

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6690576号
(P6690576)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月13日(2020.4.13)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2P 3/18 (2006.01)	HO2P 3/18
HO2P 6/30 (2016.01)	HO2P 6/30
HO2P 27/08 (2006.01)	HO2P 27/08
F16H 61/32 (2006.01)	F16H 61/32

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-29653 (P2017-29653)
(22) 出願日	平成29年2月21日(2017.2.21)
(65) 公開番号	特開2018-135919 (P2018-135919A)
(43) 公開日	平成30年8月30日(2018.8.30)
審査請求日	平成31年3月19日(2019.3.19)

(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人	100093779 弁理士 服部 雅紀
(72) 発明者	神尾 茂 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 尾家 英樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】シフトレンジ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータ(10)の駆動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制御装置であって、

前記モータを停止させる目標角度と実角度との差が角度判定閾値より小さくなった場合、フィードバック制御から固定デューティでの制御に切り替える第1切替制御部(71)と、

前記モータが反転したことを判定する反転判定部(76)と、

前記モータが反転したと判定された場合、前記固定デューティでの制御から前記モータの固定相に通電する固定相通電制御に切り替える第2切替制御部(77)と、
10
を備えることを特徴とするシフトレンジ制御装置。

【請求項 2】

前記固定デューティは、前記目標角度と前記実角度との差が前記角度判定閾値より小さいと判定されたときの前記モータの回転速度に応じて設定される請求項1に記載のシフトレンジ制御装置。

【請求項 3】

前記固定相通電制御を開始してから固定相通電継続時間が経過した場合、通電をオフにする請求項1または2に記載のシフトレンジ制御装置。

【請求項 4】

前記固定相通電制御が継続される期間のうち、所定時間が経過するまでの第1期間にお

けるデューティを第1デューティとし、前記所定期間が経過してから前記固定相通電制御を終了するまでの第2期間において、前記第1デューティよりも絶対値が小さい第2デューティとする請求項3に記載のシフトレンジ制御装置。

【請求項5】

前記固定相通電制御が継続される期間のうち、所定期間が経過するまでの第1期間におけるデューティを一定とし、前記所定期間が経過してから前記固定相通電制御を終了するまでの第2期間において、前記モータの電流が0に近づくようにデューティを徐々に変化させる請求項3に記載のシフトレンジ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、シフトレンジ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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マータを用いている。以下、スイッチトリラクタンスマータを「SRモータ」という。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献1】特許第4385768号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

永久磁石を用いないSRモータは、構成が簡素である。また、例えばDCブラシレスモータのような永久磁石を用いるモータは、SRモータと比較し、応答性がよい反面、モータを停止させるときに、オーバーシュートが生じる虞がある。

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、シフトレンジの切り替えに係るモータの駆動を適切に制御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。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のシフトレンジ制御装置は、モータ(10)の駆動を制御することでシフトレンジを切り替えるものであって、第1切替制御部(71)と、反転判定部(76)と、第2切替制御部(77)と、を備える。

第1切替制御部は、モータを停止させる目標角度と実角度との差が角度判定閾値より小さくなった場合、フィードバック制御から固定デューティでの制御に切り替える。

反転判定部は、モータが反転したことを判定する。

第2切替制御部は、モータが反転したと判定された場合、固定デューティでの制御からモータの固定相に通電する固定相通電制御に切り替える。

40

【0006】

これにより、応答性を高めるとともに、オーバーシュートを抑制し、目標位置にて適切にモータを停止させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1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る。

【図2】本発明の第1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る。

50

- 【図3】本発明の第1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る。
- 【図4】本発明の第1実施形態によるシフトレンジ制御装置を示すプロック図である。
- 【図5】本発明の第1実施形態による目標速度設定を説明する説明図である。
- 【図6】本発明の第1実施形態によるFFデューティを説明する説明図である。
- 【図7】本発明の第1実施形態による固定デューティを説明する説明図である。
- 【図8】本発明の第1実施形態によるモータ制御処理を説明するフローチャートである。
- 【図9】本発明の第1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る。
- 【図10】本発明の第1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る
- 。
- 【図11】本発明の第1実施形態によるモータ制御処理を説明するタイムチャートである 10
- 。
- 【図12】本発明の第2実施形態によるモータ制御処理を説明するフローチャートである
- 。
- 【図13】本発明の第3実施形態によるモータ制御処理を説明するタイムチャートである
- 。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明によるシフトレンジ制御装置を図面に基づいて説明する。

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態によるシフトレンジ制御装置を図1～図11に示す。 20

図1および図2に示すように、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。 30

【0009】

図2に示すように、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、ロータと一緒に回転する磁石と、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。 40

【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 50

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、自動变速機 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、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】

10

20

30

40

50

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45の高電位側には、バッテリ電圧Vを検出する電圧センサ48が設けられる。

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、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、角度演算部51、速度演算部52、角度偏差演算部53、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、第1切替制御部71、固定相通電制御部75、反転判定部76、および、第2切替制御部77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】

角度演算部51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Cenを演算する。実カウント値Cen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。

