

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年7月19日(19.07.2018)



(10) 国際公開番号

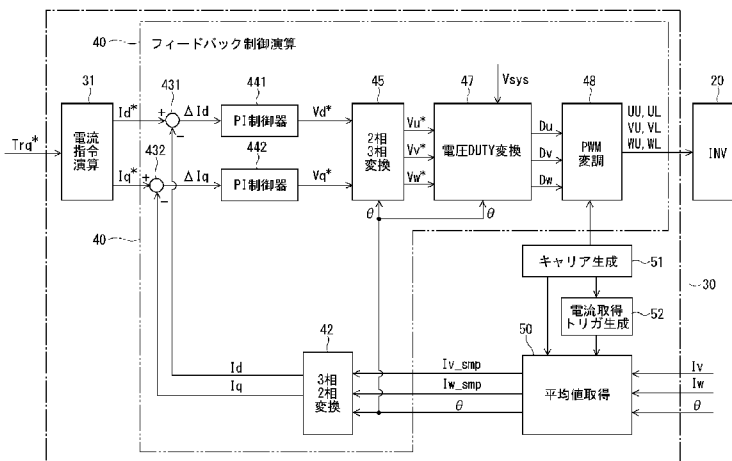
WO 2018/131397 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) H02P 27/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/045505
- (22) 国際出願日: 2017年12月19日(19.12.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-001890 2017年1月10日(10.01.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 藤島 優也 (FUJISHIMA Yuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 服部 雅紀 (HATTORI Masaki); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目4番12号 アレックスビル8階 服部国際特許事務所 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, 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.

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR ALTERNATING-CURRENT MOTOR

(54) 発明の名称: 交流電動機の制御装置



- 31 Current command operation
40 Feedback control operation
42 Three-phase/two-phase conversion
45 Two-phase/three-phase conversion
47 Voltage DUTY conversion
48 PWM modulation
50 Mean value acquisition
51 Carrier generation
52 Current acquisition trigger generation
441, 442 PI controller

(57) Abstract: An inverter (20) converts direct-current power into alternating-current power by operating PWM-controlled multiple switching components (21 through 26) and supplies the alternating-current power to an alternating-current motor (80). A feedback control operation section (40) of an inverter control unit (30) performs a control operation in each (N/2) period (N is a natural number) of a triangular wave carrier used for the PWM control by using current values I_{v_smp} , I_{w_smp} , which are acquired from current sensors (87, 88) for detecting a current flowing in the alternating-current motor (80), and a rotation angle θ of the alternating-current motor (80). During the acquisition of the current values detected by the current sensors (87, 88), a mean value acquisition part (50) calculates a mean value of current values in a half period of the carrier, that is, a period between a peak and a valley of the carrier, or acquires a current value at a timing at which an assumed mean value of the current values can be acquired.

(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: インバータ(20)は、PWM制御される複数のスイッチング素子(21-26)の動作により直流電力を交流電力に変換し、交流電動機(80)に供給する。インバータ制御部(30)のフィードバック制御演算部(40)は、交流電動機(80)に流れる電流を検出する電流センサ(87、88)から取得した電流値 I_{v_smp} 、 I_{w_smp} と交流電動機(80)の回転角 θ とを用いて、PWM制御における三角波キャリアの $(N/2)$ 周期(N は自然数)で制御演算を行う。平均値取得部(50)は、電流センサ(87、88)が検出した電流値の取得において、キャリアの山と谷との間の周期であるキャリア半周期における電流値の平均値を算出し、又は、当該電流値の平均値とみなされる値を取得可能なタイミングで電流値を取得する。

明 細 書

発明の名称： 交流電動機の制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年1月10日に出願された特許出願番号2017-001890号に基づくものであり、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、交流電動機の制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、電流フィードバック制御において、実電流に対する検出電流の遅れにより生じる検出誤差を低減する技術が知られている。例えば特許文献1に開示されたモータ制御装置は、電流センサの遅れ時間分に相当する位相(θ_c)だけd-q座標軸の角度を補正することで、実際のd-q軸電流の位相角と制御系内のd-q軸電流の位相角とを等しくする。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平9-308300号公報

発明の概要

[0005] インバータのPWM制御では、一般に三角波キャリアの山又は谷のタイミングを跨いで上下アームのスイッチング素子が交互にオンする。上アーム素子のオン期間には相電流が増加し、下アーム素子のオン期間には相電流が減少するため、電流リップルが生じる。また、電流センサが検出した電流は、三角波キャリアの山又は谷のタイミングでサンプリングされる。電流センサの検出遅れが無い理想状態では、電流リップルの中心値が取得される。しかし、実際には、電流センサの検出遅れ等により、電流リップルの中心値からずれた値が取得され、遅れ時間によっては、電流リップルのピーク値が取得される場合がある。このような、電流リップルの中心値からの電流取得値のずれを電流リップル誤差という。特許文献1の従来技術は角度誤差を補正しているに過ぎ

ず、電流センサの検出遅れ等による電流リップル誤差を低減することはできない。

[0006] 本開示の目的は、PWM制御において電流センサの検出遅れによる電流取得値の誤差を低減し、制御演算の精度を向上させる交流電動機の制御装置を提供することにある。

[0007] 本開示の交流電動機の制御装置は、インバータと、フィードバック制御演算部と、平均値取得部と、を備える。インバータは、PWM制御される複数のスイッチング素子の動作により直流電力を交流電力に変換し、交流電動機に供給する。

[0008] 本明細書で「交流電動機」は、交流駆動のモータ、発電機、及びモータジェネレータを含むものであり、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車の主機として用いられ駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータジェネレータが該当する。また、例えば、モータジェネレータの通電を制御する制御装置が「交流電動機の制御装置」に該当する。

[0009] フィードバック制御演算部は、交流電動機に流れる電流を検出する一つ以上の電流センサから取得した電流値と交流電動機の回転角とを用いて、PWM制御における三角波キャリアの $(N/2)$ 周期（ N は自然数）で制御演算を行う。平均値取得部は、電流センサが検出した電流値の取得において、キャリアの山と谷との間の期間であるキャリア半周期における電流値の平均値を算出し、又は、当該電流値の平均値とみなされる値を取得可能なタイミングで電流値を取得する。

[0010] 本開示では、PWM制御における電流リップルに着目し、電流リップルの中心値に相当する「キャリア半周期における電流値の平均値」を平均値取得部が取得する。そして、フィードバック制御演算部は、平均値取得部が取得した電流値及び回転角を用いて、ベクトル制御やフィードバック制御の制御演算を行う。よって、PWM制御において電流センサの検出遅れによる電流取得値の誤差を低減し、制御演算の精度を向上させることができる。

[0011] ここで、交流電動機に流れる電流信号が電流センサ及び制御装置の受信回

路を經由し、制御演算に利用可能な値として認識されるまでの時間を「検出遅れ時間」と定義する。本開示の一態様の平均値取得部は、電流センサが検出した電流値を、キャリアの山又は谷のタイミングに対し検出遅れ時間を遅らせたタイミングで取得する。この態様では、電流取得タイミングを調整するロジックのみで、「キャリア半周期における電流値の平均値とみなされる値」を適切に取得することができる。

[0012] また、交流電動機の回転角については検出遅れが無いことを前提とする。平均値取得部は、キャリアの山又は谷のタイミングで交流電動機の回転角を取得してもよい。或いは、平均値取得部は、キャリアの山又は谷のタイミングに対し検出遅れ時間を遅らせたタイミングで、対応する電流値と同時に交流電動機の回転角を取得してもよい。この場合、取得された回転角から検出遅れ時間での回転角変化量に相当する補正値を減算して得られた補正後回転角が制御演算に用いられることが好ましい。

[0013] 本開示の他の態様の平均値取得部は、キャリア半周期以内の長さに設定された継続取得期間に複数回サンプリングした電流値の平均値を算出する。この態様では、部品の温度特性や経時劣化等による検出遅れ時間のばらつきに影響されることなく、キャリア半周期における電流値の平均値を算出することができる。

図面の簡単な説明

[0014] 本開示についての上記目的及びその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、各実施形態による交流電動機の制御装置が適用されるMG駆動システムの概略構成図であり、
[図2]図2は、図1のインバータ制御部の制御ブロック図であり、
[図3]図3は、電流センサの検出遅れ時間を定義する図であり、
[図4]図4は、従来課題による角度補正を説明するタイムチャートであり、
[図5]図5は、PWM制御における電流リップルを説明する図であり、
[図6]図6は、電流センサの検出遅れによる影響を説明する図であり、

[図7]図 7 は、第 1 実施形態によるみなし平均値取得処理の概念図であり、
[図8]図 8 は、電気角 1 周期の相電流及び角度と、第 1 実施形態による電流サンプルタイミングとの関係を示すタイムチャートであり、
[図9]図 9 は、第 1 実施形態によるみなし平均値取得処理のタイムチャートであり、
[図10]図 10 は、第 1 実施形態によるみなし平均値取得処理のフローチャートであり、
[図11]図 11 は、電気角 1 周期の相電流及び角度と、第 2 実施形態による電流サンプルタイミングとの関係を示すタイムチャートであり、
[図12A]図 12 A は、第 2 実施形態による角度補正のブロック図であり、
[図12B]図 12 B は、第 2 実施形態による角度補正の補正説明図であり、
[図13]図 13 は、第 2 実施形態によるみなし平均値取得処理のタイムチャートであり、
[図14]図 14 は、第 2 実施形態によるみなし平均値取得処理のフローチャートであり、
[図15]図 15 は、第 3 実施形態によるみなし平均値取得処理の概念図であり、
[図16]図 16 は、第 4 実施形態によるみなし平均値取得処理のタイムチャートであり、
[図17]図 17 は、第 4 実施形態によるみなし平均値取得処理のフローチャートであり、
[図18]図 18 は、第 5 実施形態による平均値算出処理の概念図であり、
[図19]図 19 は、第 5 実施形態による平均値算出処理のタイムチャートであり、
[図20]図 20 は、第 5 実施形態による平均値算出処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、交流電動機の制御装置の複数の実施形態を図面に基づいて説明する

。第1～第5実施形態を包括して「本実施形態」という。本実施形態の交流電動機の制御装置は、ハイブリッド自動車や電気自動車の動力源であるモータジェネレータ（以下「MG」）を駆動するシステムにおいて、三相交流モータであるMGの通電を制御する装置である。各実施形態の「MG」及び「MG制御装置」は、「交流電動機」及び「交流電動機の制御装置」に相当する。

[0016] [システム構成]

まず、各実施形態のMG制御装置が適用されるMG駆動システムの全体構成について図1を参照して説明する。図1には、一つのMGを備えるシステムを例示する。MG駆動システム90は、充放電可能な二次電池であるバッテリー11の直流電力をインバータ20で三相交流電力に変換してMG80に供給するシステムである。MG駆動システム90においてMG制御装置10は、主にインバータ20及びインバータ制御部30を含む。なお、MG制御装置10は、バッテリー11の電圧を昇圧してインバータ20に出力するコンバータを備えたMG駆動システムに適用されてもよい。また、MG制御装置10は、二つ以上のMGを備えたMG駆動システムにも同様に適用可能である。

[0017] MG80は、例えば永久磁石式同期型の三相交流モータである。本実施形態では、MG80は、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するトルクを発生する電動機としての機能、及び、エンジンや駆動輪から伝達されるトルクを発電によってエネルギー回収する発電機としての機能を兼ね備える。

[0018] MG80の三相巻線81、82、83のうち一相以上の巻線に接続される電流経路には相電流を検出する電流センサが設けられる。図1の例では、V相巻線82及びW相巻線83に接続される電流経路に、それぞれ相電流 I_v 、 I_w を検出する電流センサ87、88が設けられており、残るU相の電流 I_u をキルヒホッフの法則に基づいて推定している。他の実施形態では、どの二相の電流を検出してもよく、三相の電流を検出してもよい。或いは、一相の電流検出値に基づいて他の二相の電流を推定する技術を採用してもよい。

。

[0019] 回転角センサ 85 は、MG 80 の回転角 θ を検出する。本実施形態では、回転角センサ 85 としてレゾルバを用いることを想定するが、他の回転角センサが使用されてもよい。本明細書では、回転角 θ は、機械角を磁極対数で除した電気角を意味する。また、実施形態の説明において、適宜、MG 80 の回転角を単に「角度」という。なお、他の実施形態では、回転角センサが設けられない位置センサレス制御のシステムにおいて、MG 制御装置 10 は、推定された回転角を取得してもよい。

[0020] インバータ 20 は、上下アームの 6 つのスイッチング素子 21-26 がブリッジ接続されている。詳しくは、スイッチング素子 21、22、23 は、それぞれ U 相、V 相、W 相の上アームのスイッチング素子であり、スイッチング素子 24、25、26 は、それぞれ U 相、V 相、W 相の下アームのスイッチング素子である。スイッチング素子 21-26 は、例えば IGBT で構成され、低電位側から高電位側へ向かう電流を許容する還流ダイオードが並列に接続されている。

[0021] インバータ 20 は、インバータ制御部 30 からのゲート信号 UU、UL、VU、VL、WU、WL に従ってスイッチング素子 21-26 が動作することで直流電力を三相交流電力に変換する。そして、インバータ制御部 30 が演算した電圧指令に応じた相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を MG 80 の各相巻線 81、82、83 に印加する。平滑コンデンサ 15 は、インバータ 20 に入力されるシステム電圧 V_{sys} を平滑化する。システム電圧 V_{sys} は、例えば電圧センサ 27 により検出される。

