

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5239933号
(P5239933)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl.

F 1

B21K 21/06	(2006.01)	B 21 K 21/06	B
B21J 5/06	(2006.01)	B 21 J 5/06	C
B21J 5/08	(2006.01)	B 21 J 5/08	Z
B21J 5/10	(2006.01)	B 21 J 5/10	Z
B21H 1/06	(2006.01)	B 21 H 1/06	A

請求項の数 7 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-38448 (P2009-38448)
(22) 出願日	平成21年2月20日 (2009.2.20)
(65) 公開番号	特開2010-188414 (P2010-188414A)
(43) 公開日	平成22年9月2日 (2010.9.2)
審査請求日	平成23年10月4日 (2011.10.4)

(73) 特許権者	000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
(74) 代理人	110000811 特許業務法人貴和特許事務所
(72) 発明者	萩原 信行 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
(72) 発明者	小林 一登 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
(72) 発明者	中村 敏男 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】金属製リング状部品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円柱状の素材を据え込み加工により軸方向に押し潰して円板状の第一中間素材とした後、この第一中間素材の片面中央部を軸方向に押し潰すと共に軸方向片面外径寄り部分をこの押し潰し方向と逆方向に突出させる後方押し出し加工により、軸方向片面中央部に円形凹部を有する第二中間素材とし、続いて、この第二中間素材の軸方向片面の上記円形凹部よりも外径寄り部分をダイスにより抑え付けた状態で、軸方向他面側中央部に打ち抜きパンチを押し付けて、上記第二中間素材の中央部でこの円形凹部に対応する部分を打ち抜き除去する事により、その内周面に、上記打ち抜きパンチの押し込み側から順番に、ダレと剪断面と、破断面と、上記円形凹部の内周面であった平滑面とを存在させ、このうちの破断面を内周面の軸方向中間部に位置させた、円環状の第三中間素材とし、次にこの第三中間素材をローリング加工により拡径する際に、上記破断面に存在する凹凸を押し潰し、この破断面部分を平滑化して、円環状の第四中間素材とし、更に、この第四中間素材に所定の仕上加工を施して金属製リング状部品とする金属製リング状部品の製造方法。

【請求項 2】

第二中間素材の軸方向片面外径寄り部分に加えて、外周面、円形凹部の内周面、及び軸方向他面外径寄り部分も抑え付ける事により、上記第二中間素材を圧縮状態とした状態で、この第二中間素材にパンチを押し付ける、請求項1に記載した金属製リング状部品の製造方法。

【請求項 3】

10

20

第一中間素材を第二中間素材とする後方押し出し加工を、これら両中間素材の外周面及び軸方向他面を抑えた状態でこれら両中間素材の軸方向片面に、これら両中間素材の中心軸に対し傾斜した中心軸を有し、加工面のうちで上記第一中間素材に当接する部分の方向がこれら両中間素材の中心軸に対し直角方向であるロールを押し付ける揺動鍛造により行い、上記第二中間素材の軸方向片面の外径寄り部分及び軸方向他面全体を、この第二中間素材の中心軸に対し直角方向の平坦面とする、請求項2に記載した金属製リング状部品の製造方法。

【請求項4】

素材を軸方向に押し潰して円板状の第一中間素材とする加工を、この第一中間素材の外周面を規制するダイス内に上記素材を収めた状態でこの素材の軸方向片面に、これら素材乃至第一中間素材の中心軸に対し傾斜した中心軸を有し、加工面のうちでこれら素材乃至第一中間素材に当接する部分の方向がこれら素材乃至第一中間素材の中心軸に対し直角方向であるロールを押し付ける揺動鍛造により行う、請求項1～3のうちの何れか1項に記載した金属製リング状部品の製造方法。

10

【請求項5】

揺動鍛造に関して、使用する工具の回転速度とストローク速度とのうちの少なくとも一方の速度の調節をサーボ制御により行う、請求項3～4のうちの何れか1項に記載した金属製リング状部品の製造方法。

【請求項6】

ローリング加工に関して、使用する工具の回転速度とストローク速度とのうちの少なくとも一方の速度の調節をサーボ制御により行う、請求項1～5のうちの何れか1項に記載した金属製リング状部品の製造方法。

20

【請求項7】

ラムのストロークをサーボ制御するプレス加工機を使用する事により、ストローク速度を調節する、請求項5～6のうちの何れか1項に記載した金属製リング状部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ラジアル転がり軸受用の軌道輪等の金属製リング状部品の製造方法の改良に関する。具体的には、この様な金属製リング状部品を低成本で造れる製造方法を改良して、製造過程で割れ等の損傷が発生する事を防止して歩留りを向上させ、上記金属製リング状部品の製造コストをより低減する事を意図したものである。

30

【背景技術】

【0002】

例えば圧延機等の各種産業機械の回転支持部に組み込むラジアル転がり軸受を構成する軌道輪（外輪、内輪）の如き金属製リング状部品を低成本で得る為に、この金属製リング状部品を、図13に示す様な製造方法により造る事が考えられる。

この製造方法では、先ず、長尺な素材を所定長さに切断する事により、図13の（A）に示す様な円柱状の素材1を得る。次いで、この素材1を軸方向に押し潰して、図13の（B）に示す様な円板状の第一中間素材2とする。次いで、この第一中間素材2の片面中央部を、プレス加工により打ち抜き除去して、図13の（C）に示す様な、円環状の第二中間素材3を得る。次に、この第二中間素材3をローリング加工により拡径して、図13の（D）に示す様な、円環状の第三中間素材4とする。更に、この第三中間素材4に、軌道面を形成する為の仕上ローリング加工、軌道面を硬化する為の熱処理加工、軌道面の表面粗さを向上させる為の研削加工等の、造るべき金属製リング状部品に応じて異なる、所定の仕上加工を施して、上記軌道輪等の金属製リング状部品とする。

40

【0003】

但し、上述の様な工程で、特に大径（例えば外径が200mm以上）の金属製リング状部品を造る場合に、図13の（B）に示した第一中間素材2を、図13の（C）に示した第

50

二中間素材3とする過程で、中間素材の内径側に微小な亀裂が発生し、当該中間素材を不良品として廃棄しなければならなくなる可能性がある事が、本発明者等の研究により分かった。この点に就いて、図13に図14～17を加えて説明する。

【0004】

図13の(B) (C)に示す様に、第一中間素材2の中央部を打ち抜いて第二中間素材3とする作業は、図14の(A) (B) (C)に示す様に、上記第一中間素材2の下面外径寄り部分をダイス5により抑えた状態で、この第一中間素材2の上面中央部にパンチ6を押し付ける事により行う。この打ち抜き作業の過程では、図14の(A) (B)に示す様に、上記パンチ6の押し込みに伴って、上記第一中間素材2の上面のうちでこのパンチ6の外周縁に当接している部分、及び、この第一中間素材2の下面のうちで上記ダイス5の内周縁に当接している部分から、この第一中間素材2の厚さ方向中央部に向けてクラック7a、7bが生じる(走る)。そして、これら両クラック7a、7bの先端同士が連続した瞬間に、上記第一中間素材2の中央部が外径寄り部分から分離され、この中央部がスクラップ8として排出され、この外径寄り部分が上記第二中間素材3となる。

10

【0005】

この様にして得られる上記第二中間素材3の中心孔13の内周面には、図15に示す様に、上記パンチ6の押し込み側である上側から順番に、ダレ9と、剪断面10と、破断面11と、カエリ12とが存在する。このうちの破断面11は、上記図14に示したクラック7a、7bにより形成された面である。この為、この破断面11の表面は、図16の(A)に示す様に表面粗さが大きい、断面形状が鋸歯状の粗面である。図13の(B) (C)及び図14に示す様な方法で円環状の第二中間素材3を造ると、上述の様な破断面11が、この第二中間素材3の中心孔13の開口端部寄り部分に存在する状態となる。

