

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6561576号
(P6561576)

(45) 発行日 令和1年8月21日(2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日(2019.8.2)

(51) Int. Cl.		F 1	
B 2 1 K	1/08	(2006.01)	B 2 1 K 1/08
B 2 1 J	5/02	(2006.01)	B 2 1 J 5/02 D
F 1 6 C	3/08	(2006.01)	F 1 6 C 3/08

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-102419 (P2015-102419)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成27年5月20日 (2015.5.20)		日本製鉄株式会社
(65) 公開番号	特開2016-215233 (P2016-215233A)		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(43) 公開日	平成28年12月22日 (2016.12.22)	(74) 代理人	110001553
審査請求日	平成30年1月10日 (2018.1.10)		アセンド特許業務法人
		(72) 発明者	田村 憲司
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	大久保 潤一
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	吉野 健
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍛造クランク軸の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転中心となるジャーナル部と、前記ジャーナル部に対して偏心したピン部と、前記ジャーナル部と前記ピン部をつなぐクランクアーム部と、前記クランクアーム部と一体に設けられるカウンターウエイト部と、を有する鍛造クランク軸の製造方法であって、

当該製造方法は、

型鍛造により、前記鍛造クランク軸の形状とともに、前記カウンターウエイト部のうちで前記カウンターウエイト部が出っ張る幅方向の両端部のいずれか一方または両方に、当該端部から前記幅方向に沿って突出する余肉部が成形されたバリ付きの鍛造材を得る型鍛造工程と、

前記バリ付きの鍛造材からバリを除去することにより、バリ無し鍛造材を得るバリ抜き工程と、

前記幅方向を圧下方向にして一对の第1金型で前記バリ無し鍛造材を圧下することにより、前記余肉部を押し潰し、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ピン部側表面および前記ジャーナル部側表面のいずれか一方または両方を張り出させて、前記カウンターウエイト部において前記余肉部が突出する前記端部の厚みを前記両端部の間に位置する内側領域の厚みよりも厚くする押し潰し工程と、を含む、鍛造クランク軸の製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載の鍛造クランク軸の製造方法において、

前記押し潰し工程では、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ピン部側表面を張り出させる、鍛造クランク軸の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の鍛造クランク軸の製造方法において、

前記押し潰し工程では、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ピン部側表面、および、前記カウンターウエイト部の前記ジャーナル部側表面を張り出させる、鍛造クランク軸の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の鍛造クランク軸の製造方法において、

前記押し潰し工程では、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ジャーナル部側表面を張り出させる、鍛造クランク軸の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の鍛造クランク軸の製造方法において、

前記押し潰し工程では、前記カウンターウエイト部の張り出させる表面のうちで、前記余肉部が突出する前記端部を少なくとも除く領域を、第 2 金型の押し当てにより保持する、鍛造クランク軸の製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の鍛造クランク軸の製造方法において、

前記押し潰し工程では、前記第 1 金型の圧下に追従して前記第 2 金型を前記第 1 金型の圧下方向に移動させ、前記カウンターウエイト部への前記第 2 金型の押し当て位置を一定の位置に維持する、鍛造クランク軸の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の鍛造クランク軸の製造方法において、

前記押し潰し工程は、金型を用いた圧下によりクランク軸の形状を矯正する整形工程で実施する、鍛造クランク軸の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間鍛造によりクランク軸を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車や自動二輪車、農業機械、船舶等のレシプロエンジンには、ピストンの往復運動を回転運動に変換して動力を取り出すために、クランク軸が不可欠である。クランク軸は、型鍛造または鑄造によって製造できる。特に、高強度と高剛性がクランク軸に要求される場合、それらの特性に優れることから、型鍛造によって製造されたクランク軸（以下、「鍛造クランク軸」ともいう）が多用される。

【0003】

一般に、鍛造クランク軸は、ビレットを原材料とし、そのビレットは、横断面が丸形または角形で全長にわたって断面積が一定である。鍛造クランク軸の製造工程では、予備成形工程、型鍛造工程、バリ抜き工程および整形工程がその順に設けられる。通常、予備成形工程は、ロール成形と曲げ打ちの各工程を含み、型鍛造工程は、荒打ちと仕上げ打ちの各工程を含む。

【0004】

図 1 A ~ 図 1 F は、従来の一般的な鍛造クランク軸の製造工程を説明するための模式図である。図 1 A はビレット、図 1 B はロール荒地、図 1 C は曲げ荒地、図 1 D は荒鍛造材、図 1 E は仕上げ鍛造材、および、図 1 F は鍛造クランク軸をそれぞれ示す。

【0005】

10

20

30

40

50

図1 Fに例示するクランク軸1は、5つのジャーナル部J1~J5、4つのピン部P1~P4、フロント部Fr、フランジ部F1、および、8枚のクランクアーム部(以下、単に「アーム部」ともいう)A1~A8から構成される。アーム部A1~A8は、ジャーナル部J1~J5とピン部P1~P4をそれぞれつなぐ。また、クランク軸1は、8枚の全てのアーム部A1~A8にカウンターウエイト部(以下、単に「ウエイト部」ともいう)W1~W8を有する。このような図1 Fに示すクランク軸1は、4気筒エンジンに搭載され、4気筒-8枚カウンターウエイトのクランク軸である。

【0006】

以下では、ジャーナル部J1~J5、ピン部P1~P4、アーム部A1~A8およびウエイト部W1~W8のそれぞれを総称するとき、その符号は、ジャーナル部で「J」、ピン部で「P」、アーム部で「A」、ウエイト部で「W」とも記す。

10

【0007】

図1 A~図1 Fに示す製造方法では、以下のようにして鍛造クランク軸1が製造される。まず、図1 Aに示すような所定の長さのビレット2を加熱炉(例えば誘導加熱炉やガス雰囲気加熱炉)によって加熱した後、ロール成形を行う。ロール成形工程では、例えば孔型ロールを用いてビレット2を圧延して絞ることにより、その体積を長手方向に配分し、中間素材であるロール荒地3を成形する(図1 B参照)。次に、曲げ打ち工程では、ロール荒地3を長手方向と直角な方向から部分的に圧下する。これにより、ロール荒地3の体積を配分し、更なる中間素材である曲げ荒地4を成形する(図1 C参照)。

【0008】

20

続いて、荒打ち工程では、曲げ荒地4を上下に一对の金型を用いてプレス鍛造することにより、荒鍛造材5を得る(図1 D参照)。その荒鍛造材5には、クランク軸(最終製品)のおおよその形状が成形されている。さらに、仕上げ打ち工程では、荒鍛造材5を上下に一对の金型を用いてプレス鍛造することにより、仕上げ鍛造材6を得る(図1 E参照)。その仕上げ鍛造材6には、最終製品のクランク軸と合致する形状が成形されている。これら荒打ちおよび仕上げ打ちのとき、互いに対向する金型の型断面の間から、余材がバリとして流出する。このため、荒鍛造材5および仕上げ鍛造材6は、いずれも、成形されたクランク軸の周囲にバリBが大きく付いている。

【0009】

バリ抜き工程では、例えばバリ付きの仕上げ鍛造材6を一对の金型によって挟んで保持した状態で、刃物型によってバリBを打ち抜き除去する。これにより、バリ無し鍛造材が得られ、そのバリ無し鍛造材は、図1 Fに示す鍛造クランク軸1とほぼ同じ形状である。

30

【0010】

整形工程では、バリ無し鍛造材の要所を上下から金型で僅かに圧下し、バリ無し鍛造材を最終製品の寸法形状に矯正する。ここで、バリ無し鍛造材の要所は、例えば、ジャーナル部J、ピン部P、フロント部Fr、フランジ部F1などといった軸部、さらにはアーム部Aおよびウエイト部Wが該当する。こうして、鍛造クランク軸1が製造される。

【0011】

図1 A~図1 Fに示す製造工程は、図1 Fに示す4気筒-8枚カウンターウエイトのクランク軸に限らず、様々なクランク軸に適用できる。例えば、4気筒-4枚カウンターウエイトのクランク軸にも適用できる。4気筒-4枚カウンターウエイトのクランク軸の場合、8枚のアーム部Aのうち、一部のアーム部にウエイト部Wが一体で設けられる。その他に、3気筒エンジン、直列6気筒エンジン、V型6気筒エンジン、8気筒エンジン等に搭載されるクランク軸であっても、製造工程は同様である。なお、ピン部の配置角度の調整が必要な場合は、バリ抜き工程の後に、絞り工程が追加される。

