

(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
2017年8月31日(31.08.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/145841 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/005149
- (22) 国際出願日: 2017年2月13日(13.02.2017)
- (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 2016-033533 2016年2月24日(24.02.2016) 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: 入江 浩司(IRIE, Koji); 〒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: 山田 強(YAMADA, Tsuyoshi); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目13番24号 第一はせビル6階 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, 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.

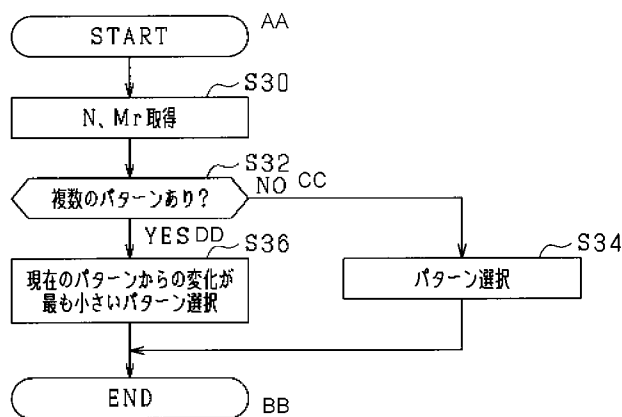
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称: インバータ制御装置



S30 Acquire N, Mr
S32 Are there multiple patterns?
S34 Select pattern
S36 Select pattern with smallest amount of change from current pattern
AA START
BB END
CC NO
DD YES

(57) Abstract: Provided is a control device that stores a plurality of operation patterns associated with the following: a synchronous number which determines an upper limit of a switching frequency of each switch that constitutes an inverter; and a modulation rate. The control device selects a corresponding operation pattern from the stored operation patterns, and operates each switch on the basis of the selected operation pattern. Herein, the control device stores a plurality of operation patterns associated with the same modulation rate at the same synchronous number. Further, if there are a plurality of next patterns, which are operation patterns corresponding to the next modulation rate, the control device selects, from among the next patterns, an operation pattern with a small amount of change from the currently set operation pattern.

(57) 要約: 制御装置は、インバータを構成する各スイッチのスイッチング回数上限を定める同期数、及び変調率のそれぞれと関係付けられた複数の操作パターンを記憶している。制御装置は、記憶している操作パターンの中から該当する操作パターン

を選択し、選択した操作パターンに基づいて、各スイッチを操作する。ここで制御装置は、同一の同期数において、同一の変調率と関係付けられた複数の操作パターンを記憶している。また制御装置は、次回の変調率に対応する操作パターンである次回パターンが複数存在する場合、これら次回パターンの中から、現在設定されている操作パターンからの変化が小さい操作パターンを選択する。

WO 2017/145841 A1

明 細 書

発明の名称： インバータ制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年2月24日に出願された日本出願番号2016-033533号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、上アームスイッチ及び下アームスイッチの直列接続体を備えるインバータに適用される制御装置に関する。

背景技術

[0003] この種の制御装置としては、下記特許文献1に見られるように、各アームスイッチのスイッチングパターンを定めるパルスパターンに基づいて、上アームスイッチ及び下アームスイッチを交互にオン操作するものが知られている。パルスパターンは、各アームスイッチのスイッチング回数の上限を定める各同期数において、変調率と関係付けられて制御装置のメモリに記憶されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4858597号公報

発明の概要

[0005] 各同期数において、複数の変調率のうち特定の変調率と関係付けられたパルスパターンと、特定の変調率に隣接する変調率と関係付けられたパルスパターンとが大きく異なる場合がある。これは、特定の変調率と関係付けられたパルスパターンの生成手法と、特定の変調率に隣接する変調率と関係付けられたパルスパターンの生成手法とが異なるためである。生成手法が異なる場合とは、具体的には例えば、3相変調に基づく生成手法と、2相変調に基づく生成手法とが採用される場合や、パルスパターンにより実現されるスイッチング回数が異なる場合である。

[0006] このため、現在設定されている同期数と次回設定される同期数とが同一の場合であっても、現在設定されているパルスパターンと次回設定されるパルスパターンとが大きく異なることがある。このとき、パルスパターンの切り替えに伴いインバータの出力電力が変動する懸念がある。なお、出力電力の変動を抑制すべく、パルスパターンの切り替えに待ち時間を設けることも考えられる。ただしこの場合、インバータの出力電力を所望に制御する上での応答性が低下する。

[0007] 本開示は、インバータの出力電力の変動を抑制できるインバータ制御装置を提供することを主たる目的とする。

[0008] 以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。

[0009] 本開示は、上アームスイッチ及び下アームスイッチの直列接続体を備えるインバータに適用され、前記上アームスイッチ及び前記下アームスイッチのそれぞれのスイッチングパターンを定める時系列パターンが操作パターンとして定義されており、前記各アームスイッチのスイッチング回数の上限を定める同期数、及び変調率のそれぞれと関係付けられた複数の前記操作パターンを記憶しているパターン記憶部と、前記パターン記憶部に記憶されている前記操作パターンの中から該当する操作パターンを選択するパターン選択部と、前記パターン選択部により選択された前記操作パターンに基づいて、前記上アームスイッチ及び前記下アームスイッチを操作する操作部と、を備え、前記パターン記憶部は、同一の前記同期数において、同一の前記変調率と関係付けられた複数の前記操作パターンを記憶しており、前記パターン選択部は、次の前記変調率に対応する前記操作パターンである次回パターンが複数存在する場合、これら次回パターンの中から、現在設定されている前記操作パターンからの変化が最も大きい操作パターン以外の操作パターンを選択する。

[0010] 上記開示において、パターン記憶部は、同一の同期数において、同一の変調率と関係付けられた複数の操作パターンを記憶している。また、パターン

選択部は、次回の変調率に対応する操作パターンである次回パターンが複数存在する場合、これら次回パターンの中から、現在設定されている操作パターンからの変化が最も大きい操作パターン以外の操作パターンを選択する。このため、現在設定されている操作パターンと次回設定される操作パターンとが大きく異なることを回避できる。これにより、操作パターンの切り替えに伴うインバータの出力電力の変動を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] 本開示についての上記目的およびその他の目的、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、第1実施形態に係るモータ制御システムの全体構成図であり、
- [図2]図2は、モータ制御処理を示すブロック図であり、
- [図3]図3は、変調器の処理を示すブロック図であり、
- [図4]図4は、パルスパターンの概要を示す図であり、
- [図5]図5は、同期数、変調率及びモードと関係付けられたパルスパターンのマップ情報を示す図であり、
- [図6]図6は、設計時におけるパルスパターンの生成手順を示すフローチャートであり、
- [図7]図7は、同期数及び変調率と関係付けられたベースパターンのマップ情報を示す図であり、
- [図8]図8は、パルス数が11個のベースパターンの概要を示す図であり、
- [図9]図9は、パルス数が5個のベースパターンの概要を示す図であり、
- [図10]図10は、スイッチングタイミングが相違するベースパターンの概要を示す図であり、
- [図11]図11は、所定値の設定手法を説明するための図であり、
- [図12]図12は、同期数及び変調率と関係付けられたベースパターン及び追加パターンのマップ情報を示す図であり、
- [図13]図13は、パルスパターン選択処理の手順を示すフローチャートであり、

[図14]図 1 4 は、パルスパターンの選択態様を示す図であり、

[図15]図 1 5 は、第 2 実施形態に係る変調器の処理を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] (第 1 実施形態)

以下、本開示に係る制御装置を具体化した第 1 実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態に係る制御装置は、3 相回転電機に接続された 3 相インバータに適用される。制御装置及び回転電機は、電気自動車やハイブリッド車等の車両に搭載される。

[0013] 図 1 に示すように、モータ制御システムは、モータジェネレータ 10、3 相インバータ 20、及び制御装置 30 を備えている。本実施形態において、モータジェネレータ 10 は、車載主機であり、そのロータが図示しない駆動輪に機械的に接続されている。本実施形態では、モータジェネレータ 10 として、同期機を用いており、より具体的には永久磁石埋込型のものを用いている。

[0014] モータジェネレータ 10 は、インバータ 20 を介して、直流電源としてのバッテリー 21 に接続されている。バッテリー 21 の出力電圧は、例えば百 V 以上である。なお、バッテリー 21 及びインバータ 20 の間には、インバータ 20 の入力電圧を平滑化する平滑コンデンサ 22 が設けられている。

[0015] ちなみに、バッテリー 21 の出力電圧を昇圧してインバータ 20 に出力する昇圧コンバータが制御システムに備えられる場合、昇圧コンバータが直流電源に相当する。

