

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 9 月 11 日(11.09.2015)



(10) 国際公開番号

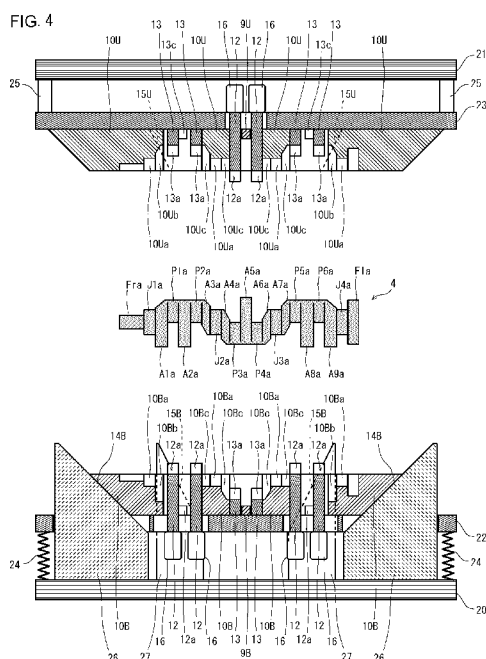
WO 2015/133151 A1

- (51) 国際特許分類:
B21K 1/08 (2006.01) B21J 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/001213
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 6 日(06.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-043529 2014 年 3 月 6 日(06.03.2014) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大久保 潤一(OKUBO, Junichi); 〒1008071 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 Tokyo (JP). 田村 憲司(TAMURA, Kenji); 〒1008071 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 Tokyo (JP). 吉田 邦裕(YOSHIDA, Kunihiro); 〒1008071 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: アセンド特許業務法人(ASCEND IP LAW FIRM); 〒5300003 大阪府大阪市北区堂島一丁目 5 番 1 7 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MOLDING DEVICE FOR MATERIAL FOR FINISHING FORGED CRANKSHAFT FOR V6 ENGINE AND PRODUCTION METHOD FOR FORGED CRANKSHAFT FOR V6 ENGINE USING SAME

(54) 発明の名称: V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置、及びこれを用いたV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造方法



(57) Abstract: Provided is a molding device that holds a rough journal section (Ja) of a rough material (4) using a journal mold (10U, 10B), that moves the journal mold (10U, 10B) and a pin mold (12) in the axial direction toward a fixed mold (9U, 9B) from a state in which the pin mold (12) is applied to a rough pin section (Pa), and that moves the pin mold (12) in a direction that is perpendicular to the axial direction. As a result, a weight-equipped rough arm section (Aa) is sandwiched and pressed in the axial direction until the thickness thereof is reduced to the thickness of a weight-equipped arm section of a forged crankshaft, and the rough pin section (Pa) is pressed in the direction that is perpendicular to the axial direction until the eccentricity thereof is increased to the eccentricity of a pin section of the forged crankshaft.

(57) 要約: 成形装置は、粗素材(4)の粗ジャーナル部(Ja)をジャーナル型(10U、10B)によって保持し、粗ピン部(Pa)にピン型(12)を宛がった状態から、ジャーナル型(10U、10B)及びピン型(12)を固定型(9U、9B)に向けて軸方向に移動させるとともに、ピン型(12)を軸方向と直角な方向に移動させる。これにより、ウエイト付き粗アーム部(Aa)を軸方向に挟圧してその厚みを鍛造クランク軸のウエイト付きアーム部の厚みまで減少させるとともに、粗ピン部(Pa)を軸方向と直角な方向に押圧してその偏芯量を鍛造クランク軸のピン部の偏芯量まで増加させる。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置、及びこれを用いたV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱間鍛造によりV型6気筒エンジン用のクランク軸（以下、「鍛造クランク軸」ともいう）を製造する技術に関する。特に、その鍛造クランク軸の製造過程において、鍛造クランク軸の最終形状を造形する仕上打ちに供する仕上打ち用素材を成形するための成形装置、及びその成形装置を用いた予備成形工程を含むV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造方法に関する。

背景技術

[0002] クランク軸は、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レシプロエンジンの基幹部品であり、鍛造によって製造されるものと、鋳造によって製造されるものとに大別される。乗用車、貨物車、特殊作業車等の自動車のV型6気筒エンジンにおいては、クランク軸に高い強度と剛性が要求され、その要求に対して優位な鍛造クランク軸が多用されている。また、自動二輪車、農業機械、船舶等のV型6気筒エンジンでも鍛造クランク軸が用いられる。

[0003] 一般に、V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸は、断面が丸形又は角形で全長にわたって断面積が一定のビレットを原材料とし、予備成形、型鍛造、バリ抜き、振り成形及び整形の各工程を順に経て製造される。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、荒打ちと仕上打ちの各工程を含む。

[0004] 図1は、従来一般的なV型6気筒エンジン用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に例示するクランク軸1は、V型6気筒エンジンに搭載されるものであり、4つのジャーナル部J1～J4、6つ

のピン部P 1～P 6、フロント部F r、フランジ部F l、及びジャーナル部J 1～J 4とピン部P 1～P 6をつなぐ9枚のクランクアーム部（以下、単に「アーム部」ともいう）A 1～A 9から構成される。このクランク軸1は、9枚のアーム部A 1～A 9のうち、前端の第1ピン部P 1につながる第1及び第2アーム部A 1、A 2と、後端の第6ピン部P 6につながる第8及び第9アーム部A 8、A 9と、中央の第5アーム部A 5とにバランスウエイトを有するV型6気筒－5枚カウンターウエイトのクランク軸である。第3、第4、第6及び第7アーム部A 3、A 4、A 6、A 7は、バランスウエイトを有しないことから、小判形の形状である。以下、ジャーナル部J 1～J 4、ピン部P 1～P 6、及びアーム部A 1～A 9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」と記す。また、バランスウエイトを有するアーム部は、バランスウエイトを有しないアーム部と区別する場合、ウエイト付きアーム部ともいう。一方、バランスウエイトを有しないアーム部は、ウエイト無しアーム部、又は小判形アーム部ともいう。

[0005] 図1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、予め所定の長さに切断した図1（a）に示すビレット2を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、例えば孔型ロールによりビレット2を圧延して絞りつつその体積を長手方向に配分し、中間素材となるロール荒地103を成形する（図1（b）参照）。次に、曲げ打ち工程では、ロール成形によって得られたロール荒地103を長手方向と直角な方向から部分的にプレス圧下してその体積を配分し、更なる中間素材となる曲げ荒地104を成形する（図1（c）参照）。

[0006] 続いて、荒打ち工程では、曲げ打ちによって得られた曲げ荒地104を上下に一对の金型を用いてプレス鍛造し、ピン部Pの配置角度を除きクランク軸（最終鍛造製品）のおおよその形状が造形された鍛造材105を成形する（図1（d）参照）。更に、仕上打ち工程では、荒打ちによって得られた荒鍛造材105が供され、荒鍛造材105を上下に一对の金型を用いてプレス

鍛造し、ピン部Pの配置角度を除きクランク軸と合致する形状が造形された鍛造材106を成形する(図1(e)参照)。これら荒打ち及び仕上打ちのとき、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105及び仕上鍛造材106には、造形されたクランク軸の周囲にそれぞれバリ105a、106aが大きく付いている。

[0007] バリ抜き工程では、仕上打ちによって得られたバリ106a付きの仕上鍛造材106を上下から金型で保持しつつ、刃物型によってバリ106aを打ち抜き除去する(図1(f)参照)。

[0008] 振り工程では、バリ抜き後のクランク軸107に対し、第1及び第2ピン部と、第3及び第4ピン部と、第5及び第6ピン部とをそれぞれ個別に上下から金型で保持する。そして、中央の第3及び第4ピン部を保持する金型を固定した状態で、第1及び第2ピン部を保持する金型と、第5及び第6ピン部を保持する金型とをそれぞれジャーナル部の軸心回りに互いに反対方向に60°回転させる。これにより、中央の第3及び第4ピン部を基準にして、第1及び第2ピン部が第2ジャーナル部で振られると同時に、第5及び第6ピン部が第3ジャーナル部で振られ、ピン部の配置角度が正規の位置に調整される。その結果、図1(g)に示すように、鍛造クランク軸1が得られる。

[0009] そして、整形工程では、振り成形後の鍛造クランク軸1の要所(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等といった軸部、場合によってはアーム部A)を上下から金型で僅かにプレスし、所望の寸法形状に矯正する。こうして、鍛造クランク軸1が製造される。

[0010] ところで、このような製造方法では、製品とはならない不要なバリが大量に発生することから、歩留りの低下は否めない。このため、鍛造クランク軸を製造する上では、従来から、バリの発生を極力抑え、歩留りの向上を実現することが至上の課題となっている。この課題に対応する従来の技術としては下記のものがある。

[0011] 例えば、特開2008-155275号公報(特許文献1)及び特開20

11-161496号公報（特許文献2）は、ジャーナル部及びピン部が造形され、アーム部もそれなりに造形されたクランク軸を製造する技術を開示する。特許文献1の技術では、クランク軸のジャーナル部とピン部に相当する部分が個々にくびれた段付きの丸棒を素材とする。そして、ピン部相当部分を間に挟む一对のジャーナル部相当部分をそれぞれダイスで把持する。この状態から、両ダイスを軸方向に接近させて丸棒素材に圧縮変形を与える。この変形付与とともに、ピン部相当部分に軸方向と直角な方向にポンチを押し付けてピン部相当部分を偏芯させる。この動作をすべてのクランクスローにわたって順次繰り返す。

[0012] 特許文献2の技術では、単なる丸棒を素材とする。そして、その丸棒素材の両端部のうちの一方を固定型で、その他方を可動型でそれぞれ保持するとともに、丸棒素材のジャーナル部相当部分をジャーナル型で、ピン部相当部分をピン型でそれぞれ保持する。この状態から、可動型、ジャーナル型及びピン型を固定型に向けて軸方向に移動させて丸棒素材に圧縮変形を与える。この変形付与と同時に、ピン型を軸方向と直角な偏芯方向に移動させてピン部相当部分を偏芯させる。

[0013] 特許文献1及び2のいずれの技術でも、バリが発生しないことから、歩留りの著しい向上が期待できる。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：特開2008-155275号公報

特許文献2：特開2011-161496号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] 上述のとおり、前記特許文献1及び2に開示される技術は、丸棒の素材をいきなりクランク軸形状に成形するものである。しかし、鍛造クランク軸は高強度と高剛性が要求されるので、その素材は変形し難い。このため、実際

に製造できるクランク軸は、アーム部の厚みが厚くて、ピン部の偏芯量も小さくならざるを得ず、比較的緩やかなクランク軸形状に限定される。しかも、アーム部は、全てにバランスウエイトがない単純な形状のもの、すなわち小判形アーム部に限られる。

[0016] また、前記特許文献 1 及び 2 に開示される技術では、アーム部は、丸棒素材の軸方向の圧縮変形に伴う軸方向と直角な方向への自由膨張と、丸棒素材のピン部相当部分の偏芯移動に伴う引張変形によって造形される。このため、アーム部の輪郭形状は不定形になりがちであり、寸法精度を確保できない。

[0017] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、V 型 6 気筒エンジン用の鍛造クランク軸を歩留り良く、しかも、その形状を問わずに高い寸法精度で製造するために、鍛造クランク軸の製造過程において、その最終形状を造形する仕上打ちを行うことを前提とし、その仕上打ちに供する仕上打ち用素材の成形に用いる成形装置を提供することを目的とする。また、本発明の他の目的は、V 型 6 気筒エンジン用鍛造クランク軸を歩留り良く、しかも、その形状を問わずに高い寸法精度で製造することができる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

[0018] 本発明の実施形態による成形装置は、V 型 6 気筒エンジン用の鍛造クランク軸を製造する過程で、鍛造クランク軸の最終形状を造形する仕上打ちに供する仕上打ち用素材を、粗素材から成形する装置である。

鍛造クランク軸は、中央の第 5 クランクアーム部、並びに、前端の第 1 ピン部につながる第 1 及び第 2 クランクアーム部、及び後端の第 6 ピン部につながる第 8 及び第 9 クランクアーム部にバランスウエイトを有し、残りのクランクアーム部にバランスウエイトを有しない。

粗素材は、

鍛造クランク軸の各ジャーナル部と軸方向の長さが同じ粗ジャーナル部と

、

鍛造クランク軸の各ピン部と軸方向の長さが同じ粗ピン部と、

鍛造クランク軸のバランスウエイトを有しないウエイト無しクランクアーム部に対応して当該クランクアーム部と軸方向の厚みが同じウエイト無し粗クランクアーム部と、

鍛造クランク軸のバランスウエイトを有するウエイト付きクランクアーム部に対応して当該クランクアーム部よりも軸方向の厚みが厚いウエイト付き粗クランクアーム部と、を有する。

本実施形態によるV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置は、更に下記（１）又は（２）の構成を備える。

[0019] （１）粗素材の粗ピン部のうち、第１、第２、第５及び第６粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さい。粗素材の中央の第３及び第４粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸の第１、第２、第５及び第６ピン部に対して反対方向で、鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さい。

成形装置は、下記の固定型と、ピン型と、ジャーナル型と、を備える。

固定型は、粗素材の中央の第５粗クランクアーム部の位置に配置され、その軸方向の厚みが鍛造クランク軸の第５クランクアーム部の厚みと同じである。

ピン型は、粗ピン部それぞれの位置に配置され、当該粗ピン部それぞれに宛がわれるとともに、各々が、当該粗ピン部につながる粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、固定型に向けた軸方向及び軸方向と直角な方向に移動する。

ジャーナル型は、粗ジャーナル部それぞれの位置に配置され、当該粗ジャーナル部を個々に軸方向と直角な方向から挟み込んで保持するとともに、各々が、当該粗ジャーナル部につながる粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、固定型に向けて軸方向に移動する。

当該成形装置は、粗ジャーナル部をジャーナル型によって挟み込んで保持

し、粗ピン部にピン型を宛がった状態から、ジャーナル型を軸方向に移動させるとともに、ピン型を軸方向に移動させつつ軸方向と直角な方向に移動させる。これにより、ウエイト付き粗クランクアーム部を軸方向に挟圧してその厚みを鍛造クランク軸のウエイト付きクランクアーム部の厚みまで減少させるとともに、第1、第2、第5及び第6粗ピン部と、第3及び第4粗ピン部とを軸方向と直角な方向で互いに反対方向に押圧してその偏芯量を鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ まで増加させる。

[0020] 上記(1)の成形装置において、前記ピン型は、前記粗ピン部それぞれにおける前記ピン型が宛がわれた側とは反対の外側に配置された補助ピン型を含んでおり、前記ジャーナル型、並びに前記ピン型及びこのピン型と対を成す前記補助ピン型の軸方向への移動に伴って、前記ジャーナル型と、前記ピン型及び前記補助ピン型との隙間が閉ざされた後に、押圧変形する前記粗ピン部が前記補助ピン型に到達するように、前記ピン型の軸方向と直角な方向への移動が制御される構成とすることが好ましい。

