

明 細 書

発明の名称：高芳香族基油及び高芳香族基油の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、高芳香族基油の製造方法に関し、より詳しくは、ゴムの加工やアスファルトの再生などに使用される高芳香族基油及び高芳香族基油の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 天然ゴムや合成ゴム等のゴム組成物の製造には、ゴム成分との親和性が高く、ゴム組成物の伸展性及び加工性及び経済性に優れるため、高芳香族系鉱物油が使用されている。例えば、SBR等の合成ゴムには、その合成時に伸張油（エキステンダーオイル）が配合され、タイヤ等のゴム加工製品には、その加工性及びゴム加工製品の品質を改善するために加工油（プロセス油）が配合されている（例えば、特許文献1）。

[0003] 特許文献1では、芳香族炭化水素含有量（ASTM D3238（n-d-M分析法）の C_A ）が20～35重量%、ガラス転移温度 T_g が -55°C ～ -30°C および 100°C における動粘度が $20\sim 50\text{ mm}^2/\text{s}$ である石油系プロセスオイルを用いることが提案されている。ジエン系ゴムにこの石油系プロセスオイルを配合して得られるゴムをタイヤに用いると、低燃費性とグリップ性を両立でき、耐熱老化性及び耐熱摩耗性を向上することができる。

[0004] また、アスファルト舗装においては、舗装道路の補修時に回収されたアスファルト廃材をリサイクルする際に、劣化して硬化したアスファルトを再生するために、再生添加剤としてゴム配合油等の高芳香族系鉱物油が使用されているが、少量の添加で再生効果を高くするために芳香族分の高いプロセス油が求められている。

[0005] ゴム配合油には、さまざまな組成の鉱油系オイルがあるが、エキストラクトを原料としたゴム配合油が知られている（例えば、特許文献2）。しかし、エキストラクトは一般に潤滑油製造装置で製造されその生産量に限界があ

り、アスファルト舗装のリサイクルが進むにつれてゴム配合油の需要が増加しその他の方法による製造が待たれている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-155959号公報

特許文献2：特開2010-229314号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、ゴムの加工やアスファルトの再生などに使用される高芳香族基油及び高芳香族基油の新規な製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明は、クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上の高芳香族基油を得る工程を備える、高芳香族基油及び高芳香族基油の製造方法（以下、便宜的に「第1の製造方法」という。）を提供する。

[0009] ここで、本発明でいう「クラリファイドオイル」（以下、場合により「CLO」と略す。）とは、流動接触分解装置（FCC）の塔底から留出するスラリー油（SLO）から触媒分離装置を経て得られた触媒を除去したものをいう。

[0010] 上記第1の製造方法によれば、ゴムの加工やアスファルトの再生などに使用される高芳香族基油を、容易に且つ確実に得ることができるようになる。

[0011] 上記工程は、水素圧力5.0～20.0MPa、温度280～400℃、水素オイル比300～750NL/L、空間速度0.3～2.0h⁻¹の条件下、クラリファイドオイルを水素化精製する工程であることが好ましい。かかる条件下でクラリファイドオイルを水素化精製することによって、芳香族分が上記の条件を満たす高芳香族基油を、一層確実に得ることができるようになる。

[0012] また、本発明は、クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上の高芳香族基油を得る第1の工程と、前記高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を混合し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5である混合基油を得る第2の工程と、を備える混合基油の製造方法（以下、便宜的に「第2の製造方法」という。）を提供する。

[0013] 上記第2の製造方法によれば、第1の製造方法と同様に、ゴムの加工やアスファルトの再生などに使用される高芳香族基油を、容易に且つ確実に得ることができるようになるという優れた効果が奏される。

また、欧州においては、ジメチルスルホキシド（DMSO）抽出分又は特定の発ガン性多環芳香族化合物を特定量以上含有するものを、タイヤ又はタイヤ部品の製造に使用してはならないとの規制が2010年より適用されることとなり、これらの規制に合致するゴム配合油が求められている。ここで特定の発ガン性多環芳香族化合物とは、以下に挙げる8種の芳香族化合物（纏めて「特定芳香族化合物」という。以下、8PAHs. と記載することもある）をいう。

- 1) ベンゾ（a）ピレン（BaPと略記する）
- 2) ベンゾ（e）ピレン（BePと略記する）
- 3) ベンゾ（a）アントラセン（BaAと略記する）
- 4) クリセン（CHRと略記する）
- 5) ベンゾ（b）フルオランセン（BbFAと略記する）
- 6) ベンゾ（j）フルオランセン（BjFAと略記する）
- 7) ベンゾ（k）フルオランセン（BkFAと略記する）
- 8) ジベンゾ（a, h）アントラセン（DBAhAと略記する）

これに対して上記第2の製造方法によれば、第2の工程後に得られる混合

基油の上記 1) ~ 8) に示す芳香族化合物の含有量を十分に低減することができる。

[0014] 上記第 2 の製造方法においては、第 2 の工程で得られる混合基油のベンゾ

(a) ピレン含有量が 1 質量 ppm 未満以下、下記 1) ~ 8) :

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が 10 質量 ppm 以下であることが好ましい。

[0015] また、本発明は、上記第 1 の製造方法によって得られる高芳香族基油であって、カラムクロマト分析法による芳香族分が 50 質量%以上、アニリン点が 60℃以下、ASTM D2140 による %C_A が 30~80、流動点が +10℃以下、40℃における動粘度が 100 mm²/s 以上、ガラス転移点が -30℃~-60℃、芳香族炭素割合が 0.1~0.5 である高芳香族基油（以下、便宜的に「第 1 の高芳香族基油」という。）を提供する。

[0016] また、本発明は、上記第 1 の高芳香族基油と、該高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる 1 種類以上の基油とを含有する混合基油であって、カラムクロマト分析法による芳香族分が 50 質量%以上、アニリン点が 100℃以下、ASTM D2140 による %C_A が 20~80、流動点が +10℃以下、ガラス転移点が -30℃~-60℃、芳香族炭素割合が 0.1~0.5 である混合基油を提供する。

