

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6285223号
(P6285223)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int.Cl.

F 1

| | | | | | |
|-------------|---------------|------------------|------|--------|---|
| H02M | 7/48 | (2007.01) | H02M | 7/48 | M |
| H02M | 3/155 | (2006.01) | H02M | 3/155 | C |
| H02P | 23/00 | (2016.01) | H02P | 23/00 | |
| H02P | 25/022 | (2016.01) | H02P | 25/022 | |

請求項の数 10 (全 20 頁)

| | |
|--------------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2014-47009 (P2014-47009) |
| (22) 出願日 | 平成26年3月11日 (2014.3.11) |
| (65) 公開番号 | 特開2014-180197 (P2014-180197A) |
| (43) 公開日 | 平成26年9月25日 (2014.9.25) |
| 審査請求日 | 平成29年2月27日 (2017.2.27) |
| (31) 優先権主張番号 | 201310082173.8 |
| (32) 優先日 | 平成25年3月14日 (2013.3.14) |
| (33) 優先権主張国 | 中国 (CN) |

| | |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | 390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番 |
| (74) 代理人 | 100137545 弁理士 荒川 智志 |
| (74) 代理人 | 100105588 弁理士 小倉 博 |
| (74) 代理人 | 100129779 弁理士 黒川 俊久 |
| (74) 代理人 | 100113974 弁理士 田中 拓人 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モータの故障保護のためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源、

前記電源に結合される接触器、

前記電源に結合されるDC / DCコンバータを備えるモータ駆動システムであって、

前記DC / DCコンバータが、Hブリッジ、第1のインダクタ、および第2のインダクタを備え、

前記Hブリッジが、第1の上部スイッチおよび第1の下部スイッチを備える第1の脚と、第2の上部スイッチおよび第2の下部スイッチを備える第2の脚とを有し、

前記モータ駆動システムは更に、

10

前記DC / DCコンバータに結合されたDC / ACインバータと、

前記DC / ACインバータに結合されるモータであって、複数の巻線を備え、前記DC / ACインバータにより駆動されるモータと、

正常モードにおいて前記DC / ACインバータに第1のスイッチ信号を付与するように構成されるコントローラ、および、

前記コントローラに結合され、故障モードにおいて故障信号に基づいて第2のスイッチ信号を発生させるように構成された保護回路と、を備え、

前記保護回路が、

前記DC / ACインバータの複数のスイッチに付与されるターンオフ信号と、

前記モータから前記電源を切斷するために前記少なくとも1つの接触器に付与される開

20

放信号と、

前記 H ブリッジの前記第 1 の上部スイッチと前記第 2 の下部スイッチの両方又は、前記第 2 の上部スイッチと前記第 1 の下部スイッチの両方に付与され、前記第 1 及び第 2 のインダクタを前記モータの複数の巻線に接続するターンオン信号と、
を備えるモータ駆動システム。

【請求項 2】

前記モータが永久磁石（PM）モータを備える、請求項 1 記載のモータ駆動システム。

【請求項 3】

前記故障信号が、モータ速度が所定の速度より高いとき有効である、請求項 1 または 2 記載のモータ駆動システム。

10

【請求項 4】

前記 DC / AC インバータが、複数のブリッジ脚部を備え、各々のブリッジ脚部が、上部スイッチおよび下部スイッチを備え、前記複数の上部スイッチが、前記電源の高電圧端子に共通に結合され、前記複数の下部スイッチが、前記電源の低電圧端子に共通に結合され、前記上部スイッチと前記下部スイッチとの間の対応する接合部が、前記モータの対応する巻線に結合される、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のモータ駆動システム。

【請求項 5】

前記第 1 のインダクタが、前記電源の高電圧端子と、前記第 1 の上部スイッチと前記第 1 の下部スイッチとの間の接合部との間に結合され、

20

前記第 2 のインダクタが、前記電源の前記高電圧端子と、前記第 2 の上部スイッチと前記第 2 の下部スイッチとの間の接合部との間に結合される、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のモータ駆動システム。

【請求項 6】

前記故障モードが UCG モードを含む、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のモータ駆動システム。

【請求項 7】

前記コントローラにより付与される前記第 1 のスイッチ信号が前記故障モードで遮断される、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のモータ駆動システム。

【請求項 8】

モータ駆動システムを動作させるための方法であって、

30

正常モードにおいて DC / DC コンバータと DC / AC インバータに第 1 のスイッチ信号を付与するステップであって、前記 DC / DC コンバータが、H ブリッジ、第 1 のインダクタ、および第 2 のインダクタを備え、前記 H ブリッジが、第 1 の上部スイッチおよび第 1 の下部スイッチを備える第 1 の脚と、第 2 の上部スイッチおよび第 2 の下部スイッチを備える第 2 の脚とを有している、前記ステップ、および、

故障モードにおいて故障信号に基づいて、前記 DC / DC コンバータ、前記 DC / AC インバータ及び接触器に第 2 のスイッチ信号を付与するステップを含み、

前記第 2 のスイッチ信号を付与するステップが、前記第 1 のスイッチ信号を遮断するステップと、

40

前記 DC / AC インバータの複数のスイッチにターンオフ信号を付与するステップと、前記モータから前記電源を切斷するために前記少なくとも 1 つの接触器に開放信号を付与するステップと、

前記 H ブリッジの前記第 1 の上部スイッチと前記第 2 の下部スイッチの両方又は、前記第 2 の上部スイッチと前記第 1 の下部スイッチの両方に、前記第 1 及び第 2 のインダクタを前記モータの複数の巻線に接続するターンオン信号を付与するステップと、を含む方法。

【請求項 9】

前記故障モードが UCG モードを含む、請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

50

モータ速度が前記故障モードにおいて所定の速度より高いとき、保護回路を使用可能にするステップを含む、請求項 8 または 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般には、モータの故障保護のためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

永久磁石 (PM) モータは様々な分野で広く使用されており、例えば PM モータは、電気車両 (EV) システムで使用されている。逆起電力 (EMF) 電圧が、PM モータを動作させる際に生成される。PM モータが高速度で稼働しているとき、逆 EMF 電圧は、DC リンク上の電圧を上回ることになる。コントローラがこの局面でクラッシュまたは誤動作する場合、PM モータは、制御不能発生 (uncontrollable generation) (UCG) モードにおいて作動することになる。適切な制御または保護の処置を、電源、DC バスコンデンサ、または電力スイッチが損傷を受けることを回避するためにとるべきである。

【0003】

したがって、上記で述べた問題の少なくとも 1 つに対処するためのシステムおよび方法を提供することが望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本明細書で開示する 1 つの実施形態によれば、モータ駆動システムが提供される。モータ駆動システムは、電源、駆動回路、コントローラ、モータ、および保護回路を含む。駆動回路は、電源に結合された少なくとも 1 つのスイッチングデバイスを含む。モータは、複数の巻線を含む。モータは、駆動回路に結合され、駆動回路により駆動される。コントローラは、正常モードにおいて駆動回路の少なくとも 1 つのスイッチングデバイスに第 1 のスイッチ信号を付与するように構成される。保護回路は、コントローラに結合され、故障モードにおいて故障信号に少なくとも部分的に基づいて第 2 のスイッチ信号を発生させるように構成され、かつ、駆動回路と複数の巻線との間で回路ループを再構築するように、駆動回路の少なくとも 1 つのスイッチングデバイスに第 2 のスイッチ信号を付与するよう構成される。

【0005】

本明細書で開示する別の実施形態によれば、モータ駆動システムを動作させるための方法が提供される。方法は、正常モードにおいて駆動回路に第 1 のスイッチ信号を付与するステップを含む。方法は、故障モードにおいて駆動回路とモータとの間で回路ループを再構築するために、駆動回路に第 2 のスイッチ信号を付与するステップを含む。

