

(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
2025年1月30日(30.01.2025)



(10) 国際公開番号
WO 2025/023296 A1

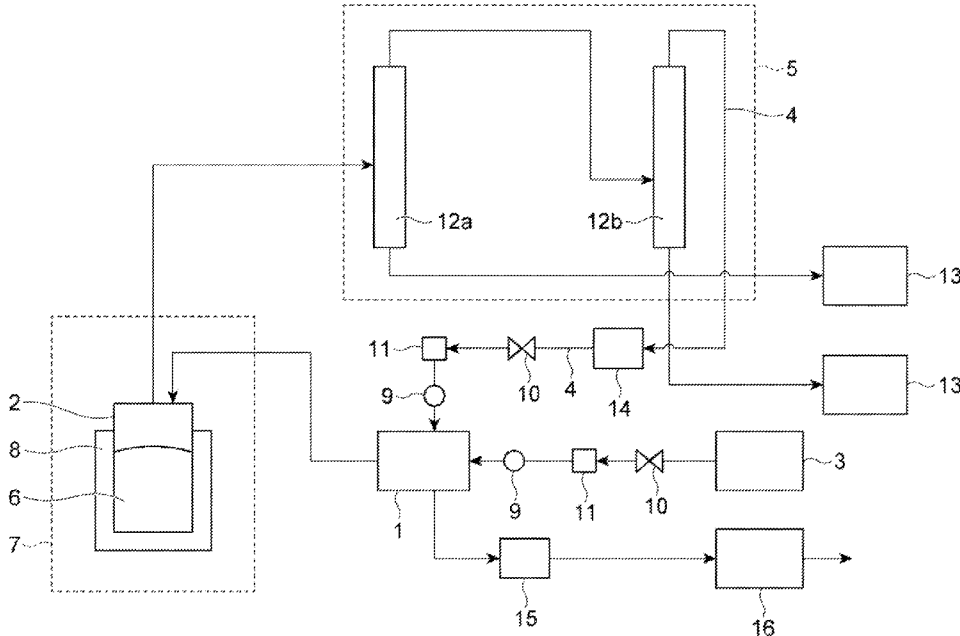
- (51) 国際特許分類:
C10G 69/06 (2006.01) C10G 9/36 (2006.01)
C08J 11/12 (2006.01) C10G 45/06 (2006.01)
C10G 1/10 (2006.01) C10G 45/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/026605
- (22) 国際出願日: 2024年7月25日(25.07.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-122049 2023年7月26日(26.07.2023) JP
- (71) 出願人: E N E O S 株式会社 (ENEOS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 Tokyo (JP).

- 株式会社ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小林 正英 (KOBAYASHI Masahide); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 漆迫尚子 (URUSHIZAKO Naoko); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 岩本里菜 (IWAMOTO Rina); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 可児正也 (KANI Masaya); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 北條 将広 (HOJO Masahiro); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING CHEMICAL PRODUCT AND METHOD FOR MANAGING SAME

(54) 発明の名称: 化成品の製造方法およびその管理方法

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To provide a method for efficiently producing a chemical product from a waste material containing waste tires by improving each step in a series of processes to realize long-term operation of the processes. [Solution] This method for producing a chemical product involves a pyrolysis step for obtaining, through pyrolysis of a crushed product of a waste material including waste tires, a first gas component, a pyrolysis oil, and a residual component, a low-temperature hydrogenation step for subjecting a raw material oil containing at least part of the pyrolysis oil to a



WO 2025/023296 A1

目 1 番 1 号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP). 田原 聖一(TAHARA Seiichi); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP). 奥野 明(OKUNO Akira); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP). 久野 井戸田 穂乃(KUNO ITODA Marino); 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 反町 洋, 外 (SORIMACHI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 6 号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

low-temperature hydrogenation treatment at a temperature of 180 °C-350 °C to obtain a low-temperature hydrogenated oil, a high-temperature hydrogenation step for subjecting a raw material oil containing at least part of the low-temperature hydrogenated oil to a hydrogenation treatment at a temperature higher than that of the low-temperature hydrogenation treatment to obtain a second gas component and a high-temperature hydrogenated oil, a separation step for separating a naphtha fraction from other fractions through atmospheric distillation of an atmospheric distillation raw material oil containing crude oil and at least part of the high-temperature hydrogenated oil, and a steam cracking step for subjecting a steam cracking raw material oil containing at least part of the naphtha fraction and/or other fractions to a steam cracking treatment to obtain a chemical product, wherein the amount of the pyrolysis oil with respect to the total amount of the first gas component, the pyrolysis oil, and the residual component in the pyrolysis step is 40% by mass or more.

(57) 要約 : [課題] 一連のプロセスにおける各工程の改良によって、プロセスの長期的な運転を実現可能とし、廃タイヤ類を含む廃材から化成品を効率良く製造する方法の提供。 [解決手段] 廃タイヤ類を含む廃材の破碎物の熱分解により、第一のガス分と、熱分解油と、残渣分とを得る熱分解工程と、前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180 °C以上350 °C以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添工程と、前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記

低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添工程と、前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する分離工程と、前記ナフサ留分及び／又は他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油をスチームクラッキング処理して、化成品を得るスチームクラッキング工程と、を備え、前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記熱分解油の量が40質量%以上である、化成品の製造方法。

明 細 書

発明の名称：化成品の製造方法およびその管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、廃材を用いて化成品の製造方法に関する。また、本発明は、廃材を用いて化成品を製造する際に用いる、管理装置を用いて実行される化成品の管理方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、廃タイヤ類、廃ゴム類、廃プラスチック類等の廃材の再利用の方法として、熱分解等による化成品への変換が検討されている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2019-533041号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 廃材の再利用においては、廃材の種類、品質等が必ずしも一定ではないこと、既存の設備を活用できるプロセスが求められること、等の理由から、多様なプロセスの開発が望まれている。

[0005] 本発明者らは、特に廃材を用いて化成品を製造する方法において、廃材を熱分解して熱分解油を得る熱分解工程、熱分解油を蒸留してナフサ留分と他の留分（灯油留分、軽油留分）を得る分離工程（常圧蒸留工程）、ナフサ留分及び／又は他の留分の少なくとも1種をスチームクラッキング処理して化成品を得るスチームクラッキング工程の一連のプロセスを検討した。その一連のプロセスにおいて、熱分解油をそのまま既存の常圧蒸留装置で蒸留すると、熱分解油に含まれるジエン等の不純物により、常圧蒸留装置で汚れ（炭化水素の重合物等の副生成物）が発生し、プロセスの長期的な運転に適さないという技術的課題を知見した。

[0006] 本発明は、一連のプロセスにおける各工程の改良によって、プロセスの長期的な運転を実現可能とし、廃タイヤ類を含む廃材から化成品を効率良く製造する方法を提供することを目的とする。また、本発明は、廃材を用いて化成品を製造する際に用いる、管理装置を用いて実行される化成品の管理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

[0007] 本発明者らは、上記の課題を解決する為、検討した結果、廃材を用いて化成品を製造する方法において、上述の一連のプロセスを改良し、熱分解工程と分離工程（常圧蒸留工程）の間に、熱分解油に低温水素化処理を施して低温水添油を得る低温水添工程および低温水添油に高温水素化処理を施して高温水添油を得る高温水添工程を行うことで、汚れ（炭化水素の重合物等の副生成物）の発生を抑制できることを見出した。本発明者らは、このような知見に基づいて本発明を完成させた。

[0008] 本発明の一態様は、例えば以下に関する。

[1] 廃タイヤ類を含む廃材の破碎物の熱分解により、第一のガス分と、熱分解油と、残渣分とを得る熱分解工程と、

前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添工程と、

前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添工程と、

前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する分離工程と、

前記ナフサ留分及び／又は前記他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油をスチームクラッキング処理して、化成品を得るスチームクラッキング工程と、を備え、

前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記熱分解油の量が40質量%以上である、

化成品の製造方法。

[2] 前記熱分解工程における熱分解温度が350℃以上750℃以下である、[1]に記載の製造方法。

[3] 前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記第一のガス分の量が25質量%以下である、[1]または[2]に記載の製造方法。

[4] 前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記熱分解油の量が80質量%以下である、[1]～[3]のいずれかに記載の製造方法。

[5] 前記熱分解油の10%留出温度が90℃以上、90%留出温度が350℃以上である、[1]～[4]のいずれかに記載の製造方法。

[6] 前記高温水添工程における前記原料油が、前記熱分解油の少なくとも一部または前記熱分解油を分留して得られる留分の一部を含有する、[1]～[5]のいずれかに記載の製造方法。

[7] 前記熱分解油を蒸留によって沸点が350℃を超える高沸点油の少なくとも一部を除去した後、前記低温水添工程の原料油の一部として用いる、[1]～[6]のいずれかに記載の製造方法。

[8] 前記高温水添工程において、前記原料油が、沸点が350℃以下の低沸点油と沸点が350℃を超える高沸点油とを含有し、前記高沸点油の含有量が、前記原料油の全量基準で50質量%以下である、[1]～[7]のいずれかに記載の製造方法。

[9] 前記高温水添工程で得られた高温水添油の少なくとも一部を含むリサイクル油を前記低温水添工程の原料油の一部として用いる、[1]～[8]のいずれかに記載の製造方法。

[10] 前記低温水添工程において、前記原料油中の前記リサイクル油および前記熱分解油の合計量に対する、前記リサイクル油の量が、10質量%超99質量%以下である、[9]に記載の製造方法。

[11] 前記高温水添工程が、水素化触媒の存在下で前記原料油を水素化

する工程である、[1]～[10]のいずれかに記載の製造方法。

[12] 前記水素化触媒が、Ni系触媒を含有する、[1]～[11]のいずれかに記載の製造方法。

[13] 前記高温水添工程において、前記常圧蒸留用原料油中の窒素分が2000質量ppm以上であり、前記ナフサ留分中の窒素分が25質量ppm以下である、[1]～[112]のいずれかに記載の製造方法。

[14] 前記分離工程において、前記常圧蒸留用原料油中の前記高温水添油および前記原油の合計量に対する、前記高温水添油の量が、0.001質量%以上9質量%以下である、[1]～[13]のいずれかに記載の製造方法。

[15] 前記低温水添油のジエン価が13.0gI₂/100g未満である、[1]～[14]のいずれかに記載の製造方法。

[16] 前記低温水添油のヨウ素価が160gI₂/100g未満である、[1]～[15]のいずれかに記載の製造方法。

[17] 前記低温水添油の全酸価が、5.0mgKOH/g未満である、[1]～[16]のいずれかに記載の製造方法。

[18] 前記スチームクラッキング工程において、前記ナフサ留分の少なくとも一部が軽質ナフサである、[1]～[17]のいずれかに記載の製造方法。

[19] 前記化成品が、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ブテン類、イソプレン、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン、インデン、およびメチルスチレンからなる群から選択される少なくとも1種である、[1]～[18]のいずれかに記載の製造方法。

[20] 前記廃材が、廃ゴム類及び廃プラスチック類の少なくとも一方を更に含む、[1]～[19]のいずれかに記載の製造方法。

[21] 合成ゴムの原料の少なくとも一部として[19]に記載の製造方法により得られたブタジエンを用いる重合反応によって、合成ゴムを得る重

合工程を含む、合成ゴムの製造方法。

[22] [21]に記載の製造方法により得られた合成ゴムを含む、タイヤ。

[23] タイヤの原料の少なくとも一部として[21]に記載の製造方法により得られた合成ゴムを用いる加硫反応によって、タイヤを得る加硫工程を含む、タイヤの製造方法。

[24] 廃タイヤ類を含む廃材を用いて、化成品を製造する際に用いる、管理装置を用いて実行される化成品の管理方法であって、

前記管理方法は、前記管理装置を用いて、前記化成品に対し、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、マスバランス方式を用いたリニューアブル生成物としての価値を割り当てる方法であり、

前記管理方法は、前記化成品が得られることを確認する工程(V)を含み、

前記工程(V)は、下記工程(V-1)、下記工程(V-2)、下記工程(V-3)、下記工程(V-4)、下記工程(V-5)、及び下記工程(V-6)を含み、

前記工程(V-1)が、前記廃材の熱分解により熱分解油を得る熱分解ユニットに投入した前記廃材から、前記熱分解油が生成されることを確認する工程であり、

前記工程(V-2)が、前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添ユニットに投入した前記熱分解油から、前記低温水添油が生成されることを確認する工程であり、

前記工程(V-3)が、前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添ユニットに投入した前記低温水添油から、前記高温水添油が生成されることを確認する工程であり、

前記工程(V-4)が、前記高温水添油の少なくとも一部および原油

を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する常圧蒸留ユニットに投入した前記高温水添油から、前記ナフサ留分と前記他の留分が生成されることを確認する工程であり、

前記工程（V-5）が、前記ナフサ留分及び／又は前記他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油にスチームクラッキング処理を施すスチームクラッカーに投入した前記スチームクラッキング原料油から、前記化成品が得られることを確認する工程であり、

前記工程（V-6）が、前記熱分解ユニット、前記低温水添ユニット、前記高温水添ユニット、前記常圧蒸留ユニット、前記スチームクラッカーの順で処理することにより、前記廃材から前記化成品が得られることを確認する工程であり、

前記管理方法は、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を確認する工程（Z）を含み、

前記工程（Z）は、下記工程（Z-1）、下記工程（Z-2）、下記工程（Z-3）、及び下記工程（Z-4）を含み、

前記工程（Z-1）が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物のうち、リニューアブル生成物として割り当てる生成物を選択する工程であり、

前記工程（Z-2）が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物に対する前記工程（Z-1）において選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てる割合（P）の値を決定する工程であり、

前記工程（Z-3）が、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合（Q）の値を把握する工程であり、

前記工程（Z-4）が、前記割合（P）の値と、前記含有割合（Q）の値とを比較し、前記割合（P）の値が、前記含有割合（Q）の値以下となるよう確認する工程である、

化成品の管理方法。

[25] 管理プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を備える前記管理装置であって、

前記管理装置が前記管理プログラムを実行することにより [24] に記載の管理方法を実行する、管理装置。

[26] 前記管理方法を実行した後、前記管理方法により取得された、廃タイヤ類を含む廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて選択した生成物に対するリニューアブル生成物としての価値を割り当てられた結果を、出力する、[25] に記載の管理装置。