[0017] 上記混合基油のベンゾ (a) ピレン含有量は 1 質量 ppm 以下、下記 1) ~ 8) :

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計は 10 質量 ppm 以下であることが好ましい。

[0018] また、本発明は、クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が 50 質量%以上、アニリン点が 60℃以下、ベンゾ (a) ピレンの含有量が 1 質量 ppm 以下、下記 1) ~ 8) :

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が 10 質量 ppm 以下である高芳香族基油を得る工程を備える、高芳香族基油の製造方法（以下、便宜的に「第 3 の製造方法」という。）を提供する。

[0019] 第 3 の製造方法における上記工程は、水素圧力 10.0 ~ 20.0 MPa、温度 280 ~ 400℃、水素オイル比 300 ~ 750 NL/L、空間速度 0.3 ~ 2.0 h⁻¹ の条件下、前記クラリファイドオイルを水素化精製する工程であることが好ましい。

[0020] また、本発明は、クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ベンゾ

(a) ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)：

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油を得る第1の工程と、前記高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を混合し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5、ベンゾ (a) ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)：

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である混合基油を得る第2の工程と、を備える、混合基油の製造方法（以下、便宜的に「第4

の製造方法」という。)を提供する。

[0021] また、本発明は、上記第3の製造方法により得られる高芳香族基油であって、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が30~80、流動点が+10℃以下、40℃における動粘度が100mm²/s以上、ガラス転移点が-30℃~-60℃、芳香族炭素割合が0.1~0.5、ベンゾ(a)ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)~8):

- 1) ベンゾ(a)ピレン
- 2) ベンゾ(e)ピレン
- 3) ベンゾ(a)アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ(b)フルオランセン
- 6) ベンゾ(j)フルオランセン
- 7) ベンゾ(k)フルオランセン
- 8) ジベンゾ(a, h)アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油(以下、便宜的に「第3の高芳香族基油」という。)を提供する。

[0022] また、本発明は、上記第3の高芳香族基油と、該高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を含有する混合基油であって、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20~80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃~-60℃、芳香族炭素割合が0.1~0.5、ベンゾ(a)ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)~8):

- 1) ベンゾ(a)ピレン
- 2) ベンゾ(e)ピレン
- 3) ベンゾ(a)アントラセン
- 4) クリセン

- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が 10 質量 ppm 以下である混合基油を提供する。

[0023] また、本発明は、クラリファイドオイルを水素化精製して水素化精製油を得る第 1 の工程と、前記水素化精製油に分留処理及び／又は吸着処理を行い、カラムクロマト分析法による芳香族分が 50 質量%以上、ベンゾ (a) ピレンの含有量が 1 質量 ppm 以下、下記 1) ~ 8) :

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が 10 質量 ppm 以下である高芳香族基油を得る第 2 の工程と、を備える、高芳香族基油の製造方法（以下、便宜的に「第 5 の製造方法」という。）を提供する。

[0024] 第 5 の製造方法における第 1 の工程は、水素圧力 5.0 ~ 20.0 MPa、温度 280 ~ 400 °C、水素オイル比 300 ~ 750 NL / L、空間速度 0.3 ~ 2.0 h⁻¹ の条件下、前記クラリファイドオイルを水素化精製する工程であることが好ましい。

[0025] また、本発明は、クラリファイドオイルを水素化精製して水素化精製油を得る第 1 の工程と、前記水素化精製油に分留処理及び／又は吸着処理を行い、カラムクロマト分析法による芳香族分が 50 質量%以上、ベンゾ (a) ピ

レンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)：

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油を得る第2の工程と、前記高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を混合し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5、ベンゾ (a) ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)：

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である混合基油を得る第3の工程と、を備える、混合基油の製造方法（以下、便宜的に「第6の製造方法」という。）を提供する。

[0026] また、本発明は、上記第5の製造方法により得られる高芳香族基油であつ

て、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が30～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.7である高芳香族基油（以下、便宜的に「第5の高芳香族基油」という。）を提供する。

[0027] また、本発明は、上記第5の高芳香族基油と、該高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を含有する混合基油であって、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5である混合基油を提供する。

発明の効果

[0028] 以上のとおり、本発明によれば、ゴムの加工やアスファルトの再生などに使用される高芳香族基油及び高芳香族基油の新規な製造方法を提供することができるようになる。

[0029] さらに、ベンゾ（a）ピレンが1質量ppm以下、8PAHs. が10質量ppm以下の高芳香族基油及び高芳香族基油の製造方法を提供することもできるようになる。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明の好適な実施形態について説明する。

[0031] 本発明の実施形態に係る高芳香族基油の製造方法は、クラリファイドオイル（CLO）を水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上の高芳香族基油を得る工程（水素化精製工程）を備える。

[0032] 原料油であるCLOは、流動接触分解装置（FCC）の塔底から留出するスラリー油（SLO）から触媒分離装置を経て得られた触媒を除去することによって得ることができる。FCCの原料油としては特に限定されず、減圧軽油または常圧残油のいずれでもよいが、減圧軽油が好ましい。

[0033] CLOの40℃における動粘度は、好ましくは100mm²/s以上500

mm^2/s 以下、より好ましくは $110\text{mm}^2/\text{s}$ 以上 $480\text{mm}^2/\text{s}$ 以下、さらに好ましくは $120\text{mm}^2/\text{s}$ 以上 $450\text{mm}^2/\text{s}$ 以下である。動粘度が上記の下限值未満であると、ゴム製品の物理特性が低下する傾向にあり、また、上記の上限値を超えると、ゴムを配合する際の作業性が悪くなる傾向にある。

[0034] また、CLOの硫黄分は、好ましくは1.5質量%未満、より好ましくは1.0質量%未満、さらに好ましくは0.5質量%未満である。硫黄分が1.5質量%以上となると、水素化精製に用いられる触媒の寿命が短くなる傾向にある。

[0035] また、CLOの窒素分は、好ましくは0.3質量%未満、より好ましくは0.2質量%未満、さらに好ましくは0.1質量%未満である。窒素分が0.3質量%以上となると水素化精製の触媒寿命が短くなる傾向にある。

