

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-181638

(P2006-181638A)

(43) 公開日 平成18年7月13日(2006.7.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 1 K 1/04 (2006.01)	B 2 1 K 1/04	3 J 1 0 1
B 2 1 H 1/12 (2006.01)	B 2 1 H 1/12	4 E 0 8 7
F 1 6 C 33/64 (2006.01)	F 1 6 C 33/64	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2005-165540 (P2005-165540)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成17年6月6日(2005.6.6)		日本精工株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-351816 (P2004-351816)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(32) 優先日	平成16年12月3日(2004.12.3)	(74) 代理人	100087457
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 小山 武男
		(74) 代理人	100120190
			弁理士 中井 俊
		(74) 代理人	100056833
			弁理士 小山 欽造
		(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	大塚 清司
			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

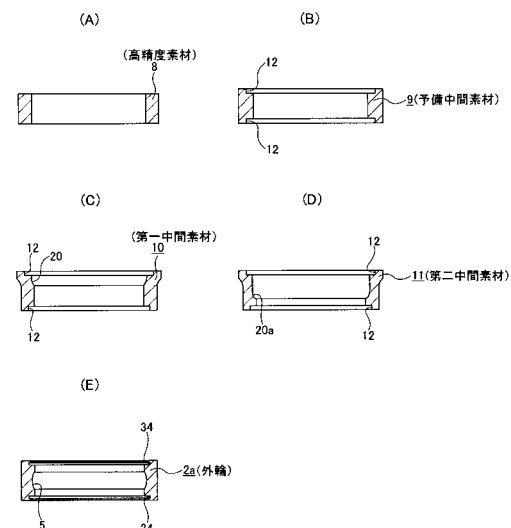
(54) 【発明の名称】 ラジアル玉軸受用軌道輪及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ラジアル玉軸受を構成する外輪2 aを、実用上十分な精度を確保しつつ低コストで得られる製造方法を実現する。

【解決手段】 (A) に示した高精度素材8を、(B) に示した予備中間素材9、(C) に示した第一中間素材10、(D) に示した第二中間素材11を経て、(E) に示した外輪2 aとする。各工程を、鍛造加工、ローリング加工等、何れも材料の除去を伴わない冷間加工により行なう事により、上記課題を解決する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状で、何れかの周面の軸方向中間部に断面円弧形の軌道面を全周に互って形成したラジアル玉軸受用軌道輪に於いて、完成品の容積と実質的に同じ容積を有する円筒状の素材を塑性変形させて成る中間素材に冷間で施されたローリング加工により、この中間素材の少なくとも一部を径方向に塑性変形させて、上記軌道面を含む表面形状を、完成品と同じ形状に加工されたものである事を特徴とするラジアル玉軸受用軌道輪。

【請求項 2】

中間素材の外周面の形状は、最も外径が大きくなった部分から軸方向両端面に向け、この外径の変化方向が逆転せず、アンダカット部を持たない形状であり、上記中間素材の内周面の形状は、最も内径が小さくなった部分から軸方向両端面に向け、この内径の変化方向が逆転せず、アンダカット部を持たない形状である、請求項 1 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪。

【請求項 3】

円筒状で、何れかの周面の軸方向中間部に断面円弧形の軌道面を全周に互って形成したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法に於いて、完成品の容積と実質的に同じ容積を有する円筒状の素材を軸方向に相対変位する 1 対の金型同士の間で押圧し、この素材の軸方向片半部の直径を変化させて、この軸方向片半部を小径部とし、軸方向他半部を大径部とする第一の冷間鍛造加工を施す事により第一中間素材を得る第一工程と、軸方向に相対変位する、上記第一工程とは別の 1 対の金型同士の間で上記第一中間素材を押圧し、この第一中間素材のうちで少なくとも上記軌道面を形成すべき部分の径方向に関する厚さ寸法の、軸方向に関する分布が、完成後の軌道輪の軌道面を形成した部分の分布と一致する第二中間素材とする第二の冷間鍛造加工を施す第二工程と、この第二中間素材を回転させながらこの第二中間素材の内周面と外周面とを互いに近づく方向に押圧するローリング加工により、この第二中間素材の一部を径方向に塑性変形させて上記軌道面を形成する第三工程とを備えた事を特徴とするラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法。

【請求項 4】

軌道輪が、軌道面を形成した周面の軸方向両端部に密封板の周縁部を係止する為の係止溝を設けたものであり、第一工程の前に、素材の軸方向両端部に軸方向中間部よりも径方向に凹んだ段差部を形成して予備中間素材とする予備工程を備え、第三工程でこの段差部に上記係止溝を形成する、請求項 3 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法。

【請求項 5】

円筒状で、被加工側周面となる何れかの周面の軸方向中間部に断面円弧形の軌道面を全周に互って形成するラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法に於いて、完成品の容積と実質的に同じ容積を有し、上記軌道面を形成した面と反対側の周面である非加工側周面の直径を完成品の直径と実質的に同じとした円筒状の素材を、この非加工側周面を受部材に設けた支承側周面に実質的に隙間なく嵌合する事によりこの受部材に支持し、上記被加工側周面に、完成品状態でのこの被加工側周面の母線形状と一致する母線形状を有する加工側回転部材の加工側周面を、上記素材の径方向に押圧しつつ、この加工側回転部材と上記受部材とを相対回転させる事により、上記被加工側周面を、少なくとも上記軌道面を有する完成品としての形状に加工する事を特徴とするラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法。

【請求項 6】

完成品の被加工側周面の軸方向両端部に、この被加工側周面の軸方向中央寄り部分よりも径方向に凹んだ段部を全周に互って形成する為、素材の被加工側周面の軸方向両端部に段差部を形成しており、これら両段差部を上記両段部に、この被加工側周面への加工側回転部材の押し付けに伴って、軌道面と同時に加工する、請求項 5 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法。

【請求項 7】

素材の被加工側周面の軸方向両端部に設けた両段差部と軸方向中央寄り部分との間に存在する段差面が、径方向に関して非加工側周面から離れるに従って互いに近づく方向に傾

10

20

30

40

50

斜した傾斜面であり、上記素材の中心軸に対し直交する方向に存在する仮想平面に対する上記两段差面の傾斜角度を、完成後の軌道輪の対応する部分に存在する段差面の傾斜角度よりも、15度以下の範囲内で大きくしている、請求項6に記載したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法。

【請求項8】

軌道輪を造る為の素材の軸方向両端面が、非加工側周面から離れるに従って互いに近づく方向に傾斜した傾斜面であり、上記素材の中心軸に対し直交する方向に存在する仮想平面に対する上記軸方向両端面の傾斜角度が20度以下である、請求項5～7のうちの何れか1項に記載したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、電気掃除機、換気扇等、各種家庭用電気製品に組み込む電動モータ、或いは各種自動車用補機等の回転支持部に組み込むラジアル玉軸受の様に、あまり高度の回転精度を要求されないラジアル玉軸受を構成する軌道輪とその製造方法の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

各種回転機器の回転支持部に、図25に示す様なラジアル玉軸受1が組み込まれている。このラジアル玉軸受1は、深溝型であって、互いに同心に配置された外輪2と内輪3との間に複数個の玉4、4を設置して成る。このうちの外輪2の内周面の軸方向中間部に深溝型の外輪軌道5を、内輪3の外周面の軸方向中間部に深溝型の内輪軌道6を、それぞれ全周に互って形成している。上記各玉4、4は、保持器7により保持された状態で、上記外輪軌道5と上記内輪軌道6との間に転動自在に配置している。そして、この構成により、上記外輪2と上記内輪3との相対回転を自在としている。尚、図25に示した例では、上記保持器7として、金属製の波形保持器を使用しているが、合成樹脂製の冠型保持器を使用する場合も多い。又、上記外輪2の両端部内周面に形成した係止溝に、それぞれ密封板（接触型のシール板及び非接触型のシールド板を含む。本明細書全体で同じ。）の外周縁を係止する構造を採用する場合も多い。この場合に上記両密封板の内周縁は、上記内輪3の両端部外周面に、全周に互って摺接若しくは近接対向させる。

20

30

【0003】

上述の様なラジアル玉軸受1を構成する、上記外輪2や上記内輪3等の軌道輪を造るのに従来一般的には、先ず、鍛造加工と切削加工とにより完成品に近い形状及び寸法を有する中間素材を得ていた。そして、この中間素材に、表面を硬化させる為の熱処理を施してから、上記外輪軌道5や上記内輪軌道6等の軌道面を含む表面に、寸法及び表面粗さを所定のものにする為の研磨を施して、上記軌道輪としていた。この様な内輪の製造方法は、材料の歩留が悪くなる他、面倒で、コストが高む。

【0004】

又、特許文献1、2には、ラジアル玉軸受の軌道輪を、鍛造加工を中心として造る方法が記載されている。

40

先ず、特許文献1に記載された発明の場合には、外輪を造る為の中間素材と内輪を造る為の中間素材とを一体とした複合中間素材を鍛造により造った後、この複合中間素材を外輪を造る為の外輪用中間素材と内輪を造る為の内輪用中間素材とに分割する発明が記載されている。又、この特許文献1に記載された発明の場合には、内輪を造る為の内輪用中間素材の一部の直径を押し拡げる事で、外周面に深溝型の内輪軌道を有する内輪を得る様にしている。

次に、特許文献2には、熱間押し出しにより造った鋼管を切断して成るリング状の素材を、縦型プレスにより冷間で軸方向に圧縮（据え込み加工）して、内周面に深溝型の外輪軌道を有する外輪用中間素材を造る方法に関する発明が記載されている。

【0005】

50

上述の様な特許文献 1、2 に記載されている発明のうち、特許文献 1 に記載されている発明の場合には、加工の初期段階で容積の大きな複合中間素材を鍛造により造る。この為、この複合中間素材を造る際の加工荷重及び鍛造装置のパンチや受型等を含む金型に加わる応力が高くなり、この金型を含む鍛造装置各部の弾性変形量が大きくなる。この結果、得られた複合中間素材並びにこの複合中間素材から造られる外輪及び内輪を造る為の中間素材、更にはこれら外輪及び内輪の、寸法精度及び形状精度を十分に良好にする事が難しい。特に、容積の大きな上記複合中間素材を造る加工を冷間鍛造により行なうと、上記金型等に加わる負荷が過大になり、この金型等の耐久性を確保する事が難しくなる。従って、上記複合中間素材の加工は、熱間鍛造或は温間鍛造で造る事になるが、熱間鍛造或は温間鍛造の場合には、温度膨張量の差に拘らず金型同士の嵌合を確実に行なわせるべく、嵌合部の隙間を冷間鍛造の場合に比べて大きめに設定しなければならない。この為、得られた複合中間素材の内外径の寸法並びに内外両周面同士の、同心度を中心とする形状・寸法精度を十分に確保する事が難しくなる。この結果、得られた外輪及び内輪の内外径の寸法精度及び振れ精度を、前述した様な、あまり高度の回転精度を要求しない用途に使用するにしても、十分に確保する事が難しくなる。又、外輪の内周面両端部に密封板の外周縁に係止する為の係止溝を塑性加工により形成する事はできず、この係止溝の加工は切削加工による事になる為、十分な製造コストの低減を図れない。

