

(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2017-175747

(P2017-175747A)

(43) 公開日 平成29年9月28日 (2017.9.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO2M 7/48 (2007.01)</b>	HO2M 7/48 S	5H770
	HO2M 7/48 F	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-57954 (P2016-57954)  
 (22) 出願日 平成28年3月23日 (2016.3.23)

(71) 出願人 000004695  
 株式会社 S O K E N  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地  
 (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 伊藤 満孝  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式  
 会社日本自動車部品総合研究所内  
 (72) 発明者 高橋 芳光  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式  
 会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

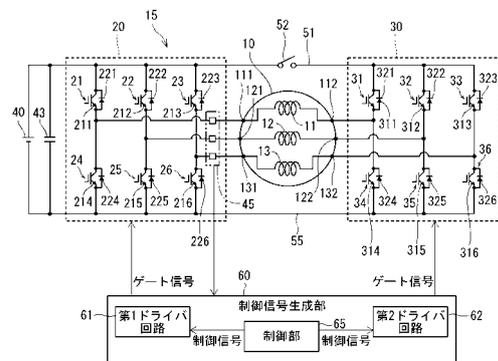
(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 回転電機の最大トルクを向上可能な電力変換装置を提供する。

【解決手段】 電力変換装置 15 の第 1 インバータ 20 は、コイル 11、12、13 の一端 111、121、131 とバッテリー 40 とに接続される。第 2 インバータ 30 は、コイル 11、12、13 の他端 112、122、132 に接続される。高電位側接続線 51 は、バッテリー 40 の正極側と、第 1 上アーム素子 21 ~ 23 の高電位側と、第 2 上アーム素子 31 ~ 33 の高電位側とを接続する。低電位側接続線 55 は、バッテリー 40 の負極側と、第 1 下アーム素子の 24 ~ 26 の低電位側と、第 2 下アーム素子 34 ~ 36 の低電位側とを接続する。制御部 65 は、モータジェネレータ 10 のトルクが切替閾値  $t r q\_t h$  より大きい場合、コイル 11 ~ 13 に不平衡電流が流れるように制御する不平衡制御とする。これにより、出力可能な最大トルクを向上可能である。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数相のコイル（11、12、13）を有する回転電機（10）の電力を変換する電力変換装置であって、

高電位側に設けられる第1上アーム素子（21～23）、および、前記第1上アーム素子の低電位側に設けられる第1下アーム素子（24～26）を相毎に有し、前記コイルの一端（111、121、131）と電圧源（40）とに接続される第1インバータ（20）と、

高電位側に設けられる第2上アーム素子（31～33）、および、前記第2上アーム素子の低電位側に設けられる第2下アーム素子（34～36）を相毎に有し、前記コイルの他端（112、122、132）に接続される第2インバータ（30）と、

前記電圧源の正極側と、前記第1上アーム素子の高電位側と、前記第2上アーム素子の高電位側とを接続する高電位側接続線（51）と、

前記電圧源の負極側と、前記第1下アーム素子の低電位側と、前記第2下アーム素子の低電位側とを接続する低電位側接続線（55）と、

前記第1インバータおよび前記第2インバータを制御する制御部（65）と、  
を備え、

前記制御部は、前記回転電機のトルクが切替閾値以下の場合、前記コイルに平衡電流が流れるように制御する平衡制御とし、前記回転電機のトルクが前記切替閾値より大きい場合、前記コイルに不平衡電流が流れるように制御する不平衡制御とする電力変換装置。

## 【請求項 2】

前記高電位側接続線および前記低電位側接続線の少なくとも一方には、前記第1インバータ側と前記第2インバータ側とを断接可能な開閉器（52、56）が設けられる請求項1に記載の電力変換装置。

## 【請求項 3】

前記平衡制御を行う駆動領域である平衡制御領域は、低回転数側の第1領域および前記第1領域より高回転数側の第2領域を含み、

前記不平衡制御を行う領域を第3領域とすると、

前記制御部は、

前記回転電機の駆動要求が前記第1領域である場合、少なくとも1つの前記開閉器を開とし、前記第2インバータを中性点化し、前記駆動要求に応じて前記第1インバータを制御するY結線制御とし、

前記駆動要求が前記第2領域または前記第3領域である場合、全ての前記開閉器を閉とし、前記コイルに印加する電圧を相毎に制御するブリッジ制御とする請求項2に記載の電力変換装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電力変換装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、巻線切替機能付インバータが知られている。例えば、特許文献1では、2組のインバータ回路と2個のスイッチを設けることで、Y接続運転と 接続運転とを切り替えている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開平1-34198号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

特許文献 1 では、インバータ回路の制御方法として P W M 制御以外の制御については、なんら言及されていない。

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、回転電機の最大トルクを向上可能な電力変換装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 5 】

本発明の電力変換装置は、複数相のコイル ( 1 1 、 1 2 、 1 3 ) を有する回転電機 ( 1 0 ) の電力を変換するものであって、第 1 インバータ ( 2 0 ) と、第 2 インバータ ( 3 0 ) と、高電位側接続線 ( 5 1 ) と、低電位側接続線 ( 5 5 ) と、制御部 ( 6 5 ) と、を備える。

10

## 【 0 0 0 6 】

第 1 インバータは、高電位側に設けられる第 1 上アーム素子 ( 2 1 ~ 2 3 ) 、および、第 1 上アーム素子の低電位側に設けられる第 1 下アーム素子 ( 2 4 ~ 4 6 ) を相毎に有し、コイルの一端 ( 1 1 1 、 1 2 1 、 1 3 1 ) と電圧源 ( 4 0 ) とに接続される。

