

(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
2018年8月23日(23.08.2018)



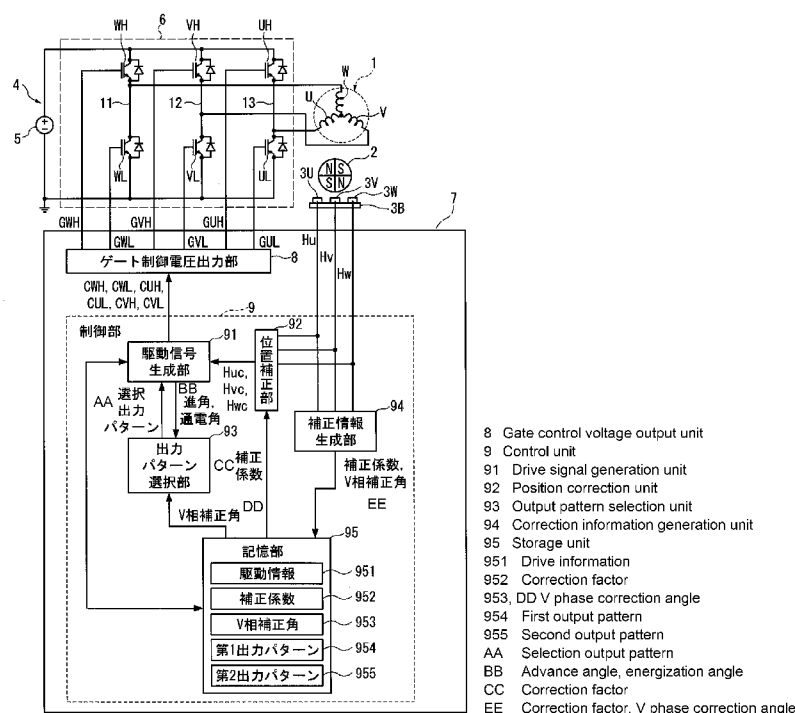
(10) 国際公開番号

WO 2018/150908 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 6/16 (2016.01) H02P 6/15 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003596
- (22) 国際出願日: 2018年2月2日(02.02.2018)
- (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 2017-025961 2017年2月15日(15.02.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社ミツバ (MITSUBA CORPORATION) [JP/JP]; 〒3768555 群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地 Gunma (JP).
- (72) 発明者: 池田 健 (IKEDA Takeshi); 〒3768555 群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地 株式会社ミツバ内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 西澤 和純, 外 (NISHIZAWA Kazuyoshi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (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, 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,

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータ制御装置およびモータ制御装置の制御方法



(57) Abstract: A motor control device for performing energization control on three-phase coils of a brushless motor and performing rotation control of a rotor, the motor control device being provided with: a plurality of switching elements disposed so as to be capable of switching a current to be channeled to the coils; a plurality of sensors for detecting the rotation position of the rotor; and a control unit for outputting, on the basis of a position detection signal obtained by correcting a position detection signal outputted by the plurality of sensors using a prescribed correction factor, a drive

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, 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 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

signal for controlling the energization pattern of each of the switching elements. The control unit adds, to the setting value of the advance angle for the energization control, a correction angle corresponding to the difference between pre-correction and post-correction position detection signals from a prescribed sensor from among the plurality of sensors, and selects, in accordance with the energization angle for the energization control and the advance angle to which the correction angle has been added, an output pattern which includes a plurality of energization patterns and which is used when selecting an energization pattern, the output pattern being selected from a plurality of different output patterns.

(57) 要約: ブラシレスモータの3相のコイルに通電制御を行って、ロータの回転制御を行うモータ制御装置は、コイルに流す電流を切り替え可能に配置された複数のスイッチング素子と; ロータの回転位置を検出する複数のセンサと; 複数のセンサの出力である位置検出信号を所定の補正係数を用いて補正した位置検出信号に基づいて各スイッチング素子の通電パターンを制御するための駆動信号を出力する制御部と; を備え、制御部は、通電制御の進角の設定値に対して、複数のセンサのうち所定のセンサの位置検出信号の補正前後の差分に対応する補正角を付加し、複数の通電パターンを含み通電パターンを選択する際に用いられる出力パターンを、異なる複数の出力パターンから、補正角を付加した進角と通電制御の通電角とに応じて選択する。

明 細 書

発明の名称： モータ制御装置およびモータ制御装置の制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、モータ制御装置およびモータ制御装置の制御方法に関する。

本願は、2017年2月15日に出願された日本国特許出願2017-025961号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ブラシレスモータは、3相のコイルU、VおよびWを有するステータと、界磁用の永久磁石を有するロータとを備える。ブラシレスモータは、ロータの回転位置に応じてステータの通電制御を行うことで駆動される。ロータの回転位置は、例えば、ロータが有する磁極の位置あるいはロータと共に回転するセンサマグネットの磁極の位置を複数のホールセンサ等を用いて検出することで、取得されている。ロータの回転位置の検出においては、ホールセンサの配置のばらつきや、ホールセンサが対向する磁極のバラツキ等によって検出誤差が発生する（例えば、特許文献1～3）。特許文献1～3には、ロータの回転位置の検出誤差を補正するための構成が示されている。

[0003] 特許文献1に記載されている構成では、予め計測した各ホールセンサの正規位置からの位置ずれを記憶しておき、記憶した情報に基づき回転位置の検出誤差が補正される。この場合に、位置ずれの計測は、ロータの角度を例えば0.1°刻みで回転させながらホールセンサの出力を確認することで行われる。また、特許文献2に記載されている構成では、センサマグネットが1回転する周期を計測し、計測した1回転分の周期を磁極数で除することで各磁極間の理想周期が算出される。そして、算出した理想周期を用いて各センサにおける検出誤差が算出される。また、特許文献3に記載されている構成では、ロータを所定回転数で回転させ、誤差がない場合の理論値と、実際の計測結果とを比較することで検出誤差が算出される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2005-110363号公報

特許文献2：日本国特許第4724024号公報

特許文献3：日本国特開2010-119220号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載されている構成では、ロータの回転位置をホールセンサとは別の計測機器を用いて計測しながら各ホールセンサの出力を確認することで位置ずれが計測される。この構成では、ロータの所定位置を基準として、ホールセンサの位置ずれや磁極位置のずれを取得することができる。この場合、所定位置を基準としてホールセンサ毎に検出位置を補正することができる。しかしながら、位置ずれの計測にコストがかかってしまうという課題がある。

[0006] 一方、特許文献2および特許文献3に記載されている構成では、ホールセンサ間や磁極間の間隔のばらつきを補正することはできる。しかしながら、複数のホールセンサの検出位置のうち、どのホールセンサの検出位置が理論値に最も近いのかということまでは把握することができない。

[0007] 本発明の態様は、ロータの回転位置の検出誤差を低コストで精度良く補正することができるモータ制御装置およびモータ制御装置の制御方法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

[0008] 本発明の一態様は、ブラシレスモータの3相のコイルに通電制御を行って、ロータの回転制御を行うモータ制御装置であって、前記コイルに流す電流を切り替え可能に配置された複数のスイッチング素子と；前記ロータの回転位置を検出する複数のセンサと；前記複数のセンサの出力である位置検出信号を所定の補正係数を用いて補正した位置検出信号に基づいて各スイッチング素子の通電パターンを制御するための駆動信号を出力する制御部と；を備

え、前記制御部は、前記通電制御の進角の設定値に対して、前記複数のセンサのうち所定のセンサの前記位置検出信号の補正前後の差分に対応する補正角を付加し、複数の前記通電パターンを含み前記通電パターンを選択する際に用いられる出力パターンを、異なる複数の前記出力パターンから、前記補正角を付加した前記進角と前記通電制御の通電角とに応じて選択する。

