

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4677935号
(P4677935)

(45) 発行日 平成23年4月27日(2011.4.27)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl.	F I
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1N
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1S
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1Z
FO2D 15/02 (2006.01)	FO2D 41/02 3O1E
FO2D 15/04 (2006.01)	FO2D 41/02 3IOE

請求項の数 13 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-68920 (P2006-68920)
 (22) 出願日 平成18年3月14日(2006.3.14)
 (65) 公開番号 特開2007-247447 (P2007-247447A)
 (43) 公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)
 審査請求日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100084537
 弁理士 松田 嘉夫
 (74) 代理人 100120260
 弁理士 飯田 雅昭
 (74) 代理人 100120178
 弁理士 三田 康成
 (72) 発明者 白石 泰介
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 NOx 排出低減装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
 筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
 極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR
 ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガス
 の EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持するとともに、負荷が小さいほど吸気バルブの
閉弁時期を下死点よりも進角側の範囲で進角する極低負荷運転制御手段と、
 を有する NOx 排出低減装置。

【請求項2】

筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
 筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
 極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR
 ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガス
 の EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
エンジンの機械圧縮比を調整可能な可変圧縮比機構と、
前記極低負荷域よりも負荷の高い低負荷域で、負荷が小さいほど機械圧縮比を大きくし
、吸気バルブの閉弁時期を進角し、低温 EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に
維持する低負荷運転制御手段と、
 を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 3】

筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
 筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
 極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
エンジンの機械圧縮比を調整可能な可変圧縮比機構と、
前記極低負荷域よりも負荷の高い低負荷域で、負荷が小さいほど機械圧縮比を大きくし、
吸気バルブの閉弁時期を進角し、低温 EGR ガス量を調整する EGR バルブを全閉し、
空気過剰率が略 2 になるように燃料を供給する低負荷運転制御手段と、
 を有する NOx 排出低減装置。

10

【請求項 4】

エンジンの機械圧縮比を調整可能な可変圧縮比機構と、
 筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
 筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
 吸気バルブの開弁時期を進角可能な吸気開弁時期調整手段と、
 高負荷域で、負荷が小さいほど低温 EGR ガスの EGR 率を大きくする高負荷運転制御手段と、
 前記高負荷域よりも負荷の低い中負荷域で、負荷が小さいほど機械圧縮比を大きくするとともに低温 EGR ガスの EGR 率を大きくする中負荷運転制御手段と、
 前記中負荷域よりも負荷の低い低負荷域で、負荷が小さいほど機械圧縮比を大きくするとともに吸気バルブの開弁時期を進角する低負荷運転制御手段と、
 前記低負荷域よりも負荷の低い極低負荷域で、負荷が小さいほど吸気バルブの開弁時期を下死点よりも進角側の範囲で進角するとともに、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
 を有する NOx 排出低減装置。

20

【請求項 5】

エンジンの機械圧縮比を調整可能な可変圧縮比機構と、
 筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
 筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
 吸気バルブの開弁時期を進角可能な吸気開弁時期調整手段と、
 高負荷域で、負荷が小さいほど低温 EGR ガスの EGR 率を大きくする高負荷運転制御手段と、
 前記高負荷域よりも負荷の低い中負荷域で、負荷が小さいほど機械圧縮比を大きくするとともに低温 EGR ガスの EGR 率を大きくする中負荷運転制御手段と、
 前記中負荷域よりも負荷の低い低負荷域で、負荷が小さいほど機械圧縮比を大きくし、吸気バルブの開弁時期を進角し、低温 EGR ガス量を調整する EGR バルブを全閉し、空気過剰率が略 2 になるように燃料を供給する低負荷運転制御手段と、
 前記低負荷域よりも負荷の低い極低負荷域で、負荷が小さいほど吸気バルブの開弁時期を下死点よりも進角側の範囲で進角するとともに、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
 を有する NOx 排出低減装置。

30

40

【請求項 6】

筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
 筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
 極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、

50

前記極低負荷域よりも負荷の低い極々低負荷域で、負荷にかかわらず、高温 EGR ガス比率及び低温 EGR ガス比率を一定にする極々低負荷運転制御手段と、
を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 7】

筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、

前記極低負荷域よりも負荷の低い極々低負荷域で、負荷が小さいほど新気量を減少するとともに、負荷にかかわらず低温 EGR をカットするとともに高温 EGR ガス比率を一定にする極々低負荷運転制御手段と、
を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 8】

吸気バルブ及び排気バルブのバルブオーバーラップ期間を増大して既燃ガスを高温 EGR ガスとして筒内に供給する高温 EGR 供給手段と、

筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 9】

吸気バルブの開弁時期を進角して排気行程で吸気ポートに排出した既燃ガスを高温の EGR ガスとして筒内に供給する高温 EGR 供給手段と、

筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 10】

排気バルブの閉弁時期を遅角して筒内に閉じ込めた既燃ガスを高温 EGR ガスとして筒内に供給する高温 EGR 供給手段と、

筒内に低温の EGR ガスを供給する低温 EGR 供給手段と、
極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 11】

筒内に高温の EGR ガスを供給する高温 EGR 供給手段と、
排気通路を流れる既燃ガスの一部を吸気通路に還流し、低温 EGR ガスとして筒内に供給する低温 EGR 供給手段と、

極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温 EGR ガスの EGR 率を小さくしつつ高温 EGR ガスの EGR 率を大きくして高温 EGR ガスと低温 EGR ガスとを合算した EGR ガスの EGR 率を希釈燃焼限界 EGR 率に維持する極低負荷運転制御手段と、
を有する NOx 排出低減装置。

【請求項 12】

前記可変圧縮比機構は、
ピストンに連結される第 1 リンクと、
クランクシャフトのクランクピンに装着され、前記第 1 リンクに連結する第 2 リンクと

10

20

30

40

50

前記第2リンクに連結され、第2リンクの動作を規制して機械圧縮比を調整する第3リンクと、
を有することを特徴とする請求項2から請求項5までのいずれか1項に記載のNOx排出低減装置。

【請求項13】

前記可変圧縮比機構は、圧縮比が高いほど上死点付近滞在期間が長い、
ことを特徴とする請求項12に記載のNOx排出低減装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

この発明は、エンジンから排出される窒素酸化物(以下「NOx」という)の排出を低減する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エンジンの燃費を向上するために、空燃比が希薄(リーン)な状態では、エンジンの機械圧縮比を高くする技術が開示されている(特許文献1参照)。

【特許文献1】特公平6-3149号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

20

エンジンから排出されるNOxを減少するには、EGR(Exhaust Gas Recirculation)装置が有効である。

【0004】

しかし、上述した可変圧縮比エンジンにEGRガスを供給すると、燃焼安定性が悪化しやすい。特に低負荷において燃焼安定性が悪化しやすく、十分なEGRガスを供給できず、NOx排出量を低減することが困難であった。

【0005】

本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたものであり、負荷が低いときでもNOx排出量を低減しつつ安定した運転が可能なNOx排出低減装置を提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は以下のような解決手段によって前記課題を解決する。なお、理解を容易にするために本発明の実施形態に対応する符号を付するが、これに限定されるものではない。

【0007】

本発明は、筒内に高温のEGRガスを供給する高温EGR供給手段(200)と、筒内に低温のEGRガスを供給する低温EGR供給手段(71)と、極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温EGRガスのEGR率を小さくしつつ高温EGRガスのEGR率を大きくして高温EGRガスと低温EGRガスを合算したEGRガスのEGR率を希釈燃焼限界EGR率に維持するとともに、負荷が小さいほど吸気バルブの閉弁時期を下死点よりも進角側の範囲で進角する極低負荷運転制御手段(ステップS8)とを有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、極低負荷域で、負荷が小さいほど、低温EGRガスのEGR率を小さくしつつ高温EGRガスのEGR率を大きくすることで、極低負荷域においても、希釈燃焼限界EGR率を維持して最大限のEGRガスを供給することができ、NOx排出量を低減しつつ、エンジンの安定運転を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下では図面等を参照して本発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。

50

(第1実施形態)

図1は、本発明によるNOx排出低減装置が制御する可変圧縮比エンジンを示す図である。

【0010】

まず最初に本発明によるNOx排出低減装置が制御するエンジンについて説明する。このエンジンは、ピストンとクランクシャフトとを2つのリンクで連結する複リンク機構による可変圧縮比エンジン(以下「複リンク式可変圧縮比エンジン」という)である。

【0011】

複リンク式可変圧縮比エンジン10は、ピストン32とクランクシャフト33とを2つのリンク(アップリンク(第1リンク)11、ロアリンク(第2リンク)12)で連結するとともに、コントロールリンク(第3リンク)13でロアリンク12を制御して機械圧縮比を変更する。

10

【0012】

アップリンク11は、上端をピストンピン21を介してピストン32に連結し、下端を連結ピン22を介してロアリンク12の一端に連結する。ピストン32は、燃焼圧力を受け、シリンダブロック31のシリンダ31a内を往復動する。

【0013】

ロアリンク12は、一端を連結ピン22を介してアップリンク11に連結し、他端を連結ピン23を介してコントロールリンク13に連結する。また、ロアリンク12は、ほぼ中央の連結孔に、クランクシャフト33のクランクピン33bを挿入し、クランクピン33bを中心軸として揺動する。ロアリンク12は左右の2部材に分割である。クランクシャフト33は、複数のジャーナル33aとクランクピン33bとを備える。ジャーナル33aは、シリンダブロック31及びラダーフレーム34によって回転自在に支持される。クランクピン33bは、ジャーナル33aから所定量偏心しており、ここにロアリンク12が揺動自在に連結する。

