

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6018019号
(P6018019)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl. F 1
F O 2 D 13/02 (2006.01) F O 2 D 13/02 G

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-120036 (P2013-120036)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社
(22) 出願日	平成25年6月6日(2013.6.6)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(65) 公開番号	特開2014-238026 (P2014-238026A)	(74) 代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
(43) 公開日	平成26年12月18日(2014.12.18)	(74) 代理人	100087505 弁理士 西山 春之
審査請求日	平成27年8月10日(2015.8.10)	(74) 代理人	100168642 弁理士 関谷 充司
		(74) 代理人	100078330 弁理士 笹島 富二雄
		(72) 発明者	三河 謙太郎 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミング機構を制御する制御装置であって、

バルブタイミングを制御する操作量を演算する演算手段を備え、該演算手段により可変バルブタイミング機構の位置検出タイミングで演算された操作量を、次回の位置検出タイミングまでの間に分割して出力し、前記操作量の分割は、環境温度が高温になったときに、前記操作量の分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換える、あるいは前記可変バルブタイミング機構を駆動するモータの駆動電源電圧に応じて切り換え、前記可変バルブタイミング機構を駆動するモータの駆動電源電圧が低いときに分割数を増やすことを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項2】

前記操作量の分割の割合を、可変バルブタイミング機構の角度検出周期に応じて切り換えることを特徴とする請求項1記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項3】

前記操作量の分割の切り換えを、可変バルブタイミング機構の位置検出タイミングで行うことを特徴とする請求項2記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミング制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関（エンジン）の可変動弁装置等で用いられる電動アクチュエータを制御する装置として、例えば特許文献1のように可変バルブタイミング機構（VTC）の位置を計測するセンサを設け、このセンサの計測結果に基づき目標位置に制御する手法が知られている。この特許文献1では、位相可変機構における遊星ギヤの回転速度を可変するためのモータに、モータ回転速度センサを設け、カム軸の回転信号より検出頻度が多いモータ軸の回転信号によりVTC位置を検出している。

10

【0003】

このように、モータ回転速度センサを設けることで、カム軸の回転信号が検出できない期間にもVTC位置の検出を行うことができ、エンジンの低回転領域での精度の良いバルブタイミング制御を実現している。このようなセンサの追加によるVTC位置検出システムは、エンジンの回転数に依存しないことから、エンジンが低回転時にも制御性を確保できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-162706号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、顧客要求や廉価なシステム要求により、VTC位置の検出を行う追加センサを省略することがある。この場合には、クランク角センサ等を用いてバルブタイミングを制御することとなる。そして、エンジンの運転状況に応じて目標バルブタイミングを演算すると共に、クランク角センサによる位置計測タイミングで実バルブタイミングを検出し、上記目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差に応じた微分操作量でフィードバック制御して目標値（目標バルブタイミング）に収束させる。

【0006】

30

しかしながら、クランク角センサは位置計測頻度が少ないため、エンジン始動時（クランク時）やエンジン低回転時の制御性を確保するためには、大きな微分操作量を用いた制御が必要となる。このため、実効電流や電流変化量の増大による影響への対処が課題となっていた。

【0007】

すなわち、追加センサ不採用の場合、PID制御などの収束制御では、オーバーシュートなく目標値へ収束させるために、大きな微分操作量（ブレーキ）が必要となる。この大きな微分操作量により実効電流が増大し、モータ熱耐力への設計余裕がなくなったり、消費電力が増大して燃費効果が失われたりする。また、電流変化量が大きいとモータマグネットの減磁が発生する虞もある。

40

【0008】

本発明は上記のような事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、VTC位置検出用のセンサを追加することなく、ブレーキ機能を維持しつつ、実効電流や電流変化量の増大を抑制できる内燃機関の可変バルブタイミング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】

【0009】

本発明の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置は、内燃機関のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミング機構を制御する制御装置であって、バルブタイミングを制御する操作量を演算する演算手段を備え、該演算手段により可変バルブタイミング機構の

50

位置検出タイミングで演算された操作量を、次回の位置検出タイミングまでの間に分割して出力し、前記操作量の分割は、環境温度が高温になったときに、前記操作量の分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換える、あるいは前記可変バルブタイミング機構を駆動するモータの駆動電源電圧に応じて切り換え、前記可変バルブタイミング機構を駆動するモータの駆動電源電圧が低いときに分割数を増やすことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明では、可変バルブタイミング機構の位置検出タイミングで演算された操作量を一括で付与するのではなく、次回の位置検出タイミングまでの間に分割して出力することとした。これにより、操作量のピーク値を下げ、実効電流を低減させると共に電流変化量を小さくすることができ、付随して発生していた現象への対処を軽減または廃止できる。

10

しかも、環境温度が高温になったときに、操作量の分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換えることで、電動VTCのモータの発熱を抑えることができる。また、電動VTCのモータを駆動する駆動電源電圧が低いときに分割数を増やすことで、操作量のピーク値を抑えることができる。

従って、本発明によれば、VTC位置検出用のセンサを追加することなく、ブレーキ機能を維持しつつ、実効電流や電流変化量の増大を抑制できる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

20

【図1】本発明の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置が適用される車両用エンジンのシステム構成を示す概略図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。

【図3】図2に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

【図4】本発明におけるカム位相角、制御電圧、モータ電流、及び微分操作量の波形図である。

【図5】比較例のカム位相角、制御電圧、モータ電流、及び微分操作量の波形図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。

30

【図7】図6に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

【図8】本発明の第3の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順の一部を示すフローチャートである。

【図9】図8に続く手順を示すフローチャートである。

【図10】図8及び図9に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

【図11】図8及び図9における、エンジンが低回転時のカム位相角、制御電圧、モータ電流、及び微分操作量の波形図である。

【図12】本発明の第4の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順の一部を示すフローチャートである。

40

【図13】図12に続く手順を示すフローチャートである。

【図14】図12及び図13に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

【図15】本発明の第5の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順の一部を示すフローチャートである。

【図16】図15に続く手順を示すフローチャートである。

【図17】本発明の第6の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順の一部を示すフローチャートである。

【図18】図17に続く手順を示すフローチャートである。

【図19】本発明の第7の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置にお

50

けるブレーキ操作量を算出する手順の一部を示すフローチャートである。

【図20】図19に続く手順を示すフローチャートである。

【図21】本発明の第8の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順の一部を示すフローチャートである。

【図22】図21に続く手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[第1の実施形態]

図1は、本発明の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置が適用される車両用エンジンのシステム構成を示す概略図であり、可変バルブタイミング機構で用いられる電動アクチュエータの制御に係る部分を抽出して示している。

10

【0013】

エンジン（内燃機関）1は、クランクシャフト2からの動力がタイミングチェーン（またはタイミングベルト）3を介して吸気側カムシャフト4及び排気側カムシャフト5に伝達される。そして、吸気側カムシャフト4の回転に伴って吸気バルブが開駆動され、排気側カムシャフト5の回転に伴って排気バルブが開駆動されるようになっている。

【0014】

上記吸気側カムシャフト4には、上記クランクシャフト2に対する吸気側カムシャフト4の回転位相を変更することで、吸気バルブの作動角の中心位相を変化させる可変バルブタイミング機構（VTC）6が設けられている。このVTC6は、吸気バルブのバルブ作動角及びバルブリフト量を変えずに、吸気バルブのバルブ作動角の中心位相を進・遅角変化させるものである。ここでは、上記VTC6を吸気側カムシャフト4側に設けているが、排気側カムシャフト5側にも設けても良い。

20

【0015】

また、上記クランクシャフト2には、被検出部（例えば突起部）7が設けられるシグナルプレート8が軸支されると共に、この被検出部7を検出するクランク角センサ9が設けられている。

