

(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
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/101432 A1

(51) 国際特許分類:

C10M 169/02 (2006.01) C10M 115/08 (2006.01)
C10M 105/04 (2006.01) C10M 117/00 (2006.01)
C10M 105/18 (2006.01) F16C 19/06 (2006.01)
C10M 105/32 (2006.01) F16C 33/66 (2006.01)
C10M 105/50 (2006.01) C10N 10/04 (2006.01)
C10M 107/02 (2006.01) C10N 30/08 (2006.01)
C10M 107/50 (2006.01) C10N 40/02 (2006.01)
C10M 115/06 (2006.01) C10N 50/10 (2006.01)

(72) 発明者: 浅井 佑介(ASAI Yusuke); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP). 榎本 祐介(ENOMOTO Yusuke); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP). ▲高▼田 真太郎(TAKATA Shintaro); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/043140

(22) 国際出願日: 2017年11月30日(30.11.2017)

(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 2016-233443 2016年11月30日(30.11.2016) JP
特願 2017-220393 2017年11月15日(15.11.2017) JP

(71) 出願人: ミネベアミツミ株式会社(MINEBEA MITSUMI INC.) [JP/JP]; 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6 - 7 3 Nagano (JP).

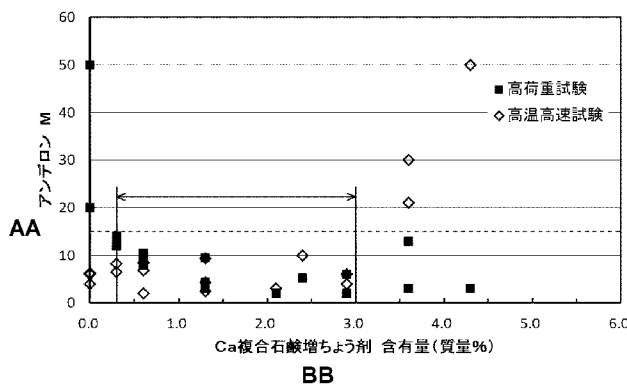
(74) 代理人: 日比谷 征彦, 外(HIBIYA Yukihiko et al.); 〒1230843 東京都足立区西新井栄町一丁目19番31号 ザステージオ・イースト717 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: GREASE COMPOSITION AND ROLLING BEARING

(54) 発明の名称: グリース組成物および転がり軸受

[図2]



(57) Abstract: Provided are: a grease composition obtained by mixing a fluorine-based grease, a urea-based grease, and a soap-based grease (calcium complex soap grease, calcium soap grease, barium soap grease, magnesium soap grease, or sodium soap grease); and a rolling bearing in which the grease composition is enclosed.

(57) 要約: フッ素系グリースとウレア系グリースと石鹸系グリース(カルシウム複合石鹸グリース、カルシウム石鹸グリース、バリウム石鹸グリース、マグネシウム石鹸グリース、又はナトリウム石鹸グリース)とを混合してなるグリース組成物、及び該グリース組成物が封入されている転がり軸受。

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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

明 細 書

発明の名称： グリース組成物および転がり軸受

技術分野

[0001] 本開示は、グリース組成物および転がり軸受に関し、詳細には、高温高速下のみならず高荷重環境下においても優れた音響特性を実現するグリース組成物、並びに小型モータに適した転がり軸受に関する。

背景技術

[0002] 自動車向けに使用されるファンモータや高速モータ等の小型モータに使用される転がり軸受としては、例えば外径 22 mm 以下の所謂小径玉軸受がある。このような小径玉軸受は高温環境下での耐久性が要求されることから、従来、潤滑剤として、耐熱性や耐酸化性に優れるフッ素系グリースや、フッ素系グリースと耐熱性に優れるウレア系グリースとのハイブリットグリースなどが使用されている。

例えば特許文献 1 には、高温耐久性と低温トルク性の実現を図るべく、フッ素系基油（パーフルオロポリエーテル油）に増ちょう剤としてフッ素樹脂粒子と、特定のアスパラギン酸エステル系防錆剤及び油性剤を含有するグリースを封入した転がり軸受が開示されている。

また相手材に対する耐摩耗性や耐漏洩性、洗浄性などの改善を図り且つコスト面も考慮した、パーフルオロポリエーテル基油と増ちょう剤として特定のカルボン酸金属塩を配合したグリース組成物が提案されている（特許文献 2）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第 4 2 3 9 5 1 4 号公報

特許文献2：日本国特許第 4 5 0 5 9 5 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のフッ素系グリース、特にパーフルオロポリエーテルを基油とするフッ素系グリースは耐熱性に優れるものの、高荷重下あるいはミスアッセンブリによる過荷重下で使用された場合、基油であるフッ素油（パーフルオロポリエーテル）が分解し、それにより発生したフッ酸によって、軸受の転送面などの金属表面において腐食を引き起こすことが知られている。転送面に生じた金属腐食は、音響特性の悪化や回転不良の発生の要因となり得る。

このため、高温・高速環境下のみならず、高荷重下において使用した場合においても、転がり軸受における回転不良の発生や音響上昇の抑制を実現できるグリースへの要望がある。

[0005] 本開示は、このような状況に鑑みなされたものであって、高温・高速環境下及び高荷重下において音響上昇が抑制できるグリース組成物、並びに該グリース組成物の適用により、耐熱音響特性及び耐荷重音響特性に優れる転がり軸受を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本願の発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、フッ素系増ちょう剤、ウレア系増ちょう剤、及びカルシウム複合石鹼増ちょう剤等の石鹼系の増ちょう剤の3種の増ちょう剤を、それぞれ特定量にて基油に配合することにより、高温高速試験及び高荷重試験における音響上昇が抑制でき、耐熱性及び耐荷重性に優れるグリース組成物となることを見出し、本開示を完成させた。

[0007] すなわち本開示の一態様は、基油として、フッ素系基油及び非フッ素系基油と、増ちょう剤として、フッ素系増ちょう剤及びウレア系増ちょう剤、並びにカルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤及びナトリウム石鹼増ちょう剤からなる群から選択される少なくとも一種の石鹼系の増ちょう剤とを含有してなるグリース組成物に関する。

[0008] 中でも本開示の好ましい態様として、前記ウレア系増ちょう剤が、脂肪－芳香族ウレア、脂環－脂肪族ウレア及び脂肪族ウレアのうち少なくとも一種

を含むことが好ましい。

そして前記ウレア系増ちょう剤が、下記一般式（１）で表されるジウレア化合物を含む、態様が好ましい。



（式中、 R_1 及び R_3 は、夫々独立して、一価の脂肪族炭化水素基、一価の脂環式炭化水素基、又は一価の芳香族炭化水素基を表し、且つ、 R_1 及び R_3 のうち少なくとも一方は、一価の脂肪族炭化水素基又は一価の脂環式炭化水素基を表し、

R_2 は、二価の芳香族炭化水素基を表す。）

[0009] また、グリース組成物の全量（１００質量％）に対して、フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して７０～９０質量％と、フッ素系増ちょう剤を９～１８質量％と、ウレア系増ちょう剤を０．５～７質量％と、カルシウム複合石鹼増ちょう剤を０．３～３質量％とを含有してなることが好ましい。さらに前記カルシウム複合石鹼増ちょう剤が、脂肪族ジカルボン酸とモノアミドモノカルボン酸とのカルシウム複合石鹼であることが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して７０～９０質量％と、フッ素系増ちょう剤を９～１８質量％と、ウレア系増ちょう剤を０．５～７質量％と、カルシウム石鹼増ちょう剤を０．３～３質量％とを含有してなることが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して７０～９０質量％と、フッ素系増ちょう剤を９～１８質量％と、ウレア系増ちょう剤を０．５～７質量％と、バリウム石鹼増ちょう剤を０．６～３．６質量％とを含有してなることが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して７０～９０質量％と、フッ素系増ちょう剤を９～１８質量％と、ウレア系増ちょう剤を０．５～７質量％と、マグネシウム石鹼増ちょう剤を０．６～３．６質量％とを含有してなることが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系基油及び非フッ素系

基油を合計して70～90質量%と、フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、ナトリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%とを含有してなることが好ましい。

[0010] また前記非フッ素系基油が、炭化水素系合成油、エーテル系合成油、エステル系合成油、及びシリコン系合成油からなる群から選択される一種以上であることが好ましい。

[0011] 本開示はまた、前記グリース組成物が封入されている、転がり軸受も対象とする。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、上述の構成を有するグリース組成物を転がり軸受に適用することにより、高温下並びに高荷重下における良好な音響性能を実現し、耐熱性及び耐荷重性に優れる転がり軸受を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本開示に係る転がり軸受の構造を説明する模式図である。

[図2]図2は、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びカルシウム複合石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量を変化させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験及び耐荷重性試験の結果（Mバンドのアンデロン値）を示す図である。

[図3]図3は、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びカルシウム石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、カルシウム石鹼増ちょう剤の含有量を変化させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験及び耐荷重性試験の結果（Mバンドのアンデロン値）を示す図である。

[図4]図4は、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びバリウム石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、バリウム石鹼増ちょう剤の含有量を変化させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験及び耐荷重性試験の結果（Mバンドのアンデロン値）を示す図である。

[図5]図5は、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びマグネシウム石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、マグネシウム石鹼増ちょう剤の含有

量を変化させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験及び耐荷重性試験の結果（Mバンドのアンデロン値）を示す図である。

[図6]図6は、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びナトリウム石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、ナトリウム石鹼増ちょう剤の含有量を変化させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験及び耐荷重性試験の結果（Mバンドのアンデロン値）を示す図である。

[図7]図7は、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びリチウム石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、リチウム石鹼増ちょう剤の含有量を変化させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験及び耐荷重性試験の結果（Mバンドのアンデロン値）を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 前述したように、フッ素系グリースでは、高荷重下での使用においてフッ素油（基油）が分解し、フッ酸の発生による金属表面の腐食が生じるという問題があり、特にフッ素油の中でも、直鎖構造を有するパーフルオロポリエーテルを基油としたグリースにおいて、この問題が発生し易い。

この問題を解決するべく、本願の発明者らは、耐熱性を保持し且つ耐荷重性をも備えるグリース組成物の構成を検討したところ、耐熱性に優れるフッ素系グリースとウレア系グリースのハイブリッドグリースにおいて、さらに増ちょう剤としてカルシウム複合石鹼増ちょう剤等の石鹼系の増ちょう剤を含有する石鹼系グリースの配合が、高荷重環境におけるレース面の腐食対策につながることを見出した。

[0015] そしてまず本願の発明者らは、3種（フッ素系グリース、ウレア系グリース、石鹼系グリースの例としてカルシウム複合石鹼グリース）の混合グリースにおいて、フッ素系グリースの配合量を一定としてフッ素系グリースの影響を排除した上で、ウレア系グリースとカルシウム複合石鹼グリースの配合量を種々変化させ、これらの配合量の変化が混合グリースの耐熱性や耐荷重性に如何なる影響を及ぼすかを比較検討した。なお本開示では、混合グリースを使用した軸受を高温・高速環境下又は高荷重環境下で回転させた後、ア

ンデロンメータを用いて音響性能を測定し、得られたアンデロン値を、耐熱性及び耐荷重性の指標とした。従って後述するように、本開示において、耐荷重性試験（耐荷重性評価）とは、高荷重環境下で軸受を回転させた後の音響評価試験を意味し、耐熱性試験（耐熱性評価）とは、高温環境下で軸受を回転させた後の音響評価試験を意味する。

するとカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が特定量を超えると、耐荷重性試験では、アンデロン値で評価される音響上昇の抑制が実現でき、含有量の増加とともに音響評価が好適となることが確認された。

一方、耐熱性試験では、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が特定量までは音響上昇の抑制が実現できたものの、特定量を超えると途端に音響上昇が発生した。

これらの知見に基づき、さらにフッ素系グリースの配合量を変化させた場合においても同様の評価を実施し、耐荷重性試験並びに耐熱性試験のいずれにおいても良好な音響特性が得られる配合量を確認した。