[0009] 上記モータ制御装置では、前記通電パターンは、前記位置検出信号の立ち上がりまたは立ち下りのタイミングに同期して制御され、前記複数の出力パターンは、3以上の前記タイミングにわたって前記スイッチング素子を継続的に同一の通電状態とする通電パターンを含まない第1出力パターンと、3以上の前記タイミングにわたって前記スイッチング素子を継続的に同一の通電状態とする通電パターンを含む第2出力パターンと、を含んでもよい。

[0010] また、本発明の別の態様に係るモータ制御装置の制御方法は、ブラシレスモータの3相のコイルに通電制御を行って、ロータの回転制御を行うモータ制御装置の制御方法であって、前記モータ制御装置は、前記コイルに流す電流を切り替え可能に配置された複数のスイッチング素子と；前記ロータの回転位置を検出する複数のセンサと；前記複数のセンサの出力である位置検出信号を所定の補正係数を用いて補正した位置検出信号に基づいて各スイッチング素子の通電パターンを制御するための駆動信号を出力する制御部と；を備え、前記制御方法は、前記制御部によって、前記通電制御の進角の設定値に対して、前記複数のセンサのうち所定のセンサの前記位置検出信号の補正前後の差分に対応する補正角を付加することと；複数の前記通電パターンを含み前記通電パターンを選択する際に用いられる出力パターンを、異なる複数の前記出力パターンから、前記補正角を付加した前記進角と前記通電制御の通電角とに応じて選択することと；を含む。

発明の効果

[0011] 本発明の態様によれば、ロータの回転位置の検出誤差を低コストで精度良く補正することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係るモータ制御装置の制御系統を示すブロック図である。

[図2]図1に示す3つのホールセンサのセンサマグネットに対する構造の一例を示す図である。

[図3]図1に示すモータ制御装置の動作例を説明するための説明図である。

[図4]図1に示すモータ制御装置の動作例を説明するための説明図である。

[図5]図1に示すモータ制御装置の動作例を説明するための説明図である。

[図6]図1に示すモータ制御装置が用いる第1出力パターンに基づく通電パターンの変化を示す説明図である。

[図7]図1に示すモータ制御装置が用いる第1出力パターンを示す図である。

[図8]図1に示すモータ制御装置が用いる第2出力パターンに基づく通電パターンの変化を示す説明図である。

[図9]図1に示すモータ制御装置が用いる第2出力パターンを示す図である。

[図10]図1に示す出力パターン選択部の動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、実施形態を通じて本発明を説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。なお、図面において、同一又は類似の部分には同一の符号を付して、重複する説明を省く場合がある。また、図面における要素の形状および大きさなどはより明確な説明のために誇張されることがある。

[0014] 以下、本実施形態におけるモータ制御装置を、図面を用いて説明する。

[0015] 図1は、本実施形態のモータ制御装置4の制御系統を示すブロック図である。図1は、ブラシレスモータ1およびモータ制御装置4の構成を示している。ブラシレスモータ1は、3相のコイルU、VおよびWを有するステータと、界磁用の永久磁石を有するロータとを備える。ロータの回転軸には、ロータと共に回転するセンサマグネット2が取り付けられている。

- [0016] センサマグネット2は、回転方向にS極とN極が交互に着磁されている。センサマグネット2の近傍には、回転位置を検出する3つのホールセンサ3U、3Vおよび3W（センサ）が回転方向に120°の間隔で、センサマグネット2の磁極の切り替わりを検出できるように取り付けられている。3つのホールセンサ3U、3Vおよび3Wは、図2に示すように、センサマグネット2から離間された平面的な基板3Bに取り付けられている。ホールセンサ3V（所定のセンサ）のセンサマグネット2の回転における中心線2Cに対する距離 L_v は、3つのホールセンサ3U、3Vおよび3Wの距離 L_u 、 L_v および L_w のうち最短な距離である。このような構造では、センサマグネット2に対して3つのホールセンサ3U、3Vおよび3Wのうち中心に位置し、かつ最短距離に位置するホールセンサ3Vを基準としてセンサマグネット2に対する位置決めを行うことが適切である。例えば、ホールセンサ3Uを基準とした場合、ホールセンサ3Wの検出誤差が、ホールセンサ3Vを基準とする場合と比較して大きくなりやすくなる。なお、本実施形態において、ホールセンサ3Vが後述するV相補正角を算出する際に基準となる所定のセンサであるが、他のホールセンサが最短な距離で平面的な基板3Bに取り付けられている場合、最短な距離で平面的な基板3Bに取り付けられている他のホールセンサが所定のセンサであってもよい。
- [0017] モータ制御装置4は、直流電源5からコイルU、VおよびWに流す電流を切り換えるインバータ回路6と、3つのホールセンサ3U、3Vおよび3Wと、各ホールセンサ3U、3Vおよび3Wの出力が入力され、インバータ回路6のスイッチングを行う制御回路7とを有する。
- [0018] インバータ回路6は、3つのアーム（第1のアーム11、第2のアーム12および第3のアーム13）が直流電源5に対して並列に接続されている。第1のアーム11は、2つのスイッチング素子WHおよびWLの接続点がコイルWに接続されている。第2のアーム12は、2つのスイッチング素子VHおよびVLの接続点がコイルVに接続されている。第3のアーム13は、2つのスイッチング素子UHおよびULの接続点がコイルUに接続されてい

る。なお、図1に示す例では、スイッチング素子WH、WL、VH、VL、UHおよびULを、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）と、IGBTのコレクタに接続されたカソード及びIGBTのエミッタに接続されたアノードを有する環流ダイオードとから構成しているが、例えばMOSFET（金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ）等から構成してもよい。コイルU、VおよびWは、例えば、スター結線されている。交点（中性点）側と反対側のコイルU、VおよびWの端部は、インバータ回路6にそれぞれ電気的に接続されている。

[0019] モータ制御装置4が有するホールセンサ3U、3Vおよび3Wは、例えば、ホールIC（集積回路）で構成される。ロータの回転軸が回転するとホールセンサ3U、3Vおよび3Wは回転軸の回転位置を検出し、ホールセンサ3Uは、U相に対応する出力信号として、制御回路7に対して位置検出信号Huを出力し、ホールセンサ3Vは、V相に対応する出力信号として、制御回路7に対して位置検出信号Hvを出力し、ホールセンサ3Wは、W相に対応する出力信号として、制御回路7に対して位置検出信号Hwを出力する。

[0020] 制御回路7は、ゲート制御電圧出力部8と、制御部9を含む。

[0021] ゲート制御電圧出力部8は、駆動信号生成部91から入力したPWM信号（駆動信号）CWH、CWL、CVH、CVL、CUHおよびCULに基づき、スイッチング素子WH、WL、VH、VL、UHおよびULの各ゲートに印加されるPWM信号GWH、GWL、GVH、GVL、GUHおよびGULを生成して出力する。

[0022] 制御部9は、CPU（中央処理装置）、RAM（ランダムアクセスメモリ）、ROM（リードオンリメモリ）等を備えたマイクロコンピュータ（プロセッサ）である。ここで、ROMは、フラッシュメモリ等の書き換え可能な不揮発性記憶装置を含む。制御部9は、駆動信号生成部91と、位置補正部92と、出力パターン選択部93と、補正情報生成部94と、記憶部95を有する。記憶部95は、駆動情報951、補正係数952、V相補正角953、第1出力パターン954および第2出力パターン955を記憶する。

