

(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2019-138205

(P2019-138205A)

(43) 公開日 令和1年8月22日(2019.8.22)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>FO2D 17/02 (2006.01)</b>	FO2D 17/02 H	3G092
<b>FO2D 13/06 (2006.01)</b>	FO2D 13/06 D	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-22029 (P2018-22029)  
 (22) 出願日 平成30年2月9日 (2018.2.9)

(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 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (72) 発明者 中野 智洋  
 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) 3G092 AA01 CA03 CB02 DA11 EA11  
 ECO2 FA03 HA01Z HA05X HA06X  
 HE01Z HE03Z HE06Z HF08Z HF21Z

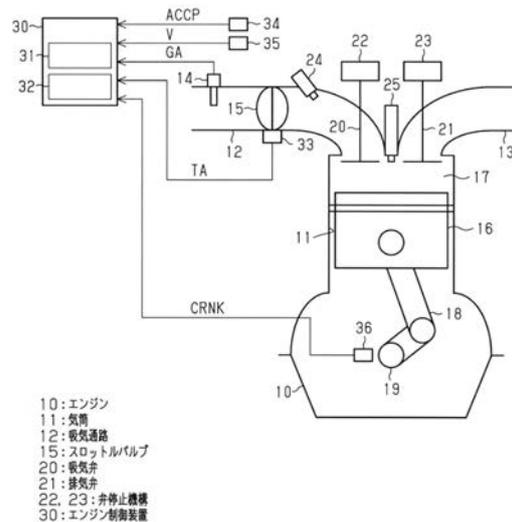
(54) 【発明の名称】 エンジン制御装置

(57) 【要約】

【課題】 燃焼気筒比率の可変制御に伴うエンジンの回転変動の増大を抑制できるエンジン制御装置を提供する。

【解決手段】 エンジン制御装置 30 は、N個の気筒で続けて燃焼を行った後に1個の気筒で燃焼を休止するパターンを繰り返して間欠燃焼運転を行うとともに、Nの値を変化するように燃焼気筒比率の可変制御を行うとともに、上記間欠燃焼運転において燃焼を休止している気筒 11 の吸気弁 20 の開閉動作を停止するように弁停止機構 22 を制御する。また、エンジン制御装置 30 は、燃焼気筒比率の増減に応じて開度を減増するようにスロットルバルブ 15 の開度を調整し、その開度の調整を、燃焼気筒比率の値が増加する場合には、燃焼気筒比率の値が減少する場合よりも早い時期に開始する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の気筒と、前記複数の気筒に流入する吸気流れる吸気通路と、前記吸気通路に設けられたスロットルバルブと、前記複数の気筒のそれぞれに設けられた吸気弁と、前記吸気弁の開閉動作を気筒別に停止可能な弁停止機構と、を有したエンジンに適用され、

N、Mをそれぞれ1以上の整数としたとき、N個の気筒で続けて燃焼を行った後にM個の気筒で続けて燃焼を休止するパターンで気筒休止を繰り返すことで燃焼気筒比率を $N / (N + M)$ とした間欠燃焼運転を行うとともに、N、Mの少なくとも一方の値が変化するように前記燃焼気筒比率の可変制御を行う燃焼気筒比率制御部と、

前記間欠燃焼運転において燃焼を休止している気筒の吸気弁の開閉動作を停止するように前記弁停止機構を制御する弁停止制御部と、

前記燃焼気筒比率制御部による前記燃焼気筒比率の変更に際して、同変更により前記燃焼気筒比率の値が増加する場合には開度が小さくなり、同変更により前記燃焼気筒比率の値が減少する場合には開度が大きくなるように、前記スロットルバルブの開度であるスロットル開度を調整するスロットル制御部と、

を備えており、

且つ前記スロットル制御部は、前記燃焼気筒比率の変更に応じた前記スロットル開度の調整を、同変更により前記燃焼気筒比率の値が増加する場合には、同変更により前記燃焼気筒比率の値が減少する場合よりも早い時期に開始する

エンジン制御装置。

## 【請求項 2】

前記スロットル制御部は、前記燃焼気筒比率に応じてエンジン負荷率の要求値である要求負荷率を演算するとともに、同要求負荷率に応じて前記スロットル開度を制御しており、且つ前記燃焼気筒比率制御部による前記燃焼気筒比率の変更に際して、前記要求負荷率の演算に用いる前記燃焼気筒比率の値を、変更前の値から変更後の値に切り替える時期を同変更により前記燃焼気筒比率の値が増加する場合には、同変更により前記燃焼気筒比率の値が減少する場合よりも早い時期とする

請求項 1 に記載のエンジン制御装置。

## 【請求項 3】

前記スロットル制御部は、前記燃焼気筒比率の変更に応じた前記スロットル開度の調整時にはそれ以外のときよりも、前記スロットル開度のフィードバック制御におけるフィードバックゲインを高くする

請求項 1 又は 2 に記載のエンジン制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃焼気筒比率の可変制御を行うエンジン制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、間欠的な気筒休止による間欠燃焼運転を行うとともに、その間欠燃焼運転中の気筒休止の頻度を変更することでエンジンの燃焼気筒比率 $[ = \text{燃焼気筒数} / (\text{燃焼気筒数} + \text{休止気筒数}) ]$ の可変制御を行う技術が記載されている。また、同文献 1 には、休止気筒を特定の気筒に固定せず、動的に変化させることで様々な燃焼気筒比率を実現可能であることが示されている。

## 【0003】

一方、特許文献 2 には、減筒運転時に、燃焼を休止する気筒の吸 / 排気弁の開閉動作を停止することが記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

10

20

30

40

50

【0004】

【特許文献1】米国特許第9200575号明細書

【特許文献2】特開2005-105869号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

燃焼の休止と同燃焼の再開とが繰り返される間欠燃焼運転中は、エンジンの回転変動が大きくなる。また、燃焼気筒比率の変更により気筒休止の頻度が変わると、エンジン出力が変化して、大きな回転変動が発生することがある。そのため、燃焼気筒比率の可変制御の実行中はエンジンの回転変動が大きくなり、ドライバビリティが悪化する虞がある。

10

【0006】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、燃焼気筒比率の可変制御によるエンジンの回転変動の増大を効果的に抑制できるエンジン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】

