

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5141485号
(P5141485)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 6 C 33/44 (2006.01)	F 1 6 C 33/44
F 1 6 C 33/56 (2006.01)	F 1 6 C 33/56
B 2 9 C 70/16 (2006.01)	B 2 9 C 67/14 A
B 2 9 L 31/04 (2006.01)	B 2 9 L 31:04

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-258258 (P2008-258258)	(73) 特許権者	000004204
(22) 出願日	平成20年10月3日(2008.10.3)		日本精工株式会社
(65) 公開番号	特開2010-90908 (P2010-90908A)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(43) 公開日	平成22年4月22日(2010.4.22)	(74) 代理人	100105647
審査請求日	平成23年6月28日(2011.6.28)		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	矢部 俊一
			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	高城 敏己
			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】 高速回転用転がり軸受用保持器の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高速回転する主軸を支承し、保持器を備える高速回転用転がり軸受の前記保持器の製造方法であって、

筒状芯棒に、パラ系アラミド繊維、ポリアリレート繊維及びポリパラフェニレンベンズビスオキサゾール繊維から選ばれる少なくとも1種からなり、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂またはビスマレイミド樹脂から選ばれるサイジング剤がコーティングされたフィラメント束を、液状熱硬化性樹脂を含浸させながら、前記筒状芯棒の軸線に対して30～60°の角度で交差して巻き付けるヘリカル巻きと、前記筒状芯棒の軸線に対して80～88°の角度で交差して巻き付けるパラレル巻きとを交互に繰り返す、かつ、最外層をヘリカル巻きにて巻き付け、熱硬化させた後、前記筒状芯棒を抜き取り、得られた筒状体を保持器形状に加工することを特徴とする高速回転用転がり軸受用保持器の製造方法。

【請求項2】

前記熱硬化性樹脂が、エポキシ樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリアミノアミド樹脂及びフェノール樹脂から選ばれる少なくとも1種であることを特徴とする請求項1記載の高速回転用転がり軸受用保持器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工作機械や航空機ジェットエンジン等のように高速で回転する主軸を支持するために使用される高速回転用転がり軸受に組み込まれる保持器の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に工作機械主軸用軸受には、円筒ころ軸受やアンギュラ玉軸受等が使用されている。これらの軸受の保持器としては、綿布補強のフェノール樹脂を切削加工した保持器や、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維等の補強繊維で強化したポリアミド66やポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン等を材料とする合成樹脂製保持器が使用されている（例えば、特許文献1、2参照）。合成樹脂製保持器は、軽量のため回転時の遠心力が小さく、さらに自己潤滑性を有するという特徴を備えているため、高速回転に有利である。

10

【0003】

また、航空機ジェットエンジン用の転がり軸受には、炭素繊維の織物を積層し樹脂で固めた材料を切削加工で仕上げた合成樹脂製保持器が使用されている（例えば、特許文献3参照）。

【0004】

【特許文献1】特開平10-68420号公報

【特許文献2】特開2004-316813号公報

【特許文献3】特開2000-154826号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、工作機械では、切削能力を向上させて加工時間を短縮する方向にあり、それに伴い主軸の回転数を高速化する傾向が顕著である。そのため、主軸を支承する軸受に供給する潤滑油量も微量（必要最小限の量）となる傾向にある。しかしながら、グリース潤滑のように、回転中に外部から軸受内部に潤滑油が供給されない場合には、時間の経過とともに潤滑油が一時的あるいは継続的に不足して、潤滑油膜が途切れがちになるため、上記のような厳しい潤滑条件では、十分な潤滑を得ることが困難である。そのため、保持器と転動体（外輪・内輪）との摺動部が発熱して高温になり、場合によっては焼き付いて回転停止に到ることもある。

30

【0006】

このような問題は、特に、保持器の案内面と外輪内径面との摺接部、あるいは、保持器と転動体との摺接部において生じることが多い。そのため、補強繊維を含有する合成樹脂製保持器では、摩耗が進展すると、徐々に保持器表面に補強繊維が露出するようになり、露出した補強繊維により相手材である軌道輪案内面の摩耗が進むことが想定され、軸受の不具合が発生することが考えられる。