さらに、石鹼系グリースとして、カルシウム石鹼グリース、バリウム石鹼グリース、マグネシウム石鹼グリース、並びにナトリウム石鹼グリースを採用して同様の評価を実施し、これら石鹼系グリースにおいても、耐荷重性試験並びに耐熱性試験のいずれにおいても良好な音響特性が得られる配合量を見出した。

[0016] 一例として、図2に、3種（フッ素系グリース、ウレア系グリース、カルシウム複合石鹼グリース）の混合グリース（グリース組成物）において、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びカルシウム複合石鹼グリースの配合量を種々変更させた場合の、アンデロンメータによる耐熱性試験（予圧39N、試験温度180℃、回転速度21,000rpm、200時間）及び耐荷重性試験（予圧500N、試験温度：室温、回転速度3,000rpm、100時間）の結果を示す（詳細手順、並びに結果の詳細は後述の実施例参照）。

詳細には、図2は、3種の混合グリースにおいて、フッ素系グリースの配

合量を90～49質量%（混合グリース全量100質量%に対するフッ素系増ちょう剤の含有量：17.8～9.8質量%）、ウレア系グリースの配合量を0～48質量%（混合グリース全量100質量%に対するウレア系増ちょう剤の含有量：0～7.2質量%）、カルシウム複合石鹼グリースの配合量を0～29質量%（混合グリース全量100質量%に対するカルシウム複合石鹼増ちょう剤の配合量：0～4.3質量%）に、種々変化させたグリースについて、耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのアンデロン値を測定したとき、3種の混合グリース全量に対するカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量（質量%）を横軸に、試験完了後のMバンドのアンデロン値を縦軸に示したものである。なお図中、横に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示す（本実施例の試験条件において、アンデロン値が15以上では顕著な摩耗がみられたため、15未満を好適と評価）。

図2に示すように、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が特定量（図2の場合はおよそ0.3質量%、特に0.5質量%）を超えると、耐荷重性試験（高荷重試験：■（黒四角））では、アンデロン値で評価される音響上昇の抑制が実現でき、含有量の増加とともに音響評価が好適となることが確認された。

一方、耐熱性試験（高温高速試験：◇（ひし形））では、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が特定量（図2の場合はおよそ3質量%）までは音響上昇の抑制が実現できたものの、特定量を超えると途端に音響上昇が発生した。

これら図2の結果に示すように、フッ素系グリース、ウレア系グリース及びカルシウム複合石鹼グリースの3種の混合グリースにおいて、混合グリース全量に対するカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量を0.3～3質量%、特に0.5～3質量%（混合グリース全量に対するカルシウム複合石鹼グリースの配合量：2～20質量%、特に4～20質量%）としたとき、耐荷重性試験並びに耐熱性試験のいずれにおいても良好な音響特性を得られることが確認できた。図2において、横軸に対して平行に付された矢印で示す範

囲は、耐荷重性試験及び耐熱性試験後のいずれにおいても良好な音響特性（アンデロン値：15未満）が得られるカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量範囲を示したものである。

そして本願の発明者らは、図2に示す結果に基づき、これら3種のグリース（3種の増ちょう剤）の配合割合の上限及び下限を検討し、本開示に係る発明を完成させたものである。

[0017] 本開示に係る転がり軸受に封入されるグリース組成物（以降、単に“グリース組成物”と称する）は、下記に説明するような特定の増ちょう剤を組み合わせ合わせて配合してなることを特徴とする。以下具体的に説明する。

[0018] [転がり軸受]

まず以下に添付図面を参照して、本開示に係る転がり軸受の好ましい実施形態について詳細に説明する。なお、以下の実施形態により本開示に係る発明が限定されるものではない。

[0019] 図1は、本開示の好ましい実施形態の転がり軸受（玉軸受）10の径方向の断面図である。

転がり軸受10は、従来技術の転がり軸受と同様の基本構造を有するものであって、環状の内輪11と外輪12と複数の転動体13と保持器14と環状シール部材15（15a、15b）とを具備する。

[0020] 内輪11は、シャフトの中心軸と同軸に設置される円筒形の構造体である。

外輪12は、内輪11の外周側に内輪11と同軸に配置される円筒形の構造体である。

複数の転動体13の各々は、内輪11と外輪12との間に形成される軸受空間（環状の空間）16内の軌道に配置された球体（玉）である。すなわち、本実施形態における転がり軸受10は玉軸受である。

軸受空間16内には、潤滑剤として、グリース組成物Gが封入される。環状シール部材15（15a、15b）は、例えば鋼板により形成され、外輪12の内周面から内輪11側に突起し、軸受空間16を外界から遮断する。

なお、軸受空間 1 6 内部へのグリース組成物 G の封入量は、例えばその容積の 5 ～ 5 0 % である。トルク性能と寿命性能を両立させるためには 2 5 ～ 3 5 % 程度の量が好ましい。

[0021] 外輪 1 2 の内周面には、断面が円弧状の凹部 1 2 a が外輪 1 2 の周方向に形成されている。また、内輪 1 1 の外周面には、断面が円弧状の凹部 1 1 a が内輪 1 1 の周方向に形成されている。複数の転動体 1 3 は、凹部 1 1 a および凹部 1 2 a により周方向に案内される。

[0022] 保持器 1 4 は、軌道内に配置されて複数の転動体 1 3 を保持する。保持器 1 4 は、シャフトの中心軸と同軸に設置される環状体であり、中心軸の方向における一方の側に、転動体 1 3 を保持するための複数の凹部を備え、各凹部内に転動体 1 3 が収容された構造を有する。なお、保持器 1 4 の形状（冠形や波形等）や材質（鋼板製あるいは樹脂製等）は任意であり、特定の形状や材質に限定されない。

[0023] 以上の構成を有する転がり軸受 1 0 において、グリース組成物 G は、転動体 1 3 と保持器 1 4 との間、および、転動体 1 3 と内輪 1 1 ないし外輪 1 2 との間における摩擦を低減するように作用する。図 1 に示される構成から解るように、転がり軸受 1 0 に封入されたグリース組成物 G は、転がり軸受 1 0 が回転する際に、転動体 1 3 と内輪 1 1 ないし外輪 1 2 との間に侵入する。

[0024] [グリース組成物]

次に、本開示の転がり軸受に封入されるグリース組成物について説明する。

[0025] <基油>

本実施形態に係る転がり軸受に封入されるグリース組成物において、基油としてフッ素系基油と非フッ素系基油を使用する。

[0026] フッ素系基油としては、例えばパーフルオロポリエーテル（P F P E）を主成分とするものが挙げられる。なお P F P E は、一般式： $R_f O (C F_2 O)_p (C_2 F_4 O)_q (C_3 F_6 O)_r R_f$ （ R_f ：パーフルオロ低級アルキル基

、 p 、 q 、 r ：整数）で表される化合物である。

なおパーフルオロポリエーテルは直鎖型と側鎖型に大別され、直鎖型は側鎖型に比べて動粘度の温度依存性が小さい。これは、直鎖型は、低温環境下において側鎖型より粘度が低く、高温環境下では側鎖型より粘度が大きくなることを意味する。特に高温環境下で使用を想定した場合、適用箇所からのグリースの流出やそれに伴う枯渇を抑制する観点から、高温環境下における粘度は高いことが望ましく、すなわち、直鎖型のパーフルオロポリエーテルの使用が好ましい。

[0027] 非フッ素系基油としては特に限定されるものではなく、一般的にグリース基油として使用される、炭化水素系合成油、アルキルエーテル油あるいはアルキルジフェニルエーテル油などのエーテル系合成油、エステル系合成油、シリコン系合成油などを単独または混合して使用できる。

[0028] 上記炭化水素系合成油としては、例えばノルマルパラフィン、イソパラフィン、ポリブテン、ポリイソブチレン、1-デセンオリゴマー、1-デセントエチレンオリゴマーなどのポリアルファオレフィン（PAO）が挙げられる。

エステル系合成油としては、例えばジブチルセバケート、ジ-2-エチルヘキシルセバケート、ジオクチルセバケート、ジオクチルアジペート、ジイソデシルアジペート、ジトリデシルアジペート、ジトリデシルフタレート、メチル・アセチルシノレートなどのジエステル油、トリオクチルトリメリテート、トリ-2-エチルヘキシルトリメリテート、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート、テトラ-2-エチルヘキシルピロメリテートなどの芳香族エステル油、トリメチロールプロパンカプリレート、トリメチロールプロパンペラルゴネート、ペンタエリスリトール-2-エチルヘキサノエート、ペンタエリスリトールペラルゴネートなどのポリオールエステル油、炭酸エステル油などが挙げられる。

アルキルジフェニルエーテル油としては、モノアルキルジフェニルエーテル、ジアルキルジフェニルエーテル、ポリアルキルジフェニルエーテルなど

が挙げられる。

上述した中でも、芳香族エステル油が好ましく、単独または混合して使用できる。

[0029] 上記フッ素系基油と非フッ素系基油の配合割合は特に限定されないが、例えば基油の合計量 100 質量%に対して、フッ素系基油：非フッ素系基油＝95～5 質量%：5～95 質量%、例えば同＝95～40 質量%：5～60 質量%などとすることができる。

また本発明のグリース組成物の全量に対するフッ素系基油、及び、非フッ素系基油を合計した基油全体の割合は 70～90 質量%、例えば 75～95 質量%、75～85 質量%とすることができる。

[0030] <増ちょう剤>

本発明のグリース組成物においては、増ちょう剤としてフッ素系増ちょう剤及びウレア系増ちょう剤、並びにカルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤及びナトリウム石鹼増ちょう剤からなる群から選択される少なくとも一種の石鹼系の増ちょう剤を添加する。

中でも、グリース組成物の全量に対して、フッ素系増ちょう剤を 9～18 質量%と、ウレア系増ちょう剤を 0.5～7 質量%と、カルシウム複合石鹼増ちょう剤を 0.3～3 質量%とを含有することが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系増ちょう剤を 9～18 質量%と、ウレア系増ちょう剤を 0.5～7 質量%と、カルシウム石鹼増ちょう剤を 0.3～3 質量%とを含有することが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系増ちょう剤を 9～18 質量%と、ウレア系増ちょう剤を 0.5～7 質量%と、バリウム石鹼増ちょう剤を 0.6～3.6 質量%とを含有することが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系増ちょう剤を 9～18 質量%と、ウレア系増ちょう剤を 0.5～7 質量%と、マグネシウム石鹼増ちょう剤を 0.6～3.6 質量%とを含有することが好ましい。

あるいは、グリース組成物の全量に対して、フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、ナトリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%とを含有することが好ましい。

なおフッ素系増ちょう剤及びウレア系増ちょう剤、並びにカルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤及びナトリウム石鹼増ちょう剤からなる群から選択される少なくとも一種の石鹼系の増ちょう剤の合計量（増ちょう剤合計量）は、グリース組成物の全量に対して、10～30質量%、特に10～20質量%となるように配合することが好ましい。

[0031] <フッ素系増ちょう剤>

フッ素系増ちょう剤としては、フッ素樹脂粒子が好ましく、例えばポリテトラフルオロエチレン（PTFE）の粒子を用いることが好ましい。PTFEは、テトラフルオロエチレンの重合体であり、一般式： $[C_2F_4]_n$ （ n ：重合度）で表される。

その他、採用し得るフッ素系増ちょう剤として、例えばパーフルオロエチレンプロピレンコポリマー（FEP）、エチレンテトラフルオロエチレンコポリマー（ETFE）、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）が挙げられる。

上記PTFE粒子の大きさは特に限定されないが、例えば平均粒径で0.5～100 μm のポリテトラフルオロエチレンを使用することができる。またPTFE粒子はその形状について特に限定されず、球状、多面形状、針状などであってもよい。

