

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014年12月11日(11.12.2014)



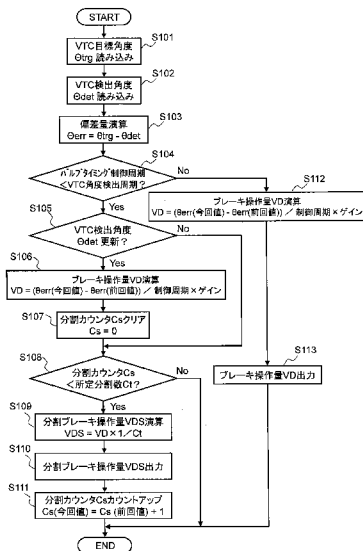
(10) 国際公開番号  
WO 2014/196237 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055933
- (22) 国際出願日: 2014年3月7日(07.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-120036 2013年6月6日(06.06.2013) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 三河 謙太郎 (MIKAWA, Kentaro); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 笹島 富二雄 (SASAJIMA, Fujio); 〒1000014 東京都千代田区永田町2-13-5 赤坂エイトワンビル7階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 内燃機関の変バルブタイミング制御装置及び制御方法



S101 Read VTC target angle (θtrg)  
 S102 Read VTC detected angle (θdet)  
 S103 Calculate deviation amount θerr = θtrg - θdet  
 S104 Valve timing control cycle < VTC angle detection cycle?  
 S105 VTC detected angle (θdet) updated?  
 S106, S112 Calculate brake operation amount (VD) VD = (θerr (current value) - θerr (previous value)) / control cycle × gain  
 S107 Clear division counter (Cs) Cs = 0  
 S108 Division counter (Cs) < prescribed division number (Cl)?  
 S109 Calculate divided brake operation amount (VDS) VDS = VD × 1/Cl  
 S110 Output divided brake operation amount (VDS)  
 S111 Count up division counter (Cs) Cs (current value) = Cs (previous value) + 1  
 S113 Output brake operation amount (VD)

(57) Abstract: The present invention relates to: a variable valve timing control device for changing the valve timing of an internal combustion engine; and a control method. An operation amount for controlling valve timing is calculated, and the operation amount calculated at a position-detection timing for a variable valve timing mechanism is divided and outputted in a time period until the next position-detection timing.

(57) 要約: 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及び制御方法に関する。バルブタイミングを制御する操作量を演算し、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、次の位置検出タイミングまでの間に分割して出力する。

WO 2014/196237 A1

## 明 細 書

発明の名称：

内燃機関の可変バルブタイミング制御装置及び制御方法

### 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及び制御方法に関する。

### 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高いモータ軸の回転信号によりVTC位置を検出している。

[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

### 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] 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（クランキング時）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。

[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及び制御方法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及び制御方法は、バルブタイミングを制御する操作量を演算し、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、次の位置検出タイミングまでの間に分割して出力する。

### 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。

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。

### 図面の簡単な説明

[0011] [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。

[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。

[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関する部分を抽出して示している。

[0013] エンジン（内燃機関）1のクランクシャフト2からの動力は、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] 吸気側カムシャフト4には、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、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。

[0015] また、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、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が設けられている。

[0016] クランク角センサ9の検出信号 $N_e$ 及びカム角センサ12の検出信号 $N_c$ はそれぞれ、エンジン1の制御を行うエンジンコントロールユニット（ECU）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 $Q_a$ 、環境温度 $T$ 、及び駆動電源電圧 $V_{MOT}$ ）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、Read Only Memory（ROM）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。

そして、ECU13は、クランク角センサ9からの検出信号 $N_e$ 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、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] VTC6の制御においては、PID制御などの収束制御が用いられ、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、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、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。

[0020] 次に、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 $\theta_{trg}$ を読み込む。この目標角度 $\theta_{trg}$ は、図3に示すように所定値である。

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 $\theta_{det}$ を読み込む。検出角度 $\theta_{det}$ 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 $\theta_{trg}$ 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 $\theta_{trg}$ と検出角度 $\theta_{det}$ との偏差量 $\theta_{err}$  ( $\theta_{err} = \theta_{trg} - \theta_{det}$ )をECU13で演算する。この偏差量 $\theta_{err}$ は、検出角度 $\theta_{det}$ と目標角度 $\theta_{trg}$ 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 $\Delta T_1$ 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。

バルブタイミング制御周期 $\Delta T_1$ 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 $\theta_{det}$ が更新されたか否かを判定する。

[0024] そして、VTC6の検出角度 $\theta_{det}$ 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。

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

図3に示すように、ブレーキ操作量VDは、検出角度 $\theta_{det}$ と目標角度 $\theta_{trg}$ 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 $\theta_{det}$ 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 $C_s$ のカウント値が所定分割数 $C_t$ より小さいか否かを判定する。

- [0026] 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S109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。

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

- [0027] ステップS110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S111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)して今回のバルブタイミング制御周期 $\Delta T_1$ の処理を終了する。

- [0028] 上記ステップS104において、バルブタイミング制御周期 $\Delta T_1$ 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S112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。

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

そして、ステップS113でブレーキ操作量 $V_D$ を出力して今回のバルブタイミング制御周期 $\Delta T_1$ を終了する。

- [0029] エンジン1が低回転時には、上述したステップS101~S111の処理をバルブタイミング制御周期 $\Delta T_1$ 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S112, S113に示すように、ブレーキ操作量VDを分割せずに、VTCの位置検出タイミングで出力する。

[0030] 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（目標バルブタイミング）に対して実値（実バルブタイミング）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。

[0031] 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VDを、VTC角度検出周期に応じて複数回に分け、バルブタイミング制御周期 $\Delta T1$ 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VD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 $\Delta I1$ も従来の電流変化量 $\Delta I2$ 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。

[0032] 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。

[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。

[0036] ステップS207では、分割ブレーキ操作量の積算値VDS1をクリアする（ $VDS1=0$ ）。

そして、ステップS208で、分割ブレーキ操作量VDSの積算値VDS1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 $\Delta T1$ 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。

$$VDS = (VD - VDS1) \times \text{所定分割係数} Ck \dots (4)$$

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VDS1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VDS1を演算する。この分割ブレーキ操作量の積算値VDS1は、次式(5)で表される。

$$VDS1(\text{今回値}) = VDS1(\text{前回値}) + VDS(\text{今回値}) \dots (5)$$

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 $\Delta T1$ 毎に繰り返す。

[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RPMに応じてブレーキ操作量VDの分割数を切り換えるものである。

[0040] 図8及び図9におけるステップS301～S305及びS308～S315は、第1の実施形態におけるステップS101～S113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S306では、エンジン回転数RPMを読み込む。

次のステップS307では、エンジン回転数RPMに応じたブレーキ操作量VDの分割数Ct2を算出する。この分割数Ct2は、エンジン回転数RPMの高速化に伴って減少させる。図10では、エンジン回転数RPMが低いVTCの位置検出タイミングt1-t2間に分割数Ct2を3にし、t2-t3間に分割数Ct2を2にした例を示している。

ブレーキ操作量VD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RPMに応じてフィルタ係数を切り換えることで実現できる。

[0041] このように、エンジン回転数RPMから決まるVTC角度検出周期に応じて、分割数Ct2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RPMが低い程、VTC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VD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Ct2はエンジン回転数RPM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RPMが低い程、VTC角度検出周期が長いため、ブレーキ操作量VDを分割できる期間を長く取れ、分割数Ct2を大きくできるからである。

[0042] 上記のようにエンジン回転数RPMに応じて、ブレーキ操作量VDの分割数を切り換えることで、エンジン回転数RPMから決まるVTC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。

[0043] 図11(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11(d)を比較すれば明らかなように、エンジン回転数RPM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。

[0044] エンジン回転数RPMに応じて、図11(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RPM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VTC角度検出周期などを利用して良い。

[0045] [第4の実施形態]

図12及び図13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14は、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。

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RPMに応じてブレーキ操作量VDの分割係数を切り換えるものである。

[0046] 図12及び図13におけるステップS401～S405及びS408～S415は、第2の実施形態におけるステップS201～S211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S406では、エンジン回転数RPMを読み込む。

次のステップS407では、エンジン回転数RPMに応じたブレーキ操作量VDの分割係数Ck2を算出する。この分割係数Ck2は、エンジン回転数RPM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VDを複数に分割し、エンジン回転数RPMに応じてフィルタ係数を切り換えることで実現できる。

[0047] このように、エンジン回転数RPMから決まるVTC角度検出周期に応じて、分割係数Ck2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。

るためである。

第1の理由は、エンジン回転数RPMが低い程、VTC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VD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  
Ck2はエンジン回転数RPM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RPMが低い程、VTC角度検出周期が長い  
ため、ブレーキ操作量VDを分割できる期間を長く取れ、分割係数Ck2  
を小さくできるからである。

[0048] 上記のようにエンジン回転数RPMに応じて、分割係数Ck2を切り換える  
ことで、エンジン回転数RPMから決まるVTC角度検出周期に応じて最  
適な分割係数に設定できる。

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RPM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VTC角度検出周期などを利用して  
も良い。

[0049] [第5の実施形態]

図15及び図16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VTC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。

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。

[0050] ステップS501～S505及びS508～S515は、第1の実施形態  
におけるステップS101～S11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S506では、温度センサ15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、及び電動VTC

本体温度等、電動VTC本体と相関が取れる温度とする。

[0051] 次のステップS507では、読み込んだ環境温度Tに応じたブレーキ操作量VDの分割数Ct2を算出する。この分割数Ct2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Ct2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VDの分割数Ct2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。

[0052] [第6の実施形態]

図17及び図18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VTC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。

[0053] ステップS601～S605及びS608～S615は、第2の実施形態におけるステップS201～S211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S606では、温度センサ15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、及び電動VTC本体温度等、電動VTC本体と相関が取れる温度とする。

[0054] 次のステップS607では、読み込んだ環境温度Tに応じたブレーキ操作量VDの分割係数Ck2を算出する。この分割係数Ck2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  $C_{k2}$  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。

[0055] [第7の実施形態]

図19及び図20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VTCのモータを駆動する電源電圧  $V_{MOT}$  に応じて分割方法を切り換えるものである。

電動VTCのモータを駆動する駆動電源電圧  $V_{MOT}$  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  $V_{MOT}$  が低い程、分割数  $C_{k2}$  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。

[0056] ステップS701～S705及びS708～S715は、第1の実施形態におけるステップS101～S111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S706では、電圧計16で測定した電動VTCの駆動電源電圧  $V_{MOT}$  を読み込む。

次のステップS707では、読み込んだ駆動電源電圧  $V_{MOT}$  に応じたブレーキ操作量  $V_D$  の分割数  $C_{t2}$  を算出する。この分割数  $C_{t2}$  は、駆動電源電圧  $V_{MOT}$  の上昇に伴って低下させる。

上記のように駆動電源電圧  $V_{MOT}$  に応じて、分割数  $C_{t2}$  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。

[0057] [第8の実施形態]

図21及び図22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VTCの駆動電源電圧  $V_{MOT}$  に応じて分割方法を切り換えるもの

である。

電動VTCの駆動電源電圧VMOTが低いとブレーキ操作量VDの飽和が発生しやすくなるため、駆動電源電圧VMOTが低い程、分割係数Ck2を小さくするようにしている。または、ブレーキ操作量VDのピーク値を抑えるようにする。

[0058] ステップS801～S805及びS808～S815は、第2の実施形態におけるステップS201～S211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S806では、電圧計16で計測した電動VTCの駆動電源電圧VMOTを読み込む。

次のステップS807では、読み込んだ駆動電源電圧VMOTに応じたブレーキ操作量VDの分割係数Ck2を算出する。この分割係数Ck2は、駆動電源電圧VMOTの上昇に伴って低下させる。

上記のように駆動電源電圧VMOTに応じて、分割係数Ck2を切り換えることで、ブレーキ操作量VDの飽和を抑制することができる。

[0059] 以上のように、電動VTC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、VTC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。従って、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。

## 符号の説明

[0060] 1…エンジン（内燃機関）、6…可変バルブタイミング機構（VTC）、9…クランク角センサ、12…カム角センサ、13…ECU（演算手段）、14…エアロフローメータ、15…温度センサ、16…電圧計、VD…ブレーキ操作量、VDS…分割ブレーキ操作量、Ct, Ct2…分割数、Ck, Ck2…分割係数

## 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において、
- 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、前記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、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、前記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、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。
- [請求項4] 前記操作量の分割の割合を、前記内燃機関の回転数に応じて切り換える、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5] 前記操作量の分割の切り換えを、前記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、請求項4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6] 前記操作量の分割は、初期に大きくし、徐々に小さくする、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7] 前記操作量の分割は、環境温度に応じて切り換える、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8] 前記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、請求項7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9] 前記操作量は、収束制御のブレーキ操作量である、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10] 前記操作量の分割は、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11] 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、請求項 10 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12] 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方法において、