[0036] また、CLOの芳香族炭素割合は、好ましくは0.30以上、より好ましくは0.40以上、さらに好ましくは0.50以上である。芳香族炭素割合が0.30未満となると、水素化精製後に得られる基油の芳香族性が不十分となる傾向にある。なお、本発明でいう「芳香族炭素割合」とは、全炭素原子数に対する芳香族炭素数の比率であり、 ^{13}C -NMRにより以下のようにして求められる。

芳香族炭素割合

= (芳香族炭素数) / (全炭素数)

= (積分値：100ppm～170ppm) / [(積分値：100ppm～170ppm) + (積分値：8ppm～58ppm)]

なお、 ^{13}C -NMRの測定条件は下記のとおりである。

使用装置：バリアン製NMR system 500型NMR装置

測定法： ^1H -ゲートッドデカップリング法 (NNE法)

パルス幅：30° パルス

スペクトル幅：-50ppm～250ppm

積算回数：800回

待ち時間：10 sec

LB：10 Hz

化学シフト標準：内部標準 (CDCl_3 ：77.1 ppm)

- [0037] また、CLOの蒸留性状に関して、ガスクロマトグラフ蒸留法による80%留出温度が400℃以上であり且つ終点が500℃以上であることが好ましい。ガスクロマトグラフ蒸留法による80%留出温度が400℃未満の場合又は終点が500℃未満の場合、得られる高芳香族基油（水添油）の重質分が少なくなる傾向にあり、ゴム配合油として用いる場合に、ゴムに十分な硬度を与えられなくなる恐れがある。
- [0038] CLOの水素化精製には、石油精製において一般的な水素化精製装置を用いることができる。水素化精製装置の構成は特に制限されず、反応塔は単独でもまたは複数を組み合わせてもよく、複数の反応塔の間に水素を追加注入してもよく、気液分離操作や硫化水素除去設備を有していてもよい。
- [0039] 水素化处理装置の反応形式は、固定床方式が好ましく採用され、水素は原料油に対して向流または並流のいずれの形式をとることができ、また複数の反応塔を有し、向流、並流を組み合わせた形式のものでもよい。一般的な形式としてはダウンフローであり、気液双並流形式が好ましい。反応塔の中段には反応熱の除去、あるいは水素分圧を上げる目的で水素ガスをクエンチとして注入してもよい。
- [0040] 水素化处理工程に用いられる触媒は一般的な水素化精製用触媒を適用でき、触媒は目的の性状を満たす限りにおいて特に限定されるものではない。例えば、水素化处理に用いる触媒は水素化活性金属を多孔質担体に担持したものであり、多孔質担体としては無機酸化物が挙げられる。活性金属としては、通常、周期律表第6族および第8族金属が好ましく用いられ、例えばNi-Mo系、Ni-Co-Mo系あるいはこれらの併用が好ましく用いられる。担体としてはアルミナを主成分とした多孔質無機酸化物が用いられる。具体的な無機酸化物としては、アルミナ、チタニア、ジルコニア、ボリア、シリカ、あるいはゼオライトがあり、本発明ではこのうちチタニア、ジルコニ

ア、ボリア、シリカ、ゼオライトのうち少なくとも１種類とアルミナ、あるいはアルミナ単体によって構成されているものがよい。その製造法は特に限定されないが、各元素に対応した各種ゾル、塩化合物などの状態の原料を用いて任意の調製法を採用することができる。さらには一旦シリカアルミナ、シリカジルコニア、アルミナチタニア、シリカチタニア、アルミナボリアなどの複合水酸化物あるいは複合酸化物を調製した後に、アルミナゲルやその他水酸化物の状態あるいは適当な溶液の状態で調製工程の任意の工程で添加して調製してもよい。アルミナと他の酸化物との比率は多孔質担体に対して任意の割合を取りうるが、好ましくはアルミナが５０％以上、さらに好ましくは６０％以上、より好ましくは７０％以上である。

[0041] 水素化精製工程における処理条件のうち、反応温度は、ある程度の低温であることが水素化反応には有利であることから４００℃以下が好ましく、３８０℃以下がより好ましく、３７０℃以下がより好ましい。また、ある程度高温であることが脱硫反応には有理であり、２８０℃以上であることが好ましく、３００℃以上がより好ましく、３１０℃以上が最も好ましい。

[0042] 水素圧力は、高いほど脱硫および水素化反応とも促進され、５．０ＭＰa以上が好ましく、７．０ＭＰa以上がより好ましく、１０．０ＭＰa以上がさらに好ましい。また、経済的に最適点が存在し、２０．０ＭＰa以下が好ましく、１８．０ＭＰa以下がより好ましい。

[0043] 水素／油比は、高いほど脱硫および水素化反応とも促進され、３００以上が好ましく、３５０以上がより好ましく、４００以上が最も好ましい。また、経済的に最適点が存在し、７５０以下が好ましく、７００以下がより好ましく、５００以下が最も好ましい。

[0044] $LHSV$ は、低いほど反応に有利であり、２．０ h^{-1} 以下が好ましく、１．５ h^{-1} 以下がより好ましい。また、低すぎる場合には極めて大きな反応塔容積が必要となり過大な設備投資となるので不利になるため、０．３ h^{-1} 以上が好ましく、０．５ h^{-1} 以上がより好ましい。

[0045] 過度な水素化精製は芳香族分を除去しすぎてしまうため望ましくなく、得

られる高芳香族基油のカラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上となるように、上記の反応条件のバランスをとることが好ましい。

[0046] 上記の水素化精製により得られる高芳香族基油のカラムクロマト分析法による芳香族分は、前述のとおり50質量%以上であり、好ましくは60質量%以上である。カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%未満であると、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴム製品の物理特性が低下するため好ましくない。

[0047] さらに、得られる高芳香族基油は、以下の性状を有していることが好ましい。

[0048] 高芳香族基油のアニン点は、100℃以下、好ましくは85以下、より好ましくは75℃以下、さらに好ましくは60℃以下、最も好ましくは50℃以下である。なお、アニン点が100℃を超えると、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴムとの相溶性が低下する傾向にある。

