

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5472050号
(P5472050)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月14日(2014.2.14)

(51) Int. Cl.	F 1	
FO2B 27/06 (2006.01)	FO2B 27/06	E
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02	J
FO1N 13/08 (2010.01)	FO2D 13/02	K
FO1N 13/10 (2010.01)	FO2D 13/02	H
FO2D 9/04 (2006.01)	FO1N 13/08	B
請求項の数 4 (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2010-255650 (P2010-255650)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成22年11月16日(2010.11.16)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-107542 (P2012-107542A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成24年6月7日(2012.6.7)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成25年3月13日(2013.3.13)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(72) 発明者	松本 隆雅
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72) 発明者	山形 直之
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		審査官	橋本 しのぶ
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多気筒エンジンの排気装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気ポートおよび排気ポートがそれぞれ形成されるとともに前記吸気ポートを開閉可能な吸気バルブと前記排気ポートを開閉可能な排気バルブとが設けられた複数の気筒を有する多気筒エンジンの排気装置であって、

1つの気筒あるいは排気順序が互いに連続しない複数の気筒の排気ポートにそれぞれ接続されるとともに、少なくとも下流側において低速側通路と高速側通路とにそれぞれ分離する複数の独立排気通路と、

前記各低速側通路の下流端に接続されて、当該各低速側通路に連通して当該各低速側通路を通過した排気が集合する低速側集合部と、

前記各高速側通路の下流端に接続されて、当該各高速側通路に連通して当該各高速側通路を通過した排気が集合する高速側集合部と、

前記各高速側通路に設けられて、当該各高速側通路の流路面積を変更可能な流路面積可変バルブと、

前記流路面積可変バルブを開閉駆動可能な流路面積可変バルブ駆動手段と、

前記各気筒の吸気バルブおよび排気バルブを駆動可能なバルブ駆動手段とを備え、

前記各低速側通路のうち排気順序が連続する気筒に接続された低速側通路は互いに隣り合う位置で前記低速側集合部に接続されており、

前記各低速側通路および低速側集合部は、各気筒から各低速側通路を通過して前記低速側集合部に排気が排出されるに伴いエゼクタ効果によって隣接する他の低速側通路が負圧と

される形状を有し、

前記バルブ駆動手段は、エンジン回転数が予め設定された基準回転数よりも低い低速領域において、前記各気筒の吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とが所定のオーバーラップ期間重複するとともに、排気順序が連続する気筒間において一方の気筒の前記オーバーラップ期間と他方の気筒の排気バルブとが開弁している時期とが重複するように、各気筒の吸気バルブおよび排気バルブを駆動し、

前記流路面積可変バルブ駆動手段は、前記低速領域のうち少なくとも前記多気筒エンジンに対する要求トルクが所定値よりも高い高負荷領域では前記流路面積可変バルブを全開よりも小さくして前記高速側通路を通過する排気の流量を小さくする一方、エンジンの回転数が前記基準回転数よりも高い高速領域では前記流路面積可変バルブを全開にして高速側通路を開放し、

前記各高速側通路の下流端から前記高速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する高速側通路間での交差角度は、前記各低速側通路の下流端から前記低速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する低速側通路間での交差角度よりも大きく設定されていることを特徴とする多気筒エンジンの排気装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の多気筒エンジンの排気装置において、

前記各低速側通路の下流端から前記低速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する低速側通路間での交差角度は 30 度未満に設定されており、

前記各高速側通路の下流端から前記高速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する高速側通路間での交差角度は 30 度以上 60 度以下に設定されていることを特徴とする多気筒エンジンの排気装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の多気筒エンジンの排気装置において、

前記高速側集合部は、排気の流れ方向に延びる軸を囲む外側面をもつ形状を有し、

前記複数の高速側通路の少なくとも一部の下流端は、前記高速側集合部の外側面に接続されていることを特徴とする多気筒エンジンの排気装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の多気筒エンジンの排気装置において、

前記低速側集合部は、その上流端と下流端の少なくとも一方の流路面積が、当該低速側集合部の流路面積のうち最も小さい面積となる形状を有し、

前記低速側通路は、その下流端部分の流路面積と同じ面積を有する真円の直径 a と、前記低速側集合部の下流端と同じ面積を有する真円の直径 D との関係が $a / D \geq 0.5$ となる形状を有することを特徴とする多気筒エンジンの排気装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等に設けられる多気筒エンジンの排気装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自動車等のエンジンにおいて、エンジン出力を高めることを目的とした排気装置の開発が行なわれている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、ターボ過給機を有する装置であって、各気筒の排気ポートに接続されて互いに独立する複数の独立通路と、ターボ過給機の上流に設けられてこれら独立通路が集合する集合部と、この集合部に設けられて各独立通路の流路面積を変更可能なバルブとを備えたものが開示されている。この装置では、前記バルブによって前記独立排気通路の流路面積を縮小することで、排気行程にある気筒の排気を所定の独立通路から前

10

20

30

40

50

記集合部に比較的高速で流入させ、この高速の排気の周囲に生成された負圧を前記集合部において他の独立通路に作用させていわゆるエゼクタ効果によってこの他の独立通路内の排気を下流側に吸い出すことで、ターボ過給機に供給されるガス量を増大させてエンジン出力を向上させるよう構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-97335号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