速度演算部52は、実カウント値Cenに基づき、モータ10の回転速度であるモータ速度Mspを演算する。

角度偏差演算部53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Cen*と実カウント値Cenとの差を演算する。以下、目標カウント値Cen*と実カウント値Cenと差の絶対値を角度偏差eとする。

本実施形態では、実カウント値Cenを「実角度」、目標カウント値Cen*を「目標角度」とする。

【0022】

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補正值演算部66、および、フィードフォワード項補正部67等を有する。以下適宜、フィードバックを「FB」、フィード

10

20

30

40

50

フォワードを「FF」と記載する。

【0023】

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 sp_1 （例えば1000rpm）となるようにする。

目標モータ速度 M_{sp}^* は、バッテリ電圧Vが大きくなるほど大きくなるように設定される。

【0024】

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 M_{sp} の位相を進ませる位相進み補償を行い、速度位相進み値 M_{sp_p1} を速度フィードバック値 M_{sp_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 M_{sp} を速度フィードバック値 M_{sp_fb} とする。速度位相進み値 M_{sp_p1} についても、「モータ速度」の概念に含まれるものとする。

【0025】

速度偏差演算部64は、目標モータ速度 M_{sp}^* と速度フィードバック値 M_{sp_fb} との速度偏差 M_{sp} を演算する。

制御器65は、目標モータ速度 M_{sp}^* と速度フィードバック値 M_{sp_fb} とを一致させるべく、速度偏差 M_{sp} 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。

【0026】

FF補正值演算部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6(a)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 M_{sp} 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 M_{sp} が目標モータ速度 M_{sp}^* 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6(b)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 M_{sp} を維持するためのデューティであって、モータ速度 M_{sp} 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6(c)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 M_{sp}^* 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 M_{sp} 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 M_{sp} が大きくなるほど、絶対値としては大きい値となる。

【0027】

なお、図6は、モータ10が正方向に回転している場合であって、モータ10が負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。

【0028】

FF項補正部67は、FBデューティ D_{fb} をFFデューティ D_{ff} で補正し、デューティ指令値を演算する。本実施形態のFF項補正部67は加算器であって、FBデューティ D_{fb} にFFデューティ D_{ff} を加算し、補正後FBデューティ D_a を演算する。

【0029】

10

20

30

40

50

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、120°通電による矩形波制御により、モータ10の駆動を制御する。120°通電による矩形波制御では、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をオンする。また、第1相および第2相の組み合わせを電気角60°ごとに入れ替えていくことで、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[%]～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。

【0030】

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Db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Mspである突入速度Msp_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Dbは、負の値であって、突入速度Msp_iが所定速度sp2より小さい場合、突入速度Msp_iが大きいほど絶対値が大きく、所定速度sp2以上の場合、-100[%]とする。

【0031】

第1切替制御部71は、信号生成に用いるデューティを、補正後FBデューティDaとするか、固定デューティDb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FBデューティDa、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Db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。

電圧補正部72は、選択された補正後FBデューティDaまたは固定デューティDbを、バッテリ電圧V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Cen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Spwmを生成する。また、モータ電流Imが電流制限値Im_maxを超えないように指令信号Spwmを調整する。

【0032】

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Sfix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Cenに基づいて固定相および通電方向を選択する。

また、固定相通電制御では、固定相通電制御開始からデューティ固定時間Tf経過後、デューティを徐々に変化する。具体的には、固定相通電継続時間Ta経過後のモータ電流Imが0となるように、デューティの絶対値を減少させる。

【0033】

反転判定部76は、実カウント値Cenに基づき、モータ10の回転が反転したか否かを判定する。

第2切替制御部77は、モータドライバ41、42に出力される信号を切り替える。本

10

20

40

50

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。選択された指令信号は、モータドライバ41、42に出力される。

【0034】

ここで、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」であって、モータ10への通電を停止する。 10

【0035】

モータ制御処理を図8のフローチャートに基づいて説明する。この処理は、イグニッシュヨ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、ECU50にて所定の周期で実行される。以下、ステップS101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。

【0036】

最初のS101では、ECU50は、ドライバにより図示しないシフトレバーが操作され、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(S101: NO)、S103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(S101: YES)、S102へ移行する。 20

【0037】

S102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。

S103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(S103: NO)、S112へ移行する。通電フラグがオンであると判断された場合(S103: YES)、S104へ移行する。

S104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。

S105では、ECU50は、モード判定処理を行う。 30

【0038】

モード判定処理を図9に基づいて説明する。

S151では、ECU50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(S151: NO)、S154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(S151: YES)、S152へ移行する。

【0039】

S152では、ECU50は、目標モータ速度M_{sp}*が現在のモータ速度M_{sp}より小さいか否かを判断する。目標モータ速度M_{sp}*が現在のモータ速度M_{sp}以上であると判断された場合(S152: NO)、モード1を継続する。目標モータ速度M_{sp}*が現在のモータ速度M_{sp}より小さいと判断された場合(S152: YES)、S153へ移行する。 40

S153では、ECU50は、制御モードを定常制御であるモード2とする。

【0040】

制御モードがモード1ではないと判断された場合(S151: NO)に移行するS154では、ECU50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(S154: NO)、S157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(S154: YES)、S155へ移行する。

