

(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
2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)



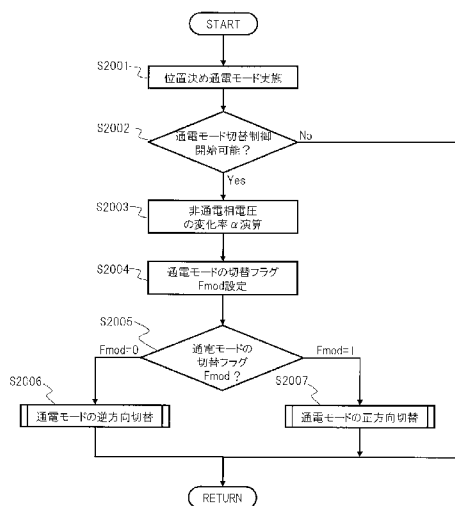
(10) 国際公開番号
WO 2014/174930 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 6/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056790
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)
- (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 2013-090687 2013 年 4 月 23 日(23.04.2013) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 羽野 誠己(HANO, Masaki); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町 1 6 7 1 番地 1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 笹島 富二雄(SASAJIMA, Fujio); 〒1000014 東京都千代田区永田町 2 - 1 3 - 5 赤坂エイトワンビル 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, 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, 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))

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

(54) 発明の名称: ブラシレスモータの制御装置及び制御方法

[図5]



S2001 Enter positioning-and-energizing mode
S2002 Possible to start energization mode switching control?
S2003 Calculate rate of change (α) in unenergized phase voltage
S2004 Set switching flag (Fmod) for energization mode
S2005 Switching flag (Fmod) for energization mode?
S2006 Switch to energization mode to reverse
S2007 Switch to energization mode to normal

(57) Abstract: A positioning-and-energizing mode, wherein two of three phases are energized and kept energized, is entered during the positioning control performed at the start of low-speed sensorless control. To estimate the moving direction of the rotor, the rate of change (α) of the unenergized phase voltage is calculated during the positioning-and-energizing mode after a prescribed time has passed since entering the positioning-and-energizing mode. A switching flag (Fmod) for an energization mode is set depending on the positive or negative rate of change (α). Then, a "brake" is applied to the rotor by temporarily switching the energization mode to another energization mode to generate a torque in a direction opposite the moving direction of the rotor in accordance with the value of the switching flag (Fmod). Thereby, less time is required for positioning the rotor.

(57) 要約: 低速センサレス制御を開始する際に行う位置決め制御では、ブラシレスモータの3相のうち2相に通電して保持する位置決め通電モードを実施する。位置決め通電モードの実施から所定時間が経過した場合には、ロータの動作方向を推定すべく位置決め通電モードにおける非通電相電圧の変化率 α を演算し、この変化率 α の正負により通電モードの切替フラグFmodを設定する。そして、切替フラグFmodの値に応じて、ロータに対し動作方向と反対方向にトルクを発生させるように、別の通電モードへ一時的に切り替えて、ロータに「ブレーキ」を作用させる。これによりロータの位置決めに要する時間を短縮する。

明 細 書

発明の名称： ブラシレスモータの制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ブラシレスモータの制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] ブラシレスモータの制御装置及び制御方法として、センサレス制御を開始する場合に、ブラシレスモータの所定相へ通電して、ロータを所定位置に位置決めするものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-0300741号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、ブラシレスモータにより駆動されるポンプなどの回転体やロータ自体のイナーシャが大きくなるほど、所定位置に対するロータの揺動が減衰しにくくなってしまう。したがって、ロータの位置決めに要する時間が長くなるため、センサレス制御の開始が遅れてしまい、ポンプなどの起動応答性が低下するおそれがあった。

[0005] そこで、本発明は以上のような従来の問題点に鑑み、センサレス制御を開始する場合に、ロータの位置決めに要する時間を短縮できるブラシレスモータの制御装置及び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

[0006] このため、本発明に係るブラシレスモータの制御装置及び制御方法は、ブラシレスモータの起動指令を受けた場合に、ブラシレスモータの所定相に対する通電を保持してロータを所定位置に位置決めするものであり、所定相と異なる組み合わせの相に通電する他の通電モードへ一時的に切り替える。

発明の効果

[0007] 本発明のブラシレスモータの制御装置及び制御方法によれば、センサレス制御を開始する場合に、ロータの位置決めに要する時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]エンジンを冷却する冷却システムを示す構成図である。

[図2]ブラシレスモータ及びその制御装置の構成を示す回路図である。

[図3]ブラシレスモータの通電モードを示すタイムチャートである。

[図4]ブラシレスモータの制御処理の内容を示すフローチャートである。

[図5]ロータの位置決め制御処理の内容を示すフローチャートである。

[図6]各通電モードによる位置決め角度を示し、(a)は通電モード(1)、(b)は通電モード(2)、(c)は通電モード(3)、(d)は通電モード(4)、(e)は通電モード(5)、(f)は通電モード(6)についての説明図である。

[図7]位置決め通電モードにより生じる正方向トルクを説明する説明図である。

[図8]非通電相電圧のロータ磁極位相に対する波形図を示し、(a)は通電モード(2)、(b)は通電モード(3)、(c)は通電モード(4)についての説明図である。

[図9]通電モードの切り替えにより生じる逆方向トルクを説明する説明図である。

[図10]図7の状態における非通電相電圧を示す説明図である。

[図11]通電モードの逆方向切り替え処理の内容を示すフローチャートである。

[図12]通電モードの切り替えに伴う非通電相電圧の変化を説明し、(a)は通電モード(3)における非通電相電圧のロータ磁極位相に対する波形図、(b)は通電モード(2)における非通電相電圧のロータ磁極位相に対する波形図である。

[図13]通電モードの切り替えに伴う非通電相電圧の変化を説明し、(a)は非通電相電圧の時間に対する波形図、(b)は通電モードのタイムチャートである。

[図14]位置決め通電モードに戻すタイミングについて説明し、(a)は通電モード(3)における非通電相電圧のロータ磁極位相に対する波形図、(b)は通電モード(2)における非通電相電圧のロータ磁極位相に対する波形図、(c)は非通電相電圧の時間に対する波形図である。

[図15]通電モードの正方向切り替え処理の内容を示すフローチャートである。

[図16]「ブレーキ」通電モードにおける印加電圧を説明し、(a)は位置決め通電モードにおける非通電相電圧の時間に対する波形図、(b)は(a)における最初のピークに対する各ピーク値の比率を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付された図面を参照し、本発明を実施するための実施形態について詳述する。図1は、エンジンを冷却する冷却システムの一例を示す。

[0010] エンジン10のシリンダブロック、シリンダヘッドなどを冷却した冷媒としての冷却水は、第1の冷却水通路12を介して、電動式のラジエータファン14が併設されたラジエータ16に導かれる。ラジエータ16に導かれた冷却水は、フィンが取り付けられたラジエータコアを通過するときに外気と熱交換をし、その温度が低下する。そして、ラジエータ16を通過することで温度が低下した冷却水は、第2の冷却水通路18を介してエンジン10へと戻される。

[0011] また、エンジン10から排出された冷却水がラジエータ16をバイパスするように、第1の冷却水通路12と第2の冷却水通路18とは、バイパス通路20を介して連通接続されている。バイパス通路20の下流端と第2の冷却水通路18との接合箇所には、バイパス通路20の通路面積を全開から全閉までの間で多段階又は連続的に開閉する電制サーモスタット22が配設されている。電制サーモスタット22は、例えば、駆動回路を介してPWM信号のデューティ比に応じて駆動される内蔵ヒータにより、同じく内蔵された

ワックスが熱膨張することを利用して弁を開閉する開閉弁として構成することができる。従って、電制サーモスタット 22 をデューティ比により制御することで、ラジエータ 16 を通過する冷却水の割合を変化させることができる。

[0012] 第 2 の冷却水通路 18 の下流端、及び、その電制サーモスタット 22 の下流である中間部には、エンジン 10 とラジエータ 16 との間で冷却水を強制的に循環させる、機械式ウォーターポンプ 24 及び電動ウォーターポンプ 26 が夫々配設されている。機械式ウォーターポンプ 24 は、エンジン 10 の冷却水入口を塞ぐように取り付けられており、例えば、エンジン 10 のカムシャフトによって駆動される。電動ウォーターポンプ 26 は、アイドルストップ機能によりエンジン 10 が停止した場合にも冷却性能を発揮あるいは暖房機能を維持できるようにすべく、エンジン 10 とは異なる駆動源である、後述のブラシレスモータによって駆動される。

[0013] ラジエータファン 14、電制サーモスタット 22 及び電動ウォーターポンプ 26 の駆動を制御する制御系として、エンジン 10 から排出される冷却水の温度（冷却水温度）を検出する冷却水温度検出手段としての水温センサ 28、車速を検出する車速センサ 30、外気温を検出する温度センサ 32、エンジン回転速度を検出する回転速度センサ 34、エンジン負荷を検出する負荷センサ 36 が取り付けられている。そして、水温センサ 28、車速センサ 30、温度センサ 32、回転速度センサ 34 及び負荷センサ 36 の出力信号は、コンピュータを内蔵したエンジンコントロールユニット（以下、「ECU」という）38 に入力され、その ROM（Read Only Memory）などに記憶された制御プログラムに従って、ラジエータファン 14、電制サーモスタット 22 及び電動ウォーターポンプ 26 が制御される。

[0014] ECU 38 は、電動ウォーターポンプ 26 を駆動させるための駆動条件が成立しているか否かを、少なくともエンジン 10 の運転中、繰り返し判定する。ECU 38 は、この駆動条件が成立していると判定した場合には、電動ウォーターポンプ 26 に対して駆動指令信号を出力する一方、駆動条件が成立し

ていないと判定した場合には、電動ウォータポンプ 26 の駆動を停止あるいは禁止する停止指令信号を出力する。

[0015] 電動ウォータポンプ 26 の駆動条件としては、エンジン 10 の油温が所定温度以上であることが挙げられる。別の駆動条件としては、電動ウォータポンプ 26 の駆動回路あるいは信号回路などに関して、例えば、電圧が確保されていること、過電流診断・マイコン診断・リレー診断により正常と診断されていること、あるいは、リレーが ON になっていることなどが挙げられる。

[0016] 図 2 は、電動ウォータポンプ 26 を駆動するブラシレスモータ、及びこの制御装置の一例を示す。

[0017] ブラシレスモータ 100 は、3 相 DC (Direct Current) ブラシレスモータ (3 相同期電動機) であり、U 相、V 相及び W 相の 3 相巻線 110 u, 110 v, 110 w を、図示省略した円筒状のステータ (固定子) に備え、該ステータの中央部に形成した空間にロータ (永久磁石回転子) 120 を回転可能に備えている。なお、本明細書では、ロータ 120 の時計周りの回転方向に U 相巻線 110 u、V 相巻線 110 v 及び W 相巻線 110 w がこの順番で、かつ、電気角 120 deg のコイル位相差で配置されているものとする。また、U 相巻線 110 u の中心線を基準軸とし、基準軸に対して V 相巻線 110 v の中心線が電気角で 120 deg、基準軸に対して W 相巻線 110 w の中心線が電気角で 240 deg に位置するものとする。

[0018] コントロールユニットとしてのブラシレスモータ 100 の制御装置 (以下、「モータ制御装置」という) 200 は、駆動回路 210 と、マイクロコンピュータを備えた制御器 220 と、を備えている。モータ制御装置 200 は、ブラシレスモータ 100 の近傍に配置されるものに限られず、例えば、モータ制御装置 200 のうち少なくとも制御器 220 が、ECU 38 あるいは他のコントロールユニットと一体的に形成されてもよい。

[0019] 駆動回路 210 は、逆並列のダイオード 212 a ~ 212 f を含んでなるスイッチング素子 214 a ~ 214 f を 3 相ブリッジ接続した回路と、電源

回路 230 とを有しており、スイッチング素子 214 a ~ 214 f は、例えば、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) など、電力制御の用途に用いられる半導体素子で構成されている。スイッチング素子 214 a ~ 214 f の制御端子 (ゲート端子) は、制御器 220 に接続され、スイッチング素子 214 a ~ 214 f のオン/オフは、後述のように、制御器 220 による PWM 動作で制御される。

[0020] 制御器 220 は、E C U 38 からの駆動指令信号を入力するように構成されている。また、制御器 220 は、E C U 38 からブラシレスモータ 100 の駆動指令信号を受けて、ブラシレスモータ 100 の操作量である印加電圧を演算し、該印加電圧に基づいて PWM 信号を生成する回路を有する。さらに、制御器 220 は、3 相のうちでパルス状の電圧 (以下、「パルス電圧」という) を印加する 2 相の選択パターン (以下、「通電モード」という) を所定の切り替えタイミングに従って順次切り替えていく回路を有する。そして、制御器 220 は、駆動回路 210 の各スイッチング素子 214 a ~ 214 f がどのような動作でスイッチングするかを、PWM 信号及び通電モードに基づいて決定し、該決定に従い、6 つのゲート信号を駆動回路 210 に出力する。