【0006】

本開示のこれらおよび他の特徴、態様、および利点は、図面全体を通して類似の符号が類似の部分を表す付随する図面を参照して以下の詳細な説明を読むことで、より良く理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本開示の 1 つの例示的な実施形態によるモータ駆動システムのブロック図である。

【図 2】本開示の 1 つの例示的な実施形態による、DC / AC インバータが図 1 に示す駆動回路内にあるモータ駆動システムの概略図である。

【図 3】本開示の別の例示的な実施形態による、DC / DC コンバータおよび DC / AC

10

20

30

40

50

インバータが図1に示す駆動回路内にあるモータ駆動システムの概略図である。

【図4】本開示の1つの例示的な実施形態による、図3の故障モードにおいて形成される回路ループを例示する図である。

【図5】本開示の別の例示的な実施形態による、複数の独立したDC/DCコンバータが図1に示す駆動回路内にあるモータ駆動システムの概略図である。

【図6】本開示の1つの例示的な実施形態による、PRアルゴリズムを履行することにより図5の各々のDC/DCコンバータを制御する際に使用される制御ブロック図である。

【図7】本開示の1つの例示的な実施形態による、図5のモータ駆動システムにおいて使用される図6に示すPRコントローラにより発生させられるボード線図である。

【図8】本開示の1つの例示的な実施形態による、図5の故障モードにおいて形成される回路ループを例示する図である。 10

【図9】本開示の1つの例示的な実施形態による、図1のモータ駆動システムを動作させるための方法のフローチャートである。

【図10】本開示の1つの例示的な実施形態による、図9に示す第2のスイッチ信号を付与するサブステップを例示するフローチャートである。

【図11】本開示の別の例示的な実施形態による、図9に示す第2のスイッチ信号を付与するサブステップを例示するフローチャートである。

【図12】本開示の別の例示的な実施形態による、図9に示す第2のスイッチ信号を付与するサブステップを例示するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

これらの実施形態の合理的に簡明な説明を提供するために、実際の実装形態のすべての特徴を、1つまたは複数の特定の実施形態において説明するとは限らない。別段の定義がない限り、本明細書で使用する技術用語および科学用語は、本開示が属する技術分野の当業者が共通して理解するのと同じ意味を有する。用語「第1の」、「第2の」、「第3の」等々は、本明細書では、何らかの順序、量、または重要性を示すものではなく、むしろ、1つの要素を別の要素と区別するために使用される。さらに用語「a」および「an」は、量の限定を示すものではなく、むしろ、参照する項目の少なくとも1つの存在を示す。用語「または、もしくは」は、包含的であり、列挙する項目のいずれか、いくつか、またはすべてのいずれかを意味するように定められたものである。「含む」、「備える」、または「有する」、およびそれらの変形の使用は、本明細書では、その後に列挙する項目およびそれらの等価物、ならびに追加的な項目を包含するように定められたものである。用語「結合される」は、直接または間接の様式であり得る、電気的な接続または結合を説明するために使用される。用語「回路」は、能動および受動の/能動または受動のいずれかの部品であり、説明する機能を提供するために、場合によっては結合され得る、そうでなければ一体に結合され得る、単一の部品または複数の部品のいずれかを含み得る。 30

【0009】

本明細書では用語「する場合がある」、「し得る」、「される場合がある」、および「され得る」は、1組の状況の範囲内での出現、指定の特質、特性、もしくは機能の所有の可能性を指示し、かつ/または、意味が修飾される動詞に関連する能力、性能、もしくは可能性のうちの1つもしくは複数を表現することにより別の動詞の意味を修飾する。したがって「する場合がある」、「し得る」、「される場合がある」、および「され得る」の使用法は、一部の状況では、修飾される用語が、時には適切でない、性能がない、または適していない場合があるということを考慮しながら、修飾される用語が、指示する潜在能力、機能、または使用法に関して、明らかに適切である、性能がある、または適しているということを指示する。例えば一部の状況では、ある事象または潜在能力が予期され得るが、一方で他の状況では、その事象または潜在能力が出現しない場合がある。この相違が、用語「する場合がある」、「し得る」、「される場合がある」、および「され得る」によりとらえられる。 40

【0010】

10

20

30

40

50

図1は、本開示の1つの例示的な実施形態によるモータ駆動システム10のブロック図である。モータ駆動システム10は、電源11、駆動回路17、モータ19、コントローラ21、および保護回路23を含む。

【0011】

電源11は、電力を付与するためのDC電源またはAC電源を含み得る。一部の実施形態ではモータ19は、複数の巻線を伴う永久磁石(PM)モータを含む。一部の実施形態ではモータ19は、誘導モータ(IM)などの他の種類のモータを含む。

【0012】

例示する実施形態では駆動回路17は、電源11とモータ19との間に結合される。駆動回路17は、ある決まったアーキテクチャを組成するように配置構成される少なくとも1つのスイッチングデバイス18を含む。駆動回路17は、電源11により付与される電力を、モータ19に付与するための適正な電力に変換するように構成される。駆動回路17内の少なくとも1つのスイッチングデバイス18は、モータ速度を制御するようにターンオンまたはターンオフされることに関する性能がある。

【0013】

例示する実施形態ではスイッチドライバ(図示せず)は、スイッチングデバイス18に統合された内部部品である。他の実施形態ではスイッチドライバは、スイッチングデバイス18に結合された外部部品である。スイッチドライバは、スイッチングデバイス18を駆動するように構成される。

【0014】

スイッチングデバイス18の非限定的な例は、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)、および任意の他の適したデバイスを含み得る。

【0015】

コントローラ21は、制御信号を供給するために電源11、駆動回路17、およびモータ19のうちの少なくとも1つと電気的に通信する。一部の実施形態ではコントローラ21は、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブルロジックコントローラ(PLC)、および特定用途向け集積回路ASICなどの、任意の適したプログラマブルな回路またはデバイスを含み得る。一部の実施形態ではコントローラ21は、ハードウェア、ソフトウェア、または、ハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせの形式で実装され得る。1つの実施形態ではコントローラ21は、第1のスイッチ信号22および故障信号24を発生させるように構成される。

【0016】

モータ速度は、正常モードにおいてコントローラ21により付与される第1のスイッチ信号22によって駆動回路17を動作させることにより調節される。故障が、故障モードにおいてモータ駆動システム10内で起こるととき、損傷が、電源11、駆動回路17、および/またはモータ19にもたらされる場合がある。例えばモータ速度が高い方のしきい値速度より高いとき、モータ駆動システム10内の1つまたは複数の部品が、超過速度状態のもとでモータ19を動作させることにより引き起こされる大きな電圧/電流および/または高温に起因して損傷を受ける場合がある。したがって保護回路23を、安全な様式でモータ19を動作させるためにこの実施形態において提案している。

【0017】

正常モードにおいて故障信号24は、故障がモータ駆動システム10内で起こらないことを指示する無効である。保護回路23は、無効故障信号24を受信し、第1のスイッチ信号22を、駆動回路17の少なくとも1つのスイッチングデバイス18に直接付与することを可能にするための導体として機能を果たす。第1のスイッチ信号22は、モータ速度を制御するように、駆動回路17の少なくとも1つのスイッチングデバイス18をターンオンまたはターンオフするために使用される。

【0018】

10

20

30

40

50

故障モードにおいて故障信号 24 は、少なくとも 1 つの故障がモータ駆動システム 10 内で起こることを指示する有効である。故障は、超過速度状態、過電流状態、過電圧状態、または、モータ 19 に制御を失わせる場合がある任意の他の異常状態を含み得る。

