

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6565841号
(P6565841)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int.Cl.

F 1

F 16 H	61/32	(2006.01)
H 02 P	27/06	(2006.01)
H 02 P	29/20	(2016.01)

F 16 H	61/32
H 02 P	27/06
H 02 P	29/20

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-176278 (P2016-176278)
(22) 出願日	平成28年9月9日(2016.9.9)
(65) 公開番号	特開2018-40463 (P2018-40463A)
(43) 公開日	平成30年3月15日(2018.3.15)
審査請求日	平成30年11月8日(2018.11.8)

(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 高橋 裕介

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】

車両に搭載され、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(40)であつて、

前記モータの実角度(Cen)および前記モータの回転速度であるモータ速度(Msp)に基づくフィードバック制御を行うフィードバック制御部(60)と、

前記モータ速度に基づき、前記モータ速度の位相が進むように前記モータ速度のフィードバック値を設定するフィードバック値設定部(63)と、

前記モータに流れる電流であるモータ電流(Im)を検出可能な電流センサ(81、82)と、

前記車両に用いられる冷却液の温度を冷却液温度(Hc)とし、前記車両に用いられるオイルの温度をオイル温度(Ho)とし、外気の温度を外気温度(Ha)とし、予め設定される温度である設定温度(Hs)に基づいて設定される前記モータ電流を正規化モータ電流とすると、前記冷却液温度、前記オイル温度または前記外気温度のうち少なくとも1つが前記設定温度に一致するとき、前記モータ電流を前記正規化モータ電流に補正し、前記モータ電流および前記正規化モータ電流に基づき前記モータの温度(Hm)を推定し、要求シフトレンジに基づき決定される前記モータの目標速度である目標モータ速度(Msp*)を補正する電流補正部(84)と、

を備えるシフトレンジ制御装置。

【請求項 2】

10

20

前記電流補正部は、前記モータ速度が加速するとき、前記目標モータ速度を補正する請求項1に記載のシフトレンジ制御装置。

【請求項3】

前記モータ速度または前記目標モータ速度に基づき、前記フィードバック制御部が演算した指令値を補正するフィードフォワード項補正部(67)をさらに備え、

前記フィードフォワード項補正部は、前記モータ速度が定常であるとき、または、前記モータ速度が減速するとき、前記モータ電流に基づき、前記指令値を補正する請求項1または2に記載のシフトレンジ制御装置。

【請求項4】

前記フィードバック制御部は、

10

要求シフトレンジに基づき決定される前記モータの目標角度(Cen^*)および前記モータの実角度の差である角度偏差(e)に基づき、前記目標モータ速度を設定する目標速度設定部(62)、および、前記目標速度と前記モータ速度とが一致するように指令値(D_{fb})を演算する制御器(65)を有し、

前記電流補正部は、前記モータ電流に基づき前記モータの温度(Hm)を推定し、前記角度偏差を補正し、

前記目標速度設定部は、前記電流補正部によって補正された前記角度偏差に基づき、前記目標モータ速度を設定する請求項1から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】

20

前記モータの実角度に基づき選択される固定相に通電する固定相通電制御を行う固定相通電制御部(70)と、

要求シフトレンジが切り替わったとき、前記モータの制御を前記フィードバック制御とし、要求シフトレンジに基づき決定される前記モータの目標角度(Cen^*)および前記モータの実角度の差(e)が角度判定閾値(e_{th})以下になったとき、前記フィードバック制御から前記固定相通電制御に前記モータの制御を切り替える切替制御部(75)と、

をさらに備え、

前記切替制御部は、

前記固定相通電制御に切り替わってから通電継続時間(Ta)が経過するまで、前記固定相通電制御を継続し、

30

前記固定相通電制御に切り替わってから前記通電継続時間が経過したとき、前記モータの制御を前記固定相通電制御から前記モータへの通電を遮断する通電オフ制御に切り替える請求項1から4のいずれか一項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】

【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。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が用いられている。以下、スイッチトリラクタンスマータを「SRモータ」という。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4385768号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【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、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。

高温環境下でモータが用いられる場合、モータのコイル抵抗が大きく、流れる電流が小さくなり、ブレーキ力が低下し、モータの実角度がオーバーシュートしやすくなる。一方、低温環境下でモータが用いられる場合、モータの駆動による摩擦が大きくなり、応答性が悪化する。

【0005】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、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温度に応じて最適な制御が可能なシフトレンジ制御装置を提供することにある。10

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明のシフトレンジ制御装置は、車両に搭載され、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、フィードバック制御部(60)、フィードバック値設定部(63)、電流センサ(81、82)および電流補正部(84)を備える。

【0007】

フィードバック制御部は、モータの実角度(Cen)およびモータの回転速度であるモータ速度(Msp)に基づくフィードバック制御を行う。

フィードバック値設定部は、モータ速度に基づき、モータ速度の位相が進むようにモータ速度のフィードバック値を設定する。20

電流センサは、モータに流れる電流であるモータ電流(Im)を検出可能である。

車両に用いられる冷却液の温度を冷却液温度(Hc)とする。車両に用いられるオイルの温度をオイル温度(Ho)とし、外気の温度を外気温度(Ha)とする。予め設定される温度である設定温度(Hs)に基づいて設定されるモータ電流を正規化モータ電流とする。

電流補正部は、冷却液温度、オイル温度または外気温度のうち少なくとも1つが設定温度に一致するとき、モータ電流を正規化モータ電流に補正する。

また、電流補正部は、モータ電流および正規化モータ電流に基づきモータの温度(Hm)を推定し、要求シフトレンジに基づき決定されるモータの目標速度である目標モータ速度(Msp*)を補正する。30

【0008】

電流補正部がモータの温度を推定して目標モータ速度を補正するため、高温環境下のとき、モータのブレーキタイミングを早くでき、オーバーシュートが抑制される。また、低温環境下のとき、モータのブレーキタイミングを遅くでき、モータの実角度が目標値にしやすくなる。したがって、シフトレンジの切り替えに係るモータの駆動を温度に応じて最適な制御が可能である。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【図1】本発明の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。40

【図2】本発明の一実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す構成図。

【図3】本発明の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。

【図4】本発明の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。

【図5】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の設定温度および正規化モータ電流の関係図。

【図6】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の温度補正係数およびモータ温度の関係図。

【図7】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の温度補正係数および角度偏差の関係図。

【図8】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の角度偏差および目標モータ速50

度の関係図。

【図9】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置のモータ速度、温度補正係数および加速フィードフォワードデューティの関係図。

【図10】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置のモータ速度、温度補正係数および定常フィードフォワードデューティの関係図。

【図11】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置のモータ速度、温度補正係数および減速フィードフォワードデューティの関係図。

【図12】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の処理を説明するためのフローチャート。

【図13】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置のフィードバック制御を説明するためのフローチャート。 10

【図14】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の温度補正係数の演算を説明するためのフローチャート。

【図15】本発明の一実施形態によるシフトレンジ制御装置の処理を説明するためのタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態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。