40

【0012】

近年、特に自動車用のレシプロエンジンには、燃費の向上のために軽量化が求められている。このため、レシプロエンジンに搭載されるクランク軸にも、軽量化の要求が著しくなっている。鍛造クランク軸の軽量化に対し、扇形状のウエイト部において、外周部(円弧部)を厚肉化することが有効である。ウエイト部の外周部の厚肉化に関する従来技術と

50

して特許文献 1 および 2 がある。

【 0 0 1 3 】

図 2 A および図 2 B は、特許文献 1 に記載されるクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、図 2 A はジャーナル部側表面を、図 2 B は側面をそれぞれ示す。図 2 A および図 2 B では、クランク軸のうちで、1つのウエイト部と、そのウエイト部と一体であるアーム部を抽出して示しており、残りのクランク軸の形状を省略する。なお、図 2 B は、図 2 A の破線矢印で示す方向からの投影図である。

【 0 0 1 4 】

図 2 A に示すように、ウエイト部 W は、例えば、ジャーナル部 J の軸心（回転中心）を中心とする扇形状であり、ジャーナル部 J の軸心とピン部 P の軸心とを含む面 C（以下、「ウエイト部中心面」ともいう）の両側にそれぞれ所定の角度で広がる。このため、ウエイト部 W は、幅方向（図 2 A のハッチングを施した矢印参照）の両側にそれぞれ出っ張る。

10

【 0 0 1 5 】

このような扇形状のウエイト部 W において、特許文献 1 では、ウエイト部 W のジャーナル部側表面の外周に、ウエイト部 W の厚さ方向（クランク軸の軸方向）に突出する凸部 W z を設けることが提案されている。このようにウエイト部 W の外周側（円弧側）を厚肉化すれば、その外周側はジャーナル部 J の軸心（回転中心）と距離があることから、ウエイト部 W の重心半径が大きくなる。これに応じ、ウエイト部 W のうちでジャーナル部 J の軸心（回転中心）に近い部位を薄肉化できる。このため、ウエイト部 W の質量を低減でき、その結果、鍛造クランク軸を軽量化できる。

20

【 0 0 1 6 】

その凸部 W z は、厚みやピン部の偏心方向に沿う長さが、圧下方向（ウエイト部の幅方向）で一定、または、ウエイト部中心面から遠ざかるのに従って小さくなる。これは、型抜き勾配が逆勾配となるのを防止し、鍛造材を金型から取り出し可能とするためである。

【 0 0 1 7 】

特許文献 2 では、クランク軸を、ウエイト部以外の部分が一体成形された本体と、本体と別個に成形されたウエイト部と、本体とウエイト部とを連結する連結部材とで構成することが提案されている。このような特許文献 2 に提案されるクランク軸によれば、ウエイト部を別個に成形するので、ウエイト部の設計自由度を向上できるとともに軽量化を図ることができるとしている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 5 - 1 0 6 4 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 1 9 7 9 7 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 9 】

前述の通り、鍛造クランク軸の軽量化に対し、特許文献 1 に記載されるようにウエイト部の外周部（円弧部）を厚肉化することが有効である。しかしながら、型抜き勾配が逆勾配となるのを防止する必要があるため、ウエイト部の外周部（円弧部）とともに、ウエイト部のジャーナル部側（ジャーナル部 J の軸心（回転中心）に近い部位）の一部が厚肉化される。このため、さらなる軽量化を図ることが望まれていた。

40

【 0 0 2 0 】

また、前述の特許文献 2 に記載されるクランク軸では、本体以外に別体でウエイト部を製作する必要がある。このため、製作すべき部品点数が増える上に、本体とウエイト部を連結する工程が必要となり、その結果、製造工程が大幅に増加し、製造コストが著しく増加する。

【 0 0 2 1 】

50

本発明の目的は、ウエイト部を一体で有する鍛造クランク軸において、製造工程を大幅に増加させることなく、軽量化を図ることができる鍛造クランク軸の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明の一実施形態による鍛造クランク軸の製造方法は、回転中心となるジャーナル部と、前記ジャーナル部に対して偏心したピン部と、前記ジャーナル部と前記ピン部をつなぐクランクアーム部と、前記クランクアーム部と一体に設けられるカウンターウエイト部と、を有する鍛造クランク軸の製造方法である。

【0023】

当該製造方法は、型鍛造により、前記鍛造クランク軸の形状とともに、前記カウンターウエイト部のうちで前記カウンターウエイト部が出っ張る幅方向の両端部のいずれか一方または両方に、当該端部から前記幅方向に沿って突出する余肉部が成形されたバリ付きの鍛造材を得る型鍛造工程と、前記バリ付きの鍛造材からバリを除去することにより、バリ無し鍛造材を得るバリ抜き工程と、前記幅方向を圧下方向にして一对の第1金型で前記バリ無し鍛造材を圧下することにより、前記余肉部を押し潰し、前記余肉部が突出する前記端部で厚みを増加させる押し潰し工程と、を含む。

【0024】

前記押し潰し工程では、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ピン部側の表面を張り出させてもよい。

【0025】

前記押し潰し工程では、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ピン部側の表面、および、前記カウンターウエイト部の前記ジャーナル部側の表面を張り出させてもよい。

【0026】

前記押し潰し工程では、前記余肉部を押し潰すことにより、前記余肉部が突出する前記端部において、前記カウンターウエイト部の前記ジャーナル部側の表面を張り出させてもよい。

【0027】

前記押し潰し工程では、前記カウンターウエイト部の張り出させる表面のうちで、前記余肉部が突出する前記端部を少なくとも除く領域を、第2金型の押し当てにより保持するのが好ましい。この場合、前記押し潰し工程では、前記第1金型の圧下に追従して前記第2金型を前記第1金型の圧下方向に移動させ、前記カウンターウエイト部への前記第2金型の押し当て位置を一定の位置に維持するのが好ましい。

【0028】

前記押し潰し工程は、金型を用いた圧下によりクランク軸の形状を矯正する整形工程で実施するのが好ましい。

【発明の効果】

【0029】

本発明の鍛造クランク軸の製造方法は、型鍛造工程でウエイト部の幅方向の端部から突出する余肉部を成形し、押し潰し工程で余肉部を押し潰してウエイト部の端部で厚みを増加させる。これに応じてウエイト部のうちでジャーナル部の軸心に近い部位を薄肉化でき、その結果、鍛造クランク軸を軽量化できる。また、ウエイト部をアーム部と一体に設けるので、ウエイト部を本体と別個に成形し、ウエイト部を本体と連結する必要がない。このため、製造工程が大幅に増加して製造コストが著しく増加するのを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1A】図1Aは、従来の鍛造クランク軸の製造工程におけるピレットを示す。

【図1B】図1Bは、従来の鍛造クランク軸の製造工程におけるロール荒地を示す。

【図1C】図1Cは、従来の鍛造クランク軸の製造工程における曲げ荒地を示す。

10

20

30

40

50

【図 1 D】図 1 D は、従来の鍛造クランク軸の製造工程における荒鍛造材を示す。

【図 1 E】図 1 E は、従来の鍛造クランク軸の製造工程における仕上げ鍛造材を示す。

【図 1 F】図 1 F は、従来の鍛造クランク軸の製造工程における鍛造クランク軸を示す。

【図 2 A】図 2 A は、特許文献 1 に記載されるクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、ジャーナル部側表面を示す。

【図 2 B】図 2 B は、図 2 A のウエイト部の側面を示す図である。

【図 3 A】図 3 A は、第 1 実施形態が対象とするクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、ピン部側表面を示す。

【図 3 B】図 3 B は、図 3 A のウエイト部の側面を示す図である。

【図 3 C】図 3 C は、図 3 A の I - I 断面図である。

10

【図 4 A】図 4 A は、第 1 実施形態における押し潰し前のウエイト部の形状を示す模式図であり、ピン部側表面を示す図である。

【図 4 B】図 4 B は、図 4 A のウエイト部の側面を示す図である。

【図 4 C】図 4 C は、図 4 A の II - II 断面図である。

【図 5 A】図 5 A は、ウエイト部のピン部側表面を示す模式図であり、第 1 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における第 2 金型の押し当て時を示す。

【図 5 B】図 5 B は、ウエイト部のピン部側表面を示す模式図であり、第 1 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における圧下終了時を示す。

【図 6 A】図 6 A は、ウエイト部の断面図であり、第 1 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における第 2 金型の押し当て時を示す。

