

(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
2019年5月9日(09.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/087832 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 9/04 (2006.01) H02P 101/45 (2016.01)
H02P 101/25 (2016.01) H02P 103/20 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/039077

(22) 国際出願日: 2018年10月19日(19.10.2018)

(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 2017-210294 2017年10月31日(31.10.2017) 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: 小島 一 祥 (KOJIMA, Kazuaki); 〒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). 鈴木 拓人 (SUZUKI, Takuto); 〒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). 川村 卓也 (KAWAMURA, Takuya);

〒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 第一はせ川ビル6階 Aichi (JP).

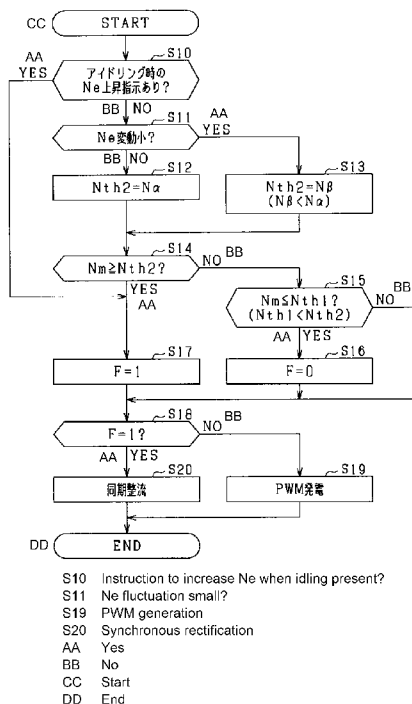
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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.

(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,

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機の制御装置

[図6]



(57) Abstract: A control device (60) is used in a control system provided with: a rotary electric machine (30) having stator windings (34U to 34W); and an inverter (40) that has switches (SUP-SWn) and drives the switches to transmit electric power between a DC power supply (20) and the stator windings. The control device is provided with: a first control unit that performs switching control of the switches; a second control unit that performs switching control of the switches at a switching frequency that differs from the switching frequency of the switches by the first control unit; and a switching unit that, if it is determined that the rotational speed of the rotary electric machine is at or above a high rotation side threshold (Nth2), switches from switching control by the second control unit to switching control by the first control unit, and if it is determined that the rotational speed of the rotary electric machine is at or below a low rotation side threshold (Nth1), which is smaller than the high rotation side threshold, switches from switching control by the first control unit to switching control by the second control unit.

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：制御装置（60）は、ステータ巻線（34U～34W）を有する回転電機（30）と、スイッチ（SU_p～SW_n）を有し、スイッチを駆動することにより直流電源（20）とステータ巻線との間の電力伝達を行うインバータ（40）と、を備える制御システムに適用される。制御装置は、スイッチをスイッチング制御する第1制御部と、第1制御部におけるスイッチのスイッチング周波数とは異なるスイッチング周波数でスイッチをスイッチング制御する第2制御部と、回転電機の回転速度が高回転側閾値（N_{th2}）以上になったと判定した場合、第2制御部によるスイッチング制御から第1制御部によるスイッチング制御に切り替え、回転電機の回転速度が、高回転側閾値よりも小さい低回転側閾値（N_{th1}）以下になったと判定した場合、第1制御部によるスイッチング制御から第2制御部によるスイッチング制御に切り替える切替部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 回転電機の制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年10月31日に出願された日本出願番号2017-210294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、回転電機の制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、特許文献1に見られるように、回転電機のステータ巻線に流す電流を制御し、回転電機の界磁巻線に流す界磁電流を制御する制御装置が知られている。制御装置は、回転電機の回転速度が所定値以下の場合、界磁電流を制御するとともに、PWM制御された電流をステータ巻線に流して回転電機に発電させるPWM制御モードを実施する。制御装置は、回転電機の回転速度が所定値を超える場合、界磁電流の制御により回転電機に発電させる界磁制御モードを実施する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2016/006386号

発明の概要

[0005] PWM制御モードでは、直流電源とステータ巻線との間の電力伝達を行うインバータのスイッチが駆動されることにより、ステータ巻線に流れる電流が制御される。界磁制御モードが実施される場合におけるスイッチのスイッチング周波数は、PWM制御モードが実施される場合におけるスイッチのスイッチング周波数よりも低い。このため、界磁制御モードが実施される場合に発生する主な動作音の周波数は、PWM制御モードが実施される場合に発生する主な動作音の周波数よりも低い。

[0006] ここで、回転電機の回転速度が所定値近傍で変動すると、PWM制御モー

ド及び界磁制御モードのうち、一方の制御モードから他方の制御モードへと頻繁に切り替えられる事態が発生し得る。制御モードが頻繁に切り替えられると、主な動作音の周波数が頻繁に切り替わり、NVH特性が悪化する懸念がある。

[0007] なお、PWM制御モード及び界磁制御モードのうち、一方の制御モードから他方の制御モードへの切り替えを実施する制御装置に限らず、スイッチング周波数が異なる2つの制御モードの切り替えを実施する制御装置であれば、上述した問題は同様に生じ得る。

[0008] 本開示は、回転電機の駆動制御におけるNVH特性を改善できる回転電機の制御装置を提供することを主たる目的とする。

[0009] 本開示は、ステータ巻線を有する回転電機と、スイッチを有し、前記スイッチを駆動することにより直流電源と前記ステータ巻線との間の電力伝達を行うインバータと、を備える制御システムに適用される回転電機の制御装置である。本開示は、前記スイッチをスイッチング制御する第1制御部と、前記第1制御部における前記スイッチのスイッチング周波数とは異なるスイッチング周波数で前記スイッチをスイッチング制御する第2制御部と、前記回転電機の回転速度が高回転側閾値以上になったと判定した場合、前記第2制御部によるスイッチング制御から前記第1制御部によるスイッチング制御に切り替え、前記回転電機の回転速度が、前記高回転側閾値よりも小さい低回転側閾値以下になったと判定した場合、前記第1制御部によるスイッチング制御から前記第2制御部によるスイッチング制御に切り替える切替部と、を備える。

[0010] 本開示では、第2制御部におけるインバータのスイッチのスイッチング周波数と、第1制御部におけるスイッチのスイッチング周波数とが異なっている。この構成を前提として、本開示では、回転電機の回転速度が高回転側閾値以上になったと判定された場合、第2制御部によるスイッチング制御から第1制御部によるスイッチング制御に切り替えられる。一方、回転電機の回転速度が、高回転側閾値よりも小さい低回転側閾値以下になったと判定され

た場合、第1制御部によるスイッチング制御から第2制御部によるスイッチング制御に切り替えられる。このため、回転電機の回転速度が変動する場合であっても、第1制御部によるスイッチング制御及び第2制御部によるスイッチング制御のうち、一方から他方への頻繁な切り替えを抑制することができる。これにより、回転電機の駆動制御におけるNVH特性を改善することができる。

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実施形態に係る車載制御システムの全体構成図であり、
- [図2]図2は、PWM発電制御モードのブロック図であり、
- [図3]図3は、PWM発電制御モード時におけるインバータのスイッチの駆動態様及び相電流の推移を示すタイムチャートであり、
- [図4]図4は、同期整流制御モードのブロック図であり、
- [図5]図5は、同期整流制御モード時におけるインバータのスイッチの駆動態様及び相電流の推移を示すタイムチャートであり、
- [図6]図6は、制御モードの切替処理の手順を示すフローチャートであり、
- [図7]図7は、PWM発電制御モードから同期整流制御モードへの切り替え態様を示すタイムチャートであり、
- [図8]図8は、同期整流制御モードからPWM発電制御モードへの切り替え態様を示すタイムチャートであり、
- [図9]図9は、比較例に係る制御モードの切り替え態様を示すタイムチャートであり、
- [図10]図10は、第2実施形態に係る界磁電流制御部における処理等を示す図であり、
- [図11]図11は、フィードバックゲインの設定方法を示す図である。

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車両に搭載した第１実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

- [0013] 図１に示すように、車両は、車載主機としてのエンジン１０を備えている。エンジン１０は、燃料噴射弁等を備え、燃料噴射弁から噴射されたガソリン又は軽油等の燃料の燃焼により動力を発生する。発生した動力は、エンジン１０の出力軸１０ａから出力される。
- [0014] 車両は、直流電源としてのバッテリー２０と、回転電機装置２１とを備えている。バッテリー２０は、例えば、定格電圧が１２Ｖの鉛蓄電池である。回転電機装置２１は、コンデンサ２２、交流駆動される回転電機３０、インバータ４０、界磁通電回路４１、及び回転電機３０を制御する制御装置であるＭＧＥＣＵ６０を備えている。本実施形態では、回転電機３０として、巻線界磁型の同期機が用いられている。また、本実施形態において、ＭＧＥＣＵ６０は、回転電機３０が電動機兼発電機であるＩＳＧ（Integrated Starter Generator）として機能するように回転電機３０を制御する。回転電機装置２１は、回転電機、インバータ４０、界磁通電回路４１及びＭＧＥＣＵ６０を備える機電一体型駆動装置である。
- [0015] 回転電機３０は、ロータ３１を備えている。ロータ３１は、界磁巻線３２を備えている。ロータ３１の回転軸は、図示しないプーリ等を介してエンジン１０の出力軸１０ａと動力伝達が可能とされている。回転電機３０が発電機として駆動される場合、出力軸１０ａから供給される回転動力によってロータ３１が回転し、回転電機３０が発電する。回転電機３０の発電電力により、バッテリー２０が充電される。一方、回転電機３０が電動機として駆動される場合、ロータ３１の回転に伴って出力軸１０ａが回転し、出力軸１０ａに回転力が付与される。これにより、例えば車両の走行をアシストすることができる。なお、出力軸１０ａには、変速装置等を介して車両の駆動輪が接続されている。
- [0016] 回転電機３０は、ステータ３３を備えている。ステータ３３は、ステータ巻線を備えている。ステータ巻線は、電気角で互いに１２０°ずれた状態で

