

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6377059号
(P6377059)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

| | |
|----------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| FO2D 13/02 (2006.01) | FO2D 13/02 G |
| FO1L 9/02 (2006.01) | FO1L 9/02 |
| FO1L 13/00 (2006.01) | FO1L 13/00 301Y |
| FO1L 9/04 (2006.01) | FO1L 9/04 A |

請求項の数 12 (全 14 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-525941 (P2015-525941) | (73) 特許権者 | 515031296 |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年8月6日(2013.8.6) | | カムコン・オート・リミテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2015-524539 (P2015-524539A) | | CAMCON AUTO LIMITED |
| (43) 公表日 | 平成27年8月24日(2015.8.24) | | イギリス、シィ・ビー・4 O・ダブリュ |
| (86) 国際出願番号 | PCT/GB2013/052095 | | ・エス、ケンブリッジ、カウリー・ロード |
| (87) 国際公開番号 | W02014/023949 | | 、セント・ジョンズ・イノベーション・セ |
| (87) 国際公開日 | 平成26年2月13日(2014.2.13) | | ンター |
| 審査請求日 | 平成28年7月22日(2016.7.22) | (74) 代理人 | 110001195 |
| (31) 優先権主張番号 | 1213945.7 | | 特許業務法人深見特許事務所 |
| (32) 優先日 | 平成24年8月6日(2012.8.6) | (72) 発明者 | ストーン, ロジャー・デリック |
| (33) 優先権主張国 | 英国 (GB) | | イギリス、ビー・エヌ・2 1・イー・エ |
| | | | イチ イースト・サセックス、ブライトン |
| | | | 、イートン・プレイス、19 |
| | | 審査官 | 戸田 耕太郎 |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 内燃機関用の弁制御システム、内燃機関および内燃機関の弁制御システムを校正する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの弁およびピストンを備えた少なくとも1つのシリンダを有する内燃機関用の弁制御システムであって、

前記少なくとも1つの弁を駆動するように構成されたアクチュエータの前調整駆動サイクルを制御する制御信号を生成し、

前記前調整駆動サイクル時に、前記弁の開閉サイクルにおける前記アクチュエータの現在の動作状態に関するフィードバック信号を受け取り、

前記少なくとも1つのシリンダの燃焼サイクル時に実施される前記アクチュエータの燃焼駆動サイクルを制御する修正制御信号を生成する、

ように構成された信号処理装置を含み、前記修正制御信号は、前記信号処理装置によって、前記フィードバック信号を参照して修正されたものであり、

前記前調整駆動サイクルは、使用者がエンジン始動を開始した後で前記少なくとも1つのシリンダの最初の燃焼サイクルの前に実施され、かつ前記エンジンの始動モータによる前記エンジンのクランキング時に実施される、内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 2】

前記前調整駆動サイクルは、使用者がエンジン始動を開始した後で前記少なくとも1つのシリンダの最初の燃焼サイクルの前に実施され、かつ前記エンジンの始動モータによる前記エンジンのクランキングの前にさらに実施される、請求項1に記載の内燃機関用の弁制御システム。

10

20

【請求項 3】

前記信号処理装置は、前記少なくとも 1 つのシリンダ内の前記弁と前記ピストンとの間の衝突を回避するように、前記アクチュエータの前記前調整駆動サイクルを制御するよう構成される、請求項 1 または 2 に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 4】

前記信号処理装置は、前記少なくとも 1 つのシリンダ内の前記ピストンの位置に関するピストン位置信号を受け取り、前記弁と前記ピストンとの間の衝突を回避するように、前記ピストン位置信号を参照して前記アクチュエータの前記前調整駆動サイクルを制御するよう構成される、請求項 3 に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 5】

前記信号処理装置は、前記エンジンの点火の前の、前記少なくとも 1 つのシリンダに付属する吸気弁および排気弁両方の前調整駆動サイクルを、前記 2 つの弁間の衝突を回避しながら制御する制御信号を生成するように構成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 6】

複数の前調整駆動サイクルが実施され、前記修正制御信号は、前記複数の前調整駆動サイクルに対応する、複数の受信されたフィードバック信号を参照して修正される、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 7】

前記エンジンは、それぞれが少なくとも 1 つの弁を有する複数のシリンダを有し、前記信号処理装置は、各シリンダの少なくとも 1 つの弁の前調整駆動サイクルを制御する制御信号を生成するように構成され、各シリンダの前記少なくとも 1 つの弁の前記前調整駆動サイクルは、シリンダからシリンダに順次実施される、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 8】

前記エンジンは、それぞれが少なくとも 1 つの弁を有する複数のシリンダを有し、前記信号処理装置は、各シリンダの少なくとも 1 つの弁の前調整駆動サイクルを制御する制御信号を生成するように構成され、第 1 および第 2 のシリンダの前記少なくとも 1 つの弁の前記前調整駆動サイクルの開始時間は、前記第 2 のシリンダの少なくとも 1 つの弁の前記アクチュエータの前調整駆動サイクルが、前記第 1 のシリンダの少なくとも 1 つの弁の前記アクチュエータの前調整駆動サイクルと時間的に重なるようにずらされる、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの弁を駆動するアクチュエータを含み、前記アクチュエータの動作は、電磁的に、油圧で、および空気圧で発生する力の少なくとも 1 つを使用する、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 10】

前記フィードバック信号は、前記アクチュエータの変位、前記アクチュエータ内の巻線の温度、前記アクチュエータの巻線の電流の大きさ、前記弁の揚程、前記アクチュエータを通じた電圧、前記アクチュエータ内の少なくとも 1 つの圧力、および前記アクチュエータ内の少なくとも 1 つの圧力差のうちの少なくとも 1 つに対応する、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の内燃機関用の弁制御システム。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の弁制御システムと、少なくとも 1 つの対応する弁を備えた少なくとも 1 つのシリンダとを含む内燃機関。