20

【図 6 B】図 6 B は、ウエイト部の断面図であり、第 1 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における圧下終了時を示す。

【図 7 A】図 7 A は、第 2 実施形態が対象とするクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、ピン部側表面を示す。

【図 7 B】図 7 B は、図 7 A のウエイト部の側面を示す図である。

【図 7 C】図 7 C は、図 7 A のウエイト部のジャーナル部側表面を示す図である。

【図 7 D】図 7 D は、図 7 A の III - III 断面図である。

【図 8 A】図 8 A は、第 2 実施形態における押し潰し前のウエイト部の形状を示す模式図であり、ピン部側表面を示す図である。

【図 8 B】図 8 B は、図 8 A のウエイト部の側面を示す図である。

30

【図 8 C】図 8 C は、図 8 A のウエイト部のジャーナル部側表面を示す図である。

【図 8 D】図 8 D は、図 8 A の IV - IV 断面図である。

【図 9 A】図 9 A は、ウエイト部の断面図であり、第 2 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における第 2 金型の押し当て時を示す。

【図 9 B】図 9 B は、ウエイト部の断面図であり、第 2 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における圧下終了時を示す。

【図 10 A】図 10 A は、第 3 実施形態が対象とするクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、ジャーナル部側表面を示す図である。

【図 10 B】図 10 B は、図 10 A のウエイト部の側面を示す図である。

【図 10 C】図 10 C は、図 10 A の V - V 断面図である。

40

【図 11 A】図 11 A は、第 3 実施形態における押し潰し前のウエイト部の形状を示す模式図であり、ジャーナル部側表面を示す図である。

【図 11 B】図 11 B は、図 11 A のウエイト部の側面を示す図である。

【図 11 C】図 11 C は、図 11 A の VI - VI 断面図である。

【図 12 A】図 12 A は、ウエイト部の断面図であり、第 3 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における第 2 金型の押し当て時を示す。

【図 12 B】図 12 B は、ウエイト部の断面図であり、第 3 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例における圧下終了時を示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

50

本発明が対象とする鍛造クランク軸は、回転中心となるジャーナル部と、そのジャーナル部に対して偏心したピン部と、ジャーナル部とピン部をつなぐアーム部と、アーム部と一体に設けられるウエイト部とを有する。そのウエイト部は、全部のアーム部に設けてもよく、一部のアーム部に設けてもよい。

【0032】

このような鍛造クランク軸を対象とする本発明は、例えば、第1～第3の実施形態を採用できる。第1～第3実施形態では、いずれも、ウエイト部のうちで幅方向の端部を厚肉化するが、その厚肉化に伴って張り出す表面（方向）が異なる。以下に、第1～第3実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、第2実施形態および第3実施形態の説明では、第1実施形態と共通する部分の説明を適宜省略する。

10

【0033】

1. 第1実施形態

[クランク軸の形状]

図3A～図3Cは、第1実施形態が対象とするクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、図3Aはピン部側表面を示す図、図3Bは側面を示す図、図3CはI-I断面図である。図3A～図3Cでは、押し潰し後（最終製品）のクランク軸のうちで、扇形状のウエイト部と、そのウエイト部と一体であるアーム部を抽出して示しており、残りのクランク軸の形状を省略する。なお、図3Bは、図3Aの破線矢印で示す方向からの投影図である。

【0034】

図3A～図3Cに示すように、第1実施形態が対象とするクランク軸は、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)において、ピン部P側の表面がウエイト部Wの厚さ方向に沿って張り出す。このため、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)は、ウエイト部Wのジャーナル部J周辺の部位と比べ、厚肉である。ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)とは、同図に示すように、ウエイト部Wのうちで幅が最も大きい頂部、および、その周辺部位からなる。ウエイト部Wはウエイト部中心面Cの両側に広がるので、2つの端部(Wa、Wb)はウエイト部中心面Cの両側にそれぞれ位置する。また、本発明において、ウエイト部Wの幅方向とは、ウエイト部W(頂部)が出っ張る方向を意味し、例えば、図3Aにハッチングを施した矢印で示すように、ウエイト部中心面Cと略垂直な方向となる。

20

【0035】

このような第1実施形態が対象とするクランク軸は、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)が厚肉化され、その端部(Wa、Wb)は、ジャーナル部Jの軸心(回転中心)と距離がある。これにより、ウエイト部Wの重心半径が大きくなるので、ウエイト部Wのうちでジャーナル部Jの軸心(回転中心)に近い部位を薄肉化できる。このため、ウエイト部の質量を低減でき、その結果、鍛造クランク軸を軽量化できる。

30

【0036】

[押し潰し前の形状]

図4A～図4Cは、第1実施形態における押し潰し前のウエイト部の形状を示す模式図であり、図4Aはピン部側表面を示す図、図4Bは側面を示す図、図4CはII-II断面図である。図4A～図4Cでは、クランク軸の形状のうちで1つのウエイト部と、そのウエイト部と一体であるアーム部とを抽出して示しており、残りのクランク軸の形状を省略する。なお、図4Bは、図4Aの破線矢印で示す方向からの投影図である。

40

【0037】

図4A～4Cに示すように、押し潰し前のウエイト部Wは、押し潰し後のウエイト部と比べ、両端部(Wa、Wb)のピン部P側表面の形状が異なり、加えて余肉部(Ea、Eb)を有する点でも異なる。すなわち、押し潰し前のウエイト部Wは、両端部(Wa、Wb)のピン部側表面の形状、および、余肉部(Ea、Eb)を除けば、押し潰し後のウエイト部の形状と合致する。両端部(Wa、Wb)のピン部P側表面の形状が異なるので、押し潰し前の両端部(Wa、Wb)の厚さは、両端部の内側領域Wcの厚さ(一方の端部Waと他方の端部Wbの間の厚さ)と同じであるか、あるいは、両端部の内側領域Wcの

50

厚さより薄い。

【0038】

余肉部 (E a、E b) は、ウエイト部 W の幅方向に沿ってウエイト部 W の両端部 (W a、W b) からそれぞれ突出する。その余肉部 (E a、E b) は、ウエイト部 W の側面のうちで頂部およびその周辺領域、換言すると、両端部 (W a、W b) の側面から突出する。

【0039】

本発明において、余肉部 (E a、E b) は、バリとして流出する部位でなく、押し潰し後のウエイト部の側面位置より突出している部位を意味する。

【0040】

[製造方法]

第1実施形態は、型鍛造工程と、バリ抜き工程と、押し潰し工程とをその順で含む。型鍛造工程の前工程として、例えば、予備成形工程を設けることができる。また、押し潰し工程の後工程として、例えば、整形工程を設けることができる。また、整形工程において、押し潰し工程を実施することもできる。なお、ピン部の配置角度の調整が必要な場合は、バリ抜き工程と整形工程の間に、絞り工程が追加される。これらの工程は、いずれも、熱間で一連に行われる。

【0041】

予備成形工程は、例えば、ロール成形工程と曲げ打ち工程とで構成できる。ロール成形工程および曲げ打ち工程では、ピレット (原材料) の体積を配分し、曲げ荒地を成形する。

【0042】

型鍛造工程では、クランク軸の形状が成形されたバリ付きの鍛造材を得る。そのバリ付きの鍛造材には、前記図4A～図4Cに示すようなジャーナル部 J、ピン部 P およびアーム部 A の形状が成形されるとともに、余肉部 (E a、E b) が成形される。このようなバリ付きの鍛造材を得る型鍛造工程は、荒打ち工程および仕上げ打ち工程をその順で設けることによって構成できる。

【0043】

型鍛造工程の型抜き勾配は、両端部 (W a、W b) および余肉部 (E a、E b) に対応する部位のいずれでも、逆勾配にならない。このため、荒打ちと仕上げ打ちのいずれの型鍛造も、支障なく行え、バリ付きの鍛造材を得ることができる。

【0044】

バリ抜き工程では、例えば、バリ付きの鍛造材を一对の金型によって挟んで保持した状態で、その鍛造材からバリを除去する。これにより、バリ無し鍛造材を得ることができる。

【0045】

押し潰し工程では、得られたバリ無し鍛造材を一对の第1金型で圧下する。その際、余肉部を押し潰し、ウエイト部の両端部において、ピン部側の表面を張り出させることにより、厚みを増加させる。押し潰し工程の加工フローについては、後述する。

