

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6838533号
(P6838533)

(45) 発行日 令和3年3月3日(2021.3.3)

(24) 登録日 令和3年2月16日(2021.2.16)

(51) Int.Cl.

F 1

H02P 29/00 (2016.01)
F 16H 61/32 (2006.01)
F 16H 59/08 (2006.01)H02P 29/00
F 16H 61/32
F 16H 59/08

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-174030 (P2017-174030)
 (22) 出願日 平成29年9月11日 (2017.9.11)
 (65) 公開番号 特開2019-50680 (P2019-50680A)
 (43) 公開日 平成31年3月28日 (2019.3.28)
 審査請求日 令和1年11月8日 (2019.11.8)

(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 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つて、

前記モータの回転位置を検出するモータ回転角センサ(13)から取得されるモータ回転角信号に基づき、モータ角度を演算する角度演算部(51)と、

前記モータ角度に基づき、モータ加速度を演算する加速度演算部(51)と、

前記モータ加速度の電気角所定周期分および機械角所定周期分の少なくとも一方の移動平均である加速度移動平均値を演算する移動平均演算部(51)と、

前記加速度移動平均値を用い、前記モータ角度が目標シフトレンジに応じたモータ角度目標値となるように、前記モータの駆動を制御する駆動制御部(55)と、

を備え、

前記モータの回転軸であるモータ軸(105)と前記モータの回転が伝達される出力軸(15)との間には、遊びが存在しており、

前記駆動制御部は、前記遊びの範囲内にて前記モータが回転している空走状態の終了を前記加速度移動平均値を用いて判定する空走判定部(56)、および、前記空走状態の終了時における前記モータ角度に応じた値である角度補正值を用い、前記モータ角度目標値を設定する目標設定部(57)を有するシフトレンジ制御装置。

【請求項2】

前記空走判定部は、前記加速度移動平均値に基づいて演算される推定負荷トルクが負荷

10

20

判定閾値より大きいと判断された場合、前記空走状態が終了したと判定する請求項₁に記載のシフトレンジ制御装置。

【請求項 3】

前記モータ加速度は、前記モータ回転角信号のパルスエッジ割り込み毎に演算される請求項₁または₂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替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、モータの駆動制御に出力軸センサの検出値を用いている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3849864号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1において、例えば出力軸センサの検出値を利用できない場合、モータを精度よく位置決め制御できない虞がある。

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、高精度の位置決め制御を実現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。

【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、角度演算部(51)と、加速度演算部(51)と、移動平均演算部(51)と、駆動制御部(55)と、を備える。

角度演算部は、モータの回転位置を検出するモータ回転角センサ(13)から取得されるモータ回転角信号に基づき、モータ角度を演算する。加速度演算部は、モータ角度に基づき、モータ加速度を演算する。移動平均演算部は、モータ加速度の電気角所定周期分および機械角所定周期分の少なくとも一方の移動平均である加速度移動平均値を演算する。駆動制御部は、加速度移動平均値を用い、モータ角度が目標シフトレンジに応じたモータ角度目標値となるように、モータの駆動を制御する。

モータの回転軸であるモータ軸(105)とモータの回転が伝達される出力軸(15)との間には、遊びが存在している。駆動制御部は、遊びの範囲内にてモータが回転している空走状態の終了を加速度移動平均値を用いて判定する空走判定部(56)、および、空走状態の終了時におけるモータ角度に応じた値である角度補正值を用い、モータ角度目標値を設定する目標設定部(57)を有する。

加速度移動平均値を演算することで、モータ加速度の振動成分を低減可能であるので、加速度移動平均値を用いて、高精度の位置決め制御を実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】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る。

【図2】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る。

【図3】一実施形態によるモータトルクの演算に用いられるマップを説明する説明図である。

10

20

30

40

50

【図4】一実施形態によるモータと出力軸との間の遊びを説明する模式図である。

【図5】一実施形態による目標設定処理を説明するフローチャートである。

【図6】一実施形態によるモータ駆動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】

【0007】

シフトレンジ制御装置を図面に基づいて説明する。

(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6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。
10

モータ10は、図示しない車両に搭載されるバッテリ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。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。

【0008】

図2に示すように、モータ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。以下、エンコーダ13からの信号をモータ回転角信号SgEとする。
20