20

【0006】

特に、例えば外径が200mm以上である、大径のリング状部品を製造する場合等に、上述の様な第二中間素材3を、図17に示す様な、冷間ローリング加工装置14により拡径すると、上記破断面11部分から、図16の(B)に示す様に、微小な亀裂17、17が発生し易い。先ず、冷間ローリング加工は、上記第二中間素材3を、上記冷間ローリング加工装置14を構成する、回転自在に支持されたマンドレル15に外嵌し、この第二中間素材3の外周面に成形ロール16を押し付けつつ、この成形ロール16を回転駆動する事により行う。この様な冷間ローリング加工を行う際、上記破断面11の一部で上記中心孔13の開口端部寄り部分に存在する部分は、上記マンドレル15による圧接が十分に行われず、この部分の破断面11は、このマンドレル15により十分に押し潰される事なく(圧縮方向の荷重を受けて平滑面とされる事なく)他の部分の拡径に伴って大幅に拡径される。この結果、図16の(B)に示す様に、上記破断面11の一部で上記中心孔13の開口端部寄り部分から、この破断面11の溝底部分を起点とする、微小な亀裂17、17が発生するものと考えられる。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、特に大径(例えば外径が200mm以上)の金属製リング状部品を造る場合に、上述の様な原因によると考えられる微小なクラックの発生を防止して歩留りを向上させ、金属製リング状部品の製造コストをより低減すべく発明したものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の金属製リング状部品の製造方法は、先ず、円柱状の素材を据え込み加工により軸方向に押し潰して円板状の第一中間素材とする。

その後、上記第一中間素材の片面中央部を軸方向に押し潰すと共に軸方向片面外径寄り部分をこの押し潰し方向と逆方向に突出させる後方押し出し加工により、軸方向片面中央部に円形凹部を有する第二中間素材とする。

続いて、この第二中間素材の軸方向片面の上記円形凹部よりも外径寄り部分をダイスに

50

より抑え付けた状態で、軸方向他面側中央部に打ち抜きパンチを押し付けて、上記第二中間素材の中央部でこの円形凹部に対応する部分を打ち抜き除去する。これにより、その内周面に、上記打ち抜きパンチの押し込み側から順番に、ダレと、剪断面と、破断面と、上記円形凹部の内周面であった平滑面とを存在させ、このうちの破断面を内周面の軸方向中間部に位置させた、円環状の第三中間素材とする。

次に、この第三中間素材をローリング加工により拡径する際に、上記破断面に存在する凹凸を押し潰し、この破断面部分を平滑化して、円環状の第四中間素材とする。

更に、この第四中間素材に所定の仕上加工を施して、金属製リング状部品とする。

【0009】

この様な本発明の金属製リング状部品の製造方法を実施する場合に好ましくは、請求項2に記載した発明の様に、上記第二中間素材の軸方向片面外径寄り部分に加えて、外周面、上記円形凹部の内周面、及び軸方向他面外径寄り部分も抑え付ける事により、上記第二中間素材を圧縮状態（静水圧状態）とする。そして、この状態で、この第二中間素材にパンチを押し付ける。

この様な請求項2に記載した金属製リング状部品の製造方法を実施する場合に、より好ましくは、請求項3に記載した発明の様に、上記第一中間素材を上記第二中間素材とする後方押し出し加工を、揺動鍛造により行う。この揺動鍛造は、これら両中間素材の外周面及び軸方向他面を抑えた状態でこれら両中間素材の軸方向片面に、これら両中間素材の中心軸に対し傾斜した中心軸を有し、加工面のうちで上記第一中間素材に当接する部分の方向がこれら両中間素材の中心軸に対し直角方向である、ロールを押し付ける事により行う。そして、上記第二中間素材の軸方向片面の外径寄り部分及び軸方向他面全体を、この第二中間素材の中心軸に対し直角方向の平坦面とする。

【0010】

又、上述の様な本発明の金属製リング状部品の製造方法を実施する場合に好ましくは、請求項4に記載した発明の様に、前記素材を軸方向に押し潰して円板状の前記第一中間素材とする加工に就いても、揺動鍛造により行う。この揺動鍛造は、この第一中間素材の外周面を規制するダイス内に上記素材を収めた状態でこの素材の軸方向片面に、これら素材乃至第一中間素材の中心軸に対し傾斜した中心軸を有し、加工面のうちでこれら素材乃至第一中間素材に当接する部分の方向がこれら素材乃至第一中間素材の中心軸に対し直角方向である、ロールを押し付ける事により行う。

更に好ましくは、請求項5～7に記載した発明の様に、ローリング加工或いは揺動鍛造に関して、使用する工具の回転速度とストローク速度とのうちの少なくとも一方の速度の調節をサーボ制御により行う。このうちのストローク速度に関しては、ラムのストロークをサーボ制御するプレス加工機を使用する事により調節する。

【発明の効果】

【0011】

前述の様な本発明の金属製リング状部品の製造方法によれば、例えば外径が200mm以上である大径のラジアル転がり軸受を構成する軌道輪等の金属製リング状部品を低成本で造れる製造方法を実施する過程で、割れ等の損傷が発生する事を防止して歩留りを向上させ、上記金属製リング状部品の製造コストをより低減できる。

先ず、本発明の金属製リング状部品の製造方法の場合には、第二中間素材を円環状の第三中間素材とすべく、この第二中間素材の中央部を打ち抜き除去する事に伴ってこの第二中間素材の内周面に生じる破断面を、この第二中間素材の軸方向中間寄り部分に位置させられる。言い換えれば、この破断面が、この第二中間素材の内周面の開口端寄り部分に存在しない様にできる。従って、本発明の様に、上記第三中間素材をローリング加工により拡径して第四中間素材とする過程で、マンドレルにより上記破断面を押し潰せる。即ち、この破断面が存在していた部分を、圧縮方向の力を加える事により平滑面にする事ができる。そして、上記第三中間素材の直径が拡がる際に、上記破断面の溝底部分を起点として微小な亀裂が発生する事を防止し、歩留りの向上を図れる。

【0012】

10

20

30

40

50

又、請求項2に記載した発明の様に、第二中間素材を第三中間素材とする為の打ち抜き加工を、この第二中間素材を圧縮状態として行えば、上記破断面の面積（軸方向に関する幅寸法）を小さく抑えられる。そして、この破断面を起点とする、上記微小な亀裂の発生を、より十分に抑えられる。

この場合に、請求項3に記載した発明の様に、揺動鍛造により加工すれば、低荷重で加工を行う事ができ、又、必要箇所の面精度を、低コストで確保できる。

又、請求項4に記載した様に、素材を第一中間素材とする加工を揺動鍛造により行えば、設備コストを低く抑えられる、加工荷重が小さなプレス加工機を使用しても、この第一中間素材の形状精度を良好にできて、金属製リング状部品の低コスト化を図るのに有利になる。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態の1例を、工程順に示す、素材乃至は第四中間素材の断面図。

【図2】素材を第一中間素材とする揺動鍛造の実施状態を、加工開始直後と加工終了直前との状態で示す断面図。

【図3】揺動鍛造に使用するダイセットを、加工開始前の状態（A）と加工途中の状態（B）とで示す正面図。

【図4】素材を第一中間素材とする為の好ましくない加工方法の1例を示す断面図。

【図5】第一中間素材を第二中間素材とする揺動鍛造の実施状態を、加工開始直後と加工終了直前との状態で示す断面図。

20

【図6】第一中間素材を第二中間素材とする為の好ましくない加工方法の1例を示す断面図。

【図7】第二中間素材を第三中間素材とする打ち抜き加工の実施状態を、工程順に示す断面図。

【図8】打ち抜き加工に伴って第二中間素材の中央部が打ち抜かれる状態を模式的に示す断面図。

【図9】得られた第三中間素材の内周面の性状を説明する為の模式図。

【図10】冷間ローリング加工に使用するダイセットを、加工開始前の状態で示す、正面図（A）及び側面図（B）。

30

【図11】同じく加工途中の状態で示す、正面図（A）及び側面図（B）。

【図12】同じく加工終了後に第四中間素材を取り出す状態で示す、正面図（A）及び側面図（B）。

【図13】先に考えた金属製リング状部品の製造方法を、工程順に示す、素材乃至は第四中間素材の断面図。

【図14】打ち抜き加工に伴って第一中間素材の中央部が打ち抜かれる状態を模式的に示す断面図。

【図15】得られた第二中間素材の内周面の性状を説明する為の模式図。

【図16】第二中間素材の内周面を単に拡大して示す（A）とローリング加工に伴って亀裂が発生する状態で示す（B）との模式図。

40

【図17】冷間ローリング加工の実施状況を示す略斜視図。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0014】

図1～12により、本件各発明の実施例に就いて説明する。本実施例では、図1の（A）に示す様な素材18を、同（B）に示す様な第一中間素材19、同（C）に示す様な第二中間素材20、同（D）に示す様な第三中間素材21を経て、同（E）に示す様な第四中間素材22とし、この第四中間素材22に所定の仕上加工を施して、ラジアル軸受用軌道輪等の金属製リング状部品とする。尚、上記素材18を上記第四中間素材とするまでの全工程は、冷間加工により行う。本実施例に於けるこれら素材18乃至第四中間素材22