自動車等のエンジンにおいて、エンジン出力の向上要求は依然として高く、特に、ターボ過給機を有しない構造の簡素化が図られたエンジンシステムでは、簡単な構成でエンジン出力を高めることが求められている。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑み、簡単な構成でより吸気量をより増大させてエンジン出力を高めることのできる多気筒エンジンの排気装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するために、本発明は、吸気ポートおよび排気ポートがそれぞれ形成されるとともに前記吸気ポートを開閉可能な吸気バルブと前記排気ポートを開閉可能な排気バルブとが設けられた複数の気筒を有する多気筒エンジンの排気装置であって、1つの気筒あるいは排気順序が互いに連続しない複数の気筒の排気ポートにそれぞれ接続されるとともに、少なくとも下流側において低速側通路と高速側通路とにそれぞれ分離する複数の独立排気通路と、前記各低速側通路の下流端に接続されて、当該各低速側通路に連通して当該各低速側通路を通過した排気が集合する低速側集合部と、前記各高速側通路の下流端に接続されて、当該各高速側通路に連通して当該各高速側通路を通過した排気が集合する高速側集合部と、前記各高速側通路に設けられて、当該各高速側通路の流路面積を変更可能な流路面積可変バルブと、前記流路面積可変バルブを開閉駆動可能な流路面積可変バルブ駆動手段と、前記各気筒の吸気バルブおよび排気バルブを駆動可能なバルブ駆動手段とを備え、前記各低速側通路のうち排気順序が連続する気筒に接続された低速側通路は互いに隣り合う位置で前記低速側集合部に接続されており、前記各低速側通路および低速側集合部は、各気筒から各低速側通路を通過して前記低速側集合部に排気が排出されるに伴いエゼクタ効果によって隣接する他の低速側通路が負圧とされる形状を有し、前記バルブ駆動手段は、エンジン回転数が予め設定された基準回転数よりも低い低速領域において、前記各気筒の吸気バルブの開弁期間と排気バルブの開弁期間とが所定のオーバーラップ期間重複するとともに、排気順序が連続する気筒間において一方の気筒の前記オーバーラップ期間と他方の気筒の排気バルブとが開弁している時期とが重複するように、各気筒の吸気バルブおよび排気バルブを駆動し、前記流路面積可変バルブ駆動手段は、前記低速領域のうち少なくとも前記多気筒エンジンに対する要求トルクが所定値よりも高い高負荷領域では前記流路面積可変バルブを全開よりも小さくして前記高速側通路を通過する排気の流量を小さくする一方、エンジンの回転数が前記基準回転数よりも高い高速領域では前記流路面積可変バルブを全開にして高速側通路を開放し、前記各高速側通路の下流端から前記高速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する高速側通路間での交差角度は、前記各低速側通路の下流端から前記低速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する低速側通路間での交差角度よりも大きく設定されていることを特徴とする多気筒エンジンの排気装置を提供する。

20

30

40

【0008】

本発明によれば、低速領域においてエゼクタ効果を効果的に利用して気筒内の掃気を促進することができるとともに、高速領域において排気抵抗を小さく抑えることができ、全

50

速度領域において吸気効率を高めてエンジン出力を高めることができる。

【0009】

具体的には、この構成では、前記低速領域において、高速側通路を遮断して排気を前記エゼクタ効果が得られるよう構成された低速側通路を通過させるとともに、所定の気筒の前記オーバーラップ期間中に他の気筒の排気バルブを開弁させているので、排気バルブの開弁時に所定の独立排気通路から高速の排気が噴出するのに伴い前記エゼクタ効果によって前記オーバーラップ期間にある気筒の排気ポートに負圧を生成することができ、この気筒内の残留ガスを排気ポート側に吸い出し、このオーバーラップ期間にある気筒すなわち吸気行程にある気筒内の掃気を促進することができる。

【0010】

そして、この構成では、排気の流量が多いために排気抵抗が大きくなるおそれがある高速領域において、高速側通路を開放して排気を低速側通路に加えて高速側通路に排出しているので、排気抵抗を小さく抑えることができる。

【0011】

しかも、この構成では、各高速側通路の下流端から高速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する高速側通路間での交差角度が大きく設定されているので、前記交差角度が小さく各高速側通路が平行により近い姿勢にある場合に比べて、所定の高速側通路の下流端から高速側集合部に排出された排気を高速側集合部に加えて他の高速側通路に向かってより容易に進行できる、すなわち、この排気がより抵抗の少ない状態で高速側集合部内に排出することができる。そのため、この高速側通路を排気が通過する前記高速領域では、排気抵抗をより一層小さく抑えて気筒内の掃気を促進することができる。

【0012】

一方、各低速側通路の下流端から低速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する低速側通路間での交差角度が小さく設定されているので、低速側通路の下流端から低速側集合部に排出された排気が他の低速側通路へ進行するのを抑制することができる。すなわち、低速側集合部における排気の膨張をより小さく抑えて、排気をより高速で低速側集合部内を流下させることができる。そのため、この低速側通路を排気が通過する前記低速領域では、より高いエゼクタ効果すなわちこの低速側集合部を高速で排気が通過することに伴いこの排気の周囲ひいては前記排気ポートに生成される負圧量を大きくすることができ、気筒内の掃気をより確実に促進することができる。