第 2 インバータは、高電位側に設けられる第 2 上アーム素子 ( 3 1 ~ 3 3 ) 、および、第 2 上アーム素子の低電位側に設けられる第 2 下アーム素子 ( 3 4 ~ 3 6 ) を相毎に有し、コイルの他端 ( 1 1 2 、 1 2 2 、 1 3 2 ) に接続される。

## 【 0 0 0 7 】

高電位側接続線は、電圧源の正極側と、第 1 上アーム素子の高電位側と、第 2 上アーム素子の高電位側とを接続する。

20

低電位側接続線は、電圧源の負極側と、第 1 下アーム素子の低電位側と、第 2 下アーム素子の低電位側とを接続する。

制御部は、第 1 インバータおよび第 2 インバータを制御する。

制御部は、回転電機のトルクが切替閾値以下の場合、コイルに平衡電流が流れるように制御する平衡制御とし、回転電機のトルクが切替閾値より大きい場合、コイルに不平衡電流が流れるように制御する。

## 【 0 0 0 8 】

本発明では、高電位側接続線および低電位側接続線にて、第 1 インバータと第 2 インバータとを接続することで、それぞれの相を独立のブリッジ回路とみなし、コイルの印加電圧を相毎に制御するブリッジ制御が可能である。ブリッジ制御とすることで、電流制御の自由度が高まり、コイルに不平衡電流を通電することができる。平衡制御に替えて不平衡制御とすることで、出力可能な最大トルクを向上可能である。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態による電力変換装置を示す概略構成図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態によるモータジェネレータの駆動領域を説明する説明図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態による Y 結線制御をよびブリッジ制御を説明する説明図である。

40

【図 4】本発明の第 1 実施形態によるブリッジ制御時の U 相の回路図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態によるブリッジ制御を説明する説明図である。

【図 6】本発明の第 1 実施形態による平衡ブリッジ制御時の動作を説明する説明図である。

【図 7】本発明の第 1 実施形態による不平衡ブリッジ制御時の動作を説明する説明図である。

【図 8】本発明の第 2 実施形態による電力変換装置を示す概略構成図である。

【図 9】本発明の第 3 実施形態による電力変換装置を示す概略構成図である。

【図 10】本発明の第 4 実施形態による電力変換装置を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 1 0 】

以下、本発明による電力変換装置を図面に基づいて説明する。以下、複数の実施形態において、実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

## (第1実施形態)

本発明の第1実施形態による電力変換装置を図1～図7に示す。

図1に示すように、回転電機駆動システム1は、回転電機としてのモータジェネレータ10、および、電力変換装置15を備える。

## 【 0 0 1 1 】

モータジェネレータ10は、例えば電気自動車やハイブリッド車両等の電動自動車に適用され、図示しない駆動輪を駆動するためのトルクを発生する、所謂「主機モータ」である。モータジェネレータ10は、駆動輪を駆動するための電動機としての機能、および、図示しないエンジンや駆動輪から伝わる運動エネルギーによって駆動されて発電する発電機としての機能を有する。本実施形態では、モータジェネレータ10が電動機として機能する場合を中心に説明する。

10

## 【 0 0 1 2 】

モータジェネレータ10は、3相交流の回転機であって、U相コイル11、V相コイル12、および、W相コイル13を有する。以下適宜、U相コイル11、V相コイル12およびW相コイル13を「コイル11～13」という。また、U相コイル11に流れる電流をU相電流 $I_u$ 、V相コイル12に流れる電流をV相電流 $I_v$ 、W相コイル13に流れる電流をW相電流 $I_w$ とする。コイル11～13に流れる電流について、第1インバータ20側から第2インバータ30側に流れる電流を正、第2インバータ30側から第1インバータ20側に流れる電流を負とする。

20

## 【 0 0 1 3 】

電力変換装置15は、モータジェネレータ10の電力を変換するものであって、第1インバータ20、第2インバータ30、高電位側接続線51、低電位側接続線55、および、制御部65等を備える。

第1インバータ20は、コイル11～13の通電を切り替える3相インバータであり、スイッチング素子21～26を有する。第2インバータ30は、コイル11～13の通電を切り替える3相インバータであり、スイッチング素子31～36を有する。

スイッチング素子21は、トランジスタ211およびダイオード221を有する。スイッチング素子22～26、31～36も同様に、それぞれ、トランジスタ212～216、311～316、および、ダイオード222～226、321～326を有する。

30

## 【 0 0 1 4 】

トランジスタ211～216、311～316は、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）であって、制御部65によってオンオフ作動が制御される。トランジスタ211～216、311～316は、オンされたときに高電位側から低電位側への通電が許容され、オフされたときに通電が遮断される。トランジスタ211～216、311～316は、IGBTに限らず、MOSFET等であってもよい。

## 【 0 0 1 5 】

ダイオード221～226、321～326は、トランジスタ211～216、311～316のそれぞれと並列に接続され、低電位側から高電位側への通電を許容する還流ダイオードである。例えば、ダイオード221～226、321～326は、例えば、MOSFETの寄生ダイオード等のように、トランジスタ211～216、311～316に内蔵されていてもよいし、外付けされたものであってもよい。

40

## 【 0 0 1 6 】

第1インバータ20において、高電位側にスイッチング素子21～23が接続され、低電位側にスイッチング素子24～26が接続される。また、スイッチング素子21～23の高電位側はバッテリー40の正極と接続され、スイッチング素子24～26の低電位側はバッテリー40の負極と接続される。