バルブタイミングを制御する操作量を演算し、

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分割し、

前記分割した操作量を、次回の位置検出タイミングまでの間に出力する、内燃機関の可変バルブタイミング制御方法。

[請求項13] 前記バルブタイミングを制御する操作量を演算するステップが、以下のステップを含む請求項 12 記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御方法、

目標バルブタイミングを演算すると共に、実バルブタイミングを検出し、

前記目標バルブタイミングと前記実バルブタイミングとの偏差に応じて、前記操作量を算出する。

[請求項14] 前記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分割するステップが、以下のステップを含む請求項 12 記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御方法、

前記操作量をフィルタにより複数に分割し、

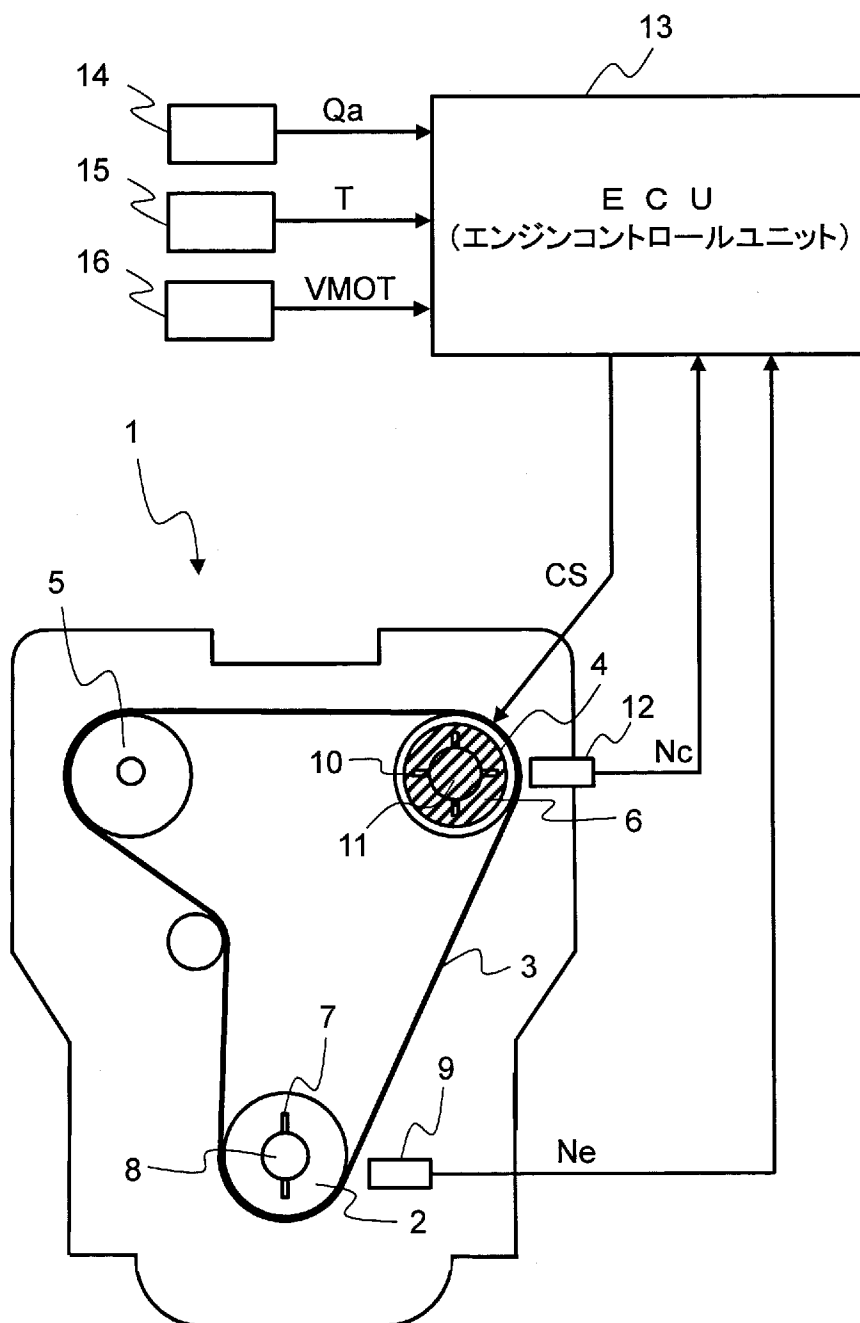
分割する割合をフィルタ係数により設定する。

[請求項15] 前記フィルタにより操作量を複数に分割するステップが、以下のステップを含む請求項 14 記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御方法、

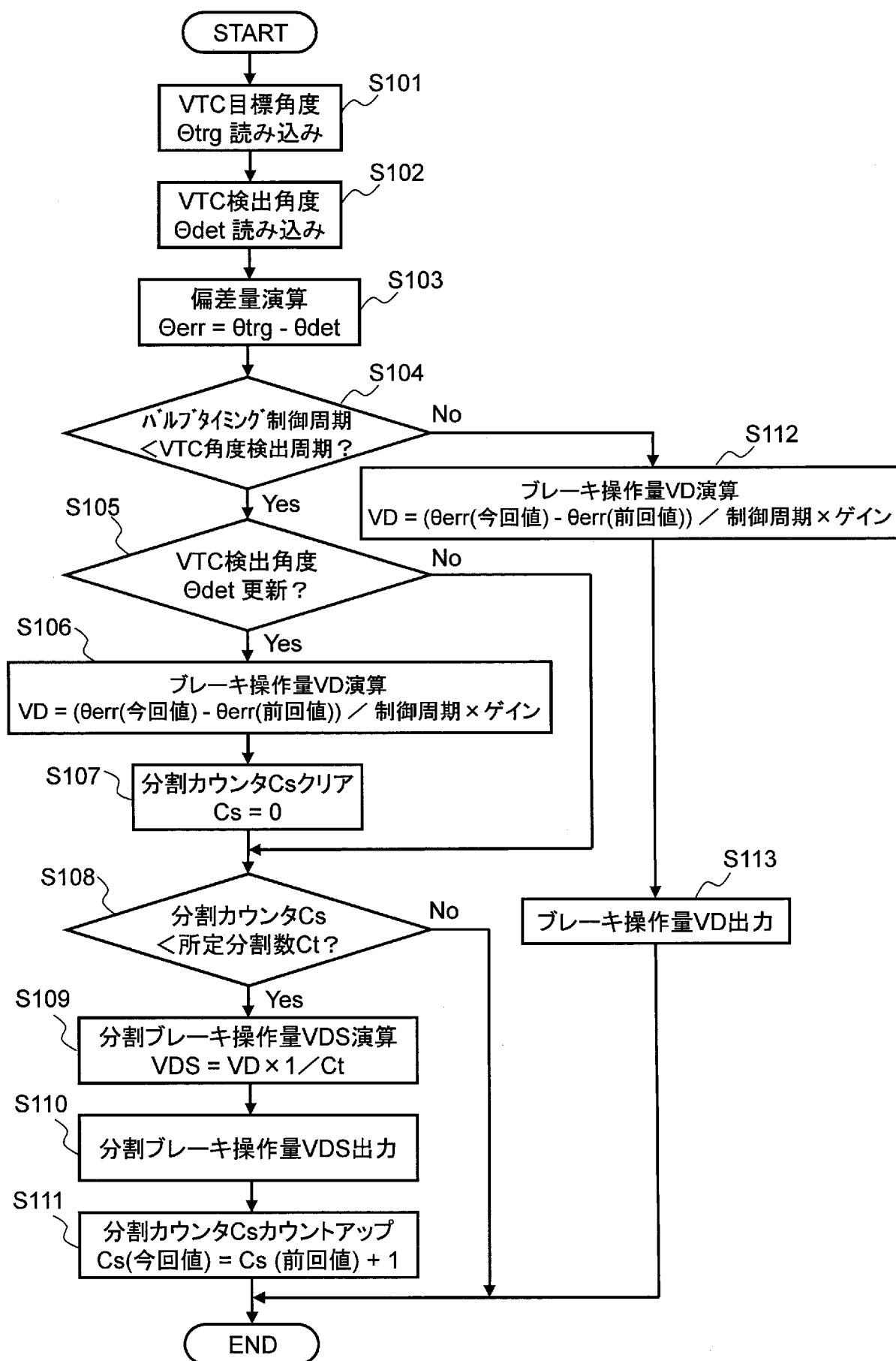
環境温度に応じて分割方法を切り換える。

- [請求項16] 前記分割する割合をフィルタ係数により設定するステップの後に、以下のステップを更に含む請求項14記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御方法、
- 前記内燃機関の回転数に応じてフィルタ係数を切り換える。

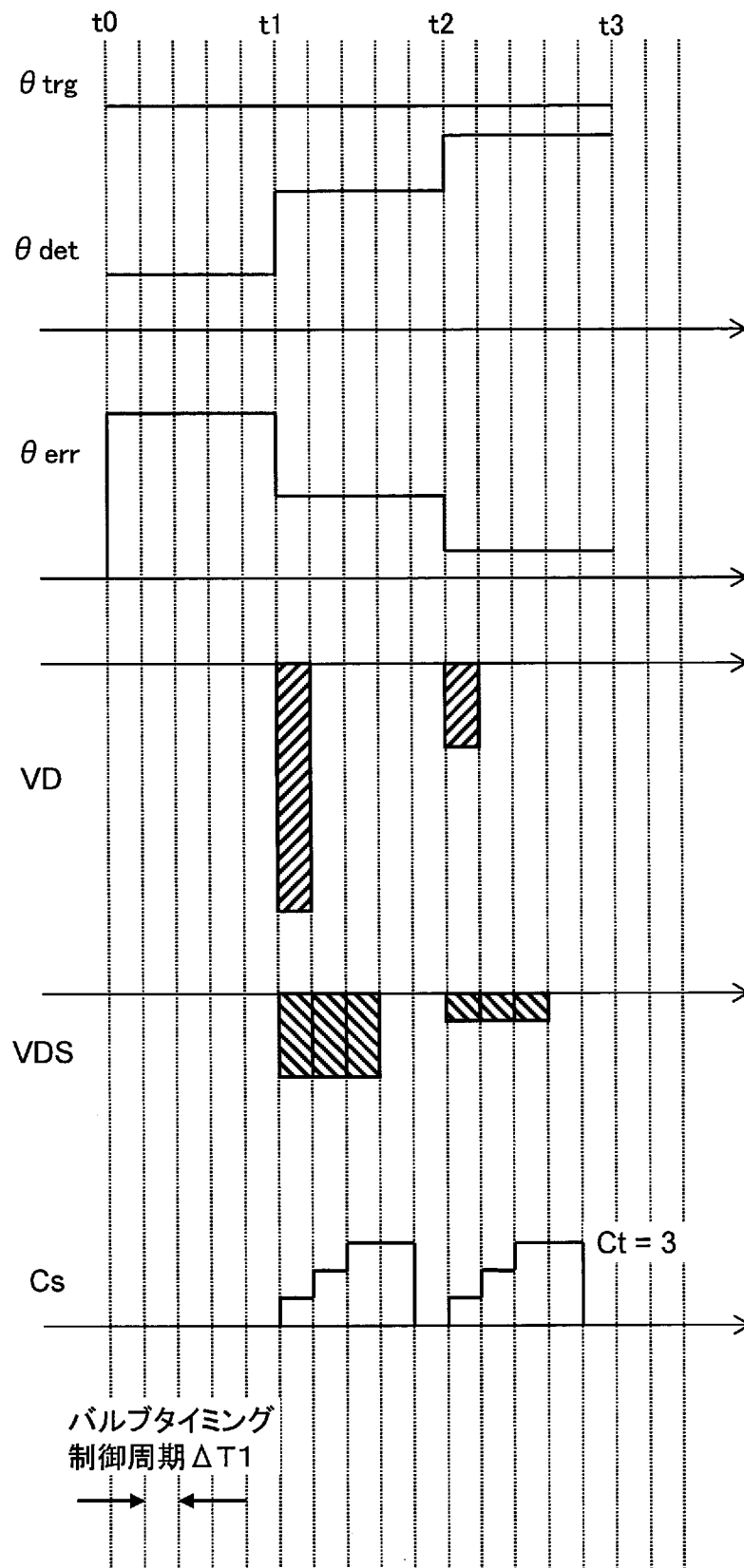
[図1]