[0032] 上記フッ素系増ちょう剤は、グリース組成物の全量に対して9～18質量%の量にて使用することが好ましい。

[0033] <ウレア系増ちょう剤>

ウレア化合物は、耐熱性、耐水性ともに優れ、特に高温での安定性が良好なため、高温環境下での適用箇所において増ちょう剤として好適に用いられる。

ウレア系増ちょう剤としては、ジウレア化合物、トリウレア化合物、ポリウレア化合物などのウレア化合物を使用できる。特に、耐熱性及び音響特性（静音性）の点から、ジウレア化合物を使用することが好ましい。また、ウレア化合物の種類としては、脂肪－芳香族ウレア、脂環－脂肪族ウレア及び脂肪族ウレアのうち少なくとも一種を含むことが好ましい。

これらウレア系増ちょう剤として、従来公知のウレア化合物を用いることができる。

[0034] 中でも本発明に適したウレア系増ちょう剤として、下記一般式（１）で表されるジウレア化合物を挙げることができる。



上記式（１）中、 R_1 及び R_3 は、夫々独立して、一価の脂肪族炭化水素基、一価の脂環式炭化水素基、又は一価の芳香族炭化水素基を表し、且つ、 R_1 及び R_3 のうち少なくとも一方が、一価の脂肪族炭化水素基又は一価の脂環式炭化水素基を表す。

また R_2 は、二価の芳香族炭化水素基を表す。

[0035] 上記一価の脂肪族炭化水素基としては、例えば炭素原子数６乃至２６の直鎖状又は分枝鎖状の飽和又は不飽和のアルキル基が挙げられる。

上記一価の脂環式炭化水素基としては、例えば炭素原子数５乃至１２のシクロアルキル基が挙げられる。

また上記芳香族炭化水素基としては、例えば炭素原子数６乃至２０の一価又は二価の芳香族炭化水素基が挙げられる。

[0036] ウレア系増ちょう剤として用いるウレア化合物は、アミン化合物とイソシアネート化合物を用いて合成可能である。

ここで使用するアミン化合物として、ヘキシルアミン、オクチルアミン、ドデシルアミン、ヘキサデシルアミン、オクタデシルアミン、ステアリルアミン、オレイルアミンなどに代表される脂肪族アミンや、シクロヘキシルアミンなどに代表される脂環式アミンの他に、アニリン、p-トルイジン、エトキシフェニルアミンなどに代表される芳香族アミンが用いられる。

またイソシアネート化合物として、フェニレンジイソシアネート、トリレンジイソシアネート、ジフェニルジイソシアネート、ジフェニルメタンジイソシアネート等の芳香族ジイソシアネートや、オクタデカンジイソシアネート、デカンジイソシアネート、ヘキサンジイソシアネート等の脂肪族ジイソシアネートなどが用いられる。

中でも、アミン原料として脂肪族アミンと芳香族アミンをアミン原料に用い、これと芳香族ジイソシアネートとを用いて合成し得られる脂肪-芳香族ジウレア化合物を用いることが好ましい。

なお、アミン原料として芳香族モノアミンと芳香族ジイソシアネートとを用いて得られる芳香族ジウレア化合物をウレア系増ちょう剤として用いた場合は、異音が発生するおそれがあるため、使用を検討する必要がある。

[0037] 上記ウレア系増ちょう剤は、グリース組成物の全量に対して0.5～7質量%の量にて使用することが好ましい。

[0038] <石鹼系の増ちょう剤>

本発明では、上記のフッ素系増ちょう剤及びウレア系増ちょう剤に加えて、石鹼系の増ちょう剤を使用する。

石鹼系の増ちょう剤として、本発明では、カルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤を使用する。

[0039] <カルシウム複合石鹼増ちょう剤>

本発明では、より耐熱性を改良したカルシウム複合石鹼を用いることが好ましく、例えば高級脂肪酸と低級脂肪酸のカルシウム複合石鹼や、二塩基酸と脂肪酸のカルシウム塩からなるカルシウム複合石鹼などを用いることができる。

中でも、本発明のグリース組成物に使用するカルシウム複合石鹼増ちょう剤としては、脂肪族ジカルボン酸とモノアミドモノカルボン酸とのカルシウム複合石鹼を用いることが好適である。

[0040] 上記脂肪族ジカルボン酸としては、炭素原子数が2～20の飽和または不

飽和のジカルボン酸が用いられる。

飽和ジカルボン酸としては、例えばシュウ酸、マロン酸、コハク酸、メチルコハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ノナメチレンジカルボン酸、デカメチレンジカルボン酸、ウンデカンジカルボン酸、ドデカンジカルボン酸、トリデカンジカルボン酸、テトラデカンジカルボン酸、ペンタデカンジカルボン酸、ヘキサデカンジカルボン酸、ヘプタデカンジカルボン酸、オクタデカンジカルボン酸等が挙げられ、好ましくはアジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ノナメチレンジカルボン酸、デカメチレンジカルボン酸、ウンデカンジカルボン酸、ドデカンジカルボン酸、トリデカンジカルボン酸、テトラデカンジカルボン酸、ペンタデカンジカルボン酸、ヘキサデカンジカルボン酸、ヘプタデカンジカルボン酸、オクタデカンジカルボン酸等が用いられる。

また、不飽和ジカルボン酸としては、例えばマレイン酸、フマル酸、2-メチレンコハク酸、2-エチレンコハク酸、2-メチレングルタル酸等のアルケニルコハク酸などが用いられる。

これらの飽和または不飽和のジカルボン酸は、単独であるいは2種以上混合して用いてもよい。

[0041] 上記モノアミドモノカルボン酸としては、前記脂肪族ジカルボン酸における一方のカルボキシル基がアミド化されたものが挙げられる。

このときカルボキシル基をアミド化するアミンとしては、例えばブチルアミン、アミルアミン、ヘキシルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、ノニルアミン、デシルアミン、ラウリルアミン、ミリスチルアミン、パルミチルアミン、ステアリルアミン、ベヘニルアミン等の脂肪族第1級アミン、ジプロピルアミン、ジイソプロピルアミン、ジブチルアミン、ジアミルアミン、ジラウリルアミン、モノメチルラウリルアミン、ジステアリルアミン、モノメチルステアリルアミン、ジミリスチルアミン、ジパルミチルアミン等の脂肪族第2級アミン、アリルアミン、ジアリルアミン、オレイルアミン、

ジオレイルアミン等の脂肪族不飽和アミン、シクロプロピルアミン、シクロブチルアミン、シクロペンチルアミン、シクロヘキシルアミン等の脂環式アミン、アニリン、メチルアニリン、エチルアニリン、ベンジルアミン、ジベンジルアミン、ジフェニルアミン、 α -ナフチルアミン等の芳香族アミンなどが挙げられる。

中でもヘキシルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、ノニルアミン、デシルアミン、ラウリルアミン、ミリスチルアミン、パルミチルアミン、ステアリルアミン、ベヘニルアミン、ジブチルアミン、ジアミルアミン、モノメチルラウリルアミン、モノメチルステアリルアミン、オレイルアミン等が好適に用いられる。

[0042] 上記カルシウム複合石鹼増ちょう剤は市販品を好適に使用できる。

また非フッ素系基油中で、脂肪族ジカルボン酸及びモノアミドモノカルボン酸を加え、攪拌可能な温度であり、反応を効率的に進行する温度であり、且つ、基油の劣化を生じさせない温度（例えば約80～180℃）に加熱し攪拌して、ここに水酸化カルシウムを加えて、カルシウム複合石鹼を形成させたものを使用してもよい。

[0043] 上記カルシウム複合石鹼増ちょう剤は、グリース組成物の全量に対して0.3～3質量%の量にて使用することが好ましい。

[0044] <カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤>

上記カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤として、脂肪族モノカルボン酸の金属塩、すなわち、脂肪族モノカルボン酸のカルシウム塩、バリウム塩、マグネシウム塩、ナトリウム塩を用いることができる。

上記脂肪族カルボン酸は、直鎖、分岐鎖、飽和、不飽和のいずれでもよく、一般に炭素原子数2乃至30程度、例えば炭素原子数12乃至24の脂肪酸を用いることができる。具体的には、酪酸、カプロン酸、カプリル酸、ペラルゴン酸、カプリン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステ

アリン酸、ベヘニン酸等の飽和脂肪酸、オレイン酸、リノール酸、リシレン酸、リシノール酸（リシノレイン酸）等の不飽和脂肪酸が挙げられる。

中でも、上記カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤としては、ステアリン酸、ラウリン酸、リシノール酸のカルシウム塩、バリウム塩、マグネシウム塩、ナトリウム塩を、代表例として挙げるができる。

上記カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤は市販品を好適に使用できる。

[0045] 上記カルシウム石鹼増ちょう剤は、グリース組成物の全量に対して、0.3～3質量%の量にて使用することが好ましい。

また上記バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤は、グリース組成物の全量に対して、バリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%にて、マグネシウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%にて、ナトリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%にて、使用することが好ましい。

[0046] <その他添加剤>

また、グリース組成物には、上記必須成分に加えて、必要に応じてグリース組成物に通常使用される添加剤を、本発明の効果を損なわない範囲において含むことができる。

このような添加剤の例としては、酸化防止剤、極圧剤、金属不活性剤、摩擦防止剤（耐摩耗剤）、錆止め剤、油性向上剤、粘度指数向上剤、増粘剤などが挙げられる。

これらその他の添加剤を含む場合、その添加量（合計量）は、通常、グリース組成物の全量に対して0.1～10質量%である。

[0047] 例えば上記酸化防止剤としては、例えばオクタデシル-3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート、ペンタエリスリトールテトラキス[3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]、2,4-ビス-(n-オクチルチオ)-6-(4-

ヒドロキシ-3, 5-ジ-tert-ブチルアニリン)-1, 3, 5-トリアジン、1, 3, 5-トリメチル-2, 4, 6-トリス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)ベンゼン、トリエチレングリコールビス[3-(3-tert-ブチル-5-メチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]、1, 6-ヘキサンジオールビス[3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]、2, 2-チオージエチレンビス[3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]、N, N'-ヘキサメチレンビス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシ-ヒドロシンナミド)等のヒンダードフェノール系酸化防止剤、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール、および4, 4-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)等のフェノール系酸化防止剤、トリフェニルアミン、フェニル- α -ナフチルアミン、アルキル化フェニル- α -ナフチルアミン、フェノチアジン、アルキル化フェノチアジン等のアミン系酸化防止剤等が挙げられる。

[0048] また極圧剤としては、例えばリン酸エステル、亜リン酸エステル、リン酸エステルアミン塩等のリン系化合物、スルフィド類、ジスルフィド類等の硫黄系化合物、塩素化パラフィン、塩素化ジフェイル等の塩素系化合物、ジアルキルジチオリン酸亜鉛、ジアルキルジチオカルバンミン酸モリブデン等の硫黄系化合物の金属塩等が挙げられる。

[0049] 金属不活性剤としては、ベンゾトリアゾール、亜硝酸ソーダ等が挙げられる。

[0050] また耐摩耗剤はトリクレジルホスフェートや高分子エステルを挙げることができる。

上記高分子エステルとしては、例えば脂肪族1価カルボン酸及び2価カルボン酸と、多価アルコールとのエステルが挙げられる。上記高分子エステルの具体例としては、例えばクローダジャパン社製のPRIO LUBE（登録商標）シリーズなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0051] 本発明のグリース組成物は、上記各種基油と、各種増ちょう剤を所定の割

合となるように混合し、所望によりその他添加剤を配合して得ることができる。

また、フッ素系基油とフッ素系増ちょう剤からなるフッ素系グリース、非フッ素系基油とウレア系増ちょう剤からなるウレア系グリース、そして非フッ素系基油と石鹼系の増ちょう剤（カルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、又はナトリウム石鹼増ちょう剤）からなる石鹼系グリース（カルシウム複合石鹼グリース、カルシウム石鹼グリース、バリウム石鹼グリース、マグネシウム石鹼グリース、又はナトリウム石鹼グリース）の3種のベースグリースと、所望によりその他添加剤とを配合し、得ることもできるし、前記ベースグリースの1種又は2種と、残りの基油及び増ちょう剤、そして所望によりその他添加剤とを配合し、製造してもよい。

