

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4954708号
(P4954708)

(45) 発行日 平成24年6月20日(2012.6.20)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(51) Int.Cl.		F I	
FO2D	21/08	(2006.01)	FO2D 21/08 301A
FO2B	11/00	(2006.01)	FO2B 11/00 A
FO2D	13/02	(2006.01)	FO2D 13/02 H
FO2M	25/07	(2006.01)	FO2D 13/02 K
FO2B	53/04	(2006.01)	FO2M 25/07 510B

請求項の数 4 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-542966 (P2006-542966)
 (86) (22) 出願日 平成17年10月17日(2005.10.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2005/019026
 (87) 国際公開番号 W02006/043502
 (87) 国際公開日 平成18年4月27日(2006.4.27)
 審査請求日 平成20年10月2日(2008.10.2)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-305224 (P2004-305224)
 (32) 優先日 平成16年10月20日(2004.10.20)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-122228 (P2005-122228)
 (32) 優先日 平成17年4月20日(2005.4.20)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 301028233
 畑村 耕一
 千葉県八千代市村上2101-3
 (74) 代理人 100087619
 弁理士 下市 努
 (72) 発明者 畑村 耕一
 広島県広島市南区段原山崎町20-16
 審査官 有賀 信

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼タイミングの異なる第1の気筒及び第2の気筒を備え、該第1の気筒の膨張行程の一部における燃焼室内圧力を利用して、上記第2の気筒の少なくとも圧縮行程初期においてEGRガスを上記第2の気筒内に導入し、もって該第2の気筒の圧縮行程初期における燃焼室圧力を吸気ポートの圧力より高くする自然給気式予混合圧縮着火エンジンにおいて、上記第1、第2の気筒は、クランク角度で360度の位相差を有し、該第1、第2の気筒の排気弁は、排気行程において開弁されるとともに、圧縮行程の初期においても所定角度だけ開弁されるよう構成されており、

上記第1の気筒の排気弁を膨張行程の後半に開くことにより該第1の気筒のプロードウンガスによる圧力波を発生させ、

上記第2の気筒の排気弁を、吸気行程の下死点の前に開き始め、該第2の気筒の吸気弁の閉時付近で最大リフトとし、該第2の気筒の吸気弁が閉じた後でかつ圧縮行程の初期に閉じるとともに、

運転状態が予混合圧縮自己着火による運転領域における特定回転状態にあるとき、上記第1の気筒のプロードウンガスによる圧力波が、上記第2の気筒の排気ポートに、該第2の気筒の圧縮行程初期でかつ該第2の気筒の吸気弁が閉じた後に到達するように上記第1の気筒から第2の気筒までの排気管長を設定した

ことを特徴とする自然給気式予混合圧縮着火エンジン。

【請求項2】

10

20

請求項 1 において、排気通路は、点火時期がクランク角度で 360 度の位相差を有する第 1, 第 2 の気筒によって構成される複数の気筒群毎に独立して設けられていることを特徴とする自然給気式予混合圧縮着火エンジン。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、低負荷運転域においては、上記第 2 の気筒の吸気弁が吸気行程の中程で、かつ中高負荷運転域における吸気弁よりも早く閉じるとともに、該第 2 の気筒の排気弁が吸気行程の後半部から圧縮行程の初期にかけて、かつ中高負荷運転域における排気弁よりも早く開くことにより大量の EGR ガスが該第 2 の気筒内に再吸入されることを特徴とする自然給気式予混合圧縮着火エンジン。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 において、上記第 1 の気筒のブローダウンガスによる圧力波が該第 1 の気筒の膨張行程の下死点より前に発生し、該圧力波が上記第 2 の気筒の排気ポートに、該第 2 の気筒の圧縮行程の下死点より後に到達することを特徴とする自然給気式予混合圧縮着火エンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気筒内に新気及び EGR ガスを導入するようにしたエンジンに関し、詳細には、簡単な構成により新気導入量の減少を防止しつつ EGR ガスの導入量を増加できるようにした EGR ガス導入方法の改善に関する。本発明は、予混合圧縮自己着火式エンジン（HCCI エンジン）に好適であるので、以下、主としてこの HCCI エンジンを例にとつて説明する。