上記課題を解決するエンジン制御装置は、複数の気筒と、それら複数の気筒に流入する吸気流れる吸気通路と、吸気通路に設けられたスロットルバルブと、複数の気筒のそれぞれに設けられた吸気弁と、吸気弁の開閉動作を気筒別に停止可能な弁停止機構と、を有したエンジンに適用される。ここで、N、Mをそれぞれ1以上の整数とする。上記エンジン制御装置は、N個の気筒で続けて燃焼を行った後にM個の気筒で続けて燃焼を休止するパターンで気筒休止を繰り返すことで燃焼気筒比率を $N / (N + M)$ とした間欠燃焼運転を行うとともに、N、Mの少なくとも一方の値が変化するように燃焼気筒比率の可変制御を行う燃焼気筒比率制御部と、間欠燃焼運転において燃焼を休止している気筒の吸気弁の開閉動作を停止するように弁停止機構を制御する弁停止制御部と、燃焼気筒比率制御部による燃焼気筒比率の変更の際して、同変更により燃焼気筒比率の値が増加する場合には開度が縮小し、同変更により燃焼気筒比率の値が減少する場合には開度が増大するように、スロットルバルブの開度であるスロットル開度を調整するスロットル制御部と、を備えている。

20

【0008】

各気筒の燃焼により発生するトルクが一定であるとする、間欠燃焼運転中のエンジン出力は、気筒休止の頻度が低いほど大きくなり、同頻度が高いほど小さくなる。そのため、不均一な頻度で気筒休止が行われると、エンジンの回転変動は大きくなる。これに対して上記エンジン制御装置では、一定の燃焼気筒比率で間欠燃焼運転を行っている間は、一定の頻度で気筒休止が行われるため、その間の回転変動を抑えることができる。

30

【0009】

また、個々の燃焼気筒が発生するトルク、及びエンジン回転数が一定であるとした場合のエンジン出力は、燃焼気筒比率が小さいほど小さくなり、燃焼気筒比率が大きいほど大きくなる。これに対して上記エンジン制御装置では、燃焼気筒比率を減少する場合には、スロットル開度を増大して個々の燃焼気筒の発生トルクを増加させている。また、燃焼気筒比率を増加する場合には、スロットル開度を小さくして個々の燃焼気筒の発生トルクを減少させている。そのため、燃焼気筒比率の変更時のエンジンの回転変動も抑えられる。

40

【0010】

個々の燃焼気筒が発生するトルクは、吸気行程に気筒内に吸入される空気量（シリンダ流入空気量）が多いほど大きくなる。また、シリンダ流入空気量は、エンジン回転数が一定の場合、吸気通路におけるスロットルバルブよりも下流側の部分の吸気の圧力（以下、インマニ圧と記載する）が高いほど多くなり、同インマニ圧が低いほど少なくなる。各気筒の吸気弁が閉じられた状態では、吸気通路におけるスロットルバルブよりも下流側の部分は閉塞した空間となる。そのため、吸気弁の開閉動作の停止中は、インマニ圧を上げることはできても、下げることはできなくなる。上記エンジン制御装置では、燃焼を休止し

50

ている気筒の吸気弁の開閉動作を停止しており、インマニ圧を下げるできない期間が存在する。そのため、燃焼気筒比率を増加する場合のスロットル開度の減少による個々の燃焼気筒の発生トルクの低下には、燃焼気筒比率を減少する場合のスロットル開度の増大による個々の燃焼気筒の発生トルクの減少よりも長い時間が必要となる。

【0011】

そこで、上記エンジン制御装置におけるスロットル制御部は、燃焼気筒比率の変更に応じたスロットル開度の調整を、同変更により燃焼気筒比率の値が増加する場合には、同変更により燃焼気筒比率の値が減少する場合よりも早い時期に開始している。そのため、燃焼気筒比率の変更に応じた個々の燃焼気筒の発生トルクの調整を的確に行うことが可能となる。

10

【0012】

このように上記エンジン制御装置によれば、燃焼気筒比率の可変制御によるエンジンの回転変動の増大を効果的に抑制できる。

上述のように、個々の燃焼気筒が発生するトルクは、シリンダ流入空気量により決まる。エンジン制御では、シリンダ流入空気量の指標値としてエンジン負荷率を用いることがある。エンジン負荷率は、現在のエンジン回転数においてスロットルバルブを全開としたときのシリンダ流入空気量に対する現在のシリンダ流入空気量の比率を表している。一方、エンジン出力はトルクと回転数との積に比例するため、エンジン回転数が一定の場合、個々の燃焼気筒が発生するトルクを燃焼気筒比率に反比例する値とすれば、燃焼気筒比率が変わっても、エンジン出力は一定に保たれる。そのため、スロットル制御部が、燃焼気筒比率に応じてエンジン負荷率の要求値である要求負荷率を演算し、同要求負荷率に応じてスロットル開度を制御することで、燃焼気筒比率の変更に伴うエンジン出力の変化を抑えるようスロットル開度を制御することが可能となる。

20

【0013】

こうした場合、燃焼気筒比率制御部による燃焼気筒比率の変更に際して、要求負荷率の演算に用いる燃焼気筒比率の値を、変更前の値から変更後の値に切り替える時期を早めるほど、スロットル開度の調整が開始される時期が早くなる。よって、要求負荷率の演算に用いる燃焼気筒比率の値を、変更前の値から変更後の値に切り替える時期を、同変更により前記燃焼気筒比率の値が増加する場合には、同変更により燃焼気筒比率の値が減少する場合よりも早い時期とするとよい。

30

【0014】

なお、上記のようなスロットル開度の調整で、燃焼気筒比率の変更時の回転変動を的確に抑えるには、高応答のスロットル開度制御が必要となる。これに対して、エンジンのトルク調整のための通常のスロットル開度制御の応答性を高めると、過応答によるハンチングやシリンダ流入空気量の急変によるトルク変動が発生する虞がある。これに対しては、上記エンジン制御装置におけるスロットル制御部が、燃焼気筒比率の変更に応じたスロットル開度の調整時にはそれ以外のときよりも、スロットル開度のフィードバック制御におけるフィードバックゲインを高くするとよい。