配置されたU、V、W相巻線34U、34V、34Wを含む。

[0017] インバータ40は、U、V、W相上アームスイッチSUP、SVp、SWpと、U、V、W相下アームスイッチSUn、SVn、SWnとの直列接続体を備えている。U、V、W相上アームスイッチSUP、SVp、SWpと、U、V、W相下アームスイッチSUn、SVn、SWnとの接続点には、U、V、W相巻線34U、34V、34Wの第1端が接続されている。U、V、W相巻線34U、34V、34Wの第2端は、中性点で接続されている。すなわち、本実施形態において、U、V、W相巻線34U、34V、34Wは、星形結線されている。

[0018] なお、本実施形態において、各スイッチSUP～SWnは、NチャネルMOSFETである。NチャネルMOSFETがオン駆動される場合、高電位側端子であるドレイン及び低電位側端子であるソースの間の電流の流通が許可される。一方、NチャネルMOSFETがオフ駆動される場合、ドレイン及びソース間の電流の流通が阻止される。各スイッチSUP、SVp、SWp、SUn、SVn、SWnには、各ボディダイオードDUp、DVp、DWp、DUn、DVn、DWnが逆並列に接続されている。

[0019] U、V、W相上アームスイッチSUP、SVp、SWpのドレインには、高電位側電気経路Lpを介してバッテリー20の正極端子が接続されている。U、V、W相下アームスイッチSUn、SVn、SWnのソースには、低電位側電気経路Lnを介してバッテリー20の負極端子が接続されている。各電気経路Lp、Lnは、バスバー等の導電部材である。各上アームスイッチSUP、SVp、SWpのドレインと高電位側電気経路Lpとの接続点のうちバッテリー20の正極端子に最も近い接続点と、バッテリー20の正極端子とを接続する高電位側電気経路Lpには、コンデンサ22の高電位側端子が接続されている。各下アームスイッチSUn、SVn、SWnのソースと低電位側電気経路Lnとの接続点のうちバッテリー20の負極端子に最も近い接続点と、バッテリー20の負極端子とを接続する低電位側電気経路Lnには、コンデンサ22の低電位側端子が接続されている。

- [0020] 界磁通電回路41は、フルブリッジ回路であり、第1上アームスイッチSH1及び第1下アームスイッチSL1の直列接続体と、第2上アームスイッチSH2及び第2下アームスイッチSL2の直列接続体とを備えている。第1上アームスイッチSH1と第1下アームスイッチSL1との接続点には、図示しないブラシを介して界磁巻線32の第1端が接続されている。第2上アームスイッチSH2と第2下アームスイッチSL2との接続点には、図示しないブラシを介して界磁巻線32の第2端が接続されている。なお、本実施形態において、各アームスイッチSH1、SL1、SH2、SL2は、NチャネルMOSFETである。各スイッチSH1、SL1、SH2、SL2には、各ボディダイオードDH1、DL1、DH2、DL2が逆並列に接続されている。
- [0021] 第1、第2上アームスイッチSH1、SH2のドレインには、高電位側電気経路Lpのうちコンデンサ22の高電位側端子との接続点よりもインバータ40側が接続されている。第1、第2下アームスイッチSL1、SL2のソースには、低電位側電気経路Lnのうちコンデンサ22の低電位側端子との接続点よりもインバータ40側が接続されている。
- [0022] 回転電機装置21は、電圧検出部50、相電流検出部51、界磁電流検出部52及び角度検出部53を備えている。電圧検出部50は、コンデンサ22の端子電圧を電源電圧VDCとして検出する。相電流検出部51は、U、V、W相巻線34U、34V、34Wに流れる相電流を検出する。界磁電流検出部52は、界磁巻線32に流れる界磁電流を検出する。角度検出部53は、ロータ31の回転角に応じた信号である角度信号を出力する。各検出部50～53の出力信号は、MGECU60に入力される。
- [0023] なお、MGECU60の各機能の一部又は全部は、例えば、1つ又は複数の集積回路等によりハードウェア的に構成されていてもよい。また、MGECU60の各機能は、例えば、非遷移的実体的記録媒体に記録されたソフトウェア及びそれを実行するコンピュータによって構成されていてもよい。
- [0024] 車両は、エンジン10の燃焼制御を行う制御装置であるエンジンECU1

1と、車両の制御を統括する上位の制御装置である上位ECU12とを備えている。MGECU60、エンジンECU11及び上位ECU12は、CAN等の通信線により情報のやり取りが可能とされている。

[0025] エンジンECU11は、エンジン10のアイドリング運転中の燃焼制御として、通常時制御と、アイドルアップ制御とを行う。通常時制御は、出力軸10aの回転速度であるエンジン回転速度 $N_{e r}$ を第1指令回転速度 $N_{e t g t 1}$ に制御するための燃焼制御である。アイドルアップ制御は、エンジン回転速度 $N_{e r}$ を、第1指令回転速度 $N_{e t g t 1}$ よりも高い第2指令回転速度 $N_{e t g t 2}$ に制御するための燃焼制御である。各指令回転速度 $N_{e t g t 1}$ 、 $N_{e t g t 2}$ は、エンジン10の冷却水の温度等に応じて可変設定される。エンジンECU11は、所定の条件が成立したと判定した場合、通常時制御からアイドルアップ制御に切り替える。所定の条件は、例えば、出力軸10aの動力により駆動される車載機器の消費動力が所定動力以上になったとの条件である。この場合の車載機器には、回転電機30も含まれる。

[0026] MGECU60は、インバータ40及び界磁通電回路41を構成する各スイッチの駆動信号を生成する。

[0027] まず、インバータ40について説明する。MGECU60は、角度検出部53の角度信号を取得し、取得した角度信号に基づいて、インバータ40を構成する各スイッチ $S_{U p} \sim S_{W n}$ をオンオフする駆動信号を生成する。詳しくは、MGECU60は、回転電機30を電動機として駆動させる場合、バッテリー20から出力された直流電力を交流電力に変換してU、V、W相巻線34U、34V、34Wに供給すべく、各アームスイッチ $S_{U p} \sim S_{W n}$ をオンオフする駆動信号を生成し、生成した駆動信号を各アームスイッチ $S_{U p} \sim S_{W n}$ のゲートに供給する。一方、MGECU60は、回転電機30を発電機として駆動させる場合、U、V、W相巻線34U、34V、34Wから出力された交流電力を直流電力に変換してバッテリー20に供給すべく、各アームスイッチ $S_{U p} \sim S_{W n}$ をオンオフする駆動信号を生成する。

[0028] 続いて、界磁通電回路41について説明する。MGECU60は、界磁巻

線 3 2 を励磁すべく、界磁通電回路 4 1 を構成する各スイッチをオンオフする。詳しくは、MGECU 6 0 は、第 1 状態と第 2 状態とが交互に出現するように各スイッチをオンオフする。第 1 状態は、第 1 上アームスイッチ SH 1 と第 2 下アームスイッチ SL 2 とがオンされて、かつ、第 2 上アームスイッチ SH 2 と第 1 下アームスイッチ SL 1 とがオフされている状態である。第 2 状態は、第 1 上アームスイッチ SH 1 と第 2 下アームスイッチ SL 2 とがオフされて、かつ、第 2 上アームスイッチ SH 2 と第 1 下アームスイッチ SL 1 とがオンされている状態である。

[0029] MGECU 6 0 は、角度検出部 5 3 の角度信号に基づいて、回転電機 3 0 の電気角 θ_e と、ロータ 3 1 の回転速度 N_m とを算出する。

[0030] 以下、本実施形態では、回転電機 3 0 を発電機として駆動させる場合について説明する。図 2 に、MGECU 6 0 が行う PWM 発電制御モードのブロック図を示す。なお、本実施形態において、MGECU 6 0 のうち、図 2 に示す処理を行う構成が第 2 制御部に相当する。

[0031] 電圧偏差算出部 6 1 は、指令発電電圧 V_D^* から、電圧検出部 5 0 により検出された電源電圧 V_{DC} を減算することにより、電圧偏差 ΔV を算出する。指令発電電圧 V_D^* は、インバータ 4 0 からバッテリー 2 0 に出力する直流電圧の指令値である。指令発電電圧 V_D^* は、例えば、上位 ECU 1 2 から MGECU 6 0 へと入力される。

[0032] トルク算出部 6 2 は、電圧偏差 ΔV を 0 にフィードバック制御するための操作量として、回転電機 3 0 の制御量の指令値を算出する。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。また、本実施形態において、トルク算出部 6 2 で用いられるフィードバック制御は、比例積分制御である。なお、フィードバック制御としては、比例積分制御に限らず、例えば比例積分微分制御であってもよい。

[0033] 2 相変換部 7 0 は、相電流検出部 5 1 により検出された相電流及び電気角 θ_e に基づいて、回転電機 3 0 の 3 相固定座標系における U , V , W 相電流 I_U , I_V , I_W を、2 相回転座標系である dq 座標系における d , q 軸電

流 I_{dr} , I_{qr} に変換する。

[0034] d 軸指令設定部 71 は、指令トルク T_{rq*} に基づいて、回転電機 30 のトルクを指令トルク T_{rq*} とするための d 軸指令電流 I_{d*} を設定する。具体的には、d 軸指令設定部 71 は、指令トルク T_{rq*} と d 軸指令電流 I_{d*} とが関係付けられたマップ情報に基づいて、d 軸指令電流 I_{d*} を設定する。

[0035] q 軸指令設定部 72 は、指令トルク T_{rq*} に基づいて、回転電機 30 のトルクを指令トルク T_{rq*} とするための q 軸指令電流 I_{q*} を設定する。具体的には、q 軸指令設定部 72 は、指令トルク T_{rq*} と q 軸指令電流 I_{q*} とが関係付けられたマップ情報に基づいて、q 軸指令電流 I_{q*} を設定する。