- [0023] 本実施形態のモータ制御装置4は、少なくとも次の2つの機能を有する。
すなわち、モータ制御装置4は、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wの位置検出信号Hu、HvおよびHwが有する検出誤差を補正するための補正情報を生成して記憶する機能と、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wの位置検出信号Hu、HvおよびHwと記憶した補正情報とに基づき、ブラシレスモータ1を駆動制御する機能（以下、駆動制御機能という）とを有する。
- [0024] 記憶部95が記憶する駆動情報951は、駆動制御機能において、制御回路7がインバータ回路6をどのように駆動するかを表す情報である。駆動情報951は、例えば、ブラシレスモータ1の駆動に係る動作指令（始動、停止、正転、逆転、出力、回転数等の指令内容を表す）と、インバータ回路6の通電制御における進角および通電角の指令値との対応関係を表す情報を含む。駆動信号生成部91は、例えば、駆動情報951を参照する等して、進角の値や通電角の値を決定する。
- [0025] 図3は、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wが出力した位置検出信号Hu、HvおよびHwと、インバータ回路6の通電制御における進角および通電角の一例を説明するための説明図である。図3は、位置検出信号Hu、HvおよびHwとスイッチング素子VHがオンされる角度領域との対応関係を示す。横軸は、ブラシレスモータ1のロータの磁極の回転位置を電気角で表す。位置検出信号Hu、HvおよびHwは、電気角360°を1周期として、互いに120°の位相差を有し、180°毎にHレベルまたはLレベルに変化する。本実施形態では、位置検出信号HuのLレベルからHレベルへの変化をホールエッジHE1と称する。位置検出信号HuのHレベルからLレベルへの変化をホールエッジHE4と称する。位置検出信号HvのLレベルからHレベルへの変化をホールエッジHE3と称する。位置検出信号HvのHレベルからLレベルへの変化をホールエッジHE6と称する。位置検出信号HwのLレベルからHレベルへの変化をホールエッジHE5と称する。位置検出信号HwのHレベルからLレベルへの変化をホールエッジHE2と称する。ホールセンサ3U、3Vおよび3Wが出力した位置検出信号Hu、Hv

およびHwが誤差を含んでいないとすると（図3に示す例は位置検出信号Hu、HvおよびHwが誤差を含んでいない場合である）、各ホールエッジ間の電気角は 60° である。また、ホールエッジHE1とホールエッジHE2の間をホールステージ1（以下、単にステージ1という（以下、同様））と称する。ホールエッジHE2とホールエッジHE3の間をステージ2と称する。ホールエッジHE3とホールエッジHE4の間をステージ3と称する。ホールエッジHE4とホールエッジHE5の間をステージ4と称する。ホールエッジHE5とホールエッジHE6の間をステージ5と称する。ホールエッジHE6とホールエッジHE1の間をステージ6と称する。

[0026] インバータ回路6の通電制御において進角を 30° とし、通電角を 120° とする場合、駆動信号生成部91は、スイッチング素子VHをホールエッジHE3に同期してオンし、ホールエッジHE5に同期してオフする。本実施形態において、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wは、位置検出信号Hu、HvおよびHwがロータの磁極位置に対して電気角で 30° 進角した位置でホールエッジHE1～HE6を発生するように配置されている。

したがって、スイッチング素子VHをホールエッジHE3に同期してオンすることで、進角の値は 30° となる。本実施形態において、駆動信号生成部91は、この進角 30° および通電角を 120° の通電制御を基準として、進角と通電角の値を変化させる。

[0027] また、例えば、インバータ回路6の通電制御において進角を 20° とし、通電角を 130° とする場合、駆動信号生成部91は、スイッチング素子VHをホールエッジHE3から 10° 遅角させかつ 5° 進角させた回転位置（ホールエッジHE3から 5° 遅角させた回転位置）でオンする。ここで、 10° の遅角分は、進角を 20° とする場合に基準となる進角 30° からの変化分（ $20^\circ - 30^\circ = -10^\circ$ ）に対応する。また、 5° の進角分は、基準となる通電角 120° からの通電角 130° の変化分の2分の1（ $(130^\circ - 120^\circ) \times 0.5 = 5^\circ$ ）に対応する。また、駆動信号生成部91は、スイッチング素子VHをホールエッジHE5から 15° 遅角させた回転

位置でオフする。

[0028] また、例えば、インバータ回路6の通電制御において進角を 60° とし、通電角を 165° とする場合、駆動信号生成部91は、スイッチング素子VHをホールエッジHE3から 30° 進角させ且つさらに 22.5° 進角させた回転位置（ホールエッジHE3から 52.5° 進角させた回転位置）でオンする。ここで、 30° の進角分は、進角を 60° とする場合に基準となる進角 30° からの変化分（ $60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$ ）に対応する。また、 22.5° の進角分は、基準となる通電角 120° からの通電角 165° の変化分の2分の1（ $(165^\circ - 120^\circ) \times 0.5 = 22.5^\circ$ ）に対応する。また、駆動信号生成部91は、スイッチング素子VHをホールエッジHE5から 7.5° 進角させた回転位置でオフする。

[0029] 一方、記憶部95が記憶する補正係数952とV相補正角953は、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wが出力する位置検出信号Hu、HvおよびHwが含む検出誤差を補正するための情報であり、補正情報生成部94によって生成される。補正情報生成部94は、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wが出力した位置検出信号Hu、HvおよびHwに基づいて、補正係数952とV相補正角953を生成する。

[0030] まず、補正係数952について説明する。補正係数952は、例えば図4に示すように、位置検出信号Hu、HvおよびHwにおけるホールエッジHE1～HE6の間隔にばらつきがある場合に、ばらつきを補正するための係数である。なお、図4は、横軸を電気角とし、位置検出信号Hu、HvおよびHwと、位置検出信号Hu、HvおよびHwを位置補正部92で補正した位置検出信号Huc、HvcおよびHwcと、図3と同様にして通電制御の一例を示す図である。

[0031] 補正情報生成部94は、ブラシレスモータ1を一定速度で回転させた状態で、位置検出信号Hu、HvおよびHwにおけるホールエッジHE1～HE6の時間間隔T1～T6を計測する。そして、補正情報生成部94は、時間間隔が最小の2つのホールエッジのうち、ブラシレスモータ1の回転方向に

ホールエッジの位置を広げることで時間間隔が小さくなるホールエッジを基準ホールエッジと決定し、基準ホールエッジがある相に対応する位置検出信号 H_u 、 H_v および H_w のいずれか 1 つを基準位置検出信号と決定する。図 4 に示す例では、時間間隔 T_4 が最小であり、ホールエッジ HE_4 とホールエッジ HE_5 のうち、回転方向にホールエッジの位置を移動させることで時間間隔が小さくなるホールエッジは、ホールエッジ HE_4 である。したがって、ホールエッジ HE_4 が基準ホールエッジとなり、位置検出信号 H_u が基準位置検出信号となる。

[0032] そして、補正情報生成部 94 は、決定した基準位置検出信号の H レベルまたは L レベルに対応する時間間隔の平均値を算出する。図 4 に示す例では、補正情報生成部 94 は、基準位置検出信号に決定した位置検出信号 H_u の H レベルに対応する時間間隔 T_1 、 T_2 および T_3 の平均値を算出するとともに、 L レベルに対応する時間間隔 T_4 、 T_5 および T_6 の平均値を算出する。さらに、補正情報生成部 94 は、算出した平均値と各時間間隔との比の値を補正係数としてホールエッジ $HE_1 \sim HE_6$ 毎に算出する。補正情報生成部 94 は、算出したホールエッジ $HE_1 \sim HE_6$ 毎の補正係数を、基準位置検出信号を特定する情報とともに、補正係数 952 として記憶部 95 に記憶する。

[0033] これに対し、位置補正部 92 は、補正情報生成部 94 が生成した補正係数 952 を用いて、位置検出信号 H_u 、 H_v および H_w におけるホールエッジ $HE_1 \sim HE_6$ の間隔を補正し、補正した位置検出信号 H_{uc} 、 H_{vc} および H_{wc} を生成して駆動信号生成部 91 に対して出力する。図 4 に示す例では、位置補正部 92 は、補正係数 952 を用いて、位置検出信号 H_u 、 H_v および H_w におけるホールエッジ $HE_1 \sim HE_6$ の各位置を補正し、等間隔のホールエッジ $HE_{1c} \sim HE_{6c}$ を有する位置検出信号 H_{uc} 、 H_{vc} および H_{wc} を生成する。

[0034] 次に、 V 相補正角 953 について説明する。 V 相補正角 953 は、図 2 に示すような構造においてホールセンサ 3V をセンサマグネット 2 に対する位

