

(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
2014年6月19日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/091730 A1

- (51) 国際特許分類:
B21K 1/08 (2006.01) F16C 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007188
- (22) 国際出願日: 2013年12月6日(06.12.2013)
- (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 2012-271202 2012年12月12日(12.12.2012) 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, Kunihiko); 〒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). 福安 富彦(FUKUYASU, Tomihiko); 〒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). 谷元 伸孝(TANIMOTO, Nobutaka); 〒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). 松井 禎(MATSUI, Tadashi); 〒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).

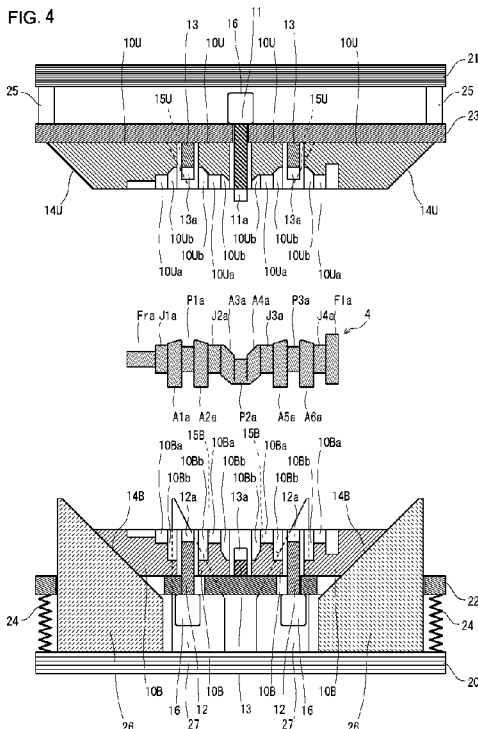
(74) 代理人: 特許業務法人 森道雄特許事務所(M. MORI PATENT FIRM); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目17番23号 Hyogo (JP).

(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, LT, 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.

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR FORMING FINISH-FORGING ELEMENT FOR FORGED CRANKSHAFT FOR 3-CYLINDER ENGINE AND METHOD FOR PRODUCING FORGED CRANKSHAFT FOR 3-CYLINDER ENGINE USING SAME

(54) 発明の名称: 3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、およびこれを用いた3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造方法



(57) Abstract: This forming device causes a rough journal section (Ja) of a rough element (4) to be held sandwiched by a journal mold (10U, 10B), moves the journal mold (10U, 10B) and a mobile pin mold (12) in the axial direction towards a reference pin mold (11) from the state of the reference pin mold (11) and the mobile pin mold (12) being applied to a rough pin section (Pa), and moves the reference pin mold (11) and mobile pin mold (12) in a direction perpendicular to the axial direction. As a result, a rough crank arm section (Aa) is compressed in the axial direction, reducing the thickness thereof to the thickness of the crank arm section of a forged crankshaft, the rough pin section (Pa) is pressed in a direction perpendicular to the axial direction, increasing the amount of eccentricity thereof to the amount of eccentricity of the pin section of the forged crankshaft, and as a result, it is possible to form a finish-forging element having a shape approximately matching that of a forged crankshaft for a 3-cylinder engine.

(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)で挟み込んで保持し、粗ピン部(Pa)に基準ピン型(11)および可動ピン型(12)を宛がった状態から、ジャーナル型(10U、10B)および可動ピン型(12)を基準ピン型(11)に向けて軸方向に移動させるとともに、基準ピン型(11)および可動ピン型(12)を軸方向と直角な方向に移動させる。これにより、粗クランクアーム部(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(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、その結果として、3気筒エンジン用の鍛造クランク軸の形状と概ね一致した形状の仕上打ち用素材を成形することができる。

WO 2014/091730 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

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：

3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、およびこれを用いた3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3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、およびその成形装置を用いた予備成形工程を含む3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] 乗用車を始め、自動二輪車や農機などのエンジンにおいては、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を必要とする。クランク軸は、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が、強度と剛性に優位な前者の鍛造クランク軸が多用されている。近年では、燃費性能の向上と排ガス規制への対応のため、エンジン排気量のダウンサイジング化が加速しており、3気筒エンジンが脚光を浴びている。

[0003] 一般に、3気筒エンジン用の鍛造クランク軸は、断面が丸形また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、バリ抜きおよ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（通称「平押し」ともいう）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3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。同図に例示するクランク軸1は、3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、3つのピン部

P 1～P 3、フロント部F r、フランジ部F l、およびジャーナル部J 1～J 4とピン部P 1～P 3をそれぞれつなぐ6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 6から構成され、6枚のアーム部A 1～A 6のうち、両端の第1、第3ピン部P 1、P 3につながる第1、第2アーム部A 1、A 2、および第5、第6アーム部A 5、A 6にバランスウエイトを有する3気筒－4枚カウンターウエイトのクランク軸である。以下、ジャーナル部J 1～J 4、ピン部P 1～P 3、およびアーム部A 1～A 6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。

[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、さら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、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）。さらに、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、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）。これら荒打ちおよび仕上打ちのとき、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、仕上鍛造材106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。これにより、図1(f)に示すように、鍛造クランク軸1が得られる。整形工程では、バリを除去した鍛造クランク軸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Flなどといった軸部、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。
- [0008] 図1に示す製造工程は、例示する3気筒-4枚カウンターウエイトのクランク軸に限らず、6枚のアーム部Aの全てにバランスウエイトを有する3気筒-6枚カウンターウエイトのクランク軸であっても、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、振り工程が追加される。
- [0009] 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技術としては下記のものがある。
- [0010] 例えば、特許文献1には、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し、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し、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、これをすべてのクランクスローにわたって順次繰り返すことにより、ジャーナル部およ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が開示されている。
- [0011] また、特許文献2には、単なる丸棒を素材とし、この丸棒素材の両端部のうち的一方を固定型で、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

でそれぞれ保持し、この状態から、可動型、ジャーナル型およ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ことにより、ジャーナル部およ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が開示されている。

[0012] 特許文献1、2に開示される技術では、いずれ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

[0013] 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

[0014] 上述のとおり、前記特許文献1、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、アーム部の形状は、全てにバランスウエイトがない単純なものに限られてしまう。

[0015] また、前記特許文献1、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。

[0016] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、3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、3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

[0017] 本発明は、上記の課題を解決するため、下記（1）および（2）に示す3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、並びに下記（3）～（6）に示す3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造方法を要旨とする。

[0018] 本発明の一実施形態である成形装置は、3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成形する装置であって、

鍛造クランク軸のジャーナル部と軸方向の長さが同じ粗ジャーナル部、鍛造クランク軸のピン部と軸方向の長さが同じ粗ピン部、および鍛造クランク軸のクランクアーム部よりも軸方向の厚みが厚い粗クランクアーム部がそれぞれ造形された粗素材から、仕上打ち用素材を成形する装置であり、以下の構成を具備する。

[0019] （1）粗素材の粗ピン部は、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よりも小さくされており、

本発明の一実施形態である成形装置は、下記の基準ピン型と、可動ピン型と、ジャーナル型と、を備える。

基準ピン型は、粗ピン部のうちの1つの粗ピン部の位置に配置され、当該粗ピン部に宛がわれるとともに、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、軸方向の移動を拘束され、軸方向と直角な方向に移動する。

可動ピン型は、基準ピン型が宛がわれる粗ピン部以外の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、基準ピン型に向けた軸方向およ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、基準ピン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で挟み込んで保持し、粗ピン部に基準ピン型および可動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、可動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と同時に、基準ピン型を軸方向と直角な方向に移動させることにより、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構成である。

[0020] 上記（１）の成形装置において、前記基準ピン型および前記可動ピン型は、前記粗ピン部それぞれにおける前記基準ピン型および前記可動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、並びに前記可動ピン型およびこの可動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、前記基準ピン型、前記可動ピン型およ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、前記基準ピン型および前記可動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、前記基準ピン型、前記可動ピン型

およ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が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、前記基準ピン型および前記可動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、前記可動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。さらに、前記基準ピン型および前記可動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、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量がゼロ、または第1、第3粗ピン部の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量と同じにされており、

本発明の一実施形態である成形装置は、下記の基準ピン型と、可動ピン型と、ジャーナル型と、を備える。

基準ピン型は、第2粗ピン部の位置に配置され、当該粗ピン部に宛がわれるとともに、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、軸方向の移動を拘束されている。

可動ピン型は、第1、第3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、基準ピン型に向けた軸方向およ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

、基準ピン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で挟み込んで保持し、粗ピン部に基準ピン型および可動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、可動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、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3粗ピン部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 $\sqrt{3}/2$ まで増加させる構成である。

[0025] (3) 3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、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、および仕上打ち工程、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前記粗素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第3粗ピン部の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量よりも小さくされた粗素材を造形する。

第2予備成形工程は、上記(1)に記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、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仕上打ち用素材を成形する。

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含め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。

[0026] (4) 3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、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、および振り工程、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前記粗素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、軸方向と直角な方向の

偏芯量が同じ方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第3粗ピン部の偏芯方向と反対方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量よりも小さくされた粗素材を造形する。

第2予備成形工程は、上記(1)の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、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打ち用素材を成形する。

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。

[0027] (5) 3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、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、および仕上打ち工程、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前記粗素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量がゼロにされた粗素材を造形する。

第2予備成形工程は、上記(2)の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記粗素材と同じままにされた仕上打ち用素材を成形する。

仕上打ち工程は、前記仕上打ち用素材を両端の第1、第3粗ピン部を水平姿勢にした状態で仕上打ちして、全ての粗ピン部を軸方向と直角な方向に押圧し、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仕上材を成形する。

[0028] (6) 3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、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、および仕上打ち工程、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前記粗素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第3粗ピン部の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量と同じにされた粗素材を造形する。

第2予備成形工程は、上記(2)の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記粗素材と同じままにされた仕上打ち用素材を成形する。

仕上打ち工程は、前記仕上打ち用素材を両端の第1、第3粗ピン部を水平姿勢にした状態で仕上打ちして、第1、第3粗ピン部を軸方向と直角な方向に押圧し、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仕上材を成形する。

発明の効果

[0029] 本発明の成形装置、およ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、アーム部の厚みが薄い3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ので、3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

[0030] [図1]図1は、従来の一般的な3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、本発明の第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、および仕上打ち後の仕上材の各形状を模式的に示す図である。

[図3]図3は、本発明の第1実施形態における3気筒エンジン用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、本発明の第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5]図5は、図4に示す本発明の第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6]図6は、図4に示す本発明の第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7]図7は、本発明の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8]図8は、本発明の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9]図9は、本発明の第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、およ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10]図10は、本発明の第2実施形態における3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。

[図11]図11は、本発明の第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12]図12は、図11に示す本発明の第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13]図13は、図11に示す本発明の第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。

[図14]図14は、本発明の第3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、および仕上打ち後の仕上材の各形状を模式的に示す図である。

[図15]図15は、本発明の第3実施形態における3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。

[図16]図16は、本発明の第3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17]図17は、図16に示す本発明の第3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18]図18は、図16に示す本発明の第3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19]図19は、本発明の第4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、および仕上打ち後の仕上材の各形状を模式的に示す図である。

[図20]図20は、本発明の第4実施形態における3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0031] 本発明では、3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しており、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3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、およびこれを用いた予備成形工程を含む3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

。

[0032] 1. 第1実施形態

1-1. 被成形対象の粗素材、成形された仕上打ち用素材、および仕上打ち後の仕上材

図2は、本発明の第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、および仕上打ち後の仕上材の各形状を模式的に示す図である。同図では、3気筒-4枚カウンターウエイトのクランク軸を製造する場合の状況を例示しており、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表示している。

[0033] 同図に示すように、第1実施形態の粗素材4は、図1(f)に示す3気筒-4枚カウンター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り、4つの粗ジャーナル部J1a~J4a、3つの粗ピン部P1a~P3a、粗フロント部Fra、粗フランジ部Fla、および粗ジャーナル部J1a~J4aと粗ピン部P1a~P3aをそれぞれつなぐ6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~A6aから構成される。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~P3a、および粗アーム部A1a~A6a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。

[0034] 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り、4つの粗ジャーナル部J1b~J4b、3つの粗ピン部P1b~P3b、粗フロント部Frb、粗フランジ部Flb、および粗ジャーナル部J1b~J4bと粗ピン部P1b~P3bをそれぞれつなぐ6枚の粗クランクアーム部（以下、単に「粗アーム部」ともいう）A1b~A6bから構成される。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J1b~J4b、粗ピン部P1b~P3b、および粗アーム部A1b~A6b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。

[0035] 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り、4つのジャーナル部J 1 c~J 4 c、3つのピン部P 1 c~P 3 c、フロント部F r c、フランジ部F l c、およびジャーナル部J 1 c~J 4 cとピン部P 1 c~P 3 cをそれぞれつなぐ6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 6 cから構成される。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 3 c、およびアーム部A 1 c~A 6 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。

[0036] 仕上材6の形状は、ピン部P c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（f）に示す鍛造クランク軸1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る。さらに、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に対し、軸方向と直角な方向の偏芯量が同じで、配置角度も同じ120°であり、正規の位置に配置されている。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。

[0037] 仕上打ち用素材5の形状は、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105a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）と軸方向の長さが同じである。さらに、仕上打ち用素材5のピン部P b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、配置角度も同じ120°であり、正規の位置に配置されている。仕上打ち用素材5の粗アーム部A bは、最