[0021] 制御器 220 は、前記所定の切り替えタイミングを以下のようにして検出する。すなわち、2 相に対してパルス状の電圧 (以下、「パルス電圧」という) を印加することにより、ブラシレスモータ 100 の 3 相のうち非通電相 (開放相) に誘起される誘起電圧 (以下、「パルス誘起電圧」という) の検出値と、通電モードごとに異なる所定の閾値と、を比較することで、通電モードの切り替えタイミングを検出する。パルス誘起電圧は、ロータ 120 の位置により磁気回路の飽和状態が変化することに起因して、ロータ 120 の位置に応じた電圧として発生するものである。

[0022] なお、パルス誘起電圧は非通電相の端子電圧として検出される。この端子電圧は、厳密にはグラウンド G N D - 端子間の電圧であるが、本実施形態では、中性点の電圧を別途検出し、この中性点の電圧と G N D - 端子間電圧との

差を求めて、端子電圧 V_u 、 V_v 、 V_w としている。

[0023] 図3は、各通電モードにおける各相への電圧印加状態を示す。通電モードは、電気角 60deg ごとに順次切り替わる6通りの通電モード(1)～(6)からなり、各通電モード(1)～(6)において、3相から選択された2相(所定相)に対してパルス電圧を印加する。

[0024] 本実施形態では、U相のコイルの角度位置を、ロータ(磁極)120の基準位置(角度 0deg)とし、通電モード(3)から通電モード(4)への切り替えを行うロータ120の角度位置(磁極位置)を 30deg に、通電モード(4)から通電モード(5)への切り替えを行うロータ120の角度位置を 90deg に、通電モード(5)から通電モード(6)への切り替えを行うロータ120の角度位置を 150deg に、通電モード(6)から通電モード(1)への切り替えを行うロータ120の角度位置を 210deg に、通電モード(1)から通電モード(2)への切り替えを行うロータ120の角度位置を 270deg に、通電モード(2)から通電モード(3)への切り替えを行うロータ120の角度位置を 330deg に設定している。

[0025] 通電モード(1)は、スイッチング素子214a及びスイッチング素子217dをオン制御し、他を全てオフとすることで、U相に電圧 V を印加し、V相に電圧 $-V$ を印加し、U相からV相に向けて電流を流す。

[0026] 通電モード(2)は、スイッチング素子214a及びスイッチング素子214fをオン制御し、他を全てオフとすることで、U相に電圧 V を印加し、W相に電圧 $-V$ を印加し、U相からW相に向けて電流を流す。

[0027] 通電モード(3)は、スイッチング素子217c及びスイッチング素子214fをオン制御し、他を全てオフとすることで、V相に電圧 V を印加し、W相に電圧 $-V$ を印加し、V相からW相に向けて電流を流す。

[0028] 通電モード(4)は、スイッチング素子217b及びスイッチング素子217cをオン制御し、他を全てオフとすることで、V相に電圧 V を印加し、U相に電圧 $-V$ を印加し、V相からU相に向けて電流を流す。

[0029] 通電モード(5)は、スイッチング素子217b及びスイッチング素子2

17eをオン制御し、他を全てオフとすることで、W相に電圧Vを印加し、U相に電圧-Vを印加し、W相からU相に向けて電流を流す。

[0030] 通電モード(6)は、スイッチング素子217e及びスイッチング素子217dをオン制御し、他を全てオフとすることで、W相に電圧Vを印加し、V相に電圧-Vを印加し、W相からV相に向けて電流を流す。

[0031] 上記のように、6つの通電モード(1)～(6)を、スイッチング素子214a～214fのオン／オフにより電気角60deg毎に順次切り替えることで、180deg毎に120degの間通電することから、図3に示すような通電方式は120度通電方式と呼ばれる。

[0032] 前記通電モードの切り替え制御は、非通電相の誘起電圧に基づいて行っているため、いわゆる位置センサレスによる通電制御であるが、その中でも、非通電相に誘起されるパルス誘起電圧に基づいて行われることを特徴とする「低速センサレス制御」である。低速センサレス制御は、モータ回転速度を低速域と高速域とに2分した場合に、低速域において用いる通電制御である。

[0033] 高速域で用いる高速センサレス制御は、ロータ120が回転することによって発生する誘起電圧(以下、「速度起電圧」という)を検出し、この速度起電圧に基づき通電モードを切り替える制御であり、速度起電圧のゼロクロス点を基準に通電モードの切り替えポイントを設定する。ところが、高速センサレス制御で用いる速度起電圧は、モータ回転速度が低くなるとノイズなどにより速度起電圧の感度が低下する。このため、高速センサレス制御は、速度起電圧に基づいて精度良く通電モードの切り替えポイントを検出できる所定のモータ回転速度以上の回転速度域、すなわち高速域で実施される。一方、低速センサレス制御は、ロータ120の回転速度に依存せずに、ロータ120の位置に応じたパルス誘起電圧を検出できるので、高速センサレス制御による通電制御が困難な前記所定のモータ回転速度未満の回転速度域、すなわち低速域で実施される。

[0034] 図4は、制御器220により、ECU38からの駆動指令信号の出力を契

機として実行が開始され、E C U 3 8からの停止指令信号の出力にともない実行が終了する、ブラシレスモータ 1 0 0の制御処理内容を示す。

[0035] ステップ 1 0 0 1（図では「S 1 0 0 1」と略記する。以下同様。）では、後述のセンサレス制御によりロータ 1 2 0を回転させるため、ロータ 1 2 0を所定位置に位置決めする位置決め制御を行う。なお、ロータ 1 2 0の位置決め制御処理の詳細については後述する。

[0036] ステップ 1 0 0 2では、ステップ 1 0 0 1の位置決め制御処理が完了したか否かを判定する位置決め完了判定を行う。位置決め完了判定の基準は、例えば、非通電相に発生している電圧の絶対値が所定値以下となる時間が所定時間継続した場合、あるいは、後述する位置決め通電モードを異なる通電モードへ切り替えてから所定時間が経過した場合など、位置決め制御処理により所定位置を中心とするロータ 1 2 0の揺動が、ステップ 1 0 0 3のセンサレス制御へ移行させてもよい程度に、減衰していること、又は減衰していると推定されることである。位置決め制御処理が完了していると判定された場合には、ステップ 1 0 0 3へ進み（Y e s）、一方、位置決め制御処理が完了していないと判定された場合には、ステップ 1 0 0 1に戻る（N o）。

[0037] ステップ 1 0 0 3では、ブラシレスモータ 1 0 0のセンサレス制御を行う。具体的には、先ず前述の低速センサレス制御を行い、ブラシレスモータ 1 0 0の回転速度が上昇して所定速度に達した場合に、前述の高速センサレス制御を行う。

[0038] 図 5は、ステップ 1 0 0 1におけるロータ 1 2 0の位置決め制御処理の詳細を示す。

[0039] ステップ 2 0 0 1では、ロータ 1 2 0を所定位置に位置決めするように位置決め通電モードを実施する。すなわち、図 3の通電モード（1）～（6）のいずれかにより、3相のうち所定の2相へ電圧を印加して通電を保持し、2相に生じた磁束により、ロータ 1 2 0における一方の磁極（例えば、N極）が引き寄せられて、磁極の位相が、通電モードに応じて設定される位置決め角度と一致するようにロータ 1 2 0が回動する。

[0040] 各通電モードに応じて設定される位置決め角度は、各相の励磁電流により生じる磁束を合成した合成磁束の位相である。各通電モードによる位置決め角度は、図6に示すように、通電モード（１）のとき330deg、通電モード（２）のとき30deg、通電モード（３）のとき90deg、通電モード（４）のとき150deg、通電モード（５）のとき210deg、通電モード（６）のとき270degである。なお、本明細書では、通電モードを昇順に切り替えた場合に位置決め角度が変化する方向を正方向とし、通電モードを降順に切り替えた場合に位置決め角度が変化する方向を逆方向として、通電モードが昇順に切り替わることを「正方向」に切り替わるといい、通電モードが降順に切り替わることを「逆方向」に切り替わるというものとする。

[0041] 本実施形態では、図7に示すように、例えば、通電モード（３）を位置決め通電モードとして、V相に電圧Vを印加し、かつ、W相に電圧−Vを印加することにより、V相からW相に向けて電流を流して、位置決め角度を90degに設定している。この場合、U相は非通電相となる。ロータ120が図7に示すような位相で静止している場合、ロータ120は正方向のトルクを受けて、ロータ120の磁極Nが位置決め角度90degに向けて正方向に回転を始める。

[0042] 各通電モードにおける印加電圧Vは、電動ウォーターポンプ26を使用する全温度条件で位置決め制御処理におけるロータ120の回転を可能とするため、冷却システムにおける冷却水の粘性などが最も高くなる温度でのフリクションに抗してロータ120が動作できる電圧を設定する。印加電圧Vは、例えば、水温センサ28により検出される水温、又は温度センサ32により検出される外気温などの温度が高くなるに従って低く設定するなど、温度に応じて設定してもよい。

[0043] なお、ロータ120を緩やかに1回転させた場合に非通電相に発生するパルス誘起電圧は、特に、通電モード（２）、通電モード（３）及び通電モード（４）について、夫々、図8（a）～（c）のような電圧波形となる。

[0044] 図8の電圧波形において、ロータ120の磁極位相が位置決め角度と一致

する場合、非通電相に生じるパルス誘起電圧は略0となっている（図中の黒丸印参照）。そして、このような電圧波形を予め記憶しておくことにより、記憶した電圧波形と非通電相に生じるパルス誘起電圧とに基づいてロータ 120 の位置を特定することもできる。しかし、実際の位置決め制御では、磁極の位相が位置決め角度に対して増減する揺動を起こすロータ 120 の回転速度に応じた速度起電圧が、非通電相に生じるパルス誘起電圧に重畳する。このため、非通電相の電圧波形は、図8に示す電圧波形に対し、特に位置決め角度付近において異なる（0とならない）ものとなる。したがって、制御器 220 は、かかる速度起電圧の影響を考慮し、図8の電圧波形を参照してロータ 120 の磁極位置を特定しない。ただし、本明細書では、説明の便宜上、非通電相に生じている電圧として、図8の電圧波形を利用するものとする。

[0045] ステップ 2002 では、位置決め通電モードを切り替える通電モード切替制御が開始可能であるか否かを判定する。

[0046] 位置決め通電モードを切り替えるのは、以下の理由による。すなわち、ステップ 2001 の位置決め通電モードの実施により、図7に示すように回転を開始したロータ 120 は、その磁極（例えば、N極）の位相が位置決め角度に対して増減する揺動を起こすが、電動ウォータポンプ 26 の回転体やロータ 120 自体のイナーシャ（慣性モーメント）が大きくなるほど、この揺動が減衰しにくくなってしまう。したがって、ロータ 120 の位置決めに要する時間が長くなるため、前述のステップ 1003 におけるセンサレス制御の開始が遅れてしまい、電動ウォータポンプ 26 などの起動応答性が低下するおそれがあった。これに対し、図9に示すように、位置決め通電モードを適宜切り替えることにより、回転するロータ 120 に対して、回転方向と反対方向にトルクを発生させて揺動を抑制する、いわば「ブレーキ」を働かせている。これにより、ロータ 120 の位置決めに要する時間を短縮することができるからである。

[0047] 通電モード切替制御の開始可能な基準は、制御器 220 により、ECU 3

8からの駆動指令信号の出力を契機としてブラシレスモータ100の制御が開始されて最初に本ステップを実施する場合には、例えば、ステップ2001における位置決め通電モードの実施から所定時間経過していることなど、図8(b)において、ロータ120の揺動により、ロータ120の磁極位相が位置決め角度を挟んで増減するのに合わせて非通電相の電圧も増減する範囲に、ロータ120の磁極位相が収まっていると推定されることである。例えば、位置決め通電モードを通電モード(3)とした場合には、ロータ120の磁極位相が図8(b)の $\Delta\theta$ の範囲に収まっていると推定されることである。

[0048] 一方、本ステップの2回目以降の実施においては、例えば、非通電相に生じている電圧の絶対値が所定電圧を超えていることなど、位置決め通電モードを異なる通電モードへ切り替えて「ブレーキ」を働かせることにより、ロータ120の揺動がかえって減衰し難くなる状態ではないことが、通電モード切替制御を開始するための基準となる。

[0049] ステップ2002において、通電モード切替制御の開始が可能であると判定された場合には、ステップ2003へ進み(Yes)、通電モード切替制御の開始が可能ではないと判定された場合には、位置決め制御処理を終了する(No)。

