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

特許第6641414号
(P6641414)

(45)発行日　令和2年2月5日(2020.2.5)　(24)登録日　令和2年1月7日(2020.1.7)

(51)Int.Cl.		F I		
F16H 25/22	(2006.01)	F16H	25/22	L
B29C 45/00	(2006.01)	B29C	45/00	
C08L 27/14	(2006.01)	C08L	27/14	
F16C 33/37	(2006.01)	F16C	33/37	

請求項の数 8　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2018-87250(P2018-87250)
(22)出願日　平成30年4月27日(2018.4.27)
(65)公開番号　特開2019-190627(P2019-190627A)
(43)公開日　令和1年10月31日(2019.10.31)
審査請求日　令和1年11月29日(2019.11.29)

早期審査対象出願

(73)特許権者　390009830
クレハ合繊株式会社
栃木県下都賀郡壬生町元町１番６３号
(73)特許権者　390029805
ＴＨＫ株式会社
東京都港区芝浦二丁目１２番１０号
(74)代理人　110000338
特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
(72)発明者　三森　大輔
栃木県下都賀郡壬生町元町１－６３　クレハ合繊株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】分離体、機械要素、運動ガイド装置および産業用機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

互いに隣り合って連動する二つの球体の間に介在して前記球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持するための分離体であって、

上記分離体は、フッ化ビニリデンを主成分とするモノマーの重合体であるフッ素樹脂を含む樹脂組成物から形成されており、

前記樹脂組成物の曲げ弾性率は、１６００ＭＰａ以下であり、

前記樹脂組成物のシャルピー衝撃強度は、２６ｋＪ／ｍ^{2}以上であることを特徴とする分離体。

【請求項２】

前記フッ素樹脂は、前記モノマーとしてフッ化ビニリデン以外の含ハロゲンモノマーをさらに含むポリフッ化ビニリデン系共重合体であることを特徴とする請求項１に記載の分離体。

【請求項３】

前記含ハロゲンモノマーは、ヘキサフルオロプロピレンを含むことを特徴とする請求項２に記載の分離体。

【請求項４】

前記フッ素樹脂は、ポリフッ化ビニリデン系共重合体とポリフッ化ビニリデンとを含むことを特徴とする請求項１に記載の分離体。

【請求項５】

連動可能に配置されている二以上の球体と、隣り合う前記球体の間に介在して前記球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持している請求項１から４のいずれか１項に記載の分離体と、を有していることを特徴とする機械要素。
【請求項６】
第１部材と、前記第１部材に接して相対的に移動可能に配置されている第２部材とを有し、
請求項５に記載の機械要素が、前記第１部材および前記第２部材の少なくとも一方における互いに接触する箇所に配置されていることを特徴とする運動ガイド装置。
【請求項７】
ボールねじであることを特徴とする請求項６に記載の運動ガイド装置。
【請求項８】
請求項６または７に記載の運動ガイド装置を備えていることを特徴とする産業用機械。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、分離体、機械要素、運動ガイド装置および産業用機械に関する。より詳細には、機械要素に用いられる分離体、当該分離体を使用した機械要素、および当該機械要素を備える運動ガイド装置、ならびに当該運動ガイド装置を備える産業用機械に関する。
【背景技術】
【０００２】
ボールねじは、直線運動を回転運動に変換する、あるいは回転運動を直線運動に変換する機械部品である。ボールねじは、ねじ軸と、ねじ軸を受けるナットと、ナットの内周に形成されたねじ溝内に組み込まれた、ねじ軸を移動させるために転動および循環する複数のボールを備えている。また、各ボールの間には、ボールどうしが接触することを避けるために、ボールそれぞれを隔て保持する分離体（ベアリング保持器）が存在する。
【０００３】
各ボールの間にベアリング保持器が存在することにより、ボールどうしの接触にともなう騒音をなくすことができる。また、ボールどうしの相互摩擦がなくなることで、トルクの変動が小さくなり、滑らかな運動が実現する。さらに、ベアリング保持器内にグリースを保持することができるため、長期間メンテナンスが不要となる。
【０００４】
従来、ベアリング保持器には、ポリアミドなどの樹脂を含む樹脂組成物が用いられている。この樹脂組成物には、耐衝撃性、および耐圧縮性を上げるために、ガラス繊維および炭素繊維などの補強作用のある無機系充填剤が配合されている。しかしながらポリアミドは吸水率が高く、吸水状態により寸法および物性が変化し、ボールねじの動作に問題が生じ得る。また、無機系充填剤が配合された樹脂組成物は、硬くて脆い性質があり、ボールねじの動作中に問題が生じ得る。
【０００５】
これらの問題に対し、テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）などの寸法が変化しにくいフッ素樹脂製のセパレータ（ベアリング保持器）を用いることが知られている（例えば、特許文献１参照）。また、ベアリング保持器には、曲げ弾性率が８０～１０００ＭＰａの材料からなるベアリング保持器を用いることが知られている（例えば、特許文献２参照）
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２００３－１４８４６７号公報（２００３年５月２１日公開）
【特許文献２】特開２００３－１８４８８７号公報（２００３年７月３日公開）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００７】
近年、ボールねじは高負荷環境、および高速環境で使用されるようになり、使用環境が多様化している。また、ボールねじの使用環境の多様化にともない、用いられる薬品および油剤に関しても新たな薬品および油剤が開発されてきている。このように、多様な使用環境にともない、ベアリング保持器には、高い耐衝撃性および耐薬品性が求められている。