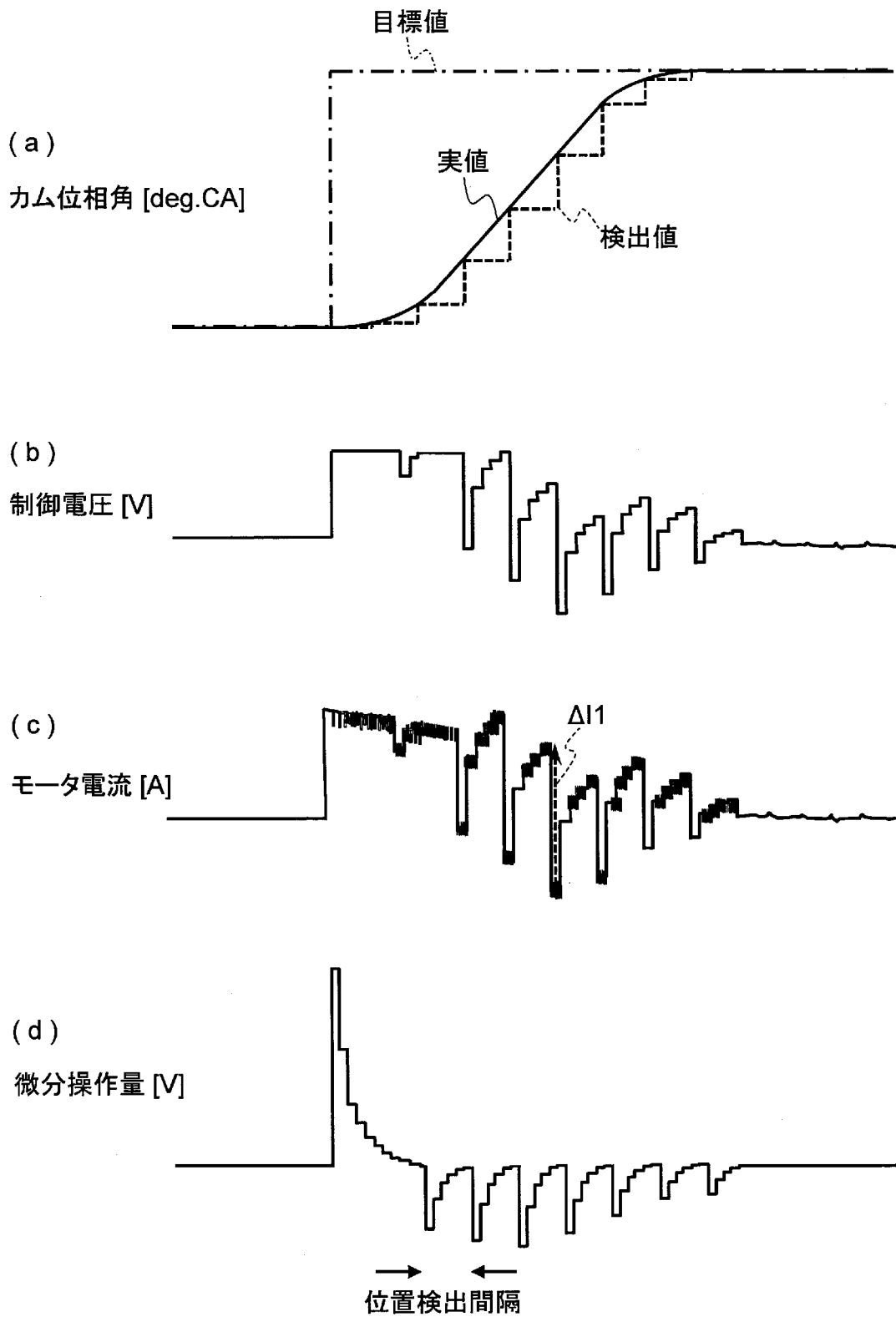
[図2]



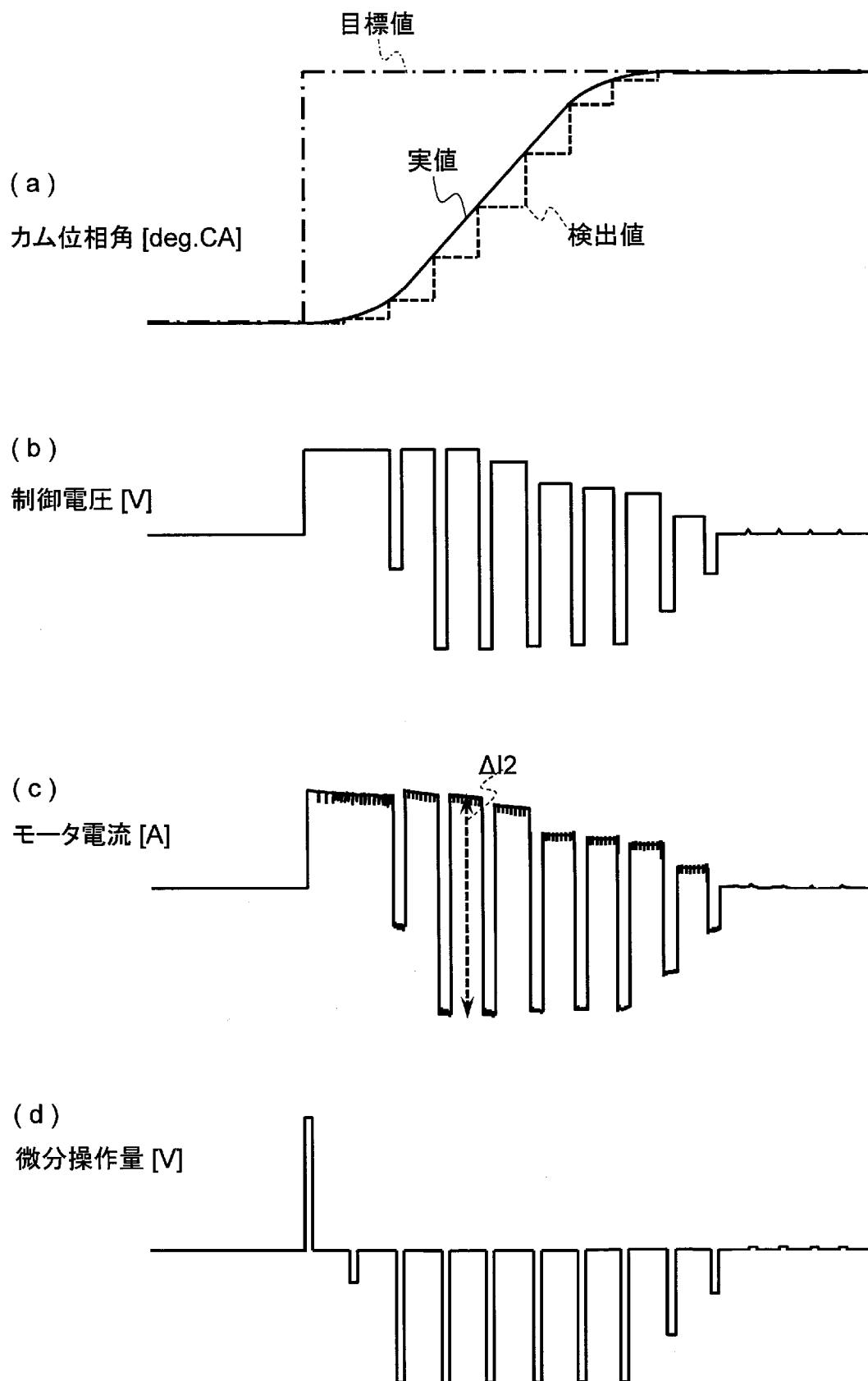
[図3]



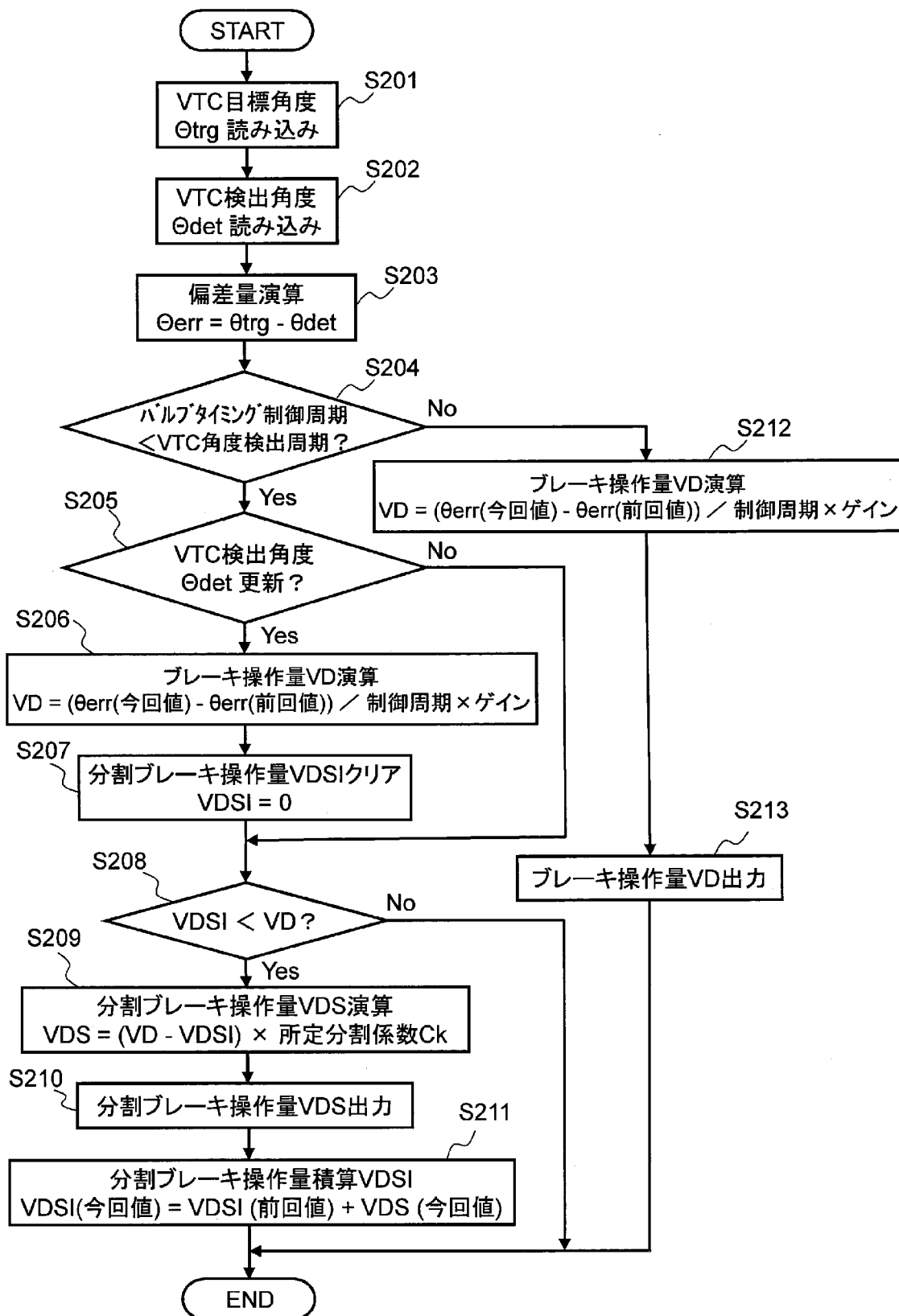
[図4]



