

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4743287号  
(P4743287)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>FO2D</b>	<b>13/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2D	13/02	H
<b>FO1L</b>	<b>1/34</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2D	13/02	K
<b>FO1L</b>	<b>13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1L	1/34	E
			FO1L	13/00	3O1Y

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2009-23944 (P2009-23944)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成21年2月4日(2009.2.4)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2010-180748 (P2010-180748A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成22年8月19日(2010.8.19)	(74) 代理人	100104765
審査請求日	平成21年6月1日(2009.6.1)		弁理士 江上 達夫
		(74) 代理人	100099645
			弁理士 山本 晃司
		(74) 代理人	100107331
			弁理士 中村 聡延
		(72) 発明者	富松 亮
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	▲吉▼岡 衛
			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】 可変動弁装置の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気弁及び排気弁の夫々を開閉するための吸気側カム軸及び排気側カム軸のうち少なくとも一方における、クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相を、作動液の液圧に応じて変化させることが可能な回転位相可変手段と、内燃機関の機関停止時に、前記回転位相可変手段の少なくとも一部を機械的に固定することにより前記相対的な回転位相を固定するロック状態を採り且つ前記内燃機関の機関始動時において前記ロック状態を解除することが可能なように、ベーンに設けられたロック孔に対する嵌合及び非嵌合が前記液圧に応じて相互に切り替え可能なロックピンを含むロック手段とを備えた可変動弁装置を制御するための可変動弁装置の制御装置であって、

前記内燃機関の回転数、前記内燃機関に加わる負荷、及び前記作動液の温度に基づいて、前記吸気弁が開いている吸気開弁時期、及び、前記排気弁が開いている排気開弁時期が相互に重なるオーバーラップ量として目標とすべき第1オーバーラップ量を特定する第1特定手段と、

前記機関停止時に前記相対的な回転位相を固定可能なように、前記温度に基づいて、第2オーバーラップ量を特定する第2特定手段と、

前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量より大きい場合に、前記オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量に設定されるように前記回転位相可変手段を制御し、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量以下である場合に、前記オーバーラップ量が前記第1オーバーラップ量に設定されるように、前記回転位相可変手段を

制御する制御手段とを備えたことを特徴とする可変動弁装置の制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 オーバーラップ量は、前記温度が低い程小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の可変動弁装置の制御装置。

【請求項 3】

前記第 2 オーバーラップ量は、前記温度が高い程大きいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の可変動弁装置の制御装置。

【請求項 4】

前記内燃機関から動力が供給される車両の速度が小さい程、前記第 2 オーバーラップ量が小さくなるように、前記第 2 オーバーラップ量を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の可変動弁装置の制御装置。

10

【請求項 5】

前記回転位相可変手段は、前記吸気側カム軸における、前記クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相を、作動液の液圧に応じて変化させることが可能なように、前記吸気側カム軸に接続された一の回転位相可変手段であり、

前記制御手段は、前記一の回転位相可変手段を制御することによって、前記吸気開弁時期を変更することを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の可変動弁装置の制御装置。

【請求項 6】

前記回転位相可変手段は、前記排気側カム軸における、前記クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相を、作動液の液圧に応じて変化させることが可能なように、前記排気側カム軸に接続された他の回転位相可変手段であり、

20

前記制御手段は、前記他の回転位相可変手段を制御することによって、前記排気開弁時期を変更することを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の可変動弁装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば V V T (Variable Valve Timing : 可変バルブタイミング機構) 等の可変動弁装置を制御するための可変動弁装置の制御装置の技術分野に関する。

30

【背景技術】

【0002】

この種の可変動弁装置については、クランク軸の回転位相に対し、オイル等の作動液を介して吸気側カム軸及び排気側カム軸の夫々の回転の位相、言い換えれば、変位角を連続的に変更可能な機構が知られている。より具体的には、このような可変動弁装置は、例えば、その外周部に沿って設けられたベーンを有し、且つ吸気側カム軸に固定されたロータと、このロータを収容し、且つクランク軸から回転力を伝達されるハウジングとを有しており、ハウジング内に供給されるオイル等の作動液の液圧に応じてベーンがハウジングに固定されたり、回転方向に移動したりするように構成されている。内燃機関の機関停止時には、所定の位置に固定されたベーンに設けられたロック孔にロックピンが嵌合することによって、吸気側カム軸及びクランク軸の夫々の回転位相が相互に固定される。このような機構を備えた可変動弁装置では、吸気弁の開閉タイミングを進角させることによって、低温時のポンピングロスを低減しつつ、有効圧縮比の減少を低減できる技術が提案されている(例えば、特許文献 1 参照。)

40

【0003】

また、内燃機関を冷却する冷却水の温度が高い場合に、排気弁の変位角を最遅角に設定したり、吸気弁及び排気弁の夫々の開期間の重なりであるオーバーラップ量を変更したりすることによって、燃焼室における燃料の燃焼を安定化させる技術が提案されている(例えば、特許文献 2 乃至 4 参照。)

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平5 - 156972号公報

【特許文献2】特開2003 - 328789号公報

【特許文献3】特開2007 - 32415号公報

【特許文献4】特開2004 - 169646号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、オイル等の作動液を介して吸気側カム軸及び排気側カム軸の夫々の回転位相を連続的に変更可能な機構を有する可変動弁装置によれば、例えば、オイルの温度が低くなるにつれてオイルの粘性が増大するため、内燃機関の機関停止時、クランク軸及び吸気側カム軸の夫々の回転位相を固定することが困難になる技術的問題点が生じる。より具体的には、例えば、作動液であるオイルの粘性が増大した場合、機関を停止させる際、ベーンがフリクションに応じて吸気側カム軸の回転方向に沿ってオイル内を移動する速度が相対的に低下してしまう。このような速度でベーンが移動している際に、エンジン等の内燃機関が機関停止すると、機関停止時にベーンが本来固定されるべき位置に当該ベーンが速やかに移動できず、ベーンに設けられたロック孔にロックピンを正確に嵌合させることが困難になる。

10

【0006】

20

加えて、吸気弁及び排気弁の夫々が開いている開期間が相互に重なるオーバーラップ量を適切な値に設定することによって、内燃機関における燃焼性の向上と、炭化水素(HC)ガスの発生の低減とを両立できる技術も求められている。

【0007】

よって、本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、例えば、低温時におけるロック孔に対するロックピンの嵌合を確実に実現し、且つ、内燃機関における燃焼性の向上と、炭化水素(HC)ガスの発生の低減とを両立できる可変動弁装置の制御装置を提供することを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

【0008】

30

本発明に係る可変動弁装置の制御装置は、上述した課題を解決するために、吸気弁及び排気弁の夫々を開閉するための吸気側カム軸及び排気側カム軸のうち少なくとも一方における、クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相を、作動液の液圧に応じて変化させることが可能な回転位相可変手段と、内燃機関の機関停止時に、前記回転位相可変手段の少なくとも一部を機械的に固定することにより前記相対的な回転位相を固定するロック状態を採り且つ前記内燃機関の機関始動時において前記ロック状態を解除することが可能なように、ベーンに設けられたロック孔に対する嵌合及び非嵌合が前記液圧に応じて相互に切り替え可能なロックピンを含むロック手段とを備えた可変動弁装置を制御するための可変動弁装置の制御装置であって、前記内燃機関の回転数、前記内燃機関に加わる負荷、及び前記作動液の温度に基づいて、前記吸気弁が開いている吸気開弁時期、及び、前記排気弁が開いている排気開弁時期が相互に重なるオーバーラップ量として目標とすべき第1オーバーラップ量を特定する第1特定手段と、前記機関停止時に前記相対的な回転位相を固定可能なように、前記温度に基づいて、第2オーバーラップ量を特定する第2特定手段と、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量より大きい場合に、前記オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量に設定されるように前記回転位相可変手段を制御し、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量以下である場合に、前記オーバーラップ量が前記第1オーバーラップ量に設定されるように、前記回転位相可変手段を制御する制御手段とを備える。

40

【0009】

本発明に係る可変動弁装置の制御装置によれば、「内燃機関」とは、例えば複数の気筒

50

を有し、吸気管又は吸気ポート等の吸気系に或いは気筒内の燃焼室に直接噴射されるガソリン等の燃料を含む混合気を燃焼せしめると共に、当該燃焼に伴う爆発力を、例えばピストン、コネクティングロッド及びクランク軸等を適宜介して動力とし取り出すことが可能に構成された機関を包括する概念である。

【0010】

本発明に係る「可変動弁装置」とは、空気の吸入に係る吸気弁及び燃焼室における燃焼行程を経た後の混合気の排気に係る排気弁のうち少なくとも一方における、開弁時期及び閉弁時期（以降、これらを総称するものとして適宜「バルブタイミング」なる言葉を使用する）を可変とし得る物理的、機械的、機構的又は電気的な装置或いはそれらが適宜組み合わせられた装置を包括する概念であり、本発明では特に、回転位相可変手段、及びロック手段を含んでいる。尚、バルブタイミングに係る「時期」とは、時刻概念ではなくクランク角或いはクランク角に対応付けられた指標によって規定される角度概念であり、時間的な幅を有する期間に対応する概念である。従って、これ以降、開弁時期及び閉弁時期を相対的に早める或いは遅くすることを適宜「進角する」或いは「遅角する」等と表現することとする。

