

(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6月19日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号

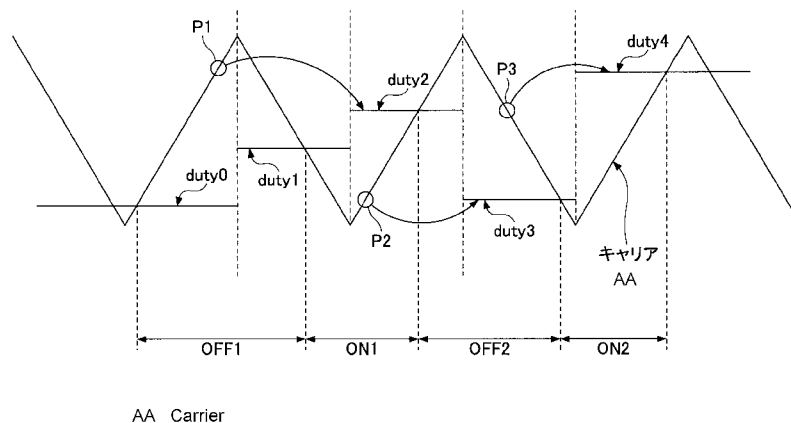
WO 2014/091843 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 3/155 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/080162
- (22) 国際出願日: 2013年11月7日(07.11.2013)
- (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 2012-271390 2012年12月12日(12.12.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 小林 雅志 (KOBAYASHI, Masashi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: CONVERTER APPARATUS

(54) 発明の名称: コンバータ装置

[図5]



(57) Abstract: A converter apparatus provided with: a converter having a switching element and a reactor; and a control device for setting a duty for each prescribed duty setting cycle corresponding to the half cycle of a carrier signal, and performing on/off switching of the switching element of the converter at a switching timing corresponding to the relationship between the set duty and the carrier signal, the control device sampling the current value flowing through the reactor before the next duty setting timing, and determining, on the basis of the sampled current value, a duty to be set at the present duty setting cycle so as to complete the calculation of the duty to be set at the next duty setting timing.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/091843 A1



コンバータ装置は、スイッチング素子及びリアクトルを有するコンバータと、キャリア信号の半周期に対応した所定のデューティ設定周期毎にデューティを設定し、設定したデューティと前記キャリア信号との関係に応じた切換タイミングで、前記コンバータのスイッチング素子のオン／オフ切換を実行する制御装置とを備え、前記制御装置は、次回のデューティ設定タイミングまでに、前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングし且つ前記サンプリングした電流値に基づいて次回のデューティ設定タイミングで設定するデューティを演算することを、完了するように、今回のデューティ設定周期で設定するデューティを決定する。

明 細 書

発明の名称：コンバータ装置

技術分野

[0001] 本開示は、コンバータ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、リアクトルに流れるリアクトル電流のサンプリングをキャリアの頂点付近の所定のタイミングで行うことによりリアクトル電流の平均値を取得する昇圧コンバータ制御装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] また、スイッチング素子のオフ期間やオン期間の中央タイミングにおけるインダクタの電流値を、インダクタに流れる電流の平均値として求める方法が知られている（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-139084号公報

特許文献2：国際公開第2010/061654号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、コンバータ装置のスイッチング素子のオン／オフ切換のタイミングを規定するデューティは、リアクトルに流れるリアクトル電流等に基づいて決定されるが、次回周期のデューティを演算するためのリアクトル電流の適切なサンプリングタイミングは、今回周期のデューティに依存する。従って、今回周期で設定するデューティによってはリアクトル電流の適切なサンプリングタイミングが遅れる場合があり、かかる場合には、次回のデューティ設定タイミングまでに、サンプリングしたリアクトル電流に基づいて次回周期のデューティを演算できない可能性がある。

[0006] そこで、次回のデューティ設定タイミングまでにリアクトルの電流値を適

切なサンプリングタイミングでサンプリングし且つサンプリングした電流値に基づいて次回のデューティ設定タイミングで設定することを可能とする態様で、デューティを演算することが可能なコンバータ装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一局面によれば、スイッチング素子及びリアクトルを有するコンバータと、

キャリア信号の半周期に対応した所定のデューティ設定周期毎にデューティを設定し、設定したデューティと前記キャリア信号との関係に応じた切換タイミングで、前記コンバータのスイッチング素子のオン／オフ切換を実行する制御装置とを備え、

前記制御装置は、次回のデューティ設定タイミングまでに、前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングし且つ前記サンプリングした電流値に基づいて次回のデューティ設定タイミングで設定するデューティを演算することを、完了するように、今回のデューティ設定周期で設定するデューティを決定することを特徴とする、コンバータ装置が提供される。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、次回のデューティ設定タイミングまでにリアクトルの電流値を適切なサンプリングタイミングでサンプリングし且つサンプリングした電流値に基づいて次回のデューティ設定タイミングで設定することを可能とする態様で、デューティを演算することが可能なコンバータ装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]電動自動車用モータ駆動システム1の全体構成の一例を示す図である。

[図2]半導体駆動装置50におけるDC／DCコンバータ20の制御ブロック500の一例を示す図である。

[図3]キャリア信号とデューティとの関係で切り替わるスイッチング素子Q22、Q24のオン／オフ状態の時系列の一例を示す図である。

[図4]サンプリングタイミングの決定方法の一例を示す図である。

[図5]各サンプリングタイミングと、各サンプリングタイミングで取得されたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて設定されるデューティとの関係を示す図である。

[図6]デューティ補正部 512 におけるデューティの補正方法の一例を示す説明図である。

[図7]図 6 の説明図であり、図 5 の一部を抽出した概略図である。

[図8]デューティの下限值 σ_1 を考慮したデューティの補正方法の説明図である。

[図9]デューティの上限值 σ_2 を考慮したデューティの補正方法の説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照しながら各実施例について詳細に説明する。

[0011] 図 1 は、電動自動車用モータ駆動システム 1 の全体構成の一例を示す図である。モータ駆動システム 1 は、バッテリー 10 の電力を用いて走行用モータ 40 を駆動することにより車両を駆動させるシステムである。尚、電動自動車は、電力を用いて走行用モータ 40 を駆動して走行するものであれば、その方式や構成の詳細は任意である。電動自動車は、典型的には、動力源がエンジンと走行用モータ 40 であるハイブリッド自動車（HV）や、動力源が走行用モータ 40 のみである電気自動車を含む。

[0012] モータ駆動システム 1 は、図 1 に示すように、バッテリー 10、DC/DC コンバータ 20、インバータ 30、走行用モータ 40、及び、半導体駆動装置 50 を備える。

[0013] バッテリー 10 は、電力を蓄積して直流電圧を出力する任意の蓄電装置であり、ニッケル水素バッテリー、リチウムイオンバッテリーや電気 2 重層キャパシタ等の容量性素子から構成されてもよい。

[0014] DC/DC コンバータ 20 は、双方向の DC/DC コンバータ（可逆チョップ方式の昇圧 DC/DC コンバータ）であってよい。DC/DC コンバー

タ 20 は、例えば 200 V から 650 V への昇圧変換、及び、650 V から 200 V への降圧変換が可能であってよい。DC/DC コンバータ 20 のリアクトル L1 の入力側と負極ラインとの間には平滑用コンデンサ C1 が接続されてよい。

[0015] 図示の例では、DC/DC コンバータ 20 は、2つのスイッチング素子 Q22, Q24 と、リアクトル L1 とを有する。2つのスイッチング素子 Q22, Q24 は、インバータ 30 の正極ラインと負極ラインとの間に互いに直列に接続される。リアクトル L1 は、バッテリー 10 の正極側に直列に接続される。リアクトル L1 は、出力側が2つのスイッチング素子 Q22, Q24 の接続部に接続される。

[0016] 図示の例では、DC/DC コンバータ 20 の2つのスイッチング素子 Q22, Q24 は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。尚、スイッチング素子 Q22, Q24 は、ダイオード (例えばフリーホイールダイオード) D22, 24 を外付け素子と用いる通常の IGBT であってもよいし、ダイオード D22, 24 を内蔵した逆導通 IGBT (RC (Reverse Conducting) - IGBT) であってもよい。いずれの場合も、上アームのスイッチング素子 Q22 のコレクタはインバータ 30 の正極ラインに接続されており、上アームのスイッチング素子 Q22 のエミッタは下アームのスイッチング素子 Q24 のコレクタに接続されている。また、下アームのスイッチング素子 Q24 のエミッタは、インバータ 30 の負極ライン及びバッテリー 10 の負極に接続されている。尚、スイッチング素子 Q22, Q24 は、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) のような、IGBT 以外の他のスイッチング素子であってもよい。

