

(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2010-24908
(P2010-24908A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.			F 1			テーマコード (参考)	
FO2D	13/02	(2006.01)	FO2D	13/02	H	3G065	
FO2D	9/02	(2006.01)	FO2D	9/02	Q	3G092	
FO2D	41/04	(2006.01)	FO2D	9/02	3O1Z	3G301	
FO2D	43/00	(2006.01)	FO2D	41/04	31OG	3G384	
FO2D	45/00	(2006.01)	FO2D	41/04	32O		
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁) 最終頁に続く							

(21) 出願番号	特願2008-185701 (P2008-185701)	(71) 出願人	000003137
(22) 出願日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		マツダ株式会社
			広島県安芸郡府中町新地3番1号
		(74) 代理人	100101454
			弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100098280
			弁理士 石野 正弘
		(74) 代理人	100100479
			弁理士 竹内 三喜夫
		(74) 代理人	100112911
			弁理士 中野 晴夫
		(74) 代理人	100125874
			弁理士 川端 純市
		最終頁に続く	

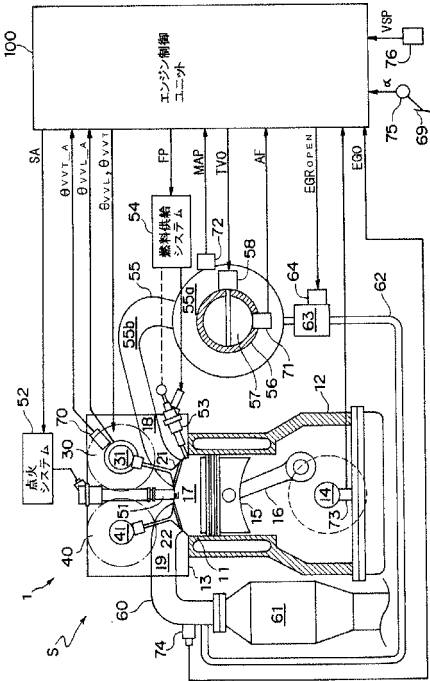
(54) 【発明の名称】 車両用の内燃機関を制御する方法及び内燃機関システム

(57) 【要約】

【課題】車両用のエンジンにおけるトラクション制御を、良好な応答性でもって確実にかつ適切に行うことを可能にする手段を提供する。

【解決手段】エンジン1のエンジン制御ユニット100は、第1モードでは、アクセル開度に応じて定まる目標空気量の空気が燃焼室17内に充填されるように、吸気弁21のリフト量及び閉弁タイミングと、スロットル開度とを制御する。第2モードでは、トラクション制御時における要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が燃焼室17内に充填されるように、吸気弁21のリフト量及び閉弁タイミングと、スロットル開度とが制御される。同一空気量に対し、第2モードにおける吸気弁21のリフト量は第1モードにおける吸気弁21のリフト量よりも大きい値に設定され、第2モードにおけるスロットル開度が第1モードにおけるスロットル開度よりも小さい値に設定されている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

クランクシャフトにより駆動され該クランクシャフトの回転に同期して往復動作を行って吸気通路と燃焼室との間の連通部を開閉する吸気弁と、上記吸気通路に配置されたスロットル弁とを有する車両用の内燃機関を制御する方法であって、

車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填されるように上記吸気弁のリフト量及び上記スロットル弁の開度を制御する第 1 モードと、車両のドライバ以外のものからの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填されるように上記吸気弁のリフト量及び上記スロットル弁の開度を制御する第 2 モードとを設け、

10

同一空気量に対し、第 2 モードにおける上記吸気弁のリフト量と第 1 モードにおける上記吸気弁のリフト量とを、第 2 モードでは第 1 モードよりも上記燃焼室内へ流入する空気の流量が大きくなるように設定し、かつ、第 2 モードにおける上記スロットル弁の開度を第 1 モードにおける上記スロットル弁の開度よりも小さく設定することを特徴とする内燃機関を制御する方法。

【請求項 2】

クランクシャフトにより駆動され該クランクシャフトの回転に同期して往復動作を行って吸気通路と燃焼室との間の連通部を開閉する吸気弁と、上記吸気通路に配置されたスロットル弁とを有する車両用の内燃機関を制御する方法であって、

車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填されるように上記吸気弁の開弁時期及び上記スロットル弁の開度を制御する第 1 モードと、車両のドライバ以外のものからの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填されるように上記吸気弁の開弁時期及び上記スロットル弁の開度を制御する第 2 モードとを設け、

20

同一空気量に対し、第 2 モードにおける上記吸気弁の開弁時期と第 1 モードにおける上記吸気弁の開弁時期とを、第 2 モードでは第 1 モードよりも上記燃焼室内へ流入する空気の流量が大きくなるように設定し、かつ、第 2 モードにおける上記スロットル弁の開度を第 1 モードにおける上記スロットル弁の開度よりも小さく設定することを特徴とする内燃機関を制御する方法。

【請求項 3】

30

第 2 モードの制御を実行するときに要求トルクを低下させ、第 2 モードの制御の終了後に要求トルクを上昇させることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関を制御する方法。

【請求項 4】

第 2 モードの制御の実行の前後で、第 1 モードの制御を実行することを特徴とする、請求項 3 に記載の内燃機関を制御する方法。

【請求項 5】

第 2 モードにおいては、目標空気量により定まる上記スロットル弁の開度に対して進み補正を加えた補正開度を目標値として上記スロットル弁を制御することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の内燃機関を制御する方法。

40

【請求項 6】

第 2 モードの制御の実行時において実際の出力トルクが要求トルクよりも大きいときには、上記燃焼室に供給する燃料の量を減少させることを特徴とする、請求項 5 に記載の内燃機関を制御する方法。

【請求項 7】

第 2 モードの制御の実行時において実際の出力トルクが要求トルクよりも大きいときには、点火時期を遅角させることを特徴とする、請求項 4 又は 5 に記載の内燃機関を制御する方法。

【請求項 8】

目標空気量が大きいほど上記吸気弁のリフト量を大きくすることを特徴とする、請求項

50

1 に記載の内燃機関を制御する方法。

【請求項 9】

目標空気量が大きいほど上記吸気弁の開弁時期を進角させることを特徴とする、請求項 2 に記載の内燃機関を制御する方法。

【請求項 10】

クランクシャフトにより駆動され該クランクシャフトの回転に同期して往復動作を行って吸気通路と燃焼室との間の連通部を開閉する吸気弁と、上記吸気弁のリフト量を変更するリフト量可変機構と、上記吸気通路に配置されたスロットル弁とを有する内燃機関と、

第 1 モードでは車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填される一方、第 2 モードでは車両のドライバ以外のものからの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填されるように、上記リフト量可変機構及び上記スロットル弁を制御する制御器とを備えている内燃機関システムであって、

同一空気量に対して、第 2 モードにおける上記吸気弁のリフト量が第 1 モードにおける上記吸気弁のリフト量よりも大きく設定され、第 2 モードにおける上記スロットル弁の開度が第 1 モードにおける上記スロットル弁の開度よりも小さく設定されていることを特徴とする内燃機関システム。

【請求項 11】

クランクシャフトにより駆動され該クランクシャフトの回転に同期して往復動作を行って吸気通路と燃焼室との間の連通部を開閉する吸気弁と、上記吸気弁の位相を変更する位相可変機構と、上記吸気通路に配置されたスロットル弁とを有する内燃機関と、

第 1 モードでは車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填される一方、第 2 モードでは車両のドライバ以外のものからの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が上記燃焼室内に充填されるように、上記位相可変機構及び上記スロットル弁を制御する制御器とを備えている内燃機関システムであって、

同一空気量に対して、第 2 モードにおける上記吸気弁の開弁時期が第 1 モードにおける上記吸気弁の開弁時期よりも早く設定され、第 2 モードにおける上記スロットル弁の開度が第 1 モードにおける上記スロットル弁の開度よりも小さく設定されていることを特徴とする内燃機関システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用の内燃機関を制御する方法と、車両用の内燃機関システムとに関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、車両用の火花点火式エンジン（内燃機関）では、吸気通路に配設されたスロットル弁を開閉することにより燃焼室への空気の供給量、ひいてはエンジンの出力トルクを制御するようにしている。また、かかるエンジンでは、吸気弁が開かれる吸気行程で燃焼室内に空気が吸入されるようになっているが、この吸気弁の変位特性、例えば該吸気弁のリフト量あるいは閉弁時期を変えることにより、燃焼室に吸入される空気の量を制御することができる。

【0003】

そこで、スロットル弁の開度（以下「スロットル開度」という。）を制御するとともに、吸気弁の変位特性を制御することにより、燃焼室内に吸入される空気の量、ひいては出力トルクをより精密に制御するようにしたエンジンが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。なお、特許文献 1 に開示されたエンジンでは、ドライバの要求に応じて吸気弁のリフト量及びスロットル弁の開度を制御する一方、変速機のシフト時に、吸入空気量を低下させるために吸気弁のリフト量とスロットル弁の開度とを制御するようにしている。

【特許文献 1】特開 2007 - 154832 号公報（段落 [0022]、図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで一方、ドライバの要求ないしは意図とは無関係なエンジンの出力トルクの制御（以下「ドライバ非関与制御」という。）、例えば走行時に車輪がスリップしたときにエンジンの出力トルクを一時的に低下させることにより車輪（駆動輪）の駆動力を低減してスリップを抑制するといったトラクション制御を行うようにした車両も知られているが、このようなドライバ非関与制御ではエンジンの出力トルクを低下させる際に良好ないしは迅速な応答性が要求される。

【0005】

そこで、理論的には応答性が最も良好であると考えられる、吸気弁の変位特性（例えば、吸気弁のリフト量、閉弁時期等）の制御により、エンジンの出力トルクを低下させるといった対応が考えられる。しかしながら、吸気弁の変位特性を制御するアクチュエータは、エンジン本体に取り付けられるので厳しい熱的条件に晒される。このため、良好な応答性が要求されるドライバ非関与制御の場合は、ドライバの要求ないしは意図に従ってエンジンの出力トルクが制御される場合とは異なり、吸気弁の変位特性の変更による制御は必ずしも有効ないしは得策ではないといった問題がある。