【０００８】
特許文献１には、ＥＴＦＥ製のベアリング保持器が記載されているが、一般的にＥＴＦＥは成形温度と熱分解温度とが近く、成形加工性に問題があることがある。また、特許文献２には、ポリアミドエラストマー製のベアリング保持器が記載されているが、耐薬品性に問題があることがある。このため、ベアリング保持器用の樹脂材料としては、上記の樹脂以外の他の材料の使用が望まれている。

【０００９】
そこで本発明の目的は、耐薬品性、耐衝撃性および生産性に優れた分離体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】
上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る分離体は、互いに隣り合って連動する二つの球体の間に介在して球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持するための分離体である。上記分離体は、フッ化ビニリデンを主成分とするモノマーの重合体であるフッ素樹脂を含む樹脂組成物から形成されている。樹脂組成物の曲げ弾性率は、１６００ＭＰａ以下であり、樹脂組成物のシャルピー衝撃強度は、２６ｋＪ／ｍ^{2}以上である。

【発明の効果】

【００１１】
本発明によれば、耐薬品性、耐衝撃性および生産性に優れた分離体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】
【図１】（ａ）は、本発明の一実施形態に係る分離体であるベアリング保持器の一態様を示す正面図であり、（ｂ）は（ａ）の矢視線ＡＡ’における断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】
以下、本発明の分離体の一実施形態について、具体的に説明する。

【００１４】
［分離体］
本実施形態に係る分離体は、互いに隣り合って連動する二つの球体の間に介在して前記球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持するための分離体である。本実施形態に係る分離体は、機械要素の部材、運動ガイド装置の部材として用いることができる。特にボールねじの部材であるベアリング保持器として好適に用いることができる。以下ではボールねじに用いられるベアリング保持器を例に挙げて説明するが、本発明に係る分離体は、それに限定されない。

【００１５】
（ベアリング保持器）
ベアリング保持器は、従来公知のボールねじに用いられている従来公知のベアリング保持器の形状と同様とすることができる。すなわち、ボールに接触しつつ、ボール同士を隔てることができ、かつナットおよびねじ軸のいずれにも接触しない形状であればよい。具体的な例を図１に示す。図１の（ａ）はベアリング保持器１の正面図であり、図１の（ｂ）は、図１の（ａ）の矢視線ＡＡ’における断面図である。

【００１６】
図１の（ｂ）に示すように、ベアリング保持器１は、寝かせた円柱の両端部が内側に窪

むすり鉢構造を有している。すり鉢構造は、ベアリング保持器１が保持すべきボール（球体）が嵌るように形成されている。

【００１７】

ベアリング保持器１の平面視した場合の形状は円環状である。ベアリング保持器１の平面視した場合の外径は、例えば、ベアリング保持器１が保持すべきボール（球体）の直径以下である。

【００１８】

ベアリング保持器１の中央部の厚さは、外縁部のそれに比べて薄い。当該中央部には貫通孔２が設けられている。貫通孔２は、ベアリング保持器１がボールを保持した場合に、貫通孔２を通じてこれらのボールを接触させない、十分に小さな孔径を有している。ベアリング保持器１は、このような構造を有している。よって、ベアリング保持器１に保持される球体は、ベアリング保持器１に接した状態で回転自在であり、かつ互いに接触しない。よって、ベアリング保持器１は、互いに隣り合って連動する二つの球体の間に介在して球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持することが可能である。

【００１９】

［樹脂組成物］

本実施形態に係る分離体は、フッ化ビニリデンを主成分とするモノマーの重合体であるフッ素樹脂を含む樹脂組成物から形成されている。

【００２０】

［樹脂組成物の物性］

（曲げ弾性率）

本実施形態における樹脂組成物の曲げ弾性率は、１６００ＭＰａ以下である。曲げ弾性率が高すぎると、樹脂組成物のシャルピー衝撃強度が不十分となることがある。樹脂組成物の十分なシャルピー衝撃強度を実現する観点から、樹脂組成物の曲げ弾性率は、１６００ＭＰａ以下であることが好ましく、１４００ＭＰａ以下であることがより好ましく、１２００ＭＰａ以下であることがさらに好ましい。

【００２１】

樹脂組成物の曲げ弾性率は、分離体の用途において分離体が十分な機械的強度を発現する観点から適宜に決めることが可能である。このような観点から、樹脂組成物の曲げ弾性率は、５０ＭＰａ以上であることが好ましく、１００ＭＰａ以上であることがより好ましく、１５０ＭＰａ以上であることがさらに好ましい。

【００２２】

樹脂組成物の曲げ弾性率は、樹脂組成物の曲げ弾性率を測定するための公知の方法によって測定することが可能である。また、当該曲げ弾性率は、例えば、後述するフッ素樹脂のＨＦＰ量が少ないほど高くなる傾向がある。

【００２３】

（シャルピー衝撃強度）

本実施形態における樹脂組成物のシャルピー衝撃強度は、２６ｋＪ／ｍ^{2}以上である。シャルピー衝撃強度が低すぎると、分離体の所期の機械的強度が不十分となることがある。分離体の十分な機械的強度を発現させる観点から、樹脂組成物のシャルピー衝撃強度は、２６ｋＪ／ｍ^{2}以上であることが好ましく、５０ｋＪ／ｍ^{2}以上であることがより好ましく、７０ｋＪ／ｍ^{2}以上であることがさらに好ましい。