まず、本発明の実施形態によるシフトレンジ制御装置40が用いられるシフトバイワイヤシステム1を説明する。 20

【0011】

シフトバイワイヤシステム1は、車両に搭載される。

車両は、図示はしないが、エンジン、ラジエータ、液温センサ、油温センサおよび外気温センサが搭載されている。

ラジエータは、エンジン内の冷却液の経路であるウォータージャケットとアッパー ホースとを経由して、高温になった冷却液が送られ、車両の走行風で冷却液を冷却する。

また、ラジエータは、高温になった冷却液を冷却し、ロアーホースを経由して、冷却されて冷却液をエンジンに戻す。

冷却液は水に不凍液が混合されており、不凍液として防錆防腐効果もあるロングライフレーラントが用いられている。 30

【0012】

液温センサは、アッパー ホースに接続され、アッパー ホースに流れる冷却液の温度である冷却液温度 H_c [] を測定可能である。

油温センサは、エンジンオイルまたは後述の自動変速機5に用いられるトランスミッションオイル等の温度であるオイル温度 H_o [] を測定可能である。

外気温センサは、車両の外部における外気の温度である外気温度 H_a [] を検出可能である。

液温センサ、油温センサおよび外気温センサは、例えば、温度に応じて電気抵抗が変化するセラミック半導体であるサーミスタが用いられる。

【0013】

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を備える。

【0014】

モータ10は、車両に搭載されるバッテリ45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。

また、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、相ごとに指令を変更可能である。

【0015】

図3に示すように、モータ10は、2組の巻線組である第1巻線組11および第2巻線

10

20

30

40

50

組 1 2 を有する。

第 1 卷線組 1 1 は、 U 1 コイル 1 1 1 、 V 1 コイル 1 1 2 および W 1 コイル 1 1 3 を含む。

第 2 卷線組 1 2 は、 U 2 コイル 1 2 1 、 V 2 コイル 1 2 2 および W 2 コイル 1 2 3 を含む。

【 0 0 1 6 】

図 2 に戻って、モータ 1 0 は、永久磁石式の DC ブラシレスモータで、エンコーダ 1 3 および減速機 1 4 を有する。

エンコーダ 1 3 は、モータ 1 0 のロータの回転位置を検出可能である。

エンコーダ 1 3 は、例えば、磁気式のロータリーエンコーダで、ロータと一体に回転する磁石および磁気検出用のホール IC により構成される。10

また、エンコーダ 1 3 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。

【 0 0 1 7 】

減速機 1 4 は、モータ 1 0 のモータ軸と出力軸 1 5 との間に設けられ、モータ 1 0 の回転を減速して出力軸 1 5 に出力する。これにより、モータ 1 0 の回転がシフトレンジ切替機構 2 0 に伝達される。

出力軸 1 5 は、出力軸センサ 1 6 を含む。

出力軸センサ 1 6 は、例えば、ポテンショメータで、出力軸 1 5 の角度を検出する。

【 0 0 1 8 】

図 1 に戻って、シフトレンジ切替機構 2 0 は、ディテントプレート 2 1 およびディテントスプリング 2 5 を有し、モータ 1 0 の回転運動を直線運動に変換してマニュアルバルブ 2 8 に伝達する。20

【 0 0 1 9 】

ディテントプレート 2 1 は、出力軸 1 5 に固定され、モータ 1 0 により回転する。ディテントプレート 2 1 がディテントスプリング 2 5 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。

ディテントプレート 2 1 は、4 つの凹部 2 2 およびピン 2 4 を含む。

【 0 0 2 0 】

凹部 2 2 は、ディテントプレート 2 1 のディテントスプリング 2 5 側に設けられ、各レンジに対応する位置にマニュアルバルブ 2 8 を保持する。30

また、凹部 2 2 は、ディテントスプリング 2 5 の基部側から、D 、 N 、 R 、 P の各レンジに対応している。なお、 D レンジは前進用のレンジで、 N レンジは中立のレンジで、 R レンジは後進用のレンジで、 P レンジは駐車用のレンジである。

ピン 2 4 は、出力軸 1 5 と平行に突出し、マニュアルバルブ 2 8 に接続される。

【 0 0 2 1 】

マニュアルバルブ 2 8 は、バルブボディ 2 9 に設けられ、ディテントプレート 2 1 がモータ 1 0 によって回転することで、軸方向に往復移動する。マニュアルバルブ 2 8 が軸方向に往復移動することで、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。40

【 0 0 2 2 】

ディテントスプリング 2 5 は、弾性変形可能な板状部材であり、凹部 2 2 のいずれかに嵌り込むディテントローラ 2 6 が先端に設けられている。

また、ディテントスプリング 2 5 は、ディテントプレート 2 1 の回転中心側にディテントローラ 2 6 を付勢する。ディテントプレート 2 1 に所定以上の回転力が加わるとき、ディテントスプリング 2 5 が弾性変形し、ディテントローラ 2 6 が凹部 2 2 を移動する。ディテントローラ 2 6 が凹部 2 2 のいずれかに嵌り込むことによって、ディテントプレート 2 1 の揺動が規制される。これにより、マニュアルバルブ 2 8 の軸方向位置、および、パーキングロック機構 3 0 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。

【 0 0 2 3 】

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、L字形状に形成され、パーキングロッド31の一端311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。

【0024】

パーキングロックポール33は、円錐体32の円錐面に接触し、軸部34を中心に揺動可能に設けられる。

また、パーキングロックポール33は、パーキングギア35側に凸部331を含む。

凸部331は、パーキングギア35と噛み合い可能である。

凸部331は、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方向に移動するとき、パーキングロックポール33が押し上げられ、パーキングギア35に噛み合う。

一方、凸部331は、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方向に移動するとき、パーキングギア35との噛み合いが解除される。

【0025】

パーキングギア35は、凸部331に噛み合うと、車軸の回転が規制される。

パーキングギア35は、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、パーキングロックポール33によりロックされない。このとき、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。

一方、パーキングギア35は、シフトレンジがPレンジのとき、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。

【0026】

(一実施形態)

以下、シフトレンジ制御装置40について説明する。

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、モータリレー46、47、電圧センサ48およびECU50を有する。

【0027】

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、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、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、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で結線されている。

【0028】

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、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、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、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で結線されている。

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。

【0029】

また、モータドライバ41、42は、モータ10に流れる電流であるモータ電流Imを検出可能な電流センサ81、82が設けられている。電流センサ81、82は、バッテリ

45の高電位側または低電位側に設けられてもよい。

電流センサ81、82は、例えば、シャント抵抗またはホールICで構成されており、後述のフィードバック制御部60の電流補正部84およびPWM信号生成部69にモータ電流Imを出力する。

【0030】

モータリレー46は、モータドライバ41とバッテリ45との間に設けられている。

モータリレー47は、モータドライバ42とバッテリ45との間に設けられている。

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側への電力が供給される。

一方、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。 10

電圧センサ48は、バッテリ45の高電位側に設けられ、バッテリ電圧Vを検出可能である。

【0031】

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を制御する。オンとオフとの1組をスイッチング周期とし、スイッチング周期に対するオンの時間の割合をデューティとする。

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。 20

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および変速用油圧制御ソレノイド6の駆動を制御する。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とが分かれてもよい。

【0032】

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。特許文献1では、シフトレンジ切替機構の駆動源として、SRモータを用いている。

【0033】

永久磁石を用いないSRモータは、構成が簡素である。また、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。 30

高温環境下でモータが用いられる場合、モータのコイル抵抗が大きく、流れる電流が小さくなり、ブレーキ力が低下し、モータの実角度がオーバーシュートしやすくなる。一方、低温環境下でモータが用いられる場合、モータの駆動による摩擦が大きくなり、応答性が悪化する。

