

(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2008-32052

(P2008-32052A)

(43) 公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/46 (2006.01)	F 1 6 C 33/46	3 J 1 0 1
F 1 6 C 19/32 (2006.01)	F 1 6 C 19/32	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-203402 (P2006-203402)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成18年7月26日 (2006.7.26)		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	100105647
			弁理士 小栗 昌平
		(74) 代理人	100105474
			弁理士 本多 弘徳
		(74) 代理人	100108589
			弁理士 市川 利光
		(72) 発明者	増田 聡史
			群馬県群馬郡榛名町中里見中川941-2
			日本精工株式会社内
		(72) 発明者	武村 浩道
			群馬県群馬郡榛名町中里見中川941-2
			日本精工株式会社内

最終頁に続く

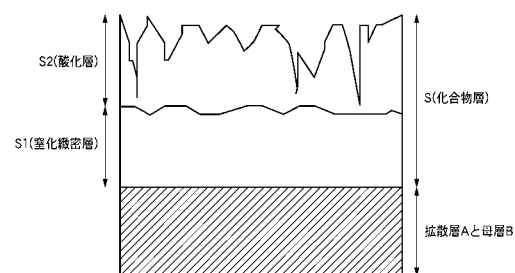
(54) 【発明の名称】 スラストころ軸受

(57) 【要約】

【課題】低粘度油環境下でも保持器の耐摩耗性及び耐焼付き性を向上することができるスラストころ軸受を提供する。

【解決手段】複数のころ2を転動可能に保持するプレス成形品からなる保持器3を備えるスラストころ軸受1であって、保持器3の表面に窒化層S1及び酸化層S2を備える化合物層Sを形成し、窒化層S1を緻密層とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のころを転動可能に保持するプレス成形品からなる保持器を備えるスラストころ軸受であって、

前記保持器の表面に窒化層及び酸化層を備える化合物層を形成し、前記窒化層を緻密層とすることを特徴とするスラストころ軸受。

【請求項 2】

外輪及び内輪を備え、前記外輪の支持部材と前記内輪の支持部材との偏心量を E_1 とし、前記外輪と前記保持器との外周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_1 とし、前記内輪と前記保持器との内周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_2 とすると、前記外輪、前記内輪、及び前記保持器を同心配置した状態で、 $W_1 + W_2 > E_1 > (W_1 + W_2) / 2$ の関係が成立することを特徴とする請求項 1 記載のスラストころ軸受。

10

【請求項 3】

前記外輪及び前記内輪に、円周方向に複数箇所或いは円周方向全周に亘って、前記保持器に係止する係止部を設けることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のスラストころ軸受。

【請求項 4】

外輪及び内輪相当部材を備え、前記外輪の支持部材と前記内輪相当部材との偏心量を E_2 とし、前記外輪と前記保持器との外周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_1 とすると、前記外輪及び前記保持器を同心配置した状態で、 $W_1 > E_2 > (W_1) / 2$ の関係が成立することを特徴とする請求項 1 記載のスラストころ軸受。

20

【請求項 5】

外輪相当部材及び内輪を備え、前記外輪相当部材と前記内輪の支持部材との偏心量を E_3 とし、前記内輪と前記保持器との内周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_2 とすると、前記内輪及び前記保持器を同心配置した状態で、 $W_2 > E_3 > (W_2) / 2$ の関係が成立することを特徴とする請求項 1 記載のスラストころ軸受。

【請求項 6】

外輪相当部材及び内輪相当部材を備え、前記外輪相当部材と前記内輪相当部材との偏心量を E_4 とし、前記外輪相当部材又は前記内輪相当部材と前記保持器との径方向の総すきまの $1/2$ を W_3 とすると、前記外輪相当部材又は前記内輪相当部材と前記保持器とを同心配置した状態で、 $W_3 > E_4 > (W_3) / 2$ の関係が成立することを特徴とする請求項 1 記載のスラストころ軸受。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般産業機械、自動車用部品、工作機械、鉄鋼機械等の回転支持部に用いられるスラストころ軸受に関し、特に、自動車のトランスミッションやトルクコンバータの回転支持部に好適に用いられるスラストころ軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

スラストころ軸受の保持器には、一般に、鋼板（SPCC、SPCE 材等）、炭素鋼、クロムモリブデン鋼（SCM 材）等に、ガス窒化や塩浴室化等の窒化処理を施したものが用いられている（例えば、特許文献 1 参照）。保持器にこのような窒化処理を施すことにより、母材より硬化した $Hv350 \sim 600$ 程度の表面硬さが得られて優れた耐摩耗特性を示すようになる。また、表面に生成される窒素化合物が耐高温軟化特性を有することで、滑り摺動面に凝着や溶着が起こりにくくなり、耐焼付き性も良好となる。

40

【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 90734 号公報（第 2 頁）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

近年、自動車のトランスミッションやトルクコンバータ等では、ユニット性能の向上（低燃費）を狙った低粘度油の採用ニーズが多いが、低粘度油環境下では、軸受摺動面の油膜形成性が乏しく、摩耗による耐久性の低下につながるため、スラストころ軸受の保持器にも更なる耐久性の向上が求められている。

【 0 0 0 5 】

特に、スラストころ軸受は、ラジアル軸受と異なり、ころを保持する保持器が径方向に大きく動くため、保持器の内周面又は外周面と相手部材（内輪、外輪、ハウジング等）との間の摩耗量が大きくなり易く、耐摩耗性に劣るという課題がある。

【 0 0 0 6 】

また、自動車のトランスミッションやトルクコンバータに組付けられるスラストころ軸受は、レースところを保持する保持器とを非分離とした一体型のスラストころ軸受が、ユニットへの組み付けが簡便で取り扱いも容易なため、広く採用されている。しかし、一体型スラストころ軸受を、例えば、内輪及び外輪の各支持部材間の偏心量が大きな部位に組み付けて使用する場合、保持器にラジアル方向の過大な負荷（圧縮力）が作用し、保持器寿命が低下するという課題がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような不都合を解消するためになされたものであり、その目的は、低粘度油環境下でも保持器の耐摩耗性及び耐焼付き性を向上することができるスラストころ軸受を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の上記目的は、下記の構成により達成される。

