(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
2016 年 12 月 1 日(01.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/189694 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 23/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065241

(22) 国際出願日: 2015 年 5 月 27 日(27.05.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 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: 森 辰也(**MORI, Tatsuya**); 〒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). 中嶋 俊介(**NAKAJIMA, Shunsuke**); 〒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). 家造坊 勲(**KEZOBO, Isao**); 〒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).

(74) 代理人: 曾我 道治, 外(**SOGA, Michiharu** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目１番１号 国際ビルディング ８階 曾我特許事務所 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

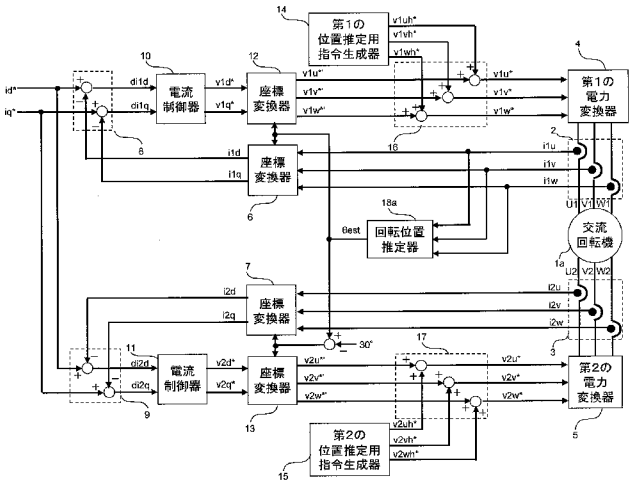
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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)）

WO 2016/189694 A1

(54) **Title**: DEVICE FOR CONTROLLING AC ROTARY MACHINE AND DEVICE FOR CONTROLLING ELECTRIC POWER STEERING

(54) 発明の名称 : 交流回転機の制御装置および電動パワーステアリングの制御装置



1a AC rotary machine
4 First power converter
5 Second power converter
6, 7, 12, 13 Coordinates converter
10, 11 Current controller
14 First position estimation command generator
15 Second position estimation command generator
18a Rotation position estimator

(57) **Abstract**: When an AC rotary machine having a rotor structure producing saliency and having a first three-phase winding and a second three-phase winding is to be controlled, a first position estimation command to be overlapped with a current command or a voltage command on the first three-phase winding and a second position estimation command to be overlapped with a current command or a voltage command on the second three-phase winding are set to the same frequency and a phase difference is provided, whereby the accuracy of estimating the rotation position of the AC rotary machine is improved.

(57) 要約: 突極性を生じさせる回転子構造を有するとともに、第１の３相巻線と第２の３相巻線を有する交流回転機を制御する際に、第１の３相巻線に対する電圧指令または電流指令に重畳させる第１の位置推定用指令と、第２の３相巻線に対する電圧指令または電流指令に重畳させる第２の位置推定用指令について、同一周波数に設定するとともに、位相差を持たせることで、交流回転機の回転位置の推定精度を向上させる。

明　細　書

発明の名称 ：

交流回転機の制御装置および電動パワーステアリングの制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、交流回転機の制御装置およびその制御装置を備えた電動パワーステアリング装置に関するものである。

背景技術

[0002] 交流回転機の回転動作を精度よく制御するには、交流回転機の回転位置情報と、交流回転機に流れる電流情報とが必要である。ここで、回転位置情報は、回転位置センサを交流回転機に別途取付けることにより、得られる。しかしながら、回転位置センサを別途設けることは、コスト、スペース、信頼性という観点からデメリットが大きい。このため、回転位置センサの代わりに、回転位置推定値を用いるセンサレス化が要求されている。

[0003] また、回転位置センサが故障した場合にも、回転位置情報として代替的に回転位置推定値を導入することで、交流回転機の運転を継続することが可能となる。このことから、回転位置センサ故障時のバックアップ器としての回転位置推定機能も要求されている。

[0004] このような観点で、以下のような従来技術がある（例えば、特許文献１参照）。この特許文献１は、互いに中性点で連結された複数の固定子の組を複数備える回転機に関するものである。具体的には、この特許文献１は、推定手段と固定子位相離間手段とを備えて構成されている。

[0005] 推定手段は、電気角周波数よりも高い周波数を有する高周波電圧信号を重畳し、重畳した高周波電圧信号に応じて回転機に流れる高周波電流の検出値に基づいて、回転機の回転角度を推定する。また、固定子位相離間手段は、複数の組の少なくとも一対の組について、固定子に流れる電流の位相を相違させる。そして、推定手段は、固定子を流れる電流の絶対値が所定値以上のものに関する高周波電流の検出値の利用度合いを大きくしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第５５７３７１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、従来技術には、以下のような課題がある。

特許文献１は、Ｕ、Ｖ、Ｗ相で構成される組と、Ｘ、Ｙ、Ｚ相で構成される組とで、固定子に流れる電流の位相を相違させている。これにより、両組を流れる電流が同時にゼロクロス期間となることを避け、ゼロクロス期間とならない方の組に流れる電流に基づいて、回転角度を推定している。

[0008] しかしながら、高周波電圧信号（ｖｄｈｒ、ｖｑｈｒ）として、ＵＶＷ巻線側とＸＹＺ巻線側とに、同一の値が重畳されている。このため、高周波電圧信号に応じて回転機に流れる高周波電流信号が、ＵＶＷ巻線側とＸＹＺ巻線側とで回転二軸（ｄ－ｑ軸）上で見ると同相となる。

[0009] よって、回転機からは「ＵＶＷ巻線に流れる電流のうち高周波電圧信号成分により生じるトルクリップル・振動・騒音」に、「ＸＹＺ巻線に流れる電流のうち高周波電圧信号成分により生じるトルクリップル・振動・騒音」が同じ位相で加算される。この結果、回転機で生じる高周波電圧信号成分のトルクリップル・振動・騒音が増大するといった課題が生じる。

[0010] また、高周波電圧信号成分のトルクリップル・振動・騒音を抑えるためには、高周波電圧信号の振幅を低減させることが考えられる。しかしながら、高周波電圧信号の振幅を低減させと、Ｓ／Ｎ比の悪化やＡＤ分解能による量子化誤差によって、推定手段における回転位置推定性能が低下するといった課題が生じる。

[0011] 本発明は、前記のような課題を解決するためになされたものであり、高周波電圧信号成分のトルクリップル・振動・騒音を抑えるとともに、回転位置推定精度を向上させることのできる交流回転機の制御装置および電動パワー

ステアリングの制御装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る交流回転機の制御装置は、突極性を生じさせる回転子構造を有するとともに、第１の３相巻線と第２の３相巻線を有する交流回転機と、第１の３相巻線を流れる電流を第１巻線電流として検出する第１の電流検出器と、第２の３相巻線を流れる電流を第２巻線電流として検出する第２の電流検出器と、第１の電流検出器で検出された第１巻線電流が、第１巻線電流に対する指令値である第１の電流指令に一致するように第１の電圧指令を演算するとともに、第２の電流検出器で検出された第２巻線電流が、第２巻線電流に対する指令値である第２の電流指令に一致するように第２の電圧指令を演算する制御器と、第１の電圧指令に基づいて第１の３相巻線の各相に電圧を印加する第１の電力変換器と、第２の電圧指令に基づいて第２の３相巻線の各相に電圧を印加する第２の電力変換器と、第１周波数を有する第１の位置推定用指令を生成するとともに、第１周波数を有する第２の位置推定用指令を生成する位置推定用指令生成器と、第１巻線電流と第２巻線電流の少なくとも一方に基づいて、第１周波数の成分の振幅値を抽出し、振幅値の大きさから交流回転機の回転位置を推定する回転位置推定器とを備え、位置推定用指令生成器は、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令を互いに位相差を設けて出力し、制御器は、第１の電圧指令に第１の位置推定用指令を重畳して第１の電力変換器に出力するとともに、第２の電圧指令に第２の位置推定用指令を重畳して第２の電力変換器に出力するものである。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令とに互いに位相差を設けることで、第１の位置推定用指令により生じるトルクリプル・音・振動と第２の位置推定用指令により生じるトルクリップル・音・振動とが互いに位相差を生じるようになる。この結果、両指令が同じ位相の場合に比べて、両者のトルクリプル・音・振動の加算値が低減される。よって、従来技術と比較して、第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令の

振幅値に対して、交流回転機より生じるトルクリップル・音・振動を小さくできる。

[0014] 換言すると、本発明によれば、トルクリップル・振動・音をある所定値以内としたい場合において、第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令の振幅をより大きく設定できる。この結果、本発明は、従来技術と比較してＳ／Ｎ比を向上させ、ＡＤ分解能による量子化誤差の影響を低下させることができる。従って、本発明は、高周波電圧信号成分のトルクリップル・振動・騒音を抑えるとともに、回転位置推定精度を向上できるといった、従来にない顕著な効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施の形態１における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態１における交流回転機として用いられる３相交流回転機の構成を説明するための図である。

[図3]本発明の実施の形態１における第１の位置推定用指令生成器および第２の位置推定用指令生成器のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[図4]本発明の実施の形態１における回転位置推定器の内部構成を示した図である。

[図5]本発明の実施の形態１における各電流抽出器の出力波形を示した図である。

[図6]本発明の実施の形態１における振幅演算器の出力波形を示した図である。

[図7]本発明の実施の形態１における各位置演算信号の波形を示した図である。

[図8]本発明の実施の形態１において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、各位置演算信号の振幅の

特性を示した図である。

[図9]本発明の実施の形態２における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図10]本発明の実施の形態２において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、各位置演算信号の振幅の特性を示した図である。

[図11]本発明の実施の形態３における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図12]本発明の実施の形態３における第１の位置推定用指令生成器および第２の位置推定用指令生成器のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[図13]本発明の実施の形態３における振幅演算器の出力波形を示した図である。

[図14]本発明の実施の形態４における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図15]本発明の実施の形態４において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、第１の３相電圧指令および第２の３相電圧指令の位置推定用指令成分の振幅の特性を示した図である。

[図16]本発明の実施の形態５における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図17]本発明の実施の形態５における第１の位置推定用指令生成器および第２の位置推定用指令生成器のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[図18]本発明の実施の形態５における回転位置推定器の構成を示すブロック線図である。

[図19]本発明の実施の形態５において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流の振幅値の特性を示した図である。

[図20]本発明の実施の形態６における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図21]本発明の実施の形態６において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流の振幅の特性図である。

[図22]本発明の実施の形態７における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図23]本発明の実施の形態７における第１の位置推定用指令生成器および第２の位置推定用指令生成器のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[図24]本発明の実施の形態７における回転位置推定器の構成を示すブロック線図である。

[図25]本発明の実施の形態７において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流の振幅値の特性を示した図である。

[図26]本発明の実施の形態８における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。

[図27]本発明の実施の形態８において、交流回転機より生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流の振幅の特性図である。

[図28]本発明の実施の形態９に係る電動パワーステアリングの構成を示す図

である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の交流回転機の制御装置および電動パワーステアリングの制御装置の好適な実施の形態につき、図面を用いて説明する。

[0017] 実施の形態１．

図１は、本発明の実施の形態１における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。また、図２は、本発明の実施の形態１における交流回転機として用いられる３相交流回転機の構成を説明するための図である。図１に示した交流回転機１ａは、図２のように、中性点Ｎ１で接続された第１の３相巻線Ｕ１、Ｖ１、Ｗ１、および中性点Ｎ２で接続された第２の３相巻線Ｕ２、Ｖ２、Ｗ２が、電気的に接続されることなく回転機の固定子に納められている３相交流の同期回転機である。

[0018] なお、Ｕ１巻線とＵ２巻線、Ｖ１巻線とＶ２巻線、Ｗ１巻線とＷ２巻線のそれぞれには、３０度の位相差がある。図２では、交流回転機１ａとして、第１の３相巻線と第２の３相巻線がともにＹ結線の場合を例示しているが、本発明は、Δ結線の場合にも適用可能である。

[0019] また、図２では省略しているが、回転子は、永久磁石によって界磁磁束を生じさせる構成である。そして、回転子による磁束の方向をｄ軸、ｄ軸より電気角で９０度進んだ方向をｑ軸と定義する。

[0020] Ｕ１巻線を基準としたときのｄ軸の回転位置（回転角度）をθ度とする。この場合、Ｕ１巻線とＵ２巻線の位相差は、３０度であるため、Ｕ２巻線に対するｄ軸とのなす角は、θ－３０度となる。また、回転子は、交流回転機のｄ軸インダクタンスＬｄとｑ軸インダクタンスＬｑとの間に、Ｌｄ＜Ｌｑの関係を持つ。すなわち、本実施の形態１における交流回転機は、突極性を持つ構造である。

[0021] 第１の電流検出器２は、シャント抵抗やホール素子等の電流検出器を用いて、交流回転機１ａの第１の３相巻線Ｕ１、Ｖ１、Ｗ１を流れる第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗを検出する。

[0022] 第２の電流検出器３は、シャント抵抗やホール素子等の電流検出器を用いて、交流回転機１ａの第２の３相巻線Ｕ２、Ｖ２、Ｗ２を流れる第２巻線電流ｉ２ｕ、ｉ２ｖ、ｉ２ｗを検出する。

[0023] 第１の電力変換器４は、インバータやマトリックスコンバータ等の電力変換器を用いて、後述する第１の電圧指令ｖ１ｕ＊、ｖ１ｖ＊、ｖ１ｗ＊に基づき、ＰＷＭやＰＡＭ等の既存技術による変調処理を行うことによって、交流回転機１ａの第１の３相巻線の各相（Ｕ１、Ｖ１、Ｗ１）に電圧を印加する。

[0024] 第２の電力変換器５は、インバータやマトリックスコンバータ等の電力変換器を用いて、後述する第２の電圧指令ｖ２ｕ＊、ｖ２ｖ＊、ｖ２ｗ＊に基づき、ＰＷＭやＰＡＭ等の既存技術による変調処理を行うことによって、交流回転機１ａの第２の３相巻線の各相（Ｕ２、Ｖ２、Ｗ２）に電圧を印加する。

[0025] 座標変換器６は、第１の電流検出器２より検出された第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗと、後述する回転位置推定値θｅｓｔと、に基づいて、回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第１巻線電流ｉ１ｄ、ｉ１ｑを演算する。

[0026] 座標変換器７は、第２の電流検出器３より検出された第２巻線電流ｉ２ｕ、ｉ２ｖ、ｉ２ｗと、後述する回転位置推定値θｅｓｔと、に基づいて、回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第２巻線電流ｉ２ｄ、ｉ２ｑを演算する。

[0027] 電流指令ｉｄ＊は、回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の電流ｉ１ｄ、ｉ２ｄの指令値である。また、電流指令ｉｑ＊は、回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の電流ｉ１ｑ、ｉ２ｑの指令値である。これらの電流指令ｉｄ＊、ｉｑ＊は、交流回転機１ａを制御するための制御指令に相当する。なお、制御指令としては、電流指令ｉｄ＊、ｉｑ＊に限定されない。公知技術である速度制御やＶ／ｆ制御等を利用する場合には、制御指令として、速度指令を設定してもよい。

[0028] 減算器８は、座標変換器６から得た回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第１巻線電流ｉ１ｄを、電流指令ｉｄ＊から減算して、偏差ｄｉ１ｄ（＝ｉｄ＊－ｉ１ｄ）を出力する。同様に、減算器８は、座標変換器６から得た回転二軸（ｄ

－ｑ軸）上の第１巻線電流ｉ１ｑを、電流指令ｉｑ＊から減算して、偏差ｄｉ１ｑ（＝ｉｑ＊－ｉ１ｑ）を出力する。

[0029] 減算器９は、座標変換器７から得た回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第２巻線電流ｉ２ｄを、電流指令ｉｄ＊から減算して、偏差ｄｉ２ｄ（＝ｉｄ＊－ｉ２ｄ）を出力する。同様に、減算器９は、座標変換器７から得た回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第２巻線電流ｉ２ｑを、電流指令ｉｑ＊から減算して、偏差ｄｉ２ｑ（＝ｉｑ＊－ｉ２ｑ）を出力する。

[0030] 電流制御器１０は、減算器８から得た偏差ｄｉ１ｄ（＝ｉｄ＊－ｉ１ｄ）とｄｉ１ｑ（＝ｉｑ＊－ｉ１ｑ）が、ともに零に一致するように、比例積分制御または比例制御を実行し、回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第１の電圧指令ｖ１ｄ＊、ｖ１ｑ＊を演算する。

[0031] 電流制御器１１は、減算器９から得た偏差ｄｉ２ｄ（＝ｉｄ＊－ｉ２ｄ）、ｄｉ２ｑ（＝ｉｑ＊－ｉ２ｑ）が、ともに零に一致するように、比例積分制御または比例制御を実行し、回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第２の電圧指令ｖ２ｄ＊、ｖ２ｑ＊を演算する。

[0032] 座標変換器１２は、電流制御器１０から得た回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第１の電圧指令ｖ１ｄ＊、ｖ１ｑ＊から、第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’を演算する。

[0033] 座標変換器１３は、電流制御器１１から得た回転二軸（ｄ－ｑ軸）上の第２の電圧指令ｖ２ｄ＊、ｖ２ｑ＊から、第２の３相電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’を演算する。

[0034] 図３は、本発明の実施の形態１における第１の位置推定用指令生成器１４および第２の位置推定用指令生成器１５のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[0035] 第１の位置推定用指令生成器１４は、図３に示すように、周期Ｔｈの第１の位置推定用指令ｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊を出力する。第１の位置推定用指令の周波数（１／Ｔｈ）は、交流回転機１ａの回転速度に応じた電気角周波数より十分高く設定される。具体的には、位置推定用指令の周

波数（１／Ｔｈ）は、交流回転機１ａの回転速度に応じた電気角周波数の２倍以上とする。

[0036] 周期Ｔｈを３６０度として、ｖ１ｖｈ＊は、ｖ１ｕｈ＊に対して１２０（６０×２）度の位相遅れを有し、ｖ１ｗｈ＊は、ｖ１ｖｈ＊に対して１２０（６０×２）度の位相遅れを有する関係がある。また、ｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊の各振幅は、同一とする。

[0037] 第２の位置推定用指令生成器１５は、図３に示すように、周期Ｔｈの第２の位置推定用指令ｖ２ｕｈ＊、ｖ２ｖｈ＊、ｖ２ｗｈ＊を出力する。第２の位置推定用指令の周波数（１／Ｔｈ）および振幅は、第１の位置推定用指令と同一とする。また、ｖ２ｕｈ＊、ｖ２ｖｈ＊、ｖ２ｗｈ＊は、それぞれｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊に対してα［度］の位相差を有する。この位相差α［度］については、後述する。

[0038] 重畳器１６は、座標変換器１２の出力である第１の電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’に、第１の位置推定用指令ｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊を重畳して、第１の電圧指令ｖ１ｕ＊、ｖ１ｖ＊、ｖ１ｗ＊を出力する。

[0039] 重畳器１７は、座標変換器１３の出力である第２の電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’に、第２の位置推定用指令ｖ２ｕｈ＊、ｖ２ｖｈ＊、ｖ２ｗｈ＊を重畳して、第２の電圧指令ｖ２ｕ＊、ｖ２ｖ＊、ｖ２ｗ＊を出力する。

[0040] 次に、回転位置推定器１８ａについて説明する。図４は、本発明の実施の形態１における回転位置推定器１８ａの内部構成を示した図である。回転位置推定器１８ａは、図４に示すように、３つの電流抽出器１８ａ１ｕ、１８ａ１ｖ、１８ａ１ｗと、振幅演算器１８ａｘと、位置演算器１８ａｙとを有する。

[0041] 前述したように、第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊、ｖ１ｖ＊、ｖ１ｗ＊には、重畳器１６にて第１の位置推定用指令ｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊が重畳されている。このため、第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗには

、位置推定用指令と同一の周波数成分の位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈが含まれている。

[0042] したがって、各電流抽出器１８ａ１ｕ、１８ａ１ｖ、１８ａ１ｗは、第１の電流検出器２で検出された第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗから、第１の位置推定用指令と同一の周波数成分の位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈを抽出する。

[0043] 各電流抽出器１８ａ１ｕ、１８ａ１ｖ、１８ａ１ｗの具体的な構成としては、バンドパスフィルタを用いることで、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈを抽出することができる。あるいは、第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗをノッチフィルタに入力して、第１の位置推定用指令ｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊と同一の周波数成分を減衰させ、第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗからこのノッチフィルタ通過後の各電流をそれぞれ差し引くことにより、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈを抽出することができる。

[0044] 図５は、本発明の実施の形態１における各電流抽出器１８ａ１ｕ、１８ａ１ｖ、１８ａ１ｗの出力波形を示した図である。図３に示したような三相交流の第１の位置推定用指令ｖ１ｕｈ＊、ｖ１ｖｈ＊、ｖ１ｗｈ＊を、交流回転機１ａに印加すると、交流回転機の突極性により、各電流抽出器１８ａ１ｕ、１８ａ１ｖ、１８ａ１ｗで抽出された各位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈは、図５に示すように、交流回転機１ａの回転位置θに応じて、振幅が余弦関数的に変化する。

[0045] この変化を数式で表わすと、下式（１）に示すようになる。

[0046] [数1]

$$\left.\begin{aligned} i_{1uh} &= \left\{ I_h + \frac{I_{ha}}{2}\cdot\cos(2\theta) \right\}\cdot\sin(\omega_h t) \\ i_{1vh} &= \left\{ I_h + \frac{I_{ha}}{2}\cdot\cos\left\{ 2(\theta+\frac{2\pi}{3}) \right\} \right\}\cdot\sin(\omega_h t-\frac{2\pi}{3}) \\ i_{1wh} &= \left\{ I_h + \frac{I_{ha}}{2}\cdot\cos\left\{ 2(\theta-\frac{2\pi}{3}) \right\} \right\}\cdot\sin(\omega_h t-\frac{4\pi}{3}) \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

[0047] ここで、Ｉｈ：位置推定用電流の振幅の平均値、Ｉｈａ：位置推定用電流の回転位置による変化量、ωｈ：位置推定用指令の角周波数である。

[0048] 上式（１）には、交流回転機１ａの回転位置θの情報が含まれる。よって、位置推定用電流Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈを求めることで、交流回転機１ａの回転位置θに対する推定値θｅｓｔを求めることができる。

[0049] 以下、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈから位置推定用電流の振幅Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈを求める手順について説明する。

[0050] 一般に、周期Ｔｘの交流電流ｉｘの実効値Ｉｘは、下式（２）で定義されることが知られている。

[0051] [数2]

$$I_x = \sqrt{\frac{1}{T_x}\int_0^{T_x} i_x^2 dt} \qquad (2)$$

[0052] すなわち、交流電流の瞬時値ｉｘを二乗し、１周期Ｔｘ間積分し、１／Ｔｘで乗算した後、平方根を演算することによって、実効値Ｉｘが求まる。また、交流電流ｉｘの振幅Ｉｘａｍｐは、実効値Ｉｘを用いて、下式（３）で求められる。