10

【0011】

回転位相可変手段は、吸気側カム軸及び排気側カム軸のうち少なくとも一方における、クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相（これ以降、適宜「回転位相差」と表現することとする）を、例えばオイル等の作動液の液圧に応じて変化させることが可能な手段を包括する概念であり、例えばカム軸に同期して回転可能なベーンロータを液圧に応じて進角側又は遅角側に回転させる構成を有している。

20

【0012】

ロック手段は、回転位相可変手段と共用される作動液の液圧により駆動され、内燃機関の機関停止時に、例えばフリクション等に起因して、或いは、液圧の下降に伴って自然に、若しくは、然るべき制御に従って、回転位相可変手段における、例えば前述したベーン等、その少なくとも一部を機械的に固定する（以下、適宜「ロックする」等と表現する）ロック状態を採り、係るロック状態において、カム軸の回転位相差を、その可動範囲よりも狭小な範囲に、典型的には一の値に固定する。ロック手段は、機関始動後、作動液の液圧に応じて前記内燃機関の機関始動時において前記ロック状態を解除することが可能なように、ロック孔に対する嵌合及び非嵌合が前記液圧に応じて相互に切り替え可能なロックピンを含んでいる。したがって、回転位相可変手段は、ロックピンがロック孔に嵌合することによってロック状態を採り、ロック状態を解除する際には、ロックピンがロック孔から抜ける。

30

【0013】

このようなロック状態及び非ロック状態相互の切り替え、即ちロック孔に対するロックピンの嵌合及び非嵌合相互の切り替えは、例えば、作動液を供給するポンプ等の循環装置を含む供給手段によって行われる。

【0014】

第1特定手段、第2特定手段及び制御手段は、例えばECU（Electronic Control Unit：電子制御ユニット）等の各種処理ユニット、各種コントローラ或いはマイコン装置等各種コンピュータシステム等の一部を構成している。

40

【0015】

第1特定手段は、前記内燃機関の回転数、前記内燃機関に加わる負荷、及び前記作動液の温度に基づいて、前記吸気弁が開いている吸気開弁時期、及び、前記排気弁が開いている排気開弁時期が相互に重なるオーバーラップ量として目標とすべき第1オーバーラップ量を特定する。内燃機関の回転数、内燃機関に加わる負荷、及び作動液の温度の夫々は、各種センサを介して測定された測定データであってもよいし、予測されたデータであってもよい。第1オーバーラップ量を特定する際に内燃機関の回転数、及び内燃機関に加わる負荷を参照する理由は、内燃機関の動作時に発生するHCガスの低減と、内燃機関内に残留する残留ガスに起因して生じる燃焼効率の低下を抑制することとを実現するためである

50

。第1オーバーラップ量を特定する際に、内燃機関の回転数、及び内燃機関に加わる負荷に加えて、作動液の温度を参照する理由は、作動液の温度に応じて、言い換えれば、作動液の温度に対応する内燃機関の温度に応じて、内燃機関内における残留ガスの残留量が変化し、最適な燃焼状態を実現するためのオーバーラップ量が変動するからである。

【0016】

ここで、目標とすべき第1オーバーラップ量が特定された場合であっても、作動液の温度に応じて変化する当該作動液の粘性に起因して、作動液中におけるペーンの速度が変化し、内燃機関の機関停止時にロック孔にロックピンが嵌合可能な位置にペーンが戻ることができない事態が起こり得る。

【0017】

そこで、第2特定手段は、前記機関停止時に前記相対的な回転位相を固定可能なように、前記温度に基づいて、第2オーバーラップ量を特定する。「前記機関停止時に前記相対的な回転位相を固定可能なように」とは、「前記機関停止時にロック孔にロックピンが嵌合可能な位置にペーンが移動できる」という意味である。即ち、第2特定手段は、前記機関停止時にロック孔にロックピンが嵌合可能なペーンの位置に対応した第2オーバーラップ量を特定する。

【0018】

制御手段は、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量より大きい場合に、前記オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量に設定されるように前記回転位相可変手段を制御し、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量以下である場合に、前記オーバーラップ量が前記第1オーバーラップ量に設定されるように、前記回転位相可変手段を制御する。言い換えれば、制御手段は、内燃機関の動作時に発生するHCガスの低減と、内燃機関における燃焼効率の向上と、機関停止時におけるロック孔に対するロックピンの嵌合とを可能にするように、回転位相可変手段を制御する。

【0019】

したがって、本発明に係る可変動弁装置の制御装置によれば、作動液の温度、言い換えれば内燃機関の温度に応じて、ロック孔に対するロックピンの嵌合を確実に実現でき、且つ、内燃機関における燃焼性の向上と、炭化水素(HC)ガスの発生低減とを両立できる。

【0020】

本発明に係る可変動弁装置の制御装置の一の態様では、前記第1オーバーラップ量は、前記温度が低い程小さくてもよい。

【0021】

この態様によれば、作動液の温度が低くなることによってオイル等の作動液の粘性が高くなった条件下で、例えば、内燃機関がエンストによって機関停止する際に、ペーン的位置が、ロックピンがロック孔に嵌合可能な位置に設定される。加えて、作動液の温度が低い条件下でも、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量より大きい場合には、オーバーラップ量が第2オーバーラップ量の制限されるため、機関停止時におけるロック孔に対するロックピンの嵌合が保障される。また、前記第1オーバーラップ量が前記第2オーバーラップ量以下である場合に、前記第1オーバーラップ量に対応するペーン的位置は、機関停止時にロック孔にロックピンが嵌合可能な範囲に設定されているため、オーバーラップ量が第1オーバーラップ量に設定されたとしても、機関停止時にロック孔に対してロックピンが嵌合できる。

【0022】

また、この態様によれば、例えば、第1オーバーラップ量を作動液の温度に応じて小さくする場合には、例えば、吸気弁の開弁時期を進角させればよい。何故なら、吸気弁の開弁時期を進角させた状態でない内燃機関が機関停止した場合、吸気弁及び排気弁は内燃機関の回転方向、言い換えれば、遅角方向に戻り易く、ロック孔に対してロックピンが嵌合できる位置にペーンが戻り易いからである。

【0023】

本発明に係る可変動弁装置の制御装置の他の態様では、前記第2オーバーラップ量は、前記温度が高い程大きくてもよい。

【0024】

この態様によれば、作動液の温度が高い程、オイル等の作動液の粘性が低くなるため、オーバーラップ量の上限值である第2オーバーラップ量を大きくし、オーバーラップ量として設定できる第1オーバーラップ量を取り得る範囲を拡げることが可能である。この態様によれば、例えば、排気弁の開弁時期を遅角させることによって、第2オーバーラップ量を大きくすることが可能である。

【0025】

本発明に係る可変動弁装置の制御装置の他の態様では、前記内燃機関から動力が供給される車両の速度が小さい程、前記第2オーバーラップ量が小さくなるように、前記第2オーバーラップ量を補正する補正手段とを備えていてもよい。

10

【0026】

この態様によれば、補正手段は、第1特定手段、第2特定手段及び制御手段と同様に、例えば、ECUの一部を構成する。この態様によれば、内燃機関から動力が供給される車両の速度が小さい程、内燃機関が停止した際、即ち機関停止時において、ロック孔に対してロックピンを嵌合させることが困難になると考えられる場合であっても機関停止時にロック孔にロックピンを嵌合させることが可能になる。より具体的には、車速が小さい程、機関停止時にロック孔にロックピンを嵌合させることができるように、前記第2オーバーラップ量を小さくすることによって、言い換えれば、内燃機関の動作時における前記第2

20

【0027】

本発明に係る可変動弁装置の制御装置の他の態様では、前記回転位相可変手段は、前記吸気側カム軸における、前記クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相を、作動液の液圧に応じて変化させることが可能なように、前記吸気側カム軸に接続された一の回転位相可変手段であり、前記制御手段は、前記一の回転位相可変手段を制御することによって、前記吸気開弁時期を変更してもよい。

【0028】

30

この態様によれば、例えば、前記吸気開弁時期が進角方向に向かってシフトさせることによって、排気開弁時期を遅角させる場合に比べて、ロック孔に対してロックピンを各確実に嵌合させるように、ベーン的位置を制限することが可能である。

【0029】

本発明に係る可変動弁装置の制御装置の他の態様では、前記回転位相可変手段は、前記排気側カム軸における、前記クランク軸の回転位相に対する相対的な回転位相を、作動液の液圧に応じて変化させることが可能なように、前記排気側カム軸に接続された他の回転位相可変手段であり、前記制御手段は、前記他の回転位相可変手段を制御することによって、前記排気開弁時期を変更してもよい。

【0030】

40

この態様によれば、前記吸気開弁時期が進角方向に向かってシフトさせる場合に比べて、HCガスをより一層低減できる。

【0031】

本発明のこのような作用及び他の利得は次に説明する実施形態から明らかにされる。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、図面を参照して、本発明に係る可変動弁装置の制御装置の実施形態を説明する。

【0033】

<エンジンシステムの構成>

先ず、図1乃至図5を参照しながら、本発明に係る可変動弁装置の制御装置の一実施形

50

態を備えたエンジンシステムの構成を説明する。図1は、本実施形態に係る可変動弁装置の制御装置を備えたエンジンシステム10の構成を模式的に示した模式図である。

【0034】

図1において、エンジンシステム10は、本発明に係る「可変動弁装置の制御装置」の一例であるECU100と、本発明の「内燃機関」の一例であるエンジン200とを備える。

