

(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2014-240690

(P2014-240690A)

(43) 公開日 平成26年12月25日(2014.12.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 F 15/26 (2006.01)	F 1 6 F 15/26	F
F 0 2 B 77/00 (2006.01)	F 1 6 F 15/26	H
	F 1 6 F 15/26	Q
	F 1 6 F 15/26	K
	F 1 6 F 15/26	L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-123281 (P2013-123281)
 (22) 出願日 平成25年6月12日 (2013.6.12)

(71) 出願人 000006286
 三菱自動車工業株式会社
 東京都港区芝五丁目33番8号
 (74) 代理人 110000785
 誠真 I P 特許業務法人
 (72) 発明者 松田 征二
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
 (72) 発明者 東 博文
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
 (72) 発明者 藤本 昌弘
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

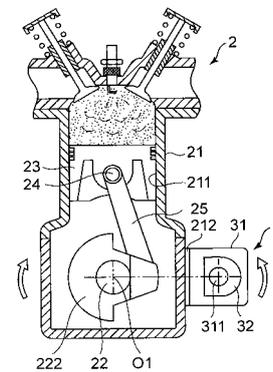
(54) 【発明の名称】 4サイクルのエンジン

(57) 【要約】

【課題】 バランスウエイトの調整が簡単な4サイクルのエンジンを提供する。

【解決手段】 二つのシリンダ211が設けられたシリンダブロック21と、シリンダ211ごとに設けられ、シリンダ211の内部を往復するピストン23と、ピストン23ごとに設けられ、ピストン23に一端が連結されたコネクティングロッド25と、コネクティングロッド25の他端が連結され、コネクティングロッド25とともに、ピストン23の下降運動を回転運動に変換するクランクシャフト22と、シリンダブロック21の外部に設けられたバランス3と、を備え、バランス3は、クランクシャフト22の回転中心を通る軸線O1と平行に設けられた回転軸311を回転させるアクチュエータ31と、回転軸311上であって、二つのシリンダ211の中央位置に配置されたバランスウエイト32と、を備えた。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

偶数のシリンダが設けられたシリンダブロックと、
前記気筒ごとに設けられ、前記気筒の内部を往復するピストンと、
前記ピストンごとに設けられ、前記ピストンに一端が連結されたコネクティングロッドと、
前記コネクティングロッドの他端が連結され、前記コネクティングロッドとともに、前記ピストンの往復運動を回転運動に変換するクランクシャフトと、
前記シリンダブロックの外部に設けられたバラnsサと、
を備え、
前記バラnsサは、
前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線と平行に設けられた第 1 の回転軸を回転させるアクチュエータと、
前記第 1 の回転軸上であって、前記偶数のシリンダの並び方向一方端側のシリンダと他方端側のシリンダとの中央位置に配置された第 1 のバラnsウエイトと、
を備えたことを特徴とする 4 サイクルエンジン。

10

【請求項 2】

前記偶数のシリンダは二つのシリンダであることを特徴とする請求項 1 に記載の 4 サイクルエンジン。

【請求項 3】

前記アクチュエータは前記第 1 の回転軸を駆動軸とする電動モータであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の 4 サイクルエンジン。

20

【請求項 4】

前記第 1 の回転軸を前記シリンダの延在方向において前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線と同じ高さに配置したことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の 4 サイクルエンジン。

【請求項 5】

前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線と平行に設けられ、前記第 1 の回転軸と同調し、回転する第 2 の回転軸と、

30

該第 2 の回転軸に取り付けられた第 2 のバラnsウエイトと、
を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の 4 サイクルエンジン。

【請求項 6】

前記第 1 の回転軸を前記シリンダの延在方向において前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線よりも高い位置に設けたことを特徴とする請求項 5 に記載の 4 サイクルエンジン。

【請求項 7】

前記第 2 の回転軸は、第 2 のアクチュエータで回転駆動することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の 4 サイクルエンジン。

【請求項 8】

前記第 2 の回転軸は、前記第 1 の回転軸の二倍の速度で回転するもので、前記第 2 のバラnsウエイトが二次振動を打ち消す 2 次バラnsウエイトであることを特徴とする請求項 5 に記載の 4 サイクルエンジン。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、振動の低減に好適なバラnsサを備えた 4 サイクルのエンジンに関するもので、より具体的には、バラnsサをシリンダブロックの外部に備えた 4 サイクルのエンジンに関する。

【背景技術】**【0002】**

50

エンジンを構成するシリンダブロックの外部にバランスを備えた直列三気筒 4 サイクルのエンジンが提案されている。バランスは、バランスシャフトと該バランスシャフトを回転させるモータとを備えている。バランスシャフトは、エンジンを構成するクランクシャフトと平行に配置され、シリンダブロックに設けられたシリンダごとにバランスウエイトが設けられる。モータは、クランクシャフトの角速度とクランク角とを検出する検出手段の出力に基づいて制御され、振動をバランスウエイトが打ち消すように回転する（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

エンジンを構成するシリンダブロックの内部と外部とにバランスを備えた直列四気筒 4 サイクルのエンジンが提案されている。シリンダブロックの外部に備えたバランスは、10
バランスシャフトと該バランスシャフトを回転させるモータとを備えている。バランスシャフトは、エンジンを構成するクランクシャフトと平行に配置され、シリンダブロックに設けられたシリンダごとにバランスウエイトが設けられる。モータは、クランクシャフトの角速度を検出する検出手段の出力に基づいて制御され、振動をバランスウエイトが打ち消すように回転する（例えば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開昭 63 - 101538 号公報

【特許文献 2】特開昭 63 - 101539 号公報 20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した 4 サイクルのエンジンは、いずれもシリンダごとにバランスウエイトを備えるので、シリンダごとにバランスウエイトの位置や角度を調整しなければならない。これにより、バランスウエイトの調整が煩雑なものとなっていた。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、バランスウエイトの調整が簡単な 4 サイクルのエンジン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】 30

【0007】

本発明は、偶数のシリンダが設けられたシリンダブロックと、前記シリンダごとに設けられ、前記シリンダの内部を往復するピストンと、前記ピストンごとに設けられ、前記ピストンに一端が連結されたコネクティングロッドと、前記コネクティングロッドの他端が連結され、前記コネクティングロッドとともに、前記ピストンの往復運動を回転運動に変換するクランクシャフトと、前記シリンダブロックの外部に設けられたバランスと、を備え、前記バランスは、前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線と平行に設けられた第 1 の回転軸を回転させるアクチュエータと、前記第 1 の回転軸上であって、前記偶数のシリンダの並び方向一方端側のシリンダと他方端側のシリンダとの中央位置に配置された第 1 のバランスウエイトと、を備えたことを特徴とする。 40

本発明によれば、偶数のシリンダの並び方向一方端側のシリンダと他方端側のシリンダとの中央位置において第 1 のバランスウエイトを調整すればよいので、バランスウエイトの調整が簡単にできる。

【0008】

また、本発明の一態様では、前記偶数のシリンダは二つのシリンダであることが好ましい。

このようにすれば、二つのシリンダの中央位置に配置された第 1 のバランスウエイトがピストンと同調して回転することにより、一次振動を打ち消すことができる。これにより、本発明は、振動を低減した二気筒 4 サイクルのエンジンを提供できる。