【0013】

前記各低速側通路の下流端から前記低速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する低速側通路間での交差角度の具体的な値としては、30度未満が挙げられ、前記各高速側通路の下流端から前記高速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心の隣接する高速側通路間での交差角度の具体的な値としては、30度以上60度以下が挙げられる（請求項2）。

【0014】

なお、前記交差角度が30度未満とは、交差角度が0度であって、前記各低速側通路の下流端から前記低速側集合部に排出される排気の流れ方向に沿って延びる当該下流端の軸心が、互いに平行に延びている場合を含む。

【0015】

また、本発明において、前記高速側集合部は、排気の流れ方向に延びる軸を囲む外側面をもつ形状を有し、前記複数の高速側通路の少なくとも一部の下流端は、前記高速側集合部の外側面に接続されているのが好ましい（請求項3）。

【0016】

このようにすれば、所定の高速側通路から高速側集合部に流入してこの高速側集合部を下流側に進む排気が、より容易に他の高速側通路に向かって進行することができるため、この排気の排気抵抗を低減して気筒内の掃気をより一層促進することができる。

【0017】

10

20

30

40

50

ここで、前記エゼクタ効果を効果的に得るための前記低速側通路の具体的構成としては、前記低速側集合部は、その上流端と下流端の少なくとも一方の流路面積が、当該低速側集合部の流路面積のうち最も小さい面積となる形状を有し、前記低速側通路は、その下流端部分の流路面積と同じ面積を有する真円の直径 a と、前記低速側集合部の下流端と同じ面積を有する真円の直径 D との関係が $a / D = 0.5$ となる形状を有するものが挙げられる（請求項 4）。

【発明の効果】

【0018】

以上説明したように、本発明によれば、全速度領域において吸気効率を高めてエンジン出力を高めることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】本発明の実施形態に係る多気筒エンジンの排気装置を備えたエンジンシステムの概略構成図である。

【図 2】図 1 において高速側通路と高速側集合部等を省略した図である。

【図 3】図 1 において低速側通路と低速側集合部等を省略した図である。

【図 4】図 1 に対応するエンジンシステムの概略縦断面図である。

【図 5】図 2 の V - V 線断面図である。

【図 6】本発明の実施形態に係る多気筒エンジンの排気装置における吸気バルブおよび排気バルブの開弁時期および閉弁時期を説明するための図である。

20

【図 7】吸気バルブおよび排気バルブのバルブタイミングを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明に係る多気筒エンジンの排気装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0021】

図 1 は前記多気筒エンジンの排気装置を備えたエンジンシステム 100 の概略構成図である。このエンジンシステム 100 は、シリンダヘッド 9 およびシリンダブロックを有するエンジン本体 1 と、エンジン制御用の ECU 2 と、エンジン本体 1 に接続される排気マニホールド 5 と、排気マニホールド 5 に接続される触媒装置 6 とを備えている。

30

【0022】

前記シリンダヘッド 9 およびシリンダブロックの内部にはピストンがそれぞれ嵌挿された複数の気筒 12 が形成されている。本実施形態では、前記エンジン本体 1 は、直列 4 気筒のエンジンであって、前記シリンダヘッド 9 およびシリンダブロックの内部には 4 つの気筒 12 が直列に並んだ状態で形成されている。具体的には、図 2 の右から順に第 1 気筒 12 a、第 2 気筒 12 b、第 3 気筒 12 c、第 4 気筒 12 d が形成されている。前記シリンダヘッド 9 には、ピストンの上方に区画された燃焼室内に臨むようにそれぞれ点火プラグ 15 が設置されている。

【0023】

前記エンジン本体 1 は 4 サイクルエンジンであって、図 6 に示すように、各気筒 12 a ~ 12 d において、180°A ずつずれたタイミングで前記点火プラグ 15 による点火が行われて、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、排気行程がそれぞれ 180°A ずつずれるように構成されている。本実施形態では、第 1 気筒 12 a、第 3 気筒 12 c、第 4 気筒 12 d、第 2 気筒 12 b の順に点火が行われてこの順に排気行程等が実施される。

40

【0024】

各気筒 12 の上部には、それぞれ燃焼室に向かって開口する 2 つの吸気ポート 17 および 2 つの排気ポート 18 が設けられている。吸気ポート 17 は、各気筒 12 内に吸気を導入するためのものである。排気ポート 18 は、各気筒 12 内から排気を排出するためのものである。各吸気ポート 17 には、これら吸気ポート 17 を開閉して吸気ポート 17 と気筒 12 内部とを連通あるいは遮断するための吸気バルブ 19 が設けられている。各排気ポ

50

ート18には、これら排気ポート18を開閉してこれら排気ポート18と気筒12内部とを連通あるいは遮断するための排気バルブ20が設けられている。前記吸気バルブ19は吸気バルブ駆動機構(バルブ駆動手段)30により駆動されることで、所定のタイミングで吸気ポート17を開閉する。また、前記排気バルブ20は、排気バルブ駆動機構(バルブ駆動手段)40により駆動されて、所定のタイミングで排気ポート18を開閉する。

【0025】

前記吸気バルブ駆動機構30は、吸気バルブ19に連結された吸気カムシャフト31と吸気VVT32とを有している。吸気カムシャフト31は、周知のチェーン/スプロケット機構等の動力伝達機構を介してクランクシャフトに連結されており、クランクシャフトの回転に伴い回転して、吸気バルブ19を開閉駆動する。

