

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年12月27日 (27.12.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/148480 A1

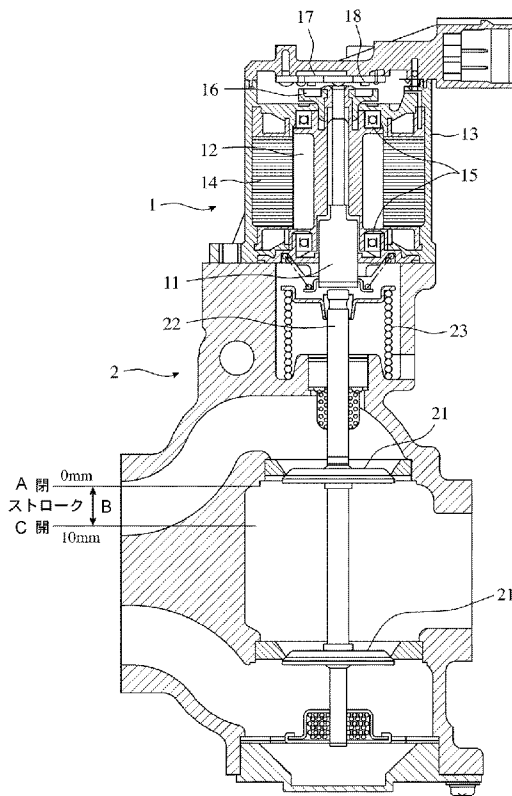
- (51) 国際特許分類:
H02P 6/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/059228
- (22) 国際出願日: 2007年4月27日 (27.04.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-174101 2006年6月23日 (23.06.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川村 敏 (KAWAMURA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 横山 雅之 (YOKOYAMA, Masayuki) [JP/JP]; 〒

- 1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 新家 一彰 (SHINYA, Kazuaki) [JP/JP]; 〒6520871 兵庫県神戸市兵庫区浜山通6丁目1番2号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 田澤 博昭, 外 (TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目7番1号 大東ビル7階 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: BRUSHLESS MOTOR UNIT

(54) 発明の名称: ブラシレスモータ装置



A CLOSE
B STROKE
C OPEN

(57) Abstract: A brushless motor unit comprises a stator (14) arranged fixedly; a rotor (12) which rotates when the stator is excited sequentially by a plurality of excitation patterns; a magnetic pole position detection magnet (16) firmly adhered to the rotor by having the number of poles equal to two times that of the rotor; and a position detection element (18) arranged oppositely to the magnetic pole position detection magnet and detecting the magnetic pole position of the rotor. The brushless motor unit is further provided with a motor drive circuit for controlling the rotation angle of the rotor to be a half of the rotation angle by a regular excitation pattern by exciting the stator using other excitation pattern between regular excitation patterns used during normal operation.

(57) 要約: 固定的に配置されたステータ14と、ステータが複数の励磁パターンによって順次に励磁されることにより回転するロータ12と、ロータに固着され、該ロータの極数の2倍の極数を有する磁極位置検出用マグネット16と、磁極位置検出用マグネットに対向して配置されてロータの磁極位置を検出する位置検出素子18とを備えたブラシレスモータ装置において、電源起動時に行われる位相合わせ時に、通常運転時に使用される正規の励磁パターンの中で他の励磁パターンを用いてステータを励磁することによりロータの回転角度が正規の励磁パターンによる回転角度の半分になるように制御するモータ駆動回路を備えている。

WO 2007/148480 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

ブラシレスモータ装置

技術分野

[0001] この発明は、直流電流により動作するブラシレスモータ装置に関し、特に、ブラシレスモータ装置の機械的な振動を小さくする技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば車用のEGR (Exhaust Gas Recirculation:排気ガス再循環)バルブ、V G (Variable Geometric)ターボアクチュエータなどといった排ガス制御用アクチュエータの駆動源としてブラシレスモータ装置が用いられている。このブラシレスモータ装置は、例えば、スロット数が「9」のステータと、極数が「8」のロータと、極数がロータの極数と同じ「8」の磁極位置検出用マグネットと、この磁極位置検出用マグネットの磁気を検出することによりロータの回転位置を検出するホール素子を備えている。

[0003] 近年は、ロータの回転位置検出の分解能をあげるために、磁極位置検出用マグネットの極数を、従来の2倍の「16」にしたブラシレスモータ装置が開発されている(例えば、特許文献1参照)。このブラシレスモータ装置によれば、ロータの回転位置の検出精度を従来の2倍に向上させることができる。

[0004] 特許文献1:特開2002-252958号公報

[0005] 上述した特許文献1に開示されたブラシレスモータ装置においては、電源起動時に、まず、ロータの位相検出を実行する必要がある。この位相検出は、ステータに固定デューティで通電パターンを順次与えることにより励磁パターンを順次切り替えることにより行われるが、励磁パターンによってロータが回転し、該励磁パターンに応じた安定点で停止する際に、安定点で静止するまでの間に機械的な振動が発生する。電源起動時は、通常、エンジンも起動しておらず、周囲が非常に静かな環境であるので、ロータの回転による機械的な振動がシャフトまたはその他のリンク機構に共振し、その反響音が耳障りになるという問題がある。

[0006] また、磁極位置検出用マグネットの極数を従来の2倍にしたことにより、図6(a)に示すように、磁極位置検出用マグネットに対向するように配置された3個のホールIC(ホ

ール素子が組み込まれたIC)の出力パターンが一巡しても、励磁パターンによる移動量(ロータの回転量)は従来の半分になる。したがって、現在位置のホールICの出力パターンは、A領域およびB領域のどちらに属するのかを判別しなければならない。もし、現在位置が、実際にはA領域にあるにもかかわらずB領域にあると判断されると、ロータを回転させたい方向が、意図する方向とは逆方向になる場合があるという問題がある。

[0007] この発明は、上述した問題を解消するためになされたものであり、その課題は、電源起動時の耳障りな音の発生を減らすことができ、また、ロータが意図する方向と逆方向に回転するのを防止できるブラシレスモータ装置を提供することにある。

発明の開示

[0008] この発明に係るブラシレスモータ装置は、上記課題を解決するために、固定的に配置されたステータと、ステータが複数の励磁パターンによって順次に励磁されることにより回転するロータと、ロータに固着され、該ロータの極数の2倍の極数を有する磁極位置検出用マグネットと、磁極位置検出用マグネットに対向して配置されてロータの磁極位置を検出する位置検出素子とを備えたブラシレスモータ装置において、電源起動時に行われる位相合わせ時に、通常運転時に使用される正規の励磁パターンの中で他の励磁パターンを用いてステータを励磁することによりロータの回転角度が正規の励磁パターンによる回転角度の半分になるように制御するモータ駆動回路を備えている。

[0009] この発明に係るブラシレスモータ装置によれば、電源起動時に行われる位相合わせ時に、通常運転時に使用される正規の励磁パターンの中で他の励磁パターンを用いてステータを励磁することによりロータの回転角度が正規の励磁パターンによる回転角度の半分になるように制御されるので、ロータの機械的な振動を小さくすることができる。その結果、電源起動時の耳障りな音の発生を減らすことができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置が適用されたEGRバルブの構造を軸方向に切断して示す断面図である。

[図2]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置におけるバルブリフト量—

ホールICカウント数特性を示す図である。

[図3]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置を上面から見た図である。

[図4]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置におけるホールICの配置を8極の磁極位置検出用マグネットが使用される場合と比較して示す図である。

[図5]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置で使用されるモータ駆動回路の構成を示すブロック図である。

[図6]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置を動作させるための通電方向、電気角、機械角およびホールIC出力の関係を示す図である。

[図7]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置においてロータを開方向に回転させる時の通電順序と各通電におけるロータのトルク点を示す図である。

[図8]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置においてロータを閉方向に回転させる時の通電順序と各通電におけるロータのトルク点を示す図である。

[図9]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置においてホールICの出力が順次に切り替わる状態とトルクカーブが変動する状態を示す図である。

[図10]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われるイニシャライズ動作の概要を示す図である。

[図11]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われるイニシャライズ動作のうちの位相合わせ時の通電パターンを示す図である。

[図12]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われる位相合わせ時のモータシャフトの動きを示す図である。

[図13]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われる位相合わせ時のモータ駆動回路の動作を示す図である。

[図14]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われる位相合わせ動作における12ステップ動作時のトルクカーブを示す図である。

[図15]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われる位相合わせ動作における6ステップ動作時のトルクカーブを示す図である。

[図16]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われる位相合わせ動作でモータストップ位置がAにある時のトルクカーブを示す図である。

[図17]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われる位相合わせ動作でモータストップ位置がBにある時のトルクカーブを示す図である。

[図18]この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置において行われるイニシャライズ動作の引込み動作および押出し動作を示す図である。

[図19]図18に示すイニシャライズ動作の引込み動作および押出し動作時のモータ駆動回路の動作を示す図である。

[図20]この発明の実施の形態2に係るブラシレスモータ装置の動作を示すフローチャートである。

[図21]この発明の実施の形態2に係るブラシレスモータ装置の動作を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係るブラシレスモータ装置が適用されたEGRバルブの構造を軸方向に切断して示す断面図である。このEGRバルブは、大きく分けると、ブラシレスモータ装置1とバルブ機構2とから構成されている。ブラシレスモータ装置1は、モータシャフト11に螺合された円筒状のロータ12が、ケース13に固着されたステータ14の中空部に挿入されて、ベアリング15によって回転自在に支持されることにより構成されている。また、ロータ12には、その軸に垂直な面となるように、磁極位置検出用マグネット16が固着されている。

[0012] また、プリント基板17にはホールIC18が搭載されている。ホールIC18は、この発明の位置検出素子に対応し、ホール素子が組み込まれた集積回路(IC)から構成されている。プリント基板17は、ホールIC18が磁極位置検出用マグネット16に対向する位置になるように、ケース13に取り付けられている。ロータ12に螺合されるモータシャフト11は、ロータ12の回転によって、その軸方向(図1中の上下方向)に移動可能になっており、ロータ12の1回転当たりのモータシャフト11の移動量が8mmになるように、モータシャフト11およびロータ12にねじが形成されている。

- [0013] バルブ機構2には、バルブ21が固着されたバルブシャフト22が設けられており、その軸はモータシャフト11の軸と同一になるように配置されている。このバルブシャフト22は、フェイルセール機能を実現するために、リターンスプリング23によって(バルブ21が閉じる方向(以下、「閉弁方向」という)に付勢されている。バルブシャフト22は、その一端にモータシャフト11が当接することにより、その軸方向(図示矢印方向)に移動可能になっている。このバルブシャフト22のストロークは10mmであり、バルブ21が閉じている時に0mm、バルブ21が最大に開いている時に10mmになる。
- [0014] 図2は、バルブリフト量－ホールICカウント数特性を示す。バルブ21の移動量を表すバルブリフト量は、ホールIC18の出力パターンが変化した数を表すホールICカウント数に比例しており、モータシャフト11がバルブシャフト22に当接した直後、つまりバルブリフト量が0mmの状態におけるホールICカウント数を0とした場合に、ホールICのカウント数が60になったときに、最大のバルブリフト量である10mmになるように構成されている。したがって、バルブリフト量は、ホールICカウント数の1カウントで0.167mmになる。
- [0015] 図3は、ブラシレスモータ装置1を上面から見た図である。このブラシレスモータ装置1のステータ14のスロット数は「9」であり、ロータ12の極数は「8」であり、磁極位置検出用マグネット16の極数は「16」である。磁極位置検出用マグネット16は、ロータ12の1極に一对のNS極が対応するように構成されている。図3において、斜線が施された一对のNS極がロータ12のN極に対応し、斜線が施されていない一对のNS極がロータ12のS極に対応する。
- [0016] 以上をまとめると、
- ・ロータ12の1回転当たりのモータシャフト11の移動量:8mm
 - ・モータシャフト11が10mmだけ移動するための回転数:1.25
 - ・ロータ12の1回転当たりのステップ数(角度分解能):24(15度)
 - ・磁極位置検出用マグネット16の極数:16
 - ・磁極位置検出用マグネット16の1回転当たりのステップ数(角度分解能):48(7.5度)
 - ・10mmだけ移動するためのステップ数:60