[0021] この成形装置の場合、前記ピン型の軸方向と直角な方向への総移動距離を100%としたとき、当該ピン型に隣接する前記ジャーナル型の軸方向への移動が完了した時点で、当該ピン型の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の90%以下であり、この後に当該ピン型の軸方向と直角な方向への移動が完了する構成とすることが好ましい。

[0022] また、上記(1)の成形装置において、前記固定型、前記ピン型及び前記ジャーナル型は、軸方向と直角な方向に沿った方向に圧下可能なプレス機に取り付けられており、プレス機の圧下に伴って、前記ジャーナル型が前記粗ジャーナル部を挟み込んで保持するとともに、前記ピン型が前記粗ピン部に宛がわれ、そのままプレス機の圧下を継続するのに伴って、前記ジャーナル型が個々に楔機構により軸方向に移動すると同時に、このジャーナル型の移動に伴って、前記ピン型が個々に軸方向に移動する構成とすることができる。

[0023] この成形装置の場合、前記楔機構の楔角度が前記ジャーナル型のそれぞれ

で互いに異なることが好ましい。更に、前記ピン型が油圧シリンダに連結されており、この油圧シリンダの駆動により軸方向と直角な方向に移動する構成とすることが好ましい。

[0024] (2) 粗素材の粗ピン部のうち、第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。粗素材の中央の第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸の第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。

成形装置は、下記の固定型と、ピン型と、ジャーナル型と、を備える。

固定型は、粗素材の中央の第5粗クランクアーム部の位置に配置され、その軸方向の厚みが鍛造クランク軸の第5クランクアーム部の厚みと同じである。

ピン型は、粗ピン部それぞれの位置に配置され、当該粗ピン部それぞれに宛がわれるとともに、各々が、当該粗ピン部につながる粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、固定型に向けた軸方向及び軸方向と直角な方向に移動する。

ジャーナル型は、粗ジャーナル部それぞれの位置に配置され、当該粗ジャーナル部を個々に軸方向と直角な方向から挟み込んで保持するとともに、各々が、当該粗ジャーナル部につながる粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、固定型に向けて軸方向に移動する。

当該成形装置は、粗ジャーナル部をジャーナル型によって挟み込んで保持し、粗ピン部にピン型を宛がった状態から、ジャーナル型を軸方向に移動させるとともに、ピン型を軸方向に移動させつつ軸方向と直角な方向に移動させる。これにより、ウエイト付き粗クランクアーム部を軸方向に挟圧してその厚みを鍛造クランク軸のウエイト付きクランクアーム部の厚みまで減少させるとともに、粗ピン部を軸方向と直角な方向に押圧してその偏芯量を鍛造クランク軸のピン部の偏芯量まで増加させる。

[0025] 本発明の実施形態による製造方法は、V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を製造する方法であり、更に下記（3）又は（4）の構成を備える。

[0026] （3）製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、仕上打ち工程、及び振り工程、の一連の工程を含む。

第1予備成形工程は、上記（1）の成形装置に供する粗素材を造形する。粗素材の粗ピン部のうち、第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さい。粗素材の中央の第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸の第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さい。

第2予備成形工程は、上記（1）の成形装置を用い、仕上打ち用素材を成形する。仕上打ち用素材は、第1、第2、第5及び第6粗ピン部と、第3及び第4粗ピン部とは、軸方向と直角な方向の偏芯量が互いに反対方向で、鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。

仕上打ち工程は、前記仕上打ち用素材を全ての粗ピン部を水平姿勢にした状態で仕上打ちし、ピン部の配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材を成形する。

振り工程は、前記仕上材のピン部の配置角度を鍛造クランク軸のピン部の配置角度に調整する。

[0027] （4）製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、仕上打ち工程、及び振り工程、の一連の工程を含む。

第1予備成形工程は、上記（2）の成形装置に供する粗素材を造形する。粗素材の粗ピン部のうち、第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。粗素材の中央の第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、鍛造クランク軸のピ

ン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。

第2予備成形工程は、上記(2)の成形装置を用い、仕上打ち用素材を成形する。仕上打ち用素材は、ピン部の配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形される。

仕上打ち工程は、前記仕上打ち用素材を仕上打ちし、ピン部の配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材を成形する。

振り工程は、前記仕上材のピン部の配置角度を鍛造クランク軸のピン部の配置角度に調整する。

発明の効果

[0028] 本実施形態の成形装置、及びこれを用いた予備成形工程を含む製造方法によれば、バリのない粗素材から、ウエイト付きアーム部であってもアーム部の厚みが薄いV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の形状と概ね一致した形状で、バリのない仕上打ち用素材を成形することができる。このようなバリなしの仕上打ち用素材を仕上打ちすれば、多少のバリは発生するが、アーム部の輪郭形状を含めて鍛造クランク軸の最終形状を造形することができる。したがって、V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を歩留り良く、しかも、その形状を問わずに高い寸法精度で製造することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、従来の一般的なV型6気筒エンジン用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2]図2は、第1実施形態の製造方法において、成形装置で被成形対象とする粗素材、成形された仕上打ち用素材、仕上打ち後の仕上材、及び振り成形後の振り仕上材の各形状を模式的に示す図である。

[図3]図3は、第1実施形態における鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。

[図4]図4は、第1実施形態における成形装置の構成を示す縦断面図である。

[図5A]図5Aは、図4に示す第1実施形態の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法を説明するための縦断面図であり、成形初期の状態を示す。

[図5B]図5 Bは、図4に示す第1実施形態の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法を説明するための縦断面図であり、成形完了時の状態を示す。

[図6]図6は、成形装置による仕上打ち用素材の成形で噛み出しが発生する状況を説明するための図である。

[図7]図7は、成形装置による仕上打ち用素材の成形で噛み出しの対応策を施した場合の状況を説明するための図である。

[図8]図8は、第2実施形態の製造方法において、成形装置で被成形対象とする粗素材、成形された仕上打ち用素材、仕上打ち後の仕上材、及び振り成形後の振り仕上材の各形状を模式的に示す図である。

[図9]図9は、第2実施形態における鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。

[図10]図10は、第2実施形態における成形装置の構成を示す縦断面図である。

[図11A]図11 Aは、図10に示す第2実施形態の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法を説明するための縦断面図であり、成形初期の状態を示す。

[図11B]図11 Bは、図10に示す第2実施形態の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法を説明するための縦断面図であり、成形完了時の状態を示す。

発明を実施するための形態

[0030] 本発明では、V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を製造するに際し、その製造過程で仕上打ちを行うことを前提とする。本発明の成形装置は、仕上打ちの前工程で、その仕上打ちに供する仕上打ち用素材を粗素材から成形するために用いられる。以下に、本発明のV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置、及びこれを用いた予備成形工程を含むV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造方法について、その実施形態を詳述する。

[0031] 1. 第1実施形態

1-1. 粗素材、仕上打ち用素材、仕上材、及び振り仕上材

図2は、第1実施形態の製造方法において、成形装置で被成形対象とする粗素材、成形された仕上打ち用素材、仕上打ち後の仕上材、及び振り成形後の振り仕上材の各形状を模式的に示す図である。図2には、V型6気筒－5枚カウンタウエイトのクランク軸を製造する場合の状況を示す。また、図2には、各段階の形状の理解を容易にするため、外観を示す平面図と、軸方向に沿って見たときのピン部の配置図を並べて示す。

[0032] 図2に示すように、第1実施形態の粗素材4は、図1（g）に示すV型6気筒－5枚カウンタウエイトの鍛造クランク軸1の形状に依拠しつつも全体として粗いクランク軸形状である。粗素材4は、4つの粗ジャーナル部J1a～J4a、6つの粗ピン部P1a～P6a、粗フロント部Fra、粗フランジ部F1a、及び粗ジャーナル部J1a～J4aと粗ピン部P1a～P6aをつなぐ9枚の粗クランクアーム部（以下、単に「粗アーム部」ともいう）A1a～A9aから構成される。第3、第4、第6及び第7粗アーム部A3a、A4a、A6a、A7aは、バランスウエイトを有しないことから、小判形の形状である。粗素材4にはバリはついていない。以下、粗素材4の粗ジャーナル部J1a～J4a、粗ピン部P1a～P6a、及び粗アーム部A1a～A9aそれぞれを総称するとき、その符号は、粗ジャーナル部で「Ja」、粗ピン部で「Pa」、粗アーム部で「Aa」と記す。また、バランスウエイトを有する第1、第2、第5、第8及び第9粗アーム部A1a、A2a、A5a、A8a、A9aは、ウエイト付き粗アーム部Aaともいう。一方、バランスウエイトを有しない第3、第4、第6及び第7粗アーム部A3a、A4a、A6a、A7aは、ウエイト無し粗アーム部Aa、又は小判形粗アーム部Aaともいう。

[0033] 第1実施形態の仕上打ち用素材5は、上記の粗素材4から、詳細は後述する成形装置によって成形されるものである。仕上打ち用素材5は、4つの粗ジャーナル部J1b～J4b、6つの粗ピン部P1b～P6b、粗フロント部Frb、粗フランジ部F1b、及び粗ジャーナル部J1b～J4bと粗ピン部P1b～P6bをつなぐ9枚の粗クランクアーム部（以下、単に「粗ア

ーム部」ともいう) A 1 b ~ A 9 b から構成される。第 3、第 4、第 6 及び第 7 粗アーム部 A 3 b、A 4 b、A 6 b、A 7 b は、バランスウエイトを有しないことから、小判形の形状である。仕上打ち用素材 5 にはバリはついていない。以下、仕上打ち用素材 5 の粗ジャーナル部 J 1 b ~ J 4 b、粗ピン部 P 1 b ~ P 6 b、及び粗アーム部 A 1 b ~ A 9 b それぞれを総称するとき、その符号は、粗ジャーナル部で「J b」、粗ピン部で「P b」、粗アーム部で「A b」と記す。また、バランスウエイトを有する第 1、第 2、第 5、第 8 及び第 9 粗アーム部 A 1 b、A 2 b、A 5 b、A 8 b、A 9 b は、ウエイト付き粗アーム部 A b ともいう。一方、バランスウエイトを有しない第 3、第 4、第 6 及び第 7 粗アーム部 A 3 b、A 4 b、A 6 b、A 7 b は、ウエイト無し粗アーム部 A b、又は小判形粗アーム部 A b ともいう。

[0034] 第 1 実施形態の仕上材 6 は、上記の仕上打ち用素材 5 を仕上打ちして得られるものである。仕上材 6 は、4 つのジャーナル部 J 1 c ~ J 4 c、6 つのピン部 P 1 c ~ P 6 c、フロント部 F r c、フランジ部 F l c、及びジャーナル部 J 1 c ~ J 4 c とピン部 P 1 c ~ P 6 c をつなぐ 9 枚のクランクアーム部 (以下、単に「アーム部」ともいう) A 1 c ~ A 9 c から構成される。第 3、第 4、第 6 及び第 7 アーム部 A 3 c、A 4 c、A 6 c、A 7 c は、バランスウエイトを有しないことから、小判形の形状である。以下、仕上材 6 のジャーナル部 J 1 c ~ J 4 c、ピン部 P 1 c ~ P 6 c、及びアーム部 A 1 c ~ A 9 c それぞれを総称するとき、その符号は、ジャーナル部で「J c」、ピン部で「P c」、アーム部で「A c」と記す。また、バランスウエイトを有する第 1、第 2、第 5、第 8 及び第 9 アーム部 A 1 c、A 2 c、A 5 c、A 8 c、A 9 c は、ウエイト付きアーム部 A c ともいう。一方、バランスウエイトを有しない第 3、第 4、第 6 及び第 7 アーム部 A 3 c、A 4 c、A 6 c、A 7 c は、ウエイト無しアーム部 A c、又は小判形アーム部 A c ともいう。

[0035] 第 1 実施形態の振り仕上材 7 は、上記の仕上材 6 を振り成形して得られるものである。振り仕上材 7 は、4 つのジャーナル部 J 1 d ~ J 4 d、6 つの

ピン部P 1 d～P 6 d、フロント部F r d、フランジ部F l d、及びジャーナル部J 1 d～J 4 dとピン部P 1 d～P 6 dをつなぐ9枚のクランクアーム部（以下、単に「アーム部」ともいう）A 1 d～A 9 dから構成される。第3、第4、第6及び第7アーム部A 3 d、A 4 d、A 6 d、A 7 dは、バランスウエイトを有しないことから、小判形の形状である。以下、振り仕上材7のジャーナル部J 1 d～J 4 d、ピン部P 1 d～P 6 d、及びアーム部A 1 d～A 9 dそれぞれを総称するとき、その符号は、ジャーナル部で「J d」、ピン部で「P d」、アーム部で「A d」と記す。また、バランスウエイトを有する第1、第2、第5、第8及び第9アーム部A 1 d、A 2 d、A 5 d、A 8 d、A 9 dは、ウエイト付きアーム部A dともいう。一方、バランスウエイトを有しない第3、第4、第6及び第7アーム部A 3 d、A 4 d、A 6 d、A 7 dは、ウエイト無しアーム部A d、又は小判形アーム部A dともいう。

[0036] 振り仕上材7の形状は、ピン部P dの配置角度を含めクランク軸（最終鍛造製品）の形状と一致し、図1（g）に示す鍛造クランク軸1に相当する。すなわち、振り仕上材7のジャーナル部J dは、最終形状の鍛造クランク軸のジャーナル部Jと軸方向の長さが同じである。振り仕上材7のピン部P dは、最終形状の鍛造クランク軸のピン部Pと軸方向の長さが同じである。更に、振り仕上材7のピン部P dは、最終形状の鍛造クランク軸のピン部Pに対し、軸方向と直角な方向の偏芯量が同じで、軸回りの配置角度も60°ずつ等間隔にシフトして同じであり、正規の位置に配置されている。振り仕上材7のアーム部A dは、最終形状の鍛造クランク軸のアーム部Aと軸方向の厚みが同じである。

[0037] 仕上材6の形状は、ピン部P cの配置角度を除きクランク軸（最終鍛造製品）の形状と一致し、図1（f）に示すバリ抜き後のクランク軸107に相当する。すなわち、仕上材6のジャーナル部J cは、最終形状の鍛造クランク軸のジャーナル部Jと軸方向の長さが同じである。仕上材6のピン部P cは、最終形状の鍛造クランク軸のピン部Pと軸方向の長さが同じであり、軸

