

(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
2015年7月23日(23.07.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/107752 A1

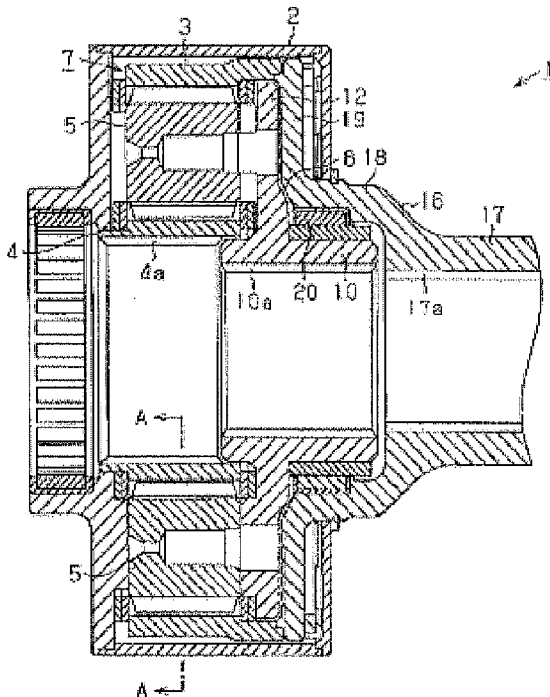
- (51) 国際特許分類:
C10M 169/04 (2006.01) F16H 48/06 (2006.01)
C10M 101/02 (2006.01) C10N 20/02 (2006.01)
C10M 105/32 (2006.01) C10N 30/06 (2006.01)
C10M 107/02 (2006.01) C10N 40/04 (2006.01)
C10M 133/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/079109
- (22) 国際出願日: 2014年10月31日(31.10.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-004157 2014年1月14日(14.01.2014) JP
- (71) 出願人: J X 日鉱日石エネルギー株式会社(JX NIPPON OIL & ENERGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 Tokyo (JP). 株式会社ジェイテクト(JTEKT CORPORATION) [JP/JP]; 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 Osaka (JP).

- (72) 発明者: 高橋 一聡(TAKAHASHI, Kazutoshi); 〒1008162 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X 日鉱日石エネルギー株式会社内 Tokyo (JP). 菖蒲 紀子(AYAME, Noriko); 〒1008162 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X 日鉱日石エネルギー株式会社内 Tokyo (JP). 大沼田 靖之(ONUMATA, Yasushi); 〒1008162 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X 日鉱日石エネルギー株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 寛之(ANDO, Hiroyuki); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 安藤 淳二(ANDO, Junji); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 山下 洋三(YAMASHITA, Yozo); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 原 利美(HARA, Toshimi); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP). 津田 拓也(TSUDA, Takuya); 〒5428502 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: LUBRICATING OIL COMPOSITION FOR DIFFERENTIAL GEAR DEVICE

(54) 発明の名称: ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物



(57) Abstract: Provided is a lubricating oil composition for a differential gear device that is effective in limiting the generation of noise and vibrations even when a limited-slip differential is operated. The lubricating oil composition for a differential gear device is characterized in comprising, based on the total mass of the composition, 0.01-10 mass% of a friction modifier, selected from a group consisting of (C) amides, imides and derivatives thereof, in a base oil obtained from (A) a mineral oil and/or (B) a synthetic oil. Also provided is a differential gear device lubricated by said lubricating oil composition.

(57) 要約: 差動制限装置が作動しても、音や振動が発生を抑制するのに有効なディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物として、(A) 鉱油および/または(B) 合成油からなる基油に、(C) アミド系、イミド系およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる摩擦調整剤を組成物全量基準で0.01~10質量%含有することを特徴とするディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物が提供される。また当該潤滑油組成物により潤滑されるディファレンシャルギヤ装置が提供される。

WO 2015/107752 A1



(74) 代理人：森田 順之 (MORITA, Nobuyuki); 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目 5 番 8 号渡瀬ビル 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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), ユーロアジア (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))

明 細 書

発明の名称： ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物

技術分野

[0001] 本発明はディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関し、特に差動制限装置を有するディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。

背景技術

[0002] ディファレンシャルギヤ装置は、通常左右（センターディファレンシャルギヤ装置の場合は前後であるが、以後、前後は省略する。）の車軸の回転差を許容する装置であるが、入力トルクを左右に分配する機能を持つ差動制限装置を装着したものがある。左右の車輪の設置している面の摩擦が異なる場合、あるいは車が曲がる場合や左右の車軸に回転差が生じる場合、単純なディファレンシャルギヤ装置では車輪にかかる抵抗が少ないほうの車軸の回転速度が上がることになる。すなわち、回転速度が低いほうに必要なトルクが伝達されないという不都合が発生する。これを改善する装置が差動制限装置である。

この差動制限装置には、各種のメカニズムがあるが、基本的な原理は、左右の車軸の回転差に応じて、左右の車軸間に摩擦を生じさせ、その摩擦力により、左右の速度差を制限し、必要なトルクを車軸に伝達するものである（例えば、下記特許文献1を参照。）。

[0003] さらに、近年、炭酸ガス排出量の削減など、環境問題への対応から自動車、建設機械、農業機械等の省エネルギー化、すなわち、省燃費化が急務となっており、エンジンや変速機、終減速機、圧縮機、油圧装置等の装置には省エネルギーへの寄与が強く求められている。そのため、これらに使用される潤滑油には、従来に比べより攪拌抵抗や摩擦抵抗を減少することが求められている。

省燃費化手段のひとつとして、潤滑油の低粘度化が挙げられる。例えば自動車用手動変速機や終減速機は歯車機構を有しており、これらに使用される

潤滑油をより低粘度化することにより、攪拌抵抗および摩擦抵抗が低減され、動力の伝達効率が向上することで燃費の向上が可能となる。

- [0004] ディファレンシャルギヤ装置用潤滑組成物では他のギヤ油組成物より高い極圧性が要求される。特にハイポイドギヤを装着したディファレンシャルギヤ装置は非常に高い極圧性を持つ潤滑油を要求し、API分類でGL4以上、通常GL5以上の極圧性能が要求される。したがって、要求性能を満足させながらディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物の粘度を下げるためには、非常に高い添加剤技術が要求される（例えば、下記特許文献2を参照。）。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開平6-330069号公報
特許文献2：特開2010-195894号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 先に述べたように、差動制限装置は左右の車軸間に摩擦を生じさせ、左右の速度差、すなわち、左右の伝達トルクを制御する装置であるが、摩擦力を使用するため、滑りが発生する面で、音や振動が発生しやすい。

また、省燃費性の改善のため、使用される潤滑油を低粘度化すると疲労寿命あるいは極圧性が低下し、焼付きなどが生じやすくなる。また、粘度指数向上剤による増粘は、低温あるいは実用温度での潤滑油の粘度特性を改善できるが、一般に疲労寿命や極圧性の向上効果はあまり期待されていない。

- [0007] 本発明はこのような実情に鑑みなされたものであり、差動制限装置が作動しても、音や振動が発生を抑制する（耐NV性能）に有効なディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物を提供することにある。さらに、低粘度であっても十分な極圧性を有する、差動制限装置を装着したディファレンシャルギヤ装置用潤滑油を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明者らは上記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定の鉱油系基油あるいは特定の合成系潤滑油からなる基油に、特定の摩擦調整剤を配合した潤滑油組成物が上記課題を解決できる事を見出し、本発明を完成するに至った。
- [0009] すなわち、本発明は、（Ａ）鉱油および／または（Ｂ）合成油からなる基油に、（Ｃ）アミド系、イミド系およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる摩擦調整剤を組成物全量基準で０．０１～１０質量％含有することを特徴とするディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。
- [0010] また本発明は、前記（Ａ）成分が、１００℃における動粘度が３～１０ mm^2/s であることを特徴とする前記ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。
- また本発明は、前記（Ｂ）成分が、（Ｂ－１）１００℃における動粘度が３～２０００ mm^2/s のポリ－ α －オレフィン及び／又はその水素化物、および／または（Ｂ－２）１００℃における動粘度が１．５～３０ mm^2/s のエステル系基油であることを特徴とする前記ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。
- [0011] また本発明は、さらに（Ｄ）カルボン酸系、アルコール系、アミン系、およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる少なくとも１種類以上からなる摩擦調整剤を組成物全量基準で０．０１～１０質量％含有することを特徴とする前記ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。
- また本発明は、（Ｅ）金属系清浄剤を、組成物全量基準で、金属量として０．０００１～０．４質量％含有することを特徴とする前記ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。
- [0012] また本発明は、（Ｆ）硫黄系極圧剤および（Ｇ）リン系極圧剤を、それぞれ組成物全量基準で、硫黄元素量として１～３質量％、リン元素量として０．０１～０．３質量％含有することを特徴とする前記ディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物に関する。

[0013] また本発明は、摺動部材が摺動することで差動を制限する差動制限装置を有し、前記摺動部材は前記記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物により潤滑されることを特徴とするディファレンシャルギヤ装置に関する。

また本発明は、前記差動制限装置において、摺動する前記摺動部材の摺動面には、ダイヤモンドライクカーボン膜またはタングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜を形成する処理、または窒化処理が施されていることを特徴とする前記記載のディファレンシャルギヤ装置に関する。

[0014] また本発明は、前記差動制限装置において、互いに摺動する前記摺動部材の摺動面と被摺動部材の摺動面のうち、いずれか一方の摺動面にはダイヤモンドライクカーボン膜またはタングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜が形成され、他方の摺動面は窒化処理が施されていることを特徴とする前記記載のディファレンシャルギヤ装置に関する。

また本発明は、前記差動制限装置が遊星歯車機構の差動制限装置であることを特徴とする前記記載のディファレンシャルギヤ装置に関する。

[0015] さらに本発明は、複数のプラネタリギヤと、前記複数のプラネタリギヤを自転可能且つ公転可能に支持するプラネタリキャリアを有する前記遊星歯車機構からなり、前記プラネタリギヤと前記プラネタリキャリアとが摺動することで前記ディファレンシャルギヤ装置の差動を制限する前記差動制限装置を有することを特徴とする前記記載のディファレンシャルギヤ装置に関する。

発明の効果

[0016] 本発明の潤滑油組成物は、特に差動制限装置が装着されたディファレンシャルギヤ装置に好適であり、音や振動の発生を抑制する効果が高く、また低粘度化による省燃費性を有しながら、その極圧性を十分に保持できるディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物として極めて有効である。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]差動制限装置付ディファレンシャルギヤ装置の断面図の例である。

[図2]図1におけるプラネタリキャリアの斜視図である。

[図3]図1におけるプラネタリキャリアの断面図である。

[図4]差動制限装置付ディファレンシャルギヤ装置の断面図の他の例である。

[図5]差動制限装置付ディファレンシャルギヤ装置の断面図の他の例である。

[図6]差動制限装置付ディファレンシャルギヤ装置の断面図の他の例である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明について詳細に説明する。

本発明の潤滑油組成物における潤滑油基油は、(A) 鉱油系基油および／または(B) 合成油系基油が用いられる。

[0019] (A) 成分の鉱油系基油は100℃における動粘度が、 $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $3.5\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上、さらに好ましくは $3.7\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上である。また $10\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $7\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である。

(A) 成分の鉱油系基油の100℃における動粘度が $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満の場合は、極圧性やベアリングの疲労寿命が著しく低下することにより装置の信頼性が低下するため好ましくない。一方、 $10\text{ mm}^2/\text{s}$ を超えると粘度増加により省エネ性が低下する。

なお、本発明でいう100℃における動粘度とはJIS K 2283に準拠して測定される値である。

[0020] (A) 成分の鉱油系基油の $\%C_A$ は0.5%以下であることが好ましく、0.3%以下であることがより好ましく、0.2%以下であることがさらに好ましく、0であることが最も好ましい。(A) 成分の鉱油系基油の $\%C_A$ を0.5%以下とすることで、酸化安定性に優れた組成物を得ることができる。

なお、本発明でいう $\%C_A$ とは、ASTM D 323885に準拠した方法(n-d-M環分析)により求められる芳香族炭素数の全炭素数に対する百分率を意味する。

[0021] (A) 成分の鉱油系基油の $\%C_N$ は35%以下であることが好ましく、33%以下であることがより好ましく、30%以下であることがさらに好ましく

、25%以下であることが特に好ましい。また3%以上であることが好ましく、4%以上であることがより好ましく、5%以上であることがさらに好ましく、6%以上であることが特に好ましく、7%以上であることが最も好ましい。

(A) 成分の鉱油系基油の $\%C_N$ が3%未満の場合、添加剤の溶解性が十分ではなく、また35%を超えると酸化安定性や粘度指数が低下する。

なお、本発明でいう $\%C_N$ とは、ASTM D 323885に準拠した方法(n-d-M環分析)により求められるナフテン環構造を構成する炭素数の全炭素数に対する百分率を意味する。

[0022] (A) 成分の鉱油系基油の3級炭素分は3%以上であることが好ましく、4%以上であることがより好ましい。

3級炭素分が3%未満では、流動点が高くなるため、室温での濁りや沈殿を生じ、一方10%を超えると粘度指数が低下するため好ましくない。

なお、本発明の潤滑油基油の構成炭素の全量に占める3級炭素の割合は、 $^{13}C-NMR$ により測定される、全炭素の積分強度の合計に対する $>CH-$ 炭素原子に起因するシグナルの積分強度の合計の割合を意味する。

本発明では、 $^{13}C-NMR$ の測定の際に、サンプルとして試料0.5gに重クロロホルム3gを加えて希釈したものを使用し、測定温度を室温、共鳴周波数を100MHzとした。また、測定方はゲート付でカップリング法を使用した。ただし、同等の結果が得られるのであればその他の方法を用いてもよい。

本発明においては、潤滑油基油の構成炭素の全量に占める3級炭素の割合は5~8%がさらに好ましく、特に好ましくは6~7%である。3級炭素の割合を上記範囲内とすることで、イソパラフィン量が多いことを意味し、粘度温度特性及び熱・酸化安定性に優れた潤滑油基油を得ることができる。

[0023] (A) 成分の鉱油系基油は、上記性状を有する限りにおいてその製造法に特に制限はないが、具体的には、以下に示す基油(1)~(8)を原料とし、この原料油及び／又はこの原料油から回収された潤滑油留分を、所定の精