[0036] ステータ制御部 73 は、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*} を算出する。具体的には、ステータ制御部 73 は、d 軸指令電流 I_{d*} から d 軸電流 I_{dr} を減算した値として d 軸電流偏差 ΔI_d を算出し、算出した d 軸電流偏差 ΔI_d を 0 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*} を算出する。

[0037] ステータ制御部 73 は、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。具体的には、ステータ制御部 73 は、q 軸指令電流 I_{q*} から q 軸電流 I_{qr} を減算した値として q 軸電流偏差 ΔI_q を算出し、算出した q 軸電流偏差 ΔI_q を 0 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。

[0038] なお、本実施形態において、ステータ制御部 73 で用いられるフィードバック制御は、比例積分制御である。なお、フィードバック制御としては、比例積分制御に限らず、例えば比例積分微分制御であってもよい。

[0039] d 軸指令電圧 V_{d*} 及び q 軸指令電圧 V_{q*} により、dq 座標系における電圧ベクトルの指令値である指令電圧ベクトルが定まる。ここで、ステータ

巻線に印加される電圧ベクトルは、そのd軸成分がd軸電圧 V_d となり、q軸成分がq軸電圧 V_q となるものである。電圧ベクトルの位相である電圧位相は、例えば、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。

[0040] 3相変換部74は、d、q軸指令電圧 V_d^* 、 V_q^* 及び電気角 θ_e に基づいて、d、q軸指令電圧 V_d^* 、 V_q^* を、3相固定座標系におけるU、V、W相指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に変換する。本実施形態において、U、V、W相指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* は、電気角で位相が 120° ずれた正弦波状の信号となる。

[0041] ステータ生成部75は、キャリア信号、各相指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 及び電源電圧 V_{DC} に基づいて、PWM制御により、インバータ40の各スイッチ $S_{Up} \sim S_{Wn}$ をオンオフするための各駆動信号を生成する。詳しくは、PWM制御は、各相指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を「 $V_{DC}/2$ 」で除算した値と、キャリア信号との大小比較に基づいて、各駆動信号を生成するものである。本実施形態において、キャリア信号は、三角波信号である。PWM制御において、各相指令電圧 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* の振幅を「 $V_{DC}/2$ 」で除算した値は、キャリア信号の振幅以下である。

[0042] 界磁指令設定部80は、指令トルク T_{rq}^* に基づいて、界磁指令電流 I_f^* を設定する。具体的には、界磁指令設定部80は、指令トルク T_{rq}^* と界磁指令電流 I_f^* とが関係付けられたマップ情報に基づいて、界磁指令電流 I_f^* を設定する。

[0043] 界磁電流制御部81は、界磁電流検出部52により検出された界磁電流 I_{fr} を界磁指令電流 I_f^* にフィードバック制御するための操作量として、界磁指令電圧 V_f^* を算出する。具体的には、界磁電流制御部81は、界磁指令電流 I_f^* から界磁電流 I_{fr} を減算した値として界磁電流偏差 ΔI_f を算出し、算出した界磁電流偏差 ΔI_f を0にフィードバック制御するための操作量として、界磁指令電圧 V_f^* を算出する。なお、本実施形態において、界磁電流制御部81で用いられるフィードバック制御は、比例積分制御

である。なお、フィードバック制御としては、比例積分制御に限らず、例えば比例積分微分制御であってもよい。

[0044] 界磁生成部 82 は、界磁指令電圧 V_f^* を電源電圧 V_{DC} で除算した値と、三角波信号であるキャリア信号との大小比較に基づいて、界磁巻線 32 の印加電圧を界磁指令電圧 V_f^* に制御するための界磁通電回路 41 の各スイッチ $S_{H1} \sim S_{L2}$ の各駆動信号を生成する。

[0045] 図 3 に、PWM 発電制御モードが実行される場合における 1 相分のゲート信号及び相電流の推移を示す。図 3 (a) において、ゲート信号は、H によって上アームスイッチをオン駆動してかつ下アームスイッチをオフ駆動することを示し、L によって上アームスイッチをオフ駆動してかつ下アームスイッチをオン駆動することを示す。また、相電流は、インバータ 40 側からステータ巻線側へと流れる電流方向を正と定義する。

[0046] 続いて、図 4 に、MGECU 60 が行う同期整流制御モードのブロック図を示す。なお、本実施形態において、MGECU 60 のうち、図 4 に示す処理を行う構成が第 1 制御部に相当する。同期整流制御モードでは、回転電機 30 の発電時において、インバータ 40 のスイッチに逆並列接続されたボディダイオードに電流が流れようとする期間に、電流が流れようとするダイオードに逆並列接続されたスイッチがオンされる。ボディダイオードに電流が流れようとする期間は、ステータ巻線の発電電圧（逆起電圧）がバッテリー 20 の端子電圧を超える期間である。同期整流制御モードでは、1 電気角周期のうち、ステータ巻線の発電電圧がバッテリー 20 の端子電圧を超える期間の少なくとも一部において上アームスイッチが 1 回オン駆動される。これにより、ステータ巻線から出力される交流電流が直流電流に変換される。

[0047] 同期生成部 90 は、電気角 θ_e 、インバータ 40 の上、下アームスイッチのデッドタイム D_T 、及び電圧位相の指令値 δ に基づいて、インバータ 40 の各スイッチ $S_{Up} \sim S_{Wn}$ をオンオフするための各駆動信号を生成する。同期生成部 90 により生成された駆動信号は、各相の 1 電気角周期において、上アームスイッチ及び下アームスイッチのそれぞれを 1 回ずつオン駆動さ

せる信号となる。この駆動信号は、各相それぞれで位相が電気角で 120° ずれている。

[0048] なお、図4において、電圧偏差算出部61、トルク算出部62、界磁指令設定部80、界磁電流制御部81及び界磁生成部82は、図2に示した構成と同じである。このため、PWM発電制御モード及び同期整流制御モードのうち、一方から他方へと切り替えられる場合においても、指令トルク T_{rq}^* に基づく界磁電流の制御の連続性が維持される。

[0049] 図5に、同期整流制御モードが実行される場合における1相分のゲート信号及び相電流の推移を示す。なお、図5(a)，(b)は、先の図3(a)，(b)に対応している。

[0050] 続いて、アイドリング運転中における制御モードの切替処理について説明する。この処理は、算出したロータ31の回転速度 N_m が高回転側閾値 N_{th2} 以上になったと判定された場合、PWM発電制御モードから同期整流制御モードに切り替え、回転速度 N_m が、高回転側閾値 N_{th2} よりも小さい低回転側閾値 N_{th1} 以下になったと判定された場合、同期整流制御モードからPWM発電制御モードに切り替える処理である。ここで、本実施形態の高回転側閾値 N_{th2} 及び低回転側閾値 N_{th1} について説明する。

[0051] 第1指令回転速度 N_{egt1} に対応するロータ31の回転速度を第1ロータ回転速度 N_{m1} とする。第1ロータ回転速度 N_{m1} は、プーリ比等により定まる出力軸10aからロータ31までの変速比と、第1指令回転速度 N_{egt1} とに基づいて定まる。例えば、第1指令回転速度 N_{egt1} が 700rpm であり、変速比が3である場合、第1ロータ回転速度 N_{m1} は 2100rpm となる。

[0052] 第2指令回転速度 N_{egt2} に対応するロータ31の回転速度を第2ロータ回転速度 N_{m2} ($>N_{m1}$) とする。第2ロータ回転速度 N_{m2} は、プーリ比等により定まる出力軸10aからロータ31までの変速比と、第2指令回転速度 N_{egt2} とに基づいて定まる。

[0053] 第1，第2指令回転速度 N_{egt1} ， N_{egt2} に対するエンジン回

転速度 N_{er} の高回転側への最大想定変動量をエンジン変動量 ΔN_e (> 0) とし、エンジン変動量 ΔN_e に対応するロータ 31 の回転速度の高回転側への最大想定変動量をロータ変動量 ΔN_m とする。ロータ変動量 ΔN_m は、プーリ比等により定まる出力軸 10a からロータ 31 までの変速比と、エンジン変動量 ΔN_e とに基づいて定まる。例えば、エンジン変動量 ΔN_e が 80 rpm であり、変速比が 3 である場合、ロータ変動量 ΔN_m は 240 rpm となる。

[0054] 高回転側閾値 N_{th2} は、第 1 ロータ回転速度 N_{m1} 及びロータ変動量 ΔN_m の加算値よりも大きい値に設定され、例えば、この加算値よりも大きくてかつ第 2 ロータ回転速度 N_{m2} 以下の値に設定されている。本実施形態において、高回転側閾値 N_{th2} は、第 2 ロータ回転速度 N_{m2} に設定されている。

[0055] 低回転側閾値 N_{th1} は、高回転側閾値 N_{th2} よりも小さい値に設定され、例えば、高回転側閾値 N_{th2} よりも小さくて、かつ、第 1 ロータ回転速度 N_{m1} 以上の値に設定されている。本実施形態において、低回転側閾値 N_{th1} は、第 1 ロータ回転速度 N_{m1} に設定されている。

[0056] 図 6 に、アイドリング運転中における制御モードの切替処理の手順を示す。この処理は、MGECU60 により、例えば所定の制御周期毎に繰り返し実行される。

[0057] ステップ S10 では、エンジン ECU11 によりアイドルアップ制御が実行されているか否かを判定する。アイドルアップ制御が実行されているか否かは、例えば、エンジン ECU11 から上位 ECU12 及び通信線を介して入力される外部信号に基づいて判定されればよい。ちなみに、上位 ECU12 を介さずにエンジン ECU11 から MGECU60 に入力された外部信号に基づいて、アイドルアップ制御が実行されているか否かが判定されてもよい。また、上位 ECU12 やエンジン ECU11 の外部装置からの外部信号によらず、例えば、ロータ 31 の回転速度 N_m に基づいて、アイドルアップ制御が実行されているか否かを MGECU60 自身で判定してもよい。この