（１） 複数のころを転動可能に保持するプレス成形品からなる保持器を備えるスラストころ軸受であって、保持器の表面に窒化層及び酸化層を備える化合物層を形成し、窒化層を緻密層とすることを特徴とするスラストころ軸受。

（２） 外輪及び内輪を備え、外輪の支持部材と内輪の支持部材との偏心量を E_1 とし、外輪と保持器との外周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_1 とし、内輪と保持器との内周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_2 とすると、外輪、内輪、及び保持器を同心配置した状態で、 $W_1 + W_2 > E_1 > (W_1 + W_2) / 2$ の関係が成立することを特徴とする（１）に記載のスラストころ軸受。

（３） 外輪及び内輪に、円周方向に複数箇所或いは円周方向全周に亘って、保持器に係止する係止部を設けることを特徴とする（１）又は（２）に記載のスラストころ軸受。

（４） 外輪及び内輪相当部材を備え、外輪の支持部材と内輪相当部材との偏心量を E_2 とし、外輪と保持器との外周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_1 とすると、外輪及び保持器を同心配置した状態で、 $W_1 > E_1 > (W_1) / 2$ の関係が成立することを特徴とする（１）に記載のスラストころ軸受。

（５） 外輪相当部材及び内輪を備え、外輪相当部材と内輪の支持部材との偏心量を E_3 とし、内輪と保持器との内周側軸受内部すきまの $1/2$ を W_2 とすると、内輪及び保持器を同心配置した状態で、 $W_2 > E_1 > (W_2) / 2$ の関係が成立することを特徴とする（１）に記載のスラストころ軸受。

（６） 外輪相当部材及び内輪相当部材を備え、外輪相当部材と内輪相当部材との偏心量を E_4 とし、外輪相当部材又は内輪相当部材と保持器との径方向の総すきまの $1/2$ を W_3 とすると、外輪相当部材又は内輪相当部材と保持器とを同心配置した状態で、 $W_3 > E_4 > (W_3) / 2$ の関係が成立することを特徴とする（１）に記載のスラストころ軸受。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明のスラストころ軸受によれば、保持器の表面に窒化層及び酸化層を備える化合物層を形成し、窒化層を緻密層とするため、低粘度油環境下でも保持器の耐摩耗性及び耐焼付き性を向上することができる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0010】**

以下、本発明に係るスラストころ軸受の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明に係るスラストころ軸受の一実施形態を説明するための要部断面図、図2は保持器の表面に形成される化合物層を説明するための模式図、図3は保持器の外周側軸受内部すきま、保持器の内周側軸受内部すきま、及び偏心量を説明するための説明図、図4は内輪及び外輪に設ける係止部を説明するための説明図、図5はファビリー式摩擦摩耗試験機を説明するための概略斜視図、図6は化合物層の酸化層厚さの時間的变化と摩擦係数との関係を示すグラフ図、図7は大越式摩耗試験機を説明するための概略説明図、図8は化合物層の窒化緻密層の厚さと摩耗量との関係を示すグラフ図である。

10

【0011】

本実施形態のスラストころ軸受1は、図1に示すように、放射方向に配列される複数のころ（例えば、円筒ころ、針状ころ等）2と、全体を円環状に形成されて複数のころ2を転動自在に保持する保持器3と、保持器3を軸方向両側から挟持する外輪4及び内輪5と、を備える。

【0012】

保持器3は、それぞれが断面略コの字状で全体を円環状にプレス成形された金属板を最中状に組み合わせる構造であり、ころ2と同数のポケット10を放射方向に配列している。

20

【0013】

また、外輪4及び内輪5は、それぞれ十分な硬度を有する金属板により円環状に形成され、一方の外輪4は、円環状の外輪レース部6と、この外輪レース部6の外周縁に全周に亘って形成される円筒状の外側フランジ7と、を備え、他方の内輪5は、円環状の内輪レース部8と、この内輪レース部8の内周縁に全周に亘って形成される内側フランジ9と、を備える。

【0014】

また、外輪4の外側フランジ7の先端縁には、外側係止部（係止部）11が形成され、この外側係止部11は、外側フランジ7の全周に亘って折り曲げ加工により設けられる（図4（a）参照）。そして、外側係止部11と保持器3の外周縁との係合により、保持器3と外輪4との分離防止を図っている。さらに、内輪5の内側フランジ9の先端縁には、内側係止部（係止部）12が形成され、この内側係止部12は、内側フランジ9の全周に亘って折り曲げ加工により設けられる（図4（a）参照）。そして、内側係止部12と保持器3の内周縁との係合により、保持器3と内輪5との分離防止を図っている。なお、本実施形態では、外側係止部11（内側係止部12）は、外側フランジ7（内側フランジ9）の全周に亘って折り曲げ加工により設けられるが、これに限定されず、外側フランジ7（内側フランジ9）の円周方向の複数箇所に点在するように押し出し加工により設けられていてもよく（図4（b）参照）、また、円周方向の複数箇所に延在するように折り曲げ加工により設けられていてもよい（図4（c）参照）。また、内側係止部12も同様に、内側フランジ9の全周或いは円周方向の複数箇所に折り曲げ加工或いは押し出し加工により設けられる。さらに、外側係止部11及び内側係止部12の組み合わせは自由である。

30

40

【0015】

このように構成されたスラストころ軸受1は、図1に示すように、外輪4の外輪レース部6がハウジング（外輪支持部材）13に支持されると共に、内輪5の内輪レース部8及び内側フランジ9が軸（内輪支持部材）16の段部17に支持されている。

【0016】

そして、本実施形態では、図1及び図3に示すように、外輪支持部材であるハウジング13の軸心O1と内輪支持部材である軸16の軸心O2との偏心量をE1とし、外輪4と保持器3との外周側軸受内部すきまC1の1/2をW1とし、内輪5と保持器3との内周側軸受内部すきまC2の1/2をW2とすると、外輪4、内輪5、及び保持器3を同心配

50

置した状態で、 $W_1 + W_2 > E_1 > (W_1 + W_2) / 2$ の関係が成立するように構成されている。この場合、 $W_1 + W_2 > E_1$ の時、保持器に径方向の圧縮力が作用しないようにスラストころ軸受 1 が組み付けられる。一方、 $E_1 > (W_1 + W_2) / 2$ 時は、保持器に径方向の圧縮力が作用するようにスラストころ軸受 1 が組み付けられる。

