(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-268193
(P2009-268193A)
(43)公開日　平成21年11月12日(2009.11.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02P 6/12	(2006.01)	H02P	6/02	371D	3G018
H02P 6/08	(2006.01)	H02P	6/02	351J	3G092
F01L 9/04	(2006.01)	F01L	9/04	A	5H560
F02D 13/02	(2006.01)	F02D	13/02	G	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2008-112479 (P2008-112479)
(22)出願日　平成20年4月23日 (2008.4.23)

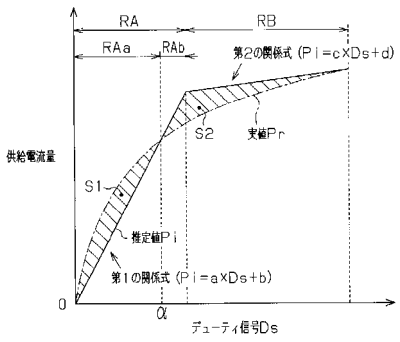
(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(72)発明者　河崎　高志
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車　株式会社内

Ｆターム(参考)　3G018 AB04 AB17 BA17 CA13 DA15 EA02 EA22 FA01 FA06 FA07 GA24

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電動モータの制御装置

(57)【要約】
【課題】簡素な制御構造をもって電動モータの温度の過上昇を抑えることのできる電動モータの制御装置を提供する。
【解決手段】この装置は、デューティ信号Ｄｓに基づく電動モータの作動制御を通じて同電動モータの動作位置を制御する。電動モータへの供給電流量についての推定値Ｐｉとデューティ信号Ｄｓとの関係を記憶しており、同関係からデューティ信号Ｄｓに基づいて推定値Ｐｉを算出するとともに、推定値Ｐｉの推移に応じて電動モータの作動制御の実行態様を変更する。上記関係として、デューティ信号Ｄｓを変数とする一次関数により定まる第１の関係式および第２の関係式を記憶している。それら関係式としては、供給電流量についての実際の値（実値Ｐｒ）を基準とする推定値Ｐｉのずれ方向が互いに逆になる関係式を記憶している。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
作動指令値に基づく電動モータの作動制御を通じて同電動モータの動作位置を制御する制御手段と、前記電動モータの温度の単位期間あたり変化量の指標値についての推定値および前記作動指令値の関係を記憶する記憶手段と、前記作動指令値に基づいて前記関係から前記推定値を算出するとともに、該算出した推定値の推移に基づいて前記電動モータの作動制御の実行態様を変更する変更手段とを備える電動モータの制御装置において、
前記関係は前記作動指令値を変数とする一次関数により定まる複数の関係式からなり、
それら関係式は、前記作動指令値の設定可能範囲を複数に分割した各範囲に対応して各別に設定された関係式からなり、前記指標値についての実際の値を基準とする前記推定値のずれ方向が互いに逆になる第１の関係式と第２の関係式とを含んでなる
ことを特徴とする電動モータの制御装置。
【請求項２】
請求項１に記載の電動モータの制御装置において、
前記関係は前記作動指令値を変数とする一次関数により定まる二つの関係式からなり、
前記二つの関係式は前記第１の関係式および前記第２の関係式からなる
ことを特徴とする電動モータの制御装置。
【請求項３】
請求項１または２に記載の電動モータの制御装置において、
前記複数の関係式は、それら関係式に記憶されている推定値を前記実際の値から減算した値の平均が「０」になる関係式である
ことを特徴とする電動モータの制御装置。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか一項に記載の電動モータの制御装置において、
前記指標値は前記電動モータへの供給電流量である
ことを特徴とする電動モータの制御装置。
【請求項５】
請求項４に記載の電動モータの制御装置において、
前記変更手段は、前記供給電流量についての推定値の直近の所定期間における平均値に基づいて前記電動モータの作動制御の実行態様を変更するものである
ことを特徴とする電動モータの制御装置。
【請求項６】
請求項１～５のいずれか一項に記載の電動モータの制御装置において、
当該制御装置は機関バルブのバルブ特性を変更する可変動弁機構が設けられた内燃機関に適用されるものであり、
前記電動モータは前記可変動弁機構の作動源として用いられる電動の回転機であり、
前記制御手段は前記内燃機関の運転状態に応じて前記作動指令値を算出するものである
ことを特徴とする電動モータの制御装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電動モータの動作位置を制御する制御装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
内燃機関には機関バルブのバルブ特性（バルブタイミングまたはバルブバルブ作用角）を変更するための可変動弁機構などの各種の作動機構が設けられており、その作動機構の作動状態を変更するための作動源として、電動モータ（例えば電動の回転機）を用いることが多用されている。また、そうした電動モータの動作位置を制御する制御装置は中央処理装置（ＣＰＵ）やメモリ（ＲＯＭ，ＲＡＭ）などを備えた電子制御ユニットを備えており、この電子制御ユニットによって作動指令値が算出されるとともに同作動指令値に応じ

た電流が電動モータに供給されて、同電動モータの動作位置が制御される。

【０００３】

上記制御装置では、作動機構の作動状態が頻繁に変更されるなどして供給電流が大きい状態での電動モータの作動が繰り返されると、同電動モータの温度が過度に上昇してその信頼性の低下を招くおそれがある。そのため、そうした不都合を回避するための装置として、次のような装置が提案されている。すなわち、電動モータの温度の単位期間あたりの変化量（温度変化量）についての指標値と作動指令値との関係が記憶された電子制御ユニットによって、そのときどきの作動指令値に基づいて上記関係から上記温度変化量の指標値が算出され、同指標値の推移に応じて電動モータの制御態様が変更される。具体的には、例えば温度変化量の指標値の直近の所定期間における平均値が所定の閾値以上であるときに閾値未満であるときと比較してモータ電流が少なくなるように電動モータの作動制御が実行される。

