

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02019/159835

発行日 令和3年3月11日(2021.3.11)

(43) 国際公開日 令和1年8月22日(2019.8.22)

| (51) Int. Cl. | | F I | テーマコード (参考) | |
|---------------|---------------|------------------|-------------|---------|
| HO2P | 27/06 | (2006.01) | HO2P 27/06 | 3D333 |
| HO2P | 29/028 | (2016.01) | HO2P 29/028 | 5H501 |
| HO2P | 25/16 | (2006.01) | HO2P 25/16 | 5H505 |
| HO2M | 7/48 | (2007.01) | HO2M 7/48 | M 5H770 |
| B62D | 5/04 | (2006.01) | B62D 5/04 | |

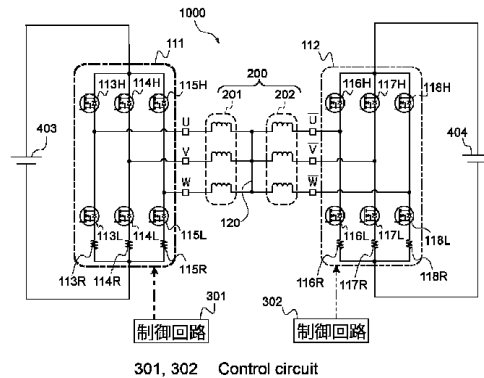
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

| | |
|---|--|
| 出願番号 特願2020-500454 (P2020-500454) | (71) 出願人 000232302 日本電産株式会社 京都府京都市南区久世殿城町338番地 |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP2019/004596 | (72) 発明者 大橋 弘光 京都府京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内 |
| (22) 国際出願日 平成31年2月8日(2019.2.8) | (72) 発明者 綱師 香織 京都府京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内 |
| (31) 優先権主張番号 特願2018-23429 (P2018-23429) | (72) 発明者 北村 高志 京都府京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内 |
| (32) 優先日 平成30年2月13日(2018.2.13) | Fターム(参考) 3D333 CB02 CB15 CD53 CD56 CD57 CD58 CD59 CE29 CE30 CE31 CE32 CE36 |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP) | 最終頁に続く |
| (31) 優先権主張番号 特願2018-152514 (P2018-152514) | |
| (32) 優先日 平成30年8月13日(2018.8.13) | |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP) | |

(54) 【発明の名称】 電力変換装置、駆動装置およびパワーステアリング装置

(57) 【要約】

電力変換装置は、直列接続される第1巻線部分と第2巻線部分とを有する各相の巻線を備えたモータに供給される電力に電源からの電力を変換する電力変換装置であって、上記第1巻線部分の一端に駆動電圧を印加する第1インバータと、上記第2巻線部分の一端に駆動電圧を印加する第2インバータと、上記第1巻線部分の他端から上記第2巻線部分の他端に至るいずれかの箇所を上記各相の巻線を接続した中性点機構と、上記第1インバータおよび上記第2インバータによる上記駆動電圧を、上記各相の巻線が上記中性点機構に接続された箇所における上記各相の巻線の電位が互いに同電位となる駆動電圧に制御する制御部と、を備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直列接続される第 1 巻線部分と第 2 巻線部分とを有する各相の巻線を備えたモータに供給される電力に電源からの電力を変換する電力変換装置であって、

前記第 1 巻線部分の一端に駆動電圧を印加する第 1 インバータと、

10

前記第 2 巻線部分の一端に駆動電圧を印加する第 2 インバータと、

前記第 1 巻線部分の他端から前記第 2 巻線部分の他端に至るいずれかの箇所では前記各相の巻線を接続した中性点機構と、

20

前記第 1 インバータおよび前記第 2 インバータによる前記駆動電圧を、前記各相の巻線が前記中性点機構に接続された箇所における前記各相の巻線の電位が互いに同電位となる駆動電圧に制御する制御部と、

を備える電力変換装置。

【請求項 2】

前記中性点機構はバスバーである請求項 1 に記載の電力変換装置。

30

【請求項 3】

前記電力変換装置が基板を備え、

前記中性点機構は、前記基板上に設けられた中性点回路である請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記第 1 巻線部分の前記一端と前記第 1 インバータとの接続・非接続を切替える第 1 開放リレーと、前記第 2 巻線部分の前記一端と前記第 2 インバータとの接続・非接続を切替える第 2 開放リレーと、

40

を備える請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記制御部は、

前記第 1 インバータと前記第 1 開放リレーとを制御する第 1 制御部と、

50

前記第 2 インバータと前記第 2 開放リレーとを制御する第 2 制御部と、

を備える請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記第 1 巻線部分の前記他端と前記第 2 巻線部分の前記他端との接続・非接続を切替える
中間開放リレーを備える請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

10

【請求項 7】

前記中間開放リレーとして、互いに直列に接続される、前記第 1 インバータ側の第 1 中間
開放リレーと前記第 2 インバータ側の第 2 中間開放リレーとを備える請求項 6 に記載の電
力変換装置。

【請求項 8】

前記制御部は、

20

前記第 1 インバータと前記第 1 中間開放リレーとを制御する第 1 制御部と、

前記第 2 インバータと前記第 2 中間開放リレーとを制御する第 2 制御部と、

を備える請求項 7 に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

前記電源は、それぞれ独立した第 1 電源および第 2 電源を備え、

30

前記第 1 インバータおよび前記第 1 制御部は前記第 1 電源から電力を供給され、

前記第 2 インバータおよび前記第 2 制御部は前記第 2 電源から電力を供給される請求項
5 または 8 に記載の電力変換装置。

40

【請求項 10】

前記第 1 インバータが実装された第 1 実装基板と、

前記第 2 インバータが実装された第 2 実装基板と、

を備える請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

50

【請求項 1 1】

請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置と、

前記電力変換装置に接続され、前記電力変換装置によって変換された電力が供給されるモータと、

を備える駆動装置。

【請求項 1 2】

前記電力変換装置は、前記第 1 インバータが実装された第 1 実装基板と、前記第 2 インバータが実装された第 2 実装基板とを備え、

前記モータは、前記第 1 巻線部分の前記一端と前記第 2 巻線部分の前記一端との双方が、前記第 1 実装基板および前記第 2 実装基板の一方に接続されると共に、前記双方が前記一方を貫通して他方に接続される請求項 1 1 に記載の駆動装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置と、

前記電力変換装置に接続され、前記電力変換装置によって変換された電力が供給されるモータと、

前記モータにより駆動されるパワーステアリング機構と、

を備えるパワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置、駆動装置およびパワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、2つのインバータによりモータの電力を変換するインバータ駆動システムが知られている。また、モータの各巻線の両端それぞれにインバータが接続され各巻線について独立に電力を供給するタイプのインバータ駆動システムも知られている。

【0003】

例えば特許文献 1 には 2つのインバータ部を有する電力変換装置が開示されている。特許文献 1 では、故障検出手段によりスイッチング素子の故障が検出される。そして、スイッチング素子に故障が生じた場合、回転電機(モータ)の駆動継続のため、スイッチング素子のオンオフ作動制御が正常時制御から故障時制御に切り替えられて回転電機が駆動される。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-192950号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、電力変換装置、駆動装置およびパワーステアリング装置における電力供給について、電源および制御回路を含んだ駆動系の全部あるいは一部の冗長化による電力供給の継続性の向上が求められる。特に、駆動系における故障などによって2つのインバータの一方側について制御あるいは動作が不能となった場合に、もう一方側で電力供給を継続することができる装置が望まれる。

10

【0006】

そこで本発明は、2つのインバータの一方側について制御あるいは動作が不能となった場合であっても他方のインバータで電力供給を継続することが可能な電力変換装置、駆動装置およびパワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る電力変換装置の一態様は、直列接続される第1巻線部分と第2巻線部分とを有する各相の巻線を備えたモータに供給される電力に電源からの電力を変換する電力変換装置であって、上記第1巻線部分の一端に駆動電圧を印加する第1インバータと、上記第2巻線部分の一端に駆動電圧を印加する第2インバータと、上記第1巻線部分の他端から上記第2巻線部分の他端に至るいずれかの箇所を上記各相の巻線を接続した中性点機構と、上記第1インバータおよび上記第2インバータによる上記駆動電圧を、上記各相の巻線が上記中性点機構に接続された箇所における上記各相の巻線の電位が互いに同電位となる駆動電圧に制御する制御部と、を備える。