- [0017] 磁極位置検出用マグネット16に対向するように配置されたホールIC18は、図3に示すように、UホールIC、VホールICおよびWホールICといった3個のホールICから構成されている。図4は、ホールIC18の配置を、従来の8極の磁極位置検出用マグネットが使用される場合と比較して示す図である。一对のNS極(電気角 360°)内にU相、V相およびW相にそれぞれ対応するUホールIC、VホールICおよびWホールICが等角度間隔(電気角 120°)で配置され、一对のNS極の1周期(機械角 45° 、電気角 360°)内に3つの状態が存在するようになっている。このホールIC18は、DCモータにおけるブラシの役割を果たすものである。
- [0018] 図5は、ブラシレスモータ装置1で使用されるモータ駆動回路の構成を示すブロック図である。このモータ駆動回路は、例えば別体の制御装置(図示しない)に搭載される。モータ駆動回路は、ホールICインタフェース31、マイクロコンピュータ(以下、「マイコン」と略する)32、ハイサイドFETドライブ回路 $33_1 \sim 33_3$ 、ローサイドFETドライブ回路 $34_1 \sim 34_3$ 、ハイサイドFET $35_1 \sim 35_3$ 、ローサイドFET $36_1 \sim 36_3$ 、第1過電流検出回路37、第2過電流検出回路38およびラッチ回路39から構成されている。
- [0019] ホールICインタフェース31は、ホールIC18を構成するUホールICからホールIC端子(U)を介して送られてくる信号、VホールICからホールIC端子(V)を介して送られてくる信号およびWホールICからホールIC端子(W)を介して送られてくる信号を入力し、所定の増幅等を行った後に、マイコン32に送る。
- [0020] マイコン32は、ホールICインタフェース31から送られてくる信号に基づき、モータ制御信号を生成し、PWM出力ポートからハイサイドFETドライブ回路 $33_1 \sim 33_3$ およびローサイドFETドライブ回路 $34_1 \sim 34_3$ に送る。また、マイコン32は、ラッチ回路39からの駆動停止信号が送られてきた場合に、モータ制御信号の生成を停止する。
- [0021] ハイサイドFETドライブ回路 $33_1 \sim 33_3$ は、ラッチ回路39から駆動停止信号が送られてきていない場合に、マイコン32から送られてくるモータ制御信号に基づき駆動信号を生成し、ハイサイドFET $35_1 \sim 35_3$ のゲートにそれぞれ送る。ハイサイドFET $35_1 \sim 35_3$ は、ハイサイドFETドライブ回路 $33_1 \sim 33_3$ から所定のタイミングで送られてくる駆動信号に応じてターンオンし、電源から第1過電流検出回路37の抵抗R1を經由して送られてくる電流を、モータ端子(U)、モータ端子(V)またはモータ端子(W)を

それぞれ経由してステータ14の巻線に送る。

- [0022] ローサイドFETドライブ回路34₁～34₃は、ラッチ回路39から駆動停止信号が送られてきていない場合に、マイコン32から送られてくるモータ制御信号に基づき駆動信号を生成し、ローサイドFET36₁～36₃のゲートにそれぞれ送る。ローサイドFET36₁～36₃は、ローサイドFETドライブ回路34₁～34₃から所定のタイミングで送られてくる駆動信号に応じてターンオンし、ステータ14の巻線からモータ端子(U)、モータ端子(V)またはモータ端子(W)をそれぞれ経由して送られてくる電流を、第2過電流検出回路38の抵抗R2を経由してグラウンドに流す。
- [0023] 第1過電流検出回路37は、抵抗R1とこの抵抗R1の両端の電圧を検出する演算増幅器AMP1から構成されており、電源からハイサイドFET35₁～35₃を経由してステータ14の巻線に流れる電流が所定値以上になったことを検出した場合に、過電流である旨を表す過電流信号を生成し、ラッチ回路39に送る。第2過電流検出回路38は、抵抗R2とこの抵抗R2の両端の電圧を検出する演算増幅器AMP2から構成されており、ステータ14の巻線からローサイドFET36₁～36₃を経由してグラウンドに流れる電流が所定値以上になったことを検出した場合に、過電流である旨を表す過電流信号をラッチ回路39に送る。
- [0024] ラッチ回路39は、第1過電流検出回路37および第2過電流検出回路38から送られてくる過電流信号をラッチし、駆動停止信号としてハイサイドFETドライブ回路33₁～33₃およびローサイドFETドライブ回路34₁～34₃に送るとともに、マイコン32に送る。これにより、ハイサイドFETドライブ回路33₁～33₃およびローサイドFETドライブ回路34₁～34₃における駆動信号の生成が停止されるとともに、マイコン32によるモータ制御信号の生成が停止される。
- [0025] 上記のように構成されるモータ駆動回路においては、通電方向がV→Uの場合は、ハイサイドFET35₂およびローサイドFET36₁がターンオンされる。これにより、電源→第1過電流検出回路37→ハイサイドFET35₂→モータ端子(V)→ステータ14の巻線→モータ端子(U)→ローサイドFET36₁→第2過電流検出回路38→グラウンドといった経路で電流が流れる。通電方向がW→Uの場合は、ハイサイドFET35₃およびローサイドFET36₁がターンオンされる。これにより、電源→第1過電流検出回路37→ハ

イサイドFET35₃ → モータ端子(W) → ステータ14の巻線 → モータ端子(U) → ローサイドFET36₁ → 第2過電流検出回路38 → グランドといった経路で電流が流れる。

[0026] 通電方向がW→Vの場合は、ハイサイドFET35₃ およびローサイドFET36₂ がターンオンされる。これにより、電源 → 第1過電流検出回路37 → ハイサイドFET35₃ → モータ端子(W) → ステータ14の巻線 → モータ端子(V) → ローサイドFET36₂ → 第2過電流検出回路38 → グランドといった経路で電流が流れる。通電方向がU→Vの場合は、ハイサイドFET35₁ およびローサイドFET36₂ がターンオンされる。これにより、電源 → 第1過電流検出回路37 → ハイサイドFET35₁ → モータ端子(U) → ステータ14の巻線 → モータ端子(V) → ローサイドFET36₂ → 第2過電流検出回路38 → グランドといった経路で電流が流れる。

[0027] 通電方向がU→Wの場合は、ハイサイドFET35₁ およびローサイドFET36₃ がターンオンされる。これにより、電源 → 第1過電流検出回路37 → ハイサイドFET35₁ → モータ端子(U) → ステータ14の巻線 → モータ端子(W) → ローサイドFET36₃ → 第2過電流検出回路38 → グランドといった経路で電流が流れる。通電方向がV→Wの場合は、ハイサイドFET35₂ およびローサイドFET36₃ がターンオンされる。これにより、電源 → 第1過電流検出回路37 → ハイサイドFET35₂ → モータ端子(V) → ステータ14の巻線 → モータ端子(W) → ローサイドFET36₃ → 第2過電流検出回路38 → グランドといった経路で電流が流れる。

[0028] 図6(a)は、通常運転時の通電方向、電気角、機械角およびホールIC18の出力の関係を示す図である。バルブ21の開方向(以下、「開弁方向」という)にロータ12を回転させる場合は、ステータ14のU相、V相およびW相の各巻線に対して、V→U、W→U、W→V、U→V、U→W、V→Wの順番で通電が繰り返される。一方、閉弁方向にロータ12を回転させる場合は、ステータ14のU相、V相およびW相の各巻線に対して、U→V、U→W、V→W、V→U、W→U、W→Vの順番で通電が繰り返される。これらの通電パターンを「正規の通電パターン」と呼び、この正規の通電パターンによりステータ14を励磁する励磁パターンを「正規の励磁パターン」と呼ぶ。

[0029] なお、図6(b)は、比較のために、磁極位置検出用マグネットが8極の場合の通常運転時の通電方向、電気角、機械角およびホールICの出力との関係を示している。

磁極位置検出用マグネットが16極の場合は、1つの通電方向に対して、ホールIC18の出力パターンは2種類になる。したがって、ホールIC18からは、開方向の通電方向がV→U、W→UおよびW→V(閉方向の通電方向がU→V、U→WおよびV→W)であるA領域と、開方向の通電方向がU→V、U→WおよびV→W(閉方向の通電方向がV→U、W→UおよびW→V)であるB領域とで同一の出力パターンが出現するので、ブラシレスモータ装置1を始動させるにあたっては、これらを区別する必要がある(詳細は後述する)。

[0030] 図7は、ロータ12を正規の通電パターンによって開弁方向に回転させる場合の通電順序と、各通電におけるロータ12のトルク点を示す図である。つまり、ロータ12を進角させるためには、通電パターンを、図示する()付き数字1~12の順番で切り替えなければならない。図8は、ロータ12を正規の通電パターンによって閉弁方向に回転させる場合の通電順序と、各通電におけるロータ12のトルク点を示す図である。つまり、ロータ12を進角させるためには、通電パターンを、図示する()付き数字1~12の順番で切り替えなければならない。

[0031] 図9は、磁極位置検出用マグネット16がロータ12と一緒に回転することによってホールIC18から出力される信号の論理値が順次に切り替わる状態と、そのときにトルクカーブが変動する状態を示す図である。

[0032] 次に、電源起動時に行われるイニシャライズの動作について説明する。通常、スロットバルブおよびその他のアクチュエータは、バルブの動きを直接に測定する絶対値センサを搭載している。これに対し、この実施の形態1に係るブラシレスモータ装置が適用されたEGRバルブは、コスト低減のために、絶対値センサを搭載していない。そこで、このEGRバルブにおいては、電源起動時に、バルブ21の制御原点を見つけ出すための「イニシャライズ」と呼ばれる動作が行われる。その後、イニシャライズによって得られた制御原点を基準に、ロータ12の磁極位置を検出するホールIC18の出力パターンがマイコン32でカウントされ、バルブ21の開閉が制御される。

[0033] イニシャライズにおいては、図10に示すように、「位相合わせ」、「引込み動作」および「押出し動作」といった3つの動作が順次に行われる。図10において、モータストップの位置は、モータシャフト11が閉弁方向に移動して筐体に当接し、移動不可能に

なる位置である。また、開弁開始点は、モータシャフト11が開弁方向に移動してバルブシャフト22に当接した直後の位置であり、これが制御原点になる。

[0034] まず、「位相合わせ」の動作について説明する。磁極位置検出用マグネット16の極数をロータ12の極数の2倍にした場合は、図6(a)に示すように、電気角の1サイクル(360°)内に、同一のホールIC18の出力パターンが存在するので、ロータ12の磁極位置がA領域およびB領域のいずれに存在するかを知ることはできない。そこで、引込み動作の前に、以下の位相合わせの動作が行われる。この場合、以下の(1-1)~(1-3)が前提条件となる。

(1-1)ホールIC18の出力パターンとは無関係に、8ms/ステップの速さでステータ14への通電が切り替えられる。

(1-2)通電の際は、ロータ12は、トルク点ではなく安定点で停止するといった、いわゆるステッピング動作を行う。ここで、ある通電を行った場合、ロータ12は、トルク点に対して3ステップ先の位置が安定点となる。

(1-3)12ステップ動作および6ステップ動作(詳細は後述する)のときは、ステッピング動作による騒音を減少させるために、特殊な通電が行われる。すなわち、図11に示すような通電パターンがステータ14に与えられる。図11において、例えば、通電方向が開方向で電気角が30°の場合は、VW→Uという通電パターンがステータ14に与えられる。これにより、モータ駆動回路のハイサイドFET35₂およびハイサイドFET35₃ならびにローサイドFET36₁がターンオンされ、V相およびW相の巻線の両方からU相の巻線に電流が流れる。