【0046】

整形工程では、バリ無し鍛造材を一对の金型で圧下し、最終製品の寸法形状に矯正する。なお、ピン部の配置角度の調整が必要な場合は、絞り工程でピン部の配置角度を調整する。このような工程により、本実施形態の鍛造クランク軸の製造方法は、鍛造クランク軸を得る。

【0047】

[押し潰し工程]

図5A～図6Bは、押し潰し工程の加工フロー例を示す模式図である。そのうちの図5Aおよび図5Bは、ウエイト部のピン部側表面を示し、図5Aは第2金型の押し当て時、図5Bは圧下終了時を示す。図5Aおよび図5Bには、バリ無し鍛造材30と、上下で一对の第1金型10とを示し、図面の理解を容易にするため、第2金型22の図示を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

図 6 A および図 6 B は、ウエイト部の断面図であり、図 6 A は第 2 金型の押し当て時、図 6 B は圧下終了時を示す。同図には、バリ無し鍛造材 3 0 と、一对の第 1 金型 1 0 と、第 2 金型 2 2 とを示す。

【 0 0 4 9 】

押し潰し工程では、一对の第 1 金型 1 0 を用いる。第 1 金型 1 0 は、上型 1 1 と下型 1 2 とで構成され、上型 1 1 および下型 1 2 には、それぞれ型彫刻部が彫り込まれている。その型彫刻部には、クランク軸の最終製品形状のうちの一部が反映されている。具体的には、余肉部 (E a 、 E b) を押し潰してウエイト部の両端部 (W a 、 W b) でピン部 P 側の表面を張り出させるため、ウエイト部の両端部 (W a 、 W b) の形状のうちで側面およびジャーナル部 J 側表面の形状が型彫刻部に反映される。図 6 A および図 6 B に示すように、第 1 金型 1 0 の型彫刻部には、ウエイト部の両端部 (W a 、 W b) におけるピン部 P 側表面の形状をさらに反映してもよい。あるいは、第 1 金型 1 0 では、ウエイト部の両端部 (W a 、 W b) におけるピン部 P 側表面の形状、すなわち、張り出させる表面の形状を型彫刻部に反映することなく、その形状に対応する部位を開放部としてもよい。

10

【 0 0 5 0 】

ただし、図 6 A および図 6 B に示すように、第 1 金型 1 0 は、ウエイト部のピン部 P 側表面に対応する部位のうちで両端部の内側領域 W c に対応する部位が開放されている。この開放部には、同図に示すように第 2 金型 2 2 を収容してもよい。第 2 金型 2 2 には、型彫刻部が彫り込まれており、その型彫刻部には、ウエイト部のピン部 P 側表面のうちで両端部の内側領域 W c の形状が反映されている。

20

【 0 0 5 1 】

ウエイト部 W のジャーナル部 J 側表面のうちで両端部の内側領域 W d に対応する部位については、図 6 A および図 6 B に示すように開放し、第 1 金型 1 0 の型彫刻部によって保持しなくてもよい。この場合、開放部に第 3 金型 (図示なし) を収容してもよい。その第 3 金型は、ウエイト部の張り出させない表面を保持し、より具体的にはウエイト部のジャーナル部 J 側表面のうちで両端部の内側領域 W d を保持する。あるいは、第 1 金型 1 0 の型彫刻部に形状を反映し、第 1 金型 1 0 の型彫刻部で保持してもよい。

【 0 0 5 2 】

第 2 金型 2 2 および第 3 金型 (図示なし) は、いずれも、第 1 金型 1 0 から独立し、ウエイト部のピン部 P 側表面に対して接触したり離間したりするように進退移動が可能である。第 2 金型 2 2 および第 3 金型の進退移動は、金型に連結された油圧シリンダ等によって実行される。第 2 金型 2 2 および第 3 金型は、いずれも、第 1 金型 1 0 の圧下方向に沿って移動可能とするのが好ましい。第 2 金型 2 2 および第 3 金型の圧下方向への移動は、進退移動の駆動源とは別個にスプリングや油圧シリンダ等の適宜手段を用いて実行できる。この場合、第 2 金型 2 2 および第 3 金型は、いずれも、金型自体のみが上下可動する構成としてもよいし、金型の進退移動を与える油圧シリンダ等と一体で上下可動する構成としてもよい。

30

【 0 0 5 3 】

このような第 1 金型 1 0 および第 2 金型 2 2 を用いる押し潰し工程の加工フロー例を説明する。まず、第 1 金型 1 0 の上型 1 1 と下型 1 2 とを離間させ、その状態でバリ除去後の鍛造材 3 0 を上型 1 1 と下型 1 2 の間に配置する。

40

【 0 0 5 4 】

次いで、第 2 金型 2 2 を用いる場合、第 2 金型 2 2 を進出させ、図 6 A に示すように、ウエイト部 W のピン部 P 側表面に押し付ける。これにより、ウエイト部 W のピン部 P 側表面を第 2 金型 2 2 で保持する。ただし、ウエイト部 W のピン部 P 側表面のうちで両端部 (W a 、 W b) の領域については、第 2 金型 2 2 を押し当てない (図 6 A 参照) 。その領域に金型を押し当てて保持すると、ウエイト部の両端部 (W a 、 W b) でピン部 P 側表面を張り出させることが不可能となるからである。なお、余肉部を一方の端部 (W a 、 W b) に設ける場合、余肉部を設けない端部には、第 2 金型 2 2 を押し当ててもよい。

50

【 0 0 5 5 】

また、第3金型（図示なし）を用いる場合、第3金型を進出させ、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面に押し付ける。これにより、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面を保持する。

【 0 0 5 6 】

この状態で、第1金型10の上型11と下型12とが近接するように移動させ、より具体的には、上型11を下死点まで下降させる。これにより、バリ無し鍛造材30が第1金型10によって圧下される。その圧下の際に、図6Bに示すように、両方の余肉部（Ea、Eb）を第1金型10で押し潰し、第1金型10の型彫刻部に沿う形状とする。これにより、ウエイト部Wの両端部（Wa、Wb）でピン部P側表面が厚さ方向に沿って張り出し、その結果、ウエイト部の両端部（Wa、Wb）の厚みが増加する。

10

【 0 0 5 7 】

続いて、第1金型の上型11と下型12とを離間させ、より具体的には、上型11を上死点まで上昇させる。第2金型22を用いる場合、上型11と下型12とを離間させる前に、第2金型22を後退させて退避させる。第3金型（図示なし）を用いる場合、上型11と下型12とを離間させる前に、第3金型を後退させて退避させる。上型11と下型12とを離間させた状態で、押し潰し済みのバリ無し鍛造材を搬出する。

【 0 0 5 8 】

このような第1実施形態は、ウエイト部Wの端部（Wa、Wb）が厚肉化されたクランク軸を得ることができる。これにより、ウエイト部の重心半径が大きくなるので、ウエイト部のうちでジャーナル部Jの軸心に近い部位を薄肉化でき、その結果、鍛造クランク軸を軽量化できる。

20

【 0 0 5 9 】

第1実施形態は、従来の一般的な製造法と同様に、型鍛造工程と、バリ抜き工程とを含む。また、押し潰し工程では、一对の第1金型でバリ無し鍛造材を圧下することにより、余肉部を押し潰し、余肉部が突出する端部で厚みを増加させる。このため、押し潰し工程は、従来から多用されているプレス機を利用できる。したがって、従来の製造設備を利用して簡便に行うことができる。

【 0 0 6 0 】

また、第1実施形態は、押し潰しによってウエイト部の端部を厚肉化するので、ウエイト部を本体と別個に成形し、ウエイト部を本体と連結する必要がない。このため、製造工程が大幅に増加して製造コストが著しく増加するのを防止できる。

30

【 0 0 6 1 】

2. 第2実施形態

[クランク軸の形状]

図7A～図7Dは、第2実施形態が対象とするクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、図7Aはピン部側表面を示す図、図7Bは側面を示す図、図7Cはジャーナル部側表面を示す図、図7DはIII-III断面図である。なお、図7Bは、図7Aの破線矢印で示す方向からの投影図であり、図7Cは、図7Bの破線矢印で示す方向からの投影図である。

40

【 0 0 6 2 】

図7A～図7Dに示すように、第2実施形態が対象とするクランク軸は、ウエイト部Wの両端部（Wa、Wb）が、前述の第1実施形態と同様に、ウエイト部Wのうちでジャーナル部J周辺の部位と比べ、厚肉である。第2実施形態が対象とするクランク軸は、ウエイト部Wの両端部（Wa、Wb）において、前述の第1実施形態と異なり、ピン部P側表面のみならず、ジャーナル部J側表面も厚さ方向に沿って張り出す。このような第2実施形態が対象とするクランク軸は、前述の第1実施形態と同様に、ウエイト部Wのうちでジャーナル部Jの軸心に近い部位を薄肉化でき、鍛造クランク軸を軽量化できる。

