

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-180747
(P2010-180747A)

(43) 公開日 平成22年8月19日(2010.8.19)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
F 0 2 F 7/00 (2006.01) F 0 2 F 7/00 3 0 1 F 3 G 0 2 4
 F 0 2 F 7/00 3 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-23882 (P2009-23882)
 (22) 出願日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100072604
 弁理士 有我 軍一郎
 (74) 代理人 100140501
 弁理士 有我 栄一郎
 (72) 発明者 藤井 学
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 3G024 AA50 BA24 DA18

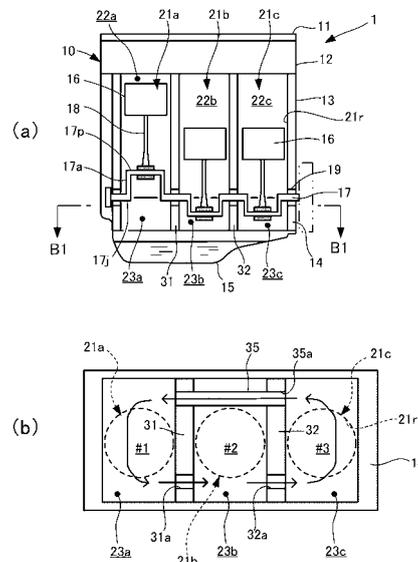
(54) 【発明の名称】 多気筒内燃機関のクランク室間連通構造

(57) 【要約】

【課題】 ポンプロスをより確実に低減させることのできる多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を提供する。

【解決手段】 シリンダブロック13とこれに締結されたクランクケース14とによって、クランクシャフト17を支持する複数の隔壁31、32が複数のクランク室23a~23cを区画するように形成される多気筒内燃機関において、複数の隔壁31、32のそれぞれが、クランクケース14内で複数の隔壁31、32のいずれかを挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室23a、23b同士、隣接クランク室23b、23c同士をそれぞれ連通させる複数の第1連通孔部31a、32aを有し、シリンダブロック13およびクランクケース14のうち少なくとも一方が、クランクケース14内で複数の隔壁31、32のうち少なくとも2つの隔壁31、32を間に挟む一对の非隣接クランク室23a、23c同士を直接に連通させる第2連通孔部35aを有している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

それぞれピストンを収納する 3 つ以上の複数の気筒を形成するシリンダブロックと該シリンダブロックに締結固定されたクランクケースとによって、クランクシャフトを支持する複数の隔壁が前記複数の気筒に対応する複数のクランク室を区画するように形成される多気筒内燃機関において、

前記複数の隔壁のそれぞれが、前記クランクケース内で前記隔壁のいずれかを挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室同士を連通させる複数の第 1 連通孔部を有し、

前記シリンダブロックおよび前記クランクケースのうち少なくとも一方が、前記クランクケース内で前記複数の隔壁のうち少なくとも 2 つの隔壁を間に挟む一对の非隣接クランク室の間に介在し、該一对の非隣接クランク室同士を直接に連通させる第 2 連通孔部を有していることを特徴とする多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

10

【請求項 2】

前記一对の非隣接クランク室が、前記複数の気筒のうち前記シリンダブロックの両端側に位置する一对の気筒のそれぞれの内方であって前記ピストンより前記クランクシャフト側の空間であることを特徴とする請求項 1 に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

【請求項 3】

前記一对の非隣接クランク室が、前記複数の気筒のうち前記シリンダブロックの一端側に位置する第 1 の外側気筒および該第 1 の外側気筒から前記シリンダブロックの中央側に離隔する第 1 の内側気筒のそれぞれの内方であって前記ピストンより前記クランクシャフト側の空間であることを特徴とする請求項 1 に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

20

【請求項 4】

前記クランクケースが、前記一对の非隣接クランク室とは別に、前記複数の気筒のうち前記シリンダブロックの他端側に位置する第 2 の外側気筒および該第 2 の外側気筒から前記複数の気筒のうちいずれかを間に挟んで前記シリンダブロックの中央側に離隔する第 2 の内側気筒のそれぞれの内方であって、前記ピストンより前記クランクシャフト側の空間からなる他の一对の非隣接クランク室と、該他の一对の非隣接クランク室同士を直接に連通させる他の第 2 連通孔部と、を有していることを特徴とする請求項 3 に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

30

【請求項 5】

前記第 2 連通孔部が、前記複数の隔壁のいずれかを貫通するパイプによって形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のうちいずれか 1 の請求項に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

【請求項 6】

前記第 2 連通孔部と前記複数の隔壁の前記第 1 連通孔部とが、前記複数の気筒を間に挟んで互いに反対側に位置するよう、前記隔壁の壁面方向において互いに離間していることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のうちいずれか 1 の請求項に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

40

【請求項 7】

前記クランクシャフトは、前記隔壁のいずれかを挟んで隣り合う各一对の前記気筒内の前記ピストンの位相差が 180 度とは異なることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のうちいずれか 1 の請求項に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、多気筒内燃機関のクランク室間連通構造、特にクランクケース内の隣接するクランク室間に呼吸孔が形成される多気筒内燃機関のクランク室間連通構造に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