【0006】

本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであって、車両用のエンジンないしは内燃機関におけるトラクション制御等のドライバ非関与制御を、良好な応答性をもって確実にかつ適切に行うことを可能にする手段を提供することを解決すべき課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するためになされた本発明に係る、クランクシャフトにより駆動され該クランクシャフトの回転に同期して往復動作を行って吸気通路と燃焼室との間の連通部を開閉する吸気弁と、吸気通路に配置されたスロットル弁とを有する車両用の内燃機関を制御する方法（以下「内燃機関制御方法」という。）では、第1モードと第2モードとを設けている。第1モードでは、車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が燃焼室内に充填されるように、吸気弁のリフト量及びスロットル弁の開度を制御する。第2モードでは、車両のドライバ以外のもの（例えば、車両制御装置）からの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が燃焼室内に充填されるように、吸気弁のリフト量及びスロットル弁の開度を制御する。そして、この内燃機関制御方法では、同一空気量に対し、第2モードにおける吸気弁のリフト量と第1モードにおける吸気弁のリフト量とを、第2モードでは第1モードよりも燃焼室内へ流入する空気の流量が大きくなるように設定し、かつ、第2モードにおけるスロットル弁の開度を、第1モードにおけるスロットル弁の開度よりも小さく設定する。

【0008】

本発明に係る内燃機関制御方法においては、第1モード及び第2モードで、吸気弁のリフト量の制御とともに又はリフト量の制御に代えて、吸気弁の閉弁時期を制御するようにしてもよい。この場合、同一空気量に対し、第2モードにおける吸気弁の閉弁時期と第1モードにおける吸気弁の閉弁時期とを、第2モードでは第1モードよりも燃焼室内へ流入する空気の流量が大きくなるように設定し、かつ、第2モードにおけるスロットル弁の開度を、第1モードにおけるスロットル弁の開度よりも小さく設定するのが好ましい。

【0009】

本発明に係る内燃機関制御方法においては、第2モードの制御を実行するときに要求トルクを低下させ、第2モードの制御の終了後に要求トルクを上昇（又は復帰）させるようにしてもよい。第2モードの制御の実行の前後で、第1モードの制御を実行するようにしてもよい。また、第2モードで、目標空気量により定まるスロットル弁の開度に対して進み補正を加えた補正開度を目標値としてスロットル弁を制御するようにしてもよい。

【0010】

本発明に係る内燃機関制御方法においては、第２モードの制御の実行時において実際の出力トルクが要求トルクよりも大きいときには、燃焼室に供給する燃料の量を減少させ、及び／又は、点火時期を遅角させてもよい。また、目標空気が大きいほど、吸気弁のリフト量を大きくし、又は、吸気弁の閉弁時期を進角させてもよい。

【００１１】

本発明に係る内燃機関システムは、車両用内燃機関と制御器とを備えている。ここで、車両用内燃機関は、クランクシャフトにより駆動され該クランクシャフトの回転に同期して往復動作を行って吸気通路と燃焼室との間の連通部を開閉する吸気弁と、吸気弁のリフト量を変更するリフト量可変機構と、吸気通路に配置されたスロットル弁とを有している。制御器は、第１モードでは車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気の空気が燃焼室内に充填される一方、第２モードでは車両のドライバ以外のものからの要求トルクに応じて定まる目標空気の空気が燃焼室内に充填されるように、リフト量可変機構及びスロットル弁を制御する。この内燃機関システムには、同一空気量に対して、第２モードにおける吸気弁のリフト量が第１モードにおける吸気弁のリフト量よりも大きく設定され、第２モードにおけるスロットル弁の開度が第１モードにおけるスロットル弁の開度よりも小さく設定されている。

【００１２】

本発明に係る内燃機関システムにおいては、リフト量可変機構に加えて又はこれに代えて、吸気弁の位相を変更する位相可変機構を設け、制御器がリフト量可変機構に加えて又はこれに代えて位相可変機構を制御するようにしてもよい。この場合、同一空気量に対して、第２モードにおける吸気弁の閉弁時期が第１モードにおける吸気弁の閉弁時期よりも早く設定され、第２モードにおけるスロットル開度が第１モードにおけるスロットル開度よりも小さく設定されているのが好ましい。

【発明の効果】

【００１３】

本発明に係る内燃機関制御方法又は内燃機関システムによれば、比較的応答性に対する要求が小さい、車両のドライバの要求により気筒空気量を制御する際には、吸気管圧力が比較的高く設定される。この場合、ポンプ損失低減により、内燃機関の運転効率を向上させることができる。他方、車両のドライバ以外のものからの要求により気筒空気量を制御する際には、熱負荷が比較的小さいスロットル弁により吸気管圧力を低下することにより気筒空気量を制御することになる。これにより、良好な応答性が要求される場面で、確実にかつ適切に空気量の制御を行なうことができる。かくして、車両用の内燃機関におけるトラクション制御等のドライバ非関与制御を、良好な応答性をもって確実にかつ適切に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

（実施の形態１）

以下、添付の図面を参照しつつ本発明の実施の形態１を具体的に説明する。

図１は、本発明の実施の形態１に係る内燃機関システムの構成を示す模式図である。図１に示すように、内燃機関システムＳは、エンジン１（内燃機関）と、エンジン１に付設された種々のアクチュエータと、種々のセンサと、これらのセンサからの信号に基づいて各アクチュエータを制御するエンジン制御ユニット１００（制御器）とを備えている。

【００１５】

エンジン１は、例えば、ガソリン、エタノール、ＬＰＧ又は水素等を燃料とする火花点火式の４サイクル４気筒エンジンであって、図示していないが、第１～第４の４つの気筒１１（シリンダ）を有する。なお、本発明において、エンジン１は４気筒エンジンに限定されるものではなく、いかなる数の気筒を有するものであってもよい。エンジン１は、自動車等の車両に搭載され、そのクランクシャフト１４は、変速機（図示せず）を介して駆動輪（図示せず）に連結され、車両を推進する。エンジン１の幾何学的圧縮比は１．３以上であるのが好ましく、１．４以上かつ１．６以下であるのがとくに好ましい。

【 0 0 1 6 】

エンジン 1 は、その幾何学的圧縮比が大きいほど膨張比が大きくなり、機関効率は高くなる。そこで、実施の形態 1 では、幾何学的圧縮比を 1 3 以上に設定し、点火時期のリタード等によりノッキングの発生を回避しつつ高トルクと燃費の大幅な低減とを図るようにしている。また、幾何学的圧縮比が高いほどブレイグニッションやノッキングなどの異常燃焼が発生する可能性が高くなるので、有効圧縮比を小さくして充填効率を低下させることも必要である。しかしながら、有効圧縮比を小さくすると、気筒 1 1 の単位容積当たりの出力が低下し、内燃機関システム S の重量比で見たときの効率は低下する。さらに、エンジン 1 を車両に搭載する際に、エンジンルーム内でのレイアウト性ないしは搭載性に問題が生じる。このような諸般の事情を考慮すれば、幾何学的圧縮比の上限は 1 6 とするのが好ましい。

10

【 0 0 1 7 】

エンジン 1 は、シリンダブロック 1 2 と、その上に配置されたシリンダヘッド 1 3 とを備えており、これらの内部に 4 つの気筒 1 1 が形成されている。シリンダブロック 1 2 内には、クランクシャフト 1 4 が回転自在に支持されている。クランクシャフト 1 4 は、各気筒 1 1 のピストン 1 5 に、それぞれのコネクティングロッド 1 6 等からなる連結機構を介して連結されている。

【 0 0 1 8 】

各気筒 1 1 において、ピストン 1 5 は該気筒 1 1 内に摺動自在に嵌挿され、燃焼室 1 7 を画成している。シリンダヘッド 1 3 には、吸気ポート 1 8 及び排気ポート 1 9 が気筒 1 1 毎に 2 つずつ（図 1 中では 1 つずつ図示）形成されている。両ポート 1 8、1 9 は、それぞれ燃焼室 1 7 と連通している。吸気ポート 1 8 及び排気ポート 1 9 に対して、それぞれ、これらのポート 1 8、1 9 と燃焼室 1 7 とを遮断又は遮閉することができる吸気弁 2 1 及び排気弁 2 2 が配設されている。吸気弁 2 1 及び排気弁 2 2 は、それぞれ、吸気弁駆動機構 3 0 及び排気弁駆動機構 4 0 により駆動され、所定のタイミングで往復動作を行って、吸気ポート 1 8 及び排気ポート 1 9 を開閉する。

20

【 0 0 1 9 】

吸気弁駆動機構 3 0 は吸気カムシャフト 3 1 を有し、他方排気弁駆動機構 4 0 は排気カムシャフト 4 1 を有している。両カムシャフト 3 1、4 1 は、それぞれ、周知のチェーン／スプロケット機構等の動力伝達機構を介して、クランクシャフト 1 4 によって回転駆動される。このエンジン 1 の動力伝達機構は、クランクシャフト 1 4 が 2 回転する間に両カムシャフト 3 1、4 1 が 1 回転するように構成されている。吸気カムシャフト 3 1 の位相角は、カム位相センサ 7 0 によって検出され、その検出信号 $\theta_{V V T _ A}$ がエンジン制御ユニット 1 0 0 に入力される。また、吸気弁 2 1 のリフト量 $\theta_{V V L _ A}$ もエンジン制御ユニット 1 0 0 に入力される。

30

【 0 0 2 0 】

点火プラグ 5 1 は、シリンダヘッド 1 3 に取り付けられている。点火システム 5 2 は、エンジン制御ユニット 1 0 0 からの制御信号 S A を受けて、点火プラグ 5 1 に、所望の点火タイミングで火花が発生するよう通電する。燃料噴射弁 5 3 は、シリンダヘッド 1 3 の一方の側面（吸気側）に取り付けられている。燃料噴射弁 5 3 の先端部は、上下方向に関して 2 つの吸気ポート 1 8 の下方に位置する一方、水平方向に関して 2 つの吸気ポート 1 8 の中間部に位置し、燃焼室 1 7 内に臨んでいる。