20

【0008】

また、本発明に係る駆動装置の一態様は、上記電力変換装置と、上記電力変換装置に接続され、上記電力変換装置によって変換された電力が供給されるモータと、を備える。

【0009】

また、本発明に係るパワーステアリング装置の一態様は、上記電力変換装置と、上記電力変換装置に接続され、上記電力変換装置によって変換された電力が供給されるモータと、上記モータにより駆動されるパワーステアリング機構と、を備える。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、2つのインバータの一方側について制御あるいは動作が不能となった場合であっても他方のインバータで電力供給を継続することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、本実施形態によるモータ駆動ユニットのブロック構成を模式的に示す図である。

40

【図2】図2は、本実施形態によるモータ駆動ユニットの回路構成を模式的に示す図である。

【図3】図3は、正常時におけるモータの各相の各コイルに流れる電流値を示す図である。

【図4】図4は、モータ駆動ユニットのハードウェア構成を模式的に示す図である。

【図5】図5は、本実施形態の変形例によるモータ駆動ユニットのハードウェア構成を模式的に示す図である。

【図6】図6は、回路構造が異なる変形例を示す図である。

【図7】図7は、回路構造が異なる別の変形例を示す図である。

50

【図 8】図 8 は、中性点機構として中性点スイッチが採用された変形例を示す図である。

【図 9】図 9 は、制御回路の構成が異なる変形例を示す図である。

【図 10】図 10 は、図 9 に示す変形例によるモータ駆動ユニットのハードウェア構成を模式的に示す図である。

【図 11】図 11 は、本実施形態によるパワーステアリング装置の構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付の図面を参照しながら、本開示の電力変換装置、駆動装置およびパワーステアリング装置の実施形態を詳細に説明する。但し、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするため、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。

10

【0013】

本明細書において、電源からの電力を、三相（U相、V相、W相）の巻線（「コイル」と表記する場合がある。）を有する三相モータに供給する電力に変換する電力変換装置を例にして、本開示の実施形態を説明する。ただし、電源からの電力を、四相または五相などの n 相（n は 4 以上の整数）の巻線を有する n 相モータに供給する電力に変換する電力変換装置も本開示の範疇である。

20

（モータ駆動ユニット 1000 の構造）

図 1 は、本実施形態によるモータ駆動ユニット 1000 のブロック構成を模式的に示す図である。モータ駆動ユニット 1000 は、電力供給装置 101、102、モータ 200 および制御回路 301、302 を備える。

【0014】

本明細書では、構成要素としてモータ 200 を備えるモータ駆動ユニット 1000 を説明する。モータ 200 を備えるモータ駆動ユニット 1000 は、本発明の駆動装置の一例に相当する。ただし、モータ駆動ユニット 1000 は、構成要素としてモータ 200 が省かれた、モータ 200 を駆動するための装置であってもよい。モータ 200 が省かれたモータ駆動ユニット 1000 は、本発明の電力変換装置の一例に相当する。

30

【0015】

第 1 の電力供給装置 101 は、第 1 インバータ 111、電流センサ 401 および電圧センサ 411 を備える。第 2 の電力供給装置 102 は、第 2 インバータ 112、電流センサ 402 および電圧センサ 412 を備える。

【0016】

モータ駆動ユニット 1000 は、2 つの電力供給装置 101、102 によって、電源（図 2 の符号 403、404）からの電力をモータ 200 に供給する電力に変換することが可能である。例えば、第 1 および第 2 インバータ 111、112 は、直流電力を、U 相、V 相および W 相の擬似正弦波である三相交流電力に変換することが可能である。

40

【0017】

モータ 200 は、例えば三相交流モータである。モータ 200 は、U 相、V 相および W 相のコイルを有する。コイルの巻き方は、例えば集中巻きまたは分布巻きである。各相のコイルは互いに直列接続される第 1 コイル部 201 と第 2 コイル部 202 とを有する。但し、第 1 コイル部 201 と第 2 コイル部 202 は、3 個以上備えられたコイル部のうちの 2 つであってもよい。

50

【 0 0 1 8 】

第 1 インバータ 1 1 1 は、第 1 コイル部 2 0 1 の一端に駆動電圧を印加し、第 2 インバータ 1 1 2 は、第 2 コイル部 2 0 2 の一端に駆動電圧を印加する。第 1 コイル部 2 0 1 と第 2 コイル部 2 0 2 は他端同士が接続されており、第 1 コイル部 2 0 1 と第 2 コイル部 2 0 2 との接続箇所では各相のコイルがバスバー 1 2 0 によって互いに接続される。本明細書において、部品（構成要素）同士の「接続」とは、特に断らない限り電氣的な接続を意味する。バスバー 1 2 0 は、第 1 コイル部 2 0 1 の他端から第 2 コイル部 2 0 2 の他端に至るいずれかの箇所では各相のコイルを接続した中性点機構の一例に相当する。

【 0 0 1 9 】

制御回路 3 0 1、3 0 2 は、後で詳述するようにマイクロコントローラ 3 4 1、3 4 2 などを用意する。制御回路 3 0 1、3 0 2 は、電流センサ 4 0 1、4 0 2 および角度センサ 3 2 1、3 2 2 からの入力信号に基づいて第 1 インバータ 1 1 1 および第 2 インバータ 1 1 2 の駆動電圧を制御する。具体的な駆動電圧については後述する。制御回路 3 0 1、3 0 2 によるインバータ 1 1 1、1 1 2 の制御手法として、例えばベクトル制御、直接トルク制御（DTC）から選択された制御手法が用いられる。図 2 を参照して、モータ駆動ユニット 1 0 0 0 の具体的な回路構成を説明する。図 2 は、本実施形態によるモータ駆動ユニット 1 0 0 0 の回路構成を模式的に示す図である。

10

【 0 0 2 0 】

モータ駆動ユニット 1 0 0 0 は電源に接続される。電源はそれぞれ独立した第 1 電源 4 0 3 および第 2 電源 4 0 4 を備える。電源 4 0 3、4 0 4 は所定の電源電圧（例えば 1 2 V）を生成する。電源 4 0 3、4 0 4 として、例えば直流電源が用いられる。ただし、電源 4 0 3、4 0 4 は、AC - DC コンバータまたは DC - DC コンバータであってもよいし、バッテリー（蓄電池）であってもよい。図 2 では、一例として、第 1 インバータ 1 1 1 用の第 1 電源 4 0 3 および第 2 インバータ 1 1 2 用の第 2 電源 4 0 4 が示されるが、モータ駆動ユニット 1 0 0 0 は、第 1 インバータ 1 1 1 および第 2 インバータ 1 1 2 に共通の単一電源に接続されてもよい。また、モータ駆動ユニット 1 0 0 0 は、内部に電源を備えていてもよい。モータ駆動ユニット 1 0 0 0 は、第 1 インバータ 1 1 1、第 2 インバータ 1 1 2、モータ 2 0 0 および制御回路 3 0 1、3 0 2 を備える。

20

【 0 0 2 1 】

モータ駆動ユニット 1 0 0 0 は、モータ 2 0 0 の第 1 コイル部 2 0 1 側に対応した第 1 系統と、モータ 2 0 0 の第 2 コイル部 2 0 2 側に対応した第 2 系統とを備える。第 1 系統には、第 1 インバータ 1 1 1 と第 1 の制御回路 3 0 1 が含まれる。第 2 系統には、第 2 インバータ 1 1 2 と第 2 の制御回路 3 0 2 が含まれる。第 1 系統のインバータ 1 1 1 および制御回路 3 0 1 は第 1 電源 4 0 3 から電力を供給される。第 2 系統のインバータ 1 1 2 および制御回路 3 0 2 は第 2 電源 4 0 4 から電力を供給される。電源と制御回路を含んだ駆動系が、電源も含めて冗長化されるので、後述するように、一方の系統における電源の異常時にも、他方の系統によって電力供給が継続される。

30

【 0 0 2 2 】

第 1 インバータ 1 1 1 は、3 個のレグを有するブリッジ回路を備える。各レグは、電源とモータ 2 0 0 の第 1 コイル部 2 0 1 との間に接続されたハイサイドスイッチ素子およびモータ 2 0 0 の第 1 コイル部 2 0 1 とグランドとの間に接続されたローサイドスイッチ素子を備える。具体的には、U 相用レグは、ハイサイドスイッチ素子 1 1 3 H およびローサイドスイッチ素子 1 1 3 L を備える。V 相用レグは、ハイサイドスイッチ素子 1 1 4 H およびローサイドスイッチ素子 1 1 4 L を備える。W 相用レグは、ハイサイドスイッチ素子 1 1 5 H およびローサイドスイッチ素子 1 1 5 L を備える。スイッチ素子としては、例えば電界効果トランジスタ（MOSFET など）または絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT など）が用いられる。なお、スイッチ素子が IGBT である場合には、スイッチ素子と逆並列にダイオード（フリーホイール）が接続される。