多気筒内燃機関においては、各気筒内で燃焼圧を受けるピストンの推力がクランクシャフトの各気筒に対応するクランクピンに伝達され、クランクシャフトの回転に変換されるので、隣接気筒に対応するクランクケース内の空間、すなわちクランク室の間に配置された隔壁に軸受を介して支持されることが多い。また、隣接気筒のピストンが逆方向に移動するときに隣接気筒間でのガス（空気およびブローパイガス等）の移動を許容するようにすれば、ポンピングロスが低減できることから、そのようなガスの移動を許容するように隣接クランク室間の隔壁に連通路を設けることが知られている。

【 0 0 0 3 】

この種の連通路を有する多気筒内燃機関のクランク室間連通構造としては、例えばピストンが摺動する略円筒状のシリンダ内壁をシリンダブロックとは別体にするとともに、このシリンダ内壁を介して、シリンダヘッドのシリンダブロックへの締結力を隣接クランク室間の隔壁のうちクランクシャフトが貫通する部分に圧縮荷重として伝達するように、シリンダ内壁に隔壁の近傍で軸方向に突出する突出端部を設けて、隔壁のクランクシャフト貫通部における亀裂の発生等を防止するものがある（例えば、特許文献1参照）。

10

【 0 0 0 4 】

また、隔壁の頂部に隣接クランク室間の連通路加工のための逃げ溝を形成し、その逃げ溝の底部からシリンダブロック側の気筒間隔壁に連なる隔壁部分にホーニング加工により連通路を形成することで、連通路の近傍の隔壁を肉厚でかつ応力集中の生じ難い形状とするものが知られている（例えば、特許文献2参照）。

20

【 0 0 0 5 】

さらに、多気筒のクランク室間の複数の隔壁に互いに開口面積または開口形状が異なる連通路を形成するようにして、十分な連通路の開口面積を確保するとともに、ブロック成型時の中子の取り出しを容易化できるようにしたものも知られている（例えば、特許文献3参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 3 1 5 1 2 5 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 3 2 1 6 1 5 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 4 - 3 1 6 5 5 6 号 公 報

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

上述したような従来の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造にあっては、直列 4 気筒エンジンのようにクランク軸のクランクピン位置が隣接気筒間で 180 度逆転するような場合には、例えば第 1 気筒と第 2 気筒の間（さらに第 3 気筒と第 4 気筒の間）で、ピストンの上下動による圧力変動を隣接クランク室間で交互に逃がすようにガスを交互に移動させることができ、ポンピングロスが有効に抑えられるものの、そのように隣接気筒間でピストンの位相が逆になるような関係が成立し得ない多気筒エンジン、例えば 3 気筒、5 気筒もしくは 6 気筒以上の直列多気筒エンジン、または、V 型エンジンにおいては、ポンピングロスを確実に低減できないという問題があった。

40

【 0 0 0 8 】

具体的には、例えば 3 つ以上の気筒に対応するクランク室間で隣接する複数気筒のピストンが同一方向に移動することにより、連通路を通じて気筒配列方向の一方側にガスが流れるような場合、エンジンの最端部に位置する最下流側の気筒ではガスが抜けず、その気筒ではガスの流れに逆らってピストンがガスを隣接気筒側に押し出す（押し戻す）ことになり、ポンピングロスが生じてしまうという問題があった。

【 0 0 0 9 】

また、隣接気筒間でピストンの位相が逆になるような関係が成立し得ない多気筒エンジ

50

ンにおいては、隣接気筒のピストンが同時に速度ゼロとなる点が存在しないため、ガスの往復の挙動自体も非常に複雑になり、最端部に位置する気筒でのポンピングロスのみならず、他の気筒においてもポンピングロスが生じ易いという問題があった。

【0010】

そこで、本発明は、ポンピングロスをより確実に低減させることのできる多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造は、上記目的達成のため、(1)それぞれピストンを収納する3つ以上の複数の気筒を形成するシリンダブロックと該シリンダブロックに締結固定されたクランクケースとによって、クランクシャフトを支持する複数の隔壁が前記複数の気筒に対応する複数のクランク室を区画するように形成される多気筒内燃機関において、前記複数の隔壁のそれぞれが、前記クランクケース内で前記隔壁のいずれかを挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室同士を連通させる複数の第1連通孔部を有し、前記シリンダブロックおよび前記クランクケースのうち少なくとも一方が、前記クランクケース内で前記複数の隔壁のうち少なくとも2つの隔壁を間に挟む一对の非隣接クランク室の間に介在し、該一对の非隣接クランク室同士を直接に連通させる第2連通孔部を有していることを特徴とする。

10

【0012】

この構成により、隣接気筒のピストンが同一方向に移動するときでも非隣接気筒間でのガスの移動が許容され、ガスの流れに逆らってピストンがガスを押し出すといったことがなく、ポンピングロスが低減できることになる。

20

【0013】

上記(1)に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造においては、(2)前記一对の非隣接クランク室が、前記複数の気筒のうち前記シリンダブロックの両端側に位置する一对の気筒のそれぞれの内方であって前記ピストンより前記クランクシャフト側の空間であるのが好ましい。

【0014】

この構成により、隣接気筒のピストンが同一方向に移動するときその1気筒が気筒配列方向の端部に位置していても、非隣接気筒間でのガスの移動が許容され、ポンピングロスが確実に低減できることになる。