50

のうち、素材 1 8 及び第一中間素材 1 9 は、前述の図 1 3 に示した先に考えた製造方法に於ける素材 1 及び第一中間素材 2 に対応する。又、本実施例に於ける第三中間素材 2 1 及び第四中間素材 2 2 は、それぞれ先に考えた製造方法に於ける第二中間素材 3 及び第三中間素材 4 に対応する。本実施例の場合には、先に考えた製造方法では造らない第二中間素材 2 0 を造り、この第二中間素材 2 0 に関する加工方向及び加工方法を工夫する事により、例えは完成状態での外径が 200 mm を越える様な大径の製品を造る場合でも、上記第二中間素材 2 0 の内周面の開口端部寄り部分に破断面が存在しない様にしている。以下、本実施例を、加工工程順に説明する。

【 0 0 1 5 】

先ず、長尺な丸棒を、プレス、鋸切断、レーザ切断等、適宜の方法により所望長さに切 10 断し、図 1 の (A) に示した素材 (ビレット) 1 8 を得る。

次いで、この素材 1 8 に据え込み加工を施して、図 1 の (B) に示した第一中間素材 1 9 とする。この据え込み加工は、搖動鍛造により行う。一般的な据え込み鍛造ではなく搖動鍛造により行う理由は、低い成形荷重で、外径を精度良く仕上げ、且つ、外周面の真円度並びに軸方向両端面の平行度、直角度の良好な円盤形状を得る為である。

【 0 0 1 6 】

上記搖動鍛造では、図 2 に示す様に、先ず、上記素材 1 8 をダイスユニット 2 3 の中央部上面に供給する。このダイスユニット 2 3 は、固定板 2 4 の上方にフローティングダイス 2 5 を、ばね 2 6、2 6 により昇降可能に設置している。又、上記固定板 2 4 の上面中央部に載置したアンカブロック 2 7 を、上記フローティングダイス 2 5 を構成する浮動板 2 8 の中心孔 2 9 に、上下方向 (軸方向) の相対変位を可能に、且つ隙間なく内嵌している。更に、この浮動板 2 8 の上面外径寄り部分に、同じく上記フローティングダイス 2 5 を構成する円環状の周壁ブロック 3 0 を、上記中心孔 2 9 と同心に固定している。この周壁ブロック 3 0 の内径は、この中心孔 2 9 の内径よりも十分に大きく、得るべき上記第一中間素材 1 9 の外径と等しい。又、上記アンカブロック 2 7 の厚さと上記浮動板 2 8 の厚さとは、互いに等しい。従って、このフローティングダイス 2 5 が上記各ばね 2 6、2 6 の弾力に抗して下降し切った状態では、このフローティングダイス 2 5 を構成する浮動板 2 8 の上面と上記アンカブロック 2 7 の上面とが、同一水平面上に位置する。

【 0 0 1 7 】

上記搖動鍛造の開始時には、上記フローティングダイス 2 5 を上昇させ切った状態で上記素材 1 8 を供給し、この素材 1 8 の下端部を上記浮動板 2 8 の中心孔 2 9 の上端部に、がたつきなく内嵌する。この状態で上記素材 1 8 が上記ダイスユニット 2 3 内の所定の位置に保持される。次いで、それ迄このダイスユニット 2 3 の上方で停止していたロール 3 1 を、自身の中心軸 X_{3 1} 回りに自転させつつ、上記素材 1 8 の中心軸 X_{1 8} 回りに公転させながら下方に押圧する。上記ロール 3 1 は、上記素材 1 8 乃至第一中間素材 1 9 の中心軸 X_{1 8} に対し傾斜した、上記中心軸 X_{3 1} を有する。又、加工面 3 2 を円すい凸面状としている。そして、これら両中心軸 X_{1 8}、X_{3 1} 同士の交叉角度を、このうちの中心軸 X_{3 1} に対し直交する仮想平面に対する上記加工面 3 2 の傾斜角度に一致させている。従って、上記加工面 3 2 のうちで上記素材 1 8 乃至第一中間素材 1 9 に当接する部分の方向は、これら素材 1 8 乃至第一中間素材 1 9 の中心軸 X_{1 8} に対し直角方向である。

【 0 0 1 8 】

上述の様なロール 3 1 を、自転及び公転させつつ、上記素材 1 8 乃至第一中間素材 1 9 を押圧しながら下降させる。そして、図 2 の (A) に示す様に、上記加工面 3 2 を上記素材 1 8 の軸方向端面 (上端面) に押し付けると、この素材 1 8 が軸方向に押し潰されて、この素材 1 8 の直径が次第に大きくなる。この様にこの素材 1 8 の直径が大きくなる初期段階で、この素材 1 8 の下部外周面が上記浮動板 2 8 の上面を押圧し、この浮動板 2 8 を含む上記フローティングダイス 2 5 を、前記各ばね 2 6、2 6 の弾力に抗して下方に押圧する。これら各ばね 2 6、2 6 の弾力は弱い為、上記初期段階で、上記浮動板 2 8 の下面が前記固定板 2 4 の上面に当接し、上記フローティングダイス 2 5 はそれ以上下方に変位する事はなくなる。

10

20

30

40

50

【0019】

上記ロール31の下降は、上記浮動板28の下面と上記固定板24の上面とが当接した後も継続するので、上記素材18の軸方向寸法が更に縮まると共に、その直径が、前記周壁ブロック30の内周面に当接する迄拡がり、円板状の上記第一中間素材19となる。この過程で上記ロール31は、図2の(B)に示す様に、外周を上記周壁ブロック30の内周面で拘束し、自転運動だけでなく公転運動を安定して行わせる。この結果、上記加工面32の形状を上記第一中間素材19に、精度良く転写できる。この様にして上記素材18を上記第一中間素材19に加工した後、上記固定板24の中央部に設けたノックアウトピン33を上昇させて、前記アンカブロック27を介して上記第一中間素材19を上記周壁ブロック30内で上昇させ、この第一中間素材19をこの周壁ブロック30から取り出す。取り出したこの第一中間素材19は、次の工程に送る。 10

【0020】

上記素材18の上記第一中間素材19への加工(据え込み)を、一般的な据え込み鍛造ではなく、上述した様な撓動鍛造により行う理由は、前述した様に、低い成形荷重で形状精度を良好にできる為である。一般的な据え込み鍛造で被加工物(素材18乃至中間素材19)の外径を拘束すると、成形荷重が大きくなるだけでなく、図4に示す様に、完全密閉拘束になってしまい、パンチ34の下降に伴ってダイス35を破壊する可能性がある。又、破壊に至らなくても、上記被加工物を十分に押圧できず、これらダイス35と被加工物との間に空間が残る、所謂欠肉の発生により、この被加工物の形状精度を確保しにくくなる。これに対して、本実施例の様な撓動鍛造により、上記素材18を上記第一中間素材19に加工する場合には、被加工物の外径を拘束しても上端面に関しては、全域を同時に拘束しないので、加工の最終段階に至る迄、完全密閉状態にはならず、加工荷重の小さな、小型の設備であっても、上記被加工物を、欠肉を生じる事なく加工できる。この為、上記第一中間素材19の外径を精度良く成形できる。更に本実施例の場合には、上記ロール31の加工面32を、上述の様な円すい状凸面としているので、上記第一中間素材19の外面(表面)の形状精度を、外径面だけでなく軸方向端面に関しても十分良好にできる。 20

【0021】

上述の様な撓動鍛造は、特許文献1~3に記載されている様な、専用の撓動鍛造装置により行う事も可能である。但し、これら各特許文献に記載された専用の撓動鍛造装置は、少品種大量生産品の加工には適しているが、多品種少量生産品の加工には不向きである。本実施例は、大径のラジアル転がり軸受を構成する軌道輪の如く、多品種少量生産品の加工を意図しているので、撓動鍛造装置を構成する撓動鍛造の為のユニット(コア要素)を、図3に示す様なダイセットに組み込んでいる。 30

