(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4207271号
(P4207271)

(45)発行日　平成21年1月14日(2009.1.14)　(24)登録日　平成20年10月31日(2008.10.31)

(51)Int.Cl.　　F I
F16C 33/44 (2006.01)　　F16C 33/44
F16C 33/78 (2006.01)　　F16C 33/78　Z

請求項の数 9　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平10-303990
(22)出願日　平成10年10月26日(1998.10.26)
(65)公開番号　特開2000-130441(P2000-130441A)
(43)公開日　平成12年5月12日(2000.5.12)
審査請求日　平成17年4月20日(2005.4.20)

(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
(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　内山　貴彦
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　植木　史雄
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】シール、保持器、転がり軸受

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（ＰＦＡ）、テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、ポリビニリデンフルオライド（ＰＶＤＦ）、ポリアミド６，６（ＰＡ６６）、ポリブチレンテレフタレート樹脂（ＰＢＴ）、およびポリアセタール樹脂（ＰＯＭ）から選ばれた１種類または２種類以上を組み合わせた合成樹脂に、導電性カーボンブラックおよび／またはカーボン繊維を合計量で１０～２５重量％の含有率で添加した樹脂組成物製で、体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下であるシール。

【請求項２】

ポリアミド６，６（ＰＡ６６）、ポリアミド４，６（ＰＡ４６）、ポリフェニレンサルファイド樹脂（ＰＰＳ）、ポリブチレンテレフタレート樹脂（ＰＢＴ）、およびポリアセタール樹脂（ＰＯＭ）から選ばれた１種類または２種類以上を組み合わせた合成樹脂に、導電性カーボンブラックおよび／またはカーボン繊維を合計量で１０～３０重量％の含有率で添加した樹脂組成物製で、体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下である保持器。

【請求項３】

テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）と、３～２５重量％の導電性カーボンブラックまたは５～５０重量％のカーボン繊維と、を含有する樹脂組成物製で、体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下であるシール。

【請求項４】

ポリアミド６，６（ＰＡ６６）と、３～２５重量％の導電性カーボンブラックまたは５～５０重量％のカーボン繊維と、を含有する樹脂組成物製で、体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下である保持器。

【請求項５】

テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）と、３～５重量％の導電性カーボンブラックとからなる樹脂組成物製で、体積固有抵抗値が１×１０^{6} Ω・ｃｍ以上１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下であるシール。

【請求項６】

ポリアミド６，６（ＰＡ６６）と、３～５重量％の導電性カーボンブラックとからなる樹脂組成物製で、体積固有抵抗値が１×１０^{6} Ω・ｃｍ以上１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下である保持器。

【請求項７】

５個のシールを用意してクリーン度がクラス１０万である室内に１時間放置した後、クリーン度がクラス１００である空間で５個のシールを洗浄液で１回洗浄して洗浄液に含まれる直径２．５μｍ以上の塵埃粒子が３３個以下である請求項１記載のシール。

【請求項８】

５個の保持器を用意してクリーン度がクラス１０万である室内に１時間放置した後、クリーン度がクラス１００である空間で５個のシールを洗浄液で１回洗浄して洗浄液に含まれる直径２．５μｍ以上の塵埃粒子が８９個以下である請求項２記載の保持器。

【請求項９】

請求項１～８の何れか１項に記載のシールまたは保持器を有することを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、合成樹脂製の保持器および／または合成樹脂製のシールを備えている転がり軸受に関する。

【０００２】

【従来の技術】

一般に、小型機械の回転支持部分を構成する転がり軸受の潤滑は、内部に封入したグリース等の潤滑剤により行っている。このような転がり軸受には、潤滑剤の漏洩を防止するとともに、塵埃等が内部に入り込むことを防止するためにシールを設ける必要がある。シールの材料としては、金属の他、プラスチックおよび熱可塑性エラストマー等の合成樹脂や合成ゴム等の弾性材があり、それぞれ単独で或いは適宜組み合わせて用いられている。これらの材料のうち合成樹脂からなるシールは、合成ゴムのように使用環境に影響を与える恐れのある多量の添加剤を含んでいないとともに、低コストで装着作業も容易なことから、近年広く使用されている。

【０００３】

一方、転がり軸受の保持器を合成樹脂製とすることも近年より行われている。従来の保持器用合成樹脂材料としては、ポリアミド（ナイロン）、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、フッ素樹脂等の所謂エンジニアリングプラスチックが挙げられ、これらが単体のままで、或いはガラス繊維等の短繊維を強化材として混入させた複合材料の形態で使用されている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の合成樹脂製の保持器を備えている転がり軸受および合成樹脂製のシールを備えている転がり軸受においては、合成樹脂自体が元々帯電しやすい材料であるため、塵埃を吸着し易く、保持器やシールに吸着した塵埃が落下して軸受内部に侵入することによって、軸受回転時にゴミ音が発生し、音響特性を著しく低下させる恐れがある。

