

(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9月13日(13.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/163789 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 6/16 (2016.01) *F16H 61/32* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/005826
- (22) 国際出願日: 2018年2月20日(20.02.2018)
- (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 2017-042626 2017年3月7日(07.03.2017) 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: 神尾 茂 (KAMIO Shigeru); 〒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,

(54) Title: SHIFT RANGE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: シフトレンジ制御装置

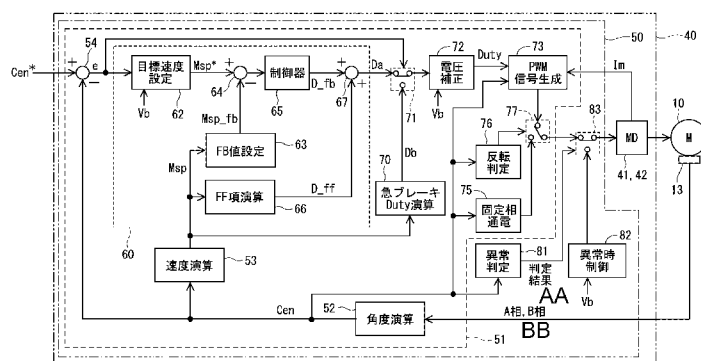


FIG. 4:

- 52: Angle calculation
53: Speed calculation
62: Target speed set
63: FB value set
65: Controller
66: FF term calculation
70: Sudden brake duty calculation
72: Voltage calibration
73: PWM signal generation
75: Fixed phase conduction
76: Inversion determination
81: Abnormality determination
82: Abnormality control
AA: Determination result
BB: A-phase, B-phase

(57) **Abstract:** This shift range control device (40) switches a shift range by controlling an on/off operation of a plurality of switching elements (411-416, 421-426) of driver circuits (41, 42) and driving a motor (1). An abnormality determination unit (81) determines whether a rotation angle sensor (13) for detecting the rotation angle of a motor (10) is abnormal. A normality control unit (51) controls the driving of the motor (10) by using a detection value of the rotation angle sensor (13) when the rotation angle sensor (13) is normal. An abnormality control unit (82) performs abnormality control for switching an electrical conduction phase for each conduction phase switching period without using the detection value of the rotation angle sensor (13) when the rotation angle sensor (13) is abnormal. The abnormality control unit (82) provides a current reduction period, in which the duty is less than 100%, in at least a portion of an electrical conduction continuous

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))

period during which electrical conduction in the same direction is continued in one phase.

(57) 要約: シフトレンジ制御装置(40)は、ドライバ回路(41、42)の複数のスイッチング素子(411~416、421~426)のオンオフ作動を制御してモータ(1)を駆動することでシフトレンジを切り替えるものである。異常判定部(81)は、モータ(10)の回転角度を検出する回転角センサ(13)の異常を判定する。正常時制御部(51)は、回転角センサ(13)が正常である場合、回転角センサ(13)の検出値を用いてモータ(10)の駆動を制御する。異常時制御部(82)は、回転角センサ(13)が異常である場合、回転角センサ(13)の検出値を用いず、通電相切替期間ごとに通電相を切り替える異常時制御を行う。異常時制御部(82)は、1つの相において同一方向への通電が継続される通電継続期間の少なくとも一部において、デューティが100%より小さい電流低減期間を設ける。

明 細 書

発明の名称：シフトレンジ制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年3月7日に提出された特許出願番号2017-042626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、シフトレンジ制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、運転者からのシフトレンジ切り替え要求に応じてモータを制御することでシフトレンジを切り替えるシフトレンジ切替装置が知られている。例えば特許文献1では、シフトレンジ切替機構の駆動源として、スイッチトリラクタンスモータを用いている。以下、スイッチトリラクタンスモータを「SRモータ」という。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3886042号

発明の概要

[0005] 特許文献1では、エンコーダカウント値の異常が生じた場合、F／B制御からオープンループ制御に切り替えている。オープンループ制御では、モータの振動が大きいと、モータの駆動を適切に制御できない虞がある。本開示の目的は、回転角センサの異常時にシフトレンジを適切に切り替え可能であるシフトレンジ制御装置を提供することにある。

[0006] 本開示のシフトレンジ制御装置は、ドライバ回路のスイッチング素子のオンオフ作動を制御してモータを駆動することでシフトレンジを切り替えるものであって、異常判定部と、正常時制御部と、異常時制御部と、を備える。異常判定部は、モータの回転角度を検出する回転角センサの異常を判定する。正常時制御部は、回転角センサが正常である場合、回転角センサの検出値

を用いてモータの駆動を制御する。異常時制御部は、回転角センサが異常である場合、回転角センサの検出値を用いず、通電相切替期間ごとに通電相を切り替える異常時制御を行う。異常時制御部は、1つの相において同一方向への通電が継続される通電継続期間の少なくとも一部において、デューティが100%より小さい電流低減期間を設ける。これにより、回転角センサの異常時において、モータの振動を抑制しつつ、回転角センサの検出値を用いずに、要求シフトレンジに応じた目標位置までモータを適切に回転させることができる。

図面の簡単な説明

- [0007] 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、一実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す斜視図であり、
- [図2]図2は、一実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す概略構成図であり、
- [図3]図3は、一実施形態によるモータおよびモータドライバを示す回路図であり、
- [図4]図4は、一実施形態によるシフトレンジ制御装置を示すブロック図であり、
- [図5]図5は、一実施形態による目標速度設定を説明する説明図であり、
- [図6A]図6Aは、一実施形態による加速制御時のFFデューティを説明する説明図であり、
- [図6B]図6Bは、一実施形態による正常制御時のFFデューティを説明する説明図であり、
- [図6C]図6Cは、一実施形態による減速制御時のFFデューティを説明する説明図であり、
- [図7]図7は、一実施形態による固定デューティを説明する説明図であり、
- [図8A]図8Aは、一実施形態によるオープン駆動制御を説明するタイムチャ

ートであり、

[図8B]図8Bは、図8AのV I I I B部を拡大した図であり、

[図9]図9は、一実施形態によるオープン駆動制御時のデューティを説明するタイムチャートであり、

[図10]図10は、一実施形態によるバッテリー電圧と異常時デューティとの関係を示す説明図であり、

[図11]図11は、一実施形態によるバッテリー電圧とデューティ傾きとの関係を示す説明図であり、

[図12]図12は、一実施形態によるシフトバイワイヤ制御処理を説明するフローチャートであり、

[図13]図13は、一実施形態による正常時制御処理を説明するフローチャートであり、

[図14]図14は、一実施形態によるモード判定処理を説明するフローチャートであり、

[図15]図15は、一実施形態によるPWM制御処理を説明するフローチャートであり、

[図16]図16は、一実施形態による異常時制御処理を説明するフローチャートであり、

[図17]図17は、一実施形態による異常判定処理を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0008] (一実施形態)

一実施形態によるシフトレンジ制御装置を図1～図17に示す。図1および図2に示すように、シフトレンジ切替システムであるシフトバイワイヤシステム1は、モータ10、シフトレンジ切替機構20、パーキングロック機構30、および、シフトレンジ制御装置40等を備える。モータ10は、図示しない車両に搭載されるバッテリー45（図3参照。）から電力が供給されることで回転し、シフトレンジ切替機構20の駆動源として機能する。モータ

タ１０は、フィードバック制御により電流の大きさを変更可能であって、かつ、相ごとに指令を変更可能なものが用いられる。本実施形態のモータ１０は、永久磁石式のＤＣブラシレスモータである。図３に示すように、モータ１０は、２組の巻線組１１、１２を有する。第１巻線組１１は、Ｕ１コイル１１１、Ｖ１コイル１１２、および、Ｗ１コイル１１３を有する。第２巻線組１２は、Ｕ２コイル１２１、Ｖ２コイル１２２、および、Ｗ２コイル１２３を有する。

[0009] 図２に示すように、回転角センサとしてのエンコーダ１３は、モータ１０の図示しないロータの回転位置を検出する。エンコーダ１３は、例えば磁気式のロータリーエンコーダであって、ロータと一体に回転する磁石と、磁気検出用のホールＩＣ等により構成される。エンコーダ１３は、ロータの回転に同期して、所定角度ごとにＡ相およびＢ相のパルス信号を出力する。減速機１４は、モータ１０の回転軸であるモータ軸と出力軸１５との間に設けられ、モータ１０の回転を減速して出力軸１５に出力する。これにより、モータ１０の回転がシフトレンジ切替機構２０に伝達される。出力軸１５には、出力軸１５の角度を検出する出力軸センサ１６が設けられる。出力軸センサ１６は、例えばポテンショメータである。

[0010] 図１に示すように、シフトレンジ切替機構２０は、ディテントプレート２１、および、ディテントスプリング２５等を有し、減速機１４から出力された回転駆動力を、マニュアルバルブ２８、および、パーキングロック機構３０へ伝達する。ディテントプレート２１は、出力軸１５に固定され、モータ１０により駆動される。本実施形態では、ディテントプレート２１がディテントスプリング２５の基部から離れる方向を正回転方向、基部に近づく方向を逆回転方向とする。

[0011] ディテントプレート２１には、出力軸１５と平行に突出するピン２４が設けられる。ピン２４は、マニュアルバルブ２８と接続される。ディテントプレート２１がモータ１０によって駆動されることで、マニュアルバルブ２８は軸方向に往復移動する。すなわち、シフトレンジ切替機構２０は、モータ

10の回転運動を直線運動に変換してマニュアルバルブ28に伝達する。マニュアルバルブ28は、バルブボディ29に設けられる。マニュアルバルブ28が軸方向に往復移動することで、図示しない油圧クラッチへの油圧供給路が切り替えられ、油圧クラッチの係合状態が切り替わることでシフトレンジが変更される。ディテントプレート21のディテントスプリング25側には、マニュアルバルブ28を各レンジに対応する位置に保持するための4つの凹部22が設けられる。凹部22は、ディテントスプリング25の基部側から、D、N、R、Pの各レンジに対応している。

[0012] ディテントスプリング25は、弾性変形可能な板状部材であり、先端にディテントローラ26が設けられる。ディテントローラ26は、凹部22のいずれかに嵌まり込む。ディテントスプリング25は、ディテントローラ26をディテントプレート21の回転中心側に付勢する。ディテントプレート21に所定以上の回転力が加わると、ディテントスプリング25が弾性変形し、ディテントローラ26が凹部22を移動する。ディテントローラ26が凹部22のいずれかに嵌まり込むことで、ディテントプレート21の揺動が規制され、マニュアルバルブ28の軸方向位置、および、パーキングロック機構30の状態が決定され、自動変速機5のシフトレンジが固定される。

[0013] パーキングロック機構30は、パーキングロッド31、円錐体32、パーキングロックポール33、軸部34、および、パーキングギア35を有する。パーキングロッド31は、略L字形状に形成され、一端311側がディテントプレート21に固定される。パーキングロッド31の他端312側には、円錐体32が設けられる。円錐体32は、他端312側にいくほど縮径するように形成される。ディテントプレート21が逆回転方向に揺動すると、円錐体32が矢印Pの方向に移動する。

[0014] パーキングロックポール33は、円錐体32の円錐面と当接し、軸部34を中心に揺動可能に設けられる、パーキングロックポール33のパーキングギア35側には、パーキングギア35と噛み合い可能な凸部331が設けられる。ディテントプレート21が逆回転方向に回転し、円錐体32が矢印P

方向に移動すると、パーキングロックポール 33 が押し上げられ、凸部 331 とパーキングギア 35 とが噛み合う。一方、ディテントプレート 21 が正回転方向に回転し、円錐体 32 が矢印 not P 方向に移動すると、凸部 331 とパーキングギア 35 との噛み合いが解除される。

[0015] パーキングギア 35 は、図示しない車軸に設けられ、パーキングロックポール 33 の凸部 331 と噛み合い可能に設けられる。パーキングギア 35 と凸部 331 とが噛み合うと、車軸の回転が規制される。シフトレンジが P 以外のレンジである not P レンジのとき、パーキングギア 35 はパーキングロックポール 33 によりロックされず、車軸の回転は、パーキングロック機構 30 により妨げられない。また、シフトレンジが P レンジのとき、パーキングギア 35 はパーキングロックポール 33 によってロックされ、車軸の回転が規制される。