[0035] 位相合わせは、以下に示す(2-1)~(2-3)の手順で行われる。図12は、位相合わせ時のモータシャフト11の動きを示すであり、図13は、位相合わせ時の通電方向に対するモータ駆動回路の動作を示す図である。

(2-1)閉弁方向に、ホールIC18の出力パターンとは無関係に、8ms/1ステップの速さで、電気角の1サイクル(360°)分のステッピング動作、つまり12ステップの引き込みが行われる(これを「12ステップ動作」という)。図14は、12ステップ動作時のトルクカーブを示す図である。

(2-2)12ステップ動作時に、モータシャフト11がモータストップに当たって回転でき

なかった場合は位相合わせができない。そこで、開弁方向に6ステップ分のステップング動作、つまり6ステップの押し出しが行われ(これを「6ステップ動作」という)、位相合わせが行われる。図15は、6ステップ動作時のトルクカーブを示す図である。

(2-3) ブラシレスモータ装置1の安定、つまりロータ12の静止を待つために、72ms間だけ通電が固定される。

(2-4) 最後に、V→Wに通電した際のホールIC18の出力信号をモニタすることにより、ホールIC18の出力パターンが、図6(a)に示すA領域の(1)～(6)のいずれであるかが識別され、現在位置が認識される。

[0036] なお、図16(a)は、モータストップ位置がAの位置にある場合の12ステップ引き込み時のトルクカーブを示し、図16(b)は、モータストップ位置がAの位置にある場合の6ステップ押し出し時のトルクカーブを示す。モータストップ位置がAの位置にある場合は、モータシャフト11がモータストップに当たって回転できないという状態は発生しないので、モータシャフト11は、12ステップ分だけ開弁方向に移動した後、6ステップ分だけ開弁方向に移動し、ホールIC18の出力パターンは、図6(a)に示すA領域の(1)～(6)のいずれかになる。

[0037] 図17(a)は、モータストップ位置がBの位置にある場合の12ステップ引き込み時のトルクカーブを示し、図16(b)は、モータストップ位置がBの位置にある場合の12ステップ引き込み時にモータストップ位置に至った場合のトルクカーブを示し、図16(c)は、モータストップ位置がBの位置にある場合の6ステップ押し出し時のトルクカーブを示す。モータストップ位置がBの位置にある場合は、モータシャフト11がモータストップに当たって回転できないので、V→UWの励磁は、Bの位置で不安定点であるので、図中の矢印方向に移動する。その後、モータシャフト11は、6ステップ分だけ開弁方向に移動し、ホールIC18の出力パターンは、図6(a)に示すA領域の(1)～(6)のいずれかになる。

[0038] 次に、イニシャライズ時に行われる「引込み動作」および「押し出し動作」について説明する。まず、引き込み動作によりモータストップ位置の検出が行われる。すなわち、図18の区間T1に示すように、上述した位相合わせにより認識された位置からロータ12を回転させ、モータシャフト11がモータストップに当たってロータ12が回転できな

くなるまで、閉弁方向にモータシャフト11を移動させる。この場合、駆動デューティ(ステータ14に流す電流のデューティ)は小さく、例えば15%程度に設定される。これにより、モータシャフト11がモータストップに当たって過負荷になる状態が緩和される。そして、ロータ12が回転できなくなった位置がモータストップの位置として検出される。より具体的には、図19に示すように、ホールIC18の出力パターンが変化しない状態が64ms間連続した場合に、その時点における位置がモータストップ位置として認識される。

[0039] 次いで、押出し動作により開弁開始点の検出が行われる。すなわち、図18の区間T2に示すように、モータストップ位置からロータ12を開弁方向に回転させ、モータシャフト11がバルブシャフト22に当接するまで移動させる。この場合、駆動デューティは、上述した引込み動作の場合より小さく、例えば8%程度に設定される。これにより、モータシャフト11がバルブシャフト22に当たっても、リターンสปリング23による付勢力によってバルブシャフト22が移動しないように調整されている。そして、モータシャフト11がバルブシャフト22に当接した位置が開弁開始点として検出される。より具体的には、図19に示すように、ホールIC18の出力パターンが変化しない状態が128ms間連続した場合に、その位置が開弁開始点として認識される。その後、通常の制御が行われる。

[0040] 実施の形態2.

この発明の実施の形態2に係るブラシレスモータ装置は、イニシャライズ動作において行われる位相合わせの終了後に、動作方向の正逆を判断する機能を備えたものである。この実施の形態2に係るブラシレスモータ装置の構成は実施の形態1に係るブラシレスモータ装置の構成と同じである。

[0041] 図20は、実施の形態2に係るブラシレスモータ装置の動作を示すフローチャートである。電源がオンされると、イニシャライズが行われる。このイニシャライズにおいては、まず、位相合わせのための12ステップ引き込みおよび6ステップ押し出しが行われる(ステップST11)。このステップST11の処理の詳細は上述した通りである。電源起動時に開弁開始点付近またはモータストップ位置付近にモータシャフト11が停止していると、V→Wの通電を行ってもロータ12が動けず正常に位相合わせを完了させ

ることができないが、このステップST11の処理により、モータシャフト11がフリーになるので、かかる事態の発生を回避することができる。

[0042] 次いで、位相合わせのためのV→Wの通電が行われる(ステップST12)。具体的には、ロータ12の静止を待つために、72ms間だけ通電が固定され、ロータ安定時間待ちが行われる。次いで、ホールIC18の出力に基づき例えば2ステップ以上の通電パターンを順次にステータ14に与えることによりロータ12が回転駆動される(ステップST13)。この際、何らかの原因でステップST11およびST12における位相合わせが正常に終了しなかった場合に、図21に示すように、ロータ12が逆回転してモータシャフト11が開弁方向に移動することがある。そこで、次いで、動作方向は正しいかどうか調べられる(ステップST15)。これは、モータ駆動回路のマイコン32において、ホールIC18の出力パターンが開方向に進んでいるか閉方向に進んでいるかを調べることにより行われる。また、この検出は通常F/B(Feed-back)制御時にも行ってもよい。

[0043] 上記ステップST14において、動作方向が正しいことが判断されると、通常の制御が行われる(ステップST15)。一方、ステップST14において、動作方向が逆方向であることが判断されると、グループの判定ミスと認識される(ステップST16)。すなわち、位相合わせ終了時のホールICの出力パターンは、B領域にあったにもかかわらずA領域にあったと誤判定したことが認識される。次いで、グループの入れ替えが行われる(ステップST17)。すなわち、位相合わせ終了時のホールICの出力パターンは、A領域にあると設定される。

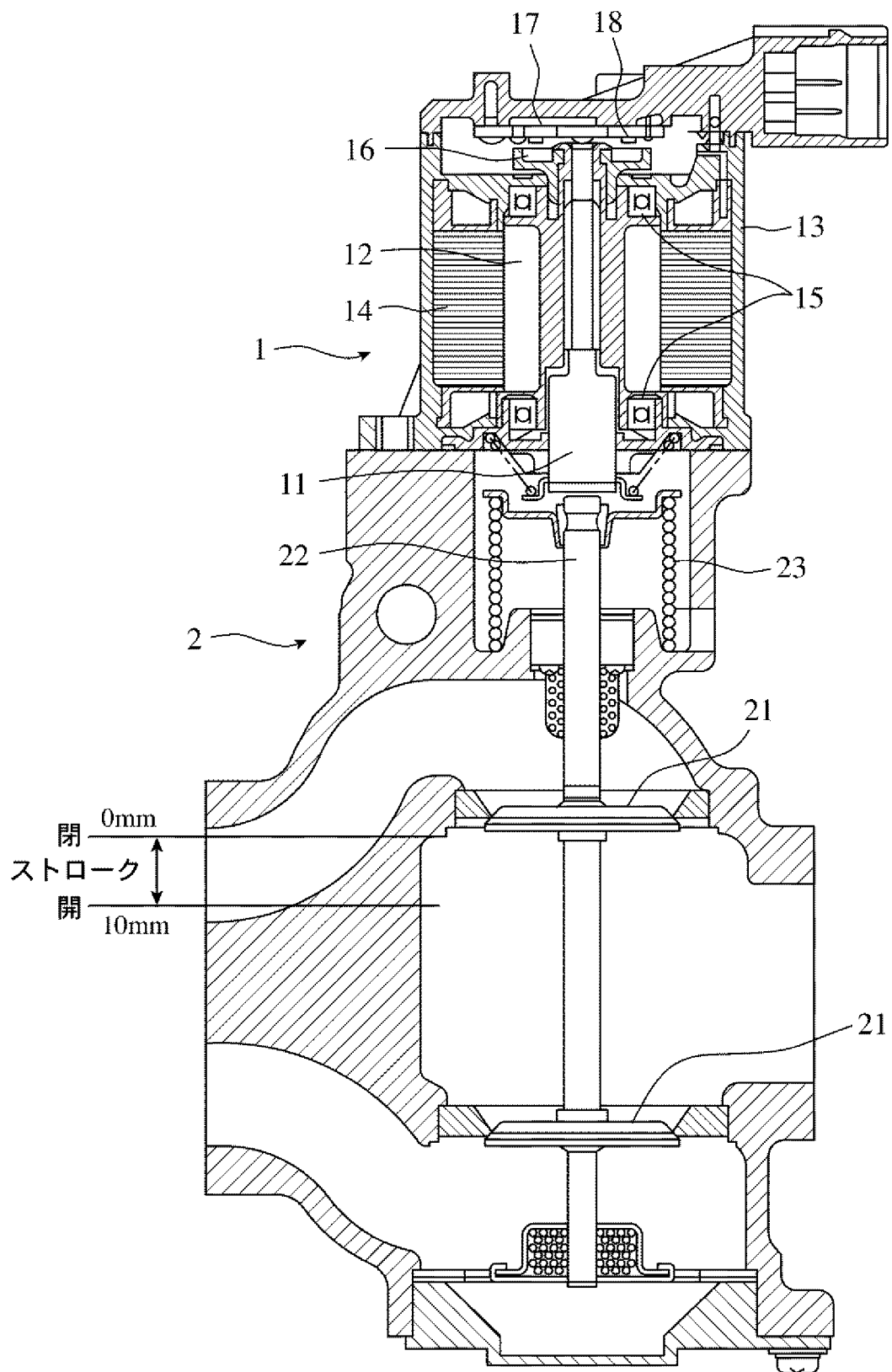
産業上の利用可能性

[0044] 以上のように、この発明に係るブラシレスモータ装置は、電源起動時に行われる位相合わせ時に、通常運転時に使用される正規の励磁パターンの中で他の励磁パターンを用いてステータを励磁して正規の励磁パターンによる回転角度の半分になるように制御されることで、ロータの機械的振動を小さくするので、車両用のEGRバルブ、VGターボアクチュエータなどの排気ガス制御用アクチュエータの駆動源などに用いるのに適している。