【0009】 50

また、本発明の一態様では、前記アクチュエータは前記第 1 の回転軸を駆動軸とする電動モータであることが好ましい。

このようにすれば、自動車に搭載した場合にオルタネータで発電した電力で第 1 のバランスウェイトを回転させることができる。

【0010】

また、本発明の一態様では、前記第 1 の回転軸を前記シリンダの延在方向において前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線と同じ高さに配置することが好ましい。

このようにすれば、振動を効果的に打ち消すことが可能となる。

【0011】

また、本発明の一態様では、前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線と平行に設けられ、前記第 1 の回転軸と同調し、回転する第 2 の回転軸と、該第 2 の回転軸に取り付けられた第 2 のバランスウェイトと、を備えることが好ましい。

このようにすれば、振動を打ち消すことが可能となるので、振動を低減したエンジンとすることができる。

【0012】

また、本発明の一態様では、前記第 1 の回転軸を前記シリンダの延在方向において前記クランクシャフトの回転中心を通る軸線よりも高い位置に設けることが好ましい。

このようにすれば、ローリングモーメントの緩和が可能となるので、振動をさらに低減したエンジンとすることができる。

【0013】

また、本発明の一態様では、前記第 2 の回転軸は、第 2 のアクチュエータで回転駆動することが好ましい。

このようにすれば、アクチュエータと第 2 のアクチュエータを別個独立して駆動させることができるので、エンジンの振動を効率的に打ち消すことができる。

【0014】

また、本発明の一態様では、前記第 2 の回転軸は、前記回転軸の二倍の速度で回転するもので、前記第 2 のバランスウェイトが二次振動を打ち消す 2 次バランスウェイトであることが好ましい。

このようにすれば、二次振動を打ち消すことが可能となるので、振動を低減したエンジンとすることができる。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように本発明によれば、偶数のシリンダの並び方向一方端側のシリンダと他方端側のシリンダとの中央位置においてバランスウェイトを調整すればよいので、バランスウェイトの調整が簡単にできる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】本発明の実施の形態 1 である二気筒 4 サイクルのエンジンを示す断面模式図であって、ピストンが上死点に移動した状態を示す図である。

【図 2】図 1 に示した二気筒 4 サイクルのエンジンを示す断面模式図であって、ピストンが上死点と下死点との間に移動した状態を示す図である。

【図 3】図 1 に示した二気筒 4 サイクルのエンジンを示す断面模式図であって、ピストンが下死点に移動した状態を示す図である。

【図 4】図 1 に示した二気筒 4 サイクルのエンジンを示す平面模式図であって、シリンダとバランスウェイトとの関係を示す図である。

【図 5】図 1 に示した二気筒 4 サイクルのエンジンを示す平面模式図であって、クランクシャフトとバランスウェイトとの関係を示す図である。

【図 6】図 1 に示したバランスの取付構造を示す模式図である。

【図 7】図 1 に示した二気筒 4 サイクルのエンジンの制御構成を示すブロック図である。

【図 8】バランスウェイトの形状例 1 を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 9】 バランスウエイトの形状例 2 を示す図である。

【図 10】 本発明の実施の形態 1 の変形例 1 であるエンジンを示す断面模式図である。

【図 11】 本発明の実施の形態 1 の変形例 2 であるエンジンを示す断面模式図である。

【図 12】 図 11 に示したバランスモジュールを示す平面模式図である。

【図 13】 図 12 に示したバランスモジュールを変形した例を示す平面模式図である。

【図 14】 本発明の実施の形態 1 の変形例 3 であるエンジンを示す断面模式図である。

【図 15】 本発明の実施の形態 1 の変形例 4 であるエンジンを示す断面模式図である。

【図 16】 本発明の実施の形態 2 である四気筒 4 サイクルのエンジンを示す断面模式図である。

【図 17】 図 16 に示したバランスモジュールを示す平面模式図である。

10

【図 18】 本発明の実施の形態 2 の変形例 1 であるエンジンを示す断面模式図である。

【図 19】 本発明の実施の形態 2 の変形例 2 であるエンジンを示す断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に説明する本実施の形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施の形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0018】

[実施の形態 1]

20

まず、図 1 ~ 図 6 に基づいて、本発明の実施の形態 1 である二気筒 4 サイクルのエンジンについて説明する。尚、図 1 ~ 図 3 は、本発明の実施の形態 1 である二気筒 4 サイクルのエンジンを示す断面模式図であり、図 4 及び図 5 は、図 1 に示した二気筒 4 サイクルのエンジンを示す平面模式図である。図 6 は、図 1 に示したバランスの取付構造を示す模式図である。

【0019】

図 1 ~ 図 3 に示すように、本発明の実施の形態 1 であるエンジンは、クランク位相角度が 360 度の直列二気筒の 4 サイクルのエンジンで、エンジン本体 2 とバランス 3 とを備える。エンジン本体 2 は、シリンダブロック 21 とクランクシャフト 22 とを備える。シリンダブロック 21 には、二つのシリンダ（気筒）211 が形成され、シリンダ 211 ごとに、ピストン 23、ピストンピン 24、コネクティングロッド 25 を備える。シリンダ 211 は、円筒形の筒状に形成され、その内部を円筒形のピストン 23 が往復する。ピストン 23 には、ピストンピン 24 により、コネクティングロッド 25 の一端（スモール・エンド）が連結される。

30

【0020】

クランクシャフト 22 は、コネクティングロッド 25 とともに、ピストン 23 の往復運動（下降運動）を回転運動に変換するもので、クランクシャフト 22 の回転中心を通る軸線に対して平行にクランクピン 221（図 5 参照）を有する。そして、クランクピン 221 には、コネクティングロッド 25 の他端（ラージ・エンド）が連結される。また、クランクシャフト 22 は、回転中心（軸線 O1）を対称軸としてクランクピン 221 と対称となる位置にカウンタウエイト 222 が設けられる。カウンタウエイト 222 は、振動を低減するためのもので、クランクシャフト 22 の慣性トルク、ピストン 23 の往復方向に生じるトルク成分を考慮して設けられる。

40

【0021】

バランス 3 は、クランクシャフト 22 に設けたカウンタウエイト 222 だけでは打ち消すことができない振動（一次振動）を低減するためのもので、本発明の実施の形態 1 では、シリンダブロック 21 の外部側面に取り付けられる。バランス 3 は、アクチュエータ 31 とバランスウエイト 32 とを備える。アクチュエータ 31 は、クランクシャフト 22 の回転中心を通る軸線 O1 と平行であって、図 1 ~ 図 3 に示すように、シリンダ 211 の延在方向においてクランクシャフト 22 の回転中心を通る軸線 O1 と同じ高さに回転軸（第

50

1の回転軸)311が配置される。図6に示すように、アクチュエータ31は、シリンダブロック21の外部側面に一体鋳造したボス(台座)212に直接取り付けられる。具体的には、アクチュエータ31には、取り付けに用いられる貫通穴31aが設けてあり、貫通穴を貫通したネジ312をボス212に設けたネジ穴212aにネジ止めすることにより、取り付けられる。尚、バランスウエイト32は、ウエイトケース33に収納され、保護されるが、ウエイトケース33に収納することが必須ではない。