【背景技術】

【0002】

予混合圧縮自己着火式エンジンは、通常のディーゼルエンジンが圧縮上死点付近で燃料を噴射供給するのに対し、燃焼室内に燃料を早期噴射し、あるいは吸気ポート内で燃料と空気とを混合し、圧縮温度による燃焼反応によって圧縮上死点付近で予混合気を自己着火させる方式のエンジンである。

【0003】

この種の予混合圧縮自己着火式エンジンでは、NOx 排出量が少ないという特徴を確保しつつ必要な出力を得るためには、燃料の発熱量と混合気の熱容量で決まる燃焼温度を NOx 発生温度以下に抑えることが必要となる。換言すると、混合気質量（新気 + EGR ガス）と燃料質量の比である G/F を 25 ~ 30 以上のリーンに保つ必要がある。即ち、混合気質量が増加しない場合には燃料供給量の増加に限界があり、その結果、負荷が従来エンジン（G/F = 1.5）の半分程度にしか高められない。

【0004】

また、混合気質量一定の条件下で燃料噴射量を増加すると、急激な温度上昇による圧力増加率が起因して大きな燃焼騒音が発生する。このことも G/F の制約となって負荷が高められない原因となる。

【0005】

その結果、混合気質量が高められない自然給気（NA）エンジンでは、高効率かつ超低 NOx の HCCI 運転範囲の上限が従来エンジンの半分程度の負荷に限定される。

【0006】

EGR 率を高めるとの観点から、吸気弁の開と同時に排気弁を少し開き、該排気弁開口に他の気筒の排気ガスパルスを作用させ、もって気筒内に導入される EGR ガス量を増加するようにしたものがある（例えば非特許文献 1 参照）。

【非特許文献 1】

J S A E 2 0 0 4 5 0 9 4

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

上記従来技術では、吸気弁の最大リフト時と排気弁のEGR導入用最大リフト時とが略一致するように排気弁が開閉制御される。そのため、吸気行程の最中にEGRガスが気筒内に導入されることとなる。そしてこのEGRガスは、新気を吸気ポート側に押し戻し、あるいは新気が導入されるのを阻害し、これにより空いた部分に導入されるため、混合気質量を増加できない。即ち、上記従来技術ではEGRガスは排気ガスパルスにより一旦気筒内に押し込まれるものの、気筒内圧力は下死点では吸気管圧力に戻ってしまう。従って圧縮開始時の気筒内圧力は吸気管圧力に等しく、結局、上記従来技術では、排気ガスの圧力による過給効果は得られない。

【 0 0 0 8 】

本発明は、新気導入量を減少させることなくEGRガスの導入量を増加できるようにしたエンジンを提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

請求項1の発明は、燃焼タイミングの異なる第1の気筒及び第2の気筒を備え、該第1の気筒の膨張行程の一部における燃焼室内圧力を利用して、上記第2の気筒の少なくとも圧縮行程初期においてEGRガスを上記第2の気筒内に導入し、もって該第2の気筒の圧縮行程初期における燃焼室圧力を吸気ポートの圧力より高くする自然給気式予混合圧縮着火エンジンにおいて、上記第1、第2の気筒は、クランク角度で360度の位相差を有し、該第1、第2の気筒の排気弁は、排気行程において開弁されるとともに、圧縮行程の初期においても所定角度だけ開弁されるよう構成されており、上記第1の気筒の排気弁を膨張行程の後半に開くことにより該第1の気筒のブローダウンガスによる圧力波を発生させ、上記第2の気筒の排気弁を、吸気行程の下死点の前に開き始め、該第2の気筒の吸気弁の閉時付近で最大リフトとし、該第2の気筒の吸気弁が閉じた後でかつ圧縮行程の初期に閉じるとともに、運転状態が予混合圧縮自己着火による運転（以下、HCCI運転、と記す）領域における特定回転状態にあるとき、上記第1の気筒のブローダウンガスによる圧力波が、上記第2の気筒の排気ポートに、該第2の気筒の圧縮行程初期でかつ該第2の気筒の吸気弁が閉じた後に到達するように上記第1の気筒から第2の気筒までの排気管長を設定したことを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項2の発明は、請求項1において、上記排気通路は、点火時期がクランク角度で360度の位相差を有する第1、第2の気筒によって構成される複数の気筒群毎に独立して設けられていることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