【0035】

ECU100は、図示せぬCPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)及びRAM(Random Access Memory)等を備え、エンジン200の動作を制御する電子制御ユニットである。

10

【0036】

エンジン200は、不図示の車両の動力源たるガソリンエンジンである。以下に、エンジン200の要部構成について、その動作の一部を交えて説明する。

【0037】

エンジン200は、シリンダブロック内にシリンダ201が4本直列に配置されてなる直列4気筒エンジンである。エンジン200は、各シリンダ内部において空気と燃料との混合気が燃焼するに際して生じる不図示のピストンの往復運動を、コネクティングロッド及びクランクシャフト(いずれも不図示)を介して回転運動に変換することが可能に構成されている。このクランクシャフトの回転位置は、ECU100と電氣的に接続された不図示のクランクポジションセンサによって絶えず検出されており、所定の制御バスを介してECU100により常に把握され、後述するバルブタイミングや点火時期等の各種制御に供される構成となっている。

20

【0038】

エンジン200が動作するに際し、外部から吸入された空気は、吸気管202に導かれ、エアクリーナ203によって浄化された後に、各気筒に連通する吸気マニホールド202aへ供給される。また、吸入された空気に係る吸入空気量は、エアクリーナ203の下流に位置するエアフローメータ204によって検出される。エアフローメータ204は、ECU100と電氣的に接続されており、エアフローメータ204によって検出された吸入空気量は、ECU100により絶えず把握される構成となっている。

【0039】

吸気管202には、スロットルバルブ205が設けられ、その開度に応じて吸気マニホールド202aに供給される吸入空気量が制御される構成となっている。スロットルバルブ205は、スロットルバルブモータ(不図示)等の電動アクチュエータにより駆動される電子制御式のスロットルバルブであり、ECU100と電氣的に接続され、ECU100により、例えば不図示のアクセルペダルの開度に応じて或いはアクセルペダルの開度とは無関係にその開度が制御される構成となっている。また、スロットルバルブ205の開度たるスロットル開度は、スロットルバルブ205近傍に設けられたスロットル開度センサ206により検出される。スロットル開度センサ206は、ECU100と電氣的に接続されており、検出されたスロットル開度は、ECU100により常に把握される構成となっている。

30

40

【0040】

シリンダ201内の燃焼室には、吸気マニホールド202aを介して供給される空気と、吸気マニホールド202aに連通する不図示の吸気ポートにおいて、例えば電子制御式のインジェクタ(図示は省略)等から噴射供給される燃料との混合気が、二個の吸気バルブ207を介して吸入される。この際、係る混合気は、吸気バルブ207の開弁時に燃焼室内へ供給される構成となっている。尚、係るインジェクタ等の燃料供給系は、ECU100と電氣的に接続されており、ECU100によってその噴射量及び噴射時期(噴射クランク角)が制御される構成となっている。

【0041】

燃焼室内部では、燃焼行程において点火プラグ208による点火動作により混合気が燃

50

焼する。尚、点火プラグ208は、ECU100と電氣的に接続されており（制御ラインは不図示）、ECU100によってその点火時期（点火クランク角）が制御されるように構成されている。燃焼室において燃焼済みとなった混合気は、不図示の排気ポートに連通する二個の排気バルブ209の開弁時に、排気として係る排気ポートに排出される。係る排気は、排気ポートに連通する排気マニホールド210a及び排気管210を介して排出される。

【0042】

排気管210には、三元触媒211が設けられており、排気管210に排出された排気は、係る三元触媒211により浄化せしめられ、更に後段に設置される他の触媒装置により順次浄化せしめられた後に車外へ排出される構成となっている。エンジン200のシリンダブロック内に收容されるウォータジャケットには、冷却水が循環供給されており、係る冷却水の温度たる冷却水温Twは、水温センサ233によって検出され、水温センサ233と電氣的に接続されたECU100によって絶えず把握される構成となっている。

10

【0043】

吸気バルブ207は、不図示のシリンダヘッド上に回転可能に支持された吸気カムシャフト212（即ち、本発明に係る「吸気側カム軸」の一例）に、個々の吸気バルブ207に対応付けられて固定された吸気カム213によって、その開閉動作が制御される。

【0044】

一方、排気バルブ209は、不図示のシリンダヘッド上に回転可能に支持された排気カムシャフト214（即ち、本発明に係る「排気側カム軸」の一例）に、個々の排気バルブ209に対応付けられて固定された排気カム215によって、その開閉動作が制御される。

20

【0045】

ここで、本実施形態では特に、吸気側カムシャフト212の一方の端部付近に、VVTCコントローラ216が備わり、吸気バルブ207のバルブタイミングを可変に制御することが可能に構成されている。

【0046】

次に、図2を参照しながら、ECU100の電氣的な構成を説明する。図2は、ECU100の電氣的な構成要素のうち主要な部分を図式的に示したブロック図である。

【0047】

図2において、ECU100は、本発明の「第1特定手段」の一例である第1特定処理部120、本発明の「第2特定手段」の一例である第2特定処理部130、本発明の「補正手段」の一例である補正処理部140、及び、本発明の「制御手段」の一例である制御部110を備えており、後述するVVTCコントローラ216及びエンジンシステム10全体の動作を制御可能なように構成されている。

30

【0048】

ここで、図3を参照して、VVTCコントローラ216の構成について説明する。図3は、VVTCコントローラ216の、吸気カムシャフト212と直交する平面における模式断面図である。

【0049】

図3において、VVTCコントローラ216は、ハウジング217及びロータ218を備えている。

40

【0050】

ハウジング217は、紙面に垂直な方向へ伸長する吸気カムシャフト212の外周に回転可能に支持されたスプロケット（不図示）にボルト等で締め付けられることによって固定されている。この際、エンジン200におけるクランクシャフトの回転は、タイミングチェーン（不図示）を介してスプロケットとハウジング217に伝達されるため、スプロケット及びハウジング214は、クランクシャフトに同期して回転することが可能である。

【0051】

50

吸気カムシャフト 212 は、エンジン 200 のシリンダヘッドとベアリングキャップにより回転可能に支持されている。ロータ 218 は、このように支持された吸気カムシャフト 212 の一方の端部においてストッパを介してボルトで締め付けられることによって固定されており、ハウジング 217 内に回転可能に収容されている。また、ハウジング 217 の内部には、複数の液室が形成されており、その各々が、ロータ 218 の外周部に形成されたベン 219 によって、進角室 220 及び遅角室 221 に区画されている。尚、ロータ 218 に形成された複数のベン 219 のうち一つには、ロック孔 223 が形成されている。ロック孔 223 の作用については後述する。

【0052】

吸気カムシャフト 212 の外周部分には、遅角側流路部 222 が環状に形成されており、遅角室 221 の各々に不図示の液圧流路を介して連通している。吸気カムシャフト 212 の外周部には更に、進角側流路部（不図示）が、遅角側流路部 222 と同様環状に形成されており、進角室 220 の各々に不図示の液圧流路を介して連通している。

10

【0053】

一方、VVTコントローラ 216 は、遅角側流路部 222 及び進角側流路部等の液圧流路を含む液圧伝達系 225 を備える。

【0054】

次に、図 4 を参照しながら、液圧伝達系 225 を説明する。図 4 は、液圧伝達系 225 の構成を図式的に示した模式図である。

【0055】

20

図 4 において、液圧伝達系 225 は、スプリング 227 及びソレノイド 228 により駆動される液圧制御弁 226 を備える。液圧制御弁 226 は、その弁体の位置を、進角室 220 に液圧を伝達せしめる進角位置、遅角室 221 に液圧を伝達せしめる遅角位置並びに進角室 220 及び遅角室 221 の何れにも液圧を伝達させない非伝達位置のいずれかに切替えることが可能に構成される。尚、ソレノイド 228 は、不図示の駆動系を介して ECU 100 と電氣的に接続されており、ECU 100 の上位制御によって制御されるソレノイド電流に応じて、液圧制御弁 226 の弁体の位置を切替えることが可能に構成されている。

【0056】

スプリング 227 は、液圧制御弁 226 を図示右方向に付勢する弾性部材である。ソレノイド 228 に電流が供給されない場合、液圧制御弁 226 は、スプリング 227 による付勢を受けて、図示するように遅角位置で停止するように構成されている。

30

【0057】

液圧伝達系 225 は、ポンプ 229 を備える。ポンプ 229 は、エンジン 200 の動力によって作動するように構成されており、エンジン 200 における潤滑用のオイル（即ち、本発明に係る「作動液」の一例）の一部をオイルパン 230 から汲み上げて、VVTコントローラ 216 の各部に循環供給することが可能に構成されている。

【0058】

ポンプ 229 によって循環供給されるオイルは、液圧制御弁 226 に接続された遅角側デリバリ 231 及び進角側デリバリ 232 を介して、更にはこれらに連通する遅角側流路部 222 や進角側流路部等を介して夫々最終的に遅角室 221 及び進角室 220 に供給される。