【0022】

本発明の実施の形態1では、アクチュエータ31にステッピングモータやサーボモータ等の回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。バランスウエイト32は、回転軸(駆動軸)311上であって、二つのシリンダ211の中央となる位置Aに配置される。バランスウエイト32は、重心が偏った錘であり、本発明の実施の形態1では、図1~図5に示すように、円柱と直方体とを組み合わせた形状とする。

10

【0023】

図7は、図1に示した二気筒4サイクルのエンジンの制御構成を示すブロック図である。

図7に示すように、本発明の実施の形態1であるエンジンは、上死点検出部41、ECU(Engine Control Unit)4を備える。上死点検出部41は、基準とするピストン23(以下、このピストンを「第1気筒のピストン」という)が上死点に移動したことを検出するもので、クランクシャフト22とともに回転するプリー(回転部材)(図示せず)に設けたマーク(図示せず)と、第1気筒のピストン23が上死点に移動した場合にマークを検出するセンサ(検出手段)(図示せず)とで構成される。尚、本実施の形態であるクランク位相角度が360度の直列二気筒の4サイクルエンジンでは、第1気筒のピストンは、もう一つのピストン23(以下、このピストンを「第2気筒のピストン」という)と同時に上死点に移動する。これにより、上死点検出部41が第1気筒のピストン23が上死点に移動したことを検出した時には、第1気筒のピストン23と第2気筒のピストン23とが上死点に位置することになる。

20

【0024】

ECU4は、エンジンを制御するためのもので、計時部(計時手段)46、演算部(演算手段)47、パラメータ制御部(制御手段)48を備える。計時部46は、時間を計測する部分で、上死点検出部41が第1気筒のピストン23が上死点に移動したことを検出してから次に第1気筒のピストン23が上死点に移動したことを検出するまでの時間(クランクシャフトが一回転するのに要する時間)を計測する。演算部47は、ピストン(第1気筒のピストン)23の位置、移動方向、速度及び加速度を算出する部分である。

30

【0025】

ピストン23の位置、移動方向、速度及び加速度は、上死点検出部41が第1気筒のピストン23が上死点に移動したことを検出したタイミング、計時部46が計測した時間、コネクティングロッド25の長さ、クランクアームの長さ(クランクシャフト22の中心からクランクピン221の中心までの長さ)に基づいて算出する。

【0026】

具体的に説明する。上死点検出部41が検出したタイミングからは、ピストン23が上死点に位置すること、ピストン23の移動方向が上死点から下死点に向かうこと、が特定できる(図1参照)。また、ピストン23の位置は、コネクティングロッド25の長さ、クランクアームの長さ、クランクシャフト22の回転角度()で表すことができる。また、回転角度()は、角速度()と時間(t)の積で表すことができるから、ピストン23の位置は、コネクティングロッド25の長さ、クランクアームの長さ、クランクシャフト22の角速度()と時間(t)で表すことができる。これを時間で微分すれば、ピストン23の速度(数式)を求めることができる。そして、さらに微分すれば、ピストン23の加速度(数式)を求めることができる。一方、計時部46が計測した時間からは、クランクシャフト22が一回転するのに要する時間、すなわち、クランクシャフト22の角速度を特定できる。これにより、ピストン23の位置、移動方向、速度、加速度が算

40

50

出される。

【 0 0 2 7 】

バランス制御部 4 8 は、バランス 3 を制御する部分で、演算部 4 7 で求めたピストン 2 3 の位置、移動方向、速度及び加速度に基づいて、アクチュエータ 3 1 を制御する。

【 0 0 2 8 】

そして、図 1 に示すように、ピストン 2 3 が上死点に位置する場合には、カウンタウエイト 2 2 2 がクランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 よりも下方に位置する。この時、バランスウエイト 3 2 の重心は、アクチュエータ 3 1 の回転軸 3 1 1 よりも下方に位置する。一方、図 2 に示すように、ピストン 2 3 が上死点と下死点との間、略中央に位置する場合には、カウンタウエイト 2 2 2 がクランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 の側方（図 2 において左方）に位置する。この時、バランスウエイト 3 2 の重心は、アクチュエータ 3 1 の回転軸 3 1 1 を境にカウンタウエイト 2 2 2 と反対側（図 2 において右方）に位置する。これにより、カウンタウエイト 2 2 2、クランクシャフト 2 2、コネクティングロッド 2 5、バランスウエイト 3 2 が水平方向において静的に釣り合う。他方、図 3 に示すように、ピストン 2 3 が下死点に位置する場合には、カウンタウエイト 2 2 2 がクランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 よりも上方に位置する。この時、バランスウエイト 3 2 の重心は、アクチュエータ 3 1 の回転軸 3 1 1 よりも上方に位置する。

10

【 0 0 2 9 】

上述した本発明の実施の形態 1 であるエンジンは、クランクシャフト 2 2 の回転に同調してバランス 3（バランスウエイト 3 2）が回転することにより、エンジンの一次振動を低減できる。また、二つのシリンダ 2 1 1 に対して一つのバランスウエイト 3 2 で一次振動を低減するので、調整するバランスウエイト 3 2 は一つで済む。これにより、バランスウエイト 3 2 の調整が簡単にできる。

20

【 0 0 3 0 】

また、電動モータでバランスウエイト 3 2 を回転させるので、本発明の実施の形態 1 であるエンジンを自動車に搭載した場合にオルタネータ（発電機）（図示せず）で発電した電力を活用でき、回生した電力を有効に活用できる。特に、ハイブリッド車（HV）はバッテリーの容量が大きいので、ハイブリッド車に搭載した場合には、電力を有効に活用できる。

30

【 0 0 3 1 】

さらに、バランス 3 はシリンダブロック 2 1 の外部側方に取り付けられるので、シリンダブロックの内部にバランスを設ける場合よりもシリンダブロックを小さくできる。

【 0 0 3 2 】

上述した本発明の実施の形態 1 において、バランスウエイト 3 2 は、目的に合わせて任意の形状を採用可能である。例えば、図 8 に示すように、正三角形の角を丸めた形状を採用することもできるし、図 9 に示すように、径の異なる円板を二つ組み合わせた形状を採用することもできる。

【 0 0 3 3 】

[変形例 1]

次に、図 1 0 に基づいて、本発明の実施の形態 1 の変形例 1 であるエンジンを説明する。尚、図 1 0 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 1 であるエンジンを示す断面模式図である。また、本発明の実施の形態 1 の変形例 1 において、本発明の実施の形態 1 と共通する箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

40

【 0 0 3 4 】

図 1 0 に示すように、本発明の実施の形態 1 の変形例 1 であるエンジンは、上述したアクチュエータ 3 1 の回転軸（第 1 の回転軸）3 1 1 をエンジン本体 2 のローリングモーメントを打ち消す位置に配置したものである。図 1 0 に示す例では、アクチュエータ 3 1 の回転軸 3 1 1 をシリンダ 2 1 1 の延在方向において、クランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 よりも高い位置に配置する。