請求項3の発明は、請求項1又は2において、低負荷運転域においては、上記第2の気筒の吸気弁が吸気行程の中程で、かつ中高負荷運転域における吸気弁よりも早く閉じるとともに、該第2の気筒の排気弁が吸気行程の後半部から圧縮行程の初期にかけて、かつ中高負荷運転域における排気弁よりも早く開くことにより大量のEGRガスが該第2の気筒内に再吸入されることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項4の発明は、請求項1又は2において、上記第1の気筒のブローダウンガスによる圧力波が該第1の気筒の膨張行程の下死点より前に発生し、該圧力波が上記第2の気筒の排気ポートに、該第2の気筒の圧縮行程の下死点より後に到達することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

本発明において、各行程における初期とは、上死点又は下死点から遅角側に概ね30°の範囲を、また前半部とは上死点又は下死点から遅角側に概ね90°の範囲を意味する。同様に各行程における終期とは、上死点又は下死点から進角側に概ね30°の範囲を、また後半部とは、上死点又は下死点から進角側に概ね90°の範囲を意味する。

【 0 0 1 6 】

また本発明は、ガソリンHCCIエンジンに加えて、HCCI運転がなされるディーゼルエンジン、ターボ過給エンジン、定置式HCCIガスエンジン、船用HCCIエンジン等に適用可能である。

【0017】

請求項1の発明によれば、膨張行程の一部、例えば膨張行程終期から排気行程初期、望ましくは排気弁開直前の燃焼室内圧力を利用して少なくとも圧縮行程初期にEGRガスを気筒内に導入するようにしたので、EGRガスが高圧の燃焼室内圧力を利用して気筒内に導入され、従って圧縮行程開始時の燃焼室内圧力は吸気ポート圧力より高くなる。即ち、過給効果が得られる。また、同時に圧縮圧力が高くなることからHCCI燃焼に必要な圧縮温度が低下するため、過給効果がないエンジンに比べると必要となるEGRガス量も低下する。

10

【0018】

また、膨張行程の一部の燃室内圧力を利用してEGRガスを気筒内に導入するようにしたので、吸気は通常通り吸気弁から導入され、吸気量を減少させることなくEGRガス導入量を増加でき、燃焼室内圧力を吸気ポート圧力より高くでき、過給効果が得られる。なお、燃焼速度を緩慢にするために冷却した外部EGRガスを導入する場合があるが、このような場合には、新気と外部EGRガスが混合したものを通常通り吸気弁から導入した上で、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0019】

ここで本発明では、圧縮行程初期又は前半部にEGRガスを導入するのであるが、吸気行程終期においてEGRガスの導入を開始しても良い。このようにすればEGRガス導入用バルブが全開になるまでに時間を要する場合でもEGRガス量を確保できる。なおEGRガスを導入する運転域は比較的負荷が低く、従って上記吸気行程でEGR導入を開始したことにより吸気量が少し減少しても問題にならない。

20

【0020】

また、第1の気筒のブローダウンガスによる圧力波が、第2の気筒にかつ該第2の気筒の圧縮行程初期に導入されるように構成したので、第1の気筒のブローダウンガスの圧力波を利用して第2の気筒に多量のEGRガスを導入でき、上述の過給効果を簡単な構造によって実現できる。

【0021】

より詳細には、第1の気筒の膨張行程終期、望ましくは排気弁が開く直前の燃焼室内圧力によるブローダウンガスの圧力波が、第2の気筒内にかつ該第2の気筒の少なくとも圧縮行程初期、望ましくは吸気弁閉直後に導入される。この場合、新気については、通常通り吸気弁から導入され、従って従来エンジン並の新気質量が導入され、吸気弁が閉じた後に、高圧のブローダウンガスの圧力波によりEGRガスが気筒内に導入されることとなる。従って、新気がEGRガスによって押し出されることはなく、それだけ混合気質量が増大し、圧縮開始時の燃焼室内圧力が吸気ポート圧力よりも高められる。またHCCIエンジンの場合には、高温のブローダウンガスにより、HCCI燃焼に必要な高温の圧縮温度を容易確実に確保できる。

30

【0022】

さらにまた、上記第1の気筒のブローダウンガスの圧力波が、上記第2の気筒の排気ポートにかつ該第2の気筒の圧縮行程初期又は前半部に、望ましくは吸気弁閉直後に導入されるよう該第1の気筒の排気タイミングと該第1の気筒から上記第2の気筒までの排気管長が設定されており、また上記第2の気筒の排気弁が該第2の気筒の少なくとも圧縮行程初期に開弁されるので、上記第1の気筒のブローダウンガスの圧力波を利用して第2の気筒の混合気質量を増大できる。