[0016] インバータ 20 は、上アームスイッチ S_{up} , S_{vp} , S_{wp} と下アームスイッチ S_{un} , S_{vn} , S_{wn} との直列接続体を相数分備えている。各直列接続体は、バッテリー 21 に並列接続されている。U 相上, 下アームスイッチ S_{up} , S_{un} の接続点には、モータジェネレータ 10 の U 相が接続されている。V 相上, 下アームスイッチ S_{vp} , S_{vn} の接続点には、モータジェネレータ 10 の V 相が接続されている。W 相上, 下アームスイッチ S_{wp}

、 S_{wn} の接続点には、モータジェネレータ10のW相が接続されている。ちなみに本実施形態では、各スイッチ S_{up} 、 S_{un} 、 S_{vp} 、 S_{vn} 、 S_{wp} 、 S_{wn} として、電圧制御形の半導体スイッチング素子を用いており、より具体的には、IGBTを用いている。そして、各スイッチ S_{up} 、 S_{un} 、 S_{vp} 、 S_{vn} 、 S_{wp} 、 S_{wn} には、各フリーホイールダイオード D_{up} 、 D_{un} 、 D_{vp} 、 D_{vn} 、 D_{wp} 、 D_{wn} が逆並列に接続されている。

[0017] モータ制御システムは、さらに、モータジェネレータ10に流れる各相電流のうち、少なくとも2相分の電流を検出する相電流検出部を備えている。本実施形態において、相電流検出部は、モータジェネレータ10のV相に流れる電流を検出するV相電流検出部23Vと、W相に流れる電流を検出するW相電流検出部23Wとを含む。また、モータ制御システムは、バッテリー21の出力電圧をインバータ20の電源電圧 V_{INV} として検出する電圧検出部24、及びモータジェネレータ10の電気角 θ_e を検出する角度検出部25を備えている。なお、角度検出部25としては、例えばレゾルバを用いることができる。

[0018] 制御装置30は、マイコンを主体として構成され、モータジェネレータ10の制御量をその指令値にフィードバック制御すべく、インバータ20を操作する。本実施形態において、制御量はトルクであり、その指令値は指令トルク T_{rq*} である。制御装置30は、インバータ20を構成する各スイッチ S_{up} 、 S_{un} 、 S_{vp} 、 S_{vn} 、 S_{wp} 、 S_{wn} をオンオフ操作すべく、上記各種検出部の検出値に基づいて、各操作信号 g_{Up} 、 g_{Un} 、 g_{Vp} 、 g_{Vn} 、 g_{Wp} 、 g_{Wn} を生成し、生成した各操作信号 g_{Up} 、 g_{Un} 、 g_{Vp} 、 g_{Vn} 、 g_{Wp} 、 g_{Wn} を各スイッチに対応する各駆動回路Drに対して出力する。ここで、上アーム側の操作信号 g_{Up} 、 g_{Vp} 、 g_{Wp} と、対応する下アーム側の操作信号 g_{Un} 、 g_{Vn} 、 g_{Wn} とは、互いに相補的な信号となっている。すなわち、上アームスイッチと、対応する下アームスイッチとは、交互にオン状態とされる。なお、指令トルク T_{rq*} は、例

例えば、制御装置 30 の外部に設けられた制御装置であって、制御装置 30 よりも上位の制御装置から出力される。

[0019] 続いて、図 2 を用いて、制御装置 30 の行う上記操作信号の生成に関する処理について説明する。

[0020] 2 相変換部 31 は、V 相電流検出部 23 V により検出された V 相電流 I_V 、W 相電流検出部 23 W により検出された W 相電流 I_W 、及び角度検出部 25 により検出された電気角 θ_e に基づいて、モータジェネレータ 10 の 3 相固定座標系における U 相電流 I_U 、V 相電流 I_V 、W 相電流 I_W を、2 相回転座標系である d q 座標系における d、q 軸電流 I_{dr} 、 I_{qr} に変換する。

[0021] トルク推定部 32 は、2 相変換部 31 から出力された d、q 軸電流 I_{dr} 、 I_{qr} に基づいて、モータジェネレータ 10 の推定トルク T_e を算出する。ここで、推定トルク T_e は、d、q 軸電流 I_{dr} 、 I_{qr} と推定トルク T_e とが関係付けられたマップを用いて算出してもよいし、モデル式を用いて算出してもよい。

[0022] トルク偏差算出部 33 は、指令トルク T_{rq*} から推定トルク T_e を減算することにより、トルク偏差 ΔT を算出する。

[0023] 位相算出部 34 は、トルク偏差算出部 33 によって算出されたトルク偏差 ΔT に基づいて、推定トルク T_e を指令トルク T_{rq*} にフィードバック制御するための操作量として、指令電圧位相 δ を算出する。指令電圧位相 δ は、インバータ 20 の出力電圧ベクトルの電圧位相の指令値である。本実施形態では、トルク偏差 ΔT を入力とする比例積分制御によって指令電圧位相 δ を算出する。

[0024] なお、出力電圧ベクトルは、d q 座標系における出力電圧ベクトルの d 軸成分である d 軸電圧 V_d と q 軸成分である q 軸電圧 V_q とによって定義される。また本実施形態において、電圧位相は、d 軸の正方向を基準とし、この基準から反時計回りの方向が正方向として定義されている。

[0025] 電流設定部 35 は、指令トルク T_{rq*} に基づいて、指令トルク T_{rq*}

を実現するための d 、 q 軸指令電流 I_d^* 、 I_q^* を算出する。本実施形態では、最小電流最大トルク制御 (Maximum torque per ampere control) を実現するための電流を d 、 q 軸指令電流 I_d^* 、 I_q^* として算出する。

[0026] 電流偏差算出部36は、 d 軸指令電流 I_d^* から d 軸電流 I_{dr} を減算することにより、 d 軸電流偏差 ΔI_d を算出する。また、電流偏差算出部36は、 q 軸指令電流 I_q^* から q 軸電流 I_{qr} を減算することにより、 q 軸電流偏差 ΔI_q を算出する。

[0027] 電圧設定部37は、 d 軸電流偏差 ΔI_d 及び q 軸電流偏差 ΔI_q に基づいて、出力電圧ベクトルの電圧振幅の指令値である指令電圧振幅 V_r を算出する。ここで電圧振幅は、 d 軸電圧 V_d の2乗値と q 軸電圧 V_q の2乗値との和の平方根として定義される。電圧設定部37は、まず、 d 軸電流偏差 ΔI_d に基づいて、 d 軸電流 I_{dr} を d 軸指令電流 I_d^* にフィードバック制御するための操作量として d 軸指令電圧 V_d^* を算出し、 q 軸電流偏差 ΔI_q に基づいて、 q 軸電流 I_{qr} を q 軸指令電流 I_q^* にフィードバック制御するための操作量として q 軸指令電圧 V_q^* を算出する。本実施形態では、上記フィードバック制御として、比例積分制御を用いる。そして電圧設定部37は、 d 軸指令電圧 V_d^* 及び q 軸指令電圧 V_q^* に基づいて、指令電圧振幅 V_r を算出する。

[0028] 変調器38は、指令電圧位相 δ 、指令電圧振幅 V_r 、電圧検出部24により検出された電源電圧 V_{INV} 、及び電気角 θ_e に基づいて、上記操作信号 g_{Up} 、 g_{Un} 、 g_{Vp} 、 g_{Vn} 、 g_{Wp} 、 g_{Wn} の元になる信号であるPWM信号 G_U 、 G_V 、 G_W を生成する。変調器38の詳細については、後に詳述する。

[0029] 信号生成部39は、PWM信号 G_U 、 G_V 、 G_W とその論理反転信号との論理反転タイミング同士をデッドタイムだけ離間させる処理を行うことで、上記操作信号 g_{Up} 、 g_{Un} 、 g_{Vp} 、 g_{Vn} 、 g_{Wp} 、 g_{Wn} を生成する。

[0030] 続いて、図3を用いて変調器38について説明する。本実施形態において

、変調器 38 は、パルスパターン制御により PWM 信号 G U, G V, G W を生成する。

[0031] 速度算出部 38 a は、電気角 θ_e に基づいて、モータジェネレータ 10 の電気角速度 ω_e を算出する。

[0032] 同期数設定部 38 b は、電気角速度 ω_e 及び同期数テーブルに基づいて、同期数 N を算出する。この算出処理は、キャリア S c の 1 周期の整数倍と 1 電気角周期とを一致させる同期式三角波比較 PWM 制御の考え方をを用いてパルスパターンを生成しているためになされるものである。同期数テーブルは、複数の電気角速度領域のそれぞれと同期数 N とが予め関係付けられた情報である。本実施形態において、各電気角速度領域と関係付けられた同期数 N として、「3, 6, 9, 12, 15, ...」というように 3 の倍数を例示した。各同期数 3, 6, 9, 12, 15, ... と関係付けられた電気角速度領域の上限閾値 $\omega_3, \omega_6, \omega_9, \omega_{12}, \omega_{15} \dots$ は、 $\omega(N) = 2\pi \times f_{cm} \times a_x / N$ に設定されている。なお、 f_{cm} は、キャリア S c の上限周波数を示す。