更に、上記吸気側カムシャフト4には、被検出部（例えば突起部）10が設けられるシグナルプレート11が軸支されると共に、この被検出部10を検出するカム角センサ12

30

【0016】

上記クランク角センサ9の検出信号Ne及びカム角センサ12の検出信号Ncはそれぞれ、エンジン1の制御を行うECU（エンジンコントロールユニット）13に入力される。このECU13には、エンジン1の吸入空気量を検出するエアフローメータ14、環境温度を測定する温度センサ15、及び電動VTCのモータを駆動する電源電圧を計測する電圧計16などから検出信号（吸入空気量Qa、環境温度T、駆動電源電圧VMOT）がそれぞれ入力される。

【0017】

ECU13は、上記各種センサからの検出信号に基づき、ROM（Read Only Memory）やフラッシュメモリなどの記憶装置に記憶された制御プログラムを実行することで、エンジン1に対する種々の制御を行う。

40

そして、ECU13は、上記クランク角センサ9からの検出信号Neに基づいてエンジン回転数RPMを算出し、この算出したエンジン回転数RPMやエアフローメータ14で検出される吸入空気量Qaなどに基づいて燃料噴射制御や点火制御を行うと共に、上記VTC6に制御信号CSを供給してバルブタイミングの制御を行う。

【0018】

上記VTC6の制御においては、PID制御などの収束制御が用いられ、上記エンジン回転数RPMや吸入空気量Qaなどに基づいて目標バルブタイミング（目標進角量）を演算すると共に、上記クランク角センサ9及びカム角センサ12からの検出信号Ne、Nc

50

に基づいて実バルブタイミング（実進角量）を検出し、上記目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差に応じて、上記VTC6の操作量、例えばブレーキ操作量（PID制御の場合には微分操作量）を算出してフィードバック制御する。

【0019】

この際、例えば制御信号CSのデューティ比を変更することで、最遅角位置から最進角位置までの間の任意の位置に、吸気バルブのバルブ作動角の中心位相（バルブタイミング）を変化させる。

このように、ECU13は、VTC6の制御装置としての機能を有する制御ユニットとして働く。また、VTC6の制御では、クランク角センサ9とカム角センサ12が、バルブタイミングを周期的に計測する計測手段として機能する。

10

【0020】

次に、上記ECU13で実行されるVTC6の制御について、バルブタイミングを制御する操作量が、ブレーキ操作量の場合を例にとって詳しく説明する。

図2は、本発明の第1の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。また、図3は、図2に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

【0021】

まず、ステップS101では、エンジン回転数RPMや吸入空気量Qaなどに基づいてECU13で算出した目標角度 trg を読み込む。この目標角度 trg は、図3に示すように所定値である。

20

ステップS102では、カム角センサ12からの検出信号Ncに基づく検出角度 det を読み込む。検出角度 det は、図3に示すように各VTC位置検出タイミング t_0, t_1, t_2, \dots から次のタイミングまでの間は一定値であり、目標角度 trg に向かって階段状に上昇する。

【0022】

ステップS103では、これらの目標角度 trg と検出角度 det との偏差量 err ($err = trg - det$) をECU13で演算する。この偏差量 err は、検出角度 det と目標角度 trg との差が徐々に小さくなることにより階段状に低下する。

【0023】

次のステップS104では、バルブタイミング制御周期 T_1 がVTC角度検出周期よりも小さいか否かを判定する。これは、エンジン1が低回転時のみ本発明を適用することで、演算によるECU13への負荷を軽減するためである。

30

バルブタイミング制御周期 T_1 がVTC角度検出周期よりも小さい場合には、ステップS105に進み、VTCの検出角度 det が更新されたか否かを判定する。

【0024】

そして、VTC6の検出角度 det が更新されたと判定されたときには、ステップS106に進み、ブレーキ操作量VD、例えば微分操作量を演算する。このブレーキ操作量VDは、次式(1)で表される。

$$VD = (err(\text{今回値}) - err(\text{前回値})) / \text{制御周期} \times \text{ゲイン} \dots (1)$$

40

図3に示すように、ブレーキ操作量VDは、検出角度 det と目標角度 trg との差が徐々に小さくなるのに対応して徐々に小さくなる。

【0025】

次のステップS107では、分割カウンタCsをクリアする ($Cs = 0$)。この分割カウンタCsは、ブレーキ操作量VDを何回に分けて出力するかを設定するためのものであり、図3では3分割する例を示している。

ステップS108では、分割カウンタCsのカウント値が所定分割数Ctより小さいか否かを判定する。また、ステップS105でVTC6の検出角度 det が更新されていないと判定されたとき、換言すれば今回のVTC角度検出周期内であると判定されたときにも、分割カウンタCsのカウント値が所定分割数Ctより小さいか否かを判定する。

50

【 0 0 2 6 】

分割カウンタ C_s のカウント値が所定分割数 C_t より小さい場合には、ステップ S_{109} に進み、分割ブレーキ操作量 V_{DS} を演算する。この演算は次式 (2) にしたがって実行する。一方、分割カウンタ C_s のカウント値が所定分割数 C_t より大きい場合には、分割数を超えたので処理を終了する。

$$V_{DS} = V_D \times 1 / C_t \dots (2)$$

【 0 0 2 7 】

ステップ S_{110} では、上式 (2) にしたがって算出した分割ブレーキ操作量 V_{DS} を出力する。この分割ブレーキ操作量 V_{DS} は、図 3 に示すようにブレーキ操作量 V_D の $1/3$ である。

ステップ S_{111} では、分割カウンタ C_s をカウントアップ (C_s (今回値) = C_s (前回値) + 1) して今回のパルブタイミング制御周期 T_1 の処理を終了する。

【 0 0 2 8 】

上記ステップ S_{104} において、パルブタイミング制御周期 T_1 が VTC 角度検出周期よりも大きいと判定されたときには、ステップ S_{112} に進み、ブレーキ操作量 V_D 、例えば微分操作量を演算する。このブレーキ操作量 V_D は、次式 (3) で表される。

$$V_D = (err(今回値) - err(前回値)) / 制御周期 \times \text{ゲイン} \dots (3)$$

そして、ステップ S_{113} でブレーキ操作量 V_D を出力して今回のパルブタイミング制御周期 T_1 を終了する。

【 0 0 2 9 】

エンジン 1 が低回転時には、上述したステップ $S_{101} \sim S_{111}$ の処理をパルブタイミング制御周期 T_1 毎に繰り返すことで、図 3 に示したようにブレーキ操作量 V_D を複数分割 (本例では 3 分割) した分割ブレーキ操作量 V_{DS} を、各 VTC 角度検出周期内に VTC の位置検出間隔 $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$, $t_2 - t_3$, ... に応じて、複数回に分けて出力する。図 3 では、 $t_1 - t_2$ 間、 $t_2 - t_3$ 間にそれぞれ 3 回に分けて出力する例を示している。

一方、エンジン 1 が高回転時には、ステップ S_{112} , S_{113} に示すように、ブレーキ操作量 V_D を分割せずに、 VTC の位置検出タイミングで出力する。

【 0 0 3 0 】

図 4 (a) ~ (d) はそれぞれ、本発明におけるカム位相角、制御電圧、モータ電流、及び微分操作量の波形図である。図 5 (a) ~ (d) は比較例であり、従来 (操作量を一括で付与する場合) のカム位相角、制御電圧、モータ電流、及び微分操作量の波形図を示している。

図 4 (a) 及び図 5 (a) に示すように、カム位相角 [deg. CA] は、エンジン 1 が低回転のときには、目標値 (目標パルブタイミング) に対して実値 (実パルブタイミング) は緩やかに立ち上がり、クランク角センサ 9 による低頻度の VTC 位置検出では、 VTC 角度検出周期毎に目標値に近づく階段状の検出値が得られる。