場合、MGECU60は、例えば、ロータ31の回転速度Nmに基づいて、回転速度Nmが第2ロータ回転速度Nm2に制御されていると判定した場合にアイドルアップ制御が実行されていると判定すればよい。

[0058] ステップS10においてアイドルアップ制御が実行されていないと判定した場合には、通常時制御が実行されていると判定し、ステップS11に進む。ステップS11では、算出したロータ31の回転速度Nmの変動量が所定量よりも小さいか否かを判定する。ステップS11の処理は、ロータ31と動力伝達可能な出力軸10aの回転速度の変動量が小さいか否かを判定し、制御モードの切り替えを判定するための高回転側閾値Nth2を小さくできる状況であるか否かを判定する処理である。つまり、高回転側閾値Nth2は、低回転側閾値Nth1に対して、ロータ変動量 ΔNm を含むマージンを持たせて設定されている。このため、出力軸10aの回転速度の変動量が小さく、ロータ変動量 ΔNm が小さい状況であれば、高回転側閾値Nth2を小さくできる。

[0059] なお、例えば、エンジン10の暖機が完了したと判定した場合、回転速度Nmの変動量が所定量よりも小さいと判定してもよい。ここでは、例えば、エンジン10の燃焼室での燃焼が開始されてからの経過時間が判定時間以上になったと判定した場合、又はエンジン10の温度又はその相関値（例えば、エンジン10のオイル又は冷却水の温度）を検出する検出部の検出値が所定温度以上になったと判定した場合に暖機が完了したと判定すればよい。

[0060] また、例えば、出力軸10aから動力を供給されて駆動可能な回転電機30以外の車載機器の駆動が停止していると判定した場合、回転速度Nmの変動量が所定量よりも小さいと判定してもよい。ここで、この車載機器としては、例えば空調用のコンプレッサが挙げられる。

[0061] また、例えば、クランク角度センサ等の出力信号に基づいて速度算出部により算出されたエンジン回転速度 N_{er} から、回転速度Nmの変動量が所定量よりも小さいと判定してもよい。

[0062] ステップS11において回転速度Nmの変動量が所定量以上であると判定

した場合には、ステップS 1 2に進み、高回転側閾値 N_{th2} を第1閾値 N_{α} に設定する。一方、ステップS 1 1において回転速度 N_m の変動量が所定量よりも小さいと判定した場合には、ステップS 1 3に進み、高回転側閾値 N_{th2} を、後述する低回転側閾値 N_{th1} よりも大きい値であってかつ第1閾値 N_{α} よりも小さい第2閾値 N_{β} に設定する。ステップS 1 5の処理によれば、同期整流制御モードが実行される機会を増やすことができ、インバータ40で発生するスイッチング損失を低減することができる。

[0063] ステップS 1 2, S 1 3の処理の完了後、ステップS 1 4に進み、算出したロータ31の回転速度 N_m が高回転側閾値 N_{th2} 以上になっているか否かを判定する。ステップS 1 4において回転速度 N_m が高回転側閾値 N_{th2} よりも低いと判定した場合には、ステップS 1 5に進み、算出したロータ31の回転速度 N_m が低回転側閾値 N_{th1} 以下になっているか否かを判定する。

[0064] ステップS 1 5において回転速度 N_m が低回転側閾値 N_{th1} 以下になっていると判定した場合には、ステップS 1 6に進み、判定フラグFを0にする。判定フラグFは、0によってPWM発電制御モードの実行を指示し、1によって同期整流制御モードの実行を指示する。なお、本実施形態において、判定フラグFの初期値は0とされている。

[0065] ステップS 1 4において回転速度 N_m が高回転側閾値 N_{th2} 以上になっていると判定した場合には、ステップS 1 7に進み、判定フラグFを1にする。ステップS 1 5において回転速度 N_m が低回転側閾値 N_{th1} よりも高くなっていると判定した場合には、現在実行されている制御モードが引き続き実行される。

[0066] ステップS 1 6, S 1 7の処理が完了した場合、又はステップS 1 5において否定判定した場合には、ステップS 1 8に進む。ステップS 1 8では、判定フラグFが1であるか否かを判定する。ステップS 1 8において判定フラグFが0であると判定した場合には、ステップS 1 9に進み、先の図2に示したPWM発電制御モードの実行を指示する。一方、ステップS 1 8にお

いて判定フラグFが1であると判定した場合には、ステップS20に進み、先の図4に示した同期整流制御モードの実行を指示する。なお、本実施形態において、ステップS14～S20の処理が、制御モードを切り替える切替部に相当する。

[0067] ステップS10においてアイドルアップ制御がなされていると判定した場合には、ステップS17に進む。これにより、判定フラグFが1とされる。その結果、ロータ31の回転速度Nmにかかわらず、その後ステップS20において同期整流制御モードの実行が指示される。このため、PWM発電制御モードが実施される場合と比較して、インバータ40で発生するスイッチング損失を低減することができる。

[0068] 図7に、PWM発電制御モードから同期整流制御モードへの切り替え態様を示し、図8に、同期整流制御モードからPWM発電制御モードへの切り替え態様を示す。図7(a)、図8(a)は、MGECU60により算出されたロータ31の回転速度Nmの推移を示し、図7(b)、図8(b)は、制御方式の推移を示す。図7に示す例は、通常時制御が実行される場合に制御モードが切り替えられる例である。図8に示す例は、例えば、アイドルアップ制御から通常時制御に切り替えられた後、回転速度Nmが低回転側閾値Nth1以下になったと判定されて制御モードが切り替えられる例である。

[0069] 図9に、比較例における制御モードの切り替え態様を示す。ここで、比較例とは、ロータ31の回転速度Nmが速度閾値Nthcを超えていると判定された場合に同期整流制御モードが実行され、回転速度Nmが速度閾値Nthc以下になっていると判定された場合にPWM発電制御モードが実行される構成である。図9(a)、(b)は、先の図7(a)、(b)に対応しており、図9(c)は、各制御モードが実行される場合に発生するインバータ40における主な動作音の周波数の推移を示す。図9(d)は、回転電機30のトルクの推移を示し、図9(e)は、発電に伴いインバータ40からバッテリー20へと流れる出力電流の推移を示す。

[0070] 算出されたロータ31の回転速度Nmが図9(a)に示すように速度閾値

N t h c 近傍で変動すると、図 9 (b) に示すように、PWM 発電制御モード及び同期整流制御モードのうち、一方の制御モードから他方の制御モードへと頻繁に切り替えられる事態が発生する。なお、この頻繁な切り替えは、ロータ 31 の実際の回転速度が変動すること以外に、算出された回転速度 N_m にノイズ成分が混入することによっても発生する。

[0071] 同期整流制御モードが実施される場合におけるインバータ 40 のスイッチのスイッチング周波数は、PWM 発電制御モードが実施される場合におけるインバータ 40 のスイッチのスイッチング周波数よりも低い。このため、図 9 (c) に示すように、同期整流制御モードが実施される場合に発生する主な動作音の周波数は、PWM 発電制御モードが実施される場合に発生する主な動作音の周波数よりも低くなる。制御モードが頻繁に切り替えられると、主な動作音の周波数が頻繁に切り替わり、回転電機装置 21 の NVH 特性が悪化してしまう。

[0072] また、制御モードが頻繁に切り替えられると、図 9 (d) に示すように、回転電機 30 のトルク変動が頻繁に発生したり、図 9 (e) に示すように、出力電流のアンダーシュートやオーバーシュートが発生したりする。オーバーシュートが発生すると、インバータ 40 からバッテリー 20 へと過電流が流れ、バッテリー 20 やインバータ 40 等の信頼性が低下し、ひいては回転電機装置 21 の信頼性が低下する懸念がある。

[0073] これに対し、本実施形態では、PWM 制御モード及び同期整流制御モードの切り替え用閾値 N_{th1} , N_{th2} にヒステリシスが設定されている。このため、ロータ 31 の回転速度 N_m が変動する場合であっても、制御モードの頻繁な切り替えを抑制することができる。これにより、回転電機装置 21 の NVH 特性及び信頼性を改善することができる。

[0074] <第 2 実施形態>

以下、第 2 実施形態について、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、界磁電流制御部 81 における処理を変更する。

[0075] 図10に、本実施形態の界磁電流制御部81のブロック図を示す。なお、図10に、界磁巻線32をモデル化した伝達関数を合わせて示す。図10には、この伝達関数の一例として、界磁巻線32の抵抗 R 及びインダクタンス L にて定まる伝達関数を示す。

[0076] 界磁電流制御部81は、なまし部81a、偏差算出部81b及び指令値算出部81cを備えている。なまし部81aは、界磁電流 I_{fr} をローパスフィルタ処理してフィルタ後電流 I_{ff} として出力する。本実施形態では、なまし部81aとして、1次遅れのものが用いられている。偏差算出部81aは、界磁指令電流 I_f^* からフィルタ後電流 I_{ff} を減算した値として界磁電流偏差 ΔI_f を算出する。本実施形態において、界磁指令設定部80は、同期整流制御モードが選択されている場合の界磁指令電流 I_f^* を、PWM発電制御モードが選択されている場合の界磁指令電流 I_f^* よりも大きく設定する。

[0077] 指令値算出部81cは、界磁電流偏差 ΔI_f を0にフィードバック制御するための操作量として、界磁指令電圧 V_f^* を算出する。本実施形態において、界磁電流制御部81で用いられるフィードバック制御は、比例積分制御である。本実施形態において、指令値算出部81cは、図11に示すように、PWM発電制御モードが選択されている場合の比例、積分ゲイン K_p 、 K_i を、同期整流制御モードが選択されている場合の比例、積分ゲイン K_p 、 K_i よりも大きく設定する。本実施形態において、指令値算出部81cがゲイン設定部に相当する。

