

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7652345号
(P7652345)

(45)発行日 令和7年3月27日(2025.3.27)

(24)登録日 令和7年3月18日(2025.3.18)

(51)国際特許分類	F I
C 1 0 M 145/14 (2006.01)	C 1 0 M 145/14
C 0 8 F 265/06 (2006.01)	C 0 8 F 265/06
C 1 0 M 101/02 (2006.01)	C 1 0 M 101/02
C 1 0 M 105/04 (2006.01)	C 1 0 M 105/04
C 1 0 N 20/04 (2006.01)	C 1 0 N 20:04

請求項の数 12 (全36頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2024-543066(P2024-543066)	(73)特許権者	000006035 三菱ケミカル株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和5年9月8日(2023.9.8)	(74)代理人	100165179 弁理士 田崎 聡
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/032862	(74)代理人	100142309 弁理士 君塚 哲也
(87)国際公開番号	WO2024/053734	(74)代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
(87)国際公開日	令和6年3月14日(2024.3.14)	(72)発明者	徳江 洋 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 三菱ケミカル株式会社内
審査請求日	令和6年7月18日(2024.7.18)	(72)発明者	松村 一成 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 三菱ケミカル株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2022-143800(P2022-143800)		
(32)優先日	令和4年9月9日(2022.9.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 重合体、潤滑油用摩擦低減剤、及び潤滑油組成物

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有する重合体、及びベースオイルを含み、前記重合体は、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位、及びアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位を含み、

前記主鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位、及びアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位からなる群から選ばれる少なくとも一種の構成単位を含み、

前記側鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含み、

前記重合体の質量平均分子量が9万以下であり、

前記重合体の総質量100質量%に対して、前記アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位、及び前記アルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位の合計が70質量%以上である、

潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項2】

主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有する重合体、及びベースオイルを含み、前記側鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリ

レート (a) 由来の構成単位を含み、

前記主鎖ポリマー構造が、炭素数が 1 ~ 1 0 のアルキル (メタ) アクリレート (b) 由来の構成単位を含み、

前記重合体の質量平均分子量が 9 万以下である、

潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 3】

主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有する重合体、及びベースオイルを含み、

前記重合体は、マクロモノマー (M) 由来の構成単位を含み、

前記重合体は、アルキル基の炭素数が 1 1 ~ 3 0 のアルキル (メタ) アクリレート (a) 由来の構成単位、及びアルキル基の炭素数が 1 ~ 1 0 のアルキル (メタ) アクリレート (b) 由来の構成単位を含み、

10

前記主鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が 1 1 ~ 3 0 のアルキル (メタ) アクリレート (a) 由来の構成単位、及びアルキル基の炭素数が 1 ~ 1 0 のアルキル (メタ) アクリレート (b) 由来の構成単位からなる群から選ばれる少なくとも一種の構成単位を含み、

前記側鎖ポリマー構造が、前記アルキル基の炭素数が 1 1 ~ 3 0 のアルキル (メタ) アクリレート (a) 由来の構成単位を含み、

前記重合体の質量平均分子量が 9 万以下である、

潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 4】

前記重合体を 2 質量 % 含有するベースオイル溶液を調製し、ASTM D 7 2 7 9 (D 4 4 5) 法に準拠して測定した 4 0 における動粘度が 2 2 . 4 c S t 以下であり、

20

前記ベースオイルは、API 規格 Group I I I プラスである、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 5】

前記質量平均分子量が 5 万未満である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 6】

ビニル系ラジカル重合性単量体 (m 1) 由来の構成単位を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 7】

30

マクロモノマー (M) 由来の構成単位を含む、請求項 1 又は 2 に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 8】

前記マクロモノマー (M) が、前記アルキル基の炭素数が 1 1 ~ 3 0 のアルキル (メタ) アクリレート (a) 由来の構成単位を含む請求項 7 に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

【請求項 9】

前記マクロモノマー (M) が、前記アルキル基の炭素数が 1 1 ~ 3 0 のアルキル (メタ) アクリレート (a) 由来の構成単位を含む請求項 3 に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

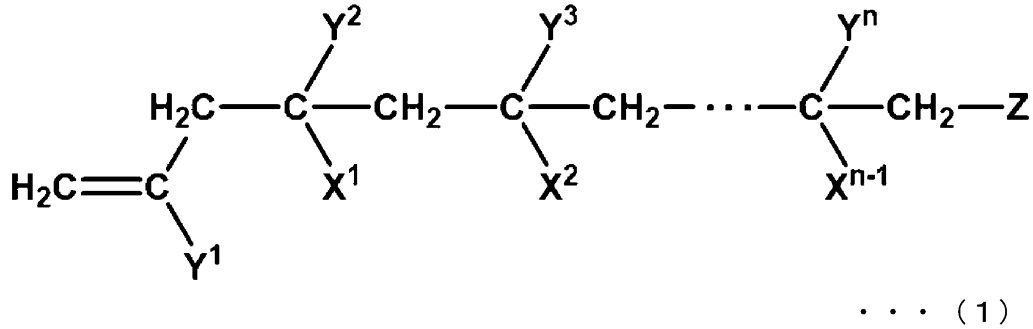
【請求項 1 0】

前記マクロモノマー (M) が、下記式 (1) の構造を有する請求項 8 に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

40

(式中、 $X^1 \sim X^{n-1}$ は、それぞれ独立して、水素原子、メチル基又は CH_2OH を示し、 $Y^1 \sim Y^n$ は、それぞれ独立して、前記マクロモノマー (M) のモノマー構成単位であるビニル系ラジカル重合性単量体 (m 2) のビニル基に結合する $X^1 \sim X^{n-1}$ 以外の置換基を示す。Z は末端基を表し、n は 2 ~ 1 0 0 0 0 の整数を表す。)

【化 1】



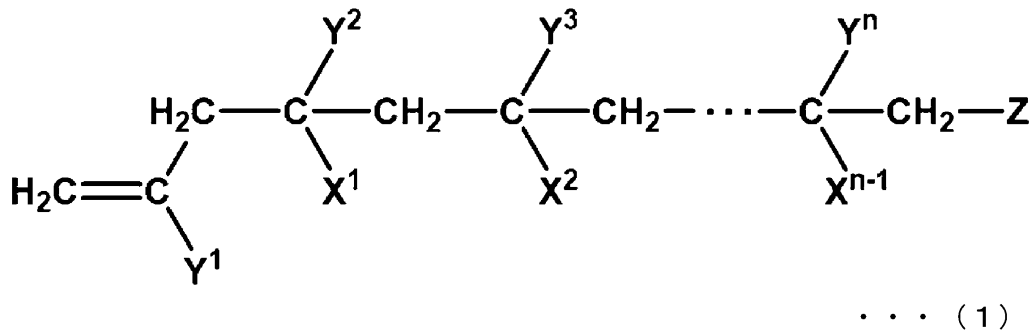
10

【請求項 1 1】

前記マクロモノマー (M) が、下記式 (1) の構造を有する請求項 9 に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

(式中、 $X^1 \sim X^{n-1}$ は、それぞれ独立して、水素原子、メチル基又は CH_2OH を示し、 $Y^1 \sim Y^n$ は、それぞれ独立して、前記マクロモノマー (M) のモノマー構成単位であるビニル系ラジカル重合性単量体 (m2) のビニル基に結合する $X^1 \sim X^{n-1}$ 以外の置換基を示す。Z は末端基を表し、n は 2 ~ 10000 の整数を表す。)

【化 2】



20

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の潤滑油用摩擦低減剤を含む潤滑油組成物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、潤滑油に使用される重合体、潤滑油用摩擦低減剤、潤滑油組成物に関する。

本願は、2022年9月9日に、日本に出願された特願2022-143800号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

自動車のエンジン油や駆動系油等に代表される潤滑油には、摩擦によるエネルギー損失の削減や、焼き付き防止による機器の長寿命化を目的として、各種摩擦低減剤が配合されている。近年の省燃費化を目的とした潤滑油の低粘度化を背景に、金属同士の接触面の負荷は過酷さを増しており、摩擦低減剤の役割は一層重要なものとなってきている。

摩擦低減剤としては、長鎖脂肪酸エステル及び脂肪酸アミド等の油性向上剤や、リン酸エステル及びジチオリン酸亜鉛等の摩耗防止剤、有機硫黄化合物及び有機ハロゲン化合物等の極圧剤、有機モリブデン化合物等の摩擦調整剤等が挙げられるが、使用条件や使用環境によっては、これらの添加剤だけでは、摩擦低減効果が不十分となる課題があった。この課題を克服するために、摩擦低減剤としてポリマー材料を用いる検討が進められている。

例えば、特許文献1には、(メタ)アクリル系グラフト共重合体が摩擦調整剤として、好適に使用できることが開示されている。

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2022-113676号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1の方法では、摩擦の低減効果が不十分である。また、潤滑油組成物の粘度が高く、攪拌抵抗によるエネルギー損失が大きくなるため、省燃費性能が悪化する。

10

【0005】

本発明の目的は、重合体を提供することであり、前記重合体を用いて、摩擦低減効果が高く、低粘度な重合体潤滑油添加剤、潤滑油用摩擦低減剤、及び潤滑油組成物を提供できる重合体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は以下の態様を有する。

[1] 主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有し、

前記側鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含み、

20

質量平均分子量が9万以下である、重合体。

[2] 前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、ASTM D7279

(D445)法に準拠して測定した40における動粘度が22.4cSt以下であり、

前記ベースオイルは、API規格Group IIIプラスである、請求項1に記載の重合体。

[3] 主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有し、

前記側鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含み、

30

前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、ASTM D7279(D445)法に準拠して測定した40における動粘度が22.4cSt以下であり、

前記ベースオイルは、API規格Group IIIプラスである、重合体。

[4] 前記質量平均分子量が5万未満である、[3]に記載の重合体。

[5] さらにアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位を含む、[1]～[4]のいずれか一項に記載の重合体。

[6] ビニル系ラジカル重合性単量体(m1)由来の構成単位を含む、[1]～[5]のいずれか一項に記載の重合体。

[7] 前記主鎖ポリマー構造の割合は、重合体の総質量に対して、5～98質量%が好ましく、10～95質量%がより好ましく、20～90質量%がさらに好ましい、[1]～[6]のいずれか一項に記載の重合体。

40

[8] 前記側鎖ポリマー構造の割合は、重合体の総質量に対して、2～95質量%が好ましく、5～90質量%がより好ましく、10～80質量%がさらに好ましい、[1]～[7]のいずれか一項に記載の重合体。

[9] 前記アルキル(メタ)アクリレート(a)が、アルキル基の炭素数が11～20のアルキル(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が11～18のアルキル(メタ)アクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が11～14のアルキル(メタ)アクリレートがさらに好ましい、[1]～[8]のいずれか一項に記載の共重合体。