[0050] ステップ2003では、非通電相(例えば、U相)に生じる誘起電圧の時間変化率 α を演算する。具体的には、制御器220が微小時間 Δt ごとに非通電相の電圧を検出する検出手段を備え、この検出手段により検出される非通電相の電圧のうち、今回検出された電圧 $V1$ と前回検出された電圧 $V2$ とから減算値($V1 - V2$)を求め、この減算値を微小時間 Δt で除算して時間変化率 α を演算する。なお、時間変化率 α を減算値($V1 - V2$)としてもよい。

[0051] 時間変化率 α を演算するのは、前述のように、非通電相の電圧にはロータ120の回転速度に応じた速度起電圧が重畳することにより図8の電圧波形からロータ120の磁極位相を特定しにくいためであり、また、ロータ120

0が正方向又は逆方向のいずれに回転しているかを推定できればよいからである。

[0052] ステップ2004では、通電モードの切替フラグF_{mod}の設定を行う。通電モードの切替フラグF_{mod}とは、位置決め通電モードに対して、通電モードを正方向に1つ切り替える正方向切替、又は通電モードを逆方向に1つ切り替える逆方向切替のいずれかを示すフラグである。ここで、F_{mod}=0である場合、逆方向切替を示し、F_{mod}=1である場合、正方向切替を示すものとする。本実施形態のように、位置決め通電モードが通電モード(3)である場合には、F_{mod}=0は通電モード(2)へ切り替えることを示し、F_{mod}=1は通電モード(4)へ切り替えることを示している。

[0053] 通電モードの切替フラグF_{mod}、すなわち、正方向切り替え又は逆方向切り替えのいずれが設定されるかは、ステップ2003において演算した変化率 α が0未満となっているか否かによる。時間変化率 α が0以上である場合には、逆方向切り替えを行うべく、F_{mod}=0に設定する一方、時間変化率 α が0未満である場合には、正方向切り替えを行うべく、F_{mod}=1に設定する。

[0054] 例えば、図7のように、位置決め通電モードが通電モード(3)である場合にロータ120が正方向に回転するものとする、図10に示すように、非通電相に生じる電圧は図中の白抜き丸印から増大して時間変化率 α が0以上となるので、位置決め通電モードの逆方向切り替えを行うべく、F_{mod}=0に設定する。

[0055] なお、通電モードの切り替えを正方向と逆方向とで交互に実施させるために、ECU38からの駆動指令信号の出力を契機としてブラシレスモータ100の制御が開始されて最初に本ステップを実施する場合を除いて、本ステップにおいてF_{mod}=1と設定するときには前回の設定はF_{mod}=0であり、F_{mod}=0に設定する場合には前回の設定はF_{mod}=1であることを条件としてもよい。

[0056] ステップ2005では、通電モードの切替フラグF_{mod}が0と1とのいずれであるかを判定する。F_{mod}=0である場合、逆方向切り替えを行うべくステ

ップ2006へ進む一方、 $F_{mod}=1$ である場合、正方向切り替えを行うべくステップ2007へ進む。

[0057] ステップ2006では、通電モードの逆方向切り替えを行う。通電モードの逆方向切り替えの詳細については後述する。

[0058] ステップ2007では、通電モードの正方向切り替えを行う。通電モードの正方向切り替えの詳細については後述する。

[0059] 図11は、ステップ2006における通電モードの逆方向切り替え処理についての詳細を示す。

[0060] ステップ3001では、ステップ2003と同様に、非通電相（例えば、U相）に生じる電圧の微小時間 Δt における時間変化率 α' を演算する。

[0061] ステップ3002では、通電モードの逆方向切り替え実施フラグ F_{cw} の設定を行う。逆方向切り替え実施フラグ F_{cw} は、通電モードの逆方向切り替えを実施するか否かいずれかを示すフラグである。ここで、 $F_{cw}=1$ である場合、逆方向切り替えを実施することを示し、 $F_{cw}=0$ である場合、逆方向切り替えを実施しないことを示すものとする。

[0062] 通電モードを逆方向に切り替えることを示す切替フラグ $F_{mod}=0$ が設定されてから、さらに逆方向切り替えを実施するか否かの逆方向切替フラグ F_{cw} を設定するのは、ロータ120の回転方向が正方向であることを再度確認して、ロータ120に対する「ブレーキ」が、逆にロータ120を加速させることがないようにするためである。本実施形態のように、位置決め通電モードが通電モード（3）である場合、 $F_{cw}=0$ は、通電モード（2）への切り替えを実施しないことを示し、 $F_{cw}=1$ は、通電モード（2）への切り替えを実施することを示している。

[0063] 時間変化率 α' が0未満である場合には、逆方向切り替えの実施を中止すべく、 $F_{cw}=0$ に設定する一方、時間変化率 α' が0以上である場合には、正方向切り替えを実施すべく、 $F_{cw}=1$ に設定する。

[0064] ステップ3003では、逆方向切り替え実施フラグ F_{cw} が0と1とのいずれであるかを判定する。 $F_{cw}=0$ である場合、通電モードの逆方向切り替え

を実施しないため、ステップ1002における位置決め制御処理が完了しているか否かを判定すべく、通電モードの正方向切り替え処理を終了する。一方、 $F_{cw}=1$ である場合、通電モードの逆方向切り替えを実施すべく、ステップ3004へ進む。

[0065] ステップ3004では、通電モードを位置決め通電モードから逆方向へ切り替える。本実施形態のように、位置決め通電モードが通電モード(3)である場合、通電モード(2)へ切り替える。

[0066] ステップ3005では、ステップ3004において通電モードを逆方向に切り替えてから所定時間が経過したか否かを判定する。所定時間は、通電モードの切り替えに伴って非通電相に流れる還流電流が発生している時間である。

[0067] ここで、所定時間が経過しているか否かを判定する理由について述べる。図12のように、位置決め通電モードである通電モード(3)において、ロータ120が正方向に回転して、非通電相(U相)に生じる電圧がA点からB点に変化したところで通電モード(2)に切り替わり、さらに、ロータ120が正方向に回転して、非通電相(V相)に生じる電圧がB'点からC'点へと変化したところで、ステップ3008に後述するように位置決め通電モードへ戻る場合、非通電相に生じる電圧の時間変化は、図13(a)のようになる。

[0068] 図13(a)に示すように、位置決め通電モードである通電モード(3)から通電モード(2)に切り替わって還流電流が非通電相(V相)に流れる時間 λ において、非通電相(V相)の電圧はGND (ground) 電圧に張り付いてしまう。このため、この時間 λ において、非通電相の電圧について、後述のステップ3006のように時間変化率を演算しても、ロータ120が正方向又は逆方向のいずれの方向に回転しているかを推定できない。そこで、時間 λ が経過するまで非通電相の電圧について時間変化率の演算を行わないようにするため、時間 λ を所定時間として、ステップ3004における通電モードの切り替えから所定時間が経過しているか否かを判定している。

- [0069] ステップ3005において、所定時間が経過していると判定された場合には、ステップ3006へ進み（Yes）、一方、所定時間が経過していないと判定された場合には、本ステップを繰り返す（No）。なお、制御器220による処理負担の軽減を優先する場合には、ステップ3005を実施しなくてもよい。これは、後述する正方向切り替え処理についても同様である。
- [0070] ステップ3006では、ステップ2003と同様に、非通電相（V相）に生じる電圧の時間変化率 β を演算する。
- [0071] ステップ3007では、通電モードを位置決め通電モードに戻すタイミングを検出すべく、非通電相（V相）に生じる電圧の時間変化率 β が0未満であるか否かを判定する。
- [0072] ここで、位置決め通電モードに戻すタイミングを非通電相に生じる電圧の時間変化率 β により検出する理由について述べる。図14に示すように、位置決め通電モードである通電モード（3）において、ロータ120が正方向に回転して、非通電相（U相）に生じる電圧がD点からE点まで変化した場合、E点で通電モード（2）に切り替えると、切り替えた後もイナーシャによりロータ120は正方向に回転するので、非通電相（V相）に生じる電圧はE'点からF'点に向けて変化する。しかし、通電モード（2）の位置決め角度が30degであり、ロータ120には逆方向のトルクが働いて「ブレーキ」が作用している状態であるので、ロータ120の正方向の回転はついには停止して逆方向に回転を始める。このため、非通電相（V相）の電圧は、E'点から、例えば、F'点まで上昇するが、その後、E'点へ向けて減少していく。すなわち、この非通電相（V相）の電圧は、図14（c）に示すように、F'点を境に、時間変化率がプラス／マイナス逆転する。そして、ロータ120が逆方向に回転を始めた場合に通電モード（2）を維持していると、ロータ120の揺動をかえって大きくしてしまうため、時間変化率が0未満に変化したときに、通電モード（2）を位置決め通電モードである通電モード（3）に戻している。
- [0073] ステップ3007において、非通電相（V相）に生じる電圧の時間変化率

β が0未満であると判定された場合には、ステップ3008へ進む（Yes）。一方、非通電相（V相）に生じる電圧の時間変化率 β が0以上であると判定された場合には、ステップ3006へ戻る（No）。

[0074] ステップ3008では、位置決め通電モードを実施する。通電モード（2）を位置決め通電モードに戻した場合、ステップ3004において位置決め通電モードを通電モード（2）に切り替えたときと同様、図13に示すように、非通電相（U相）に生じる電圧が還流によりGND電圧に張り付く現象が生じる。また、本ステップの後に実施するステップ1002では、非通電相の電圧自体に基づいて、位置決め制御処理が完了したか否かを判定する。したがって、ステップ1002を実行する場合には、ステップ3005のように、本ステップで位置決め通電モードを実施していから還流時間が経過するまで非通電相の電圧を検出しないようにしてもよい。また、非通電相の電圧がGND電圧に張り付いてから再び立ち上がる時のエッジを検出してから、非通電相の電圧を検出するようにしてもよい。これは、後述する正方向切り替え処理についても同様である。なお、ステップ2001は、本ステップの実施により不要である。

[0075] 図15は、ステップ2007における通電モードの正方向切り替え処理についての詳細を示す。なお、正方向切り替え処理は、逆方向に回転するロータ120に対して正方向のトルクを発生させるという点で相違する以外には、図11の逆方向切り替え処理と同様であるので、説明を簡略化ないし省略して述べる。

[0076] ステップ4001では、ステップ2003と同様に、非通電相（例えば、U相）に生じる電圧の微小時間 Δt における時間変化率 α' を演算する。

[0077] ステップ4002では、通電モードの正方向切り替え実施フラグ F_{ccw} の設定を行う。正方向切り替え実施フラグ F_{ccw} は、通電モードの正方向切り替えを実施するか否かいずれかを示すフラグである。ここで、 $F_{ccw}=1$ である場合、正方向切り替えを実施することを示し、 $F_{ccw}=0$ である場合、正方向切り替えを実施しないことを示すものとする。本実施形態のように、位置決め

通電モードが通電モード（３）である場合、 $F_{ccw}=0$ は、通電モード（４）への切り替えを実施しないことを示し、 $F_{ccw}=1$ は、通電モード（４）への切り替えを実施することを示している。

[0078] 時間変化率 α' が０未満である場合には、正方向切り替えの実施を中止すべく、 $F_{ccw}=0$ に設定する一方、時間変化率 α' が０以上である場合には、正方向切り替えを実施すべく、 $F_{ccw}=1$ に設定する。

[0079] ステップ４００３では、正方向切り替え実施フラグ F_{ccw} が０と１とのいずれであるかを判定する。 $F_{ccw}=0$ である場合、通電モードの正方向切り替えを実施しないため、ステップ１００２における位置決め制御処理が完了しているか否かを判定すべく、通電モードの正方向切り替え処理を終了する。一方、 $F_{ccw}=1$ である場合、通電モードの正方向切り替えを実施すべく、ステップ４００４へ進む。

[0080] ステップ４００４では、通電モードを位置決め通電モードから正方向へ切り替える。

本実施形態のように、位置決め通電モードが通電モード（３）である場合、通電モード（４）へ切り替える。

[0081] ステップ４００５では、ステップ４００４において通電モードを逆方向に切り替えてから所定時間が経過したか否かを判定する。所定時間は、通電モードの切り替えに伴って非通電相に流れる還流電流が発生している時間である。所定時間が経過していると判定された場合には、ステップ４００６へ進み（Ｙｅｓ）、一方、所定時間が経過していないと判定された場合には、本ステップを繰り返す（Ｎｏ）。

[0082] ステップ４００６では、ステップ２００３と同様に、非通電相（Ｖ相）に生じる電圧の時間変化率 β を演算する。

[0083] ステップ４００７では、通電モードを位置決め通電モードに戻すタイミングを検出すべく、非通電相（Ｖ相）に生じる電圧の時間変化率 β が０未満であるか否かを判定する。非通電相（Ｖ相）に生じる電圧の時間変化率 β が０未満であると判定された場合には、ステップ４００８へ進む（Ｙｅｓ）。一

