

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 9 月 19 日(19.09.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/136379 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 33/44 (2006.01) F16C 19/06 (2006.01)
F16C 13/02 (2006.01) F16C 33/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/005226
- (22) 国際出願日: 2012 年 8 月 21 日(21.08.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-060042 2012 年 3 月 16 日(16.03.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 細谷 眞幸 (HOSOYA, Masachi) [JP/JP]; 〒2518501 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 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 森 哲也, 外 (MORI, Tetsuya et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目 3 番 1 号 城

山トラストタワー 3 2 階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

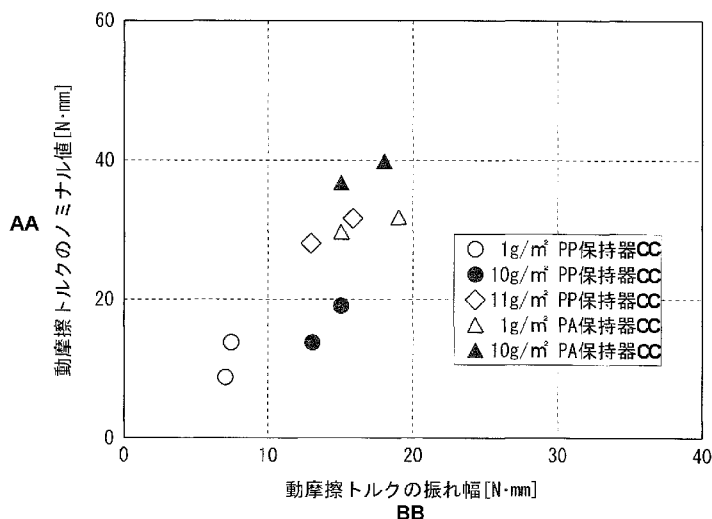
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ROLLING BEARING AND FILM CONVEYOR

(54) 発明の名称: 転がり軸受及びフィルム搬送装置

[図6]



AA NOMINAL VALUE OF KINETIC FRICTION TORQUE
BB AMPLITUDE OF DYNAMIC FRICTION TORQUE
CC CAGE

(57) Abstract: A lubricant is applied to the raceway surfaces of an inner race (1) and an outer race (2) of a rolling bearing, and to the rolling surface of a ball (3), in amount of 1.0 g to 10 g per 1 m² of the total surface area of said raceway surfaces and rolling surface. A cage (4) is formed by compression molding and then machining a resin composition composed mainly of polypropylene (PP) or a PP copolymer (a copolymer of polypropylene or propylene and another olefin), and containing polytetrafluoroethylene (PTFE). The guide form of the cage (4) serves as a race guide.

(57) 要約: 転がり軸受の内輪 (1) および外輪 (2) の軌道面とボール (3) の転動面に、これらの合計表面積 1 m² 当たり 1.0 g 以上 10 g 以下となる量の潤滑剤を塗布する。保持器 (4) を、PP または PP 共重合体 (ポリプロピレンまたはプロピレンと他のオレフィンとの共重合体) を主成分とし、PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) を含有する樹脂組成物を圧縮成形後、機械加工することで形成する。保持器 (4) の案内形式を軌道輪案内とする。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 転がり軸受及びフィルム搬送装置

技術分野

[0001] この発明は、内輪、外輪、複数の転動体、及び保持器を有する転がり軸受に関し、特に、フィルム搬送装置でフィルムとの摩擦力で回転する従動ローラの回転軸を支持する用途に好適な転がり軸受に関する。また、その転がり軸受を備えたフィルム搬送装置に関する。

背景技術

[0002] フィルムはF P D（フラットパネルディスプレイ）や太陽電池等の素材として使用される。これらの用途では、異なる材料からなるフィルムを積層することで、発光や発電の機能を発揮することが可能になる。そのため、薄いフィルムの開発が行われており、数10 μ m厚のフィルムも実在する。フィルムの厚さや長さに偏りがあると、積層時に不具合が生じて、製品不良の原因となる。

[0003] 図11は、フィルム搬送装置73の一部を示す斜視図である。この図に示すように、フィルム70は、互いに平行に配置された多数の搬送ローラ71に支持されて搬送される。これらの搬送ローラ71は回転軸を中心に回転し、各回転軸に転がり軸受72が取り付けられている。

搬送ローラ71には、フィルム70に駆動力を与える駆動ローラと、移動するフィルム70との間に生じる摩擦力で回転する従動ローラがある。駆動ローラよりも従動ローラの数の方が多い。従動ローラは、前後のローラとの相対位置を変えてフィルム面の上下方向での角度を変えたりすることで、フィルム70を円滑に搬送するために配置されている。

[0004] 従動ローラは、フィルム70との摩擦力だけで回転し、ローラ表面の周速度がフィルム70の走行速度と同じになっていることが重要である。そのため、従動ローラは、フィルム70から付与される、従動ローラの接線方向の極めて小さい力で回転が開始され、安定して回転し続ける必要がある。した

がって、従動ローラの回転軸を支持する転がり軸受 72 には、動摩擦トルクが低く、耐久性が高いことが求められている。

波形保持器を備えた深溝玉軸受は転がり軸受として広く使用されているが、動摩擦トルクが高いため、この用途の転がり軸受 72 としては不向きである。

[0005] 特許文献 1 には、合成樹脂製で、円環状に形成され、円周方向に複数の転動体の一つずつ保持する複数のポケット部を備えた、軌道輪案内型の保持器が記載されている。また、保持器の材料として、固体潤滑剤を含有する合成樹脂であって、曲げ弾性率と動摩擦係数が所定の範囲のものを使用することで、転がり軸受のトルク上昇を抑え、耐久性を向上することが記載されている。

[0006] 具体的には、材料の曲げ弾性率を 600～2000MPa の範囲とし、動摩擦係数を 0.2 以下としている。このように、適正な曲げ弾性率とすることで保持器の円環形状を維持し、軸受回転中に保持器が容易に変形して回転性能が悪くなることを防止している。また、動摩擦係数を小さくして、軸受の動摩擦トルクの上昇を抑制している。

[0007] しかしながら、一般的に、軸受内部にグリース等の湿式の潤滑剤が塗布されると、塗布量が僅かであっても、潤滑剤が保持器と保持器以外の軸受部品との間に介在することが多く、保持器と保持器以外の軸受部品とが直接接触することは少ない。よって、上記の数値だけで支配的に転がり軸受のトルクが左右されることは少ない。従って、フィルム搬送装置 73 の従動ローラ用転がり軸受に用いる保持器として、特許文献 1 の保持器を使用しても、低トルク化の効果は小さい。

一方、転がり軸受の保持器が、合成樹脂製で、厚さ（円環の径方向寸法）が薄く、案内方式が転動体案内であると、転動体からの力を受けて保持器の真円性が悪くなり、回転性能に悪影響を及ぼすことがある。

[0008] 特許文献 2 には、玉軸受の保持器に、ストレートポケット（厚さ方向で径が変化しないポケット）と玉案内ポケット（厚さ方向で径が変化する異径ポ

ケット)を交互に配置することで、ボールからの力を緩和して保持器の変形を少なくし、トルク上昇を抑えることが記載されている。

しかしながら、特許文献2に記載された技術で軸受のトルク上昇を抑える効果が得られるのは、保持器が変形し易い薄肉軸受の場合か、軸受にかかるラジアル荷重が大きい場合などに限られる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2011-226623号公報

特許文献2：特開2012-021610号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] この発明の課題は、従来の転がり軸受よりも動摩擦トルクが低減された転がり軸受を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するために、この発明の一態様に係る転がり軸受は、内輪、外輪、複数の転動体、及び円環状の保持器を有する転がり軸受であって、前記保持器は、PPまたはPP共重合体（ポリプロピレンまたはプロピレンと他のオレフィンとの共重合体）を主成分とし、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）を含有する樹脂組成物を圧縮成形後、機械加工することで形成されたものであり、前記保持器の案内形式は軌道輪案内（内輪案内又は外輪案内）であり、前記内輪及び外輪の軌道面と前記転動体の転動面に、これらの合計表面積1m²当たり1.0g以上10g以下（好ましくは4.0g以下）となる量の潤滑剤が塗布されていることを特徴とする。

[0012] この態様の転がり軸受によれば、内輪及び外輪の軌道面と転動体の転動面に、これらの合計表面積1m²当たり1.0g以上10g以下（好ましくは4.0g以下）となる量の潤滑剤が塗布されている（微量潤滑が施されている）ため、トルクを低く抑えることができる。

また、保持器は、PPまたはPP共重合体を主成分とし、PTFEを含有する樹脂組成物からなるものであるため、ポリアミドを主成分とする樹脂組成物からなるものと比較して、微量潤滑下での転がり軸受の動摩擦トルクを低減できる。ポリアミドは合成樹脂製保持器の材料として従来より使用されている。