## 【 0 0 1 7 】

50

U相のスイッチング素子21、24の接続点にはU相コイル11の一端111が接続され、V相のスイッチング素子22、25の接続点にはV相コイル12の一端121が接続され、W相のスイッチング素子23、26の接続点にはW相コイル13の一端131が接続される。すなわち、第1インバータ20は、コイル11、12、13の一端111、121、131とバッテリー40との間に接続される。

#### 【0018】

第2インバータ30において、高電位側にスイッチング素子31～33が接続され、低電位側にスイッチング素子34～36が接続される。

U相のスイッチング素子31、34の接続点にはU相コイル11の他端112が接続され、V相のスイッチング素子32、35の接続点にはV相コイル12の他端122が接続され、W相のスイッチング素子33、36の接続点にはW相コイル13の他端132が接続される。

10

#### 【0019】

以下適宜、第1インバータ20において、高電位側に接続されるスイッチング素子21～23を「第1上アーム素子」、低電位側に接続されるスイッチング素子24～26を「第1下アーム素子」とする。また、第2インバータ30において、高電位側に接続されるスイッチング素子31～33を「第2上アーム素子」、低電位側に接続されるスイッチング素子34～36を「第2下アーム素子」とする。

#### 【0020】

バッテリー40は、第1インバータ20と接続される。本実施形態では、第2インバータ30側にはバッテリー等の電圧源が設けられていない。

20

コンデンサ43は、第1インバータ20とバッテリー40との間に接続される平滑コンデンサである。

電流検出部45は、相電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ を検出する。本実施形態では、電流検出部45として、ホール素子等の電流検出素子が各相に設けられる。

#### 【0021】

高電位側接続線51は、バッテリー40の正極側と、第1上アーム素子21～23の高電位側と、第2上アーム素子31～33の高電位側とを接続する。換言すると、高電位側接続線51は、モータジェネレータ10を経由せずに、インバータ20、30の高電位側を接続する接続配線である。

30

低電位側接続線55は、バッテリー40の負極側と、第1下アーム素子24～26の低電位側と、第2下アーム素子34～36の低電位側とを接続する。換言すると、低電位側接続線55は、モータジェネレータ10を経由せずに、インバータ20、30の低電位側を接続する接続配線である。

#### 【0022】

高電位側接続線51には、第1インバータ20側と第2インバータ30側との導通および遮断を切替可能な開閉器52が設けられる。開閉器52は、第1インバータ20側と第2インバータ30側との導通および遮断を切替可能であれば、機械式のものであってもよいし、半導体スイッチ等であってもよい。

40

#### 【0023】

制御信号生成部60は、第1ドライバ回路61、第2ドライバ回路62、および、制御部65を有する。

制御部65は、マイコンを主体として構成され、各種演算処理を行う。制御部65における各処理は、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であってもよいし、専用の電子回路によるハードウェア処理であってもよい。

制御部65は、第1インバータ20および第2インバータ30を制御する。具体的には、トルク指令値 $t_rq^*$ や電流指令値 $I_u^*$ 、 $I_v^*$ 、 $I_w^*$ 等のモータジェネレータ10の駆動に係る指令値に基づき、スイッチング素子21～26、31～36のトランジスタ211～216、311～316のオンオフ作動を制御する制御信号を生成し、ドライバ回路61、62に出力する。

50

## 【 0 0 2 4 】

第1ドライバ回路61は、制御部65からの制御信号に応じ、トランジスタ211～216のオンオフ作動を制御するゲート信号を生成して出力する。第2ドライバ回路62は、制御部65からの制御信号に応じ、トランジスタ311～316のオンオフ作動を制御するゲート信号を生成して出力する。トランジスタ211～216、311～316が制御信号に応じてオンオフされることで、バッテリー40の直流電力が交流電力に変換され、モータジェネレータ10へ供給される。これにより、モータジェネレータ10の駆動は、第1インバータ20および第2インバータ30を介して、制御部65に制御される。

## 【 0 0 2 5 】

以下適宜、スイッチング素子21～26、31～36のトランジスタ211～216、311～316のオンオフ作動を制御することを、単にスイッチング素子21～26、31～36のオンオフ作動を制御する、という。本実施形態では、スイッチング素子21～26、31～36は、ドライバ回路61、62により、それぞれ独立してオンオフを制御可能である。

10

## 【 0 0 2 6 】

モータジェネレータ10の駆動制御を説明する。本実施形態では、モータジェネレータ10の回転数およびトルクを「駆動要求」とする。図2に示すように、モータジェネレータ10の回転数およびトルクに応じ、駆動領域を第1領域R1、第2領域R2、第3領域R3の3領域に分ける。第1領域R1は、トルクが切替閾値 $t_{rq\_th}$ 以下であって、低回転数側の領域である。第2領域R2は、トルクが切替閾値 $t_{rq\_th}$ 以下であって、高回転数側の領域である。領域R1、R2の境界値 $B_{th}$ は、後述するY結線制御にて出力可能な上限値とする。境界値 $B_{th}$ は、いずれも後述するY結線制御の効率と3相平衡ブリッジ駆動の効率とに基づき、Y結線制御にて出力可能な上限値より低出力側の値としてもよい。

20

第3領域R3は、トルクが切替閾値 $t_{rq\_th}$ より大きい領域とする。切替閾値 $t_{rq\_th}$ は、コイル11～13の電流を3相平衡電流としたときに出力可能な上限値である。ここで、3相平衡電流は、相電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ の3相和の絶対値が0とみなせる程度の所定値以下であるものとする。