[0022] インバータ制御部 30 は、マイコン等により構成され、図示しない CPU、ROM、I/O、及び、これらの構成を接続するバスライン等を内部に備えている。マイコンは、予め記憶されたプログラムを CPU で実行することによるソフトウェア処理や、専用の電子回路によるハードウェア処理による制御を実行する。

[0023] インバータ制御部 30 には、電流センサ 87、88 が検出した二相の相電

流 I_v 、 I_w 、及び、回転角センサ 85 が検出した回転角 θ が入力される。また、インバータ制御部 30 には、上位制御回路からトルク指令 T_{rq}^* が入力される。インバータ制御部 30 は、これらの情報に基づいて、インバータ 20 を操作するゲート信号 U_U 、 U_L 、 V_U 、 V_L 、 W_U 、 W_L を演算する。インバータ 20 は、ゲート信号 U_U 、 U_L 、 V_U 、 V_L 、 W_U 、 W_L に従ってスイッチング素子 21-26 が動作することにより、バッテリー 11 から入力される直流電力を交流電力に変換し MG 80 に供給する。

[0024] [インバータ制御部の構成]

次に、インバータ制御部 30 の構成について、図 2 を参照して説明する。本実施形態のインバータ制御部 30 は、基本的に、ベクトル制御、電流フィードバック制御及び PWM 制御を行うための構成を有している。また、本実施形態のインバータ制御部 30 は、特有の構成として平均値取得部 50 等を有している。電流指令演算部 31 は、トルク指令 T_{rq}^* に基づき、マップや数式を用いて d 軸電流指令 I_d^* 及び q 軸電流指令 I_q^* を演算する。

[0025] 3 相 2 相変換部 42 は、平均値取得部 50 から V 相電流サンプル値 I_{v_smp} 、W 相電流サンプル値 I_{w_smp} 、及び、回転角 θ が入力される。これらの相電流サンプル値 I_{v_smp} 、 I_{w_smp} と回転角 θ とは、理想的に同一タイミングのデータである。以下、理想的に同一タイミングの電流値及び回転角を、「互いに対応する電流値及び回転角」という。

[0026] 3 相 2 相変換部 42 は、回転角 θ を用いて、相電流サンプル値 I_{v_smp} 、 I_{w_smp} を d q 軸電流 I_d 、 I_q に座標変換し、フィードバックする。電流減算器 431、432 は、それぞれ、3 相 2 相変換部 42 からフィードバックされた d 軸電流 I_d 、q 軸電流 I_q と、d 軸電流指令 I_d^* 、q 軸電流指令 I_q^* との電流偏差 ΔI_d 、 ΔI_q を算出する。

[0027] PI 制御器 441、442 は、それぞれ、d 軸電流偏差 ΔI_d 及び q 軸電流偏差 ΔI_q を 0 に収束させるように、比例積分演算により d 軸電圧指令 V_d^* 及び q 軸電圧指令 V_q^* を算出する。なお、PI 制御器は、微分演算を含む PID 制御器として構成されてもよい。また、PI 制御器 441、442 に

より演算されるフィードバック項に加え、別途算出されるフィードフォワード項がd軸電圧指令 V_d^* 及びq軸電圧指令 V_q^* に加算されてもよい。

[0028] 2相3相変換部45は、回転角 θ を用いて、dq軸電圧指令 V_d^* 、 V_q^* を3相電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に変換する。電圧DUTY変換部47は、システム電圧 V_{sys} 及び回転角 θ に基づき、各相の電圧指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を指令デューティ D_u 、 D_v 、 D_w に変換する。

[0029] PWM変調部48は、各相の指令デューティ D_u 、 D_v 、 D_w をキャリアと比較することにより、インバータ20のスイッチング素子21-26を動作させるゲート信号UU、UL、VU、VL、WU、WLを生成し、インバータ20に出力する。上記の3相2相変換部42からPWM変調部48までの要素群を、フィードバック制御演算部40という。フィードバック制御演算部40は、平均値取得部50から入力された電流値及び角度データに基づき、一連のフィードバック制御演算を行う部分である。

[0030] 続いて、キャリア生成部51、電流取得トリガ生成部52、及び、平均値取得部50について説明する。キャリア生成部51は、PWM制御の三角波キャリアを生成し、PWM変調部48に出力する。三角波キャリアは、山から谷の期間と谷から山の期間とが同一の対称形であり、キャリアの山と谷との間の期間を「キャリア半周期」と定義する。なお、MG80の回転数や変調率に応じてキャリア周波数を変更する等の周知技術が採用されてもよい。また、従来、一般にPWM制御では、キャリアの山又は谷のタイミングが、電流センサ87、88が検出した相電流、及び、回転角センサ85が検出した角度を取得するタイミングとして用いられてきた。後述するように、キャリアの山又は谷のタイミングで電流をサンプルすることにより、理想的には電流リップルの中心値を取得することができる。

[0031] しかし現実には、電流センサの検出遅れのため、制御装置が取得した電流と実電流との間に誤差が生じるという問題がある。この問題について、図3～図6を参照する。なお、レゾルバにより検出される回転角 θ には実質的な遅れが生じない。したがって、回転角センサ85としてレゾルバの使用を想

定する本実施形態では、回転角 θ に検出遅れが無いことを前提とし、電流センサの検出遅れのみを問題とする。

[0032] 図3に、電流センサが検出した電流値を制御装置が取得する一般的な構成を示す。図3では、電流センサの符号として、図1のV相電流センサの符号「87」を用いる。電流センサ87は、相電流をアナログ信号として検出し、コネクタ71を介して接続された制御装置70に送信する。制御装置70の受信回路72は、電流センサ87からアナログ信号を受信する。A/D変換部73は、アナログ信号をデジタル信号に変換し、制御演算部74に出力する。このように、電流信号が、電流センサ87及び制御装置70の受信回路72を経由し、制御演算に利用可能な値として認識されるまでの時間を「検出遅れ時間」と定義する。

[0033] 図4に示すように、電流センサの検出遅れにより、検出電流は実電流に対して遅れる。特許文献1（特開平9-308300号公報）に開示された従来技術では、電流センサの検出遅れに対し、電流センサの遅れ時間分に相当する位相 θ_c だけd-q座標軸の角度を補正する。これにより、角度誤差を補正することができる。

[0034] しかし、より短い時間レンジのタイムチャートである図5において、PWM制御では、キャリアとDUTYとの大小関係によってスイッチング素子がON/OFFする。以下、各相共通に、キャリアに基づくタイミングを説明するタイムチャートでは、図2の指令デューティ D_u 、 D_v 、 D_w を包括して「DUTY」と表す。DUTYはスイッチング周期に対する上アーム素子のON時間比率を意味する。DUTYがキャリアを上回る期間、ゲート信号はONとなる。

[0035] 実電流は、ゲート信号のON期間に上昇し、OFF期間に下降することにより、リップルが生じる。白丸で示すように、キャリアの谷のタイミングにおける実電流は、上昇時リップルの中心値に相当し、キャリアの山のタイミングにおける実電流は、下降時リップルの中心値に相当する。

[0036] 実電流に対して遅れる検出電流をキャリアの山又は谷のタイミングでサン

プルすると、キャリアの谷のタイミングにおける電流値は、下向き三角印で示すように、リップルの中心値よりも小さくなる。また、キャリアの山のタイミングにおける電流値は、上向き三角印で示すように、リップルの中心値よりも大きくなる。検出遅れ時間によっては、キャリアの山又は谷のタイミングで電流リップルのピーク値がサンプルされる場合がある。このような、電流リップルの中心値からの電流取得値のずれを電流リップル誤差という。特許文献1の従来技術では、電流センサの検出遅れ等による電流リップル誤差を低減することはできない。

[0037] その結果、図6に示すように、検出電流のサンプル値に基づいて認識される電流波形の電流振幅実効値は、実電流の電流振幅実効値に対し誤差が生じる。この誤差の量は、電流リップルの大きさや、検出遅れ時間によって変動する。そして、誤差を含んだ電流値に基づきフィードバック制御演算がされることにより、所望のトルク指令 T_{rq}^* に対し、MG80の出力トルクの精度が低下することとなる。

[0038] この問題に対し、本実施形態のインバータ制御部30は、電流センサ87、88が検出した電流値の取得において、「キャリア半周期における電流値の平均値」を取得する平均値取得部50を備える。この「キャリア半周期における電流値の平均値」は、電流リップルの中心値に相当する値である。また、電流取得トリガ生成部52は、平均値取得部50が電流を取得するタイミングを指令する。なお、本明細書では、「取得する」と「サンプルする」とは、ほぼ同じ意味で用いられる。

[0039] 次に、平均値取得部50の具体的な構成について、実施形態毎に説明する。以下の実施形態は、大きく、第1～第4実施形態と、第5実施形態とに分けられる。第1～第4実施形態では、平均値取得部50は、電流センサ87、88が検出した電流を、キャリアの山又は谷のタイミングに対し所定時間遅らせたタイミングで取得することにより、キャリア半周期における電流値の平均値とみなされる値を取得する。これに対し、第5実施形態では、平均値取得部50は、キャリア半周期における電流値の平均値を算出する。

[0040] つまり、第1～第4実施形態では、「平均値とみなされる検出電流値を取得するための最適なタイミング」として設定されたタイミングで検出電流が取得される。そこで、第1～第4実施形態による平均値取得処理を「みなし平均値取得処理」という。一方、第5実施形態では、文字通り、キャリア半周期における電流値の平均値が算出される。第5実施形態による平均値取得処理を「平均値算出処理」という。

[0041] (第1実施形態)

第1実施形態について、図7～図10を参照して説明する。図7には、任意の相について、電気角1周期の相電流及び角度と、電流サンプルタイミングとの関係を示す。縦方向の破線は、キャリアの山又は谷のタイミングである。破線上に記される白丸印の電流値 R は、あるキャリアの山又は谷のタイミング $t_{c p k}$ における実電流を示し、三角印の電流値 F は、そのタイミング $t_{c p k}$ における検出電流を示す。また、上述の通り角度には検出遅れが無いという前提であるため、四角印の角度 θ は、キャリアの山又は谷のタイミングタイミング $t_{c p k}$ における実際の角度を示すと共に、そのタイミング $t_{c p k}$ に取得される検出角度を示す。

[0042] 検出電流が実電流に対して遅れなく一致する理想状態では、キャリアの山又は谷のタイミングで検出電流がサンプルされる場合、互いに対応する電流値 R と角度 θ とが精度良く取得される。しかし現実には、検出電流は実電流に対して検出遅れ時間 $D L s n s$ だけ遅れるため、キャリアの山又は谷のタイミングでサンプルされる電流値 F と角度 θ との対応関係に誤差が生じる。

[0043] そこで第1実施形態では、キャリアの山又は谷のタイミング $t_{c p k}$ に対し検出遅れ時間 $D L s n s$ を遅らせたタイミングが、一点鎖線で示される電流サンプルタイミング $t_{s m p}$ として設定される。一点鎖線上に記されるハッチング付丸印の電流値 S は、電流サンプルタイミング $t_{s m p}$ における検出電流を示す。第1実施形態では、電流のみが電流サンプルタイミング $t_{s m p}$ でサンプルされ、角度 θ はキャリアの山又は谷のタイミング $t_{c p k}$ でサンプルされることにより、互いに対応する電流値 S と角度 θ とが、理想状

態と同様に、精度良く取得される。この電流値 S が、図 2 において平均値取得部 50 から出力される V 相電流 I_{v_smp} 、及び、W 相電流 I_{w_smp} に相当する。

[0044] 図 8 は、図 7 よりも短い時間レンジでのタイムチャートであり、キャリア信号の 1 周期における実電流、検出電流、及び、上アーム素子に指令されるゲート信号の関係を示す。DUTY がキャリア信号を上回る期間、ゲート信号は ON となる。第 1 実施形態では、上アーム素子が実際に ON 動作する期間は、ゲート信号の ON 期間に一致するものとする。第 1 実施形態の平均値取得部 50 は、キャリアの山又は谷のタイミング t_{spk} に対し、検出遅れ時間 DL_{sns} を遅らせたタイミング t_{smp} で検出電流をサンプルする。

[0045] 続いて、図 9 のタイムチャート、及び図 10 のフローチャートを参照する。図 9 のタイムチャートには、キャリア周期の 2 周期の期間を示す。図 9 の例では、キャリアの各山及び各谷のタイミングで、すなわち、 $(1/2)$ 周期毎に一相以上の電流及び角度が取得され、それらの値を用いて各種制御演算が実行される。本実施形態では、各種制御演算は、次のキャリアの山又は谷のタイミング以前に終了し、次の $(1/2)$ 周期の開始時に更新されるものとする。

[0046] 図 9 において、白抜きブロック矢印は、キャリア生成部 51 によりキャリアトリガが生成されるタイミングを示す。つまり、キャリアトリガが生成されるタイミングが「キャリアの山又は谷のタイミング」となる。斜線ハッチングのブロック矢印は、電流取得トリガ生成部 52 により電流取得トリガが生成されるタイミングを示す。第 1 実施形態では、複数の電流センサから検出電流を取得する場合、各電流センサの検出電流に対し共通の電流取得トリガが用いられる。横線ハッチングの長方形は、角度データが取得されるタイミングを示す。破線矢印は、取得された角度データのホールド期間を示す。梨地模様の長方形は、各種制御演算が実行される期間を示す。各部に併記した S 番号は、図 10 のフローチャートの対応するステップ番号を示す。