[0013] すなわち、PTFEは撥水性に優れているため、PTFEを含有する樹脂組成物からなる保持器では、微量潤滑下でポケット内の転動体に被膜状に付着している潤滑剤がポケットに移着せず、転動体に潤滑剤が付着した状態が保持される。これにより、転動体とポケット面が非接触に近い状態が保持され、微量潤滑下での転動体と保持器との間の摩擦抵抗が小さくなる。

[0014] また、前記保持器は、PPまたはPP共重合体を主成分としPTFEを含有する樹脂組成物を圧縮成形後に機械加工により形成したものであるため、同じ樹脂組成物を使用して圧縮成形だけで形成された保持器と比較して、転がり軸受の動摩擦トルクを低減できる。

圧縮成形の場合、成型時に金型表面近傍に存在していた樹脂組成物が、成形品のスキン層（表面層）となる。PPまたはPP共重合体を主成分としPTFEを含有する樹脂組成物を圧縮成形した場合、通常、成形品のスキン層には、樹脂組成物中のPTFEが凝集し、巨大な粒となって不均一に存在する。

[0015] この態様の転がり軸受を構成する保持器は、圧縮成形で例えば円柱又は円筒状に形成された成形品を機械加工することで、最終的な保持器形状とされたものである。そのため、圧縮成形で生じたスキン層が機械加工によって除去され、スキン層より芯部寄りの部分がポケット表面として現れる。成形品のスキン層直下の部分（スキン層より芯部寄りの部分）には、固体潤滑剤であるPTFEが略同一粒径で島状に均一に存在するため、この部分の撥水性は均一になっている。そして、このスキン層直下の部分がポケット表面になるため、ポケット表面の撥水性も均一になる。

[0016] このポケット表面に島状に存在するPTFE同士の距離は、数10～数1

00 μm であるため、このポケット表面は多数の撥水性部（P T F Eが存在する位置）を有する。湿式の潤滑剤は、ポケット表面の撥水性部で弾かれて粒子状になる。よって、この態様の転がり軸受の内部に塗布された潤滑剤は、ポケット表面に潤滑剤粒子として多数存在するようになる。この潤滑剤粒子が各々静圧を持つため、ポケット表面と転動体とが接触することが少なくなる。従って、この態様の転がり軸受において、保持器のポケットと転動体との摺動に伴う摩擦抵抗が小さくなる。

[0017] これに対して、圧縮成形だけで形成された保持器では、スキン層がポケット面になるため、P T F Eがポケット面に凝集して巨大な粒となり、不均一に存在する。すなわち、ポケット表面に不均一に撥水性部（P T F Eが存在する位置）が存在する場合や、表面に撥水性部が無いポケットが存在する場合もある。これらの場合、潤滑剤が上述の潤滑剤粒子としてポケット表面に存在する可能性が低いため、転動体とポケット表面とが接触し易くなり、保持器のポケットと転動体との摺動に伴う摩擦抵抗が大きくなる。

[0018] また、この態様の転がり軸受は、保持器の案内形式が軌道輪案内であることで、保持器と軌道輪（内輪又は外輪）とが摺動するが、上述のように、保持器の材質と形成方法を特定することで、動摩擦トルクを小さく抑えることができる。

この態様の転がり軸受が、最大個数の70%以上90%以下に相当する数の転動体を有すると、これ以外の数の転動体を有する転がり軸受と比較して動摩擦トルクをさらに小さくすることができる。

[0019] 転がり軸受が有することのできる転動体の最大個数は、組み合わせる内輪及び外輪の寸法により決まっている。また、通常の転がり軸受が有する転動体の個数は最大個数になっている。その理由は、転動体の個数が多いほど、転がり軸受に加わる荷重が分散され易く、軸受の金属疲労による寿命を向上させる点で有利なためである。

[0020] 一方、転動体の個数が少ないほど、転動体の通過による内輪及び外輪の弾性変形の回数が少なくなるため、転がり軸受の動摩擦トルクは低下する。し

かし、転動体の個数が少な過ぎて、転動体列が円に近似できない程度の多角形になると、転がり軸受の回転性能に影響が出る。転動体の個数が最大個数の70%以上90%以下に相当する数であると、動摩擦トルクを小さくしながら転がり軸受の回転性能を良好に保持することができる。また、フィルム搬送装置でフィルムとの摩擦力で回転する従動ローラの回転軸を支持する転がり軸受としては、軸受内径をd、軸受外径をD、軸受幅をtとした時、下記の(1)式を満たす薄肉軸受（寸法系列が08および09であるラジアル軸受）が使用されることが多い。

$$\left((D - d) / 2 \right) / t \leq 1.07 \cdots (1)$$

[0021] この薄肉軸受は、前記(1)式を満たさない転がり軸受と比較して、内径が同じ場合に外径が小さい。そのため、軸受箱を小さくできる。また、多数の従動ローラを有するフィルム搬送装置では、隣り合う従動ローラをより近接して配置できる。よって、フィルム搬送装置の従動ローラの回転軸を支持する転がり軸受として、前記(1)式を満たす薄肉軸受を使用することにより、フィルム搬送装置全体の設置面積を小さくできる。

[0022] また、この薄肉軸受は、前記(1)式を満たさない転がり軸受と比較して、径方向の内部空間が狭いため、配置される転動体の直径が小さく、転動体の最大個数が多い。よって、転動体個数の最大個数からの低減数を多くしても、転がり軸受の回転性能に影響が出にくい。したがって、この態様の転がり軸受が最大個数の70%以上90%以下に相当する数の転動体を有する場合には、前記(1)式を満たすことで、転がり軸受の回転性能の低下を抑制できる。

[0023] この態様の転がり軸受は、フィルム搬送装置でフィルムとの摩擦力で回転する従動ローラの回転軸を支持する用途に好適である。フィルム搬送装置としては、下記の構成(a)および(b)を有するものが挙げられる。

(a)互いに平行に配置され、フィルムを支持しながら搬送する複数の搬送ローラと、前記搬送ローラの回転軸を支持する転がり軸受と、を有する。

(b)前記搬送ローラは、フィルムに駆動力を与える駆動ローラと、移動するフィルムとの間に生じる摩擦力で回転する従動ローラと、からなる。

[0024] また、この態様の転がり軸受を、前記構成(a)および(b)を有するフィルム搬送装置の従動ローラを支持する転がり軸受として備えていると、上記のような利点があるため有用である。

発明の効果

[0025] この発明によれば、従来の転がり軸受よりも動摩擦トルクが低減された転がり軸受が提供される。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]実施形態の転がり軸受を示す断面図である。

[図2]図1の転がり軸受を構成する保持器を示す正面図である。

[図3]実施例で使用した接線力測定用の試験装置を示す概略構成図である。

[図4]動摩擦トルク値と測定値の回転時間との関係の一例を示すグラフである。

[図5]参考例で動摩擦トルクを調べた試験の結果を示すグラフであって、縦軸は、15分経過した時点での動摩擦トルク値のノミナル値であり、横軸は同トルク値の振れ幅量である。

[図6]実施例1で動摩擦トルクを調べた試験の結果を示すグラフであって、縦軸は、15分経過した時点での動摩擦トルク値のノミナル値であり、横軸は同トルク値の振れ幅量である。

[図7]実施例で使用したパーティクル測定用の試験装置を示す概略構成図である。

[図8]実施例1で行ったパーティクル測定の結果を示すグラフである。

[図9]実施例2で動摩擦トルクを調べた試験の結果を示すグラフであって、縦軸は、15分経過した時点での動摩擦トルク値のノミナル値であり、横軸は同トルク値の振れ幅量である。

[図10]実施例2で行ったパーティクル測定の結果を示すグラフである。

[図11]フィルム搬送装置の一部を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、この発明の実施形態について説明するが、この発明はこの実施形態

に限定されない。

図 1 は、実施形態の転がり軸受を示す断面図である。

この実施形態の転がり軸受は、内輪 1、外輪 2、15 個のボール（転動体）3、冠形の保持器 4、およびシールド板 5 とで構成されている。この転がり軸受におけるボール 3 の最大個数は 21 個である。

[0028] 内輪 1 の外周面 11 の軸方向中央部に内輪軌道溝（内輪の軌道面）12 が形成されている。内輪 1 の外周面 11 の軸方向両端部 13 は、シールド板 5 の中心穴 51 に対応させた寸法の小径部に形成されている。外輪 2 の内周面 21 の軸方向中央部に、外輪軌道溝（外輪の軌道面）22 が形成されている。外輪 2 の内周面 21 の軸方向両端部に、シールド板 5 の取り付け溝 23 が形成されている。