【0041】

S155では、ECU50は、目標モータ速度の今回値M_{sp}*(n)が、前回値M_{sp}*(n-1)より小さいか否かを判断する。目標モータ速度のM_{sp}*(n)が、前回値 50

$Msp^*(n-1)$ 以上であると判断された場合 (S155: 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 (S155: YES)、S156へ移行する。

S156では、ECU50は、制御モードを減速制御であるモード3とする。

【0042】

制御モードがモード1、2ではないと判断された場合 (S154: NO) に移行する S157では、ECU50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 (S157: NO)、S160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 (S157: YES)、S158へ移行する。

【0043】

S158では、ECU50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 (S158: NO)、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 (S158: YES)、S159へ移行する。

S159では、ECU50は、制御モードを急ブレーキ制御であるモード4とする。

【0044】

制御モードがモード1～3ではないと判断された場合 (S157: NO) に移行する S160では、ECU50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 (S160: NO)、S163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 (S160: YES)、S161へ移行する。

【0045】

S161では、ECU50は、反転判定部76は、モータ10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10が回転したら、モータ10が反転したと判断する。モータ10が反転していないと判断された場合 (S161: NO)、モード4を継続する。モータ10が反転したと判断された場合 (S161: YES)、S162へ移行する。

S162では、ECU50は、制御モードを固定相通電制御であるモード5とする。

【0046】

制御モードがモード1～4ではないと判断された場合 (S160: NO) に移行する S163では、制御モードはモード5であって、ECU50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 Tc をインクリメントする。

S164では、ECU50は、タイマ値 Tc が継続時間判定閾値 $Tth1$ より大きいか否かを判断する。継続時間判定閾値 $Tth1$ は、固定相通電制御を継続する固定相通電継続時間 Ta (例えば 100ms) に応じて設定される値である。タイマ値 Tc が継続時間判定閾値 $Tth1$ 以下であると判断された場合 (S164: NO)、モード5を継続する。タイマ値 Tc が継続時間判定閾値 $Tth1$ より大きいと判断された場合 (S164: YES)、S165へ移行する。

S165では、ECU50は、制御モードを通電オフ制御であるモード0とする。

【0047】

図8に戻り、モード判定処理に続いて移行する S106では、ECU50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制御されている。制御モードがモード1～4以外であると判断された場合 (S106: NO)、S108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 (S106: YES)、S107へ移行する。

【0048】

S107では、ECU50は、PWM制御によりモータ10の駆動を制御する。

PWM制御処理を図10に基づいて説明する。

S171では、ECU50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 (S171

10

20

30

40

50

: N O) 、 S 1 7 8 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 (S 1 7 1 : Y E S) 、 S 1 7 2 へ移行する。

【 0 0 4 9 】

S 1 7 2 では、 E C U 5 0 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 (S 1 7 2 : Y E S) 、 S 1 7 3 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 (S 1 7 2 : N O) 、 S 1 7 4 へ移行する。

【 0 0 5 0 】

S 1 7 3 では、フィードバック値設定部 6 3 は、モータ速度 M s p を速度フィードバック値 M s p _ f b として、速度偏差演算部 6 4 に出力する。

S 1 7 4 では、フィードバック値設定部 6 3 は、モータ速度 M s p の位相進み補償値 M s p _ p 1 を速度フィードバック値 M s p _ f b として、速度偏差演算部 6 4 に出力する。

【 0 0 5 1 】

S 1 7 5 では、制御器 6 5 は、フィードバックデューティ D _ f b を演算する。

S 1 7 6 では、フィードフォワード補正值演算部 6 6 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 _ f f を演算する。

S 1 7 7 では、フィードフォワード項補正部 6 7 は、フィードバックデューティ D _ f b とフィードフォワードデューティ D _ f f 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。

【 0 0 5 2 】

制御モードがモード 4 であると判断された場合 (S 1 7 1 : N O) に移行する S 1 7 8 では、急ブレーキデューティ演算部 7 0 は、突入速度 M s p _ 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。

S 1 7 9 では、 P W M 信号生成部 7 3 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 p w m を生成する。 E C U 5 0 は、生成された指令信号 S p w m に基づいてモータ 1 0 の駆動を制御する。

【 0 0 5 3 】

図 8 に戻り、制御モードが 1 ~ 4 以外であると判断された場合 (S 1 0 6 : N O) に移行する S 1 0 8 では、 E C U 5 0 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 ではない、すなわちモード 0 であると判断された場合 (S 1 0 8 : N O) 、 S 1 1 2 へ移行する。制御モードがモード 5 であると判断された場合 (S 1 0 8 : Y E S) 、 S 1 0 9 へ移行する。

【 0 0 5 4 】

S 1 0 9 では、 E C U 5 0 は、タイマ値 T c が固定判定閾値 T t h 2 より大きいか否かを判断する。固定判定閾値 T t h 2 は、固定相通電にて、最大デューティを継続するデューティ固定時間 T f (例えは 2 0 m s) に応じて設定される。デューティ固定時間 T f は、固定相通電継続時間 T a より短い。タイマ値 T c が固定判定閾値 T t h 2 以下であると判断された場合 (S 1 0 9 : N O) 、 S 1 1 0 へ移行する。タイマ値 T c が固定判定閾値 T t h 2 より大きいと判断された場合 (S 1 0 9 : Y E S) 、 S 1 1 1 へ移行する。