[10] 前記アルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位の含有量は、側鎖ポリマー構造の総質量に対して、50～100質量%含有することが好ましく、60～100質量%含有することがより好ましく、70～99質量%含有することがさらに好ましく、80～98質量%含有することが特に好ましい、[1]～[9]のいずれか一項に記載

50

の重合体。

[1 1] 前記アルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位の含有量は、重合体の総質量に対して、20～98質量%であることが好ましく、25～95質量%であることより好ましく、30～90質量%であることがさらに好ましい、[1]～[1 0]のいずれか一項に記載の重合体。

[1 2] さらにアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位を含み、前記(メタ)アクリレート(b)が、直鎖状または分岐状のアルキル基を有する(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が2～8のアルキルアクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が2～4のアルキルアクリレートがさらに好ましく、n-ブチルアクリレートが特に好ましい、[1]～[1 1]のいずれか一項に記載の重合体。

10

[1 3] さらにアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位を含み、前記(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位の含有量は、重合体の総質量に対して、3～80質量%であることが好ましく、5～75質量%であることより好ましく、10～70質量%であることがさらに好ましい、[1]～[1 2]のいずれか一項に記載の共重合体。

[1 4] さらに、前記アルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位及びアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位のいずれにも属さないその他のラジカル重合性ビニル系化合物(c)由来の構成単位を含有し、前記ラジカル重合性ビニル系化合物(c)が、極性基を有するアルキル(メタ)アクリレートであることが好ましく、ヒドロキシル基、カルボキシ基、アミノ基またはアミド基を有するアルキル(メタ)アクリレートであることがより好ましく、ヒドロキシル基を有するアルキル(メタ)アクリレートであることがさらに好ましい、[1]～[1 3]のいずれか一項に記載の共重合体。

20

[1 5] さらに、前記アルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位及びアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位のいずれにも属さないその他のラジカル重合性ビニル系化合物(c)由来の構成単位を含有し、前記その他のラジカル重合性ビニル系化合物(c)由来の構成単位の含有量は、重合体の総質量に対して、0～20質量%であることが好ましく、0～10質量%であることより好ましく、0～5質量%であることがさらに好ましい、[1]～[1 4]のいずれか一項に記載の共重合体。

30

[1 6] マクロモノマー(M)由来の構成単位を含む、[1]～[1 5]のいずれか一項に記載の重合体。

[1 7] 前記マクロモノマー(M)が、前記アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含む[1 6]に記載の重合体。

[1 8] 前記マクロモノマー(M)が、下記式(1)の構造を有する[1 6]に記載の重合体。

(式中、 $X^1 \sim X^{n-1}$ は、それぞれ独立して、水素原子、メチル基又は CH_2OH を示し、 $Y^1 \sim Y^n$ は、それぞれ独立して、前記マクロモノマー(M)のモノマー構成単位であるビニル系ラジカル重合性単量体(m2)のビニル基に結合する $X^1 \sim X^{n-1}$ 以外の置換基を示す。Zは末端基を表し、nは2～10000の整数を表す。)

40

ることがより好ましく、10000以上30000以下であることがさらに好ましい、[1]～[27]のいずれか一項に記載の重合体。

[29] 前記重合体のゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)で測定した分子量分布(Mw/Mn)は、1.0以上20以下が好ましく、1.5以上15以下であることがより好ましく、2.0以上10以下であることがさらに好ましい、[1]～[28]のいずれか一項に記載の重合体。

[30] 前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、SRV5試験機(Optimol Instruments Pruftechnik GmbH社製)を用いて40において測定される摩擦係数は、0.16以下が好ましく、0.138未満がより好ましく、0.135以下がさらに好ましい、[1]～[29]のいずれか一項に記載の重合体。

10

[31] 前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、ASTM D7279(D445)法に準拠して測定した40における動粘度が0～22.4cStであることが好ましく、5cSt以上22.25cSt未満であることがより好ましく、10cSt以上22.00cSt以下であることがさらに好ましく、15～21.50cStであることが特に好ましく、

前記ベースオイルは、API規格Group IIIプラスである、[1]～[30]のいずれか一項に記載の重合体。

[32] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体を含む、潤滑油添加剤。

[33] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体、及びベースオイルを含む潤滑油用摩擦低減剤。

20

[34] 前記ベースオイルは、API規格Group IIIのベースオイル、API規格Group IIIプラスのベースオイル、又はAPI規格Group IVのベースオイルである、[33]に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

[35] 前記重合体の含有量は、潤滑油添加剤の全質量を100質量%とした際に、10～80質量%が好ましく、15～70質量%がより好ましく、20～60質量%がさらに好ましい、[33]又は[34]に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

[36] [33]～[35]のいずれか一項に記載の潤滑油用摩擦低減剤を含む潤滑油組成物。

[37] 前記重合体の含有量は、潤滑油組成物の全質量を100質量%とした際に、0.01～30質量%が好ましく、0.05～25質量%がより好ましく、0.1～20質量%がさらに好ましい、[36]に記載の潤滑油組成物。

30

[38] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体の、潤滑油組成物を製造するための使用。

[39] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体の、摩擦低減のための使用。

[40] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体の、潤滑性向上のための使用。

[41] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体を含む組成物の、摩擦低減のための使用。

[42] [1]～[31]のいずれか一項に記載の重合体を含む組成物の、潤滑性向上のための使用。

40

[43] 前記組成物が、溶媒を含む、[41]又は[42]に記載の使用。

[44] 前記溶媒が、ベースオイルである、[43]に記載の使用。

[45] 前記ベースオイルは、API規格Group IIIのベースオイル、API規格Group IIIプラスのベースオイル、又はAPI規格Group IVのベースオイルである、[44]に記載の使用。

[46] 前記重合体の含有量は、組成物の全質量を100質量%とした際に、0.01～30質量%が好ましく、0.05～25質量%がより好ましく、0.1～20質量%がさらに好ましい、[41]～[45]のいずれか一項に記載の使用。

【0007】

加えて、本発明は以下の態様を有する。

50

[1] 主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有する(メタ)アクリル系グラフト共重合体 A を含有する潤滑油用摩擦低減剤であって、

前記(メタ)アクリル系グラフト共重合体 A が、アルキル基の炭素数が 11 ~ 30 のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を前記側鎖ポリマー構造に含み、質量平均分子量が 1 万 ~ 9 万である、潤滑油用摩擦低減剤。

[2] 前記(メタ)アクリル系グラフト共重合体 A が、さらに、アルキル基の炭素数が 1 ~ 10 のアルキル(メタ)アクリレート(b)由来の構成単位を含む、[1] の潤滑油用摩擦低減剤。

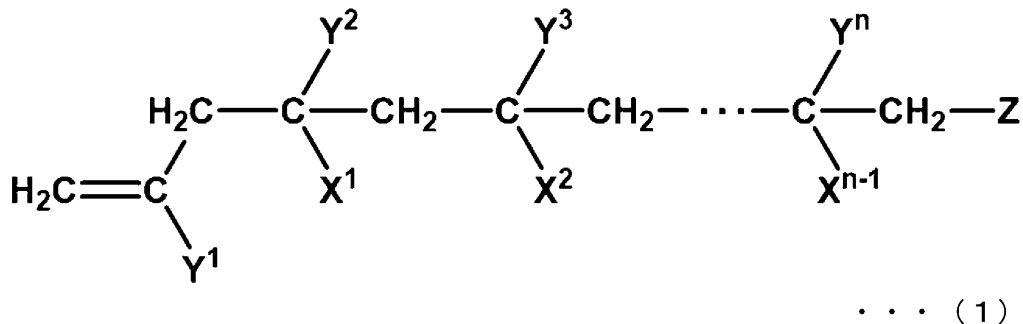
[3] 前記(メタ)アクリル系グラフト共重合体 A が、ビニル系ラジカル重合性単量体(m 1)由来の構成単位と、マクロモノマー(M)由来の構成単位と、を含む[1]に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

[4] 前記マクロモノマー(M)が、前記アルキル基の炭素数が 11 ~ 30 のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含む[3]の潤滑油用摩擦低減剤。

[5] 前記マクロモノマー(M)が、下記式(1)の構造を有する[3]に記載の潤滑油用摩擦低減剤。

【 0 0 0 8 】

【 化 2 】



【 0 0 0 9 】

(式中、 $X^1 \sim X^{n-1}$ は、それぞれ独立して、水素原子、メチル基又は CH_2OH を示し、 $Y^1 \sim Y^n$ は、それぞれ独立して、前記マクロモノマー(M)のモノマー構成単位であるビニル系ラジカル重合性単量体(m 2)のビニル基に結合する $X^1 \sim X^{n-1}$ 以外の置換基を示す。Z は末端基を表し、n は 2 ~ 10000 の整数を表す。)

[6] [1] ~ [5] のいずれかの潤滑油用摩擦低減剤を含む潤滑油組成物。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明の重合体によれば、摩擦低減効果が高く、低粘度な重合体潤滑油添加剤、潤滑油用摩擦低減剤、及び潤滑油組成物を提供できる重合体を提供できる。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明を詳細に説明する。以下の実施の形態は、本発明を説明するための単なる例示であって、本発明をこの実施の形態にのみ限定することは意図されない。本発明は、その趣旨を逸脱しない限り、様々な態様で実施することが可能である。

【 0 0 1 2 】

なお、本発明において、「(メタ)アクリル」は「アクリル」及び「メタクリル」の総称である。「(メタ)アクリレート」は「アクリレート」及び「メタクリレート」の総称である。「(メタ)アクリロイル基」は「アクリロイル基」及び「メタクリロイル基」の総称であり、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{R})-\text{C}(=\text{O})-(\text{R}$ は水素原子又はメチル基)で表される基である。「マクロモノマー」とは、ラジカル重合性基又は付加反応性の官能基を有する重合物を意味する。「ビニル系ラジカル重合性単量体」とは、マクロモノマーではないエチレン性不飽和結合を有する単量体を意味する。

10

20

30

40

50

【0013】

本発明の第一の態様における重合体は、主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有し、前記側鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含み、質量平均分子量が9万以下である。

本発明の第二の態様における重合体は、主鎖ポリマー構造と、側鎖ポリマー構造とを有し、前記側鎖ポリマー構造が、アルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)由来の構成単位を含み、前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、ASTM D7279(D445)法に準拠して測定した40における動粘度が22.4cSt以下であり、前記ベースオイルは、API規格Group I I I プラスである。

重合体は、構成単位の少なくとも一部が(メタ)アクリル系単量体由来の構成単位であるグラフト共重合体であることが好ましい。重合体は、(メタ)アクリル系単量体以外の単量体(たとえばスチレン等)由来の構成単位をさらに含んでいてもよい。