[0029] 内輪 1、外輪 2、およびボール 3 は、S U J 2 または S U S 4 4 0 C からなる素材を用い、通常の方法で作製されたものである。

内輪軌道溝 12 と外輪軌道溝 22 とボール 3 の表面（転動面）に、これらの合計表面積（S）1 m² 当たり 1.0 g 以上 10 g 以下となる量の潤滑剤が塗布されている。このように微量な潤滑剤の塗布は、内輪軌道溝 12 と外輪軌道溝 22 とボール 3 を潤滑剤に浸漬して引き上げる方法や、内輪軌道溝 12 と外輪軌道溝 22 とボール 3 の表面に潤滑剤を噴霧する方法で行うことができる。また、実際の塗布量は、潤滑剤塗布前後の転がり軸受の質量差を合計表面積 S で除算することで算出できる。

[0030] 保持器 4 は、P P または P P 共重合体を主成分とし、P T F E を含有する樹脂組成物を用い、圧縮成形の後、機械加工を行うことで形成されている。

保持器 4 は、図 2 に示すように、円周方向に等間隔で 15 個のポケット部 41 を備えた円環体である。各ポケット部 41 は、円環体の軸方向一端が開口している。この開口部 42 の開口寸法 B はボール 3（図 1 参照）の直径より小さく形成されている。ボール 3 は、開口部 42 を弾性変形させてポケット部 41 に挿入される。これにより、ボール 3 はポケット部 41 から脱落せずに保持される。保持器 4 の各ポケット部 41 は、ボール 3 と同心の円弧面

状の転動体保持面 4 1 a のみからなる。

保持器 4 の案内形式は軌道輪（図 1 では内輪）案内であり、保持器 4 の内周面と内輪 1 の外周面 1 1 とは摺動する。

[0031] シールド板 5（図 1 参照）は、S P C C 又は S U S 3 0 4 からなる鋼板をプレス加工することで得られたものである。

この実施形態の転がり軸受は、微量潤滑を施し、保持器 4 を、P P または P P 共重合体を主成分として P T F E を含有する樹脂組成物を圧縮成形後に機械加工することで形成している。そのため、保持器の案内形式が軌道輪案内の転がり軸受ではあるが、動摩擦トルクを低減しながら、回転性能を良好に保持することができる。また、ボール 3 の個数を最大個数である 2 1 個より少ない 1 5 個（7 1 %）とすることにより、更に動摩擦トルクを低減することができる。なお、この実施形態では、転動体がボールである玉軸受について説明したが、この発明は玉軸受に限定されず、転動体が円柱状や円錐状のころ（ローラ）であるころ軸受にも適用できる。ころ軸受の場合、ころの転動面は周面であるため、合計表面積に算入する転動体の表面積にころの端面は含まない。

実施例

[0032] [実施例 1]

実施例 1 では、保持器の材質及び潤滑剤量の違いによる、転がり軸受の動摩擦トルク及びパーティクル発生個数の違いを調べた。

<動摩擦トルク試験>

図 1 の転がり軸受として呼び番号 6 2 0 0 の深溝玉軸受を用い、下記の方法で動摩擦トルクを調べる試験を行った。各寸法は、図 1 に示す軸受内径 $d = 10 \text{ mm}$ 、軸受外径 $D = 32 \text{ mm}$ 、軸受幅 $t = 9 \text{ mm}$ である。

[0033] 内輪 1 及び外輪 2 は、S U J 2 製で通常の方法で作製されたものである。ボール 3 は、S U J 2 製で通常の方法で作製されたものである。ボール 3 の数は通常通り（最大個数）の 8 個である。シールド板 5 は、S P C C からなる鋼板をプレス成形することで得られたものである。

保持器 4 としては、図 2 と同様の形状であるが、ポケット数は 8 個であり、PP 共重合体と PTFE からなる樹脂組成物（質量比で PP 共重合体：PTFE = 90 : 10）を圧縮成形後、機械加工により得られたもの（保持器 A）と、ナイロン 66 とカーボン繊維からなる樹脂組成物（質量比でナイロン 66 : カーボン繊維 = 85 : 15）の射出成形により得られたもの（保持器 B）を用意した。

[0034] PP 共重合体：サンアロマー（株）製のエチレン／プロピレン共重合体「サンアロマー PB222A」

PTFE：三井デュポンフロロケミカル製「7A」、平均粒径 $34\ \mu\text{m}$

ナイロン 66：宇部興産製「UBE ナイロン 66」

カーボン繊維：呉羽化学工業製「クレカチョップ M-102S」、平均繊維径 $14.5\ \mu\text{m}$ 、長さ $0.2\ \text{mm}$ グリースとしては、クリーンルーム対応リチウム系グリース（日本精工製「LG2」）を用意した。

[0035] 先ず、参考例として、軸受空間の 30 容積％に相当する量のグリースを充填して、保持器 A、B を用いた各 4 個の軸受を組み立てた。

図 3 に示す試験装置に、試験軸受 61 として、保持器が同じ転がり軸受を 2 個ずつ取り付けて試験を行った。4 個ある保持器 A が取り付けられた軸受の 2 個を取り付けて 1 回目の試験を行い、残りの 2 個を取り付けて 2 回目の試験を行った。同様に、4 個ある保持器 B が取り付けられた軸受の 2 個を取り付けて 1 回目の試験を行い、残りの 2 個を取り付けて 2 回目の試験を行った。

[0036] 図 3 の試験装置は、図示されない回転駆動装置に取り付けられ、水平に配置された回転軸 60 と、2 個の試験軸受 61 の間に配置される軸受ホルダー 62 と、予圧バネ 63 と、一端が軸受ホルダー 62 に固定された糸 64 と、糸 64 の他端が固定されたフォースゲージ 65 とを有する。2 個の試験軸受 61 の内輪が回転軸 60 に取り付けられ、外輪に軸受ホルダー 62 が外嵌されている。内輪に予圧バネ 63 により予圧荷重（アキシアル荷重）を付加している。糸 64 は、2 個の試験軸受 61 の外輪の中間点から接線方向に延び

ている。

[0037] 回転軸 60 の回転により、試験軸受 61 の内輪が回転すると、摩擦により外輪に連れ回りが生じる。この連れ回りの接線力（接線方向の荷重）をフォースゲージ 65 により測定する。測定値は 2 個の試験軸受 61 の値であるため、2 で割ることで 1 個分の値を算出する。そして、接線力の測定値に軸受ホルダー 62 の半径を乗じて動摩擦トルク値を算出する。

[0038] 動摩擦トルク値と回転時間との関係の一例を図 4 のグラフに示す。このグラフに示すように、動摩擦トルク値は振れ幅を有する。そのため、動摩擦トルク値のノミナル値（実測データの平均値）を縦軸、振れ幅量を横軸としたグラフで、トルク性能を比較する。このグラフの場合、動摩擦トルク値のノミナル値と振れ幅が小さいほど、プロット位置は左下隅に近くなる。

[0039] 常温、常圧、回転速度 150 min^{-1} で、回転軸 60 を一方向に回転し、15 分経過した時点での動摩擦トルク値（接線力からの換算値）のノミナル値（図 4 の a）および振れ幅量（図 4 の b）を調べて、その結果を図 5 のグラフに示した。荷重条件は、予圧バネ 63 による 88.2 N (9 kgf) の予圧荷重（アキシアル荷重）と、ハウジング自重による荷重（ラジアル荷重）である。

[0040] 図 5 のグラフに示すように、「○」のプロットで示す保持器 A（主原料が PP 共重合体で PTFE を含有）を備えた軸受と、「△」のプロットで示す保持器 B（主材料ナイロン 66）を備えた軸受とで、動摩擦トルク値に大きな差はなかった。これは、潤滑剤が軸受空間に多量に存在することにより、潤滑剤の攪拌抵抗が動摩擦トルクの主要因となり、保持器の材質やポケット内での潤滑状態の違いは殆ど影響しないためと考えられる。

[0041] 次に、保持器 A を用い、内輪軌道溝 12 と外輪軌道溝 22 とボール 3 の表面に、これらの合計表面積 1 m^2 当たり 1.0 g 、 10.0 g 、 11.0 g となる量のグリースを塗布して、各 2 個の軸受を組み立てた。また、保持器 B を用い、内輪軌道溝 12 と外輪軌道溝 22 とボール 3 の表面に、これらの合計表面積 1 m^2 当たり 1.0 g 、 10.0 g となる量のグリースを塗布して、

各 2 個の軸受を組み立てた。

[0042] これらの軸受を参考例の場合と同様に、図 3 に示す試験装置に、試験軸受 6 1 として、保持器が同じ転がり軸受を 2 個ずつ取り付けて、試験軸受 6 1 の動摩擦トルクを調べる試験を行った。潤滑剤の量以外はすべて参考例の場合と同じ条件で試験を行った。その結果を図 6 のグラフに示した。