【０００５】
本発明は、このような従来技術の問題点に着目してなされたものであり、合成樹脂製の保持器やシールに対する塵埃の吸着を防止して、軸受内部の塵埃に起因する転がり軸受の音響特性の低下を抑制することを課題とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明は、合成樹脂製で体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下である保持器および／またはシールを有することを特徴とする転がり軸受を提供する。前記体積固有抵抗値は「ＪＩＳ　Ｋ６９１１」に基づいて測定した値である。
【０００７】
本発明の転がり軸受によれば、保持器および／またはシールが合成樹脂製であっても、その体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下であるため、転がり軸受の通常の使用状態で、保持器および／またはシールに対する塵埃の吸着が効果的に防止される。
【０００８】
本発明の転がり軸受には、▲１▼保持器とシールの両方が合成樹脂製且つ体積固有抵抗値１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下を満たす構成、▲２▼保持器のみが合成樹脂製且つ体積固有抵抗値１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下を満たす構成、および▲３▼シールのみが合成樹脂製且つ体積固有抵抗値１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下を満たす構成が含まれる。▲１▼の構成は▲２▼および▲３▼の構成と比較して、軸受全体として塵埃の吸着量がより少なくなるため好ましい。
【０００９】
合成樹脂製の保持器およびシールの体積固有抵抗値を１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下とする方法としては、保持器およびシールの母材となる合成樹脂に導電性繊維、金属粉末、導電性無機粉末、または導電性界面活性剤等の導電性付与材を添加する方法が挙げられる。
【００１０】
導電性付与材をなす導電性繊維としては、カーボン繊維（以下、「ＣＦ」と略称）、金属繊維（黄銅、アルミニウム合金、銅、銀、ニッケル、鉄鋼、およびステンレス鋼等からなる繊維）、および後述の繊維状充填材のうちの非導電性繊維に導電性コーティングを施したもの等が使用できる。金属粉末としては、黄銅、アルミニウム合金、銅、銀、ニッケル、鉄鋼、およびステンレス鋼等の粉末が使用できる。導電性無機粉末としては、黒鉛、導電性カーボンブラック（以下、「導電性ＣＢ」と略称）、酸化錫にアンチモンをドープした導電性酸化錫、酸化亜鉛にアルミニウムをドープした導電性酸化亜鉛、および酸化インジウムに錫をドープした導電性酸化インジウム等の導電性材料を粉末状にしたものや、マイカ等の絶縁性材料の粉末に導電性コーティングを施したもの等が使用できる。
【００１１】
また、予め合成樹脂により保持器およびシールを形成した後、その表面にスパッタリング法やメッキ法により導電性皮膜を形成することで、合成樹脂製の保持器およびシールの体積固有抵抗値を１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下としてもよい。
保持器およびシールの母材となる合成樹脂は特に限定されず、例えば以下に示すものが使用できる。
【００１２】
シールの母材となる合成樹脂としては、溶融成形可能なフッ素樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネイト樹脂、ポリアリレート樹脂、変性ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリサルフォン系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリイミド系樹脂等が挙げられ、これらを単独で、またはこれらの２種類以上を組み合わせて用いることができる。
【００１３】
溶融成形可能なフッ素樹脂としては、テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（以下、「ＰＦＡ」と略称）、テトラフルオロエチレン－ヘキサフ

ルオロプロピレン共重合体（以下、「ＦＥＰ」と略称）、ポリクロロトリフルオロエチレン（以下、「ＰＣＴＦＥ」と略称）、テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体（以下、「ＥＴＦＥ」と略称）、クロロトリフルオロエチレン－エチレン共重合体（以下、「ＥＣＴＦＥ」と略称）、ポリビニリデンフルオライド（以下、「ＰＶＤＦ」と略称）等が挙げられ、これらを単独で、またはこれらの２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００１４】

これらの合成樹脂のうち特に上記のフッ素樹脂を用いることが好ましい。シールの母材を上記のフッ素樹脂とすると、フッ素樹脂からなるシールには油が付着し難いため、シールの内輪または外輪に対する取付け部とこの取付け部が係止される内輪または外輪に設けたシール取付部との間に微細な隙間が存在する場合に、この隙間から潤滑油が滲み出すことを防止できる。

【００１５】

保持器の母材となる合成樹脂としては、ポリアミド樹脂（以下、「ＰＡ」と略称；ポリアミド６、ポリアミド６，６、ポリアミド４，６、ポリアミド６，１０，ポリアミド６，１２、ポリアミド１１、ポリアミド１２等）、ポリアセタール樹脂（以下、「ＰＯＭ」と略称）、ポリブチレンテレフタレート樹脂（以下、「ＰＢＴ」と略称）、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネイト樹脂、ポリアリレート樹脂、変性ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂（以下、「ＰＰＳ」と略称）、ポリサルフォン系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルニトリル樹脂、ポリイミド系樹脂、フェノール樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、前出の溶融成形可能なフッ素樹脂が挙げられ、これらを単独で、またはこれらの２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００１６】