【請求項 12】

少なくとも 1 つの弁およびピストンを備えた少なくとも 1 つのシリンダと、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の弁制御システムとを有する内燃機関の弁制御システムを校正する方法であって、

前記少なくとも 1 つの弁の前調整駆動サイクルを制御する制御信号を信号処理装置を用

10

20

30

40

50

いて生成するステップと、

前記前調整駆動サイクル時に前記弁の開閉サイクルにおける前記少なくとも1つの弁を駆動するように構成されたアクチュエータの現在の動作状態に関するフィードバック信号を前記信号処理装置で受け取るステップと、

前記少なくとも1つのシリンダの燃焼サイクル時に実施される前記アクチュエータの燃焼駆動サイクルを制御する修正制御信号を前記信号処理装置を用いて生成し、前記修正制御信号は、前記フィードバック信号を参照して修正されたものであるステップと、
を含み、

前記前調整駆動サイクルは、使用者がエンジン始動を開始した後で前記少なくとも1つのシリンダの最初の燃焼サイクルの前に実施され、かつ前記エンジンの始動モータによる前記エンジンのクランキング時に実施される、内燃機関の弁制御システムを校正する方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関用の弁制御システムであって、そのエンジンが少なくとも1つの弁およびピストンを備えた少なくとも1つのシリンダを有する、弁制御システムに関する。より詳細には、本発明は、クランクシャフトの回転とは無関係に駆動できる弁制御システムの動作の改善に関する。

【背景技術】

20

【0002】

回転するカムシャフトを用いて内燃機関の吸気弁および排気弁を動作させるのは公知である。カムシャフトがエンジンのクランクシャフトと共に回転する場合、エンジン回転数または負荷との関連で弁の動作プロファイルおよび/またはタイミングを変えるのは不可能である。しかし、エンジンに対する要求に対応して弁の動作を変えることで、より高い効率を得ることができる。

【0003】

弁駆動に関して、より高度な制御を行うために、コンピュータ制御式エンジン管理システムによって制御される電磁ソレノイドアクチュエータを使用して、弁を動作させることが提案された。代替手法が国際公開第2004/097184号パンフレットに記載されている。これは、適切なリンク機構によって弁に連結された被動ロータを有する電磁アクチュエータに関する。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、内燃機関用の弁制御システムであって、そのエンジンは、少なくとも1つの弁およびピストンを備えた少なくとも1つのシリンダを有し、弁制御システムは、

エンジンの最初の燃焼サイクルの前に実施される、少なくとも1つの弁を駆動するように構成されたアクチュエータの前調整駆動サイクルを制御する制御信号を生成し、

前調整駆動サイクル時に、弁の開閉サイクルにおけるアクチュエータの現在の動作状態に関するフィードバック信号を受け取り、

40

少なくとも1つのシリンダの燃焼サイクル時に実施されるアクチュエータの燃焼駆動サイクルを制御する修正制御信号を生成する、

ように構成された信号処理装置を含み、修正制御信号は、信号処理装置によって、フィードバック信号を参照して修正されたものであり、前調整駆動サイクルは、使用者がエンジン始動を開始した後で少なくとも1つのシリンダの最初の燃焼サイクルの前に実施され、かつエンジンの始動モータによるエンジンのクランキング時に実施される、弁制御システムを提供する。

【0005】

本発明のシステムおよび方法は、少なくとも1つの吸気弁または排気弁である少なくと

50

も1つの弁と、ピストンとを備えた少なくとも1つのシリンダを有するエンジンに適用可能であり、少なくとも1つの弁は、エンジンクランクシャフトの回転とは無関係に動作可能である。

【0006】

弁駆動タイミングを機械制御ではなくて電気制御する弁制御システムは、適応性のあるフィードバックから恩恵を受ける。これは、弁制御システムが、特定の状態および動作要件に応じて、各弁の動作を適合させるのを可能にする。しかし、エンジンを始動するときに、動作状態は、エンジンが最後に停止した時点から変わっている。弁制御システムは、エンジンオイルおよび水の温度などの直接測定可能なパラメータを考慮に入れるように構成することができるが、他の重要な変量は未知のままである。これは、エンジン始動時およびその直後の初期弁イベントにおいて大きな障害を引き起こすことがある。これは、エンジンからのガス排出物の組成と、エンジンの騒音、振動、および突き上げ特性と、エンジンを始動する能力と、エンジンのアイドル安定性と、エンジン動作に対するドライバの認識とに有害な影響を及ぼすことがある。

10

【0007】

アクチュエータへの最初の前調整駆動信号の要件を計算する場合に、弁制御システムは、複数の急激に変化するパラメータを測定し、考慮に入れることができる。これらのパラメータには、例えば、エンジン冷却剤温度、油だめのオイル温度、外気温度、およびアクチュエータの巻線温度の中の1つまたは複数、ならびに/または他の関連パラメータがあり得る。また、部品の摩耗および/または潤滑オイルの特性劣化の影響によるものなど、比較的ゆっくりと変化するパラメータは、弁制御システムのメモリに保存されて、エンジンを再始動する必要がある場合に、すぐに考慮することができる。しかし、エンジン点火時に必要とされる制御の精度を付与するのに、これらのパラメータだけで十分であることはあり得ない。

20

【0008】

本発明によれば、弁制御システムは、エンジンの最初の燃焼サイクルの前に、前調整駆動サイクルを弁に実施させる。次いで、この駆動に対するフィードバック信号を使用して、エンジンの燃焼サイクル時における弁の弁制御駆動用の次の制御信号を修正または校正する。弁駆動を実施するのにかかる時間は短くする(7ms程度)ことができるので、エンジンの点火前で、車両の使用者にとって実際上検出不可能な間に、一部のまたはすべての弁に対して1つまたは複数の前調整サイクルを実施することができる。