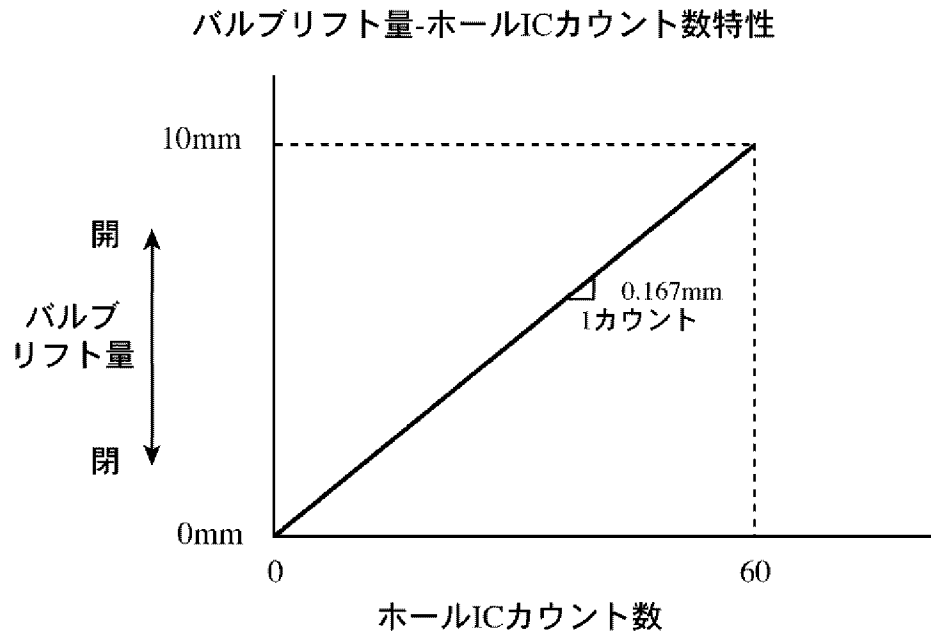
請求の範囲

- [1] 固定的に配置されたステータと、
前記ステータが複数の励磁パターンによって順次に励磁されることにより回転するロータと、
前記ロータに固着され、該ロータの極数の2倍の極数を有する磁極位置検出用マグネットと、
前記磁極位置検出用マグネットに対向して配置されて前記ロータの磁極位置を検出する位置検出素子
とを備えたブラシレスモータ装置において、
電源起動時に行われる位相合わせ時に、通常運転時に使用される正規の励磁パターンの中で他の励磁パターンを用いて前記ステータを励磁することにより前記ロータの回転角度が前記正規の励磁パターンによる回転角度の半分になるように制御するモータ駆動回路
を備えたブラシレスモータ装置。
- [2] 正規の励磁パターンは、1つの相から他の1つの相に励磁電流を流す励磁パターンであり、他の励磁パターンは、1つの相から他の2つの相、または、2つの相から他の1つの相に励磁電流を流す励磁パターンであることを特徴とする請求項1記載のブラシレスモータ装置。
- [3] モータ駆動回路は、
ロータの回転に応じて変化する位置検出素子の出力パターンに基づき開方向又は閉方向励磁パターンの切り替えを行い、回転した方向が所望の回転方向とは位置検出素子の出力パターンの順序が異なるかどうかを判定することを特徴とする請求項1記載のブラシレスモータ装置。

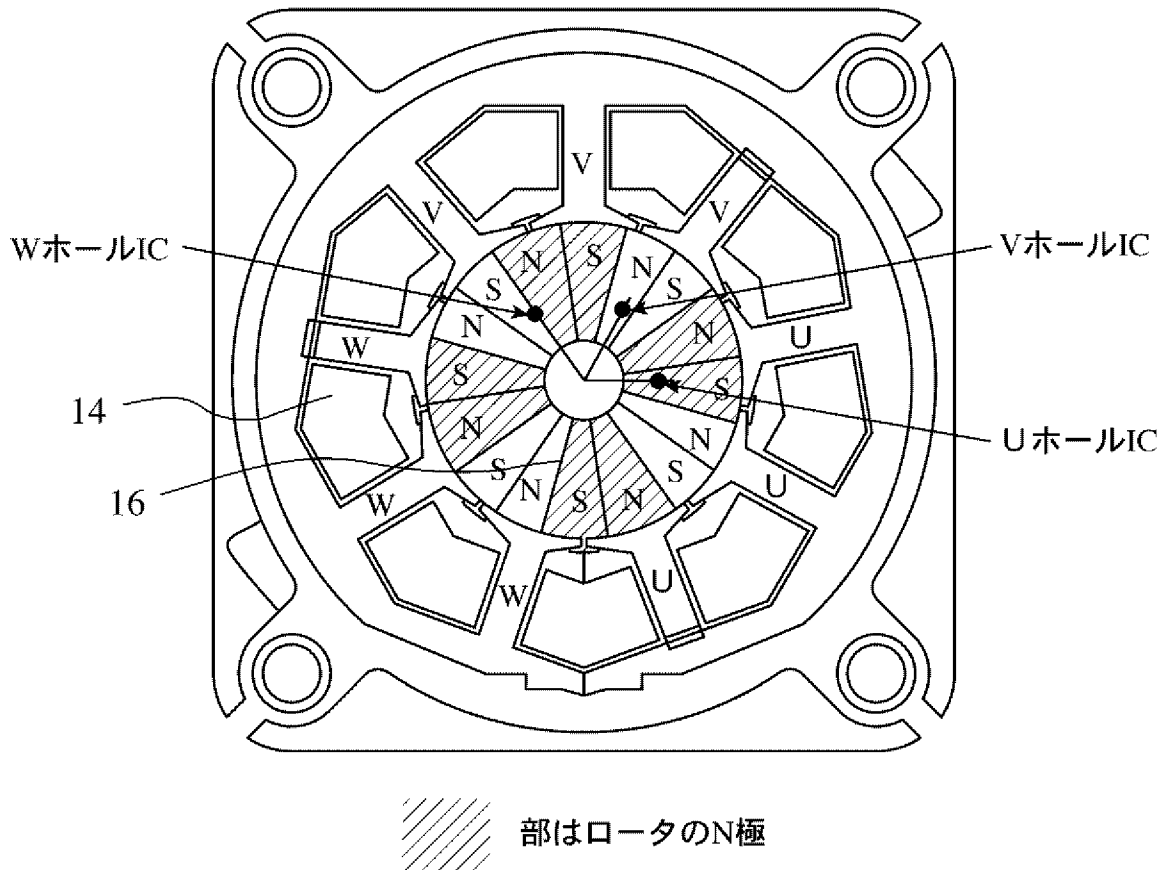
[図1]



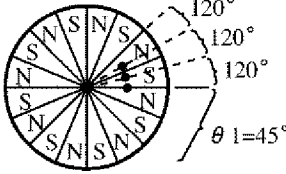
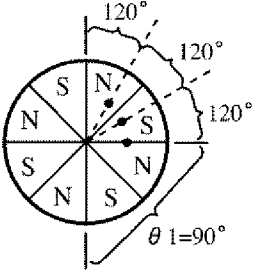
[図2]



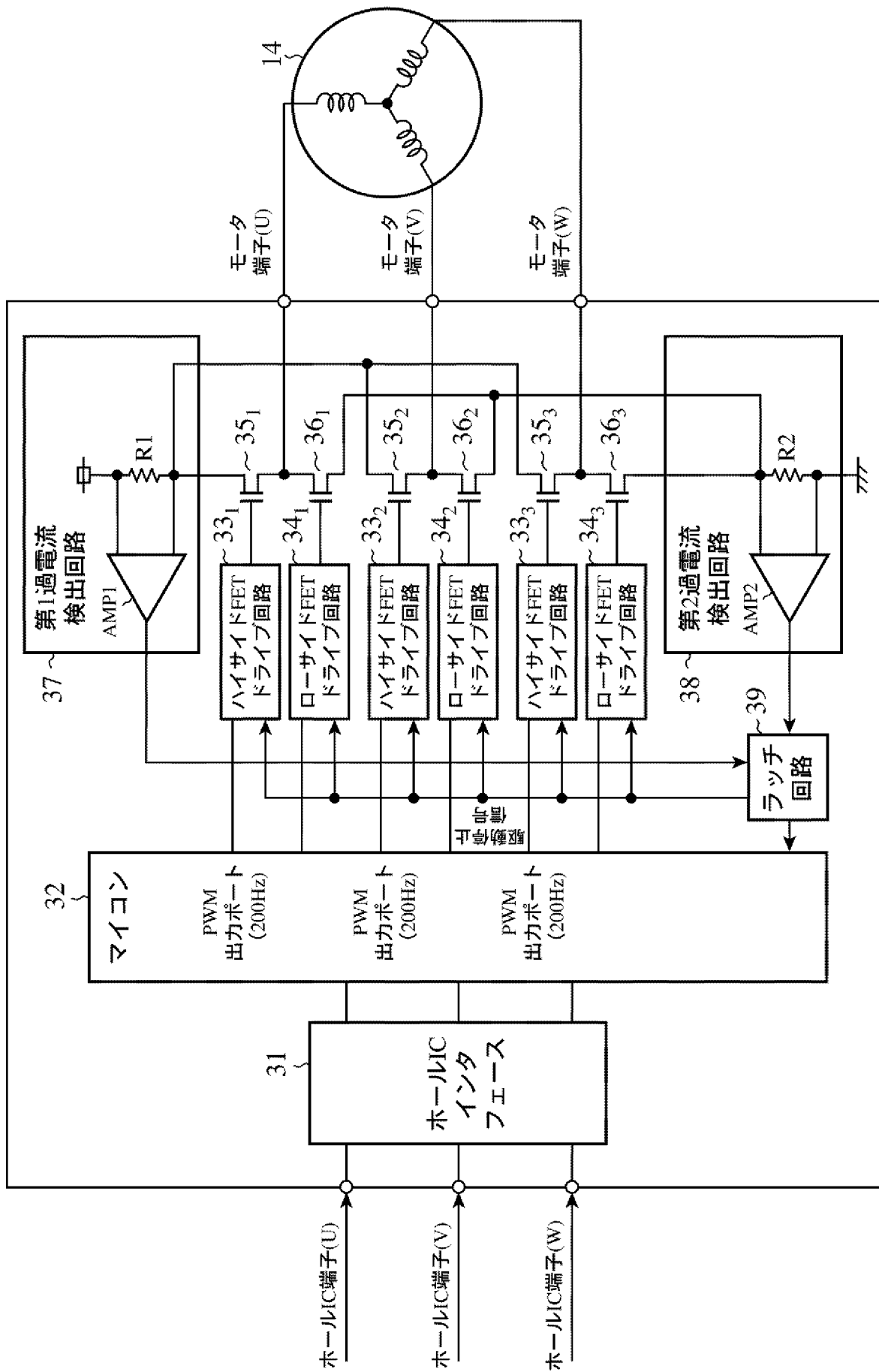
[図3]



[図4]

マグ ネット	機械角 θ_1 (電気角 360°)	ホールIC 取付最小角度 (機械角 = $\theta_1/3$)	ホールIC取付 一般角度	図3の例 n
16極		15° $\begin{cases} \theta_{u0}=0 \\ \theta_{v0}=15 \\ \theta_{w0}=30 \end{cases}$	$\begin{cases} \theta_{un} = \theta_{u0} + 45n \\ \theta_{vn} = \theta_{v0} + 45n \\ \theta_{wn} = \theta_{w0} + 45n \end{cases}$	$\begin{cases} u \ n=0 \\ v \ n=1 \\ w \ n=2 \end{cases}$
8極		30° $\begin{cases} \theta_{u0}=0 \\ \theta_{v0}=30 \\ \theta_{w0}=60 \end{cases}$	$\begin{cases} \theta_{un} = \theta_{u0} + 90n \\ \theta_{vn} = \theta_{v0} + 90n \\ \theta_{wn} = \theta_{w0} + 90n \end{cases}$	$\begin{cases} u \ n=0 \\ v \ n=1 \\ w \ n=0 \end{cases}$

[図5]



[図6]

(a)

マグネット16極

ホールIC 出力	電気角		機械角		通電方向	
	度	度	度	度	開方向	閉方向
U V W					V→U	U→V
H L H	0		0		V→U	U→V
H L L	30		7.5			
H H L	60		15		W→U	U→W
L H L	90		23			
L H H	120		30		W→V	V→W
L L H	150		38			
H L H	180		45		U→V	V→U
H L L	210		53			
H H L	240		60		U→W	W→U
L H L	270		68			
L H H	300		75		V→W	W→V
L L H	330		83			

