

(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2009-257338

(P2009-257338A)

(43) 公開日 平成21年11月5日(2009.11.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02 H	3G018
FO1L 1/34 (2006.01)	FO1L 1/34 G	3G092

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-183377 (P2009-183377)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成21年8月6日(2009.8.6)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(62) 分割の表示	特願2007-103884 (P2007-103884) の分割	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
原出願日	平成19年4月11日(2007.4.11)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100096781 弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100111246 弁理士 荒川 伸夫
		(72) 発明者	服部 正敬 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

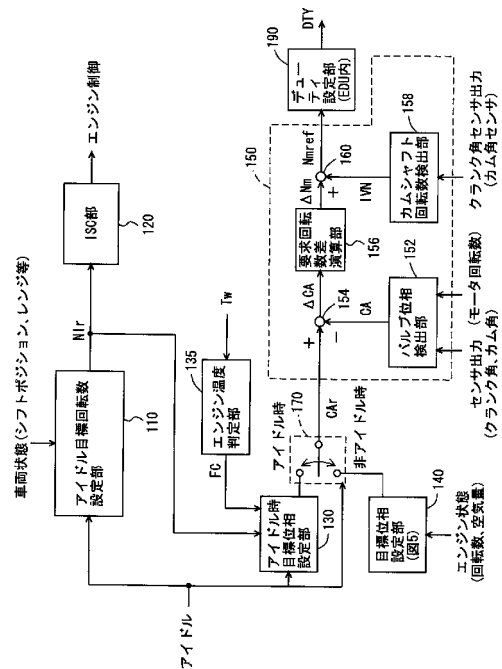
(54) 【発明の名称】 可変バルブタイミング機構の制御装置および制御方法

(57) 【要約】

【課題】 アクチュエータの作動量に対するバルブ位相の変化比率（減速比）がバルブ位相に応じて変化する構造の可変バルブタイミング機構において、内燃機関のアイドル運転時におけるバルブ位相を適切に制御する。

【解決手段】 アイドル時目標位相設定部130は、アイドル目標回転数設定部110によって設定されるアイドル目標回転数NIrに応じて、目標位相CArを可変に設定する。特に、アイドル時目標位相設定部130は、エンジン温度判定部135によってエンジン1000が冷間状態であると判定されると、バルブ位相の変化範囲が、減速比が大きく作動音が相対的に抑制される位相領域内に制限されるように、目標位相CArを設定する。

【選択図】 図17



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関に設けられたインテークバルブおよびエキゾーストバルブの少なくとも一方のバルブの開閉タイミングをアクチュエータの作動量に応じた変化量で変更する可変バルブタイミング機構の制御装置であって、

前記可変バルブタイミング機構は、前記開閉タイミングを変更可能な制御範囲が第 1 および第 2 の領域を含み、かつ、前記開閉タイミングが前記第 1 の領域にある場合における前記アクチュエータの作動量に対する前記開閉タイミングの変化量の比率が、前記開閉タイミングが前記第 2 の領域にある場合における前記比率よりも小さくなるように構成され、

10

前記制御装置は、

前記内燃機関の温度が所定の基準温度以下であるかどうかを判定する温度判定部と、

アイドル運転時において前記内燃機関の温度が所定の基準温度以下であると判定されたときに、前記可変バルブタイミング機構による前記開閉タイミングの変化範囲を前記第 1 の領域内に制限するための位相制限部とを備える、可変バルブタイミング機構の制御装置。

【請求項 2】

前記開閉タイミングの目標値と現在値との偏差に応じて前記アクチュエータの作動量を制御するためのアクチュエータ制御部をさらに備え、

前記位相制限部は、

20

前記アイドル運転時に、前記可変バルブタイミング機構による前記開閉タイミングの変化範囲を前記第 1 の領域内に制限する場合には、前記開閉タイミングの目標値を前記第 1 の領域内に設定する目標位相設定部を含む、請求項 1 記載の可変バルブタイミング機構の制御装置。

【請求項 3】

前記目標位相設定部は、前記可変バルブタイミング機構による前記開閉タイミングの変化範囲を前記第 1 の領域内に制限する必要がある場合には、前記開閉タイミングの目標値を前記第 2 の領域内に設定する、請求項 2 記載の可変バルブタイミング機構の制御装置。

【請求項 4】

前記内燃機関は、前記内燃機関の駆動力を用いて走行する第 1 のモードおよび前記内燃機関が停止した状態で前記内燃機関とは異なる駆動源の駆動力を用いて走行する第 2 のモードを選択可能な車両に搭載される、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の可変バルブタイミング機構の制御装置。

30

【請求項 5】

前記第 1 の領域は、前記第 2 の領域よりも遅角側に設けられる、請求項 4 に記載の可変バルブタイミング機構の制御装置。

【請求項 6】

前記アクチュエータは電動機で構成され、かつ、前記アクチュエータの作動量は、前記開閉タイミングが変更されるバルブを駆動するカムシャフトに対する前記電動機の相対的な回転数差である、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の可変バルブタイミング機構の制御装置。

40

【請求項 7】

内燃機関に設けられたインテークバルブおよびエキゾーストバルブの少なくとも一方のバルブの開閉タイミングをアクチュエータの作動量に応じた変化量で変更する可変バルブタイミング機構の制御方法であって、

前記可変バルブタイミング機構は、前記開閉タイミングを変更可能な制御範囲が第 1 および第 2 の領域を含み、かつ、前記開閉タイミングが前記第 1 の領域にある場合における前記アクチュエータの作動量に対する前記開閉タイミングの変化量の比率が、前記開閉タイミングが前記第 2 の領域にある場合における前記比率よりも小さくなるように構成され、

50

前記制御方法は、

前記内燃機関の温度が所定の基準温度以下であるかどうかを判定するステップと、

アイドル運転時において前記内燃機関の温度が所定の基準温度以下であると判定されたときに、前記可変バルブタイミング機構による前記開閉タイミングの変化範囲を前記第1の領域内に制限するためステップとを備える、可変バルブタイミング機構の制御方法。

【請求項8】

前記内燃機関は、前記内燃機関の駆動力を用いて走行する第1のモードおよび前記内燃機関が停止した状態で前記内燃機関とは異なる駆動源の駆動力を用いて走行する第2のモードを選択可能な車両に搭載される、請求項7記載の可変バルブタイミング機構の制御方法。

10

【請求項9】

前記アクチュエータは電動機で構成され、かつ、前記アクチュエータの作動量は、前記開閉タイミングが変更されるバルブを駆動するカムシャフトに対する前記電動機の相対的な回転数差である、請求項7または8に記載の可変バルブタイミング機構の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、可変バルブタイミング機構の制御装置および制御方法に関し、より特定のには、内燃機関のアイドル運転時における可変バルブタイミング制御に関する。

【背景技術】

20

【0002】

インテークバルブやエキゾーストバルブが開閉する位相（クランク角）を運転状態に応じて変更するVVT（Variable Valve Timing）が知られている。一般的に、VVTにおいてはインテークバルブやエキゾーストバルブを開閉させるカムシャフトをスプロケット等に対して相対的に回転させることにより位相を変更する。カムシャフトは、油圧や電動モータ等のアクチュエータにより回転される。特に電動モータでカムシャフトを回転させる場合、油圧で回転させる場合に比べてカムシャフトを回転させるトルクを得ることが難しい。そのため、電動モータでカムシャフトを回転させる場合は、リンク機構等を介して電動モータのトルクをカムシャフトに伝達し、カムシャフトを回転させる構成が一般的に採用される。

30

【0003】

特開2005-98142号公報（特許文献1）には、このような可変バルブタイミング機構の一種として、目標位相の変化方向を短時間で切換可能な構成を有するバルブタイミング調整装置が開示されている。特に、特許文献1に開示されたバルブタイミング調整装置では、その図16あるいは図18に示されるように、アクチュエータの作動に応じて回転する案内回転体の回転位相の変化量に対する、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相の変化量（すなわち、バルブ位相変化量）の変化比率（図16、図18のグラフでの接線の傾きに相当）が、位相領域に応じて可変とされる構成が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献1】特開2005-98142号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般にエンジンのアイドル運転時には、バルブ位相の目標値はアイドル運転に適した所定値に設定される。これに対して、バルブ位相領域に対して上記変化比率が可変に設計される可変バルブタイミング機構では、種々の運転状態を通じて全体で確保が必要な位相変化範囲との関係によっては、アイドル運転に適したバルブ位相における変化比率を好ましいものとはできないケースも想定される。さらに、車両状態に応じてエンジンのアイドル目

50

標回転数を可変に設定する場合には、これに対応させてバルブ位相をどのように設定すべきかが問題となる。あるいは、上記のような可変バルブタイミング機構では、エンジン停止の際にバルブ位相を好ましい変化比率の領域内に収めるために、この観点からアイドル運転時におけるバルブ位相をどのように設定すべきかについても問題となる。このように、アクチュエータの作動量に対するバルブ位相の変化比率（減速比）がバルブ位相に応じて変化する可変バルブタイミング機構においては、アイドル運転時におけるバルブ位相制御を適切なものとするためには、バルブ位相と減速比との関係を考慮する必要がある。