【０００４】

このようにして電子制御ユニットに記憶された関係から特定の値を算出する装置としては、特許文献１に記載の装置等が知られている。この装置では、その電子制御ユニットに、算出パラメータと算出値との関係を定めた二次元の演算マップが記憶されている。そして、そのときどきの算出パラメータに基づいて上記演算マップから算出値が算出される。なお上記関係は、多数設定されている算出パラメータと同算出パラメータに対応する算出値との関係が比例関係にならないような関係であり、実際の算出パラメータ（実際値）が上記演算マップに記憶されている値（記憶値）と異なる場合には、実際値を間に挟む二つの記憶値に基づく補間法を通じて算出値が算出される。

【特許文献１】特開平９－５６０１３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

通常、補間法を通じて算出値が算出されるときには、演算マップに記憶されている値が算出値として算出されるときと比較して、算出値とそのときの状況に見合う値との間に誤差が生じ易い。そうした補間法を用いる装置において上記誤差を小さく抑えるための一つの手法として、上記演算マップに記憶させる算出パラメータの間隔を狭くすることが考えられる。ただし、そうした手法を採用すると、上記誤差を小さくすることが可能になるものの、多くのデータを記憶させることが必要になって電子制御ユニットの記憶容量が大きくなってしまうために好ましくない。また、一般に補間法は電子制御ユニットの演算負荷が大きくなり易い算出手法であるため、補間法を採用すると、これが演算負荷の増大を招く一因ともなり、これもやはり好ましくない。このように上記制御装置は、電動モータの温度の過上昇を抑えるための制御構造が複雑になり易く、この点において改善の余地がある。

【０００６】

本発明は、そうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡素な制御構造をもって電動モータの温度の過上昇を抑えることのできる電動モータの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】

【０００７】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について説明する。

請求項１に記載の発明は、作動指令値に基づく電動モータの作動制御を通じて同電動モータの動作位置を制御する制御手段と、前記電動モータの温度の単位期間あたり変化量の指標値についての推定値および前記作動指令値の関係を記憶する記憶手段と、前記作動指令値に基づいて前記関係から前記推定値を算出するとともに、該算出した推定値の推移に基づいて前記電動モータの作動制御の実行態様を変更する変更手段とを備える電動モータの制御装置において、前記関係は前記作動指令値を変数とする一次関数により定まる複数の関係式からなり、それら関係式は、前記作動指令値の設定可能範囲を複数に分割した各

範囲に対応して各別に設定された関係式からなり、前記指標値についての実際の値を基準とする前記推定値のずれ方向が互いに逆になる第１の関係式と第２の関係式とを含んでなることをその要旨とする。

【０００８】

電動モータの動作位置を制御する制御装置では、その動作位置の変化速度が大きいときほど、また該動作位置の変化量が大きいときほど電動モータに多量の電流が供給されるようになり、電動モータの温度の過上昇を招き易くなる。そして上記構成では、そのように電動モータの動作位置が変化する状況においては、作動指令値が大きく変化するようになるために、その設定可能範囲における最小値近くの値から最大値近くの値まで変化するようになる。

【０００９】

上記構成では、電動モータの温度の単位期間あたり変化量の指標値についての推定値の算出に用いる関係として、同指標値の実際の値（実値）と作動指令値との関係とは異なる関係式であって一次関数により定まる関係式が記憶されているために、同関係式から算出される推定値の誤差が大きくなる。ただし上記構成によれば、作動指令値が大きく変化する過程において推定値を求めてその推移を把握する際に、第１の関係式を通じた算出による誤差（推定値から実値を減算した値）の影響の一部と第２の関係式を通じた算出による誤差の影響の一部とを相殺することが可能になる。そのため、作動指令値が大きく変化したことから電動モータの過度の温度上昇が懸念されるときに、上記推定値の推移、ひいては電動モータの温度を適正に把握することが可能になり、その把握した温度に応じて電動モータの作動制御を適切に実行することができるようになる。

【００１０】

しかも上記構成によれば、一次関数により定まる関係式に基づく演算を通じて上記推定値が算出されるために、そうした推定値を演算マップに基づく演算を通じて算出する構成と比較して、記憶手段に記憶させるデータの容量を小さくすることが可能になる。さらには、補間法を用いることなく上記推定値を算出することができるために、その算出にかかる演算負荷を小さくすることができる。

【００１１】

したがって、簡素な制御構造をもって電動モータの温度の過上昇を抑えることができるようになる。

なお請求項２によるように、前記関係として作動指令値を変数とする一次関数により定まる二つの関係式を設定し、それら関係式として前記第１の関係式および前記第２の関係式を設定する、との構成を採用することができる。

【００１２】

請求項３に記載の発明は、請求項１または２に記載の電動モータの制御装置において、前記複数の関係式は、それら関係式に記憶されている推定値を前記実際の値から減算した値の平均が「０」になる関係式であることをその要旨とする。

【００１３】

上記構成によれば、作動指令値が大きく変化する過程において推定値を求めてその推移を把握する際に、各関係式を通じた算出による誤差（具体的には、推定値から実値を減算した値）の影響の大部分をずれ方向の異なる誤差の影響によって相殺することができ、推定値の誤差による影響をごく小さく抑えることができるようになる。

【００１４】

請求項４に記載の発明は、請求項１～３のいずれか一項に記載の電動モータの制御装置において、前記指標値は前記電動モータへの供給電流量であることをその要旨とする。

上記構成によれば、電動モータへの供給電流量が多いときほど同電動モータの温度が高くなり易いといったように、電動モータの温度と高い相関を有する供給電流量の推移に基づいて同電動モータの作動制御を実行することができるようになり、電動モータの温度の過上昇を的確に抑えることができるようになる。