【0007】

傷付性の無い綿布で強化された保持器では、摩耗が進むことは無いものの、綿糸の強度が低いため保持器全体としての強度が不足しており、高温になる超高速回転時の耐久信頼性が十分ではない。

40

【0008】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、従来よりも柔軟性及び強度が高く、耐久性に優れ、更に保持器が摩耗した場合でも露出した補強繊維による保持器案内面の摩耗を抑えた保持器を製造することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は下記の高速回転用転がり軸受用保持器の製造方法を提供する。

（1）高速回転する主軸を支承し、保持器を備える高速回転用転がり軸受の前記保持器の製造方法であって、筒状芯棒に、パラ系アラミド繊維、ポリアリレート繊維及びポリパラ

50

フェニレンベンズビスオキサゾール繊維から選ばれる少なくとも１種からなり、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂またはビスマレイミド樹脂から選ばれるサイジング剤がコーティングされたフィラメント束を、液状熱硬化性樹脂を含浸させながら、前記筒状芯棒の軸線に対して $30 \sim 60^\circ$ の角度で交差して巻き付けるヘリカル巻きと、前記筒状芯棒の軸線に対して $80 \sim 88^\circ$ の角度で交差して巻き付ける平行巻きとを交互に繰り返す、かつ、最外層をヘリカル巻きにて巻き付け、熱硬化させた後、前記筒状芯棒を抜き取り、得られた筒状体を保持器形状に加工することを特徴とする高速回転用転がり軸受用保持器の製造方法。

(2) 前記熱硬化性樹脂が、エポキシ樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリアミノアミド樹脂及びフェノール樹脂から選ばれる少なくとも１種であることを特徴とする上記(1)記載の高速回転用転がり軸受用保持器の製造方法。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、簡便な操作で、柔軟性及び強度が高く、耐久性に優れ、更に保持器が摩耗した場合でも露出した補強繊維による保持器案内面の摩耗を抑える保持器が得られる。また、炭素繊維の積層体で用いていたプリプレグを積層して製造する方法（シートワインディング法）ではプリプレグの厚さと巻数で外径制御を行っているが、本発明ではフィラメント径と巻数で外径制御をするため、外径精度を細かくコントロールできるため、低コスト化が可能である。更に、切削加工でポケット等を仕上げてシートワインディング法で見られるようなプリプレグ間で見られる場合がある層間剥離等が起こり難く、信頼性を向上させることも可能である。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。

【0012】

ここでは、高速回転用転がり軸受として広く使用されているアンギュラ玉軸受用の保持器を例にして説明する。アンギュラ玉軸受は、図1に断面図で示されるように、外輪2と内輪4との間に、複数の玉3を保持器1で保持したものであり、潤滑のために例えばグリース（図示せず）が封入されている。保持器1は、図2に斜視図にて示すように、その外周面が案内面1Aとなり、玉3を保持するためにポケット1Cが等間隔で開口しており、各ポケット1Cの摺接面1Bと玉3の表面とが摺接する。

30

【0013】

本発明は、上記保持器1の製造方法に関する。以下に、その手順を説明する。

【0014】

まず、図3に示すように、筒状芯棒（マンドリル）40に後述する特定の有機繊維からなるフィラメント束50を、液状熱硬化性樹脂（図示せず）を含浸させながら巻き付ける。フィラメント束50の巻き付け方は、図3(A)に示すように、芯金40の軸線に対して $30 \sim 60^\circ$ の角度 θ で交差するように巻き付けるヘリカル巻き、図3(B)に示すように芯金40の軸線に対して $80 \sim 88^\circ$ の角度 θ で巻き付ける平行巻きを数巻ずつ交互に巻き付け、最外層をヘリカル巻きにて巻き付ける。液状熱硬化性樹脂を含浸させながらフィラメント束50を巻き付けるには、例えば、液状熱硬化性樹脂を貯蔵した槽にフィラメント束50を浸漬した後、液状熱硬化性樹脂を付着させたフィラメント束50を筒状芯棒40に巻き付ける方法が簡便で効率的である。