10

【0026】

前記吸気VVT32は、吸気バルブ19のバルブタイミングを変更するためのものである。この吸気VVT32は、吸気カムシャフト31と同軸に配置されてクランクシャフトにより直接駆動される所定の被駆動軸と吸気カムシャフト31との間の位相差を変更して、これによりクランクシャフトと前記吸気カムシャフト31との間の位相差を変更することで、吸気バルブ19のバルブタイミングを変更する。吸気VVT32の具体的構成としては、例えば、前記被駆動軸と前記吸気カムシャフト31との間に周方向に並ぶ複数の液室を有し、これら液室間に圧力差を設けることで前記位相差を変更する液圧式機構や、前記被駆動軸と前記吸気カムシャフト31との間に設けられた電磁石を有し、前記電磁石に電力を付与することで前記位相差を変更する電磁式機構等が挙げられる。この吸気VVT32は、ECU2で算出された吸気バルブ19の目標バルブタイミングに基づいて前記位相差を変更する。

20

【0027】

前記排気バルブ駆動機構40は、前記吸気バルブ駆動機構30と同様の構造を有している。すなわち、排気バルブ駆動機構40は、排気バルブ20およびクランクシャフトに連結された排気カムシャフト41と、この排気カムシャフト41とクランクシャフトとの位相差を変更することで排気バルブ20のバルブタイミングを変更する排気VVT42とを有している。排気VVT42は、ECU2で算出された排気バルブ20の目標バルブタイミングに基づいて、前記位相差を変更する。そして、排気カムシャフト41は、この位相差の下でクランクシャフトの回転に伴って回転して排気バルブ20を前記目標バルブタイミングで開閉駆動する。

30

【0028】

なお、本実施形態では、前記吸気VVT32および排気VVT42は、吸気バルブ19および排気バルブ20の開弁期間及びリフト量つまりバルブ・プロファイルをそれぞれ一定に保ったまま、吸気バルブ19および排気バルブ20の開弁時期と閉弁時期とをそれぞれ変更する。

【0029】

前記排気マニホールド5は、3つの独立排気通路52と、3つの流路面積可変バルブ58および高速側集合部57と、混合管(低速側集合部)56aとストレート管56bとディフューザ56c(図2参照)と、を備えている。

40

【0030】

前記各独立排気通路52は、前記各気筒12の排気ポート18に接続されている。具体的には、前記気筒12のうち第1気筒12aの排気ポート18と第4気筒12dの排気ポート18とは、それぞれ個別に独立排気通路52a、52dに接続されている。一方、排気行程が隣り合わず排気順序が連続しない第2気筒12bと第3気筒12cの排気ポート18は、これら各気筒から同時に排気排出されることがないため、構造を簡素化する観点から、1つの独立排気通路52bに接続されている。より詳細には、この第2気筒12bと第3気筒12cの排気ポート18に接続されている独立排気通路52bは、その上流側において2つの通路に分離しており、その一方に前記第2気筒12bの排気ポート18が接続され、他方に前記第3気筒12cの排気ポート18が接続されている。

50

【0031】

これら独立排気通路52は、互いに独立しており、第2気筒12bあるいは第3気筒12cから排出された排気と、第1気筒12aから排出された排気と、第4気筒12dから排出された排気とは、互いに独立して各独立排気通路52内を通過して下流側に排出される。

【0032】

前記各独立排気通路52は、その下流側において、それぞれ高速側通路53と低速側通路54とに分離している。本実施形態では、図4に示すように、前記低速側通路54は、高速側通路53との分離点よりも上流側の独立排気通路52に沿って下流側に延びており、前記高速側通路53は、低速側通路54から上方に湾曲した後、低速側通路54と略平行に下流側に延びている。また、前記第2気筒12bおよび第3気筒12cの排気ポート18に対応する高速側通路53および低速側通路54は、これら気筒の中央部分すなわちエンジン本体1の略中央部分と対向して直線的に延びており、他の気筒の排気ポート18に対応する高速側通路53および低速側通路54は、対応する各排気ポート18と対向する位置から前記第2気筒12bおよび第3気筒12cに対応する各通路52, 54に向かって湾曲して延びている。前記各高速側通路53の断面積すなわち流路面積は互いに同一に設定されており、各低速側通路54の断面積すなわち流路面積は、互いに同一に設定されている。

10

【0033】

前記各低速側通路54の下流側には前記混合管56aが接続されており、各低速側通路54を通過した排気はこの混合管56aで集合する。この混合管56aにおいて、前記3つの低速側通路54は、その下流端が互いに隣接する位置で接続されている。

20

【0034】

前記各低速側通路54および混合管56aは、各低速側通路54から排気が高速で噴出されてこの排気が高速で混合管56aを通過するのに伴い、この高速の排気の周囲に発生した負圧作用すなわちエゼクタ効果によって隣接する他の低速側通路54およびこの低速側通路54に対応する排気ポート18内が負圧とされてこの排気ポート18内のガスが下流側に吸い出される形状を有している。

