(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年7月18日(18.07.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/138698 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 25/22 (2006.01) *H02P 27/08* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/042844

(22) 国際出願日： 2018年11月20日(20.11.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-001946 2018年1月10日(10.01.2018) JP

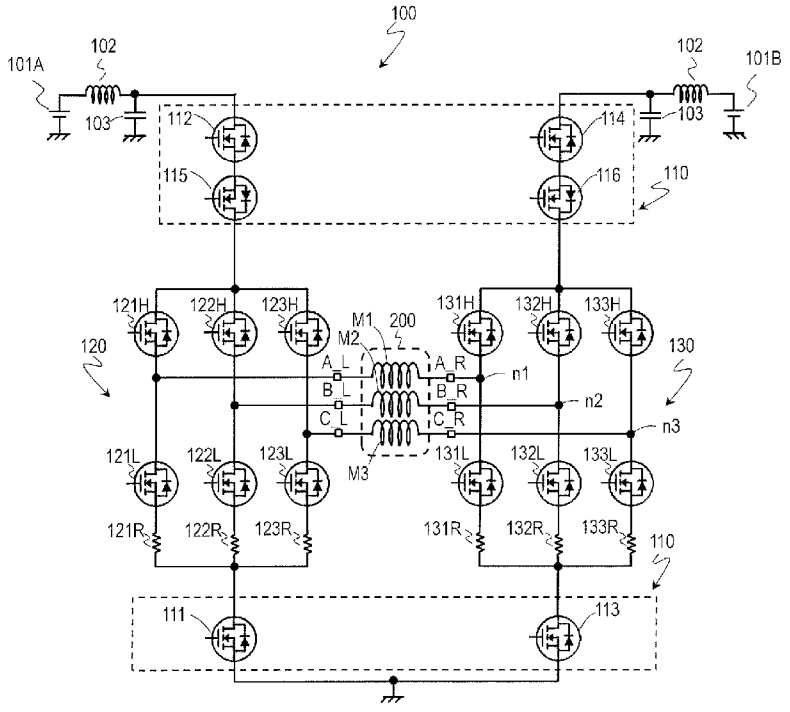
(71) 出願人: 日本電産株式会社 (**NIDEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町３３８番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 遠藤 修司(**ENDO, Shuji**); 〒6018205 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 Kyoto (JP). 鍋師 香織(**NABESHI, Kaori**); 〒6018205 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 Kyoto (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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,

(54) **Title:** POWER CONVERSION DEVICE, MOTOR MODULE, AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称： 電力変換装置、モータモジュールおよび電動パワーステアリング装置



(57) **Abstract:** Provided is a power conversion device capable of improving a decrease in effective utilization ratio of voltage in the carrier period of PWM control and achieving a high output from an inverter. A power conversion device 1000 according to the present disclosure is provided with: a first inverter 120; a second inverter 130; and a control circuit 300 for performing PWM control of switching elements of the first and second inverters according to at least one switching method. The control circuit 300 performs PWM control of the H bridge for each phase according to at least one of the

WO 2019/138698 A1

[続葉有]

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

switching methods: a method for switching, in a state where the high-side switching element in one of a pair of legs is on, the low-side switching element in the other; and a method for switching, in a state where the low-side switching element in one of a pair of legs is on, the high-side switching element in the other.

(57) 要約:ＰＷＭ制御のキャリア周期における電圧の有効利用率の低下を改善し、インバータの高出力化を実現することが可能な電力変換装置を提供する。本開示の電力変換装置１０００は、第１インバータ１２０と、第２インバータ１３０と、第１および第２インバータのスイッチ素子を少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する制御回路３００と、を備える。制御回路３００は、各相のＨブリッジに対し、一対のレグの一方におけるハイサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるローサイスイッチ素子をスイッチングし、または、一対のレグの一方におけるローサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるハイサイスイッチ素子をスイッチングする少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する。

明　細　書

発明の名称 ：

電力変換装置、モータモジュールおよび電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本開示は、電源からの電力を電動モータに供給する電力に変換する電力変換装置、モータモジュールおよび電動パワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] 電圧型インバータを備えるモータ駆動システムにおいて、一般的に、相補ＰＷＭ（Ｐｕｌｓｅ　Ｗｉｄｔｈ　Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）制御が採用されている。そのモータ駆動システムは、直流（ＤＣ）電圧を交流（ＡＣ）電圧に変換する。相補ＰＷＭ制御とは、レグにおける直列接続された２個のスイッチ素子、例えば電界効果トランジスタ（典型的にはＭＯＳＦＥＴ）、に逆位相の制御信号を与えることにより、互いのスイッチ素子を反転させてスイッチングを行う制御である。

[0003] 相補ＰＷＭ制御において、特に、スイッチ素子であるＦＥＴのターンオン・ターンオフの遅れによってハイサイドおよびローサイドのＦＥＴが同時にオンし、その結果、電子部品が破損する可能性がある。この破損を防止するために、デットタイムの挿入が必要とされる。デットタイムは、ハイサイドおよびローサイドのＦＥＴが共にオフとなる時間である。ＭＯＳＦＥＴは、一般的に、数μｓのデットタイムを必要とする。

[0004] 特許文献１は、ＰＷＭのキャリア周波数および逆相ＰＷＭで制御する時間（逆相時間）をデューティ比に応じて決定する相補ＰＷＭ制御を開示している。ＰＷＭ制御手段は、デューティ比指令信号が所定のデューティ比未満の場合には、キャリア周波数を所定の値（例えば２０ｋＨｚ）に固定し、かつ、デューティ比に応じて逆相時間を変化させるＰＷＭ制御を行う。ＰＷＭ制御手段は、デューティ比指令信号が所定のデューティ比以上の場合には、逆相時間を所定の値（例えば２０μｓ）に固定し、かつ、デューティ比に応じて

キャリア周波数を変化させるＰＷＭ制御を行う。特に、逆相時間の所定値が、所定のデッドタイムよりも長いとよいとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００９－２６１２２３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 相補ＰＷＭ制御では、デットタイムの挿入により、キャリア周期において電圧を印加できない区間が発生するので、キャリア周期、つまり、電圧の有効利用率が低下してしまうという問題があった。

[0007] 本開示の実施形態は、キャリア周期における電圧の有効利用率の低下を改善し、インバータ（モータ）の高出力化を実現することが可能な電力変換装置、当該電力変換装置を備えるモータモジュールおよび当該モータモジュールを備える電動パワーステアリング装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の例示的な電力変換装置は、電源からの電力を、ｎ相（ｎは３以上の整数）の巻線を有するモータに供給する電力に変換する電力変換装置であって、前記モータの各相の巻線の一端に接続され、ｎ個のレグを有する第１インバータと、前記モータの各相の巻線の他端に接続され、ｎ個のレグを有する第２インバータと、前記第１および第２インバータのスイッチ素子を少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する制御回路と、を備え、前記ｎ相の巻線、前記第１インバータの前記ｎ個のレグおよび前記第２インバータの前記ｎ個のレグから前記ｎ相のＨブリッジが構成され、前記ｎ相のＨブリッジの各々は、一対のレグを有し、前記制御回路は、各相のＨブリッジに対し、前記一対のレグの一方におけるハイサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるローサイスイッチ素子をスイッチングし、または、前記一対のレグの一方におけるローサイドスイッチ素子をオンした状態で

、他方におけるハイサイスイッチ素子をスイッチングする前記少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する。

発明の効果

[0009] 本開示の例示的な実施形態によると、キャリア周期における電圧の有効利用率の低下を改善し、インバータの高出力化を実現することが可能な電力変換装置、当該電力変換装置を備えるモータモジュールおよび当該モータモジュールを備える電動パワーステアリング装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、例示的な実施形態１によるインバータユニット１００の回路構成を示す回路図である。

[図2]図２は、例示的な実施形態１によるモータモジュール２０００のブロック構成を示し、主として電力変換装置１０００のブロック構成を示すブロック構成図である。

[図3]図３は、三相通電制御に従って電力変換装置１０００を制御したときにモータ２００のＡ相、Ｂ相およびＣ相の各巻線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）を例示するグラフである。

[図4A]図４Ａは、第１スイッチング方式の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図4B]図４Ｂは、第１スイッチング方式の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図4C]図４Ｃは、第１スイッチング方式の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図4D]図４Ｄは、第１スイッチング方式の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図5]図５は、第１スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行う場合の電圧波形および相電流波形を例示するグラフである。