[0033] 変調率算出部 38 c は、指令電圧振幅 V_r 及び電源電圧 V_{INV} に基づいて、変調率 M_r を算出する。ここで変調率 M とは、指令電圧振幅 V_r を電源電圧 V_{INV} で規格化した値のことである。本実施形態では、下式 (eq1) により変調率 M_r を算出する。変調率 M_r は、インバータ 20 の出力電圧の基本波成分の振幅に相当する情報である。

[0034] [数1]

$$Mr = \frac{1}{\sqrt{1.5}} \frac{Vr}{\frac{VINV}{2}} \times 100 \quad \dots \quad (eq1)$$

パルスパターン選択部 38 d は、同期数設定部 38 b から出力された同期数 N、変調率算出部 38 c から出力された変調率 M_r 、及び後述するモード T に基づいて、1 電気角周期に渡るスイッチングパターンであるパルスパターンを選択する。本実施形態では、パルスパターンが操作パターンに相当す

る。パルスパターンは、同期数 N 、変調率 M_r 及びモード T と関係付けられて予めパターン記憶部38eに記憶されている。

[0035] パルスパターンは、図4に示すように、上アームスイッチをオン操作してかつ下アームスイッチをオフ操作することを指示するオン指示信号と、上アームスイッチをオフ操作してかつ下アームスイッチをオン操作することを指示するオフ指示信号とのそれぞれが電気角 θ_e と関係付けられた情報である。本実施形態では、オン、オフ指示信号として互いに論理値の異なる信号を用いており、具体的には、オン指示信号として論理Hの信号を用い、オフ指示信号として論理Lの信号を用いている。なお、パターン記憶部38eに記憶されているパルスパターンの中には、1電気角周期の中央(180度)に対して対称性を有するものも含まれている。詳しくは、中央に対して電気角で等距離にある一对のタイミングの論理値が逆とされている。

[0036] 本実施形態において、パターン記憶部38eには、パルスパターンとして、オン指示信号及びオフ指示信号のうちいずれか一方から他方への切り替えを指示する電気角が記憶されている。図4には、オン指示信号及びオフ指示信号のうちいずれか一方から他方への切り替えを指示する電気角であるスイッチングタイミングとして、 α_0 , α_1 , α_2 , α_3 , α_4 を例示した。ちなみに、パルスパターンは、変調率 M_r に代えて、指令電圧振幅 V_r と関係付けられていてもよい。

[0037] パルスパターン選択部38dは、同期数 N 、変調率 M_r 及びモード T に基づいて、該当する1つのパルスパターンを選択する。パルスパターン選択部38dは、選択したパルスパターンのスイッチングタイミング α を角度比較部38fに出力する。なお、パルスパターンの選択手法については、後に詳述する。

[0038] 角度比較部38fは、入力されたスイッチングタイミング α のうち、加算部38gによって算出された電気角 θ_e 及び指令電圧位相 δ の加算値 θ_v に該当するものを選択する。角度比較部38fは、選択したスイッチングタイミング α に基づいて、PWM信号 G_U , G_V , G_W を生成して出力する。

[0039] 上記パターン記憶部38eには、図5に示すように、同期数 N 、変調率 M_r 及びモード T と関係付けられたパルスパターンのマップ情報が記憶されている。同期数 N 、変調率 M_r 及びモード T により特定されるハッチングが付された各領域に、1つのパルスパターンが記憶されている。なお、ハッチングが付与されていない各領域には、パルスパターンが記憶されていない。図5には、同期数 N が12, 18, 24の場合について例示した。以下、同期数 N が12の場合におけるパルスパターンの生成手法について説明する。

[0040] 図6に、制御装置30の設計時におけるパルスパターンの生成方法の手順を示す。

[0041] ステップS10では、同期数 N に基づいて、パルスパターンに含まれる最大パルス数が設定される。パルス数は、1電気角周期中における論理 L から論理 H への切り替え回数である。以下に説明するパルスパターンの生成において、パルスパターンに含まれるパルス数を最大パルス数以下とする制約が課される。

[0042] ステップS12では、図7に示すように、下限変調率 M_{min} から上限変調率 M_{max} までの複数の変調率 M_r のそれぞれに対応するパルスパターンが生成される。本実施形態では、下限変調率 M_{min} から第 i 変調率 M_i までの各変調率 M_r においてパルス数 N_p が1となるパルスパターンが生成され、第 i 変調率 M_i に隣接する第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} から上限変調率 M_{max} までの各変調率 M_r においてパルス数 N_p が5となるパルスパターンが生成される。以降、ステップS12で生成されたパルスパターンをベースパターンと称することとする。また図7に示す例では、各ベースパターンが2相変調方式に基づいて生成されるものとする。

[0043] ステップS14以降では、ステップS12で生成された各ベースパターンのうち、隣接するベースパターンの変化が大きいかが判定される。詳しくは、ステップS16では、下限変調率 M_{min} から上限変調率 M_{max} までの中から、隣接する変調率 M_j , M_{j+1} が小さい方から順次選択される。

[0044] ステップS 1 8では、選択された2つのベースパターンについて、パルス数 N_p が同一であるとの第1条件、及びスイッチングタイミングの変化が小さいとの第2条件の双方を満たすか否かが判定される。ステップS 1 8で2つの条件を満たすと判定された場合には、ステップS 1 6に戻って次に大きい変調率 M_{j+1} , M_{j+2} が選択される。

[0045] 一方、ステップS 1 8においていずれかの条件を満たさないと判定された場合には、ステップS 2 4の工程に移る。ここで図7～図9を参照して、第1条件を満たさないと判定される場合の一例について説明する。図8には、第 i 変調率 M_i に対応するパルス数 N_p が11のベースパターンPPaを示し、図9には、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応するパルス数 N_p が5のベースパターンPPbを示した。ベースパターンPPa, PPbは互いにパルス数が異なるため、第1条件を満たさない。

[0046] 図10に、第2条件を満たさないと判定される場合の一例を示す。図10(a), (b)には、パルス数 N_p がいずれも11のベースパターンを示した。図10(a)に示すベースパターンを第1パターンと称し、図10(b)に示すベースパターンを第2パターンと称することとする。また、図10(a)に示す第1パターンの各スイッチングタイミングを $\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots$ にて示し、図10(b)に示す第2パターンの各スイッチングタイミングを $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2 \dots$ にて示す。

[0047] 本実施形態において、スイッチングタイミングの変化が小さいとは、下式(eq2)に示すように、第1, 第2パターンのそれぞれにおいて、電気角が小さい方から順に規定される各スイッチングタイミングの差の絶対値が所定値 ΔT_{th} となることである。

[0048] [数2]

$$\left. \begin{array}{l} |\beta_0 - \gamma_0| < \Delta T_{th} \\ |\beta_1 - \gamma_1| < \Delta T_{th} \\ |\beta_2 - \gamma_2| < \Delta T_{th} \\ \vdots \end{array} \right\} \dots \quad (eq2)$$

本実施形態において、上記所定値 ΔT_{th} は下式（eq3）のように設定されている。

[0049] [数3]

$$\Delta T_{th} = \frac{360^\circ}{2 \times N} \quad \dots \quad (eq3)$$

所定値 ΔT_{th} は、図11に示すように、キャリア S_c 及び基本波電圧成分 S_a の大小比較に基づくPWM処理が行われると仮定した場合において、キャリア周期の $1/2$ に相当する。上述した所定値 ΔT_{th} の設定は、変調率 M_r 以外のパルスパターン生成条件が同じ場合、「 $360^\circ / (2 \times N)$ 」の範囲内でパルスパターンの論理が切り替わることに基づくものである。

[0050] ここで、ステップS18において否定判定される場合の2つのベースパターンのうち、一方から他方に切り替えられると、切り替え前後で同一の同期数 N であっても、パターンの変化が大きいため、例えばデッドタイムがインバータ20の出力電圧に及ぼす影響が大きく変化する。その結果、インバータ20の出力電力が変動し、ひいてはモータジェネレータ10のトルクが変動するおそれがある。なお、トルク変動を抑制すべく、パルスパターンの切り替えに待ち時間を設けることも考えられる。ただしこの場合、モータジェネレータ10のトルク応答性が低下する。