【 0 0 5 5 】

S 1 1 0 では、固定相通電制御部 7 5 は、実カウント値 C e n に応じた固定相に最大デューティで通電する指令信号 S f i x を生成する。 E C U 5 0 は、生成された指令信号 S f i x に基づいてモータ 1 0 の駆動を制御する。

S 1 1 1 では、固定相通電制御部 7 5 は、固定相通電継続時間 T a が経過したときの電流を 0 とすべく、電流が徐々に小さくなるように設定されるデューティにて、実カウント値 C e n に応じた固定相に通電する指令信号 S f i x を生成する。 E C U 5 0 は、生成された指令信号 S f i x に基づいてモータ 1 0 の駆動を制御する。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

通電フラグがオフであると判断された場合 (S103: NO)、または、制御モードが 1 ~ 5 ではない、すなわち制御モードがモード 0 であると判断された場合 (S108: NO) に移行する S112 では、ECU50 は、モータ 10 への通電をオフにする。モータ 10 の通電がオフされている場合はオフ状態を継続する。また、通電フラグをオフにする。

【0057】

モータ制御処理を図 11 に示すタイムチャートに基づいて説明する。図 11 は、共通時間軸を横軸とし、(a) がドライバ要求シフトレンジ、(b) が通電フラグ、(c) がモータ 10 の角度、(d) がモータ速度、(e) がデューティ、(f) がモータ電流、(g) が制御モードを示す。図 11 では、モータ 10 の角度をエンコーダ 13 のカウント値で示す。図 13 も同様である。

【0058】

図 11 に示すように、時刻 x_1 以前において、ドライバ要求シフトレンジが P レンジで維持されている場合、モータ 10 の制御状態をモード 0 の通電オフ制御とする。

時刻 x_1 にて、ドライバ要求シフトレンジが P レンジから D レンジに変化すると、通電フラグがオンされ、制御状態をモード 1 の加速制御に切り替える。また、ドライバ要求シフトレンジに応じ、目標カウント値 C_{en}^* が設定される。加速制御では、ECU50 は、最大デューティでの PWM 制御にて、モータ 10 を駆動する。また、加速制御では、位相進み補償を行っていないモータ速度 M_{sp} をフィードバックする。

【0059】

時刻 x_2 にて、モータ速度 M_{sp} が目標モータ速度 M_{sp}^* より大きくなると、制御状態をモード 2 の定常制御に切り替える。定常制御では、位相進み補償を行った値である位相進み補償値 M_{sp_p1} をフィードバックする。

時刻 x_3 にて、目標モータ速度 M_{sp}^* が低下に転じると、制御状態をモード 3 の減速制御に切り替える。

本実施形態では、回転角の検出遅れや検出の分解能に起因し、ハンチングが生じやすい定常状態および減速状態にて、位相進み補償を行った位相進み補償値 M_{sp_p1} をフィードバックする。これにより、定常状態および減速状態におけるハンチングが抑制される。

【0060】

角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} より小さくなる時刻 x_4 では、制御モードをモード 4 の急ブレーキ制御に切り替える。急ブレーキ制御時は、突入速度 M_{sp_i} に応じて設定される固定デューティ D_b に基づいてモータ 10 の駆動が制御される。急ブレーキ制御を行うことで、オーバーシュートを抑制することができる。

なお、時刻 x_1 から固定相通電制御に移行する時刻 x_5 までの期間は、PWM 制御によりモータ 10 の駆動が制御される。

【0061】

時刻 x_5 にて、モータ 10 の反転が判定されると、制御モードをモード 5 の固定相通電制御に切り替える。本実施形態では、時刻 x_5 から、固定相通電継続時間 T_a が経過する時刻 x_7 までの間、固定相通電制御を継続する。これにより、モータ 10 を適切に停止させることができる。

【0062】

ところで、モータ 10 はバネマス系であるため、図 11 (e) に二点鎖線で示すように、固定相通電継続時間 T_a に亘って、最大デューティにて固定相通電を継続した後、時刻 x_7 にて通電をオフにすると、モータ軸が急に解放されることで、振動が発生する。この振動によってモータ軸が駆動されると、出力軸 15 も駆動される虞がある。

【0063】

そこで本実施形態では、固定相通電開始からデューティ固定時間 T_f が経過する時刻 x_6 までの第 1 期間は、最大デューティにて固定相通電を行う。また、固定相通電制御にてデューティ固定時間 T_f が経過してから固定相通電継続時間 T_a となるまで、すなわち時

10

20

30

40

50

刻 \times 6 から時刻 \times 7までの第2期間は、固定相通電継続時間 T_a が終了する時刻 \times 7におけるモータ電流 I_m が0となるように、デューティを0まで徐変させる。図11では、線形的にデューティを徐変させているが、非線形的に徐変させてもよいし、ステップ的に徐変させてもよい。

これにより、固定相通電から通電オフに切り替える際のモータ軸の振動が抑制され、通電オフ時において、モータ軸および出力軸15が停止した状態を適切に維持することができる。