[0016] 図 2 および図 3 に示すように、シフトレンジ制御装置 40 は、ドライバ回路としてのモータドライバ 41、42、および、ECU 50 等を有する。モータドライバ 41 は、第 1 巻線組 11 の通電を切り替える 3 相インバータであって、スイッチング素子 411～416 がブリッジ接続される。対になる U 相のスイッチング素子 411、414 の接続点には、U1 コイル 111 の一端が接続される。対になる V 相のスイッチング素子 412、415 の接続点には、V1 コイル 112 の一端が接続される。対になる W 相のスイッチング素子 413、416 の接続点には、W1 コイル 113 の一端が接続される。コイル 111～113 の他端は、結線部 115 で結線される。

[0017] モータドライバ 42 は、第 2 巻線組 12 の通電を切り替える 3 相インバータであって、スイッチング素子 421～426 がブリッジ接続される。対になる U 相のスイッチング素子 421、424 の接続点には、U2 コイル 121 の一端が接続される。対になる V 相のスイッチング素子 422、425 の接続点には、V2 コイル 122 の一端が接続される。対になる W 相のスイッチング素子 423、426 の接続点には、W2 コイル 123 の一端が接続される。コイル 121～123 の他端は、結線部 125 で結線される。本実施

形態のスイッチング素子411～416、421～426は、MOSFETであるが、IGBT等の他の素子を用いてもよい。

[0018] モータドライバ41とバッテリー45との間には、モータリレー46が設けられる。モータドライバ42とバッテリー45との間には、モータリレー47が設けられる。モータリレー46、47は、イグニッションスイッチ等である始動スイッチがオンされているときにオンされ、モータ10側へ電力が供給される。また、モータリレー46、47は、始動スイッチがオフされているときにオフされ、モータ10側への電力の供給が遮断される。バッテリー45の高電位側には、バッテリー電圧Vbを検出する電圧センサ48が設けられる。本実施形態では、バッテリー電圧Vbが「入力電圧」に対応する。また、シフトレンジ制御装置40には、モータ電流Imを検出する図示しない電流センサが設けられる。

[0019] ECU50は、スイッチング素子411～416、421～426のオンオフ作動を制御することで、モータ10の駆動を制御する。また、ECU50は、車速、アクセル開度、ブレーキスイッチの状態、および、ドライバ要求シフトレンジ等に基づき、変速用油圧制御ソレノイド6の駆動を制御する。変速用油圧制御ソレノイド6を制御することで、変速段が制御される。変速用油圧制御ソレノイド6は、変速段数等に応じた本数が設けられる。本実施形態では、1つのECU50がモータ10およびソレノイド6の駆動を制御するが、モータ10を制御するモータ制御用のモータECUと、ソレノイド制御用のAT-ECUとを分けてもよい。以下、モータ10の駆動制御を中心に説明する。

[0020] 図4に示すように、ECU50は、正常時制御部51、異常判定部81、異常時制御部82、および、信号切替部83等を備え、マイコン等を主体として構成される。ECU50における各処理は、ROM等の実体的なメモリ装置に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であってもよいし、専用の電子回路によるハードウェア処理であってもよい。

[0021] 正常時制御部 51 は、角度演算部 52、速度演算部 53、角度偏差演算部 54、フィードバック制御部 60、急ブレーキデューティ演算部 70、デューティ切替部 71、電圧補正部 72、PWM 信号生成部 73、固定相通電制御部 75、反転判定部 76、および、正常信号出力部 77 を有する。

[0022] 角度演算部 52 は、エンコーダ 13 から出力される A 相および B 相のパルスに基づき、エンコーダ 13 のカウント値である実カウント値 C_{en} を演算する。実カウント値 C_{en} は、モータ 10 の実際の機械角および電気角に応じた値である。すなわち、実カウント値 C_{en} は、実際のモータ角度 θ_m に換算可能な値である。速度演算部 53 は、実カウント値 C_{en} に基づき、モータ 10 の回転速度であるモータ速度 M_{sp} を演算する。

[0023] 角度偏差演算部 54 は、図示しないシフトレバー等の操作により入力されるドライバ要求シフトレンジに応じた目標カウント値 C_{en}^* と実カウント値 C_{en} との差を演算する。以下、目標カウント値 C_{en}^* と実カウント値 C_{en} と差の絶対値を角度偏差 e とする。実カウント値 C_{en} は「実角度」、目標カウント値 C_{en}^* は「目標角度」とみなすことができる値である。

[0024] フィードバック制御部 60 は、目標速度設定部 62、フィードバック値設定部 63、速度偏差演算部 64、制御器 65、フィードフォワード項演算部 66、および、加算器 67 等を有する。以下適宜、フィードバックを「FB」、フィードフォワードを「FF」と記載する。

[0025] 目標速度設定部 62 は、角度偏差 e に基づき、モータ 10 の目標速度である目標モータ速度 M_{sp}^* を演算する。目標モータ速度 M_{sp}^* は、例えば図 5 に示すマップに基づき、角度偏差 e が所定値 e_a 以下の場合、角度偏差 e が大きいほど大きくなるように設定され、角度偏差 e が所定値 e_a より大きい場合、所定の最大値とする。また、角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} にて設定速度 s_{p1} (例えば 1000 rpm) となるようにする。目標モータ速度 M_{sp}^* は、バッテリー電圧 V_b が大きくなるほど大きくなるように設定される。

[0026] FB 値設定部 63 は、モータ 10 の制御状態が後述のモード 2 またはモー

ド3、すなわち定常制御または減速制御のとき、モータ速度 Msp の位相を進ませる位相進み補償を行い、速度位相進み値 Msp_pl を速度フィードバック値 Msp_fb とする。また、FB値設定部63は、モータ10の制御状態がモード1、すなわち加速制御のとき、位相進み補償を行わず、モータ速度 Msp を速度フィードバック値 Msp_fb とする。速度位相進み値 Msp_pl についても、「モータ速度」の概念に含まれるものとする。

[0027] 速度偏差演算部64は、目標モータ速度 Msp^* と速度フィードバック値 Msp_fb との速度偏差 ΔMsp を演算する。制御器65は、目標モータ速度 Msp^* と速度フィードバック値 Msp_fb とを一致させるべく、速度偏差 ΔMsp が0となるように、例えばP制御やPI制御等により、FBデューティ D_fb を演算する。

[0028] FF項演算部66は、モータ10の制御状態に応じたFFデューティ D_ff を演算する。加速制御時のFFデューティ D_ff は、図6Aに示すマップ等に基づいて演算される最大加速デューティであって、モータ速度 Msp が大きくなるほど大きくなる。本実施形態では、モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp^* 以上となるまでの間、最大デューティとなるように、FFデューティ D_ff が演算される。定常制御時のFFデューティ D_ff は、図6Bに示すマップ等に基づいて演算される速度維持デューティとする。速度維持デューティは、無負荷時にモータ速度 Msp を維持するためのデューティであって、モータ速度 Msp が大きくなるほど大きくなる。減速制御時のFFデューティ D_ff は、図6Cに示すマップ等に基づいて演算される減速補正デューティとする。減速補正デューティは、目標モータ速度 Msp^* を実現するための補正デューティである。減速補正デューティは、モータ10が正方向に回転している場合は負の値であって、モータ速度 Msp が大きくなるほど小さくなる。すなわち、減速補正デューティは、モータ速度 Msp が大きくなるほど、絶対値としては大きい値となる。

[0029] なお、図6A、図6Bおよび図6Cは、モータ10が正回転方向に回転している場合であって、モータ10が逆回転方向に回転する場合、FFデュー

ティ D_{ff} の値の正負を反転させる。後述の固定デューティ D_b も同様である。本実施形態では、モータ速度 M_{sp} に基づいて FF デューティ D_{ff} を演算するものとして説明したが、モータ速度 M_{sp} に替えて、目標モータ速度 M_{sp}^* に基づいて FF デューティ D_{ff} を演算してもよい。加算器 67 は、 FB デューティ D_{fb} と FF デューティ D_{ff} とを加算し、補正後 FB デューティ D_a を演算する。

[0030] 本実施形態のフィードバック制御では、PWM制御等によりデューティを変更することで、コイル 111～113、121～123 に流れる電流およびトルクの大きさを変更可能である。本実施形態では、第1相の高電位側のスイッチング素子と、第2相の低電位側のスイッチング素子とをオンにする、いわゆる 120° 通電により、モータ 10 を駆動する。 120° 通電では、第1相および第2相の組み合わせが電気角 60° ごとに入れ替わることで、通電相が切り替わる。これにより、巻線組 11、12 に回転磁界が発生し、モータ 10 が回転する。本実施形態では、出力軸 15 を正回転方向に回転させるときのモータ 10 の回転方向を正方向とする。また、モータ 10 が正のトルクを出力するときのデューティを正、負のトルクを出力するときのデューティを負とし、取り得るデューティ範囲を $-100 [\%] \sim 100 [\%]$ とする。すなわち、モータ 10 を正回転させるとき、デューティを正とし、逆回転させるとき、デューティを負とする。なお、正回転しているモータ 10 を停止させるべく、ブレーキトルク（すなわち負トルク）を発生させるとき、モータ 10 の回転方向は正回転方向であるが、デューティは負となる。同様に、逆回転しているモータ 10 を停止させるべく、ブレーキトルクを発生させるとき、デューティは正となる。

[0031] 急ブレーキデューティ演算部 70 は、急ブレーキ制御時のデューティである固定デューティ D_b を、急ブレーキ制御開始時、すなわち角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} より小さくなったときのモータ速度 M_{sp} である突入速度 M_{sp_i} に応じて演算する。図 7 に示すように、モータ 10 が正回転しているときの固定デューティ D_b は、負の値であって、突入速度 M_{sp_i}

が所定速度 s_{p2} より小さい場合、突入速度 M_{sp_i} が大きいほど絶対値が大きく、所定速度 s_{p2} 以上の場合、 -100 [%] とする。

[0032] デューティ切替部 71 は、信号生成に用いるデューティを、補正後 F B デューティ D_a とするか、固定デューティ D_b とするかを切り替える。本実施形態では、角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} 以上の場合、補正後 F B デューティ D_a 、角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} より小さい場合、固定デューティ D_b を、信号生成に用いるデューティとして選択し、電圧補正部 72 に出力する。

[0033] 電圧補正部 72 は、選択された補正後 F B デューティ D_a または固定デューティ D_b を、バッテリー電圧 V_b にて補正し、デューティ指令値を演算する。PWM 信号生成部 73 は、デューティ指令値および実カウント値 C_{en} に基づき、スイッチング素子 411～416、421～426 のスイッチングに係る指令信号 S_{pwm} を生成する。また、モータ電流 I_m が電流制限値 I_{m_max} を超えないように指令信号 S_{pwm} を調整する。

[0034] 固定相通電制御部 75 は、固定相通電制御を行う。固定相通電制御は、モータ 10 の回転を停止させるための制御であって、電気角に応じた固定相を選択し、選択された固定相の所定方向に電流が流れるように、スイッチング素子 411～416、421～426 のスイッチングに係る指令信号 S_{fix} を生成する。これにより、励磁相が固定される。励磁相が固定されると、モータ 10 は、励磁相に応じた所定の電気角にて停止する。固定相通電制御部 75 は、現在のロータ位置から最も近い電気角でモータ 10 を停止させるように、実カウント値 C_{en} に基づいて固定相および通電方向を選択する。

[0035] 本実施形態では、固定相通電継続時間 T_a に亘り、固定相通電制御を継続する。固定相通電制御を行う固定相通電期間におけるデューティは、最大デューティで一定とする。また、開始から所定時間が経過するまでの第 1 期間を最大デューティとし、所定時間経過後から固定相通電制御を終了するまでの第 2 期間において、固定相通電制御終了時のモータ電流が 0 となるように、デューティを徐変してもよい。また、第 2 期間のデューティを、最大デューティとする。

ーティより絶対値が小さい所定値としてもよい。固定相通電制御終了時のモータ電流を低減しておくことで、固定相通電制御から通電オフしたときのモータ軸の振動を抑制することができ、出力軸 15 が所望の位置にて停止した状態を適切に維持することができる。

[0036] 反転判定部 76 は、実カウント値 C_{en} に基づき、モータ 10 の回転が反転したか否かを判定する。正常信号出力部 77 は、正常制御時において、モータドライバ 41、42 に出力される信号を切り替える。本実施形態では、モータ 10 が、要求シフトレンジに応じた回転方向に回転している場合、すなわち反転前である場合、PWM 信号生成部 73 にて生成された指令信号 S_{pwm} を選択し、モータ 10 が反転した場合、固定相通電制御部 75 にて生成される指令信号 S_{fix} を選択する。