30

【0009】

例えば、4ストロークエンジンでは、エンジンの燃焼サイクルは、一般に、吸気、圧縮、点火、および排気ストロークとそれぞれ呼ばれる4つのピストンストロークのサイクルからなると解釈される。

【0010】

弁システムのこの「前調整」により、エンジンの最初の燃焼サイクルの前に、弁機構の現在の動作状態を考慮して弁制御信号を再校正するのが可能になる。すなわち、火花点火エンジンの場合、シリンダに燃料が供給されて点火される前に、圧縮点火エンジンの場合、燃料が供給される前に前調整が実施される。

40

【0011】

電磁駆動構成のさらなる利点は、アクチュエータ巻線が、標準動作状態に近づくか、または達する必要があるウォームアップ期間の大部分を前調整作業中に経ることができることである。

【0012】

一実施形態では、前調整駆動サイクルは、エンジンの始動モータによるエンジンのクランク時に実施される。したがって、前調整アクチュエータサイクル段階は、エンジンの最初のクランク段階中に実施することができる。

【0013】

別の実施形態によれば、前調整駆動サイクルは、エンジンの始動モータによるエンジン

50

のクランキングの前に実施される。このようにして、アクチュエータサイクル段階は、車両の使用者が、エンジン始動を開始した後で、始動モータによるエンジンクランキングの開始前に行うことができる。

【0014】

用途に応じて、弁制御システムは、エンジンの最初のクランキングの前か、または、その代わりとして、最初のクランキング中のいずれかで、弁前調整を実施するように構成することができる。あるいは、これらの選択肢の1つまたは両方は、エンジン始動時の特定の状況に応じて選択することができる。始動時に、より高いエンジン安定性が必要とされる場合、実行される前調整サイクル数は、前クランキングサイクル中、またはクランキング中、またはその両方で増やすことができる。

10

【0015】

弁制御システムの校正の精度は、燃焼が始まる前に、各弁の何回かの駆動サイクルを作動させることで高めることができる。アクチュエータ制御信号は、各サイクル後の各フィードバック信号に応じて、または複数のそれぞれの駆動サイクルに対応した複数のフィードバック信号に応じて修正することができる。

【0016】

各弁に対して少なくとも3サイクルが実行されるのが好ましい。

同じエンジンの様々なシリンダの弁の前調整サイクルは、シリンダからシリンダに順次実施することができる。あるいは、様々なシリンダの弁の駆動サイクルは、すべての弁を通してサイクルにかかる総時間を削減するために、ある程度重複することができる。

20

【0017】

電源が受けるピーク電気需要を減らすために、(十分な時間が利用可能な)前調整サイクル中に、アクチュエータサイクルイベントを段階的に実行する(すなわち、各弁またはシリンダごとに前サイクルの開始時間をずらす)のが望ましいことがある。

【0018】

当然のことながら、本概念は、エンジンクランクシャフトの回転とは無関係に動作可能な弁を有するエンジンに適用することができ、弁の駆動の制御には、ある種の形態の適応性電気フィードバックが含まれる。弁アクチュエータは、電磁的に、油圧で、および/または空気圧で動作することができる。したがって、「アクチュエータ」という用語は、対応する弁を動作させるために力またはトルクを発生させる任意の電磁、空気、または油圧装置を包含することを意図されている。

30

【0019】

信号処理装置が受け取るフィードバック信号は、それぞれの弁アクチュエータの1つまたは複数の動作状態に対応することができる。例えば、フィードバック信号は、原点に対するアクチュエータの変位、アクチュエータ内の巻線の温度、アクチュエータの巻線の電流の大きさ、座部からの弁揚程、アクチュエータを通した電圧、アクチュエータ内の少なくとも1つの圧力、アクチュエータ内の少なくとも1つの圧力差などのうちの少なくとも1つに対応することができる。

【0020】

前調整駆動サイクルからのフィードバックを考慮に入れた修正制御信号は、エンジンの最初の燃焼サイクル時に実施されるアクチュエータの燃焼駆動サイクルを制御するのが好ましい。車両排出物規制は、エンジンが始動したその瞬間からすべての排出物に適用されるので、弁のタイミングは、最初の燃焼サイクルから以降、慎重に制御されるのが望ましい。適応性のある、フィードバックに基づく弁の制御は、エンジンの動作中に続き、フィードバックは、弁制御システムおよび/またはエンジンの様々な特性に対応する、保存したパラメータ値を更新するのに使用される。

40

【0021】

本発明はまた、少なくとも1つの対応する弁を備えた少なくとも1つのシリンダと、本明細書で説明する弁制御システムとを含む内燃機関を提供する。

【0022】

50

内燃機関は通常、ポペット弁の形態の弁を含み、シリンダ当たり少なくとも1つの吸気弁と少なくとも1つの排気弁とを含む。本発明は、例えば、船舶用途で使用する、重構造で中速用のディーゼルなどの、排気弁のみを備えたエンジンを含む他の構成にも適用可能である。

【0023】

さらなる態様によれば、本発明は、内燃機関の弁制御システムを校正する方法であって、エンジンは、少なくとも1つの弁およびピストンを備えた少なくとも1つのシリンダと、本明細書で説明する弁制御システムとを有し、方法は、

エンジンの最初の燃焼サイクルの前に実施される、少なくとも1つの弁の前調整駆動サイクルを制御する制御信号を信号処理装置を用いて生成するステップと、

前調整駆動サイクル時に弁の開閉サイクルにおける少なくとも1つの弁を駆動するように構成されたアクチュエータの現在の動作状態に関するフィードバック信号を信号処理装置で受け取るステップと、