置決めの際の基準としている場合に、補正係数 952 を算出する際の基準位置検出信号が V 相のホールセンサ 3 V の位置検出信号 H_v 以外であったときに、通電制御の基準を補正するための情報である。具体的には、図 4 に示す例において、位置検出信号 H_v におけるホールエッジ HE_3 および HE_6 と、補正後の位置検出信号 H_{vc} におけるホールエッジ HE_{3c} および HE_{6c} との差を、電気角で表した値が、V 相補正角 953 となる。ホールエッジ HE_3 とホールエッジ HE_{3c} との差の電位角とホールエッジ HE_6 とホールエッジ HE_{6c} との差の電位角とが異なる場合には、例えば、それら電位角の平均値を V 相補正角 953 とすることができる。補正情報生成部 94 は、補正係数 952 を算出する際と同様に、ブラシレスモータ 1 を一定速度で回転させた状態で計測された位置検出信号 H_u 、 H_v および H_w におけるホールエッジ $HE_1 \sim HE_6$ の時間間隔 $T_1 \sim T_6$ を用いて、V 相補正角 953 を決定することができる。補正情報生成部 94 は、決定した V 相補正角 953 を記憶部 95 に記憶する。この V 相補正角 953 は、駆動信号生成部 91 による通電制御において使用される。

[0035] 駆動信号生成部 91 は、位置補正部 92 が生成した補正後の位置検出信号 H_{uc} 、 H_{vc} および H_{wc} に基づいて通電制御を実行する。その際、駆動信号生成部 91 は、V 相補正角 953 の角度だけ、進角の値を増加させる。これによって、駆動信号生成部 91 は、擬似的に補正前の位置検出信号 H_v のホールエッジ HE_3 および HE_6 を基準として通電制御を行うことができる。例えば、図 4 に示す例では、進角 30° で通電角 120° の通電制御を行う場合に、駆動信号生成部 91 は、進角を（V 相補正角 953 の値 $+ 30^\circ$ ）に設定する。駆動信号生成部 91 は、スイッチング素子 VH をホールエッジ HE_{3c} より V 相補正角 953 の値だけ進角させた位置でオンし、スイッチング素子 VH をホールエッジ HE_{5c} より V 相補正角 953 の値だけ進角させた位置でオフする。

[0036] しかしながら、駆動信号生成部 91 による通電制御において、V 相補正角 953 の値だけ進角の値を大きくする場合、次のような課題が生じる。すな

わち、図5に示すように、通電角や進角の値が比較的大きい場合、V相補正角953を付加しないときには越えることがなかった他のホールステージに通電期間がわたってしまうことがあるという課題が生じる。図5は、横軸を電気角とし、位置検出信号Hu、HvおよびHwと、位置検出信号Hu、HvおよびHwを位置補正部92で補正した位置検出信号Huc、HvcおよびHwcと、図3および図4と同様にして通電制御の一例を示す図である。

[0037] 図5に示す通電制御の例は、進角60°で通電角165°とする場合である。仮にV相補正角953に対応する進角を行わなかったとすると、スイッチング素子VHをオンさせる期間は、補正後のホールエッジHE2c~HE5cまでのステージ2~4に収まっている。この場合、ホールエッジHE2cの位置から7.5°遅れた位置でスイッチング素子VHがオンしホールエッジHE5cの位置から7.5°進んだ位置でスイッチング素子VHがオフする。これに対し、V相補正角953の値が7.5°を越えた場合、7.5°を越えた超過角の分だけ、ステージ1に通電期間がわたってしまっている。V相補正角953による進角の付加分は、本来、検出誤差を補正するために設定されたものである。

よって、図5に示す進角をV相補正角+60°に設定する通電制御は、V相補正角953による進角の付加分を持たない進角60°、通電角165°の通電制御よりも理論的には誤差が小さいはずである。しかしながら、通常、越えることがなかったホールステージに、他のホールステージに設定されている通電期間がわたることになると、ホールステージを単位として設定されている通常の通電パターンでは対応することができなくなる。V相補正角を付加する前には問題なく実行することができた進角60°、通電角165°の通電制御が、V相補正角を付加することで実行できなくなるという課題が生じる。

[0038] そこで、本実施形態では、通常の実出力パターン（第1出力パターン954）に加え、超過角（ただし最大でV相補正角以内）に対応した出力パターン（第2出力パターン955）を用意し、超過角の有無に応じて、使用する出

力パターンを切り替えることで、本来、実行することが可能なV相補正角の付加によるステージを越えた通電期間にも対応できるようにした。なお、出力パターンは、複数の通電パターンを含む。通電パターンは、複数のスイッチング素子WH、WL、VH、VL、UHおよびULの動作状態の組み合わせである。

[0039] 図6は、第1出力パターン954の例を説明するための図である。図6は、横軸を電気角とし、補正後の位置検出信号Hu c、Hv cおよびHw cと、各スイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLの通電パターンとの対応関係を示す図である。通電パターンは、各スイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLが、継続的にオンされた状態（「ON」）もしくは継続的にオフ「OFF」された状態（「ON」または「PWM」以外の期間）または一定の周期でオンまたはオフに制御された状態（PWM制御された状態）（「PWM」）のいずれかの組み合わせである。各ステージ1～6は、さらに3つの区間A、BおよびCにそれぞれ区分されている。区間A、BおよびCに対しては個別に通電パターンが設定されている。区間A、BおよびCの期間（電気角）は、進角の値（V相補正角を含む）と通電角の値によって変化する。

[0040] 例えば、ホールエッジHE1 cとホールエッジHE2 cで囲まれたステージ1では、区間Aの通電パターンが、スイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLがそれぞれ「OFF」、「OFF」、「PWM」、「PWM」、「ON」、および「OFF」の組み合わせである。また、区間Bの通電パターンが、スイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLがそれぞれ「PWM」、「PWM」、「PWM」、「PWM」、「ON」、および「OFF」の組み合わせである。また、区間Cの通電パターンが、スイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLがそれぞれ「PWM」、「PWM」、「OFF」、「OFF」、「ON」、および「OFF」の組み合わせである。

[0041] また、図7は、図6に示す第1出力パターン954の例をテーブルとして

まとめたものである。記憶部 95 は、例えば、図 7 に示すような形式で第 1 出力パターン 954 を記憶する。図 7 において、「1」はオン、「0」はオフ、「P」は PWM を表す。

[0042] 図 8 は、第 2 出力パターン 955 の例を説明するための図である。図 8 は、図 6 と同様に、横軸を電気角とし、補正後の位置検出信号 Huc 、 Hvc および Hwc と、各スイッチング素子 UH 、 UL 、 VH 、 VL 、 WH および WL の通電パターンとの対応関係を示す図である。第 1 出力パターン 954 と同様、各ステージ 1～6 は、さらに 3 つの区間 A、B および C にそれぞれ区分されている。区間 A、B および C の期間（電気角）は、進角の値（V 相補正角を含む）と通電角の値によって変化する。ここで、区間 C は、図 5 を参照して説明した超過角に対応する。したがって、区間 C の電気角は、（V 相補正角 + 進角（電気角 30° 分減じた角度） + 通電角（ 120° から増加した角度の $1/2$ ））に設定される。また、区間 C の電気角は、最大で V 相補正角の値に制限される。

[0043] 例えば、ホールエッジ $HE1c$ とホールエッジ $HE2c$ で囲まれたステージ 1 では、区間 A の通電パターンが、スイッチング素子 UH 、 UL 、 VH 、 VL 、 WH および WL がそれぞれ「PWM」、「PWM」、「PWM」、「PWM」、「ON」、および「OFF」の組み合わせである。また、区間 B の通電パターンが、スイッチング素子 UH 、 UL 、 VH 、 VL 、 WH および WL がそれぞれ「PWM」、「PWM」、「OFF」、「OFF」、「ON」、および「OFF」の組み合わせである。また、区間 C の通電パターンが、スイッチング素子 UH 、 UL 、 VH 、 VL 、 WH および WL がそれぞれ「PWM」、「PWM」、「ON」、「OFF」、「ON」、および「OFF」の組み合わせである。