[0053] [数3]

$$I_{xamp} = \sqrt{2} I_x = \sqrt{\frac{2}{T_x}\int_0^{T_x} i_x^2 dt} \qquad (3)$$

[0054] よって、振幅演算器１８ａｘは、上式（３）による演算を実行することで、位置推定用電流の振幅Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈを求めることができる。具体的には、乗算器１８ａ２ｕ、１８ａ２ｖ、１８ａ２ｗは、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈの各々の二乗値を算出する。次に、積分器１８ａ３ｕ、１８ａ３ｖ、１８ａ３ｗは、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈの二乗値を各々周期Ｔｈで積分し、２／Ｔｈの乗算演算を行う。

[0055] そして、乗算器１８ａ４ｕ、１８ａ４ｖ、１８ａ４ｗは、積分器１８ａ３

ｕ、１８ａ３ｖ、１８ａ３ｗによる演算結果に対して、それぞれ平方根演算を行うことで、位置推定用電流の振幅Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈを演算する。

[0056] 図６は、本発明の実施の形態１における振幅演算器１８ａｘの出力波形を示した図である。振幅演算器１８ａｘにて求めた位置推定用電流の振幅Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈは、図６に示すように、オフセットＩｈが重畳しており、交流回転機１ａの回転位置θの１／２周期で変化する。

[0057] そこで、位置演算器１８ａｙは、まず、下式（４）のように、位置推定用電流の振幅Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈから、オフセットＩｈを減算して、各位置演算信号ｄＩ１ｕｈ、ｄＩ１ｖｈ、ｄＩ１ｗｈを算出する。

[0058] [数4]

$$\left.\begin{aligned} dI_{1uh} &= I_{1uh} - I_h = \frac{I_{ha}}{2}\cdot\cos(2\theta) \\ dI_{1vh} &= I_{1vh} - I_h = \frac{I_{ha}}{2}\cdot\cos\left\{2(\theta+\frac{2\pi}{3})\right\} \\ dI_{1wh} &= I_{1wh} - I_h = \frac{I_{ha}}{2}\cdot\cos\left\{2(\theta-\frac{2\pi}{3})\right\} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

[0059] ここで、オフセットＩｈは、位置推定用電流の振幅Ｉ１ｕｈ、Ｉ１ｖｈ、Ｉ１ｗｈが三相平衡となることから、下式（５）より求めることができる。

[0060] [数5]

$$I_h = \frac{I_{1uh} + I_{1vh} + I_{1wh}}{3} \quad (5)$$

[0061] 図７は、本発明の実施の形態１における各位置演算信号ｄＩ１ｕｈ、ｄＩ１ｖｈ、ｄＩ１ｗｈの波形を示した図である。各位置演算信号ｄＩ１ｕｈ、ｄＩ１ｖｈ、ｄＩ１ｗｈは、図７に示すように、交流回転機１ａの回転位置θに対し、オフセットのない平衡三相交流となる。

[0062] よって、各位置演算信号ｄＩ１ｕｈ、ｄＩ１ｖｈ、ｄＩ１ｗｈのいずれか１つを逆余弦演算することで、回転位置θの推定位置θｅｓｔを演算することができる。または、各位置演算信号ｄＩ１ｕｈ、ｄＩ１ｖｈ、ｄＩ１ｗｈ

に基づいて、下式（６）より、回転位置θの推定位置θｅｓｔを求めてもよい。

[0063] [数6]

$$\theta_{est} = \frac{1}{2} a\tan\left(\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}\left(dI_{1vh} - dI_{1wh}\right)}{dI_{1uh} - 0.5dI_{1vh} - 0.5dI_{1wh}} \right) \qquad (6)$$

[0064] 次に、各位置演算信号ｄｌ１ｕｈ、ｄｌ１ｖｈ、ｄｌ１ｗｈの振幅ｌｈａ／２、第１の位置推定指令と第２の位置推定指令の位相差α、および交流回転機１ａより生じる位置推定指令の周波数成分のトルクリップル、のそれぞれの関係について説明する。

[0065] 回転位置推定値θｅｓｔの推定精度は、各位置演算信号ｄｌ１ｕｈ、ｄｌ１ｖｈ、ｄｌ１ｗｈの振幅（ｌｈａ／２）に依存する。その振幅が大きいほど、Ｓ／Ｎ比が改善される。この結果、第１の電流検出器の検出分解能の影響が小さくなるため、回転位置推定値θｅｓｔの推定精度はよくなる。

[0066] しかしながら、位相差α＝０度として、第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令の振幅を増大させる場合には、第１の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音と第２の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音とが同じ位相で重なり合う。この結果、交流回転機１ａより生じるトルクリップル・振動・音が増大してしまい、好ましくない。

[0067] そこで、本実施の形態１では、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令に位相差αを調整することで、第１の位置推定用指令により生じるトルクリプル・音・振動と第２の位置推定用指令により生じるトルクリップル・音・振動とが互いに位相差を生じさせることを技術的特徴としている。このような技術的特徴を有することで、本実施の形態１に係る交流回転機の制御装置は、交流回転機１ａより生じるトルクリップルをある所定値以内に抑えつつ、振幅（ｌｈａ／２）を増大させることができ、その結果として、位置推定精度を向上させることができる。

[0068] 図８は、本発明の実施の形態１において、交流回転機１ａより生じる第１

の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、各位置演算信号ｄｌ１ｕｈ、ｄｌ１ｖｈ、ｄｌ１ｗｈの振幅（ｌｈａ／２）の特性を示した図である。

[0069] この図８において、振幅が大きいほど、同一のトルクリップルに対し、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈの振幅を大きく設定できることとなり、回転位置の推定精度を向上させることができる。

[0070] 図８より、位相差α＝０度に対する振幅に対し、ほぼ全ての位相差領域で、振幅を大きく設定でき、α＝９０度以上、３００度以下の範囲で、特に振幅を大きく設定でき、α＝１２０度以上、２７０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１５０以上、２４０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１８０度以上、２４０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定できる。

[0071] 換言すると、上述した範囲内の位相差αに設定することで、位置推定用電流ｉ１ｕｈ、ｉ１ｖｈ、ｉ１ｗｈの振幅を同一（ｌｈａ＝一定）とした場合に、交流回転機１ａより生じる位置推定用指令の成分のトルクリップルを低減できることを意味している。

[0072] 以上のように、実施の形態１によれば、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令との間に位相差αを設ける構成を備えている、特に、位相差αを９０度以上、３００度以下の範囲に設定することで、交流回転機１ａより生じるトルクリップルのうち、位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを所定値以内としたい場合において、位置推定用電流の振幅を大きく設定できる。この結果、交流回転機の回転位置の推定値の推定精度を向上できるといった効果を奏する。

[0073] なお、本実施の形態１では、第１の３相巻線と第２の３相巻線の位相差を３０度としたが、位相差は、３０度に限定されるものではない。第１の３相巻線と第２の３相巻線の位相差がＸ［度］の交流回転機に対しては、α＝Ｘ＋６０～Ｘ＋２７０［度］の範囲で振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋９０～

Ｘ＋２４０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋１２０～Ｘ＋２１０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋１５０～Ｘ＋２１０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定できることはいうまでもない。

[0074] 実施の形態２．

図９は、本発明の実施の形態２における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図１に示した実施の形態１と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0075] 本実施の形態２における図９の構成が、先の実施の形態１における図１の構成と異なる点は、次の２点である。

・減算器２０１をさらに有している点

・回転位置推定器１８ａがこの減算器２０１の出力に基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する点

[0076] 減算器２０１は、第１の電流検出器２で検出された第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗから、第２の電流検出器３で検出された第２巻線電流ｉ２ｕ、ｉ２ｖ、ｉ２ｗを減算することで、減算値ｉｕ＿ｄｉｆ、ｉｖ＿ｄｉｆ、ｉｗ＿ｄｉｆを算出する。そして、本実施の形態２における回転位置推定器１８ａは、減算器２０１の出力である減算値ｉｕ＿ｄｉｆ、ｉｖ＿ｄｉｆ、ｉｗ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する。

[0077] 図１０は、本発明の実施の形態２において、交流回転機１ａより生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、各位置演算信号ｄｌ１ｕｈ、ｄｌ１ｖｈ、ｄｌ１ｗｈの振幅（ｌｈａ／２）の特性を示した図である。

[0078] 図１０中の「ｌｈａ／２（ｉｕ＿ｄｉｆ、ｉｖ＿ｄｉｆ、ｉｗ＿ｄｉｆ）」で示された特性波形は、本実施の形態２における、第１巻線電流と第２巻線電流との減算値ｉｕ＿ｄｉｆ、ｉｖ＿ｄｉｆ、ｉｗ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0079] 一方、図１０中の「Ｉｈａ／２（ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗ）」で示された特性波形は、先の実施の形態１における、第１巻線電流ｉ１ｕ、ｉ１ｖ、ｉ１ｗに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0080] 図１０より、本実施の形態２では、位相差α＝０度に対する振幅に対し、ほぼ全ての位相差領域で、振幅を大きく設定でき、α＝６０度以上、３３０度以下の範囲で振幅を大きく設定でき、α＝９０度以上、３３０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１２０度以上、３００度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１５０度以上、２７０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１８０以上、２４０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１５０度以上、２４０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定できる。

[0081] 図１０の比較結果から、同一のトルクリップル値に対して、本実施の形態２は、先の実施の形態１よりも振幅をより大きく設定できることがわかる。

[0082] 以上のように、実施の形態２によれば、第１巻線電流と第２巻線電流との減算値に基づいて回転位置の推定値を演算する構成を備えている。この結果、回転位置の推定精度を、先の実施の形態１の構成よりも、さらに向上させることができるといった効果が得られる。

[0083] なお、本実施の形態２においても、先の実施の形態１と同様に、第１の３相巻線と第２の３相巻線の位相差を３０度としたが、位相差は、３０度に限定されるものではない。第１の３相巻線と第２の３相巻線の位相差がＸ［度］の交流回転機に対しては、α＝Ｘ＋３０～Ｘ＋３００［度］の範囲で振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋６０～Ｘ＋３００［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋９０～Ｘ＋２７０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋１２０～Ｘ＋２４０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋１５０～Ｘ＋２１０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定できることはいうまでもない。

[0084] 実施の形態３．

図１１は、本発明の実施の形態３における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図１に示した実施の形態１と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0085] 本実施の形態３における図１１の構成が、先の実施の形態１における図１の構成と異なる点は、次の３点である。

・第１の位置推定用指令生成器１４、第２の位置推定用指令生成器１５、重畳器１６、重畳器１７の代わりに、第１の位置推定用指令生成器３０１、第２の位置推定用指令生成器３０２、重畳器３０３、重畳器３０４を異なる位置に配置している点

・座標変換器１２から出力された第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’を、そのまま第１の電圧指令ｖ１ｕ＊、ｖ１ｖ＊、ｖ１ｗ＊として、第１の電力変換器４に与え、同様に、座標変換器１３から出力された第２の３相電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’を、そのまま第２の電圧指令ｖ２ｕ＊、ｖ２ｖ＊、ｖ２ｗ＊として、第２の電力変換器５に与える点

・回転位置推定器１８ａが、第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’に基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する点

[0086] 図１２は、本発明の実施の形態３における第１の位置推定用指令生成器３０１および第２の位置推定用指令生成器３０２のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[0087] 第１の位置推定用指令生成器３０１は、ｄ軸位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊とｑ軸位置推定用指令ｉ１ｑｈ＊を出力する。ここで、図１２に示すように、３６０度の周期Ｔｈで変化するｄ軸位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊に対して、ｑ軸位置推定用指令ｉ１ｑｈ＊は、９０度位相が遅れている。

[0088] このように、ｄ軸位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊とｑ軸位置推定用指令ｉ１ｑｈ＊を９０度位相差とすることによって、ｉ１ｄｈ＊とｉ１ｑｈ＊との合成ベクトルは、先の図２に示したｄ－ｑ座標上において、周期Ｔｈで回転する回転ベクトルとなる。

[0089] 重畳器３０３は、ｉ１ｄｈ＊とｉｄ＊の加算結果、およびｉ１ｑｈ＊とｉｑ＊の加算結果を、減算器８に対して出力する。

[0090] 電流制御器１０は、ｄｉ１ｄおよびｄｉ１ｑを０とするように制御する。したがって、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄ、ｉ１ｑは、それぞれｉｄ＊＋ｉ１ｄｈ＊、ｉｑ＊＋ｉ１ｑｈ＊と一致するように制御される。

[0091] 同様に、第２の位置推定用指令生成器３０２は、ｄ軸位置推定用指令ｉ２ｄｈ＊とｑ軸位置推定用指令ｉ２ｑｈ＊を出力する。ここで、図１２に示すように、３６０度の周期Ｔｈで変化するｄ軸位置推定用指令ｉ２ｄｈ＊に対して、ｑ軸位置推定用指令ｉ２ｑｈ＊は、９０度位相が遅れている。ここで、ｉ２ｄｈ＊は、ｉ１ｄｈ＊に対して位相差αを有し、ｉ２ｑｈ＊も、ｉ１ｑｈ＊に対して位相差αを有する。

[0092] ｉ２ｄｈ＊とｉ２ｑｈ＊との合成ベクトルは、先の図２に示したｄ－ｑ座標上において、周期Ｔｈで回転する回転ベクトルとなり、かつ、ｉ１ｄｈ＊とｉ１ｑｈ＊との合成ベクトルと位相差αを有する。

[0093] 重畳器３０４は、ｉ２ｄｈ＊とｉｄ＊の加算結果、およびｉ２ｑｈ＊とｉｑ＊の加算結果を、減算器９に対して出力する。

[0094] 電流制御器１１は、ｄｉ２ｄおよびｄｉ２ｑを０とするように制御する。したがって、回転二軸上の第２巻線電流ｉ２ｄ、ｉ２ｑは、それぞれｉｄ＊＋ｉ２ｄｈ＊、ｉｑ＊＋ｉ２ｑｈ＊と一致するように制御される。

[0095] ここで、第１の位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊、ｉ１ｑｈ＊および第２の位置推定用指令ｉ２ｄｈ＊、ｉ２ｑｈ＊の振幅を一定とすると、第１巻線電流の位置推定用指令の成分ｉ１ｄｈ、ｉ１ｑｈおよび第２巻線電流の位置推定用指令の成分ｉ２ｄｈ、ｉ２ｑｈも一定振幅となる。

[0096] また、交流回転機１ａの突極性によって、第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’、および第２の３相電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’に含まれる位置推定用指令の周波数成分の振幅は、回転子位置によって変動する。

[0097] 図１３は、本発明の実施の形態３における振幅演算器１８ａｘの出力波形

を示した図である。具体的には、この図１３は、第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’に基づいて、回転位置推定器１８ａ内の振幅演算器１８ａｘで得られた位置推定用指令の周波数成分の振幅Ｖ１ｕ、Ｖ１ｖ、Ｖ１ｗを示している。

[0098] 回転子位置に応じて、Ｖ１ｕ、Ｖ１ｖ、Ｖ１ｗの振幅が、Ｖｈを中心に変動している。そこで、位置演算器１８ａｙは、この変動分を抽出することで、回転位置の推定値θｅｓｔを算出することができる。

[0099] Ｖｈを中心としたＶ１ｕ、Ｖ１ｖ、Ｖ１ｗの振幅の変動分（Ｖｈａ／２）が大きいほど、先の実施の形態１と同様に、回転位置の推定精度が向上する。

[0100] しかしながら、位相差α＝０度として、第１の位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊とｉ１ｑｈ＊、および第２の位置推定用指令ｉ２ｄｈ＊とｉ２ｑｈ＊の振幅を増大させる場合には、第１の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音と第２の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音とが同じ位相で重なり合う。この結果、交流回転機１ａより生じるトルクリップル・振動・音が増大してしまい、好ましくない。

[0101] そこで、本実施の形態３では、第１の位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊とｉ１ｑｈ＊と、第２の位置推定用指令ｉ２ｄｈ＊とｉ２ｑｈ＊との位相差αを調節することで、位置推定用指令のトルクリップルを所定値以内にしつつ、かつ第１の位置推定用指令ｉ１ｄｈ＊、ｉ１ｑｈ＊と、第２の位置推定用指令ｉ２ｄｈ＊、ｉ２ｑｈ＊を増大させることができる。

[0102] 位相差αと第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令の振幅の変動分Ｖｈａ／２の関係は、先の図８と相似形となる。すなわち、位相差α＝０に対する振幅に対し、α＝６０度以上、３３０度以下の範囲で、振幅を大きく設定でき、α＝１２０度以上、３００度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１５０以上、２７０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定でき、α＝１８０度以上、２４０度以下の範囲で、さらに振幅を大きく設定できる。

[0103] また、第１の３相巻線と第２の３相巻線との位相差がＸ［度］の交流回転機に対しては、α＝Ｘ＋３０～Ｘ＋３００［度］の範囲で振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋９０～Ｘ＋２７０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋１２０～Ｘ＋２４０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝Ｘ＋１５０～Ｘ＋２１０［度］の範囲でさらに振幅を大きく設定できる。

[0104] 以上のように、実施の形態３によれば、所定の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップル・音・振動に対し、位置推定用指令の振幅を増大させることが可能となり、回転位置の位置推定精度を向上できるといった効果が得られる。

[0105] 実施の形態４

図１４は、本発明の実施の形態４における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図９に示した実施の形態２、および先の図１１に示した実施の形態３と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0106] 本実施の形態４における図１４の構成が、先の実施の形態３における図１１の構成と異なる点は、次の２点である。

・減算器４０１をさらに有している点

・回転位置推定器１８ａがこの減算器４０１の出力に基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する点

[0107] 減算器４０１は、座標変換器１２で算出された第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’から、座標変換器１３で算出された第２の３相電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’を減算することで、減算値ｖｕ＿ｄｉｆ、ｖｖ＿ｄｉｆ、ｖｗ＿ｄｉｆを算出する。そして、本実施の形態４における回転位置推定器１８ａは、減算器４０１の出力である減算値ｖｕ＿ｄｉｆ、ｖｖ＿ｄｉｆ、ｖｗ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する。

[0108] 図１５は、本発明の実施の形態４において、交流回転機１ａより生じる第

１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、第１の３相電圧指令および第２の３相電圧指令の位置推定用指令成分の振幅（Ｖｈａ／２）の特性を示した図である。

[0109] 図１５中の「Ｖｈａ／２（ｖｕ＿ｄｉｆ、ｖｖ＿ｄｉｆ、ｖｗ＿ｄｉｆ）」で示された特性波形は、本実施の形態４における、第１の３相電圧指令と第２の３相電圧指令との減算値ｖｕ＿ｄｉｆ、ｖｖ＿ｄｉｆ、ｖｗ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0110] 一方、図１５中の「Ｖｈａ／２（ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’）」で示された特性波形は、先の実施の形態３における、第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’に基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0111] 図１５より、先の実施の形態３の特性に比べ、本実施の形態４の特性の方が、同一のトルクリップルに対して、振幅をより大きく設定できることがわかる。

[0112] 以上のように、実施の形態４によれば、第１の３相電圧指令と第２の３相電圧指令との減算値に基づいて回転位置の推定値を演算する構成を備えている。この結果、回転位置の推定精度を、先の実施の形態３の構成よりも、さらに向上させることができるといった効果が得られる。

[0113] なお、上述した実施の形態１～４では、３相静止座標（ｕ－ｖ－ｗ座標）上で第１の位置推定指令および第２の位置推定用指令の重畳を行った。しかしながら、本発明は、このような座標系に限定されるものではない。２相静止座標（α－β座標）上で第１の位置推定指令および第２の位置推定用指令の重畳を行ってもよく、同様の効果を得ることができる。

[0114] また、上述した実施の形態１～４での第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令は、静止座標上を周期Ｔｈで回転する回転ベクトルとなる。したがって、第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令の重畳を回

転二軸（ｄ－ｑ座標）座標で行い、そのような回転ベクトルを実現する方式も、本発明に含まれることは言うまでもない。そこで、以下の実施の形態５～８においては、２相静止座標（α－β座標）上で第１の位置推定指令および第２の位置推定用指令の重畳を行う場合について、具体的に説明する。

[0115] 実施の形態５

図１６は、本発明の実施の形態５における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図１に示した実施の形態１と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0116] 本実施の形態５における図１６の構成が、先の実施の形態１における図１の構成と異なる点は、次の３点である。

・第１の位置推定用指令生成器１４、第２の位置推定用指令生成器１５、重畳器１６、重畳器１７の代わりに、第１の位置推定用指令生成器５０１、第２の位置推定用指令生成器５０２、重畳器５０３、重畳器５０４を異なる位置に配置している点

・座標変換器１２から出力された第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’を、そのまま第１の電圧指令ｖ１ｕ＊、ｖ１ｖ＊、ｖ１ｗ＊として、第１の電力変換器４に与え、同様に、座標変換器１３から出力された第２の３相電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’を、そのまま第２の電圧指令ｖ２ｕ＊、ｖ２ｖ＊、ｖ２ｗ＊として、第２の電力変換器５に与える点

・回転位置推定器１８ａの代わりに、回転位置推定器１８ｂを異なる位置に配置し、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｑに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する点

[0117] 図１７は、本発明の実施の形態５における第１の位置推定用指令生成器５０１および第２の位置推定用指令生成器５０２のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[0118] 第１の位置推定用指令生成器５０１は、図１７に示すように、周期Ｔｈの第１の位置推定用指令ｖ１ｄｈ＊を出力する。ここで、第１の位置推定用指

令ｖ１ｄｈ＊は、回転位置の推定位置θｅｓｔで検出している推定磁束に平行な方向の成分である。

[0119] 同様に、第２の位置推定用指令生成器５０２は、図１７に示すように、周期Ｔｈの第２の位置推定用指令ｖ２ｄｈ＊を出力する。ここで、第２の位置推定用指令ｖ２ｄｈ＊は、回転位置の推定位置θｅｓｔで検出している推定磁束に平行な方向の成分である。また、図１７に示すように、第２の位置推定用指令Ｖ２ｄｈ＊は、第１の位置推定用指令ｖ１ｄｈ＊に対して、位相差α［度］を有する。

[0120] 重畳器５０３は、電流制御器１０より出力された第１のｄ軸電圧指令ｖ１ｄ＊に、第１の位置推定用指令ｖ１ｄｈ＊を重畳し、座標変換器１２に出力する。重畳器５０４は、電流制御器１１より出力された第２のｄ軸電圧指令ｖ２ｄ＊に、第２の位置推定用指令ｖ２ｄｈ＊を重畳し、座標変換器１３に出力する。