【0035】

本実施形態では、前記各低速側通路54は、下流に向かうほどその流路面積が小さくなる形状を有しており、排気が各低速側通路54から高速で下流側へ噴出されるよう構成されている。より詳細には、図5に示すように、各低速側通路54は、略円形断面を有する上流側部分から下流に向かうに従ってその断面積が縮小されており、その下流端では上流側部分の円形断面積の略1/3となる扇形となっている。そして、これら低速側通路54は、扇形をなす各下流端が全体として略円形断面を形成するように集合して前記混合管56aに接続されている。

30

【0036】

また、各低速側通路54から前記混合管56aへ排出される排気の流れ方向に沿って延びる各低速側通路54の下流端の軸心C1, C2, C3の交差角度であって、隣接する低速側通路54の下流端の軸心どうしの交差角度（図2参照）は、それぞれ7度に設定されており、各低速側通路54は平行に近い状態で混合管56aに接続されている。すなわち、各低速側通路54は、所定の低速側通路54から混合管56aに排出された排気が他の低速側通路54側に向かって進行せず、この混合管56aにおいて排気の膨張ひいては排気速度低下が小さく抑えられるよう構成されている。

40

【0037】

そして、前記混合管56aは、その下流端の流路面積と同じ面積を有する真円の直径をD1（図4参照）として、前記低速側通路54の下流端の断面積と同じ面積を有する真円の直径をa（図4参照）とした場合に、 $a/D = 0.65$ となる形状を有している。

【0038】

ここで、この混合管56aの具体的構造は前記に限らないが、この混合管56aが、そ

50

の上流端と下流端の少なくとも一方の流路面積が最も小さい流路面積となる形状を有し、 a/D が $a/D = 0.5$ の範囲に設定されていれば、この混合管56aを排気が十分な高い速度で通過して前記エゼクタ効果が十分に得られることが分かっているため、前記のような形状を有するものが好ましい。なお、前記混合管56aへの排気の流入速度をより高めるべく、前記低速側通路54の下流端に流路面積が小さくされた部分すなわち絞り部が設けられている場合には、この絞り部の流路面積の直径を a として、前記混合管56aが $a/D = 0.5$ となるような形状とされるのが好ましい。

【0039】

前記混合管56aに流入した排気は前記ストレート管56bおよび前記ディフューザー56cを通過して下流側に流出する。前記ストレート管56cは、前記混合管56aから連続して、この混合管56aの下流端と同一の断面形状すなわち同一の流路面積で下流側に延びる形状を有している。前記ディフューザー56cは、前記ストレート管56bから連続して下流側に延びており、下流に向かうに従って拡径してその流路面積が大きくなる形状を有している。

10

【0040】

一方、前記各高速側通路53の下流側には前記高速側集合部57が接続されており、各高速側通路53を通過した排気はこの高速側集合部57で集合する。そして、この高速側通路53および高速側集合部57は、前記低速側通路54および混合管56aと異なり、高速側通路53から高速側集合部57に流入した排気が膨張しやすく、排気抵抗が小さくなるような形状を有している。

20

【0041】

具体的には、前記高速側通路53は、流路面積がほぼ一定の状態の下流側に延びる形状を有し、その流路面積が前記低速側通路54の下流端の流路面積よりも大きく設定されている。本実施形態では、1つの高速側通路53の流路面積が、3つの低速側通路54の下流端の流路面積の合計とほぼ一致するように設定されている。また、前記高速側集合部57は、排気の流れ方向に沿って延びる略円筒状であって、その流路面積が全体にわたってほぼ一定となる形状を有している。

【0042】

そして、各高速側通路53からこの高速側集合部57へ排出された排気の流れ方向に沿って延びる各高速側通路53の下流端の軸心C11、C12、C13の交差角度であって、隣接する高速側通路53の下流端の軸心どうしの交差角度（図3参照）は、前記低速側通路54の下流端の軸心どうしの交差角度よりも大きい、45度に設定されている。

30

【0043】

このようにして、この高速側集合部57では、前記低速側通路54側と異なり、所定の高速側通路53から高速側集合部57に排出された排気が他の高速側通路53側に向かって比較的容易に進行して高速側集合部57における前記排気の膨張が促進される、ひいては、排気抵抗がより低減されるように構成されている。特に、本実施形態では、高速側集合部57の外周面（外側面）に、第1気筒12aに対応する高速側通路53と第4気筒12dに対応する高速側通路53とが、各下流端が互いに略対向する状態で接続されており、所定の高速側通路53から排出された排気がより容易に他の高速側通路53側に向かって進行し、排気抵抗が効果的に低減するよう構成されている。

40

【0044】

前記流路面積可変バルブ58は、前記各高速側通路53の流路面積を変更し、これにより各高速側通路53の流路面積を変更するためのものである。これら流路面積可変バルブ58は各高速側通路53内にそれぞれ1つずつ設けられている。

【0045】

前記流路面積可変バルブ58は、その中央に設けられた回動軸58aが回動駆動されるに伴いこの回動軸58aを中心として回動する。本実施形態では、各流路面積可変バルブ58に、共通の回動軸58aが固定されており、3つの流路面積可変バルブ58は一体に回動する。各流路面積可変バルブ58は、排気の流れ方向と略平行な方向に広がり高速側

50

通路 5 3 を開放する全開位置（図 4 の破線）と、排気の流れ方向と略垂直な方向に広がり高速側通路 5 3 を遮断する全閉位置（図 4 の実線）との間で回転し、高速側通路 5 3 を開閉して高速側通路 5 3 の流路面積を変更する。