[0044] また、図 9 は、図 8 に示す第 2 出力パターン 955 の例をテーブルとしてまとめたものである。記憶部 95 は、例えば、図 9 に示すような形式で第 2 出力パターン 955 を記憶する。図 9 において、「1」はオン、「0」はオフ、「P」は PWM を表す。

[0045] 図1に示す駆動信号生成部91は、出力パターン選択部93が選択した出力パターン（第1出力パターン954または第2出力パターン955）を用いて、通電制御を行う。出力パターン選択部93は、記憶部95が記憶するV相補正角953を参照するとともに、駆動信号生成部91から通電制御における進角と通電角の設定値を受信する。そして、出力パターン選択部93は、例えば図10に示す処理によって出力パターンを選択し、選択した出力パターンを示す情報を駆動信号生成部91へ送信する。

[0046] 図10は、出力パターン選択部93の動作例を示すフローチャートである。出力パターン選択部93は、例えば、駆動信号生成部91において進角や通電角の設定値が変更された場合に、図10に示す処理を実行する。出力パターン選択部93は、V相補正角+進角（電気角30°分減じた角度）+通電角（120°から増加した角度の1/2）の値を算出する（ステップS1）。次に、出力パターン選択部93は、ステップS1で算出した値が60°より大きいかなかを判定する（ステップS2）。算出値が60°より大きくない場合（ステップS2でN oの場合）、出力パターン選択部93は、第1出力パターン954を選択する（ステップS3）。算出値が60°より大きい場合（ステップS2でY e sの場合）、出力パターン選択部93は、第2出力パターン955を選択する（ステップS4）。出力パターン選択部93は、ステップS1～S4の処理の後、選択した出力パターンを示す情報を駆動信号生成部91へ送信し、処理を終了する。

[0047] 以上のようにして、本実施形態のモータ制御装置4は、ホールセンサ3U、3Vおよび3Wが出力した位置検出信号Hu、HvおよびHwのばらつきを補正するとともに、補正後の位置検出信号HvcのホールエッジH3cおよびH6cとホールセンサ3Vの位置検出信号HvのホールエッジH3およびH6との各位置の差に応じたV相補正角の進角を通電制御の進角の設定値に付加することで、通電制御における基準となる位置を補正する。

よって、ロータの回転位置の検出誤差を低コストで精度良く補正することができる。さらに、本実施形態のモータ制御装置4は、通電制御において、

2種類の出力パターンを選択的に使用することで、V相補正角を進角の設定値に付加することで、通電制御の制御範囲(進角の範囲や通電角の範囲)が制限されてしまうことがないようにした。

[0048] また、本実施形態は、ブラシレスモータ1の3相のコイルU、VおよびWに通電制御を行って、ロータの回転制御を行うモータ制御装置4である。このモータ制御装置4は、コイルU、VおよびWに流す電流を切り替え可能に配置された複数のスイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLと；ロータの回転位置を検出する複数のホールセンサ3U、3Vおよび3Wと；複数のホールセンサ3U、3Vおよび3Wの出力である位置検出信号Hu、HvおよびHwを所定の補正係数を用いて補正した位置検出信号Huc、HvcおよびHwcに基づいて各スイッチング素子UH、UL、VH、VL、WHおよびWLの通電パターンを制御するためのPWM信号(駆動信号)CWH、CWL、CVH、CVL、CUHおよびCULを出力する制御部9と；を備える。この制御部9は、通電制御の進角の設定値に対して、複数のホールセンサ3U、3Vおよび3Wのうちホールセンサ3V(所定のセンサ)の位置検出信号HvおよびHvcの補正前後の差分に対応するV相補正角(補正角)を付加し、複数の通電パターンを含み通電パターンを選択する際に用いられる出力パターンを、異なる第1出力パターンと第2出力パターンから、V相補正角を付加した進角と通電制御の通電角とに応じて選択する。

[0049] また、本実施形態は、通電パターンが位置検出信号Huc、HvcおよびHwcの立ち上がりまたは立ち下りのタイミング(ホールエッジ)に同期して制御され、第1出力パターンは、3以上のタイミングにわたってスイッチング素子を継続的に同一の通電状態とする通電パターンを含まない出力パターンであり、第2出力パターンは、3以上の前記タイミングにわたってスイッチング素子を継続的に同一の通電状態とする通電パターンを含む出力パターンである。

[0050] また、上述した実施形態におけるモータ制御装置4をコンピュータで実現

するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

[0051] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

- [0052] 1 ブラシレスモータ
3 U、3 V、3 W ホールセンサ (センサ)
4 モータ制御装置
6 インバータ回路
7 制御回路
8 ゲート制御電圧出力部

9 制御部

9 1 駆動信号生成部

9 2 位置補正部

9 3 出力パターン選択部

9 4 補正情報生成部

9 5 記憶部

9 5 1 駆動情報

9 5 2 補正係数

9 5 3 V相補正角

9 5 4 第1出力パターン

9 5 5 第2出力パターン

U、V、W コイル

UH、UL、VH、VL、WH、WL スイッチング素子

請求の範囲

- [請求項1] ブラシレスモータの3相のコイルに通電制御を行って、ロータの回転制御を行うモータ制御装置であって、
- 前記コイルに流す電流を切り替え可能に配置された複数のスイッチング素子と；
- 前記ロータの回転位置を検出する複数のセンサと；
- 前記複数のセンサの出力である位置検出信号を所定の補正係数を用いて補正した位置検出信号に基づいて各スイッチング素子の通電パターンを制御するための駆動信号を出力する制御部と；を備え、
- 前記制御部は、
- 前記通電制御の進角の設定値に対して、前記複数のセンサのうち所定のセンサの前記位置検出信号の補正前後の差分に対応する補正角を付加し、
- 複数の前記通電パターンを含み前記通電パターンを選択する際に用いられる出力パターンを、異なる複数の前記出力パターンから、前記補正角を付加した前記進角と前記通電制御の通電角とに応じて選択する
- モータ制御装置。
- [請求項2] 前記通電パターンは、前記位置検出信号の立ち上がりまたは立ち下りのタイミングに同期して制御され、
- 前記複数の出力パターンは、
- 3以上の前記タイミングにわたって前記スイッチング素子を継続的に同一の通電状態とする通電パターンを含まない第1出力パターンと、
- 3以上の前記タイミングにわたって前記スイッチング素子を継続的に同一の通電状態とする通電パターンを含む第2出力パターンと、を含む
- 請求項1に記載のモータ制御装置。

[請求項3] ブラシレスモータの3相のコイルに通電制御を行って、ロータの回転制御を行うモータ制御装置の制御方法であって、

 前記モータ制御装置は、

 前記コイルに流す電流を切り替え可能に配置された複数のスイッチング素子と；

 前記ロータの回転位置を検出する複数のセンサと；

 前記複数のセンサの出力である位置検出信号を所定の補正係数を用いて補正した位置検出信号に基づいて各スイッチング素子の通電パターンを制御するための駆動信号を出力する制御部と；を備え、