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。

[0038] これに対し、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が、偏芯量が仕上打ち用素材 5 の粗ピン部 P b よりも小さい。具体的には、粗素材 4 の粗ピン部 P a のうち、両端の第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a の偏芯量は、互いに反対方向で鍛造クランク軸のピン部 P の偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされている。一方、中央の第 2 粗ピン部 P 2 a の偏芯量は、第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部 P の偏芯量の $1/2$ 程度とされている。

[0039] 粗素材 4 の粗アーム部 A a は、仕上打ち用素材 5 の粗アーム部 A b、すなわち鍛造クランク軸のアーム部 A（仕上材 6 のアーム部 A c）よりも軸方向の厚みが厚い。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および仕上材 6）と比較して、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 の偏芯量が小さく、比較的緩やかなクランク軸形状となっている。

[0040] もっとも、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および仕上材 6 に対し、粗アーム部 A b の厚みが僅かに薄くされ、その分だけ粗ジャーナル部 J b および粗ピン部 P b の軸方向長さが僅かに大きくされている。仕上打ちの際に仕上打ち用素材 5 を金型内に収容しやすくし、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および仕上材 6 に対し、粗ジャーナル部 J' および粗ピン部 P' の軸方向長さが僅かに大きくされている。

[0041] 1 - 2. 3 気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程

図 3 は、本発明の第 1 実施形態における 3 気筒エンジン用鍛造クランク軸

の製造工程を示す模式図である。同図に示すように、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、仕上打ちの各工程を含み、必要に応じて、バリ抜き、整形の各工程を含む。

[0042] 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や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ことにより、粗素材4を造形することができる。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し行えば、粗素材4を造形することが可能である。そのほかに、前記特許文献1、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、クロスロールや閉塞鍛造を採用してもよい。

[0043] 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ることにより、上記の粗素材4から、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仕上げ打ち用素材5を成形することができる。

[0044] 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、上記の仕上打ち用素材5が供され、上下に一对の金型を用いてプレス鍛造することにより、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仕上材6を得ることができる。

[0045] 1-3. 仕上打ち用素材の成形装置

図4は、本発明の第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。同図には、3気筒-4枚カウンター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している。なお、同図に示す縦断面の中で、第1、第3粗ピン部の部分は、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しているが、便宜上、同一面上に図示している。

- [0046] 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ており、この下側金型支持台22は、上下方向に移動が許容されている。弾性部材24としては、皿ばねやコイルばねや空気ばねなど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が固定されており、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。
- [0047] 図4に示す成形装置では、粗素材4を、第1、第3粗ピン部P1a、P3aを水平に配置し、第2粗ピン部P2aを鉛直方向の下向きに配置した姿勢で金型内に收容し、仕上打ち用素材に成形する。このため、下側金型支持台22と上側金型支持台23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ジャーナル型10U、10B、並びに基準ピン型11および補助ピン型13、並びに可動ピン型12および補助ピン型13が取り付けられている。
- [0048] 上下で対を成す基準ピン型11と補助ピン型13は、粗素材4における粗ピン部Paのうちの基準となる1つの粗ピン部Paの位置、例えば図4では、中央の第2粗ピン部P2aの位置に配置され、上下のそれぞれが上側金型支持台23、下側金型支持台22に取り付けられている。第1実施形態の基準ピン型11は、基準となる1つの粗ピン部Paの正規の位置となる側とは反対側に配置されるものであり、他方の補助ピン型13は、その粗ピン部Paの正規の位置となる側の外側に配置されるものである。例えば、第2粗ピン部P2aの位置では、第2粗ピン部P2aの配置が下側であってその正規の位置も下側であることから、基準ピン型11が上側金型支持台23に取り付けられるとともに、これと対を成す補助ピン型13が下側金型支持台22に取り付けられる。

- [0049] 特に、基準ピン型 1 1 と補助ピン型 1 3 は、上下のいずれも、上側金型支持台 2 3、下側金型支持台 2 2 に対し、軸方向への移動が拘束されている。基準ピン型 1 1 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 の正規の位置に向く方向（図 4 では下向きの方角）に移動が許容されている。
- [0050] 基準ピン型 1 1、補助ピン型 1 3 には、それぞれ、半円筒状の彫り込み部 1 1 a、1 3 a が形成されている。彫り込み部 1 1 a、1 3 a の長さは、仕上打ち用素材 5 における第 2 粗ピン部 P 2 b の軸方向の長さと同じである。
- [0051] 基準ピン型 1 1 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、彫り込み部 1 1 a が第 2 粗ピン部 P 2 a に宛がわれ、基準ピン型 1 1 の両側面が、第 2 粗ピン部 P 2 a につながる第 3、第 4 粗アーム部 A 3 a、A 4 a における第 2 粗ピン部 P 2 a 側の側面に接触した状態にされる。
- [0052] 上下で対を成す可動ピン型 1 2 と補助ピン型 1 3 は、基準ピン型 1 1 が宛がわれる粗ピン部 P a 以外の粗ピン部 P a それぞれの位置、例えば図 4 では、第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 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、下側金型支持台 2 2 に取り付けられている。第 1 実施形態の可動ピン型 1 2 は、粗ピン部 P a の正規の位置となる側とは反対側に配置されるものであり、他方の補助ピン型 1 3 は、その粗ピン部 P a の正規の位置となる側の外側に配置されるものである。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 の正規の位置が上側であることから、可動ピン型 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、可動ピン型 1 2 と補助ピン型 1 3 は、上下のいずれも、下側金型支持台 2 2、上側金型支持台 2 3 に対し、基準ピン型 1 1 に向けての軸方向に移動が許容されている。可動ピン型 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 の正規の位置に向く方向（図 4 では上向きの方角）に移動が許容されている。

- [0054] 可動ピン型12、補助ピン型13には、それぞれ、半円筒状の彫り込み部12a、13aが形成されている。彫り込み部12a、13aの長さは、仕上打ち用素材5における各粗ピン部Pbの軸方向の長さと同じである。
- [0055] ジャーナル型10U、10Bは、粗素材4における粗ジャーナル部Jaの位置に配置され、上下のそれぞれが上側金型支持台23、下側金型支持台22に取り付けられている。特に、ジャーナル型10U、10Bは、上下のいずれも、上側金型支持台23、下側金型支持台22に対し、基準ピン型11に向けての軸方向に移動が許容されている。
- [0056] ジャーナル型10U、10Bには、それぞれ、半円筒状の第1彫り込み部10Ua、10Baと、この第1彫り込み部10Ua、10Baの前後（図4では左右）に隣接して第2彫り込み部10Ub、10Bbが形成されている。第1彫り込み部10Ua、10Baの長さは、仕上打ち用素材5における粗ジャーナル部Jbの軸方向の長さと同じである。第2彫り込み部10Ub、10Bbの長さは、仕上打ち用素材5におけるその粗ジャーナル部Jbにつながる粗アーム部Abの軸方向の厚みと同じである。
- [0057] ジャーナル型10U、10Bは、プレス機の駆動に伴う上側金型支持台23の下降、すなわちプレス機の圧下により、第1彫り込み部10Ua、10Baで各粗ジャーナル部Ja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10U、10Bは、第2彫り込み部10Ub、10Bbの第1彫り込み部10Ua、10Ba側の面が、各粗ジャーナル部Jaにつながる粗アーム部Aaにおける各粗ジャーナル部Ja側の側面に接触した状態にされる。
- [0058] その際、基準ピン型11、可動ピン型12は、プレス機の駆動に伴う上側金型支持台23の下降、すなわちプレス機の圧下により、彫り込み部11a、12aが各粗ピン部Paに宛がわれ、基準ピン型11、可動ピン型12の両側面が、各粗ピン部Paにつながる粗アーム部Aaにおける各粗ピン部Pa側の側面に接触した状態にされる。
- [0059] ここで、両端の第1、第4粗ジャーナル部J1a、J4aの位置に配置さ

れたジャーナル型10U、10Bの端面は、傾斜面14U、14Bとなっている。これに対し、下側ハードプレート20上には、それらの第1、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の位置に対応して、個々に、第1楔26が立設されており、各第1楔26は、下側金型支持台22を貫通して上方に突き出している。第1、第4粗ジャーナル部J1a、J4aのジャーナル型10U、10Bのうち、下側のジャーナル型10Bの傾斜面14Bは、初期状態で第1楔26の斜面に接触している。一方、上側のジャーナル型10Uの傾斜面14Uは、プレス機の駆動に伴う上側金型支持台23の下降、すなわちプレス機の圧下により、第1楔26の斜面に接触した状態にされる。

[0060] また、中央寄りの第2、第3粗ジャーナル部J2a、J3aの位置に配置されたジャーナル型10U、10Bには、第1彫り込み部10Ua、10Baおよび第2彫り込み部10Ub、10Bbから外れた側部（図4では紙面の手前と奥）に、傾斜面15U、15Bを有する図示しないブロックが固定されている。これに対し、下側ハードプレート20上には、それらの第2、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の位置に対応して、個々に、第2楔27が立設されており、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している。第2、第3粗ジャーナル部J2a、J3aのジャーナル型10U、10Bのうち、下側のジャーナル型10Bの傾斜面15Bは、初期状態で第2楔27の斜面に接触している。一方、上側のジャーナル型10Uの傾斜面15Uは、プレス機の駆動に伴う上側金型支持台23の下降、すなわちプレス機の圧下により、第2楔27の斜面に接触した状態にされる。

[0061] 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10Uが下側のジャーナル型10Bと一体で押し下げられる。これにより、第1、第4粗ジャーナル部J1a、J4aの可動ジャーナル型10U、10Bは、上下のいずれも、その傾斜面14U、14Bが第1楔26の斜面に沿って摺動することから、基準となる第2粗ピン部P2aの基準ピン型11に向けて軸方

向に移動するようになる。これと同時に、第2、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、上下のいずれも、その傾斜面1 5 U、1 5 Bが第2楔2 7の斜面に沿って摺動することから、基準となる第2粗ピン部P 2 aの基準ピン型1 1に向けて軸方向に移動するようになる。要するに、ジャーナル型1 0 U、1 0 Bは、個々に楔機構により軸方向に移動することができる。

[0062] また、可動ピン型1 2と補助ピン型1 3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、可動ピン型1 2と補助ピン型1 3は、上記したようにジャーナル型1 0 U、1 0 Bが軸方向に移動するのに連れて、基準となる第2粗ピン部P 2 aの基準ピン型1 1に向けて軸方向に移動する。また、基準ピン型1 1および可動ピン型1 2の軸方向と直角な方向への移動は、各ピン型1 1、1 2に連結された油圧シリンダ1 6の駆動により行われる。

[0063] なお、可動ピン型1 2と補助ピン型1 3の軸方向への移動は、ジャーナル型1 0 U、1 0 Bと同様の楔機構や、油圧シリンダや、サーボモータなど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、隣接する一对のジャーナル型1 0 U、1 0 Bのうち的一方と一体化されていても構わない。

[0064] 図4に示す初期状態では、ジャーナル型1 0 U、1 0 B、並びに可動ピン型1 2および補助ピン型1 3の軸方向への移動を許容するために、個々に軸方向に連なるジャーナル型1 0 U、1 0 Bと、基準ピン型1 1、可動ピン型1 2および補助ピン型1 3との間に、隙間が確保されている。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の厚みの差である。

[0065] 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および図6は、図4に示す本発明の第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、図5は成形初期

の状態を、図6は成形完了時の状態をそれぞれ示す。

- [0066] 前記図4に示す下側のジャーナル型10B、可動ピン型12および補助ピン型13に粗素材4を收容し、プレス機の圧下を開始する。すると、先ず、図5に示すように、上側のジャーナル型10Uが、それぞれ、下側のジャーナル型10Bに当接する。
- [0067] 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10U、10Bによって上下から保持され、各粗ピン部P aに基準ピン型11および可動ピン型12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10U、10B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、基準ピン型11および可動ピン型12が接触している。また、この状態のとき、第1、第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aのジャーナル型10U、10Bの傾斜面14U、14Bが第1楔26の斜面に接触し、第2、第3粗ジャーナル部J 2 a、J 3 aのジャーナル型10U、10Bの傾斜面15U、15Bが第2楔27の斜面に接触している。
- [0068] 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、第4粗ジャーナル部J 1 a、J 4 aのジャーナル型10U、10Bは、各々の傾斜面14U、14Bが第1楔26の斜面に沿って摺動し、この楔機構により、第2粗ピン部P 2 aの基準ピン型11に向けて軸方向に移動する。これと同時に、第2、第3粗ジャーナル部J 2 a、J 3 aのジャーナル型10U、10Bは、各々の傾斜面15U、15Bが第2楔27の斜面に沿って摺動し、この楔機構により、第2粗ピン部P 2 aの基準ピン型11に向けて軸方向に移動する。このようにジャーナル型10U、10Bが個々に楔機構により軸方向に移動するのに伴って、可動ピン型12と補助ピン型13も、基準ピン型11に向けて軸方向に移動する。
- [0069] これにより、ジャーナル型10U、10Bと、基準ピン型11、可動ピン型12および補助ピン型13との隙間が次第に狭まり、終には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10U、10B、基準ピ

