(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 1 月 3 日(03.01.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/002804 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 6/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/066515

(22) 国際出願日: 2013 年 6 月 14 日(14.06.2013)

(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 2012-144651 2012 年 6 月 27 日(27.06.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 谷口 峻 (TANIGUCHI, Shun); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 安井 和也 (YASUI, Kazuya); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 結城 和明 (YUUKI, Kazuaki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 中沢 洋介 (NAKAZAWA, Yosuke); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, 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, 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.

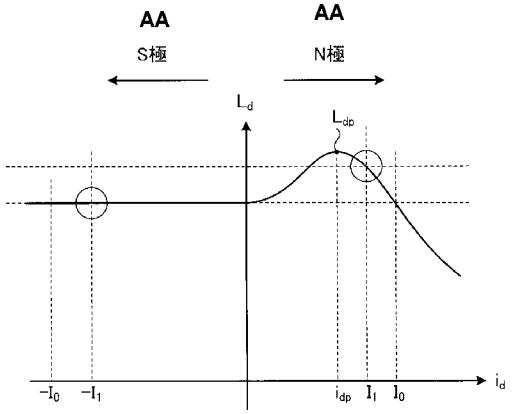
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) **Title**: CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称 : 制御システム

[図16]



AA electrode

(57) **Abstract**: A control system pertaining to an embodiment controls a synchronous electric motor having a magnet inside a rotor, wherein the system is provided with: an inverter for outputting alternating current to drive the synchronous electric motor; a gate-instruction generator for generating a gate instruction to drive the inverter; a current-detection unit for detecting the current value of alternating current outputted from the inverter; a magnetic pole position estimator for estimating the magnetic pole position on the basis of the current value detected by the current-detection unit; a control unit for instructing the gate-instruction generator so as to generate a gate instruction for polarity assessment so that the (d) axial component of the current value detected by the current-detection unit shows a predetermined value when magnetic-polarity assessment is performed; and a magnetic-pole polarity assessment unit for determining, when the polarity-assessment gate instruction is generated, a first type of information showing inductance due to the positive (d)-axis current and a second type of information showing inductance due to the negative (d)-axis current on the basis of the magnetic-pole position estimated by the magnetic-pole position estimator, comparing the determined first type of information and second type of information, and assessing the direction showing the larger value as the N-pole. The control system assesses the side where the value showing inductance of the magnetic-pole direction is increasing as the N-pole side when current is directed at the same predetermined value in the positive direction and the negative direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/002804 A1

(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)）

実施形態の制御システムは、回転子の内部に磁石を有する同期電動機を制御する制御システムにおいて、同期電動機を駆動するための交流を出力するインバータと、インバータを駆動するためのゲート指令を生成するゲート指令生成部と、インバータから出力される交流の電流値を検出する電流検出部と、電流検出部が検出した電流値に基づいて磁極位置を推定する磁極位置推定部と、磁極極性の判定を行うとき、電流検出部が検出する電流値のｄ軸成分が所定の値を示すための極性判定用ゲート指令を生成するよう前記ゲート指令生成部に指示する制御部と、極性判定用ゲート指令が生成されると、磁極位置推定部によって推定された磁極位置に基づき、正のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第１の情報と負のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第２の情報を求め、求めた第１の情報と第２の情報を比較し、大きい値を示す方をＮ極と判定する磁極極性判定部と、を備えている。そして、この制御システムは、正方向及び負方向に同一の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスを示す値が大きくなる側をＮ極側と判定する。

明　細　書

発明の名称 ： 制御システム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、制御システムに関する。

背景技術

[0002] 永久磁石同期電動機の回転センサレス制御装置において、停止状態から起動する際の初期磁極位置推定には突極性を用いて行っているため（例えば、特許文献１参照）、磁極方向の推定が必要になる。

磁極方向の推定として、磁気飽和を利用した推定法が提案されている（例えば、特許文献２，特許文献３参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第３７１９９１０号公報

特許文献2：特許第３４０１１５５号公報

特許文献3：特開２００８－０７９４８９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来の推定法は、Ｎ極方向の電流増加に対して磁石磁束方向のインダクタンスが単調減少することを利用して磁極方向を推定するものであった。

したがって、上記従来の技術は、Ｎ極方向の電流増加に対して磁石磁束方向のインダクタンスが単調減少ではなく、極大点を持つ場合には適用することはできなかった。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、Ｎ極方向の電流増加に対して磁石磁束方向のインダクタンスが極大点を持つ電動機でも磁極方向推定を可能にする制御システムを実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態の制御システムは、回転子の内部に磁石を有する同期電動機を制

御する制御システムにおいて、同期電動機を駆動するための交流を出力するインバータと、インバータを駆動するためのゲート指令を生成するゲート指令生成部と、インバータから出力される交流の電流値を検出する電流検出部と、電流検出部が検出した電流値に基づいて磁極位置を推定する磁極位置推定部と、磁極極性の判定を行うとき、電流検出部が検出する電流値のｄ軸成分が所定の値を示すための極性判定用ゲート指令を生成するよう前記ゲート指令生成部に指示する制御部と、極性判定用ゲート指令が生成されると、磁極位置推定部によって推定された磁極位置に基づき、正のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第１の情報と負のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第２の情報を求め、求めた第１の情報と第２の情報を比較し、大きい値を示す方をＮ極と判定する磁極極性判定部と、を備えている。

そして、この制御システムは、正方向及び負方向に同一の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスを示す値が大きくなる側をＮ極側と判定する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図１は、第１実施形態の永久磁石同期電動機の回転制御装置の概要構成ブロック図である。

[図2]図２は、永久磁石同期電動機の概要構成縦断面図である。

[図3]図３は、永久磁石同期電動機における一般的に知られたｄ軸インダクタンス特性を説明した図である。

[図4]図４は、第１実施形態の永久磁石同期電動機におけるｄ軸インダクタンス特性の説明図である。

[図5]図５は、特性説明図である。

[図6]図６は、図４と同様の特性を有する他のロータの一例の説明図である。

[図7]図７は、磁束密度（Ｂ）と磁界の強さ（Ｈ）との関係の説明図である。

[図8]図８は、第１実施形態の動作原理説明図である。

[図9]図９は、図８の状態におけるｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

[図10]図１０は、磁路形成用鉄心部の幅を広くした場合におけるロータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

[図11]図１１は、ステータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

[図12]図１２は、縦孔部内に永久磁石を挿入した場合の、ロータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

[図13]図１３は、縦孔部内に永久磁石を挿入した場合の、ステータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

[図14]図１４は、第１実施形態におけるｄ軸インダクタンス増加量とｄ軸インダクタンス減少量の説明図である。

[図15]図１５は、第１実施形態におけるｄ軸インダクタンスのスロット高調波による変化量の説明図である。

[図16]図１６は、第１実施形態の磁極極性判定動作の説明図である。

[図17A]図１７Ａは、磁極極性判定動作の他の例におけるｄ軸電圧変化の説明図である。

[図17B]図１７Ｂは、磁極極性判定動作の他の例におけるｄ軸電流変化の説明図である。

[図18]図１８は、第２実施形態の磁極極性判定動作の説明図である。

[図19]図１９は、第３実施形態の磁極極性判定部の概要構成ブロック図である。

[図20]図２０は、γ軸電流指令とγ軸電流との関係の説明図である。

発明を実施するための形態

[0007] 次に図面を参照して実施形態について詳細に説明する。

[１]第１実施形態

図１は、第１実施形態の永久磁石同期電動機の制御装置の概要構成ブロック図である。

[0008] 電動機駆動装置１００は、大別すると、電流指令生成部１０と、電流制御部１１と、高周波電圧重畳部１２と、第１座標変換部１３と、三角波ＰＷＭ

変調部１４と、インバータ１５と、電流検出部１６と、第２座標変換部１７と、磁極位置推定部１８と、磁極極性判定部１９と、を備えている。

[0009] 以上の構成において、電流指令生成部１０と、電流制御部１１と、高周波電圧重畳部１２と、第１座標変換部１３と、三角波ＰＷＭ変調部１４と、電流検出部１６と、第２座標変換部１７と、磁極位置推定部１８と、磁極極性判定部１９と、は、全体としてインバータ制御部として機能している。

[0010] 電流指令生成部１０は、磁束電流指令信号$i_{\gamma ref}$、及びトルク電流指令信号$i_{\delta ref}$を出力する。そして、磁極極性を判定するときにインバータ１５が出力する電流も、電流指令生成部１０が出力する磁束電流指令信号$i_{\gamma ref}$とトルク電流指令信号$i_{\delta ref}$によって制御される。

電流制御部１１は、電流指令生成部１０から入力される磁束電流指令信号$i_{\gamma ref}$、及びトルク電流指令信号$i_{\delta ref}$並びに磁束電流成分信号$i\gamma$及びトルク電流成分信号$i\delta$に基づいて基本波電圧指令信号$v\gamma 0$、$v\delta 0$を出力する。

高周波電圧重畳部１２は、基本波電圧指令信号$v\gamma 0$、$v\delta 0$に高周波電圧指令信号$v\gamma h$、$v\delta h$を重畳して、電圧指令信号$v\gamma$、$v\delta$を生成し、第１座標変換部１３に出力する。

[0011] 第１座標変換部１３は、極性付磁極位置θestに基づいて電圧指令信号$v\gamma$、$v\delta$の$\gamma\delta$－ＵＶＷ変換を行って、電圧指令信号ｖｕ、ｖｖ、ｖｗを生成し、三角波ＰＷＭ変調部１４に出力する。

三角波ＰＷＭ変調部１４は、入力された電圧指令信号ｖｕ、ｖｖ、ｖｗに基づいて、インバータ１５を構成している図示しないスイッチングトランジスタ（例えば、ＩＧＢＴ；Insulated Gate Bipolar Transistor）を駆動するためのゲート指令信号（群）ＧＣを生成してインバータ１５に出力する。

[0012] インバータ１５は、ゲート指令信号ＧＣに基づいて、永久磁石同期電動機（ＰＭＳＭ）２０を駆動するためのＵ相信号Ｕ、Ｖ相信号Ｖ及びＷ相信号Ｗを生成する。そして、インバータ１５は、生成したＵ相信号Ｕ、Ｖ相信号Ｖ

及びW相信号Wに基づいて内蔵されているスイッチング素子（例えば、ＩＧＢＴ）のオン／オフを切替えることによって交流／直流電力を相互に変換する。

[0013] 電流検出部１６は、電流センサ１６ｕ及び電流センサ１６ｗにより、Ｕ相信号ｕに対応して永久磁石同期電動機２０に流れるＵ相電流ｉｕ及びW相信号ｗに対応して永久磁石同期電動機２０に流れるW相電流ｉｗを検出して第２座標変換部１７に出力する。なお、本実施形態では、Ｕ相及びW相の２相の電流値（電流応答値）を検出しているが、３相全ての電流値を検出する構成とすることも可能である。

[0014] 第２座標変換部１７は、極性付磁極位置θｅｓｔに基づき、入力されたＵ相電流ｉｕ及びW相電流ｉｗに対してＵＶＷ－γδ変換を行う。そして、ＵＶＷ－γδ変換によって生成された磁束電流成分信号ｉγ及びトルク電流成分信号ｉδを磁極位置推定部１８及び電流制御部１１に出力する。

磁極位置推定部１８は、第２座標変換部１７から入力された磁束電流成分信号ｉγ（電流応答値）及びトルク電流成分信号ｉδ（電流応答値）から、永久磁石同期電動機２０の磁極位置を推定する。