方、非通電相（V相）に生じる電圧の時間変化率 β が0以上であると判定された場合には、ステップ4006へ戻る（No）。

[0084] ステップ4008では、位置決め通電モードを実施する。

[0085] このようなモータ制御装置200によれば、位置決め通電モードにより回転するロータ120に対し、回転方向と反対方向にトルクを発生させて「ブレーキ」を作用させることができる。このため、ブラシレスモータ100により駆動される電動ウォータポンプ26の回転体やロータ120自体のイナーシャが大きくなっても、位置決め通電モードにおける位置決め角度に対するロータ120の揺動が減衰しにくくなることがない。したがって、ロータ120の位置決めに要する時間が、例えば、約0.8秒から0.115秒まで短縮できるため、ステップ1003におけるセンサレス制御を速やかに開始することが可能となり、電動ウォータポンプ26の起動応答性が向上する。

[0086] なお、前述の実施形態において、所定の場合には、位置決め通電モードを正方向あるいは逆方向に切り替えて、回転するロータ120に「ブレーキ」を働かせる、ステップ2002～ステップ2007の処理を実施しなくともよい。これは、冷却システムにおける冷却水の粘度の温度依存性により、水温が低下して電動ウォータポンプ26のフリクションが高くなると、このフリクションが「ブレーキ」代わりとなって、ロータ120の揺動が減衰しやすくなるからである。したがって、前述の所定の場合とは、例えば、位置決め通電モードの切り替えにより「ブレーキ」を作用させなくても電動ウォータポンプ26の起動応答性に影響を与えない冷却水の粘度となる水温の上限値に対し、水温の実測値がこの上限値以下となる場合である。

[0087] これとは別に、前述の所定の場合とは、非通電相の電圧が図8（b）の $\Delta\theta$ の範囲に収まっていることを前提に、非通電相の電圧の、例えば、ゼロクロス点などにおける時間変化率が所定率以下となっている場合としてもよい。非通電相電圧の時間変化率は、ロータの磁極位相が同じであっても、冷却水の粘度が高くなるにつれて低下するので、前述の所定率は、電動ウォータ

ポンプ 26 の起動応答性に影響を与えない冷却水の粘度となる場合の時間変化率の上限値である。

[0088] 前述の実施形態において、位置決め通電モードを逆方向又は正方向に切り替えて（ステップ 3004、ステップ 4004）、回転するロータ 120 に回転方向と反対方向にトルクを生じさせて「ブレーキ」を作用させているが、この「ブレーキ」の大きさは、ステップ 2001 の位置決め通電モード実施から経過した時間に応じて、徐々に小さくしてもよい。具体的には、位置決め通電モードである通電モード（3）から通電モード（2）又は通電モード（4）に切り替えられた場合に、位置決め通電モードの実施から経過した時間に応じて、通電モード（2）又は通電モード（4）におけるモータ印加電圧 V を減少させる。これにより、ロータ 120 の回転方向と反対方向に生じるトルクを低下させて、「ブレーキ」の大きさを徐々に小さくすることができるので、「ブレーキ」の効き過ぎによりロータ 120 の揺動がかえって減衰しにくくなる可能性を低減する。

[0089] また、時間に応じて「ブレーキ」の大きさを徐々に小さくする前述の方法に代えて、位置決め通電モードにおける非通電相の電圧の振幅に応じて「ブレーキ」の大きさを徐々に小さくしてもよい。図 16（a）に示すように、位置決め通電モードにおける非通電相の電圧は、ロータ 120 の揺動が減衰していくのに伴い、徐々に小さくなるピーク電圧（図中の白抜き丸印）を、ステップ 2002 において通電モードの切り替え制御を開始できると判定されてから順次検出する。また、図 16（b）に示すように、各ピーク電圧 $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6 \dots$ を、最初に検出されたピーク電圧 V_1 で除算し、かつ、絶対値化したピーク電圧比率 $|V_1/V_1|, |V_2/V_1|, |V_3/V_1|, |V_4/V_1|, |V_5/V_1|, |V_6/V_1| \dots$ を順次演算する。そして、ピーク電圧比率の演算後、最初にステップ 3004 又はステップ 4004 を実施する場合、モータ印加電圧 V （あるいは $-V$ ）に最新のピーク電圧比率を乗算した電圧を印加して、通電モード（2）あるいは通電モード（4）を実施する。このようにしても、ロータ 120

の回転方向と反対方向に生じるトルクを低下させて、「ブレーキ」の大きさを徐々に小さくすることが可能であるので、「ブレーキ」の効き過ぎによりロータ 120 の位置決めに要する時間の短縮化を阻害しないようにすることができる。

[0090] なお、「ブレーキ」の大きさを徐々に小さくするのは、時間や、位置決め通電モードにおける非通電相の電圧に応じてだけでなく、前述した水温や時間変化率に応じて行うことも可能である。例えば、水温の上昇に伴って「ブレーキ」の大きさを小さくする一方、水温の低下に従って「ブレーキ」の大きさを徐々に大きくする。また、例えば、時間変化率の増大に従って「ブレーキ」の大きさを徐々に小さくする一方、時間変化率の減少に従って「ブレーキ」の大きさを徐々に大きくする。

[0091] ブラシレスモータ 100 は、前述のように、電動ウォータポンプ 26 の動力源に適用されるだけでなく、例えば、エンジン・変速機などへ潤滑冷却機能・油圧を提供するオイルポンプの動力源や、車両の様々な機構部品を作動させるための電動アクチュエータなど、種々の用途に適用可能である。

[0092] ここで、前記実施形態から把握し得る請求項以外の技術的思想について、以下に効果と共に記載する。

[0093] (イ) ブラシレスモータの起動指令を受けた場合に、前記ブラシレスモータの複数相のうち 2 相へ通電してロータを所定位置に位置決めするブラシレスモータの制御装置であって、前記 2 相に対して通電する前記位置決め通電モードを、前記 2 相と異なる他の 2 相へ通電する通電モードへ一時的に切り替えた場合、前記位置決め通電モードを再開するときには所定時間経過してから前記位置決め通電モードを実施することを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、位置決め通電モードから通電モードが切り替わった場合に、還流電流が非通電相に流れても、所定時間を還流電流が流れる時間に設定すれば、非通電相の電圧について時間変化率の演算を行なえないようになる。したがって、非通電相電圧の時間変化率を精度良く演算することができる。

[0094] (ロ) 前記位置決め通電モードは、前記非通電相に生じる電圧の変化率における正負に応じて、又は、前記非通電相に生じる電圧の傾きにおける正負に応じて、前記他の2相へ通電する通電モードへ一時的に切り替えられることを特徴とする請求項1～請求項3、又は(イ)のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、非通電相の電圧に対してロータの回転速度に応じた速度起電圧が重畳することによりロータ磁極位相の特定が困難であっても、ロータが正方向又は逆方向のいずれに回転しているかを推定できる。

[0095] (ハ) 前記位置決め通電モードを前記他の2相へ通電する通電モードへ一時的に切り替えた場合、前記他の2相へ通電する通電モードは、前記非通電相に生じる電圧の変化率における正負に応じて、又は、前記非通電相に生じる電圧の傾きにおける正負に応じて、前記位置決め通電モードに再び切り替えられることを特徴とする請求項1～請求項3、又は(イ)若しくは(ロ)のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、非通電相の電圧に対してロータの回転速度に応じた速度起電圧が重畳することによりロータ磁極位相の特定が困難であっても、ロータが正方向又は逆方向のいずれに回転しているかを推定できる。

[0096] (ニ) 前記位置決め通電モードから前記他の2相へ通電する通電モードに切り替える場合の前記非通電相に生じる電圧の変化率は、前記他の2相へ通電する通電モードから前記位置決め通電モードに切り替える場合の前記非通電相に生じる電圧の変化率に対して、正負が逆になることを特徴とする請求項1～請求項3、又は(イ)～(ハ)のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、通電モードを切り替えるか否かの判断が容易である。

[0097] (ホ) 前記位置決め通電モードから前記他の2相へ通電する通電モードに切り替える場合の前記非通電相に生じる電圧の傾きは、前記他の2相へ通電する通電モードから前記位置決め通電モードに切り替える場合の前記非通電相に生じる電圧の傾きに対して、正負が逆になることを特徴とする請求項1～

請求項3、又は（イ）～（ハ）のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、通電モードを切り替えるか否かの判断が容易である。

[0098] （ヘ）前記ブラシレスモータが電動ポンプを駆動する場合、前記位置決め通電モードは、前記電動ポンプにより圧送される媒体の温度に応じて、ロータが回転可能な電圧を前記2相に通電することを特徴とする請求項1～請求項3、又は（イ）～（ホ）のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、位置決め制御において、電動ポンプにより圧送される媒体とのフリクションに抗してロータの回転を可能にしつつ、無駄な電力を消費しないという利点を得られる。

[0099] （ト）前記ブラシレスが電動ポンプを駆動する場合、前記他の2相へ通電する通電モードは、前記電動ポンプにより圧送される媒体の粘度に応じて、前記他の2相へ通電する電圧を変更することを特徴とする請求項1～請求項3、又は（イ）～（ヘ）のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。電動ポンプにより圧送される媒体の粘度の温度依存性により、媒体の温度が低下して電動ウォーターポンプのフリクションが高くなると、このフリクションが「ブレーキ」代わりとなって、ロータの揺動が減衰しやすくなる。このため、「ブレーキ」を必要としない場合に無駄な電力を消費することがない。

[0100] （チ）前記他の2相へ通電する通電モードは、前記媒体の温度に応じて、前記他の2相へ通電を行うことを特徴とする（ト）に記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、電動ポンプにより圧送される媒体の粘度を媒体の温度で推定して、この温度に応じて前記他の2相へ通電する電圧を変更することができる。

[0101] （リ）前記他の2相へ通電する通電モードは、前記非通電相に生じる電圧の変化率に応じて、前記他の2相へ通電を行うことを特徴とする（ト）に記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、電動ポンプにより圧送される媒体の粘度を、非通電相に生じる電圧の変化率で推定して、この変化

率に応じて前記他の2相へ通電する電圧を変更することができる。

[0102] (ヌ) 前記他の2相へ通電する通電モードは、前記位置決め通電モードにより前記2相へ通電を開始してからの経過時間に応じて、前記他の2相へ通電する電圧を徐々に減少させることを特徴とする請求項1～請求項3、又は(イ)～(リ)のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、「ブレーキ」の効き過ぎによりロータの揺動がかえって減衰しにくくなる可能性を低減できる。

[0103] (ル) 前記他の2相へ通電する通電モードは、前記位置決め通電モードにおける非通電相電圧の振幅に応じて、前記他の2相へ通電する電圧を徐々に減少させることを特徴とする請求項1～請求項3、又は(イ)～(リ)のいずれか1つに記載のブラシレスモータの制御装置。このようにすれば、(ヌ)と同様に、「ブレーキ」の効き過ぎによりロータの揺動がかえって減衰しにくくなる可能性を低減できる。

符号の説明

[0104] 100…ブラシレスモータ、110u…U相、110v…V相、110w…W相、120…ロータ、200…モータ制御装置、210…駆動回路、220…制御器

請求の範囲

- [請求項1] ブラシレスモータの起動指令を受けた場合に、前記ブラシレスモータの所定相に対する通電を保持してロータを所定位置に位置決めするブラシレスモータの制御装置であって、
- 前記所定相に対して通電を保持する位置決め通電モードを、非通電相に生じる電圧に基づいて、前記所定相と異なる組み合わせの相に通電する他の通電モードへ一時的に切り替えることを特徴とするブラシレスモータの制御装置。
- [請求項2] 前記他の通電モードは、前記位置決め通電モードにより回転する前記ロータに対し、回転方向と反対方向にトルクを発生させることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータの制御装置。
- [請求項3] 前記位置決め通電モードは、前記非通電相に生じる電圧の変化に応じて、前記他の通電モードへ一時的に切り替えられることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータの制御装置。
- [請求項4] 前記位置決め通電モードを、前記非通電相に生じる電圧に基づいて、前記他の通電モードへ一時的に切り替えた場合、前記位置決め通電モードを再開するときには所定時間経過してから前記位置決め通電モードを実施することを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータの制御装置。
- [請求項5] 前記位置決め通電モードは、前記非通電相に生じる電圧の変化率における正負に応じて、前記他の通電モードへ一時的に切り替えられることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータの制御装置。
- [請求項6] 前記位置決め通電モードを前記他の通電モードへ一時的に切り替えた場合、前記他の通電モードは、前記非通電相に生じる電圧の変化率における正負に応じて、前記位置決め通電モードに再び切り替えられることを特徴とする請求項5に記載のブラシレスモータの制御装置。
- [請求項7] 前記位置決め通電モードから前記他の通電モードに切り替える場合の前記非通電相に生じる電圧の変化率は、前記他の通電モードから前