【0006】

この発明は、このような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、アクチュエータの作動量に対するバルブ位相の変化比率（減速比）がバルブ位相に応じて変化する構造の可変バルブタイミング機構において、内燃機関のアイドル運転時におけるバルブ位相を適切に制御することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明による可変バルブタイミング機構の制御装置は、内燃機関に設けられたインテークバルブおよびエキゾーストバルブの少なくとも一方のバルブの開閉タイミングをアクチュエータの作動量に応じた変化量で変更する可変バルブタイミング機構の制御装置であって、温度判定部と、位相制限部とを備える。可変バルブタイミング機構は、開閉タイミングを変更可能な制御範囲が第1および第2の領域を含み、かつ、開閉タイミングが第1の領域にある場合におけるアクチュエータの作動量に対する開閉タイミングの変化量の比率が、開閉タイミングが第2の領域にある場合における比率よりも小さくなるように構成される。温度判定部と、内燃機関の温度が所定の基準温度以下であるかどうかを判定する。位相制限部は、アイドル運転時において内燃機関の温度が所定の基準温度以下であると判定されたときに、可変バルブタイミング機構による開閉タイミングの変化範囲を第1の領域内に制限する。

20

【0008】

この発明による可変バルブタイミング機構の制御方法は、上記と同様の可変バルブタイミング機構の制御方法であって、内燃機関の温度が所定の基準温度以下であるかどうかを判定するステップと、アイドル運転時において内燃機関の温度が所定の基準温度以下であると判定されたときに、可変バルブタイミング機構による開閉タイミングの変化範囲を第1の領域内に制限するためステップとを備える。

30

【0009】

上記可変バルブタイミング機構の制御装置および制御方法によれば、内燃機関の冷間時にはフリクションの増大によって可変バルブタイミング機構によるバルブ位相変化量の確保が困難となる可能性があることを考慮して、アイドル運転時におけるバルブ位相の変化範囲を、減速比が大きく、アクチュエータの動作を精密に制御しなくてもバルブタイミングを維持可能となる領域（第1の領域）内に制限することができる。この結果、機関冷間時に、アイドル運転からエンジンが停止される際に、エンジン停止時点におけるバルブ位相を確実に第1の領域内とすることができるので、エンジン停止時に実際のバルブ位相が制御上の位相から変化することを抑制することができる。

40

【0010】

好ましくは、制御装置は、アクチュエータ制御部をさらに備える。アクチュエータ制御部は、開閉タイミングの目標値と現在値との偏差に応じてアクチュエータの作動量を制御する。そして、位相制限部は、アイドル運転時に、可変バルブタイミング機構による開閉タイミングの変化範囲を第1の領域内に制限する場合には、開閉タイミングの目標値を第1の領域内に設定する目標位相設定部を含む。

【0011】

このような構成とすることにより、バルブ位相の目標値の制限的に設定によって、簡易に、アイドル運転時におけるバルブ位相の変化範囲を第1の領域内に制限することができる。

50

【 0 0 1 2 】

さらに好ましくは、目標位相設定部は、可変バルブタイミング機構による開閉タイミングの変化範囲を第1の領域内に制限する必要がない場合には、開閉タイミングの目標値を第2の領域内に設定する。

【 0 0 1 3 】

このような構成とすることにより、アイドル運転時における内燃機関の燃焼上好ましいバルブ位相が第1の領域の外部に存在する場合には、アイドル目標回転数が所定回転数以上であり、可変バルブタイミング機構の作動音が車両の乗員に感知されやすいケースでは、燃焼性を優先してバルブ位相を制御することができる。

【 0 0 1 4 】

また好ましくは、内燃機関は、内燃機関の駆動力を用いて走行する第1のモードおよび内燃機関が停止した状態で内燃機関とは異なる駆動源の駆動力を用いて走行する第2のモードを選択可能な車両に搭載される。

【 0 0 1 5 】

このような構成とすることにより、内燃機関と、内燃機関以外の駆動源を搭載したハイブリッド車に搭載された可変バルブタイミング機構について、内燃機関のアイドル運転時におけるバルブ位相を適切に制御することができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、第1の領域は、第2の領域よりも遅角側に設けられる。

このような構成とすることにより、内燃機関の間欠運転が行なわれる頻度の高いハイブリッド自動車において、エンジン始動時の減圧制御のために設定される遅角側のバルブ位相、すなわち、エンジン停止時のバルブ位相目標値を、減速比の大きい領域内に設定することができる。

【 0 0 1 7 】

あるいは好ましくは、この発明による可変バルブタイミング機構の制御装置または制御方法では、アクチュエータは電動機で構成され、かつ、アクチュエータの作動量は、開閉タイミングが変更されるバルブを駆動するカムシャフトに対する電動機の相対的な回転数差である。

【 0 0 1 8 】

このような構成とすることにより、電動機がアクチュエータであり、かつ、アクチュエータの作動量が内燃機関の停止とともに回転停止されるカムシャフトに対する電動機の相対的な回転速度差である構成において、内燃機関のアイドル運転時におけるバルブ位相を適切に制御することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、アクチュエータの作動量に対するバルブ位相の変化比率（減速比）がバルブ位相に応じて変化する構造の可変バルブタイミング機構において、内燃機関のアイドル運転時におけるバルブ位相を適切に制御することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 ハイブリッド車のパワートレインを示す概略構成図である。

【 図 2 】 動力分割機構の共線図である。

【 図 3 】 変速機の共線図である。

【 図 4 】 ハイブリッド車両のエンジンを示す概略構成図である。

【 図 5 】 インテークバルブの位相を定めたマップを示す図である。

【 図 6 】 インテーク用 V V T 機構を示す断面図である。

【 図 7 】 図 6 の V I I - V I I 断面図である。

【 図 8 】 図 6 の V I I I - V I I I 断面図（その 1）である。

【 図 9 】 図 6 の V I I I - V I I I 断面図（その 2）である。

【 図 1 0 】 図 6 の X - X 断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】図 6 の X I - X I 断面図である。

【図 1 2】インテーク用 V V T 機構全体としての減速比を示す図である。

【図 1 3】スプロケットに対するガイドプレートの位相とインテークバルブの位相との関係を示す図である。

【図 1 4】本発明の実施の形態による可変バルブタイミング機構の制御構成を説明するブロック図である。

【図 1 5】アイドル運転時のバルブ目標位相の設定を説明する図である。

【図 1 6】本発明の実施の形態によるアイドル運転時におけるインテークバルブの目標位相設定を E C U によるソフトウェア処理で実行するためのフローチャートである。

【図 1 7】本発明の実施の形態の変形例による可変バルブタイミング機構の制御装置の制御構成を示す概略ブロック図である。

【図 1 8】本発明の実施の形態の変形例によるアイドル運転時におけるインテークバルブの目標位相設定を E C U によるソフトウェア処理で実行するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下において、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下図中における同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則として繰返さないものとする。

【0022】

図 1 を参照して、本発明の実施の形態に係る制御装置を搭載したハイブリッド車のパワートレーンについて説明する。本実施の形態に係る制御装置は、たとえば、E C U (Electronic Control Unit) 100 の R O M (Read Only Memory) 102 に記録されたプログラムを E C U 100 が実行することにより実現される。なお、E C U 100 は複数の E C U に分割するようにしてもよい。また、E C U 100 により実行されるプログラムを C D (Compact Disc)、D V D (Digital Versatile Disc) などの記録媒体に記録して市場に流通させてもよい。

【0023】

図 1 に示すように、パワートレーンは、エンジン 1000 と、M G (Motor Generator) (1) 200 と、これらエンジン 1000 と M G (1) 200 との間でトルクを合成もしくは分配する動力分割機構 300 と、M G (2) 400 と、変速機 500 とを主体として構成されている。

【0024】

エンジン 1000 は、燃料を燃焼させて動力を出力する公知の動力装置であって、スロットル開度 (吸気量) や燃料供給量、点火時期などの運転状態を電氣的に制御できるように構成されている。その制御は、例えば、マイクロコンピュータを主体とする E C U 100 によって行なわれる。なお、エンジン 1000 の詳細については後述する。

【0025】

M G (1) 200 は、一例として三相交流回転電機であって、電動機 (モータ) としての機能と発電機 (ジェネレータ) としての機能とを生じるように構成される。インバータ 210 を介してバッテリーなどの蓄電装置 700 に接続されている。インバータ 210 を制御することにより、M G (1) 200 の出力トルクあるいは回生トルクを適宜に設定できるようになっている。その制御は、E C U 100 によって行なわれる。なお、M G (1) 200 のステータ (図示せず) は固定されており、回転しないようになっている。

【0026】

動力分割機構 300 は、外歯歯車であるサンギヤ (S) 310 と、そのサンギヤ (S) 310 に対して同心円上に配置された内歯歯車であるリングギヤ (R) 320 と、これらサンギヤ (S) 310 とリングギヤ (R) 320 とに噛合しているピニオンギヤを自転かつ公転自在に保持しているキャリア (C) 330 とを三つの回転要素として差動作用を生じる公知の歯車機構である。エンジン 1000 の出力軸がダンバを介して第 1 の回転要素