[27] コンピュータプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、

[24] に記載の管理方法をコンピュータに実行させる管理プログラムを記憶する、記憶媒体。

[28] [24] に記載の管理方法をコンピュータに実行させるための管理プログラム。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、一連のプロセスにおける各工程の改良によって、プロセスの長期的な運転を実現可能とし、廃タイヤ類を含む廃材から化成品を効率良く製造する方法が提供される。また、本発明は、廃材を用いて化成品を製造する際に用いる、管理装置を用いて実行される化成品の管理方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]熱分解装置の一例を示す概略図である。

[図2]化成品の製造方法を実施するシステムの一例を示す概略図である。

[図3]管理装置の機能構成を説明するための概略図である。

[図4]管理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図5]管理装置の制御部における管理プログラムの処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図6]実施例で用いた汚れ評価試験装置（H L P S）の模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0012] 本実施形態の化成品の製造方法は、廃タイヤ類を含む廃材の破碎物の熱分解により、第一のガス分と、熱分解油と、残渣分とを得る熱分解工程と、熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添工程と、低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添工程と、高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する分離工程と、ナフサ留分及び／又は他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油をスチームクラッキング処理して、化成品を得るスチームクラッキング工程と、を備える。

[0013] 本実施形態の熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、熱分解油の量は、40質量%以上である。

[0014] 本実施形態の化成品の製造方法では、廃タイヤ類を含む廃材の破碎物を用いて、上記工程を経ることにより、高温水添工程や常圧蒸留工程における熱交換器での汚れの生成を抑制でき、プロセスの長期的な運転を実現可能とし、廃タイヤ類を含む廃材から化成品を効率良く製造することができる。

[0015] 以下、本発明の各工程について詳述する。

[0016] (熱分解工程)

熱分解工程は、廃タイヤ類を含む廃材の破碎物の熱分解により、第一のガス分と、熱分解油と、残渣分とを得る工程である。

[0017] 廃材は、少なくとも廃タイヤ類を含み、廃ゴム類及び廃プラスチックのうち少なくとも一種を更に含んでもよい。

[0018] 廃材は、高分子材料を含有する高分子系廃材ということもできる。高分子材料としては、例えば、天然ゴム、BR（ブタジエンゴム）、SBR（スチレン-ブタジエンゴム）、NBR（ニトリルゴム）、IIR（ブチルゴム）

、C I - I I R（塩素化ブチルゴム）、B r - I I R（臭素化ブチルゴム）等のゴム材料、ポリエチレン、ポリプロピレン、スチレン-ブタジエン共重合体、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリ塩化ビニル等の樹脂材料などが挙げられる。

- [0019] 廃材は、金属分を更に含有していてもよい。例えば廃タイヤ類には、タイヤの骨材であるスチールコード、ワイヤ等の金属分が含まれる場合がある。
- [0020] 廃材が金属分を含有する場合、本実施形態の製造方法は、廃材又はその破砕物から金属分を除去する除去工程を更に備えていてもよい。廃材から金属分を除去する方法は特に限定されず、例えば、磁石、ふるい等を用いて除去する方法が挙げられる。
- [0021] なお、廃材中の金属分は、必ずしも熱分解工程の前に除去する必要はない。例えば、廃材の破砕物が金属分を含有する場合、熱分解工程では、第一のガス分と、熱分解油と、残渣分及び金属分の混合物とが得られる。本実施形態の製造方法は、当該混合物から金属分を除去する除去工程を更に備えていてもよい。混合物から金属分を除去する方法は特に限定されず、例えば、磁石、ふるい等を用いて除去する方法が挙げられる。
- [0022] 廃材の破砕方法は特に限定されず、例えば、一軸粉砕機又は二軸粉砕機による機械的粉砕、ウォータージェットによる粉砕、冷凍粉砕、レーザー粉砕等の方法であってよい。
- [0023] 廃材の破砕物の熱分解は、例えば、廃材の破砕物を熱分解炉に収容し、該熱分解炉に高温ガスを供給し、廃材の破砕物と高温ガスとを接触させることを行うことができる。高温ガスは、酸素を実質的に含有しない無酸素ガス（例えば、酸素含有量が1体積%以下のガス）であることが好ましい。高温ガスは、酸素及び酸化物以外のガスであればよく、例えば、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガス、水素、炭素数1～4の炭化水素などであってよい。熱分解炉は、特に限定されず、例えば、釜式熱分解炉、流動床式熱分解炉、キルン式熱分解炉等であってよい。
- [0024] 熱分解工程における熱分解温度（高温ガスの温度）は、例えば300℃以

上であってよく、化成品収率がより向上する観点からは、好ましくは350℃以上、より好ましくは370℃以上、更に好ましくは390℃以上である。また、熱分解工程における熱分解温度（高温ガスの温度）は、例えば800℃以下であってよく、化成品収率がより向上する観点からは、好ましくは750℃以下、より好ましくは730℃以下、更に好ましくは710℃以下である。なお、このような温度範囲であると、後述の好適な生成物（第一のガス分、熱分解油及び残渣分）の量を満たしやすく、また、高沸点油の含有量が好適な範囲内にある原料油を得られやすくなる傾向がある。

すなわち、熱分解工程における熱分解温度（高温ガスの温度）は、例えば300～800℃、300～750℃、300～730℃、300～710℃、350～800℃、350～750℃、350～730℃、350～710℃、370～800℃、370～750℃、370～730℃、370～710℃、390～800℃、390～750℃、390～730℃又は390～710℃であってもよい。

[0025] 熱分解は、熱分解触媒の存在下で実施してよく、熱分解触媒の非存在下で実施してもよい。熱分解触媒としては、通常の石油化学の熱分解で使用される触媒を特に制限無く使用できる。熱分解触媒は、酸性触媒であってよく、塩基性触媒であってもよい。酸性触媒としては、例えば、アルミノケイ酸塩を含む触媒が挙げられる。アルミノケイ酸塩としては、例えば、ゼオライト、モンモリロナイト等のスメクタイトグループが挙げられる。モンモリロナイトを含む触媒としては、例えば、活性白土、酸性白土、ベントナイト等の粘土類又は鉱物が挙げられる。また、塩基性触媒としては、例えば、炭酸ナトリウム等の炭酸塩を使用することができる。

[0026] 熱分解の諸条件は、例えば、得られる成分比、得られる熱分解油の性状等が後述の好適な範囲内となるよう、適宜調整してよい。

[0027] 熱分解工程では、第一のガス分、熱分解油及び残渣分が得られる。なお、残渣分は上述のとおり、金属分との混合物として得られてもよい。熱分解工程では、例えば、熱分解炉において熱分解ガスが生成し、当該熱分解ガスを

冷却することで、油分としての熱分解油を回収することができる。また、熱分解工程では、例えば、熱分解ガスを冷却して油分を回収した後の残ガスとして、第一のガス分を回収することができる。また、熱分解工程では、例えば、熱分解後に熱分解炉に残存する固形分として、残渣分を回収することができる。

[0028] 本実施形態において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、熱分解油の量は、40質量%以上である。

[0029] なお、従来、廃材の処理方法では、できるだけ多くの量の廃材を処理しようとする観点から、残渣分が少なく、ガス分が多くなる条件で熱分解を実施することが主に検討されている（例えば特許文献1）。これに対して、本実施形態の製造方法は、敢えて、熱分解油の量が40質量%以上となる条件で熱分解を行うことで、低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の収率を向上させている。

[0030] 熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、熱分解油の量は、例えば45質量%以上であってよい。低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の収率を向上させる観点からは、熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、熱分解油の量は、好ましくは48質量%以上、より好ましくは50質量%以上であり、51質量%以上又は52質量%以上であってもよい。また、熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、熱分解油の量は、例えば、80質量%以下であってよく、好ましくは75質量%以下で、より好ましくは70質量%以下、さらに好ましくは65質量%以下であり、60質量%以下であってもよい。

すなわち、熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、熱分解油の量は、例えば40～80質量%、40～75質量%、40～70質量%、40～65質量%、40～60質量%、45～80質量%、45～75質量%、45～70質量%、45～65質量%、45～

60質量%、48～80質量%、48～75質量%、48～70質量%、48～65質量%、48～60質量%、50～80質量%、50～75質量%、50～70質量%、50～65質量%、50～60質量%、51～80質量%、51～75質量%、51～70質量%、51～65質量%、51～60質量%、52～80質量%、52～75質量%、52～70質量%、52～65質量%又は52～60質量%であってもよい。

[0031] 熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、第一のガス分の量は、例えば25質量%以下である。低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の収率を向上させる観点からは、熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、第一のガス分の量は、好ましくは20質量%以下、より好ましくは15質量%以下であり、13質量%以下又は10質量%以下であってもよい。第一のガス分の量が25質量%以下となる熱分解条件であれば、破砕物の熱分解の過度な進行による熱分解油の収率低下を抑制できる。すなわち、上記熱分解条件であれば、破砕物の熱分解によって生じた熱分解油が更に熱分解されてガス分となることを抑制でき、低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て化成品となり得る熱分解油の収率をより向上させることができ、ひいては、化成品の収率がより向上する。

[0032] また、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、第一のガス分の量は、例えば0.1質量%以上である。低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の純度を向上させる観点からは、0.5質量%以上、0.7質量%以上、1質量%以上、1.3質量%以上又は1.5質量%以上であってもよい。破砕物に例えば塩素分が含まれる場合、熱分解により破砕物中の塩素分の一部は塩素ガス等としてガス化する。すなわち、破砕物に含まれる塩素分の一部が、第一のガス分の一部として取り除かれる。よって、熱分解工程において第一のガ

ス分が所定量発生する場合、第一のガス分が発生しない場合と比べて、熱分解油に含まれる塩素分を低減することができる。このため、第一のガス分が所定量発生する熱分解条件とすることで、熱分解油に対する低温水添工程、低温水添油に対する高温水添工程、高温水添油を含む常圧蒸留用原料油に対する常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング原料油に対するスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の純度がより向上する。なお、上述では、塩素分で例示したが、破砕物に窒素分、硫黄分、塩素分以外のハロゲン元素分等が含まれる場合も、同様である。

すなわち、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、第一のガス分の量は、例えば0.1～25質量%、0.1～20質量%、0.1～15質量%、0.1～13質量%、0.1～10質量%以下、0.5～25質量%、0.5～20質量%、0.5～15質量%、0.5～13質量%、0.5～10質量%以下、0.7～25質量%、0.7～20質量%、0.7～15質量%、0.7～13質量%、0.7～10質量%以下、1～25質量%、1～20質量%、1～15質量%、1～13質量%、1～10質量%以下、1.3～25質量%、1.3～20質量%、1.3～15質量%、1.3～13質量%、1.3～10質量%以下、1.5～25質量%、1.5～20質量%、1.5～15質量%、1.5～13質量%又は1.5～10質量%以下であってもよい。

[0033] 熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、残渣分の量は、例えば10質量%以上である。低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の収率を向上させる観点からは、熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、残渣分の量は、好ましくは15質量%以上、より好ましくは20質量%以上である。残渣分の量が10質量%以上となる熱分解条件であれば、破砕物の熱分解の過度な進行による熱分解油の収率低下を抑制できる。すなわち、上記熱分解条件であれば、破砕物の熱分解によって生じた熱分解油が更に熱分解されてガス分となることを抑制でき、

低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て化成品となり得る熱分解油の収率をより向上させることができ、ひいては、化成品の収率がより向上する。

[0034] 第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、残渣分の量は、例えば60質量%以下である。低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て得られる化成品の収率を向上させる観点からは、好ましくは55質量%以下、より好ましくは50質量%以下、更に好ましくは45質量%以下であり、40質量%以下であってもよい。第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、残渣分の量が大きくなるにつれて、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、第一のガス分及び熱分解油の量が小さくなる。よって、残渣分の量が60質量%以下になる熱分解条件であれば、熱分解油になるべき破砕物が、残渣分として留まることを抑制でき、低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、及びスチームクラッキング工程を経て化成品となり得る熱分解油の収率をより向上させることができ、ひいては、化成品の収率がより向上する。すなわち、熱分解工程において、第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合計量に対する、残渣分の量は、例えば10～60質量%、10～55質量%、10～50質量%、10～45質量%、10～40質量%、15～60質量%、15～55質量%、15～50質量%、15～45質量%、15～40質量%、20～60質量%、20～55質量%、20～50質量%、20～45質量%又は20～40質量%であってもよい。

[0035] 第一のガス分は、例えば、熱分解によって生成した生成物のうち、常圧、20℃で気体である成分であってもよい。第一のガス分は、例えば、水素、炭素数1～4の炭化水素等を含んでいてよい。

[0036] 第一のガス分の回収方法は特に限定されない。第一のガス分は、例えば、熱分解によって生成した熱分解ガスを冷却し、油分（熱分解油）を回収した後の残ガスとして、回収することができる。

[0037] 第一のガス分は、例えば、熱分解における高温ガス（無酸素ガス）として

再利用することができる。すなわち、第一のガス分は、加熱され、高温ガス（無酸素ガス）の一部（又は全部）として熱分解炉に供給されてよい。また、第一のガス分は、例えば、熱分解工程で熱分解部を加熱するための燃焼ガスやその他の工程の加熱炉の燃焼ガスとして利用することができる。

[0038] 熱分解油は、例えば、熱分解によって生成した生成物のうち、常圧、20℃で液体である成分であってよい。熱分解油の回収方法は特に限定されない。熱分解油は、例えば、熱分解炉から留出する油分として、回収することができる。すなわち、熱分解油は、例えば、熱分解により生成した熱分解ガスの冷却によって凝縮される油分として、回収することができる。

[0039] 熱分解油の蒸留性状は特に限定されず、例えば、低温水添工程および高温水添工程における原料油として使用できる性状であればよい。

[0040] 熱分解油の10%留出温度（T10）は、例えば90℃以上であってよく、低温水添工程における原料油としてより好適となる観点からは、好ましくは140℃以上、より好ましくは150℃以上、更に好ましくは155℃以上である。また、熱分解油の10%留出温度は、例えば200℃以下であってよく、190℃以下又は180℃以下であってもよい。