40

【0023】

また、位相差360度の第1、第2の気筒を備え、一方の気筒のブローダウンガスによる圧力波が他方の気筒の排気ポートに、かつ該他方の気筒の排気弁が開かれる圧縮行程初期に到達するように構成したので、極めて簡単な構成により一方の気筒のブローダウンガスの圧力波を利用して他方の気筒のEGRガス量を増大できる。またこれとともに、圧縮行

50

程開始時の燃焼室内圧力を吸気ポート圧力より高くすることができる。

【0024】

請求項2の発明によれば、排気通路を、点火時期がクランク角度で360°の位相差を有する2つの気筒で構成された気筒群毎に設けたので、ブローダウン圧力波過給モードでブローダウンガスの圧力波が減衰するのを防止でき、また上記火花点火モードでの排気干渉を防止できる。

【0025】

請求項3の発明によれば、吸気弁が吸気行程の中程で早閉じされ、排気弁が吸気行程の後半部から圧縮行程の初期にかけて開かれるようにしたので、大量のEGRガスを気筒内に再吸入させることができる。その結果、構造の複雑化を招くことなく大量のEGRを導入して容易確実に圧縮着火に必要な高い温度を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1実施形態によるエンジンの模式構成図である。

【図2】上記第1実施形態エンジンのバルブタイミングを示す図である。

【図3】上記第1実施形態エンジンのバルブタイミングとブローダウン圧力との関係を示す特性図である。

【図4】上記第1実施形態エンジンのP-V線図である。

【図5】本発明の第2実施形態によるエンジンの模式構成図である。

【図6】上記第2実施形態エンジンの低負荷運転域での「排気再吸入+ブローダウン圧力波過給」/HCCIモードにおけるバルブタイミングを示す図である。

20

【図7】上記第2実施形態エンジンの中負荷運転域での「フルブローダウン圧力波過給」/HCCIモードにおけるバルブタイミングを示す図である。

【図8】上記第2実施形態エンジンの中高負荷運転域での「抑制ブローダウン圧力波過給」/HCCIモードにおけるバルブタイミングを示す図である。

【符号の説明】

【0027】

1 エンジン

2 a, 2 d 排気通路

1 第1の気筒

4 第2の気筒

IN 1, 2 吸気弁

EX 1, 2 排気弁

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0029】

図1～図4は本発明の第1実施形態によるブローダウン圧力波過給のエンジンを説明するための図であり、図1は全体構成図、図2はバルブタイミング図、図3はバルブタイミングとブローダウンガス圧力及びシリンダ内圧力との特性図、図4はP-V線図である。

40

【0030】

図において、1は4気筒HCCIエンジンであり、これは第1気筒1～第4気筒4を備え、点火順序は第1-3-4-2気筒となっている。従って1気筒と4気筒、及び2気筒と3気筒は、点火時期において、クランク角度で360度の位相差を有する。

【0031】

2は排気装置であり、これは、上記第1～第4気筒のそれぞれに接続された第1～第4排気枝管2a～2dと、合流管2e, 2fと、本管2gとを備えている。また本管2gには排気通路面積を可変制御する排気絞り弁3が介在されている。

【0032】

ここで上記エンジン1は、上記4つの気筒のうちの何れか1つの気筒(第1の気筒)のブ

50

ローダウンガスによる圧力波が、何れか他の1つの気筒(第2の気筒)の排気ポートに、かつ該第2の気筒の吸気行程後期から圧縮行程初期において導入されるように、上記第1の気筒の排気タイミングと該第1の気筒から上記第2の気筒までの排気管長が設定され、該第2の気筒の排気弁が該第2の気筒の吸気行程後期から圧縮行程初期に開弁されるようになっている。

【0033】

具体的には、例えば1気筒(第2の気筒)のピストンが吸気行程下死点付近に下降してくると該1気筒の排気弁を少し開いてEGRガスが該1気筒内に導入される。この場合、上記1気筒の排気弁が少し開いている時期に、4気筒(第1の気筒)のブローダウンガスによる圧力波が上記1気筒の排気ポートに到達するように、上記1気筒及び4気筒の排気弁の開時期と圧力伝達経路の長さ、つまり枝管2a+合流管2e, 2f、+枝管2dの長さが設定されている。なお、この具体例の場合、本願の特許請求の範囲における「第1の気筒」「第2の気筒」はそれぞれ上記4気筒, 1気筒に対応している。