40

【 0 0 2 3 】

第 1 インバータ 1 1 1 は、例えば、U 相、V 相および W 相の各相の巻線に流れる電流を検

50

出するための電流センサ401(図1を参照)として、シャント抵抗113R、114Rおよび115Rをそれぞれ各legに備える。電流センサ401は、各シャント抵抗に流れる電流を検出する電流検出回路(不図示)を備える。例えば、シャント抵抗は、ローサイドスイッチ素子113L、114Lおよび115Lとグランドとの間に接続され得る。シャント抵抗の抵抗値は、例えば0.5mΩ ~ 1.0mΩ程度である。

【0024】

シャント抵抗の数は3つ以外でもよい。例えば、U相、V相用の2つのシャント抵抗113R、114R、V相、W相用の2つのシャント抵抗114R、115R、または、U相、W相用の2つのシャント抵抗113R、115Rが用いられてもよい。使用されるシャント抵抗の数およびシャント抵抗の配置は、製品コストおよび設計仕様などが考慮されて適宜決定される。

10

【0025】

第2インバータ112は、3個のlegを有するブリッジ回路を備える。第2インバータ112の各legは、電源とモータ200の第2コイル部202との間に接続されたハイサイドスイッチ素子およびモータ200の第2コイル部202とグランドとの間に接続されたローサイドスイッチ素子を備える。具体的には、U相legは、ハイサイドスイッチ素子116Hおよびローサイドスイッチ素子116Lを備える。V相legは、ハイサイドスイッチ素子117Hおよびローサイドスイッチ素子117Lを備える。W相legは、ハイサイドスイッチ素子118Hおよびローサイドスイッチ素子118Lを備える。第1インバータ111と同様に、第2インバータ112は、例えば、シャント抵抗116R、117Rおよび118Rを備える。

20

【0026】

再び図1を参照する。制御回路301、302は、例えば、電源回路311、312と、角度センサ321、322と、入力回路331、332と、マイクロコントローラ341、342と、駆動回路351、352と、ROM361、362とを備える。制御回路301、302は電力供給装置101、102に接続される。そして、制御回路301、302は第1インバータ111および第2インバータ112を制御する。

【0027】

制御回路301、302は、目的とするロータの位置(回転角)、回転速度、および電流などを制御してクローズドループ制御を実現することができる。回転速度は、例えば、回転角(rad)を時間微分することにより得られ、単位時間(例えば1分間)にロータが回転する回転数(rpm)で表される。制御回路301、302は、目的とするモータトルクを制御することも可能である。制御回路301、302は、トルク制御のためにトルクセンサを備えてもよいがトルクセンサが省かれていてもトルク制御は可能である。また、角度センサに変えてセンサレスアルゴリズムを備えてもよい。また、2つの制御回路301、302は、各々がモータの回転に同期して制御を行うことで相互の制御動作を同期させる。電源回路311、312は、制御回路301、302内の各ブロックに必要なDC電圧(例えば3V、5V)を生成する。

30

40

【0028】

角度センサ321、322は、例えばレゾルバまたはホールICである。角度センサ321、322は、磁気抵抗(MR)素子を有するMRセンサとセンサマグネットとの組み合わせによっても実現される。角度センサ321、322は、モータ200のロータの回転角を検出し、検出した回転角を表した回転信号をマイクロコントローラ341、342に出力する。モータ制御手法(例えばセンサレス制御)によっては、角度センサ321、322は省かれる場合がある。

【0029】

電圧センサ411、412は、モータ200のコイルの各相間における電圧を、インバータ111、112と第1コイル部201および第2コイル部202との接続箇所を検出し

50

、検出した電圧値を入力回路 331、332 に出力する。

【0030】

入力回路 331、332 は、電流センサ 401、402 によって検出されたモータ電流値（以下、「実電流値」と表記する。）と電圧センサ 411、412 によって検出された電圧値を受け取る。入力回路 331、332 は、マイクロコントローラ 341、342 の入力レベルに実電流値および電圧値のレベルを必要に応じて変換し、実電流値および電圧値をマイクロコントローラ 341、342 に出力する。入力回路 331、332 は、アナログデジタル変換回路である。

【0031】

マイクロコントローラ 341、342 は、角度センサ 321、322 によって検出されたロータの回転信号を受信するとともに、入力回路 331、332 から出力された実電流値および電圧値を受信する。マイクロコントローラ 341、342 は、実電流値およびロータの回転信号などに従って目標電流値を設定して PWM 信号を生成し、生成した PWM 信号を駆動回路 351、352 に出力する。例えば、マイクロコントローラ 341、342 は、電力供給装置 101、102 のインバータ 111、112 における各スイッチ素子のスイッチング動作（ターンオンまたはターンオフ）を制御するための PWM 信号を生成する。

10

【0032】

また、マイクロコントローラ 341、342 は、第 1 インバータ 111 および第 2 インバータ 112 を制御する制御方式を、受信した電流値および電圧値に基づいて決定することが可能である。

20

【0033】

駆動回路 351、352 は、典型的にはゲートドライバである。駆動回路 351、352 は、第 1 インバータ 111 および第 2 インバータ 112 における各スイッチ素子のスイッチング動作を制御する制御信号（例えば、ゲート制御信号）を PWM 信号に従って生成し、生成した制御信号を各スイッチ素子に与える。マイクロコントローラ 341、342 は、駆動回路 351、352 の機能を有していてもよい。その場合、駆動回路 351、352 は省かれる。

【0034】

ROM 361、362 は、例えば書き込み可能なメモリ（例えば PROM）、書き換え可能なメモリ（例えばフラッシュメモリ）または読み出し専用のメモリである。ROM 361、362 は、マイクロコントローラ 341、342 に電力供給装置 101、102（主としてインバータ 111、112）を制御させるための命令群を含む制御プログラムを格納する。例えば、制御プログラムはブート時に RAM（不図示）に一旦展開される。制御回路 301、302（主としてマイクロコントローラ 341、342）によるインバータ 111、112 の制御には正常時および異常時の制御がある。以下、モータ駆動ユニット 1000 の動作の具体例を説明し、主としてインバータ 111、112 の動作の具体例を説明する。

30

40

（正常時の制御）

【0035】

インバータ 111、112 の正常時の制御方法の具体例を説明する。正常とは、2つの電源 403、404 と、2つのインバータ 111、112 と、2つの制御回路 301、302 のいずれもが正しく動作する状態を指す。

【0036】

正常時において、制御回路 301、302 は、第 1 インバータ 111 および第 2 インバー

50

タ 1 1 2 の両方を用いて三相通電制御することによってモータ 2 0 0 を駆動する。具体的に、制御回路 3 0 1、3 0 2 は、第 1 インバータ 1 1 1 のスイッチ素子と第 2 インバータ 1 1 2 のスイッチ素子とをスイッチング制御することにより三相通電制御を行う。

【 0 0 3 7 】

また、三相通電制御に際して制御回路 3 0 1、3 0 2 は、第 1 インバータ 1 1 1 および第 2 インバータ 1 1 2 による駆動電圧を、モータ 2 0 0 の各相のコイルがバスバー 1 2 0 に接続された箇所における各相のコイルの電位が互いに同電位となる駆動電圧に制御する。

【 0 0 3 8 】

例えば、ハイサイドスイッチ素子 1 1 3 H、1 1 6 H およびローサイドスイッチ素子 1 1 3 L、1 1 6 L を含む U 相用レグに着目すると、制御回路 3 0 1、3 0 2 は、各ハイサイドスイッチ素子 1 1 3 H、1 1 6 H を、所望の駆動電圧が得られるデューティでスイッチング制御する。

【 0 0 3 9 】

具体的には、バスバー 1 2 0 に接続された箇所における各相のコイルの電位として例えば 6 V が必要な場合には、制御回路 3 0 1、3 0 2 はハイサイドスイッチ素子 1 1 3 H、1 1 6 H を、各相のコイルの両端で例えば 2 V と 1 0 V の駆動電圧が得られるデューティでスイッチング制御する。コイルの両端の電位差は、コイルに流れる電流値の変化に従って変化するが、バスバー 1 2 0 に接続された箇所における各相のコイルの電位は各相間の共通電位に保たれる。但し、各相のコイルの電位が互いに同電位であれば、共通電位は時間的に変動してもよい。