[0047] 図 9 において、電流取得トリガは、キャリアトリガに対し検出遅れ時間 D

L s n s後に生成される。角度は、キャリアトリガの生成タイミングで取得された後、電流取得トリガの生成タイミングまでホールドされる。制御演算は、電流取得トリガの生成タイミングで開始され、次のキャリアトリガの生成タイミング以前に終了する。

[0048] 図10以下のフローチャートの説明で、記号「S」はステップを意味する。なお、他の実施形態のフローチャートとステップ番号を共用する都合上、各実施形態のステップ番号には欠番が生じる場合がある。図10において、S1～S5の主体は平均値取得部50であり、S10、S12の主体はフィードバック制御演算部40である。平均値取得部50は、S1でキャリアトリガを検知すると同時に、S2で回転角センサ85から角度データを取得し、S3で角度データをホールドする。S3の角度データホールドは、S4で電流取得トリガが検知されたと判断されるまで続けられる。電流取得トリガが検知され、S4でYESと判断されると、平均値取得部50は、S5で、各相の電流センサ87、88から電流値を取得する。

[0049] こうして、平均値取得部50は、互いに対応する一相以上の電流値及び角度を取得し、フィードバック制御演算部40に出力する。フィードバック制御演算部40は、S10で、平均値取得部50が出力した電流値及び角度を用いて制御演算を行う。また、フィードバック制御演算部40は、S12にて、次のキャリアの山又は谷のタイミングで演算結果を更新する。

[0050] (効果)

第1実施形態のMG制御装置10の効果について説明する。

(1) 平均値取得部50は、PWM制御における電流リップルの中心値に相当する「キャリア半周期における電流値の平均値」を取得する。フィードバック制御演算部40は、平均値取得部50が取得した電流値及び角度を用いて、ベクトル制御やフィードバック制御の制御演算を行う。よって、PWM制御において電流センサ87、88の検出遅れによる電流取得値の誤差を低減し、制御演算の精度を向上させることができる。

[0051] (2) 平均値取得部50は、電流センサ87、88が検出した電流値を、

キャリアの山又は谷のタイミングに対し検出遅れ時間 DL_{sns} を遅らせたタイミングで取得する。これにより、電流取得タイミングを調整するロジックのみで、「キャリア半周期における電流値の平均値とみなされる値」を適切に取得することができる。

[0052] (3) フィードバック制御演算部40は、互いに対応する電流値及び角度を平均値取得部50が取得した後、その電流値及び回転角を用いた制御演算を開始する。同一タイミングのデータを一セットとして用いることにより、制御演算の精度を向上させることができる。

[0053] 以下の第2～第5実施形態の説明において、タイムチャートの記載は第1実施形態の図7、図8、図9の方式に準ずる。また、第1実施形態の図10と実質的に同一のステップには同一のステップ番号を付して説明を一部省略する。

(第2実施形態)

第2実施形態について、図11～図14を参照して説明する。第2実施形態は、第1実施形態に対し、角度取得タイミングのみが異なる。図11に示すように、平均値取得部50は、キャリアの山又は谷のタイミングに対し検出遅れ時間 DL_{sns} を遅らせたタイミングで、電流値 S と角度 θ_{smp} とを同時に取得する。

[0054] 図12Aに角度補正演算の構成を示す。まず、電気周波数に比例する回転数 $N[rpm]$ に遅れ時間係数 $k[deg/rpm]$ が乗算され、補正值 $\Delta\theta(=kN)$ が算出される。続いて、取得角度 θ_{smp} から補正值 $\Delta\theta$ が減算されて補正後角度 θ が算出される。図12Bに示すように、補正值 $\Delta\theta$ は、検出遅れ時間 DL_{sns} での角度変化量に相当する。なお、回転数 $N[rpm]$ と遅れ時間係数 $k[deg/rpm]$ との乗算は、回転角速度 $[deg/s]$ と遅れ時間 $[s]$ との乗算に置き換えてもよい。

[0055] 続いて、図13のタイムチャート、及び図14のフローチャートを参照する。図13において、角度の取得は、電流取得トリガが生成されたタイミングで、電流取得と同時に行われる。図14において、S6、S9が第2実施

形態に特有のステップである。平均値取得部50は、S1でキャリアトリガを検知する。その後、平均値取得部50は、S4で、電流取得トリガ生成部52が生成した電流取得トリガを検知し、S6で電流値及び角度を同時に取得する。また、平均値取得部50は、S9で取得角度 θ_{smp} を補正し、取得した電流値及び補正後角度 θ をフィードバック制御演算部40に出力する。

[0056] フィードバック制御演算部40は、S10で、平均値取得部50が出力した電流値及び補正後角度 θ を用いて制御演算を行う。なお、平均値取得部50が取得角度 θ_{smp} をそのまま出力し、フィードバック制御演算部40がS9の角度補正を実行してもよい。その後、フィードバック制御演算部40は、S12で演算結果を更新する。第2実施形態では、第1実施形態と同様の効果が得られる。

[0057] (第3実施形態)

第3実施形態について図15を参照して説明する。第3実施形態は、電流センサ87、88の検出遅れに加え、インバータ20のスイッチング素子の動作遅延の影響を考慮して平均値取得部50の電流取得タイミングを決定する。

[0058] 図15に、上アーム素子に指令されるゲート信号、及び、上アーム素子の実際のスイッチング動作のタイミングを示す。ゲート信号に対するON動作の遅れ時間を a 、OFF動作の遅れ時間を b とする。ゲート信号のON期間の中間時 t_{gc} に対するスイッチング動作のON期間の中間時 t_{sc} の遅れ時間は、ON動作及びOFF動作の平均遅れ時間である「 $(a+b)/2$ 」で表される。このON動作及びOFF動作の平均遅れ時間を「素子動作遅れ時間 DL_{sw} 」と定義する。ここで、上アームゲート信号のON期間の中間時 t_{gc} は、キャリアの谷のタイミング t_{cpk} に一致する。

[0059] 実電流の上昇時リップルの中心値は、キャリアの谷のタイミングに対して上アーム素子の素子動作遅れ時間 DL_{sw} だけ遅れる。また、実電流の下降時リップルの中心値は、キャリアの山のタイミングに対して下アーム素子の素子

動作遅れ時間 DL_{sw} だけ遅れる。したがって、検出電流は、キャリアの山又は谷のタイミング t_{cpk} に対し、検出遅れ時間 DL_{sns} に素子動作遅れ時間 DL_{sw} を加算した加算遅れ時間 DL_{add} だけ遅れる。

[0060] そこで、第3実施形態の平均値取得部50は、キャリアの山又は谷のタイミング t_{cpk} に対し、加算遅れ時間 DL_{add} を遅らせた補正タイミングで検出電流を取得する。これにより、スイッチング素子の動作遅延の影響を回避し、精度良く電流リップルの中心値で検出電流を取得することができる。

[0061] (第4実施形態)

第4実施形態について図16のタイムチャート、及び図17のフローチャートを参照して説明する。上記第1実施形態では、V相電流 I_v 及びW相電流 I_w を検出する2つの電流センサ87、88の特性は実質的に等しいと仮定し、共通の検出遅れ時間 DL_{sns} を用いる。これに対し、第4実施形態では、2つの電流センサ87、88の特性ばらつきに注目し、検出遅れ時間 DL_{sns} が電流センサ毎に個別に設定される。

[0062] 図16、図17に示す例では、V相電流センサ87の検出遅れ時間 DL_{sns_V} は、W相電流センサ88の検出遅れ時間 DL_{sns_W} よりも短い。言い換えれば、電流取得トリガ生成部52は、キャリアの山又は谷のタイミングの後、先にV相電流取得トリガを生成し、後でW相電流取得トリガを生成する。

[0063] 図17において、各電流センサ87、88からの電流取得及びデータホールドに関するステップが逐次的に繰り返される。すなわち、S3AとS3B、S4AとS4B、S5AとS5Bが、対となるステップとして実行される。S1、S2、S3Aでは、平均値取得部50は、第1実施形態と同様に、キャリアトリガの検知と同時に角度を取得した後、角度データをホールドする。S3Aの角度データホールドは、S4Aで、V相電流取得トリガが検知されたと判断されるまで続けられる。V相電流取得トリガが検知され、S4AでYESと判断されると、平均値取得部50は、S5Aで、V相電流センサ87からV相電流値を取得する。

[0064] S 5 Aの後、S 3 Bで、V相電流値がホールドされると共に角度データが引き続きホールドされる。S 3 BのV相電流値及び角度データのホールドは、S 4 Bで、W相電流取得トリガが検知されたと判断されるまで続けられる。W相電流取得トリガが検知され、S 4 BでYESと判断されると、平均値取得部50は、S 5 Bで、W相電流センサ88からW相電流値を取得する。

[0065] こうして平均値取得部50は、2つの電流センサ87、88が検出した二相の電流値、及び、対応する角度を取得し、それらをフィードバック制御演算部40に出力する。フィードバック制御演算部40は、S 10で、平均値取得部50が出力したV相、W相の電流値及び角度を用いて制御演算を行い、S 12で演算結果を更新する。

[0066] なお、3つの電流センサから三相の電流を検出する制御装置の構成では、電流取得及びデータホールドに関するステップが3回繰り返される。第4実施形態では、検出遅れ時間 DL_{sns} が複数の電流センサ87、88毎に個別に設定されるため、複数の電流センサの特性にばらつきがある場合でも、各電流センサの検出電流について、電流リップルの中心値に相当する平均値とみなされる値を精度良く取得することができる。

[0067] また、フィードバック制御演算部40は、検出遅れ時間が設定された全ての電流センサ87、88が検出した複数の電流値、及び、対応する角度を平均値取得部50が取得した後、それらの電流値及び角度を用いた制御演算を開始する。同一タイミングのデータを一セットとして用いることにより、制御演算の精度を向上させることができる。

[0068] (第5実施形態)

第5実施形態について図18～図20を参照して説明する。第1～第4実施形態とは異なり、第5実施形態では、平均値取得部50は、キャリア周期以内の予め設定された継続取得期間に複数回サンプリングした電流値の平均値を算出する。第5実施形態の電流取得トリガ生成部52は、演算周期毎に一回の電流取得トリガを生成するのではなく、継続取得期間の開始トリガ及び終了トリガを生成する。

[0069] 図18に示す例では、継続取得期間 $P_{sm p}$ は、キャリアの谷タイミングを跨いでキャリア半周期以内の長さに設定されている。検出電流は、継続取得期間 $P_{sm p}$ に所定の間隔 $\delta_{sm p}$ で複数回サンプリングされる。平均値取得部50は、継続取得期間 $P_{sm p}$ に複数回サンプリングした電流値の平均値 I_{avr} を算出する。たとえ検出電流が実電流に対して遅れるとしても、継続取得期間 $P_{sm p}$ における検出電流の平均値は、理論的に実電流の平均値、すなわち電流リップルの中心値に一致する。このように第5実施形態では、継続取得期間に複数回サンプリングされた電流値の平均値が算出され、フィードバック制御演算に用いられる。

[0070] 続いて、図19のタイムチャート、及び図20のフローチャートを参照する。図19において、電流取得は、継続取得期間 $P_{sm p}$ に亘って行われる。図20において、S7、S8、S11が第5実施形態に特有のステップである。S1、S2、S3では、平均値取得部50は、第1実施形態と同様に、キャリアトリガの検知と同時に角度を取得した後、角度データをホールドする。S3の角度データホールドは、S7で、継続取得期間 $P_{sm p}$ の終了を示す電流取得終了トリガが検知されたと判断されるまで続けられる。

電流取得終了トリガが検知され、S7でYESと判断されると、S8に移行する。

[0071] S8で、平均値取得部50は、継続取得期間 $P_{sm p}$ に複数回サンプリングした電流値の平均値 I_{avr} を算出し、フィードバック制御演算部40に出力する。フィードバック制御演算部40は、S10で、平均値取得部50が出力した電流値の平均値 I_{avr} 及び角度を用いて制御演算を行い、S12で演算結果を更新する。また、S10の実行と併行し、S11では、次の継続取得期間 $P_{sm p}$ の開始を示す電流取得開始トリガが検知される。

[0072] 第5実施形態では、第1～第4実施形態のように電流取得タイミングを遅らせるのではなく、継続取得期間 $P_{sm p}$ に複数回サンプリングした電流値の平均値 I_{avr} を算出する。これにより、第5実施形態のMG制御装置は、部品の温度特性や経時劣化等による検出遅れ時間 DL_{sns} のばらつきに

影響されることなく、キャリア半周期における電流値の平均値を算出することができる。

[0073] (その他の実施形態)

(a) 上記実施形態では、キャリアの各山及び各谷のタイミング毎に取得された電流値及び角度に基づいて、キャリア ($1/2$) 周期でフィードバック制御演算が実行される。ここで、フィードバック制御演算の時間は、キャリア ($1/2$) 周期よりも短い。ただし、フィードバック制御演算の演算周期は、キャリア 1 周期、 1.5 周期、2 周期等のキャリア ($N/2$) 周期 (N は自然数) に設定されてもよい。例えば、キャリア周波数が回転数に同期し、且つ制御演算量が多い場合、高回転領域では、演算周期をキャリア ($1/2$) 周期よりも長く設定した方がよい場合が想定される。また、意図的に応答性を低下させたい場合等に、演算周期が長く設定されてもよい。