40

【 0 0 2 1 】

燃料供給システム 5 4 は、図示していないが、燃料を昇圧して燃料噴射弁 5 3 に供給する高圧ポンプと、燃料タンク内の燃料を高圧ポンプに供給する配管及びホース等と、燃料噴射弁 5 3 を駆動する電気回路とを備えている。この電気回路は、エンジン制御ユニット 1 0 0 からの制御信号 F P を受けて燃料噴射弁 5 3 のソレノイドを作動させ、所定のタイミングで燃料噴射弁 5 3 に所定量の燃料を噴射させる。

【 0 0 2 2 】

吸気ポート 1 8 は、吸気マニホールド 5 5 内の吸気通路 5 5 b を介して、吸入空気（燃

50

料燃焼用の空気)の流れを安定させるサージタンク55aに接続されている。エアクリーナ(図示せず)からの吸入空気は、スロットルボデー56を通してサージタンク55aに供給される。スロットルボデー56内にはスロットル弁57が配置されている。スロットル弁57は、サージタンク55aに向かう吸入空気を絞ってその流量を制御又は調整する。スロットルアクチュエータ58は、エンジン制御ユニット100からの制御信号TVOを受けて、スロットル弁57の開度を制御又は調整する。

【0023】

排気ポート19は、排気マニホールド60内の排気通路を介して排気管内の排気通路と連通している。排気マニホールド60よりも下流側の排気通路には、1つ又は複数の触媒コンバータ61を有する排気ガス浄化システムが配設されている。触媒コンバータ61には、三元触媒、リーンNOx触媒、酸化触媒等の排気ガス浄化触媒が用いられている。なお、排気ガス浄化の目的に合致するものであれば、これらの触媒以外のいかなるタイプの触媒を用いてもよい。

10

【0024】

吸気マニホールド55と排気マニホールド60とは、EGRパイプ62を介して互いに連通し、これにより排気ガスの一部がEGRガスとして吸気系に還流させられる。EGRパイプ62には、該EGRパイプ62を通して吸気系に還流するEGRガスの流量を制御又は調整するためのEGRバルブ63が設けられている。EGRバルブ63は、EGRバルブアクチュエータ64によって駆動される。EGRバルブアクチュエータ64は、EGRバルブ63の開度が、エンジン制御ユニット100によって算出されたEGR開度EGR_{OPEN}となるようにEGRバルブ63を駆動する。これにより、EGRガスの流量が適切に制御又は調整される。

20

【0025】

エンジン制御ユニット100は、コンピュータ又はマイクロコンピュータを備えた内燃機関システムSないしはエンジン1の総合的な制御器であって、プログラムに従って演算等の処理を実行する中央処理装置(CPU)と、RAM及びROM等を有しプログラム及びデータを格納するメモリと、エンジン制御ユニット100への電気信号の入出力経路となる入出力バス(I/Oバス)とを備えている。

【0026】

エンジン制御ユニット100には、制御情報として、カム位相センサ70によって検出される吸気カムシャフト31のバルブ位相角 $\theta_{VV_T_A}$ 、吸気弁21のリフト量 $\theta_{VV_L_A}$ 、エアフローセンサ71によって検出される吸入空気流量AF、吸気圧センサ72によって検出される吸気マニホールド圧MAP(吸気圧)、クランク角センサ73によって検出されるクランク角パルス信号等の各種信号が入力される。そして、エンジン制御ユニット100は、例えば、クランク角パルス信号に基づいて、エンジン回転速度 N_{ENG} を算出する。さらに、エンジン制御ユニット100には、酸素濃度センサ74(例えば、リニア酸素濃度センサ)によって検出される排気ガスの酸素濃度EGO(ひいては空燃比)と、アクセルペダル69の踏み込み量すなわちアクセル開度を検出するアクセル開度センサ75から出力されるアクセル制御信号 α と、変速機の出力軸(図示せず)の回転速度ひいては車速を検出する車速センサ76から出力される車速信号VSPとが入力される。

30

40

【0027】

エンジン制御ユニット100は、これに入力された上記種々の制御情報に基づいて、エンジン1の種々の制御パラメータを算出する。例えば、適切なスロットル開度TVO、燃料噴射量FP、点火タイミングSA、バルブ位相角 θ_{VV_T} 、リフト量 θ_{VV_L} 等を算出する。そして、これらの制御パラメータに基づいて、これらに対応する制御信号として、スロットル制御信号TVO、燃料噴射パルス信号FP、点火パルス信号SA、バルブ位相角信号 θ_{VV_T} 、リフト量信号 θ_{VV_L} 等を、スロットルアクチュエータ58、燃料供給システム54、点火システム52、吸気カムシャフト31の位相可変機構32、リフト量可変機構33等に出力する。

【0028】

50

次に、図 2 及び図 3 を参照しつつ、実施の形態 1 に係る吸気弁駆動機構 30 を詳細に説明する。図 2 は、図 1 に示す内燃機関システム S のエンジン 1 の吸気弁駆動機構 30 の具体的な構成を示す斜視図である。また、図 3 (a) ~ (d) は、それぞれ、図 2 に示す吸気弁駆動機構 30 の要部を示す断面図である。なお、図 3 (a) は大リフト量制御状態において吸気弁 21 のリフト量が 0 の状態を示し、図 3 (b) は大リフト量制御状態において吸気弁 21 のリフト量が最大の状態を示し、図 3 (c) は小リフト量制御状態において吸気弁 21 のリフト量が 0 の状態を示し、図 3 (d) は小リフト量制御状態において吸気弁 21 のリフト量が最大の状態を示している。

【0029】

図 2 及び図 3 (a) ~ (d) に示すように、吸気弁駆動機構 30 は、吸気弁 21 の変位特性を調整する変位調整機構を備えている。この変位調整機構は、クランクシャフト 14 に対する吸気カムシャフト 31 の回転位相を変更することができる位相可変機構 32 (以下「VVT 機構 32」という。)と、吸気弁 21 のリフト量(バルブリフト量)を連続的に変更することができるリフト量可変機構 33 (以下「VVL 機構 33」という。)とで構成されている。VVT 機構 32 は、チェーンドライブ機構によってクランクシャフト 14 に駆動連結されている。チェーンドライブ機構は、図示していないが、ドリブンスプロケット 104 の他に、クランクシャフト 14 のドライブスプロケットと、これらの両スプロケットに巻き掛けられたチェーンとを備えている。

【0030】

VVT 機構 32 は、ドリブンスプロケット 104 に固定され該ドリブンスプロケット 104 と一体回転するケースと、このケースに収容されるとともにインナシャフト 105 に固定され該インナシャフト 105 と一体回転するロータとを有している。詳しくは図示していないが、ケースとロータとの間に複数の液圧室が設けられ、これらの液圧室は中心軸 X のまわりに、周方向に並んで形成されている。そして、ポンプにより加圧された液体(例えば、エンジンオイル)が各液圧室に選択的に供給され、互いに対向する液圧室の間に圧力差が形成される。なお、この VVT 機構 32 は液圧式であるが、電磁式又は機械式の VVT 機構を用いてもよい。

【0031】

エンジン制御ユニット 100 は VVT 機構 32 の電磁バルブ 32a にバルブ位相角信号 θ_{VVT} (制御信号) を出力し、電磁バルブ 32a はこのバルブ位相角信号 θ_{VVT} を受けて液圧のデューティ制御を行い、液圧室に供給する液体の流量、圧力等を制御又は調整する。かくして、ドリブンスプロケット 104 とインナシャフト 105 との間の実際の位相差が変更され、これによりインナシャフト 105 の所望の回転位相が達成される。なお、エンジン制御ユニット 100 と別体の、VVT 機構 32 を制御するための VVT 制御ユニットを設けてもよい。

【0032】

VVL 機構 33 は、各気筒 11 に対応してインナシャフト 105 に設けられたディスク形状の偏心カム 106 を有している。これらの偏心カム 106 は、インナシャフト 105 の軸芯から偏心して設けられ、VVT 機構 32 により決定される位相で回転する。この偏心カム 106 の外周には、リング状アーム 107 が回転自在に嵌め合わされている。ここで、インナシャフト 105 がその中心軸 X のまわりに回転すると、リング状アーム 107 は、中心軸 X のまわりを公転しながら、偏心カム 106 の中心のまわりで回動する。

【0033】

また、インナシャフト 105 には、気筒 11 毎にロッカーコネクタ 110 が配設されている。ロッカーコネクタ 110 は円筒状であり、インナシャフト 105 に外挿されて同軸に軸支されている。換言すれば、ロッカーコネクタ 110 は、その中心軸 X のまわりに回動可能に支持される一方、該ロッカーコネクタ 110 の外周面はベアリングジャーナルとされ、シリンダヘッド 13 に配設されたベアリングキャップ(図示せず)によって回転可能に支持されている。

【0034】

10

20

30

40

50

ロッカーコネクタ 110 には、第 1 及び第 2 のロッカーカム 111、112 が一体的に設けられている。両ロッカーカム 111、112 の構成は同一であるので、図 3 (a) ~ (d) では、第 1 のロッカーカム 111 のみを示し、第 2 のロッカーカム 112 の図示は省略している。第 1 のロッカーカム 111 は、カム面 111a と円周状のベース面 111b とを有し (図 3 (d) 参照)、カム面 111a 及びベース面 111b は、いずれもタペット 115 の上面に摺接するようになっている。第 1 のロッカーカム 111 は、連続的には回転せず、揺動運動することを除いては、一般的な吸気弁駆動機構のカムと同様にタペット 115 を押圧して吸気弁 21 を開くものである。タペット 115 は、バルブスプリング 116 によって支持されている。バルブスプリング 116 は、2 つの保持器 117、118 (図 3 (b) 参照) の間に支持されている。

10

【0035】

インナシャフト 105 とロッカーコネクタ 110 と両ロッカーカム 111、112 とからなる組立体と並行して、該組立体の上方に、コントロールシャフト 120 が配設されている。このコントロールシャフト 120 は、ベアリング (図示せず) によって回転可能に支持され、その長手方向の中央付近には、外周面から突出する同軸状のウォームギヤ 121 が一体的に設けられている。