10

【0006】

又、特許文献 2 に記載された発明の場合には、リング状の素材を、熱間押し出しにより造った鋼管を切断する事により得ている為、この素材の内外径の寸法並びに内外両周面同士の同心度を中心とする形状・寸法精度を高度に確保する事が難しい。この結果、得られた外輪の内外径の寸法精度及び振れ精度を高度に確保する事が難しくなる。又、鋼管を切断して上記リング状の素材とする作業は面倒で、生産性が悪く、コスト上昇の原因となる。更には、外輪用中間素材に、脱炭による切削を施す必要もあり、この面からもコストが高くなる。

20

【0007】

又、特許文献 3、4 には、造るべき軌道輪よりも小径のリング状素材の周面をマンドレルで押圧する事により、このマンドレルの外周面形状を上記リング状素材の周面に転写しつつ、このリング状素材の直径を広げて、所望の直径を有する軌道輪とする、ラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法に関する発明が記載されている。但し、この様な特許文献 3、4 に記載された従来方法の場合には、マンドレルを押し付けた状態での、上記リング状素材の挙動が安定せず、このマンドレルの外周面の形状をこのリング状素材の周面に正確に転写できない。又、得られた軌道輪の真円度を十分に確保する事も難しい。この為、やはり、前述した様な、あまり高度の回転精度を要求しない用途に使用するにしても、得られた軌道輪の寸法精度等を十分に確保する事が難しくなる。又、特許文献 4 に記載された発明の場合には、塑性加工後に材料の除去が必要になり、コスト低減効果が限られる。

30

【0008】

【特許文献 1】特開平 5 - 2 7 7 6 1 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 1 5 0 0 8 2 号公報

【特許文献 3】特開昭 5 9 - 2 1 2 1 4 2 号公報

【特許文献 4】特開昭 5 6 - 1 1 1 5 3 3 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、上述の様な事情に鑑みて、例えば、前述した様な用途に使用される、あまり高度の回転精度を要求されないラジアル玉軸受を構成する軌道輪である内輪や外輪を、実用上十分な精度を確保しつつ低コストで得られる、ラジアル玉軸受用軌道輪及びその製造方法を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

50

本発明の対象となるラジアル玉軸受用軌道輪は、何れかの周面の軸方向中間部に断面円弧形の軌道面を全周に亘って形成している。

特に、請求項 1 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪は、所定形状を有する中間素材に冷間で施されたローリング加工により加工されたものである。

上記中間素材は、完成品の容積と実質的に同じ容積を有する円筒状の素材を塑性変形させて成る。

そして、上記中間素材の外周面の形状は、例えば請求項 2 に記載した様に、最も外径が大きくなった部分から軸方向両端面に向け、この外径の変化方向が逆転せず、アンダカット部を持たない形状である。

更に、この様な請求項 2 に記載した発明の場合には、上記中間素材の内周面の形状は、最も内径が小さくなった部分から軸方向両端面に向け、この内径の変化方向が逆転せず、アンダカット部を持たない形状である。 10

【 0 0 1 1 】

又、請求項 3 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法は、上述の請求項 2 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪を造る為の製造方法であって、第一工程と、第二工程と、第三工程とを有する。

このうちの第一工程では、完成品の容積と実質的に同じ容積を有する円筒状の素材を軸方向に相対変位する 1 対の金型同士の間で押圧する、第一の冷間鍛造加工を施す。そして、この素材の軸方向片半部の直径を変化させて、軸方向中間部外周面に上記軌道面の一部となるべき断面円弧形の軌道面用曲面を形成する。これと共に、この軌道面用曲面を挟んで軸方向片半部を小径部とし、軸方向他半部を大径部として第一中間素材を得る。 20

又、上記第二工程では、この第一中間素材を、軸方向に相対変位する上記第一工程とは別の 1 対の金型同士の間で押圧する、第二の冷間鍛造を施す。そして、上記第一中間素材のうちで少なくとも上記軌道面を形成すべき部分の径方向に関する厚さ寸法の、軸方向に関する分布が、完成後の軌道輪の軌道面を形成した部分の分布と一致する第二中間素材を得る。

更に、上記第三工程では、上記第二中間素材を回転させながらこの第二中間素材の内周面と外周面とを互いに近づく方向に押圧するローリング加工により、この第二中間素材の一部を径方向に塑性変形させて上記軌道面を形成する。

尚、完成品の容積と実質的に同じ容積を有するとは、熱処理後に研磨等、材料の除去を伴う仕上加工を施す場合には、完成品の容積にこの仕上加工による取り代を加えた容積を言う。これに対して、上記材料の除去を伴う仕上加工を施さない場合には、不可避な製造誤差を除き、完成品の容積と同じ容積である事を言う。 30

又、上記素材は、その容積が上記完成品の容積と実質的に同じであるだけでなく、断面形状の縦横比（軸方向に関する長さ寸法と径方向に関する厚さ寸法との比）も、上記完成品の断面形状を造り出す為に最適な値にする事が好ましい。

【 0 0 1 2 】

更に、請求項 5 に記載した、ラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法の発明の場合も、円筒状で、被加工側周面となる何れかの周面の軸方向中間部に、断面円弧形の軌道面を全周に亘って形成する。 40

特に、請求項 5 に記載したラジアル玉軸受用軌道輪の製造方法に於いては、完成品の容積と実質的に同じ容積を有し、上記軌道面を形成した面と反対側の周面である非加工側周面の直径を完成品の直径と実質的に同じとした円筒状の素材を、この非加工側周面を受部材に設けた支承側周面に実質的に（寸法誤差を除いて可能な限り）隙間なく嵌合する事によりこの受部材に支持する。

そして、上記被加工側周面に、完成品状態でのこの被加工側周面の母線形状と一致する母線形状を有する加工側回転部材の加工側周面を、上記素材の径方向に押圧しつつ、この加工側回転部材と上記受部材とを相対回転させる。

そして、この相対回転により、上記被加工側周面を、少なくとも上記軌道面を有する完成品としての形状に加工（加工側周面の形状を被加工側周面に転写）する。 50

【発明の効果】

【0013】

上述の様に構成する本発明のラジアル玉軸受用軌道輪及びその製造方法によれば、例えば、前述した様な用途に使用される。あまり高度の回転精度を要求されないラジアル玉軸受を構成する軌道輪を、実用上十分な精度を確保しつつ、低コストで得られる。

即ち、造るべき軌道輪の容積に（材料の除去を伴う仕上加工を施す場合にはその取り代を勘案した状態で）一致させた容積を有する円筒状の素材（高精度素材）を冷間加工により塑性変形させて上記軌道輪とする為、この軌道輪の形状精度並びに寸法精度を高度に確保できる。

尚、加工精度を向上させる事で、前述した様な用途に比べて高精度を要求される玉軸受用の軌道輪に対する本発明の適用が可能である事は当然である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

請求項3に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項4に記載した様に、軌道輪が、軌道面を形成した周面の軸方向両端部に密封板の周縁部を係止する為の係止溝を設けたものとする。そして、第一工程の前に、素材の軸方向両端部に軸方向中間部よりも径方向に凹んだ段差部を形成して予備中間素材とする予備工程を備え、第三工程でこの段差部に上記係止溝を形成する。

この様に構成すれば、密封板の周縁部を形成する為の係止溝を備えた軌道輪に関しても、低コストで造る事ができる。

【0015】

又、請求項5に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項6に記載した様に、完成品である軌道輪の被加工側周面の軸方向両端部に、この被加工側周面の軸方向中央寄り部分よりも径方向に凹んだ段部を全周に互って形成する為、素材の被加工側周面の軸方向両端部に段差部を形成しておく。そして、これら両段差部を上記両段部に、この被加工側周面への加工側回転部材の押し付けに伴って、軌道面と同時に加工する。

この様な構成を採用すれば、シールリングを設置する為に必要となる、上記両段部を、容易に、しかも精度良く加工できる。

【0016】

又、上述の様な請求項6に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項7に記載した様に、上記素材の被加工側周面の軸方向両端部に設けた両段差部と軸方向中央寄り部分との間に存在する段差面を、径方向に関して非加工側周面から離れるに従って互いに近づく方向に傾斜した傾斜面とする。そして、上記素材の中心軸に対し直交する方向に存在する仮想平面に対する、上記両段差面の傾斜角度を、完成後の軌道輪の対応する部分に存在する段差面の傾斜角度よりも、15度以下の範囲内で大きくしている。

これら両段差面をこの様に傾斜させれば、上記加工側回転部材に加わる力を低く抑えて、この加工側回転部材の耐久性並びに加工精度の向上を図れる。

【0017】

更に、請求項5～7に記載した発明を実施する場合に好ましくは、請求項8に記載した様に、軌道輪を造る為の素材の軸方向両端面を、非加工側周面から離れるに従って互いに近づく方向に傾斜した傾斜面とする。そして、上記素材の中心軸に対し直交する方向に存在する仮想平面に対する上記軸方向両端面の傾斜角度を、20度以下とする。

これら軸方向両端面をこの様に傾斜させる事によっても、上記加工側回転部材に加わる力を低く抑えて、この加工側回転部材の耐久性並びに加工精度の向上を図れる。

【実施例1】

【0018】

図1～5は、請求項1～4に対応する、本発明の実施例1として、本発明を外輪2a（図1の（E）参照）の製造に適用した場合に就いて示している。本実施例の特徴は、予め外輪2aの容積と実質的に同じ容積を有する円筒状の高精度素材8（図1の（A）参照）を造った後、冷間加工によりこの高精度素材8を塑性変形させて、上記外輪2aとする点

10

20

30

40

50

にある。この高精度素材 8 を造る方法に就いては、特に限定しないが、材料の歩留を良好にしてコスト低減を図る面から、長尺な線材（コイル）を所定長さに切断してこれに冷間で塑性加工を施して造る事が好ましい。或は、板材を円輪状に打ち抜いてこの断面形状を 90 度捩る事により、上記高精度素材 8 とする事もできる。更には、金属板を円管状に巻いて突き合わせ部を溶接したものに旋削加工を施して容積を整えたものも、使用可能である。高精度素材 8 を何れの方法により造った場合でも、この高精度素材 8 を次の様な工程で冷間加工により塑性変形させ、上記外輪 2 a とする。