【0022】

上記撓動鍛造の為のダイセットは、プレス加工機の加工テーブルの上面に位置決め支持する下板36の上面に前記ダイスユニット23を設置すると共に、この下板36の上方に設置した上板37の下方に、上記ロール31に加えて、ヘッド38、スピンドルユニット39、減速機ユニット40、駆動モータ41を設置して成る。上記ダイスユニット23は、被加工物(素材18乃至第一中間素材19)の形状及び大きさ等に応じて各種用意したものを、容易に交換できる様にしてある。又、上記ヘッド38は、上記スピンドルユニット39を構成する回転軸の下端部に、この回転軸と同軸に支持されており、上記被加工物の形状及び大きさ、ロール31の中心軸X₃₁(図2参照)の傾斜角度等に応じて各種用意したものを、容易に交換できる様にしてある。尚、上記プレス加工機の種類は特に問わない。汎用の各種プレス加工機(メカプレス、油圧プレス、何れも可)を使用できる。但し、本実施例の場合には、上記プレス加工機として、ラムのストローク速度(例えば等速)を簡単に設定でき、次述する駆動モータ41との組み合せにより、上記ロール31が1回転(公転)する間の潰し量の制御を精密に行える、サーボプレスを使用している。プレス加工機としてサーボプレスを使用する点は、後述する撓動鍛造やローリングの工程に就いても同様である。 40

【0023】

又、上記スピンドルユニット39を構成する固定ハウジングは、上記上板37の下面に支持固定している。上記回転軸はその上端部乃至中間部をこの固定ハウジングに回転自在に支持すると共に、その先端部（下端部）に、上記ヘッド38を支持固定している。又、上記回転軸の中間部下端寄り部分に、上記減速機ユニット40の出力部となる減速大歯車を固定し、この減速機ユニット40の入力部となる減速小歯車を、上記駆動モータ41の出力軸に固定している。この構成により上記ヘッド38を、この駆動モータ41により、低速且つ大きなトルクで、回転駆動自在としている。上記ロール31はこのヘッド38に、前述の様な所定の傾斜角度を付した状態で、回転自在に支持している。以上の構成により、上記ロール31を上記駆動モータ41で、上記スピンドルユニット39の中心軸回りに公転運動させられる様にしている。上記ロール31の自転運動は、このロール31の加工面32を被加工物の上端面に押し付けつつ、このロール31を公転させる事で、自動的に行われる。又、上記ロール31の下方への押圧は、上記プレス加工機のラムを下降させる事により行われる。

【0024】

上述の様に本例の場合には、上記下板36の上面と上記上板37の下面との間に、揺動鍛造に必要なコア要素である、上記ダイスユニット23、上記ロール31、上記ヘッド38、上記スピンドルユニット39、上記減速機ユニット40、上記駆動モータ41を設置してダイセットとしている。この為、異なる種類の被加工物の加工を行う為の段取り変更を、容易に、しかも、生産を殆ど止めずに行える。例えば、或る型番の金属製リング状部品を生産中、別途用意したダイセットに関するコア要素の組み立てを、別の場所で予め完了しておき、上記或る型番の生産が完了した後、それ迄生産に使用していたダイセットをプレス加工機から取り出し、上記別途用意したダイセットをこのプレス加工機に取り付ければ、直ちに生産を再開できる。そして、取り出したダイセットは、次の段取り変更までに、別の場所で、次に生産する別の型番の為のコア要素を組み付けておく。この様な段取り変更と生産の流れとを採用する事により、生産を殆ど止めずに、多品種の型番を生産できる。

【0025】

プレス加工機にダイセットを短時間で取り付ける具体的手順としては、先ず、プレス加工機のテーブル上でダイセットを滑らせ、位置決めピン等の所定の位置決め手段を利用して、このダイセットを位置決めする。次に、このダイセットの下板をプレス加工機のテーブルにボルト固定すると共に、上板をラムにボルト固定してから、上記ダイセットを使用して生産を開始する。又、本例の場合、このダイセットは、ガイドポスト42、42とガイドプッシュ43、43とを、加工中の横揺れ防止用に備えているので、ダイスユニットやロール、ヘッド、スピンドル等の芯出しが容易で、コア要素の組み立てが容易になり、上記ダイセットの段取り変更を容易にできる。従って、型番によって、コア要素を種々変更する必要を生じ、中には、非常に複雑な構成でコア要素や部品を組み立てなければならない場合もあるが、上述の様な段取り変更と生産の流れによって、生産を殆ど止めずに、多品種少量生産を行える。

【0026】

前記駆動モータ41として好ましくは、サーボモータを使用する。この理由の第一は、揺動回転数を正確に規制する為である。即ち、揺動鍛造は1回転当たりの圧下量が、被加工物の変形に影響する。そして、この圧下量は、ストローク（ラムの降下量）と上記揺動回転数に関係するので、このうちの揺動回転数を制御（適正に規制）する為に、サーボモータを使用する。理由の第二は、揺動鍛造による成形中には上記ロール31が発熱するので、成形中にも被加工物から熱を逃がす必要があり、揺動回転数を低回転数（10Hz以下）にする必要がある為、低回転数でもトルクが安定するサーボモータを使用する。理由の第三は、上記ダイセットに組み込む必要上、設置スペースが限られる為、小型で必要なトルクを得られるサーボモータを使用する。

【0027】

10

20

30

40

50

又、揺動鍛造の加工荷重は、前記一般的な冷間据え込み鍛造 { 例えば 29.4 MN (3000 tonf) } に比べて低く抑えられる。従って、前記プレス加工機の容量は、冷間加工を行う場合であっても、980 kN (100 tonf) 程度あれば、外径が 200 ~ 400 mm 程度の金属製リング状部品を造る場合であれば、前記素材 18 を前記第一中間素材 19 とする加工も、この第一中間素材 19 を前記第二中間素材 20 とする加工も、問題なく行える。但し、前記各構成要素 23、31、38、39、40、41 を上記下板 36 の上面と上記上板 37 の下面との間に組み込んで上記ダイセットとするには、これら両板 36、37 同士の間隔を確保する必要がある (ダイセットの全高が大きくなる) 。そこで、加工テーブルの上面とラムの片面との間隔を確保する必要上、容量が 1470 ~ 5880 kN (150 ~ 600 tonf) 程度のプレス加工機を使用する。

10

【 0028 】

更に、揺動鍛造工程の間、上記ダイスユニット 23 と上記ロール 31 とが水平方向にぶれない (横揺れしない) 様に、且つ、芯 (中心軸) が安定し、平行度、直角度等に関する精度を安定させられる様に、前記下板 36 の上面四隅部分から鉛直方向上方に植立した各ガイドポスト 42、42 と、前記上板 37 の下面四隅部分から鉛直方向下方に垂下した各ガイドブッシュ 43、43 とを、少なくとも揺動鍛造の進行中、がたつきなく、且つ、鉛直方向の相対変位を自在に係合させている。この構成により、偏荷重を生じながらの成形である揺動鍛造に拘らず、上記ダイスユニット 23 と上記ロール 31 とが水平方向にぶれる事を防止すると共に芯を安定させて、上記素材 18 から上記第一中間素材 19 への加工を、上記ダイスユニット 23 や上記ロール 31 に無理な力を加えずに、且つ、精度良く行える様にしている。尚、上記各ガイドポスト 42、42 と上記各ガイドブッシュ 43、43 とは、前述した様に、芯出しを容易に行え、コア要素の組み立てを容易にできると言った機能も有する。

20

【 0029 】

以上に述べた様な構成を有するダイセットにより、上記素材 18 を上記第一中間素材 19 に加工するには、この素材 18 を図 3 の (A) に示す様に上記ダイスセット 23 にセットした後、上記駆動モータ 41 により前記ロール 31 を公転運動させながら、このロール 31 を設けた前記上板 37 を下方に押圧し、1 公転当たりの潰し量を制御しながら、図 3 の (B) に示す状態にまで下降させる。この過程で、前記図 2 により説明した様に、上記素材 18 を上記第一中間素材 19 に加工する。