【0017】

また、本実施形態では、プレス成形後の保持器 3 に窒化（軟窒化又は純窒化）処理を施して、この保持器 3 の表面に、図 2 に示すように、窒化層 S 1 及び酸化層 S 2 を備える化合物層 S を形成し、窒化層 S 1 を緻密層としている。即ち、保持器 3 表面の拡散層 A と母層 B の上部に形成される化合物層 S は、 γ 相 (Fe_2N , Fe_3N)、 δ 相 (Fe_4N)、鉄炭窒化物、僅か少量の Fe_3O_4 を主成分とする酸化鉄から構成されており、鉄系基体である母材 B の表面に位置する窒化緻密層 S 1 と、その外側に位置する空孔率 10 ~ 60 % の酸化層 S 2 と、からなる二層構造である。

10

【0018】

酸化層 S 2 は、初期なじみ性がよく、また潤滑油の油だまりとして機能し、油膜の保護に効果的な作用をもたらす焼付きを防止する。しかしながら、酸化層 S 2 がある厚さ以上になると、表面の面荒れが進行して、上に油を塗布した状態でも油膜が均一に形成されずに粗さが残る場合がある。この場合、初期摩耗量は増大し、それによって剥離した摩耗粉が原因となって、軸受の内輪や外輪の転動面もしくは転動体に圧痕を付けたり、ヒッカキや掘り起こし摩耗を生じる。これらが油切れを加速して潤滑条件が悪化し、保持器が焼付きを起こしたりする。また、寸法精度も悪くなるという不具合を生じる。あらかじめ表面付近の余分な多孔質層を機械的な手段によって除去すれば、そうした問題を改善することができるが、しかしその場合はコスト高を招く。

20

【0019】

逆に、酸化層 S 2 の厚さが小さい場合は、油膜保護の効果が十分でないために、保持器と内輪や外輪の転動面もしくは転動体とが直接接触して発熱を起こし、容易に摩耗や損傷焼付きが起きる結果、保持器は短寿命となる場合がある。

【0020】

そこで、本発明者らは次の実験を行なって、酸化層 S 2 の適切な厚さを明らかにした。即ち、図 5 に示すようなファビリー (Faville - Le Vallay) 式摩擦摩耗試験機を使用し、ガス窒化を施した試験体のテストピン 25 を、シアーピン 26 を介して回転装置 27 に取付け、同じくガス窒化を施して対向させた一对の V ブロック 28, 28 で挟んで荷重 F をかけつつ回転数 300 min^{-1} で回転させて、テストピン 25 の耐摩耗性を比較検討した。

30

【0021】

ガス窒化は、雰囲気ガスを $N_2 + NH_3$ とした純窒化を用い、処理温度は 560°C とした。テストピン 25 及び V ブロック 28 に形成した化合物層 S については、窒化緻密層 S 1 の厚さを $5 \mu\text{m}$ 一定とし、酸化層 S 2 の厚さを $0 \mu\text{m}$ 、 $0.1 \mu\text{m}$ 、 $2 \mu\text{m}$ 、 $4 \mu\text{m}$ 、 $5 \mu\text{m}$ の 5 種類に変化させて行った。供試油はタービン油を用い、摩擦速度は 0.15 m/s で行った。実験の結果を図 6 に示す。

【0022】

図 6 から明らかなように、酸化層 S 2 の厚さが $0.1 \mu\text{m}$ 未満である場合は、油膜保護の効果が期待できず、短時間で摩擦係数 μ が急上昇して焼付きが発生した。酸化層 S 2 の厚さが $0.1 \mu\text{m}$ 以上、 $5 \mu\text{m}$ 未満（好ましくは $0.1 \mu\text{m}$ 以上、 $2 \mu\text{m}$ 未満）の範囲である場合、耐焼付き性は大幅に向上する。

40

【0023】

その後、酸化層 S 2 の厚さを増大させるにしたがって、それは潤滑油の油だまりとして作用するため焼付き時間は伸び、耐焼付き性は良好となるが、その反面初期摩耗量が増大する。よって、図 6 中の酸化層 S 2 の厚さ $2 \mu\text{m}$ 及び $4 \mu\text{m}$ の各グラフのように少量の初期摩耗（経過時間 15 sec 付近に摩擦係数 μ の上昇）の発生は、酸化層と軸との初期なじみ効果であるが、酸化層 S 2 の厚さが $5 \mu\text{m}$ 以上では、大量の初期摩耗が発生して初期

50

なじみ効果はなく、その摩耗粉が潤滑条件を悪化させて短時間で焼付きを起こすようになる。従って、酸化層 S 2 の厚さ上限を 5 μm 未満とする。

【0024】

つまり、化合物層 S の耐焼付き特性は酸化層 S 2 厚さに依存し、酸化層 S 2 の厚さを 0.1 μm 以上、5 μm 未満（好ましくは 0.1 μm 以上、2 μm 未満）にすることで耐焼付き特性が良好であり、使用条件の厳しいスラストころ軸受用保持器として好適に使用できると言える。

【0025】

本発明者らは、さらに次の実験を行ない、窒化緻密層 S 1 についてもその適切な厚さを明らかにした。即ち、図 7 に示すような大越式摩耗試験機を使用し、ガス窒化を施した板状の S P C C 製固定試験片 30 を、S U J 2 製の円環状の回転試験片 31 に当てて荷重 F をかけて押し付けつつ回転試験を行い、固定試験片 30 の耐摩耗性を比較検討した。

【0026】

固定試験片 30 のガス窒化は、雰囲気ガスを N_2 20% + NH_3 80% とした純窒化を用い、処理温度は 560 $^{\circ}\text{C}$ とした。こうして窒化形成した化合物層 S については、酸化層 S の厚さを 5 μm 一定とし、窒化緻密層 S 1 の厚さを種々に変化させたものを使用した。回転試験片 31 は、S U J 2 材を 840 $^{\circ}\text{C}$ で焼入れし、170 $^{\circ}\text{C}$ で焼戻しして用いた。試験条件は、無潤滑（ドライ）で、面圧：0.2 ~ 4 kg/mm^2 ，摩擦速度：2.6 m/s ，摩擦距離（滑り距離）：400 m とした。実験の結果を図 8 に示す。