製方法によって精製し、潤滑油留分を回収することによって得られる鉱油系基油を挙げることができる。

(1) パラフィン系原油及び／又は混合系原油の常圧蒸留による留出油

(2) パラフィン系原油及び／又は混合系原油の常圧蒸留残渣油の減圧蒸留による留出油 (WVGO)

(3) 潤滑油脱ろう工程により得られるワックス (スラックワックス等) 及び／又はガストゥリキッド (GTL) プロセス等により得られる合成ワックス (フィッシュートロプシュワックス、GTLワックス等)

(4) 基油 (1) ~ (3) から選ばれる 1 種又は 2 種以上の混合油及び／又は当該混合油のマイルドハイドロクラッキング処理油

(5) 基油 (1) ~ (4) から選ばれる 2 種以上の混合油

(6) 基油 (1)、(2)、(3)、(4) 又は (5) の脱れき油 (DAO)

(7) 基油 (6) のマイルドハイドロクラッキング処理油 (MHC)

(8) 基油 (1) ~ (7) から選ばれる 2 種以上の混合油

[0024] なお、上記所定の精製方法としては、水素化分解、水素化仕上げなどの水素化精製；フルフラール溶剤抽出などの溶剤精製；溶剤脱ろうや接触脱ろうなどの脱ろう；酸性白土や活性白土などによる白土精製；硫酸洗浄、苛性ソーダ洗浄などの薬品（酸又はアルカリ）洗浄などが好ましい。本発明では、これらの精製方法のうちの 1 種を単独で行ってもよく、2 種以上を組み合わせで行ってもよい。また、2 種以上の精製方法を組み合わせる場合、その順序は特に制限されず、適宜選定することができる。

[0025] 更に、本発明にかかる鉱油系基油としては、上記基油(1)~(8)から選ばれる基油又は当該基油から回収された潤滑油留分について所定の処理を行うことにより得られる下記基油 (9) 又は (10) が特に好ましい。

[0026] (9) 上記基油 (1) ~ (8) から選ばれる基油又は当該基油から回収された潤滑油留分を水素化分解し、その生成物又はその生成物から蒸留等により回収される潤滑油留分について溶剤脱ろうや接触脱ろうなどの脱ろう処理を

行い、または当該脱ろう処理をした後に蒸留することによって得られる水素化分解鉱油

(10) 上記基油(1)～(8)から選ばれる基油又は当該基油から回収された潤滑油留分を水素化異性化し、その生成物又はその生成物から蒸留等により回収される潤滑油留分について溶剤脱ろうや接触脱ろうなどの脱ろう処理を行い、または、当該脱ろう処理をしたあとに蒸留することによって得られる水素化異性化鉱油

[0027] 上記(9)又は(10)の鉱油系基油を得るに際して、脱ろう工程としては、熱・酸化安定性と低温粘度特性をより高めることができ、潤滑油組成物の疲労防止性能をより高めることができる点で、接触脱ろう工程を含むことが特に好ましい。

また、上記(9)又は(10)の潤滑油基油を得るに際して、必要に応じて溶剤精製処理及び／又は水素化仕上げ処理工程を更に設けてもよい。

[0028] また、接触脱ろう(触媒脱ろう)の場合は、水素化分解・異性化生成油を、適当な脱ろう触媒の存在下、流動点を下げるのに有効な条件で水素と反応させる。接触脱ろうでは、分解／異性化生成物中の高沸点物質の一部を低沸点物質へと転化させ、その低沸点物質をより重い基油留分から分離し、基油留分を分留し、2種以上の潤滑油基油を得る。低沸点物質の分離は、目的の潤滑油基油を得る前に、あるいは分留中に行うことができる。

[0029] また、接触脱ろう(触媒脱ろう)の場合は、水素化分解・異性化生成油を、適当な脱ろう触媒の存在下、流動点を下げるのに有効な条件で水素と反応させる。接触脱ろうでは、分解／異性化生成物中の高沸点物質の一部を低沸点物質へと転化させ、その低沸点物質をより重い基油留分から分離し、基油留分を分留し、2種以上の潤滑油基油を得る。低沸点物質の分離は、目的の潤滑油基油を得る前に、あるいは分留中に行うことができる。

[0030] (A) 成分の鉱油系基油としては、100℃における動粘度、 $\%C_A$ および3級炭素分が上述の要件を具備する限り特に限定されるものではないが、水素化分解鉱油系基油が好ましい。また、石油系あるいはフィッシャートロピ

ッシュ合成油等のワックスを50質量%以上含む原料を異性化して得られるワックス異性化イソパラフィン系基油も好ましく用いられる。これらは、単独でも任意に混合して使用することができるが、ワックス異性化基油を単独で使用するが好ましい。

[0031] (A) 成分の鉱油系基油の粘度指数については格別の限定はないが、100以上であることが好ましく、より好ましくは120以上、さらに好ましくは130以上、特に好ましくは140以上であり、200以下が好ましく、さらに好ましくは180以下である。粘度指数を100以上とすることによって、低温から高温にわたり良好な粘度特性を示す組成物を得ることができる。一方、粘度指数が高すぎると疲労寿命に対して効果が小さい。

[0032] (A) 成分のアニリン点については特に制限はないが、低温粘度特性と疲労寿命に優れる潤滑油組成物を得ることができる点で90℃以上であることが好ましく、より好ましくは100℃以上、さらに好ましくは110℃以上であり、特に好ましくは115℃以上である。また、その上限については特に制限はなく、本発明の1つの態様として130℃以上でもよいが、130℃以下が好ましく、添加剤やスラッジの溶解性により優れ、シール材への適合性により優れる点で好ましくは125℃以下である。

[0033] また、(A) 成分の鉱油系基油の硫黄含有量については格別の限定はないが、0.05質量%以下であることが好ましく、0.01質量%以下であることがより好ましく、0.005質量%以下であることがさらに好ましい。

(A) 成分の硫黄含有量を低減することで酸化安定性により優れた組成物を得ることができる。

[0034] 本発明の潤滑油組成物における(B) 成分の合成油系基油は、(B-1) 100℃における動粘度が $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上、 $2000\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下のポリ- α -オレフィン及び／又はその水素化物、および／または(B-2) 100℃における動粘度が $15\sim30\text{ mm}^2/\text{s}$ のエステル系基油から選ばれる1種または2種以上の基油であることが好ましい。

[0035] (B-1) 成分のポリ- α -オレフィンとしては、炭素数2～32、好ま

しくは6～16、特に好ましくは8～12の α -オレフィンのオリゴマーまたはコオリゴマーが好ましい。

[0036] ポリ- α -オレフィンの製法は特に制限されないが、例えば、三塩化アルミニウムまたは三フッ化ホウ素と、水、アルコール（エタノール、プロパノール、ブタノール等）、カルボン酸またはエステルとの錯体、チーグラナータ系あるいはメタロセン触媒のような重合触媒の存在下、 α -オレフィンを重合する方法が挙げられる。

[0037] (B-1)成分の100℃における動粘度は、 $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であり、 $4\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることが好ましく、 $20\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることがより好ましい。また $2000\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であり、 $1000\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $300\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが特に好ましい。100℃における動粘度が $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 未満だとギヤなどの擦動部での油膜保持性能が低いため、また $2000\text{ mm}^2/\text{s}$ を超えるとせん断による粘度低下が生じるためそれぞれ好ましくない。

[0038] (B-1)成分としては、100℃における動粘度が(B-1-1) $3\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $15\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下のポリ- α -オレフィン及び／又はその水素化物と、(B-1-2) $15\text{ mm}^2/\text{s}$ を超え $2000\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下のポリ- α -オレフィン及び／又はその水素化物との混合物であることが好ましい。

[0039] (B-1-1)成分の100℃における動粘度は $4\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることが好ましく、 $5\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることがより好ましい。また、 $13\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $11\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることがより好ましい。100℃における動粘度が3～ $15\text{ mm}^2/\text{s}$ のポリ- α -オレフィンを配合することによりベアリング疲労寿命、ギヤの疲労寿命が著しく向上するばかりでなく、低温時の流動性が大幅に改善される。

[0040] (B-1-2)成分の100℃における動粘度は $20\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることが好ましく、 $30\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることがより好ましく、 $35\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上であることがさらに好ましい。また、 $1200\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下である

ことが好ましく、 $300\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることがさらに好ましい。 100°C における動粘度が $15\text{ mm}^2/\text{s}$ を超え $2000\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下のポリ- α -オレフィンを配合することによりベアリング疲労寿命、ギヤの疲労寿命が著しく向上するばかりでなく、組成物の粘度指数が大幅に向上する。

[0041] (B)成分の合成油系基油における(B-2)成分は、 100°C における動粘度が $1.5\sim 30\text{ mm}^2/\text{s}$ のエステル系基油である。

[0042] ここでいうエステルは脂肪酸エステルであり、具体的には、以下に示す1価アルコール類又は多価アルコールと1塩基酸又は多塩基酸とのエステル等が例示される。

- (a) 1価アルコールと1塩基酸とのエステル
- (b) 多価アルコールと1塩基酸とのエステル
- (c) 1価アルコールと多塩基酸とのエステル
- (d) 多価アルコールと多塩基酸とのエステル
- (e) 1価アルコール及び多価アルコールとの混合物と、多塩基酸との混合エステル
- (f) 多価アルコールと、1塩基酸及び多塩基酸の混合物との混合エステル
- (g) 1価アルコール及び多価アルコールとの混合物と、1塩基酸及び多塩基酸の混合物との混合エステル

[0043] 上記1価アルコール又は多価アルコールとしては、炭素数 $1\sim 30$ 、好ましくは炭素数 $4\sim 20$ 、より好ましくは炭素数 $6\sim 18$ の炭化水素基を有する1価アルコール又は多価アルコール類が挙げられる。

また、上記1塩基酸又は多塩基酸としては、炭素数 $1\sim 30$ 、好ましくは炭素数 $4\sim 20$ 、より好ましくは炭素数 $6\sim 18$ の炭化水素基を有する1塩基酸又は多塩基酸類が挙げられる。

ここでいう炭素数 $1\sim 30$ の炭化水素基としては、アルキル基、アルケニル基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、アリール基、アルキルアリール基、アリールアルキル基等の炭化水素基が挙げられる。

[0044] アルキル基としては、好ましくは炭素数 $4\sim 20$ のアルキル基、特に好ま

しくは炭素数6～18のアルキル基である。アルケニル基としては、好ましくは炭素数4～20のアルケニル基、特に好ましくは炭素数6～18のアルケニル基である。

[0045] また、上記1価アルコール類としては、炭素数1～30の1価アルキルアルコール類（これらアルキル基は直鎖状であっても分枝状であっても良い。）；エテノール、プロペノール、ブテノール、ヘキセノール、オクテノール、デセノール、ドデセノール、オクタデセノール（オレイルアルコール等）等の炭素数2～40の1価アルケニルアルコール類（これらアルケニル基は直鎖状であっても分枝状であっても良く、また、二重結合の位置も任意である。）等及びこれらの混合物等が挙げられる。

[0046] 上記多価アルコール類としては、炭素数2～30の2価のアルキル又はアルケニルジオール類（これらアルキル基又はアルケニル基は直鎖状でも分枝状でも良く、アルケニル基の二重結合の位置は任意であり、ヒドロキシル基の置換位置も任意である。）；グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等のトリメチロールアルカン、エリスリトール、ペンタエリスリトール、124-ブタントリオール、135-ペンタントリオール、126-ヘキサントリオール、1234-ブタンテトロール、ソルビトール、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等、及びこれらの重合体又は縮合物（例えば、ジグリセリン、トリグリセリン、テトラグリセリン等のグリセリンの2～8量体等、ジトリメチロールプロパン等のトリメチロールプロパンの2～8量体等、ジペンタエリスリトール等のペンタエリスリトールの2～4量体等、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物等の縮合化合物（分子内縮合化合物、分子間縮合化合物又は自己縮合化合物））等が挙げられる。

[0047] また、上記アルコール類は、炭素数3～10、好ましくは炭素数2～4のアルキレンオキサイドあるいはその重合体又は共重合体を付加させ、アルコール類のヒドロキシル基をハイドロカルビルエーテル化又はハイドロカルビルエステル化したものを用いても良い。炭素数3～10のアルキレンオキサ

イドとしては、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイド、1, 2-エポキシブタン (α -ブチレンオキサイド)、2, 3-エポキシブタン (β -ブチレンオキサイド)、1, 2-エポキシ-1-メチルプロパン、1, 2-エポキシヘプタン、1, 2-エポキシヘキサン等が挙げられる。これらの中では、低摩擦性に優れる点から、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイド、ブチレンオキサイドが好ましく、エチレンオキサイド、プロピレンオキサイドがより好ましい。なお、2種以上のアルキレンオキサイドを用いた場合には、オキシアルキレン基の重合形式に特に制限はなく、ランダム共重合していても、ブロック共重合していてもよい。また、ヒドロキシル基を3~10個有する多価アルコールにアルキレンオキサイドを付加させる際、全てのヒドロキシル基に付加させてもよいし、一部のヒドロキシル基のみに付加させてもよい。

[0048] また、上記1塩基酸としては、炭素数1~30の炭化水素基を有する脂肪酸が用いられ、その脂肪酸は直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよい。

[0049] また、上記多塩基酸としては、炭素数2~30の飽和又は不飽和脂肪族ジカルボン酸（これら飽和脂肪族又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である。）；プロパントリカルボン酸、ブタントリカルボン酸、ペンタントリカルボン酸、ヘキサントリカルボン酸、ヘプタントリカルボン酸、オクタントリカルボン酸、ノナントリカルボン酸、デカントリカルボン酸等の飽和又は不飽和脂肪族トリカルボン酸（これら飽和脂肪族又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である。）；飽和又は不飽和脂肪族テトラカルボン酸（これら飽和脂肪族又は不飽和脂肪族は直鎖状でも分枝状でもよく、また不飽和結合の位置も任意である。）等が挙げられる。

[0050] 本発明における（B-2）成分のエステル系基油としては、上記規定を満たす1種又は2種以上のエステル系基油を混合して用いることができ、また、混合物が上記規定を満たす限り、上記規定を満たす1種又は2種以上のエ

ステル系基油と上記規定を満たさないエステル系基油を混合して用いても良い。

[0051] 本発明における（Ｂ－２）エステル系基油としては多価アルコールエステル系基油が好ましく、具体的にはトリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等のトリメチロールアルカン、エリスリトール、ペンタエリスリトールと、炭素数６～１８、好ましくは炭素数１２～１８の１価の飽和脂肪酸又は不飽和脂肪酸（これら脂肪酸は、直鎖状でも分枝状でもよく、二重結合位置は任意である。）と多価脂肪族アルコールとのエステルから選ばれることが特に好ましい。