【００２４】

シャルピー衝撃強度は、樹脂組成物のシャルピー衝撃強度を測定するための公知の方法によって測定することが可能である。また、シャルピー衝撃強度は、例えば、後述するフッ素樹脂のＨＦＰ量が多いほど高くなる傾向がある。

【００２５】

（融点）

本実施形態における樹脂組成物の融点は、高すぎると樹脂組成物の曲げ弾性率が高すぎることがあり、あるいは、シャルピー衝撃強度が不十分となることがある。所期の曲げ弾

性率およびシャルピー衝撃強度の両方を発現させる観点から、樹脂組成物の融点は、１７３℃以下であることが好ましく、１７２℃以下であることがより好ましく、１７１℃以下であることがさらに好ましい。樹脂組成物の融点の下限値は限定されないが、所期の曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度の両方を発現させる観点から、１００℃以上であることが好ましく、１０５℃以上であることがより好ましく、１１０℃以上であることがさらに好ましい。

【００２６】

なお、樹脂組成物の融点は、走査型熱量分析（ＤＳＣ）で樹脂組成物を測定する場合の昇温時に検出されるピークのトップ温度である。昇温時に複数のピークが検出される場合には、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）の融点のピークよりも低い温度に検出されるピークのうち、最も大きな（最も多量な成分を表す）ピークのトップ温度である。

【００２７】

（結晶化温度）

本実施形態における樹脂組成物の結晶化温度は、高すぎると樹脂組成物の曲げ弾性率が高すぎることがあり、あるいは、シャルピー衝撃強度が不十分となることがある。所期の曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度の両方を発現させる観点から、樹脂組成物の結晶化温度は、１４０℃以下であることが好ましく、１３８℃以下であることがより好ましく、１３６℃以下であることがさらに好ましい。

【００２８】

樹脂組成物の結晶化温度は、ＤＳＣで樹脂組成物を測定する場合の、ＰＶＤＦの融点より高い温度から降温した時に検出されるピークのトップ温度である。降温時に複数のピークが検出される場合には、ＰＶＤＦの結晶化のピークよりも低い温度で検出されるピークのうち、最も大きな（最も多量な成分を表す）ピークのトップ温度である。

【００２９】

樹脂組成物の融点および結晶化温度は、例えば、後述するフッ素樹脂のＨＦＰ量が多いほど低くなる傾向がある。

【００３０】

［樹脂組成物の組成］

（フッ素樹脂）

本実施形態における樹脂組成物は、フッ素樹脂を含む。樹脂組成物におけるフッ素樹脂の含有量は、前述した曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度を実現可能な範囲において、適宜に決めることができる。樹脂組成物は、その樹脂成分として実質的にフッ素樹脂のみを含有していてよい。

【００３１】

本実施形態におけるフッ素樹脂は、フッ化ビニリデンを主成分とするモノマーの重合体である。フッ素樹脂は、フッ化ビニリデン以外のモノマーを含む重合体であるポリフッ化ビニリデン系共重合体であってもよいし、フッ化ビニリデンの単独重合体であるポリフッ化ビニリデンであってもよいし、これらの両方を含んでいてもよい。

【００３２】

本明細書において、主成分とは、全体の５０％以上占めることを意味している。すなわち、フッ素樹脂は、フッ化ビニリデンに対応する構成単位（以下、フッ化ビニリデンモノマー単位）を５０ｍｏｌ％以上含んで構成される樹脂である。中でも、フッ素樹脂は、フッ化ビニリデンモノマー単位を８０ｍｏｌ％以上含むことが好ましく、８５ｍｏｌ％以上含むことがより好ましく、９０ｍｏｌ％以上含むことがさらに好ましい。ポリフッ化ビニリデンは、テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体などの他のフッ素樹脂と比較し、成形温度と熱分解温度とが離れている。そのため、フッ化ビニリデンを主成分とするフッ素樹脂は、他のフッ素樹脂と比較し加工性に優れるといった利点がある。したがって、フッ化ビニリデンモノマー単位の含有量がこの範囲であることは、ベアリング保持器への加工成形性の観点から好ましい。さらに、フッ化ビニリデンを主成分とするフッ素樹脂は、ナイロンと比較し、耐油性などの耐薬品性に優れている。

