

(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2017-190742

(P2017-190742A)

(43) 公開日 平成29年10月19日 (2017. 10. 19)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 0 2 B 75/04 (2006. 01)	F 0 2 B 75/04	3 G 0 2 4
F 0 2 D 15/04 (2006. 01)	F 0 2 D 15/04	D 3 G 0 9 2
F 0 2 F 1/18 (2006. 01)	F 0 2 F 1/18	B

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-81370 (P2016-81370)
 (22) 出願日 平成28年4月14日 (2016. 4. 14)

(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 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100167461
 弁理士 上木 亮平
 (74) 代理人 100153729
 弁理士 森本 有一
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100147555
 弁理士 伊藤 公一

最終頁に続く

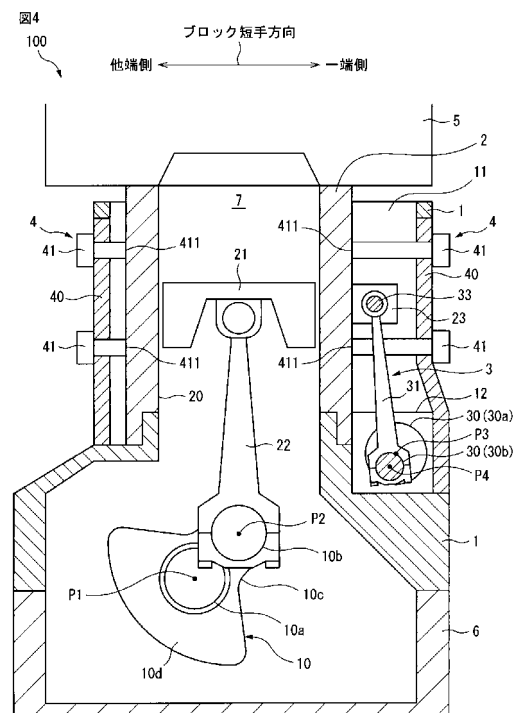
(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の大型化を抑制して重量の増加を抑制する。

【解決手段】 内燃機関100のブロック移動機構3が、クランクシャフト10と平行に延びてクランクケース1及びシリンダブロック2の一方によって支持されると共に、主軸部30aと、当該主軸部30aの軸心から所定量偏心した位置に軸心がある偏心部30bと、を有する1本の制御軸30と、一端部が偏心部30bに取り付けられると共に、他端部がクランクケース1及びシリンダブロック2の他方に取り付けられて、制御軸30と、クランクケース1及びシリンダブロック2の他方と、を連結するための連結部材31と、制御軸30を所定の回転範囲内で両方向に回転させて、偏心部30bの軸心を、主軸部30aの軸心を中心としてシリンダブロック2の相対移動方向に揺動させるためのアクチュエータ32と、を備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クランクシャフトを支持するクランクケースと、
前記クランクケースに対して相対移動可能なシリンダブロックと、
前記クランクケースに対して前記シリンダブロックを相対移動させるためのブロック移動機構と、

を備える内燃機関であって、

前記ブロック移動機構は、

前記クランクシャフトと平行に延びて前記クランクケース及び前記シリンダブロックの一方によって支持されると共に、主軸部と、当該主軸部の軸心から所定量偏心した位置に軸心がある偏心部と、を有する 1 本の制御軸と、

一端部が前記偏心部に取り付けられると共に、他端部が前記クランクケース及び前記シリンダブロックの他方に取り付けられて、前記制御軸と、前記クランクケース及び前記シリンダブロックの他方と、を連結するための連結部材と、

前記制御軸を所定の回転範囲内で両方向に回転させて、前記偏心部の軸心を、前記主軸部の軸心を中心として前記シリンダブロックの相対移動方向に揺動させるためのアクチュエータと、

を備える内燃機関。

【請求項 2】

前記クランクケースは、

前記クランクシャフトの軸心が、前記シリンダブロックに形成されたシリンダの中心軸線に対して所定距離だけ離れた位置に配置されるように当該クランクシャフトを支持し、

前記ブロック移動機構は、

前記シリンダの中心軸線に対して前記クランクシャフトの軸心を離れた方向とは反対側に配置される、

請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】

前記連結部材は、

他端部が一端部に対して内燃機関の外側に位置するように、一端部が前記偏心部に取り付けられると共に、他端部が前記クランクケース及び前記シリンダブロックの他方に取り付けられる、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記シリンダブロックの側面の周囲を覆うように、前記クランクケースに設けられたガイド壁と、

前記ブロック移動機構の配置側の前記ガイド壁と、その反対側の前記ガイド壁と、にそれぞれ取り付けられ、前記シリンダブロックの側面と当接するスライダと、

をさらに備える請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、クランクケースに対して相対移動可能なシリンダブロックを備える従来の内燃機関として、シリンダブロックの短手方向両側にそれぞれ配置された 2 本の偏心軸（カム軸）と、この偏心軸を互いに逆方向に回転させてシリンダブロックを相対移動させるために、シリンダブロックの長手方向一端側に配置された 1 本の駆動軸と、を備えたものが開示されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-206771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このように従来の内燃機関は、シリンダブロックを相対移動させるためには、偏心軸をシリンダブロックの短手方向両側にそれぞれ配置する必要があると共に、駆動軸をシリンダブロックの長手方向一端側に配置する必要がある。そのため、内燃機関が全体的に大型化し、内燃機関の重量が増加するという問題点がある。特に偏心軸には、その軸部に対してカム部と可動軸受部とがそれぞれ複数取り付けられているので、このような偏心軸が2本も必要になると部品点数が非常に多くなる。また、可動軸受部が挿通されて偏心軸を回転自在に支持するための軸受け（軸受収納孔）も複数必要になる。そのため、内燃機関の重量の増加量も大きくなりやすい。

10

【0005】

本発明はこのような問題点に着目してなされたものであり、クランクケースに対して相対移動可能なシリンダブロックを備える内燃機関の大型化を抑制して重量の増加を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様による内燃機関は、クランクシャフトを支持するクランクケースと、クランクケースに対して相対移動可能なシリンダブロックと、クランクケースに対してシリンダブロックを相対移動させるためのブロック移動機構と、を備える。そしてブロック移動機構は、クランクシャフトと平行に延びてクランクケース及びシリンダブロックの一方によって支持されると共に、主軸部と、当該主軸部の軸心から所定量偏心した位置に軸心がある偏心部と、を有する1本の制御軸と、一端部が偏心部に取り付けられると共に、他端部がクランクケース及びシリンダブロックの他方に取り付けられて、制御軸と、クランクケース及びシリンダブロックの他方と、を連結するための連結部材と、制御軸を所定の回転範囲内で両方向に回転させて、偏心部の軸心を、主軸部の軸心を中心としてシリンダブロックの相対移動方向に揺動させるためのアクチュエータと、を備える。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明のこの態様による内燃機関によれば、クランクシャフトと平行に延びる1本の制御軸を回転させるだけで、連結部材を介してシリンダブロックをクランクケースに対して相対移動させることができる。そのため、1本の制御軸をシリンダブロックの短手方向片側にだけ配置すればよく、前述した従来の内燃機関のように偏心軸をシリンダブロックの短手方向両側にする必要もなく、また、2本の偏心軸を回転させるための駆動軸をシリンダブロックの長手方向片側に配置する必要もない。したがって、クランクケースに対して相対移動可能なシリンダブロックを備える内燃機関の大型化を抑制して重量の増加を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態による内燃機関の概略斜視図である。