通常、ベースグリースに対する増ちょう剤の含有量は10～30質量％程度であり、例えば上記3種のベースグリースにおいて、各ベースグリースに対する各増ちょう剤の含有量は、それぞれ、フッ素系増ちょう剤：15～30質量％、ウレア系増ちょう剤：10～20質量％、そして石鹼系の増ちょう剤（カルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤、ナトリウム石鹼増ちょう剤）：10～20質量％とすることができる。

[0052] 本実施形態の転がり軸受は、特に、自動車、家電機器、情報機器等の小型モータ（例えば、ブラシレスモータ、ファンモータ）の転がり軸受として使用されるのが好ましい。

[0053] 本開示に係る発明は、本明細書に記載された実施形態や具体的な実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範囲内で種々の変更、変形が可能である。

例えば、上記実施形態では、転がり軸受として玉軸受を挙げたが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の転がり軸受、たとえばころ軸受にも適用可能である。

実施例

[0054] 以下、本開示に係る発明を実施例により、さらに詳しく説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。

[0055] 〔グリース組成物の評価〕

下記各表に示す配合量にて実施例 1 乃至実施例 6 並びに比較例 1 乃至比較例 5 1 に使用するグリース組成物を調製した。

[0056] なおグリースの調製に用いた各成分の詳細及びその略称は以下のとおりである。

(a) 基油

(a 1) フッ素系基油：直鎖パーフルオロポリエーテル (P F P E)

(a 2) 非フッ素系基油：合成油 1 ポリアルファオレフィン油とエステル油との混合油

(a 3) 非フッ素系基油：合成油 2 ポリアルファオレフィン油

(b) 増ちょう剤

(b 1) フッ素系増ちょう剤：P T F E (ポリテトラフルオロエチレン、粒径 1 0 ~ 2 5 μ m)

(b 2 - 1) ウレア系増ちょう剤：脂肪 - 芳香族ウレアを含むウレア化合物

(b 2 - 2) ウレア系増ちょう剤：脂環 - 脂肪族ウレアを含むウレア化合物

(b 2 - 3) ウレア系増ちょう剤：脂肪族ウレアを含むウレア化合物

(b 3 - 1) C a 複合石鹼増ちょう剤：脂肪族ジカルボン酸とモノアミドモノカルボン酸とのカルシウム複合石鹼

(b 3 - 2) C a 石鹼増ちょう剤：1 2 O H C a 石鹼 (1 2 - ヒドロキシステアリン酸カルシウム)

(b 3 - 3) B a 石鹼増ちょう剤：1 2 O H B a 石鹼 (1 2 - ヒドロキシステアリン酸バリウム)

(b 3 - 4) M g 石鹼増ちょう剤：1 2 O H M g 石鹼 (1 2 - ヒドロキシステアリン酸マグネシウム)

(b 3 - 5) N a 石鹼増ちょう剤：1 2 O H N a 石鹼 (1 2 - ヒドロキシス

テアリン酸ナトリウム)

(b 3-6) Li 石鹼増ちょう剤: 12 OHL i 石鹼 (12-ヒドロキシステアリン酸リチウム)

なお一般に、ウレア系増ちょう剤 (b 2-1 ~ b 2-3) は、該ウレア系増ちょう剤と非フッ素系基油: 合成油 1 (a 2) を含むベースグリース全量に対して 10 ~ 20 質量%にて添加され、また、Ca 複合石鹼増ちょう剤 (b 3-1)、Ca 石鹼増ちょう剤 (b 3-2)、Ba 石鹼増ちょう剤 (b 3-3)、Mg 石鹼増ちょう剤 (b 3-4)、Na 石鹼増ちょう剤 (b 3-5) 又は Li 石鹼増ちょう剤 (b 3-6) は、該 Ca 複合石鹼増ちょう剤、Ca 石鹼増ちょう剤、Ba 石鹼増ちょう剤、Mg 石鹼増ちょう剤、Na 石鹼増ちょう剤又は該 Li 石鹼増ちょう剤と非フッ素系基油: 合成油 2 (a 3) を含むベースグリース全量に対して 10 ~ 20 質量%にて添加される。

(c) その他添加剤・酸化防止剤: アミン系酸化防止剤・極圧剤: リン系極圧添加剤

なおその他添加剤は、実施例及び比較例の各グリース組成物 (全質量) に対して、上記酸化防止剤、極圧剤をあわせて 3 質量%となるように添加した。

[0057] 得られたグリース組成物の特性について、以下の手順を用いて耐熱性試験および耐荷重性試験を行った後、音響特性について評価した。

[0058] <試験方法> 1. 耐熱性試験

鋼シールド付き玉軸受 (内径 8 mm、外径 22 mm、幅 7 mm) に、試験グリース組成物を、軸受容積の 25 % ~ 35 % で封入した。この玉軸受をハウジングにセットして、外輪に対してアキシャル方向より 39 N の予圧をかけた後、軸受内径にシャフトを挿入して、試験用モータの回転軸にシャフトを結合し、玉軸受が内輪回転するようにした。

ついで、前記ハウジングを 180 °C に加熱し、試験温度 180 °C、回転速度 21,000 rpm で 200 時間回転させた後、下記手順にて音響評価試験を行った。各実施例および比較例の試験グリースにつき、それぞれ 3 回ず

つ試験を行い、平均値を求めた。

[0059] 2. 耐荷重性試験

鋼シールド付き玉軸受（内径 8 mm、外径 22 mm、幅 7 mm）に、試験グリース組成物を、軸受容積の 25%～35%で封入した。この玉軸受をハウジングにセットして、外輪に対してアキシャル方向より 500 Nの予圧をかけた後、軸受内径にシャフトを挿入して、試験用モータの回転軸にシャフトを結合し、玉軸受が内輪回転するようにした。

ついで、室温にて、回転速度 3,000 rpmで100時間回転させた後、下記手順にて音響評価試験を行った。各実施例および比較例の試験グリースにつき、それぞれ3回ずつ試験を行い、平均値を求めた。

[0060] <音響評価>

各試験グリース組成物を使用した玉軸受の音響性能を、アンデロンメータを用いて、Mバンド（300～1800 Hz）のアンデロン値を測定することにより評価した。

詳細には、上述の手順にて各玉軸受を所定時間回転させた後、予圧、温度条件及び回転数はそのままに、玉軸受の外輪の外周に半径方向にて速度型ピックアップを接触させ、外輪に伝わる機械的振動を検出してアンデロン値を算出し、以下の基準にて各試験における音響性能を評価した（測定上のアンデロン値の最大値：50）。なお、Mバンドの周波数：300～1800 Hzは、人にとって耳障りな音と言われている。

<評価基準>

本実施例の試験条件において、アンデロン値が15以上では顕著な摩耗がみられたため、15未満を好適と評価する。

A：平均アンデロン値が15未満

N：平均アンデロン値が15以上

結果を表1乃至表9に、並びに図2乃至図7に示す。なお、表中の配合量：質量%は組成物の全質量に対する値である。

[0061]

[表1]

[表1] Ca 複合石鹸		実施例 (Ca 複合石鹸)																比較例 (後掲)	
		(配合量: 質量%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18
基油		(a1) フッ素系	71.2	62.1	62.1	62.1	62.1	55.2	55.2	55.2	55.2	39.2	39.2	39.2	39.2	55.2	55.2	55.2	39.2
		(a2) 非フッ素系	3.4	14.7	13	8.8	0.2	22.1	20.4	16.2	7.6	37.4	33.2	28.9	24.6	11.9	11.9	3.4	20.4
		(a3) 非フッ素系	3.4	1.7	3.4	7.6	16.2	1.7	3.4	7.6	16.2	3.4	7.6	11.9	16.2	11.9	11.9	20.4	20.4
増ちよう剤		(b1) フッ素系	17.8	15.6	15.6	15.6	15.6	13.8	13.8	13.8	13.8	9.8	9.8	9.8	9.8	13.8	13.8	13.8	9.8
		(b2-1) ウレア系	0.6	2.6	2.3	1.6	0.5	3.9	3.6	2.9	1.3	6.6	5.9	5.1	4.3			0.6	3.6
		(b2-2) ウレア系														2.1			
		(b2-3) ウレア系															2.1		
		(b3-1) Ca 複合石鹸	0.6	0.3	0.6	1.3	2.4	0.3	0.6	1.3	2.9	0.6	1.3	2.1	2.9	2.1	2.1	3.6	3.6
添加剤		(b3-2) Ca 石鹸																	
		(b3-3) Ba 石鹸																	
		(b3-4) Mg 石鹸																	
		(b3-5) Na 石鹸																	
		(b3-6) Li 石鹸																	
耐熱性評価		アンデロン値	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		判定	8.5	8.2	8.5	9.4	10	6.5	6.8	4.3	6.0	2.0	2.5	3.0	4.0	5.5	4.8	30	21
		アンデロン値	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N
耐荷重性評価		判定	9.5	14	10.4	9.5	5.2	12	9.4	4.3	6.0	8.0	3.0	2.0	2.0	5.5	4.8	3.0	13
		判定	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0062]

[表2]

[表2] Ca 石鹸		実施例 (Ca 石鹸)																比較例 (後述)		
		(配合量: 質量%)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	22	23	23
基油		(a1) フッ素系	71.2	62.1	62.1	62.1	62.1	55.2	55.2	55.2	55.2	39.2	39.2	39.2	39.2	55.2	55.2	55.2	39.2	39.2
		(a2) 非フッ素系	3.4	14.7	13	8.8	0.2	22.1	20.4	16.2	7.6	39.1	37.4	33.2	24.6	11.9	11.9	3.4	20.4	20.4
		(a3) 非フッ素系	3.4	1.7	3.4	7.6	16.2	1.7	3.4	7.6	16.2	1.7	3.4	7.6	16.2	11.9	11.9	20.4	20.4	20.4
増ちよう剤		(b1) フッ素系	17.8	15.6	15.6	15.6	15.6	13.8	13.8	13.8	13.8	9.8	9.8	9.8	9.8	13.8	13.8	13.8	9.8	9.8
		(b2-1) ウレア系	0.6	2.6	2.3	1.6	0.5	3.9	3.6	2.9	1.3	6.9	6.6	5.9	4.3			0.6	3.6	3.6
		(b2-2) ウレア系														2.1				
		(b2-3) ウレア系															2.1			
		(b3-1) Ca 複合石鹸																		
		(b3-2) Ca 石鹸	0.6	0.3	0.6	1.3	2.4	0.3	0.6	1.3	2.9	0.3	0.6	1.3	2.9	2.1	2.1	3.6	3.6	3.6
添加剤		(b3-3) Ba 石鹸																		
		(b3-4) Mg 石鹸																		
		(b3-5) Na 石鹸																		
		(b3-6) Li 石鹸																		
			3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
			14	7.2	7.5	9	10	9.4	12	7.8	9.5	9	9.5	10	12	4.5	5.8	25	20	20
耐熱性評価	アンデロン値	判定	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N
			10.4	12	9.5	8	5	14	14	3.2	8.2	11	8.5	9.2	9.6	5.2	5.3	7.8	11	11
耐荷重性評価	アンデロン値	判定	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0063]

[表3]

[表 3] B a 石 鹸

比較例(後掲)		実施例(Ba石鹸)														比較例(後掲)		
		26	27	28	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			42
(配合量:質量%)																		
基油	(a1)フッ素系	55.2	62.1	39.2	71.2	62.1	62.1	62.1	55.2	55.2	55.2	55.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2
	(a2)非フッ素系	22.1	14.7	39.1	3.4	13	8.8	0.2	20.4	16.2	7.6	3.4	37.4	33.2	24.6	20.4	16.6	10.2
	(a3)非フッ素系	1.7	1.7	1.7	3.4	3.4	7.6	16.2	3.4	7.6	16.2	20.4	3.4	7.6	16.2	20.4	24.2	30.6
増ちよう剤	(b1)フッ素系	13.8	15.6	9.8	17.8	15.6	15.6	15.6	13.8	13.8	13.8	13.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	(b2-1)ウレア系	3.9	2.6	6.9	0.6	2.3	1.6	0.5	3.6	2.9	1.3	0.6	6.6	5.9	4.3	3.6	2.9	1.8
	(b2-2)ウレア系																	
	(b2-3)ウレア系																	
	(b3-1)Ca複合石鹸																	
	(b3-2)Ca石鹸																	
添加剤	(b3-3)Ba石鹸	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	1.3	2.4	0.6	1.3	2.9	3.6	0.6	1.3	2.9	3.6	4.3	5.4
	(b3-4)Mg石鹸																	
	(b3-5)Na石鹸																	
	(b3-6)Li石鹸																	
耐熱性評価	アンデロン値	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	判定	7.2	5.5	4.3	5.5	6.5	8	7	6	5.2	2.5	5	4.8	4.4	5.4	6.5	16	50
耐荷重性評価	アンデロン値	18	16	16	4	6	6.5	7	5	2.5	4	4.5	7.0	6.6	5.2	6	5.5	5.5
	判定	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0064]