[0052] （Ｂ－２）成分のエステル系基油の１００℃における動粘度は１．５～３０ mm^2/s であることが好ましく、２ mm^2/s 以上であることがより好ましい。また２０ mm^2/s 以下であることがより好ましく、さらに１５ mm^2/s 以下であることが好ましく、１２ mm^2/s であることが最も好ましい。１００℃における動粘度が１．５～３０ mm^2/s のエステル系基油を配合することによりベアリング疲労寿命、ギヤの疲労寿命が著しく向上する。

[0053] （Ｂ－２）成分のエステル系基油の流動点については特に制限はないが、好ましくは－２０℃以下であり、より好ましくは－３０℃以下、特に好ましくは－４０℃以下である。流動点を－２０℃以下とすることで、低温領域における低摩擦性にも優れ、始動性あるいは始動直後の省燃費性能にも優れた組成物を得ることができる。

[0054] 本発明において、潤滑油基油は上記した（Ａ）成分の鉱油系基油および／または（Ｂ）成分の合成油系基油からなる。（Ａ）成分と（Ｂ）成分の基油を混合して使用する場合、基油中の（Ａ）成分の含有量は、基油組成物全量基準で、４０質量％以上であることが好ましく、より好ましくは５０質量％以上、さらに好ましくは６０質量％以上であり、また好ましくは９０質量％以下、より好ましくは８０質量％以下、さらに好ましくは７０質量％以下である。

上記範囲より少ないと、（Ａ）成分による粘度温度特性が十分発揮されな

いし、多すぎると後述する（B）成分の量が少なくなり、（B）成分との組合せによる疲労寿命ならびに低温粘度特性効果が低下する。

[0055] また、（B）成分として（B-1）成分を用いる場合、（B-1）成分のポリ- α -オレフィンの含有量は、基油組成物全量基準で2～60質量%であることが好ましく、5質量%以上であることがより好ましく、10質量%以上であることが特に好ましい。一方、シール材適合性の観点から、35質量%以下とすることが好ましく、30質量%以下とすることがより好ましい。

[0056] また、（B-1）成分において、（B-1-1）成分と（B-1-2）成分を併用する場合、（B-1-1）成分の含有量は、基油全量基準で3質量%以上であることが好ましく、7質量%以上がより好ましく、10質量%以上がさらに好ましい。一方、シール材適合性の観点から、35質量%以下とすることが好ましく、20質量%以下がより好ましい。

一方、（B-1-2）成分の含有量は、基油全量基準で5質量%以上であることが好ましく、7質量%以上がより好ましく、10質量%以上がさらに好ましい。一方、シール材適合性の観点から、20質量%以下とすることが好ましく、15質量%以下がより好ましい。

また、（B-1-1）成分と（B-1-2）成分の質量比（（B-1-1）／（B-1-2））は、低温粘度特性の観点から、0.2以上であることが好ましく、0.4以上であることがより好ましい。また粘度指数の観点から10以下とすることが好ましく、5以下がより好ましく、2以下がさらに好ましい。

[0057] また、（B）成分として（B-2）成分を用いる場合、（B-2）成分のエステル系基油の含有量は、基油全量基準で5質量%以上であることが好ましく、7質量%以上であることがより好ましく、10質量%以上であることがさらに好ましい。一方、シール材膨潤性能の観点から、60質量%以下とすることが好ましく、30質量%以下とすることがより好ましい。

[0058] 本発明の潤滑油組成物における潤滑油基油は、100℃における動粘度が

3 mm²/s 以上、好ましくは 5 mm²/s 以上、さらに好ましくは 8 mm²/s 以上、さらにより好ましくは 12 mm²/s 以上、また 20 mm²/s 以下、好ましくは 18 mm²/s 以下、さらに好ましくは 16 mm²/s 以下に調整してなる潤滑油基油であることが好ましい。

基油の粘度は疲労寿命に大きく影響し、高いほうが、基本的に寿命が長くなるが、低温粘度が悪化するため適正な粘度範囲が存在する。

[0059] 本発明の潤滑油組成物は、(C) 成分として、アミド系、イミド系およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる摩擦調整剤を組成物全量基準で 0.01 ~ 10 質量%含有する。

[0060] (C) 成分のアミド系摩擦調整剤としては、直鎖状又は分枝状、好ましくは直鎖状の脂肪酸とアンモニア、脂肪族モノアミン又は脂肪族ポリアミンとのアミド等の脂肪酸アミド系摩擦調整剤等が例示できる。

[0061] アミド系摩擦調整剤の具体的例のひとつとして、窒素原子を一つ含む、炭素数 10 ~ 30 のアルキル基又はアルケニル基を少なくとも 1 つ有する脂肪酸アミド化合物が挙げられる。具体的には、炭素数 10 ~ 30 のアルキル基又はアルケニル基を有する脂肪酸やその酸塩化物をアンモニアや炭素数 1 ~ 30 の炭化水素基又は水酸基含有炭化水素基のみを分子中に含有するアミン化合物等の含窒素化合物を反応させて得られる脂肪酸アミド等が挙げられる。

特に、アンモニアと脂肪酸を反応させた、分子末端がアミド基であるアミド化合物が好ましい。

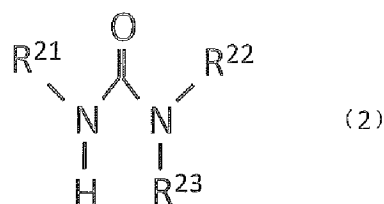
[0062] (C-1) 脂肪酸アミドとしては、具体的には、摩擦低減効果に優れる点から、ラウリン酸アミド、ミリスチン酸アミド、パルミチン酸アミド、ステアリン酸アミド、オレイン酸アミド、ヤシ油脂肪酸アミド、炭素数 12 ~ 13 の合成混合脂肪酸アミド、及びこれらの混合物等が特に好ましく用いられる。

[0063] また (C-2) 他のアミド系摩擦調整剤の好ましい具体的例として下記一般式 (1) で示される窒素原子が 2 ~ 10 原子、好ましくは 2 ~ 4 原子、特

[0067] 一般式(1)の他の好ましい形態としては、具体的には、国際公開第2005037967号パンフレットに例示されている、ヒドラジド(オレイン酸ヒドラジド等)、セミカルバジド(オレイルセミカルバジド等)、ウレア(オレイルウレア等)、ウレイド(オレイルウレイド等)、アロファン酸アミド(オレイルアロファン酸アミド等)及びこれらの誘導体等が挙げられる。

これらの中では、下記一般式(2)及び(3)で表される窒素含有化合物並びにその酸変性誘導体からなる群より選ばれる1種以上の化合物が特に好ましい。

[0068] [化2]

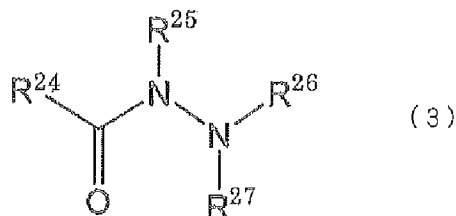


[0069] 一般式(2)において、 R^{21} は炭素数1～30の炭化水素基又は機能性を有する炭素数1～30の炭化水素基、好ましくは炭素数10～30の炭化水素基又は機能性を有する炭素数10～30の炭化水素基、より好ましくは炭素数12～24のアルキル基、アルケニル基又は機能性を有する炭化水素基、特に好ましくは炭素数12～20のアルケニル基であり、 R^{22} 及び R^{23} は、それぞれ個別に、炭素数1～30の炭化水素基、機能性を有する炭素数1～30の炭化水素基又は水素、好ましくは炭素数1～10の炭化水素基、機能性を有する炭素数1～10の炭化水素基又は水素、さらに好ましくは炭素数1～4の炭化水素基又は水素、より好ましくは水素である。

[0070] 一般式(2)で表される窒素含有化合物の最も好ましい例としては、具体的には、 R^{21} が炭素数12～24のアルキル基又はアルケニル基、 R^{22} 及び R^{23} が水素である、ドデシルウレア、トリデシルウレア、テトラデシルウレア、ペンタデシルウレア、ヘキサデシルウレア、ヘプタデシルウレア、オクタデシルウレア、オレイルウレア等の炭素数12～24のアルキル基又はア

ルケニル基を有するウレア化合物及びその酸変性誘導体が挙げられる。これらの中でもオレイルウレア ($C_{18}H_{35}-NH-C(=O)-NH_2$) 及びその酸変性誘導体（ハウ酸変性誘導体等）が特に好ましい例として挙げられる。

[0071] [化3]



[0072] 一般式（３）において、 R^{24} は炭素数１～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基であり、好ましくは炭素数１０～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１０～３０の炭化水素基、より好ましくは炭素数１２～２４のアルキル基、アルケニル基又は機能性を有する炭化水素基、特に好ましくは炭素数１２～２０のアルケニル基であり、 $R^{25} \sim R^{27}$ は、それぞれ個別に、炭素数１～３０の炭化水素基、機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基又は水素、好ましくは炭素数１～１０の炭化水素基、機能性を有する炭素数１～１０の炭化水素基又は水素、より好ましくは炭素数１～４の炭化水素基又は水素、さらに好ましくは水素を示す。

[0073] 一般式（３）で表される窒素含有化合物としては、具体的には、炭素数１～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基を有するヒドラジド及びその誘導体である。 R^{24} が炭素数１～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基、 $R^{25} \sim R^{27}$ が水素の場合、炭素数１～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基を有するヒドラジド、 R^{24} 及び $R^{25} \sim R^{27}$ のいずれかが炭素数１～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基であり、 $R^{25} \sim R^{27}$ の残りが水素である場合、炭素数１～３０の炭化水素基又は機能性を有する炭素数１～３０の炭化水素基を有するＮ－ヒドロカルビルヒドラジド（ヒドロカルビルは炭化水素基等を示す）である。

[0074] 一般式（３）で表される窒素含有化合物の最も好ましい例としては、 R^{24}

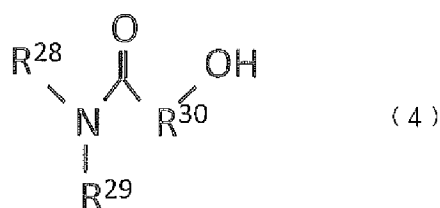
が炭素数 12～24 のアルキル基又はアルケニル基、 R^{25} 、 R^{26} 及び R^{27} が水素である、ドデカン酸ヒドラジド、トリデカン酸ヒドラジド、テトラデカン酸ヒドラジド、ペンタデカン酸ヒドラジド、ヘキサデカン酸ヒドラジド、ヘプタデカン酸ヒドラジド、オクタデカン酸ヒドラジド、オレイン酸ヒドラジド、エルカ酸ヒドラジド等の炭素数 12～24 のアルキル基又はアルケニル基を有するヒドラジド化合物及びその酸変性誘導体（ハウ酸変性誘導体等）が挙げられる。これらの中では、オレイン酸ヒドラジド（ $C_{17}H_{33}-C(=O)-NH-NH_2$ ）及びその酸変性誘導体、エルカ酸ヒドラジド（ $C_{21}H_{41}-C(=O)-NH-NH_2$ ）及びその酸変性誘導体が特に好ましい例として挙げられる。

[0075] アミド系摩擦調整剤の別の形態として、官能基としてアミドを持ちながら、水酸基、あるいはカルボン酸基を同じ分子内に保有しているものが挙げられる。これらの化合物は、後述する（D）成分としての範疇にも属する。したがって、（C）成分のアミドと、ここに記載する官能基としてアミドを持ちながら、水酸基、あるいはカルボン酸基を同じ分子内に保有しているアミド化合物の併用はさらに好ましい形態である。

[0076] （C-3）水酸基をもつアミド系摩擦調整剤の具体的例としては、炭素数 10～30 のアルキル基又はアルケニル基を有する脂肪酸やその酸塩化物を炭素数 1～30 の水酸基含有炭化水素基のみを分子中に含有するアミン化合物等の含窒素化合物を反応させて得られる脂肪酸アミド等が挙げられる。

具体的には一般式（4）で表される化合物が好ましい。

[0077] [化4]



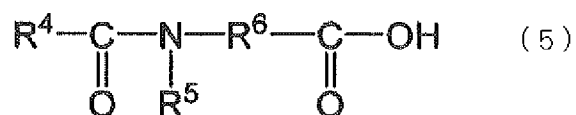
[0078] 一般式（4）において、 R^{28} は炭素数 1～30 の炭化水素基又は機能性を有する炭素数 1～30 の炭化水素基であり、好ましくは炭素数 10～30 の

炭化水素基又は機能性を有する炭素数 10～30 の炭化水素基、より好ましくは炭素数 12～24 のアルキル基、アルケニル基又は機能性を有する炭化水素基、特に好ましくは炭素数 12～20 のアルケニル基であり、 R^{29} は、炭素数 1～30 の炭化水素基、機能性を有する炭素数 1～30 の炭化水素基又は水素、好ましくは炭素数 1～10 の炭化水素基、機能性を有する炭素数 1～10 の炭化水素基又は水素、より好ましくは炭素数 1～4 の炭化水素基又は水素、さらに好ましくは水素、 R^{30} は炭素数 1～10 の炭化水素基、機能性を有する炭素数 1～10 の炭化水素基、より好ましくは炭素数 1～4 の炭化水素基、さらに好ましくは炭素数 1～2、最も好ましくは炭素数 1 を示す。

[0079] 一般式 (4) で表される化合物は、例えば、ヒドロキシ酸と脂肪族アミンの反応により合成できる。ヒドロキシ酸のうち脂肪族ヒドロキシ酸が好ましく、さらに直鎖状脂肪族 α -ヒドロキシ酸が好ましい。 α -ヒドロキシ酸の中でもグリコール酸が好ましい。脂肪族アミンは、先に後述するアミン系摩擦調整剤として挙げる化合物が好ましい。

[0080] (C-4) カルボン酸基を同じ分子内に保有しているアミド化合物の例として一般式 (5) で表される化合物等が挙げられる。

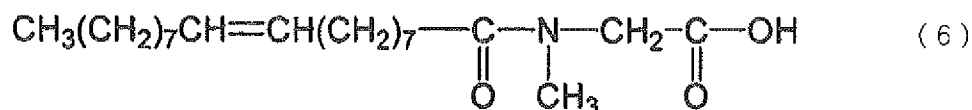
[0081] [化5]



