部の昇圧回路3が故障した場合であっても、継続して力行動作又は回生動作を行うことができる。

10

【0036】

ここで、インバータ回路4によるモータジェネレータ5の力行・回生電力制限について簡単に説明する。なお、以下において、各機器における損失は無視する。例えば、3個の昇圧回路3が並列接続されており、各昇圧回路3の最大定格出力が10kWの場合には、インバータ回路4の電力上限値を30kWとしてシステム運転を行う。そして、1つの昇圧回路3が不可逆的に故障した場合には、故障した昇圧回路の最大定格出力分(10kW)を減じた20kWを電力制限値として、正常な2つの昇圧回路3及びインバータ回路4を電力連係制御する。

【0037】

このように構成した電動車用電力変換システム100によれば、直流主電源2、車両の補機6及び直流補助電源7への電力供給をモータジェネレータ5からの回生電力で行うことが可能となり、オルタネータを省略することができ、コスト低減及び車両軽量化が可能となる。

20

【0038】

また、昇圧回路3を複数並列に設けているので、電力変換システム100の冗長性を向上させることができる。このとき、オルタネータを省略した構成において昇圧回路3を複数並列に設けることによって、その効果を顕著にすることができる。

【0039】

さらに、昇圧回路3を複数並列に設けることによって、電流を各昇圧回路3に分散させることができ、昇圧回路3の高効率化、部品の小型化及び長寿命化等の性能向上を図ることができる。

30

【0040】

その上、少なくとも1つの昇圧回路3が故障した場合に、残りの正常な昇圧回路数により処理可能な電力制限値を設定し、当該電流制限値により残りの正常な昇圧回路3及びインバータ回路4を制御しているため、一部の昇圧回路3の故障後においても継続して電力制限的にモータジェネレータ5を動作させて、直流主電源2、車両の補機6及び直流補助電源7への回生電力の充電が可能となる。これにより、リンプホームモードシステムを構築することができ、車両乗員を運転により安全に退避させたり、修理工場へ車両を移動させることが可能となる。

【0041】

加えて、並列接続された昇圧回路3それぞれに平滑コンデンサ33を設けており、各平滑コンデンサ33が、インバータ回路4の入力段における平滑コンデンサとして機能するように構成しているため、電流分散により、インバータ回路4と電力をやり取りする際の平滑コンデンサ33の充放電におけるリップル電流を減らすことができ、従来と比べて平滑コンデンサ33の小型化や損失減を図ることができ、性能を向上させることができる。また、平滑コンデンサ33の並列回路により、従来よりも静電容量を大きく設定することができ、さらに構造的に一体化することで、平滑コンデンサ33の部品体積当たりの静電容量も増大できる。例えば、モータジェネレータ5の回生運転時において、直流主電源2の出力段に設けられたスイッチ8や配電回路(ジャンクションボックス)(不図示)が故障し、直流主電源2との電路が断たれた際に、増加された静電容量により、インバータ回

40

50

路 4 及び昇圧回路 3 の耐故障性が向上する。さらに、構造的に一体化することで、回路の寄生成分を低減でき、回路構成部品における耐故障性向上とともに、モータジェネレータ 5 の回生運転時において、車両の各補機 6 及び直流補助電源 7 へ供給する電力の品質向上を図ることができる。

【 0 0 4 2 】

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

例えば、前記実施形態では、通常動作において、複数の並列接続された昇圧回路 3 の全てを駆動して、力行動作又は回生動作するものであったが、その一部を駆動して力行動作又は回生動作するものであっても良い。この場合、駆動している一部の昇圧回路 3 が故障した場合に、残りの昇圧回路 3 を駆動することで、継続して力行動作又は回生動作するように構成しても良い。