すなわち、熱分解油の10%留出温度（T10）は、例えば90～200℃、90～190℃、90～180℃、140～200℃、140～190℃、140～180℃、150～200℃、150～190℃、150～180℃、155～200℃、155～190℃又は155～180℃であってもよい。

[0041] 熱分解油の90%留出温度（T90）は、例えば350℃以上であってよく、好ましくは370℃以上、より好ましくは390℃以上、更に好ましくは400℃以上であり、410℃以上、420℃以上、430℃以上、440℃以上又は450℃以上であってもよい。また、熱分解油の90%留出温度（T90）は、例えば650℃以下であってもよく、好ましくは600℃以下、より好ましくは550℃以下であってもよい。

すなわち、熱分解油の90%留出温度（T90）は、例えば350～65

0℃、350～600℃、350～550℃、370～650℃、370～600℃、370～550℃、390～650℃、390～600℃、390～550℃、400～650℃、400～600℃、400～550℃、410～650℃、410～600℃、410～550℃、420～650℃、420～600℃、420～550℃、430～650℃、430～600℃、430～550℃、440～650℃、440～600℃、440～550℃、450～650℃、450～600℃又は450～550℃であってもよい。

[0042] 熱分解油は、沸点が350℃以下の低沸点油を含み、沸点が350℃を超える高沸点油をさらに含有してもよい。

[0043] 熱分解油中の高沸点油の含有量は、特に限定されないが、熱分解油の全量基準で、好ましくは50質量%以下であり、より好ましくは45質量%以下であり、さらに好ましくは40質量%以下であり、さらにより好ましくは35質量%以下である。熱分解油中の高沸点油の含有量を50質量%以下に調節することで、原料油中のジエン価を低減させて、一連のプロセスにおいて配管や熱交換器の汚れや詰まりを低減することができる。

また、熱分解油中の高沸点油の含有量は、熱分解油の全量基準で、例えば5質量%以上であってよく、8質量%以上であってよく、10質量%以上であってよい。

すなわち、熱分解油中の高沸点油の含有量は、熱分解油の全量基準で、例えば5～50質量%、5～45質量%、5～40質量%、5～35質量%、8～50質量%、8～45質量%、8～40質量%、8～35質量%、10～50質量%、10～45質量%、10～40質量%、10～35質量%であってもよい。

[0044] 熱分解油は、窒素分、硫黄分、塩素分、ハロゲン元素等を含有していてもよい。

[0045] 熱分解油の窒素分は、例えば100質量ppm以上であってよく、2000質量ppm以上、2500質量ppm以上又は3000質量ppm以上で

あってもよい。本実施形態では、熱分解油中に窒素分が多く存在していても、低温水添工程および高温水添工程で窒素分が水素化によってアンモニア等のガス成分に転化され、液生成物と容易に分離することができる。そして、大幅に窒素分を低減した液生成物をスチームクラッキング工程に供給することで、高純度の化成品（窒素分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。熱分解油の窒素分は、例えば20000質量ppm以下であってよく、15000質量ppm以下又は10000質量ppm以下であってよい。窒素分が20000質量ppm以下であれば、低温水添工程および高温水添工程後の液生成物の窒素分をより顕著に低減することができる。

すなわち、熱分解油の窒素分は、例えば100～20000質量ppm、100～15000質量ppm、100～10000質量ppm、2000～20000質量ppm、2000～15000質量ppm、2000～10000質量ppm、2500～20000質量ppm、2500～15000質量ppm、2500～10000質量ppm、3000～20000質量ppm、3000～15000質量ppm又は3000～10000質量ppmであってよい。

[0046] 熱分解油の硫黄分は、例えば10質量ppm以上であってよく、100質量ppm以上、500質量ppm以上又は1000質量ppm以上であってよい。本実施形態では、熱分解油中に硫黄分が多く存在していても、低温水添工程および高温水添工程で硫黄分が水素化によって硫化水素等のガス成分に転化され、液生成物と容易に分離することができる。そして、大幅に硫黄分を低減した液生成物をスチームクラッキング工程に供給することで、高純度の化成品（硫黄分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。熱分解油の硫黄分は、例えば30000質量ppm以下であってよく、20000質量ppm以下又は10000質量ppm以下であってよい。硫黄分が30000質量ppm以下であれば、低温水添工程および高温水添工程後の液生成物の硫黄分をより顕著に低減することができる。すなわち、熱分解油の硫黄分は、例えば10～30000質量ppm、10～20000質

量ppm、10～10000質量ppm、100～30000質量ppm、100～20000質量ppm、100～10000質量ppm、500～30000質量ppm、500～20000質量ppm、500～10000質量ppm、1000～30000質量ppm、1000～20000質量ppm又は1000～10000質量ppmであってもよい。

[0047] 熱分解油の塩素分は、例えば10質量ppm以上であってよく、30質量ppm以上、50質量ppm以上又は100質量ppm以上であってもよい。本実施形態では、熱分解油中に塩素分が多く存在していても、低温水添工程および高温水添工程で塩素分が水素化によって塩化水素等のガス成分に転化され、液生成物と容易に分離することができる。そして、大幅に塩素分を低減した液生成物をスチームクラッキング工程に供給することで、高純度の化成品（塩素分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。熱分解油の塩素分は、例えば2000質量ppm以下であってよく、1500質量ppm以下又は1000質量ppm以下であってもよい。塩素分が1000質量ppm以下であれば、低温水添工程および高温水添工程後の液生成物の塩素分をより顕著に低減することができる。また、塩素分だけでなく、他のハロゲン元素分も同様の範囲にあることがよい。

すなわち、熱分解油の塩素分は、例えば10～2000質量ppm、10～1500質量ppm、10～1000質量ppm、30～2000質量ppm、30～1500質量ppm、30～1000質量ppm、50～2000質量ppm、50～1500質量ppm、50～1000質量ppm、100～2000質量ppm、100～1500質量ppm又は100～1000質量ppmであってもよい。

[0048] 残渣分は、例えば、熱分解によって生成した生成物のうち、熱分解ガスとして回収されない固形分であってよい。残渣分の回収方法は特に限定されない。残渣分は、例えば、熱分解炉に残存する固形分（熱分解ガスとして反応系外に排出されない固形分）として、回収することができる。

[0049] 残渣分は、廃材の破砕物の熱分解により形成された炭化物であってよい。

実施形態において、残渣分は、炭化物として回収することができる。

[0050] 炭化物は、炭素が大部分を占める成分である。炭化物は、例えば、カーボンプラックを主成分とする炭素濃縮物であってよい。炭化物は、熱分解の過程で凝集した塊状部分を有する場合がある。この場合、破砕機等を用いて凝集した炭化物を粉砕することで、粉末状の炭化物を得られる。

[0051] すなわち、本実施形態の製造方法は、残渣分を粉砕して粉末状の炭化物を得る工程を更に備えていてよい。このような製造方法は、化成品及び炭化物の両方を製造可能な方法ということができる。また、このような製造方法では、熱分解工程で形成される熱分解油及び残渣分の量を上述の好適な範囲に調整することで、化成品及び炭化物の両方を効率良く得ることができる。

[0052] 粉末状の炭化物は、例えば、ゴム用の添加剤、樹脂用添加剤、着色剤等の用途に好適に用いることができる。

[0053] なお、残渣分は、熱分解条件によっては、例えば、熱分解しきれなかった廃材のゴム成分を含む場合がある。この場合、ゴム成分が粘着性を有するため、カーボンプラックとゴム成分とが混ざった塊状体として、炭化物が回収される。このような炭化物は、ゴム成分の粘着性が炭化物の粉末化を阻害するため、破砕機等を用いた粉末化が難しい。そして、塊状の炭化物は、母材における分散不良に繋がることから、ゴム用の添加剤、樹脂用添加剤、着色剤等の用途に用いることが難しい。この点、本実施形態の熱分解工程では、上述の好適な熱分解条件を採用することで、回収される炭化物にゴム成分の残存が少なくなって、ゴム用の添加剤、樹脂用添加剤、着色剤等の用途に好適な粉末状の炭化物が得やすくなる傾向がある。

[0054] また、ゴム成分の存在等によって残渣分から粉末状の炭化物を得ることが難しい場合、本実施形態の製造方法は、残渣分の熱分解により炭化物を製造する工程を更に備えていてもよい。

[0055] 熱分解工程は、例えば、熱分解炉を備える熱分解装置により実施してよい。熱分解工程で用いられる熱分解炉は、破砕物を熱分解できればよく、例えば、バッチ式熱分解炉、連続式熱分解炉等を用いることができる。連続式熱

分解炉としては、例えば、ロータリーキルン、オーガ炉等を用いることができる。なお、以下では、熱分解装置の一例として、バッチ式熱分解炉を備える熱分解装置について記載するが、熱分解装置はこれに限定されない。

[0056] 図1は、熱分解装置の一例を示す概略図である。図1の熱分解装置は、無酸素ガスを加熱するための熱交換器1と、内部に廃材6を収容する熱分解炉2及び熱分解炉2を外部から加熱する外部加熱手段8を有する分解装置7と、分解装置7で発生した熱分解ガスを冷却して、凝縮した油分（熱分解油）を回収するための油分回収装置5と、油分回収装置5で油分を回収した後の残ガスを、無酸素ガスとして熱交換器1に供給するための循環路4と、熱交換器1に無酸素ガスを供給するための無酸素ガス供給源3とを備える。

[0057] また、図1の熱分解装置は、無酸素ガス供給源3から無酸素ガスを供給するために無酸素ガス供給源3と熱交換器1とを接続する配管中に、流量計9、ダンパ10及び送風機11を備え、油分回収装置5で回収した後の残ガスを無酸素ガスとして熱交換器1に循環させるための循環路4中に、流量計9、ダンパ10、送風機11及び熱風炉14を備える。

[0058] また、油分回収装置5は、回収された油分をその沸点に応じて分けるため、複数の乾留塔12a及び12bを備えていてよい。各乾留塔12は、その下部で配管を通して回収タンク13に接続されていてよく、回収した油分を貯蔵することができる。なお、図1の熱分解装置は、複数の乾留塔12a及び12bを備えているが、本実施形態では、熱分解油をそのまま低温水添工程の原料油に使用できるため、乾留塔は一つであってもよい。また、図1の熱分解装置では、各乾留塔12がそれぞれ別の回収タンク13に接続されているが、各乾留塔12が同一の回収タンク13に接続されていてもよい。

[0059] 本発明の熱分解油は、次の低温水添工程の前に蒸留等によって、350℃を超える高沸点油の少なくとも一部を除去しておくことが好ましい。熱分解油から高沸点油の少なくとも一部を除去することで、高温水添工程や常圧蒸留工程における熱交換器や加熱炉での汚れの生成を抑制でき、プロセスの長期的な運転を実現可能とすることができる。限定的ではないが、例えば沸点

が450℃を超える高沸点油の少なくとも一部を除去することがより好ましい。

[0060] 高沸点油を除去する方法としては、熱分解工程で生成した直後の熱分解ガスを冷却して、高沸点油を多く含む熱分解油と低沸点油を多く含むガス分に分けた後、さらに低沸点油を多く含むガス分を冷却することで第1のガス分と低沸点油を多く含む熱分解油に分けることができる。その他の方法としては、熱分解油を加熱して蒸留塔にて低沸点油と高沸点油に分けることもできるが、記載の方法に限定されるものではない。

[0061] 低温水添工程の前に一部の高沸点油が除去された熱分解油（以下、「分留した熱分解油」ともいう）中の高沸点油の含有量は、特に限定されないが、低温水添工程の前に分留した熱分解油の全量基準で50質量%以下であり、より好ましくは40質量%以下であり、さらに好ましくは30質量%以下であり、さらにより好ましくは25質量%以下である。低温水添工程の前に分留した熱分解油中の高沸点油の含有量が50質量%以下であれば、重質なオレフィンやジエンといった易重質化成分の影響を抑制することができる。

また、低温水添工程の前に分留した熱分解油中の高沸点油の含有量は、低温水添工程の前に分留した熱分解油の全量基準で、例えば1質量%以上であってよく、2質量%以上であってよく、3質量%以上であってよい。

除去された高沸点油は、熱分解工程の原料としてリサイクルされても良いし、カーボンブラック製造用の原料として使用しても良いし、燃料として用いても良い。

[0062] (低温水添工程)

低温水添工程は、熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る工程である。

[0063] 低温水添工程における原料油は、熱分解油を含有していてよく、分留した熱分解油を含有していてよい。また、低温水添工程における原料油は、熱分解油以外の成分を更に含有していてよく、熱分解油をそのまま原料油と

して用いてもよい。

- [0064] 低温水添工程における原料油の一部として、後述の高温水添工程で得られた軽質分および重質分の少なくとも一部を含むリサイクル油や任意の希釈用炭化水素油を用いても良い。リサイクル油や任意の希釈用炭化水素油を用いることで、重合して汚れを生成しやすいジエン類やオレフィン類を希釈することができるため、汚れ発生防止の効果がある。また、低温水添工程および高温水添工程における反応器内の発熱影響を低減することができ、プロセス運転の安定性を向上させることができる。ここで希釈用炭化水素の一例として、原油由来の常圧蒸留装置から得られる灯油留分、軽油留分、減圧軽油留分、FCC装置から得られるLCO、さらには製品灯油、製品軽油などが挙げられる。
- [0065] 低温水添工程において、原料油中のリサイクル油および熱分解油の合計量に対する、リサイクル油の量は、好ましくは10質量%以上99質量%以下であり、より好ましくは20質量%以上97質量%以下であり、更に好ましくは30質量%以上95質量%以下であり、特に好ましくは40質量%以上93質量%以下であり、最も好ましくは50質量%以上90質量%以下である。
- [0066] 低温水添工程は、水素化触媒の存在下で原料油を水素化する工程であってよい。水素化は、例えば、原料油を、水素化触媒を配置した反応器に供給し、反応器内で水素化触媒に接触させることで実施することができる。
- [0067] 水素化触媒としては、例えば、炭化水素油の水素化に使用される公知の水素化触媒を使用できる。水素化能の観点から、水素化触媒は、例えばNi系やCo系触媒を含むことが好ましい。Ni系触媒とは、活性金属としてNiを有する触媒であり、Niは硫化物等の状態で存在してもよい。Co系触媒とは、活性金属としてCoを有する触媒である。水素化触媒としては、1種の水素化触媒を用いて実施してよく、複数種の水素化触媒を用いて実施してもよい。
- [0068] 低温水添工程における反応温度は、180℃以上350℃以下であり、好