[表4]

[表 4] Mg 石鹸		(配合量:質量%)	比較例(後掲)			実施例(Mg石鹸)														比較例(後掲)	
			33	34	35	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	36	37		
基油		(a1)フツ素系	55.2	62.1	39.2	71.2	62.1	62.1	62.1	55.2	55.2	55.2	55.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2		
		(a2)非フツ素系	22.1	14.7	39.1	3.4	13	8.8	0.2	20.4	16.2	7.6	3.4	37.4	33.2	24.6	20.4	16.6	10.2		
		(a3)非フツ素系	1.7	1.7	1.7	3.4	3.4	7.6	16.2	3.4	7.6	16.2	20.4	3.4	7.6	16.2	20.4	24.2	30.6		
	増ちよう剤		(b1)フツ素系	13.8	15.6	9.8	17.8	15.6	15.6	15.6	13.8	13.8	13.8	13.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	
		(b2-1)ウレア系	3.9	2.6	6.9	0.6	2.3	1.6	0.5	3.6	2.9	1.3	0.6	6.6	5.9	4.3	3.6	2.9	1.8		
		(b2-2)ウレア系																			
		(b2-3)ウレア系																			
		(b3-1)Ca複合石鹸																			
		(b3-2)Ca石鹸																			
		(b3-3)Ba石鹸																			
添加剤		(b3-4)Mg石鹸	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	1.3	2.4	0.6	1.3	2.9	3.6	0.6	1.3	2.9	3.6	4.3	5.4		
		(b3-5)Na石鹸																			
		(b3-6)Li石鹸																			
			3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
耐熱性評価	アンデロン値	9.5	4.5	4	6.5	5	6	4.5	6.5	4.5	4.5	4.5	9	4.6	5.5	6.5	8	18	50		
	判定	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N		
耐荷重性評価	アンデロン値	17	20	17	5	6	7	7	7.5	7.8	3	6.0	8	6.5	6.5	6	6.5	7	7		
	判定	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		

[0065]

[表5]

比較例(後掲)		実施例(Na石鹸)														比較例(後掲)		
		40	41	42	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65			66
基油	(配合量:質量%)																	
	(a1)フッ素系	55.2	62.1	39.2	71.2	62.1	62.1	62.1	55.2	55.2	55.2	55.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2
	(a2)非フッ素系	22.1	14.7	39.1	3.4	13	8.8	0.2	20.4	16.2	7.6	3.4	37.4	33.2	24.6	20.4	16.6	10.2
	(a3)非フッ素系	1.7	1.7	1.7	3.4	3.4	7.6	16.2	3.4	7.6	16.2	20.4	3.4	7.6	16.2	20.4	24.2	30.6
増ちよう剤	(b1)フッ素系	13.8	15.6	9.8	17.8	15.6	15.6	15.6	13.8	13.8	13.8	13.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	(b2-1)ウレア系	3.9	2.6	6.9	0.6	2.3	1.6	0.5	3.6	2.9	1.3	0.6	6.6	5.9	4.3	3.6	2.9	1.8
	(b2-2)ウレア系																	
	(b2-3)ウレア系																	
	(b3-1)Ca複合石鹸																	
	(b3-2)Ca石鹸																	
添加剤	(b3-3)Ba石鹸																	
	(b3-4)Mg石鹸																	
	(b3-5)Na石鹸	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	1.3	2.4	0.6	1.3	2.9	3.6	0.6	1.3	2.9	3.6	4.3	5.4
	(b3-6)Li石鹸																	
		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		6.8	2.5	3.1	7	3	3	4	6.5	7.2	4.5	7.5	3.5	3.8	4.2	7	20	50
耐熱性評価	判定	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N
		17	18	18	7	6	5	6	5.5	6.2	6	5.8	7	7.4	5.2	6	7.5	7.5
耐荷重性評価	判定	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0066]

[表6]

[表 6]

		(配合量:質量%)	比較例(単品)										比較例(2種)		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
基油	(a1)フッ素系	77.6											62.1	54.7	39.2
	(a2)非フッ素系		82.4	82.4	82.4								16.4	24.2	40.8
	(a3)非フッ素系					82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4			
	(b1)フッ素系	19.4											15.6	13.8	9.8
増ちょう剤	(b2-1)ウレア系		14.6										2.9	4.3	7.2
	(b2-2)ウレア系			14.6											
	(b2-3)ウレア系				14.6										
	(b3-1)Ca複合石鹸					14.6									
	(b3-2)Ca石鹸						14.6								
	(b3-3)Ba石鹸							14.6							
	(b3-4)Mg石鹸								14.6						
添加剤	(b3-5)Na石鹸									14.6					
	(b3-6)Li石鹸										14.6				
		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
耐熱性評価	アンデロン値	8.0	32	30	35	50	50	50	50	50	50	50	6	6.3	4
	判定	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A
耐荷重性評価	アンデロン値	50	1.3	1.4	1.2	1.5	7.8	2.5	6.0	3.5	3.2	50	50	20	N
	判定	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N

[0067]

[表7]

[表7]

		比較例 (Ca複合石鹸)						比較例 (Ca石鹸)						比較例 (Ba石鹸)					
		14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
基油	(配合量:質量%)																		
	(a1)フッ素系	62.1	54.7	39.2	55.2	39.2		62.1	54.7	39.2	55.2	39.2	54.7	62.1	55.2	62.1	39.2	39.2	39.2
	(a2)非フッ素系				3.4	20.4					3.4	20.4			22.1	14.7	39.1	16.6	10.2
増ちよう剤	(a3)非フッ素系	16.4	24.2	40.8	20.4	20.4		16.4	24.2	40.8	20.4	20.4	24.2	16.4	1.7	1.7	1.7	24.2	30.6
	(b1)フッ素系	15.6	13.8	9.8	13.8	9.8		15.6	13.8	9.8	13.8	9.8	13.8	15.6	13.8	15.6	9.8	9.8	9.8
	(b2-1)ウレア系				0.6	3.6					0.6	3.6			3.9	2.6	6.9	2.9	1.8
	(b2-2)ウレア系																		
	(b2-3)ウレア系																		
	(b3-1)Ca複合石鹸	2.9	4.3	7.2	3.6	3.6													
	(b3-2)Ca石鹸							2.9	4.3	7.2	3.6	3.6							
	(b3-3)Ba石鹸												4.3	2.9	0.3	0.3	0.3	4.3	5.4
添加剤	(b3-4)Mg石鹸																		
	(b3-5)Na石鹸																		
	(b3-6)Li石鹸																		
		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	耐熱性評価	アンデロン値	18	50	45	30	21	16	50	50	25	20	25	20	7.2	5.5	4.3	16	50
	判定		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N
耐荷重性評価	アンデロン値	6	3.0	3	3.0	13		6	7.0	5	7.8	11	1.6	9	18	16	16	5.5	5.5
	判定	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A

[0068]

[表8]

[表8]

		(配合量:質量%)	比較例(Mg石鹼)										比較例(Na石鹼)									
			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44						
基油		(a1)フッ素系	54.7	62.1	55.2	62.1	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	54.7	62.1	55.2	62.1	39.2	39.2	39.2	39.2			
		(a2)非フッ素系			22.1	14.7	39.1	16.6	10.2					22.1	14.7	39.1	16.6	10.2				
		(a3)非フッ素系	24.2	16.4	1.7	1.7	1.7	24.2	30.6	24.2	16.4	1.7	1.7	1.7	24.2	30.6						
	増ちよう剤		(b1)フッ素系	13.8	15.6	13.8	15.6	9.8	9.8	9.8	9.8	13.8	15.6	13.8	15.6	9.8	9.8	9.8	9.8			
		(b2-1)ウレア系			3.9	2.6	6.9	2.9	1.8				3.9	2.6	6.9	2.9	1.8					
		(b2-2)ウレア系																				
		(b2-3)ウレア系																				
		(b3-1)Ca複合石鹼																				
		(b3-2)Ca石鹼																				
		(b3-3)Ba石鹼																				
添加剤		(b3-4)Mg石鹼	4.3	2.9	0.3	0.3	0.3	4.3	5.4													
		(b3-5)Na石鹼								4.3	2.9	0.3	0.3	0.3	4.3	5.4						
		(b3-6)Li石鹼																				
			3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0				
耐熱性評価	アンデロン値	50	25	9.5	4.5	4	18	50	18	20	6.8	2.5	3.1	20	50							
	判定	N	N	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N				
耐荷重性評価	アンデロン値	6.0	8	17	20	17	6.5	7	2.0	7	17	18	18	7.5	7.5							
	判定	A	A	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	A				

[0069]

[表9]

[表9]	(配合量:質量%)	比較例(Li石鹼)						
		45	46	47	48	49	50	51
基油	(a1)フッ素系	54.7	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2	55.2
	(a2)非フッ素系		22.1	20.4	16.2	11.9	7.6	3.4
	(a3)非フッ素系	24.2	1.7	3.4	7.6	11.9	16.2	20.4
増ちょう剤	(b1)フッ素系	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
	(b2-1)ウレア系		3.9	3.6	2.9	2.1	1.3	0.6
	(b2-2)ウレア系							
	(b2-3)ウレア系							
	(b3-1)Ca複合石鹼							
	(b3-2)Ca石鹼							
添加剤	(b3-3)Ba石鹼							
	(b3-4)Mg石鹼							
	(b3-5)Na石鹼							
	(b3-6)Li石鹼	4.3	0.3	0.6	1.3	2.1	2.9	3.6
耐熱性評価	アンデロン値	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	判定	50	9.5	11	30	32	30	35
耐荷重性評価	アンデロン値	N	A	A	N	N	N	N
	判定	50	50	50	50	50	50	50

[0070] 前述したように、図2は、グリース組成物の全量に対するフッ素系増ちょう剤の含有量を17.8～9.8質量%（グリース組成物全量に対するフッ素系グリースの配合量：90～49質量%）、同ウレア系増ちょう剤の含有量を0～7.2質量%（同ウレア系グリースの配合量：0～48質量%）、同カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量を0～4.3質量%（同カルシウム複合石鹼グリースの配合量：0～29質量%）としたグリース組成物（実施例1～実施例15、比較例11～比較例13、比較例15、比較例17、及び比較例18）における、耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのMバンドのアンデロン値の結果である。図2に示すグラフの横軸はグリース組成物全量に対するカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量（質量%）であり、縦軸は試験完了後のMバンドのアンデロン値である。なお、図2中、横軸に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示し、横軸に対して平行に付された矢印で示す範囲は、耐荷重性試験および耐熱性試験後のいずれにおいても良好な音響特性が得られるカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有

量範囲を示す。

図2に示すように、グリース組成物の全量に対してカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量を0.3～3質量%としたとき、耐荷重性試験（図中、高荷重試験：■（黒四角）、以下同）並びに耐熱性試験（図中、高温高速試験：◇（ひし形）、以下同）のいずれにおいても良好な音響特性を得られることが確認できた。耐荷重性試験後の音響特性は、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が0.3質量%より小さくなるにつれてアンデロン値が急激に高くなる一方、0.3質量%より大きいとアンデロン値が15未満で良好な状態に安定している。また、耐熱性試験後の音響特性は、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が3質量%より大きくなるにつれてアンデロン値が急激に高くなる一方、3質量%より小さいとアンデロン値が15未満で良好な状態に安定している。したがって、フッ素系増ちょう剤およびウレア系増ちょう剤と併用されるカルシウム複合石鹼増ちょう剤の含有量が0.3～3質量%の範囲では耐荷重性試験および耐熱性試験のいずれにおいても良好な音響特性が得られる。