40

【0059】

< VVTコントローラによるバルブタイミング制御 >

VVTコントローラ 216 では、以下に説明する三種類の制御モードが実行される。

【0060】

< 保持モード >

図 5 において、液圧伝達系 225 を介して進角室 220 及び遅角室 221 に所定値以上の液圧が加えられた状態で、液圧制御弁 226 の弁体が非伝達位置に制御されると、保持モードが作動する。保持モードでは、進角室 220 及び遅角室 221 における液圧が保持さ

50

れるため、進角室 2 2 0 及び遅角室 2 2 1 双方の液圧によってベーン 2 0 9 は固定され、クランクシャフトの回転に伴うハウジング 2 1 7 の回転がオイルを介してロータ 2 1 8 及びベーン 2 1 9 に伝達される。従って、ロータ 2 1 8 に固定された吸気カムシャフト 2 1 2 は、クランクシャフトとの間で一定の回転位相差が保持された状態でロータ 2 1 8 と一体に回転駆動される。

#### 【 0 0 6 1 】

##### < フィードバックモード >

進角室 2 2 0 及び遅角室 2 2 1 における液圧を変化させた場合、ベーン 2 1 9 は所定の可動範囲内で双方の液圧の度合いに応じて図示進角方向及び遅角方向に回転する。この際、ベーン 2 1 9 が形成されるロータ 2 1 8 もベーン 2 1 9 に伴って回転するため、結果的に吸気カムシャフト 2 1 2 の回転位相は、クランクシャフトの回転位相に対して変化し、即ち吸気カムシャフト 2 1 2 のクランクシャフトに対する回転位相差が変化し、吸気カムシャフト 2 1 2 に固定された吸気バルブ 2 0 7 のバルブタイミングが変化する。

10

#### 【 0 0 6 2 】

ECU 1 0 0 は、フィードバックモードにおいて、その時点のエンジン 2 0 0 の運転条件に応じて吸気バルブ 2 0 7 のバルブタイミングの目標変位角を演算し、ソレノイド 2 2 8 を駆動する駆動系に対しフィードバック電流値に相当する信号を供給してソレノイド 2 2 8 を制御する。その結果、F / B モードでは、吸気カムシャフト 2 1 2 の回転位相差が、所望の値にフィードバック的に収束する。

20

#### 【 0 0 6 3 】

##### < 強制最遅角モード >

エンジン 2 0 0 が機関停止状態にある期間或いは始動後暫時の期間については強制最遅角モードが実行される。ここで、図 5 を参照しながら、強制最遅角モードについて説明する。図 5 は、図 3 と同様の V V T コントローラ 2 1 6 の模式断面図である。尚、同図において、図 3 と重複する箇所には同一の符号を付し、その説明を適宜省略する。

#### 【 0 0 6 4 】

図 5 において、V V T コントローラ 2 1 6 に供給されるオイルの液圧が、エンジン 2 0 0 の停止に伴ってベーン 2 1 9 の駆動に要する値以下まで低下した場合、フリクションによってベーン 2 1 9 は遅角側に回転し、吸気カムシャフト 2 1 2 の回転位相は徐々に遅角側に変化して最終的には最遅角状態（即ち、ベーン 2 1 9 が可動範囲の最も遅角側に位置する状態）となる。本実施形態では、ベーン 2 1 9 の位置に係る最遅角位置に強制的に固定するモードを強制最遅角モードと称することとする。

30

#### 【 0 0 6 5 】

一方、ロック孔 2 2 3 が形成されたベーン 2 1 9 の最遅角位置に相当する部位には、ロックピン 2 2 4 が、ロック孔 2 2 3 に対し嵌合及び非嵌合を相互に可能に設けられている。ロックピン 2 2 4 は、通常、コイルバネ（不図示）によってロック孔 2 2 3 の方向に付勢を受けており、ロック孔 2 2 3 に所定の解除液圧（ベーン 2 1 9 を回転せしめるのに要する液圧よりも高い）以上の液圧でオイルが供給され、液圧がコイルバネによる付勢に打ち勝つと、ベーン 2 1 9 の回転を阻害しない所定の収容孔に収容される構成となっている。従って、エンジン 2 0 0 の停止時、即ち機関停止時にベーン 2 1 9 が最遅角位置で停止すると、コイルバネによる付勢を受けてロックピン 2 2 4 がロック孔 2 2 3 に嵌合し、ベーン 2 1 9 の回転が機械的に固定、即ちロックされる。

40

#### 【 0 0 6 6 】

他方、ロック孔 2 2 3 へのオイルの供給経路は、遅角室 2 2 1 へのオイルの供給経路と共有されており、ロック孔 2 2 3 の液圧は、遅角室 2 2 1 の液圧と略等しく保たれている。従って、遅角室 2 2 1 の液圧がロック状態を解除し得る解除液圧以上となった場合には、ロックピン 2 2 4 によるロックは解除され、物理的にはベーン 2 1 9 は回転可能、即ち、吸気バルブ 2 0 7 のバルブタイミングを可変に制御することは可能である。

#### 【 0 0 6 7 】

ソレノイド 2 2 8 への通電がなされない場合、液圧制御弁 2 2 6 の弁体は遅角位置で停

50

止するから、エンジン 200 の始動に伴ってオイルの液圧が上昇し、遅角室 221 の液圧が解除液圧以上に上昇すれば、ロックピン 224 に係るロック状態は解除され得る。

【0068】

次に、図 1 乃至図 3、図 5、及び図 6 を参照しながら、エンジンシステム 10 に生じうる不具合について詳細に説明する。図 6 は、作動液の一例であるオイルの温度（以下、“油温”と称する。）に対するフリクションと、エンジン負荷と、吸気弁（IN）及び排気弁（EX）の夫々の変位角が、ロックピン入りできる値、及び要求されるオーバーラップ量の関係と、ベーン 219 の戻り速度との夫々の変化を図式的にグラフである。

【0069】

図 6（a）に示すように、フリクションは、油温が上昇すると共に低下する。これは、油温の上昇によって作動液であるオイルの粘性が低下していくためである。図 6（b）に示すように、エンジン 200 に加わる負荷は、油温の上昇に伴って、言い換えれば、フリクションの低下に伴って低下する。図 6（c）に示すように、吸気弁の変位角（IN - VVT 変位角）と、排気弁の変位角（EX - VVT 変位角）とについて、ロックピン 224 がロック孔 223 に嵌合可能な変位角は、油温と共に増大する。一方、エンジン 200 における燃料の燃焼効率を高めつつ、ロックピン 224 をロック孔 223 に嵌合させるために要求されるオーバーラップ量、即ち吸気弁及び排気弁の夫々の変位角が重なる量は、油温の上昇と共に低下する。図 6（d）に示すように、油温に対するベーン 219 の戻り速度、即ち、ロックピン 224 がロック孔 223 に嵌合可能な位置にベーン 219 が移動する速度は、油温が低下すると共に低下する。これは、作動液であるオイルの粘性が温度の低下によって増大し、ベーン 219 の動きを阻害するようにオイルからベーン 219 に作用する抵抗力が増大するからである。

【0070】

したがって、エンジン 200 の機関停止時において、クランク軸及び吸気側カム軸の夫々の回転位相を固定することが困難になる。ベーン 219 が移動している際に、エンジン 200 が機関停止すると、機関停止時にベーン 219 が本来固定されるべき位置に当該ベーン 219 が速やかに移動できず、ベーン 219 に設けられたロック孔 223 にロックピン 224 を正確に嵌合させることが困難になる。加えて、吸気弁及び排気弁の夫々が開いている開時期が相互に重なるオーバーラップ量を適切な値に設定することによって、エンジンにおける燃焼性の向上と、炭化水素（HC）ガスの発生の低減とを両立する必要もある。

【0071】

そこで、以下で詳細に説明するように、本実施形態における ECU 100 に係る特有の構成及び処理動作によって、ベーン 219 のロックピンのロック孔への固定と、燃料の燃焼性の向上と、HC ガスの低減とを可能にしている。

【0072】

次に、図 7 乃至図 9 を参照しながら、ECU 100 の制御下で実行される VVT コントローラによるバルブタイミングの制御方法を説明する。図 7 は、ECU 100 の制御下で実行される VVT コントローラの制御方法の主要な工程を順に示したフローチャートである。図 8 は、油温 TO と、吸気弁のガード変位角との相互の関係を示したグラフである。図 9（a）は、エンジン 200 の始動時から経過した経過時間に対する水温 Tw 及び推定油温度 TO の変化を示したグラフであり、図 9（b）は、吸気弁の変位角が目標とすべき目標変位角（目標 VVT 変位角  $v_{t-in}$ ）と、吸気弁のガード変位角  $g_{vt-in}$  と、吸気弁の VVT 変位角  $v_{t-in}$  とが、上述の経過時間に対して変化することを示したグラフである。

【0073】

図 7 において、制御部 110 は、エンジン 200 が始動したか否かを判定する（ステップ S10）。なお、エンジン 200 が始動していないと判定された場合には、再度ステップ S10 が実行される。次に、制御部 110 は、エンジン 200 の始動時における水温 Tw に関するデータを温度センサ等の温度検出手段から取得する（ステップ S20）。次に