[0037] 異常判定部 81 は、エンコーダ 13 の異常を監視する。異常判定部 81 は、モータ通電中において、実カウント値 C_{en} が異常継続時間 T_e に亘って変化しなかった場合、エンコーダ 13 に異常が生じていると判定する。エンコーダ 13 の異常には、エンコーダ 13 そのものの異常に限らず、エンコーダ 13 と接続される配線の断線等も含む。異常時制御部 82 は、エンコーダ 13 に異常が生じた場合、異常時制御として、実カウント値 C_{en} を用いず、通電相をじかに制御するオープン駆動制御を行う。オープン駆動制御では、所定の通電相切替期間 P_c （例えば 5 [ms]）ごとに通電相が切り替わるように、スイッチング素子 411～416、421～426 のオンオフを制御する。

[0038] 信号切替部 83 は、異常判定部 81 の異常判定結果に応じ、モータドライバ 41、42 に出力する信号を切り替える。具体的には、エンコーダ 13 が正常である場合、正常信号出力部 77 にて選択された信号をモータドライバ 41、42 に出力する。また、エンコーダ 13 が異常である場合、異常時制御部 82 にて生成された信号をモータドライバ 41、42 に出力する。

[0039] オープン駆動制御を、図 8A、図 8B および図 9 に基づいて説明する。以下、シフトレンジを P レンジから D レンジに変更すべく、モータ 10 を正方

向に回転させる場合を例に説明する。図8Aに示すように、時刻 x 以前のシフトレンジはPレンジであり、このときのモータ角度を θ_p とする。時刻 x にてドライバ要求シフトレンジがPレンジからDレンジに切り替わると、一点鎖線で示すように、モータ角度 θ_m の目標位置が角度 θ_d に設定される。エンコーダ13が正常であるとき、実線で示すように、実カウント値 C_{en} を用いたフィードバック制御によりモータ10を駆動することで、速やかにモータ10を角度 θ_d まで回転させる。一方、エンコーダ13が異常である場合、エンコーダ13のカウント値を用いたフィードバック制御が行えないので、実カウント値 C_{en} を用いないオープン駆動制御にて、モータ10を角度 θ_d まで回転させる。オープン駆動制御では、破線で示すように、モータ10の振動を抑制すべく、正常時より時間をかけてモータ10を角度 θ_d まで回転させる。

[0040] 図8Bは、図8A中のV111B部を拡大した図である。ここでは、通電相の切り替えによる理論上のモータ角度 θ_m を破線で示し、デューティ100%にてオープン駆動制御を行った場合のモータ角度 θ_m を実線で示す。図8Bでは、デューティ100%でのオープン駆動時のモータ角度 θ_m は、通電相切替期間 P_c の1回分について記載した。図8Bに示すように、オープン駆動制御では、通電相切替期間 P_c ごとに通電相を切り替えることで、ステップ的にモータ10を駆動する。本実施形態では、モータ10として、SRモータと比較してトルクが大きいDCブラシレスモータを用いている。そのため、デューティを100[%]とし、通電継続期間 P_k （図9参照）に亘って、通電相のスイッチング素子をオンし続けると、図8Bに実線で示すように、モータ10の振動が大きく、モータ10の駆動を適切に制御できない虞がある。以下適宜、モータ10の振動が大きく、モータ10の駆動を適切に制御できないことを、「脱調」とする。

[0041] 本実施形態におけるオープン駆動制御時のデューティを図9に示す。図9では、上から順に、U相上アーム素子であるスイッチング素子411、U相下アーム素子であるスイッチング素子414、V相上アーム素子であるス

ッチング素子412、V相下アーム素子であるスイッチング素子415、W相上アーム素子であるスイッチング素子413、W相下アーム素子であるスイッチング素子416のオープン駆動制御におけるデューティを示している。図9中では、U相上アーム素子を「U上」といった具合に、省略して記載した。モータドライバ42のスイッチング素子421～426のスイッチングパターンは、モータドライバ41と同様であるので、説明を省略する。なお、モータドライバ41、42にて、通電位相差を持たせてもよい。なお、図9では、煩雑になることを避けるため、通電相切替期間 P_c については1周期分のみ記載した。

[0042] 図9に示すように、オープン駆動制御では、通電相切替期間 P_c ごとにオンされるスイッチング素子を切り替えている。また本実施形態では、オープン駆動制御時の異常時デューティ D_f を100%より小さくしている。図10に示すように、異常時デューティ D_f は、バッテリー電圧 V_b に応じて設定される。具体的には、バッテリー電圧 V_b の正常下限値 V_{b1} のときのデューティを100%より小さい値 D_{f1} とし、バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{b2} より小さい場合、バッテリー電圧 V_b が大きくなるほど、異常時デューティ D_f は小さくなる。バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{b2} 以上の場合、異常時デューティ D_f を所定値 D_{f2} （例えば30%）とする。

[0043] 図9に示すように、例えば、スイッチング素子411、415をオンにし、U1コイル111からV1コイル112に電流が流れるUV相通電時では、スイッチング素子411、415は、オン期間の割合が異常時デューティ D_f となるように、オンオフ作動が制御される。デューティを100%より小さい異常時デューティ D_f とすることで、デューティを100%としてスイッチング素子411、415をオンしつづける場合と比較し、通電量を抑えることができる。通電相が異なる場合も同様、該当するスイッチング素子のオン時間の割合が異常時デューティ D_f となるようにオンオフ作動を制御することで、オンしつづける場合と比較し、通電量を抑えることができる。これにより、モータ10の振動が抑制され、脱調を防ぐことができる。

[0044] また、通電継続期間 P_k の開始時および終了時において、デューティを徐変させる。詳細には、通電継続期間 P_k の開始時において、デューティを徐々に増加させ、バッテリー電圧 V_b に応じて設定される異常時デューティ D_f となるようにする。また、通電継続期間 P_k の終了時には、デューティを徐々に減少させ、0 となるようにする。

[0045] 図 11 に示すように、通電継続期間 P_k の開始時および終了時において、デューティを徐変させるときの単位時間あたりのデューティ変化量を、デューティ傾き ΔD とする。デューティ傾き ΔD は、バッテリー電圧 V_b に応じて設定される。具体的には、デューティ傾き ΔD の絶対値は、バッテリー電圧 V_b の正常下限値 V_{b1} のとき、最大値 ΔD_1 とし、バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{b3} より小さい場合、バッテリー電圧 V_b が大きくなるほど、デューティ傾き ΔD の絶対値は小さくなる。バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{b3} 以上の場合、デューティ傾き ΔD の絶対値を所定値 ΔD_2 とする。通電継続期間 P_k の開始時および終了時のデューティを徐変させることで、通電相の切り替えに伴う電流の急変が抑制される。これにより、モータ 10 の振動が抑制され、脱調を防ぐことができる。

[0046] なお、所定電圧 V_{b2} 、 V_{b3} は、同じ値としてもよいし、異なる値としてもよい。また、通電継続期間 P_k の開始時と終了時とで、別のマップを用い、デューティ傾き ΔD の絶対値が異なってもよい。また、図 10 および図 11 では、異常時デューティ D_f およびデューティ傾き ΔD がバッテリー電圧 V_b の上昇に伴って線形的に減少する例を説明したが、非線形的に減少するようにしてもよいし、ステップ的に減少するようにしてもよい。

[0047] 本実施形態のシフトバイワイヤ制御処理を図 12 のフローチャートに基づいて説明する。この処理は、イグニッションスイッチ等である始動スイッチがオンされている期間に、ECU 50 にて所定の周期で実行される。以下、ステップ S100 の「ステップ」を省略し、単に記号「S」と記す。他のステップについても同様である。

[0048] 最初の S100 では、エンコーダ異常フラグがセットされているか否かを

判断する。図中、エンコーダ異常フラグを「X_FAIL」とし、エンコーダ異常フラグがセットされている状態を「1」、セットされていない状態を「0」とする。エンコーダ異常フラグがセットされていないと判断された場合（S100:NO）、S200へ移行し、ECU50は、正常時制御を実施する。エンコーダ異常フラグがセットされていると判断された場合、S300へ移行し、ECU50は、異常時制御を実施する。S200またはS300に続いて移行するS400では、ECU50は、異常判定処理を行う。

[0049] S200における正常時制御処理を図13のフローチャートに基づいて説明する。正常時制御処理の説明に先立ち、モータ10の制御モードをまとめておく。モード1は「加速制御」であって、モータ10の回転を加速させる。モード2は「定常制御」であってモータ10の回転速度を略一定に保持する。モード3は「減速制御」であって、モータ10の回転を減速させる。モード4は「急ブレーキ制御」であって、モータ10の回転に急ブレーキをかける。モード5は「固定相通電制御」であって、モータ10を停止させる。モード0は「通電オフ制御」であって、モータ10への通電を停止する。

[0050] S201では、ECU50は、ドライバ要求シフトレンジが変化したか否かを判断する。ドライバ要求シフトレンジが変化していないと判断された場合（S201:NO）、S203へ移行する。ドライバ要求シフトレンジが変化したと判断された場合（S201:YES）、S202へ移行する。

[0051] S202では、ECU50は、モータ10への通電フラグをオンにする。また、ECU50は、制御状態を加速制御であるモード1とする。S203では、ECU50は、通電フラグがオンされているか否かを判断する。通電フラグがオフであると判断された場合（S203:NO）、S210へ移行する。通電フラグがオンであると判断された場合（S203:YES）、S204へ移行する。S204では、目標速度設定部62は、目標モータ速度 M_{sp*} をセットする。S205では、正常時制御部51は、モード判定処理を行う。

[0052] モード判定処理を、図14に基づいて説明する。S251では、正常時制

制御部 51 は、制御モードがモード 1 か否かを判断する。制御モードがモード 1 ではないと判断された場合 (S251: NO)、S254 へ移行する。制御モードがモード 1 であると判断された場合 (S251: YES)、S252 へ移行する。

[0053] S252 では、正常時制御部 51 は、目標モータ速度 Msp^* が現在のモータ速度 Msp より小さいか否かを判断する。目標モータ速度 Msp^* が現在のモータ速度 Msp 以上であると判断された場合 (S252: NO)、モード 1 を継続する。目標モータ速度 Msp^* が現在のモータ速度 Msp より小さいと判断された場合 (S252: YES)、S253 へ移行する。S253 では、正常時制御部 51 は、制御モードを定常制御であるモード 2 とする。

[0054] 制御モードがモード 1 ではないと判断された場合 (S251: NO) に移行する S254 では、正常時制御部 51 は、制御モードをモード 2 か否かを判断する。制御モードがモード 2 ではないと判断された場合 (S254: NO)、S257 へ移行する。制御モードがモード 2 であると判断された場合 (S254: YES)、S255 へ移行する。

[0055] S255 では、正常時制御部 51 は、目標モータ速度の今回値 $Msp^*(n)$ が、前回値 $Msp^*(n-1)$ より小さいか否かを判断する。目標モータ速度の $Msp^*(n)$ が、前回値 $Msp^*(n-1)$ 以上であると判断された場合 (S255: NO)、モード 2 を継続する。目標モータ速度の $Msp^*(n)$ が、前回値 $Msp^*(n-1)$ より小さいと判断された場合 (S255: YES)、S256 へ移行する。S256 では、正常時制御部 51 は、制御モードを減速制御であるモード 3 とする。

[0056] 制御モードがモード 1、2 ではないと判断された場合 (S254: NO) に移行する S257 では、正常時制御部 51 は、制御モードがモード 3 か否かを判断する。制御モードがモード 3 ではないと判断された場合 (S257: NO)、S260 へ移行する。制御モードがモード 3 であると判断された場合 (S257: YES)、S258 へ移行する。

[0057] S258 では、正常時制御部 51 は、角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th}

より小さいか否かを判断する。角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} 以上であると判断された場合 (S 2 5 8 : N O)、モード 3 を継続する。角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} より小さいと判断された場合 (S 2 5 8 : Y E S)、S 2 5 9 へ移行する。S 2 5 9 では、正常時制御部 5 1 は、制御モードを急ブレーキ制御であるモード 4 とする。

[0058] 制御モードがモード 1 ~ 3 ではないと判断された場合 (S 2 5 7 : N O) に移行する S 2 6 0 では、正常時制御部 5 1 は、制御モードがモード 4 か否かを判断する。制御モードがモード 4 ではないと判断された場合 (S 2 6 0 : N O)、S 2 6 3 へ移行する。制御モードがモード 4 であると判断された場合 (S 2 6 0 : Y E S)、S 2 6 1 へ移行する。