方向と直角な方向の偏芯量も同じである。

[0038] ただし、仕上材6のピン部P cの配置角度は、正規の位置から外れている。具体的には、仕上材6のピン部P cのうち、アーム部A cを介してつながるピン部P c同士、すなわち第1及び第2ピン部P 1 c、P 2 c同士、第3及び第4ピン部P 3 c、P 4 c同士、第5及び第6ピン部P 5 c、P 6 c同士は、それぞれ、軸回りの配置角度が正規角度の60°にシフトしているが、全体としてのピン部P cの配置角度は、最終形状の鍛造クランク軸と完全には一致していない。第1及び第5ピン部P 1 c、P 5 cは軸回りの配置位置が同じであり、第2及び第6粗ピン部P 2 c、P 6 cは軸回りの配置位置が同じである。そして、第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 c、P 2 c、P 5 c、P 6 cと、中央の第3及び第4粗ピン部P 3 c、P 4 cとは、仕上材6の中心軸を間に挟んで互いに反対方向に配置されている。仕上材6のアーム部A cは、最終形状の鍛造クランク軸のアーム部Aと軸方向の厚みが同じである。

[0039] これに対し、仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部J bは、最終形状の鍛造クランク軸のジャーナル部J（仕上材6のジャーナル部J c）と軸方向の長さが同じである。仕上打ち用素材5の粗ピン部P bは、最終形状の鍛造クランク軸のピン部P（仕上材6のピン部P c）と軸方向の長さが同じであるが、偏芯量も配置角度も正規の位置から外れている。具体的には、仕上打ち用素材5において、第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 b、P 2 b、P 5 b、P 6 bは、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。一方、中央の第3及び第4粗ピン部P 3 b、P 4 bは、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 b、P 2 b、P 5 b、P 6 bに対して反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。仕上打ち用素材5の粗アーム部A bは、最終形状の鍛造クランク軸のアーム部A（仕上材6のアーム部A c）と軸方向の厚みが同じである。

[0040] また、粗素材4の粗ジャーナル部J aは、仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部J b、すなわち鍛造クランク軸のジャーナル部J（仕上材6のジャーナル部J c）と軸方向の長さが同じである。粗素材4の粗ピン部P aは、仕上打ち用素材5の粗ピン部P b、すなわち鍛造クランク軸のピン部P（仕上材6のピン部P c）と軸方向の長さが同じである。ただし、粗素材4の粗ピン部P aのうち、第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 a、P 2 a、P 5 a、P 6 aは、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さい。一方、粗素材4の中央の第3及び第4粗ピン部P 3 a、P 4 aは、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第2、第5及び第6ピン部P 1 a、P 2 a、P 5 a、P 6 aに対して反対方向で、鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さい。

[0041] 粗素材4の粗アーム部A aのうち、ウエイト付き粗アーム部A a（第1、第2、第5、第8及び第9粗アーム部A 1 a、A 2 a、A 5 a、A 8 a、A 9 a）は、各々に対応する仕上打ち用素材5のウエイト付き粗アーム部A b、すなわち鍛造クランク軸のウエイト付きアーム部A（仕上材6のウエイト付きアーム部A c）よりも軸方向の厚みが厚い。一方、粗素材4の小判形粗アーム部A a（第3、第4、第6及び第7粗アーム部A 3 a、A 4 a、A 6 a、A 7 a）は、各々に対応する仕上打ち用素材5の小判形粗アーム部A b、すなわち鍛造クランク軸の小判形アーム部A（仕上材6の小判形アーム部A c）と軸方向の厚みが同じである。要するに、粗素材4は、仕上打ち用素材5（最終形状の鍛造クランク軸及び仕上材6）と比較して、ウエイト付き粗アーム部A aの厚みが厚い分だけ全長が長くて、粗ピン部P aの偏芯量が小さい。このように、粗素材4は、比較的緩やかなクランク軸形状となっている。

[0042] ただし、厳密に言えば、仕上打ち用素材5は、最終形状の鍛造クランク軸及び仕上材6に対し、粗アーム部A bの厚みが僅かに薄く、その分だけ粗ジャーナル部J b及び粗ピン部P bの軸方向長さが僅かに大きい。仕上打ちの

際に仕上打ち用素材 5 を金型内に収容し易くし、かじり疵の発生を防止するためである。これに応じて、粗素材 4 も、最終形状の鍛造クランク軸及び仕上材 6 に対し、粗ジャーナル部 J a 及び粗ピン部 P a の軸方向長さが僅かに大きい。

[0043] 1 - 2. 鍛造クランク軸の製造工程

図 3 は、第 1 実施形態における鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。図 3 に示すように、第 1 実施形態の鍛造クランク軸の製造方法は、第 1 予備成形、第 2 予備成形、仕上打ち、振り成形の各工程を含み、必要に応じて、振り成形前のバリ抜き、振り成形後の整形の各工程を含む。

[0044] 第 1 予備成形工程は、上記の粗素材 4 を造形する工程である。第 1 予備成形工程では、断面が丸形の丸ビレットを原材料とし、この丸ビレットを誘導加熱炉又はガス雰囲気加熱炉によって加熱した後に予備成形加工を施す。例えば、孔型ロールにより丸ビレットを絞り圧延してその体積を長手方向に配分するロール成形を行い、これによって得られたロール荒地を長手方向と直角な方向から部分的にプレス圧下してその体積を配分する曲げ打ちを繰り返す。これにより、粗素材 4 を造形することができる。そのほかに、前記特許文献 1 及び 2 に開示される技術を用いても、粗素材 4 の造形は可能である。また、クロスロール、閉塞鍛造等を採用してもよい。

[0045] 第 2 予備成形工程は、上記の仕上げ打ち用素材 5 を成形する工程である。第 2 予備成形工程では、下記の図 4 に示す成形装置を用いて加工を行う。これにより、上記の粗素材 4 から、ピン部の偏芯量及び配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上げ打ち用素材 5 を成形することができる。

[0046] 仕上打ち工程は、上記の仕上材 6 を得る工程である。仕上打ち工程では、上記の仕上げ打ち用素材 5 が供され、全ての粗ピン部を水平に配置した姿勢の状態で、上下に一对の金型を用いてプレス鍛造する。すなわち、全ての粗ピン部を軸方向と直角な鉛直方向に押圧する。これにより、ピン部の配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材 6 を得ることができる。

。

[0047] 振り成形工程は、上記の振り仕上材 7 を得る工程である。振り成形工程では、上記の仕上材 6 のジャーナル部及びピン部を保持した状態でジャーナル部の軸心を中心にして振る。これにより、ピン部の配置角度を鍛造クランク軸のピン部の配置角度に調整し、ピン部の配置角度を含め鍛造クランク軸の最終形状が造形された、クランク軸と合致する形状の振り仕上材 7 を得ることができる。

[0048] 1－3. 仕上打ち用素材の成形装置

図 4 は、第 1 実施形態における成形装置の構成を示す縦断面図である。図 4 には、V 型 6 気筒－5 枚カウンタウエイトのクランク軸を製造する場合の成形装置、すなわち前記図 2 に示す粗素材 4 から仕上打ち用素材 5 を成形する成形装置を例示する。なお、図 4 に示す縦断面には、実際に全ての粗ピン部の部分が同一面上で含まれる。

[0049] 図 4 に示すように、成形装置は、プレス機を利用したものであり、基礎となる固定の下側ハードプレート 20 と、プレス機のラムの駆動に伴って下降する上側ハードプレート 21 を有する。下側ハードプレート 20 の真上には、弾性部材 24 を介して下側金型支持台 22 が弾性的に支持される。この下側金型支持台 22 は、上下方向に移動が許容される。弾性部材 24 としては、皿ばね、コイルばね、空気ばね等を適用することができ、そのほかにも油圧ばねシステムを適用することができる。上側ハードプレート 21 の真下には、支柱 25 を介して上側金型支持台 23 が固定される。この上側金型支持台 23 は、プレス機（ラム）の駆動により上側ハードプレート 21 と一体で下降する。

[0050] 図 4 に示す成形装置では、粗素材 4 を、粗ピン部 P a を鉛直方向に沿って配置した姿勢で金型内に收容する。この姿勢の粗素材 4 を仕上打ち用素材に成形する。図 4 では、第 1、第 2、第 5 及び第 6 粗ピン部 P 1 a、P 2 a、P 5 a、P 6 a が鉛直方向の上向きに配置され、中央の第 3 及び第 4 粗ピン部 P 3 a、P 4 a が鉛直方向の下向きに配置された態様を示す。このため、

下側金型支持台 2 2 と上側金型支持台 2 3 とには、粗素材 4 の軸方向に沿って分割され、それぞれ上下で対を成す固定型 9 U、9 B、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、並びにピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 が取り付けられる。

[0051] 固定型 9 U、9 B は、粗素材 4 における中央の第 5 粗アーム部 A 5 a の位置に配置され、上下のそれぞれが上側金型支持台 2 3、下側金型支持台 2 2 に完全に取り付けられる。特に、固定型 9 U、9 B は、上下のいずれも、仕上打ち用素材 5 における第 5 アーム部 A 5 b の厚みと同じであり、上側金型支持台 2 3、下側金型支持台 2 2 に対して完全に固定される。

[0052] 上下で対を成すピン型 1 2 と補助ピン型 1 3 は、粗素材 4 における粗ピン部 P a それぞれの位置に配置され、上下のそれぞれが上側金型支持台 2 3 及び下側金型支持台 2 2 に取り付けられる。第 1 実施形態のピン型 1 2 は、粗ピン部 P a それぞれの偏芯中心側に配置される。他方の補助ピン型 1 3 は、粗ピン部 P a それぞれの偏芯中心側とは反対の外側に配置される。例えば、第 1 粗ピン部 P 1 a の位置では、第 1 粗ピン部 P 1 a の配置が上側である。このため、ピン型 1 2 が下側金型支持台 2 2 に取り付けられるとともに、これと対を成す補助ピン型 1 3 が上側金型支持台 2 3 に取り付けられる。

[0053] 特に、ピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 は、上下のいずれも、下側金型支持台 2 2 及び上側金型支持台 2 3 の上で、固定型 9 U、9 B に向けての軸方向に移動が許容される。ピン型 1 2 に限っては、軸方向とは直角な方向であって、粗ピン部 P a に向けての偏芯方向（図 4 では上下方向）にも移動が許容される。

[0054] ピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 には、それぞれ、半円筒状の彫り込み部 1 2 a、1 3 a が形成されている。彫り込み部 1 2 a、1 3 a の長さは、仕上打ち用素材 5 における各粗ピン部 P b の軸方向の長さと同じである。

[0055] 互いに粗アーム部 A a を挟んで隣接する粗ピン部 P のピン型 1 2 同士の間、例えば、第 1 粗ピン部 P 1 a のピン型 1 2 と第 2 粗ピン部 P 2 a のピン型 1 2 との間には、いずれか一方のピン型 1 2 から突出した凸部 1 2 c が設けられる。図 4 には、第 1 粗ピン部 P 1 a のピン型 1 2 に凸部 1 2 c が設けら

れた態様を示す。同様に、第5粗ピン部P 5 aのピン型1 2と第6粗ピン部P 6 aのピン型1 2とにも凸部1 2 cが設けられる。凸部1 2 cの突出量は、粗ピン部P 同士の間挟まれた粗アーム部A aに対応する仕上打ち用素材5における粗アーム部A bの軸方向の厚みと同じである。ピン型1 2と対をなす補助ピン型1 3にも、同様の凸部1 3 cが設けられる。

[0056] ジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、粗素材4における粗ジャーナル部J aの位置に配置され、上下のそれぞれが上側金型支持台2 3及び下側金型支持台2 2に取り付けられる。特に、ジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、上下のいずれも、上側金型支持台2 3及び下側金型支持台2 2の上で、固定型9 U、9 Bに向けての軸方向に移動が許容される。

[0057] ジャーナル型1 0 U、1 0 Bには、それぞれ、半円筒状の第1彫り込み部1 0 U a、1 0 B aと、この第1彫り込み部1 0 U a、1 0 B aの前後（図4では左右）に隣接して第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B b及び第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cが形成される。第1彫り込み部1 0 U a、1 0 B aの長さは、仕上打ち用素材5における粗ジャーナル部J bの軸方向の長さと同じである。第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B bは、粗素材4におけるウエイト付き粗アーム部A aを収容するためのものである。第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B bの長さは、仕上打ち用素材5におけるそれらの粗ジャーナル部J bにつながるウエイト付き粗アーム部A bの軸方向の厚みと同じである。第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cは、粗素材4における小判形粗アーム部A aを収容するためのものである。第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cの長さは、仕上打ち用素材5におけるそれらの粗ジャーナル部J bにつながる小判形粗アーム部A bの軸方向の厚みと同じである。

[0058] 両端の第1及び第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aにつながる粗アーム部A aは、いずれもウエイト付き粗アーム部である。そのため、第1及び第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aの位置に配置されたジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B b及び第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cのうちで第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B bを備える。一方、第2

及び第3粗ジャーナル部J 2 a、J 3 aにつながる粗アーム部A aは、いずれも小判形粗アーム部である。そのため、第2及び第3粗ジャーナル部J 2 a、J 3 aの位置に配置されたジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B b及び第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cのうちで第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cを備える。

[0059] ジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、プレス機の駆動に伴う上側金型支持台2 3の下降、すなわちプレス機の圧下により、第1彫り込み部1 0 U a、1 0 B aで各々に対応する各粗ジャーナル部J aを個々に上下から挟み込んで保持する。これと同時に、ジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、第2彫り込み部1 0 U b、1 0 B b及び第3彫り込み部1 0 U c、1 0 B cの第1彫り込み部1 0 U a、1 0 B a側の面が、各々に対応する各粗ジャーナル部J aにつながるウエイト付き粗アーム部A a及び小判形粗アーム部A aにおける各粗ジャーナル部J a側の側面に接触する。

[0060] その際、ピン型1 2は、プレス機の圧下により、彫り込み部1 2 aが各粗ピン部P aに宛がわれ、ピン型1 2の両側面が、各粗ピン部P aにつながる粗アーム部A aにおける各粗ピン部P a側の側面に接触する。

[0061] ここで、両端の第1及び第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aの位置に配置されたジャーナル型1 0 U、1 0 Bの端面は、傾斜面1 4 U、1 4 Bとなっている。これに対し、下側ハードプレート2 0上には、それらの第1及び第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aのジャーナル型1 0 U、1 0 Bの傾斜面1 4 U、1 4 Bの位置に対応して、個々に、第1楔2 6が立設されている。各第1楔2 6は、下側金型支持台2 2を貫通して上方に突き出す。第1及び第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aのジャーナル型1 0 U、1 0 Bのうち、下側のジャーナル型1 0 Bの傾斜面1 4 Bは、初期状態で第1楔2 6の斜面に接触する。一方、上側のジャーナル型1 0 Uの傾斜面1 4 Uは、プレス機の圧下により、第1楔2 6の斜面に接触する。

[0062] また、中央寄りの第2及び第3粗ジャーナル部J 2 a、J 3 aの位置に配置されたジャーナル型1 0 U、1 0 Bには、第1彫り込み部1 0 U a、1 0