、制御部 110 の制御下において、制御部 110 から水温  $T_w$  に関するデータを取得した第 1 特定処理部 120 は、取得された水温  $T_w$  を、エンジン 200 の始動時における油温  $T_O$  として予測する（ステップ S30）。尚、第 1 特定処理部 120 は、水温  $T_w$  から油温  $T_O$  を予測するのではなく、作動液であるオイルの温度、即ち油温  $T_O$  を測定可能な温度センサ等の温度検出手段から、直接油温  $T_O$  に関するデータを取得してもよい。次に、第 1 特定処理部 120 は、エンジン 200 の回転数  $N_e$ 、エンジン 200 に加わる負荷  $K_L$ 、及び油温  $T_O$  に基づいて、吸気バルブ目標変位角として  $IN-VVT$  目標変位角  $v_{t-in}$  を特定する（ステップ S40）。 $IN-VVT$  目標変位角  $v_{t-in}$  が特定されることによって、吸気バルブ 207 が開いている吸気開弁時期、及び、排気バルブ 209 が開いている排気開弁時期が相互に重なるオーバーラップ量  $OL$  として、目標とすべきオーバーラップ量が特定される。ここで、目標とされるオーバーラップ量は、本発明の「第 1 オーバーラップ量」の一例である。

10

#### 【0074】

目標とされるオーバーラップ量を特定する際に、より具体的には、 $IN-VVT$  目標変位角  $v_{t-in}$  を特定する際に、エンジン 200 の回転数  $N_e$ 、及びエンジン 200 に加わる負荷  $K_L$  を参照する理由は、エンジン 200 の動作時に発生する HC ガスの低減と、エンジン 200 内に残留する残留ガスに起因して生じる燃焼効率の低下を抑制することとを実現するためである。エンジン 200 の回転数  $N_e$ 、及びエンジン 200 に加わる負荷  $K_L$  に加えて、油温  $T_O$  を参照する理由は、油温  $T_O$  に応じて、言い換えれば、油温  $T_O$  に対応するエンジン 200 の温度に応じて、エンジン 200 内における残留ガスの残留量が変化し、最適な燃焼状態を実現するためのオーバーラップ量が変動するからである。

20

#### 【0075】

次に、制御部 110 は、エンジン 200 の始動後に発生した排気ガスの温度を積算した排気ガス積算温度  $G_a$  を算出する（ステップ S50）。次に、制御部 110 は、エンジン 200 の始動時における油温  $T_O$ 、排気ガス積算温度  $G_a$  に基づいて、エンジン 200 の油温  $T_O$  を予測する（ステップ S60）。次に、第 2 特定処理部 130 は、エンジン 200 の停止時、即ち、機関停止時において、クランクシャフトの回転に対する吸気カムシャフト 212 の相対的な回転位相を固定可能なように、より具体的には、ロックピン 224 がロック孔 223 に嵌合し、ベーン 219 の回動が機械的に固定、即ちロックされるように、吸気バルブ 207 の変位角を制限するガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  を特定する（ステップ S70）。ガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  が特定されることによって、ロックピン 224 がロック孔 223 に嵌合し、ベーン 219 の回動が機械的に固定、即ちロックされるオーバーラップ量、即ち、本発明の「第 2 オーバーラップ量」の一例となるオーバーラップ量が特定されることになる。

30

#### 【0076】

次に、制御部 110 は、 $IN-VVT$  目標変位角  $v_{t-in}$  が、ガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  より小さいか否かを判定する（ステップ S80）。 $IN-VVT$  目標変位角  $v_{t-in}$  が、ガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  より小さいと判定された場合、制御部 110 は、 $VVT$  コントローラ 216 を制御する際に設定される最終  $IN-VVT$  変位角  $V_{T-in}$  として、 $IN-VVT$  変位角  $v_{t-in}$  を用いる（ステップ S90）。言い換えれば、 $IN-VVT$  目標変位角  $v_{t-in}$  に対応するオーバーラップ量が、ガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  に対応するオーバーラップ量未満である場合に、制御部 110 は、 $VVT$  コントローラ 216 によって吸気バルブ 207 の変位角が  $IN-VVT$  変位角  $v_{t-in}$  になるように、 $VVT$  コントローラ 216 を制御する（ステップ 90）。一方、 $IN-VVT$  変位角  $v_{t-in}$  が、ガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  以上である場合には、制御部 110 は、最終  $IN-VVT$  変位角  $V_{T-in}$  としてガード変位角  $g_{v_{t-in}}$  を設定し、 $VVT$  コントローラ 216 の動作を制御する（ステップ S90）。

40

#### 【0077】

次に、図 8 及び図 9 を参照しながら、吸気バルブ 207 の変位角が設定される理由を詳細に説明する。

50

## 【 0 0 7 8 】

図 8 に示すように、油温  $T_O$  が低い程、ガード変位角  $gvt - in$  が小さくなる傾向にあることが分かっている。これは、油温  $T_O$  の低下によって、作動液であるオイルの粘性が増大することによる。したがって、油温  $T_O$  が低い程、言い駆れば、エンジンシステム 10 が動作する環境の温度が低い程、ロックピン 224 をロック孔 223 に嵌合させることが可能な位置までベーン 219 の位置を変更することができる上限であるガード変位角  $gvt - in$  は小さくなる。したがって、ECU 100 による VVT コントローラ 216 の制御が、油温  $T_O$  が低い程、即ち、エンジンシステム 10 が動作する環境の温度が低い程、有効になる。

## 【 0 0 7 9 】

図 9 ( a ) に示すように、エンジン 200 が始動し始めてから経過した経過時間が大きくなる程、水温  $T_w$  及び推定油温  $T_O$  間の差が大きくなる。したがって、水温  $T_w$  にも基づいて  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  を特定するより、推定された油温  $T_O$  に基づいて  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  を特定するほうがよりこの好ましい。

## 【 0 0 8 0 】

図 9 ( b ) に示すように、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  及びガード変位角  $gvt - in$  は、エンジン 200 が始動してから経過した経過時間に応じて、大小関係が相互に入れ替わるので、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  が、ガード変位角  $gvt - in$  より大きい場合には、 $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  として、ガード変位角  $gvt - in$  を設定し、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  が、ガード変位角  $gvt - in$  未満である場合には、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  を、 $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  に設定する。

## 【 0 0 8 1 】

また、ガード変位角  $gvt - in$  は、油温  $T_O$  が高くなる程大きくなる。したがって、作動液であるオイルの油温  $T_O$  が高い程、 $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  として設定できる範囲を拡げることが可能であり、例えば、排気バルブ 209 の開弁時期を遅角させることによって、ガード変位角  $gvt - in$  を大きくすることも可能になる。

## 【 0 0 8 2 】

このような制御が可能な ECU 100 によれば、作動液であるオイルの油温  $T_O$ 、言い換えればエンジン 200 の温度に応じて、ロック孔 223 に対するロックピン 224 の嵌合を確実に実現でき、且つ、エンジン 200 における燃焼性の向上と、炭化水素 ( HC ) ガスの発生の低減とを両立できる。

## 【 0 0 8 3 】

尚、本実施形態に係る ECU 100 によれば、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  は、前記作動液であるオイルの油温  $T_O$  が低い程、即ちエンジン 200 の温度が低い程小さくなる。より具体的には、作動液であるオイルの油温  $T_O$  が低くなることによってオイルの粘性が高くなった条件下で、例えば、エンジン 200 がエンストによって機関停止する際に、ベーン 219 の位置が、ロックピン 224 がロック孔 223 に嵌合可能な位置に設定される。加えて、油温  $T_O$  が低い条件下でも、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  がガード変位角  $gvt - in$  より大きい場合には、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  がガード変位角  $gvt - in$  に制限されるため、機関停止時におけるロック孔に対するロックピンの嵌合が保障される。また、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  がガード変位角  $gvt - in$  以下である場合に、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  に対応するベーン 219 の位置は、機関停止時にロック孔にロックピンが嵌合可能な範囲に設定されているため、 $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  が目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  に設定されたとしても、機関停止時にロック孔 223 に対してロックピン 224 を嵌合させること ( 即ち、ロックピン入り ) が可能になる。

## 【 0 0 8 4 】

また、ECU 100 によれば、例えば、目標  $IN - VVT$  変位角  $v t - in$  を、作動液であるオイルの油温に応じて小さくする場合には、例えば、吸気バルブ 207 の開弁時期

10

20

30

40

50

を進角させればよい。何故なら、吸気バルブ 207 の開弁時期を進角させた状態でエンジン 200 が機関停止した場合、吸気バルブ 207 及び排気バルブ 209 は、エンジン 200 の回転方向、言い換えれば、遅角方向に戻り易く、ロック孔 223 に対してロックピン 224 が嵌合できる位置にペーン 219 が戻り易いからである。

【0085】

また、本実施形態に係る制御方法によれば、制御部 110 が、VVTコントローラ 216 が担う制御機能のうち吸気バルブ 207 の開閉タイミングを制御する機能について、前記吸気開弁時期を変更するように制御処理を実行する処理によれば、吸気開弁時期を進角方向に向かってシフトさせることによって、排気弁開弁時期を遅角させる場合に比べて、ロック孔 223 に対してロックピン 224 を各確実に嵌合させるように、ペーン 219 の位置を制限できる。

10

【0086】

(変形例 1)