[0071] 同様に、図3は、グリース組成物の全量に対するカルシウム石鹼増ちょう剤の含有量を0～4.3質量%（グリース組成物の全量に対するカルシウム石鹼グリースの配合量：0～29質量%）としたグリース組成物（実施例16～実施例30、比較例11～比較例13、比較例20、比較例22、及び比較例23）における、耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのMバンドのアンデロン値の結果である。図3に示すグラフの横軸はグリース組成物全量に対するカルシウム石鹼増ちょう剤の含有量（質量%）であり、縦軸は試験完了後のMバンドのアンデロン値である。なお、図3中、横軸に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示し、横軸に対して平行に付された矢印で示す範囲は、耐荷重性試験および耐熱性試験後のいずれにおいても良好な音響特性が得られるカルシウム石鹼増ちょう剤の含有量範囲を示す。

図4は、グリース組成物の全量に対するバリウム石鹼増ちょう剤の含有量

を0～5.4質量%（グリース組成物の全量に対するバリウム石鹼グリースの配合量：0～36質量%）としたグリース組成物（実施例31～実施例42、比較例11～比較例13、比較例24、及び比較例26～比較例30）における、耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのMバンドのアンデロン値の結果である。図4に示すグラフの横軸はグリース組成物全量に対するバリウム石鹼増ちょう剤の含有量（質量%）であり、縦軸は試験完了後のMバンドのアンデロン値である。なお、図4中、横軸に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示し、横軸に対して平行に付された矢印で示す範囲は、耐荷重性試験および耐熱性試験後のいずれにおいても良好な音響特性が得られるバリウム石鹼増ちょう剤の含有量範囲を示す。

図5は、グリース組成物の全量に対するマグネシウム石鹼増ちょう剤の含有量を0～5.4質量%（グリース組成物の全量に対するマグネシウム石鹼グリースの配合量：0～36質量%）としたグリース組成物（実施例43～実施例54、比較例11～比較例13、比較例31、及び比較例33～比較例37）における、耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのMバンドのアンデロン値の結果である。図5に示すグラフの横軸はグリース組成物全量に対するマグネシウム石鹼増ちょう剤の含有量（質量%）であり、縦軸は試験完了後のMバンドのアンデロン値である。なお、図5中、横軸に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示し、横軸に対して平行に付された矢印で示す範囲は、耐荷重性試験および耐熱性試験後のいずれにおいても良好な音響特性が得られるマグネシウム石鹼増ちょう剤の含有量範囲を示す。

図6は、グリース組成物の全量に対するナトリウム石鹼増ちょう剤の含有量を0～5.4質量%（グリース組成物の全量に対するナトリウム石鹼グリースの配合量：0～36質量%）としたグリース組成物（実施例55～実施例66、比較例11～比較例13、比較例38、及び比較例40～比較例44）における、耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのMバンドのアンデロン値の結果である。図6に示すグラフの横軸はグリース組成物全量に対

するナトリウム石鹼増ちょう剤の含有量（質量％）であり、縦軸は試験完了後のMバンドのアンデロン値である。なお、図6中、横軸に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示し、横軸に対して平行に付された矢印で示す範囲は、耐荷重性試験および耐熱性試験後のいずれにおいても良好な音響特性が得られるナトリウム石鹼増ちょう剤の含有量範囲を示す。

図3～図6に示すように、グリース組成物の全量に対してカルシウム石鹼増ちょう剤の含有量を0.3～3質量％、バリウム石鹼増ちょう剤の含有量を0.6～3.6質量％、マグネシウム石鹼増ちょう剤の含有量を0.6～3.6質量％、そしてナトリウム石鹼増ちょう剤の含有量を0.6～3.6質量％としたとき、耐荷重性試験並びに耐熱性試験のいずれにおいても良好な音響特性を得られることが確認できた。これらの音響特性は、図2におけるカルシウム複合石鹼増ちょう剤を用いたグリース組成物の音響特性と同様の傾向を示している。

一方、図7に、グリース組成物の全量に対するリチウム石鹼増ちょう剤の含有量を0～4.3質量％（グリース組成物の全量に対するリチウム石鹼グリースの配合量：0～29質量％）としたグリース組成物（比較例11～比較例13、比較例45～比較例51）における耐熱性試験及び耐荷重性試験後のそれぞれのMバンドのアンデロン値の結果を示す。図7に示すグラフの横軸はグリース組成物全量に対するリチウム石鹼増ちょう剤の含有量（質量％）であり、縦軸は試験完了後のMバンドのアンデロン値である。なお、図7中、横軸に対して平行に付された破線はアンデロン値：15を示す。

図7に示すように、増ちょう剤としてリチウム石鹼増ちょう剤の併用により耐荷重試験の音響特性が悪化し、またリチウム石鹼増ちょう剤の含有量の増加とともに、耐熱性試験の音響特性も悪化することが確認された。耐荷重性試験後の音響特性は、リチウム石鹼増ちょう剤の含有量に係わらずアンデロン値が15よりも高いままである。また、耐熱性試験後の音響特性は、リチウム石鹼増ちょう剤の含有量が0.6質量％よりも小さければアンデロン値が15未満であるが、0.6質量％よりも大きくなるとアンデロン値が1

5よりも高くなっている。このように、フッ素系増ちょう剤およびウレア系増ちょう剤とリチウム石鹼増ちょう剤を併用した場合は、耐荷重性試験および耐熱性試験のいずれにおいても良好な音響特性を得られないことを確認できた。

[0072] 試験の結果、表1に示すように、フッ素系増ちょう剤とウレア系増ちょう剤とカルシウム複合石鹼増ちょう剤を特定割合にて配合したグリース組成物、すなわち、グリース組成物全量に対し、フッ素系増ちょう剤の含有量を9～18質量%、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%、カルシウム複合石鹼増ちょう剤を0.3～3質量%で配合したグリース組成物は、耐熱性試験（180℃、21,000rpm、予圧39Nにて200時間回転）及び耐荷重性試験（室温、3,000rpm、予圧500Nにて100時間回転）のいずれにおいても、平均アンデロン値が15を下回り、音響性能が良好であるとする結果となった。

また同様に、表2に示すように、グリース組成物全量に対し、フッ素系増ちょう剤の含有量を9～18質量%、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%、カルシウム石鹼増ちょう剤を0.3～3質量%で配合したグリース組成物；表3に示すように、グリース組成物全量に対し、フッ素系増ちょう剤の含有量を9～18質量%、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%、バリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%で配合したグリース組成物；表4に示すように、グリース組成物全量に対し、フッ素系増ちょう剤の含有量を9～18質量%、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%、マグネシウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%で配合したグリース組成物；そして、表5に示すように、グリース組成物全量に対し、フッ素系増ちょう剤の含有量を9～18質量%、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%、ナトリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%で配合したグリース組成物は、いずれも、上記耐熱性試験及び耐荷重性試験のいずれにおいても、平均アンデロン値が15を下回り、音響性能が良好であるとする結果となった。

[0073] 一方、表6に示すように、増ちょう剤を一種のみの配合とした場合（比較

例 1 乃至比較例 10)、フッ素系増ちょう剤のみ(比較例 1)の場合には耐荷重性に関する音響性能が悪化し、ウレア系増ちょう剤のみ(比較例 2 乃至比較例 4)又は石鹼系の増ちょう剤のみ(比較例 5 乃至比較例 10)の場合には耐熱性に関する音響性能が悪化した。

また、フッ素系増ちょう剤とウレア系増ちょう剤のみを配合し、石鹼系の増ちょう剤を配合しなかった場合(比較例 11 乃至比較例 13)には、耐熱性は得られたものの耐荷重性に関する音響性能が悪化した。

さらに、ウレア系増ちょう剤を配合せず、フッ素系増ちょう剤とカルシウム複合石鹼増ちょう剤のみの配合(比較例 14 乃至比較例 16)、フッ素系増ちょう剤とカルシウム石鹼増ちょう剤のみの配合(比較例 19 乃至比較例 21)、フッ素系増ちょう剤とバリウム石鹼増ちょう剤のみの配合(比較例 24 及び比較例 25)、フッ素系増ちょう剤とマグネシウム石鹼増ちょう剤のみの配合(比較例 31 及び比較例 32)、そしてフッ素系増ちょう剤とナトリウム石鹼増ちょう剤のみの配合(比較例 38 及び比較例 29)にあっては、耐荷重性は得られたものの耐熱性に関する音響性能が悪化した(表 7 及び表 8 参照)。

さらに、フッ素系増ちょう剤とウレア系増ちょう剤と石鹼系の増ちょう剤の 3 種の増ちょう剤を配合した場合においても、カルシウム複合石鹼増ちょう剤の配合量が本発明で定める規定量の範囲外(過多)となった場合(比較例 17 及び比較例 18)、カルシウム石鹼増ちょう剤の配合量が過多となった場合(比較例 22 及び比較例 23)、バリウム石鹼増ちょう剤の配合量が過多となった場合(比較例 29 及び比較例 30)、マグネシウム石鹼増ちょう剤の配合量が過多となった場合(比較例 36 及び比較例 37)、そして、ナトリウム石鹼増ちょう剤の配合量が過多となった場合(比較例 43 及び比較例 44)は、いずれも、耐荷重性は得られたものの耐熱性に関する音響性能が悪化した。一方、3 種の増ちょう剤を配合した場合においても、バリウム石鹼増ちょう剤の配合量が本発明で定める規定量の範囲外(過少)となった場合(比較例 26 乃至比較例 28)、マグネシウム石鹼増ちょう剤の配合

量が過少となった場合（比較例 3 3 乃至比較例 3 5）、そして、ナトリウム石鹼増ちょう剤の配合量が過少となった場合（比較例 4 0 乃至比較例 4 2）はいずれも、耐熱性は得られたものの耐荷重性に関する音響性能が悪化した（表 7 及び表 8 参照）。

なお、石鹼系の増ちょう剤としてリチウム石鹼増ちょう剤を併用した場合（比較例 4 5 乃至比較例 5 1）は、いずれも耐荷重性に関する音響性能が悪化し、リチウム石鹼増ちょう剤の配合量が 1.3 質量%を超えると耐熱性に関する音響性能も悪化する結果となった（表 9、図 7 参照）。

[0074] 以上の通り、フッ素系増ちょう剤、ウレア系増ちょう剤、並びに、カルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤及びナトリウム石鹼増ちょう剤からなる群から選択される一種の石鹼系の増ちょう剤を添加した本発明のグリース組成物は、高温環境下（例えば 180℃以上）並びに高荷重環境下（例えば 500N）における使用においても、音響上昇が抑制でき、耐熱性（高温高速特性）並びに耐荷重性（高荷重特性）が良好となることが確認された。

なお本実施例において、一例として、外径 22mm の標準的な小径玉軸受を用いて音響特性の評価を行ったが、本開示が対象とする転がり軸受はこのサイズに限定されるわけではなく、本開示の転がり軸受のサイズは任意に選定され得、また転がり軸受の種類も任意に選択され得るものである。

[0075] 以上、最良の実施形態について詳細に説明したが、本開示に係る発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本開示に係る発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

[0076] 本出願は、2016年11月30日付で出願された日本国特許出願（特願2016-233443）および2017年11月15日付で出願された日本国特許出願（特願2017-220393）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

