

(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2005-140168

(P2005-140168A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 C 33/58

F 1 6 C 33/62

F I

F 1 6 C 33/58

F 1 6 C 33/62

テーマコード (参考)

3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-374651 (P2003-374651)

(22) 出願日 平成15年11月4日 (2003.11.4)

(71) 出願人 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 100066980

弁理士 森 哲也

(74) 代理人 100075579

弁理士 内藤 嘉昭

(74) 代理人 100103850

弁理士 崔 秀▲てつ▼

(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

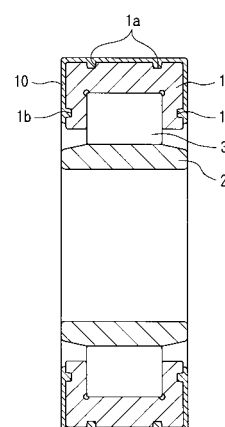
(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】 耐クリープ性及び放熱性に加えて、機械的強度にも優れた絶縁被膜を形成することで、信頼性の高い電食防止性能を有する転がり軸受を実現する。

【解決手段】 外輪1の外面を被覆する絶縁被膜10は、PPS樹脂と、直径5～9 μmのガラス繊維と、比抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上で且つ熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ 以上の熱伝導性物質とを含む樹脂組成物からなり、この樹脂組成物中のガラス繊維の含有率は15～40質量%で、熱伝導性物質の含有率は15～45質量%である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軌道輪に絶縁被膜を有する転がり軸受において、

前記絶縁被膜は、合成樹脂と、直径 $5 \sim 9 \mu\text{m}$ のガラス繊維と、比抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上で且つ熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上の熱伝導性物質と、を含む樹脂組成物からなり、前記樹脂組成物中の前記ガラス繊維の含有率は $15 \sim 40$ 質量%で、前記熱伝導性物質の含有率は $15 \sim 45$ 質量%であることを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、転がり軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、鉄道車両用の電動機等を使用される転がり軸受においては、ハウジングや軸からの漏れ電流が軸受の転動体と軌道輪との間に流れて、電気化学的腐食（以下、「電食」と称す。）が生じることを防止する必要がある。このため、外輪や内輪の少なくともハウジング又は軸が嵌合される面に電気絶縁性の被膜（以下、「絶縁被膜」と称す。）を設けて、外部からの電流を遮断することが行われている。

【0003】

この絶縁被膜の一例として、下記特許文献 1 では、ガラス繊維を含むポリフェニレンサルファイド樹脂（以下、「PPS 樹脂」と称す。）で形成したものが提案されている。ここで用いられるガラス繊維としては、直径が $10 \sim 15 \mu\text{m}$ で、長さが $0.2 \sim 0.8 \text{ mm}$ のものが挙げられている。

20

ところが、この特許文献 1 に記載の絶縁被膜は、耐クリープ性には優れるものの、熱伝導率が小さいために放熱性が良好ではない。このため、特許文献 1 に記載の絶縁被膜を有する転がり軸受では、軸受温度の上昇に伴ってグリースの劣化が起こり、軸受寿命を低下させるという問題がある。

【0004】

この問題を解消するために、下記特許文献 2 では、絶縁被膜を、ガラス繊維と、比抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上で且つ熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上の充填材と、を含む樹脂組成物で形成したものが提案されている。

30

【特許文献 1】特許 2779251 号公報

【特許文献 2】特開平 7-310748 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献 2 に記載の絶縁被膜では、放熱性を向上させるための充填材を樹脂組成物に加えた分、この樹脂組成物の成形性も考慮して、ガラス繊維の含有率を上記特許文献 1 に記載の樹脂組成物よりも少なくする必要がある。このため、上記特許文献 2 に記載の絶縁被膜は、上記特許文献 1 に記載のものと比べて放熱性は優れるものの、衝撃強度等の機械的強度は若干低くなる傾向がある。よって、軸受の落下やハウジングへの圧入によって絶縁被膜に亀裂や破損が生じ易くなるため、この絶縁被膜を有する軸受に信頼性の高い電食防止性能を付与できなくなる。

40

そこで、本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、耐クリープ性及び放熱性に加えて機械的強度にも優れた絶縁被膜を形成することで、信頼性の高い電食防止性能を有する転がり軸受を実現することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

このような課題を解決するために、本発明は、軌道輪に絶縁被膜を有する転がり軸受において、前記絶縁被膜は、合成樹脂と、直径 $5 \sim 9 \mu\text{m}$ のガラス繊維と、比抵抗が 1×1