【0014】

重合体は、主鎖ポリマー構造と、主鎖ポリマー構造(幹ポリマー構造)に化学結合する側鎖ポリマー構造(枝ポリマー構造)で構成されたグラフト共重合体であることが好ましい。本明細書において、グラフト共重合体とは、主鎖ポリマー構造に、側鎖ポリマー構造として接続された1種以上のブロックを持つ高分子である。主鎖ポリマーと側鎖ポリマーの構造は、異なってもよいし、同じであってもよい。グラフト共重合体の製造方法としては特に限定されないが、末端にラジカル重合性二重結合を有するマクロモノマーを側鎖ポリマー構造として製造した後に、主鎖ポリマーの構成単位となるモノマーとラジカル重合する方法や、反応点を有する主鎖ポリマーと反応点を有するマクロモノマーを予め製造した後、それらを反応させる方法、主鎖ポリマーの製造後に水素引き抜き能を有する開始剤を使用して主鎖ポリマー上にラジカルを発生させ、側鎖ポリマーの構成単位となるモノマーを反応させて側鎖ポリマー構造を製造する方法等が挙げられる。

【0015】

重合体は、側鎖ポリマー構造にアルキル基の炭素数が11～30のアルキル(メタ)アクリレート(a)(以下、「(a)成分」ともいう。)由来の構成単位を含み、質量平均分子量が1万～9万であることが好ましい。さらにアルキル基の炭素数が1～10のアルキル(メタ)アクリレート(b)(以下、「(b)成分」ともいう。)由来の構成単位を含むことができる。

【0016】

重合体の総質量に対して、(a)成分と(b)成分を構成単位として、合計で70質量%以上含有することが好ましく、75質量%以上含有することがより好ましく、80質量%以上含有することがさらに好ましい。

前記重合体は、側鎖ポリマー構造に(a)成分由来の構成単位を含む。側鎖ポリマー構造と主鎖ポリマー構造の両方に(a)成分由来の構成単位を含んでもよい。

前記(a)成分としては、例えば、例えば、n-ウンデシル(メタ)アクリレート、i-ウンデシル(メタ)アクリレート、n-ドデシル(メタ)アクリレート、i-ドデシル(メタ)アクリレート、n-トリデシル(メタ)アクリレート、i-トリデシル(メタ)アクリレート、n-テトラデシル(メタ)アクリレート、i-テトラデシル(メタ)アクリレート、n-セチル(メタ)アクリレート、i-セチル(メタ)アクリレート、n-ステアシル(メタ)アクリレート、i-ステアシル(メタ)アクリレート、n-オクタデシル(メタ)アクリレート、i-オクタデシル(メタ)アクリレート、n-ベヘニル(メタ)アクリレート、i-ベヘニル(メタ)アクリレート等が挙げられる。これらは2種以上を併用してもよい。

【0017】

潤滑油組成物を低粘度化できる点から、(a)成分としては、アルキル基の炭素数が11～20のアルキル(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が11～18のアルキル(メタ)アクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が11～14のア

10

20

30

40

50

ルキル(メタ)アクリレートがさらに好ましい。

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、(a)成分としては、アルキル基の炭素数が11~20のアルキル(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が11~20のアルキルメタクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が11~18のアルキルメタクリレートがさらに好ましく、アルキル基の炭素数が11~14のアルキルメタクリレートが特に好ましい。

【0018】

摩擦低減効果を高くできる点及び、潤滑油組成物を低粘度化できる点から、重合体の総質量に対して、(a)成分由来の構成単位の含有量は、20~98質量%であることが好ましく、25~95質量%であることより好ましく、30~90質量%であることがさらに好ましい。

10

【0019】

前記(b)成分としては、例えば、メチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、n-プロピル(メタ)アクリレート、n-ブチル(メタ)アクリレート、n-ペンチル(メタ)アクリレート、n-ヘキシル(メタ)アクリレート、n-ヘプチル(メタ)アクリレート、n-オクチル(メタ)アクリレート、n-ノニル(メタ)アクリレート等の直鎖状のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレート；i-プロピル(メタ)アクリレート、i-ブチル(メタ)アクリレート、t-ブチル(メタ)アクリレート、i-ノニル(メタ)アクリレート、n-デシル(メタ)アクリレート、i-デシル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート等の分岐状のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレート；シクロペンチル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、ジシクロペンタニル(メタ)アクリレート、イソボルニル(メタ)アクリレート、4-t-ブチルシクロヘキシル(メタ)アクリレート等の環状のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレートが挙げられる。これらは2種以上を併用してもよい。

20

【0020】

摩擦低減効果を高くできる点から、(b)成分としては、直鎖状または分岐状のアルキル基を有する(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が2~8のアルキルアクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が2~4のアルキルアクリレートがさらに好ましく、n-ブチルアクリレートが特に好ましい。

30

【0021】

摩擦低減効果を高くできる点及び、潤滑油組成物を低粘度化できる点から、重合体の総質量に対して、(b)成分由来の構成単位の含有量は、3~80質量%であることが好ましく、5~75質量%であることより好ましく、10~70質量%であることがさらに好ましい。

【0022】

前記重合体のベースオイルへの溶解性を良好なものとできることから前記重合体は構成単位として、前記(a)成分由来の構成単位を側鎖ポリマー構造に含むことが好ましく、側鎖ポリマー構造と主鎖ポリマー構造とのいずれにも含むことがより好ましい。

前記重合体は構成単位として、前記(b)成分由来の構成単位を側鎖ポリマー構造に含むことが好ましく、側鎖ポリマー構造と主鎖ポリマー構造とのいずれにも含むことがより好ましい。

40

【0023】

前記重合体の質量平均分子量(Mw)は、9万以下であることが好ましい。潤滑油組成物を低粘度化できる点から、重合体の質量平均分子量は、1万~9万であることがより好ましく、1.2万~8.5万であることがさらに好ましく、1.5万~8万であることが特に好ましく、2万~7.5万であることが最も好ましい。

【0024】

前記重合体は、(a)成分、(b)成分以外のその他のラジカル重合性ビニル系化合物(以下、「(c)成分」ともいう。)由来の構成単位を含有しても良い。その他のラジカ

50

ル重合性ビニル系化合物としては、例えば、スチレン、*m*-メチルスチレン、*p*-*t*-ブチルスチレン、ビニルトルエン、酢酸ビニル、並びに (a) 成分及び (b) 成分以外の (メタ) アクリレート化合物が挙げられる。

(a) 成分及び (b) 成分以外の (メタ) アクリレート化合物としては、2-ヒドロキシエチル (メタ) アクリレート、2-ヒドロキシプロピル (メタ) アクリレート、2-ヒドロキシブチル (メタ) アクリレート、4-ヒドロキシブチル (メタ) アクリレート、6-ヒドロキシヘキシル (メタ) アクリレート、グリセリンモノ (メタ) アクリレート、エチレングリコールモノ (メタ) アクリレート、プロピレングリコールモノ (メタ) アクリレート等のヒドロキシ基を有するアルキル (メタ) アクリレート； (メタ) アクリル酸、コハク酸2- (メタ) アクリロイルオキシエチル、マレイン酸2- (メタ) アクリロイルオキシエチル、フタル酸2- (メタ) アクリロイルオキシエチル、ヘキサヒドロフタル酸2- (メタ) アクリロイルオキシエチル等のカルボキシ基を含有するアルキル (メタ) アクリレート；フェニル (メタ) アクリレート、ベンジル (メタ) アクリレート、フェノキシエチル (メタ) アクリレート、フェノキシジエチレングリコール (メタ) アクリレート、フェノキシポリエチレングリコール (メタ) アクリレート、ノニルフェノキシポリエチレングリコール (メタ) アクリレート、フェノキシプロピレングリコール (メタ) アクリレート、フェニルフェニル (メタ) アクリレート、フェニルフェノキシエチル (メタ) アクリレート、フェノキシベンジル (メタ) アクリレート、フェニルベンジル (メタ) アクリレート、ナフチル (メタ) アクリレート、(1-ナフチル) メチル (メタ) アクリレート等の芳香環構造を有するアルキル (メタ) アクリレート；テトラヒドロフルフリル (メタ) アクリレート、グリシジル (メタ) アクリレート、(メタ) アクリレオイルモルフォリン等のヘテロ環構造を有するアルキル (メタ) アクリレート；メトキシエチル (メタ) アクリレート、エトキシエチル (メタ) アクリレート、ブトキシエチル (メタ) アクリレート等のアルコキシアルキル (メタ) アクリレート；3- (メタ) アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3- (メタ) アクリロキシプロピルトリエトキシシラン、2- (メタ) アクリロイロキシエチルアシッドホスフェート、トリフルオロエチル (メタ) アクリレート、ヘプタデカフルオロデシル (メタ) アクリレート、ジメチルアミノエチル (メタ) アクリレート、ジエチルアミノエチル (メタ) アクリレート、(メタ) アクリルアミド等が挙げられる。これらは2種以上を併用してもよい。

【 0 0 2 5 】

摩擦低減効果を高くできる点及び、潤滑油組成物を低粘度化できる点から、重合体の総質量に対して、(c) 成分由来の構成単位の含有量は、0 ~ 20 質量%であることが好ましく、0 ~ 10 質量%であることより好ましく、0 ~ 5 質量%であることがさらに好ましい。

前記 (a) ~ (c) 成分由来の構成単位の合計量は前記重合体の総質量に対して、100 質量%を超えない。

【 0 0 2 6 】

前記重合体は、ビニル系ラジカル重合性単量体 (m 1) (以下、「(m 1) 成分」ともいう。) 由来の構成単位と、マクロモノマー (M) (以下、「(M) 成分」ともいう。) 由来の構成単位と、を含んでもよい。

【 0 0 2 7 】

前記 (m 1) 成分としては、スチレン、酢酸ビニル、(メタ) アクリレート化合物等が挙げられる。(メタ) アクリレート化合物としては、例えば、メチル (メタ) アクリレート、エチル (メタ) アクリレート、*n*-プロピル (メタ) アクリレート、*n*-ブチル (メタ) アクリレート、*n*-ペンチル (メタ) アクリレート、*n*-ヘキシル (メタ) アクリレート、*n*-ヘプチル (メタ) アクリレート、*n*-オクチル (メタ) アクリレート、*n*-ノニル (メタ) アクリレート、*n*-デシル (メタ) アクリレート、*n*-ウンデシル (メタ) アクリレート、*n*-ドデシル (メタ) アクリレート、*n*-トリデシル (メタ) アクリレート、*n*-テトラデシル (メタ) アクリレート、*n*-セチル (メタ) アクリレート、*n*-ステアリル (メタ) アクリレート、*n*-ベヘニル (メタ) アクリレート等の直鎖状のアルキ