【0019】

本実施例の場合には、図 1 の（A）に示した上記高精度素材 8 を、（B）に示した予備中間素材 9、（C）に示した第一中間素材 10、（D）に示した第二中間素材 11 を経て、（E）に示した外輪 2 a とする。これら予備中間素材 9、第一中間素材 10、第二中間素材 11 は何れも、外周面の形状は、最も外径が大きくなった部分から軸方向両端面に向け、この外径の変化方向が逆転せず、アンダカット部を持たない形状である。又、内周面の形状は、最も内径が小さくなった部分から軸方向両端面に向け、この内径の変化方向が逆転せず、アンダカット部を持たない形状である。従って、上記各中間素材 9 ~ 11 は何れも、軸方向に相対変位する金型同士の間で強く押圧する事により、精度良く造れる。就いては、それぞれの工程に就いて、以下に順番に説明する。

【0020】

上記高精度素材 8 を上記予備中間素材 9 とするには、この高精度素材 8 の外周面を図示しない抑え型の内周面に内嵌し、同じく内周面を中子に外嵌した状態で、この高精度素材 8 の軸方向（図 1 の上下方向）両端面の内径側半部に、やはり図示しないパンチの先端面を、全周に互って押し付ける。この結果、上記高精度素材 8 の軸方向両端面の内径側半部が軸方向に凹んで、当該部分に、径方向外方に凹んだ段差部 12、12 を有する、上記予備中間素材 9 を得られる。この際、これら両段差部 12、12 を形成する事に伴って径方向（図 1 の左右方向）外方に流動した肉は、上記軸方向両端部の外径側半部が軸方向に突出する事で吸収される。尚、この様にして造られる、上記予備中間素材 9 の外径は、造るべき外輪 2 a の外径と一致している。

【0021】

そこで、この予備中間素材 9 の一部 { 軸方向一端部（図 1 の上端部）を除く部分 } の径を、一度上記外輪 2 a の外径よりも小さい外径にまで縮める、縮管加工を、上記予備中間素材 9 に施す。この縮管加工は、図 2 に示す様にして行なう。

先ず、（A）に示す様に、この予備中間素材 9 を、ダイ 13 に設けた加工孔 14 の大径部 15 に内嵌（セット）する。次いで、（B）に示す様に、パンチ 16 により上記予備中間素材 9 を、上記加工孔 14 の奥にまで押し込む。この加工孔 14 は、上記大径部 15 とこの大径部 15 よりも奥側に設けた小径部 17 とを滑らかな曲面部 18 により連続させて成る。又、この大径部 15 の内径は、上記外輪 2 a の外径と一致させている。従って、上記パンチ 16 により上記加工孔 14 の奥部に存在する上記小径部 17 に押し込まれた、上記予備中間素材 9 の一部の外径は、上記外輪 2 a の外径よりも小さくなるまで縮められて、前記第一中間素材 10 となる。

【0022】

この様な第一中間素材 10 の内周面の直径は、外輪軌道 5 { 図 1 の（E）参照 } の底部となるべき部分から、この内周面を形成すべき上記パンチ 16 の挿入側軸方向端面に向け、拡大する方向にのみ変化する。上記内周面の直径は、軸方向に変化しない部分はあっても、小さくなる方向に変化する部分はない。言い換えれば、上記パンチ 16 の挿入方向に見て、アンダーカットとなる部分は存在しない。従って、このパンチ 16 と上記ダイ 13 とによる上記第一中間素材 10 の加工を、精度良く行なえる。

【0023】

尚、図示の例では、上記パンチ 16 の先端面の一部に凸曲面部 19 を形成する事により、上記第一中間素材 10 の内周面の一部に断面円弧状の凹曲面部 20 を、全周に互って形成する様にしている。上記パンチ 16 がこの凹曲面部 20 を形成するのは、上記予備中間

10

20

30

40

50

素材 9 を上記第一中間素材 10 とする加工の初期段階で行なわれる。従って、上述の様に予備中間素材 9 の一部の外径を縮めて第一中間素材 10 とすべく、上記外径を縮める作業の進行の過程で、加工応力は、上記初期段階を除き、前記曲面部 18 と上記予備中間素材 9 の外周面との当接部にのみ加わる。従って、上記加工孔 14 の曲面部 18 による、上記第一中間素材 10 の外周面の塑性加工は、精度良く行なえる。この部分の加工を精度良く行なう事は、得られる外輪軌道 5 { 図 1 の (E) 或いは図 25 参照 } の精度を確保する面から重要である。この様にして造られた、この第一中間素材 10 は、ロックアウトリング 21 により上記加工孔 14 から押し出して、次の工程に送る。

【 0 0 2 4 】

この次の工程では、上記第一中間素材 10 の内周面に、外輪軌道 5 の軸方向片半部 (図 1 の下半部) の元となるべき部分を形成する為の、内径押出加工を施す。この内径押出加工は、図 3 に示す様にして行なう。

先ず、(A) に示す様に、上記第一中間素材 10 を、ダイ 22 に設けた加工孔 23 に内嵌すると共に、この第一中間素材 10 の軸方向一端面 (図 3 の下端部) を、この加工孔 23 内に挿入したカウンターリング 24 の先端面 (図 3 の上端面) に突き当てる (セットする) 。この状態で、上記第一中間素材 10 の外周面は上記加工孔 23 の内周面に、同じく軸方向一端面は上記カウンターリング 24 の先端面に、それぞれ隙間なく当接する。又、このカウンターリング 24 と上記ダイ 22 との軸方向 (図 3 の上下方向) に関する位置関係は、厳密に規制されている。

【 0 0 2 5 】

上記第一中間素材 10 を上述の様にセットしたならば、次いで、(B) に示す様に、パンチ 25 により上記第一中間素材 10 の内周面を抜く。このパンチ 25 の先端部は、上記カウンターリング 24 内に隙間なく挿入した状態で (同心度を厳密に規制した状態で) このカウンターリング 24 に対する軸方向の変位を可能となる、小径部 26 としている。そして、この小径部 26 と、基端寄り (図 3 の上寄り) 部分に設けた、この小径部 26 と同心の大径部 27 とを、凸曲面部 28 により連続させている。この凸曲面部 28 の断面形状は、上記加工すべき上記外輪軌道 5 の軸方向片半部の断面形状とほぼ一致する (完全には一致しない) 、円弧状である。上記内径押出加工では、上記パンチ 25 の凸曲面部 28 を上記第一中間素材 10 の内周面に存在する前記凹曲面部 20 に突き当て、この凹曲面部 20 の形状を矯正しつつ、この凹曲面部 20 を上記第一中間素材 10 の軸方向一端部に向けて、所定位置にまで移動させる (内径寄り部分を抜く) 。

【 0 0 2 6 】

この結果、内周面の軸方向一端寄り部分に、上記外輪軌道 5 の軸方向片半部の元となる凹曲面部 20 a を備えた、前記第二中間素材 11 を得られる。この様にしてこの第二中間素材 11 を造る際、上述の様に凹曲面部 20 の形状を矯正しつつ所定位置にまで移動させて上記外輪軌道 5 の軸方向片半部となる凹曲面部 20 a とする、抜き作業の進行の過程で、加工応力は、上記凸曲面部 28 と上記凹曲面部 20 との当接部にのみ加わる。従って、この凸曲面部 28 による、上記外輪軌道 5 の軸方向片半部となる凹曲面部 20 a の塑性加工は、精度良く行なえる。この様にして造られた上記第二中間素材 11 のうち、この凹曲面部 20 a を設けた軸方向一端寄り部分 { 図 3 の (B) の下半部 } の形状は、造るべき外輪 2 a の該当部分の形状にほぼ一致している (完全には一致していない) 。又、前記図 2 に示した縮管加工の際、加工孔 14 の中間部に設けた曲面部 18 により段付形状に加工された部分に関しては、上記図 3 に示した内径押出加工を終了した時点で、径方向に関する肉厚の軸方向に関する分布が、造るべき外輪 2 a の該当部分の分布に (次述する外輪軌道形成加工時に直径が拡がる事に伴う肉厚の変化分を勘案した上で) 一致している。この為、上記図 2 に示した縮管加工の際、上記曲面部 18 の形状、並びに、前記ダイ 13 に対する前記パンチ 16 の挿入量を厳密に規制している。

【 0 0 2 7 】

上述の様にして上記第二中間素材 11 を加工する際にも、内周面の直径が、外輪軌道 5 の底部となるべき部分から、この内周面を形成すべき前記パンチ 25 の挿入側軸方向端面

10

20

30

40

50

に向け、拡大する方向にのみ変化する。上記内周面の直径は、軸方向に変化しない部分はあっても、小さくなる方向に変化する部分はない。言い換えれば、上記パンチ 25 の挿入方向に見て、アンダーカットとなる部分は存在しない。従って、このパンチ 25 と前記ダイ 22 とによる上記第二中間素材 11 の加工を精度良く行なえる。

この様にして造られた、この第二中間素材 11 は、前記カウンターリング 24 により前記加工孔 23 から押し出して、次の工程に送る。

【0028】

この次の工程では、上記第二中間素材 11 の軸方向他端寄り（図 3、5 の下端寄り）部分の外径を大きくして、外径を（両端縁部の面取り部を除いて）軸方向全長に亘って均一にすると共に、内周面に上記外輪軌道 5 を形成する、外輪軌道形成加工を行なう。この外輪軌道形成加工は、図 4～5 に示す様な、ローリング加工により行なう。

10

【0029】

このローリング加工は、互いに平行に、且つ、逆方向に相対回転自在に支持された外接ローラ 29 と内接ローラ 30 との間で上記第二中間素材 11 の円周方向の一部を径方向に押圧する事で行なう。このうちの外接ローラ 29 は、厚肉円盤状で、径方向の変位を抑えた状態で、回転のみ自在に支持しており、造るべき外輪 2a の幅（軸方向長さ）よりも大きな幅と、（回転中心軸と平行な）円筒状の外周面とを有する。又、上記内接ローラ 30 は、円柱状で、外周面の一部に、造るべき外輪 2a の内周面の断面形状（母線形状）に一致する断面形状（母線形状）を有する、加工曲面部 31 を設けている。又、上記内接ローラ 30 は、図示しない駆動機構及び押圧機構により、上記外接ローラ 29 の外周面に向け押圧しつつ回転駆動自在とされている。

20

【0030】

上記第二中間素材 11 を上記外輪 2a に加工するには、この第二中間素材 11 を上記内接ローラ 30 に緩く外嵌した状態で、この内接ローラ 30 を上記外接ローラ 29 の外周面に向け押圧しつつ回転駆動する。上記第二中間素材 11 は、上記内接ローラ 30 によりこの内接ローラ 30 と同方向に連れ回りしつつ上記外接ローラ 29 の外周面に押し付けられる。この為、この外接ローラ 29 が、上記第二中間素材 11 及び上記内接ローラ 30 と逆方向に連れ回り運動（回転）する。そして、この第二中間素材 11 は、その円周方向の一部が、これら両ローラ 29、30 の外周面同士の間で、径方向に押圧される。又、この様に径方向に押圧される部分は、円周方向に連続して変化する。この結果、上記第二中間素材 11 の軸方向他端寄り部分が、上記外接ローラ 29 の外周面に当接するまで、徐々に拡径される。