10

20

30

40

50

であるキャリア(C)330に連結されている。言い換えれば、キャリア(C)330が入力要素となっている。

【0027】

これに対して第2の回転要素であるサンギヤ(S)310にMG(1)200のロータ(図示せず)が連結されている。したがってサンギヤ(S)310がいわゆる反力要素となっており、また第3の回転要素であるリングギヤ(R)320が出力要素となっている。そして、そのリングギヤ(R)320が、駆動輪(図示せず)に連結された出力軸600に連結されている。

【0028】

図2に、動力分割機構300の共線図を示す。図2に示すように、キャリア(C)330に入力されるエンジン1000の出力するトルクに対して、MG(1)200による反力トルクをサンギヤ(S)310に入力すると、これらのトルクを加減算した大きさのトルクが、出力要素となっているリングギヤ(R)320に現れる。その場合、MG(1)200のロータがそのトルクによって回転し、MG(1)200は発電機として機能する。また、リングギヤ(R)320の回転数(出力回転数)を一定とした場合、MG(1)200の回転数を大小に変化させることにより、エンジン1000の回転数を連続的に(無段階に)変化させることができる。すなわち、エンジン1000の回転数を例えば燃費が最もよい回転数に設定する制御を、MG(1)200を制御することによって行なうことができる。その制御は、ECU100によって行なわれる。

【0029】

走行中にエンジン1000を停止させていれば、MG(1)200が逆回転しており、その状態からMG(1)200を電動機として機能させて正回転方向にトルクを出力させると、キャリア(C)330に連結されているエンジン1000にこれを正回転させる方向のトルクが作用し、MG(1)200によってエンジン1000を始動(モータリングもしくはクランキング)することができる。その場合、出力軸600にはその回転を止める方向のトルクが作用する。したがって走行のための駆動トルクは、MG(2)400の出力するトルクを制御することにより維持でき、同時にエンジン1000の始動を円滑におこなうことができる。なお、この種のハイブリッド形式は、機械分配式あるいはスプリットタイプと称されている。

【0030】

図1に戻って、MG(2)400は、一例として三相交流回転電機であって、電動機としての機能と発電機としての機能とを生じるように構成される。インバータ310を介してバッテリーなどの蓄電装置700接続されている。インバータ310を制御することにより、力行および回生ならびにそれぞれの場合におけるトルクを制御するように構成されている。なお、MG(2)400のステータ(図示せず)は固定されており、回転しないようになっている。

【0031】

変速機500は、一組のラビニョ型遊星歯車機構によって構成されている。それぞれ外歯歯車である第1サンギヤ(S1)510と第2サンギヤ(S2)520とが設けられており、その第1サンギヤ(S1)510に第1のピニオン531が噛合するとともに、その第1のピニオン531が第2のピニオン532に噛合し、その第2のピニオン532が各サンギヤ510, 520と同心円上に配置されたリングギヤ(R)540に噛合している。

【0032】

なお、各ピニオン531, 532は、キャリア(C)550によって自転かつ公転自在に保持されている。また、第2サンギヤ(S2)520が第2のピニオン532に噛合している。したがって第1サンギヤ(S1)510とリングギヤ(R)540とは、各ピニオン531, 532と共にダブルピニオン型遊星歯車機構に相当する機構を構成し、また第2サンギヤ(S2)520とリングギヤ(R)540とは、第2のピニオン532と共にシングルピニオン型遊星歯車機構に相当する機構を構成している。

10

20

30

40

50

【0033】

さらに、変速機500には、第1サンギヤ(S1)510を選択的に固定するB1ブレーキ561と、リングギヤ(R)540を選択的に固定するB2ブレーキ562とが設けられている。これらのブレーキ561, 562は摩擦力によって係合力を生じるいわゆる摩擦係合要素であり、多板形式の係合装置あるいはバンド形式の係合装置を採用することができる。そして、これらのブレーキ561, 562は、油圧による係合力に応じてそのトルク容量が連続的に変化するように構成されている。さらに、第2サンギヤ(S2)520に前述したMG(2)400が連結される。キャリア(C)550が出力軸600に連結される。

【0034】

したがって、上記の変速機500は、第2サンギヤ(S2)520がいわゆる入力要素であり、またキャリア(C)550が出力要素となっており、B1ブレーキ561を係合させることにより変速比が“1”より大きい高速段が設定される。B1ブレーキ561に替えてB2ブレーキ562を係合させることにより、高速段より変速比の大きい低速段が設定される。

【0035】

この各変速段の間での変速は、車速や要求駆動力(もしくはアクセル開度)などの走行状態に基づいて実行される。より具体的には、変速段領域を予めマップ(変速線図)として定めておき、検出された運転状態に応じていずれかの変速段を設定するように制御される。

【0036】

図3に、変速機500の共線図を示す。図3に示すように、B2ブレーキ562によってリングギヤ(R)540を固定すれば、低速段Lが設定され、MG(2)400の出力したトルクが変速比に応じて増幅されて出力軸600に付加される。これに対してB1ブレーキ561によって第1サンギヤ(S1)510を固定すれば、低速段Lより変速比の小さい高速段Hが設定される。この高速段Hにおける変速比も“1”より大きいので、MG(2)400の出力したトルクがその変速比に応じて増大させられて出力軸600に付加される。

【0037】

なお、各変速段L, Hが定常的に設定されている状態では、出力軸600に付加されるトルクは、MG(2)400の出力トルクを変速比に応じて増大させたトルクとなるが、変速過渡状態では各ブレーキ561, 562でのトルク容量や回転数変化に伴う慣性トルクなどの影響を受けたトルクとなる。また、出力軸600に付加されるトルクは、MG(2)400の駆動状態では、正トルクとなり、被駆動状態では負トルクとなる。

【0038】

本実施の形態において、ハイブリッド車は、エンジン1000のみの駆動力を用いる第1走行モード、エンジン1000が停止した状態でMG(2)400のみの駆動力を用いる第2走行モード、エンジン1000およびMG(2)400の両方の駆動力を用いる第3走行モードのうちのいずれかのモードで走行する。アクセル開度、蓄電装置700の残存容量などの種々のパラメータに基づいて、走行モードが選択される。

【0039】

なお、走行モードの選択方法については、ハイブリッド車の技術分野において周知の技術を利用すればよいため、ここでは更なる詳細な説明は繰り返さない。また、モードの数は3つに限らない。

【0040】

図4を参照して、エンジン1000についてさらに説明する。

エンジン1000は、「A」バンク1010と「B」バンク1012とに、それぞれ4つの気筒(シリンダ)からなる気筒群が設けられたV型8気筒エンジンである。なお、V型8気筒以外の形式のエンジンを用いるようにしてもよい。

【0041】

10

20

30

40

50

エンジン 1000 には、エアクリーナ 1020 から空気が吸入される。吸入空気量は、スロットルバルブ 1030 により調整される。スロットルバルブ 1030 はモータにより駆動される電子スロットルバルブである。

【0042】

空気は、吸気通路 1032 を通ってシリンダ 1040 に導入される。空気は、シリンダ 1040 (燃焼室) において燃料と混合される。シリンダ 1040 には、インジェクタ 1050 から燃料が直接噴射される。すなわち、インジェクタ 1050 の噴射孔はシリンダ 1040 内に設けられている。

【0043】

燃料は吸気行程において噴射される。なお、燃料が噴射される時期は、吸気行程に限らない。また、本実施の形態においては、インジェクタ 1050 の噴射孔がシリンダ 1040 内に設けられた直噴エンジンとしてエンジン 1000 を説明するが、直噴用のインジェクタ 1050 に加えて、ポート噴射用のインジェクタを設けてもよい。さらに、ポート噴射用のインジェクタのみを設けるようにしてもよい。

10

【0044】

シリンダ 1040 内の混合気は、点火プラグ 1060 により着火され、燃焼する。燃焼後の混合気、すなわち排気ガスは、三元触媒 1070 により浄化された後、車外に排出される。混合気の燃焼によりピストン 1080 押し下げられ、クランクシャフト 1090 が回転する。

【0045】

シリンダ 1040 の頭頂部には、インテークバルブ 1100 およびエキゾーストバルブ 1110 が設けられる。インテークバルブ 1100 はインテークカムシャフト 1120 により駆動される。エキゾーストバルブ 1110 はエキゾーストカムシャフト 1130 により駆動される。インテークカムシャフト 1120 とエキゾーストカムシャフト 1130 とは、チェーンやギヤ等により連結され、同じ回転数で回転する。なお、本願において、シャフト等の回転体の回転数については、特に説明がない限り、単位時間当たりの回転数 (代表的には、毎分当たりの回転数 : r p m) を示すものとする。

20

【0046】

インテークバルブ 1100 は、インテークカムシャフト 1120 に設けられたインテーク用 V V T 機構 2000 により、位相 (開閉タイミング) が制御される。エキゾーストバルブ 1110 は、エキゾーストカムシャフト 1130 に設けられたエキゾースト用 V V T 機構 3000 により、位相 (開閉タイミング) が制御される。