【 0 0 6 3 】

[押し潰し前の形状]

50

図 8 A ~ 図 8 D は、第 2 実施形態における押し潰し前のウエイト部の形状を示す模式図であり、図 8 A はピン部側表面を示す図、図 8 B は側面を示す図、図 8 C はジャーナル部側表面を示す図、図 8 D は IV - IV 断面図である。

【 0 0 6 4 】

図 8 A ~ 図 8 D に示すように、第 2 実施形態の押し潰し前のウエイト部 W は、第 1 実施形態と同様に、押し潰し後のウエイト部と比べ、両端部 (W a 、 W b) のピン部 P 側表面の形状が異なり、加えて 2 つの余肉部 (E a 、 E b) を有する点でも異なる。さらに、第 2 実施形態の押し潰し前のウエイト部 W は、両端部 (W a 、 W b) のジャーナル部 J 側表面の形状が異なる。

【 0 0 6 5 】

このような押し潰し前のウエイト部 W は、両端部 (W a 、 W b) のピン部 P 側表面の形状、両端部 (W a 、 W b) のジャーナル部 J 側表面の形状、および、余肉部 (E a 、 E b) を除けば、押し潰し後のウエイト部の形状と合致する。押し潰し前の両端部 (W a 、 W b) の厚さは、両端部 (W a 、 W b) の内側の厚さと同じであるか、あるいは、両端部 (W a 、 W b) の内側の厚さより薄い。

【 0 0 6 6 】

また、余肉部 (E a 、 E b) は、いずれも、ウエイト部 W の幅方向に沿ってウエイト部 W の両端部 (W a 、 W b) からそれぞれ突出する。それらの余肉部 (E a 、 E b) は、いずれも、ウエイト部 W の側面のうちで頂部およびその周辺領域、換言すると、両端部 (W a 、 W b) の側面から突出する。

【 0 0 6 7 】

[製造方法]

第 2 実施形態は、前述の第 1 実施形態と同様の製造工程を採用できる。第 2 実施形態の型鍛造工程では、クランク軸の形状が成形されたバリ付きの鍛造材を得て、そのバリ付きの鍛造材には、余肉部 (E a 、 E b) を成形する。押し潰し工程では、余肉部 (E a 、 E b) を押し潰し、ウエイト部 W の両端部 (W a 、 W b) でピン部 P 側表面およびジャーナル部 J 側表面を張り出させる。これにより、ウエイト部 W の両端部 (W a 、 W b) の厚みを増加させる。押し潰し工程の加工フローについては、後述する。

【 0 0 6 8 】

[押し潰し工程]

図 9 A および図 9 B は、第 2 実施形態の押し潰し工程の加工フロー例を模式的に示すウエイト部の断面図であり、図 9 A は第 2 金型の押し当て時、図 9 B は圧下終了時をそれぞれ示す。同図には、バリ無し鍛造材 3 0 と、一对の第 1 金型 1 0 と、ウエイト部 W のピン部 P 側表面を保持するための第 2 金型 2 2 と、ウエイト部 W のジャーナル部 J 側表面を保持するための第 2 金型 2 3 とを示す。

【 0 0 6 9 】

上型 1 1 および下型 1 2 の型彫刻部には、クランク軸の最終製品形状のうちの一部が反映されている。具体的には、余肉部 (E a 、 E b) を押し潰し、ウエイト部の各表面 (ピン部側表面およびジャーナル部側表面) をそれぞれ張り出させるため、ウエイト部 W の両端部 (W a 、 W b) の側面形状が型彫刻部に反映されている。また、図 9 A および図 9 B に示すように、第 1 金型 1 0 の型彫刻部には、ウエイト部の両端部 (W a 、 W b) におけるピン部 P 側表面およびジャーナル部 J 側表面の形状をさらに反映してもよい。あるいは、第 1 金型 1 0 では、ウエイト部の両端部 (W a 、 W b) におけるピン部 P 側表面およびジャーナル部 J 側表面の形状を型彫刻部に反映することなく、それらの形状に対応する部位をいずれも開放部としてもよい。

【 0 0 7 0 】

ただし、図 9 A および図 9 B に示すように、第 2 実施形態の第 1 金型 1 0 は、前述の第 1 実施形態と同様に、ウエイト部のピン部 P 側表面に対応する部位のうちで両端部 (W a 、 W b) の内側領域 W c に対応する部位が開放されている。この開放部には、第 1 実施形態と同様に、ウエイト部のピン部 P 側表面を保持する第 2 金型 2 2 を収容してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

また、第2実施形態の第1金型10は、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面に対応する部位のうちで両端部(Wa、Wb)の内側領域Wdに対応する部位が開放されている。この開放部には、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面を保持する第2金型23を収容してもよい。その第2金型23には、型彫刻部が彫り込まれており、その型彫刻部には、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面のうちで両端部の内側領域Wdの形状が反映されている。いずれの第2金型(22、23)も、第1金型10からそれぞれ独立し、ウエイト部の各表面に対して接触したり離間したりするように進退移動が可能である。また、第2金型(22、23)は、第1金型10の圧下方向に沿って移動可能とするのが好ましい。

【 0 0 7 2 】

このような第1金型10および第2金型(22、23)を用いる押し潰し工程の加工フロー例を説明する。まず、第1金型10の上型11と下型12とを離間させ、その状態でバリ除去後の鍛造材30を上型11と下型12の間に配置する。

【 0 0 7 3 】

次いで、第2金型(22、23)を用いる場合、第2金型(22、23)を進出させ、図9Aに示すように、ウエイト部Wの各表面に押し付けることにより、ウエイト部Wの各表面を第2金型(22、23)で保持する。ただし、ウエイト部Wのピン部P側表面およびジャーナル部J側表面のうちで両端部(Wa、Wb)の領域については、第2金型を押し当てない(図9A参照)。その領域に第2金型(22、23)を押し当てて保持すると、余肉部の押し潰しによってウエイト部の端部(Wa、Wb)で各表面を張り出させることが不可能となるからである。

【 0 0 7 4 】

この状態で、第1実施形態と同様に、バリ無し鍛造材30を第1金型10によって圧下する。その圧下の際に、両方の余肉部(Ea、Eb)を第1金型10で押し潰し、第1金型10の型彫刻部に沿う形状とする。これにより、第2実施形態では、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)において、ピン部P側表面のみならず、ジャーナル部J側表面が厚さ方向に沿って張り出す。その結果、ウエイト部の両端部(Wa、Wb)の厚みが増加する。

【 0 0 7 5 】

続いて、第1金型の上型11と下型12とを離間させ、押し潰し済みのバリ無し鍛造材を搬出する。第2金型(22、23)を用いる場合、上型11と下型12とを離間させる前に、第2金型(22、23)を後退させて退避させる。

【 0 0 7 6 】

このような第2実施形態は、第1実施形態と同様に、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)が厚肉化されたクランク軸を得ることができる。これにより、鍛造クランク軸を軽量化できる。また、従来の製造設備を利用して簡便に行うことができる。さらに、製造工程が大幅に増加して製造コストが著しく増加するのを防止できる。

【 0 0 7 7 】

3. 第3実施形態

[クランク軸の形状]

図10A～図10Cは、第3実施形態が対象とするクランク軸のウエイト部の形状を示す模式図であり、図10Aはジャーナル部側表面を示す図、図10Bは側面を示す図、図10CはV-V断面図である。

【 0 0 7 8 】

図10A～図10Cに示すように、第3実施形態が対象とするクランク軸は、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)が、前述の第1実施形態と同様に、ウエイト部Wのうちでジャーナル部J周辺の部位と比べ、厚肉である。第3実施形態が対象とするクランク軸は、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)において、第1実施形態の反対側の表面、すなわち、ジャーナル部J側の表面が厚さ方向に沿って張り出す。このような第3実施形態が対象とするクランク軸は、前述の第1実施形態と同様に、ウエイト部Wのうちでジャーナル部

10

20

30

40

50

Jの軸心に近い部位を薄肉化でき、鍛造クランク軸を軽量化できる。

【0079】

[押し潰し前の形状]

図11A～図11Cは、第3実施形態における押し潰し前のウエイト部の形状を示す模式図であり、図11Aはジャーナル部側表面を示す図、図11Bは側面を示す図、図11CはVI-VI断面図である。