[図6]図６は、相電流Ｉおよび相電圧Ｖの位相関係を説明するための模式図である。

[図7]図７は、ＰＷＭ制御に基づいてスイッチングパターンを生成する論理を例示する模式図である。

[図8]図８は、第２スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行う場合の電圧波形および相電流波形を例示グラフである。

[図9A]図９Ａは、ハイブリッドＰＷＭ制御の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図9B]図９Ｂは、ハイブリッドＰＷＭ制御の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図9C]図９Ｃは、ハイブリッドＰＷＭ制御の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図9D]図９Ｄは、ハイブリッドＰＷＭ制御の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを示す模式図である。

[図10]図１０は、例示的な実施形態２による電動パワーステアリング装置３０００の典型的な構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付の図面を参照しながら、本開示の電力変換装置、モータモジュールおよび電動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。

[0012] 本明細書において、電源からの電力を、三相（Ａ相、Ｂ相、Ｃ相）の巻線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。

[0013] （実施形態１）

〔１－１．インバータユニット１００の構造〕

図１は、本実施形態によるインバータユニット１００の回路構成を模式的に示している。

[0014] インバータユニット１００は、電源遮断回路１１０、第１インバータ１２０および第２インバータ１３０を備える。ただし、インバータユニット１００は、電源遮断回路１１０を備えていなくても構わない。インバータユニット１００は、電源１０１Ａ、１０１Ｂ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できる。例えば、第１および第２インバータ１２０、１３０は、直流電力を、Ａ相、Ｂ相およびＣ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。

[0015] モータ２００は、例えば、三相交流モータである。モータ２００は、Ａ相の巻線Ｍ１、Ｂ相の巻線Ｍ２およびＣ相の巻線Ｍ３を備え、第１インバータ１２０と第２インバータ１３０とに接続される。具体的に説明すると、第１インバータ１２０はモータ２００の各相の巻線の一端に接続され、第２インバータ１３０は各相の巻線の他端に接続される。本明細書において、部品（構成要素）同士の間の「接続」は、主に電気的な接続を意味する。

[0016] 第１インバータ１２０は、各相に対応した端子Ａ＿Ｌ、Ｂ＿ＬおよびＣ＿Ｌを有する。第２インバータ１３０は、各相に対応した端子Ａ＿Ｒ、Ｂ＿ＲおよびＣ＿Ｒを有する。第１インバータ１２０の端子Ａ＿Ｌは、Ａ相の巻線Ｍ１の一端に接続され、端子Ｂ＿Ｌは、Ｂ相の巻線Ｍ２の一端に接続され、端子Ｃ＿Ｌは、Ｃ相の巻線Ｍ３の一端に接続される。第１インバータ１２０と同様に、第２インバータ１３０の端子Ａ＿Ｒは、Ａ相の巻線Ｍ１の他端に接続され、端子Ｂ＿Ｒは、Ｂ相の巻線Ｍ２の他端に接続され、端子Ｃ＿Ｒは、Ｃ相の巻線Ｍ３の他端に接続される。このようなモータ結線は、いわゆるスター結線およびデルタ結線とは異なる。

[0017] 電源遮断回路１１０は、第１から第４スイッチ素子１１１、１１２、１１３および１１４を有する。インバータユニット１００において、第１インバータ１２０は、電源遮断回路１１０によって電源１０１ＡとＧＮＤとに電気的に接続可能である。第２インバータ１３０は、電源遮断回路１１０によって

電源１０１ＢとＧＮＤとに電気的に接続可能である。具体的には、第１スイッチ素子１１１は、第１インバータ１２０とＧＮＤとの接続・非接続を切替える。第２スイッチ素子１１２は、電源１０１Ａと第１インバータ１２０との接続・非接続を切替える。第３スイッチ素子１１３は、第２インバータ１３０とＧＮＤとの接続・非接続を切替える。第４スイッチ素子１１４は、電源１０１Ｂと第２インバータ１３０との接続・非接続を切替える。

[0018] 第１から第４スイッチ素子１１１、１１２、１１３および１１４のオン・オフは、例えばマイクロコントローラまたは専用ドライバによって制御され得る。第１から第４スイッチ素子１１１、１１２、１１３および１１４は、双方向の電流を遮断することが可能である。第１から第４スイッチ素子１１１、１１２、１１３および１１４として、例えば、サイリスタ、アナログスイッチＩＣ、または寄生ダイオードが内部に形成された電界効果トランジスタ（典型的にはＭＯＳＦＥＴ）などの半導体スイッチ、および、メカニカルリレーなどを用いることができる。ダイオードおよび絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）などの組み合わせを用いても構わない。本明細書の図面には、第１から第４スイッチ素子１１１、１１２、１１３および１１４として、ＭＯＳＦＥＴを例示している。以降、第１から第４スイッチ素子１１１、１１２、１１３および１１４を、ＳＷ１１１、１１２、１１３および１１４とそれぞれ表記する場合がある。

[0019] ＳＷ１１１は、内部の寄生ダイオードに順方向電流が第１インバータ１２０に向けて流れるよう配置される。ＳＷ１１２は、寄生ダイオードに順方向電流が電源１０１Ａに向けて流れるよう配置される。ＳＷ１１３は、寄生ダイオードに順方向電流が第２インバータ１３０に向けて流れるよう配置される。ＳＷ１１４は、寄生ダイオードに順方向電流が電源１０１Ｂに向けて流れるよう配置される。

[0020] 電源遮断回路１１０は、図示するように、逆接続保護用の第５および第６スイッチ素子１１５、１１６をさらに有していることが好ましい。第５および第６スイッチ素子１１５、１１６は、典型的に、寄生ダイオードを有するＭ

ＯＳＦＥＴの半導体スイッチである。第５スイッチ素子１１５は、ＳＷ１１２に直列に接続され、寄生ダイオードにおいて第１インバータ１２０に向けて順方向電流が流れるよう配置される。第６スイッチ素子１１６は、ＳＷ１１４に直列に接続され、寄生ダイオードにおいて第２インバータ１３０に向けて順方向電流が流れるよう配置される。電源１０１Ａ、１０１Ｂが逆向きに接続された場合でも、逆接続保護用の２つのスイッチ素子によって逆電流を遮断することができる。

[0021] 図示する例に限られず、使用するスイッチ素子の個数は、設計仕様などを考慮して適宜決定される。特に車載分野においては、安全性の観点から高い品質保証が要求されるので、各インバータに用いる複数のスイッチ素子を設けておくことが好ましい。

[0022] 電源は、第１インバータ１２０用の電源１０１Ａおよび第２インバータ１３０用の電源１０１Ｂを備えることができる。電源１０１Ａ、１０１Ｂは所定の電源電圧（例えば、１２Ｖ）を生成する。電源として、例えば直流電源が用いられる。ただし、電源は、ＡＣ－ＤＣコンバータおよび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。また、電源１０１は、第１および第２インバータ１２０、１３０に共通の単一電源であってもよい。

[0023] 電源１０１Ａ、１０１Ｂと電源遮断回路１１０との間にコイル１０２が設けられている。コイル１０２は、ノイズフィルタとして機能し、各インバータに供給する電圧波形に含まれる高周波ノイズ、または各インバータで発生する高周波ノイズを電源側に流出させないように平滑化する。

[0024] 各インバータの電源端子には、コンデンサ１０３が接続される。コンデンサ１０３は、いわゆるバイパスコンデンサであり、電圧リプルを抑制する。コンデンサ１０３は、例えば電解コンデンサであり、容量および使用する個数は設計仕様などによって適宜決定される。

[0025] 第１インバータ１２０は、３個のレグを有するブリッジ回路を備える。各レグは、ローサイドスイッチ素子およびハイサイドスイッチ素子を有する。Ａ

相レグは、ローサイドスイッチ素子１２１Ｌおよびハイサイドスイッチ素子１２１Ｈを有する。Ｂ相レグは、ローサイドスイッチ素子１２２Ｌおよびハイサイドスイッチ素子１２２Ｈを有する。Ｃ相レグは、ローサイドスイッチ素子１２３Ｌおよびハイサイドスイッチ素子１２３Ｈを有する。スイッチ素子として、例えばＦＥＴまたはＩＧＢＴを用いることができる。以下、スイッチ素子としてＭＯＳＦＥＴを用いる例を説明し、スイッチ素子をＳＷと表記する場合がある。例えば、ローサイドスイッチ素子１２１Ｌ、１２２Ｌおよび１２３Ｌは、ＳＷ１２１Ｌ、１２２Ｌおよび１２３Ｌと表記される。