[0015] 磁極位置推定の手法としては、例えば、特許文献１に示しているような手法を用いる。

すなわち、検出した電流をバンドパスフィルタに通して磁極位置誤差に相当する値を演算によって求める。そして、求めた値を磁極位置誤差をＰＩ制御器に入力して角速度を推定する。続いて推定した角速度を積分して磁極位置を推定する。あるいは、高周波電流から直接、磁極位置を演算しても良い。

すなわち、磁極位置推定部１８は、入力された磁束電流成分信号ｉγ及びトルク電流成分信号ｉδに基づいて磁極位置を推定して磁極位置推定信号θｅｓｔ０を磁極極性判定部１９に出力する。

[0016] この磁極位置の推定においては、ロータの突極性を用いている。このため、磁極の方向は推定できず、１８０°（ｄｅｇ）ずれた方向が磁極位置とし

て求められる可能性がある。

したがって、磁極位置の推定においては、磁極方向を判定する必要がある。

[0017] 磁極極性判定部１９は、入力された磁極位置推定信号θｅｓｔ０に基づいて、極性付磁極位置θｅｓｔを生成し、第１座標変換部１３及び第２座標変換部１７に出力する。すなわち、磁極極性判定部１９は、ロータ鉄心の磁気飽和を利用してＮ極とＳ極を判定し、磁極位置推定部１８で推定した磁極位置が１８０°（ｄｅｇ）ずれている場合には磁極極性に対応する極性付磁極位置θｅｓｔを磁極位置推定信号θｅｓｔ０から１８０°ｄｅｇ反転させた値として出力する。

[0018] 次に具体的な電動機駆動装置１００の動作説明に先立ち、本実施形態が適用される永久磁石同期電動機２０の構成について説明する。

図２は、永久磁石同期電動機の概要構成縦断面図である。

永久磁石同期電動機２０は、ステータ２１及びロータ２２を有し、各励磁相に流れる３相交流電流によって生じた磁界による磁気的相互作用で、ロータ２２を回転させるトルクを発生させる。

ステータ２１は、ステータティース２３及びステータスロット２４が交互に配列されている。

[0019] ロータ２２は、ロータ鉄心２５の所定位置には磁極間を遮断するように複数の縦孔部（空隙部）２６が配置され、各縦孔部２６内には、少なくとも一つの永久磁石２７が挿入固定されて、磁極を形成している。さらに永久磁石２７の両側部には、ロータ鉄心２５内をループする局部磁路を形成させるための磁路形成用鉄心部２８が配置されている。

[0020] まず、永久磁石同期電動機２０の特性について説明する。

以下の説明において、磁極のＮ極方向をｄ軸として、ｄ軸電流として正の電流を流すとは、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向に流れる電流を流すことを意味するものとする。

また、ｄ軸の磁路ＭＷは、図２に示すようになっており、ｄ軸インダクタ

ンスＬｄとは、ｄ軸の電流の変化Δｉ$_d$とｄ軸の磁束が変化Δφ$_d$から次式にて定められるものとする。

[0021] [数1]

$$L_d = \frac{\Delta\phi_d}{\Delta i_d}$$

[0022] 図３は、永久磁石同期電動機における一般的に知られたｄ軸インダクタンス特性を説明した図である。

また、図４は、第１実施形態の永久磁石同期電動機におけるｄ軸インダクタンス特性の説明図である。

一般的に、埋込磁石永久磁石同期電動機（ＩＰＭＳＭ；Interior Permanent Magnet Synchronous Motor）では、図３に示すように、ｄ軸電流の増加に従い、ｄ軸インダクタンスＬｄが単調減少する。

[0023] これに対し、本実施形態の永久磁石同期電動機においては、図４に示すように、ｄ軸インダクタンスがｄ軸電流に対して正の方向に極大点Ｌ$_{dp}$を持ち、極大点Ｌ$_{dp}$よりもｄ軸電流を大きくするとｄ軸インダクタンスＬｄが単調減少している。

[0024] 例えば、図５に示すように、永久磁石同期電動機のロータ２２が磁極間を遮断するように空隙が形成されたロータ鉄心を有し、空隙の中に少なくとも１つの永久磁石が配置され、その永久磁石によって磁極が形成されているとき、ロータ鉄心内をループする局部磁路を形成させるための磁路形成用鉄心部が設けられているものであれば、図４のような特性を示す。

[0025] ここで、図４のような特性を示す理由について説明する。

図５は、特性説明図である。

図５に示すように、磁石磁束によって局部磁路ＭＷＬに沿ってロータ２２内部をループする磁束が流れ、磁路形成用鉄心部２８は磁石磁束によって磁気飽和が生じる。この時、ｄ軸に正の電流を流すと、磁石磁束は、ステータ２１をループする磁束が増え、ロータ２２内部をループする磁束が減る。こ

のため、磁路形成用鉄心部２８の磁気飽和が緩和されて、ｄ軸インダクタンスＬｄが徐々に大きくなる。

[0026] さらにｄ軸電流を大きくしていくと、今度は、ステータ鉄心の磁路が磁気飽和していき、ｄ軸インダクタンスＬｄが減少していく。これらの結果、図４のような特性を示すこととなる。

[0027] 図６は、図４と同様の特性を有する他のロータの一例の説明図である。

図６に示すような永久磁石２７の配置でも縦孔部（空隙部）２６を分断している磁路形成用鉄心部２８が磁石磁束によって磁気飽和するため、同様に図４のような特性を示す。

[0028] 図７は、磁束密度（Ｂ）と磁界の強さ（Ｈ）との関係の説明図である。

ここで、磁気飽和しているとは、図７に示すように磁界の強さＨの増加に対して磁束密度Ｂが線形増加よりも減少することである。

[0029] すなわち、電流の増加にともなって増加する磁界強さＨの増加に対して、磁束密度Ｂの増加が線形増加の場合よりも減少するため、インダクタンスが小さくなる。

図４に示した極大点Ｌｄｐにおけるｄ軸インダクタンスＬｄの値は、次のようにして決まる。

[0030] 図８は、第１実施形態の動作原理説明図である。

図９は、図８の状態におけるｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

まず、図８に示すように、ロータ２２として、ロータ鉄心２５の所定位置には磁極間を遮断するように複数の縦孔部（空隙部）２６のみが配置され、磁石を設けない電動機を想定する。

[0031] この時、ロータ２２側のｄ軸インダクタンスＬｄの特性は、磁束密度Ｂを増加させると縦孔部（空隙部）２６を分断している磁路形成用鉄心部２８が磁気飽和していくので、図９に示すようになる。

すなわち、縦孔部（空隙部）２６を分断している磁路形成用鉄心部２８が磁気飽和をしていき、ある程度以上、磁束が増えると、ｄ軸インダクタンス

Ｌｄは変化しなくなる。

[0032] 図１０は、磁路形成用鉄心部２８の幅を広くした場合におけるロータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

この時、縦孔部（空隙部）２６を分断している磁路形成用鉄心部２８の幅を広くすれば、磁気飽和が生じづらくなり、図１０に示すようにｄ軸インダクタンスＬｄが大きい領域が増える。

[0033] 図１１は、ステータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

ステータ側は図１１に示すように電流の増加に伴い、緩やかに磁気飽和が進み、ｄ軸インダクタンスＬｄが低下していく。なお、磁石が無い場合には、図９及び図１１に示したように、正のｄ軸電流ｉｄを流した場合と、負のｄ軸電流ｉｄを流した場合とで、ｄ軸インダクタンスＬｄに差異は生じない。

[0034] 次に、図５に示したように永久磁石を入れた場合のｄ軸インダクタンスＬｄの変化を考える。

図１２は、縦孔部内に永久磁石を挿入した場合の、ロータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

[0035] 縦孔部２６内に永久磁石２７を挿入した場合、磁石磁束によって、局部磁路ＭＷＬに沿ってロータ２２内部をループする磁束が流れ、縦孔部（空隙部）２６を分断している磁路形成用鉄心部２８が磁気飽和する。ｄ軸に正のｄ軸電流ｉｄを流すと、ｄ軸電流ｉｄによって磁気飽和が緩んでいく。

[0036] このため、特性としては、図１２に示すように、図９に示した特性が、ｄ軸電流ｉｄの正の方向にシフトした形となる。ここで、ｄ軸の磁路ＭＷの鉄心が多少磁気飽和するので、極大点Ｌｄｐ１（＜Ｌｄｐ０）は下がることになる。

[0037] 図１３は、縦孔部内に永久磁石を挿入した場合の、ステータ側のｄ軸電流とｄ軸インダクタンスとの関係説明図である。

縦孔部２６内に永久磁石２７を挿入した場合、磁石磁束によって磁気飽和

が進み、図１１のｄ軸インダクタンスＬｄの特性をｄ軸電流ｉｄの負の方向にシフトさせた形になる。

[0038] また、図１２におけるｄ軸電流ｉｄの正の方向へのシフト量及び図１３におけるｄ軸電流の負の方向へのシフト量は、ｄ軸の鎖交磁束量によって定まる。

図１２において、永久磁石２７による鎖交磁束量とｄ軸電流ｉｄによって発生する鎖交磁束量が等しくなったとき、磁石磁束のループはすべてステータ２１を通るループとなる。したがって、ロータ内部をループする磁束、すなわち、縦孔部（空隙部）２６を分断している磁路形成用鉄心部２８を通る磁束が無くなり、磁路形成用鉄心部２８の磁気飽和が無くなるためｄ軸インダクタンスＬｄは、極大値をとることとなる。

[0039] また、図１３において、電流が０の状態でステータ側をループする磁石磁束の分だけ負方向にシフトする。

すなわち、以上のロータ側とステータ側の両方を合わせた特性が全体の特性として表れることとなる。

[0040] 図１４は、第１実施形態におけるｄ軸インダクタンス増加量とｄ軸インダクタンス減少量の説明図である。

図１５は、第１実施形態におけるｄ軸インダクタンスのスロット高調波による変化量の説明図である。

[0041] ところで、磁極の極性判定を安定して実現するためにはｄ軸インダクタンスＬｄの差分を大きくする必要がある。ｄ軸インダクタンスＬｄの差分を大きくするためには、ロータ２２側のｄ軸インダクタンスＬｄが極大点となるｄ軸電流ｉｄを流した際に、ｄ軸インダクタンスが増加する量（図１４のΔＬｄｒ）が、ステータ２１側のｄ軸インダクタンスＬｄが減少する量（図１４のΔＬｄｓ）に対して十分大きくなるように、ロータ２２及びステータ２１を設計すれば良い。

[0042] 特に、ｄ軸インダクタンス増加量ΔＬｄｒとｄ軸インダクタンス減少量ΔＬｄｓの差分が、ｄ軸インダクタンスのスロット高調波による変化量（図１

５のΔＬｄｈ）よりも大きくすれば、ロータの回転位置に関わらず、安定した磁極極性判定が可能となる。

[0043] また、磁極極性判定部１９の動作で後述するが、ｄ軸インダクタンスＬｄを利用するためには、ｄ軸電流の変化分を利用する。前述のように、ｄ軸インダクタンスの極大点付近のｄ軸インダクタンスが大きい領域は図１０で示した通り、空隙を分断する鉄心の幅で決まる。すなわち、磁極極性判定部１９で変化させるｄ軸電流ｉｄに対して、ｄ軸インダクタンスＬｄが大きく変化しないように磁路形成用鉄心部２８の幅を決定すると良い。

[0044] つぎに、磁極極性判定部１９の動作について説明する。

従来技術では、図３に示したように、ｄ軸電流ｉｄの増加に従い、ｄ軸インダクタンスＬｄが単調減少する特性を利用していた。例えば、特許文献２においては、ｄ軸電流に正負のバイアスを与え、その時の高周波電流の変化量（ｄ軸インダクタンスの逆数に相当）が大きい方向（ｄ軸インダクタンスが小さい方向）をＮ極と判定していた。