[0017] インバータ 30 は、正極ラインと負極ラインとの間に互いに並列に配置される U 相、V 相、W 相の各アームから構成される。U 相アームはスイッチング素子 (本例では IGBT) Q1, Q2 の直列接続からなり、V 相アームはスイッチング素子 (本例では IGBT) Q3, Q4 の直列接続からなり、W

相アームはスイッチング素子（本例では I G B T）Q 5，Q 6 の直列接続からなる。また、各スイッチング素子 Q 1 ～ Q 6 のコレクターエミッタ間には、それぞれ、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すようにダイオード D 1 ～ D 6 が配置される。尚、スイッチング素子 Q 1 ～ Q 6 は、M O S F E T のような、I G B T 以外の他のスイッチング素子であってもよい。

[0018] 走行用モータ 4 0 は、3 相の永久磁石モータであり、U，V，W 相の 3 つのコイルの一端が中点で共通接続されている。U 相コイルの他端は、スイッチング素子 Q 1，Q 2 の中点 M 1 に接続され、V 相コイルの他端は、スイッチング素子 Q 3，Q 4 の中点 M 2 に接続され、W 相コイルの他端は、スイッチング素子 Q 5，Q 6 の中点 M 3 に接続される。スイッチング素子 Q 1 のコレクタと負極ラインとの間には、平滑用コンデンサ C 2 が接続される。尚、走行用モータ 4 0 は、電磁石と永久磁石とを組み合わせたハイブリッド型の 3 相モータであってもよい。

[0019] 尚、走行用モータ 4 0 に加えて、第 2 の走行用モータ又は発電機が並列で追加されてもよい。この場合、対応するインバータも並列に追加されればよい。

[0020] 半導体駆動装置 5 0 は、D C / D C コンバータ 2 0 を制御する。尚、半導体駆動装置 5 0 は、D C / D C コンバータ 2 0 に加えて、インバータ 3 0 を制御してもよい。半導体駆動装置 5 0 は、マイクロコンピュータを含む E C U（電子制御ユニット）として具現化されてもよい。尚、半導体駆動装置 5 0 の各種機能（以下で説明する機能を含む）は、任意のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はそれらの組み合わせにより実現されてもよい。例えば、半導体駆動装置 5 0 の各種機能は、特定用途向け A S I C（application-specific integrated circuit）や F P G A（Field Programmable Gate Array）により実現されてもよい。また、半導体駆動装置 5 0 の各種機能は、複数の E C U により協働して実現されてもよい。

[0021] D C / D C コンバータ 2 0 の制御方法の概要は任意であってよい。典型的

には、半導体駆動装置 50 は、インバータ 30 の動作（力行又は回生）に応じて、DC/DC コンバータ 20 を制御する。例えば、半導体駆動装置 50 は、力行時は、DC/DC コンバータ 20 の下アームのスイッチング素子 Q 24 のみをオン/オフ切換し（下アームによる片アーム駆動）、バッテリー 10 の電圧を昇圧してインバータ 30 側に出力する。この際、下アームのスイッチング素子 Q 24 は、PWM（Pulse Width Modulation）制御されてもよい。また、回生時は、DC/DC コンバータ 20 の上アームのスイッチング素子 Q 22 のみをオン/オフ切換し（上アームによる片アーム駆動）、インバータ 30 側の電圧を降圧してバッテリー 10 側に出力する。この際、上アームのスイッチング素子 Q 22 は、PWM 制御されてよい。また、リアクトル L 1 を流れる電流が 0 を跨ぐ際（ゼロクロス時）、半導体駆動装置 50 は、2 つのスイッチング素子 Q 22、Q 24 を逆相でオン/オフ駆動してもよい（両アーム駆動）。

[0022] 図 2 は、半導体駆動装置 50 における DC/DC コンバータ 20 の制御ブロック 500 の一例を示す図である。尚、図 2 には、DC/DC コンバータ 20 の制御ブロック 500 に関連した部（モータ制御部 540 や走行制御部 560）も示されている。尚、モータ制御部 540 及び走行制御部 560 は、制御ブロック 500 を実現する ECU により実現されてもよいし、制御ブロック 500 を実現する ECU とは異なる ECU により実現されてもよい。

[0023] 走行制御部 560 は、例えばアクセル開度と車速とに基づいて、モータトルク指令値（目標駆動トルク）を決定し、モータ制御部 540 に供給してよい。モータ制御部 540 は、モータトルク指令値や各種センサ値等（例えば、電流センサによる各相電流の検出値やレゾルバによるモータ回転数の検出値）に基づいて、インバータ 30 のスイッチング素子 Q 1～Q 6 のオン/オフ切換のためのゲート信号（モータゲート信号）を生成してよい。モータゲート信号は、スイッチング素子 Q 1～Q 6 のゲートに印加されてよい。

[0024] DC/DC コンバータ 20 の制御ブロック 500 は、図 2 に示すように、フィルタ 502、ADC（Analog to Digital Converter）504、電流制御

部506、電圧制御部508、モータ目標電圧算出部510、デューティ補正部512、キャリア生成部513、ゲート信号生成部514、及び、サンプリングタイミング算出部516を含んでよい。

[0025] フィルタ502には、リアクトルL1を流れる電流（以下、リアクトル電流 I_L ともいう）を検出する電流センサ（図示せず）から検出信号（アナログ信号）が入力される。フィルタ502は、検出信号をフィルタリングし、ADC504に出力する。

[0026] ADC504は、サンプリングタイミング算出部516が生成したサンプリングタイミングに応じて起動してフィルタ502からの検出信号のサンプリングを行い、リアクトル電流 I_L のサンプリング値（デジタル値）を得る。リアクトル電流 I_L のサンプリング値は、電流制御部506に供給される。

[0027] 電流制御部506は、ADC504からのリアクトル電流 I_L のサンプリング値と、電圧制御部508からのリアクトル電流 I_L の目標値 I_L^* とに基づいて、DC/DCコンバータ20のスイッチング素子Q22、Q24を駆動（オン/オフ切換）するためのデューティを算出する。この際、PI（Proportional Integral）制御やPID（Proportional Integral Derivative）制御が利用されてもよい。算出したデューティ(duty)は、デューティ補正部512に供給される。尚、リアクトル電流 I_L の目標値 I_L^* は、電圧制御部508において、モータ目標電圧 V_H^* と、平滑用コンデンサC2の両端の電圧 V_H の検出値（ V_H センサ値）とに基づいて算出されてよい。モータ目標電圧 V_H^* は、平滑用コンデンサC2の両端電圧 V_H （図1参照）の目標値である。モータ目標電圧 V_H^* は、モータ制御部540からのモータ回転数及びモータトルク指令値に基づいて算出されてよい。

[0028] デューティ補正部512は、電流制御部506からのデューティを補正して、最終的なデューティ（補正後duty）を算出する。デューティ補正部512による補正方法の一例は後述する。最終的なデューティは、サンプリングタイミング算出部516に供給される。

[0029] キャリア生成部 513 は、所定の周波数の基準信号をキャリア信号として生成する。キャリア信号は、三角波や矩形波の波形を有してよい。以下では、キャリア信号は、三角波の波形を有するものとして説明を続ける。キャリア信号の周波数は、一定であってもよいし、可変であってもよい。例えば、キャリア信号の周波数は、DC/DCコンバータ 20 の温度が上昇したときに低下される態様で可変されてもよい。キャリア信号は、ゲート信号生成部 514 及びサンプリングタイミング算出部 516 に供給される。

[0030] ゲート信号生成部 514 は、キャリア生成部 513 からのキャリア信号と、デューティ補正部 512 からのデューティとに基づいて、DC/DCコンバータ 20 のスイッチング素子 Q22, Q24 のオン/オフ切換のためのゲート信号を生成する。ゲート信号は、スイッチング素子 Q22, Q24 のそれぞれのゲートに印加される。

[0031] サンプリングタイミング算出部 516 は、キャリア生成部 513 からのキャリア信号と、デューティ補正部 512 からのデューティとに基づいて、リアクトル電流 I_L のサンプリング（検出）を行うためのサンプリングタイミングを決定し、決定したサンプリングタイミングを示す信号を ADC 504 に送信する。サンプリングタイミングは、スイッチング素子 Q22, Q24 のオン/オフ切換周期毎に 1 回サンプリングが行われるように決定される。この際、サンプリングタイミングは、そのオン/オフ期間におけるリアクトル電流 I_L の電流値の平均値がサンプリングされるように決定される。サンプリングタイミングの決定方法の一例は後述する。