【 0 0 3 1 】

この時の制御電圧 [V] は、本第 1 の実施形態では、図 4 (b) に示すようにブレーキ操作量 V_D を、 VTC 角度検出周期に応じて複数回に分け、パルブタイミング制御周期 T_1 毎に出力する。これによって、図 5 (b) と比較すれば明らかなように、ブレーキ操作量 V_D がピークに留まる時間が短くなる。

また、モータ電流 [A] は、図 4 (c) と図 5 (c) に対比して示すように、実効電流が減少すると共に、電流変化量 I_1 も従来の電流変化量 I_2 より小さくなる。

この時の微分操作量 (ブレーキ操作量) [V] は、図 4 (d) と図 5 (d) に対比して示すように、複数に分割して出力することによって小さくなる。

【 0 0 3 2 】

従って、上述した第 1 の実施形態によれば、 VTC 位置検出タイミングで演算される大きな微分操作量 (ブレーキ操作量) を、次回の VTC 位置検出タイミング (= 微分操作量演算タイミング) までの区間で徐々に出力することで、微分操作量によるブレーキ機能を

10

20

30

40

50

維持しつつ、実効電流と電流変化量を減らすことができる。これによって、微分ブレーキによるVTC応答性能の確保と実効電流低減を両立させることができる。また、エンジンが低回転時のみブレーキ操作量を分割することでECU13の演算負荷を軽減できる。

【0033】

なお、ブレーキ操作量（微分操作量）は、一定の割合で分割すればよいので、分割数は2分割以上で、角度検出周期中の演算数以下にすれば良い。この際、分割出力の周期は、演算周期以上とする。

上記ブレーキ操作量（微分操作量）の分割出力は、例えばローパスフィルタで実現でき、分割する割合はフィルタ係数により設定できる。フィルタ係数には、カットオフ周波数とゲイン係数等が該当し、カットオフ周波数とゲイン係数の設定により分割出力を得ることができる。

10

【0034】

[第2の実施形態]

図6は、本発明の第2の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。また、図7は、図6に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

【0035】

前述した第1の実施形態ではブレーキ操作量VDを一定の割合で分割したのに対し、本第2の実施形態では初期に大きくし、徐々に小さくなるように分割している。

ステップS201～S206及びS212、S213は、それぞれステップS101～S106及びS112、S113と同様であるので説明を省略する。

20

【0036】

ステップS207では、分割ブレーキ操作量の積算値VDSIをクリアする（ $VDSI = 0$ ）。

そして、ステップS208で、分割ブレーキ操作量VDSの積算値VDSIがブレーキ操作量VDより小さいか否か判定する。小さければまだ収束に必要なブレーキ操作量VDに達していないのでステップS209に進み、大きければ収束に必要なブレーキ操作量VDを超えたので今回のバルブタイミング制御周期T1を終了する。

ステップS209では、分割ブレーキ操作量VDSを演算する。この分割ブレーキ操作量VDSは、下式(4)で表される。

30

$$VDS = (VD - VDSI) \times \text{所定分割係数} Ck \dots (4)$$

本第2の実施形態では、分割ブレーキ操作量VDSは、図7に示すように最初は大きく、その後は徐々に小さくする。この分割ブレーキ操作量VDSの積算値VDSIは、例えば分割数に達した時点でブレーキ操作量VDと実質的に等しくする。

【0037】

次のステップS210では、分割ブレーキ操作量VDSを出力する。

ステップS211では、分割ブレーキ操作量の積算値VDSIを演算する。この分割ブレーキ操作量の積算値VDSIは、次式(5)で表される。

$$VDSI(\text{今回値}) = VDSI(\text{前回値}) + VDS(\text{今回値}) \dots (5)$$

そして、上記ステップS201～S213の動作をバルブタイミング制御周期T1毎に繰り返す。

40

【0038】

上記のような制御によれば、ステップS206で演算したブレーキ操作量VDを操作量が飽和しない範囲内で初期（最初、または早いタイミング）に大きく出力することで、第1の実施形態と比較して早くブレーキをかけることができ、短時間で目標値に収束させることができる。

【0039】

[第3の実施形態]

図8及び図9は、本発明の第3の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。また、図10

50

は、図 8 及び図 9 に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

本第 3 の実施形態は、前述した第 1 の実施形態の制御に加えて、エンジン回転数 R P M に応じてブレーキ操作量 V D の分割数を切り換えるものである。

【 0 0 4 0 】

図 8 及び図 9 におけるステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 5 及び S 3 0 8 ~ S 3 1 5 は、第 1 の実施形態におけるステップ S 1 0 1 ~ S 1 1 3 と同様であるので説明を省略し、異なる部分についてのみ述べる。

ステップ S 3 0 6 では、エンジン回転数 R P M を読み込む。

次のステップ S 3 0 7 では、エンジン回転数 R P M に応じたブレーキ操作量 V D の分割数 C t 2 を算出する。この分割数 C t 2 は、エンジン回転数 R P M の高速化に伴って減少させる。図 1 0 では、エンジン回転数 R P M が低い V T C の位置検出タイミング t 1 - t 2 間に分割数 C t 2 を 3 にし、t 2 - t 3 間に分割数 C t 2 を 2 にした例を示している。

ブレーキ操作量 V D の分割は、例えばローパスフィルタにより複数に分割し、エンジン回転数 R P M に応じてフィルタ係数を切り換えることで実現できる。

【 0 0 4 1 】

このように、エンジン回転数 R P M から決まる V T C 角度検出周期に応じて、分割数 C t 2 を切り換えるのは、以下の理由で最適な分割数が異なるためである。

第 1 の理由は、エンジン回転数 R P M が低い程、V T C 角度検出周期が長くなるため、偏差量の変化量が大きく、一度に演算されるブレーキ操作量 V D が大きいからである。従って、分割後の操作量が飽和しないように、分割数 C t 2 はエンジン回転数 R P M が低い程、大きく設定すると良い。

第 2 の理由は、エンジン回転数 R P M が低い程、V T C 角度検出周期が長いため、ブレーキ操作量 V D を分割できる期間を長く取れ、分割数 C t 2 を大きくできるからである。

【 0 0 4 2 】

上記のようにエンジン回転数 R P M に応じて、ブレーキ操作量 V D の分割数を切り換えることで、エンジン回転数 R P M から決まる V T C 角度検出周期に応じて最適な分割数に設定でき、最適な微分操作量によるブレーキ力確保と実効電流の低減及び電流変化量の減少が実現できる。

【 0 0 4 3 】

図 1 1 (a) ~ (d) は、エンジン回転が図 4 (a) ~ (d) より更に低い場合のカム位相角、制御電圧、モータ電流、及び微分操作量の波形図を示している。図 4 (d) と図 1 1 (d) を比較すれば明らかなように、エンジン回転数 R P M によって位置検出タイミングの間隔が異なり、エンジン回転が高い場合は短く、低い場合には長くなる。この位置検出タイミングの間隔はフィルタの特性に関係しており、位置検出間隔により最適なフィルタ係数が異なる。

【 0 0 4 4 】

エンジン回転数 R P M に応じて、図 1 1 (d) に示す微分操作量と、図 4 (d) に示す微分操作量とを切り換えることで、最適な微分操作量によるブレーキ力確保と実効電流の低減を図れる。

なお、分割数の切換えパラメータは、エンジン回転数 R P M に限られるものではなく、エンジン 1 における回転部の回転数、例えばクランク回転周期、あるいは V T C 角度検出周期などを利用しても良い。