これに対して、本実施形態の永久磁石同期電動機２０は、図４に示したように、Ｎ極方向に極大点Ｌｄｐを持つ。

[0045] 図１６は、第１実施形態の磁極極性判定動作の説明図である。

ここで、図１６のようにｄ軸にその絶対値が等しい正のｄ軸電流及び負のｄ軸電流を流した時にインダクタンスが等しくなる電流値（電流振幅）をＩ０とする。この時、Ｉ１＜Ｉ０となる電流を正負に流す。

これにより、図１６に示すように、Ｎ極側の方がＳ極側よりもｄ軸インダクタンスＬｄが大きくなるので、磁極極性判定部１９は、ｄ軸インダクタンスＬｄが大きい方向をＮ極と判定する。これにより、図４に示したように、ｄ軸インダクタンスＬｄがｄ軸電流に対して、正の方向に極大点を持ち、極大点よりもｄ軸電流を大きくすると単調減少する永久磁石同期電動機でも磁極極性の判定が可能になる。

[0046] この場合、ｄ軸インダクタンスが単調減少する従来技術を利用した場合には、ｄ軸電流ｉｄを電流値Ｉ０以上とする必要があるので、従来技術と比較

して、少ない電流（＝Ｉ１＜Ｉ０）で極性判別が可能となる。

したがって、起動時に極性判定を行う場合であっても、永久磁石同期電動機に流す電流を少なくできるため、騒音低減、極性判定時のトルクショックの低減を図ることができる。

[0047] 図２０は、γ軸電流指令とγ軸電流との関係の説明図である。

具体的には、例えば、図２０（ａ）に示すように、電流指令生成部１０でｄ軸に対応するγ軸電流指令に正負のバイアス（Ｉ１≦Ｉ０）を与える。δ軸電流指令は０とする。この時、γ軸電流指令に応じた電圧指令ｖγ０とｖδ０に高周波重畳電圧重畳部１２によって与えられた高周波電圧ｖγｈ、ｖδｈが足しあわされて生成された電圧指令ｖγ、ｖδによって、γ軸電流は図２０（ｂ）に示すように流れる。その時の高周波電流の変化量はｄ軸インダクタンスの逆数に相当する。したがって、正側にバイアスを与えた際の高周波電流変化量Δｉｈｐと負側にバイアスを与えた際の高周波電流変化量Δｉｈｍを比較して、大きい方向（ｄ軸インダクタンスが小さい方向）をＳ極と判定する（図２０ではΔｉｈｐ＞Δｉｈｍなので、正側がＳ極となるため磁極極性を反転する）。特に、図１６に示すように、極性判定時のｄ軸電流ｉｄ、すなわち、電流Ｉ１＝ｉｄｐと設定すれば、正負のインダクタンスの差が最大となり極性判定におけるＳＮ比を増加することができる。

[0048] つづいて、第１実施形態の変形例を説明する。

変形例では、図１の電動機駆動装置１００のうち、電流制御部１１と高周波電圧重畳部１２を削除するとともに、電圧指令信号ｖγ、ｖδを生成する際に第２座標変換部１７が出力する磁束電流成分信号ｉγとトルク電流成分信号ｉδを利用しないように構成し、そして電圧指令生成部１０が電圧指令信号ｖγ、ｖδを出力するようにしている。

図１７Ａは、磁極極性判定動作の他の例におけるｄ軸に相当するγ軸電圧変化の説明図である。

図１７Ｂは、磁極極性判定動作の他の例におけるｄ軸に相当するγ軸電流変化の説明図である。

極性判定の他の例としては、図１７Ａに示すように、γ軸軸方向に正負の一定電圧を与えた際に、図１７Ｂに示すように、γ軸電流の振幅（ｄ軸インダクタンスの逆数に相当）を見て、振幅が大きい方向をＳ極と判定する。

この場合において、Ｓ極方向の電流振幅Ｉ１がＩ１＜Ｉ０を満たすように電圧振幅を決定する。特に、Ｓ極方向の電流振幅Ｉ１がＩ０と等しくなるように電圧振幅を決定すると、ｄ軸電流ｉｄの振幅の差が最大となりＳＮ比を増加することができる。

[0049] あるいは、一定の電圧を与えた際のγ軸電流ｉγの振幅（ｄ軸インダクタンスの逆数に相当）を見て、閾値以上であればＳ極と判定する。Ｓ極方向の電流振幅Ｉ１がＩ１≦Ｉ０を満たすように電圧振幅を決定する。特に、Ｓ極方向の電流振幅Ｉ１がＩ０と等しくなるように電圧振幅を決定すると、電流の振幅が最大となりＳＮ比を増加することができる。

[0050] あるいは、γ軸に正負対称とする交流交播電圧を重畳する交流交播電圧発生部を設け、交流交播電圧によって発生するγ軸電流ｉγの正方向の振幅と負方向の振幅をそれぞれ検出し、電流振幅（ｄ軸インダクタンスの逆数に相当）が大きい方向をＳ極方向と判定する。

この場合において、Ｓ極方向の電流振幅Ｉ１がＩ１≦Ｉ０を満たすように電圧振幅を決定する。特に、Ｓ極方向の電流振幅Ｉ１がＩ０と等しくなるように電圧振幅を決定すると、電流の振幅の差が最大となりＳＮ比を増加することができる。

[0051] さらにまた、ｉｄ＜Ｉ０の領域でＮ極側のｄ軸インダクタンスが大きくなることを利用すれば、同様に磁極方向の判定が可能となる。

[0052] 以上の説明では、磁極位置推定部１８と磁極極性判定部１９を別構成としていたが、これらを一体の構成とすることも可能である。例えば、正負対称のｄ軸電流を流した際に、磁気飽和の特性がｄ軸方向のみ正負で異なることを利用して磁極位置を推定する手法によれば、磁極極性判定を含んだ磁極位置を推定できる。この時、電流振幅をＩ１≦Ｉ０を満たすように設定し、Ｎ極側のｄ軸インダクタンスが大きくなることを利用すれば、上述した実施形

態と同様の効果が得られる。

[0053] 以上の説明においては、センサレス制御に関して説明したが、パルスジェネレータの初期磁極位置推定においても、同様に適用が可能である。

[0054] ［２］第２実施形態

本第２実施形態は、第１実施形態と異なり、図４に示した、ｄ軸インダクタンスがｄ軸電流ｉｄに対して、正の方向に極大点を持ち、極大点よりもｄ軸電流を大きくすると単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機において、Ｉ１＞Ｉ０となる電流を正負に流すことにより極性判定を行っている。

[0055] 図１８は、第２実施形態の磁極極性判定動作の説明図である。

この時、図１８に示すように、Ｎ極側の方がＳ極側よりもｄ軸インダクタンスＬｄが小さくなるので、磁極極性判定部１９は、ｄ軸インダクタンスＬｄが小さい方向をＮ極と判定する。

この場合には、第１実施形態の場合と異なり、ｄ軸電流ｉｄを大きくすればする程、ｄ軸インダクタンスＬｄのＮ極側と、Ｓ極側との差分が大きくなるので、調整が容易であり、ＳＮ比を確保しやすいというメリットがある。

[0056] 具体的には、例えば、ｄ軸電流に正負のバイアス（Ｉ１＞Ｉ０）を与え、その時の高周波電流の変化量（ｄ軸インダクタンスの逆数に相当）が大きい方向（ｄ軸インダクタンスが小さい方向）をＮ極と判定する。

[0057] また、ｉｄ＞Ｉ０の領域でＳ極側のｄ軸インダクタンスが大きくなることを利用すれば、同様に磁極方向の判定が可能となる。

以上の説明では、磁極位置推定部１８と磁極極性判定部１９を別構成としていたが、これらを一体の構成とすることも可能である。例えば、正負対称のｄ軸電流を流した際に、磁気飽和の特性がｄ軸方向のみ正負で異なることを利用して磁極位置を推定する手法によれば、磁極極性判定を含んだ磁極位置を推定できる。

[0058] この時、前記電流振幅をＩ１＞Ｉ０を満たすように設定し、Ｓ極側のｄ軸インダクタンスが大きくなることを利用すれば、本発明の効果が得られる。

なお、本第２実施形態においても、センサレス制御に限らず、パルスジェ

ネレータの初期磁極位置推定においても、同様に適用が可能である。

[0059] ［３］第３実施形態

以上の各実施形態においては、接続される制御対象の永久磁石同期電動機が図４に示した特性を有する場合のみである場合について説明したが、本第３実施形態は、接続される制御対象の永久磁石同期電動機が図３に示した特性を有する場合、あるいは、図４に示した特性を有する場合のいずれかを選択可能とした場合の実施形態である。

[0060] 以下の説明においては、第１実施形態と異なる磁極極性判定部についてのみ説明する。

図１９は、第３実施形態の磁極極性判定部の概要構成ブロック図である。

第３実施形態の磁極極性判定部１９Ａは、第１実施形態の磁極極性判定部１９に代えて用いられるものであり、図１９に示すように、極性判定部４１、判定法選択部４２及び極性反転部４３を備えている。

[0061] 磁極極性判定部１９Ａの極性判定部４１では、ｄ軸に正負の電流Ｉ１を流した時にインダクタンスが大きい方向をＳ極と判定し、極性判定フラグｆｄｉｒを設定する。具体的には、例えば、ｄ軸電流に正負のバイアスを与え、その時の高周波電流の変化量（ｄ軸インダクタンスの逆数に相当）が小さい方向（ｄ軸インダクタンスが大きい方向）をＳ極と判定する。

[0062] 判定法選択部４２では、接続しているモータが図４のようにｄ軸インダクタンスがｄ軸電流に対して、正の方向に極大点を持ち、極大点よりもｄ軸電流を大きくすると単調減少する永久磁石同期電動機であり、かつＩ１＜Ｉ０の時に極性判定フラグｆｄｉｒを反転させる。

[0063] これらの結果、極性反転部４３では、ｆｄｉｒに従って極性を反転するか否かを判断し、反転するときには極性反転指令θｄｉｒに１８０°（ｄｅｇ）を出力して、推定磁極位置θｅｓｔ０の極性を反転して、極性付磁極位置θｅｓｔとして出力する。

[0064] 本第３実施形態によれば、図３に示したようにｄ軸電流の増加に従い、ｄ軸インダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機あるいは

図４に示したようにｄ軸インダクタンスがｄ軸電流に対して、正の方向に極大点を持ち、極大点よりもｄ軸電流を大きくすると単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機のいずれであっても、ユーザは、判定法選択部４２の設定を行うだけで、各永久磁石同期電動機に最適な、磁極極性判定が可能な磁極極性判定装置、ひいては、モータ制御装置を実現できる。

[0065] なお、本第３実施形態においても、センサレス制御に限らず、パルスジェネレータの初期磁極位置推定においても、同様に適用が可能である。

[0066] ［４］実施形態の他の態様

［４．１］第１の他の態様

実施形態の第１の他の態様の磁極極性判定装置は、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向として、前記正方向の電流を流すとき、前記インダクタンスの極大点を持ち、前記極大点よりも前記正方向に大きな電流を流すと、前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機の磁極極性を判定する磁極極性判定装置であって、前記正方向及び前記負方向に同一の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンス（ｄ軸インダクタンス）が大きくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定部を備えている。