10

【 0 0 4 3 】

また、昇圧回路 3 の故障がその駆動回路 3 4 のみで発生し、電力半導体 3 1 a、3 1 b、リアクトル 3 2 及び平滑コンデンサ 3 3 等の主回路部品に故障が無く、これらが正常に動作する場合で、且つ電力半導体 3 1 a、3 1 b が還流ダイオードを逆並列接続されて構成されている場合においては、制御回路 1 1 により、各昇圧回路 3 の動作を停止し、前記還流ダイオードの通電により、図 3 に示す N 段階電力制限値の範囲でインバータ回路 4 単体による力行運転を継続しても良い。この場合、回生運転は禁止とする。

【 0 0 4 4 】

その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

20

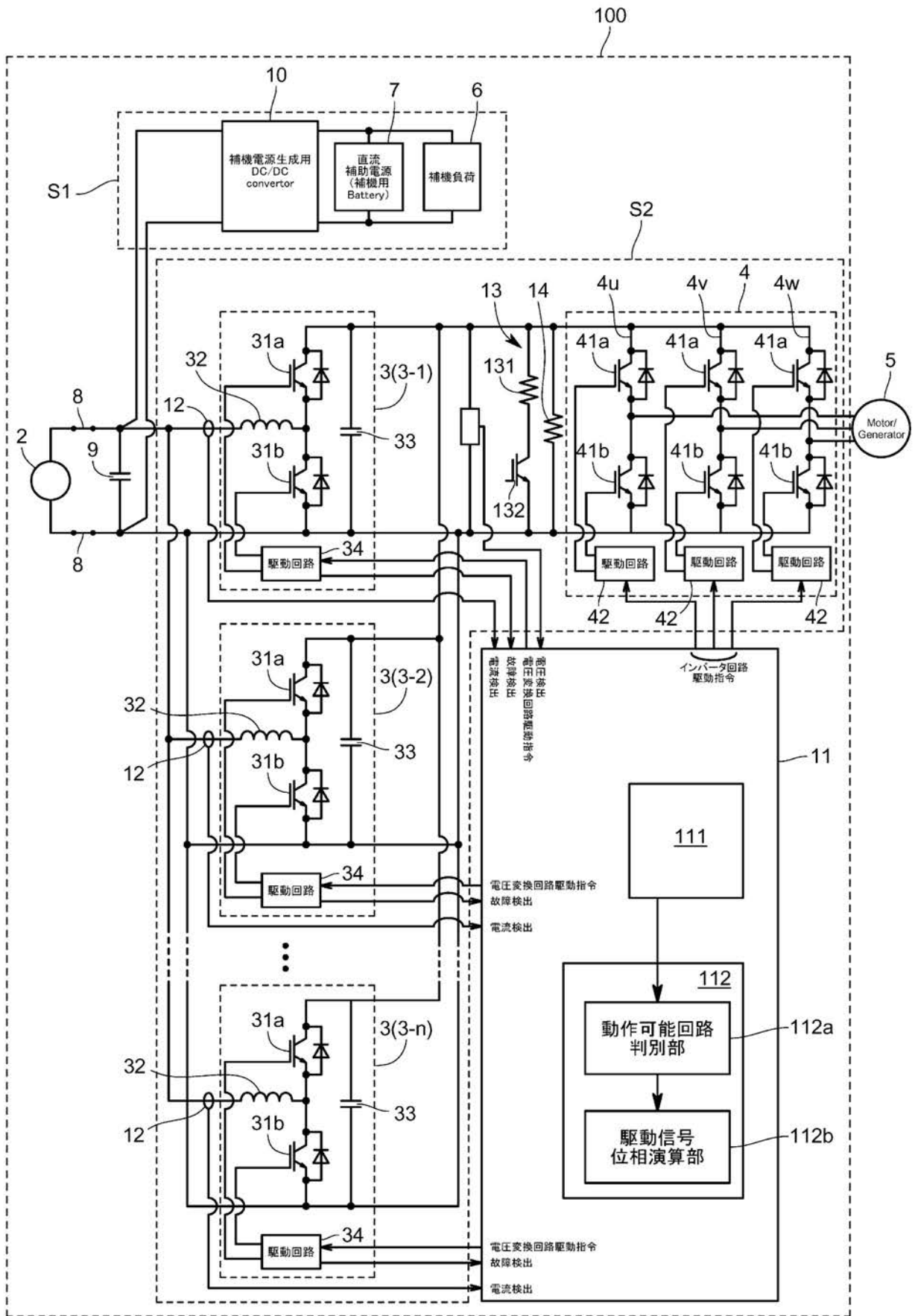
【 符号の説明 】

【 0 0 4 5 】

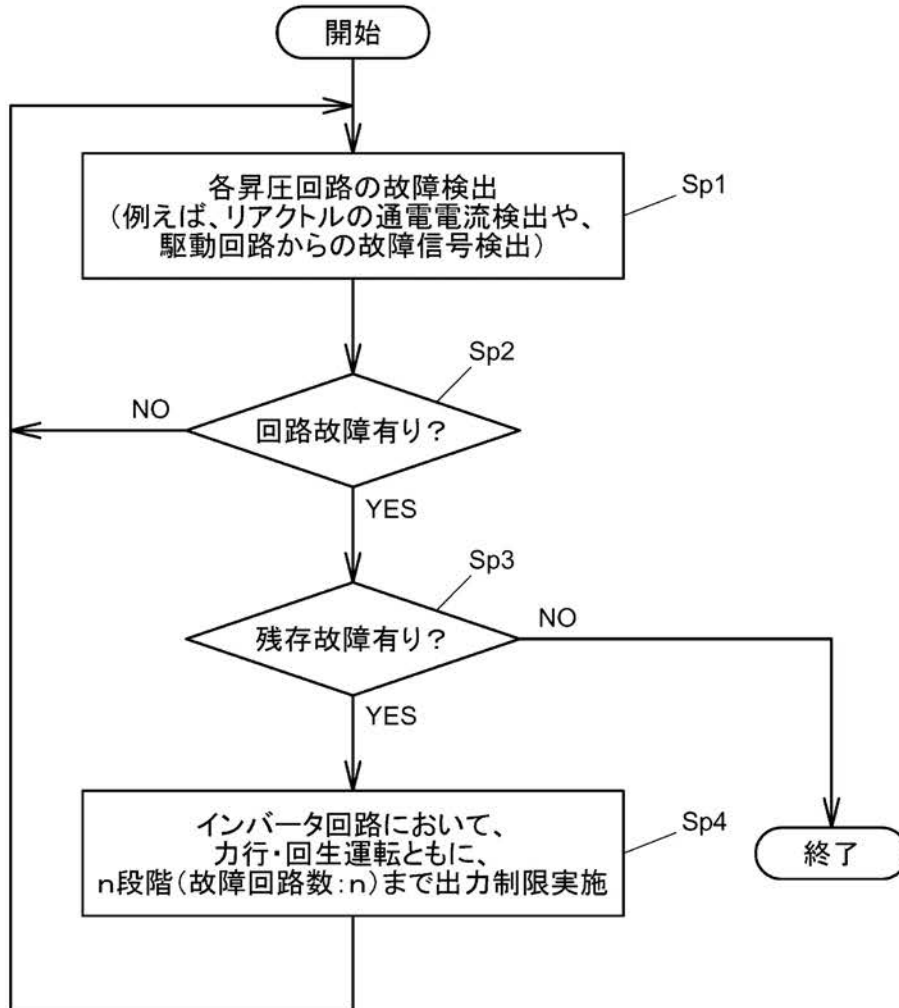
- 1 0 0 . . . 電動車用電力変換システム
- 2 . . . 直流主電源
- 3 . . . 昇圧回路
- 3 2 . . . リアクトル
- 3 3 . . . 平滑コンデンサ
- 3 4 . . . 駆動回路
- 4 . . . インバータ回路
- 5 . . . モータジェネレータ
- 6 . . . 補機
- 7 . . . 直流補助電源
- 1 1 . . . 制御回路
- 1 2 . . . 電流検出部