40

【0015】

次いで、熱硬化性樹脂の硬化温度にて加熱して、熱硬化性樹脂を硬化させる。これにより、フィラメント束（図示せず）同士が熱硬化性樹脂で結着される。

【0016】

次いで、筒状芯棒40を引き抜き、フィラメント束同士が熱硬化性樹脂で結着された筒状体を得る。筒状芯棒40の引き抜きを円滑に行うために、筒状芯棒40の外表面には、ワックスを塗布したり、PETフィルム等を巻き付けておき、上記のようにフィラメント

50

束を巻き付ける。

【0017】

そして、得られた筒状体を輪切りにし、ポケット1Cを開口することにより図2に示すような保持器1が得られる。

【0018】

有機繊維に用いるパラ系アラミド繊維、ポリアリレート繊維、ポリパラフェニレンベンズビスオキサゾール（PBO）繊維は引張強度が2GPa以上で、かつ引張弾性率が50GPa以上である。表1に、これら繊維の引張強度及び引張弾性率を示す。これらは単独で使用してもよいし、複数種を組み合わせ使用してもよい。超高分子量ポリエチレン繊維及びPAN系炭素繊維は引張強度が2GPa以上で、引張弾性率が50GPa以上であるが、超高分子量ポリエチレン繊維は、融点が140℃程度であるため単独での使用には向かない。また、PAN系炭素繊維は引張強度が高いが（2.0～7.1GPa）、鉄系材料への傷付性があるため、鉄系材料からなる保持器案内面に熱処理等の硬化処理を施す必要があり、コスト増を招く。パラ系アラミド繊維、ポリアリレート繊維及びPBO繊維は、高強度でありながらも柔軟性を有し、鉄系材料への傷付性がなく保持器案内面の熱硬化処理も不要であり、摺動特性にも優れる。中でも、PAN系炭素繊維に近い引張強度を有するPBO繊維が特に好ましい。

10

【0019】

【表1】

表 1

	パラ系アラミド繊維	PBO繊維	ポリアリレート繊維
引張強度(GPa)	2.3～3.5	5.7	2.8～3.3
引張弾性率(GPa)	54～145	176～265	74～105

20

	PAN系炭素繊維	超高分子量ポリエチレン繊維
引張強度(GPa)	2.0～7.1	2.2～4.7
引張弾性率(GPa)	225～686	69～172

30

【0020】

尚、上記パラ系アラミド繊維は、ポリパラフェニレンテレフタラミドに、ジアミンを共重合させて延伸性等を改善したコポリパラフェニレン-3,4'-オキシジフェニレンテレフタラミドである。また、ポリアリレート繊維は、二価フェノールと芳香族ジカルボン酸との重縮合物である全芳香族ポリエステル繊維である。

【0021】

有機繊維は、平均直径で6～21μmであることが好ましく、より好ましくは8～15μmである。平均直径が6μm未満では細すぎて、一本当りの強度が低いため安定した製造が難しく、大幅なコスト増となるため、実用性が低い。一方、平均直径が21μmを超えると一本当りの強度は増加するものの、フィラメント束を平坦に巻き付けるのが難しくなる。

40

【0022】

また、有機繊維は、液状熱硬化性樹脂との接着性を向上させるために、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ビスマレイミド樹脂から選ばれるサイジング剤で表面をコーティングされている。

【0023】

更に、上記有機繊維の一部を、強度に劣るものの、鉄への傷付性がなく、耐熱性に優れるメタ系アラミド繊維、ポリフェニレンサルファイド（PPS）繊維、ポリイミド（PI

50

）繊維等で代替してもよい。また、最表層に配置されないのであれば、PAN系炭素繊維を用いることもできる。

【0024】

一方、熱硬化性樹脂としては、硬化性に優れることから、エポキシ樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリアミノアミド樹脂、フェノール樹脂等が好適であり、それぞれ単独または組み合わせて使用される。中でも、エポキシ樹脂が好ましい。また、ポリアミノアミド樹脂はエポキシ樹脂の硬化剤としても使用可能である。