[0078] 上述したゲインの設定は、PWM制御モードにおける界磁電流 I_{fr} （詳しくは、フィルタ後電流 I_{ff} ）の応答性の低下を抑制するためになされる。つまり、本実施形態では、PWM発電制御モードが選択されている場合の界磁指令電流 I_f^* が、同期整流制御モードが選択されている場合の界磁指令電流 I_f^* よりも小さい。このため、PWM発電制御モードが選択されている場合の界磁電流偏差 ΔI_f は、同期整流制御モードが選択されている場合の界磁電流偏差 ΔI_f よりも小さくなる傾向にある。この場合、PWM制

御モードと同期整流制御モードとのそれぞれにおいて比例、積分ゲイン K_p 、 K_i が同じ値に設定されると、PWM制御モードにおける界磁電流 I_{fr} の応答性が低下し得る。このような問題に対処すべく、指令値算出部81cは、PWM発電制御モードが選択されている場合の比例、積分ゲイン K_p 、 K_i を、同期整流制御モードが選択されている場合の比例、積分ゲイン K_p 、 K_i よりも大きく設定する。

[0079] 以上説明した本実施形態によれば、PWM制御モードにおける界磁電流 I_{fr} の応答性の低下を抑制することができる。

[0080] ちなみに、界磁電流制御部81におけるフィードバック制御に微分制御が含まれていてもよい。この場合、PWM発電制御モードが選択されている場合の微分ゲインが、同期整流制御モードが選択されている場合の微分ゲインよりも大きく設定されていけばよい。

[0081] <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。

[0082] ・図6のステップS13において、回転速度 N_m の変動量が小さいほど、第2閾値 N_β が小さい値に設定されてもよい。

[0083] ・上記実施形態では、同期整流制御モードとPWM発電制御モードとが切り替えられる構成であったがこれに限らない。例えば、同期整流制御モードと、このモードよりもスイッチング周波数の高い過変調制御モードとが切り替えられる構成、又は過変調制御モードとPWM発電制御モードとが切り替えられる構成であってもよい。

[0084] ・回転電機が電動機として駆動される場合においても、本開示を適用することができる。この場合、例えば、第1制御部のスイッチング制御に相当する矩形波制御モードと、第2制御部のスイッチング制御に相当するPWM制御モードとが切り替えられる。矩形波制御モードは、インバータ40の各相の1電気角周期において、上アームスイッチ及び下アームスイッチがそれぞれ1回ずつオン駆動されるモードである。

[0085] ・ロータ31の回転速度 N_m が高回転側閾値 N_{th2} 以上になったと判定

された場合に実行されるスイッチング制御のスイッチング周波数が、回転速度 N_m が低回転側閾値 N_{th1} 以下になったと判定された場合に実行されるスイッチング制御のスイッチング周波数よりも高くされていてもよい。

[0086] ・界磁通電回路としては、フルブリッジ回路に限らず、例えばハーフブリッジ回路であってもよい。

[0087] ・インバータ及び界磁通電回路で用いられるスイッチとしては、NチャンネルMOSFETに限らない。

[0088] ・回転電機の制御量としては、トルクに限らず、例えば、回転電機30の発電電力であってもよい。

[0089] ・回転電機としては、星形結線されるものに限らず、例えば、 Δ 結線されるものであってもよい。また、回転電機としては、界磁巻線を備える巻線界磁型のものに限らず、例えば、ロータに永久磁石を備える永久磁石型のものであってもよい。

[0090] 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] ステータ巻線（34U～34W）を有する回転電機（30）と、
 スイッチ（Sup～SWn）を有し、前記スイッチを駆動すること
 により直流電源（20）と前記ステータ巻線との間の電力伝達を行う
 インバータ（40）と、
 を備える制御システムに適用される回転電機の制御装置（60）にお
 いて、
 前記スイッチをスイッチング制御する第1制御部と、
 前記第1制御部における前記スイッチのスイッチング周波数とは異
 なるスイッチング周波数で前記スイッチをスイッチング制御する第2
 制御部と、
 前記回転電機の回転速度が高回転側閾値（Nth2）以上になった
 と判定した場合、前記第2制御部によるスイッチング制御から前記第
 1制御部によるスイッチング制御に切り替え、前記回転電機の回転速
 度が、前記高回転側閾値よりも小さい低回転側閾値（Nth1）以下
 になったと判定した場合、前記第1制御部によるスイッチング制御か
 ら前記第2制御部によるスイッチング制御に切り替える切替部と、を
 備える回転電機の制御装置。
- [請求項2] 前記第2制御部における前記スイッチのスイッチング周波数が前記
 第1制御部における前記スイッチのスイッチング周波数よりも高い請
 求項1に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項3] 前記制御システムは、エンジン（10）を備える車両に搭載され、
 前記車両は、アイドリング運転中における前記エンジンの出力軸（
 10a）の回転速度を第1指令回転速度（Netgt1）に制御すべ
 く前記エンジンの燃焼制御を行う通常時制御と、アイドリング運転中
 における前記出力軸の回転速度を、前記第1指令回転速度よりも高い
 第2指令回転速度（Netgt2）に制御すべく前記エンジンの燃焼
 制御を行うアイドルアップ制御とを行うエンジン制御装置（11）を

備え、

前記回転電機は、前記出力軸から動力の供給を受けて発電する機能を有し、

前記切替部は、前記エンジン制御装置により前記アイドルアップ制御が行われていると判定した場合、前記第1制御部にスイッチング制御を実施させる請求項1又は2に記載の回転電機の制御装置。

[請求項4] 前記切替部は、前記アイドルアップ制御の実行指令が外部の前記エンジン制御装置から入力されたと判定した場合、前記第1制御部にスイッチング制御を実施させる請求項3に記載の回転電機の制御装置。

[請求項5] 前記切替部は、前記回転電機の回転速度の変動量が所定量以上であると判定した場合、前記高回転側閾値を第1閾値($N\alpha$)に設定し、前記回転電機の回転速度の変動量が前記所定量よりも小さいと判定した場合、前記高回転側閾値を、前記低回転側閾値よりも大きい値であってかつ前記第1閾値よりも小さい第2閾値($N\beta$)に設定する請求項1～4のいずれか1項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項6] 前記回転電機は、界磁巻線(32)を有し、
前記制御システムは、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁通電回路(41)を備え、

前記第1制御部及び第2制御部は、前記スイッチをスイッチング制御しつつ、前記回転電機の制御量をその指令値に制御するための界磁指令電流が前記界磁巻線に流れるように前記界磁通電回路を制御する請求項1～5のいずれか1項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項7] 前記第1制御部は、前記スイッチをスイッチング制御しつつ、前記界磁指令電流が前記界磁巻線に流れるように前記界磁通電回路を制御し、

前記第2制御部は、前記制御量を前記指令値に制御するための指令電流が前記ステータ巻線に流れるように前記スイッチをスイッチング制御しつつ、前記界磁指令電流が前記界磁巻線に流れるように前記界

磁通電回路を制御する請求項 6 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項 8] 前記インバータは、前記スイッチとして上アームスイッチ（S U p ～S W p）及び下アームスイッチ（S U n ～S W n）の直列接続体を有し、

前記第 1 制御部は、前記回転電機の 1 電気角周期のうち、前記ステータ巻線の発電電圧が前記直流電源の電圧を超える期間の少なくとも一部において前記上アームスイッチを 1 回オン駆動し、

前記第 2 制御部は、P W M制御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交互にオン駆動し、

前記第 1 制御部及び第 2 制御部は、前記界磁電流を前記界磁指令電流にフィードバック制御するために前記界磁通電回路を制御し、

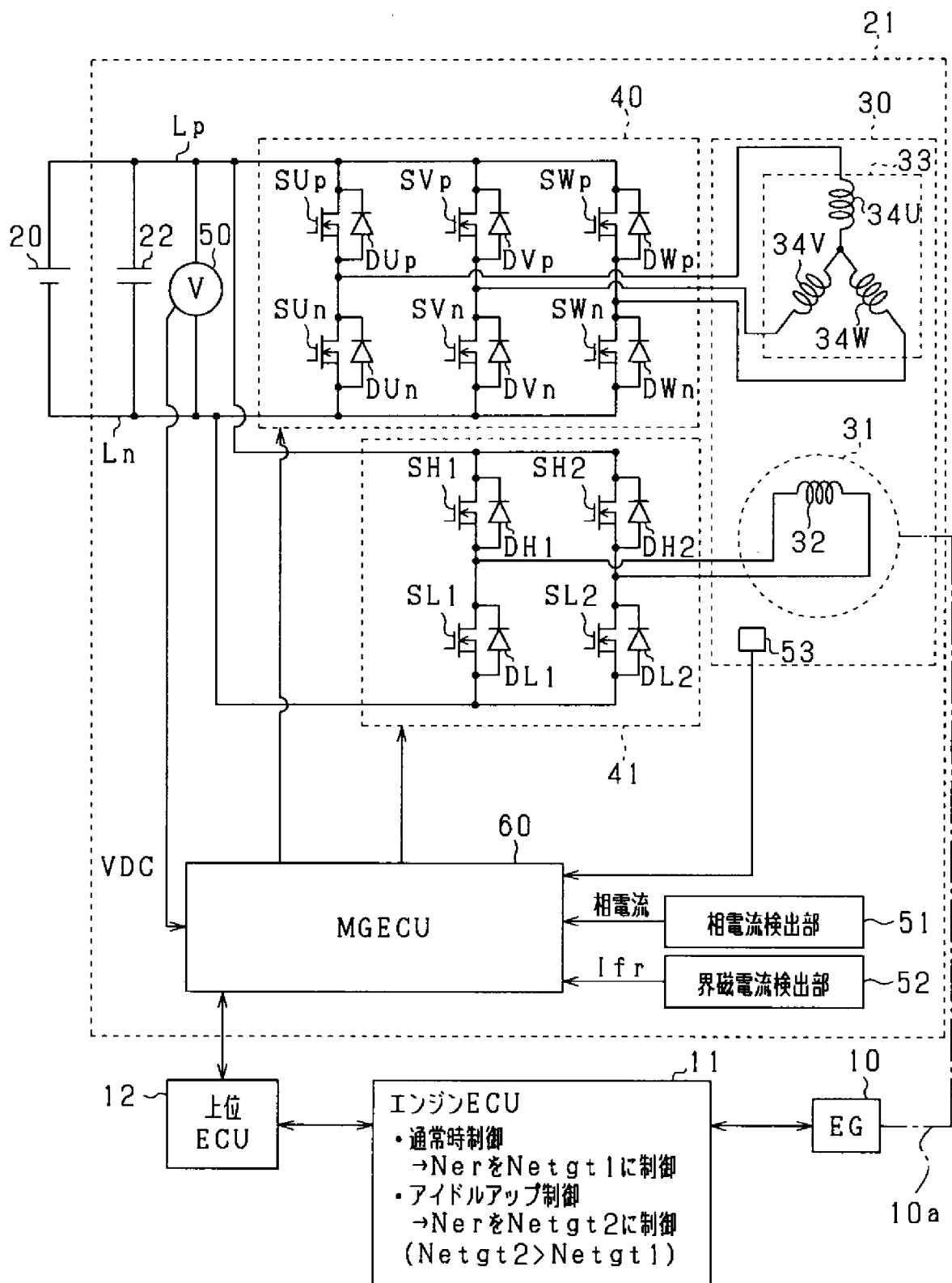
前記第 2 制御部による制御が選択されている場合において前記フィードバック制御で用いられるフィードバックゲインを、前記第 1 制御部による制御が選択されている場合において前記フィードバック制御で用いられるフィードバックゲインよりも大きく設定するゲイン設定部を備える請求項 6 又は 7 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項 9] 前記インバータは、前記スイッチとして上アームスイッチ（S U p ～S W p）及び下アームスイッチ（S U n ～S W n）の直列接続体を有し、