【００１５】

請求項５に記載の発明は、請求項４に記載の電動モータの制御装置において、前記変更手段は、前記供給電流量についての推定値の直近の所定期間における平均値に基づいて前記電動モータの作動制御の実行態様を変更するものであることをその要旨とする。

【００１６】

上記構成によれば、直近の所定期間における電動モータへの供給電流量の推移から同電動モータの温度を適正に把握することができ、同温度に基づいて電動モータの作動制御を適切に実行することができる。

【００１７】

なお、請求項１～５のいずれか一項に記載の発明の構成は、請求項６によるように、機関バルブのバルブ特性を変更する可変動弁機構が設けられた内燃機関に適用され、可変動弁機構の作動源として用いられる電動の回転機が前記電動モータとして採用され、前記制御手段により内燃機関の運転状態に応じて作動指令値が算出される制御装置において実現することができる。

【００１８】

また請求項６に記載の構成において、バルブ特性は機関バルブのバルブタイミングまたはバルブ作用角である。さらに請求項６に記載の構成において、可変動弁機構は機関バルブ（吸気バルブまたは排気バルブ）のバルブタイミングを変更するための機構や、機関バルブのバルブバルブ作用角を変更するための機構を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

以下、本発明にかかる電動モータの制御装置を具体化した一実施の形態について説明する。

図１は、本実施の形態にかかる制御装置が搭載される内燃機関についてそのシリンダヘッド周りの断面構造を示している。

【００２０】

同図１に示すように、内燃機関１０の内部にはシリンダヘッド１１、シリンダブロック１２、およびピストン１３によって燃焼室１４が区画形成されており、この燃焼室１４には吸気通路１５および排気通路１６が接続されている。そして、燃焼室１４と吸気通路１５との間は吸気バルブ１７の開閉動作によって連通・遮断され、燃焼室１４と排気通路１６との間は排気バルブ１８の開閉動作によって連通・遮断される。

【００２１】

シリンダヘッド１１には、吸気バルブ１７を駆動するための吸気カムシャフト１９と排気バルブ１８を駆動するための排気カムシャフト２０とが設けられている。これら吸気カムシャフト１９および排気カムシャフト２０は、内燃機関１０のクランクシャフト（図示略）からの回転伝達によって回転する。吸気カムシャフト１９には吸気カム１９ａが設けられており、排気カムシャフト２０には排気カム２０ａが設けられている。そして、吸気カムシャフト１９と吸気カム１９ａとの一体回転を通じて吸気バルブ１７が開閉動作し、排気カムシャフト２０と排気カム２０ａとの一体回転を通じて排気バルブ１８が開閉動作する。

【００２２】

また、吸気バルブ１７と吸気カム１９ａとの間には、同吸気バルブ１７のバルブ特性（具体的には、最大リフト量およびバルブ作用角（開弁時期から閉弁時期までの期間））を可変とする可変動弁機構２１が設けられている。この可変動弁機構２１の作動制御は、例えば吸入空気量を多く必要とする機関運転状態になるほど最大リフト量およびバルブ作用角が大きくなるように実行される。これは吸気バルブ１７の最大リフト量やバルブ作用角を大きくするほど、吸気通路１５から燃焼室１４への空気の吸入が効率よく行われ、上述した吸入空気量に関する要求を満たすことが可能なためである。

【００２３】

次に、可変動弁機構２１の構造について説明する。

可変動弁機構２１は、吸気カムシャフト１９に対して平行に延びるロッカシャフト２２

およびコントロールシャフト２３と、それらシャフト２２，２３の軸線を中心に揺動する入力アーム２４および出力アーム２５とを備えている。そして、回転する吸気カム１９ａにより押されて入力アーム２４が揺動すると、これに伴い出力アーム２５が揺動するようになっている。

【００２４】

入力アーム２４は、吸気カム１９ａに押しつけられるようにスプリング２６によって吸気カム１９ａ側に付勢されている。また吸気バルブ１７と出力アーム２５との間にはロッカアーム２７が設けられており、このロッカアーム２７の基端部はラッシュアジャスタ２８によって支持され、先端部は吸気バルブ１７に接触している。さらにロッカアーム２７は、吸気バルブ１７のバルブスプリング２９によって出力アーム２５側に付勢されて、同出力アーム２５に押しつけられている。そして、吸気カム１９ａの回転に伴って入力アーム２４が出力アーム２５ともども揺動すると、同出力アーム２５の揺動がロッカアーム２７を介して吸気バルブ１７に伝達されて、同吸気バルブ１７がリフトされる。

【００２５】

可変動弁機構２１にあっては、上記ロッカシャフト２２がパイプ形状に形成されており、同ロッカシャフト２２の内部に上記コントロールシャフト２３が軸方向に移動可能に配設されている。この可変動弁機構２１は、ロッカシャフト２２に対するコントロールシャフト２３の軸方向位置の変更を通じて、入力アーム２４と出力アーム２５との揺動方向についての相対位置の変更が可能な構造になっている。そして、このように入力アーム２４と出力アーム２５との揺動方向についての相対位置を変更することによって、吸気カム１９ａの回転に伴って出力アーム２５が揺動したときにおける吸気バルブ１７の最大リフト量およびバルブ作用角が変更される。具体的には、入力アーム２４と出力アーム２５とを揺動方向について互いに接近させるほど、吸気バルブ１７の最大リフト量およびバルブ作用角が小さくなる。