次に、図 10 及び図 11 を参照しながら、ECU 100 による VVT コントローラ 216 の制御方法の一の変形例を説明する。図 10 は、本例に係る ECU 100 による制御方法の主要な工程を順に示したフローチャートである。図 11 は、エンジン 200 が始動してから経過した経過時間に対して、各種物理量の変化を図式的に示したグラフである。

【0087】

尚、以下では、すでに説明した ECU 100 による VVT コントローラ 216 の制御方法と共通する工程には、同一の参照符号を付し、詳細な説明を省略している。

20

【0088】

図 10 において、ECU 100 は、上述の制御方法と同様に、ステップ S10 乃至 S70 までの工程を実行する。次に、第 1 特定処理部 120、第 2 特定処理部 130 及び制御部 110 と共に、ECU 100 の一部を構成する補正処理部 140 は、油温  $T_{O}$  と、エンジンシステム 10 が搭載された車両の車速  $V$  とに基づいて、ガード変位角  $gvt - in$  の補正量  $K$  を特定する (ステップ S71)。ここで、補正量  $K$  は、エンジンシステム 10 が搭載され、且つエンジンシステム 10 から動力の供給を受ける車両の速度  $V$  が小さい程、ガード変位角  $gvt - in$  が小さくなるように設定される。次に、補正処理部 140 は、補正量  $K$  によってガード変位角  $gvt - in$  が補正された新たなガード変位角  $Gvt - in$  を設定する (ステップ S72)。

30

【0089】

制御部 110 は、IN VVT 目標変位角  $v t - in$  が、ガード変位角  $Gvt - in$  より小さいか否かを判定する (ステップ S81)。IN VVT 目標変位角  $v t - in$  が、ガード変位角  $Gvt - in$  より小さいと判定された場合、制御部 110 は、VVT コントローラ 216 を制御する際に設定される最終 IN VVT 変位角  $VT - in$  として、IN VVT 変位角  $v t - in$  を用いる (ステップ S93)。言い換えれば、IN VVT 目標変位角  $v t - in$  に対応するオーバーラップ量が、ガード変位角  $Gvt - in$  に対応するオーバーラップ量未満である場合に、制御部 110 は、VVT コントローラ 216 によって吸気バルブ 207 の変位角が IN VVT 変位角  $v t - in$  になるように、VVT コントローラ 216 を制御する。一方、IN VVT 目標変位角  $v t - in$  が、ガード変位角  $Gvt - in$  以上である場合には、制御部 110 は、最終 IN VVT 変位角  $VT - in$  としてガード変位角  $Gvt - in$  を設定し (ステップ S92)、VVT コントローラ 216 の動作を制御する (ステップ S93)。

40

【0090】

本例に係る制御方法によれば、エンジン 200 から動力が供給される車両の速度  $V$  が小さい程、エンジン 200 が停止した際、即ち機関停止時において、ロック孔 223 に対してロックピン 223 を嵌合させることが困難になると考えられる場合であっても機関停止時にロック孔 223 にロックピン 224 を嵌合させることが可能になる。より具体的には、車速  $V$  が小さい程、機関停止時にロック孔 223 にロックピン 224 を嵌合させることができるように、オーバーラップ量をガード変位角  $Gvt - in$  に対応するオーバーラッ

50

プ量まで小さくすることによって、言い換えれば、エンジン200の動作時におけるガード変位角 $Gvt - in$ に対応するオーバーラップ量を取り得るようにベーン219の位置を制限しておくことによって、機関停止時において、ロック孔223に対してロックピン224が嵌合可能な位置にベーン219を移動可能になる。

【0091】

次に、図11を参照しながら、吸気バルブ207のガード変位角 $gvt - in$ が補正される理由を詳細に説明する。

【0092】

図11(a)に示すように、エンジン200が始動してから時間が経過する程、水温 $T_w$ と、推定された油温 $T_o$ とが差が大きくなる。図11(b)に示すように、車速 $V$ は、エンジン200の始動時 $t_0$ から一定の時間が経過したタイミング $t_1$ から増大し始め、タイミング $t_2$ から $t_3$ 間で一定となる。車速 $V$ は、タイミング $t_3$ を経過した後、減少し、タイミング $t_4$ で0となる。即ち、タイミング $t_4$ でエンジン200が停止する。図11(c)に示すように、エンジン200に加わる負荷 $KL$ は、エンジン200の回転数 $Ne$ を増加させる際に増大し、回転数 $Ne$ が一定の状態では一旦減少し、そのまま一定の値に維持される。回転数 $Ne$ が減少する際には、負荷 $KL$ も減少する。図11(d)に示すように、タイミング $t_4$ の手前のタイミングで目標 $VVT$ 変位角 $v t - in$ の大きさは、ガード変位角 $Gvt - in$ と大小関係が入れ替わる。したがって、吸気バルブ207の $VVT$ 変位角 $v t - in$ は、その大きさが小さくなるように、ガード変位角 $Gvt - in$ 及び目標 $VVT$ 変位角 $v t - in$ の一方に設定され、ロック孔223に対するロックピン224の嵌合が保障されるのである。

【0093】

(変形例2)

次に、図12乃至図14を参照しながら、本実施形態に係るエンジンシステム10が備えるECU100によって実行される $VVT$ コントローラ216の制御方法の他の変形例を説明する。図12及び図13は、本例に係る制御方法の主要な工程を順に示したフローチャートである。図14は、エンジン200が始動してから経過した経過時間に対して、各種物理量の変化を図式的に示したグラフである。

【0094】

図12において、ステップ $S10$ からステップ90までは、上述の制御方法と同様である。ステップ90の後、第2特定処理部130は、排気バルブ208について、油温 $T_o$ に基づいてロック孔223にロックピン224が嵌合可能なガード変位角 $gvt - ex$ を特定する(ステップ $S82$ )。次に、第2特定処理部130は、吸気バルブ207について、 $IN - VVT$ 抑制変位角 $v t - in$ を特定する(ステップ $S83$ )。ここで、制御部110は、 $IN - VVT$ 目標変位角 $v t - in$ からガード変位角 $gvt - in$ を差し引いた値を $IN - VVT$ 抑制変位角 $v t - in$ として設定する(ステップ $S84$ )。

【0095】

次に、図13において、制御部110は、 $IN - VVT$ 抑制変位角 $v t - in$ が、ガード変位角 $Gvt - ex$ より小さいが否かを判定する(ステップ $S85$ )。ここで、 $IN - VVT$ 抑制変位角 $v t - in$ が、ガード変位角 $Gvt - ex$ より小さいと判定された場合、制御部110は、 $VVT$ コントローラ216を制御する際に設定される $EX - VVT$ 変位角 $v t - ex$ 、即ち排気バルブ209側の変位角として、 $IN - VVT$ 抑制変位角 $v t - in$ を用い(ステップ $S86$ )、排気バルブ209側の $VVT$ コントローラ216を最終 $EX - VVT$ 目標変位角 $V T - ex$ で制御する(ステップ $S88$ )。一方、 $IN - VVT$ 抑制変位角 $v t - in$ が、ガード変位角 $Gvt - ex$ 以上であると判定された場合、最終 $EX - VVT$ 目標変位角 $V T - ex$ で、排気バルブ208を制御する $VVT$ コントローラ216を制御する(ステップ $S88$ )。

【0096】

次に、図14を参照しながら、吸気バルブ207のガード変位角 $gvt - in$ が補正される理由を詳細に説明する。

## 【0097】

図14(a)に示すように、エンジン200が始動してから時間が経過する程、水温 $T_w$ と、推定された油温 $T_o$ とが差が大きくなる。図14(b)に示すように、目標 $VVT$ 変位角 $v_{t-in}$ は、エンジン200が始動した始動タイミング $t_0$ の後に到来するタイミング $t_5$ において、ガード変位角 $g_{v_{t-in}}$ と、その大きさが相互に入れ替わる。したがって、最終 $VVT$ 変位角 $V_{t-in}$ は、目標 $VVT$ 変位角 $v_{t-in}$ 及びガード変位角 $g_{v_{t-in}}$ のうち相対的に小さいほうに合わせて設定される。図14(c)に示すように、タイミング $t_5$ の手前のタイミングにおいて、排気バルブ208側の変位角である $EX-VVT$ 変位角として設定される最終 $EX-VVT$ 変位角 $V_{t-ex}$ は、 $IN-VVT$ 抑制変位角及び $EX-VVT$ 変位角 $g_{v_{t-ex}}$ のうち相対的に小さいほうに合わせて設定される。

10

## 【0098】

このように最終 $EX-VVT$ 変位角を設定することによって、上述の制御方法によって得られる効果に加えて、吸気開弁時期を進角方向に向かってシフトさせる場合に比べて、 $HC$ ガスをより一層低減できる効果も得られる。

## 【0099】

(変形例3)

次に、図15を参照しながら、本実施形態に係るエンジンシステム10が備える $ECU$ 100によって実行かのような制御方法で参照されるマップを説明する。図15は、油温 $T_o$ 及び触媒温度との関係で規定される領域の夫々において変更すべき変位角として優先されるものを領域毎に示したマップである。

20

## 【0100】

図15において、油温 $T_o$ が $-10$ 以下の温度領域では、 $IN-VVT$ と、 $EX-VVT$ を優先させる。油温 $T_o$ が $-10$ から $+10$ の範囲では、 $EX-VVT$ を優先し、 $IN-VVT$ を補填のために用いる。油温 $T_o$ が $+10$ 以上で、且つ触媒活性温度(例えば、約 $350$ )以下の範囲では、 $EX-VVT$ を優先する。油温 $T_o$ が $+10$ 以上で、且つ触媒温度が触媒活性温度以上である範囲では、 $IN-VVT$ 及び $EX-VVT$ の一方のみを実行する。