図 6 のグラフに示すように、潤滑剤の塗布量が同じ場合、保持器 A (P P 保持器：主材料が P P 共重合体で P T F E を含有) を備えた軸受のプロットは、保持器 B (P A 保持器：主材料がナイロン 6 6 でカーボン繊維を含有) を備えた軸受のプロットより、左下隅に近い位置にある。すなわち、保持器を P T F E 含有 P P 共重合体製とすることで、カーボン繊維含有ナイロン 6 6 製とした場合よりも、微量潤滑下での動摩擦トルク値を小さくできることが分かる。

[0043] また、保持器 A を備えた軸受における、潤滑剤の塗布量が 10.0 g/m^2 と 11.0 g/m^2 の場合の比較で、塗布量の差が 1.0 g/m^2 という僅かな量であるにも関わらず、動摩擦トルクのノミナル値の差が大きくなっている。具体的には、塗布量 11.0 g/m^2 の軸受で $30 \text{ N} \cdot \text{mm}$ 前後となり、塗布量 10.0 g/m^2 の軸受の $20 \text{ N} \cdot \text{mm}$ 未満よりも著しく大きくなっている。この結果から、潤滑剤塗布量として、内輪軌道溝 1 2 と外輪軌道溝 2 2 とボール 3 の合計表面積 1 m^2 当たり 10.0 g が、微量潤滑下での動摩擦トルク値を小さくできる上限値とすることができる。

[0044] <パーティクル個数測定>

保持器 A を用い、内輪軌道溝 1 2 と外輪軌道溝 2 2 とボール 3 の表面に、これらの合計表面積 1 m^2 当たり 0.75 g 、 1.0 g 、 10.0 g となる量のグリース (日本精工製「L G 2」) を塗布して、各 1 個の軸受を組み立てた。

これらの軸受を図 7 に示すパーティクル測定装置の試験軸受 8 1 として取り付けて、試験軸受 8 1 の回転により生じるパーティクル数を測定した。

図 7 の測定装置は、試験軸受 8 1 の内輪に内嵌される回転体 8 2 と、一端

が回転体 8 2 にボルトで固定された回転軸 8 3 と、試験軸受 8 1 のハウジング 8 4 と、試験軸受 8 1 の外輪にアキシャル荷重を加えるための環状体 8 5 およびバネ 8 6 を有する。

[0045] 回転軸 8 3 の一端に形成された環状部 8 3 1 に、回転体 8 2 の円柱状突起 8 2 1 が外嵌されている。回転軸 8 3 の他端側は、カップリング 8 3 a を介してモータ 8 3 b に接続されている。回転軸 8 3 は、水平に配置され、長手方向の 2 箇所に配置されたサポート軸受 8 7 により、ハウジング 8 8 に対して回転自在に取り付けられている。

試験軸受 8 1 は、アクリル製の筒体 9 1、前面板 9 2、および仕切り板 9 3 で形成された密閉空間 9 内に存在する。密閉空間 9 の前面板 9 2 に、クリーンエアの導入口 9 4 と導出口 9 5 が形成されている。

[0046] 回転軸 8 3 の環状部 8 3 1 と、サポート軸受 8 7 のハウジング 8 8 に固定された環状体 8 8 1 との間に、磁気シール 8 9 が配置されている。すなわち、試験軸受 8 1 のハウジング 8 4 とサポート軸受 8 7 のハウジング 8 8 との間が、磁気シール 8 9 でシールされている。これにより、回転軸 8 3 の回転に伴って生じるサポート軸受 8 7 からのパーティクルや、サポート軸受 8 7 の内部や嵌め合い部を通過してくる大気中のパーティクルが、密閉空間 9 内に入り込まないようにしている。

[0047] この装置を用い、導入口 9 4 にクリーンエア（パーティクルが含まれていない標準エア）の導入配管を接続し、導出口 9 5 にパーティクルカウンターの空気導入口に向かう配管を接続した状態で、回転軸 8 3 を回転する。その際に、密閉空間 9 内の気体が導出口 9 5 からパーティクルカウンターに向けて排出され、排出された気体と同体積のクリーンエアが導入口 9 4 から導入されるようにした。

[0048] この状態で、常温、常圧、アキシャル荷重 29.4 N (3.0 kgf)、回転速度 1700 min⁻¹の条件で、回転軸 8 3 を一方向に回転し、所定数回転毎に密閉空間 9 内の 1 CF (立方フィート) 当たりのパーティクル数（粒径 0.1 μm 以下のもの）を連続して 5 回ずつ測定した。5 回の測定結果の

うち最も個数が少なかった値を図8のグラフにプロットした。

[0049] なお、回転開始直後は、通常、回転部分に付着しているパーティクルが飛散することに伴って、カウントされるパーティクル個数が急激に増加し、この飛散が終わると急激に減少する。そのため、回転開始直後は、測定間隔を約1時間に1回、5時間後まで測定している。この回転開始直後の複数個のプロットが、図8の横軸「0」に近い位置に存在する。

[0050] 図8のグラフに示すように、潤滑剤の塗布量が 1.0 g/m^2 と 10.0 g/m^2 の軸受から発生したパーティクル個数は、総回転数が 1×10^7 回から 10×10^7 回までの間で大きな変化はなく、 300 個/CF 以下であった。 $0.1 \mu\text{m}$ 以下のパーティクル個数が 350 個/CF 以下であると、FED-STD-209の規格でクラス10に相当する。よって、潤滑剤の塗布量が 1.0 g/m^2 と 10.0 g/m^2 である軸受はクリーン度が高いことが分かる。

[0051] これに対して、潤滑剤の塗布量が 0.75 g/m^2 の場合は、総回転数が 5×10^7 回を超えると、発生するパーティクル個数が急増したため、総回転数 6×10^7 回で測定を終了した。これは、潤滑剤の塗布量が少なすぎて、軸受が潤滑不足による寿命に至ったためと考えられる。

この結果から、潤滑剤塗布量として、内輪軌道溝12と外輪軌道溝22とボール3の合計表面積 1 m^2 当たり 1.0 g が、微量潤滑下での動摩擦トルク値を小さくしながら 6×10^7 回転の軸受寿命が得られるための下限値とすることができる。

[0052] [実施例2]

実施例2では、転動体の数の違いによる、転がり軸受の動摩擦トルクおよびパーティクル発生個数の違いを調べた。

<動摩擦トルク試験>

図1の転がり軸受として呼び番号6812の深溝玉軸受を用い、下記の方法で動摩擦トルクを調べる試験を行った。各寸法は、軸受内径 $d = 60 \text{ mm}$ 、軸受外径 $D = 78 \text{ mm}$ 、軸受幅 $t = 10 \text{ mm}$ であり、 $A = ((D - d) /$

2) = 9 mm、 $A/t = 0.9$ である。すなわち、この転がり軸受は上記(1)式を満たす。

[0053] 内輪1および外輪2は、S U J 2製で通常の方法で作製されたものである。ボール3は、S U J 2製で通常の方法で作製されたものである。ボール3の数は、それぞれ21個（最大個数）、20個（最大個数の95.2%）、19個（最大個数の90.5%）、18個（最大個数の85.7%）、17個（最大個数の81.0%）、16個（最大個数の76.2%）、15個（最大個数の71.4%）、14個（最大個数の66.7%）、13個（最大個数の61.9%）、12個（最大個数の57.1%）、11個（最大個数の52.3%）、10個（最大個数の47.6%）の12種類とした。シールド板5は、S P C Cからなる鋼板をプレス成形することで得られたものである。

[0054] 保持器4としては、図2に示す形状で、P P共重合体とP T F Eからなる樹脂組成物（質量比でP P共重合体：P T F E = 90：10）を圧縮成形後、機械加工により得られたものを用意した。P P共重合体とP T F Eは実施例1と同じものを使用した。

ボール3の個数が異なる12種類の転がり軸受について、内輪軌道溝12と外輪軌道溝22とボール3の表面に、これらの合計表面積1 m²当たり1.0 g、10.0 gとなる量の潤滑剤（実施例1と同じクリーンルーム対応リチウム系グリース）を塗布して、同じ構成の転がり軸受（24種類）を2個ずつ組み立てた。保持器4のポケット部41の数はZ個であり、ボール3の個数がZより少ないサンプルでは、保持器4のポケット部41の一部にボール3を入れない。その際に、複数個のボール3が極力、保持器4の円周方向に均等に配置されるようにした。

[0055] これらの軸受を参考例の場合と同様に、図3に示す試験装置に、試験軸受61として、保持器が同じ転がり軸受を2個ずつ取り付けて、試験軸受61の動摩擦トルクを調べる試験を行った。