【 0 0 4 5 】

[第 4 の実施形態]

図 1 2 及び図 1 3 は、本発明の第 4 の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。また、図 1 4 は、図 1 2 及び図 1 3 に示したフローチャートにおける各信号のタイミングチャートである。

本第 4 の実施形態は、前述した第 2 の実施形態の制御において、エンジン回転数 R P M に応じてブレーキ操作量 V D の分割係数を切り換えるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

図 1 2 及び図 1 3 におけるステップ S 4 0 1 ~ S 4 0 5 及び S 4 0 8 ~ S 4 1 5 は、第 2 の実施形態におけるステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 1 と同様であるので説明を省略し、異なる部分についてのみ述べる。

ステップ S 4 0 6 では、エンジン回転数 R P M を読み込む。

次のステップ S 4 0 7 では、エンジン回転数 R P M に応じたブレーキ操作量 V D の分割係数 C k 2 を算出する。この分割係数 C k 2 は、エンジン回転数 R P M の高速化に伴って増大させる。

具体的には、ローパスフィルタによりブレーキ操作量 V D を複数に分割し、エンジン回転数 R P M に応じてフィルタ係数を切り換えることで実現できる。

10

【 0 0 4 7 】

このように、エンジン回転数 R P M から決まる V T C 角度検出周期に応じて、分割係数 C k 2 を切り換えるのは、以下の理由で最適な分割係数が異なるためである。

第 1 の理由は、エンジン回転数 R P M が低い程、V T C 角度検出周期が長いため、偏差量の変化量が大きく、一度に演算されるブレーキ操作量 V D が大きいからである。従って、分割後の操作量が飽和しないように、分割係数 C k 2 はエンジン回転数 R P M が低い程、小さく設定すると良い。

第 2 の理由は、エンジン回転数 R P M が低い程、V T C 角度検出周期が長いため、ブレーキ操作量 V D を分割できる期間を長く取れ、分割係数 C k 2 を小さくできる。

【 0 0 4 8 】

上記のようにエンジン回転数 R P M に応じて、分割係数 C k 2 を切り換えることで、エンジン回転数 R P M から決まる V T C 角度検出周期に応じて最適な分割係数に設定できる。

20

なお、分割係数の切換えパラメータは、第 3 の実施形態と同様に、エンジン回転数 R P M に限られるものではなく、エンジン 1 における回転部の回転数、例えばクランク回転周期、あるいは V T C 角度検出周期などを利用して良い。

【 0 0 4 9 】

[第 5 の実施形態]

図 1 5 及び図 1 6 は、本発明の第 5 の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。本第 5 の実施形態は、前述した第 1 の実施形態の制御に加えて電動 V T C の環境温度 T に応じて分割方法を切り換えるものである。

30

環境温度 T が高い程、モータ耐熱限界が低くなるため、分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換える。例えば、環境温度 T が高い程、分割数を増やす。または、ブレーキ操作量のピーク値を抑えるようにする。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 5 及び S 5 0 8 ~ S 5 1 5 は、第 1 の実施形態におけるステップ S 1 0 1 ~ S 1 1 と同様であるので説明を省略し、異なる部分について述べる。

ステップ S 5 0 6 では、温度センサ 1 5 で計測した環境温度 T を読み込む。ここで、環境温度 T は、油温・水温・外気温・吸気温度・電動 V T C 本体温度等、電動 V T C 本体と

40

【 0 0 5 1 】

次のステップ S 5 0 7 では、読み込んだ環境温度 T に応じたブレーキ操作量 V D の分割数 C t 2 を算出する。この分割数 C t 2 は、環境温度 T の上昇に伴って増大させる。

上記のように環境温度 T に応じて、分割数 C t 2 を切り換えることで、モータ耐熱限界を超えないように、分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換えることができる。

具体的には、環境温度 T が高温になったときに、ブレーキ操作量 V D の分割数 C t 2 を増大させることで、モータへの実効電流を低減すると共に、ブレーキ操作量のピーク値を下げてモータの発熱を抑えることができる。

【 0 0 5 2 】

50

[第 6 の実施形態]

図 1 7 及び図 1 8 は、本発明の第 6 の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。本第 6 の実施形態は、前述した第 2 の実施形態の制御に加えて電動 V T C の環境温度 T に応じて分割方法を切り換えるものである。

上述したように、環境温度 T が高い程、モータ耐熱限界が低くなるため、分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換える。例えば、環境温度 T が高い程、分割係数を小さくする。または、ブレーキ操作量のピーク値を抑えるようにする。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 6 0 1 ~ S 6 0 5 及び S 6 0 8 ~ S 6 1 5 は、第 2 の実施形態におけるステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 1 と同様であるので説明を省略し、異なる部分について述べる。

ステップ S 6 0 6 では、温度センサ 1 5 で計測した環境温度 T を読み込む。ここで、環境温度 T は、油温・水温・外気温・吸気温度・電動 V T C 本体温度等、電動 V T C 本体と相関が取れる温度とする。

【 0 0 5 4 】

次のステップ S 6 0 7 では、読み込んだ環境温度 T に応じたブレーキ操作量 V D の分割係数 C k 2 を算出する。この分割係数 C k 2 は、環境温度 T の上昇に伴って低下させる。

上記のように環境温度 T に応じて、分割係数 C k 2 を切り換えることで、モータ耐熱限界を超えないように、分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換えることができる。

【 0 0 5 5 】

[第 7 の実施形態]

図 1 9 及び図 2 0 は、本発明の第 7 の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。本第 7 の実施形態は、前述した第 1 の実施形態の制御に加えて電動 V T C のモータを駆動する電源電圧 V M O T に応じて分割方法を切り換えるものである。

電動 V T C のモータを駆動する駆動電源電圧 V M O T が低いとブレーキ操作量 V D の飽和が発生しやすくなるため、駆動電源電圧 V M O T が低い程、分割数 C k 2 を増やすようにしている。または、ブレーキ操作量 V D のピーク値を抑えるようにする。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 7 0 1 ~ S 7 0 5 及び S 7 0 8 ~ S 7 1 5 は、第 1 の実施形態におけるステップ S 1 0 1 ~ S 1 1 1 と同様であるので説明を省略し、異なる部分について述べる。

ステップ S 7 0 6 では、電圧計 1 6 で測定した電動 V T C の駆動電源電圧 V M O T を読み込む。

次のステップ S 7 0 7 では、読み込んだ駆動電源電圧 V M O T に応じたブレーキ操作量 V D の分割数 C t 2 を算出する。この分割数 C t 2 は、駆動電源電圧 V M O T の上昇に伴って低下させる。

上記のように駆動電源電圧 V M O T に応じて、分割数 C t 2 を切り換えることで、ブレーキ操作量 V D の飽和を抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

[第 8 の実施形態]

図 2 1 及び図 2 2 は、本発明の第 8 の実施形態に係る内燃機関の可変バルブタイミング制御装置におけるブレーキ操作量を算出する手順を示すフローチャートである。本第 8 の実施形態は、前述した第 2 の実施形態の制御に加えて電動 V T C の駆動電源電圧 V M O T に応じて分割方法を切り換えるものである。

電動 V T C の駆動電源電圧 V M O T が低いとブレーキ操作量 V D の飽和が発生しやすくなるため、駆動電源電圧 V M O T が低い程、分割係数 C k 2 を小さくするようにしている。または、ブレーキ操作量 V D のピーク値を抑えるようにする。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 8 0 1 ~ S 8 0 5 及び S 8 0 8 ~ S 8 1 5 は、第 2 の実施形態におけるステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 1 と同様であるので説明を省略し、異なる部分について述べる。