そこで、本実施形態のシフトレンジ制御装置40は、シフトレンジの切り替えに係るモータの駆動を温度に応じて最適な制御が可能である。

【0034】

図4に示すように、シフトレンジ制御装置40のECU50は、角度演算部51、速度演算部52、フィードバック制御部60、固定相通電制御部70および切替制御部75を備える。 40

ECU50は、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。

【0035】

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。本実施形態では、実カウント値Cenを「実角度」とする。 50

また、角度演算部 5 1 は、速度演算部 5 2、フィードバック制御部 6 0 の角度偏差演算部 6 1、PWM 信号生成部 6 9 および固定相通電制御部 7 0 に実カウント値 C_{en} を出力する。

【0036】

速度演算部 5 2 は、実カウント値 C_{en} に基づき、モータ 1 0 の回転速度であるモータ速度 M_{sp} を演算する。

また、速度演算部 5 2 は、フィードバック制御部 6 0 の FB 値設定部 6 3 およびフィードフォワード項補正部 6 7 に演算したモータ速度 M_{sp} を出力する。

【0037】

フィードバック制御部 6 0 は、実カウント値 C_{en} およびモータ速度 M_{sp} をフィードバックしてフィードバック制御を行う。 10

また、フィードバック制御部 6 0 は、角度偏差演算部 6 1、温度設定部 8 3、電流補正部 8 4、目標速度設定部 6 2 およびフィードバック値設定部 6 3 を有する。

さらに、フィードバック制御部 6 0 は、速度偏差演算部 6 4、制御器 6 5、フィードフォワード補正值演算部 6 6、フィードフォワード項補正部 6 7、電圧補正部 6 8 および PWM 信号生成部 6 9 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。

【0038】

角度偏差演算部 6 1 は、実カウント値 C_{en} をフィードバックする。

シフトレバーの操作により入力されるドライバ要求シフトレンジに基づき決定されるモータ 1 0 の目標角度を目標カウント値 C_{en}^* とする。また、目標カウント値 C_{en}^* と実カウント値 C_{en} との差の絶対値を角度偏差 e とする。 20

また、角度偏差演算部 6 1 は、角度偏差 e を演算し、演算した角度偏差 e を電流補正部 8 4 に出力する。

【0039】

予め設定される温度を設定温度 H_s とし、設定温度 H_s に基づいて設定されるモータ電流 I_m を正規化モータ電流 I_{m_N} とする。

温度設定部 8 3 は、設定温度 H_s および正規化モータ電流 I_{m_N} を記憶しており、電流補正部 8 4 に出力する。

設定温度 H_s は、例えば、常温であり、20 から 30 までの範囲で温度が管理されている工場から出荷されるときの温度である。 30

【0040】

図 5 に示すように、一般に、電流センサ 8 1、8 2 から検出される電流は、電流センサ 8 1、8 2 の温度変化に伴い、検出電流 I_d が変化する。また、電流センサ 8 1、8 2 の製品バラツキにより、検出電流 I_d は、バラツキが生じる。

正規化モータ電流 I_{m_N} は、設定温度 H_s におけるモータ電流 I_m として、一点に定めた値である。

【0041】

電流補正部 8 4 は、冷却液温度 H_c 、オイル温度 H_o および外気温度 H_a に基づき、取得したモータ電流 I_m から温度補正係数 K_T を演算する。 40

電流補正部 8 4 は、後述のモータ 1 0 の速度状態が加速状態であって、設定温度 H_s と冷却液温度 H_c と外気温度 H_a とが一致するとき、または、設定温度 H_s とオイル温度 H_o と外気温度 H_a とが一致するとき、モータ電流 I_m を正規化モータ電流 I_{m_N} とする。ここで、「一致」とは完全一致ではなく、常識的な誤差範囲に含まれる場合も「一致」とみなす。

【0042】

また、電流補正部 8 4 は、後述のフィードフォワード補正值演算部 6 6 に温度補正係数 K_T を出力する。

温度補正係数 K_T は、例えば、以下の関係式(1)で示される。

取得したモータ電流 I_m から温度補正係数 K_T が演算されることで、モータ 1 0 の温度

50

であるモータ温度 H_m が推定される。

$$K_T = I_m / I_m _N \quad \dots \quad (1)$$

【0043】

図6に示すように、電流補正部84は、温度補正係数 K_T が大きくなるに伴い、モータ温度 H_m が低くなっていると推定する。

コイル111-113、121-123の抵抗をコイル抵抗 R_c とする。

温度補正係数 K_T が大きくなるとき、正規化モータ電流 $I_m _N$ と比較してモータ電流 I_m が大きくなる。モータ電流 I_m が流れやすくなっているため、コイル抵抗 R_c が小さくなっている。コイル111-113、121-123の抵抗が大きくなっているため、モータ温度 H_m が低下していると推定される。

10

【0044】

さらに、電流補正部84は、温度補正係数 K_T に基づき、角度偏差 e を補正する。電流補正部84が角度偏差 e を補正することによって、目標モータ速度 $M_s p^*$ が補正される。

図7に示すように、温度補正係数 K_T が大きくなるに伴い、角度偏差 e が小さくなるように電流補正部84は角度偏差 e を補正する。補正した角度偏差 e を電流補正部84は目標速度設定部62に出力する。

【0045】

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 $M_s p^*$ を設定する。

20

また、目標速度設定部62は、設定した目標モータ速度 $M_s p^*$ を速度偏差演算部64に出力する。

【0046】

図8に示すように、関係図等に基づき、角度偏差 e が所定値 e_a 以下のとき、角度偏差 e が大きくなるに伴い、目標モータ速度 $M_s p^*$ が大きくなるように設定されている。角度偏差 e が所定値 e_a より大きいとき、目標モータ速度 $M_s p^*$ が所定の最大値とする。

また、バッテリ電圧 V が大きくなるに伴い、目標モータ速度 $M_s p^*$ が大きくなるように設定されている。

【0047】

FB値設定部63は、モータ10の速度状態に基づき、フィードバックする速度フィードバック値 $M_s p _f_b$ を設定し、速度偏差演算部64に出力する。

30

モータ速度 $M_s p$ の微分値を速度微分値 $d_p _M_s p$ とし、目標モータ速度 $M_s p^*$ の微分値を目標速度微分値 $d_p _M_s p^*$ とする。

【0048】

モータ速度 $M_s p$ の今回値を今回モータ速度 $M_s p(n)$ とし、モータ速度 $M_s p$ の前回値を前回モータ速度 $M_s p(n-1)$ とする。

また、目標モータ速度 $M_s p^*$ の今回値を今回目標モータ速度 $M_s p^*(n)$ とし、目標モータ速度 $M_s p^*$ の前回値を前回目標モータ速度 $M_s p^*(n-1)$ とする。

速度微分値 $d_p _M_s p$ は、例えば、今回モータ速度 $M_s p(n)$ から前回モータ速度 $M_s p(n-1)$ を減算して演算される。

40

目標速度微分値 $d_p _M_s p^*$ は、例えば、今回目標モータ速度 $M_s p^*(n)$ から前回目標モータ速度 $M_s p^*(n-1)$ を減算して演算される。

また、任意に設定される2つの閾値 d_{p1} 、 d_{p2} とする。

閾値 d_{p1} 、 d_{p2} は、速度微分値 $d_p _M_s p$ と同一の次元数で、ゼロに近い値であり、閾値 d_{p1} は正の値とし、閾値 d_{p2} は負の値とする。