30

【0031】

上記第二中間素材 11 の軸方向他端寄り部分が拡径し切り、この第二中間素材 11 の外径が（両端縁部の面取り部を除いて）軸方向全長に亘って均一になった後は、上記内接ローラ 30 の加工曲面部 31 の形状が上記第二中間素材 11 の内周面に転写される。この加工曲面部 31 は、その軸方向中央部に、前記外輪軌道 5 を形成すべき、断面円弧状の凸曲面部 32 を設けている。又、軸方向両端部には、前記各段差部 12、12 に密封板の外周縁に係止すべき係止溝を加工すべき突条 33、33 を形成している。従って、上記加工曲面部 31 の形状が上記第二中間素材 11 の内周面に転写された状態では、内周面の軸方向中央部に上記外輪軌道 5 を、同じく両端部に係止溝 34、34 を、それぞれ備えた、前記外輪 2a を得られる。

40

【0032】

この様にして得られた外輪 2a には、転がり疲れ寿命を確保する為に上記外輪軌道 5 部分を硬化させるべく、熱処理（焼き入れ）を施す。熱処理を施した外輪 2a は、そのまま内輪 3 及び玉 4、4 と組み合わせて図 25 に示す様なラジアル玉軸受 1 とする事もできる。更に、回転精度、或いは回転時に振動及び騒音を低く抑える必要がある場合には、上記熱処理後、上記外輪軌道 5 部分に、表面粗さを向上させる為の研磨を施す事もできる。

【実施例 2】

【0033】

50

図 6 ~ 7 は、やはり請求項 1 ~ 4 に対応する、本発明の実施例 2 を示している。本実施例の場合には、前述の図 1 の (D) に示した第二中間素材 1 1 を同じく (E) に示した外輪 2 a に加工する為のローリング加工装置を構成する外接ローラ 2 9 a を、円環状に形成している。そして、この外接ローラ 2 9 a の内側に内接ローラ 3 0 を、回転中心軸を互いに平行に配置した状態で、且つ、回転中心軸を互いに偏心させた状態で挿入している。上記第二中間素材 1 1 を上記外輪 2 a に加工する為のローリング加工を行なう際には、上記内接ローラ 3 0 を上記外接ローラ 2 9 a の内周面に押圧しつつ回転させる。その他の部分の構成及び作用は、上述した実施例 1 と同様であるから、重複する図示並びに説明は省略する。

【実施例 3】

10

【0034】

図 8 ~ 9 は、やはり請求項 1 ~ 4 に対応する、本発明の実施例 3 を示している。本実施例の場合には、前述の図 1 の (D) に示した第二中間素材 1 1 を同じく (E) に示した外輪 2 a に加工する為のローリング加工装置を構成する外接ローラ 2 9 b を円環状とし、且つ、この外接ローラ 2 9 b の内径を、上記外輪 2 a の外径 (= 上記第二中間素材 1 1 の最大外径) に一致させている。そして、この外接ローラ 2 9 b の内側に内接ローラ 3 0 を、回転中心軸を互いに平行に配置した状態で、且つ、回転中心軸を互いに偏心させた状態で挿入している。上記第二中間素材 1 1 を上記外輪 2 a に加工する為のローリング加工を行なう際には、この第二中間素材 1 1 を上記外接ローラ 2 9 b にがたつきなく内嵌した状態で上記内接ローラ 3 0 を、この外接ローラ 2 9 b の内周面に押圧しつつ回転させる。その他の部分の構成及び作用は、前述した実施例 1 及び上述した実施例 2 と同様であるから、重複する図示並びに説明は省略する。

20

【実施例 4】

【0035】

図 10 ~ 14 は、やはり請求項 1 ~ 4 に対応する、本発明の実施例 4 として、本発明を内輪 3 a の製造に適用した場合に就いて示している。本実施例の特徴は、予め内輪 3 a { 図 10 の (E) 参照 } の容積と実質的に同じ容積を有する円筒状の高精度素材 8 a { 図 1 の (A) 参照 } を造った後、冷間加工によりこの高精度素材 8 a を塑性変形させて、上記内輪 3 a とする点にある。この高精度素材 8 a を造る方法に就いては、前述した実施例 1 の場合と同様であるが、高精度素材 8 a を何れの方法により造った場合でも、この高精度素材 8 a を次の様な工程で冷間加工により塑性変形させ、上記内輪 3 a とする。

30

【0036】

本実施例の場合には、図 10 の (A) に示した上記高精度素材 8 a を、(B) に示した予備中間素材 9 a、(C) に示した第一中間素材 10 a、(D) に示した第二中間素材 11 a を経て、(E) に示した内輪 3 a とする。これら予備中間素材 9 a、第二中間素材 11 a は何れも、上述した各実施例と同様に、外周面及び内周面の形状は、それぞれアングラカット部を持たない形状である。従って、上記各中間素材 9 a ~ 11 a は何れも、軸方向に相対変位する金型同士の間で強く押圧する事により、精度良く造れる。就いては、それぞれの工程に就いて、順番に説明する。

【0037】

40

上記高精度素材 8 a を上記予備中間素材 9 a とするには、この高精度素材 8 a の外周面を図示しない抑え型の内周面に内嵌し、同じく内周面を中子に外嵌した状態で、この高精度素材 8 a の軸方向両端面の外径側半部に、やはり図示しないパンチの先端面を、全周に互って押し付ける。この結果、上記高精度素材 8 a の軸方向両端面の外径側半部が軸方向に凹んで、当該部分に段差部 12 a、12 a を有する、上記予備中間素材 9 a を得られる。この際、これら両段差部 12 a、12 a を形成する事に伴って径方向内方に流動した肉は、上記軸方向両端部の内径側半部が軸方向に突出する事で吸収される。尚、この様にして造られる、上記予備中間素材 9 a の内径は、造るべき内輪 3 a の内径とほぼ同じである (厳密に同じである必要はない)。

【0038】

50

この様な予備中間素材 9 a には、その一部 { 軸方向一端部 (図 1 0 の上端部) を除く部分 } の外径を、上記内輪 3 a の中間部外周面に形成した内輪軌道 6 { 図 1 0 の (E) 及び図 1 4 参照 } の溝底径 (深溝型の内輪軌道 6 の幅方向中央部で最も外径が小さくなった部分の外径) にまで縮める縮管加工を施す。この縮管加工は、図 1 1 に示す様に行なう。

まず、(A) に示す様に、上記予備中間素材 9 a を、ダイ 1 3 a に設けた加工孔 1 4 a の大径部 1 5 a に内嵌 (セット) する。次いで、(B) に示す様に、パンチ 1 6 a により上記予備中間素材 9 a を、上記加工孔 1 4 a の奥にまで押し込む。この加工孔 1 4 a は、上記大径部 1 5 a とこの大径部 1 5 a よりも奥側に設けた小径部 1 7 a とを滑らかな曲面部 1 8 a により連続させて成る。この曲面部 1 8 a の断面形状は、造るべき上記内輪 3 a の外周面に形成する、上記内輪軌道 6 の片半部 (図 1 0 の上半部) の断面形状と一致しており、上記小径部 1 7 a の内径は、上記溝底径と一致させている。従って、上記パンチ 1 6 a により上記加工孔 1 4 a の奥部に存在する上記小径部 1 7 a に押し込まれた、上記予備中間素材 9 a の一部の外径は、上記溝底径と一致する状態に縮められて、前記第一中間素材 1 0 a となる。

10

【 0 0 3 9 】

尚、図示の例では、上記パンチ 1 6 a の軸方向中間部の一部に凸曲面部 1 9 a を形成する事により、上記第一中間素材 1 0 a の内周面の一端寄り部分に断面円弧状の凹曲面部 2 0 b を、全周に亘って形成する様にしている。上記パンチ 1 6 a がこの凹曲面部 2 0 b を形成するのは、上記予備中間素材 9 a を上記第一中間素材 1 0 a とする加工の初期段階で行なわれる。従って、上述の様に予備中間素材 9 a の一部の外径を縮めて第一中間素材 1 0 a とすべく、上記外径を縮める作業の進行の過程で、加工応力は、上記初期段階を除き、上記曲面部 1 8 a と上記予備中間素材 9 a の外周面との当接部にのみ加わる。従って、上記加工孔 1 4 a の曲面部 1 8 a による、上記第一中間素材 1 0 a の外周面の塑性加工は、精度良く行なえる。この部分の加工を精度良く行なう事は、得られる内輪軌道 6 { 図 1 0 の (E) 或いは図 2 5 参照 } の精度を確保する面から重要である。この様にして造られた、上記第一中間素材 1 0 a は、ロックアウトリング 2 1 a により上記加工孔 1 4 a から押し出して、次の工程に送る。

20

【 0 0 4 0 】

上述の様にして加工される、上記第一中間素材 1 0 a は、外周面の直径が、内輪軌道 5 { 図 1 0 の (E) 参照 } の底部となるべき部分から、この外周面を形成すべき前記ダイ 1 3 a の挿入側軸方向端面に向け、拡大する方向にのみ変化する。上記外周面の直径は、軸方向に変化しない部分はあっても、大きくなる方向に変化する部分はない。言い換えれば、上記ダイ 1 3 a に対するの挿入方向に見て、アンダーカットとなる部分は存在しない。従って、このダイ 1 3 a と上記パンチ 1 6 a とによる上記第一中間素材 1 0 a の加工を精度良く行なえる。

30

【 0 0 4 1 】

上記次の工程では、上記第一中間素材 1 0 a のうちで上記内輪軌道 6 の軸方向他半部 (図 1 0 の下半部) に対応する部分の径方向に関する肉厚の軸方向に関する分布を、造るべき上記内輪 3 a の該当部分の分布に一致させる為の内径押出加工を施す。この内径押出加工は、図 1 2 に示す様に行なう。

40

まず、(A) に示す様に、上記第一中間素材 1 0 a を、ダイ 2 2 a に設けた加工孔 2 3 a に内嵌すると共に、この第一中間素材 1 0 a の軸方向一端面 (図 1 2 の下端面) を、この加工孔 2 3 a 内に挿入したカウンターリング 2 4 a の先端面 (図 1 2 の上端面) に突き当てる (セットする) 。この状態で、上記第一中間素材 1 0 a の外周面は上記加工孔 2 3 a の内周面に、同じく軸方向一端面は上記カウンターリング 2 4 a の先端面に、それぞれ隙間なく当接する。又、このカウンターリング 2 4 a と上記ダイ 2 2 a との軸方向 (図 1 2 の上下方向) に関する位置関係は、厳密に規制されている。