【図面の簡単な説明】

【0015】

40

【図1】エンジン制御装置の一実施形態の模式図。

【図2】同エンジン制御装置が実行する燃焼気筒比率の可変制御に係る処理の流れを示すブロック図。

【図3】同エンジン制御装置が設定する目標燃焼気筒比率とエンジン回転数及び全気筒燃焼時要求負荷率との関係を示すグラフ。

【図4】同エンジン制御装置が実行する要求負荷率設定ルーチンのフローチャート。

【図5】同エンジン制御装置が実行するスロットル制御ルーチンのフローチャート。

【図6】同エンジン制御装置における燃焼気筒比率減少時の制御態様を示すタイムチャート。

【図7】同エンジン制御装置における燃焼気筒比率増加時の制御態様を示すタイムチャー

50

ト。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、エンジン制御装置の一実施形態を、図1～図7を参照して詳細に説明する。

図1に示すエンジン10は、4つの気筒11を備える直列4気筒の車載エンジンとして構成されている(図1には、4つの気筒11のうちの一つが表示)。なお、以下の説明では、4つの気筒11のそれぞれを区別する場合、気筒#1、気筒#2、気筒#3、気筒#4と記載する。ちなみに、このエンジン10での各気筒11の点火順序は、気筒#1、気筒#3、気筒#4、気筒#2の順となっている。

【0017】

エンジン10には、各気筒11に流入する吸気流れる吸気通路12と、各気筒11から排出された排気流れる排気通路13とが設けられている。吸気通路12には、その内部を流れる吸気の流量(吸入空気量GA)を検出するエアフローメータ14が設けられている。また、吸気通路12には、吸入空気量GAを調整するための弁であるスロットルバルブ15が設けられている。

【0018】

エンジン10の各気筒11にはそれぞれ、ピストン16が往復動可能に配設されている。そして、各気筒11には、ピストン16により燃焼室17が区画形成されている。各気筒11のピストン16は、同ピストン16の往復運動を回転運動に変換するコネクティングロッド18を介してエンジン10の出力軸であるクランクシャフト19に連結されている。

【0019】

また、エンジン10の各気筒11にはそれぞれ、吸気弁20と排気弁21とが設けられている。そして、各気筒11の燃焼室17では、吸気行程における吸気弁20の開弁に応じて吸気通路12から吸気が導入され、排気行程における排気弁21の開弁に応じて排気通路13へと排気が排出されるようになっている。さらに、エンジン10には、吸気弁20の開閉動作を気筒別に停止可能な吸気側の弁停止機構22と、排気弁21の開閉動作を気筒別に停止可能な排気側の弁停止機構23と、が設けられている。また、エンジン10の各気筒11には、燃焼室17に導入される吸気中に燃料を噴射する燃料噴射弁24と、燃焼室17に導入された吸気と燃料との混合気を火花放電により着火する点火プラグ25と、がそれぞれ設けられている。

【0020】

以上のように構成されたエンジン10を制御するエンジン制御装置30は、エンジン制御のための演算処理を行う演算処理回路31と、エンジン制御用のプログラムやデータが記憶された記憶装置32と、を備えている。そして、演算処理回路31が、記憶装置32に記憶されたプログラムを読み込んで実行することでエンジン制御に係る各種処理が実施されている。

【0021】

エンジン制御装置30には、上述のエアフローメータ14に加え、スロットルセンサ33、アクセルペダルセンサ34、車速センサ35が接続されている。このうちのスロットルセンサ33は、スロットルバルブ15の開度(スロットル開度TA)を検出し、アクセルペダルセンサ34は、運転者のアクセルペダルの踏込量(アクセル開度ACP)を検出し、車速センサ35は車両の走行速度(車速V)を検出する。また、エンジン制御装置30には、クランクシャフト19の回転に応じてパルス状のクランク信号CRNKを出力するクランク角センサ36が接続されている。エンジン制御装置30は、クランク信号CRNKに基づき、エンジン回転数NEを演算して求めている。また、エンジン制御装置30は、アクセル開度ACPとエンジン回転数NEとに基づき、エンジントルクの要求値である要求トルクTREQを求めている。

【0022】

エンジン制御装置30は、エンジン制御の一環として、エンジン10の燃焼気筒比率を

10

20

30

40

50

可変とする燃焼気筒比率可変制御を行っている。燃焼気筒比率は、燃焼を行う気筒（燃焼気筒）の数と燃焼を休止する気筒（休止気筒）の数との合計に対する燃焼気筒数の比率である。なお、燃焼行程を迎える気筒のすべてで燃焼を行う全気筒燃焼運転では、燃焼気筒比率は、100%（=1）となる。また、一部の気筒で燃焼を休止する間欠休止運転では、燃焼気筒比率は、100%未満の値となる。

#### 【0023】

なお、全気筒燃焼運転では、すべての気筒#1～#4において1燃焼サイクル毎に、燃料噴射弁24の燃料噴射、及び点火プラグ25の火花放電を繰り返し行うようにしている。これに対して、間欠休止運転では、該当気筒が燃焼休止の対象となっていない間は、同気筒での燃料噴射弁24の燃料噴射、及び点火プラグ25の火花放電を1燃焼サイクル毎に繰り返し行う。そして、該当気筒が燃焼休止の対象となったときに、同気筒での燃料噴射弁24の燃料噴射、及び点火プラグ25の火花放電を1燃焼サイクルの間停止するようにしている。さらに、間欠休止運転中は、弁停止機構22、23により、燃焼休止の対象となった気筒の吸気弁20及び排気弁21の開閉動作を停止している。

10

#### 【0024】

図2に、燃焼気筒比率可変制御に係るエンジン制御装置30の処理の流れを示す。同図に示すように、燃焼気筒比率可変制御に際してエンジン制御装置30は、目標燃焼気筒比率設定処理P100、気筒休止パターン決定処理P200、エンジン制御処理P300、要求負荷率設定処理P400、スロットル制御処理P500を実行する。

20

#### 【0025】

（目標燃焼気筒比率設定処理）

目標燃焼気筒比率設定処理P100では、全気筒燃焼時要求負荷率KLAとエンジン回転数NEとに基づき、燃焼気筒比率の目標値である目標燃焼気筒比率 $t$ を決定する。全気筒燃焼時要求負荷率KLAは、エンジン10が全気筒燃焼運転を行っているとした場合に、要求トルク分のトルクの発生に必要なエンジン負荷率KLを表し、その値はエンジン回転数NEと要求トルクTREQとに基づき演算されている。なお、エンジン負荷率KLは、最大シリンダ流入空気量に対するシリンダ流入空気量の比率を表している。なお、シリンダ流入空気量は、1気筒の1サイクル当たりの吸気量であり、スロットルバルブ15の開度を最大開度としたときのシリンダ流入空気量が最大シリンダ流入空気量である。