20

【0014】

コントロールリンク13は、連結ピン23を介してロアリンク12に連結する。またコントロールリンク13は、他端を連結ピン24を介してコントロールシャフト25に連結する。コントロールリンク13は、この連結ピン24を中心として揺動する。またコントロールシャフト25にはギアが形成されており、そのギアがアクチュエータ51の回転軸52に設けられたピニオン53に噛合する。アクチュエータ51によってコントロールシャフト25が回転させられ、連結ピン24が移動する。

30

【0015】

エンジン10の吸気通路60には、エアフロセンサ61と、スロットルバルブ62と、燃料噴射弁63とが設けられる。エアフロセンサ61は新気量を検出する。スロットルバルブ62は開度に応じて新気量を調整する。燃料噴射弁63は燃料を噴射する。

【0016】

エンジン10の排気通路70には、EGR装置71が設けられる。排気通路70を通流する排ガスの一部は、EGR装置71を介して吸気通路60に再循環する。EGR装置71はEGRバルブ71aと、EGR通路71bとを有する。EGRバルブ71aは開度に応じてEGRガス量を調整する。なおEGR装置71を通流して吸気通路に再循環して再度シリンダに吸入されるEGRガスを外部EGRガスという。この外部EGRガスはEGR装置71を通流している間に冷却されるので、低温EGRガスともいう。また後述のように吸気バルブ81の開閉時期が調整されることで一旦吸気ポートに戻って再度シリンダに吸入されるEGRガスを内部EGRガスという。この内部EGRガスは外部EGRガスよりも温度が高いため高温EGRガスともいう。

40

【0017】

コントローラ90はアクチュエータ51を制御してコントロールシャフト25を回転させて圧縮比を変更する。またコントローラ90は吸気ポートに設けられた燃料噴射弁41の燃料噴射を制御する。さらにコントローラ90はシリンダヘッドに設けられた点火ブラ

50

グ 4 2 の点火時期を制御する。また排気弁 6 1 は後述のようにその開閉時期を変更可能であり、コントローラ 9 0 はその排気弁 6 1 の開閉時期を制御して E G R 量を調整する。コントローラ 9 0 はエンジンの負荷を判定し、その負荷に応じた制御を行う。コントローラ 9 0 は中央演算装置(C P U)、読み出し専用メモリ(R O M)、ランダムアクセスメモリ(R A M)及び入出力インタフェース(I / Oインタフェース)を備えたマイクロコンピュータで構成される。コントローラ 9 0 を複数のマイクロコンピュータで構成してもよい。

【 0 0 1 8 】

図 2 は複リンク式可変圧縮比エンジンによる圧縮比変更方法を説明する図である。

【 0 0 1 9 】

複リンク式可変圧縮比エンジンは、コントロールシャフト 2 5 を回転して連結ピン 2 4 の位置を変更することで、機械圧縮比を変更できる。例えば図 2 (A)、図 2 (C) に示すように連結ピン 2 4 を位置 A にすれば、上死点位置(T D C)が高くなり高圧縮比になる。

【 0 0 2 0 】

そして図 2 (B)、図 2 (C) に示すように、連結ピン 2 4 を位置 B にすれば、コントロールリンク 1 3 が上方へ押し上げられ、連結ピン 2 3 の位置が上がる。これによりロアリンク 1 2 はクランクピン 3 3 b を中心として反時計方向に回転し、連結ピン 2 2 が下がり、ピストン上死点(T D C)におけるピストン 3 2 の位置が下降する。したがって圧縮比が低圧縮比になる。

【 0 0 2 1 】

また複リンク式可変圧縮比エンジンは、圧縮比が一定である通常のエンジン(以下「ノーマルエンジン」という)に比べて、ピストンが上死点付近に滞在する期間が長いという特性がある。そしてこの特性によって、複リンク式可変圧縮比エンジンは、通常のエンジンよりも高圧縮比にしてもノッキングを生じにくくなり、また超希薄燃焼であっても比較的大きな燃焼エネルギーを得ることができ、燃焼性が安定する。

【 0 0 2 2 】

この点を図 3 を参照して説明する。図 3 は、複リンク式可変圧縮比エンジンのピストン挙動を示す図であり、図 3 (A) は図 3 (B) の点線部の拡大図である。図 3 には、ノーマルエンジンと同じ圧縮比にした複リンク式可変圧縮比エンジンのピストン挙動が細実線で示されている。

【 0 0 2 3 】

ピストンが上死点から所定の距離内にあるときを、ピストン上死点付近滞在期間と定義すると、図 3 から明らかなように複リンク式可変圧縮比エンジンは、同じ圧縮比であるノーマルエンジンに比べて、ピストン上死点付近滞在期間が長い。

【 0 0 2 4 】

また複リンク式可変圧縮比エンジンにおいて、高圧縮比でのピストン上死点付近滞在期間 L 1 は、低圧縮比でのピストン上死点付近滞在期間 L 2 よりも長い。すなわち図 3 (B) において、 $L 1 > L 2$ である。

【 0 0 2 5 】

このように複リンク式可変圧縮比エンジンは、ノーマルエンジンに比べてピストン上死点付近滞在期間が長い。さらに圧縮比が高い方がピストン上死点付近滞在期間が長い。ピストンが上死点付近に長く滞在するということは、燃焼中に高圧縮状態が長く維持されるということである。高圧縮状態が長く維持されると、ノッキングを生じにくくなり、超希薄燃焼であっても比較的大きな燃焼エネルギーを得ることができるので燃焼性が安定する。

【 0 0 2 6 】

複リンク式可変圧縮比エンジンはこのような特性を有することから、図 4 の特性を有する。図 4 (A) は、空燃比と燃焼安定度との関係を示す図である。図中の細線はノーマルエンジン、太線は複リンク式可変圧縮比エンジンである。

【 0 0 2 7 】

図 4 (A) を見て分かるように、ノーマルエンジン(圧縮比 8 ~ 1 2 程度)において燃焼安定性を確保できる空燃比は 2 2 程度である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

一方、複リンク式可変圧縮比エンジンによれば、ピストンの上死点付近滞在時間が長いので、燃焼安定限界が損なわれにくい。そして圧縮比を高くすることで(例えば圧縮比18程度)、空燃比A/Fが30程度であっても安定した燃焼性を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

図4(B)は、複リンク式可変圧縮比エンジンにおける空燃比と排出NOx量との関係を示す図である。図中の太線は高圧縮比を示し、細線は低圧縮比を示す。

【 0 0 3 0 】

図4(B)から、低圧縮比の方が高圧縮比よりも排出されるNOx量が少ないものの、空燃比を略30以上にしてしまうと、圧縮比にかかわらず、ほとんどNOxが排出されないことが分かる。

10

【 0 0 3 1 】

このように、複リンク式可変圧縮比エンジンによれば、超希薄燃焼であっても燃焼性が安定する。そして空燃比を略30以上(空気過剰率を略2以上)にしてしまうと、ほとんどNOxが排出されないという特性がある。

【 0 0 3 2 】

図5はバルブ開閉時期を調整する可変動弁機構を説明する図である。

【 0 0 3 3 】

上述したように吸気バルブ81の開閉時期を調整することで燃焼ガスの一部を吸気ポートに戻して(内部EGR)、燃焼室内の酸素濃度を低くしてシリンダ内での燃焼を緩やかにすることで、燃焼温度を下げてNOxを低減させる。このように、エンジン外部のEGR装置を経由しないEGRガスを内部EGRという。このような内部EGRガス量は、図5に示す可変動弁機構によって調整できる。そこで可変動弁機構について図5を参照して説明する。

20

【 0 0 3 4 】

可変動弁機構200は、例えば特開平11-107725号に開示された機構を用いることができる。これについて図5及び図6を参照して説明する。

【 0 0 3 5 】

可変動弁機構200は、カムシャフト210と、リンクアーム220と、バルブリフト制御シャフト230と、ロッカアーム240と、リンク部材250と、揺動カム260とを備え、揺動カム260の揺動によって吸気バルブ81を開閉する。

30

【 0 0 3 6 】

カムシャフト210は、エンジン前後方向に沿ってシリンダヘッド上部に回転自在に支持される。カムシャフト210の一端は、カムスプロケット270に挿入される。カムスプロケット270は、エンジンのクランク軸からトルクが伝達されて回転する。カムシャフト210は、カムスプロケット270とともに回転する。カムシャフト210は、油圧によってカムスプロケット270に対して相対回転し、カムスプロケット270に対する位相を変更できる。このような構造によって、クランク軸に対するカムシャフト210の回転位相を変更できる。カムシャフト210にはカム211が固定される。カム211はカムシャフト210と一体回転する。

40

【 0 0 3 7 】

リンクアーム220はカム211を挿通して支持される。

【 0 0 3 8 】

バルブリフト制御シャフト230は、カムシャフト210と平行に配置される。バルブリフト制御シャフト230にはカム231が一体形成される。バルブリフト制御シャフト230はアクチュエータ280によって所定回転角度範囲内で回転するように制御される。