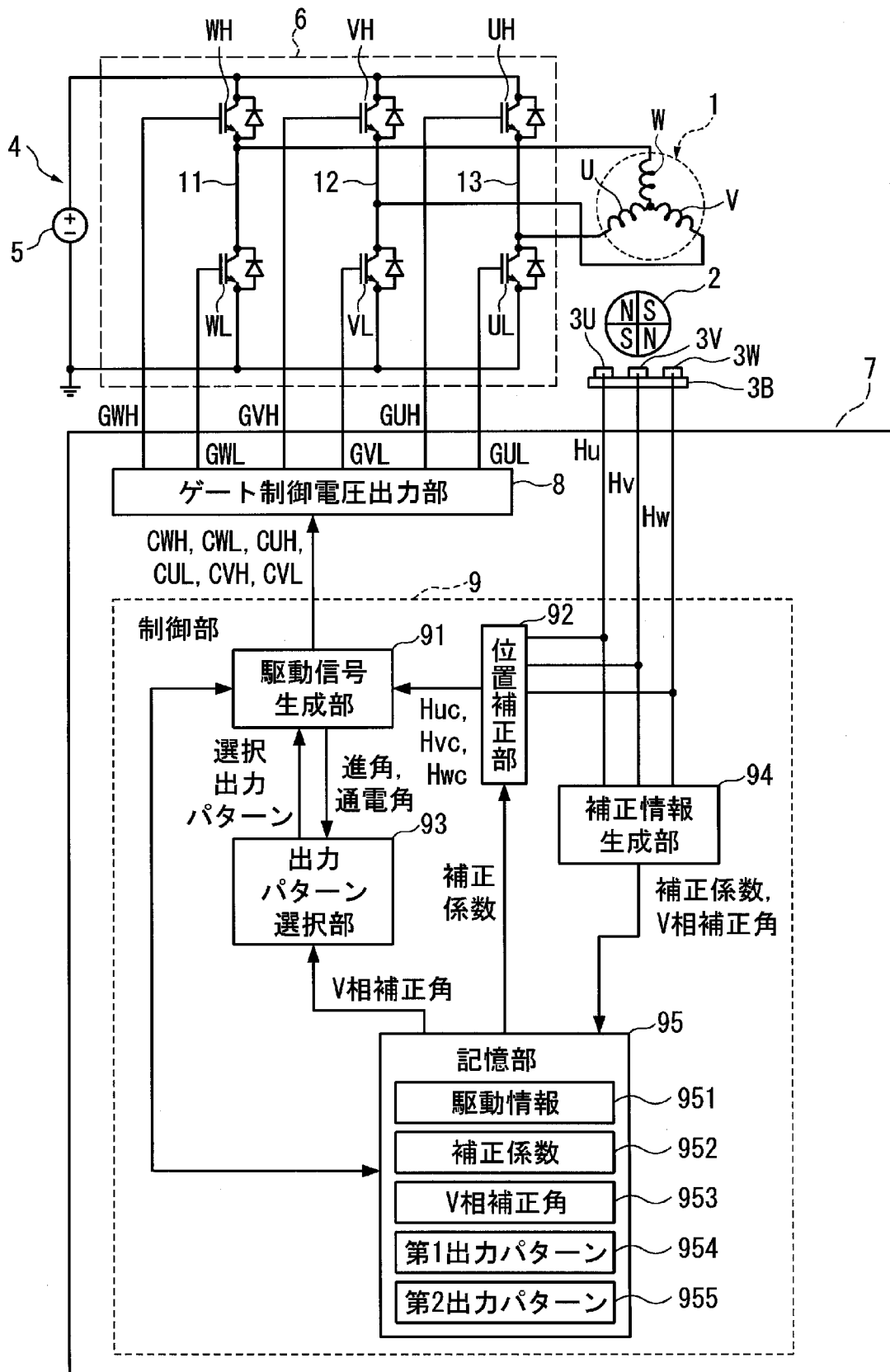
 前記制御方法は、前記制御部によって、

 前記通電制御の進角の設定値に対して、前記複数のセンサのうち所定のセンサの前記位置検出信号の補正前後の差分に対応する補正角を付加することと；

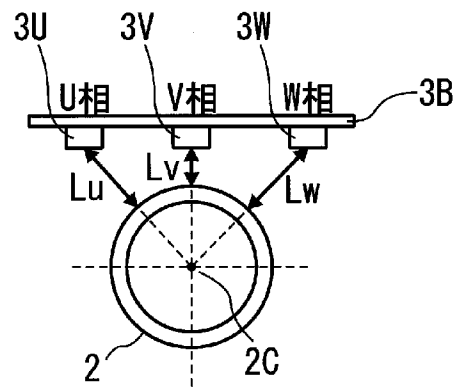
 複数の前記通電パターンを含み前記通電パターンを選択する際に用いられる出力パターンを、異なる複数の前記出力パターンから、前記補正角を付加した前記進角と前記通電制御の通電角とに応じて選択することと；を含む

 モータ制御装置の制御方法。

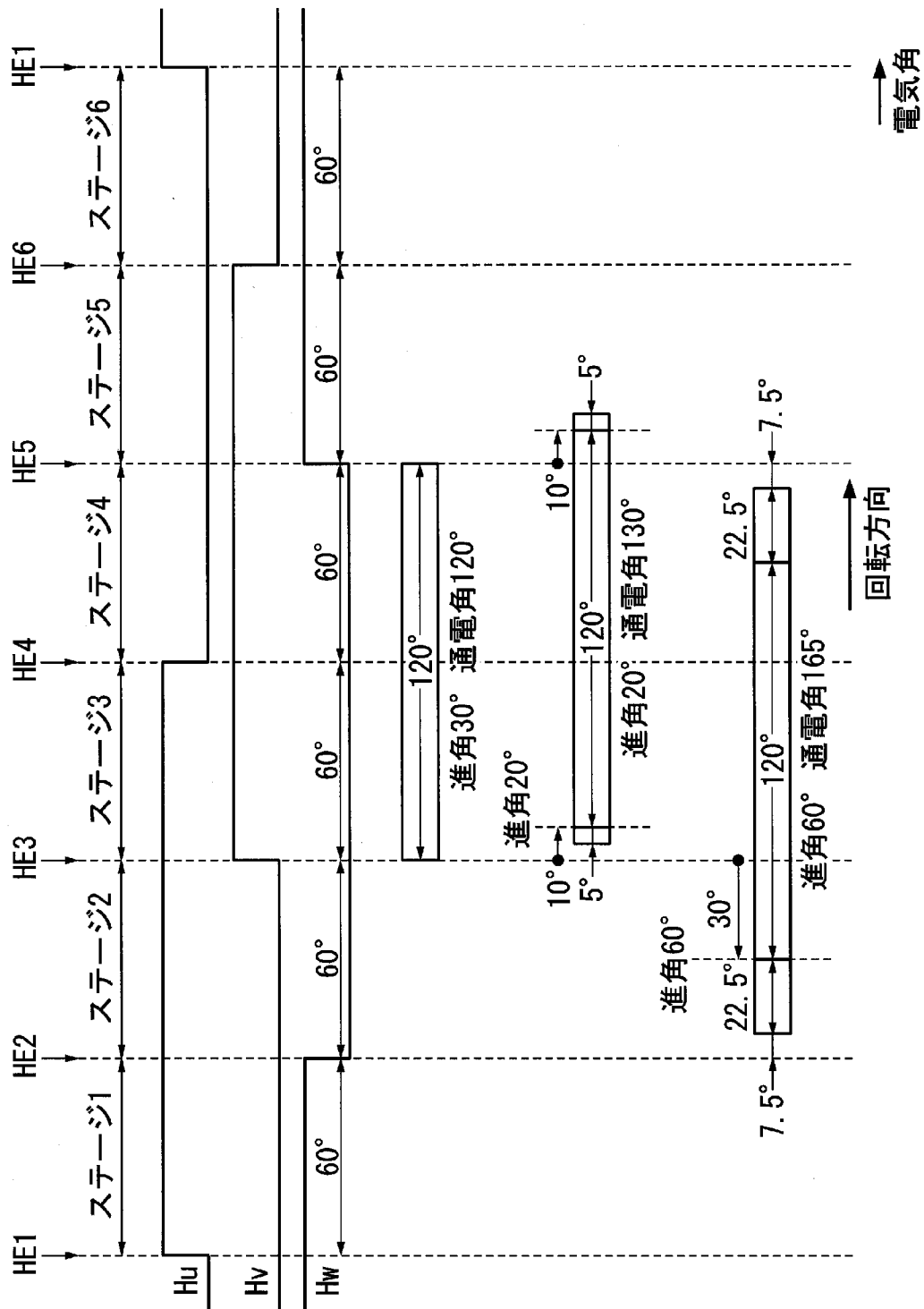
[図1]