【0080】

図11A～図11Cに示すように、第3実施形態の押し潰し前のウエイト部Wは、押し潰し後のウエイト部と比べ、両端部(Wa、Wb)のジャーナル部J側表面の形状が異なり、加えて2つの余肉部(Ea、Eb)を有する点でも異なる。

10

【0081】

このような押し潰し前のウエイト部Wは、両端部(Wa、Wb)のジャーナル部J側表面の形状、および、余肉部(Ea、Eb)を除けば、押し潰し後のウエイト部の形状と合致する。押し潰し前の両端部(Wa、Wb)の厚さは、両端部の内側領域Wdの厚さと同じであるか、あるいは、両端部の内側領域Wdの厚さより薄い。また、余肉部(Ea、Eb)は、ウエイト部Wの幅方向に沿ってウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)からそれぞれ突出する。その余肉部(Ea、Eb)は、ウエイト部Wの側面のうちで頂部およびその周辺領域、換言すると、両端部(Wa、Wb)の側面から突出する。

【0082】

[製造方法]

第3実施形態は、前述の第1実施形態と同様の製造工程を採用できる。第3実施形態の型鍛造工程では、クランク軸の形状が成形されたバリ付きの鍛造材を得て、そのバリ付きの鍛造材には、余肉部(Ea、Eb)が成形される。押し潰し工程では、その余肉部(Ea、Eb)を押し潰し、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)において、前述の第1実施形態の反対側の表面、具体的には、ジャーナル部J側の表面を張り出させる。これにより、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)の厚みを増加させる。押し潰し工程の加工フローについては、後述する。

20

【0083】

[押し潰し工程]

図12Aおよび図12Bは、第3実施形態の押し潰し工程の加工フロー例を模式的に示すウエイト部の断面図であり、図12Aは第2金型の押し当て時、図12Bは圧下終了時をそれぞれ示す。図12Aおよび図12Bには、バリ無し鍛造材30と、一对の第1金型10と、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面を保持するための第2金型23とを示す。

30

【0084】

上型11および下型12の型彫刻部には、クランク軸の最終製品形状のうちの一部が反映されている。具体的には、余肉部(Ea、Eb)を押し潰し、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)でジャーナル部J側表面を張り出させるため、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)の形状のうちで側面およびピン部P側表面の形状が型彫刻部に反映される。図12Aおよび図12Bに示すように、第1金型10の型彫刻部には、ウエイト部の両端部(Wa、Wb)におけるジャーナル部J側表面の形状をさらに反映してもよい。あるいは、第1金型10では、ウエイト部の両端部(Wa、Wb)におけるジャーナル部J側表面の形状を型彫刻部に反映することなく、その形状に対応する部位を開放部としてもよい。

40

【0085】

ただし、図12Aおよび図12Bに示すように、第3実施形態の第1金型10は、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面に対応する部位のうちで両端部(Wa、Wb)の内側領域Wdに対応する部位が開放されている。この開放部には、ウエイト部のジャーナル部J側表面を保持する第2金型23を収容してもよい。その第2金型23には、型彫刻部が彫り込まれており、その型彫刻部には、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面のうちで両端部(Wa、Wb)の内側領域Wdの形状が反映されている。その第2金型23は、第1金型10から独立し、ウエイト部のジャーナル部J側表面に対して接触したり離間したりす

50

るように進退移動が可能である。第2金型23は、第1金型10の圧下方向に沿って移動可能とするのが好ましい。

【0086】

ウエイト部Wのピン部P側表面に対応する部位のうちで両端部(Wa、Wb)の内側領域Wcに対応する部位については、図12Aおよび図12Bに示すように開放し、第1金型10の型彫刻部によって保持しなくてもよい。この場合、開放部に第3金型(図示なし)を収容してもよい。その第3金型は、ウエイト部の張り出させない表面を保持し、より具体的にはウエイト部のピン部P側表面のうちで両端部の内側領域Wcを保持する。あるいは、第1金型10の型彫刻部に形状を反映し、第1金型10の型彫刻部で保持してもよい。

10

【0087】

このような第1金型10および第2金型23を用いる押し潰し工程の加工フロー例を説明する。先ず、第1金型10の上型11と下型12とを離間させ、その状態でバリ除去後の鍛造材30を上型11と下型12の間に配置する。

【0088】

次いで、第2金型23を用いる場合、第2金型23を進出させ、図12Aに示すように、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面に押し付けることにより、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面を第2金型23で保持する。ただし、ウエイト部Wのジャーナル部J側表面のうちで両端部(Wa、Wb)の領域については、第2金型23を押し当てない(図12A参照)。その領域に第2金型23を押し当てて保持すると、余肉部(Ea、Eb)の押し潰しによってウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)でジャーナル部J側表面を張り出させることが不可能となるからである。

20

【0089】

また、第3金型(図示なし)を用いる場合、その第3金型を進出させ、ウエイト部Wのピン部P側表面に押し付ける。これにより、ウエイト部Wピン部P側表面を保持する。

【0090】

この状態で、バリ無し鍛造材30を第1金型10によって圧下し、その際に、余肉部(Ea、Eb)を第1金型10で押し潰し、第1金型10の型彫刻部に沿う形状とする。第3実施形態では、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)において、第1実施形態と反対側の表面、具体的には、ジャーナル部J側表面を厚さ方向に沿って張り出させる。その結果、ウエイト部の両端部(Wa、Wb)で厚みが増加する。

30

【0091】

続いて、第1金型の上型11と下型12とを離間させ、押し潰し済みのバリ無し鍛造材を搬出する。第2金型23を用いる場合、上型11と下型12とを離間させる前に、第2金型23を後退させて退避させる。また、第3金型(図示なし)を用いる場合、上型11と下型12とを離間させる前に、第3金型を後退させて退避させる。

【0092】

このような第3実施形態は、第1実施形態と同様に、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)が厚肉化されたクランク軸を得ることができる。これにより、鍛造クランク軸を軽量化できる。また、従来の製造設備を利用して簡便に行うことができる。さらに、製造工程が大幅に増加して製造コストが著しく増加するのを防止できる。

40

【0093】

本発明の鍛造クランク軸の製造方法は、ウエイト部の端部でピン部側表面およびジャーナル部側表面のいずれか一方が張り出してもよく、両方が張り出してもよい。すなわち、第1～第3実施形態のいずれも採用できる。また、両端部で異なる表面が張り出してもよい。例えば、一方の端部ではピン部側表面が張り出し、他方の端部ではジャーナル部側表面が張り出す形態を採用できる。クランク軸のバランスを向上させる観点では、第1実施形態のように、ウエイト部の端部(Wa、Wb)でピン部側表面が張り出すのが好ましい。これにより、ピン部の重心からウエイト部の重心までのクランク軸の軸心方向の距離が短くなり、クランク軸のバランスが向上する。

50

【0094】

クランク軸の軽量化の観点では、第2実施形態のように、ウエイト部の端部(Wa、Wb)でピン部側表面およびジャーナル部側表面の両方が張り出すのが好ましい。これにより、端部(Wa、Wb)をより厚肉化できるとともに、ウエイト部のうちでジャーナル部Jの軸心に近い部位をより薄肉化できる。その結果、鍛造クランク軸をさらに軽量化できる。

【0095】

第1～第3実施形態では、いずれも、ウエイト部の張り出させる表面のうちで、余肉部が突出する端部を少なくとも除く領域を、第2金型の押し当てにより保持するのが好ましい。これにより、ウエイト部の表面形状を精密に上げることができる。なお、第2金型は、ウエイト部の表面を保持するのみで、押し込むことがないので、第2金型の押し当てに要する力は小さくて済む。また、ウエイト部の張り出させる表面とは、ウエイト部の端部において、押し潰しに伴って張り出させる表面を意味する。ウエイト部の張り出させる表面は、第1実施形態ではピン部側表面が該当し、第2実施形態ではピン部側表面およびジャーナル側表面の両方が該当し、第3実施形態ではジャーナル側表面が該当する。

【0096】

押し潰し工程で第2金型を用いる場合、第1金型の圧下に追従して第2金型を第1金型の圧下方向に移動させ、ウエイト部への第2金型の押し当て位置を一定の位置に維持するのが好ましい。これにより、ウエイト部の表面形状をさらに精密に上げることができる。