[0049] 高芳香族基油の構造基分析法（ASTM D2140）に拠る $\%C_A$ は、20～80、好ましくは25～80、より好ましくは30～70、さらに好ましくは33～70、最も好ましくは36～70である。なお、 $\%C_A$ が20未満の場合及び80を超える場合のいずれも、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴム製品の物理特性が低下する傾向にある。

[0050] 高芳香族基油の構造基分析に拠る $\%C_N$ は、好ましくは40以下、より好ましくは35以下である。なお、 $\%C_N$ が40を超えると、芳香族分が減りすぎ必要な芳香族性が得られない傾向にある。

[0051] 高芳香族基油の流動点は、好ましくは10℃以下、より好ましくは0℃以下である。なお、流動点が10℃を超えると、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴムを配合する際の作業性が低下する傾向にある。

[0052] 高芳香族基油の40℃における動粘度は、好ましくは30 mm²/s以上、より好ましくは100 mm²/s以上、さらに好ましくは105 mm²/s以上、最も好ましくは111 mm²/s以上である。なお、40℃における動粘度が30 mm²/s未満の場合、当該基油をゴム配合油として用いたときに、

配合後のゴム製品の粘度が小さくなる傾向にある。

[0053] 高芳香族基油のガラス転移点は、好ましくは -60°C ～ -30°C 、より好ましくは -55°C ～ -40°C である。ガラス転移点が -60°C 未満の場合及び -30°C を超える場合のいずれも、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴム製品の物理特性が低下する傾向にある。

[0054] 高芳香族基油の芳香族炭素割合は、 0.1 以上、好ましくは 0.12 以上、より好ましくは 0.15 以上である。また、高芳香族基油の芳香族炭素割合は、 0.7 以下、より好ましくは 0.6 以下、さらに好ましくは 0.45 以下である。

芳香族炭素割合が 0.1 未満、あるいは 0.7 を超えると、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴム製品の物理特性が低下する傾向にある。

さらに、高芳香族基油の芳香族炭素割合は、原料であるCLOの芳香族炭素割合よりも 0.10 以上低いことが好ましく、 0.12 以上低いことがより好ましく、 0.15 以上低いことがさらに好ましい。高芳香族基油の芳香族炭素割合が、原料であるCLOの芳香族炭素割合よりも 0.10 以上低いと、ゴムとの相溶性が良く、ゴム製品に適した物理特性を与えることが可能となるという更なる効果が奏される。

[0055] 高芳香族基油の硫黄分は、好ましくは 0.01 質量%以上、より好ましくは 0.03 質量%以上、好ましくは、 0.05 質量%以上である。硫黄分が 0.01 質量%未満であると、ゴム製品の物理特性が低下する傾向にある。

[0056] 高芳香族基油のBay-Protonは、好ましくは 1.0% 以下、より好ましくは 0.7% 以下、さらに好ましくは 0.5% 以下、最も好ましくは 0.35% 以下である。

高芳香族基油のBay-Protonが 1.0% を超えると、発がん性を有する多環芳香族が含有される可能性が高くなり好ましくない。

[0057] 高芳香族基油の残留炭素分は、好ましくは 5.0 質量%以下、より好ましくは 3.0 質量%以下である。残留炭素分が 5 質量%を超えると、当該基油をゴム配合油として用いたときに、ゴム製品の物理特性が低下する傾向にあ

る。

[0058] 前記高芳香族基油に、さらに前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種以上を混合して混合基油としても良い。前記高芳香族基油以外の基油（鉱油及び／又は合成油）の混合量はゴム配合油としての性状を損なわないかぎりにおいて任意であるが、混合基油全量を基準として、好ましくは80質量%以下、より好ましくは70質量%以下、最も好ましくは60質量%以下である。

[0059] 前記高芳香族基油以外の基油としての鉱油及び合成油の性状に特に制限はない。100℃における動粘度は、好ましくは1～200 mm²/s、より好ましくは2～150 mm²/s、さらに好ましくは4～100 mm²/sである。

[0060] 鉱油としては、減圧蒸留の留出油、または減圧蒸留残渣の脱瀝油を原料とする基油及び抽出物、ワックス異性化基油、GTL (gas to liquids) 基油等が挙げられる。合成油としては、ポリブテン、ポリ α -オレフィン、オレフィンコポリマー、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、アルキルジフェニルアルカン、ポリアルキレングリコール、ポリフェニルエーテル、アルキルジフェニルエーテル、エステル、シリコーン油、フッ素化ポリエーテル等が挙げられる。

[0061] 上記の製造方法によれば、得られる高芳香族基油の特定芳香族化合物（8 PAHs.）の含有量を十分に低減することができるが、特定芳香族分の含有量を更に低減する場合には、高芳香族基油について分留処理及び／又は吸着処理を更に行うことが好ましい。これにより、ベンゾ（a）ピレンを1質量ppm以下、および特定芳香族化合物（8 PAHs.）を10質量ppm以下の高芳香族基油を一層確実に得ることができる。

[0062] 分留処理の方法は特に限定されず、常圧蒸留でも減圧蒸留でも良い。蒸留は理論段数などにより異なるが、留出油は一般的に、ガスクロマトグラフ蒸留の99%留出温度が510℃以下であることが好ましく、500℃以下であることがより好ましく、490℃以下であることがさらに好ましい。

特に、ベンゾ（e）ピレン（沸点493℃）が残る場合が多いので、これを十分に除去できる条件にする事が最も好ましい。特に、蒸留条件や除去する留分を選択し、ベンゾ（e）ピレン（沸点493℃）を十分に除去できる条件にする事が最も好ましい。

[0063] 吸着処理の方法は特に制限されず、バッチ式、カラム式等のいずれでもよい。また、吸着剤についても特に制限はないが、活性白土、シリカゲル、活性アルミナ、合成ゼオライト、活性炭素、非晶質鉄水酸化物等いずれも使用できる。

[0064] 高芳香族基油および混合基油のベンゾ（a）ピレンは、好ましくは5質量ppm以下であり、より好ましくは1質量ppm以下である。また、特定芳香族化合物（8PAHs.）は、好ましくは200ppm以下、より好ましくは180質量ppm以下であり、さらに好ましくは100質量以下であり、最も好ましくは10質量ppm以下である。