【 0 0 3 9 】

ロッカアーム240はカム231を挿通して支持され、リンクアーム220に連結される。

50

【 0 0 4 0 】

リンク部材 2 5 0 は、ロッカアーム 2 4 0 に連結される。

【 0 0 4 1 】

揺動カム 2 6 0 は、カムシャフト 2 1 0 を挿通し、カムシャフト 2 1 0 を中心として揺動自在である。揺動カム 2 6 0 は、リンク部材 2 5 0 に連結される。揺動カム 2 6 0 は上下動して、タペット 8 3 を介して吸気バルブ 8 1 を押し下げる。

【 0 0 4 2 】

図 6 は可変動弁機構をカムシャフト方向から見た図である。この図 6 を参照を参照して可変動弁機構のさらに詳細な構成を説明する。

【 0 0 4 3 】

可変動弁機構 2 0 0 は、上述のように、カムシャフト 2 1 0 と、リンクアーム 2 2 0 と、バルブリフト制御シャフト 2 3 0 と、ロッカアーム 2 4 0 と、リンク部材 2 5 0 と、揺動カム 2 6 0 とを備え、揺動カム 2 6 0 の上下動によって吸気バルブ 8 1 を開閉する。

【 0 0 4 4 】

リンクアーム 2 2 0 には孔 2 2 1 が形成され、この孔 2 2 1 にカム 2 1 1 が嵌合する。リンクアーム 2 2 0 の突端 2 2 2 には、ピン孔 2 2 3 が形成される。

【 0 0 4 5 】

バルブリフト制御シャフト 2 3 0 には、円筒形状のカム 2 3 1 が一体形成される。カム 2 3 1 の軸心 P 1 は、バルブリフト制御シャフト 2 3 0 の軸心 P 2 から距離 偏倚する。

【 0 0 4 6 】

ロッカアーム 2 4 0 には、孔 2 4 1 が形成され、この孔 2 4 1 にカム 2 3 1 が嵌合する。ロッカアーム 2 4 0 はカム 2 3 1 を中心として揺動自在である。ロッカアーム 2 4 0 の一端 2 4 2 には、ピン孔 2 4 3 が形成される。このピン孔 2 4 3 及びリンクアーム 2 2 0 のピン孔 2 2 3 が重ねられて、ピン 2 9 1 が挿通し、ロッカアーム 2 4 0 及びリンクアーム 2 2 0 を連結する。ピン 2 9 1 はピン孔 2 4 3 に圧入され、固定される。ロッカアーム 2 4 0 の他端 2 4 4 には、ピン孔 2 4 5 が形成される。このピン孔 2 4 5 にピン 2 9 2 が圧入され、リンク部材 2 5 0 を連結する。

【 0 0 4 7 】

リンク部材 2 5 0 の一端 2 5 1 にはピン挿通孔 2 5 2 が形成され、ピン 2 9 2 を介してロッカアーム 2 4 0 に連結する。リンク部材 2 5 0 の他端 2 5 3 にはピン挿通孔 2 5 4 が形成される。

【 0 0 4 8 】

揺動カム 2 6 0 は、基円部 2 6 1 と、基円部 2 6 1 から連続形成されたカムノーズ 2 6 2 とを有する。基円部 2 6 1 には、支持孔 2 6 3 が貫通形成される。この支持孔 2 6 3 にカムシャフト 2 1 0 が嵌挿される。揺動カム 2 6 0 は、カムシャフト 2 1 0 を中心として揺動自在である。また揺動カム 2 6 0 には、ピン孔 2 6 4 が形成され、ピン 2 9 3 を介してリンク部材 2 5 0 に連結される。揺動カム 2 6 0 は、タペット 8 3 の上面所定位置に当接する。

【 0 0 4 9 】

続いて図 7、図 8 を参照して可変動弁機構 2 0 0 の動作を説明する。

【 0 0 5 0 】

図 7 は吸気バルブのリフト量を最大にするときの様子を示す図である。図 7 (A) は吸気バルブが閉弁状態であって揺動カムの揺動方向が反転するときの様子を示す。すなわちこのときカムノーズ 2 6 2 が最高位置にある。図 7 (B) は吸気バルブが開弁状態であって揺動カムの揺動方向が反転するときの様子を示す。すなわちこのときカムノーズ 2 6 2 が最低位置にある。

【 0 0 5 1 】

図 8 は吸気バルブのリフト量を最小にするときの様子を示す図である。図 8 (A) はカムノーズ 2 6 2 が最高位置にあり、揺動カムの揺動方向が反転するときの様子を示す。図 8 (B) はカムノーズ 2 6 2 が最低位置にあり、揺動カムの揺動方向が反転するときの様子を

10

20

30

40

50

示す。本実施形態では吸気バルブの最大リフト量がゼロである。そのため、図 8 では揺動カム 260 の作動にかかわらず、吸気バルブは常に閉弁状態である。

【 0 0 5 2 】

吸気バルブのリフト量を大きくするには、図 7 に示すように、バルブリフト制御シャフト 230 を回転してカム 231 の位置を下げ、軸心 P1 を軸心 P2 の下方にセットする。これによりロッカアーム 240 は、全体が下方に移動する。

【 0 0 5 3 】

この状態でカムシャフト 210 を回転駆動すると、その駆動力が、リンクアーム 220 ロッカアーム 240 リンク部材 250 揺動カム 260 と伝達する。

【 0 0 5 4 】

図 7 (A) のように、カム 211 がカムシャフト 210 よりも左側にあるときは揺動カム 260 の基円部 261 がタペット 83 に当接しており、このとき吸気バルブ 81 は閉弁する。

【 0 0 5 5 】

図 7 (B) のように、カム 211 がカムシャフト 210 よりも右側にあるときは揺動カム 260 のカムノーズ 262 がタペット 83 に当接しており、このとき吸気バルブ 81 は開弁する。

【 0 0 5 6 】

吸気バルブのリフト量を小さくするには、図 8 に示すように、バルブリフト制御シャフト 230 を回転してカム 231 の位置を上げ、軸心 P1 を軸心 P2 の右斜上方にセットする。これによりロッカアーム 240 は、全体が上方に移動する。

【 0 0 5 7 】

この状態でカムシャフト 210 を回転駆動すると、その駆動力が、リンクアーム 220 ロッカアーム 240 リンク部材 250 揺動カム 260 と伝達する。

【 0 0 5 8 】

図 8 (A) のように、カム 211 がカムシャフト 210 よりも左側にあるときは揺動カム 260 の基円部 261 がタペット 83 に当接しており、このとき吸気バルブ 81 は閉弁する。

【 0 0 5 9 】

図 8 (B) のように、カム 211 がカムシャフト 210 よりも右側にあるときであっても揺動カム 260 の基円部 261 がタペット 83 に当接しており、このとき吸気バルブ 81 は閉弁する。

【 0 0 6 0 】

このように、バルブリフト制御シャフト 230 を回転してカム 231 の位置を上げ、軸心 P1 を軸心 P2 の右斜上方にセットした場合には、カムシャフト 210 が回転して揺動カムが揺動しても、吸気バルブは常に閉弁する。

【 0 0 6 1 】

図 9 は可変動弁機構 200 による吸気バルブのリフト量及び開閉時期を示す図である。実線はバルブリフト制御シャフト 230 を回転したときの吸気バルブのリフト量及び開閉時期を示す図である。破線はカムシャフト 210 のカムスプロケット 270 に対する位相を変更したときの吸気バルブの開閉時期を示す図である。

【 0 0 6 2 】

上述した可変動弁機構 200 の構造によれば、吸気バルブのリフト量及び作動角を連続的に変更することができる。このようにバルブリフト制御シャフト 230 の角度及びカムシャフト 210 のカムスプロケット 270 に対する位相を変更することで、吸気バルブのリフト量及び作動角を連続的に自在に変更することができる。

【 0 0 6 3 】

図 10 は、本発明によるエンジンの NOx 排出低減装置の第 1 実施形態における制御のメインルーチンを示すフローチャートである。なお本ルーチンの高負荷運転域とは、機械圧縮比が最小圧縮比のまま運転できる運転域であり、全負荷を含む。中負荷運転域とは、

10

20

30

40

50

高負荷域よりも負荷が低く、外部 EGR 率を増やすことのできる運転域である。このとき負荷に応じて機械圧縮比を変更する。低負荷運転域とは、中負荷域よりも負荷が低く、外部 EGR 率が希釈燃焼限界 EGR 率に到達している運転域である。この運転域では、通常サイクルでの運転が困難であり、ミラーサイクル運転する必要がある。極低負荷運転域とは、低負荷域よりもさらに負荷が低く、外部 EGR を導入しては運転が困難であり、内部 EGR を導入する必要がある運転域である。内部 EGR は外部 EGR よりもガス温が高温であり、燃焼性を安定させることができる。これらの運転域は、あらかじめ定められており、その特性マップが ROM に格納されている。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 においてコントローラ 9 0 はエアフロセンサ 6 1 の検出信号に基づいて新気量を検出する。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 2 においてコントローラ 9 0 は高負荷運転領域であるか否かを判定する。高負荷運転領域であるときは、ステップ S 3 へ処理を移行し、そうでなければステップ S 4 へ処理を移行する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 においてコントローラ 9 0 は高負荷運転制御を行う。具体的な内容は後述する。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 4 においてコントローラ 9 0 は中負荷運転領域であるか否かを判定する。中負荷運転領域であるときは、ステップ S 5 へ処理を移行し、そうでなければステップ S 6 へ処理を移行する。