[0121] 第１のｄ軸電圧指令ｖ１ｄ＊に対して第１の位置推定用指令ｖ１ｄｈ＊が重畳されることによって、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄ、ｉ１ｑに重畳される位置推定用指令成分ｉ１ｄｈ、ｉ１ｑｈは、下式（７）で表わされる。

[0122] [数7]

$$\begin{bmatrix} i_{1dh} \\ i_{1qh} \end{bmatrix} = \frac{1}{\left(L^2 - l^2\right)} \begin{bmatrix} L - l\cos\Delta\theta \\ -l\sin\Delta\theta \end{bmatrix} \int v_{1dh*}\,dt \qquad (7)$$

[0123] ここで、上式（７）中における各記号の意味は、下式（８）である。また、Ｌｄｅｓｔ、Ｌｑｅｓｔは、回転位置の推定位置θｅｓｔで推定した回転二軸上におけるｄ軸インダクタンス、ｑ軸インダクタンスを意味している。

[0124]

[数8]

$$\left.\begin{aligned} \Delta\theta &= \theta - \theta_{est} \\ L_{dest} &= L - l\cos 2\Delta\theta \\ L_{qest} &= L + l\cos 2\Delta\theta \\ L_{dq} &= l\sin 2\Delta\theta \\ L &= \frac{L_{dest} + L_{qest}}{2} \\ l &= \frac{L_{dest} - L_{qest}}{2} \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

[0125] 上式（７）より、Δθ＝０、すなわち、交流回転機１ａの回転位置θと、回転位置推定値θｅｓｔとが一致ずる場合に限り、位置推定用指令成分ｉ１ｑｈが０に一致し、Δθ≠０の場合には、０に一致しない。そこで、回転位置推定器１８ｂは、位置推定用指令成分ｉ１ｑｈが０に一致するような演算を行うことで、回転位置の推定値θｅｓｔを、交流回転機１ａの回転位置θに一致させる。

[0126] 図１８は、本発明の実施の形態５における回転位置推定器１８ｂの構成を示すブロック線図である。回転位置推定器１８ｂは、バンドパスフィルタ５０５、振幅演算器５０６、減算器５０７、およびＰＩ演算器５０８を備えて構成されている。

[0127] バンドパスフィルタ５０５は、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄ、ｉ１ｑのうち、第１巻線電流ｉ１ｑを入力し、第１巻線電流ｉ１ｑに含まれる位置推定用指令の成分ｉ１ｑｈを抽出する。

[0128] 次に、振幅演算器５０６は、位置推定用指令の成分ｉ１ｑｈの振幅Ｉｑｈを演算する。演算方法としては、先の実施の形態１の図４で説明した振幅演算器１８ａｘと同様の構成を採用すればよい。

[0129] 減算器５０７は、０と振幅演算器５０６で演算したＩｑｈとの偏差を演算する。ＰＩ演算器５０８は、減算器５０７で得られた偏差を０とするように、比例・積分制御を行い、出力を回転位置の推定値θｅｓｔとする。

[0130] ここで、位置推定用指令の成分ｉ１ｑｈの振幅値Ｉｑｈと、回転位置の推

定値θｅｓｔとの関係について説明する。回転位置の推定値θｅｓｔに対する振幅値Ｉｑｈは、その値が大きいほど、Ｓ／Ｎ比が増大し、かつ、電流検出器３のＡ／Ｄ変換に伴う量子化誤差の影響が相対的に小さくなる。このため、振幅値Ｉｑｈが大きいほど、回転位置の推定精度が向上する。

[0131] ただし、位相差α＝０度の状態で、振幅値Ｉｑｈを増大させるために、第１の位置推定用指令の振幅および第２の位置推定用指令の振幅を増大させると、第１の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音と第２の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音とが同じ位相で重なり合う。

[0132] この結果、交流回転機１ａより生じるトルクリップル・振動・音が増大してしまい、好ましくない。すなわち、第１の位置推定用指令の振幅を増大させると、交流回転機１ａから生じる位置推定用指令の周波数成分のトルクリップル・音・振動が増大してしまう。

[0133] そこで、本実施の形態５では、図１７に示したように、第１の位置推定用指令ｖ１ｄｈ＊と第２の位置推定用指令ｖ２ｄｈ＊とに位相差αを設け、第１の位置推定用指令ｖ１ｄｈ＊により生じるトルクリプル・音・振動と、第２の位置推定用指令ｖ２ｄｈ＊により生じるトルクリップル・音・振動との間に、位相差を生じさせている。

[0134] この結果、交流回転機１ａより生じるトルクリップルをある所定値以内に抑えつつ、位置推定用指令の成分ｉ１ｑｈの振幅を増大させることができ、回転位置の推定値θｅｓｔに対する振幅値Ｉｑｈを増大させ、位置推定精度を向上させることができる。位相差αは、α＝０における位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルの大きさを維持した状態で、より大きなＩｑｈが得られる値に設定される。

[0135] 図１９は、本発明の実施の形態５において、交流回転機１ａより生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流ｉ１ｑｈの振幅値Ｉｑｈの特性を示した図である。横軸に位相差α、縦軸にＩｑｈをとった特性図である。

[0136] 図１９に示す振幅が大きいほど、同一のトルクリップルに対し、位置推定用電流ｉ１ｑｈの振幅値Ｉｑｈを大きく設定できることとなり、回転位置の推定精度を向上させることができる。

[0137] 図１９より、位相差α＝０度に対する振幅に対し、α＝３０度以上、２７０度以下の範囲で振幅を大きく設定でき、α＝６０度以上、２７０度以下の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝９０度以上、２７０度以下の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝１２０度以上、２４０度以下の範囲でさらに振幅を大きく設定できる。

[0138] 換言すると、上述した範囲内の位相差αに設定することで、位置推定用電流ｉ１ｑｈの振幅を同一とした場合に、交流回転機１ａより生じる位置推定用指令の成分のトルクリップルを低減できることを意味している。

[0139] 以上のように、実施の形態５によれば、第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令を推定磁束に平行な成分に重畳し、両者の位相差を３０度以上、２７０度以下の範囲に設定する構成を備えている。この結果、交流回転機のトルクに生じる位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを抑制した上で、回転位置の推定精度を向上させることが可能となる。

[0140] なお、先の実施の形態１から実施の形態３への変形例を参考に、本実施の形態５に関しても、第１の位置推定用指令、第２の位置推定用指令を電流指令に重畳し、第１の電圧指令ｖ１ｑ＊に基づいて回転位置を推定しても、同様な効果が得られるのは言うまでもない。

[0141] 実施の形態６.

図２０は、本発明の実施の形態６における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図１６に示した実施の形態５と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0142] 本実施の形態６における図２０の構成が、先の実施の形態５における図１６の構成と異なる点は、次の２点である。

・減算器６０１をさらに有している点

・回転位置推定器１８ｂがこの減算器６０１の出力に基づいて回転位置の推

定値θｅｓｔを演算する点

[0143] 減算器６０１は、座標変換器６で算出された回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｑから、座標変換器７で算出された回転二軸上の第２巻線電流ｉ２ｑを減算することで、減算値ｉｑ＿ｄｉｆを算出する。そして、本実施の形態６における回転位置推定器１８ｂは、減算器６０１の出力である減算値ｉｑ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する。

[0144] 図２１は、本発明の実施の形態６において、交流回転機１ａより生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流の振幅Ｉｑｈの特性図である。

[0145] 図２１中の「Ｉｑｈ（ｉｑ＿ｄｉｆ）」で示された特性波形は、本実施の形態６における、第１巻線電流ｉ１ｑと第２巻線電流ｉ２ｑとの減算値ｉｑ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0146] 一方、図２１中の「Ｉｑｈ（ｉ１ｑ）」で示された特性波形は、先の実施の形態５における、第１巻線電流ｉ１ｑに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0147] 図２１より、先の実施の形態５の特性に比べ、本実施の形態６の特性の方が、同一のトルクリップルに対して、振幅をより大きく設定できることがわかる。

[0148] 以上のように、実施の形態６によれば、ｑ軸に関する第１巻線電流と第２巻線電流との減算値に基づいて回転位置の推定値を演算する構成を備えている。この結果、回転位置の推定精度を、先の実施の形態５の構成よりも、さらに向上させることができるといった効果が得られる。

[0149] なお、先の実施の形態２から実施の形態４への変形例を参考に、本実施の形態６に関しても、第１の位置推定用指令、第２の位置推定用指令を電流指令に重畳し、第１の電圧指令ｖ１ｑ＊と第２の電圧指令ｖ２ｑ＊の減算値に基づいて回転位置を推定しても、同様な効果が得られるのは言うまでもない

。

[0150] 実施の形態７

図２２は、本発明の実施の形態７における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図１に示した実施の形態１と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0151] 本実施の形態７における図２２の構成が、先の実施の形態１における図１の構成と異なる点は、次の３点である。

・第１の位置推定用指令生成器１４、第２の位置推定用指令生成器１５、重畳器１６、重畳器１７の代わりに、第１の位置推定用指令生成器７０１、第２の位置推定用指令生成器７０２、重畳器７０３、重畳器７０４を異なる位置に配置している点

・座標変換器１２から出力された第１の３相電圧指令ｖ１ｕ＊’、ｖ１ｖ＊’、ｖ１ｗ＊’を、そのまま第１の電圧指令ｖ１ｕ＊、ｖ１ｖ＊、ｖ１ｗ＊として、第１の電力変換器４に与え、同様に、座標変換器１３から出力された第２の３相電圧指令ｖ２ｕ＊’、ｖ２ｖ＊’、ｖ２ｗ＊’を、そのまま第２の電圧指令ｖ２ｕ＊、ｖ２ｖ＊、ｖ２ｗ＊として、第２の電力変換器５に与える点

・回転位置推定器１８ａの代わりに、回転位置推定器１８ｃを異なる位置に配置し、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する点

[0152] 図２３は、本発明の実施の形態７における第１の位置推定用指令生成器７０１および第２の位置推定用指令生成器７０２のそれぞれから出力される位置推定用指令の時間変化を示した図である。

[0153] 第１の位置推定用指令生成器７０１は、図２３に示すように、周期Ｔｈの第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊を出力する。ここで、第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊は、回転位置の推定位置θｅｓｔで検出している推定磁束に垂直な方向の成分である。

[0154] 同様に、第２の位置推定用指令生成器７０２は、図２３に示すように、周

期Ｔｈの第２の位置推定用指令ｖ２ｑｈ＊を出力する。ここで、第２の位置推定用指令ｖ２ｑｈ＊は、回転位置の推定位置θｅｓｔで検出している推定磁束に垂直な方向の成分である。また、図２３に示すように、第２の位置推定用指令ｖ２ｑｈ＊は、第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊に対して、位相差α［度］を有する。

[0155] 重畳器７０３は、電流制御器１０より出力された第１のｑ軸電圧指令ｖ１ｑ＊に、第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊を重畳し、座標変換器１２に出力する。重畳器７０４は、電流制御器１１より出力された第２のｑ軸電圧指令ｖ２ｑ＊に、第２の位置推定用指令ｖ２ｑｈ＊を重畳し、座標変換器１３に出力する。

[0156] 第１のｑ軸電圧指令ｖ１ｑ＊に対して第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊が重畳されることによって、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄ、ｉ１ｑに重畳される位置推定用指令成分ｉ１ｄｈ、ｉ１ｑｈは、下式（９）で表わされる。

[0157] [数9]

$$\begin{bmatrix} i_{1dh} \\ i_{1qh} \end{bmatrix} = \frac{1}{\left(L^2 - l^2\right)} \begin{bmatrix} -l\sin\Delta\theta \\ L + l\cos\Delta\theta \end{bmatrix} \int v_{1qh*}\,dt \qquad (9)$$

[0158] 上式（９）より、Δθ＝０、すなわち、交流回転機１ａの回転位置θと、回転位置推定値θｅｓｔとが一致ずる場合に限り、位置推定用指令成分ｉ１ｄｈが０に一致し、Δθ≠０の場合には、０に一致しない。そこで、回転位置推定器１８ｃは、位置推定用指令成分ｉ１ｄｈが０に一致するような演算を行うことで、回転位置の推定値θｅｓｔを、交流回転機１ａの回転位置θに一致させる。

[0159] 図２４は、本発明の実施の形態７における回転位置推定器１８ｃの構成を示すブロック線図である。回転位置推定器１８ｃは、バンドパスフィルタ７０５、振幅演算器７０６、減算器７０７、およびＰＩ演算器７０８を備えて構成されている。

[0160] バンドパスフィルタ７０５は、回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄ、ｉ１ｑ

のうち、第１巻線電流ｉ１ｄを入力し、第１巻線電流ｉ１ｄに含まれる位置推定用指令の成分ｉ１ｄｈを抽出する。

[0161] 次に、振幅演算器７０６は、位置推定用指令の成分ｉ１ｄｈの振幅Ｉｄｈを演算する。演算方法としては、先の実施の形態１の図４で説明した振幅演算器１８ａｘと同様の構成とすればよい。

[0162] 減算器７０７は、０と振幅演算器７０６で演算したＩｄｈとの偏差を演算する。ＰＩ演算器７０８は、減算器７０７で得られた偏差を０とするように、比例・積分制御を行い、出力を回転位置の推定値θｅｓｔとする。

[0163] ここで、位置推定用指令の成分ｉ１ｄｈの振幅値Ｉｄｈと、回転位置の推定値θｅｓｔとの関係について説明する。回転位置の推定値θｅｓｔに対する振幅値Ｉｄｈは、その値が大きいほど、Ｓ／Ｎ比が増大し、かつ、電流検出器３のＡ／Ｄ変換に伴う量子化誤差の影響が相対的に小さくなる。このため、振幅値Ｉｄｈが大きいほど、回転位置の推定精度が向上する。

[0164] ただし、位相差α＝０度の状態で、振幅値Ｉｄｈを増大させるために、第１の位置推定用指令の振幅および第２の位置推定用指令の振幅を増大させると、第１の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音と第２の位置推定用指令によるトルクリップル・振動・音とが同じ位相で重なり合う。

[0165] この結果、交流回転機１ａから生じる位置推定用指令の周波数成分のトルクリップル・音・振動が増大してしまう。

[0166] そこで、本実施の形態７では、図２３に示したように、第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊と第２の位置推定用指令ｖ２ｑｈ＊とに位相差αを設け、第１の位置推定用指令ｖ１ｑｈ＊により生じるトルクリプル・音・振動と、第２の位置推定用指令ｖ２ｑｈ＊により生じるトルクリップル・音・振動との間に、位相差を生じさせている。

[0167] この結果、交流回転機１ａより生じるトルクリップルをある所定値以内に抑えつつ、位置推定用指令の成分ｉ１ｄｈの振幅を増大させることができ、回転位置の推定値θｅｓｔに対する振幅値Ｉｑｈを増大させ、位置推定精度を向上させることができる。位相差αは、α＝０における位置推定用指令の

周波数成分のトルクリップルの大きさを維持した状態で、より大きなＩｄｈが得られる値に設定される。

[0168] 図２５は、本発明の実施の形態７において、交流回転機１ａより生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流ｉ１ｄｈの振幅値Ｉｄｈの特性を示した図である。横軸に位相差α、縦軸にＩｄｈをとった特性図である。

[0169] 図２５に示す振幅が大きいほど、同一のトルクリップルに対し、位置推定用電流ｉ１ｄｈの振幅値Ｉｄｈを大きく設定できることとなり、回転位置の推定精度を向上させることができる。

[0170] 図２５より、位相差α＝０度に対する振幅に対し、α＝９０度以上、３３０度以下の範囲で振幅を大きく設定でき、α＝１２０度以上、３００度以下の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝１５０以上、２７０度以下の範囲でさらに振幅を大きく設定でき、α＝１５０度以上、２４０度以下の範囲でさらに振幅を大きく設定できる。

[0171] 換言すると、上述した範囲内の位相差αに設定することで、位置推定用電流ｉ１ｄｈの振幅を同一とした場合に、交流回転機１ａより生じる位置推定用指令の成分のトルクリップルを低減できることを意味している。

[0172] 以上のように、実施の形態７によれば、第１の位置推定用指令および第２の位置推定用指令を推定磁束に垂直な成分に重畳し、両者の位相差を９０度以上、３３０度以下の範囲に設定する構成を備えている。この結果、交流回転機のトルクに生じる位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを抑制した上で、回転位置の推定精度を向上させることが可能となる。

[0173] なお、先の実施の形態１から実施の形態３への変形例を参考に、本実施の形態７に関しても、第１の位置推定用指令、第２の位置推定用指令を電流指令に重畳し、第１の電圧指令ｖ１ｄ＊に基づいて回転位置を推定しても、同様な効果が得られるのは言うまでもない。

[0174] 実施の形態８．

図２６は、本発明の実施の形態８における交流回転機の制御装置の全体構成を示す図である。先の図２２に示した実施の形態７と対応もしくは相当する構成部分には、同一の符号を付す。

[0175] 本実施の形態８における図２６の構成が、先の実施の形態７における図２２の構成と異なる点は、次の２点である。

・減算器８０１をさらに有している点

・回転位置推定器１８ｃがこの減算器８０１の出力に基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する点

[0176] 減算器８０１は、座標変換器６で算出された回転二軸上の第１巻線電流ｉ１ｄから、座標変換器７で算出された回転二軸上の第２巻線電流ｉ２ｄを減算することで、減算値ｉｄ＿ｄｉｆを算出する。そして、本実施の形態８における回転位置推定器１８ｃは、減算器８０１の出力である減算値ｉｄ＿ｄｉｆに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算する。

[0177] 図２７は、本発明の実施の形態８において、交流回転機１ａより生じる第１の位置推定用指令の周波数成分のトルクリップルを一定としたときの、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令の位相差に対する、位置推定用電流の振幅Ｉｄｈの特性図である。

[0178] 図２７中の「Ｉｄｈ（ｉｄ＿ｄｉｆ）」で示された特性波形は、本実施の形態８における、第１巻線電流ｉ１ｄと第２巻線電流ｉ２ｄとの減算値ｉｄ＿ｄｉｆ、に基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである、

[0179] 一方、図２７中の「Ｉｄｈ（ｉ１ｄ）」で示された特性波形は、先の実施の形態７における、第１巻線電流ｉ１ｄに基づいて回転位置の推定値θｅｓｔを演算した場合の特性を示したものである。

[0180] 図２７より、先の実施の形態７の特性に比べ、本実施の形態８の特性の方が、同一のトルクリップルに対して、振幅をより大きく設定できることがわかる。

[0181] 以上のように、実施の形態８によれば、ｄ軸に関する第１巻線電流と第２

巻線電流との減算値に基づいて回転位置の推定値を演算する構成を備えている。この結果、回転位置の推定精度を、先の実施の形態７の構成よりも、さらに向上させることができるといった効果が得られる。

[0182] なお、先の実施の形態２から実施の形態４への変形例を参考に、本実施の形態８に関しても、第１の位置推定用指令、第２の位置推定用指令を電流指令に重畳し、第１の電圧指令ｖ１ｄ＊と第２の電圧指令ｖ２ｄ＊の減算値に基づいて回転位置を推定しても、同様な効果が得られるのは言うまでもない。

[0183] 実施の形態９

先の実施の形態１～８においては、交流回転機の制御装置について説明した。これに対して、本実施の形態９においては、本発明の交流回転機の制御装置を電動パワーステアリング装置に適用する場合について説明する。具体的には、本発明の交流回転機の制御装置によって、操舵トルクを補助するトルクを発生させるようにして、電動パワーステアリング装置を構成する場合について、以下に説明する。

[0184] 図２８は、本発明の実施の形態９に係る電動パワーステアリングの構成を示す図である。先の実施の形態１～８と同一の符号を付したものは、同一または相当する構成部分を示すものである。

[0185] 図２８において、運転手は、ハンドル９０１を左右に回転させて、前輪９０２の操舵を行う。トルク検出器９０４は、ステアリング系の操舵トルクを検出し、検出トルクを電流指令値生成器９０５に出力する。

[0186] 電流指令値生成器９０５は、ステアリング系の操舵トルクを補助するトルクを、交流回転機１ａが発生するように、トルク検出器９０４の検出トルクに基づいて、交流回転機１ａに出力すべき電流指令ｉｄ＊、ｉｑ＊を演算する。交流回転機１ａは、ギア７０３を介して操舵トルクを補助するトルクを発生する。

[0187] 以上のように、実施の形態９によれば、第１の位置推定用指令と第２の位置推定用指令とに位相差を設ける交流回転機の制御装置を、電動パワーステ

アリング装置に適用し、ステアリング系の操舵トルクを補助するトルクを生成できる構成を備えている。

[0188] このような構成を備えることで、操舵トルクに含まれる位置推定用指令の周波数成分のリップルを低減できるようになる。この結果、電動パワーステアリング装置から生じる騒音・振動を低減でき、運転者、同乗者への不快感を低減できる電動パワーステアリング装置を実現できる。

請求の範囲

[請求項1] 突極性を生じさせる回転子構造を有するとともに、第１の３相巻線と第２の３相巻線を有する交流回転機と、

前記第１の３相巻線を流れる電流を第１巻線電流として検出する第１の電流検出器と、

前記第２の３相巻線を流れる電流を第２巻線電流として検出する第２の電流検出器と、

前記第１の電流検出器で検出された前記第１巻線電流が、前記第１巻線電流に対する指令値である第１の電流指令に一致するように第１の電圧指令を演算するとともに、前記第２の電流検出器で検出された前記第２巻線電流が、前記第２巻線電流に対する指令値である第２の電流指令に一致するように第２の電圧指令を演算する制御器と、

前記第１の電圧指令に基づいて前記第１の３相巻線の各相に電圧を印加する第１の電力変換器と、

前記第２の電圧指令に基づいて前記第２の３相巻線の各相に電圧を印加する第２の電力変換器と、

第１周波数を有する第１の位置推定用指令を生成するとともに、前記第１周波数を有する第２の位置推定用指令を生成する位置推定用指令生成器と、

前記第１巻線電流と前記第２巻線電流の少なくとも一方に基づいて、前記第１周波数の成分の振幅値を抽出し、前記振幅値の大きさから前記交流回転機の回転位置を推定する回転位置推定器と

を備え、

前記位置推定用指令生成器は、前記第１の位置推定用指令と前記第２の位置推定用指令を互いに位相差を設けて出力し、

前記制御器は、前記第１の電圧指令に前記第１の位置推定用指令を重畳して前記第１の電力変換器に出力するとともに、前記第２の電圧指令に前記第２の位置推定用指令を重畳して前記第２の電力変換器に