ベンゾ（a）ピレンの含有量が、1質量ppm以下又は特定芳香族化合物が10質量ppm以下であれば、欧州の規制値の範囲内であり最も好ましい。

[0065] 本実施形態で得られる高芳香族基油および混合基油は、高芳香族性を有し、ゴム配合油としての加工性や伸展性、アスファルトの再生効果、さらには経済性に優れる。

[0066] 上記の高芳香族基油および混合基油をゴム配合油に用いる場合、高芳香族基油および混合基油の含有量は、ゴム配合油全量基準で、好ましくは50質量%以上、より好ましくは70質量%以上、さらに好ましくは90質量%以上である。高芳香族基油の含有量を50質量%以上とすることによって、ゴム配合油としての加工性や伸展性の向上効果を有効に得ることができる。

[0067] また、上記の高芳香族基油および混合基油をゴム配合油に用いる場合、ゴム配合油の性状を損なわない範囲において、上記の基油以外の鉱油系炭化水素油を更に含有させてもよい。かかる鉱油系炭化水素油としては、エキストラクト、ラフィネート等が挙げられる。

[0068] なお、本発明の高芳香族基油の製造方法は上記の実施形態に制限されるものではない。例えば、本発明の高芳香族基油の製造方法は、必要に応じて、水素化精製工程で得られる高芳香族基油から、減圧蒸留等により軽質分を除去する工程（軽質分除去工程）をさらに備えていてもよい。かかる軽質分除去工程を備えることにより、ゴム加工時の蒸発分を低減させ製品ゴムの性能低下を抑制するが可能となる。

[0069] 「密度」とは、J I S K 2 2 4 9 に準拠して測定される密度を意味する。

「引火点」とは、J I S K 2 2 6 5 - 4 に準拠して測定される引火点を意味する。

「動粘度」とは、J I S K 2 2 8 3 に準拠して測定される動粘度を意味する。

「流動点」とは、J I S K 2 2 6 9 に準拠して測定される流動点を意味する。

「アニリン点」とは、J I S K 2 2 5 6 に準拠して測定されるアニリン点を意味する。

「硫黄分」とは、J I S K 2 5 4 1 - 3 に準拠して測定される硫黄分を意味する。

「窒素分」とは、J I S K 2 6 0 9 に準拠して測定される窒素分を意味する。

「屈折率」とは、J I S K 0 0 6 2 に準拠して測定される屈折率を意味する。

「n-d-M分析」とは、A S T M D 3 2 3 8 「Standard Test Method for

Calculation of Carbon Distribution and Structural Group Analysis of Petroleum

Oils by the n-d-M Method」に準拠して測定される $\%C_A$ 、 $\%C_N$ 及び $\%C_N$ を意味する。

「構造基分析」とは、A S T M D 2 1 4 0 「Standard Practice for Calcu

lating Carbon Type

Composition of Insulating Oils of Petroleum Origin」に準拠して測定される $\%C_A$ 、 $\%C_N$ 及び $\%C_N$ を意味する。

「カラムクロマト分析」とは、ASTM D2007に規定するカラムクロマト分析法に準拠して測定される飽和分、芳香族分および樹脂分を意味する。

「ガラス転移点」とは、ASTM E1356に準拠して測定されるガラス転移点を意味する。

「Bay-Proton」とは、ISO 21461に準拠して測定される油の多環芳香族性を示す指標である。

「留出温度」及び「終点」とは、JIS K2254「石油製品一蒸留試験方法」に規定するガスクロマトグラフ法による「留出温度」及び「終点」を意味する。

「残留炭素分」とは、JIS K2270に準拠して測定される残留炭素分を意味する。

実施例

[0070] 以下、実施例及び比較例に基づき本発明を更に具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

[0071] [原料CLO-A]

水素化生成の原料であるクラリファイドオイルとして、流動接触分解装置(FCC)のスラリー油から触媒を除去したもの(以下、「CLO-A」という。)を用意した。CLO-Aの性状を表1に示す。

[0072]

[表1]

		CLO-A
動粘度 (40℃)	mm ² /s	127
(100℃)	mm ² /s	7.89
硫黄分	質量%	0.38
窒素分	質量%	0.09
アニリン点	℃	—
芳香族炭素割合		0.58
密度 (15℃)	g/cm ³	1.028
引火点 (COC)	℃	190
流動点	℃	12.5
ガラス転移温度(T _g)	℃	-50.2
カラムクロマト分析		
飽和分	質量%	13.0
芳香族分	質量%	81.2
樹脂分	質量%	5.8
ガスクロマトグラフ法蒸留試験による留出温度		
IBP	℃	153
5%留出温度	℃	265
10%留出温度	℃	317
50%留出温度	℃	404
80%留出温度	℃	462
90%留出温度	℃	498
95%留出温度	℃	529
FBP	℃	592

[0073] [実施例1～5]

実施例1～3においては、それぞれ表1に示す原料CLO-Aを、表2に示す条件で水素化精製し、高芳香族基油を製造した。得られた高芳香族基油の性状を表2に示す。

また、実施例4および実施例5においては、それぞれ表1に示す原料CLO-Aを、表2に示す条件で水素化精製し、欧州の規制の合致する高芳香族基油を製造した。得られた高芳香族基油の性状を表2に示す。

[0074] [表2]