【0009】

減速機14は、モータ10のモータ軸105(図4参照)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。

本実施形態では、出力軸15の回転位置を検出する出力軸センサが省略されている。

【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。
30

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。
40

【0012】

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、2つの凹部22、23が設けられる。本実施形態では、ディテントスプリング25の基部に近い側を凹部22、遠い側を凹部23とする。本実施形態では、凹部22がPレンジ以外のNotPレンジに対応し、凹部23がPレンジに対応する。

【0013】

ディテントスプリング25は、弹性変形可能な板状部材であり、先端にディントローラ26が設けられる。ディテントスプリング25は、ディントローラ26をディテントプレート21の回動中心側に付勢する。ディテントプレート21に所定以上の回転力が加
50

わると、ディテントスプリング 25 が弾性変形し、ディントローラ 26 が凹部 22、23 間を移動する。ディントローラ 26 が凹部 22、23 のいずれかに嵌まり込むことと、ディントプレート 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。ディントローラ 26 は、シフトレンジが Not P レンジのとき、凹部 22 に嵌まり込み、P レンジのとき、凹部 23 に嵌まり込む。

【0014】

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。ディントプレート 21 が逆回転方向に揺動すると、円錐体 32 が P 方向に移動する。

【0015】

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。ディントプレート 21 が逆回転方向に回転し、円錐体 32 が 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、ディントプレート 21 が正回転方向に回転し、円錐体 32 が 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。

【0016】

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 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。

【0017】

図 2 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、および、ECU 50 等を有する。

モータドライバ 41 は、図示しないスイッチング素子を有し、ECU 50 からの指令に基づいてスイッチング素子をオンオフすることで、モータ 10 の各相 (U 相、V 相、W 相) への通電を切り替える。これにより、モータ 10 の駆動が制御される。モータドライバ 41 とバッテリとの間には、モータリレー 46 が設けられる。モータリレー 46 は、イグニッションスイッチ等である車両の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 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。

【0018】

ECU 50 は、マイコン等を主体として構成され、内部にはいずれも図示しない CPU、ROM、RAM、I/O、及び、これらの構成を接続するバスライン等を備えている。ECU 50 における各処理は、ROM 等の実体的なメモリ装置 (すなわち、読み出し可能非一時的有形記録媒体) 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。

【0019】

ECU 50 は、ドライバ要求シフトレンジ、ブレーキスイッチからの信号および車速等に基づいてモータ 10 の駆動を制御することで、シフトレンジの切り替えを制御する。また、ECU 50 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、变速用油圧制御ソレノイド 6 の駆動を制御する。变速用油圧制御ソレノイド 6 を制御す

10

20

30

40

50

ることで、变速段が制御される。变速用油圧制御ソレノイド 6 は、变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 E C U 5 0 がモータ 1 0 およびソレノイド 6 の駆動を制御するが、モータ 1 0 を制御するモータ制御用のモータ E C U と、ソレノイド制御用の A T - E C U とを分けてもよい。以下、モータ 1 0 の駆動制御を中心に説明する。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、E C U 5 0 は、パラメータ演算部 5 1 、および、駆動制御部 5 5 等を有する。

パラメータ演算部 5 1 は、エンコーダ 1 3 から出力されるモータ回転角信号 S g E に基づき、エンコーダ 1 3 のカウント値であるエンコーダカウント値 e_n を演算する。エンコーダカウント値 e_n は、モータ 1 0 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、エンコーダカウント値 e_n が「モータ角度」に対応する。エンコーダカウント値 e_n は、モータ回転角信号 S g E のエッジ割り込み毎に演算される。

【 0 0 2 1 】

パラメータ演算部 5 1 は、モータ回転角信号 S g E のエッジ割り込み毎に、モータ速度 S P m [deg / s] を演算する(式(1)参照)。式中の定数 k_e は、エンコーダカウント値 e_n の1カウントに相当するモータ回転角度、 $t_{(n)}$ は今回割り込み時刻、 $t_{(n-1)}$ は前回割り込み時刻である。モータ速度 S P m は、単位時間あたりのモータ角度の変化量と捉えることもできる。

$$S P m = k_e / (t_{(n)} - t_{(n-1)}) \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 2 】