ン型 1 1 および可動ピン型 1 2 により、粗ジャーナル部 J a および粗ピン部 P a の軸方向の長さが維持されながら、粗アーム部 A a が軸方向に挟圧され、粗アーム部 A a の厚みが仕上打ち用素材 5 の粗アーム部 A b の厚みまで減少させられる（図 6 参照）。

[0070] また、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、並びに可動ピン型 1 2 および補助ピン型 1 3 の軸方向への移動に応じ、基準ピン型 1 1 および可動ピン型 1 2 それぞれの油圧シリンダ 1 6 を駆動する。すると、各ピン型 1 1、1 2 は、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、軸方向と直角な鉛直方向にずれるため、その偏芯量が仕上打ち用素材 5 の粗ピン部 P b の偏芯量まで増加させられ、いずれの粗ピン部 P b も正規の位置に配置された状態となる（図 2、図 6 参照）。

[0071] このようにして、バリのない粗素材 4 から、アーム部 A の厚みが薄い 3 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。そして、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、アーム部の輪郭形状およびピン部の配置角度を含めて 3 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、3 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。もっとも、粗素材の段階でアーム部にバランスウエイトに相当する部分を造形しておけば、バランスウエイトを有する鍛造クランク軸の製造も可能である。

[0072] 前記図 4、図 5 および図 6 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 1 0 U、1 0 B の傾斜面 1 4 U、1 4 B およびこれと接触する第 1 楔 2 6 の斜面と、第 4 粗ジャーナル部 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 およびこれと接触する第 1 楔 2 6 の斜面とは、傾斜角度が鉛直面を基準に正反対とされている。また、第 2 粗ジャーナル部 J 2 a のジャーナル型 1 0 U、1 0 B の傾斜面 1 5 U、1 5 B およびこ

れと接触する第2楔27の斜面と、第3粗ジャーナル部J3aのジャーナル型10U、10Bの傾斜面15U、15Bおよ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ている。さらに、第1楔26の斜面の角度（第1、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、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）よりも大きくされている。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ごとに異ならせている理由は、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粗アーム部Aaで一定にするためである。

[0073] 前記図4、図5および図6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く、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、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、およびこれに続くジャーナル型10U、10Bの軸方向への移動に伴い、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、基準ピン型11の軸方向と直角な方向への移動に加え、可動ピン型12の軸方向への移動およびこれと直角な方向への移動に伴い、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。

[0074] 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、局部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。

[0075] 図7は、本発明の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8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7および図8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。

[0076] 図7(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、可動ピン型12および補助ピン型13が軸方向およびこれ直角な方向へ移動する。その後、図7(b)に示すように、ジャーナル型10U、10B、並びに可動ピン型12および補助ピン型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、基準ピン型11、可動ピン型12および補助ピン型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Paが補助ピン型13に到達すると、この補助ピン型13とジャーナル型10U、10Bとの隙間に、粗ピン部Paの肉が流入してしまう。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7(c)に示すように、成形完了時にも残存する。こうして、図7(d)に示すように、仕上打ち用素材5の粗ピン部Pbの外側には、隣接する粗アーム部Aaとの境界に局所的な噛み出し部5aが現れる。

[0077] 噛み出し部5a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。

[0078] 噛み出しの発生を防止する対応策としては、ジャーナル型10U、10Bと、基準ピン型11、可動ピン型12および補助ピン型13との隙間が閉ざされた後に、押圧変形する粗ピン部Paが補助ピン型13に到達するように、基準ピン型11および可動ピン型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、並びに可動ピン型12およびこの可動ピン型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、基準ピン型 1 1 および可動ピン型 1 2 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、基準ピン型 1 1 および可動ピン型 1 2 の軸方向と直角な方向への総移動距離を 1 0 0 % としたとき、そのピン型 1 1、1 2 に隣接するジャーナル型 1 0 U、1 0 B の軸方向への移動が完了した時点で、ピン型 1 1、1 2 の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の 9 0 % 以下（より好適には 8 3 % 以下、さらに好適には 6 0 % 以下）であり、この後にピン型 1 1、1 2 のその方向への移動が完了することが好ましい。

[0079] すなわち、図 8 (a) に示すように、成形を開始し、その後、図 8 (b) に示すように、基準ピン型 1 1 および可動ピン型 1 2 の軸方向と直角な方向への移動距離が総移動距離の 9 0 % に達するまでに、ジャーナル型 1 0 U、1 0 B、並びに可動ピン型 1 2 および補助ピン型 1 3 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 1 0 U、1 0 B と、基準ピン型 1 1、可動ピン型 1 2 および補助ピン型 1 3 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 P a が補助ピン型 1 3 に到達していない。そして、ピン型 1 1、1 2 の軸方向と直角な方向への移動に伴って粗ピン部 P a が補助ピン型 1 3 に到達し、その移動が完了すると、図 8 (c) に示すように、成形が完了する。このため、補助ピン型 1 3 とジャーナル型 1 0 U、1 0 B との隙間に、粗ピン部 P a の肉が流入する事態は起こらない。こうして、図 8 (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。

[0080] 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、また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。

[0081] 2. 第2実施形態

第2実施形態は、上記の第1実施形態の構成を基本とし、3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造過程に振り成形工程を付加するとともに、これに関連する構成を変形したものである。

[0082] 2-1. 被成形対象の粗素材、成形された仕上打ち用素材、仕上打ち後の仕上材、および振り成形後の振り仕上材

図9は、本発明の第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、およ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。同図では、3気筒-6枚カウンターウエイトのクランク軸を製造する場合の状況を例示しており、前記図2と同様に、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表示している。なお、第1実施形態と重複する事項は適宜省略する。後述する第3、第4実施形態でも同様とする。

[0083] 図9に示すように、第2実施形態の粗素材4は、3気筒-6枚カウンター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り、4つの粗ジャーナル部J a、3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、および6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り、4つの粗ジャーナル部J b、3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、および6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り、4つのジャーナル部J c、3つのピン部P c、フロント部F r c、フランジ部F l c、および6枚のアーム部A cから構成される。

[0084] 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り、4つのジャーナル部J 1 d~J 4 d、3つのピン部P 1 d~P 3 d、フロント部F r d、フランジ部F l d、およびジャーナル部J 1 d~J 4 dとピン部P 1 d~P 3 dをそれぞれつなぐ6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 6 d から構成される。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 3 d、およびアーム部 A 1 d ~ A 6 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。

[0085] 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。さらに、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、配置角度も同じ 120° 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。

[0086] 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。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、両端の第 1、第 3 ピン部 P 1 c、P 3 c は、軸方向と直角な方向で同じ方向に偏芯し、中央の第 2 ピン部 P 2 c は、第 1、第 3 ピン部 P 1 c、P 3 c の偏芯方向とは反対方向に偏芯している。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。

[0087] 仕上打ち用素材 5 の形状は、仕上材 6 の形状と概ね一致する。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。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。

[0088] これに対し、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が、偏芯量が仕上打ち用素材5の粗ピン部P bよりも小さい。具体的には、粗素材4の粗ピン部P aのうち、両端の第1、第3粗ピン部P 1 a、P 3 aの偏芯量は、同じ方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の1/2程度とされている。一方、中央の第2粗ピン部P 2 aの偏芯量は、第1、第3粗ピン部P 1 a、P 3 aの偏芯方向と反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の1/2程度とされている。粗素材4の粗アーム部A aは、仕上打ち用素材5の粗アーム部A b、すなわち鍛造クランク軸のアーム部A（仕上材6のアーム部A c）よりも軸方向の厚みが厚い。

[0089] 2-2. 3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程

図10は、本発明の第2実施形態における3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。同図に示すように、第2実施形態の鍛造クランク軸の製造方法は、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。

[0090] 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11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。

[0091] 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 のジャーナル部およびピン部を保持した状態でジャーナル部に軸心を中心にして振ることにより、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。

[0092] 2-3. 仕上打ち用素材の成形装置

図 11 は、本発明の第 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。同図には、3 気筒-6 枚カウンター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 9 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している。同図に示す縦断面には、実際に全ての粗ピン部の部分が同一面上で含まれている。

[0093] 図 11 に示す第 2 実施形態の成形装置では、粗素材 4 を、粗ピン部 P a の偏芯方向を鉛直方向に合わせ、例えば、第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a を上に配置し、第 2 粗ピン部 P 2 a を下に配置した姿勢で金型内に収容し、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。

[0094] 図 12 および図 13 は、図 11 に示す本発明の第 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、図 12 は成形初期の状態を、図 13 は成形完了時の状態をそれぞれ示す。

[0095] 同図に示すように、下側のジャーナル型 10 B、可動ピン型 12 および補助ピン型 13 に粗素材 4 を収容し、プレス機の圧下を行うと、各粗ジャーナル部 J a を保持したジャーナル型 10 U、10 B が、第 2 粗ピン部 P 2 a に宛がわれた基準ピン型 11 に向けて軸方向に移動し、これに伴って、第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a に宛がわれた可動ピン型 12 と補助ピン型 13 も、基準ピン型 11 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10U、10B、並びに基準ピン型11および可動ピン型12により、粗ジャーナル部Jaおよび粗ピン部Paの軸方向の長さが維持されながら、粗アーム部Aaが軸方向に挟圧され、粗アーム部Aaの厚みが仕上打ち用素材5の粗アーム部Abの厚みまで減少させられる（図13参照）。

[0096] また、ジャーナル型10U、10B、並びに可動ピン型12および補助ピン型13の軸方向への移動に応じ、基準ピン型11および可動ピン型12は、それぞれの油圧シリンダ16の駆動に伴い、個々に、粗素材4の粗ピン部Pa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Pa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Pbの偏芯量まで増加させられた状態となる（図9、図13参照）。

[0097] このようにして、バリのない粗素材4から、ピン部Pの配置角度を除いて、アーム部Aの厚みが薄い3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、アーム部の輪郭形状を含めて3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、ピン部の配置角度も含めて3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、3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。

[0098] 3. 第3実施形態

第3実施形態は、上記の第1、第2実施形態の構成を基本とし、3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造過程に振り成形工程を付加することなく、仕上打ち工程でクランク軸の最終形状を意図的に造形すべく、これに関連する構成を変形したものである。

[0099] 3-1. 被成形対象の粗素材、成形された仕上打ち用素材、および仕上打

ち後の仕上材

図14は、本発明の第3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、および仕上打ち後の仕上材の各形状を模式的に示す図である。同図では、3気筒-4枚カウンターウエイトのクランク軸を製造する場合の状況を例示している。

[0100] 図14に示すように、第3実施形態の粗素材4は、3気筒-4枚カウンター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り、4つの粗ジャーナル部J a、3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、および6枚の粗アーム部A aから構成される。第3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り、4つの粗ジャーナル部J b、3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、および6枚の粗アーム部A bから構成される。第3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り、4つのジャーナル部J c、3つのピン部P c、フロント部F r c、フランジ部F l c、および6枚のアーム部A cから構成される。

[0101] 仕上材6の形状は、ピン部P c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る。さらに、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に対し、軸方向と直角な方向の偏芯量が同じで、配置角度も同じ120°であり、正規の位置に配置されている。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。

[0102] これに対し、仕上打ち用素材5の粗ジャーナル部J bは、仕上材6のジャーナル部J c、すなわち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。仕上打ち用素材5の粗ピン部P bは、仕上材6のピン部P c、すなわち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の粗ピン部P bのうち、両端の第1、第3粗ピン部P 1 b、P 3 bの偏芯量は、互いに反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じにされている。一方、中央の第2粗ピン部P 2 bは偏芯されることなく、偏芯量がゼロにされている。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。

[0103] 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3粗ピン部P 1 a、P 3 aの偏芯量は、仕上打ち用素材5のそれよりも小さくされ、互いに反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされている。一方、第2粗ピン部P 2 aの偏芯量は、仕上打ち用素材5のそれと同様に、ゼロにされている。粗素材4の粗アーム部A aは、仕上打ち用素材5の粗アーム部A b、すなわち鍛造クランク軸のアーム部A（仕上材6のアーム部A c）よりも軸方向の厚みが厚い。

[0104] 3-2. 3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程

図15は、本発明の第3実施形態における3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。同図に示すように、第3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、仕上打ちの各工程を含み、必要に応じて、バリ抜き、整形の各工程を含む。

[0105] 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16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、全てのピン部の偏芯量およ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上記の仕上げ打ち用素材5を成形する工程である。

[0106] 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、上記の仕上打ち用素材 5 が供され、その第 1、第 3 粗ピン部を水平に配置した姿勢の状態、上下に一对の金型を用いてプレス鍛造することにより、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仕上材 6 を得ることができる。

[0107] 3-3. 仕上打ち用素材の成形装置

図 16 は、本発明の第 3 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。同図には、前記図 14 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している。同図に示す縦断面には、実際に全ての粗ピン部の部分が同一面上で含まれている。