[0059] S 2 6 1 では、反転判定部 7 6 は、モータ 1 0 が反転したか否かを判断する。ここで、シフトレンジの切り替え前後のレンジに基づいて決定される回転方向とは逆方向にモータ 1 0 が回転したら、モータ 1 0 が反転したと判断する。モータ 1 0 が反転していないと判断された場合 (S 2 6 1 : N O)、モード 4 を継続する。モータ 1 0 が反転したと判断された場合 (S 2 6 1 : Y E S)、S 2 6 2 へ移行する。S 2 6 2 では、正常時制御部 5 1 は、制御モードを固定相通電制御であるモード 5 とする。

[0060] 制御モードがモード 1 ~ 4 ではないと判断された場合 (S 2 6 0 : N O) に移行する S 2 6 3 では、制御モードはモード 5 であって、正常時制御部 5 1 は、固定相通電制御の継続時間を計時するタイマのカウント値であるタイマ値 T_c をインクリメントする。S 2 6 4 では、E C U 5 0 は、タイマ値 T_c が継続時間判定閾値 T_{th} より大きいと判断する。継続時間判定閾値 T_{th} は、固定相通電制御を継続する固定相通電継続時間 T_a (例えば 1 0 0 m s) に応じて設定される値である。タイマ値 T_c が継続時間判定閾値 T_{th} 以下であると判断された場合 (S 2 6 4 : N O)、モード 5 を継続する。タイマ値 T_c が継続時間判定閾値 T_{th} より大きいと判断された場合 (S 2 6 4 : Y E S)、S 2 6 5 へ移行する。S 2 6 5 では、正常時制御部 5 1 は、制御モードを通電オフ制御であるモード 0 とする。

- [0061] 図13に戻り、モード判定処理に続いて移行するS206では、正常時制御部51は、制御モードがモード1～4のいずれかであるか否かを判断する。制御モードがモード1～4のとき、モータ10はPWM制御される。制御モードがモード1～4以外であると判断された場合（S206：NO）、S208へ移行する。制御モードがモード1～4のいずれかであると判断された場合（S206：YES）、S207へ移行する。
- [0062] S207では、正常時制御部51は、PWM制御によりモータ10の駆動を制御する。PWM制御を、図15に基づいて説明する。S271では、正常時制御部51は、制御モードがモード1～3のいずれかであるか否かを判断する。制御モードがモード1～3のとき、モータ10はフィードバック制御される。制御モードがモード1～3ではない、すなわちモード4であると判断された場合（S271：NO）、S278へ移行する。制御モードがモード1～3のいずれかであると判断された場合（S271：YES）、S272へ移行する。
- [0063] S272では、正常時制御部51は、制御モードがモード1か否かを判断する。制御モードがモード1であると判断された場合（S272：YES）、S273へ移行する。制御モードがモード1ではない、すなわちモード2またはモード3であると判断された場合（S272：NO）、S274へ移行する。
- [0064] S273では、フィードバック値設定部63は、モータ速度 Msp を速度フィードバック値 Msp_fb として、速度偏差演算部64に出力する。S274では、フィードバック値設定部63は、モータ速度 Msp の位相進み補償値 Msp_pl を速度フィードバック値 Msp_fb として、速度偏差演算部64に出力する。
- [0065] S275では、制御器65は、フィードバックデューティ D_fb を演算する。S276では、フィードフォワード項演算部66は、制御モードに応じたフィードフォワードデューティ D_ff を演算する。S277では、加算器67は、フィードバックデューティ D_fb とフィードフォワードデューティ D_ff を加算する。

ーティ D_{ff} とを加算し、補正後フィードバックデューティ D_a を演算する。

[0066] 制御モードがモード4であると判断された場合（S271：NO）に移行するS278では、急ブレーキデューティ演算部70は、突入速度 M_{sp_i} に応じて固定デューティ D_b を設定する。固定デューティ D_b が設定されている場合は、設定済みの値を維持する。S279では、PWM信号生成部73は、演算された補正後フィードバックデューティ D_a または固定デューティ D_b に基づいて指令信号 S_{pwm} を生成する。ECU50は、生成された指令信号 S_{pwm} に基づいてモータ10の駆動を制御する。

[0067] 図13に戻り、制御モードがモード1～4以外であると判断された場合（S206：NO）に移行するS208では、正常時制御部51は、制御モードがモード5か否かを判断する。制御モードがモード5であると判断された場合（S208：YES）、S209へ移行する。制御モードがモード5ではないと判断された場合（S208：NO）、すなわち制御モードがモード0である場合、S210へ移行する。S209では、正常時制御部51は、固定相通電制御を行う。詳細には、固定相通電制御部75は、実カウント値 C_{en} に応じた固定相に通電する指令信号 S_{fix} を生成する。ECU50は、生成された指令信号 S_{fix} に基づいてモータ10の駆動を制御する。S210では、ECU50は、モータ10への通電をオフにする。

[0068] S300における異常時制御処理を図16のフローチャートに基づいて説明する。異常時制御処理では、異常時制御処理開始からの経過時間が計時されている。S301では、異常時制御部82は、モータ10に通電中か否かを判断する。通電中か否かは、例えば通電フラグに基づいて判断される。通電中ではないと判断された場合（S301：NO）、S309へ移行する。通電中であると判断された場合（S301：YES）、S302へ移行する。

[0069] S302では、異常時制御部82は、バッテリー電圧 V_b に基づいて異常時デューティ D_f を設定する。S303では、異常時制御部82は、バッテリー

電圧 V_b に基づいてデューティ傾き ΔD を設定する。S 304 では、異常時制御部 82 は、異常時制御処理開始からの経過時間に応じた各相のデューティを設定する。

[0070] S 305 では、異常時制御部 82 は、異常時制御処理開始からの経過時間に基づき、通電相の切替タイミングか否かを判断する。通電相の切替タイミングであると判断された場合 (S 305 : YES)、S 306 へ移行する。通電相の切替タイミングではないと判断された場合 (S 305 : NO)、S 307 へ移行する。

[0071] S 306 では、異常時制御部 82 は、通電相を切り替える。具体的には、オフからオン状態に切り替えるスイッチング素子のデューティが、デューティ傾き ΔD にて異常時デューティ D_f となるように、デューティを徐変させる。また、オン状態からオフに切り替えるスイッチング素子のデューティが、傾き $-\Delta D$ にて 0 となるように、デューティを徐変させる。S 307 では、異常時制御部 82 は、通電相を切り替えずに現在の通電相を継続する。具体的には、制御対象のスイッチング素子を変更せず、S 302 にて設定された異常時デューティ D_f でのオンオフ作動を継続する。

[0072] S 308 では、異常時制御部 82 は、モータ 10 が目標位置まで回転したか否かを判断する。異常時制御処理では、エンコーダ 13 のカウント値を用いることができないため、通電相の切替回数のカウント値、または、異常時制御処理開始からの経過時間等に基づいて判断する。モータ 10 が目標位置まで回転していないと判断された場合 (S 308 : NO)、S 309 の処理を行わない。モータ 10 が目標位置まで回転したと判断された場合 (S 308 : YES)、S 309 へ移行する。S 309 では、ECU 50 は、モータ 10 への通電をオフにする。モータ 10 への通電がオフであれば、通電オフを継続する。

[0073] S 400 における異常判定処理を図 17 のフローチャートに基づいて説明する。S 401 では、異常判定部 81 は、モータ 10 に通電中か否かを判断する。通電中か否かは、S 301 での判断と同様、例えば通電フラグに基づ

いて判断される。通電中ではないと判断された場合（S401：NO）、S402以降の処理を行わない。通電中であると判断された場合（S401：YES）、S402へ移行する。

[0074] S402では、異常判定部81は、エンコーダ13の実カウント値 C_{en} が異常継続時間 T_e 内に变化したか否かを判断する。異常継続時間 T_e 内に実カウント値 C_{en} が変化すると判断された場合（S402：YES）、S403へ移行する。異常継続時間 T_e に亘って実カウント値 C_{en} が変化していないと判断された場合（S402：NO）、S404へ移行する。S403では、異常判定部81は、エンコーダ異常フラグをリセットする。S404では、異常判定部81は、エンコーダ異常フラグをセットする。

[0075] 本実施形態では、モータ通電中に異常継続時間 T_e に亘って実カウント値 C_{en} が変化しなかった場合、エンコーダ13に異常が生じていると判定する。エンコーダ13が異常である場合、異常時制御として、エンコーダ13のカウント値である実カウント値 C_{en} を用いないオープン駆動制御とする。オープン駆動制御では、周期的に通電相を切り替えていくことで、実カウント値 C_{en} を用いずに、モータ10を駆動可能である。これにより、エンコーダ13が異常になった場合であっても、シフトレンジを適切に切り替え可能であり、リンプホーム性能が向上する。

[0076] 本実施形態では、オープン駆動制御時における異常時デューティ D_f を100%より小さい値としているので、デューティを100%とする場合と比較し、モータ10への通電量が抑えられる。これにより、モータ10の振動が抑制され、脱調することなく、要求シフトレンジに応じた目標位置まで、モータ10を適切に回転させることができる。また、通電相切替時におけるデューティを徐変させることで、通電相の切り替えに伴う電流の急変が抑制される。これにより、通電相の切り替えに伴うモータ10の振動が抑制され、脱調することなく、要求シフトレンジに応じた目標位置まで、モータ10を適切に回転させることができる。

[0077] 以上説明したように、本実施形態のシフトレンジ制御装置40は、モータ

ドライバ41、42のスイッチング素子411～416、421～426のオンオフ作動を制御してモータ10をすることでシフトレンジを切り替えるシフトレンジ制御装置であって、異常判定部81と、正常時制御部51と、異常時制御部82と、を備える。異常判定部81は、モータ10の回転角度を検出するエンコーダ13の異常を検出する。正常時制御部51は、エンコーダ13が正常である場合、エンコーダ13の検出値を用いてモータ10の駆動を制御する。異常時制御部82は、エンコーダ13が異常である場合、エンコーダ13の検出値を用いず、通電相切替期間 P_c ごとに通電相を切り替える異常時制御であるオープン駆動制御を行う。異常時制御部82は、1つの相において同一方向への通電が継続される通電継続期間 P_k の少なくとも一部において、デューティが100%より小さい電流低減期間を設ける。

[0078] 例えば、U相のスイッチング素子411がオン、414がオフであれば、U1コイル111には、結線部115に流れ込む方向への通電が継続される。ここで、デューティが100%であれば、スイッチング素子411のオン状態が通電継続期間 P_k に亘って継続される。本実施形態では、通電継続期間 P_k の少なくとも一部において、デューティを100%より小さくし、スイッチング素子411がオフされる期間を設けることで、デューティ100%のときよりも、電流が低減される。これにより、エンコーダ13の異常時において、モータ10の振動を抑制しつつ、エンコーダ13の検出値を用いずに、要求シフトレンジに応じた目標位置までモータ10を適切に回転させることができる。

[0079] 異常時制御部82は、通電継続期間 P_k の全期間において、デューティを100%より小さい異常時デューティ D_f とする。これにより、通電継続期間 P_k に亘って電流を抑制できるので、モータ10の振動を適切に抑制することができる。異常時デューティ D_f は、バッテリー電圧 V_b に応じて可変である。これにより、バッテリー電圧 V_b に応じ、より適切にモータ10の振動を抑制することができる。

[0080] 異常時制御部82は、通電継続期間 P_k の開始時において、オフからオン

状態に切り替えるスイッチング素子411～416、421～426のデューティを、0から所定のデューティまで徐変させる。本実施形態では、異常時デューティDfまでデューティを徐変させる。また、異常時制御部82は、通電継続期間Pkの終了時において、オン状態からオフに切り替えるスイッチング素子411～416、421～426のデューティを0まで徐変させる。これにより、通電相の切替時における電流の急変が抑制されるので、モータ10の振動を適切に抑制することができる。ここで「オン状態」とは、所定のデューティでオンオフが繰り返されている状態を意味する。なお、デューティが100%であれば、該当するスイッチング素子411～416、421～426がオンされ続けている。

[0081] 通電継続期間の開始時または終了時におけるデューティ徐変時のデューティ傾き ΔD は、バッテリー電圧Vbに応じて可変である。これにより、バッテリー電圧Vbに応じ、より適切にモータ10の振動を抑制することができる。

[0082] (他の実施形態)

上記実施形態では、異常時制御において、通電継続期間の全期間に亘るデューティを100%より小さい異常時デューティとするとともに、通電継続期間の開始時および終了時にデューティを徐変させる。他の実施形態では、異常時制御において、通電継続期間の全期間において、デューティを100%より小さい異常時デューティにする場合、通電継続期間の開始時におけるデューティを徐変させず、通電継続期間の開始とともに、デューティを異常時デューティとしてもよい。また、通電継続期間の全期間において、デューティを100%より小さい異常時デューティとする場合、通電継続期間の終了時におけるデューティを徐変させず、通電継続期間の終了とともに、デューティを0としてもよい。