30

【 0030 】

上述の様にして上記素材 18 を上記第一中間素材 19 に加工したならば、次いで、この第一中間素材 19 を前記第二中間素材 20 に、後方押し出し加工により加工する。尚、本実施例の場合、多品種少量生産を意図しているので、上記第一中間素材 19 を必要数加工したならば、この第一中間素材 19 の加工の為に上記プレス加工機に装着していた上記ダイセットをこのプレス加工機から取り外す。その後、同じプレス加工機に、上記第一中間素材 19 を上記第二中間素材 20 に加工する為の、別のダイセットを装着する。この別のダイセットは、以下に述べる図 5 に示す様に、ダイスユニット 23a 及びロール 31a の構造或いは形状が、上記素材 18 を上記第一中間素材 19 に加工する為のダイセットのダイスユニット 23 及びロール 31 (図 2 参照) と異なるが、基本的には類似した構造を有する。以下に、上記別のダイセットの構造及びこの別のダイセットにより上記第一中間素材 19 を前記第二中間素材 20 に加工する工程に就いて説明する。尚、少数 (例えば 1 台) のプレス加工機しか使えない場合、上記の様に、1 台のプレス加工機で複数工程を行う。これに対して、若し、より多くのプレス加工機を使える場合は、各工程にプレス加工機をそれぞれ用意して、製造ラインを構成しても良い。製造ラインを構成すれば、同一型番の生産性を高くできるので、特定の型番を大量生産する場合に有利になる。又、プレス加工機を多数使用できる場合は、製造するリング状部品の生産数に応じ、プレス加工機の構成を種々変えて生産する。

40

【 0031 】

上記ダイスユニット 23a は、固定板 24a の上面に周壁ブロック 30a を直接固定し

50

たもので、浮動板 28 やばね 26、26（図2参照）は設けられていない。又、上記ロール31aは、加工面32aを、径方向中間部に段差面44を有する2段構造とし、中央部分と外径寄り部分とを、同じ方向に同じ角度だけ傾斜させている。各部分の傾斜方向及び傾斜角度、並びに、上記ロール31a全体としての傾斜角度に関しては、前記図2に示したロール31の場合と同じとしているが、必ずしも同じでなくても良い。尚、上記段差面44の外径は、上記ロール31aの基礎部に向かう程小さくしている。そして、このロール31a全体を傾斜させて上記ダイセットに組み込んだ状態で、上記段差面44のうちで上記第一中間素材19乃至上記第二中間素材20を加工する部分の方向が、これら両中間素材19、20の中心軸の方向に向く様にしている。

【0032】

10

上記第一中間素材19を上記第二中間素材20に加工するには、先ず、図5の（A）に示す様に、この第一中間素材19を、上記周壁ブロック30aに内嵌する。この周壁ブロック30aの内径は、この第一中間素材19の外径よりも僅かに（内嵌作業を容易に行える程度でできるだけ小さな値だけ）大きい。従って、上記周壁ブロック30aに上記第一中間素材19を内嵌した状態で、この第一中間素材19が上記固定板24aの上面の所定位置に載置された状態となる。そこで、上記ロール31aを回転させつつ下方に押圧し、このロール31aの加工面32aの中央部を、上記第一中間素材19の上面中央部に押し付ける。この結果、図5の（B）に示す様に、この第一中間素材19の中央部が円形に凹むと共に、この第一中間素材19の外径寄り部分が上記段差面44の周囲部分に入り込む、後方押し出し加工が行われる。同時に、上記第一中間素材19の外周面が上記周壁ブロック30aの内周面に、強く押し付けられる。そして、上記中央部が或る程度深く凹んだ段階で、外径側部分が、上記加工面32aの外径寄り部分に突き当たり、この外径寄り部分で平滑化されて、上記第二中間素材20の成形作業が完了する。

【0033】

20

尚、この成形作業が完了した後、過度に長い時間、下死点近くで上記ロール31aを回転し続けると、得られた上記第二中間素材20の外周縁にバリを生じる可能性がある。そこで、このバリを除去する手間を省略する為には、前記素材18の容積のばらつきを考慮して、下死点近くで上記ロール31aを適切な成形時間（ロール回転数）だけ回転させてから、上記第二中間素材20の加工作業を終了する。この様にして得られた、上面中央部に円形凹部45を有する円板状の第二中間素材20は、ノックアウトピン33aにより上記周壁ブロック30aから押し出されて前記ダイスユニット23aから取り出され、次の工程に送られる。

【0034】

30

上述の様に、上記第一中間素材19を後方押し出し加工により加工すると、得られる第二中間素材20の形状精度、即ち、上記円形凹部45の形状、外周面の形状、軸方向両端面の形状及び直角度、並びに、これら円形凹部45と外周面との同軸度を良好にできる。尚、上記後方押し出し加工に関しても、図6に示す様な一般的な鍛造加工により行うと、成形荷重が高くなり過ぎるだけでなく、前述の図4で説明した場合と同様に、完全密閉拘束になって、パンチ34aの下降に伴ってダイス35aを破壊する可能性を生じる他、欠肉により、被加工物の形状精度を確保しにくくなる。これに対して本実施例の場合には、加工完了迄完全密閉拘束とはならないので、上記第一中間素材19乃至は第二中間素材20の表面が、上記ロール31a及び上記周壁ブロック30aを含むダイスユニット23aに、欠肉を生じさせる様な隙間を生じる事なく当たり、被加工物の形状精度を確保できる。尚、上記第一中間素材19を上記第二中間素材20に加工する事で、破断面を小さくできて、微小割れによる不良をなくせると共に、材料の歩留り向上を図れる。

【0035】

40

尚、上記後方押し出し加工、及び、その前工程の据え込み加工に於いて、工具の公転数、及び、ストローク速度の両方をサーボ制御する事により、1公転当たりの漬し量を制御する事が好ましい。従って、上記両加工に使用するプレス加工機として、通常はサーボプレスを使用する。但し、工具の公転数とストローク速度とのうちの一方のみをサーボ制御

50

するのでも良い。即ち、例えば、メカプレスのラムのストローク速度をセンサで検知し、そのストローク速度に応じて、サーボモータにより回転数をコントロールし、1公転当たりの潰し量を制御する事もできる。

【0036】

上述の様にして得られた、上記第二中間素材20は、上記ダイスユニット23aから取り出した後、上下方向を反転させてから、プレス加工機の加工テーブルとラムとの間に設置した、図7に示す様なダイセットにセットする。そして、このダイセットにより、上記円形凹部45の底部に対応する部分を打ち抜いて、円環状の第三中間素材21とする。この打ち抜き工程に使用するダイセットは、上記第二中間素材20を保持する為のダイスユニット23bと、上記部分を打ち抜く為のカウンターパンチ46及びパンチ47と、上記第二中間素材20を抑え付ける為のフローティングパンチ48とから成る。

10

【0037】

このうちのダイスユニット23bは、上記第二中間素材20を載置する為の固定板28aの上面に、この第二中間素材20を内嵌(圧入)する為の周壁ブロック30bを固定して成る。又、上記カウンターパンチ46は、上記固定板28aの中心孔49に、昇降可能に挿通して成るもので、上記円形凹部45に隙間なく内嵌(軽めに圧入)できる外径寸法を有する。又、上記パンチ47は上記カウンターパンチ46の上方に、このカウンターパンチ46と同心に配置されており、上記ラムにより下方に押圧される。更に、上記フローティングパンチ48は、上記パンチ47の周囲に、このパンチ47に対する昇降を可能に外嵌されており、ばね等の下圧手段50により、下方に向いた弾力を付与されている。

20

【0038】

上述の様なダイセットを使用して、上記第二中間素材20のうちで上記円形凹部45の底部に対応する部分を打ち抜くには、先ず、図7の(A)に示す様に、上記第二中間素材20を上記円形凹部45を下にして上記周壁ブロック30bの上端部に内嵌(圧入)すると共に、この円形凹部45に上記カウンターパンチ46の上端部を内嵌(軽く圧入)する。この状態から、図7の(B)に示す様に、上記パンチ47及び上記フローティングパンチ48を下降させ、このパンチ47の先端面(下端面)を上記第二中間素材20の上面中央部に突き当てると共に、上記フローティングパンチ48の下面によりこの第二中間素材20の上面外径寄り部分を抑え付ける。この状態で、この第二中間素材20が、表面全体を抑え付けられた、所謂静水圧状態となる。そこで、上記パンチ47を更に下降させて、図7の(C)に示す様に、上記第二中間素材20のうちで上記円形凹部45の底部に対応する部分を打ち抜き、前記第三中間素材21とする。本実施例の場合、上記第二中間素材20の形状精度が良好であるから、前記固定板28aと、上記周壁ブロック30bと、上記カウンターパンチ46と、上記パンチ47と、上記フローティングパンチ48とにより上記第二中間素材20を覆った状態で、この第二中間素材20の表面と相手面との間の隙間を、実質的にゼロにできる。この為、上記静水圧状態を十分に実現できる。