出力する

回転機の制御装置。

[請求項2] 前記回転位置推定器は、前記第１巻線電流から前記第２巻線電流を減算した値に基づいて、前記交流回転機の回転位置を推定する

請求項１に記載の回転機の制御装置。

[請求項3] 突極性を生じさせる回転子構造を有するとともに、第１の３相巻線と第２の３相巻線を有する交流回転機と、

前記第１の３相巻線を流れる電流を第１巻線電流として検出する第１の電流検出器と、

前記第２の３相巻線を流れる電流を第２巻線電流として検出する第２の電流検出器と、

前記第１の電流検出器で検出された前記第１巻線電流が、前記第１巻線電流に対する指令値である第１の電流指令に一致するように第１の電圧指令を演算するとともに、前記第２の電流検出器で検出された前記第２巻線電流が、前記第２巻線電流に対する指令値である第２の電流指令に一致するように第２の電圧指令を演算する制御器と、

前記第１の電圧指令に基づいて前記第１の３相巻線の各相に電圧を印加する第１の電力変換器と、

前記第２の電圧指令に基づいて前記第２の３相巻線の各相に電圧を印加する第２の電力変換器と、

第１周波数を有する第１の位置推定用指令を生成するとともに、前記第１周波数を有する第２の位置推定用指令を生成する位置推定用指令生成器と、

前記第１の電圧指令と前記第２の電圧指令の少なくとも一方に基づいて、前記第１周波数の成分の振幅値を抽出し、前記振幅値の大きさから前記交流回転機の回転位置を推定する回転位置推定器と

を備え、

前記位置推定用指令生成器は、前記第１の位置推定用指令と前記第

２の位置推定用指令を互いに位相差を設けて出力し、

前記制御器は、前記第１の電流指令に前記第１の位置推定用指令を重畳した値を新たな第１の電流指令として前記第１の電圧指令を演算するとともに、前記第２の電流指令に前記第２の位置推定用指令を重畳した値を新たな第２の電流指令として前記第２の電圧指令を演算する

回転機の制御装置。

[請求項4] 前記回転位置推定器は、前記第１の電圧指令から前記第２の電圧指令を減算した値に基づいて、前記交流回転機の回転位置を推定する

請求項３に記載の回転機の制御装置。

[請求項5] 前記交流回転機は、前記第１の３相巻線と前記第２の３相巻線とが実数Ｘ度の位相差を有し、

前記制御器は、前記第１の位置推定用指令および前記第２の位置推定用指令の重畳を静止座標上で行い、

前記位置推定用指令生成器は、前記位相差をＸ＋６０度以上、Ｘ＋２７０度以下の範囲とするようにして、前記第１の位置推定用指令と前記第２の位置推定用指令を出力する

請求項１から４のいずれか１項に記載の回転機の制御装置。

[請求項6] 前記交流回転機は、前記第１の３相巻線と前記第２の３相巻線とが実数Ｘ度の位相差を有し、

前記制御器は、前記第１の位置推定用指令および前記第２の位置推定用指令の重畳を静止座標上で行い、

前記位置推定用指令生成器は、前記位相差をＸ＋３０度以上、Ｘ＋３００度以下の範囲とするようにして、前記第１の位置推定用指令と前記第２の位置推定用指令を出力する

請求項２または４に記載の回転機の制御装置。

[請求項7] 前記制御器は、前記第１の位置推定用指令および前記第２の位置推定用指令の重畳を回転二軸座標上の推定磁束方向と平行する成分で行

い、

前記位置推定用指令生成器は、前記位相差を３０度以上、２７０度以下の範囲とするようにして、前記第１の位置推定用指令と前記第２の位置推定用指令を出力する

請求項１から４のいずれか１項に記載の回転機の制御装置。

[請求項8] 前記制御器は、前記第１の位置推定用指令および前記第１の位置推定用指令の重畳を回転二軸座標上の推定磁束方向と直交する成分で行い、

前記位置推定用指令生成器は、前記位相差を９０度以上、３３０度以下の範囲とするようにして、前記第１の位置推定用指令と前記第２の位置推定用指令を出力する

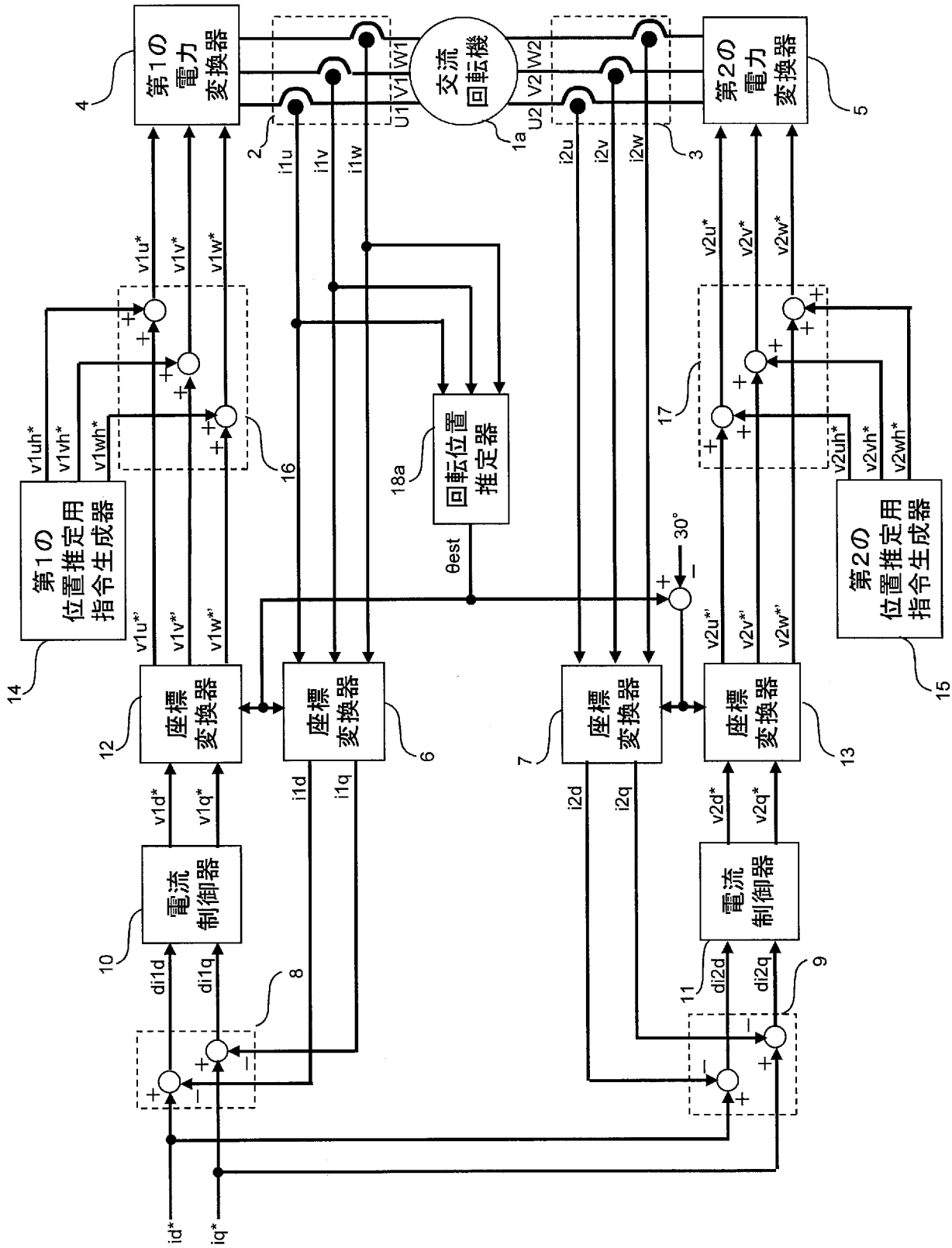
請求項１から４のいずれか１項に記載の回転機の制御装置。

[請求項9] 請求項１から８のいずれか１項に記載の交流回転機の制御装置を備え、

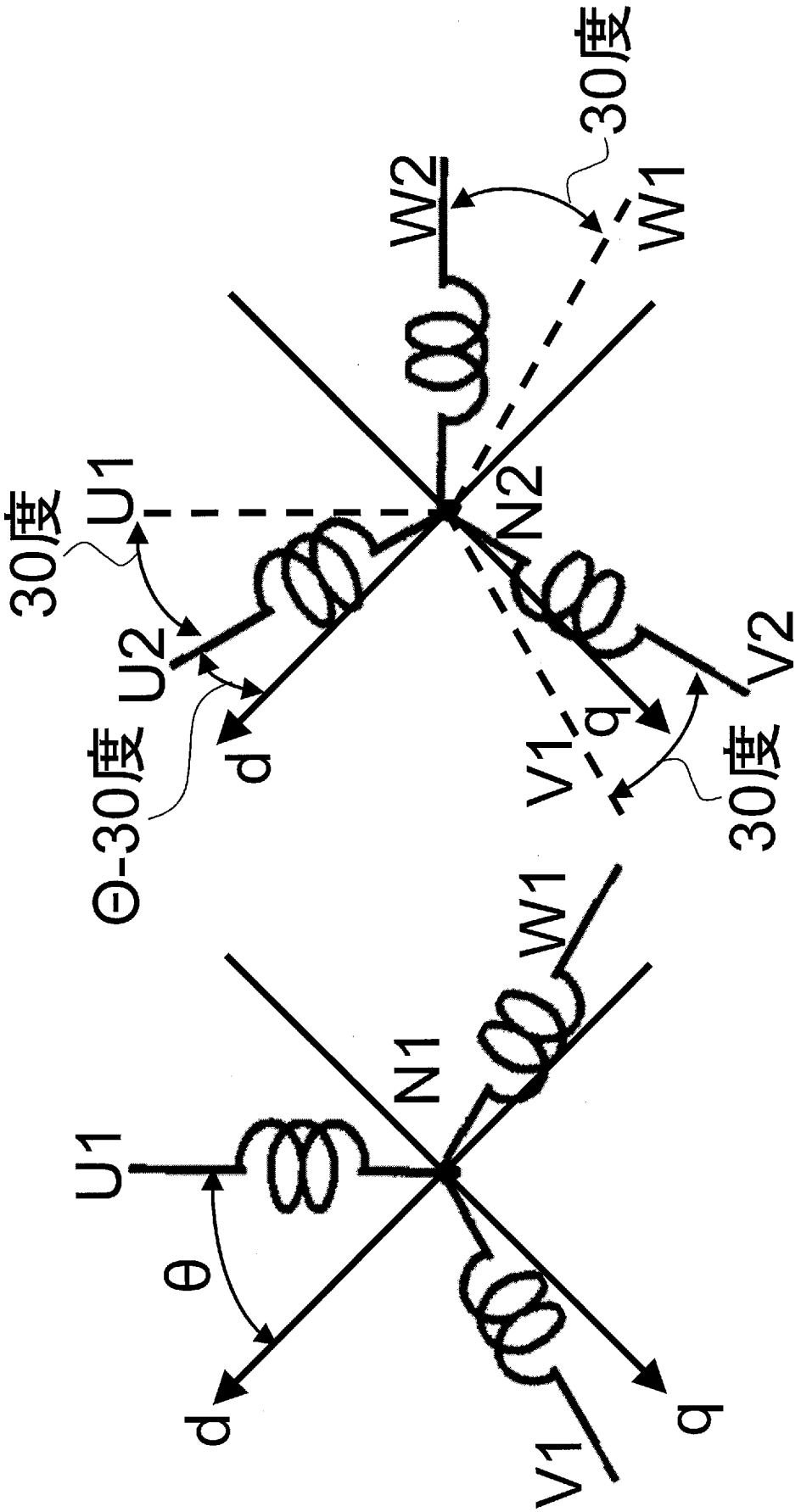
前記制御器は、ステアリング系の操舵トルクを補助するトルクを、前記交流回転機が発生するように、前記第１の電圧指令および前記第２の電圧指令を演算する

電動パワーステアリングの制御装置。

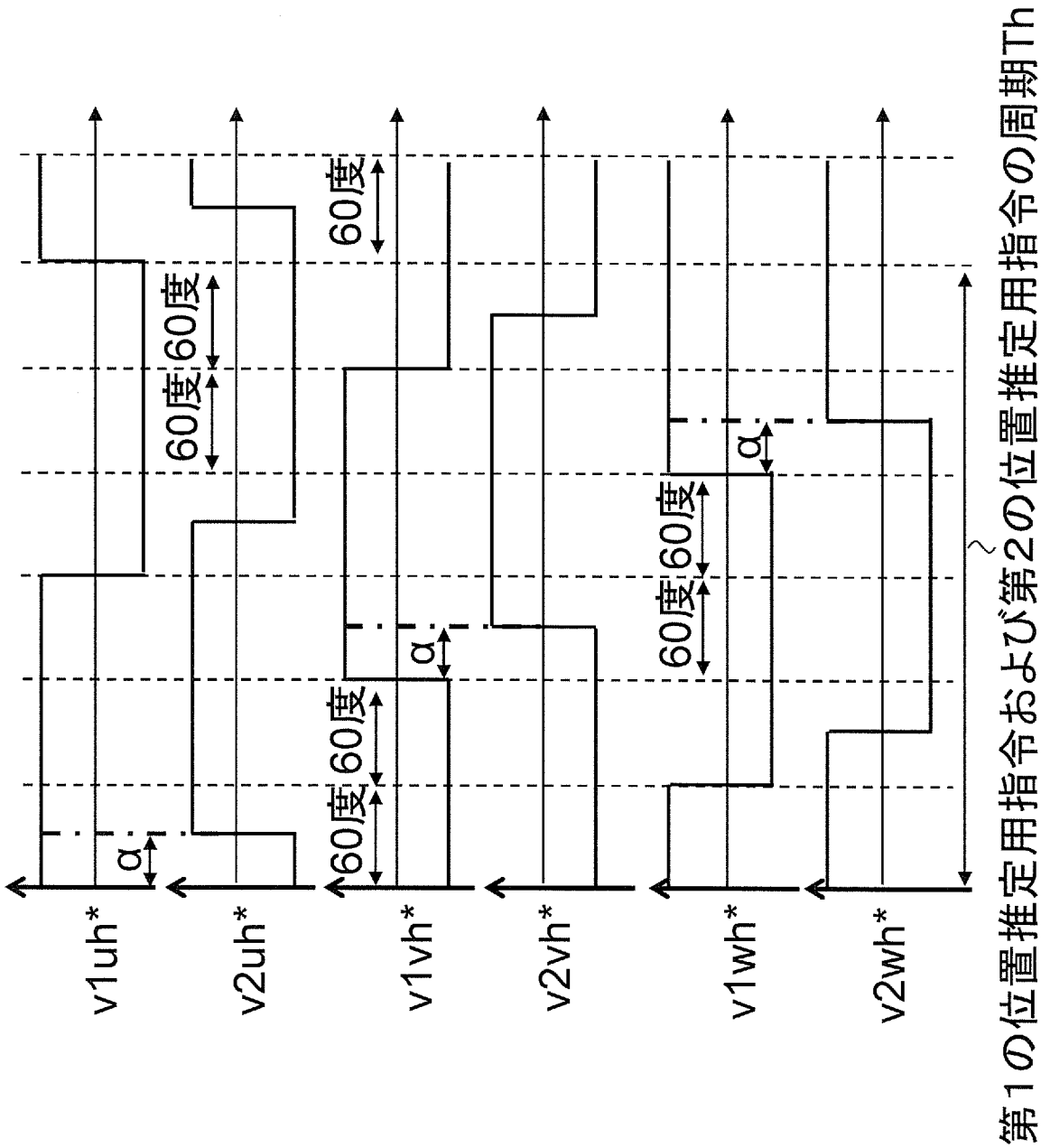
[図1]


第1の電力変換器
交流回転機
第2の電力変換器
回転位置推定器
第1の位置推定用指令生成器
第2の位置推定用指令生成器
座標変換器
座標変換器
座標変換器
座標変換器
電流制御器
電流制御器
θest
30°
id*
iq*

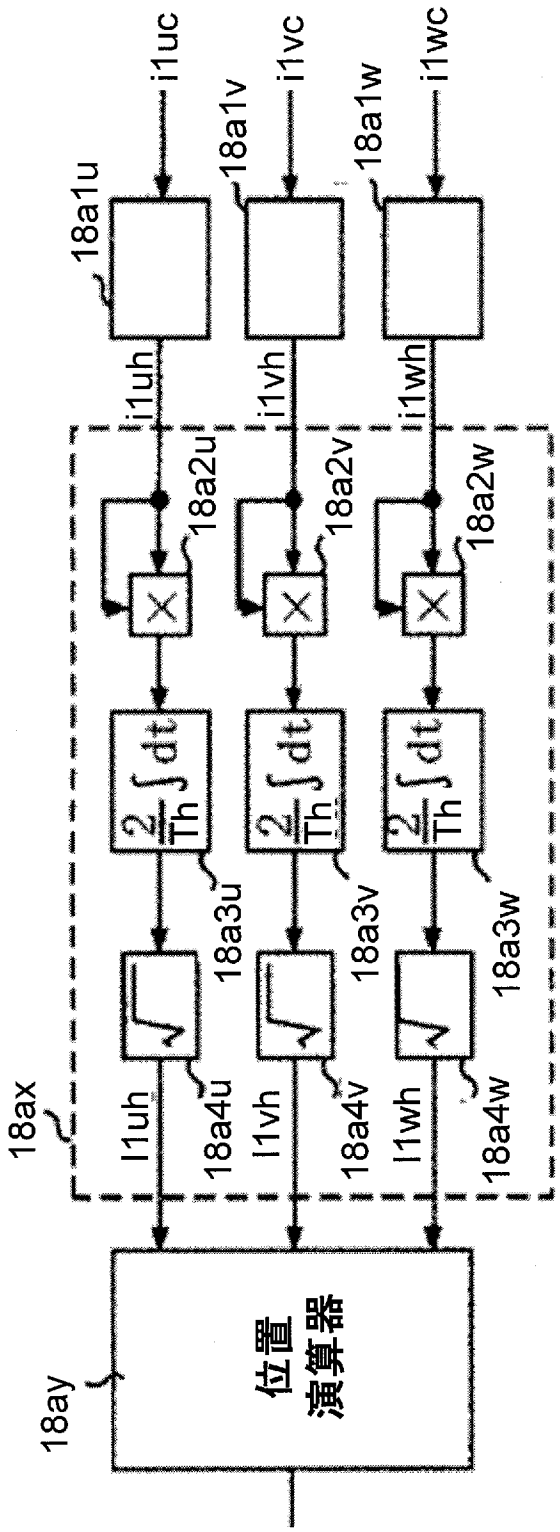
[図2]



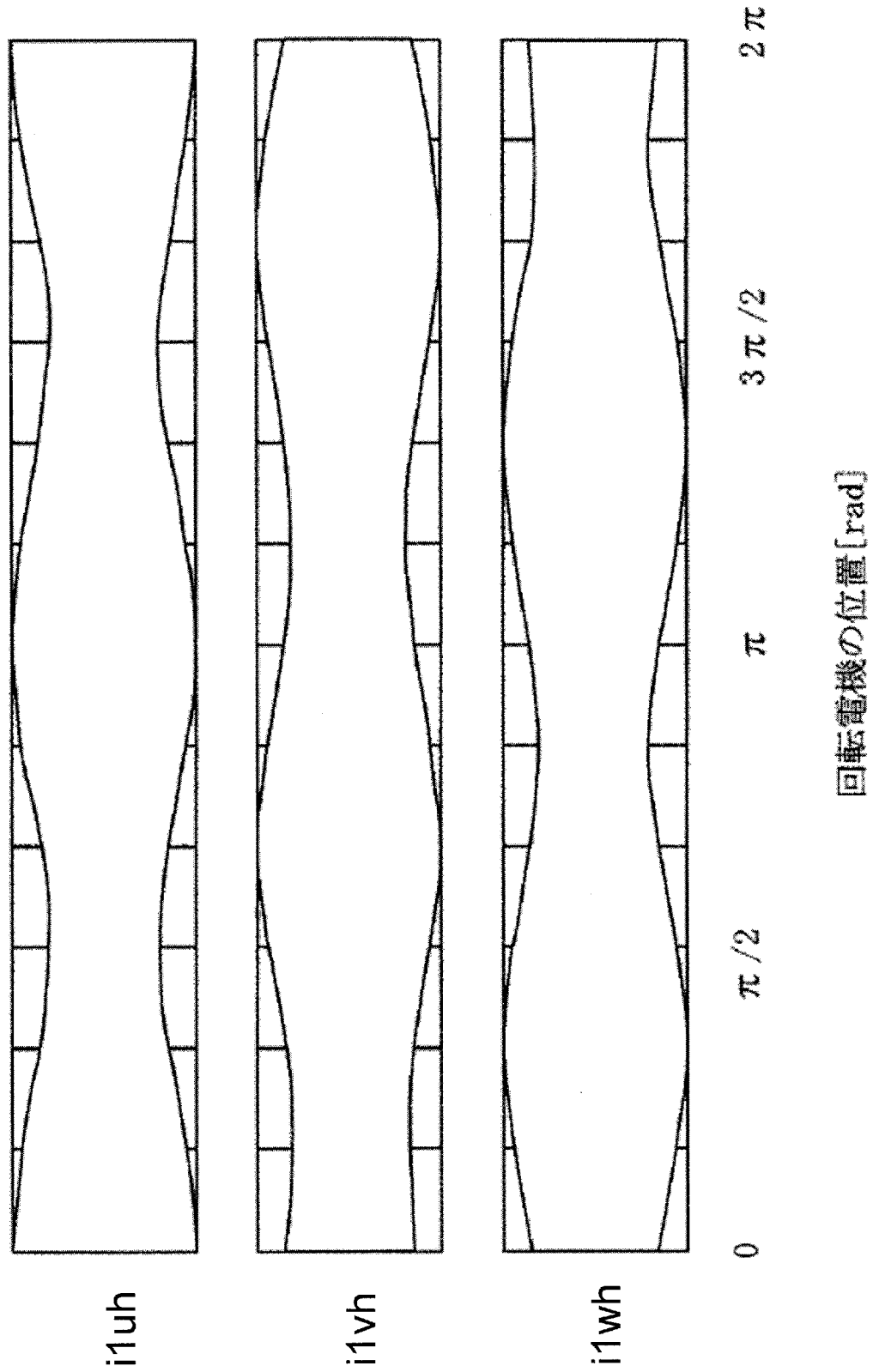
[図3]


v1uh*
v2uh*
v1vh*
v2vh*
v1wh*
v2wh*
60度
60度
60度
60度
60度
60度
α
α
α
第1の位置推定用指令および第2の位置推定用指令の周期Th