少なくとも1つのシリンダの燃焼サイクル時に実施されるアクチュエータの燃焼駆動サイクルを制御する修正制御信号を信号処理装置を用いて生成し、修正制御信号は、フィードバック信号を参照して修正されたものであるステップと、

を含み、前調整駆動サイクルは、使用者がエンジン始動を開始した後で少なくとも1つのシリンダの最初の燃焼サイクルの前に実施され、かつエンジンの始動モータによるエンジンのクランキング時に実施される、方法を提供する。

【0024】

アクチュエータの燃焼駆動サイクルを制御する修正制御信号を決定する際に、信号処理装置は、アクチュエータの動作状態に関するフィードバック信号を考慮に入れる。さらに、修正制御信号は、弁および/またはエンジンの他の部品の性能特性に影響を及ぼす他のパラメータに対応することもできる。

【0025】

本発明の実施形態が、添付の概略的な図面を参照して以下に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】公知の内燃機関にあるシリンダの上側部分の側方断面図である。

【図2】機械式および電磁式吸気弁駆動装置を用いたエンジン内のピストンおよび弁動作のタイミングを示すグラフである。

【図3】機械式および電磁式吸気弁駆動装置を用いたエンジン内のピストンおよび弁動作のタイミングを示すグラフである。

【図4】本発明を具現化した弁制御システムを含むエンジン制御システムのブロック図である。

【図5】本発明の実施形態によるエンジンの前調整サイクル時におけるピストンおよび弁動作のタイミングを示すグラフである。

【図6】本発明の実施形態によるエンジンの前調整サイクル時におけるピストンおよび弁動作のタイミングを示すグラフである。

【図7】本発明のさらなる実施形態による、4シリンダエンジンの弁の前調整サイクル時におけるピストンおよび弁動作を示すグラフである。

【図8】4および6シリンダエンジンにおいて、前調整サイクルに続いて、いつシリンダに燃料を供給できるかを示す図である。

【図9】4および6シリンダエンジンにおいて、前調整サイクルに続いて、いつシリンダに燃料を供給できるかを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1は、公知の内燃機関構成のシリンダの断面図を示している。ピストン2は、シリンダブロック4内で上下に往復運動するように構成されている。シリンダヘッド8内の吸気ポート6から燃焼室10への給気（または、エンジンの構成によっては空気および燃料混

10

20

30

40

50

合物)の流れは、吸気ポペット弁12を使用して制御される。排気ポペット弁14は、燃焼が行われた後、排気ガスが燃焼室から排出されるのを可能にし、排気ガスは排気ポート16から排出される。

【0028】

例として、図2は、図1のシリンダの動作中におけるピストン、吸気弁、および排気弁の動作のプロットを(X軸の経過時間と共に)示している。この例では、エンジンのクランクシャフトは120RPMで回転している。プロット20は、ピストンクラウンの経時的な位置を示し、プロット22は吸気弁に対応し、プロット24は排気弁に対応している。

【0029】

同様なプロットが図3に示されているが、この場合に、吸気弁は、クランクシャフトとは無関係に制御可能なアクチュエータを使用して動作し、結果として、プロット26で示す吸気弁の動作が得られる。図3のプロットは、ピストンの最初のエンジン点火ストロークの直前におけるエンジンの最初の燃焼サイクルの吸気および圧縮ピストンストロークに対応する期間28を含む。このサイクルは、始動モータを使用して十分に高いクランク速度が達成された(かつ、他の要件が満たされた)場合に実施される。吸気弁を駆動するための理想的な揚程高さ、期間、およびタイミングは変化することがあり、図3に示す吸気弁イベントは単なる例に過ぎない。

【0030】

吸気弁の駆動は、駆動サイクルを実行する、対応するアクチュエータによって引き起こされ、この駆動サイクルにおいて、アクチュエータの、弁軸に力を作用させる部分は、その初期開始位置から遠ざかり、次いで、開始位置に戻る。回転アクチュエータの場合、例えば、国際公開第2004/097184号パンフレットに記載されているように、駆動サイクルは、いずれも場合もその初期休止位置から遠ざかり、その初期休止位置に戻るロータの部分回転またはロータの完全な1回転に対応する。

【0031】

図4は、本発明を具現化した少なくとも1つの弁制御システムを含むエンジン制御システムを示している。この例では、吸気弁および排気弁は共に、エンジンクランクシャフトの回転とは無関係に電子的に個別制御可能である。アクチュエータ30は、吸気弁を動作させるために設けられ、アクチュエータ32は、排気弁を動作させる。

【0032】

エンジンの全体動作は、エンジン制御ユニット34によって管理される。エンジン制御ユニット34は、火花点火エンジンの燃料噴射および点火か、または圧縮点火エンジンの燃料噴射を制御する。これは、エンジンの動作状態を観測する様々なトランスデューサからの信号に対応する。例えば、トランスデューサは、クランクシャフト位置、冷却剤温度、オイル温度、エンジン回転数、エンジンのクランクモードなどを観測することができる。

【0033】

双方向通信リンク38は、エンジン制御ユニット34と弁制御ユニット40との間に設けられている。實際上、制御ユニット34、40は、物理的に分離したユニットとするか、または単一のコントローラに統合することができる。弁制御ユニット40は、アクチュエータ駆動電子モジュール42およびアクチュエータ30、32と共に、吸気弁12および排気弁14の動作を制御する弁制御システムの一部である。

【0034】

エンジン制御ユニットからの制御信号を考慮して、次に、弁制御ユニットは、アクチュエータ駆動電子モジュール42に送られる吸気アクチュエータ駆動信号44、および排気アクチュエータ駆動信号46を生成する。これらの入力信号に応じて、モジュール42は、それぞれの導線48、50に沿って吸気アクチュエータおよび排気アクチュエータ駆動電流を発生させる。