ましくは190℃以上340℃以下であり、より好ましくは200℃以上330℃以下であり、更に好ましくは210℃以上320℃以下であり、特に好ましくは220℃以上310℃以下であり、最も好ましくは240℃以上305℃以下である。低温水添工程における反応温度を上記数値範囲内、特に200℃以上、更には240℃以上に調節することで、ジエン価を低減させた低温水添油を得ることができる。

[0069] 低温水添工程における反応圧力は、特に限定されず、例えば1 MP a G以上であってよく、好ましくは3 MP a G以上、より好ましくは5 MP a G以上である。また、低温水添工程における反応圧力は、特に限定されず、例えば20 MP a G以下であってよく、好ましくは19 MP a G以下、より好ましくは18 MP a G以下である。

すなわち、低温水添工程における反応圧力は、例えば1～20 MP a G、1～19 MP a G、1～18 MP a G、3～20 MP a G、3～19 MP a G、3～18 MP a G、5～20 MP a G、5～19 MP a G又は5～18 MP a Gであってもよい。

[0070] 低温水添工程を流通式反応器を用いて実施する場合、原料油の重量空間速度 (WHSV) は、例えば0.1 h⁻¹以上であってよく、好ましくは0.15 h⁻¹以上、より好ましくは0.2 h⁻¹以上である。また、原料油の重量空間速度 (WHSV) は、例えば5 h⁻¹以下であってよく、好ましくは4 h⁻¹以下、より好ましくは3 h⁻¹以下である。

すなわち、原料油の重量空間速度 (WHSV) は、0.1～5 h⁻¹、0.1～4 h⁻¹、0.1～3 h⁻¹、0.15～5 h⁻¹、0.15～4 h⁻¹、0.15～3 h⁻¹、0.2～5 h⁻¹、0.2～4 h⁻¹又は0.2～3 h⁻¹であってもよい。

[0071] 低温水添工程は、水素の存在下で実施される。低温水添工程を流通式反応器を用いて実施する場合、水素／油比は、例えば100 NL／L以上であってよく、好ましくは150 NL／L以上、より好ましくは200 NL／L以上である。また、水素／油比は、例えば1500 NL／L以下であってよく

、好ましくは1400NL/L以下、より好ましくは1300NL/L以下である。

すなわち、水素/油比は、例えば100~1500NL/L、100~1400NL/L、100~1300NL/L、150~1500NL/L、150~1400NL/L、150~1300NL/L、200~1500NL/L、200~1400NL/L又は200~1300NL/Lであってもよい。

[0072] 低温水添工程で得られる低温水添油は以下の性状を有することが好ましい。

低温水添油のジエン価は、好ましくは14.0gI₂/100g未満であり、より好ましくは13.0gI₂/100g以下であり、更に好ましくは12.0gI₂/100g以下であり、特に好ましくは11.0gI₂/100g以下である。

低温水添油のヨウ素価は、好ましくは160gI₂/100g未満であり、より好ましくは155gI₂/100g以下であり、更に好ましくは150gI₂/100g以下であり、特に好ましくは145gI₂/100g以下である。

低温水添油の全酸価は、5.0mgKOH/g未満であり、より好ましくは4.8mgKOH/g以下であり、更に好ましくは4.7mgKOH/g以下であり、特に好ましくは4.5mgKOH/g以下である。

[0073] 本発明においては、低温水添工程で処理される熱分解油中の中で重合してファウリング要因となるオレフィンやジエン類、高級脂肪酸などをあらかじめ低減しておくことによって、高温水添工程や常圧蒸留装置の熱交換器におけるファウリングの発生を抑制でき、プロセスの長期的な運転を実現可能とすることができる。

[0074] (高温水添工程)

高温水添工程は、低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油の高温水素化処理により、第二のガス分と、高温水添油と、を得る工程である。なお

、高温水添油は、沸点350℃以下の軽質分と沸点350℃を超える重質分を含有している。

[0075] 高温水添工程における原料油は、低温水添油を含有するが、さらに、熱分解油を含有していてよく、分留した熱分解油を含有していてもよく、これら以外の成分を更に含有していてもよい。

[0076] 高温水添工程における原料油は、沸点が350℃以下の低沸点油と沸点が350℃を超える高沸点油とを含有しており、高沸点油の含有量は、例えば、原料油の全量基準で50質量%以下である。高温水添工程における分解条件を調整することで、高沸点油を軽質分にすることが可能であり、軽質分は、後述するスチームクラッキング工程において、化成品を生成するための原料として供給される物質である。そのため、高沸点油の含有量が多いほど原料油としてより好適となり、化成品の収率がより向上する傾向がある。しかし、一連のプロセスにおいて配管や熱交換器の汚れや詰まりを低減するには、上記高沸点油を減らしておくことが好ましい。

[0077] 高温水添工程における原料油中の高沸点油の含有量は、原料油の全量基準で、好ましくは50質量%以下であり、より好ましくは40質量%以下、更に好ましくは30質量%以下、更に好ましくは25質量%以下である。

また、高温水添工程における原料油中の高沸点油の含有量は、原料油の全量基準で、1.0質量%以上であってもよく、2.0質量%以上であってもよく、3.0質量%以上であってもよい。

[0078] 高温水添工程における原料油の10%留出温度は、例えば90℃以上であってよく、好ましくは140℃以上、より好ましくは150℃以上、更に好ましくは155℃以上である。また、原料油の10%留出温度は、例えば200℃以下であってよく、190℃以下又は180℃以下であってもよい。

すなわち、高温水添工程における原料油の10%留出温度は、例えば90～200℃、90～190℃、90～180℃、140～200℃、140～190℃、140～180℃、150～200℃、150～190℃、150～180℃、155～200℃、155～190℃又は155～180

℃であってもよい。

[0079] 高温水添工程における原料油の90%留出温度は、例えば350℃以上であってよく、好ましくは370℃以上、より好ましくは390℃以上、更に好ましくは400℃以上であり、410℃以上、420℃以上、430℃以上、440℃以上又は450℃以上であってもよい。また、原料油の90%留出温度は、例えば650℃以下であってよく、好ましくは600℃以下、より好ましくは550℃以下であってもよい。

すなわち、高温水添工程における原料油の90%留出温度は、例えば350~650℃、350~600℃、350~550℃、370~650℃、370~600℃、370~550℃、390~650℃、390~600℃、390~550℃、400~650℃、400~600℃、400~550℃、410~650℃、410~600℃、410~550℃、420~650℃、420~600℃、420~550℃、430~650℃、430~600℃、430~550℃、440~650℃、440~600℃、440~550℃、450~650℃、450~600℃又は450~550℃であってもよい。

[0080] 高温水添工程における原料油は、窒素分、硫黄分、塩素分、その他のハロゲン元素等を含有していてもよい。

[0081] 高温水添工程における原料油の窒素分は、例えば100質量ppm以上であってよく、2000質量ppm以上、2500質量ppm以上又は3000質量ppm以上であってもよい。本実施形態では、高温水添工程及びクラッキング工程を経て化成品が製造されるため、原料油中に窒素分が多く存在していても、高純度の化成品（窒素分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。原料油の窒素分は、例えば20000質量ppm以下であってよく、15000質量ppm以下又は10000質量ppm以下であってもよい。

すなわち、高温水添工程における原料油の窒素分は、例えば100~20000質量ppm、100~15000質量ppm、100~10000質

量ppm、2000~20000質量ppm、2000~15000質量ppm、2000~10000質量ppm、2500~20000質量ppm、2500~15000質量ppm、2500~10000質量ppm、3000~20000質量ppm、3000~15000質量ppm又は3000~10000質量ppmであってもよい。

[0082] 高温水添工程における原料油の硫黄分は、例えば10質量ppm以上であってよく、100質量ppm以上、500質量ppm以上又は1000質量ppm以上であってもよい。本実施形態では、高温水添工程及びクラッキング工程を経て化成品が製造されるため、原料油中に硫黄分が多く存在していても、高純度の化成品（硫黄分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。原料油の硫黄分は、例えば30000質量ppm以下であってよく、20000質量ppm以下又は10000質量ppm以下であってもよい。

すなわち、高温水添工程における原料油の硫黄分は、例えば10~30000質量ppm、10~20000質量ppm、10~10000質量ppm、100~30000質量ppm、100~20000質量ppm、100~10000質量ppm、500~30000質量ppm、500~20000質量ppm、500~10000質量ppm、1000~30000質量ppm、1000~20000質量ppm又は1000~10000質量ppmであってもよい。

[0083] 高温水添工程における原料油の塩素分は、例えば10質量ppm以上であってよく、30質量ppm以上、50質量ppm以上又は100質量ppm以上であってもよい。本実施形態では、高温水添工程及びクラッキング工程を経て化成品が製造されるため、原料油中に塩素分が多く存在していても、高純度の化成品（塩素分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。原料油の塩素分は、例えば2000質量ppm以下であってよく、1500質量ppm以下又は1000質量ppm以下であってもよい。また、塩素分だけでなく、他のハロゲン元素分も同様の範囲であってよい。

すなわち、高温水添工程における原料油の塩素分は、例えば10～2000質量ppm、10～1500質量ppm、10～1000質量ppm、300～2000質量ppm、30～1500質量ppm、30～1000質量ppm、50～2000質量ppm、50～1500質量ppm、50～1000質量ppm、100～2000質量ppm、100～1500質量ppm又は100～1000質量ppmであってもよい。

[0084] 高温水添工程は、水素化触媒の存在下で原料油を水素化する工程であってよい。水素化は、例えば、原料油を、水素化触媒を配置した反応器に供給し、反応器内で水素化触媒に接触させることで実施することができる。

[0085] 水素化触媒としては、例えば、炭化水素油の水素化に使用される公知の水素化触媒を使用できる。

[0086] 本実施形態では、高温水添工程における原料油に高沸点油が含まれる場合、水素化触媒としては、優れた水素化能を有し、高沸点油を効率的に水素化できる触媒であることが好ましい。水素化能の観点から、水素化触媒は、例えばNi系触媒を含むことが好ましい。Ni系触媒とは、活性金属としてNiを有する触媒である。

[0087] 高温水添工程は、1種の水素化触媒を用いて実施してよく、複数種の水素化触媒を用いて実施してもよい。例えば、高温水添工程では、水素化触媒として、後述の脱硫・脱窒素用触媒、高分解能触媒、低分解能触媒等を適宜組み合わせ使用することができる。

[0088] 脱硫・脱窒素用触媒は、脱硫性能及び脱窒素性能に優れる水素化触媒であればよい。脱硫・脱窒素用触媒としては、例えば、アルミナを含有する担体に活性金属を担持してなる水素化分解触媒が挙げられる。このような水素化触媒は、脱硫性能及び脱窒素性能に優れる傾向がある。

[0089] 脱硫・脱窒素用触媒の担体は、アルミナを含有する担体であってよく、好ましくはアルミナの含有量が50質量%以上である。脱硫・脱窒素用触媒の担体における、アルミナの含有量は、担体の全量基準で、例えば50質量%以上であってよく、好ましくは55質量%以上、より好ましくは60質量%

以上である。

[0090] 脱硫・脱窒素用触媒の担体は、アルミナ以外の成分を含有するものであってもよい。脱硫・脱窒素用触媒の担体は、例えば、周期律表第2族、3族、4族、13族、14族又は15族元素の酸化物を含有するものであってもよい。より具体的には、脱硫・脱窒素用触媒の担体は、例えば、シリカ、リン、マグネシア、ジルコニア、ボリア、チタニア、カルシア、亜鉛等の酸化物の少なくとも1種を含有するものであってもよい。また、脱硫・脱窒素性能、工業製造及び触媒強度の観点からは、脱硫・脱窒素用触媒の担体は、シリカ、シリカーアルミナ、シリカーアルミナーリン、シリカーマグネシア、アルミナーシリカーマグネシア、アルミナーシリカージルコニア等を含むことが好ましい。なお、脱硫・脱窒素用触媒の担体は、結晶性を有していてもアモルファスな状態であってもよい。脱硫・脱窒素用触媒の担体の形状は、特に限定されず、例えば、球状、円柱状、三葉型、四葉型等であってよい。

[0091] 脱硫・脱窒素用触媒が有する活性金属としては、例えば、Ni、Mo、Co、W、P等が挙げられる。脱硫・脱窒素用触媒は、活性金属を1種有するものであってもよく、2種以上有するものであってもよい。脱硫・脱窒素用触媒は、優れた水素化能を実現しやすく、より効率的に脱硫・脱窒素が可能となる観点からは、少なくともNiを含むことが好ましく、NiとMo又はWとを含むことがより好ましい。活性金属は硫化処理によって活性化されてよい。上記金属の中でも特にNiの硫化物が含まれることによって、脱硫・脱窒素触媒は優れた水素化能をより実現しやすい。

[0092] 高分解能触媒としては、例えば、ゼオライトを含有する担体に活性金属を担持してなる水素化触媒が挙げられる。このような水素化触媒は、小さい細孔を有し、水素化分解能に優れる傾向がある。

[0093] 高分解能触媒の担体は、ゼオライトを含有する担体であってよく、好ましくはゼオライトの含有量が1質量%以上である。高分解能触媒の担体における、ゼオライトの含有量は、担体の全量基準で、例えば2質量%以上であってよく、好ましくは3質量%以上、より好ましくは5質量%以上である。