【0027】

図 8 から明らかなように、窒化緻密層 S 1 の厚さが 3 μm 未満では、摩耗量は非常に大きい。これに対して、窒化緻密層 S 1 の厚さが 3 μm 以上になると摩耗量は抑制される。これは、窒化緻密層 S 1 の厚さが 3 μm 未満と薄い場合には窒化層が均一とはならず、その結果、窒化ムラが生じていることが原因である。このように、窒化ムラのため部分的に窒化緻密層が形成されない個所があると、S P C C 素地が内輪や外輪の転動面もしくは転動体の軸受鋼と真接触を生じ、すべり接触を行うことで保持器は早期に使用不能となる。従って、化合物層 S における窒化緻密層 S 1 の厚さが 3 μm 未満の窒化保持器の場合には、その耐摩耗特性は十分に期待できない。

【0028】

一方、窒化緻密層 S 1 の厚さが 20 μm を超える場合においても、摩耗量の増大が認められる。即ち、窒化緻密層 S 1 の表面硬さは厚さ 7 ~ 18 μm で最高の硬さを示し、それ以上厚くなると最高硬さ位置が内部へ移行することで逆に表面硬さは低下し、窒化緻密層 S 1 の厚さが 20 μm を超えると表面硬さの著しい低下が認められる。つまり、単に窒化緻密層 S 1 が厚ければそれだけ耐摩耗特性が向上するとはいえず、厚さ過大による緻密層の硬さの低下は、かえって保持器の破損や断裂などが起きる原因となる。従って、窒化保持器の窒化緻密層 S 1 の厚さは 20 μm 以下であることが必要といえる。

【0029】

これらの結果は酸化層 S 2 の厚さを 5 μm に限った場合のみではなく、酸化層 S 2 厚さを変化させた場合も同様のことがいえる。つまり、化合物層 S の耐摩耗特性は窒化緻密層 S 1 の厚さに依存し、窒化緻密層 S 1 の厚さを 3 ~ 20 μm 、好ましくは 7 ~ 18 μm にすることで、耐摩耗特性の優れた窒化保持器の提供が可能である。

【0030】

以上説明したように、本実施形態のスラストころ軸受 1 によれば、保持器 3 の表面に窒化緻密層 S 1 及び酸化層 S 2 を備える化合物層 S を形成し、窒化緻密層 S 1 の厚さを 3 μm 以上 20 μm 以下、酸化層 S 2 厚さを 0.1 μm 以上 5 μm 未満の範囲にコントロールするため、保持器 3 の耐摩耗性、耐焼付き性を向上することができる。これにより、低粘度油環境下（例えば、40 $^{\circ}\text{C}$ で 40 cSt 以下、100 $^{\circ}\text{C}$ で 10 cSt 以下）や保持器 3 にラジアル方向の過大な負荷（圧縮力）が作用する環境下においても、一体型のスラストころ軸受を採用することが可能となり、自動車のトランスミッションやトルクコンバータの回転支持部に好適に適用することができる。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施形態の第 1 変形例として、図 9 に示すように、スラストころ軸受 1 は、外輪 4 の外輪レース部 6 及び外側フランジ 7 がハウジング 1 3 の支持凹部 1 4 に支持されると共に、内輪 5 の内輪レース部 8 が内輪支持部材 4 0 に支持されていてもよい。

この場合も、外輪支持部材であるハウジング 1 3 と内輪支持部材 4 0 との偏心量を $E 1$ とし、外輪 4 と保持器 3 との外周側軸受内部すきま $C 1$ の $1 / 2$ を $W 1$ とし、内輪 5 と保持器 3 との内周側軸受内部すきま $C 2$ の $1 / 2$ を $W 2$ とすると、外輪 4、内輪 5、及び保持器 3 を同心配置した状態で、 $W 1 + W 2 > E 1 > (W 1 + W 2) / 2$ の関係が成立するように構成されている。

【 0 0 3 2 】

また、本実施形態の第 2 変形例として、図 1 0 に示すように、内輪を備えていないスラストころ軸受 1 a に本発明を適用してもよい、このスラストころ軸受 1 a は、外輪 4 と内輪相当部材 4 1 との間に複数のころ 2 を保持した保持器 3 が介装される。そして、外輪 4 の外輪レース部 6 及び外側フランジ 7 がハウジング 1 3 の支持凹部 1 4 に支持されている。

この場合、外輪支持部材であるハウジング 1 3 と内輪相当部材 4 1 との偏心量を $E 2$ (図 3 参照) とし、外輪 4 と保持器 3 との外周側軸受内部すきまの $1 / 2$ を $W 1$ とすると、外輪 4 及び保持器 3 を同心配置した状態で、 $W 1 > E 2 > (W 1) / 2$ の関係が成立するように構成されている。

【 0 0 3 3 】

また、本実施形態の第 3 変形例として、図 1 1 に示すように、外輪を備えていないスラストころ軸受 1 b に本発明を適用してもよい。このスラストころ軸受 1 b は、外輪相当部材 4 2 と内輪 5 との間に複数のころ 2 を保持した保持器 3 が介装される。そして、内輪 5 の内輪レース部 8 及び内側フランジ 9 が軸 1 6 の段部 1 7 に支持されている。

この場合、外輪相当部材 4 2 と内輪支持部材である軸 1 6 との偏心量を $E 3$ (図 3 参照) とし、内輪 5 と保持器 3 との内周側軸受内部すきまの $1 / 2$ を $W 2$ とすると、内輪 5 及び保持器 3 を同心配置した状態で、 $W 2 > E 3 > (W 2) / 2$ の関係が成立するように構成されている。

【 0 0 3 4 】

また、本実施形態の第 4 変形例として、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、外輪及び内輪の両方を備えていないスラストころ軸受 1 c, 1 d に本発明を適用してもよい。スラストころ軸受 1 c は、図 1 2 に示すように、ハウジング (外輪相当部材) 1 3 と内輪相当部材 4 1 との間に複数のころ 2 を保持した保持器 3 が介装される。そして、保持器 3 の外周面がハウジング 1 3 の支持凹部 1 4 の内周面に緩く支持されている。