【0035】

10

20

30

40

50

アクチュエータの動作が、アクチュエータの動作状態の変化に対応するのを可能にするために、フィードバック信号 5 2、5 4 が、それぞれ吸気弁アクチュエータおよび排気弁アクチュエータから弁制御ユニットに送られる。これらのフィードバック信号は、アクチュエータの位置、電磁巻線の温度、巻線の電流などのそれぞれの弁アクチュエータの 1 つまたは複数の動作状態に関する情報を提供することができる。当然ながら、これらの信号によって送られる情報は、例えば、電磁式か、油圧式か、または空気式かなど、採用される駆動タイプに応じて変わり得る。その情報は、エンジンの最初の燃焼サイクル時に、アクチュエータの動作を校正するために使用され、標準動作時に、制御システムへの適応入力として使用される。

【 0 0 3 6 】

10

独立して制御される弁の前調整サイクル用のタイミングシーケンスのいくつかの例が、図 5 ~ 7 を参照して以下に説明される。

【 0 0 3 7 】

弁駆動のタイミングは、吸気弁、排気弁、およびピストン間の任意の接触を回避する必要性からある程度制約を受ける。これらの潜在的な干渉領域は図 1 に示されている。ピストンと吸気弁との潜在的な干渉領域 6 0、ピストンと排気弁との潜在的な干渉領域 6 2、および弁間の潜在的な干渉領域 6 4 が存在するのが分かる。

【 0 0 3 8 】

図 5 は、エンジンの点火前で、エンジンクランクシャフトの最初のクランクサイクル時に実施される吸気弁駆動サイクルの可能なタイミングを示すグラフである。この例では、排気弁は、プロット 2 4 で示すように、エンジンクランクシャフトと同期したカムシャフトを用いて駆動され、一方、吸気弁は、プロット 6 6 で示すように独立して駆動される。

20

【 0 0 3 9 】

吸気弁の駆動は、開いた排気弁との干渉を回避するために期間 6 4 中に行われず、ピストンの「上死点」位置付近でのシリンダピストンとの干渉を回避するために期間 6 2 中にも行われない。この「死領域」の範囲は、燃焼室の構造および幾何形状に応じて変わる。一部のエンジンでは、實際上、死領域がない。他のエンジンでは、死領域は、クランクシャフトの 4 5 ° 以上の回転に相当し得る。

【 0 0 4 0 】

30

図 5 に示す例では、クランクシャフトは 1 2 0 R P M で回転し、したがって、各回転には 5 0 0 m s を要する。例えば、死領域が、ピストンの各上死点側で、3 0 ° の回転にわたって広がる場合、残りは、 $500 \times 300 / 360 = \text{約 } 417 \text{ m s}$ あり、クランクシャフトの回転中で、この 4 1 7 m s の間に、ピストンと衝突する危険性なく、吸気弁を持ち上げることができる。

【 0 0 4 1 】

吸気弁の開閉サイクルは、例えば、7 m s かかり得る。回転式電磁弁アクチュエータ（国際公開第 2 0 0 4 / 0 9 7 1 8 4 号パンフレットに記載されたものなど）の場合、1 サイクル全体にわたるアクチュエータの回転は、約 1 5 m s かかり得る。これに基づくと、エンジン 1 回転において、約 2 7 回の完全弁持ち上げイベントに相当する時間がある。すべての弁を同時に動作させるのを回避するのが望ましく、必要とされる適応フィードバックを行うために、各弁を 2 7 回サイクルさせる必要はない。その代わりとして、弁を順次サイクルにかけて、バッテリーにかかるピーク負荷を軽減することができる。

40

【 0 0 4 2 】

例えば、吸気弁だけが独立して駆動される場合、最大で 8 シリンダまでのエンジンに関して、1 2 0 R P M のクランクシャフト 1 回転で、弁（または多弁 / シリンダエンジンに対しては弁対もしくは弁群）当たり 3 サイクルを行うための十分な時間があり、排気弁および吸気弁（または弁対もしくは弁群）の両方が独立して駆動される場合、4 シリンダエンジンにおいて、1 2 0 R P M のクランクシャフト 1 回転で、弁当たり 2 サイクルを行うための十分な時間がある。必要に応じて、1 つまたは複数のさらなるエンジン回転を使用

50

して、独立して駆動される弁のすべてにわたってサイクルを完了させることができる。ピーク電流に対する同時需要を減らす、または回避するために、複数の弁を、相をずらして動作させることができる。

【 0 0 4 3 】

弁システムの前調整により、最初の燃焼サイクルの直前における弁機構の正確な動作状態を考慮して、点火エンジンサイクル時にアクチュエータに送られる制御信号を校正することが可能になる。

【 0 0 4 4 】

弁の前調整は、同時に2つ以上の弁（または弁対）のサイクルを行うが、ピーク電流需要が離れるように、サイクルをずらしてサイクルを「組み合わせる」方法で、各弁のサイ

10

【 0 0 4 5 】

図6は、独立して駆動される吸気弁および排気弁の両方を有するエンジンでのエンジンクランキング時における前調整弁駆動の可能なタイミングを示している。プロット70は、プロット74で示す排気弁駆動と交互に行われる吸気弁駆動イベントを示している。この場合も、ピストンがその上死点位置を通過する時点付近に、吸気弁および排気弁の駆動が行われない期間がある。

【 0 0 4 6 】

さらなる例として、図7は、吸気弁だけが独立して駆動される4シリンダエンジンにおける吸気弁駆動の可能なタイミングを示している。この例の点火の順番は1 - 3 - 4 - 2である。図5および図6と同様に、クランクシャフトは120RPMの回転数で回転している。x - 軸は経過時間を示し、そのため、プロットは、左手側の「時刻ゼロ」の前に過ぎたイベントを記録している。