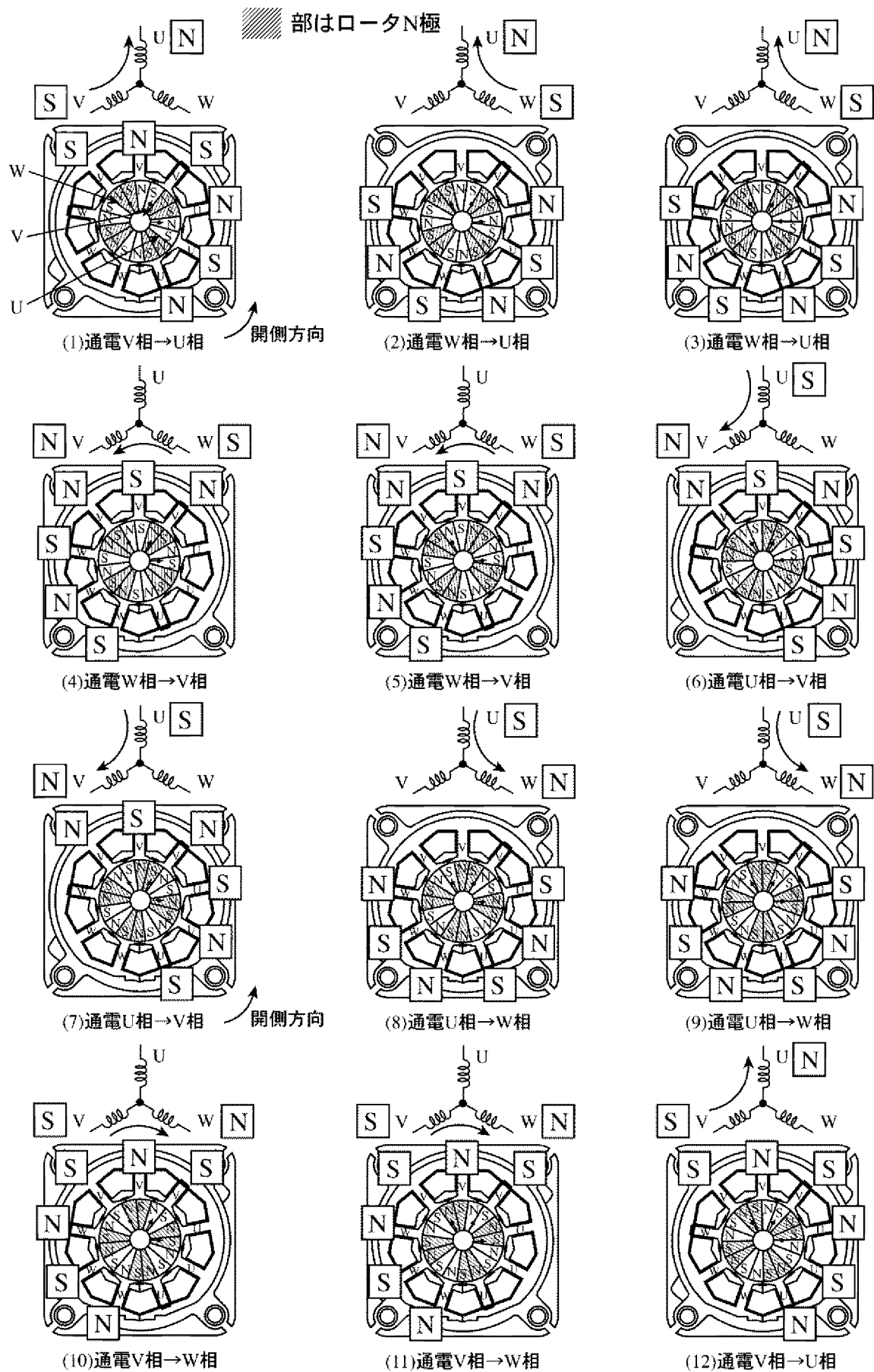
A
B

(b)

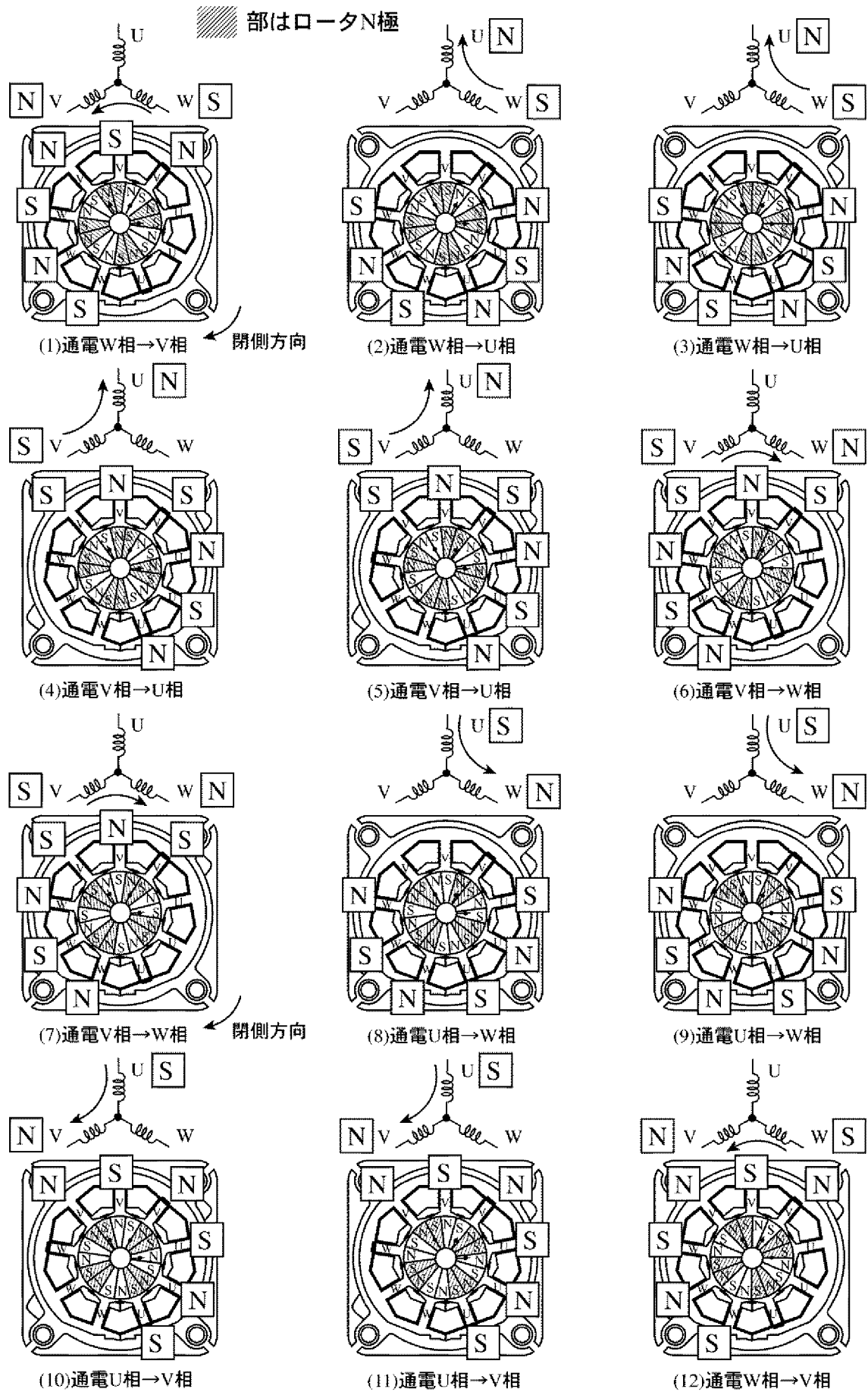
マグネット8極

ホールIC 出力	電気角		機械角		通電方向	
	度	度	度	度	開方向	閉方向
U V W					V→U	U→V
H L H	0		0		V→U	U→V
H L L	60		15		W→U	U→W
H H L	120		30		W→V	V→W
L H L	180		45		U→V	V→U
L H H	240		60		U→W	W→U
L L H	300		75		V→W	W→V

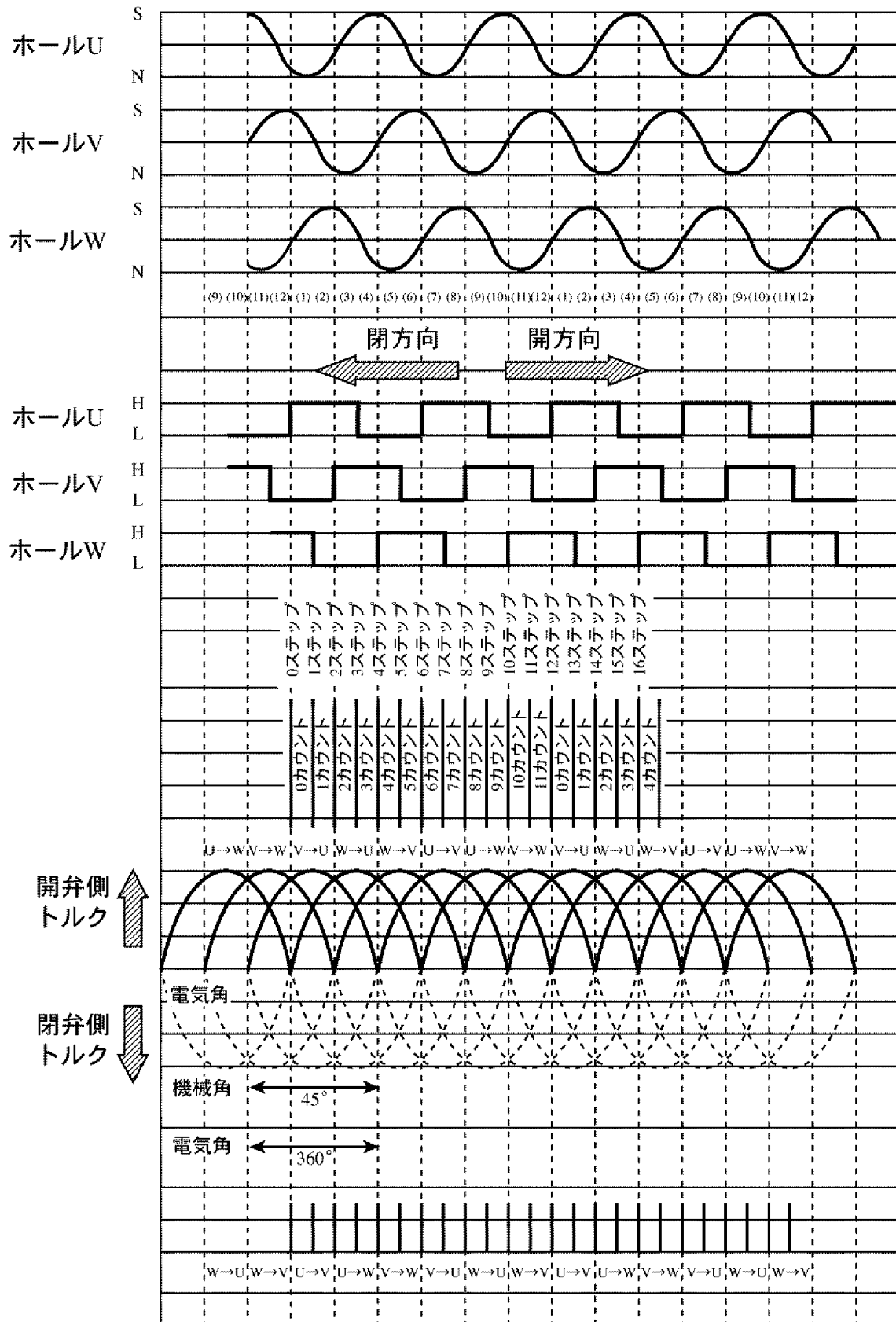
[図7]