【 0 0 4 6 】

前記回転軸 5 8 a は、その端部に設けられたバルブアクチュエータ（流路面積可変バルブ駆動手段）5 8 b により回転駆動される。このバルブアクチュエータ 5 8 b は、ECU 2 で算出された流路面積可変バルブ 5 8 の目標開度に応じて、前記回転軸 5 8 a を回転させて流路面積可変バルブ 5 8 を全閉あるいは全開位置に駆動する。このバルブアクチュエータ 5 8 b は前記回転軸 5 8 a を回転駆動して前記流路面積可変バルブ 5 8 を回転可能なものであればどのようなものであってもよい。

10

【 0 0 4 7 】

前記ディフューザ 5 6 c の下流端および高速側集合部 5 7 の下流端にはそれぞれ前記触媒装置 6 の後述するケーシング 6 2 が接続されており、ディフューザ 5 6 c および高速側集合部 5 7 を通過した排気はケーシング 6 2 内に流入する。

【 0 0 4 8 】

前記触媒装置 6 は、エンジン本体 1 から排出された排気を浄化するための装置である。この触媒装置 6 は、三元触媒等の触媒本体 6 4 とこの触媒本体 6 4 を収容するケーシング 6 2 とを備えている。ケーシング 6 2 は排気の流れ方向と平行に延びる略円筒状を有している。前記触媒本体 6 4 は、前記ケーシング 6 2 の上下流方向の中央部分に収容されており、このケーシング 6 2 の上流端 6 2 a には所定の空間が形成されている。前記ディフューザ 5 c および高速側集合部 5 7 の各下流端はこのケーシング 6 2 の上流端 6 2 a に接続されており、これら下流端から排出された排気はこのケーシング 6 2 の上流端 6 2 a で集合した後、触媒本体 6 4 側へ進行する。

20

【 0 0 4 9 】

前記 ECU 2 は、周知のマイクロコンピュータをベースとするコントローラであって、プログラムを実行するための CPU と、RAM や ROM からなりプログラム及びデータを格納するメモリと、各種信号の入出力を行なう I/O バスとを備えている。この ECU 2 は、前記 I/O バスを介して各種センサからの信号を受け、この信号に基づき種々の演算を行う。

【 0 0 5 0 】

ECU 2 には、運転条件に応じて予め設定された吸気バルブ 1 9、排気バルブ 2 0 の目標バルブタイミングおよび前記流路面積可変バルブ 5 8 の目標開度が記憶されており、ECU 2 は、各種センサからの信号に基づき現在の運転条件を演算するとともにこの運転条件に対応した目標値を抽出し、吸気バルブ 1 9、排気バルブ 2 0 のバルブタイミングおよび流路面積可変バルブの開度がこの目標値になるように、前記吸気 VVT 3 2、排気 VVT 4 2 および前記バルブアクチュエータ 5 8 b を駆動する。

30

【 0 0 5 1 】

前記吸気バルブ 1 9、排気バルブ 2 0 の目標バルブタイミングおよび前記流路面積可変バルブ 5 8 の目標開度について次に説明する。

【 0 0 5 2 】

前記吸気バルブ 1 9 および排気バルブ 2 0 の目標バルブタイミングは、エンジンの回転数が基準回転数より低い低速領域において、排気バルブ 2 0 の開弁期間と吸気バルブ 1 9 の開弁期間とが吸気上死点（TDC）を挟んでオーバーラップし、かつ、排気バルブ 2 0 が他の気筒 1 2 のオーバーラップ期間 T₀/L 中に開弁を開始するように設定されている。具体的には、図 6 に示すように、第 1 気筒 1 2 a の吸気バルブ 1 9 と排気バルブ 2 0 とがオーバーラップしている期間中に第 3 気筒 1 2 c の排気バルブ 2 0 が開弁し、第 3 気筒 1 2 c の吸気バルブ 1 9 と排気バルブ 2 0 とがオーバーラップしている期間中に第 4 気筒 1 2 d の排気バルブ 2 0 が開弁し、第 4 気筒 1 2 d の吸気バルブ 1 9 と排気バルブ 2 0 とがオーバーラップしている期間中に第 2 気筒 1 2 b の排気バルブ 2 0 が開弁し、第 2 気筒 1 2 b の吸気バルブ 1 9 と排気バルブ 2 0 とがオーバーラップしている期間中に第 1 気

40

50

筒 1 2 a の排気バルブ 2 0 が開弁するよう設定されている。

【 0 0 5 3 】

また、前記吸気バルブ 1 9 および排気バルブ 2 0 の目標バルブタイミングは、エンジンの回転数が基準回転数 N 1 より高い高速領域において、低速領域と同様に、排気バルブ 2 0 の開弁期間と吸気バルブ 1 9 の開弁期間とがオーバーラップするよう設定される一方、前記オーバーラップ期間 T_{__L / O} が前記低速領域で設定されたオーバーラップよりも小さくなるように設定されている。例えば、低速領域のオーバーラップ期間 T_{__O / L} が 6 0 A 以上であって 8 0 A 等に設定されているのに対して、高速領域のオーバーラップ期間 T_{__O / L} は例えば 4 0 A 以下に設定されている。