【0036】

ウォームギヤ 121 はウォーム 122 と噛み合っている。このウォーム 122 は、VV L 機構 33 のアクチュエータであるステッピングモータ 123 の出力軸に固定されている。このため、エンジン制御ユニット 100 からリフト量信号 θ_{VVL} (制御信号) を受けたステッピングモータ 123 の作動により、コントロールシャフト 120 を所望の位置に回転させることができる。こうして回転されるコントロールシャフト 120 には、気筒 11 毎のコントロールアーム 131 が取り付けられ、これらコントロールアーム 131 は、コントロールシャフト 120 の回転に伴って一体的に回転させられる。

20

【0037】

また、コントロールアーム 131 は、コントロールリンク 132 を介してリング状アーム 107 に連結されている。すなわち、コントロールリンク 132 の一方の端部は、コントロールピボット 133 によってコントロールアーム 131 の先端部に回転自在に連結されている。また、コントロールリンク 132 の他方の端部は、コモンピボット 134 によって、リング状アーム 107 に回転自在に連結されている。

30

【0038】

ここで、コモンピボット 134 は、前記のとおりコントロールリンク 132 の前記他方の端部をリング状アーム 107 に連結するとともに、このリング状アーム 107 を貫通してこれをロッカーリンク 135 の一方の端部にも回転自在に連結している。そして、ロッカーリンク 135 の他方の端部は、ロッカーピボット 136 によって第 1 のロッカーカム 111 に回転自在に連結されている。これにより、リング状アーム 107 の回転がロッカーカム 111 に伝達される。

【0039】

具体的には、インナシャフト 105 が回転して、これと一体に偏心カム 106 が回転するときに、図 3 (a)、(c) に示すように偏心カム 106 が下側に位置すれば、リング状アーム 107 も下側に位置する。他方、図 3 (b)、(d) に示すように、偏心カム 106 が上側に位置すれば、リング状アーム 107 も上側に位置する。その際、リング状アーム 107 とコントロールリンク 132 とを連結するコモンピボット 134 の位置は、コントロールピボット 133 の位置と、偏心カム 106 及びリング状アーム 107 の共通中心位置との、3 者相互の位置関係によって決定される。したがって、コントロールピボット 133 の位置が変化しない場合、すなわちコントロールシャフト 120 が回転しない場合は、コモンピボット 134 は、偏心カム 106 及びリング状アーム 107 の共通中心のまわりの回転のみに対応して、おおむね上下に往復動作を行う。

40

【0040】

このようなコモンピボット 134 の往復動作は、ロッカーリンク 135 によって第 1 の

50

ロッカーカム 111 に伝達される。これにより、第 1 のロッカーカム 111 は、ロッカーコネクタ 110 で連結された第 2 のロッカーカム 112 とともに、中心軸 X のまわりに揺動する。かくして、揺動するロッカーカム 111 は、図 3 (b)、(c) に示すように、カム面 111a がタペット 115 の上面に接触する間は、このタペット 115 をバルブスプリング 116 のばね力に抗して押し下げる。これにより、タペット 115 が吸気弁 21 を押し下げ、その結果吸気ポート 18 が開かれる。

【0041】

他方、図 3 (a)、(c) に示すように、ロッカーカム 111 のベース面 111b がタペット 115 の上面に接触する場合、タペット 115 は押し下げられない。これは、中心軸 X を中心とするロッカーカム 111 のベース面 111b の半径が、その中心軸 X とタペ
10
ット 115 の上面との間隔以下に設定されているからである。このようなコントロールピボット 133 と、コモンピボット 134 と、偏心カム 106 及びリング状アーム 107 の共通中心との間の相互の位置関係において、コントロールピボット 133 の位置が変化すれば、これにより 3 者相互の位置関係に変化が生じ、コモンピボット 134 は前記とは異なる軌跡を描いて往復動作を行うようになる。

【0042】

したがって、ステッピングモータ 123 の作動によりコントロールシャフト 120 及びコントロールアーム 131 を回転させて、コントロールピボット 133 の位置を変えることにより、両ロッカーカム 111、112 の揺動範囲を変更することができる。例えば、
20
コントロールアーム 131 を、図 3 における位置関係において時計回りに回動させ、コントロールピボット 133 を図 3 (a) に示す位置から図 3 (c) に示すように左斜め上側にずらせると、ロッカーカム 111 の揺動範囲は、相対的にベース面 111b がタペット 115 の上面に接触する傾向の強いものとなる。

【0043】

図 4 は、内燃機関システム S ないしはエンジン 1 の吸気弁駆動機構 30 における吸気弁 21 の変位特性ないしは動作特性（吸気弁 21 のリフト量及び開閉タイミング）の設定例を示す図である。図 4 に示すように、吸気弁駆動機構 30 及びこれに関連する各部品により、吸気弁 21 のリフト量 θ_{VVL} は、例えば θ_{VVL_min} から θ_{VVL_max} までの範囲で、目標気筒空気量（各気筒 11 に充填される空気量の目標値）の増加に応じて増加するように制御される。他方、吸気弁 21 の閉弁タイミング θ_{VVT} は、リフト量 θ_{VVL} の増加に応じて θ_{VVT_min} から θ_{VVT_max} の範囲で遅角させられる。
30
具体的には、この内燃機関システム S では、例えばエンジン回転速度 N_{ENG} が 1500 rpm の場合、吸気行程において吸気弁 21 を開閉する際、吸気弁 21 の開弁タイミングについては、ほとんどの運転領域で排気上死点直前から開弁を開始し、要求トルクに応じて閉弁タイミング（閉弁時期）を変更するようにしている。

【0044】

また、この内燃機関システム S では、吸気弁 21 の閉弁タイミングに関して、早閉じ運転モード M_{EIVC} と、遅閉じ運転モード M_{LIVC} とを設けている。ここで、早閉じ運転モード M_{EIVC} は、気筒空気量（気筒に充填される空気量）が少ない低負荷時に選択されるモードであり、遅閉じ運転モード M_{LIVC} は、気筒空気量が多い高負荷時に選択
40
されるモードである。早閉じ運転モード M_{EIVC} では、時々刻々のエンジン回転速度 N_{ENG} において充填効率が最大となる吸気弁閉タイミングよりも進角側に設定される第 1 閉弁タイミング範囲 INC_{1st} で吸気弁 21 が閉じられる。他方、遅閉じ運転モード M_{LIVC} では、エンジン回転速度 N_{ENG} において充填効率が最大となる閉弁タイミングよりも遅角側に閉弁タイミングが設定され、かつ、第 1 閉弁タイミング範囲 INC_{1st} から離間した第 2 閉弁タイミング範囲 INC_{2nd} で吸気弁 21 が閉じられる。

【0045】

図 4 から明らかなとおり、遅閉じ運転モード M_{LIVC} が設定される第 2 閉弁タイミング範囲 INC_{2nd} は、早閉じ運転モードが設定される第 1 閉弁タイミング範囲 INC_{1st} よりも遅角し、かつ離間している。したがって、両閉弁タイミング範囲 INC_{1st}
50

、 INC_{2nd} 間には、定常運転時であれば吸気弁 21 が閉じることのない中間閉弁タイミング範囲（異常燃焼懸念範囲） INC_{IM} が存在する。この中間閉弁タイミング範囲 INC_{IM} の中の下死点 BDC 付近に、充填効率が最大となる吸気弁 21 の閉弁タイミングが存在する。

【0046】

なお、このような運転モードを設定する理由は、およそ次のとおりである。すなわち、吸気弁 21 を早閉じにした場合、図 3 (c)、(d) から明らかなように、ロッカーカム 111 の揺動量は小さくなり、バルブスプリング 116 の抵抗も小さくなるので、このような運転は低負荷側では好ましい。しかし、要求負荷の増加に伴って吸気弁 21 の閉弁タイミングを吸気下死点付近まで遅角させると、高圧縮比のエンジン 1 ではブレイグニション、ノッキング等の異常燃焼が生じる可能性が高まる。また、異常燃焼が懸念される運転領域を単純に回避して吸気弁 21 を早閉じにした場合、要求負荷が高いときには気筒空気量を確保することができず、必要な出力を得ることができない。

【0047】

他方、吸気弁 21 を遅閉じにした場合、ピストン 15 が下死点に移動するまで気筒 11 内に空気を導入することができるので、有効圧縮比が低くなるところで吸気弁 21 を閉じても十分な気筒空気量を確保することができる。他面、図 3 (a)、(b) から明らかなように、低速低負荷時の目標気筒空気量が小さい運転領域では、吸気弁 21 のリフト量ないしはリフト範囲を最大値近傍まで大きく設定する必要があるので、機械的損失が大きくなるなどといった不具合が生じる。

【0048】

そこで、この内燃機関システム S では、連続的な運転領域で可及的に膨張比を高めつつ、異常燃焼を回避するとともに、ポンプ損失の低減、目標気筒空気量が小さい運転領域での機械的損失の低減、目標気筒空気量が大きい運転領域での出力確保等を図るため、第 1 閉弁タイミング範囲 INC_{1st} と第 2 閉弁タイミング範囲 INC_{2nd} とを設定している。また、早閉じ運転モード M_{EIVC} から遅閉じ運転モード M_{LIVC} への移行、あるいは遅閉じ運転モード M_{LIVC} から早閉じ運転モード M_{EIVC} への移行が行われるときには、吸気弁 21 の閉弁タイミングが中間閉弁タイミング範囲 INC_{IM} を通るが、このときには吸気圧力を低くすることにより、空気過剰になる傾向を抑制するようにしている。

【0049】

図 5 は、運転モード設定のための運転領域の例を示す特性図である。図 5 に示すように、この内燃機関システム S では、高負荷側の特性 L1 より高負荷側である運転領域 R_{LIVC} では遅閉じ運転モード M_{LIVC} が設定され、低負荷側の特性 L2 より低負荷側である運転領域 R_{EIVC} では、早閉じ運転モード M_{EIVC} が設定される。図 5 中において、特性 L1 と特性 L2 の間の運転領域 R_{TR} は、ヒステリシスを設けて運転モードの切換に用いられる領域である。このため、運転領域 R_{EIVC} から要求負荷が高くなっても、特性 L1 を越えるまでは、運転モードは早閉じ運転モード M_{EIVC} が維持される。他方、運転領域 R_{LIVC} から要求負荷が低くなっても、特性 L2 を越えるまでは、運転モードは運転領域 R_{LIVC} が維持される。