【0064】

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は、モータ10の駆動を制御することでシフトレンジを切り替えるものであって、第1切替制御部71と、反転判定部76と、第2切替制御部77と、を備える。10

第1切替制御部71は、目標カウント値 C_{en}^* と実カウント値 C_{en} の差である角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} より小さくなった場合、フィードバック制御から固定デューティ D_b での制御に切り替える。本実施形態の固定デューティ D_b は、モータ10の回転を停止させるような、急ブレーキデューティである。詳細には、フィードバック制御の開始後の加速制御または定常制御のときのデューティが正であれば、固定デューティ D_b は負であるといった具合に、固定デューティ D_b は、要求シフトレンジの切り替え方向に応じてモータ10を回転させるときのデューティとは正負が反対のデューティである。

【0065】

反転判定部76は、モータ10が反転したことを判定する。20

第2切替制御部77は、モータ10が反転したと判定された場合、固定デューティ D_b での制御から、モータ10の固定相に通電する固定相通電制御に切り替える。

これにより、応答性を高めるとともに、オーバーシュートを抑制し、目標位置にて適切にモータ10を停止させることができる。

【0066】

固定デューティ D_b は、角度偏差 e が角度判定閾値 e_{th} より小さいと判定されたときのモータ10の回転速度である突入速度 M_{sp_i} に応じて設定される。これにより、モータ速度 M_{sp} に応じて、オーバーシュートを抑制し、目標位置にて適切にモータ10を停止させることができる。

【0067】

シフトレンジ制御装置40は、固定相通電制御を開始してから固定相通電継続時間 T_a が経過した場合、通電をオフにする。

固定相通電時間 T_1 に亘って固定相通電制御を継続することで、モータ10を確実に停止させることができる。また、固定相通電継続時間 T_a 経過後は、通電オフとすることで、消費電力を低減することができる。

【0068】

固定相通電制御が継続される期間のうち、所定時間であるデューティ固定時間 T_f が経過するまでの第1期間におけるデューティを一定とし、デューティ固定時間 T_f が経過して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、モータ10の電流が0に近づくように、デューティを徐変させる。40

これにより、固定相通電制御から通電オフに切り替えた際のモータ軸の振動を抑制することができ、通電オフ時においても、所望の位置にて出力軸15が停止した状態を維持することができる。

【0069】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態を図12および図13に示す。本実施形態では、固定相通電制御が上記実施形態と異なっているので、この点を中心に説明し、その他の点についての説明は省略する。

図12は、本実施形態のモータ制御処理を説明するフローチャートである。図12は、S109に続いて移行するS110およびS111に替えて、S210およびS211と50

する点を除き、図 8 と同様である。

【0070】

S109にて、タイマ値 T_c が固定判定閾値 T_{th2} 以下であると判断された場合 (S 109: NO)、S210へ移行する。

S210では、固定相通電制御部75は、実カウント値 C_{en} に応じた固定相に第1デューティ D_1 で通電する指令信号 S_{fix} を生成する。本実施形態では、第1デューティ D_1 は、例えば最大デューティである -100 [%] とする。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。

【0071】

S109にて、タイマ値 T_c が固定判定閾値 T_{th2} より大きいと判断された場合 (S 109: YES)、S211へ移行する。

S211では、固定相通電制御部75は、デューティ固定時間 T_f 経過前よりも電流を低減すべく、第1デューティ D_1 と符号が等しく絶対値が小さい第2デューティ D_2 にて、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。第2デューティ D_2 は、任意の所定値 (例えば -30 [%]) である。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。

【0072】

図13は、本実施形態のモータ制御処理を説明するタイムチャートである。時刻 $\times 6$ までの処理は、第1実施形態と同様である。

図13(e)に示すように、固定相通電制御にて、デューティ固定時間 T_f が経過する時刻 $\times 6$ までの第1期間は、最大デューティである第1デューティ D_1 にて固定相通電を行う。また、固定相通電制御にてデューティ固定時間 T_f が経過してから固定相通電継続時間 T_a となるまで、すなわち時刻 $\times 6$ から時刻 $\times 7$ までの第2期間は、第1デューティ D_1 よりも絶対値が小さい第2デューティ D_2 にて固定相通電制御を行う。第1デューティ D_1 から第2デューティ D_2 に変更することで、図13(f)に示すように、第2期間のモータ電流 I_m は、第1期間と比較して小さくなるので、第1デューティ D_1 での通電を継続する場合と比較し、通電オフに切り替えた際のモータ軸の振動を抑制することができる。

【0073】

本実施形態では、固定相通電制御が継続される期間のうち、所定時間であるデューティ固定時間 T_f が経過するまでの第1期間におけるデューティを第1デューティ D_1 とし、デューティ固定時間 T_f が経過して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、第1デューティ D_1 よりも絶対値が小さい第2デューティ D_2 とする。

これにより、固定相通電制御から通電オフに切り替えた際のモータ軸の振動を抑制することができ、通電オフ時においても、所望の位置にて出力軸15が停止した状態を維持することができる。

【0074】

(他の実施形態)

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、フィードバック制御と固定相通電制御とを切り替え可能なものであれば、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。