[0026] 第１インバータ１２０は、Ａ相、Ｂ相およびＣ相の各相の巻線に流れる電流を検出する電流センサ１５０（図３を参照）に含まれる３個のシャント抵抗１２１Ｒ、１２２Ｒおよび１２３Ｒを備える。電流センサ１５０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）を含む。例えば、シャント抵抗１２１Ｒ、１２２Ｒおよび１２３Ｒは、第１インバータ１２０の３個のレグに含まれる３個のローサイドスイッチ素子とＧＮＤとの間にそれぞれ接続される。具体的には、シャント抵抗１２１ＲはＳＷ１２１ＬとＳＷ１１１との間に電気的に接続され、シャント抵抗１２２ＲはＳＷ１２２ＬとＳＷ１１１との間に電気的に接続され、シャント抵抗１２３ＲはＳＷ１２３ＬとＳＷ１１１との間に電気的に接続される。シャント抵抗の抵抗値は、例えば０．５ｍΩ～１．０ｍΩ程度である。

[0027] 第２インバータ１３０は、第１インバータ１２０と同様に、３個のレグを有するブリッジ回路を備える。Ａ相レグは、ローサイドスイッチ素子１３１Ｌおよびハイサイドスイッチ素子１３１Ｈを有する。Ｂ相レグは、ローサイドスイッチ素子１３２Ｌおよびハイサイドスイッチ素子１３２Ｈを有する。Ｃ相レグは、ローサイドスイッチ素子１３３Ｌおよびハイサイドスイッチ素子１３３Ｈを有する。また、第２インバータ１３０は、３個のシャント抵抗１３１Ｒ、１３２Ｒおよび１３３Ｒを備える。それらのシャント抵抗は、３個のレグに含まれる３個のローサイドスイッチ素子とＧＮＤとの間に接続される。

[0028] 各インバータに対し、シャント抵抗の数は３つに限られない。例えば、Ａ相、Ｂ相用の２つのシャント抵抗、Ｂ相、Ｃ相用の２つのシャント抵抗、および、Ａ相、Ｃ相用の２つのシャント抵抗を用いることが可能である。使用す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を考慮して適宜決定される。

[0029] 上述したとおり、第２インバータ１３０は、第１インバータ１２０の構造と実質的に同じ構造を備える。図１では、説明の便宜上、紙面の左側のインバータを第１インバータ１２０と表記し、右側のインバータを第２インバータ１３０と表記している。ただし、このような表記は、本開示を限定する意図で解釈されてはならない。第１および第２インバータ１２０、１３０は、インバータユニット１００の構成要素として区別なく用いられ得る。

[0030] 〔１－２．電力変換装置１０００およびモータモジュール２０００の構造〕

図２は、本実施形態によるモータモジュール２０００のブロック構成を模式的に示し、主として電力変換装置１０００のブロック構成を模式的に示している。

[0031] モータモジュール２０００は、インバータユニット１００および制御回路３００を有する電力変換装置１０００と、モータ２００とを備える。

[0032] モータモジュール２０００は、モジュール化され、例えば、モータ、センサ、ドライバおよびコントローラを有する機電一体型モータとして製造および販売され得る。また、モータ２００以外の電力変換装置１０００もモジュール化されて製造および販売され得る。

[0033] 制御回路３００は、例えば、電源回路３１０と、角度センサ３２０と、入力回路３３０と、コントローラ３４０と、駆動回路３５０と、ＲＯＭ３６０とを備える。制御回路３００は、インバータユニット１００に接続され、インバータユニット１００を制御することによりモータ２００を駆動する。

[0034] 具体的には、制御回路３００は、目的とするモータ２００のロータの位置、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。なお、制御回路３００は、角度センサ３２０に代えてトルクセン

サを備えてもよい。この場合、制御回路３００は、目的とするモータトルクを制御することができる。

[0035] 電源回路３１０は、回路内の各ブロックに必要なＤＣ電圧（例えば３Ｖ、５Ｖ）を生成する。

[0036] 角度センサ３２０は、例えばレゾルバまたはホールＩＣである。または、角度センサ３２０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３２０は、ロータの回転角（以下、「回転信号」と表記する。）を検出し、回転信号をコントローラ３４０に出力する。

[0037] 入力回路３３０は、電流センサ１５０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。）を受け取って、実電流値のレベルをコントローラ３４０の入力レベルに必要に応じて変換し、実電流値をコントローラ３４０に出力する。入力回路３３０は、例えばアナログデジタル変換回路である。

[0038] コントローラ３４０は、電力変換装置１０００の全体を制御する集積回路であり、例えば、マイクロコントローラまたはＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）である。

[0039] コントローラ３４０は、インバータユニット１００の第１および第２インバータ１２０、１３０における各ＳＷ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。コントローラ３４０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、それを駆動回路３５０に出力する。また、コントローラ３４０は、インバータユニット１００の電源遮断回路１１０における各ＳＷのオン・オフを制御することができる。

[0040] 駆動回路３５０は、典型的にはゲートドライバ（またはプリドライバ）である。駆動回路３５０は、第１および第２インバータ１２０、１３０における各ＳＷのＭＯＳＦＥＴのスイッチング動作を制御する制御信号（ゲート制御信号）をＰＷＭ信号に従って生成し、各ＳＷのゲートに制御信号を与える。

また、駆動回路３５０は、電源遮断回路１１０における各ＳＷのオン・オフを制御する制御信号を、コントローラ３４０からの指示に従って生成することができる。駆動対象が低電圧で駆動可能なモータであるとき、ゲートドライバは必ずしも必要とされない場合がある。その場合、ゲートドライバの機能は、コントローラ３４０に実装され得る。

[0041] ＲＯＭ３６０は、コントローラ３４０に電気的に接続される。ＲＯＭ３６０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。ＲＯＭ３６０は、コントローラ３４０に電力変換装置１０００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している。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。

[0042] 〔１－３．ハイブリッドＰＷＭ制御〕

制御回路３００は、電源遮断回路１１０のＳＷ１１１、１１２、１１３および１１４を全てオンする。これにより、電源１０１Ａと第１インバータ１２０とが電気的に接続され、かつ、電源１０１Ｂと第２インバータ１３０とが電気的に接続される。また、第１インバータ１２０とＧＮＤとが電気的に接続され、かつ、第２インバータ１３０とＧＮＤとが電気的に接続される。電源遮断回路１１０の逆接続保護用のＳＷ１１５、１１６は常時オン状態であるとする。この接続状態において、制御回路３００は、第１および第２インバータ１２０、１３０の両方を用いて巻線Ｍ１、Ｍ２およびＭ３を通電することによりモータ２００を駆動する。本明細書において、三相の巻線を通電することを「三相通電制御」と呼ぶこととする。

[0043] 図３は、三相通電制御に従って電力変換装置１０００を制御したときにモータ２００のＡ相、Ｂ相およびＣ相の各巻線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）を例示している。横軸は、モータ電気角（ｄｅｇ）を示し、縦軸は電流値（Ａ）を示す。図３の電流波形において、電気角３０°毎に電流値をプロットしている。I_{pk}は各相の最大電流値（ピーク電流値）を表す。

[0044] 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巻線に流れる電流の総和は電気角毎に「０」となる。ただし、電力変換装置１０００の回路構成によれば、三相の巻線に流れる電流を独立に制御することができるため、電流の総和が「０」とはならない制御を行うことも可能である。例えば、制御回路３００は、図３に示される電流波形が得られるＰＷＭ制御によって第１および第２インバータ１２０、１３０の各スイッチ素子のスイッチング動作を制御する。

[0045] マイクロコントローラは、一般的に、搬送波であるＰＷＭキャリアによって変調波であるＤｕｔｙ（アナログ信号）を変調することで、キャリア周波数のデジタル信号として相補ＰＷＭ制御の相補出力信号を出力する。スイッチ素子としてＭＯＳＦＥＴを利用する場合のインバータのキャリア周波数は、典型的には１６～２０ｋＨｚ程度である。

[0046] 上述したとおり、電子部品の破損対策としてデッドタイムの挿入は、相補ＰＷＭ制御には必須である。しかしながら、デットタイムの挿入により、キャリア周期において電圧が印加されない区間が発生するので、キャリア周期、つまり、電圧の有効利用率が低下してしまう。例えば、デットタイムを２μｓに設定した場合、５０μｓのキャリア周期に対し、電圧の有効利用率は４％低下する。

[0047] 本実施形態による制御回路３００は、第１および第２インバータ１２０、１３０の各スイッチ素子を少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する。少なくとも１つのスイッチング方式は、後述する第１スイッチング方式および第２スイッチング方式を含む。