## 【 0 0 2 7 】

モータジェネレータ10のトルクおよび回転数が第1領域R1のとき、制御部65は、コイル11～13がY結線状態となるようにスイッチング素子21～26、31～36および開閉器52を制御する。コイル11～13がY結線状態となるような制御を、「Y結線制御」とする。具体的には、図3(a)に示すように、開閉器52を開とし、第2上アーム素子31～33の全相をオン、第2下アーム素子34～36の全相をオフし、第2インバータ30を中性点化する。第1インバータ20において、スイッチング素子21～26は、例えばPWM制御等により、モータジェネレータ10の駆動要求に応じて制御される。例えば、第2インバータ30が中性点化され、第1インバータ20のスイッチング素子21、25、26がオンされているとき、矢印A1で示す経路を電流が流れる。

30

## 【 0 0 2 8 】

モータジェネレータ10のトルクおよび回転数が第2領域R2または第3領域R3のとき、開閉器52を閉とする。図4に示すように、開閉器52を閉とすることで、それぞれの相を独立したHブリッジ回路とみなすことができる。それぞれの相を独立したHブリッジ回路とみなし、相毎に印加電圧を制御することを「ブリッジ制御」とする。例えば、ブリッジ制御により、スイッチング素子21、25、26、32、33、34がオンされているとき、図3(b)に矢印A2で示す経路の電流が流れる。

40

## 【 0 0 2 9 】

ブリッジ制御の詳細を図5に基づいて説明する。以下、U相を中心に説明するが、V相およびW相については、位相がずれている点を除き、略同様である。図5(a)に矢印A11に示すように、コイル11に正方向の電流を流す場合、第1上アーム素子21および第2下アーム素子34をオン、第1下アーム素子24および第2上アーム素子31をオフ

50

にする。

【0030】

図5(b)に矢印A12に示すように、コイル12に負方向の電流を流す場合、第1下アーム素子24および第2上アーム素子31をオン、第1上アーム素子21および第2下アーム素子34をオフにする。

なお、スイッチング素子21、24、31、34のオンオフ状態が、図5(a)、(b)に示すパターン以外の場合、通電方向に応じた還流電流が流れる。

【0031】

本実施形態では、スイッチング素子21~26、31~36を独立してオンオフ切り替え可能であるので、3相を独立したHブリッジ回路として制御することで、電流制御の自由度が高まる。

以下、コイル11~13に3相平衡の電流が流れるようにブリッジ制御することを「平衡ブリッジ制御」、3相不平衡の電流が流れるようにブリッジ制御することを「不平衡ブリッジ制御」とする。

【0032】

モータジェネレータ10のトルクおよび回転数が第2領域R2のとき、開閉器52を閉とし、コイル11~13に3相平衡の電流が流れるように、平衡ブリッジ制御とする。ここで、Y結線制御および平衡ブリッジ制御では、コイル11~13に平衡電流が通電されるように制御するので、「平衡制御」である、といえる。平衡制御を行う領域R1、R2を「平衡領域」とする。

【0033】

図6は、平衡ブリッジ制御を行う場合の例である。図6では、(a)が相電流 $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ 、(b)がトルク、(c)がU相電圧 $V_u$ である。U相電圧 $V_u$ は、コイル11の第2インバータ30側を基準としたときの、第1インバータ20側の電位とする。また、図6(d)は第1上アーム素子21、(e)は第1下アーム素子24、(f)は第2上アーム素子31、(g)は第2下アーム素子34のスイッチングパターンである。図6中では、スイッチング素子21を「U1上」、スイッチング素子24を「U1下」、スイッチング素子31を「U2上」、スイッチング素子34を「U2下」と記載する。図7も同様とする。

【0034】

正のU相電圧 $V_u$ を印加するとき、駆動要求に応じたPWM制御により、第1インバータ20のスイッチング素子21、24を相補的にオンオフする。また、第2上アーム素子31をオフ、第2下アーム素子34をオンにする。これにより、U相コイル11には、正の電流が流れる。

負のU相電圧 $V_u$ を印加するとき、第1上アーム素子21をオフ、第1下アーム素子24をオンにする。また、駆動要求に応じたPWM制御により、第2インバータ30のスイッチング素子31、34を相補的にオンオフする。これにより、U相コイル11には、負の電流が流れる。

V相およびW相は、120°ずつ位相がずれた同様のスイッチングパターンとする。

これにより、図6(a)に示すように、コイル11~13には、3相平衡の電流が流れる。

【0035】

本実施形態では、開閉器52の開閉の切り替えと、スイッチング素子21~26、31~36のオンオフ制御を変更することで、Y結線制御と平衡ブリッジ制御とを切り替え可能である。Y結線制御に変えて、平衡ブリッジ制御とすることで、より高回転数側の領域を出力可能である。図6(b)および図7(b)に示すように、3相平衡電流をコイル11~13に流すことで、3相不平衡電流を流す場合と比較し、トルク変動を抑制可能である。

【0036】

モータジェネレータ10のトルクおよび回転数が第3領域R3のとき、開閉器52を閉

10

20

30

40

50

とし、不平衡ブリッジ制御とする。本実施形態では、不平衡ブリッジ制御が「不平衡制御」に対応し、不平衡ブリッジ制御を行う第3領域R3を「不平衡領域」とする。

コイル11~13に流れる電流を3相平衡の正弦波電流に替えて不平衡電流とすることで、出力可能なトルクを高めることができるので、平衡電流では出力できない第3領域R3のトルクを出力可能である。