【図2】図2は、図1に示した内燃機関の概略分解斜視図である。

【図3】図3は、図1に示した内燃機関の概略分解斜視図である。

【図4】図4は、本発明の第1実施形態による内燃機関の概略断面図である。

【図5】図5は、ブロック移動機構の動作について説明する図である。

【図6】図6は、ブロック移動機構の動作について説明する図であり、ブロック移動機構

50

を模式的に示した図である。

【図 7】図 7 は、ブロック移動機構をシリンダブロックの片側にだけ設けた場合の問題点について説明する図である。

【図 8】図 8 は、本発明の第 1 実施形態による内燃機関のスライダに作用する力を矢印で表した図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 2 実施形態による内燃機関のスライダに作用する力を矢印で表した図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同様な構成要素には同一の参照番号を付す。

【0010】

(第 1 実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態による内燃機関 100 の概略斜視図である。図 2 及び図 3 は、それぞれ図 1 に示した内燃機関 100 の概略分解斜視図である。

【0011】

図 1 から図 3 に示すように、内燃機関 100 は、クランクケース 1 と、シリンダブロック 2 と、ブロック移動機構 3 と、ガイド機構 4 と、を備える。

【0012】

クランクケース 1 は、クランクシャフト 10 を回転自在に支持すると共に、その内部にシリンダブロック 2 を収容するためのブロック収容部 11 を備える。

【0013】

シリンダブロック 2 は、クランクケース 1 に対して相対移動可能なようにクランクケース 1 と別体とされ、クランクケース 1 のブロック収容部 11 内にその一部が収容される。シリンダブロック 2 には、シリンダ 20 が形成される。本実施形態では、4 つのシリンダ 20 がシリンダブロック 2 の長手方向（以下「ブロック長手方向」という。）に沿って直列に形成されている。

【0014】

以下、図 1 から図 3 に加えて図 4 を参照し、内燃機関 100 の内部構成や、ブロック移動機構 3 及びガイド機構 4 の詳細について説明する。

【0015】

図 4 は、内燃機関 100 の概略断面図である。なお図 1 から図 3 では、図面の煩雑を防止するために、図 4 に示した内燃機関 100 に対して一部の構成部品を省略している。

【0016】

図 4 に示すように、シリンダブロック 2 の上部にはシリンダヘッド 5 が取り付けられ、クランクケース 1 の下部にはオイルパン 6 が取り付けられる。

【0017】

シリンダ 20 の内部には、燃焼圧力を受けてシリンダ 20 の内部を往復運動するピストン 21 が収められる。ピストン 21 は、コンロッド 22 を介してクランクシャフト 10 と連結されており、クランクシャフト 10 によってピストン 21 の往復運動が回転運動に変換される。シリンダヘッド 5、シリンダ 20 及びピストン 21 によって区画された空間が燃焼室 7 となる。

【0018】

クランクシャフト 10 は、クランクジャーナル 10a と、クランクピン 10b と、クランクアーム 10c と、を備える。クランクジャーナル 10a は、クランクケース 1 によって回転自在に支持される部分である。クランクジャーナル 10a の軸心 P1 がクランクシャフト 10 の回転中心となる。クランクピン 10b は、コンロッド 22 の大端部が取り付けられる部分である。クランクピン 10b の軸心 P2 は、クランクジャーナル 10a の軸心 P1 から所定量だけ偏心している。したがって、クランクシャフト 10 が回転すると、クランクピン 10b の軸心 P2 が軸心 P1 の周りを回転することになる。クランクアーム

10 c は、クランクジャーナル 10 a とクランクピン 10 b とを連結する部分である。本実施形態では、クランクシャフト 10 を円滑に回転させるために、クランクアーム 10 c にバランスウェイト 10 d を設けている。

【0019】

ブロック移動機構 3 は、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 を相対的に移動させるための機構であって、図 2 から図 4 に示すように、1 本の制御軸 30 と、連結部材 31 と、アクチュエータ 32 と、を備える。

【0020】

本実施形態によるブロック移動機構 3 は、シリンダブロック 2 をシリンダ軸方向に動かして、クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 のシリンダ軸方向の相対位置を変化させることができるように構成される。クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 をシリンダ軸方向に相対移動させることで、ピストン 21 の上死点位置を変更せずに、燃焼室 7 の容積のみを変更することができる。このように、ピストン 21 の上死点位置を変更せずに、燃焼室 7 の容積のみを変更することで、内燃機関 100 の機械圧縮比を変更することができる。したがって本実施形態によるブロック移動機構 3 は、内燃機関 100 の可変圧縮比機構として機能する。なお機械圧縮比とは、圧縮行程時のピストン 21 の行程容積と燃焼室 7 の容積とから機械的に定まる圧縮比であって、 $(\text{燃焼室容積} + \text{行程容積}) / \text{燃焼室容積}$ で表される。

【0021】

制御軸 30 は、クランクシャフト 10 と平行に延びて、クランクケース 1 に設けられた 2 組の制御軸受け 12 (図 2 参照) によって回転自在に支持される主軸部 30 a と、主軸部 30 a の軸心 P3 (図 4 参照) から所定量だけ偏心した位置に軸心 P4 (図 4 参照) がある偏心部 30 b (図 4 参照) と、を備える。したがって、仮に制御軸 30 を 1 回転させると、偏心部 30 b の軸心 P4 が主軸部 30 a の軸心 P3 の周りを 1 回転することになる。本実施形態では偏心部 30 b は、ブロック長手方向の一端側と他端側とにそれぞれ 1 つずつ設けられている。

【0022】

連結部材 31 は、制御軸 30 の偏心部 30 b とシリンダブロック 2 とを連結するための部材である。連結部材 31 は、シリンダ軸方向の下側 (オイルパン 6 側) の一端部が制御軸 30 の偏心部 30 b に取り付けられ、シリンダ軸方向の上側 (シリンダヘッド 5 側) の他端部がシリンダブロック 2 に支持された連結ピン 33 に取り付けられる。図 2 及び図 3 に示すように、本実施形態では、2 本の連結部材 31 によって、ブロック長手方向の一端側の偏心部 30 b とシリンダブロック 2、及びブロック長手方向の他端側の偏心部 30 b とシリンダブロック 2 を連結している。

【0023】

なお本実施形態では、制御軸 30 をいわゆるクランク形状としているが、主軸部 30 a の外周に、軸心が主軸部 30 a の軸心 P3 から偏心した偏心カムを固定し、この偏心カムの外周に連結部材 31 の一端部を取り付けるようにしても良い。

【0024】

図 2 に示すように、連結ピン 33 は、シリンダブロック 2 の短手方向 (ブロック長手方向及びシリンダ軸方向のそれぞれと直角に交わる方向。以下「ブロック短手方向」という。) の一端側の側面に設けられた支持部 23 によって支持される。本実施形態では支持部 23 は、偏心部 30 b と対応するように、ブロック長手方向の一端側と他端側とにそれぞれ 1 つずつ設けられている。

【0025】

アクチュエータ 32 は、制御軸 30 に駆動トルクを与えて、制御軸 30 を所定の回転角度範囲内で両方向に回転させるための駆動機器である。本実施形態では、アクチュエータ 32 として電動機を用いている。

【0026】

このようにブロック移動機構 3 は、内燃機関 100 の片側 (本実施形態ではブロック短

10

20

30

40

50

手方向の一端側)にだけ配置されて、クランクケース1に対してシリンダブロック2を相対的に移動させるように構成されている。

【0027】

ガイド機構4は、シリンダブロック2を所望の移動方向(本実施形態ではシリンダ軸方向)に動かすときに、シリンダブロック2が移動方向とは異なる方向に傾くのを抑制するための機構であって、ガイド壁40と、スライダ41と、を備える。

【0028】

ガイド壁40は、シリンダブロック2の側面と対向するようにクランクケース1に設けられた壁であり、シリンダブロック2の側面に対して所定の間隙を空けてシリンダブロック2の周りに配置される。