【 0 0 4 0 】

このように、バスバー 1 2 0 に接続された箇所における各相のコイルの電位が互いに同電位となることにより、各相のコイルが互いに絶縁される場合と同様の電流が各相のコイルに流れることになる。即ち、バスバー 1 2 0 で各相のコイルが相互に接続されても、各相の電流はいわば独立して流れ、各相のコイル相互で電流が混じることが防がれる。従って、各相のコイルを互いに切り離すためのスイッチは不要である。図 3 は、正常時におけるモータ 2 0 0 の各相の各コイルに流れる電流値を示す図である。

【 0 0 4 1 】

図 3 には、正常時の三相通電制御に従って第 1 インバータ 1 1 1 および第 2 インバータ 1 1 2 が制御されたときにモータ 2 0 0 の U 相、V 相および W 相の各コイルに流れる電流値をプロットして得られる電流波形（正弦波）が例示されている。図 3 の横軸は、モータ電気角（deg）を示し、縦軸は電流値（A）を示す。I_{pk} は各相の最大電流値（ピーク電流値）を表す。なお、電力供給装置 1 0 1、1 0 2 は、図 3 に例示した正弦波以外に、例えば矩形波を用いてモータ 2 0 0 を駆動することも可能である。

【 0 0 4 2 】

表 1 は、図 3 の正弦波において電気角毎に各インバータの端子に流れる電流値を示す。表 1 は、具体的に、第 1 インバータ 1 1 1 と U 相、V 相および W 相それぞれのコイルの第 1 コイル部 2 0 1 との接続点に流れる電気角 3 0 ° 毎の電流値を示す。表 1 は、第 2 インバータ 1 1 2 と U 相、V 相および W 相それぞれのコイルの第 2 コイル部 2 0 2 との接続点に流れる、電気角 3 0 ° 毎の電流値を示す。ここで、第 1 インバータ 1 1 1 に対しては、モータ 2 0 0 の第 1 コイル部 2 0 1 側から第 2 コイル部 2 0 2 側に流れる電流方向を正の方向と定義する。第 2 インバータ 1 1 2 に対しては、モータ 2 0 0 の第 2 コイル部 2 0 2 側から第 1 コイル部 2 0 1 側に流れる電流方向を正の方向と定義する。従って、第 1 インバータ 1 1 1 の電流と第 2 インバータ 1 1 2 の電流との位相差は 1 8 0 ° となる。表 1 において、電流値 I₁ の大きさは $\left[(3)^{1/2} / 2 \right] * I_{pk}$ であり、電流値 I₂ の大きさは I_{pk} / 2 である。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

【表 1】

| 正常時 動作 | 電気角 [deg] | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| | 0 (360) | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | |
| 第1 イン バー タ | U相 | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ |
| | V相 | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ |
| | W相 | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} |
| 第2 イン バー タ | U相 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 |
| | V相 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 |
| | W相 | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ |

10

【0044】

電気角 0° において、U相のコイルは電流が「0」となる。電気角 0° において、V相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_1 の電流が流れ、W相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_1 の電流が流れる。

【0045】

電気角 30° において、U相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_2 の電流が流れ、V相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_{pk} の電流が流れ、W相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_2 の電流が流れる。

20

【0046】

電気角 60° において、U相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_1 の電流が流れ、V相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 60° において、W相のコイルは電流が「0」となる。

【0047】

電気角 90° において、U相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_{pk} の電流が流れ、V相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_2 の電流が流れ、W相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_2 の電流が流れる。

30

【0048】

電気角 120° において、U相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_1 の電流が流れ、W相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 120° において、V相のコイルは電流が「0」となる。

【0049】

電気角 150° において、U相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_2 の電流が流れ、V相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_2 の電流が流れ、W相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_{pk} の電流が流れる。

40

【0050】

電気角 180° において、U相のコイルは電流が「0」となる。電気角 180° において、V相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_1 の電流が流れ、W相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_1 の電流が流れる。

【0051】

50

電気角 210° において、U相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_2 の電流が流れ、V相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_{pk} の電流が流れ、W相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_2 の電流が流れる。

【0052】

電気角 240° において、U相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_1 の電流が流れ、V相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 240° において、W相のコイルは電流が「0」となる。

【0053】

電気角 270° において、U相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_{pk} の電流が流れ、V相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_2 の電流が流れ、W相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_2 の電流が流れる。

【0054】

電気角 300° において、U相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_1 の電流が流れ、W相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 300° において、V相のコイルは電流が「0」となる。

【0055】

電気角 330° において、U相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_2 の電流が流れ、V相のコイルには第2インバータ112から第1インバータ111に大きさ I_2 の電流が流れ、W相のコイルには第1インバータ111から第2インバータ112に大きさ I_{pk} の電流が流れる。

【0056】

図3に示される電流波形において、電流の向きを考慮した三相のコイルに流れる電流の総和は電気角毎に「0」となる。ただし、電力供給装置101、102の回路構成によれば、三相のコイルに流れる電流は独立に制御される。このため、制御回路301、302は電流の総和が「0」以外の値となる制御を行うことも可能である。

(異常時の制御)

異常時における第1インバータ111および第2インバータ112の制御方法の具体例を説明する。

【0057】

異常とは、2つの電源403、404と、2つのインバータ111、112と、2つの制御回路301、302の1つ以上に故障が生じた状態を指す。異常には、大きく分けて第1系統の異常と第2系統の異常とがある。各系統の異常としては、インバータ111、112の故障による異常と、電源403、404および制御回路301、302を含む上流部の異常がある。

【0058】

「上流部の異常」は、電源403、404のみの異常、制御回路301、302のみの異常、電源403、404と制御回路301、302との両方における異常、電源403、404の異常に伴い制御回路301、302も動作停止した状態などといった各種の異常状態を含む。また、インバータ111、112の故障は、インバータ回路内における断線、ショート、スイッチ素子の故障などを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

インバータ 1 1 1、1 1 2 の故障による異常時における制御方法としては、例えば特開 2 0 1 4 - 1 9 2 9 5 0 号公報に記載された制御方法などが用いられる。以下では、上流部の異常時における制御方法について説明する。

【 0 0 6 0 】

異常検知の一例として、制御回路 3 0 1、3 0 2（主としてマイクロコントローラ 3 4 1、3 4 2）は、電圧センサ 4 1 1、4 1 2 によって検出された電圧値と、電流センサ 4 0 1、4 0 2 によって検出された実電流値とを解析することで、2 つの系統のうち自己が所属する系統に対する相手側の系統における異常を検知する。

【 0 0 6 1 】

制御回路 3 0 1、3 0 2 は、自分の制御下にある電圧センサ 4 1 1、4 1 2 および電流センサ 4 0 1、4 0 2 を介して相手側のインバータ 1 1 1、1 1 2 における挙動を確認することができる。具体的には、自分の制御下にあるインバータ 1 1 1、1 1 2 とモータ 2 0 0 との接続点における電圧は、自分側のインバータ 1 1 1、1 1 2 の挙動だけでなく、相手側のインバータ 1 1 1、1 1 2 の挙動にも影響される。また、自分の制御下にあるインバータ 1 1 1、1 1 2 の下アームからグランドへと流れる電流も、自分側のインバータ 1 1 1、1 1 2 の挙動だけでなく、相手側のインバータ 1 1 1、1 1 2 の挙動にも影響される。電圧センサ 4 1 1、4 1 2 は上記のように影響される電圧を上記接続点で検出し、電流センサ 4 0 1、4 0 2 は上記のように影響される電流を図 2 のシャント抵抗 1 1 3 R、...、1 1 8 R で検出する。

10

20

【 0 0 6 2 】

異常検知の他の一例として、マイクロコントローラ 3 4 1、3 4 2 は、モータの実電流値と目標電流値との差などを解析することで異常を検知することも可能である。ただし、制御回路 3 0 1、3 0 2 は、これらの手法に限られず、異常検知に関する公知の手法を広く用いることができる。

【 0 0 6 3 】

制御回路 3 0 1、3 0 2 は、マイクロコントローラ 3 4 1、3 4 2 で異常を検知すると、インバータ 1 1 1、1 1 2 の制御を正常時の制御から異常時の制御に切替える。例えば、正常時から異常時に制御を切替えるタイミングは、異常が検知されてから 1 0 m s e c ~ 3 0 m s e c 程度である。