パラメータ演算部 5 1 は、モータ回転角信号 S g E のエッジ割り込み毎に、モータ加速度 a [deg / s²] を演算する(式(2)参照)。式中の S P m_(n) は今回演算時のモータ速度、S P m_(n-1) は、前回演算時のモータ速度とする。

$$a = (S P m_{(n)} - S P m_{(n-1)}) / (t_{(n)} - t_{(n-1)}) \quad \dots (2)$$

なお、モータ速度 S P m およびモータ加速度 a は、例えばモータ角度の微分等、どのように演算してもよい。また、演算周期等は、適宜設定可能である。

【 0 0 2 3 】

パラメータ演算部 5 1 は、モータ回転角信号 S g E のエッジ割り込み毎に、モータ加速度 a の移動平均値である加速度移動平均値 A 、 A A を演算する。

加速度移動平均値 A は、電気角 1 周期(= 3 6 0 °)分の移動平均値である。今回演算時のモータ加速度を a_(i) 、 j 回前の演算時のモータ加速度を a_(i-j) 、電気角 1 周期あたりのエンコーダ割り込み回数を g とすると、加速度移動平均値 A は、式(3)で演算される。

$$A = \{ a_{(i-g+1)} + a_{(i-g+2)} + \dots + a_{(i-1)} + a_{(i)} \} / g \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 4 】

加速度移動平均値 A A は、機械角 1 周期(= 3 6 0 °)分の移動平均値である。今回演算時の電気角 1 周期分の加速度移動平均値 A を A_(i) 、 j 回前の演算時の加速度移動平均値 A を A_(i-j) 、機械角 1 周期あたりのエンコーダ割り込み回数を h とすると、機械角 1 周期分の加速度移動平均値 A A は、式(4)で表される。

$$A A = \{ A_{(i-h+1)} + A_{(i-h+2)} + \dots + A_{(i-1)} + A_{(i)} \} / h \quad \dots (4)$$

式中の g 、 h は、エンコーダ 1 3 の分解能および極対数等に応じて決定される値であつて、例えば g = 1 2 、 h = 9 6 である。

【 0 0 2 5 】

パラメータ演算部 5 1 は、推定負荷トルク T L [N m] を演算する。推定負荷トルク T L は、式(5)で演算される。

$$T L = T M_{(S P m)} - k_i \times A A \quad \dots (5)$$

【 0 0 2 6 】

式中の T M_(S P m) は、モータトルク T M がモータ速度 S P m に基づく関数であることを

10

20

30

40

50

意味する。本実施形態では、モータトルク T_M は、図 3 に示すマップを用いて演算される。図 3 に示すように、モータトルク T_M は、モータ速度 $S_P m$ が小さいほど、大きい値となる。また、式中の定数 k_i は、イナーシャに応じた値である。

演算された推定負荷トルク T_L は、フィルタ処理された値が空走判定に用いられる。以下、推定負荷トルク T_L は、フィルタ処理後の値とする。

パラメータ演算部 5 1 にて演算された値は、各種制御演算等に用いられる。

【0027】

駆動制御部 5 5 は、空走判定部 5 6、目標設定部 5 7、および、信号生成部 5 8 を有する。

空走判定部 5 6 は、モータ軸 1 0 5 と出力軸 1 5 との間の遊びの範囲にてモータ 1 0 が回転している空走状態か否かを判定する。特に、空走判定部 5 6 は、空走判定により、空走状態が終了するタイミングを検出する。本実施形態では、加速度移動平均値 A_A を用いて演算される推定負荷トルク T_L に基づいて空走判定を行う。

【0028】

目標設定部 5 7 は、シフトスイッチ等に基づくドライバ要求シフトレンジ、車速、および、ブレーキスイッチからの信号等に基づき、目標シフトレンジを設定する。また、目標設定部 5 7 は、目標シフトレンジ等に応じ、モータ角度目標値である目標カウント値 $c_m d$ を設定する。また、目標カウント値 $c_m d$ は、空走終了時のエンコーダカウント値 e_n に応じた角度補正值 p にて補正される。

【0029】

信号生成部 5 8 は、エンコーダカウント値 e_n が目標カウント値 $c_m d$ となる回転位置にてモータ 1 0 が停止するように、フィードバック制御等により、モータ 1 0 の駆動制御に係る制御信号を生成する。生成された制御信号は、モータドライバ 4 1 に出力される。モータ 1 0 の駆動制御の詳細は、どのようにあってもよい。