20

【 0 0 6 8 】

ステップ S 5 においてコントローラ 9 0 は中負荷運転制御を行う。具体的な内容は後述する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 6 においてコントローラ 9 0 は低負荷運転領域であるか否かを判定する。低負荷運転領域であるときは、ステップ S 7 へ処理を移行し、そうでなければステップ S 8 へ処理を移行する。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 7 においてコントローラ 9 0 は低負荷運転制御を行う。具体的な内容は後述する。

30

【 0 0 7 1 】

ステップ S 8 においてコントローラ 9 0 は極低負荷運転制御を行う。具体的な内容は後述する。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 は高負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 3 1 においてコントローラ 9 0 はアクチュエータ 5 1 を制御して機械圧縮比を最小にする。

40

【 0 0 7 4 】

ステップ S 3 2 においてコントローラ 9 0 は空気過剰率が 1 となるように燃料噴射弁 6 3 から燃料を噴射する。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 3 3 においてコントローラ 9 0 は可変動弁機構 2 0 0 を制御して吸気バルブの開閉時期を通常時期にする。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 3 4 においてコントローラ 9 0 はあらかじめ負荷に応じて設定されている目標 EGR 率になるように EGR バルブ 7 1 a の開度を調整する。なお目標 EGR 率にするための EGR バルブ開度は、例えば ROM に、あらかじめ実験を通じて設定したマップを

50

格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0077】

図12は中負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【0078】

ステップS51においてコントローラ90はアクチュエータ51を制御して負荷に応じた機械圧縮比を設定する。なお負荷に応じた機械圧縮比は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0079】

ステップS52においてコントローラ90は空気過剰率が1となるように燃料噴射弁63から燃料を噴射する。

10

【0080】

ステップS53においてコントローラ90は可変動弁機構200を制御して吸気バルブの開閉時期を通常時期にする。

【0081】

ステップS54においてコントローラ90はあらかじめ負荷に応じて設定されている目標EGR率になるようにEGRバルブ71aの開度を調整する。なお目標EGR率にするためのEGRバルブ開度は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0082】

図13は低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

20

【0083】

ステップS71においてコントローラ90はアクチュエータ51を制御して負荷に応じた機械圧縮比を設定する。なお負荷に応じた機械圧縮比は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0084】

ステップS72においてコントローラ90は空気過剰率が1となるように燃料噴射弁63から燃料を噴射する。

【0085】

ステップS73においてコントローラ90は吸気バルブの開時期を通常時期に設定するとともに、閉時期を負荷に応じて設定して可変動弁機構200を制御する。負荷に応じた閉時期は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

30

【0086】

ステップS74においてコントローラ90はあらかじめ設定されている希釈燃焼限界EGR率を維持するようにEGRバルブ71aの開度を調整する。なおこのようなEGRバルブ開度は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0087】

図14は極低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【0088】

ステップS81においてコントローラ90はアクチュエータ51を制御して機械圧縮比を最大にする。

40

【0089】

ステップS82においてコントローラ90は空気過剰率が1となるように燃料噴射弁63から燃料を噴射する。

【0090】

ステップS83においてコントローラ90は、負荷に応じてあらかじめ設定された目標内部EGR率が得られるように吸気バルブの開時期を設定するとともに、負荷に応じた吸気バルブ閉時期を設定して可変動弁機構200を制御する。目標内部EGR率が得られる開時期は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、こ

50

の特性に基づいて決定すればよい。また負荷に応じた閉時期は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0091】

ステップS84においてコントローラ90はあらかじめ設定されている希釈燃焼限界EGR率を維持するように目標外部EGR率を決定し、この外部EGR率になるようにEGRバルブ71aの開度を調整する。なおこのようなEGRバルブ開度は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0092】

図15は、NOx排出低減装置の第1実施形態の動作を示すタイムチャートである。なおフローチャートとの対応が分かりやすくなるように、フローチャートのステップ番号をS付けで併記した。ここではエンジンの負荷が時刻t0の全負荷から極小負荷になる場合を例示して説明する。

【0093】

時刻t0~t1までは高負荷運転でき、コントローラ90はステップS1 S2 S3の制御を繰り返す。このとき機械圧縮比を最小にセットし(図15(B); S31)、空気過剰率 = 1となるように燃料を噴射し(図15(C); S32)、吸気バルブの開閉時期を通常時期にセットし(図15(D)(E); S33)、目標EGR率になるようにEGRバルブの開度を制御する(図15(F); S34)。このようにして作動ガス中の外部EGRガスを調整する(図15(H))。

【0094】

負荷が下がって時刻t1で中負荷運転域になったら、コントローラ90はステップS1 S2 S4 S5の制御を繰り返す。このとき負荷に応じた機械圧縮比をセットし(図15(B); S51)、空気過剰率 = 1となるように燃料を噴射し(図15(C); S52)、吸気バルブの開閉時期を通常時期にセットし(図15(D)(E); S53)、目標EGR率になるようにEGRバルブの開度を制御し(図15(F); S54)。このようにすることで作動ガス中の外部EGRガスを増量できる(図15(H))。

【0095】

負荷がさらに下がって時刻t2で低負荷運転域になったら、コントローラ90はステップS1 S2 S4 S6 S7の制御を繰り返す。このとき負荷に応じた機械圧縮比をセットし(図15(B); S71)、空気過剰率 = 1となるように燃料を噴射し(図15(C); S72)、吸気バルブの開閉時期を通常時期に設定するとともに、閉時期を負荷に応じて設定して可変動弁機構200を制御してミラーサイクル運転し(図15(D)(E); S73)、外部EGR率が希釈燃焼限界EGR率を維持できるようにEGRバルブの開度を制御する(図15(F); S74)。このようにすることで負荷が低下し作動ガス量が減少しても、希釈燃焼限界EGR率を維持でき(図15(H))、最大限のEGRガスを供給できる。

【0096】

負荷がさらに下がって時刻t3で極低負荷運転域になったら、コントローラ90はステップS1 S2 S4 S6 S8の制御を繰り返す。このとき機械圧縮比を最大にセットし(図15(B); S81)、空気過剰率 = 1となるように燃料を噴射し(図15(C); S82)、目標内部EGR率が得られるように吸気バルブの開閉時期を設定するとともに、負荷に応じて閉時期を設定して可変動弁機構200を制御してミラーサイクル運転し(図15(D)(E); S83)、内部EGRとの合算で希釈燃焼限界EGR率が維持できる外部EGRを供給できるようにEGRバルブの開度を制御する(図15(F); S74)。このようにすることで負荷がさらに低下し作動ガス量が減少しても、希釈燃焼限界EGR率を維持できる(図15(H))。

【0097】

本実施形態によれば、高~中負荷においては、エンジン負荷に応じたEGRガスを供給できる。またそれよりも低い負荷になっても、希釈燃焼限界EGR率を維持して最大限のEGRガスを供給することでNOx排出量を低減しつつ、エンジンの安定運転を実現でき

10

20

30

40

50

るのである。

【0098】

(第2実施形態)

図16は、本発明によるNO_x排出低減装置の第2実施形態における制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【0099】

複リンク式可変圧縮比エンジンは、上述のように上死点位置を調整して圧縮比を変更する。また可変動弁機構は吸気バルブの開期間及びリフト量が図9のように定まる。可変動弁機構では吸気バルブの開期間が長くなるとリフト量が増える。このとき圧縮比によっては上死点位置が高く、吸気バルブがピストンに干渉するおそれがある。特に吸気バルブの開時期を進角した場合に吸気バルブがピストンに干渉する可能性がある。

10

【0100】

そこで本実施形態では、吸気バルブの開時期の進角量を制限して(これによりリフト量を制限できる)、吸気バルブがピストンに干渉しないようにするとともに、内部EGR率と外部EGR率との比率が一定になるように制御する。以下ではこの具体的な制御について図16を参照して説明する。

【0101】

図中のステップS1～S8は、上述の第1実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0102】

ステップS9においてコントローラ90は極低負荷運転領域であるか否かを判定する。ここで極低負荷運転域とは、低負荷域よりもさらに低い負荷域であって、外部EGRを導入しているのは運転が困難であり、内部EGRを導入する必要があるものの、吸気バルブがピストンに干渉するおそれのない運転域である。極低負荷運転領域であるときは、ステップS8へ処理を移行し、そうでなければステップS10へ処理を移行する。

20

【0103】

ステップS10においてコントローラ90は極々低負荷運転制御を行う。具体的な内容は後述する。

【0104】

図17は極々低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

30

【0105】

ステップS101においてコントローラ90はアクチュエータ51を制御して機械圧縮比を最大にする。

【0106】

ステップS102においてコントローラ90は空気過剰率が1となるように燃料噴射弁63から燃料を噴射する。

【0107】

ステップS103においてコントローラ90は、あらかじめ定められた一定の目標内部EGR率が得られる吸気バルブ開時期を設定するとともに、負荷に応じた吸気バルブ閉時期を設定し、可変動弁機構200を制御する。目標内部EGR率が得られる開時期は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。また負荷に応じた閉時期は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