[0082] 上記一般式 (5) において、 R^4 及び R^5 は、それぞれ個別に、水素又は炭素数 1～30 のアルキル基又はアルケニル基を示し、 R^4 及び R^5 の少なくとも一方は、炭素数 8～30 のアルキル基又はアルケニル基であり、 R^6 は単結合又は炭素数 1～4 のアルキレン基を示す。

本発明において、一般式 (5) で表される化合物の特に好ましい具体例としては、下記式 (6) で表される N-オレオイルサルコシン等が挙げられる。

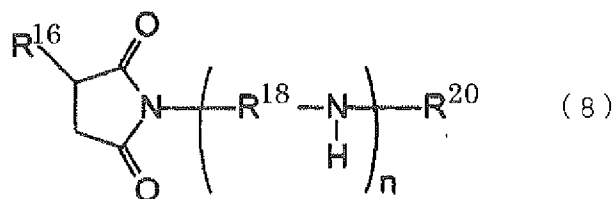
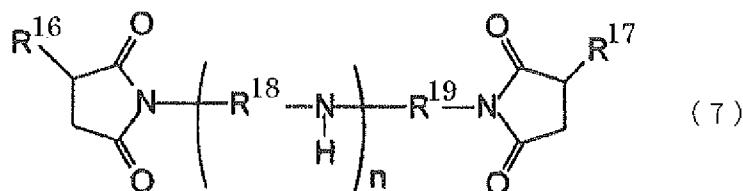
[0083] [化6]



[0084] (C-5) イミド系摩擦調整剤としては、直鎖状、若しくは分枝状、好ましくは分枝状の炭化水素基を1つ又は2つ有するモノ及び／又はビスコハク酸イミド、当該コハク酸イミドにホウ酸やリン酸、炭素数1～20のカルボン酸あるいは硫黄含有化合物から選ばれる1種又は2種以上を反応させたコハク酸イミド変性化合物等のコハク酸イミド系摩擦調整剤等が例示できる。

[0085] イミド系摩擦調整剤としては、具体的には下記の一般式(7)又は(8)で表されるコハク酸イミド、及びそれらの誘導体が挙げられる。

[0086] [化7]



[0087] 上記一般式(7)及び(8)において、 R^{16} 及び R^{17} は、それぞれ個別に、炭素数8～30、好ましくは炭素数12～24のアルキル基又はアルケニル基を示し、 R^{18} 及び R^{19} は、それぞれ個別に、炭素数1～4、好ましくは炭素数2～3のアルキレン基を示し、 R^{20} は水素原子又は炭素数1～30、好ましくは炭素数8～30のアルキル基又はアルケニル基を示し、 n は1～7の整数を示し、好ましくは1～3の整数である。

[0088] 本発明の潤滑油組成物における(C)成分の含有量は、組成物全量を基準として、0.01～10質量%であり、好ましくは0.1質量%以上、より好ましくは0.3質量%以上であり、また、好ましくは3質量%以下、より

好ましくは2質量%以下、さらに好ましくは1質量%以下である。摩擦調整剤の含有量が0.01質量%未満であると、その添加による摩擦低減効果が不十分となる傾向にあり、また10質量%を超えると、耐摩耗性添加剤などの効果が阻害されやすく、あるいは添加剤の溶解性が悪化する傾向にある。

[0089] また本発明の潤滑油組成物における(C)成分の窒素含有量は、組成物全量基準で0.0005～0.4質量%であることが好ましく、より好ましくは0.001～0.3質量%、特に好ましくは0.005～0.25質量%である。その理由は、窒素量が少なすぎるとNV防止性能が十分発現されず、また多すぎると溶解性が低下し、沈澱や濁りが生じるためである。

[0090] 本発明の潤滑油組成物には(C)アミド系および／またはイミド系摩擦調整剤に加え、さらに(D)カルボン酸系、アルコール系、アミン系、およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる少なくとも1種類以上からなる摩擦調整剤を組成物全量基準で0.01～10質量%含有することが好ましい。

[0091] (D-1)カルボン酸系摩擦調整剤としては、分枝状、好ましくは直鎖状の脂肪酸のほか、アルキル基又はアルケニル基を有する窒素含有カルボン酸、脂肪酸と脂肪族1価アルコール又は脂肪族多価アルコールとのエステル等の脂肪酸エステル、該脂肪酸のアルカリ土類金属塩(マグネシウム塩、カルシウム塩等)や亜鉛塩等の脂肪酸金属塩等もカルボン酸系摩擦調整剤として挙げられる。

[0092] (D-2)アルコール系摩擦調整剤としては、直鎖状又は分枝状、好ましくは直鎖状の脂肪族1価アルコール又は多価アルコールが挙げられる。特にジオールやトリオールが好ましい。中でもジオールが好ましく、特にグリコールが好ましい。

[0093] (D-3)アミン系摩擦調整剤としては、直鎖状若しくは分枝状、好ましくは直鎖状の脂肪族モノアミン、直鎖状若しくは分枝状、好ましくは直鎖状の脂肪族ポリアミン、又はこれら脂肪族アミンのアルキレンオキシド付加物等の脂肪族アミン系摩擦調整剤等が例示できる。

[0094] 前述した(D-1)～(D-3)の摩擦調整剤は、前述したように、各々

の極性基に加え、炭化水素基を有する。以下に特に断らない場合、この炭化水素基は、基本骨格として、炭素数10以上、30以下の直鎖または分枝状アルキル基もしくはアルケニル基である。分岐は少ないほどよく、直鎖状であることが最も好ましいが、一つ程度の分岐のメチル基を有してもよい。

また(D-1)～(D-3)の極性基は同一の化合物中に存在してもよい。

さらに(D-1)～(D-3)を組み合わせ使用することがより好ましい。

[0095] (D-1)成分における脂肪酸としては、炭素数10～30の炭化水素基を有する脂肪酸が用いられる。炭化水素基の炭素数は12以上が好ましく、16以上がより好ましい。また24以下が好ましく、20以下がより好ましい。炭化水素基の炭素数が10未満では摩擦調整剤としての機能に乏しく、また30を超えると、潤滑油組成物としての低温流動性に不具合を生じる可能性が高いため、それぞれ好ましくない。

炭化水素基は直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよいが、分岐は少ないほど好ましく、直鎖状であることが最も好ましいが、末端から二つ目の炭素、もしくはカルボニル基のアルファ位に分岐のメチル基を有してもよい。

また飽和のものでも不飽和のものでもよいが、不飽和結合は分子内に一つ以下であることが好ましく、飽和であるほうが好ましい。

特に具体的にはデカン酸、ウンデカン酸、ドデカン酸（ラウリン酸等）、トリデカン酸、テトラデカン酸（ミリスチン酸等）、ペンタデカン酸、ヘキサデカン酸（パルミチン酸等）、ヘプタデカン酸、オクタデカン酸（ステアリン酸等）、ノナデカン酸、イコサン酸、ヘンイコサン酸、ドコサン酸、トリコサン酸、テトラコサン酸、ペンタコサン酸、ヘキサコサン酸、ヘプタコサン酸、オクタコサン酸、ノナコサン酸、トリアコンタン酸等の炭素数10～30の飽和脂肪族モノカルボン酸が好ましい。

[0096] (D-1)カルボン酸系摩擦調整剤には、炭素数10～30、好ましくは

12～24の直鎖状アルキル基又はアルケニル基を有する脂肪酸と多価アルコールとのエステルも含まれる。

この多価アルコールとしては、炭素数3～6の多価アルコール又はその2量体若しくは3量体が挙げられる。具体的には、グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ソルビタン等の多価アルコール、これらの2量体若しくは3量体であるジグリセリン、ジトリメチロールエタン、ジトリメチロールプロパン、ジペンタエリスリトール、トリグリセリン、トリトリメチロールエタン、トリトリメチロールプロパン、トリペンタエリスリトール等が挙げられる。

[0097] なおここでいうエステルとしては、多価アルコール中の水酸基のすべてがエステル化された、いわゆるフルエステルでも良く、また、多価アルコール中の水酸基の少なくとも1個以上がエステル化されていない水酸基の形のままで残っている、いわゆる部分エステルでも良いが、本発明においては、摩擦低減効果に優れる点から部分エステルを用いるのが好ましい。

[0098] 特に摩擦特性に優れる点から、グリセリンモノオレエート、グリセリンジオレエート、トリメチロールエタンモノオレエート、トリメチロールエタンジオレエート、トリメチロールプロパンモノオレエート、トリメチロールプロパンジオレエート、ペンタエリスリトールモノオレエート、ペンタエリスリトールジオレエート、ペンタエリスリトールトリオレエート、ソルビタンモノオレエート、ソルビタンジオレエート、ソルビタントリオレエート及びこれらの混合物等がより好ましく用いられ、さらにモノオレエートであるグリセリンモノオレエート、トリメチロールエタンモノオレエート、トリメチロールプロパンモノオレエート、ペンタエリスリトールモノオレエート、ソルビタンモノオレエート及びこれらの混合物等が最も好ましく用いられる。

[0099] (D-1)成分のうち、脂肪酸金属塩としては、上記のような脂肪酸のアルカリ土類金属塩（マグネシウム塩、カルシウム塩等）や亜鉛塩等が挙げられる。具体的には、ラウリン酸カルシウム、ミリスチン酸カルシウム、パルミチン酸カルシウム、ステアリン酸カルシウム、オレイン酸カルシウム、ヤ

シ油脂肪酸カルシウム、炭素数 8～30 の合成混合脂肪酸カルシウム、ラウリン酸亜鉛、ミリスチン酸亜鉛、パルミチン酸亜鉛、ステアリン酸亜鉛、オレイン酸亜鉛、ヤシ油脂肪酸亜鉛、炭素数 8～30 の合成混合脂肪酸亜鉛、及びこれらの混合物等が特に好ましく用いられる。

[0100] (D-2) アルコール系摩擦調整剤としては、1 価アルコール又は多価アルコールが挙げられる。特にジオールやトリオールが好ましい。中でもジオールが好ましく、特にグリコールが好ましい。

アルコール系摩擦調整剤としては炭素数 10～30 の炭化水素基を有するものが用いられる。炭素数は 12 以上が好ましく、16 以上がより好ましい。また 24 以下が好ましく、20 以下がより好ましい。炭素数が 10 未満では摩擦調整剤としての機能に乏しく、また 30 を超えると、潤滑油組成物としての低温流動性に不具合を生じる可能性が高いため、それぞれ好ましくない。

また炭化水素基は直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよいが、分岐は少ないほど好ましく、直鎖状であることが最も好ましいが、一つ程度の分岐のメチル基を有してもよい。

また飽和のものでも不飽和のものでもよいが、不飽和結合は分子内に一つ以下であることが好ましく、飽和であるほうが好ましい。

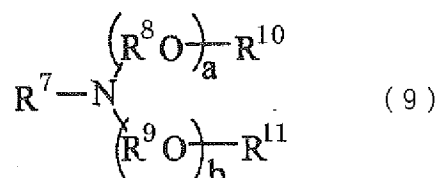
[0101] (D-3) アミン系摩擦調整剤としては、炭素数 10～30 のアルキル基又はアルケニル基等の炭化水素基を分子中に少なくとも 1 個有するアミン化合物及びその誘導体が挙げられる。炭素数は 12 以上が好ましく、16 以上がより好ましい。また 24 以下が好ましく、20 以下がより好ましい。炭素数が 10 未満では摩擦調整剤としての機能に乏しく、また 30 を超えると、潤滑油組成物としての低温流動性に不具合を生じる可能性が高いため、それぞれ好ましくない。

また炭化水素基は直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよいが、分岐は少ないほど好ましく、直鎖状であることが最も好ましいが、一つ程度の分岐のメチル基を有してもよい。

また飽和のものでも不飽和のものでもよいが、不飽和結合は分子内に一つ以下であることが好ましく、飽和であるほうが好ましい。

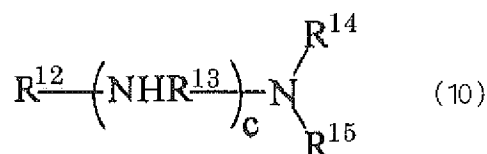
[0102] より具体的には、下記の一般式（９）で表される脂肪族モノアミン若しくはそのアルキレンオキシド付加物、下記の一般式（１０）で表される脂肪族ポリアミン、及びそれらの誘導体が挙げられる。

[0103] [化8]



[0104] 式（９）中、 R^7 は炭素数１０～３０、好ましくは１２～２４のアルキル基又はアルケニル基を示し、 R^8 及び R^9 は、それぞれ個別に、炭素数１～４、好ましくは２～３のアルキレン基を示し、 R^{10} 及び R^{11} は、それぞれ個別に、水素又は炭素数１～３０の炭化水素基を示し、 a 及び b は、それぞれ個別に、０～１０、好ましくは０～６の整数を示し、かつ $a+b=0\sim10$ 、好ましくは０～６の整数である。

[0105] [化9]



[0106] 式（１０）中、 R^{12} は炭素数１０～３０、好ましくは１２～２４のアルキル基又はアルケニル基を示し、 R^{13} は炭素数１～４、好ましくは２～３のアルキレン基を示し、 R^{14} 及び R^{15} は、それぞれ個別に、水素又は炭素数１～３０の炭化水素基を示し、 c は１～５、好ましくは１～４の整数を示す。

[0107] アミン化合物又はその誘導体としては、摩擦特性に優れる点から、ラウリルアミン、ラウリルジエチルアミン、ラウリルジエタノールアミン、ドデシルジプロパノールアミン、パルミチルアミン、ステアリルアミン、ステアリルトetraエチレンペンタミン、オレイルアミン、オレイルプロピレンジアミ

ン、オレイルジエタノールアミン、オレイルコハク酸イミド、N-ヒドロキシエチルオレイルイミダゾリン等のアミン化合物；これらアミン化合物のアルキレンオキシド付加物；これらアミン化合物のアルキレンオキシド付加物；又はこれらの混合物等が特に好ましく用いられる。

[0108] 本発明の潤滑油組成物における（D）成分の含有量は、組成物全量を基準として、0.01～10質量％が好ましく、より好ましくは0.1質量％以上、さらに好ましくは0.3質量％以上であり、また、好ましくは3質量％以下、より好ましくは2質量％以下、さらに好ましくは1質量％以下である。（D）成分の含有量が0.01質量％未満であると、その添加による摩擦低減効果が不十分となる傾向にあり、また10質量％を超えると、耐摩耗性添加剤などの効果が阻害されやすく、あるいは添加剤の溶解性が悪化する傾向にある。