常温、常圧、回転速度70 min⁻¹で、回転軸60を一方向に回転し、15

分経過した時点での動摩擦トルク値（接線力からの換算値）のノミナル値（図4のa）を調べて、その結果を図9のグラフに示した。荷重条件は、予圧バネ63による88.2 N（16 kgf）の予圧荷重（アキシアル荷重）と、ハウジング自重による4.9 N（500 gf）の荷重（ラジアル荷重）である。

[0056] 図9のグラフに示すように、転動体装填率（Zを100とした時の比率）が小さくなるにつれて、60%程度までは動摩擦トルク値が低下しているが、さらに小さくなると上昇に転じている。上昇に転じる理由は、転動体列の多角形化に伴い転がり軸受の回転性能が低下するためと推測される。

そして、潤滑剤の塗布量が1.0 g/m²の場合と10.0 g/m²の場合で上昇に転じる転動体装填率に差はあるが、この結果から、潤滑剤の塗布量が1.0～10.0 g/m²の範囲で転動体装填率を70%以上90%以下とすることが、動摩擦トルク値の低下に有効であると言える。

[0057] <パーティクル個数測定>

内輪1、外輪2、ボール3、保持器4、およびシールド板5は、動摩擦トルク試験用と同じものを使用した。

ボール3の数は、それぞれ21個（最大個数）、19個（最大個数の90.5%）、17個（最大個数の81.0%）、15個（最大個数の71.4%）、13個（最大個数の61.9%）、11個（最大個数の52.3%）の6種類とした。

ボール3の個数が異なる6種類の転がり軸受について、内輪軌道溝12と外輪軌道溝22とボール3の表面に、これらの合計表面積1 m²当たり1.0 gとなる量の潤滑剤（実施例1と同じクリーンルーム対応リチウム系グリース）を塗布して、同じ構成の転がり軸受（6種類）を2個ずつ組み立てた。

[0058] これらの軸受を図7に示すパーティクル測定装置の試験軸受81として取り付けて、実施例1と同じ方法で、試験軸受81の回転により生じるパーティクル数を測定した。試験条件は、常温、常圧、回転速度70 min⁻¹と300 min⁻¹で、予圧バネ63による88.2 N（16 kgf）の予圧荷重（ア

キシアル荷重)と、ハウジング自重による4.9 N (500 g f)の荷重 (ラジアル荷重)である。

[0059] 回転開始から24時間後に、密閉空間9内の1 CF (立方フィート)当たりのパーティクル数 (粒径0.1 μm 以下のもの)を連続して5回ずつ測定した。5回の測定結果のうち最も個数が少なかった値を、回転速度毎に図10のグラフにプロットした。

図10のグラフに示すように、回転速度が70 min^{-1} および300 min^{-1} のいずれの場合も、転動体装填率が70%よりも小さくなるとパーティクル個数が急増している。これは、転動体列の多角形化に伴い転がり軸受の回転性能が低下したことに起因すると推測される。この結果から、潤滑剤の塗布量が1.0 g/m^2 の場合は、転動体装填率70%以上が好ましいといえることができる。

符号の説明

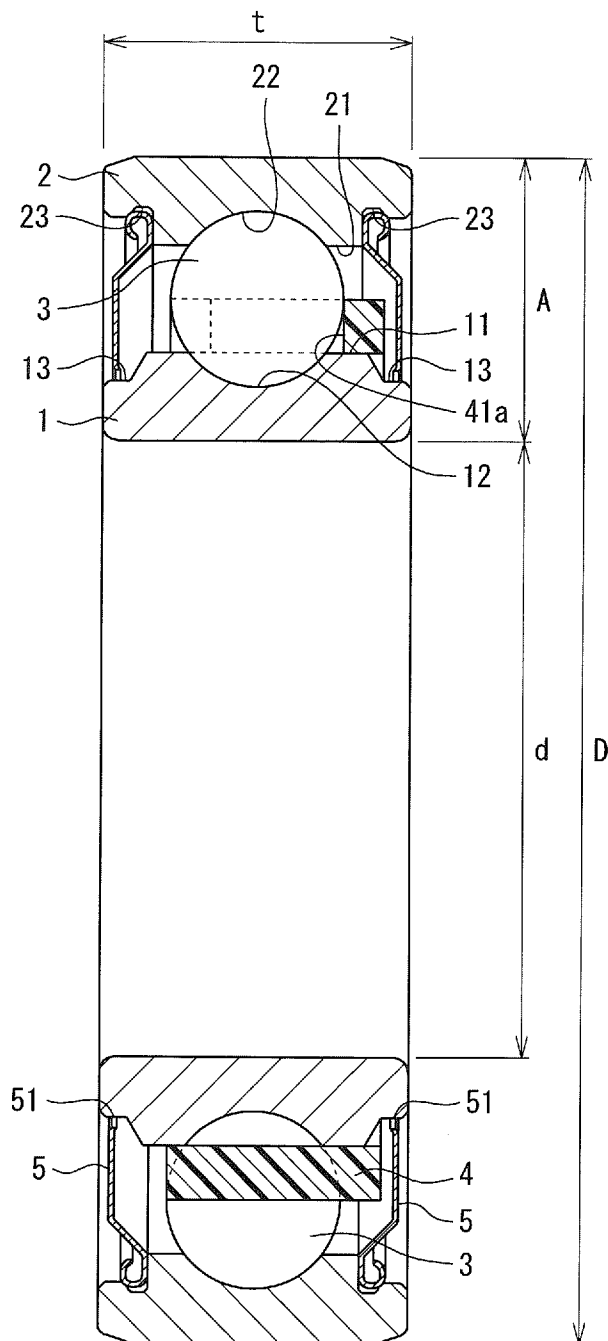
- [0060]
- 1 内輪
 - 1 1 内輪の外周面
 - 1 2 内輪軌道溝
 - 2 外輪
 - 2 1 外輪の内周面
 - 2 2 外輪軌道溝
 - 2 3 シールド板の取り付け溝
 - 3 ボール (転動体)
 - 4 保持器
 - 4 1 ポケット部
 - 4 1 a 転動体保持面
 - 4 2 開口部
 - 5 シールド板
 - 6 0 回転軸
 - 6 1 試験軸受

- 6 2 軸受ホルダー
- 6 3 予圧バネ
- 6 4 糸
- 6 5 フォースゲージ
- 7 0 フィルム
- 7 1 搬送ローラ
- 7 2 転がり軸受
- 7 3 フィルム搬送装置
- 8 1 試験軸受
- 8 2 回転体
 - 8 2 1 回転体の円柱状突起
- 8 3 回転軸
 - 8 3 1 回転軸の環状部
 - 8 3 a カップリング
 - 8 3 b モータ
- 8 4 ハウジング
- 8 5 環状体
- 8 6 バネ
- 8 7 サポート軸受
- 8 8 ハウジング
 - 8 8 1 環状体
- 8 9 磁気シール
- 9 密閉空間
 - 9 1 筒体
 - 9 2 前面板
 - 9 3 仕切り板
 - 9 4 導入口
 - 9 5 導出口

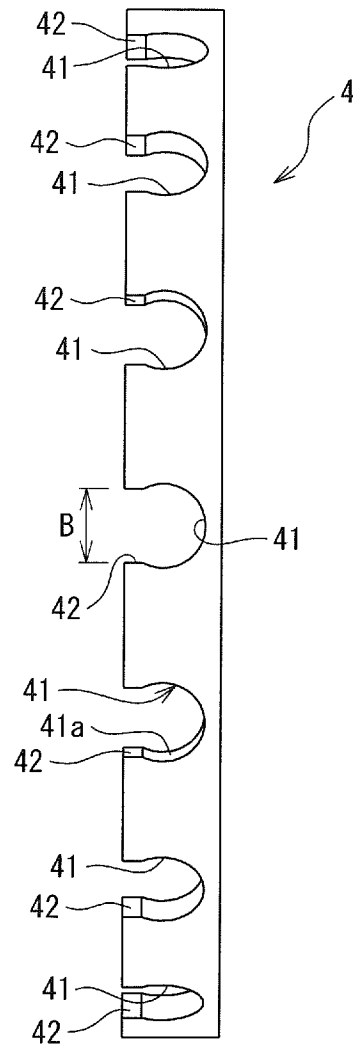
請求の範囲

- [請求項1] 内輪、外輪、複数の転動体、および円環状の保持器を有し、
前記保持器は、PPまたはPP共重合体（ポリプロピレンまたはプロピレンと他のオレフィンとの共重合体）を主成分とし、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）を含有する樹脂組成物を圧縮成形後、機械加工することで形成されたものであり、
前記保持器の案内形式は軌道輪案内であり、前記内輪および外輪の軌道面と前記転動体の転動面に、これらの合計表面積1 m²当たり1.0 g以上10 g以下となる量の潤滑剤が塗布されていることを特徴とする転がり軸受。
- [請求項2] 前記転動体の数が、最大個数の70%以上90%以下に相当する数である請求項1記載の転がり軸受。
- [請求項3] 軸受内径をd、軸受外径をD、軸受幅をtとした時、下記の(1)式を満たす請求項1または2記載の転がり軸受。
$$\left((D - d) / 2 \right) / t \leq 1.07 \dots (1)$$
- [請求項4] フィルム搬送装置でフィルムとの摩擦力で回転する従動ローラの回転軸を支持する用途で使用する請求項1～3のいずれか1項に記載の転がり軸受。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか1項に記載された転がり軸受を備えているフィルム搬送装置。