記位置決め通電モードに切り替える場合の前記非通電相に生じる電圧の変化率に対して、正負が逆になることを特徴とする請求項 1 に記載のブラシレスモータの制御装置。

[請求項8] 前記ブラシレスモータが電動ポンプを駆動する場合、前記位置決め通電モードでの通電電圧は、前記電動ポンプにより圧送される媒体の温度に応じて前記ロータが回転できる電圧であることを特徴とする請求項 1 に記載のブラシレスモータの制御装置。

[請求項9] 前記ブラシレスモータが電動ポンプを駆動する場合、前記他の通電モードでの通電電圧は、前記電動ポンプにより圧送される媒体の粘度に応じて変更されることを特徴とする請求項 1 に記載のブラシレスモータの制御装置。

[請求項10] 前記他の通電モードでの通電電圧は、前記媒体の温度に応じて変更されることを特徴とする請求項 9 に記載のブラシレスモータの制御装置。

[請求項11] 前記他の通電モードでの通電電圧は、前記非通電相に生じる電圧の変化率に応じて変更されることを特徴とする請求項 9 に記載のブラシレスモータの制御装置。

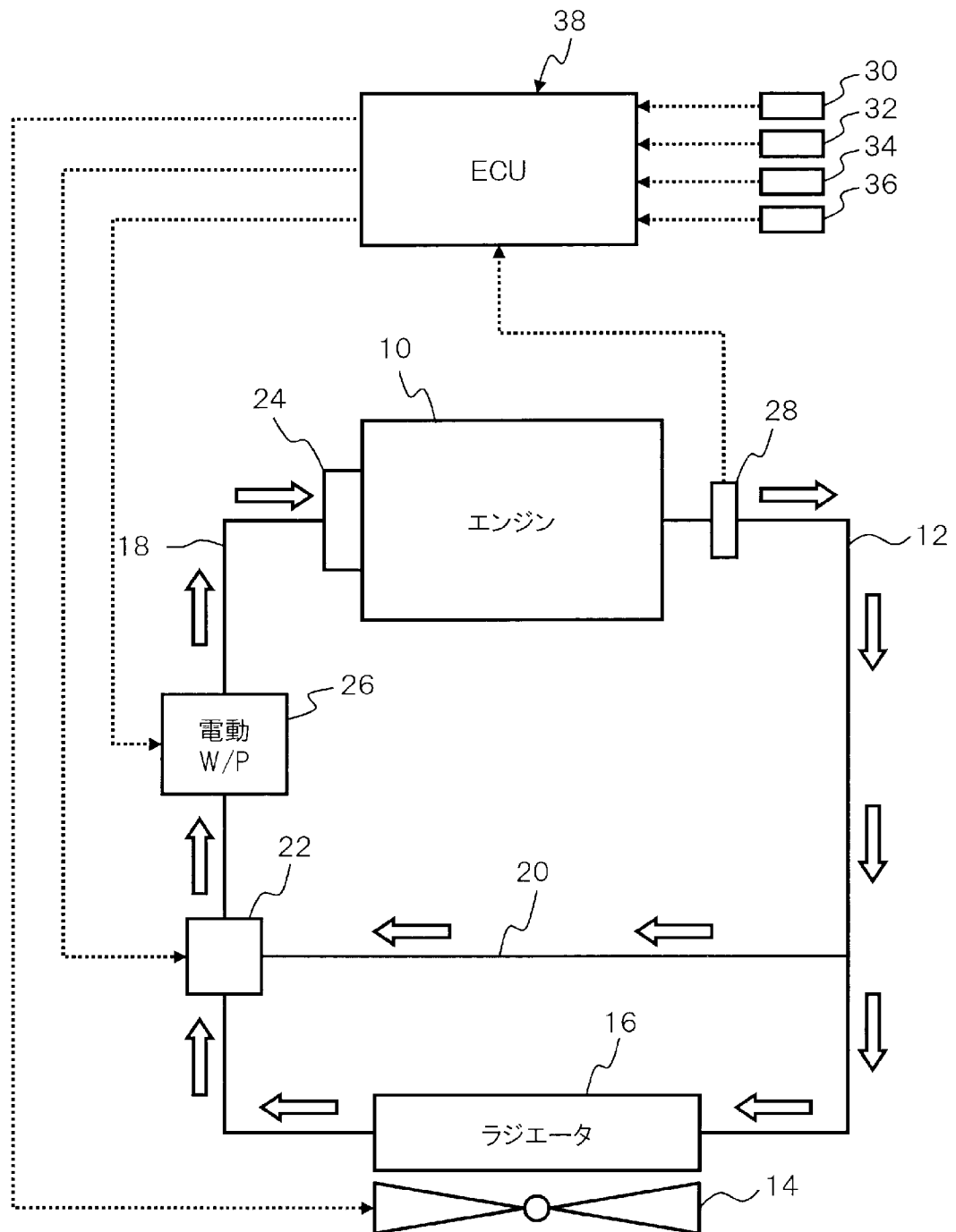
[請求項12] 前記他の通電モードでの通電電圧を、前記位置決め通電モードにより前記所定相へ通電を開始してからの経過時間に応じて、徐々に減少させることを特徴とする請求項 1 に記載のブラシレスモータの制御装置。

[請求項13] 前記他の通電モードでの通電電圧を、前記位置決め通電モードにおける前記非通電相の電圧の振幅に応じて、徐々に減少させることを特徴とする請求項 1 に記載のブラシレスモータの制御装置。

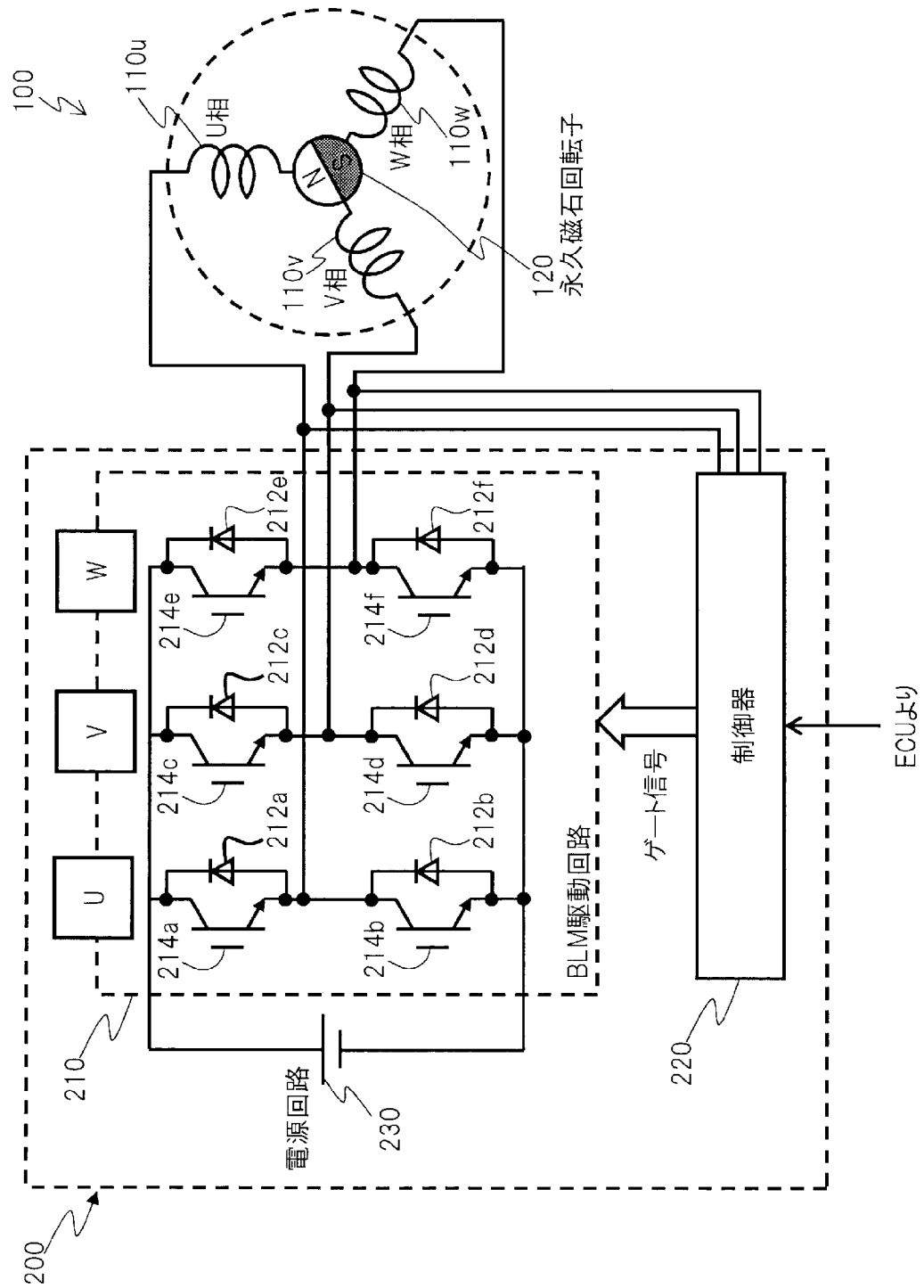
[請求項14] ブラシレスモータのコントロールユニットが、該ブラシレスモータの起動指令を受けた場合に、該ブラシレスモータの所定相に対する通電を保持し、非通電相に生じる電圧に基づいて、前記所定相と異なる組み合わせの相へ一時的に通電を切り替えるブラシレスモータの制御

方法。

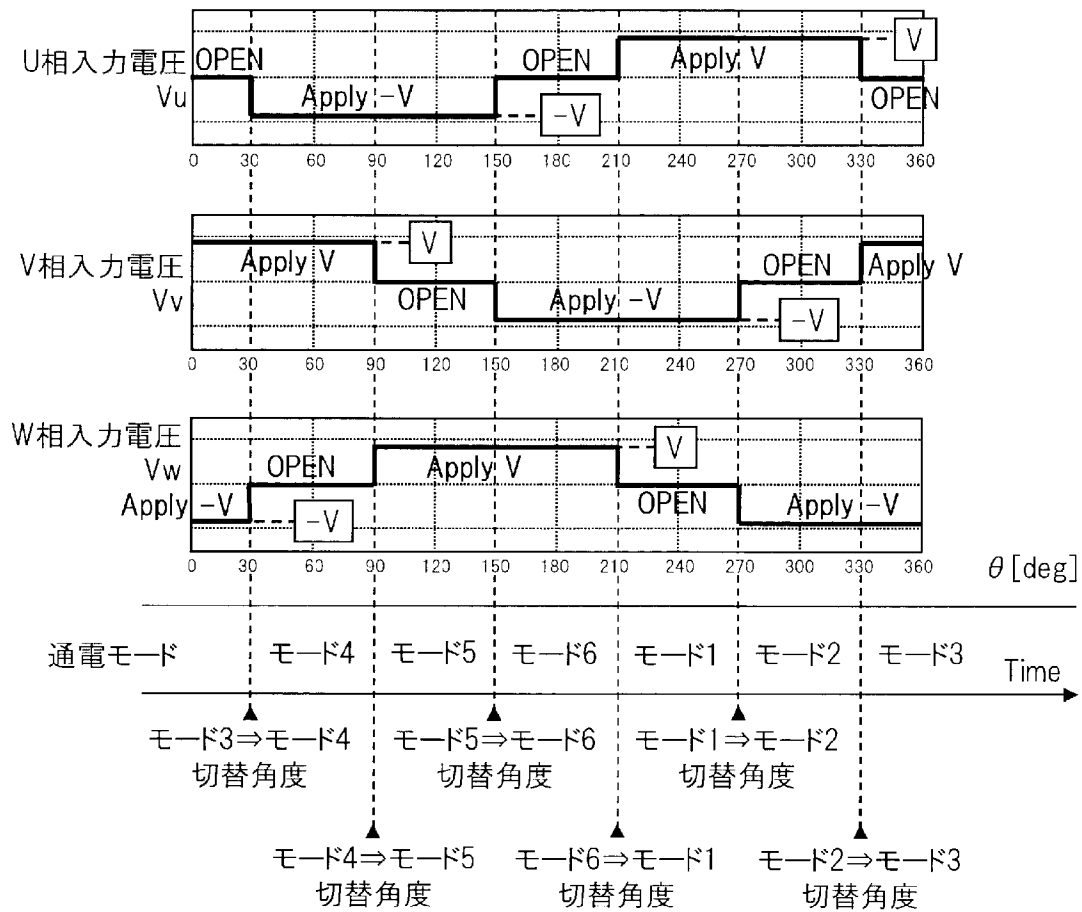
[図1]