[0051] そこでステップS24では、トルク変動を抑制できるパルスパターンが追加的に生成される。以降、追加的に生成されるパルスパターンを追加パターンと称することとする。まず、図7に示した下限変調率 M_{min} から第 i 変調率 M_i までの各変調率 M_r に対応するベースパターンが、図12に示すように、モード0に割り当てられる。モード0は、2相変調方式かつパルス数 N_p が11個のモードである。本実施形態において、モード0に割り当てられたベースパターンが第1ベースパターンに相当する。また、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} から上限変調率 M_{max} までの各変調率 M_r に対応するベースパターンがモード1に割り当てられる。モード1は、2相変調方式かつパルス数

N_p が 5 個のモードである。本実施形態において、モード 1 に割り当てられたベースパターンが第 2 ベースパターンに相当する。

[0052] そして、モード 0 において、第 i 変調率 M_i に対応するベースパターン P_{Pa} とパルス数 N_p ($N_p = 11$) が同一であるとの条件、及び第 i 変調率 M_i との関係において上式 (eq 2) を満たすとの条件を満たすように、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応する追加パターン P_{Pi+1} が生成される。また、モード 0 において、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応する追加パターン P_{Pi+1} とパルス数 N_p が同一であるとの条件、及び第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} との関係において上式 (eq 2) を満たすとの条件を満たすように、第 $i+2$ 変調率 M_{i+2} に対応する追加パターン P_{Pi+2} が生成される。これにより、第 i 変調率 M_i に対応するベースパターン P_{Pa} から、モード 1 における各変調率 M_{i+1} , M_{i+2} に対応するベースパターンへの変化よりも小さくなるように、追加パターン P_{Pi+1} , P_{Pi+2} が生成される。本実施形態において、追加パターン P_{Pi+1} , P_{Pi+2} が上側追加パターンに相当する。なお本実施形態では、モード 0 において、第 $i+3$ 変調率 M_{i+3} から上限変調率 M_{max} までの各変調率 M_r に対応する追加パターンは生成されない。

[0053] 一方、モード 1 において、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応するベースパターン P_{Pb} とパルス数 N_p ($N_p = 5$) が同一であるとの条件、及び第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} との関係において上式 (eq 2) を満たすとの条件を満たすように、第 i 変調率 M_i に対応する追加パターン P_{Pi} が生成される。また、モード 1 において、第 i 変調率 M_i に対応する追加パターン P_{Pi} とパルス数 N_p が同一であるとの条件、及び第 i 変調率 M_i との関係において上式 (eq 2) を満たすとの条件を満たすように、第 $i-1$ 変調率 M_{i-1} に対応する追加パターン P_{Pi-1} が生成される。これにより、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応するベースパターン P_{Pb} から、モード 0 における各変調率 M_{i-1} , M_i に対応するベースパターンへの変化よりも小さくなるように、追加パターン P_{Pi-1} , P_{Pi} が生成される。本実施形態において、

追加パターン PP_{i-1} 、 PP_i が下側追加パターンに相当する。なお本実施形態では、モード 1 において、下限変調率 M_{min} から第 $i-2$ 変調率 M_{i-2} までの各変調率 M_r に対応する追加パターンは生成されない。

[0054] 以上説明した手法により、図 5 (a) に示すマップ情報が生成される。なお、図 5 (b) には、3つのモードを有するマップ情報を示した。詳しくは、モード 0 では、パルス数が 17 個であってかつ 3 相変調方式を用いてベースパターンが生成されている。モード 1 では、パルス数が例えば 9 個であってかつ 3 相変調方式を用いてベースパターンが生成されている。ここで、モード 0、1 において互いにパルス数が異なるのは、例えば、各アームスイッチを保護するとの条件や、トルク制御性の低下を抑制するとの条件を満たすために、パルス数を減らして論理 H の期間を規定幅以上にする必要があるからである。つまり、各アームスイッチは、そのゲートに微小幅のパルスが入力されると、過大なサージが発生して信頼性が低下し得る。また、論理 H の期間がデッドタイムよりも短いと、スイッチのオン操作指示が消失し、トルク制御性が低下し得る。

[0055] また、図 5 (b) において、モード 2 では、パルス数が例えばモード 1 と同じであってかつ 2 相変調方式を用いてベースパターンが生成されている。2 相変調方式は、インバータ 20 の損失を減らすことを目的として採用される。2 相変調は、上、下アームスイッチの操作状態を所定期間毎に相ごとに順次固定しつつ、固定された相以外の 2 相を構成する上、下アームスイッチを交互にオン操作するものである。具体的には例えば、電気角 120° 毎に相ごとに、上アームスイッチのオフ固定及び下アームスイッチのオン固定が順次行われる。

[0056] 続いて図 13 に、パルスパターンの選択処理の手順を示す。この処理は、パルスパターン選択部 38d により、例えば所定周期で繰り返し実行される。

[0057] この一連の処理では、まずステップ S30 において、同期数設定部 38b により設定された同期数 N と、変調率算出部 38c により算出された変調率

M_r とを取得する。取得した同期数 N 及び変調率 M_r は、次回の処理周期において設定される値である。

[0058] 続くステップS32では、取得した同期数 N に対応するマップ情報において、変調率 M_r に対応するパルスパターンが複数あるか否かを判定する。ここでパルスパターンには、ベースパターン及び追加パターンのうち少なくとも一方が含まれる。

[0059] ステップS32において否定判定した場合には、次回の変調率 M_r に対応するパルスパターンが1つしかないと判定し、ステップS34に進む。ステップS34では、その1つのパルスパターンを選択し、角度比較部38fに出力する。

[0060] 一方、ステップS32において肯定判定した場合には、ステップS36に進み、複数のパルスパターンの中から、現在設定されているパルスパターンからの変化が最も小さいパルスパターンを1つ選択する。詳しくは、現在設定されているパルスパターンのパルス数と同一のパルス数を有して、かつ、現在設定されているパルスパターンの各スイッチングタイミングとの差が最も小さいパルスパターンを選択する。そして、選択したパルスパターンを角度比較部38fに出力する。

[0061] 図14を用いて、パルスパターンの選択手法についてさらに説明する。なお図14(a), (b)は、先の図5(a), (b)に示したマップ情報である。

[0062] まず図14(a)を用いて説明する。

[0063] 変調率 M_r が第 i 変調率 M_i から第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に増加する場合、モード0及び第 i 変調率 M_i に対応するパルスパターンから、モード0及び第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応するパルスパターンに切り替えられる。これは、第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} において、モード1に対応するパルスパターンよりもモード0に対応するパルスパターンの方が、モード0及び第 i 変調率 M_i に対応するパルスパターンからの変化が小さいためである。

[0064] その後、変調率 M_r が第 $i+2$ 変調率 M_{i+2} から第 $i+3$ 変調率 M_{i+3}

3に増加する場合、モード0及び第 $i+2$ 変調率 M_{i+2} に対応するパルスパターンから、モード1及び第 $i+3$ 変調率 M_{i+3} に対応するパルスパターンに切り替えられる。これは、第 $i+3$ 変調率 M_{i+3} に対応するパルスパターンが1つしかないためである。

[0065] その後、変調率 M_r が第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} から第 i 変調率 M_i に減少する場合、モード1及び第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応するパルスパターンから、モード1及び第 i 変調率 M_i に対応するパルスパターンに切り替えられる。これは、第 i 変調率 M_i において、モード0に対応するパルスパターンよりもモード1に対応するパルスパターンの方が、モード1及び第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} に対応するパルスパターンからの変化が小さいためである。

[0066] その後、変調率 M_r が第 $i-1$ 変調率 M_{i-1} から第 $i-2$ 変調率 M_{i-2} に減少する場合、モード1及び第 $i-1$ 変調率 M_{i-1} に対応するパルスパターンから、モード0及び第 $i-2$ 変調率 M_{i-2} に対応するパルスパターンに切り替えられる。これは、第 $i-2$ 変調率 M_{i-2} に対応するパルスパターンが1つしかないためである。

[0067] なお、図14(b)に示すように、モードが3つある場合も、図14(a)について説明した手法と同様の手法により、パルスパターンが選択される。

[0068] 以上説明した構成によれば、所定のモードに対応するパルスパターンから別のモードに対応するパルスパターンへの切り替えにヒステリシスを設けることができる。これにより、変調率 M_r が第 i 変調率 $i+1$ と第 $i+1$ 変調率 M_{i+1} との間を跨いで変化する場合であっても、モード0に対応するパルスパターンとモード1に対応するパルスパターンとの間でパルスパターンが頻繁に切り替えられることを回避できる。したがって、パルスパターンの切り替えに伴うモータジェネレータ10のトルク変動を好適に抑制することができる。