【0030】

ここで、モータ 1 0 の回転軸であるモータ軸 1 0 5、出力軸 1 5 およびディントブレート 2 1 の関係を図 4 に示す。図 4 においては、実線で示す状態から二点鎖線で示す状態へとモータ 1 0 が回転することで、ディントローラ 2 6 がディントブレート 2 1 の凹部 2 2、2 3 間の山部 2 1 0 を乗り越え、ドライバ要求シフトレンジに応じた凹部 2 2、2 3 に嵌まり込む状態を模式的に示している。ここでは、P レンジから $n_o t P$ レンジへの切り替えを例に説明する。図 4 においては、モータ 1 0 および出力軸 1 5 の回転方向を、紙面左右方向として説明する。また、図 4 は、「遊び」を概念的に示す模式図であって、出力軸 1 5 と減速機 1 4 とが一体となっており、モータ軸 1 0 5 が減速機 1 4 の遊びの範囲で移動可能であるものとして記載しているが、モータ軸 1 0 5 と減速機 1 4 とが一体となっており、減速機 1 4 と出力軸 1 5 との間に「遊び」が存在しているように構成しても差し支えない。

【0031】

図 4 に示すように、モータ軸 1 0 5 と出力軸 1 5 との間には、減速機 1 4 が設けられており、モータ軸 1 0 5 と出力軸 1 5 との間のギアバックラッシュを含む「遊び」が存在している。本実施形態では、モータ 1 0 は DC ブラシレスモータであって、モータ 1 0 への通電が停止されているとき、コギングトルク等の影響により、遊びの範囲内にてモータ軸 1 0 5 が回転し、モータ軸 1 0 5 と減速機 1 4 とが離間することがある。

【0032】

また、矢印 Y_g に示すように、モータ軸 1 0 5 と減速機 1 4 とが回転方向において離間している状態にてモータ 1 0 が回転する場合、モータ軸 1 0 5 と減速機 1 4 とが当接するまでの間、モータ 1 0 は空走状態となり、モータ 1 0 の回転は、出力軸 1 5 側へ伝達されない。以下適宜、遊びの範囲内にてモータ 1 0 の回転が出力軸 1 5 に伝達されない状態を「ガタ空走状態」または「空走状態」とし、ガタ空走状態となる区間を「空走区間」とする。また、ガタ空走状態が終了することを、「ガタ詰まり」とする。

【0033】

10

20

30

40

50

ガタ空走が終了すると、モータ10と出力軸15およびディテントプレート21とが一体となって回転する。これにより、ディテントローラ26は、凹部22、23間の山部210を乗り越え、凹部22へ移動する。ガタ空走状態の終了後、ディテントローラ26が凹部22、23間を移動している区間を、「谷谷間回転区間」とする。また、ガタ空走状態の終了から、山部210の頂点を乗り越える前までの区間を「一体回転区間」とする。

【0034】

ところで、モータ10への通電をオフしている状態からシフトレンジを切り替えるべく通電を開始したとき、モータ軸105が「遊び」の範囲内のどの位置にあるかを特定することが困難である。また、モータ軸105と減速機14とが回転方向側にて離間している場合、モータ軸105と減速機14とが当接している状態からモータ10を回転させる場合と比較し、ガタ空走の分、モータ10を余分に回転させる必要がある。

10

【0035】

例えば特許文献1では、突き当て制御を実行することで、遊び量を学習している。突き当て制御では、比較的大きなトルクにて可動範囲の限界位置までモータ10を回転させるので、シフトレンジ切替機構20のディテント機構にストレスがかかる。そのため、突き当て制御におけるストレスがかかっても破損しないように、シフトレンジ切替機構20を設計する必要がある。

【0036】

本実施形態では、出力軸センサに基づく出力軸15の回転位置に係る情報を用いることなく、かつ、突き当て制御を行わずに、モータ10の駆動を制御している。詳細には、推定負荷トルクTLに基づいてガタ空走終了を検出し、目標カウント値cmdを補正することで、位置制御精度を確保している。

20

【0037】

本実施形態の目標設定処理を図5に示すフローチャートに基づいて説明する。以下、ステップS101の「ステップ」を省略し、単に記号「S」と記す。他のステップも同様である。図中において、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。

最初のS101では、空走判定部56は、パラメータ演算部51にて演算されるパラメータを取得する。本実施形態では、推定負荷トルクTLを取得する。

【0038】

30

S102では、空走判定部56は、通電フラグがセットされているか否かを判断する。通電フラグは、目標シフトレンジが変更されたときにセットされ、モータ10が停止したと判定された後にリセットされる。通電フラグがセットされると、目標カウント値cmdを仮値tとし、モータ10の駆動を開始する。通電フラグがセットされていないと判断された場合(S102: NO)、S103へ移行する。通電フラグがセットされていると判断された場合(S102: YES)、S104へ移行する。