[0067] ［４．２］第２の他の態様

実施形態の第２の他の態様は、ロータが磁極間を遮断するように空隙が形成されたロータ鉄心を有し、空隙の中に少なくとも１つの永久磁石が配置され、その永久磁石によって磁極が形成されているとき、ロータ鉄心内をループする局部磁路を形成させるための磁路形成用鉄心部が設けられている永久磁石同期電動機の磁極極性を判定する磁極極性判定装置であって、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向とし、前記正方向及び前記負方向に同一の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンス（ｄ軸インダクタンス）が大きくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定部を備えて

いる。

[0068] ［４．３］第３の他の態様

実施形態の第３の他の態様は、第１又は第２の他の態様において、前記所定電流値（Ｉ１）は、電流値が零の状態から前記正方向及び前記負方向に同一の電流を流しつつ、前記正方向において前記極大点に相当する電流値を超えて電流を増加させた場合に、前記正方向及び前記負方向において、再び前記磁極方向のインダクタンスが等しくなる電流値よりも少ない電流値に設定されるものである。

[0069] ［４．４］第４の他の態様

実施形態の第４の他の態様は、第１の他の態様乃至第３の他の態様のいずれかにおいて、前記所定電流値は、前記極大点に相当する電流値、あるいは、前記極大点近傍に相当する電流値に設定されているものである。

[0070] ［４．５］第５の他の態様

実施形態の第５の他の態様は、第１の他の態様乃至第４の他の態様のいずれかにおいて、前記所定電流値は、当該所定電流値における前記磁極方向のインダクタンスの差が所定の差以上となるように設定されているものである。

[0071] ［４．６］第６の他の態様

実施形態の第６の他の態様は、第１の他の態様乃至第５の他の態様のいずれかにおいて、前記極大点よりも前記正方向に大きな電流を流すと、前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機及び前記正方向に電流を流すと、電流値が大きくなるにしたがって前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する他の永久磁石同期電動機のいずれかを接続可能であり、前記他の永久磁石同期電動機が接続された場合には、前記磁極極性判定部の出力を反転する極性反転部を備えたものである。

[0072] ［４．７］第７の他の態様

実施形態の第７の他の態様は、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が

磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向として、前記正方向の電流を流すとき、前記インダクタンスの極大点を持ち、前記極大点よりも前記正方向に大きな電流を流すと、前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機の磁極極性を判定する磁極極性判定装置であって、電流値が零の状態から前記正方向及び前記負方向に同一の電流を流しつつ、前記正方向において前記極大点に相当する電流値を超えて電流を増加させた場合に、前記正方向及び前記負方向において、再び前記磁極方向のインダクタンスが等しくなる電流値よりも多い電流値を所定電流値とし、前記正方向及び前記負方向に同一の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスが小さくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定部を備えたものである。

[0073] ［４．８］第８の他の態様

実施形態の第８の他の態様は、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向として、前記正方向の電流を流すとき、前記インダクタンスの極大点を持ち、前記極大点よりも前記正方向に大きな電流を流すと、前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機の磁極極性を判定する磁極極性判定装置であって、磁極方向に正負対称とする交流交播電圧を重畳する交流交播電圧発生部と、前記交流交播電圧によって発生する電流の正方向の振幅と負方向の振幅をそれぞれ検出し、電流振幅が大きい方向をＳ極側と判定する磁極極性判定部と、を備えたものである。

[0074] ［４．９］第９の他の態様

実施形態の第９の他の態様は、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向として、前記正方向の電流を流すとき、前記インダクタンスの極大点を持ち、前記極大点よりも前記正方向に大きな電流を流すと、前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機を制御する永久磁石同期電動機制御装置であって、前記正方向及び前記負方向に同一

の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスが大きくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定部と、前記磁極極性判定部の判定結果に基づいてゲート指令信号を生成し、前記永久磁石同期電動機を駆動するインバータを制御するインバータ制御部と、を備えたものである。

[0075] ［４．１０］第１０の他の態様

実施形態の第１０の他の態様は、ロータが磁極間を遮断するように空隙が形成されたロータ鉄心を有し、空隙の中に少なくとも１つの永久磁石が配置され、その永久磁石によって磁極が形成されているとき、ロータ鉄心内をループする局部磁路を形成させるための磁路形成用鉄心部が設けられている永久磁石同期電動機を制御する永久磁石同期電動機制御装置であって、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向とし、前記正方向及び前記負方向に同一の所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスが大きくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定部と、前記磁極極性判定部の判定結果に基づいてゲート指令信号を生成し、前記永久磁石同期電動機を駆動するインバータを制御するインバータ制御部と、を備えたものである。

[0076] ［４．１１］第１１の他の態様

実施形態の第１１の他の態様は、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向として、前記正方向の電流を流すとき、前記インダクタンスの極大点を持ち、前記極大点よりも前記正方向に大きな電流を流すと、前記磁極方向のインダクタンスが単調減少する特性を有する永久磁石同期電動機の磁極極性を判定する磁極極性判定装置で実行される磁極極性判定方法であって、前記正方向及び前記負方向に同一の所定電流値で電流を流す過程と、前記所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスが大きくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定過程と、を備えたものである。

[0077] ［４．１２］第１２の他の態様

実施形態の第１２の他の態様は、ロータが磁極間を遮断するように空隙が

形成されたロータ鉄心を有し、空隙の中に少なくとも１つの永久磁石が配置され、その永久磁石によって磁極が形成されているとき、ロータ鉄心内をループする局部磁路を形成させるための磁路形成用鉄心部が設けられている永久磁石同期電動機の磁極極性を判定する磁極極性判定装置であって、磁極方向のインダクタンスと電流の関係が磁石磁束を強める電流方向を正方向とし、前記磁石磁束を弱める電流方向を負方向とし、前記正方向及び前記負方向に同一の所定電流値で電流を流す過程と、前記所定電流値で電流を流した場合に磁極方向のインダクタンスが大きくなる側をＮ極側と判定する磁極極性判定過程と、を備えたものである。

[0078] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1] 回転子の内部に磁石を有する同期電動機を制御する制御システムにおいて、

前記同期電動機を駆動するための交流電流を出力するインバータと、

前記インバータを駆動するためのゲート指令を生成するゲート指令生成部と、

前記インバータから出力される交流電流の電流値を検出する電流検出部と、

前記電流検出部が検出した電流値に基づいて磁極位置を推定する磁極位置推定部と、

磁極極性の判定を行うとき、前記電流検出部が検出する電流値のｄ軸成分が所定の値を示すための極性判定用ゲート指令を生成するよう前記ゲート指令生成部に指示する制御部と、

前記極性判定用ゲート指令が生成されると、前記磁極位置推定部によって推定された磁極位置に基づき、正のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第１の情報と負のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第２の情報を求め、求めた第１の情報と第２の情報を比較し、大きい値を示す方をＮ極と判定する磁極極性判定部と、

を備えたことを特徴とする制御システム。

[請求項2] 前記極性判定用ゲート指令は、電流値のｄ軸成分によって得られるインダクタンスが極大値または極大値の近傍を示す指令であることを特徴とする請求項１に記載の制御システム。

[請求項3] 前記回転子は、２つの磁石からなる複数の磁石部を有し、各磁石部の２つの磁石は回転子の中心に最も近い部分で両者の距離が最短となるように配置されたことを特徴とする請求項１に記載の制御システム。

[請求項4] 前記磁石部を構成する２つの磁石は、ｄ軸を挟んで配置されている

ことを特徴とする請求項３に記載の制御システム。

［請求項5］ 前記回転子は、３つの磁石からなる複数の磁石部を有し、各磁石部のうちの２つの磁石は回転子の中心に最も近い部分で両者の距離が最短となるように配置されたことを特徴とする請求項１に記載の制御システム。

［請求項6］ 回転子の内部に磁石を有する同期電動機を制御する制御システムにおいて、

前記同期電動機を駆動するための交流電流を出力するインバータと、

前記インバータを駆動するためのゲート指令を生成するゲート指令生成部と、

前記インバータから出力される交流電流の電流値を検出する電流検出部と、

前記電流検出部が検出した電流値に基づいて磁極位置を推定する磁極位置推定部と、

磁極極性の判定を行うとき、前記電流検出部が検出する電流値のｄ軸成分が所定の値を示すための極性判定用ゲート指令を生成するよう前記ゲート指令生成部に指示する制御部と、

前記極性判定用ゲート指令が生成されると、前記磁極位置推定部によって推定された磁極位置に基づき、正のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第１の情報と負のｄ軸電流によるインダクタンスを示す第２の情報を求め、求めた第１の情報と第２の情報を比較し、小さい値を示す方をＮ極と判定する磁極極性判定部とを備え、

前記極性判定用ゲート指令は、インダクタンスが極大値となる電流値かつ、インダクタンスが等しくなる同一値で極性の異なる電流値よりも大きな電流値となる指令であることを特徴とする制御システム。

