

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5120098号
(P5120098)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int. Cl. F I
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
C O 8 J 5/04 (2006.01) C O 8 J 5/04 C E Z

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-161600 (P2008-161600)	(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
(22) 出願日	平成20年6月20日 (2008.6.20)	(74) 代理人	100105647 弁理士 小栗 昌平
(65) 公開番号	特開2010-1971 (P2010-1971A)	(74) 代理人	100105474 弁理士 本多 弘徳
(43) 公開日	平成22年1月7日 (2010.1.7)	(74) 代理人	100108589 弁理士 市川 利光
審査請求日	平成23年3月11日 (2011.3.11)	(72) 発明者	矢部 俊一 神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
		審査官	上谷 公治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速回転用転がり軸受

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高速回転する主軸を支承し、合成樹脂製保持器を備える高速回転用転がり軸受において

前記合成樹脂製保持器が、有機繊維を一方向に配列して熱硬化性樹脂で結着させてシート状に成形した一方向プリプレグを、上下のプリプレグにおいて有機繊維同士が30～90°の角度で交差するように積層した積層体、有機繊維を縦横2方向に織り込んだ編み物に熱硬化性樹脂を含浸させてシート状に成形した織物プリプレグを積層した積層体及び有機繊維を立体に編んだ立体織物に熱硬化性樹脂を含浸させた樹脂含浸立体織物の少なくとも1つを保持器形状に加工したものであり、かつ、

前記有機繊維が、引張強度が2GPa以上で、かつ引張弾性率が50GPa以上の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種で、サイジング剤でコーティングされており、

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種であるとともに、

外輪に案内されていることを特徴とする高速回転用転がり軸受。

【請求項2】

前記合成樹脂製保持器の内部が一方向プリプレグで、最表層が織物プリプレグ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。

【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

20

【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】**【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。これらの軸受の潤滑法としては、グリース潤滑、オイルエア潤滑、ジェット潤滑等が、使用条件やコストによって適宜、選択され採用されているが、一般的には低コストでメンテナンスも容易なことからグリース潤滑が利用されることが多い。しかし、グリース潤滑では、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、露出した補強繊維が相手材である軌道輪案内面を傷付けるようになる。そのため、案内面に硬化処理を施す等の対策が必要になり、コスト増を招く。

40

【0007】

綿布は傷付性が無いものの、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、より高速回転が要求されている現状では使用されなくなっている。

【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、工作機械や航空機ジェットエンジン等の高速回転される装置用の転がり軸受において、従来よりも合成樹脂製保持器の柔軟性及び強度を高めるとともに、合成樹脂製保持器が摩耗した場合でも露出した補強繊維により保持器案内面が摩耗されるのを抑え、耐久性を向上させ、更には低コスト化を図ることを目的とする。

50

【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、本発明は下記的高速回転用転がり軸受を提供する。

(1) 高速回転する主軸を支承し、合成樹脂製保持器を備える高速回転用転がり軸受において、

前記合成樹脂製保持器が、有機繊維を一方向に配列して熱硬化性樹脂で結着させてシート状に成形した一方向プリプレグを、上下のプリプレグにおいて有機繊維同士が30～90°の角度で交差するように積層した積層体、有機繊維を縦横2方向に織り込んだ編み物に熱硬化性樹脂を含浸させてシート状に成形した織物プリプレグを積層した積層体及び有機繊維を立体に編んだ立体織物に熱硬化性樹脂を含浸させた樹脂含浸立体織物の少なくとも1つを保持器形状に加工したものであり、かつ、

前記有機繊維が、引張強度が2GPa以上で、かつ引張弾性率が50GPa以上の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種で、サイジング剤でコーティングされており、

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種であるとともに、

外輪に案内されていることを特徴とする高速回転用転がり軸受。

(2) 前記合成樹脂製保持器の内部が一方向プリプレグで、最表層が織物プリプレグ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。