50

【 0 0 3 5 】

このように、アクチュエータ 3 1 の回転軸 3 1 1 をエンジン本体 2 のローリングモーメントを打ち消す位置に配置すると、一次振動のほかに、ローリングモーメントによる振動を低減できる。

【 0 0 3 6 】

[変形例 2]

次に、図 1 1 に基づいて、本発明の実施の形態 1 の変形例 2 であるエンジンを説明する。尚、図 1 1 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 2 であるエンジンを示す断面模式図であり、図 1 2 は、図 1 1 に示したバランサモジュールを示す平面模式図である。また、本発明の実施の形態 1 の変形例 2 において、本発明の実施の形態 1 と共通する箇所には、同一の符号を付して説明を省略する。

10

【 0 0 3 7 】

図 1 1 に示すように、本発明の実施の形態 1 の変形例 2 であるエンジンは、上述したバランサ 3 に代えて、シリンダブロック 2 1 の下方にバランサモジュール 5 を備える。バランサモジュール 5 は、クランクシャフト 2 2 に設けたカウンタウエイト 2 2 2 だけでは打ち消すことができない振動（一次振動と二次振動）を低減するためのもので、一次バランサ 5 1 と二次バランサ 5 2 とを備える。

【 0 0 3 8 】

一次バランサ 5 1 は、上述したバランサ 3 と同様、一次振動を低減するためのもので、バランサシャフト（第 1 の回転軸）5 1 1、バランサウエイト（第 1 のバランサウエイト）5 1 2、アクチュエータ 5 1 3 を備える。バランサシャフト 5 1 1 は、クランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 と平行に設けられる。図 1 2 に示すように、バランサウエイト 5 1 2 は、バランサシャフト 5 1 1 上であって、二つのシリンダ 2 1 1 の中央となる位置 A に設けられる。バランサウエイト 5 1 2 は、重心が偏った錘であり、一次振動の低減に適した形状とする。アクチュエータ 5 1 3 は、バランサシャフト 5 1 1 を回転させるもので、ここでは、回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。また、バランサシャフト 5 1 1 には、二次バランサ 5 2 に動力を伝達するための駆動ギア 5 1 4 が取り付けられている。

20

【 0 0 3 9 】

二次バランサ 5 2 は、二次振動を低減するためのもので、バランサシャフト（第 2 の回転軸）5 2 1、バランサウエイト（第 2 のバランサウエイト）5 2 2 を備える。バランサシャフト 5 2 1 は、クランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 と平行に設けられる。バランサウエイト 5 2 2 は、バランサシャフト 5 2 1 上であって、各シリンダ 2 1 1 の中央となる位置にそれぞれ設けられる。バランサウエイト 5 2 2 は、重心が偏った錘であり、二次振動の低減に適した重さ、形状とする。また、バランサシャフト 5 2 1 には、従動ギア 5 2 3 が取り付けられている。そして、上述した駆動ギア 5 1 4 と従動ギア 5 2 3 との間には、アイドルギア 5 1 5 が設けられている。これにより、駆動ギア 5 1 4 と従動ギア 5 2 3 とは、同一方向（クランクシャフト 2 2 と反対方向）に回転する。また、駆動ギア 5 1 4 と従動ギア 5 2 3 のギア比は、1 対 2 であり、二次バランサ 5 2 は一次バランサ 5 1 の二倍の速度で回転する。

30

40

【 0 0 4 0 】

上述した本発明の実施の形態 1 の変形例 2 であるエンジンは、シリンダ 2 1 1 の内部をピストン 2 3 が往復することにより、クランクシャフト 2 2 が回転すると、上死点検出部 4 1 から ECU 4 に信号を出力する。ECU 4 は、これらから入力された信号に同調し、一次バランサ 5 1 を駆動する。これにより、二次バランサ 5 2 は一次バランサ 5 1 に従動する。一次バランサ 5 1 の回転方向は、クランクシャフト 2 2 の回転方向と反対方向で、クランクシャフト 2 2 が時計まわりに回転する場合には、一次バランサ 5 1 は反時計まわりに回転する。また、一次バランサ 5 1 の回転速度（角速度）は、クランクシャフト 2 2 の回転速度（角速度）と同じで、クランクシャフト 2 2 が一回転すると一次バランサ 5 1 が一回転する。二次バランサ 5 2 の回転方向は、一次バランサ 5 1 の回転方向と同一方向

50

で、クランクシャフト 2 2 の回転方向と反対方向に回転する。したがって、クランクシャフト 2 2 が時計まわりに回転する場合には、二次バランサ 5 2 は反時計まわりに回転する。また、二次バランサ 5 2 の回転速度（角速度）は、一次バランサ 5 1 の回転速度（角速度）の二倍で、一次バランサ 5 1 が一回転すると二次バランサ 5 2 が二回転する。したがって、クランクシャフト 2 2 が一回転すると二次バランサ 5 2 が二回転する。

【 0 0 4 1 】

上述した本発明の実施の形態 1 の変形例 2 であるエンジンは、クランクシャフト 2 2 の回転に同調して一次バランサ 5 1 と二次バランサ 5 2 とが回転することにより、エンジンの一次振動と二次振動を低減できる。

【 0 0 4 2 】

また、図 1 2 に示すように、アイドルギア 5 1 5 の回転中心を通る軸線上にオイルポンプ等の補機 5 1 6 を設けてもよいし、図 1 3 に示すように、アイドルギア 5 1 5 をモータ 5 1 7 で駆動し、一次バランサ 5 1 の駆動ギア 5 1 4 を従動させてもよい。

【 0 0 4 3 】

[変形例 3]

次に、図 1 4 に基づいて、本発明の実施の形態 1 の変形例 3 であるエンジンを説明する。尚、図 1 4 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 3 であるエンジンを示す断面模式図である。また、本発明の実施の形態 1 の変形例 3 において、本発明の実施の形態 1 と共通する箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

図 1 4 に示すように、本発明の実施の形態 1 の変形例 3 であるエンジンは、シリンダブロック 2 1 の一方側の側面（図 1 3 において右側面）と他方側の側面（図 1 3 において左側面）とに一次バランサ 5 3 , 5 4 を備える。一次バランサ 5 3 , 5 4 は、一次振動を低減するもので、一方の一次バランサ 5 3 は、シリンダブロック 2 1 の一方の側面（図 1 3 において右側面）に設けられ、他方の一次バランサ 5 4 は、シリンダブロックの他方の側面（図 1 3 において左側面）に設けられる。

【 0 0 4 5 】

一方の一次バランサ 5 3 は、バランスシャフト（第 1 の回転軸）5 3 1、バランスウエイト（第 1 のバランスウエイト）5 3 2、アクチュエータ 5 3 3 を備える。バランスシャフト 5 3 1 は、クランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 と平行であって、シリンダ 2 1 1 の延在方向においてクランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 と同じ高さに設けられる。バランスウエイト 5 3 2 は、バランスシャフト 5 3 1 上であって、二つのシリンダ 2 1 1 の中央となる位置に設けられる。バランスウエイト 5 3 2 は、重心が偏った錘であり、一次振動の低減に適した形状とする。アクチュエータ 5 3 3 は、バランスシャフト 5 3 1 を回転させるもので、ここでは、回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。