【００３３】
ポリフッ化ビニリデン系共重合体は、前述したように、モノマーとしてフッ化ビニリデン以外の他のモノマーをさらに含むフッ素樹脂である。当該他のモノマーは、フッ化ビニリデンと共重合可能な化合物の中から、本実施形態の効果が得られる範囲において適宜に選ぶことができ、一種でもそれ以上でもよい。他のモノマーの例には、フッ化ビニリデン以外の含ハロゲンモノマーが含まれ、その例には、ヘキサフルオロプロピレン、トリフルオロエチレン、およびテトラフルオロエチレンおよびクロロトリフルオロエチレンが含まれる。
【００３４】
また、他のモノマーの例には、１，４－ジオキサン－２，３－ジオン、ラクチド類、ラクトン類、トリメチリンカーボネート等のカーボネート類、１，３－ジオキサン等のエーテル類、ジオキサノン等のエーテルエステル類、ε－カプロラクタム等のアミド類等の環状モノマー、ヒドロキシカルボン酸またはそのアルキルエステル、脂肪族ジオール類またはそのアルキルエステル、および、脂肪族ジカルボン酸類またはそのアルキルエステル、が含まれる。
【００３５】
ラクトン類の例には、β－プロピオラクトン、β－ブチロラクトン、β－ピバロラクトン、γ－ブチロラクトン、δ－バレロラクトン、β－メチル－δ－バレロラクトンおよびε－カプロラクトンが含まれる。ヒドロキシカルボン酸の例には、乳酸、３－ヒドロキシプロパン酸、３－ヒドロキシブタン酸、４－ヒドロキシブタン酸および６－ヒドロキシカプロン酸が含まれる。脂肪族ジオール類の例には、エチレングリコールおよび１，４－ブタンジオールが含まれる。脂肪族ジカルボン酸の例には、コハク酸およびアジピン酸が含まれる。
【００３６】
中でも、他のモノマーは、ヘキサフルオロプロピレンであることが、樹脂組成物の曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度を所期の範囲に容易に調整可能な観点から好ましい。
【００３７】
ポリフッ化ビニリデン系共重合体における他のモノマー由来の構成単位の含有量は、本実施形態の効果が得られる範囲において、当該他のモノマーの種類に応じて適宜に決めることができる。たとえば、他のモノマーがヘキサフルオロプロピレンである場合には、ポリフッ化ビニリデン系共重合体中における、ヘキサフルオロプロピレン由来の構成単位の含有量（ＨＦＰ量）は、前述の樹脂組成物におけるシャルピー衝撃強度を高める観点から、１．０質量％以上であることが好ましく、２．０質量％以上であることがより好ましく、３．０質量％以上であることがさらに好ましい。また、ＨＦＰ量は、前述の樹脂組成物における曲げ弾性率を高める観点から、３０質量％以下であることが好ましく、２５質量％以下であることがより好ましく、２０質量％以下であることがさらに好ましい。
【００３８】
ＨＦＰ量は、核磁気共鳴（ＮＭＲ）などの公知の機器分析を利用して求めることが可能である。また、ＨＦＰ量は、フッ素樹脂の種類、および、ポリフッ化ビニリデン系共重合体の混合比によって調整することが可能である。
【００３９】
（インヘレント粘度）
本実施形態におけるフッ素樹脂のインヘレント粘度は、０．５０ｄＬ／ｇ以上、１．３０ｄＬ／ｇ以下の範囲内であることが好ましく、０．６０ｄＬ／ｇ以上、１．２０ｄＬ／ｇ以下の範囲内であることがより好ましく、０．７０ｄＬ／ｇ以上、１．１０ｄＬ／ｇ以下の範囲内であることが最も好ましい。なお、インヘレント粘度とは対数粘度のことである。インヘレント粘度が、０．５０ｄＬ／ｇ以上、１．３０ｄＬ／ｇ以下の範囲内のフッ素樹脂を用いることにより、成形が容易となり、ベアリング保持器の形状に成形する点で好ましい。
【００４０】

本明細書中において、フッ素樹脂のインヘレント粘度は、４ｇのフッ素樹脂を１リットルのＮ，Ｎ－ジメチルホルムアミドに溶解させた溶液の３０℃における対数粘度として算出されている。具体的には、次の式によって求められる。式中、ηは重合体溶液の粘度、η０は溶媒のＮ，Ｎ－ジメチルホルムアミド単独の粘度、Ｃは０．４ｇ／ｄｌである。

【００４１】

ηｉ＝（１／Ｃ）・ｌｎ（η／η０）

（その他の成分）

本実施形態における樹脂組成物は、本実施形態の効果が得られる範囲において、他の成分をさらに含有していてもよい。他の成分は、一種でもそれ以上でもよく、その例には、充填剤および固体潤滑剤が含まれる。

【００４２】

充填剤の例には、補強作用のある無機充填剤が含まれ、その例には、ガラス繊維および炭素繊維が含まれる。このような無機充填剤を配合することにより、ベアリング保持器の耐衝撃性を向上させることができる。なお、このような無機充填剤が配合されている樹脂組成物を用いて射出成形する場合、継ぎ目部分（ウェルド）の強度が弱くなる傾向にある。したがって、射出成形によりベアリング保持器を成形する場合には、無機充填剤を実質的に含んでいないことが好ましい。

【００４３】

固体潤滑剤の例には、MoS_2、WS_2、グラファイト、ポリテトラフルオロエチレンが含まれる。なお、このような固体潤滑剤が配合されている樹脂組成物を用いて射出成形する場合、継ぎ目部分（ウェルド）の強度が弱くなる傾向にある。したがって、射出成形によりベアリング保持器を成形する場合には、固体潤滑剤を実質的に含んでいないことが好ましい。

【００４４】

（製造方法）

本実施形態に係る分離体は、従来の製造方法によって製造することができる。具体的には射出成形により成形することができる。より具体的には、ベアリング保持器であれば、市販されているボールねじのベアリング保持器を基に一般的な金型を製作し、当該金型を用いて射出成形を行うことにより製造することができる。なお、一般的な金型は、成形されるベアリング保持器のどこかに必ず繋ぎ目部分（ウェルド）が発生する構造を有する。