10

【0034】

図3において、C1, C2はそれぞれ1気筒の排気弁リフトカーブ、吸気弁リフトカーブを示しており、またC3は上記排気弁のEGR時のリフトカーブを示している。図2, 図3に示すように、排気弁は通常の排気行程においては、下死点前約45°付近から上死点後約30°付近まで開き、吸気弁は上死点後約5°付近から下死点後約5°付近まで開く。ここで排気弁閉及び吸気弁開を上死点後に設定しているのは、よりEGR率を高めるためである。

20

【0035】

そして上記排気弁は、EGR時においては、吸気行程後期から開き始め、吸気弁閉時付近で最大リフトとなり、圧縮行程開始後40°付近で閉じる。

【0036】

また図3においてP1は、1気筒の排気ポートに作用する排気ガス圧力を示しており、上記点火順序に従って、1, 3, 4, 及び2気筒からのブローダウンガスによる圧力波(排気パルス)が1気筒の排気ポートに作用する。

【0037】

そしてP2は、1気筒内の燃焼室圧力を示している。該1気筒内の燃焼室圧力は、排気弁の開に伴って急激に低下し、排気行程の終わり付近で3気筒からのブローダウン圧力により一旦上昇する。そして吸気行程の終わり付近で、上記排気弁が少し開くとともに4気筒からのブローダウンガスによる圧力波が作用することにより、EGRガスが1気筒内に押し込まれ、その結果、1気筒内の圧力は圧縮行程の開始時には吸気ポート圧力より高くなっている。即ち、図4に示すように、過給効果が得られていることが判る。

30

【0038】

このように本実施形態では、4気筒のブローダウンガスによる圧力波が、1気筒内にかつ該第1気筒の吸気弁閉後に導入される。この場合、新気については、通常通り吸気弁から導入され、従って従来エンジン並の新気質量が導入され、吸気弁が閉じた後に、高圧のブローダウンガスの圧力によりEGRガスが気筒内に導入されることとなる。従ってそれだけ混合気質量が増大し、圧縮開始時の気筒内圧力は図3, 図4の過給効果の分だけ高められる。また高温のブローダウンガスにより、HCCI燃焼に必要な高温の圧縮温度を容易確実に確保できる。

40

【0039】

なお、上記3気筒へのEGRガスの過給については、2気筒のブローダウンガスによる圧力波が利用され、同様に、4気筒, 2気筒へのEGRガスの過給については1気筒, 3気筒のブローダウンガスによる圧力波が利用される。即ち、本発明では、1つの気筒のブローダウンガスによる圧力波が他の気筒のEGRガスの過給に利用される。

【0040】

図5~図8は、本発明の第2実施形態に係るブローダウン圧力波過給エンジンを説明する

50

ための図であり、図中、図 1 ~ 図 4 と同一符号は同一または相当部分を示す。

【0041】

図 5 は 4 気筒ブローダウン圧力波過給システムを示す。このエンジン 1 は、1 ~ 4 気筒を備え、かつ各気筒毎に 2 つの吸気弁 IN 1, IN 2 及び 2 つの排気弁 EX 1, EX 2 を備えた並列 4 気筒 4 バルブ HCCI エンジンである。またこのエンジン 1 の点火タイミングは、1, 3, 4, 2 気筒の順序になっている。各気筒間の点火間隔はクランク角度で 180 度となっており、従って 1, 4 気筒間、3, 2 気筒間の点火間隔は 360 度となっている。

【0042】

上記 2 つの吸気弁 IN 1, IN 2、及び 2 つの排気弁 EX 1, EX 2 は、共に位相、開度を自由に変化できる機械式又は油圧式、あるいは電磁式の可変動弁系となっている。なお、上記 2 つの排気弁のうち第 1 の排気弁 EX 1 については位相、開度を一定（固定）とし、残りの第 2 の排気弁 EX 2 のみ、油圧式又は電磁式でサイクル毎に位相、開度が制御可能な可変動弁系としても良い。この場合は EGR ガスの導入は第 2 の排気弁 EX 2 のみで行なわれる。