【0019】

保護回路 23 は、有効故障信号 24 を受信し、使用可能にされる。保護回路 23 は、第 1 のスイッチ信号 22 を遮断し、第 2 のスイッチ信号 26 を発生させるように構成される。第 2 のスイッチ信号 26 は、駆動回路 17 の少なくとも 1 つのスイッチングデバイス 18 に付与される。第 2 のスイッチ信号 26 は、駆動回路 17 とモータ 19 の巻線との間で回路ループを再構築するために使用される。一部の実施形態では回路ループは、具体的には、超過速度故障により引き起こされる過電圧、過電流、および / または高温の問題が軽減され得るように、1つまたは複数の短絡回路が形成される様式で再構築される。次いでモータ駆動システム 10 は、故障モードから正常モードに復旧し得る。

10

【0020】

より具体的には、モータ速度がしきい値より低い値に下がるときに、第 1 のスイッチ信号 22 は、保護回路 23 を通って駆動回路 17 に進み、少なくとも 1 つのスイッチングデバイス 18 を駆動することになる。一部の実施形態ではモータ 19 は、第 1 のスイッチ信号 22 によって安全な様式で停止され得る。

【0021】

保護回路 23 は、ハードウェア、ソフトウェア、または、ハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせの形式で実装され得る。一部の実施形態では保護回路 23 は、コントローラ 21 に結合される独立した回路である。一部の実施形態では保護回路 23 は、コントローラ 21 の内部モジュールである。第 2 のスイッチ信号 26 の形式は、駆動回路 17 のアーキテクチャに少なくとも部分的に基づく。第 1 のスイッチ信号 22 および第 2 のスイッチ信号 26 がどのように発生させられるかに関する具体的な詳細を、以下で考察する。

20

【0022】

図 2 は、本開示の 1 つの例示的な実施形態による、DC / AC インバータが図 1 の駆動回路内にあるモータ駆動システムの概略図である。図 2 の実施形態ではモータ駆動システム 100 は、蓄電池 111、駆動回路 17、PM モータ 191、コントローラ 21、および保護回路 23 を含む。

【0023】

30

例示する実施形態では蓄電池 111 は、電源 11 として使用される。他の実施形態では、フライホイール、ウルトラキャパシタ、および燃料電池が、電源 11 として使用され得る。蓄電池 111 は、高電圧端子 112 および低電圧端子 114 を介して駆動回路 17 に結合される。PM モータ 191 は、モータ 19 として使用される。蓄電池 111 は、駆動回路 17 を介して、PM モータ 191 に電力を付与する、または、PM モータ 191 から電力を受け取るために使用される。1 つの実施形態では駆動回路 17 は、DC / AC インバータ 171、コンデンサ 173、および少なくとも 1 つの接触器 175 を含む。コンデンサ 173 は、蓄電池 111 に並列に結合される。

【0024】

より具体的には、この実施形態では PM モータ 191 は、第 1 の巻線 195、第 2 の巻線 196、および第 3 の巻線 197 が共通点 N に結合される三相 PM モータを含む。

40

【0025】

例示する実施形態では DC / AC インバータ 171 は、3 つのブリッジ脚部を含む三相 DC / AC インバータであり、各々のブリッジ脚部は、2 つのスイッチングデバイスを含む。DC / AC インバータ 171 は、蓄電池 111 から付与される DC 電力を、PM モータ 191 に供給される三相 AC 電力に変換するように構成される。他の実施形態では DC / AC インバータ 171 は、単相または多相の AC 電力を PM モータ 191 に付与するように構成される、単相または多相のインバータを含み得る。

【0026】

各々のスイッチングデバイスは、逆並列ダイオードに結合される。第 1 のブリッジ脚部

50

は、第1のスイッチQ₁および第2のスイッチQ₂を含む。第2のブリッジ脚部は、第3のスイッチQ₃および第4のスイッチQ₄を含む。第3のブリッジ脚部は、第5のスイッチQ₅および第6のスイッチQ₆を含む。第1の、第3の、第5のスイッチQ₁、Q₃、およびQ₅(集団的に上部スイッチと呼ぶ)は、高電圧端子112に共通に結合される。第2の、第4の、第6のスイッチQ₂、Q₄、およびQ₆(集団的に下部スイッチと呼ぶ)は、低電圧端子114に共通に結合される。第1の巻線195は、第1のブリッジ脚部内の第1のスイッチQ₁と第2のスイッチQ₂との間の第1の接合部170に結合される。第2の巻線196は、第2のブリッジ脚部内の第3のスイッチQ₃と第4のスイッチQ₄との間の第2の接合部172に結合される。第3の巻線197は、第3のブリッジ脚部内の第5のスイッチQ₅と第6のスイッチQ₆との間の第3の接合部174に結合される。

10

【0027】

少なくとも1つの接触器175は、蓄電池111とDC/A Cインバータ171との間に直列に結合される。少なくとも1つの接触器175は、図2に示す高電圧端子112に結合される単一の接触器を含む。一部の実施形態では少なくとも1つの接触器175は、それぞれ蓄電池111の高電圧端子112および低電圧端子114に結合される、第1の接触器および第2の接触器を含み得る。故障モードにおいて、少なくとも1つの接触器175は、蓄電池111が保護され得るように、蓄電池111とPMモータ191との間の電気的接続を切断するために手動または自動でトリップされ得る。

【0028】

正常モードにおいて第1のスイッチ信号22は、PWM変調アルゴリズムなどの1つまたは複数の制御アルゴリズムを履行することにより発生させられる。第1のスイッチ信号22は、PMモータ191に付与される電圧および/または電流を調節するように、複数のスイッチQ₁、Q₃、Q₅、Q₂、Q₄、およびQ₆をターンオンまたはターンオフするために使用される。正常モードにおいて、故障信号24は無効である。無効故障信号24を受信した後、保護回路23は、第1のスイッチ信号22をDC/A Cインバータ171に付与することを可能にするための導体として動作させられる。

20

【0029】

故障モード、特にUCGモードにおいて、PMモータ191の速度が所定またはしきい値の速度より高いとき、故障信号24は有効である。保護回路23は、有効故障信号24を受信した後、使用可能にされる。次いで保護処理が、以下の手順で履行される。コントローラ21から付与される第1のスイッチ信号22が遮断される。第2のスイッチ信号26が、保護回路23により発生させられる。図2のこの実施形態では第2のスイッチ信号26は、第1のターンオン信号261、開放信号262、および第2のターンオン信号263を含む。

30

【0030】

第1のターンオン信号261は、DC/A Cインバータの第1の半分に付与される。一部の実施形態では第1のターンオン信号261は、複数のターンオン信号の形式で実装され得るものであり、複数のターンオン信号の各々は、各々の対応するスイッチングデバイスに送出され得る。例えば1つの実施形態では第1のターンオン信号261は、上部スイッチQ₁、Q₃、およびQ₅に付与される(または、下部スイッチQ₂、Q₄、およびQ₆に付与される)。第1の短絡回路ループが、Q₁、Q₃、およびQ₅、ならびにPMモータ191の間で(または、Q₂、Q₄、およびQ₆、ならびにPMモータ191の間で)形成される。すなわち、各々のブリッジ脚部内の1つのスイッチが、PMモータ191と短絡電流を共有する。

40

【0031】

開放信号262は、DC/A Cインバータ171から蓄電池111を切断するために少なくとも1つの接触器175に付与される。一部の実施形態では、第1のターンオン信号261および開放信号262は、それぞれ第1の半分のスイッチおよび少なくとも1つの接触器175に実質的に同時に付与される。

【0032】

50

接触器 175 がトリップされた後、第 2 のターンオン信号 263 が、スイッチングデバイスの他方の半分に付与される。一部の実施形態では第 2 のターンオン信号 263 は、複数のターンオン信号の形式で実装され得るものであり、複数のターンオン信号の各々は、各々の対応するスイッチングデバイスに送出され得る。例えば第 2 のターンオン信号 263 は、下部スイッチ Q₂、Q₄、および Q₆（または、上部スイッチ Q₁、Q₃、および Q₅）に付与される。次いで、上部スイッチ Q₁、Q₃、および Q₅、ならびに下部スイッチ Q₂、Q₄、および Q₆ は、PM モータ 191 と第 2 の短絡回路ループを形成する。すなわち、各々のブリッジ脚部内の 2 つのスイッチの両方が、PM モータ 191 と短絡電流を共有する。