20

【 0 0 4 7 】

プロット80は、シリンダ1、4のピストンクラウン位置を示し、プロット88は、シリンダ2、3のピストンクラウン位置を示している。シリンダ1～4の排気弁の動作は、それぞれプロット82、92、86、98で示されている。シリンダ1～4の吸気弁駆動の可能なタイミングは、それぞれプロット84、96、90、102で示されている。

【 0 0 4 8 】

弁の前調整は、エンジンクランクシャフトの2回転目の回転の直後に、標準の給気を最初の点火シリンダに導入することができて、最初の点火が弁のサイクル運動によって遅延される必要がないように、点火の順序およびクランクの始動位置との関連で順に行うことができる。例えば、24個の独立して駆動される弁を有する6シリンダエンジン（すなわち、シリンダ当たり2つの吸気弁および2つの排気弁）の場合、弁のすべてにわたってサイクルを行うために、1回転を超える回転を必要とするが、エンジンクランクシャフトの2回転目の回転の直後に、最初の点火ストロークを行うことができる。

30

【 0 0 4 9 】

弁調整サイクル後に、最初のエンジン燃焼サイクルをいつ行うことができるかを示すタイミング図が、図8および図9に示されている。図8は、点火順が1 - 3 - 4 - 2の4シリンダ直列形エンジンに関し、図9は、点火順が1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4の6シリンダ直列形エンジンに関する。

40

【 0 0 5 0 】

図8および図9に示すように、各シリンダは、図にI、C、F、Eで表記した一連のブロックで示す吸気、圧縮、点火、および排気からなる公知の段階を繰り返す。

【 0 0 5 1 】

各シーケンスの上に示した期間110は、機械駆動式の排気弁がその座部から持ち上げられる時間を示し、したがって、この期間110は、前調整時に回避される必要がある。領域112は、シリンダピストンが上死点にあるか、または上死点の近くにあり、吸気弁のサイクルを行うことができない時間を示す。

50

【 0 0 5 2 】

縁取り線 1 1 4、1 1 6、1 1 8、1 2 0 は、前調整サイクルを実行することが許容されるそれぞれのシリンダの期間を示している（排気弁およびピストンとの衝突の可能性のある領域を考慮に入れない）。大括弧でくくった領域 1 2 2、1 2 4、1 2 6、1 2 8 は、実行において、（ピストンがその上死点位置の近くにある間、ピストンとの接触を回避することを条件として）前調整サイクルを実際に行うことができる期間を示している。これらの期間は、前調整時に吸気弁によるピーク電流需要を減らすためにずらされる。

【 0 0 5 3 】

クランク回転数は上がり、そのため、各前調整サイクルは、実施するのにさらに大きなクランク回転角を占めるので、（前調整をより遅く実施する）後の方に点火されるシリンダにとって利用可能なクランク回転角を大きくすることは有益である。したがって、領域 1 2 4 は、領域 1 2 2 よりも長い。

【 0 0 5 4 】

稲妻記号 1 3 0、1 3 2、1 3 4、1 3 6 は、前調整サイクルが完了した後、それぞれのシリンダを点火するのに最初に実行可能な機会を示している。図 8 に示す期間 1 4 0 は、エンジンクランクの最初の 2 回転にかかる時間を示している。点火する最初の機会は、これらの最初の 2 回転の直後にシリンダ 1 に訪れることが分かる。

【 0 0 5 5 】

シリンダ前調整サイクルのシーケンスは、前のエンジン動作後にクランクシャフトが停止した位置に応じて変わる。示した例では、クランクシャフトの始動位置は、シリンダ 1 内のピストンがその上死点位置から離れた形になっているので、即座に前サイクルを始めることができる。

【 0 0 5 6 】

図 9 は、図 8 と同様な図であるが、6 シリンダエンジン用のタイミングシーケンスを示している。この場合も、前サイクルの期間は、ピーク電流需要を最小限にするように選択される。この実施形態では、前調整サイクルを実行できる期間のうちの 2 つ以下が常に重複している。シリンダ 2 の前調整は、2 つの離散した期間中に実施することができると分かる。

【 0 0 5 7 】

最初の点火は、期間 1 5 0 に対応するクランクシャフトの最初の 2 回転の直後にシリンダ 4 で行われる。

【 0 0 5 8 】

シリンダ数が 6 つを超えるエンジンの場合、各シリンダごとの前調整期間を 2 つ以上の離散した小期間に分けるのが次第に望ましくなる。必要な場合、最初の点火までの時間は、望ましいサイクルシーケンスを実施可能にするために遅らせることができる。

【 0 0 5 9 】

最初の可能な点火時間が図 8 および図 9 に示されているが、場合によっては、前調整段階を延ばし、最初の点火を遅らせるのが適切なこともある。この場合に、エンジンのクランクは、さらなる前調整サイクルを可能にし、エンジンの最初の点火を行うのが適切になるまでこの最初の点火を遅らせるために続けることができる。また、エンジンの状態が適切でない場合、例えば、クランク速度がまだ十分に高くない場合、最初の機会よりも後までシリンダの最初の点火を遅らせるのが望ましいことがある。

【 0 0 6 0 】

弁の前調整サイクルが、エンジンの初期クランク中に行われる場合、弁の前調整によって車両用バッテリーに課された需要は、始動モータからの電力需要と同時に発生する。代替手法、例えば、上記が実施できないようなバッテリー状態、または環境条件（極寒など）の場合、エンジンのクランクが始まる前に実施される、弁のサイクルを行う代替方法を使用するのが望ましいことがある。この手法では、エンジンが停止したときに、すべての弁を安全に開くことができるように、すべてのピストンが上死点領域から十分離れた「安全な」位置に、クランク位置が配置されることを確実にする必要がある。各弁 / 弁対