この場合、外輪相当部材であるハウジング 1 3 と内輪相当部材 4 1 との偏心量を $E 4$ (図 3 参照) とし、ハウジング 1 3 の内周面と保持器 3 の外周面との径方向の総すきまの $1 / 2$ を $W 3$ とすると、ハウジング 1 3 と保持器 3 とを同心配置した状態で、 $W 3 > E 4 > (W 3) / 2$ の関係が成立するように構成されている。

【 0 0 3 5 】

また、スラストころ軸受 1 d は、図 1 3 に示すように、外輪相当部材 4 2 と軸 (内輪相当部材) 1 6 の段部 1 7 との間に複数のころ 2 を保持した保持器 3 が介装される。そして、保持器 3 の内周面が軸 1 6 の段部 1 7 の外周面に緩く支持されている。

この場合、外輪相当部材 4 2 と内輪相当部材である軸 1 6 との偏心量を $E 4$ とし、軸 1 6 の段部 1 7 の外周面と保持器 3 の内周面との径方向の総すきまの $1 / 2$ を $W 3$ とすると、軸 1 6 と保持器 3 とを同心配置した状態で、 $W 3 > E 4 > (W 3) / 2$ の関係が成立するように構成されている。

【 0 0 3 6 】

なお、本発明は上記実施形態に例示したものに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

例えば、本実施形態では、断面略コの字状の 2 枚の金属板を最中状に組み合わせる構造

10

20

30

40

50

の保持器 3 に円筒形状のころ 2 を保持させているが、これに限定されず、図 1 4 に示すように、ころ 2 a の軸方向端面 2 b をそれぞれ球状凸面に形成して、ころ 2 a の外周側の軸方向端面 2 b の中心部が、保持器 3 の外周側内周面に当接するように構成してもよい。この場合、遠心力によりころ 2 a が保持器 3 の径方向外方に変位した状態であっても、ころ 2 a の外周側の軸方向端面 2 b と保持器 3 の外周側内周面との擦れ合い部の P V 値を低く抑えることができるので、この擦れ合い部の摩耗を抑えることができる。

また、本実施形態では、保持器 3 は、2 枚の金属板をプレス成形し、それぞれを最中状に組み合わせる構造であるが、これに代えて、図 1 5 に示すように、一枚の金属板をプレス成形することにより構成される保持器 3 a であってもよい。

【実施例】

【0037】

以下に、本発明のスラストころ軸受の作用効果を確認するために行った各試験について説明する。

【0038】

(耐久性試験)

本試験では、内外輪と保持器とを非分離とした図 1 と略同一構造の一体型スラストころ軸受を用い、図 1 6 に示すように、内外輪を支持する外輪支持部材 5 0 と内輪支持部材 5 1 との間に、保持器にラジアル方向の負荷を発生させるような大きな偏心量を設定して、保持器の耐久性試験を行った。保持器の窒化処理は、タフトライド / N V 窒化の 2 種類パラメータとして保持器表面に窒化緻密層及び酸化層からなる化合物層を形成した。そして、窒化緻密層及び酸化層の厚さを種々変更したものについて、定格寿命 L 1 0 (= 4 0 時間) 後の保持器の内外周面の摩耗量を確認した。

【0039】

なお、本試験では、保持器の内外周面に過大なラジアル方向の荷重が負荷されるため、摩耗の促進により保持器の外周縁部が破断する場合がある (図 1 7 参照) 。この場合、破断発生までの試験時間を確認した。また、試験に使用した潤滑油は、1 0 0 での動粘度が 5 . 0 c S t の低粘度油とした。結果を表 1 に示す。

【0040】

試験条件は、次の通りである。

軸受サイズ：内径 5 5 m m × 外径 8 5 m m × 幅 6 m m

荷重 : 0 . 5 C a (C a : 動定格荷重 (N))

軸受回転数 : 4 0 0 0 m i n ⁻¹

潤滑油 : A T F (1 0 0 での動粘度 : 5 . 0 c S t)

試験油温 : 1 2 0

偏心量 : 0 . 6 m m

保持器窒化処理 : タフトライド / N V 窒化

【0041】

10

20

30

【表 1】

窒化処理名	窒化膜厚さ(μm)	酸化膜厚さ(μm)	摩耗量(mg)	破断の有無	試験時間(hr)
タフトライド	1	—	—	有	5
	1	0.05	—	有	7
	3	10	104	無	40
	3	0.1	28	無	40
	8	1.8	19	無	40
	12	1.0	15	無	40
	17	4.5	40	無	40
	24	8.5	137	無	40
NV窒化	1	—	—	有	13
	2	0.07	—	有	28
	3	8.5	41	無	40
	3	0.1	9	無	40
	5	0.1	7	無	40
	8	1.9	5	無	40
	12	3.5	14	無	40
	13	4.0	19	無	40
	20	4.8	16	無	40
	25	3.0	37	無	40
	28	9.0	52	無	40

【0042】

表 1 から明らかなように、保持器の窒化緻密層の厚さが $3\mu\text{m}$ 未満、及び酸化層の厚さが $0.1\mu\text{m}$ 未満の場合は、保持器の摩耗が異常に進行し、短時間で保持器の破断に至った。また、窒化緻密層の厚さが $3\mu\text{m}$ 以上であっても、酸化層の厚さが $5\mu\text{m}$ を超えている場合は、保持器の破断は認められなかったものの、異常摩耗の発生が認められた。窒化緻密層の厚さが $20\mu\text{m}$ を超え、酸化層の厚さが $5\mu\text{m}$ 以上の場合も、異常摩耗の発生が認められた。

これに対し、窒化緻密層の厚さが $3\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下の範囲で、且つ酸化層の厚さが $0.1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 未満の範囲では、保持器の破断及び異常摩耗は認められず、良好な結果が得られた。特に、酸化層の厚さが $0.1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 未満の範囲においては、更に安定した耐摩耗性が得られた。

【0043】

(耐焼付き性試験)

本試験では、内外輪を備えない図 12 と略同一構造のスラストころ軸受を用い、試験回転数を軸受の許容回転数の 5 倍に設定して、保持器の耐焼付き性試験を行った。保持器の窒化処理は、タフトライド / NV 窒化の 2 種類パラメータとして保持器表面に窒化緻密層及び酸化層からなる化合物層を形成した。そして、窒化緻密層及び酸化層の厚さを種々変更したものについて、定格寿命 L_{10} (= 100 時間) 後の保持器の内外径面の摩耗量を確認した。