【 0 0 4 6 】

他方の一次バランサ 5 4 は、上述した一方の一次バランサ 5 3 と協働して一次振動を低減するもので、シリンダブロック 2 1 を挟んで一次バランサ 5 3 と反対側となるシリンダブロック 2 1 の側面（図 1 3 において左側面）に設けられる。他方の一次バランサ 5 4 は、バランスシャフト（第 2 の回転軸）5 4 1、バランスウエイト（第 2 のバランスウエイト）5 4 2、アクチュエータ 5 4 3 を備える。バランスシャフト 5 4 1 は、クランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 と平行であって、シリンダ 2 1 1 の延在方向においてクランクシャフト 2 2 の回転中心を通る軸線 O 1 と同じ高さに設けられる。バランスウエイト 5 4 2 は、バランスシャフト 5 4 1 上であって、各シリンダ 2 1 1 の中央となる位置にそれぞれ設けられるが、上述した一方の一次バランサ 5 3 と同様に、二つのシリンダ 2 1 1 の中央となる位置に設けてもよい。バランスウエイト 5 4 2 は、重心が偏った錘であり、一次振動の低減に適した重さ、形状とする。アクチュエータ 5 4 3 は、バランスシャフト 5 4 1 を回転させるもので、ここでは、回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。

【0047】

上述した本発明の実施の形態1の変形例3であるエンジンは、シリンダ211の内部をピストン23が往復することにより、クランクシャフト22が回転すると、上死点検出部41からECU4に信号を出力する。ECU4は、上死点検出部41から入力された出力信号に同調し、一方の一次バランサ53と他方の一次バランサ54とを駆動する。一方の一次バランサ53と他方の一次バランサ54の回転方向は、クランクシャフト22の回転方向と反対方向で、クランクシャフト22が時計まわりに回転する場合には、一次バランサ53, 54は反時計まわりに回転する。また、一次バランサ53, 54の回転速度(角速度)は、クランクシャフト22の回転速度(角速度)と同じで、クランクシャフト22が一回転すると一次バランサ53, 54が一回転する。

10

【0048】

上述した本発明の実施の形態1の変形例3であるエンジンは、クランクシャフト22の回転に同調して一次バランサ53, 54が回転することにより、エンジンの一次振動を低減できる。

【0049】

尚、上述した本発明の実施の形態1の変形例3であるエンジンは、他方の一次バランサ54を二次バランサとして機能させることも可能である(以下、この段落において「一次バランサ54」を「二次バランサ54」という)。このとき、二次バランサ54の回転方向は、クランクシャフト22の回転方向と反対方向で、クランクシャフト22が時計まわりに回転する場合には、二次バランサ54は反時計まわりに回転する。また、二次バランサ54の回転速度(角速度)は、クランクシャフト22の回転速度(角速度)の二倍で、クランクシャフト22が一回転すると二次バランサ54が二回転する。

20

【0050】

[変形例4]

次に、図15に基づいて、本発明の実施の形態1の変形例4であるエンジンを説明する。尚、図15は、本発明の実施の形態1の変形例4であるエンジンを示す断面模式図である。また、本発明の実施の形態1の変形例4において、本発明の実施の形態1と共通する箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0051】

図15に示すように、本発明の実施の形態1の変形例4であるエンジンは、変形例3と同様、一次バランサ55, 56がそれぞれバランスシャフト(回転軸)551, 561、バランスウエイト552, 562、アクチュエータ553, 563を備えるもので、一次バランサ55のバランスシャフト551をエンジンのローリングモーメントを打ち消す位置に配置したものである。図15に示す例では、一次バランサ55のバランスシャフト551をシリンダ211の延在方向において、クランクシャフト22の回転中心を通る軸線O1よりも高い位置に配置することになる。

30

【0052】

このように、一次バランサ55のバランスシャフト551をエンジンのローリングモーメントを打ち消す位置に配置すると、一次振動のほかに、ローリングモーメントを低減できる。

40

【0053】

[実施の形態2]

つぎに、図16及び図17に基づいて本発明の実施の形態2である四気筒4サイクルのエンジンについて説明する。なお、図16は、本発明の実施の形態2であるエンジンを示す断面模式図であり、図17は、図16に示したバランサモジュールを示す平面模式図である。

【0054】

図16及び図17に示すように、本発明の実施の形態2であるエンジンは、クランク位相角度が180度の直列四気筒のエンジンでエンジン本体6とバランサモジュール7とを備える。エンジン本体6は、シリンダブロック61とクランクシャフト62とを備える。

50

シリンダブロック 6 1 には、四つのシリンダ（気筒） 6 1 1 が形成され、シリンダ 6 1 1 ごとに、ピストン 6 3、ピストンピン 6 4、コネクティングロッド 6 5 を備える。シリンダ 6 1 1 は、円筒形の筒状に形成され、その内部を円筒形のピストン 6 3 が往復する。ピストン 6 3 には、ピストンピン 6 4 により、コネクティングロッド 6 5 の一端（スモール・エンド）が連結される。

【 0 0 5 5 】

図 1 6 に示すように、クランクシャフト 6 2 は、コネクティングロッド 6 5 とともに、ピストン 6 3 の往復運動（下降運動）を回転運動に変換するもので、クランクシャフト 6 2 の回転中心（軸線）と平行となる位置にクランクピン（図示せず）を有する。そして、クランクピンには、コネクティングロッド 6 5 の他端（ラージ・エンド）が連結される。また、クランクシャフト 6 2 は、回転中心（軸線 0 2）を対称軸としてクランクピンと対称となる位置にカウンタウエイト 6 2 2 が設けられる。カウンタウエイト 6 2 2 は、振動を低減するためのもので、クランクシャフト 6 2 の慣性トルク、ピストン 6 3 の往復方向に生じるトルク成分を考慮して設けられる。

10

【 0 0 5 6 】

バラサモジュール 7 は、クランクシャフト 6 2 に設けたカウンタウエイト 6 2 2 だけでは打ち消すことができない振動を低減するためのもので、シリンダブロック 6 1 の外部下方に取り付けられる。バラサモジュール 7 は、第 1 のバラサ 7 1 と第 2 のバラサ 7 2 とを備える。

【 0 0 5 7 】

第 1 のバラサ 7 1 と第 2 のバラサ 7 2 は、二次振動（クランクシャフト一回転につき二回だけ生じる振動）を低減するためのものである。図 1 6 に示すように、第 1 のバラサ 7 1 は、バランスシャフト（第 1 の回転軸） 7 1 1、バランスウエイト（第 1 のバランスウエイト） 7 1 2、アクチュエータ 7 1 3（図 1 7 参照）を備える。バランスシャフト 7 1 1 は、クランクシャフト 6 2 の回転中心を通る軸線 0 2 と平行に設けられる。図 1 7 に示すように、バランスウエイト 7 1 2 は、バランスシャフト 7 1 1 上であって、中央二つのシリンダ（2 番、3 番のシリンダ 6 1 1 2, 6 1 1 3） 6 1 1 の中央となる位置 A に設けられる。これは、2 番、3 番のシリンダ 6 1 1 2, 6 1 1 3 の内部を往復するピストン 6 3 が同じ動作となることによる。バランスウエイト 7 1 2 は、重心が偏った錘であり、2 番、3 番のシリンダ 6 1 1 2, 6 1 1 3 に生じる振動（二次振動）を低減するのに適した形状とする。アクチュエータ 7 1 3 は、バランスシャフト 7 1 1 を回転させるもので、ここでは、ステッピングモータやサーボモータ等の回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。また、バランスシャフト 7 1 1 には、第 2 のバラサ 7 2 に動力を伝達するための駆動ギア 7 1 4 が取り付けられている。