#### 【0037】

図7は、第3領域R3のトルクを出力すべく、不平衡ブリッジ制御を行う場合の例である。図7(a)に示すように、第3領域R3のトルクを出力する場合、正弦波電流に替えて、台形波の電流がコイル11~13に流れるように制御する。

コイル11に正方向の電流を流すとき、スイッチング素子21、34を駆動要求に応じたデューティでスイッチングし、スイッチング素子24、31をオフにする。

U相電流 $I_u$ を正から負に切り替えるタイミング $X_{u1}$ において、スイッチング素子24、31をオン、スイッチング素子21、34をオフに切り替える。タイミング $X_{u1}$ は、電気角が $180^\circ$ となるタイミングとする。還流等を防ぐため、U相電流 $I_u$ が所望の値となるまでの間は、スイッチング素子24、31をオン、スイッチング素子21、34のスイッチング状態を継続する。このスイッチング状態の継続期間は、モータジェネレータ10のインダクタンス $L$ 等によって決まる。U相電流 $I_u$ が所望の値となった後は、スイッチング素子24、31を駆動要求に応じたデューティでスイッチングする。

#### 【0038】

U相電流 $I_u$ を負から正に切り替えるタイミング $X_{u2}$ において、スイッチング素子21、34をオン、24、31をオフに切り替える。タイミング $X_{u2}$ は、電気角が $0^\circ$ となるタイミングとする。還流等を防ぐために、スイッチング素子21、34がオン、スイッチング素子24、31がオフの状態を、U相電流 $I_u$ が所望の値となるまでの間、継続する点については、タイミング $X_{u1}$ での切り替え時と同様である。

V相およびW相は、 $120^\circ$ ずつ位相がずれた同様のスイッチングパターンとする。

#### 【0039】

3相不平衡の台形波電流をコイル11~13に流すことで、図7(b)に実線 $trq_b$ で示すように、破線で示す3相平衡の正弦波電流を流した場合のトルク $trq_s$ と比較し、脈動はあるものの、平均として大きなトルクを出力することができる。また、3相平衡の正弦波電流を流す場合と比較し、瞬間的な最大トルクを大きくすることができる。

#### 【0040】

以上説明したように、本実施形態の電力変換装置15は、複数相のコイル11~13を有するモータジェネレータ10の電力を変換するものであって、第1インバータ20と、第2インバータ30と、高電位側接続線51と、低電位側接続線55と、制御部65と、を備える。

#### 【0041】

第1インバータ20は、高電位側に設けられる第1上アーム素子21~23、および、第1上アーム素子21~23の低電位側に設けられる第1下アーム素子24~26を相毎に有し、コイル11、12、13の一端111、121、131とバッテリー40とに接続される。

第2インバータ30は、高電位側に設けられる第2上アーム素子31~33、および、第2上アーム素子31~33の低電位側に設けられる第2下アーム素子34~36を相毎に有し、コイル11、12、13の他端112、122、132に接続される。

#### 【0042】

高電位側接続線51は、バッテリー40の正極側と、第1上アーム素子21~23の高電位側と、第2上アーム素子31~33の高電位側とを接続する。

低電位側接続線55は、バッテリー40の負極側と、第1下アーム素子24~26の低電位側と、第2下アーム素子34~36の低電位側とを接続する。

#### 【0043】

制御部65は、第1インバータ20および第2インバータ30を制御する。

10

20

30

40

50

制御部 65 は、モータジェネレータ 10 のトルクが切替閾値  $t_{rq\_th}$  以下の場合、コイル 11 ~ 13 に平衡電流が流れるように制御する平衡制御とする。制御部 65 は、モータジェネレータ 10 のトルクが切替閾値  $t_{rq\_th}$  より大きい場合、コイル 11 ~ 13 に不平衡電流が流れるように制御する不平衡制御とする。

#### 【0044】

本実施形態では、高電位側接続線 51 および低電位側接続線 55 にて、第 1 インバータ 20 と第 2 インバータ 30 とを接続することで、それぞれの相を独立のブリッジ回路とみなし、コイルの印加電圧を相毎に制御するブリッジ制御が可能である。ブリッジ制御とすることで、電流制御の自由度が高まり、コイル 11 ~ 13 に不平衡電流を通電することができる。平衡制御に替えて不平衡制御とすることで、出力可能な最大トルクを向上可能である。

10

#### 【0045】

高電位側接続線 51 および低電位側接続線 55 の少なくとも一方には、第 1 インバータ 20 側と第 2 インバータ 30 側とを断接可能な開閉器 52 が設けられる。本実施形態では、開閉器 52 は、高電位側接続線 51 に設けられる。開閉器 52 を設け、高電位側接続線 51 および低電位側接続線 55 の少なくとも一方にて第 1 インバータ 20 側と第 2 インバータ 30 側とを切り離すことで、Y 結線制御が可能となる。

本実施形態では、高電位側接続線 51 に開閉器 52 を設け、低電位側接続線 55 の開閉器を省略することで、高電位側接続線 51 および低電位側接続線 55 の両方に開閉器を設ける場合と比較し、部品点数を低減可能である。

20

#### 【0046】

平衡制御を行う駆動領域である平衡制御領域は、低回転数側の第 1 領域 R1、および、第 1 領域 R1 より高回転数側の第 2 領域 R2 を含む。また、不平衡制御を行う領域を第 3 領域 R3 とする。