B a 及び第2彫り込み部 10 U b、10 B b から外れた側部（図4では紙面の手前と奥）に、傾斜面 15 U、15 B を有する図示しないブロックが固定される。これに対し、下側ハードプレート 20 上には、それらの第2及び第3粗ジャーナル部 J 2 a、J 3 a のジャーナル型 10 U、10 B の傾斜面 15 U、15 B の位置に対応して、個々に、第2楔 27 が立設されている。各第2楔 27 は、下側金型支持台 22 を貫通して上方に突き出す。第2及び第3粗ジャーナル部 J 2 a、J 3 a のジャーナル型 10 U、10 B のうち、下側のジャーナル型 10 B の傾斜面 15 B は、初期状態で第2楔 27 の斜面に接触する。一方、上側のジャーナル型 10 U の傾斜面 15 U は、プレス機の圧下により、第2楔 27 の斜面に接触する。

[0063] そして、プレス機の圧下の継続に伴って、上側のジャーナル型 10 U が下側のジャーナル型 10 B と一体で押し下げられる。これにより、第1及び第4粗ジャーナル部 J 1 a、J 4 a のジャーナル型 10 U、10 B は、上下のいずれも、その傾斜面 14 U、14 B が楔 26 の斜面に沿って摺動することから、中央の第5粗アーム部 A 5 a の位置に配置された固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。これと同時に、第2及び第3粗ジャーナル部 J 2 a、J 3 a のジャーナル型 10 U、10 B は、上下のいずれも、その傾斜面 15 U、15 B が第2楔 27 の斜面に沿って摺動することから、同じく固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。要するに、ジャーナル型 10 U、10 B は、個々に楔機構により軸方向に移動できる。

[0064] また、ピン型 12 及び補助ピン型 13 は、プレス機の圧下の継続に伴って一体で押し下げられる。これにより、ピン型 12 及び補助ピン型 13 は、上記したようにジャーナル型 10 U、10 B が軸方向に移動するのに連れて、固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。また、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への移動は、各ピン型 12 に連結された油圧シリンダ 16 の駆動により行われる。

[0065] なお、ピン型 12 と補助ピン型 13 の軸方向への移動は、ジャーナル型 10 U、10 B と同様の楔機構を用いたり、油圧シリンダ、サーボモータ等の

別途の機構を用いて、強制的に行ってもよい。補助ピン型 1 3 は、隣接するジャーナル型 1 0 U、1 0 B と一体化されても構わない。

[0066] 図 4 に示す初期状態では、個々に軸方向に連なるジャーナル型 1 0 U、1 0 B、固定型 9 U、9 B、並びにピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 の間に、隙間が確保される。ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、並びにピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 の軸方向への移動を許容するためである。これらの各隙間の寸法は、仕上打ち用素材 5 における粗アーム部 A b の厚みと、粗素材 4 における粗アーム部 A a の厚みとの差である。

[0067] 次に、このような構成の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法について説明する。

図 5 A 及び図 5 B は、図 4 に示す第 1 実施形態の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法を説明するための縦断面図である。これらの図のうち、図 5 A は成形初期の状態を示し、図 5 B は成形完了時の状態を示す。

[0068] 前記図 4 に示す下側のジャーナル型 1 0 B、固定型 9 B、ピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 に粗素材 4 を収容し、プレス機の圧下を開始する。すると、まず、図 5 A に示すように、上側のジャーナル型 1 0 U が、それぞれ、下側のジャーナル型 1 0 B に当接する。

[0069] これにより、粗素材 4 は、各粗ジャーナル部 J a がジャーナル型 1 0 U、1 0 B によって上下から保持され、各粗ピン部 P a にピン型 1 2 が宛がわれた状態になる。この状態のとき、粗素材 4 の各粗アーム部 A a における粗ジャーナル部 J a 側の側面には、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B が接触し、各粗アーム部 A a における粗ピン部 P a 側の側面には、ピン型 1 2 が接触している。また、この状態のとき、第 1 及び第 4 粗ジャーナル部 J 1 a、J 4 a のジャーナル型 1 0 U、1 0 B の傾斜面 1 4 U、1 4 B は、第 1 楔 2 6 の斜面に接触している。第 2 及び第 3 粗ジャーナル部 J 2 a、J 3 a のジャーナル型 1 0 U、1 0 B の傾斜面 1 5 U、1 5 B は、第 2 楔 2 7 の斜面に接触している。

[0070] この状態から、そのままプレス機の圧下を継続する。すると、第 1 及び第

4 粗ジャーナル部 J 1 a、J 4 a のジャーナル型 1 0 U、1 0 B は、各々の傾斜面 1 4 U、1 4 B が楔 2 6 の斜面に沿って摺動し、この楔機構により、第 5 粗アーム部 A 5 a の固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。これと同時に、第 2 及び第 3 粗ジャーナル部 J 2 a、J 3 a のジャーナル型 1 0 U、1 0 B は、各々の傾斜面 1 5 U、1 5 B が第 2 楔 2 7 の斜面に沿って摺動し、この楔機構により、第 5 粗アーム部 A 5 a の固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。このようにジャーナル型 1 0 U、1 0 B が個々に楔機構により軸方向に移動するのに伴って、ピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 も、固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。

[0071] その際、小判形粗アーム部 A b につながる粗ジャーナル部 J a 及び粗ピン部 P a において、それぞれのジャーナル型 1 0 U、1 0 B、ピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 は、一体で軸方向に移動する。例えば、第 3 粗アーム部 A 3 b は小判形粗アーム部であるので、この第 3 粗アーム部 A 3 b につながる第 2 粗ピン部 P 2 a 及び第 2 粗ジャーナル部 J 2 a それぞれのピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3、並びにジャーナル型 1 0 U、1 0 B は、一体で軸方向に移動する。更に、その第 2 粗ジャーナル部 J 2 a につながる第 4 粗アーム部 A 4 b も小判形粗アーム部であるので、この第 4 粗アーム部 A 4 b につながる第 3 粗ピン部 P 3 a のピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 も含めて、一体で軸方向に移動する。

[0072] これにより、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B 及び固定型 9 U、9 B と、ピン型 1 2（凸部 1 2 c を含む）及び補助ピン型 1 3（凸部 1 3 c を含む）との隙間が次第に狭まり、終には各型同士が接触してそれらの各隙間がなくなる。その際、粗素材 4 は、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B 及びピン型 1 2 により、粗ジャーナル部 J a 及び粗ピン部 P a の軸方向の長さが維持されながら、ウエイト付き粗アーム部 A a が軸方向に挟圧される。そして、ウエイト付き粗アーム部 A a の厚みが仕上打ち用素材 5 のウエイト付き粗アーム部 A b の厚みまで減少する（図 5 B 参照）。

[0073] また、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、並びにピン型 1 2 及び補助ピン型 1

3の軸方向への移動に応じ、ピン型12それぞれの油圧シリンダ16を駆動する。すると、各ピン型12は、個々に、粗素材4の粗ピン部P aを軸方向と直角な鉛直方向に押圧する。これにより、粗素材4の第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 a、P 2 a、P 5 a、P 6 aと、第3及び第4粗ピン部P 3 a、P 4 aとは、軸方向と直角な鉛直方向にずれるため、その偏芯量が互いに反対方向で仕上打ち用素材5の粗ピン部P bの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じ偏芯量まで増加する（図2、図5 B参照）。

[0074] このようにして、バリのない粗素材4から、ピン部Pの偏芯量及び配置角度を除いて、ウエイト付きアーム部Aであってもアーム部Aの厚みが薄いV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸（最終鍛造製品）の形状と概ね一致した形状で、バリのない仕上打ち用素材5を成形することができる。次いで、このようなバリなしの仕上打ち用素材5を仕上打ちに供し、全ての粗ピン部を水平に配置した姿勢の状態で行う。このとき、仕上打ち用素材5の全ての粗ピン部を軸方向と直角な鉛直方向に押圧すれば、多少のバリは発生するが、ピン部の配置角度を除き、アーム部の輪郭形状を含めてV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の最終形状の仕上材6を造形することができる。そして、この仕上材6に振り成形を施せば、ピン部の配置角度を含めてV型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の最終形状を造形することができる。したがって、V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を歩留り良く、しかも、その形状を問わずに高い寸法精度で製造することが可能になる。

[0075] 前記図4、図5 A及び図5 Bに示す成形装置では、第1粗ジャーナル部J 1 aのジャーナル型10 U、10 Bの傾斜面14 U、14 B及びこれと接触する第1楔26の斜面と、第4粗ジャーナル部J 4 aのジャーナル型10 U、10 Bの傾斜面14 U、14 B及びこれと接触する第1楔26の斜面とは、傾斜角度が鉛直面を基準に正反対とされる。また、第2粗ジャーナル部J 2 aのジャーナル型10 U、10 Bの傾斜面15 U、15 B及びこれと接触する第2楔27の斜面と、第3粗ジャーナル部J 3 aのジャーナル型10 U、10 Bの傾斜面15 U、15 B及びこれと接触する第2楔27の斜面とは

、傾斜角度が鉛直面を基準に正反対とされる。更に、第1楔26の斜面の角度（第1及び第4粗ジャーナル部J1a、J4aのジャーナル型10U、10Bの傾斜面14U、14Bの角度）は、第2楔27の斜面の角度（第2及び第3粗ジャーナル部J2a、J3aのジャーナル型10U、10Bの傾斜面15U、15Bの角度）よりも大きくされる。このように、各ジャーナル型10U、10Bを軸方向に移動させる楔機構の楔角度をジャーナル型10U、10Bごとに異ならせる理由は、ウエイト付き粗アーム部Aaを軸方向に挟圧して厚みを減少させる変形速度をすべてのウエイト付き粗アーム部Aaで一定にするためである。

[0076] 前記図4、図5A及び図5Bに示す成形装置で用いる粗素材4は、粗ジャーナル部Jaの断面積が、仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部Jb、すなわち鍛造クランク軸のジャーナル部Jの断面積と同じであるか、それよりも大きい。同様に、粗素材4の粗ピン部Paの断面積は、仕上打ち用素材5の粗ピン部Pb、すなわち鍛造クランク軸のピン部Pの断面積と同じであるか、それよりも大きい。粗素材4の粗ジャーナル部Jaの断面積が仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部Jbの断面積よりも大きい場合であっても、粗ジャーナル部Jaの断面積を仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部Jbの断面積まで減少させることができる。これは、ジャーナル型10U、10Bによる粗ジャーナル部Jaの挟み込み保持、及びこれに続くジャーナル型10U、10Bの軸方向への移動による。また、粗素材4の粗ピン部Paの断面積が仕上打ち用素材5の粗ピン部Pbの断面積よりも大きい場合であっても、粗ピン部Paの断面積を仕上打ち用素材5の粗ピン部Pbの断面積まで減少させることができる。これは、ピン型12の軸方向への移動及びこれと直角な方向への移動による。

[0077] 以上説明した仕上打ち用素材の成形で留意すべき点として、ウエイト付き粗アーム部Aaに対して局所的な噛み出しの発生がある。以下に、噛み出しの発生原理とその対応策について説明する。

[0078] 図6は、成形装置による仕上打ち用素材の成形で噛み出しが発生する状況

を説明するための図であり、図 7 は、その対応策を施した場合の状況を説明するための図である。図 6 及び図 7 中、(a) は成形初期の状態を、(b) は成形途中の状態を、(c) は成形完了時の状態を、(d) は成形完了後に成形装置から取り出した仕上打ち用素材をそれぞれ示す。

[0079] 図 6 (a) に示すように、成形が開始されると、ジャーナル型 10U、10B が軸方向へ移動するとともに、ピン型 12 及び補助ピン型 13 が軸方向及びこれと直角な方向へ移動する。その後、図 6 (b) に示すように、ウエイト付き粗アーム部 A a において、ジャーナル型 10U、10B、並びにピン型 12 及び補助ピン型 13 の軸方向への移動が完了する前に、すなわち、ジャーナル型 10U、10B と、ピン型 12 及び補助ピン型 13 との隙間が閉ざされる前に、軸方向と直角な方向に押圧変形する粗ピン部 P a が補助ピン型 13 に到達すると、以下に示す事態が生じる。補助ピン型 13 とジャーナル型 10U、10B との隙間に、粗ピン部 P a の肉が流入する。この流入した肉は、成形の進行に伴って薄く延ばされていくものの、図 6 (c) に示すように、成形完了時にも残存する。こうして、図 6 (d) に示すように、仕上打ち用素材 5 の粗ピン部 P b の外側には、隣接するウエイト付き粗アーム部 A a との境界に局所的な噛み出し部 5 a が現れる。

[0080] 噛み出し部 5 a は、次工程の仕上打ちで製品に打ち込まれてかぶり疵となる。したがって、製品品質を確保する観点から、噛み出しの発生を防止する必要がある。

[0081] 噛み出しの発生を防止する対応策としては、ウエイト付き粗アーム部 A a において、ジャーナル型 10U、10B と、ピン型 12 及び補助ピン型 13 との隙間が閉ざされた後に、押圧変形する粗ピン部 P a が補助ピン型 13 に到達するように、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への移動を制御すればよい。具体的には、ジャーナル型 10U、10B、並びにピン型 12 及びこのピン型 12 と対を成す補助ピン型 13 の軸方向への移動が完了した後に、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への移動を完了させればよい。例えば、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への総移動距離を 100% としたとき、そのピ

ン型 12 に隣接するジャーナル型 10U、10B の軸方向への移動が完了した時点で、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の 90% 以下（より好適には 83% 以下、更に好適には 60% 以下）であることが好ましい。この後にピン型 12 のその方向への移動が完了すればよい。

[0082] 例えば、図 7 (a) に示すように、成形を開始する。その後、図 7 (b) に示すように、ウエイト付き粗アーム部 Aa において、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の 90% に達するまでに、ジャーナル型 10U、10B、並びにピン型 12 及び補助ピン型 13 の軸方向への移動を完了させる。そうすると、この時点では、ジャーナル型 10U、10B、ピン型 12 及び補助ピン型 13 との隙間が閉ざされているものの、押圧変形する粗ピン部 Pa が補助ピン型 13 に到達していない。そして、ピン型 12 の軸方向と直角な方向への移動に伴って粗ピン部 Pa が補助ピン型 13 に到達し、その移動が完了すると、図 7 (c) に示すように、成形が完了する。このため、補助ピン型 13 とジャーナル型 10U、10B との隙間に、粗ピン部 Pa の肉が流入する事態は起こらない。こうして、図 7 (d) に示すように、噛み出しのない高品位の仕上打ち用素材 5 を得ることができる。