[0069] (第2実施形態)

以下、第2実施形態について、上記第1実施形態との相違点を中心に図面

を参照しつつ説明する。本実施形態では、パルスパターン制御に代えて、同期式PWM制御によりPWM信号GU, GV, GWを生成する。

[0070] 図15は、本実施形態に係る変調器38の処理を示すブロック図である。なお図15において、先の図3に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

[0071] 時比率パターン選択部38hは、同期数設定部38bにより設定された同期数Nと、変調率算出部38cにより算出された変調率Mrとに基づいて、1電気角周期に渡る指令時比率である時比率パターンを選択する。時比率は、各アームスイッチの1スイッチング周期 T_{sw} に対するオン操作期間 T_{on} の比率「 T_{on}/T_{sw} 」である。本実施形態では、時比率パターンが操作パターンに相当する。時比率パターンは、同期数N、変調率Mr及びモードTと関係付けられて制御装置30の記憶部に予め記憶されている。時比率パターンは、同期式三角波比較PWM制御の考え方を用いて生成されている。つまり、時比率パターンは、キャリア半周期毎に変化し得るパターンである。時比率パターンは、上記第1実施形態で説明したパルスパターンと同様な手法により生成されている。つまり、同一の変調率Mrにおいて、時比率パターンが複数記憶されている。

[0072] 時比率パターン選択部38hは、先の図13に示した手法と同様な手法により、該当する1つの時比率パターンを選択する。時比率パターン選択部38hは、選択した時比率パターンのキャリア半周期毎の値を再生部38iに出力する。

[0073] 再生部38iは、入力された時比率パターンの値のうち、加算部38gから出力された加算値 θ_v に該当するものを選択する。再生部38iは、選択した値に基づいて、U, V, W相指令時比率DU, DV, DWを生成して比較部38jに出力する。

[0074] 比較部38jは、再生部38iから出力されたU, V, W相指令時比率DU, DV, DWと、周波数設定部38kによって設定されたキャリア周波数 f_c を有するキャリアScとの大小比較に基づくPWM処理により、PWM

信号 G_U , G_V , G_W を生成する。本実施形態に係るキャリアは、両縁変調方式の三角波信号であり、具体的には、増加速度と減少速度とが互いに等しい 2 等辺三角形形状の信号である。上記増加速度、低下速度は、例えば、電気角の単位変化量あたりのキャリアの増加量、低下量によって定量化される。本実施形態に係るキャリアは、その最小値が 0 となり、その最大値が 1 となる信号である。なお、周波数設定部 38k は、同期数 N に基づいて、指令時比率 D_U , D_V , D_W とキャリア S_c とが同期するようにキャリア周波数 f_c を設定する。詳しくは、周波数設定部 38k は、キャリア周期が、1 電気角周期を同期数 N で除算した値となるように、キャリア周波数 f_c を設定する。

[0075] 以上説明した本実施形態によっても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0076] (その他の実施形態)

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

[0077] 上記実施形態において、変調率 M_r に対応するパルスパターンの候補が 3 つ以上ある場合、現在設定されているパルスパターンからの変化が最も大きいパルスパターン以外のパルスパターンを選択してもよい。この場合であっても、変化が最も大きいパルスパターンが選択される場合と比較して、トルク変動を抑制することはできる。

[0078] 上記所定値 ΔT_{th} が、1 電気角周期を同期数で除算した値の $1/2$ 未満の値に設定されていてもよい。

[0079] 上記実施形態の図 5 (a) に示すマップ情報において、上側追加パターン PP_{i+1} , PP_{i+2} 、又は下側追加パターン PP_{i-1} , PP_i のいずれかを生成しなくてもよい。

[0080] 上記実施形態の図 13 のステップ S36 において、パルス数、及びスイッチングタイミングの差のうちいずれか一方のみに基づいて、変化が小さいパルスパターンを選択してもよい。

[0081] インバータとしては、3 相のものに限らず、単相、2 相、又は 4 相以上の

ものであってもよい。

[0082] インバータに電氣的に接続される負荷であるモータジェネレータとしては、永久磁石埋込型のものに限らず、例えば巻線界磁型のものであってもよい。また、モータジェネレータとしては、同期機に限らず、例えば誘導機であってもよい。さらに、上記負荷としては、回転電機に限らない。

[0083] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、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や形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1]

上アームスイッチ（S u p ～ S w p）及び下アームスイッチ（S u n ～ S w n）の直列接続体を備えるインバータ（20）に適用され、

前記上アームスイッチ及び前記下アームスイッチのそれぞれのスイッチングパターンを定める時系列パターンが操作パターンとして定義されており、

前記各アームスイッチのスイッチング回数の上限を定める同期数、及び変調率のそれぞれと関係付けられた複数の前記操作パターンを記憶しているパターン記憶部（30）と、

前記パターン記憶部に記憶されている前記操作パターンの中から該当する操作パターンを選択するパターン選択部（30）と、

前記パターン選択部により選択された前記操作パターンに基づいて、前記上アームスイッチ及び前記下アームスイッチを操作する操作部（30）と、を備え、

前記パターン記憶部は、同一の前記同期数において、同一の前記変調率と関係付けられた複数の前記操作パターンを記憶しており、

前記パターン選択部は、次回の前記変調率に対応する前記操作パターンである次回パターンが複数存在する場合、これら次回パターンの中から、現在設定されている前記操作パターンからの変化が最も大きい操作パターン以外の操作パターンを選択するインバータ制御装置。

[請求項2]

前記パターン選択部は、前記これら次回パターンの中から、現在設定されている前記操作パターンのスイッチング回数からの変化が最も大きい操作パターン以外の操作パターンを選択する請求項1に記載のインバータ制御装置。

[請求項3]

前記パターン選択部は、前記これら次回パターンの中から、現在設定されている前記操作パターンのスイッチング回数からの変化が最も小さい操作パターンを選択する請求項2に記載のインバータ制御装置。

[請求項4] 前記パターン選択部は、現在設定されている前記操作パターンのスイッチング回数と次回設定される前記操作パターンのスイッチング回数とが等しい場合、前記これら次回パターンの中から、現在設定されている前記操作パターンの1電気角周期中の各スイッチングタイミングと、次回設定される前記操作パターンの1電気角周期中の各スイッチングタイミングとの差の絶対値が所定値以下となる操作パターンを選択する請求項1～3のいずれか1項に記載のインバータ制御装置。

[請求項5] 前記インバータから出力される基本波電圧成分の1電気角周期を前記各アームスイッチの1スイッチング周期の整数倍で除算した値として前記同期数が定義されており、

前記所定値は、1電気角周期を前記同期数で除算した値の $1/2$ 以下の値に設定されている請求項4に記載のインバータ制御装置。

[請求項6] 第1の変調率 (M_{min}) から該第1の変調率よりも大きい第2の変調率 (M_i) までの各変調率と関係付けられた前記操作パターンが第1ベースパターンとして定義されており、

前記第2の変調率に隣接する第3の変調率 (M_{i+1}) から該第3の変調率よりも大きい第4の変調率 (M_{max}) までの各変調率と関係付けられた前記操作パターンであって、かつ、変調方式及びスイッチング回数のうち少なくとも一方が前記第1ベースパターンとは異なる操作パターンが第2ベースパターンとして定義されており、

変調方式及びスイッチング回数が前記第1ベースパターンと同じ前記操作パターンであって、かつ、前記第3の変調率以上の各変調率と関係付けられた操作パターンが上側追加パターンとして定義されており、

前記第3の変調率以上の各変調率において、前記第2の変調率に対応する前記第1ベースパターンから前記第2ベースパターンへの変化よりも小さくなるように前記上側追加パターンが定められており、

前記パターン記憶部は、前記第1ベースパターン、前記第2ベース

パターン、及び前記上側追加パターンを記憶している請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のインバータ制御装置。

[請求項7]

第 1 の変調率 (M_{min}) から該第 1 の変調率よりも大きい第 2 の変調率 (M_i) までの各変調率と関係付けられた前記操作パターンが第 1 ベースパターンとして定義されており、