【 0 0 5 4 】

前記流路面積可変バルブ 5 8 の目標開度は、前記低速荷領域では全閉に設定され、前記高速領域では全開に設定されている。

【 0 0 5 5 】

なお、本エンジンシステム 1 0 0 において、前記吸気バルブ 1 9 および排気バルブ 2 0 の開弁時期、閉弁時期とは、それぞれ、図 8 に示すように、各バルブのリフトカーブにおいてバルブのリフトが急峻に立ち上がるあるいは立ち下がる時期であり、例えば 0 . 4 m m リフトの時期をいう。

【 0 0 5 6 】

以上のように構成された本エンジンシステム 1 0 0 における吸気性能について次に説明する。

【 0 0 5 7 】

所定の気筒 1 2 (以下、適宜、排気行程気筒 1 2 という) の排気バルブ 2 0 が開弁すると、この気筒 1 2 から対応する排気ポート 1 8 および前記独立排気通路 5 2 には排気が高速で排出される。特に、排気バルブ 2 0 の開弁開始直後は気筒 1 2 から非常に高速で排気 (いわゆるブローダウンガス) が排出される。

【 0 0 5 8 】

前記低速領域では、前記流路面積可変バルブ 5 8 は閉弁されており気筒 1 2 から排出された排気は前記低速側通路 5 4 にのみ流入する。前述のように、この低速側通路 5 4 および混合管 5 6 a は、エゼクタ効果により所定の低速側通路 5 4 から混合管 5 6 a に排気が高速で噴出されるのに伴い他の低速側通路 5 4 内の排気が下流側へ吸い出されるよう構成されている。そして、前記低速領域では、前記排気行程気筒 1 2 の排気バルブ 2 0 の開弁開始時に、排気順序がこの排気行程気筒 1 2 の 1 つ前に設定された他の気筒 1 2 (以下、適宜、吸気行程気筒 1 2 という) がオーバーラップ期間中となるよう設定されている。

【 0 0 5 9 】

従って、前記低速領域では、排気行程気筒 1 2 内の排気が前記低速側通路 5 4 に流入してこの低速側通路 5 4 から前記混合管 5 6 a に高速で噴出されるのに伴い、前記エゼクタ効果により前記吸気行程気筒 1 2 内の残留ガスが排気ポート 1 8 側へ吸い出されて、吸気行程気筒 1 2 の掃気が促進され、吸気効率ひいてはエンジン出力が高められる。

【 0 0 6 0 】

特に、隣接する低速側通路 5 4 の下流端の軸心どうしの交差角度 θ が、7 度に設定されて、各低速側通路 5 4 が平行に近い状態で混合管 5 6 a に接続されており、排気行程気筒 1 2 に接続された低速側通路 5 4 から混合管 5 6 a に排出された排気の高速度が維持されることができ、前記吸気行程気筒 1 2 内の残留ガスをより多く吸い出すことができる。

【 0 0 6 1 】

また、各低速側通路 5 4 の下流端は前記混合管 5 6 a において隣接して配置されている。そのため、排気行程気筒 1 2 に接続された低速側通路 5 4 による吸出し力は吸気行程気筒 1 2 に接続された低速側通路 5 4 に効果的に作用する。

【 0 0 6 2 】

ここで、前述のように、前記低速側通路 5 4 は前記エゼクタ効果が効果的に得られるよ

10

20

30

40

50

うに下流側においてその流路面積が小さく絞られている。そのため、排気がこの低速側通路54のみを通過する場合において、エンジン回転数が高くなり排気流量が大きくなると、排気抵抗が大きくなってポンプ損失が増大する結果エンジン出力がかえって悪化するという問題が生じる。

【0063】

これに対して、本エンジンシステム100では、前記高速領域において、前記流路面積可変バルブ58が開弁されており、気筒12から排出された排気は前記低速側通路54に加えて排気抵抗が小さくなるよう構成された高速側通路53に流入する。従って、この高速領域では、前記ポンプ損失が小さく抑えられてエンジン出力が高められる。

【0064】

特に、本エンジンシステム100では、隣接する高速側通路53の下流端の軸心どうしの交差角度が45度に設定されて、高速側集合部57における排気の膨張が促進されて排気抵抗がより低減するよう構成されており、前記ポンプ損失を効果的に小さく抑えてエンジン出力を高めることができる。

【0065】

なお、本実施形態では、前記基準回転数は、前記流路面積可変バルブ58を閉弁して前記高速側通路53を遮断し排気を前記低速側通路54側のみを通過するようにした場合に、ポンプ損失が所定値未満に抑えられる回転数に設定されており、前記ポンプ損失がより確実に小さく抑えられるよう構成されている。具体的には、この基準回転数N1は4500rpmに設定されている。

【0066】

以上のようにして、本エンジンシステム100では、低速領域においてエゼクタ効果を効果的に利用して気筒12内の掃気を促進することができるとともに、高速領域において排気抵抗を小さく抑えて気筒12内の掃気、吸気を促進することができ、全速度領域において吸気効率を高めてエンジン出力を高めることができる。

【0067】

ここで、隣接する低速側通路54の下流端の軸心どうしの交差角度および隣接する高速側通路53の下流端の軸心どうしの交差角度の具体的な値は前記に限らず、高速側通路53の交差角度が低速側通路54の交差角度よりも大きく設定されていればよい。ただし、低速側通路54の交差角度は、この交差角度が30度未満であれば高いエゼクタ効果が得られることが分かっているので、30度未満に設定されるのが好ましい。また、高速側通路53の交差角度は、この交差角度が30度以上60度以下であれば高いポンプ損失低減効果が得られることが分かっているので、30度以上60度以下に設定されるのが好ましい。