ル基を有するアルキル(メタ)アクリレート; i-プロピル(メタ)アクリレート、i-ブチル(メタ)アクリレート、t-ブチル(メタ)アクリレート、s-ブチル(メタ)アクリレート、イソアミル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、i-ノニル(メタ)アクリレート、i-デシル(メタ)アクリレート、3-i-プロピルヘブチル(メタ)アクリレート、i-ウンデシル(メタ)アクリレート、2-t-ブチルヘブチル(メタ)アクリレート、i-ドデシル(メタ)アクリレート、i-トリデシル(メタ)アクリレート、i-テトラデシル(メタ)アクリレート、i-ベヘニル(メタ)アクリレート等の分岐状のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレート; シクロペンチル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、イソボルニル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテノキシエチル(メタ)アクリレート、ジシクロペンタニル(メタ)アクリレート、アダマンチル(メタ)アクリレート等の環状のアルキル基を有するアルキル(メタ)アクリレート; 2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート、4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート、6-ヒドロキシヘキシル(メタ)アクリレート、グリセリンモノ(メタ)アクリレート、エチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、プロピレングリコールモノ(メタ)アクリレート等のヒドロキシル基を有するアルキル(メタ)アクリレート; (メタ)アクリル酸、コハク酸2-(メタ)アクリロイルオキシエチル、マレイン酸2-(メタ)アクリロイルオキシエチル、フタル酸2-(メタ)アクリロイルオキシエチル、ヘキサヒドロフタル酸2-(メタ)アクリロイルオキシエチル等のカルボキシ基を含有するアルキル(メタ)アクリレート; フェニル(メタ)アクリレート、ベンジル(メタ)アクリレート、フェノキシエチル(メタ)アクリレート、フェノキシジエチレングリコール(メタ)アクリレート、フェノキシポリエチレングリコール(メタ)アクリレート、フェノキシポリプロピレングリコール(メタ)アクリレート、フェニルフェニル(メタ)アクリレート、フェニルフェノキシエチル(メタ)アクリレート、フェノキシベンジル(メタ)アクリレート、フェニルベンジル(メタ)アクリレート、ナフチル(メタ)アクリレート、(1-ナフチル)メチル(メタ)アクリレート等の芳香環構造を有するアルキル(メタ)アクリレート; テトラヒドロフルフリル(メタ)アクリレート、グリシジル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリレオイルモルフォリン等のヘテロ環構造を有するアルキル(メタ)アクリレート; メトキシエチル(メタ)アクリレート、エトキシエチル(メタ)アクリレート、プトキシエチル(メタ)アクリレート等のアルコキシアリル(メタ)アクリレート; アリル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニルオキシエチル(メタ)アクリレート、3-(メタ)アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-(メタ)アクリロキシプロピルトリエトキシシラン、2-(メタ)アクリロキシエチルアシッドホスフェート、トリフルオロエチル(メタ)アクリレート、ヘプタデカフルオロデシル(メタ)アクリレート、ジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート、ジエチルアミノエチル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリルアミド等が挙げられる。これらは2種以上を併用してもよい。

【0028】

摩擦低減効果を高くできる点から、(m1)成分として、前記(b)成分を含有することが好ましく、アルキル基の炭素数が2~8のアルキルアクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が2~4のアルキルアクリレートがさらに好ましく、n-ブチルアクリレートが特に好ましい。

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、(m1)成分として、前記(a)成分を含有することが好ましく、アルキル基の炭素数が11~20のアルキル(メタ)アクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が11~18のアルキル(メタ)アクリレートがさらに好ましく、アルキル基の炭素数が11~14のアルキル(メタ)アクリレートが特に好ましい。

【0029】

10

20

30

40

50

前記(M)成分は、ビニル系ラジカル重合性基を有する単量体(m2)(以下、「(m2)成分」ともいう。)由来の構成単位を2以上含み、末端にラジカル重合性基を有する化合物であり、(m2)成分として前記(a)成分を含有する。(a)成分以外の(m2)成分としては、前記(m1)成分として挙げた化合物が挙げられる。ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、(m2)成分として、アルキル基の炭素数が11~20のアルキル(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が11~20のアルキルメタクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が11~18のアルキルメタクリレートがさらに好ましく、アルキル基の炭素数が11~14のアルキルメタクリレートが特に好ましい。また、(m2)成分として前記(b)成分を含有することが好ましい。ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、(m2)成分として、直鎖状または分岐状のアルキル基を有する(メタ)アクリレートが好ましく、アルキル基の炭素数が1~8のアルキルメタクリレートがより好ましく、アルキル基の炭素数が1~4のアルキルメタクリレートがさらに好ましく、メチルメタクリレートが特に好ましい。

10

【0030】

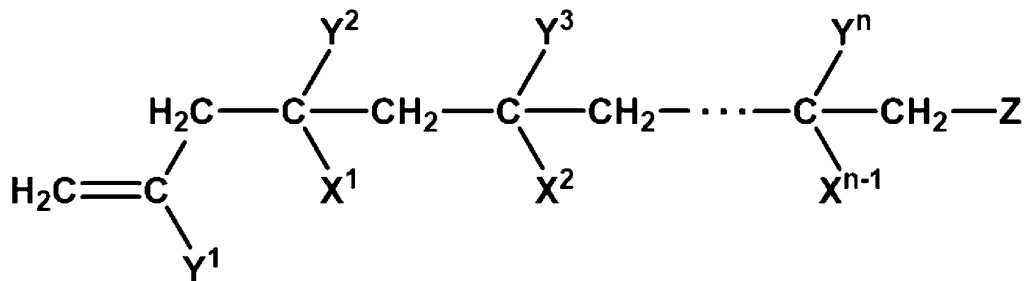
ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、(M)成分の総質量に対して、前記(a)成分由来の構成単位を50質量%以上含有することが好ましく、60質量%以上含有することがより好ましく、70質量%以上含有することがさらに好ましく、80質量%以上含有することが特に好ましい。

さらに前記(M)成分は、ラジカル重合性の点から、以下の式(1)で示される構造が好ましい。

20

【0031】

【化3】



... (1)

30

【0032】

(式中、 $X^1 \sim X^{n-1}$ は、それぞれ独立して、水素原子、メチル基又は CH_2OH を示し、 $Y^1 \sim Y^n$ は、それぞれ独立して、前記マクロモノマー(M)のモノマー構成単位である(m2)成分のビニル基に結合する $X^1 \sim X^{n-1}$ 以外の置換基を示す。Zは末端基を表し、nは2~10000の整数を表す。)

【0033】

$X^1 \sim X^{n-1}$ 及び $Y^1 \sim Y^n$ は、それぞれ独立して、(m2)成分のビニル基に結合する置換基である。 $Y^1 \sim Y^n$ は、例えば、 OR^1 、ハロゲン原子、 COR^2 、 COOR^3 、 CN 、 CONR^4R^5 、 NHCOR^6 、又は R^7 を示し、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^7$ はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等を示す。

40

【0034】

なお末端基のZは、公知のラジカル重合で得られるポリマーの末端基と同様に、水素原子およびラジカル重合開始剤に由来する基が挙げられる。

【0035】

また、ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点および、摩擦低減効果を高くできる点から、重合体の総質量に対して、前記(M)成分由来の構成単位の含有量は、1~70質量%が好ましく、2~60質量%がより好ましく、5~50質量%がさらに好ましい。

50

重合体は、前記(M)成分由来の構成単位を2種以上含んでもよい。

【0036】

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、(M)成分の総質量に対して、前記(b)成分由来の構成単位を0質量%超50質量%以下含有することが好ましく、0.5~40質量%含有することがより好ましく、1~30質量%含有することがさらに好ましく、1.5~20質量%含有することが特に好ましい。

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点から、前記(M)成分中の、[前記(b)成分由来の構成単位の含有量]/[前記(a)成分由来の構成単位の含有量]で表される比は、0.001~0.1が好ましく、0.005~0.05がより好ましく、0.01~0.03がさらに好ましい。

10

【0037】

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点および、摩擦低減効果を高くできる点から、前記マクロモノマー(M)のゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)で測定した質量平均分子量(Mw)は、5000以上50000以下が好ましく、8000以上40000以下であることがより好ましく、10000以上30000以下であることがさらに好ましい。

【0038】

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点および、摩擦低減効果を高くできる点から、前記(M)成分のゲル浸透クロマトグラフィーで測定した数平均分子量(Mn)は、500~30000が好ましく、1000~25000がより好ましく、2000~20000が特に好ましい。

20

【0039】

ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点および、摩擦低減効果を高くできる点から、前記マクロモノマー(M)のゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)で測定した分子量分布(Mw/Mn)は、1.0以上10以下が好ましく、1.2以上8以下であることがより好ましく、1.5以上5以下であることがさらに好ましい。

【0040】

前記(M)成分は、公知の方法で製造したものをを用いてもよく、市販のものをを用いてもよい。前記M成分の製造方法としては、例えば、コバルト連鎖移動剤を用いて製造する方法(米国特許第4680352号明細書)、 α -ブロモメチルスチレン等の置換不飽和化合物を連鎖移動剤として用いる方法(国際公開88/04304号)、重合性基を化学的に結合させる方法(特開昭60-133007号公報および米国特許第5147952号明細書)及び熱分解による方法(特開平11-240854号公報)が挙げられる。

30

【0041】

製造工程数が少なく、連鎖移動定数の高い触媒を使用する点でコバルト連鎖移動剤を用いて製造する方法が好ましい。コバルト連鎖移動剤は連鎖移動定数が高いため、少量の添加で分子量が制御されたマクロモノマーを得ることができる。

【0042】

コバルト連鎖移動剤としては、公知のコバルト錯体を使用できる。前記コバルト連鎖移動剤の量は、前記(m2)成分100質量部に対して、0.00001~0.1質量部が好ましく、0.00005~0.05質量部であることがより好ましく、0.0001~0.02質量部であることが特に好ましい。

40

【0043】

また本発明の潤滑油用摩擦低減剤に含まれる重合体のゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)で測定した数平均分子量(Mn)は、ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点および、摩擦低減効果を高くできる点から、5000以上50000以下が好ましく、7000以上40000以下であることがより好ましく、10000以上30000以下であることがさらに好ましい。

【0044】

また本発明の潤滑油用摩擦低減剤に含まれる重合体のゲル浸透クロマトグラフィー(G

50

PC)で測定した分子量分布(Mw/Mn)は、ベースオイルへの重合体の溶解性を高くできる点および、摩擦低減効果を高くできる点から、1.0以上2.0以下が好ましく、1.5以上1.5以下であることがより好ましく、2.0以上1.0以下であることがさらに好ましい。