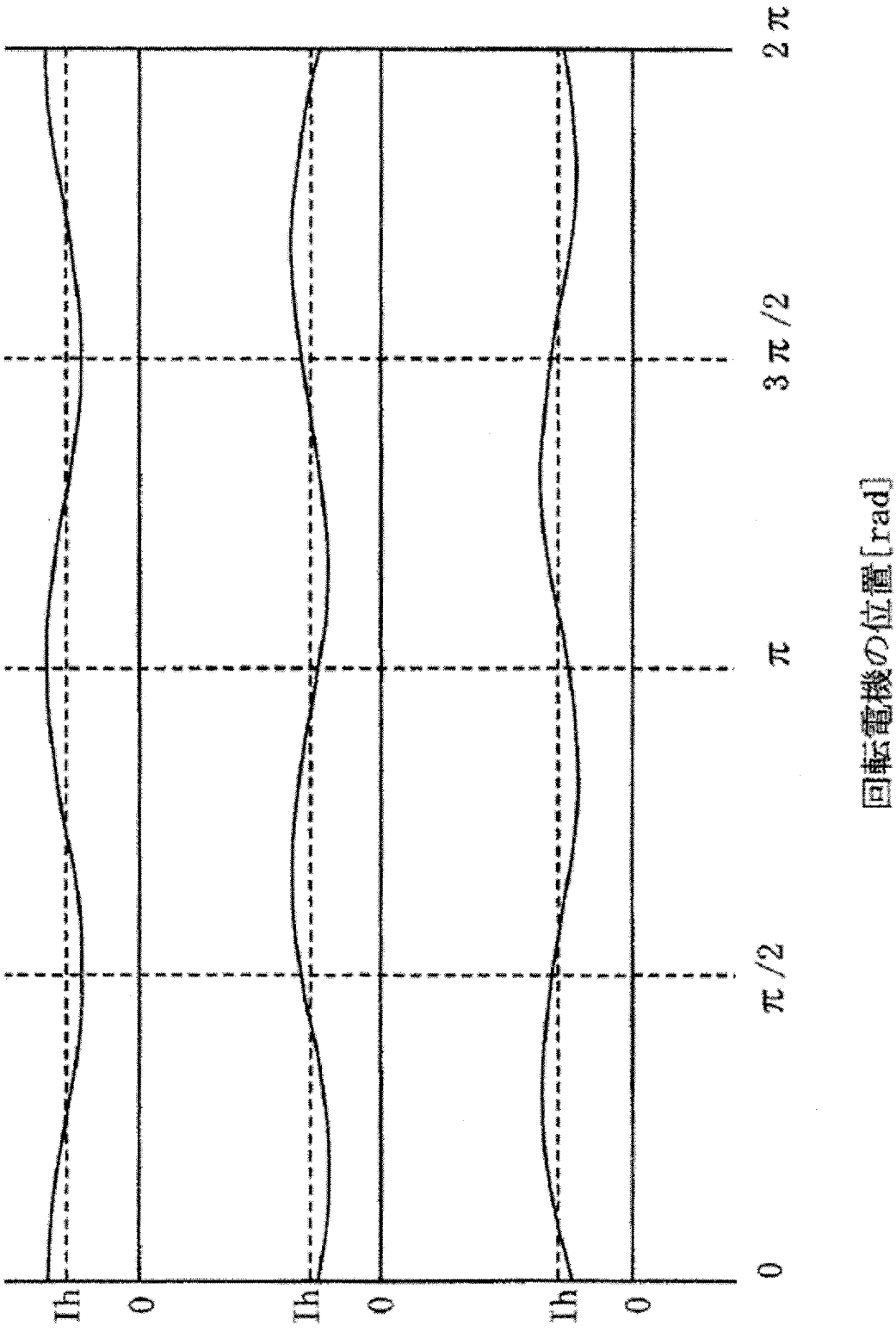
[図4]


i1uc
i1vc
i1wc
18a1u
18a1v
18a1w
i1uh
i1vh
i1wh
18a2u
18a2v
18a2w
18a3u
18a3v
18a3w
18ax
I1uh
I1vh
I1wh
18a4u
18a4v
18a4w
18ay
位置演算器

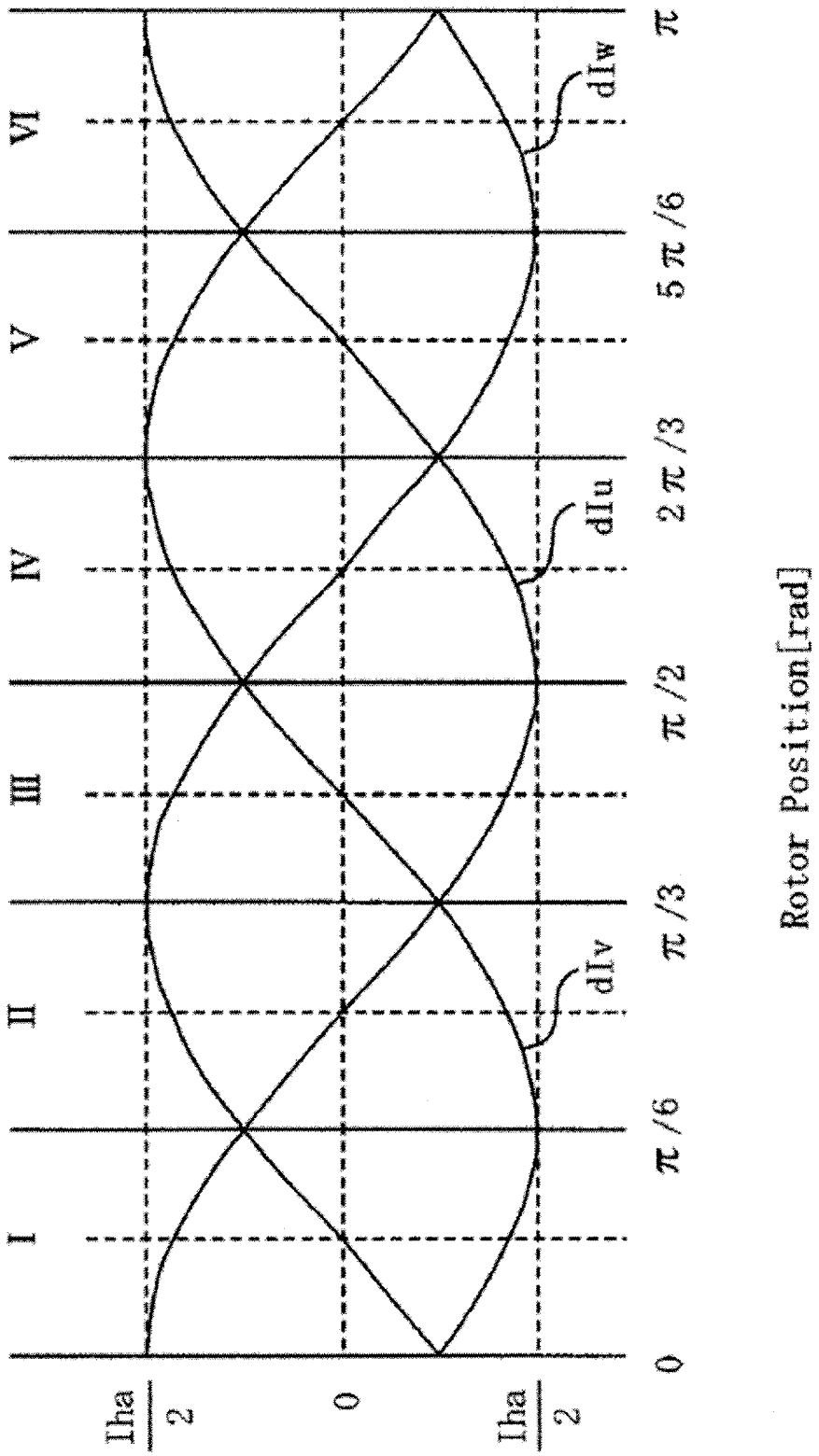
[図5]



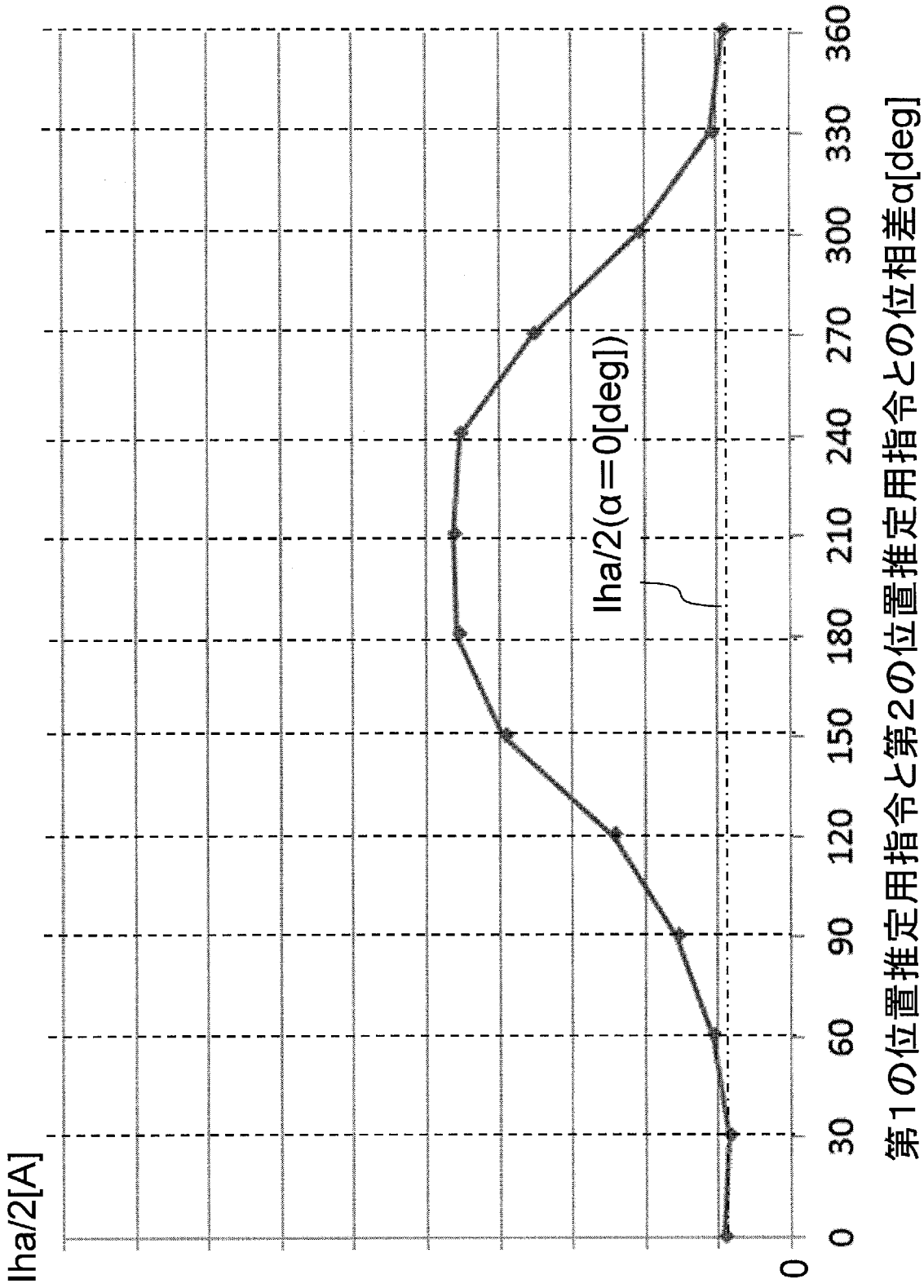
[図6]



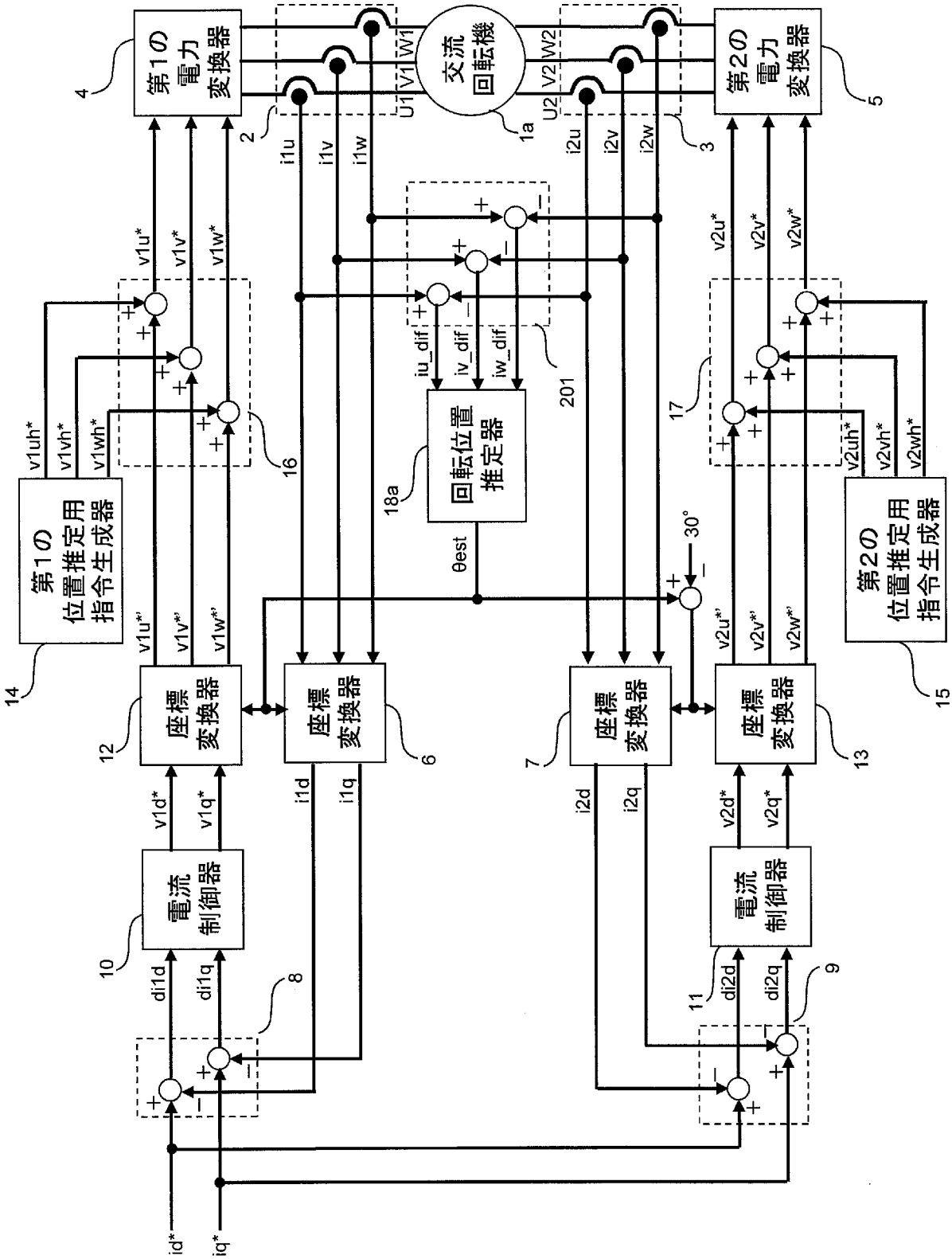
[図7]


I
II
III
IV
V
VI
dIw
dIu
dIv
Iha/2
0
Iha/2
0
π/6
π/3
π/2
2π/3
5π/6
π
Rotor Position[rad]

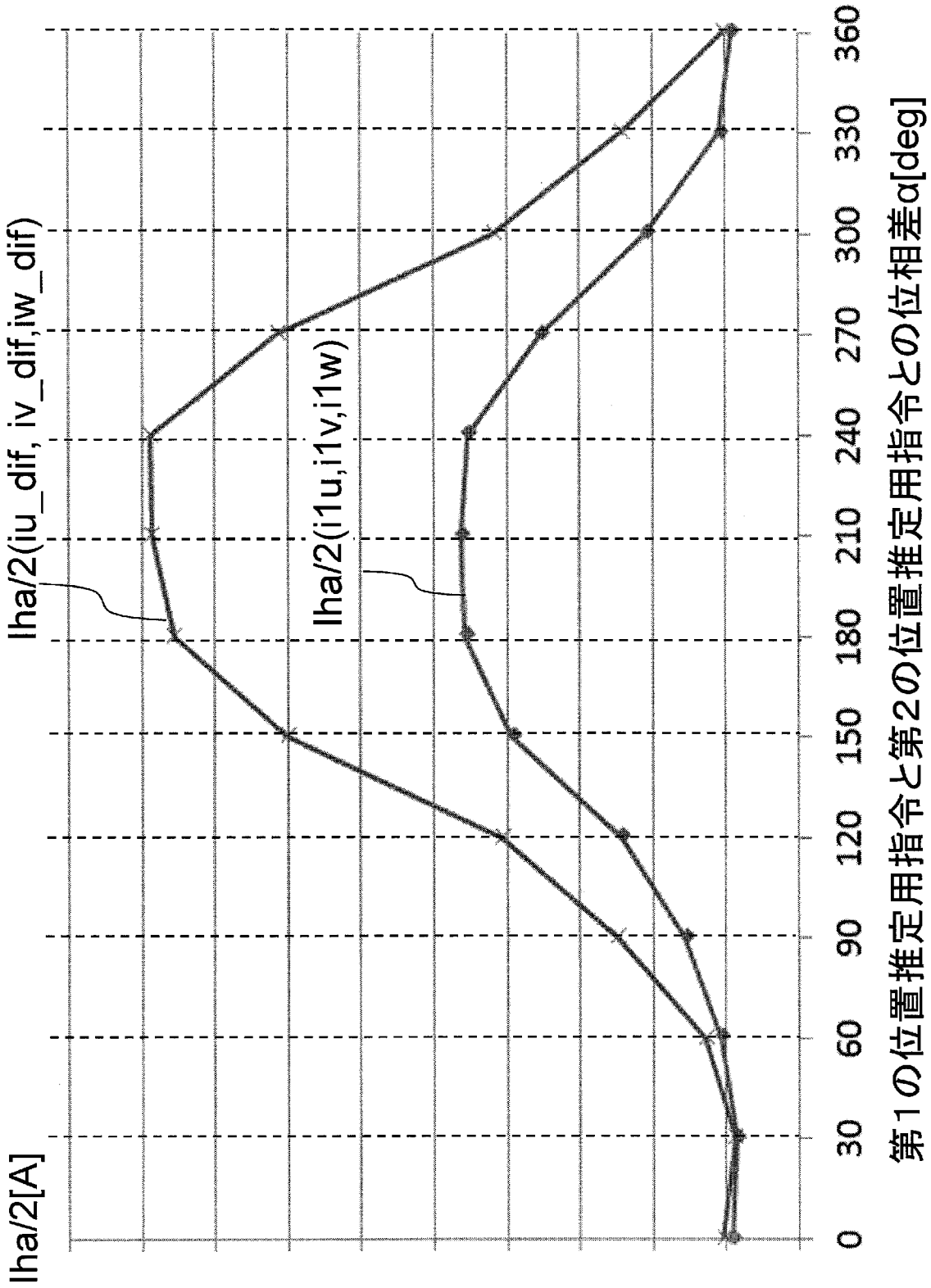
[図8]


Iha/2[A]
0
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
Iha/2(α=0[deg])
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

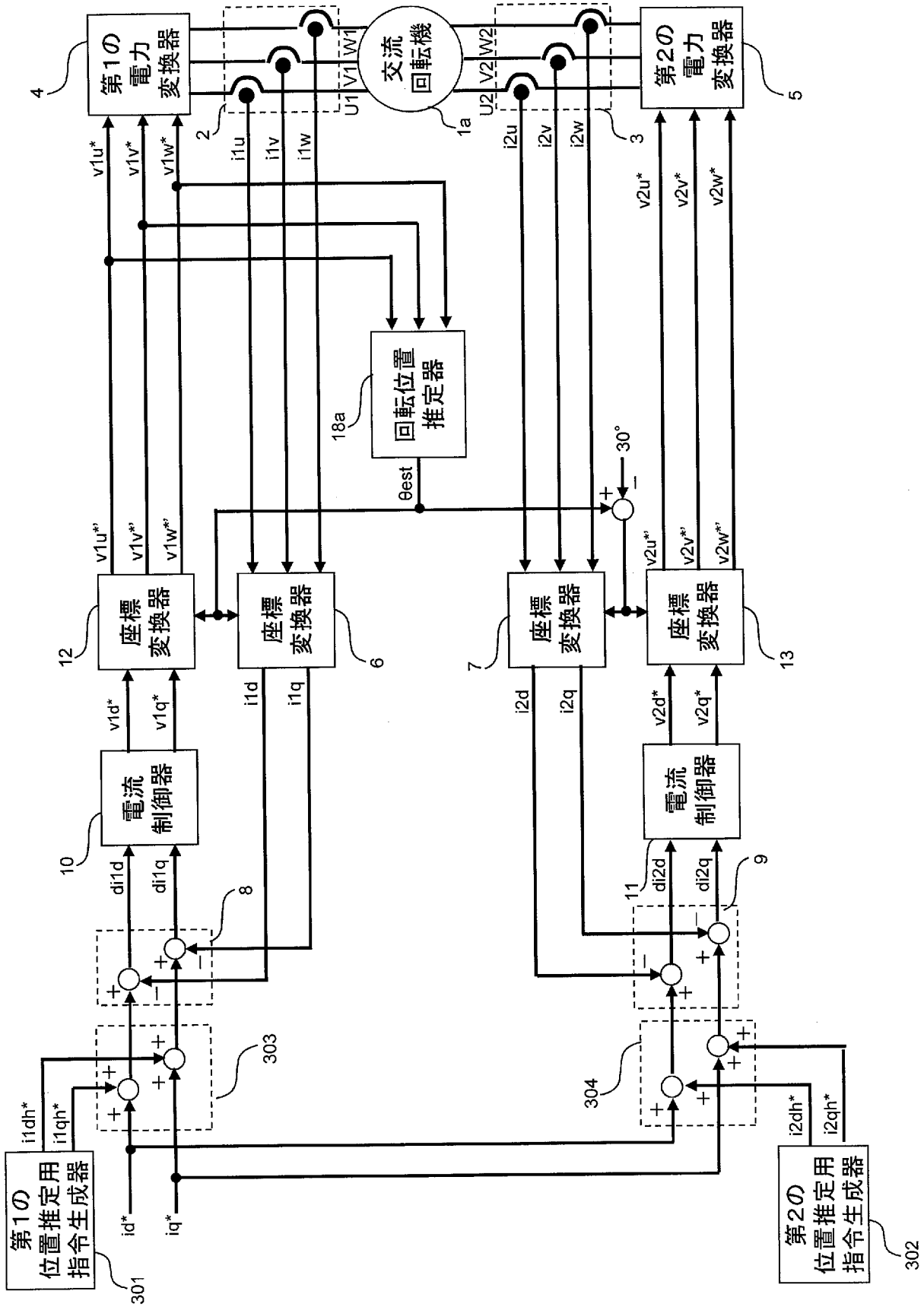
[図9]