10

【0043】

また上記エンジン 1 の排気装置は、点火間隔 360 度の 1, 4 気筒を連結して排気する第 1 の排気系 20 と、同じく点火間隔 360 度の 3, 2 気筒を連結して排気する第 2 の排気系 50 とを備えた、いわゆる 4 - 2 - 1 排気系となっており、高負荷 SI モードにおいて排気干渉を避けられるので出力向上に適している。

20

【0044】

上記第 1 の排気系 20 は、1 気筒、4 気筒の排気ポートに接続された第 1, 第 4 枝管 2a, 2d と、該両枝管 2a, 2d を合流させる第 1 合流管 2e とを有する。上記第 2 の排気系 50 は、2 気筒、3 気筒の排気ポートに接続された第 2, 第 3 枝管 2b, 2c と、該両枝管 2b, 2c を合流させる第 2 合流管 2f とを有する。該第 2, 第 1 合流管 2f, 2e はメイン管 2g により 1 本に合流されている。また上記第 1, 第 2 合流管 2e, 2f には第 1 触媒 20a, 20a が介設され、上記メイン管 2g には第 2 触媒 20b が介設されている。

【0045】

上記第 1 の排気系 20 の第 1, 第 4 枝管 2a, 2d の合計長さ、及び第 2 の排気系 50 の第 2, 第 3 枝管 2b, 2c の合計長さは、それぞれ一方の気筒のブローダウンガスによる圧力波が他方の気筒の排気ポートにかつ該気筒の圧縮行程の初期又は前半部に到達するように設定されている。なお、上記ブローダウンガスによる圧力波の到達をより確実にする観点に立てば、無駄な容積として作用する上記第 1 触媒 20a, 20a を設けない方が望ましい。その理由は、上記排気系に触媒 20a が接続されていると、ブローダウンガスによる圧力波がこの接続部に到達した際に該触媒の容積が圧力波を吸収して圧力波を弱めるおそれがあるからである。

30

【0046】

本実施形態のエンジン 1 は、低負荷運転域では、「排気再吸入 (Exhaust Rebreathing) + ブローダウン過給」/ HCCI モード (図 6 参照) で運転され、中負荷運転域では、ブローダウン過給効果の大きい「フルブローダウン圧力波過給」/ HCCI モード (図 7 参照) で運転され、中高負荷運転域では、「ブローダウン過給効果を抑制したブローダウン過給」/ HCCI モード (図 8 参照) で運転される。なお、それ以上の高負荷領域では通常エンジンと同じ SI モードで運転される。

40

【0047】

ここで本実施形態におけるブローダウン圧力波過給では、例えば 1 気筒では排気弁 EX 1, 2 が膨張行程の終期から排気行程にかけて開弁され (図 6 ~ 図 7 の (a) 参照)、4 気筒では排気弁 EX 1, 2 が吸気行程の終期から圧縮行程の初期にかけて所定開度だけ開弁される (図 6 ~ 図 8 の (b) 参照)。これにより 1 気筒のブローダウンガスの圧力波が 4 気筒の排気ポートにかつ該気筒の排気弁開時に到達し、該 4 気筒の圧縮行程開

50

始時における燃焼室圧力が吸気ポート圧力より高くなる。即ち、EGRガスの過給が行なわれる。なお、2, 3気筒についても同様の動作が行なわれる。以下、4気筒のブローダウンガスの圧力波により1気筒にEGRガスが過給される場合の動作を各運転域毎に詳細に説明する。

【0048】

上記中負荷運転域での「フルブローダウン圧力波過給」/HCCIモード(図7)では、1気筒では、排気弁EX1, 2が膨張行程の終期から排気行程にかけて開弁され(同図(a)参照)、また4気筒では吸気弁IN1, 2が吸気行程の下死点を少し越えた時点で閉じられるとともに、排気弁EX1, 2が吸気行程の下死点の少し前から圧縮行程の初期にかけて開弁される(同図(b)参照)。この場合、1気筒の排気弁EX1, 2が開弁された時に発生したブローダウンガスの圧力波が4気筒の排気ポートに到達した時点で該4気筒の排気弁EX1, 2が開弁されることとなる。その結果、大量のEGRガスが4気筒の排気ポートから当該気筒内に押し込まれ、該4気筒内の混合気圧力と温度が高められ、ブローダウン圧力波過給が実現される。