30

【0047】

本実施の形態においては、インテークカムシャフト 1120 およびエキゾーストカムシャフト 1130 が V V T 機構により回転されることにより、インテークバルブ 1100 およびエキゾーストバルブ 1110 の位相が制御される。なお、位相を制御する方法はこれに限らない。

【0048】

インテーク用 V V T 機構 2000 は、電動モータ 2060 (図 4 において図示せず) により作動する。電動モータ 2060 は、E C U 100 により制御される。電動モータ 2060 の電流や電圧は電流計 (図示せず) および電圧計 (図示せず) により検出され、E C U 100 に入力される。

40

【0049】

エキゾースト用 V V T 機構 3000 は、油圧により作動する。なお、インテーク用 V V T 機構 2000 を油圧により作動するようにしてもよく、エキゾースト用 V V T 機構 3000 を電動モータにより作動するようにしてもよい。

【0050】

E C U 100 には、クランク角センサ 5000 からクランクシャフト 1090 の回転数およびクランク角を表す信号が入力される。また、E C U 100 には、カムポジションセンサ 5010 からインテークカムシャフト 1120 およびエキゾーストカムシャフト 11

50

30の位相（回転方向におけるカムシャフトの位置）を表す信号（インテークバルブ1100およびエキゾーストバルブ1110の位相を表わす信号）が入力される。また、カムポジションセンサ5010からは、インテークカムシャフト1120およびエキゾーストカムシャフト1130の回転数を表す信号が入力される。

【0051】

さらに、ECU100には、水温センサ5020からエンジン1000の水温（冷却水の温度）を表す信号が、エアフローメータ5030からエンジン1000の吸入空気量（エンジン1000に吸入される空気量）を表す信号が入力される。

【0052】

さらに、ECU100には、回転数センサ5040から電動モータ2060の出力軸回転数を表す信号が入力される。

10

【0053】

ECU100は、これらのセンサから入力された信号、メモリ（図示せず）に記憶されたマップおよびプログラムに基づいて、エンジン1000が所望の運転状態になるように、スロットル開度、点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、インテークバルブ1100の位相、エキゾーストバルブ1110の位相などを制御する。

【0054】

本実施の形態において、ECU100は、図5に示すように、エンジン回転数NEと吸入空気量KLとをパラメータとしたマップに基づいて、インテークバルブ1100の位相を決定する。インテークバルブ1100の位相を決定するためのマップは、水温別に複数記憶される。

20

【0055】

以下、インテーク用VVT機構2000についてさらに説明する。なお、エキゾースト用VVT機構3000を、以下に説明するインテーク用VVT機構2000と同じ構成にするようにしてもよい。

【0056】

図6に示すように、インテーク用VVT機構2000は、スプロケット2010、カムプレート2020、リンク機構2030、ガイドプレート2040、減速機2050、および電動モータ2060から構成される。

【0057】

スプロケット2010は、チェーン等を介してクランクシャフト1090に連結される。スプロケット2010の回転数は、クランクシャフト1090の2分の1の回転数である。スプロケット2010の回転軸と同心軸で、スプロケット2010に対して相対的に回転可能であるように、インテークカムシャフト1120が設けられる。

30

【0058】

カムプレート2020は、ピン(1)2070によりインテークカムシャフト1120に連結される。カムプレート2020は、スプロケット2010の内部において、インテークカムシャフト1120と一体的に回転する。なお、カムプレート2020とインテークカムシャフト1120とを一体的に形成するようにしてもよい。

【0059】

リンク機構2030は、アーム(1)2031とアーム(2)2032とから構成される。図6におけるVII-VII断面である図7に示すように、インテークカムシャフト1120の回転軸に対して点対称になるように、一对のアーム(1)2031がスプロケット2010内に設けられる。各アーム(1)2031は、ピン(2)2072を中心として揺動可能であるようにスプロケット2010に連結される。

40

【0060】

図6におけるVIII-VIII断面である図8、および図8の状態からインテークバルブ1100の位相を進角させた状態である図9に示すように、アーム(1)2031とカムプレート2020とが、アーム(2)2032により連結される。

【0061】

50

アーム(2)2032は、ピン(3)2074を中心として、アーム(1)2031に対して揺動可能であるように支持される。また、アーム(2)2032は、ピン(4)2076を中心として、カムプレート2020に対して揺動可能であるように支持される。

【0062】

一对のリンク機構2030により、インテークカムシャフト1120がスプロケット2010に対して相対的に回転し、インテークバルブ1100の位相が変更される。そのため、一对のリンク機構2030のうちのいずれか一方が破損等して折れた場合であっても、他方のリンク機構によりインテークバルブ1100の位相を変更することが可能である。

【0063】

図6に戻って、各リンク機構2030(アーム(2)2032)のガイドプレート2040側の面には、制御ピン2034が設けられる。制御ピン2034は、ピン(3)2074と同心軸に設けられる。各制御ピン2034は、ガイドプレート2040に設けられたガイド溝2042内を摺動する。

【0064】

各制御ピン2034は、ガイドプレート2040のガイド溝2042内を摺動することにより、半径方向に移動される。各制御ピン2034が半径方向に移動されることにより、インテークカムシャフト1120がスプロケット2010に対して相対回転せしめられる。

【0065】

図6におけるX-X断面である図10に示すように、ガイド溝2042は、ガイドプレート2040が回転することにより各制御ピン2034を半径方向に移動させるように、渦巻形状に形成される。なお、ガイド溝2042の形状はこれに限らない。

【0066】

制御ピン2034がガイドプレート2040の軸心から半径方向に離れるほど、インテークバルブ1100の位相はより遅角される。すなわち、位相の変化量は、制御ピン2034が半径方向に変化することによるリンク機構2030の作動量に対応した値になる。なお、制御ピン2034がガイドプレート2040の軸心から半径方向に離れるほど、インテークバルブ1100の位相がより進角されるようにしてもよい。

【0067】

図10に示すように、制御ピン2034がガイド溝2042の端部に当接すると、リンク機構2030の作動が制限される。そのため、制御ピン2034がガイド溝2042の端部に当接する位相が、機械的に定まる最遅角もしくは最進角の位相になる。

【0068】

図6に戻って、ガイドプレート2040には、ガイドプレート2040と減速機2050とを連結するための凹部2044が、減速機2050側の面において複数設けられる。

【0069】

減速機2050は、外歯ギヤ2052および内歯ギヤ2054から構成される。外歯ギヤ2052は、スプロケット2010と一体的に回転するように、スプロケット2010に対して固定される。

【0070】

内歯ギヤ2054には、ガイドプレート2040の凹部2044に收容される凸部2056が複数形成される。内歯ギヤ2054は、電動モータ2060の出力軸の軸心2064に対して偏心して形成されたカップリング2062の偏心軸2066を中心に回転可能に支持される。

【0071】

図6におけるXI-XI断面を、図11に示す。内歯ギヤ2054は、複数の歯のうちの一部の歯が外歯ギヤ2052と噛合うように設けられる。電動モータ2060の出力軸回転数がスプロケット2010の回転数と同じである場合は、カップリング2062および内歯ギヤ2054は外歯ギヤ2052(スプロケット2010)と同じ回転数で回転す

10

20

30

40

50

る。この場合、ガイドプレート 2040 がスプロケット 2010 と同じ回転数で回転し、インテークバルブ 1100 の位相が維持される。

【0072】

電動モータ 2060 により、カップリング 2062 が、軸心 2064 を中心に外歯ギヤ 2052 に対して相対的に回転されると、内歯ギヤ 2054 全体が軸心 2064 を中心に回転（公転）するとともに、内歯ギヤ 2054 が偏心軸 2066 を中心に自転する。内歯ギヤ 2054 の回転運動により、ガイドプレート 2040 がスプロケット 2010 に対して相対的に回転せしめられ、インテークバルブ 1100 の位相が変更される。

【0073】

インテークバルブ 1100 の位相は、電動モータ 2060 の出力軸とスプロケット 2010 との相対回転数（電動モータ 2060 の作動量）が、減速機 2050、ガイドプレート 2040 およびリンク機構 2030 において減速されることにより変化する。なお、電動モータ 2060 の出力軸とスプロケット 2010 との相対回転数を増速してインテークバルブ 1100 の位相を変更するようにしてもよい。

【0074】

このように、本実施の形態による VVT 機構 2000 では、スプロケット 2010 および電動モータ 2060 に対する相対回転数、すなわち、スプロケット 2010 の回転数（基本的にはインテークカムシャフト 1120 の回転数と同一）に対する、電動モータ 2060 の回転数差をアクチュエータ作動量として、インテークバルブ 1100 の位相が変更される。

【0075】

図 12 に示すように、インテーク用 VVT 機構 2000 全体の減速比（位相の変化量に対する電動モータ 2060 の出力軸とスプロケット 2010 との相対回転数の比）は、インテークバルブ 1100 の位相に応じた値をとり得る。なお、本実施の形態においては、減速比が大きいほど、電動モータ 2060 の出力軸とスプロケット 2010 との相対回転数に対する位相の変化量がより小さくなる。