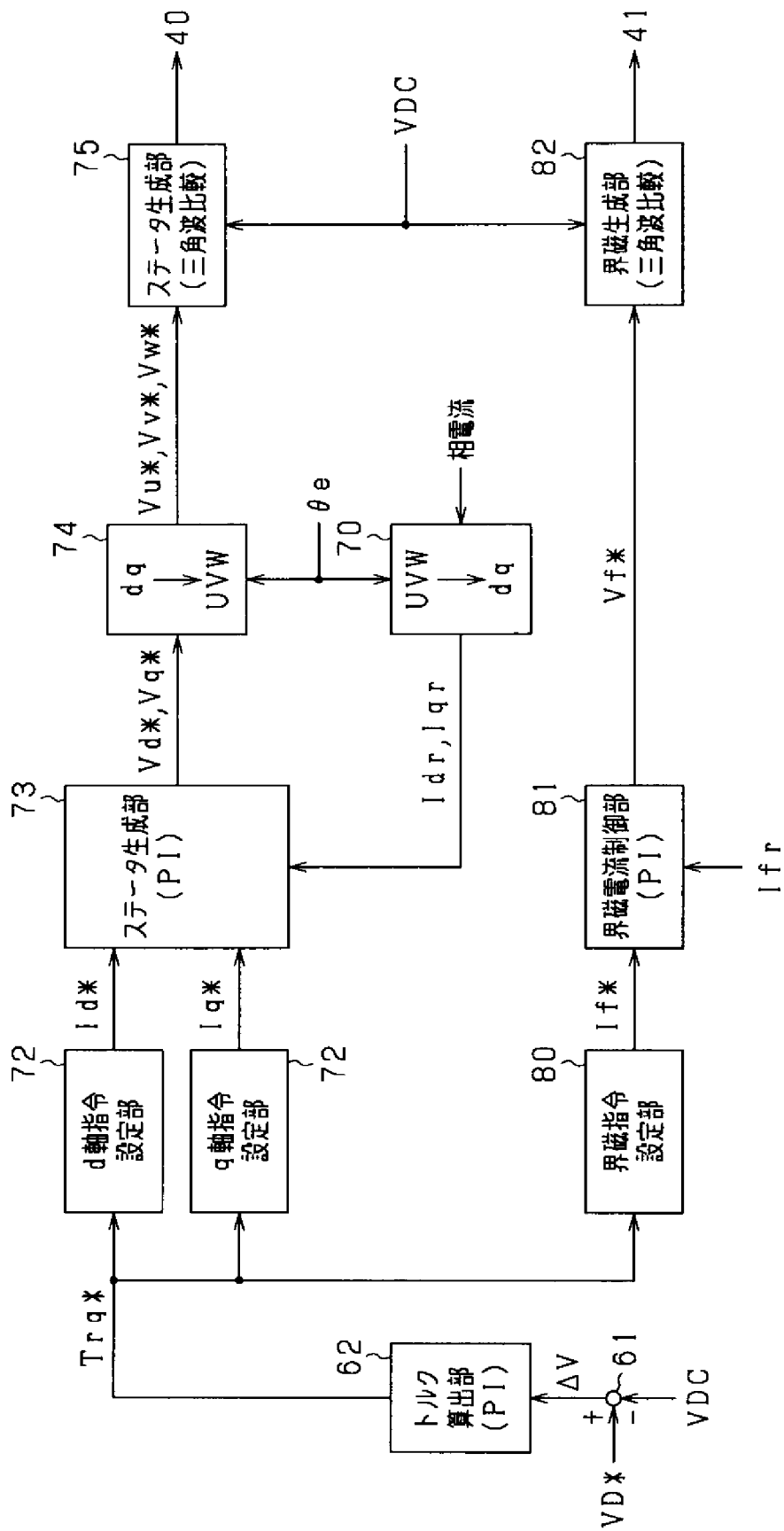
前記第 1 制御部は、前記回転電機の 1 電気角周期のうち、前記ステータ巻線の発電電圧が前記直流電源の電圧を超える期間の少なくとも一部において前記上アームスイッチを 1 回オン駆動し、

前記第 2 制御部は、P W M制御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交互にオン駆動する請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の回転電機の制御装置。

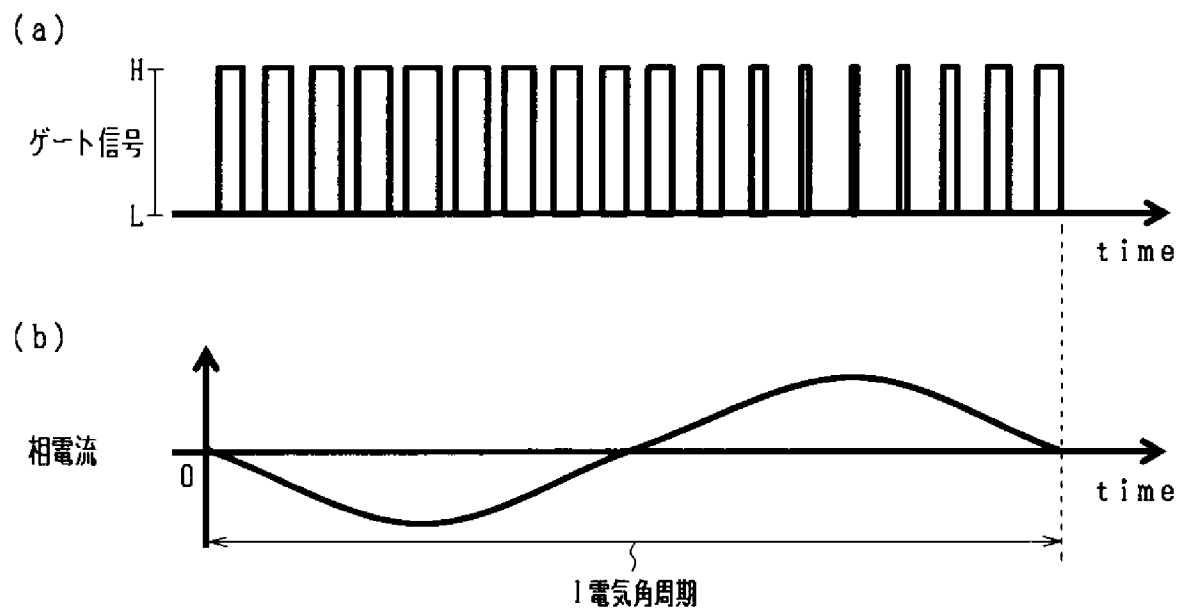
[図1]



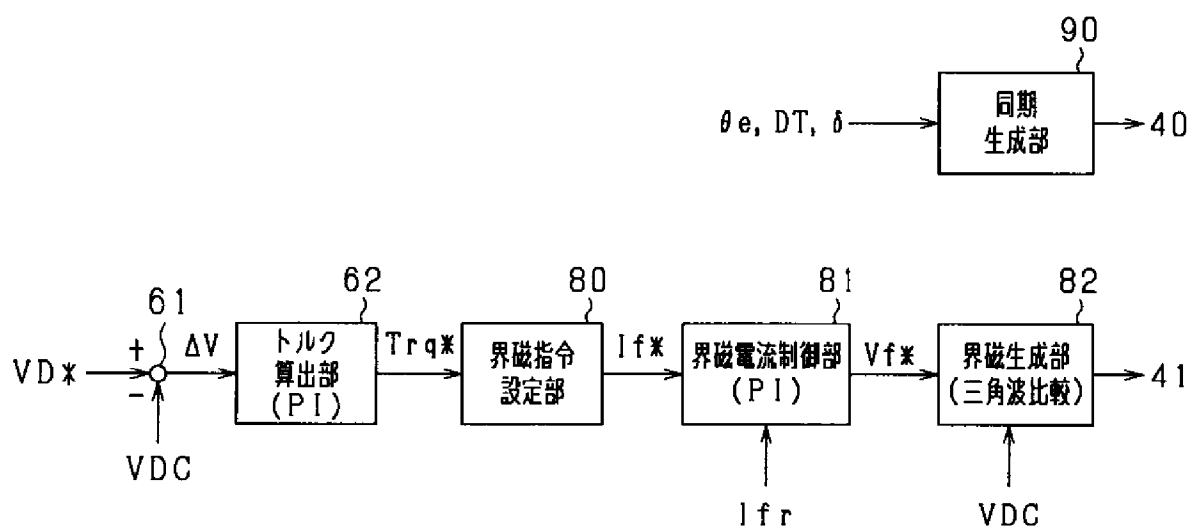
[図2]