10

【0029】

スライダ41は、その一端に形成された当接面411が、シリンダブロック2の側面と接するように、ガイド壁40に固定される。本実施形態ではスライダ41は、シリンダブロック2のブロック短手方向の両側面と対向するガイド壁40にそれぞれ4つずつ取り付けられる。より詳細にはスライダ41は、各ガイド壁40のブロック長手方向の一端側と他端側にそれぞれ2つずつ、シリンダ軸方向の上側と下側に取り付けられている。このように本実施形態では、スライダ41によってシリンダブロック2を両側面から支持することによって、シリンダブロック2をシリンダ軸方向に動かすときに、シリンダブロック2がシリンダ軸方向とは異なる方向に傾くのを抑制している。

20

【0030】

なお、以下の説明では、特に区別する必要があるときは、内燃機関100のブロック短手方向の一端側のガイド壁40に固定されたスライダ41のことを「スライダ41a」といい、内燃機関100のブロック短手方向の他端側のガイド壁40に固定されたスライダ41のことを「スライダ41b」という。

【0031】

次に、図5及び図6を参照して、ブロック移動機構3の動作について説明する。

【0032】

図5は、ブロック移動機構3によって、ピストン21が圧縮上死点に位置するときの燃焼室7の容積を最小にした状態、すなわち機械圧縮比を最大にした状態の内燃機関100と、その状態から制御軸30を時計周りに所定の回転角度だけ回転させて、ピストン21が圧縮上死点に位置するときの燃焼室7の容積を最大にした状態、すなわち機械圧縮比を最小にした状態の内燃機関100と、を比較して示した図である。

30

【0033】

図6は、図5と同様に、機械圧縮比を最大にした状態の内燃機関100と、機械圧縮比を最小にした状態の内燃機関100と、を比較して示した図であるが、発明の理解を容易にするために、ブロック移動機構3を模式的に示した図である。なお図6の破線Aは、制御軸30を1回転させたときの偏心部30bの軸心P4の軌跡である。またP5は、連結ピン33の軸心である。

【0034】

図6に示すように本実施形態では、偏心部30bの軸心P4の軌跡Aを、主軸部30aの軸心P3を通ると共にシリンダ軸方向と平行な平行線Qによって2つの半円領域に区画したときに、いずれか一方の半円領域(本実施形態では図中左側の半円領域)の範囲内で軸心P4が両回転方向に移動するように、アクチュエータ32によって制御軸30を両回転方向に回転させている。

40

【0035】

そしてブロック移動機構3は、図中右側の機械圧縮比を最小にした状態と比較して、図中左側の機械圧縮比を最大にした状態のときには、偏心部30bの軸心P4がシリンダ軸方向の下側(オイルパン6側)に位置するように構成されている。

【0036】

そのため、例えば図中左側の機械圧縮比を最大にした状態から、アクチュエータ32に

50

よって制御軸 30 を時計周りに回転させると、偏心部 30 b の軸心 P 4 が、軌跡 A 上をシリンダ軸方向の上側（シリンダヘッド 5 側）に向かって移動する。これにより、偏心部 30 b に連結されている連結部材 31 を介して、連結ピン 33 がシリンダ軸方向の上側に向かって直線的に押し上げられるので、シリンダブロック 2 がクランクケース 1 に対して相対的にシリンダ軸方向の上側に押し上げられる。その結果、ピストン 21 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 7 の容積が徐々に増大し、機械圧縮比が徐々に小さくなる。

【0037】

一方で、例えば図中右側の機械圧縮比を最小にした状態から、アクチュエータ 32 によって制御軸 30 を反時計周りに回転させると、偏心部 30 b の軸心 P 4 が、軌跡 A 上をシリンダ軸方向の下側に向かって移動する。これにより、偏心部 30 b に連結されている連結部材 31 を介して、連結ピン 33 がシリンダ軸方向の下側に向かって直線的に引き下げられるので、シリンダブロック 2 がクランクケース 1 に対して相対的にシリンダ軸方向の下側に引き下げられる。その結果、ピストン 21 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 7 の容積が徐々に減少し、機械圧縮比が徐々に大きくなる。

【0038】

このように本実施形態によるブロック移動機構 3 は、主軸部 30 a と偏心部 30 b とを備える制御軸 30 を回転させて、主軸部 30 a の軸心 P 3 を中心として偏心部 30 b の軸心 P 4 をシリンダ軸方向に上下に揺動させることで、偏心部 30 b に連結された連結部材 31 によってシリンダブロック 2 をシリンダ軸方向に上下動させている。

【0039】

ところで本実施形態では、このようなブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側にだけ設けることで、内燃機関 100 の大型化を抑制すると共に、重量の増加を抑制している。しかしながら、ブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側にだけ設けた場合は、当該ブロック移動機構 3 を仮に内燃機関 100 の両側に設けた場合と比較すると、シリンダブロック 2 を動かす際に、スライダ 41 の当接面 411 とシリンダブロック 2 の側面との間に生じる抵抗（以下「摺動抵抗」という。）が増加するという問題点がある。以下、この問題点について、図 7 を参照して説明する。

【0040】

図 7 は、ブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側（この例ではブロック短手方向の一端側）にだけ設けた場合の問題点について説明する図である。なお図 7 では、発明の理解を容易にするために、ピストン 21、コンロッド 22、及びクランクシャフト 10 で構成されるピストンクランク機構と、ブロック移動機構 3 と、を模式的に示している。また図 7 の破線 B は、クランクシャフト 10 を 1 回転させたときのクランクピン 10 b の軸心 P 2 の軌跡である。

【0041】

内燃機関 100 の運転中は、各シリンダ 20 の燃焼室 7 内で燃焼が生じるため、図 7 に示すように、シリンダヘッド 5 には図中上向きの燃焼荷重 F が加わる。このとき本実施形態のように、制御軸 30 をシリンダブロック 2 の片側の側面に沿って配置し、かつ制御軸 30 とシリンダブロック 2 とを連結部材 31 によって連結している場合には、シリンダヘッド 5 に加わる燃焼荷重 F によって、制御軸 30 を支点としてシリンダブロック 2 を図中時計周りに回転させようとするブロック回転力が生じる。すなわち、主軸部 30 a の軸心 P 3 周りに図中時計周りのモーメント M が生じる。

【0042】

ここで、仮にブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の両側、例えばブロック短手方向の一端側と他端側とに設けた場合は、内燃機関 100 のブロック短手方向の一端側のシリンダブロック 2 の側面に沿って配置された制御軸 30 を支点としてシリンダブロック 2 を時計周りに回転させようとするブロック回転力が生じる。また、これとは反対に、内燃機関 100 のブロック短手方向の他端側のシリンダブロック 2 の側面に沿って配置された制御軸 30 を支点としてシリンダブロック 2 を反時計周りに回転させようとするブロック回転力が生じる。そのため、シリンダブロック 2 を時計周りに回転させようとするブロック回

10

20

30

40

50

転力と、反時計周りに回転させようとするブロック回転力とが釣り合って相殺され、見かけ上はシリンダブロック 2 にはブロック回転力が生じないことになる。

【0043】

しかしながら、ブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側にだけ設けた場合は、両側に設けた場合のようにブロック回転力が相殺されることがない。そのため、ブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側にだけ設けた場合は、常にシリンダブロック 2 を一定回転方向に回転させようとするブロック回転力が生じ、そのブロック回転力がブロック移動機構 3 を設けた側のスライダ 41（本実施形態ではスライダ 41a）に作用することになる。

【0044】

図 7 に示すように、ブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側にだけ設けた場合に燃焼荷重 F によって生じる軸心 $P3$ 周りのモーメント M の大きさは、軸心 $P3$ と燃焼荷重 F の作用点 X とを結ぶ線分の長さを l とし、この線分と燃焼荷重 F の作用線（すなわちシリンダ中心軸線 S ）とのなす角を α とし、モーメントアームを r とすると、以下の（1）式によって表される。