20

30

【 0 0 5 8 】

図 1 6 に示すように、第 2 のバラサ 7 2 は、バランスシャフト（第 2 の回転軸） 7 2 1、バランスウエイト（第 2 のバランスウエイト） 7 2 2 を備える。バランスシャフト 7 2 1 は、クランクシャフト 6 2 の回転中心を通る軸線 0 2 と平行に設けられる。バランスウエイト 7 2 2 は、バランスシャフト 7 2 1 上であって、外側二つのシリンダ（1 番、4 番のシリンダ 6 1 1 1, 6 1 1 4（図 1 6 参照）） 6 1 1 のそれぞれ中央となる位置に設けられる。バランスウエイト 7 2 2 は、重心が偏った錘であり、それぞれ、1 番、4 番のシリンダ 6 1 1 1, 6 1 1 4 に生じる振動を低減するのに適した形状とする。また、バランスシャフト 7 2 1 には、上述した駆動ギア 7 1 4 と噛合する従動ギア 7 2 3 が取り付けられている。駆動ギア 7 1 4 と従動ギア 7 2 3 のギア比は、1 対 1 であり、第 2 のバラサ 7 2 は第 1 のバラサ 7 1 と同じ速度で回転する。

40

【 0 0 5 9 】

上述した本発明の実施の形態 2 であるエンジンは、シリンダ 6 1 1 の内部をピストン 6 3 が往復することにより、クランクシャフト 6 2 が回転すると、上死点検出部から ECU に信号を出力する。ECU は、上死点検出部から入力された信号に同調し、第 1 のバラサ 7 1 を駆動する。これにより、第 2 のバラサ 7 2 は第 1 のバラサ 7 1 に従動する。

50

第1のバランスワ71の回転方向は、クランクシャフト62の回転方向と反対方向で、クランクシャフト62が時計まわりに回転する場合には、第1のバランスワ71は反時計まわりに回転する。また、第1のバランスワ71の回転速度(角速度)は、クランクシャフト62の回転速度(角速度)の二倍で、クランクシャフト62が一回転すると第1のバランスワ71が二回転する。一方、第2のバランスワ72の回転方向は、第1のバランスワ71の回転方向と反対方向で、クランクシャフト62と同一方向に回転する。したがって、クランクシャフト62が時計まわりに回転する場合には、第2のバランスワ72も時計まわりに回転する。また、第2のバランスワ72の回転速度(角速度)は、第1のバランスワ71の回転速度と同じで、クランクシャフト62が一回転すると第2のバランスワ72が二回転する。

【0060】

上述した本発明の実施の形態2であるエンジンは、クランクシャフト62の回転に同調して第1のバランスワ71と第2のバランスワ72とが回転することにより、エンジンの二次振動を低減できる。また、二つのシリンダ(2番、3番のシリンダ6112, 6113)611に対して一つのバランスウエイト712で二次振動を低減するので、安価に振動を低減できる。

【0061】

また、電動モータでバランスウエイト712を回転させるので、本発明の実施の形態2であるエンジンを自動車に搭載した場合にオルタネータ(発電機)で発電した電力を活用でき、回生した電力を有効に活用できる。特に、ハイブリッド車(HV)はバッテリーの容量が大きいので、ハイブリッド車に搭載した場合には、電力を有効に活用できる。

【0062】

[変形例1]

次に、図18に基づいて、本発明の実施の形態2の変形例1であるエンジンを説明する。尚、図18は、本発明の実施の形態2の変形例1であるエンジンを示す断面模式図である。また、本発明の実施の形態2の変形例1において、本発明の実施の形態2と共通する箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

【0063】

図18に示すように、本発明の実施の形態2の変形例1であるエンジンは、実施の形態1と同様、第1のバランスワ73と第2のバランスワ74とを備える。第1のバランスワ73は、アクチュエータ731、バランスウエイト(第1のバランスウエイト)732を備える。アクチュエータ731は、バランスウエイト732を回転させるためのもので、ここでは、回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。アクチュエータ731は、クランクシャフト62の回転中心を通る軸線O2と平行であって、シリンダ611の延在方向においてクランクシャフト62の回転中心を通る軸線O2と同じ高さにバランスワフト(第1の回転軸)7311が配置される。また、第1のバランスワ73のバランスウエイト732は、回転軸7311上であって、中央二つのシリンダ(2番、3番のシリンダ6112, 6113)611の中央となる位置に設けられる。バランスウエイト732は、重心が偏った錘であり、2番、3番のシリンダ6112, 6113に生じる振動を低減するのに適した形状とする。

【0064】

第2のバランスワ74は、バランスワフト(第2の回転軸)7411、バランスウエイト(第2のバランスウエイト)742、アクチュエータ741を備える。バランスワフト7411は、クランクシャフト62の回転中心を通る軸線O2と平行に設けられる。バランスウエイト742は、バランスワフト7411上であって、外側二つのシリンダ(1番、4番のシリンダ6111, 6114)611のそれぞれ中央となる位置に設けられる。バランスウエイト742は、重心が偏った錘であり、それぞれ1番、4番のシリンダ6111, 6114に生じる振動(二次振動)を低減するのに適した形状とする。アクチュエータ741は、バランスワフト741を回転させるためのもので、ここでは、回転速度の制御が可能な電動モータを用いる。

【0065】

10

20

30

40

50

上述した本発明の実施の形態 2 の変形例 1 であるエンジンは、シリンダ 6 1 1 の内部をピストン 6 3 が往復することにより、クランクシャフト 6 2 が回転すると、上死点検出部から ECU に信号を出力する。ECU は、上死点検出部から入力された信号に同調し、第 1 のバランサ 7 3 と第 2 のバランサ 7 4 を駆動する。第 1 のバランサ 7 3 の回転方向は、クランクシャフト 6 2 の回転方向と反対方向で、クランクシャフト 6 2 が時計まわりに回転する場合には、第 1 のバランサ 7 3 は反時計まわりに回転する。また、第 1 のバランサ 7 3 の回転速度（角速度）は、クランクシャフト 6 2 の回転速度（角速度）の二倍で、クランクシャフト 6 2 が一回転すると第 1 のバランサ 7 3 が二回転する。一方、第 2 のバランサ 7 4 の回転方向は、第 1 のバランサ 7 3 の回転方向と反対方向で、クランクシャフト 6 2 と同一方向に回転する。したがって、クランクシャフト 6 2 が時計まわりに回転する場合には、第 2 のバランサ 7 4 も時計まわりに回転する。また、第 2 のバランサ 7 4 の回転速度（角速度）は、第 1 のバランサ 7 3 の回転速度と同じで、クランクシャフト 6 2 が一回転すると第 2 のバランサ 7 4 が二回転する。