上記実施形態では、フィードバック制御において、120°通電による矩形波制御を行う。他の実施形態では、フィードバック制御において、180°通電による矩形波制御としてもよい。また矩形波制御に限らず、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。

【0075】

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

10

20

30

40

50

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。

【0076】

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。

10

【0077】

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。

【0078】

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。

20

【0079】

上記実施形態では、ディントプレートには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いてもよい。

以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明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。

30

【符号の説明】

【0080】

1 . . . シフトバイワイヤシステム

10 . . . モータ

20 . . . シフトレンジ切替機構

40 . . . シフトレンジ制御装置

50 . . . ECU

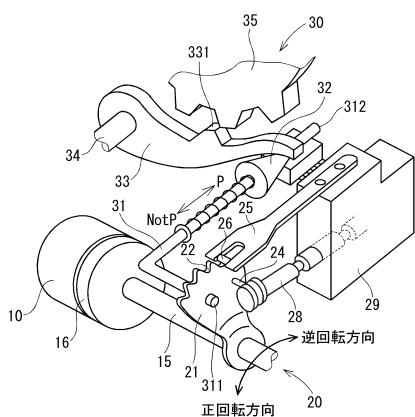
71 . . . 第1切替制御部

76 . . . 反転判定部

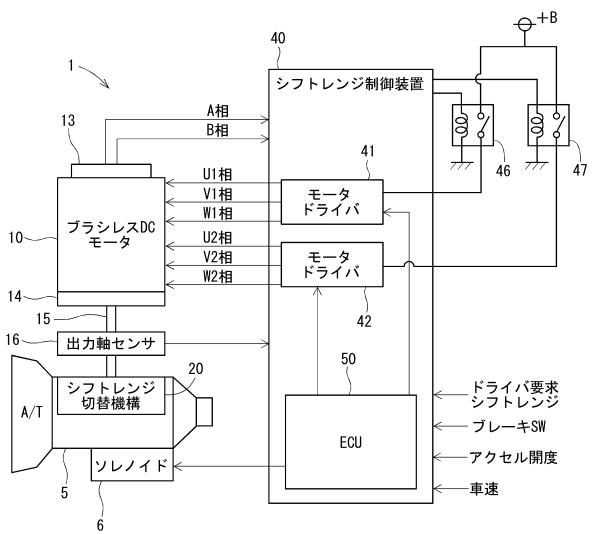
77 . . . 第2切替制御部

40

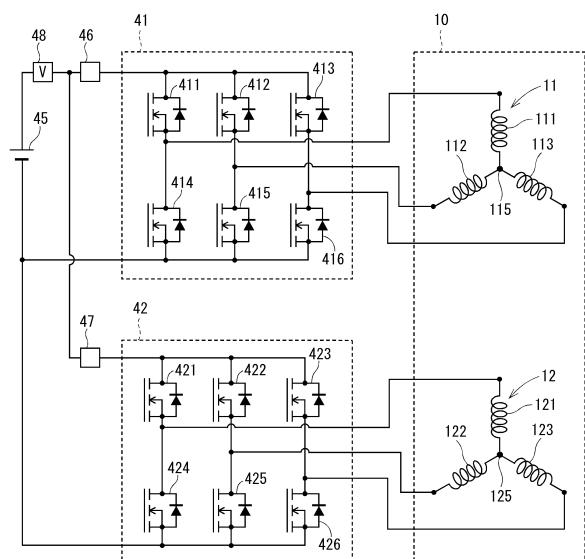
【 図 1 】



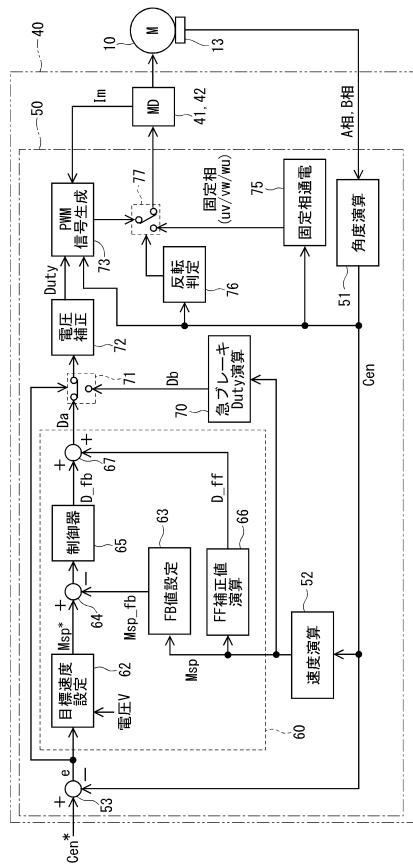
【 図 2 】



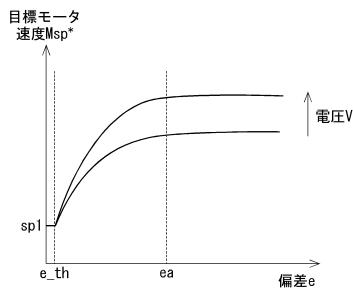
【 四 3 】



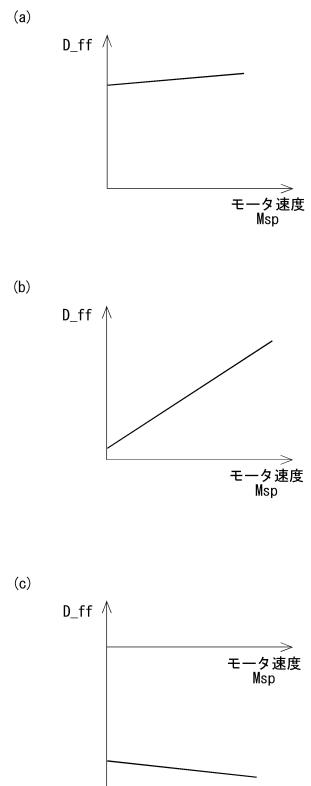