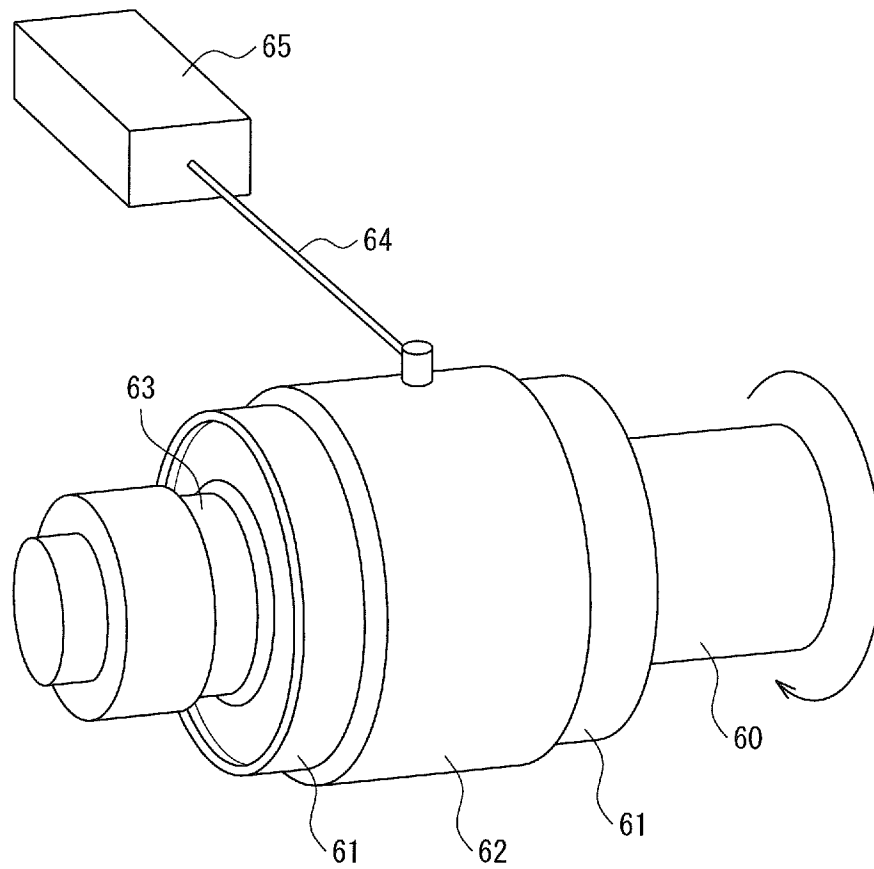
[図1]



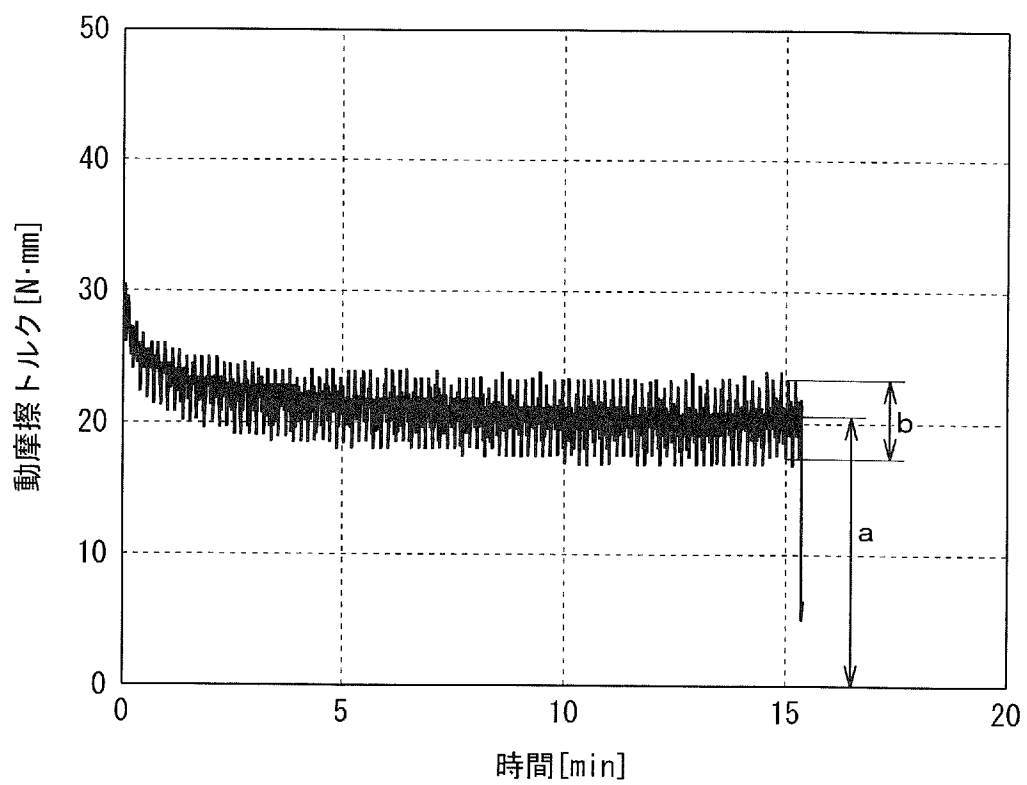
[図2]



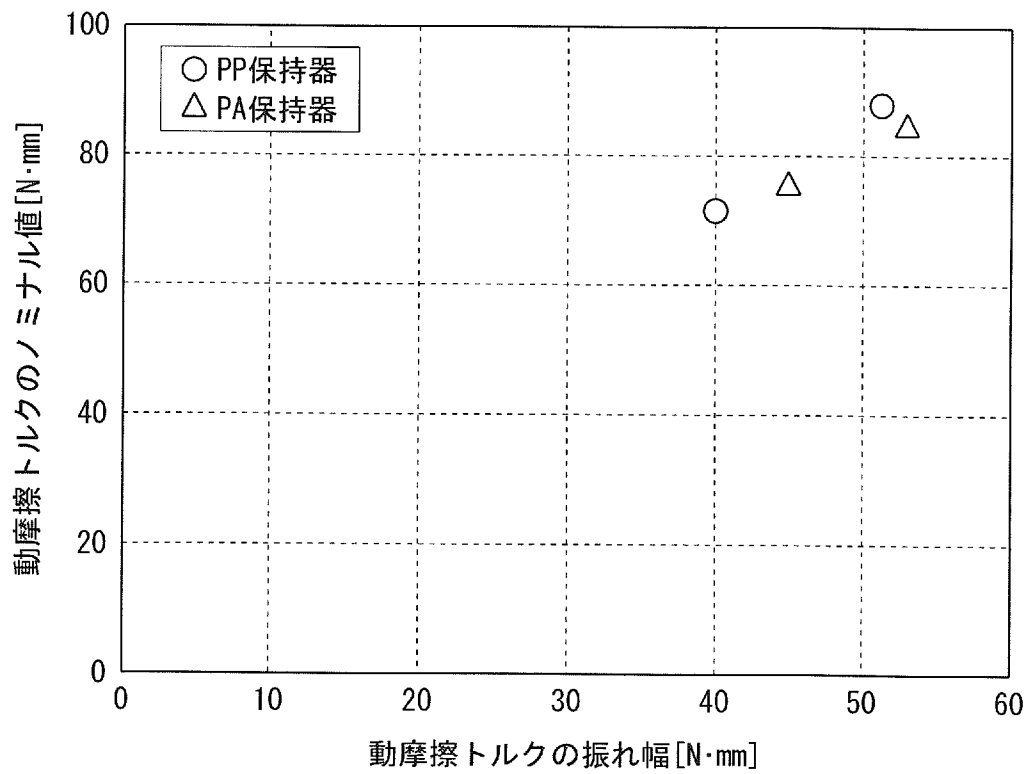
[図3]