[0074] (b) 三角波キャリアは、山から谷の期間と谷から山の期間とが異なる非対称形であってもよい。その場合、「キャリア半周期」の用語は、厳密な ($1/2$) 周期を意味せず、単に、キャリアの「片道の期間」の意味で解釈される。

[0075] (c) 上記実施形態のタイムチャートでは、上アーム素子の ON 時間比率として定義された DUTY がキャリアを上回る期間に上アーム素子のゲート信号が ON するものとして説明している。ただし、下アーム素子について DUTY を定義し、又はゲート信号を表してもよく、その場合、チャートが上下反転する場合がある。

[0076] (d) 本開示が適用されるシステムにおいて駆動される交流電動機の相の数は、三相に限らず何相でもよい。また、交流電動機は、永久磁石式同期型モータに限らず、誘導電動機やその他の同期モータであってもよい。

[0077] (e) 本開示による交流電動機の制御装置は、ハイブリッド自動車や電気自動車の MG 駆動システムに限らず、どのような用途の交流電動機駆動システムに適用されてもよい。

[0078] 以上、本開示は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、その趣

旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

[0079] 本開示は、実施形態に準拠して記述された。しかしながら、本開示は当該実施形態および構造に限定されるものではない。本開示は、様々な変形例および均等の範囲内の変形をも包含する。また、様々な組み合わせおよび形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせおよび形態も本開示の範疇および思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] PWM制御される複数のスイッチング素子（21－26）の動作により直流電力を交流電力に変換し、交流電動機（80）に供給するインバータ（20）と、
- 前記交流電動機に流れる電流を検出する一つ以上の電流センサ（87、88）から取得した電流値と前記交流電動機の回転角とを用いて、PWM制御における三角波キャリアの（ $N/2$ ）周期（ N は自然数）で制御演算を行うフィードバック制御演算部（40）と、
- 前記電流センサが検出した電流値の取得において、キャリアの山と谷との間の期間であるキャリア半周期における電流値の平均値を算出し、又は、当該電流値の平均値とみなされる値を取得可能なタイミングで電流値を取得する平均値取得部（50）と、
- を備える交流電動機の制御装置。
- [請求項2] 前記交流電動機に流れる電流信号が前記電流センサ及び制御装置の受信回路を経由し、制御演算に利用可能な値として認識されるまでの時間を検出遅れ時間と定義すると、
- 前記平均値取得部は、前記電流センサが検出した電流値を、キャリアの山又は谷のタイミングに対し前記検出遅れ時間を遅らせたタイミングで取得する請求項1に記載の交流電動機の制御装置。
- [請求項3] 前記平均値取得部は、キャリアの山又は谷のタイミングで前記交流電動機の回転角を取得する請求項2に記載の交流電動機の制御装置。
- [請求項4] 前記平均値取得部は、キャリアの山又は谷のタイミングに対し前記検出遅れ時間を遅らせたタイミングで、対応する電流値と同時に前記交流電動機の回転角を取得する請求項2に記載の交流電動機の制御装置。
- [請求項5] 前記フィードバック制御演算部は、前記平均値取得部が取得した前記交流電動機の回転角から前記検出遅れ時間での回転角変化量に相当する補正値を減算して得られた補正後回転角を制御演算に用いる請求

項 4 に記載の交流電動機の制御装置。

[請求項6] 前記フィードバック制御演算部は、互いに対応する電流値及び前記交流電動機の回転角を前記平均値取得部が取得した後、その電流値及び回転角を用いた制御演算を開始する請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載の交流電動機の制御装置。

[請求項7] 前記交流電動機に流れる電流信号が前記電流センサ及び制御装置の受信回路を経由し、制御演算に利用可能な値として認識されるまでの時間を検出遅れ時間と定義し、

前記スイッチング素子に指令されるゲート信号に対する ON 動作及び OFF 動作の平均遅れ時間を素子動作遅れ時間とすると、

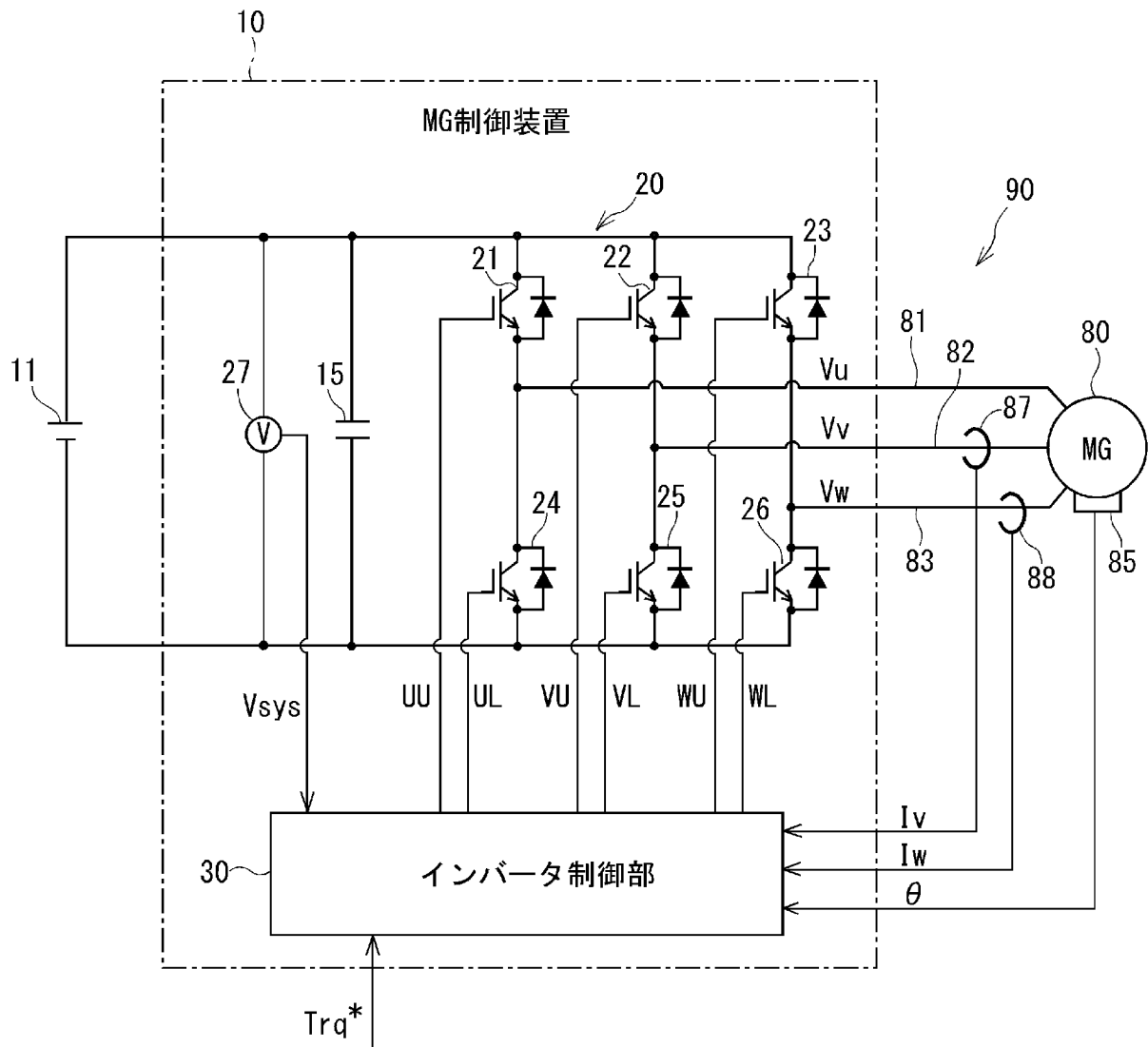
前記平均値取得部は、前記電流センサが検出した電流値を、キャリアの山又は谷のタイミングに対し、前記検出遅れ時間に前記素子動作遅れ時間を加算した加算遅れ時間を遅らせたタイミングで取得する請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

[請求項8] 前記検出遅れ時間は、複数の前記電流センサ毎に個別に設定されている請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の交流電動機の制御装置。

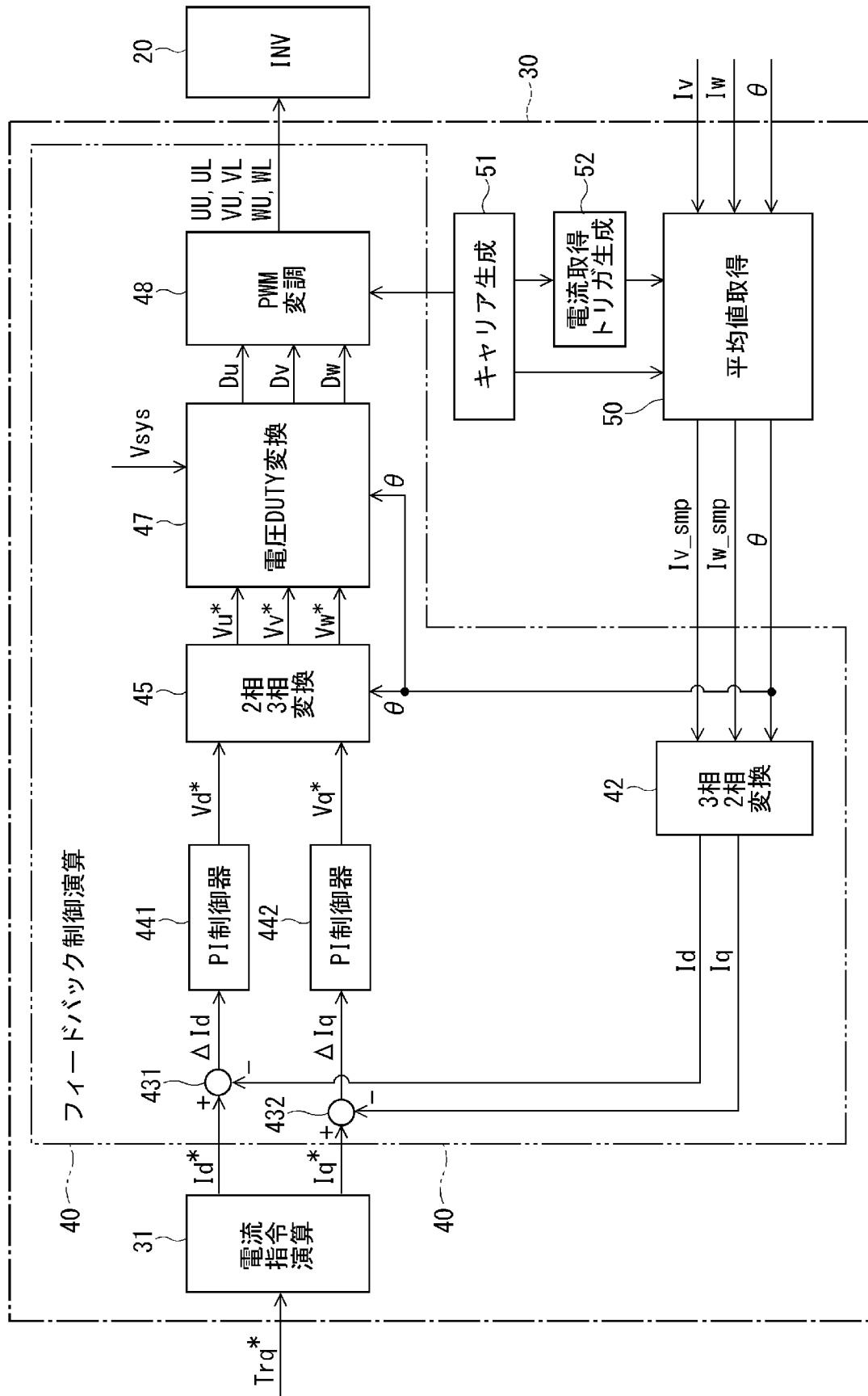
[請求項9] 前記フィードバック制御演算部は、前記検出遅れ時間が設定された全ての電流センサが検出した複数の電流値、及び、対応する前記交流電動機の回転角を前記平均値取得部が取得した後、それらの電流値及び回転角を用いた制御演算を開始する請求項 8 に記載の交流電動機の制御装置。

[請求項10] 前記平均値取得部は、前記キャリア半周期以内の長さに設定された継続取得期間に複数回サンプリングした電流値の平均値を算出する請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

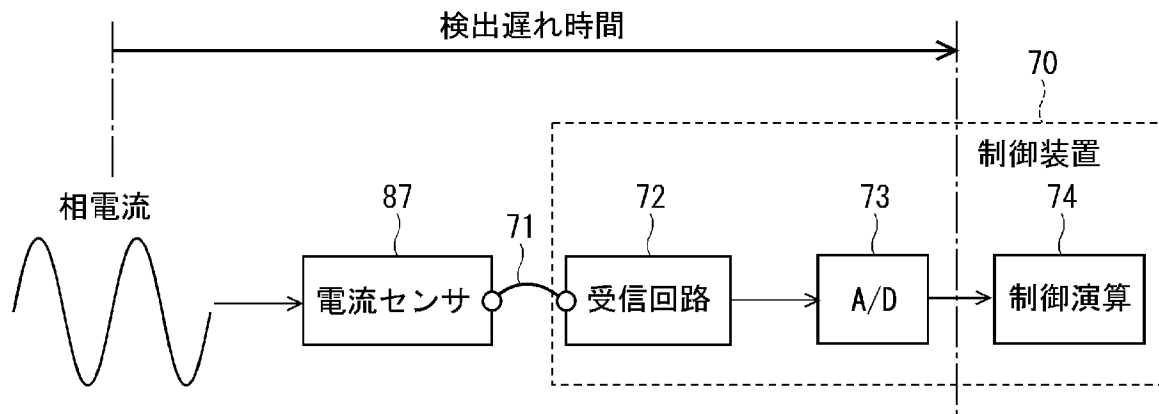
[図1]