【図4】



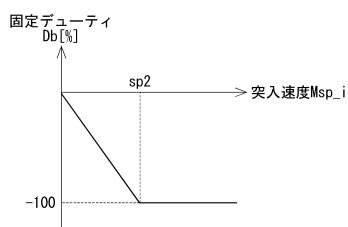
【図5】



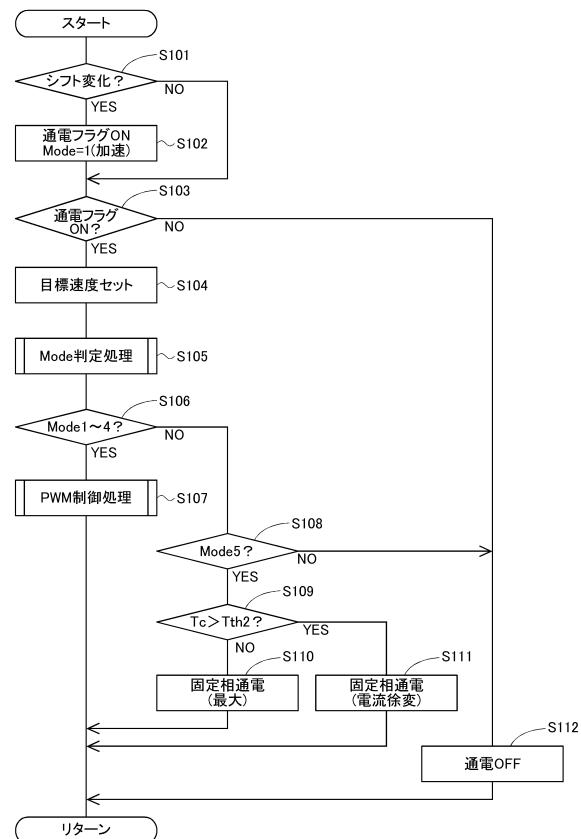
【図6】



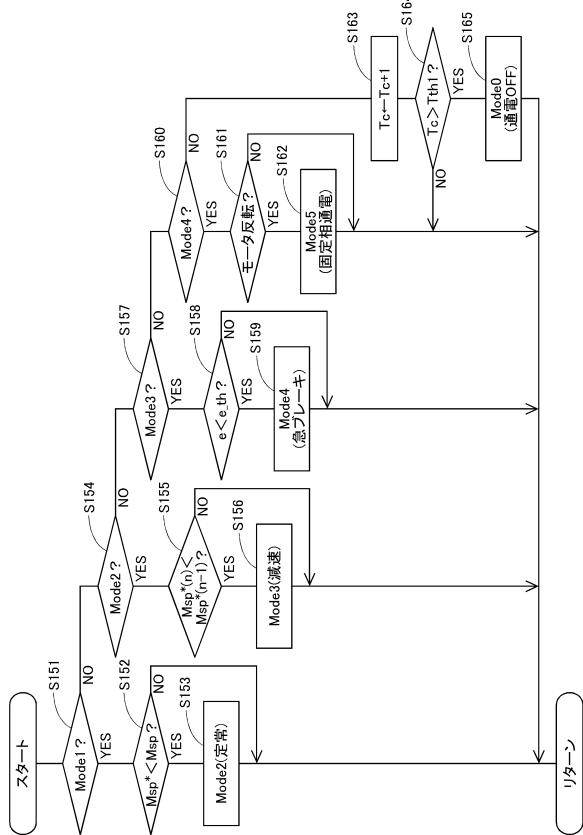
【図7】



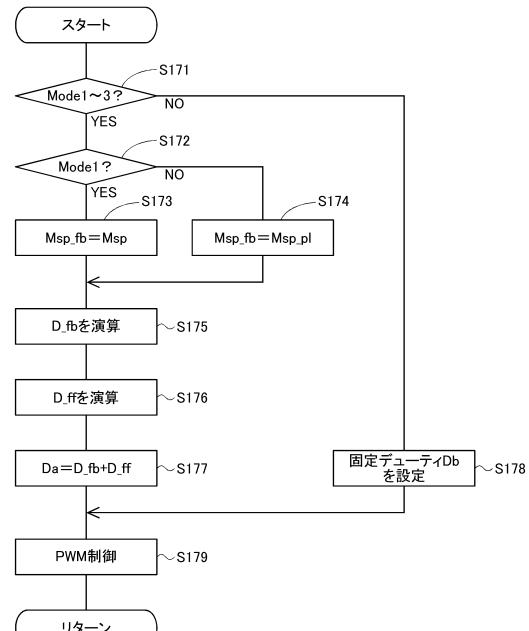
【図8】



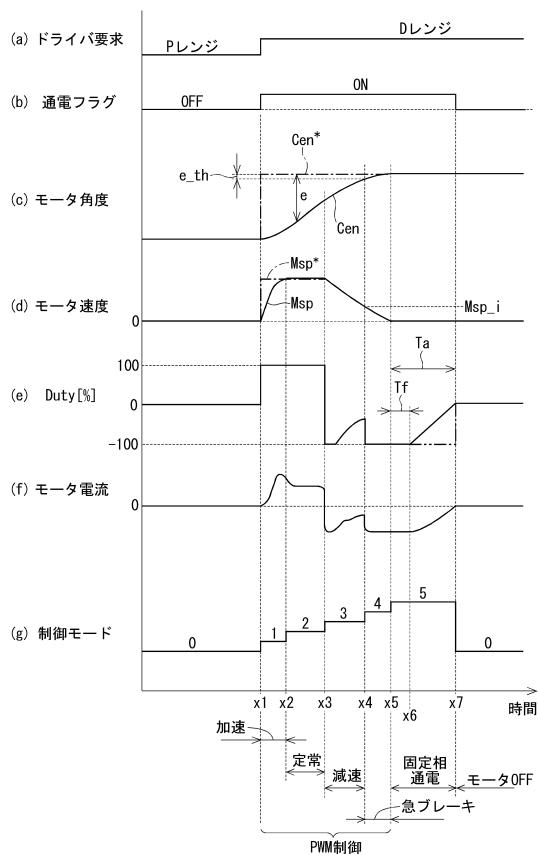
【図9】



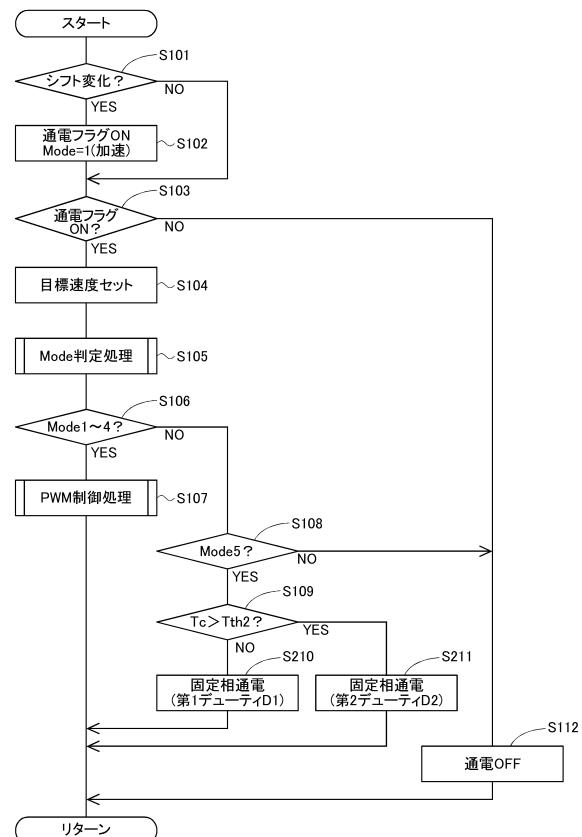
【 図 1 0 】



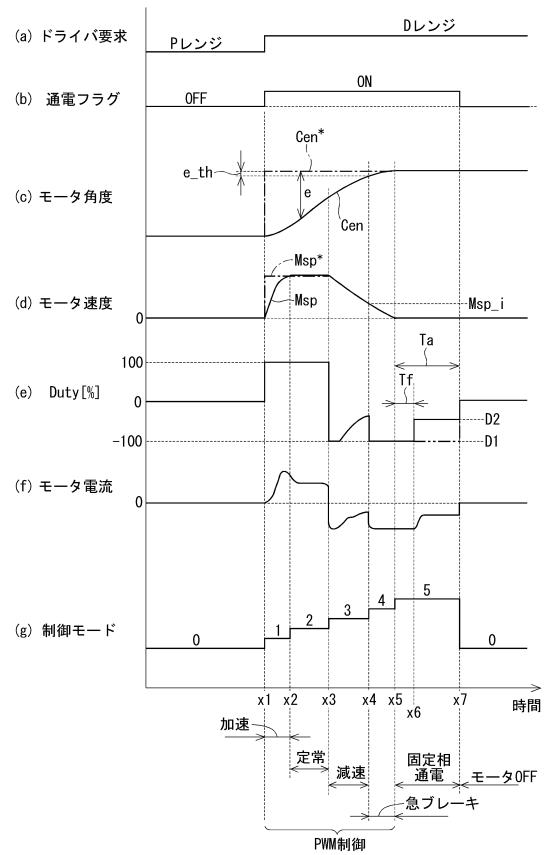
【図 1 1 】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-023196(JP,A)
特開2004-023890(JP,A)
特開2009-017687(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02 P	3 / 18
H 02 P	6 / 30
H 02 P	27 / 08
F 16 H	61 / 32