[0048] 先ず、図４Ａから図６を参照しながら、第１スイッチング方式を説明する。

[0049] 図４Ａから図４Ｄは、第１スイッチング方式の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを模式的に示している。図４Ａから図４Ｄに、Ａ相、Ｂ相およびＣ相のうちの、Ａ相のＨブリッジに流れるＡ相の相電流の様子を例示する。Ｂ相およびＣ相のＨブリッジの制御は、以下で説明するＡ相の制御に沿って行うことができる。

[0050] ３相の巻線Ｍ１、Ｍ２、Ｍ３、第１インバータ１２０の３個のレグおよび第２インバータ１３０の３個のレグから３相のＨブリッジ（フルＨブリッジ）が構成される。３相のＨブリッジの各々は、一対のレグを有する。

[0051] 第１スイッチング方式は、制御回路３００が、各相のＨブリッジに対し、一対のレグの一方におけるハイサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるローサイスイッチ素子をスイッチングし、または、一対のレグの一方におけるローサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるハイサイスイッチ素子をスイッチングする方式である。

[0052] より詳細には、第１スイッチング方式は、制御回路３００が、各相のＨブリッジに対し、一対のレグの一方におけるハイサイドスイッチ素子をオンし、ローサイドスイッチ素子をオフし、他方におけるハイサイドスイッチ素子をオフした状態で、他方におけるローサイスイッチ素子をスイッチングし、または、一対のレグの一方におけるローサイドスイッチ素子をオンし、ハイサイドスイッチ素子をオフし、他方におけるローサイドスイッチ素子をオフした状態で、他方におけるハイサイスイッチ素子をスイッチングする方式である。

[0053] 図４Ａに示すように、制御回路３００は、第１インバータ１２０側のレグのＳＷ１２１Ｌおよび第２インバータ１３０側のレグのＳＷ１３１Ｈを常時オフ状態とする。制御回路３００は、この状態で、第１インバータ１２０側のレグのＳＷ１２１Ｈをオンしたまま、第２インバータ１３０側のレグのＳＷ１３１ＬをＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする。または、図４Ｂに示すように、制御回路３００は、第２インバータ１３０側のレグのＳＷ１３１Ｌをオンしたまま、第１インバータ１２０側のレグのＳＷ１２１ＨをＰＷＭ制御に基づいてスイッチングしてもよい。これらの制御により、相電流Ｉａは、第１インバータ１２０から巻線１を通って第２インバータ１３０に流れる。この方向に流れる相電流を「正方向の電流」と表記し、巻線Ｍ１の第１インバータ１２０側の端子の電位が、第２インバータ１３０側の端子のそれよりも高い状態における相電圧を「正方向の電圧」と表記する。

[0054] 図４Ｃに示すように、制御回路３００は、第１インバータ１２０側のレグのＳＷ１２１Ｈおよび第２インバータ１３０側のレグのＳＷ１３１Ｌを常時オフ状態とする。制御回路３００は、この状態で、第２インバータ１３０側のレグのＳＷ１３１Ｈをオンしたまま、第１インバータ１２０側のレグのＳＷ１２１ＬをＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする。または、図４Ｄに示すように、制御回路３００は、第１インバータ１２０側のレグのＳＷ１２１Ｌをオンしたまま、第２インバータ１３０側のレグのＳＷ１３１ＨをＰＷＭ制御に基づいてスイッチングしてもよい。これらの制御により、相電流Ｉａは、第２インバータ１３０から巻線１を通って第１インバータ１２０に流れる。この方向に流れる相電流を「負方向の電流」と表記し、巻線Ｍ１の第１インバータ１２０側の端子の電位が、第２インバータ１３０側の端子のそれよりも低い状態における相電圧を「負方向の電圧」と表記する。

[0055] 第１スイッチング方式によると、デッドタイムを挿入することなくＰＷＭ制御を行うことができる。Ｈブリッジの一対のレグの一方に含まれるハイサイドスイッチ素子またはローサイドスイッチ素子は必ずオフ状態となり、これと同様に、他方に含まれるハイサイドスイッチ素子またはローサイドスイッチ素子は必ずオフ状態となるためである。換言すると、Ｈブリッジにおいて対角に配置された２対のスイッチ素子のうちの１対のスイッチ素子は常にオフ状態となるためである。

[0056] 図５は、第１スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行う場合のＡ相のＰＷＭ変調波（電圧波形）および相電流波形を例示する。横軸は時間〔ｓ〕を示し、グラフの右側の縦軸は電流〔Ａ〕を示し、左側の縦軸は電圧〔Ｖ〕を示す。図６は、相電流Ｉおよび相電圧Ｖの位相関係を模式的に示す。

[0057] 図６に示すように、相電流Ｉは、相電圧Ｖに対し位相角θだけ遅れる。位相角θは、抵抗成分とインダクタンス成分によって求まる。相電流の波形は、電流のシミュレーション波形を表し、相電圧の波形は、電圧のシミュレーション波形を表す。電圧指令値が０Ｖになる電気角または時刻を「ゼロクロス」と呼ぶこととする。ゼロクロス付近において、より詳細には、ゼロクロス

を超えた直後において、相電圧と相電流の両方向が一致しなくなる期間が発生する。換言すると、電圧指令値および電流指令値の両方向が一致しなくなる期間が発生する。以降、その期間を「不一致期間」と表記する。

[0058] 第１スイッチング方式だけを採用すると、不一致期間において、相電圧が不定となる。その結果、逆方向電圧を適切に印加する、具体的には、正方向から負方向にまたは負方向から正方向に印加電圧を適切に切替えることが困難となり、電流回路を適切に確保できないという課題がある。そこで、本実施形態による制御回路３００は、ゼロクロス付近において、スイッチング方式を第１スイッチング方式から、相補ＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする第２スイッチング方式に切替える。これにより、相電圧の不定を解消することが可能となる。本明細書では、第１および第２スイッチング方式に従って行うＰＷＭ制御を「ハイブリッドＰＷＭ制御」と呼ぶこととする。

[0059] 第２スイッチング方式は、制御回路３００が、各相のＨブリッジに対し、一対のレグの各々におけるハイサイドスイッチ素子およびローサイドスイッチ素子を、相補ＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする方式である。

[0060] 図７は、ＰＷＭ制御に基づいてスイッチングパターンを生成する論理を例示する模式図である。Ａ相のＨブリッジのハイスイッチ素子１２１Ｈとローサイドスイッチ素子１２１Ｌを含むレグには制御信号Ｌｅｇ１＿Ｌｏｇｉｃが与えられ、ハイスイッチ素子１３１Ｈとローサイドスイッチ素子１３１Ｌを含むレグには制御信号Ｌｅｇ２＿Ｌｏｇｉｃが与えられる。インバータによって、レグの２つのスイッチ素子には極性の異なる制御信号が与えられる。Ｂ相およびＣ相のＨブリッジも、Ａ相と同様の制御がなされる。

[0061] 図８は、第２スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行う場合のＡ相のＰＷＭ変調波（電圧波形）および相電流波形を例示している。横軸は、時間〔ｓ〕を示し、グラフの右側の縦軸は電流〔Ａ〕を示し、左側の縦軸は電圧〔Ｖ〕を示す。

[0062] 制御回路３００は、電圧指令値がゼロとなる時刻付近、つまり、ゼロクロス付近の期間（図８における矩形領域）においては、第２スイッチング方式に

従ってＰＷＭ制御を行い、その期間以外の期間（図５における矩形領域）においては、第１スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行う。以下、ゼロクロス付近の期間を「ゼロクロス期間」と表記する。

[0063] ゼロクロス期間は、電圧指令値がゼロとなる時刻の前後の期間であってもよいし、その時刻の後の期間、つまり、不一致期間であってもよい。このように、ゼロクロス期間は、上記の不一致期間を含む。不一致期間の幅は、モータの回転速度などに応じて変化する。そのため、ゼロクロス期間の幅も、モータの回転速度などに応じて変化する。

[0064] 以下、図５、図８、図９Ａから図９Ｄを参照しながら、ハイブリッドＰＷＭ制御を詳細に説明する。

[0065] 図９Ａから図９Ｄは、ハイブリッドＰＷＭ制御の代表的なスイッチングパターンおよび相電流の流れを模式的に示している。

[0066] 図９Ａに、第１スイッチング方式に従い、正方向の電圧を印加して正方向の電流を流すスイッチングパターンを例示する。例えば、制御回路３００は、ＳＷ１２１Ｌ、１３１Ｈを常時オフにする。制御回路３００は、この状態で、ＳＷ１２１Ｈをオンしたまま、ＳＷ１３１ＬをＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする。図５に示す矩形領域ｉがこの制御を行う期間に対応する。