【００２６】

次に、可変動弁機構２１を駆動するべく上記コントロールシャフト２３を軸方向に変位させるための駆動機構および同機構の駆動状態を制御する制御装置について、図２を参照して説明する。

【００２７】

図２に示すように、コントロールシャフト２３の基端部（図中右端部）には、ブラシレスモータ３０が変換機構３１を介して連結されている。この変換機構３１は、ブラシレスモータ３０の回転運動をコントロールシャフト２３の軸方向への直線運動に変換するためのものである。そして、上記ブラシレスモータ３０の所定の回転角範囲（例えば１０回転分の回転角範囲（０～３６００°））内での回転駆動を通じて、コントロールシャフト２３が軸方向に変位させられ、可変動弁機構２１が作動する。

【００２８】

ちなみに、ブラシレスモータ３０を正方向に回転させると、コントロールシャフト２３は先端側に変位し、入力アーム２４と出力アーム２５との揺動方向についての相対位置が互いに接近するように変更される。一方、ブラシレスモータ３０を逆方向に回転させると、コントロールシャフト２３は基端側に変位し、入力アーム２４と出力アーム２５との揺動方向についての相対位置が互いに離間するように変更される。

【００２９】

上記ブラシレスモータ３０としては三相の巻線を有する４極６巻線のものが採用されている。ブラシレスモータ３０は電力を供給する相（通電相）の切り換えを通じて駆動される。具体的には、ブラシレスモータ３０には切り換え可能な６つの通電パターンが設定されており、同ブラシレスモータ３０の駆動を制御する際には、それら通電パターンのうちの一つが選択的に設定されて同ブラシレスモータ３０の各相の巻線への通電が行われる。

【００３０】

本実施の形態の装置は、ブラシレスモータ３０の作動制御など、各種の機関制御を実行する電子制御ユニット３２を備えている。この電子制御ユニット３２は、各種の演算処理

を実行する中央処理装置（ＣＰＵ）、その演算に必要なプログラムやデータの記憶されたメモリ（ＲＯＭ）、ＣＰＵの演算結果が一時的に記憶されるメモリ（ＲＡＭ）、外部との間で信号を入・出力するための入・出力ポート等を備えている。本実施の形態では、電子制御ユニット３２が記憶手段として機能する。

【００３１】

電子制御ユニット３２の入力ポートには、各種センサが接続されている。具体的には、例えばブラシレスモータ３０の動作位置（実回転角ＭＡ）を検出するための位置センサ３３や、アクセルペダルの踏み込み量を検出するためのアクセルポジションセンサ３４、内燃機関１０のクランクシャフトの回転速度（機関回転速度）を検出するための回転速度センサ３５等が接続されている。また、電子制御ユニット３２の出力ポートには、ブラシレスモータ３０の駆動回路等が接続されている。

【００３２】

次に、ブラシレスモータ３０の作動制御について具体的に説明する。

図３は、上記作動制御にかかる処理（作動制御処理）の実行手順を示すフローチャートである。なお、同図に示される一連の処理は、所定周期毎の処理として、電子制御ユニット３２によって実行される。本実施の形態では、この作動制御処理が制御手段として機能する。

【００３３】

図３に示すように、この処理では先ず、アクセルペダルの踏み込み量や機関回転速度に基づいて、ブラシレスモータ３０の回転角についての制御目標値（目標回転角ＴＭＡ）が算出される（ステップＳ１０）。その後、この目標回転角ＴＭＡと上記位置センサ３３により検出される実際の回転角（実回転角ＭＡ）との偏差が求められるとともに、同偏差に基づいて作動指令値としてのデューティ信号Ｄｓが算出される（ステップＳ２０）。このデューティ信号Ｄｓは、予め定められたごく短い単位時間においてブラシレスモータ３０に電流が供給される時間と同電流が供給されない時間との比（デューティ比）を規定する信号であり、同デューティ比が高い比率になるほどブラシレスモータ３０への供給電流量が多くなる。そして、そうしたデューティ信号Ｄｓに応じて、ブラシレスモータ３０の各相の巻線に対する供給電流量が調節される（ステップＳ３０）。

【００３４】

こうした処理を通じて、ブラシレスモータ３０の回転トルクが内燃機関１０の運転状態に見合うように調節される。ちなみに、目標回転角ＴＭＡと実回転角ＭＡとが一致している場合には、このとき設定されている通電パターンに対応する各巻線に対して、ブラシレスモータ３０の回転角を現状の角度で維持することの可能な所定量の電力が供給される。

【００３５】

ここで、ブラシレスモータ３０への供給電流量が大きいときほど、内蔵のコイル等における発熱量が多くなるため、同ブラシレスモータ３０の温度が高くなり易い。そのため、内燃機関１０の運転状態が頻繁に変更されるなどして供給電流が大きい状態でのブラシレスモータ３０の作動が繰り返されると、同ブラシレスモータ３０の温度が過度に上昇してその信頼性の低下を招くおそれがある。

【００３６】

この点をふまえて本実施の形態では、上記デューティ信号Ｄｓに基づいてそのときどきのブラシレスモータ３０への供給電流量を推定するとともに、その推定した供給電流量の推移に応じてブラシレスモータ３０の制御態様を変更するようにしている。これにより、供給電流量の推移に応じてブラシレスモータ３０の作動制御が実行されて、同ブラシレスモータ３０の温度の過上昇が的確に抑えられる。なお本実施の形態では、ブラシレスモータ３０への供給電流量がブラシレスモータ３０の温度の単位期間あたり変化量の指標値として用いられる。