【0033】

10

1つまたは複数のターンオンされたスイッチおよびモータ巻線によって形成される、1つまたは複数の短絡回路によって、PM モータ 191 の誤った動作に起因して発生させられたエネルギーを消費することが可能になり得る。結果として、逆 EMF 電圧は低下させられ得る。PM モータ 191 の速度がしきい値速度より低い値に低下した後、逆 EMF 電圧は、そのことに対応して安全な値に低下することになる。この局面において、DC / AC インバータ 171 内のすべてのスイッチは安全にターンオフされ得る。

【0034】

図 3 は、本開示の別の例示的な実施形態による、DC / DC コンバータ 177 および DC / AC インバータ 171 が図 1 の駆動回路 17 内にあるモータ駆動システム 200 の概略図である。図 2 に示すモータ駆動システム 100 と比較すると、同様に、蓄電池 111 が電源 11 として使用され、PM モータ 191 がモータ 19 として使用されており、したがって、蓄電池 111 および PM モータ 191 の詳細な説明を、ここでは省略する。

20

【0035】

これに対してモータ駆動システム 200 の駆動回路 17 は、蓄電池 111 と PM モータ 191 との間の電力変換を遂行するための 2 段構造を用いる。より具体的には、モータ駆動システム 200 の駆動回路 17 は、DC / AC インバータ 171、DC / DC コンバータ 177、少なくとも 1 つの接触器 175、およびコンデンサ 173 を含む。例示する実施形態では DC / DC コンバータ 177 は、電力変換を遂行するように構成される双方向性 DC / DC コンバータを含む。他の実施形態では DC / DC コンバータ 177 は、一方向性 DC / DC コンバータを含み得る。

30

【0036】

例示する実施形態では DC / DC コンバータ 177 は、H ブリッジ、第 1 のインダクタ 179、および第 2 のインダクタ 181 を含む。H ブリッジは、左ブリッジ脚部内で直列に結合される第 1 の上部スイッチ S₁ および第 1 の下部スイッチ S₂ を含む。H ブリッジは、右ブリッジ脚部内で直列に結合される第 2 の上部スイッチ S₃ および第 2 の下部スイッチ S₄ を含む。上部スイッチ S₁ および S₃ は、共通点 160 に結合される。下部スイッチ S₂ および S₄ は、低電圧端子 114 に共通に結合される。第 1 のインダクタ 179 は、高電圧端子 112 と、第 1 の上部スイッチ S₁ と第 1 の下部スイッチ S₂ との間の接合部 176 との間に結合される。第 2 のインダクタ 181 は、高電圧端子 112 と、第 2 の上部スイッチ S₃ と第 2 の下部スイッチ S₄ との間の接合部 178 との間に結合される。

40

【0037】

この実施形態の DC / AC インバータは、図 2 に示す DC / AC インバータ 171 と同様である。ただし上部スイッチ（Q₁、Q₃、および Q₅）は、共通点 160 に共通に結合される。したがって DC / AC インバータ 171 の詳細な説明を、ここでは省略する。コンデンサ 173 は、一方の端子が共通点 160 に結合され、他方の端子が低電圧端子 114 に結合された状態で、DC / DC コンバータ 177 と DC / AC インバータ 171 との間に結合される。少なくとも 1 つの接触器 175 は、蓄電池 111 と DC / DC コンバータ 177 との間に直列に結合される。

【0038】

正常モードにおいて第 1 のスイッチ信号 22 は、DC / AC インバータ 171 の複数の

50

スイッチおよびDC / DCコンバータ177の複数のスイッチをターンオンまたはターンオフするために、PWM変調アルゴリズムによって発生させられる。次いでDC / DCコンバータ177は、蓄電池111により付与されるDC電力を、コンデンサ173の2つの端子での適正なDC電力に変換するように制御される。DC / ACインバータ171は、適正なDC電力を、PMモータ191に付与するためのAC電力に変換するように制御される。最終的には、PMモータ191に付与される電圧および/または電流が調節され得るとともに、PMモータ191の速度が制御され得る。正常動作において故障信号24は、故障が起こっていないことを指示する無効である。無効故障信号24を受信した後、保護回路23は、第1のスイッチ信号22を、DC / ACインバータ171およびDC / DCコンバータ177に直接付与することを可能にするための導体として動作させられる。

10

【0039】

故障モード、特にUCGモードにおいて、PMモータ191の速度が所定の速度より高いとき、故障信号24は有効である。保護回路23は、有効故障信号24を受信した後、使用可能にされる。次いで保護処理が、以下の手順で履行される。コントローラ21から付与される第1のスイッチ信号22が、駆動回路17に供給されないように遮断される。第2のスイッチ信号26が、保護回路23により発生させられる。図3のこの実施形態では第2のスイッチ信号26は、ターンオフ信号264、開放信号262、およびターンオン信号265を含む。

【0040】

20

ターンオフ信号264は、DC / ACインバータ171をフルブリッジ整流器として挙動させるために、DC / ACインバータ171のすべてのスイッチに付与される。一部の実施形態ではターンオフ信号264は、複数のターンオフ信号の形式で実装され得るものであり、複数のターンオフ信号の各々は、各々の対応するスイッチングデバイスに送出され得る。開放信号262は、PMモータ191から蓄電池111を切断するために少なくとも1つの接触器175に付与される。

【0041】

ターンオン信号265は、第1のインダクタ179および第2のインダクタ181を導通するように、S₁およびS₄に、またはS₂およびS₃に付与される。一部の実施形態ではターンオン信号265は、複数のターンオン信号の形式で実装され得るものであり、複数のターンオン信号の各々は、各々の対応するスイッチングデバイスに送出され得る。短絡回路ループが、第1のインダクタ179、第2のインダクタ181、DC / ACインバータ171、およびPMモータ191の間で形成され得る。一部の実施形態では、ターンオフ信号264、開放信号262、およびターンオン信号265は、実質的に同時に駆動回路17に付与される。

30

【0042】

故障モードまたはUCGモードにおいて動作する図3のモータ駆動システム200の等価回路を図4に示す。図3に示す第2のスイッチ信号26が駆動回路17に付与された後、ダイオード(D₁からD₆)、第1のインダクタ179、第2のインダクタ181、コンデンサ173、およびPMモータ191が、モータ駆動システム200内で短絡回路ループを形成する。

40

【0043】

図4に示すようにUCGモードにおいて、PMモータ191からの電力は、第1のインダクタ179および第2のインダクタ181内に流れ得る。したがって、高い逆EMF電圧により生成される大きな電力は、第1のインダクタ179および第2のインダクタ181において消費され得る。PMモータ191の速度がしきい値速度に低下した後、逆EMF電圧は、そのことに対応して安全な値に低下することになり、DC / ACインバータ171およびDC / DCコンバータ177内のすべてのスイッチは、安全にターンオフされ得る。

【0044】

50

図5は、本開示の別の例示的な実施形態による、独立したDC/DCコンバータが図1の駆動回路内にあるモータ駆動システム300の概略図である。図2に示すモータ駆動システム100と比較すると、同様に、蓄電池111が電源111として使用され、PMモータ191がモータ19として使用されており、したがって、蓄電池111およびPMモータ191の詳細な説明を、ここでは省略する。

【0045】

これに対して図5において駆動回路17は、第1のDC/DCコンバータ183、第2のDC/DCコンバータ185、および第3のDC/DCコンバータ187、ならびに少なくとも1つの接触器175を含む。第1の、第2の、および第3のDC/DCコンバータ183、185、187は集団的に、蓄電池111から付与されるDC電力をDC電力に変換する、および、DC電力の電圧レベルを昇圧する性能を有するように構成される、単一段コンバータとして機能を果たす。
10