本発明の転がり軸受において、体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下の合成樹脂製の保持器およびシールは、母材となる合成樹脂に上記導電性付与材を所定割合で添加した樹脂組成物を、所定形状に成形することにより得ることができる。保持器およびシールを成形する樹脂組成物にさらに繊維状充填材を添加すれば、寸法精度および機械的強度が向上するため好ましい。

【００１７】

使用できる繊維状充填材としては、ガラス繊維（以下、「ＧＦ」と略称）、炭素繊維、前出の金属繊維、アラミド繊維、芳香族ポリイミド繊維、液晶ポリエステル繊維、炭化珪素繊維、アルミナ繊維、ボロン繊維、炭化珪素ウイスカー、窒化珪素ウイスカー、アルミナウイスカー、窒化アルミニウムウイスカー、ウォラストナイト、チタン酸カリウムウイスカー、還元チタン酸カリウムウイスカー、ホウ酸アルミニウムウイスカー、酸化亜鉛ウイスカー、酸化マグネシウムウイスカー、ムライトウイスカー、炭酸カルシウムウイスカー、グラファイトウイスカー、マグネシウムオキシサルフェートウイスカー等が挙げられる。

【００１８】

これらの繊維状充填材のうち、導電性を有するもの（カーボン繊維、金属繊維、還元チタン酸カリウムウイスカー）や、非導電性の繊維およびウィスカーに導電性コーティングを施したものを使用すると、繊維状充填材の添加で導電性の付与も行われるため好ましい。

【００１９】

この繊維状充填材の繊維の形態としてはアスペクト比が３以上２００以下であるものが好適である。アスペクト比が３未満の繊維状充填材では、シールおよび保持器の補強効果が十分に発揮されずに脆弱なものとなり、アスペクト比が２００を超えると混合時の均一分散が極めて困難となる。また、この繊維状充填材の繊維径は特に限定されないが、平均繊維径が０．２μｍ以上３０μｍ以下であるものが好ましく、より好ましくは０．３μｍ以上１５μｍ以下とする。

【００２０】

平均繊維径が０．２μｍ未満の小径のものを使用すると、母材と混合する際に繊維間の凝集が起こり、繊維の分散が不均一になる場合がある。平均繊維径が３０μｍを超える大径のものを使用すると、表面の平滑性が低下する恐れがある。繊維状充填材の平均繊維径が０．３μｍ以上１５μｍ以下であれば、このようなことは全く生じない。

【００２１】

保持器およびシールを成形する樹脂組成物における繊維状充填材の含有率は特に限定されないが、５重量％以上５０重量％以下であることが好ましい。５重量％未満では寸法安定性および機械的強度の向上効果がほとんど認められない。５０重量％を超えて配合しても更なる機械的強度の向上が期待できないばかりでなく、樹脂組成物を溶融成形する際の流動性が著しく低下する。

【００２２】

前記樹脂組成物に含有させる繊維状充填材は、母材である合成樹脂との密着性を上げたり母材中に均一に分散させたりする目的で、シラン系やチタネート系のカップリング剤により表面処理がなされているものであってもよいし、その他の目的に応じた表面処理がなされているものでもよい。

【００２３】

前記樹脂組成物には、本発明の目的を損なわない範囲内で、例えば、固体潤滑剤、無機粉末、有機粉末、潤滑油、可塑剤、ゴム、樹脂、酸化防止剤、熱安定剤、紫外線吸収剤、光保護剤、難燃剤、帯電防止剤、離型剤、流動性改良剤、熱伝導性改良剤、非粘着性付与剤、結晶化促進剤、増核剤、顔料、染料等の各種添加剤を配合してもよい。

【００２４】

前記樹脂組成物の混合方法は特に限定されず、主成分の合成樹脂を溶融し、この中に、必要に応じて添加される導電性付与材、繊維状充填材、各種添加剤を一つずつ添加しながら混合してもよい。また、予めこれらの材料を全て、ヘンシェルミキサー、タンブラー、リボンミキサー、ボールミル等の混合機に入れて予備混合した後、溶融混合機に供給して溶融混練するようにしてもよい。溶融混合機としては、単軸または二軸押出機、混練ロール、加圧ニーダー、バンバリーミキサー、ブラベンダープラストグラフ等の公知の溶融混練装置が使用できる。溶融混練の際の温度は、主成分の合成樹脂の溶融が十分になされ、且つ分解が生じない範囲の温度であればよい。

【００２５】

保持器およびシールの製造方法は特に限定されず、射出成形、圧縮成形、トランスファー成形等の通常の方法から、使用する合成樹脂に応じて選択できる。これらの方法のうち射出成形で製造すれば、生産性に優れ、安価な保持器およびシールが得られるため好ましい。なお、前出の保持器の母材をなす合成樹脂としては溶融成形ができないものも挙げられているが、生産性の点からは、保持器の母材をなす合成樹脂として溶融成形ができるものを用い、射出成形で保持器を製造することが好ましい。