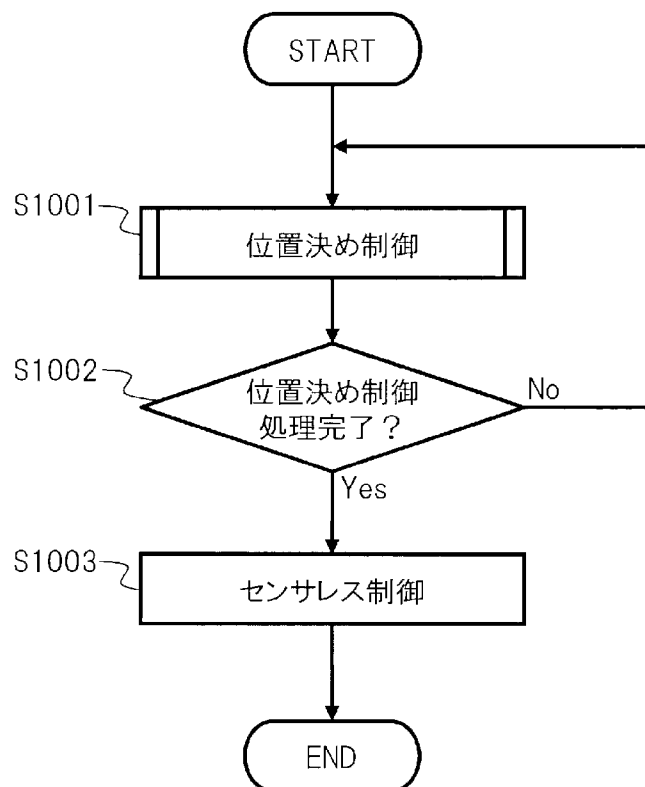
[図2]



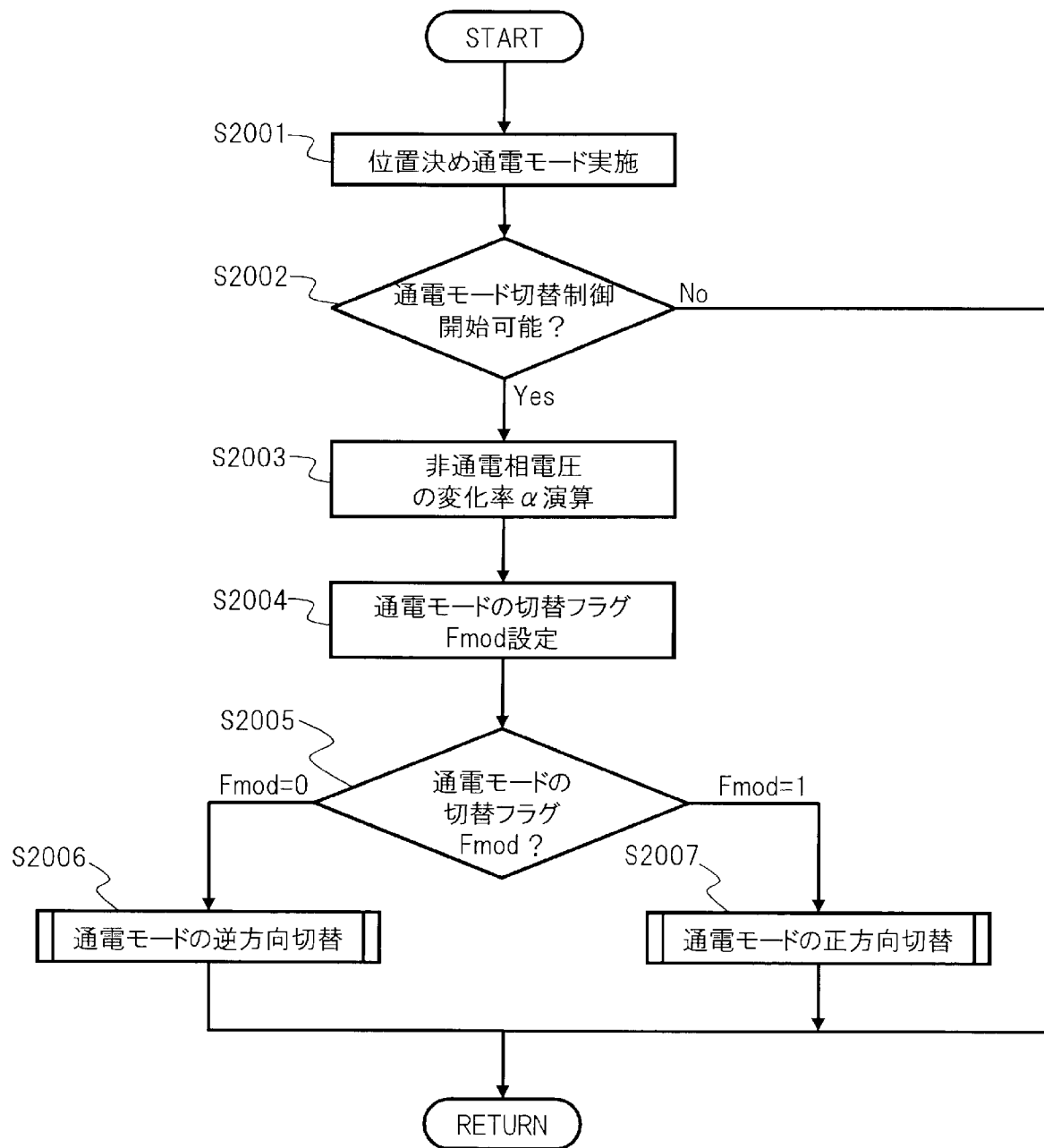
[図3]



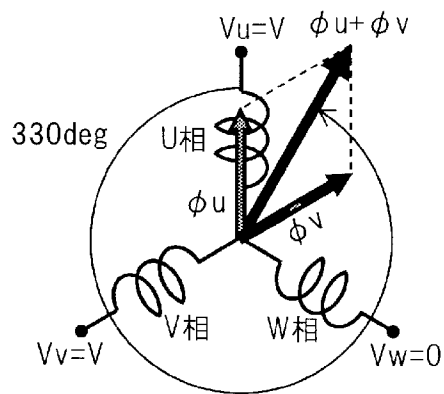
[図4]



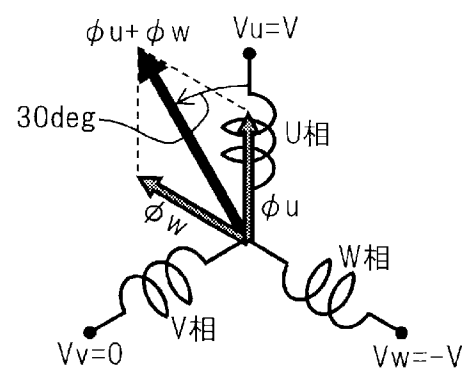
[図5]



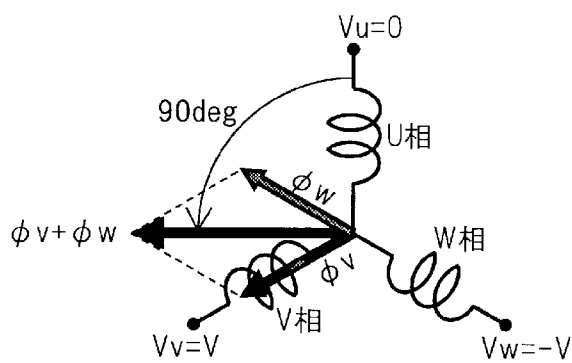
[図6]



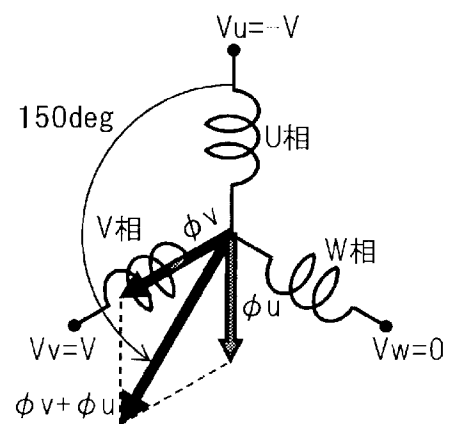
(a) 通電モード(1)



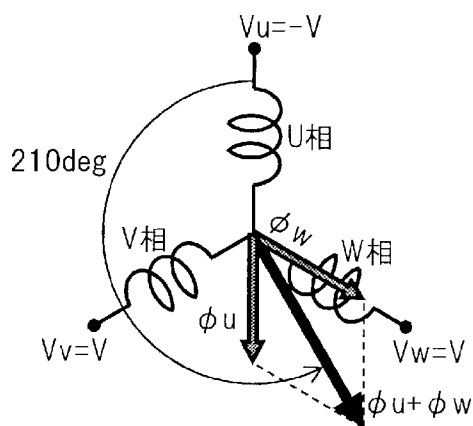
(b) 通電モード(2)



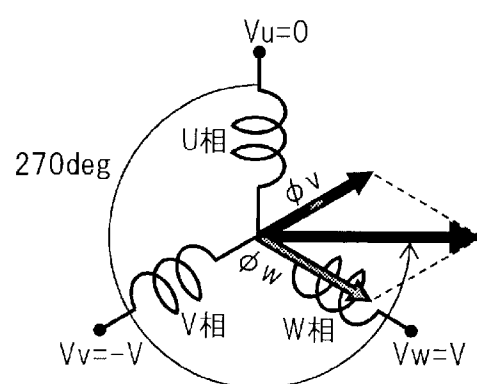
(c) 通電モード(3)



(d) 通電モード(4)

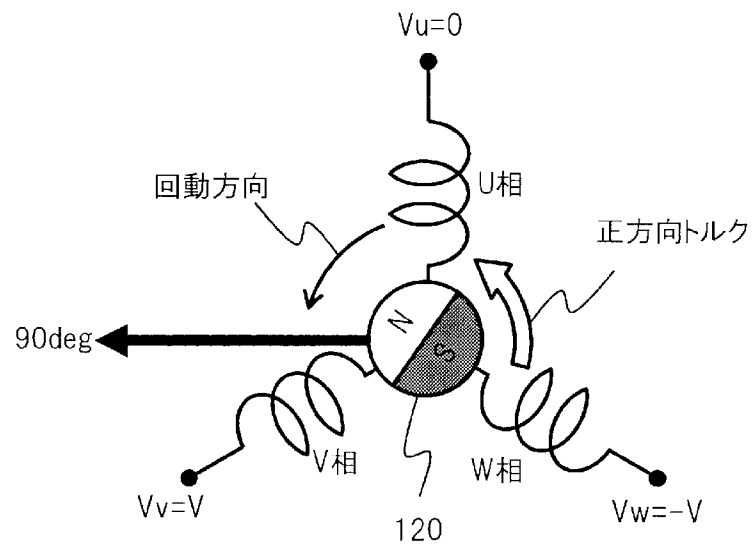


(e) 通電モード(5)

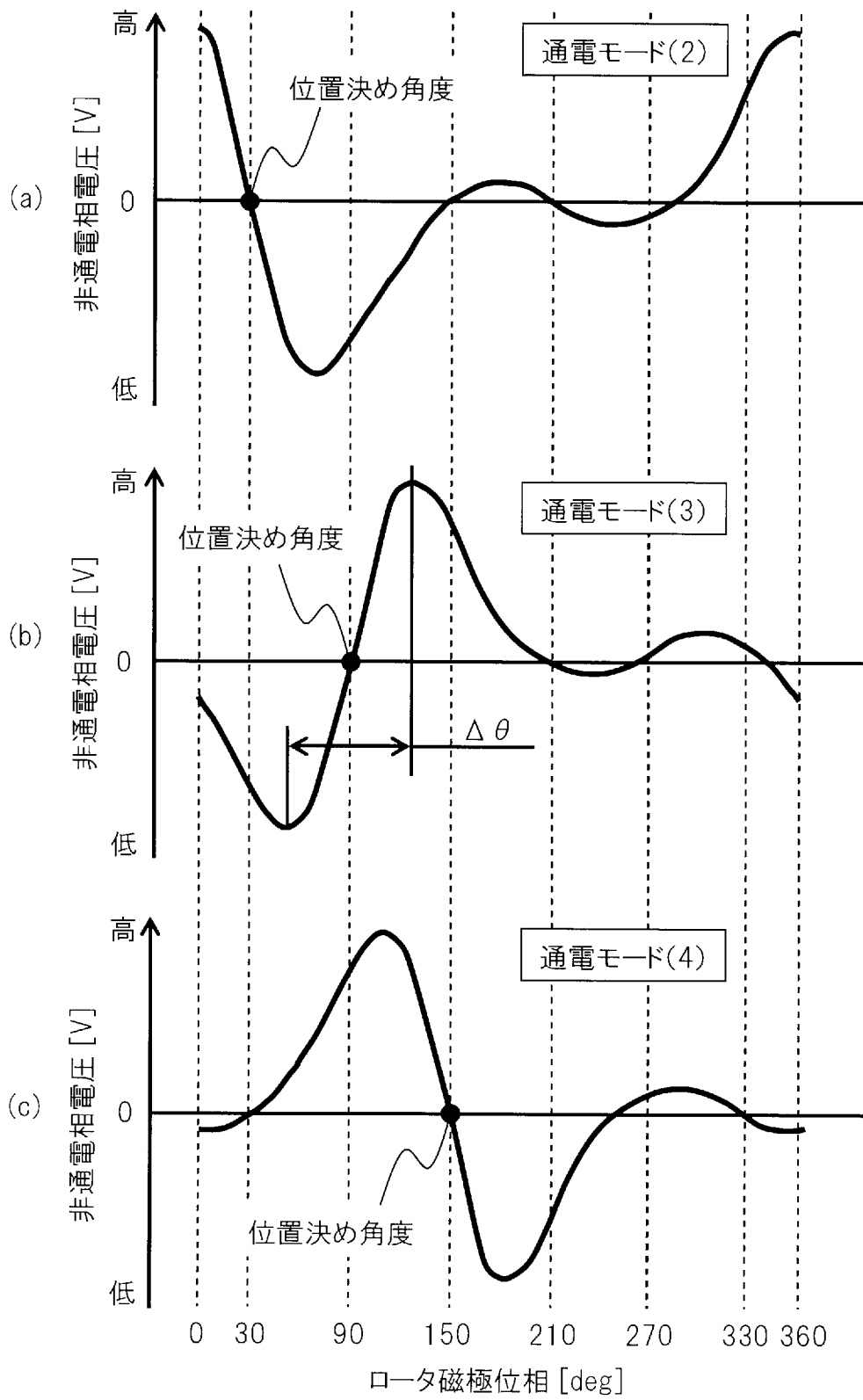


(f) 通電モード(6)