【0046】

第1の、第2の、および第3のDC/DCコンバータ183、185、187の各々は、PMモータ191の対応する巻線に結合される。第1の、第2の、および第3のDC/DCコンバータ183、185、187の各々は、上部スイッチ（例えば S_{a1} ）、下部スイッチ（例えば S_{a2} ）、インダクタ（例えば182）、およびコンデンサ（例えば192）を含む。各々の上部スイッチは、PMモータ191の対応する巻線に結合される。下部スイッチは、低電圧端子114に共通に結合される。各々のインダクタは、蓄電池111と、各々の上部スイッチと各々の下部スイッチとの間に結合される。各々のコンデンサは、各々の上部スイッチおよび低電圧端子114に結合される。複数の独立したDC/DCコンバータを使用することにより、PMモータ191の各々の巻線が独立して制御され得る。少なくとも1つの接触器175は、蓄電池111と独立したDC/DCコンバータ（183、185、および187）との間に直列に結合される。
20

【0047】

正常モードにおいて第1のスイッチ信号22は、駆動回路17の複数のスイッチ（ S_{a1} 、 S_{a2} 、 S_{b1} 、 S_{b2} 、 S_{c1} 、および S_{c2} ）をターンオンまたはターンオフするために、PWM変調アルゴリズムによって発生させられる。各々のコンデンサの端子が理想的に負う電圧（位相電圧）は、2つの相違する成分、すなわちDCバイアス成分（各々の位相に対して同じ）およびAC成分からなる。各々の位相に対するAC成分は同じ振幅を有し、各々のAC成分は、他の位相でのAC成分に対する120度の偏移を含む。各々のコンデンサの端子上の電圧は、以下の式のように表現され得る。
30

【0048】

【数1】

$$V_{ph_A} = V_{bias} + V_m \sin(\omega t) \quad (1),$$

【0049】

【数2】

$$V_{ph_B} = V_{bias} + V_m \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (2),$$

【0050】

【数3】

$$V_{ph_C} = V_{bias} + V_m \sin(\omega t + 120^\circ) \quad (3).$$

【0051】

10

20

30

40

50

ここで $V_{ph\#A}$ 、 $V_{ph\#B}$ 、および $V_{ph\#C}$ は、それぞれコンデンサ 192、194、および 198 の端子上の電圧を指す。 V_{bias} は DC バイアス電圧を指す。 V_m は AC 成分の振幅を指す。コントローラ 21 は、それぞれ $V_{ph\#A}$ 、 $V_{ph\#B}$ 、および $V_{ph\#C}$ を取得するために対応する基準を追尾するように、独立した DC / DC コンバータ 183、185、および 187 に付与するための第 1 のスイッチ信号 22 を発生させるように構成される。すなわち、各々の DC / DC コンバータの基準は 120 度の偏移を有する。基準は DC 値または AC 値であり得る。 V_m が V_{bias} より小さいとき、基準は DC 電圧である。そうでなければ、基準は AC 電圧である。

【0052】

次いで、出力線間電圧が以下の式のように取得され得る。

10

【0053】

【数4】

$$V_{AB} = V_{ph_A} - V_{ph_B} = \sqrt{3}V_m \sin(\omega t + 30^\circ) \quad (4),$$

【0054】

【数5】

$$V_{BC} = V_{ph_B} - V_{ph_C} = \sqrt{3}V_m \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (5),$$

20

【0055】

【数6】

$$V_{CA} = V_{ph_C} - V_{ph_A} = \sqrt{3}V_m \sin(\omega t + 150^\circ) \quad (6).$$

【0056】

ここで V_{AB} 、 V_{BC} 、および V_{CA} は、それぞれ、線 A と線 B との間の、線 B と線 C との間の、および線 C と線 A との間の電圧を指す。したがって、第 1 の、第 2 の、および第 3 の DC / DC コンバータ 183、185、および 187 は、蓄電池 111 により付与される DC 電力を、独立して PM モータ 191 に付与するための AC 電力に変換するために使用され得る。最終的には、PM モータ 191 に付与される電圧および / または電流が調節され得るとともに、PM モータ 191 の速度は制御状態にある。正常モードにおいて、故障信号 24 は無効である。無効故障信号 24 を受信した後、保護回路 23 は、第 1 のスイッチ信号 22 を、複数の独立した DC / DC コンバータに直接付与することを可能にするための導体として動作させられる。

30

【0057】

図 6 は、本開示の 1 つの例示的な実施形態による、PR アルゴリズムを履行することにより図 5 の各々の DC / DC コンバータを制御する際に使用される制御ブロック 図 500 である。制御方法は、各々の位相駆動モジュールにおいて使用される。例えば第 1 の位相駆動モジュールは、蓄電池 111、DC / DC コンバータ 183、および第 1 の巻線 195 から構成される。いくつかのセンサが、コンデンサ 192 の電圧およびインダクタ 182 の電流を測定し、次いで、コンデンサ電圧信号 V_{C523} およびインダクタンス電流信号 I_{L525} をそれぞれ出力するために使用される。制御ブロック 図 500 は、 V_{C523} が電圧コマンド信号 $V_{C\#cmd501}$ を追尾することを可能にするために使用される。

40

【0058】

図 6 の例示する実施形態では第 1 の差分信号 505 が、総和要素 503 による $V_{C\#cmd501}$ および V_{C523} の減算により発生させられる。第 1 の差分信号 505 は、PR コントローラ 507 によって調節される。PR アルゴリズムは、以下の伝達関数により表現

50

され得る。

【0059】

【数7】

$$G(s) = K_p + \frac{K_R s}{s^2 + \omega_0^2} \quad (7)$$

【0060】

ここで K_p は比例係数を指す。 K_R は共振係数を指す。 ω_0 は共振周波数を指す。 次いで、 PR コントローラ 507 により発生させられた信号が、 電流コマンド信号 $I_{L\#cmd}$ 509 として使用される。

【0061】

第2の差分信号 513 が、 総和要素 511 による $I_{L\#cmd}$ 509 および I_L 525 の減算により発生させられる。 第2の差分信号 513 は、 PI コントローラ 515 によって調節される。 一部の実施形態では PI コントローラ 515 は、 他の制御アルゴリズムにより置換され得る。 次いで PI コントローラ 515 の出力が、 第1のスイッチ信号 22 を得るために変調器 517 に送出される。 第1のスイッチ信号 22 は、 駆動回路 17 (例えは DC / DC コンバータ 183) に付与される。

【0062】

図7は、 PR コントローラのボード線図である。 式(7)で例示する PR アルゴリズムの部分

【0063】

【数8】

$$\frac{K_R s}{s^2 + \omega_0^2}$$

【0064】

の関数に起因して、 $G(s)$ の利得応答は、 共振周波数 ω_0 で無限大の値に達し得るものであり、 利得は、 ω_0 を除いて全く減衰しない、 または小さく減衰する。 $G(s)$ の周波数応答は、 ω_0 で急激に低下する。 したがって PR コントローラは、 モータ駆動システム 300 の利得または帯域幅を増大し、 位相余裕を調節して、 モータ駆動システム 300 が、 適正な共振周波数 ω_0 を選定することにより安定的に制御されることを確実にするために使用され得る。

【0065】

故障モード、 特に UCG モードにおいて、 PM モータ 191 の速度が所定の速度より高いとき、 故障信号 24 は有効である。 保護回路 23 は、 有効故障信号 24 を受信した後、 使用可能にされる。 次いで保護処理が、 以下の手順で履行される。 第1のスイッチ信号 22 が、 コントローラ 21 から遮断される。 第2のスイッチ信号 26 が、 保護回路 23 により発生させられる。 図5のこの実施形態では第2のスイッチ信号 26 は、 ターンオン信号 266、 開放信号 262、 およびターンオフ信号 267 を含む。