【0097】

第1～第3実施形態では、いずれも、押し潰し工程を、金型を用いた圧下によりクランク軸の形状を矯正する整形工程で実施するのが好ましい。これにより、従来と同様の製造工程を採用できる。この場合、一对の第1金型の型彫刻部には、アーム部やジャーナル部、ピン部の形状も反映される。また、第1金型でバリ無し鍛造材を圧下する際に、余肉部を押し潰すとともに、クランク軸の形状を矯正して最終製品形状とする。

【0098】

第1～第3実施形態では、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)の両方に余肉部(Ea、Eb)を設け、両端部の両方を厚肉化した。ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)の一方に余肉部を設け、余肉部が突出する端部のみを厚肉化してもよい。また、例えばV6エンジンに搭載されるクランク軸では、アーム部A(ウエイト部Wを含む)の形状がウエイト部中心面Cに対して非対称となる。このような場合には、ウエイト部Wの両端部(Wa、Wb)で形状や範囲を非対称としてもよい。

【0099】

第1～第3実施形態では、押し潰し工程でバリ無し鍛造材を圧下する際に、バリ無し鍛造材30のピン部Pおよびジャーナル部Jのうちの一部または全部を保持することにより、ウエイト部の幅方向が圧下方向となる姿勢とするのが好ましい。これにより、余肉部(Ea、Eb)を安定して押し潰すことができる。この場合、一对の第1金型10には、バリ無し鍛造材30を保持する保持型(図示なし)を収容するために開放部が設けられる。その保持型は、第1金型によるバリ無し鍛造材30の圧下を支障なく行うため、バリ無し鍛造材30を圧下方向に移動可能に保持する。その移動は例えばコイルばねや油圧シリンダ等によって実現される。

【0100】

第1および第2実施形態のようにウエイト部Wの端部(Wa、Wb)でピン部P側表面が張り出す場合、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)の厚さtp(mm)を厚くし、端部のピン部側表面がピンスラスト面(図示なし)の位置を超えると、使用時に他の部材と干渉するおそれがある。このため、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)の厚さtp(mm)は、端部のピン部側表面がピンスラスト面の位置を超えないように設定するのが好ましい。ここで、ピンスラスト面とは、アーム部のピン部側表面に設けられ、コネクティングロッドのスラスト方向の移動を制限する部位である。

【0101】

また、第2および第3実施形態のようにウエイト部Wの端部(Wa、Wb)でジャーナルJ部側表面が張り出す場合、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)の厚さtp(mm)を厚くし、端部のジャーナル部側表面がジャーナルスラスト面(図示なし)の位置を超えると、使用時に他の部材と干渉するおそれがある。このため、ウエイト部Wの端部(Wa、Wb)の厚さtp(mm)は、端部のジャーナル部側表面がジャーナルスラスト面の位置を超えないように設定するのが好ましい。ここで、ジャーナルスラスト面とは、アーム部のジャーナル部側表面に設けられ、エンジン本体に対してクランク軸がスラスト方向に移動するのを制限する。

【0102】

厚肉化する端部(Wa、Wb)の幅bp(mm、図3A参照)は、ウエイト部Wの幅ba(mm、図3A参照)に対する割合(bp/ba)で、25%以下とするのが好ましい。ウエイト部Wの幅baが25%を超えると、軽量化の効果が薄れるおそれがあることによる。より好ましくは、15%以下である。一方、厚肉化した端部(Wa、Wb)をより有意に機能させるため、ウエイト部Wの幅baの下限は2%以上とするのが好ましい。

【0103】

第1～第3実施形態では、ウエイト部の外周部(円弧部)を厚肉化する技術を組み合わせてもよい。具体的には、前記図2Aおよび図2Bに示すクランク軸において、ウエイト部の端部をさらに厚肉化してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0104】

本発明は、レシプロエンジンに搭載される鍛造クランク軸の製造に有効に利用できる。

【符号の説明】

【0105】

1：鍛造クランク軸、 J、J1～J5：ジャーナル部、 P、P1～P4：ピン部、
Fr：フロント部、 F1：フランジ部、 A、A1～A8：クランクアーム部、
W、W1～W8：カウンターウエイト部、 Wa、Wb：ウエイト部の幅方向の端部、
Wc：ウエイト部のピン部側表面のうちで両端部の内側領域、
Wd：ウエイト部のジャーナル部側表面のうちで両端部の内側領域、
Ea、Eb：余肉部、 10：第1金型、 11：上型、 12：下型、
22、23：第2金型、 30：バリ無し鍛造材