【発明の効果】

【0010】

本発明の高速回転用転がり軸受は、合成樹脂製保持器が特定の有機繊維からなる織物により補強されているため、従来の補強繊維含有合成樹脂製保持器に比べて柔軟性及び強度に優れるとともに、摩耗しても有機繊維からなる織物が露出するため、従来のように補強繊維が露出する場合に比べて保持器案内面の摩耗が少なく、耐久性に優れるようになる。そのため、保持器案内面に硬化処理を施す必要がなく、低コストにもなる。

【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】

本発明において、高速回転用途で、後述する合成樹脂製保持器を備える限り、軸受の種類や構造に制限はない。例えば、図1に示すようなアンギュラ玉軸受を例示することができる。図示されるアンギュラ玉軸受は、外輪2と内輪4との間に、複数の玉3を合成樹脂製保持器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。合成樹脂製保持器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。

【0013】

尚、玉3を窒化珪素等のセラミック製とし、外輪2や内輪4を一般的なSUJ2製に代えて、浸炭窒化材(SHX材等)製とすることにより、高速回転時の焼付きや摩耗をより防止することができるようになる。また、一般的に外輪案内型の方が案内面の摩耗が大きいため、本発明で用いる合成樹脂製保持器を用いることによる摩耗防止効果がより顕著となる。

【0014】

また、何れも図示は省略するが、ころ軸受等の他の転がり軸受にも応用可能であり、保持器形状もそれに合わせて変更できる。

【0015】

本発明では、上記の合成樹脂製保持器1を有機繊維強化プラスチックで形成する。この有機繊維強化プラスチックは、引張強度が2GPa以上で、かつ引張弾性率が50GPa以上の有機繊維と、熱硬化性樹脂とを一体化した複合材料である。この複合材料は、有機

10

20

30

40

50

繊維を一方向に配列して熱硬化性樹脂で結着させてシート状に成形したプリプレグ（一方向プリプレグ）、有機繊維を縦横2方向に織り込んだ織物に熱硬化性樹脂を含浸させてシート状に成形したプリプレグ（織物プリプレグ）、有機繊維をリング状に織った立体織物に熱硬化性樹脂を含浸させた樹脂含浸立体織物とする。尚、織物プリプレグでは、有機繊維を平織りしたものが強度的に好ましい。また、有機繊維の立体織物とするには、例えば特開2004-3115号公報に記載の織物装置を用いればよい。

【0016】

有機繊維として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）繊維を用いる。これらは単独で使用してもよいし、複数種を組み合わせて使用してもよい。これに対し、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く（2.0～7.1GPa）好ましいが、案内面への傷付性があるため、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ポリパラフェニレンベンズビスオキサゾール繊維は、高強度でありながらも柔軟性を有し、案内面への傷付性がなく案内面の熱硬化処理も不要であり、摺動特性にも優れることなどから、好ましい。下記表1に、これら3種の有機繊維の引張強度及び引張弾性率を示すが、PAN系炭素繊維の引張強度に近いPBO繊維が最も好適である。尚、参考のために、炭素繊維及び超高分子量ポリエチレン繊維の引張強度及び引張弾性率を併せて示す。

【0017】

【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

	炭素繊維	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

【0018】

尚、上記パラ系アラミド繊維としては、ポリパラフェニレンテレフタラミドと、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。

【0019】

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、平坦な織物を織るのが難しくなる。後述するように、有機繊維強化プラスチックは、シート状物を積層して成形するため、積層体にしたときの平坦性に劣るようになる。

【0020】

また、有機繊維は、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、ピスマレイミド樹脂等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ことが好ましい。

【0022】

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、ピスマレイミ

ド樹脂、ポリアミノアミド樹脂、フェノール樹脂を用い、それぞれ単独または組み合わせて使用される。中でも、エポキシ樹脂及びピスマレイミド樹脂が好ましい。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。