30

#### 【0026】

図3に、本実施形態における目標燃焼気筒比率 $t$ の設定態様を示す。本実施形態では、目標燃焼気筒比率 $t$ は、0%、50%、67%、75%、80%、100%のいずれかの値に設定される。同図に示すように、エンジン回転数NEが既定値NE1以下の領域では、全気筒燃焼時要求負荷率KLAに拘わらず、目標燃焼気筒比率 $t$ の値は100%に設定される。これに対して、エンジン回転数NEが既定値NE1を超える領域では、全気筒燃焼時要求負荷率KLAに応じて、目標燃焼気筒比率 $t$ の値を50%～100%の範囲で可変設定している。具体的には、エンジン回転数NEが既定値NE1を超える領域での目標燃焼気筒比率 $t$ は、全気筒燃焼時要求負荷率KLAが既定値KL1未満のときには50%に、既定値KL1以上、且つ既定値KL2(>KL1)未満のときには67%に、それぞれ設定される。さらに、全気筒燃焼時要求負荷率が、既定値KL2以上、且つ既定値KL3(>KL2)未満のときには75%に、既定値KL3以上、且つ既定値KL4(>KL3)未満のときには80%に、既定値KL4以上のときには100%に、それぞれ設定される。

40

#### 【0027】

なお、車両減速時には、一時的に全ての気筒の燃焼を休止するフューエルカットが実施される。このときの目標燃焼気筒比率 $t$ の値は0%に設定される。

（気筒休止パターン決定処理）

気筒休止パターン決定処理P200では、目標燃焼気筒比率 $t$ に応じて、現在実施中の気筒休止パターンの次に実施する気筒休止パターンを決定する。表1には、0%、50%、67%、75%、80%、100%の各目標燃焼気筒比率 $t$ に対応した気筒休止パ

50

ターンのそれぞれにおける気筒の燃焼、休止の順序が示されている。間欠燃焼運転時に設定される50%、67%、75%、80%の各目標燃焼気筒比率  $t$  に対応した気筒休止パターンは、燃焼行程を迎える気筒の順にN個の気筒11を続けて燃焼させた後に1個の気筒11の燃焼を休止するパターンとなっている。

【0028】

【表1】

目標燃焼 気筒比率	休止(-)/燃焼(○)																						
	#1	#3	#4	#2	#1	#3	#4	#2	#1	#3	#4	#2	#1	#3	#4	#2	#1	#3	#4	#2	#1	#3	...
0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...
50%	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	...
67%	○	○	-	○	○	-	○	○	-	○	○	-	○	○	-	○	○	-	○	○	-	○	...
75%	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	...
80%	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	○	○	...
100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	...

10

なお、気筒休止パターンを切り替える際には、切り替え前の気筒休止パターンを最後まで行ってから、切り替え後の気筒休止パターンを最初から開始するようにしている。すなわち、目標燃焼気筒比率  $t$  の値が変化した際には、変化前の目標燃焼気筒比率  $t$  の値に対応した気筒休止パターンを最後まで行った後、変化後の目標燃焼気筒比率  $t$  の値に対応した気筒休止パターンを最初から開始するようにしている。

20

【0029】

以上のように本実施形態では、目標燃焼気筒比率  $t$  が50%、67%、75%、80%の何れかに保持されている場合には、燃焼行程を迎える気筒の順にN個の気筒11を続けて燃焼させた後に1個の気筒11の燃焼を休止するパターンを繰り返して、すなわち一定の間隔で気筒休止を繰り返して間欠燃焼運転を行うようにしている。

【0030】

(エンジン制御処理)

エンジン制御処理P300では、気筒休止パターン決定処理P200で決定した気筒休止パターンに従って各気筒の燃焼、休止が行われるように燃料噴射弁24、点火プラグ25の制御が行われる。また、エンジン制御処理P300では、気筒休止パターンに従って、燃焼休止の対象となった気筒の吸気弁20及び排気弁21の開閉動作を停止する弁停止機構22、23の制御を行うための弁停止制御処理P301が行われる。これにより、気筒休止パターンにより当該燃焼サイクルの燃焼休止の対象となった気筒では、同燃焼サイクルでの燃料噴射、点火、吸気弁20及び排気弁21の開閉動作が停止される。

30

【0031】

(要求負荷率設定処理)

要求負荷率設定処理P400では、エンジン負荷率KLの要求値である要求負荷率KL Tの値が設定される。

【0032】

図4に、要求負荷率設定処理P400においてエンジン制御装置30が実施する要求負荷率設定ルーチンのフローチャートを示す。エンジン制御装置30は、エンジン10の運転中、同ルーチンの処理を、既定の制御周期毎に繰り返し実行する。

40

【0033】

本ルーチンの処理が開始されると、まずステップS400において、現在燃焼気筒比率  $c$  と目標燃焼気筒比率  $t$  とが一致しているか否かが判定される。なお、現在燃焼気筒比率  $c$  と目標燃焼気筒比率  $t$  が不一致の場合、現在実施中の気筒休止パターンの終了後に燃焼気筒比率  $c$  が変更されることになる。

【0034】

現在燃焼気筒比率  $c$  及び目標燃焼気筒比率  $t$  が一致している場合(S400:YE

50

S)、すなわち燃焼気筒比率  $\gamma$  を変更しない場合には、ステップ S 4 1 0 に処理が進められる。そして、そのステップ S 4 1 0 において、全気筒燃焼時要求負荷率 K L A、ゼロトルク負荷率 K L 0、及び現在燃焼気筒比率  $c$  に対して式 ( 1 ) の関係を満たす値として要求負荷率 K L T の値が演算された後、今回の本ルーチンの処理が終了される。なお、ゼロトルク負荷率 K L 0 は、エンジン 1 0 の出力トルクが 0 となるエンジン負荷率 K L の値を表している。ちなみに、式 ( 1 ) の関係を満たす要求負荷率 K L T の値は、燃焼気筒比率  $\gamma$  を現在燃焼気筒比率  $c$  とした状態で間欠燃焼運転を行った場合に、エンジン負荷率 K L を全気筒燃焼時要求負荷率 K L A とした状態で全気筒燃焼運転を行った場合と等しいエンジン出力を得るために必要なエンジン負荷率 K L の値となる。