【0050】

前記のとおり、エンジン制御ユニット 100 は、内燃機関システム S ないしはエンジン 1 の総合的な制御装置であって、前記各センサ 70 ~ 76 等によって検出される各種制御情報に基づいて、VV T 機構 32（電磁バルブ 32a）、VV L 機構 33、点火プラグ 51（点火システム 52）、燃料噴射弁 53（燃料供給システム 54）、スロットル弁 53（スロットルアクチュエータ 54）、EGR バルブ 63 等を制御ないしは駆動することにより、燃料噴射制御、点火時期制御、EGR 制御等の普通のエンジン制御を行うとともに、本発明に係る、要求トルクに応答して吸気弁 21 の変位特性及びスロットル弁 53 の開度を調整するといった制御（以下「要求トルク応答制御」という。）を行うようになっている。しかしながら、普通のエンジン制御については、その制御手法は当業者によく知ら

10

20

30

40

50

れており、またこのような普通のエンジン制御は本発明の要旨とするところでもないのでその説明を省略し、以下では主として本発明に係る要求トルク応答制御を説明する。

【0051】

図6は、エンジン制御ユニット100による要求トルク応答制御の制御アルゴリズムを示すブロック図である。図6に示すように、エンジン制御ユニット100は、機能的にみれば、目標トルク演算部B1と、目標図示平均有効圧力演算部B2（以下「目標Pi演算部B2」という。）と、目標空気充填量演算部B3（以下「目標CE演算部B3」という。）と、目標ブースト演算部B4と、目標吸気弁閉弁タイミング範囲演算部B5（以下「目標INC演算部B5」という。）と、目標充填効率演算部B6（以下「目標 η_{vp} 演算部B6」という。）と、目標スロットル開度演算部B7（以下「目標TVO演算部B7」という。）と、目標リフト量演算部B8（以下「目標VVL演算部B8」という。）と、目標吸気弁閉弁タイミング演算部B9（以下「目標VVT演算部B9」という。）とで構成されている。

10

【0052】

かくして、目標トルク演算部B1は、アクセル開度（アクセル制御信号 α ）とエンジン回転数（エンジン回転速度信号 N_{ENG} ）とに基づいてエンジン1の目標トルクを算出する。目標Pi演算部B2は、目標トルク演算部B1によって算出された目標トルクと、エンジン1の機械抵抗及びポンプロスとに基づいて目標図示平均有効圧力（目標Pi）を算出する。具体的には、目標トルクとトルク損失となる機械抵抗及びポンプロスとの和（合計）である実際にエンジン1が生成すべき目標燃焼トルク（目標気筒空気量）に対応する目標図示平均有効圧力を算出する。

20

【0053】

目標CE演算部B3は、目標Pi演算部B2によって算出された目標図示平均有効圧力と、エンジン回転数とに基づいて目標空気充填量（目標CE）を算出する。目標ブースト演算部B4は、目標Pi演算部B2によって算出された目標図示平均有効圧力と、エンジン回転数と、トラクション実行フラグとに基づいて目標ブーストを算出する。トラクション実行フラグは、車両のトラクション制御が実行されているときにはその値が「1」となり、このトラクション制御が終了したときにその値が「0」に戻されるフラグである。なお、車両のトラクション制御は、エンジン1によって駆動されている車両の駆動輪がスリップしたときにエンジン1の出力トルクを一時的に低下させることにより該駆動輪の駆動力を低減してスリップを抑制又は抑止するといった制御であり、よく知られた普通の制御手法により行われるので、その詳しい説明は省略する。

30

【0054】

目標INC演算部B5は、目標Pi演算部B2によって算出された目標図示平均有効圧力と、エンジン回転数と、トラクション実行フラグとに基づいて吸気弁21の目標閉弁タイミング範囲（目標INC）を算出する。目標 η_{vp} 演算部B6は、目標CE演算部B3によって算出された目標空気充填量と、目標ブースト演算部B4によって算出された目標ブーストとに基づいて目標充填効率又は目標体積効率（目標 η_{vp} ）を算出する。

【0055】

目標TVO演算部B7は、目標CE演算部B3によって算出された目標空気充填量と、目標 η_{vp} 演算部B6によって算出された目標充填効率又は目標体積効率と、エンジン回転数とに基づいて目標スロットル開度（目標TVO）を算出する。目標VVL演算部B8は、目標INC演算部B5によって算出された吸気弁21の目標閉弁タイミング範囲と、目標 η_{vp} 演算部B6によって算出された目標充填効率又は目標体積効率と、エンジン回転数とに基づいて目標リフト量（目標C V V L リフト量）を算出する。目標VVT演算部B9は、目標INC演算部B5によって算出された目標閉弁タイミング範囲と、目標VVL演算部B8によって算出された目標リフト量とに基づいて目標吸気弁閉弁タイミング位相角（目標VVT位相角）を算出する。

40

【0056】

以下、演算部B1～B9を備えたエンジン制御ユニット100によって実行される要求

50

トルク応答制御の概要を説明する。この要求トルク応答制御では、要求トルクが車両のドライバの要求ないしは意思に起因するものであるか否かに応じて、第1モードの制御又は第2モードの制御が行われる。すなわち、エンジン制御ユニット100自体の判断によるトラクション制御等の特別なトルク制御が行われていない通常の運転時には第1モードの制御が行われる一方、このような特別なトルク制御が行われているときには第2モードの制御が行われる。なお、この実施の形態1では、このような特別な制御としてトラクション制御が行われる場合を例にとって要求トルク応答制御の制御手法を説明しているが、本発明において、このような特別なトルク制御がトラクション制御に限定されるものではない。

【0057】

10

具体的には、第1モードでは、基本的にはアクセル開度すなわち車両のドライバの要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が燃焼室17内に充填されるように、吸気弁21のリフト量と、吸気弁閉弁タイミング位相角と、スロットル開度とが制御される。他方、第2モードでは、トラクション制御時におけるエンジン制御ユニット100自体の要求トルクに応じて定まる目標空気量の空気が燃焼室17内に充填されるように、吸気弁21のリフト量と、吸気弁閉弁タイミング位相角と、スロットル開度とが制御される。なお、トラクション制御が開始されると、要求トルクは低くなる。すなわち、第1モードの制御中に第2モードの制御が開始されると、要求トルクが低下させられ、第2モードの制御が終了して第1モードの制御に復帰したときには、要求トルクは上昇（復帰）させられる。

【0058】

20

そして、この要求トルク応答制御では、同一空気量に対し、第2モードでは第1モードよりも燃焼室17内へ流入する空気の流量が大きくなるように第2モードにおける吸気弁21のリフト量が第1モードにおける吸気弁21のリフト量よりも大きい値に設定され、かつ、第2モードにおけるスロットル開度が第1モードにおけるスロットル開度よりも小さい値に設定されている。

【0059】

この要求トルク応答制御では、第2モードの制御が行われるときには、スロットル弁57は、目標空気量により定まるスロットル開度に対して進み補正を加えた補正開度を目標値として制御される。また、第2モードの制御の実行時において実際の出力トルクが要求トルクよりも大きいときには、出力トルクを迅速に低下させるために、燃焼室17に供給する燃料の量を減少させられ、及び/又は、点火時期が遅角させられ、エンジン1の出力トルクが低下させられる。さらに、目標空気量が大きいほど、吸気弁21のリフト量が大きい値に設定され、及び/又は、吸気弁21の閉弁タイミングが進角させられる。

30

【0060】

以下、図7に示すフローチャートを参照しつつ、エンジン制御ユニット100によって実行される実施の形態1に係る要求トルク応答制御の制御手法の一例を具体的に説明する。なお、図7に示すフローチャートには記載されていないが、この内燃機関システムSないしはエンジン1では、要求トルク応答制御と同時に、燃料噴射量制御及び点火時期制御が行われる。

【0061】

40

図7に示すように、この要求トルク応答制御においては、制御が開始されると（スタート）、まずステップS1で各種信号が制御情報として読み込まれる。例えば、各センサ70～76等によって検出される吸気カムシャフト位相角、吸入空気流量、吸気マニホールド圧、クランク角パルス信号、排気ガスの酸素濃度、アクセル開度、車速等に対応する各信号（図1参照）と、エンジン制御ユニット100自体によって生成又は算出されるトラクションフラグ値、エンジン回転数等に対応する各信号とが読み込まれる。

【0062】

続いて、ステップS2で、アクセル開度（アクセル制御信号 α ）とエンジン回転数（エンジン回転速度信号 N_{ENG} ）とに基づいてエンジン1の目標トルクが算出される。なお、この目標トルクとエンジン回転数とに基づいて、燃料噴射弁53の燃料噴射量及び点火

50

プラグ 5 1 の点火時期が設定される。そして、ステップ S 3 で、ステップ S 2 で算出された目標トルクと、機械抵抗及びポンプロスに起因する損失トルクとの和である、エンジン 1 が実際に生成すべき目標燃焼トルクに対応する目標図示平均有効圧力（目標 P_i ）が算出される。さらに、ステップ S 4 で、ステップ S 3 で算出された目標図示平均有効圧力と、エンジン回転数とに基づいて目標空気充填量（目標 C_E ）が算出される。

【0063】

次に、ステップ S 5 で、トラクション実行フラグの値が「1」であるか否か、すなわちトラクション制御実行中であるか否かが判定される。なお、トラクション制御実行中は、車両のスリップ状態等に応じたトルクダウン要求に従って、通常の運転状態よりも低い要求トルクが設定される。例えば、駆動輪のスリップ度合いが大きいほど要求トルクは低くなる。

10

【0064】

ステップ S 5 で、トラクション実行フラグの値が「1」でないと判定された場合（NO）、すなわちトラクション制御が実行されていない通常の運転状態の場合（通常時）は、ステップ S 6 で、基本的には車両のドライバの要求トルクに相応する通常時用の目標ブーストが算出される。この場合は、この後のステップ S 8 及びステップ S 10 ~ S 14 で、通常時用の目標ブーストに基づいて第 1 モードの制御が行われることになる。