[0032] 図 3 は、キャリア信号とデューティとの関係で切り替わるスイッチング素子 Q22, Q24 のオン/オフ状態の時系列の一例を示す図であり、図 3 (A) は、上段から、キャリア信号とデューティの関係、力行時におけるスイッチング素子 Q22, Q24 のオン/オフ状態、及び、リアクトル電流 I_L の波形の一例を概略的に示す図であり、図 3 (B) は、上段から、キャリア信号とデューティの関係、回生時におけるスイッチング素子 Q22, Q24 のオン/オフ状態、及び、リアクトル電流 I_L の波形の一例を概略的に示す

図である。

[0033] 力行時において、例えばリアクトル電流 I_L が所定値 T_{h1} よりも大きい場合は、図3（A）に示すように、下アームのスイッチング素子 Q_{24} のみがオン／オフ切換され、上アームのスイッチング素子 Q_{22} はオフ状態に維持されてよい（下アームによる片アーム駆動）。図3（A）に示す例では、下アームのスイッチング素子 Q_{24} は、キャリア信号のレベルがデューティのレベルを超えると、オンからオフに切り換えられ、キャリア信号のレベルがデューティのレベルを下回ると、オフからオンに切り換えられる。

[0034] 下アームのスイッチング素子 Q_{24} がオンすると、バッテリー10の正極側からリアクトル L_1 及びスイッチング素子 Q_{24} を通ってバッテリー10の負極側へと戻る電流ループが形成され、リアクトル電流 I_L が上昇する。この際、リアクトル電流 I_L は、図3（A）に示すように、一定の傾きで上昇する。次に下アームのスイッチング素子 Q_{24} がオフすると、リアクトル L_1 を流れ続けようとする電流は、上アームのダイオード D_{22} を通ってインバータ30側に流れる。この際、リアクトル電流 I_L は、図3（A）に示すように、一定の傾きで減少する。このようにして、力行時は、リアクトル電流 I_L は、下アームのスイッチング素子 Q_{24} のオン／オフ切換毎に、正の領域で傾きを変化させつつ増減する。尚、リアクトル電流 I_L の増減は、デューティに依存し、デューティが大きいほど下アームのスイッチング素子 Q_{24} のオン期間が長くなりリアクトル電流 I_L が増加する。

[0035] 回生時において、例えばリアクトル電流 I_L が所定値 T_{h2} よりも小さい場合は、図3（B）に示すように、上アームのスイッチング素子 Q_{22} のみがオン／オフ切換され、下アームのスイッチング素子 Q_{24} はオフ状態に維持されてよい（上アームによる片アーム駆動）。尚、所定値 T_{h2} は、負であり、例えば $-T_{h1}$ であってよい。同様に、図3（B）に示す例では、上アームのスイッチング素子 Q_{22} は、キャリア信号のレベルがデューティのレベルを超えると、オンからオフに切り換えられ、キャリア信号のレベルがデューティのレベルを下回ると、オフからオンに切り換えられる。

[0036] 上アームのスイッチング素子 Q_{22} がオンすると、インバータ30の正極側から上アームのスイッチング素子 Q_{22} 及びリアクトル L_1 を通してバッテリー10の正極へと電流が流れる。この際、リアクトル電流 I_L は、図3（B）に示すように、一定の傾きで減少する（負方向では増加する）。次に上アームのスイッチング素子 Q_{22} がオフすると、リアクトル L_1 を流れ続けようとする電流は、下アームのダイオード D_{24} を通してバッテリー10の正極へと流れる。この際、リアクトル電流 I_L は、図3（B）に示すように、一定の傾きで上昇する。このようにして、回生時は、リアクトル電流 I_L は、上アームのスイッチング素子 Q_{22} のオン／オフ切替毎に、負の領域で傾きを変化させつつ増減する。尚、リアクトル電流 I_L の増減は、デューティに依存し、デューティが大きいほど上アームのスイッチング素子 Q_{22} のオン期間が長くなりリアクトル電流 I_L が減少（負方向に増加）する。

[0037] 尚、図3に示す例では、片アーム駆動を例示したが、両アーム駆動が実行されてもよい。両アーム駆動時には、2つのスイッチング素子 Q_{22} 、 Q_{24} は、適切なデットタイムを持ちつつ、逆相でオン／オフ駆動される。両アーム駆動は、例えばリアクトル電流 I_L の絶対値が所定値（例えば T_{h1} ）以下であるときに実行されてもよいし、他の場合に実行されてもよい。

[0038] また、図3に示す例では、デューティは一定であるが、デューティは、キャリア信号の半周期に対応した所定のデューティ設定周期毎に変更（設定）される。この際、デューティは、キャリア信号の山（上側の頂点）と谷（下側の頂点）で変更されてよい。以下では、一例として、デューティがキャリア信号の山と谷で変更されるものとして説明を続ける。尚、デューティ設定周期毎に設定されるデューティは、上述の電流制御部506及びデューティ補正部512により算出されるデューティが用いられるので、上述の電流制御部506及びデューティ補正部512によるデューティの算出についても、デューティ設定周期に対応した周期毎、即ちキャリア信号の半周期毎に1回に実行される。また、当然ながら、デューティ設定周期毎に設定されるデューティは、上述の電流制御部506及びデューティ補正部512によるデ

ューティの算出結果に依存して、一時的に一定となる場合もありうる。

[0039] 図4は、サンプリングタイミングの決定方法の一例を示す図である。図4には、キャリア信号と、電流制御部506及びデューティ補正部512により算出されるデューティ(duty0、duty1、duty2、duty3)に応じたレベルが示されている。ここでは、一例として、スイッチング素子Q22について説明するが(図3(B)の回生時について説明するが)、スイッチング素子Q24について((図3(A)の力行時について)も同様であってよい。尚、両アーム駆動時には、いずれか一方のスイッチング素子Q22、Q24について同様であってよい。

[0040] 図4に示す例では、時点t0にて、キャリア信号のレベルがデューティのレベルを超えて、スイッチング素子Q22がオフし、オフ期間が開始する。時点t1には、キャリア信号の山が発生することに応じて、デューティがduty1からduty2に変更(設定)される。時刻t3では、キャリア信号のレベルがデューティのレベルを下回り、スイッチング素子Q22がオンし、時点t1からのオフ期間が終了する(オン期間が開始する)。時刻t4では、キャリア信号の谷が発生することに応じて、デューティがduty2からduty3に変更(設定)される。

[0041] サンプリングタイミングは、上述の如く、オン／オフ期間におけるリアクトル電流ILの電流値の平均値がサンプリングされるように決定される。具体的には、サンプリングタイミングは、オン／オフ期間における中間時点に設定される。図4に示す例では、今回のオフ期間(時点t0から時点t3までの期間)におけるオフ期間の中間時点は、時刻t2である。図4には、キャリア信号上におけるサンプリングタイミングに対応した位置が白丸で示されている。オフ期間の開始時(時点t0)からキャリア信号の山までの時間を“a”とし、キャリア信号の山からオフ期間の終了時(時点t3)までの時間を“b”とすると、サンプリングタイミングは、オフ期間の開始時(時点t0)から時間“(a+b)/2”が経過した時点に設定される。

[0042] 尚、オン／オフ期間における中間時点は、スイッチング素子Q22、Q2

4のゲート信号の反転タイミングに基づく中間時点であってもよいし、スイッチング素子Q22, Q24の導通状態に基づく厳密な中間時点であってもよい。また、サンプリングタイミングは、オン／オフ期間における中間時点に対して前後にオフセットされてもよい。例えば、サンプリングタイミングは、オン／オフ期間における中間時点に対して所定の遅延時間 α 後の時点に設定されてもよい。図4には、所定の遅延時間 α が加味されたサンプリングタイミングに対応した位置が、キャリア信号上に黒丸で示されている。所定の遅延時間 α は、フィルタ502において発生する遅延時間に対応してもよい。即ち、電流センサの検出信号は、フィルタ502に通されることで遅れ時間が発生するため、かかる遅れ時間の影響が補償されるように、サンプリングタイミングが所定の遅延時間 α だけ遅延されてもよい。

[0043] 図5は、各サンプリングタイミングと、各サンプリングタイミングで取得されたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて設定されるデューティとの関係を示す図である。

[0044] 図5には、各サンプリングタイミングP1, P2, P3が示されている。オフ期間OFF1内のサンプリングタイミングP1で取得されたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて演算されるデューティは、図中の矢印で示すように、次のオン期間ON1の途中（キャリア信号の谷）からduty2として設定される。duty2は、次のオフ期間OFF2の途中（キャリア信号の山）まで維持される。また、オン期間ON1内のサンプリングタイミングP2で取得されたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて演算されるデューティは、図中の矢印で示すように、次のオフ期間OFF2の途中（キャリア信号の山）からduty3として設定される。同様に、duty3は、次のオン期間ON2の途中（キャリア信号の谷）まで維持される。また、オフ期間OFF2内のサンプリングタイミングP3で取得されたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて演算されるデューティは、図中の矢印で示すように、次のオン期間ON2の途中（キャリア信号の谷）からduty4として設定される。このようにして、各オン／オフ期間でサ