【0045】

次に本発明の潤滑油用摩擦低減剤の製造方法の一例を示す。

本発明の潤滑油用摩擦低減剤は、ベースオイル中で、前記(m1)成分、前記(M)成分を含む単量体混合物を、公知の方法で重合することで製造できる。

前記ベースオイルとしては、特に限定はされないが、SKLブリカンツ社製のYUBASE3等のAPI規格Group IIIのベースオイル、SKLブリカンツ社製のYUBASE4等のAPI規格Group IIIプラスのベースオイル、ポリアルファオレフィン等のAPI規格Group IVのベースオイル等が挙げられる。

10

【0046】

また、前記(M)成分は、前記ベースオイル中で、コバルト連鎖移動剤を用いて、ビニル系ラジカル重合性単量体を含む単量体混合物を重合したマクロモノマーが好ましい。コバルト連鎖移動剤は連鎖移動定数が高いため、少量の添加で分子量が制御されたマクロモノマーを得ることができる。

【0047】

また重合は公知の条件で行えばよいが、重合時の発熱抑制効果に特に優れることから、連鎖移動剤として、メチルステンダイマーを用いることが好ましい。

20

【0048】

本発明の重合体を含む潤滑油用摩擦低減剤は、自動車や船舶等のモビリティや、産業機械、ロボット等で使用される、エンジン油、駆動系油(ギヤ油、変速機油)、作動油、金属加工油等の潤滑油に添加する潤滑油用摩擦低減剤として使用できる。

【0049】

前記潤滑油のベースオイルとしては、原油から精製された鉱物系基油や、化学的に合成された合成油が挙げられ、例えば、SKLブリカンツ社製のYUBASE3等のAPI規格Group IIIのベースオイル、SKLブリカンツ社製のYUBASE4等のAPI規格Group IIIプラスのベースオイル、ポリアルファオレフィン等のAPI規格Group IVのベースオイル等が挙げられる。

30

【0050】

本発明の潤滑油組成物は、本発明の潤滑油用摩擦低減剤を含むものである。本発明の潤滑油組成物は、本発明の潤滑油用摩擦低減剤以外の、他の添加剤を含有してもよい。他の添加剤としては、酸化防止剤、粘度指数向上剤、流動点降下剤、清浄分散剤、腐食防止剤、さび止め剤、消泡剤、乳化剤、防かび剤、抗乳化剤等が挙げられる。また、本発明以外の摩擦低減剤として、長鎖脂肪酸エステル及び脂肪酸アミド等の油性向上剤や、リン酸エステル及びジチオリン酸亜鉛等の摩耗防止剤、有機硫黄化合物及び有機ハロゲン化合物等の極圧剤、有機モリブデン化合物等の摩擦調整剤等を含有してもよい。

また、本発明の潤滑油組成物は、増ちょう剤を含有したグリースであっても良い。増ちょう剤としては、例えば、石けん系(リチウム石けん、カルシウム石けん、ナトリウム石けん、アルミニウム石けん等)や、無機物系(ベントナイト、シリカゲル等)、有機物系(ポリウレア、ポリウレタン等)等が挙げられる。

40

【0051】

前記潤滑油組成物に含まれる本発明の重合体の含有量は、潤滑油組成物100質量%に対して、0.01~30質量%が好ましく、0.05~25質量%がより好ましく、0.1~20質量%がさらに好ましい。潤滑油用摩擦低減剤の含有量を0.01質量%以上とすることで摩擦低減効果を高くできる。30質量%以下とすることで、潤滑油組成物の粘度を低くできる。

【0052】

前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、SRV5試験機(Opti

50

mol Instruments Pruftechnik GmbH社製)を用いて40において測定される摩擦係数は、0.16以下が好ましく、0.138未満がより好ましく、0.135以下がさらに好ましい。

【0053】

前記重合体を2質量%含有するベースオイル溶液を調製し、ASTM D7279(D445)法に準拠して測定した40における動粘度が0~22.4cStであることが好ましく、5~22.25cStであることがより好ましく、10~22.00cStであることがさらに好ましく、15~21.50cStであることが特に好ましい。

なお、前記ベースオイルは、API規格GroupIIIプラスである。

【実施例】

【0054】

以下、本発明を実施例及び比較例によりさらに詳しく説明する。なお、実施例中の「部」は「質量部」を表す。以下の方法によって評価した。また、表1~6中、各単量体に由来する構成単位の含有量を質量%で示す。各構成単位の含有量は、重合反応において使用した単量体の総質量に対する、単量体の質量から算出した。

【0055】

<マクロモノマー(M)の分子量>

ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)(東ソー株式会社製 HLC-8320)を用いて測定した。マクロモノマー(M)のテトラヒドロフラン溶液0.2質量%を調製後、東ソー株式会社製カラム(TSKgel SuperHZM-M(内径4.6mm、長さ15cm)、HZM-M(内径4.6mm、長さ15cm)、HZ-2000(内径4.6mm、長さ15cm)、TSKguardcolumn SuperHZ-L(内径4.6mm、長さ3.5cm)が装着された装置に上記の溶液10μlを注入し、流量:0.35ml/分、溶離液:テトラヒドロフラン(安定剤BHT)、カラム温度:40の条件で測定し、標準ポリスチレン換算にてMw、Mn、及びMw/Mnを算出した。

【0056】

<重合体の分子量>

ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)(東ソー株式会社製 HLC-8320)を用いて測定した。実施例で得られた重合体のテトラヒドロフラン溶液0.2質量%を調製後、東ソー社製カラム(TSKgel SuperHZM-H 2本(内径6.0mm、長さ15cm)、TSKguardcolumn SuperHZ-H(内径4.6mm、長さ3.5cm)が装着された装置に上記の溶液10μlを注入し、流量0.5ml/分、溶離液:テトラヒドロフラン(安定剤BHT)、カラム温度:40の条件で測定し、標準ポリスチレン換算にて質量平均分子量(Mw)、数平均分子量(Mn)、及び分子量分布(Mw/Mn)を算出した。

【0057】

<40の動粘度>

得られた重合体を2質量%含有するYUBASE4溶液を調製し、ASTM D7279(D445)法に準拠し、全自動簡易動粘度計(Cannon社製、商品名:Simple-VIS型)を用いて、40における動粘度を評価した。

【0058】

<40の摩擦係数>

得られた重合体を2質量%含有するYUBASE4溶液を調製し、SRV5試験機(Optimol Instruments Pruftechnik GmbH社製)を用いて、40における摩擦係数を測定した。測定条件は以下の通りとし、測定開始60分後の摩擦係数を評価した。

- ・試験方法:ボールオンディスク(ボールの直径:10mm、ボールとディスクの材質:SUJ2)
- ・試験モード:往復(50Hz、ストローク1mm)
- ・荷重:200N

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

[製造例 1]

(C o 錯体 (コバルト連鎖移動剤) の合成)

攪拌装置を備えた合成装置中に、窒素雰囲気下で、酢酸コバルト (I I) 四水和物 (和光純薬社製、和光特級) 2 . 0 0 g (8 . 0 3 m m o l) 及びジフェニルグリオキシム (東京化成社製、E P グレード) 3 . 8 6 g (1 6 . 1 m m o l) 及び予め窒素バブリングにより脱酸素したジエチルエーテル 1 0 0 m l を入れ、2 5 ℃ で 2 時間攪拌した。

次いで、三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体 (東京化成社製、E P グレード) 2 0 m l を加え、更に 6 時間攪拌した。得られたものを濾過し、固体をジエチルエーテルで洗浄し、1 0 0 M P a 以下で、2 0 ℃ において 1 2 時間乾燥し、茶褐色固体の C o 錯体 5 . 0 2 g (7 . 9 3 m m o l 、収率 9 9 質量 %) を得た。

10

【 0 0 6 0 】

[製造例 2]

(マクロモノマー M 1 の合成)

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 5 8 部、アクリエステル S L (三菱ケミカル社製、商品名 : アクリエステル S L 、アルキル基の炭素数が 1 2 であるアルキルメタクリレートと、アルキル基の炭素数が 1 3 であるアルキルメタクリレートの混合物) を 9 8 部、メチルメタクリレート (M M A) を 2 部、製造例 1 で作製した C o 錯体を 0 . 0 0 5 部加え、液温を 4 0 ℃ に昇温し攪拌しながら窒素を 2 時間バブリングして溶存酸素を除いた。Y U B A S E 4 (2 部) と重合開始剤である t - ブチルパーオキシ - 2 - エチルヘキサノエート (アルケマ吉富社製、商品名 : ルペロックス 2 6) 0 . 1 部からなる混合液を投入して液温を 9 0 ℃ に昇温し、2 . 5 時間攪拌した後、Y U B A S E 4 (1 0 部) とルペロックス 2 6 (0 . 7 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。滴下後 1 0 5 ℃ に昇温し、1 . 5 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 2 0 部添加して冷却し、マクロモノマー M 1 を 5 2 . 6 質量 % 含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られたマクロモノマー M 1 の G P C の結果を表 1 に示す。

20

【 0 0 6 1 】

[製造例 3]

(マクロモノマー M 2 の合成)

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 5 8 部、アクリエステル S L を 9 8 部、M M A を 2 部、製造例 1 で作製した C o 錯体を 0 . 0 0 5 部加え、液温を 4 0 ℃ に昇温し攪拌しながら窒素を 2 時間バブリングして溶存酸素を除いた。Y U B A S E 4 (2 部) と重合開始剤として t - アミルパーオキシ - 2 - エチルヘキサノエート (アルケマ吉富社製、商品名 : ルペロックス 5 7 5) 0 . 1 部からなる混合液を投入して液温を 9 0 ℃ に昇温し、2 . 5 時間攪拌した後、Y U B A S E 4 (1 0 部) とルペロックス 2 6 (0 . 7 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。滴下後 1 0 5 ℃ に昇温し、1 . 5 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 2 0 部添加して冷却し、マクロモノマー M 2 を 5 2 . 6 質量 % 含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られたマクロモノマー M 2 の G P C の結果を表 1 に示す。

30

【 0 0 6 2 】

[製造例 4]

(マクロモノマー M 3 の合成)

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 5 8 部、n - ステアリルメタクリレート (共栄社化学社製、商品名 : ライトエステル S) を 9 8 部、メチルメタクリレート (M M A) を 2 部、製造例 1 で作製した C o 錯体を 0 . 0 0 5 部加え、液温を 4 0 ℃ に昇温し攪拌しながら窒素を 2 時間バブリングして溶存酸素を除いた。Y U B A S E 4 (2 部) と重合開始剤であるルペロックス 2 6 (0 . 2 部) からなる混合液を投入して液温を 9 0 ℃ に昇温し、2 . 5 時間攪拌した後、Y U B A S E 4 (1 0 部) とルペロックス 2 6 (0 . 7 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。滴下後 1 0 5 ℃ に昇温し、1 . 5 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 2 0 部添加して冷却し、マクロモノマー M