【0049】

本実施形態では、例えば、モータ速度 $M_s p$ 、目標モータ速度 $M_s p^*$ 、速度微分値 $d_p _M_s p$ または目標速度微分値 $d_p _M_s p^*$ に基づき、モータ10の速度状態は、加速状態、定常状態または減速状態に分類される。また、モータ10の速度状態は、後述の固定相通電状態または通電オフ状態に分類される。

50

【0050】

加速状態は、モータ速度 M_{sp} が目標モータ速度 M_{sp}^* 以下であるとき、または、速度微分値 d_{sp_Msp} が閾値 d_{p_1} を超えているときとする。

定常状態は、モータ速度 M_{sp} が目標モータ速度 M_{sp}^* より大きいとき、または、速度微分値 d_{sp_Msp} が閾値 d_{p_2} 以上で閾値 d_{p_1} 以下であるときとする。

減速状態は、目標速度微分値 $d_{sp_Msp}^*$ がゼロより小さいとき、すなわち、今回目標モータ速度 $M_{sp}^*(n)$ が前回目標モータ速度 $M_{sp}^*(n-1)$ よりも小さいときとする。または、減速状態は、微分値 d_{sp_Msp} が閾値 d_{p_2} を下回るときとする。

【0051】

固定相通電状態は、モータ10の制御状態が後述の固定相通電制御でのモータ10の速度状態とする。10

通電オフ状態は、モータ10の制御状態が後述の通電オフ制御であるときのモータ10の速度状態とする。

【0052】

F B 値設定部63は、モータ10の速度状態が定常状態または減速状態であるとき、モータ速度 M_{sp} の位相が進むように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。なお、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。

また、F B 値設定部63は、モータ10の速度状態が加速状態であるとき、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。20

F B 値設定部63の位相進み補償を行う伝達関数は、例えば、以下関係式(2)、(3)のように表される。 T_1 および T_2 は、任意の定数を表し、 s はラプラス演算子を表す。

$$(1 + T_1 \times s) / (1 + T_2 \times s) \quad \dots \quad (2)$$

$$T_1 > T_2 \quad \dots \quad (3)$$

【0053】

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} との差である速度偏差 M_{sp} を演算し、演算した速度偏差 M_{sp} を制御器65に出力する。

【0054】

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} とが一致するように、すなわち、速度偏差 M_{sp} がゼロとなるように、P制御またはPI制御を行う。30

また、制御器65は、フィードバック制御の指令値としてのF B デューティ D_fb を演算する。本実施形態のフィードバック制御では、PWM制御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が変更される。

【0055】

本実施形態では、120°通電による矩形波制御によって、モータ10が制御される。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と、がオンする。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。40

【0056】

本実施形態では、出力軸15が正回転方向に回転するときのモータ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。モータ10が正回転するとき、デューティを正とし、モータ10が逆回転するとき、デューティを負とする。

正回転しているモータ10が停止するため、ブレーキトルクが発生するとき、モータ150

0 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。

逆回転しているモータ 10 が停止するため、ブレーキトルクが発生するとき、モータ 10 の回転方向は逆回転方向であるが、デューティは正となる。

【0057】

FF 補正值演算部 66 は、モータ 10 の速度状態および温度補正係数 K_T に基づき、フィードフォワード項としての FF デューティ D_{ff} を演算する。

モータ 10 の速度状態が加速状態であるときの FF デューティ D_{fa} を加速 FF デューティ D_{fa} とする。モータ 10 の速度状態が定常状態であるときの FF デューティ D_{fi} を定常 FF デューティ D_{fi} とする。モータ 10 の速度状態が減速状態であるときの FF デューティ D_{fd} を減速 FF デューティ D_{fd} とする。

10

【0058】

図 9 に示すように、加速 FF デューティ D_{fa} は、関係図に基づいて演算され、最大加速デューティである。モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp^* を超えるまで、モータ速度 Msp が最大加速するように補正される。加速 FF デューティ D_{fa} は、温度補正係数 K_T に影響されない。

【0059】

図 10 に示すように、定常 FF デューティ D_{fi} は、関係図に基づいて演算され、モータ速度 Msp を維持するデューティである。また、定常 FF デューティ D_{fi} は、無負荷時にモータ速度 Msp を維持するデューティである。

モータ速度 Msp または目標モータ速度 Msp^* が大きくなるに伴い、定常 FF デューティ D_{fi} が大きくなるように設定されている。また、温度補正係数 K_T が大きくなるに伴い、モータ温度 Hm が低く、モータ電流 Im が流れやすい。しかし、モータ 10 の駆動に係る摩擦が大きいため、定常 FF デューティ D_{fi} が大きくなるように設定されている。

20

【0060】

図 11 に示すように、減速 FF デューティ D_{fd} は、関係図に基づいて演算され、モータ速度 Msp の減速を補正するデューティで、負の値とする。また、減速 FF デューティ D_{fd} 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。

モータ速度 Msp が大きくなるに伴い、減速 FF デューティ D_{fd} の絶対値が大きくなるように設定されている。また、温度補正係数 K_T が大きくなるに伴い、モータ温度 Hm が低く、コイル抵抗 Rc が小さくなっているため、モータ電流 Im が流れやすいため、減速 FF デューティ D_{fd} の絶対値が小さくなるように設定されている。

30

なお、図 9、図 10 および図 11 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、値の正負が反転する。

【0061】

FF 補正值演算部 66 は、モータ 10 の速度状態が加速状態であるとき、加速 FF デューティ D_{fa} を FF デューティ D_{ff} とする。

FF 補正值演算部 66 は、モータ 10 の速度状態が定常状態であるとき、定常 FF デューティ D_{fi} を FF デューティ D_{ff} とする。

FF 補正值演算部 66 は、モータ 10 の速度状態が減速状態であるとき、減速 FF デューティ D_{fd} を FF デューティ D_{ff} とする。

40

図 4 に戻り、FF 補正值演算部 66 は、演算した FF デューティ D_{ff} を FF 項補正部 67 に出力する。

【0062】

FF 項補正部 67 は、積算器であって、FB デューティ D_{fb} を FF デューティ D_{ff} で補正し、積算してデューティ指令値 D を演算する。

電圧補正部 68 は、バッテリ電圧 V に基づき、デューティ指令値 D を補正する。補正されたデューティ指令値 D を補正デューティ指令値 D_{v} とする。

電圧補正部 68 は、補正デューティ指令値 D_v を PWM 信号生成部 69 に出力する。

【0063】

50

PWM信号生成部69は、補正デューティ指令値D_v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を生成する。

また、PWM信号生成部69は、モータドライバ41、42からモータ電流Imを取得し、モータ電流Imが電流制限値Im_maxを超えないように、生成した指令信号を調整する。

さらに、PWM信号生成部69は、指令信号を切替制御部75に出力する。

【0064】

固定相通電制御部70は、実カウント値Cenに基づき、モータ10の回転が停止するための制御である固定相通電制御を行う。

10

固定相通電制御部70は、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を制御する。これにより、励磁相が固定され、モータ10は、励磁相に応じた所定の電気角にて停止する。

【0065】

また、固定相通電制御部70は、現在のロータ位置から最も近い電気角でモータ10が停止するように、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。