## 【0101】

このようなマップに基づいて、 $VVT$ コントローラ216の動作を制御することによって、 $VVT$ 応答性に問題のないエンジン200の始動時には、 $EX-VVT$ でオーバーラップ量の拡大を優先する。但し、触媒温度が触媒活性温度以上である場合には、 $IN-VVT$ 及び $EX-VVT$ の一方でオーバーラップ量を拡大すればよい。また、 $VVT$ 戻り応答性がロックピン入り性ガードで抑制される場合は、排気バルブにおけるオーバーラップ量の不足分を吸気バルブにおける $IN-VVT$ で補えばよい。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0102】

【図1】本実施形態に係る可変動弁装置の制御装置を備えたエンジンシステム10の構成を模式的に示した模式図である。

【図2】図2は、 $ECU$ の電気的な構成要素のうち主要な部分を図式的に示したブロック図である。

40

【図3】 $VVT$ コントローラの、吸気カムシャフトと直交する平面における模式断面図である。

【図4】 $VVT$ コントローラの一部の他の模式図である。

【図5】図3と同様の $VVT$ コントローラの模式断面図である。

【図6】油温に対するフリクションと、エンジン負荷と、吸気弁( $IN$ )及び排気弁( $EX$ )の夫々の変位角が、ロックピン入りできる値、及び要求されるオーバーラップ量の関係と、ベーンの戻り速度との夫々の変化を図式的にグラフである。

【図7】 $ECU$ の制御下で実行される $VVT$ コントローラの制御方法の主要な工程を順に示したフローチャートである。

50

【図8】油温と、吸気弁のガード変位角との相互の関係を示したグラフである。

【図9】エンジンの始動時から経過した経過時間に対する水温 $T_w$ 及び推定油温度 $T_o$ の変化を示したグラフ(a)と、吸気弁の変位角が目標とすべき目標変位角(目標VVT変位角 $v_{t-in}$ )と、吸気弁のガード変位角 $g_{v_{t-in}}$ と、吸気弁のVVT変位角 $v_{t-in}$ とが、経過時間に対して変化することを示したグラフ(b)である。

【図10】変形例に係るECUによる制御方法の主要な工程を順に示したフローチャートである。

【図11】エンジンが始動してから経過した経過時間に対して、各種物理量の変化を図式的に示したグラフである。

【図12】変形例に係る制御方法の主要な工程を順に示したフローチャート(その1)である。

【図13】変形例に係る制御方法の主要な工程を順に示したフローチャート(その2)である。

【図14】エンジンが始動してから経過した経過時間に対して、各種物理量の変化を図式的に示したグラフである。

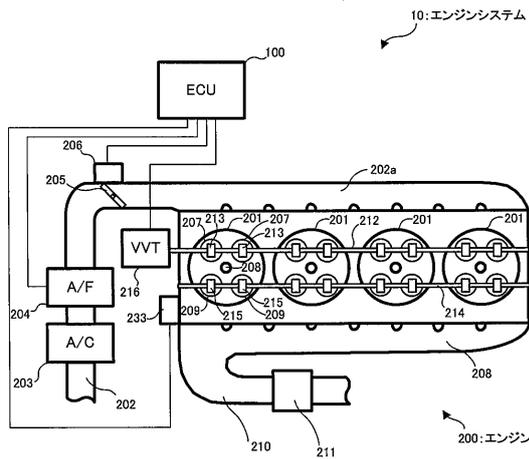
【図15】油温及び触媒温度との関係で規定される領域の夫々において変更すべき変位角として優先されるものを領域毎に示したマップである。

【符号の説明】

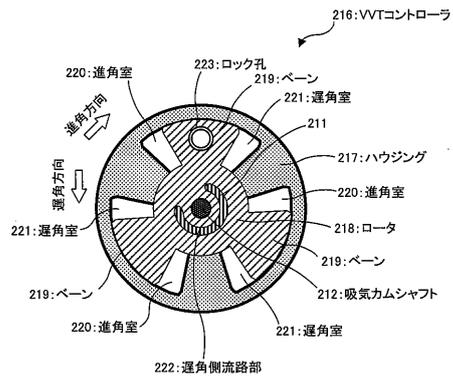
【0103】

10...エンジンシステム、100...ECU、200...エンジン、201...シリンダ、216...VVTコントローラ、217...ハウジング、218...ロータ、219...ペーン、220...進角室、221...遅角室、223...ロック孔、224...ロックピン、225...液圧伝達系