【0044】

なお、本試験では、スラストころ軸受を軸受許容回転数の 5 倍で回転させるため、保持器に焼付きが発生する場合がある。この場合、焼付き発生までの時間を確認した。また、試験に使用した潤滑油は、 100°C での動粘度が 5.0cSt の低粘度油とした。結果を表 2 に示す。

【0045】

10

20

30

40

50

試験条件は、次の通りである。

軸受サイズ：内径 40 mm × 外径 60 mm × ころ径 2 mm

荷重 : 0.2 Ca (Ca : 動定格荷重 (N))

軸受回転数 : 3000 min⁻¹ (軸受許容回転数 : 6000 min⁻¹)

潤滑油 : ATF (100 での動粘度 : 5.0 cSt)

試験油温 : 120

保持器窒化処理 : タフトライド / NV 窒化

【0046】

【表2】

窒化処理名	窒化膜厚さ(μm)	酸化膜厚さ(μm)	摩耗量(mg)	焼付きの有無	試験時間(hr)
タフトライド	1	-	-	有	19
	2	0.02	-	有	42
	2	1.0	32	無	100
	3	0.1	10	無	100
	7	1.8	9	無	100
	11	0.8	9	無	100
	19	4.0	10	無	100
	22	7.0	-	有	12
	24	1.2	44	無	100
NV窒化	2	0.06	-	有	55
	2	0.2	20	無	100
	2	8.5	-	有	78
	3	0.1	3	無	100
	5	0.2	2	無	100
	8	0.2	1	無	100
	12	1.9	2	無	100
	16	2.6	7	無	100
	20	4.9	8	無	100
	26	4.0	20	無	100
	29	9.0	-	有	61

【0047】

表2から明らかなように、保持器の窒化緻密層の厚さが3 μm未満、及び20 μmを超える場合は、保持器に異常摩耗が認められた。また、酸化層の厚さが0.1 μm未満、及び5 μm異常の場合は、保持器に焼付きが発生した。

これに対して、窒化緻密層の厚さが3 μm以上20 μm以下の場合は、保持器に異常摩耗は認められず、酸化層の厚さが0.1 μm以上5 μm未満の場合では、保持器に焼付きの発生は認められなかった。特に、酸化層の厚さが0.1 μm以上2 μm未満の範囲においては、効果的な耐摩耗性が得られた。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明に係るスラストころ軸受の一実施形態を説明するための要部断面図である。

【図2】保持器の表面に形成される化合物層を説明するための模式図である。

【図3】保持器の外周側軸受内部すきま、保持器の内周側軸受内部すきま、及び偏心量を説明するための説明図である。

【図4】内輪及び外輪に設ける係止部を説明するための説明図である。

【図5】ファビリー式摩擦摩耗試験機を説明するための概略斜視図である。

【図6】化合物層の酸化層厚さの時間的变化と摩擦係数との関係を示すグラフ図である。

10

20

30

40

50

【図 7】大越式摩耗試験機を説明するための概略説明図である。

【図 8】化合物層の窒化緻密層の厚さと摩耗量との関係を示すグラフ図である。

【図 9】本発明に係るスラストころ軸受の第 1 変形例を説明するための要部断面図である。

【図 10】本発明に係るスラストころ軸受の第 2 変形例を説明するための要部断面図である。

【図 11】本発明に係るスラストころ軸受の第 3 変形例を説明するための要部断面図である。

【図 12】本発明に係るスラストころ軸受の第 4 変形例を説明するための要部断面図である。

10

【図 13】図 12 のスラストころ軸受の他の組み付け例を示す要部断面図である。

【図 14】スラストころ軸受の保持器の変形例を示す要部断面図である。

【図 15】スラストころ軸受の保持器の他の変形例を示す要部断面図である。

【図 16】保持器に対するラジアル方向の負荷例を説明するための説明図である。

【図 17】(a) は破断前の保持器の斜視図、(b) は破断後の保持器の斜視図である。

【符号の説明】

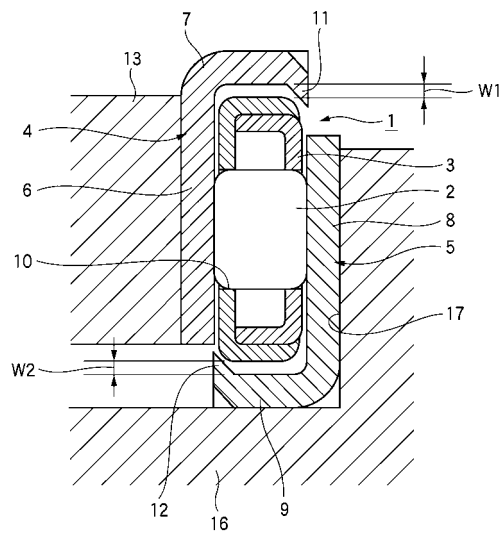
【 0 0 4 9 】

1 , 1 a , 1 b , 1 c , 1 d	スラストころ軸受
2	ころ
3	保持器
4	外輪
5	内輪
6	外輪レース部
7	外側フランジ
8	内輪レース部
9	内側フランジ
10	ポケット
11	外側係止部 (係止部)
12	内側形成部 (係止部)
13	ハウジング (外輪支持部材)
14	支持凹部
16	軸 (内輪支持部材)
17	段部
40	内輪支持部材
41	内輪相当部材
42	外輪相当部材
S	化合物層
S1	窒化層 (窒化緻密層)
S2	酸化層