30

【0039】

上記打ち抜き加工に伴って{図7の(B)(C)、図8の(A)(B)(C)の過程で}上記第二中間素材20の径方向中間部に、前記ダイスユニット23bを構成する固定板28aの中心孔49の上端開口部内周縁と、上記パンチ47の先端面外周縁との間で、剪断方向の力が加わる。この力により、図8の(B)に示す様に、上記第二中間素材20の厚さ方向中央部に向けてクラック7a、7bが生じる(走る)。そして、これら両クラック7a、7bの先端同士が連続した瞬間に、上記第二中間素材20の中央部が外径寄り部分から分離され、この中央部がスクラップ8aとして排出され、この外径寄り部分が上記第三中間素材21となる。

40

【0040】

この第三中間素材21の内周面には、図9に示す様に、上記パンチ47の押し込み側である上側から順番に、ダレ9aと、剪断面10aと、破断面11aと、上記円形凹部45の内周面であった、撓動鍛造により形成された平滑面52とが存在する。本実施例の場合には、上記パンチ47の押し込み方向と反対側に上記円形凹部45を設けている分、上記

50

第三中間素材 2 1 全体として見た場合に、上記破断面 1 1 a が軸方向中間部に存在する状態となる。又、上記第二中間素材 2 0 の中央部の打ち抜きを、静水圧状態下で行う事により、静水圧状態下で行わない場合に比べて、上記剪断面 1 0 a の幅寸法を広くし、その分、上記破断面 1 1 a の幅寸法を、より狭くできる。この様に、この破断面 1 1 a の幅を狭くし、且つ軸方向中間部に位置させる事により、次述する冷間ローリング加工時に、上記第三中間素材 2 1 の破断面 1 1 a を押し潰し、微小な亀裂の発生に結び付く凹凸を押し潰し（平滑化し）て、大幅な拡径を行っても、亀裂損傷の発生を防止できる。

【 0 0 4 1 】

尚、上記破断面 1 1 a を完全に無くす事も可能であるが、その場合には、前述の図 7 の (B) (C) の過程で前記フローティングパンチ 4 8 を、非常に大きな力で下方に押圧する必要がある。この為には、打ち抜き加工の為の装置に、この大きな力を発生させる為の油圧装置を設置する必要があり、装置が複雑になってコストが嵩む。次述するローリング加工時に微小な亀裂が発生するのを防止する為には、上記破断面 1 1 a を上記第三中間素材 2 1 の軸方向中間部に位置させさえすれば、多少の破断面 1 1 a が残っても問題ない。そこで本実施例の場合には、前記下圧手段 5 0 を、ばねやガスクラッシュの如き、小型に構成できる簡便な構造を採用している。

【 0 0 4 2 】

尚、上記破断面 1 1 a の幅をより狭くする為に本実施例の場合には、上記パンチ 4 7 と上記中心孔 4 9 とのクリアランス { (「中心孔 4 9 の内径」 - 「パンチ 4 7 の外径」) / 2 } は、通常の打ち抜き加工の場合よりも小さくする。具体的には、上記クリアランスを、上記第二中間素材 2 0 の中心部（円形凹部 4 5 部分）の厚さの 1 ~ 1 0 % 程度にする。又、上記円形凹部 4 5 への上記カウンターパンチ 4 6 の上端部の圧入代は、上記第二中間素材 2 0 の外径の 0 . 1 ~ 0 . 5 % 程度とする。尚、この圧入代のノミナル値（ねらい圧入代）は、実際の生産前に行う試作等により、適宜決定する。又、打ち抜き加工に要する荷重は、据え込み鍛造、後方押し出し加工等の通常の鍛造の為の荷重に比べて低くて済む為、通常のプレス加工と同様に決定できる。

【 0 0 4 3 】

前述の様にして造った、上記第三中間素材 2 1 は、前記ラムを上昇させる事により、上記パンチ 4 7 及び上記フローティングパンチ 4 8 を上昇させてから、複数本（例えば円周方向等間隔に配置された 3 本）のノックアウトピン 5 1 、 5 1 により前記周壁ブロック 3 0 b の内径側から押し出し、次の工程に送る。

【 0 0 4 4 】

上記第三中間素材 2 1 は、冷間ローリング加工を施して拡径し、図 1 の (E) に示す様な、この第三中間素材 2 1 よりも大径の、第四中間素材 2 2 とする。この第四中間素材 2 2 には、その後に旋盤工程で軌道溝等を形成する事が一般的となるが、上記冷間ローリング加工でこの軌道溝を形成し、上記旋盤工程を省略する事もできる。何れにしても、金属製リング状部品がラジアル転がり軸受用の軌道輪である場合には、軌道溝を形成した後に、必要な熱処理や研削等の仕上加工を行って、ラジアル転がり軸受用の軌道輪として完成する。

【 0 0 4 5 】

この様な冷間ローリング加工は、特許文献 4 ~ 6 に記載されている様な、専用のローリング加工装置により行う事も可能である。但し、これら各特許文献に記載された専用のローリング加工装置に關しても、少品種大量生産の加工には適しているが、多品種少量生産の加工には不向きである。又、大径の金属製リング状部品を造る場合には、大型の専用装置が必要になる。そこで本実施例の場合には、上述の様な冷間ローリング加工に就いても、図 1 0 ~ 1 2 に示す様なダイセットを、プレス加工機の加工テーブルとラムとの間に設置して行う。このダイセットは、水平方向の軸回りの回転を可能として配置された、マンドレル 1 5 a と、同じく 1 対の第一サポートロール 5 3 、 5 3 と、同じく 1 対の第二サポートロール 5 4 、 5 4 と、同じく成形ロール 1 6 a と、減速機ユニット 5 5 と、駆動モータ 5 6 とを備える。このうちのマンドレル 1 5 a と、1 対の第一サポートロール 5 3

10

20

30

40

50

、53と、1対の第二サポートロール54、54とは、プレス加工機の加工テーブルの上面に支持される下板57の上方に設けられている。又、上記マンドレル15aは、図12の(A)に矢印で示す様に、軸方向の変位を可能として、このマンドレル15aの周囲への、被加工物である前記第三中間素材21乃至前記第四中間素材22の着脱を可能としている。このマンドレル15aの軸方向移動は、油圧シリンダ、エアシリンダ等の、直動式のアクチュエータ61により行う。これに対して、上記成形ロール16aと、減速機ユニット55と、駆動モータ56とは、上記プレス加工機のラムの下面に支持される上板58の下方に設けられている。

【0046】

上記マンドレル15aの軸方向2箇所位置は、図10～12の(A)の左右方向、同じく(B)の表裏方向に離隔して設けられた上記両第一サポートロール53、53の上端部外周面に当接させている。又、これら両第一サポートロール53、53の下端部外周面は、図10～12の(A)の表裏方向、同じく(B)の左右方向に離隔して設けられた上記両第二サポートロール54、54の上端部外周面に当接させている。更に、これら各サポートロール53、54は、上記下板57の上面に設けた下側支持フレーム59に、回転自在に支持している。この構成により、上記冷間ローリング加工時に、上記マンドレル15aに加わるラジアル荷重を支承しつつ、このマンドレル15aの回転を許容する様にしている。従って、このマンドレル15aの回転中心軸と、上記各サポートロール53、54の回転中心軸とは、互いに平行である。

【0047】

尚、上記両第一サポートロール53、53は上記下側支持フレーム59に対して片持ち式の支持軸により支持している。従って、これら両第一サポートロール53、53同士の間には支持軸が存在せず、図11に示す様に、直径の大きな第四中間素材22の加工を行っても、これら支持軸と第四中間素材22とが干渉する事はない。但し、最終的に加工荷重を支承する上記両第二サポートロール54、54は上記下側支持フレーム59に対し、両持式に支持して、耐荷重性能を確保している。

【0048】

又、上記成形ロール16aは、上記上板58の下面に固定された上側支持フレーム60に、回転可能に支持されている。又、上記成形ロール16aは、上記駆動モータ56により、上記減速機ユニット55を介して、回転駆動可能としている。又、上記成形ロール16aは、十分に太い支持軸により上記上側支持フレーム60に対し、両持式に支持して、大きな加工荷重を支承可能としている。従って、この上側支持フレーム60側には、サポートロールは設けられていない。上記駆動モータ56に関しても、前述の揺動鍛造用のダイセットと同じ理由で、好ましくはサーボモータを使用する。