40

【0108】

ステップS104においてコントローラ90は内部EGRとの合算で希釈燃焼限界EGR率が維持できる外部EGRを供給できるようにEGRバルブ71aの開度を調整する。なおこのようなEGRバルブ開度は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0109】

図18は、NO_x排出低減装置の第2実施形態の動作を示すタイムチャートである。な

50

お時刻 t3までの動作は第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0110】

時刻 t3で極低負荷運転域になったら、コントローラ90はステップS1 S2 S4 S6 S9 S8の制御を繰り返し、さらに時刻 t11で極々低負荷運転域になったら、コントローラ90はステップS1 S2 S4 S6 S9 S10の制御を繰り返す。このとき機械圧縮比を最大にセットし(図18(B); S101)、空気過剰率 = 1となるように燃料を噴射し(図18(C); S102)、目標内部EGR率が得られるように吸気バルブの開時期を設定するとともに、閉時期を負荷に応じて設定して、可変動弁機構200を制御してミラーサイクル運転するとともに(図18(D)(E); S83)、内部EGRとの合算で希釈燃焼限界EGR率が維持できる外部EGRを供給できるようにEGRバルブの開度を制御して(図18(F); S74)、希釈燃焼限界EGR率を維持する(図18(H))。

10

【0111】

本実施形態によれば、負荷が低い運転域であって圧縮比が高いときであっても、吸気バルブがピストンに干渉することなく、希釈燃焼限界EGR率を維持して最大限のEGRガスを供給することでNOx排出量を低減しつつ、エンジンの安定運転を実現できる。

【0112】

(第3実施形態)

図19は、本発明によるNOx排出低減装置の第3実施形態における極々低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【0113】

上述の第2実施形態では、極々低負荷運転域になったら、吸気バルブの開時期の進角量を制限して、吸気バルブがピストンに干渉しないようにするとともに、内部EGR率と外部EGR率との比率が一定になるように制御した。本実施形態では、極々低負荷運転域になったら、外部EGRはカットし、スロットルバルブを絞って新気量を減らすようにした。以下ではこの具体的な制御について図19を参照して説明する。なお本制御のメインフローチャートは上記第2実施形態と同様であり、極々低負荷運転制御ルーチンの内容が相違するのみである。そこで図19の極々低負荷運転制御ルーチンを参照して本実施形態について説明する。

20

【0114】

コントローラ90は機械圧縮比を最大にし(ステップS101)、空気過剰率が1となるように燃料噴射弁63から燃料を噴射し(ステップS102)、あらかじめ負荷に応じてあらかじめ設定された目標内部EGR率が得られる吸気バルブ開時期を設定するとともに、負荷に応じた吸気バルブ閉時期を設定し、可変動弁機構200を制御する(ステップS103)。ここまでの制御は上述の第2実施形態と同様である。

30

【0115】

そしてコントローラ90はEGRバルブ71aを全閉し(ステップS111)、負荷に応じてスロットルバルブ62の開度を制御して新気量を調整する(ステップS112)。なお負荷に応じたスロットルバルブの開度は、例えばROMに、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【0116】

図20は、NOx排出低減装置の第3実施形態の動作を示すタイムチャートである。なお時刻 t11までの動作は第2実施形態と同様であるので説明を省略する。

40

【0117】

時刻 t11で極々低負荷運転域になったら、コントローラ90はステップS1 S2 S4 S6 S9 S10の制御を繰り返す。このとき機械圧縮比を最大にセットし(図20(B); S101)、空気過剰率 = 1となるように燃料を噴射し(図20(C); S102)、目標内部EGR率が得られるように吸気バルブの開時期を設定するとともに、負荷に応じた閉時期を設定して、可変動弁機構200を制御してミラーサイクル運転する(図20(D)(E); S103)。そしてEGRバルブ71aを全閉するとともに(図20(F); S111)、負荷に応じてスロットルバルブ62の開度を制御して新気量を調整する(図20

50

(H); S 1 1 2)。

【 0 1 1 8 】

本実施形態によっても、負荷が低い運転域であって圧縮比が高いときであっても、吸気バルブがピストンに干渉することなく、希釈燃焼限界 E G R 率を維持して最大限の E G R ガスを供給することで N O x 排出量を低減しつつ、エンジンの安定運転を実現できる。

【 0 1 1 9 】

(第 4 実施形態)

図 2 1 は、本発明による N O x 排出低減装置の第 4 実施形態における低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【 0 1 2 0 】

上述の実施形態では、吸気バルブの開閉時期を調整することで、エンジンの運転サイクルをミラーサイクル化したり、外部 E G R に代えて内部 E G R の割合を増量することで、負荷の低いときでも吸気中の E G R 量をできるだけ多くし、希釈燃焼限界 E G R 率を維持することで、N O x の排出を抑制しようとした。

【 0 1 2 1 】

ところで、上述の図 4 (B) で説明したように、複リンク式可変圧縮比エンジンは、ピストンの上死点付近滞在時間が長いので、燃焼安定限界が損なわれにくく、圧縮比を高くすることで(例えば圧縮比 1 8 程度)、空燃比 A/F が 3 0 程度(空気過剰率が 2 程度)であっても安定した燃焼性を得ることができる。そして空燃比を略 3 0 以上(空気過剰率を略 2 以上)にしてしまうと、図 4 (B) に示されているように、N O x がほとんど排出されない。そこで本実施形態では、この特性を利用して、低負荷域においては E G R ガスを供給するのではなく、空燃比を 3 0 程度(空気過剰率を 2 程度)にすることで、N O x の排出を防止する。

【 0 1 2 2 】

すなわち、上述の第 1 実施形態では、低負荷運転域になったら、空気過剰率が 1 となるように燃料噴射弁 6 3 から燃料を噴射するとともに、希釈燃焼限界 E G R 率を維持するように E G R バルブ 7 1 a の開度を調整した。本実施形態では、低負荷運転域になったら、外部 E G R をカットし、機械圧縮比を大きくするとともに、空気過剰率が 2 程度になるように燃料噴射量を制御することで、超希薄燃焼運転して N O x 排出量を低減しようとするものである。

【 0 1 2 3 】

以下ではこの具体的な制御について図 2 1 を参照して説明する。なお本制御のメインフローチャートは上記第 1 実施形態と同様であり、低負荷運転制御ルーチンの内容が相違するのみである。そこで図 2 1 の低負荷運転制御ルーチンを参照して本実施形態について説明する。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 7 0 1 においてコントローラ 9 0 はアクチュエータ 5 1 を制御して負荷に応じた機械圧縮比を設定する。なお負荷に応じた機械圧縮比は、例えば R O M に、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【 0 1 2 5 】

ステップ S 7 0 2 においてコントローラ 9 0 は空気過剰率が 2 となるように燃料噴射弁 6 3 から燃料を噴射する。

【 0 1 2 6 】

ステップ S 7 0 3 においてコントローラ 9 0 は吸気バルブの開時期を通常時期に設定するとともに、閉時期を負荷に応じて設定して可変動弁機構 2 0 0 を制御する。負荷に応じた閉時期は、例えば R O M に、あらかじめ実験を通じて設定したマップを格納しておき、この特性に基づいて決定すればよい。

【 0 1 2 7 】

ステップ S 7 0 4 においてコントローラ 9 0 は E G R バルブ 7 1 a を全閉する。

【 0 1 2 8 】

10

20

30

40

50

図 2 2 は、 NO_x 排出低減装置の第 4 実施形態の動作を示すタイムチャートである。なお時刻 t_2 までの動作及び時刻 t_3 以降の動作は第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 1 2 9 】

時刻 t_2 で低負荷運転域になったら、コントローラ 9 0 は図 1 0 のフローチャートにしたがって、ステップ S_1 S_2 S_4 S_6 S_7 の制御を繰り返す。このとき負荷に応じた機械圧縮比をセットし(図 2 2 (B); $S_7 0 1$)、空気過剰率 = 2 となるように燃料を噴射し(図 2 2 (C); $S_7 0 2$)、吸気バルブの開時期を通常時期に設定するとともに、閉時期を負荷に応じて設定して可変動弁機構 2 0 0 を制御してミラーサイクル運転し(図 2 2 (D)(E); $S_7 0 3$)、EGRバルブを全閉する(図 2 2 (F); $S_7 0 4$)。このよう

10

【 0 1 3 0 】

(可変圧縮比エンジンの他の形態 1)

可変圧縮比エンジンは、図 2 3 に示すようにしてもよい。すなわち上記では、コントロールシャフト 2 5 を右回転するほど高圧縮比にしていた。ところが、図 2 3 に示すように、左回転するほど高圧縮比になるようにしてもよい(図 2 3 (A))。また図 2 3 のエンジンは、コントロールシャフト 2 5 が大径であり、コントロールシャフト 2 5 の中心から連結ピン 2 4 までの距離が長い(図 2 3 (A))。このような寸法にすることで、ピストン挙動をより特徴的に、すなわち上死点付近での挙動を極端に設定することができ、ピストン上昇速度を下降速度よりも遅くすることができる。すなわち $L_{31} < L_{32}$ の度合が大きくなる。

20

【 0 1 3 1 】

また左回転するほど高圧縮比になるようにしたことで、高圧縮比になるほうがピストン上昇が速くなる。すなわち $L_{31} < L_{41}$ になる。また高圧縮比になるほうがピストン下降が遅くなる。すなわち $L_{32} > L_{42}$ になる。