【0025】

また、液状熱硬化性樹脂の含有量、即ち液状熱硬化性樹脂を含浸させたフィラメント束を巻き付けた層における液状熱硬化性樹脂の重量は、20～45質量%が好ましく、より好ましくは25～40質量%である。熱硬化性樹脂の含有量が20質量%未満では、樹脂分が少なすぎてフィラメント束同士の接着強度が不足し、安定した筒状体を製造することが困難になり好ましくない。更には、得られる保持器において有機繊維が露出し、弾性が低くなることから折れ易くなり好ましくない。これに対し熱硬化性樹脂の含有量が45質量%を超えると、保持器としての柔軟性が高まるものの、相対的に有機繊維の含有量が少なくなり、円環強度が低下して好ましくない。

【実施例】

【0026】

以下に実施例を挙げて本発明を更に説明するが、本発明はこれにより何ら制限されるものではない。

【0027】

（実施例1）

繊維直径12 μ mのパラ系アラミド繊維（サイジング剤処理済みコポリパラフェニレン-3,4'-オキシジフェニレンテレフタラミド：帝人テクノプロダクツ製「テクノーラ」）からなるフィラメント束（引張強度3.43GPa、引張弾性率72.5GPa、伸度4.6%）を液状のエポキシ樹脂を貯蔵した槽に浸漬した後、外径101mm、内径64mmの筒状芯棒に張力を加えながら巻き付けた。尚、筒状芯棒には、外表面にワックスを塗布し、更にその上にPETフィルムを巻き付けてある。その際、ヘリカル巻き（角度 $\theta=45^\circ$ ）にて厚さ2mmで巻き付けた上に、平行巻き（角度 $\theta=85^\circ$ ）にて厚さ1mmで巻き付けることを1サイクルとし、4サイクル繰り返した後、ヘリカル巻き（角度 $\theta=45^\circ$ ）にて厚さ2.5mmで巻き付けた。エポキシ樹脂の含有量は25質量%である。

【0028】

次いで、全体を150℃で2時間加熱してエポキシ樹脂を硬化させ、筒状芯棒を抜き取って筒状体とした。そして、日本精工（株）製アンギュラ玉軸受「65BNR10BB（内径65mm、外径100mm、幅18mm、接触角18°、4列組み合わせ）」用保持器とするために、筒状体を幅18mmに輪切りにし、更にポケットを形成して保持器を作製した（図2参照）。また、保持器を日本精工（株）製アンギュラ玉軸受「65BNR10BB」に組み込み、試験軸受とした。尚、内輪及び外輪をSUJ2製とし、潤滑のためにMTEグリース（Baコンプレックスエステル油グリース）を封入した。

【0029】

（実施例2）

繊維直径10 μ mのポリアリレート繊維（サイジング剤処理済み：クラレ製「ベクトラン高強力タイプ」）からなるフィラメント束（引張強度3.23GPa、引張弾性率74.6GPa、伸度3.8%）を用い、実施例1と同様にして保持器及び試験軸受を作製した。エポキシ樹脂の含有量も同じく25質量%である。

【0030】

（実施例3）

繊維直径12 μ mのPBO繊維（サイジング剤処理済み：東洋紡製「ザイロンHM高弾性率タイプ」）からなるフィラメント束（引張強度5.80GPa、引張弾性率270

10

20

30

40

50

GPa、伸度2.5%)を用い、実施例1と同様にして保持器及び試験軸受を作製した。エポキシ樹脂の含有量も同じく25質量%である。

【0031】

(比較例1)

炭素繊維チョップドストランドを30質量%含有するL-PPS材(ポリプラスチック製「フォートロン2130A1」)を用いて、実施例1と同形状の保持器を作製した。また、保持器を組み込み同様の試験軸受を作製した。

【0032】

(比較例2)

綿不織布の積層体にフェノール樹脂を30質量%となるように含浸させたものを用い、実施例1と同形状の保持器を作製した。また、保持器を組み込み同様の試験軸受を作製した。