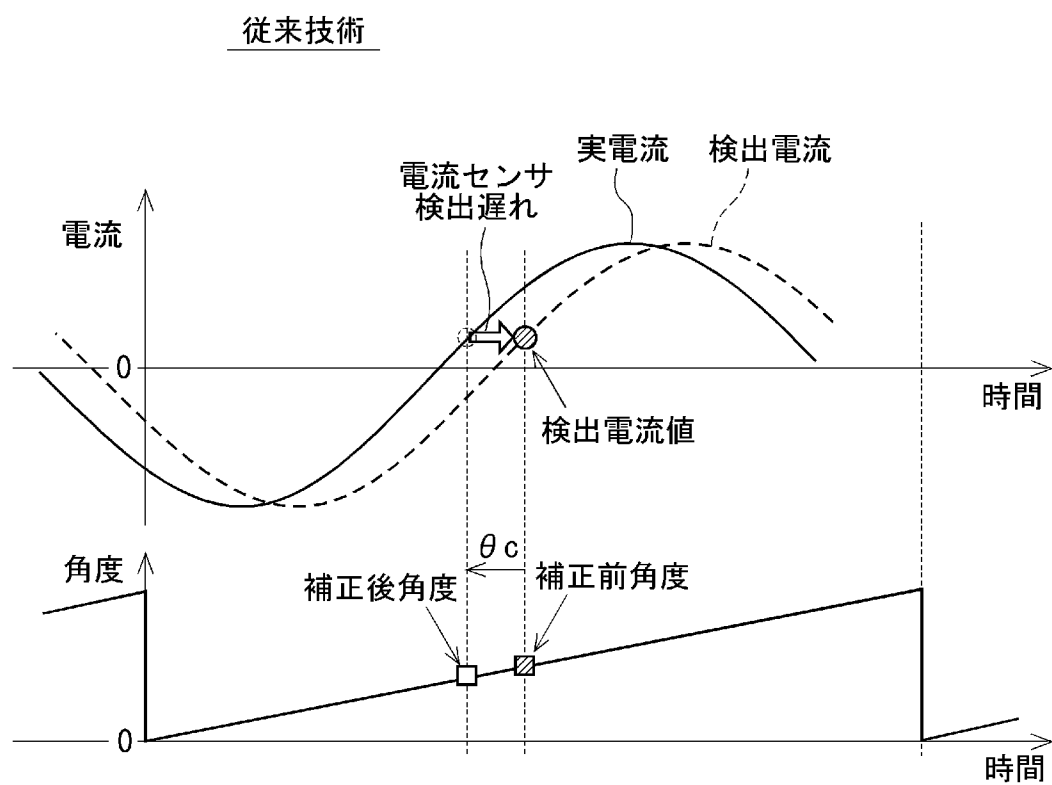
[図2]



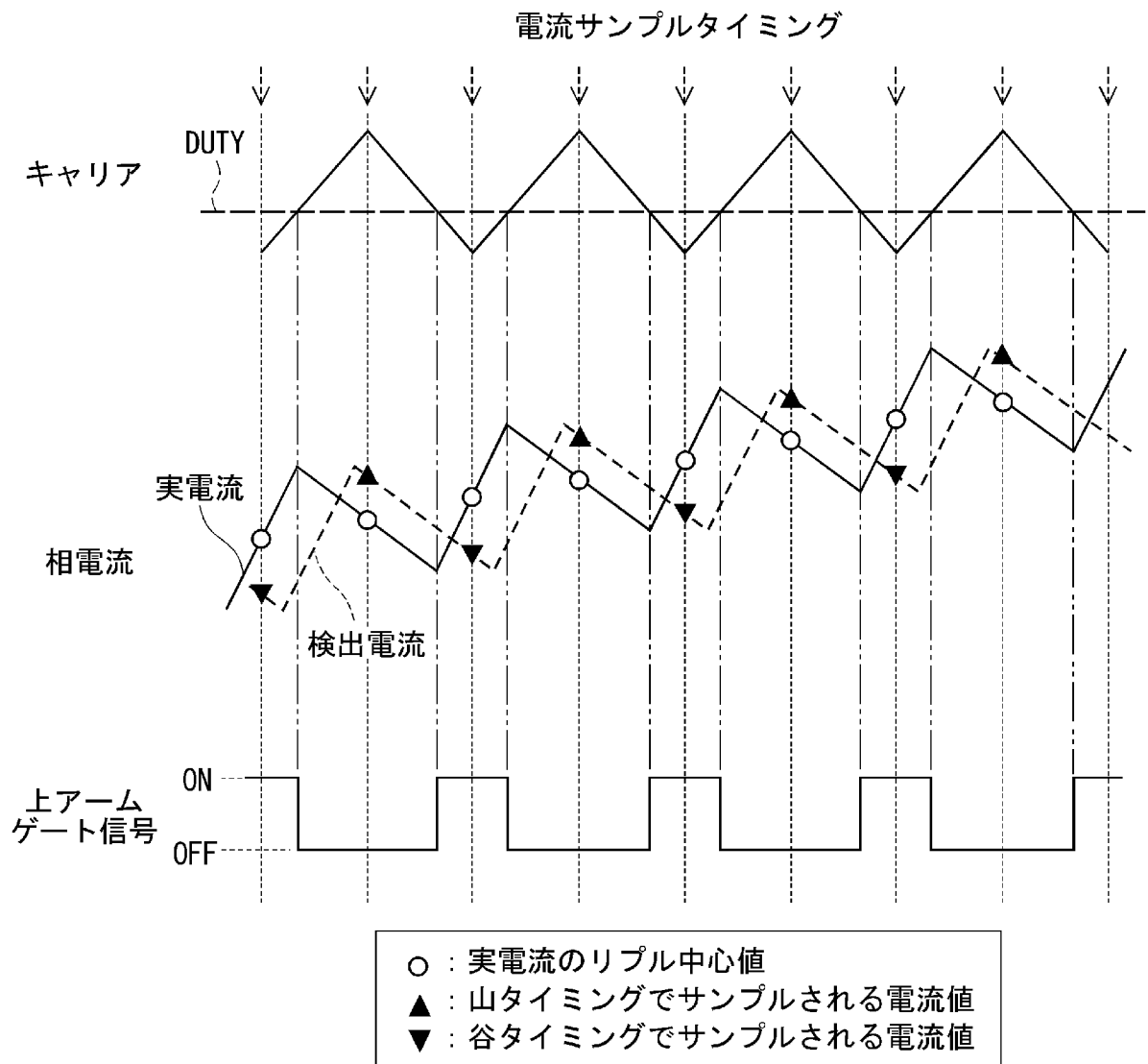
[図3]



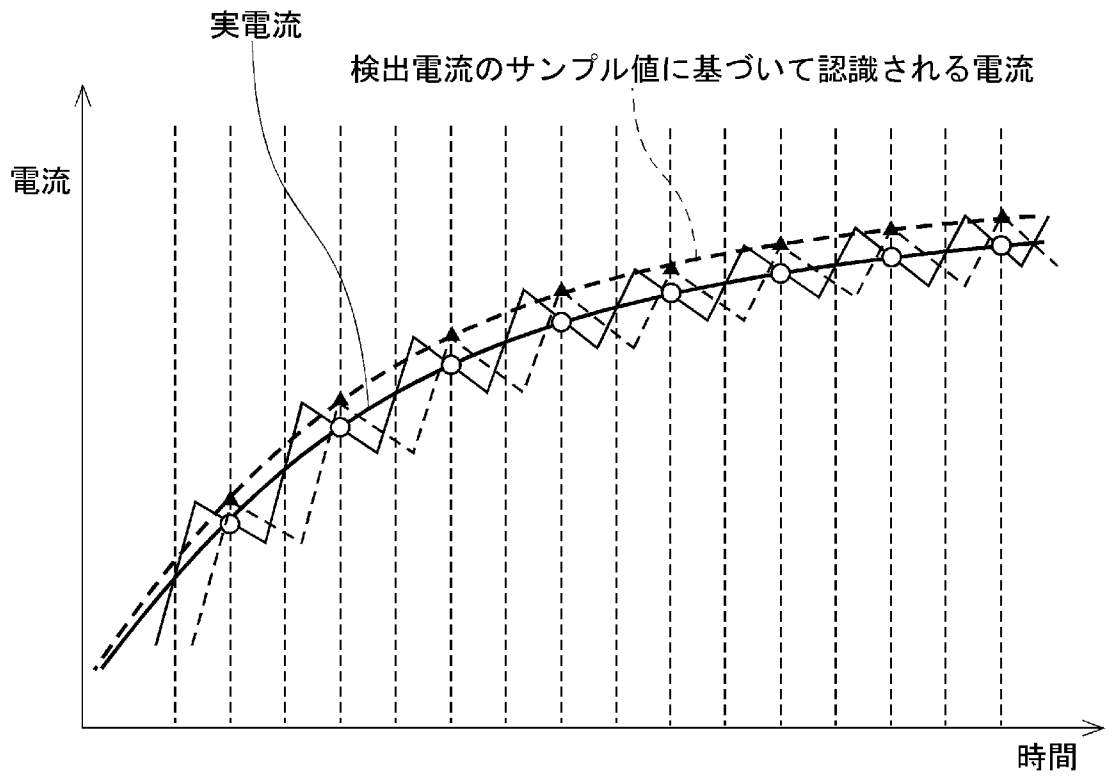
[図4]



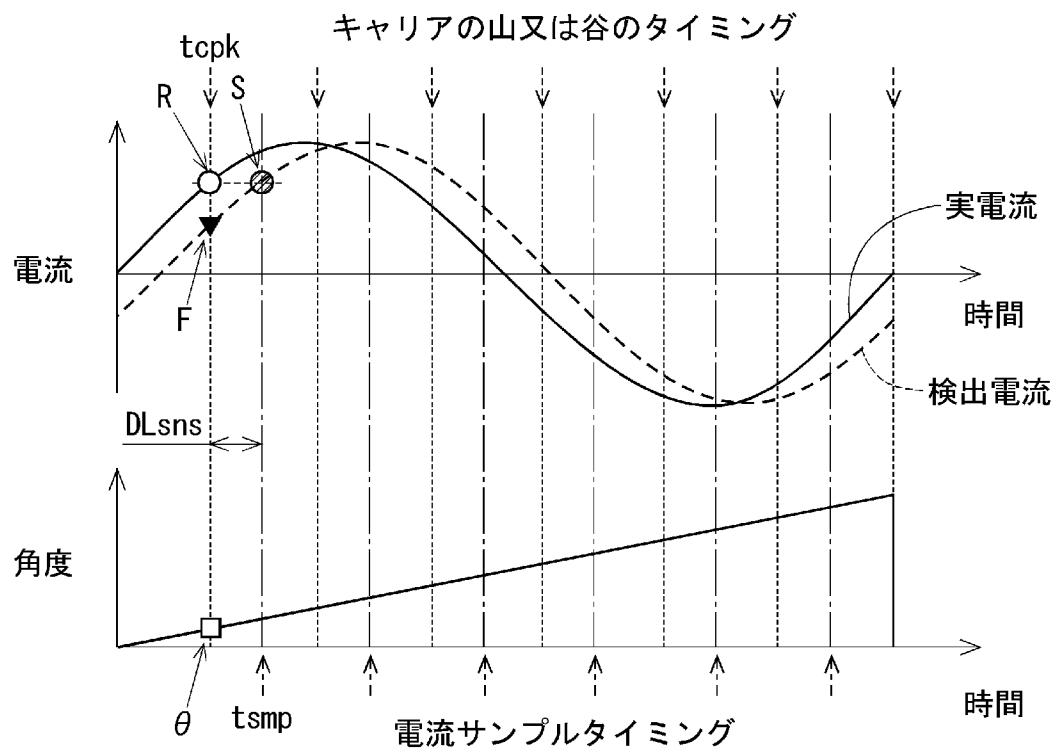
[図5]