さらに、固定相通電制御は、角度偏差eが角度判定閾値eth以下となったときに行われる。したがって、固定相通電制御が行われているとき、実カウント値Cenと目標カウント値Cen*とが一致しているとみなせる。そのため、現在のロータ位置から最も近い停止可能な電気角でモータ10が停止することで、目標カウント値Cen*と一致する箇所でモータ10が停止できる。厳密にいえば、目標カウント値Cen*に対応する電気角と、固定相通電制御にてモータ10が停止する電気角とでは、最大でモータ分解能分のずれが生じる。しかし、減速機14の減速比が大きければ、出力軸15の停止位置のずれは小さいため、この電気角のずれは差し支えない。

20

【0066】

切替制御部75は、角度偏差eと角度判定閾値ethとを比較し、この比較結果に基づき、フィードバック制御または固定相通電制御にモータ10の制御状態を切り替える。

また、切替制御部75は、制御状態に応じた駆動信号をモータドライバ41、42に出力する。これにより、モータ10の駆動が制御される。

30

【0067】

シフトレンジ制御装置40による処理を図12のフローチャートを参照して説明する。フローチャートにおいて、記号「S」は、ステップを意味する。

ステップ101において、ドライバによりシフトレバーが操作され、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たとECU50が判断した場合、処理は、ステップ102に移行する。

一方、ドライバ要求シフトレンジが変化していないとECU50が判断した場合、処理は、ステップ103に移行する。

【0068】

ステップ102において、ECU50は、モータ10への通電フラグをオンにする。通電フラグのオンオフ処理は、切替制御部75で行ってもよいし、切替制御部75とは別途に行ってもよい。

40

【0069】

ステップ103において、切替制御部75は、通電フラグがオンされているか否かを判断する。

通電フラグがオンされていると切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ105に移行する。

一方、通電フラグがオフされていると切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ104に移行する。

50

ステップ104において、切替制御部75は、後述するタイマ値Tcをリセットとし、すなわち、 $Tc = 0$ とし、処理は、終了する。

【0070】

ステップ105において、切替制御部75は、角度偏差eが角度判定閾値 e_{th} より大きいか否かを判断する。角度判定閾値 e_{th} は、例えば、機械角で0.5°で、ゼロに近い所定値に応じたカウント数に設定されている。

角度偏差eが角度判定閾値 e_{th} より大きいと切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ106に移行する。

一方、角度偏差eが角度判定閾値 e_{th} 以下と切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ107に移行する。

10

【0071】

ステップ106において、切替制御部75は、モータ10の制御状態をフィードバック制御にする。

ステップ106のフィードバック制御について図13のサブフローを参照して説明する。なお、通電フラグがオフからオンされた直後では、モータ10の速度状態は、加速状態に設定されている。また、図中では、モータ10の速度状態について、加速状態を「Mode 1」、定常状態を「Mode 2」、減速状態を「Mode 3」、固定相通電状態を「Mode 4」、通電オフ状態を「Mode 0」と記載する。

【0072】

ステップ161において、目標速度設定部62は、角度偏差eおよびバッテリ電圧Vに基づき、目標モータ速度 Msp^* を設定する。

20

ステップ162において、FB制御部60は、現在のモータ10の速度状態が加速状態であるか否かを判断する。

現在のモータ10の速度状態が加速状態であるとFB制御部60が判断した場合、処理は、ステップ163に移行する。

一方、現在のモータ10の速度状態が加速状態でないとFB制御部60が判断した場合、処理は、ステップ164に移行する。

【0073】

ステップ163において、FB制御部60は、モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp^* より大きいか否かを判断する。

30

モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp^* 以下であるとFB制御部60が判断した場合、処理は、ステップ166に移行する。

このとき、ステップ166において、FB制御部60は、モータ10の速度状態を加速状態で維持し、処理は、ステップ169に移行する。

【0074】

一方、モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp^* より大きいとFB制御部60が判断した場合、処理は、ステップ167に移行する。

このとき、ステップ167において、FB制御部60は、モータ10の速度状態を加速状態から定常状態に切り替え、処理は、ステップ169に移行する。

【0075】

ステップ164において、FB制御部60は、現在のモータ10の速度状態が定常状態であるか否かを判断する。

現在のモータ10の速度状態が定常状態であるとFB制御部60が判断した場合、処理は、ステップ165に移行する。

【0076】

ステップ165において、FB制御部60は、今回目標モータ速度 $Msp^*(n)$ が前回目標モータ速度 $Msp^*(n-1)$ よりも小さいか否かを判断する。

今回目標モータ速度 $Msp^*(n)$ が前回目標モータ速度 $Msp^*(n-1)$ 以上であるとFB制御部60が判断した場合、処理は、ステップ167に移行する。

このとき、ステップ167において、FB制御部60は、モータ10の速度状態を定常

40

50

状態で維持し、処理は、ステップ 169 に移行する。

【0077】

一方、ステップ 164において、現在のモータ 10 の速度状態が定常状態でないと FB 制御部 60 が判断した場合、処理は、ステップ 168 に移行する。

また、ステップ 165において、今回目標モータ速度 $M_{sp}^*(n)$ が前回目標モータ速度 $M_{sp}^*(n-1)$ よりも小さいと FB 制御部 60 が判断した場合、処理は、ステップ 168 に移行する。

このとき、ステップ 168において、FB 制御部 60 は、モータ 10 の速度状態を定常状態から減速状態に切り替え、処理は、ステップ 169 に移行する。

【0078】

ステップ 166、ステップ 167 またはステップ 168 の処理後、処理は、ステップ 169 に移行する。

ステップ 169において、電流補正部 84 は、モータ電流 I_m から温度補正係数 K_T を演算する。

ステップ 169における温度補正係数 K_T の演算について図 14 のサブフローを参照して説明する。

【0079】

ステップ 191において、電流補正部 84 は、設定温度 H_s と冷却液温度 H_c と外気温度 H_a とが一致している、または、設定温度 H_s とオイル温度 H_o と外気温度 H_a とが一致しているか否かを判断する。すなわち、電流補正部 84 は、以下関係式(4)または(5)を満たしているかを判断する。ここで、「=」は、常識的な誤差範囲を含むものとする。

$$H_s = H_c = H_a \quad \dots (4)$$

$$H_s = H_o = H_a \quad \dots (5)$$

【0080】

関係式(4)または(5)を満たしていると電流補正部 84 が判断した場合、処理はステップ 192 に移行する。

一方、関係式(4)または(5)を満たしていないと電流補正部 84 が判断した場合、処理は、ステップ 193 に移行する。

【0081】

ステップ 192において、電流補正部 84 は、取得したモータ電流 I_m を正規化モータ電流 I_{mN} とする。電流補正部 84 は、この状態を RAM 等で記憶しておき、処理は、ステップ 193 に移行する。

ステップ 193において、取得したモータ電流 I_m および正規化モータ電流 I_{mN} を用いて、電流補正部 84 は、温度補正係数 K_T を演算し、処理は、ステップ 170 に移行する。なお、関係式(4)または(5)を満たしていると、温度補正係数 K_T は、1 になる。

【0082】

ステップ 170において、FB 制御部 60 は、モータ 10 の速度状態が加速状態であるか否かを判断する。

モータ 10 の速度状態が加速状態であると FB 制御部 60 が判断した場合、処理は、ステップ 171 に移行する。

一方、モータ 10 の速度状態が加速状態でない、すなわち、モータ 10 の速度状態が定常状態または減速状態である、と FB 制御部 60 が判断した場合、処理は、ステップ 173 に移行する。