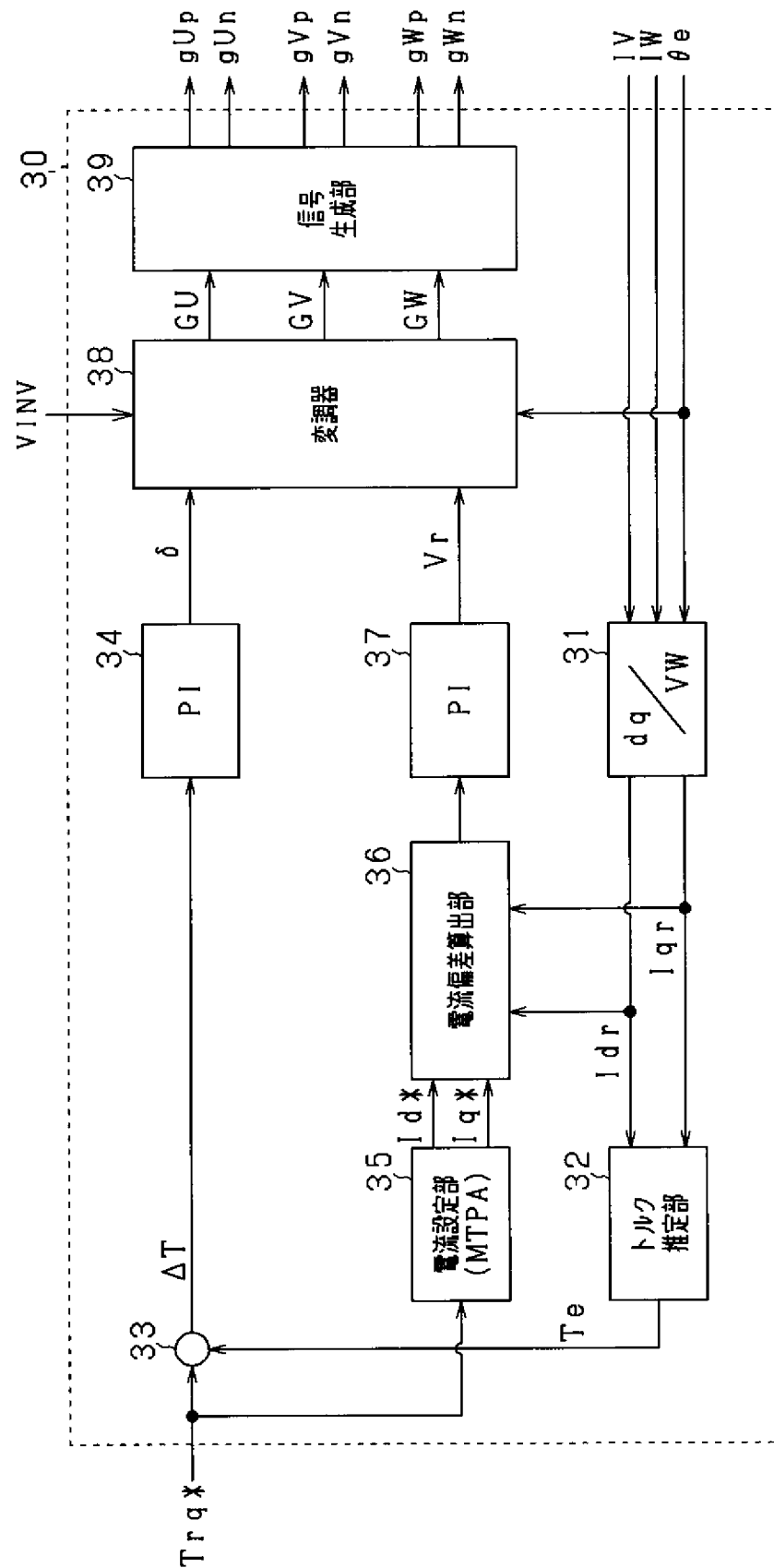
前記第 2 の変調率に隣接する第 3 の変調率 (M_{i+1}) から該第 3 の変調率よりも大きい第 4 の変調率 (M_{max}) までの各変調率と関係付けられた前記操作パターンであって、かつ、変調方式及びスイッチング回数のうち少なくとも一方が前記第 1 ベースパターンとは異なる操作パターンが第 2 ベースパターンとして定義されており、

変調方式及びスイッチング回数が前記第 2 ベースパターンと同じ前記操作パターンであって、かつ、前記第 2 の変調率以下の各変調率と関係付けられた操作パターンが下側追加パターンとして定義されており、

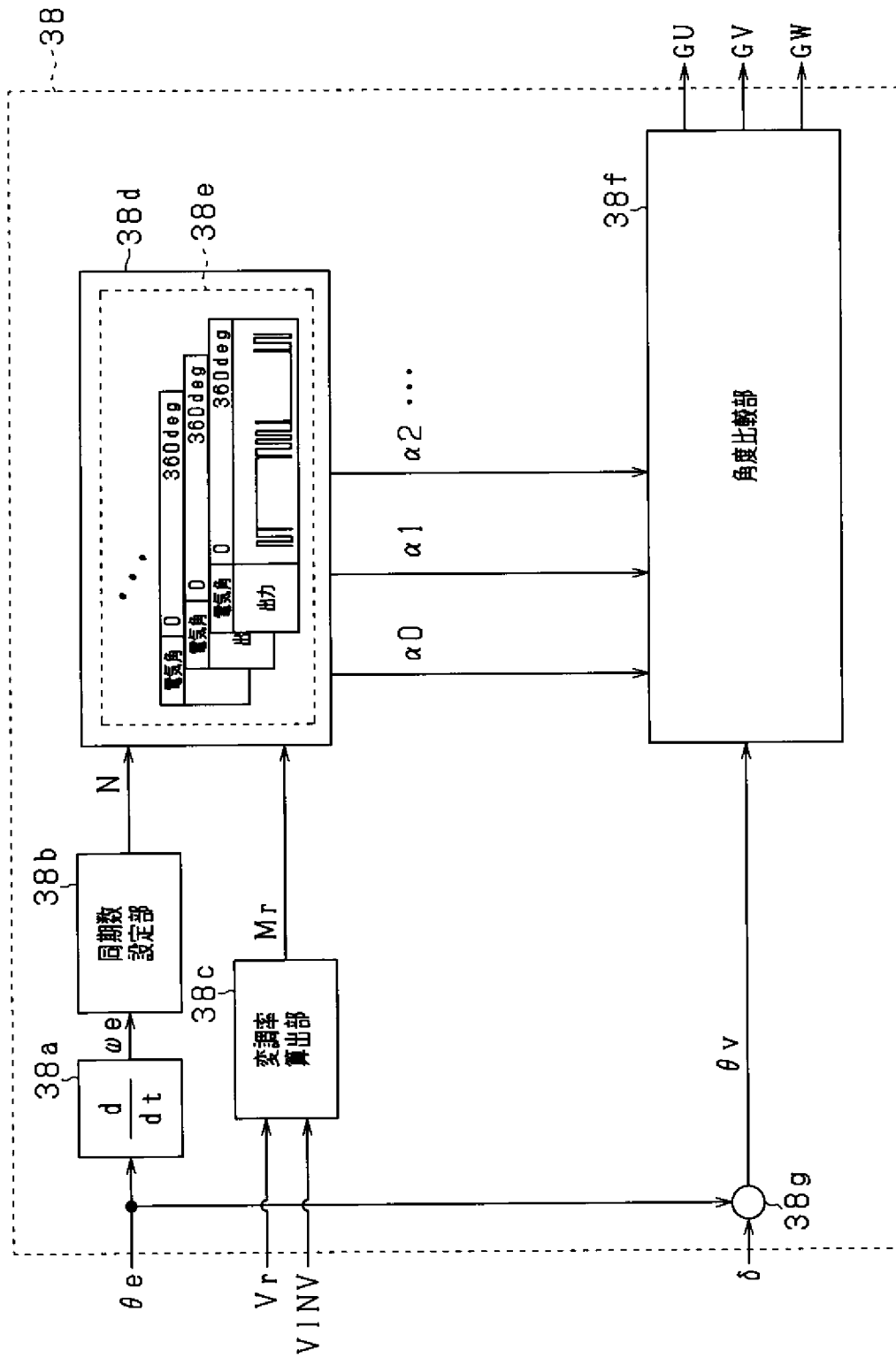
前記第 2 の変調率以下の各変調率において、前記第 3 の変調率に対応する前記第 2 ベースパターンから前記第 1 ベースパターンへの変化よりも小さくなるように前記下側追加パターンが定められており、

前記パターン記憶部は、前記第 1 ベースパターン、前記第 2 ベースパターン、及び前記下側追加パターンを記憶している請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のインバータ制御装置。