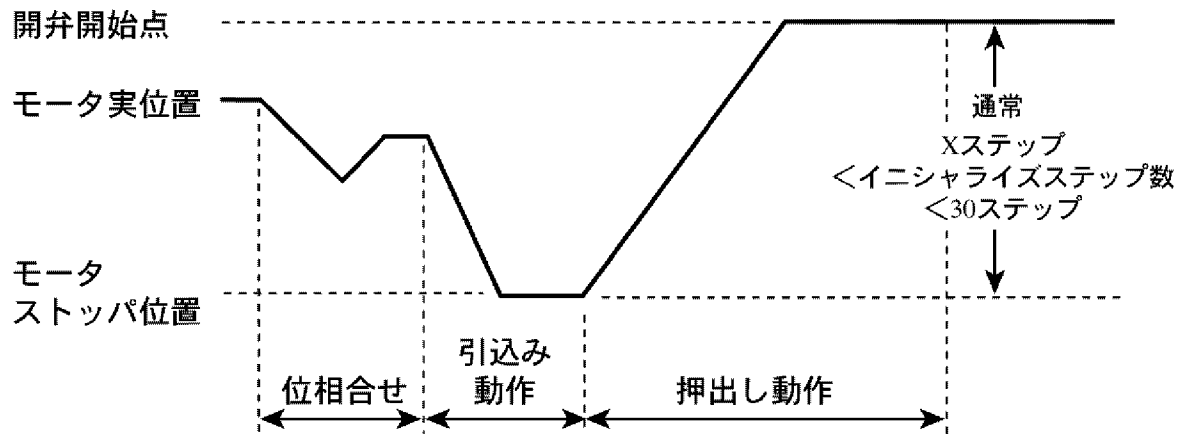
[図8]



[図9]



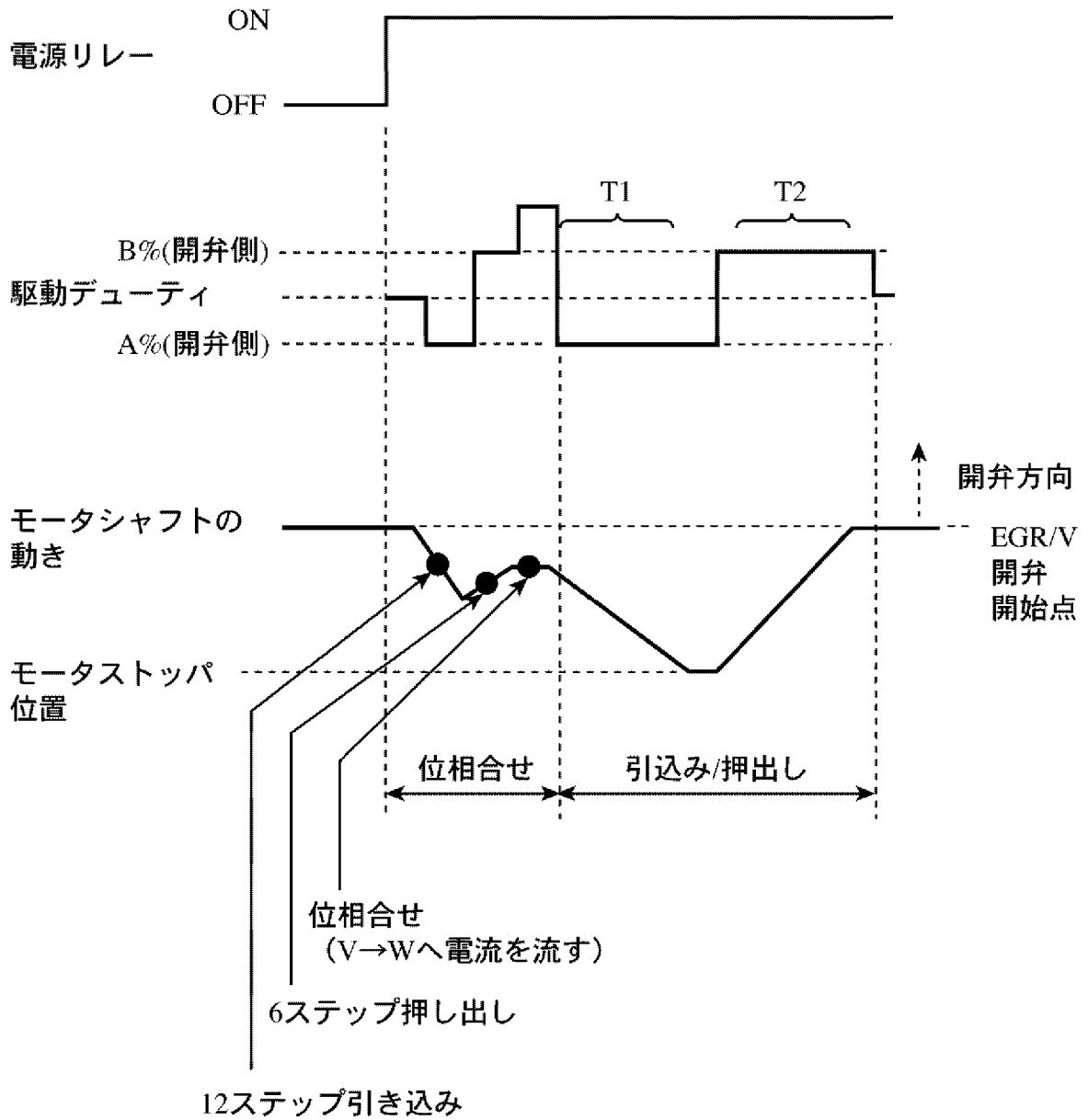
[図10]



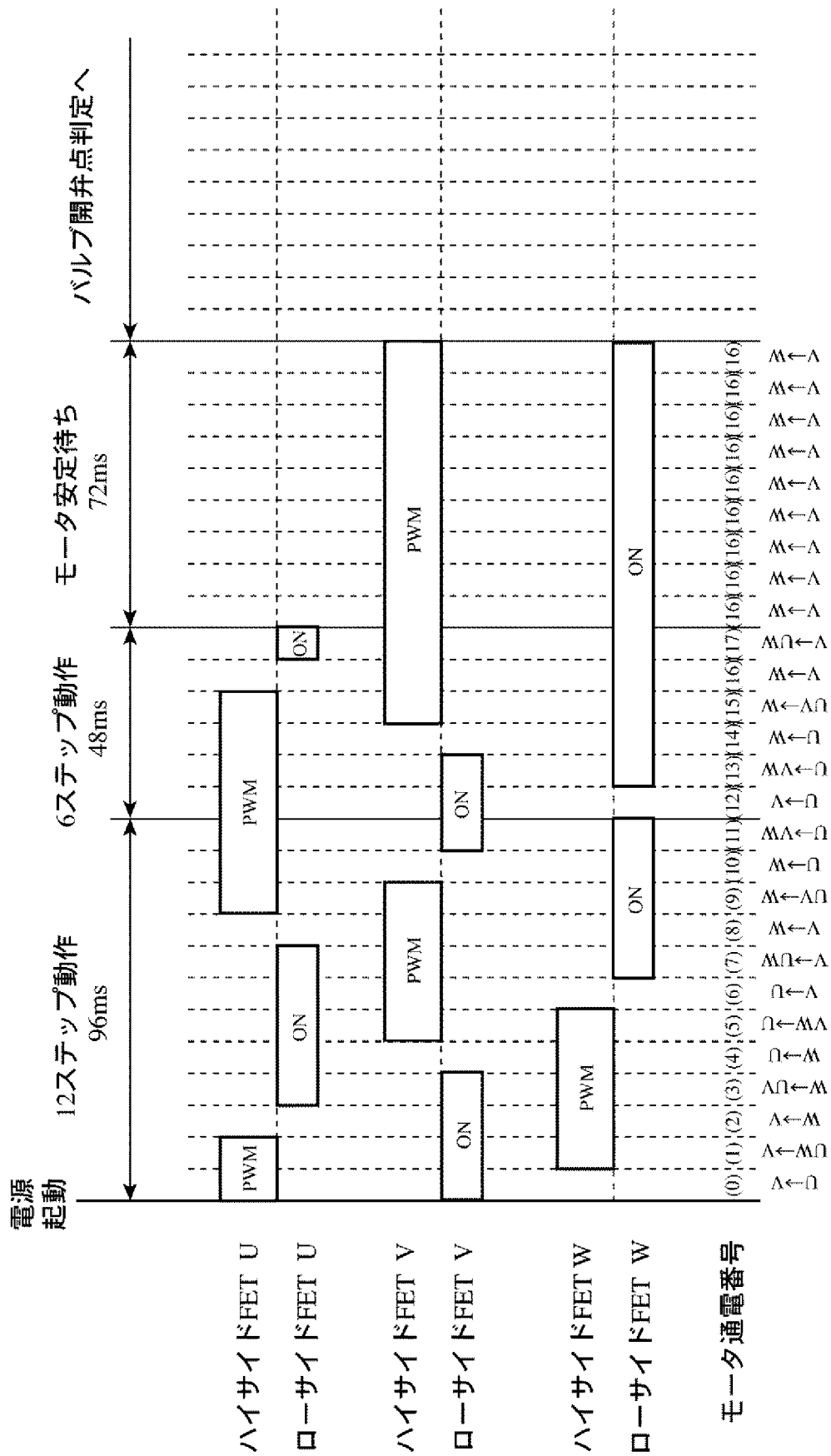
[図11]

電気角	機械角	通電方向	
		開方向	閉方向
0	0	V→U	U→V
30	7.5	VW→U	U→VW
60	15	W→U	U→W
90	23	W→UV	UV→W
120	30	W→V	V→W
150	38	UW→V	V→UW
180	45	U→V	V→U
210	53	U→VW	VW→U
240	60	U→W	W→U
270	68	UV→W	W→UV
300	75	V→W	W→V
330	83	V→UW	UW→V

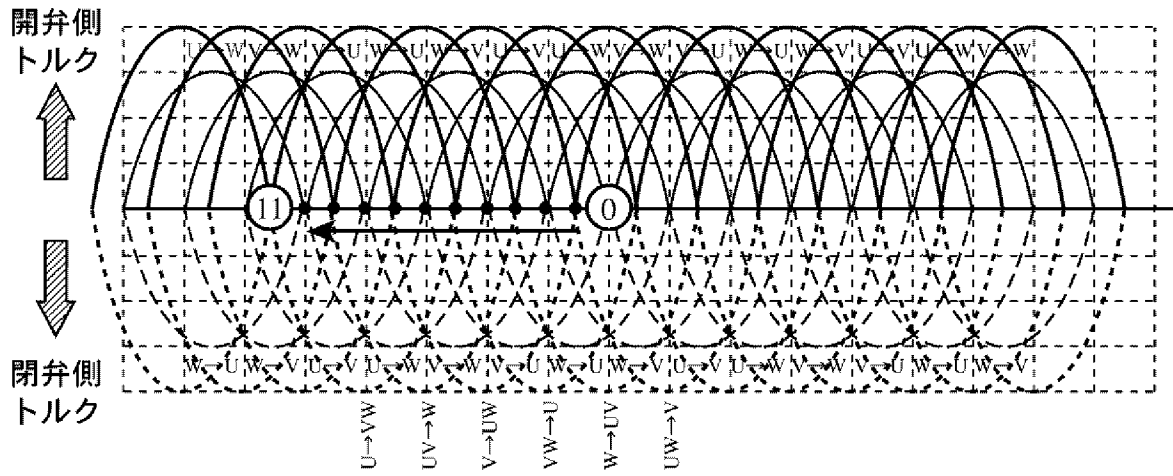
[図12]