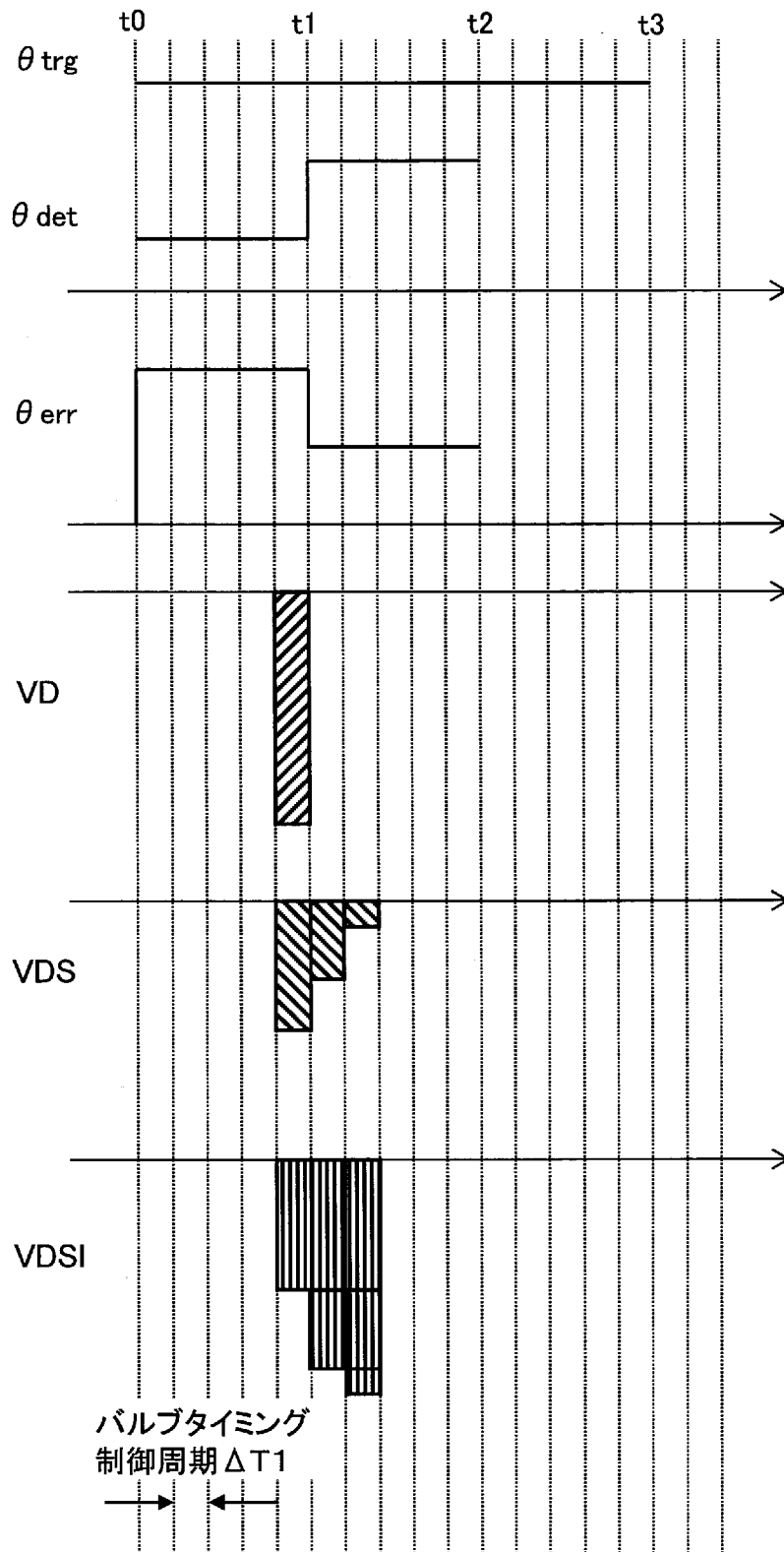
[図5]



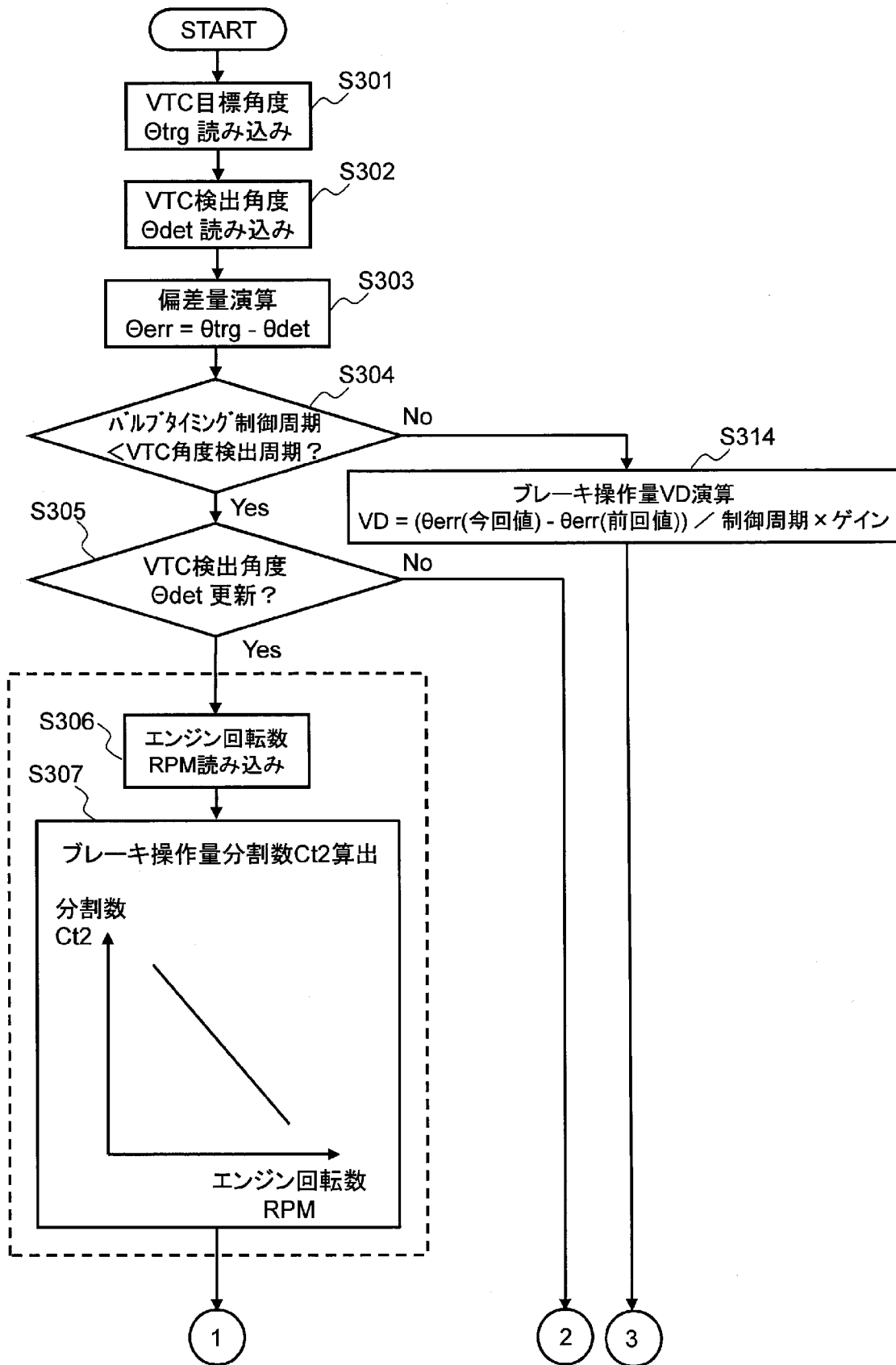
[図6]



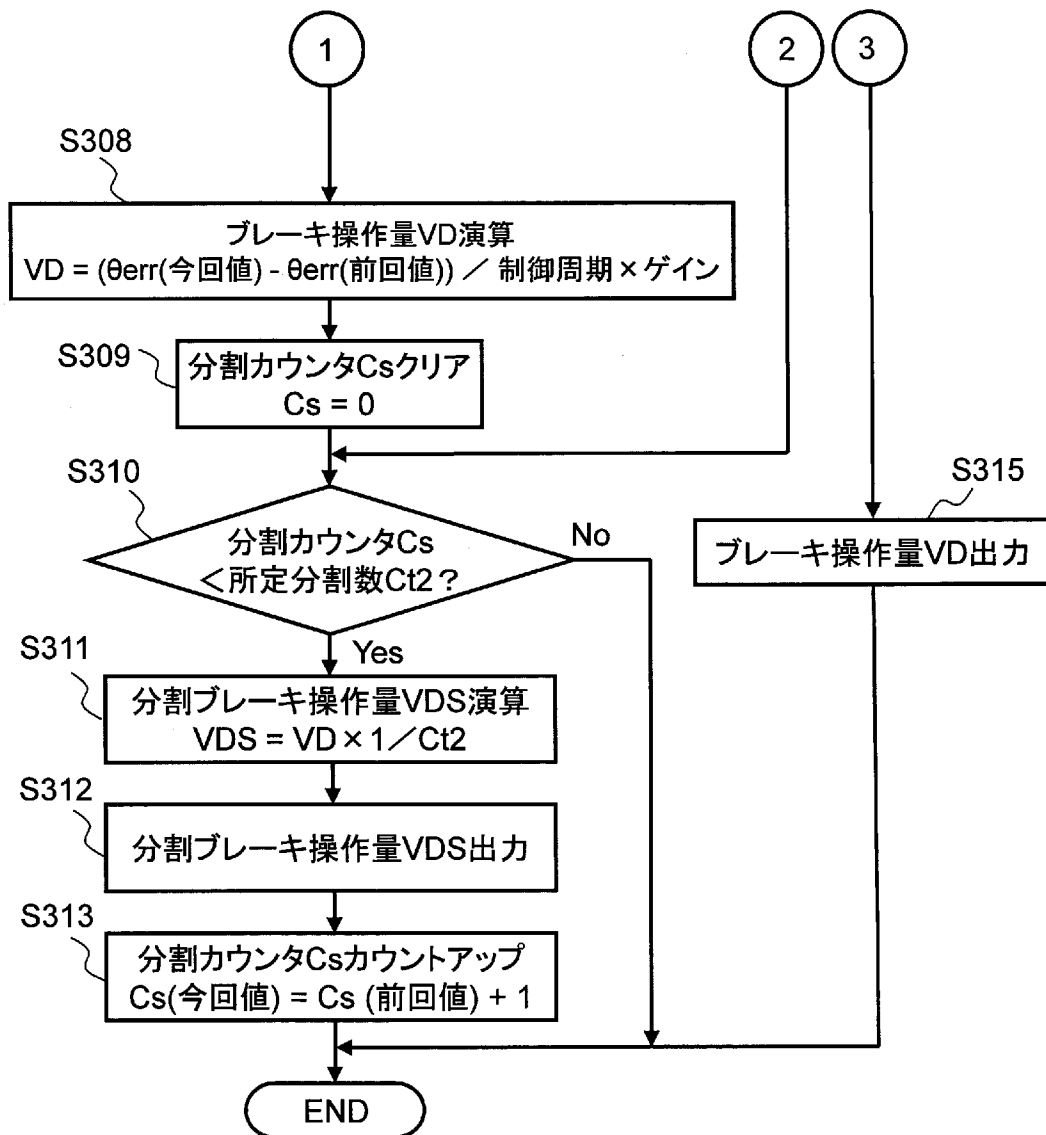
[図7]



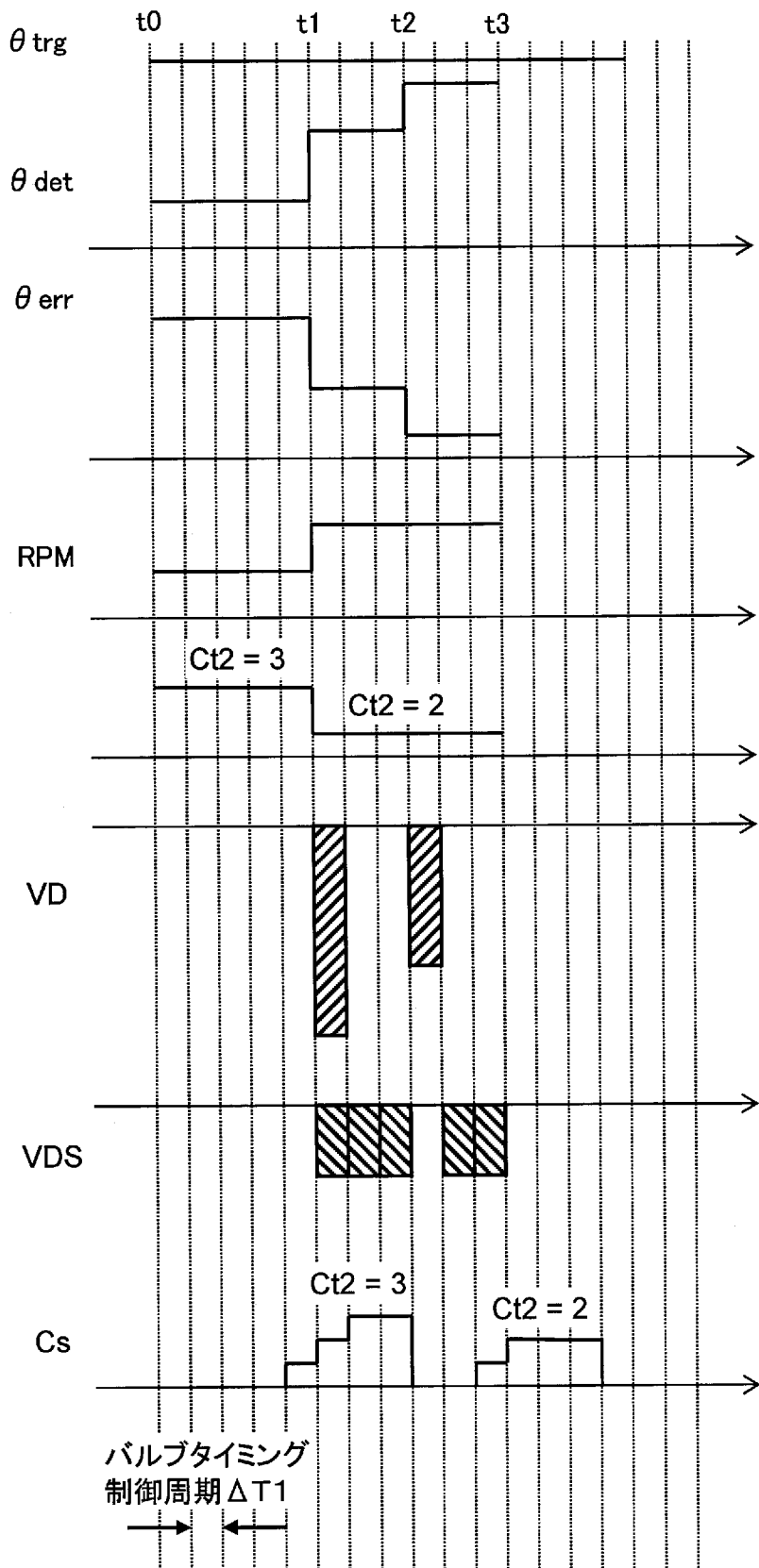
[図8]