50

$0^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上で且つ熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ 以上の熱伝導性物質と、を含む樹脂組成物からなり、前記樹脂組成物中の前記ガラス繊維の含有率は $15 \sim 40$ 質量%で、前記熱伝導性物質の含有率は $15 \sim 45$ 質量%であることを特徴とする転がり軸受を提供する。

【0007】

本発明では、樹脂組成物に含有させるガラス繊維の直径を、従来用いられていたガラス繊維の直径 $10 \sim 15 \mu\text{m}$ よりも小さい $9 \mu\text{m}$ 以下とすることによって、同じ含有率とした場合の樹脂組成物に含まれるガラス繊維の合計長さが長くなる。よって、樹脂組成物を構成する樹脂とガラス繊維との接着性が向上するため、樹脂組成物全体に対するガラス繊維の含有率が少なくても、絶縁被膜の引張強度や衝撃強度等の機械的強度を向上できる。

10

一方、ガラス繊維の直径が $5 \mu\text{m}$ 未満であると、衝撃強度等の機械的強度が低下する傾向があるとともに、製造コストが高くなる。また、ガラス繊維の直径の好ましい範囲は、 $6 \sim 8 \mu\text{m}$ である。

【0008】

〔ガラス繊維について〕

本発明で使用するガラス繊維としては、樹脂との接着性を考慮して、片末端にエポキシ基やアミノ基等を有するシランカップリング剤で表面処理されているものが好ましい。この処理を施すことによって、シランカップリング剤の片末端に存在するエポキシ基やアミノ基等の官能基が樹脂の極性基と反応するため、ガラス繊維と樹脂との接着性がより向上する。

20

【0009】

ガラス繊維の長さは、 $100 \sim 900 \mu\text{m}$ とすることが好ましく、 $300 \sim 600 \mu\text{m}$ とするのがより好ましい。ガラス繊維の長さを $100 \mu\text{m}$ 未満とすると、絶縁被膜に十分な強度を付与できず、且つ、吸水等による絶縁被膜の寸法変化を抑制できなくなる。一方、ガラス繊維の長さが $900 \mu\text{m}$ を超えると、絶縁被膜の強度や寸法変化に対する抑制効果は向上するが、ガラス繊維が破損したり、ガラス繊維の配向性が低下するため、絶縁被膜の成形が困難になる。

【0010】

ガラス繊維の含有率は、樹脂組成物全体に対して $15 \sim 40$ 質量%とする。ガラス繊維の含有率が 15 質量%未満であると、衝撃強度等の機械的強度が十分に得られず、一方、 40 質量%を超えると、熱伝導性物質の含有率が少なくなるため、十分な放熱性が得られない。また、ガラス繊維の含有率の好ましい範囲は、 $15 \sim 30$ 質量%である。

30

【0011】

〔熱伝導性物質について〕

本発明で使用する熱伝導性物質としては、比抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上で、熱伝導率が $10 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ 以上のものであれば、特に限定されず、例えば、 SiC （炭化ケイ素）、 AlN （炭化アルミニウム）、 BeO （ベリリア）、 BN （チッ化ホウ素）、 Al_2O_3 （アルミナ）、 MgO （酸化マグネシウム）などの粉体、繊維、ウisker等が挙げられる。

【0012】

熱伝導性物質の含有率は、樹脂組成物全体に対して $15 \sim 45$ 質量%とする。熱伝導性物質の含有率が 15 質量%未満であると、放熱性の向上効果が低く、一方、 45 質量%を超えると、放熱性は向上するが、その分ガラス繊維の含有率が少なくなるため、衝撃強度等の機械的強度が低くなる。また、熱伝導性物質の含有率の好ましい範囲は、 $25 \sim 40$ 質量%である。

40

【0013】

なお、絶縁被膜の成形性、放熱性及び機械的強度を全て満足させるためには、上述したガラス繊維と熱伝導性物質との合計含有率を、樹脂組成物全体に対して $35 \sim 70$ 質量%とするのが好ましく、 $40 \sim 65$ 質量%とするのがより好ましい。ガラス繊維と熱伝導性物質との合計含有率が 35 質量%未満であると、放熱性及び機械的強度をともに向上でき