【0076】

インテークバルブ 1100 の位相が最遅角から $CA(1)$ までの遅角領域にある場合は、インテーク用 VVT 機構 2000 全体の減速比は $R(1)$ となる。インテークバルブ 1100 の位相が $CA(2)$ （ $CA(2)$ は $CA(1)$ よりも進角側）から最進角までの進角領域にある場合には、インテーク用 VVT 機構 2000 全体の減速比は、 $R(2)$ （ $R(1) > R(2)$ ）となる。

【0077】

インテークバルブ 1100 の位相が $CA(1)$ から $CA(2)$ までの中間領域にある場合には、インテーク用 VVT 機構 2000 全体の減速比は、予め定められた変化率（ $(R(2) - R(1)) / (CA(2) - CA(1))$ ）で変化する。

【0078】

以下、可変バルブタイミング装置のインテーク用 VVT 機構 2000 の作用について説明する。

【0079】

インテークバルブ 1100 の位相（インテークカムシャフト 1120）を進角させる場合、電動モータ 2060 を作動させ、ガイドプレート 2040 をスプロケット 2010 に対して相対的に回転させると、図 13 に示すように、インテークバルブ 1100 の位相が進角される。

【0080】

インテークバルブ 1100 の位相が最遅角と $CA(1)$ との間の遅角領域にある場合、電動モータ 2060 の出力軸とスプロケット 2010 との相対回転数が減速比 $R(1)$ で減速されて、インテークバルブ 1100 の位相が進角される。

【0081】

インテークバルブ 1100 の位相が $CA(2)$ と最進角との間の進角領域にある場合、

10

20

30

40

50

電動モータ2060の出力軸とスプロケット2010との相対回転数が減速比R(2)で減速されて、インテークバルブ1100の位相が進角される。

【0082】

位相を遅角する場合は、位相を進角する場合とは逆方向に電動モータ2060の出力軸がスプロケット2010に対して相対回転される。位相を遅角する場合も、進角する場合と同様に、最遅角とCA(1)との間の遅角領域6001において、電動モータ2060の出力軸とスプロケット2010との相対回転数が減速比R(1)で減速されて、位相が遅角される。また、CA(2)と最進角との間の進角領域6002において、電動モータ2060の出力軸とスプロケット2010との相対回転数が減速比R(2)で減速され、位相が遅角される。

10

【0083】

これにより、電動モータ2060の出力軸とスプロケット2010との相対的な回転方向が同じである限り、最遅角とCA(1)との間の遅角領域6001およびCA(2)と最進角との間の進角領域6002の両方の領域においてインテークバルブ1100の位相を進角させたり、遅角させたりすることができる。このとき、CA(2)と最進角との間の進角領域6002において、位相をより大きく進角させたり、遅角させたりすることができる。そのため、大きな範囲で位相を変化させることができる。

【0084】

また、最遅角とCA(1)との間の遅角領域6001においては、減速比が大きいため、エンジン1000の運転に伴ってインテークカムシャフト1120に作用するトルクにより電動モータ2060の出力軸を回転させるためには大きなトルクが必要になる。そのため、電動モータ2060の停止時等において、電動モータ2060がトルクを発生しない状態であっても、インテークカムシャフト1120に作用するトルクにより電動モータ2060の出力軸が回転されることを抑制することができる。そのため、制御上の位相から実際の位相が変化することを防止できる。

20

【0085】

したがって、エンジン停止時点におけるインテークバルブ位相を減速比の大きい遅角領域6001領域内とすることにより、エンジン停止時にインテークカムシャフト1120に発生する反力によって電動モータ2060の出力軸が回転されるようなことがあっても、制御上の位相から実際の位相が変化する、意図しないインテークバルブ位相の変化を防止できる。逆に言うと、このようなインテークバルブ位相の変化を防止するためには、エンジン停止時点のインテークバルブ位相を、確実に減速比の大きい遅角領域6001内とすることが必要である。

30

【0086】

一般に、ハイブリッド車では、車両走行中にエンジン1000は間欠運転され得るため、走行中のエンジン始動頻度が上昇する。このため、エンジン始動時のショックを緩和するための始動時減圧制御(いわゆるデコンプ制御)のために、エンジン始動時のバルブ位相、すなわち、エンジン停止時の目標位相が最遅角とされる。このため、遅角側の領域6001の減速比を大きく設計することが好ましい。

【0087】

ところで、インテークバルブ1100の位相がCA(1)とCA(2)との間の中間領域6003にある場合、予め定められた変化率で変化する減速比で、電動モータ2060の出力軸とスプロケット2010との相対回転数が減速されて、インテークバルブ1100の位相が進角されたり、遅角されたりする。

40

【0088】

これにより、位相が遅角領域から進角領域に、もしくは進角領域から遅角領域に変化する場合において、電動モータ2060の出力軸とスプロケット2010との相対回転数に対する位相の変化量を漸増もしくは漸減させることができる。そのため、位相の変化量がステップ状に急変することを抑制して、位相が急変することを抑制することができる。その結果、位相の制御性を向上することができる。

50

【0089】

また、減速比が相対的に大きい遅角領域6001では、減速比が相対的に小さい進角領域6002と比較して、電動モータ2060の出力軸およびスプロケット2010からの回転力がインテーク用VVT機構2000の内部に相対的に伝わり難くなり、VVT機構2000内部の各機構の動作速度も相対的に低下することとなる。したがって、遅角領域6001においては、進角領域6002および中間領域6003と比較して、VVT機構2000の作動音を抑制することができる。

【0090】

図14は、本発明の実施の形態による可変バルブタイミング機構の制御構成を説明するブロック図である。なお、図14に示される各ブロックは、ECU100によるハードウェアあるいはソフトウェア処理によって実現されるものとする。

10

【0091】

図14を参照して、バルブ位相制御部150は、インテークバルブ1100の目標位相CA_rと現在のバルブ位相CAとの偏差CAに依りて、アクチュエータである電動モータ2060の回転数指令値Nm_{ref}を設定する。

【0092】

バルブ位相制御部150は、バルブ位相検出部152と、演算部154、160と、要求回転数差演算部156と、カムシャフト回転数検出部158とを含む。

【0093】

バルブ位相検出部152は、クランク角センサ5000およびカムポジションセンサ5010からのセンサ信号(クランク角信号、カム角信号)あるいは、電動モータ2060の回転数センサ5040により検出されるモータ回転数に基づき、インテークバルブ1100の現在のバルブ位相CAを算出する。

20

【0094】

バルブ位相検出部152は、センサにより検知されたクランク角信号およびカム角信号に基づいて、たとえば、カム角信号の発生時に、クランク角信号の発生に対するカム角信号の時間差を、クランクシャフト1090およびインテークカムシャフト1120の間の回転位相差に換算する演算によって、現在のバルブ位相CAを検出することができる。

【0095】

あるいは、本発明の実施の形態によるインテーク用VVT機構2000では、アクチュエータである電動モータ2060の作動量(回転数差Nm)に基づいて、下記(1)式に基づいて、時間T間でのバルブ位相変化量をトレースすることができる。なお、(1)式において、R()は、図12に示された、インテークバルブ位相に依りて変化する減速比である。

30

【0096】

$$Nm \cdot 360^\circ \cdot (1/R(\)) \cdot T \dots (1)$$

したがって、バルブ位相検出部152は、(1)式に従って算出される位相変化量の積算によっても、現在のバルブ位相CAを検出することができる。

【0097】

演算部154は、バルブ位相検出部152によって検出された現在のバルブ位相CAの目標位相CA_rに対する位相偏差CAを求める。

40

【0098】

要求回転数差演算部156は、演算部154により求められた位相偏差CAに依りて、実際のバルブ位相を目標位相CA_rへ近付けるための、スプロケット2010(インテークカムシャフト1120)の回転数に対する電動モータ2060の出力軸の回転数差Nmを求める。たとえば、この回転数差Nmは、インテークバルブ位相を進角させるときには正值(Nm > 0)に設定され、反対にインテークバルブ位相を遅角させるときには負値(Nm < 0)に設定され、現在のインテークバルブ位相を維持するとき(すなわち、= 0の位相収束時)には略零(Nm = 0)に設定される。

【0099】

50

カムシャフト回転数検出部 158 は、スプロケット 2010 の回転数、すなわちインテークカムシャフト 1120 の実回転数 IVN を、たとえば、クランクシャフト 1090 の回転数を $1/2$ 倍して求める。

【0100】

演算部 160 は、カムシャフト回転数検出部 158 によって求められたインテークカムシャフト 1120 の実回転数 IVN と、要求回転数差演算部 156 により設定された回転数差 Nm とを加算して、電動モータ 2060 の回転数指令値 $Nmref$ を生成する。回転数指令値 $Nmref$ は EDU4000 へ送出される。

【0101】

EDU4000 は、電動モータ 2060 を回転数指令値 $Nmref$ に従って作動させるような回転数制御を行なう。たとえば、EDU4000 は、回転数指令値 $Nmref$ に応じてデューティ比 DTY を設定するデューティ設定部 190 を含む。デューティ設定部 190 には、回転数センサ 5040 によって検出された電動モータ 2060 の回転数 Nmt が入力される。すなわちデューティ設定部 190 は、モータ回転数 Nmt が回転数指令値 $Nmref$ と一致するように、モータ回転数 Nmt および回転数指令値 $Nmref$ に基づいて、デューティ比 DTY を制御する。