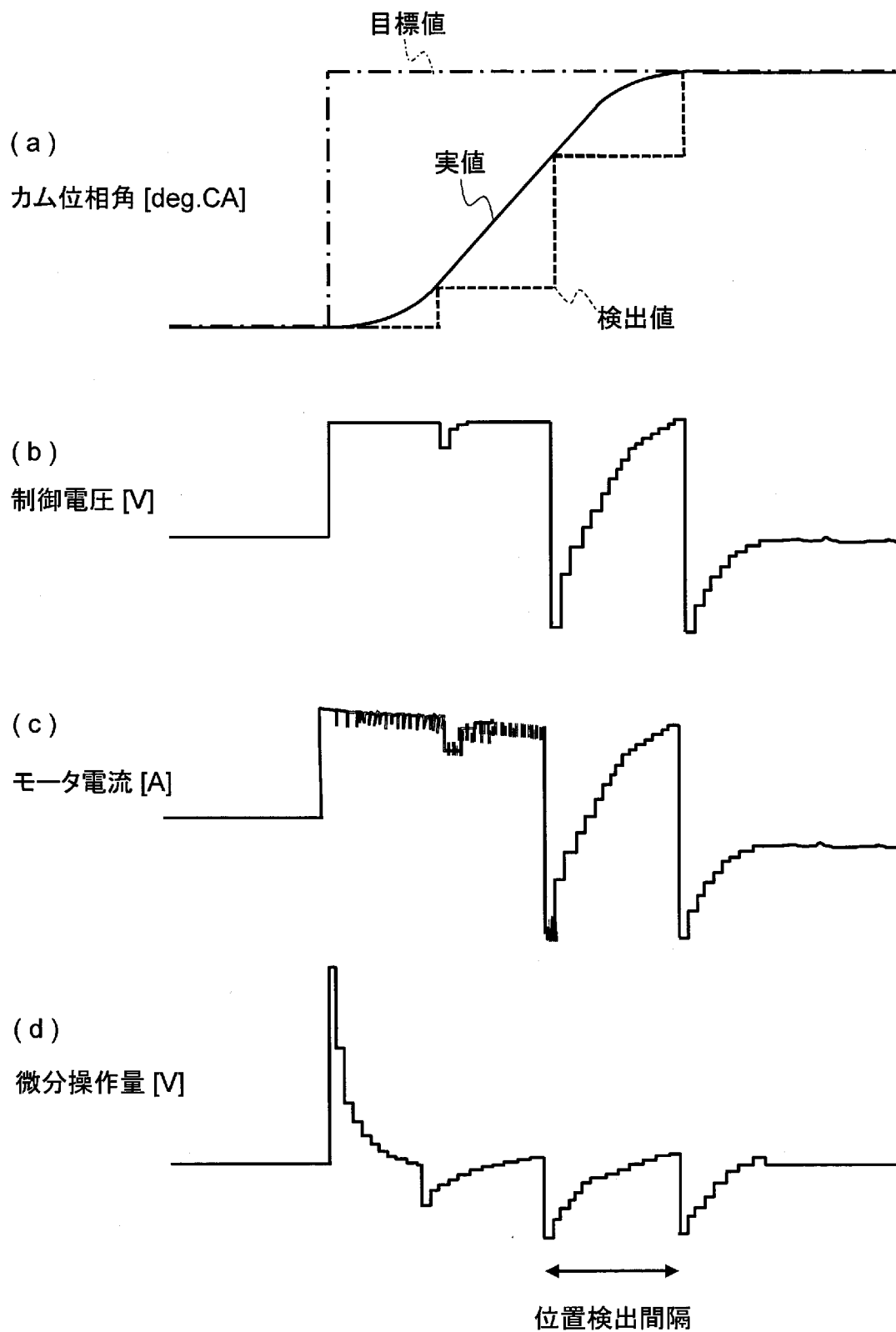
[図9]



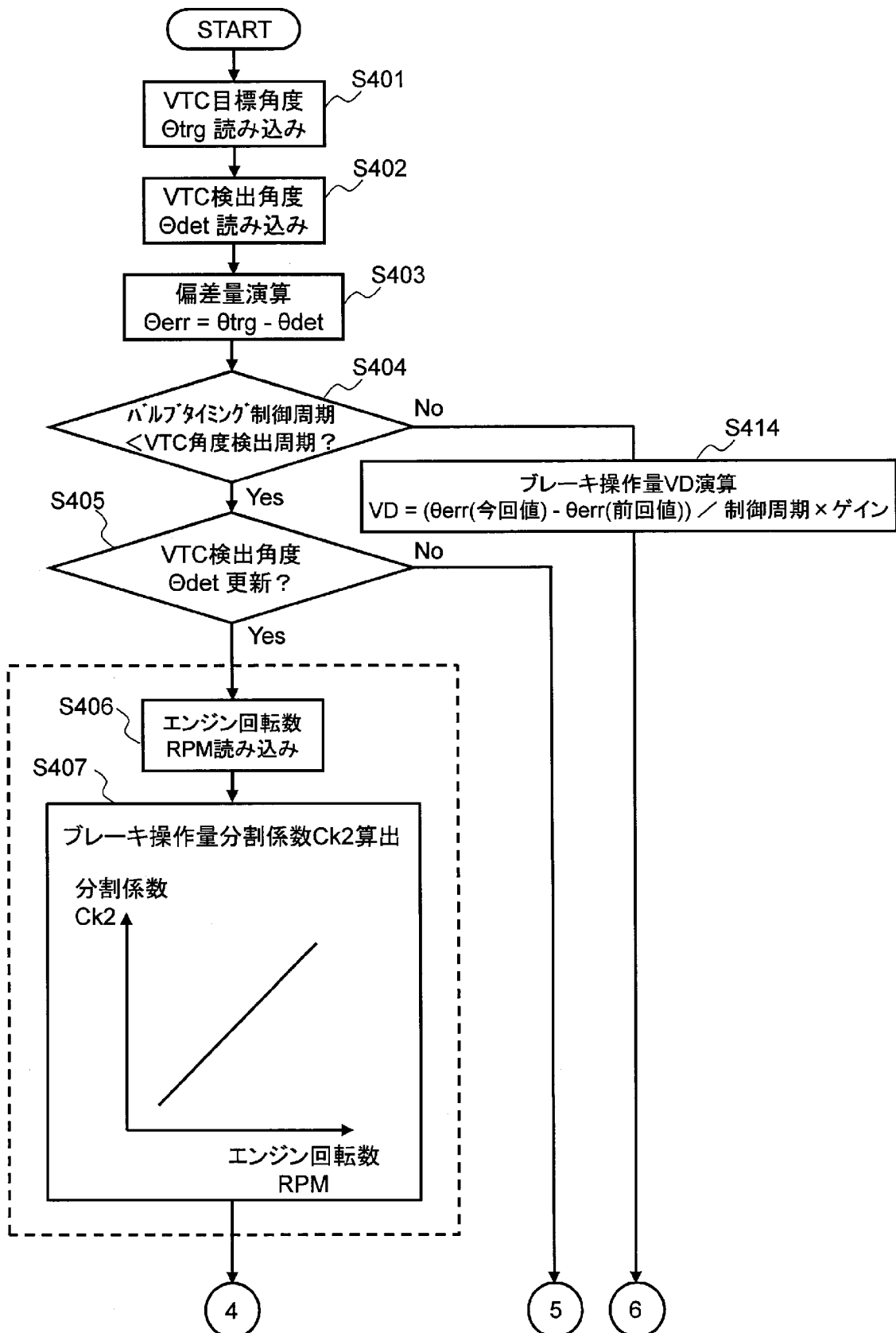
[図10]



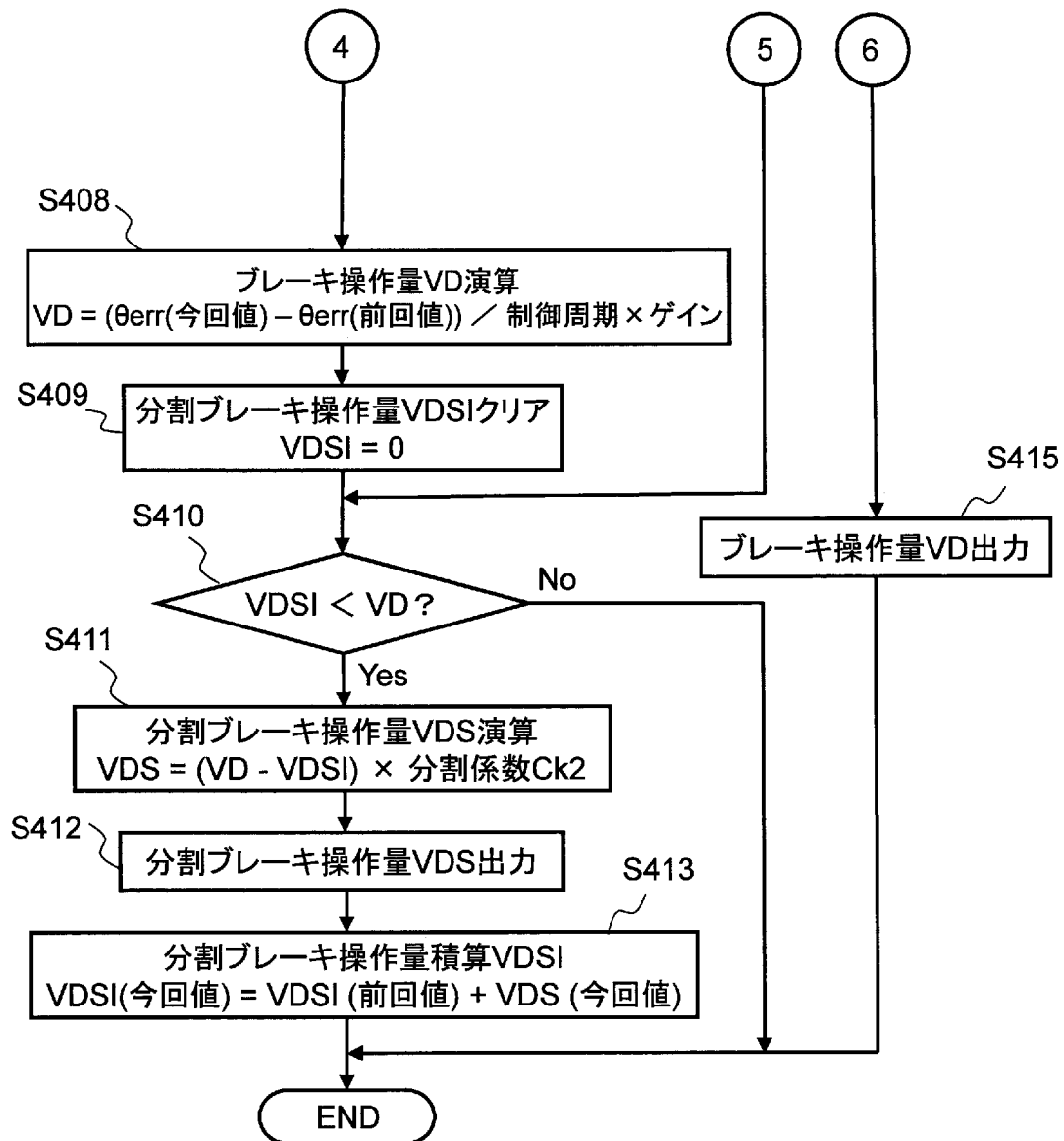
[図11]