10

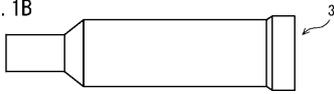
20

30

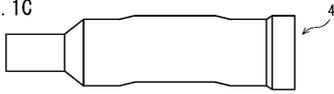
【 1 A 】
FIG. 1A



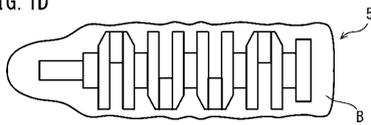
【 1 B 】
FIG. 1B



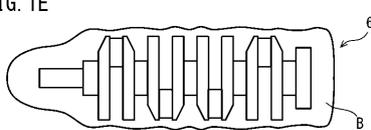
【 1 C 】
FIG. 1C



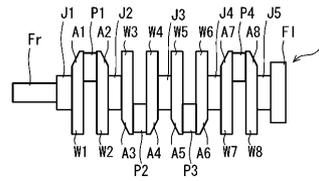
【 1 D 】
FIG. 1D



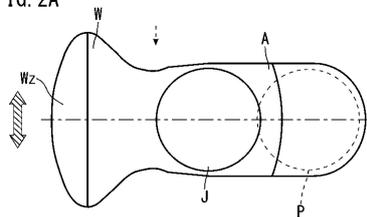
【 1 E 】
FIG. 1E



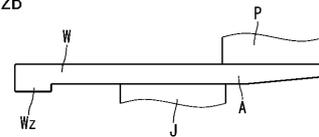
【 1 F 】
FIG. 1F



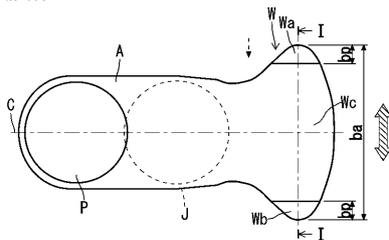
【 2 A 】
FIG. 2A



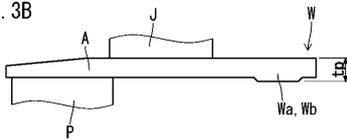
【 2 B 】
FIG. 2B



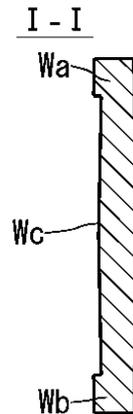
【 3 A 】
FIG. 3A



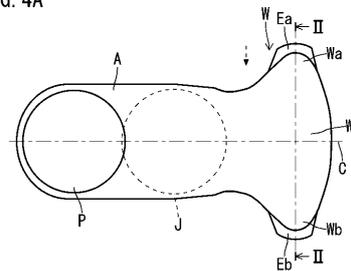
【 3 B 】
FIG. 3B



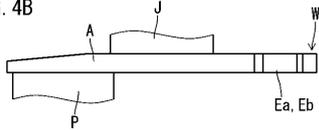
【 3 C 】
FIG. 3C



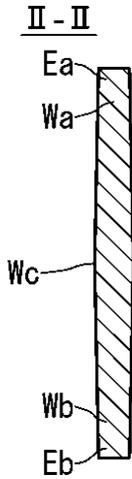
【 4 A 】
FIG. 4A



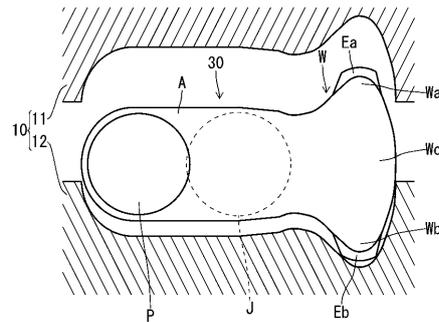
【 4 B 】
FIG. 4B



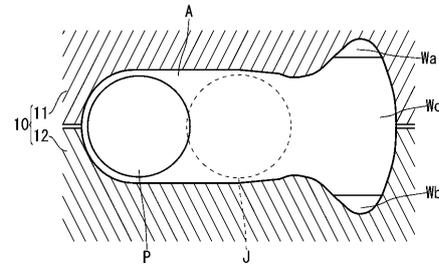
【 4 C 】
FIG. 4C



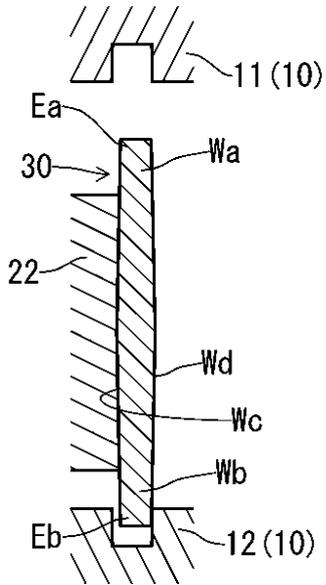
【 5 A 】
FIG. 5A



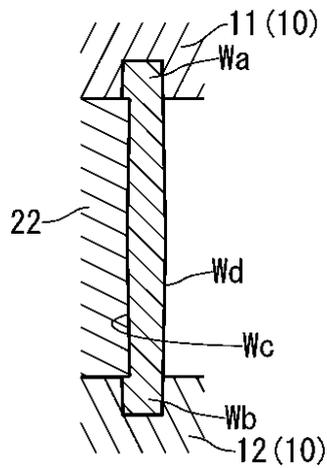
【 5 B 】
FIG. 5B



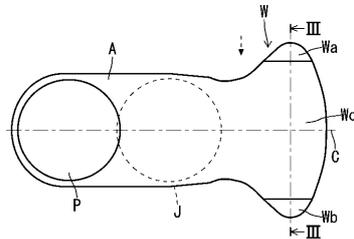
【 6 A 】
FIG. 6A



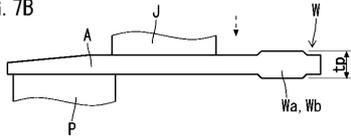
【 6 B 】
FIG. 6B



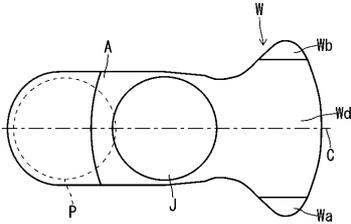
【 7 A 】
FIG. 7A



【 7 B】
FIG. 7B

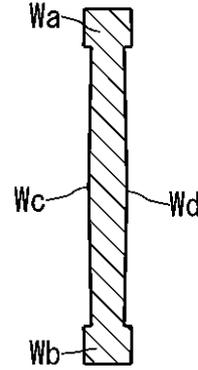


【 7 C】
FIG. 7C

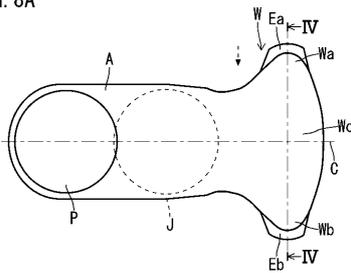


【 7 D】
FIG. 7D

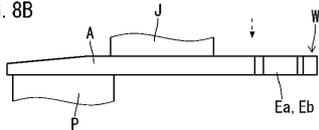
III-III



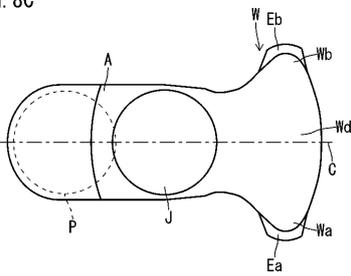
【 8 A】
FIG. 8A



【 8 B】
FIG. 8B

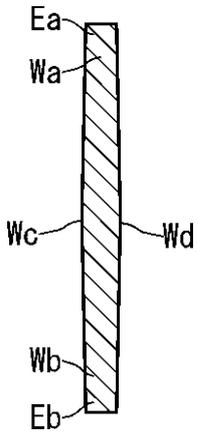


【 8 C】
FIG. 8C

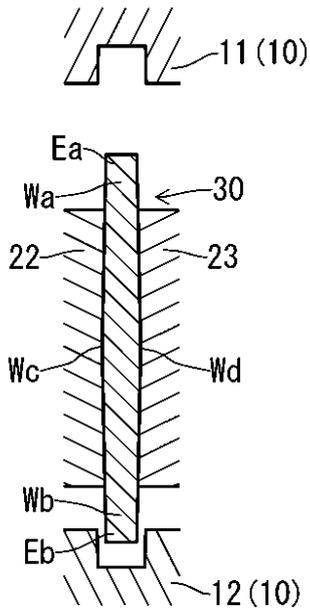


【 8 D】
FIG. 8D

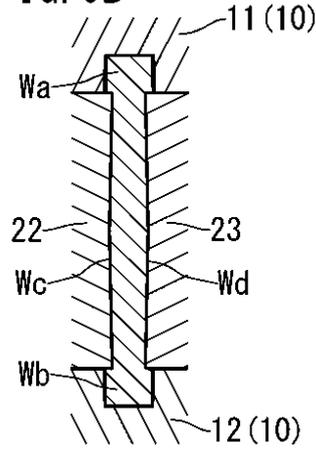
IV-IV



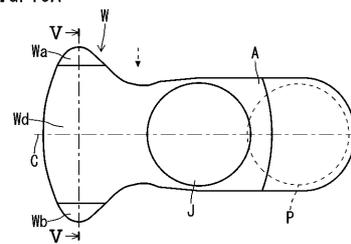
【 9 A 】
FIG. 9A



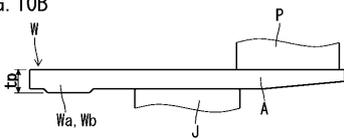
【 9 B 】
FIG. 9B



【 10 A 】
FIG. 10A

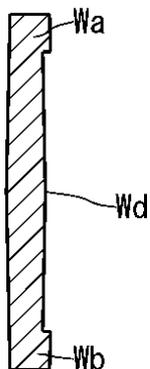


【 10 B 】
FIG. 10B

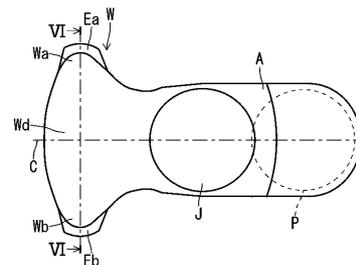


【 10 C 】
FIG. 10C

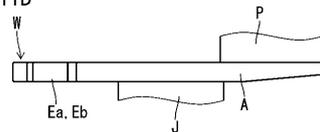
V-V



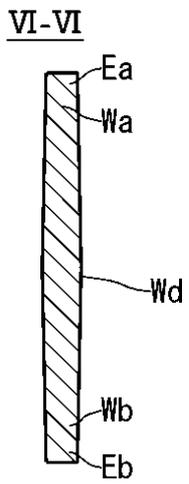
【 11 A 】
FIG. 11A



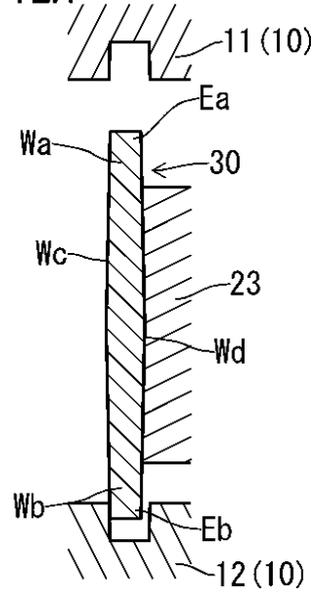
【 11 B 】
FIG. 11B



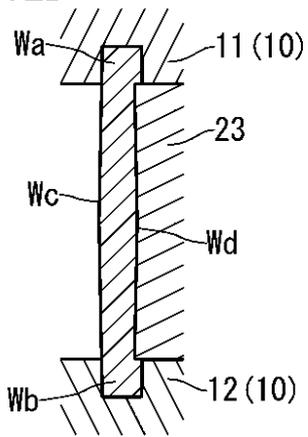
【 1 1 C】
FIG. 11C



【 1 2 A】
FIG. 12A



【 1 2 B】
FIG. 12B



フロントページの続き

- (72)発明者 藪野 訓宏
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 黒川 宣幸
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 山下 智久
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 高本 奨
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 石原 広一郎
兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 日鉄住金テクノロジー株式会社内

審査官 金丸 治之

- (56)参考文献 特開平01-241347(JP,A)
特開2015-010642(JP,A)
特開平09-066330(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 1 K	1 / 0 8
B 2 1 J	5 / 0 2
F 1 6 C	3 / 0 8