【0045】

$$M = r \times F \quad \cdots (1)$$

$$\text{但し、} r = l \times \sin \alpha$$

【0046】

ここで、モーメント M が大きくなるほどブロック回転力は大きくなる。したがって、モーメント M が大きくなるほど、ブロック回転力に起因して、ブロック移動機構 3 を設けた側のシリンダブロック 2 の側面と当接しているスライダ 41a に加わる力が大きくなる。換言すれば、モーメント M が大きくなるほど、ブロック移動機構 3 を設けた側のシリンダブロック 2 の側面がスライダ 41a から受ける反力（以下「スライダ反力」という。）が大きくなる。そして、スライダ反力が大きくなるほど、シリンダブロック 2 をシリンダ軸方向に移動させる際の摺動抵抗が増加する。

【0047】

このように、ブロック移動機構 3 を内燃機関 100 の片側にだけ設けた場合は、常にシリンダブロック 2 に一定回転方向のブロック回転力が加わることになるので、シリンダブロック 2 をシリンダ軸方向に移動させる際の摺動抵抗が増加するのである。

【0048】

摺動抵抗が増加すると、シリンダブロック 2 をシリンダ軸方向に移動させる際の負荷、すなわち制御軸 30 を回転させるための駆動トルクが増加する。そのため、例えばアクチュエータ 32 を電動機とした場合は、電力消費量が増加し、結果としての燃費の悪化を招く。また、アクチュエータ 32 の最大駆動トルクを高くする必要もあるので、アクチュエータ 32 の大型化、大容量化を招く。

【0049】

したがって、摺動抵抗は可能な限り小さくすることが望ましく、摺動抵抗を小さくするにはモーメント M を小さくする必要がある。ここで前述した（1）式から分かるように、モーメント M は、燃焼荷重 F が同じ大きさでも、モーメントアーム r が短くなるほど小さくなる。したがって、モーメント M を小さくするには、モーメントアーム r を可能な限り短くすることが有効である。

【0050】

そこで本実施形態では、図 7 に示すように、クランクジャーナル 10a の軸心 $P1$ が、シリンダ中心軸線 S に対してブロック短手方向の他端側に所定のオフセット幅 L だけ離れた位置に配置されるように、クランクケース 1 によってクランクシャフト 10 を支持することとした。そしてさらに、シリンダ中心軸線 S に対してクランクジャーナル 10a の軸心 $P1$ をオフセット幅 L だけ離れた方向（以下「クランクオフセット方向」という。）とは反対側となるブロック短手方向の一端側に、ブロック移動機構 3 を配置することとした。

10

20

30

40

50

【0051】

クランクシャフト10とブロック移動機構3の制御軸30は、クランクピン10bの軸心P2の軌跡Bと、偏心部30bの軸心P4の軌跡とが、それぞれ干渉しないように配置する必要がある。そのため本実施形態のように、クランクジャーナル10aの軸心P1をシリンダ中心軸線Sに対してブロック短手方向の他端側に所定のオフセット幅Lだけ離れた位置に配置すると共に、クランクオフセット方向とは反対側となるブロック短手方向の一端側にブロック移動機構3を配置することで、クランクピン10bの軸心P2の軌跡Bをオフセット幅Lの分だけクランクオフセット方向に移動させることができる。したがって、オフセット幅Lの分だけブロック移動機構3をクランクオフセット方向に配置するスペースを作ることができ、偏心部30bの軸心P4の軌跡Aをオフセット幅Lの分だけクランクオフセット方向に移動させることができる。

10

【0052】

そのため、クランクジャーナル10aの軸心P1をシリンダ中心軸線S上に配置した場合と比較して、オフセット幅Lの分だけモーメントアームrを短くすることができる。

【0053】

また、クランクジャーナル10aの軸心P1をシリンダ中心軸線Sに対してブロック短手方向の他端側に所定のオフセット幅Lだけ離れた位置に配置した場合において、本実施形態とは逆側にブロック移動機構3に配置したとき、すなわち、クランクオフセット方向となるブロック短手方向の他端側にブロック移動機構3を配置したときは、オフセット幅Lの分だけモーメントアームrが長くなる。したがって、このときと比較すると、オフセット幅Lの2倍分だけモーメントアームrを短くすることができる。

20

【0054】

このように、クランクジャーナル10aの軸心P1をシリンダ中心軸線Sに対してブロック短手方向の他端側に所定のオフセット幅Lだけ離れた位置に配置すると共に、クランクオフセット方向とは反対側となるブロック短手方向の一端側にブロック移動機構3を配置することによって、燃焼荷重Fによって生じる軸心P3周りのモーメントMのモーメントアームrを短くすることができる。

【0055】

したがって、ブロック移動機構3を内燃機関100の片側にだけ設けた場合において、シリンダブロック2をシリンダ軸方向に移動させる際の摺動抵抗の増加を抑制することができる。その結果、燃費の悪化やアクチュエータ32の大型化、大容量化を抑制することができる。そのため、内燃機関100の大型化、重量増加をさらに抑制することができる。

30

【0056】

以上説明した本実施形態による内燃機関100は、クランクシャフト10を支持するクランクケース1と、クランクケース1に対して相対移動可能なシリンダブロック2と、クランクケース1に対してシリンダブロック2を相対移動させるためのブロック移動機構3と、を備える。

【0057】

そしてブロック移動機構3は、クランクシャフト10と平行に延びてクランクケース1によって支持されると共に、主軸部30aと、主軸部30aの軸心P3から所定量偏心した位置に軸心P4がある偏心部30bと、を有する1本の制御軸30と、一端部が偏心部30bに取り付けられると共に、他端部がシリンダブロック2に取り付けられて、制御軸30と、シリンダブロック2と、を連結するための連結部材31と、制御軸30を所定の回転範囲内で両方向に回転させて、偏心部30bの軸心P4を主軸部30aの軸心P3を中心としてシリンダブロック2の相対移動方向に揺動させるためのアクチュエータ32と、を備える。

40

【0058】

これにより本実施形態によれば、クランクシャフト10と平行に延びる1本の制御軸30を回転させるだけで、連結部材31を介してシリンダブロック2をクランクケース1に

50

対して相対移動させることができる。そのため、1本の制御軸30を内燃機関100の短手方向片側にだけ配置すればよく、前述した従来の内燃機関のように偏心軸をシリンダブロックの短手方向両側にする必要もなく、また、2本の偏心軸を回転させるための駆動軸をシリンダブロックの長手方向片側に配置する必要もない。したがって、クランクケース1に対して相対移動可能なシリンダブロック2を備える内燃機関100の大型化を抑制して重量の増加を抑制することができる。

【0059】

また、制御軸30の偏心部30bとシリンダブロック2とを連結部材31によって連結しているため、制御軸30を回転させたときに、主軸部30aの軸心P3を中心とする偏心部30bの揺動運転を効率良くシリンダブロック2の移動方向と平行な直線運動に変換することができる。そのため、制御軸30を回転させたときに、連結部材31からシリンダブロックに作用するブロック短手方向の力を抑制することができる。

10

【0060】

また本実施形態による内燃機関100によれば、クランクケース1は、クランクジャーナル10aの軸心P1がシリンダブロック2に形成されたシリンダ20の中心軸線Sに対して所定距離（オフセット幅L）だけ離れた位置に配置されるように、クランクシャフト10を支持している。またブロック移動機構3は、シリンダ20の中心軸線Sに対してクランクジャーナル10aの軸心P1を離れた方向とは反対側に配置されている。