【００３７】

以下、そのようにブラシレスモータ３０の制御態様を変更する処理（変更処理）について具体的に説明する。

図４に上記変更処理の実行手順を示すフローチャートを示す。なお同図に示される一連の処理は、上述した作動制御処理におけるデューティ信号Ｄｓを算出する処理（図３のステップＳ２０の処理）として実行される処理である。本実施の形態では、この変更処理が変更手段として機能する。

【００３８】

図４に示すように、この処理では先ず、本処理の前回実行時において算出されたデューティ信号Ｄｓに基づいてブラシレスモータ３０への供給電流量についての推定値Ｐｉが算出される（ステップＳ２１）。本実施の形態では、上記推定値Ｐｉの算出に用いる演算式が電子制御ユニット３２のメモリに記憶されており、この演算式に基づいて上記推定値Ｐｉが算出される。以下、この演算式について詳しく説明する。

【００３９】

図５に、デューティ信号Ｄｓとブラシレスモータ３０への供給電流量との関係を示す。なお図５において、実線はデューティ信号Ｄｓと上記演算式から算出される供給電流量（上記推定値Ｐｉ）との関係を示しており、一点鎖線はデューティ信号Ｄｓと実際の供給電流量（実値Ｐｒ）との関係を示している。

【００４０】

上記推定値Ｐｉの算出に用いる演算式としては、デューティ信号Ｄｓを変数とする一次関数により定まる二つの関係式が設定されている。それら関係式としては、図５に実線で示すように、デューティ信号Ｄｓの設定可能範囲を二つに分割した一方（デューティ信号Ｄｓが小さい側の範囲ＲＡ）に対応する第１の関係式（Ｐｉ＝ａ×Ｄｓ＋ｂ）と他方（デューティ信号Ｄｓが大きい側の範囲ＲＢ）に対応する第２の関係式（Ｐｉ＝ｃ×Ｄｓ＋ｄ）とが設定されている。なお、第１の関係式における「ａ」，「ｂ」および第２の関係式における「ｃ」，「ｄ」は共に予め定められた定数であり、実験結果などに基づいて予め求められて記憶されている。

【００４１】

ここで、図５に一点鎖線で示すように、デューティ信号Ｄｓが大きい値であるときほど、前記デューティ比が大きい比率になるために、ブラシレスモータ３０への実際の供給電流量（実値Ｐｒ）が多くなる。そして、それらデューティ信号Ｄｓおよび実値Ｐｒの関係は、比例関係ではなく、デューティ信号Ｄｓを大きい値に一定速度で変化させた場合において実値Ｐｒの変化速度が徐々に小さくなるような関係になっている。

【００４２】

この点をふまえて本実施の形態では、上記第１の関係式および第２の関係式として、実値Ｐｒを基準とする上記推定値Ｐｉのずれ方向が互いに逆になる関係式が設定されている。具体的には、上記範囲ＲＡにおいて上記デューティ信号Ｄｓが所定値αより小さい範囲ＲＡａにおける実値Ｐｒと推定値Ｐｉとの差ΔＰ（＝Ｐｒ－Ｐｉ）が負の値となるように第１の関係式が設定されており、範囲ＲＢにおける同差ΔＰが正の値となるように第２の関係式が設定されている。なお、上記範囲ＲＡのうちの上記デューティ信号Ｄｓが所定値αより大きい範囲ＲＡｂにおいては、実値Ｐｒと推定値Ｐｉとの差ΔＰ（＝Ｐｒ－Ｐｉ）は正の値となるように、第１の関係式が設定されている。

【００４３】

しかも本実施の形態では、上記第１の関係式および第２の関係式として、それら関係式に記憶されている推定値Ｐｉと実値Ｐｒとの差ΔＰの平均が「０」になるような関係式が設定されている。具体的には、図５に示すグラフにおいて第１の関係式や第２の関係式、並びに実値Ｐｒによって区画される部分（図５中に斜線で示す部分）のうちの上記差ΔＰが負の値になる部分の面積Ｓ１と同差ΔＰが正の値になる部分の面積Ｓ２とが等しくなるように、第１の関係式および第２の関係式が設定されている。

【００４４】

そして、そうした第１の関係式や第２の関係式から上記推定値Ｐｉが算出された後（図４のステップＳ２１）、直近の所定期間（例えば、数秒間）における同推定値Ｐｉの平均値Ｐｉａｖｅが算出される（ステップＳ２２）。この平均値Ｐｉａｖｅは、ブラシレスモ

ータ３０の温度を把握するための値として利用される。

【００４５】

その後、この平均値Ｐｉａｖｅが所定値Ｈより小さいか否かが判断される（ステップＳ２３）。なお、この所定値Ｈはブラシレスモータ３０の温度が過度に高くなるおそれがある状況であるか否かを適正に判断することのできる値であり、実験結果などに基づき予め求められて記憶されている。

【００４６】

そして、上記平均値Ｐｉａｖｅが所定値Ｈより小さい場合には（ステップＳ２３：ＹＥＳ）、このときブラシレスモータ３０の温度が過度に高くなるおそれはないとして、デューティ信号Ｄｓの算出態様として第１の算出態様が選択される（ステップＳ２４）。この場合には、目標回転角ＴＭＡと実回転角ＭＡとの偏差に基づいて、実回転角ＭＡを速やかに変更することの可能な値がデューティ信号Ｄｓとして算出される。そして、このデューティ信号Ｄｓをもとにブラシレスモータ３０の作動制御が実行される。