第1の電力変換器
第2の電力変換器
交流回転機
回転位置推定器
第1の位置推定用指令生成器
第2の位置推定用指令生成器
座標変換器
電流制御器
θest
30°
id*
iq*

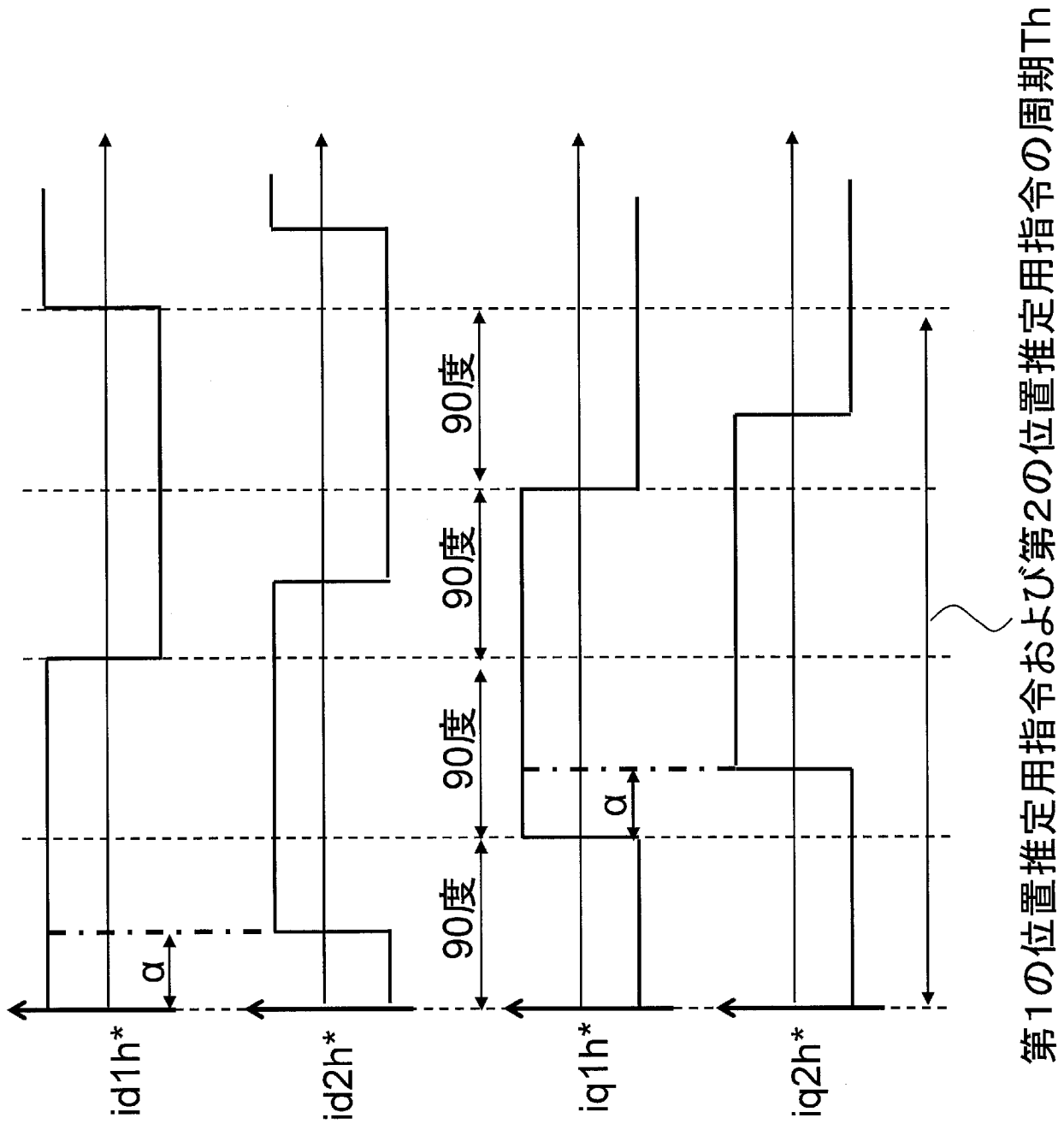
[図10]


Iha/2[A]
Iha/2(iu_dif, iv_dif,iw_dif)
Iha/2(i1u,i1v,i1w)
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

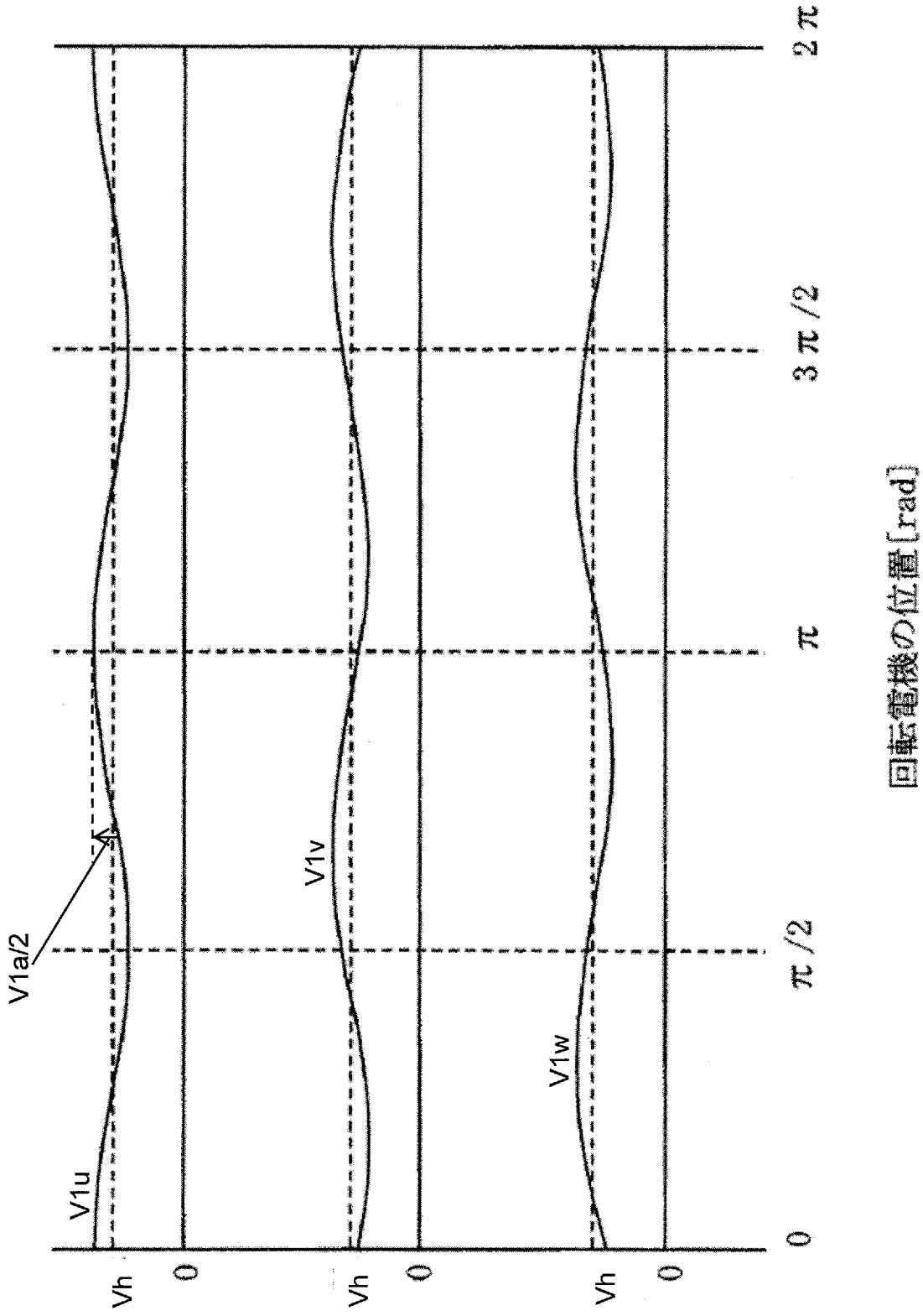
[図11]


第1の電力変換器
4
交流回転機
1a
第2の電力変換器
5
U1
V1
W1
U2
V2
W2
2
3
i1u
i1v
i1w
i2u
i2v
i2w
v1u*
v1v*
v1w*
v2u*
v2v*
v2w*
回転位置推定器
18a
θest
30°
座標変換器
12
座標変換器
6
座標変換器
7
座標変換器
13
v1u''
v1v''
v1w''
v2u''
v2v''
v2w''
i1d
i1q
i2d
i2q
電流制御器
10
電流制御器
11
v1d*
v1q*
v2d*
v2q*
di1d
di1q
di2d
di2q
8
9
303
304
第1の位置推定用指令生成器
301
第2の位置推定用指令生成器
302
i1dh*
i1qh*
i2dh*
i2qh*
id*
iq*

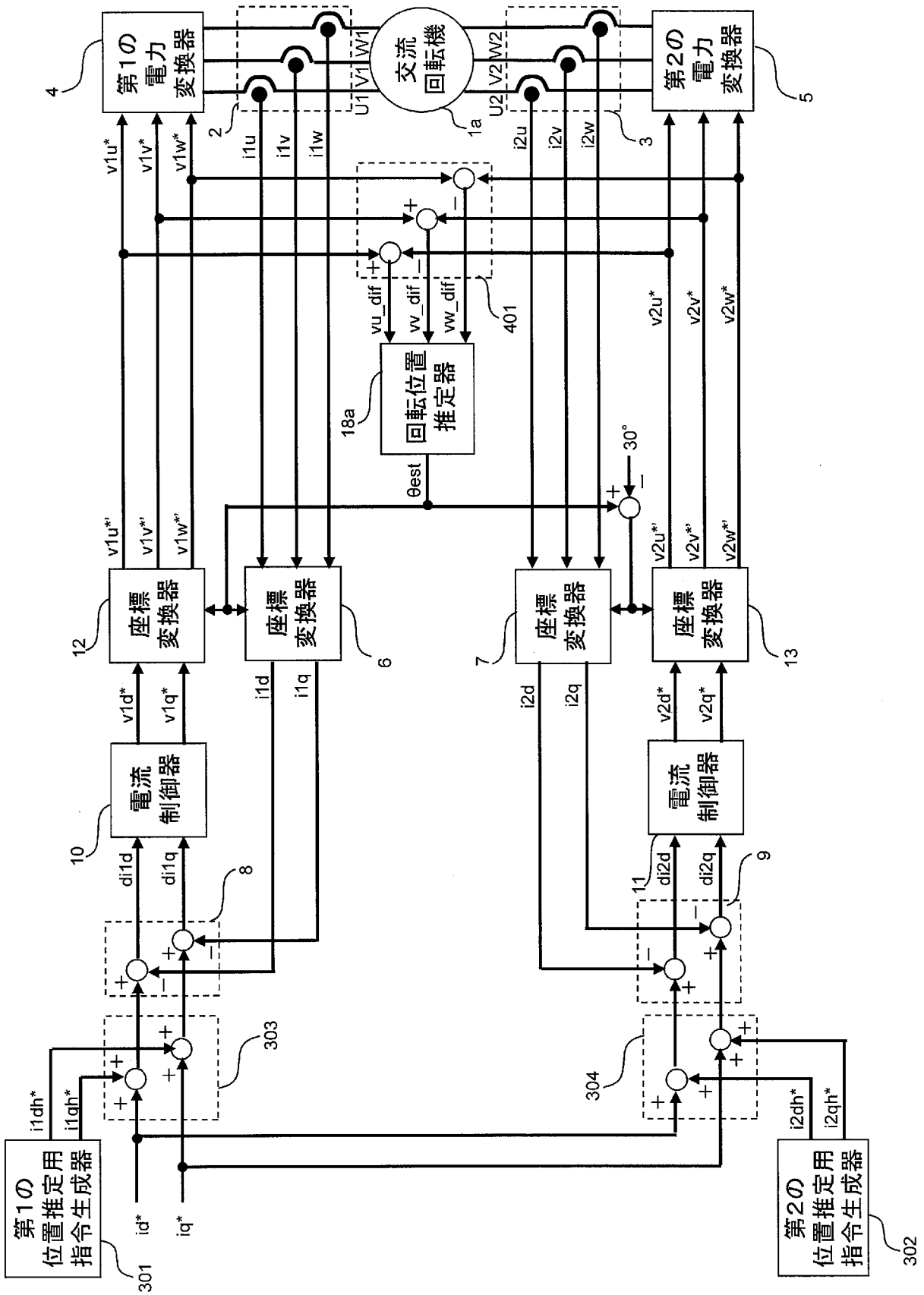
[図12]


id1h*
id2h*
iq1h*
iq2h*
90度
90度
90度
90度
α
α
第1の位置推定用指令および第2の位置推定用指令の周期Th

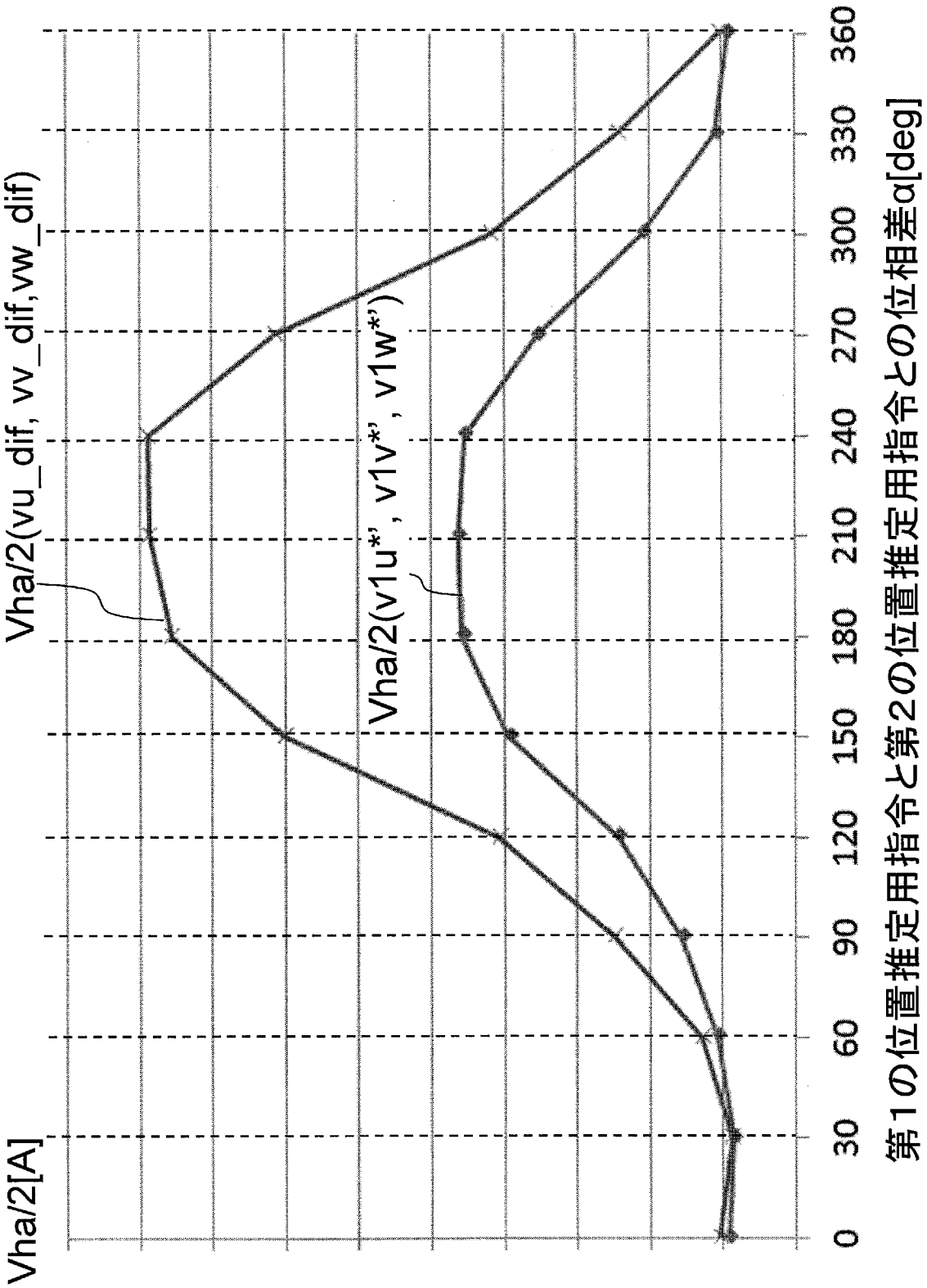
[図13]



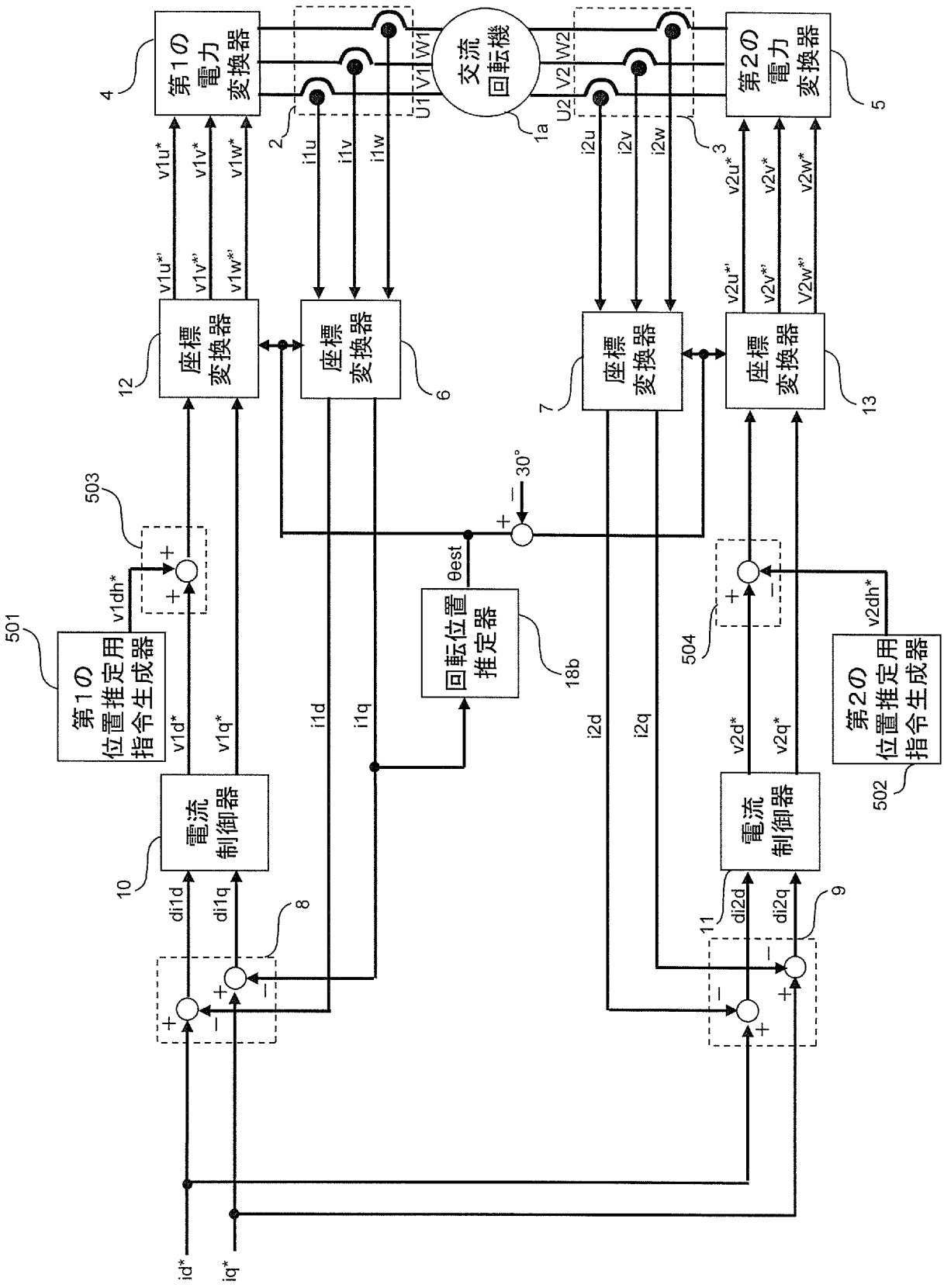
[図14]


第1の電力変換器
4
交流回転機
1a
第2の電力変換器
5
U1 V1 W1
U2 V2 W2
2
3
i1u
i1v
i1w
i2u
i2v
i2w
v1u*
v1v*
v1w*
v2u*
v2v*
v2w*
vu_dif
vv_dif
vw_dif
401
回転位置推定器
18a
θest
30°
v1u*'
v1v*'
v1w*'
v2u*'
v2v*'
v2w*'
座標変換器
12
6
7
13
i1d
i1q
i2d
i2q
v1d*
v1q*
v2d*
v2q*
電流制御器
10
11
di1d
di1q
di2d
di2q
8
9
303
304
i1dh*
i1qh*
i2dh*
i2qh*
id*
iq*
第1の位置推定用指令生成器
301
第2の位置推定用指令生成器
302