[0094] 高分解能触媒の担体は、ゼオライト以外の成分を含有するものであってもよい。高分解能触媒の担体は、例えば、周期律表第2族、3族、4族、13族、14族又は15族元素の酸化物を含むものであってもよい。より具体的には、高分解能触媒の担体は、例えば、シリカ、アルミナ、リン、マグネシア、ジルコニア、ボリア、チタニア、カルシア、亜鉛等の酸化物の少なくとも1種を含有するものであってもよい。分解性能、脱硫・脱窒素性能、工業製造及び触媒強度の観点からは、高分解能触媒の担体は、アルミナ、シリカ、シリカーアルミナ、シリカーアルミナーリン、シリカーマグネシア、アルミナーシリカーマグネシア、アルミナーシリカージルコニア等を含むことが好ましい。なお、高分解能触媒の担体は、結晶性を有していてもアモルファスな状態であってもよい。高分解能触媒の担体の形状は、特に限定されず、例えば、球状、円柱状、三葉型、四葉型等であってもよい。

[0095] 高分解能触媒が有する活性金属としては、例えば、Ni、Mo、Co、W、P等が挙げられる。高分解能触媒は、活性金属を1種有するものであってもよく、2種以上有するものであってもよい。高分解能触媒は、優れた水素化能を実現しやすく、高沸点油をより効率的に水素化できる観点からは、少なくともNiを含むことが好ましく、NiとMo又はWとを含むことがより好ましい。活性金属は硫化処理によって活性化されてよい。上記金属の中でも特にNiの硫化物が含まれることによって、脱硫・脱窒素触媒は優れた水素化能をより実現しやすい。

[0096] 低分解能触媒としては、例えば、アルミナを含有する担体に活性金属を担持してなる水素化触媒が挙げられる。このような水素化触媒は、高分解能触媒と比べて大きい細孔を多く有し、高分解能触媒と比較して温和な水素化分解能を有する傾向がある。

[0097] 低分解能触媒の担体は、アルミナを含有する担体であってもよい。低分解能触媒の担体における、アルミナの含有量は、担体の全量基準で、例えば20質量%以上であってもよく、好ましくは25質量%以上、より好ましくは30質量%以上である。

[0098] 低分解能触媒の担体は、アルミナ以外の成分を含有するものであってもよい。低分解能触媒の担体は、例えば、周期律表第2族、3族、4族、13族、14族又は15族元素の酸化物を含有するものであってもよい。より具体的には、低分解能触媒の担体は、例えば、シリカ、リン、マグネシア、ジルコニア、ボリア、チタニア、カルシア、亜鉛等の酸化物の少なくとも1種を含有するものであってもよい。分解性能、脱硫・脱窒素性能、工業製造及び触媒強度の観点からは、低分解能触媒の担体は、シリカ、シリカーアルミナ、シリカーアルミナーリン、シリカーマグネシア、アルミナーシリカーマグネシア、アルミナーシリカージルコニア等を含むことが好ましい。なお、低分解能触媒の担体は、結晶性を有していてもアモルファスな状態であってもよい。低分解能触媒の担体の形状は、特に限定されず、例えば、球状、円柱状、三葉型、四葉型等であってよい。

[0099] 低分解能触媒が有する活性金属としては、例えば、Ni、Mo、Co、W、P等が挙げられる。低分解能触媒は、活性金属を1種有するものであってもよく、2種以上有するものであってもよい。低分解能触媒は、高沸点油をより効率的に水素化できる観点からは、少なくともNiを含むことが好ましく、NiとMo又はWとを含むことがより好ましい。活性金属は硫化処理によって活性化されてよい。上記金属の中でも特にNiの硫化物が含まれることによって、脱硫・脱窒素触媒は優れた水素化能をより実現しやすい。

[0100] 高温水添工程では、脱硫・脱窒素用触媒と分解触媒を組み合わせ使用してよい。分解触媒は、高分解能触媒と低分解能触媒とを組み合わせ使用してもよいし、高分解能触媒のみを使用してもよいし、低分解能触媒のみを使用してもよい。脱硫・脱窒素用触媒は、高分解能触媒及び低分解能触媒の前段に少なくとも配置してもよいし、高分解能触媒及び低分解能触媒の前段及び後段の双方に配置してもよい。

[0101] 高温水添工程における原料油が窒素分を含む場合、原料油中の窒素分が高分解能触媒や低分解能触媒の活性点に付着することで、高分解能触媒や低分解能触媒の分解性能を低下させる可能性がある。原料油が脱硫・脱窒素触媒

と接触すると、原料油に含まれる窒素分がアンモニア等に転化されて、原料油に含まれる窒素分が低減される。よって、高温水添工程においては、脱硫・脱窒素触媒を高分解能触媒や低分解能触媒よりも前段に配置することが好ましい。すなわち、脱硫・脱窒素触媒を後述の高温水添ユニットの前段に配置することが好ましい。この配置によれば、原料油に窒素分が含まれる場合であっても、高分解能触媒や低分解能触媒の分解性能が低下することを抑制できる。

[0102] 高温水添工程は、例えば、流通式反応器を用いて実施してよい。このとき、流通式反応器内には、入口側から、脱硫・脱窒素用触媒を含有する第一の触媒層、及び、分解能触媒を含有する第二の触媒層を、この順に配置することが好ましい。また、第二の触媒層の後段に、分解能力が異なる種類の分解能触媒を含有する第三の触媒層、及び、脱硫・脱窒素用触媒を含有する第四の触媒層を、更に配置してもよい。

[0103] 高温水添工程における反応温度は、特に限定されず、例えば300℃以上であってよく、好ましくは320℃以上、より好ましくは340℃以上である。また、高温水添工程における反応温度は、例えば480℃以下であってよく、好ましくは460℃以下、より好ましくは440℃以下である。すなわち、高温水添工程における反応温度は、例えば300～480℃、300～460℃、300～440℃、320～480℃、320～460℃、320～440℃、340～480℃、340～460℃又は340～440℃であってよい。

[0104] 高温水添工程における反応圧力は、特に限定されず、例えば1 MPa G以上であってよく、好ましくは3 MPa G以上、より好ましくは5 MPa G以上である。また、高温水添工程における反応圧力は、特に限定されず、例えば20 MPa G以下であってよく、好ましくは19 MPa G以下、より好ましくは18 MPa G以下である。

すなわち、高温水添工程における反応圧力は、例えば1～20 MPa G、1～19 MPa G、1～18 MPa G、3～20 MPa G、3～19 MPa

G、3～18MPaG、5～20MPaG、5～19MPaG又は5～18MPaGであってもよい。

[0105] 高温水添工程を流通式反応器を用いて実施する場合、原料油の重量空間速度(WHSV)は、例えば 0.1 h^{-1} 以上であってよく、好ましくは 0.15 h^{-1} 以上、より好ましくは 0.2 h^{-1} 以上である。また、原料油の重量空間速度(WHSV)は、例えば 5 h^{-1} 以下であってよく、好ましくは 4 h^{-1} 以下、より好ましくは 3 h^{-1} 以下である。

すなわち、原料油の重量空間速度(WHSV)は、 $0.1\sim 5\text{ h}^{-1}$ 、 $0.1\sim 4\text{ h}^{-1}$ 、 $0.1\sim 3\text{ h}^{-1}$ 、 $0.15\sim 5\text{ h}^{-1}$ 、 $0.15\sim 4\text{ h}^{-1}$ 、 $0.15\sim 3\text{ h}^{-1}$ 、 $0.2\sim 5\text{ h}^{-1}$ 、 $0.2\sim 4\text{ h}^{-1}$ 又は $0.2\sim 3\text{ h}^{-1}$ であってもよい。

[0106] 高温水添工程は、水素の存在下で実施される。高温水添工程を流通式反応器を用いて実施する場合、水素/油比は、例えば 100 NL/L 以上であってよく、好ましくは 150 NL/L 以上、より好ましくは 200 NL/L 以上である。また、水素/油比は、例えば 1500 NL/L 以下であってよく、好ましくは 1400 NL/L 以下、より好ましくは 1300 NL/L 以下である。

すなわち、水素/油比は、例えば $100\sim 1500\text{ NL/L}$ 、 $100\sim 1400\text{ NL/L}$ 、 $100\sim 1300\text{ NL/L}$ 、 $150\sim 1500\text{ NL/L}$ 、 $150\sim 1400\text{ NL/L}$ 、 $150\sim 1300\text{ NL/L}$ 、 $200\sim 1500\text{ NL/L}$ 、 $200\sim 1400\text{ NL/L}$ 又は $200\sim 1300\text{ NL/L}$ であってもよい。

[0107] 高温水添工程では、原料油の水素化により、第二のガス分と、高温水添油とが得られる。

[0108] 第二のガス分は、例えば、水素化によって生成した生成物のうち、常温、 20°C で気体である成分であってよい。第二のガス分は、例えば、水素、炭素数1～4の炭化水素等を含んでいてよい。

[0109] 第二のガス分は、例えば、熱分解工程で熱分解部を加熱するための燃焼ガ

スやその他の工程の加熱炉の燃焼ガス等に利用してもよい。

[0110] 高温水添油中の硫黄分は、例えば1500質量ppm以下であり、クラッキング工程で得られる化成品中の不純物量低減、クラッキング工程の後段にある触媒被毒防止、および装置腐食防止の観点から、好ましくは1000質量ppm以下、より好ましくは900質量ppm以下である。

[0111] 高温水添油中の窒素分は、例えば100質量ppm以下であり、クラッキング工程で得られる化成品中の不純物量低減の観点から、好ましくは25質量ppm以下、より好ましくは20質量ppm以下である。

[0112] 高温水添油中の塩素分は、例えば20質量ppm以下であり、クラッキング工程で得られる化成品中の不純物量低減、クラッキング工程の後段にある触媒被毒防止や装置腐食防止の観点から、好ましくは15質量ppm以下、より好ましくは10質量ppm以下である。また、塩素分だけでなく、他のハロゲン元素分も同様の範囲にあることが好ましい。

[0113] (分離工程)

分離工程は、高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する工程である。ナフサ留分は、軽質ナフサと重質ナフサを含んでよいが、特に軽質ナフサを含むことが好ましい。他の留分には、ナフサ留分以外の従来公知の留分が含まれ、例えば、沸点の低いガス留分や、沸点の高い灯油留分、軽油留分、および残油留分等が含まれる。

[0114] 分離工程における常圧蒸留用原料油中の高温水添油および原油の合計量に対する、高温水添油の量は、好ましくは0.001質量%以上であり、より好ましくは0.005質量%以上であり、さらに好ましくは0.01質量%以上であり、さらにより好ましくは0.05質量%以上であり、また、好ましくは9質量%以下であり、より好ましくは7質量%以下であり、さらに好ましくは5質量%以下であり、特に好ましくは3質量%以下であり、最も好ましくは1質量%以下である。

すなわち、常圧蒸留用原料油中の高温水添油および原油の合計量に対する

、高温水添油の量は、例えば、好ましくは0.001質量%以上9質量%以下であり、より好ましくは0.005質量%以上7質量%以下であり、さらに好ましくは0.01質量%以上5.7質量%以下であり、さらにより好ましくは0.05質量%以上3質量%以下であり、最も好ましくは0.05質量%以上1質量%以下である。

高温水添油の量が上記数値範囲内であれば、窒素分やジエン類の少ない原油と混合して常圧蒸留用原料油を得た際に、高温水添油に含まれる窒素分やジエン類が常圧蒸留用原料油中で希釈されて、常圧蒸留装置の熱交換器における汚れの発生を抑制することができる他、後段装置への窒素分などの不純物の影響を抑えることができる。

[0115] 分離工程における原油は、特に限定されず、従来公知の原油を用いることができる。

[0116] 分離工程における常圧蒸留用原料油は、窒素分、硫黄分、塩素分、その他のハロゲン元素等を含有していてもよい。常圧蒸留用原料油は、通常、大部分が原油で構成されるため、原油中の窒素分やジエン類の量は、高温水添油中の窒素分やジエン類の量よりも少ないことが好ましい。例えば、原油は、以下の性状を有することが好ましい。

原油の窒素分は、好ましくは2000質量ppm以下であり、より好ましくは1500質量ppm以下であり、さらに好ましくは1000質量ppm以下である。

[0117] 分離工程で用いられる常圧蒸留装置の種類や運転条件等は特に限定されず、従来と同様の装置や運転条件でよく、従来から石油精製工場に設置されている設備をそのまま利用することができる。

[0118] 分離工程で得られるナフサ留分の窒素分は、好ましくは500質量ppm以下であり、より好ましくは400質量ppm以下であり、さらに好ましくは300質量ppm以下である。ナフサ留分の窒素分を低減することで、高純度の化成品（窒素分の混入の少ない化成品）を容易に得ることができる。

[0119] (スチームクラッキング工程)

スチームクラッキング工程は、常圧蒸留工程で得られたナフサ留分及び／又は他の留分の一部を含有するスチームクラッキング原料油をスチームクラッキング処理して、化成品を得る工程である。スチームクラッキング工程では、スチームクラッキング原料油をスチームと共に熱処理することで、ナフサ留分（軽質ナフサ等）が分解し、化成品として有用な成分が生成する。

[0120] スチームクラッキング工程では、常圧蒸留工程で得られたナフサ留分及び／又は他の留分の少なくとも一部をスチームクラッキング処理に供してよく、全部をスチームクラッキング処理に供してもよい。また、スチームクラッキング工程におけるスチームクラッキング原料油は、ナフサ留分以外に、石油等由来のエタン、ナフサ、灯油、軽油留分等を更に含有していてもよい。スチームクラッキング工程では、ナフサ留分をそのままスチームクラッキング原料油として用いてもよいし、ナフサ留分を脱硫処理等の追加処理後にスチームクラッキング原料油として用いてもよい。

[0121] スチームクラッキング処理の条件は特に限定されず、エタン、ナフサ、灯油等のスチームクラッキング処理で採用される公知の条件から適宜選択してよい。

[0122] スチームクラッキング処理の反応温度は、例えば650℃以上であってよく、好ましくは700℃以上、より好ましくは750℃以上である。また、スチームクラッキング処理の反応温度は、例えば1000℃以下であってよく、好ましくは950℃以下、より好ましくは900℃以下である。

すなわち、スチームクラッキング処理の反応温度は、例えば650～1000℃、650～950℃、650～900℃、700～1000℃、700～950℃、700～900℃、750～1000℃、750～950℃又は750～900℃であってよい。