10

【0066】

上述した本発明の実施の形態 2 の変形例 1 であるエンジンは、クランクシャフト 6 2 の回転に同調して第 1 のバランサ 7 3 と第 2 のバランサ 7 4 とが回転することにより、エンジンの二次振動を低減できる。また、二つのシリンダ（2 番、3 番のシリンダ 6 1 1 2 , 6 1 1 3）6 1 1 に対して一つのバランスイイト 7 3 2 で二次振動を低減するので、安価に振動を低減できる。

20

【0067】

[変形例 2]

次に、図 1 9 に基づいて、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 であるエンジンを説明する。尚、図 1 9 は、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 であるエンジンを示す断面模式図である。また、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 において、本発明の実施の形態 2 と共通する箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

20

【0068】

図 1 9 に示すように、本発明の実施の形態 2 の変形例 2 であるエンジンは、変形例 1 と同様、第 1 のバランサ 7 5 と第 2 のバランサ 7 6 とがそれぞれアクチュエータ 7 5 1 , 7 6 1、バランスイイト 7 5 2 , 7 6 2 を備えるもので、第 1 のバランサ 7 5 のバランサシャフト（第 1 の回転軸）7 5 1 1 , 第 2 のバランサ 7 6 のバランサシャフト（第 2 の回転軸）7 6 1 1 をエンジンのローリングモーメントを打ち消す位置に配置したものである。図 1 9 に示す例では、第 1 のバランサ 7 5 のバランサシャフト 7 5 1 1 をシリンダ 6 1 1 の延在方向において、クランクシャフト 6 2 の回転中心を通る軸線 O 2 よりも高い位置に配置する一方、第 2 のバランサ 7 6 のバランサシャフト 7 6 1 1 をシリンダ 6 1 1 の延在方向において、クランクシャフト 2 の回転中心を通る軸線 O 2 よりも高い位置に配置する。

30

【0069】

このように、第 1 のバランサ 7 5 のバランサシャフト 7 5 1 1 と第 2 のバランサ 7 6 のバランサシャフト 7 6 1 1 をエンジンのローリングモーメントを打ち消す位置に配置すると、二次振動のほかに、ローリングモーメントによる振動を低減できる。

40

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明は、バランスイイトの調整が簡単にできるので、自動車用の 4 サイクルのエンジンに好適である。

【符号の説明】

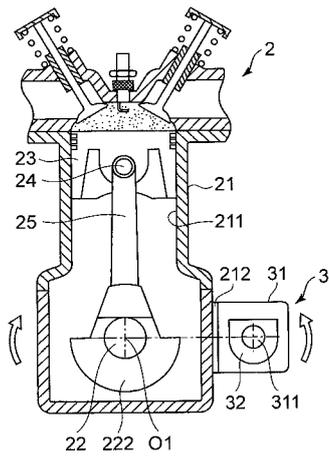
【0071】

- 2 エンジン本体
- 2 1 シリンダブロック
- 2 1 1 シリンダ（気筒）
- 2 1 2 ポス

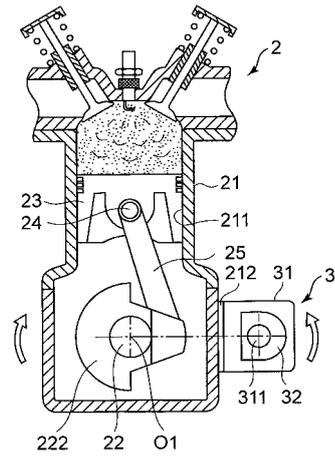
50

2 2	クランクシャフト	
2 2 1	クランクピン	
2 2 2	カウンタウエイト	
2 3	ピストン	
2 5	コネクティングロッド	
3	バランサ	
3 1	アクチュエータ (電動モータ)	
3 1 1	回転軸 (駆動軸) (第 1 の回転軸)	
3 2	バランスウエイト	
3 3	ウエイトケース	10
4	E C U	
4 1	上死点検出部	
4 6	計時部	
4 7	演算部	
4 8	バランサ制御部	
5	バランサモジュール	
5 1	一次バランサ	
5 1 1	バランスシャフト (第 1 の回転軸)	
5 1 2	バランスウエイト (第 1 のバランスウエイト)	
5 1 3	アクチュエータ (電動モータ)	20
5 1 4	駆動ギア	
5 1 5	アイドルギア	
5 1 6	補機	
5 1 7	モータ	
5 2	二次バランサ	
5 2 1	バランスシャフト (第 2 の回転軸)	
5 2 2	バランスウエイト (第 2 のバランスウエイト)	
5 2 3	従動ギア	
5 3 , 5 5 , 5 6	一次バランサ	
5 4	一次バランサ (二次バランサ) (第 2 のバランスウエイト)	30
6	エンジン本体	
6 1	シリンダブロック	
6 1 1	シリンダ (気筒)	
6 1 1 1	1 番のシリンダ	
6 1 1 2	2 番のシリンダ	
6 1 1 3	3 番のシリンダ	
6 1 1 4	4 番のシリンダ	
6 2	クランクシャフト	
6 2 2	カウンタウエイト	
6 3	ピストン	40
6 5	コネクティングロッド	
7	バランサモジュール	
7 1 , 7 3	第 1 のバランサ	
7 2 , 7 4	第 2 のバランサ	