モータジェネレータ 10 の駆動要求が第 1 領域 R1 である場合、開閉器 52 を開とし、第 2 インバータ 30 を中性点化し、駆動要求に応じて第 1 インバータ 20 を制御する Y 結線制御とする。

モータジェネレータ 10 の駆動要求が第 2 領域 R2 または第 3 領域 R3 である場合、開閉器 52 を閉とし、コイル 11 ~ 13 に印加する電圧を相毎に制御するブリッジ制御とする。

30

制御によって、高効率領域が異なる。そのため、駆動領域に応じて制御を切り替えることで、モータジェネレータ 10 の駆動効率を高めることができる。

#### 【0047】

(第 2 実施形態)

本発明の第 2 実施形態を図 8 に示す。

図 8 に示すように、本実施形態の回転電機駆動システム 2 は、モータジェネレータ 10、および、電力変換装置 16 を備える。

電力変換装置 16 では、低電位側接続線 55 に開閉器 56 が設けられており、高電位側接続線 51 の開閉器 52 が省略されている点が第 1 実施形態の電力変換装置 15 と異なる。

40

#### 【0048】

本実施形態では、駆動要求が第 1 領域 R1 であって、Y 結線制御を行う場合、開閉器 56 を開とし、第 2 下アーム素子 34 ~ 36 の全相をオンすることで、第 2 インバータ 30 を中性点化する。

駆動要求が第 2 領域 R2 または第 3 領域 R3 であって、ブリッジ制御を行う場合、開閉器 56 を閉とする。

その他の構造や制御の詳細は、第 1 実施形態と同様である。

このように構成しても、上記実施形態と同様の効果を奏する。

#### 【0049】

(第 3 実施形態)

50

本発明の第3実施形態を図9に示す。

図9に示すように、本実施形態の回転電機駆動システム3は、モータジェネレータ10、および、電力変換装置17を備える。

電力変換装置17では、高電位側接続線51に開閉器52が設けられ、低電位側接続線55に開閉器56が設けられる。

#### 【0050】

本実施形態では、駆動要求が第1領域R1であって、Y結線制御を行う場合、開閉器52、56の少なくとも一方を開とする。開閉器52を開、開閉器56を閉とする場合、第2上アーム素子31~33の全相をオンすることで第2インバータ30を中性点化し、開閉器52を閉、開閉器56を開とする場合、第2下アーム素子34~36の全相をオンすることで第2インバータ30を中性点化する。すなわち、開とする開閉器52、56に応じ、全相オンにするアームを選択する。

開閉器52、56を共に開にする場合、第2上アーム素子31~33の全相、または、第2下アーム素子34~36の全相のいずれをオンにしても、第2インバータ30を中性点化することができる。

駆動要求が第2領域R2または第3領域R3であって、ブリッジ制御を行う場合、開閉器52、56を共に閉とする。

その他の構造や制御の詳細は、第1実施形態と同様である。

このように構成しても、上記実施形態と同様の効果を奏する。

#### 【0051】

##### (第4実施形態)

本発明の第4実施形態を図10に示す。

図10に示すように、本実施形態の回転電機駆動システム4は、モータジェネレータ10、および、電力変換装置18を備える。

電力変換装置18では、第1実施形態の開閉器52が省略されている。すなわち、電力変換装置18では、高電位側接続線51および低電位側接続線55のいずれにも開閉器が設けられておらず、第1インバータ20側と第2インバータ30側とを切り離すことができない。そのため、本実施形態では、Y結線制御での駆動ができないので、図2の領域R1は、Y結線制御に替えて、平衡ブリッジ制御とする。

その他の構造や制御の詳細は、第1実施形態と同様である。

本実施形態では、高電位側接続線51および低電位側接続線55の開閉器を省略しているので、部品点数を低減することができる。また、Y結線制御ができない点を除き、上記実施形態と同様の効果を奏する。

#### 【0052】

##### (他の実施形態)

##### (ア)電圧源

上記実施形態では、第1電圧源および第2電圧源として、リチウムイオン電池等を例示した。他の実施形態では、第1電圧源および第2電圧源は、リチウムイオン電池以外の鉛蓄電池、燃料電池等であってもよい。

##### (イ)回転電機

上記実施形態では、回転電機はモータジェネレータである。他の実施形態では、回転電機は、発電機の機能を持たない電動機であってもよいし、電動機の機能を持たない発電機であってもよい。また、上記実施形態の回転電機は3相である。他の実施形態では、回転電機は、4相以上としてもよい。

また、上記実施形態では、回転電機が電動車両の主機モータである。他の実施形態では、回転電機は、主機モータに限らず、例えばスタータ機能とオルタネータ機能とを併せ持つ、所謂ISG(Integrated Starter Generator)や、補機モータであってもよい。また、電力変換装置を車両以外の装置に適用してもよい。