10

20

30

40

50

ステップ S 8 0 6 では、電圧計 1 6 で計測した電動 V T C の駆動電源電圧 V M O T を読み込む。

次のステップ S 8 0 7 では、読み込んだ駆動電源電圧 V M O T に応じたブレーキ操作量 V D の分割係数 C k 2 を算出する。この分割係数 C k 2 は、駆動電源電圧 V M O T の上昇に伴って低下させる。

上記のように駆動電源電圧 V M O T に応じて、分割係数 C k 2 を切り換えることで、ブレーキ操作量 V D の飽和を抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

以上のように、電動 V T C によるバルブタイミング制御において、始動時（クランキング時）やエンジン低回転時に、V T C デフォルト位置から、始動水温や油温などの環境温度あるいはバッテリー電圧などのエンジンの状況に応じた最適なバルブタイミングに制御できるので、吸気バルブの遅閉じによる燃費効果と始動品質を両立できる。

10

【 0 0 6 0 】

ここで、上記各実施形態から把握し得る技術的思想について、以下にその効果と共に記載する。

内燃機関の可変バルブタイミング制御装置は、その一つの態様において、操作量の分割の割合は、内燃機関の回転数に応じて切り換える。

操作量の演算においては、V T C 位置検出タイミングの間隔に応じて、要求されるフィルタ係数が異なるが、内燃機関の回転数に応じてフィルタ係数を切り換えることにより、適切な操作量を演算してバルブタイミングを切り換えることができる。

20

【 0 0 6 1 】

内燃機関の可変バルブタイミング制御装置の好ましい態様では、操作量の分割は、初期に大きくし、徐々に小さくする。

上記構成によると、初期に操作量を大きくすることで、早くブレーキをかけることができる。

【 0 0 6 2 】

別の好ましい態様では、操作量の分割は、環境温度に応じて切り換える。

上記構成によると、環境温度が高温になったときに、操作量、例えば収束制御のブレーキ操作量の分割方法を実効電流が増大しない方向に切り換えることで、電動 V T C のモータの発熱を抑えることができる。

30

【 0 0 6 3 】

さらに別の好ましい態様では、操作量の分割は、可変バルブタイミング機構を駆動するモータの駆動電源電圧に応じて切り換える。

上記構成によると、電動 V T C のモータを駆動する駆動電源電圧が低いときに分割数を増やすことで、操作量のピーク値を抑えることができる。

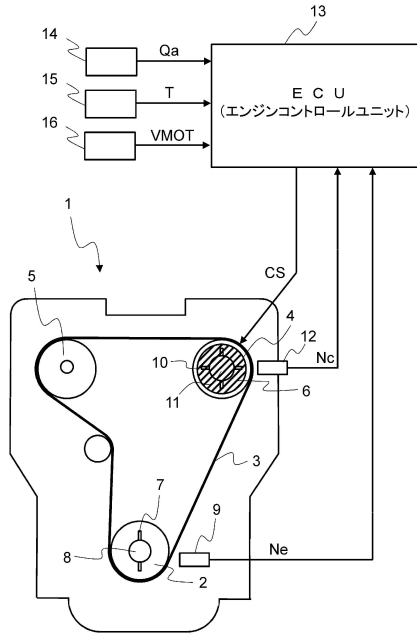
【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

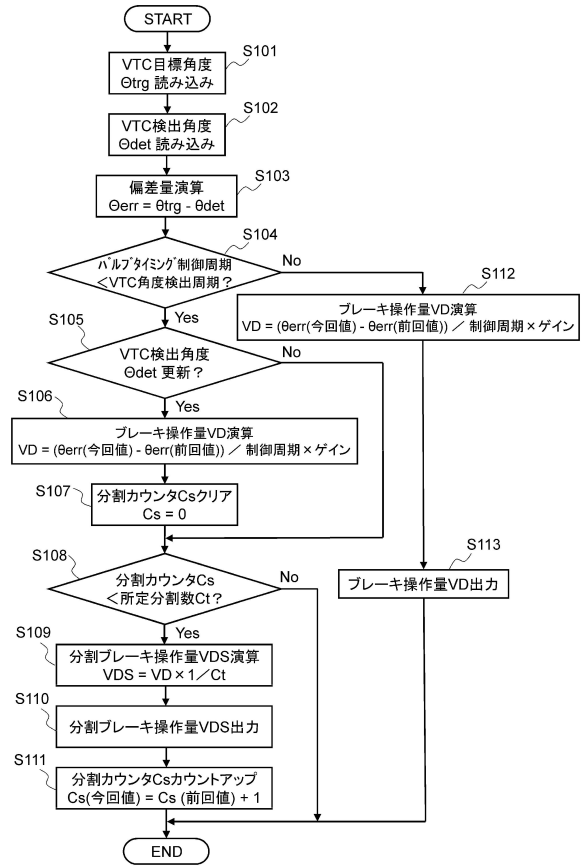
1 ... エンジン（内燃機関）、6 ... 可変バルブタイミング機構（V T C）、9 ... クランク角センサ、1 2 ... カム角センサ、1 3 ... E C U（演算手段）、1 4 ... エアロフローメータ、1 5 ... 温度センサ、1 6 ... 電圧計、V D ... ブレーキ操作量、V D S ... 分割ブレーキ操作量、C t , C t 2 ... 分割数、C k , C k 2 ... 分割係数