【 0 0 3 5 】

【 数 1 】

$$KLT = \frac{(KLA - KLO)}{\gamma c} + KLO \quad \dots (1)$$

これに対して、現在燃焼気筒比率  $c$  と目標燃焼気筒比率  $t$  とが一致していない場合 ( S 4 0 0 : N O )、すなわち燃焼気筒比率  $\gamma$  の変更が行われる場合には、ステップ S 4 2 0 に処理が進められる。ステップ S 4 2 0 に処理が進められると、目標燃焼気筒比率  $t$  が現在燃焼気筒比率  $c$  よりも大きいかが判定される。このときの目標燃焼気筒比率  $t$  が現在燃焼気筒比率  $c$  よりも大きい場合、現在実施中の気筒休止パターンの終了後、値が増加する側に燃焼気筒比率  $\gamma$  が変更されることになる。これに対して、目標燃焼気筒比率  $t$  が現在燃焼気筒比率  $c$  よりも小さい場合には、現在実施中の気筒休止パターンの終了後、値が減少する側に燃焼気筒比率  $\gamma$  が変更されることになる。

【 0 0 3 6 】

目標燃焼気筒比率  $t$  が現在燃焼気筒比率  $c$  よりも大きい場合 ( S 4 2 0 : Y E S )、ステップ S 4 3 0 において、規定の第 1 時期が負荷率切替時期として設定された後、ステップ S 4 5 0 に処理が進められる。本実施形態では、第 1 時期として、現在実施中の気筒休止パターンの最後の気筒よりも点火順序が二つ前の気筒の吸気上死点が設定されている。これに対して、目標燃焼気筒比率  $t$  が現在燃焼気筒比率  $c$  よりも小さい場合 ( S 4 2 0 : N O )、ステップ S 4 4 0 において、第 1 時期よりも遅い規定の時期である第 2 時期が負荷率切替時期として設定された後、ステップ S 4 5 0 に処理が進められる。本実施形態では、第 2 時期として、現在実施中の気筒休止パターンの最後の気筒よりも点火順序が一つ前の気筒の吸気上死点が設定されている。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 4 5 0 に処理が進められると、そのステップ S 4 5 0 において、クランク信号 C R N K に基づき、負荷率切替時期が経過したか否かが判定される。そして、負荷率切替時期の経過前であれば ( S 4 5 0 : N O )、上述のステップ S 4 1 0 に処理が進められ、上述の式 ( 1 ) の関係を満たす値として要求負荷率 K L T の値が演算される。なお、このときには、現在実施中の気筒休止パターンの終了後に燃焼気筒比率  $\gamma$  が変更される。また、このときの現在燃焼気筒比率  $c$  の値は、その変更前の燃焼気筒比率  $\gamma$  を表している。よって、負荷率切替時期の経過前は、変更前の燃焼気筒比率  $\gamma$  に応じた値として要求負荷率 K L T が演算される。

【 0 0 3 8 】

これに対して負荷率切替時期の経過後であれば ( S 4 5 0 : Y E S )、ステップ S 4 6 0 に処理が進められ、そのステップ S 4 6 0 において、式 ( 2 ) の関係を満たす値として要求負荷率 K L T の値が演算された後、今回の本ルーチンの処理が終了される。なお、式 ( 2 ) の関係を満たす要求負荷率 K L T の値は、燃焼気筒比率  $\gamma$  を目標燃焼気筒比率  $t$  とした状態で間欠燃焼運転を行った場合に、エンジン負荷率 K L を全気筒燃焼時要求負荷率 K L A とした状態で全気筒燃焼運転を行った場合と等しいエンジン出力を得るために必要なエンジン負荷率 K L の値となる。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

【数 2】

$$KLT = \frac{(KLA - KLO)}{\gamma t} + KLO \quad \dots (2)$$

このときにも、現在実施中の気筒休止パターンの終了後に燃焼気筒比率  $\gamma$  が変更される。また、このときの目標燃焼気筒比率  $t$  は、その変更後の燃焼気筒比率  $\gamma$  を表している。よって、負荷率切替時期の経過後は、変更後の燃焼気筒比率  $\gamma$  に応じた値として要求負荷率  $KLT$  が演算される。

【0040】

なお、式(1)、(2)から明らかなように、本ルーチンによる要求負荷率  $KLT$  の演算値は、燃焼気筒比率  $\gamma$  の変更の際して、同変更により燃焼気筒比率  $\gamma$  の値が増加する場合には減少することになる。また、燃焼気筒比率  $\gamma$  の変更により同燃焼気筒比率  $\gamma$  の値が減少する場合には、要求負荷率  $KLT$  の値は増大することになる。

【0041】

(スロットル制御処理)

スロットル制御処理 P500 では、エンジン負荷率  $KL$  を要求負荷率  $KLT$  に近づけるように、スロットル開度  $TA$  の制御が行われる。

【0042】

図5に、スロットル制御処理 P500 においてエンジン制御装置 30 が実施するスロットル制御ルーチンのフローチャートを示す。エンジン制御装置 30 は、エンジン 10 の運転中、同ルーチンの処理を、既定の制御周期毎に繰り返し実行する。

【0043】

本ルーチンの処理が開始されるとまず、ステップ S500 において、エンジン回転数  $NE$ 、要求負荷率  $KLT$  から要求インマニ圧  $PT$  が演算される。インマニ圧は、吸気通路 12 におけるスロットルバルブ 15 よりも下流側の部分の吸気の圧力を表す。そして、ここでは、エンジン負荷率  $KL$  を要求負荷率  $KLT$  とするために必要なインマニ圧が要求インマニ圧  $PT$  の値として演算される。なお、エンジン回転数  $NE$  が一定であれば、エンジン負荷率  $KL$  は、インマニ圧が高いほど大きくなる。そのため、要求インマニ圧  $PT$  の値は、エンジン回転数  $NE$  を一定とした状態で要求負荷率  $KLT$  の値を増加させていったときに、その増加に応じて増加していく値として演算される。

【0044】

続くステップ S510 では、推定スロットル開度  $TA_E$  の演算が行われる。推定スロットル開度  $TA_E$  は、規定時間後のスロットル開度  $TA$  の推定値であり、その値は、スロットルバルブ 15 の挙動の物理モデルであるスロットルモデルを用いて演算されている。さらに、続くステップ S520 において、規定時間後のインマニ圧の推定値である推定インマニ圧  $PE$  が推定スロットル開度  $TA_E$  から演算される。