【0065】

他方ステップ S 5 で、トラクション実行フラグの値が「1」であると判定された場合（YES）、すなわちトラクション制御実行中である場合（トラクション制御時）は、ステップ S 7 でトラクション制御時用の目標ブーストが算出される。この場合は、この後のステップ S 9 ~ S 14 で、トラクション制御時用の目標ブーストに基づいて第 2 モードの制御が行われることになる。ここで、トラクション制御実行中は、通常の運転時よりも低い目標ブーストが設定されるが、従来の制御手法ではトラクション制御実行中も通常時用のブーストが設定される（図 8 参照）。

20

【0066】

このようにステップ S 6 又はステップ S 7 で通常時用又はトラクション制御時用の目標ブーストが算出された後、通常時であるかそれともトラクション制御時であるかに応じて、ステップ S 8 又はステップ S 9 で、ステップ S 3 で算出された目標図示平均有効圧力と、エンジン回転数とに基づいて、通常時用又はトラクション制御時用の吸気弁 2 1 の目標閉弁タイミング範囲（目標 I_{NC} ）が算出される。

30

【0067】

次に、ステップ S 10 で、ステップ S 4 で算出された目標空気充填量と、ステップ S 6 又はステップ S 7 で算出された目標ブーストとに基づいて、モード（第 1 モード又は第 2 モード）に応じた目標充填効率又は目標体積効率（目標 η_{vp} ）が算出される。続いて、ステップ S 11 で、ステップ S 4 で算出された目標空気充填量と、ステップ S 10 で算出された目標充填効率又は目標体積効率と、エンジン回転数とに基づいて、モードに応じた目標スロットル開度（目標 TVO ）が算出される。

【0068】

さらに、ステップ S 12 で、ステップ S 8 又はステップ S 9 で算出された通常時用又はトラクション制御時用の吸気弁 2 1 の目標閉弁タイミング範囲と、ステップ S 10 で算出された目標充填効率又は目標体積効率と、エンジン回転数とに基づいて、モードに応じた目標リフト量（目標 $CVVL$ リフト量）が算出される。続いて、ステップ S 13 で、ステップ S 8 又はステップ S 9 で算出された通常時用又はトラクション制御時用の目標閉弁タイミング範囲と、ステップ S 12 で算出された目標リフト量とに基づいて、モードに応じた目標吸気弁閉弁タイミング位相角（目標 VVT 位相角）が算出される。

40

【0069】

この後、ステップ S 14 で、ステップ S 11 で算出された目標スロットル開度と、ステップ S 12 で算出された目標リフト量と、ステップ S 13 で算出された目標吸気弁閉弁タイミング位相角とに基づいて、該目標値が実現されるよう、スロットルアクチュエータ 5

50

8と、VVT機構32（電磁バルブ32a）と、VVL機構33とが駆動される。なお、これと同時に、所定のタイミングで、燃料噴射弁53による燃料噴射及び点火プラグ51による混合気の点火が行われる。

【0070】

具体的には、信号 θ_{VVT} がVVT機構32に出力され、吸気カムシャフト31のクランクシャフト14に対する位相が信号 θ_{VVT} に対応した値となるように、VVT機構32が動作する。そして、信号 θ_{VVL} がVVL機構33に出力され、吸気弁21のリフト量が信号 θ_{VVL} に対応した値となるように、VVL機構33が動作する。また、信号TVOがスロットルアクチュエータ58に出力され、スロットル弁57の開度TVOが信号TVOに対応した値となるように、スロットルアクチュエータ58が動作する。

10

【0071】

なお、燃料噴射量信号FPが燃料システム54に出力され、1気筒サイクル当りFPに対応した量の燃料が燃料噴射弁53から噴射される。また、点火時期信号SAが点火システム52に出力され、気筒サイクル中の信号SAに対応した時期に、点火プラグ51が火花を生成して、燃焼室17内の混合気に点火する。これにより、必要とされる量の空気、燃料からなる混合気が、適切な時期に着火して燃焼させられ、目標トルクがエンジン1から出力される。

【0072】

図8は、実施の形態1に係る要求トルク応答制御が行われている車両において、時刻 t_1 でトラクション制御が開始され、時刻 t_2 でトラクション制御が終了して通常の運転状態に復帰した場合における要求トルク、ブースト、スロットル開度、吸気弁21のリフト量（CVVLリフト）及びトルク（ないしは空気充填量CE）の時間に対する変化特性を示すグラフである。なお、図8において実線のグラフは実施の形態1に係る要求トルク応答制御が行われている場合の状態を示し、破線のグラフは従来のトラクション制御が行われている場合の状態を示している。

20

【0073】

図8から明らかとなおり、実施の形態1に係る要求トルク応答制御では、トラクション制御実行中（時刻 t_1 ～時刻 t_2 ）、すなわち第2モードの制御が行われているときには、通常時、すなわち第1モードの制御が行われているときよりも低い要求トルクが設定される。そして、目標ブーストは通常時よりも低く設定される。このため、スロットル開度は通常時よりも小さく設定され、他方目標リフト量は通常時よりも大きく設定される。

30

【0074】

その結果、エンジン1の出力トルク（実線）は、時刻 t_1 でトラクション制御が開始された後、従来の制御（破線）に比べて迅速に低下し、時刻 t_2 でトラクション制御が終了した後、従来の制御（破線）に比べて迅速に上昇ないしは復帰する。すなわち、実施の形態1に係る要求トルク応答制御によれば、従来の制御に比べて、トラクション制御実行時におけるトルクダウン要求に対する実際のトルクの応答性が良好となる。このため、車両のトラクション制御を、良好な応答性をもって確実にかつ適切に行うことができる。

【0075】

（実施の形態2）

40

以下、図9～図12を参照しつつ、本発明の実施の形態2を説明する。しかしながら、実施の形態2に係る内燃機関システムS'ないしはエンジン1'の構成、機能及び制御システム等は、実施の形態1に係る内燃機関システムSないしはエンジン1と多くの共通点を有するので、説明の重複を避けるため、以下では主として実施の形態1と異なる点を説明する。なお、図9に示す内燃機関システムS'において、図1に示す内燃機関システムSの構成要素と構成及び機能が共通する構成要素には同一番号が付されている。

【0076】

図9に示すように、実施の形態2に係る内燃機関システムS'では、吸気弁駆動機構30の吸気弁21の変位調整機構は、クランクシャフト14に対する吸気カムシャフト31の回転位相を変更することができるVVT機構32（位相可変機構）及び電磁バルブ32

50

aを備えているが、吸気弁21のリフト量を変更するVV機構（リフト量可変機構）は備えていない。その他の点については、実施の形態1に係る内燃機関システムSの構成と実質的に同一である。

【0077】

実施の形態2に係るVV機構32の構成及び機能は、実施の形態1に係るエンジン1におけるVV機構32と実質的に同一である。すなわち、実施の形態2に係るVV機構32は、吸気バルブ21のバルブタイミングを変更するためのものであり、吸気カムシャフト31と同軸に配置されてクランクシャフト14により直接駆動される被駆動軸と吸気カムシャフト31との間の位相差を変更することにより、クランクシャフト14と吸気カムシャフト31との間の位相差を変更する。VV機構32としては、例えば、実施の形態1の場合と同様の液圧式機構や、被駆動軸と吸気カムシャフト31との間に設けられた電磁石を有し該電磁石に電力を付与することにより位相差を変更する電磁式機構等を用いることができる。

【0078】

そして、VV機構32は、エンジン制御ユニット100により算出された吸気バルブ21のバルブタイミングに基づいて、位相差を変更する。VV機構32は、吸気バルブ21の開弁期間及びリフト量つまりバルブ・プロファイルは一定に保ったまま、位相差を変更することにより、吸気バルブ21の開弁タイミングと閉弁タイミング（IVC）とを変更する。また、吸気カムシャフト31の位相角は、カム位相センサ70によって検出され、その信号 θ_{IVC_A} はエンジン制御ユニット100に送信される。

【0079】

なお、図10に示すように、一般的には、気筒11内の空気充填量CEは、吸気弁21の閉弁タイミングIVCが下死点（BDC）よりやや遅角したところで最も大きくなり、これより遅角側では気筒11内の空気が吸気ポート側18へ吹き返されるので減少する。

【0080】

図11は、実施の形態2に係る内燃機関システムS'におけるエンジン制御ユニット100による要求トルク応答制御の制御アルゴリズムを示すブロック図である。図11に示すように、このエンジン制御ユニット100では、吸気弁21のリフト量は制御されないため、目標VV機構演算部は設けられていない。そして、目標VV機構演算部B9は、目標INC演算部B5によって算出された目標閉弁タイミング範囲と、目標 η_{vp} 演算部B6によって算出された目標充填効率又は目標体積効率とに基づいて目標吸気弁閉弁タイミング位相角を算出する。その他の点については、実施の形態1に係るエンジン制御ユニット100の場合と実質的に同一である。

【0081】

以下、図12に示すフローチャートを参照しつつ、エンジン制御ユニット100によって実行される実施の形態2に係る要求トルク応答制御の制御手法を具体的に説明する。なお、図12に示すフローチャートには記載されていないが、この内燃機関システムS'ないしはエンジン1'でも、実施の形態1の場合と同様に、要求トルク応答制御と同時に、燃料噴射量制御及び点火時期制御が行われる。

【0082】

図12に示すように、この要求トルク応答制御においては、制御が開始されると（スタート）、まずステップS21で、実施の形態1の場合（ステップS1）と同様に各種信号が制御情報として読み込まれる。続いて、ステップS22で、実施の形態1の場合（ステップS2）と同様に、エンジン1の目標トルクが算出される。なお、この目標トルクとエンジン回転数とに基づいて、燃料噴射弁53の燃料噴射量及び点火プラグ51の点火時期が設定される。

【0083】

次に、ステップS23、S24で、それぞれ、実施の形態1の場合（ステップS3、S4）と同様に、目標図示平均有効圧力（目標Pi）及び目標空気充填量（目標CE）が算出される。続いて、ステップS25～S27で、実施の形態1の場合（ステップS5～S