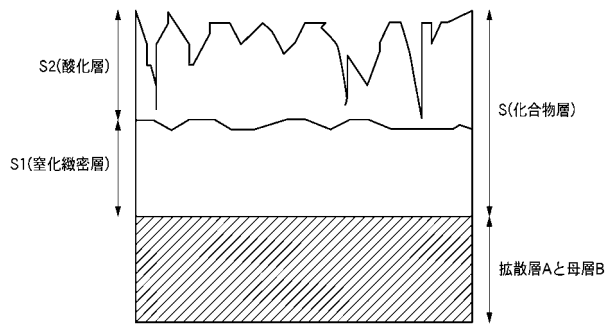
20

30

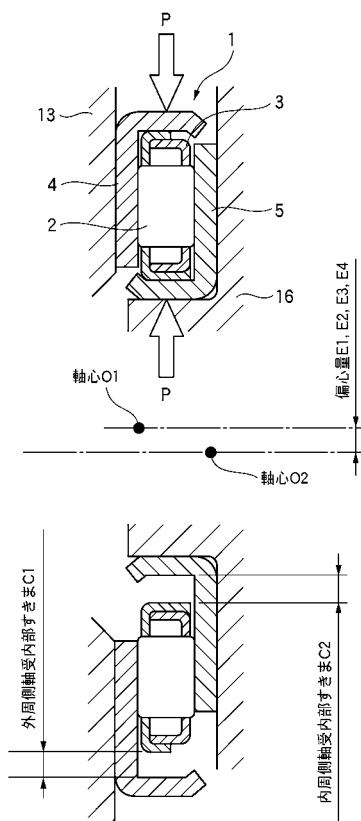
【図 1】



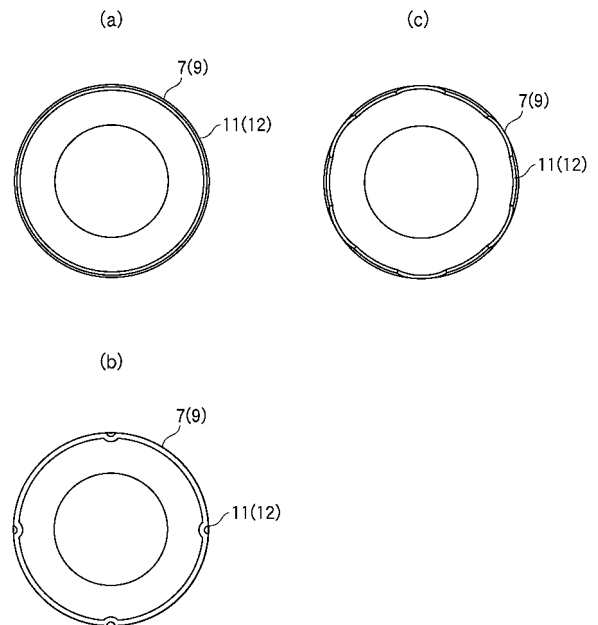
【図 2】



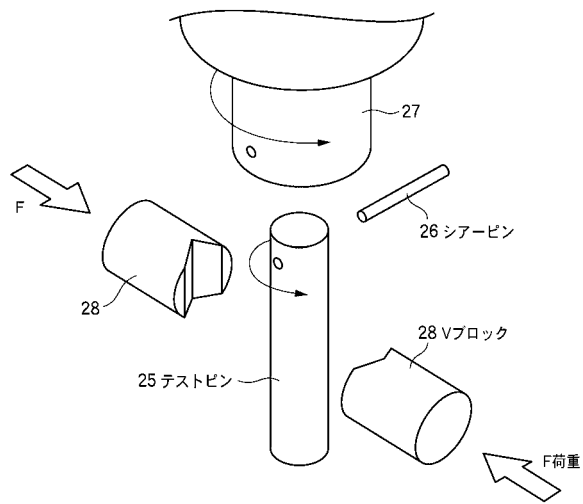
【図 3】



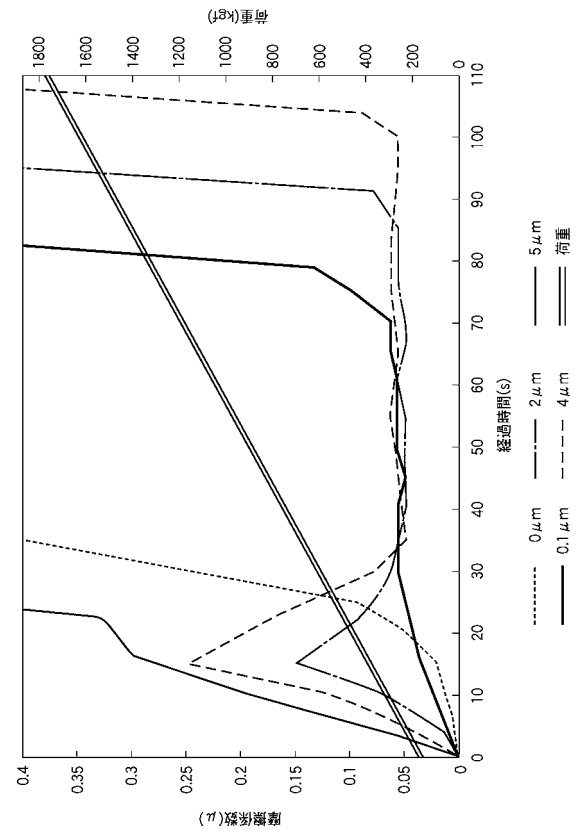
【図 4】



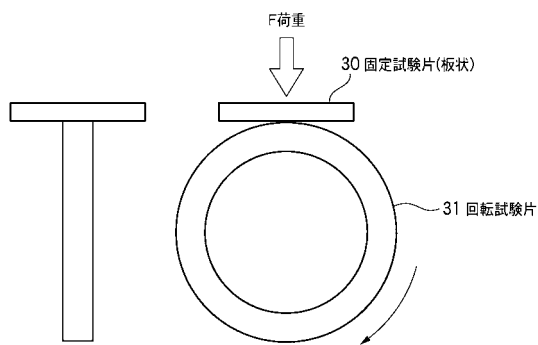
【図 5】



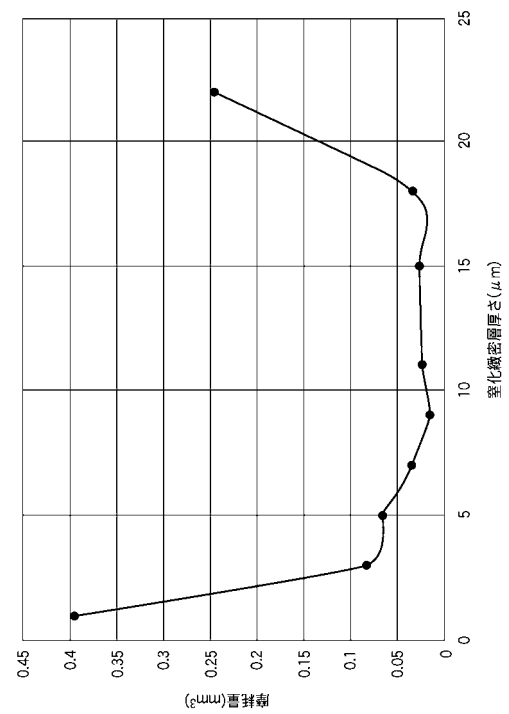
【図 6】



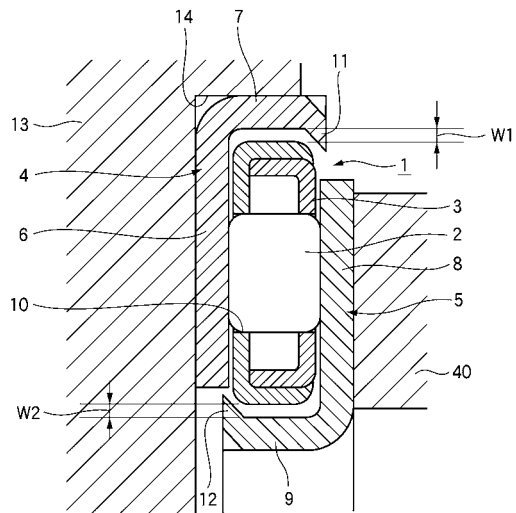
【図 7】



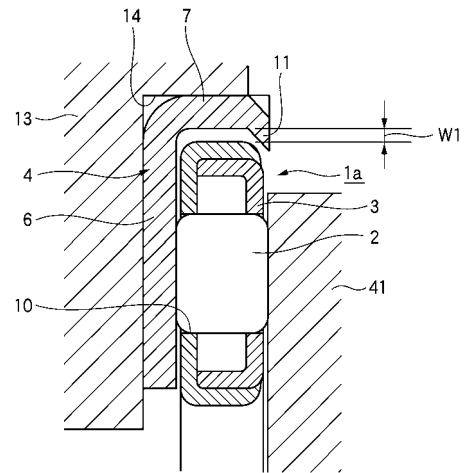
【図 8】