【 0 1 3 2 】

このようにすれば、ピストン速度がこのようになるようにしたので、高圧縮比ではピストンの上昇速度が速く上死点に達するまでの期間が短い。そのためブレイクニッション(自己着火)を防止することができる。またピストンの下降が遅いのでピストンの上死点付近滞在時間が長く、燃焼安定性を確保できる。

30

【 0 1 3 3 】

一方、低圧縮比ではピストンの下降速度が速いので、燃焼後期のノッキングを防止できる。

【 0 1 3 4 】

(可変圧縮比エンジンの他の形態 2)

可変圧縮比エンジンに図 2 4 に示したピストン 3 2 を使用してもよい。なお図 2 4 (A) は斜視図であり、図 2 4 (B) は図 2 4 (A) の B - B 断面図であり、図 2 4 (C) は図 2 4 (A) の C - C 断面図である。また図 2 5 はピストン挙動を示す図である。

【 0 1 3 5 】

ピストン 3 2 は図 2 4 (C) に示されているようにピストンスカートが大幅に短縮されている。

40

【 0 1 3 6 】

このようなピストン 3 2 を使用すれば、図 2 5 に示されているようにカウンターウエイト 3 3 c がピストンピン 2 1 の側方を通過できる。このためアッパリンク 1 1 を最小限の長さとして、ピストン 3 2 の下死点位置をクランクシャフト 3 3 に最接近させることで、その分のピストンストロークを拡大することができる。なお、このような構成にするためにはピストンスカート部の強度が課題となるが、図 2 5 (B) に示すように、複リンク機構の特性を利用し、ピストン 3 2 の上死点位置においてアッパリンク 1 1 が略直立にすることでピストン 3 2 にかかる横方向荷重(スラスト荷重)を低減できる。これにより、ピストンスカート部の強度は確保される。

50

【0137】

以上説明した実施形態に限定されることなく、その技術的思想の範囲内において種々の変形や変更が可能であり、それらも本発明と均等であることは明白である。

【0138】

例えば、低負荷においては第4実施形態のように制御し、極々低負荷においては第2又は第3実施形態のように制御する、といったように組み合わせてもよい。

【0139】

また上記の説明においては可変動弁機構で吸気バルブの開閉時期を調整することで、内部EGR量を調整することとしていたが、例えば可変動弁機構で排気バルブの開閉時期を調整して筒内に既燃ガスを閉じ込めて内部EGR量を調整してもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0140】

【図1】本発明によるNOx排出低減装置が制御する可変圧縮比エンジンを示す図である。

【図2】複リンク式可変圧縮比エンジンによる圧縮比変更方法を説明する図である。

【図3】複リンク式可変圧縮比エンジンのピストン挙動を示す図である。

【図4】複リンク式可変圧縮比エンジンの特性を示す図である。

【図5】バルブ開閉時期を調整する可変動弁機構を説明する図である。

【図6】可変動弁機構をカムシャフト方向から見た図である。

【図7】吸気バルブのリフト量を最大にするときの様子を示す図である。

20

【図8】吸気バルブのリフト量を最小にするときの様子を示す図である。

【図9】可変動弁機構による吸気バルブのリフト量及び開閉時期を示す図である。

【図10】本発明によるエンジンのNOx排出低減装置の第1実施形態における制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図11】高負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図12】中負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図13】低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図14】極低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図15】NOx排出低減装置の第1実施形態の動作を示すタイムチャートである。

【図16】本発明によるNOx排出低減装置の第2実施形態における制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

30

【図17】第2実施形態の極々低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図18】NOx排出低減装置の第2実施形態の動作を示すタイムチャートである。

【図19】本発明によるNOx排出低減装置の第3実施形態における極々低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図20】NOx排出低減装置の第3実施形態の動作を示すタイムチャートである。

【図21】本発明によるNOx排出低減装置の第4実施形態における低負荷運転制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図22】NOx排出低減装置の第4実施形態の動作を示すタイムチャートである。

【図23】可変圧縮比エンジンの他の形態1を示す図である。

40

【図24】可変圧縮比エンジンの他の形態2を示す図である。

【図25】ピストン挙動を示す図である。

【符号の説明】

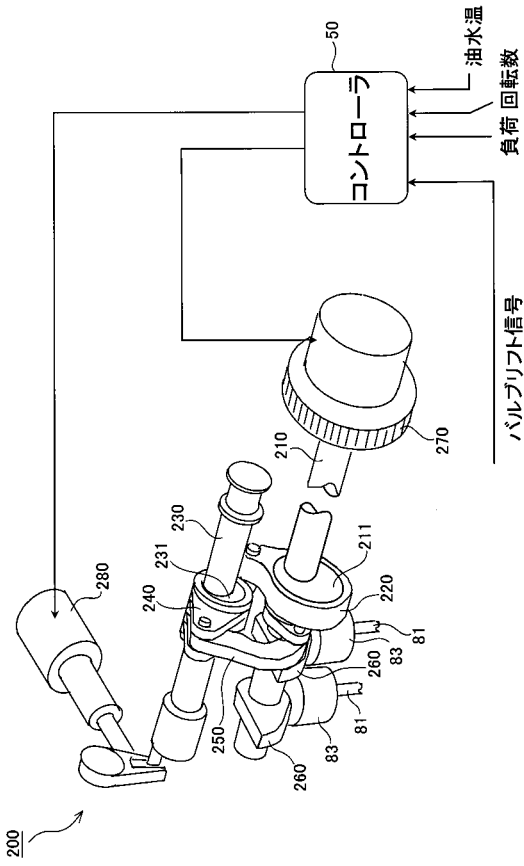
【0141】

- 10 複リンク式可変圧縮比エンジン
- 11 アッパリンク(第1リンク)
- 12 ロアリンク(第2リンク)
- 13 コントロールリンク(第3リンク)
- 25 コントロールシャフト
- 31 シリンダブロック

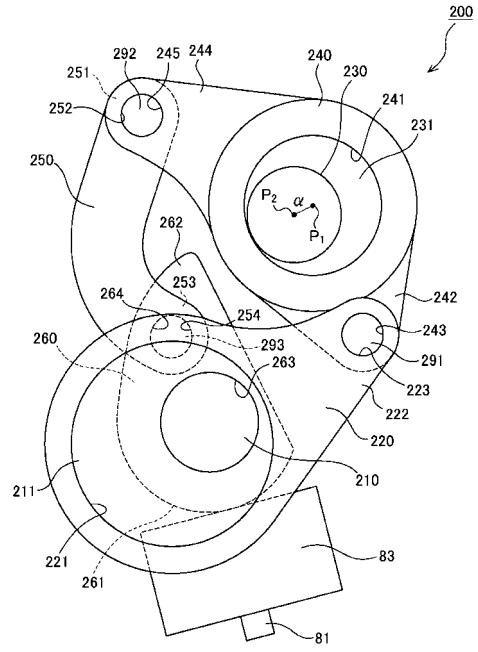
50

3 2	ピストン	
3 3	クランクシャフト	
3 3 a	ジャーナル	
3 3 b	クランクピン	
5 1	アクチュエータ	
6 0	吸気通路	
6 1	エアフロセンサ	
6 2	スロットルバルブ	
6 3	燃料噴射弁	
7 0	排気通路	10
7 1	EGR装置	
8 1	吸気バルブ	
9 0	コントローラ	
2 0 0	可変動弁機構	
2 1 0	カムシャフト	
2 2 0	リンクアーム	
2 3 0	バルブリフト制御シャフト	
2 4 0	ロッカアーム	
2 5 0	リンク部材	
2 6 0	揺動カム	20
2 7 0	カムスプロケット	
2 8 0	アクチュエータ	
ステップ S 3	高負荷運転制御手段	
ステップ S 5	中負荷運転制御手段	
ステップ S 7	低負荷運転制御手段	
ステップ S 8	極低負荷運転制御手段	
ステップ S 1 0	極々低負荷運転制御手段	