【 0 0 4 2 】

上記第一中間素材 1 0 a を上述の様にセットしたならば、次いで、(B) に示す様に、

50

パンチ 2 5 a によりこの第一中間素材 1 0 a の内周面を扱く。このパンチ 2 5 a の先端部は、上記カウンターリング 2 4 a 内に隙間なく挿入した状態で（同心度を厳密に規制した状態で）このカウンターリング 2 4 a に対する軸方向の変位を可能となる、小径部 2 6 a としている。そして、この小径部 2 6 a と、基端寄り（図 1 2 の上寄り）部分に設けた、この小径部 2 6 a と同心の大径部 2 7 a とを、凸曲面部 2 8 a により連続させている。この凸曲面部 2 8 a の断面形状は、前記内輪軌道 6 の軸方向他半部に対応する部分の径方向に関する肉厚の軸方向に関する分布を、造るべき上記内輪 3 a の該当部分の分布に一致させるべく、厳密に規制している。上記内径押出加工では、上記パンチ 2 5 a の凸曲面部 2 8 a を上記第一中間素材 1 0 a の内周面に存在する前記凹曲面部 2 0 b に突き当て、この凹曲面部 2 0 b の形状を矯正しつつ、この凹曲面部 2 0 b を上記第一中間素材 1 0 a の軸方向一端部に向けて、所定位置にまで移動させる（内径寄り部分を扱く）。 10

【 0 0 4 3 】

この結果、内周面の軸方向一端寄り（図 1 2 の下寄り）部分に、上記内輪軌道 6 の軸方向他半部となるべき部分の肉厚分布を整える為の凹曲面部 2 0 c を備えた、前記第二中間素材 1 1 a を得られる。この様にしてこの第二中間素材 1 1 a を造る際、上述の様に凹曲面部 2 0 b の形状を矯正しつつ所定位置にまで移動させて、上記内輪軌道 6 の軸方向他半部となるべき部分の肉厚分布を整える為の凹曲面部 2 0 c とする扱き作業の進行の過程で、加工応力は、上記凸曲面部 2 8 a と上記凹曲面部 2 0 b との当接部にのみ加わる。従って、この凸曲面部 2 8 a による、上記肉厚分布を整える為の凹曲面部 2 0 c の塑性加工は、精度良く行なえる。この様にして造られた上記第二中間素材 1 1 a のうち、軸方向に関して上記凹曲面部 2 0 c を設けた部分と反対側の部分（図 1 0 の（D）及び図 1 2 の（B）の上半部分）の形状は、造るべき内輪 3 a の該当部分の形状に、ほぼ一致している。又、上記凹曲面部 2 0 c を形成した部分に関しては、径方向に関する肉厚の軸方向に関する分布が、造るべき内輪 3 a の該当部分の分布に一致している。この為に、上記内径押出加工の際、上記凸曲面部 2 8 a の形状、並びに、前記ダイ 2 2 a に対する上記パンチ 2 5 a の挿入量を厳密に規制している。この様にして造られた、上記第二中間素材 1 1 a は、前記カウンターリング 2 4 a により前記加工孔 2 3 a から押し出して、次の工程に送る。 20

【 0 0 4 4 】

この次の工程では、上記第二中間素材 1 1 a の軸方向他端寄り（図 1 2、1 4 の下端寄り）部分の内径を大きくして、内径を（両端縁部の面取り部を除いて）軸方向全長に互って均一にすると共に、外周面に上記内輪軌道 6 を形成する、内輪軌道形成加工を行なう。この内輪軌道形成加工は、図 1 3 ~ 1 4 に示す様な、ローリング加工により行なう。 30

【 0 0 4 5 】

このローリング加工は、互いに平行に、且つ、逆方向に相対回転自在に支持された外接ローラ 2 9 c と内接ローラ 3 0 a との間で上記第二中間素材 1 1 a の円周方向の一部を径方向に押圧する事で行なう。このうちの外接ローラ 2 9 c は、厚肉円盤状で、径方向の変位を抑えた状態で、回転のみ自在に支持しており、造るべき内輪 3 a の幅（軸方向長さ）よりも大きな幅を有する。又、上記外接ローラ 2 9 c の外周面の軸方向中間部に、造るべき内輪 3 a の外周面の断面形状（母線形状）に一致する断面形状（母線形状）を有する、加工曲面部 3 1 a を設けている。一方、上記内接ローラ 3 0 a は、円柱状で、外周面は単なる（回転中心と平行な）円筒面としている。又、上記内接ローラ 3 0 a は、図示しない駆動機構及び押圧機構により、上記外接ローラ 2 9 c の内周面に向け押圧しつつ回転駆動自在とされている。 40

【 0 0 4 6 】

上記第二中間素材 1 1 a を上記内輪 3 a に加工するには、この第二中間素材 1 1 a を上記内接ローラ 3 0 a に緩く外嵌した状態で、この内接ローラ 3 0 a を上記外接ローラ 2 9 c の外周面に向け押圧しつつ回転駆動する。上記第二中間素材 1 1 a は、上記内接ローラ 3 0 a によりこの内接ローラ 3 0 a と同方向に連れ回りしつつ上記外接ローラ 2 9 c の外周面に押し付けられる。この為、この外接ローラ 2 9 c が、上記第二中間素材 1 1 a 及び上記内接ローラ 3 0 a と逆方向に連れ回り運動（回転）する。そして、この第二中間素材 50

11aは、その円周方向の一部が、これら両ローラ29c、30aの外周面同士の間で、径方向に押圧される。又、この様に径方向に押圧される部分は、円周方向に連続して変化する。この結果、上記第二中間素材11aの軸方向他端寄り部分が、上記外接ローラ29cの外周面に当接するまで、徐々に拡径される。

【0047】

上記第二中間素材11aの軸方向他端寄り部分が拡径し切り、この第二中間素材11aの内径が（両端縁部の面取り部を除いて）軸方向全長に亘って均一になった後は、上記外接ローラ29cの加工曲面部31aの形状が上記第二中間素材11aの外周面に転写される。この加工曲面部31aは、その軸方向中央部に、前記内輪軌道6を形成すべき、断面円弧状の凸曲面部32aを設けている。又、軸方向両端部には、前記各段部12a、12aを、密封板の内周縁を摺接若しくは近接対向させる為のシール面に加工する為の加工面を形成している。従って、上記加工曲面部31aの形状が上記第二中間素材11aの内周面に転写された状態では、内周面の軸方向中央部に上記内輪軌道6を、同じく両端部に上記シール面を、それぞれ備えた、前記内輪3aを得られる。

10

【0048】

この様にして得られた内輪3aには、転がり疲れ寿命を確保する為に上記内輪軌道6部分を硬化させるべく、熱処理（焼き入れ）を施す。熱処理を施した内輪3aは、そのまま外輪2及び玉4、4と組み合わせて図25に示す様なラジアル玉軸受1とする事もできる。更に、回転精度、或いは回転時に振動及び騒音を低く抑える必要がある場合には、上記熱処理後、上記内輪軌道6部分に、表面粗さを向上させる為の研磨を施す事もできる。

20

【実施例5】

【0049】

図15～16は、やはり請求項1～4に対応する、本発明の実施例5を示している。本実施例の場合には、前述の図10の（D）に示した第二中間素材11aを同じく（E）に示した内輪3aに加工する為のローリング加工装置を構成する外接ローラ29dを、円環状に形成している。そして、この外接ローラ29dの内側に内接ローラ30aを、回転中心軸を互いに平行に配置した状態で、且つ、回転中心軸を互いに偏心させた状態で挿入している。上記第二中間素材11aを上記内輪3aに加工する為のローリング加工を行なう際には、上記内接ローラ30aを上記外接ローラ29dの内周面に押圧しつつ回転させる。その他の部分の構成及び作用は、上述した実施例4と同様であるから、重複する図示並びに説明は省略する。

30

【実施例6】

【0050】

図17～18は、やはり請求項1～4に対応する、本発明の実施例6を示している。本実施例の場合には、前述の図10の（D）に示した第二中間素材11aを同じく（E）に示した内輪3aに加工する為のローリング加工装置を構成する為に、それぞれが厚肉円盤状である外接ローラ29e、29eを1対設けている。又、内接ローラの代わりに、上記第二中間素材11aを回転自在に支持する為の、円柱状のマンドレル35を設けている。このマンドレル35の中心軸と上記両外接ローラ29e、29eの回転中心軸とは、単一の仮想平面上に存在し、互いに平行である。又、上記マンドレル35の外径は、加工すべき上記内輪3aの内径と一致している。尚、本実施例の場合、第二中間素材11aの軸方向一端寄り（図18の下寄り）部分の内径が、内輪3aの内径と一致する様に、この第二中間素材11aを形成している。

40

【0051】

上記第二中間素材11aを上記外輪3aに加工する為のローリング加工を行なう際には、上記マンドレル35に上記第二中間素材11aを外嵌した状態で、上記両外接ローラ29e、29eを互いに近づく方向に押圧しつつ同じ方向に回転させる。この結果、上記第二中間素材11aの一部の外径が縮まりつつ、外周面に内輪軌道6及びシール面が形成される。その他の部分の構成及び作用は、前述した実施例4及び上述した実施例5と同様であるから、重複する図示並びに説明は省略する。

50

【実施例 7】

【0052】

図 19 ~ 21 は、請求項 1、5 ~ 8 に対応する、本発明の実施例 7 を示している。本実施例の場合には、前述の図 1 の (B) に示した予備中間素材 9 から同 (E) に示した外輪 2a への加工を、同 (C) に示す様な縮径作業や同 (D) に示す様な内径押出加工を行わずに、ローリング加工のみで行なう様にしている。即ち、本実施例の場合には、図 21 の (A) に示す様な予備中間素材 9 を、受部材である、図 19 ~ 20 に示す様なダイ 22b に隙間なく内嵌する。即ち、非加工側周面である上記予備中間素材 9 の外周面を、支承側周面である上記ダイ 22b の内周面に、全周に互って当接若しくは近接対向させる。この状態で、被加工側周面である上記予備中間素材 9 の内周面に、加工側周面であるマンドレル 35a の外周面を押し付けて、上記外輪 2a を得る。このマンドレル 35a が、特許請求の範囲に記載した加工側回転部材である。上記予備中間素材 9 の容積と、完成品であるこの外輪 2a の容積とは互いに等しい。又、この予備中間素材 9 の外径 D_9 とこの外輪 2a の外径 D_{2a} とは、ほぼ等しい ($D_9 \approx D_{2a}$)。又、この予備中間素材 9 の幅 W_9 とこの外輪 2a の幅 W_{2a} とは、ほぼ等しい ($W_9 \approx W_{2a}$)。

【0053】

上記ダイ 22b は、円環状で、上記予備中間素材 9 を実質的に隙間なく内嵌できる内径を有し、図示しない支持部に、径方向への変位を阻止された状態で、回転自在に支持されている。又、上記マンドレル 35a は、この予備中間素材 9 及び上記外輪 2a の内径側に抜き差し自在な外径を有する。又、上記マンドレル 35a の中間部外周面で上記ダイ 22b の内周面と対向する部分に、完成品状態での被加工側周面、即ち、上記外輪 2a の内周面の母線形状と一致する母線形状を有する、加工側周面 36 を設けている。この様なマンドレル 35a は、図示しない駆動装置により回転駆動されつつ、やはり図示しない押圧装置により、上記ダイ 22b の内周面に向けて強く押し付けられる。