50

ず、一方、合計含有率が70質量%を超えると、絶縁被膜を精度よく成形できない。

【0014】

〔合成樹脂について〕

本発明で使用する合成樹脂としては、耐熱性を考慮すると、PPS樹脂、芳香族ポリアミド樹脂、及びポリアミド46が好適である。

PPS樹脂は、吸水性が低く、且つ、成形性が良好であるため、低吸水性で寸法安定性に優れた絶縁被膜を射出成形により、低コストで形成できる。

また、芳香族ポリアミド樹脂は、高融点及び高強度を有するため、絶縁被膜温度が120℃に達する軸受の高速回転時であっても、電気絶縁性を維持できる。

さらに、ポリアミド46は、脂肪族ポリアミド樹脂であるが、芳香族ポリアミド樹脂と同様に120℃以上でも電気絶縁性を維持できるとともに、樹脂自体の衝撃強度が高いため、絶縁被膜の破損に対する信頼性を向上できる。

【0015】

使用する合成樹脂の分子量は、ガラス繊維を混合した状態で射出成形できる範囲に相当する、平均分子量で13000～30000の範囲とする。衝撃強度等の機械的強度や成形性を考慮すると、平均分子量で18000～26000とするのが好ましい。ここで、合成樹脂の平均分子量が13000未満であると、機械的強度が低くなる。一方、平均分子量が30000を超えると、ガラス繊維を15～30質量%含有させた状態での熔融粘度が高くなり過ぎて、絶縁被膜を射出成形で精度よく形成することが難しい。

【0016】

〔絶縁被膜の物性〕

本発明で形成する絶縁被膜は、耐クリープ性、放熱性、及び機械的強度の全てを備えるために、以下に示す物性とするのが好ましい。

熱伝導率：0.5W/m・k以上

比抵抗： $1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上

引張強度：90MPa以上

シャルピー衝撃強度：4.5kJ/m²以上

圧縮クリープ歪み：-2.2%以下（但し、120℃、面圧2.9kg/mm²、100時間の条件での寸法変化率）

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、転がり軸受の軌道輪に有する絶縁被膜に含有させるガラス繊維の直径を従来よりも小さい5～9μmとしたことによって、ガラス繊維を同じ含有率とした特許文献2に記載の絶縁被膜と比べて、機械的強度を高くできる。よって、耐クリープ性及び放熱性に加えて機械的強度にも優れた絶縁被膜が形成されるため、信頼性の高い電食防止性能を有する転がり軸受を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の一実施形態に相当するころ軸受を示す断面図である。

本実施形態のころ軸受は、図1に示すように、外輪1と、内輪2と、この外輪1及び内輪2の両軌道面間で転動自在に支持された複数のころ3と、を備えており、外輪1の外周面（外周面及び左右両端面）は絶縁被膜10で被覆されている。外輪1の外周面及び左右両端面には、溝1a、1bが形成されている。絶縁被膜10は、外輪1の外周面から左右両端面に連続して、一定の厚みで形成されている。

【0019】

この絶縁被膜10は、以下に示す方法で成形することができる。まず、樹脂組成物を構成する合成樹脂、ガラス繊維、及び熱伝導性物質をブレンダーやヘンシェルミキサ等で混合した後、二軸押出機等の押出機に供給し、この押出機から材料ペレットを得る。次に、外輪1の外側に、絶縁被膜10の厚さ（例えば、1.1mm）に対応させて形成した金型を

10

20

30

40

50

設置する。この金型を射出成形機に取り付けて、外輪 1 と金型との空間に、溶融した材料ペレットを射出する。所定の時間冷却後、金型を開いて、外面に絶縁被膜 10 が成形された外輪 1 を取り出す。

【0020】

絶縁被膜を構成する樹脂組成物の違いによる物性の違いをみるために、表 1 に示す各樹脂組成物を用いて所定の試験片を形成し、その物性評価を行った。その結果を、表 1 に併せて示す。

合成樹脂としては、PPS 樹脂（直鎖型 PPS，ポリプラスチックス株式会社製「フォートロン 0220A9」）を用いた。また、ガラス繊維としては、シランカップリング材処理 GF（日東紡績株式会社製「チョップドストランドグラスファイバー」）を用いた。さらに、熱伝導性物質としては、 Al_2O_3 粒子（岩谷産業株式会社製「高純度 α -アルミナ RA-30」）を用いた。

10

【0021】

ここで使用した「直径が $6\ \mu m$ である」ガラス繊維は、平均直径が $6\ \mu m$ で、含まれるガラス繊維の直径が $5\sim 7\ \mu m$ の範囲にある。また、「直径が $8\ \mu m$ である」ガラス繊維は、平均直径が $8\ \mu m$ で、含まれるガラス繊維の直径が $7\sim 9\ \mu m$ の範囲にある。さらに、「直径が $13\ \mu m$ である」ガラス繊維は、平均直径が約 $13\ \mu m$ で、含まれるガラス繊維の直径が $12\sim 14\ \mu m$ の範囲にある。