【００４５】

［分離体のその他の態様］

以上、本発明に係る分離体の一実施形態としてボールねじにおけるボールどうしの間に用いられるベアリング保持器を例に説明したが、本発明に係る分離体はこれに限定されるものではない。本発明に係る分離体の別の実施形態として、上述のすり鉢構造を有する形態の他に、リング構造および筒構造の形態でもあり得る。

【００４６】

リング構造の分離体は、例えば、各ボールの一部がリングの内周側および外周側の両方に露出するように、複数のボールが互いに隔てられてリングに当接するように構成される。また、筒構造の分離体は、例えば、筒の側面に設けられた複数の貫通孔のそれぞれにボールが嵌め込まれ、筒の側面の内側および外側の両方に各ボールの一部が露出するように構成される。

【００４７】

本実施形態に係る分離体は、その樹脂材料を実質的にポリフッ化ビニリデン系樹脂のみとすることが可能である。よって、本実施形態に係る分離体は、ポリフッ化ビニリデン系樹脂による化学的特性（例えば耐薬品性など）を十分に発現し得る。また、当該分離体は、前述した曲げ弾性率とシャルピー衝撃強度で表される優れた機械的特性を有する。このように、本実施形態に係る分離体は、ポリフッ化ビニリデン系樹脂に特有の特性と、優れた機械的特性との両方を兼ね備えている。

【００４８】

本実施形態に係る分離体は、耐薬品性および耐衝撃性が要求される部品、あるいは耐薬品性、耐衝撃性および耐圧縮性が要求される部品全般に利用することができる。

【００４９】

［機械要素］

本発明の一実施形態に係る機械要素は、連動可能に配置されている二以上の球体と、前述の分離体とを有する。当該分離体は、隣り合う球体の間に介在して球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持している。

【００５０】

上記したようなベアリング保持器は、例えば、ボールねじのナットに適用される。上記したようなリング構造の分離体は、例えば、自転車のボールベアリングに用いられる。また、上記したような筒構造の分離体は、プレス金型のボールガイドに用いられる。したがって、上記ナット、ボールベアリングおよびボールガイドなどは、本発明に係る機械要素の範疇に包含される。以上より、ベアリング保持器以外に、耐薬品性および耐衝撃性が要求される部品、あるいは耐薬品性、耐衝撃性および耐圧縮性が要求される部品にも、本発明に係る分離体は利用可能である。

【００５１】

［運動ガイド装置］

本発明の一実施形態に係る運動ガイド装置は、第１部材と、この第１部材に接して相対的に移動可能に配置されている第２部材とを有する。そして、本実施形態に係る機械要素が、第１部材および第２部材の少なくとも一方における互いに接触する箇所に配置されている。運動ガイド装置の好適な例には、ボールねじが含まれる。

【００５２】

（ボールねじ）

ボールねじは、直線運動を回転運動に変換する、あるいは回転運動を直線運動に変換する機械部品である。ボールねじは、ナット（機械要素、第１部材）と、ナットに対して相対移動するねじ軸（機械要素、第２部材）と、ナットに配設された複数のボール（球体）とから構成される。ベアリング保持器（分離体）は、この複数のボールのそれぞれをお互いに隔て保持するように、各ボールのそれぞれの間に配設されている。ボールはナットおよびねじ軸の両方に接するようにナットのねじ溝に配設されている。ねじ軸およびナットの一方が回転運動することにより、各ボールが転動し、かつねじ溝内を循環することにより、ねじ軸およびナットの他方を直線運動させている。ベアリング保持器を除く他の構成は、従来公知のボールねじの構成と同じであり得る。

【００５３】

ボールねじなどの運動ガイド装置は、一方の部材が他方の部材に対して相対移動しており、一方の部材の移動を他方の部材がガイドしている態様であり得る。したがって、運動ガイド装置の一方の部材を移動体、他方の部材をガイド部材と表現することもできる。

【００５４】

［産業用機械］

本発明の一実施形態に係る産業用機械は、本実施形態に係る運動ガイド装置を備えている。上述のボールねじを備えている産業用機械であれば、ボールねじへの負荷が高い環境においても、当該産業用機械を好適に利用することができる。したがって、上述のボールねじなどの本発明に包含される運動ガイド装置を備える産業用機械も本発明の範疇に包含される。ボールねじを備える産業用機械の例には、射出成形装置および工作機械等が含まれる。

【００５５】

［まとめ］

以上の説明から明らかなように、本発明の実施形態に係る分離体は、互いに隣り合って連動する二つの球体の間に介在して球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持するための分離体である。そして、上記分離体は、フッ化ビニリデンを主成分とするモノマーの重合体であるフッ素樹脂を含む樹脂組成物から形成されており、樹脂組成物の曲げ弾性率は、

１６００ＭＰａ以下であり、かつ樹脂組成物のシャルピー衝撃強度は、２６ｋＪ／ｍ^{2}以上である。よって、本実施形態によれば、耐薬品性、耐衝撃性および生産性に優れた分離体を提供することができる。

【００５６】

本発明の実施形態において、フッ素樹脂が、モノマーとしてフッ化ビニリデン以外の含ハロゲンモノマーをさらに含むポリフッ化ビニリデン系共重合体であることは、樹脂組成物の曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度を所期の範囲に容易に調整する観点からより効果的である。

【００５７】

また、本発明の実施形態において、フッ素樹脂がポリフッ化ビニリデン系共重合体とポリフッ化ビニリデンとを含むことも、樹脂組成物の曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度を所期の範囲に容易に調整する観点からより効果的である。