[0083] ジャーナル型の軸方向への移動が完了するまでのピン型の軸方向と直角な方向への移動過程は、任意に変更することが可能である。例えば、ピン型の軸方向と直角な方向への移動は、ジャーナル型の軸方向への移動開始と同時に開始してもよいし、それよりも前に開始してもよく、又はジャーナル型の軸方向への移動がある程度進行してから開始してもよい。また、ピン型の軸方向と直角な方向への移動は、開始後、一定量移動した位置で一旦停止させ、ジャーナル型の軸方向への移動が完了した後に再開してもよい。

[0084] 2. 第 2 実施形態

第 2 実施形態は、上記の第 1 実施形態の構成を変形したものである。

[0085] 2-1. 粗素材、仕上打ち用素材、仕上材、及び振り仕上材

図 8 は、第 2 実施形態の製造方法において、成形装置で被成形対象とする粗素材、成形された仕上打ち用素材、仕上打ち後の仕上材、及び振り成形後

の振り仕上材の各形状を模式的に示す図である。図 8 には、前記図 2 と同様に、V 型 6 気筒－5 枚カウンタウエイトのクランク軸を製造する場合の状況を示す。なお、第 1 実施形態と重複する事項は適宜省略する。

[0086] 図 8 に示すように、第 2 実施形態の粗素材 4 は、V 型 6 気筒－5 枚カウンタウエイトの鍛造クランク軸 1 の形状に依拠しつつも全体として粗いクランク軸形状である。粗素材 4 は、4 つの粗ジャーナル部 J a、6 つの粗ピン部 P a、粗フロント部 F r a、粗フランジ部 F l a、及び 9 枚の粗アーム部 A a から構成される。第 2 実施形態の仕上打ち用素材 5 は、上記の粗素材 4 から、詳細は後述する成形装置によって成形されるものである。仕上打ち用素材 5 は、4 つの粗ジャーナル部 J b、6 つの粗ピン部 P b、粗フロント部 F r b、粗フランジ部 F l b、及び 9 枚の粗アーム部 A b から構成される。第 2 実施形態の仕上材 6 は、上記の仕上打ち用素材 5 を仕上打ちして得られるものである。仕上材 6 は、4 つのジャーナル部 J c、6 つのピン部 P c、フロント部 F r c、フランジ部 F l c、及び 9 枚のアーム部 A c から構成される。第 2 実施形態の振り仕上材 7 は、上記の仕上材 6 を振り成形して得られるものである。振り仕上材 7 は、4 つのジャーナル部 J d、6 つのピン部 P d、フロント部 F r d、フランジ部 F l d、及び 9 枚のアーム部 A d から構成される。

[0087] 振り仕上材 7 及び仕上材 6 の形状は、上記第 1 実施形態と同様である。

[0088] これに対し、仕上打ち用素材 5 の形状は、上記第 1 実施形態とは異なり、仕上材 6 の形状と概ね一致し、丁度、図 1 (d) に示す荒鍛造材 105 のバリ 105 a を除いた部分に相当する。すなわち、仕上打ち用素材 5 の粗ジャーナル部 J b は、最終形状の鍛造クランク軸のジャーナル部 J (仕上材 6 のジャーナル部 J c) と軸方向の長さが同じである。仕上打ち用素材 5 の粗ピン部 P b は、最終形状の鍛造クランク軸のピン部 P (仕上材 6 のピン部 P c) に対し、軸方向の長さが同じであり、軸方向と直角な方向の偏芯量も同じであるが、その配置角度は仕上材 6 と同様に正規の位置から外れている。

[0089] すなわち、仕上打ち用素材 5 のピン部 P b のうち、アーム部 A b を介して

つながるピン部P b同士、すなわち第1及び第2ピン部P 1 b、P 2 b同士、第3及び第4ピン部P 3 b、P 4 b同士、第5及び第6ピン部P 5 b、P 6 b同士は、それぞれ、軸回りの配置角度が正規角度の 60° にシフトしている。しかし、全体としてのピン部P bの配置角度は、最終形状の鍛造クランク軸と完全には一致していない。第1及び第5ピン部P 1 b、P 5 bは軸回りの配置位置が同じであり、第2及び第6粗ピン部P 2 b、P 6 bは軸回りの配置位置が同じである。そして、第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 b、P 2 b、P 5 b、P 6 bと、中央の第3、第4粗ピン部P 3 b、P 4 bとは、仕上打ち用素材5の中心軸を間に挟んで互いに反対方向に配置される。仕上打ち用素材5の粗アーム部A bは、最終形状の鍛造クランク軸のアーム部A（仕上材6のアーム部A c）と軸方向の厚みが同じである。

[0090] また、粗素材4の粗ジャーナル部J aは、仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部J b、すなわち鍛造クランク軸のジャーナル部J（仕上材6のジャーナル部J c）と軸方向の長さが同じである。粗素材4の粗ピン部P aは、仕上打ち用素材5の粗ピン部P b、すなわち鍛造クランク軸のピン部P（仕上材6のピン部P c）と軸方向の長さが同じである。ただし、粗素材4の粗ピン部P aのうち、第1、第2、第5及び第6粗ピン部P 1 a、P 2 a、P 5 a、P 6 aは、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。一方、中央の第3及び第4粗ピン部P 3 a、P 4 aは、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第2、第5及び第6ピン部P 1 a、P 2 a、P 5 a、P 6 aに対して反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じである。

[0091] 粗素材4の粗アーム部A aのうち、ウエイト付き粗アーム部A a（第1、第2、第5、第8及び第9粗アーム部A 1 a、A 2 a、A 5 a、A 8 a、A 9 a）は、各々に対応する仕上打ち用素材5のウエイト付き粗アーム部A b、すなわち鍛造クランク軸のウエイト付きアーム部A（仕上材6のウエイト付きアーム部A c）よりも軸方向の厚みが厚い。一方、粗素材4の小判形粗

アーム部 A a（第 3、第 4、第 6 及び第 7 粗アーム部 A 3 a、A 4 a、A 6 a、A 7 a）は、各々に対応する仕上打ち用素材 5 の小判形粗アーム部 A b、すなわち鍛造クランク軸の小判形アーム部 A（仕上材 6 の小判形アーム部 A c）と軸方向の厚みが同じである。

[0092] 2-2. 鍛造クランク軸の製造工程

図 9 は、第 2 実施形態における鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。図 9 に示すように、第 2 実施形態の鍛造クランク軸の製造方法は、上記第 1 実施形態と同様に、第 1 予備成形、第 2 予備成形、仕上打ち、振り成形の各工程を含み、必要に応じて、振り成形前のバリ抜き、振り成形後の整形の各工程を含む。

[0093] 第 1 予備成形工程は、上記の粗素材 4 を造形する工程である。第 2 予備成形工程は、下記の図 10 に示す成形装置を用いることにより、上記の粗素材 4 から、ピン部の配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形された上記の仕上げ打ち用素材 5 を成形する工程である。仕上打ち工程は、上記の仕上打ち用素材 5 が供され、ピン部の配置角度を除き鍛造クランク軸の最終形状が造形された上記の仕上材 6 を得る工程である。振り成形工程は、ピン部の配置角度を含め鍛造クランク軸の最終形状が造形された、クランク軸と合致する形状を有する上記の振り仕上材 7 を得る工程である。

[0094] 2-3. 仕上打ち用素材の成形装置

図 10 は、第 2 実施形態における成形装置の構成を示す縦断面図である。図 10 には、前記図 8 に示す粗素材 4 から仕上打ち用素材 5 を成形する成形装置を例示する。図 10 に示す縦断面の中で、第 1、第 4 及び第 5 粗ピン部の部分と第 2、第 3 及び第 6 粗ピン部の部分とは、実際には、いずれか一方が紙面の手前に位置し他方が奥に位置するが、便宜上、同一面上に図示する。

[0095] 図 10 に示す第 2 実施形態の成形装置では、粗素材 4 を、全ての粗ピン部を水平に配置した姿勢で金型内に收容する。この姿勢の粗素材 4 を仕上打ち用素材 5 に成形する。この点以外の構成は、前記図 4 に示す第 1 実施形態の

成形装置と共通するので、詳しい説明は省略する。

[0096] 図 1 1 A 及び図 1 1 B は、図 1 0 に示す第 2 実施形態の成形装置による仕上打ち用素材の成形方法を説明するための縦断面図である。これらの図のうち、図 1 1 A は成形初期の状態を、図 1 1 B は成形完了時の状態をそれぞれ示す。

[0097] 図 1 1 A に示すように、下側のジャーナル型 1 0 B、固定型 9 B、ピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 に粗素材 4 を収容し、プレス機の圧下を行う。すると、各粗ジャーナル部 J a を保持したジャーナル型 1 0 U、1 0 B が、中央の第 5 粗アーム部 A 5 a の位置に配置された固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動し、これに伴って、各粗ピン部 P a に宛がわれたピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 も、固定型 9 U、9 B に向けて軸方向に移動する。これにより、粗素材 4 は、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、固定型 9 U、9 B、及びピン型 1 2 により、粗ジャーナル部 J a 及び粗ピン部 P a の軸方向の長さが維持されながら、ウエイト付き粗アーム部 A a が軸方向に挟圧される。そして、ウエイト付き粗アーム部 A a の厚みが仕上打ち用素材 5 のウエイト付き粗アーム部 A b の厚みまで減少する（図 1 1 B 参照）。

[0098] また、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、並びにピン型 1 2 及び補助ピン型 1 3 の軸方向への移動に応じ、ピン型 1 2 は、それぞれの油圧シリンダ 1 6 の駆動に伴い、個々に、粗素材 4 の粗ピン部 P a を軸方向と直角な方向に押圧する。これにより、粗素材 4 の粗ピン部 P a は、軸方向と直角な方向にずれるため、その配置角度が正規の位置から外れていながらも、その偏芯量が仕上打ち用素材 5 の粗ピン部 P b の偏芯量まで増加した状態となる（図 8、図 1 1 B 参照）。

[0099] このようにして、バリのない粗素材 4 から、ピン部 P の配置角度を除き V 型 6 気筒エンジン用鍛造クランク軸（最終鍛造製品）の形状と概ね一致した形状で、バリのない仕上打ち用素材 5 を成形することができる。次いで、このようなバリなしの仕上打ち用素材 5 を仕上打ちに供して仕上打ちを行えば、多少のバリは発生するが、ピン部の配置角度を除き V 型 6 気筒エンジン用

鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材 6 を得ることができる。そして、この仕上材 6 に振り成形を施せば、ピン部の配置角度も含めて V 型 6 気筒エンジン用鍛造クランク軸の最終形状を造形することができる。したがって、V 型 6 気筒エンジン用の鍛造クランク軸を歩留り良く、しかも、その形状を問わずに高い寸法精度で製造することが可能になる。

[0100] その他本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。例えば、ジャーナル型を軸方向へ移動させる機構としては、上記の実施形態ではプレス機を利用した楔機構を採用しているが、これに限らず、リンク機構を採用してもよいし、プレス機の利用に代えて油圧シリンダ、サーボモータ等を利用しても構わない。また、ピン型を軸方向と直角な方向へ移動させる機構としては、油圧シリンダに限らず、サーボモータであってもよい。

[0101] また、上記の実施形態では、上側金型支持台を上側ハードプレートに固定するとともに、下側金型支持台を下側ハードプレートで弾性的に支持し、当該下側ハードプレートに楔を設置して、この楔で上下のジャーナル型を移動させるようにした構成であるが、これとは上下を反転させた構成でも構わない。上下の各金型支持台をそれぞれのハードプレートで弾性的に支持し、ハードプレートにそれぞれ楔を設置して、各楔で上下の各ジャーナル型を移動させるように構成することもできる。

[0102] また、上記の実施形態では、補助ピン型は、軸方向にのみ移動が許容されるが、対を成すピン型に向く方向にも移動が許容される構成としても構わない。この場合、ピン型と補助ピン型とが各粗ピン部 P a を個々に上下から挟み込んで保持しながら、互いに連動して軸方向と直角な方向に移動する。

[0103] また、上記の実施形態では、ピン型を軸方向と直角な鉛直方向に移動させて粗ピン部 P a を鉛直方向に押圧する構成であるが、粗ピン部 P a を水平方向に押圧するようにピン型及びジャーナル型の配置を変形することもできる。

産業上の利用可能性

[0104] 本発明は、V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を製造する際に有用である。

符号の説明

[0105] 1 : 鍛造クランク軸、 J、J 1 ~ J 4 : ジャーナル部、
P、P 1 ~ P 6 : ピン部、 Fr : フロント部、
Fl : フランジ部、 A、A 1 ~ A 9 : クランクアーム部、
2 : ビレット、
4 : 粗素材、 Ja、J 1 a ~ J 4 a : 粗素材の粗ジャーナル部、
Pa、P 1 a ~ P 6 a : 粗素材の粗ピン部、
Fra : 粗素材の粗フロント部、 Fla : 粗素材の粗フランジ部、
Aa、A 1 a ~ A 9 a : 粗素材の粗クランクアーム部、
5 : 仕上打ち用素材、
Jb、J 1 b ~ J 4 b : 仕上打ち用素材の粗ジャーナル部、
Pb、P 1 b ~ P 6 b : 仕上打ち用素材の粗ピン部、
Frb : 仕上打ち用素材の粗フロント部、
Flb : 仕上打ち用素材の粗フランジ部、
Ab、A 1 b ~ A 9 b : 仕上打ち用素材の粗クランクアーム部、
5a : 噛み出し部、
6 : 仕上材、 Jc、J 1 c ~ J 4 c : 仕上材のジャーナル部、
Pc、P 1 c ~ P 6 c : 仕上材のピン部、
Frc : 仕上材のフロント部、 Flc : 仕上材のフランジ部、
Ac、A 1 c ~ A 9 c : 仕上材のクランクアーム部、
7 : 振り仕上材、 Jd、J 1 d ~ J 4 d : 振り仕上材のジャーナル部、
Pd、P 1 d ~ P 6 d : 振り仕上材のピン部、
Frd : 振り仕上材のフロント部、 Fld : 振り仕上材のフランジ部、
Ad、A 1 d ~ A 9 d : 振り仕上材のクランクアーム部、

9 U、9 B : 固定型、
10 U、10 B : ジャーナル型、
10 U a、10 B a : ジャーナル型の第1彫り込み部、
10 U b、10 B b : ジャーナル型の第2彫り込み部、
10 U c、10 B c : ジャーナル型の第3彫り込み部、
12 : ピン型、 12 a : 彫り込み部、 12 c : 凸部、
13 : 補助ピン型、 13 a : 彫り込み部、 13 c : 凸部、
14 U、14 B : 第1、4粗ジャーナル部のジャーナル型の傾斜面、
15 U、15 B : 第2、3粗ジャーナル部のジャーナル型の傾斜面、
16 : 油圧シリンダ、
20 : 下側ハードプレート、 21 : 上側ハードプレート、
22 : 下側金型支持台、 23 : 上側金型支持台、
24 : 弾性部材、 25 : 支柱、
26 : 第1楔、 27 : 第2楔