[0109] 本発明の潤滑油組成物は、（E）金属系清浄剤を含有することが好ましい。

（E）金属系清浄剤としては、塩基価が100mg KOH/g以上のアルカリ土類金属系清浄剤であることが好ましい。かかるアルカリ土類金属系清浄剤としては、例えば、アルカリ土類金属スルホネート、アルカリ土類金属フェネート、アルカリ土類金属サリシレート、アルカリ土類金属ホスホネート、あるいはこれらの混合物等が挙げられる。

[0110] アルカリ土類金属スルホネートとしては、より具体的には、例えば分子量100～1500、好ましくは200～700のアルキル芳香族化合物をスルホン化することによって得られるアルキル芳香族スルホン酸のアルカリ土類金属塩、特にマグネシウム塩及び／又はカルシウム塩が好ましく用いられ、アルキル芳香族スルホン酸としては、いわゆる石油スルホン酸や合成スルホン酸等が挙げられる。

[0111] 石油スルホン酸としては、一般に鉱油の潤滑油留分のアルキル芳香族化合物をスルホン化したものやホワイトオイル製造時に副生する、いわゆるマホガニー酸等が用いられる。また合成スルホン酸としては、例えば洗剤の原料

となるアルキルベンゼン製造プラントや、ポリオレフィンをベンゼンにアルキル化することにより得られる、直鎖状や分枝状のアルキル基を有するアルキルベンゼンを原料とし、これをスルホン化したもの、あるいはジノニルナフタレンをスルホン化したもの等が用いられる。またこれらアルキル芳香族化合物をスルホン化の際のスルホン化剤としては特に制限はないが、通常発煙硫酸や硫酸が用いられる。

[0112] アルカリ土類金属フェネートとしては、より具体的には、炭素数4～30、好ましくは6～18の直鎖状又は分枝状のアルキル基を少なくとも1個有するアルキルフェノール、このアルキルフェノールと元素硫黄を反応させて得られるアルキルフェノールサルファイド又はこのアルキルフェノールとホルムアルデヒドを反応させて得られるアルキルフェノールのマンニッヒ反応生成物のアルカリ土類金属塩、特にマグネシウム塩及び／又はカルシウム塩等が好ましく用いられる。

[0113] アルカリ土類金属サリシレートとしては、より具体的には、炭素数4～30、好ましくは6～18の直鎖状又は分枝状のアルキル基を少なくとも1個有するアルキルサリチル酸のアルカリ土類金属塩、特にマグネシウム塩及び／又はカルシウム塩等が好ましく用いられる。

[0114] また、アルカリ土類金属スルホネート、アルカリ土類金属フェネート及びアルカリ土類金属サリシレートには、アルキル芳香族スルホン酸、アルキルフェノール、アルキルフェノールサルファイド、アルキルフェノールのマンニッヒ反応生成物、アルキルサリチル酸等を、直接、アルカリ土類金属の酸化物や水酸化物等の金属塩基と反応させたり、又は一度ナトリウム塩やカリウム塩等のアルカリ金属塩としてからアルカリ土類金属塩と置換させること等により得られる中性塩（正塩）だけでなく、さらにこれら中性塩（正塩）と過剰のアルカリ土類金属塩やアルカリ土類金属塩基（アルカリ土類金属の水酸化物や酸化物）を水の存在下で加熱することにより得られる塩基性塩や、炭酸ガス又はホウ酸若しくはホウ酸塩の存在下で中性塩（正塩）をアルカリ金属又はアルカリ土類金属の水酸化物等の塩基と反応させることにより得

られる過塩基性塩（超塩基性塩）も含まれる。なお、これらの反応は、通常、溶媒（ヘキサン等の脂肪族炭化水素溶剤、キシレン等の芳香族炭化水素溶剤、軽質潤滑油基油等）中で行われる。

[0115] さらに本発明の潤滑油組成物における（E）成分は中性塩より過剰の金属塩、たとえば炭酸塩を含む過塩基性金属系清浄剤が好ましい。具体的には、金属比、すなわちアルカリ土類金属のモル数に価数2をかけたものを金属系清浄剤の石鹼基のモル数で割った値が2.5以上であることが好ましい。

[0116] 本発明においては、（E）成分としては、アルカリ土類金属のスルホネート、フェネート、サリシレート等から選ばれる金属系清浄剤を1種又は2種以上併用して使用することができる。

中でも本発明の潤滑油組成物においては、アルカリ土類金属スルホネートまたはアルカリ土類フェネートが好ましい。最も好ましくはアルカリ土類金属スルホネートである。これは、（E）成分の金属系清浄剤の中では、スルホネートが最も摩耗防止性能に優れており、ついでフェネートが優れていることによる。

またNV特性からもスルホネートが最も好ましい。

[0117] またアルカリ土類金属としては、カルシウム、マグネシウムが好ましいが、本発明においてはマグネシウムが最も好ましい。これはNV特性に最も好ましいためである。

[0118] 本発明の潤滑油組成物における（E）成分のアルカリ土類金属系清浄剤の全塩基価は、 100 mg KOH/g 以上であることが好ましく、より好ましくは 140 mg KOH/g 以上であり、さらに好ましくは 200 mg KOH/g 以上である。また 500 mg KOH/g 以下であることが好ましく、より好ましくは 450 mg KOH/g 以下であり、さらに好ましくは 400 mg KOH/g 以下である。塩基価が 100 mg KOH/g 未満では疲労寿命延長効果が認められない。また塩基価が 500 mg KOH/g を超えると潤滑油組成物として安定性に欠ける。

なお、ここでいう全塩基価とは、JIS K 25011石油製品及び潤

滑油—中和価試験法」の 7. に準拠して測定される過塩素酸法による全塩基価を意味する。

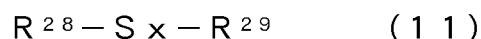
[0119] 本発明において、(E) 成分の含有量については特に制限はないが、通常、組成物全量基準で、金属元素換算量で 0.4 質量%以下であることが好ましく。そのような観点から金属系清浄剤の含有量の上限値は、より好ましくは組成物全量基準で、金属元素換算量で 0.3 質量%以下であり、さらに好ましくは 0.25 質量%以下、特に好ましくは 0.2 質量%以下である。また、その下限値には特に制限はないが 0.0001 質量%以上であることが好ましく、より好ましくは 0.0005 質量%以上、特に好ましくは 0.001 質量%以上である。

[0120] なお、金属系清浄剤は通常、軽質潤滑油基油等で希釈された状態で市販されており、また、入手可能であるが、一般的に、その金属含有量が 10～20 質量%、好ましくは 20～16 質量%のものをを用いるのが望ましい。

[0121] 本発明のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物は、さらに (F) 硫黄系極圧剤および (G) リン系極圧剤を含有することが好ましい。

[0122] (F) 硫黄系極圧剤は、硫化オレフィンおよび／または硫化エステルおよび／または硫化油脂、ジヒドロカルビルポリスルフィド類であることが好ましい。

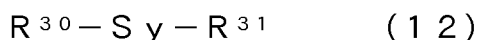
かかる硫化オレフィンとしては、例えば下記一般式 (11) で示される化合物を挙げることができる。



一般式 (11) において、 R^{28} は炭素数 2～15 のアルケニル基、 R^{29} は炭素数 2～15 のアルキル基またはアルケニル基を示し、 x は 1～8 の整数を示す。

この化合物は炭素数 2～15 のオレフィンまたはその 2～4 量体を硫黄、塩化硫黄等の硫化剤と反応させることによって得ることができる。オレフィンとしては、例えば、プロピレン、イソブテン、ジイソブテンなどが好ましく用いられる。

[0123] また硫化オレフィンの別の形態としてジヒドロカルビルポリスルフィドが挙げられる。ジヒドロカルビルポリスルフィドは、下記一般式（１２）で示される化合物である。



一般式（１２）において、 R^{30} 及び R^{31} は、それぞれ個別に、炭素数１～２０のアルキル基（シクロアルキル基も含む）、炭素数６～２０のアリール基、炭素数７～２０のアリールアルキル基を示し、それらは互いに同一であっても異なってもよく、 y は２～８の整数を示す。

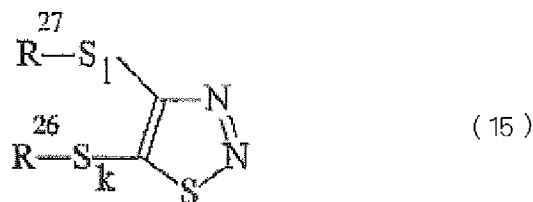
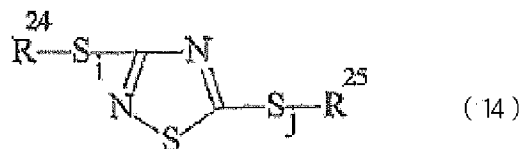
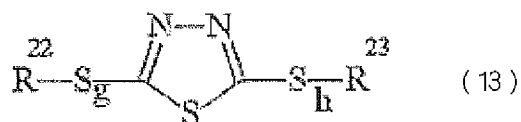
[0124] 上記 R^{30} 及び R^{31} の例としては、具体的には、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基、 sec -ブチル基、 $tert$ -ブチル基、各種ペンチル基、各種ヘキシル基、各種ヘプチル基、各種オクチル基、各種ノニル基、各種デシル基、各種ドデシル基、シクロヘキシル基、フェニル基、ナフチル基、トリル基、キシリル基、ベンジル基、及びフェネチル基などを挙げることができる。

[0125] ジヒドロカルビルポリスルフィドの例の好ましいものとしては、具体的には、ジベンジルポリスルフィド、ジ- $tert$ -ノニルポリスルフィド、ジドデシルポリスルフィド、ジ- $tert$ -ブチルポリスルフィド、ジオクチルポリスルフィド、ジフェニルポリスルフィド、及びジシクロヘキシルポリスルフィドなどが挙げられる。

[0126] 本発明における（Ｆ）成分である硫黄系極圧剤として、チアジアゾール系化合物を使用できる。チアジアゾール系化合物としては、チアジアゾールである限り、特に構造は限定されないが、例えば、下記一般式（１３）で示される１，３，４-チアジアゾール化合物、一般式（１４）で示される１，２，４-チアジアゾール化合物及び一般式（１５）で示される１，４，５-チアジアゾール化合物を挙げることができる。

[0127]

[化10]



[0128] 一般式(13)～(15)において、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 、 R^{25} 、 R^{26} 及び R^{27} は各々同一でも異なってもよく、それぞれ個別に、水素原子又は炭素数1～30の炭化水素基を表し、g、h、i、j、k、及びlはそれぞれ個別に、0～8の整数を表す。

上記炭素数1～30の炭化水素基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、アルケニル基、アリール基、アルキルアリール基、及びアリールアルキル基を挙げることができる。

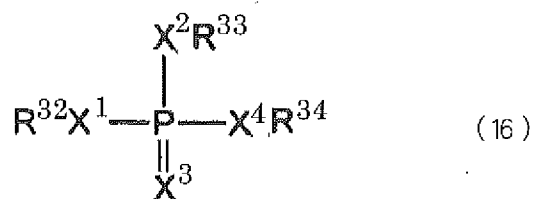
[0129] 本発明における(F)硫黄系極圧剤の添加量は、潤滑油組成物全量基準で、硫黄元素量として1質量%以上であることが好ましく、より好ましくは1.2質量%以上、さらに好ましくは1.5質量%以上、また3質量%以下であることが好ましく、より好ましくは2.5質量%以下である。1質量%未満では耐焼付き性の向上効果が認められず、また3質量%を超えると組成物の酸化安定性が大幅に低下する。

[0130] また(G)リン系極圧剤としては、リン酸エステル、亜リン酸エステル、脂肪酸エステル、脂肪酸金属塩及びこれらの誘導体から選ばれる1種又は2種以上を配合してなることが好ましい。

リン酸エステル、亜リン酸エステルとしては、リン酸モノエステル類、リ

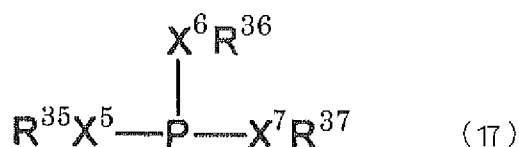
ン酸ジエステル類、リン酸トリエステル類、亜リン酸モノエステル類、亜リン酸ジエステル類、亜リン酸トリエステル類が挙げられ、より具体的には例えば、下記の一般式（１６）で表されるリン酸エステルおよび下記の一般式（１７）で表される亜リン酸エステルなどが好ましい例として挙げられる。

[0131] [化11]



[0132] 式（１６）中、 R^{32} は炭素数６～３０、好ましくは９～２４のアルキル基またはアルケニル基であり、 R^{33} 及び R^{34} は、それぞれ個別に、水素原子または炭素数１～３０の炭化水素基であり、 X^1 、 X^2 、 X^3 及び X^4 は、それぞれ個別に、酸素原子または硫黄原子であり、かつ X^1 、 X^2 、 X^3 及び X^4 のうち少なくとも一つは酸素原子である。

[0133] [化12]



[0134] 式（１７）中、 R^{35} は炭素数６～３０、好ましくは９～２４のアルキル基またはアルケニル基であり、 R^{36} 及び R^{37} は、それぞれ個別に、水素原子または炭素数１～３０の炭化水素基であり、 X^5 、 X^6 及び X^7 は、それぞれ個別に、酸素原子または硫黄原子であり、かつ X^5 、 X^6 及び X^7 のうち少なくとも一つは酸素原子である。

[0135] なお、 R^{32} および R^{35} のアルキル基またはアルケニル基としては、直鎖状でも分枝状でも良いが、その炭素数は６～３０、好ましくは９～２４が望ましい。

アルキル基またはアルケニル基の炭素数が６未満の場合や３０を超える場合は、摩擦低減効果が悪化するため、それぞれ好ましくない。

このアルキル基またはアルケニル基としては、前述した各種のアルキル基やアルケニル基などが挙げられるが、特に摩擦低減効果に優れる点から、ラウリル基、ミリスチル基、パルミチル基、ステアリル基、オレイル基などの炭素数12～18の直鎖アルキル基またはアルケニル基が特に好ましい。