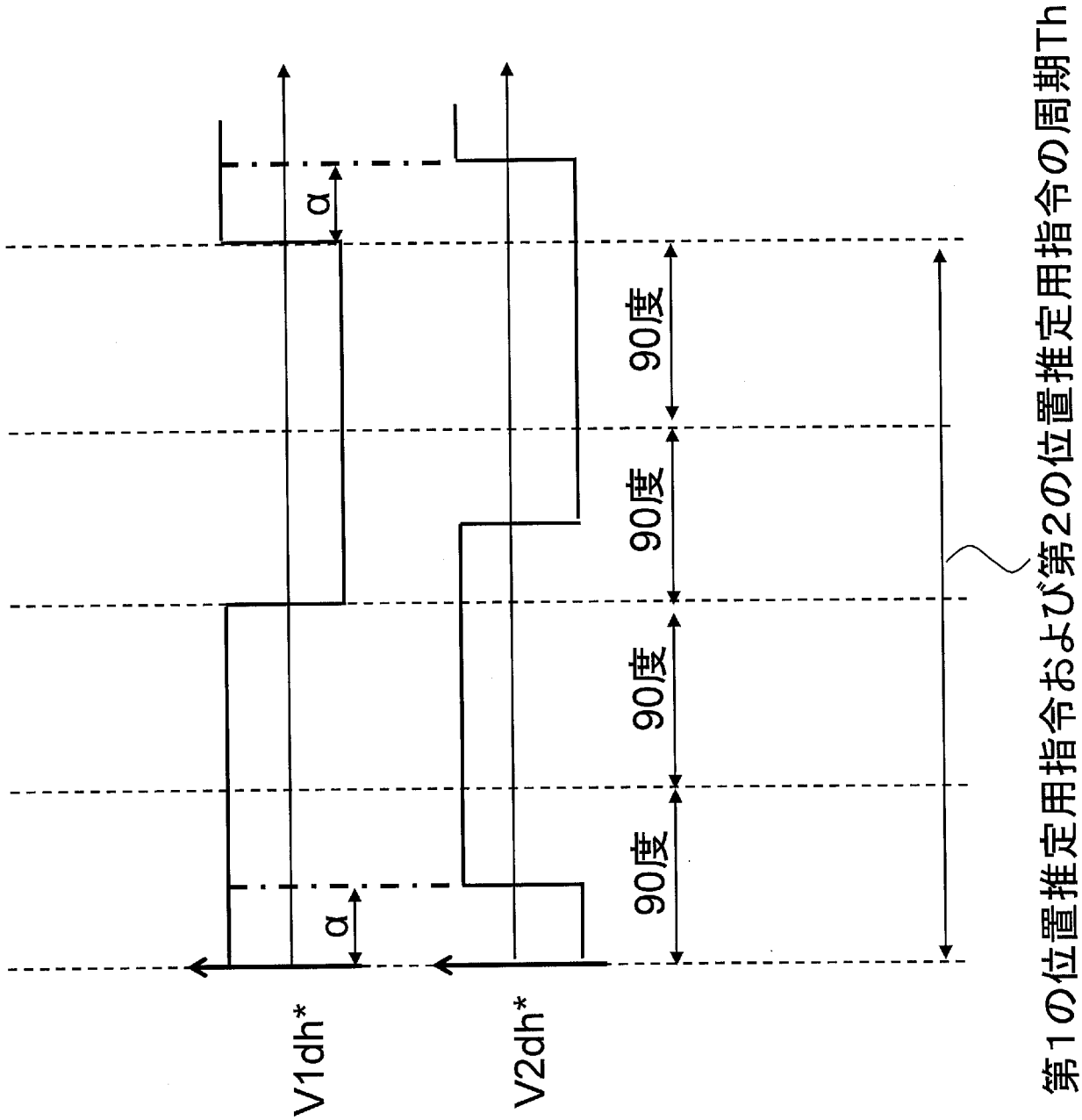
[図15]


Vha/2[A]
Vha/2(vu_dif, vv_dif,vw_dif)
Vha/2(v1u*, v1v*, v1w*)
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

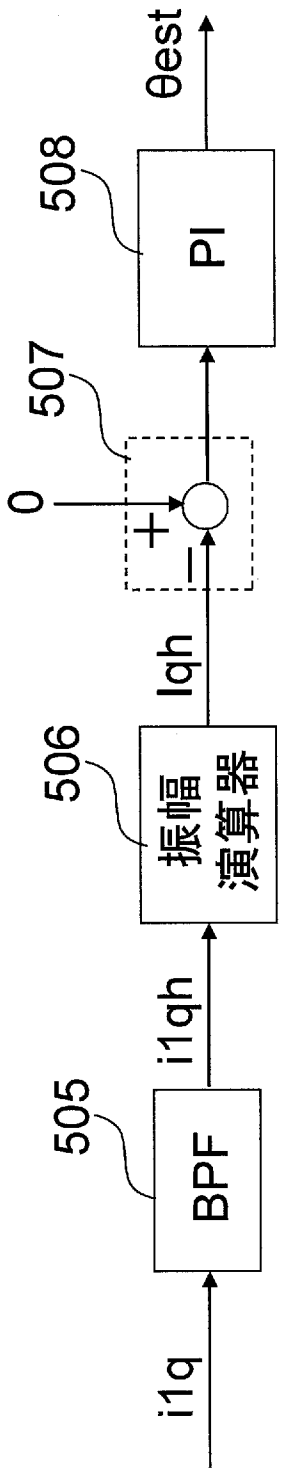
[図16]


第1の電力変換器
4
交流回転機
1a
第2の電力変換器
5
U1 V1 W1
U2 V2 W2
2
3
i1u i1v i1w
i2u i2v i2w
v1u* v1v* v1w*
v2u* v2v* v2w*
v1u*' v1v*' v1w*'
v2u*' v2v*' V2w*'
座標変換器
12
6
7
13
30°
θest
回転位置推定器
18b
503
504
v1dh*
v2dh*
501
502
第1の位置推定用指令生成器
第2の位置推定用指令生成器
v1d* v1q*
v2d* v2q*
i1d i1q
i2d i2q
電流制御器
10
11
di1d di1q
di2d di2q
8
9
id*
iq*

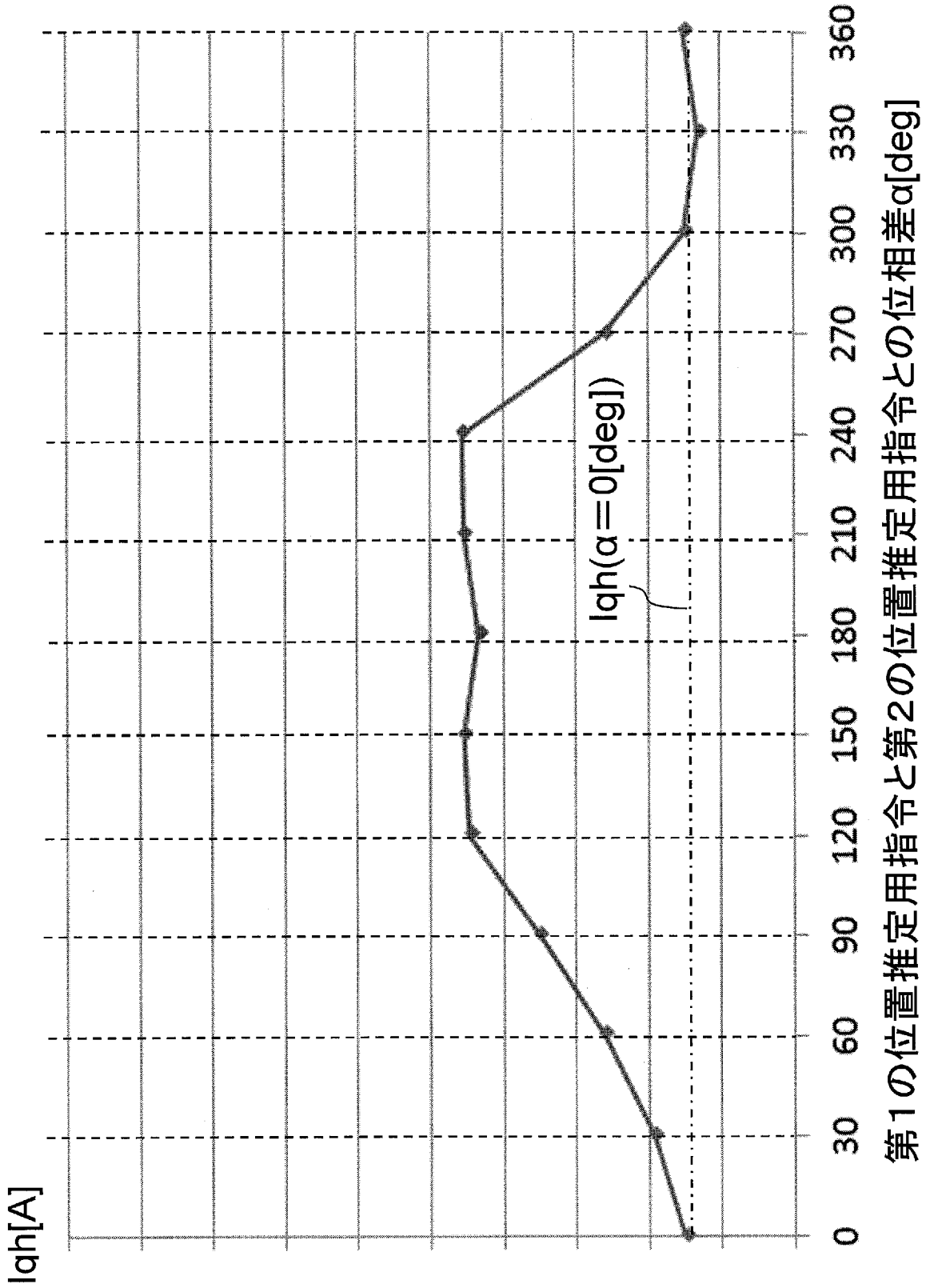
[図17]


α
90度
90度
90度
90度
α
V1dh*
V2dh*
第1の位置推定用指令および第2の位置推定用指令の周期Th

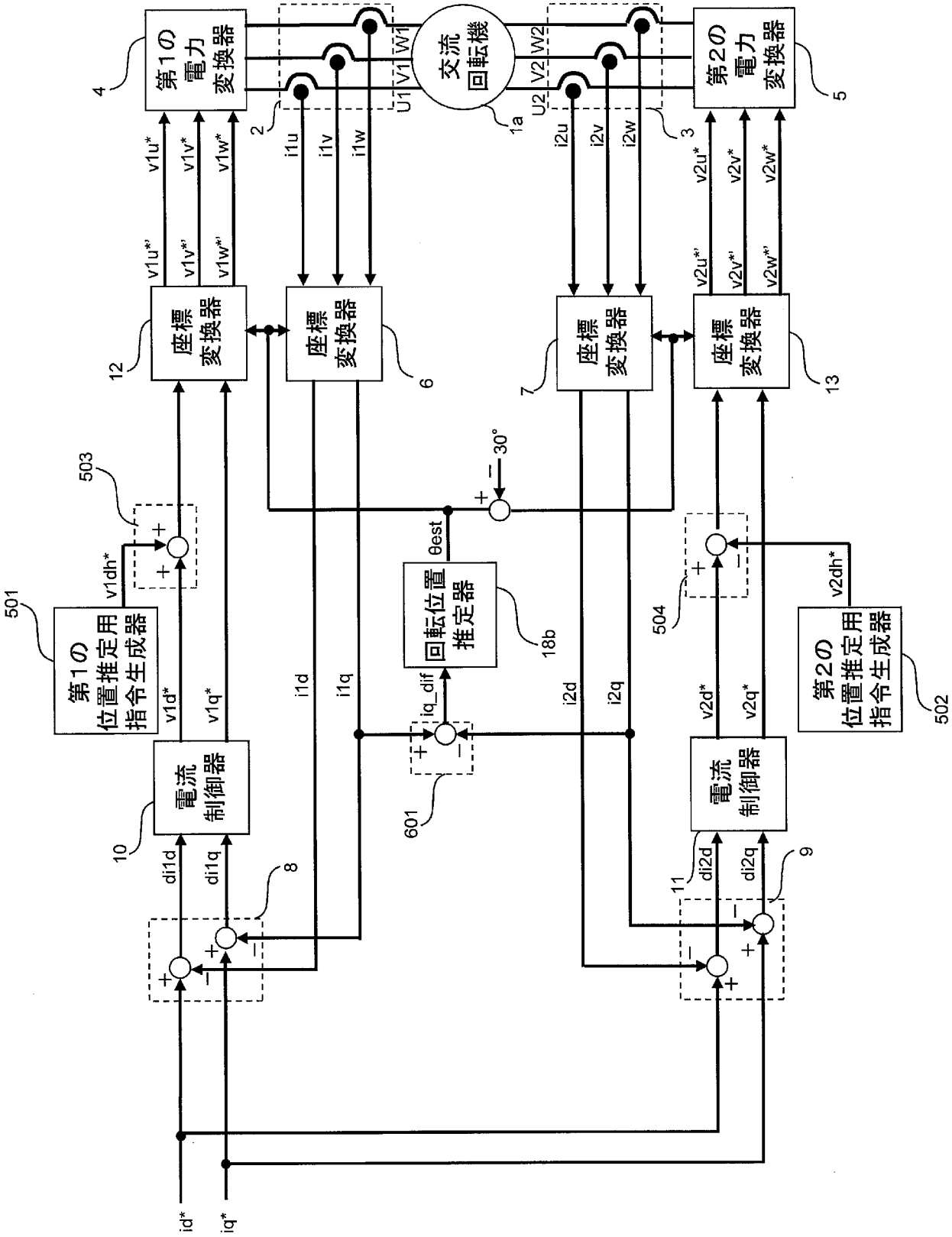
[図18]



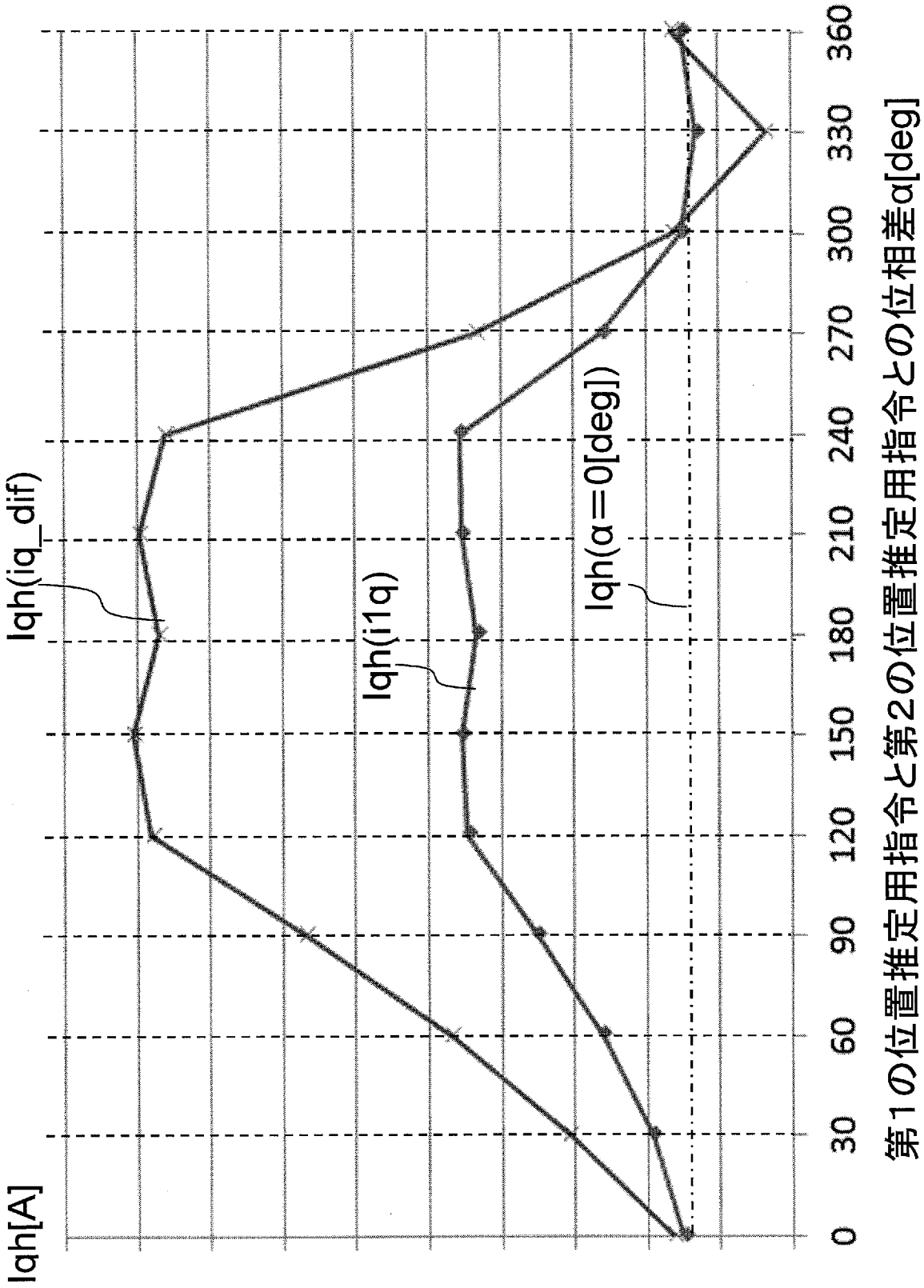
[図19]


Iqh[A]
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
Iqh(α=0[deg])
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

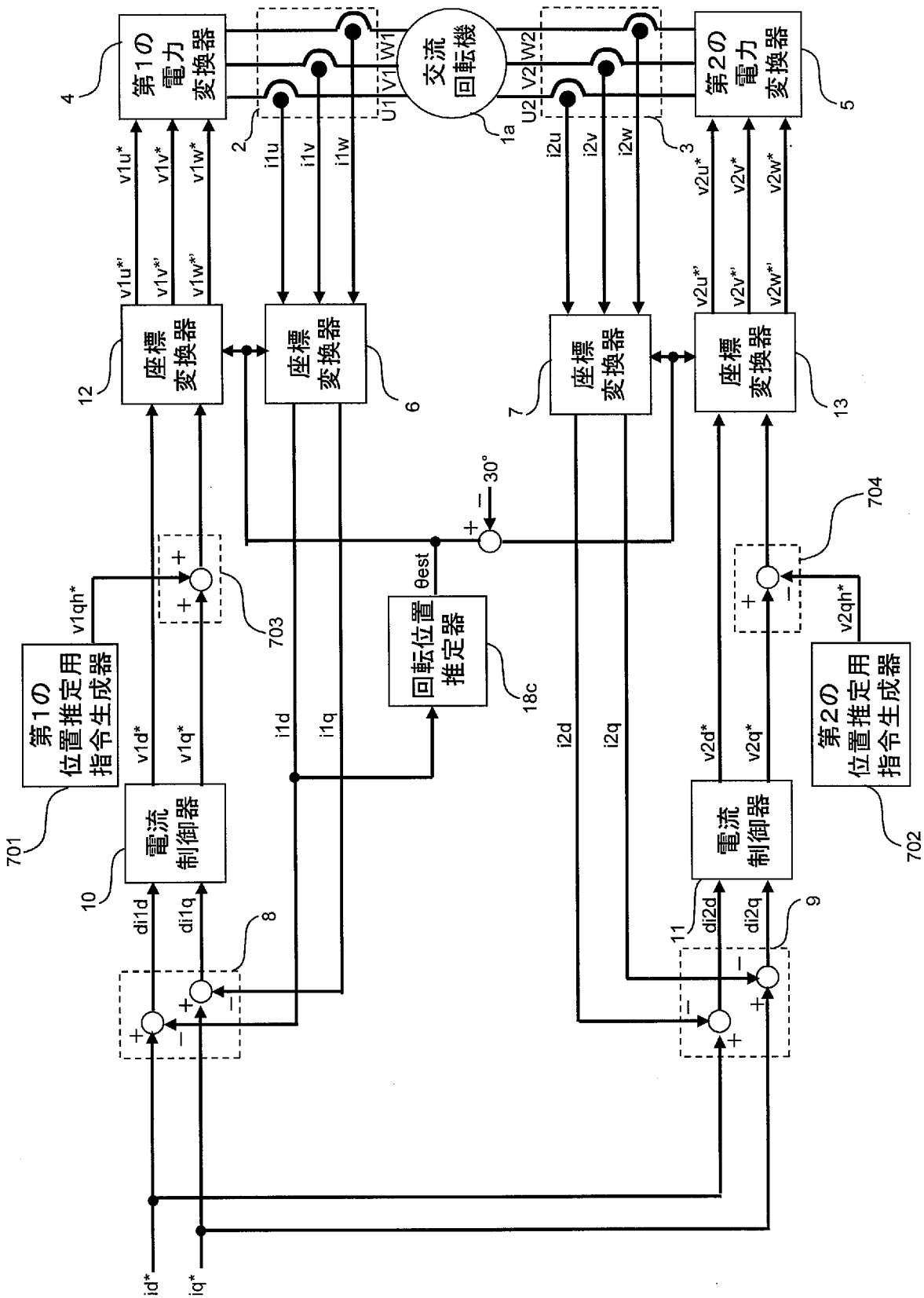
[図20]


第1の電力変換器
第2の電力変換器
交流回転機
U1 V1 W1
U2 V2 W2
1a
2
3
4
5
i1u
i1v
i1w
i2u
i2v
i2w
v1u*
v1v*
v1w*
v1u*'
v1v*'
v1w*'
v2u*
v2v*
v2w*
v2u*'
v2v*'
v2w*'
座標変換器
座標変換器
座標変換器
座標変換器
6
7
12
13
30°
θest
回転位置推定器
18b
iq_dif
601
503
504
501
502
v1dh*
v1d*
v1q*
v2dh*
v2d*
v2q*
i1d
i1q
i2d
i2q
電流制御器
電流制御器
10
11
8
9
di1d
di1q
di2d
di2q
id*
iq*

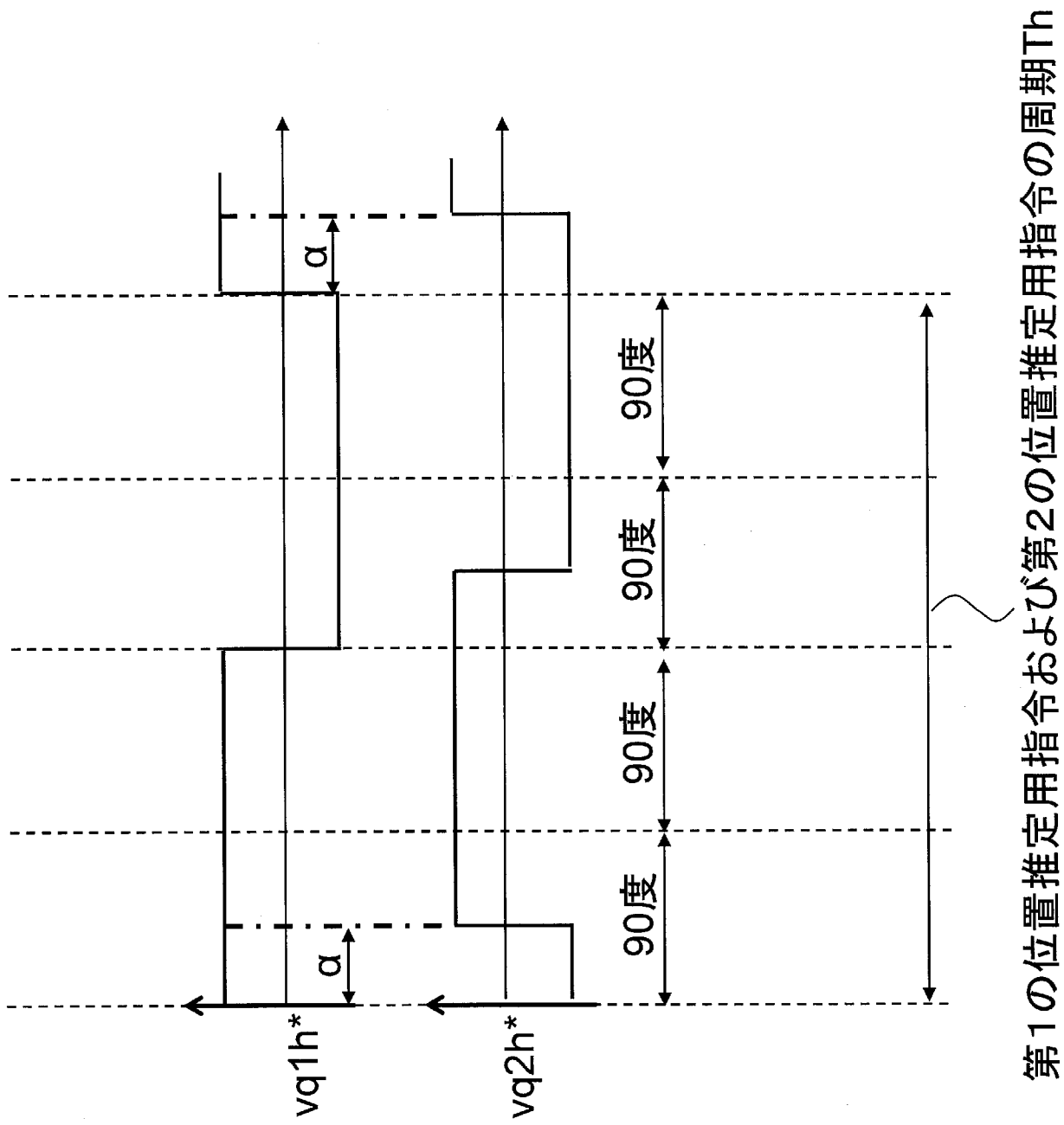
[図21]