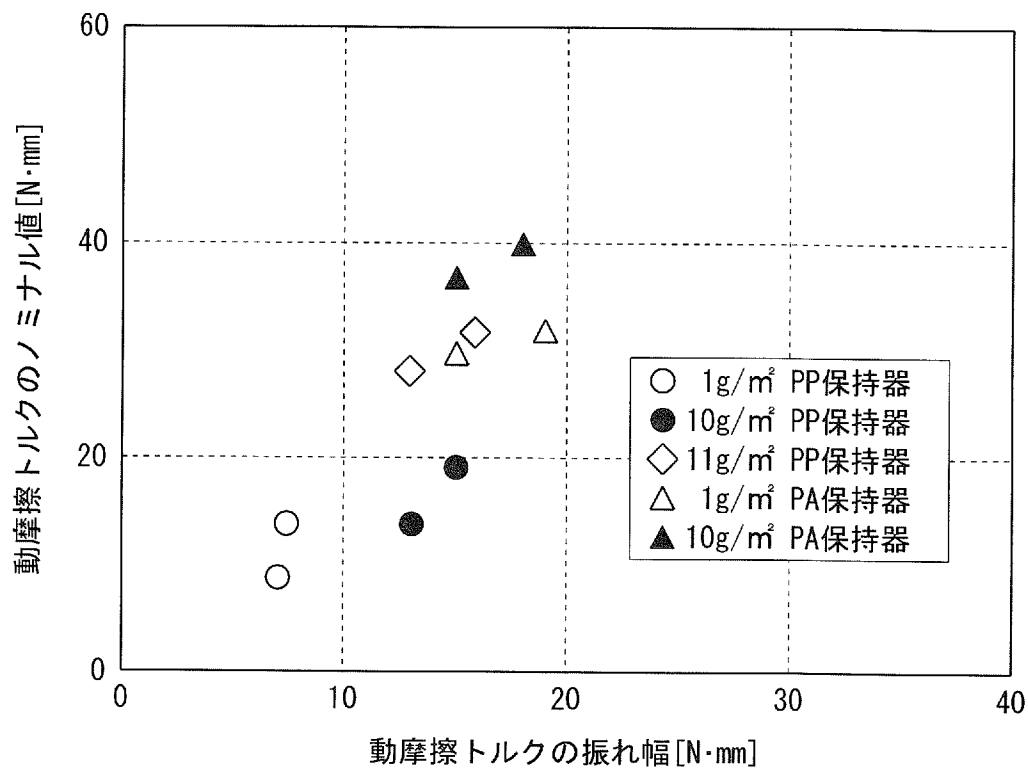
[図4]



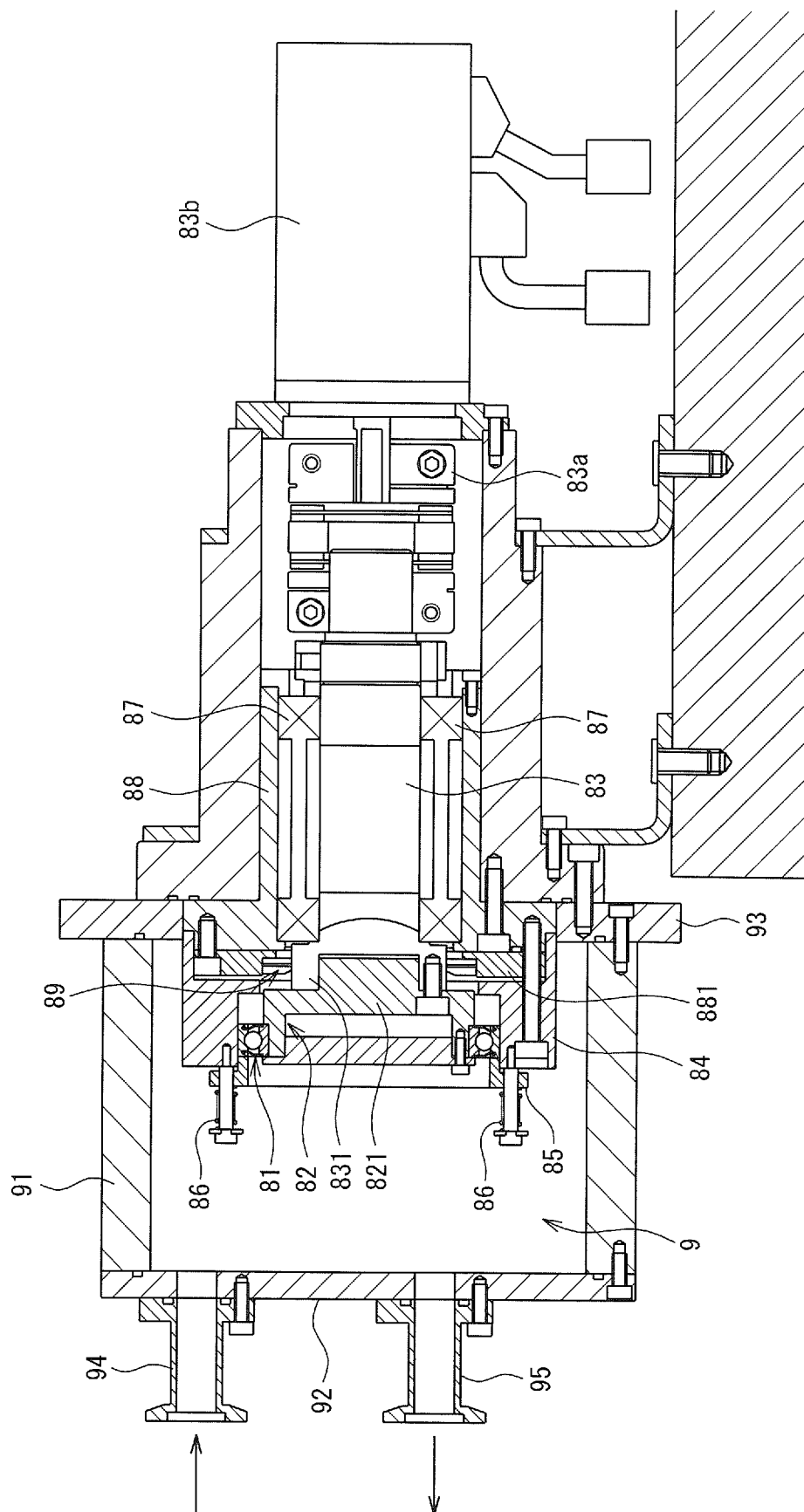
[図5]



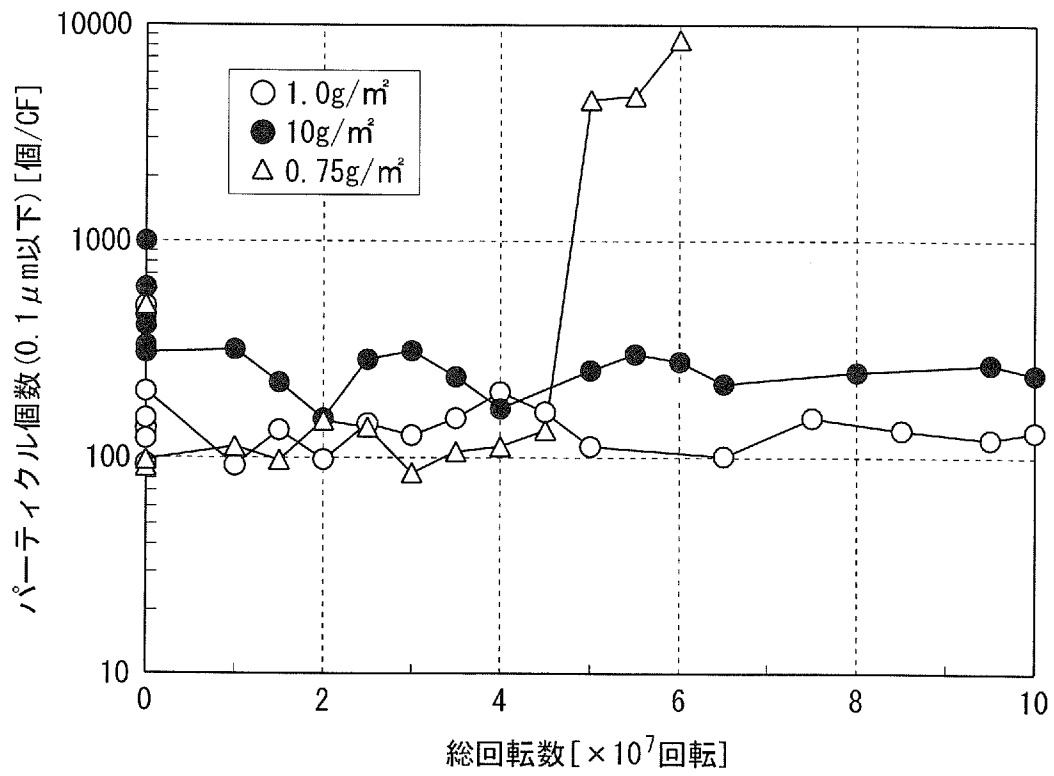
[図6]