[0067] 図９Ｂに、第２スイッチング方式に従い、負方向の電圧を印加して正方向の電流を流すスイッチングパターンを例示する。制御回路３００は、相補ＰＷＭ制御に基づいてＳＷ１２１Ｌ、１２１Ｈ、１３１Ｌおよび１３１Ｈをスイッチングする。図８に示す矩形領域ｉｉが、この制御を行う期間に対応する。矩形領域ｉｉは、電流は正方向であり、かつ、電圧は負方向である不一致期間を含む。

[0068] 図９Ｃに、第１スイッチング方式に従い、負方向の電圧を印加して負方向の電流を流すスイッチングパターンを例示する。制御回路３００は、ＳＷ１２１Ｈ、１３１Ｌを常時オフにする。制御回路３００は、この状態で、ＳＷ１３１Ｈをオンしたまま、ＳＷ１２１ＬをＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする。図５に示す矩形領域ｉｉｉが、この制御を行う期間に対応する。

[0069] 図９Ｄに、第２スイッチング方式に従い、正方向の電圧を印加して負方向の電流を流すスイッチングパターンを例示する。制御回路３００は、相補ＰＷＭ制御に基づいてＳＷ１２１Ｌ、１２１Ｈ、１３１Ｌおよび１３１Ｈをスイッチングする。図８に示す矩形領域ｉｖが、この制御を行う期間に対応する。矩形領域ｉｖは、電流は負方向であり、かつ、電圧は正方向である不一致期間を含む。

[0070] このように、制御回路３００は、図５および図８に示す矩形領域ｉ、ｉｉ、ｉｉｉおよびｉｖを用いてハイブリッドＰＷＭ制御を行う。ハイブリッドＰＷＭ制御によれば、キャリア周期における電圧の有効利用率を上げることができるので、インバータの高出力化を実現することができる。

[0071] （実施形態２）

図１０は、本実施形態による電動パワーステアリング装置３０００の典型的な構成を模式的に示している。

[0072] 自動車等の車両は一般に、電動パワーステアリング装置を有する。本実施形態による電動パワーステアリング装置３０００は、ステアリングシステム５２０、および補助トルクを生成する補助トルク機構５４０を有する。電動パワーステアリング装置３０００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システムの操舵トルクを補助する補助トルクを生成する。補助トルクにより運転者の操作の負担は軽減される。

[0073] ステアリングシステム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、自在軸継手５２３Ａ、５２３Ｂ、回転軸５２４、ラックアンドピニオン機構５２５、ラック軸５２６、左右のボールジョイント５５２Ａ、５５２Ｂ、タイロッド５２７Ａ、５２７Ｂ、ナックル５２８Ａ、５２８Ｂ、および左右の操舵車輪５２９Ａ、５２９Ｂを備える。

[0074] 補助トルク機構５４０は、例えば、操舵トルクセンサ５４１、自動車用電子制御ユニット（ＥＣＵ）５４２、モータ５４３および減速機構５４４を備える。操舵トルクセンサ５４１は、ステアリングシステム５２０における操舵トルクを検出する。ＥＣＵ５４２は、操舵トルクセンサ５４１の検出信号に

基づいて駆動信号を生成する。モータ５４３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する。モータ５４３は、減速機構５４４を介してステアリングシステム５２０に、生成した補助トルクを伝達する。

[0075] ＥＣＵ５４２は、例えば、実施形態１によるコントローラ３４０および駆動回路３５０などを有する。自動車ではＥＣＵを核とした電子制御システムが構築される。電動パワーステアリング装置３０００では、例えば、ＥＣＵ５４２、モータ５４３およびインバータ５４５によって、モータ駆動ユニットが構築される。そのユニットに、実施形態１によるモータモジュール２０００を好適に用いることができる。

産業上の利用可能性

[0076] 本開示の実施形態は、掃除機、ドライヤ、シーリングファン、洗濯機、冷蔵庫および電動パワーステアリング装置などの、各種モータを備える多様な機器に幅広く利用され得る。

符号の説明

[0077] １００　：インバータユニット　１１０　：電源遮断回路　１２０　：第１インバータ　１３０　：第２インバータ　１５０　：電流センサ　２００　：モータ　３００　：制御回路　３１０　：電源回路　３２０　：角度センサ　３３０　：入力回路　３４０　：コントローラ　３５０　：駆動回路　３６０　：ＲＯＭ　１０００　：電力変換装置　２０００　：モータモジュール　３０００　：電動パワーステアリング装置

請求の範囲

[請求項1] 電源からの電力を、ｎ相（ｎは３以上の整数）の巻線を有するモータに供給する電力に変換する電力変換装置であって、

前記モータの各相の巻線の一端に接続され、ｎ個のレグを有する第１インバータと、

前記モータの各相の巻線の他端に接続され、ｎ個のレグを有する第２インバータと、

前記第１および第２インバータのスイッチ素子を少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する制御回路と、

を備え、

前記ｎ相の巻線、前記第１インバータの前記ｎ個のレグおよび前記第２インバータの前記ｎ個のレグから前記ｎ相のＨブリッジが構成され、前記ｎ相のＨブリッジの各々は、一対のレグを有し、

前記制御回路は、各相のＨブリッジに対し、

前記一対のレグの一方におけるハイサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるローサイスイッチ素子をスイッチングし、または、

前記一対のレグの一方におけるローサイドスイッチ素子をオンした状態で、他方におけるハイサイスイッチ素子をスイッチングする前記少なくとも１つのスイッチング方式に従ってＰＷＭ制御する、電力変換装置。

[請求項2] 前記少なくとも１つのスイッチング方式は、

前記一対のレグの一方における前記ハイサイドスイッチ素子をオンし、ローサイドスイッチ素子をオフし、他方におけるハイサイドスイッチ素子をオフした状態で、前記他方における前記ローサイスイッチ素子をスイッチングし、または、

前記一対のレグの一方における前記ローサイドスイッチ素子をオンし、ハイサイドスイッチ素子をオフし、他方におけるローサイドス

イッチ素子をオフした状態で、前記他方における前記ハイサイスイッチ素子をスイッチングする第１スイッチング方式を含む、請求項１に記載の電力変換装置。

[請求項3] 前記少なくとも１つのスイッチング方式は、前記一対のレグの各々におけるハイサイドスイッチ素子およびローサイドスイッチ素子を、相補ＰＷＭ制御に基づいてスイッチングする第２スイッチング方式をさらに含む、請求項２に記載の電力変換装置。

[請求項4] 前記制御回路は、電圧指令値がゼロとなる時刻付近で、前記少なくとも１つのスイッチング方式を前記第１スイッチング方式から前記第２スイッチング方式に切替える、請求項３に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記制御回路は、電圧指令値がゼロとなる時刻付近のゼロクロス期間においては、前記第２スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行い、前記ゼロクロス期間以外の期間においては、前記第１スイッチング方式に従ってＰＷＭ制御を行う、請求項３に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記ゼロクロス期間は、前記電圧指令値および電流指令値の両方向が一致しなくなる期間を含む、請求項５に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記ゼロクロス期間の幅は、前記モータの回転速度に応じて変化する、請求項５または６に記載の電力変換装置。

