

(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2007-71227

(P2007-71227A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 F 15/26 (2006.01)</b>	F 1 6 F 15/26 E	3 J O 3 3
<b>F 1 6 F 15/24 (2006.01)</b>	F 1 6 F 15/24 A	
<b>F 1 6 C 3/20 (2006.01)</b>	F 1 6 C 3/20	
	F 1 6 F 15/26 D	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2005-255545 (P2005-255545)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成17年9月2日(2005.9.2)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(71) 出願人	000003609
			株式会社豊田中央研究所
			愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
			番地の1
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	山本 毅
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

最終頁に続く

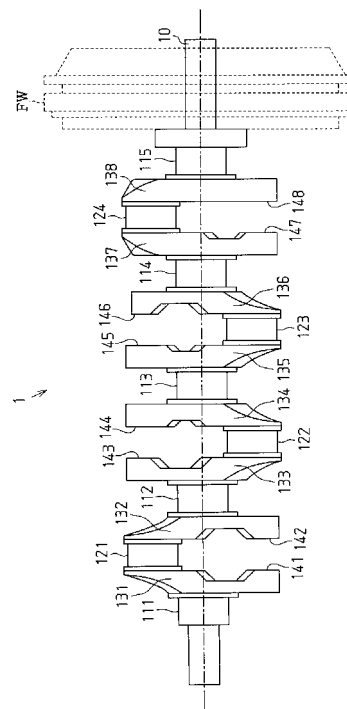
(54) 【発明の名称】 直列4気筒エンジンのクランクシャフト

## (57) 【要約】

【課題】 全体の重量増加を抑えつつ、ねじり変形に対する剛性並びにジャーナル油膜厚さを確保することができる直列4気筒エンジンのクランクシャフトを提供する。

【解決手段】 直列4気筒エンジンのクランクシャフト1について、各アーム131～138のうち、フライホイールFWに最も近接するアーム138は回転軸方向における平均肉厚 $t$ を他のアームよりも大きく設定するとともに、フライホイールFWが装着される側から3番目のジャーナル113の両側に連結されるアーム134、135については、それらとクランクピン122、123を挟んで対向するアーム133、136と比較して、その重心が相対的にカウンタウェイト144、145側に位置するように設定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

シリンダブロックの軸受けによって支持される 5 つのジャーナルとエンジンの各気筒に対応する 4 つのクランクピンとが各々にカウンタウェイトを備える 8 つのアームを介して交互に連結される態様で構成され、その回転軸方向の一端にフライホイールが装着される直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトにおいて、

前記各アームのうち、前記フライホイールに最も近接するアームは前記回転軸方向における平均肉厚が他のアームよりも厚く設定されるとともに、前記フライホイールが装着される側から 3 番目のジャーナルの両側に連結される各アームは、それらとクランクピンを挟んで対向するアームと比較して、その重心が相対的にカウンタウェイト側に位置することを特徴とする直列 4 気筒エンジンのクランクシャフト。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトにおいて、

前記フライホイールが装着される側から 3 番目のジャーナルの両側に連結される各アームは、それらとクランクピンを挟んで対向するアームと比較して、重量の大きいカウンタウェイトを備えてなる

ことを特徴とする直列 4 気筒エンジンのクランクシャフト。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトにおいて、

前記各アームの前記回転軸方向における平均肉厚は、それらを前記フライホイールが装着される側から順に  $t_8$ 、 $t_7$ 、 $t_6$ 、 $t_5$ 、 $t_4$ 、 $t_3$ 、 $t_2$ 、 $t_1$  としたとき、

20

$t_8 > t_7 > t_5 = t_4 > t_6$ 、 $t_3$ 、 $t_2$ 、 $t_1$

なる関係を満たすように設定される

ことを特徴とする直列 4 気筒エンジンのクランクシャフト。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