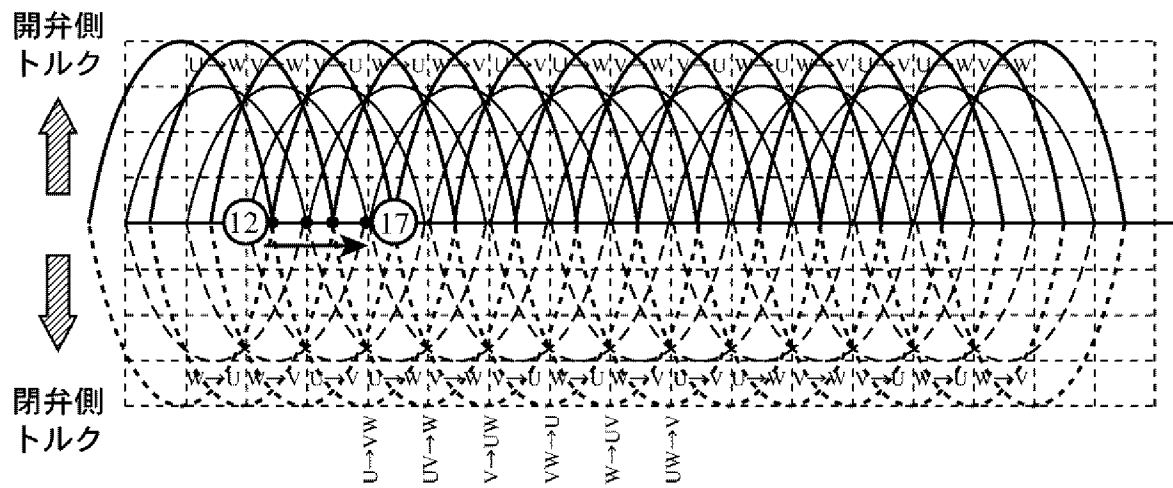
[図13]



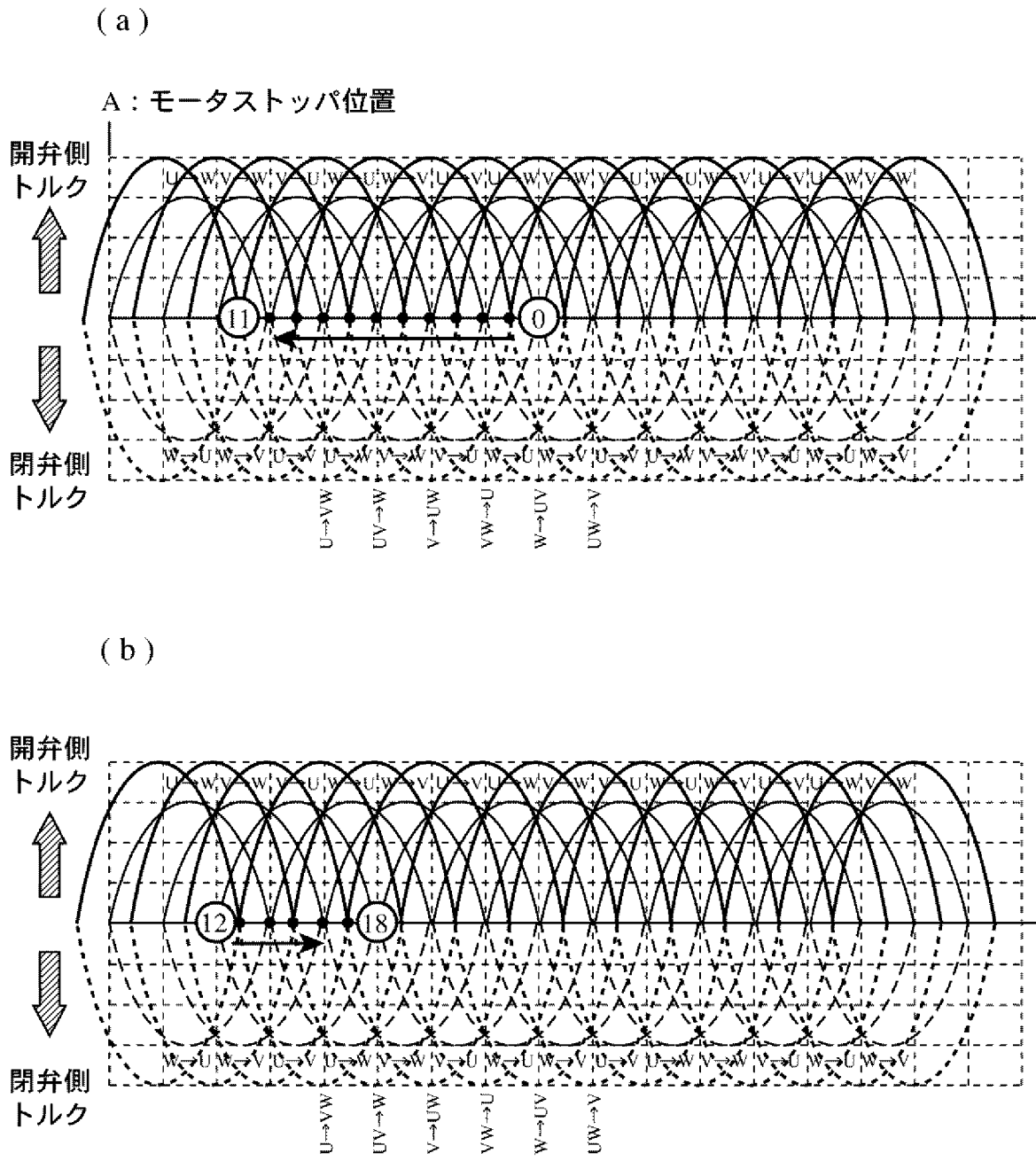
[図14]



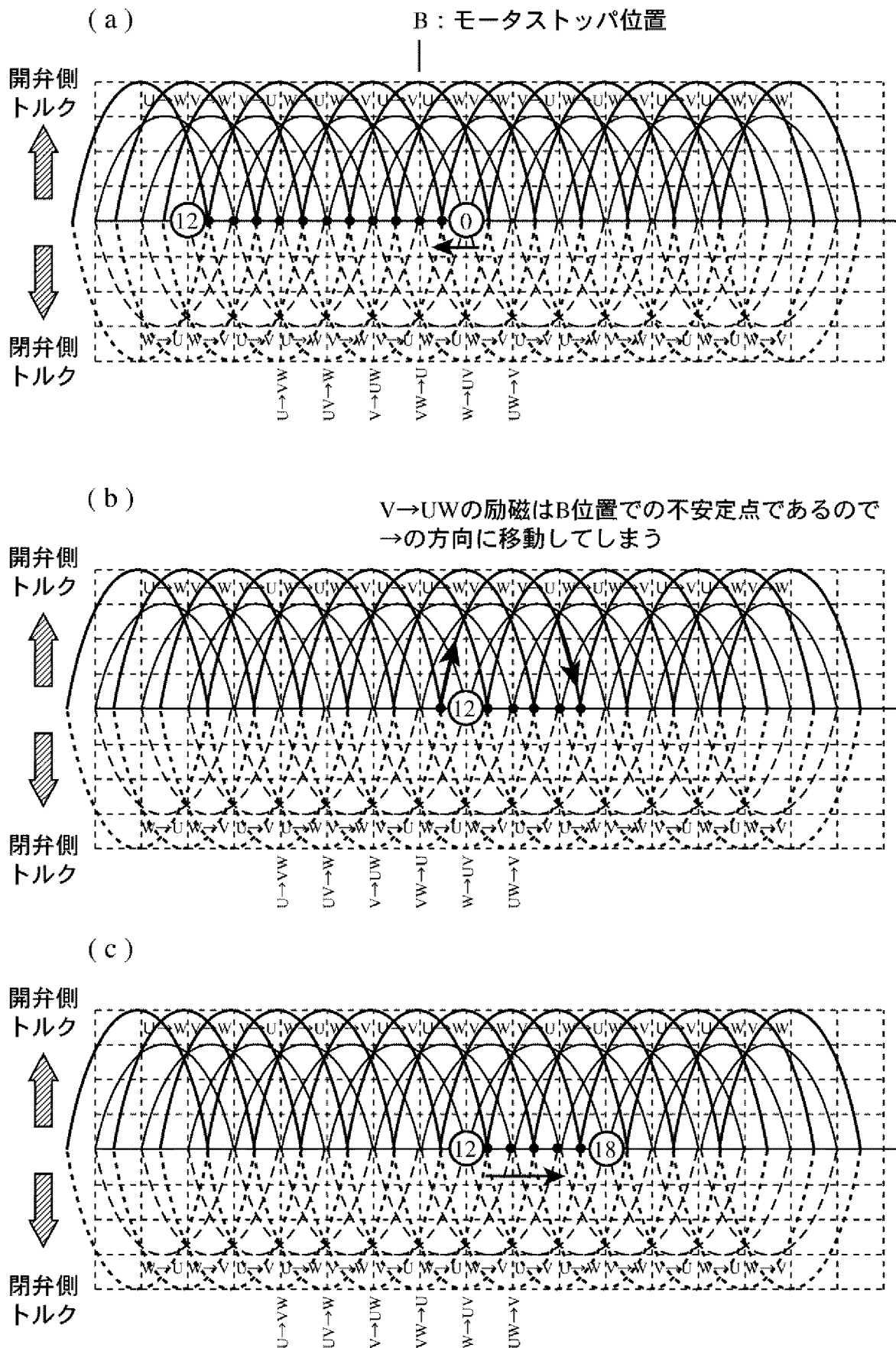
[図15]



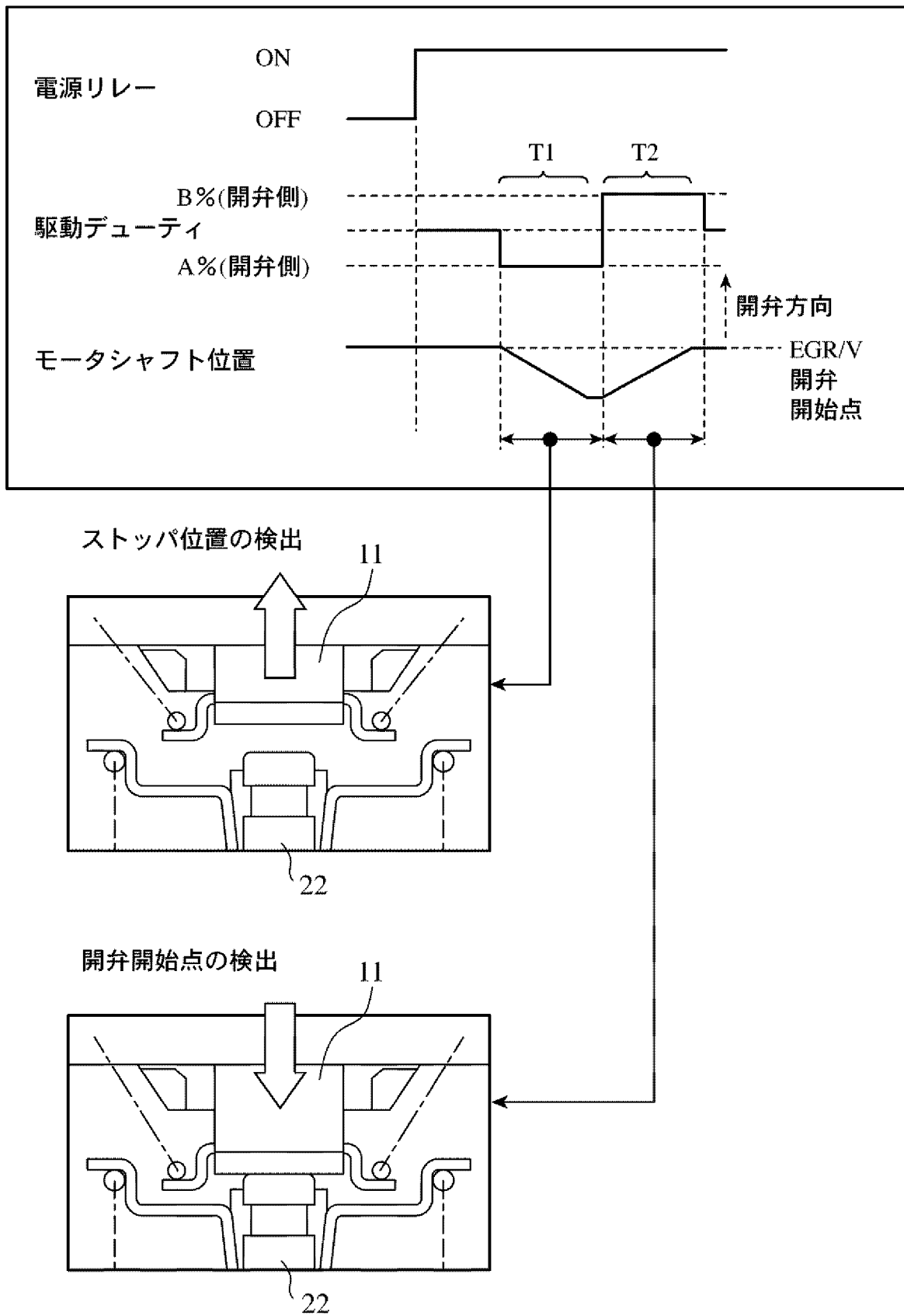
[図16]