[0083] 他の実施形態では、異常時制御において、通電継続期間の開始時または終了時にデューティを徐変させる場合、デューティ徐変時以外の期間のデューティを100%とし、該当するスイッチング素子をオンし続けてもよい。この場合、デューティ徐変を行っている期間が、電流低減期間となる。このよ

うにしても、異常時制御において、通電継続期間の少なくとも一部において、デューティが100%より小さい電流低減期間が設けられることになるので、通電継続期間の全期間をデューティ100%で通電したときよりも通電量が低減される。これにより、モータの振動が抑制され、脱調することなくモータ10を目標位置まで回転させることができる。

[0084] 上記実施形態では、異常時デューティは、入力電圧に応じて可変である。他の実施形態では、異常時デューティは、入力電圧によらず、所定値としてもよい。上記実施形態では、通電継続期間の開始時および終了時におけるデューティ傾きは、入力電圧に応じて可変である。他の実施形態では、通電継続開始時の開始時および終了時の少なくとも一方におけるデューティ傾きは、入力電圧によらず、所定値としてもよい。上記実施形態では、入力電圧はバッテリー電圧である。他の実施形態では、モータドライバに入力される電圧に係る値であれば、バッテリー電圧以外の値としてもよい。

[0085] 上記実施形態では、通電相切替期間は、一定である。他の実施形態では、異常時制御の開始からの所定回数までは、所定回数の通電相の切替後よりも、通電相切替期間が長くなるようにしてもよい。モータの振動がより生じやすい異常時制御開始直後の通電相切替期間を長くすることで、異常時制御開始時におけるモータの振動を適切に抑制することができる。

[0086] 上記実施形態では、モータは、永久磁石式の3相ブラシレスモータである。他の実施形態では、モータは、3相ブラシレスモータに限らず、どのようなモータを用いてもよい。また、上記実施形態では、モータに2組の巻線組が設けられる。他の実施形態では、モータの巻線組は、1組でもよいし3組以上であってもよい。

[0087] 上記実施形態では、正常時制御において、回転角センサの検出値を用い、角度偏差に基づいて目標速度を設定し、速度フィードバック制御によりモータの駆動を制御する。また、速度フィードバック制御から急ブレーキ制御、固定相通電制御と切り替えていくことで、モータを目標位置にて停止させる。他の実施形態では、正常時制御は、回転角センサの検出値を用いる制御で

あれば、どのような制御であってもよい。

[0088] 上記実施形態では、いわゆる 120° 通電により、モータの駆動を制御する。他の実施形態では、 120° 通電以外の制御としてもよい。例えば、いわゆる 180° 通電としてもよい。また例えば、正常時制御において、三角波比較方式や瞬時ベクトル選択方式によるPWM制御としてもよい。

[0089] 上記実施形態では、速度状態が定常制御または減速制御のとき、位相進みフィルタ処理を行った位相進み値をフィードバックする。他の実施形態では、速度状態が加速制御のときにも位相進みフィルタ処理を行った値をフィードバックしてもよい。また、定常状態および減速状態の少なくとも一方における位相進みフィルタ処理を省略してもよい。また、速度状態の判定は、例えばモータ速度の微分値を用いて判定する等、判定方法は上記実施形態の方法に限らず、どのような方法であってもよい。

[0090] 上記実施形態では、1つの角度判定閾値を用いてフィードバック制御から固定デューティでの急ブレーキ制御への切り替えを判定する。他の実施形態では、角度判定閾値は、例えば、モータ速度が大きくなるほど、角度判定閾値を大きくする、といった具合に、モータ速度に応じて可変としてもよい。上記実施形態では、急ブレーキ制御における固定デューティは、突入速度に応じて設定される。他の実施形態では、固定デューティは、突入速度によらず、所定値（例えば最大デューティ）であってもよい。

[0091] 上記実施形態では、固定相通電制御では、デューティ固定時間が経過するまでのデューティは、最大デューティである。他の実施形態では、固定相通電制御におけるデューティ固定時間が経過するまでのデューティは、最大デューティでなくてもよい。また、他の実施形態では、固定相通電制御におけるデューティ変更処理を省略し、固定相通電中のデューティが一定であってもよい。

[0092] 上記実施形態では、モータの回転角を検出する回転角センサとして、エンコーダを用いる。他の実施形態では、回転角センサは、エンコーダに限らず、レゾルバ等、どのようなものを用いてもよい。また、エンコーダのカウン

ト値に替えて、モータの回転角に換算可能なエンコーダカウント値以外の値をフィードバックしてもよい。固定相通電制御における固定相の選択についても同様である。

[0093] 上記実施形態では、ディテントプレートには4つの凹部が設けられる。他の実施形態では、凹部の数は4つに限らず、いくつであってもよい。例えば、ディテントプレートの凹部を2つとし、Pレンジとnot Pレンジとを切り替えるものとしてもよい。また、シフトレンジ切替機構やパーキングロック機構等は、上記実施形態と異なってもよい。

[0094] 上記実施形態では、モータ軸と出力軸との間に減速機が設けられる。減速機の詳細について、上記実施形態では言及していないが、例えば、サイクロイド歯車、遊星歯車、モータ軸と略同軸の減速機構から駆動軸へトルクを伝達する平歯歯車を用いたものや、これらを組み合わせて用いたもの等、どのような構成であってもよい。また、他の実施形態では、モータ軸と出力軸との間の減速機を省略してもよいし、減速機以外の機構を設けてもよい。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。

[0095] 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。

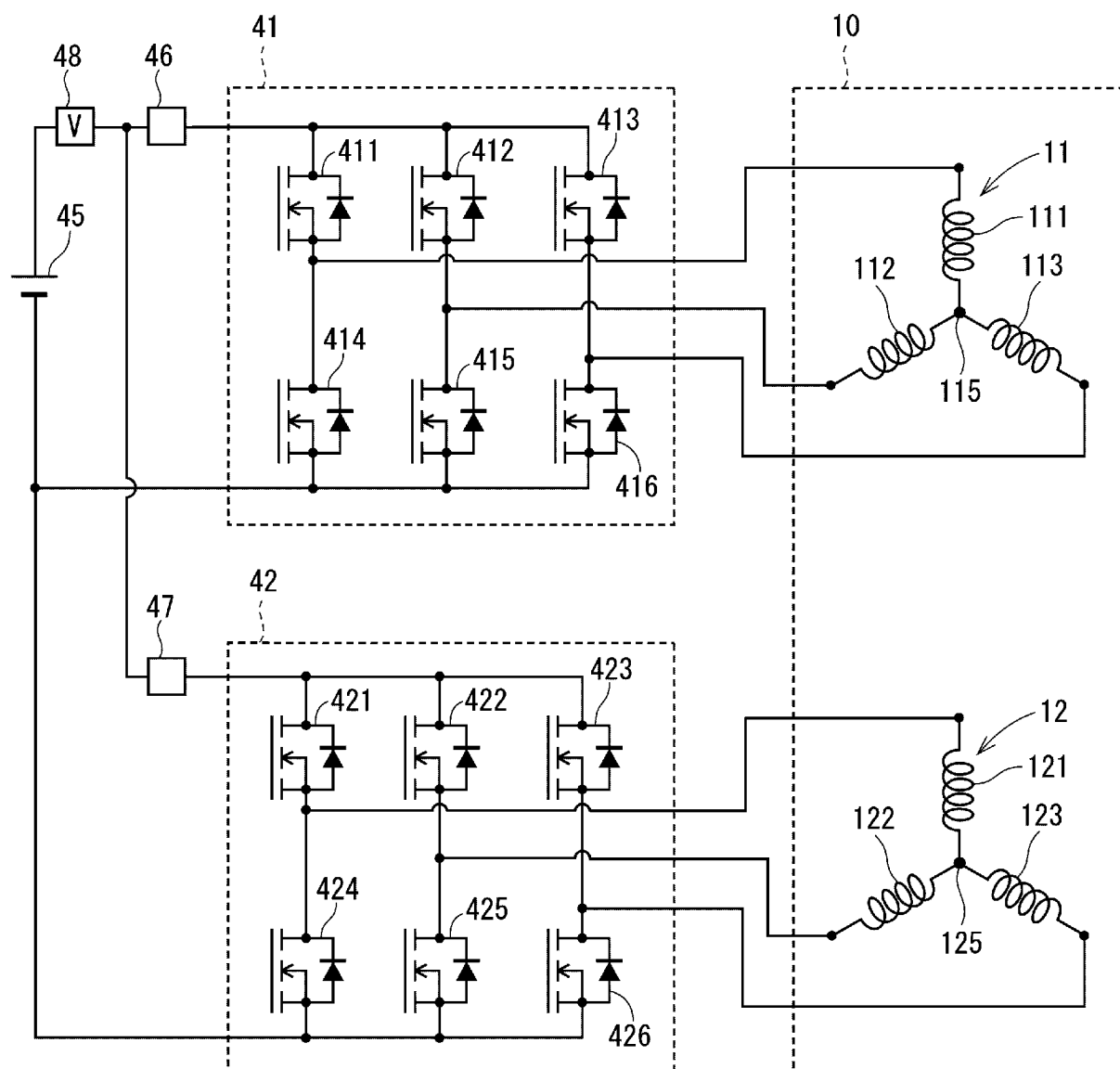
請求の範囲

- [請求項1] ドライバ回路（４１、４２）の複数のスイッチング素子（４１１～４１６、４２１～４２６）のオンオフ作動を制御してモータ（１０）を駆動することでシフトレンジを切り替えるシフトレンジ制御装置であって、
- 前記モータの回転角度を検出する回転角センサ（１３）の異常を判定する異常判定部（８１）と、
- 前記回転角センサが正常である場合、前記回転角センサの検出値を用いて前記モータの駆動を制御する正常時制御部（５１）と、
- 前記回転角センサが異常である場合、前記回転角センサの検出値を用いず、通電相切替期間ごとに通電相を切り替える異常時制御を行う異常時制御部（８２）と、
- を備え、
- 前記異常時制御部は、１つの相において同一方向への通電が継続される通電継続期間の少なくとも一部において、デューティが１００％より小さい電流低減期間を設けるシフトレンジ制御装置。
- [請求項2] 前記異常時制御部は、前記通電継続期間の全期間において、デューティを１００％より小さい異常時デューティとする請求項１に記載のシフトレンジ制御装置。
- [請求項3] 前記異常時デューティは、前記ドライバ回路の入力電圧に応じて可変である請求項２に記載のシフトレンジ制御装置。
- [請求項4] 前記異常時制御部は、前記通電継続期間の開始時において、オフからオン状態に切り替える前記スイッチング素子のデューティを０から所定のデューティまで徐変させる請求項１～３のいずれか一項に記載のシフトレンジ制御装置。
- [請求項5] 前記異常時制御部は、前記通電継続期間の終了時において、オン状態からオフに切り替える前記スイッチング素子のデューティを０まで徐変させる請求項１～４のいずれか一項に記載のシフトレンジ制御装