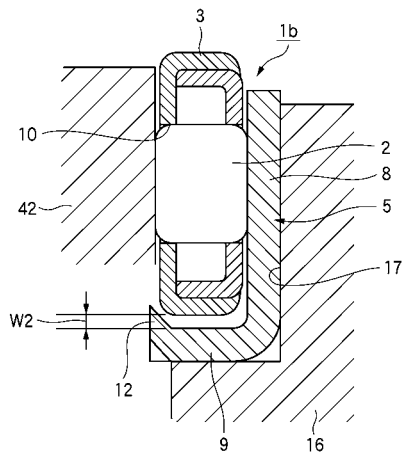
【図 9】



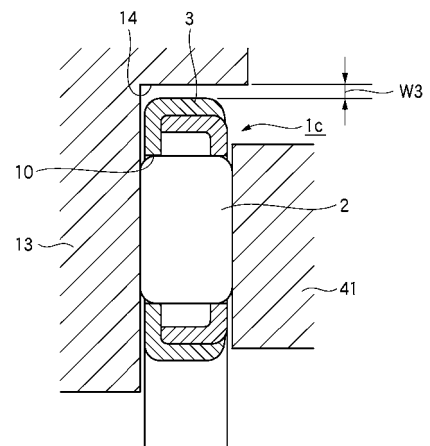
【図 10】



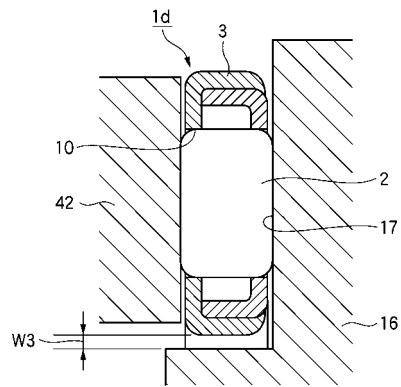
【図 11】



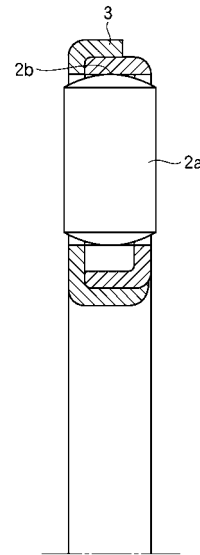
【図 12】



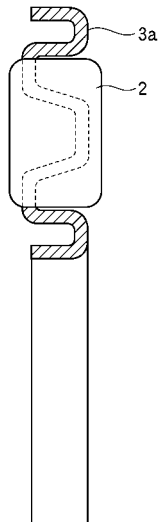
【図 13】



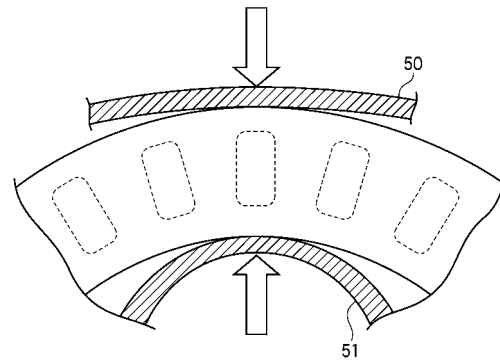
【図 14】



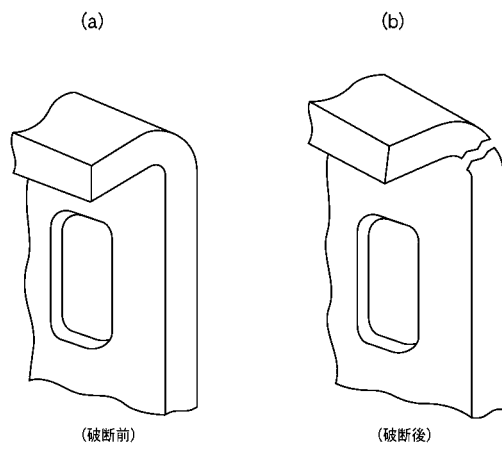
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J101 AA27 AA32 AA42 AA53 AA62 BA35 BA45 BA50 EA02 FA31
GA11