[0123] スチームクラッキング処理の反応時間（滞留時間）は、例えば0.05秒以上であってよく、好ましくは0.06秒以上、より好ましくは0.08秒以上である。また、スチームクラッキング処理の反応時間は、例えば2.0

秒以下であってよく、好ましくは1.9秒以下、より好ましくは1.8秒以下である。

すなわち、スチームクラッキング処理の反応時間は、例えば0.05~2.0秒、0.05~1.9秒、0.05~1.8秒、0.06~2.0秒、0.06~1.9秒、0.06~1.8秒、0.08~2.0秒、0.08~1.9秒又は0.08~1.8秒であってもよい。

[0124] スチームクラッキング処理におけるスチーム／スチームクラッキング原料油の比（質量比）は、例えば0.2以上であってよく、好ましくは0.25以上、より好ましくは0.3以上である。また、スチーム／スチームクラッキング原料油の比（質量比）は、例えば1.0以下であってよく、好ましくは0.9以下、より好ましくは0.8以下である。

すなわち、スチーム／スチームクラッキング原料油の比（質量比）は、例えば0.2~1.0、0.2~0.9、0.2~0.8、0.25~1.0、0.25~0.9、0.25~0.8、0.3~1.0、0.3~0.9又は0.3~0.8であってもよい。

[0125] スチームクラッキング処理の出口反応圧力は、例えば0.1MPaA以上であってよく、好ましくは0.15MPaA以上、より好ましくは0.2MPaA以上である。また、スチームクラッキング処理の反応圧力は、例えば1.0MPaA以下であってよく、好ましくは0.8MPaA以下、より好ましくは0.6MPaA以下である。

すなわち、スチームクラッキング処理の出口反応圧力は、例えば0.1~1.0MPaA、0.1~0.8MPaA、0.1~0.6MPaA、0.15~1.0MPaA、0.15~0.8MPaA、0.15~0.6MPaA、0.2~1.0MPaA、0.2~0.8MPaA又は0.2~0.6MPaAであってもよい。

[0126] スチームクラッキング工程で得られる化成品としては、例えば、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ブテン類、イソプレン、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、シクロペンタジエン、ジシクロペン

タジエン、インデンやメチルスチレン等の樹脂転換用オレフィン含有C9芳香族等が挙げられる。

[0127] スチームクラッキング工程では、化成品以外に軽質留分が更に得られていてもよい。軽質留分としては、例えば、メタン、エタン、ブタン、ペンタン、プロパン、ヘキサン等が挙げられる。

[0128] スチームクラッキング工程では、化成品以外に重質留分が更に得られていてもよい。重質留分は、スチームクラッキング処理の原料として再利用してもよく、炭化物製造用原料として用いてもよい。本実施形態のスチームクラッキング工程で得られる重質留分は、芳香族分が多くなる傾向があり、炭化物（特にカーボンブラック）を製造するための原料として好適に用いることができる。例えば、重質留分の熱分解又は不完全燃焼により、炭化物（特にカーボンブラック）を得ることができる。

[0129] 上記重質留分は、例えば、10%留出温度が190℃以上の留分であってよく、200℃以上の留分であってもよい。上記重質留分の10%留出温度は、例えば250℃以下であってもよく、240℃以下であってもよい。上記重質留分の90%留出温度は、例えば450℃以上であってよく、500℃以上であってもよい。上記重質留分の90%留出温度は、例えば750℃以下であってよく、700℃以下であってもよい。

すなわち、上記重質留分の10%留出温度は、例えば190～250℃、190～240℃、200～250℃又は200～240℃であってもよい。また、上記重質留分の90%留出温度は、例えば450～750℃、450～700℃、500～750℃又は500～700℃であってもよい。

[0130] 上記重質留分の芳香族分は、例えば30質量%以上であってよく、好ましくは35質量%以上、より好ましくは40質量%以上である。また、上記重質留分の芳香族分は、例えば90質量%以下であってもよい。

すなわち、上記重質留分の芳香族分は、例えば30～90質量%、35～90質量%又は40～90質量%であってもよい。

[0131] 図2は、本実施形態の製造方法を実施するシステムの一例を示す概略図で

ある。図2に示すシステム100は、熱分解ユニット110、第一分離ユニット111、細粉化ユニット112、低温水添ユニット115、高温水添ユニット120、常圧蒸留ユニット125、及びスチームクラッカー130を備える。

[0132] システム100では、まず、廃材S1が熱分解ユニット110に供給され、熱分解ユニット110で廃材S1が熱分解される。熱分解ユニット110では、第一のガス分S2、熱分解油S3、残渣分及び金属分の混合物S4が生じる。第一のガス分S2は、系外に排出されてもよく、熱分解ユニット110における無酸素ガスとして再利用されてもよい。熱分解油S3は、低温水添ユニット115に供給される。混合物S4は、第一分離ユニット111に供給され、第一分離ユニット111で残渣分S5と金属分S6とに分離される。残渣分S5は、細粉化ユニット112で細粉化され、粉末状の炭化物S7として回収される。

[0133] 低温水添ユニット115では、熱分解油S3の低温水素化処理により、低温水添油S8が生じる。低温水添油S8は、高温水添ユニット120に供給される。

[0134] 高温水添ユニット120では、低温水添油S8の高温水素化処理により、第二のガス分S9と高温水添油S10とが生じる。第二のガス分S9は、系外に排出されてもよく、熱分解工程で熱分解部を加熱するための燃焼ガスやその他の工程の加熱炉の燃焼ガスとして利用してもよい。高温水添油S10は、常圧蒸留ユニット125に供給される。また、高温水添油S10は、リサイクル油S15として低温水添ユニット115に再利用されてもよい。

[0135] 常圧蒸留ユニット125では、高温水添油S10の常圧蒸留により、ナフサ留分と他の留分（灯油留分、軽油留分）の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油S11が生じる。スチームクラッキング原料油S11はそれぞれ単独の留分として得ても良いし、混合物として得ても良い。スチームクラッキング原料油S11は、スチームクラッカー130に供給される。

[0136] スチームクラッカー130では、スチームクラッキング原料油S11をスチームクラッキング処理して、生成ガスS12、生成油S13及び重質留分S14が形成される。生成ガスS12及び生成油S13は、化成品として有用なエチレン、プロピレン、ブタジエン、ブテン類、イソプレン、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン、インデンやメチルスチレン等の樹脂転換用オレフィン含有C9芳香族分等を含み、生成ガスS12及び生成油S13を適宜、分離、回収することで化成品が得られる。重質留分S14は、例えば、炭化物製造用原料として好適に使用されるほか、燃料として利用しても良い。

[0137] (合成ゴムの製造方法)

本実施形態のブタジエンの製造方法は、合成ゴムの原料の少なくとも一部として上記の製造方法により得られたブタジエンを用いる重合反応によって、合成ゴムを得る重合工程を含む。

[0138] 重合工程では、従来公知の方法により、モノマーとして少なくともブタジエンを含む重合用組成物を重合して、合成ゴムを得ることができる。重合方法は、特に限定されず、乳化重合、溶液重合、懸濁重合、および塊状重合等の従来公知の方法を用いることができる。重合条件は、特に限定されず、重合方法や重合用組成物の組成等に応じて、適宜、調節することができる。

[0139] モノマーは、ブタジエン単独でもよいし、ブタジエンに加えて、目的とする合成ゴムの組成や性状に応じて、従来公知の合成ゴム用の他のモノマーを用いてもよい。他の合成ゴム用の他のモノマーとしては、ブタジエン以外の共役ジエン化合物および芳香族ビニル化合物が挙げられる。

[0140] ブタジエン以外の共役ジエン化合物としては、例えば、イソプレン、2,3-ジメチル-1,3-ブタジエン、1,3-ペンタジエン、1,3-ヘキサジエン、1,3-ヘプタジエン、2-フェニル-1,3-ブタジエン、3-メチル-1,3-ペンタジエン、2-クロロ-1,3-ブタジエン等が挙げられる。ブタジエン以外の共役ジエン化合物は、1種で用いてもよく、2種以上を用いてもよい。

[0141] 芳香族ビニル化合物としては、例えば、スチレン、2-メチルスチレン、3-メチルスチレン、4-メチルスチレン、 α -メチルスチレン、2,4-ジメチルスチレン、2,4-ジイソプロピルスチレン、4-*t*-ブチルスチレン、5-*t*-ブチル-2-メチルスチレン、ビニルエチルベンゼン、ジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ジビニルナフタレン、*t*-ブトキシスチレン、ビニルベンジルジメチルアミン、(4-ビニルベンジル)ジメチルアミノエチルエーテル、N,N-ジメチルアミノエチルスチレン、N,N-ジメチルアミノメチルスチレン、2-エチルスチレン、3-エチルスチレン、4-エチルスチレン、2-*t*-ブチルスチレン、3-*t*-ブチルスチレン、4-*t*-ブチルスチレン、ビニルキシレン、ビニルナフタレン、ビニルピリジン、ジフェニルエチレン、3級アミノ基含有ジフェニルエチレン（例えば、1-(4-N,N-ジメチルアミノフェニル)-1-フェニルエチレンなど）等が挙げられる。芳香族ビニル化合物は、1種で用いてもよく、2種以上を用いてもよい。

[0142] 重合用組成物は、モノマー以外にも、従来公知の添加剤や溶媒等を含んでもよい。添加剤としては、重合開始剤、乳化剤、界面活性剤等が挙げられる。

[0143] 重合開始剤としては、例えば、アルカリ金属化合物が用いられる。アルカリ金属化合物の具体例としては、例えばメチルリチウム、エチルリチウム、*n*-プロピルリチウム、*n*-ブチルリチウム、*sec*-ブチルリチウム、*t*-ブチルリチウム等のアルキルリチウム；1,4-ジリチオブタン、フェニルリチウム、スチルベンリチウム、ナフチルリチウム、1,3-ビス(1-リチオ-1,3-ジメチルペンチル)ベンゼン、1,3-フェニレンビス(3-メチル-1-フェニルペンチリデン)ジリチウム、ナフチルナトリウム、ナフチルカリウム、エトキシカリウム等が挙げられる。

[0144] (タイヤ)

本実施形態のタイヤは、上記の合成ゴムの製造方法により得られた合成ゴムを含むものである。

[0145] (タイヤの製造方法)

本実施形態のタイヤの製造方法は、タイヤの原料の少なくとも一部として上記の合成ゴムの製造方法により得られた合成ゴムを用いる加硫反応によって、タイヤを得る加硫工程を含む。

[0146] 加硫工程では、従来公知の方法により、少なくとも合成ゴムを含む加硫用組成物を加硫して、タイヤを得ることができる。加硫条件は、特に限定されず、加硫用組成物の組成や目的とするタイヤの形状や構造等に応じて、適宜、調節することができる。

[0147] 加硫用組成物には、合成ゴム以外にも、従来公知の添加剤を含んでもよい。添加剤としては、例えば、加硫剤、加硫促進剤、加硫促進助剤、老化防止剤、軟化剤、酸化防止剤、及び着色剤等が挙げられる。これらの添加剤は、1種で用いてもよいし、2種以上を用いてもよい。

[0148] 加硫剤としては、粉末硫黄、沈降性硫黄、高分散性硫黄、表面処理硫黄、不溶性硫黄、ジモルフォリンジサルファイド、アルキルフェノールジサルファイド等の硫黄系加硫剤や、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、リサーチ、p-キノンジオキシム、p-ジベンゾイルキノンジオキシム、テトラクロロ-p-ベンゾキノン、ポリ-p-ジニトロベンゼン、メチレンジアニリン、フェノール樹脂、臭素化アルキルフェノール樹脂、塩素化アルキルフェノール樹脂等が挙げられる。

[0149] 加硫促進剤としては、テトラメチルチウラムジスルフィド (TMTD)、テトラエチルチウラムジスルフィド (TETD)、テトラメチルチウラムモノスルフィド (TMTM) 等のチウラム系、ヘキサメチレンテトラミン等のアルデヒド・アンモニア系、ジフェニルグアニジン (DPG) 等のグアニジン系、2-メルカプトベンゾチアゾール (MBT)、ジベンゾチアジルジサルファイド (DM) 等のチアゾール系、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアジルスルフェンアמיד (CBS)、N-tert-ブチル-2-ベンゾチアジルスルフェンアמיד (BBS) 等のスルフェンアמיד系、ジメチルジチオカルバミン酸亜鉛 (ZnPDC) 等のジチオカルバミン酸塩系が挙げられる。

- 。
- [0150] 加硫促進助剤としては、脂肪酸、脂肪酸亜鉛、脂肪酸亜鉛塩及び酸化亜鉛等が挙げられる。脂肪酸としては、酢酸、プロピオン酸、ブタン酸、ステアリン酸、アクリル酸、マレイン酸等を用いることができる。脂肪酸亜鉛としては、酢酸亜鉛、プロピオン酸亜鉛、酪酸亜鉛、ステアリン酸亜鉛、アクリル酸亜鉛、マレイン酸亜鉛等を用いることができる。
- [0151] 老化防止剤としては、例えば、脂肪族および芳香族のヒンダードアミン系、ヒンダードフェノール系等の化合物が挙げられる。
- [0152] 酸化防止剤としては、例えば、ブチルヒドロキシトルエン（BHT）、ブチルヒドロキシアニソール（BHA）等が挙げられる。
- [0153] 着色剤としては、二酸化チタン、酸化亜鉛、群青、ベンガラ、リトポン、鉛、カドミウム、鉄、コバルト、アルミニウム、塩酸塩、硫酸塩等の無機顔料、アゾ顔料、銅フタロシアニン顔料等が挙げられる。
- [0154] タイヤの形状、構造、大きさ及び材質としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。また、タイヤの用途としては、特に制限はなく、例えば、乗用車用タイヤ、重荷重用タイヤ、モーターサイクル（自動二輪車）用タイヤ、スタッドレスタイヤ等が挙げられる。
- [0155] （リニューアブル生成物の管理方法）

近年、植物由来の原料やリサイクル材などを使った環境配慮型製品をより魅力的な形で販売するため、マスバランス方式（以下、物質収支方式ともいう）という手法が化学業界、鉄鋼業界、およびアルミニウム業界等の様々な業界で注目を集めている。