30

【0015】

上記(1)に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造においては、(3)前記一对の非隣接クランク室が、前記複数の気筒のうち前記シリンダブロックの一端側に位置する第1の外側気筒および該第1の外側気筒から前記シリンダブロックの中央側に離隔する第1の内側気筒のそれぞれの内方であって前記ピストンより前記クランクシャフト側の空間であってよい。

【0016】

この構成により、多気筒の内燃機関において、シリンダブロックの中央側から一端側へのガスの流れあるいはその逆向きの流れが生じて、最端部の気筒に対応するクランク室でガスの流れがせき止められることがなく、非隣接気筒との間でのガスの流れが許容されることから、ポンピングロスが確実に低減される。

40

【0017】

上記(3)に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造においては、(4)前記クランクケースが、前記一对の非隣接クランク室とは別に、前記複数の気筒のうち前記シリンダブロックの他端側に位置する第2の外側気筒および該第2の外側気筒から前記複数の気筒のうちいずれかを間に挟んで前記シリンダブロックの中央側に離隔する第2の内側気筒のそれぞれの内方であって、前記ピストンより前記クランクシャフト側の空間からなる他の一对の非隣接クランク室と、該他の一对の非隣接クランク室同士を直接に連通させる他の第2連通孔部と、を有しているのが好ましい。

50

【0018】

この構成により、多気筒の内燃機関において、シリンダブロックの中央側から一端側および他端側へのガスの流れあるいはその逆向きの流れが生じても、最端部の気筒に対応するクランク室でガスの流れがせき止められることがなく、両端側の気筒と中央側の非隣接気筒との間での相互のガスの流れが許容されることから、ポンピングロスが確実に低減されることになる。

【0019】

上記(1)～(4)に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造は、好ましくは、(5)前記第2連通孔部が、前記複数の隔壁のいずれかを貫通するパイプによって形成されているものである。

10

【0020】

この構成により、第2連通孔部が容易に形成可能となる。

【0021】

上記(1)～(5)に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造は、好ましくは、(6)前記第2連通孔部と前記複数の隔壁の前記第1連通孔部とが、前記複数の気筒を間に挟んで互いに反対側に位置するよう、前記隔壁の壁面方向において互いに離間しているのが好ましい。

【0022】

この構成により、第1連通孔部および第2連通孔部の開口面積を十分に確保するとともに、その連通孔部の開口形成のための加工を容易化できる。

20

【0023】

上記(1)～(6)に記載の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造においては、好ましくは、(7)前記クランクシャフトは、前記隔壁のいずれかを挟んで隣り合う各一对の前記気筒内の前記ピストンの位相差が180度とは異なるものである。

【0024】

この構成により、ポンピングロスが生じ易かった多気筒内燃機関にあって、有効にポンピングロスを低減させることができることになる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、隣接気筒のピストンが同一方向に移動するときに非隣接気筒間でのガスの移動を許容し、ガスの流れに逆らってピストンがガスを押し出すことを無くしているので、ポンピングロスを確実に低減させることができる多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を示す図で、(a)はその多気筒内燃機関の概略断面図、(b)は(a)におけるB1-B1矢視断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造の作用説明図で、(a)はその多気筒内燃機関の各気筒のピストン位置とクランク角の関係をグラフで示し、(b)はその各気筒の行程の変化と気筒間のガスの移動方向を示し、(c)はクランクシャフトのクランクピンの配置を示している。

40

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造の加工段階の工程説明図で、(a)はクランクケースへの穿孔工程を、(b)はパイプの装着工程を、(c)は外壁の孔の閉塞工程を、それぞれ示している。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を示すそのクランクケース内の平面断面図で、図1(b)に対応する。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造の作用説明図で、(a)はその多気筒内燃機関の各気筒のピストン位置とクランク角の関係をグラフで示し、(b)はその各気筒の行程の変化と気筒間のガスの移動方向を示し、(c)

50

はクランクシャフトのクランクピンの配置を示している。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を示すそのクランクケース内の平面断面図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造の作用説明図で、(a)はその多気筒内燃機関の各気筒のピストン位置とクランク角の関係をグラフで示し、(b)はその各気筒の行程の変化と気筒間のガスの移動方向を示し、(c)はその主なガスの移動を気筒番号で示し、(d)はクランクシャフトのクランクピンの配置を示している。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0028】

(第1の実施の形態)

図1～図3は、本発明の第1の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を示す図で、多気筒内燃機関として自動車に搭載されるエンジンを例示している。

【0029】

まず、その構成について説明する。

【0030】

図1(a)に断面で示すエンジン1は、上から順にヘッドカバー11、シリンダヘッド12、シリンダブロック13、クランクケース14およびオイルパン15を有する機関本体10を備えており、この機関本体10内に3つの気筒21a、21b、21cを有している。また、各気筒21a～21cにはピストン16が収納されており、ピストン16には、コネクティングロッド18を介してクランクシャフト17が連結されている。また、機関本体10の上部の内方には図示しない公知の動弁機構や火花点火式の場合の点火装置が収納されており、この動弁機構がクランクシャフト17からの動力を基に駆動されるようになっている。機関本体10の下部のオイルパン15内には、潤滑・冷却用のエンジンオイル(以下、単にオイルともいう)が収容されている。