10

【0049】

また上記中高負荷運転域での「ブローダウン過給効果を抑制したブローダウン過給」/HCCIモード(図8)では、1気筒では、排気弁EX1, 2が膨張行程の終期から排気行程にかけて開弁され(同図(a)参照)、また4気筒では、中負荷運転域と同様に、吸気弁IN1, 2が吸気行程の下死点を少し越えた時点で閉じられる。また排気弁EX1, 2は吸気行程の終期から圧縮行程の初期にかけて、中負荷運転域より狭い角度範囲で開弁される(同図(b)参照)。そして上記中負荷運転域の場合と同様に、1気筒の排気弁が開弁されたときに発生したブローダウンガスの圧力波が4気筒の排気ポートに到達した時点で該4気筒の排気弁が開弁されることとなる。その結果、大量のEGRガスが4気筒の排気ポートから当該気筒内に押し込まれ、該気筒内の混合気圧力と温度が高められ、ブローダウン圧力波過給が実現される。ただし、4気筒における排気弁の開度範囲が中負荷運転域での開度範囲より狭い分だけ過給効果は抑制されている。

20

【0050】

さらにまた上記低負荷運転域での「排気再吸入+ブローダウン過給」/HCCIモード(図6)においては、1気筒では排気弁EX1, 2が膨張行程の終期から排気行程にかけて開弁され(同図(a)参照)、4気筒では吸気弁IN1, 2が吸気行程の後半部で閉じられるとともに排気弁EX1, 2が吸気行程の後半部から圧縮行程の初期にかけて開弁される(同図(b)参照)。これにより大量のEGRガスが1気筒内に逆流し、再吸入され、混合気温度が高められる。また、1気筒の排気弁が開弁されたときに発生したブローダウンガスの圧力波が4気筒の排気ポートに到達した時点で該4気筒の排気弁が開弁されていることとなる。そのためさらに大量のEGRガスが4気筒の排気ポートから当該気筒内に押し込まれ、該気筒内の混合気圧力と温度が高められ、ブローダウン圧力波過給も同時に実現される。

30

【0051】

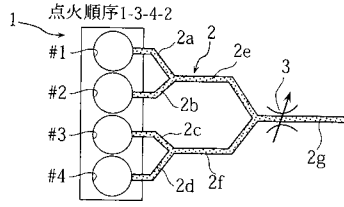
このように本実施形態では、点火タイミングにおいてクランク角度で360度の位相差を有する一方の気筒の排気行程における排気弁開タイミングと他方の気筒の吸入・圧縮行程における排気弁開タイミングとを、一方の気筒のブローダウンガスの圧力波が他方の気筒の排気ポートにかつ排気弁開時に到達するように構成したので、ブローダウンガスによる圧力波によりEGRガスを増加できる。

40

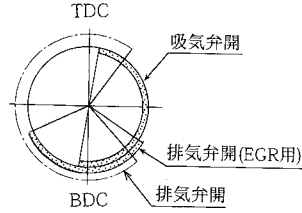
【0052】

また中負荷、高負荷運転域では、吸気弁を下死点まで開弁するとともに、EGRガスを圧縮行程の初期においても導入するようにしたので、新気の吸入量の減少を回避でき、また圧縮行程初期における燃焼室内圧力を吸気ポート内圧力より高くでき、高い過給効果を得ることができる。