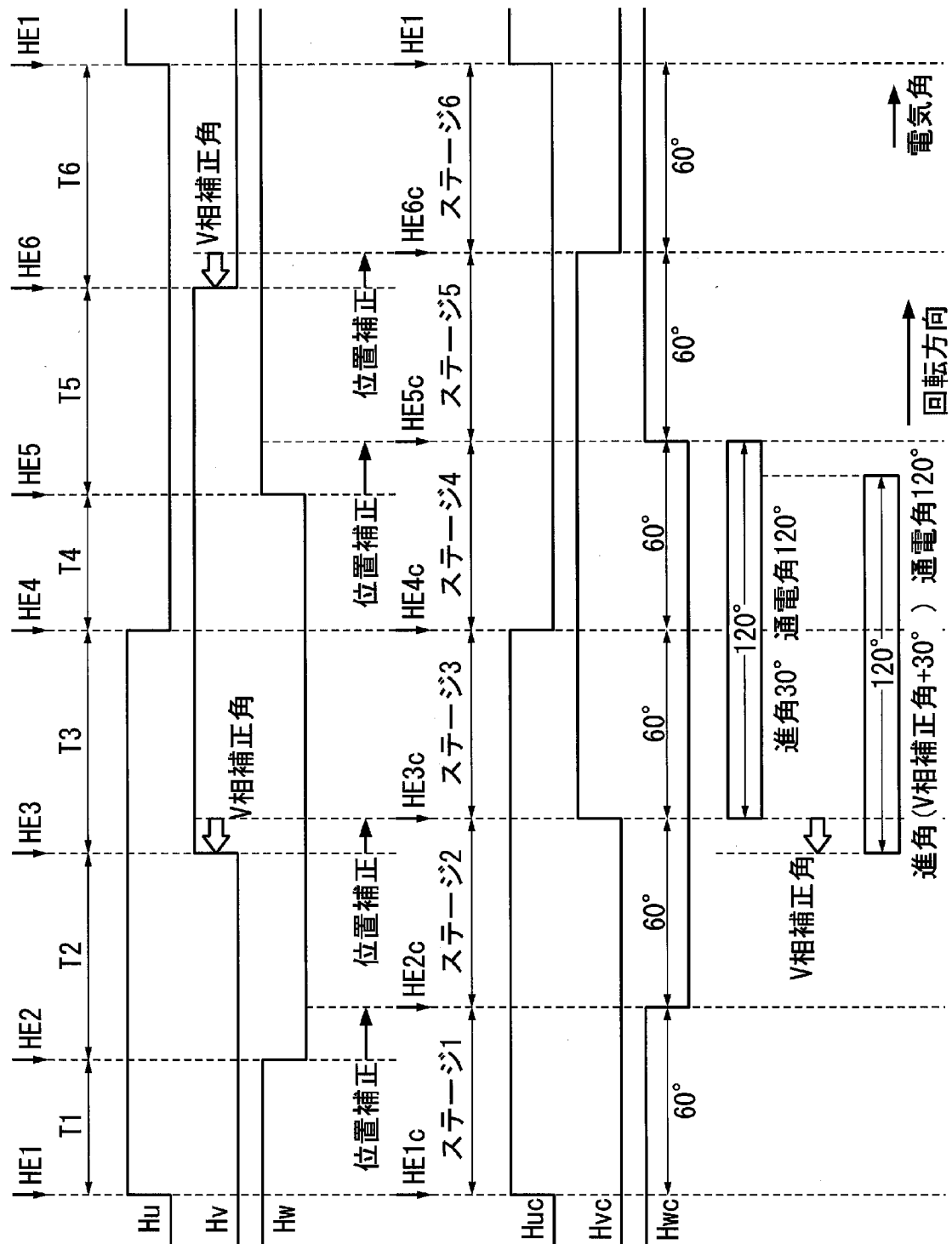
[図2]



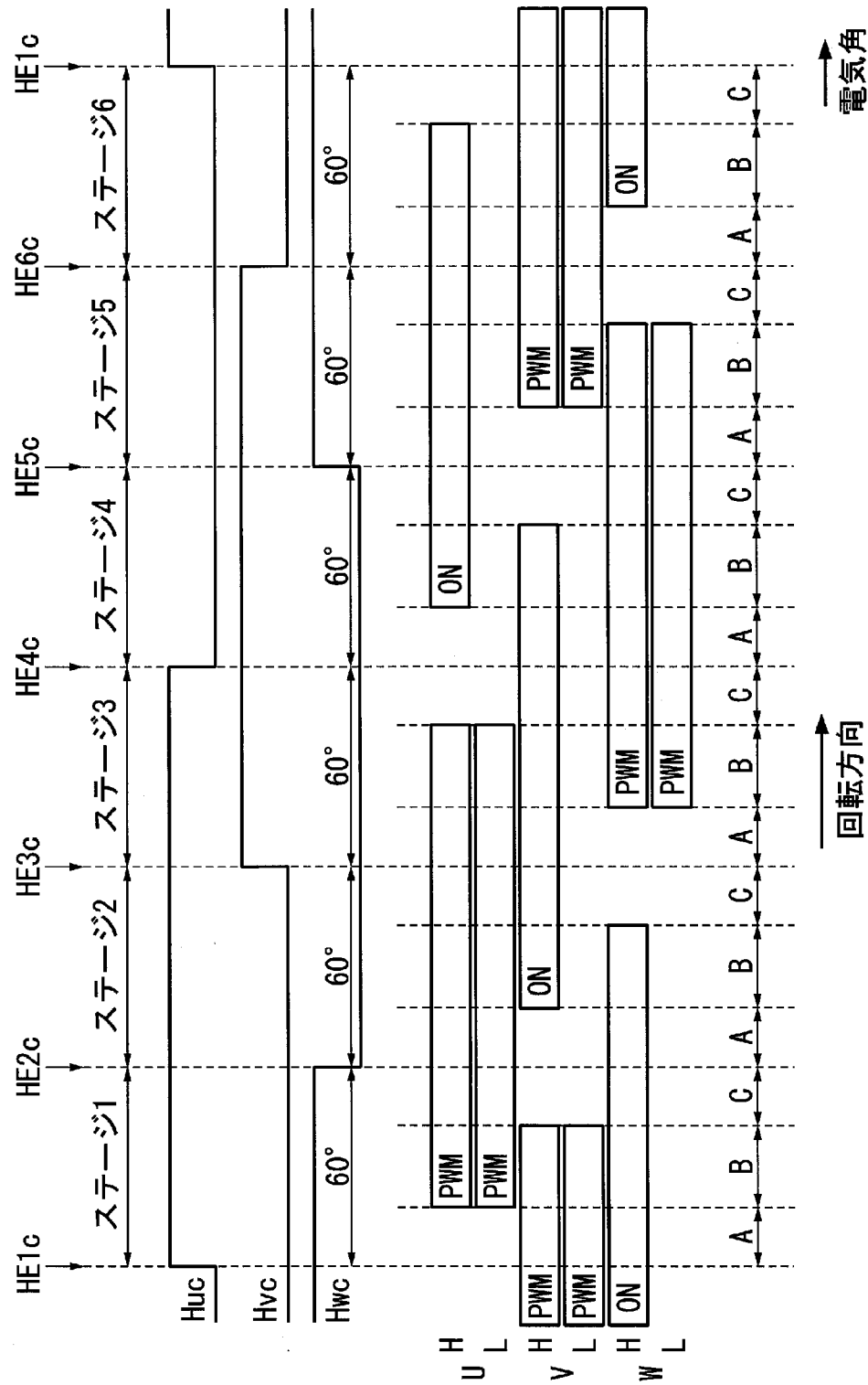
[図3]



[図4]



[図6]