【００５８】

また、本発明の実施形態において、含ハロゲンモノマーがヘキサフルオロプロピレンを含むことは、樹脂組成物の曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度を所期の範囲に容易に調整する観点からより一層効果的である。

【００５９】

本発明の実施形態に係る機械要素は、連動可能に配置されている二以上の球体と、隣り合う球体の間に介在して球体を連動可能に、かつ互いに隔てて保持している本実施形態に係る分離体と、を有している。よって、本実施形態によれば、耐薬品性および耐衝撃性とともに高い生産性が要求される機械要素を提供することができる。

【００６０】

本発明の実施形態に係る運動ガイド装置は、第１部材と、第１部材に接して相対的に移動可能に配置されている第２部材とを有する。そして、本実施形態に係る機械要素が、第１部材および第２部材の少なくとも一方における互いに接触する箇所に配置されている。よって、本実施形態によれば、第１部材および第２部材が互いに接触する可動部における耐薬品性および耐衝撃性とともに高い生産性が要求される運動ガイド装置を提供することができる。

【００６１】

また、本発明の実施形態において、運動ガイド装置がボールねじであってよい。

【００６２】

本発明の実施形態に係る産業用機械は、本実施形態に係る運動ガイド装置を備えている。よって、本実施形態によれば、可動部における耐薬品性および耐衝撃性とともに高い生産性が要求される産業用機械を提供することができる。

【００６３】

以下に実施例を示し、本発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。もちろん、本発明は以下の実施例に限定されるものではなく、細部については様々な態様が可能であることはいうまでもない。さらに、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、それぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。また、本明細書中に記載された文献の全てが参考として援用される。

【実施例】

【００６４】

［フッ素樹脂の準備］

フッ素樹脂として、以下の樹脂１～４を用意した。下記樹脂１、２、４における「ＫＦポリマー」は、いずれも株式会社クレハの製品である。また、樹脂３は、アルケマ社の製品であり、「Ｋｙｎａｒ」は同社の登録商標である。

【００６５】

樹脂１　「ＫＦポリマーＷ＃１０００」

樹脂２　「ＫＦポリマーＷ＃２３００」

樹脂３　「Ｋｙｎａｒ　２５００－２０」
樹脂４　「ＫＦポリマーＷ＃２９５０」
［実施例１］
７０質量部の樹脂１に３０質量部の樹脂３を添加し、二軸押出機により混練することで、樹脂組成物１を調製した。さらに樹脂組成物１を、成形温度を１９０～２４０℃、金型温度を８０℃、冷却時間を８０秒間、射出圧力を６０ＭＰａの条件で射出成形した。こうして、図１に示すような貫通孔を備えるベアリング保持器１を製造した。ベアリング保持器１の外径はφ１５ｍｍであり、貫通孔の孔径はφ６ｍｍであり、外周部における最大厚みは６ｍｍであり、貫通孔の開口縁部における最小厚みは１．２ｍｍであった。また、樹脂組成物１の射出成形により、多目的試験片１（ＪＩＳ　Ｋ　７１３９　タイプＡ１）を製造した。

【００６６】
樹脂組成物１を、測定溶媒としての市販の重ＤＭＦに溶解し、Ｂｒｕｋｅｒ社製ＡＶＡＮＣＥ　ＡＣ　４００ＦＴ　ＮＭＲスペクトルメータを用いて、樹脂組成物１の核磁気共鳴（ＮＭＲ）スペクトルを測定した。そして、文献「Maurizio Pianca, et al., Polymer, Volume 28, Issue 2, February 1987, pages 224-230」に記載された帰属および計算方法に従って、樹脂組成物１中の全構成単位中におけるヘキサフルオロプロピレン（ＨＦＰ）由来の構成単位の含有量（ＨＦＰ量、質量％）を求めた。その結果、樹脂組成物１のＨＦＰ量は、４．７質量％であった。

【００６７】
［実施例２］
樹脂１の添加量および樹脂３の添加量をいずれも５０質量部に変更した以外は実施例１と同様にして、樹脂組成物２を調製し、ベアリング保持器２および多目的試験片２を製造した。樹脂組成物２のＨＦＰ量は、７．８質量％であった。

【００６８】
［実施例３］
樹脂１の添加量を３０質量部に変更し、樹脂３の添加量を７０質量部に変更した以外は実施例１と同様にして、樹脂組成物３を調製し、ベアリング保持器３および多目的試験片３を製造した。樹脂組成物３のＨＦＰ量は、１１．０質量％であった。

【００６９】
［実施例４］
樹脂１および樹脂３に代えて１００質量部の樹脂２を用い、射出成形における成形温度を１８０～２２０℃、金型温度を６０℃、冷却時間を６０秒間、射出圧力を８０ＭＰａに変更する以外は実施例１と同様にして、樹脂組成物４を調製し、ベアリング保持器４および多目的試験片４を製造した。樹脂組成物４のＨＦＰ量は、９．５質量％であった。

【００７０】
［実施例５］
樹脂１および樹脂３に代えて１００質量部の樹脂３を用い、射出成形における成形温度を１８０～２２０℃、金型温度を５０℃、冷却時間を６０秒間、射出圧力を６０ＭＰａに変更する以外は実施例１と同様にして、樹脂組成物５を調製し、ベアリング保持器５および多目的試験片５を製造した。樹脂組成物５のＨＦＰ量は、１５．７質量％であった。