【0061】

これにより、例えばクランクジャーナル10aの軸心P1をシリンダ20の中心線軸S上に配置した場合と比較して、燃焼荷重Fに起因して主軸部30aの軸心P3周りに生じるモーメントMのモーメントアームrをオフセット幅Lの分だけ短くすることができる。そのため、ブロック移動機構3をシリンダブロック2の片側にだけ設けた場合において、燃焼荷重Fに起因してシリンダブロック2に作用する一定回転方向のブロック回転力を低減することができる。

20

【0062】

特に本実施形態による内燃機関100は、シリンダブロック2の側面の周囲を覆うように、クランクケース1に設けられたガイド壁40と、ブロック移動機構3の配置側のガイド壁40とその反対側のガイド壁40と、にそれぞれ取り付けられ、シリンダブロック2の側面と当接するスライダ41と、を備えている。そのため、燃焼荷重Fに起因してシリンダブロック2に作用する一定回転方向のブロック回転力を低減することで、ブロック移動機構3を内燃機関100の片側にだけ設けた場合において、シリンダブロック2をシリンダ軸方向に移動させる際の摺動抵抗の増加を抑制することができる。したがって、燃費の悪化やアクチュエータ32の大型化、大容量化を抑制することができ、ひいては内燃機関100の大型化、重量増加をさらに抑制することができる。

30

【0063】

（第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、ブロック移動機構3の連結部材31の傾き方向が第1実施形態と相違する。以下、この相違点を中心に説明する。

40

【0064】

図8は、前述した第1実施形態による内燃機関100の概略断面図であって、スライダ41に作用する力を矢印で表した図である。なお図8では、ピストン21、コンロッド22、及びクランクシャフト10で構成されるピストンクランク機構と、ブロック移動機構3と、を模式的に示している。

【0065】

前述したように、ブロック移動機構3を内燃機関100の片側にだけ設けた場合は、燃焼荷重Fによって、シリンダブロック2に対して、常にシリンダブロック2を一定回転方向に回転させようとするブロック回転力が加わる。

【0066】

50

図 8 に示す例では、シリンダブロック 2 に対して、シリンダブロック 2 を時計周りに回転させようとするブロック回転力が加わる。そのため図 8 に示すように、ブロック移動機構 3 が設けられたブロック短手方向の一端側のスライダ 4 1 a に対して、燃焼荷重 F に起因するブロック回転力 F 1 が作用する。また、ブロック短手方向の他端側のスライダ 4 1 b に対しては、下側のスライダ 4 1 b に対してのみ、ブロック短手方向の一端側のスライダ 4 1 a に作用するブロック回転力 F 1 よりも小さいブロック回転力 F 1 ' が作用する。

【0067】

また図 8 に示す例では、クランクシャフト 10 が時計周りに回転しているため、コンロッド 22 の傾きに起因して、吸気行程及び膨張行程中には、ピストン 21 によってシリンダブロック 2 をブロック短手方向の一端側に押す力（以下「ピストン反スラスト力」という。）F 2 が加えられる。そのため図 8 に示すように、ブロック移動機構 3 が設けられたブロック短手方向の一端側のスライダ 4 1 a に対して、ピストン反スラスト力 F 2 が作用する。

【0068】

一方、圧縮行程及び排気行程中には、ピストン 21 によってシリンダブロック 2 をブロック短手方向の他端側に押す力（以下「ピストン正スラスト力」という。）F 2 ' が加えられる。そのため図 8 に示すように、ブロック移動機構 3 が設けられたブロック短手方向の他端側のスライダ 4 1 b に対して、ピストン正スラスト力 F 2 ' が作用する。ピストン反スラスト力 F 2 とピストン正スラスト力 F 2 ' の大きさはほぼ同じである。

【0069】

さらに図 8 に示すように、前述した第 1 実施形態では、偏心部 30 b の軸心 P 4 に対して、連結ピン 33 の軸心 P 5 がシリンダブロック 2 側に位置するように、連結部材 31 の一端部を偏心部 30 b に取り付け、他端部を連結ピン 33 に取り付けていた。すなわち連結部材 31 の一端部に対して他端部がシリンダブロック 2 側に位置するように、連結部材 31 を傾けていた。以下の説明では便宜上、このように連結部材 31 の一端部に対して他端部がシリンダブロック 2 側に位置するように連結部材 31 を傾けることを、「連結部材 31 をブロック内向きに傾ける」という。

【0070】

連結部材 31 をブロック内向きに傾けた場合は、シリンダブロック 2 には、連結部材 31 によってシリンダブロック 2 をブロック短手方向の他端側に押す力（以下「第 1 スラスト力」という。）F 3 が加えられる。したがって、この第 1 スラスト力 F 3 は、ブロック短手方向の他端側に配置されるスライダ 4 1 b に作用する。

【0071】

このように、連結部材 31 をブロック内向きに傾けることで、スライダ 4 1 に作用する合力を、シリンダブロック 2 の一端側に配置されたスライダ 4 1 a と、他端側に配置されたスライダ 4 1 b とに分散させることができる。しかしながら、この場合は、シリンダブロック 2 の両側に配置された双方のガイド壁 40 の剛性を高める必要があり、またガイド壁 40 が設けられるクランクケース 1 の剛性も高める必要がある。そのため、内燃機関 100 の大型化や重量増を招くおそれがある。

【0072】

そこで本実施形態では、スライダ 4 1 に作用する合力を、或る一方のスライダ 4 1 に集中させることとした。これにより、合力を集中させた側のスライダ 4 1 が取り付けられたガイド壁 40 の剛性を高めるだけでよいので、内燃機関 100 の大型化や重量増を抑制することができる。以下、この本実施形態による内燃機関 100 の構成について説明する。

【0073】

図 9 は、本発明の第 2 実施形態による内燃機関 100 の概略断面図である。図 9 では、発明の理解を容易にするために、ピストン 21、コンロッド 22、及びクランクシャフト 10 で構成されるピストンクランク機構と、ブロック移動機構 3 と、を模式的に示すと共に、スライダ 4 1 に作用する力を矢印で示している。

【0074】

図 9 に示すように、本実施形態では、偏心部 30b の軸心 P4 に対して、連結ピン 33 の軸心 P5 がガイド壁 40 側（すなわち内燃機関 100 の外側）に位置するように、連結部材 31 の一端部を偏心部 30b に取り付け、他端部を連結ピン 33 に取り付ける。すなわち連結部材 31 の一端部に対して他端部がガイド壁 40 側に位置するように、連結部材 31 を傾ける。以下の説明では便宜上、このように連結部材 31 の一端部に対して他端部がガイド壁 40 側に位置するように連結部材 31 を傾けることを、「連結部材 31 をブロック外向きに傾ける」という。

【0075】

連結部材 31 をブロック外向きに傾けた場合は、シリンダブロック 2 には、連結部材 31 によってシリンダブロック 2 をガイド壁 40 側に引く力（以下「第 2 スラスト力」という。）F4 が加えられる。したがって、この第 2 スラスト力 F4 は、ブロック短手方向の一端側に配置されるスライダ 41a に作用する。

【0076】

これにより、スライダ 41 に作用する合力を、ブロック移動機構 3 が配置された側のガイド壁 40 に取り付けられたスライダ 41a に集中させることができる。そのため、スライダ 41a が固定されたガイド壁 40 の剛性を高めるだけでよく、逆にスライダ 41b が固定されたガイド壁 40 の剛性を低く抑えることができる。そのため、内燃機関 100 の大型化や重量増を抑制することができる。

【0077】

以上説明した本実施形態による内燃機関 100 によれば、連結部材 31 は、他端部が一端部に対して内燃機関 100 の外側に位置するように、一端部が偏心部 30b に取り付けられると共に他端部がシリンダブロック 2 に取り付けられている。