請求の範囲

[請求項1]

V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸であって、中央の第5クランクアーム部、並びに、前端の第1ピン部につながる第1及び第2クランクアーム部、及び後端の第6ピン部につながる第8及び第9クランクアーム部にバランスウエイトを有し、残りのクランクアーム部にバランスウエイトを有しない鍛造クランク軸を製造する過程で、前記鍛造クランク軸の最終形状を造形する仕上打ちに供する仕上打ち用素材を、粗素材から成形する装置であって、

前記粗素材は、

前記鍛造クランク軸の各ジャーナル部と軸方向の長さが同じ粗ジャーナル部と、

前記鍛造クランク軸の各ピン部と軸方向の長さが同じ粗ピン部と、

前記鍛造クランク軸の前記バランスウエイトを有しないウエイト無しクランクアーム部に対応して当該クランクアーム部と軸方向の厚みが同じウエイト無し粗クランクアーム部と、

前記鍛造クランク軸の前記バランスウエイトを有するウエイト付きクランクアーム部に対応して当該クランクアーム部よりも軸方向の厚みが厚いウエイト付き粗クランクアーム部と、を有し、

前記粗素材の前記粗ピン部のうち、前記第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の前記第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされており、

前記成形装置は、

前記粗素材の中央の前記第5粗クランクアーム部の位置に配置され

、その軸方向の厚みが前記鍛造クランク軸の前記第5 クランクアーム部の厚みと同じ固定型と、

前記粗ピン部それぞれの位置に配置され、当該粗ピン部それぞれに宛がわれるとともに、各々が、当該粗ピン部につながる前記粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、前記固定型に向けた軸方向及び軸方向と直角な方向に移動するピン型と、

前記粗ジャーナル部それぞれの位置に配置され、当該粗ジャーナル部を個々に軸方向と直角な方向から挟み込んで保持するとともに、各々が、当該粗ジャーナル部につながる前記粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、前記固定型に向けて軸方向に移動するジャーナル型と、を備え、

前記粗ジャーナル部を前記ジャーナル型によって挟み込んで保持し、前記粗ピン部に前記ピン型を宛がった状態から、前記ジャーナル型を軸方向に移動させるとともに、前記ピン型を軸方向に移動させつつ軸方向と直角な方向に移動させることにより、前記ウエイト付き粗クランクアーム部を軸方向に挟圧してその厚みを前記鍛造クランク軸の前記ウエイト付きクランクアーム部の厚みまで減少させるとともに、前記第1、第2、第5 及び第6 粗ピン部と、前記第3 及び第4 粗ピン部とを軸方向と直角な方向で互いに反対方向に押圧してその偏芯量を前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ まで増加させる、V 型6 気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項2]

請求項1 に記載の成形装置において、

前記ピン型は、前記粗ピン部それぞれにおける前記ピン型が宛がわれた側とは反対の外側に配置された補助ピン型を含んでおり、

前記ジャーナル型、並びに前記ピン型及びこのピン型と対を成す前記補助ピン型の軸方向への移動に伴って、前記ジャーナル型と、前記ピン型及び前記補助ピン型との隙間が閉ざされた後に、押圧変形する

前記粗ピン部が前記補助ピン型に到達するように、前記ピン型の軸方向と直角な方向への移動が制御される、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項3] 請求項2に記載の成形装置において、

前記ピン型の軸方向と直角な方向への総移動距離を100%としたとき、当該ピン型に隣接する前記ジャーナル型の軸方向への移動が完了した時点で、当該ピン型の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の90%以下であり、この後に当該ピン型の軸方向と直角な方向への移動が完了する、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の成形装置において、

前記固定型、前記ピン型及び前記ジャーナル型は、軸方向と直角な方向に沿った方向に圧下可能なプレス機に取り付けられており、

前記プレス機の圧下に伴って、前記ジャーナル型が前記粗ジャーナル部を挟み込んで保持するとともに、前記ピン型が前記粗ピン部に宛がわれ、そのまま前記プレス機の圧下を継続するのに伴って、前記ジャーナル型が個々に楔機構により軸方向に移動すると同時に、このジャーナル型の移動に伴って、前記ピン型が個々に軸方向に移動する、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項5] 請求項4に記載の成形装置において、

前記楔機構の楔角度が前記ジャーナル型のそれぞれで互いに異なる、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項6] 請求項4又は5に記載の成形装置において、

前記ピン型が油圧シリンダに連結されており、この油圧シリンダの駆動により軸方向と直角な方向に移動する、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項7] V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸であって、中央の第5クラ

ンクアーム部、並びに、前端の第1ピン部につながる第1及び第2クランクアーム部、及び後端の第6ピン部につながる第8及び第9クランクアーム部にバランスウエイトを有し、残りのクランクアーム部にバランスウエイトを有しない鍛造クランク軸を製造する過程で、前記鍛造クランク軸の最終形状を造形する仕上打ちに供する仕上打ち用素材を、粗素材から成形する装置であって、

前記粗素材は、

前記鍛造クランク軸の各ジャーナル部と軸方向の長さが同じ粗ジャーナル部と、

前記鍛造クランク軸の各ピン部と軸方向の長さが同じ粗ピン部と、

前記鍛造クランク軸の前記クランクアーム部のうち、前記バランスウエイトを有しないウエイト無しクランクアーム部に対応して当該クランクアーム部と軸方向の厚みが同じウエイト無し粗クランクアーム部と、

前記鍛造クランク軸の前記バランスウエイトを有するウエイト付きクランクアーム部に対応して当該クランクアーム部よりも軸方向の厚みが厚いウエイト付き粗クランクアーム部と、を有し、

前記粗素材の前記粗ピン部のうち、前記第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の前記第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされており、

前記成形装置は、

前記粗素材の中央の前記第5粗クランクアーム部の位置に配置され、その軸方向の厚みが前記鍛造クランク軸の前記第5クランクアーム部の厚みと同じ固定型と、

前記粗ピン部それぞれの位置に配置され、当該粗ピン部それぞれに宛がわれるとともに、各々が、当該粗ピン部につながる前記粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、前記固定型に向けた軸方向及び軸方向と直角な方向に移動するピン型と、

前記粗ジャーナル部それぞれの位置に配置され、当該粗ジャーナル部を個々に軸方向と直角な方向から挟み込んで保持するとともに、各々が、当該粗ジャーナル部につながる前記粗クランクアーム部の側面に接触しつつ、前記固定型に向けて軸方向に移動するジャーナル型と、を備え、

前記粗ジャーナル部を前記ジャーナル型によって挟み込んで保持し、前記粗ピン部に前記ピン型を宛がった状態から、前記ジャーナル型を軸方向に移動させるとともに、前記ピン型を軸方向に移動させつつ軸方向と直角な方向に移動させることにより、前記ウエイト付き粗クランクアーム部を軸方向に挟圧してその厚みを前記鍛造クランク軸の前記ウエイト付きクランクアーム部の厚みまで減少させるとともに、前記粗ピン部を軸方向と直角な方向に押圧してその偏芯量を前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量まで増加させる、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項8]

請求項7に記載の成形装置において、

前記ピン型は、前記粗ピン部それぞれにおける前記ピン型が宛がわれた側とは反対の外側に配置された補助ピン型を含んでおり、

前記ジャーナル型、並びに前記ピン型及びこのピン型と対を成す前記補助ピン型の軸方向への移動に伴って、前記ジャーナル型と、前記ピン型及び前記補助ピン型との隙間が閉ざされた後に、押圧変形する前記粗ピン部が前記補助ピン型に到達するように、前記ピン型の軸方向と直角な方向への移動が制御される、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項9]

請求項8に記載の成形装置において、

前記ピン型の軸方向と直角な方向への総移動距離を100%としたとき、当該ピン型に隣接する前記ジャーナル型の軸方向への移動が完了した時点で、当該ピン型の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の90%以下であり、この後に当該ピン型の軸方向と直角な方向への移動が完了する、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項10]

請求項7～9のいずれか1項に記載の成形装置において、

前記固定型、前記ピン型及び前記ジャーナル型は、軸方向と直角な方向に沿った方向に圧下可能なプレス機に取り付けられており、

前記プレス機の圧下に伴って、前記ジャーナル型が前記粗ジャーナル部を挟み込んで保持するとともに、前記ピン型が前記粗ピン部に宛がわれ、そのまま前記プレス機の圧下を継続するのに伴って、前記ジャーナル型が個々に楔機構により軸方向に移動すると同時に、このジャーナル型の移動に伴って、前記ピン型が個々に軸方向に移動する、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項11]

請求項10に記載の成形装置において、

前記楔機構の楔角度が前記ジャーナル型のそれぞれで互いに異なる、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項12]

請求項10又は11に記載の成形装置において、

前記ピン型が油圧シリンダに連結されており、この油圧シリンダの駆動により軸方向と直角な方向に移動する、V型6気筒エンジン用鍛造クランク軸の仕上打ち用素材の成形装置。

[請求項13]

V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を製造する方法であって、

前記製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、仕上打ち工程、及び振り工程、の一連の工程を含む：

請求項1～6のいずれか1項に記載の成形装置に供する前記粗素材として、前記第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位

置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、前記粗素材の中央の前記第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされた粗素材を造形する第1予備成形工程；

請求項1～6のいずれか1項に記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、前記第1、第2、第5及び第6粗ピン部と、前記第3及び第4粗ピン部とは、軸方向と直角な方向の偏芯量が互いに反対方向で、前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされた仕上打ち用素材を成形する第2予備成形工程；

前記仕上打ち用素材を全ての前記粗ピン部を水平姿勢にした状態で仕上打ちし、前記ピン部の配置角度を除き前記鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材を成形する仕上打ち工程；及び

前記仕上材の前記ピン部の配置角度を前記鍛造クランク軸の前記ピン部の配置角度に調整する振り工程。

[請求項14]

V型6気筒エンジン用の鍛造クランク軸を製造する方法であって、前記製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、仕上打ち工程、及び振り工程、の一連の工程を含む；

請求項7～12のいずれか1項に記載の成形装置に供する前記粗素材として、前記粗ピン部のうち、前記第1、第2、第5及び第6粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、前記粗素材の中央の前記第3及び第4粗ピン部は、軸回りの配置位置が互いに同じで、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記第1、第2、第5及び第6ピン部に対して反対方向で、前記鍛造クランク軸の前記ピン部の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされた粗素材を造形する第1

予備成形工程；

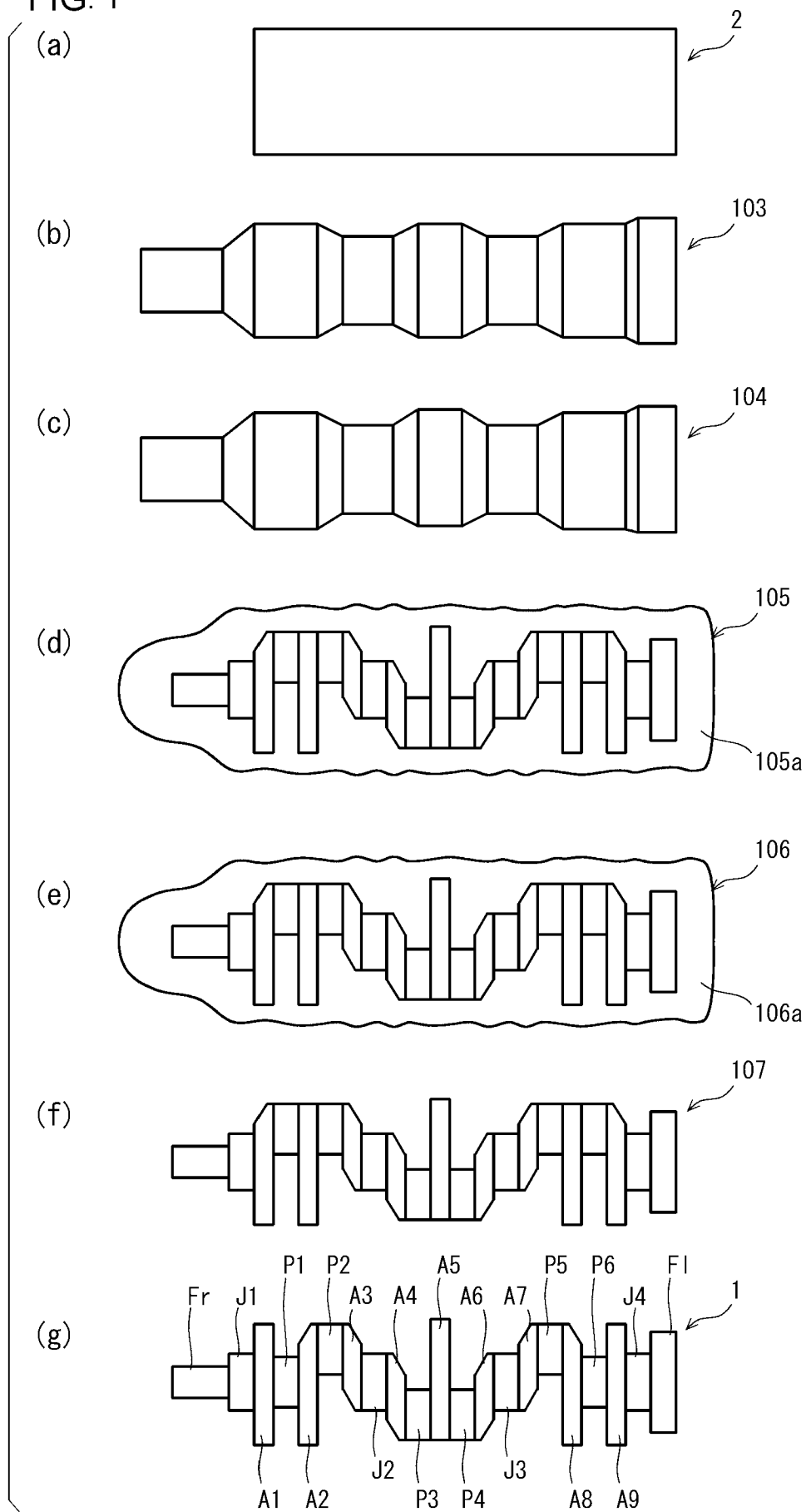
請求項 7 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、前記ピン部の配置角度を除き前記鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上打ち用素材を成形する第 2 予備成形工程；

前記仕上打ち用素材を仕上打ちし、前記ピン部の配置角度を除き前記鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材を成形する仕上打ち工程；及び

前記仕上材の前記ピン部の配置角度を前記鍛造クランク軸の前記ピン部の配置角度に調整する振り工程。

[図1]