【0102】

ここで、デューティ比 DTY は、EDU4000 中のスイッチング素子（図示せず）の各スイッチング周期におけるオン期間比を示すものであり、デューティ比 DTY に従ってスイッチング素子を作動させることにより、電動モータ 2060 の供給電力が制御される。たとえば、電動モータ 2060 の作動電圧がデューティ比 DTY に応じた電圧に設定されることにより、デューティ比 DTY が大きいほど作動電圧が高くなり、電動モータ 2060 が発生するトルクが大きくなる。あるいは、デューティ比 DTY が小さく設定されるほど電動モータ 2060 の作動電圧が低くなり、電動モータ 2060 が発生するトルクが小さくなる。

【0103】

あるいは、デューティ比 DTY を設定する代わりに、EDU4000 によって、モータ回転数 Nmt および回転数指令値 $Nmref$ に基づいて、電動モータ 2060 の作動電圧または作動電流を直接設定するようにしてもよい。この場合、設定された作動電圧もしくは作動電流によって電動モータ 2060 が駆動することによって回転数制御を実行してもよい。

【0104】

次に、VV機構 2000 によって制御されるインテークバルブ 1100 の目標位相 CAr の設定について説明する。

【0105】

目標位相 CAr は、アイドル時にはアイドル時目標位相設定部 130 により設定され、非アイドル時には目標位相設定部 140 によって設定される。切換部 170 は、アイドル時にはアイドル時目標位相設定部 130 により設定された目標位相 CAr をバルブ位相制御部 150 へ送出する。一方、非アイドル時には、切換部 170 は、目標位相設定部 140 により設定された目標位相 CAr をバルブ位相制御部 150 へ送出する。

【0106】

目標位相設定部 140 は、エンジン 1000 の状態に応じて、たとえば図 5 に示したマップに従って、エンジン回転数 NE および空気量 KL に応じて、インテークバルブ 1100 の目標位相 CAr を設定する。

【0107】

一方、アイドル時目標位相設定部 130 は、アイドル目標回転数設定部 110 によって設定される、アイドル運転時におけるエンジン 1000 の目標回転数（アイドル目標回転数） NIr に応じて、目標位相を可変に設定する。

【0108】

ここで、アイドル目標回転数設定部 110 は、運転者によるアクセルペダルの操作量 =

10

20

30

40

50

0 となってアイドル状態が検出されると、そのときの車両状態に応じてアイドル目標回転数 $N I r$ を設定する。

【0109】

たとえば、アイドル目標回転数設定部 110 は、運転者によって選択されたシフトポジションやレンジに応じて、アイドル目標回転数 $N I r$ を可変に設定する。具体的には、車両走行可能なポジション、レンジ（代表的には、Dレンジ、Rレンジ等）が選択されている場合には、車両走行に備えるために、アイドル目標回転数 $N I r$ を相対的に高く（たとえば、1000rpm程度）設定する。一方、即座に車両走行が開始されるポジション、レンジの非選択時（代表的には、Pレンジ、Nレンジの選択時）には、燃費を向上するために、アイドル目標回転数 $N I r$ を相対的に低く（たとえば、850rpm程度）設定する。

10

【0110】

ISC (Idle Speed Control) 部 120 は、エンジン回転数がアイドル目標回転数設定部 110 によって設定されたアイドル目標回転数 $N I r$ となるように、エンジン 1000 を制御する。代表的には、ISC 部 120 は、エンジン 1000 の吸入空気量を制御する。吸入空気量の制御は、スロットルバルブ 1030 の開度制御により、あるいはインテークバルブ 1100 にリフト量可変機構が設けられる場合にはこのリフト量制御により実行される。あるいは、エンジン 1000 がディーゼルエンジンである場合等、インジェクタ 1050 からの燃料噴射量を制御することによりアイドル回転数制御を実行してもよい。

【0111】

20

アイドル時目標位相設定部 130 は、アイドル運転時には、アイドル目標回転数 $N I r$ と所定回転数との比較に応じて、目標位相 $C A r$ を設定する。たとえば、所定回転数は、上述した2種類のアイドル目標回転数 $N I r$ を区別するように、両者の中間値に設定される。

【0112】

図15を参照して、アイドル時目標位相設定部 130 は、アイドル目標回転数 $N I r$ が所定回転数以上である場合には、VVT機構 2000 により制御されるインテークバルブ 1100 の目標位相 $C A r$ を、アイドル運転時におけるエンジン 1000 での燃焼状態が最適となるような位相 $C A i$ に設定する ($C A r = C A i$)。

【0113】

30

ハイブリッド車では、間欠運転されるエンジン 1000 の始動ショックを緩和する減圧制御のために、エンジン始動時のバルブ位相を比較的大きく遅角させる必要がある。したがって、ハイブリッド車では、VVT機構 2000 によって確保すべき全体での位相変化範囲との関係で、上記のインテークバルブ位相 $C A i$ は、減速比大の領域 6001 (図12) の外部に存在することとなる可能性がある。本実施の形態では、上記位相 $C A i$ は、減速比が小さい領域 6002 (図12) 内に存在するものとする。

【0114】

一方、アイドル時目標位相設定部 130 は、アイドル目標回転数 $N I r$ が所定回転数より低い場合には、目標位相 $C A r$ を、減速比大の領域 6001 内の位相 $C A i$ に設定する。これにより、アイドル運転時におけるバルブ位相の変化範囲が、減速比大の領域 6001 内に制限される。

40

【0115】

この結果、アイドル目標回転数 $N I r$ が比較的低く、エンジンの作動音が小さくなるため VVT機構 2000 による作動音が運転者等の乗員に比較的感知され易い状況では、VVT機構 2000 により制御されるインテークバルブ 1100 の位相変化範囲を、VVT機構 2000 の作動音が相対的に小さい、減速比大の領域 6001 内に制限することができる。この結果、VVT機構の作動音が運転者に感知されにくくすることができる。

【0116】

その一方で、アイドル目標回転数 $N I r$ が比較的高く、エンジンの作動音が大きくなるため VVT機構 2000 による作動音が運転者に比較的感知されにくい状況では、VVT

50

機構 2000 の作動音抑制よりも燃費を優先させたバルブ位相制御を行なうことができる。すなわち、上記所定回転数は、減速比大の領域 6001 外でバルブ位相が制御されるとき VVT 機構 2000 の作動音と、エンジン回転数に応じて変化するエンジン 1000 の作動音との関係を考慮して定めることが好ましい。

【0117】

図 16 は、図 14 に示したアイドル運転時におけるインタークバルブの目標位相設定制御を、ECU 100 によるソフトウェア処理で実行するためのフローチャートである。

【0118】

図 16 を参照して、ECU 100 は、ステップ S100 により、アイドル目標回転数 N_{Ir} を設定する。すなわちステップ S100 による処理は、図 14 のアイドル目標回転数設定部 110 の機能に相当する。

10

【0119】

さらに、ECU 100 は、ステップ S120 により、設定されたアイドル目標回転数 N_{Ir} を所定回転数 N_j と比較する。上述のように、所定回転数 N_j は、減速比大の領域 6001 外でバルブ位相が制御されるとき VVT 機構 2000 の作動音が、運転者等の乗員に感知されにくいようなエンジン回転数の下限値に対応して設定することが好ましい。

【0120】

ECU 100 は、ステップ S120 が YES 判定であるとき、すなわちアイドル目標回転数 N_{Ir} が所定回転数 N_j より低い場合には、ステップ S140 により、アイドル運転時におけるバルブ位相の変化範囲を減速比大の領域 6001 内に制限する。上述のように、アイドル運転時の目標位相 C_{Ar} を減速比大の領域 6001 内の位相 C_{Ai} に設定することにより、S140 によるバルブ位相の制限が実現される。

20

【0121】

一方、ECU 100 は、ステップ S120 が NO 判定であるとき、すなわちアイドル目標回転数 N_{Ir} が所定回転数 N_j 以上である場合には、ステップ S150 により、ステップ S140 でのような位相変化領域の制限を非実行として、エンジン 1000 の燃焼状態を優先した目標位相 C_{Ar} の設定を行なう ($C_{Ar} = C_{Ai}$)。

【0122】

すなわち、ステップ S120, S140, S150 の処理は、図 14 におけるアイドル時目標位相設定部 130 の機能に相当する。

30

【0123】

以上説明したように、本実施の形態による可変バルブタイミング機構の制御装置によれば、車両状態に応じてアイドル目標回転数が可変に設定される場合において、アイドル目標回転数が相対的に低く設定されて VVT 機構 2000 の作動音が運転者等に感知され易い状況では、バルブ位相の変化範囲を減速比大の領域 6001 内に制限することにより、VVT 機構 2000 の作動音が運転者等に感知されることを防止することができる。

【0124】

一方、アイドル目標回転数が相対的に高く設定されて VVT 機構 2000 の作動音が運転者等に感知されにくい状況では、エンジン 1000 の燃焼性を優先させて、上記のような制限を設けることなくバルブ位相を適切に制御することができる。