［請求項7］ 回転子の内部に磁石を有する同期電動機を制御する制御システムにおいて、

前記同期電動機を駆動するための交流電流を出力するインバータと、

前記インバータを駆動するためのゲート指令を生成するゲート指令生a成部と、

前記インバータから出力される交流電流の電流値を検出する電流検出部と、

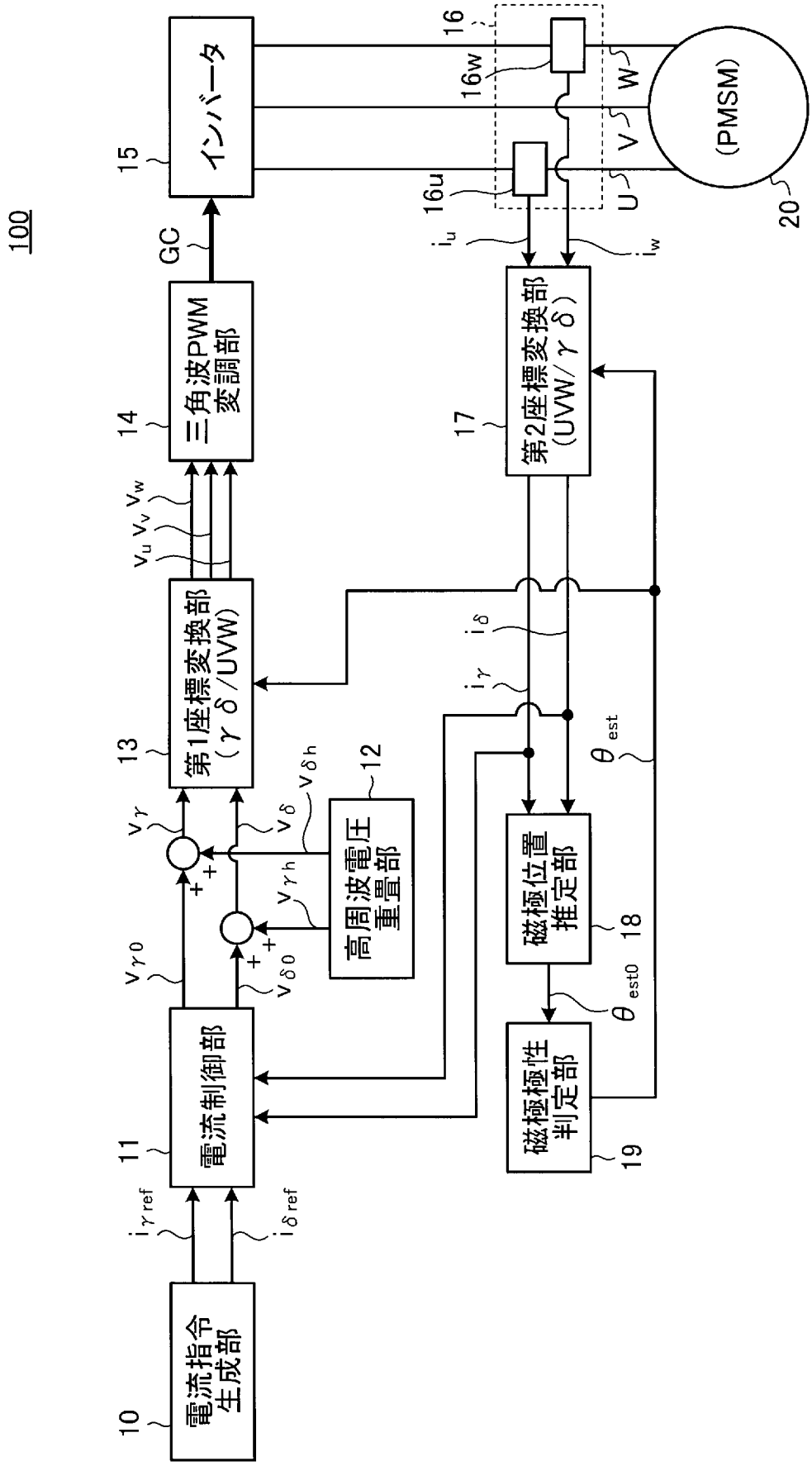
前記電流検出部が検出した電流値に基づいて磁極位置を推定する磁極位置推定部と、

磁極極性の判定を行うとき、前記インバータが出力する交流電流のｄ軸成分に重畳する交流交播電圧を生成する交流交播生成部と、

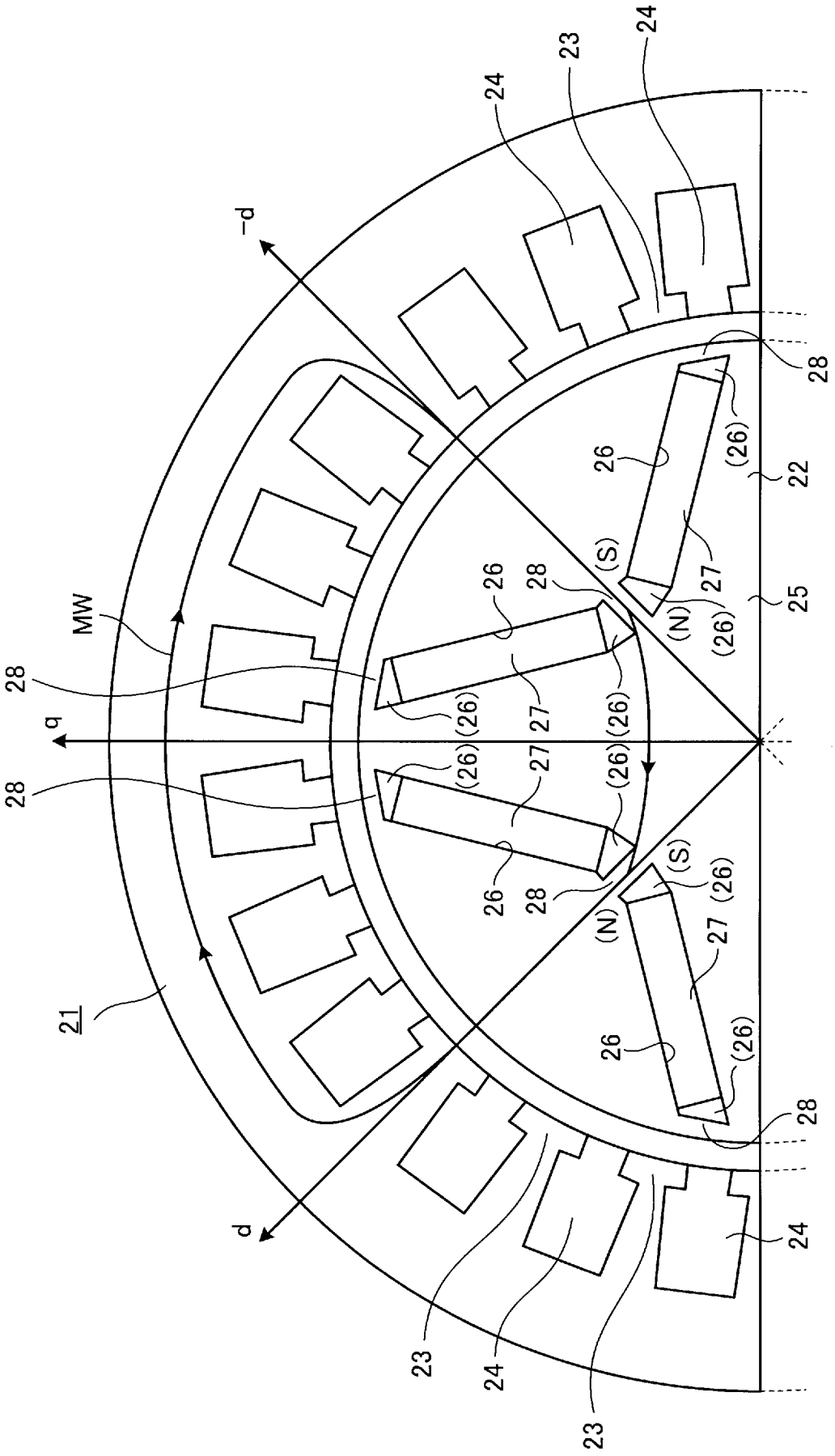
前記交流交播性成分によって生成された交流交播電圧が重畳されているとき、前記電流検出部が検出した電流値に基づいて、ｄ軸電流の振幅が大きい方をＳ極と判定する磁極極性判定部と、

を備えたことを特徴とする制御システム。

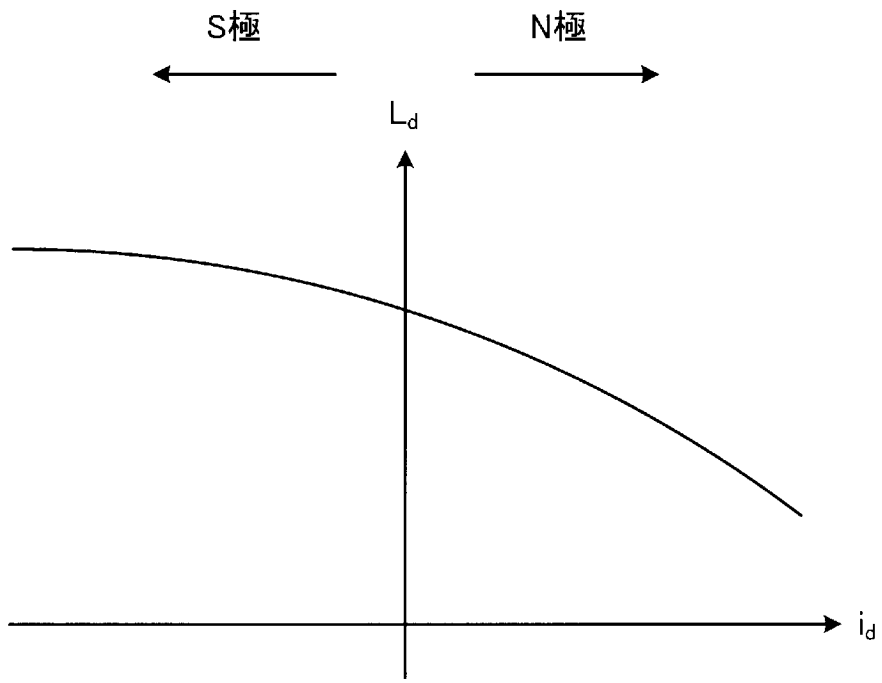
[図1]


100
10
電流指令生成部
11
電流制御部
12
高周波電圧重畳部
13
第1座標変換部（γδ/UVW）
14
三角波PWM変調部
15
インバータ
16
16u
16w
17
第2座標変換部（UVW/γδ）
18
磁極位置推定部
19
磁極極性判定部
20
(PMSM)
GC
U
V
W

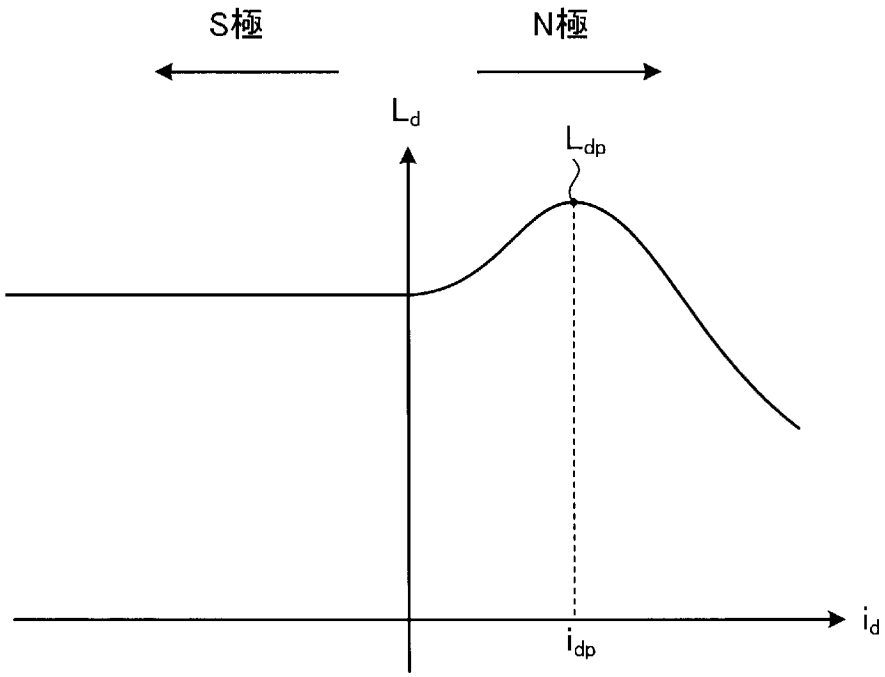
[図2]


24
23
24
-d
28
26
(26)
22
26
(S)
28
27
(N)
(26)
25
MW
28
q
(26)
27
(26)
28
(26)
27
(26)
26
28
(N)
(S)
(26)
27
26
(26)
21
28
d
24
23
24
23

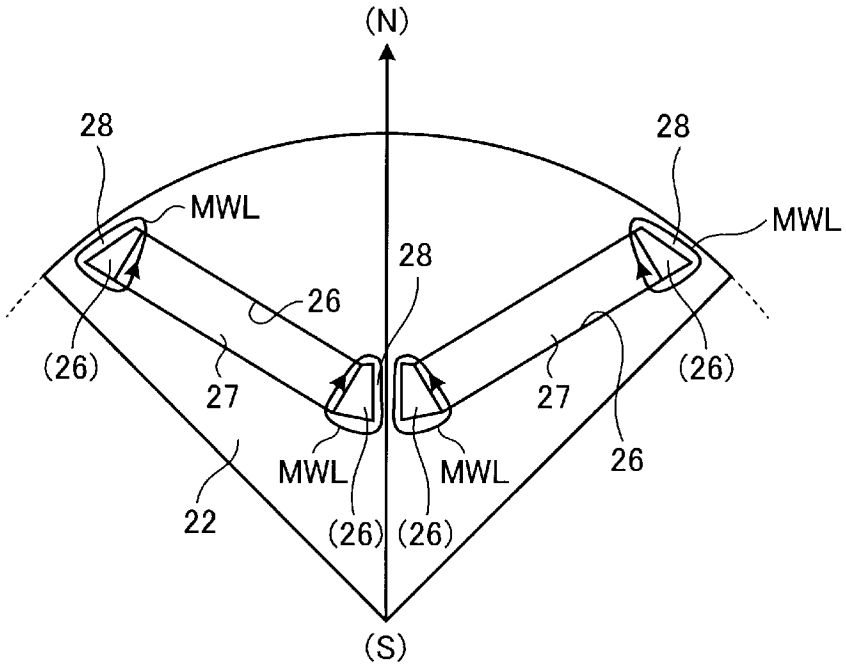
[図3]