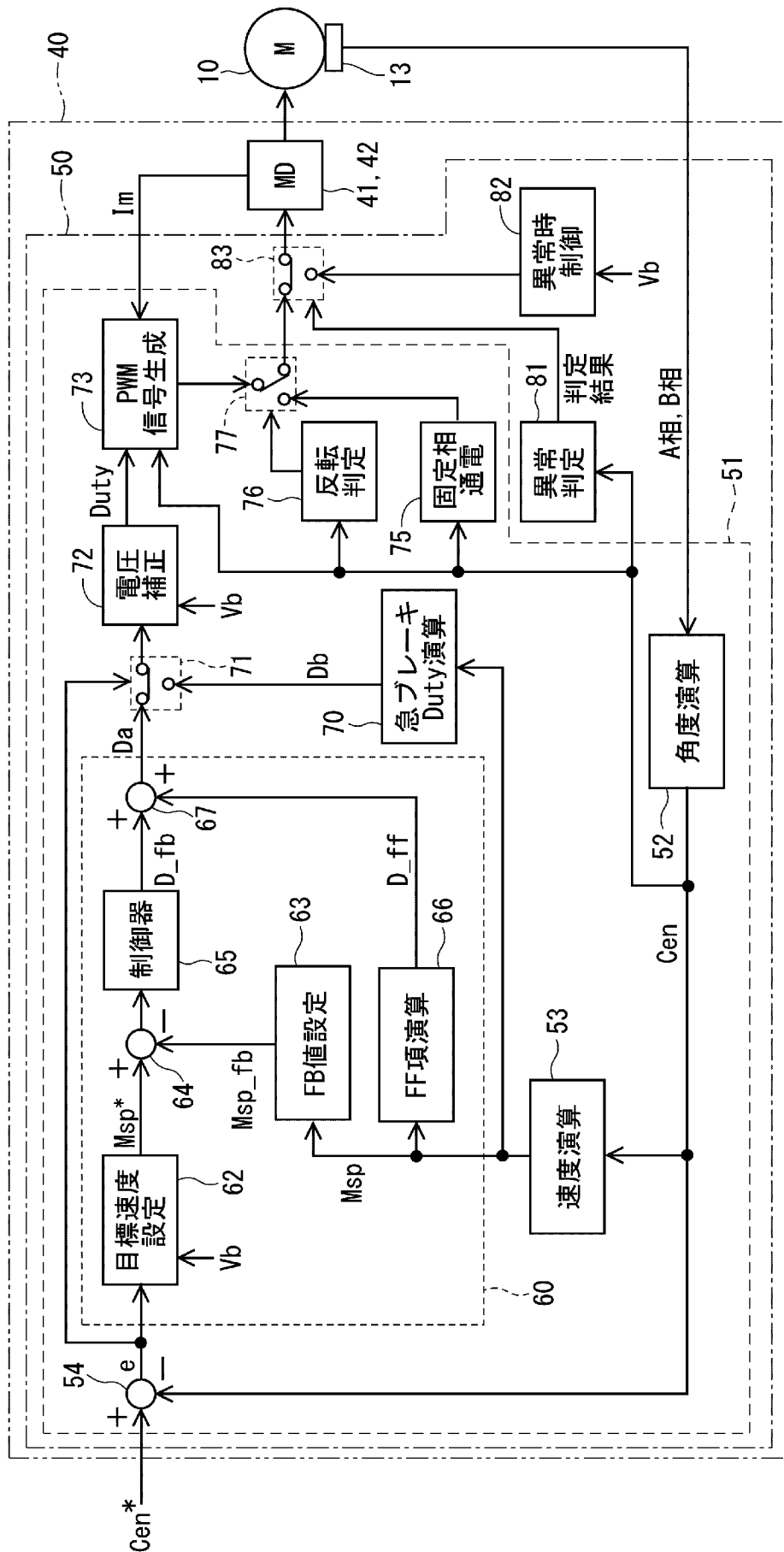
置。

[請求項6] 前記通電継続期間の開始時または終了時におけるデューティ徐変時の単位時間あたりのデューティ変化量であるデューティ傾きは、前記ドライバ回路の入力電圧に応じて可変である請求項4または5に記載のシフトレンジ制御装置。

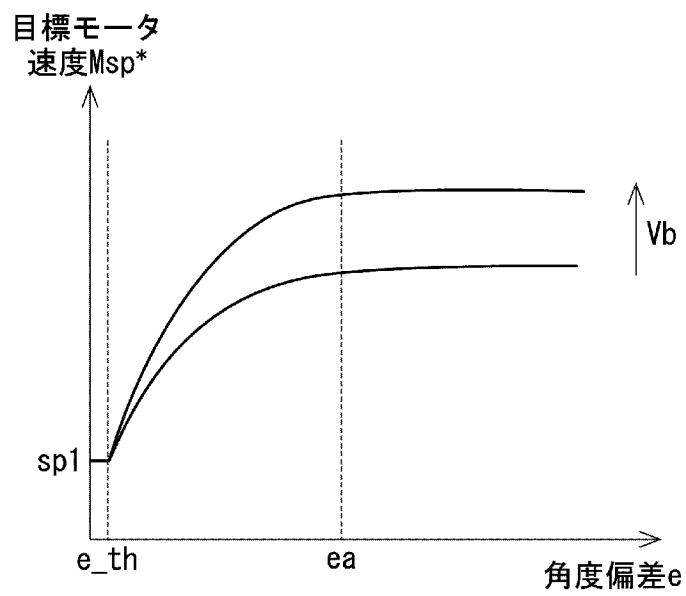
[図3]



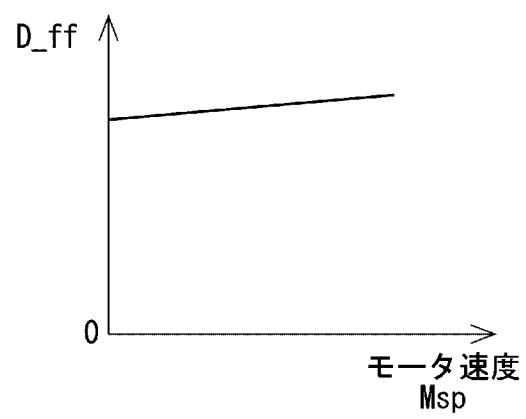
[図4]



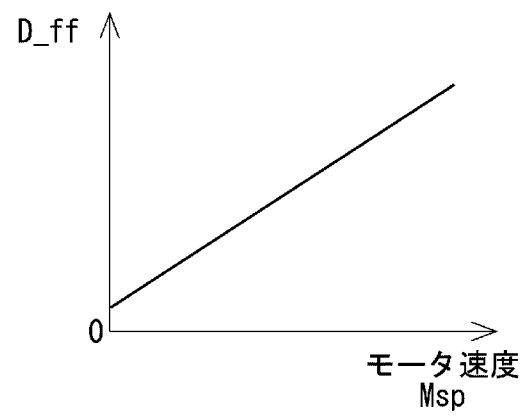
[図5]



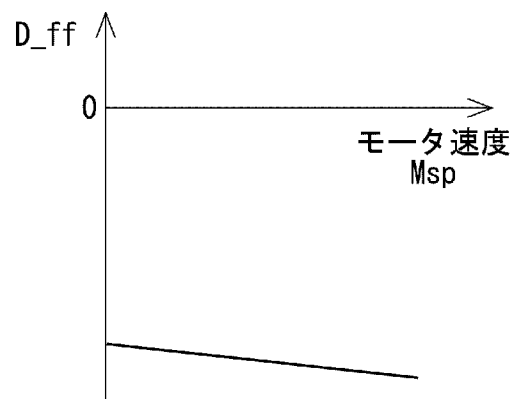
[図6A]



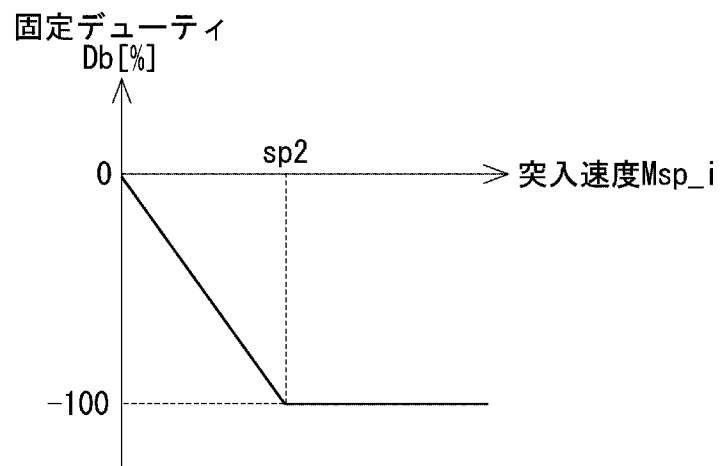
[図6B]



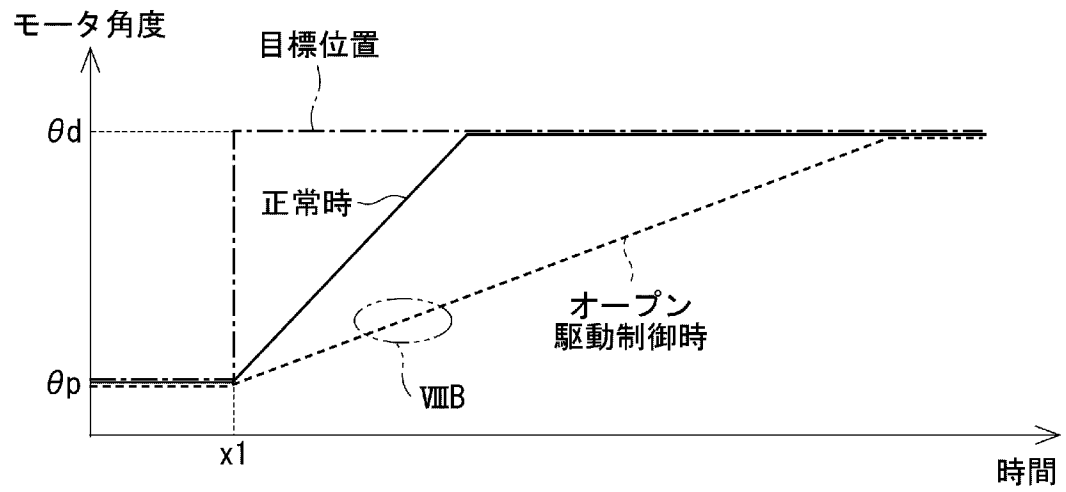
[図6C]



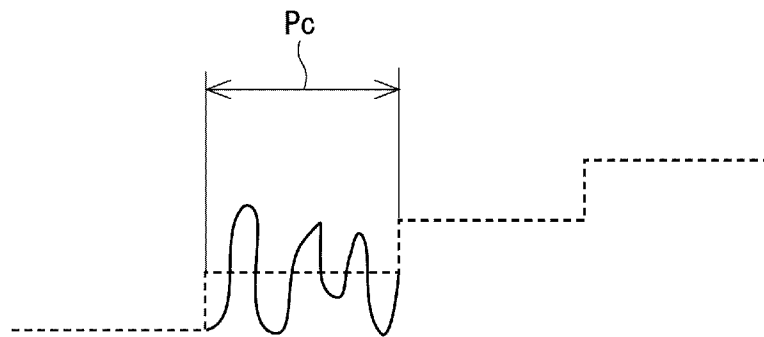
[図7]



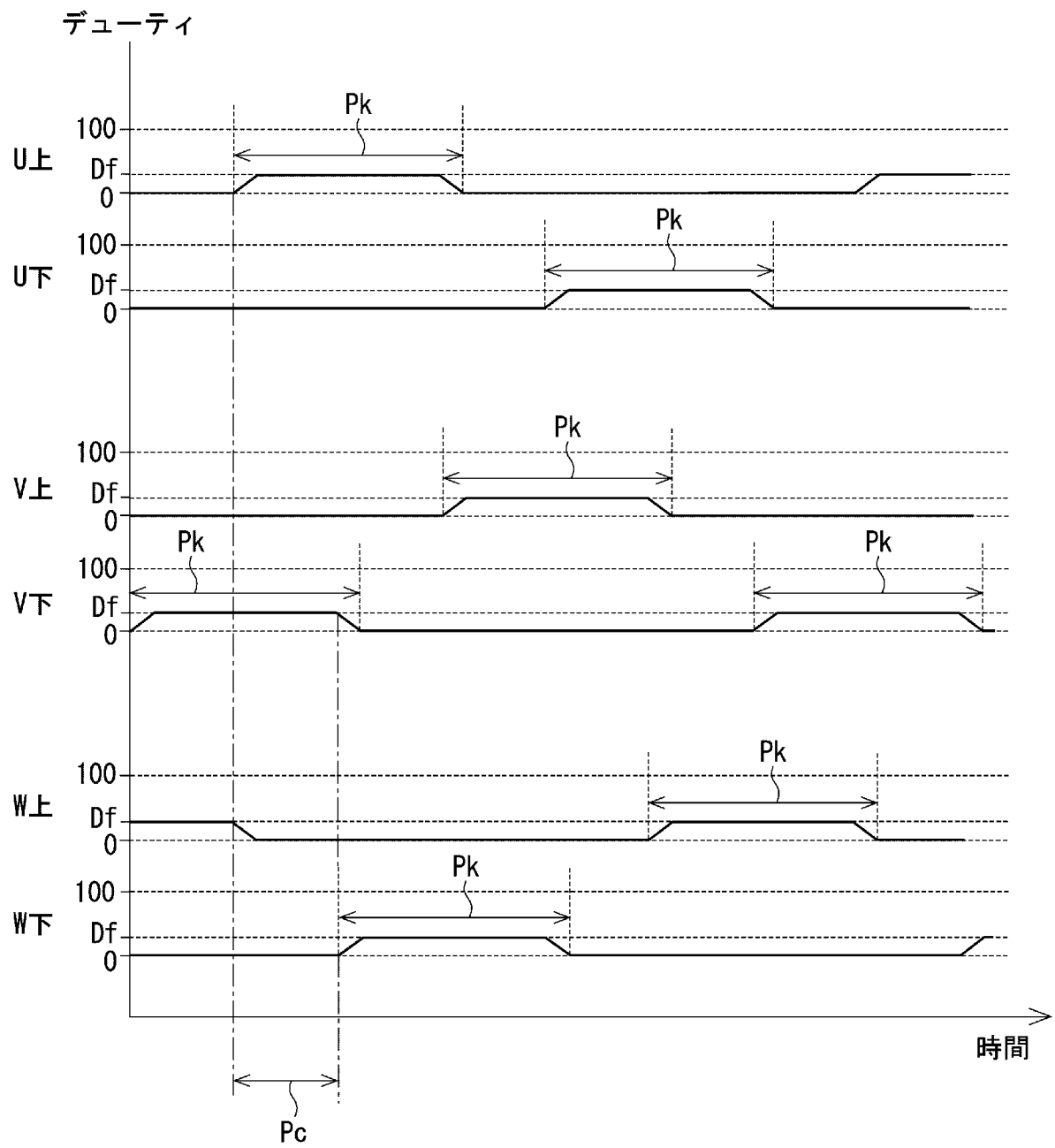
[図8A]