[0108] 図 16 に示す第 3 実施形態の成形装置は、前記図 4 に示す第 1 実施形態の成形装置および前記図 11 に示す第 2 実施形態の成形装置と比較し、大きくは、次の点で相違する。第 3 実施形態の成形装置は、粗素材 4 を、互いに反対方向に偏芯している第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a を鉛直方向に沿って配置した姿勢で金型内に收容し、仕上打ち用素材 5 に成形するものである。この成形装置では、第 2 粗ピン部 P 2 a の位置に配置された基準ピン型 11 は、軸方向への移動のみならず、軸方向とは直角な方向への移動も拘束されている。このため、第 3 実施形態の基準ピン型 11 は、第 1、第 2 実施形態のような油圧シリンダが連結されておらず、上側金型支持台 23 および下側金型支持台 22 のうちの一方に直に取り付けられている。その他方には、この基準ピン型 11 と対を成す補助ピン型 13 が直に取り付けられている。図 16 では、基準ピン型 11 が上側金型支持台 23 に取り付けられ、補助ピン型 13 が下側金型支持台 22 に取り付けられた態様を示している。

[0109] また、第 3 実施形態の成形装置では、第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a それぞれの位置に配置された可動ピン型 12 と補助ピン型 13 は、第 1、第 3 粗ピン部 P 1 a、P 3 a が鉛直方向で互いに反対方向に偏芯していることから、第 1 粗ピン部 P 1 a の位置と第 3 粗ピン部 P 3 a の位置で上下の配置

が入れ替わっている。図16では、第1粗ピン部P1aの位置の補助ピン型13、および第3粗ピン部P3aの位置の可動ピン型12が上側に配置され、第1粗ピン部P1aの位置の可動ピン型12、および第3粗ピン部P3aの位置の補助ピン型13が下側に配置された態様を示している。

[0110] 図17および図18は、図16に示す本発明の第3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、図17は成形初期の状態を、図18は成形完了時の状態をそれぞれ示す。

[0111] 図17に示すように、下側のジャーナル型10B、可動ピン型12および補助ピン型13に粗素材4を收容し、プレス機の圧下を行うと、まず、粗素材4は、各粗ジャーナル部Jaがジャーナル型10U、10Bによって上下から挟み込まれて保持されると同時に、第2粗ピン部P2aが基準ピン型11および補助ピン型13によって上下から挟み込まれて保持され、第1、第3粗ピン部P1a、P3aに可動ピン型12が宛がわれた状態になる。この状態から、そのままプレス機の圧下を継続すると、各粗ジャーナル部Jaを保持したジャーナル型10U、10Bが、第2粗ピン部P2aを保持した基準ピン型11に向けて軸方向に移動し、これに伴って、第1、第3粗ピン部P1a、P3aに宛がわれた可動ピン型12と補助ピン型13も、基準ピン型11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10U、10B、並びに基準ピン型11および可動ピン型12により、粗ジャーナル部Jaおよび粗ピン部Paの軸方向の長さが維持されながら、粗アーム部Aaが軸方向に挟圧され、粗アーム部Aaの厚みが仕上打ち用素材5の粗アーム部Abの厚みまで減少させられる(図18参照)。

[0112] また、ジャーナル型10U、10B、並びに可動ピン型12および補助ピン型13の軸方向への移動に応じ、可動ピン型12は、それぞれの油圧シリンダ16の駆動に伴い、個々に、粗素材4の第1、第3粗ピン部P1a、P3a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3粗ピン部P1a、P3aは、軸方向と直角な鉛直方向にずれるため、互いに反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じ偏芯量

まで増加させられた状態となる（図14、図18参照）。一方、粗素材4の第2粗ピン部P2bは、成形の前後で、その軸方向とは直角な方向の位置が変わらずに維持され、偏芯量がゼロのままの状態となる。

[0113] このようにして、バリのない粗素材4から、全てのピン部Pの偏芯量および配置角度を除いて、アーム部Aの厚みが薄い3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。そして、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、その第1、第3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して、正規の位置まで変位させるようにすれば、多少のバリは発生するが、アーム部の輪郭形状、ピン部の偏芯量および配置角度を含めて3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、3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。

[0114] 4. 第4実施形態

第4実施形態は、上記の第3実施形態の構成を変形したものである。

[0115] 4-1. 被成形対象の粗素材、成形された仕上打ち用素材、および仕上打ち後の仕上材

図19は、本発明の第4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、および仕上打ち後の仕上材の各形状を模式的に示す図である。

[0116] 図19に示すように、第4実施形態の仕上材6は、前記図14に示す第3実施形態の仕上材6と同じ形状である。

[0117] これに対し、第4実施形態の仕上打ち用素材5は、前記図14に示す第3実施形態の仕上打ち用素材5と比較し、次の点が異なる。図19に示すように、第4実施形態の仕上打ち用素材5における中央の第2粗ピン部P2bは、両端の第1、第3粗ピン部P1b、P3bの偏芯方向と直交する方向に偏芯し、その偏芯量が仕上材6のピン部Pc、すなわち鍛造クランク軸のピン

部Pと同じにされている。

[0118] また、第4実施形態の粗素材4は、前記図14に示す第3実施形態の粗素材4と比較し、次の点が異なる。図19に示すように、第4実施形態の粗素材4における中央の第2粗ピン部P2bは、両端の第1、第3粗ピン部P1b、P3bの偏芯方向と直交する方向に偏芯し、その偏芯量が、仕上打ち用素材5のそれと同様に、鍛造クランク軸のピン部P（仕上材6のピン部Pc）と同じにされている。

[0119] 4-2. 3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程

図20は、本発明の第4実施形態における3気筒エンジン用鍛造クランク軸の製造工程を示す模式図である。同図に示すように、第4実施形態の鍛造クランク軸の製造方法は、前記図15に示す第3実施形態と同様に、第1予備成形、第2予備成形、仕上打ちの各工程を含み、必要に応じて、バリ抜き、整形の各工程を含む。

[0120] 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。

[0121] 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、前記図16、図17および図18に示す第3実施形態の成形装置と同様のものを用いる。なお、第4実施形態では、前記図16に示す縦断面の中で、第2粗ピン部の部分は、実際には、紙面の手前または奥に位置している。

[0122] 第4実施形態の第2予備成形工程では、前記図16、図17および図18に示す第3実施形態と同様に、下側のジャーナル型10B、可動ピン型12および補助ピン型13に粗素材4を収容し、プレス機の圧下を行う。これにより、粗素材4は、各粗ジャーナル部Jaを保持したジャーナル型10U、10B、および第1、第3粗ピン部P1a、P3aに宛がわれた可動ピン型12と補助ピン型13が、第2粗ピン部P2aを保持した基準ピン型11に向けて軸方向に移動するのに伴って、粗ジャーナル部Jaおよび粗ピン部Paの軸方向の長さが維持されながら、粗アーム部Aaが軸方向に挟圧され、粗アーム部Aaの厚みが仕上打ち用素材5の粗アーム部Abの厚みまで減少

させられる。

[0123] また、可動ピン型12が第1、第3粗ピン部P1a、P3aを軸方向と直角な鉛直方向に押圧することにより、粗素材4の第1、第3粗ピン部P1a、P3aは、互いに反対方向で鍛造クランク軸のピン部Pの偏芯量の $\sqrt{3}/2$ と同じ偏芯量まで増加させられた状態となり、その一方で、粗素材4の第2粗ピン部P2bは、成形の前後で、その軸方向とは直角な方向の位置が変わらずに維持され、その偏芯量が鍛造クランク軸のピン部の偏芯量と同じままの状態となる。

[0124] このようにして、バリのない粗素材4から、第1、第3ピン部P1、P3の偏芯量および配置角度を除いて、アーム部Aの厚みが薄い3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が造形された、バリのない上記の仕上打ち用素材5を成形することができる。

[0125] 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、上記の仕上打ち用素材5が供され、その第1、第3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の第1、第3粗ピン部P1b、P3bを軸方向と直角な鉛直方向に押圧して、正規の位置まで変位させるようにすれば、多少のバリは発生するが、アーム部の輪郭形状、ピン部の偏芯量および配置角度を含めて3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、クランク軸と合致する形状の仕上材6を得ることができる。

[0126] その他本発明は上記の各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やサーボモータ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。

[0127] また、上記の各実施形態では、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。

[0128] また、上記の各実施形態では、補助ピン型は、軸方向にのみ移動が許容されているが、これに加えて、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、これにより、ピン型と補助ピン型が各粗ピン部 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ようにしてもよい。

[0129] また、上記の各実施形態では、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およ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

[0130] 本発明は、3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

[0131] 1 : 鍛造クランク軸、 J、J 1 ~ J 5 : ジャーナル部、
P、P 1 ~ P 4 : ピン部、 F r : フロント部、
F l : フランジ部、 A、A 1 ~ A 8 : クランクアーム部、
2 : ビレット、
4 : 粗素材、 J a、J 1 a ~ J 5 a : 粗素材の粗ジャーナル部、
P a、P 1 a ~ P 4 a : 粗素材の粗ピン部、
F r a : 粗素材の粗フロント部、 F l a : 粗素材の粗フランジ部、
A a、A 1 a ~ A 8 a : 粗素材の粗クランクアーム部、
5 : 仕上打ち用素材、

J b、J 1 b～J 5 b : 仕上打ち用素材の粗ジャーナル部、
P b、P 1 b～P 4 b : 仕上打ち用素材の粗ピン部、
F r b : 仕上打ち用素材の粗フロント部、
F l b : 仕上打ち用素材の粗フランジ部、
A b、A 1 b～A 8 b : 仕上打ち用素材の粗クランクアーム部、
5 a : 噛み出し部、
6 : 仕上材、 J c、J 1 c～J 5 c : 仕上材のジャーナル部、
P c、P 1 c～P 4 c : 仕上材のピン部、
F r c : 仕上材のフロント部、 F l c : 仕上材のフランジ部、
A c、A 1 c～A 8 c : 仕上材のクランクアーム部、
7 : 振り仕上材、
J d、J 1 d～J 5 d : 振り仕上材のジャーナル部、
P d、P 1 d～P 4 d : 振り仕上材のピン部、
F r d : 振り仕上材のフロント部、
F l d : 振り仕上材のフランジ部、
A d、A 1 d～A 8 d : 振り仕上材のクランクアーム部、
1 0 U、1 0 B : ジャーナル型、
1 1 : 基準ピン型、 1 1 a : 彫り込み部、
1 2 : 可動ピン型、 1 2 a : 彫り込み部、
1 3 : 補助ピン型、 1 3 a : 彫り込み部、
1 0 U a、1 0 B a : ジャーナル型の第 1 彫り込み部、
1 0 U b、1 0 B b : ジャーナル型の第 2 彫り込み部、
1 4 U、1 4 B : 第 1、4 粗ジャーナル部のジャーナル型の傾斜面、
1 5 U、1 5 B : 第 2、3 粗ジャーナル部のジャーナル型の傾斜面、
1 6 : 油圧シリンダ、
2 0 : 下側ハードプレート、 2 1 : 上側ハードプレート、
2 2 : 下側金型支持台、 2 3 : 上側金型支持台、
2 4 : 弾性部材、 2 5 : 支柱、

26 : 第1楔、 27 : 第2楔

請求の範囲

[請求項1]

3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成形する装置であって、

鍛造クランク軸のジャーナル部と軸方向の長さが同じ粗ジャーナル部、鍛造クランク軸のピン部と軸方向の長さが同じ粗ピン部、および鍛造クランク軸のクランクアーム部よりも軸方向の厚みが厚い粗クランクアーム部がそれぞれ造形された粗素材から、仕上打ち用素材を成形する装置であり、

粗素材の粗ピン部は、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よりも小さくされており、

当該成形装置は、

粗ピン部のうちの1つの粗ピン部の位置に配置され、当該粗ピン部に宛がわれるとともに、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、軸方向の移動を拘束され、軸方向と直角な方向に移動する基準ピン型と、

基準ピン型が宛がわれる粗ピン部以外の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、基準ピン型に向けた軸方向および軸方向と直角な方向に移動する可動ピン型と、

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、基準ピン型に向けて軸方向に移動するジャーナル型と、を備え、

粗ジャーナル部をジャーナル型で挟み込んで保持し、粗ピン部に基準ピン型および可動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、可動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と同時に、基準ピン型を軸方向と直角な方向に移動させることにより、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、3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、

前記基準ピン型および前記可動ピン型は、前記粗ピン部それぞれにおける前記基準ピン型および前記可動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、並びに前記可動ピン型およびこの可動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、前記基準ピン型、前記可動ピン型およ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、前記基準ピン型および前記可動ピン型の軸方向と直角な方向への移動が制御される、3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、

前記基準ピン型および前記可動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、3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のいずれかに記載の成形装置において、

前記基準ピン型、前記可動ピン型およ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が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、前記基準ピン型および前記可動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、前記可動ピン型が個々に軸方向に移動する、3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、3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または5に記載の成形装置において、
前記基準ピン型および前記可動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、3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] 3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成形する装置であって、

鍛造クランク軸のジャーナル部と軸方向の長さが同じ粗ジャーナル部、鍛造クランク軸のピン部と軸方向の長さが同じ粗ピン部、および鍛造クランク軸のクランクアーム部よりも軸方向の厚みが厚い粗クランクアーム部がそれぞれ造形された粗素材から、仕上打ち用素材を成形する装置であり、

粗素材の粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量がゼロ、または第1、第3粗ピン部の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量と同じにされており、

当該成形装置は、

第2粗ピン部の位置に配置され、当該粗ピン部に宛がわれるとともに、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、軸方向の移動を拘束された基準ピン型と、

第1、第3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、基準ピン型に向けた軸方向および軸方向と直角な方向に移動する可動ピン型と、

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、基準ピン型に向けて軸方向に移動するジャーナル型と、を備え、