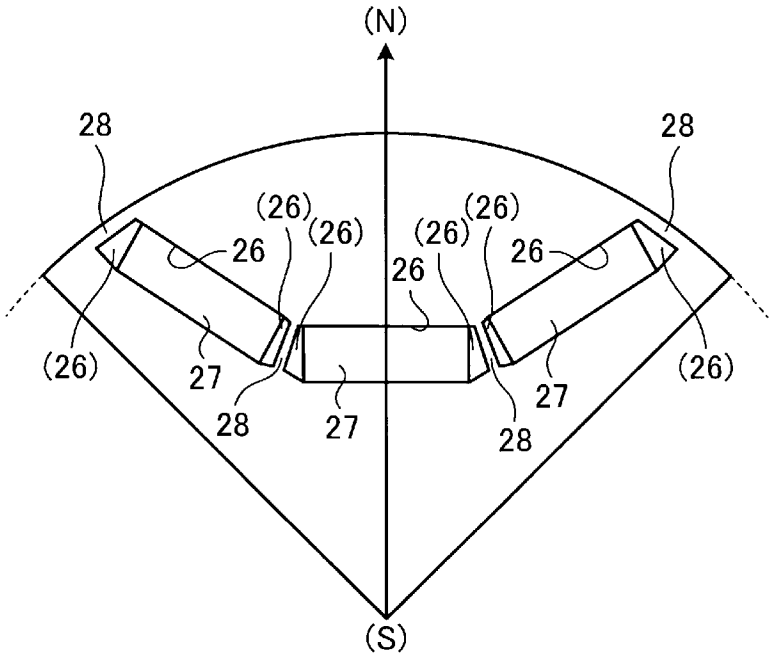
[図4]



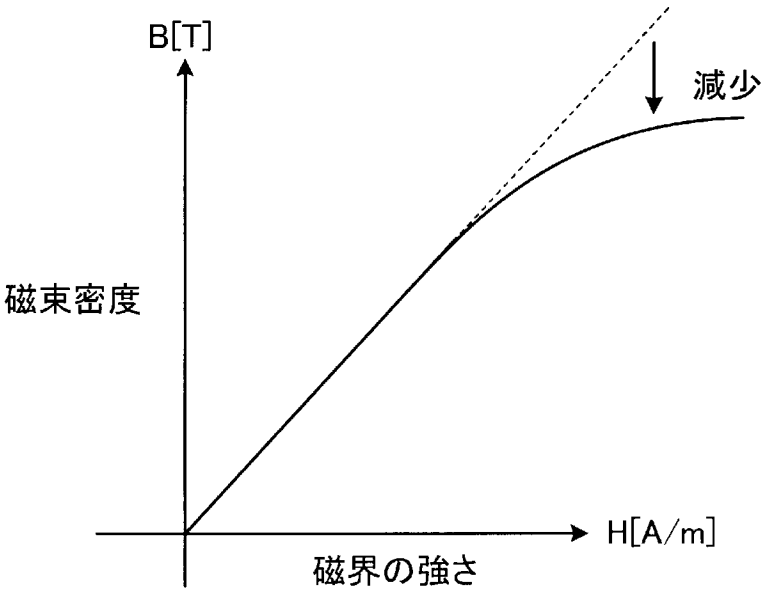
[図5]


(N)
28
28
MWL
MWL
28
26
(26)
27
27
(26)
MWL
MWL
26
22
(26)
(26)
(S)

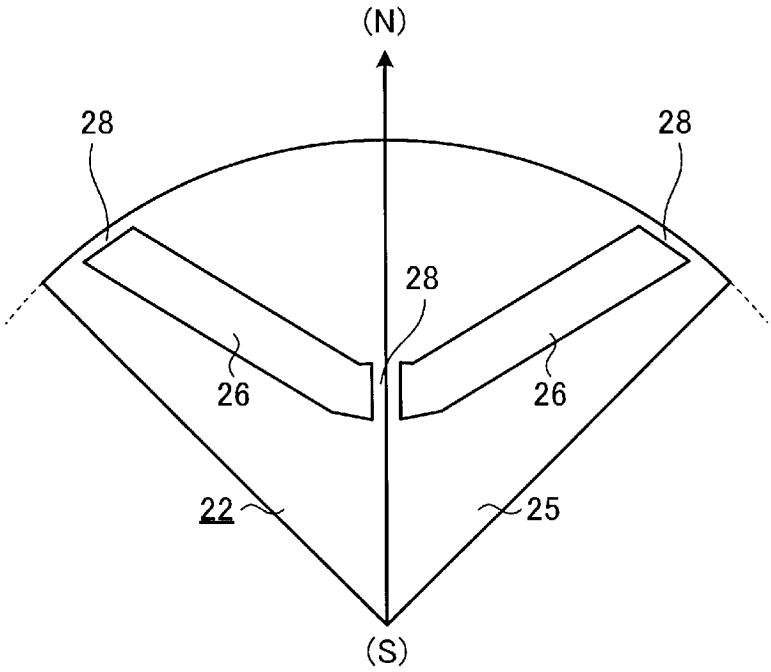
[図6]


(N)
28
28
(26)
(26)
(26)
(26)
26
26
26
26
(26)
(26)
27
27
28
27
28
27
(S)

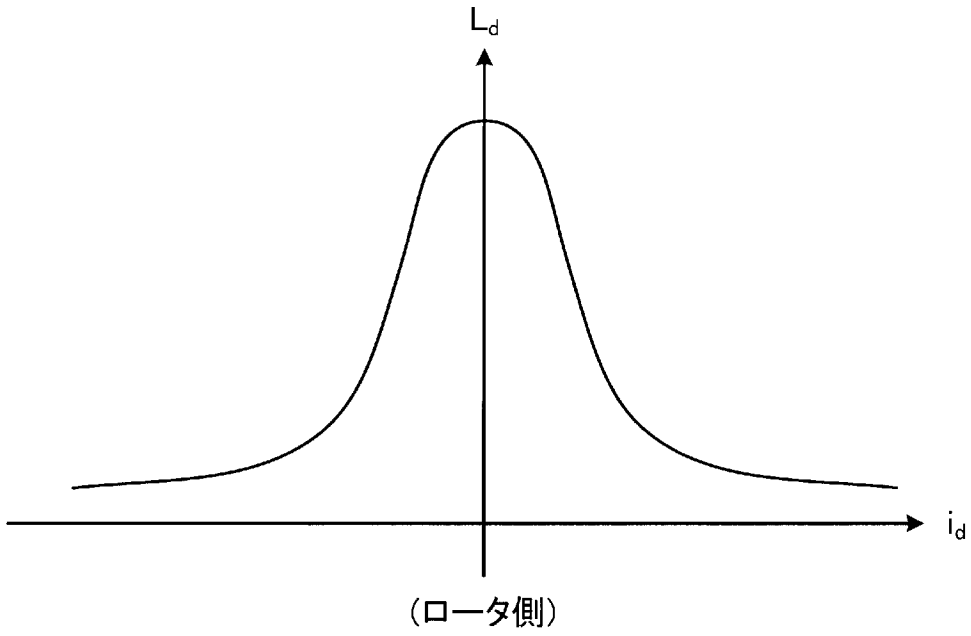
[図7]



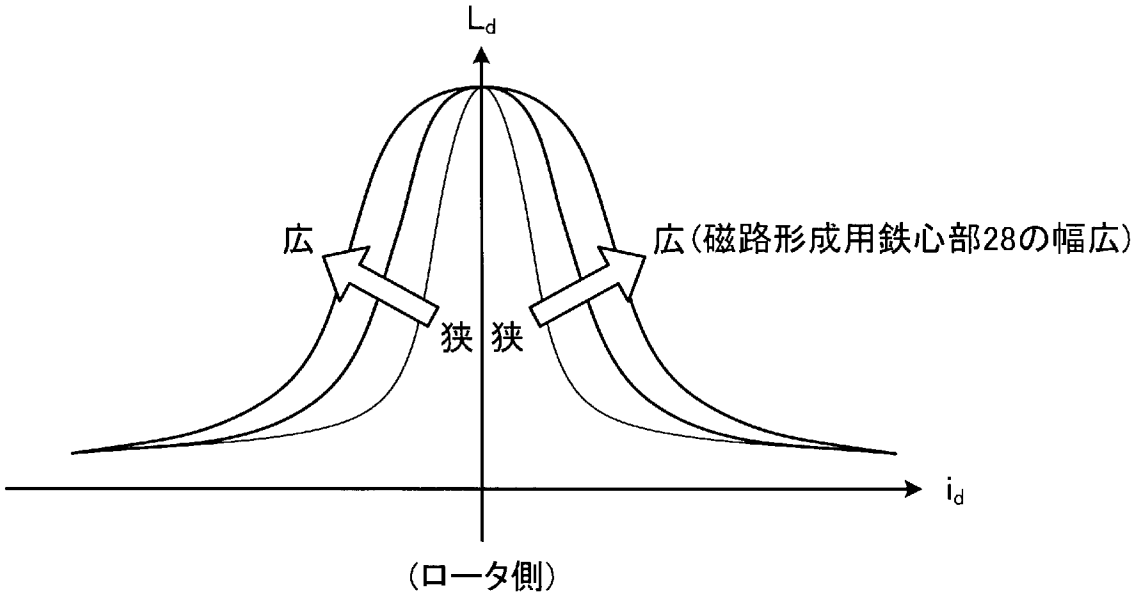
[図8]



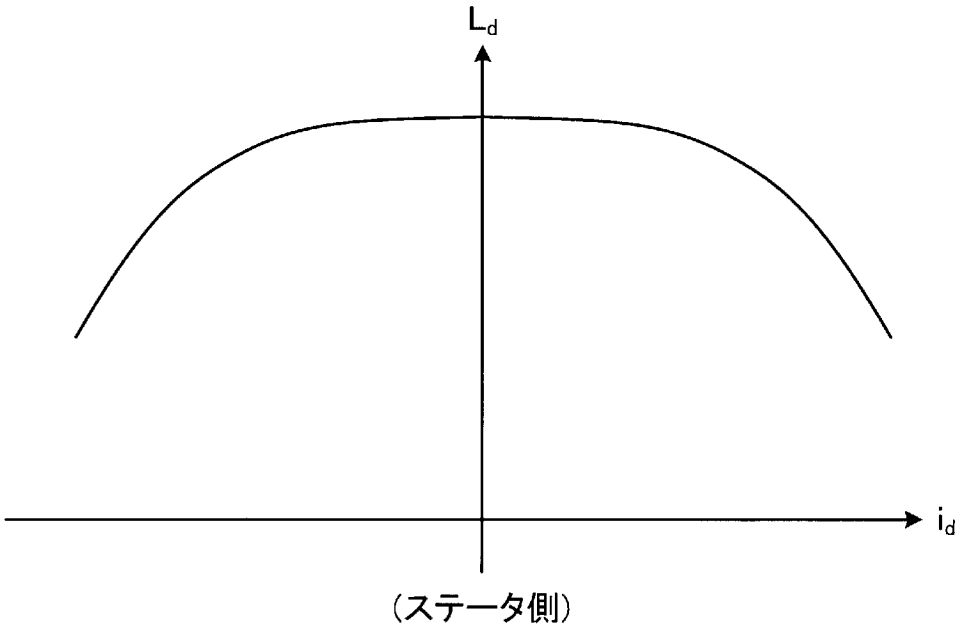
[図9]