【0066】

10

20

30

40

50

ターンオン信号 266 は、各々の D C / D C コンバータの各々の上部スイッチに付与される。一部の実施形態ではターンオン信号 266 は、複数のターンオン信号の形式で実装され得るものであり、複数のターンオン信号の各々は、各々の対応するスイッチングデバイスに送出され得る。開放信号 262 は、PM モータ 191 から蓄電池 111 を切断するために少なくとも 1 つの接触器 175 に付与される。ターンオフ信号 267 は、各々のコンバータの各々の下部スイッチに付与される。一部の実施形態ではターンオフ信号 267 は、複数のターンオフ信号の形式で実装され得るものであり、複数のターンオフ信号の各々は、各々の対応するスイッチングデバイスに送出され得る。短絡回路ループが、インダクタ 182、184、186、および PM モータ 191 の間で形成され得る。一部の実施形態では、ターンオン信号 266、開放信号 262、およびターンオフ信号 267 は、実質的に同時に駆動回路 17 に付与される。

【0067】

故障モードにおいての図 5 のモータ駆動システムの等価回路を図 8 に示す。図 5 に示す第 2 のスイッチ信号 26 が駆動回路 17 に付与された後、インダクタ 182、184、186、および PM モータ 191 が、モータ駆動システム 300 内で短絡回路ループを形成する。

【0068】

UCG モードにおいて、PM モータ 191 からの電力は、インダクタ 182、184、および 186 に付与され得る。したがって、高い逆 EMF 電圧により生成される大きな電力は、インダクタ 182、184、および 186 において消費され得る。PM モータ 191 の速度がしきい値速度より低い値に低下した後、逆 EMF 電圧は、そのことに対応して安全な値に低下することになり、すべてのスイッチは安全にターンオフされ得る。

【0069】

図 9 は、本開示の 1 つの例示的な実施形態による、図 1 のモータ駆動システムを動作させるための方法のフローチャートである。図 1 のモータ駆動システム 10 と結び付けると、方法はブロック 1001 から開始し得る。ブロック 1001 ではセンサが、電圧、電流、またはモータ速度を検出し、コントローラ 21 に付与するためのフィードバック信号を出力するために使用される。

【0070】

故障信号 24 が、フィードバック信号を所定の値と比較することにより決定される。例えば、速度センサがモータ速度を測定するために使用されるとき、フィードバック速度信号が所定の速度と比較される。フィードバック速度信号が所定の速度より高いとき、コントローラ 21 は有効故障信号 24 を出力する。そうでなければ、コントローラ 21 は無効故障信号 24 を出力する。有効故障信号 24 は故障モードを表し、無効故障信号 24 は正常モードを表す。故障モードは、モータ速度が高すぎ、大きな逆 EMF 電圧が、特に PM モータに関してモータ 19 内に存在するとき、UCG モードを含む。

【0071】

故障信号 24 が無効である、すなわちモータ駆動システム 10 が正常モードにおいて動作させられるとき、処理はブロック 1003 に進む。ブロック 1003 では、コントローラ 21 により付与される第 1 のスイッチ信号 22 が駆動回路 17 に送出される。保護回路 23 が、第 1 のスイッチ信号 22 を、駆動回路 17 に直接付与することを可能にするための導体として動作させられる。次いでモータ速度が、駆動回路 17 の少なくとも 1 つのスイッチングデバイス 18 をターンオンまたはターンオフすることによって、モータ 19 に付与される電圧および / または電流を調節することにより制御され得る。第 1 のスイッチ信号 22 は、駆動回路 17 の複数のアーキテクチャによって発生させられる。

【0072】

故障信号が有効である、すなわちモータ駆動システム 10 が故障モードにおいて動作させられるとき、処理はブロック 1005 に進む。ブロック 1005 では、保護回路 23 が、有効故障信号 24 を受信した後、使用可能にされ、コントローラ 21 により生成される第 1 のスイッチ信号 22 が遮断される。次いで処理はブロック 1007 に進み、ブロック

10

20

30

40

50

1007では、保護回路23により発生させられる第2のスイッチ信号26が、駆動回路17とモータ19の巻線との間で回路ループを再構築するために駆動回路17に付与される。第2のスイッチ信号26は、駆動回路17の複数のアーキテクチャによって発生させられる。

【0073】

図10は、本開示の1つの例示的な実施形態による、図9に示す第2のスイッチ信号を付与するサブステップを例示するフロー・チャートである。図2に示すモータ駆動システム100と結び付けると、第2のスイッチ信号26によってモータ駆動システム100を動作させるための方法は、以下の手順を含む。

【0074】

ブロック1101では、第1のターンオン信号261が、DC/ACインバータ171の上部スイッチまたは下部スイッチに、上部スイッチまたは下部スイッチとPMモータ191の巻線との間で第1の短絡回路ループを形成するために付与される。ブロック1103では、開放信号262が、PMモータ191から蓄電池111を切断するために少なくとも1つの接触器175に付与される。一部の実施形態では、ブロック1101およびブロック1103のステップは、実質的に同じ時間に履行される。

【0075】

ブロック1105では、第2のターンオン信号263が、DC/ACインバータ171の下部スイッチまたは上部スイッチに、下部スイッチまたは上部スイッチとPMモータ191の巻線との間で第2の短絡回路ループを形成するために付与される。次いで、PMモータ191に蓄積される電力が、第1および第2の短絡回路ループにおいて消費され得るものであり、PMモータ191は、モータ速度の低下、およびそのことに対応した逆EMF電圧の低下によって、安全な様式で停止され得る。

【0076】

図11は、本開示の別の例示的な実施形態による、図9に示す第2のスイッチ信号を付与するサブステップを例示するフロー・チャートである。図3に示すモータ駆動システム200と結び付けると、第2のスイッチ信号26によってモータ駆動システム200を動作させるための方法は、以下の手順を含む。

【0077】

ブロック1201では、ターンオフ信号264が、DC/ACインバータ171をフルブリッジ整流器として挙動させるために、DC/ACインバータ171のスイッチに付与される。ブロック1203では、開放信号262が、PMモータ191から蓄電池111を切断するために少なくとも1つの接触器175に付与される。ブロック1205では、ターンオン信号265が、第1のインダクタ179および第2のインダクタ181を導通するように、第1の上部スイッチS₁および第2の下部スイッチS₄の両方に、または、第2の上部スイッチS₃および第1の下部スイッチS₂の両方に付与される。

【0078】

一部の実施形態では、ブロック1201、ブロック1203、およびブロック1205のステップは、実質的に同じ時間に履行される。短絡回路ループが、第1のインダクタ179、第2のインダクタ181、およびPMモータ191の間で形成される。PMモータ191は、モータ速度の低下、およびそのことに対応した逆EMF電圧の低下によって、安全な様式で停止され得る。

【0079】

図12は、本開示の別の例示的な実施形態による、図9に示す第2のスイッチ信号を付与するサブステップを例示するフロー・チャートである。図5に示すモータ駆動システム300と結び付けると、第2のスイッチ信号26によってモータ駆動システム300を動作させるための方法は、以下の手順を含む。

【0080】

ブロック1301では、ターンオン信号266が、各々のDC/DCコンバータの各々の上部スイッチに付与される。ブロック1303では、開放信号262が、PMモータ1

10

20

30

40

50

91から蓄電池111を切斷するために少なくとも1つの接触器175に付与される。ブロック1305では、ターンオフ信号267が、各々のDC/DCコンバータの各々の下部スイッチに、上部スイッチおよびインダクタがPMモータ191の巻線と短絡回路ループを形成することを可能にするために付与される。