【００７１】
［実施例６］
樹脂１および樹脂３に代えて１００質量部の樹脂４を用いる以外は実施例１と同様にして樹脂組成物６を調製し、ベアリング保持器６および多目的試験片６を製造した。樹脂組成物６のＨＦＰ量は、２．０質量％であった。

【００７２】
［比較例１］
樹脂１および樹脂３に代えて１００質量部の樹脂１を用いる以外は実施例１と同様にして、樹脂組成物７を調製し、ベアリング保持器７および多目的試験片７を製造した。樹脂

組成物７のＨＦＰ量は、０質量％であった。

【００７３】

樹脂組成物１～７の樹脂組成およびＨＦＰ量を表１に示す。

【００７４】

【表１】

表１

	樹脂組成					射出条件			
	樹脂１ [質量%]	樹脂２ [質量%]	樹脂３ [質量%]	樹脂４ [質量%]	HFP 量 [質量%]	成形温度 [℃]	金型温度 [℃]	冷却時間 [秒]	射出圧力 [MPa]
実施例１	70	0	30	0	4.7	190-240	80	80	60
実施例２	50	0	50	0	7.8	190-240	80	80	60
実施例３	30	0	70	0	11.0	190-240	80	80	60
実施例４	0	100	0	0	9.5	180-220	60	60	80
実施例５	0	0	100	0	15.7	180-220	50	60	60
実施例６	0	0	0	100	2.0	190-240	80	80	60
比較例１	100	0	0	0	0.0	190-240	80	80	60

【００７５】

［物性の測定および評価］

樹脂組成物１～７のそれぞれを用いて、その融点Ｔｍおよび結晶化温度Ｔｃを求めた。

また、多目的試験片１～７のそれぞれを用いて、曲げ弾性率およびシャルピー衝撃強度を求めた。さらに、ベアリング保持器１～７の落下試験を実施した。

【００７６】

（１）融点および結晶化温度

樹脂組成物１～７のそれぞれについて、島津製作所社製の示差走査熱量計「ＤＳＣ－６０」を用いて、４～１０ｍｇの試料樹脂を測定セルにセットし、窒素ガス雰囲気中で、温度５０℃から１０℃／分の昇温速度で２３０℃まで昇温した。次いで、２３０℃で１分間保持した後、２３０℃から１０℃／分の降温速度で５０℃まで降温した。次いで、５０℃で１分間保持した後、５０℃から１０℃／分の昇温速度で２３０℃まで昇温して、ＤＳＣ曲線を求めた。このＤＳＣ曲線における２回目の昇温過程における吸熱ピーク速度を融点Ｔｍ（℃）とし、降温過程における発熱ピーク温度を結晶化温度Ｔｃ（℃）とした。

【００７７】

（２）曲げ弾性率

多目的試験片１～７（ＪＩＳ　Ｋ７１３９　タイプＡ１）のそれぞれから、曲げ試験（ＪＩＳ　Ｋ７１７１）用サンプル１～７のそれぞれを作製した。サンプルの長さは８０±２ｍｍであり、幅は１０±０．２ｍｍであり、厚みは４．０±０．２である。

【００７８】

測定機には、株式会社オリエンテック製ＵＣＴ－１００を用い、３点曲げ試験冶具の支点距離を６４ｍｍに設定し、当該試験治具にサンプルを支持し、試験速度２ｍｍ／分の試験条件にてサンプルを押し曲げた。

【００７９】

測定で得られた曲げ荷重－たわみ曲線から、割線法（ＪＩＳ　Ｋ７１７１）で、曲げ弾性率Ｅｆ（ＭＰａ）を算出した。下記式（１）により、曲げひずみε_{f1}＝０．０００５およびε_{f2}＝０．００２５となるときのたわみs_1（ｍｍ）およびs_2（ｍｍ）を求めた。そして、上記測定機によるサンプルの押し曲げにより、式（１）から算出したたわみs_1およびs_2における曲げ応力σ_{f1}、σ_{f2}（ＭＰａ）を測定した。そして、下記式（２）により、曲げ弾性率Ｅｆ（ＭＰａ）を算出した。

【００８０】

【数１】

$$S_i = \frac{\varepsilon_{fi} \cdot L^2}{6h} \qquad (1)$$

$$E_f = \frac{\sigma_{f2} - \sigma_{f1}}{\varepsilon_{f2} - \varepsilon_{f1}} \qquad (2)$$

【００８１】

上記式中、Ｌは支点間距離（ｍｍ、＝６４ｍｍ）を、ｈはサンプルの平均厚さ（ｍｍ）を、そして、ｉは１または２を、それぞれ表す。

【００８２】

（３）シャルピー衝撃試験

多目的試験片１～７（ＪＩＳ　Ｋ７１３９　タイプＡ１）のそれぞれから切削加工により形状Ａのシングルノッチをつけ、シャルピー衝撃試験用サンプル１～７を作製した。サンプルの長さは８０±２ｍｍであり、幅は１０±０．２ｍｍであり、厚みは４．０±０．２であり、残り幅は８±０．２ｍｍである。

【００８３】

シャルピー衝撃試験用サンプル１～７のそれぞれについて、シャルピー衝撃試験（ＪＩＳ　Ｋ７１１１）を行い、エッジワイズ衝撃を加えて衝撃強度ＩＳ（ｋＪ／ｍ^2）を測定した。測定機には、株式会社東洋精機製作所製の衝撃試験機ＤＧ－ＵＢを用い、ハンマー