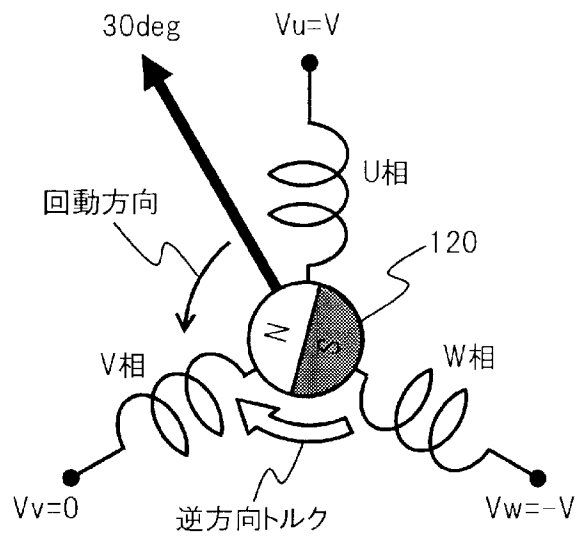
[図7]



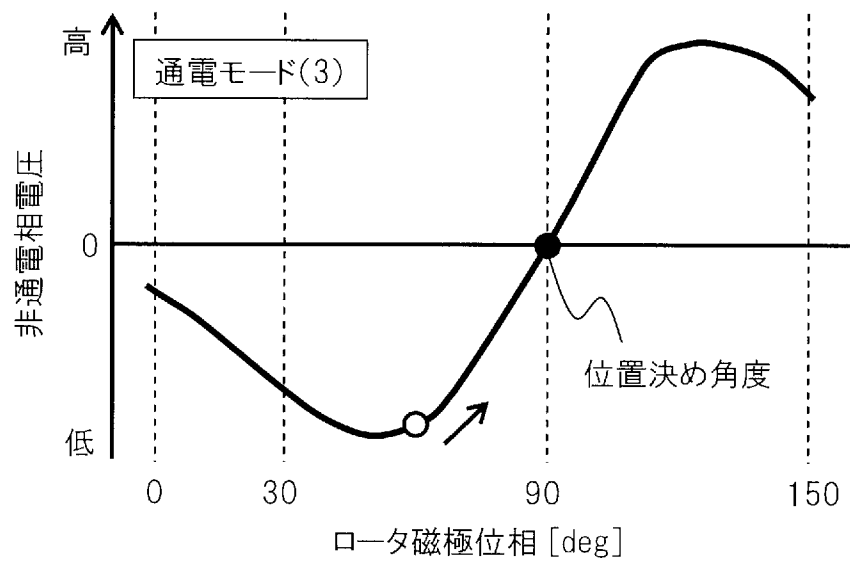
[図8]



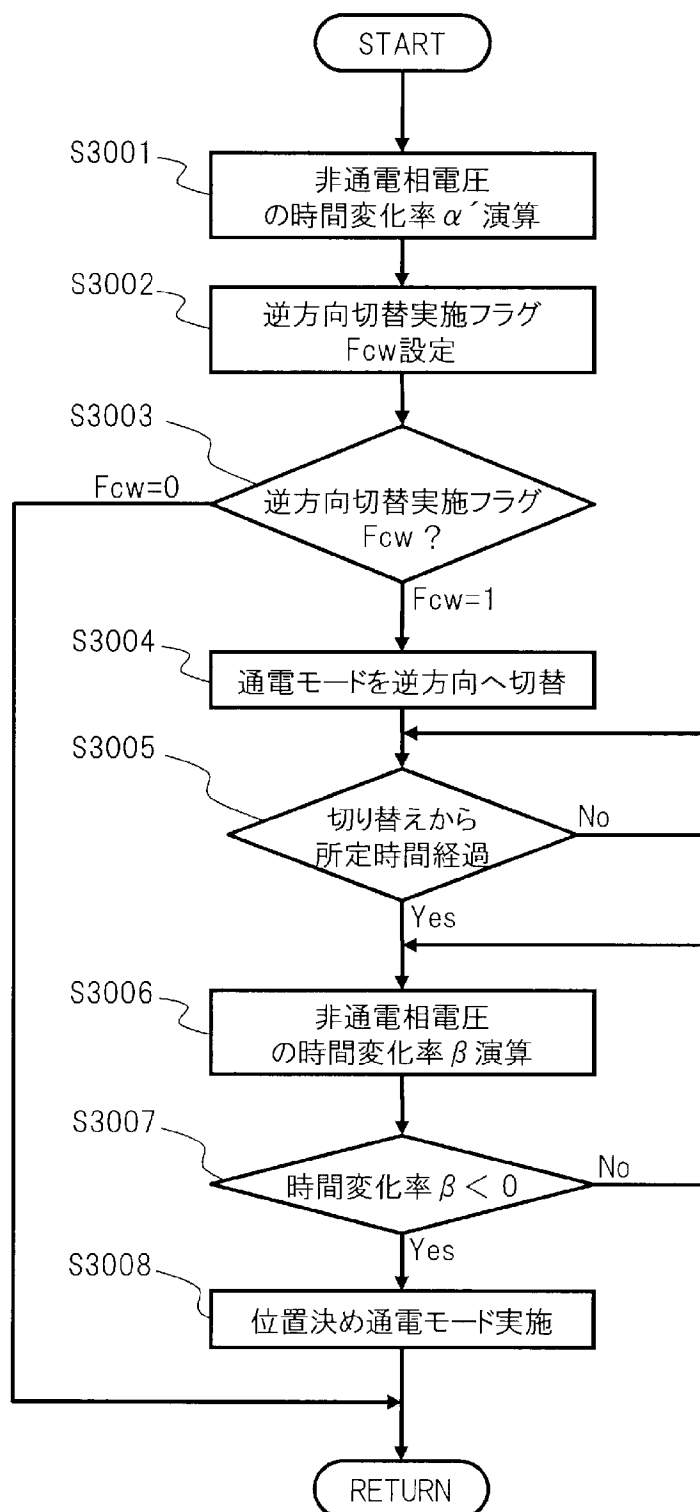
[図9]



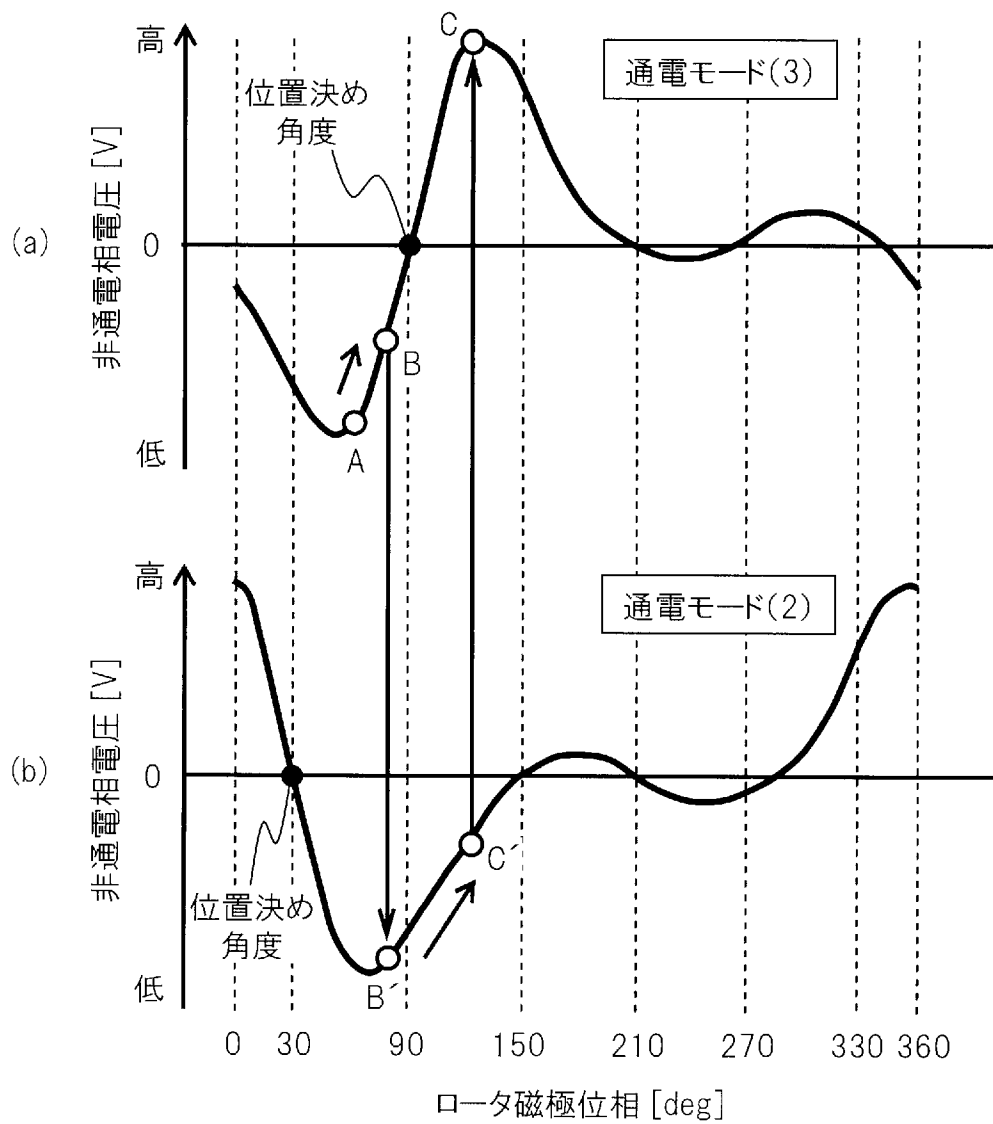
[図10]



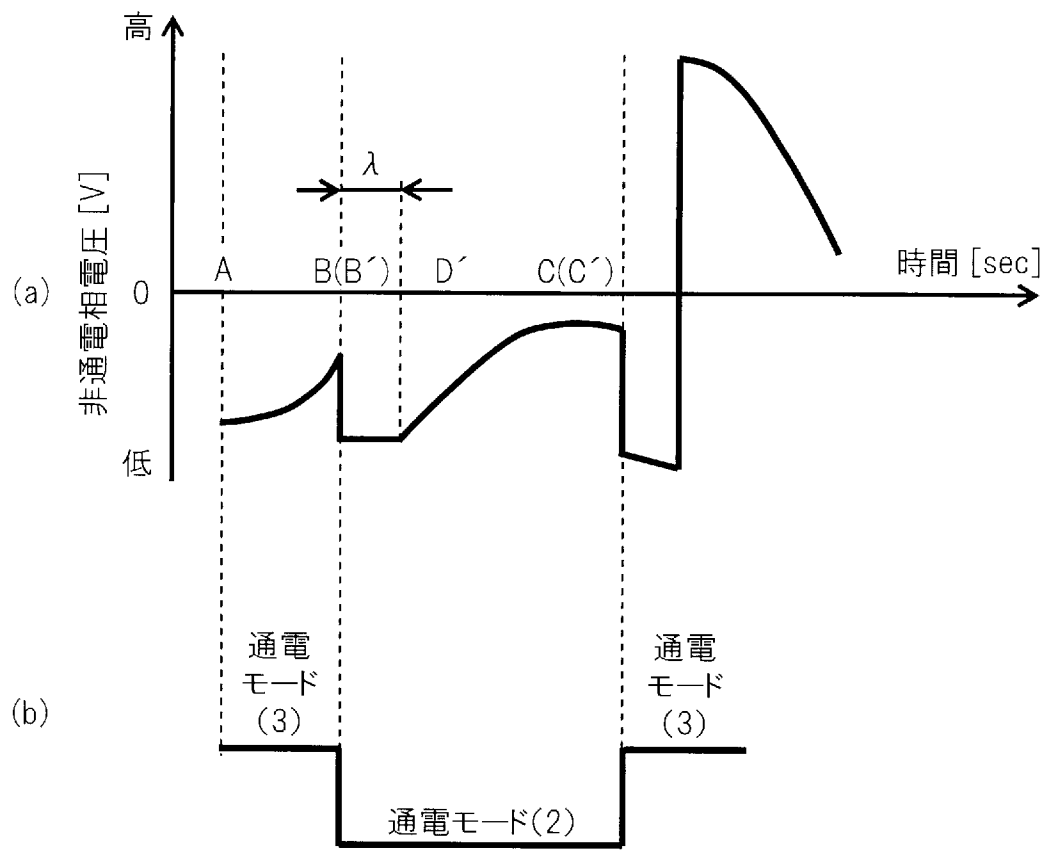
[図11]