【００２６】

本発明の転がり軸受において、保持器およびシール以外の軸受部材（内輪、外輪、転動体）をなす材料は特に限定されず、従来より使用されている材料を使用することができる。例えば、軸受鋼やステンレス鋼に代表される金属材料、窒化珪素、サイアロン、アルミナに代表されるセラミックス材料、ポリアミド樹脂、フッ素樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネイト樹脂、ポリアリレート樹脂、変性ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリサルフォン系樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリイミド系樹脂等のプラスチック材料が挙げられ、これらを単独で、またはこれらの２種類以上を組み合わせて用いることができる。

【００２７】

なお、本発明の転がり軸受は、保持器およびシールの少なくともいずれか一方が合成樹脂製であるものを対象としており、保持器およびシールの両方が合成樹脂製である場合と、保持器のみが合成樹脂製である場合と、シールのみが合成樹脂製である場合とがある。し

たがって、シールのみが合成樹脂製で体積固有抵抗値１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下であり、保持器は上述の金属材料やセラミックス材料で形成されている構成も本発明に含まれる。また、保持器およびシールのいずれか一方は合成樹脂製で体積固有抵抗値１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下であるが、他方は合成樹脂製で体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍを超えるような構成も本発明に含まれる。ただし、保持器およびシールの両方が合成樹脂製である場合には、両方とも体積固有抵抗値が１×１０^{10}Ω・ｃｍ以下である構成が好ましい。

【００２８】

また、ステンレス鋼、セラミックス材料、または耐薬品性に優れたプラスチック等の材料で形成された内輪、外輪、転動体、および保持器と、母材として耐食性に優れたフッ素樹脂等を使用して形成されたシールとで構成された転がり軸受は、液晶や半導体装置の製造工程における洗浄ライン等の、酸やアルカリ等の腐食性水溶液のミストや飛沫が存在する環境下での用途にも好適に使用される。

【００２９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

［第１実施形態］

試験用の軸受として、図１に示す形状の転がり軸受（ＪＩＳ名番６９５）を組み立てた。この転がり軸受１は、外輪２、内輪３、玉（転動体）４、冠型の保持器５、および非接触型のシール６からなるシール付ミニチュア軸受であって、内径５ｍｍ、外径１３ｍｍ、幅４ｍｍである。

【００３０】

この転がり軸受１は、外輪２の内周面の軸方向端部にシール係止用の周溝２１を設けて、この周溝２１にシール６が取り付けてある。このシール６は、中心穴６０を有する円板状の主板部６１と、この主板部６１の外周縁に連続させて設けた取付け部６２とを有し、この取付け部６２は、主板部６１の外周縁から屈曲して所定の断面形状になっている。また、内輪３の外周面の軸方向両端部に小径部分３１を設け、この小径部分３１にシール６の内輪側部分が配置されている。

【００３１】

外輪２、内輪３、玉４の材料はいずれも軸受鋼（ＳＵＪ２）であり、保持器５の材料はポリアミド６６樹脂にガラス繊維を１０重量％配合したものである。シール６は、下記の表１に示す組成の樹脂組成物を材料として射出成形により成形した。また、シール用の各樹脂組成物を用いて、体積固有抵抗値測定用のＪＩＳＫ６９１１に基づく試験片（直径１００ｍｍ×厚さ２ｍｍ）を射出成形により成形した。樹脂組成物に使用した各材料は以下の通りである。