【0078】

これにより、連結部材 31 をブロック外向きに傾けて、スライダ 41 に作用する合力を、ブロック移動機構 3 が配置された側のガイド壁 40 に取り付けられたスライダ 41a に集中させることができる。そのため、スライダ 41a が固定されたガイド壁 40 の剛性を高めるだけでよく、逆にスライダ 41b が固定されたガイド壁 40 の剛性を低く抑えることができる。そのため、内燃機関 100 の大型化や重量増を抑制することができる。

【0079】

以上、本発明の各実施形態について説明したが、上記の各実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記の各実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

【0080】

例えば上記の各実施形態では、制御軸 30 をクランクケース 1 に設けた軸受け 12 によって支持し、連結部材によって制御軸 30 とシリンダブロック 2 とを連結していたが、これとは逆に、例えば制御軸 30 をシリンダブロック 2 に設けた軸受けによって支持し、連結部材 31 によってこの制御軸 30 とクランクケース 1 とを連結するようにしても良い。すなわち、ブロック移動機構 3 を、クランクシャフト 10 と平行に延びてシリンダブロック 2 によって支持される 1 本の制御軸 30 と、制御軸 30 の偏心部 30b とクランクケース 1 とを連結するための連結部材 31 と、制御軸 30 を所定の回転範囲内で両方向に回転させたためのアクチュエータ 32 と、によって構成するようにしても良い。このようにしても上記の各実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0081】

また上記の各実施形態では、2 本の連結部材 31 で制御軸 30 の偏心部 30b とシリンダブロック 2 とを連結していたが、連結部材 31 の本数は 2 本に限らず、必要に応じて増減させても良い。

【符号の説明】

【0082】

- 1 クランクケース
- 2 シリンダブロック

10

20

30

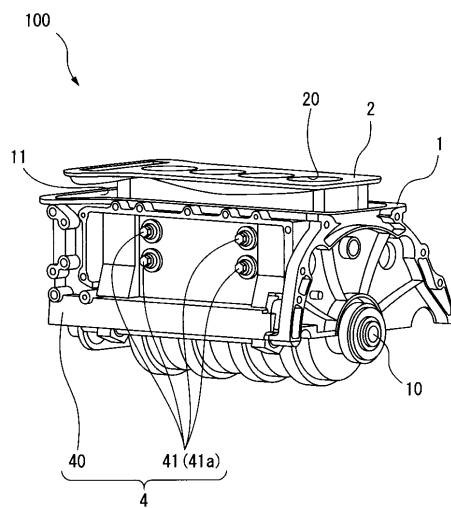
40

50

- 3 ブロック移動機構
- 10 クランクシャフト
- 30 制御軸
- 30a 主軸部
- 30b 偏心部
- 31 連結部材
- 32 アクチュエータ
- 40 ガイド壁
- 41 スライダ
- 100 内燃機関