【0039】

S103では、空走判定部56は、現在のエンコーダカウント値enを駆動初期値initとして、図示しないRAM等に記憶させる。また、空走判定部56は、学習フラグXgataをリセットする。学習フラグXgataがリセットされている場合は、リセット状態を維持する。

40

【0040】

S104では、空走判定部56は、学習フラグXgataがセットされているか否かを判断する。学習フラグXgataがセットされていると判断された場合(S104: YES)、本ルーチンを終了する。学習フラグXgataがセットされていないと判断された場合(S104: NO)、S105へ移行する。

【0041】

S105では、空走判定部56は、推定負荷トルクTLが負荷判定閾値TLthより大きいか否かを判断する。推定負荷トルクTLが負荷判定閾値TLth以下であると判断された場合(S105: NO)、ガタ空走中と判定し、本ルーチンを終了する。推定負荷ト

50

ルク T_L が負荷判定閾値 $T_L t_h$ より大きいと判断された場合 (S105: YES) 、空走状態が終了したと判定し、S106へ移行する。

【0042】

S106では、空走判定部56は、現在のエンコーダカウント値 e_n を角度補正值 p として、図示しないRAM等の記憶部に記憶させる。

S107では、目標設定部57は、角度補正值 p 、および、谷谷間角度設計値 $d_e t$ に基づき、目標カウント値 c_{md} を演算する (式(6)参照)。

$$c_{md} = \text{init} + p + d_e t \quad \dots \quad (6)$$

S108では、空走判定部56は、学習フラグ X_{gata} をセットする。

【0043】

本実施形態のモータ駆動制御処理を図6のタイムチャートに基づいて説明する。図6では、上段から、モータ角度、モータトルク T_M 、モータ速度 S_{Pm} 、モータ加速度、推定負荷トルク T_L を示す。加速度については、実線がモータ加速度 a 、破線が電気角1周期分の加速度移動平均値 A 、一点鎖線が機械角1周期分の加速度移動平均値 A_A を示す。図6では、タイムスケール等は適宜変更している。ここでは、モータ10が正方向に回転するものとして説明する。

【0044】

時刻 $\times 10$ にて、目標シフトレンジが変更されると、通電フラグがセットされ、目標カウント値 c_{md} が仮値 t に設定されてモータ10の駆動が開始される。目標カウント値 c_{md} は、ディントローラ26が山部210を超える前に補正されるため、仮値 t は、山部210を乗り越えることが可能な任意の値に設定可能である。モータ10の駆動が開始されると、エンコーダカウント値 e_n 、モータ速度 S_{Pm} が増加する。またモータ加速度 a が、ある値にて略一定となる。また、モータ速度 S_{Pm} の増加に伴い、モータトルク T_M は、駆動初期トルクから減少する。

ガタ空走状態が終了し、モータ10と出力軸15とが一体となって回転するようになると、モータ速度 S_{Pm} 、および、モータトルク T_M の変化量が小さくなる。また、モータ加速度が小さくなり、推定負荷トルク T_L が大きくなる。

【0045】

ここで、推定負荷トルク T_L について説明する。モータ10が遊びの範囲内で回転しているとき、モータフリクションが負荷となる。モータ10が出力軸15と一体になって回転しているとき、モータフリクションに加え、出力軸フリクションおよびディントスプリング25のバネ力が負荷となる。そのため、一体回転区間ににおける負荷トルク T_2 は、空走区間ににおける負荷トルク T_1 より大きい。すなわち、 $T_1 < T_2$ である。

【0046】

そこで本実施形態では、負荷トルク T_1 、 T_2 の間となる負荷判定閾値 $T_L t_h$ を設定し、推定負荷トルク T_L が負荷判定閾値 $T_L t_h$ より大きくなる時刻 $\times 11$ にて空走状態が終了したと判定する。そして、このときのエンコーダカウント値 e_n を角度補正值 p とし、角度補正值 p に基づいて目標カウント値 c_{md} を演算する (式(6)参照)。

図6では、演算遅れ等を無視し、時刻 $\times 11$ にて目標カウント値 c_{md} が演算されると同時に目標カウント値 c_{md} が変更されるものとして記載しているが、目標カウント値 c_{md} を仮値 t から切り替えるタイミングは、ディントローラ26がディントプレート21の山部210を越える前のいずれのタイミングとしてもよい。