30

内燃機関では、各気筒におけるピストンの直線運動をクランクシャフト及びコネクティングロッドによって回転運動に変換するようにしている。クランクシャフトはコネクティングロッドを介してピストンから大きな荷重を受けながら高速回転するため、高い剛性が求められる。また、クランクシャフトの回転中心に対して偏心した位置にクランクピンが設けられているため、円滑に回転せずに振動を発生する。このため、こうした振動を抑制するために、アームの各クランクピンが連結される部分と反対側にカウンタウェイトを設け、クランクシャフト全体の回転中のバランスをとるようにしている（例えば特許文献 1 参照）。

## 【0003】

ここで、図 3 は、一般的な直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトの正面構造（同図 3（a））、並びにアーム及びそのカウンタウェイトの側面構造（同図 3（b））を示している。

40

## 【0004】

同図に示されるように、クランクシャフトには 5 つのジャーナルが形成されており、これらジャーナルはシリンダブロック（図示略）に設けられた軸受けによって支持されている。各ジャーナル J 1 ~ J 5 は 8 つのアーム A 1 ~ A 8 を介して各気筒に対応する 4 つのクランクピン P 1 ~ P 4 に連結されている。また、各アーム A 1 ~ A 8 の端部にはクランクシャフトの回転バランスをとるためのカウンタウェイト W 1 ~ W 8 が設けられている。

【特許文献 1】特開平 5 - 2 6 2 9 7 号公報

## 【発明の開示】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで、図3に示すようなクランクシャフトでは、4つのクランクピンP1～P4のうちクランクピンP2及びクランクピンP3が同一の回転位相となるように設けられているため、その間にあるジャーナルJ3は特に大きな偏心荷重を受け、油膜の確保が難しくなる。

## 【0006】

また、クランクシャフトの一端には回転を円滑にするためのフライホイールが装着される。このため、クランクシャフトには、このフライホイール側を振動の節とするねじり共振が生じ、そのねじり共振によってエンジンの振動が発生するようになる。ここで、ねじり共振を抑制するために、クランクシャフトを全体にわたって肉厚にしてねじり剛性を向上させることは、クランクシャフトの重量増加を招くこととなるため好ましくない。

## 【0007】

このように、従来のクランクシャフトにあっては、その実使用状態において偏心荷重が作用することに起因する局所的な油膜切れやねじり共振の発生といった動的特性を十分に考慮した形状とはいえず、この点において改善の余地を残すものとなっている。

## 【0008】

そこで、この発明の目的は、クランクシャフト全体の重量増加を抑えつつ、ねじり変形に対する剛性並びにジャーナル油膜厚さを好適に確保することができるクランクシャフトを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

以下、上記目的を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の発明は、シリンダブロックの軸受けによって支持される5つのジャーナルとエンジンの各気筒に対応する4つのクランクピンとが各々にカウンタウェイトを備える8つのアームを介して交互に連結される態様で構成され、その回転軸方向の一端にフライホイールが装着される直列4気筒エンジンのクランクシャフトにおいて、前記各アームのうち、前記フライホイールに最も近接するアームは前記回転軸方向における平均肉厚が他のアームよりも厚く設定されるとともに、前記フライホイールが装着される側から3番目のジャーナルの両側に連結される各アームは、それらとクランクピンを挟んで対向するアームと比較して、その重心が相対的にカウンタウェイト側に位置することを要旨としている。

## 【0010】

フライホイールの装着されるクランクシャフトでは、フライホイールに近接する位置にあるアームほど大きなねじり応力を受けるため、その肉厚を厚くするなどしてねじり変形に対する剛性を高くする必要がある。逆にフライホイールと離間する位置にあるアームについてはこうしたねじり応力が小さいため、その肉厚を薄くすることができ、クランクシャフト全体の重量増加を抑えることができる。また、フライホイールの装着される側から3番目のジャーナルの両側にアームを介して連結される2つのクランクピンは同一の回転位相となるように設けられているため、同ジャーナルは偏心荷重を受け油膜の確保が難しくなる。