【００４７】

一方、平均値Ｐｉａｖｅが所定値Ｈ以上である場合には（ステップＳ２３：ＮＯ）、このとき第１の算出態様でデューティ信号Ｄｓを算出するとブラシレスモータ３０の温度が過度に高くなる可能性があると判断されて、デューティ信号Ｄｓの算出態様として第２の算出態様が選択される（ステップＳ２５）。この場合には、目標回転角ＴＭＡと実回転角ＭＡとの偏差に基づいて、ブラシレスモータ３０の過度の温度上昇を抑えることの可能な値がデューティ信号Ｄｓとして算出される。具体的には、第１の算出態様が選択されている場合と比較してデューティ信号Ｄｓの増大速度を抑えることにより、目標回転角ＴＭＡと実回転角ＭＡとの偏差が大きくなった場合であってもデューティ信号Ｄｓが大きくならないようにして、ブラシレスモータ３０への供給電流量が少なく抑えられる。

【００４８】

以下、こうした変更処理を実行することによる作用について説明する。

本実施の形態にかかる制御装置では、実回転角ＭＡの変化速度が大きいときほど、また同実回転角ＭＡの変化量が大きいときほどブラシレスモータ３０に多量の電流が供給されるようになり、同ブラシレスモータ３０の温度の過上昇を招き易くなる。そして、そのようにブラシレスモータ３０の実回転角ＭＡが変化する状況においては、目標回転角ＴＭＡと実回転角ＭＡとの偏差が大きくなってデューティ信号Ｄｓが大きく変化するようになるために、同デューティ信号Ｄｓがその設定可能範囲における最小値近くの値から最大値近くの値まで変化するようになる。

【００４９】

本実施の形態では、ブラシレスモータ３０への供給電流量についての推定値Ｐｉの算出に用いる演算式として、デューティ信号Ｄｓを変数とする一次関数により定まる二つの関係式が記憶されている。しかも、それら関係式としては、実際の供給電流量（実値Ｐｒ）を基準とする上記推定値Ｐｉのずれ方向が互いに逆になる関係式が設定されている。

【００５０】

図６に、実回転角ＭＡの変化速度と変化量とが共に大きいときにおけるブラシレスモータ３０への供給電流の推移の一例を示す。なお同図において、実線は供給電流についての推定値Ｐｉを示しており、一点鎖線は同供給電流についての実値Ｐｒを示している。

【００５１】

本実施の形態では、図６に示すように、デューティ信号Ｄｓに基づいて実値Ｐｒを求めることの可能な関係式とは異なる関係式が第１の関係式および第２の関係式として記憶されているため、そのときどきにおいて第１の関係式や第２の関係式から算出される推定値Ｐｉと実値Ｐｒとの間に誤差が生じる。

【００５２】

ただし、上述のようにデューティ信号Ｄｓが大きく変化する過程において推定値Ｐｉを算出してその平均値Ｐｉａｖｅを求める際には、第１の関係式を通じた算出による誤差（Ｐｉ－Ｐｒ）の一部と第２の関係式を通じた算出による同誤差の一部とが相殺されるよう

になる。

【００５３】

しかも本実施の形態では、第１の関係式および第２の関係式として、それら関係式に記憶されている推定値Ｐｉを同推定値Ｐｉに対応する実値Ｐｒから減算した値の平均が「０」になる関係式が設定されている。そのため、平均値Ｐｉａｖｅを算出する際に、第１の関係式および第２の関係式を通じた算出による誤差の大部分がずれ方向の異なる誤差によって相殺されるようになり、推定値Ｐｉの算出による誤差の影響がごく小さく抑えられるようになる。

【００５４】

そのため本実施の形態によれば、デューティ信号Ｄｓが大きく変化する状態でのブラシレスモータ３０の作動制御が繰り返し実行されて同ブラシレスモータ３０の過度の温度上昇が懸念されるときに、上記推定値Ｐｉの平均値Ｐｉａｖｅとして、実値Ｐｒの平均値に近い値が求められるようになる。そして、これにより上記平均値Ｐｉａｖｅからブラシレスモータ３０の温度を適正に把握することが可能になり、その把握した温度に応じたかたちでブラシレスモータ３０の作動制御を適切に実行することができるようになる。

【００５５】

しかも本実施の形態では、一次関数により定まる関係式に基づく演算を通じて上記推定値Ｐｉが算出されるために、そうした推定値を演算マップに基づく演算を通じて算出する構成と比較して、電子制御ユニット３２のメモリに記憶させるデータの容量を小さくすることが可能になる。さらには、補間法を用いることなく推定値Ｐｉを算出することができるために、その算出にかかる演算負荷を小さくすることができる。

【００５６】

したがって本実施の形態によれば、簡素な制御構造をもってブラシレスモータ３０の温度の過上昇を抑えることができるようになる。

以上説明したように、本実施の形態によれば、以下に記載する効果が得られるようになる。

【００５７】

（１）ブラシレスモータ３０への供給電流量についての推定値Ｐｉの算出に用いる演算式として、デューティ信号Ｄｓを変数とする一次関数により定まる二つの関係式を設定した。しかも、それら関係式として、実際の供給電流量（実値Ｐｒ）を基準とする上記推定値Ｐｉのずれ方向が互いに逆になる関係式を設定した。そのため、デューティ信号Ｄｓが大きく変化する状態でのブラシレスモータ３０の作動制御が繰り返し実行されてブラシレスモータ３０の過度の温度上昇が懸念されるときに、上記推定値Ｐｉの平均値Ｐｉａｖｅとして、実値Ｐｒの平均値に近い値を求めることができる。そして、これにより上記平均値Ｐｉａｖｅからブラシレスモータ３０の温度を適正に把握することが可能になり、その把握した温度に応じたかたちでブラシレスモータ３０の作動制御を適切に実行することができるようになる。しかも、電子制御ユニット３２のメモリに記憶させるデータの容量を小さくすることができ、さらには推定値Ｐｉの算出にかかる演算負荷を小さくすることができる。したがって、簡素な制御構造をもってブラシレスモータ３０の温度の過上昇を抑えることができるようになる。