【0047】

本実施形態では、推定負荷トルク T_L の演算には、モータ加速度を用いている。図6に示すように、モータ加速度 a は、特に谷谷間回転区間ににおいて、振動成分が大きく、ノイジーな値となることがある。ノイズ成分を多く含むモータ加速度 a を用いて推定負荷トルク T_L を演算すると、推定負荷トルク T_L にもノイズ成分が多く含まれ、ガタ空走状態の終了を適切に判定できない虞がある。

【0048】

10

20

30

40

50

モータ加速度 a は、電気角 360° 周期のモータトルクリップル、および、機械角 360° 周期のギア効率に応じたトルクリップルにより、振動する。図 6 に破線で示すように、電気角 360° 分の加速度移動平均値 A を演算することで、モータ加速度 a の高周波の振動成分を低減することができる。また、電気角 360° 分の加速度移動平均値 A を用いて、機械角 360° 分の加速度移動平均値 A_A を演算することで、モータ加速度 a の低周波の振動成分を低減することができる。

本実施形態では、加速度移動平均値 A_A を用いて推定負荷トルク T_L を演算することで、推定負荷トルク T_L に含まれるノイズ成分を低減しているので、推定負荷トルク T_L を用いて、ガタ空走終了を適切に判定することができる。

【0049】

10

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 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、パラメータ演算部 51 と、駆動制御部 55 と、を備える。パラメータ演算部 51 は、モータ 10 の回転位置を検出するエンコーダ 13 から取得されるモータ回転角信号 Sg_E に基づき、モータ角度であるエンコーダカウント値 e_n を演算する。パラメータ演算部 51 は、エンコーダカウント値 e_n に基づき、モータ加速度 a を演算する。パラメータ演算部 51 は、モータ加速度 a の電気角所定周期分および機械角所定周期分の移動平均である加速度移動平均値 A 、 A_A を演算する。本実施形態では、パラメータ演算部 51 が、「角度演算部」、「加速度演算部」および「移動平均演算部」に対応する。

駆動制御部 55 は、加速度移動平均値 A 、 A_A を用い、エンコーダカウント値 e_n が目標シフトレンジに応じた目標カウント値 cmd となるように、モータ 10 の駆動を制御する。

加速度移動平均値 A 、 A_A を演算することでモータ加速度 a の振動成分を低減可能であるので、出力軸センサの検出値を用いることなく、加速度移動平均値 A 、 A_A を用いて、精度よくモータ 10 の駆動を制御することができる。したがって、高精度の位置決め制御を実現可能である。

【0050】

シフトバイワイヤシステム 1 には、モータ 10 の回転軸であるモータ軸 105 と、モータ 10 の回転が伝達される出力軸 15 との間には、遊びが存在している。

駆動制御部 55 は、空走判定部 56、および、目標設定部 57 を有する。空走判定部 56 は、遊びの範囲内にてモータ 10 が回転している空走状態の終了を、加速度移動平均値 A_A を用いて判定する。目標設定部 57 は、空走終了時におけるエンコーダカウント値 e_n に応じた角度補正值 p を用い、目標カウント値 cmd を設定する。

【0051】

本実施形態では、エンコーダ 13 からの信号であるモータ回転角信号 Sg_E に基づいて、空走状態の終了を判定し、空走終了時のエンコーダカウント値 e_n に基づいて目標カウント値 cmd を設定している。これにより、突き当て制御による遊び量の学習処理を行うことなく、目標カウント値 cmd を適切に設定することができ、高精度の位置決め制御を実現可能である。また、突き当て制御を行う場合、比較的大きなトルクにてディントローラ 26 をディントプレート 21 に突き当てるため、ディント機構にストレスがかかる。そのため、突き当て制御にてディント機構等が壊れないような設計にする必要がある。本実施形態では、突き当て制御が不要であるので、シフトレンジ切替機構 20 を簡素化可能である。

【0052】

また、空走終了判定および目標カウント値 cmd の設定に、出力軸 15 の回転位置である出力軸角度を用いていないので、出力軸 15 の回転位置を検出する出力軸センサを省略したり、検出精度を緩和したりできる。