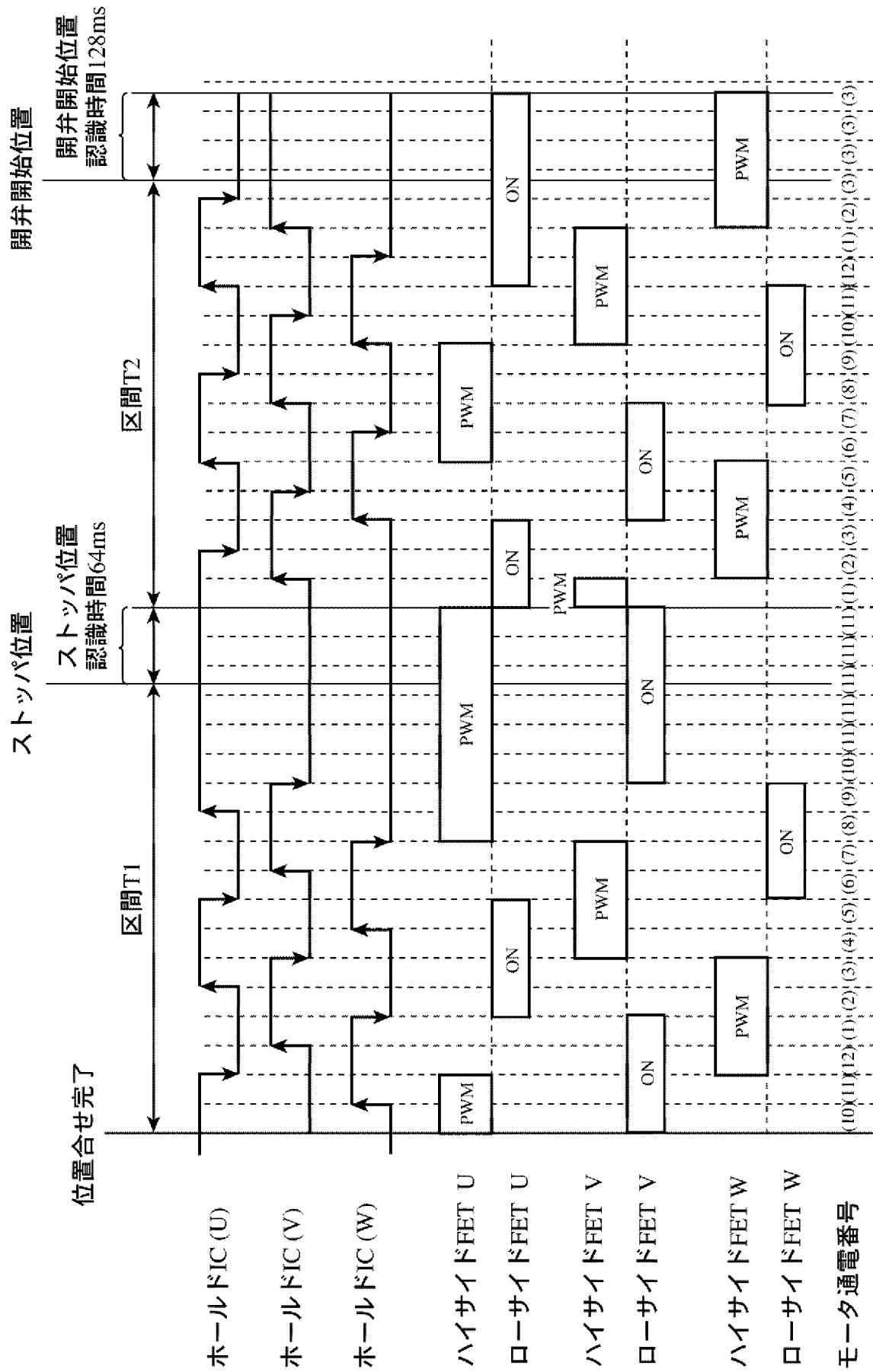
[図17]



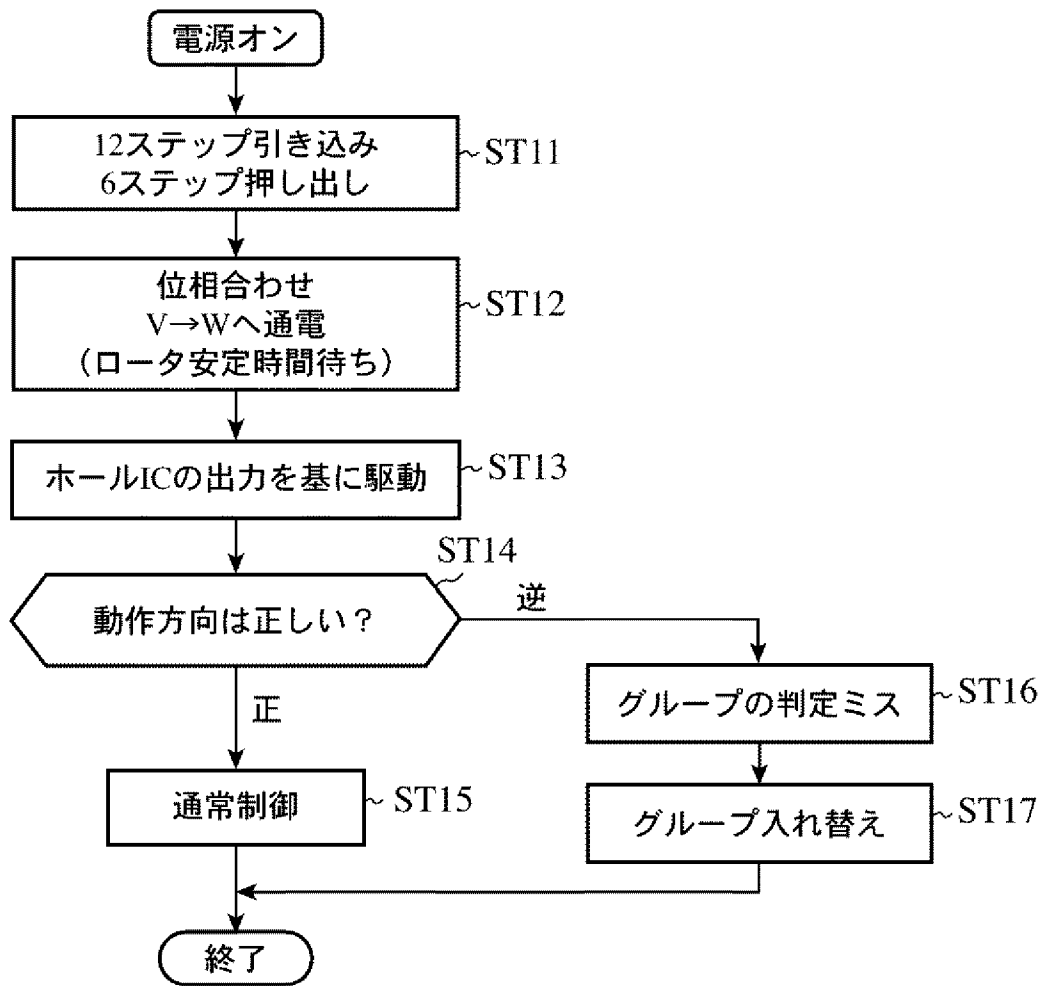
[図18]



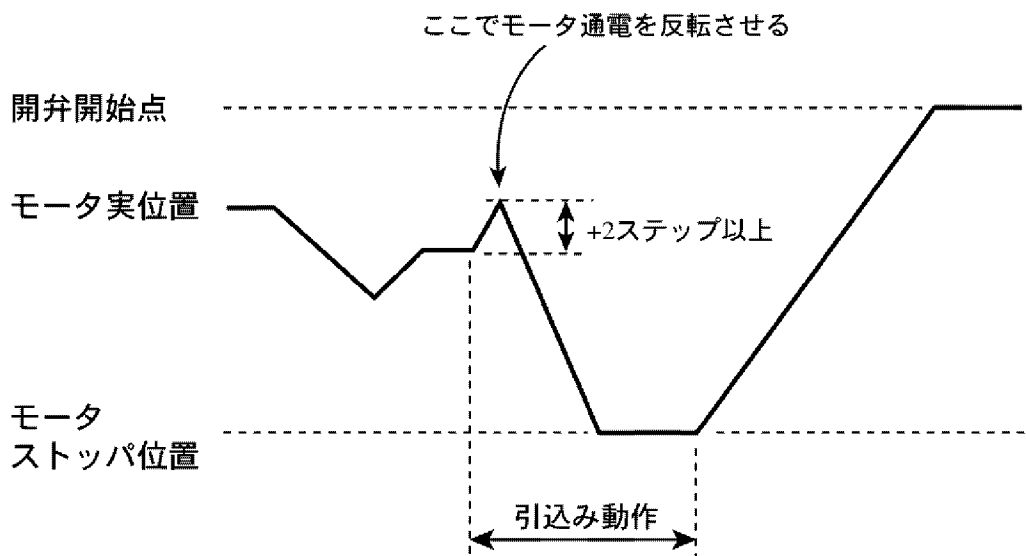
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059228

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P6/20 (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)

H02P6/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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	JP 7-222485 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 August, 1995 (18.08.95), Fig. 2 (Family: none)	1-3
Y	JP 2005-312145 A (Mitsuba Corp.), 04 November, 2005 (04.11.05), Par. Nos. [0010], [0012], [0043] to [0046]; Fig. 6 (Family: none)	1-3
Y	JP 2002-369576 A (NIDEC Corp.), 20 December, 2002 (20.12.02), Par. Nos. [0035] to [0037]; Figs. 2, 3, 4 (Family: none)	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
25 July, 2007 (25.07.07)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2007 (07.08.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02P6/20(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. H02P6/20		
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号
Y	JP 7-222485 A (松下電器産業株式会社) 18.08.1995 図2 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2005-312145 A (株式会社ミツバ) 04.11.2005 【0010】、【0012】、【0043】 - 【0046】 及び図6 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2002-369576 A (日本電産株式会社) 20.12.2002 【0035】 - 【0037】、図2、図3 及び図4 (ファミリーなし)	3
<input 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 25.07.2007	国際調査報告の発送日 07.08.2007	
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) 天坂 康種 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 3519