[請求項8] 前記第１インバータとグランドとの接続・非接続を切替える第１スイッチ素子と、

前記第１インバータと前記電源との接続・非接続を切替える第２スイッチ素子と、

前記第２インバータと前記グランドとの接続・非接続を切替える第３スイッチ素子と、

前記第２インバータと前記電源との接続・非接続を切替える第４スイッチ素子と、

をさらに備える、請求項１から７のいずれかに記載の電力変換装置。

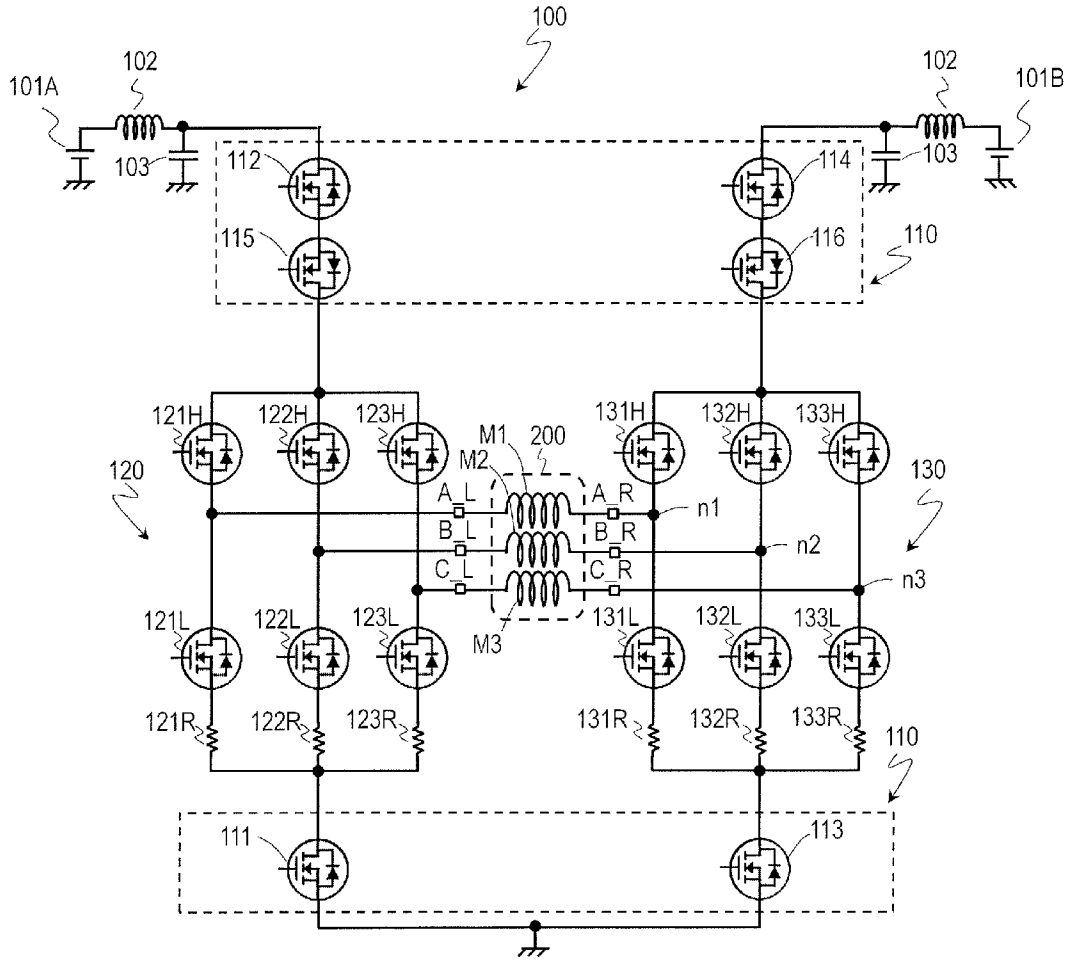
[請求項9] モータと、

請求項１から８のいずれかに記載の電力変換装置と、

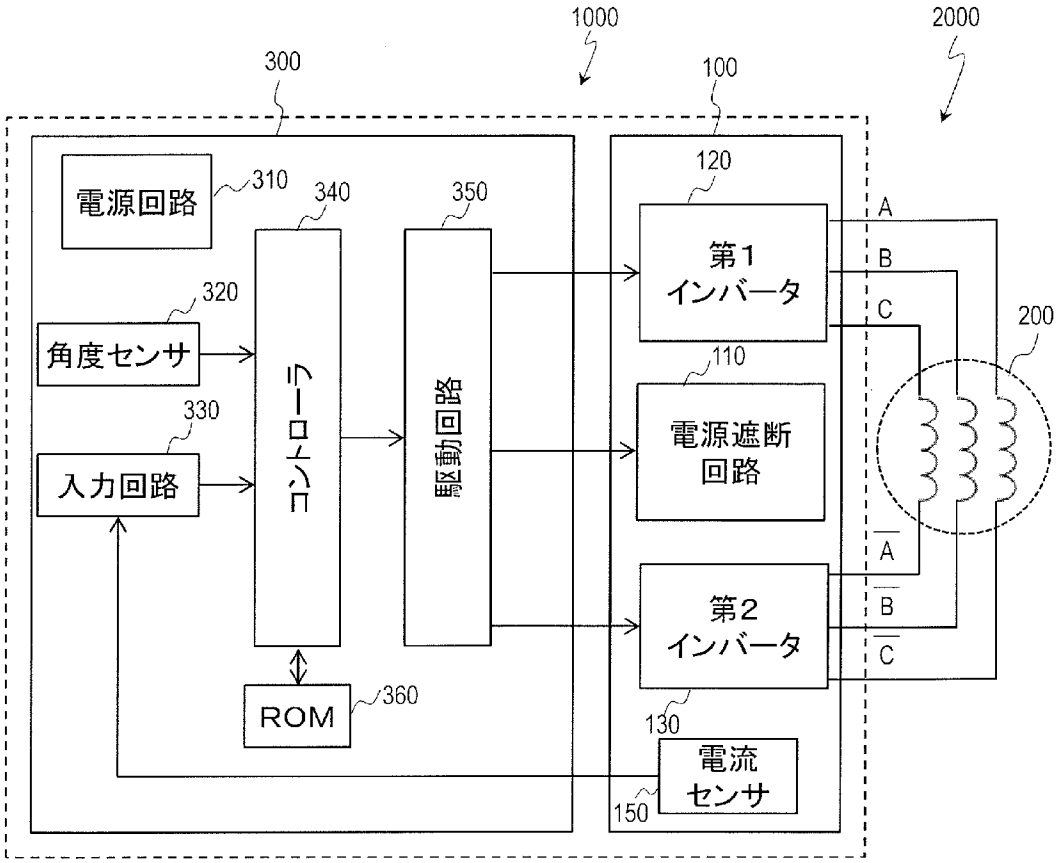
を備える、モータモジュール。

[請求項10] 請求項９に記載のモータモジュールを備える電動パワーステアリング装置。

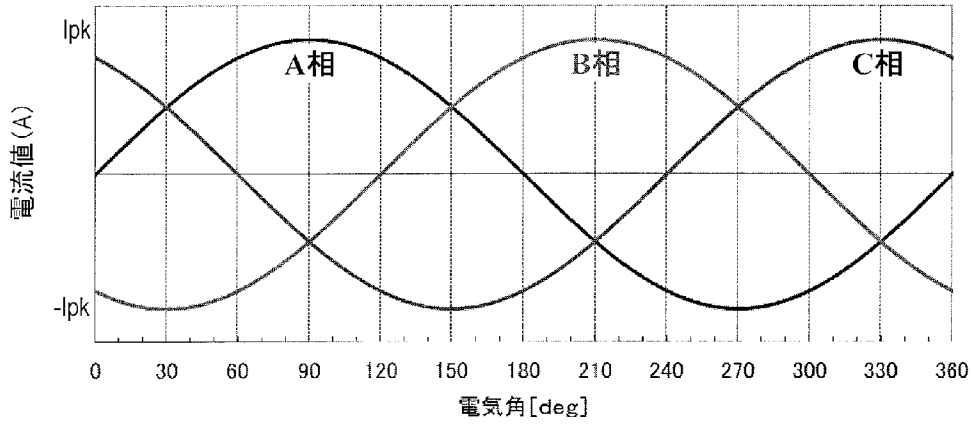
[図1]


100
101A
101B
102
102
103
103
112
114
115
116
110
120
130
110
121H
122H
123H
131H
132H
133H
M1
M2
M3
200
A_L
A_R
B_L
B_R
C_L
C_R
n1
n2
n3
121L
122L
123L
131L
132L
133L
121R
122R
123R
131R
132R
133R
111
113

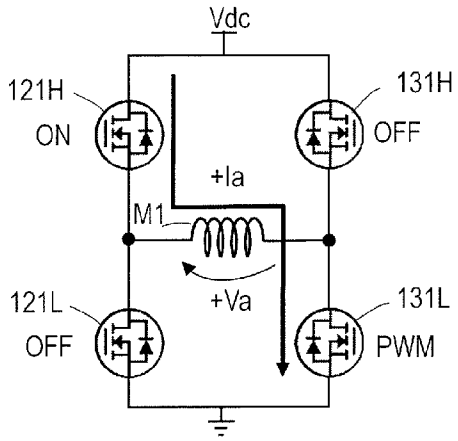
[図2]


1000
2000
300
100
電源回路
310
340
350
120
第1
インバータ
A
B
C
320
角度センサ
コントローラ
駆動回路
200
110
電源遮断
回路
330
入力回路
$\overline{A}$
$\overline{B}$
$\overline{C}$
第2
インバータ
ROM
360
130
電流
センサ
150