【0031】

なお、各気筒21a～21c内でピストン16の図中上方に形成される燃焼室22a、22b、22cには、それぞれピストン16のストロークに応じ、図示しない吸気通路および吸気ポートを通して空気が吸入され、燃焼室22a～22c内での燃焼後の排気ガスは、図示しない排気ポートおよび排気通路を通して排気されるようになっている。また、このようなエンジン1の基本構成は公知のものと同様である。

【0032】

図1(a)および図2(c)に示すように、クランクシャフト17は、軸受19を介してシリンダブロック13およびクランクケース14の間に支持されたクランクジャーナル17jと、120°毎に位置する3つのクランクピン17pをクランクジャーナル17jに支持させるクランクアーム17aとを有している。

【0033】

また、機関本体10においては、それぞれピストン16を収納する3つ以上の複数の気筒21a～21cを形成するシリンダブロック13と、このシリンダブロック13に図示しない複数のボルトにより締結固定されたクランクケース14とによって、クランクシャフト17を支持する複数の隔壁31、32が形成されており、これら複数の隔壁31、32により複数の気筒21a～21cに対応する複数のクランク室23a、23b、23cが区画・形成されている。

【0034】

複数の隔壁31、32は、クランクケース14内で隔壁31を挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室23a、23b同士を互いに連通させる第1連通孔部31aと、クランクケース14内で隔壁31を挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室23b、23c同士を連通させる第1連通孔部32aとを、例えば共軸的に(同一の軸線上に)有している。

10

20

30

40

50

【0035】

また、シリンダブロック13およびクランクケース14のうち少なくとも一方は、クランクケース14内で複数の隔壁31、32のうち両隔壁31、32（少なくとも2つの隔壁）を間に挟む一对の非隣接クランク室23a、23cの間に介在し、これら一对の非隣接クランク室23a、23c同士を直接に連通させる第2連通孔部35aを有している。

【0036】

具体的には、一对の非隣接クランク室23a、23cは、複数の気筒21a～21cのうちシリンダブロック13の両端側に位置する一对の気筒21a、21cのそれぞれの内方であってピストン16よりクランクシャフト17側の空間であり、第2連通孔部35aは、複数の隔壁31、32の双方を貫通する1本の例えば円形断面の金属製のパイプ35

10

【0037】

図1(b)に示すように、複数の第1連通孔部31a、32aが複数の気筒21a～21cに対して同図中の下側に位置しているのに対して、パイプ35およびその内部の第2連通孔部35aは、複数の気筒21a～21cに対して同図中の上側に位置している。すなわち、パイプ35の内部の第2連通孔部35aと複数の第1連通孔部31a、32aとは、複数の気筒21a～21cのシリンダボア21rを間に挟んで互いに反対側に位置するよう、各隔壁31、32の壁面方向（図1(b)中の上下方向）において互いに離間している。なお、図1(b)においては、便宜上、クランクシャフト17より下方の断面を図示しているが、複数の第1連通孔部31a、32aおよび第2連通孔部35aの高さ方向の位置をクランクシャフト17より下方に限定するものではない。すなわち、複数の第1連通孔部31a、32aおよび第2連通孔部35aは、複数の隔壁31、32のうちクランクシャフト17の回転中心軸線より下方側の部分に形成されてもよいし、回転中心軸線と同一高さにあるいはそれより上方側の部分に形成されてもよい。また、複数の第1連通孔部31a、32aは、同一軸線上に配置されずに異なる中心軸線を有していてもよい。

20

【0038】

ところで、クランクシャフト17は、上述のように120°間隔でクランクピン17pを有しているので、複数の隔壁31、32のいずれかを挟んで隣り合う各一对の気筒21a、21b内あるいは一对の気筒21b、21c内のピストン16の位相差は、180°

30

【0039】

次に、クランクケース14と一体化される複数の隔壁31、32（例えば、その下半部）にパイプ35を装着する場合の加工法について説明する。

【0040】

図3(a)に示すように、まず段付の穴あけ用の工具Tによって、複数の隔壁31、32には内径d1、d2(>d1)の貫通孔31e、32eを形成し、外壁14vには内径d3(>d2)の貫通孔14fを形成する。ここでの内径d1、d2、d3の差は、穴加工および後述するパイプ挿入等の作業を容易化するために設定されるものである。

40

【0041】

次いで、図3(b)に示すように、貫通孔14fを通してパイプ35を複数の隔壁31、32の貫通孔31e、32eに圧入し、あるいは、パイプ35を複数の隔壁31、32の貫通孔31e、32eに挿入した後にその端部をかしめ加工して、パイプ35を複数の隔壁31、32に固定する。なお、貫通孔31e、32eの内径差に対応して、同図に矢印で示す挿入方向におけるパイプ35の後端部分（図3(b)中で右端部分）を先端部分よりわずかに大径にしてもよい。

【0042】

さらに、図3(c)に示すように、必要に応じて、貫通孔14fを閉塞するプラグ部材14gを装着する。なお、複数の隔壁31、32（例えば、その上半部）がシリンダブ

50

ック13と一体化される部分も、ほぼ同様となるが、外壁14vの部分が多数の隔壁31、32と分割可能な場合には、貫通孔14fの加工は不要にできる。

【0043】

次に、作用について説明する。

【0044】

上述のように構成された本実施形態のエンジン1が運転されると、各気筒21a、21b、21c内のピストン16は、図2(a)に示すような120°の位相差を保持して、上死点(TDC)と下死点(BDC)の間で往復動する。