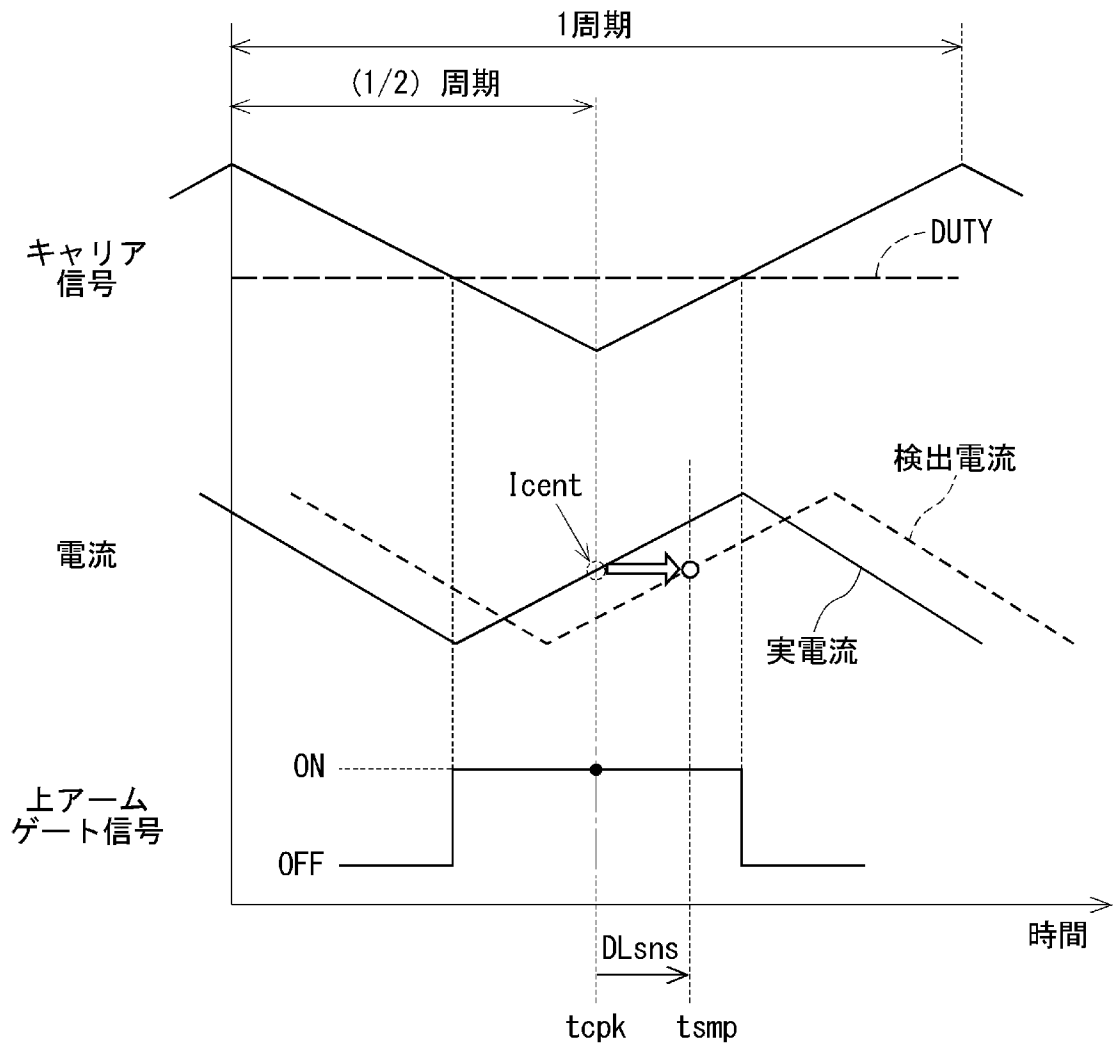
[図6]



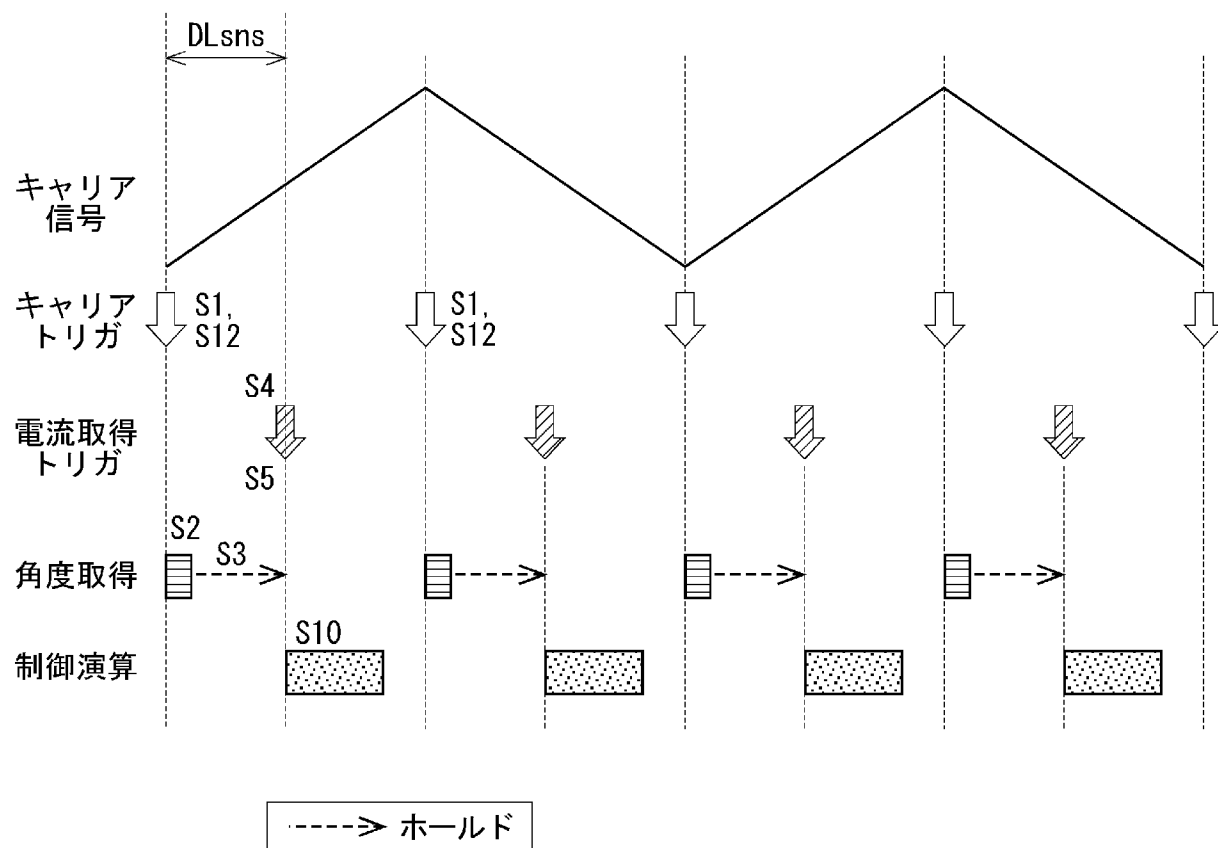
[図7]



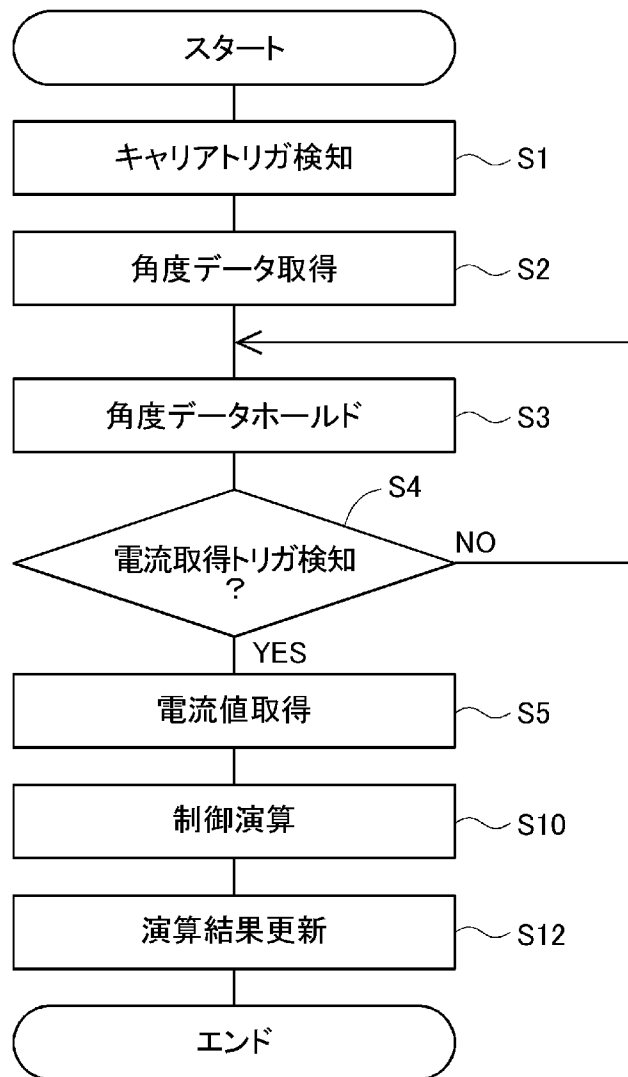
[図8]



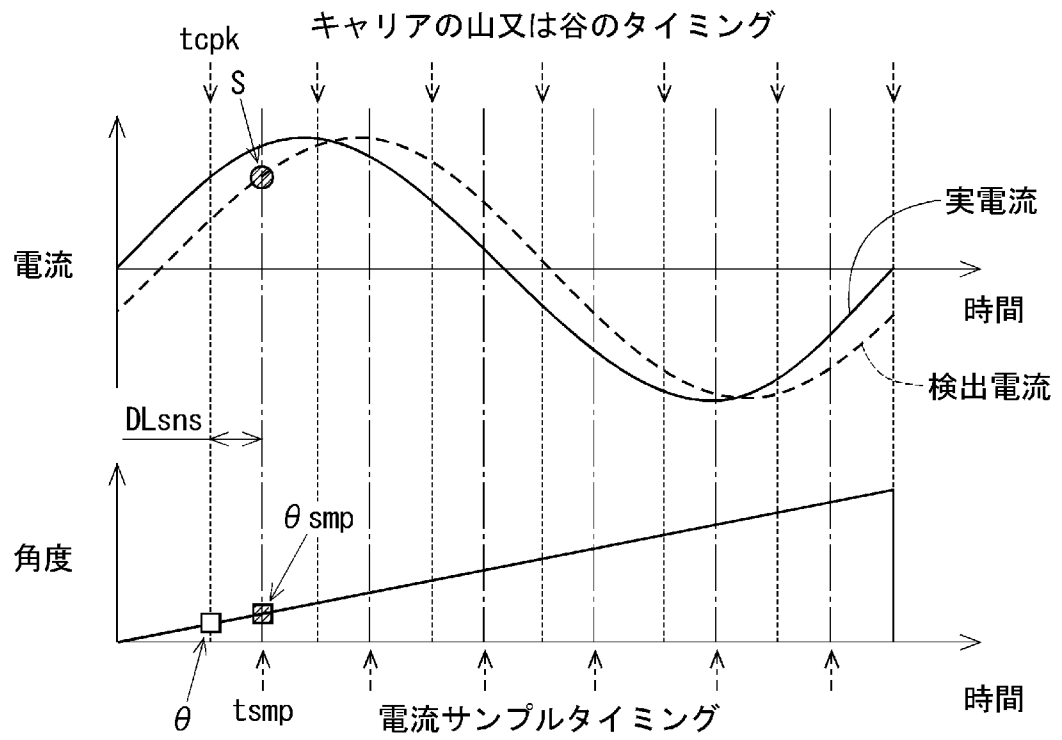
[図9]



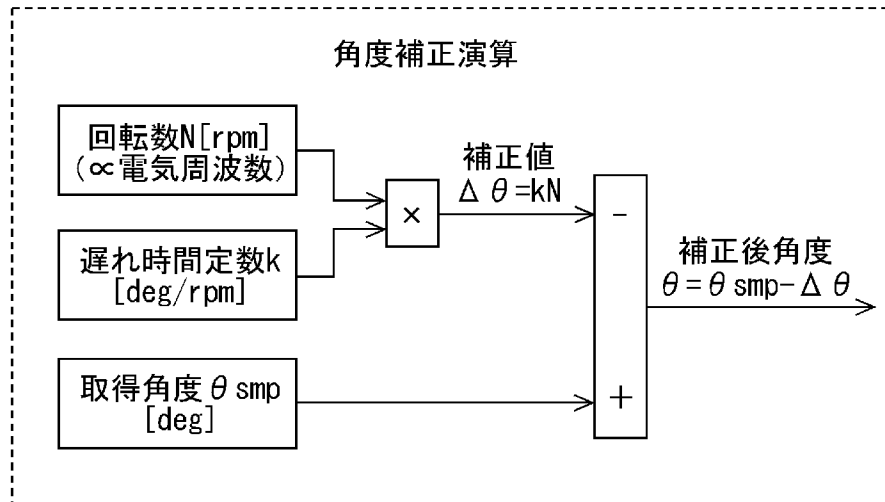
[図10]



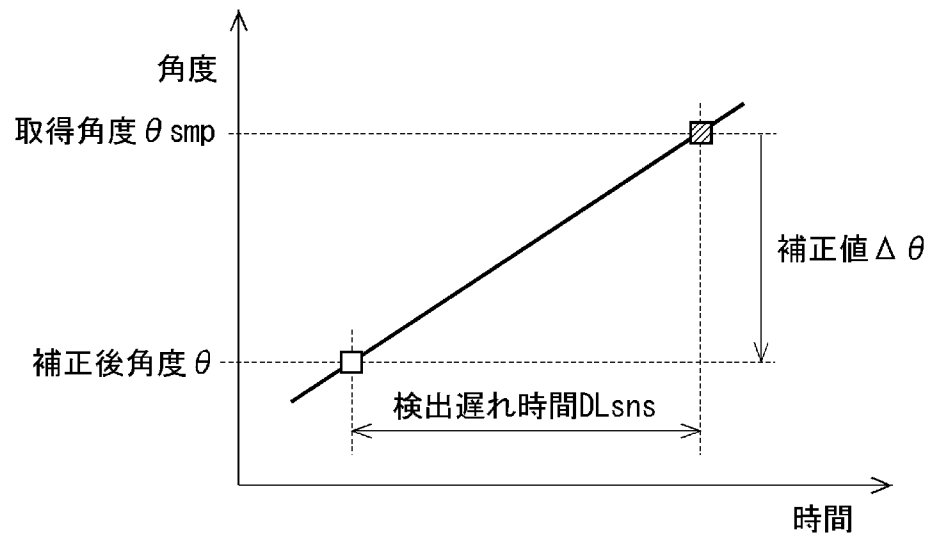
[図11]