【００５８】

（２）第１の関係式および第２の関係式として、それら関係式に記憶されている推定値Ｐｉを同推定値Ｐｉに対応する実値Ｐｒから減算した値の平均が「０」になる関係式を設定するようにした。そのため、平均値Ｐｉａｖｅを算出する際に、第１の関係式および第２の関係式を通じた算出による誤差の大部分をずれ方向の異なる誤差によって相殺することができ、推定値Ｐｉの算出による誤差の影響をごく小さく抑えることができる。

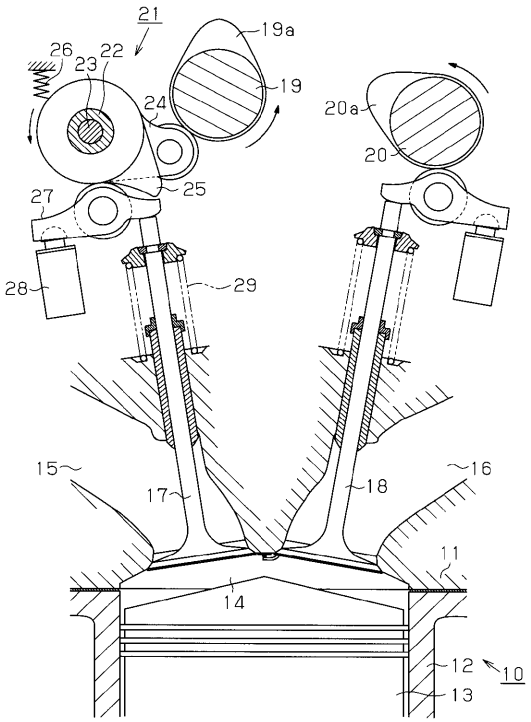
【００５９】

（３）ブラシレスモータ３０の温度と高い相関を有する供給電流量の推移に基づいて同ブラシレスモータ３０の作動制御を実行することができ、ブラシレスモータ３０の温度の過上昇を的確に抑えることができる。

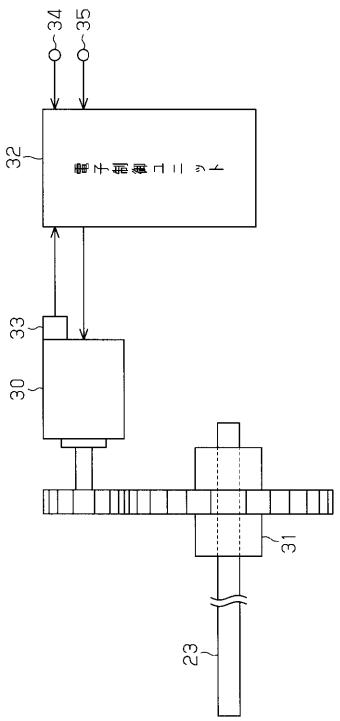
【００６０】
（４）直近の所定期間における推定値Ｐｉの平均値Ｐｉａｖｅに基づいてブラシレスモータ３０の温度を適正に把握することができ、同温度に基づいてブラシレスモータ３０の作動制御を適切に実行することができる。
【００６１】
なお、上記実施の形態は、以下のように変更して実施してもよい。
・直近の所定期間における推定値Ｐｉの平均値Ｐｉａｖｅを求めることに代えて、同推定値Ｐｉの積算値を求めるようにしてもよい。こうした構成によっても、推定値Ｐｉの積算値に基づいてブラシレスモータ３０の温度を適正に把握することができる。
【００６２】
・第１の関係式および第２の関係式として、それら関係式に記憶されている推定値を同推定値に対応する実値Ｐｒから減算した値の平均が「０」にならない関係式を設定してもよい。なお同構成にあって、上記推定値の算出による誤差の影響を小さく抑えるためには、推定値を同推定値に対応する実値Ｐｒから減算した値の平均が「０」に近い値になる関係式を設定することが望ましい。
【００６３】
・ブラシレスモータ３０への供給電流量についての推定値の算出に用いる演算式として、三つ以上の関係式を設定するようにしてもよい。なお、そうした構成にあっても、それら関係式に記憶されている推定値を同推定値に対応する実値Ｐｒから減算した値の平均が「０」になるように各関係式を設定することにより、推定値の平均値を算出する際に、各関係式を通じた算出による誤差（具体的には、推定値と実値Ｐｒとの差）の大部分をずれ方向の異なる誤差によって相殺することができる。
【００６４】
・ブラシレスモータ３０への供給電流量についての推定値を算出することに代えて、ブラシレスモータ３０の温度変化量についての推定値を算出するようにしてもよい。こうした構成においては、そのように算出した推定値の積算値に基づいてブラシレスモータ３０の温度を適正に把握することができる。また、ブラシレスモータ３０の温度の単位期間あたり変化量の指標値についての推定値であれば、上記供給電流量や上記温度変化量以外の指標値についての推定値を算出することも可能である。
【００６５】
・吸気バルブ１７の最大リフト量およびバルブ作用角を変更するための可変動弁機構２１が設けられた内燃機関に限らず、吸気バルブ１７の開閉時期（いわゆるバルブタイミング）を変更するための可変動弁機構が設けられた内燃機関にも、上記実施の形態にかかる制御装置はその構成を適宜変更した上で適用することができる。また上記実施の形態にかかる制御装置は、排気バルブ１８の最大リフト量およびバルブ作用角を変更するための可変動弁機構が設けられた内燃機関や、排気バルブ１８のバルブタイミングを変更するための可変動弁機構が設けられた内燃機関にも適用可能である。
【００６６】
・本発明は、電動の回転機の回転角を制御する制御装置に限らず、電動のリニアモータの動作位置を制御する制御装置にも適用することができる。また本発明は、機関バルブ（吸気バルブまたは排気バルブ）のバルブ特性を変更する可変動弁機構の作動源として用いられる電動モータの動作位置を制御する制御装置に限らず、内燃機関のスロットルバルブの開度を変更するスロットル機構の作動源として用いられる電動モータの動作位置を制御する制御装置などにも適用することができる。要は、作動指令値に基づく電動モータの作動制御を通じて同電動モータの動作位置を制御する制御装置であれば、本発明は適用可能である。
【図面の簡単な説明】
【００６７】
【図１】本発明を具体化した一実施の形態にかかる電動モータの制御装置が適用される内燃機関のシリンダヘッド周りの断面構造を示す断面図。