[0077] G…グリース組成物、 10…転がり軸受、 11…内輪、 11a…凹部、 12…外輪、 12a…凹部、 13…転動体、 14…保持器、

15 (15 a、15 b) …環状シール部材、 16 …軸受空間

請求の範囲

- [請求項1] 基油として、フッ素系基油及び非フッ素系基油と、
増ちょう剤として、フッ素系増ちょう剤及びウレア系増ちょう剤、並びにカルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤及びナトリウム石鹼増ちょう剤からなる群から選択される少なくとも一種の石鹼系の増ちょう剤と
を含有してなるグリース組成物。
- [請求項2] 前記ウレア系増ちょう剤が、脂肪－芳香族ウレア、脂環－脂肪族ウレア及び脂肪族ウレアのうち少なくとも一種を含む請求項1に記載のグリース組成物。
- [請求項3] 前記ウレア系増ちょう剤が、下記一般式(1)で表されるジウレア化合物を含む請求項2に記載のグリース組成物。
- $$R_1-NHCONH-R_2-NHCONH-R_3 \cdots (1)$$
- (式中、 R_1 及び R_3 は、それぞれ独立して、一価の脂肪族炭化水素基、一価の脂環式炭化水素基、又は一価の芳香族炭化水素基を表し、且つ、 R_1 及び R_3 のうち少なくとも一方は、一価の脂肪族炭化水素基又は一価の脂環式炭化水素基を表し、
 R_2 は、二価の芳香族炭化水素基を表す。)
- [請求項4] グリース組成物の全量に対して、フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して70～90質量%と、フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、カルシウム複合石鹼増ちょう剤を0.3～3質量%と
を含有してなる請求項1乃至請求項3のうち何れか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項5] 前記カルシウム複合石鹼増ちょう剤が、脂肪族ジカルボン酸とモノアミドモノカルボン酸とのカルシウム複合石鹼である請求項4に記載のグリース組成物。

- [請求項6] グリース組成物の全量に対して、
フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して70～90質量%と、
フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、
ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、
カルシウム石鹼増ちょう剤を0.3～3質量%と
を含有してなる請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項7] グリース組成物の全量に対して、
フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して70～90質量%と、
フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、
ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、
バリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%と
を含有してなる請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項8] グリース組成物の全量に対して、
フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して70～90質量%と、
フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、
ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、
マグネシウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%と
を含有してなる請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項9] グリース組成物の全量に対して、
フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して70～90質量%と、
フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、
ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と、
ナトリウム石鹼増ちょう剤を0.6～3.6質量%と
を含有してなる請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載のグリース組成物。

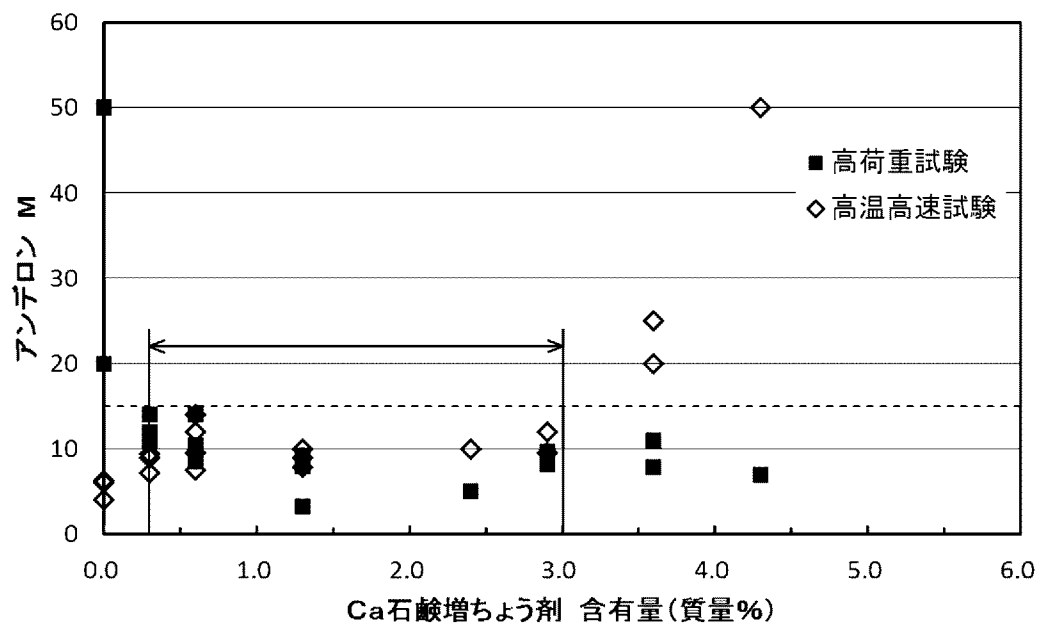
- [請求項10] 前記非フッ素系基油が、炭化水素系合成油、エーテル系合成油、エステル系合成油、及びシリコン系合成油からなる群から選択される一種以上である請求項1乃至請求項9のうち何れか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項11] 請求項1乃至請求項10のうち何れか一項に記載のグリース組成物が封入されている転がり軸受。

補正された請求の範囲
[2018年3月19日(19.03.2018)国際事務局受理]

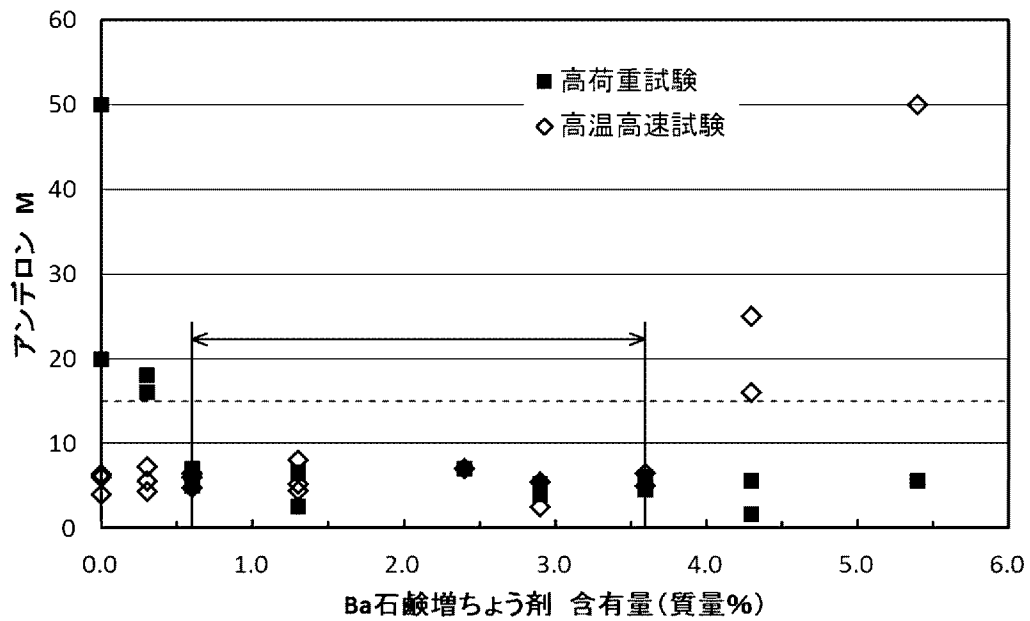
- [請求項 1] (補正後) 基油として、フッ素系基油及び非フッ素系基油と、
増ちょう剤として、フッ素系増ちょう剤及びウレア系増ちょう剤、
並びにカルシウム複合石鹼増ちょう剤、カルシウム石鹼増ちょう剤、
バリウム石鹼増ちょう剤、マグネシウム石鹼増ちょう剤及びナトリウム
石鹼増ちょう剤からなる群から選択される少なくとも一種の石鹼系
の増ちょう剤と
を含有してなり、
グリース組成物の全量に対して、
フッ素系基油及び非フッ素系基油を合計して70～90質量%と、
フッ素系増ちょう剤を9～18質量%と、
ウレア系増ちょう剤を0.5～7質量%と
を含有してなるグリース組成物。
- [請求項 2] 前記ウレア系増ちょう剤が、脂肪－芳香族ウレア、脂環－脂肪族ウ
レア及び脂肪族ウレアのうち少なくとも一種を含む請求項 1 に記載の
グリース組成物。
- [請求項 3] 前記ウレア系増ちょう剤が、下記一般式 (1) で表されるジウレア
化合物を含む請求項 2 に記載のグリース組成物。
- $$R_1-NHCONH-R_2-NHCONH-R_3 \cdots (1)$$
- (式中、 R_1 及び R_3 は、それぞれ独立して、一価の脂肪族炭化水素
基、一価の脂環式炭化水素基、又は一価の芳香族炭化水素基を表し、
且つ、 R_1 及び R_3 のうち少なくとも一方は、一価の脂肪族炭化水素
基又は一価の脂環式炭化水素基を表し、
 R_2 は、二価の芳香族炭化水素基を表す。)
- [請求項 4] (補正後) グリース組成物の全量に対して、カルシウム複合石鹼
増ちょう剤を0.3～3質量%含有してなる請求項 1 乃至請求項 3 の
うち何れか一項に記載のグリース組成物。

- [請求項 5] 前記カルシウム複合石鹸増ちょう剤が、脂肪族ジカルボン酸とモノアミドモノカルボン酸とのカルシウム複合石鹸である請求項 4 に記載のグリース組成物。
- [請求項 6] (補正後) グリース組成物の全量に対して、カルシウム石鹸増ちょう剤を 0.3 ～ 3 質量%含有してなる請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項 7] (補正後) グリース組成物の全量に対して、バリウム石鹸増ちょう剤を 0.6 ～ 3.6 質量%含有してなる請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項 8] (補正後) グリース組成物の全量に対して、マグネシウム石鹸増ちょう剤を 0.6 ～ 3.6 質量%含有してなる請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項 9] (補正後) グリース組成物の全量に対して、ナトリウム石鹸増ちょう剤を 0.6 ～ 3.6 質量%含有してなる請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項 10] 前記非フッ素系基油が、炭化水素系合成油、エーテル系合成油、エステル系合成油、及びシリコーン系合成油からなる群から選択される一種以上である請求項 1 乃至請求項 9 のうち何れか一項に記載のグリース組成物。
- [請求項 11] 請求項 1 乃至請求項 10 のうち何れか一項に記載のグリース組成物が封入されている転がり軸受。

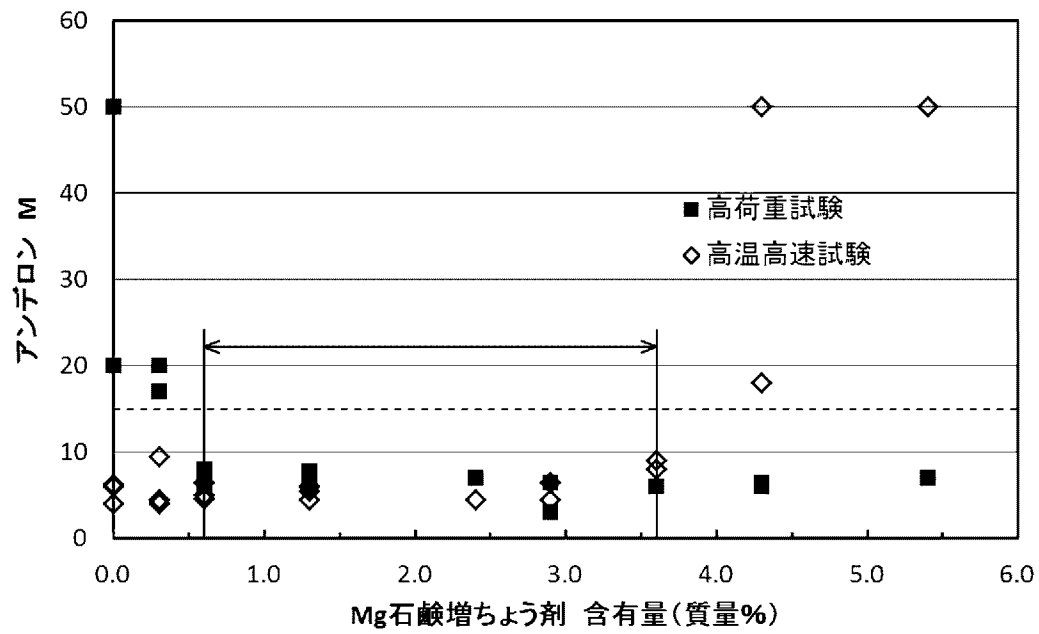
[図3]