粗ジャーナル部をジャーナル型で挟み込んで保持し、粗ピン部に基準ピン型および可動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、可動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、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3粗ピン部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、3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、

前記基準ピン型および前記可動ピン型は、前記粗ピン部それぞれにおける前記基準ピン型および前記可動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、並びに前記可動ピン型およびこの可動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、前記基準ピン型、前記可動ピン型およ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、前記可動ピン型の軸方向と直角な方向への移動が制御される、3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、

前記可動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、当該可動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、当該可動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、この後に当該可動ピン型の軸方向と直角な方向への移動が完了する、3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のいずれかに記載の成形装置において、

前記基準ピン型、前記可動ピン型およ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が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、前記基準ピン型および前記可動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、前記可動ピン型が個々に軸方向に移動する、3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、3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または11に記載の成形装置において、

前記可動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、3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]

3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、

当該製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、および仕上打ち工程、の一連の工程を含む：

請求項1～6のいずれか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、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第3粗ピン部の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量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のいずれかに記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、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仕上打ち用素材を成形する第2予備成形工程；および

前記仕上打ち用素材を仕上打ちし、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仕上材を成形する仕上打ち工程。

[請求項14]

3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、

当該製造方法は、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、および振り工程、の一連の工程を含む：

請求項1～6のいずれか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、両端の第1、第3粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が同じ方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第3粗ピン部の偏芯方向と反対方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量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のいずれかに記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、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、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仕上打ち工程；および

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振り工程。

[請求項15]

3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、当該製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、および仕上打ち工程、の一連の工程を含む：

請求項7～12のいずれか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、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量がゼロにされた粗素材を造形する第1予備成形工程；

請求項7～12のいずれかに記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記粗素材と同じままにされた仕上打ち用素材を成形する第2予備成形工程；および

前記仕上打ち用素材を両端の第1、第3粗ピン部を水平姿勢にした状態で仕上打ちして、全ての粗ピン部を軸方向と直角な方向に押圧し、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仕上材を成形する仕上打ち工程。

[請求項16]

3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、当該製造方法は、下記の第1予備成形工程、第2予備成形工程、および仕上打ち工程、の一連の工程を含む：

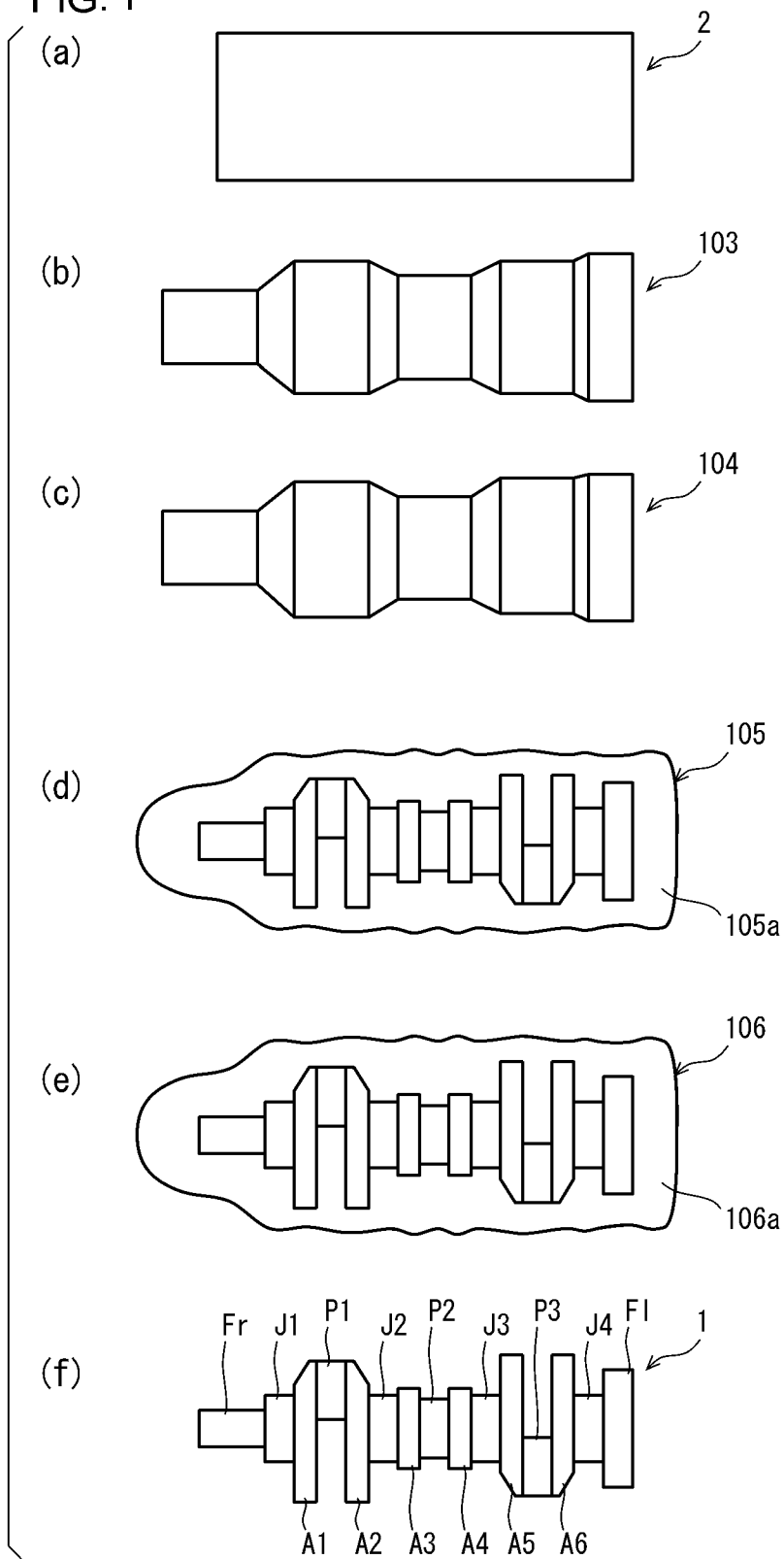
請求項7～12のいずれかに記載の成形装置に供する前記粗素材と

して、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ よりも小さくされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が第1、第3粗ピン部の偏芯方向と直交する方向で鍛造クランク軸のピン部の偏芯量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7～12のいずれかに記載の成形装置を用い、前記仕上打ち用素材として、前記粗ピン部のうち、両端の第1、第3粗ピン部は、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 $\sqrt{3}/2$ と同じにされ、中央の第2粗ピン部は、軸方向と直角な方向の偏芯量が前記粗素材と同じままにされた仕上打ち用素材を成形する第2予備成形工程；および

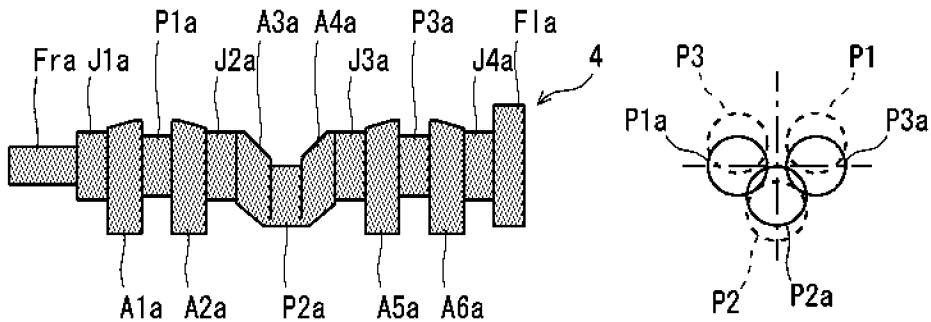
前記仕上打ち用素材を両端の第1、第3粗ピン部を水平姿勢にした状態で仕上打ちして、第1、第3粗ピン部を軸方向と直角な方向に押圧し、ピン部の配置角度を含め鍛造クランク軸の最終形状が造形された仕上材を成形する仕上打ち工程。

[図1]
FIG. 1



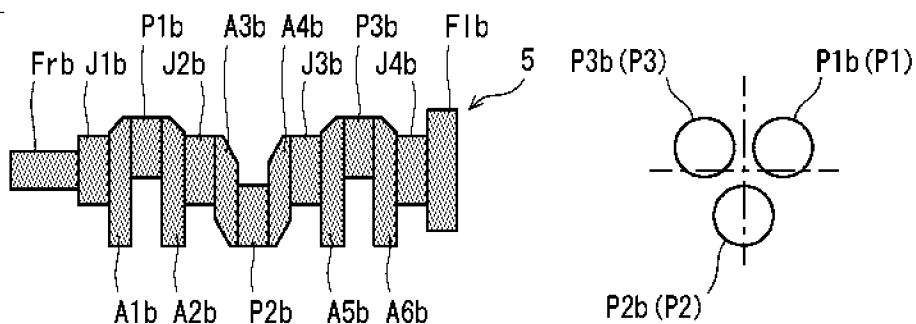
[図2]
FIG. 2

粗素材



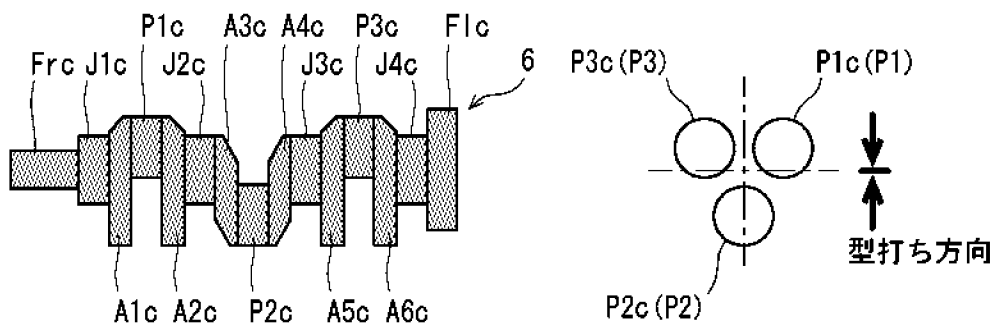
成形 (第2予備成形)