【0045】

続くステップ S530 では、エンジン回転数  $NE$ 、推定インマニ圧  $PE$  と要求インマニ圧  $PT$  とに基づき、スロットル開度  $TA$  の目標値である目標スロットル開度  $TA_T$  の演算が行われる。なお、エンジン回転数  $NE$  が一定の場合のインマニ圧は、スロットル開度  $TA$  が大きいほど高くなる(大気圧に近づく)。よって、目標スロットル開度  $TA_T$  の値は、基本的には、エンジン回転数  $NE$  を一定とした状態で要求インマニ圧  $PT$  を増加させていったときに、その増加に応じて増加していく値として演算される。なお、スロットル開度  $TA$  の変化に対するインマニ圧の変化には、吸気の搬送遅れによる応答遅れが存在する。そのため、ここでは、まずエンジン回転数  $NE$  及び要求インマニ圧  $PT$  に基づき求めた目標スロットル開度  $TA_T$  のベース値に対して、要求インマニ圧  $PT$  と推定インマニ圧  $PE$  との偏差に応じた応答遅れ分の補正を行うことで、目標スロットル開度  $TA_T$  の演算を行うようにしている。

【0046】

10

20

30

40

50

さらに次のステップS540では、燃焼気筒比率の変更期間であるか否かが判定される。燃焼気筒比率の変更期間は、燃焼気筒比率の変更に伴うスロットル開度TAの調整が行われている期間を指し、具体的には、上述の負荷率切替時期から変更後の燃焼気筒比率に応じた気筒休止パターンの開始までの期間となっている。

【0047】

ここで、燃焼気筒比率の変更期間であれば(S540:NO)、ステップS550においてスロットル開度TAのフィードバック制御のフィードバックゲインKの値として規定のベース値KBが設定された後、ステップS570に処理が進められる。これに対して、燃焼気筒比率の変更期間であれば(S540:YES)、ステップS560においてフィードバックゲインKの値として、ベース値よりも大きい規定の高応答値KHが設定された後、ステップS570に処理が進められる。

10

【0048】

ステップS570に処理が進められると、そのステップS570において、スロットルバルブ15の駆動電流ITの演算が行われた後、今回の本ルーチンの処理が終了される。本実施形態では、目標スロットル開度TATと現在のスロットル開度TAとの偏差に対してフィードバックゲインKを乗算した積を駆動電流ITの値として演算している。

【0049】

(本実施形態の作用効果)

本実施形態の作用及び効果について説明する。

上記のように本実施形態のエンジン制御装置30は、間欠燃焼運転を行うとともに、その間欠燃焼運転中の気筒休止の頻度を変えることで、エンジン10の燃焼気筒比率を可変としている。ここで、各気筒の燃焼により発生するトルクが一定であるとすると、間欠燃焼運転中のエンジン出力は、気筒休止の頻度が低いほど大きくなり、同頻度が高いほど小さくなる。そのため、不均一な頻度で気筒休止が行われると、エンジン10の回転変動は大きくなる。

20

【0050】

これに対して本実施形態では、燃焼気筒比率の可変制御におけるエンジン10の間欠燃焼運転を、N個の気筒で続けて燃焼を行った後に1個の気筒で燃焼を休止するパターンで気筒休止を繰り返すことで行うようにしている。そして、その気筒休止パターンにおける続けて燃焼を行う気筒数Nの値を変更することで、燃焼気筒比率を可変としている。こうした場合、一定の燃焼気筒比率で間欠燃焼運転を行っている間は、一定の頻度で気筒休止が行われるため、その間の回転変動を抑えることができる。

30

【0051】

なお、こうした場合にも、燃焼気筒比率を変更する際には、気筒休止の頻度が変わってしまう。これに対して、本実施形態のエンジン制御装置30では、要求トルク(全気筒燃焼時要求負荷率KLA)が一定の状態では、燃焼気筒比率が小さいほど大きくなり、燃焼気筒比率が大きいほど小さくなる値として要求負荷率KLTを演算している。そして、要求負荷率KLT分のエンジン負荷率KLが得られるようにスロットル開度TAを制御している。なお、エンジン回転数NEが一定の定常運転の状態ですロットル開度TAを増大すると、エンジン負荷率KLも大きくなる。よって、本実施形態では、燃焼気筒比率の変更の際して、同変更により燃焼気筒比率の値が増加する場合には開度が小さくなり、同変更により燃焼気筒比率の値が減少する場合には開度が大きくなるように、スロットル開度TAを調整している。

40

【0052】

ここで、個々の燃焼気筒が発生するトルク、及びエンジン回転数NEが一定であるとした場合のエンジン出力は、燃焼気筒比率が小さいほど小さくなり、燃焼気筒比率が大きいほど大きくなる。これに対して本実施形態のエンジン制御装置30では、上記のように、燃焼気筒比率を減少する場合にはスロットル開度TAを増大して個々の燃焼気筒の発生トルクを増加させている。また、燃焼気筒比率を増加する場合には、スロットル開度TAを小さくして個々の燃焼気筒の発生トルクを減少させている。そのため、燃焼気筒

50

比率 の変更時のエンジン 10 の回転変動も抑えられる。

【 0 0 5 3 】

なお、個々の燃焼気筒が発生するトルクは、吸気行程に気筒内に吸入される空気量（シリンダ流入空気量）が多いほど大きくなる。また、シリンダ流入空気量は、エンジン回転数  $N_E$  が一定の場合、吸気通路 1 2 におけるスロットルバルブ 1 5 よりも下流側の部分の吸気の圧力（インマニ圧）が高いほど多くなり、同インマニ圧が低いほど少なくなる。各気筒 1 1 の吸気弁 2 0 が閉じられた状態では、吸気通路 1 2 におけるスロットルバルブ 1 5 よりも下流側の部分は閉塞した空間となる。そのため、吸気弁 2 0 の開閉動作の停止中は、インマニ圧を上げることはできても、下げることはできなくなる。