ンプリングされるリアクトル電流 I_L のサンプリング値は、次のオフ／オン期間のキャリア信号の山／谷から設定されるデューティの演算に使用される。

- [0045] 図6は、デューティ補正部512におけるデューティの補正方法の一例を示すフローチャートである。尚、図6の示す処理の一部又は全部は、サンプリングタイミング算出部516との協働で実現されてもよい。図7は、図6の説明図であり、図5の一部を抽出した概略図である。ここでは、 $duty_3$ の補正について説明し、図7(A)は、補正前の $duty_3$ （電流制御部506により算出されたデューティ）を示し、図7(B)は、補正後の $duty_3$ （デューティ補正部512により補正されたデューティ）を示す。
- [0046] ここで、図7(A)及び図7(B)において、時間 γ は、サンプリングタイミングP3から最終的な $duty_4$ の設定までの処理に必要な時間に対応し、以下、「 $duty$ 設定必要時間 γ 」という。尚、 $duty$ 設定必要時間 γ は、サンプリングタイミングP3からデューティ補正部512による最終的な $duty_4$ の算出までに必要なデューティ算出処理時間が大部分を占める。補正前の $duty_3$ は、上述の如く、サンプリングタイミングP2で取得されたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて演算される。例えば、電流制御部506は、サンプリングタイミングP2で取得されたリアクトル電流 I_L と、電圧制御部508からのリアクトル電流 I_L の目標値 I_L^* とに基づいて、補正前の $duty_3$ を演算する。
- [0047] 図6の示す処理は、補正前のデューティ（本例では補正前の $duty_3$ ）が電流制御部506により演算された時点又はそれ以降に実行され、今回のデューティ設定タイミング（本例では、キャリア信号の次の山）まで完了するように実行される。尚、図6に示す例では、図6の示す処理はソフトウェアにより実現される態様で説明されるが、上述の如く、図6の示す処理の一部又は全部はハードウェア等で実現されてもよい。
- [0048] ステップ602では、電流制御部506により算出された補正前の $duty_3$ と、現在設定されている $duty_2$ と、現在のキャリア信号の周波数と

に基づいて、直近のサンプリングタイミングP3を算出する。具体的には、現在設定されているduty2と、現在のキャリア信号の周波数とに基づいて、“a”（図7（A）等参照）を算出し、電流制御部506により算出された補正前のduty3と、現在のキャリア信号の周波数（又は次の山から変化する場合は変化後のキャリア信号の周波数）とに基づいて、“b”（図7（A）等参照）を算出し、“ $(a+b)/2$ ”（図7（A）等参照）を算出する（図7中の白丸P3参照）。尚、上述の如く、遅れ時間を考慮する場合は、サンプリングタイミングは、“ $(a+b)/2+\alpha$ ”として算出されてもよい（図7中の黒丸P3参照）。

[0049] ステップ604では、直近のサンプリングタイミングP3から次のデューティ設定タイミング（キャリア信号の次の谷）までの時間が、duty設定必要時間 γ 以上であるか否かが判定される。例えば、サンプリングタイミングが“ $(a+b)/2$ ”として決定される場合（図7中の白丸P3参照）、次の関係式が満たされるか否かが判定される。

$$\beta - \{(a+b)/2 - a\} \geq \gamma \quad \text{式(1)}$$

尚、 $\{(a+b)/2 - a\}$ は、キャリア信号の山から直近のサンプリングタイミングP3までの時間を表し、 β は、キャリア信号の山から谷までの時間を表す。 β は、キャリア信号の周波数に応じて変化するため、現在のキャリア信号の周波数（又は次の山から変化する場合は変化後のキャリア信号の周波数）に応じて可変されてもよい。

尚、サンプリングタイミングが“ $(a+b)/2+\alpha$ ”として決定される場合（図7中の黒丸P3参照）、次の関係式が満たされるか否かが判定される。

$$\beta - \{(a+b)/2 - a + \alpha\} \geq \gamma \quad \text{式(2)}$$

本ステップ604において、直近のサンプリングタイミングP3から次のデューティ設定タイミングまでの時間が、duty設定必要時間 γ 以上である場合は、そのまま終了する。即ち、この場合、補正前のduty3の補正が不要であると判断して、補正前のduty3の補正を行うことなく終了

する。この場合、デューティは、補正前の $duty_3$ がそのまま次回のデューティ設定タイミング（キャリア信号の次の谷）で設定されることになる。他方、直近のサンプリングタイミング P_3 から次回のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ 以上でない場合は、ステップ 606 に進む。

[0050] ステップ 606 では、補正前の $duty_3$ を補正する。即ち、直近のサンプリングタイミング P_3 から次回のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ 以上となるように、補正前の $duty_3$ を補正する。例えば、サンプリングタイミングが “ $(a+b)/2$ ” として決定される場合（図 7 中の白丸 P_3 参照）、上記の式（1）の関係を満たす “ b ” の最大値に対応したデューティを、補正後の $duty_3$ として決定してよい。また、サンプリングタイミングが “ $(a+b)/2+\alpha$ ” として決定される場合（図 7 中の黒丸 P_3 参照）、上記の式（2）の関係を満たす “ b ” の最大値に対応したデューティを、補正後の $duty_3$ として決定してよい。

[0051] 尚、図 7（A）に示す例では、サンプリングタイミングが “ $(a+b)/2+\alpha$ ” として決定される場合、直近のサンプリングタイミング P_3 （図 7 中の黒丸 P_3 参照）から次回のデューティ設定タイミング（キャリア信号の次の谷）までの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ より短いため、ステップ 606 に進み、補正前の $duty_3$ が補正される。この補正の結果、図 7（B）に示すように、直近のサンプリングタイミング P_3 （図 7 中の黒丸 P_3 参照）から次回のデューティ設定タイミング（キャリア信号の次の谷）までの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ 以上となる。

[0052] このように図 6 に示すデューティの補正方法によれば、直近のサンプリングタイミング P_3 から次回のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ 未満である場合に、直近のサンプリングタイミング P_3 から次回のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ 以上となるように、今回のデューティ設定周期で設定するデューティが最終的に決定される。これにより、直近のサンプリングタイミング P_3 でサン

プリングしたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて演算されるデューティ（本例では $duty_4$ ）であって、次回のデューティ設定タイミングで設定されるデューティ（本例では $duty_4$ ）を、次回のデューティ設定タイミングまでに演算完了すること（設定可能な状態にすること）ができる。即ち、上述の補正を行わない場合には、当該サンプリングタイミングでサンプリングしたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて $duty_4$ を演算しても、かかる $duty_4$ の演算が次回のデューティ設定タイミングに間に合わない場合がある（結果として、新たなデューティの設定ができないことになりうる）。これに対して、図6に示すデューティの補正処理を行うことで、かかる不都合を防止することができる。

[0053] 尚、図6及び図7では、キャリア信号が山になるときに設定されるデューティの補正方法について説明したが、キャリア信号が谷になるときに設定されるデューティの補正方法についても同様であってよい。例えば、サンプリングタイミング P_3 でサンプリングしたリアクトル電流 I_L のサンプリング値に基づいて演算されるデューティ（ $duty_4$ ）についても、同様に適用可能である。

[0054] また、図6及び図7では、デューティの上限値や下限値を考慮していないが、以下で説明するように、デューティの上限値や下限値についても考慮して、デューティの補正を行ってもよい。

[0055] 図8は、キャリア信号が山になるときに設定されるデューティに関して、デューティの下限値 σ_1 を考慮したデューティの補正方法の説明図である。尚、以下では、上記の式（1）又は（2）の関係を満たす“ b ”の最大値に対応したデューティを、「臨界点デューティ」という。図8（A）は、デューティの下限値 σ_1 が臨界点デューティよりも大きい場合を示し、図8（B）は、デューティの下限値 σ_1 が臨界点デューティよりも小さい場合を示す。デューティの下限値 σ_1 は、短絡を防止するために必要な物理的な限界値であり、デットタイムやキャリア信号の周波数等に応じて変化してもよい。

[0056] 図8（A）に示すように、デューティの下限値 σ_1 が臨界点デューティよ

りも大きい場合、デューティの下限值 $\sigma 1$ 以上となるようにデューティが補正されてよい。他方、デューティの下限值 $\sigma 1$ が臨界点デューティよりも小さい場合、臨界点デューティ以上となるようにデューティが補正されてよい。