仕上打ち用素材

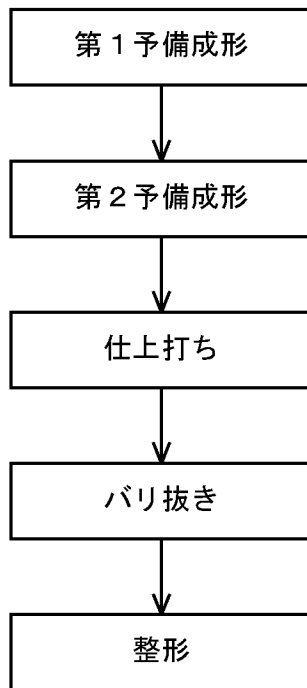


仕上打ち

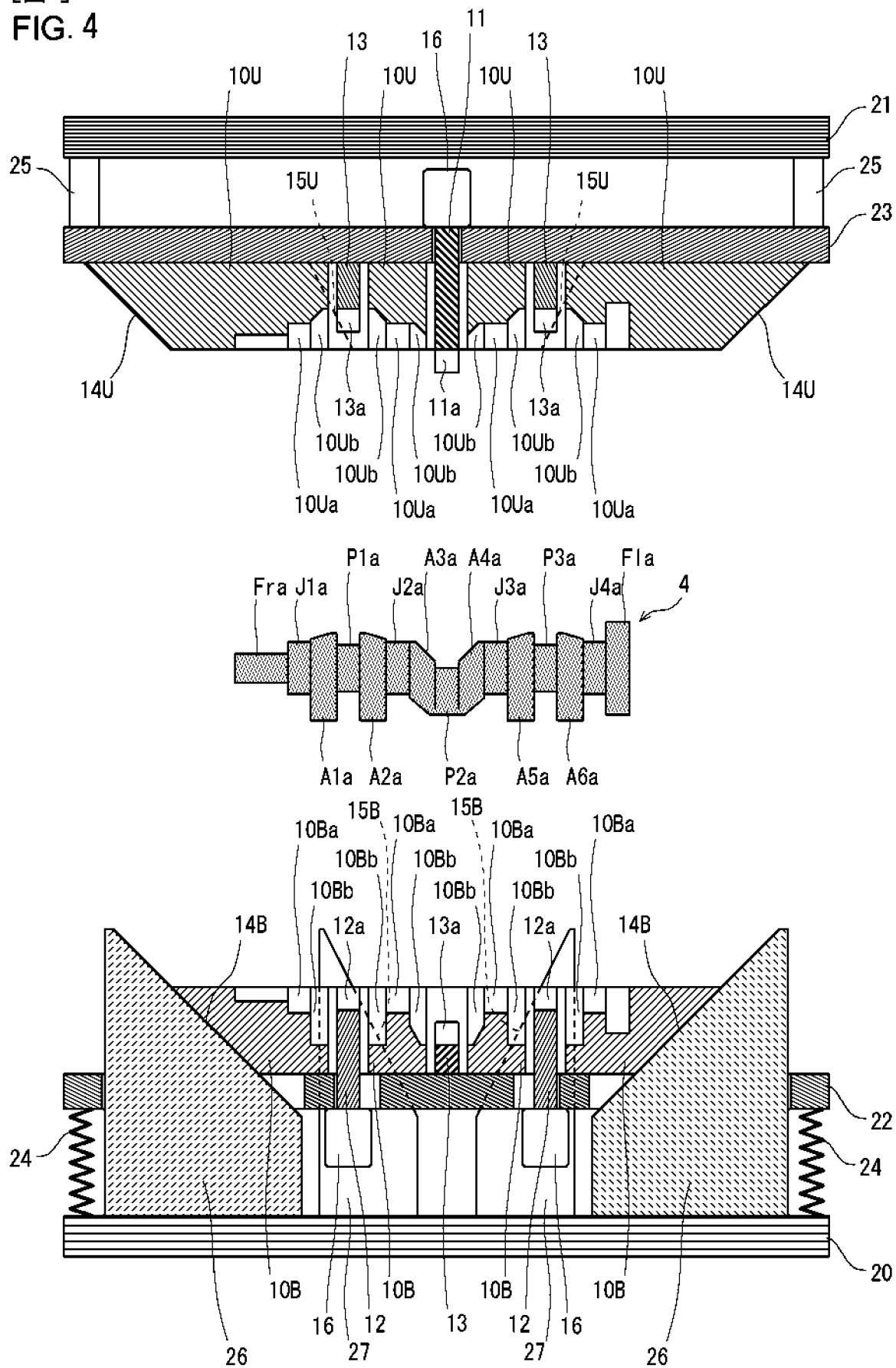
仕上材



[図3]
FIG. 3

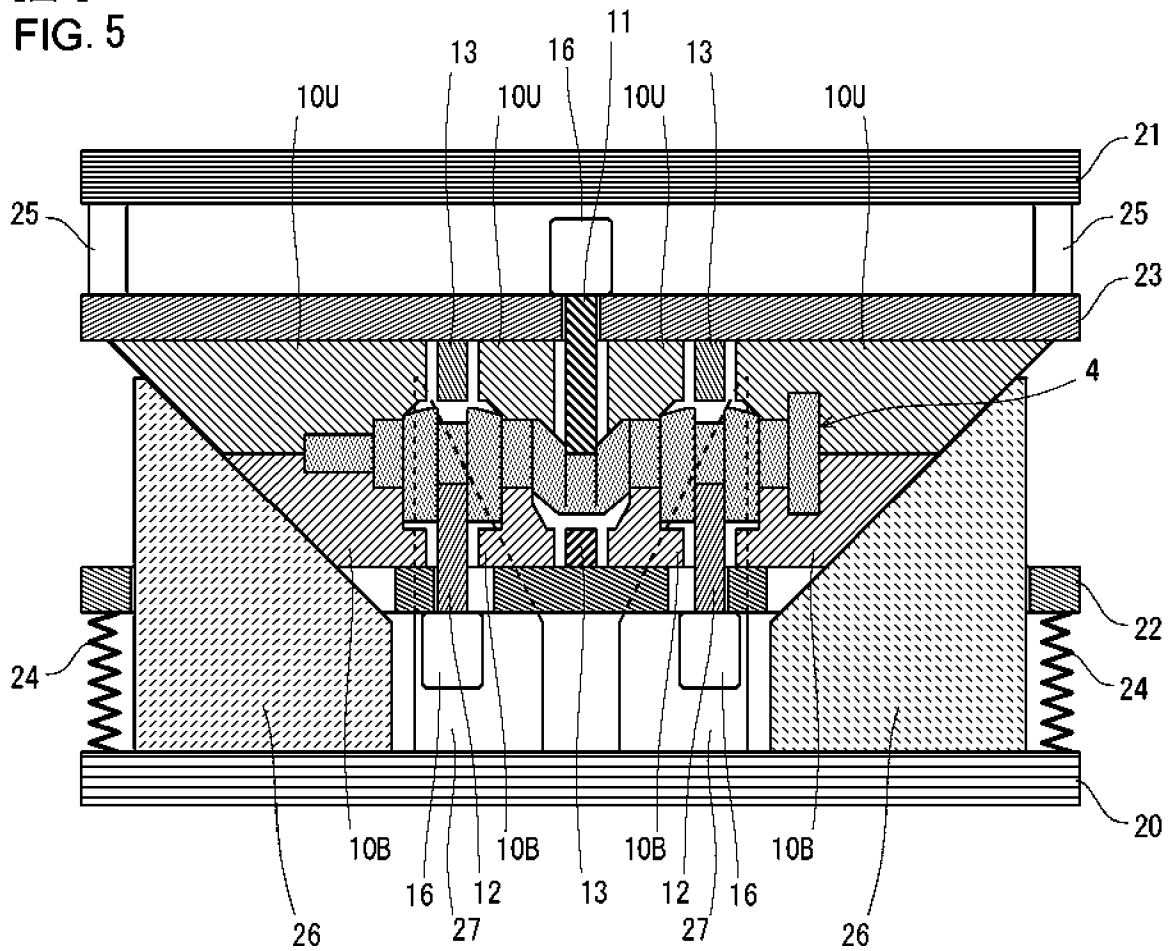


[図4]
FIG. 4



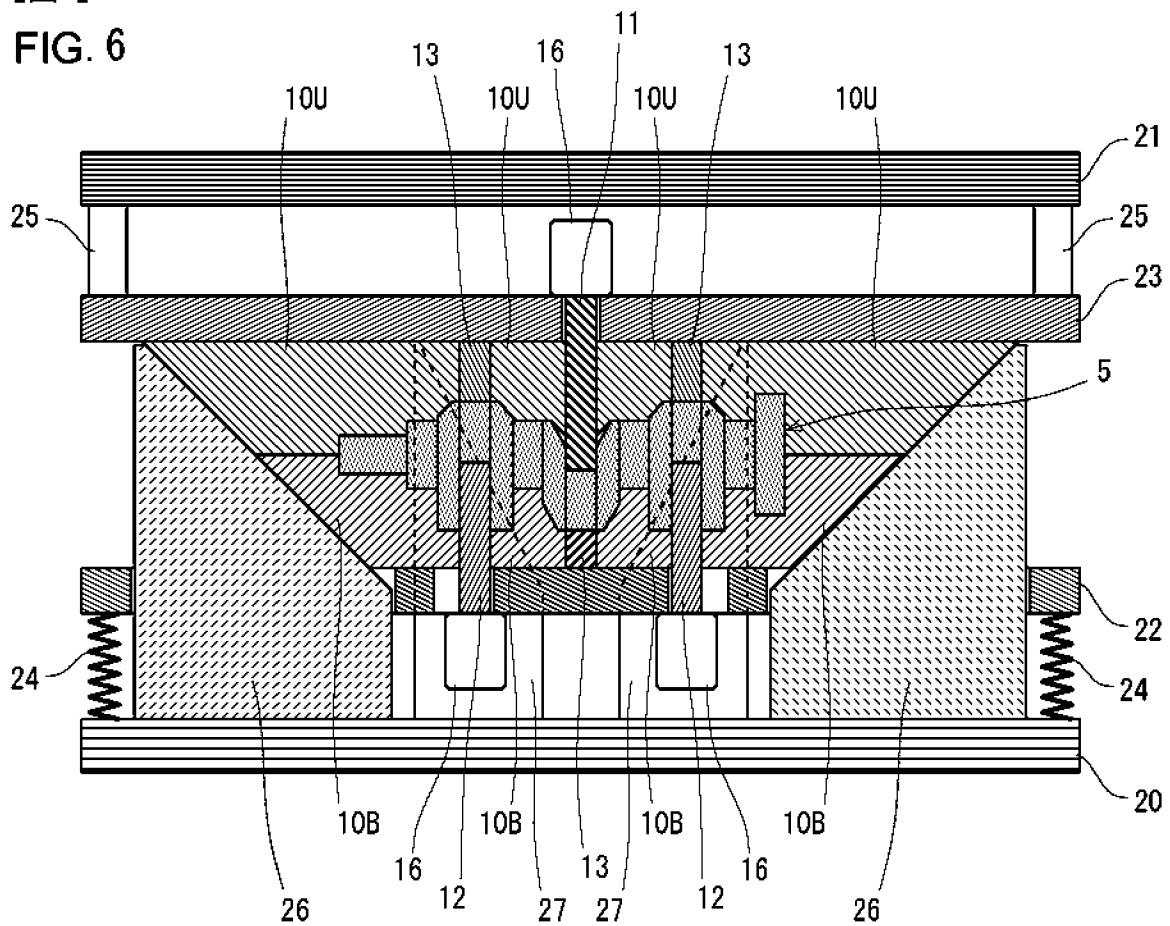
[図5]

FIG. 5



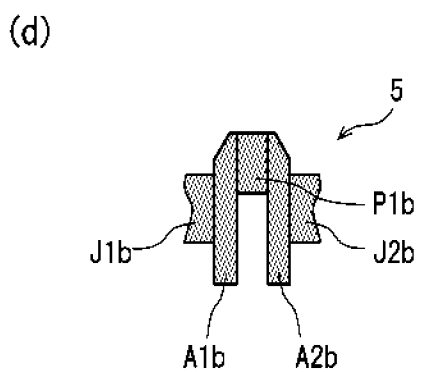
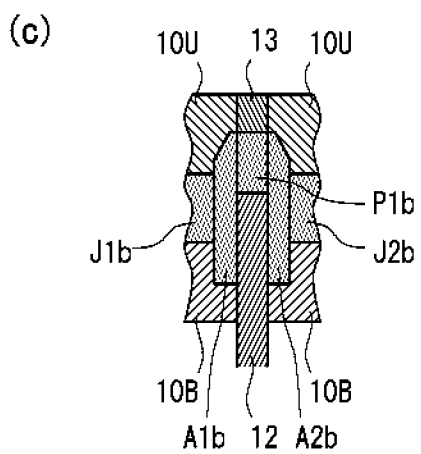
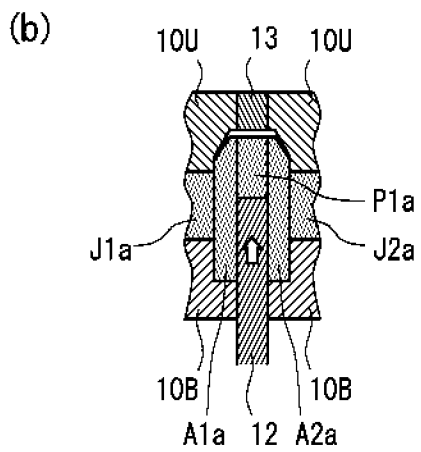
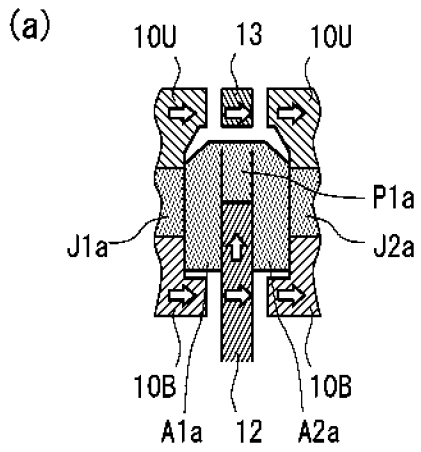
[図6]

FIG. 6



[図8]

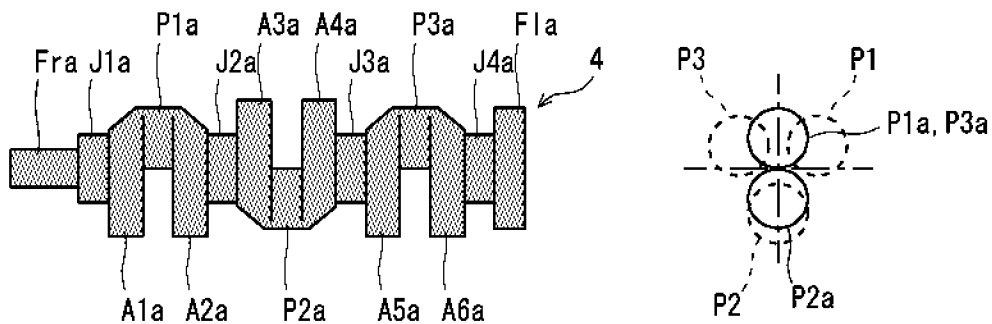
FIG. 8



[図9]

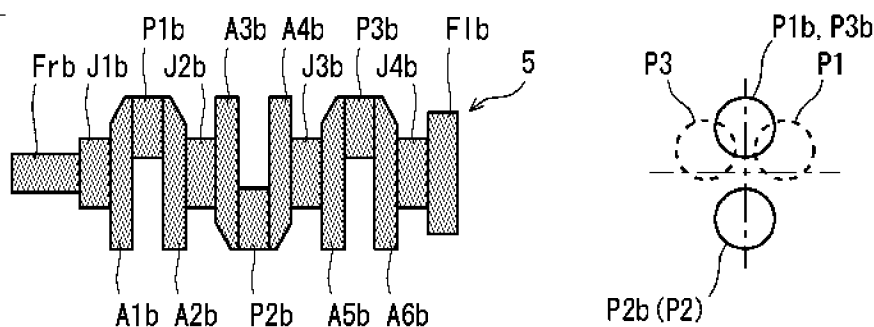
FIG. 9

粗素材



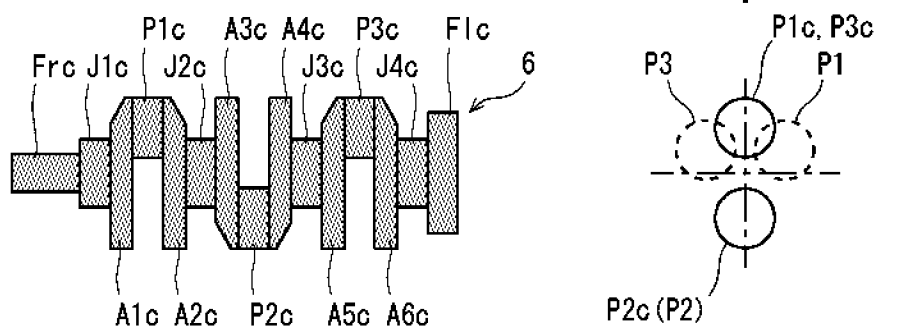
成形 (第2予備成形)