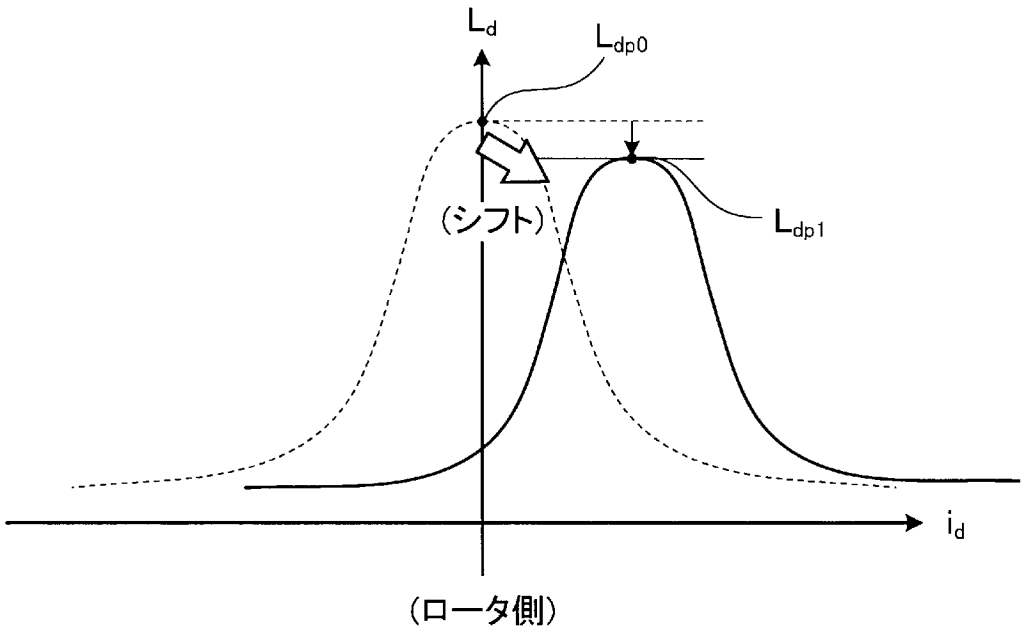
[図10]



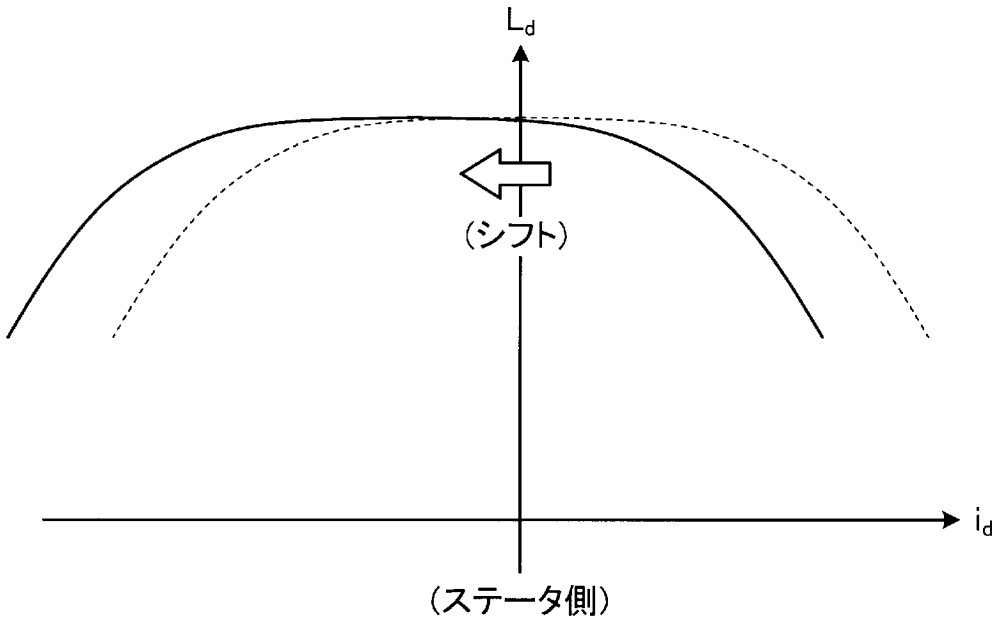
[図11]



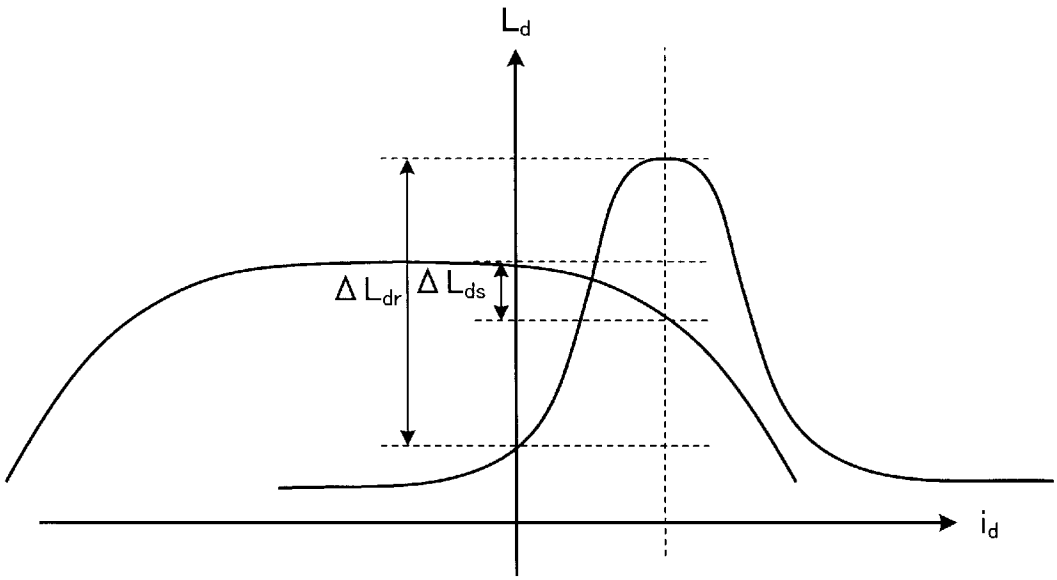
[図12]



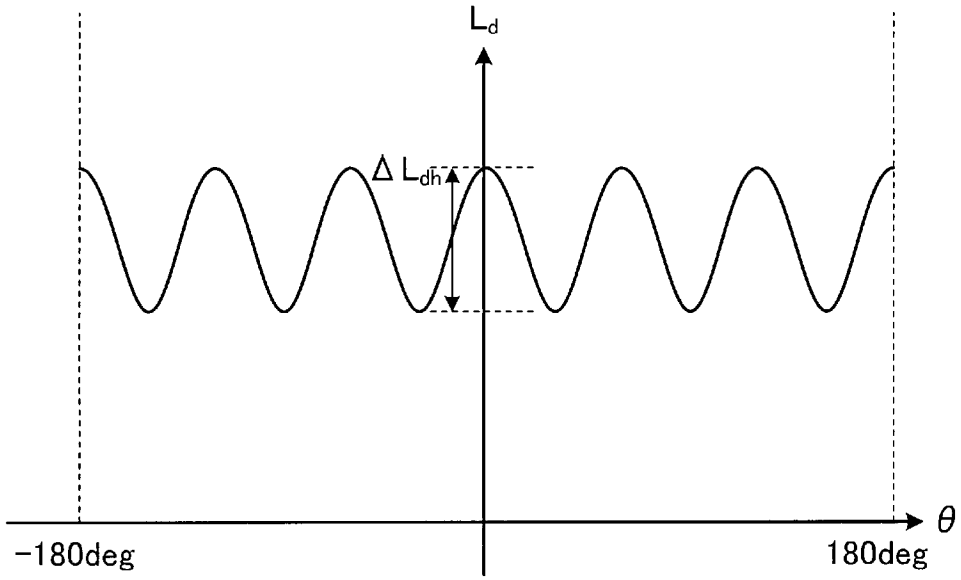
[図13]



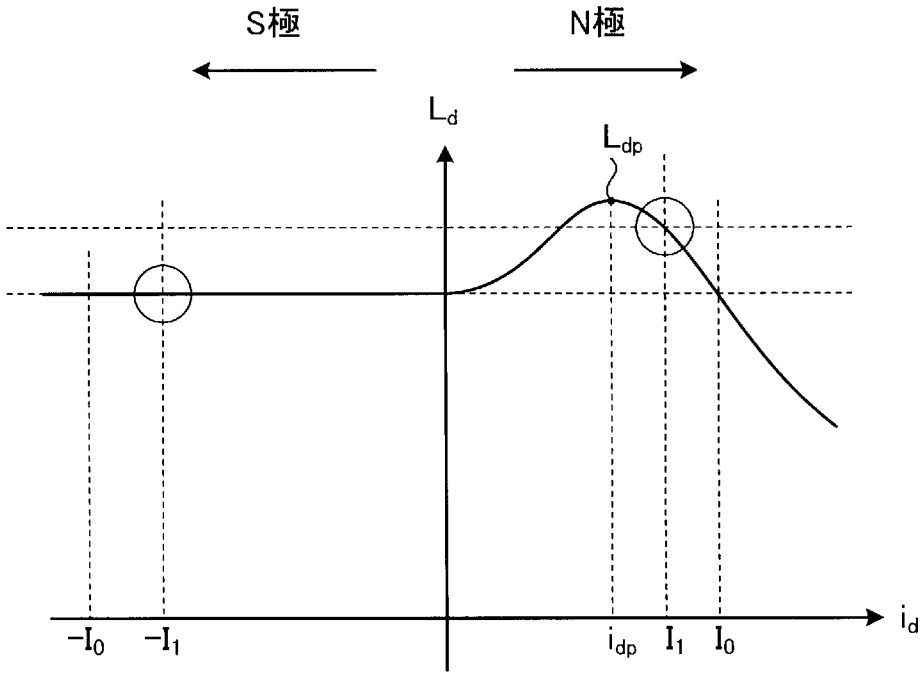
[図14]



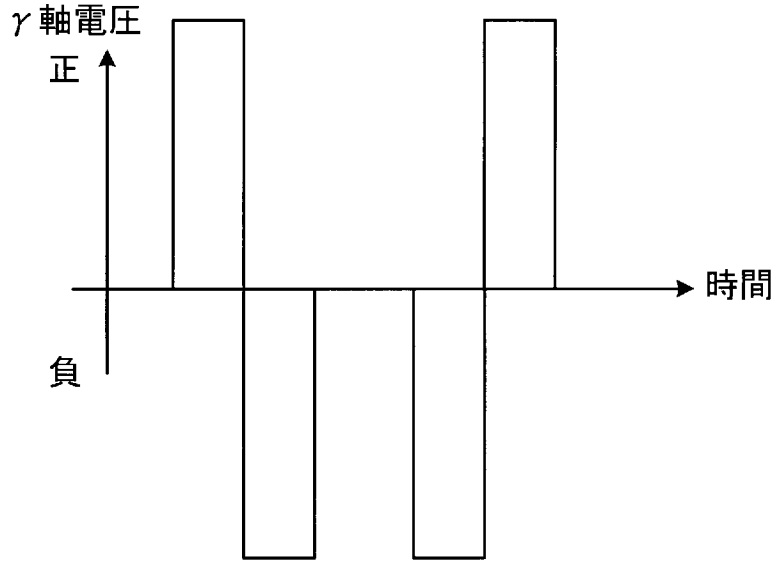
[図15]