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。

10

20

30

40

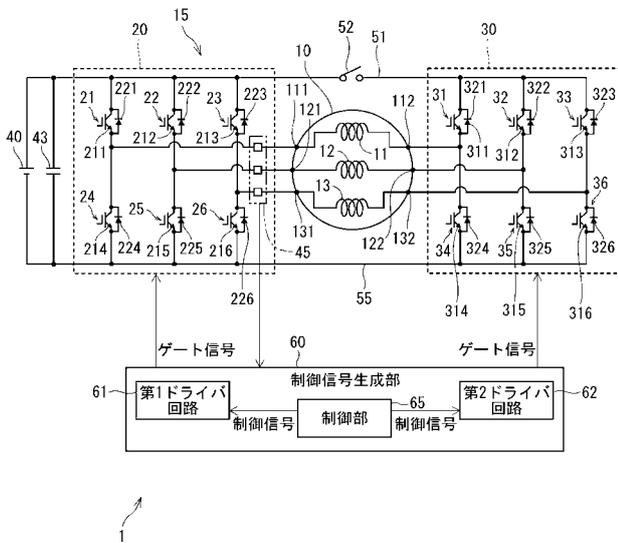
50

【符号の説明】

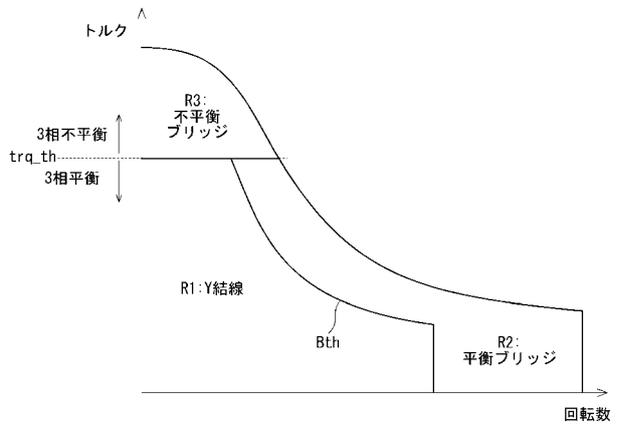
【0053】

- 10・・・モータジェネレータ（回転電機）
- 11～13・・・コイル（巻線）
- 15～18・・・電力変換装置
- 20・・・第1インバータ
- 21～23・・・第1上アーム素子
- 24～26・・・第1下アーム素子
- 30・・・第2インバータ
- 31～33・・・第2上アーム素子
- 34～36・・・第2下アーム素子
- 40・・・ 배터리（電圧源）
- 51・・・高電位側接続線
- 55・・・低電位側接続線
- 65・・・制御部