仕上打ち用素材



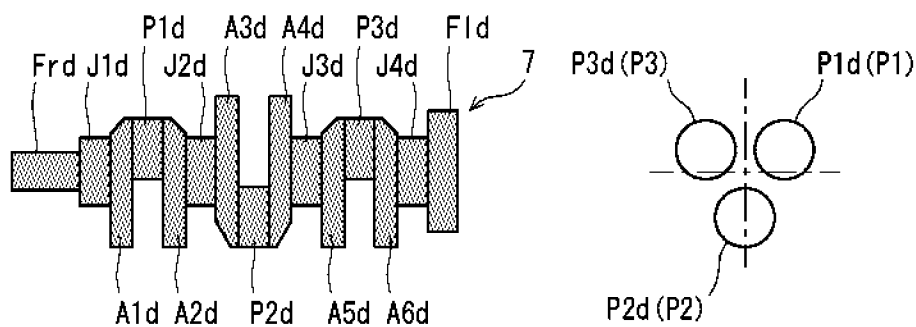
仕上打ち

仕上材

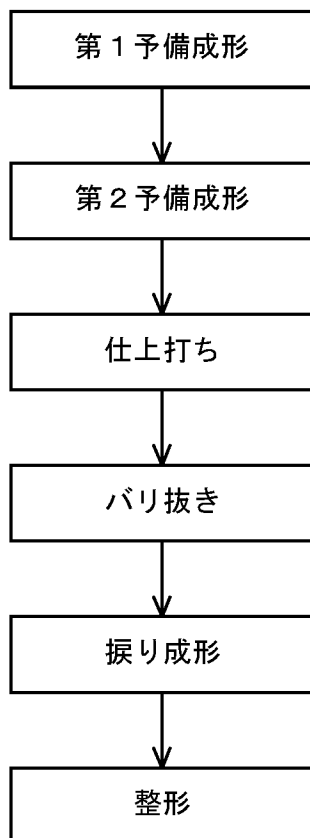


振り成形

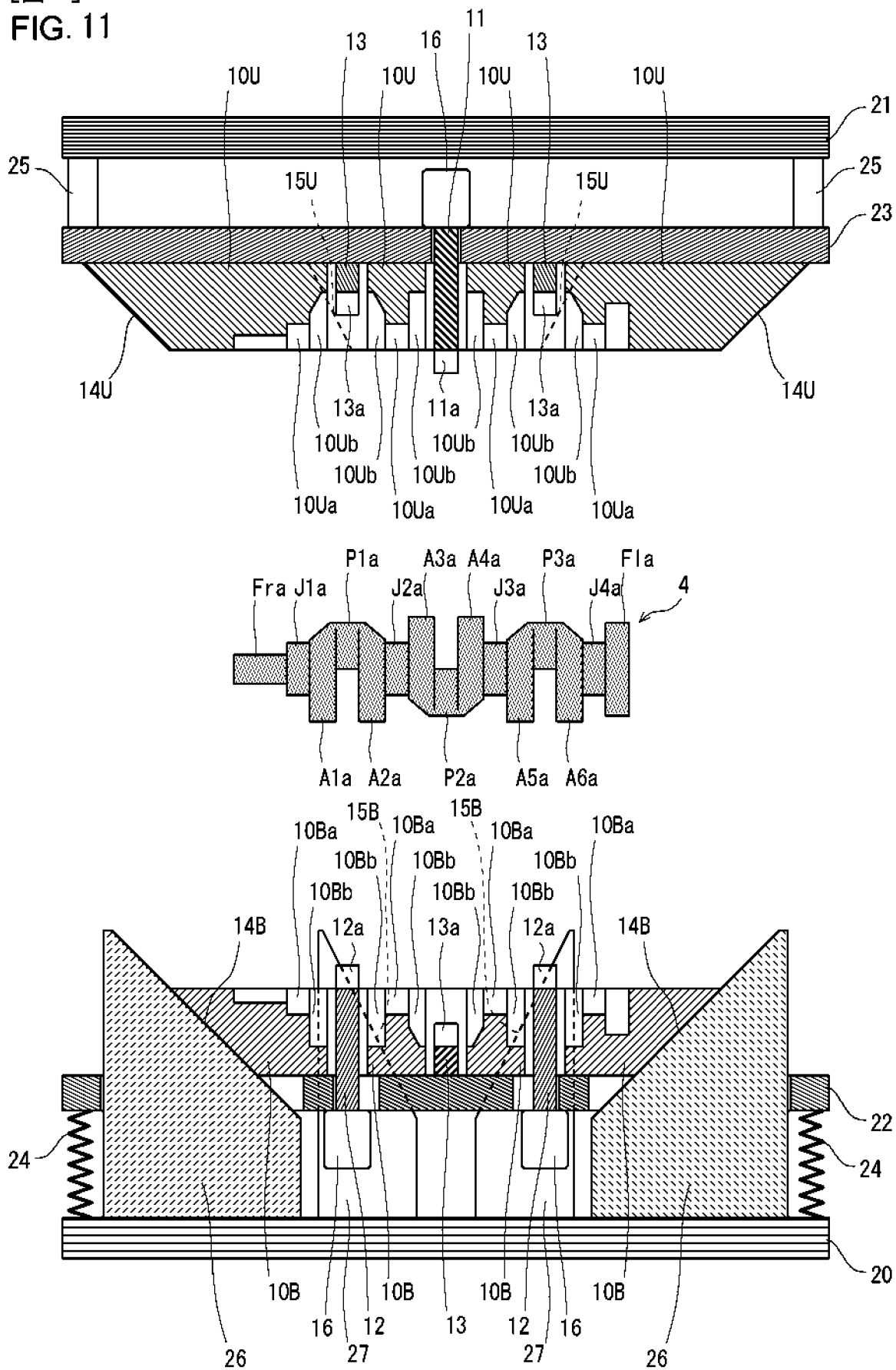
振り仕上材



[図10]
FIG. 10

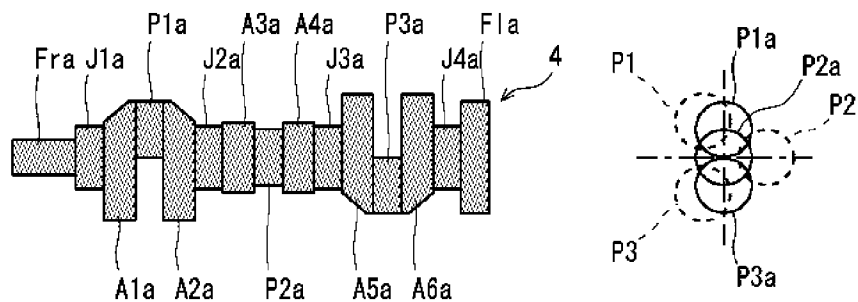


[図11]
FIG. 11



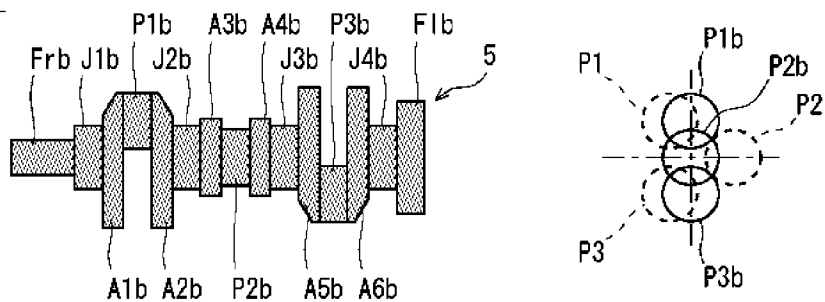
[図14]
FIG. 14

粗素材



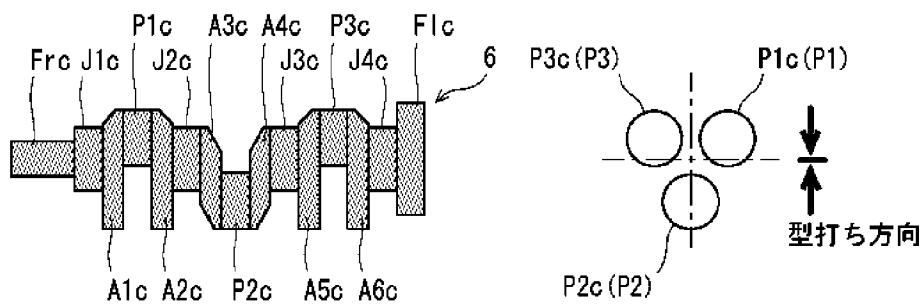
成形 (第2予備成形)