【0045】

この状態においては、膨張行程および吸気行程において、それぞれ、ピストン16は上死点から下死点側に下降し、排気行程および圧縮行程において、それぞれ、ピストン16は下死点から上死点側に上昇する。

【0046】

図2(b)は、クランクシャフト17の2回転(クランク角度720°)中における複数の気筒21a~21cでの行程の変化を示すものであり、ピストン16が下降中にある行程にハッチングを付けている。

【0047】

各クランク室23a、23bまたは23c内では、ピストン16が下降するときには現在の室内からガスが押し出され、一方、ピストン16が上昇するときにはガスが吸い込まれると考えることができるから、クランク室23a~23cには、複数の気筒21a~21cの行程の変化に応じて、図2(b)に示す上下の矢印のようなガスの移動が生じる。

【0048】

このとき、隣接気筒、例えば第1、第2気筒21a、21bのピストン16が同一方向に移動するときでも、あるいは第2、第3気筒21b、21cのピストン16が同一方向に移動するときでも、非隣接気筒21a、21cの間でのガスの移動が許容されることから、3つの気筒21a~21cのいずれにおいても、ガスの流れに逆らってピストン16がガスを押し出すといったことがない。したがって、ポンピングロスが低減できることになる。

【0049】

また、本実施形態では、一对の非隣接クランク室23a、23cが、複数の気筒21a~21cのうちシリンダブロック13の両端側に位置する一对の気筒21a、21cのそれぞれの内方であってピストン16よりクランクシャフト17側の空間であるので、隣接気筒21a、21bあるいは隣接気筒21b、21cの一对のピストン16が同一方向に移動するときに、その1つの気筒21aまたは21cが気筒配列方向の端部に位置していても、非隣接気筒21a、21cの間でのガスの移動が許容されることで、ポンピングロスが確実に低減できることになる。

【0050】

さらに、第2連通孔部35aが、複数の隔壁31、32を貫通するパイプ35によって容易に形成できる。

【0051】

加えて、本実施形態においては、第2連通孔部35aと複数の隔壁31、32の第1連通孔部31a、32aとが、複数の気筒21a~21cのシリンダポア21rを間に挟んで互いに反対側に位置するよう、複数の隔壁31、32の壁面方向において互いに離間しているため、第1連通孔部31a、32aおよび第2連通孔部35aの開口面積を十分に確保するとともに、その連通孔部31a、32a、35aの開口形成のための加工を容易にすることができる。

【0052】

また、複数の隔壁31、32のいずれかを挟んで隣り合う各一对の気筒21a、21bあるいは気筒21b、21c内のピストン16の位相差が180°とは異なるので、従来であればポンピングロスが生じやすい多気筒内燃機関になるところ、有効にポンピングロス

10

20

30

40

50

を低減させることができることになる。

【0053】

このように、本実施形態の多気筒内燃機関のクランク室間連通構造においては、隣接気筒21a、21bあるいは隣接気筒21b、21cのピストン16が同一方向に移動するときに非隣接気筒21a、21cの間でのガスの移動を許容し、ガスの流れに逆らってピストン16がガスを押し出すことを無くしているため、ポンピングロスを実際に低減させることができる。

【0054】

(第2の実施の形態)

図4および図5は、本発明の第2の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を示している。なお、図4において、クランクケースの短手方向両側の側壁部分およびクランクシャフトは、それぞれ図示を省略している。また、以下に説明する各実施形態において、上述の実施形態と同一または類似の構成要素については、図1中の対応する構成要素の符号を用いて説明する。

【0055】

図4に断面で示すように、本実施形態のエンジン4は、直列5気筒の多気筒内燃機関であり、その機関本体40に5つの気筒41a、41b、41c、41d、41eを有している。この機関本体40においては、5気筒分のシリンダボア41rを有する図示しないシリンダブロックと、このシリンダブロックに図示しない複数のボルトにより締結固定されたクランクケース44とによって、図示しないクランクシャフトを支持する複数の隔壁51、52、53、54が形成されている。そして、これら複数の隔壁51～54により複数の気筒41a～41eに対応する複数のクランク室43a、43b、43c、43d、43eが区画・形成されている。

【0056】

複数の隔壁51～54は、それぞれクランクケース44内でこれら隔壁51～54のいずれか1つを挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室43a、43b同士、43b、43c同士、43c、43d同士、43d、43e同士をそれぞれ互いに連通させる複数の第1連通孔部51a、52a、53a、54aを例えば共軸的に(同一の軸線上に)有している。なお、第1の実施の形態の場合と同様に、これら複数の第1連通孔部51a～54aは、同一軸線上に配置されずに異なる中心軸線を有していてもよい。

【0057】

また、シリンダブロックおよびクランクケース44のうち少なくとも一方は、クランクケース44内で複数の隔壁51～54のうち少なくとも2つの隔壁、例えば4つの隔壁51～54を間に挟む一对の非隣接クランク室43a、43eの間に介在し、これら一对の非隣接クランク室43a、43e同士を直接に連通させる第2連通孔部55aを有している。