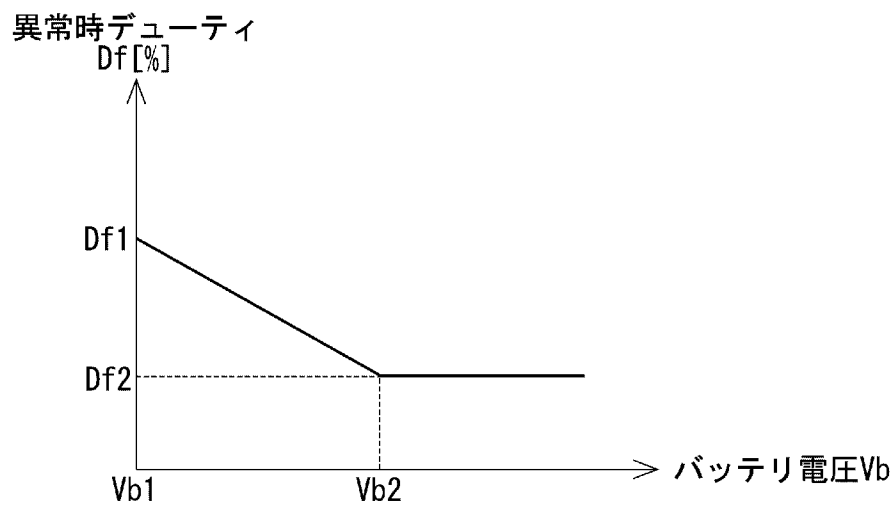
[図8B]



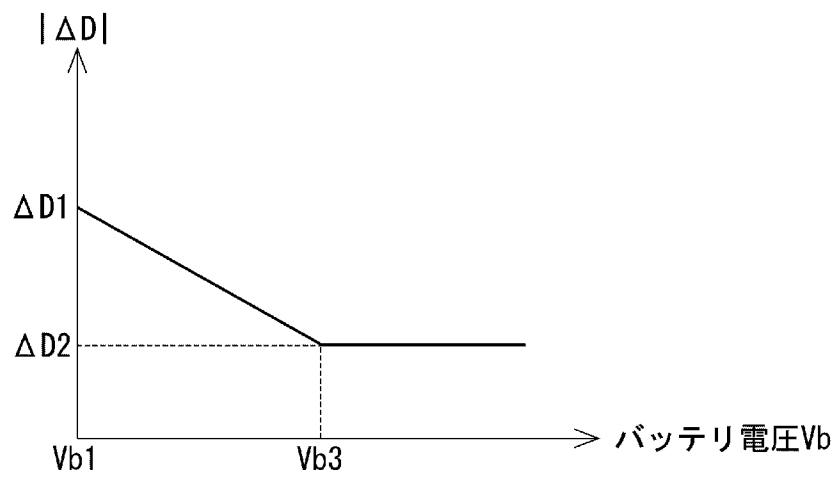
[図9]



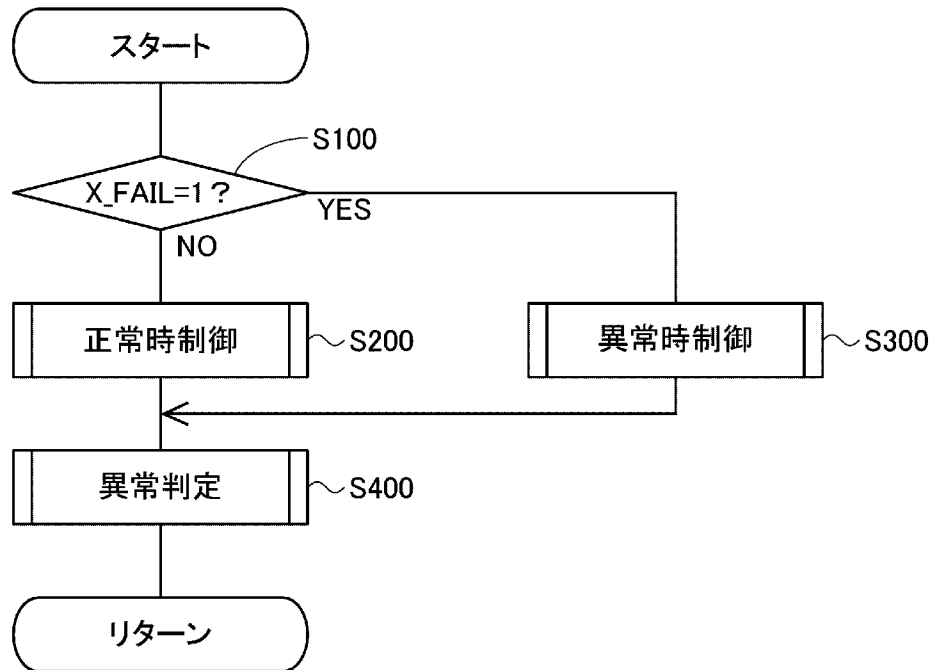
[図10]



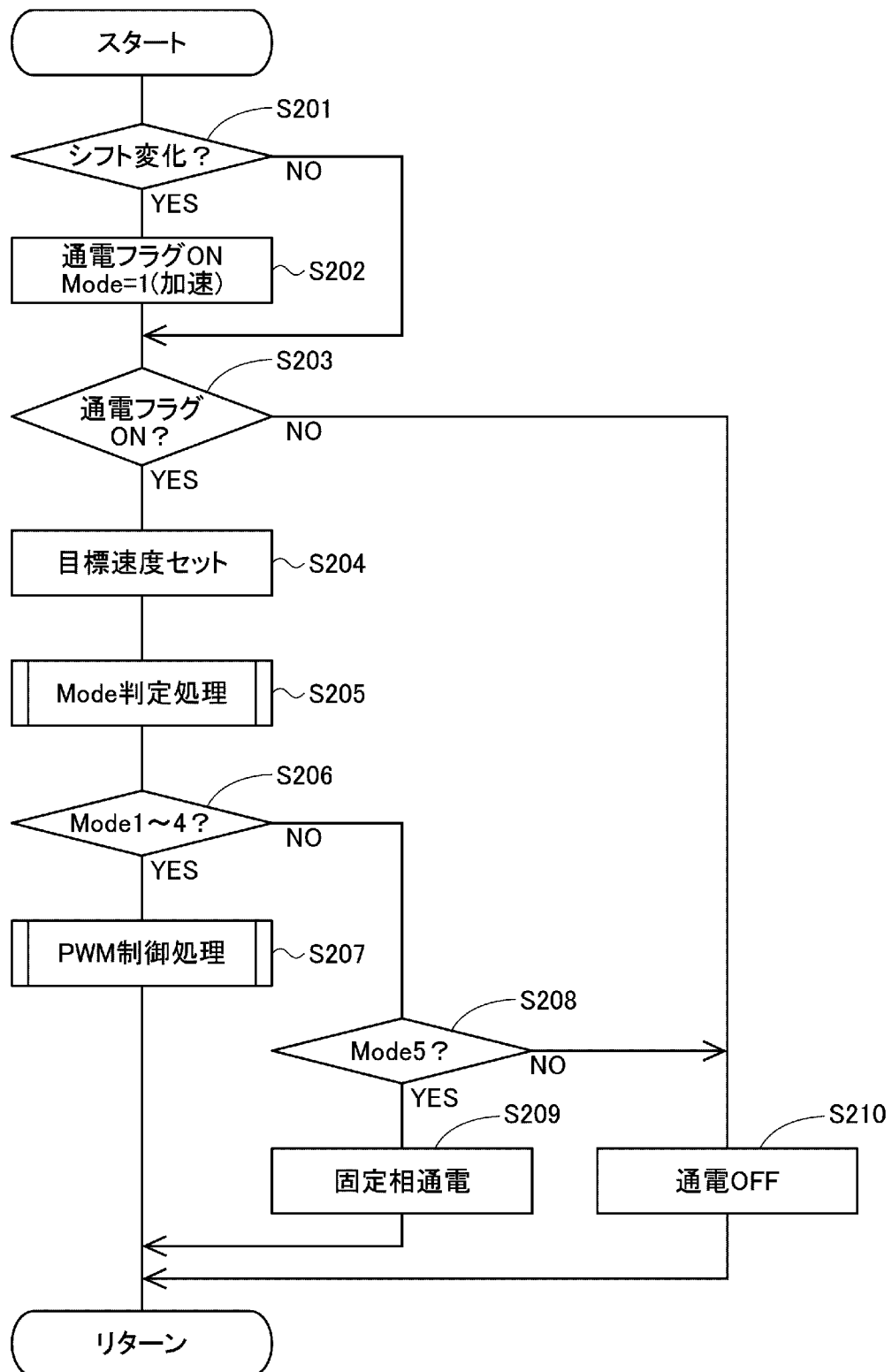
[図11]



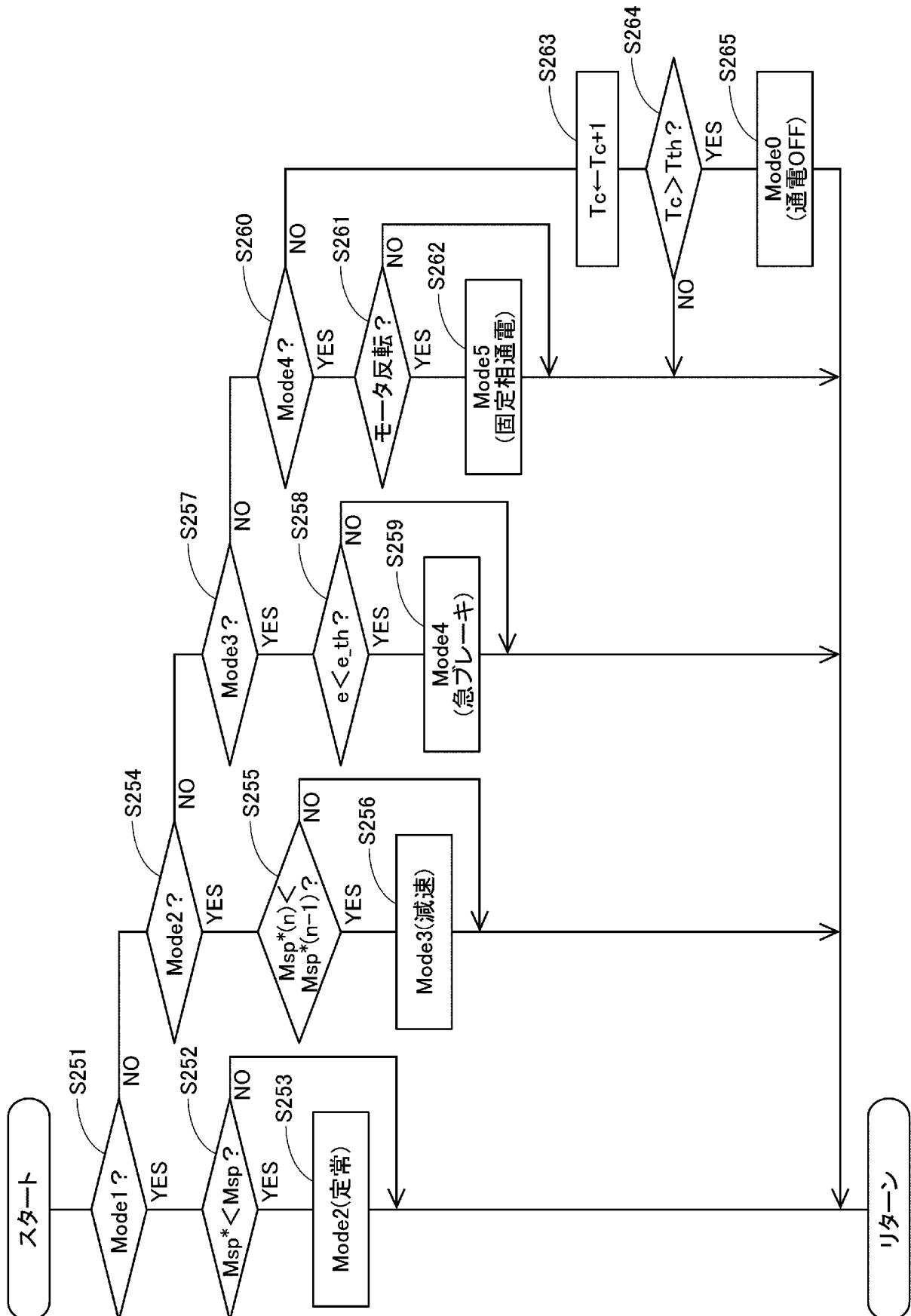
[図12]