廃タイヤ類を含む廃材を用いる上記本発明の製造方法を用いて生成された各生成物に対しても、マスバランス方式を用いたリニューアブル生成物としての価値の割り当てが簡便かつ確実な方法で行われることが望まれる。

そこで、本発明は、上記本発明の製造方法を用いて化成品を製造する際、廃タイヤ類を含む廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、各生成物に対してリニューアブル生成物としての価値を簡便かつ確実な方

法で割り当てることができる、管理方法を提供する。

[0156] 本明細書において、「リニューアブル原料」とは、再生可能な有機性資源の原料のことを言う。リニューアブル原料は、生物資源由来品のみに限定する趣旨ではなく、再生可能な有機性資源に該当するものであれば、広く解す。例えば、石油由来品であっても、廃タイヤ類等のように石油由来品を原料としたリサイクル品に由来するものも含む趣旨である。

[0157] ここで、マスバランス方式とは、例えば、原料から製品への流通・加工工程において、バイオマス原料等の特定の特性を持った原料が、そうでない原料と混合された場合に、その特性を持った原料の含有割合に応じて製品の一部に対してその特性をクレジットとして割り当てる手法をいう。

マスバランス方式（物質収支方式）は、バイオマス留分をクレジットとして製造者が任意に割り当てを行う方式であることから、その正当性を第三者認証機関による認証により立証することが一般的である。第三者認証機関としては、ISCC（国際持続可能性カーボン）やRSB（持続可能なバイオ燃料のための円卓会議）などが存在する。

[0158] （管理装置を用いて実行される化成品の管理方法）

本発明の化成品の管理方法は、廃タイヤ類を含む廃材を用いて、化成品を製造する際に用いることができる。

本発明の管理方法は、管理装置を用いて、化成品に対し、廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、マスバランス方式を用いたリニューアブル生成物としての価値を割り当てる方法である。

本発明の管理方法は、例えば、後述の管理装置が、化成品が得られることを確認する工程（V）（当該管理装置が、廃タイヤ類を含む廃材を用いて、化成品が得られることを示す情報を取得する）工程（V）と、当該管理装置が、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を確認する（当該管理装置が、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を示す情報を取得する）工程（Z）とを含む。

化成品が得られることを確認する工程（V）は、下記工程（V-1）、下

記工程（V-2）、下記工程（V-3）、下記工程（V-4）、下記工程（V-5）、及び下記工程（V-6）を含む。

工程（V-1）は、当該管理装置が、前記廃材の熱分解により熱分解油を得る熱分解ユニットに投入した前記廃材から、前記熱分解油が生成されることを確認する工程である。

工程（V-2）は、当該管理装置が、前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添ユニットに投入した前記熱分解油から、前記低温水添油が生成されることを確認する工程である。

工程（V-3）は、当該管理装置が、前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添ユニットに投入した前記低温水添油から、前記高温水添油が生成されることを確認する工程である。

工程（V-4）は、当該管理装置が、前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する常圧蒸留ユニットに投入した前記高温水添油から、前記ナフサ留分と前記他の留分が生成されることを確認する工程である。

工程（V-5）は、当該管理装置が、前記ナフサ留分及び／又は前記他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油にスチームクラッキング処理を施すスチームクラッカーに投入した前記スチームクラッキング原料油から、前記化成品が得られることを確認する工程である。

工程（V-6）は、当該管理装置が、前記熱分解ユニット、前記低温水添ユニット、前記高温水添ユニット、前記常圧蒸留ユニット、前記スチームクラッカーの順で処理することにより、前記廃材から前記化成品が得られることを確認する工程である。

リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を確認する工程（Z）は、下記工程（Z-1）、下記工程（Z-2）、下記工程（Z-3）、及び下記工程（Z-4）を含む。

工程（Z-1）は、当該管理装置が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物のうち、リニューアブル生成物として割り当てる生成物を選択する工程である。

工程（Z-2）は、当該管理装置が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物に対する前記工程（Z-1）において選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てる割合（P）の値を決定する工程である。

工程（Z-3）は、当該管理装置が、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合（Q）の値を把握する工程である。

工程（Z-4）は、当該管理装置が、前記割合（P）の値と、前記含有割合（Q）の値とを比較し、前記割合（P）の値が、前記含有割合（Q）の値以下となるよう確認する工程である。

[0159] 管理装置を用いて実行される化成品の管理方法の実施形態の一例（特に、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる方法）について説明する。

工程（Z-1）：スチームクラッカーにより得られる生成物が、エチレン、プロピレン、ブタジエン、およびその他の生成物である場合、ブタジエンを選択する。

工程（Z-2）：スチームクラッカーにより得られる生成物が、エチレン、プロピレン、ブタジエン、およびその他の生成物であって、それぞれの生成物が占める割合が、エチレン：10質量%、プロピレン10質量%、ブタジエン10質量%、およびその他の生成物：70質量%であったとする。そこで、ブタジエン生成物10質量%のうちリニューアブル生成物として割り当てる割合（P）を決定する。

工程（Z-3）：廃材中、リニューアブル原料が5質量%、リニューアブルではない原料が95質量%である場合、リニューアブル原料の含有割合（Q）は5質量%であると把握する（取得する）。

工程（Z-4）：割合（P）の値と、含有割合（Q）の値とを比較し、割合（P）の値が、含有割合（Q）の値以下となるよう確認する。ここで、リ

ニューアブル原料の含有割合（Q）が5質量%であるとする、ブタジエンに対してリニューアブル生成物として割り当てる割合（P）は、5質量%以下とする。

すなわち、リニューアブル原料の含有割合（Q）が5質量%であるとする、リニューアブル生成物として割り当てるブタジエン生成物10質量%のうち5質量%をリニューアブルブタジエンとして割り当てることができる。

このようにして、スチームクラッカーにより得られる生成物のうちブタジエン生成物に対して、廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、リニューアブル生成物としての価値を割り当てることができる。

なお、第三者認証機関によれば、マスバランス方式（物質収支方式）は、ブタジエン生成物10質量%のうち（P）質量%を除いたブタジエン生成物（10 - （P）質量%のブタジエン生成物）にも、実際にはリニューアブル成分は含有されているが、（P）質量%のブタジエンに100%リニューアブルブタジエンのクレジットを割り当てたため、リニューアブルブタジエンとはしない扱いとする。

なお、上述のリニューアブル原料の含有割合（Q）の5質量%の値や、ブタジエン生成物10質量%の値は、本発明の理解を容易にするために便宜上設定した値であり、この値に限定されるものではない。

[0160] <管理装置、管理プログラム>

上記本発明の管理方法は、既述のように、管理装置を用いて実行することができる。また、管理装置が行う管理方法の各工程における処理は、管理装置を構成する制御部を有するコンピュータにより実行される。

本発明の管理方法を実行する管理装置、及び該管理装置のコンピュータにより実行させる管理プログラム（コンピュータプログラム）について、以下説明する。

[0161] 本発明の管理装置の好ましい実施態様として、以下の管理装置が挙げられる。

「廃タイヤ類を含む廃材を用いて、化成品を製造する際に用いる、化成品

の管理装置であって、

前記管理装置は、前記化成品に対し、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、マスバランス方式を用いたリニューアブル生成物としての価値を割り当てる装置であり、

前記管理装置は、前記化成品得られることを確認する確認部 (I) を有し、

前記確認部 (I) は、下記手段 (V-1)、下記手段 (V-2)、下記手段 (V-3)、下記手段 (V-4)、下記手段 (V-5)、及び下記手段 (V-6) を含み、

前記手段 (V-1) が、前記廃材の熱分解により熱分解油を得る熱分解ユニットに投入した前記廃材から、前記熱分解油が生成されることを確認する手段であり、

前記手段 (V-2) が、前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添ユニットに投入した前記熱分解油から、前記低温水添油が生成されることを確認する手段であり、

前記手段 (V-3) が、前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添ユニットに投入した前記低温水添油から、前記高温水添油が生成されることを確認する手段であり、

前記手段 (V-4) が、前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する常圧蒸留ユニットに投入した前記高温水添油から、前記ナフサ留分と前記他の留分が生成されることを確認する手段であり、

前記手段 (V-5) が、前記ナフサ留分及び／又は前記他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油にスチームクラッキング処理を施すスチームクラッカーに投入した前記スチームクラッキング原料油から、前記化成品が得られることを確認する手段であり、

前記手段 (V-6) が、前記熱分解ユニット、前記低温水添ユニット

、前記高温水添ユニット、前記常圧蒸留ユニット、前記スチームクラッカーの順で処理することにより、前記廃材から前記化成品が得られることを確認する手段であり、

前記管理装置は、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を確認する確認部（I）を有し、

前記確認部（I）は、下記手段（Z-1）、下記手段（Z-2）、下記手段（Z-3）、及び下記手段（Z-4）を含み、

前記手段（Z-1）が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物のうち、リニューアブル生成物として割り当てる生成物を選択する手段であり、

前記手段（Z-2）が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物に対する前記手段（Z-1）において選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てる割合（P）の値を決定する手段であり、

前記手段（Z-3）が、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合（Q）の値を把握する手段であり、

前記手段（Z-4）が、前記割合（P）の値と、前記含有割合（Q）の値とを比較し、前記割合（P）の値が、前記含有割合（Q）の値以下となるよう確認する手段である、
化成品の管理装置」である。

[0162] 本発明の管理プログラムの好ましい実施態様として、以下の管理プログラムが挙げられる。

「廃タイヤ類を含む廃材を用いて、化成品を製造する際に用いる、管理装置を用いて実行される化成品の管理プログラムであって、

前記管理プログラムは、前記管理装置を用いて、前記化成品に対し、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、マスバランス方式を用いたリニューアブル生成物としての価値を割り当てるプログラムであり、

前記管理プログラムは、

(V-1) : 前記廃材の熱分解により熱分解油を得る熱分解ユニットに投入した前記廃材から、前記熱分解油が生成されることを確認し、

(V-2) : 前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添ユニットに投入した前記熱分解油から、前記低温水添油が生成されることを確認する工程であり、

(V-3) が、前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添ユニットに投入した前記低温水添油から、前記高温水添油が生成されることを確認する工程であり、

(V-4) : 前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する常圧蒸留ユニットに投入した前記高温水添油から、前記ナフサ留分と前記他の留分が生成されることを確認する工程であり、

(V-5) : 前記ナフサ留分及び／又は他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油にスチームクラッキング処理を施すスチームクラッカーに投入した前記スチームクラッキング原料油から、前記化成品が得られることを確認する工程であり、

(V-6) : 前記熱分解ユニット、前記低温水添ユニット、前記高温水添ユニット、前記常圧蒸留ユニット、前記スチームクラッカーの順で処理することにより、前記廃材から前記化成品が得られることを確認する工程であり、

前記管理プログラムは、

前記管理方法は、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を確認する工程(Z)を含み、

(Z-1) : 前記スチームクラッカーにより得られる生成物のうち、リニューアブル生成物として割り当てる生成物を選択し、

(Z-2) : 前記スチームクラッカーにより得られる生成物に対する前記工程 (Z-1) において選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てる割合 (P) の値を決定し、

(Z-3) : 前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合 (Q) の値を把握し、

(Z-4) : 前記割合 (P) の値と、前記含有割合 (Q) の値とを比較し、前記割合 (P) の値が、前記含有割合 (Q) の値以下となるよう確認する、

処理をコンピュータに実行させる化成品の管理プログラム」である。

[0163] <<管理装置>>

管理装置は、既述のように、本発明の管理方法を実行する装置である。

管理装置の好ましい実施態様を、図3をもとに説明する。

管理装置100は、制御部110と記憶部120とを有する。

制御部110は、確認部(1)130と、比較部140と、通知部(出力部)150とを有し、記憶部120は、反応データベース160を有する。

管理装置100のハードウェア構成及び機能構成について説明する。

[0164] <<管理装置のハードウェア構成>>

図4は、管理装置100のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

図4で示すように、管理装置100は、以下の各部を有する。各部は、バス207を介してそれぞれ接続されている。

CPU201は、種々の制御や演算を行う処理装置(コンピュータ)である。CPU201は、主記憶装置202などが記憶するOSやコンピュータプログラムを実行することにより、種々の機能を実現する。すなわち、CPU201は、本実施態様では、管理プログラムを実行することにより、管理装置の制御部110として機能して、当該管理方法を実行するようになっている。

また、CPU201は、管理装置100全体の動作を制御する。なお、本

実施態様では、管理装置100全体の動作を制御する装置をCPU201としたが、これに限ることなく、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array) などとしてもよい。

[0165] 管理プログラムや各種データベースは、必ずしも主記憶装置202や、補助記憶装置203などに記憶されていなくてもよい。インターネット、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network)などを介して、管理装置100に接続される他の情報処理装置などに管理プログラムや各種データベースを記憶させてもよい。管理装置100がこれら他の情報処理装置から管理プログラムや各種データベースを取得して実行するようにしてもよい。

主記憶装置202は、各種プログラムを記憶し、各種プログラムを実行するために必要なデータを記憶するコンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。

主記憶装置202は、図示しない、ROMと、RAMと、を有する。

ROMは、BIOS等の各種プログラムなどを記憶している。

RAMは、ROMに記憶された各種プログラムがCPU201により実行される際に展開される作業範囲として機能する。RAMとしては、制限なく、目的に応じて適宜選択することができる。RAMとしては、例えば、DRAM、SRAMなどが挙げられる。

補助記憶装置203としては、各種情報を記憶できれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ソリッドステートドライブ、ハードディスクドライブなどが挙げられる。また、補助記憶装置203は、例えば、CDドライブ、DVDドライブ、BDドライブなどの可搬記憶装置としてもよい。

[0166] 出力装置204は、ディスプレイやスピーカーなどを用いることができる。ディスプレイとしては、特に制限はなく、適宜公知のものを用いることができ、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイが挙げられる。