10

20

30

40

50

が、3回サイクルを行うのに約45msを要する場合、独立して駆動される弁を吸気口だけに有する4シリンダエンジンは、使用者のエンジン起動動作（「キーで起動」）とエンジンクランキングとの間に約180ms以下の遅延しか必要としない。この遅延は、各アクチュエータのサイクルの最後の部分が比較的低い電流需要を有し、そのため、連続するサイクルが重複することができるので、180ms未満にすることができる。

【図1】

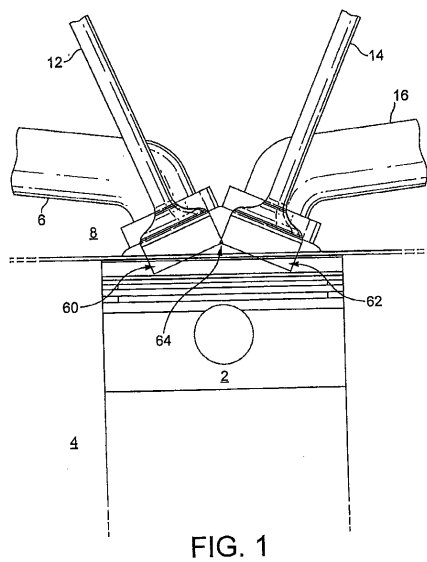


FIG. 1

【図2】

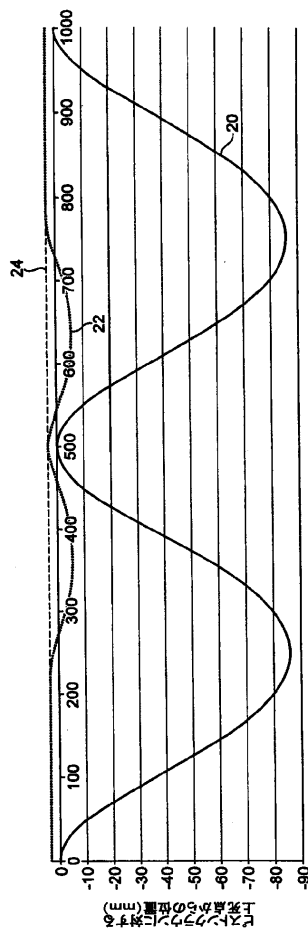


図2

【図 3】

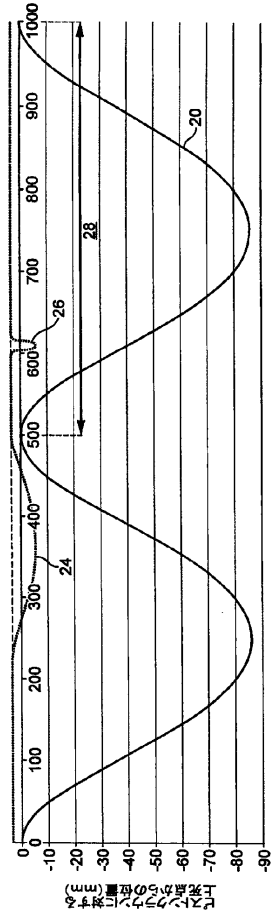


図3

【図 5】

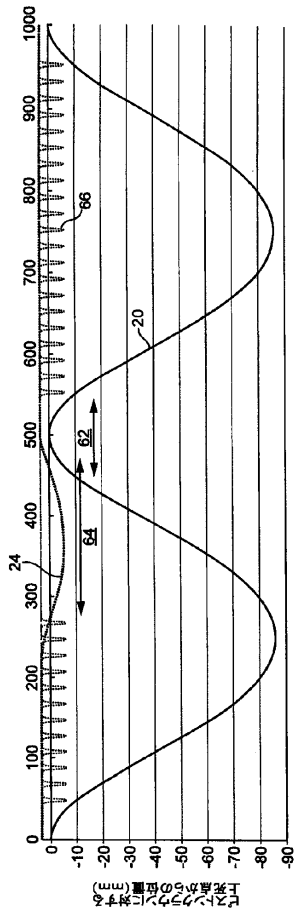


図5

【図 4】

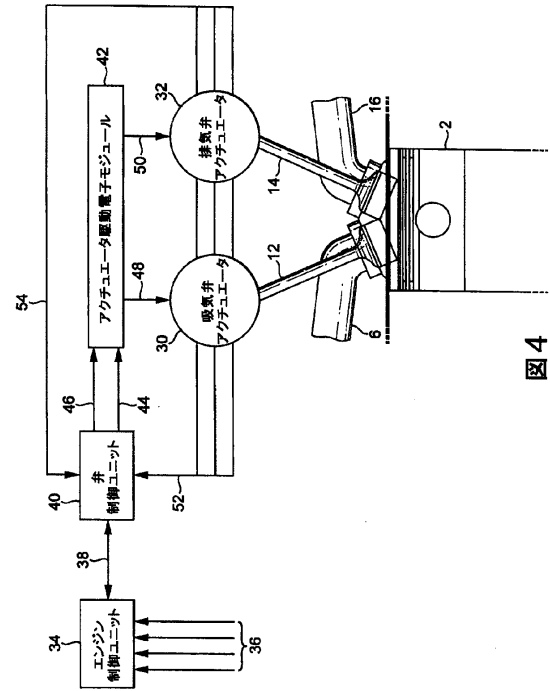


図4

【図 6】

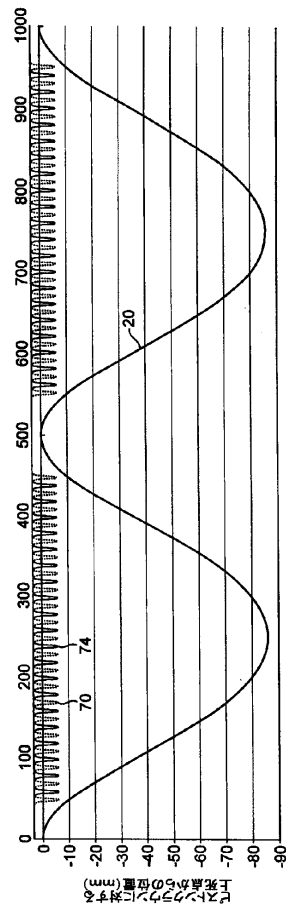