30

【 0 0 6 4 】

制御回路 3 0 1、3 0 2 は、異常時には、自分側のインバータ 1 1 1、1 1 2 のみを用いて、バスバー 1 2 0 を中性点として利用した駆動制御を行う。例えば第 1 の制御回路 3 0 1 が異常を検知した場合には、第 1 の制御回路 3 0 1 は第 1 インバータ 1 1 1 を三相通電制御することでモータ 2 0 0 のコイルの第 1 コイル部 2 0 1 を通電する。

【 0 0 6 5 】

上述したように、正常時には、各相のコイルの電流がバスバー 1 2 0 を介して混じることの回避のために、バスバー 1 2 0 に各コイルが接続される各箇所における電位が共通電位に制御される。このため、バスバー 1 2 0 は正常時も各相のコイルを接続し、異常時への移行に際してもコイル相互の接続変更は不要である。

40

【 0 0 6 6 】

第 1 の制御回路 3 0 1 が異常を検知した場合には、第 2 系統で異常が生じたことになる。そして、第 2 系統の異常が上流部の異常である場合、第 2 インバータ 1 1 2 は、動作不能あるいは制御不能な状態である。このような場合でも、バスバー 1 2 0 が中性点として利用可能であるので、第 1 系統側のインバータ 1 1 1 でモータ 2 0 0 に対する電力供給が継続される。

【 0 0 6 7 】

第 2 の制御回路 3 0 2 が異常を検知した場合には、第 2 の制御回路 3 0 2 は第 2 インバータ 1 1 2 を三相通電制御することでモータ 2 0 0 のコイルの第 2 コイル部 2 0 2 を通電する。

50

【 0 0 6 8 】

第 2 の制御回路 3 0 2 が異常を検知した場合には、第 1 系統で異常が生じたことになる。そして、第 1 系統の異常が駆動系の異常である場合、第 1 インバータ 1 1 1 は、動作不能あるいは制御不能な状態である。このような場合でも、バスバー 1 2 0 が中性点として利用可能であるので、第 2 系統側のインバータ 1 1 2 でモータ 2 0 0 に対する電力供給が継続される。

【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態では、第 1 インバータ 1 1 1 に含まれる各スイッチは、第 1 の制御回路 3 0 1 による制御が失陥した場合に自ずとオフとなるスイッチであり、第 2 インバータ 1 1 2 に含まれる各スイッチは、第 2 の制御回路 3 0 2 による制御が失陥した場合に自ずとオフとなるスイッチである。このようなスイッチがインバータ 1 1 1 , 1 1 2 に用いられることにより、制御回路 3 0 1 , 3 0 2 の一方が故障した場合に故障側のインバータ 1 1 1 , 1 1 2 が自ずとモータのコイルから電氣的に切り離される。

10

【 0 0 7 0 】

異常時における具体的な三相通電制御として、制御回路 3 0 1 , 3 0 2 は、例えば図 3 に示される電流波形と同様の波形が得られるような P W M 制御によってインバータ 1 1 1 , 1 1 2 の各スイッチング素子におけるスイッチング動作を制御する。

【 0 0 7 1 】

表 2 は、図 3 に示される電流波形と同様の波形が得られるような三相通電制御で例えば第 2 インバータ 1 1 2 が制御された場合に第 2 インバータ 1 1 2 の端子に流れる電流値を電気角毎に例示する。表 2 は、具体的に、第 2 インバータ 1 1 2 と U 相、V 相および W 相それぞれの第 2 コイル部 2 0 2 との接続点に流れる、電気角 3 0 ° 毎の電流値を示す。電流方向の定義は上述したとおりである。

20

【 0 0 7 2 】

【表 2】

| 異常時 動作 | 電気角 [deg] | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|--------|----------|--------|-----------|--------|----------|--------|-----------|--------|----------|--------|-----------|
| | 0 (360) | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | |
| 第 2 イン バー タ | U相 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 |
| | V相 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 |
| | W相 | $-I_1$ | $-I_2$ | 0 | I_2 | I_1 | I_{pk} | I_1 | I_2 | 0 | $-I_2$ | $-I_1$ | $-I_{pk}$ |

30

【 0 0 7 3 】

例えば、電気角 3 0 ° において、U 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 1 から第 2 インバータ 1 1 2 に大きさ I_2 の電流が流れ、V 相のコイルには第 2 インバータ 1 1 2 から第 1 インバータ 1 1 1 に大きさ I_{pk} の電流が流れ、W 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 1 から第 2 インバータ 1 1 2 に大きさ I_2 の電流が流れる。電気角 6 0 ° において、U 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 1 から第 2 インバータ 1 1 2 に大きさ I_1 の電流が流れ、V 相のコイルには第 2 インバータ 1 1 2 から第 1 インバータ 1 1 1 に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 6 0 ° において、W 相のコイルは電流が「0」となる。中性点に流れ込む電流と中性点から流れ出る電流との総和は電気角毎に常に「0」になる。

40

【 0 0 7 4 】

表 1 および表 2 に示されるように、正常時および異常時の制御の間でモータ 2 0 0 に流れるモータ電流は電気角毎に同一である。但し、異常時には第 1 コイル部 2 0 1 と第 2 コイル部 2 0 2 とのうち一方のみに電流が流れるので異常時のモータトルクは正常時のモータトルクより小さい。

【 0 0 7 5 】

50

なお、異常時の異常箇所が、インバータ111、112内の1つのスイッチ素子である場合には、例えば特開2014-192950号公報に記載された制御手法によるインバータ111、112の中性点化が可能である。但し、この制御手法の実現に際しては、制御信号の電圧が正常時とは異なる特殊なゲートドライバが必要とされる。このような制御手法に対し、バスバー120が中性点として用いられる制御は、正常時と同じ電圧の制御信号で実行可能であるため、特殊なゲートドライバが不要である。

【0076】

また、故障を生じたスイッチ素子を含んだインバータ111、112の使用は避けることが望ましいので、この点でも、バスバー120が中性点として用いられる制御の方が優れる。

10

(モータ駆動ユニット1000のハードウェア構成)

次に、モータ駆動ユニット1000のハードウェア構成について説明する。図4は、モータ駆動ユニット1000のハードウェア構成を模式的に示す図である。

【0077】

モータ駆動ユニット1000は、ハードウェア構成として、上述したモータ200と、第1実装基板1001と、第2実装基板1002と、ハウジング1003と、コネクタ1004、1005とを備える。

20

【0078】

モータ200からは、第1コイル部201の一端210と第2コイル部202の一端220が突き出し実装基板1001、1002に向かって延びる。第1コイル部201の一端210と第2コイル部202の一端220との双方は、第1実装基板1001および第2実装基板1002の一方に接続されると共に、第1コイル部201の一端210と第2コイル部202の一端220との双方が第1実装基板1001および第2実装基板1002の当該一方を貫通して他方に接続される。具体的には、第1コイル部201の一端210と第2コイル部202の一端220との双方が例えば第2実装基板1002に接続される。また、第1コイル部201の一端210と第2コイル部202の一端220との双方が、第2実装基板1002を貫通して第1実装基板1001に接続される。

30

【0079】

モータ200からは、第1コイル部201の他端230と第2コイル部202の他端240も突き出す。第1コイル部201の他端230は第2コイル部202の他端240に接続され、各相の接続箇所が互いにバスバー120によって接続される。本発明の駆動装置の実施形態としては、バスバー120がモータ200内部に設けられてもよいし、モータ200の出力側(図4の下側)に設けられてもよい。中性点機構がバスバー120であると、中性点機構の配置の自由度が高く、延いては駆動装置の設計の自由度が高い。

40

【0080】

第1実装基板1001と第2実装基板1002とは基板面が互いに対向する。基板面が対向した方向に、モータ200の回転軸が延びる。第1実装基板1001と第2実装基板1002とモータ200は、ハウジング1003内に収容されることで互いの位置が固定される。

【0081】

第1実装基板1001には、第1電源403からの電源コードが接続されるコネクタ1004が取り付けられる。第2実装基板1002には、第2電源404からの電源コードが

50

接続されるコネクタ 1005 が取り付けられる。

【0082】

第1実装基板1001には、第1インバータ111が実装され、第2実装基板1002には、第2インバータ112が実装される。2枚の実装基板1001、1002に対するこのような素子の振り分けにより、第1コイル部201の一端210および第2コイル部202の一端220に対するインバータ111、112の配線が簡略化されて効率的な素子配置が可能となる。