【0083】

ステップ 171において、電流補正部 84 は、温度補正係数 K_T に基づき、角度偏差 e を補正する。補正された角度偏差 e を用いて、目標速度設定部 62 は、目標モータ速度 M_{sp}^* を再設定し、処理は、ステップ 172 に移行する。

【0084】

10

20

30

40

50

ステップ172において、FB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。

速度偏差演算部64は、目標モータ速度Msp*とFB値設定部63が設定した速度フィードバック値Msp_fbとの速度偏差Mspを演算し、処理は、ステップ174に移行する。

【0085】

ステップ173において、FB値設定部63は、位相進み補償値Msp_p1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。

速度偏差演算部64は、目標モータ速度Msp*とFB値設定部63が設定した速度フィードバック値Msp_fbとの速度偏差Mspを演算し、処理は、ステップ174に移行する。 10

【0086】

ステップ174において、制御器65は、FBデューティD_fbを演算し、演算したFBデューティD_fbをFF項補正部67に出力し、処理は、ステップ175に移行する。

ステップ175において、FF補正值演算部66は、モータ10の速度状態および温度補正係数K_Tに基づき、FFデューティD_ffを演算し、FF項補正部67に出力し、処理は、ステップ176に移行する。

【0087】

ステップ176において、FF項補正部67は、FBデューティD_fbとFFデューティD_ffとを積算し、デューティ指令値Dを演算し、処理は、ステップ177に移行する。 20

ステップ177において、電圧補正部68がバッテリ電圧Vに基づき、デューティ指令値Dを補正する。また、PWM信号生成部69が補正デューティ指令値D_vに基づき、PWM信号を生成する。生成されたPWM信号に基づいてスイッチング素子411-416、421-426のオンオフ作動がされることで、モータ10が制御される。

ステップ177の処理後、処理は終了する。

【0088】

図12に戻って、ステップ105において、角度偏差eが角度判定閾値e_th以下と切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ107に移行する。 30

ステップ107において、切替制御部75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のカウントを進め、処理はステップ108に移行する。

【0089】

ステップ108において、切替制御部75は、タイマ値Tcが継続時間判定閾値Tthより小さいか否かを判断する。

継続時間判定閾値Tthは、例えば、100msに設定され、固定相通電制御を継続する通電継続時間Ta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Tthより小さいと切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ109に移行する。 40

一方、タイマ値Tcが継続時間判定閾値Tth以上と切替制御部75が判断した場合、処理は、ステップ110に移行する。

【0090】

ステップ109において、切替制御部75は、モータ10の制御状態を固定相通電制御に切り替え、処理は終了する。

ステップ110において、切替制御部75は、モータ10の制御状態を通電オフ制御に切り替え、処理は終了する。

【0091】

通電オフ制御では、モータドライバ41、42の全てのスイッチング素子411-416、421-426がオフになる信号を切替制御部75がモータドライバ41、42に出 50

力する。この信号によって、スイッチング素子 411 - 416、421 - 426 がオフになる。これにより、通電オフ制御では、モータ 10 側へ電力が供給されない。

なお、モータリレー 46、47 は、始動スイッチがオンされている間は、オンが継続されるので、通電オフ制御中もモータリレー 46、47 はオンされている。

また、ECU 50 は、通電フラグをオフにする。

【0092】

シフトレンジ制御装置 40 による処理を図 15 のタイムチャートを参照して説明する。

図 15 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 10 の制御状態を示す。なお、モータ 10 の角度はエンコーダ 13 のカウント値で表されている。

10

また、図 15 は、(e) がモータ 10 の速度状態、(f) がモータ速度 Msp を示す。

【0093】

図 15 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 の制御状態を通電オフ制御とする。

時刻 x 1 に、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、通電フラグがオフからオンに切り替わる。

【0094】

ドライバ要求シフトレンジに応じた目標カウント値 Cen* が設定され、角度偏差演算部 61 は、角度偏差 e を演算する。

角度判定閾値 e_th より角度偏差 e が大きく、切替制御部 75 は、モータ 10 の制御状態を、通電オフ制御からフィードバック制御に切り替える。また、FB 制御部 60 は、モータ 10 の速度状態を、加速状態であると判断する。

20

【0095】

また、時刻 x 1 に、電流補正部 84 は、温度補正係数 Kt に基づき、角度偏差 e を補正する。

目標速度設定部 62 は、補正された角度偏差 e およびバッテリ電圧 V に基づき、目標モータ速度 Msp* を設定する。図 15 において、目標モータ速度 Msp* を一点鎖線で示す。モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp* となるように、モータ速度 Msp が上昇し始める。

【0096】

30

時刻 x 2 に、モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp* より大きくなり、FB 制御部 60 は、モータ 10 の速度状態を加速状態から定常状態に切り替える。モータ速度 Msp が目標モータ速度 Msp* に沿うように一定値で維持される。

【0097】

時刻 x 3 に、今回目標モータ速度 Msp* (n) が前回目標モータ速度 Msp* (n-1) よりも小さくなり、FB 制御部 60 は、モータ 10 の速度状態を定常状態から減速状態に切り替える。モータ速度 Msp がゼロになるように減速される。

【0098】

本実施形態のシフトレンジ制御装置 40 では、モータ 10 の速度状態が定常状態または減速状態であるとき、FB 値設定部 63 は、位相進み補償値 Msp_p1 を速度フィードバック値 Msp_fb とする。速度信号が先読みされてフィードバックされることにより、ハンチングが防止される。このため、時刻 x 3 からモータ 10 が減速されるまでの期間、モータ速度 Msp と目標モータ速度 Msp* とが一致し、モータ速度 Msp は、安定した挙動で減速する。これにより、モータ 10 の駆動の安定した制御が可能になる。

40

【0099】

時刻 x 4 に、角度偏差 e が角度判定閾値 e_th 以下になり、切替制御部 75 は、モータ 10 の制御状態を、フィードバック制御から固定相通電制御に切り替える。固定相通電とすることで、モータ 10 は、速やかに停止できる。

時刻 x 4 から通電継続時間 Ta が経過する時刻 x 5 までの期間は、固定相通電制御を継続する。これにより、ハンチング等が抑制され、モータ 10 を確実に停止できるため、デ

50

イテントローラ 2 6 が所望の凹部 2 2 に確実に嵌め込むことができる。

【0100】

図 15 (g) に、比較例として、高温環境下または低温環境下でモータが用いられる場合のモータ角度 C_{en_t} を二点鎖線で示す。

高温環境下でモータが用いられる場合、モータのコイル抵抗が大きく、流れる電流が小さくなり、ブレーキ力が低下し、モータ角度 C_{en_c} がオーバーシュートすることがある。

一方、低温環境下でモータが用いられる場合、モータの駆動による摩擦が大きくなり、応答性が悪化し、モータ角度 C_{en_c} が目標角度に到達するまでの時間が長くなることがある。

10

【0101】

そこで、本実施形態では、モータ電流 I_m から温度補正係数 K_T を演算し、温度補正係数 K_T に基づき、電流補正部 84 が角度偏差 e を補正する。角度偏差 e が補正されて目標モータ角度 M_{sp}^* が補正される。これにより、高温環境下のとき、モータ 10 のブレーキタイミングを早くでき、オーバーシュートが抑制されている。また、低温環境下のとき、モータ 10 のブレーキタイミングを遅くでき、実カウント値 C_{en} が目標カウント値 C_{en}^* に到達する時間が適切である。