30

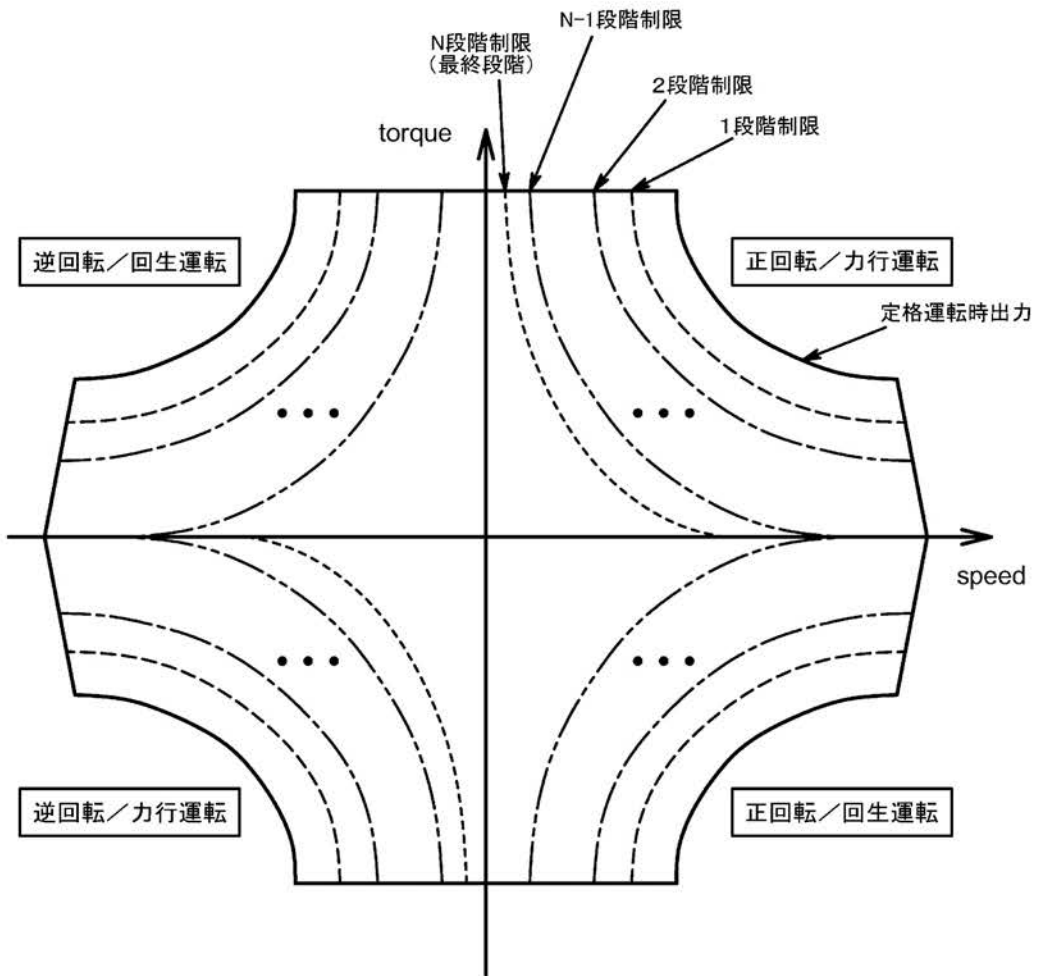
【図1】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 村山 芳也
神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2 - 7 株式会社サムスン日本研究所内
- (72)発明者 山根 太志
神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2 - 7 株式会社サムスン日本研究所内
- (72)発明者 村岡 充敏
神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2 - 7 株式会社サムスン日本研究所内
- (72)発明者 吉田 太郎
神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2 - 7 株式会社サムスン日本研究所内
- (72)発明者 古澤 賢治
神奈川県横浜市鶴見区菅沢町2 - 7 株式会社サムスン日本研究所内

F ターム(参考) 5H125 AA01 AC12 BB05 BB07 EE12 EE16
5H730 AA20 AS04 AS08 AS13 BB13 BB14 BB84 BB86 BB89 BB98
DD03 DD04 DD41 EE13 EE57 EE59 FD01 FD51 FF09 FG05
FG12 FG26 XX04 XX15 XX24 XX35 XX43