【0049】

上述の様な冷間ローリング加工用のダイセットを使用して、前記第三中間素材21を上記第四中間素材22に加工するには、先ず、図10に示す様に、上記マンドレル15aに上記第三中間素材21を緩く外嵌する。この作業は、このマンドレル15aを図10の(A)の左方に退避させた状態で上記第三中間素材21を所定位置に持ち込んだ後、上記マンドレル15aを図10の(A)の右方に前進させる事により行う。上記第三中間素材21の持ち込みは、ロボットアームにより、或いは作業員の手で行う。この様にして上記第三中間素材21をセットした状態では、この第三中間素材21の下半部を、上記両第一サポートロール53、53の上端部同士の間に配置する。又、この第三中間素材21の直上に、上記成形ロール16aを位置させる。

【0050】

この状態から、この成形ロール16aを上記駆動モータ56により、上記減速機ユニット55を介して回転駆動しつつ、プレス加工機のラムを下降させる。そして、上記上板58を介して上記成形ロール16aを下方に押圧し、この成形ロール16aの下端部外周面を、上記第三中間素材21の上端部外周面に強く押し付ける。この結果、この第三中間素材21が上記マンドレル15aの外周面と上記成形ロール16aの外周面との間で強く押

10

20

30

40

50

圧されて、図10に示した状態から図11に示した状態に迄、その直径が次第に拡がり、図1の(E)に示す様な第四中間素材22となる。この様に上記第三中間素材21をこの第四中間素材22とする過程で、この第三中間素材21の内周面の軸方向中間部に存在する破断面11aで亀裂が発生する事はなく、上記マンドレル15aの外周面により十分に押し潰されて平滑面となる。即ち、上記第三中間素材21の直径が拡がり始める際には、この第三中間素材21の内周面に、前述の図16により説明した様な、亀裂の発生の起点となる様な溝部が存在しない状態となり、上記第四中間素材14を、歩留り良く加工できる。この様にして得られた第四中間素材22は、図12に示す様にマンドレル15aを退避させて取り出し、次の仕上げ工程に送る。この取り出し作業に関して、ロボットアームにより、或いは作業員の手で行う。

10

【0051】

尚、上記ローリング加工に於いては、リング状素材である、上記第三中間素材21乃至上記第四中間素材22の回転数、及び、上記成形ロール16aのストローク速度の両方をサーボ制御する事により、上記第三中間素材21乃至上記第四中間素材22の1回転当たりの潰し量を制御する事が好ましい。但し、これら第三中間素材21乃至第四中間素材22の回転数と上記成形ロール16aのストローク速度とのうちの一方のみサーボ制御する事でも良い。例えば、メカプレスのラムのストローク速度をセンサーで検知し、そのストローク速度に応じて、サーボモータにより回転数をコントロールし、1回転当たりの潰し量を制御しても良い。この様に、ストローク速度と回転数とが制御に関して重要なパラメータである点は、前述の撓動鍛造による、据え込み加工や後方押し出し加工の制御の場合と同様である。

20

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明を実施する場合に使用する素材18は、主に軸受鋼又は浸炭鋼であり、加工の為の潤滑は、ポンデ処理により行う。但し、この素材18の切断面(軸方向両端面)の面積が大きい場合には、この素材18を第一中間素材19とする工程及びそれ以降の工程の潤滑を、油塗布により行う事もできる。

又、加工温度は全工程で冷間とする事が基本であるが、造るべき金属製リング状部品の直径が特に大きい場合には、温間(200~700)で成形する事もできる。

30

又、上記素材18を第一中間素材19とする工程及びそれ以降の工程に使用するプレス加工機は、各工程共に、1回転当たりの圧下量が重要になるので、ロールの回転数に合わせてプレス加工機の下降速度を制御するべく、サーボプレスを使用する事が好ましい。但し、プレス機は、メカプレス、油圧プレス、トランスマガジンプレスの何れに就いても使用可能である。

【符号の説明】

【0053】

1 素材

2 第一中間素材

3 第二中間素材

4 第三中間素材

40

5 ダイス

6 パンチ

7a、7b クラック

8、8a スクラップ

9、9a ダレ

10、10a 剪断面

11、11a 破断面

12、12a カエリ

13 中心孔

14 冷間ローリング加工装置

50

1 5 、 1 5 a	マンドレル	
1 6 、 1 6 a	成形ロール	
1 7	亀裂	
1 8	素材	
1 9	第一中間素材	
2 0	第二中間素材	
2 1	第三中間素材	
2 2	第四中間素材	
2 3 、 2 3 a 、 2 3 b	ダイスユニット	
2 4 、 2 4 a	固定板	10
2 5	フローティングダイス	
2 6	ばね	
2 7	アンカブロック	
2 8 、 2 8 a	浮動板	
2 9	中心孔	
3 0 、 3 0 a 、 3 0 b	周壁ブロック	
3 1 、 3 1 a	ロール	
3 2 、 3 2 a	加工面	
3 3 、 3 3 a	ノックアウトピン	
3 4 、 3 4 a	パンチ	20
3 5 、 3 5 a	ダイス	
3 6	下板	
3 7	上板	
3 8	ヘッド	
3 9	スピンドルユニット	
4 0	減速機ユニット	
4 1	駆動モータ	
4 2	ガイドポスト	
4 3	ガイドブッシュ	
4 4	段差面	30
4 5	円形凹部	
4 6	カウンターパンチ	
4 7	パンチ	
4 8	フローティングパンチ	
4 9	中心孔	
5 0	下圧手段	
5 1	ノックアウトピン	
5 2	平滑面	
5 3	第一サポートロール	
5 4	第二サポートロール	40
5 5	減速機ユニット	
5 6	駆動モータ	
5 7	下板	
5 8	上板	
5 9	下側支持フレーム	
6 0	上側支持フレーム	
6 1	アクチュエータ	

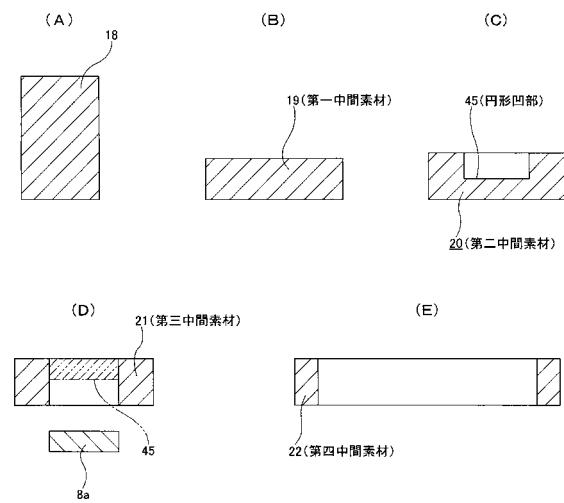
【先行技術文献】

【特許文献】

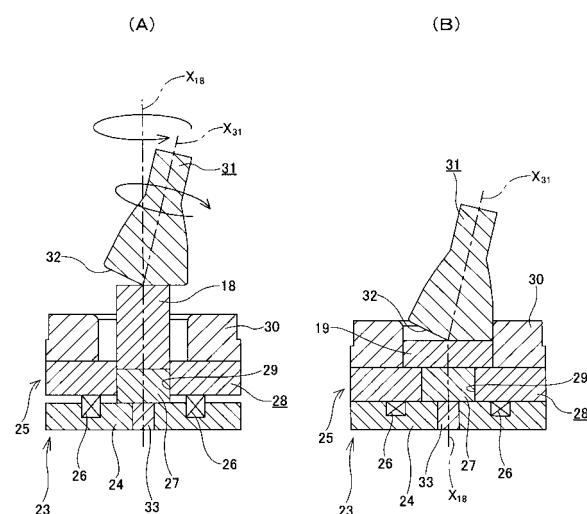
【0054】

- 【特許文献 1】特開平 1 - 3 1 7 6 5 0 号公報
 【特許文献 2】特開平 3 - 1 1 0 0 3 8 号公報
 【特許文献 3】特開平 8 - 4 7 7 4 1 号公報
 【特許文献 4】特開平 1 0 - 5 9 1 9 号公報
 【特許文献 5】特開 2 0 0 0 - 1 1 7 3 7 9 号公報
 【特許文献 6】特許第 3 6 9 2 6 3 5 号公報