＜母材をなす合成樹脂＞

ＰＦＡ：旭硝子製「アフロンＰＦＡ　Ｐ－６３Ｐ」

ＥＴＦＥ：旭硝子製「アフロンＣＯＰ　Ｃ－８８ＡＸＭ」

ＰＶＤＦ：ダイキン工業製「ネオフロンＶＤＦ　ＶＰ－８００」

ＰＡ６６：宇部興産製「宇部ナイロン　２１２０　Ｕ」

ＰＢＴ：ポリプラスチック製「ジュラネックス　２００２」

ＰＯＭ：ポリプラスチック製「ジュラコン　Ｍ９０－４４」

＜繊維状充填材＞

ＧＦ：富士ファイバーグラス製「ＦＥＳＳ－０１５－０４１３」、繊維径１０μｍ、平均繊維長０．５ｍｍ

ＣＦ：東邦レーヨン製「ベスファイト　ＨＴＡ－ＣＭＦ－５００－Ｅ」、繊維径７μｍ、平均繊維長０．５ｍｍ

※ＣＦは繊維状充填材と導電性付与材の両方の作用を有する。

【００３２】

チタン酸カリウムウイスカー（表には「ウイスカ」と記載）：大塚化学製「ティスモＤ－１０１」直径０．３～０．６μｍ、長さ１０～２０μｍ

＜導電性付与材＞
導電性ＣＢ：ライオンアクゾ製「ケッチェンブラックＥＣ」
樹脂組成物の混合は、繊維状充填材の折損を防ぐために以下のようにして行った。すなわち、先ず、繊維状充填材を除く材料をヘンシェルミキサーで乾式混合し、次に、この混合物を二軸押出機に入れる。繊維状充填材は、定量サイドフィーダーから二軸押出機に入れて前記混合物と混練する。この混練物を押出してペレット状に造粒する。
【００３３】
このようにして得られた樹脂組成物のペレットをインラインスクリュー式射出成形機に供給して、各材料毎に最適な射出条件で射出成形を行った。
成形されたシールに対する塵埃の付着度合を以下のようにして調べた。
先ず、クリーン度がクラス１０万程度である実験室内に、各組成のシールを５個ずつ１時間放置する。その後、クリーン度がクラス１００であるクリーンベンチ内で、このクリーンベンチ内に設置されたマルチ周波数超音波洗浄器により、特級試薬のイソプロピルアルコールを洗浄液として用いて、各シールを３０分間洗浄する。１回の洗浄で同じ組成のシール５個を洗浄器内に入れて洗浄し、洗浄後の洗浄液中に含まれる塵埃の粒子数をリキッドパーティクルカウンターで計測した。ここで、計測した粒子は直径が２．５μｍ以上のものである。この結果を下記の表１に併せて示す。
【００３４】
各組成のシールを用いて組み立てた転がり軸受の音響特性を以下のようにして調べた。
先ず、シールが組み込まれる前の転がり軸受を、前記シールの場合と同様にして十分に洗浄した後、前記クリーンベンチ内で低粘度油（ウィトコ（株）製のエステル系潤滑油「ＷＩＮＳＯＲ　Ｌ－２４５Ｘ」）を軸受内部に入れる。その後でシール６を装着する。この転がり軸受をクリーンベンチから出して前記実験室内に置き、内輪側を固定して２ｋｇのスラスト荷重をかけ、雰囲気温度５０℃で、外輪側を６４００ｒｐｍで１時間回転させる「慣らし運転」を行う。次に、慣らし運転後にも同様の条件で軸受を１６８時間回転させ、その間にゴミ音が生じるかどうかを日本精工製のベアリングノイズテスターを用いて調べる。この結果を下記の表１に併せて示す。
【００３５】
また、体積固有抵抗値測定用の試験片を用いて、ＪＩＳ　Ｋ６９１１に基づき体積固有抵抗値を測定した。この結果を下記の表１に併せて示す。
【００３６】
【表１】

No.	シール成形用樹脂組成物の組成			試験結果		
	母材樹脂	繊維状充填材	導電性ＣＢ	体積固有抵抗値	粒子数	ゴミ音
1－1	ＰＦＡ　８０	ＣＦ　２０	０	2×10^{5}	３２	無
1－2	ＥＴＦＥ　８０	ＣＦ　２０	０	1×10^{5}	２５	無
1－3	ＥＴＦＥ　９０	０	１０	1×10^{4}	３３	無
1－4	ＰＶＤＦ　８０	ＣＦ　２０	０	9×10^{5}	１９	無
1－5	ＰＡ６６　７０	ＧＦ　２０	１０	2×10^{4}	１５	無
1－6	ＰＢＴ　８０	ＣＦ　２０	０	5×10^{4}	２２	無
1－7	ＰＯＭ　７５	ＣＦ　２０	５	3×10^{3}	２６	無
1－8	ＥＴＦＥ　８０	ＧＦ　２０	０	6×10^{16}	８６３	有
1－9	ＰＡ６６　７０	ｳｨｽｶ　３０	０	2×10^{14}	９２１	有
1－10	ＰＢＴ　８０	ＧＦ　２０	０	5×10^{16}	９４３	有
1－11	ＰＯＭ　１００	０	０	1×10^{14}	８８２	有

※組成の数値の単位は「重量％」、体積固有抵抗値の単位は「Ω・ｃｍ」

この表から分かるように、本発明の転がり軸受に相当するNo.１－１～No.１－７の軸受は、体積固有抵抗値が1×10^{10}Ω・ｃｍ以下の合成樹脂製のシールが組み込まれているため、シールに対する粉塵の吸着が抑えられて、回転中にゴミ音が発生しなかった。なお、No.１－１～No.１－７のシールは、ＣＦ（カーボンファイバ）および／または導電性ＣＢ（カーボンブラック）を合計量で１０～２５重量％添加した樹脂組成物で射出成形されたものであり、これにより体積固有抵抗値は1×10^{6} Ω・ｃｍ以下となっている。

【００３７】

これに対してNo.１－８～No.１－１１の軸受は、体積固有抵抗値が1×10^{10}Ω・ｃｍを超える合成樹脂製のシールが組み込まれているため、シールに粉塵が多量に吸着して、回転中にゴミ音が発生した。