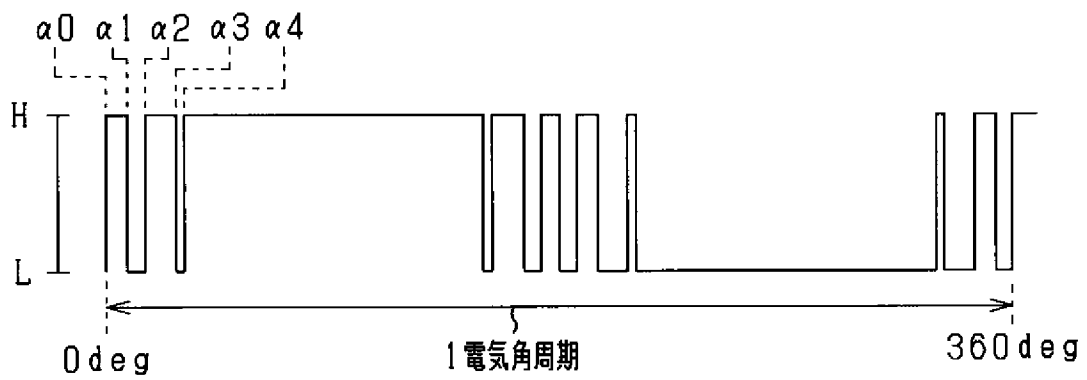
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

(a)

		Mr											
N	T	M _{min}	...	M _{i-2}	M _{i-1}	M _i	M _{i+1}	M _{i+2}	M _{i+3}	...	...	...	M _{max}
12	0	■	■	■	■	■	■	■					
	1				■	■	■	■	■	■	■	■	■

(b)

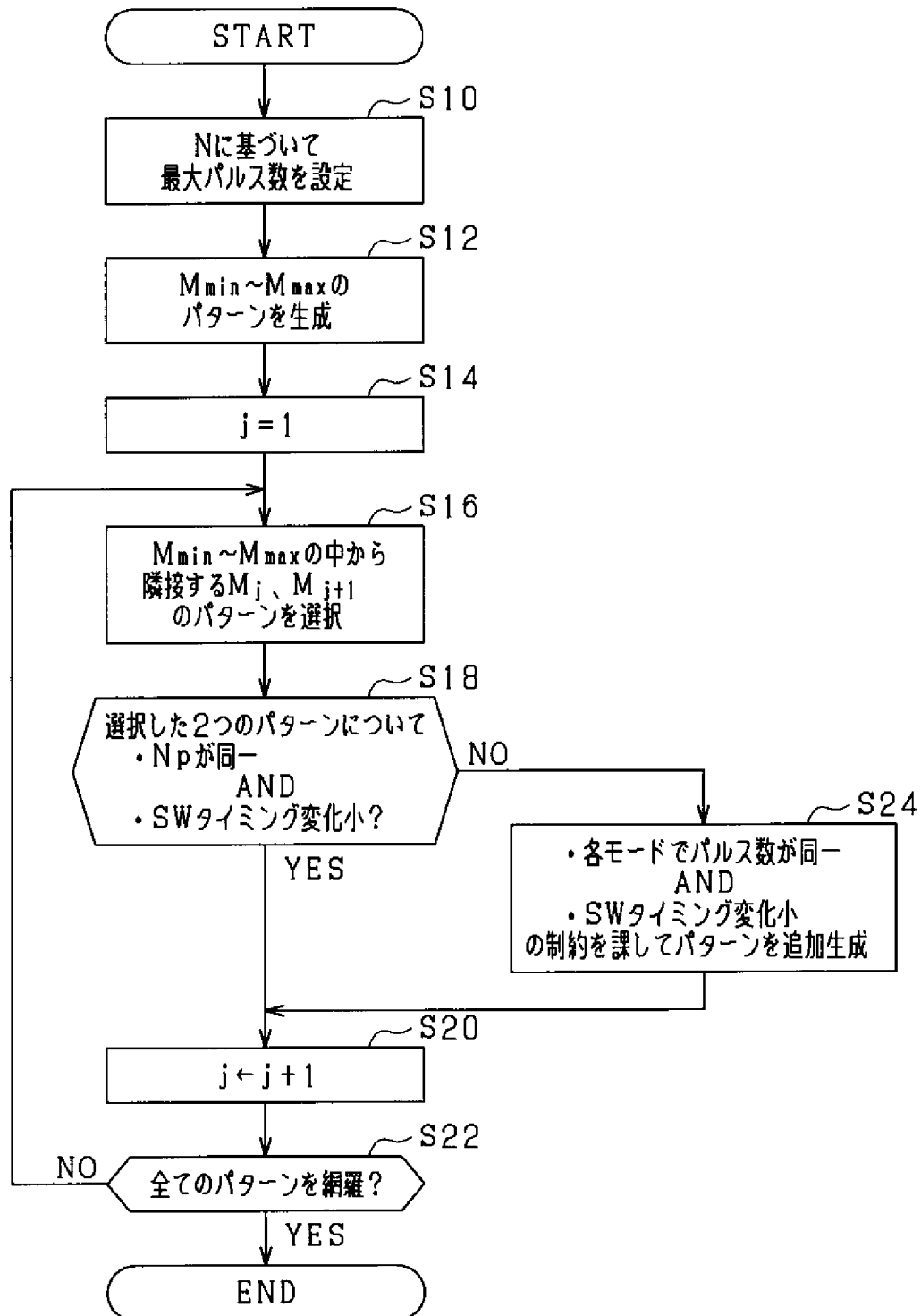
		Mr											
N	T	M _{min}	...	M _{i-2}	M _{i-1}	M _i	M _{i+1}	M _{i+2}	M _{i+3}	M _{i+4}	M _{i+5}	...	M _{max}
18	0	■	■	■	■	■	■						
	1				■	■	■	■	■	■			
	2						■	■	■	■	■	■	■

(c)

		Mr											
N	T	M _{min}	...	...	...	M _i	M _{i+1}	M _{i+2}	M _{i+3}	M _{i+4}	...	...	M _{max}
24	0	■	■	■	■	■	■	■	■				
	1						■	■	■	■	■	■	■

(■ ■ ... ベースパターン
 ■ ■ ... 追加パターン)

[図6]

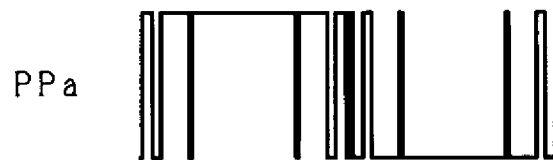


[図7]

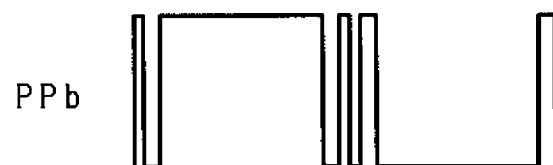
	Mr								
N	M_{min}	...	...	M_i	M_{i+1}	...	...	...	M_{max}
12				PPa	PPb				

$N_p = 11$
 $N_p = 5$

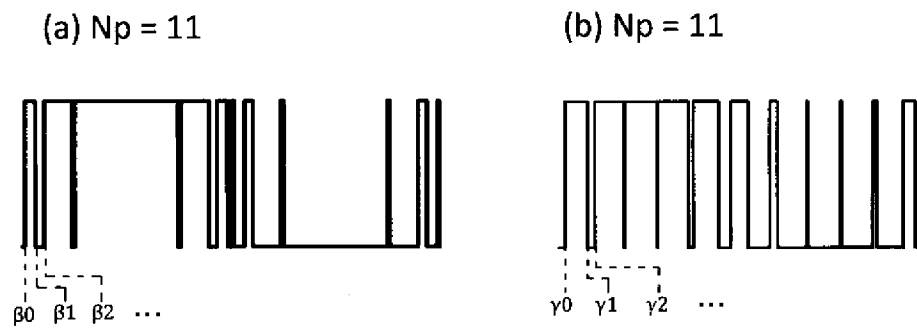
[図8]