【 0 0 5 4 】

なお、本実施形態では、目標燃焼気筒比率  $t$  の値が変更された場合、変更前の目標燃焼気筒比率  $t$ （= 現在燃焼気筒比率  $c$ ）に対応した現在実行中の気筒休止パターンを最後まで実行したのち、変更後の目標燃焼気筒比率  $t$  に対応した気筒休止パターンを最初から実行するようにしている。このときの要求負荷率  $KLT$  の値は、負荷率切替時期が経過するまでは、変更前の目標燃焼気筒比率  $t$ （= 現在燃焼気筒比率  $c$ ）から演算し、同負荷率切替時期が経過した後は、変更後の目標燃焼気筒比率  $t$  から演算している。すなわち、上記のような燃焼気筒比率 の変更の際してのスロットル開度  $TA$  の調整を、この負荷率切替時期から開始している。

【 0 0 5 5 】

図 6 は、本実施形態のエンジン制御装置 3 0 において燃焼気筒比率 を 7 5 % から 6 7 % に減少するときの状況を示している。この場合には、7 5 % から 6 7 % への燃焼気筒比率 の変更により、3 個の気筒で続けて燃焼を行った後に 1 個の気筒で燃焼を休止するパターンから 2 個の気筒で続けて燃焼を行った後に 1 個の気筒で燃焼を休止するパターンへと気筒休止パターンが切り替えられる。また、このときの 7 5 % から 6 7 % への燃焼気筒比率 の変更に応じては、要求負荷率  $KLT$  の値が増加され、それにより開度が大きくなる側に、すなわちインマニ圧を上げる側にスロットル開度  $TA$  の調整が行われる。

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、燃焼気筒比率 を減少する場合には、現在実施中の気筒休止パターンの最後の気筒よりも点火順序が一つ前の気筒の吸気上死点（第 2 時期）を負荷率切替時期として設定している。そのため、この場合には、スロットル開度  $TA$  の調整の開始から燃焼気筒比率 の変更（気筒休止パターンの変更）までの調整期間に、2 気筒の吸気行程が存在することになる。なお、本実施形態では、気筒休止パターンの最後を休止気筒としており、休止気筒では吸気弁 2 0 の開閉動作を停止している。そのため、このときの上記調整期間には、吸気弁 2 0 の開閉動作を伴う 1 気筒の吸気行程と、吸気弁 2 0 の開閉動作を停止した状態の 1 気筒の吸気行程とが存在することになる。なお、上記のように、吸気弁 2 0 の開閉動作の停止中にもインマニ圧を上げることは可能なため、この場合には、調整期間の全てを使って、燃焼気筒比率 の変更に応じたエンジン負荷率  $KL$  の調整を行うことができる。

【 0 0 5 7 】

図 7 は、本実施形態のエンジン制御装置 3 0 において燃焼気筒比率 を 6 7 % から 7 5 % に増加するときの状況を示している。この場合、6 7 % から 7 5 % への燃焼気筒比率 の変更により、2 個の気筒で続けて燃焼を行った後に 1 個の気筒で燃焼を休止するパターンから 3 個の気筒で続けて燃焼を行った後に 1 個の気筒で燃焼を休止するパターンへと気筒休止パターンが切り替えられる。また、このときの 6 7 % から 7 5 % への燃焼気筒比率 の変更に応じては、要求負荷率  $KLT$  の値が減少され、それにより開度が小さくなる側にスロットル開度  $TA$  の調整が行われる。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、燃焼気筒比率 を増加する場合には、現在実施中の気筒休止パターンの最後の気筒よりも点火順序が二つ前の気筒の吸気上死点（第 1 時期）を負荷率切替時期として設定している。そのため、この場合には、スロットル開度  $TA$  の調整の開始から燃

10

20

30

40

50

燃焼気筒比率の変更（気筒休止パターンの変更）までの調整期間に、吸気弁20の開閉動作を伴う2気筒の吸気行程と、吸気弁20の開閉動作を停止した状態の1気筒の吸気行程とが存在することになる。なお、吸気弁20の開閉動作の停止中にはインマニ圧を下げることはできないため、この場合には、調整期間中にエンジン負荷率KLを調整できない期間が存在することになる。ただし、本実施形態では、燃焼気筒比率の値が増加する場合には、燃焼気筒比率の値が減少する場合よりもスロットル開度TAの調整を早い時期に開始し、燃焼気筒比率の変更に応じたエンジン負荷率KL（個々の燃焼気筒の発生トルク）の調整期間を長くしている。そのため、燃焼気筒比率の変更に応じた個々の燃焼気筒の発生トルクの調整を的確に行うことが可能となる。

#### 【0059】

なお、こうした燃焼気筒比率の変更時のスロットル開度TAの調整には、高応答のスロットル開度制御が必要となる。これに対して、エンジン10のトルク調整のための通常のスロットル開度制御の応答性を高めると、過応答によるハンチングやシリンダ流入空気量の急変によるトルク変動が発生する虞がある。そのため、本実施形態では、燃焼気筒比率の変更に応じたスロットル開度TAの調整時に限り、スロットル開度TAのフィードバック制御におけるフィードバックゲインKを高くしている。

#### 【0060】

なお、以上説明した本実施形態では、エンジン制御装置30の演算処理回路31が目標燃焼気筒比率設定処理P100、気筒休止パターン決定処理P200、及びエンジン制御処理P300を実行することで、燃焼気筒比率制御部が実現されている。また、本実施形態では、エンジン制御装置30の演算処理回路31が弁停止制御処理P301を実行することで、弁停止制御部が実現されている。さらに本実施形態では、エンジン制御装置30の演算処理回路31が要求負荷率設定処理P400、及びスロットル制御処理P500を実行することで、スロットル制御部が実現されている。

#### 【0061】

本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

・上記実施形態では、0%、50%、67%、75%、80%、100%の7通りの燃焼気筒比率を実現するように燃焼気筒比率の可変制御を行っていたが、それ以外の燃焼気筒比率を実現するように同可変制御を行うようにしてもよい。例えば、3個の気筒で続けて燃焼を行った後に2個の気筒で燃焼を休止するパターンを繰り返すように間欠燃焼運転を行えば、60%の燃焼気筒比率を実現できる。その場合にも、可変制御での間欠燃焼運転を、N個の気筒で続けて燃焼を行った後にM個の気筒で続けて燃焼を休止するパターンで気筒休止を繰り返すことで行うこととする（N、Mはそれぞれ1以上の整数）。そして、N、Mの少なくとも一方の値が変化するように燃焼気筒比率の可変制御を行えば、一定の燃焼気筒比率で間欠燃焼運転を行っている間は、一定の頻度で気筒休止が行われるため、その間の回転変動を抑えることができる。