40

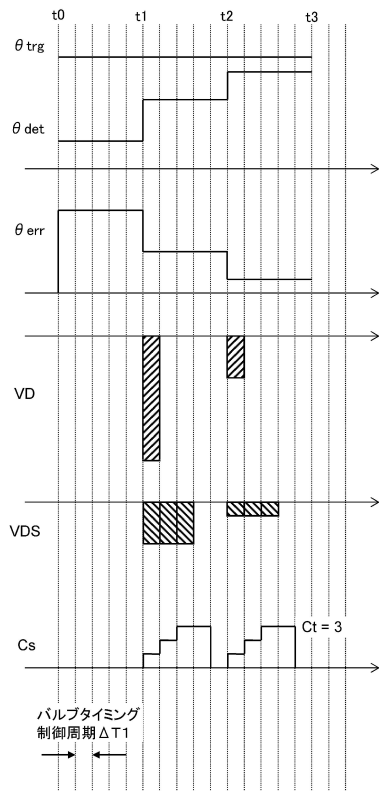
【図1】



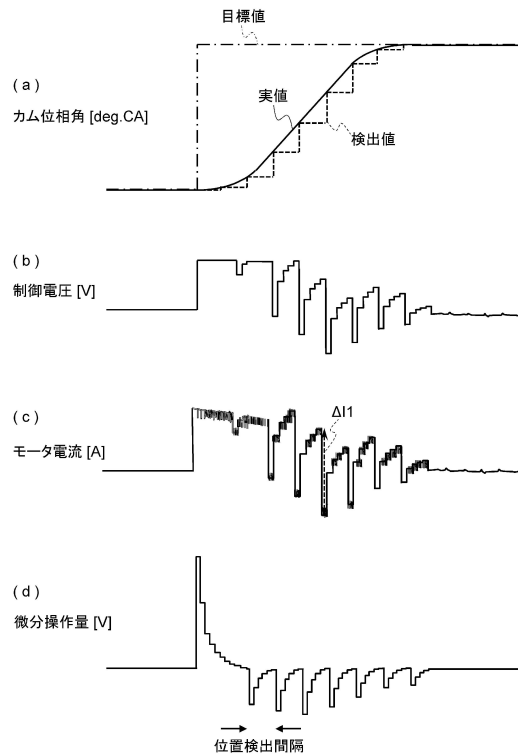
【図2】



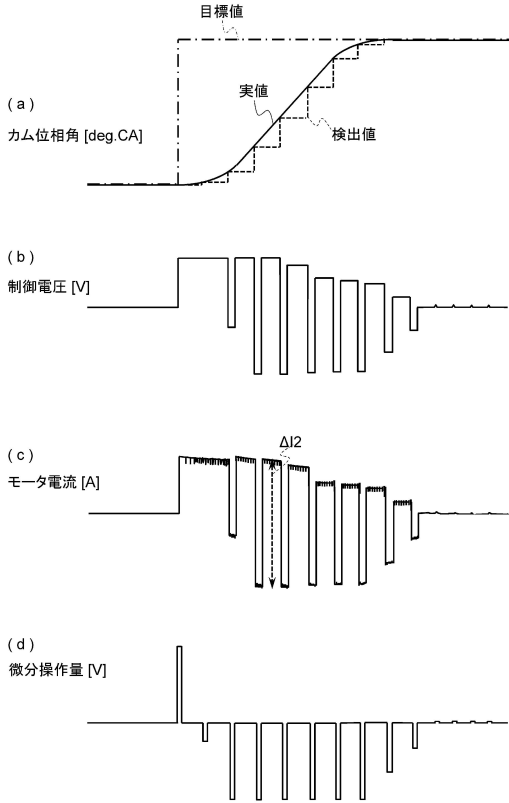
【図3】



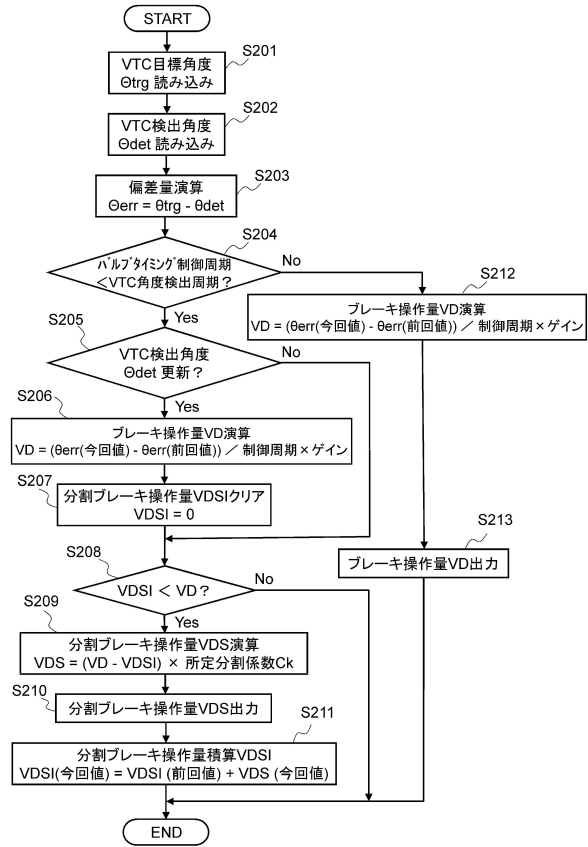
【図4】



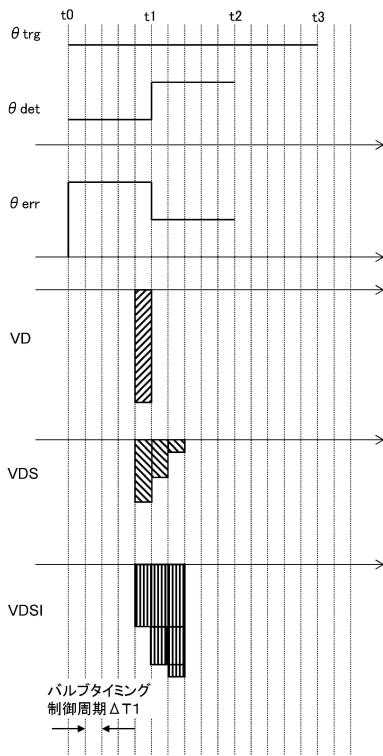
【図5】



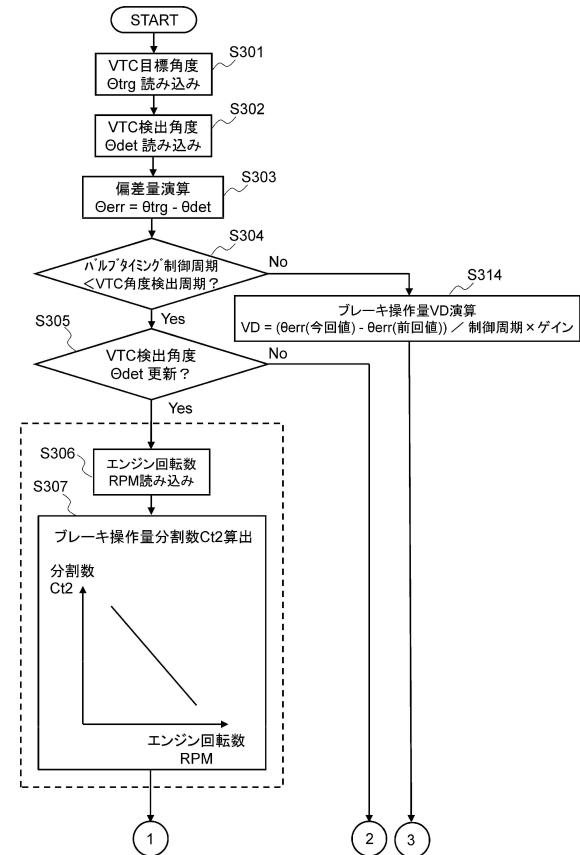
【図6】



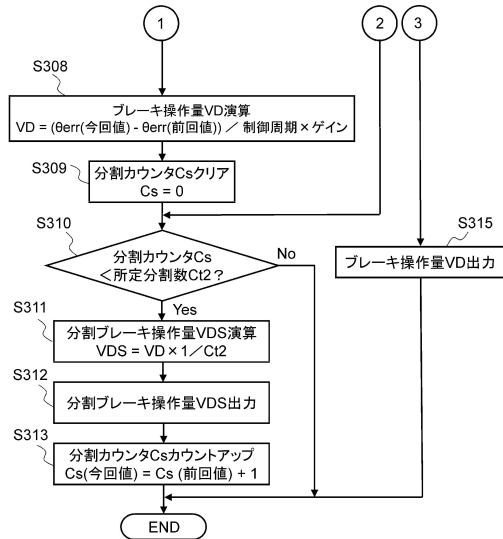
【図7】



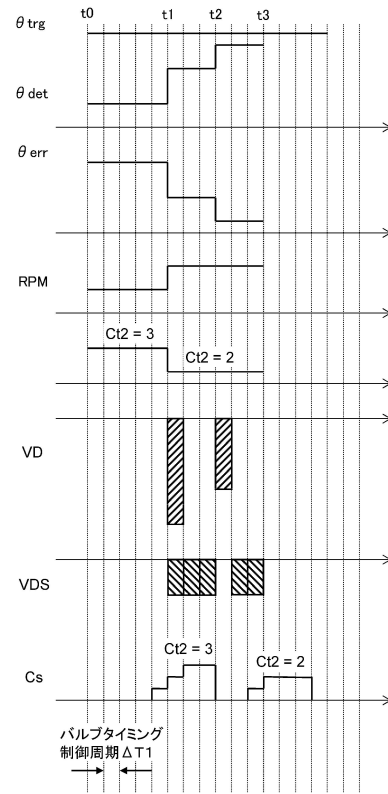