			実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
原料油,基油			CLO-A	CLO-A	CLO-A	CLO-A	CLO-A
水素化 処理条件	水素圧力	MPa	8.0	11.0	15.0	16.0	17.0
	処理温度	℃	350	350	350	350	350
	水素オイル比	NL/L	470	470	470	470	470
	空間速度(LHSV)	h ⁻¹	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
性 状	密度 (15℃)	g/cm ³	1.0017	0.9940	0.9878	0.986	0.985
	引火点 (COC)	℃	178	180	180	175	175
	動粘度 (40℃)	mm ² /s	123	117	112	111	110
	(100℃)	mm ² /s	7.60	7.44	7.31	7.28	7.25
	流動点	℃	-7.5	-5.0	-7.5	-7.5	-7.5
	アニリン点	℃	35.7	37.1	39.4	40	40
	硫黄分	質量%	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08
	窒素分	質量%	0.05	0.034	0.02	0.02	0.10
	屈折率 (20℃)		1.5764	1.566	1.5571	1.5553	1.5530
	n-d-M 分析 (ASTM D 3238)	%C _P	39.4	37.4	37.4	32.2	31.6
		%C _N	2.8	13.6	13.6	26.7	28.8
		%C _A	57.7	49.0	49.0	41.1	39.6
	構造基分析 (ASTM D2140)	%C _P	36.1	30.5	27.8	26.2	25.1
		%C _N	17.4	26.5	32.6	34.8	36.9
		%C _A	46.5	43.0	39.6	39.0	37.9
	カラムクロマト分析						
	飽和分	質量%	22.7	24.2	25.9	26.3	26.6
	芳香族分	質量%	74.4	73.8	72.8	72.5	72.2
	樹脂分	質量%	2.9	2.0	1.3	1.2	1.2
	ガラス転移温度(Tg)	℃	-50.5	-50.8	-51.6	-51.9	-52.2
	Bay-Proton	%				0.33	0.30
	ベンゾ[a]ピレン	質量 ppm	-	1 以下	-	1 以下	1 以下
	8PAHs.	質量 ppm	-	78	-	10 以下	10 以下
	ガスクロマトグラフ法蒸留試験 による留出温度						
	80%留出温度	℃	444	-	436	433	429
	FBP	℃	552	-	545	540	542
芳香族炭素割合		0.43	0.40	0.35	0.34	0.33	

[0075] [比較例 1 ～ 4]

比較例 1 ～ 4 においては、それぞれ以下の基油 1、基油 2、T-D A E 又は N C - R A E を用意した。

基油 1：潤滑油留分を溶剤精製、水素化精製したパラフィン基系鉱油。

基油 2：減圧蒸留残渣の脱瀝油の溶剤精製抽出物。

T-D A E：Treated Distillate Aromatic Extract

N C - R A E : Non-Carcinogenic Residual Aromatic Extract (ベンゾ (a) ピレンが1質量 p p m以下、8 P A H s. が10質量 p p m以下の R A E)

比較例1の基油1は、特許文献1の実施例1～4における低アロマオイル2に相当する基油である。また、比較例2の基油2は、特許文献2の実施例1のオイルに相当する基油である。比較例3 (T - D A E) 及び比較例4 (N C - R A E) の基油は、それぞれ潤滑油留分から生産したプロセス油の性状である。

比較例1～4の各基油の性状を表3に示す。

[0076]

[表3]

			比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4
原料油,基油			基油 1	基油 2	T-DAE	NC-RAE
水素化 処理条 件	水素圧力	MPa	-	-	-	-
	処理温度	°C	-	-	-	-
	水素オイル比	NL/L	-	-	-	-
	空間速度(LHSV)	h ⁻¹	-	-	-	-
性 状	密度 (15°C)	g/cm ³	-	0.9757	0.949	0.944
	引火点 (COC)	°C	-	-	276	296
	動粘度 (40°C)	mm ² /s	-	1961	410	929
	(100°C)	mm ² /s	47	50.7	21.8	32.8
	流動点	°C	-	0	+20	+7.5
	アニリン点	°C	-	70	75.2	88.9
	硫黄分	質量%	-	-	3.00	2.72
	窒素分	質量%	-	0.15	0.04	0.09
	屈折率 (20°C)		-	-	1.528	1.523
	n-d-M 分析	%C _P	-	58.4	58.7	61.9
	(ASTM D 3238)	%C _N	-	12.2	18.8	20.1
		%C _A	27	29.5	22.5	18.0
	構造基分析	%C _P	-	-	-	-
	(ASTM D2140)	%C _N	-	-	-	-
		%C _A	-	-	-	-
	カラムクロマト分析					
	飽和分	質量%	-	-	25.3	30.7
	芳香族分	質量%	-	-	68.9	63.4
	樹脂分	質量%	-	-	5.8	5.9
	ガラス転移温度(T _g)	°C	-40	-	-51.0	-51.6
	Bay-Proton	%			0.17	0.17
	ペンゾ[a]ピレン	質量 ppm			1 以下	1 以下
	8PAHs.	質量 ppm			10 以下	10 以下
	ガスクロマトグラフ法蒸留試験 による留出温度					
	80%留出温度	°C	-	-	548	587
	FBP	°C	-	-	614	686
	芳香族炭素割合		-	-	0.22	0.17

[0077] [実施例 6～9]

実施例 6 においては、実施例 1 で得られた高芳香族基油と、表 4 に示す基油 1 とを、表 5 に示す組成となるように混合して混合基油を得た。

実施例 7 においては、実施例 3 で得られた高芳香族基油と、表 4 に示す基

油 1 とを、表 5 に示す組成となるように混合して混合基油を得た。

実施例 8 においては、実施例 4 で得られた B a P が 1 質量 p p m 未満で且つ 8 P A H s . が 1 0 質量 p p m 未満の高芳香族基油と、表 4 に示す基油 1 とを、表 5 に示す組成となるように混合して混合基油を得た。

実施例 9 においては、実施例 4 で得られた B a P が 1 質量 p p m 未満で且つ 8 P A H s . が 1 0 質量 p p m 未満の高芳香族基油と、表 4 に示す基油 2 とを、表 5 に示す組成となるように混合して混合基油を得た。

実施例 6 ～ 9 の各混合基油の性状を表 5 に示す。

[0078]

[表4]