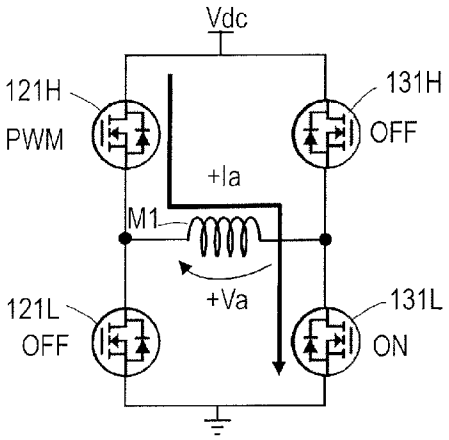
[図3]


Ipk
-Ipk
A相
B相
C相
電流値(A)
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
電気角[deg]

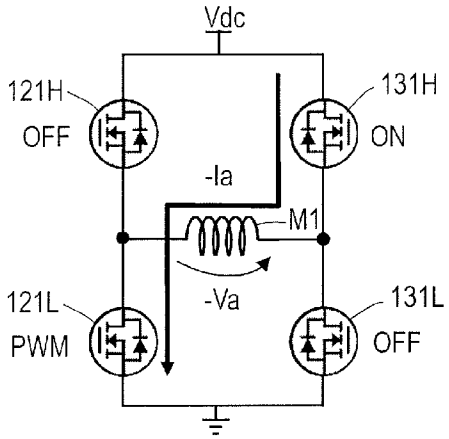
[図4A]


Vdc
121H
ON
131H
OFF
+Ia
M1
+Va
121L
OFF
131L
PWM

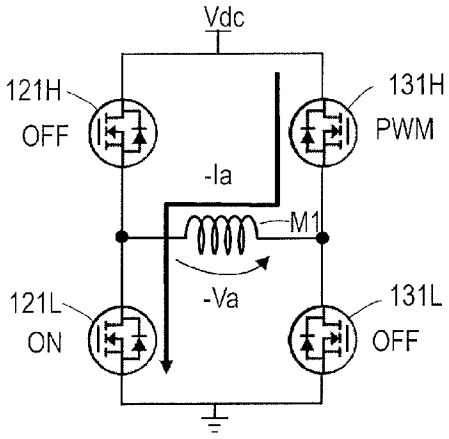
[図4B]


Vdc
121H
PWM
131H
OFF
+Ia
M1
+Va
121L
OFF
131L
ON

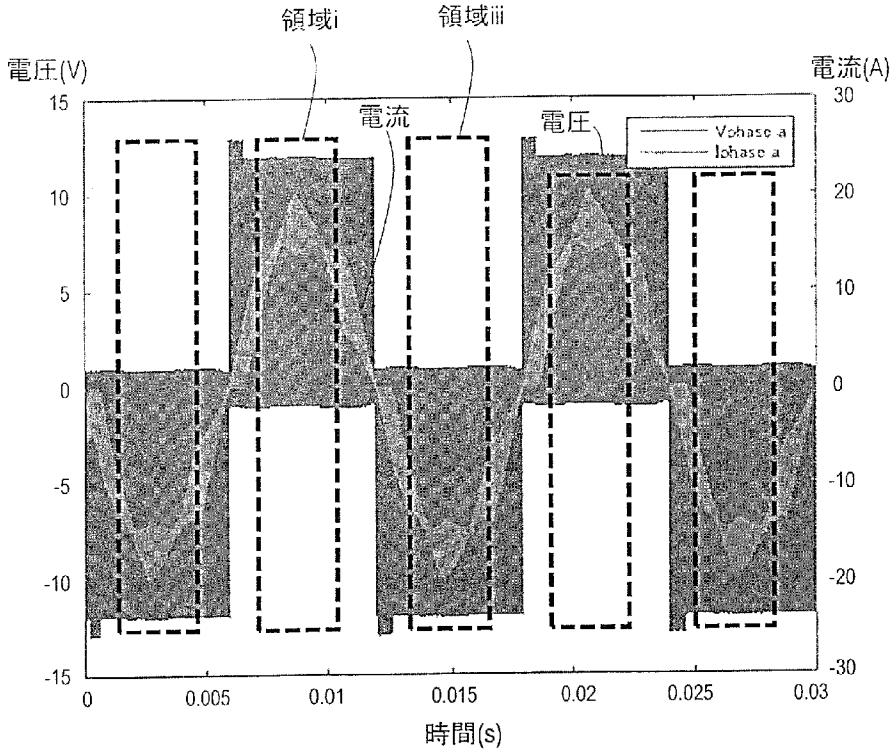
[図4C]


Vdc
121H
OFF
131H
ON
-Ia
M1
-Va
121L
PWM
131L
OFF

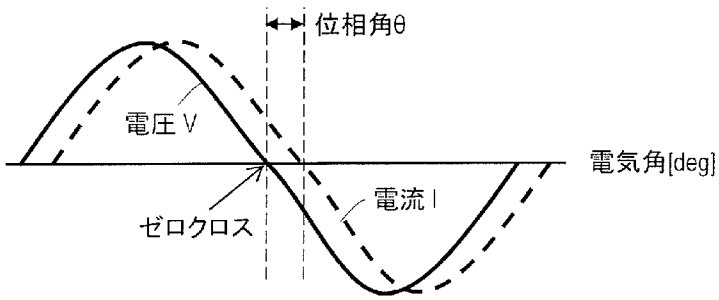
[図4D]


Vdc
121H
OFF
131H
PWM
-Ia
M1
-Va
121L
ON
131L
OFF

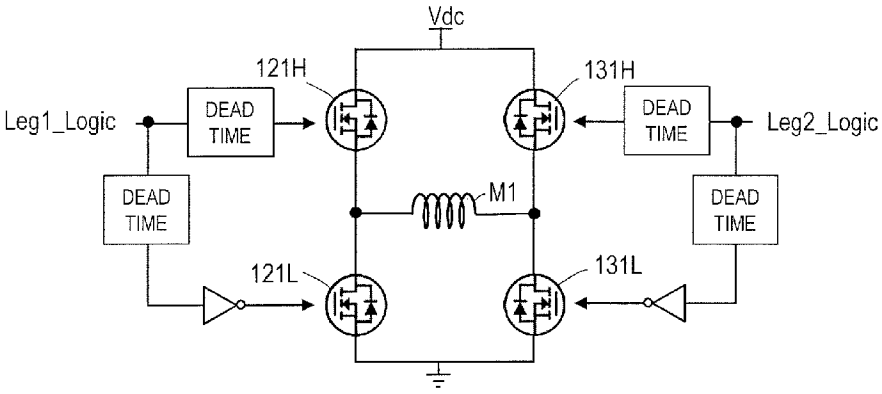
[図5]


領域i
領域iii
電圧(V)
電流(A)
電流
電圧
Vphase a
Iphase a
15
10
5
0
-5
-10
-15
30
20
10
0
-10
-20
-30
0
0.005
0.01
0.015
0.02
0.025
0.03
時間(s)

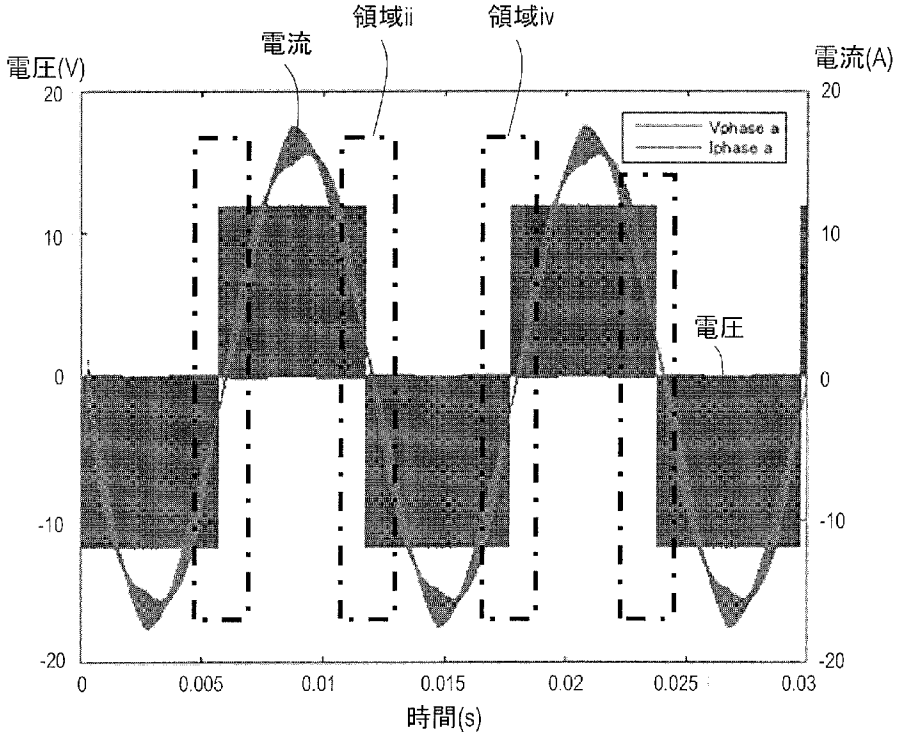
[図6]