【0023】

一方向プリプレグ、織物プリプレグ及び樹脂含浸立体織物における熱硬化性樹脂の含有量は、20～50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、積層して成形する際に十分な接着力が得られず、更には得られる合成樹脂製保持器1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50質量%を超えると、相対的に有機繊維の含有量が少なくなり、実用的な強度を達成することが困難になり好ましくない。

10

【0024】

合成樹脂製保持器1を製造するには、一方向プリプレグ及び織物プリプレグを用いる場合は、一方向プリプレグまたは織物プリプレグ、あるいは両者を金属製芯棒に所定回数巻き付け、円筒形の金型に入れ、熱硬化性樹脂の硬化温度で加熱成形して円筒状物とする。そして、円筒状物から金属製円筒を抜き取り、所定幅で輪切りにした後、穴開け加工によりポケットを形成すればよい。尚、一方向プリプレグを積層する場合は、全てのプリプレグを有機繊維が同じ方向を向くよりも、上下のプリプレグにおいて有機繊維同士が30°～90°で交差するように積層することにより、平面上(X、Y方向)での強度の均一化を図ることができる。

20

【0025】

また、樹脂含浸立体織物を用いる場合は、そのまま芯棒に装着して金型にて加熱成形した後、輪切りにし、穴開け加工によりポケットを形成すればよい。そのため、樹脂含浸立体織物は、最終寸法より一回り大きいものを使用することにより、圧縮されて強度が増すようになる。

【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、引張強度3.43GPa、引張弾性率72.5GPa、伸度4.6%のpara系アラミド繊維(サイジング剤処理されたポリフェニレンテレフタラミド)を一方向に配列してエポキシ樹脂(硬化温度130)を含浸させ、シート状に成形して一方向プリプレグを作製した。尚、エポキシ樹脂の含有量は30質量%である。

30

【0028】

また、同じpara系アラミド繊維を平織りして同じエポキシ樹脂を含浸させ、シート状に成形して織物プリプレグを作製した。尚、エポキシ樹脂の含有量は35質量%である。

【0029】

そして、フッ素系離型剤を塗布した鉄製芯棒に、上記の一方向プリプレグを有機繊維の向きを揃えて二重巻きし、巻き端部分をエポキシ系接着剤で仮止めした。次いで、一方向プリプレグを、鉄製芯棒の軸線に対し有機繊維が45°の角度で交差するように二重巻きした後、その上に鉄製芯棒の軸線に対し有機繊維が90°の角度で交差するように二重巻きし、更にその上に鉄製芯棒の軸線に対し有機繊維が135°の角度で交差するように二重巻きした。更に、その上に上記の織物プリプレグを巻き付け、巻き端部分をエポキシ系接着剤で仮止めして筒状体を作製した。

40

【0030】

次いで、内面にフッ素系離型剤を塗布した金型に、上記の筒状体を収容し、圧力をかけながら、エポキシ樹脂の硬化温度である130に1時間維持した後、金型を開いて成形体を取り出し、鉄製芯棒を引き抜いて円筒状物を得た。

50

【0031】

そして、上記の円筒状物を、日本精工(株)製アングュラ玉軸受「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幅18mmに輪切りにし、更にポケットを形成して合成樹脂製保持器を作製した(図2参照)。

【0032】

作製した合成樹脂製保持器を、日本精工(株)製アングュラ玉軸受「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、転動体を窒化珪素製とした。また、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。

10

【0033】

(実施例2)

繊維直径10 μ m、引張強度3.23GPa、引張弾性率74.6GPa、伸度3.8%のポリアリレート繊維(クラレ(株)製「ベクトラン高強力タイプ」)を一方向に配列し、エポキシ樹脂を含有量が30質量%となるように含浸させて一方向プリプレグを作製した。また、同じポリアリレート繊維を平織りしたものに、エポキシ樹脂を含有量が35質量%となるように含浸させて織物プリプレグを作製した。

【0034】

そして、作製した一方向プリプレグ及び織物プリプレグを用い、実施例1と同様にして合成樹脂製保持器、更に試験軸受を作製した。

20

【0035】

(実施例3)