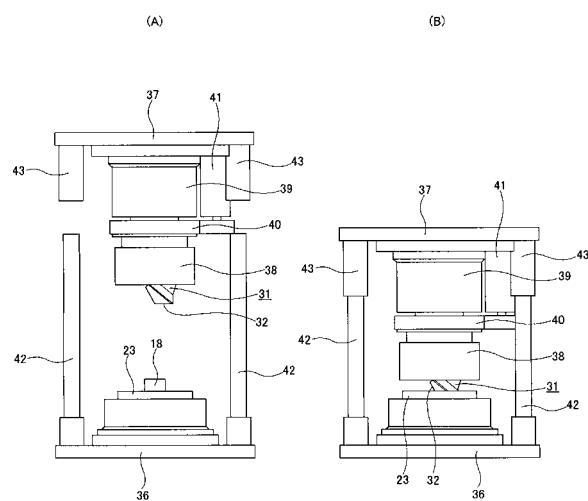
【図 1】



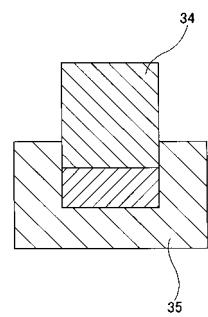
【図 2】



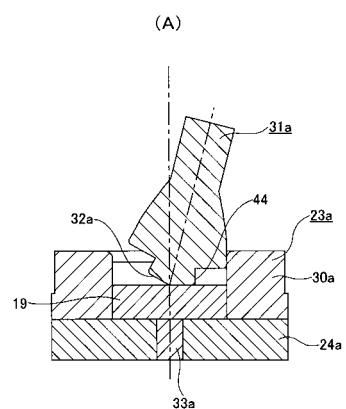
【図3】



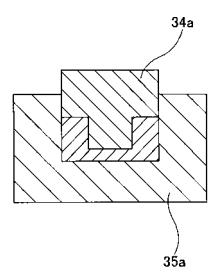
【図4】



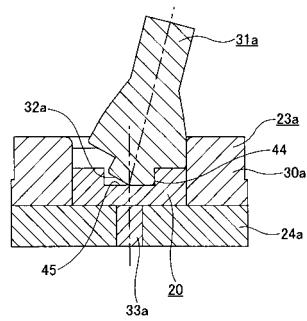
【図5】



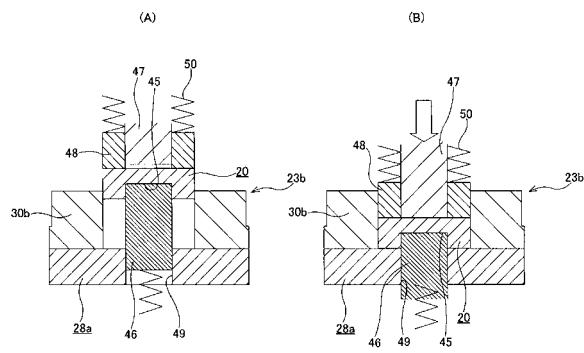
【図6】



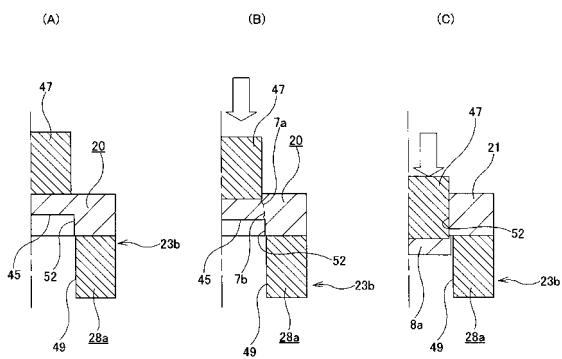
(B)



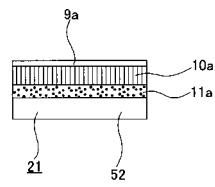
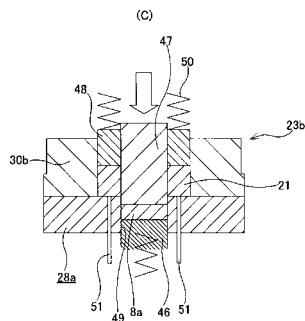
【図7】



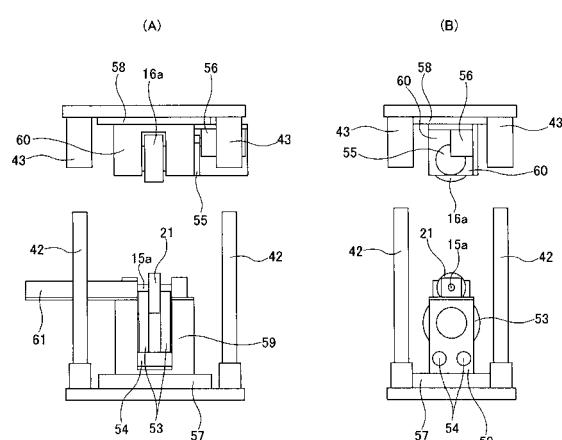
【図8】



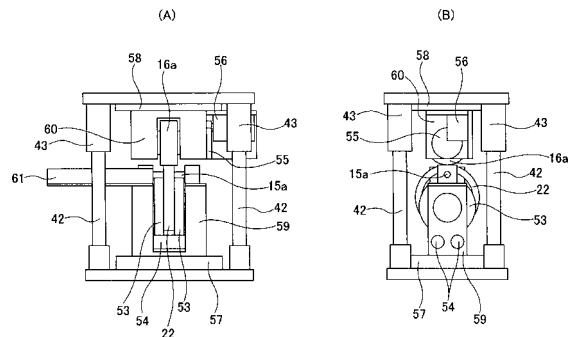
【図9】



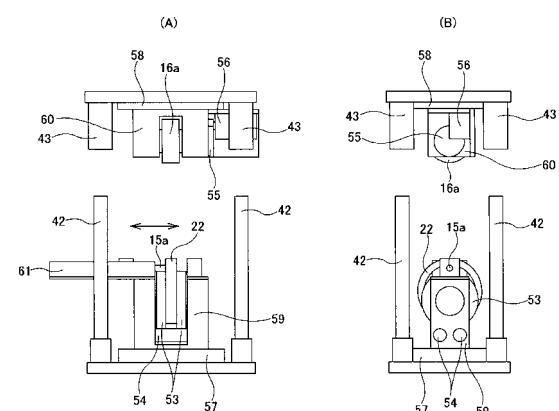
【図10】



【図11】

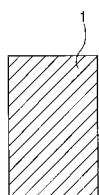


【図12】



【図13】

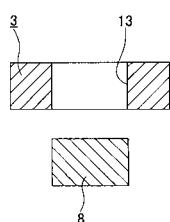
(A)



(B)



(C)

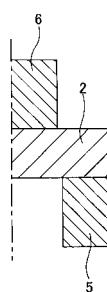


(D)

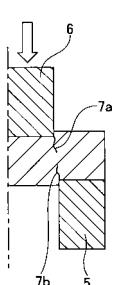


(A)

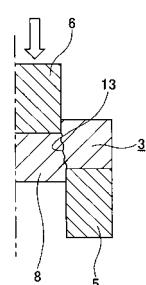
(B)



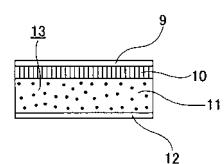
(B)



(C)



【図15】

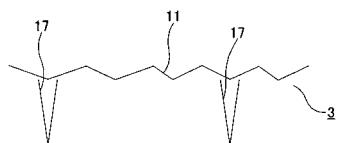


【図16】

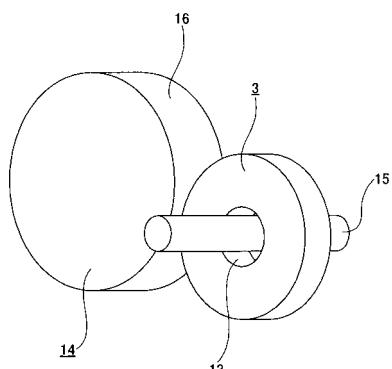
(A)



(B)



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 1 K 1/04 (2006.01) B 2 1 K 1/04

(72)発明者 小山 寛
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

審査官 石川 健一

(56)参考文献 特開2001-129635 (JP, A)
特開2008-188610 (JP, A)
特開昭58-145326 (JP, A)
特開2002-263780 (JP, A)
特開平02-251330 (JP, A)
特開平04-138836 (JP, A)
特開平07-223034 (JP, A)
特開平01-317650 (JP, A)
特開平03-110038 (JP, A)
特開平08-047741 (JP, A)
特開平10-005919 (JP, A)
特開2000-117379 (JP, A)
特許第3692635 (JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 1 K 2 1 / 0 6
B 2 1 J 5 / 0 6 - 5 / 1 0
B 2 1 H 1 / 0 6
B 2 1 K 1 / 0 4