以上のことから、転がり軸受に合成樹脂製のシールを組み込む場合には、当該シールの体積固有抵抗値を導電性付与材の添加により1×10^{10}Ω・ｃｍ以下とすることによって、シールに対する塵埃の吸着が防止されて、軸受の音響特性が良好になることが確認された。

【００３８】

次に、シール成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、シール成形体の体積固有抵抗値または引っ張り強度との関係を、以下のようにして調べた。

先ず、母材樹脂として前述のＥＴＦＥを用い、前述のＣＦまたは導電性ＣＢを各含有率で添加した樹脂組成物を前記と同様に作製する。次に、得られた各樹脂組成物を用いて、前記と同様にして、体積固有抵抗値測定用の試験片と「ＡＳＴＭ　Ｄ６３８」のＴｙｐｅＩ

型のダンベル型試験片を作製する。次に、各試験片を用いて、「ＪＩＳ　Ｋ６９１１」に基づく体積固有抵抗値の測定と、「ＡＳＴＭ　Ｄ６３８」に基づく引っ張り強度の測定を行う。引っ張り強度の測定は引っ張り速度２０ｍｍ／ｍｉｎの条件で行った。これらの結果を図２および３にグラフで示す。

【００３９】

図２は、シール成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、成形体（試験片）の体積固有抵抗値との関係を示すグラフである。このグラフから分かるように、母材樹脂がＥＴＦＥの場合には、樹脂組成物中にＣＦ（カーボン繊維）を５重量％以上添加するか、導電性ＣＢ（カーボンブラック）を３重量％以上添加することにより体積固有抵抗値を1×10^{10}Ω・ｃｍ以下とすることができる。

【００４０】

図３は、シール成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、成形体（試験片）の引っ張り強度との関係を示すグラフである。このグラフから分かるように、ＣＦは繊維状の導電性付与材であるため、ＣＦの含有率が高くなるほど引っ張り強度も高くなっているが、５０重量％を超えると引っ張り強度の向上効果は飽和している。また、ＣＦの含有率が５０重量％を超えると、溶融流動性は著しく低下して成形性が著しく低下する。導電性ＣＢの場合は、含有率が高くなるほど引っ張り強度は低くなっており、溶融流動性も低下して成形性が低下する。

【００４１】

以上のことから、導電性付与材と繊維状充填材とを兼ねるＣＦをＥＴＦＥに５重量％以上５０重量％以下添加した樹脂組成物を用いてシールを成形すると、体積固有抵抗値が1×10^{10}Ω・ｃｍ以下で、引っ張り強度が高く、成形性も良好な合成樹脂製シールが得られることが分かる。また、導電性付与材として導電性ＣＢをＥＴＦＥに添加する場合には、その添加率を３重量％以上２５重量％以下とすることが好ましい。

［第２実施形態］

試験用の軸受として、図１に示す形状の転がり軸受（ＪＩＳ名番６９５）を組み立てた。この転がり軸受１は、外輪２、内輪３、玉（転動体）４、冠型の保持器５、および非接触型のシール６からなるシール付ミニチュア軸受であって、内径５ｍｍ、外径１３ｍｍ、幅４ｍｍである。

【００４２】

この転がり軸受１の各軸受部材の形状は前記第１実施形態と同じであるが、外輪２、内輪３、玉４の材料は軸受鋼（ＳＵＪ２）であり、シール６の材料は鋼板を芯金としたニトリルゴムである。保持器５は、下記の表２に示す組成の樹脂組成物を材料として射出成形により成形した。また、保持器成形用の各樹脂組成物を用いて、体積固有抵抗値測定用のＪＩＳ　Ｋ６９１１に基づく試験片（直径１００ｍｍ×厚さ２ｍｍ）を射出成形により成形した。樹脂組成物に使用した各材料は、前記第１実施形態で示したものと以下に示したものである。

＜母材をなす合成樹脂＞

ＰＡ４６：ＤＳＭ　ＪＳＲ　エンプラ社製「スタニールＴＷ３００」

ＰＰＳ：呉羽化学工業製「ＫＰＳ　Ｗ－２１４」

樹脂組成物の混合方法および成形方法は、前記第１実施形態と同様にして行った。成形された保持器に対する塵埃の付着度合を、前記第１実施形態と同様にして調べた。各組成の保持器を用いて前記第１実施形態と同様にして転がり軸受を組み立て、転がり軸受の音響特性を前記第１実施形態に示す方法で調べた。また、体積固有抵抗値測定用の試験片を用いてＪＩＳ　Ｋ６９１１に基づき、体積固有抵抗値を測定した。これらの試験結果を下記の表２に併せて示す。