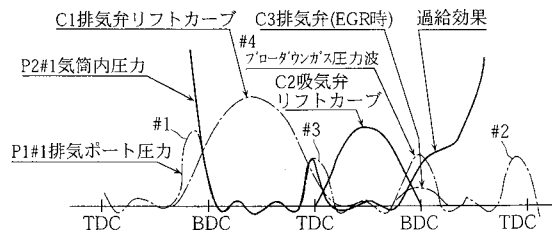
【図1】



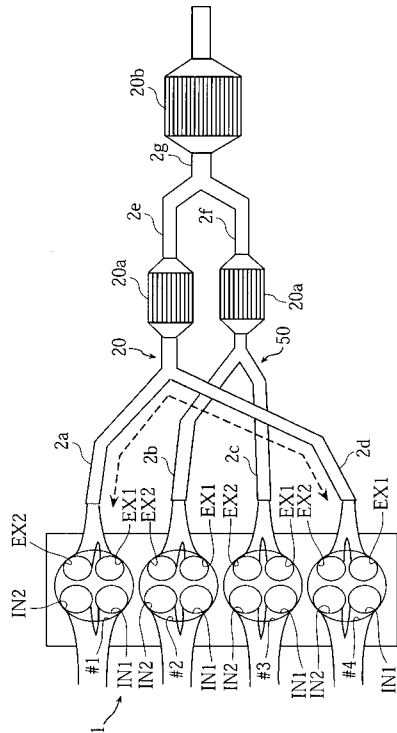
【図2】



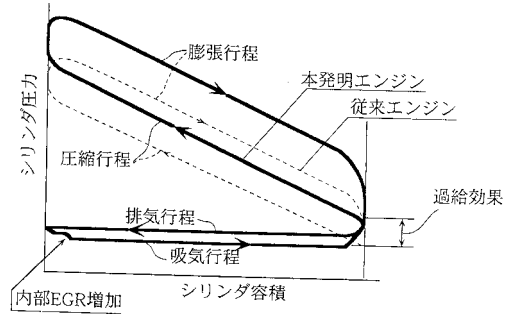
【図3】



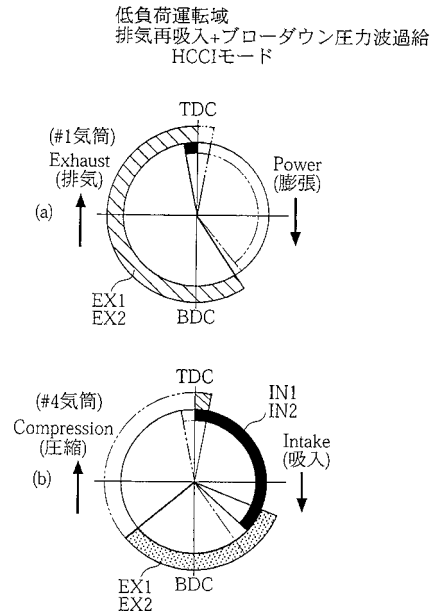
【図5】



【図4】

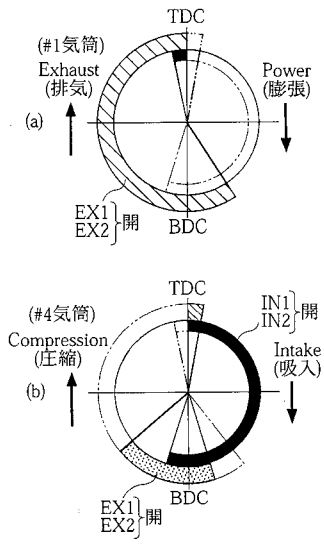


【図6】



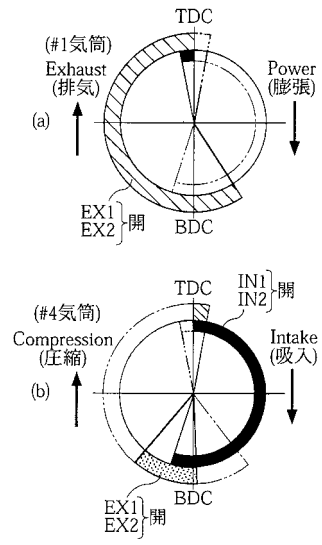
【 図 7 】

中負荷運転域
フルブローダウン圧力波過給
HCCIモード



【 図 8 】

中高負荷運転域
抑制ブローダウン圧力波過給
HCCIモード



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>F 0 2 B 53/06</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 M 25/07	5 5 0 F
<i>F 0 2 B 53/12</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 B 53/04	V
		F 0 2 B 53/06	A
		F 0 2 B 53/06	C
		F 0 2 B 53/12	C

- (56)参考文献 特表平09 - 505654 (JP, A)
 特開平05 - 106449 (JP, A)
 特開平02 - 091449 (JP, A)
 特開平05 - 187326 (JP, A)
 特開2003 - 074416 (JP, A)
 特開2001 - 020766 (JP, A)
 特開2004 - 060546 (JP, A)
 特開昭64 - 063628 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 21/08
 F02D 13/02
 F02B 11/00
 F02M 25/07
 F02B 53/04
 F02B 53/06
 F02B 53/12