【図２】同実施の形態にかかる制御装置の概略構成を示す略図。
【図３】作動制御処理の実行手順を示すフローチャート。
【図４】変更処理の実行手順を示すフローチャート。
【図５】ブラシレスモータへの供給電流量とデューティ信号との関係を示すグラフ。
【図６】ブラシレスモータへの供給電流量の推移の一例を示すタイミングチャート。
【符号の説明】
【００６８】
１０…内燃機関、１１…シリンダヘッド、１２…シリンダブロック、１３…ピストン、１４…燃焼室、１５…吸気通路、１６…排気通路、１７…吸気バルブ、１８…排気バルブ、１９…吸気カムシャフト、１９ａ…吸気カム、２０…排気カムシャフト、２０ａ…排気カム、２１…可変動弁機構、２２…ロッカシャフト、２３…コントロールシャフト、２４…入力アーム、２５…出力アーム、２６…スプリング、２７…ロッカアーム、２８…ラッシュアジャスタ、２９…バルブスプリング、３０…ブラシレスモータ、３１…変換機構、３２…電子制御ユニット、３３…位置センサ、３４…アクセルポジションセンサ、３５…回転速度センサ。

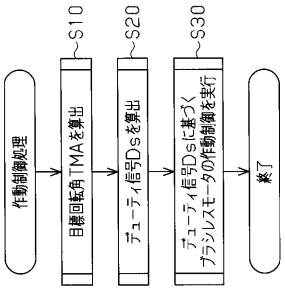
【図１】



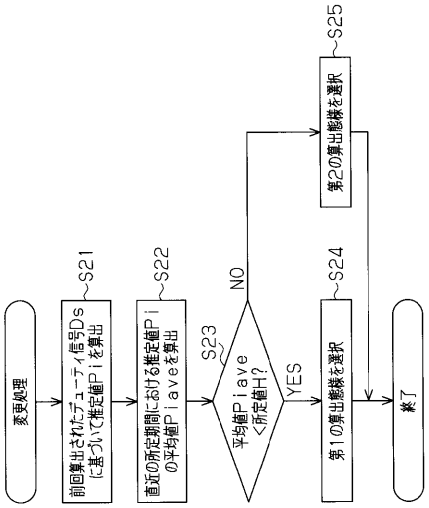
【図２】



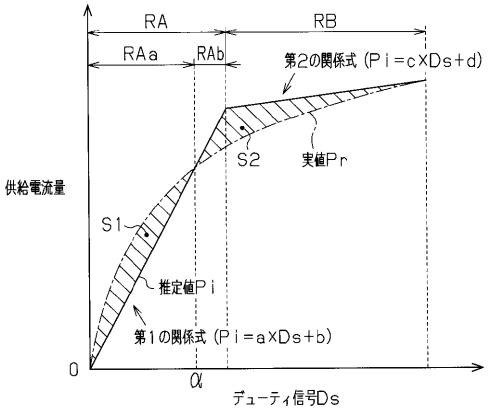
【図３】


作動制御処理
S10
目標回転角TMAを算出
S20
デューティ信号Dsを算出
S30
デューティ信号Dsに基づく
ブラシレスモータの作動制御を実行
終了

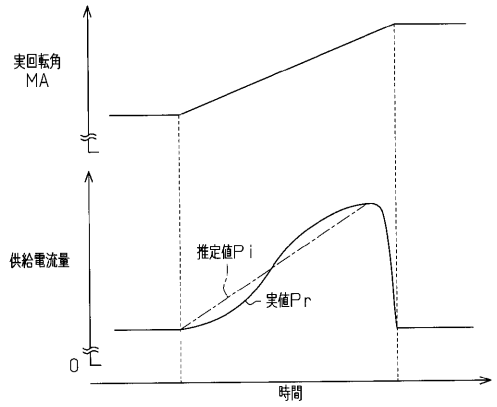
【図４】


変更処理
S21
前回算出されたデューティ信号Ds
に基づいて推定値Piを算出
S22
直近の所定期間における推定値Pi
の平均値Piaveを算出
S23
平均値Piave
<所定値H?
NO
YES
S24
第1の算出態様を選択
S25
第2の算出態様を選択
終了

【図５】


RA
RB
RAa
RAb
第2の関係式 (Pi=cXDs+d)
S2
実値Pr
供給電流量
S1
推定値Pi
第1の関係式 (Pi=aXDs+b)
0
α
デューティ信号Ds

【図６】


実回転角
MA
供給電流量
推定値Pi
実値Pr
0
時間

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3G092 AA11 DA01 DA02 DA05 DF05 DG08 EA09 EA22 EA25 EB01
EC01 EC08 FA38 HA13X HA13Z HE01Z HF08Z
5H560 AA10 BB04 DA00 GG04 JJ06 TT12 TT15 UA10 XA05 XA12