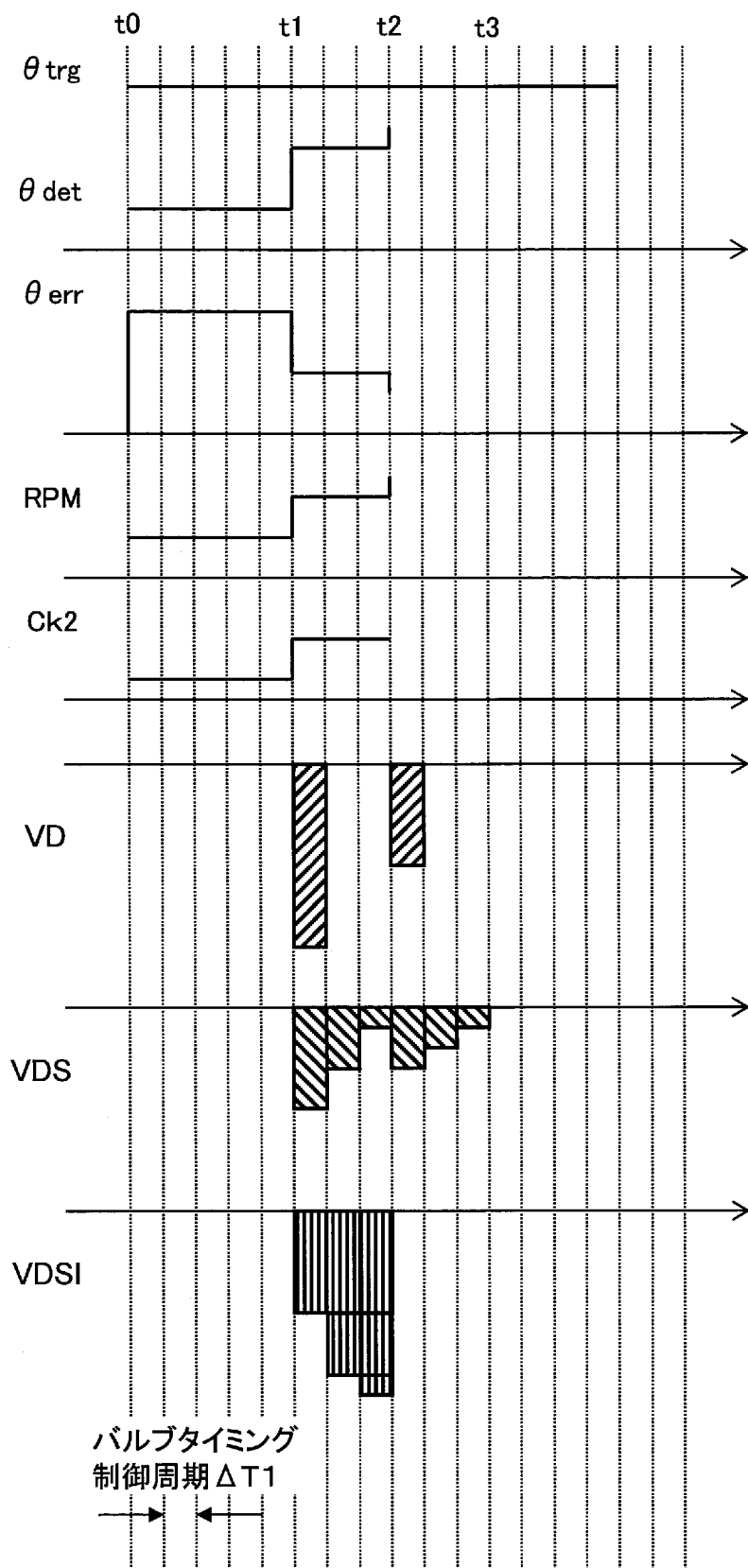
[図12]



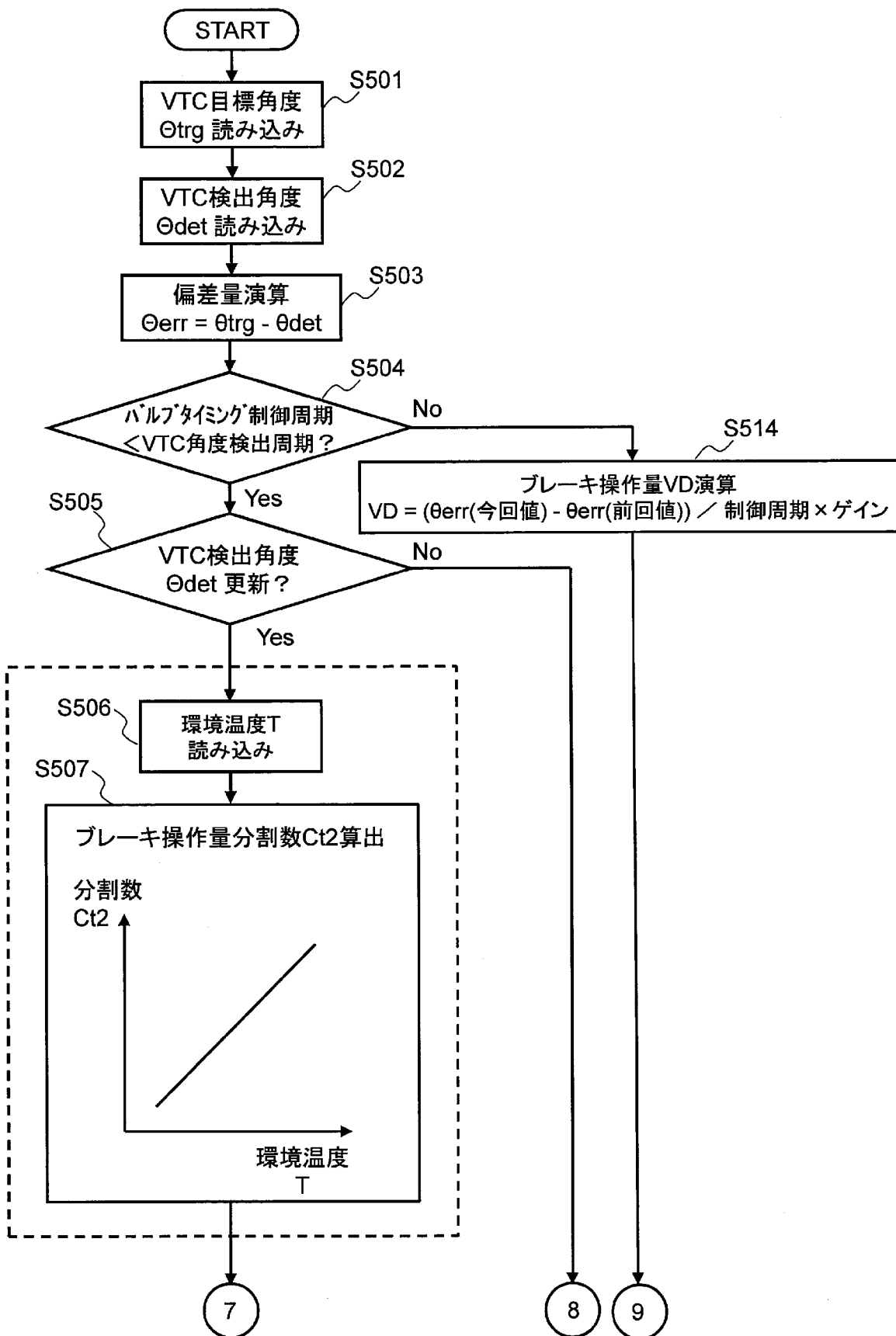
[図13]



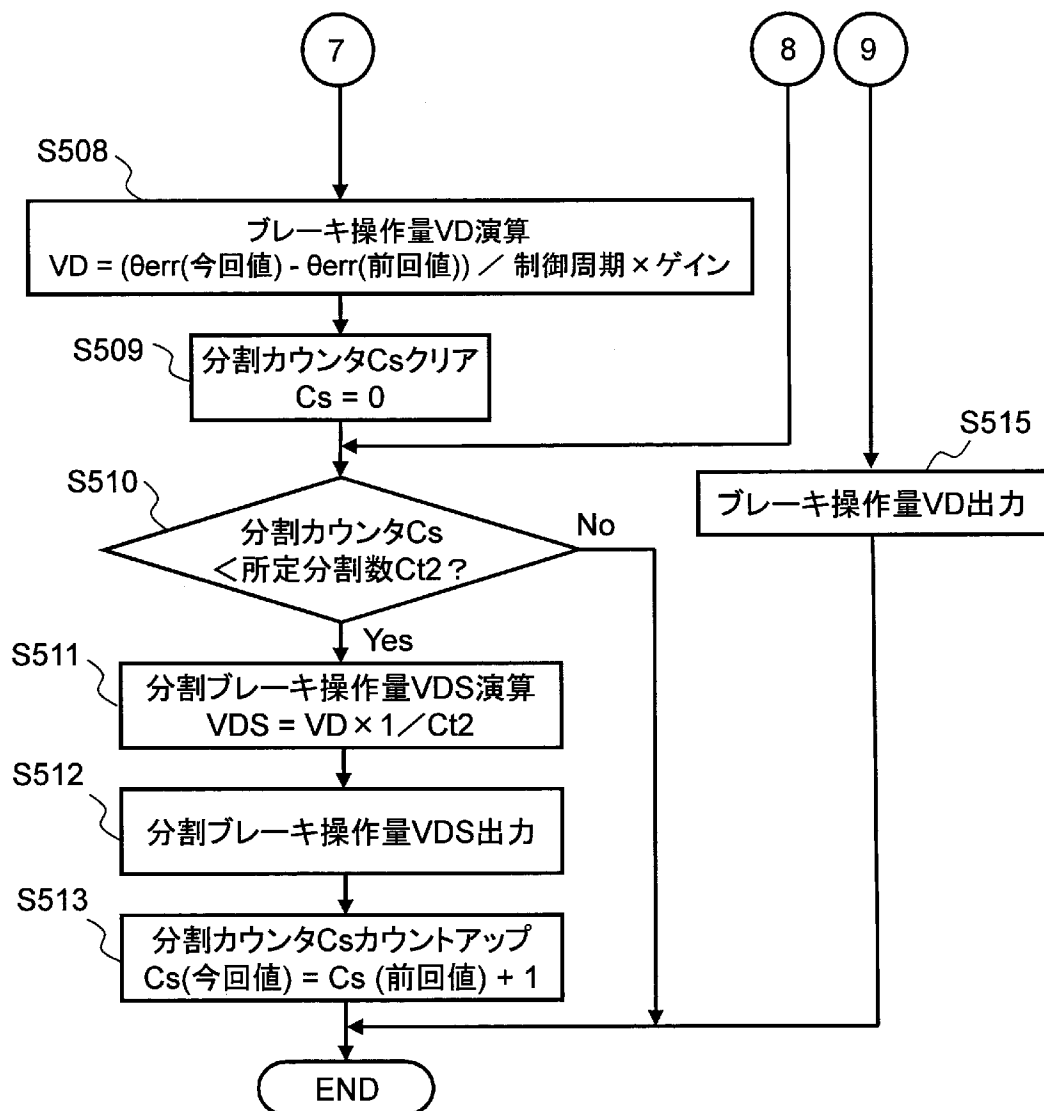
[図14]