40

【0125】

(変形例)

図 17 は、本発明の実施の形態の変形例による可変バルブタイミング機構の制御装置の制御構成を示す概略ブロック図である。

【0126】

図 17 を図 14 と比較して、実施の形態の変形例による可変バルブタイミング機構の制御装置では、エンジン温度判定部 135 がさらに設けられる。エンジン温度判定部 135 は、エンジン 1000 に設けられた水温センサ 5020 (図 4) の出力に基づくエンジン冷却水温 T_w を取得するとともに、エンジン冷却水温 T_w および基準温度 T_j の比較に基づいてエンジン 1000 が冷間状態であるか否かを判定する。そして、エンジン温度判定

50

部 1 3 5 は、エンジン冷却水温 T_w が基準温度 T_j 以下のときには、エンジン 1 0 0 0 が冷間状態であると判定して、フラグ F C をオンする。

【 0 1 2 7 】

アイドル時目標位相設定部 1 3 0 は、エンジン温度判定部 1 3 5 によりフラグ F C がオンされた場合には、上述したアイドル目標回転数 $N_{I r}$ が所定回転数より低く設定された場合と同様に、目標位相 $C A r$ を、減速比大の領域 6 0 0 1 内の位相 $C A i$ に設定する。

【 0 1 2 8 】

これにより、期間冷間時のアイドル運転時において、V V T 機構 2 0 0 0 により制御されるインテークバルブ 1 1 0 0 の位相変化範囲は、減速比大の領域 6 0 0 1 内に制限されることになる。

10

【 0 1 2 9 】

その他の各ブロックの機能および動作については図 1 4 と同様であるので詳細な説明は繰返さない。

【 0 1 3 0 】

図 1 8 は、図 1 7 に示したアイドル運転時におけるインテークバルブの目標位相設定制御を、E C U 1 0 0 によるソフトウェア処理で実行するためのフローチャートである。

【 0 1 3 1 】

図 1 8 を図 1 6 と比較して、実施の形態の変形例による可変バルブタイミング機構の制御装置では、E C U 1 0 0 は、図 1 6 でのステップ S 1 0 0 , S 1 2 0 , S 1 4 0 , S 1 5 0 に加えて、ステップ S 1 3 0 および S 1 3 5 をさらに実行する。

20

【 0 1 3 2 】

E C U 1 0 0 は、ステップ S 1 3 0 により、エンジン冷却水温 T_w を取得し、さらに、ステップ S 1 3 5 により、エンジン 1 0 0 0 が冷間状態であるかどうかを、エンジン冷却水温 T_w が基準温度 T_j 以下であるかどうかにより判定する。

【 0 1 3 3 】

そして、E C U 1 0 0 は、エンジン 1 0 0 0 が冷間状態であると判定されると (S 1 3 5 の Y E S 判定時)、ステップ S 1 4 0 によるインテークバルブ 1 1 0 0 の位相変化領域の制限を実行する。

【 0 1 3 4 】

一方、E C U 1 0 0 は、エンジン冷却水温 T_w が基準温度 T_j より高い場合 (S 1 3 5 の N O 判定時、すなわち温間状態) には、アイドル目標回転数 $N_{I r}$ が所定回転数 N_j 以上であることに応答してステップ S 1 5 0 を実行する。すなわち、ステップ S 1 4 0 によるインテークバルブ 1 1 0 0 の位相変化領域の制限は非実行とされる。

30

【 0 1 3 5 】

図 1 2 で説明したように、意図しないインテークバルブ位相の変化を防止するためには、エンジン停止時点のインテークバルブ位相を、確実に減速比大の領域 6 0 0 1 内とすることが必要である。このため、アイドル運転時に、自動的にあるいは運転者の操作によってエンジン停止が指示された場合には、実際にエンジンが停止する時点までに、V V T 機構 2 0 0 0 によってインテークバルブ 1 1 0 0 の位相を領域 6 0 0 1 内へ収める必要がある。しかしながら、エンジン 1 0 0 0 の冷間時には、各部位でのフリクションの増大により、潤滑性が十分に確保される温間時と比較して、V V T 機構 2 0 0 0 によるバルブ位相変化量が十分に確保できなくなる可能性がある。

40

【 0 1 3 6 】

したがって、実施の形態の変形例による可変バルブタイミング機構の制御装置では、エンジン 1 0 0 0 の冷間時には、バルブ位相の変化範囲を減速比大の領域 6 0 0 1 内に制限することにより、エンジン停止時の外乱によって、実際のバルブ位相が制御上の位相から外れてしまうような意図しない位相変化の発生を確実に防止することができる。

【 0 1 3 7 】

なお、実施の形態の変形例による可変バルブタイミング機能の制御装置では、アイドル

50

目標回転数およびエンジン冷却水温（冷間／非冷間）の両方に基づいてアイドル運転時のバルブ目標位相 $C A r$ を設定する制御構成を説明したが、エンジン冷却水温（冷間／非冷間）のみに基づいてアイドル運転時のバルブ目標位相 $C A r$ を設定する制御構成とすることも可能である点について確認的に記載する。

【0138】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

10

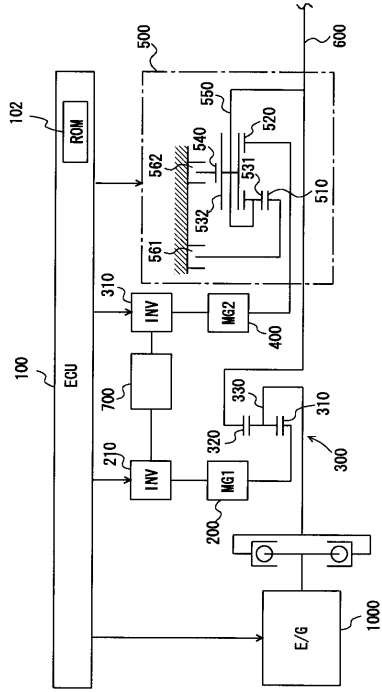
【0139】

100 ECU、102 ROM、110 アイドル目標回転数設定部、120 ISC部、130 アイドル時目標位相設定部、135 エンジン温度判定部、140 目標位相設定部、150 バルブ位相制御部、152 バルブ位相検出部、154、160 演算部、156 要求回転数差演算部、158 カムシャフト回転数検出部、190 デューティ設定部、200 MG(1)、300 動力分割機構、310 サンギヤ(S)、320 リングギヤ(R)、330 キャリア(C)、400 MG(2)、500 変速機、510 第1サンギヤ(S1)、520 第2サンギヤ(S2)、531 第1のピニオン、532 第2のピニオン、540 リングギヤ(R)、550 キャリア(C)、561 B1ブレーキ、562 B2ブレーキ、600 出力軸、700 蓄電装置、1000 エンジン、1010、1012 バンク、1020 エアクリーナ、1030 スロットルバルブ、1040 シリンダ、1050 インジェクタ、1060 点火プラグ、1070 三元触媒、1090 クランクシャフト、1100 インテークバルブ、1110 エキゾーストバルブ、1120 インテークカムシャフト、1130 エキゾーストカムシャフト、2000 インテーク用VVT機構、2010 スプロケット、2020 カムプレート、2030 リンク機構、2031 アーム(1)、2032 アーム(2)、2034 制御ピン、2040 ガイドプレート、2042 ガイド溝、2044 凹部、2050 減速機、2052 外歯ギヤ、2054 内歯ギヤ、2056 凸部、2060 電動モータ、2062 カップリング、2064 軸心、2066 偏心軸、2070 ピン(1)、2072 ピン(2)、2074 ピン(3)、2076 ピン(4)、3000 エキゾースト用VVT機構、4000 EDU、5000 クランク角センサ、5010 カムポジションセンサ、5020 水温センサ、5030 エアフロメータ、5040 回転数センサ、6001 遅角領域(減速比大)、6002 進角領域(減速比小)、6003 中間領域(減速比中)、CA バルブ位相(現在値)、CAr バルブ目標位相、CAi、CAi# アイドル時目標位相値、DTY デューティ比、FC フラグ(エンジン冷間時)、KL 吸入空気量、NE エンジン回転数、NIr アイドル目標回転数、Nmref 回転数指令値(電動モータ)、Nmt モータ回転数、Tw エンジン冷却水温、CA 位相偏差、Nm 回転数差(アクチュエータ作動量)。