さらにまた、振動成分が低減された加速度移動平均値 A_A を用いることで、適切に空走終了を判定することができる。

【0053】

20

30

40

50

空走判定部 56 は、加速度移動平均値 A_A に基づいて演算される推定負荷トルク T_L が負荷判定閾値 $T_L t_h$ より大きいと判断された場合(図5中のS105: YES)、空走状態が終了したと判定する。推定負荷トルク T_L を用いることで、比較的簡素な処理にて、精度よく空走状態の終了を判定することができる。

モータ加速度 a は、モータ回転角信号 Sg_E のパルスエッジ割り込み毎に演算される。これにより、モータ加速度 a を適切に演算することができる。

【0054】

(他の実施形態)

上記実施形態では、推定負荷トルクの演算に、機械角1周期分の加速度移動平均値 A_A を用いた。他の実施形態では、推定負荷トルクの演算に、電気角1周期分の加速度移動平均値 A を用いてもよい。電気角所定周期分の加速度移動平均値または機械角所定周期分の加速度移動平均値の演算の一方は、省略してもよい。また、加速度移動平均値 A 、 A_A の演算に用いる値は、電気角または機械角の1周期分に限らず、2周期分、或いは、半周期分といった具合に、任意の周期数分としてもよい。

10

【0055】

上記実施形態では、加速度移動平均値 A 、 A_A を用いて推定負荷トルクを演算し、推定負荷トルクに基づいて空走終了を判定する。他の実施形態では、加速度移動平均値 A 、 A_A を用い、どのような方法にて空走終了を判定してもよい。

また例えば、同じデューティで制御した場合であっても、モータ温度に応じて加速度が異なる。そこで、加速度移動平均値に応じて制御定数を変更する、といった具合に、加速度移動平均値を空走判定以外のモータ制御に係る処理に用いてもよい。

20

【0056】

上記実施形態では、モータは、DC プラシレスモータである。他の実施形態では、モータは、例えばスイッチトリラクタンスマータ等、どのようなモータであってもよい。上記実施形態では、モータの巻線組数については言及していないが、巻線組は1組でもよいし、複数組でもよい。

上記実施形態では、モータ回転角センサは、エンコーダである。他の実施形態では、モータ回転角センサは、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。すなわち、モータ角度は、エンコーダカウント値に限らず、モータ角度に換算可能などのような値であってもよい。

30

【0057】

上記実施形態では、出力軸センサが省略されている。他の実施形態では、出力軸の回転位置を検出する出力軸センサを設けてもよい。例えば、出力軸センサが正常である場合は、モータ回転角センサおよび出力軸センサの検出値を用いて空走状態の終了を判定し、出力軸センサが故障等にて使用できなくなった際に、上記実施形態のように、加速度移動平均値に基づいて空走状態の終了を判定するようにしてよい。

【0058】

上記実施形態では、ディテントプレートには2つの凹部が設けられる。他の実施形態では、凹部の数は2つに限らず、いくつであってもよい。例えば、P、R、N、Dの各レンジに対応して4つの凹部が設けられていてもよい。また、シフトレンジ切替機構やパークリ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。

40

【0059】

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。すなわち、上記実施形態では、モータ軸と出力軸との間の「遊び」が減速機のギアとモータ軸との間に存在するものを中心に説明したが、「遊び」とはモータ軸と出力軸との間に存在する遊びやガタ等の合計と捉えることができる。