【0081】

一部の実施形態では、ブロック1301、ブロック1303、およびブロック1305のステップは、実質的に同じ時間に履行される。PMモータ191は、モータ速度の低下、およびそのことに対応した逆EMF電圧の低下によって、安全な様式で停止され得る。

【0082】

当業者であれば異なる実施形態からの様々な特徴の互換性を認識するであろうことを、
ならびに、説明した様々な特徴および各々の特徴に対する他の知られている等価物が、本
開示の原理による追加的なシステムおよび技法を構築するために当業者により組み合わさ
れ得ることを理解されたい。したがって添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨の範
囲内に含まれるようなすべての修正および変更を網羅することが意図されることを理解さ
れたい。

【0083】

さらに当業者により理解されるように、本発明は、本発明の趣旨または本質的な特性か
ら逸脱することなく他の特定の形式で実施され得る。したがって本明細書での開示および
説明は、以下の特許請求の範囲に記載される本発明の範囲に関して、例示的であるが限定的
ではないことが意図される。

【符号の説明】

【0084】

- 10 10 モータ駆動システム
- 11 11 電源
- 17 17 駆動回路
- 18 18 スイッチングデバイス
- 19 19 モータ
- 21 21 コントローラ
- 22 22 第1のスイッチ信号
- 23 23 保護回路
- 24 24 故障信号
- 26 26 第2のスイッチ信号
- 100 100 モータ駆動システム
- 111 111 蓄電池
- 112 112 高電圧端子
- 114 114 低電圧端子
- 160 160 共通点
- 170 170 第1の接合部
- 171 171 DC/A Cインバータ
- 172 172 第2の接合部
- 173 173 コンデンサ
- 174 174 第3の接合部
- 175 175 少なくとも1つの接触器
- 176 176 接合部
- 177 177 DC/DCコンバータ
- 178 178 接合部
- 179 179 第1のインダクタ
- 181 181 第2のインダクタ
- 182 182 インダクタ
- 183 183 第1のDC/DCコンバータ

10

20

30

40

50

| | | |
|--|-----------------------|----|
| 1 8 4 | インダクタ | |
| 1 8 5 | 第 2 の D C / D C コンバータ | |
| 1 8 6 | インダクタ | |
| 1 8 7 | 第 3 の D C / D C コンバータ | |
| 1 9 1 | P M モータ | |
| 1 9 2、 1 9 4 | コンデンサ | |
| 1 9 5 | 第 1 の巻線 | |
| 1 9 6 | 第 2 の巻線 | |
| 1 9 7 | 第 3 の巻線 | |
| 1 9 8 | コンデンサ | 10 |
| 2 0 0 | モータ駆動システム | |
| 2 6 1 | 第 1 のターンオン信号 | |
| 2 6 2 | 開放信号 | |
| 2 6 3 | 第 2 のターンオン信号 | |
| 2 6 4 | ターンオフ信号 | |
| 2 6 5、 2 6 6 | ターンオン信号 | |
| 2 6 7 | ターンオフ信号 | |
| 3 0 0 | モータ駆動システム | |
| 5 0 0 | 制御ブロック図 | |
| 5 0 1 | 電圧コマンド信号 $V_{C\#cmd}$ | 20 |
| 5 0 3 | 総和要素 | |
| 5 0 5 | 第 1 の差分信号 | |
| 5 0 7 | P R コントローラ | |
| 5 0 9 | 電流コマンド信号 $I_{L\#cmd}$ | |
| 5 1 1 | 総和要素 | |
| 5 1 3 | 第 2 の差分信号 | |
| 5 1 5 | P I コントローラ | |
| 5 1 7 | 変調器 | |
| 5 2 3 | コンデンサ電圧信号 V_C | |
| 5 2 5 | インダクタンス電流信号 I_L | 30 |
| 1 0 0 1、 1 0 0 3、 1 0 0 5、 1 0 0 7、 1 1 0 1、 1 1 0 3、 1 1 0 5、 1 2 0 1 | | |
| 、 1 2 0 3、 1 2 0 5、 1 3 0 1、 1 3 0 3、 1 3 0 5 | ブロック | |
| D ₁ 、 D ₆ | ダイオード | |
| N | 共通点 | |
| Q ₁ | 第 1 のスイッチ、 上部スイッチ | |
| Q ₂ | 第 2 のスイッチ、 下部スイッチ | |
| Q ₃ | 第 3 のスイッチ、 上部スイッチ | |
| Q ₄ | 第 4 のスイッチ、 下部スイッチ | |
| Q ₅ | 第 5 のスイッチ、 上部スイッチ | |
| Q ₆ | 第 6 のスイッチ、 下部スイッチ | 40 |
| S ₁ | 第 1 の上部スイッチ | |
| S ₂ | 第 1 の下部スイッチ | |
| S ₃ | 第 2 の上部スイッチ | |
| S ₄ | 第 2 の下部スイッチ | |
| S _{a1} | 上部スイッチ、 スイッチ | |
| S _{a2} | 下部スイッチ、 スイッチ | |
| S _{b1} 、 S _{b2} 、 S _{c1} 、 S _{c2} | スイッチ | |