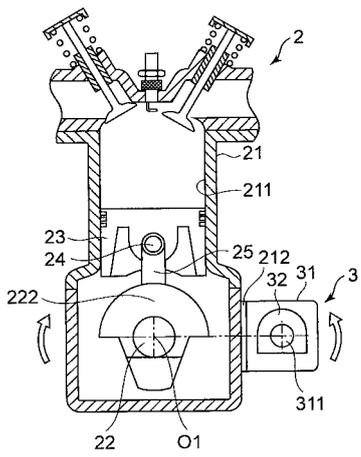
【 図 1 】



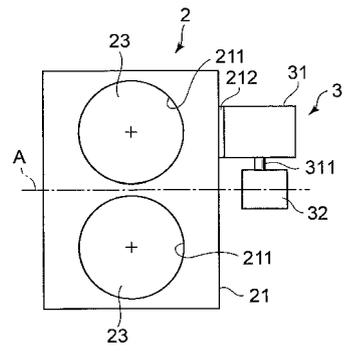
【 図 2 】



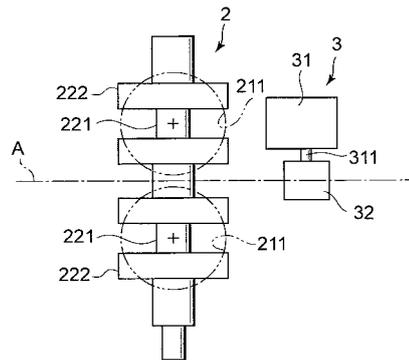
【 図 3 】



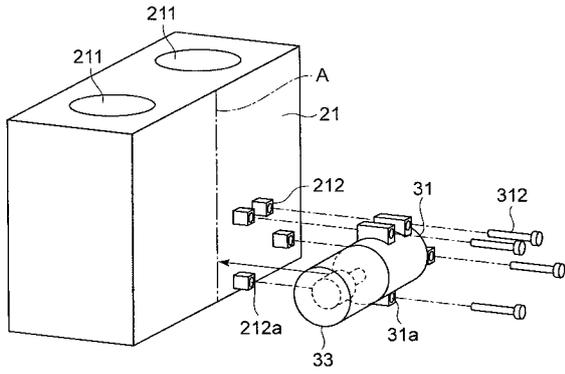
【 図 4 】



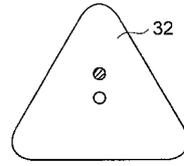
【 図 5 】



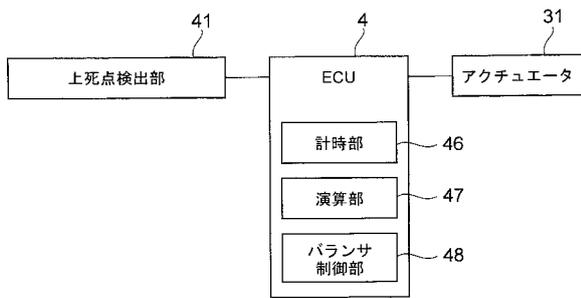
【図6】



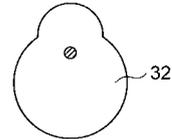
【図8】



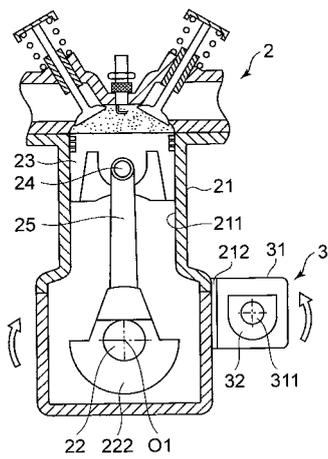
【図7】



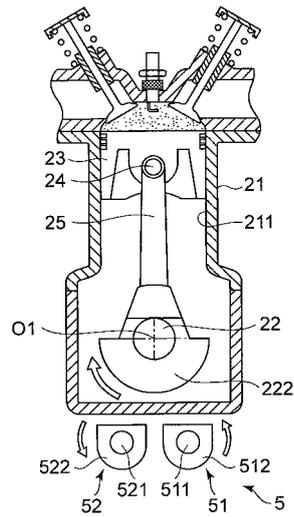
【図9】



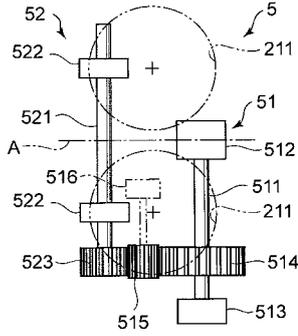
【図10】



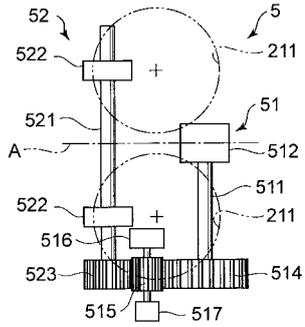
【図11】



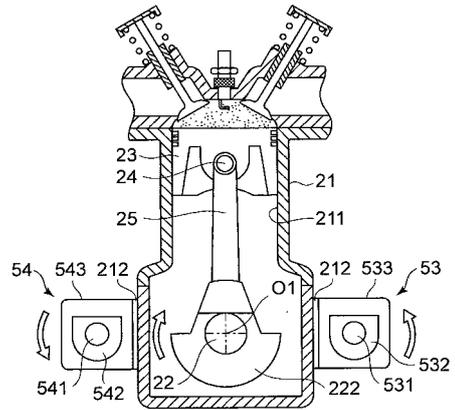
【 図 1 2 】



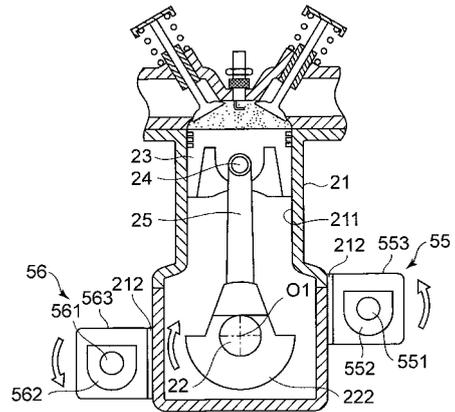
【 図 1 3 】



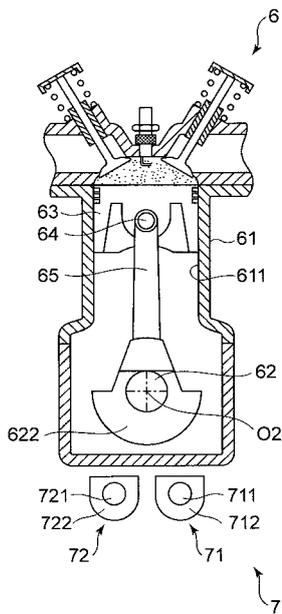
【 図 1 4 】



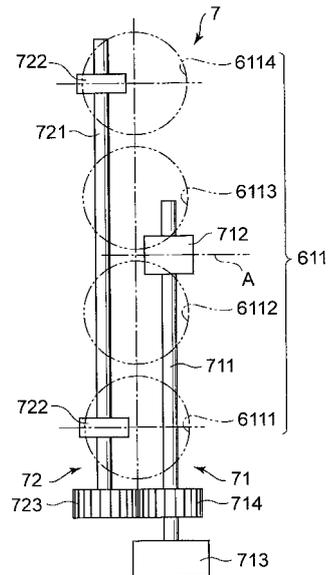
【 図 1 5 】



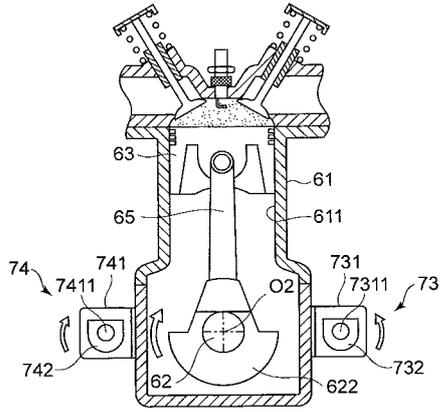
【 図 1 6 】



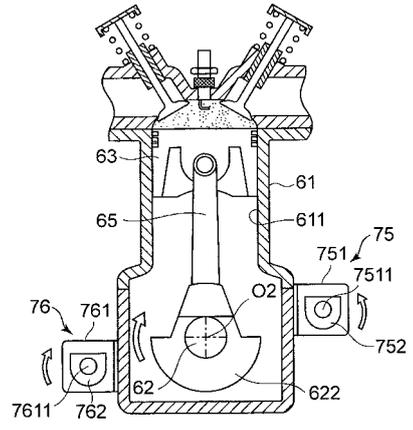
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

F 1 6 F	15/26	J
F 1 6 F	15/26	M
F 1 6 F	15/26	N
F 0 2 B	77/00	L