【0033】

(比較例3)

比較例1と同じ保持器を用い、内輪及び外輪を浸炭窒化鋼SHX製としたこと以外は実施例1と同様にして試験保持器を作製した。

【0034】

(円環強度試験)

実施例及び比較例で作製した各保持器について、円環強度を測定した。結果を表2に、比較例1に対する相対値で示す。

【0035】

(耐摩耗性試験)

実施例及び比較例で作製した試験軸受を、予圧荷重300N、回転速度15000min⁻¹にて1000時間連続回転させた後、分解して外輪案内面の摩耗状態を観察した。結果を表3に示す。

【0036】

【表2】

表 2

	実施例1	実施例2	実施例3
樹脂	エポキシ樹脂 (25質量%)	エポキシ樹脂 (25質量%)	エポキシ樹脂 (25質量%)
強化繊維	パラ系アラミド繊維 (75質量%)	ポリアリレート繊維 (75質量%)	PBO繊維 (75質量%)
円環強度	57	55	77

	比較例1	比較例2	比較例3
樹脂	PPS樹脂 (70質量%)	フェノール樹脂 (30質量%)	PPS樹脂 (70質量%)
強化繊維	CFチョップ ドストランド (30質量%)	綿不織布積層体 (70質量%)	CFチョップ ドストランド (30質量%)
円環強度	1.0	0.8	1.0

注1) 樹脂及び強化繊維の()内は、保持器材料全量に占める値。

注2) 円環強度は比較例1に対する相対値。

【0037】

【表 3】

表 3

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
耐摩耗性	摩耗発生なし	摩耗発生なし	摩耗発生なし

	比較例 1	比較例 2	比較例 3
耐摩耗性	深さ 5 ~ 10 μ m の摩耗発生	摩耗発生は 殆どなし	摩耗発生なし

10

【0038】

表 2 に示すように、本発明に従う各実施例の保持器は、従来の炭素繊維チョップドストランドを混入した保持器や、綿不織布に熱硬化性樹脂を含浸させた保持器に比べて高強度である。また、表 3 に示すように、外輪案内面の摩耗も少ないことから、安価な S U J 2 材を用いて、コスト高となる浸炭窒化鋼と同等の摩耗低減効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】 アンギュラ玉軸受の一例を示す縦断面図である。

20

【図 2】 図 1 に示すアンギュラ玉軸受用保持器の斜視図である。

【図 3】 フィラメント束の巻き付け方法を示す図であり、(A) はヘリカル巻き、(B) は平行巻きを示す。

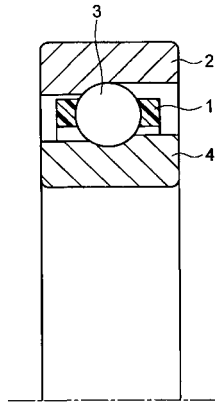
【符号の説明】

【0040】

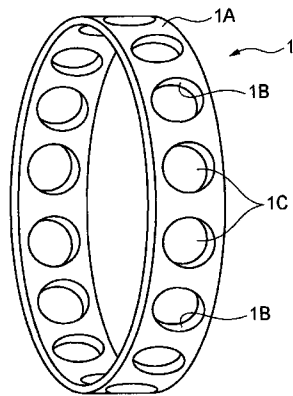
- 1 保持器
- 1 A 案内面
- 1 B 玉との摺接面
- 1 C ポケット
- 2 外輪
- 3 玉
- 4 内輪
- 4 0 筒状芯棒
- 5 0 フィラメント束

30

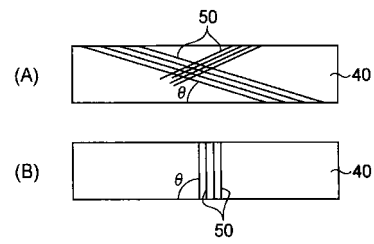
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

審査官 上谷 公治

- (56)参考文献 特開平11-287250 (JP, A)
特開2007-203723 (JP, A)
特開2005-090657 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16C 33/44
B29C 70/16
F16C 33/56
B29L 31/04