## 【0011】

上記構成では、フライホイールに最も近接するアームの平均肉厚を他のアームよりも厚くするようにしている。すなわち、ねじり応力が作用することに起因するねじり変形の発生が最も懸念される部位の肉厚を局所的に厚くして、その変形を効果的に抑制するようにしている。また、フライホイールが装着される側から3番目のジャーナルの両側に連結される各アームの重心を、それらアームとクランクピンを挟んで対向するアームと比較して、相対的にカウンタウェイト側に位置させるようにしているため、クランクシャフトが回転する際に3番目のジャーナルに生じる偏心荷重の大きさを極力小さくすることができる。その結果、上記構成によれば、クランクシャフト全体の重量増加を抑えつつ、ねじり変

10

20

30

40

50

形に対する剛性並びにジャーナル油膜厚さを好適に確保することができる。

【0012】

また、このように3番目のジャーナルの両側に連結される2つのアームの重心位置を、それらとクランクピンを挟んで対向するアームと比較して相対的にカウンタウェイト側に位置させる際には、例えば請求項2に記載の発明によるように、前記フライホイールが装着される側から3番目のジャーナルの両側に連結される各アームは、それらとクランクピンを挟んで対向するアームと比較して、重量の大きいカウンタウェイトを備えてなるといった構成を採用するのが望ましい。

【0013】

また、クランクシャフト全体の重量増加を抑えつつ、ねじり変形に対する剛性とジャーナル油膜厚さを確保するためには、請求項3に記載の発明によるように、前記各アームの前記回転軸方向における平均肉厚は、それらを前記フライホイールが装着される側から順に $t_8$ 、 $t_7$ 、 $t_6$ 、 $t_5$ 、 $t_4$ 、 $t_3$ 、 $t_2$ 、 $t_1$ としたとき、 $t_8 > t_7 > t_5 = t_4 > t_6$ ， $t_3$ ， $t_2$ ， $t_1$ 、といった関係を満たすように設定されるといった構成を採用することが望ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、この発明の一実施形態について、図1及び図2を参照して詳しく説明する。図1は、直列4気筒エンジンのクランクシャフトの正面図である。クランクシャフト1は、シリンダブロックの軸受け(図示略)によって回転自在に支持される5つのジャーナル11 11 ~ 11 5と、エンジンの各気筒(図示略)に対応する4つのクランクピン12 1 ~ 12 4と、これらジャーナル11 1 ~ 11 5とクランクピン12 1 ~ 12 4とを連結する8つのアーム13 1 ~ 13 8とを備えている。これらアーム13 1 ~ 13 8の各々においてクランクピン12 1 ~ 12 4の反対側に位置する端部にはカウンタウェイト14 1 ~ 14 8が設けられている。なお、クランクシャフト1は、そのジャーナル11 1 ~ 11 5がシリンダブロックの軸受けによって支持された状態において、クランクシャフト端部10にフライホイールFWが取り付けられる。

【0015】

この実施形態にかかるクランクシャフト1は、各アーム13 1 ~ 13 8がそれぞれの位置に応じた異なる形状を有している。この点、各アームが同一の形状を有している通常のクランクシャフトと構成が異なっている。

【0016】

すなわち、各アーム13 1 ~ 13 8の回転軸方向における平均肉厚 $t$ を、それらをフライホイールFWが装着される側から順に $t_8$ 、 $t_7$ 、 $t_6$ 、 $t_5$ 、 $t_4$ 、 $t_3$ 、 $t_2$ 、 $t_1$ としたとき、それら平均肉厚 $t_1 \sim t_8$ が、

$$t_8 > t_7 > t_5 = t_4 > t_6, t_3, t_2, t_1$$

なる関係を満たすように設定されている。すなわち、フライホイールFWから大きなねじり応力を受けるアーム13 8の平均肉厚 $t_8$ を相対的に大きく設定する一方、ねじり応力による影響を受けにくいアームについては、その平均肉厚 $t$ を相対的に小さくするようにしている。