[0136] これらの中でも、摩擦低減効果に優れる点から、上記(16)式において R^{33} および R^{34} の少なくとも1つが水素原子である酸性リン酸エステルや、上記(17)式において R^{36} および R^{37} の少なくとも1つが水素原子である酸性亜リン酸エステルがより好ましく用いられる。

[0137] 本発明においては、一般式(16)又は(17)で表されるリン化合物に窒素化合物を作用させて、残存する酸性水素の一部又は全部を中和した塩を使用することが好ましい。

[0138] 上記窒素化合物としては、具体的には、アンモニア、モノアミン、ジアミン、ポリアミンが挙げられる。

[0139] これら窒素化合物の中でもデシルアミン、ドデシルアミン、ジメチルドデシルアミン、トリデシルアミン、ヘプタデシルアミン、オクタデシルアミン、オレイルアミン及びステアリルアミン等の炭素数10～20のアルキル基又はアルケニル基を有する脂肪族アミン（これらは直鎖状でも分枝状でもよい。）が好ましい例として挙げることができる。

[0140] 本発明の潤滑油組成物における(G)リン系極圧剤の含有量の上限は、リン量として0.3質量%以下、好ましくは0.2質量%以下であり、その下限値は、摩耗を抑制しやすい点で、リン量として0.01質量%以上であり、好ましくは0.05質量%以上である。

リン系極圧剤の含有量がリン量として0.3質量%を超える場合には、酸化安定性や塩基価維持性が著しく悪化する

[0141] なお、本発明の潤滑油組成物において、組成物全量基準で(G)成分のリン元素濃度での含有量(P)に対する(F)成分の硫黄元素濃度での含有量(S)の質量比((S)/(P))には特に制限はないが、好ましくは4以上であり、さらに好ましくは5以上であり、また好ましくは100以下であ

り、より好ましくは80以下であり、さらに好ましくは70以下である。

質量比を上記範囲とすることで、摩耗防止性能と極圧性能のバランスが取れた組成物を得ることができる。

[0142] なお、本発明の潤滑油組成物において、組成物全量基準で（G）成分のリン元素濃度での含有量（P）に対する（D）成分の金属元素濃度での含有量（M）の質量比（ $(M) / (P)$ ）には特に制限はないが、好ましくは0.05～30、好ましくは0.05～25、さらに好ましくは0.06～20である。

質量比を上記範囲とすることで、NV性能を長期間維持しやすい組成物を得ることができる。

[0143] 本発明の潤滑油組成物は、優れた粘度温度特性及び低温性能、NV性能、耐摩耗性や耐焼付き性を損なわない限りにおいて、必要に応じて各種添加剤を含有することができる。かかる添加剤としては、先に述べた添加剤のほかに、特に制限されず、潤滑油の分野で従来使用される任意の添加剤を配合することができる。かかる潤滑油添加剤としては、具体的には、粘度指数向上剤、金属系清浄剤、無灰分散剤、酸化防止剤、極圧剤、摩耗防止剤、摩擦調整剤、流動点降下剤、腐食防止剤、防錆剤、抗乳化剤、金属不活性化剤、消泡剤などが挙げられる。これらの添加剤は、1種を単独で用いてもよく、また2種以上を組み合わせ用いてもよい。

また特に断らない限り、これらは潤滑油組成物全量基準で、0.001質量%から15質量%の添加量で適宜使用される。

[0144] 本発明の潤滑油組成物は、粘度指数向上剤を実質的に含まない。粘度指数向上剤を実質的に含まないとは、全く含まないか、あるいは含まれたとしても、粘度指数向上剤としての効果を期待して通常配合される量（2～10質量%）に比べてきわめて少量であることの意味である。具体的には、その含有量は、組成物全量基準で1.0質量%以下であることが好ましく、更に好ましくは0.5質量%以下であり、全く含まないことが最も好ましい。粘度指数向上剤の含有量が1.0重量%を超える場合は、剪断による使用中の粘

度低下が懸念されること、また省燃費性を最大に発揮する潤滑油としての最低粘度に保つ上で好ましくない。

[0145] ここでいう粘度指数向上剤としては、例えば、非分散型、あるいは分散型の粘度指数向上剤が挙げられる。非分散型粘度指数向上剤としては、具体的には、炭素数1～30のアルキルアクリレートまたはアルキルメタクリレート、炭素数2～20のオレフィン、スチレン、メチルスチレン、無水マレイン酸エステル、無水マレイン酸アミド等から選ばれる1種又は2種以上のモノマーの単独あるいは共重合体あるいはそれらの水素化物等が例示できる。

[0146] 分散型粘度指数向上剤としては、ジメチルアミノメチルメタクリレート、ジエチルアミノメチルメタクリレート、ジメチルアミノエチルメタクリレート、ジエチルアミノエチルメタクリレート、2-メチル-5-ビニルピリジン、モルホリノメチルメタクリレート、モルホリノエチルメタクリレート、及びN-ビニルピロリドン等から選ばれる1種又は2種以上のモノマーの単独あるいは共重合体又はそれらの水素化物に酸素含有基を導入したものと、非分散型粘度指数向上剤のモノマー成分との共重合体、或いはその水素化物等が例示できる。

[0147] 金属系清浄剤としては、(E)成分のほか、塩基価が100mg KOH/g未満のスルホネート系清浄剤、サリチレート系清浄剤およびフェネート系清浄剤等が挙げられ、アルカリ金属またはアルカリ土類金属との正塩、塩基性塩、過塩基性塩のいずれをも配合することができる。使用に際してはこれらの中から任意に選ばれる1種類あるいは2種類以上を配合することができる。

[0148] 無灰分散剤としては、潤滑油用の無灰分散剤として通常用いられる任意の化合物が使用可能であるが、例えば炭素数40～400、好ましくは炭素数60～350のアルキル基又はアルケニル基を分子中に少なくとも1個有する含窒素化合物、炭素数40～400、好ましくは炭素数60～350のアルケニル基を有するビスタイプあるいはモノタイプのコハク酸イミド、及びこれらの化合物を前述したホウ酸、リン酸、カルボン酸又はこれらの誘導体

、硫黄化合物等を作用させた変性品等が挙げられ、これらの中から任意に選ばれた1種類あるいは2種類以上の化合物を併用することができる。

[0149] 酸化防止剤としては、フェノール系化合物やアミン系化合物等、潤滑油に一般的に使用されているものであれば使用可能であり、具体的には例えば、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール等のアルキルフェノール類、メチレン-4, 4-ビスフェノール(2, 6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール)等のビスフェノール類、フェニル- α -ナフチルアミン等のナフチルアミン類、ジアルキルジフェニルアミン類、ジ-2-エチルヘキシルジチオリン酸亜鉛等のジアルキルジチオリン酸亜鉛類、(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)脂肪酸(プロピオン酸等)と1価又は多価アルコール、例えばメタノール、オクタデカノール、1, 6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、チオジエチレングリコール、トリエチレングリコール、ペンタエリスリトール等とのエステル等が挙げられる。これらの中から任意に選ばれた1種類あるいは2種類以上の酸化防止剤を任意の量を含有させることができるが、通常、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で0.01~5.0質量%であるのが望ましい。

[0150] 硫黄系極圧添加剤としては、(F)成分のほか、硫化油脂類等の硫黄系化合物等が挙げられる。これらの中から任意に選ばれた1種類あるいは2種類以上の化合物は、任意の量を含有させることができるが、通常、その含有量は、潤滑油組成物全量基準で0.01~5.0質量%であるのが望ましい。

また、(G)リン系極圧剤として、先に述べた成分の他、アルキルジチオリン酸亜鉛等が使用できる。これらリン系添加剤の含有量は特に限定されないが、通常、潤滑油組成物全量基準で、リン元素として0.005~0.2質量%であるのが好ましい。リン元素として0.005質量%未満の場合は、耐摩耗性に対して効果がなく、0.2質量%を超える場合は、酸化安定性が悪化するため、それぞれ好ましくない。

[0151] 摩擦調整剤としては、(C)および(D)成分のほか、モリブデンジチオカーバメート、モリブデンジチオホスフェート等の金属系摩擦調整剤等が挙

げられる。

[0152] 腐食防止剤としては、例えば、ベンゾトリアゾール系、トリルトリアゾール系、イミダゾール系化合物等が挙げられる。

[0153] 防錆剤としては、例えば、石油スルホネート、アルキルベンゼンスルホネート、ジノニルナフタレンスルホネート、アルケニルコハク酸エステル、又は多価アルコールエステル等が挙げられる。

[0154] 抗乳化剤としては、例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、又はポリオキシエチレンアルキルナフチルエーテル等のポリアルキレングリコール系非イオン系界面活性剤等が挙げられる。

[0155] 金属不活性化剤としては、例えば、イミダゾリン、ピリミジン誘導体、先に硫黄系極圧剤として述べたアルキルチアジアゾール、メルカプトベンゾチアジアゾール、ベンゾトリアゾールまたはその誘導体、1, 3, 4-チアジアゾールポリスルフィド、1, 3, 4-チアジアゾリル、その他、2, 5-ビスジアルキルジチオカーバメート、2-(アルキルジチオ)ベンゾイミダゾール、または β -(α -カルボキシベンジルチオ)プロピオンニトリル等が挙げられる。

[0156] 消泡剤としては、例えば、25℃における動粘度が1000～10万 mm^2/s のシリコンオイル、アルケニルコハク酸誘導体、ポリヒドロキシ脂肪族アルコールと長鎖脂肪酸のエステル、メチルサリチレートと α -ヒドロキシベンジルアルコール等が挙げられる。

[0157] これらの添加剤を本発明の潤滑油組成物に含有させる場合には、その含有量は組成物全量基準で、それぞれ0.1～20質量%が好ましい。

[0158] 本発明の潤滑油組成物の100℃における動粘度は4.0～20 mm^2/s であることが必要であり、好ましくは4.5 mm^2/s 以上、18 mm^2/s 以下である。

100℃における動粘度が4.0 mm^2/s 未満の場合には潤滑部位の油膜保持性および蒸発性に問題を生ずるおそれがあり、100℃における動粘度

が $20 \text{ mm}^2/\text{s}$ を超える場合には省燃費性が不足するおそれがある。

[0159] 本発明の潤滑油組成物の粘度指数については特に制限はないが、省燃費性の観点から好ましくは 120 以上であり、より好ましくは 130 以上である。

[0160] 本発明の潤滑油組成物の -40°C におけるブルックフィールド (BF) 粘度は、好ましくは $150000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であり、より好ましくは $100000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下である。 $150000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ を超えると、始動時の粘性抵抗が高く、省燃費性が低下する。

ここで言うブルックフィールド粘度とは、ASTM D 2983により測定される値である。

[0161] 本発明は差動制限装置を装着したディファレンシャルギヤ装置に特に適した潤滑油組成物である。

前述したように差動制限装置にはいろいろな機構が実用化されている。本発明が最も適合する差動制限装置は、ギヤ間、あるいはギヤとケース、あるいは軸間に配された金属プレート間の、金属間の摩擦力を使用して左右の車軸の回転差を制限するものである。

金属間とではあるものの、その摺動面には各種処理、例えば焼き入れやコーティング等の処理がなされているものが一般的である。

最も一般的な機構は、両軸の速度差を利用して、プレッシャープレートと呼ばれる軸方向に移動するプレートを動かすことにより、軸間に配した複数のプレートを押し付けることにより、軸間に摩擦力を発生させ回転差を制御するものである。

このほか、ヘリカルギヤを使用した遊星歯車機構を用いたクワイフ型やトルセン型といわれるものがある。トルセン型にもヘリカルギヤの設置の違いにより、より強い制限さ動力を発生するものとマイルドな差動制限力を発生させるものがある。(詳細は各種成書を参照)

本願発明は、特にトルセン型に適したものであり、さらにプラネタリギヤがギヤケースに押し付けられることにより差動制限を向上させたものに有効

である。

[0162] 本発明による潤滑油組成物が、より好適に使用されるトルセン型ディファレンシャルは、複数のプラネタリギヤと、複数のプラネタリギヤを自転可能且つ公転可能に支承するプラネタリキャリアと、プラネタリキャリアと同軸に配置され、かつプラネタリギヤを介して差動回転可能な対のギヤと、を備えた駆動力伝達装置であって、プラネタリギヤとプラネタリキャリアの摺動面に、本発明の潤滑油組成物が用いられる。

[0163] すなわち、差動制限装置付ディファレンシャルは、プラネタリギヤによりトルクを分配するディファレンシャルであって、プラネタリギヤとプラネタリキャリアの間の摺動面には、高い面圧が加わっている。このような過酷な条件においても、本発明の潤滑油組成物を摺動面に介在させることで、 μ -V特性を正勾配方向に改善でき、静粛性を確保できるようになった。

[0164] 上記のトルセン型ディファレンシャルは、具体的には、図1に示した構成の差動制限装置付センターディファレンシャルとすることができる。

[0165] 図1に示した差動制限装置付センターディファレンシャル1は、略円筒状をなすハウジング2を有している。そして、このハウジング2内には、リングギヤ3と、リングギヤ3の内側に同軸配置されたサンギヤ4と、これらリングギヤ3及びサンギヤ4に噛合する複数のプラネタリギヤ5と、各プラネタリギヤ5を自転可能、且つ公転可能に支承するプラネタリキャリア6とからなる遊星歯車機構7が収容されている。

[0166] 図1～3に示したように、プラネタリキャリア6は、回転自在にサンギヤ4と同軸（図1中右側）に並置された軸部10と、各プラネタリギヤ5を回転自在に支承する支持部11とを備えてなる。軸部10は、中空状に形成されるとともに、その外周には径方向外側に延びるフランジ部12が形成されている。そして、支持部11は、このフランジ部12から軸方向に延設されることにより、リングギヤ3とサンギヤ4との間に同軸配置されている。

[0167] 支持部11は、略円筒状に形成されるとともに、軸方向に延びる複数の収容穴13を有している。なお、これら各収容穴13は、支持部11の周方向

に沿って等間隔に形成されている。これら各収容穴 13 は、断面円形状に形成されており、その内径は、各プラネタリギヤ 5 の外径と略等しく設定されている。また、各収容穴 13 の内径は、支持部 11 の径方向の厚みよりも大きく設定されており、これにより、各収容穴 13 の壁面 13 a には、支持部 11 の外周及び内周にそれぞれ開口する二つの開口部 15 a、15 b が形成されている。そして、各プラネタリギヤ 5 は、これら各収容穴 13 に収容されることにより、その歯先面 5 a を各収容穴 13 の壁面 13 a に摺接しつつ回転自在に支承されるとともに、径方向両側に形成された各開口部 15 a、15 b を介してリングギヤ 3 及びサンギヤ 4 に嚙合されている。なお、差動制限装置付センターディファレンシャル 1 では、各プラネタリギヤ 5 には、ヘリカルギヤが採用されている。