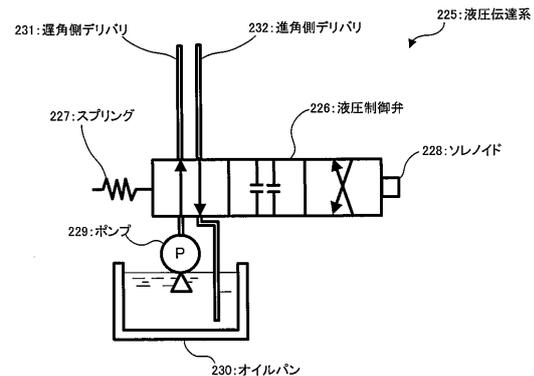
【図1】



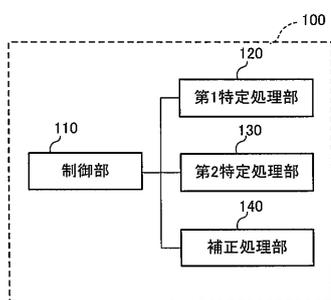
【図3】



【図4】



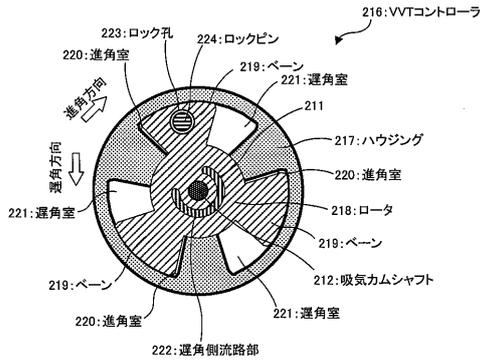
【図2】



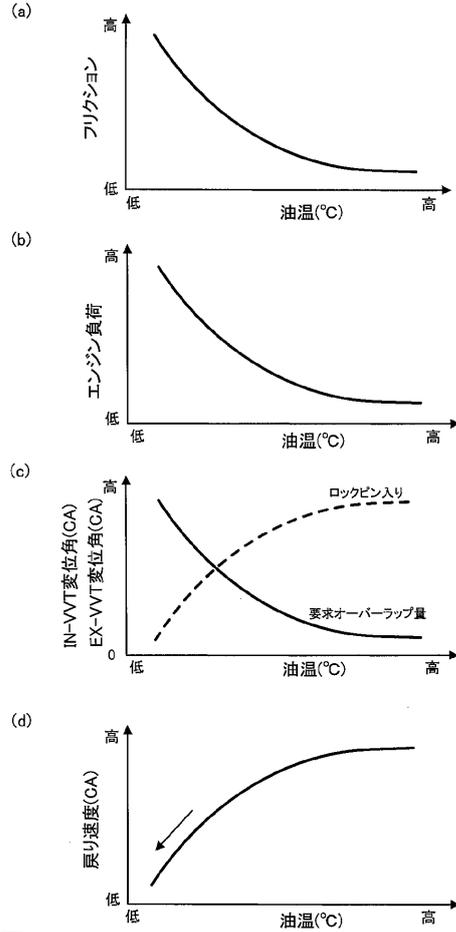
10

20

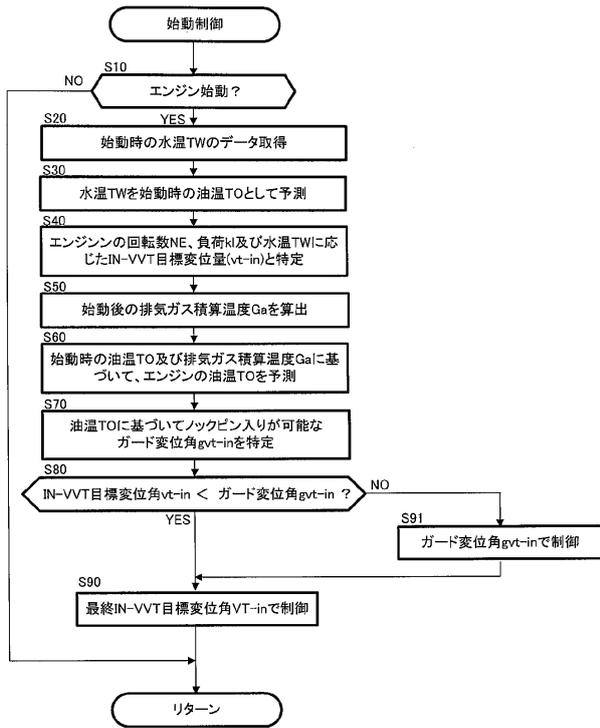
【図5】



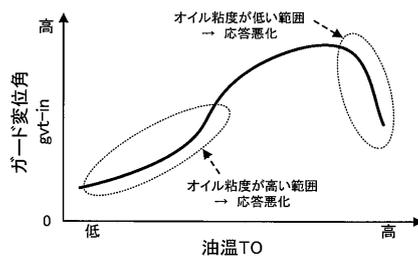
【図6】



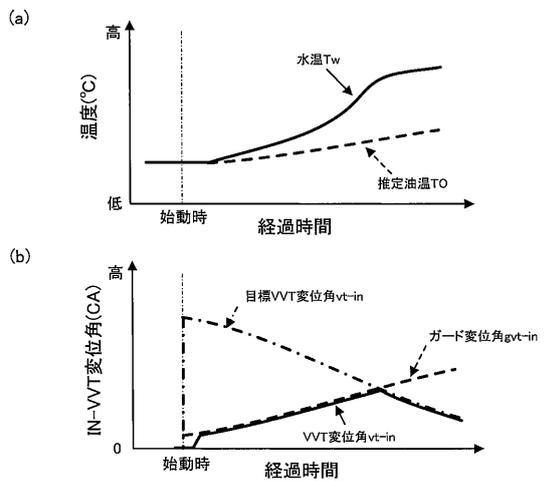
【図7】



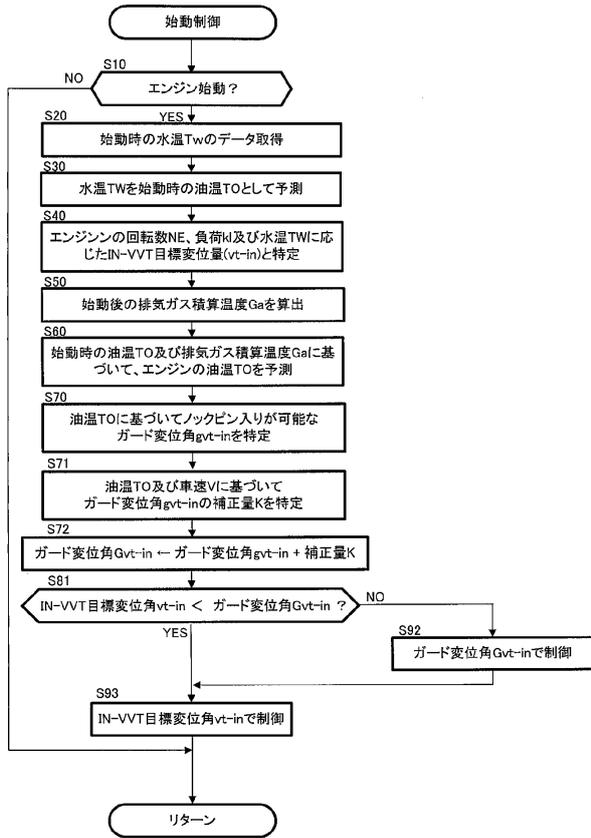
【図8】



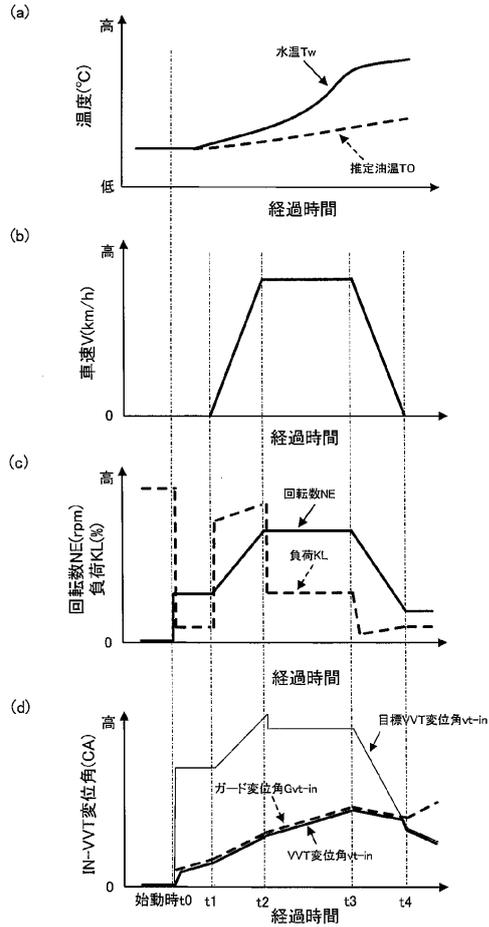
【図9】



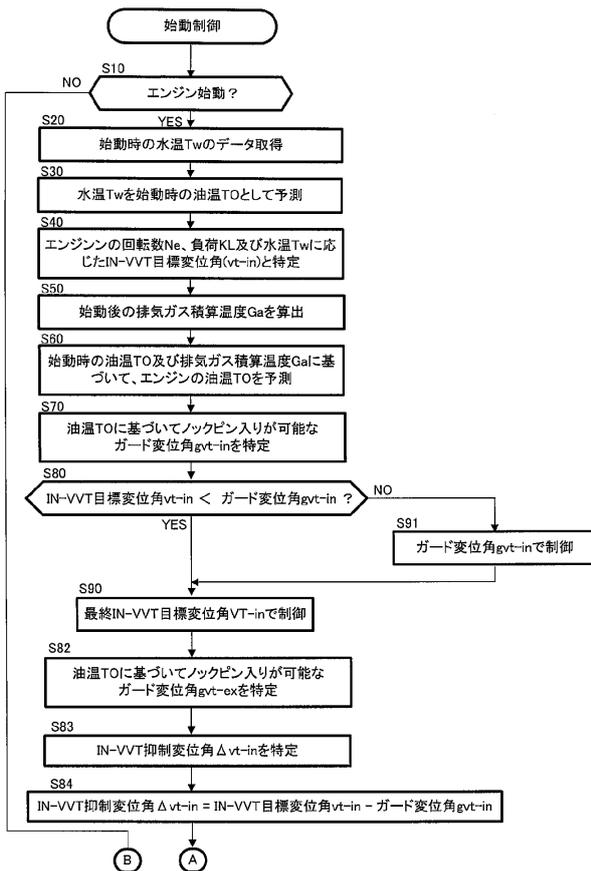
【図10】



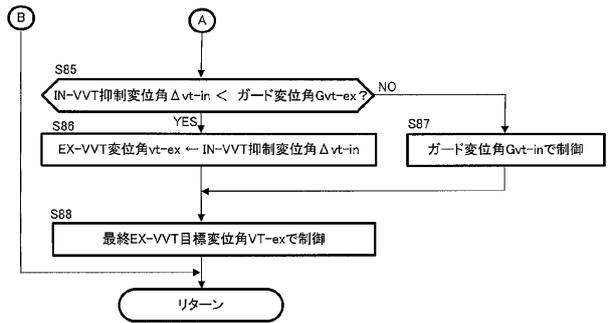
【図11】



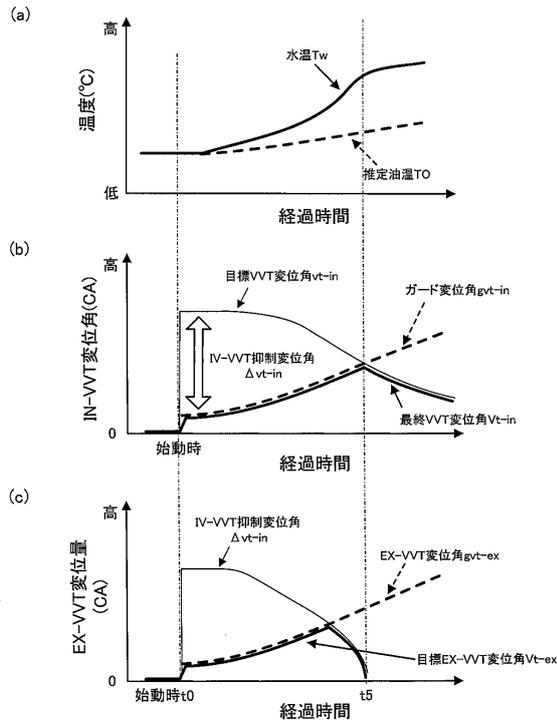
【図12】



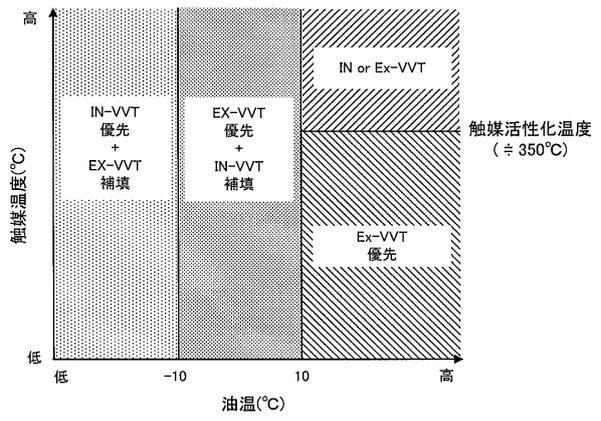
【図13】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

審査官 後藤 信朗

(56)参考文献 特開2001-164908(JP,A)  
特開2002-332875(JP,A)  
特開2001-041012(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/02

F01L 1/34

F01L 13/00