[0057] 図9は、キャリア信号が谷になるときに設定されるデューティに関して、デューティの上限值 $\sigma 2$ を考慮したデューティの補正方法の説明図である。図9(A)は、デューティの上限值 $\sigma 2$ が臨界点デューティよりも小さい場合を示し、図9(B)は、デューティの上限值 $\sigma 2$ が臨界点デューティよりも大きい場合を示す。デューティの上限值 $\sigma 2$ は、下限値 $\sigma 1$ と同様、短絡を防止するために必要な物理的な限界値であり、デットタイムやキャリア信号の周波数等に応じて変化してもよい。

[0058] 図9(A)に示すように、デューティの上限值 $\sigma 2$ が臨界点デューティよりも小さい場合、デューティの上限值 $\sigma 2$ 以下となるようにデューティが補正されてよい。他方、デューティの上限值 $\sigma 2$ が臨界点デューティよりも大きい場合、臨界点デューティ以下となるようにデューティが補正されてよい。

[0059] 以上、各実施例について詳述したが、特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。また、前述した実施例の構成要素を全部又は複数を組み合わせることも可能である。

[0060] 例えば、上述した実施例では、直近のサンプリングタイミングP3から次のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ 未満である場合に、直近のサンプリングタイミングP3から次のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ となるように、上記の式(1)又は(2)の関係を満たす“b”の最大値に対応したデューティ(臨界点デューティ)が設定されているが、直近のサンプリングタイミングP3から次のデューティ設定タイミングまでの時間が、 $duty$ 設定必要時間 γ よりも大きくなるように、臨界点デューティとは異なるデューティが設

定されてもよい。例えば、キャリア信号が山になるときに設定されるデューティの補正時には、臨界点デューティよりも僅かに大きいデューティに補正されてもよい。また、キャリア信号が谷になるときに設定されるデューティの補正時には、臨界点デューティよりも僅かに小さいデューティに補正されてもよい。

[0061] また、上述した実施例では、キャリア信号の頂点（山及び谷）毎にデューティが設定されているが、キャリア信号の頂点から所定位相ずれたタイミング毎にデューティが設定されてもよい。

[0062] また、上述した実施例では、DC/DCコンバータ20は、双方向のDC/DCコンバータであったが、コンバータのタイプは任意である。例えば、DC/DCコンバータ20は、昇圧のみが可能又は降圧のみが可能なコンバータであってもよい。例えば昇圧のみが可能なコンバータの場合、上アームは、スイッチング素子22が無く、ダイオードD22のみを有する構成であってよい。また、降圧のみが可能なコンバータの場合、下アームは、スイッチング素子24が無く、ダイオードD24のみを有する構成であってよい。

[0063] また、上述した実施例では、電流制御部506により算出されるデューティをデューティ補正部512により補正することで最終的なデューティを決定しているが、電流制御部506は、デューティ補正部512の機能を内包してもよい。例えば、電流制御部506は、臨界点デューティを上限値又は下限値としつつ、ADC504からのリアクトル電流ILのサンプリング値と、電圧制御部508からのリアクトル電流ILの目標値IL*とに基づいて、デューティを決定してもよい。

[0064] また、上述した実施例では、DC/DCコンバータ20は、車両用に使用されているが、他の用途（例えば、他の電動装置の電源装置等）に使用されてもよい。また、DC/DCコンバータ20は、車両用としても他の用途（例えば、電動ステアリング装置用）に使用されてもよい。

[0065] 尚、本国際出願は、2012年12月12日に出願した日本国特許出願2012-271390号に基づく優先権を主張するものであり、その全内容

は本国際出願にここでの参照により援用されるものとする。

符号の説明

[0066]	1	モータ駆動システム
	1 0	バッテリー
	2 0	D C / D C コンバータ
	3 0	インバータ
	4 0	走行用モータ
	5 0	半導体駆動装置
	Q 1, Q 2	U相に係るスイッチング素子
	Q 3, Q 4	V相に係るスイッチング素子
	Q 5, Q 6	W相に係るスイッチング素子
	Q 2 2	上アームのスイッチング素子
	Q 2 4	下アームのスイッチング素子
	5 0 2	フィルタ
	5 0 4	A D C
	5 0 6	電流制御部
	5 0 8	電圧制御部
	5 1 0	モータ目標電圧算出部
	5 1 2	デューティ補正部
	5 1 3	キャリア生成部
	5 1 4	ゲート信号生成部
	5 1 6	サンプリングタイミング算出部
	5 4 0	モータ制御部
	5 6 0	走行制御部