【0058】

具体的には、一对の非隣接クランク室43a、43eは、複数の気筒41a～41eのうちシリンダブロックおよびクランクケース44の両端側に位置する一对の気筒41a、41eのそれぞれのシリンダボア41rの内方であってピストン16よりクランクシャフト側の空間であり、第2連通孔部55aは、複数の隔壁51～54を貫通する1本の円形断面の金属製のパイプ55によって形成されている。

【0059】

また、複数の第1連通孔部51a、52a、53a、54aが複数の気筒41a～41eに対して同図中の下側に位置しているのに対して、パイプ55およびその内部の第2連通孔部55aは、複数の気筒41a～41eに対して同図中の上側に位置している。すなわち、パイプ55の内部の第2連通孔部55aと複数の第1連通孔部51a、52a、53a、54aとは、複数の気筒41a～41eのシリンダボア41rを間に挟んで互いに反対側に位置するよう、各隔壁51、52、53または54の壁面方向(図4中の上下方向)に互いに離間している。

10

20

30

40

50

【0060】

さらに、クランクシャフトは、図5(c)に示すように、 360° /気筒数に相当する角度(72°)間隔でクランクピンを有しており、隔壁51~54のいずれかを挟んで隣り合う各一对の気筒41a、41b等におけるピストン16の位相差は、 180° とは異なっている。

【0061】

本実施形態においては、エンジン4が運転されると、各気筒41a~41e内のピストン16が、図5(a)に示すように、 72° の位相差を保って、上死点(TDC)と下死点(BDC)の間で往復動する。そして、膨張行程および吸気行程において、それぞれ、ピストン16は上死点から下死点側に下降し、排気行程および圧縮行程において、それぞれ、ピストン16は下死点から上死点側に上昇する。

10

【0062】

図5(b)は、クランクシャフト17の2回転(クランク角度 720°)中における複数の気筒41a~41eでの行程の変化を示すものであり、ピストン16が下降中にある行程にハッチングを付けている。

【0063】

各クランク室43a~43eにおいては、ピストン16が下降するときには現在の室内からガスが押し出され、一方、ピストン16が上昇するときにはガスが吸い込まれると考えることができるから、クランク室43a~43eには、複数の気筒41a~41eの行程の変化に応じて、図5(b)に示す上下の矢印のようなガスの移動が生じる。

20

【0064】

このとき、隣接気筒、例えば第1、第2気筒41a、41bのピストン16が同一方向に移動するとき、第4、第5気筒41d、41eのピストン16が同一方向に移動するとき、あるいは、同図中の2つの時刻t1、t2のように隣接する3つの気筒、例えば気筒41a~41c(同図中#1~#3)あるいは41c~41e(同図中#3~#5)内でピストン16が同一方向に移動するときでも、非隣接気筒41a、41eの間でのガスの移動が許容されることから、5つの気筒41a~41eのいずれにおいても、ガスの流れに逆らってピストン16がガスを押し出すといったことがなく、上述の第1の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0065】

(第3の実施の形態)

図6および図7は、本発明の第3の実施の形態に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を示している。なお、図6において、クランクケースの短手方向両側の側壁部分およびクランクシャフトは、それぞれ図示を省略している。

30

【0066】

図6に示すように、本実施形態のエンジン6は、直列6気筒の多気筒内燃機関であり、その機関本体60に6つの気筒61a、61b、61c、61d、61e、61fを有している。この機関本体60においては、6気筒分のシリンダボア61rを有する図示しないシリンダブロックと、このシリンダブロックに図示しない複数のボルトにより締結固定されたクランクケース64とによって、図示しないクランクシャフトを支持する複数の隔壁71、72、73、74、75が形成されている。そして、これら複数の隔壁71~75により複数の気筒61a~61fに対応する複数のクランク室63a、63b、63c、63d、63e、63fが区画・形成されている。

40

【0067】

複数の隔壁71~75のうち4つの隔壁71、72、74、75は、それぞれクランクケース64内でこれら隔壁71、72、74、75のいずれか1つを挟んで隣り合う各一对の隣接クランク室63a、63b同士、63b、63c同士、63d、63e同士、63e、63f同士をそれぞれ互いに連通させる複数の第1連通孔部71a、72a、74a、75aを共軸的に(同一の軸線上に)有している。

【0068】

50

また、シリンダブロックおよびクランクケース 6 4 のうち少なくとも一方は、クランクケース 6 4 内で複数の隔壁 7 1 ~ 7 5 のうち少なくとも 2 つの隔壁、例えば各一对の隔壁 7 1、7 2 あるいは 7 4、7 5 を間に挟む各一对の非隣接クランク室 6 3 a、6 3 c あるいは 6 3 d、6 4 f の間に介在し、これら各一对の非隣接クランク室 6 3 a、6 3 c 同士あるいは非隣接クランク室 6 3 d、6 3 f 同士を直接に連通させる 2 つの第 2 連通孔部 7 6 a、7 7 a を有している。

【0069】

具体的には、一对の非隣接クランク室 6 3 a、6 3 c は、複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 e のうちシリンダブロックおよびクランクケース 6 4 の一端側に位置する第 1 の外側気筒 6 1 a およびその第 1 の外側気筒 6 1 a からシリンダブロックおよびクランクケース 6 4 の中央側に離隔する第 1 の内側気筒 6 1 c のそれぞれの内方であって、ピストン 1 6 よりクランクシャフト側の空間であり、第 2 連通孔部 7 6 a によって互いに連通している。