【0017】

図2(a) ~ (h)は、各アーム13 1 ~ 13 8の側面構造を示す断面図である。フライホイールFWが装着される側から3番目のジャーナル11 3の両側に連結されるアーム13 4(図2(d))、13 5(図2(e))は、それらとクランクピン12 2、12 3を挟んで対向するアーム13 3(図2(c))、13 6(図2(f))と比較して、大きなカウンタウェイト14 4、14 5を有している。そのため、ジャーナル11 3の両側に連結されるアーム13 4、13 5は、それらに対向するアーム13 3、13 6と比較して重心が相対的にカウンタウェイト側に位置している。

## 【 0 0 1 8 】

以上説明したこの実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

各アームの平均肉厚  $t$  を、フライホイール  $FW$  に近接した位置にあり同フライホイールから大きなねじり応力を受けるアーム 1 3 8 については大きく、逆にフライホイール  $FW$  と離間した位置にあるアームについては、平均肉厚  $t$  を小さく設定している。その結果、クランクシャフト全体の重量増加を抑えつつ、ねじり応力に対する剛性を確保することができる。更に、ジャーナル 1 1 3 の両側に連結されるアーム 1 3 4、1 3 5 の重心をこれらと対向するアーム 1 3 3、1 3 6 と比較して、相対的にカウンタウェイト側に位置するように設定している。そのため、クランクピン 1 2 2、1 2 3 が同一の回転位相となるように設けられている場合であっても、ジャーナル 1 1 3 が偏心荷重を受けることを抑制することができるようになる。つまり、ジャーナル 1 1 3 の油膜厚さを確保することができる。

10

## 【 0 0 1 9 】

なお、上記実施の形態は、以下のように変更して実施することもできる。

・上記実施の形態では、各アームの平均肉厚  $t_1 \sim t_8$  の関係が

$$t_8 > t_7 > t_5 = t_4 > t_6, t_3, t_2, t_1$$

を満たすように設定しているが、少なくともフライホイール  $FW$  に最も近接するアーム 1 3 8 の平均肉厚  $t_8$  が、他のアームの平均肉厚  $t_1 \sim t_7$  のいずれよりも大きければよく、これ以外の大小関係を有するように設定してもよい。

・上記実施の形態では、ジャーナル 1 1 3 の両側に連結されるアーム 1 3 4、1 3 5 は、クランクピン 1 2 2、1 2 3 を挟んで対向するアーム 1 3 3、1 3 6 と比較して、大きなカウンタウェイト 1 4 4、1 4 5 を有するようにしている。この構成に代えて、カウンタウェイトの大きさを等しく設定するとともに、上記アーム 1 3 4、1 3 5 についてクランクピン 1 2 2、1 2 3 の近傍に位置する部分の肉厚を薄くする等、アーム 1 3 3、1 3 6 と比較して相対的に重心をカウンタウェイト側に位置させる構成であれば、他の構成を採用することもできる。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトの正面図。

【 図 2 】 ( a ) ~ ( h ) は同クランクシャフトのアームの側面構造を示す断面図。

30

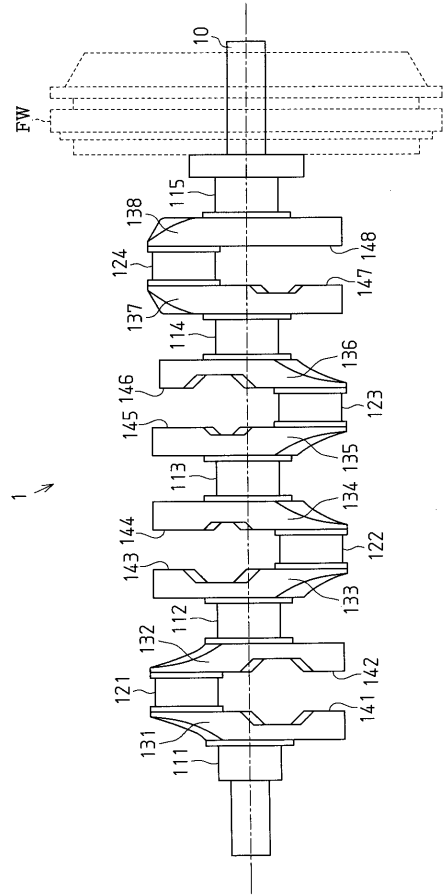
【 図 3 】 ( a ) は一般的な直列 4 気筒エンジンのクランクシャフトの正面図、( b ) は同クランクシャフトのアームの側面構造を示す断面図。