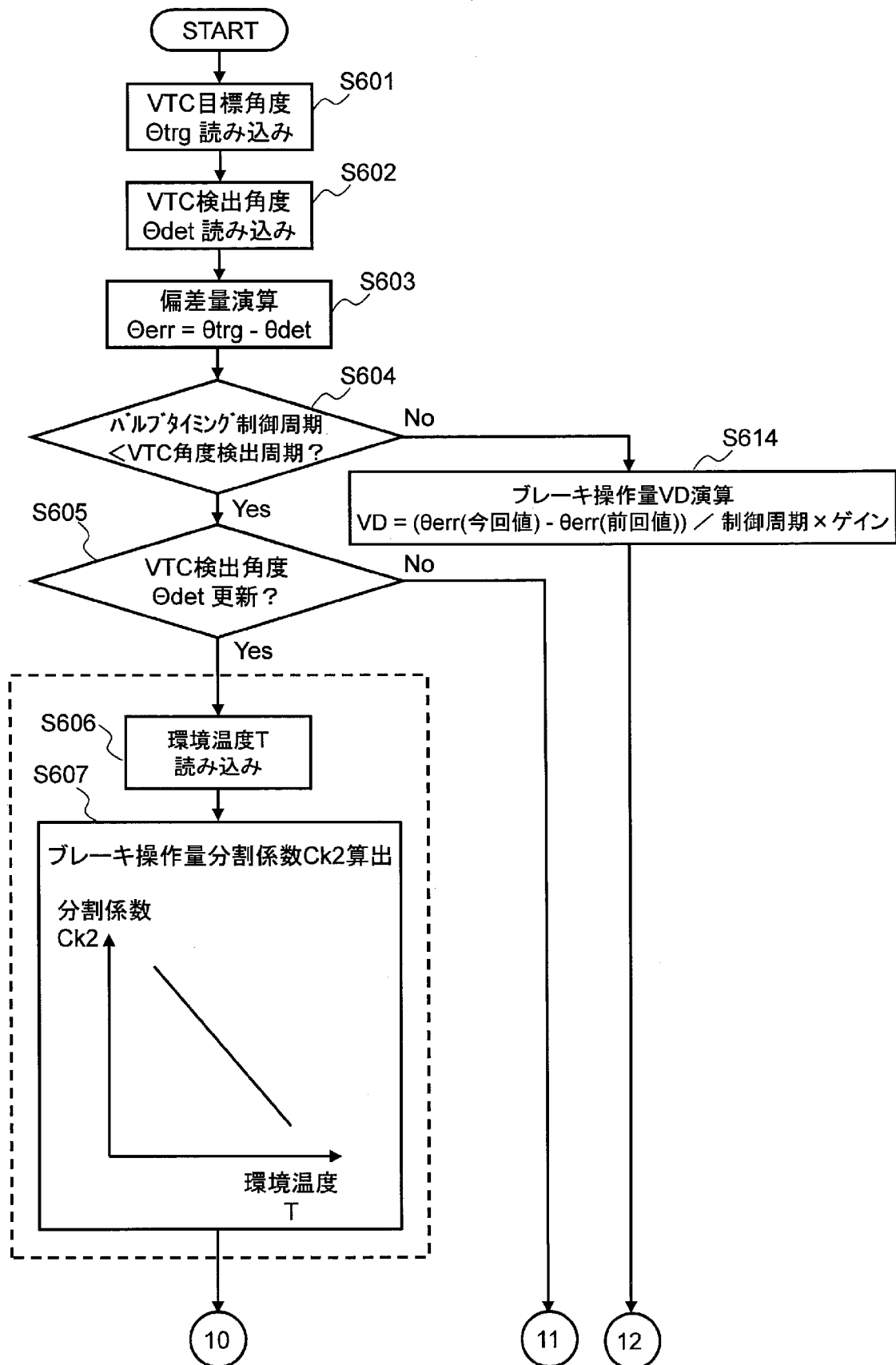
[図15]



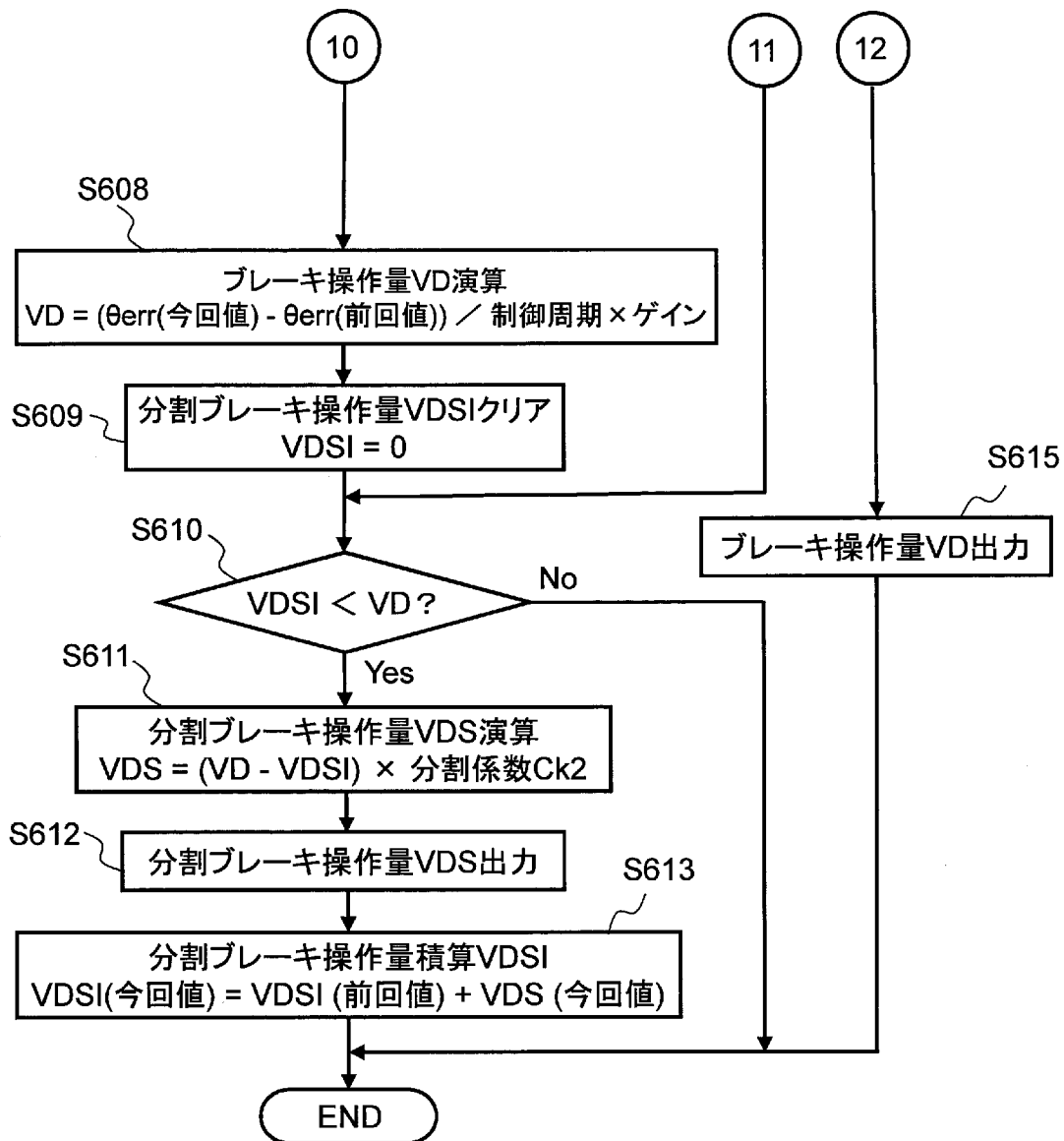
[図16]



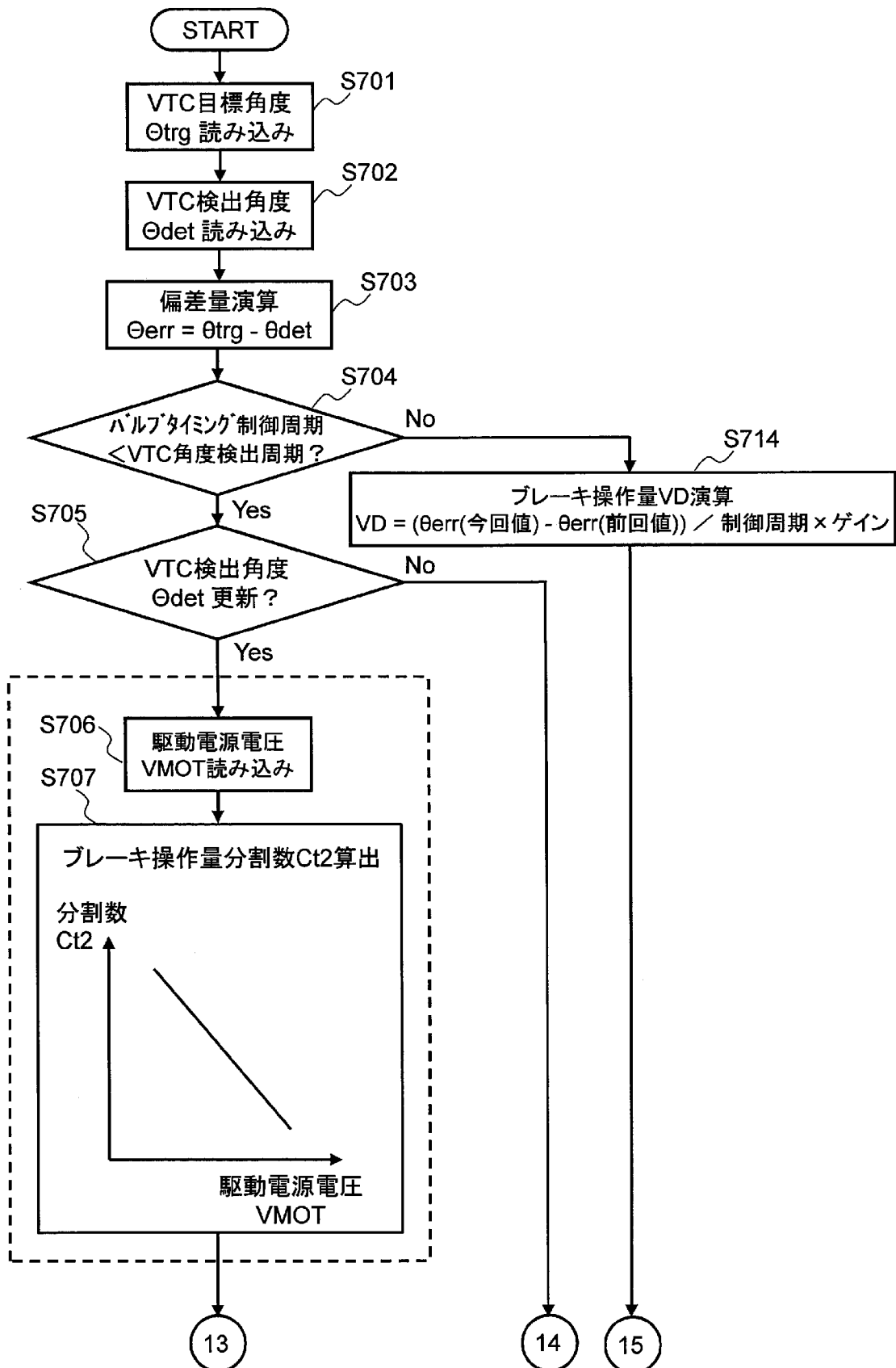
[図17]



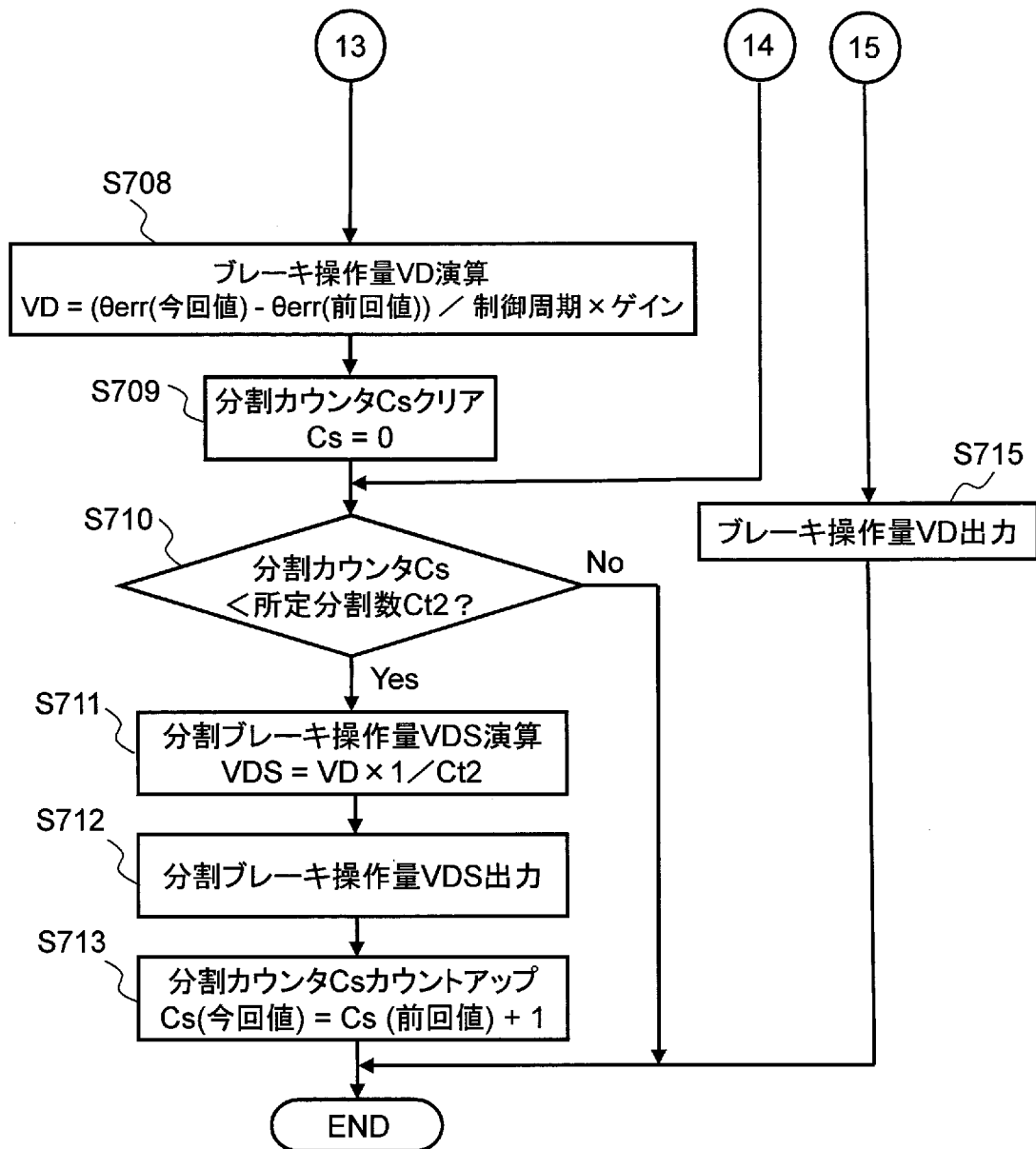
[図18]