【0068】

また、前記高速側通路53と高速側集合部57との接続構造は、前記のような2つの高速側通路53が高速側集合部57の外周面に接続される構造に限らない。例えば、高速側通路53の下流端が高速側集合部57の上流端面に同一平面状で並ぶように接続されていてもよい。ただし、前記のように少なくとも2つの高速側通路53を高速側集合部57の外周面に接続すれば、一方の高速側通路53の下流端が他の高速側通路53側を向くため、高速側通路53から排出された排気をより他の高速側通路53側に進行させることができるので、排気抵抗をより効率よく低減することができる。

【0069】

また、低速領域のうちエンジンに対する要求トルクが所定値よりも高い高負荷領域でのみ、前記流路面積可変バルブ58を全開とし、低速領域のうちその他の低負荷領域では、流路面積可変バルブ58を全開あるいは全開よりも小さい開度で開弁させるようにしてもよい。

【0070】

また、触媒装置6の位置は前記に限らない。ただし、本エンジンシステム100によれば、エゼクタ効果および排気抵抗の低減により吸気効率を高めることができるため、ター

10

20

30

40

50

ボ過給機を有しないエンジンシステムにおいて有用である。そして、このようにターボ過給機を有しない場合には、触媒装置 6 を前記実施形態のように各独立排気通路 5 3 に直接接続してより上流側の位置に配置することができ、これにより触媒本体 6 4 に流入する排気の温度を高く維持して触媒本体 6 4 を早期に活性させることができる。

【 0 0 7 1 】

また、前記実施形態では、前記排気ポート 1 8 の下流に独立排気通路 5 2 が接続されて、この独立排気通路 5 2 の下流において前記高速側通路 5 3 と低速側通路 5 4 とに分離している場合について説明したが、例えば、2つの排気ポートのうち一方の排気ポート 1 8 に高速側通路を接続して、他方の排気ポート 1 8 に低速側通路を前記高速側通路と独立して接続してもよい。そして、高速側通路に接続された排気ポート 1 8 の排気バルブ 2 0 を、前記流路面積可変バルブとして機能させてもよい。すなわち、一方の排気バルブ 2 0 を開閉することで高速側通路の流路面積を変更するようにしてもよい。

10

【符号の説明】

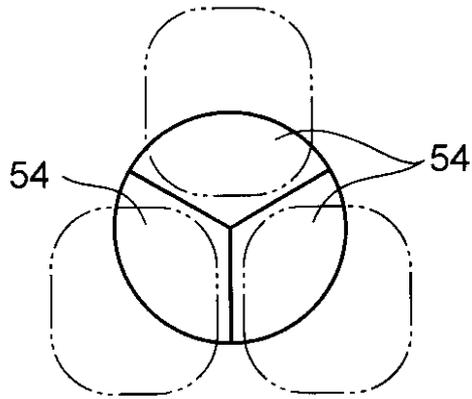
【 0 0 7 2 】

- 1 エンジン本体
- 5 排気マニホールド
- 6 触媒装置
- 1 7 吸気ポート
- 1 8 排気ポート
- 1 9 吸気バルブ
- 2 0 排気バルブ
- 3 0 吸気バルブ駆動機構（バルブ駆動手段）
- 4 0 排気バルブ駆動機構（バルブ駆動手段）
- 5 2 独立排気通路
- 5 3 高速側通路
- 5 4 低速側通路
- 5 6 a 混合管（低速側集合部）
- 5 7 高速側集合部
- 5 8 流路面積可変バルブ
- 5 8 b バルブアクチュエータ（流路面積可変バルブ駆動手段）

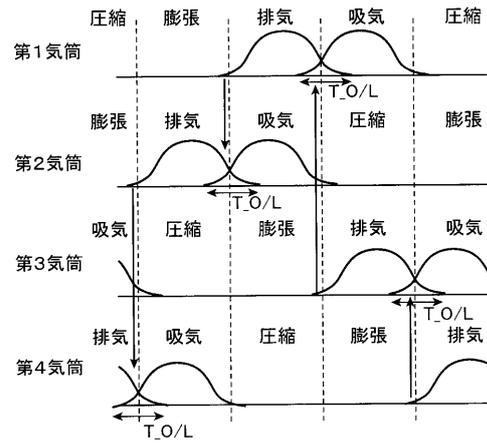
20

30

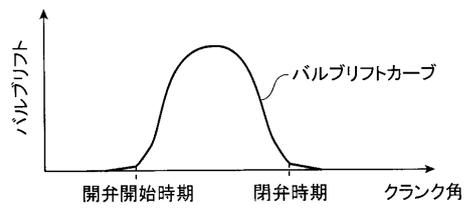
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 N 13/10
F 0 2 D 9/04 C

(56)参考文献 特開昭63-277814(JP,A)
特開2009-097335(JP,A)
特開平05-052117(JP,A)
特開平02-157420(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 B 27/06
F 0 1 N 13/08
F 0 1 N 13/10
F 0 2 D 9/04
F 0 2 D 13/02