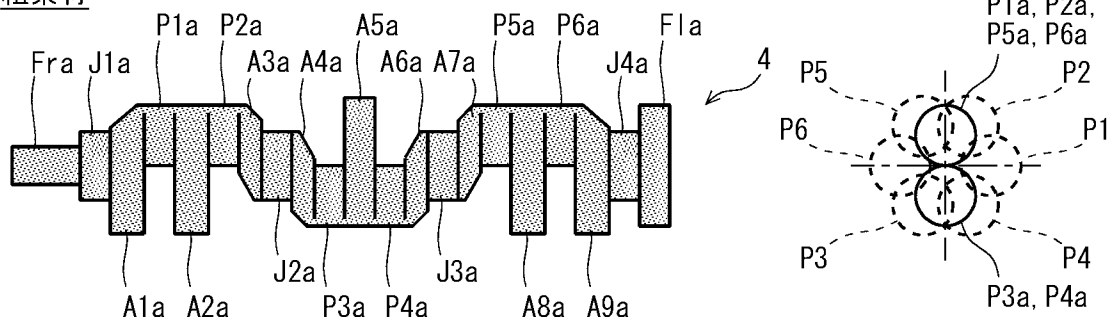
FIG. 1



[図2]

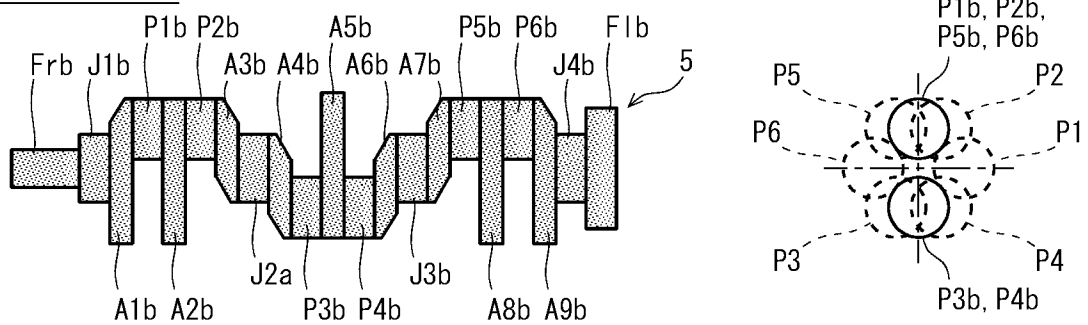
FIG. 2

粗素材



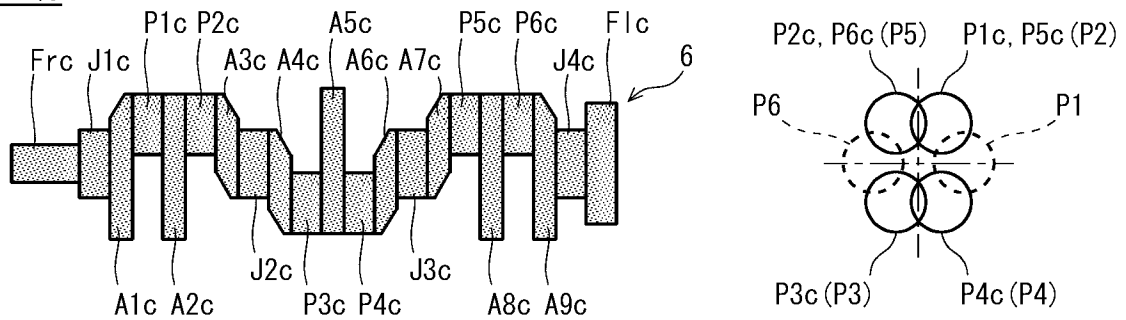
成形（第2予備成形）

仕上打ち用素材



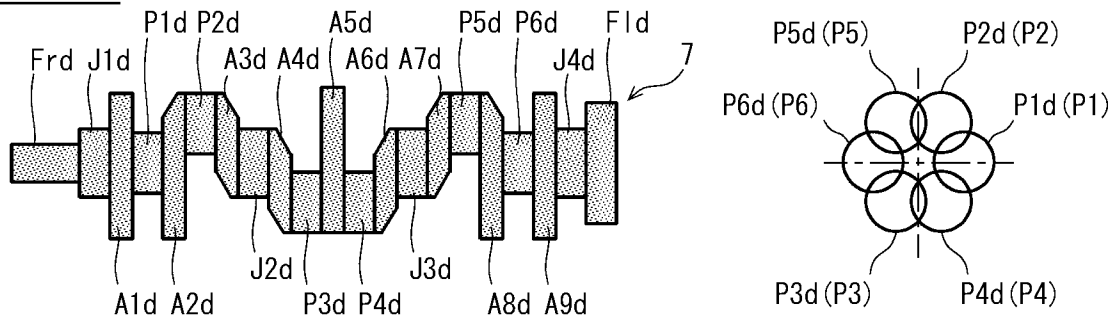
仕上打ち

仕上材

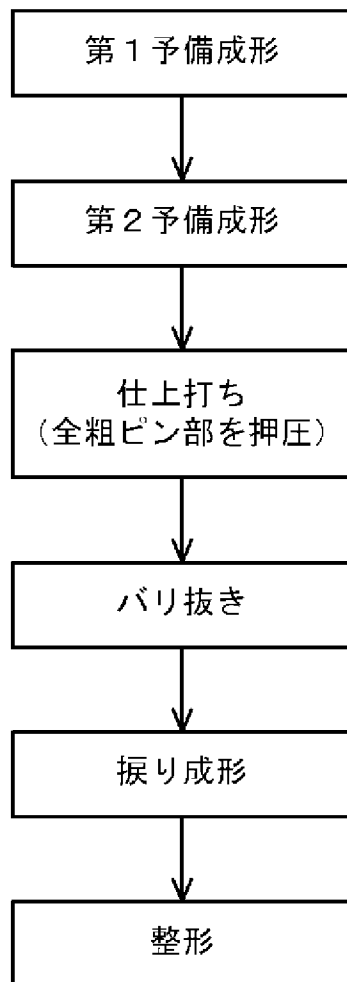


振り成形

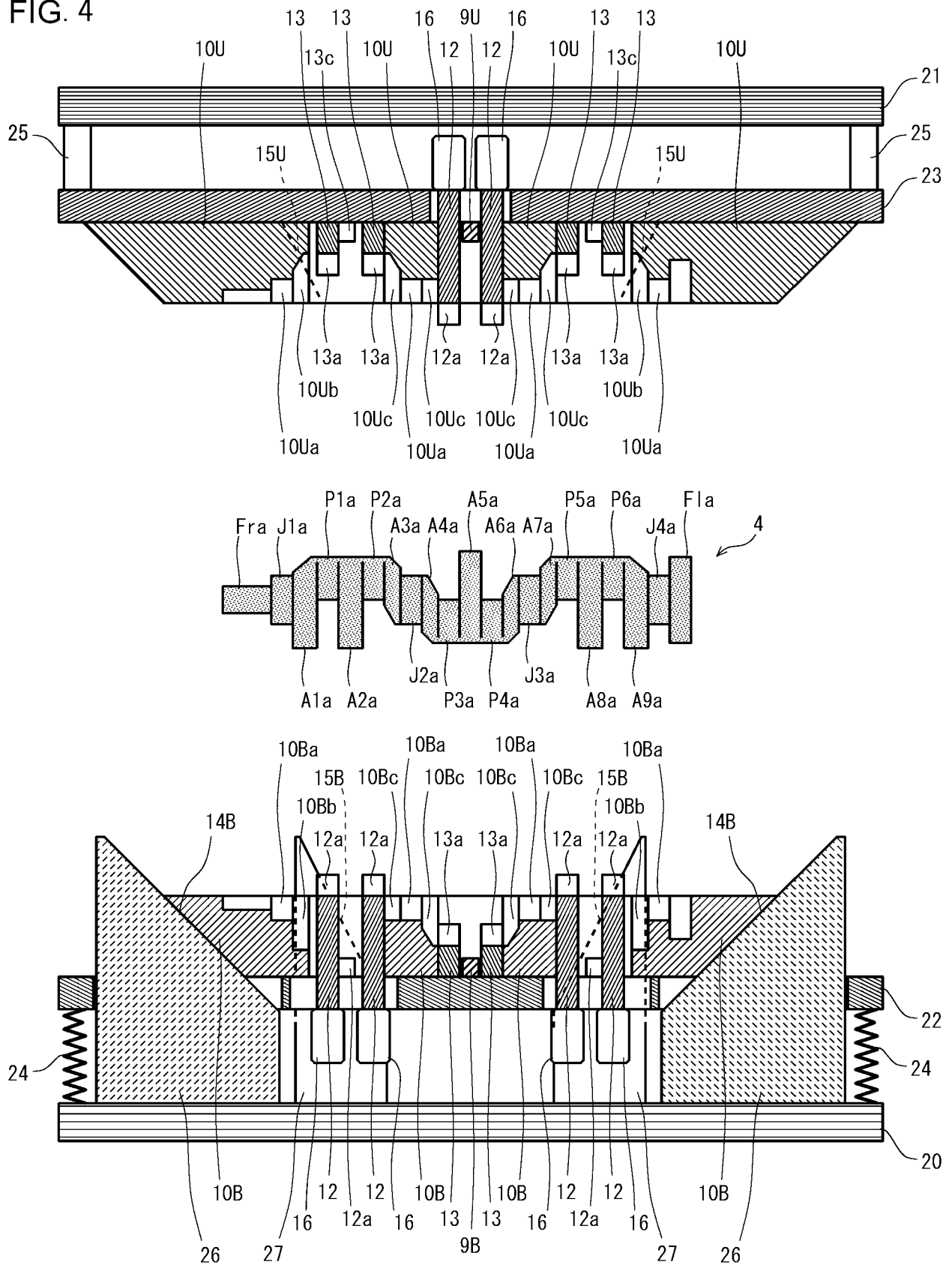
振り仕上材



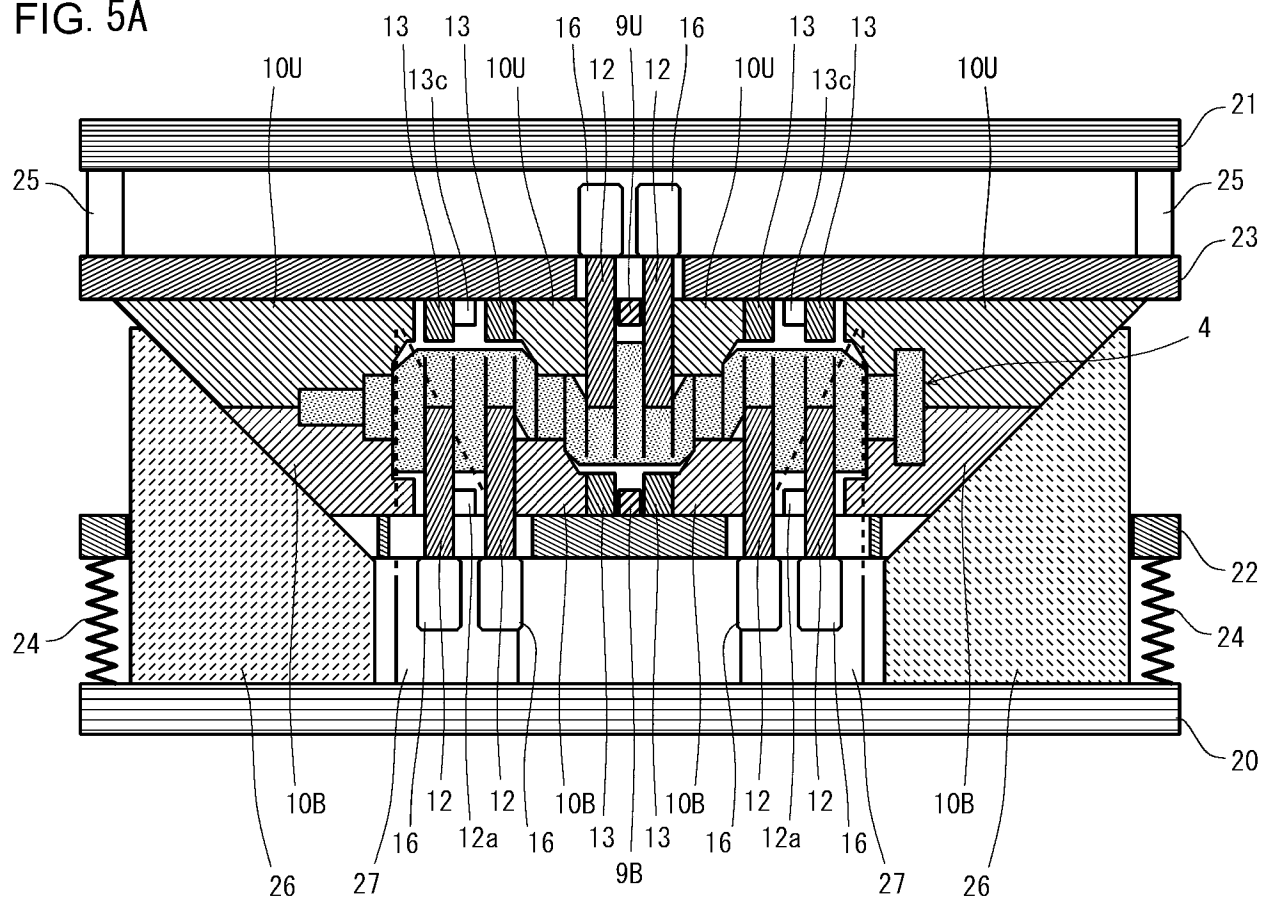
[図3]
FIG. 3



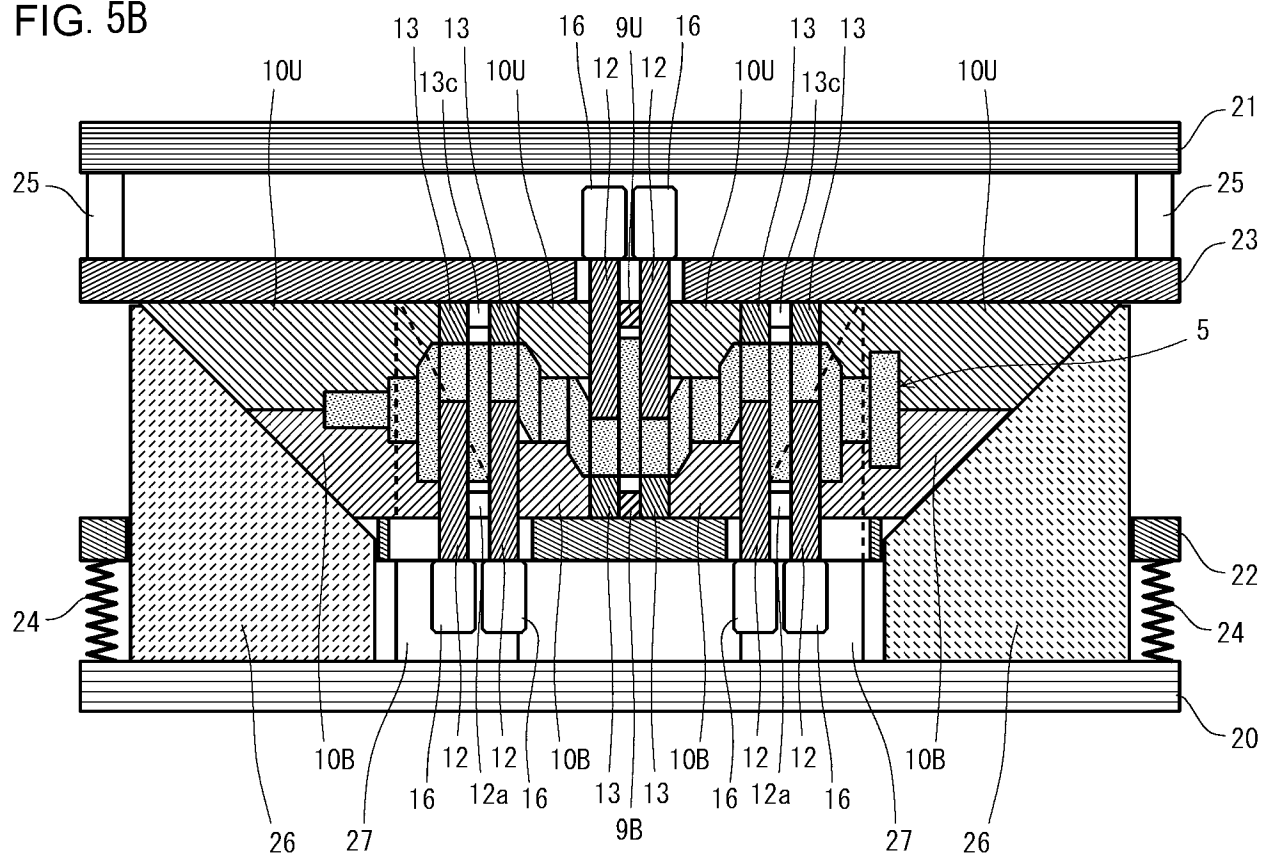
[図4]
FIG. 4



[図5A]
FIG. 5A

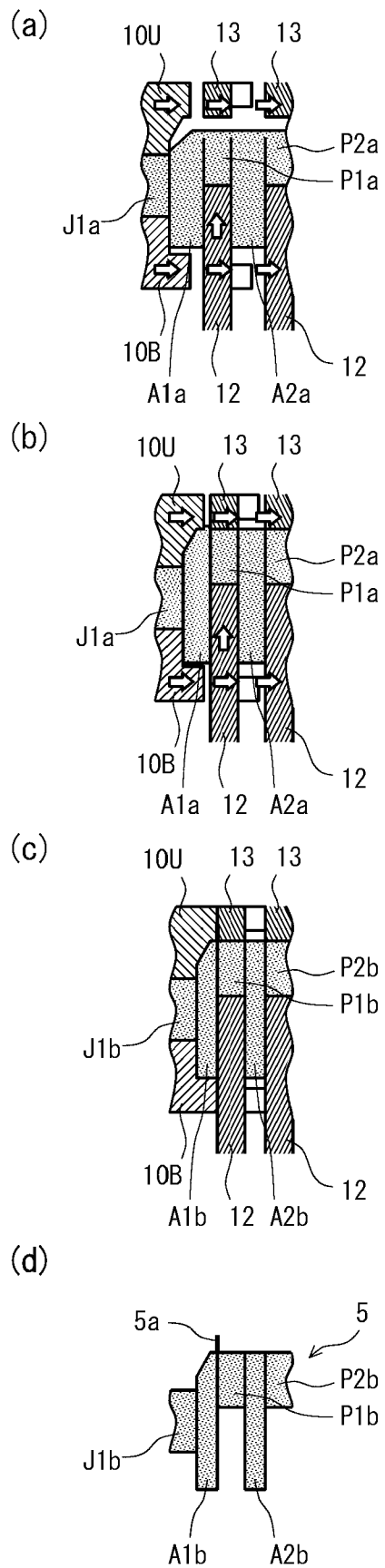


[図5B]
FIG. 5B



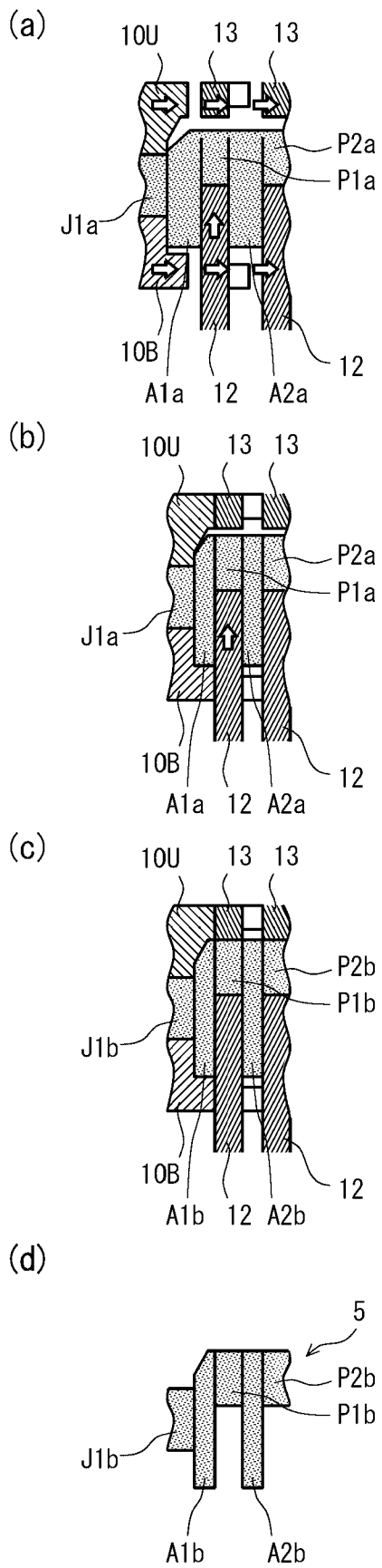
[図6]

FIG. 6



[図7]

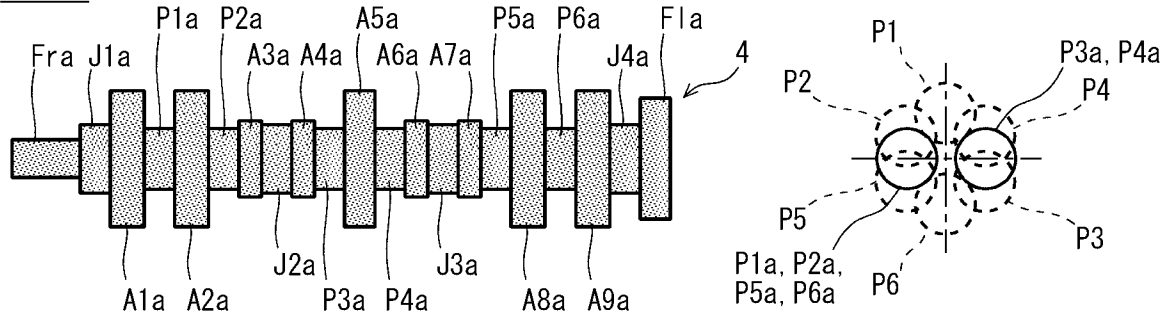
FIG. 7



[図8]

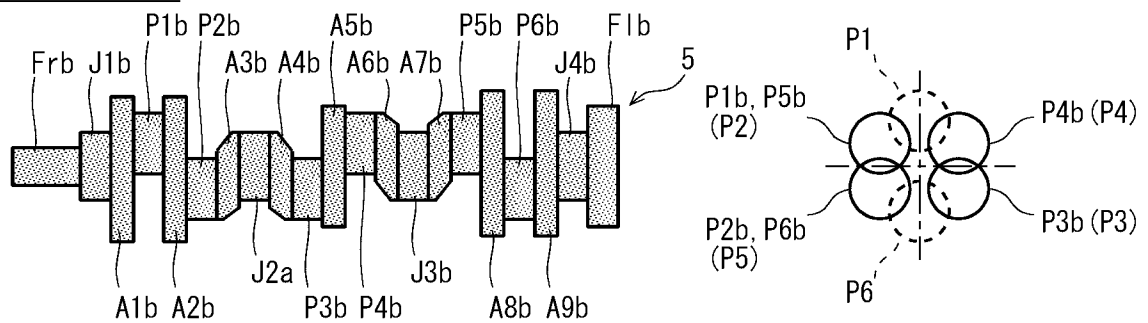
FIG. 8

粗素材



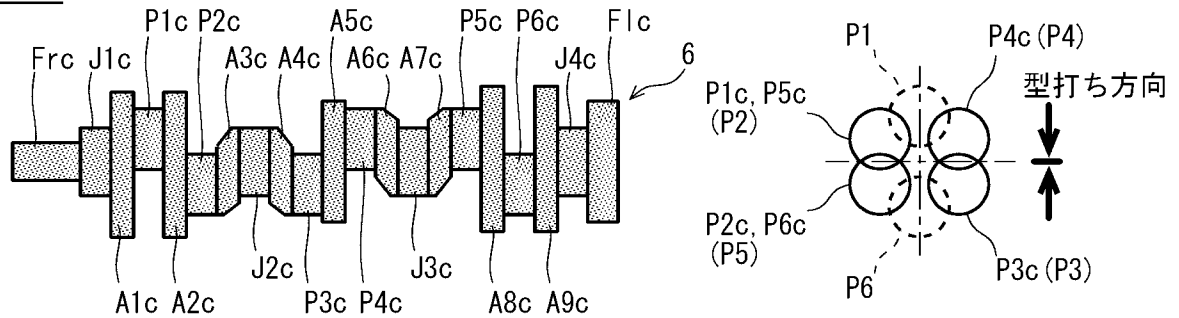
成形（第2予備成形）

仕上打ち用素材



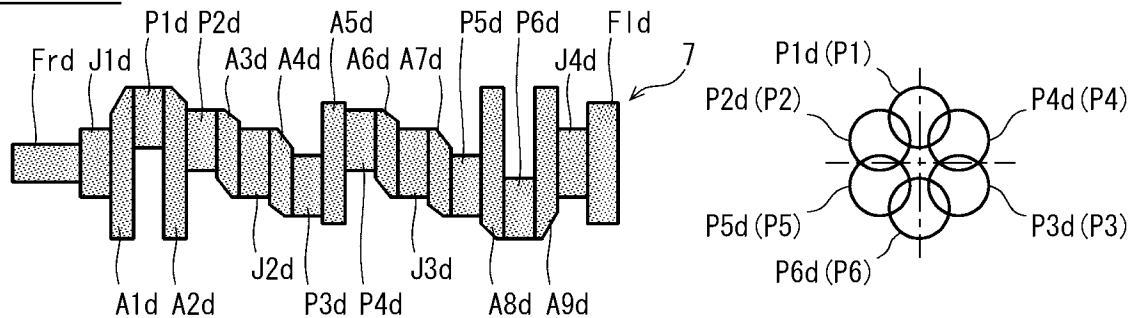
仕上打ち

仕上材



振り成形

振り仕上材



[図9]

FIG. 9

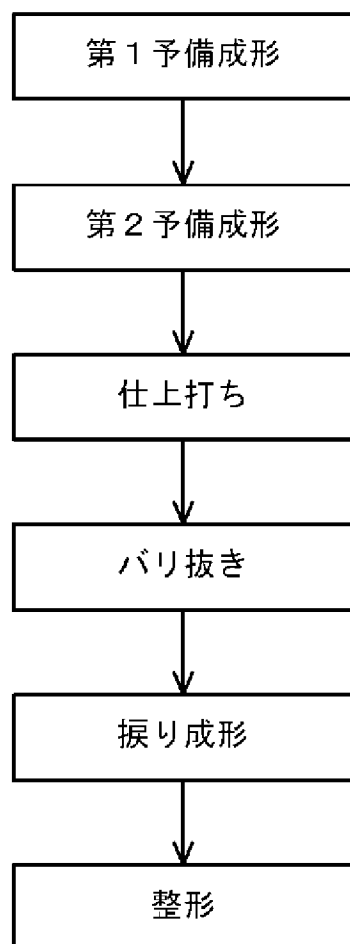


FIG. 10

The figure consists of three cross-sectional views of a device assembly. The top view shows a layered structure with various components labeled. The middle view shows a series of vertical elements arranged horizontally. The bottom view shows a more complex assembly with multiple layers and components.

Top View Labels: 10U, 13, 16, 9U, 12c, 12, 10U, 13c, 12, 15U, 21, 25, 23, 13a, 12a, 10Ub, 10Uc, 10Ua.

Middle View Labels: Fra, J1a, P1a, P2a, A3a, A4a, A5a, A6a, A7a, P5a, P6a, F1a, J2a, J3a, J4a, A1a, A2a, P3a, P4a, A8a, A9a.

Bottom View Labels: 10Ba, 15B, 10Bc, 10Bb, 12a, 13a, 14B, 22, 24, 20, 10B, 12, 13, 16, 12a, 13, 16, 13a, 26, 27, 9B.