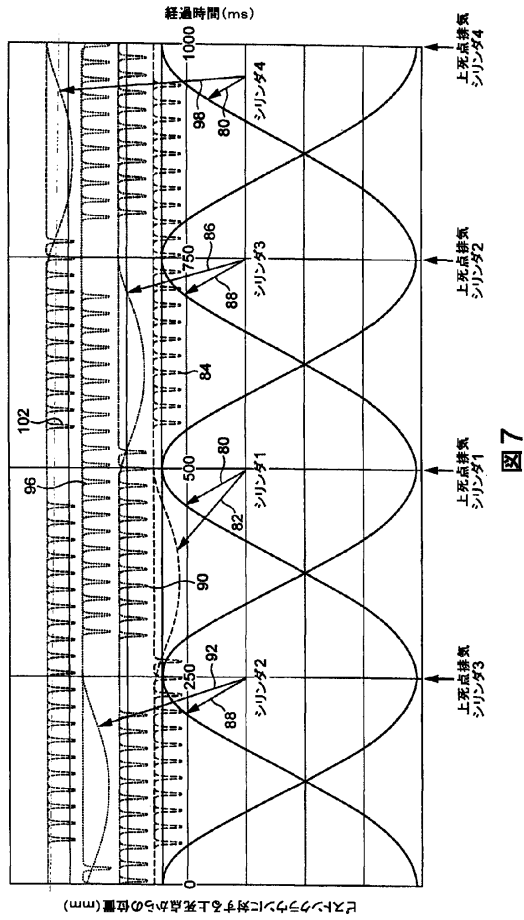
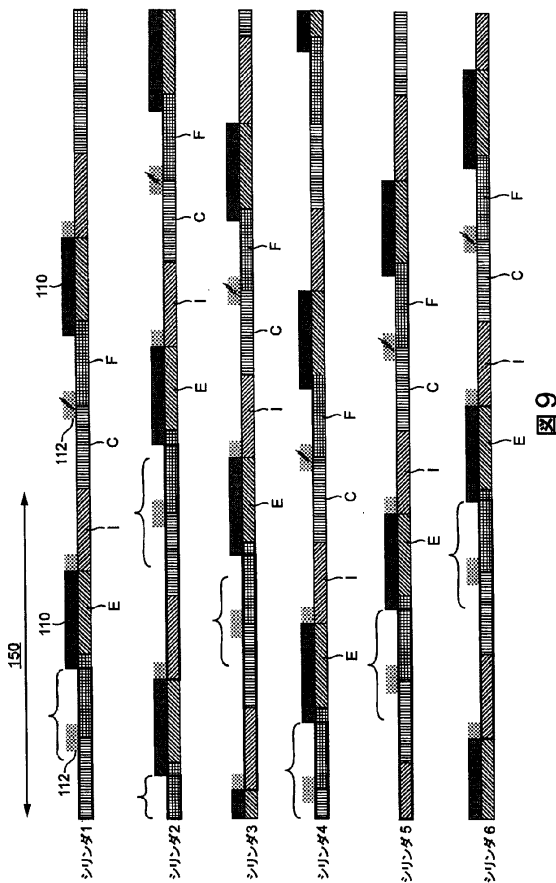


図6

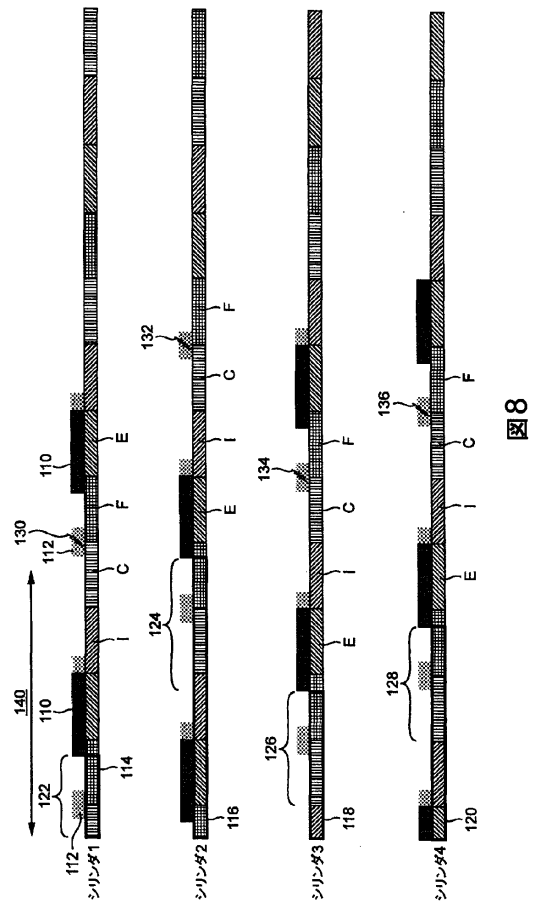
【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-207876(JP,A)
特開2000-008895(JP,A)
特開2003-214201(JP,A)
特開2006-189042(JP,A)
米国特許第06092495(US,A)
特開2003-269119(JP,A)
特開2003-206766(JP,A)
特開2005-139927(JP,A)
特開2000-257481(JP,A)
特開2004-353483(JP,A)
特開2001-82190(JP,A)
特開2001-140662(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/02
F01L 9/02
F01L 9/04
F01L 13/00