【図8】



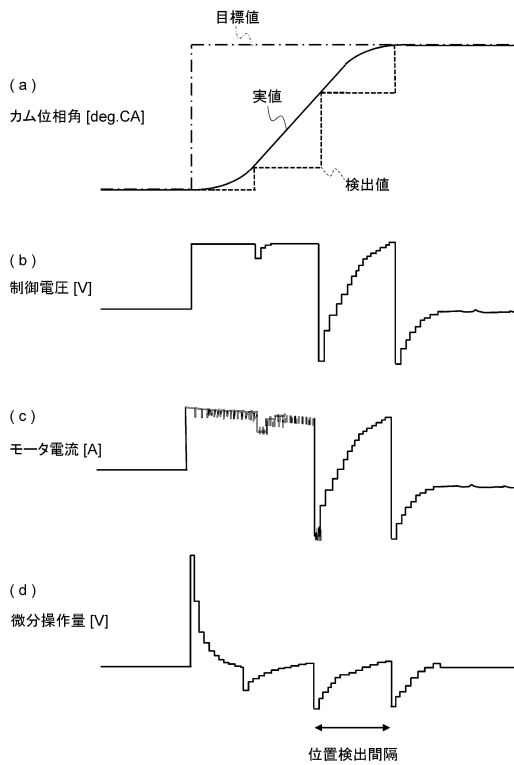
【図9】



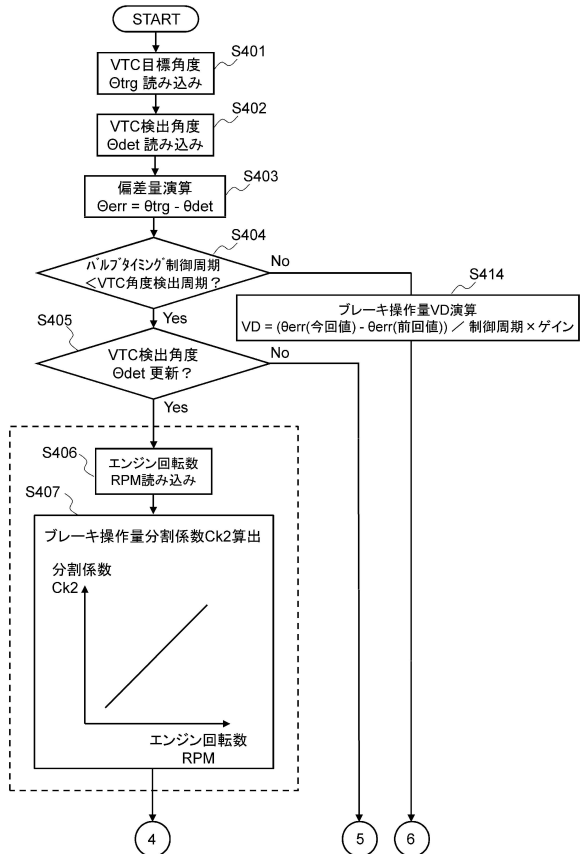
【図10】



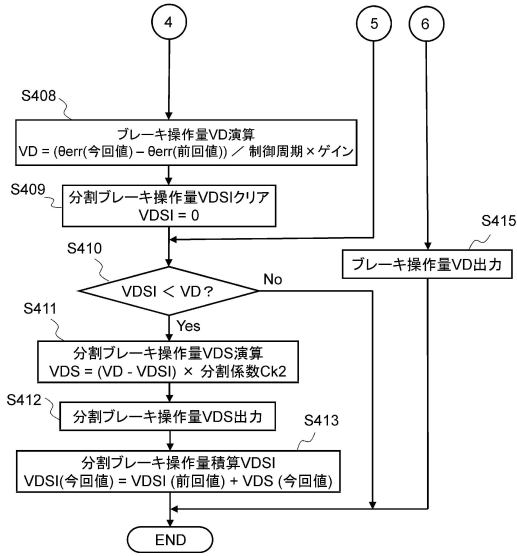
【図11】



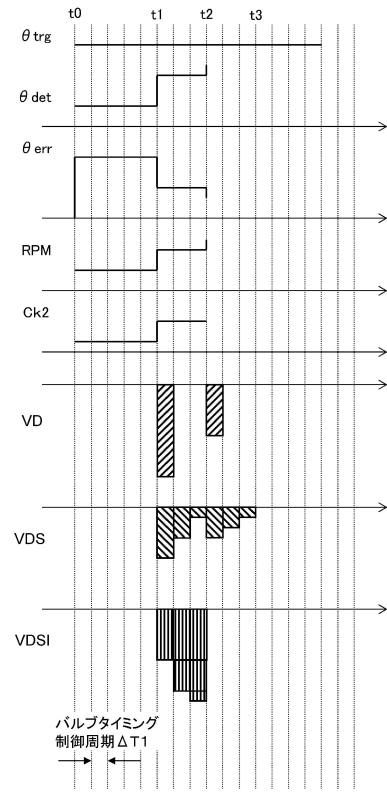
【図12】



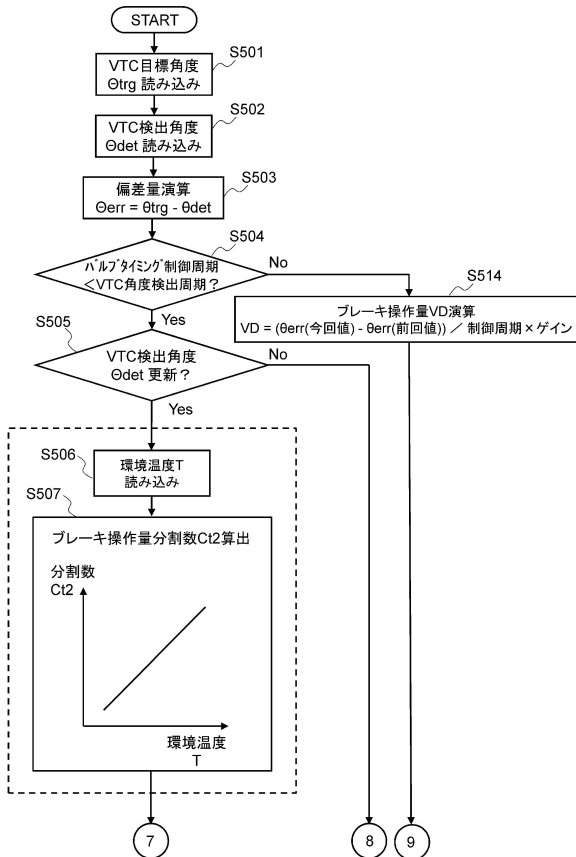
【図13】



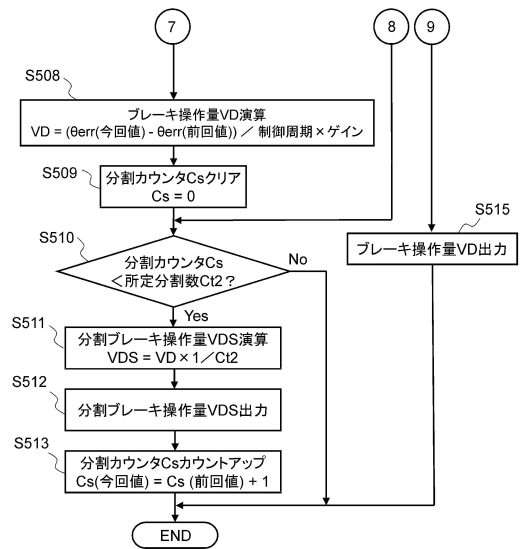
【図14】



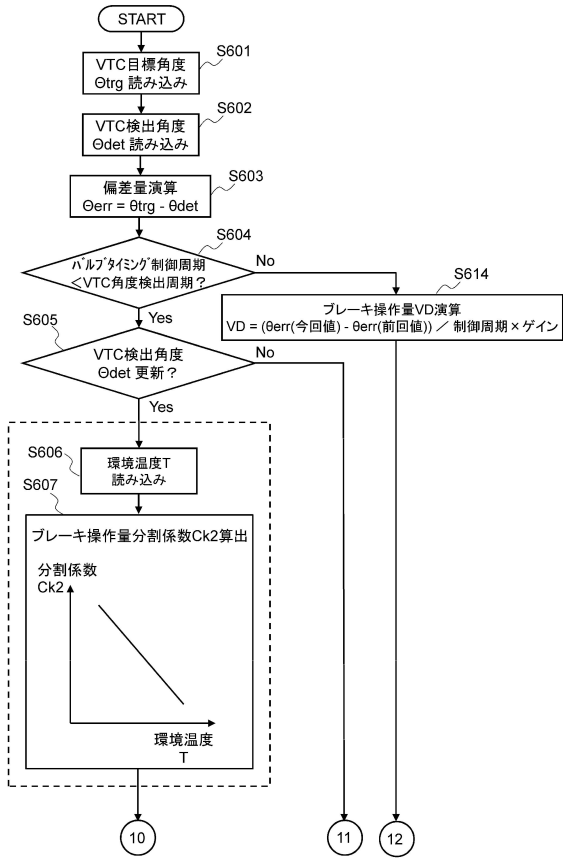
【図15】



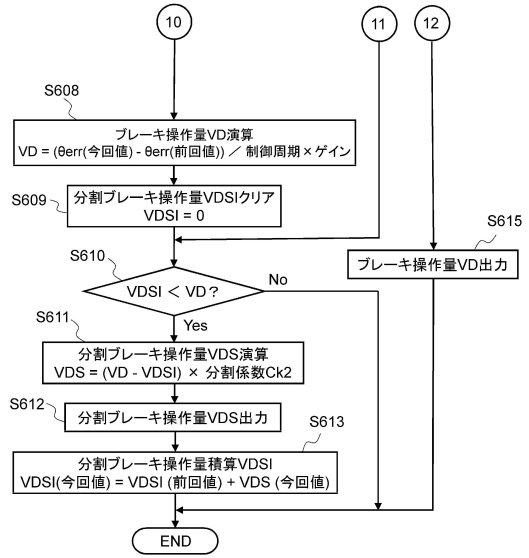