10

【0070】

また、他の一对の非隣接クランク室 6 3 d、6 3 f は、一对の非隣接クランク室 6 3 a、6 3 c とは別にクランクケース 6 4 に形成されており、これら複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f のうちシリンダブロックおよびクランクケース 6 4 の他端側に位置する第 2 の外側気筒 6 1 f と、その第 2 の外側気筒 6 1 f から複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f のうちいずれかを間に挟んでシリンダブロックおよびクランクケース 6 4 の中央側に離隔する第 2 の内側気筒 6 1 d とのそれぞれの内方であって、ピストン 1 6 よりクランクシャフト側の空間からなり、他の第 2 連通孔部 7 7 a を介して互いに連通している。

20

【0071】

さらに、複数の第 1 連通孔部 7 1 a、7 2 a、7 4 a、7 5 a が複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f に対して同図中の下側に位置しているのに対して、パイプ 7 6、7 7 およびそれらの内部の第 2 連通孔部 7 6 a、7 7 a は、複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f に対して同図中の上側に位置している。すなわち、パイプ 7 6、7 7 の内部の第 2 連通孔部 7 6 a、7 7 a と複数の第 1 連通孔部 7 1 a、7 2 a、7 4 a、7 5 a とは、複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f のシリンダポア 6 1 r を間に挟んで互いに反対側に位置するよう、各隔壁 7 1、7 2、7 4 または 7 5 の壁面方向（図 4 中の上下方向）に互いに離間している。

【0072】

さらに、クランクシャフトは、図 7 (c) に示すように、120°の等角度間隔で各一对のクランクピンを有しており、隔壁 7 1、7 2、7 4、7 5 のいずれかを挟んで隣り合う各一对の気筒 6 1 a、6 1 b 等におけるピストン 1 6 の位相差は、180°とは異なっている。

30

【0073】

本実施形態においては、エンジン 6 が運転されると、各気筒 6 1 a ~ 6 1 f 内のピストン 1 6 が、図 7 (a) に示すように、第 1、第 6 気筒（同図中の # 1、# 6）が、第 2、第 5 気筒（同図中の # 2、# 5）が、また第 3、第 4 気筒（同図中の # 3、# 4）が、それぞれ同一の位相で移動し、これらの間では 120°の位相差が保たれながら、各ピストン 1 6 が上死点（TDC）と下死点（BDC）の間で往復動する。そして、膨張行程および吸気行程において、それぞれ、ピストン 1 6 は上死点から下死点側に下降し、排気行程および圧縮行程において、それぞれ、ピストン 1 6 は下死点から上死点側に上昇する。

40

【0074】

図 7 (b) は、クランクシャフト 1 7 の 2 回転（クランク角度 720°）中における複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f での行程の変化を示すものであり、ピストン 1 6 が下降中にある行程にハッチングを付けている。

【0075】

各クランク室 6 3 a ~ 6 3 f においては、ピストン 1 6 が下降するときには現在の室内からガスが押し出され、一方、ピストン 1 6 が上昇するときにはガスが吸い込まれると考えることができるから、クランク室 6 3 a ~ 6 3 e には、複数の気筒 6 1 a ~ 6 1 f の行程の変化に応じて、図 7 (b) に示す上下の矢印のようなガスの移動が生じる。

50

【0076】

このとき、隣接気筒、例えば第1、第2気筒61a、61bのピストン16が同一方向に移動するとき、および、第2、第3気筒61b、61cのピストン16が同一方向に移動するときには、それぞれ非隣接気筒61a、61cの間でのガスの移動が許容されることから、第1～第3気筒61a～61cのいずれにおいても、ガスの流れに逆らってピストン16がガスを押し出すといったことがない。

【0077】

また、隣接気筒、例えば第4、第5気筒61d、61eのピストン16が同一方向に移動するとき、および、第5、第6気筒61e、61fのピストン16が同一方向に移動するときには、それぞれ非隣接気筒61d、61fの間でのガスの移動が許容されることから、第4～第6気筒61d～61fのいずれにおいても、ガスの流れに逆らってピストン16がガスを押し出すといったことがない。

10

【0078】

さらに、第3、第4気筒61c、61dのピストン16が同一方向に移動するとき、および、第1～第4気筒61a～61dのピストン16が同一方向に移動するときには、非隣接気筒61a、61cの間でのガスの移動と非隣接気筒61d、61fの間でのガスの移動とがそれぞれ許容されることから、第1～第6気筒61a～61fのいずれにおいても、ガスの流れに逆らってピストン16がガスを押し出すといったことがない。

【0079】

したがって、上述の第1の実施の形態と同様な効果が得られる。

20

【0080】

しかも、本実施形態では、シリンダブロックおよびクランクケース64の中央側から一端側へのガスの流れあるいはその逆向きの流れが生じても、両端側の気筒61a、61fに対応するクランク室63a、63fでガスの流れがせき止められることがなく、非隣接気筒61a、61cの間や、非隣接気筒61d、61fの間でのガスの流れがそれぞれ許容されることから、全気筒61a～61fにおいてポンピングロスが確実に低減される。