40

50

3を52.6質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られたマクロモノマーM3のGPCの結果を表1に示す。

【0063】

[製造例5]

(マクロモノマーM4の合成)

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を58部、ラウリルメタクリレート(三菱ケミカル社製、商品名:アクリエステルL)を98部、メチルメタクリレート(MMA)を2部、製造例1で作製したCo錯体を0.005部加え、液温を40に昇温し攪拌しながら窒素を2時間バブリングして溶存酸素を除いた。YUBASE4(2部)と重合開始剤であるルペロックス26(0.4部)からなる混合液を投入して液温を90に昇温し、2.5時間攪拌した後、YUBASE4(10部)とルペロックス26(0.7部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。滴下後105に昇温し、1.5時間保持した後、YUBASE4を20部添加して冷却し、マクロモノマーM4を52.6質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られたマクロモノマーM4のGPCの結果を表1に示す。

10

【0064】

[製造例6]

(マクロモノマーM5の合成)

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を58部、アクリエステルSLを98部、MMAを2部、製造例1で作製したCo錯体を0.0075部加え、液温を40に昇温し攪拌しながら窒素を2時間バブリングして溶存酸素を除いた。YUBASE4(2部)と重合開始剤としてt-アミルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート(アルケマ吉富社製、商品名:ルペロックス575)0.1部からなる混合液を投入して液温を90に昇温し、2.5時間攪拌した後、YUBASE4(10部)とルペロックス26(0.7部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。滴下後105に昇温し、1.5時間保持した後、YUBASE4を20部添加して冷却し、マクロモノマーM2を52.6質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られたマクロモノマーM5のGPCの結果を表1に示す。

20

【0065】

[製造例7]

(マクロモノマーM6の合成)

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を58部、2-エチルヘキシルメタクリレート100部、製造例1で作製したCo錯体を0.003部加え、液温を40に昇温し攪拌しながら窒素を2時間バブリングして溶存酸素を除いた。YUBASE4(2部)と重合開始剤であるt-アミルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート(アルケマ吉富社製、商品名:ルペロックス575)0.1部からなる混合液を投入して液温を90に昇温し、2.5時間攪拌した後、YUBASE4(10部)とルペロックス575(0.7部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。滴下後105に昇温し、1.5時間保持した後、YUBASE4を20部添加して冷却し、マクロモノマーM6を52.6質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られたマクロモノマーM6のGPCの結果を表1に示す。

30

40

【0066】

<実施例1>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレート56部、ラウリルアクリレート19部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温

50

して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。表2~6中、ポリマー組成は、マクロモノマー(M)中の構成単位も含む。

【0067】

<実施例2>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85℃に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレート(56部)、ラウリルアクリレート(19部)、重合開始剤としてルペロックス575(0.1部)、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85℃で1時間保持した後、YUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110℃に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

10

【0068】

<実施例3>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を9.5部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85℃に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを71部、ラウリルアクリレートを24部、重合開始剤としてルペロックス575(0.1部)、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85℃で1時間保持した後、YUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110℃に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(56.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

20

【0069】

<実施例4>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を40部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を66.7部、n-ブチルアクリレートを49部、ラウリルアクリレートを16部、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤としてn-メチルスチレンダイマーを0.7部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85℃に昇温し、3.5時間保持した後、YUBASE4(42部)とルペロックス26(0.015部)からなる混合液を2時間かけて滴下した。さらに、85℃で1時間保持した後、YUBASE4(30部)とパーオクタO(0.5部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。その後110℃に昇温して1時間保持した後、YUBASE4を42部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

30

40

【0070】

<実施例5>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部、n-ブチルアクリレートを45部、ラウリルアクリレートを30部、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤としてn-メチルスチレンダイマーを0.9部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85℃に昇温し、3.5時間保持した後、YUBASE4(42部)とルペロックス26(0.015部)からなる混合液を2時間かけて滴下した。さらに、85℃で1時間保持した後、YUBASE4(30部)とパー

50

オクタO(0.5部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。その後110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4を41.1部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

【0071】

<実施例6>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部、n-ブチルアクリレート(30部)、ラウリルアクリレート(45部)、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤としてn-メチルスチレンダイマーを0.9部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、3.5時間保持した後にYUBASE4(42部)とルペロックス26(0.015部)からなる混合液を2時間かけて滴下した。さらに、85で1時間保持した後、YUBASE4(30部)とパーオクタO(0.5部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。その後110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4を41.1部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

10

【0072】

<実施例7>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部、n-ブチルアクリレートを20部、ラウリルアクリレートを55部、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤としてn-メチルスチレンダイマーを0.9部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、3.5時間保持した後にYUBASE4(42部)とルペロックス26(0.015部)からなる混合液を2時間かけて滴下した。さらに、85で1時間保持した後、YUBASE4(30部)とパーオクタO(0.5部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。その後110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4を41.1部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

20

30

【0073】

<実施例8>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部、エチルアクリレート(三菱ケミカル社製)を30部、ラウリルアクリレートを45部、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤としてn-メチルスチレンダイマー(日油社製、商品名：ノフマーMSD)を0.9部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、3.5時間保持した後にYUBASE4(42部)とルペロックス26(0.015部)からなる混合液を2時間かけて滴下した。さらに、85で1時間保持した後、YUBASE4(30部)とパーオクタO(0.5部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。その後110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4を41.1部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表2に示す。

40

【0074】

<実施例9>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例4で得られたマクロモノマーM3のYUBASE4溶液を47.6部、n-ブチルアクリレートを56部、ラウリルアクリレートを19部、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤としてn-メチルスチレンダイマーを0.9部加え、攪拌しながら窒

50

素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 85 に昇温し、3.5 時間保持した後に Y U B A S E 4 (4 2 部) とルペロックス 2 6 (0 . 0 1 5 部) からなる混合液を 2 時間かけて滴下した。さらに、85 で 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (3 0 部) とパーオクタ O (0 . 5 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。その後 1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 4 1 . 1 部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 5 】

< 実施例 1 0 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 5 0 部、製造例 5 で得られたマクロモノマー M 4 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部、n - ブチルアクリレート を 5 6 部、ラウリルアクリレート を 1 9 部、重合開始剤としてルペロックス 2 6 を 0 . 0 3 部、連鎖移動剤として n - メチルスチレンダイマー (日油社製、商品名：ノフマー M S D) を 0 . 9 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、3.5 時間保持した後に Y U B A S E 4 (4 2 部) とルペロックス 2 6 (0 . 0 1 5 部) からなる混合液を 2 時間かけて滴下した。さらに、85 で 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (3 0 部) とパーオクタ O (0 . 5 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。その後 1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 4 1 . 1 部添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 2 に示す。

10

20

【 0 0 7 6 】

< 実施例 1 1 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 3 0 部、製造例 3 で得られたマクロモノマー M 2 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、Y U B A S E 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレート を 5 6 部、ラウリルアクリレート を 1 9 部、重合開始剤としてルペロックス 5 7 5 を 0 . 1 部、連鎖移動剤としてノフマー M S D (1 . 2 部) からなる混合液を 4 時間かけて滴下した。85 で 1 時間保持した後に Y U B A S E 4 (5 0 部) とルペロックス 5 7 5 (0 . 5 部) の混合液を 1 . 5 時間かけて滴下した。1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (5 8 . 1 部) を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 3 に示す。

30

【 0 0 7 7 】

< 実施例 1 2 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 3 0 部、製造例 3 で得られたマクロモノマー M 2 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、Y U B A S E 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレート を 5 0 部、ラウリルアクリレート を 2 5 部、重合開始剤としてルペロックス 5 7 5 を 0 . 1 部、連鎖移動剤としてノフマー M S D (0 . 9 部) からなる混合液を 4 時間かけて滴下した。85 で 1 時間保持した後に Y U B A S E 4 (5 0 部) とルペロックス 5 7 5 (0 . 5 部) の混合液を 1 . 5 時間かけて滴下した。1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (5 8 . 1 部) を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 3 に示す。

40

【 0 0 7 8 】

< 実施例 1 3 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 3 0 部、製造例 3 で得られたマクロモノマー M 2 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、Y U B A S E 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレート を 2 0 部、ラウリルアクリレート を 2 5 部、n - ブチルメタクリ

50

レート（三菱ケミカル社製、商品名：アクリエステルB）を30部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD（0.9部）からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4（50部）とルペロックス575（0.5部）の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4（58.1部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

【0079】

<実施例14>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを20部、ラウリルアクリレートを25部、アクリエステルBを30部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD（0.9部）からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4（50部）とルペロックス575（0.5部）の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4（58.1部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

10

【0080】

<実施例15>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを45部、ラウリルアクリレートを30部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD（0.9部）からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4（50部）とルペロックス575（0.5部）の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4（58.1部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

20

30

【0081】

<実施例16>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを60部、ラウリルアクリレートを15部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD（1.2部）からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4（50部）とルペロックス575（0.5部）の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4（58.1部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

40

【0082】

<実施例17>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを64部、ラウリルアクリレートを11部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD（1.2部）からなる混

50

合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

【0083】

<実施例18>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を95.2部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、
n-ブチルアクリレートを50部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(1.2部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(35.4部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

【0084】

<実施例19>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を38.1部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、
n-ブチルアクリレートを60部、ラウリルアクリレートを20部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(62.5部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

【0085】

<実施例20>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を19部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、
n-ブチルアクリレートを67部、ラウリルアクリレートを23部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(71.6部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表3に示す。

【0086】

<実施例21>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を9.5部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、
n-ブチルアクリレートを71部、ラウリルアクリレートを24部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温し

10

20

30

40

50

て1時間保持した後、YUBASE4(56.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表4に示す。

【0087】

<実施例22>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例6で得られたマクロモノマーM5のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを56部、ラウリルアクリレートを19部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(1.2部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表4に示す。

10

【0088】

<実施例23>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例6で得られたマクロモノマーM5のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを45部、ラウリルアクリレートを30部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表4に示す。

20

【0089】

<実施例24>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例6で得られたマクロモノマーM5のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを64部、ラウリルアクリレートを11部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(1.2部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表4に示す。

30

【0090】

<実施例25>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例6で得られたマクロモノマーM5のYUBASE4溶液を95.2部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを50部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(1.2部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(35.4部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表4

40

50

に示す。

【 0 0 9 1 】

< 実施例 2 6 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE 4 を 5 0 部、製造例 3 で得られたマクロモノマー M 2 の YUBASE 4 溶液を 4 7 . 6 部、2 - エチルヘキシルアクリレート（三菱ケミカル社製）を 5 6 部、ラウリルアクリレートを 1 9 部、重合開始剤としてルペロックス 2 6 を 0 . 0 3 部、連鎖移動剤として n - メチルスチレンダイマーを 1 . 2 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 ℃ に昇温し、3 . 5 時間保持した後に YUBASE 4 （ 4 2 部）とルペロックス 2 6 （ 0 . 0 1 5 部）からなる混合液を 2 時間かけて滴下した。さらに、8 5 ℃ で 1 時間保持した後、YUBASE 4 （ 3 0 部）とパーオクタ O （ 0 . 5 部）からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。その後 1 1 0 ℃ に昇温して 1 時間保持した後、YUBASE 4 を 4 1 . 1 部添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する YUBASE 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 4 に示す。