#### 【0062】

・上記実施形態では、燃焼気筒比率の変更に応じたスロットル開度TAの調整時にはそれ以外のときよりも、スロットル開度TAのフィードバック制御におけるフィードバックゲインKを高くしていたが、フィードバック制御の応答性に支障がなければ、フィードバックゲインKを一定の値に固定してもよい。

#### 【0063】

・上記実施形態における要求負荷率KL Tや目標スロットル開度TA Tの演算態様は適宜変更してもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0064】

10...エンジン、11...気筒、12...吸気通路、13...排気通路、14...エアフローメータ、15...スロットルバルブ、16...ピストン、17...燃焼室、18...コネクティングロッド、19...クランクシャフト、20...吸気弁、21...排気弁、22, 23...弁停止機

10

20

30

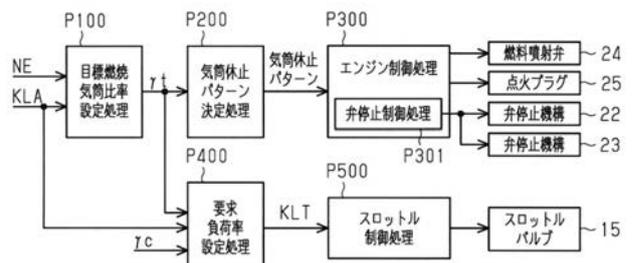
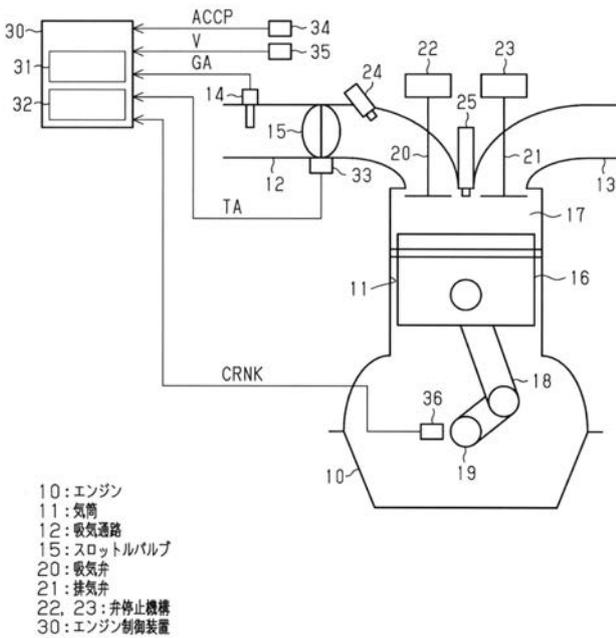
40

50

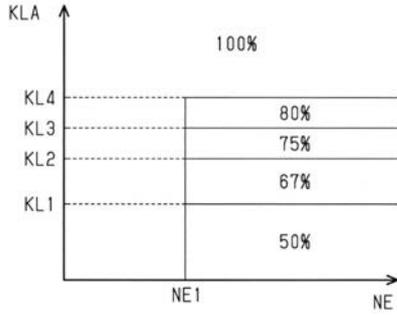
構、24...燃料噴射弁、25...点火プラグ、30...エンジン制御装置、31...演算処理回路、32...記憶装置、33...スロットルセンサ、34...アクセルペダルセンサ、35...車  
速センサ、36...クランク角センサ。

【 図 1 】

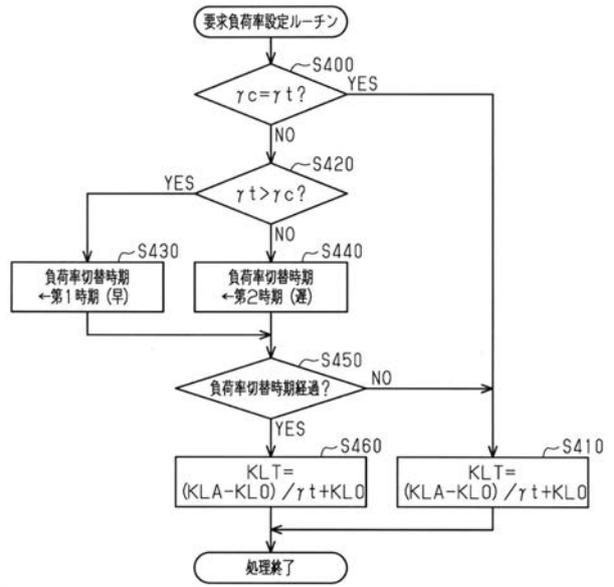
【 図 2 】



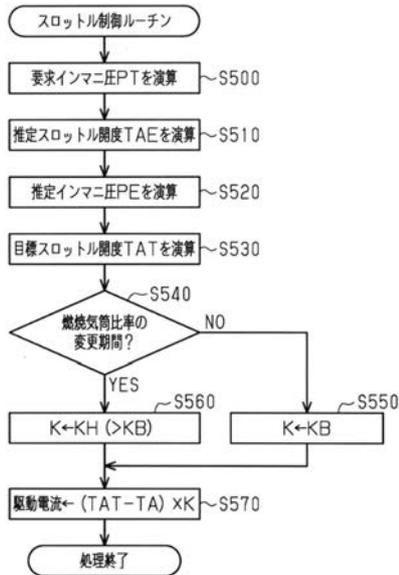
【 図 3 】



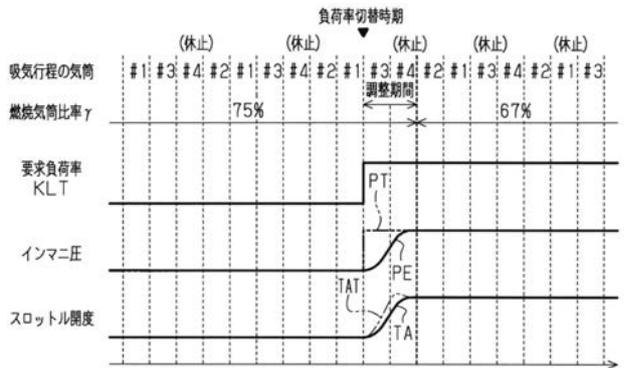
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