位相角θ
電圧 V
電気角[deg]
電流 I
ゼロクロス

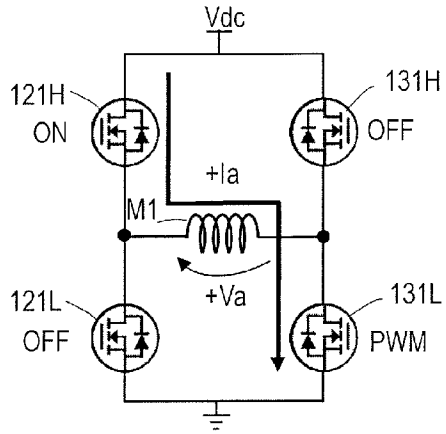
[図7]


Vdc
121H
131H
Leg1_Logic
DEAD TIME
DEAD TIME
Leg2_Logic
DEAD TIME
DEAD TIME
M1
121L
131L

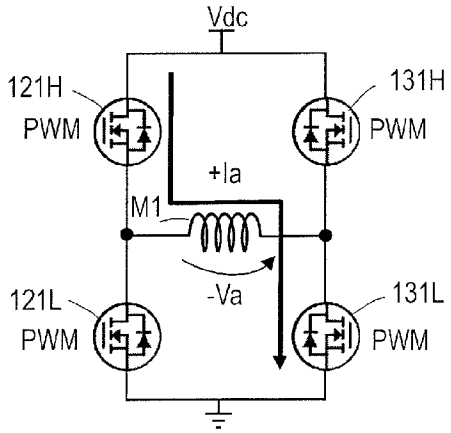
[図8]


領域ii
領域iv
電流
電圧(V)
電流(A)
Vphase a
Iphase a
電圧
20
10
0
-10
-20
0
0.005
0.01
0.015
0.02
0.025
0.03
時間(s)

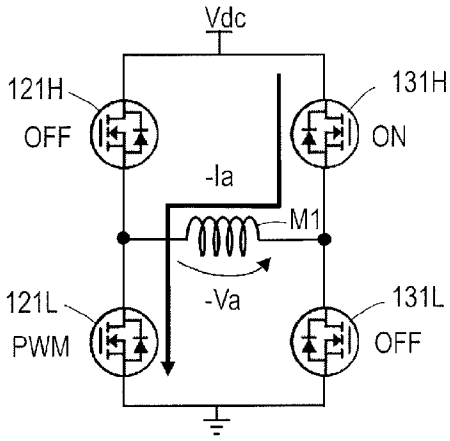
[図9A]


Vdc
121H
ON
131H
OFF
+Ia
M1
+Va
121L
OFF
131L
PWM

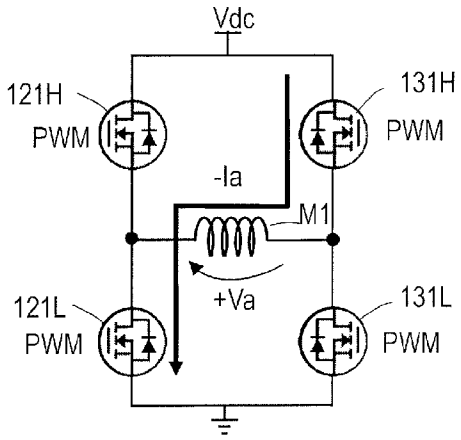
[図9B]


Vdc
121H
PWM
131H
PWM
+Ia
M1
-Va
121L
PWM
131L
PWM

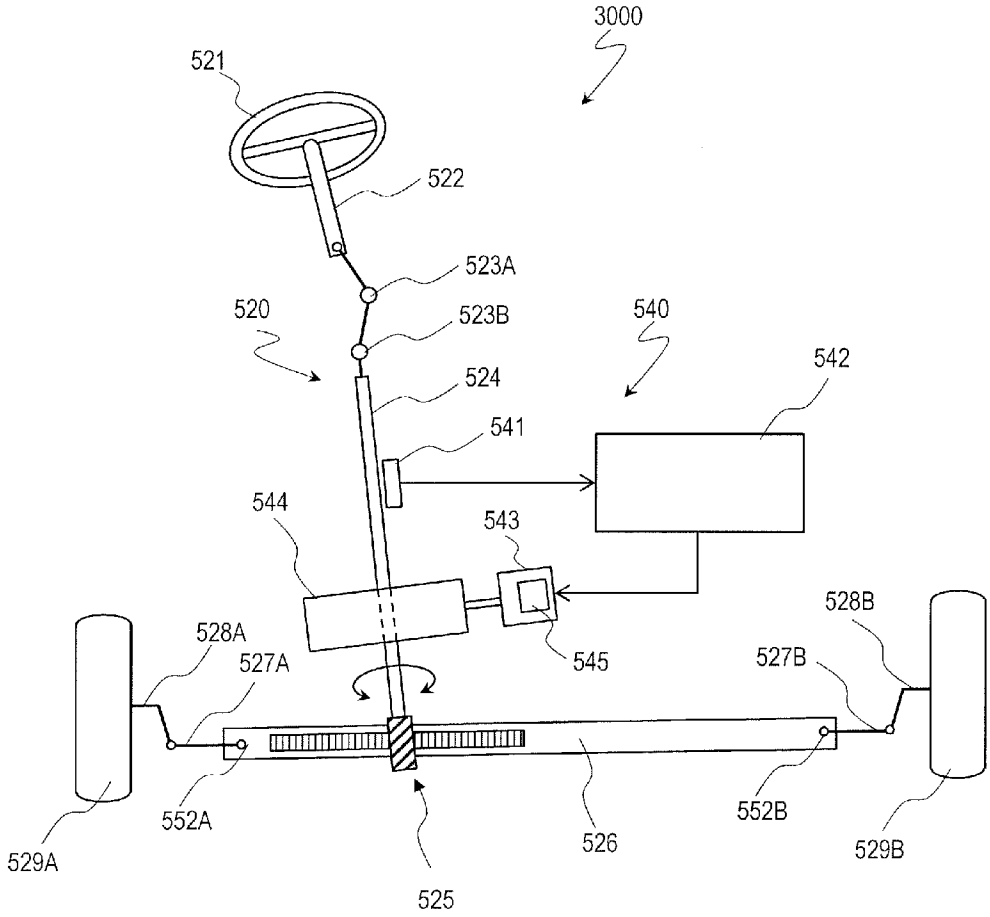
[図9C]


Vdc
121H
OFF
131H
ON
-Ia
M1
-Va
121L
PWM
131L
OFF

[図9D]


Vdc
121H
PWM
131H
PWM
-Ia
M1
+Va
121L
PWM
131L
PWM

[図10]


3000
521
522
523A
520
523B
540
542
524
541
544
543
528B
528A
527A
545
527B
552A
526
552B
529A
525
529B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/042844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02P25/22(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, H02P27/08(2006.01)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. H02P25/22, B62D5/04, H02P27/08

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.
Y A	WO 2017/150640 A1 (NIDEC CORPORATION) 08 September 2017, fig. 1, 5, paragraph [0197] & DE 112017000686 T5	1-2, 8-10 3-7
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 51238/1987 (Laid-open No. 158472/1988) (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO.) 18 October 1988, fig. 4, specification, page 15, line 2 to page 17, line 7 (Family: none)	1-2, 8-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 01.02.2019	Date of mailing of the international search report 12.02.2019
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／ＪＰ２０１８／０４２８４４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02P25/22(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, H02P27/08(2006.01)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.　H02P25/22, B62D5/04, H02P27/08

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

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
Y A	WO 2017/150640 A1（日本電産株式会社）2017.09.08, 図１、図５、段落［０１９７］ & DE 112017000686 T5	1-2,8-10 3-7
Y	日本国実用新案登録出願62-51238号(日本国実用新案登録出願公開63-158472号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（立石電機株式会社）1988.10.18, 第４図、明細書第１５ページ第２行－第１７ページ第７行（ファミリーなし）	1-2,8-10

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　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	国際調査報告の発送日
０１．０２．２０１９	１２．０２．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｖ　５２７０
佐々木　佳祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７