7)と同様に、トラクション実行フラグの値が「1」であるか否かに応じて、通常時用(第1モード)又はトラクション制御時用(第2モード)の目標ブーストが算出される。そして、ステップS28又はステップS29で、実施の形態1の場合(ステップS8、S9)と同様に、通常時用又はトラクション制御時用の吸気弁21の目標閉弁タイミング範囲(目標INC)が算出される。さらに、ステップS30で、実施の形態1の場合(ステップS10)と同様に、目標充填効率又は目標体積効率(目標 η_{vp})が算出される。続いて、ステップS31で、実施の形態1の場合(ステップS11)と同様に、目標スロットル開度(目標TVO)が算出される。

【0084】

さらに、ステップS32で、ステップS28又はステップS29で算出された通常時用又はトラクション制御時用の目標閉弁タイミング範囲と、ステップS30で算出された目標充填効率又は目標体積効率とに基づいて目標吸気弁閉弁タイミング位相角(目標VVT位相角)が算出される。この後、ステップS33で、ステップS31で算出された目標スロットル開度と、ステップS32で算出された目標吸気弁閉弁タイミング位相角とに基づいて、該目標値が実現されるよう、スロットルアクチュエータ58と、VVT機構32(電磁バルブ32a)とが駆動される。

10

【0085】

具体的には、信号 θ_{VVT} がVVT機構32に出力され、吸気カムシャフト31のクランクシャフト14に対する位相が信号 θ_{VVT} に対応した値となるように、VVT機構32が動作する。そして、信号TVOがスロットルアクチュエータ58に出力され、スロットル弁57の開度TVOが信号TVOに対応した値となるように、スロットルアクチュエータ58が動作する。なお、実施の形態1の場合と同様に、燃料が燃料噴射弁53から噴射され、燃焼室17内の混合気が点火され、必要とされる量の空気及び燃料からなる混合気が、適切な時期に着火して燃焼させられ、目標トルクがエンジン1から出力される。

20

【0086】

かくして、実施の形態2に係る内燃機関システムS'ないしは要求トルク応答制御によっても、従来の制御に比べて、トラクション制御実行時におけるトルクダウン要求に対する実際のトルクの応答性が良好となる。このため、車両のトラクション制御を、良好な応答性をもって確実にかつ適切に行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】本発明の実施の形態1に係る内燃機関システムの構成を示す模式図である。

【図2】図1に示す内燃機関システムの吸気弁駆動機構の構成を示す斜視図である。

【図3】(a)~(d)は、それぞれ、図2に示す吸気弁駆動機構の一部断面立面図である。

【図4】図1に示す内燃機関システムの吸気弁駆動機構における吸気弁の変位特性の設定例を示すグラフである。

【図5】エンジン回転速度と目標気筒空気量をパラメータとする、早閉じモードが設定される領域と遅閉じモードが設定される領域とを示す図である。

【図6】図1に示す内燃機関システムのエンジン制御ユニットの制御アルゴリズムを示すブロック図である。

40

【図7】エンジン制御ユニットによる実施の形態1に係る要求トルク応答制御の制御手法を示すフローチャートである。

【図8】実施の形態1に係る要求トルク応答制御が行われている車両における要求トルク、ブースト、スロットル開度、吸気弁のリフト量及びトルクの時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図9】本発明の実施の形態2に係る内燃機関システムの構成を示す模式図である。

【図10】実施の形態2に係るエンジンにおける吸気弁の閉弁タイミングと空気充填量の関係を示すグラフである。

【図11】図9に示す内燃機関システムのエンジン制御ユニットの制御アルゴリズムを示

50

すブロック図である。

【図 1 2】エンジン制御ユニットによる実施の形態 2 に係る要求トルク応答制御の制御手法を示すフローチャートである。

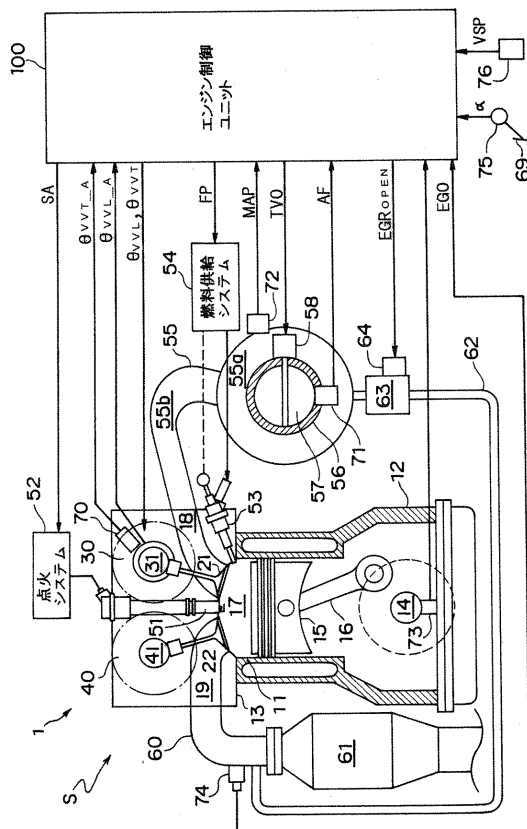
【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

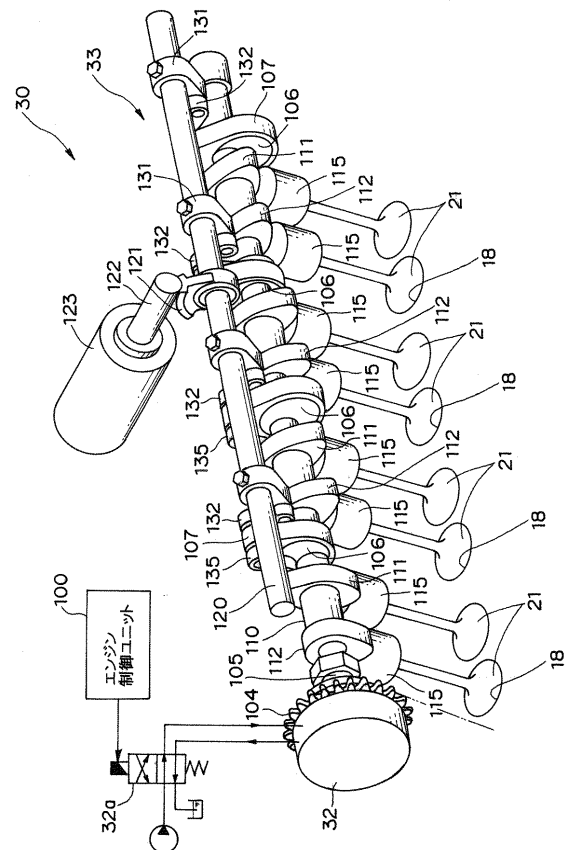
S 内燃機関システム、S' 内燃機関システム、1 エンジン、1' エンジン、1 1 気筒、1 4 クランクシャフト、1 7 燃焼室、2 1 吸気弁、2 2 排気弁、3 0 吸気弁駆動機構、3 1 カムシャフト、3 2 位相可変機構（VVT機構）、3 3 リフト量可変機構（VVL機構）、5 6 スロットルボデー、5 7 スロットル弁、1 0 0 エンジン制御ユニット。