【0083】

第1実装基板1001には、第1の制御回路301も実装される。第2実装基板1002には、第2の制御回路302も実装される。各制御回路301、302が、各制御回路301、302による制御対象の素子と同一の実装基板上に実装されるので制御のための配線が基板内に納まる。よって効率的な素子配置が可能である。

10

【0084】

第1実装基板1001と第2実装基板1002との対向方向で見た場合に、第1実装基板1001上の第1インバータ111と第2実装基板1002上の第2インバータ112とは互いに対称な配置である。また、第1実装基板1001と第2実装基板1002との対向方向で見た場合に、第1実装基板1001上の制御回路301と第2実装基板1002上の制御回路302とは互いに対称な配置である。このような対称な配置により、2枚の実装基板1001、1002について基板設計が共通化できる。

20

(変形例)

図5は、本実施形態の変形例によるモータ駆動ユニット1000のハードウェア構成を模式的に示す図である。

【0085】

図5に示された変形例は、第1コイル部201の他端230から第2コイル部202の他端240に至るいずれかの箇所で各相のコイルを接続した中性点機構の一例として、基板上に設けられた中性点回路125を備える。具体的には、中性点回路125は、第2実装基板1002上に配線パターンによって形成される。なお、中性点回路125は第1実装基板1001上に形成されてもよいし、第1実装基板1001および第2実装基板1002とは別の基板上に形成されてもよい。中性点機構が基板上の中性点回路であると、モータ200外に中性点機構が形成されるのでモータ200の小型化が図られる。また、中性点機構が基板上の中性点回路であると、第1コイル部201の一端210および第2コイル部202の一端220における実装基板1001、1002への接続と同様に、第1コイル部201の他端230および第2コイル部202の他端240が中性点回路125に接続されるので組み立て工程が容易となる。

30

40

【0086】

なお、中性点機構は、パスバー、中性点回路以外の構造でもよい。中性点機構として繋がっていれば、例えば、コイルの引出線同士が溶接された構造などでもよい。図6は、回路構造が異なる変形例を示す図である。

【0087】

図6に示す変形例では、第1コイル部201の一端と第1インバータ111との間に第1開放リレー131が備えられ、第2コイル部202の一端と第2インバータ112との間に第2開放リレー132が備えられる。第1開放リレー131は、第1コイル部201の一端と第1インバータ111との接続・非接続を切替える。第2開放リレー132は、第2コイル部202の一端と第2インバータ112との接続・非接続を切替える。また、第

50

1の制御回路301が第1インバータ111と第1開放リレー131とを制御し、第2の制御回路302が第2インバータ112と第2開放リレー132とを制御する。

【0088】

開放リレー131、132は、制御信号が止まった場合には自ずとオフ状態になる。開放リレー131、132が備えられることにより、異常が生じた系統のインバータ111、112はモータ200から切り離される。この結果、電力損失が抑制される。また、2つの制御回路301、302によってインバータ111、112および開放リレー131、132の制御が分担されることで、制御回路301、302の一方に異常が生じた場合であっても他方の制御回路301、302によって電力供給の継続が可能となる。図7は、回路構造が異なる別の変形例を示す図である。

10

【0089】

図7に示す変形例では、第1コイル部201の他端から第2コイル部202の他端に至るいずれかの箇所各相のコイルを接続した中性点機構として2つのバスバー121、122が備えられる。第1のバスバー121は第1コイル部201の各相の他端同士を接続する。第2のバスバー122は第2コイル部202の各相の他端同士を接続する。第1のバスバー121と第2のバスバー122の間には、第1コイル部201の他端と第2コイル部202の他端との接続・非接続を切替える中間開放リレー133、134が備えられる。中間開放リレーは1つでもよいが、図7に示す変形例では、中間開放リレーとして、互いに直列に接続される、第1インバータ111側の第1中間開放リレー133と第2インバータ112側の第2中間開放リレー134が備えられる。

20

【0090】

中間開放リレー133、134がオンすると、第1コイル部201と第2コイル部202は直列接続されるので、図7に示す回路構造は、電気的には、図2に示す回路構造と同等になる。異常時には中間開放リレー133、134によって第1コイル部201と第2コイル部202が切り離される。この結果、電力損失が抑制される。

【0091】

なお、図7に示す変形例の場合でも、正常時には、バスバー120に接続された箇所における各相のコイルの電位は各相間の共通電位に保たれ、各相コイルの相互間で電流が混じることが防がれる。この結果、図7に示す変形例の場合でも、正常時と異常時とでコイル相互の接続状態を切替えるスイッチは不要である。

30

【0092】

図7に示す変形例では、第1の制御回路301が第1インバータ111と第1中間開放リレー133とを制御し、第2の制御回路302が第2インバータ112と第2中間開放リレー134とを制御する。2つの制御回路301、302によってインバータ111、112および中間開放リレー133、134の制御が分担されることで、制御回路301、302の一方に異常が生じた場合であっても他方の制御回路301、302によって電力供給の継続が可能となる。

【0093】

中性点機構としては、図4に示すバスバー120や図5に示す中性点回路125などのように結線された中性点結線の他に、コイル相互の接続・非接続が切り替え可能な中性点スイッチが採用されてもよい。図8は、中性点機構として中性点スイッチが採用された変形例を示す図である。

40

【0094】

図8に示す変形例では、第1コイル部201の他端から第2コイル部202の他端に至るいずれかの箇所各相の巻線(コイル)同士の接続・非接続を切替える中性点スイッチとして、3つのスイッチ素子からなる中性点スイッチ127が備えられる。このような中性点スイッチ127は、上述した正常時には開放されてモータのコイル同士を非接続とし、上述した異常時には閉鎖されてモータのコイル同士を接続する。このため、正常時には、モータ200のコイル同士の電位が異なる制御であってもコイル相互間の電流漏洩が防がれ制御の自由度が高い。また、異常時には、上述した中性点結線と同様に機能して、第1

50

系統と第2系統とのうち正常な一方によるモータ200の駆動継続が可能となる。

【0095】

第1コイル部201の他端と第2コイル部202の他端とは同じ相同士が導線で結線される。このため、第1コイル部201の他端と第2コイル部202の他端とは、同じ相で常時導通する。従って、第1コイル部201と第2コイル部202とを切り離す分離スイッチが省かれ、回路構成が簡素である。

【0096】

中性点スイッチ127には、2つの制御回路301, 302の双方から制御信号が入力され、中性点スイッチ127はそれらの制御信号の一方のみで制御可能である。即ち、中性点スイッチ127は、第1制御回路301と前記第2制御回路302の各々が制御可能である。このような制御により、2つの制御回路301, 302の一方が故障した場合でも中性点スイッチ127が制御可能である。図9は制御回路の構成が異なる変形例を示す。

10

【0097】

図9に示す変形例では、中性点スイッチ127を制御する第3の制御回路303が備えられる。インバータ111, 112を制御する制御回路301, 302と中性点スイッチ127を制御する制御回路303とが別であることにより、中性点スイッチの制御が簡素化される。図10は、図9に示す変形例によるモータ駆動ユニット1000のハードウェア構成を模式的に示す図である。

【0098】

中性点スイッチ127は、例えば第2実装基板1002上に備えられ、中性点スイッチ127を制御する第3の制御回路303も第2実装基板1002上に備えられる。なお、中性点スイッチ127は第1実装基板1001上に形成されてもよいし、第1実装基板1001および第2実装基板1002とは別の基板上に形成されてもよい。また、中性点スイッチ127と第3の制御回路303は、同一の実装基板上に備えられると配線などが簡素化されて好ましいが、別々の基板上に備えられてもよい。

20

(パワーステアリング装置の実施形態)

30

【0099】

自動車等の車両は一般的に、パワーステアリング装置を備える。パワーステアリング装置は、運転者がステアリングハンドルを操作することによって発生するステアリング系の操舵トルクを補助するための補助トルクを生成する。補助トルクは、補助トルク機構によって生成され、運転者の操作の負担を軽減することができる。例えば、補助トルク機構は、操舵トルクセンサ、ECU、モータおよび減速機構などから構成される。操舵トルクセンサは、ステアリング系における操舵トルクを検出する。ECUは、操舵トルクセンサの検出信号に基づいて駆動信号を生成する。モータは、駆動信号に基づいて操舵トルクに応じた補助トルクを生成し、減速機構を介してステアリング系に補助トルクを伝達する。