[0168] また、図 1 に示すように、リングギヤ 3 には、出力部材 16 が連結されている。出力部材 16 は、プラネタリキャリア 6 の軸部 10 と同軸に並置された軸部 17 を有しており、軸部 17 は、プラネタリキャリア 6 の軸部 10 と同様、中空状に形成されている。この軸部 17 のプラネタリキャリア 6 側の端部には、プラネタリキャリア 6 の軸部 10 の径方向外側を包囲するように同軸配置された大径部 18 が接続されており、大径部 18 の先端には、径方内外側に延びるフランジ部 19 が形成されている。そして、出力部材 16 は、このフランジ部 19 が、リングギヤ 3 の軸方向端部に連結されることにより、同リングギヤ 3 と一体回転するように構成されている。

[0169] ハウジング 2 は、出力部材 16 の大径部 18 に連結されることにより出力部材 16 及びリングギヤ 3 と一体回転するように構成されている。また、プラネタリキャリア 6 は、その軸部 10 と出力部材 16 の大径部 18 との間に介在された軸受（ニードルベアリング）20 により、出力部材 16 及びリングギヤ 3 に対して相対回転可能に支承されている。更に、サンギヤ 4 は、中空状に形成されるとともに、その一方の端部がプラネタリキャリア 6 の軸部 10 の一方の端部に回転自在に外嵌されている。そして、これにより、サンギヤ 4 は、プラネタリキャリア 6 に対して相対回転可能に支承されている。

[0170] サンギヤ4、プラネタリキャリヤ6の軸部10及び出力部材16の軸部17には、それぞれ、その内周にスプライン嵌合部4a、10a、17aが形成されている。そして、差動制限装置付センターディファレンシャル1では、プラネタリキャリヤ6の軸部10aに形成されたスプライン嵌合部10aが、駆動トルクの入力部、サンギヤ4のスプライン嵌合部4a及び出力部材16の軸部17に形成されたスプライン嵌合部17aが、それぞれ第1及び第2の出力部となっている。

[0171] 即ち、プラネタリキャリヤ6に入力された駆動トルクは、同プラネタリキャリヤ6に支承された各プラネタリギヤ5の自転及び公転により、その差動を許容しつつ、所定の配分比で該各プラネタリギヤ5に噛合されたサンギヤ4及びリングギヤ3（出力部材16）へと伝達される。なお、差動制限装置付センターディファレンシャル1は、四輪駆動車のセンターデフとして構成されており、第1の出力部としてのサンギヤ4には前輪側の駆動軸が連結され、第2の出力部としての出力部材16には後輪側の駆動軸が連結される。そして、車両の駆動系にトルク反力が生じた場合には、その噛合する各ギヤ間の回転反力に基づくスラスト力、及びその摺接する摺動面間、即ち各プラネタリギヤ5の歯先面5a及びプラネタリキャリヤ6側の摺接面（各収容穴13の壁面13a）間の摩擦力に基づいて、その差動を制限する構成となっている。

[0172] また、摺接面である各収容穴13の壁面13aには、窒化処理（イオン窒化、ガス軟窒化等）が施される一方、各プラネタリギヤ5の歯先面5aにはタングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボンの多層薄膜処理を施すことが好ましい。

[0173] この図1～3で示した差動制限装置付センターディファレンシャル1においては、プラネタリギヤ5とハウジング2との間だけでなく、各ギヤ間及び各ギヤとハウジングとの間（に配されるワッシャとの間）も摺動面となる。つまり、これらの摺動面においても、窒化処理膜（イオン窒化膜、ガス軟窒化膜等）、タングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜が形成

されることが好ましい。

[0174] 本発明の潤滑油組成物は、図１～３にその構成を示した差動制限機能付ディファレンシャルだけでなく、図４、図５および図６のそれぞれに構成を示した差動制限機能付ディファレンシャルに適用しても良い。

[0175] 図４に示した差動制限機能付ディファレンシャル８は、一对の駆動軸８１、８２の一方または他方を中心として回転可能であるハウジング８０を有している。ウォームギヤまたはヘリカルギヤとして形成されたサイドギヤ８３、８４は、二つの駆動軸の内側の端部にそれぞれ結合されている。ハウジング８０、一对の駆動軸およびサイドギヤ８３、８４は、共通軸線を中心として回転可能である。

[0176] 結合歯車８５、８６、８７、８８は、二つのサイドギヤ８３、８４をハウジング８０に関して逆方向へ等しい量だけ回転するように作用的に連結する。結合歯車８５～８８の各々は、別々の歯車列を形成し、それぞれ二つのサイドギヤ８３、８４を相互に連結する。ハウジング８０は台座を有しており、この台座の間には、対をなす結合歯車をサイドギヤを中心として両方向に等角度離れて設置するための窓が形成されている。結合歯車は、ジャーナルピン８５０によりそれぞれの軸線を中心として回転するように、窓内に保持されている。ジャーナルピン８５０は、台座に形成された孔に挿入支持されている。

[0177] 各結合歯車８５～８８は、ウォームホイールとして形成された中間歯車部８５１（図においては、歯車８５のみ符号を記載、他の歯車８６～８８も同様の構成）と、スパーギヤとして形成された二つの端末歯車部８５２とを有している。結合歯車８５の中間歯車部８５１は、一方のサイドギヤ８３の歯と噛み合う歯を有している。同結合歯車の端末歯車部８５２は、他の結合歯車８６の対応する歯車部の歯と噛み合う歯を有している。他の結合歯車８６の中間歯車部８６１は、他方のサイドギヤ８４の歯と噛み合う歯を有している。

[0178] 本形態においては、結合歯車８５～８８とサイドギヤ８３、８４との間、

一对の駆動軸 8 1、8 2 の間及び各駆動軸 8 1、8 2 とハウジング 8 0 との間（にもうけられたワッシャ）、結合歯車 8 5～8 8 の軸方向の端面とハウジング 8 0 との間、結合歯車 8 5～8 8 のジャーナルピン 8 5 0 とハウジング 8 0 との間、が摺動面を形成する。

本形態においても、結合歯車 8 5～8 8 が摺接する摺接面である各窓の壁面には、窒化処理が施される一方、各結合歯車 8 5～8 8 の歯先面には、タングステンカーバイド／ダイヤモンドライク・カーボンの多層薄膜処理を施すことが好ましい。

[0179] 図 5 および図 6 に示した差動制限機能付ディファレンシャル 9 は、ハウジング 9 0 の内部に、遊星歯車機構 9 1 が支持されており、この歯車機構 9 1 は一对の駆動軸 9 2、9 3 をハウジング 9 0 に関して反対方向に回転し得るように相互に連結している。歯車機構 9 1 は、各駆動軸 9 2、9 3 に連結された一对のサイドギヤ 9 2 0、9 3 0 と、ハウジング 9 0 によって外周で支持された複数対のプラネタリギヤ 9 4～9 7 とを有している。各プラネタリギヤ 9 4 は、一方のサイドギヤ 9 2 0 と噛み合う部分 9 4 0 と、互いに噛み合う部分 9 4 1 とを有している。

サイドギヤ 9 2 0、9 3 0 は、共通の回転軸に対し左右いずれかの傾斜角でいずれかの方向（例えば、右方向または左方向）に傾斜した歯を有している。各推力は、ハウジング 9 0 から駆動軸 9 2、9 3 に伝達されるトルクに応じて発生する。

[0180] 本形態においては、プラネタリギヤ 9 4～9 7 とハウジング 9 0 との間、一对の駆動軸 9 2、9 3 の間及び各駆動軸 9 2、9 3 とハウジング 9 0 との間（にもうけられたワッシャ）、プラネタリギヤ 9 4～9 7 の軸方向の端面とハウジング 9 0 との間、プラネタリギヤ 9 4～9 7 とサイドギヤ 9 2 0、9 3 0 との間、が摺動面を形成する。

本形態においても、プラネタリギヤ 9 4～9 7 が摺接するハウジング 9 0 の壁面には、窒化処理が施される一方、各プラネタリギヤ 9 4～9 7 の歯先面には、タングステンカーバイド／ダイヤモンドライク・カーボンの多層

薄膜処理を施すことが好ましい。

[0181] 上記のそれぞれの変形形態においても、摺接面の間に、上記の各試料油を介在させることで、高い静粛性を確保（ $\mu-v$ 正勾配化）することができる効果を発揮した。

[0182] 本発明の差動制限装置を構成する摺動面に使用される摩擦部材において、摺動する対の摩擦部材のうち、いずれか一方の摺動面には、ダイヤモンドライクカーボン膜が形成されていることが好ましい。摩擦部材においては、摺動条件が厳しくなると高圧や高温下で摺動すると、摺動面が摩耗するようになる。この摺動面にダイヤモンドライクカーボン膜（DLC膜）を形成することで、摩擦部材の摩耗を抑えることができる。さらに、DLC膜は、相手材に対する攻撃性が低いため潤滑油の劣化のスピードを鈍化させることができる。

[0183] ここで、摺動面に形成されるDLC膜は、従来公知のDLC膜と同様に形成することができる。また、膜厚についても、摩擦部材の摺動条件により、適宜決定できる。

[0184] 本発明の摩擦部材において、摺動する対の摩擦部材のうち、いずれか一方の摺動面には、タングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜が形成され、他方の摺動面は、窒化処理が施されていることが好ましい。また、他方の摺動面には、鉄系金属により形成され、その表面に窒化処理が施されていることが好ましい。

[0185] 上記のDLC膜のときと同様に、一方の摺動面にタングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜（WC／C膜）を形成することで、摩擦部材の摩耗を抑えることができる。このWC／C膜は、タングステンカーバイドがリッチな層と、ダイヤモンドライクカーボンがリッチな層とが積層した構成を有しており、両層が繰り返し積層した構成となることで、摩擦部材の摩耗を抑えることができる。

[0186] また、他方の摺動面には、窒化処理が施されることで、表面に窒化被膜が形成される。窒化被膜は、高い硬度を有しており、WC／C膜が形成された

摩擦部材からの被攻撃性に対して摩耗が発生することが抑えられる。

[0187] なお、上記したDLC膜及びWC/C膜は、摩擦部材の表面への形成方法が限定されるものではなく、従来公知の方法により形成できる。また、各膜の膜厚についても、特に限定されるものではなく、摩擦部材の使用条件により適宜設定できる。

[0188] 摺動する1対の摩擦部材のうち、いずれか一方の摺動面は、鉄系金属により形成され、他方の摺動面は、窒化処理が施されていることが好ましい。すなわち、本発明の摩擦部材において、上記の潤滑油は、DLC膜やWC/C膜が形成されていない状態であっても、耐NV性能を示す。

実施例

[0189] 以下、実施例および比較例を用いて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの例に何ら限定されるものではない。

[0190] (実施例1～9および比較例1～7)

表1に各種の潤滑油基油及び添加剤を配合量と性能を記載した。基油の配合量(質量%)、各添加剤の添加量(質量%)は潤滑油組成物全量基準である。

得られた各組成物について、耐NV性能および耐NV寿命性能を以下の(1)に示す試験により評価した。また、極圧性を以下の(2)に示す極圧性試験により評価した。

[0191] (1) 耐NV性能および耐NV寿命性能評価試験

以下の条件にて耐NV性能の評価を行った。

試験機：LFW-1試験機

ブロック：窒化処理材、リング：DLC処理材

滑り速度0.024→0.011→0.005 m/s

NV性能判定：0.024 m/s時の μ と0.005 m/s時の μ の比
上記摩擦係数比が1以上の時はNV性能を持つとして判断した。

また、耐NV寿命性能はISO T試験機劣化油のNV性能にて評価した。

ISO T劣化温度条件：120℃

NV寿命性能判定：劣化時間96h経過時の劣化油の摩擦係数比で判断した。

(2) 極圧性試験

(a) ASTM D 2783に準拠し、高速四球試験機を用い、各潤滑油組成物の1800rpmにおける最大非焼付き荷重(WL)を測定した。

(3) トルセン実機耐NV特性

面圧：270MPa

周速：4.62mm/s (2rpm)、184.77mm/s (80rpm)での摩擦係数(それぞれ μ_2 、 μ_{80})を測定

NV性能判定： $\mu_{80}/\mu_2 > 1.07$ であれば耐NV性能を有すると判断した。

[0192]

[0193] 本発明の潤滑油組成物は従来にない省燃費型かつ耐N V性能を持つディファレンシャルギヤ装置特に差動制限装付きのディファレンシャルギヤ装置に好適な潤滑油組成物として極めて有効である。

請求の範囲

- [請求項1] (A) 鉱油および／または (B) 合成油からなる基油に、(C) アミド系、イミド系およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる摩擦調整剤を組成物全量基準で0.01～10質量%含有することを特徴とするディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物。
- [請求項2] 前記 (A) 成分が、100℃における動粘度が3～10 mm²/sであることを特徴とする請求項1に記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物。
- [請求項3] 前記 (B) 成分が、(B-1) 100℃における動粘度が3～2000 mm²/sのポリ- α -オレフィン及び／又はその水素化物、および／または (B-2) 100℃における動粘度が1.5～30 mm²/sのエステル系基油であることを特徴とする請求項1または2に記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物。
- [請求項4] さらに (D) カルボン酸系、アルコール系、アミン系、およびそれらの誘導体からなる群より選ばれる少なくとも1種類以上からなる摩擦調整剤を組成物全量基準で0.01～10質量%含有することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物。
- [請求項5] (E) 金属系清浄剤を、組成物全量基準で、金属量として0.0001～0.4質量%含有することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物。
- [請求項6] (F) 硫黄系極圧剤および (G) リン系極圧剤を、それぞれ組成物全量基準で、硫黄元素量として1～3質量%、リン元素量として0.01～0.3質量%含有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物。
- [請求項7] 摺動部材が摺動することで差動を制限する差動制限装置を有し、前記摺動部材は請求項1～6のうちいずれか一項に記載のディファレンシャルギヤ装置用潤滑油組成物により潤滑されることを特徴とするデ