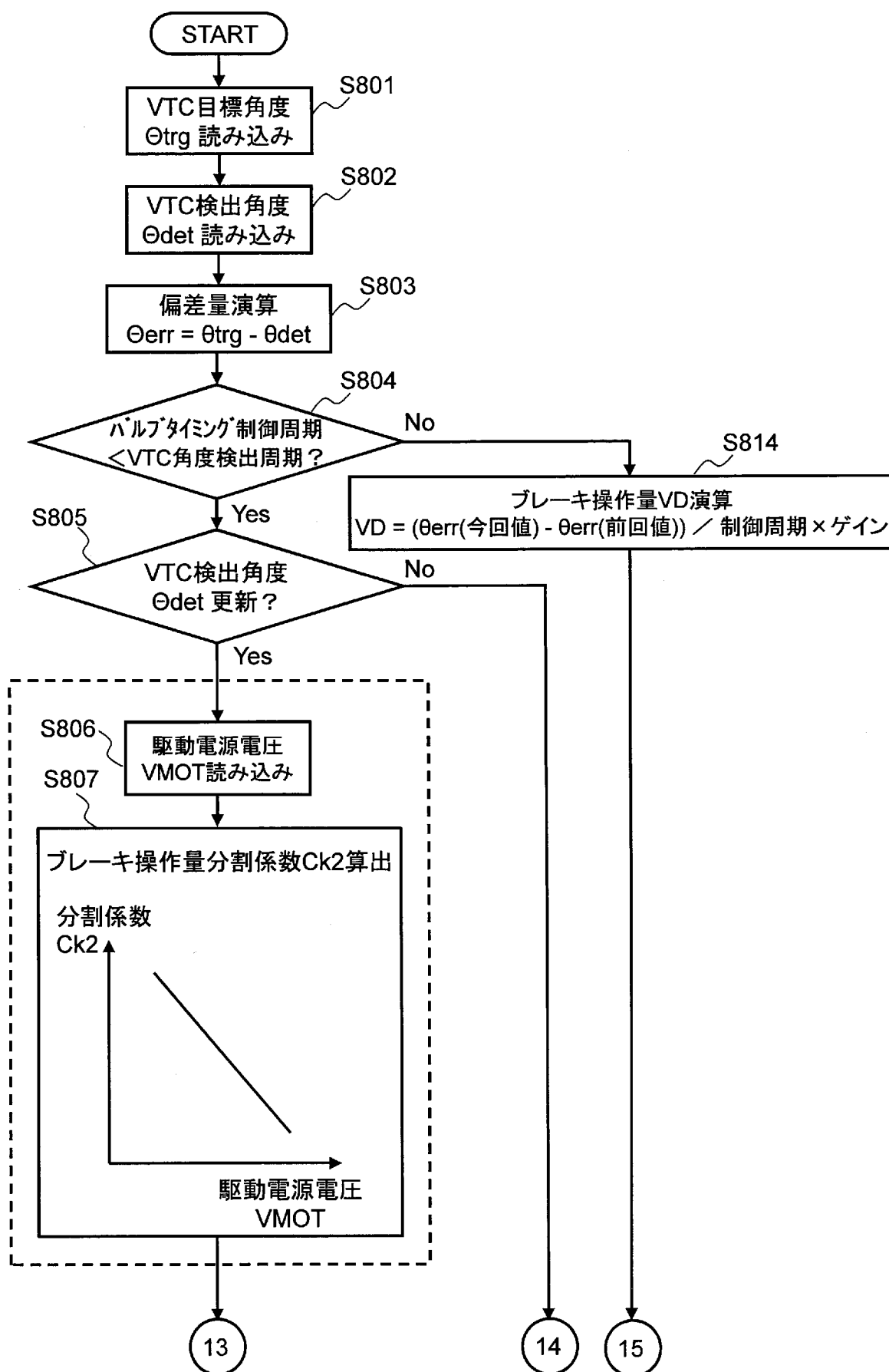
[図19]



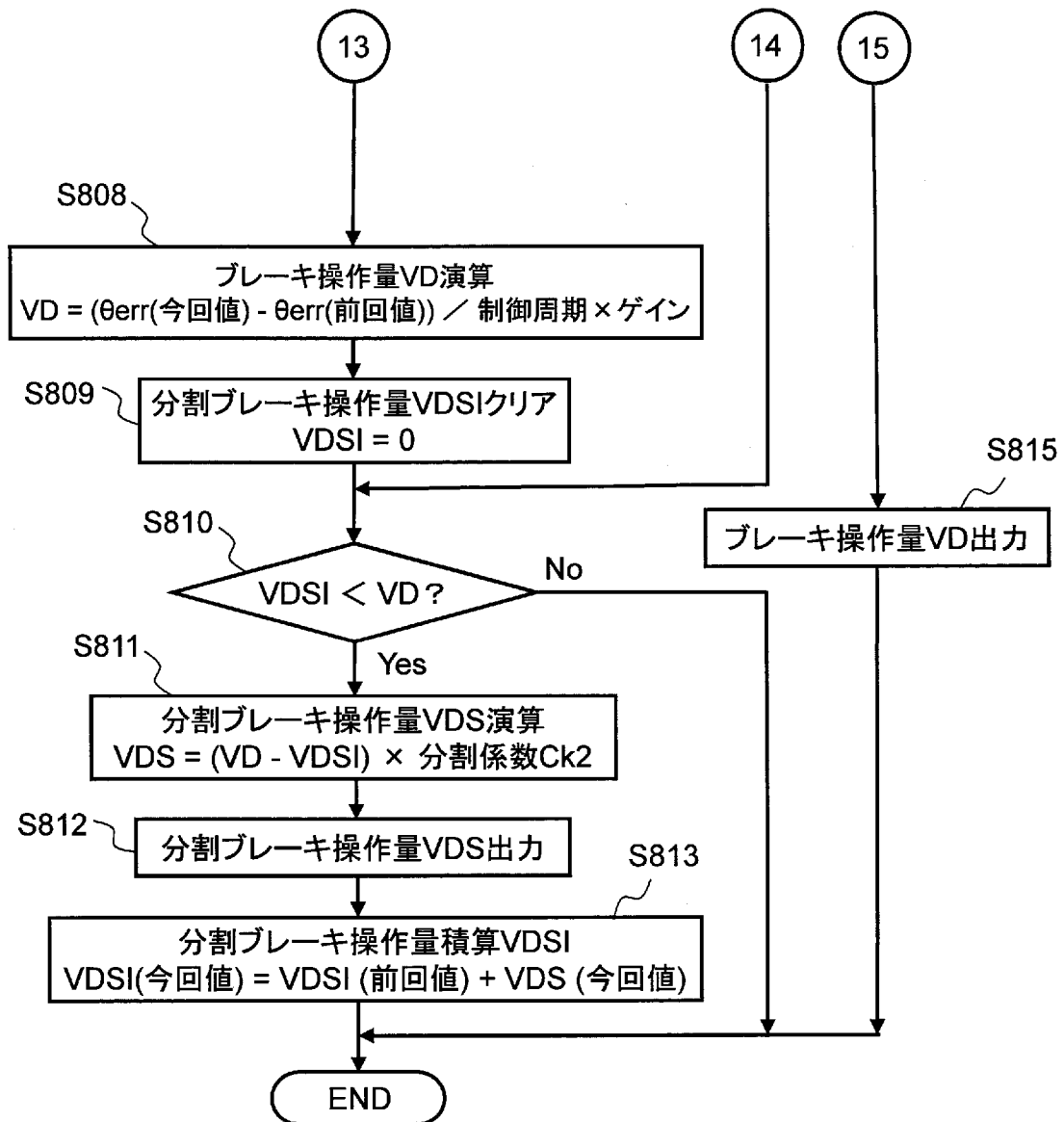
[図20]



[図21]



[図22]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/055933

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
F02D13/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02D13/02, F01L1/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.                        |
|-------------|--|--|
| X<br>Y<br>A | JP 2009-197591 A (Hitachi, Ltd.),<br>03 September 2009 (03.09.2009),<br>claims 1, 7 to 11; paragraphs [0008], [0009],<br>[0018], [0020], [0032], [0034], [0041], [0044],<br>[0045], [0047], [0049] to [0051], [0057] to<br>[0059], [0095]; fig. 7, 9, 11 to 13<br>& US 2009/0210137 A1 | 1, 6, 9, 12-14<br>2-5, 10, 16<br>7-8, 11, 15 |
| Y           | JP 10-318004 A (Unisia Jecs Corp.),<br>02 December 1998 (02.12.1998),<br>paragraph [0007]<br>(Family: none)  | 2-5, 16                                      |

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family  |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  |  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

|  |  |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search<br>21 May, 2014 (21.05.14) | Date of mailing of the international search report<br>10 June, 2014 (10.06.14) |
|--|--|

|  |                    |
|--|--------------------|
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No.  | Telephone No.      |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/055933

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y         | JP 2008-190385 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>21 August 2008 (21.08.2008),<br>paragraphs [0080], [0094]<br>& US 2008/0189022 A1 & US 7403849 B1<br>& DE 102007041940 A | 10                    |
| A         | JP 2007-162479 A (Toyota Motor Corp.),<br>28 June 2007 (28.06.2007),<br>abstract; paragraphs [0058] to [0094]<br>(Family: none)   | 1-16                  |
| A         | JP 2005-233153 A (Hitachi, Ltd.),<br>02 September 2005 (02.09.2005),<br>abstract<br>(Family: none)  | 1-16                  |
| A         | JP 2010-180766 A (Hitachi Automotive Systems,<br>Ltd.),<br>19 August 2010 (19.08.2010),<br>paragraphs [0045], [0079] to [0087]<br>(Family: none)                          | 1-16                  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. F02D13/02(2006.01)i   |   |  |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. F02D13/02, F01L1/34   |   |  |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2014年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2014年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2014年   |   |  |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  |   |  |
| C. 関連すると認められる文献  |   |  |
| 引用文献の<br>カテゴリー*  | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求項の番号   |
| X<br>Y<br>A  | JP 2009-197591 A (株式会社日立製作所) 2009.09.03, 請求項1、<br>7-11、段落【0008】、【0009】、【0018】、【0020】、<br>【0032】、【0034】、【0041】、【0044】、【0045】、<br>【0047】、【0049】 - 【0051】、【0057】 - 【0059】、<br>【0095】、図7、9、11-13 & US 2009/0210137 A1 | 1, 6, 9, 12-14<br>2-5, 10, 16<br>7-8, 11, 15   |
| Y  | JP 10-318004 A (株式会社ユニシアジェックス) 1998.12.02, 段落<br>【0007】 (ファミリーなし)   | 2-5, 16  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。  |   |  |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 |   | の日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 国際調査を完了した日<br>21.05.2014   | 国際調査報告の発送日<br>10.06.2014  |  |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>星名 真幸<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3395  | 3Z 3617  |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                |
|-----------------------|--|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2008-190385 A (三菱電機株式会社) 2008.08.21, 段落【0080】、【0094】 & US 2008/0189022 A1 & US 7403849 B1 & DE 102007041940 A | 10             |
| A                     | JP 2007-162479 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.06.28, 要約、段落【0058】 - 【0094】 (ファミリーなし)   | 1-16           |
| A                     | JP 2005-233153 A (株式会社日立製作所) 2005.09.02, 要約 (ファミリーなし)  | 1-16           |
| A                     | JP 2010-180766 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2010.08.19, 段落【0045】、【0079】 - 【0087】 (ファミリーなし)                             | 1-16           |