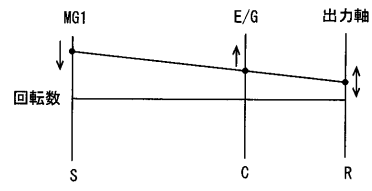
20

30

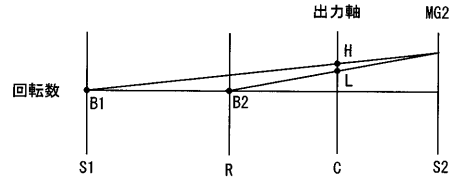
【図1】



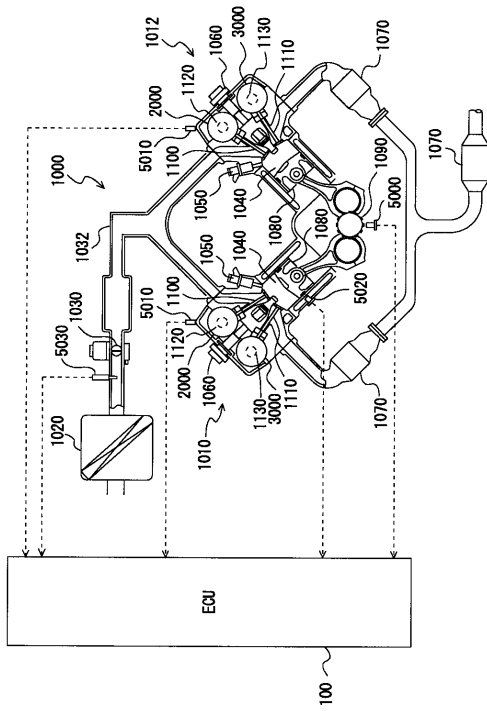
【図2】



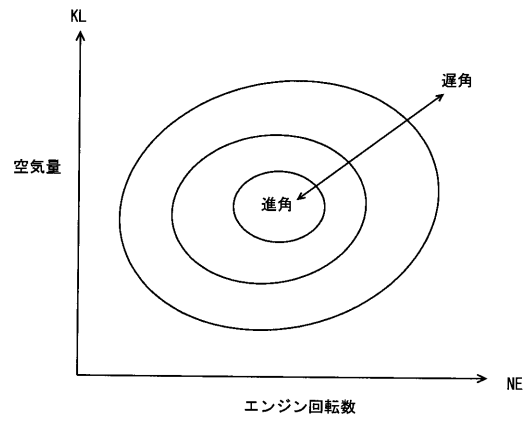
【図3】



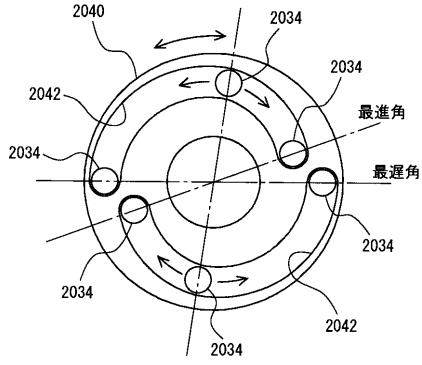
【図4】



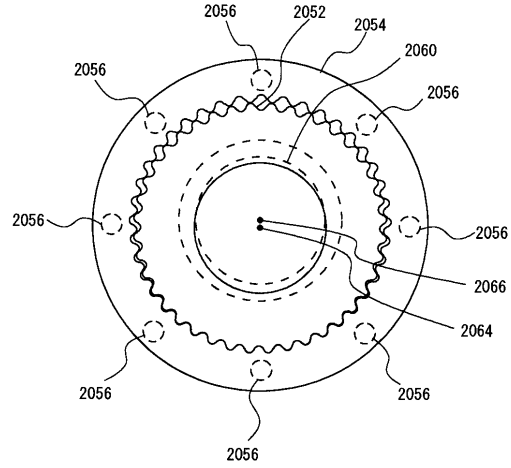
【図5】



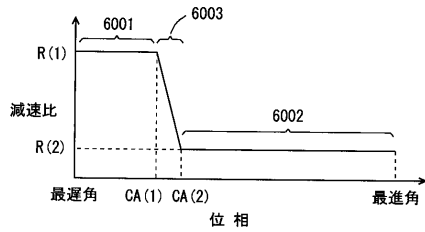
【図10】



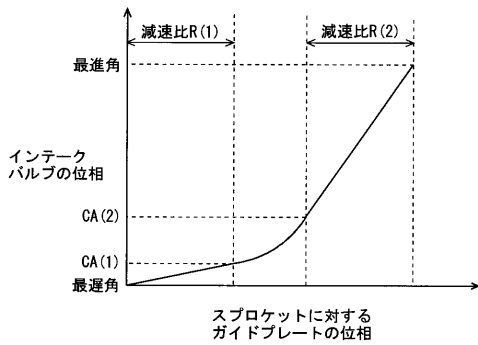
【図11】



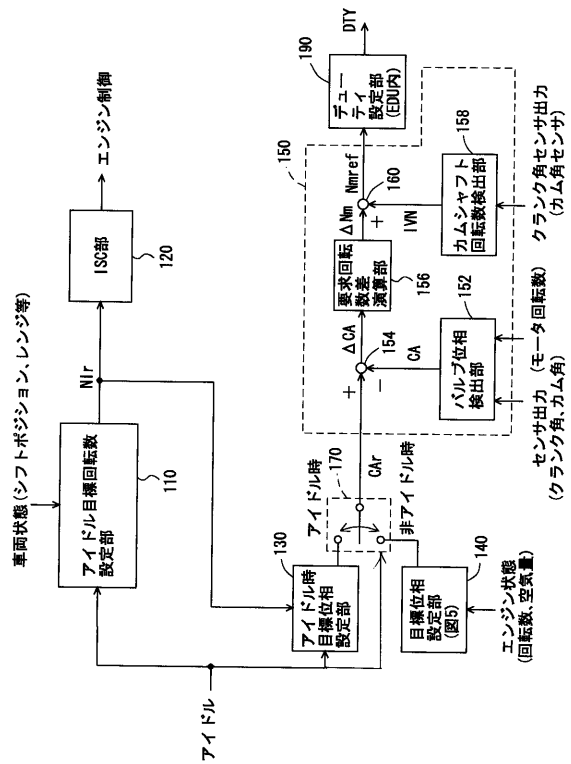
【図12】



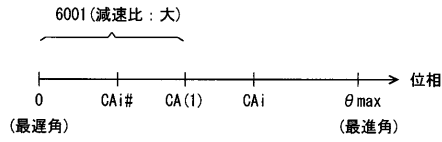
【図13】



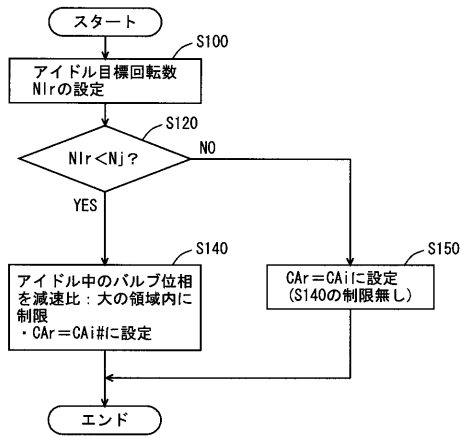
【図14】



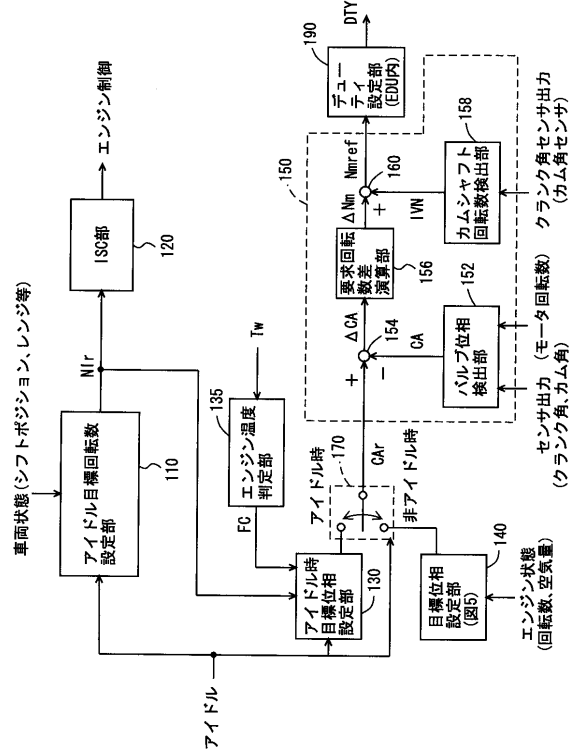
【 図 1 5 】



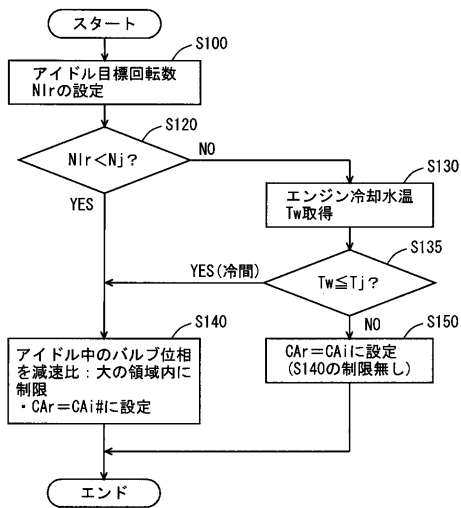
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 安部 司

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 AA14 BA29 EA12 EA17 FA01 FA07 GA11

3G092 AA01 AA11 AB02 EC01 FA31 GA04 HA01Z HA06Z HA13Z HB01Z

HB02Z HE01Z HE08Z