繊維直径12 μ m、引張強度5.8GPa、引張弾性率270GPa、伸度2.5%のサイジング剤処理されたPBO繊維(東洋紡(株)製「ザイロンHM;高弾性率タイプ」)を一方向に配列し、エポキシ樹脂を含有量が30質量%となるように含浸させて一方向プリプレグを作製した。また、同じPBO繊維を平織りしたものに、エポキシ樹脂を含有量が35質量%となるように含浸させて織物プリプレグを作製した。

【0036】

そして、作製した一方向プリプレグ及び織物プリプレグを用い、実施例1と同様にして合成樹脂製保持器、更に試験軸受を作製した。

30

【0037】

(実施例4)

実施例1で用いたパラ系アラミド繊維をリング状に織り、ポリアミノアミド樹脂(硬化温度150)を含浸させて樹脂含浸立体織物を作製した。尚、樹脂含浸量は35質量%である。

【0038】

そして、作製した樹脂含浸立体織物を、内面にフッ素系離型剤を塗布した金型に装着し、圧力をかけながら、ポリアミノアミド樹脂の硬化温度である150で1時間維持した後、金型を開いて成形体を取り出し、以降は実施例1と同様にして合成樹脂製保持器、更に試験軸受を作製した。

40

【0039】

(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と同形状の合成樹脂製保持器、更には同様の試験軸受を作製した。

【0040】

(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と同形状の実施例1と同形状の合成樹脂製保持器、更には同様の試験軸受を作製した。

50

【0041】

(比較例3)

比較例1と同じ合成樹脂性保持器、浸炭窒化鋼SHX製の内輪及び外輪、窒化珪素製ボールを用いて、同様の試験軸受とした。

【0042】

(保持器円環強度試験)

実施例及び比較例で作製した各合成樹脂製保持器について、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。

【0043】

(耐摩耗性試験)

実施例及び比較例で作製した各試験軸受を、予圧荷重300N、回転速度15000 min^{-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2に示す。

【0044】

【表2】

表 2

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
保持器材料	樹脂	エポキシ樹脂 (31質量%)	エポキシ樹脂 (31質量%)	エポキシ樹脂 (31質量%)	ポリアミノ アミド樹脂 (35質量%)
	強化繊維	パラ系アラミド 繊維織物積層体 (69質量%)	ポリアリレート 繊維織物積層体 (69質量%)	PBO繊維 織物積層体 (69質量%)	パラ系アラミド 繊維立体織物 (65質量%)
円環強度		52	50	70	90
耐摩耗性		摩耗発生なし	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
保持器材料	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
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

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。

【0045】

表2に示すように、本発明に従う各実施例の合成樹脂製保持器は、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り、また高い耐摩耗性を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明に係るアンギュラ玉軸受の一例を示す縦断面図である。

【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。

【符号の説明】

【0047】

10

20

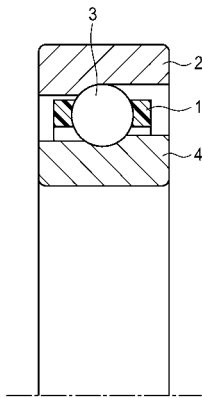
30

40

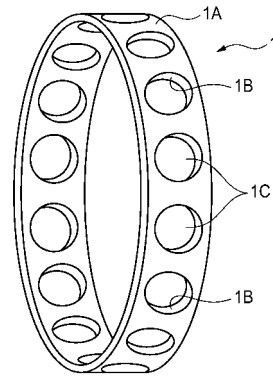
50

- 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

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平05 - 008042 (JP, U)
特開2007 - 145963 (JP, A)
特開2006 - 207642 (JP, A)
特表2007 - 517959 (JP, A)
特開2006 - 203142 (JP, A)
特開2000 - 091470 (JP, A)
特開2004 - 068861 (JP, A)
特開2004 - 347002 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 33/44
C08J 5/04
F16C 33/56