したがって、本実施形態の実カウント値 C_{en} は、温度に応じてオーバーシュートすることなしに応答性よく、目標カウント値 C_{en}^* に到達している。

20

【0102】

時刻 $\times 5$ に、切替制御部 75 は、モータ 10 の制御状態を、固定相通電制御から通電オフ制御に切り替え、通電フラグがオフになる。ドライバ要求シフトレンジが再度変更されるまでの間、通電フラグのオフ状態が継続される。モータ 10 の制御状態は、通電オフ制御で継続される。これにより、シフトレンジを切り替えるとき以外にモータ 10 へ通電されないため、通電が継続される場合と比較して消費電力が低減される。

なお、図 15 では、ドライバ要求シフトレンジが P レンジから D レンジに切り替えられる例を説明したが、他のレンジ切り替えのときの制御についても同様である。

【0103】

(その他実施形態)

(i) 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 組以上であつてもよい。

30

【0104】

(ii) 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。

【0105】

(iii) 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。モータの回転角そのもの、または、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用いて、フィードバック制御を行ってもよい。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。

40

【0106】

(iv) 上記実施形態では、ディントローラには 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、ディントローラの凹部を 2 つとし、P レンジと n o t 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

50

い。

【0107】

(v) 上記実施形態では、液温センサは、ラジエータに用いられる冷却液の温度を測定可能である。液温センサは、車両に搭載される電圧コンバータを冷却する冷却液の温度を測定してもよい。電流補正部は、ラジエータに用いられる冷却液の温度に代替して、電圧コンバータを冷却する冷却液の温度を用いて、温度補正係数 K_T を演算してもよい。

以上、本発明はこのような実施形態に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、種々の形態で実施することができる。

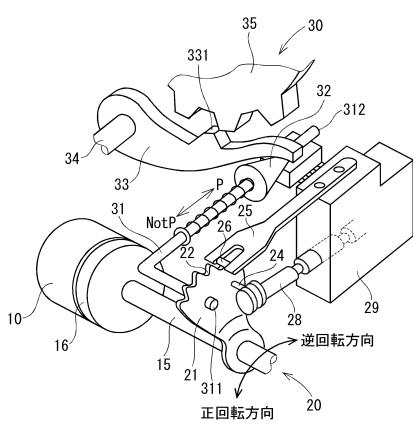
【符号の説明】

【0108】

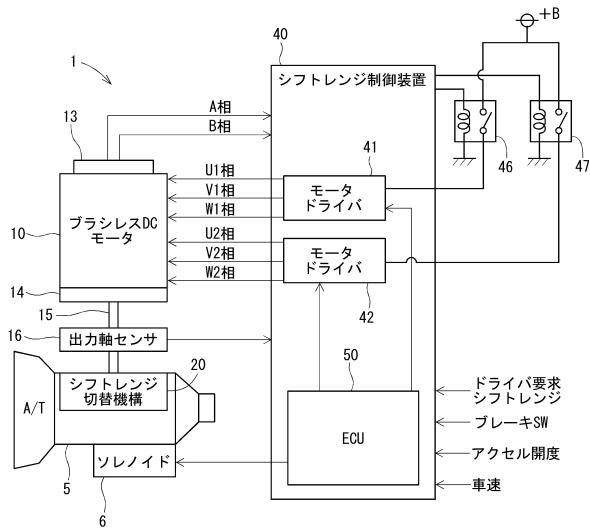
- 10 . . . モータ、
- 40 . . . シフトレンジ制御装置、
- 60 . . . フィードバック制御部、
- 63 . . . フィードバック値設定部、
- 81、82 . . . 電流センサ、
- 84 . . . 電流補正部。