## 【 符号の説明 】

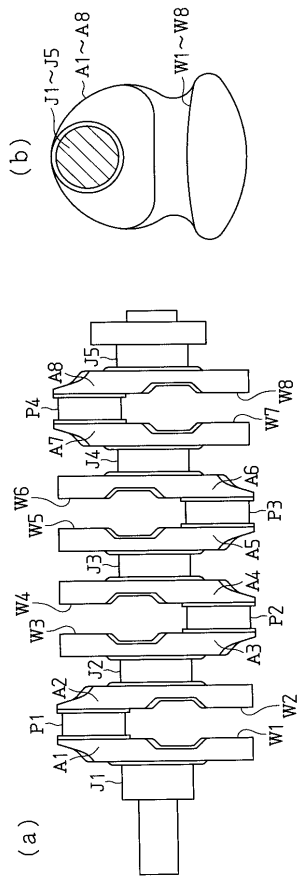
## 【 0 0 2 1 】

1 ... クランクシャフト、1 0 ... クランクシャフト端部、1 1 1 ~ 1 1 5 ... ジャーナル、1 2 1 ~ 1 2 4 ... クランクピン、1 3 1 ~ 1 3 8 ... アーム、1 4 1 ~ 1 4 8 ... カウンタウェイト、 $FW$  ... フライホイール。

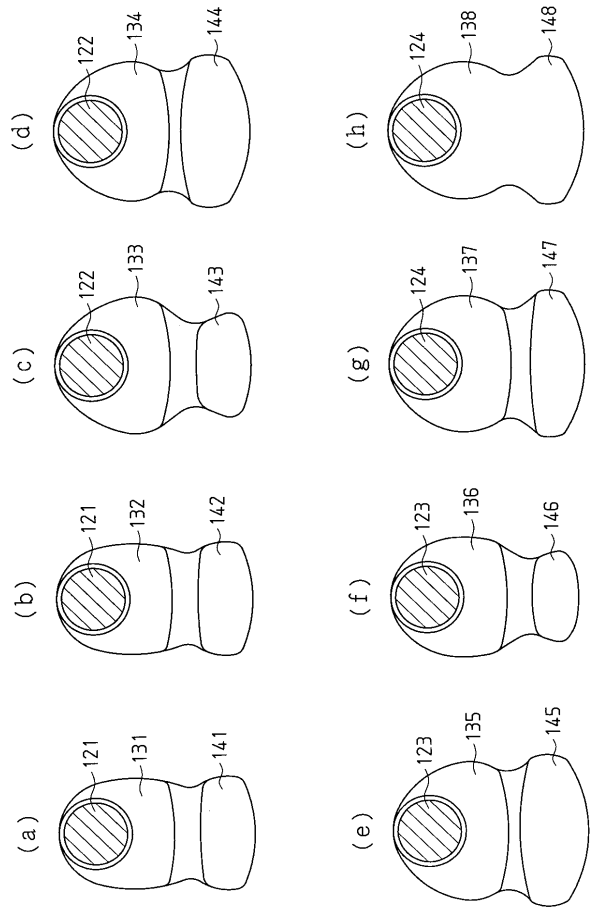
【図 1】



【図 3】



【図 2】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 青山 隆之  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 稲垣 瑞穂  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 森 信行  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 吉 崎 博俊  
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) 3J033 AA02 BA01 BA13 CA01 CC01 CD03