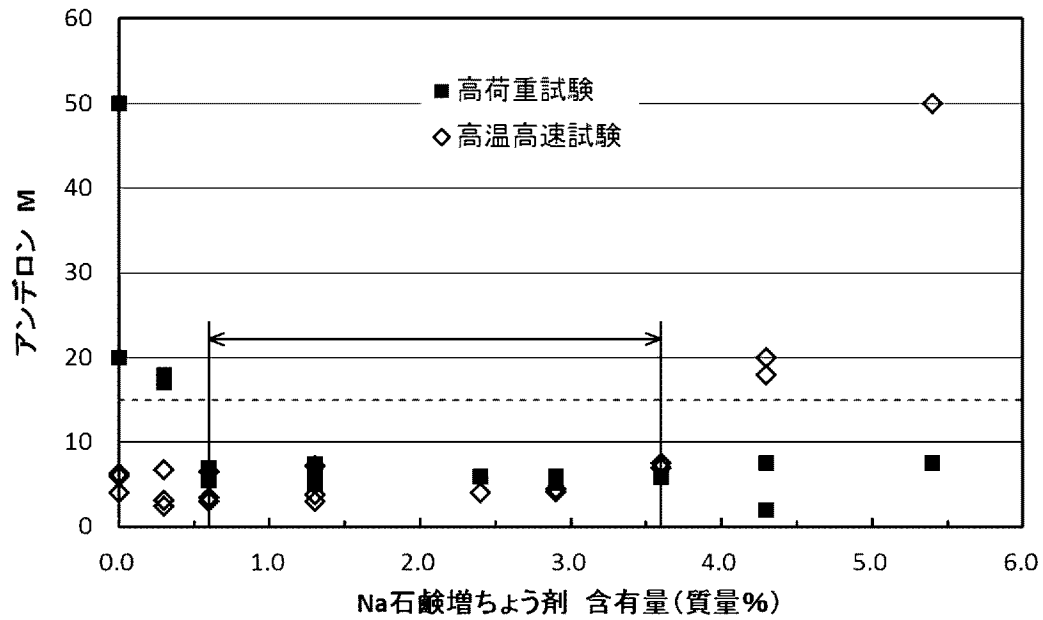
[図4]



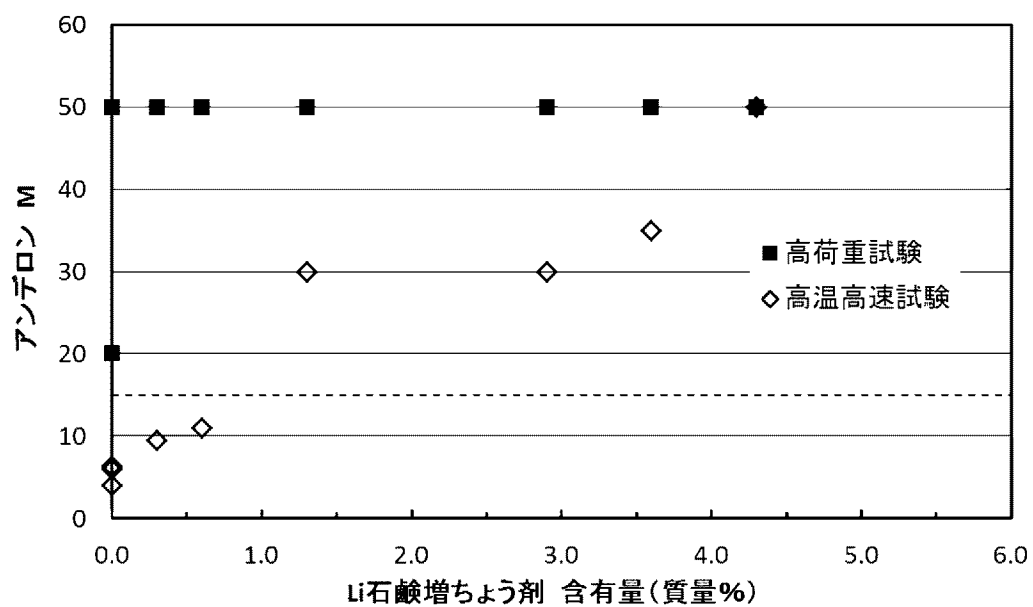
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. [see extra sheet]

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)

Int. Cl. C10M169/02, C10M105/04, C10M105/18, C10M105/32, C10M105/50, C10M107/02, C10M107/50, C10M115/06, C10M115/08, C10M117/00, F16C19/06, F16C33/66, C10N10/04, C10N30/08, C10N40/02, C10N50/10

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017
Registered utility model specifications of Japan 1996-2017
Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-190688 A (NSK LTD.) 08 July 2004, claims, paragraphs [0023], [0053], embodiments 1-4 & US 2005/0261141 A1 (claims, paragraphs [0147], [0411], embodiments 1-4)	1-3, 10-11
X	WO 2006/112502 A1 (NTN CORP.) 26 October 2006, claims, paragraphs [0041]-[0047], [0114]-[0123], embodiments 2-2, 2-8 & US 2008/0196995 A1 (claims, paragraphs [0101]-[0114], [0213]-[0224], embodiments 2-2, 2-8) & JP 2006-300211 A & CN 101163781 A	1-3, 8, 10-11

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043140

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-121748 A (NTN CORP.) 29 May 2008, claims, paragraphs [0016]-[0017], [0027], embodiment 5 & US 2009/0279824 A1 (claims, paragraphs [0059]-[0061], [0074], embodiment 5) & WO 2008/056641 A1	1-6, 10-11
X	JP 2006-306275 A (JTEKT CORP.) 09 November 2006, claims, paragraphs [0009]-[0016], [0029], embodiment 4 & US 2009/0065287 A1 (claims, paragraphs [0017]-[0079], [0126], embodiment 4) & WO 2006/118208 A1 & EP 1889897 A1	1-3, 6, 8, 10-11
X	JP 2008-239962 A (NTN CORP.) 09 October 2008, claims, paragraphs [0027]-[0040], embodiments 6-8 & WO 2008/105377 A1 & CN 101622333 A & KR 10-2009-0123919 A	1-3, 10-11
X	WO 2006/043566 A1 (NSK LTD.) 27 April 2006, claims, paragraphs [0033], [0063], embodiment 3 & US 2008/0219610 A1 (claims, paragraphs [0091], [0118], embodiment 3) & EP 1806391 A1 & CN 101044232 A	1-3, 10-11
Y	JP 2005-8745 A (SHOWA SHELL SEKIYU KABUSHIKI KAISHA) 13 January 2005, claims, paragraphs [0012]-[0023], embodiments 1-6 & US 2005/0020456 A1 (claims, paragraphs [0024]-[0072], embodiments 1-6) & WO 2004/113480 A1 & EP 1636328 A1 & CN 1806033 A	1-3, 6-11
Y	JP 2013-87193 A (NSK LTD.) 13 May 2013, claims, paragraphs [0022], [0030], embodiment 3 (Family: none)	1-5, 7, 10-11
Y	JP 2006-169386 A (SHOWA SHELL SEKIYU KABUSHIKI KAISHA) 29 June 2006, claims, paragraphs [0014], [0021], embodiments 1-3 & US 2006/0154833 A1 (claims, paragraphs [0065], [0103], embodiments 1-3) & WO 2006/064053 A1 & EP 1828356 A1 & CN 101111591 A	1-3, 6, 8, 10-11
Y	JP 2013-53318 A (NOK KLUBER CO., LTD.) 21 March 2013, paragraphs [0001], [0005], [0015] (Family: none)	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043140

[continuation of Box A]

C10M169/02 (2006.01) i, C10M105/04 (2006.01) i, C10M105/18 (2006.01) i,
C10M105/32 (2006.01) i, C10M105/50 (2006.01) i, C10M107/02 (2006.01) i,
C10M107/50 (2006.01) i, C10M115/06 (2006.01) i, C10M115/08 (2006.01) i,
C10M117/00 (2006.01) i, F16C19/06 (2006.01) i, F16C33/66 (2006.01) i,
C10N10/04 (2006.01) n, C10N30/08 (2006.01) n, C10N40/02 (2006.01) n,
C10N50/10 (2006.01) n,

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 特別ページ参照

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. C10M169/02, C10M105/04, C10M105/18, C10M105/32, C10M105/50, C10M107/02, C10M107/50, C10M115/06, C10M115/08, C10M117/00, F16C19/06, F16C33/66, C10N10/04, C10N30/08, C10N40/02, C10N50/10

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII) キーワード：グリース，増ちょう剤，金属石鹼 及びそれに類する用語

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
X	JP 2004-190688 A（日本精工株式会社） 2004. 07. 08, 特許請求の範囲, [0023], [0053], 実施例 1-4 & US 2005/0261141 A1 特許請求の範囲, [0147], [0411], 実施例 1-4	1-3, 10-11
X	WO 2006/112502 A1（NTN株式会社） 2006. 10. 26, 特許請求の範囲, [0041]-[0047], [0114]-[0123], 実施例 2-2, 2-8 & US 2008/0196995 A1 特許請求の範囲, [0101]-[0114], [0213]-[0224], 実施例 2-2, 2-8	1-3, 8, 10-11

☒ 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

1 4 . 1 2 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

2 6 . 1 2 . 2 0 1 7

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）

林 建二

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 8 3

4 V

6 1 1 9

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
	& JP 2006-300211 A & CN 101163781 A	
X	JP 2008-121748 A (NTN株式会社) 2008.05.29, 特許請求の範囲, [0016]-[0017], [0027], 実施例 5 & US 2009/0279824 A1 特許請求の範囲, [0059]-[0061], [0074], 実施例 5 & WO 2008/056641 A1	1-6, 10-11
X	JP 2006-306275 A (株式会社ジェイテクト) 2006.11.09, 特許請求の範囲, [0009]-[0016], [0029], 実施例 4 & US 2009/0065287 A1 特許請求の範囲, [0017]-[0079], [0126], 実施例 4 & WO 2006/118208 A1 & EP 1889897 A1	1-3, 6, 8, 10-11
X	JP 2008-239962 A (NTN株式会社) 2008.10.09, 特許請求の範囲, [0027]-[0040], 実施例 6-8 & WO 2008/105377 A1 & CN 101622333 A & KR 10-2009-0123919 A	1-3, 10-11
X	WO 2006/043566 A1 (日本精工株式会社) 2006.04.27, 特許請求の範囲, [0033], [0063], 実施例 3 & US 2008/0219610 A1 特許請求の範囲, [0091], [0118], 実施例 3 & EP 1806391 A1 & CN 101044232 A	1-3, 10-11
Y	JP 2005-8745 A (昭和シェル石油株式会社) 2005.01.13, 特許請求の範囲, [0012]-[0023], 実施例 1-6 & US 2005/0020456 A1 特許請求の範囲, [0024]-[0072], 実施例 1-6 & WO 2004/113480 A1 & EP 1636328 A1 & CN 1806033 A	1-3, 6-11
Y	JP 2013-87193 A (日本精工株式会社) 2013.05.13, 特許請求の範囲, [0022], [0030], 実施例 3 (ファミリーなし)	1-5, 7, 10-11
Y	JP 2006-169386 A (昭和シェル石油株式会社) 2006.06.29, 特許請求の範囲, [0014], [0021], 実施例 1-3 & US 2006/0154833 A1 特許請求の範囲, [0065], [0103], 実施例 1-3 & WO 2006/064053 A1 & EP 1828356 A1 & CN 101111591 A	1-3, 6, 8, 10-11
Y	JP 2013-53318 A (NOKクリューバー株式会社) 2013.03.21, [0001], [0005], [0015] (ファミリーなし)	1-11

発明の属する分野の分類

C10M169/02(2006.01)i, C10M105/04(2006.01)i, C10M105/18(2006.01)i,
C10M105/32(2006.01)i, C10M105/50(2006.01)i, C10M107/02(2006.01)i,
C10M107/50(2006.01)i, C10M115/06(2006.01)i, C10M115/08(2006.01)i,
C10M117/00(2006.01)i, F16C19/06(2006.01)i, F16C33/66(2006.01)i, C10N10/04(2006.01)n,
C10N30/08(2006.01)n, C10N40/02(2006.01)n, C10N50/10(2006.01)n