【0054】

上記予備中間素材 9 を上記外輪 2a に加工するには、先ず、図 21 の (A) に示す様な予備中間素材 9 を、図 19 の (A) に示す様に、上記ダイ 22b に隙間なく内嵌する。尚、この予備中間素材 9 の内周面の軸方向両端部には、それぞれ段差部 37、37 を形成している。これら各段差部 37、37 は、上記マンドレル 35a と上記ダイ 22b とによる加工に伴って、上記外輪 2a の両端部内周面に、シールリングの外周縁部を係止する為の係止溝付の段部となる。この様な両段差部 37、37 と、上記予備中間素材 9 の内周面の軸方向中央寄り部分との間にはそれぞれ段差面 38、38 が存在する。これら両段差面 38、38 は、径方向内方に向かうに従って互いに近づく方向に傾斜した傾斜面である。

【0055】

そして、上記予備中間素材 9 の中心軸に対し直交する方向に存在する仮想平面に対する、上記両段差面 38、38 の傾斜角度 θ を、図 21 の (B) に示した、完成後の外輪 2a の対応する部分に存在する段差面 38a、38a の傾斜角度 θ_a との関係で規制している。即ち、完成後の外輪 2a の段差面 38a、38a の傾斜角度 θ_a を 15 度以下に抑え、上記中間素材 9 の段差面 38、38 の傾斜角度 θ は、この完成後の外輪 2a の段差面 38a、38a の傾斜角度 θ_a よりも、15 度以下の範囲内で大きくしている ($\theta > \theta_a$ 、15 度、 $\theta < 15$ 度)。又、上記予備中間素材 9 の軸方向両端面 39、39 に就いても、径方向内方に向かうに従って互いに近づく方向に傾斜した傾斜面としている。そして、上記予備中間素材 9 の中心軸に対し直交する方向に存在する仮想平面に対する上記軸方向両端面 39、39 の傾斜角度 ϕ を、20 度以下 ($\phi < 20$ 度) に規制している。

【0056】

上述の様な予備中間素材 9 を上記ダイ 22b にがたつきなく内嵌したならば、次いで、図 19 の (B) に示す様に、上記予備中間素材 9 内に前記マンドレル 35a を挿入し、これら予備中間素材 9 とマンドレル 35a との軸方向位置を規制する。尚、本実施例の場合、この予備中間部材 9 の外径は、始めから完成後の外輪 2a の外径とほぼ同じである。従って、前述の特許文献 3 に記載された発明の様に、素材を拡径しつつ外輪を加工する場合

に比べて、上記マンドレル 35 a として、直径が大きなものを使用してきて、このマンドレル 35 a の押し付け力を大きくし、しかもこのマンドレル 35 a の耐久性確保を図れる。

【0057】

上記予備中間素材 9 内に前記マンドレル 35 a を挿入したならば、次いで、前記駆動装置及び押圧装置により、このマンドレル 35 a を回転駆動しつつ上記予備中間素材 9 の内周面に向けて押し付ける。この結果、図 19 の (C) (D) に示す過程で、このマンドレル 35 a の中間部外周面に設けた前記加工側周面 36 の形状を、上記予備中間素材 9 の内周面に転写する、ローリング加工が行なわれる。即ち、上記マンドレル 35 a の加工側周面 36 を、回転させつつ上記予備中間素材 9 の内周面に押し付ける事で、この予備中間素材 9 を構成する金属材料が、図 20 に矢印方向にフローする。そして、この予備中間素材 9 の内周面の形状が、次第に、上記加工側周面に倣った形状になって、上記外輪 2 a を得られる。

10

【0058】

この様なローリング加工の過程で、上記予備中間素材 9 の外周面は、全周に亘って前記ダイ 22 b により拘束されており、直径が広がる事はない。従って、内周面形状を上記外輪 2 a のものとする為に要する塑性変形量を少なく抑えられる。この為、上記マンドレル 35 a の加工側周面 36 を上記予備中間素材 9 の内周面に押し付ける力を低く抑える事ができて、この予備中間素材 9 に生じる応力を低く抑えられる。そして、上記外輪 2 a の軸方向両端部内周面に存在する、シールリングの外周縁に係止する為に係止溝を含め、上記内輪 2 a の各部を精度良く加工できる。又、加工時間を短くできて、コスト低減を図れる。更に、得られた上記外輪 2 a の真円度も良好になる。尚、前述の図 25 に示した様な、上記係止溝を持たない外輪 2 を造るのであれば、予備中間素材及びマンドレルの加工側周面の形状は、図示の場合よりも単純で良い。

20

【0059】

又、上記予備中間素材 9 のうち、角度 分傾斜した上記两段差面 38、38 の傾斜角度が小さくなり、角度 分傾斜した、上記两段差面 38 a、38 a になる。又、上記予備中間素材 9 のうち、角度 分傾斜した上記軸方向両端面 39、39 の傾斜角度が小さくなり、軸方向に対しほぼ直角方向に存在する軸方向両端面 39 a、39 a になる。本実施例の場合、上記予備中間素材 9 の各部の傾斜角度、を、前述の様に、完成後の外輪 2 a の各部の傾斜角度との関係で適切に規制しているので、上記ローリング加工時に上記マンドレル 35 a に加わる力を低く抑えて、このマンドレル 35 a の耐久性並びに得られる外輪 2 a の加工精度の向上を図れる。即ち、上記予備中間素材 9 に、上記傾斜角度、を付与している為、ローリング加工時に径方向内方への金属材料のフローが円滑に行なわれる様になって、上記マンドレル 35 a に加わる力を低く抑えられる。

30

【実施例 8】

【0060】

図 22 ~ 24 は、やはり請求項 1、5 ~ 8 に対応する、本発明の実施例 8 を示している。本実施例の場合には、前述の図 10 の (B) に示した予備中間素材 9 a から同 (E) に示した内輪 3 a への加工を、同 (C) に示す様な縮径作業や同 (D) に示す様な内径押出加工を行わずに、ローリング加工のみで行なう様にしている。即ち、本実施例は、上述の実施例 7 の技術を、径方向に関する内外を逆にして、上記内輪 3 a の製造に適用したものである。

40

【0061】

この為に本実施例の場合には、図 24 の (A) に示す様な予備中間素材 9 a を、受部材である、図 22 ~ 23 に示す様なアーバ 40 に、実質的に隙間なく外嵌する。即ち、非加工側周面である上記予備中間素材 9 a の内周面を、支承側周面であるこのアーバ 40 の外周面に、全周に亘って当接若しくは近接対向させる。この状態で、被加工側周面である上記予備中間素材 9 a の外周面に、それぞれが加工側周面である 1 対のローラ 41、41 の外周面を押し付けて、上記内輪 3 a を得る。上記予備中間素材 9 a の容積と、完成品であるこの内輪 3 a の容積とが互いに等しい事、各部の寸法及び傾斜角度等の関係は、径方向

50

に関する内外が逆になる以外、前述した実施例 7 の場合と同様であるから、重複する説明は省略する。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図 1】本発明の実施例 1 の外輪加工工程を示す断面図。

【図 2】外輪加工工程のうちの縮管加工工程を示す断面図。

【図 3】同じく内径押出加工工程を示す断面図。

【図 4】同じく外輪軌道形成加工工程を示す側面図。

【図 5】(A) は外輪軌道形成加工工程の開始直後の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 4 のイ - イ 断面図。

10

【図 6】本発明の実施例 2 を示す、図 4 と同様の図。

【図 7】(A) は外輪軌道形成加工工程の開始直後の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 6 のロ - ロ 断面図。

【図 8】本発明の実施例 3 を示す、図 4 と同様の図。

【図 9】(A) は外輪軌道形成加工工程の開始直後の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 8 のハ - ハ 断面図。

【図 10】本発明の実施例 4 の内輪加工工程を示す断面図。

【図 11】内輪加工工程のうちの縮管加工工程を示す断面図。

【図 12】同じく内径押出加工工程を示す断面図。

【図 13】同じく内輪軌道形成加工工程を示す側面図。

20

【図 14】(A) は内輪軌道形成加工工程の開始直後の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 13 のニ - ニ 断面図。

【図 15】本発明の実施例 5 を示す、図 13 と同様の図。

【図 16】(A) は内輪軌道形成加工工程の開始直後の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 15 のホ - ホ 断面図。

【図 17】本発明の実施例 6 を示す、図 13 と同様の図。

【図 18】(A) は内輪軌道形成加工工程の開始直後の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 17 のヘ - ヘ 断面図。