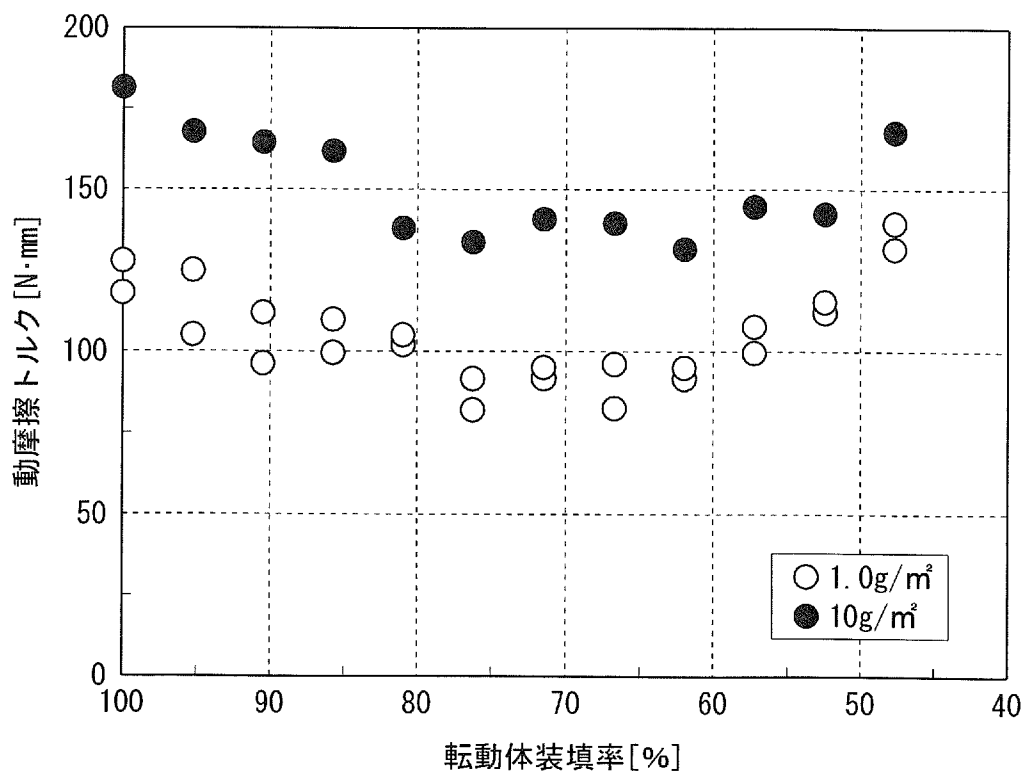
[図7]



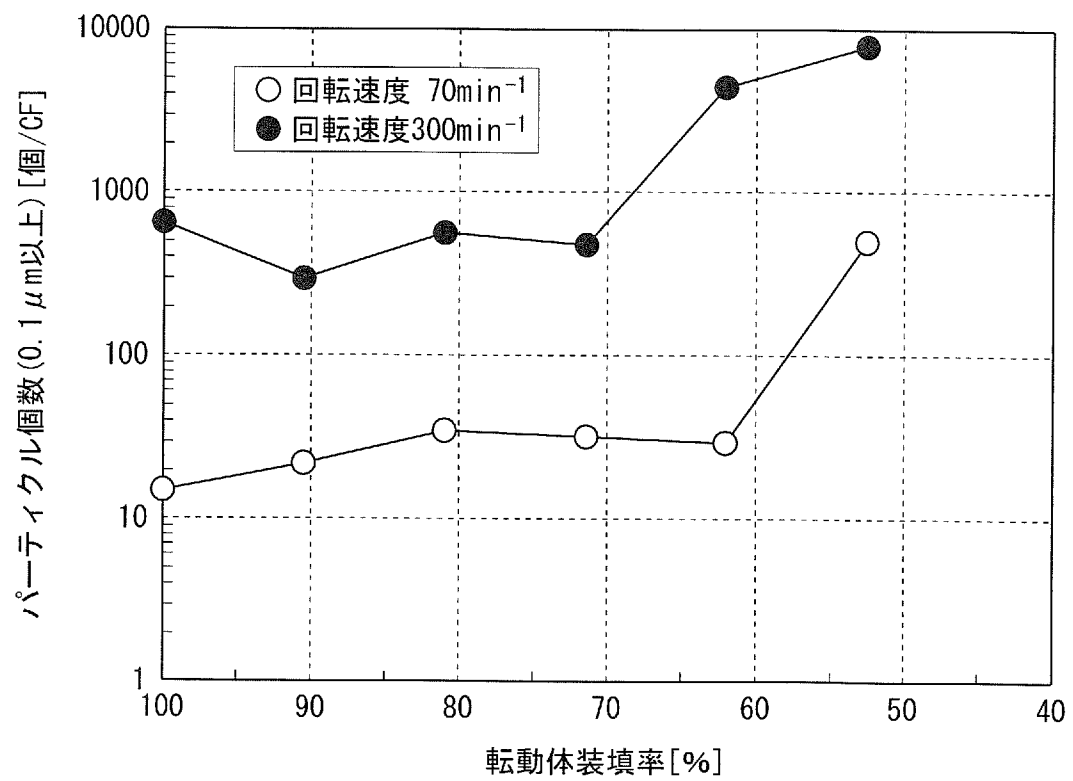
[図8]



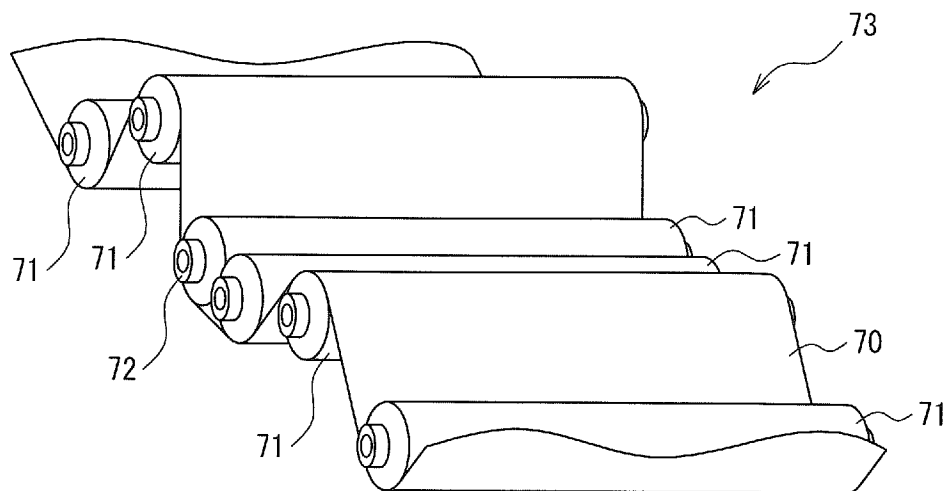
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C33/44(2006.01)i, F16C13/02(2006.01)i, F16C19/06(2006.01)i, F16C33/66(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16C33/44, F16C13/02, F16C19/06, F16C33/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-226623 A (NSK Ltd.), 10 November 2011 (10.11.2011), paragraphs [0001] to [0007], [0012] to [0024] (Family: none)	1-5
Y	JP 2011-47500 A (NSK Ltd.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0001], [0011], [0047] to [0051] (Family: none)	1-5
Y	JP 2007-298054 A (NSK Ltd.), 15 November 2007 (15.11.2007), paragraph [0005] (Family: none)	2-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 September, 2012 (24.09.12)

Date of mailing of the international search report
09 October, 2012 (09.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/005226

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-21610 A (NSK Ltd.), 02 February 2012 (02.02.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
P, A	JP 2012-67912 A (NSK Ltd.), 05 April 2012 (05.04.2012), paragraphs [0010] to [0020] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C33/44(2006.01)i, F16C13/02(2006.01)i, F16C19/06(2006.01)i, F16C33/66(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C33/44, F16C13/02, F16C19/06, F16C33/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2011-226623 A (日本精工株式会社) 2011. 11. 10, 段落【0001】 - 【0007】, 【0012】 - 【0024】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2011-47500 A (日本精工株式会社) 2011. 03. 10, 段落【0001】, 【0011】, 【0047】 - 【0051】 (ファミリーなし)	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 9 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 9 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

瀬川 裕

3 J

3 5 2 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-298054 A (日本精工株式会社) 2007. 11. 15, 段落【0005】 (ファミリーなし)	2-5
A	JP 2012-21610 A (日本精工株式会社) 2012. 02. 02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
P, A	JP 2012-67912 A (日本精工株式会社) 2012. 04. 05, 段落【0010】 - 【0020】 (ファミリーなし)	1-5