50

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。

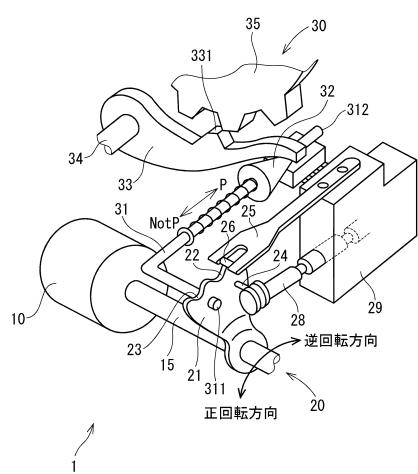
【符号の説明】

【0060】

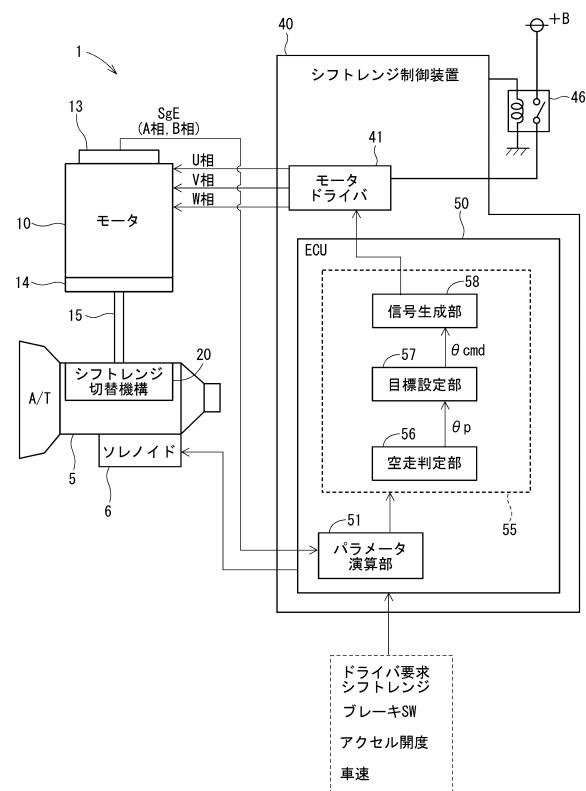
- 1 . . . シフトバイワイヤシステム
- 10 . . . モータ
- 13 . . . エンコーダ (モータ回転角センサ)
- 40 . . . シフトレンジ制御装置
- 51 . . . パラメータ演算部 (角度演算部、加速度演算部、移動平均演算部)
- 55 . . . 駆動制御部
- 56 . . . 空走判定部
- 57 . . . 目標設定部

10

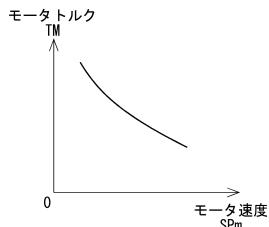
【図1】



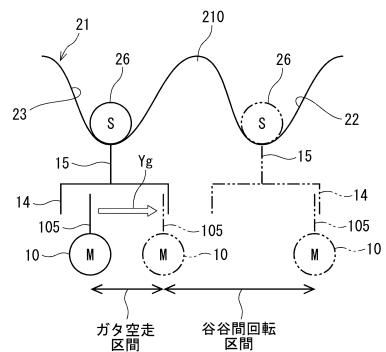
【図2】



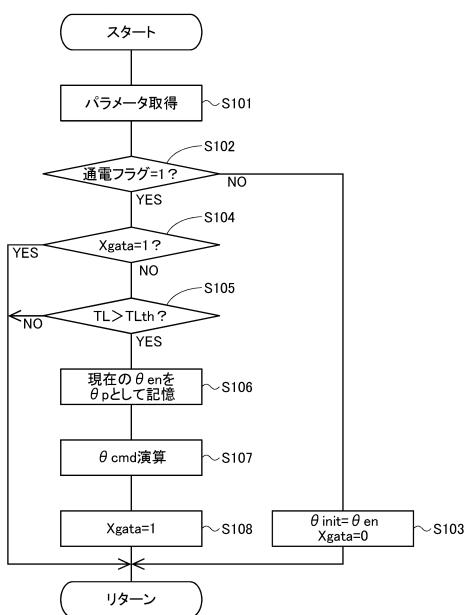
【図3】



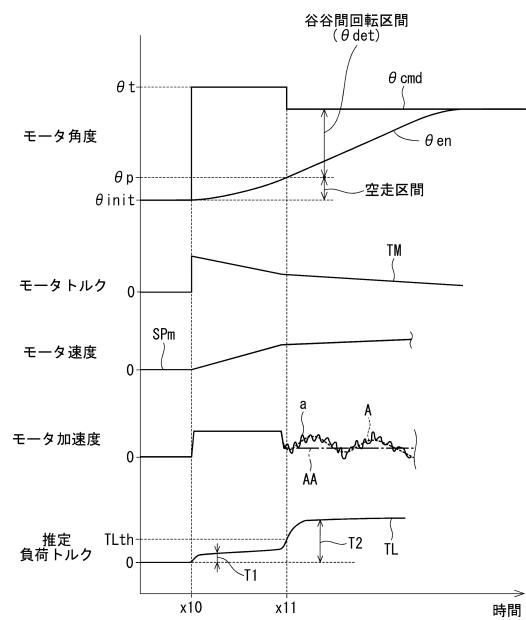
【 図 4 】



【 図 5 】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-139869(JP,A)
特開平10-210788(JP,A)
特開2004-129400(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 29/00
F16H 59/08
F16H 61/32