Iqh[A]
Iqh(iq_dif)
Iqh(i1q)
Iqh(α=0[deg])
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

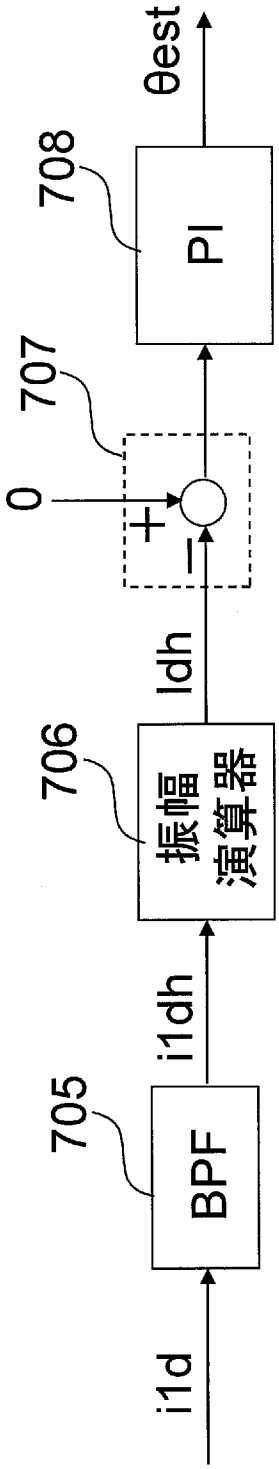
[図22]


第1の電力変換器
4
交流回転機
1a
U1
V1
W1
U2
V2
W2
2
3
第2の電力変換器
5
v1u*
v1v*
v1w*
v1u*'
v1v*'
v1w*'
i1u
i1v
i1w
i2u
i2v
i2w
v2u*
v2v*
v2w*
v2u*'
v2v*'
v2w*'
座標変換器
12
座標変換器
6
座標変換器
7
座標変換器
13
30°
θest
回転位置推定器
18c
v1qh*
703
704
v2qh*
第1の位置推定用指令生成器
701
第2の位置推定用指令生成器
702
v1d*
v1q*
i1d
i1q
i2d
i2q
v2d*
v2q*
電流制御器
10
電流制御器
11
di1d
di1q
di2d
di2q
8
9
id*
iq*

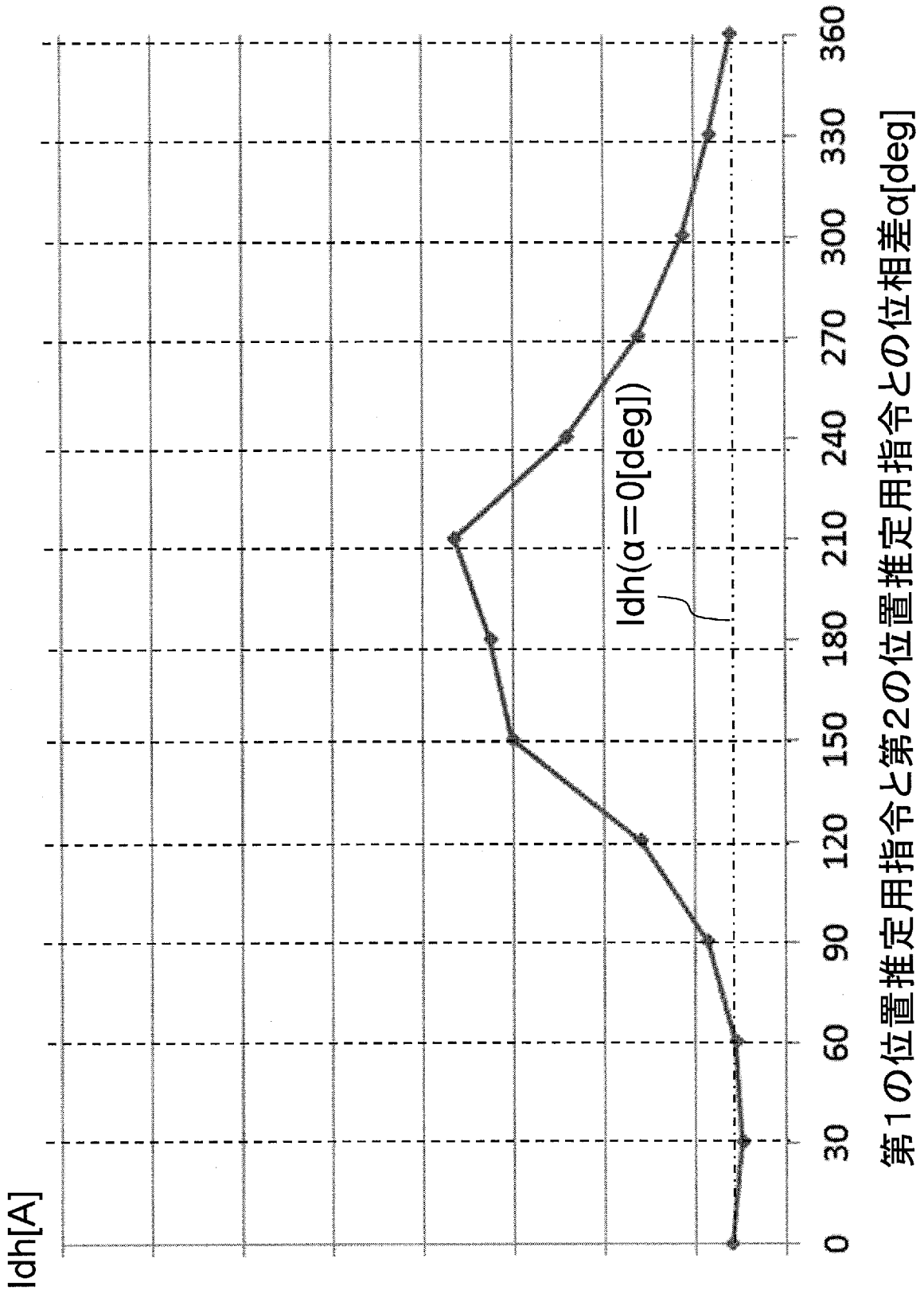
[図23]


α
90度
90度
90度
90度
α
vq1h*
vq2h*
第1の位置推定用指令および第2の位置推定用指令の周期Th

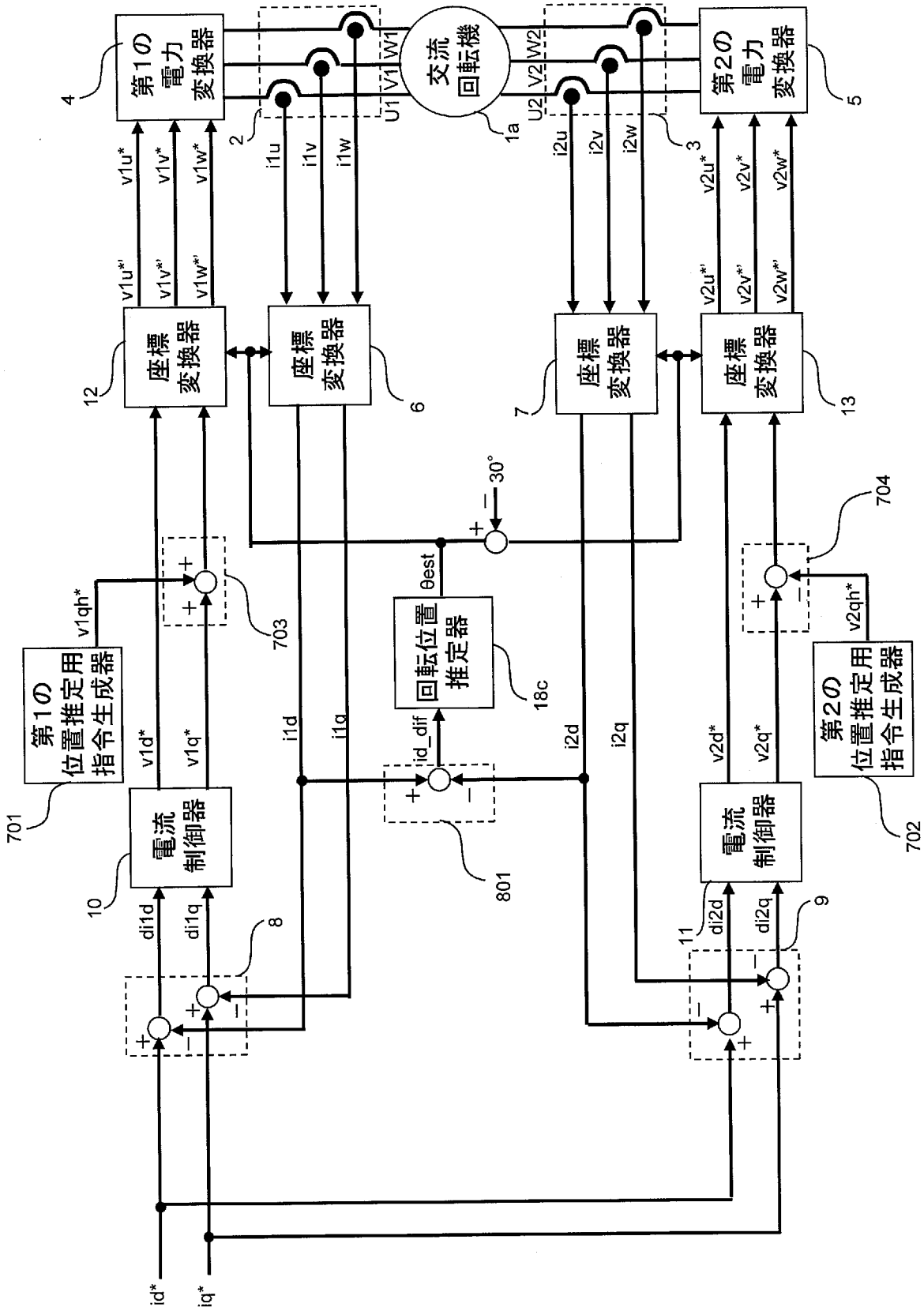
[図24]



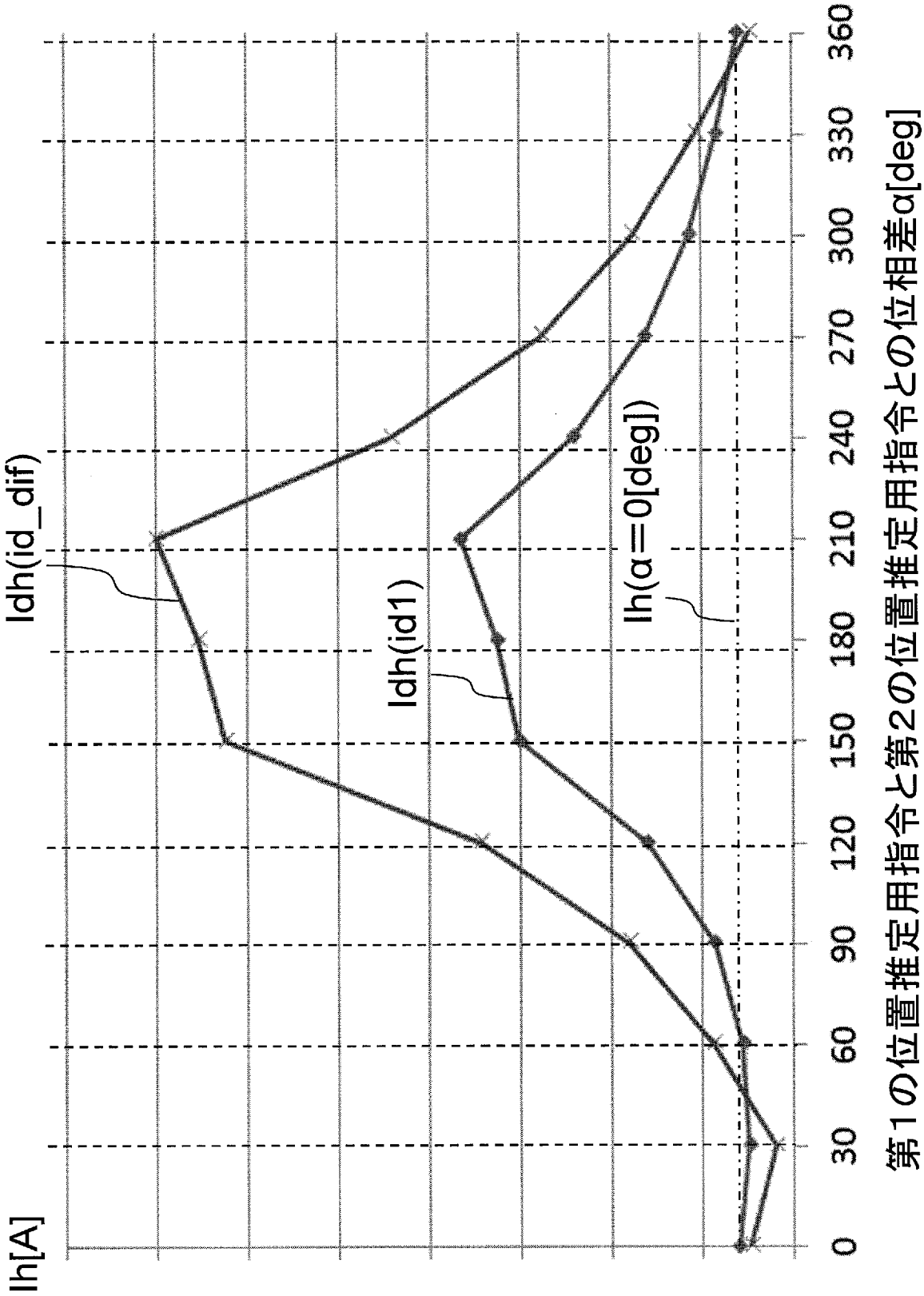
[図25]


Idh[A]
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
Idh(α=0[deg])
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

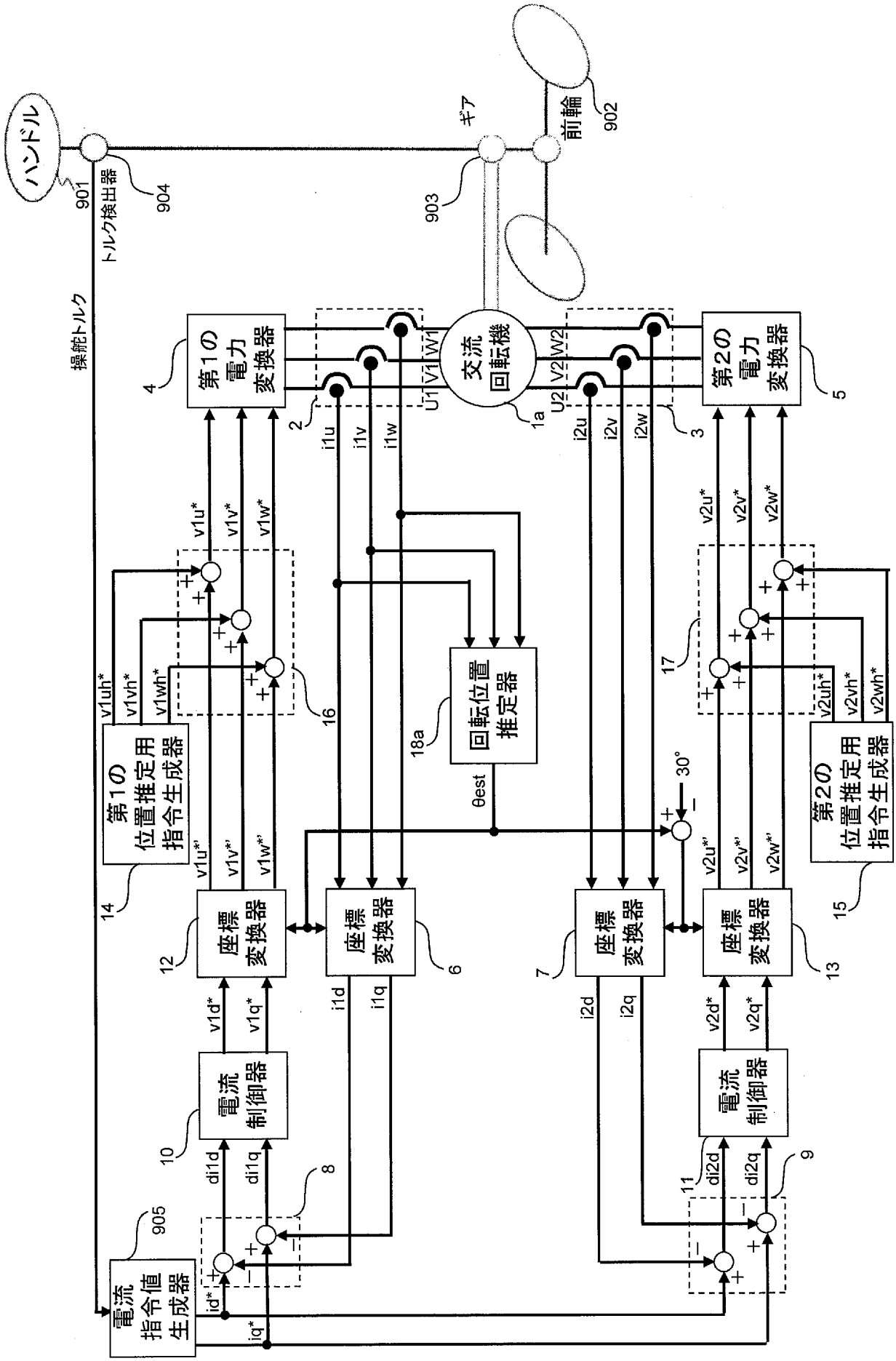
[図26]


第1の電力変換器
交流回転機
第2の電力変換器
座標変換器
座標変換器
座標変換器
座標変換器
第1の位置推定用指令生成器
第2の位置推定用指令生成器
回転位置推定器
電流制御器
電流制御器
30°
θest
id_dif
id*
iq*
v1u*
v1v*
v1w*
v1qh*
v1d*
v1q*
v2u*
v2v*
v2w*
v2qh*
v2d*
v2q*
i1u
i1v
i1w
i1d
i1q
i2u
i2v
i2w
i2d
i2q
di1d
di1q
di2d
di2q
U1
V1
W1
U2
V2
W2
1a
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
18c
701
702
703
704
801

[図27]


Ih[A]
Idh(id_dif)
Idh(id1)
Ih(α=0[deg])
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
第1の位置推定用指令と第2の位置推定用指令との位相差α[deg]

[図28]


ハンドル
901
トルク検出器
904
操舵トルク
ギア
903
前輪
902
交流
回転機
1a
第1の
電力
変換器
4
第2の
電力
変換器
5
2
3
U1
V1
W1
U2
V2
W2
i1u
i1v
i1w
i2u
i2v
i2w
回転位置
推定器
18a
θest
30°
第1の
位置推定用
指令生成器
14
第2の
位置推定用
指令生成器
15
16
17
v1uh*
v1vh*
v1wh*
v2uh*
v2vh*
v2wh*
v1u*
v1v*
v1w*
v2u*
v2v*
v2w*
v1u*'
v1v*'
v1w*'
v2u*'
v2v*'
v2w*'
座標
変換器
12
6
7
13
i1d
i1q
i2d
i2q
v1d*
v1q*
v2d*
v2q*
電流
制御器
10
11
di1d
di1q
di2d
di2q
8
9
905
電流
指令値
生成器
id*
iq*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/065241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P23/00(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)
H02P23/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2014-138530 A (Toyota Motor Corp.), 28 July 2014 (28.07.2014), entire text; all drawings & US 2014/0207335 A1 & EP 2757023 A2	1-9
A	JP 2006-129667 A (Honda Motor Co., Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2005-117863 A (Denso Corp.), 28 April 2005 (28.04.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
27 July 2015 (27.07.15)	04 August 2015 (04.08.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/065241

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-295149 A (Hitachi, Ltd.), 04 December 2008 (04.12.2008), entire text; all drawings & CN 101355321 A	1-9
A	JP 2004-173340 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 June 2004 (17.06.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2010-268597 A (Denso Corp.), 25 November 2010 (25.11.2010), entire text; all drawings & US 2010/0289372 A1 & DE 102010016929 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６５２４１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02P23/00(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.　H02P23/00

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2014-138530 A (トヨタ自動車株式会社) 2014.07.28, 全文、全図 & US 2014/0207335 A1 & EP 2757023 A2	1-9
A	JP 2006-129667 A (本田技研工業株式会社) 2006.05.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2005-117863 A (株式会社デンソー) 2005.04.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9

☑　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
２７．０７．２０１５	０４．０８．２０１５

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　３０２７
高橋　祐介
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
A	JP 2008-295149 A (株式会社日立製作所) 2008.12.04, 全文、全図 & CN 101355321 A	1-9
A	JP 2004-173340 A (三菱電機株式会社) 2004.06.17, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2010-268597 A (株式会社デンソー) 2010.11.25, 全文、全図 & US 2010/0289372 A1 & DE 102010016929 A1	1-9