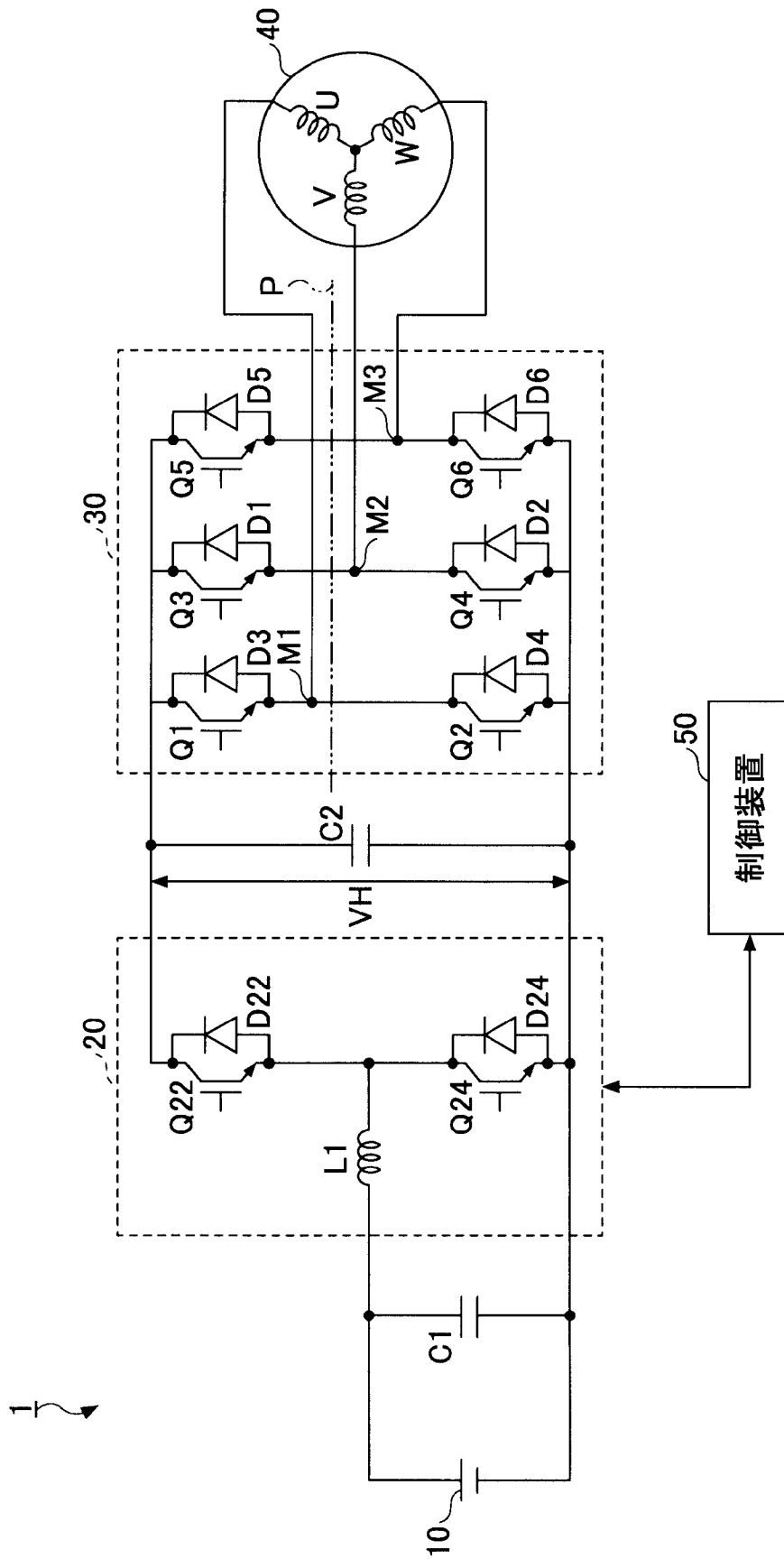
請求の範囲

- [請求項1] スイッチング素子及びリアクトルを有するコンバータと、
 キャリア信号の半周期に対応した所定のデューティ設定周期毎にデューティを設定し、設定したデューティと前記キャリア信号との関係に応じた切換タイミングで、前記コンバータのスイッチング素子のオン／オフ切換を実行する制御装置とを備え、
 前記制御装置は、次回のデューティ設定タイミングまでに、前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングし且つ前記サンプリングした電流値に基づいて次回のデューティ設定タイミングで設定するデューティを演算することを、完了するように、今回のデューティ設定周期で設定するデューティを決定することを特徴とする、コンバータ装置。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングするサンプリングタイミングから次回のデューティ設定タイミングまでの時間が所定時間以上になるように、今回のデューティ設定周期で設定するデューティを決定する、請求項1に記載のコンバータ装置。
- [請求項3] 前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングするサンプリングタイミングは、前記スイッチング素子の1回のオン期間又はオフ期間における前記リアクトルを流れる電流の平均値がサンプルされるように決定される、請求項1又は2に記載のコンバータ装置。
- [請求項4] 前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングするサンプリングタイミングは、前回のデューティ設定周期で設定したデューティと、今回のデューティ設定周期で設定するデューティとに基づいて決定される、請求項1～3のうちのいずれか1項に記載のコンバータ装置。
- [請求項5] 前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングするサンプリングタイミングは、前回のデューティ設定周期で設定したデューティに応じた前回の切換タイミングと、今回のデューティ設定周期で設定するデューティに応じた今回の切換タイミングとの間の中間時点に対応する

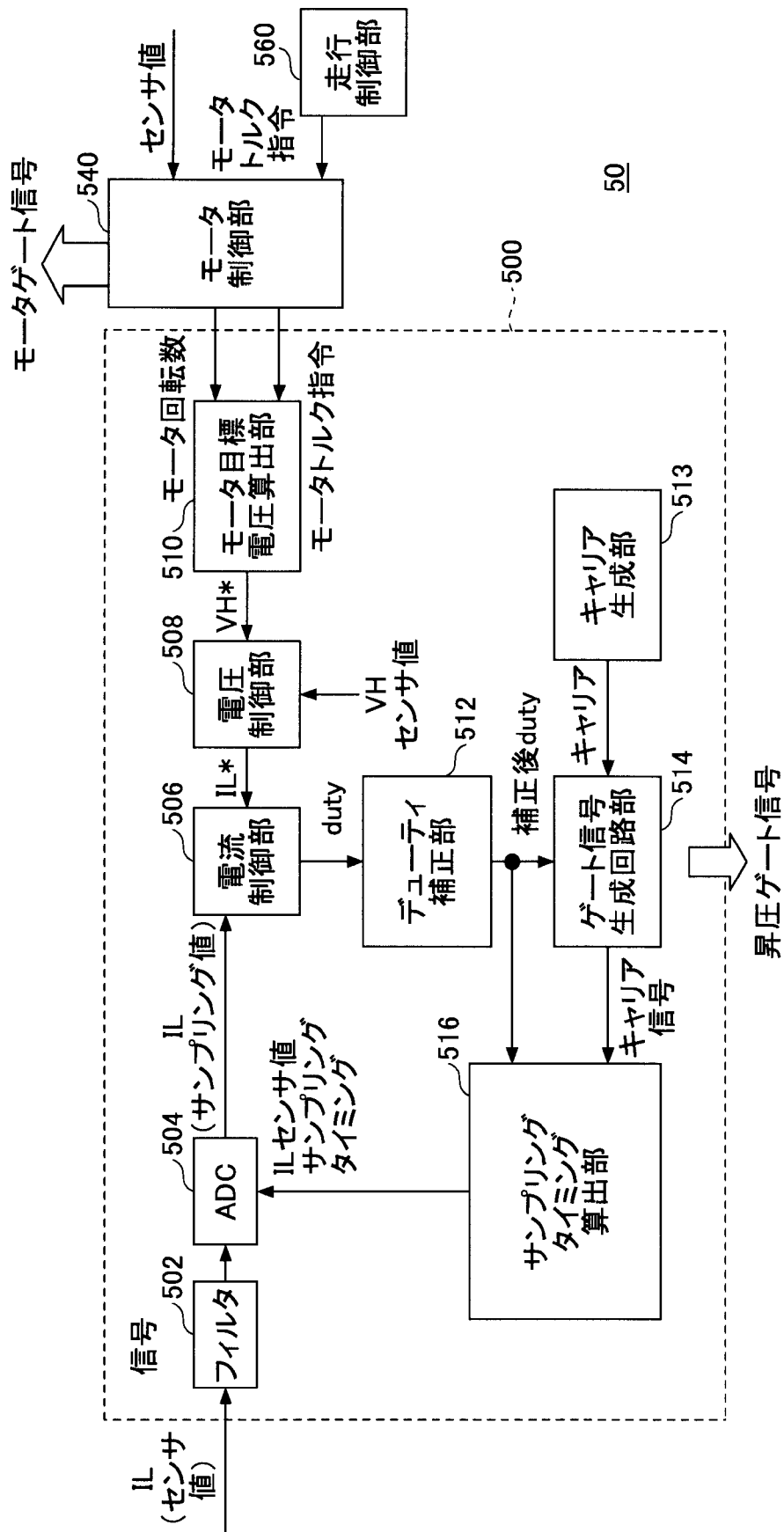
、請求項 4 に記載のコンバータ装置。

[請求項 6] 前記リアクトルを流れる電流値をサンプリングするサンプリングタイミングは、前回のデューティ設定周期で設定したデューティに応じた前回の切換タイミングと、今回のデューティ設定周期で設定するデューティに応じた今回の切換タイミングとの間の中間時点に対して所定の遅延時間後に対応する、請求項 4 に記載のコンバータ装置。

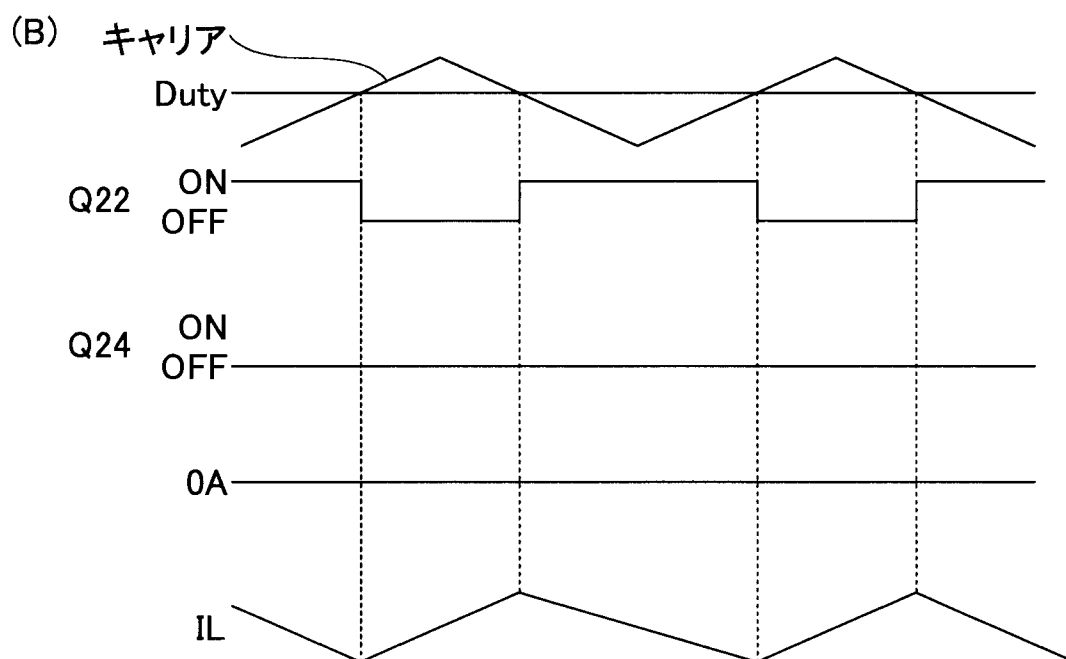
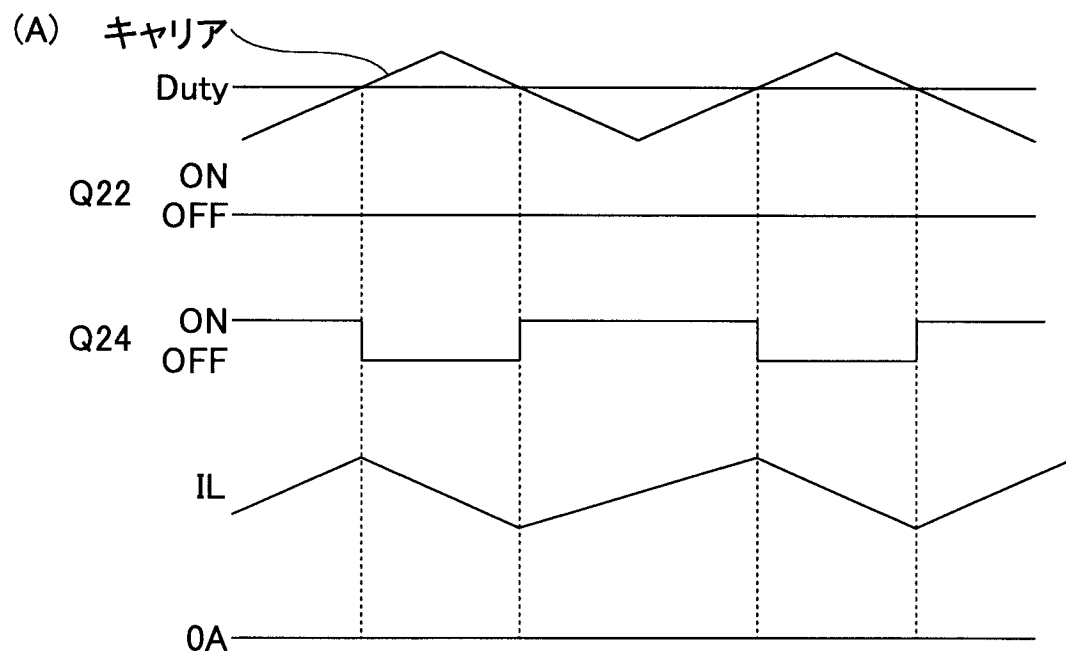
[図1]