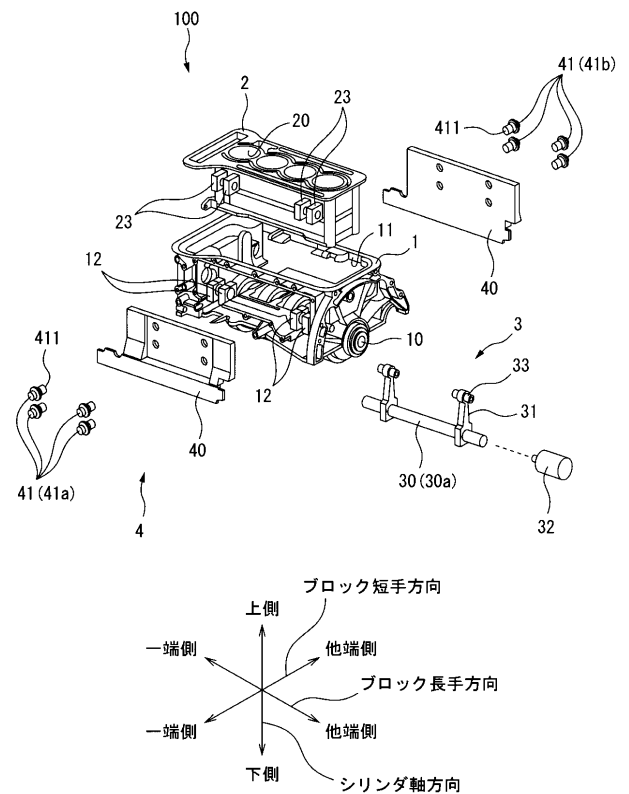
【図 1】

図1



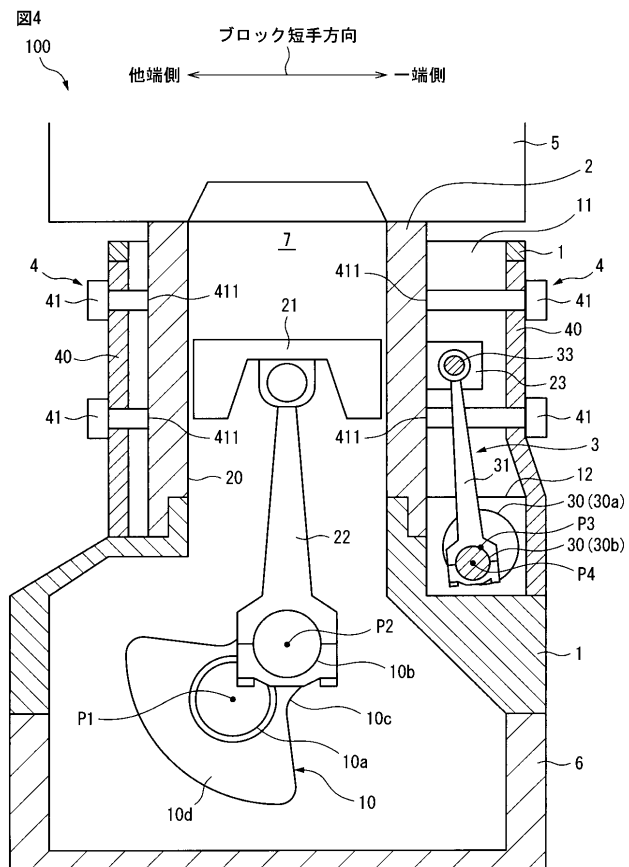
【図 2】

図2



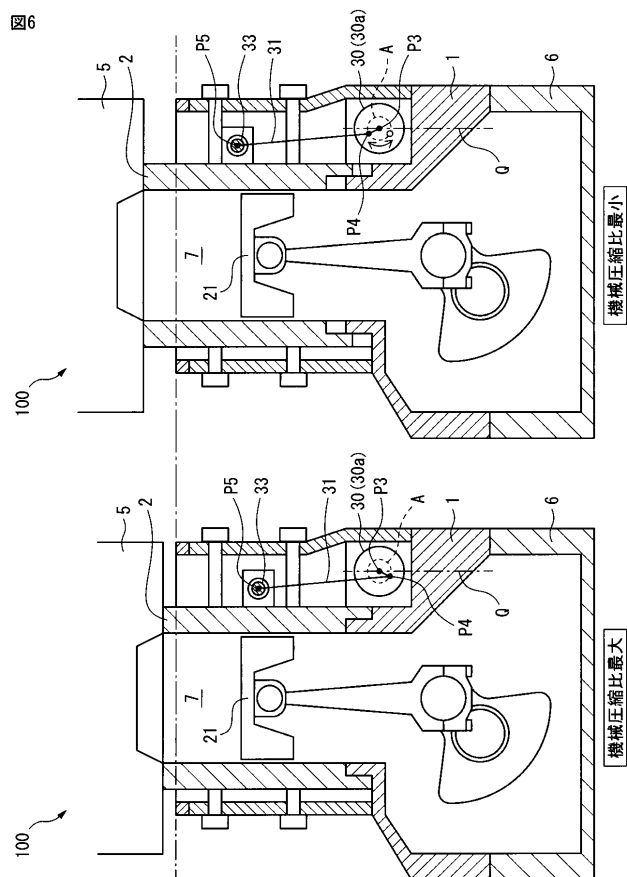
【図 4】

図4

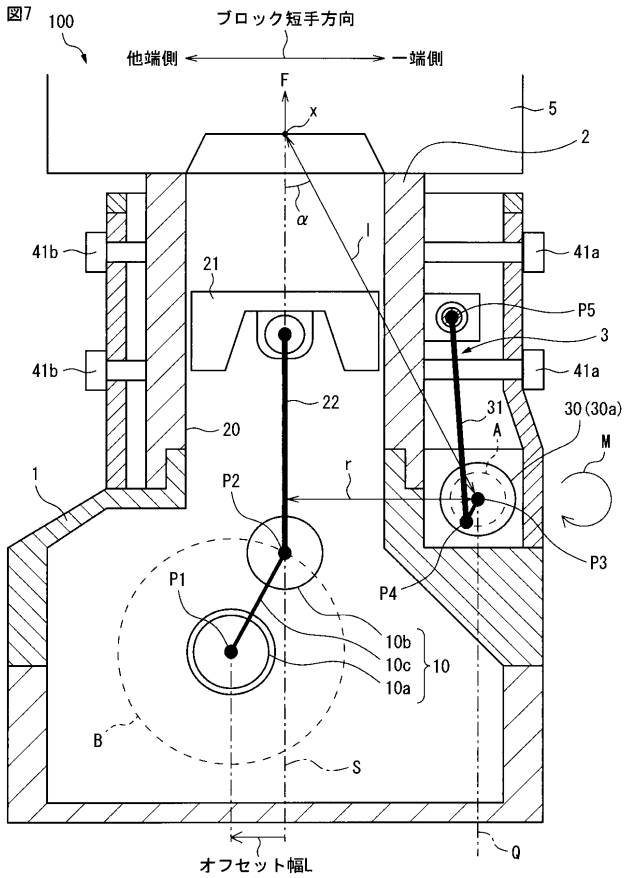


【图 6】

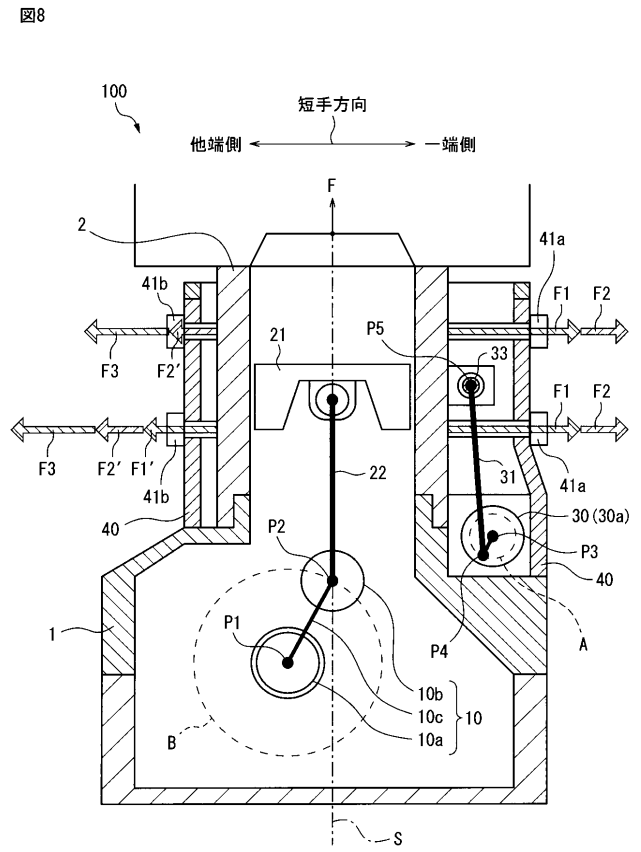
图6



【図 7】

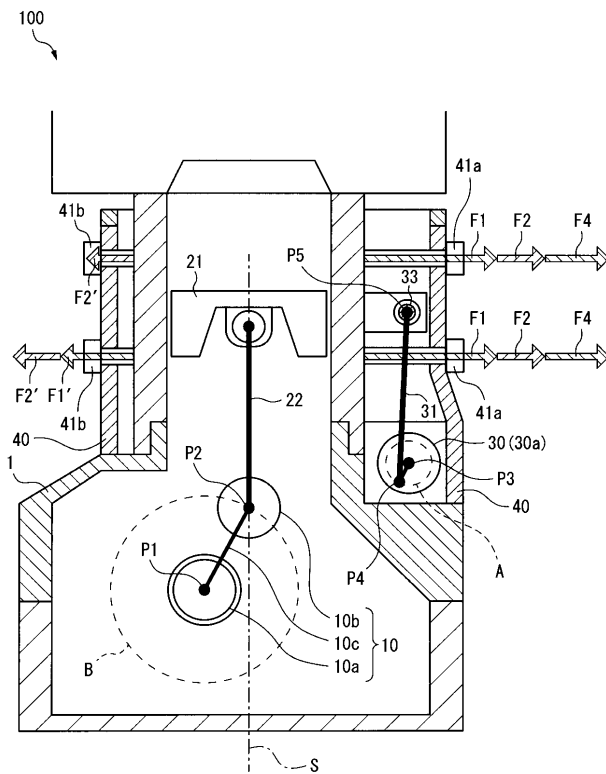


【図 8】



【図 9】

図9



【手続補正書】

【提出日】平成29年2月2日(2017.2.2)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クランクシャフトを支持するクランクケースと、
前記クランクケースに対して相対移動可能なシリンダブロックと、
前記クランクケースに対して前記シリンダブロックを相対移動させるためのブロック移動機構と、
を備える内燃機関であって、
前記ブロック移動機構は、
前記クランクシャフトと平行に延びて前記クランクケース又は前記シリンダブロックの一方によって支持されると共に、主軸部と、当該主軸部の軸心から所定量偏心した位置に軸心がある偏心部と、を有する 1 本の制御軸と、
一端部が前記偏心部に取り付けられると共に、他端部が前記クランクケース又は前記シリンダブロックの他方に取り付けられて、前記制御軸と、前記クランクケース又は前記シリンダブロックの他方と、を連結するための連結部材と、
前記制御軸を所定の回転範囲内で両方向に回転させて、前記偏心部の軸心を、前記主軸部の軸心を中心として前記シリンダブロックの相対移動方向に揺動させるためのアクチュエータと、
を備える内燃機関。

【請求項 2】

前記クランクケースは、
前記クランクシャフトの軸心が、前記シリンダブロックに形成されたシリンダの中心軸線に対して所定距離だけ離れた位置に配置されるように当該クランクシャフトを支持し、
前記ブロック移動機構は、
前記シリンダの中心軸線に対して前記クランクシャフトの軸心を離れた方向とは反対側に配置される、
請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】

前記制御軸は、前記クランクケースによって支持され、
前記連結部材は、
他端部が一端部に対して内燃機関の外側に位置するように、一端部が前記偏心部に取り付けられると共に、他端部が前記シリンダブロックに取り付けられる、
請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記制御軸は、前記シリンダブロックによって支持され、
前記連結部材は、
一端部が他端部に対して内燃機関の外側に位置するように、他端部が前記偏心部に取り付けられると共に、一端部が前記クランクケースに取り付けられる、
請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5】

前記シリンダブロックの側面の周囲を覆うように、前記クランクケースに設けられたガイド壁と、
前記ブロック移動機構の配置側の前記ガイド壁と、その反対側の前記ガイド壁と、にそ

れぞれ取り付けられ、前記シリンダブロックの側面と当接するスライダと、
をさらに備える請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の内燃機関。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】図面