10

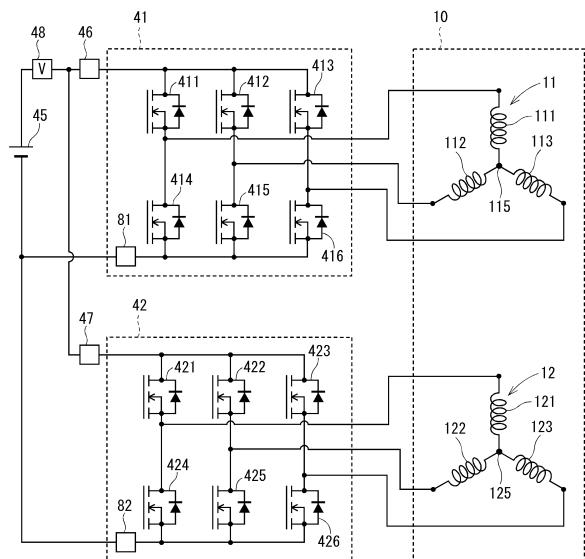
【図1】



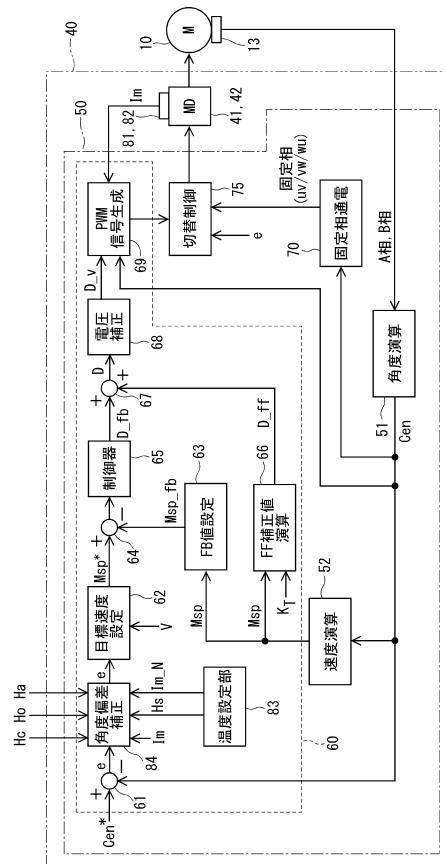
【図2】



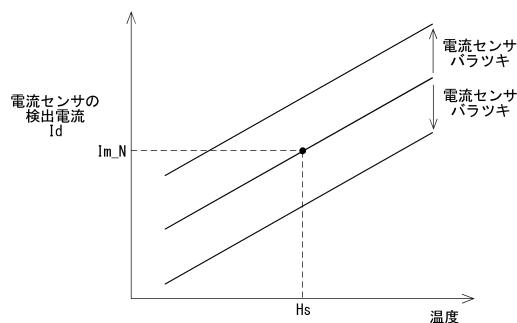
【図3】



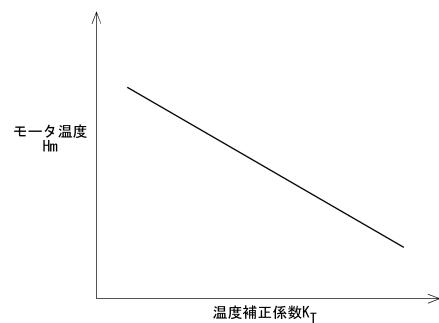
【図4】



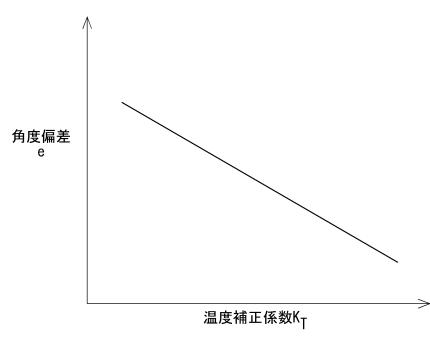
【図5】



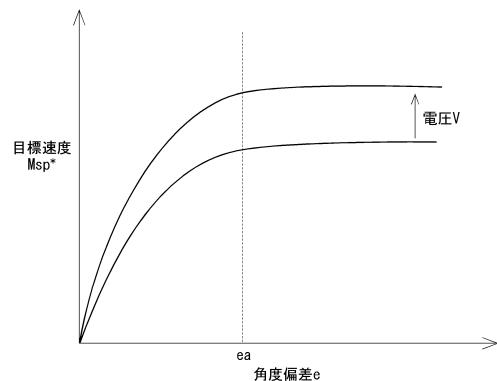
【図6】



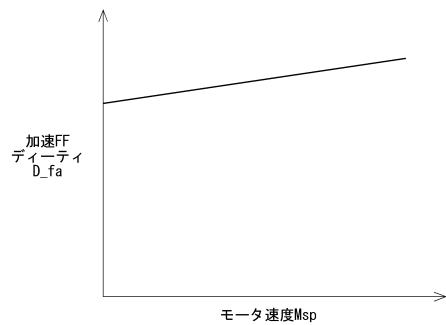
【図7】



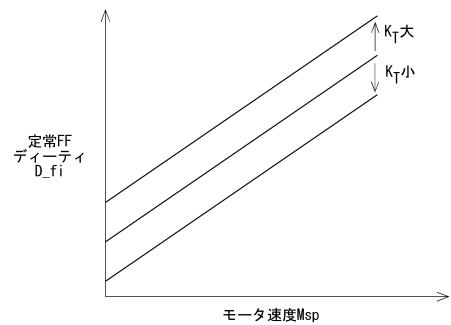
【図8】



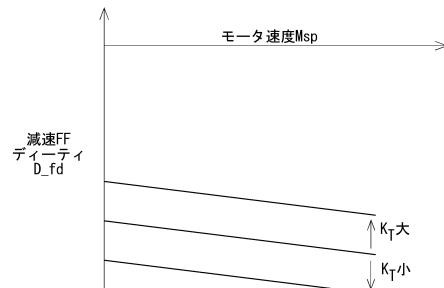
【図9】



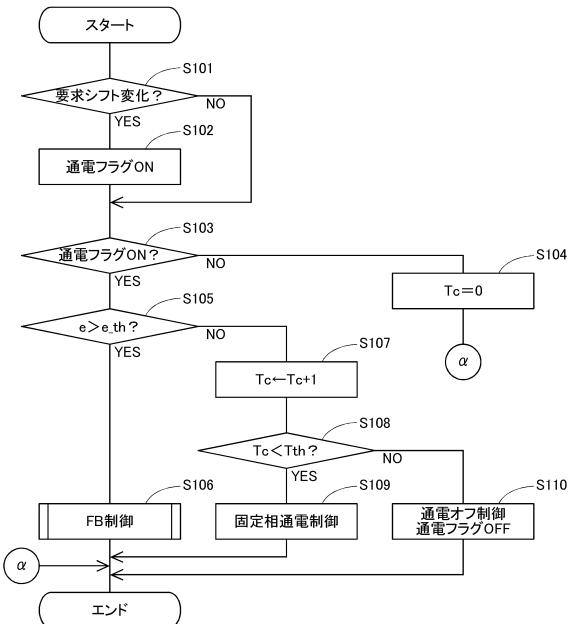
【図10】



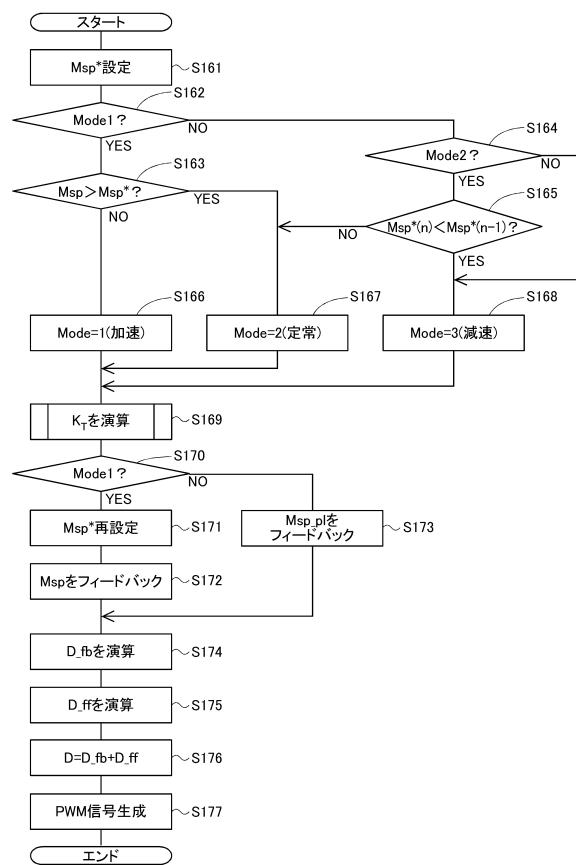
【図11】



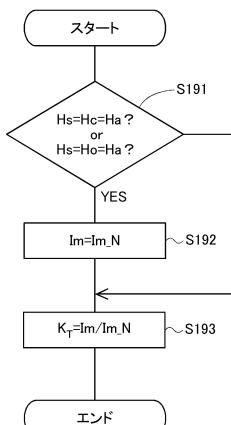
【図12】



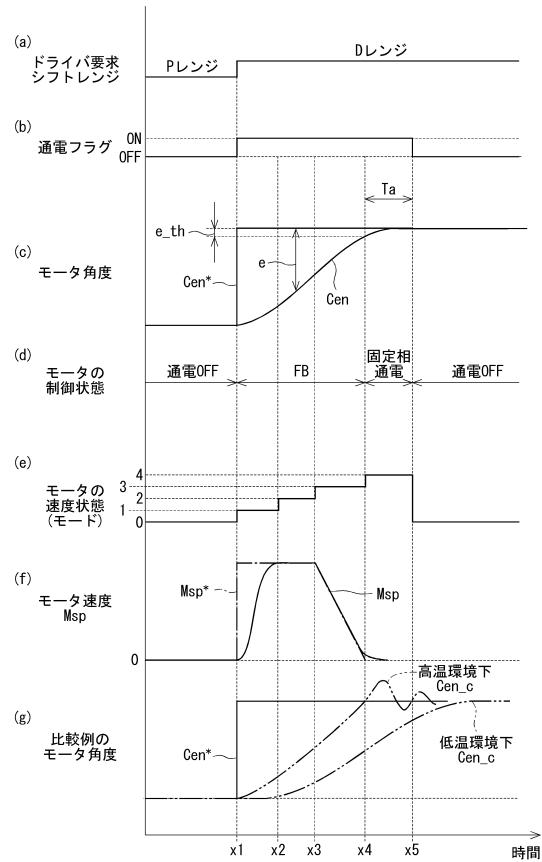
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第3886042(JP,B2)
特開2009-95101(JP,A)
特開2012-184079(JP,A)
特開2001-242904(JP,A)
特開平3-107384(JP,A)
特開2004-19804(JP,A)
特開2005-106100(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 H 61 / 32
H 02 P 27 / 06
H 02 P 29 / 20