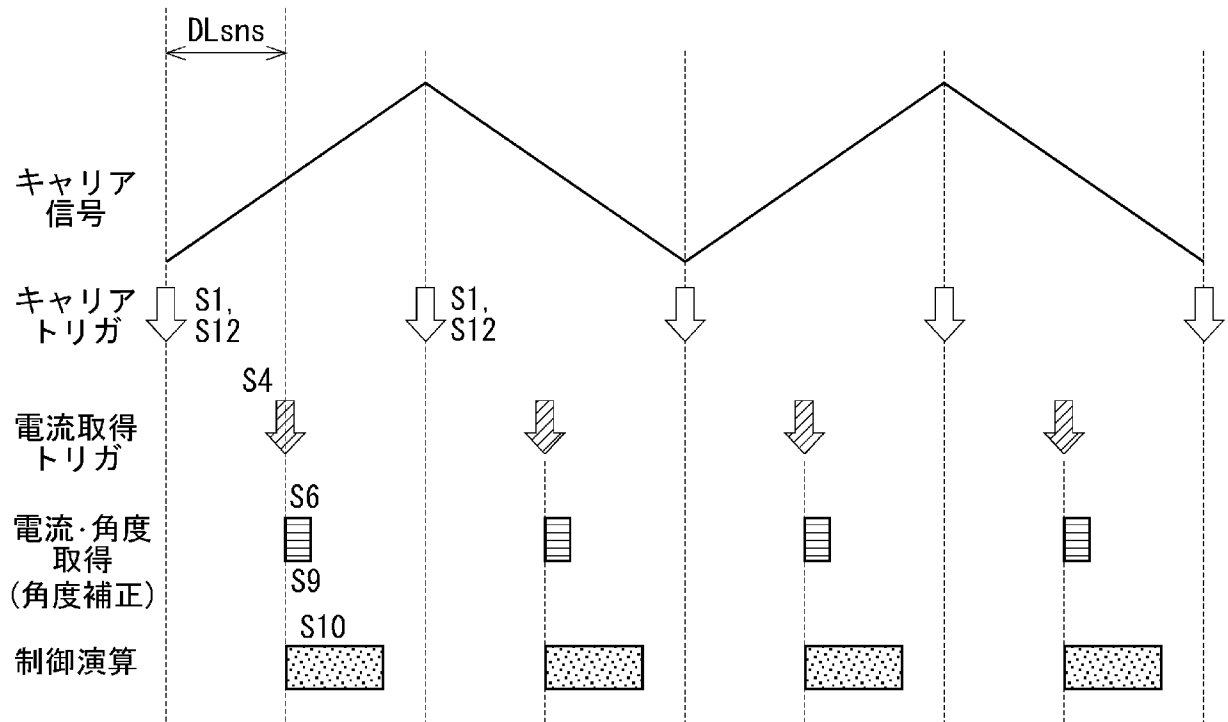
[図12A]



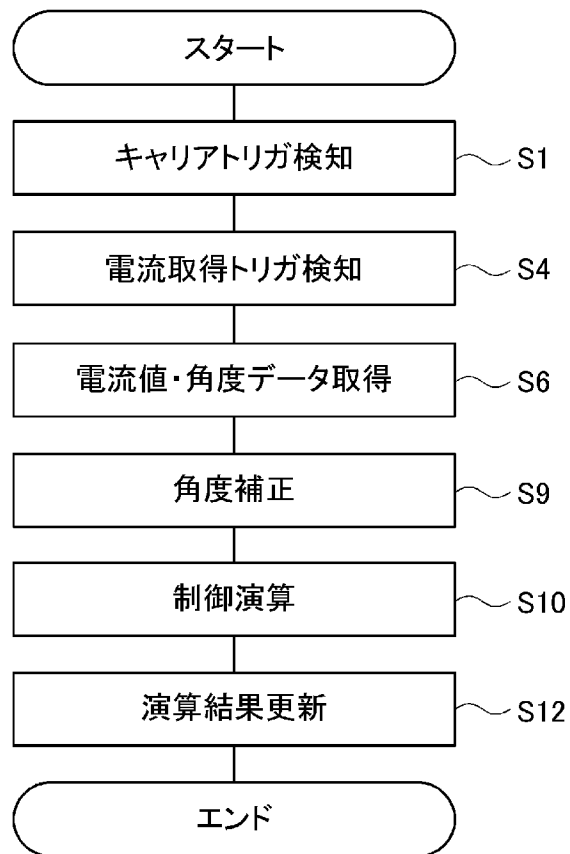
[図12B]



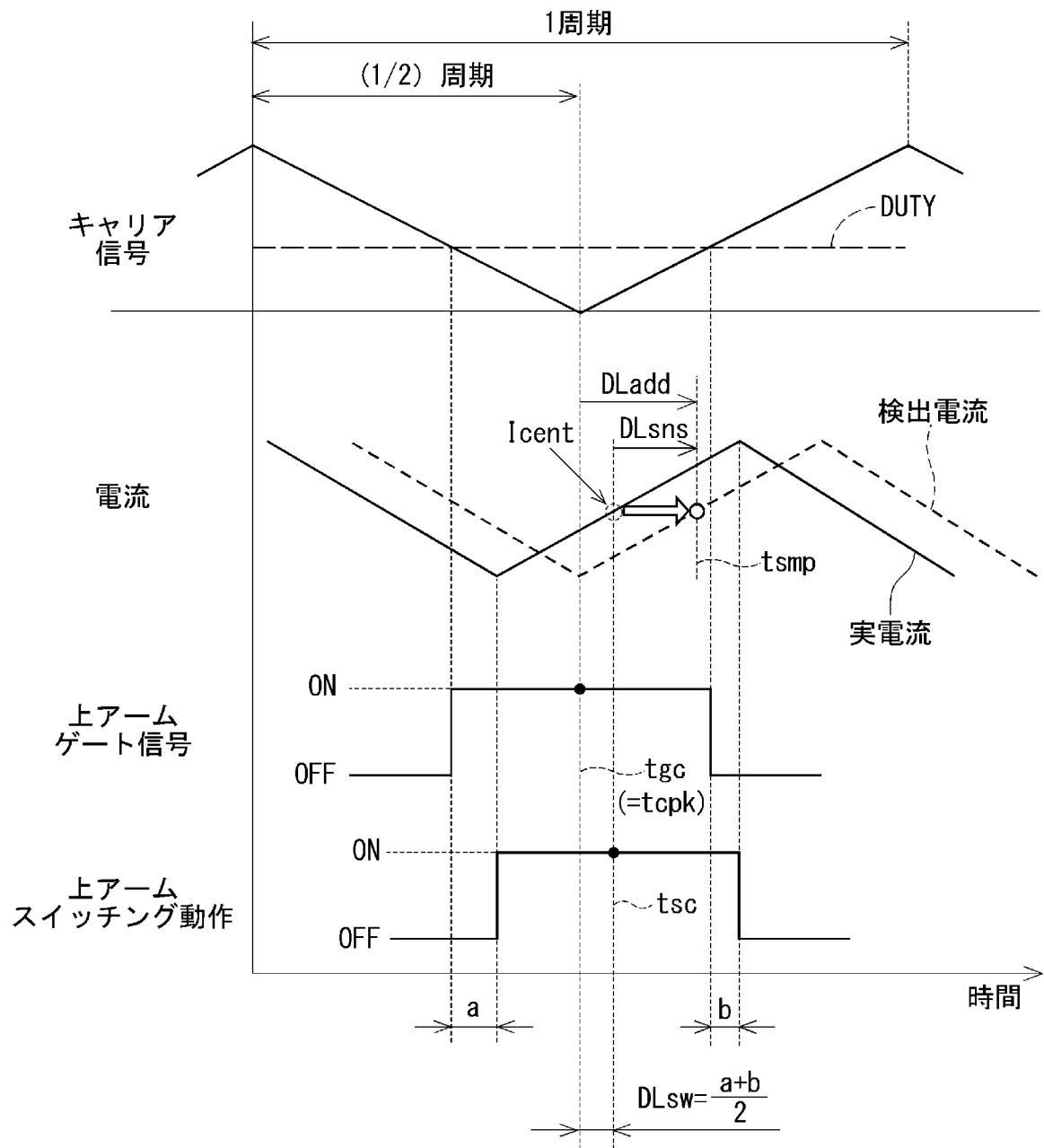
[図13]



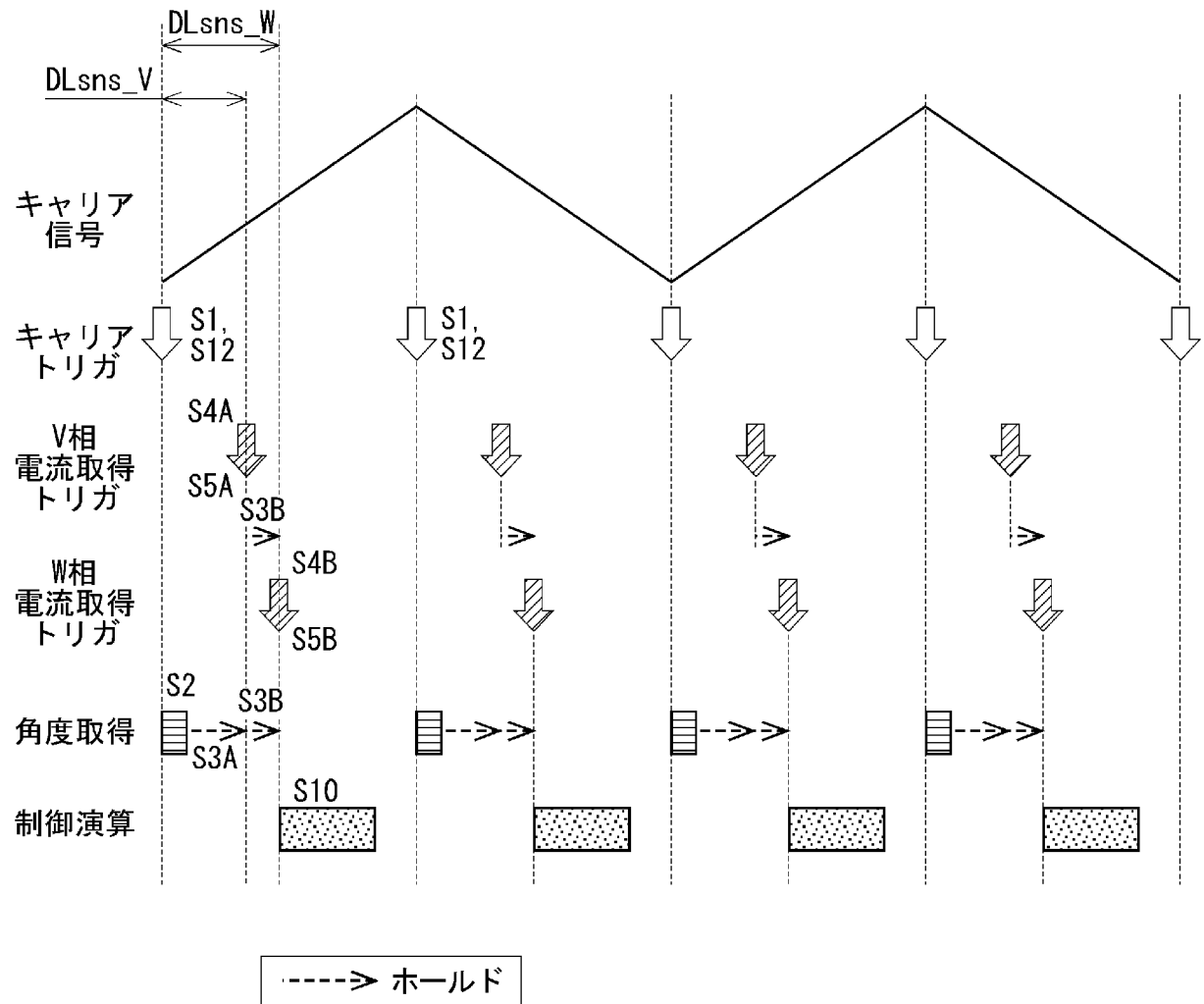
[図14]