10

【 0 0 9 2 】

< 実施例 2 7 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE 4 を 3 0 部、製造例 3 で得られたマクロモノマー M 2 の YUBASE 4 溶液を 4 7 . 6 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 ℃ に昇温し、YUBASE 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレートを 5 6 部、ラウリルアクリレートを 1 9 部、重合開始剤としてルペロックス 5 7 5 を 1 部、連鎖移動剤としてノフマー MSD （ 1 . 9 部）からなる混合液を 4 時間かけて滴下した。8 5 ℃ で 1 時間保持した後に YUBASE 4 （ 5 0 部）とルペロックス 5 7 5 （ 0 . 5 部）の混合液を 1 . 5 時間かけて滴下した。1 1 0 ℃ に昇温して 1 時間保持した後、YUBASE 4 （ 5 8 . 1 部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する YUBASE 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 4 に示す。

20

【 0 0 9 3 】

< 実施例 2 8 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE 4 を 3 0 部、製造例 2 で得られたマクロモノマー M 1 の YUBASE 4 溶液を 4 7 . 6 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 ℃ に昇温し、YUBASE 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレートを 5 6 部、ラウリルアクリレートを 1 8 部、4 - ヒドロキシブチルアクリレート（三菱ケミカル社製、商品名：4 H B A ）（ 1 部）、重合開始剤としてルペロックス 5 7 5 を 0 . 1 部、連鎖移動剤としてノフマー MSD （ 1 . 9 部）からなる混合液を 4 時間かけて滴下した。8 5 ℃ で 1 時間保持した後に YUBASE 4 （ 5 0 部）とルペロックス 5 7 5 （ 0 . 5 部）の混合液を 1 . 5 時間かけて滴下した。1 1 0 ℃ に昇温して 1 時間保持した後、YUBASE 4 （ 5 8 . 1 部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量%含有する YUBASE 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 4 に示す。

30

【 0 0 9 4 】

< 実施例 2 9 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE 4 を 3 0 部、製造例 2 で得られたマクロモノマー M 1 の YUBASE 4 溶液を 4 7 . 6 部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 ℃ に昇温し、YUBASE 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレートを 5 4 部、ラウリルアクリレートを 1 8 部、4 - ヒドロキシブチルアクリレート（三菱ケミカル社製、商品名：4 H B A ）（ 3 部）、重合開始剤としてルペロックス 5 7 5 を 3 部、連鎖移動剤としてノフマー MSD （ 4 部）からなる混合液を 4 時間かけて滴下した。8 5 ℃ で 1 時間保持した後に YUBASE 4 （ 5 0 部）とルペロックス 5 7 5 （ 0 . 5 部）の混合液を 1 . 5 時間かけて滴下した。1 1 0 ℃ に昇温して 1 時間保持した後、YUBASE 4 （ 5 8 . 1 部）を添加して冷却し、（メタ）アクリル系グ

40

50

ラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表4に示す。

【0095】

<実施例30>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を95.2部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを50部、重合開始剤としてルペロックス575を1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(1.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表5に示す。

10

【0096】

<実施例31>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を95.2部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを47部、4-ヒドロキシブチルアクリレートを3部、重合開始剤としてルペロックス575を0.5部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表5に示す。

20

【0097】

<実施例32>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を95.2部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを47部、4-ヒドロキシブチルアクリレートを3部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(1.3部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表5に示す。

30

【0098】

<実施例33>

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を133.1部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85に昇温し、YUBASE4を30部、n-ブチルアクリレートを30部、重合開始剤としてルペロックス575を0.5部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85で1時間保持した後にYUBASE4(20部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(44.5部)を添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表5に示す。

40

50

【 0 0 9 9 】

< 実施例 3 4 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を133.1部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を30部、n-ブチルアクリレートを27部、4-ヒドロキシブチルアクリレートを3部、重合開始剤としてルペロックス575を1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(20部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(44.5部)を添加して冷却し、(メ

10

【 0 1 0 0 】

< 実施例 3 5 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を10部、製造例3で得られたマクロモノマーM2のYUBASE4溶液を171.0部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を30部、n-ブチルアクリレートを10部、重合開始剤としてルペロックス575を0.3部からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(45部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(22.5部)を添加して冷却し、(メ

20

【 0 1 0 1 】

< 比較例 1 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を50部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部、n-ブチルアクリレートを56部、ラウリルアクリレートを19部、重合開始剤としてルペロックス26を0.03部、連鎖移動剤として -メチルスチレンダイマーを0.1部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、3.5時間保持した後にYUBASE4(42部)とルペロックス26(0.015部)からなる混合液を2時間かけて滴下した。さらに、85 で1時間保持した後、YUBASE4(30部)と1,1,3,3-テトラメチルブチルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート(日油社製、商品名:パーオクタO)(0.5部)からなる混合液を1時間かけて滴下した。その後110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4を41.1部添加して冷却し、重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表6に示す。

30

【 0 1 0 2 】

< 比較例 2 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、YUBASE4を30部、製造例2で得られたマクロモノマーM1のYUBASE4溶液を47.6部加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を85 に昇温し、YUBASE4を25部、n-ブチルアクリレートを13部、ラウリルアクリレートを62部、重合開始剤としてルペロックス575を0.1部、連鎖移動剤としてノフマーMSD(0.9部)からなる混合液を4時間かけて滴下した。85 で1時間保持した後にYUBASE4(50部)とルペロックス575(0.5部)の混合液を1.5時間かけて滴下した。110 に昇温して1時間保持した後、YUBASE4(58.1部)を添加して冷却し、重合体を35質量%含有するYUBASE4溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表6に示す。

40

【 0 1 0 3 】

50

< 比較例 3 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 7 2 . 6 部、n - ブチルアクリレート を 4 5 部、ラウリルアクリレート を 3 0 部、アクリエステル S L を 2 4 . 5 部、M M A を 0 . 5 部、重合開始剤としてルペロックス 2 6 を 0 . 0 3 部、連鎖移動剤として - メチルスチレンダイマー を 0 . 1 5 部 加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、3 . 5 時間保持した後に Y U B A S E 4 (4 2 部) とルペロックス 2 6 (0 . 0 1 5 部) からなる混合液を 2 時間かけて滴下した。さらに、8 5 で 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (6 0 部) と 1 , 1 , 3 , 3 - テトラメチルブチルパーオキシ - 2 - エチルヘキサノエート (日油社製、商品名 : パーオクタ O) (0 . 5 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。その後 1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 1 1 . 1 部 添加して冷却し、重合体を 3 5 質量 % 含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 6 に示す。

10

【 0 1 0 4 】

< 比較例 4 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 6 . 9 部、製造例 2 で得られたマクロモノマー M 1 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部、n - ブチルメタクリレート (三菱ケミカル社製、商品名 : アクリエステル B) を 4 5 部、ラウリルアクリレート を 3 0 部、重合開始剤としてルペロックス 2 6 を 0 . 1 5 部、連鎖移動剤として - メチルスチレンダイマー を 0 . 0 2 5 部 加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、3 . 5 時間保持した後に Y U B A S E 4 (4 2 部) とルペロックス 2 6 (0 . 0 1 5 部) からなる混合液を 2 時間かけて滴下した。さらに、8 5 で 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (6 7 . 5 部) とパーオクタ O (0 . 5 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。その後 1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 4 6 . 7 部 添加して冷却し、重合体を 3 5 質量 % 含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 6 に示す。

20

【 0 1 0 5 】

< 比較例 5 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 6 . 9 部、製造例 2 で得られたマクロモノマー M 1 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部、n - ブチルメタクリレート (三菱ケミカル社製、商品名 : アクリエステル B) を 3 5 部、ラウリルアクリレート を 4 0 部、重合開始剤としてルペロックス 2 6 を 0 . 1 5 部、連鎖移動剤として - メチルスチレンダイマー を 0 . 0 2 5 部 加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、3 . 5 時間保持した後に Y U B A S E 4 (4 2 部) とルペロックス 2 6 (0 . 0 1 5 部) からなる混合液を 2 時間かけて滴下した。さらに、8 5 で 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (6 7 . 5 部) とパーオクタ O (0 . 5 部) からなる混合液を 1 時間かけて滴下した。その後 1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 を 4 6 . 7 部 添加して冷却し、重合体を 3 5 質量 % 含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 6 に示す。

30

【 0 1 0 6 】

< 比較例 6 >

攪拌機、冷却管及び温度計を備えた反応容器に、Y U B A S E 4 を 3 0 部、製造例 7 で得られたマクロモノマー M 6 の Y U B A S E 4 溶液を 4 7 . 6 部 加え、攪拌しながら窒素をバブリングして溶存酸素を除いた。液温を 8 5 に昇温し、Y U B A S E 4 を 2 5 部、n - ブチルアクリレート を 5 6 部、ラウリルアクリレート を 1 9 部、重合開始剤としてルペロックス 5 7 5 を 0 . 5 部、連鎖移動剤としてノフマー M S D (1 . 9 部) からなる混合液を 4 時間かけて滴下した。8 5 で 1 時間保持した後に Y U B A S E 4 (5 0 部) とルペロックス 5 7 5 (0 . 5 部) の混合液を 1 . 5 時間かけて滴下した。1 1 0 に昇温して 1 時間保持した後、Y U B A S E 4 (5 8 . 1 部) を 添加して冷却し、(メタ)アクリル系グラフト共重合体を 3 5 質量 % 含有する Y U B A S E 4 溶液を得た。得られた潤滑油用摩擦低減剤の評価結果を表 6 に示す。

40

50

【 0 1 0 7 】

【 表 1 】

		製造例 2	製造例 3	製造例 4	製造例 5	製造例 6	製造例 7	
マクロモノマー (M) No.		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
組成 (質量%)	ビニル系 ラジカル 重合性 単量体 (m ²)	SLMA	98	98	—	—	98	—
		SMA	—	—	98	—	—	—
		LMA	—	—	—	98	—	—
		MMA	2	2	2	2	2	—
		EHMA	—	—	—	—	—	100
合計		100	100	100	100	100	100	
ビニル系ラジカル 重合性単量体 (m ²) (質量部)		100	100	100	100	100	100	
Co錯体 (質量部)		0.005	0.005	0.005	0.005	0.0075	0.003	
評価	GPC	Mw	22,000	10,700	17,800	28,000	6,000	14,600
		Mn	9,700	5,500	10,700	12,000	3,300	7,800
		Mw/Mn	2.3	1.9	1.7	2.3	1.7	1.9