仕上打ち用素材

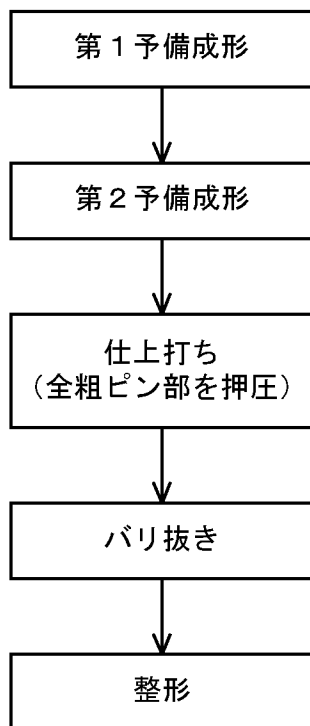


仕上打ち

仕上材

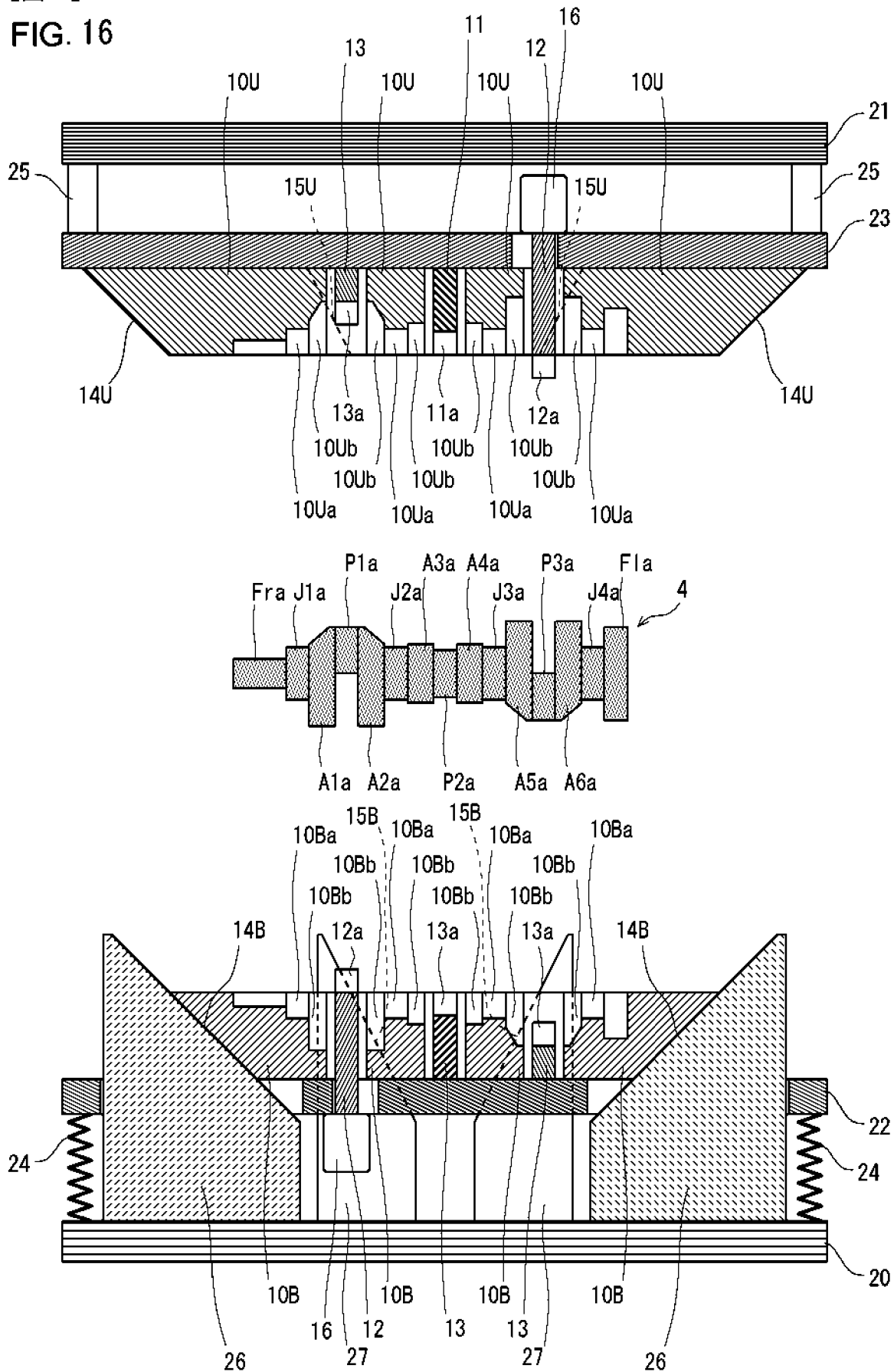


[図15]
FIG. 15



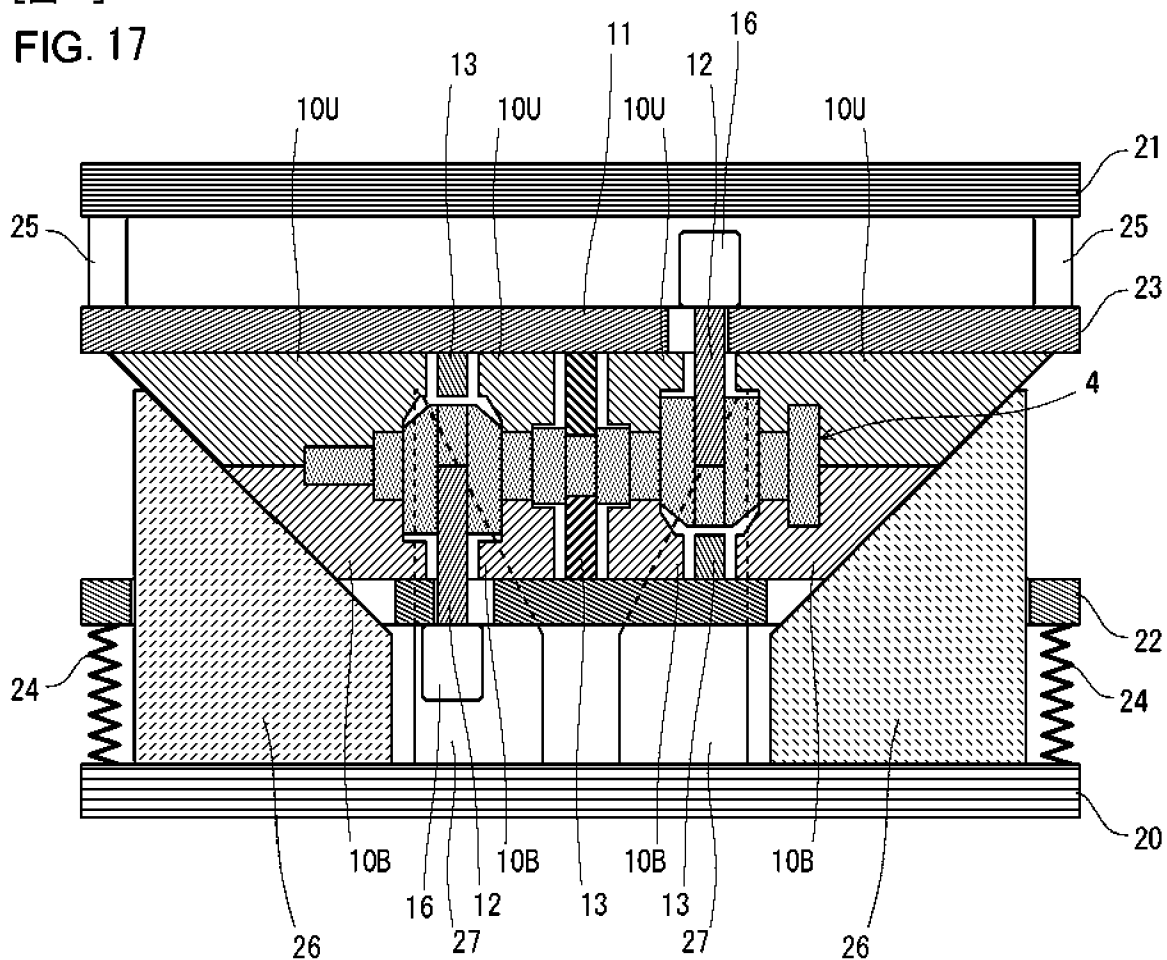
[図16]

FIG. 16



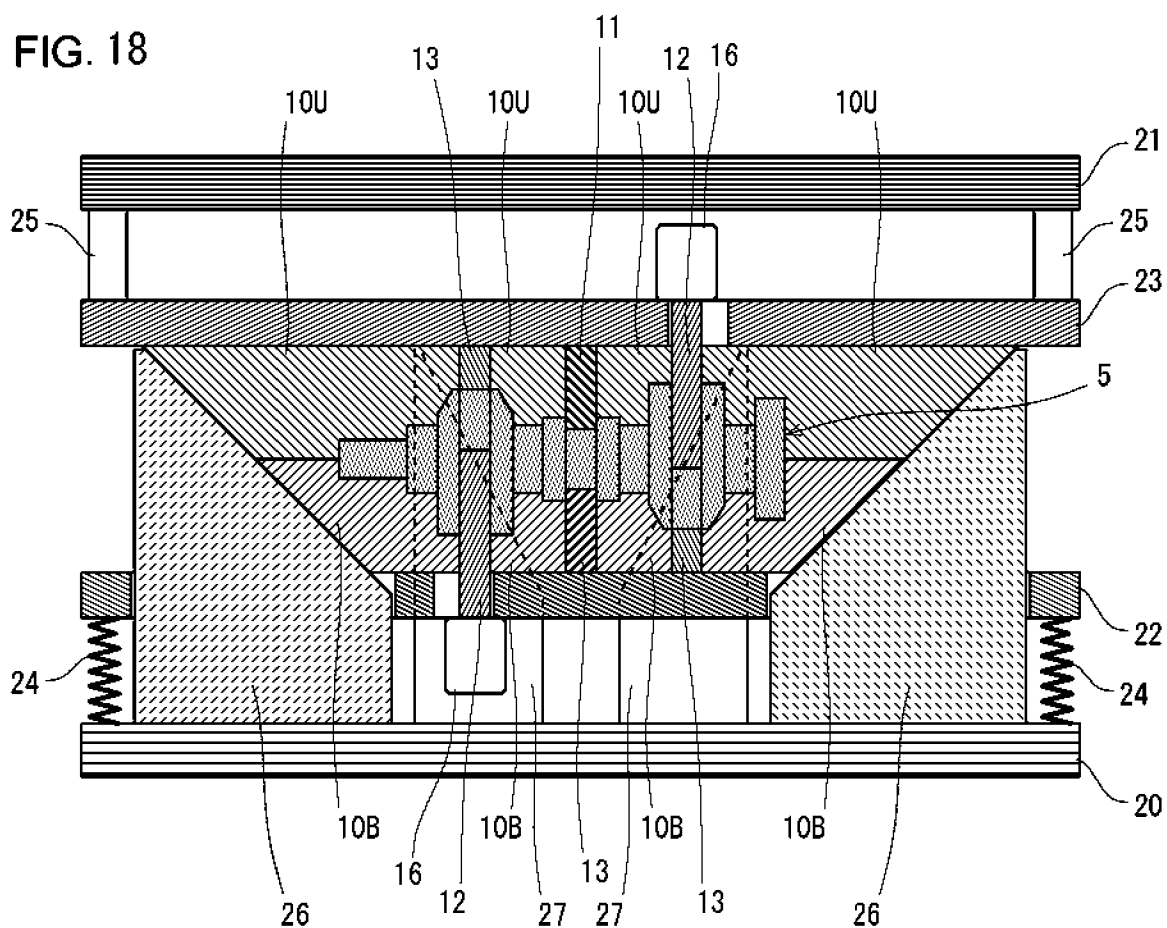
[FIG. 17]

FIG. 17



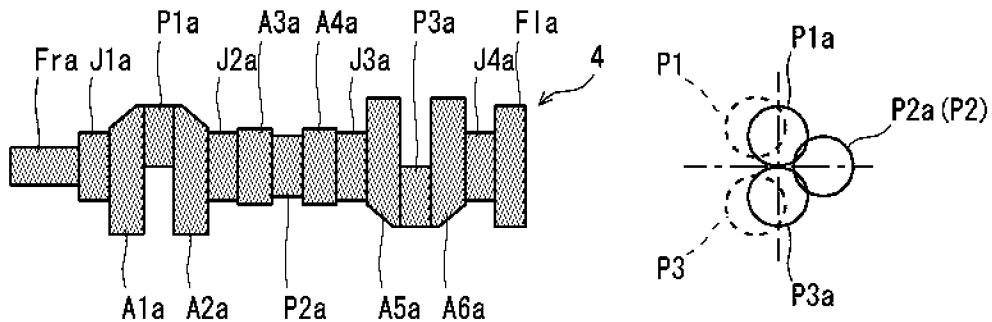
[FIG. 18]

FIG. 18



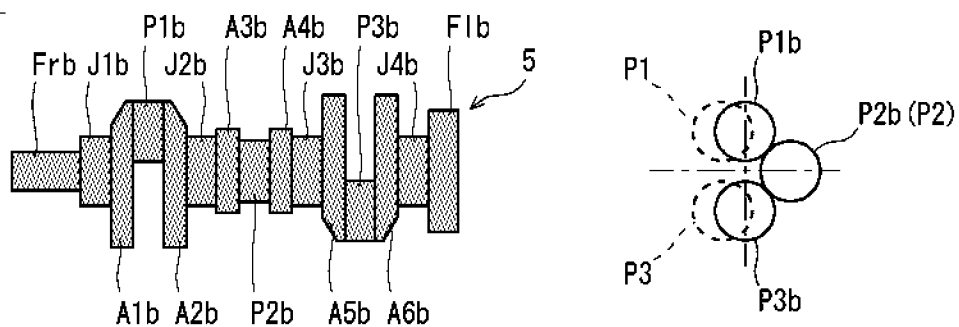
[図19]
FIG. 19

粗素材



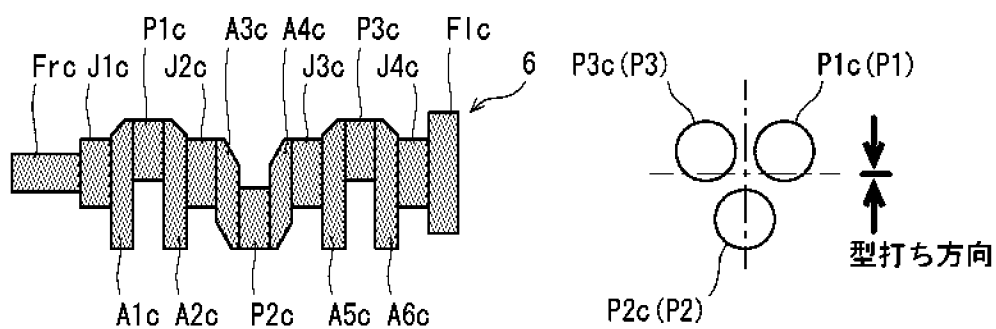
成形 (第2予備成形)

仕上打ち用素材

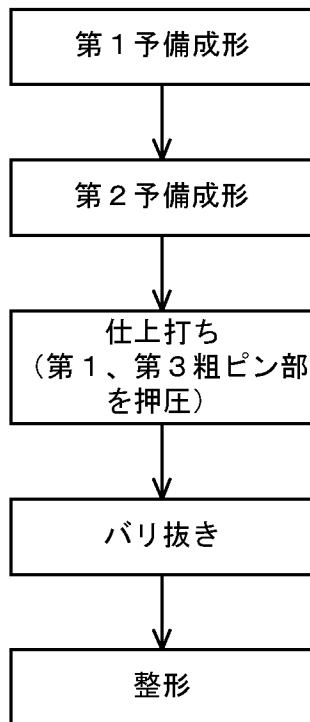


仕上打ち

仕上材



[図20]
FIG. 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21K1/08(2006.01)i, F16C3/08(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, F16C3/08

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2012-170974 A (Toyota Motor Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraphs [0015] to [0025]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-16
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 100318/1984(Laid-open No. 017251/1986) (Kobe Steel, Ltd.), 31 January 1986 (31.01.1986), page 6, line 14 to page 11, line 18; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
25 February, 2014 (25.02.14)

Date of mailing of the international search report
11 March, 2014 (11.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007188

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 700956 A (ERIE FORGE CO.), 16 December 1953 (16.12.1953), all pages; all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B21K1/08(2006.01)i, F16C3/08(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 (IPC))
 Int.Cl. B21K1/08, F16C3/08

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 1971-2014年
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年
 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 2012-170974 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.09.10, 【0015】 - 【0025】、【図1】 - 【図5】 (ファミリーなし)	1-16
A	日本国実用新案登録出願59-100318号(日本国実用新案登録出願公開61-017251号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社神戸製鋼所) 1986.01.31, 第6ページ第14行-第11ページ第18行、第1図-第7図 (ファミリーなし)	1-16
A	GB 700956 A (ERIE FORGE COMPANY) 1953.12.16, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-16

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 25.02.2014	国際調査報告の発送日 11.03.2014
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 間中 耕治 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P	9138
---	--	-----	------