【００４３】

【表２】

No.	保持器成形用樹脂組成物の組成			試験結果		
	母材樹脂	繊維状充填材	導電性ＣＢ	体積固有抵抗値	粒子数	ゴミ音
2－1	ＰＡ６６　８０	ＣＦ　２０	０	4×10^{4}	８２	無
2－2	ＰＡ６６　７０	ＣＦ　３０	０	6×10^{3}	３７	無
2－3	ＰＡ６６　７５	ＣＦ　２０	５	4×10^{2}	４２	無
2－4	ＰＡ４６　８０	ＣＦ　２０	０	5×10^{4}	６２	無
2－5	ＰＰＳ　７０	ＧＦ　２０	１０	1×10^{3}	７９	無
2－6	ＰＢＴ　８０	ＣＦ　２０	０	2×10^{4}	８９	無
2－7	ＰＯＭ　７５	ＣＦ　２０	５	6×10^{2}	３８	無
2－8	ＰＡ６６　８０	ＧＦ　２０	０	4×10^{14}	２０１３	有
2－9	ＰＡ４６　７０	ｳｨｽｶ　３０	０	2×10^{14}	３３２０	有
2－10	ＰＰＳ　８０	ＧＦ　２０	０	5×10^{16}	１９６３	有
2－11	ＰＢＴ　１００	０	０	1×10^{14}	２５２０	有

※組成の数値の単位は「重量％」、体積固有抵抗値の単位は「Ω・ｃｍ」

この表から分かるように、本発明の転がり軸受に相当するNo.２－１～No.２－７の軸受は、体積固有抵抗値が1×10^{10}Ω・ｃｍ以下の合成樹脂製の保持器が組み込まれているため、保持器に対する粉塵の吸着が抑えられて、回転中にゴミ音が発生しなかった。なお、No.２－１～No.２－７の保持器は、ＣＦ（カーボンファイバ）および／または導電性ＣＢ（カーボンブラック）を合計量で２０～３０重量％添加した樹脂組成物で射出成形されたものであり、これにより体積固有抵抗値は1×10^{5} Ω・ｃｍ以下となっている。

【００４４】

これに対してNo.２－８～No.２－１１の軸受は、体積固有抵抗値が1×10^{10}Ω・ｃｍを超える合成樹脂製の保持器が組み込まれているため、保持器に粉塵が多量に吸着して、回転中にゴミ音が発生した。

以上のことから、転がり軸受に合成樹脂製の保持器を組み込む場合には、当該保持器の体積固有抵抗値を導電性付与材の添加により1×10^{10}Ω・ｃｍ以下とすることによって、保持器に対する塵埃の吸着が防止されて、軸受の音響特性が良好になることが確認された。

【００４５】

次に、保持器成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、保持器成形体の体積固有抵抗値または引っ張り強度との関係を、以下のようにして調べた。

先ず、母材樹脂として前述のＰＡ６６を用い、前述のＣＦまたは導電性ＣＢを各含有率で添加した樹脂組成物を前記と同様に作製する。次に、得られた各樹脂組成物を用いて、前記と同様にして、体積固有抵抗値測定用の試験片と「ＡＳＴＭ　Ｄ６３８」のＴｙｐｅＩ

型のダンベル型試験片を作製する。次に、各試験片を用いて、「ＪＩＳ　Ｋ６９１１」に基づく体積固有抵抗値の測定と、「ＡＳＴＭ　Ｄ６３８」に基づく引っ張り強度の測定を行う。引っ張り強度の測定は引っ張り速度２０ｍｍ／ｍｉｎの条件で行った。これらの結果を図４および５にグラフで示す。

【００４６】

図４は、保持器成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、成形体（試験片）の体積固有抵抗値との関係を示すグラフである。このグラフから分かるように、母材樹脂がＰＡ６６の場合には、樹脂組成物中にＣＦ（カーボン繊維）を５重量％以上添加するか、導電性ＣＢ（カーボンブラック）を３重量％以上添加することにより体積固有抵抗値を1×10^{10}Ω・ｃｍ以下とすることができる。

【００４７】

図５は、保持器成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、成形体（試験片）の引っ張り強度との関係を示すグラフである。このグラフから分かるように、ＣＦは繊維状の導電性付与材であるため、ＣＦの含有率が高くなるほど引っ張り強度も高くなっているが、５０重量％を超えると引っ張り強度の向上効果は飽和している。また、ＣＦの含有率が５０重量％を超えると、溶融流動性は著しく低下して成形性が著しく低下する。導電性ＣＢの場合は、含有率が高くなるほど引っ張り強度は低くなっており、溶融流動性も低下して成形性が低下する。

【００４８】

以上のことから、導電性付与材と繊維状充填材とを兼ねるＣＦをＰＡ６６に５重量％以上５０重量％以下添加した樹脂組成物を用いて保持器を成形すると、体積固有抵抗値が1×10^{10}Ω・ｃｍ以下で、引っ張り強度が高く、成形性も良好な合成樹脂製保持器が得られることが分かる。また、導電性付与材として導電性ＣＢをＰＡ６６に添加する場合には、その添加率を３重量％以上２５重量％以下とすることが好ましい。