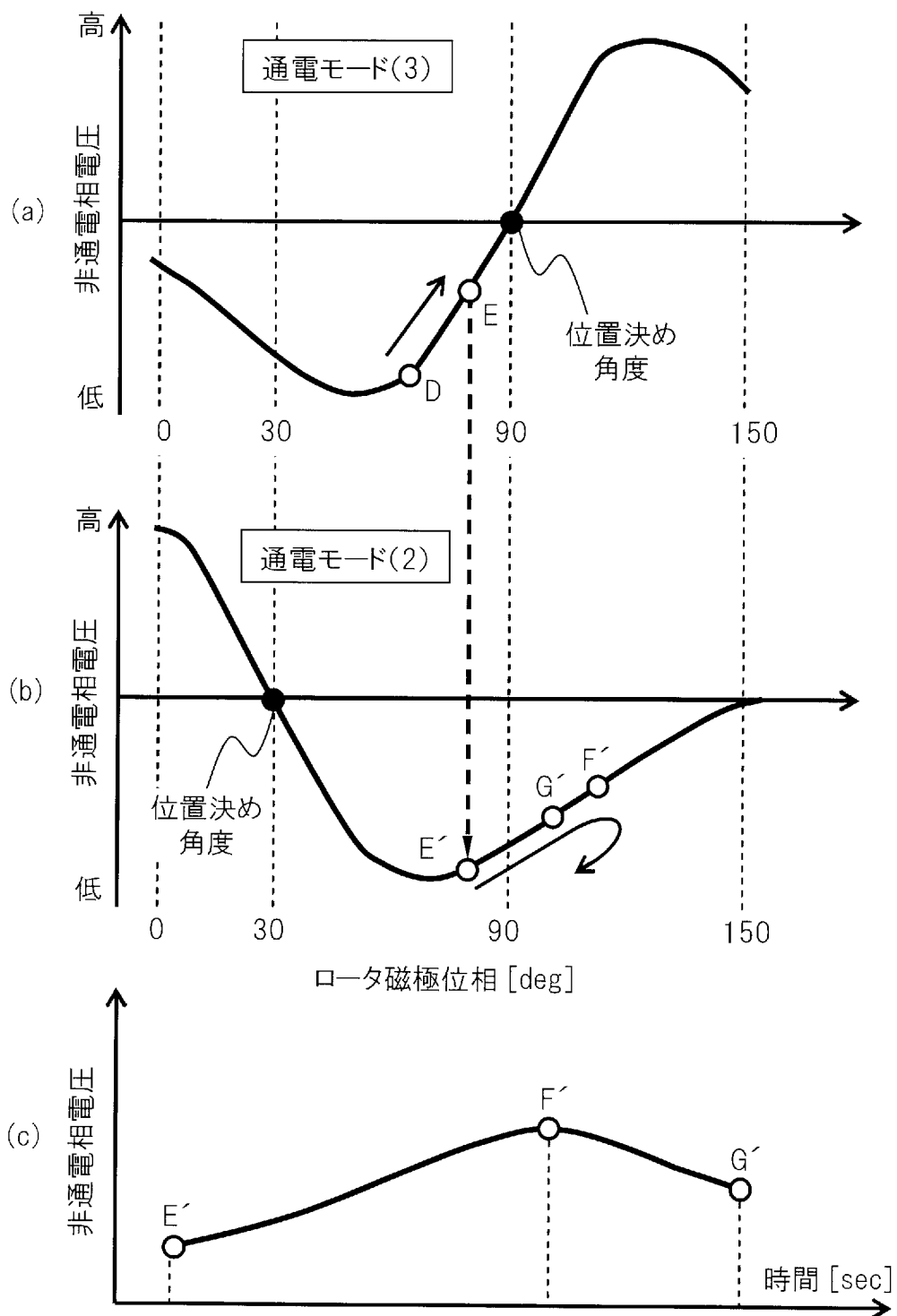
[図12]



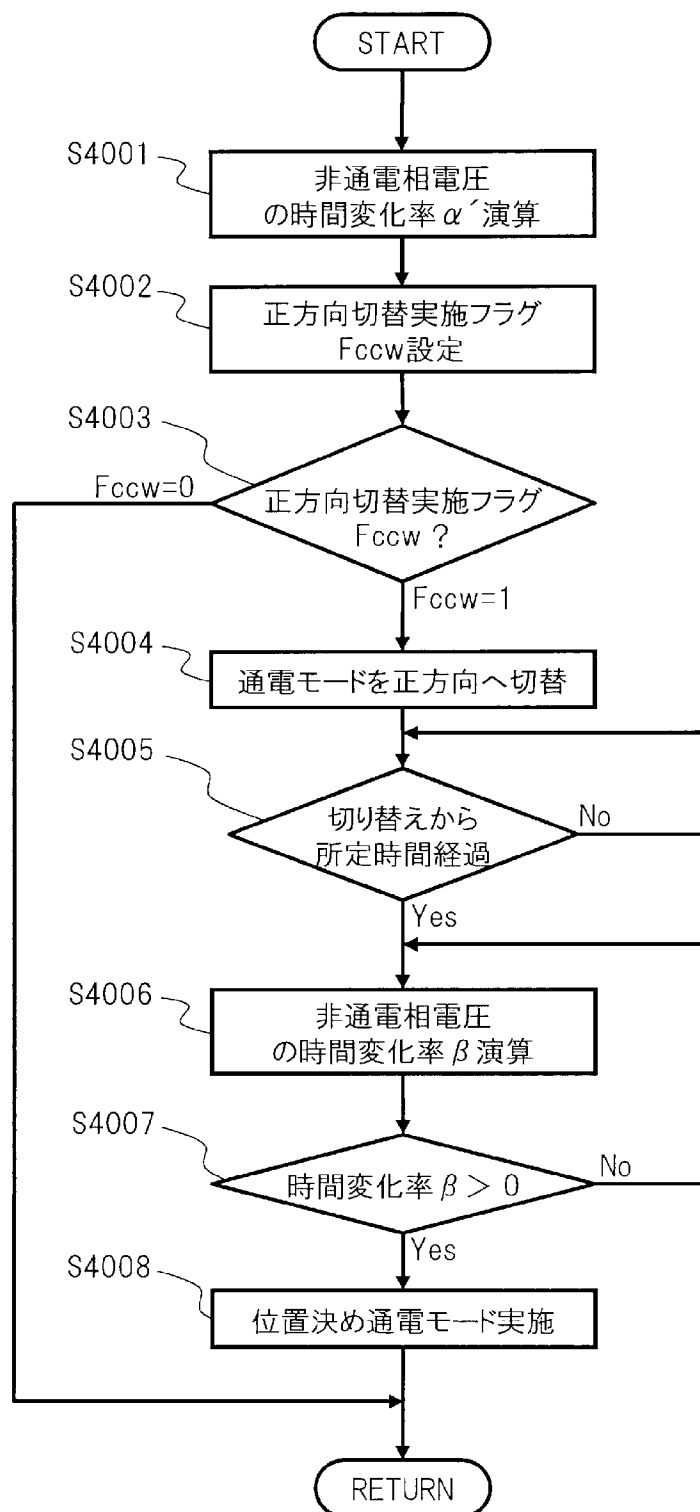
[図13]



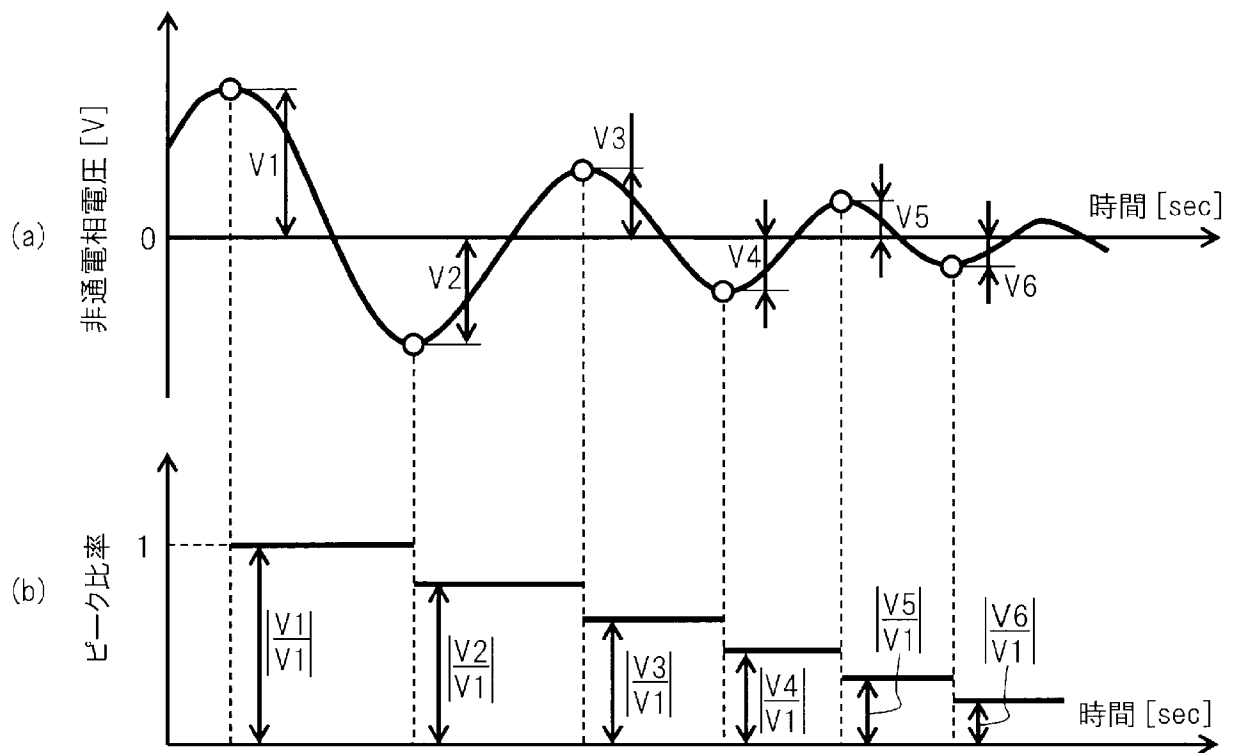
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P6/18 (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)

H02P6/18

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 11-341872 A (NTN Corp.), 10 December 1999 (10.12.1999), paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 (Family: none)	1-4, 8-10, 14 5-7, 11-13
Y A	JP 2012-196064 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraphs [0011] to [0039]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-4, 8-10, 14 5-7, 11-13
Y	JP 2012-253971 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 20 December 2012 (20.12.2012), paragraphs [0027] to [0042]; fig. 1, 4 to 5 & US 2012/0308403 A1 & EP 2533415 A2 & CN 102820841 A	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
12 May, 2014 (12.05.14)

Date of mailing of the international search report
20 May, 2014 (20.05.14)

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（I P C））

Int.Cl. H02P6/18(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（I P C））

Int.Cl. H02P6/18

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 11-341872 A（エヌティエヌ株式会社）1999. 12. 10, 段落【0009】－【0012】、【図1】	1-4, 8-10, 14
A	（ファミリーなし）	5-7, 11-13
Y	JP 2012-196064 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2012. 10. 11, 段落【0011】－【0039】、【図1】－【図6】	1-4, 8-10, 14
A	（ファミリーなし）	5-7, 11-13

☒ 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

1 2 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

宮崎 基樹

3 V

3 4 2 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-253971 A (アイシン精機株式会社) 2012. 12. 20, 段落【0027】－【0042】、【図1】、【図4】－【図5】 & US 2012/0308403 A1 & EP 2533415 A2 & CN 102820841 A	8-10