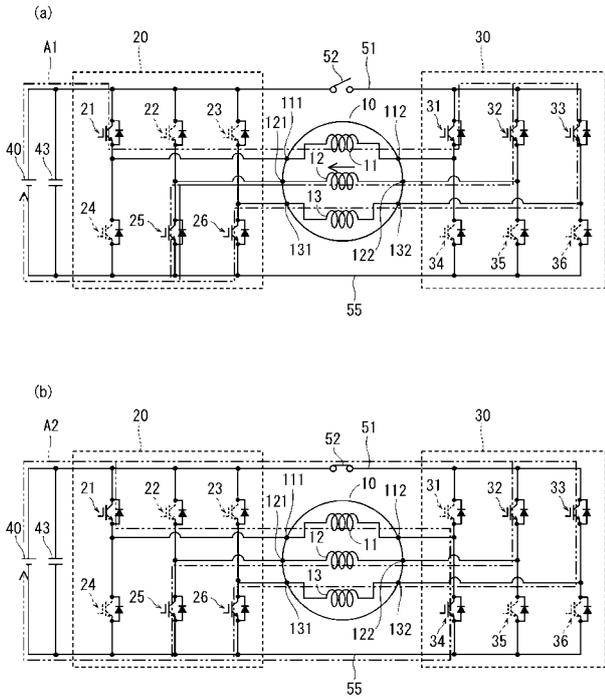
【図1】



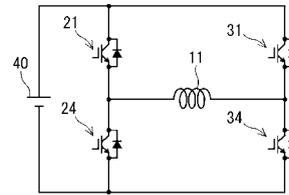
【図2】



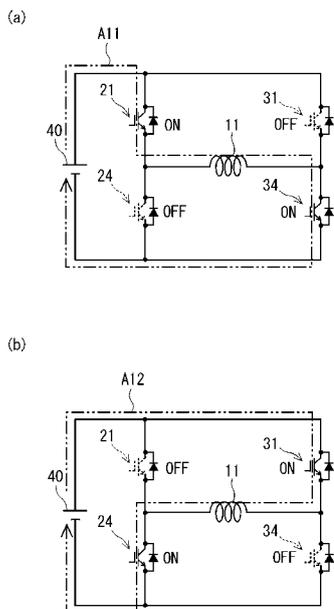
【 図 3 】



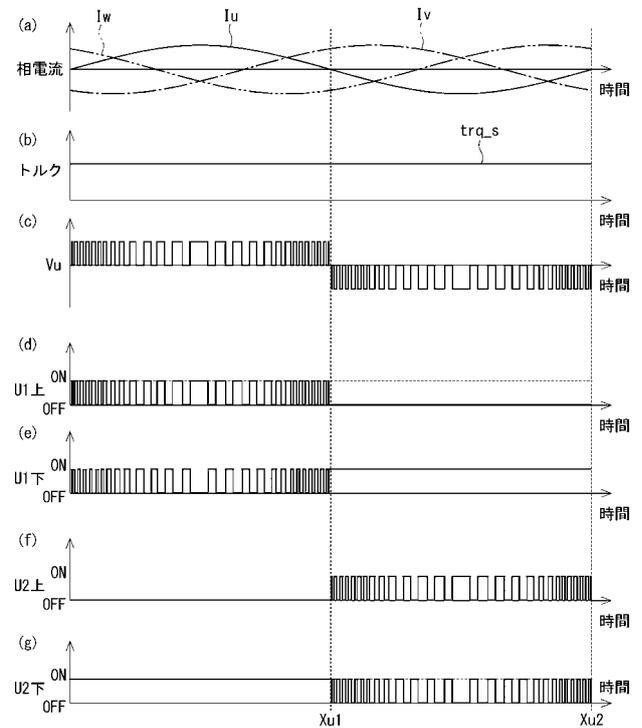
【 図 4 】



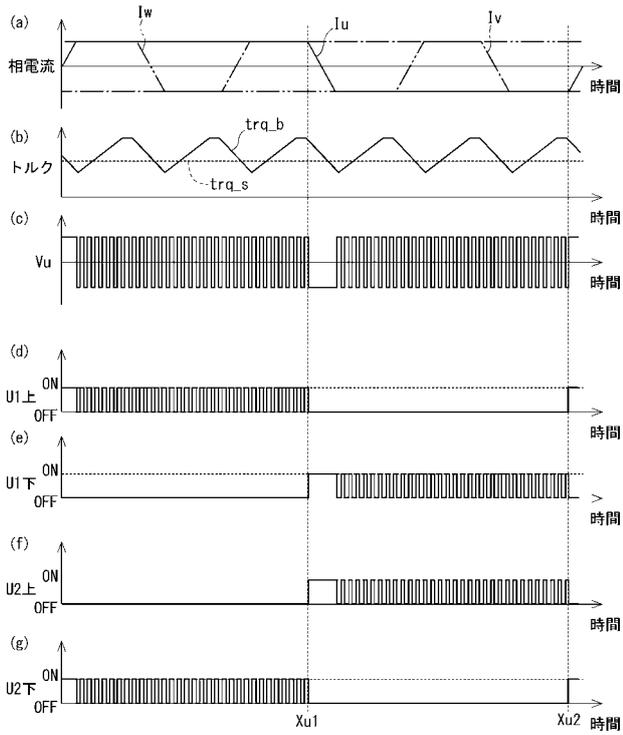
【 図 5 】



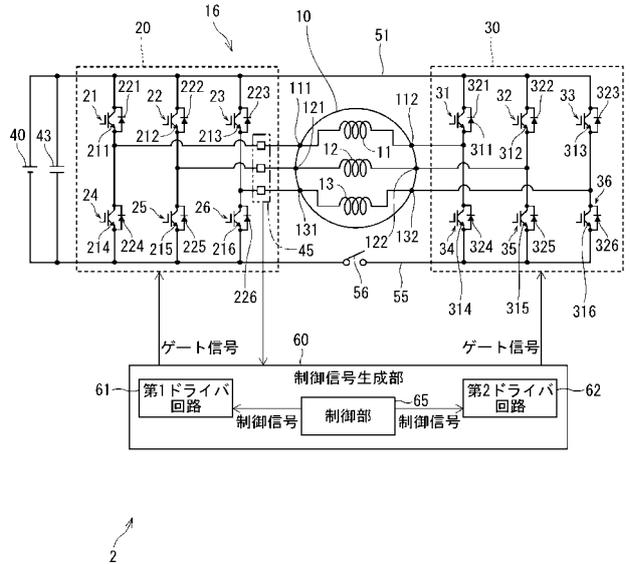
【 図 6 】



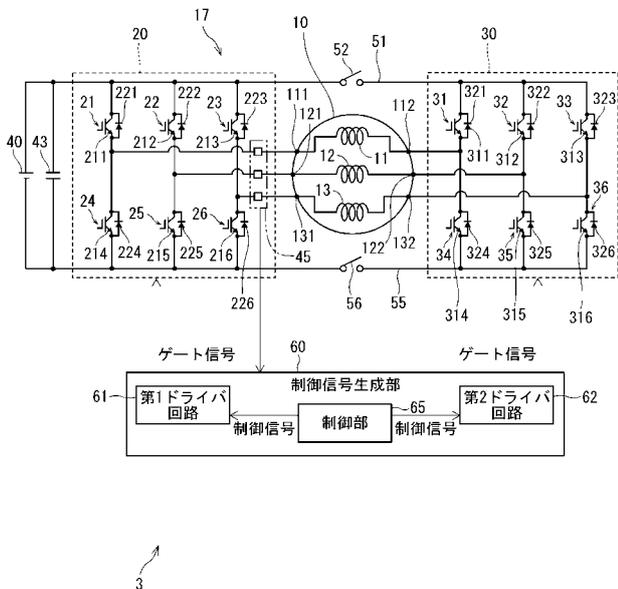
【図7】



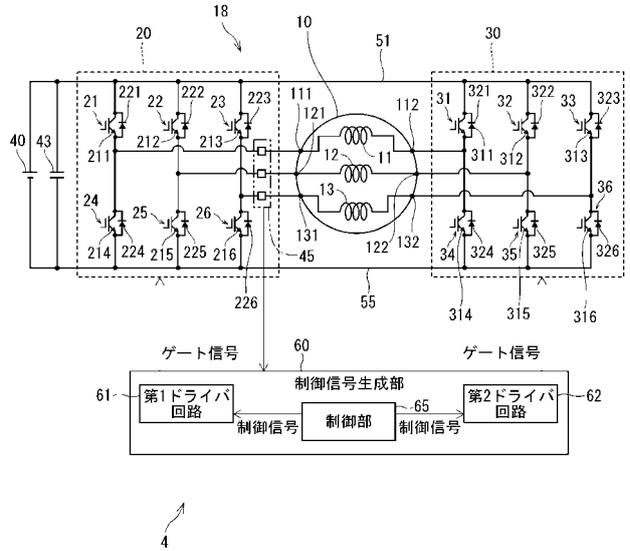
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 剛

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) 5H770 BA02 CA06 DA03 DA24 DA30 DA41 EA01 EA27 HA02Y JA17W