【0081】

なお、上述の各実施形態においては、説明の便宜上、直列多気筒エンジンとしたが、V型多気筒エンジンであっても、バンク間でクランク室の上部が相互に連通し難い構造である場合等には、そのバンク毎に本発明を適用することができる。また、直列6気筒までを例示したが、7気筒以上の場合でも隣接気筒間を連通させる第1連通孔部と非隣接気筒間を連通させる第2連通孔部を併用することで、ポンピングロスを低減できることはいうまでもない。さらに、第2連通孔部はパイプによって形成されるものとしたが、シリンダブロックおよびクランクケースの少なくとも一方に第2連通路部を一体に形成してもよい。また、例えばシリンダブロックとクランクケースの締結時の突合せ面部に溝を設け、あるいは、例えばクランクケースの内周壁面部に溝を形成し、一对の非隣接気筒の間のクランク室と第2連通孔部とを連通させないように溝を塞ぐ板等を設けて、第2連通路部を形成することも考えられる。

30

【0082】

以上説明したように、本発明に係る多気筒内燃機関のクランク室間連通構造は、隣接気筒のピストンが同一方向に移動するときに非隣接気筒間でのガスの移動を許容し、ガスの流れに逆らってピストンがガスを押し出すことを無くしているので、ポンピングロスを確実に低減させることができる多気筒内燃機関のクランク室間連通構造を提供することができるという効果を奏するものであり、クランクケース内の隣接するクランク室間に呼吸孔が形成される多気筒内燃機関のクランク室間連通構造全般に有用である。

40

【符号の説明】

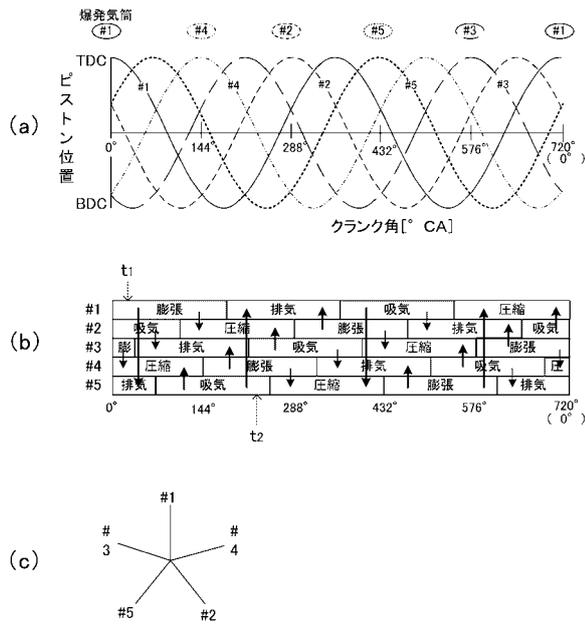
【0083】

- 1、4、6 エンジン（多気筒内燃機関）
- 10、40、60 機関本体
- 13 シリンダブロック

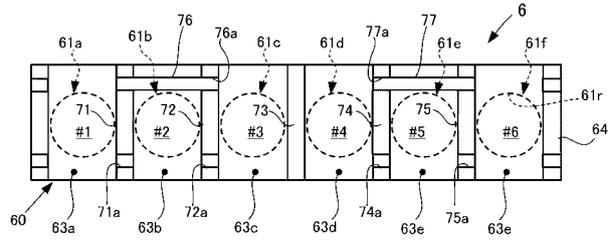
50

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|----|
| 1 4、4 4、6 4 | クランクケース | |
| 1 4 f | 貫通孔 | |
| 1 4 g | プラグ部材 | |
| 1 4 v | 外壁 | |
| 1 6 | ピストン | |
| 1 7 | クランクシャフト | |
| 1 7 a | クランクアーム | |
| 1 7 j | クランクジャーナル | |
| 1 7 p | クランクピン | |
| 2 1 a、2 1 b、2 1 c | 気筒 (複数の気筒) | 10 |
| 2 1 r、4 1 r、6 1 r | シリンダボア | |
| 2 3 a、2 3 b、2 3 c | クランク室 | |
| 3 1、3 2 | 複数の隔壁 (少なくとも2つの隔壁) | |
| 3 1 a、3 2 a | 第1連通孔部 | |
| 3 5、5 5、7 6、7 7 | パイプ | |
| 3 5 a、5 5 a、7 6 a、7 7 a | 第2連通孔部 | |
| 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d、4 1 e | 気筒 (複数の気筒) | |
| 4 3 a、4 3 b、4 3 c、4 3 d、4 3 e | クランク室 | |
| 5 1、5 2、5 3、5 4 | 複数の隔壁 | |
| 5 1 a、5 2 a、5 3 a、5 4 a | 第1連通孔部 | 20 |
| 6 1 a | 気筒 (第1の外側気筒、複数の気筒) | |
| 6 1 b、6 1 c、6 1 d、6 1 e | 気筒 (複数の気筒) | |
| 6 1 f | 気筒 (第2の外側気筒、複数の気筒) | |
| 6 3 a、6 3 b、6 3 c、6 3 d、6 3 e、6 3 f | クランク室 | |
| 7 1、7 2、7 3、7 4、7 5 | 複数の隔壁 | |
| 7 1 a、7 2 a、7 4 a、7 5 a | 第1連通孔部 | |

【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