の持ち上げ角度を１５０°とした。そして、下記式（３）より、サンプルが１回の衝撃で破壊した時の吸収エネルギーＥ（Ｊ）を求め、下記式（４）より、シャルピー衝撃強度ａ（ｋＪ／ｍ^2）を求めた。

【００８４】

【数２】

$$E = W \cdot R\left[(\cos\beta - \cos\alpha) - (\cos\alpha' - \cos\alpha)\left(\frac{\alpha+\beta}{\alpha+\alpha'}\right)\right] \qquad (3)$$

$$a = \frac{E}{b \cdot h} \times 10^3 \qquad (4)$$

【００８５】

上記式中、Ｗはハンマーの重量（ｋｇ）を、Ｒは回転軸中心からハンマーの重心までの距離（ｃｍ）を、αはハンマーの持ち上げ角度（°）を、βはサンプル破断後のハンマーの振り上がり角度（°）を、α’はハンマーを持ち上げ角αから空振りさせた時の振り上がり角度（°）を、ｂはサンプルの幅（ｍｍ）を、そして、ｈはサンプルの切欠き部の厚さ（ｍｍ）を、それぞれ表す。

【００８６】

（４）落下試験（耐衝撃性）

ベアリング保持器の上下に、直径φ１９ｍｍのステンレス鋼製の球体を配置し、当該球体によってベアリング保持器を挟んだ。そして、貫通孔が鉛直方向に沿って開口する向きに静置されているベアリング保持器１～７の上方における、高さ２０ｃｍ、３０ｃｍ、３５．５ｃｍ、５０ｃｍ、６７．５ｃｍまたは９３ｃｍの位置から、ベアリング保持器１～７のそれぞれに対して１．３ｋｇのおもりを落下させ、ベアリング保持器に割断が生じるか否かを確認した。作製したベアリング保持器１～７のそれぞれから、無作為に抽出した５個に対して上記の落下試験を行った。そして、ベアリング保持器１～７のそれぞれの５個のうち、落下試験によって割断が生じたベアリング保持器の個数の割合（％）を求めた。５個とも割断が生じなかった場合が０％である。

【００８７】

（５）耐薬品性

ベアリング保持器１～７のそれぞれについて、２３℃の切削油（協和石油ルブリカンツ（株）製サーチングカット）に１ヶ月間浸漬し、浸漬前後の重量を測定した。その結果、ベアリング保持器１～７は、いずれも、浸漬前後における重量変化率が１％未満であった。

【００８８】

上述の融点Ｔｍ、結晶化温度Ｔｃ、曲げ弾性率Ｅｆ、シャルピー衝撃強度ａ、および落下試験の結果を表２に示す。

【００８９】

【表２】

表２

	物性					落下試験結果					
	Tm [℃]	Tc [℃]	Ef [MPa]	シャノピー衝撃強度 E [J]	シャノピー衝撃強度 a [kJ/m²]	20cm	30cm	35.5cm	50cm	67.5cm	93cm
実施例１	124, 175	98, 140	1201	15	99	0	60	80	100	100	100
実施例２	125, 173	98, 139	841	15	111			0	20	40	80
実施例３	124, 175	101, 117	619	15	103						0
実施例４	152	116	594	7.5	96				0	40	40
実施例５	121	84	246	15	破断せず						0
実施例６	170	132	1556	7.5	27	0	100	100	100	100	100
比較例１	174	143	1776	7.5	25	40	100	60	100	100	100

【００９０】

［考察］

実施例１～６では、少なくとも２０ｃｍの高さからの落下試験では、割れおよび破断の

いずれもが生じていない。

【００９１】

特に、ＨＦＰ量が比較的高い実施例３および実施例５では、９３ｃｍの高さからの落下試験でも、割れおよび破断のいずれもが生じない、より高い耐衝撃性が発現している。

【００９２】

一方で、比較例１では、耐衝撃性が不十分である。これは、ＰＶＤＦ系のコポリマー成分を実質的に十分に含有していないため、と考えられる。

【産業上の利用可能性】

【００９３】

本発明は、ボールねじのベアリング保持器に好適に利用することができる。

【符号の説明】

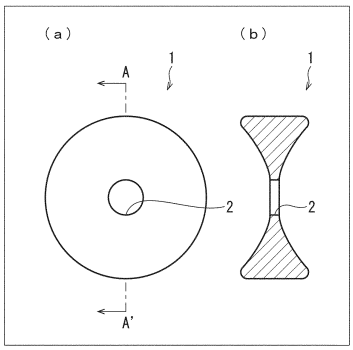
【００９４】

１　ベアリング保持器（分離体）

２　貫通孔

【図１】

図１



フロントページの続き

(72)発明者　高岩　靖朗
栃木県下都賀郡壬生町元町１－６３　クレハ合繊株式会社内
(72)発明者　齋藤　健一
栃木県下都賀郡壬生町元町１－６３　クレハ合繊株式会社内
(72)発明者　山▲崎▼　昌博
栃木県下都賀郡壬生町元町１－６３　クレハ合繊株式会社内

審査官　前田　浩

(56)参考文献　特開２００２－４８１４２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４８４６７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｈ　２５／２０
Ｂ２９Ｃ　４５／００
Ｃ０８Ｌ　２７／００