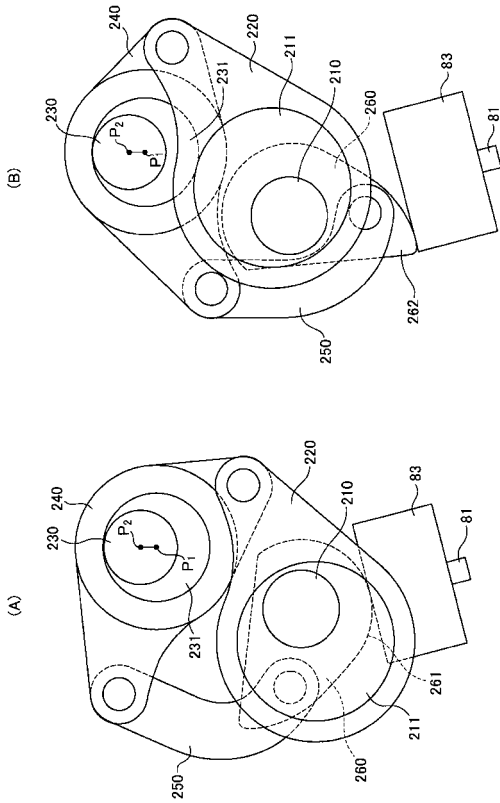
【図5】



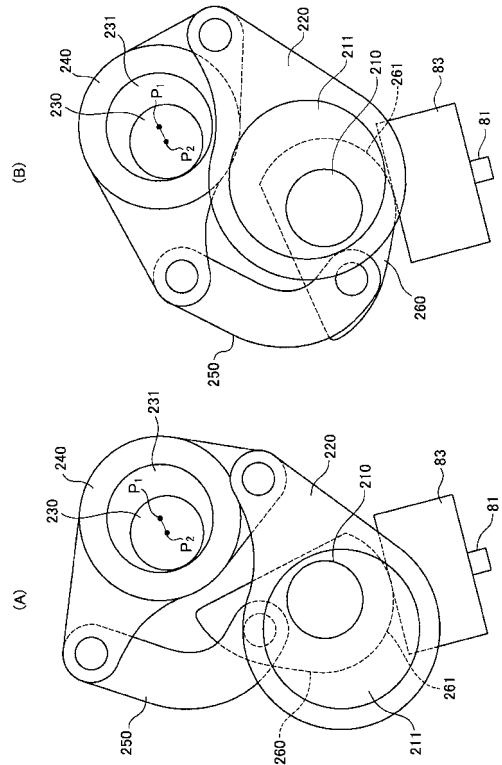
【図6】



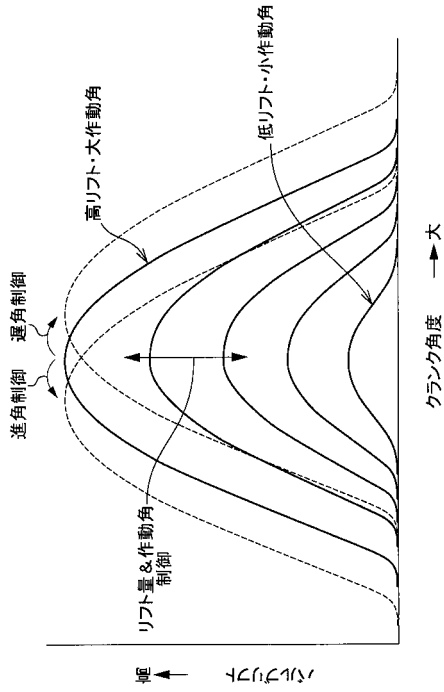
【図7】



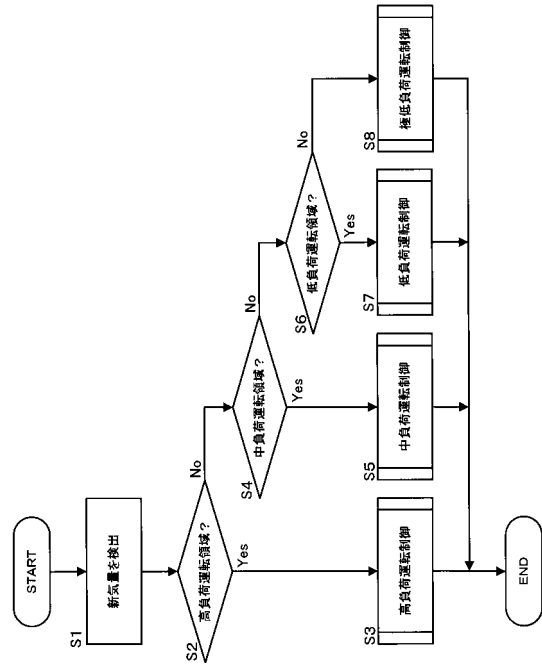
【図8】



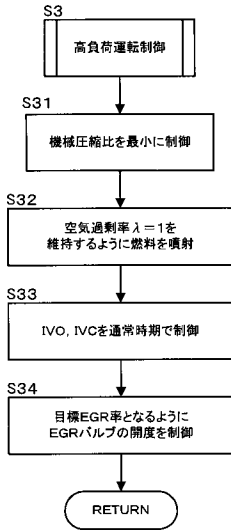
【図 9】



【図 10】



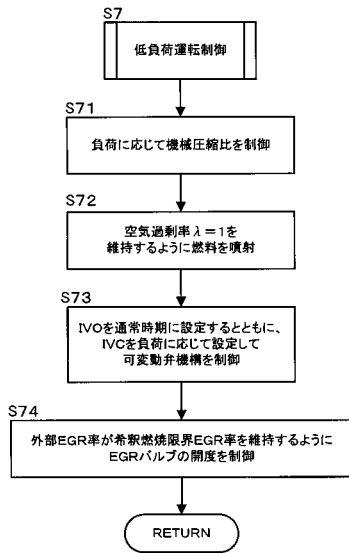
【図 11】



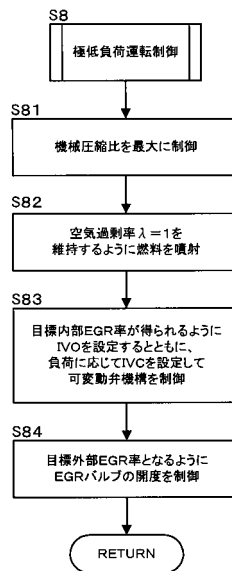
【図 12】



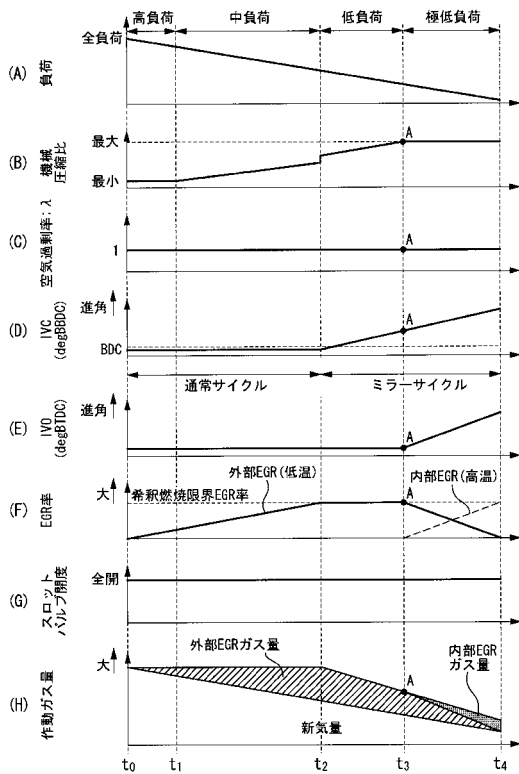
【図13】



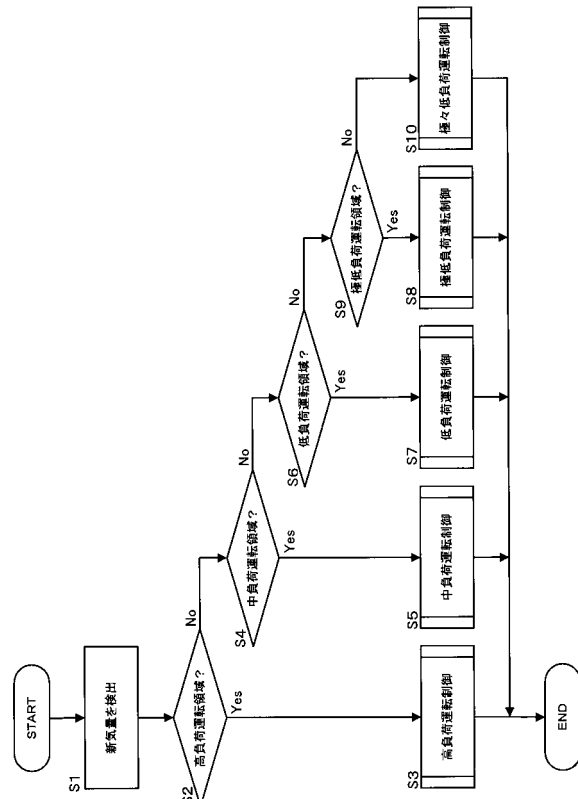
【図14】



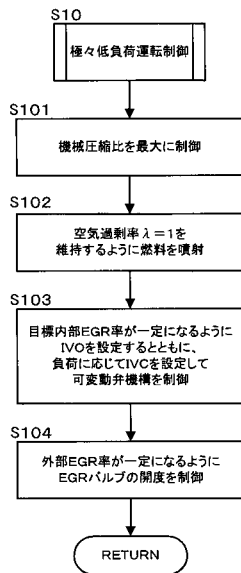
【図15】



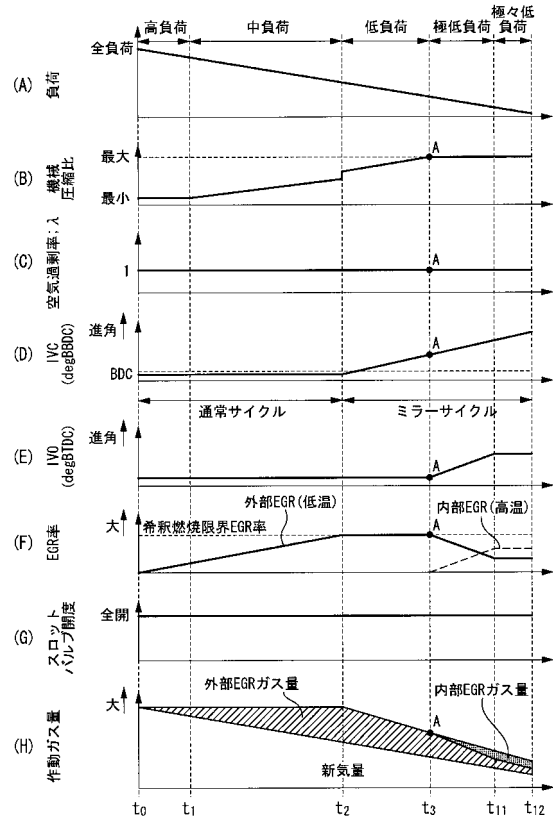
【図16】



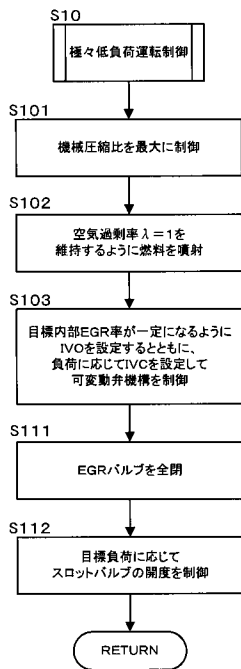
【図17】



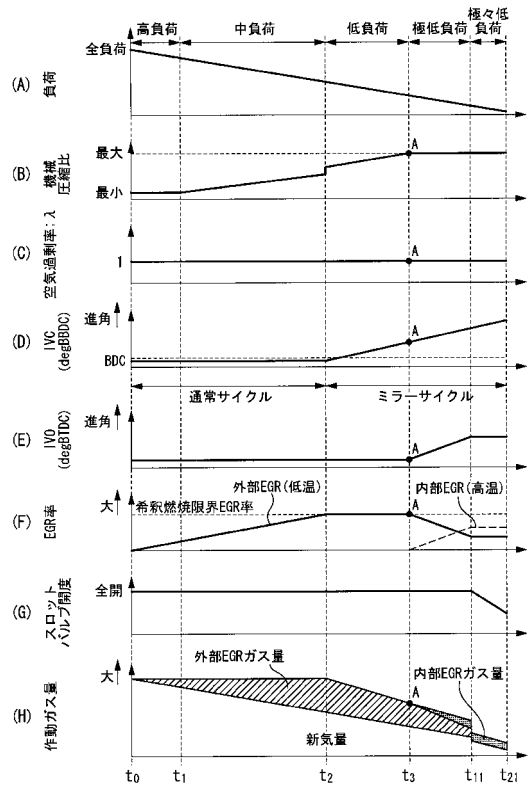
【図18】



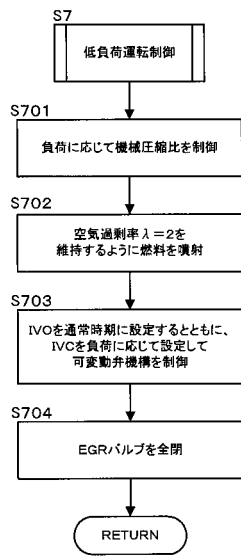
【図19】



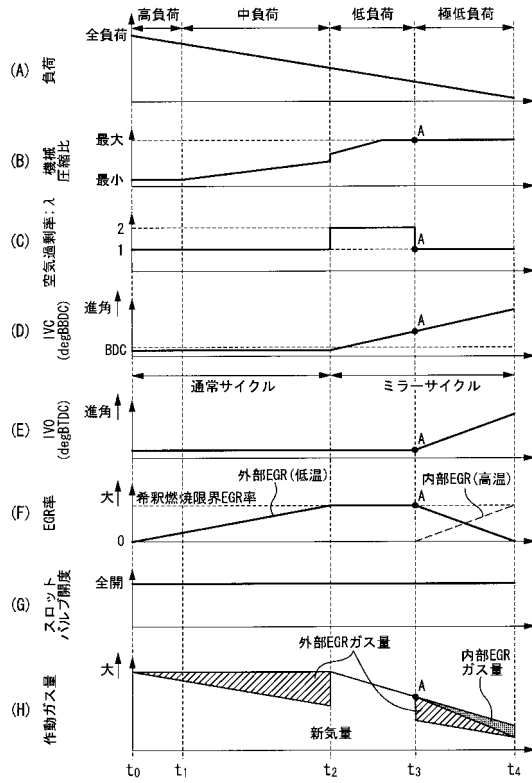
【図20】



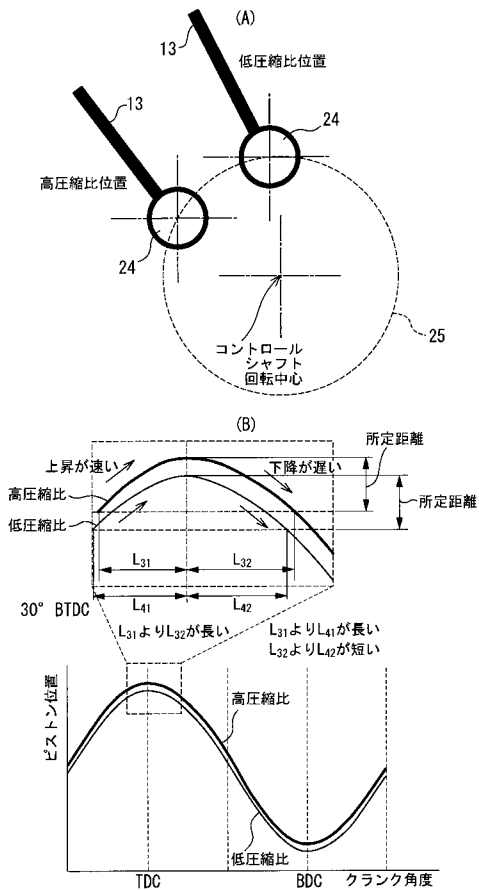
【図21】