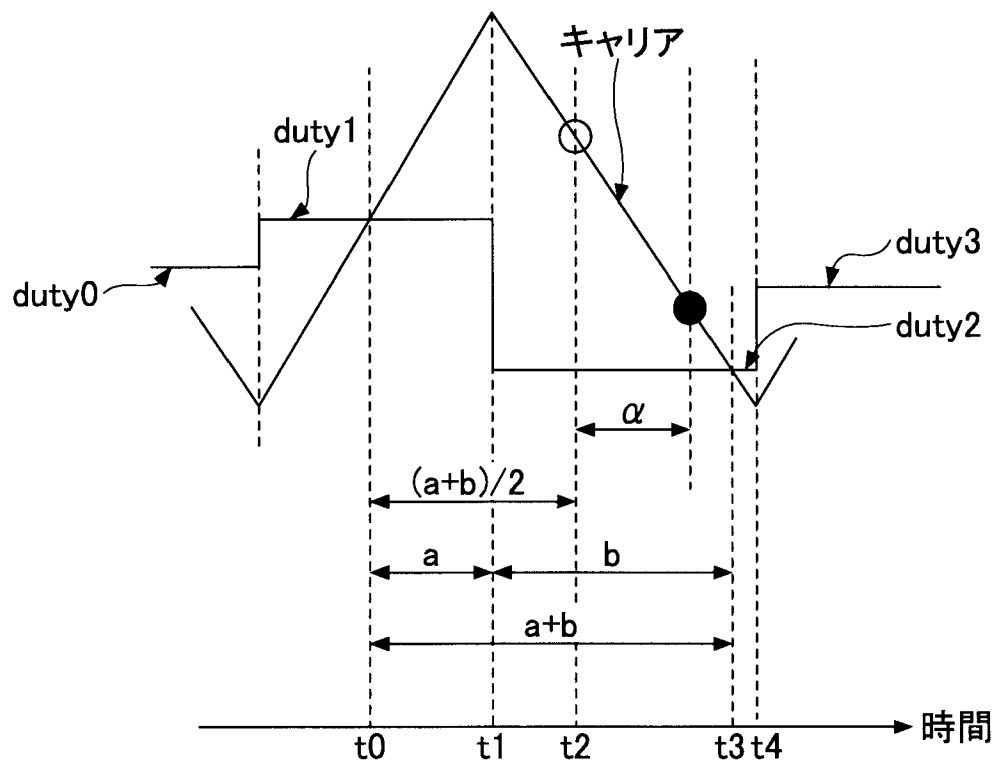
[図2]



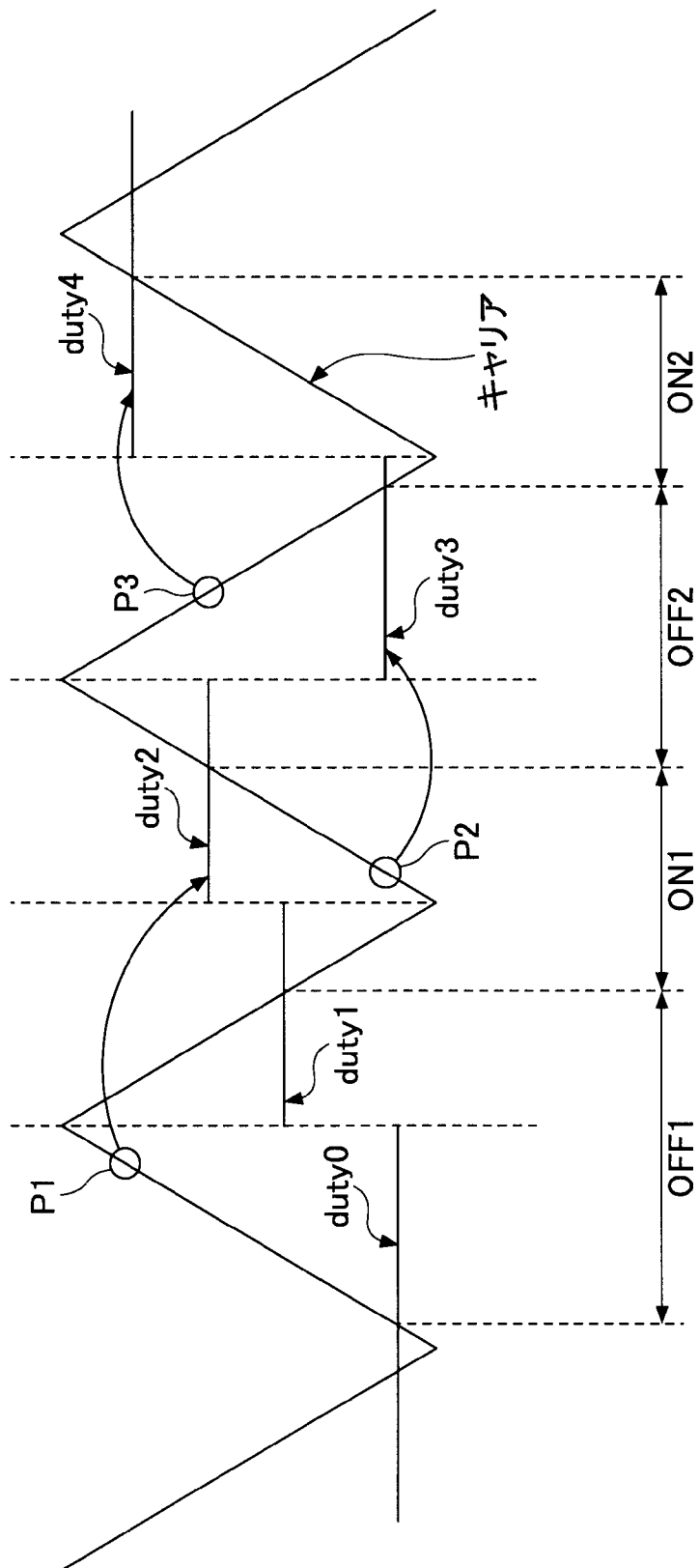
[図3]