【図 19】本発明の実施例 7 を示す、ローリング加工により円筒状の中間素材を外輪に加工する状態を工程順に示す断面図。

30

【図 20】図 19 の (B) のト部拡大図。

【図 21】中間素材とこの中間素材から得られる外輪との断面図。

【図 22】本発明の実施例 8 を示す側面図。

【図 23】(A) は加工開始直前の状態を、(B) は同じく終了直前の状態を、それぞれ示す、図 22 のチ - チ 断面図。

【図 24】中間素材とこの中間素材から得られる内輪との断面図。

【図 25】本発明の対象となる軌道輪を組み込んだラジアル玉軸受の 1 例を示す部分切断斜視図。

【符号の説明】

【0063】

40

1 ラジアル玉軸受

2、2 a 外輪

3、3 a 内輪

4 玉

5 外輪軌道

6 内輪軌道

7 保持器

8、8 a 高精度素材

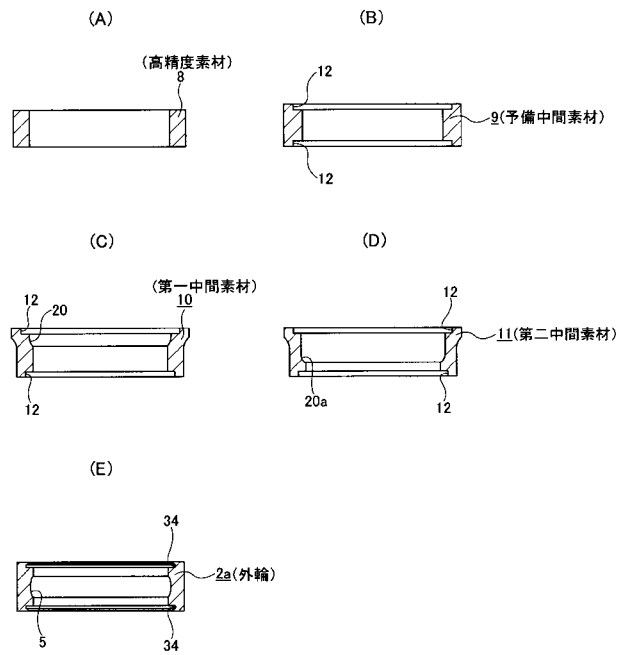
9、9 a 予備中間素材

10、10 a 第一中間素材

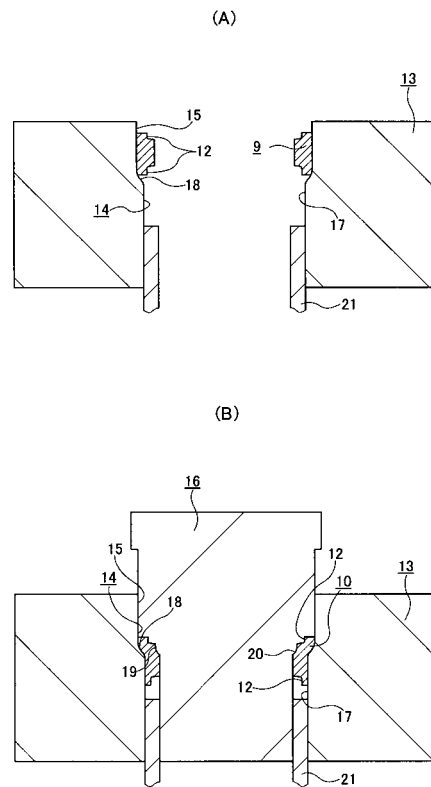
50

1 1、1 1 a	第二中間素材	
1 2、1 2 a	段差部	
1 3、1 3 a	ダイ	
1 4、1 4 a	加工孔	
1 5、1 5 a	大径部	
1 6、1 6 a	パンチ	
1 7、1 7 a	小径部	
1 8、1 8 a	曲面部	
1 9、1 9 a	凸曲面部	
2 0、2 0 a、2 0 b、2 0 c	凹曲面部	10
2 1、2 1 a	ロックアウトリング	
2 2、2 2 a、2 2 b	ダイ	
2 3、2 3 a	加工孔	
2 4、2 4 a	カウンターリング	
2 5、2 5 a	パンチ	
2 6、2 6 a	小径部	
2 7、2 7 a	大径部	
2 8、2 8 a	凸曲面部	
2 9、2 9 a、2 9 b、2 9 c、2 9 d、2 9 e	外接ローラ	
3 0、3 0 a	内接ローラ	20
3 1、3 1 a	加工曲面部	
3 2、3 2 a	凸曲面部	
3 3	突条	
3 4	係止溝	
3 5、3 5 a	マンドレル	
3 6	加工側周面	
3 7	段差部	
3 8、3 8 a	段差面	
3 9、3 9 a	端面	
4 0	アーバ	30
4 1	ローラ	