ィファレンシャルギヤ装置。

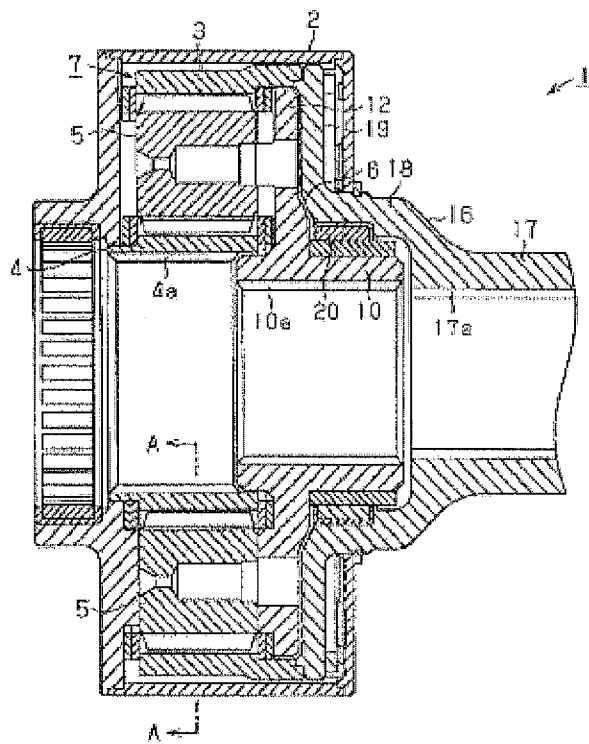
[請求項8] 前記差動制限装置において、摺動する前記摺動部材の摺動面には、ダイヤモンドライクカーボン膜またはタングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜を形成する処理、または窒化処理が施されていることを特徴とする請求項7に記載のディファレンシャルギヤ装置。

[請求項9] 前記差動制限装置において、互いに摺動する前記摺動部材の摺動面と被摺動部材の摺動面のうち、いずれか一方の摺動面にはダイヤモンドライクカーボン膜またはタングステンカーバイド／ダイヤモンドライクカーボン膜が形成され、他方の摺動面は窒化処理が施されていることを特徴とする請求項8に記載のディファレンシャルギヤ装置。

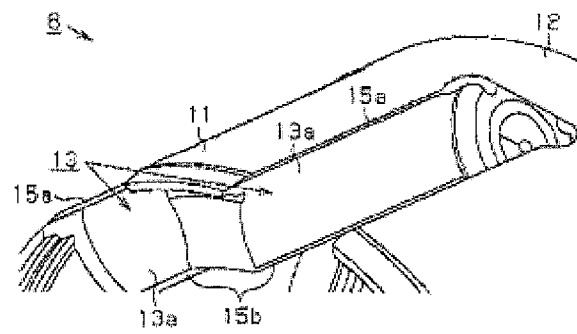
[請求項10] 前記差動制限装置が遊星歯車機構の差動制限装置であることを特徴とする請求項7に記載のディファレンシャルギヤ装置。

[請求項11] 複数のプラネタリギヤと、前記複数のプラネタリギヤを自転可能且つ公転可能に支持するプラネタリキャリアを有する前記遊星歯車機構からなり、前記プラネタリギヤと前記プラネタリキャリアとが摺動することで前記ディファレンシャルギヤ装置の差動を制限する前記差動制限装置を有することを特徴とする請求項7～10のいずれか一項に記載のディファレンシャルギヤ装置。

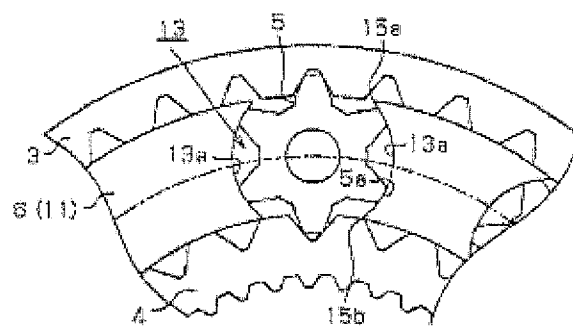
[図1]



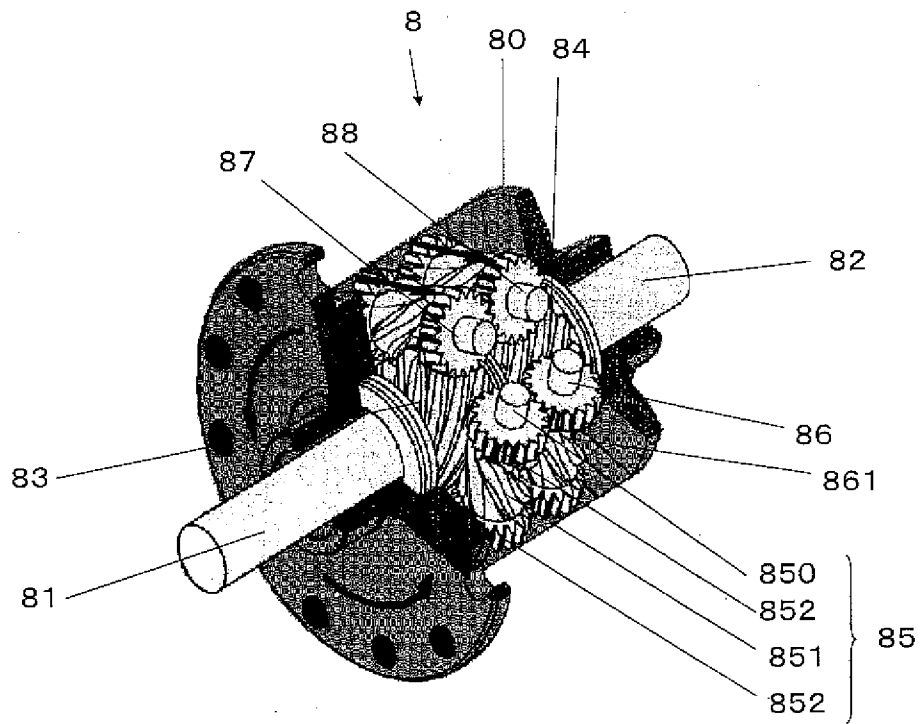
[図2]



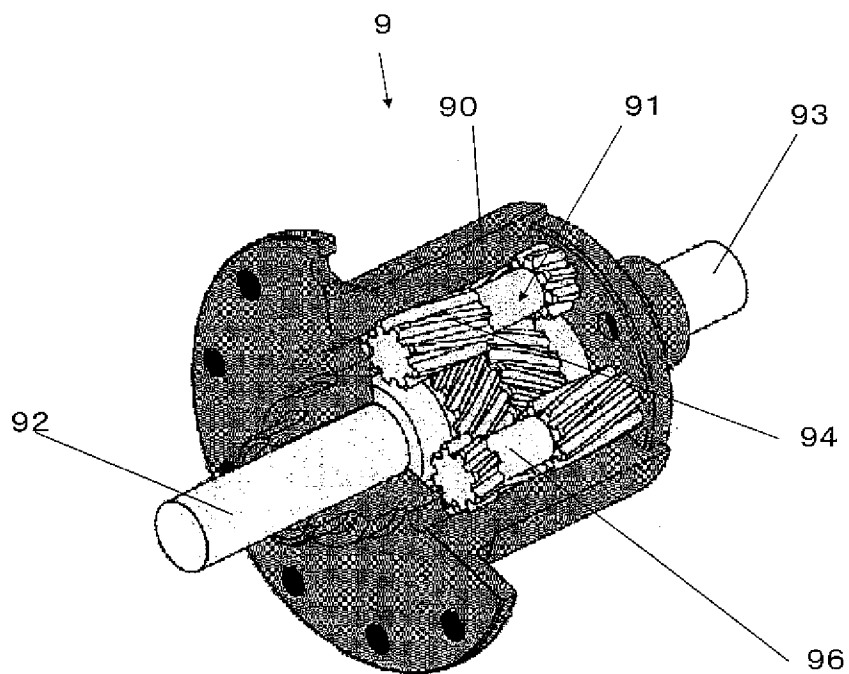
[図3]



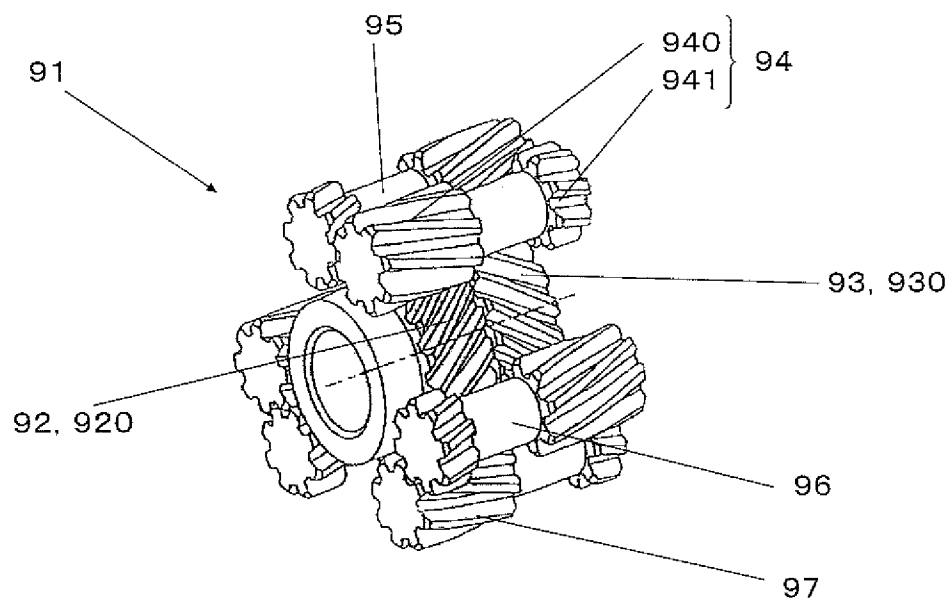
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/079109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10M169/04(2006.01)i, C10M101/02(2006.01)i, C10M105/32(2006.01)i,
C10M107/02(2006.01)i, C10M133/16(2006.01)i, F16H48/06(2006.01)i,
C10N20/02(2006.01)n, C10N30/06(2006.01)n, C10N40/04(2006.01)n

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)

C10M169/04, C10M101/02, C10M105/32, C10M107/02, C10M133/16, F16H48/06,
C10N20/02, C10N30/06, C10N40/04

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	JP 2013-530272 A (The Lubrizol Corp.), 25 July 2013 (25.07.2013), claims 1 to 20; paragraphs [0063], [0067], [0073], [0088], [0110]; examples & US 2013/0210689 A1 & EP 2576740 A1 & WO 2011/149810 A1	1-7 8-11
X Y	JP 2012-511593 A (The Lubrizol Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), claims 1 to 22; paragraphs [0009], [0058], [0068], [0075] to [0079], [0092]; example 1 & US 2012/0172265 A1 & EP 2367917 A1 & WO 2010/077630 A1	1-7 8-11

☒ 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
08 January 2015 (08.01.15)

Date of mailing of the international search report
20 January 2015 (20.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/079109

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-200274 A (Tonen Corp.), 19 July 1994 (19.07.1994), claim 1; paragraph [0015]; examples 1 to 4 & EP 677570 A1 & WO 1994/014932 A1	1-7 8-11
Y	WO 2011/062282 A1 (JTEKT Corp.), 26 May 2011 (26.05.2011), claims 1 to 53; fig. 1 to 3, 60 to 62 & EP 2502976 A1 & WO 2011/062282 A1	8-11
A	WO 2013/147162 A1 (JX Nippon Oil & Energy Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), claims 1 to 5; paragraph [0099]; examples 1 to 5 (Family: none)	1-11
A	WO 2013/145414 A1 (JX Nippon Oil & Energy Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), claims 1 to 5; paragraph [0015]; examples 1 to 11 & JP 2013-203948 A	1-11
A	JP 2008-280374 A (Kyowa Hakko Chemical Co., Ltd.), 20 November 2008 (20.11.2008), claims 1 to 16; paragraph [0093]; examples 1 to 4 & WO 2008/140014 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C10M169/04(2006.01)i, C10M101/02(2006.01)i, C10M105/32(2006.01)i, C10M107/02(2006.01)i, C10M133/16(2006.01)i, F16H48/06(2006.01)i, C10N20/02(2006.01)n, C10N30/06(2006.01)n, C10N40/04(2006.01)n

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. C10M169/04, C10M101/02, C10M105/32, C10M107/02, C10M133/16, F16H48/06, C10N20/02, C10N30/06, C10N40/04

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X Y	JP 2013-530272 A (ザ ルブリゾル コーポレーション) 2013.07.25, 請求項 1 - 2 0、段落【0 0 6 3】、【0 0 6 7】、【0 0 7 3】、【0 0 8 8】、【0 1 1 0】、実施例 & US 2013/0210689 A1 & EP 2576740 A1 & WO 2011/149810 A1	1-7 8-11
X Y	JP 2012-511593 A (ザ ルブリゾル コーポレーション) 2012.05.24, 請求項 1 - 2 2、段落【0 0 0 9】、【0 0 5 8】、【0 0 6 8】、【0 0 7 5】 - 【0 0 7 9】、【0 0 9 2】、実施例 1 & US 2012/0172265 A1 & EP 2367917 A1 & WO 2010/077630 A1	1-7 8-11

☒ 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

0 8 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 1 . 2 0 1 5

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）

増永 淳司

4 V

4 5 1 1

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

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
X Y	JP 6-200274 A (東燃株式会社) 1994. 07. 19, 請求項 1、段落【0015】、実施例 1-4 & EP 677570 A1 & WO 1994/014932 A1	1-7 8-11
Y	WO 2011/062282 A1 (株式会社ジェイテクト) 2011. 05. 26, 請求項 1-53、図 1-3、60-62 & EP 2502976 A1 & WO 2011/062282 A1	8-11
A	WO 2013/147162 A1 (J X 日鉱日石エネルギー株式会社) 2013. 10. 03, 請求項 1-5、段落 [0099]、実施例 1-5 (ファミリーなし)	1-11
A	WO 2013/145414 A1 (J X 日鉱日石エネルギー株式会社) 2013. 10. 03, 請求項 1-5、段落 [0015]、実施例 1-11 & JP 2013-203948 A	1-11
A	JP 2008-280374 A (協和発酵ケミカル株式会社) 2008. 11. 20, 請求項 1-16、段落【0093】、実施例 1-4 & WO 2008/140014 A1	1-11