		基油 1	基油 2
密度 (15°C)	g/cm ³	0.887	0.999
引火点 (COC)	°C	270	324
動粘度 (40°C)	mm ² /s	100	7888
(100°C)	mm ² /s	11.2	95.0
流動点	°C	-15	+7.5
アニリン点	°C	108.6	56.9
硫黄分	質量%	0.61	4.28
窒素分	質量%	<0.01	0.17
屈折率 (20°C)		1.488	1.561
n-d-M 分析 (ASTM D3238)	%C _P	66.1	56.0
	%C _N	27.1	7.1
	%C _A	6.8	36.9
構造基分析 (ASTM D2140)	%C _P	64.8	52.1
	%C _N	29.1	15.9
	%C _A	6.1	32.0
カラムクロマト分析			
飽和分	質量%	62.6	10.3
芳香族分	質量%	36.8	80.2
樹脂分	質量%	0.6	9.5
ガラス転移温度 (T _g)	°C	<-60	-29.7
Bay-Proton	%	0.06	0.28
ガスクロマトグラフ法蒸留試験 による留出温度			
80%留出温度	°C	526	601
FBP	°C	574	706
ベンゾ[a]ピレン	質量 ppm	1 以下	1 以下
8PAHs.	質量 ppm	10 以下	10 以下
芳香族炭素割合		0.07	0.09

[0079]

[表5]

		実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	
実施例 1	質量%	50	－	－	－	
実施例 3	質量%	－	50	－	－	
実施例 4	質量%	－	－	50	30	
基油 1	質量%	50	50	50	28	
基油 2	質量%	－	－	－	42	
密度 (15℃)	g/cm ³	0.944	0.937	0.932	0.956	
引火点 (COC)	℃	208	214	210	235	
動粘度 (40℃)	mm ² /s	110	105	92.5	380	
	(100℃)	mm ² /s	9.41	9.23	8.91	18.90
流動点	℃	－10	－10	－10	－2.5	
アニリン点	℃	72.2	74.0	81.5	74.0	
硫黄分	質量%	0.36	0.35	0.34	2.00	
窒素分	質量%	－	－	0.01	0.08	
屈折率 (20℃)		1.532	1.523	0.520	1.536	
n-d-M 分析 (ASTM D 3238)	%C _P	55.2	51.9	54.8	52.5	
	%C _N	13.1	23.8	21.1	19.3	
	%C _A	31.7	24.3	24.1	28.2	
構造基分析 (ASTM D2140)	%C _P	45.9	45.0	47.7	52.5	
	%C _N	22.4	29.1	26.7	19.3	
	%C _A	31.8	25.9	25.6	28.2	
ガラス転移温度(T _g)	℃	－57.8	－58.3	－59.6	－52.1	
カラムクロマト(飽和)	質量%	42.7	44.3	43.8	29.3	
カラムクロマト(芳香族)	質量%	55.6	54.8	55.1	66.1	
カラムクロマト(樹脂)	質量%	1.8	1.0	1.1	4.6	
Bay-Proton	%	0.50	0.21	0.20	0.24	
ベンゾ[a]ピレン	質量 ppm	1 以下	1 以下	1 以下	1 以下	
8PAHs.	質量 ppm	20	10 以下	10 以下	10 以下	
ガスクロマトグラフ法蒸留試験 による留出温度						
	80%留出温度	℃	－	－	501	550
	FBP	℃	－	－	569	637
芳香族炭素割合		0.25	0.21	0.21	0.16	

[0080] [実施例 10, 11]

実施例 10 においては、実施例 2 で得られた高芳香族基油を減圧蒸留して、初留から 50 容量%留出油の高芳香族基油を得た。

実施例 11 においては、実施例 10 で得られた高芳香族基油と、表 4 に示した基油 1 とを、表 6 に示す割合で混合して混合基油を得た。

実施例 10、11 の各基油の性状を表 6 に示す。

[0081]

[表6]

		実施例 10	実施例 11
		実施例 2 の留出油 (0～50 容量%留出分)	実施例 10 50 質量% 基油 1 50 質量%
密度 (15℃)	g/cm ³	0.971	0.929
引火点 (COC)	℃	170	185
動粘度 (40℃)	mm ² /s	33.5	60.9
(100℃)	mm ² /s	3.85	6.76
流動点	℃	-7.5	-12.5
アニリン点	℃	30 未満	64.3
硫黄分	質量%	0.07	0.33
窒素分	質量%	0.02	0.01
屈折率 (20℃)		1.550	1.519
n-d-M 分析 (ASTM D 3238)	%C _P	34.1	53.4
	%C _N	21.2	21.6
	%C _A	44.7	24.9
構造基分析 (ASTM D2140)	%C _P	33.3	47.4
	%C _N	27.6	26.7
	%C _A	39.1	25.9
ガラス転移温度(T _g)	℃	-48.0	-58.5
カラムクロマト(飽和)	質量%	30.0	46.3
カラムクロマト(芳香族)	質量%	69.1	53.0
カラムクロマト(樹脂)	質量%	0.9	0.8
Bay-Proton	%	0.30	0.18
ベンゾ[a]ピレン 8PAHs.	質量 ppm	1 以下	1 以下
	質量 ppm	10 以下	10 以下
芳香族炭素割合		0.54	0.30
ガスクロマトグラフ法蒸留試験 による留出温度 99%留出温度	℃	475	—

請求の範囲

- [請求項1] クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上の高芳香族基油を得る工程を備える、高芳香族基油の製造方法。
- [請求項2] 前記工程は、水素圧力5.0～20.0MPa、温度280～400℃、水素オイル比300～750NL/L、空間速度0.3～2.0h⁻¹の条件下、前記クラリファイドオイルを水素化精製する工程である、請求項1に記載の高芳香族基油の製造方法。
- [請求項3] クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上の高芳香族基油を得る第1の工程と、
前記高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を混合し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による%C_Aが20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5である混合基油を得る第2の工程と、
を備える混合基油の製造方法。
- [請求項4] 前記混合基油のベンゾ（a）ピレン含有量が1質量ppm未満以下、下記1）～8）：
1）ベンゾ（a）ピレン
2）ベンゾ（e）ピレン
3）ベンゾ（a）アントラセン
4）クリセン
5）ベンゾ（b）フルオランセン
6）ベンゾ（j）フルオランセン
7）ベンゾ（k）フルオランセン
8）ジベンゾ（a，h）アントラセン
に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である、請

求項3に記載の混合基油の製造方法。

[請求項5] 請求項1又は2に記載の製造方法によって得られる高芳香族基油であって、

カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が30～80、流動点が+10℃以下、40℃における動粘度が100 mm²/s以上、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5である高芳香族基油。