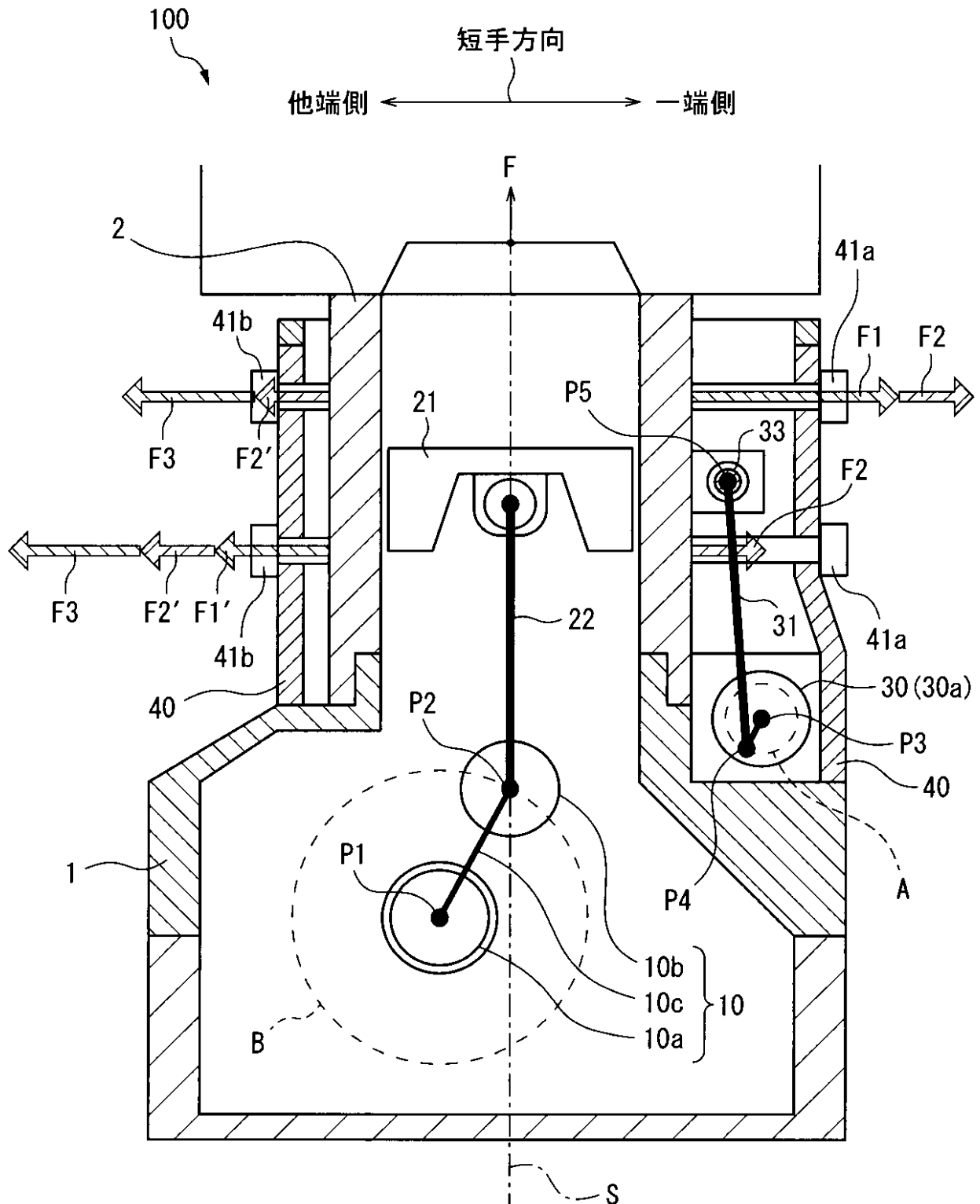
【補正対象項目名】図 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 8】

図8



【手続補正 3】

【補正対象書類名】図面

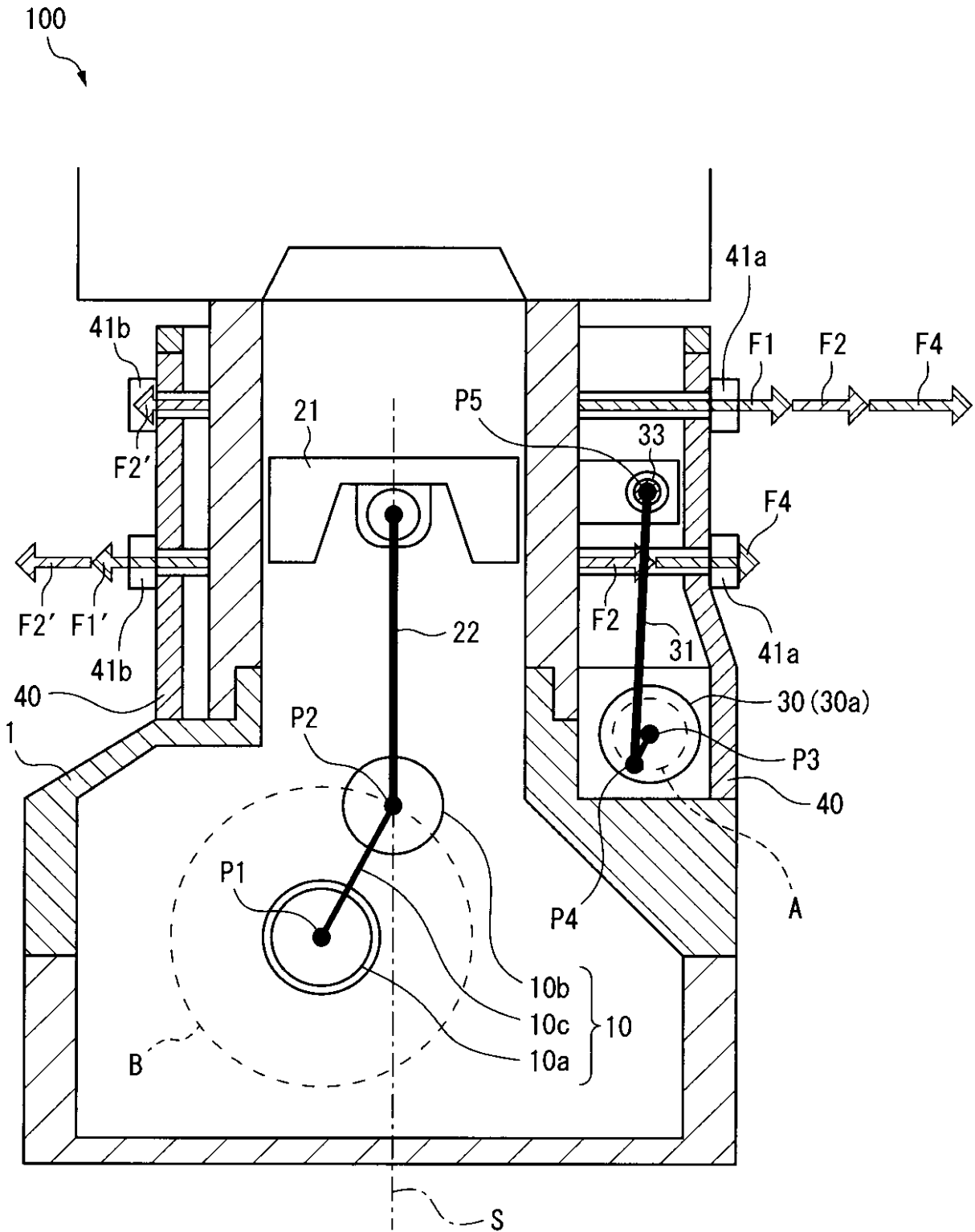
【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 9】

図9



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 正樹

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 AA21 AA44 DA18 FA13 FA14

3G092 AA12 DD07 DG08 FA50