【図16】



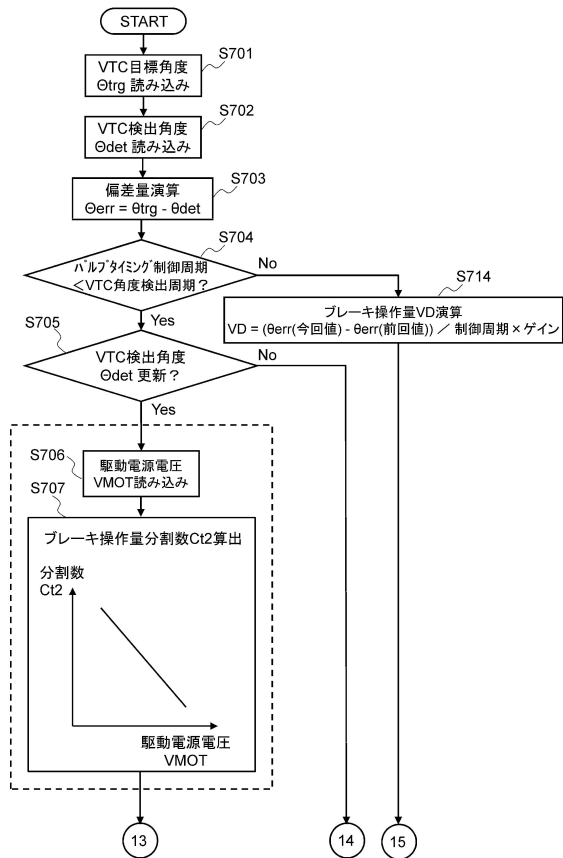
【図17】



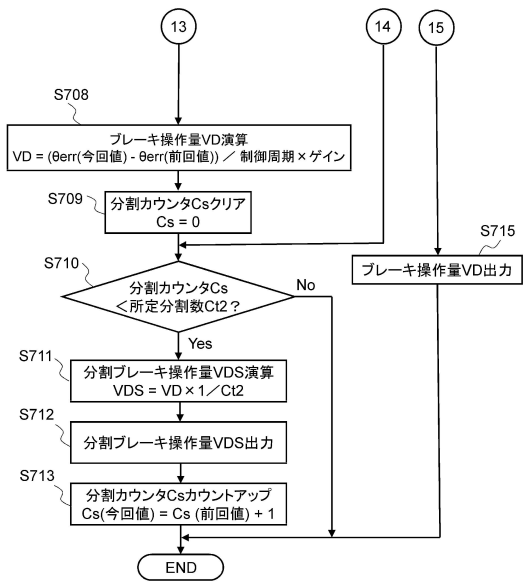
【図18】



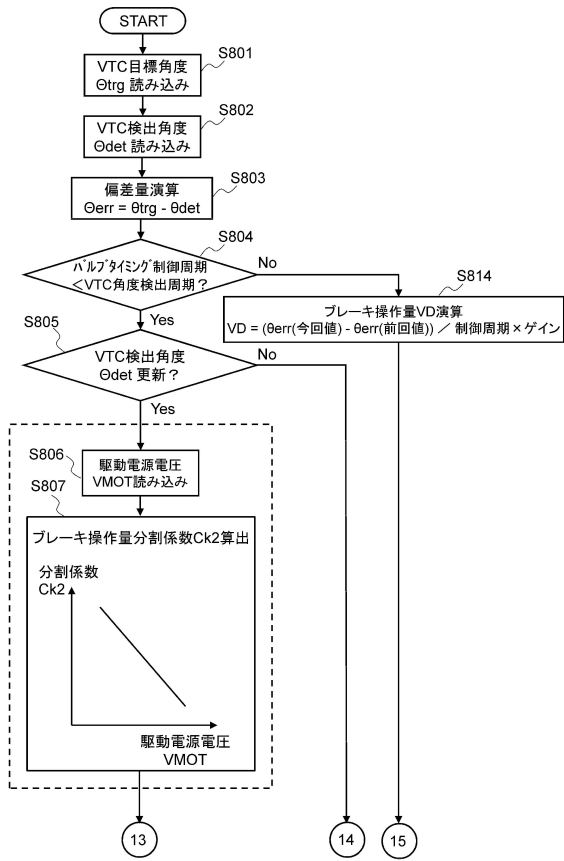
【図19】



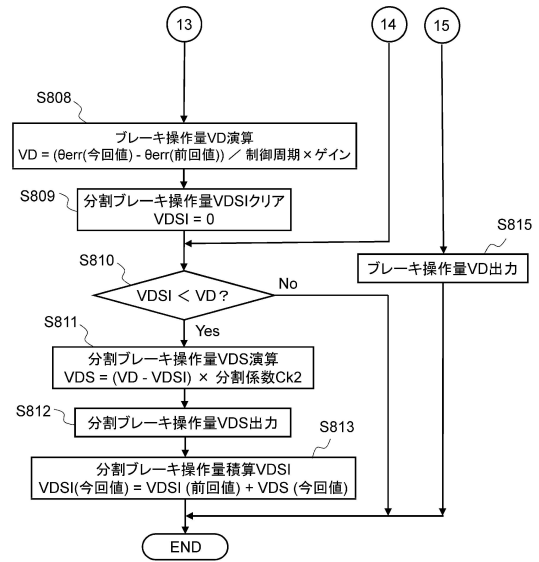
【図20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

審査官 立花 啓

(56)参考文献 特開2009-197591(JP,A)
特開平10-318004(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 13/02