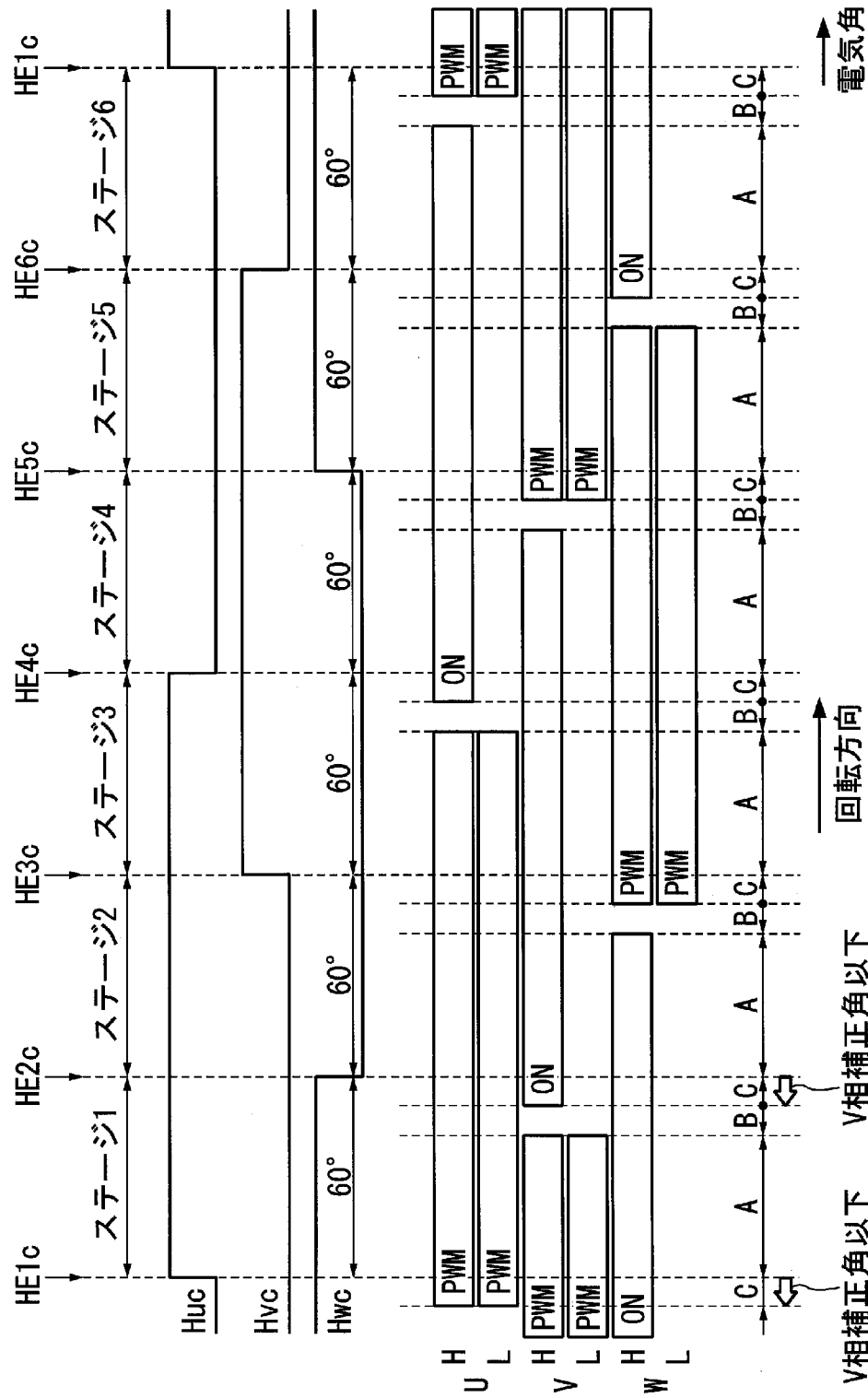


[図7]

954

			ステージ																	
			1			2			3			4			5			6		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
スイッチング 素子	U	H	0	P	P	P	P	P	P	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		L	0	P	P	P	P	P	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	V	H	P	P	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	P	P	P	P	P
		L	P	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P	P	P	P
	W	H	1	1	1	1	1	0	0	P	P	P	P	P	P	P	0	0	1	1
		L	0	0	0	0	0	0	0	P	P	P	P	P	P	P	0	0	0	0

[図8]

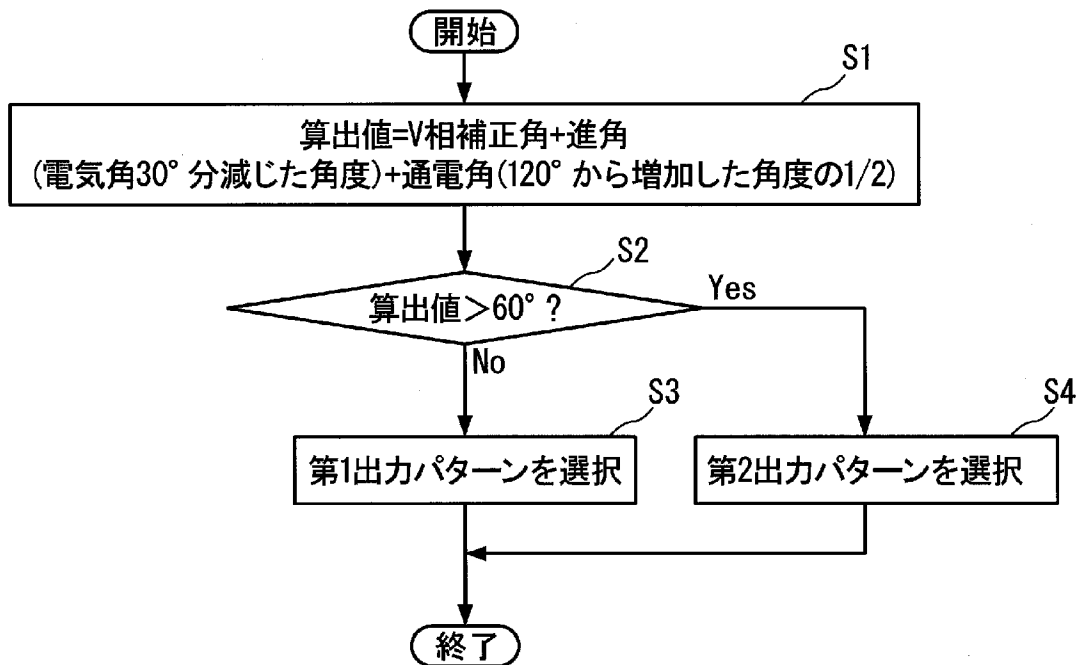


[図9]

955

			ステージ																			
			1			2			3			4			5			6				
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
スイッチング 素子	U	H	P	P	P	P	P	P	P	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	P		
		L	P	P	P	P	P	P	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P		
	V	H	P	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	P	P	P	P	P	P	P		
		L	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P	P	P	P	P	P		
	W	H	1	1	1	1	0	P	P	P	P	P	P	P	P	0	1	1	1	1		
		L	0	0	0	0	0	P	P	P	P	P	P	P	P	0	0	0	0	0		

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003596

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P6/16 (2016.01) i, H02P6/15 (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. H02P6/16, H02P6/15

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2016-111912 A (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) 20 June 2016, entire text, all drawings & WO 2016/084295 A1 & EP 3226401 A1, entire text, all drawings	1-3
A	JP 2011-217584 A (MINEBEA CO., LTD.) 27 October 2011, entire text, all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 11-225495 A (MATSUSHITA SEIKO CO., LTD.) 17 August 1999, entire text, all drawings (Family: none)	1-3

☐ 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
13.04.2018

Date of mailing of the international search report
24.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P6/16(2016.01)i, H02P6/15(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. H02P6/16, H02P6/15

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2016-111912 A (サンケン電気株式会社) 2016.06.20, 全文、全図 & WO 2016/084295 A1 & EP 3226401 A1, 全文、全図	1-3
A	JP 2011-217584 A (ミネベア株式会社) 2011.10.27, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 11-225495 A (松下精工株式会社) 1999.08.17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

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)

田村 恵里加

3 V

4 6 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3357