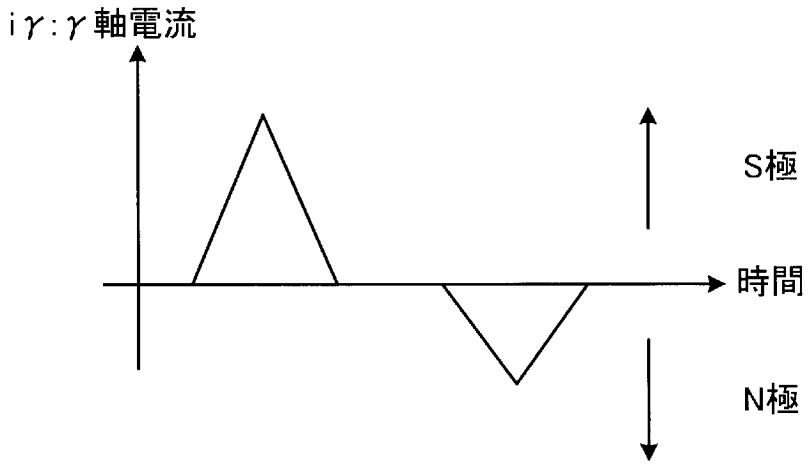
[図16]



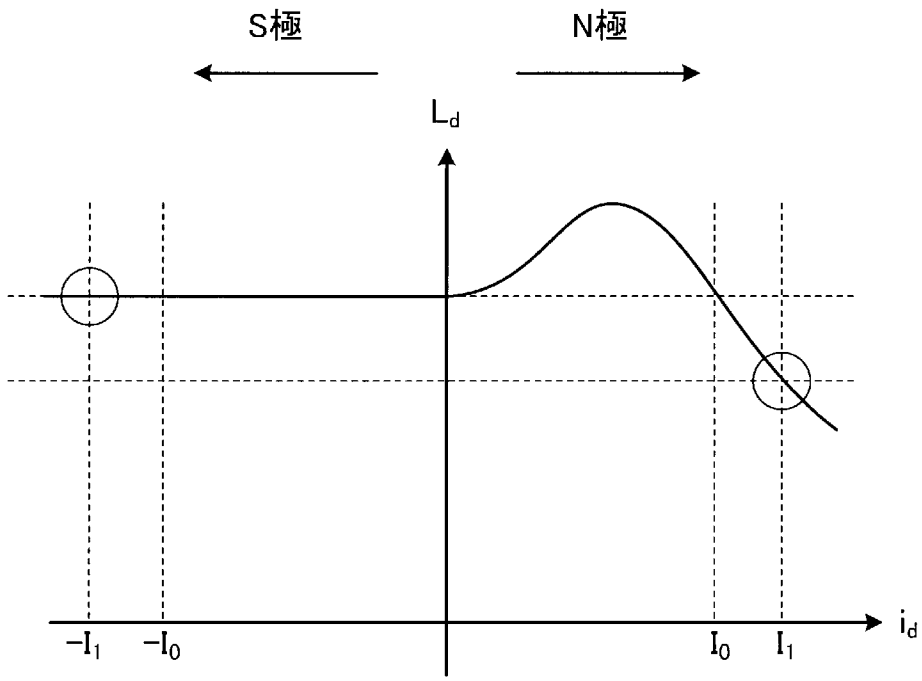
[図17A]



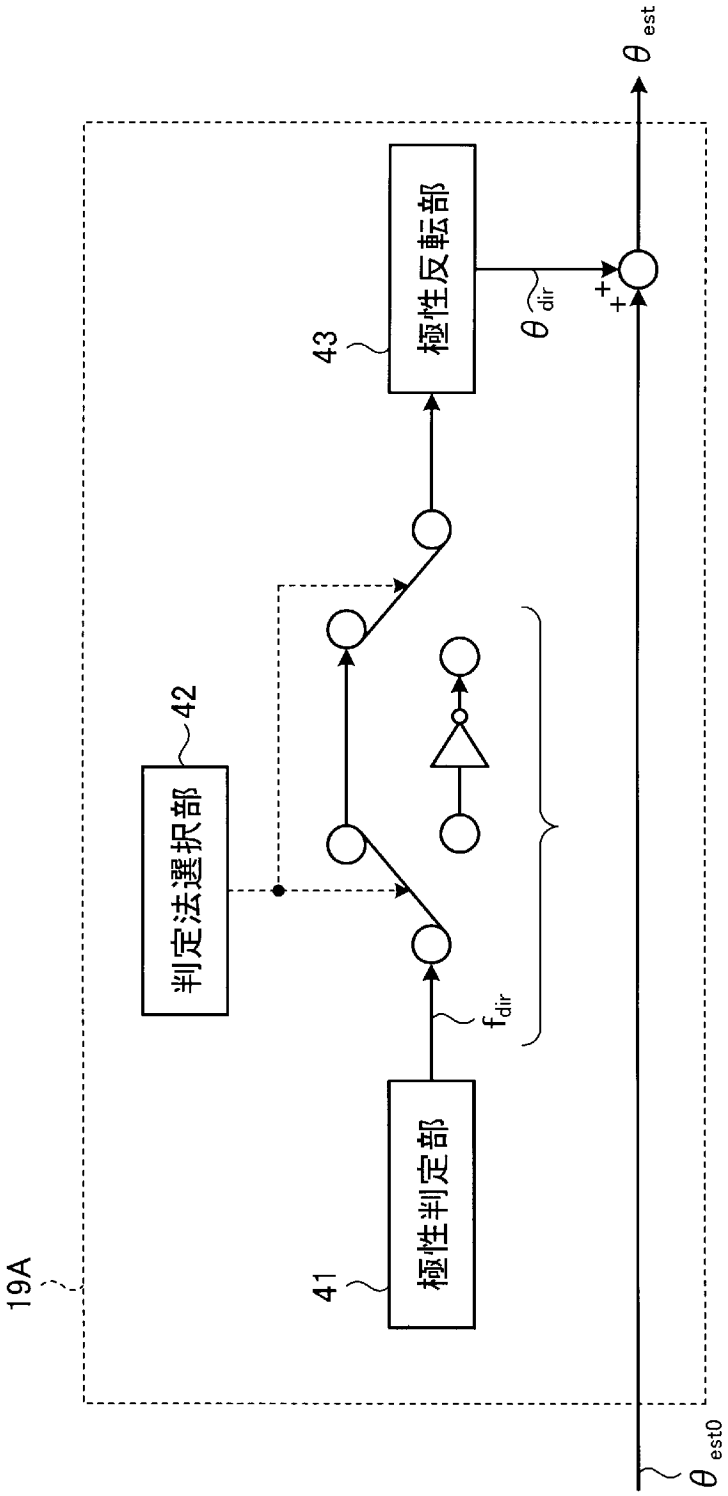
[図17B]



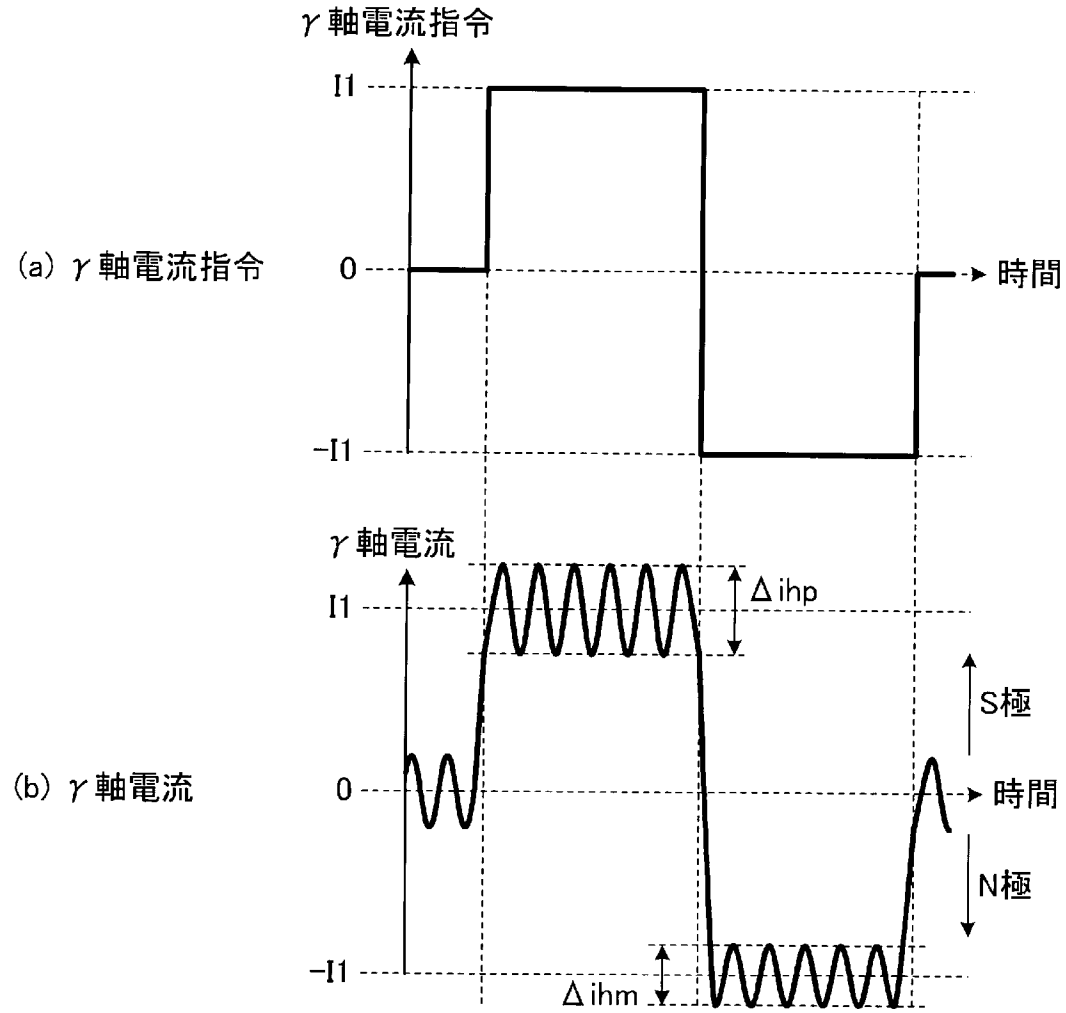
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/066515

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 3401155 B2 (Hitachi, Ltd.), 28 April 2003 (28.04.2003), entire text; all drawings & JP 10-229699 A & US 5994870 A & US 6320349 B1	6 1-5,7
Y A	JP 2008-79489 A (Toshiba Corp.), 03 April 2008 (03.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	6 1-5,7
Y A	JP 2000-60038 A (Toyota Motor Corp.), 25 February 2000 (25.02.2000), entire text; all drawings (Family: none)	6 1-5,7

☒ 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 04 July, 2013 (04.07.13)	Date of mailing of the international search report 16 July, 2013 (16.07.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/066515

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 2005-333761 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 02 December 2005 (02.12.2005), paragraph [0004] (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６６５１５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

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（ＩＰＣ））

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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 3401155 B2 (株式会社日立製作所) 2003.04.28, 全文、全図 & JP	6
A	10-229699 A & US 5994870 A & US 6320349 B1	1-5,7
Y	JP 2008-79489 A (株式会社東芝) 2008.04.03, 全文、全図（ファミ	6
A	リーなし)	1-5,7
Y	JP 2000-60038 A (トヨタ自動車株式会社) 2000.02.25, 全文、全図	6
A	(ファミリーなし)	1-5,7

☑　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 ０４．０７．２０１３	国際調査報告の発送日 １６．０７．２０１３
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　３３５８

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 2005-333761 A (日産自動車株式会社) 2005.12.02, [0004] (ファミリーなし)	1-7