40

【0100】

上記実施形態のモータ駆動ユニット1000は、パワーステアリング装置に好適に利用される。図11は、本実施形態によるパワーステアリング装置2000の構成を模式的に示す図である。電動パワーステアリング装置2000は、ステアリング系520および補助トルク機構540を備える。

【0101】

ステアリング系520は、例えば、ステアリングハンドル521、ステアリングシャフト522(「ステアリングコラム」とも称される。)、自在軸継手523A、523B、および回転軸524(「ピニオン軸」または「入力軸」とも称される。)を備える。

50

【 0 1 0 2 】

また、ステアリング系 5 2 0 は、例えば、ラックアンドピニオン機構 5 2 5、ラック軸 5 2 6、左右のボールジョイント 5 5 2 A、5 5 2 B、タイロッド 5 2 7 A、5 2 7 B、ナックル 5 2 8 A、5 2 8 B、および左右の操舵車輪（例えば左右の前輪）5 2 9 A、5 2 9 B を備える。

【 0 1 0 3 】

ステアリングハンドル 5 2 1 は、ステアリングシャフト 5 2 2 と自在軸継手 5 2 3 A、5 2 3 B とを介して回転軸 5 2 4 に連結される。回転軸 5 2 4 にはラックアンドピニオン機構 5 2 5 を介してラック軸 5 2 6 が連結される。ラックアンドピニオン機構 5 2 5 は、回転軸 5 2 4 に設けられたピニオン 5 3 1 と、ラック軸 5 2 6 に設けられたラック 5 3 2 とを有する。ラック軸 5 2 6 の右端には、ボールジョイント 5 5 2 A、タイロッド 5 2 7 A およびナックル 5 2 8 A をこの順番で介して右の操舵車輪 5 2 9 A が連結される。右側と同様に、ラック軸 5 2 6 の左端には、ボールジョイント 5 5 2 B、タイロッド 5 2 7 B およびナックル 5 2 8 B をこの順番で介して左の操舵車輪 5 2 9 B が連結される。ここで、右側および左側は、座席に座った運転者から見た右側および左側にそれぞれ一致する。

【 0 1 0 4 】

ステアリング系 5 2 0 によれば、運転者がステアリングハンドル 5 2 1 を操作することによって操舵トルクが発生し、ラックアンドピニオン機構 5 2 5 を介して左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B に伝わる。これにより、運転者は左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B を操作することができる。

【 0 1 0 5 】

補助トルク機構 5 4 0 は、例えば、操舵トルクセンサ 5 4 1、ECU 5 4 2、モータ 5 4 3、減速機構 5 4 4 および電力供給装置 5 4 5 を備える。補助トルク機構 5 4 0 は、ステアリングハンドル 5 2 1 から左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B に至るステアリング系 5 2 0 に補助トルクを与える。なお、補助トルクは「付加トルク」と称されることがある。

【 0 1 0 6 】

ECU 5 4 2 としては、例えば図 1 などに示された制御回路 3 0 1、3 0 2 が用いられる。また、電力供給装置 5 4 5 としては、例えば図 1 などに示された電力供給装置 1 0 1、1 0 2 が用いられる。また、モータ 5 4 3 としては、例えば図 1 などに示されたモータ 2 0 0 が用いられる。ECU 5 4 2、モータ 5 4 3 および電力供給装置 5 4 5 が、一般的に「機電一体型モータ」と称されるユニットを構成する場合には、当該ユニットとしては、例えば図 4、5 に示されたハードウェア構成のモータ駆動ユニット 1 0 0 0 が好適に用いられる。図 1 1 に示された各要素のうち、ECU 5 4 2、モータ 5 4 3 および電力供給装置 5 4 5 を除いた要素で構成された機構は、モータ 5 4 3 によって駆動されるパワーステアリング機構の一例に相当する。

【 0 1 0 7 】

操舵トルクセンサ 5 4 1 は、ステアリングハンドル 5 2 1 によって付与されたステアリング系 5 2 0 の操舵トルクを検出する。ECU 5 4 2 は、操舵トルクセンサ 5 4 1 からの検出信号（以下「トルク信号」と表記する。）に基づいてモータ 5 4 3 を駆動するための駆動信号を生成する。モータ 5 4 3 は、操舵トルクに応じた補助トルクを駆動信号に基づいて発生する。補助トルクは減速機構 5 4 4 を介してステアリング系 5 2 0 の回転軸 5 2 4 に伝達される。減速機構 5 4 4 は、例えばウォームギヤ機構である。補助トルクはさらに、回転軸 5 2 4 からラックアンドピニオン機構 5 2 5 に伝達される。

【 0 1 0 8 】

パワーステアリング装置 2 0 0 0 は、補助トルクがステアリング系 5 2 0 に付与される箇所によって、ピニオンアシスト型、ラックアシスト型、およびコラムアシスト型等に分類される。図 1 1 には、ピニオンアシスト型のパワーステアリング装置 2 0 0 0 が示される

10

20

30

40

50

。ただし、パワーステアリング装置 2000 は、ラックアシスト型、コラムアシスト型等にも適用される。

【0109】

ECU542には、トルク信号だけでなく、例えば車速信号も入力され得る。ECU542のマイクロコントローラは、トルク信号や車速信号などに基づいてモータ543をベクトル制御またはPWM制御することができる。

【0110】

ECU542は、少なくともトルク信号に基づいて目標電流値を設定する。ECU542は、車速センサによって検出された車速信号を考慮し、さらに角度センサによって検出されたロータの回転信号を考慮して、目標電流値を設定することが好ましい。ECU542は、電流センサ(図1参照)によって検出された実電流値が目標電流値に一致するように、モータ543の駆動信号、つまり、駆動電流を制御することができる。

10

【0111】

パワーステアリング装置2000によれば、運転者の操舵トルクにモータ543の補助トルクを加えた複合トルクを利用してラック軸526によって左右の操舵車輪529A、529Bを操作することができる。特に、上述した機電一体型モータに、上記実施形態のモータ駆動ユニット1000が利用されることにより、正常時および異常時のいずれにおいても適切な電流制御が可能となる。この結果、正常時および異常時のいずれにおいてもパワーステアリング装置におけるパワーアシストが継続される。

【0112】

なお、ここでは、本発明の電力変換装置および駆動装置における使用方法の一例としてパワーステアリング装置が挙げられるが、本発明の電力変換装置および駆動装置の使用方法は上記に限定されず、ポンプ、コンプレッサなど広範囲に使用可能である。

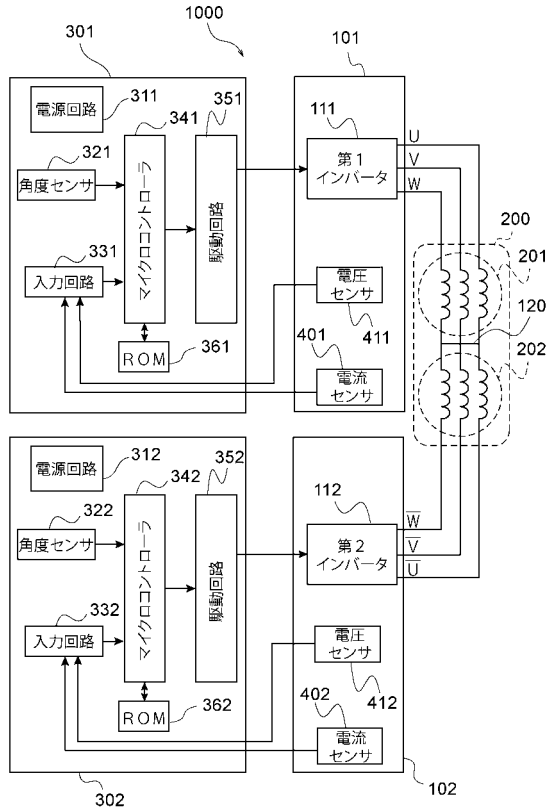
20

【0113】

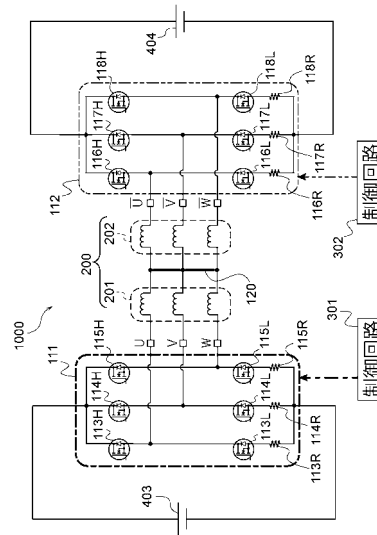
上述した実施形態及び変形例は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