10

20

【 0 1 0 8 】

30

40

50

【表 2】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10	
重合体	マクロモノマー	M1	M2	M1	M2	M1	M1	M1	M1	M3	M4	
	使用マクロモノマーNo.	25	25	5	35	25	25	25	25	25	25	
	マクロモノマー(M)(質量%)	19	19	24	16	30	45	55	45	19	19	
	アルキル基の 炭素数が11~30の アルキル(メタ) アクリレート(a)	LA	24.5	24.5	4.9	34.3	24.5	24.5	24.5	24.5	-	-
		SLMA	-	-	-	-	-	-	-	-	24.5	-
		SMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.5
		LMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.5
	アルキル基の 炭素数が1~10の アルキル(メタ) アクリレート(b)	BA	56	56	71	49	45	30	20	-	56	56
		EA	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-
		MMA	0.5	0.5	0.1	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
評価	Mw(万)	8.9	7.2	8.7	5.2	6.7	7.7	7.5	8.0	6.0	7.5	
	Mn(万)	2.0	2.1	2.1	1.7	2.1	2.2	2.1	2.3	2.0	2.3	
	Mw/Mn	4.5	3.4	4.1	3.1	3.2	3.5	3.6	3.5	3.0	3.3	
潤滑油 組成物	重合体	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	ベースオイル	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
	合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
評価	40°Cの動粘度 (cSt)	21.20	21.11	20.44	21.23	21.99	22.05	22.13	22.01	21.19	21.86	
	40°Cの摩擦係数	0.121	0.119	0.129	0.126	0.123	0.125	0.130	0.130	0.128	0.123	

【 0 1 0 9 】

10

20

30

40

50

【表 3】

		実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	
重合体	マクロモノマー	M2	M2	M2	M1	M2	M2	M2	M2	M2	M2	
	使用マクロモノマーNo.	M2	M2	M2	M1	M2	M2	M2	M2	M2	M2	
	マクロモノマー(M)(質量%)	25	25	25	25	25	25	25	25	20	10	
	モノマー組成(質量%)	アルキル基の炭素数が11~30のアルキル(メタ)アクリレート(a)	LA	25	25	25	30	15	11	-	20	23
		アルキル基の炭素数が1~10のアルキル(メタ)アクリレート(b)	SLMA	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	49	19.6	9.8
		BA	56	50	20	20	45	60	64	50	60	67
		MMA	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.2
		BMA	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-
		合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	評価	Mw(万)	6.0	6.8	5.9	6.3	6.5	7.0	7.9	7.0	6.9	7.5
Mn(万)		2.0	2.1	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.0	2.1	2.1	
Mw/Mn		3.0	3.2	3.0	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.3	3.6	
潤滑油組成物	重合体	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	ベースオイル	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
	合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
評価	40°Cの動粘度(cSt)	20.91	21.05	22.00	22.20	21.25	20.85	20.80	21.10	21.23	21.30	
	40°Cの摩擦係数	0.118	0.116	0.130	0.133	0.120	0.115	0.116	0.126	0.119	0.122	

【 0 1 1 0 】

10

20

30

40

50

【表 4】

		実施例 21	実施例 22	実施例 23	実施例 24	実施例 25	実施例 26	実施例 27	実施例 28	実施例 29	
重合体	マクロモノマー	M2	M5	M5	M5	M5	M2	M2	M1	M1	
	使用マクロモノマーNo.	5	25	25	25	50	25	25	25	25	
	マクロモノマー(M)(質量%)	24	19	30	11	-	19	19	18	18	
	モノマー組成(質量%)	アルキル基の炭素数が11~30のアルキル(メタ)アクリレート(a)	4.9	24.5	24.5	24.5	49	24.5	24.5	24.5	24.5
		アルキル基の炭素数が1~10のアルキル(メタ)アクリレート(b)	71	56	45	64	50	-	56	56	54
		その他のラジカル重合性ビニル系化合物(c)	-	-	-	-	-	56	-	-	-
		4HBA	0.1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5
	合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	評価	Mw(万)	8.2	5.5	5.5	6.0	6.5	6.3	4.7	4.6	3.2
		Mn(万)	2.2	2.0	2.1	2.2	2.0	2.0	1.6	1.8	1.1
Mw/Mn		3.7	2.8	2.6	2.7	3.3	3.2	2.9	2.6	2.9	
潤滑油組成物	重合体	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	ベースオイル	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
	合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	40°Cの動粘度(cSt)	21.32	20.83	20.95	20.75	20.92	21.85	21.12	20.96	21.00	
40°Cの摩擦係数	0.121	0.118	0.121	0.116	0.123	0.130	0.128	0.106	0.098		

【 0 1 1 1 】

10

20

30

40

50

【表 5】

		実施例 30	実施例 31	実施例 32	実施例 33	実施例 34	実施例 35
重合体	マクロモノマー	使用マクロモノマーNo.	M1	M2	M2	M2	M2
		マクロモノマー(M)(質量%)	50	50	50	70	70
		アルキル基の炭素数が11~30のアルキル(メタ)アクリレート(a)	-	-	-	-	-
		アルキル基の炭素数が1~10のアルキル(メタ)アクリレート(b)	49	49	49	68.6	68.6
		その他のラジカル重合性ビニル系化合物(c)	49	47	47	30	27
		4HBA	50	47	47	30	27
		MMA	1	1	1	1.4	1.4
		合計	100	100	100	100	100
		Mw(万)	2.6	4.9	3.0	1.9	3.0
		Mn(万)	1.1	1.5	1.1	1.0	1.2
潤滑油組成物	評価	Mw/Mn	2.4	3.3	2.7	1.9	2.5
		重合体	2	2	2	2	2
		ベースオイル	98	98	98	98	98
		合計	100	100	100	100	100
		40°Cの動粘度 (cSt)	20.92	20.98	20.57	20.87	20.75
	40°Cの摩擦係数	0.118	0.130	0.125	0.130	0.118	

【 0 1 1 2 】

10

20

30

40

50

【表 6】

		比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	比較例 6
重合体	マクロモノマー	M1	M1	-	M1	M1	M6
	使用マクロモノマーNo.	25	25	-	25	25	25
	マクロモノマー(M)(質量%)	19	62	30	30	40	19
	アルキル基の炭素数が11~30のアルキル(メタ)アクリレート(a)	SLMA	24.5	24.5	24.5	24.5	-
	アルキル基の炭素数が1~10のアルキル(メタ)アクリレート(b)	BA	56	13	45	-	56
		MMA	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		BMA	-	-	-	45	35
		EHMA	-	-	-	-	25
	合計	100	100	100	100	100	100
	評価	Mw(万)	35	16	11	11	9.6
	Mn(万)	3.6	3.0	2.8	2.6	2.8	1.5
	Mw/Mn	9.7	5.3	3.9	4.2	3.4	2.8
潤滑油組成物	重合体	2	2	2	2	2	2
	ベースオイル	98	98	98	98	98	98
	合計	100	100	100	100	100	100
	40°Cの動粘度(cSt)	22.55	24.88	24.36	22.87	23.61	21.33
評価	40°Cの摩擦係数	0.138	0.156	0.141	0.140	0.146	0.142

【0113】

表1～6中の略語は下記の通りである。

- ・SLMA：アルキル基の炭素数が12であるアルキルメタクリレートと、アルキル基の炭素数が13であるアルキルメタクリレートの混合物（三菱ケミカル社製、商品名：アクリエステルSL）
- ・SMA：n-ステアリルメタクリレート（共栄社化学社製、商品名：ライトエステルS）
- ・LMA：ラウリルメタクリレート（三菱ケミカル社製、商品名：アクリエステルL）
- ・MMA：メチルメタクリレート（三菱ケミカル社製、商品名：アクリエステルM）
- ・EHMA：2-エチルヘキシルメタクリレート（三菱ケミカル株式会社製、商品名「アクリエステルEH」）
- ・M1：製造例2で合成したマクロモノマー
- ・M2：製造例3で合成したマクロモノマー
- ・M3：製造例4で合成したマクロモノマー
- ・M4：製造例5で合成したマクロモノマー
- ・M5：製造例6で合成したマクロモノマー
- ・M6：製造例7で合成したマクロモノマー
- ・LA：ラウリルアクリレート（大阪有機化学工業社製、商品名：LA）

10

20

30

40

50

- ・ E H A : 2 - エチルヘキシルアクリレート (三菱ケミカル社製)
- ・ B A : n - ブチルアクリレート (三菱ケミカル社製)
- ・ E A : エチルアクリレート (三菱ケミカル社製)
- ・ B M A : n - ブチルメタクリレート (三菱ケミカル社製、商品名 : アクリエステル B)

【 0 1 1 4 】

表 2 ~ 6 から明らかなように、各実施例で得られた潤滑油用摩擦低減剤は、動粘度が低く、かつ摩擦係数の低減効果が高かった。一方、各比較例で得られた潤滑油用摩擦低減剤は、動粘度が高く、摩擦係数の低減効果が低かった。

【 産業上の利用可能性 】**【 0 1 1 5 】**

本発明によれば、摩擦低減効果が高く、低粘度な重合体潤滑油添加剤、潤滑油用摩擦低減剤、及び潤滑油組成物を提供できる重合体を提供することができる。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
C 1 0 N	20/02 (2006.01)	C 1 0 N	20:02
C 1 0 N	30/06 (2006.01)	C 1 0 N	30:06
C 1 0 N	40/04 (2006.01)	C 1 0 N	40:04
C 1 0 N	40/20 (2006.01)	C 1 0 N	40:20
C 1 0 N	40/25 (2006.01)	C 1 0 N	40:25
C 1 0 N	40/08 (2006.01)	C 1 0 N	40:08

Z

(72)発明者 増田 絵理

東京都千代田区丸の内一丁目1番1号 三菱ケミカル株式会社内

審査官 川嶋 宏毅

- (56)参考文献
- 特開2022-113676(JP,A)
 - 特開2017-101211(JP,A)
 - 国際公開第2017/094348(WO,A1)
 - 特開平06-346078(JP,A)
 - 特開2019-099728(JP,A)
 - 特開2012-173539(JP,A)
 - 国際公開第2019/203333(WO,A1)
 - 特開2008-024892(JP,A)
 - 特開2008-255359(JP,A)
 - 特開2015-61894(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 1 0 M 1 0 1 / 0 0 - 1 7 7 / 0 0
 C 1 0 N 3 0 / 0 6 , 4 0 / 0 2 ,
 4 0 / 0 4 , 4 0 / 0 8 ,
 4 0 / 2 0 , 4 0 / 2 5
 C 0 8 F 2 6 5 / 0 6