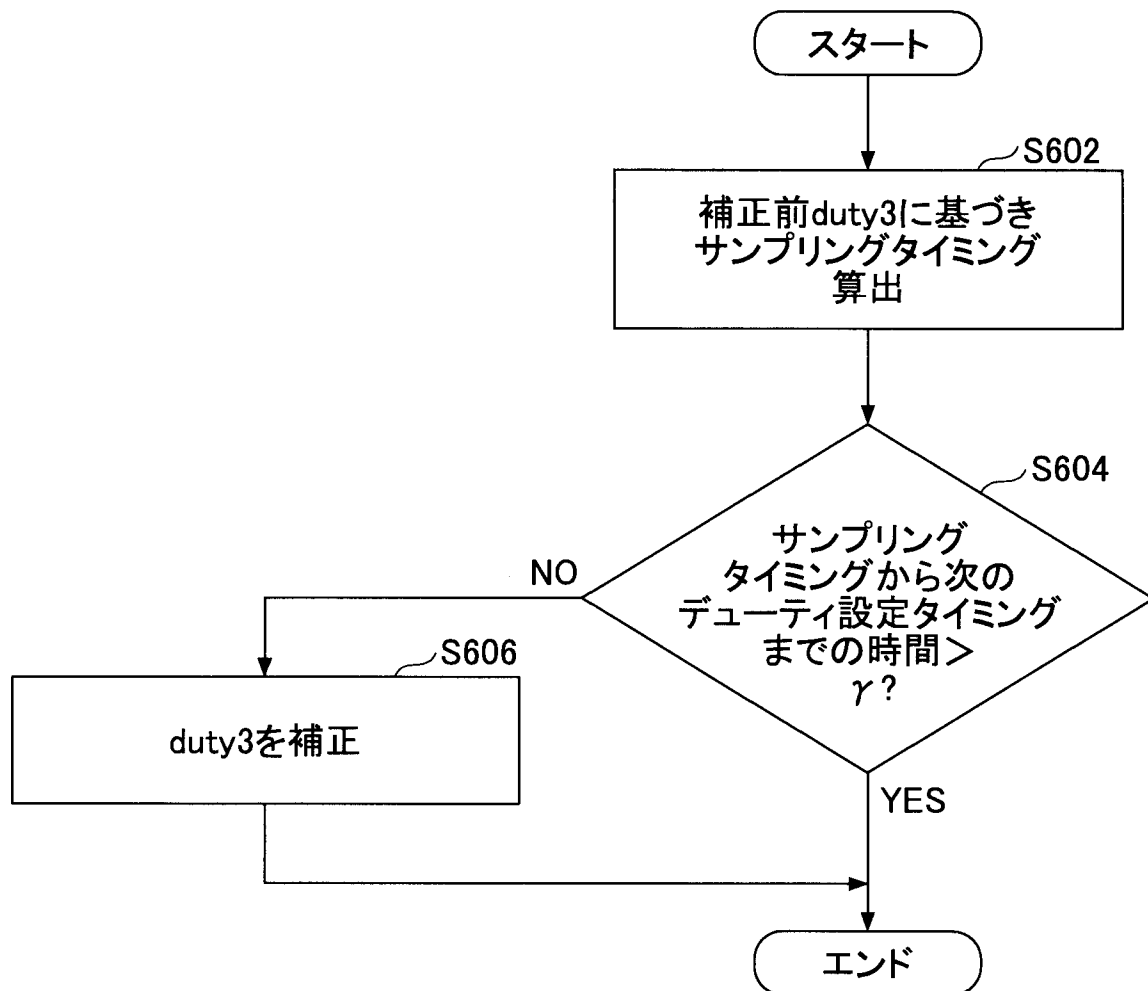
[図4]



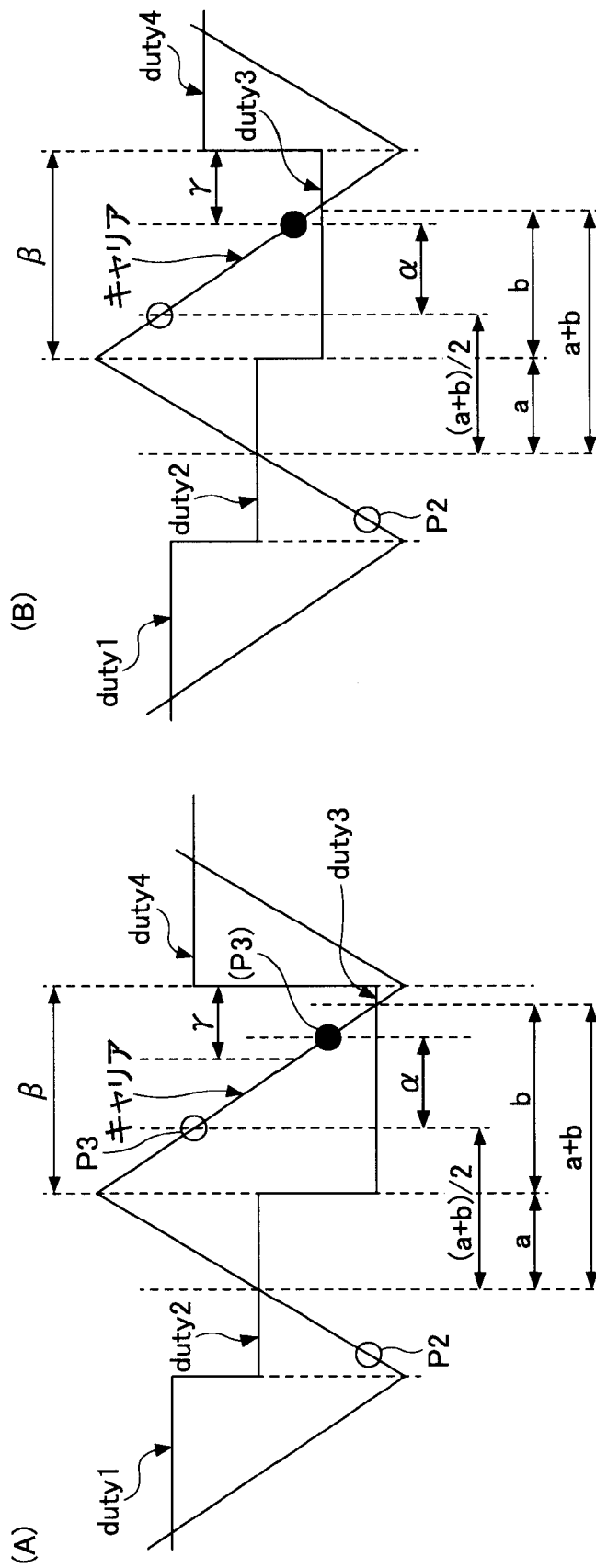
[図5]



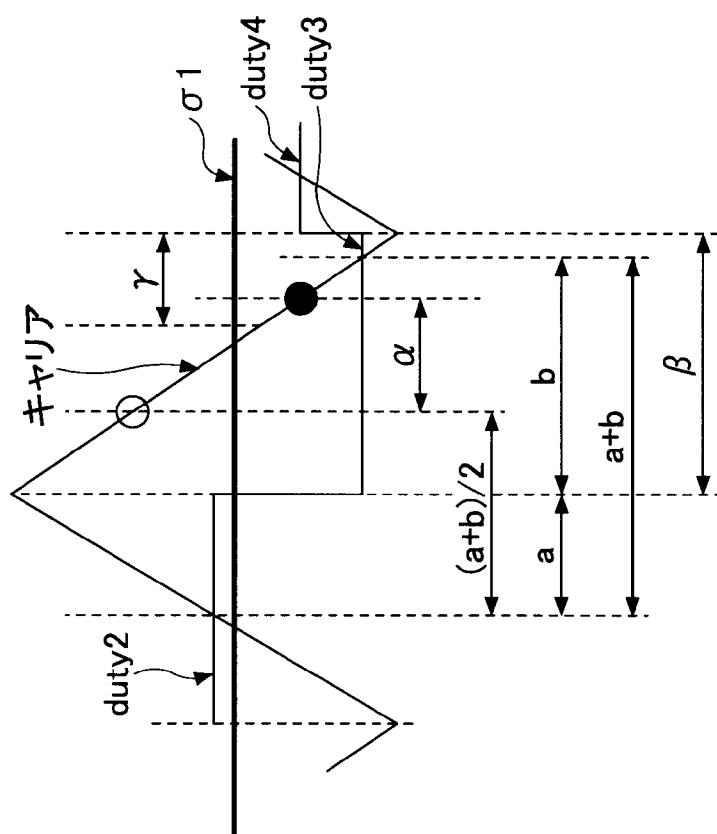
[図6]



[図7]



(A)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M3/155(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)

H02M3/155

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-091981 A (Hitachi Computer Peripherals Co., Ltd.), 06 May 2011 (06.05.2011), paragraphs [0047] to [0069]; fig. 3 to 7 & US 2011/0096576 A1	1-6
A	JP 2009-100607 A (Hitachi Computer Peripherals Co., Ltd.), 07 May 2009 (07.05.2009), paragraphs [0020], [0025] to [0026]; fig. 1, 3 & US 2009/0102446 A1 & CN 101431293 A	1-6

☐ 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
30 January, 2014 (30.01.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M3/155(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M3/155

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-091981 A（日立コンピュータ機器株式会社）2011.05.06, 【0047】－【0069】、図3－7 & US 2011/0096576 A1	1-6
A	JP 2009-100607 A（日立コンピュータ機器株式会社）2009.05.07, 【0020】、【0025】－【0026】、図1、図3 & US 2009/0102446 A1 & CN 101431293 A	1-6

☐ 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

3 0 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

槻木澤 昌司

3 V

9 3 2 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3358