[請求項6] 請求項5に記載の高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油とを含有する混合基油であって、

カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5である混合基油。

[請求項7] 前記混合基油のベンゾ(a)ピレン含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)：

- 1) ベンゾ(a)ピレン
- 2) ベンゾ(e)ピレン
- 3) ベンゾ(a)アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ(b)フルオランセン
- 6) ベンゾ(j)フルオランセン
- 7) ベンゾ(k)フルオランセン
- 8) ジベンゾ(a, h)アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である、請求項6に記載の混合基油。

[請求項8] クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法によ

る芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ベンゾ（a）ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1）～8）：

- 1）ベンゾ（a）ピレン
- 2）ベンゾ（e）ピレン
- 3）ベンゾ（a）アントラセン
- 4）クリセン
- 5）ベンゾ（b）フルオランセン
- 6）ベンゾ（j）フルオランセン
- 7）ベンゾ（k）フルオランセン
- 8）ジベンゾ（a，h）アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油を得る工程を備える、高芳香族基油の製造方法。

[請求項9] 前記工程は、水素圧力10.0～20.0MPa、温度280～400℃、水素オイル比300～750NL/L、空間速度0.3～2.0h⁻¹の条件下、前記クラリファイドオイルを水素化精製する工程である、請求項8に記載の高芳香族基油の製造方法。

[請求項10] クラリファイドオイルを水素化精製し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ベンゾ（a）ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1）～8）：

- 1）ベンゾ（a）ピレン
- 2）ベンゾ（e）ピレン
- 3）ベンゾ（a）アントラセン
- 4）クリセン
- 5）ベンゾ（b）フルオランセン
- 6）ベンゾ（j）フルオランセン
- 7）ベンゾ（k）フルオランセン
- 8）ジベンゾ（a，h）アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳

香族基油を得る第1の工程と、

前記高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を混合し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D 2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5、ベンゾ(a)ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)

:

- 1) ベンゾ(a)ピレン
- 2) ベンゾ(e)ピレン
- 3) ベンゾ(a)アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ(b)フルオランセン
- 6) ベンゾ(j)フルオランセン
- 7) ベンゾ(k)フルオランセン
- 8) ジベンゾ(a, h)アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である混合基油を得る第2の工程と、

を備える、混合基油の製造方法。

[請求項11] 請求項8又は9に記載の製造方法により得られる高芳香族基油であって、

カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が60℃以下、ASTM D 2140による $\%C_A$ が30～80、流動点が+10℃以下、40℃における動粘度が100mm²/s以上、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5、ベンゾ(a)ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8) :

- 1) ベンゾ(a)ピレン

- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油。

[請求項12]

請求項11に記載の高芳香族基油と、

前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、

を含有する混合基油であって、

カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5、ベンゾ (a) ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8)：

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である混合基油。

[請求項13] クラリファイドオイルを水素化精製して水素化精製油を得る第1の工程と、

前記水素化精製油に分留処理及び／又は吸着処理を行い、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、ベンゾ（a）ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1）～8）：

- 1) ベンゾ（a）ピレン
- 2) ベンゾ（e）ピレン
- 3) ベンゾ（a）アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ（b）フルオランセン
- 6) ベンゾ（j）フルオランセン
- 7) ベンゾ（k）フルオランセン
- 8) ジベンゾ（a，h）アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油を得る第2の工程と、

を備える、高芳香族基油の製造方法。

[請求項14] 前記第1の工程は、水素圧力5.0～20.0MPa、温度280～400℃、水素オイル比300～750NL/L、空間速度0.3～2.0h⁻¹の条件下、前記クラリファイドオイルを水素化精製する工程である、請求項13に記載の高芳香族基油の製造方法。

[請求項15] クラリファイドオイルを水素化精製して水素化精製油を得る第1の工程と、

前記水素化精製油に分留処理及び／又は吸着処理を行い、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、ベンゾ（a）ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1）～8）：

- 1) ベンゾ（a）ピレン
- 2) ベンゾ（e）ピレン
- 3) ベンゾ（a）アントラセン

- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である高芳香族基油を得る第2の工程と、

前記高芳香族基油と、前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、を混合し、カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン点が100℃以下、ASTM D 2140による $\%C_A$ が20～80、流動点が+10℃以下、ガラス転移点が-30℃～-60℃、芳香族炭素割合が0.1～0.5、ベンゾ (a) ピレンの含有量が1質量ppm以下、下記1)～8) :

- 1) ベンゾ (a) ピレン
- 2) ベンゾ (e) ピレン
- 3) ベンゾ (a) アントラセン
- 4) クリセン
- 5) ベンゾ (b) フルオランセン
- 6) ベンゾ (j) フルオランセン
- 7) ベンゾ (k) フルオランセン
- 8) ジベンゾ (a, h) アントラセン

に示す芳香族化合物の含有量の合計が10質量ppm以下である混合基油を得る第3の工程と、
を備える、混合基油の製造方法。

[請求項16]

請求項13又は14に記載の製造方法により得られる高芳香族基油であって、

カラムクロマト分析法による芳香族分が50質量%以上、アニリン

点が 60°C 以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が $30\sim 80$ 、流動点が $+10^{\circ}\text{C}$ 以下、ガラス転移点が $-30^{\circ}\text{C}\sim -60^{\circ}\text{C}$ 、芳香族炭素割合が $0.1\sim 0.7$ である高芳香族基油。

[請求項17]

請求項16に記載の高芳香族基油と、

前記高芳香族基油以外の鉱油及び合成油から選ばれる1種類以上の基油と、

を含有する混合基油であって、

カラムクロマト分析法による芳香族分が 50 質量%以上、アニリン点が 100°C 以下、ASTM D2140による $\%C_A$ が $20\sim 80$ 、流動点が $+10^{\circ}\text{C}$ 以下、ガラス転移点が $-30^{\circ}\text{C}\sim -60^{\circ}\text{C}$ 、芳香族炭素割合が $0.1\sim 0.5$ である混合基油。