。

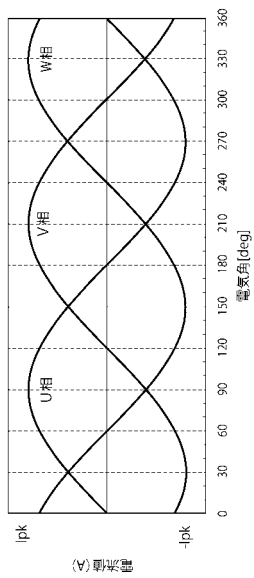
【 図 1 】



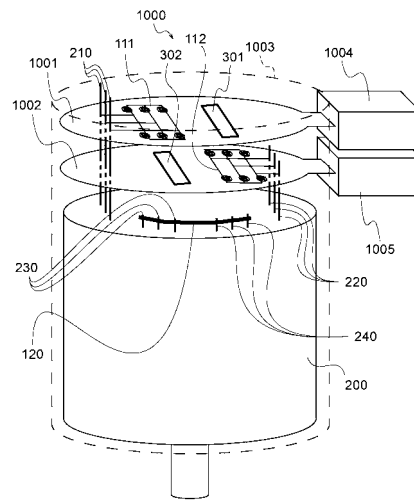
【 図 2 】



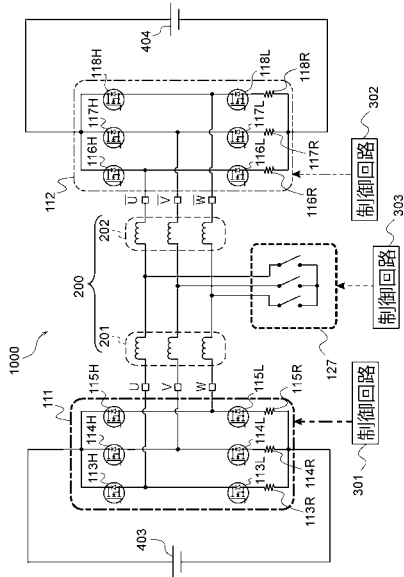
【 図 3 】



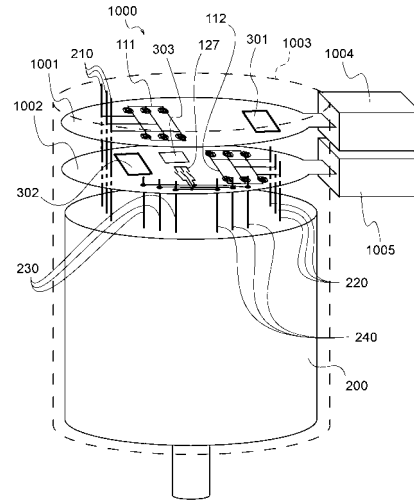
【 図 4 】



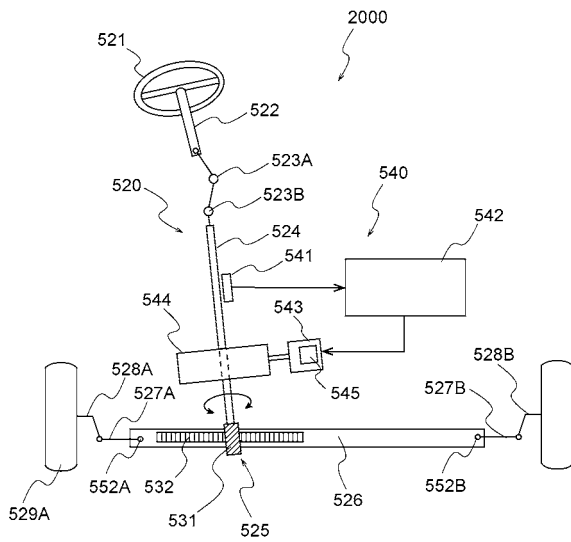
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



【 国際調査報告 】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International application No. PCT/JP2019/004596 |
|---|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
| Int.Cl. H02P27/06(2006.01) i, B62D5/04(2006.01) i, H02M7/48(2007.01) i, H02P29/028(2016.01) i | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. H02P27/06, B62D5/04, H02M7/48, H02P29/028 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Published examined utility model applications of Japan | | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | | 1971-2019 |
| Registered utility model specifications of Japan | | 1996-2019 |
| Published registered utility model applications of Japan | | 1994-2019 |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X Y | JP 2010-51092 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 04 March 2010, paragraphs [0011], [0021]-[0081], fig. 1 (Family: none) | 1 2-13 |
| Y A | JP 2010-252534 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 04 November 2010, paragraphs [0030]-[0035], fig. 1, 4-5 (Family: none) | 2-13 1 |
| Y A | JP 2017-147840 A (DENSO CORP.) 24 August 2017, paragraphs [0015]-[0020], fig. 1-2 & US 2019/0047613 A1, paragraphs [0027]-[0051] | 13 1-12 |
| A | US 2010/0097027 A1 (SIEMENS INDUSTRY, INC.) 22 April 2010, entire text, all drawings & CA 2681773 A1, entire text, all drawings & CN 101777859 A | 1-13 |
| A | US 2008/0258661 A1 (NAGASHIMA, James M.) 23 October 2008, entire text, all drawings & DE 102008019569 A1 & CN 101295958 A | 1-13 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: | | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | |
| Date of the actual completion of the international search 11 April 2019 (11.04.2019) | | Date of mailing of the international search report 23 April 2019 (23.04.2019) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan | | Authorized officer Telephone No. |

| 国際調査報告 | | 国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 9 / 0 0 4 5 9 6 | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i, H02P29/028(2016.01)i | | | | | | | | | | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02P27/06, B62D5/04, H02M7/48, H02P29/028 | | | | | | | | | | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2019年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2019年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2019年</td> </tr> </table> | | | | 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019年 |
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | | | | | | | | | | |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 | | | | | | | | | | |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 | | | | | | | | | | |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019年 | | | | | | | | | | |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) | | | | | | | | | | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | | | | | | | | | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 | | | | | | | | | |
| X Y | JP 2010-51092 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.03.04, 段落[0011], [0021]-[0081], 図1 (ファミリーなし) | 1 2-13 | | | | | | | | | |
| Y A | JP 2010-252534 A (日産自動車株式会社) 2010.11.04, 段落[0030]-[0035], 図1, 4-5 (ファミリーなし) | 2-13 1 | | | | | | | | | |
| Y A | JP 2017-147840 A (株式会社デンソー) 2017.08.24, 段落[0015]-[0020], 図1-2 & US 2019/0047613 A1, 段落[0027]-[0051] | 13 1-12 | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | | | | | | | | | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | | の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 | | | | | | | | | |
| 国際調査を完了した日 11.04.2019 | | 国際調査報告の発送日 23.04.2019 | | | | | | | | | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | | 特許庁審査官 (権限のある職員) 池田 貴俊 電話番号 03-3581-1101 内線 3357 | 3V 9256 | | | | | | | | |

| 国際調査報告 | | 国際出願番号 PCT/JP2019/004596 |
|-----------------------|--|--------------------------|
| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| A | US 2010/0097027 A1 (SIEMENS INDUSTRY, INC.) 2010.04.22, 全文, 全図 & CA 2681773 A1, 全文, 全図 & CN 101777859 A | 1-13 |
| A | US 2008/0258661 A1 (NAGASHIMA, James M.) 2008.10.23, 全文, 全図 & DE 102008019569 A1 & CN 101295958 A | 1-13 |

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

Fターム(参考) 5H501 AA20 BB08 CC01 CC04 CC09 EE08 GG01 GG03 GG05 HA04
 HA05 HB07 HB08 HB16 JJ03 JJ17 KK06 LL22 LL23 LL32
 LL35 LL52 PP02
 5H505 AA16 BB06 CC01 CC04 CC09 DD03 EE08 EE41 EE49 GG01
 GG02 GG04 HA06 HA09 HA10 HB01 HB05 JJ03 JJ17 KK06
 LL22 LL24 LL38 LL41 LL55 LL58 MM13 PP02
 5H770 AA13 BA01 DA03 DA41 EA01 HA02Y HA03Y HA07Z LA03Y LB05
 LB07

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。