10

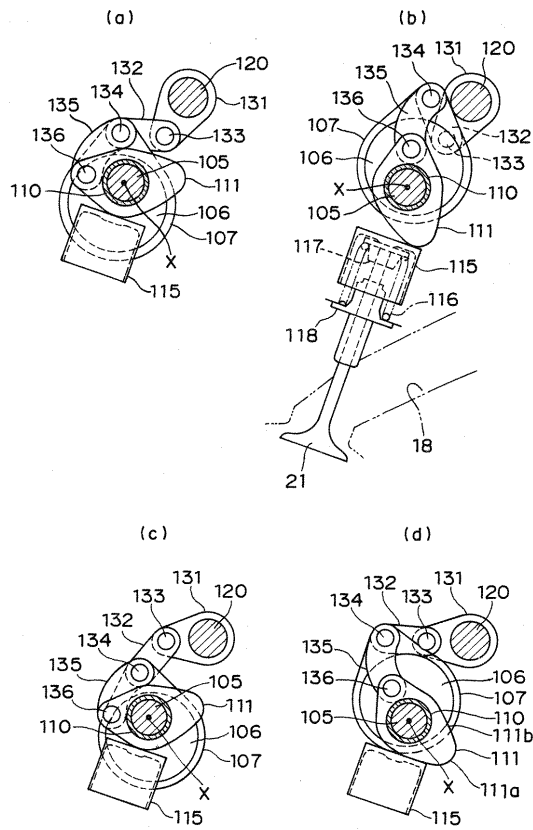
【図 1】



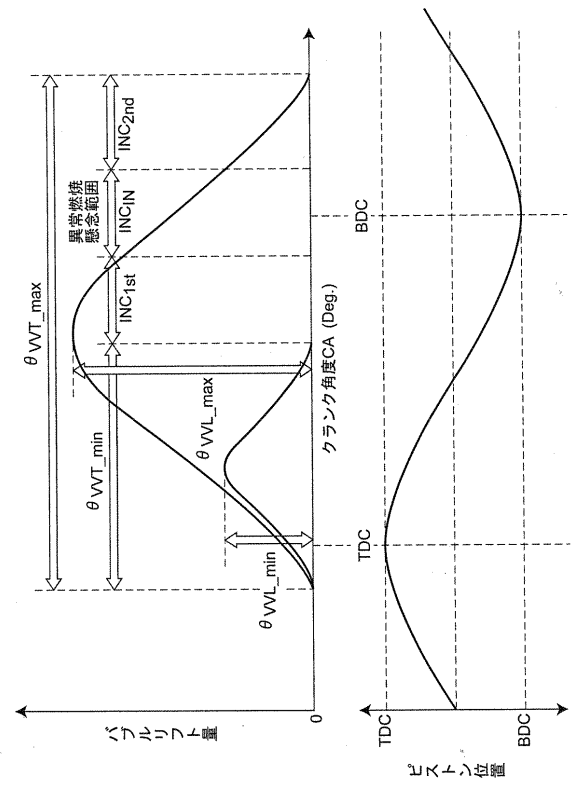
【図 2】



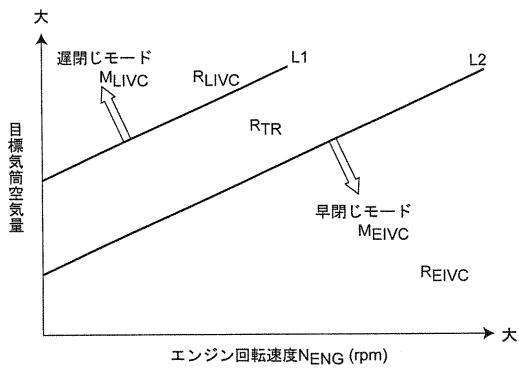
【図 3】



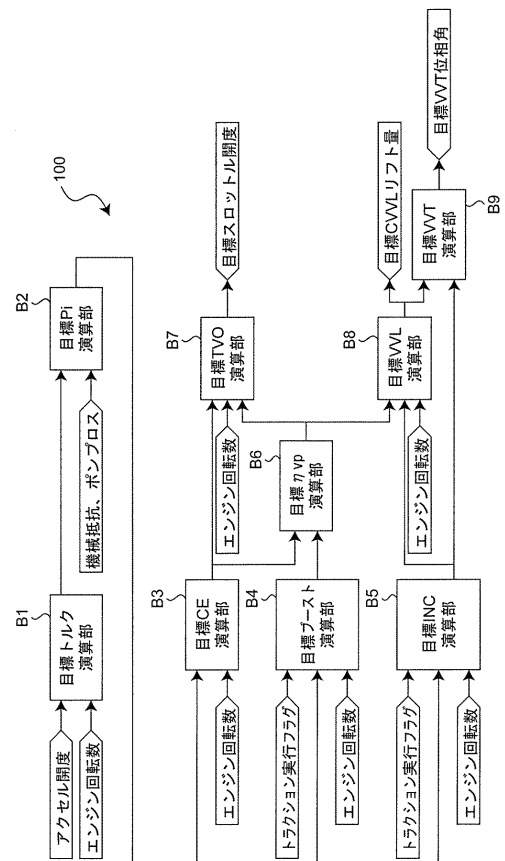
【図 4】



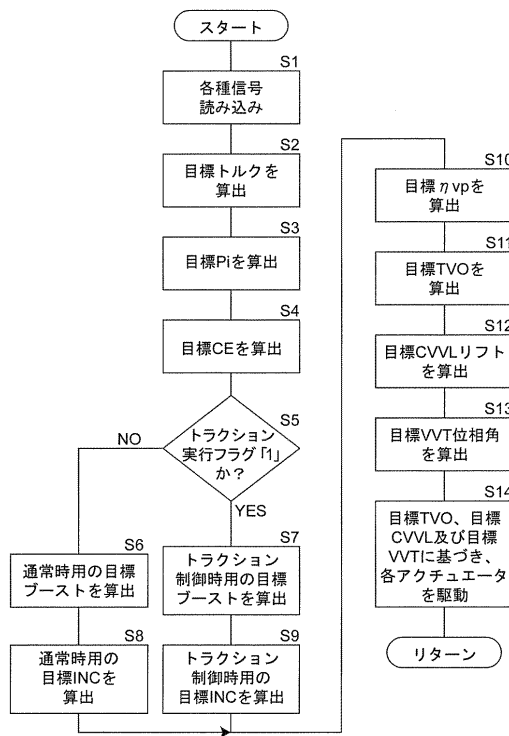
【図 5】



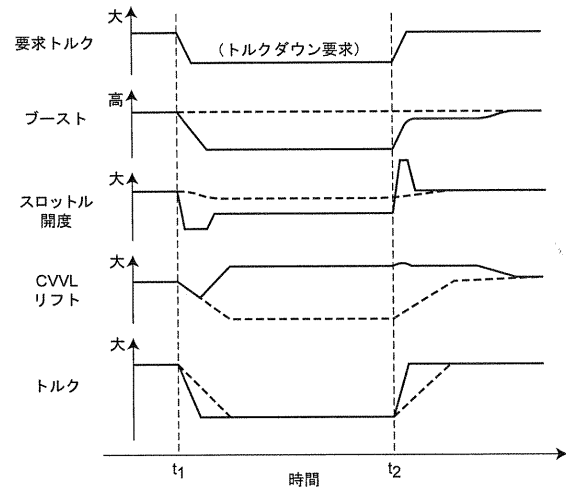
【図 6】



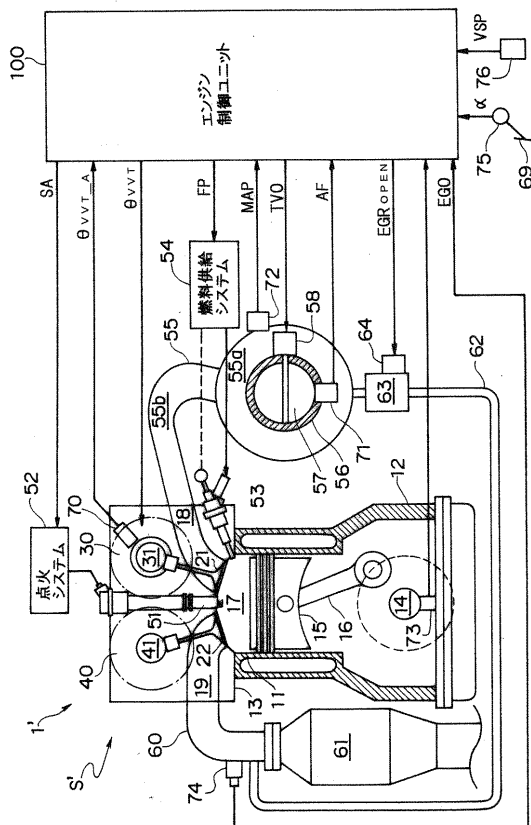
【図 7】



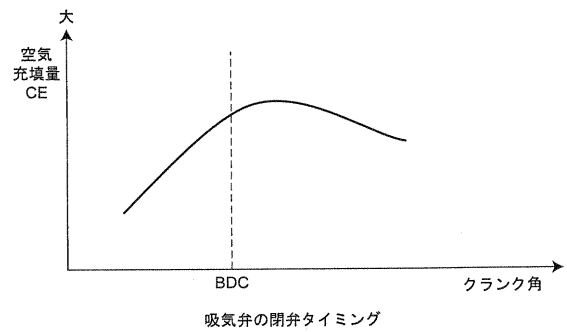
【図 8】



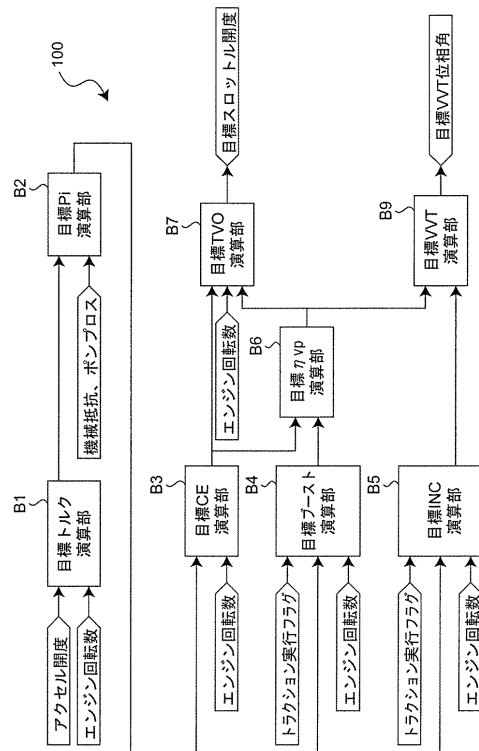
【図 9】



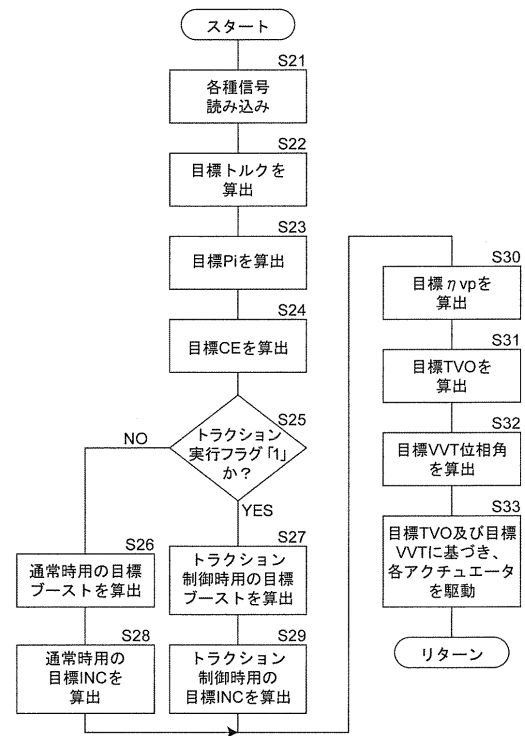
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)

F 0 2 D 43/00 3 0 1 K
 F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z
 F 0 2 D 45/00 3 1 2 M
 F 0 2 D 13/02 D

- (72)発明者 中川 滋
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
 (72)発明者 宮腰 穂
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
 (72)発明者 高木 宏
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
 (72)発明者 山岡 利志光
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
 (72)発明者 長嶺 成将
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
 (72)発明者 津村 雄一郎
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
 (72)発明者 亀井 裕介
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

F ターム(参考) 3G065 DA04 EA07 GA05 GA15 GA41
 3G092 AA01 AA06 AA11 AB02 BA01 DA01 DA05 DA12 DC01 DD03
 DF01 DG08 EA01 EA11 FA01 FA11 HA01Z HA13Z HF16Z
 3G301 HA01 HA04 HA19 JA03 KA11 LA01 LA07 LC03 LC10 NE01
 PA01Z PA11Z PE06Z PE10Z
 3G384 AA01 AA06 BA05 BA26 CA04 CA11 DA05 EB01 EG10 FA04Z
 FA49Z FA54Z