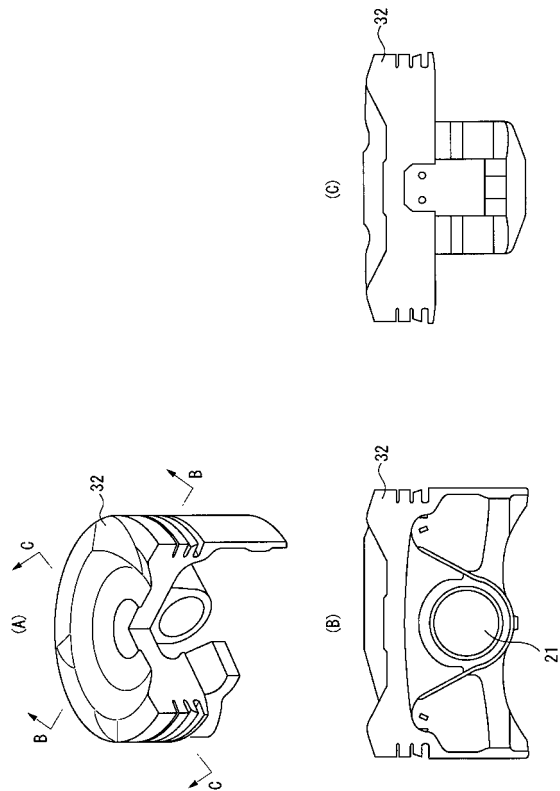
【図22】



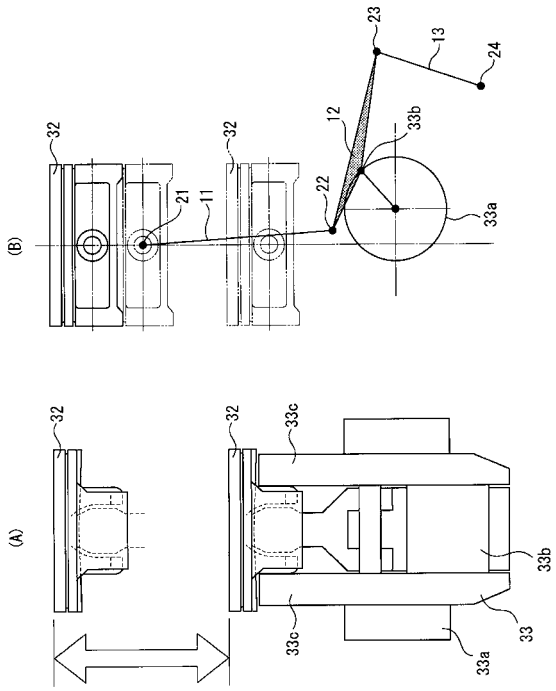
【図23】



【図24】



【 図 25 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 13/02 J
F 0 2 D 13/02 K
F 0 2 D 15/02 C
F 0 2 D 15/04 A

(72)発明者 平谷 康治
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者 角方 章彦
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者 長嶺 守洋
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者 田中 大輔
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開2003-314318(JP,A)
特開2003-232233(JP,A)
特開平11-218036(JP,A)
特開平06-229326(JP,A)
特開平04-175449(JP,A)
特開2003-328839(JP,A)
特開2005-291002(JP,A)
特公平06-003149(JP,B2)
特開2005-325795(JP,A)
特開平05-086945(JP,A)
特開2003-003873(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 4 3 / 0 0
F 0 2 D 1 3 / 0 2
F 0 2 D 1 5 / 0 2
F 0 2 D 1 5 / 0 4
F 0 2 D 4 1 / 0 2