【0022】

なお、表 1 中の熱伝導率及び比抵抗は、レーザフラッシュ法で測定した $20^\circ C$ における値である。引張強度は、引張試験（JIS K 7113 にて規定）で測定した値である。シャルピー衝撃強度は、シャルピー衝撃試験（JIS K 7111 にて規定）で測定した値である。

20

耐クリープ性については、図 2 に示す試験装置を用いた圧縮クリープ試験で歪みを測定した。この圧縮クリープ試験は、まず、試験片 21 を設置した試験装置を、 $120^\circ C$ に設定された恒温槽に入れて、面圧 $2.9\ kg$ で 100 時間保持した。そして、恒温槽から試験装置を取り出して室温で 1 時間保持した後、恒温槽に入れる前後での試験片 21 の寸法変化率を測定した。

【0023】

なお、図 2 に示す試験装置は、試験片 21 を設置する台 22 と、その上方に設置される加圧片 23 と、加圧片 23 の上方に焼き入れ鋼球 24 を介して設置される天秤バー 25 と、天秤バー 25 の先端に取り付けるおもり 26 と、からなる。そして、台 22 と加圧片 23 との間に試験片 21 を挟み、付与する面圧に対応させたおもり 26 を取り付けることで、試験片 21 に圧縮力が付与されるようになっている。

30

【0024】

【表 1】

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
樹脂組成物の構成 (wt%)	PPS樹脂含有率	40	40	40	40
	ガラス繊維含有率 (直径: μm)	15 (6)	20 (6)	20 (8)	20 (13)
	Al ₂ O ₃ 含有率	45	40	40	40
熱伝導率 (W/m·k)		0.76	0.72	0.72	0.72
比抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$)		5×10^{15}	5×10^{15}	5×10^{15}	5×10^{15}
引張強度 (MPa)		107	121	117	106
シャルピー衝撃強度 (kJ/m ²)		6.6	7.5	7.2	6.6
圧縮クリープ歪み (%)		1.95	1.98	2.01	2.05

10

【0025】

20

ガラス繊維の直径が6 μm であるNo. 1及びNo. 2と、8 μm であるNo. 3とが本発明の実施例に相当し、13 μm であるNo. 4が比較例に相当する。

表1に示すように、ガラス繊維の直径のみが異なるNo. 2、No. 3、No. 4の結果から、ガラス繊維の直径が小さくなるにつれて、引張強度及びシャルピー衝撃強度が高くなっていることが分かる。

【0026】

また、No. 1では、No. 4よりもガラス繊維の含有率が少ないが、ガラス繊維の直径が小さいため、No. 4と同等の引張強度及びシャルピー衝撃強度が得られている。このNo. 1では、No. 2と比べて、ガラス繊維の含有率を少なくした分Al₂O₃の含有率を多くしているため、熱伝導率が高く、放熱性が向上している。また、No. 1～No. 3の圧縮クリープ歪みは、No. 4と同等程度であった。

30

以上の結果から、絶縁被膜を構成する樹脂組成物に含有させるガラス繊維の直径を本発明の範囲内とすることで、耐クリープ性及び放熱性を維持しつつ、機械的強度を向上できることが確認できた。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施形態に相当するころ軸受を示す断面図である。

【図2】圧縮クリープ試験装置の模式図である。

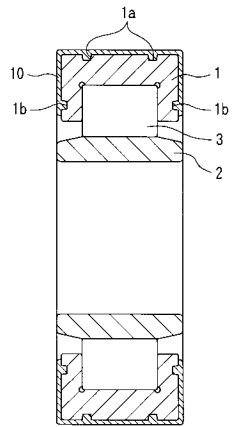
【符号の説明】

【0028】

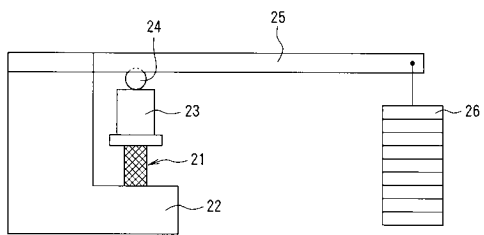
40

- 1 外輪
- 2 内輪
- 10 絶縁被膜

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J101 AA13 AA24 AA42 AA62 BA54 BA56 BA70 DA05 DA14 EA14
EA31 EA36 EA42 EA43 EA44 EA73 EA78 EA80 FA11 FA35
FA60 GA01 GA24