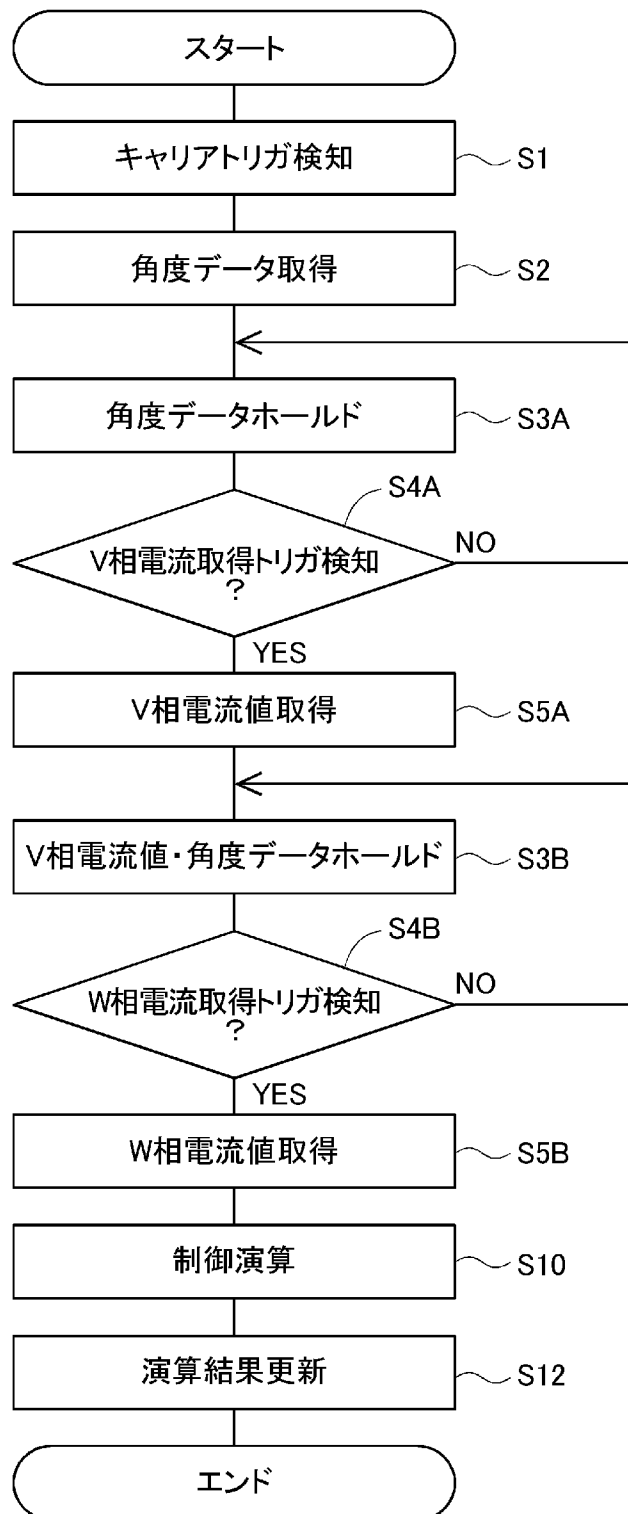
[図15]



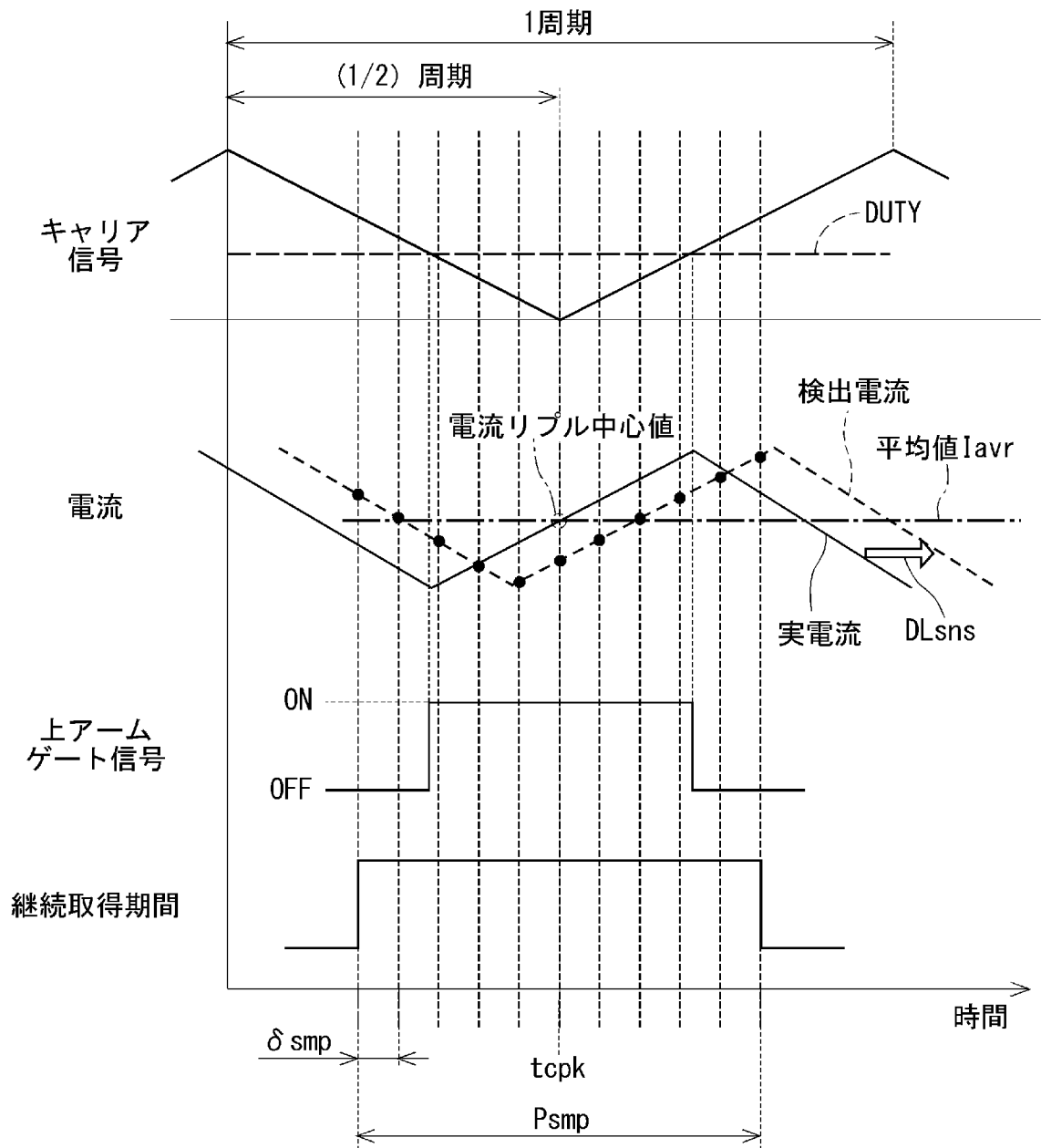
[図16]



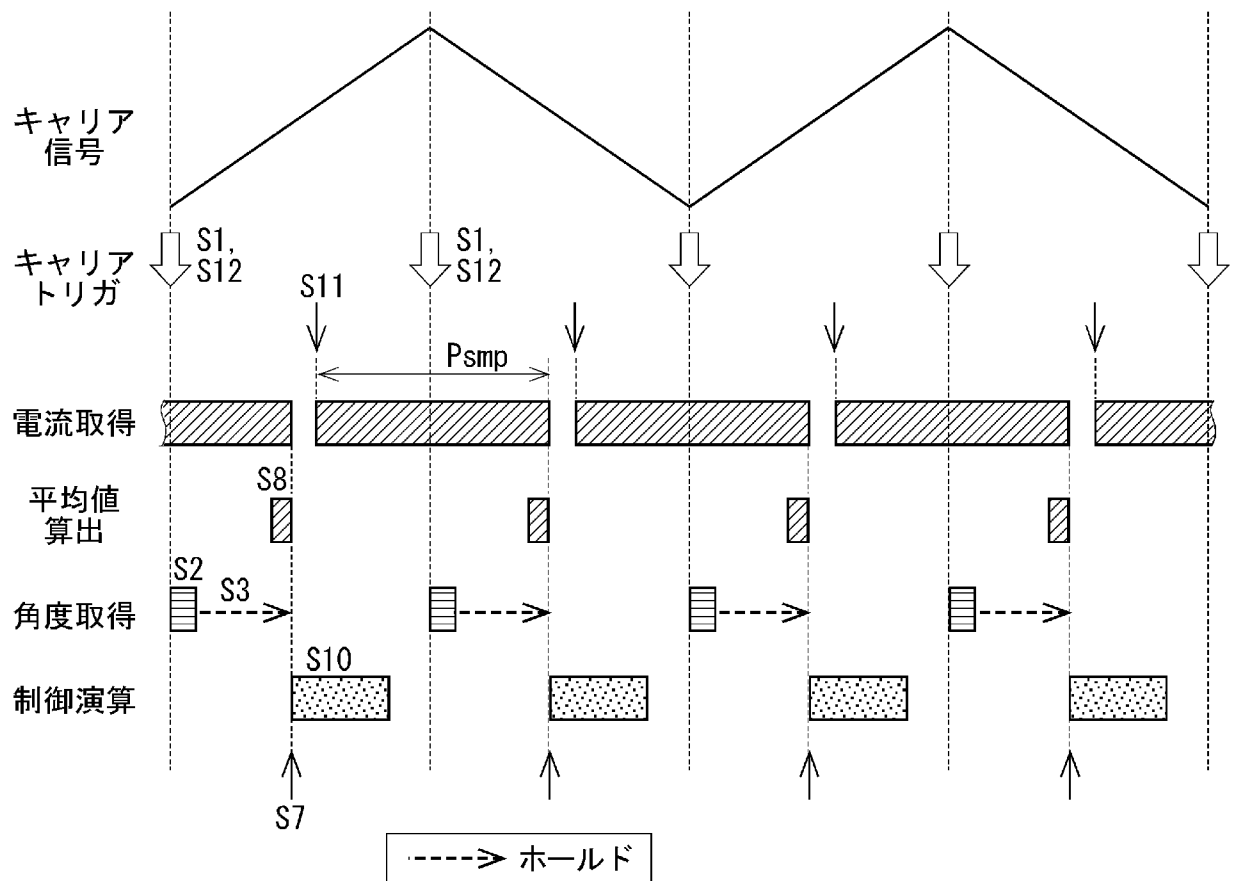
[図17]



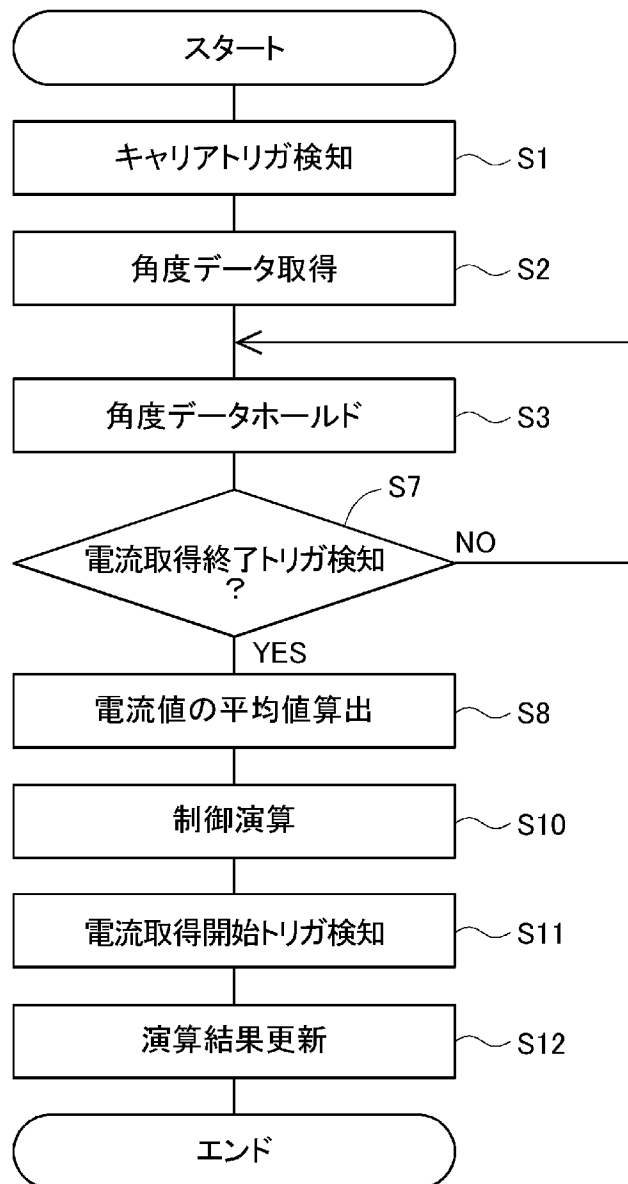
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/045505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02M7/48 (2007.01) i, H02P27/08 (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)

Int.Cl. H02M7/48, H02P27/08

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016-92989 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 23	1
Y	May 2016, abstract, paragraphs [0002], [0011]-[0019],	1, 10
A	fig. 1-2 (Family: none)	2-9
Y	JP 2008-182832 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 07 August 2008, paragraph [0006] (Family: none)	1, 10
A	JP 2012-110074 A (TOSHIBA CORP.) 07 June 2012 & WO 2012/066800 A1	1-10
A	JP 2013-154793 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 15 August 2013 (Family: none)	1-10

☐ 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

"I" 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
15 January 2018 (13.01.2018)

Date of mailing of the international search report
30 January 2018 (30.01.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i, H02P27/08(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. H02M7/48, H02P27/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2016-92989 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2016.05.23, 【要約】、【0002】、【0011】 - 【0019】、図1-2 (ファミリーなし)	1 1, 10 2-9
Y	JP 2008-182832 A (松下電器産業株式会社) 2008.08.07, 【0006】 (ファミリーなし)	1, 10

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

15.01.2018

国際調査報告の発送日

30.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

栗栖 正和

5G

3987

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

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 2012-110074 A (株式会社東芝) 2012. 06. 07, & WO 2012/066800 A1	1 - 1 0
A	JP 2013-154793 A (本田技研工業株式会社) 2013. 08. 15, (ファミリーなし)	1 - 1 0