【００４９】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の転がり軸受によれば、合成樹脂製の保持器やシールに対して塵埃が吸着し難くなるため、軸受内部の塵埃に起因する音響特性の低下が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図１】実施形態において試験用に組み立てた転がり軸受を示す概略断面図である。

【図２】シール成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、体積固有抵抗値との関係を示すグラフである。

【図３】シール成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、引っ張り強度との関係を示すグラフである。

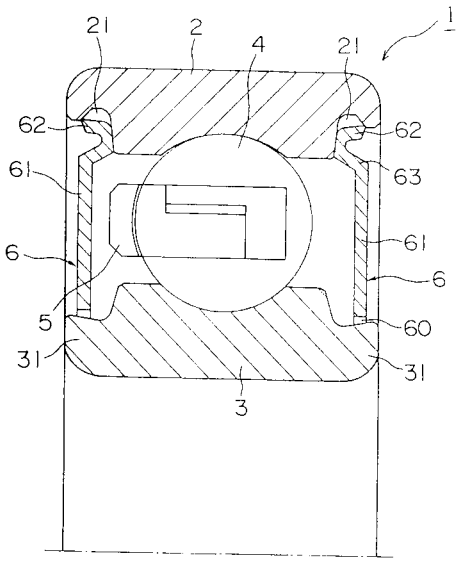
【図４】保持器成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、体積固有抵抗値との関係を示すグラフである。

【図５】保持器成形用樹脂組成物中のＣＦまたは導電性ＣＢの含有率と、引っ張り強度との関係を示すグラフである。

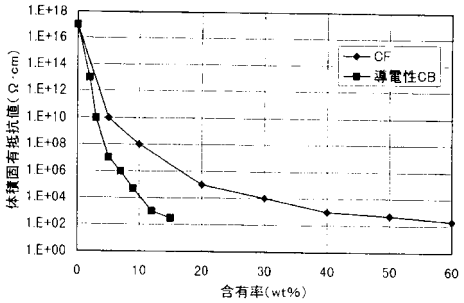
【符号の説明】

１　転がり軸受
２　外輪
３　内輪
４　玉（転動体）
５　保持器
６　シール

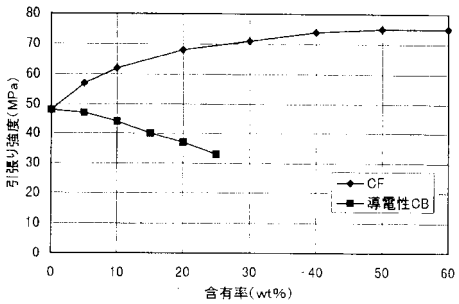
【図１】


1
2
21
21
4
62
62
61
63
6
61
6
5
60
31
31
3

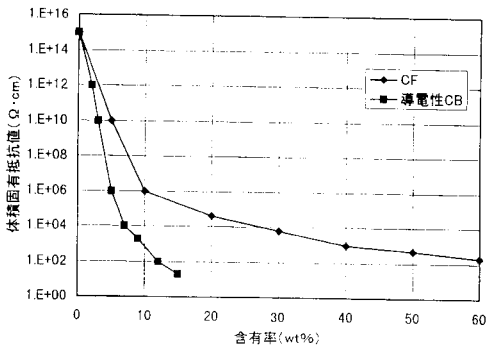
【図２】


体積固有抵抗値(Ω·cm)
1.E+18
1.E+16
1.E+14
1.E+12
1.E+10
1.E+08
1.E+06
1.E+04
1.E+02
1.E+00
0
10
20
30
40
50
60
含有率(wt%)
CF
導電性CB

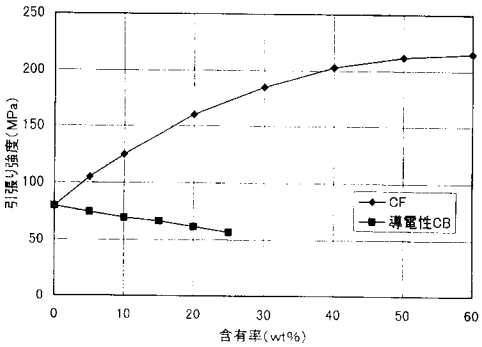
【図３】


引張り強度(MPa)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
含有率(wt%)
CF
導電性CB

【図４】


体積固有抵抗値(Ω·cm)
1.E+16
1.E+14
1.E+12
1.E+10
1.E+08
1.E+06
1.E+04
1.E+02
1.E+00
0
10
20
30
40
50
60
含有率(wt%)
CF
導電性CB

【図５】


引張り強度(MPa)
250
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
含有率(wt%)
CF
導電性CB

フロントページの続き

(72)発明者　浜本　孫三
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　松井　雅人
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

審査官　鳥居　稔

(56)参考文献　特開平０９－３１０７２１（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２３０５５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３０３４６８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－２４５８７４（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－３０７５１６（ＪＰ，Ａ）
実公昭４６－０１８７２５（ＪＰ，Ｙ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F16C　33/44
F16C　33/78