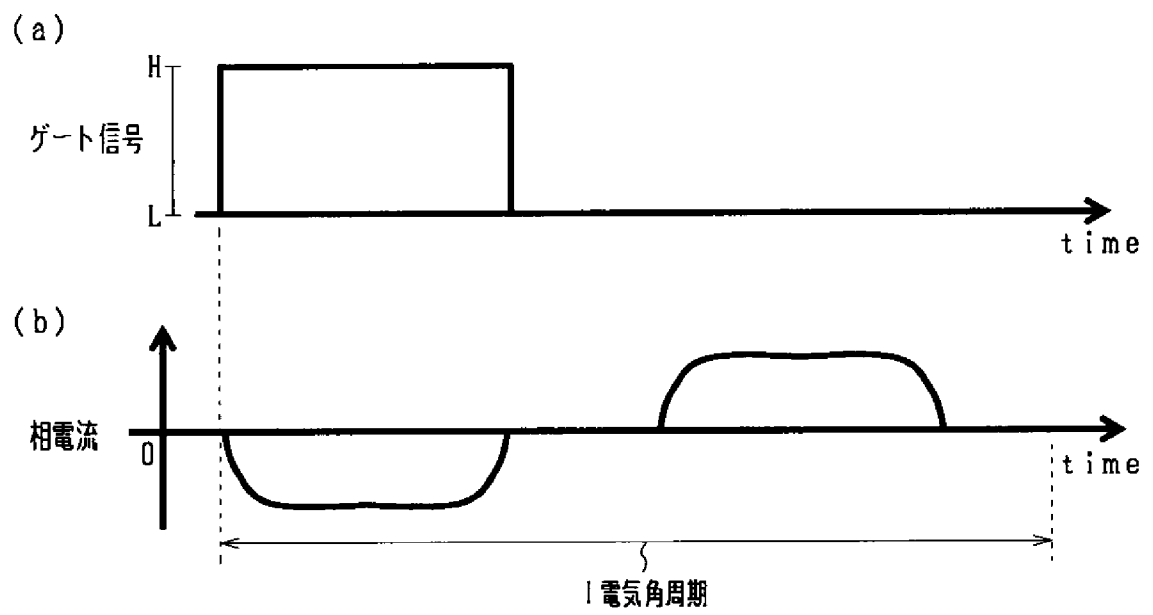
[図3]



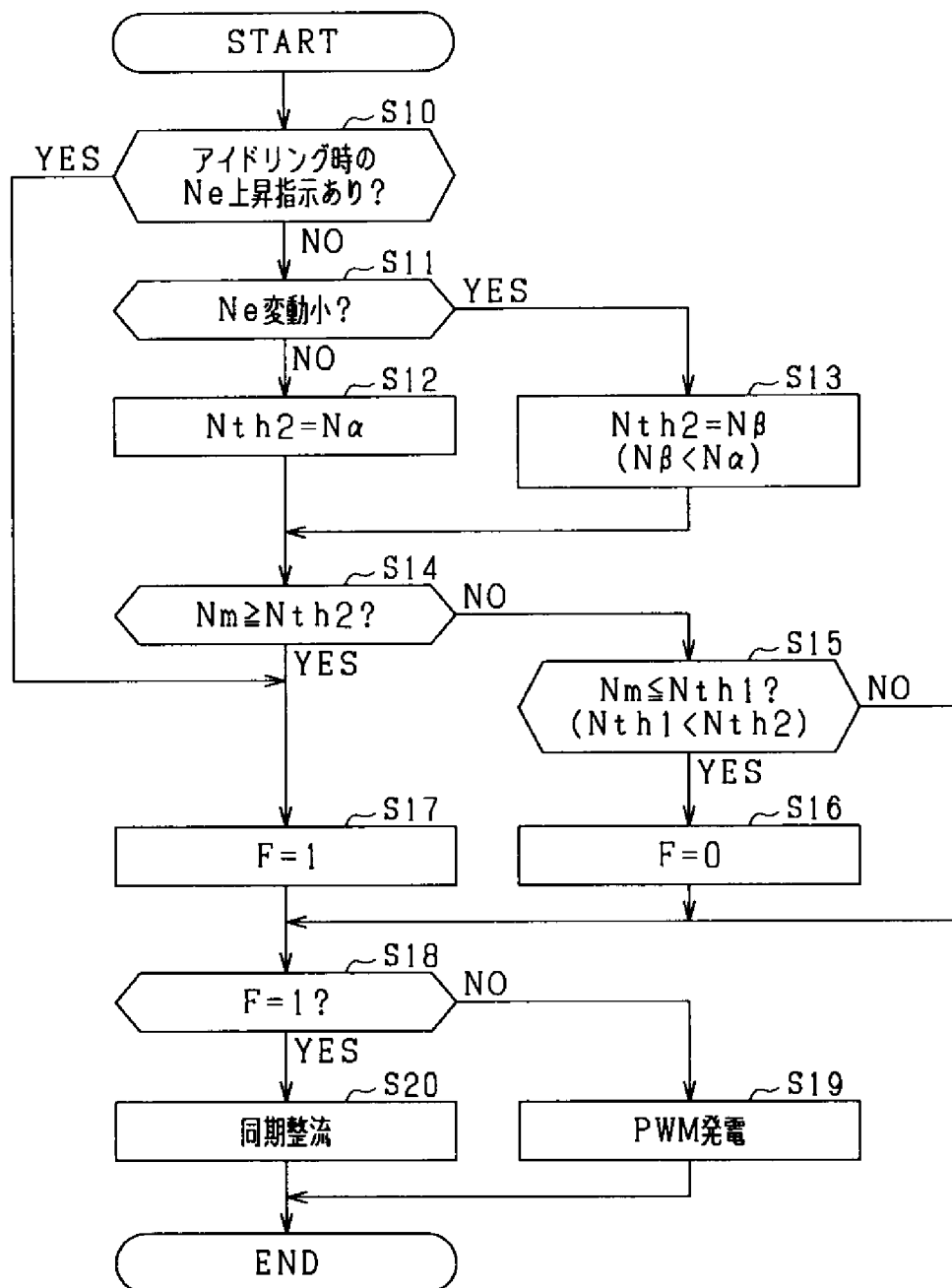
[図4]



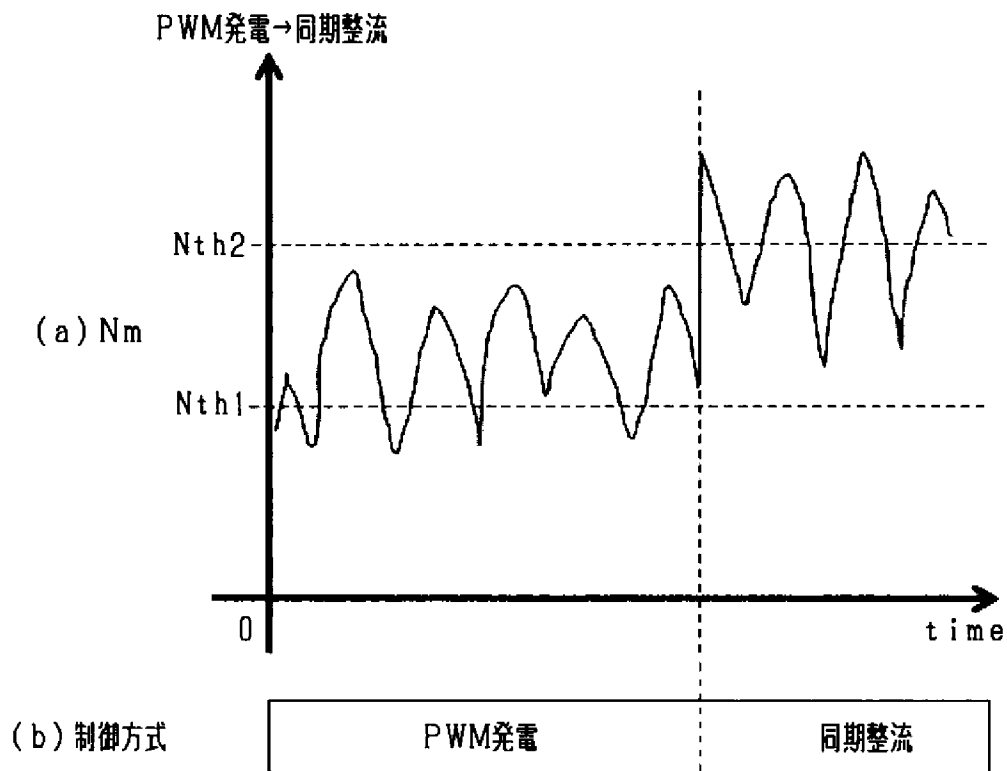
[図5]