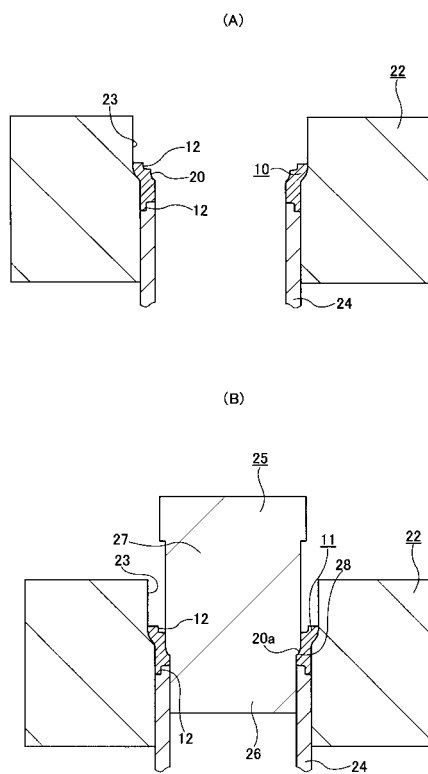
【図 1】



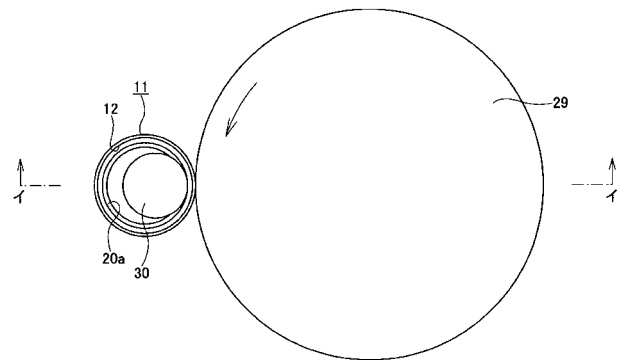
【図 2】



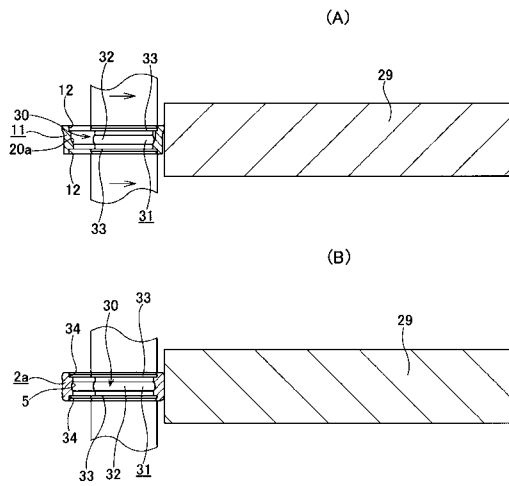
【図 3】



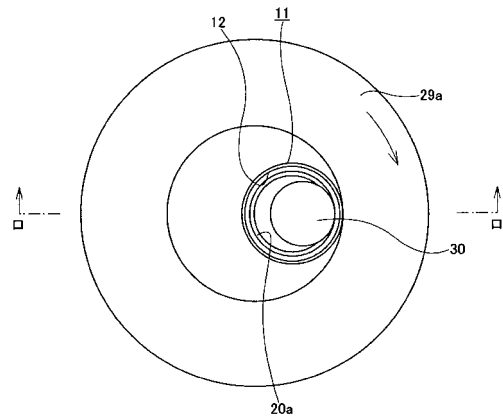
【図 4】



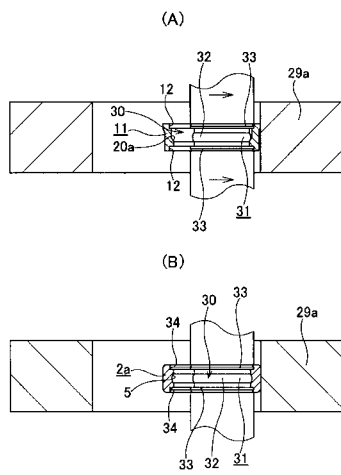
【 図 5 】



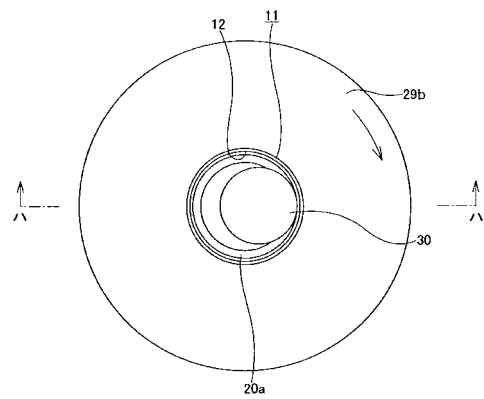
【 図 6 】



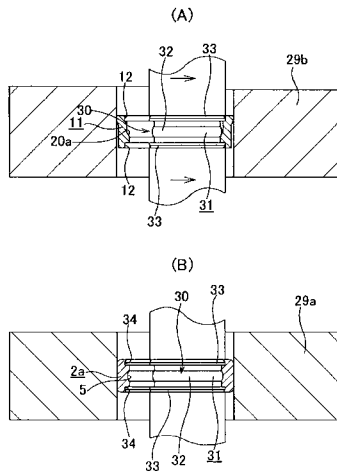
【 図 7 】



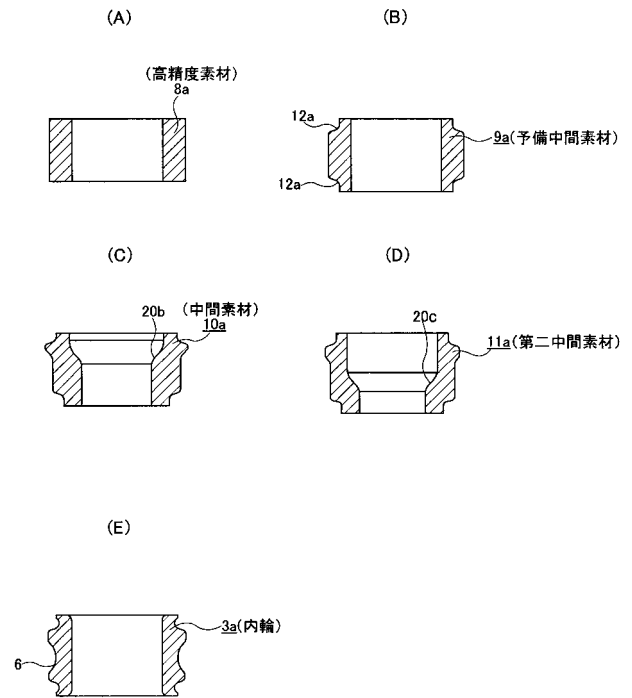
【 図 8 】



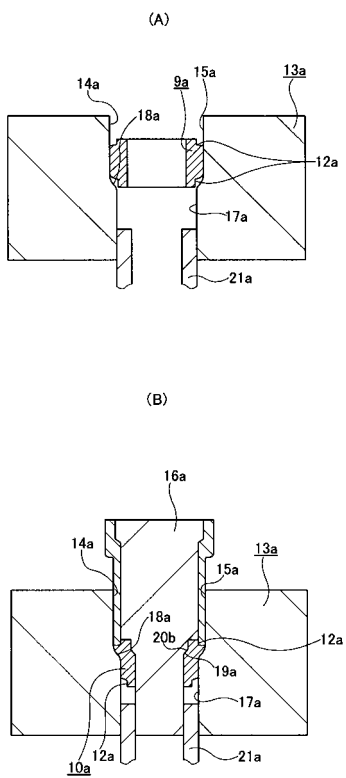
【図 9】



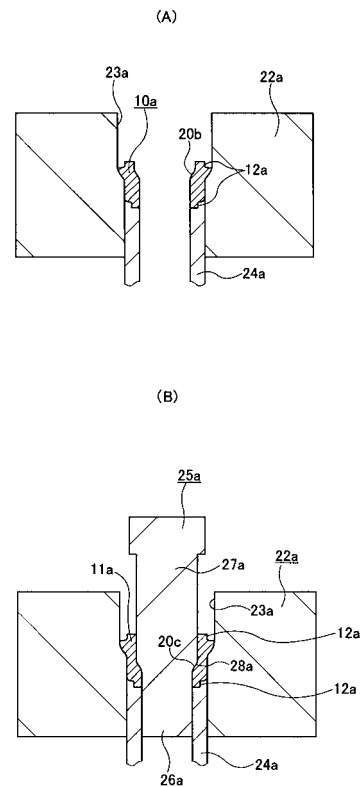
【図 10】



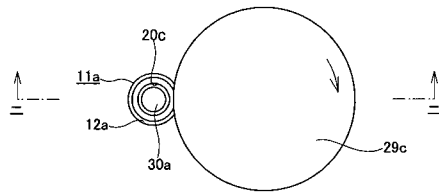
【図 11】



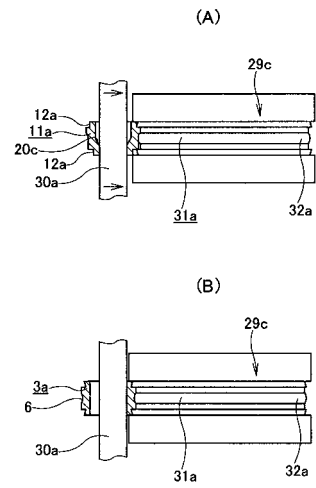
【図 12】



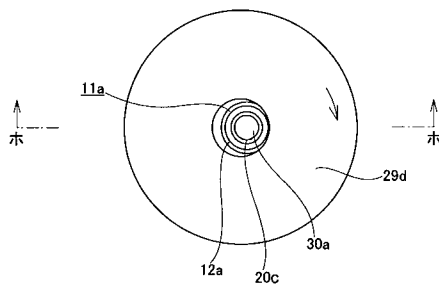
【図 13】



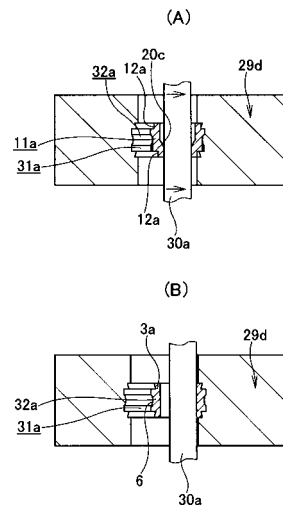
【図 14】



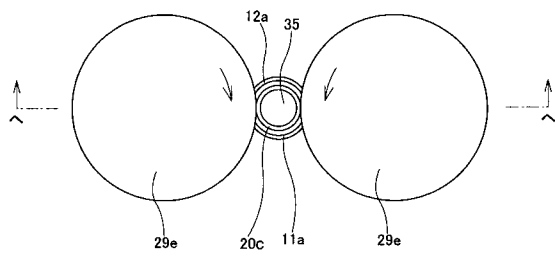
【図 15】



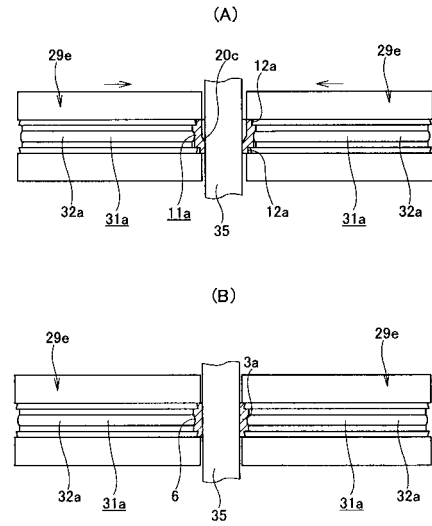
【図 16】



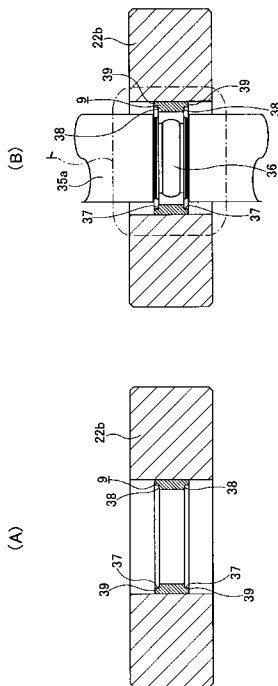
【図 17】



【図 18】



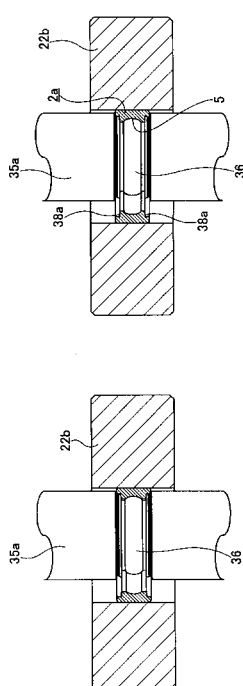
【図 19】



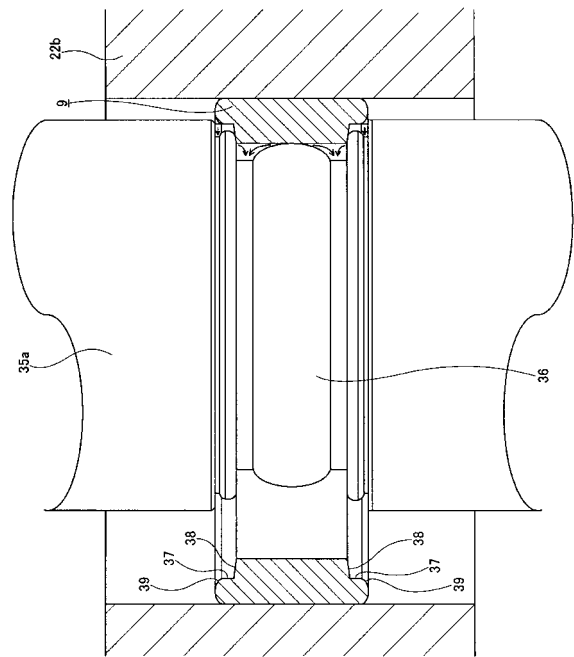
(B)

(C)

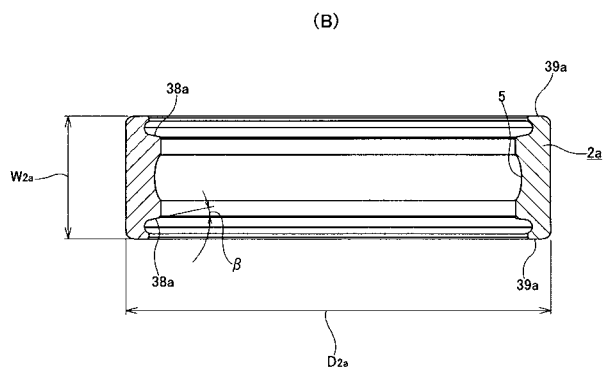
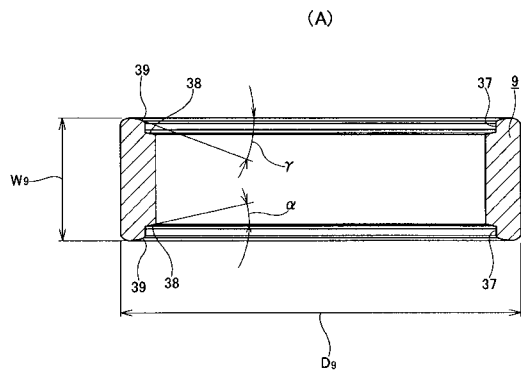
(D)



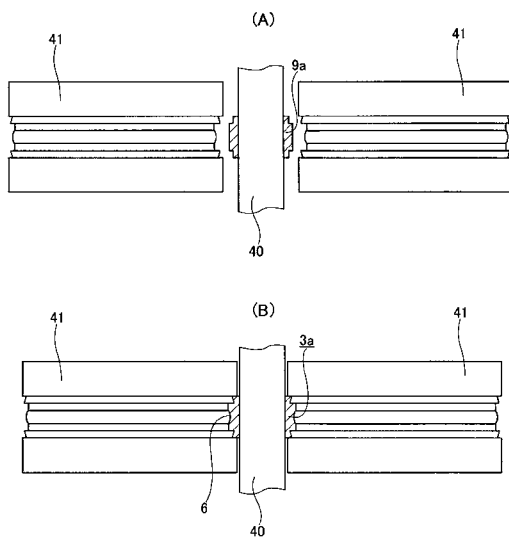
【図 20】



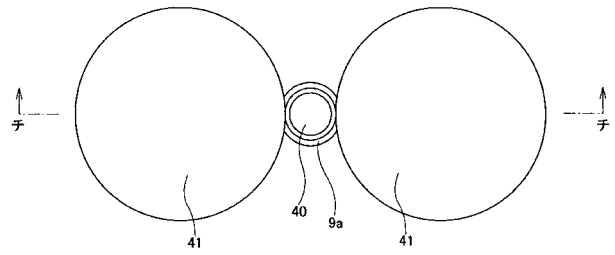
【図 2 1】



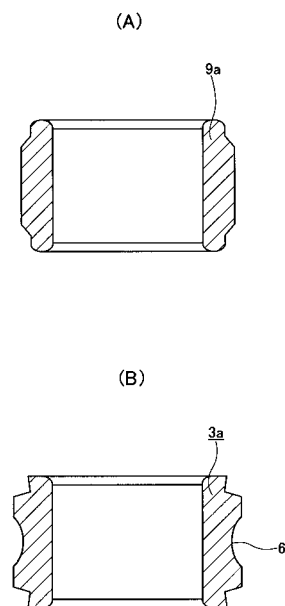
【図 2 3】



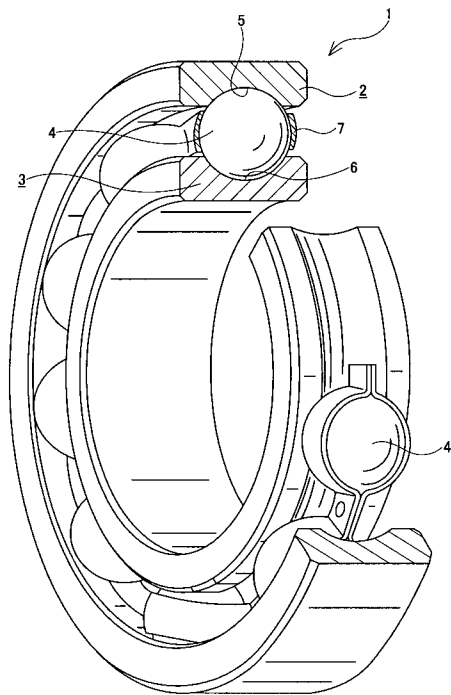
【図 2 2】



【図 2 4】



【図 25】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 裕

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 新藤 功

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

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA32 AA42 AA52 AA62 BA51 DA09 FA44

4E087 BA18 CA11 DB08 DB24 HA43 HB02