[illegible][illegible]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/001213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21K1/08(2006.01) i, B21J5/08(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21K1/08, B21J5/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-78995 A (Toyota Motor Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), entire text (Family: none)	1-14
A	JP 8-121539 A (Mitsubishi Motors Corp.), 14 May 1996 (14.05.1996), entire text (Family: none)	1-14
A	JP 2002-168229 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 14 June 2002 (14.06.2002), entire text (Family: none)	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 May 2015 (19.05.15)

Date of mailing of the international search report

02 June 2015 (02.06.15)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/001213

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-161819 A (Toyota Motor Corp.), 30 August 2012 (30.08.2012), entire text (Family: none)	1-14
A	KR 10-0818008 B1 (HYUNJIN MATERIALS CO., LTD.), 31 March 2008 (31.03.2008), entire text (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B21K1/08(2006.01)i, B21J5/08(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B21K1/08, B21J5/08			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2011-78995 A（トヨタ自動車株式会社）2011.04.21, 全文（ファミリーなし）	1-14	
A	JP 8-121539 A（三菱自動車工業株式会社）1996.05.14, 全文（ファミリーなし）	1-14	
A	JP 2002-168229 A（住友金属工業株式会社）2002.06.14, 全文（ファミリーなし）	1-14	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 19.05.2015		国際調査報告の発送日 02.06.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 福島 和幸 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P 9346

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-161819 A (トヨタ自動車株式会社) 2012. 08. 30, 全文 (ファミリーなし)	1-14
A	KR 10-0818008 B1 (HYUNJIN MATERIALS CO LTD) 2008. 03. 31, 全文 (ファミリーなし)	1-14