【図1】

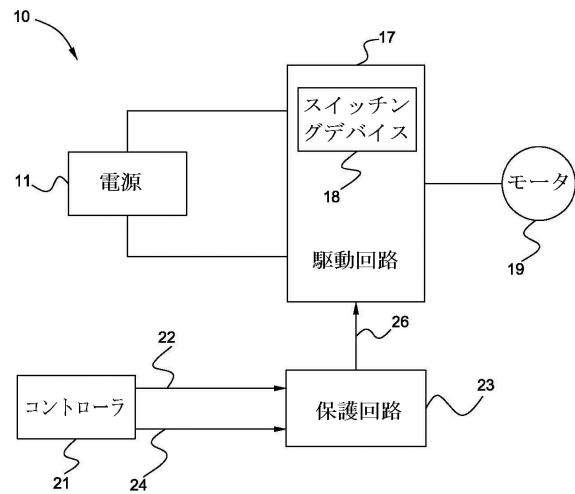


FIG. 1

【図2】

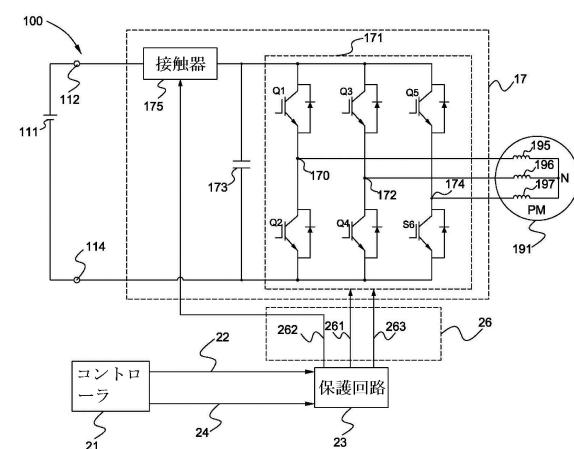


FIG. 2

【図3】

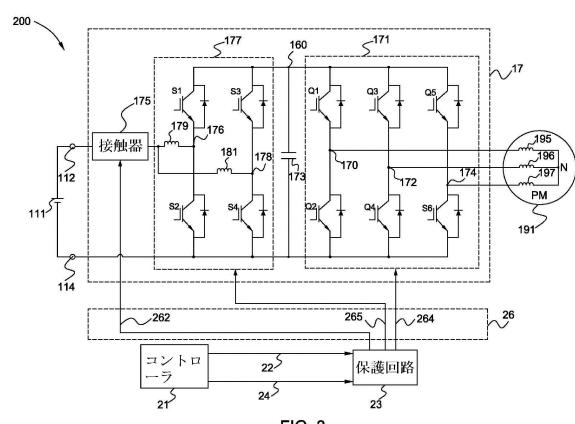


FIG. 3

【図5】

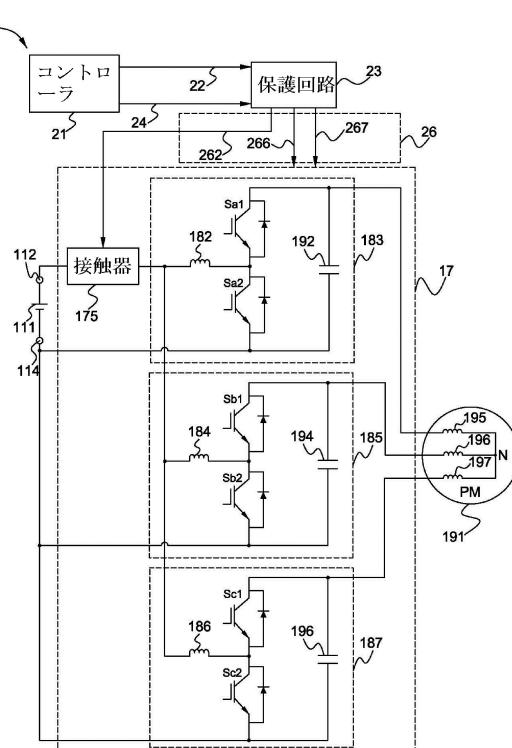


FIG. 5

【図4】

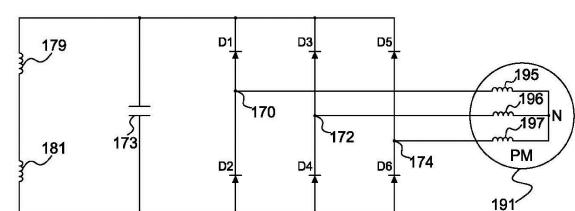
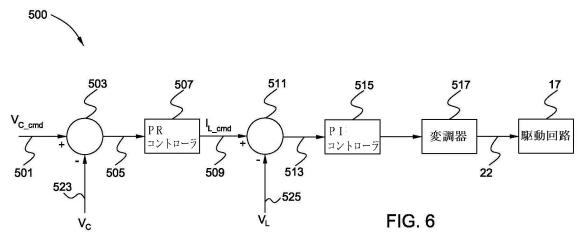


FIG. 4

【図 6】



【図 8】

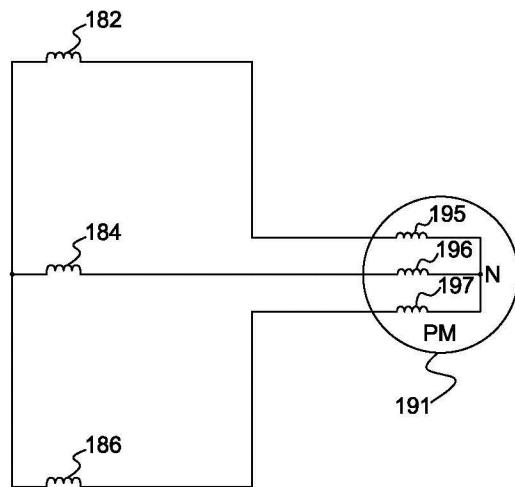


FIG. 6

FIG. 8

【図 7】

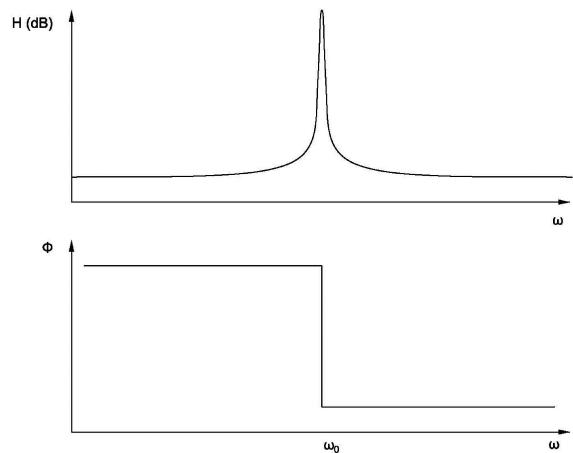


FIG. 7

【図 9】

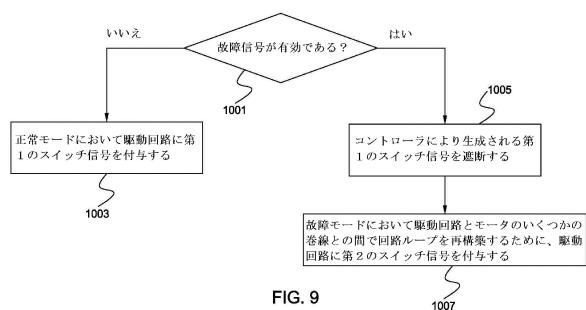


FIG. 9

【図 11】

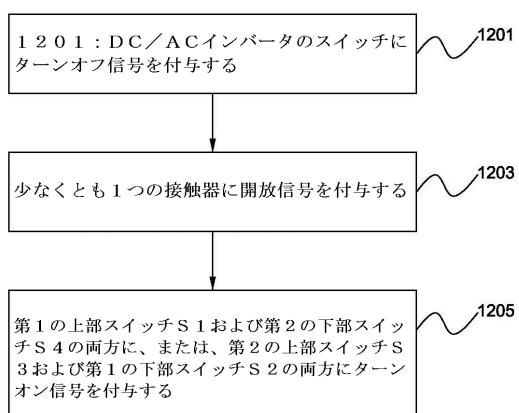


FIG. 11

【図 10】

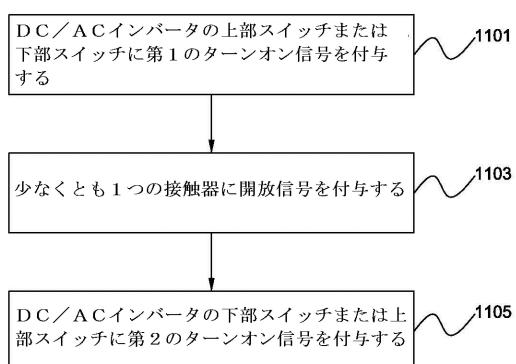


FIG. 10

【図 12】

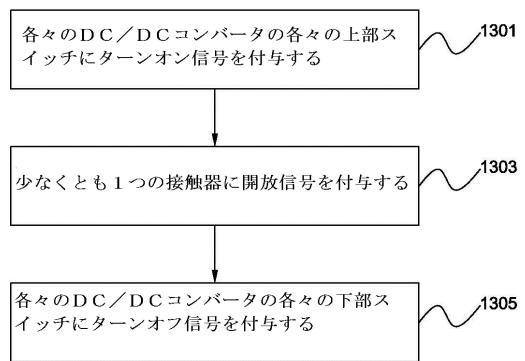


FIG. 12

フロントページの続き

(72)発明者 フェイ・シユ
中華人民共和国、シャンハイ、201203、ツアンジャン・ハイテク・パーク、カイ・ルン・
ロード、1800番

(72)発明者 シュ・チュ
中華人民共和国、シャンハイ、201203、ツアンジャン・ハイテク・パーク、カイ・ルン・
ロード、1800番

(72)発明者 ペンジュ・カン
中華人民共和国、シャンハイ、201203、ツアンジャン・ハイテク・パーク、カイ・ルン・
ロード、1800番

(72)発明者 ヘン・ウー
中華人民共和国、シャンハイ、201203、ツアンジャン・ハイテク・パーク、カイ・ルン・
ロード、1800番

(72)発明者 バオミン・ファン
中華人民共和国、シャンハイ、201203、ツアンジャン・ハイテク・パーク、カイ・ルン・
ロード、1800番

審査官 柳下 勝幸

(56)参考文献 特開2012-210138(JP,A)
特開2011-172343(JP,A)
国際公開第2010/089889(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48

H02M 3/155

H02P 23/00

H02P 25/022