 $N_p = 11$ 

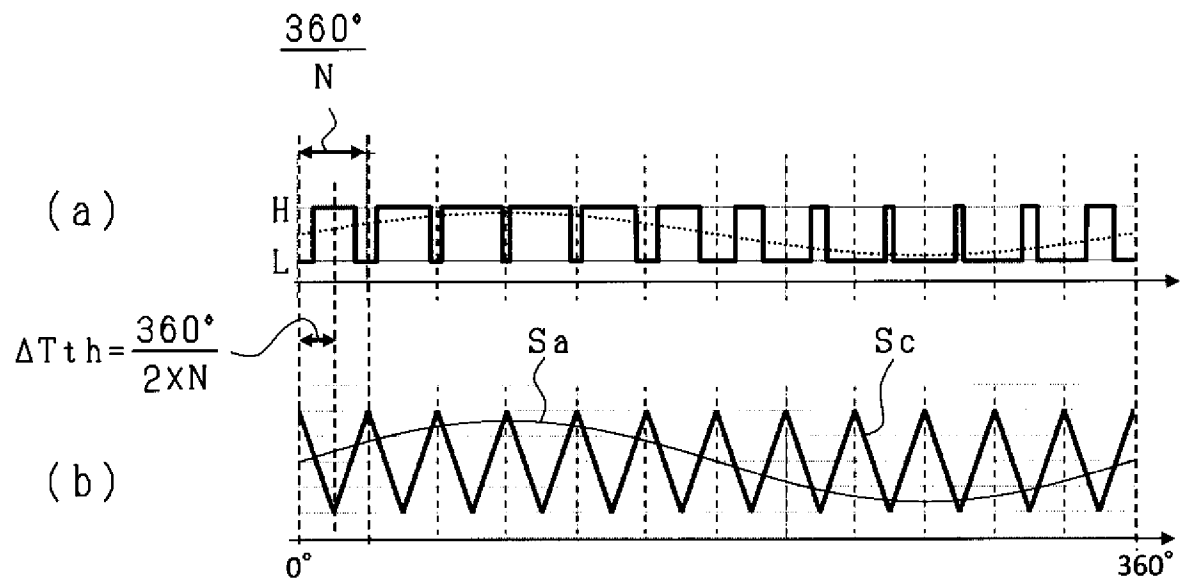
[図9]

 $N_p = 5$ 

[図10]



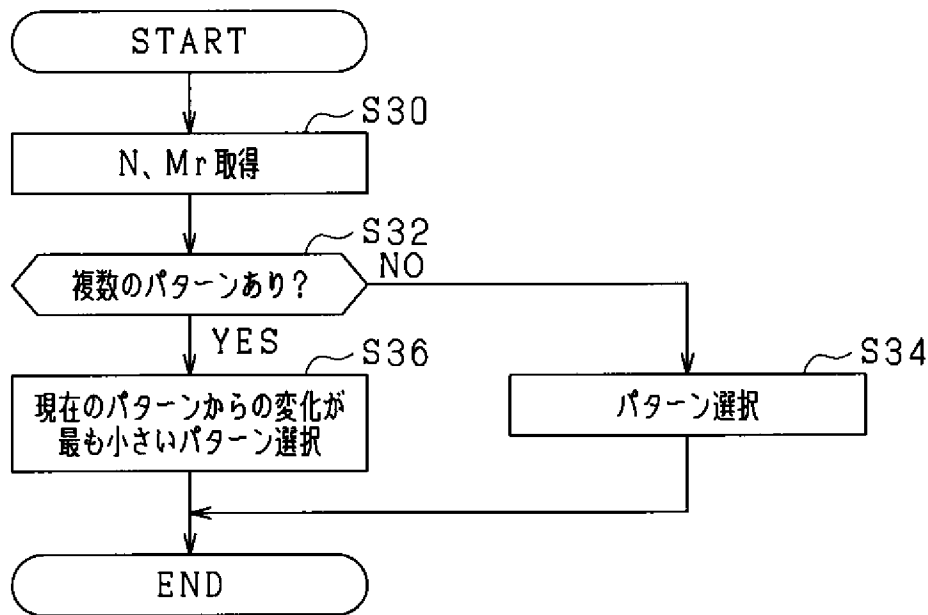
[図11]



[図12]

		M_r									
N	T	M_{min}	...	...	M_{i-1}	M_i	M_{i+1}	M_{i+2}	...	...	M_{max}
12	0					PPa	PPi+1	PPi+2			
	1				PPi-1	PPi	PPb				

[図13]



[図14]

(a)

		Mr											
N	T	M_{min}	...	M_{i-2}	M_{i-1}	M_i	M_{i+1}	M_{i+2}	M_{i+3}	...	...	...	M_{max}
12	0								↓				
	1			↑									

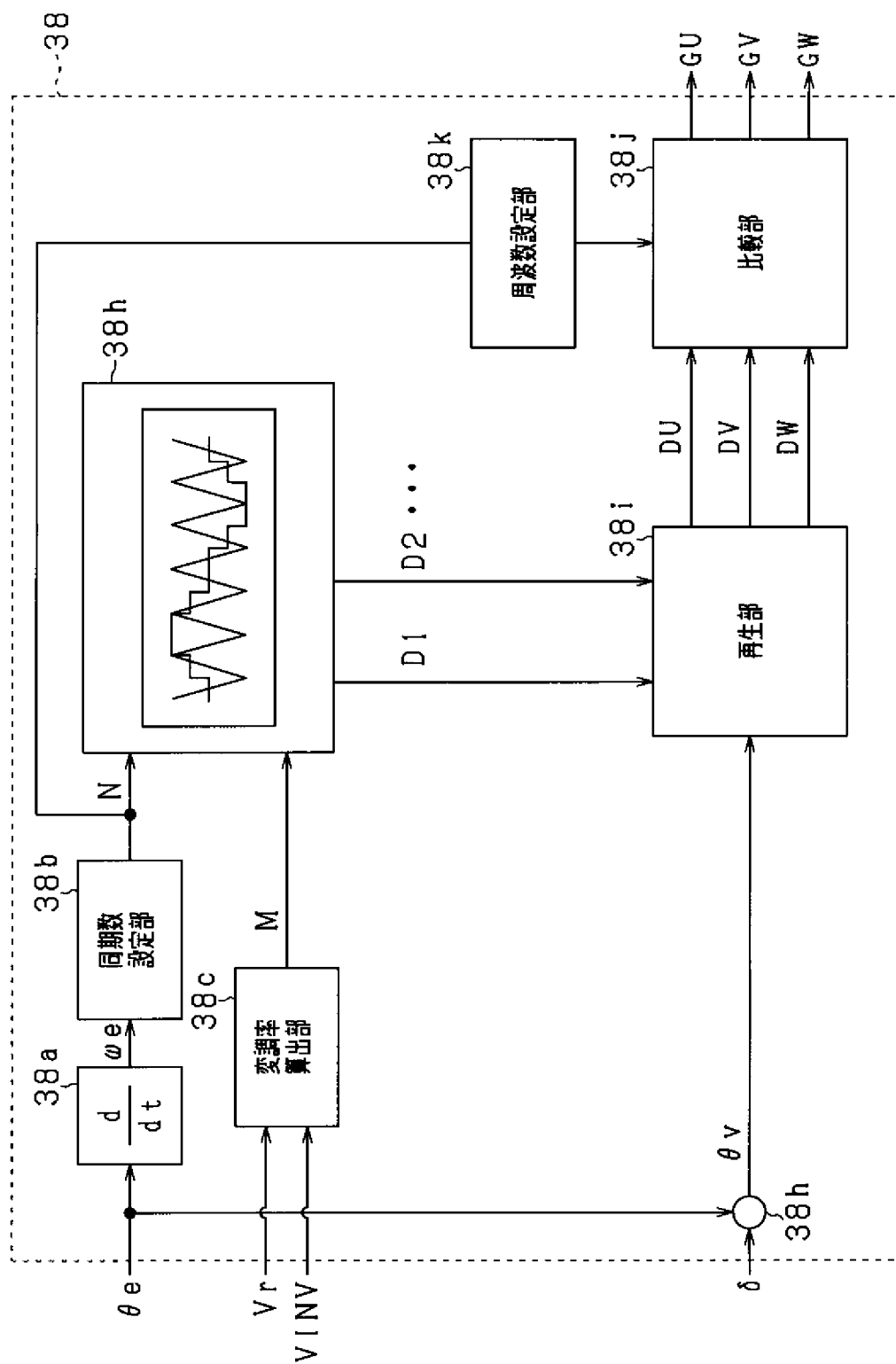
(b)

		Mr											
N	T	M_{min}	...	M_{i-2}	M_{i-1}	M_i	M_{i+1}	M_{i+2}	M_{i+3}	M_{i+4}	M_{i+5}	...	M_{max}
18	0							↓					
	1			↑							↓		
	2					↑							


 ... ベースパターン

 ... 追加パターン

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/005149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) 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)

H02M7/48

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 4858597 B2 (Denso Corp.), 18 January 2012 (18.01.2012), abstract & US 2010/0134053 A1 abstract	1-7
A	JP 2015-211515 A (Denso Corp.), 24 November 2015 (24.11.2015), abstract (Family: none)	1-7

☐ 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
21 April 2017 (21.04.17)

Date of mailing of the international search report
09 May 2017 (09.05.17)

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

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

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 4858597 B2（株式会社デンソー）2012.01.18, 要約 & US 2010/0134053 A1, 要約	1-7
A	JP 2015-211515 A（株式会社デンソー）2015.11.24, 要約（ファミリーなし）	1-7

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

21.04.2017

国際調査報告の発送日

09.05.2017

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）

佐藤 匡

5G

9650

電話番号 03-3581-1101 内線 3526