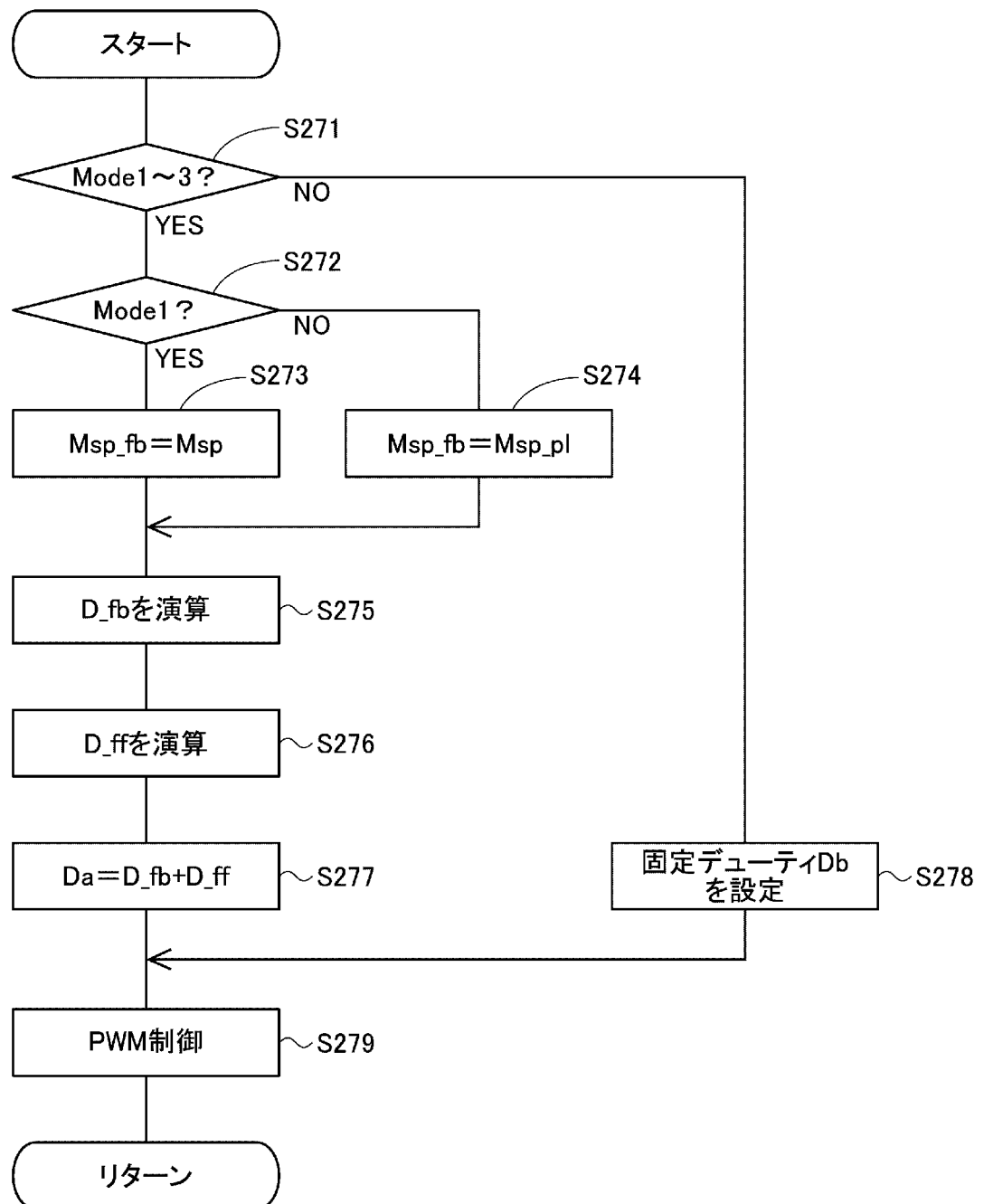
[図13]



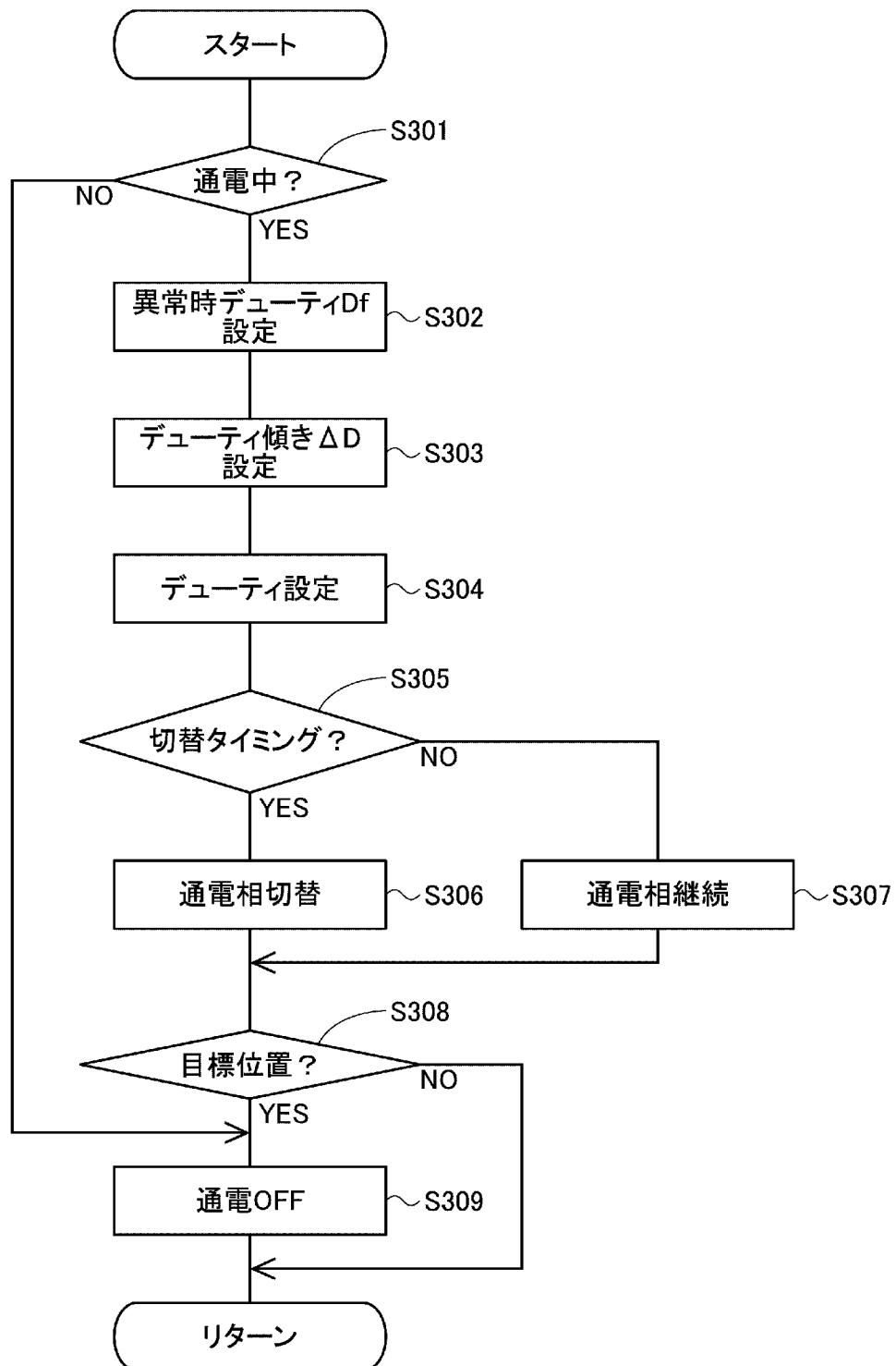
[図14]



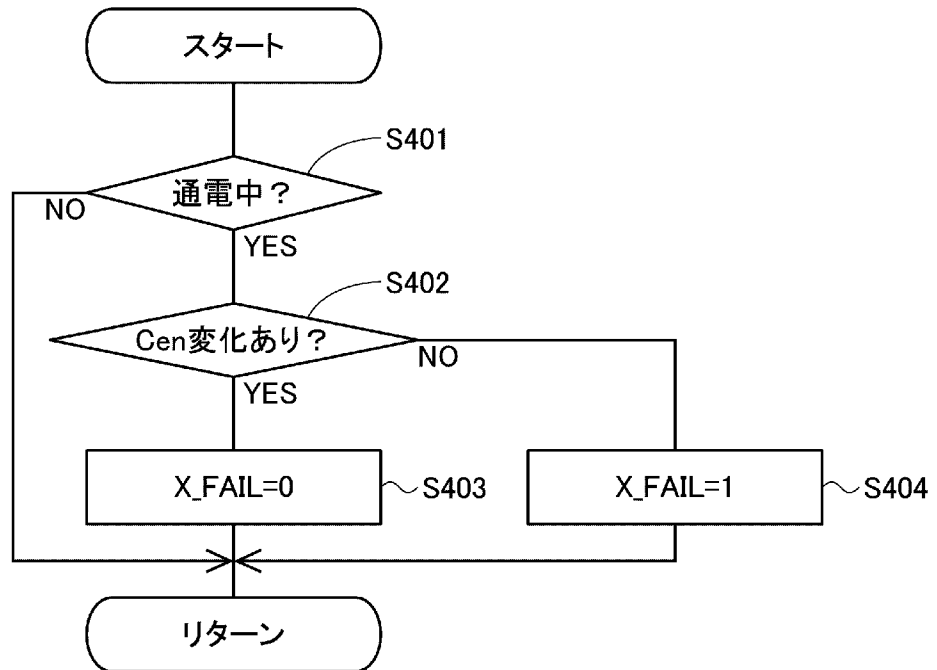
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005826

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02P6/16 (2016.01) i, F16H61/32 (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. H02P6/16, F16H61/32

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.
Y	JP 2000-170905 A (DENSO CORP.) 23 June 2000, paragraphs [0058]-[0067] & US 6230576 B1, column 3, line 64 to column 4, line 67	1-6
Y	JP 4-312388 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 November 1992, paragraphs [0012]-[0020] (Family: none)	1-6
A	JP 7-87781 A (TOSHIBA CORP.) 31 March 1995, entire text, all drawings & US 5446354 A, entire text, all drawings & GB 2281783 A & KR 10-0140353 B & CN 1100576 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
15.05.2018

Date of mailing of the international search report
29.05.2018

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. H02P6/16(2016.01)i, F16H61/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P6/16, F16H61/32

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
Y	JP 2000-170905 A（株式会社デンソー）2000. 06. 23, 段落[0058]-[0067] & US 6230576 B1 第3欄第64行-第4欄第67行	1-6
Y	JP 4-312388 A（三菱電機株式会社）1992. 11. 04, 段落[0012]-[0020]（ファミリーなし）	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

15. 05. 2018

国際調査報告の発送日

29. 05. 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）

尾家 英樹

3 V

9 3 3 5

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 7-87781 A (株式会社東芝) 1995. 03. 31, 全文、全図 & US 5446354 A 全文、全図 & GB 2281783 A & KR 10-0140353 B & CN 1100576 A	1-6