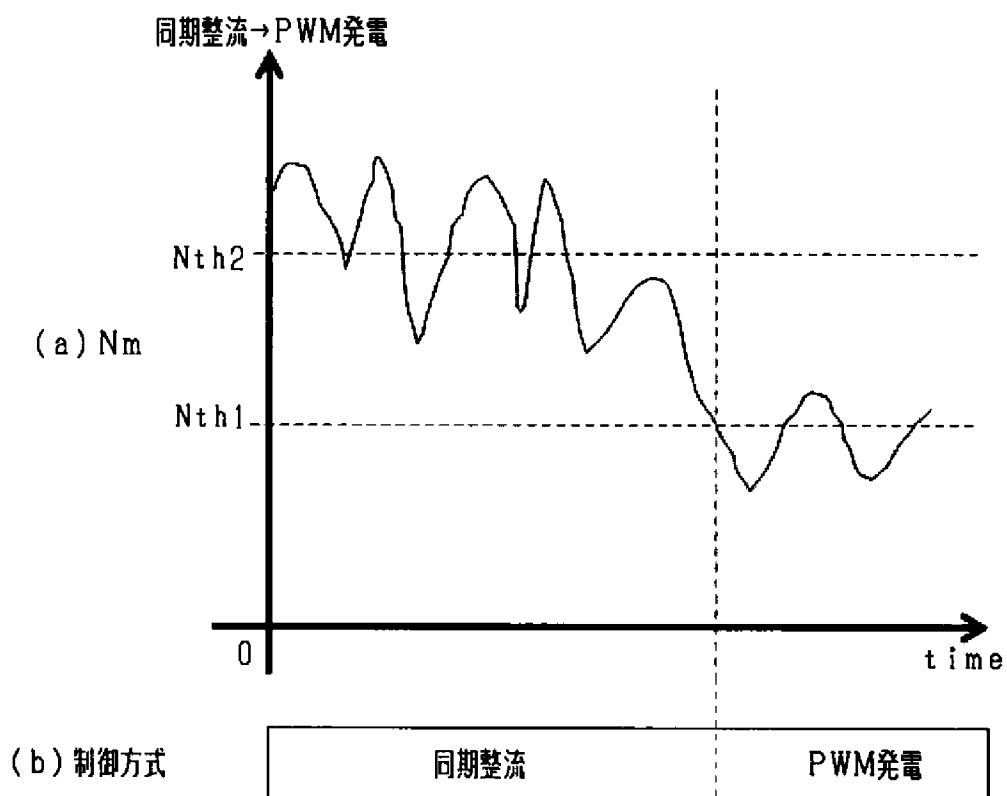
[図6]



[図7]

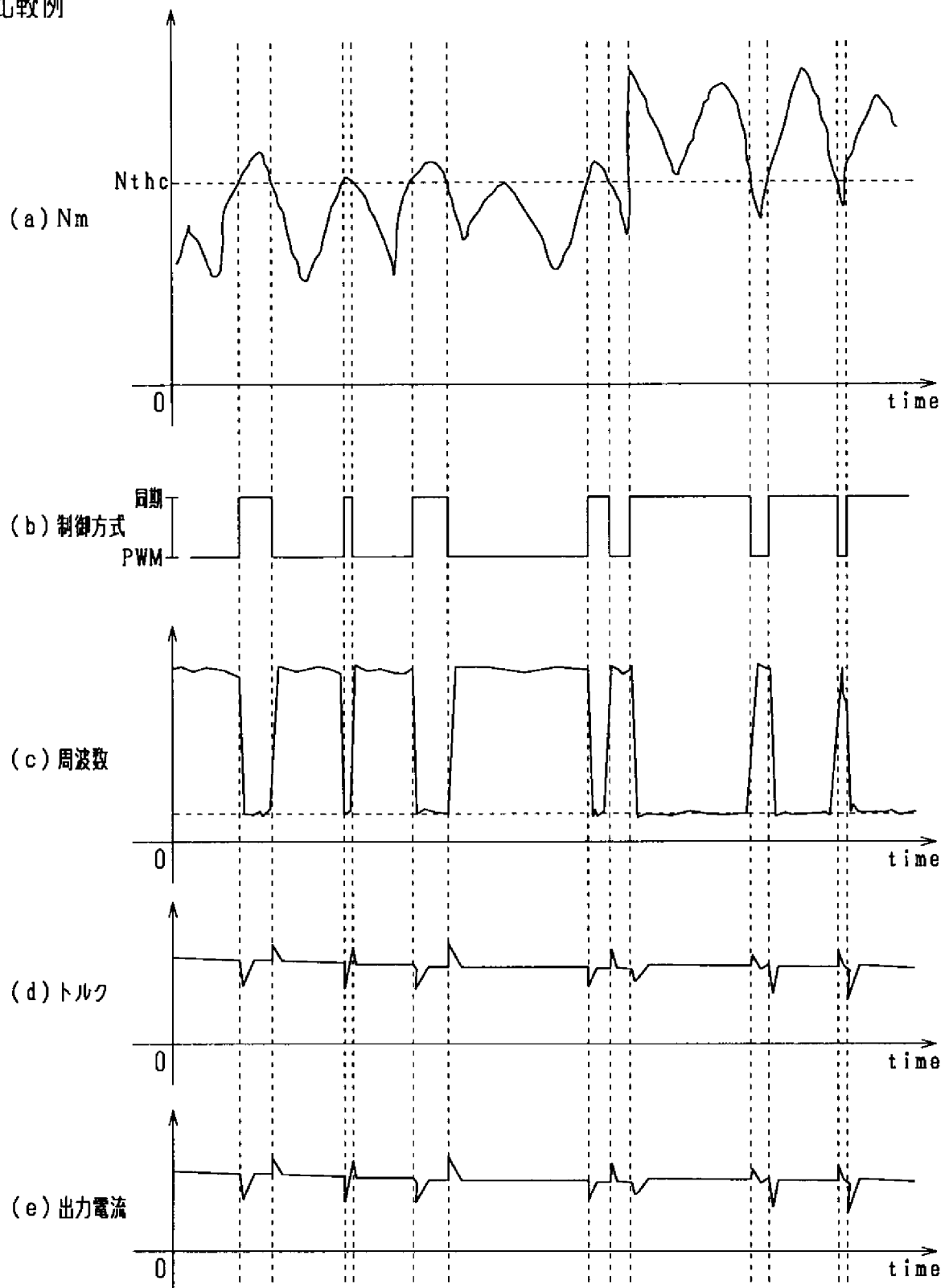


[図8]

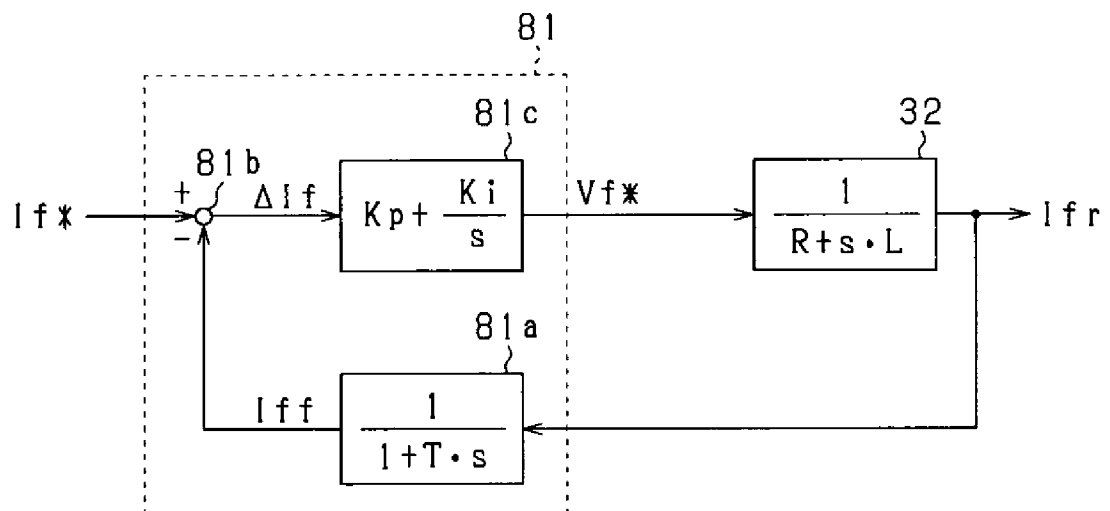


[図9]

比較例



[図10]



[図11]

	PWM	同期整流
K_p, K_i	大	小

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/039077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P9/04 (2006.01) i, H02P101/25 (2015.01) n, H02P101/45 (2015.01) n,
H02P103/20 (2015.01) n

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. H02P9/04, H02P101/25, H02P101/45, H02P103/20

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2016-527436 A (VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR) 08 September 2016, paragraphs [0030]-[0046], fig. 1-3 & US 2016/0186711 A1, paragraphs [0038]-[0057], fig. 1-3	1-2, 6-7, 9 3-5, 8
Y A	WO 2016/006386 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 January 2016, paragraphs [0038], [0044], fig. 2, 6 & JP 2016-189698 A	1-2, 6-7, 9 3-5, 8
A	JP 2004-15847 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 15 January 2004, entire text, all drawings & US 2003/0222513 A1, entire text, all drawings & EP 1369988 A2	1-9
A	JP 2008-199844 A (DENSO CORP.) 28 August 2008, entire text, all drawings & US 2008/0201055 A1, entire text, all drawings	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 January 2019 (10.01.2019)

Date of mailing of the international search report
22 January 2019 (22.01.2019)

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. H02P9/04(2006.01)i, H02P101/25(2015.01)n, H02P101/45(2015.01)n, H02P103/20(2015.01)n

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. H02P9/04, H02P101/25, H02P101/45, H02P103/20

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2016-527436 A（ヴァレオ エキプマン エレクトリック モトウール）2016.09.08, 段落 [0030] - [0046]、図1-3 & US 2016/0186711 A1, 段落 [0038] - [0057]、図1-3	1-2, 6-7, 9 3-5, 8
Y A	WO 2016/006386 A1（三菱電機株式会社）2016.01.14, 段落 [0038]、[0044]、図2、図6 & JP 2016-189698 A	1-2, 6-7, 9 3-5, 8

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

10.01.2019

国際調査報告の発送日

22.01.2019

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）

田村 恵里加

3V

4656

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-15847 A (三菱電機株式会社) 2004.01.15, 全文、全図 & US 2003/0222513 A1, 全文、全図 & EP 1369988 A2	1-9
A	JP 2008-199844 A (株式会社デンソー) 2008.08.28, 全文、全図 & US 2008/0201055 A1, 全文、全図	1-9