入力装置205は、管理装置100に対する各種要求を受け付けることが

できれば、特に制限はなく、適宜公知のものを用いることができ、例えば、キーボード、マウス、タッチパネルなどが挙げられる。

通信インターフェース（通信 I / F）206 は、特に制限はなく、適宜公知のものを用いることができ、例えば、無線又は有線を用いた通信デバイスなどが挙げられる。

以上のようなハードウェア構成によって、管理装置 100 の処理機能を実現することができる。

[0167] <<管理装置の機能構成>>

図 3 に戻り、管理装置 100 は、制御部 110 と記憶部 120 とを有する。制御部 110 は、管理装置 100 全体を制御する。

制御部 110 は、確認部 (I) 130 と、比較部 140 と、通知部 (出力部) 150 とを有する。

制御部 110 の確認部 (I) は、上記手段 (V-1) ~ (V-6) に記載の確認作業を行う。

また、制御部 110 の確認部 (I) は、上記手段 (Z-1) において、スチームクラッカーにより得られる生成物のうち、リニューアブル生成物として割り当てる生成物を選択し、上記手段 (Z-2) において、スチームクラッカーにより得られる生成物に対する上記手段 (Z-1) において選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てる割合 (P) の値を決定し、上記手段 (Z-3) において、廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合 (Q) の値を把握し、上記手段 (Z-4) において、割合 (P) の値と、含有割合 (Q) の値とを比較し、割合 (P) の値が、含有割合 (Q) の値以下となるよう確認する (割合 (P) の値が、含有割合 (Q) の値以下であることを示す情報を取得する)、確認作業を行う。

制御部 110 の比較部 140 は、上記手段 (Z-4) において、確認部 (I) に確認させるため、割合 (P) の値と含有割合 (Q) の値とを比較する、比較作業を行う。

制御部 110 の通知部 150 は、割合 (P) の値が、含有割合 (Q) の値

以下である場合には、生成物において、（P）質量%分の選択した生成物をリニューアブル生成物として割り当てることができることを通知（出力）し、一方、割合（P）の値が、含有割合（Q）の値を超えた場合には、超えたことを通知（出力）する。

すなわち、管理装置100は、当該管理方法を実行した後、当該管理方法により取得された、廃タイヤ類を含む廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて選択した生成物に対するリニューアブル生成物としての価値を割り当てられた結果を、出力するようになっている。

記憶部120内の反応データベース160には、本発明の管理方法で用いられる装置に関する情報や、該装置で行われる反応に関する情報が記憶されている。すなわち、この記憶部120は、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、当該管理方法をコンピュータを含む制御部110に実行させる管理プログラムを記憶する、記憶媒体を、備えている。

各装置から得られる生成物の生成量や収率は、測定により求めることができるが、実際測定により収率結果を得るだけでなく、反応データベース160を利用することにより、理論上計算により求める、あるいは過去の蓄積データをもとに予測することができる。

[0168] 次に、管理プログラムの処理手順について説明する。図5は、管理装置100の制御部110における管理プログラムの処理手順の一例を示すフローチャートである。以下、図5を参照して説明する。

[0169] ステップS101では、管理装置100の制御部110の確認部130は、熱分解ユニットに関する情報を取得し、処理をステップS102に移行する。

ステップS102では、管理装置100の制御部110の確認部130は、例えば、熱分解ユニットら出力される情報に基づいて、熱分解ユニットに対し、廃タイヤ類を含む廃材（IN）から、熱分解油（OUT）が生成されることを確認し、生成されたと確認した場合は、処理をステップS103に

移行する。

ステップS103では、管理装置100の制御部110の確認部130は、低温水添ユニットに関する情報を取得し、処理をステップS104に移行する。

ステップS104では、管理装置100の制御部110の確認部130は、例えば、低温水添ユニットから出力される情報に基づいて、低温水添ユニットに対し、熱分解油（IN）から、低温水添油（OUT）が生成されることを確認し、生成されたと確認する。そして、同様にして、高温水添ユニットに投入した低温水添油から、高温水添油が生成されることを確認し、常圧蒸留ユニットに投入した高温水添油から、ナフサ留分が生成されることを確認し、スチームクラッカーに投入したナフサ留分から、化成品が得られることを確認した場合には、処理をステップS105に移行する。

ステップS105では、管理装置100の制御部110の確認部130は、例えば、熱分解ユニット、低温水添ユニット、高温水添ユニット、常圧蒸留ユニット、及びスチームクラッカーから出力される情報に基づいて、熱分解ユニット、低温水添ユニット、高温水添ユニット、常圧蒸留ユニット、スチームクラッカーの順で処理されることを確認し、これらの処理の結果、廃タイヤ類を含む廃材（IN）から、化成品（OUT）が生成されることを確認し、生成されたと確認した場合は、処理をステップS106に移行する。

ステップS106では、管理装置100の制御部110の確認部130は、スチームクラッカーで生成される生成物の中からリニューアブル生成物として割り当てると作業者が選択した情報を管理装置100内の入力装置（図4中の入力装置205）より受け付け、処理をステップS107に移行する。

ステップS107では、管理装置100の制御部110の確認部130は、選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てると作業者が設定した割合（P）の値を管理装置100内の入力装置（図4中の入力装置205）より受け付け、処理をステップS108に移行する。

。

ステップS108では、管理装置100の制御部110の確認部130は、熱分解ユニットに投入される廃材のうちリニューアブル原料の含有割合（Q）の値を取得し、処理をステップS109に移行する。

ステップS109では、管理装置100の制御部110の比較部140は、割合（P）の値と含有割合（Q）の値とを比較し、処理をS110に移行する。

ステップS110では、管理装置100の制御部110の確認部130は、管理装置100の制御部110の比較部140で行った割合（P）の値と含有割合（Q）の値との比較結果をもとに、割合（P）の値が含有割合（Q）の値以下であるかを確認し、以下であると確認した場合は、本処理を終了する。

本処理の終了により、廃タイヤ類を含む廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、選択した所望の生成物に対しリニューアブル生成物としての価値を割り当てることができる。割り当てられた結果は、化成品の管理装置100の制御部110の通知部150を通して、使用者に通知される。すなわち、既述のように、化成品の管理装置100は、当該化成品の管理方法を実行した後、当該化成品の管理方法により取得された、廃タイヤ類を含む廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて選択した生成物に対するリニューアブル生成物としての価値を割り当てられた結果を、出力するようになっている。

なお、本処理中に条件に該当しなかった場合、その旨、例えば、化成品の管理装置100の制御部110の通知部150を通して、使用者に通知される。この場合、作業者は、上記選択する生成物の種類を見直したり、該選択した生成物の割り当てる割合（P）の値を見直したり、リニューアブル原料の含有割合（Q）の値を見直したり、さらには、反応条件等各種の条件を見直し、再度、処理を試みることができる。

[0170] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形

態に限定されるものではない。

実施例

[0171] 以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0172] 以下の実施例において、成分分析および評価は以下の方法で行う。

- ・ 蒸留性状：J I S K 2 2 5 4（石油製品－蒸留試験方法－第7部ガスクロマトグラフ法）
- ・ 窒素分：J I S K 2 6 0 9（原油及び石油製品－窒素分試験方法）
- ・ 塩素分：J P I－5 S－6 4（石油製品－塩素分試験方法－微量電量滴定法）
- ・ 硫黄分：J I S K 2 5 4 1－7（原油及び石油製品－硫黄分試験方法 第7部：波長分散蛍光X線法（検量線法））
- ・ ジエン価：A S T M D 1 9 6 1（Method of Test for Malenic Diene Value of Drying Oils）

上記試験法を適用できないサンプルは、特開2011-80766に記載の方法を参考にして¹H NMR測定により以下の方法で推定する。

1. ジエン価既知の試料約20mgを重クロロホルム500μLに混合する。
 2. ¹H NMR分析で6.0～6.8ppm範囲の積分値を算出し、試料20mgあたりの絶対面積に補正する。
 3. 上記測定を試料数点に関して実施し、全体面積－ジエン価の検量線を作成する。
 4. ジエン価未知試料の全体面積を算出し、3の検量線からジエン価を推定する。
- ・ ヨウ素価：J I S K 0 0 7 0（化学製品の酸価、けん化価、エステル価、よう素価、水酸基価、及び不けん化物の試験方法）
 - ・ 全酸価：J I S K 2 5 0 1（石油製品及び潤滑油－中和試験方法）

・低温水添工程後の低温水添油に対する熱交汚れ評価：図6に示す熱交汚れ評価の汚れ評価試験装置（H L P S）60のテストピース61に付着した汚れによる温度低下幅（℃）を以下の順序で測定する。

1. 図6に示す汚れ評価試験装置（H L P S）60の左側底部（入口62）から25℃の低温水添油を一定時間（200分）通流させる。

2. テストピース61の温度を300℃に一定に保ちながら、テストピース61表面に汚れが発生・付着することを観察する。テストピース61に汚れが付着すると、低温水添油とテストピース61間の伝熱性が低下する。

3. 汚れ評価試験装置（H L P S）60の右側上部（出口63）から排出される低温水添油の温度を測定する。出口63における最初の測定温度と一定時間経過後の測定温度の差を「汚れによる伝熱低下が引き起こす温度低下幅」とする。

（但し、比較例1、3の結果は、低温水添処理を行っていない熱分解油に対する評価である。）

ここで、下記の基準に従って「熱交換器汚れ評価」を行う。

（評価基準）

○：一定時間（200分）評価時における温度低下幅が5℃以下であり、熱交換器への汚れが抑制されていると判断する。

×：一定時間（200分）評価時における温度低下幅が5℃超であり、熱交換器への汚れが著しいと判断する。

・常圧蒸留装置における熱交換器汚れ評価：低温水添工程後の低温水添油に対する熱交汚れ評価と同評価方法によって常圧蒸留用原料油を評価する。

・スチームクラッキング生成ガス分析：J I S K 2301：2011

（燃料ガス及び天然ガスー分析・試験方法）

・スチームクラッキング生成油分析：油水分離後に得たスチームクラッキング生成油を250℃以下の留分を得るように分留した後、J I S K 2536-2（石油製品ー成分試験方法 第2部：ガスクロマトグラフによる全成分の求め方）で分析を行う。

[0173] (実施例1)

(1) 熱分解工程

図1に示す熱分解装置を用いて、熱分解工程を行う。

具体的には、熱分解炉2（容量0.5 m³）内に廃トラック用タイヤの裁断品（廃材6）を約100 kg投入し、熱分解炉2内を窒素ガスで置換した後、熱分解装置内の窒素ガスを循環させながら熱交換器1によりガス温度を500℃まで上昇させ、この温度を保持する。なお、熱分解炉2内に導入される窒素ガスのガス流量は0.005 m³/s [n t p]に設定し、0.0045 m³/s [n t p]～0.0055 m³/s [n t p]の範囲に制御する。また、熱分解装置の系内での酸素濃度は1容量%以下の範囲に制御する。なお、熱分解装置内の酸素濃度の測定には、ジルコニア式酸素センサーを用いる。

乾留塔12aの塔底から、熱分解油を得る。また、乾留塔12aの塔頂から、第一のガス分を得る。

なお、反応は、熱分解油の留出が停止するまで行い、留出停止後、熱交換器1を止めて約12時間放置冷却する。その後、熱分解炉から残渣分及び金属分の混合物を取り出す。混合物から金属分をマグネットセパレーターで除去し、残渣分を得る。残渣分を、ハンマー式粉砕機で粒径1 mm以下の細粉に粉砕し、回転羽を有する風力分級機により分級して粒径50 μm以上の粗粉を除去することにより、粒径10 μm以下で最頻度値4 μmの炭化物が得られる。

各成分の比率及び熱分解油の性状は、表1に示すとおりである。

[0174] (2) 低温水添工程

(2-1) 水素化触媒A-1の製造

酸化物としてアルミナ97質量%、シリカ3質量%の組成であるシリカーアルミナ粉末を用いて、直径約1.6 mm、長さ約3 mmの円柱状担体を調製する。硝酸ニッケル及びモリブデン酸アンモニウムを、予め測定した上記担体の吸水量に相当するイオン交換水に溶解して、硝酸ニッケル及びモリブ

デン酸アンモニウム含浸溶液を得る。この含浸溶液を、上記担体に初期湿潤法により含浸し、上記担体の質量を基準として、酸化物換算のNi含有量が4質量%、酸化物換算のMo含有量が20質量%となるように担持を行う。次に、得られた含浸物（触前駆体）を120℃で3時間乾燥した後、空気流通下、500℃で1時間焼成して、水素化触媒A-1を得る。

[0175] (2-2) 低温水添処理

水素化触媒A-1を反応管（内径20mm）内に充填する。軽油にジメチルジスルフィドを1質量%溶解させた油にて硫化処理した後、反応圧力11MPaG、反応温度180℃、WHSV=0.3h⁻¹の条件にて、熱分解油を原料とした低温水添処理を行い、低温水添油を得る。低温水添油の性状は、表2に示すとおりである。

[0176] (3) 高温水添工程

(3-1) 水素化触媒B-1の製造

酸化物としてアルミナ30質量%、シリカ70質量%のシリカーアルミナ粉末0.9kgとSiO₂/Al₂O₃=30のUSYゼオライト0.1kgを用いて、添加混練、焼成により直径約1.6mm、長さ約3mmの円柱状担体を調製する。硝酸ニッケル及びタングステン酸アンモニウムを、予め測定した上記担体の吸水量に相当するイオン交換水に溶解して、硝酸ニッケル及びタングステン酸アンモニウム含浸溶液を得る。この含浸溶液を、上記担体に初期湿潤法により含浸し、上記担体の質量を基準として、酸化物換算のNi含有量が10質量%、酸化物換算のW含有量が20質量%となるように担持を行う。次に、得られた含浸物（触前駆体）を120℃で3時間乾燥した後、空気流通下、500℃で1時間焼成して、水素化触媒B-1を得る。

[0177] (3-2) 高温水添処理

水素化触媒A-1及び水素化触媒B-1を重量比率8:2の割合で反応管（内径20mm）内に充填する。充填順序は、反応管の前段に水素化触媒A-1、反応管の後段に水素化触媒B-1とする。軽油にジメチルジスルフィドを1質量%溶解させた油にて硫化処理した後、反応圧力11MPaG、反

応温度 390℃、 $WHSV = 0.3 \text{ h}^{-1}$ の条件にて、低温水添油を原料とした高温水素化処理を行い、第二のガス分及び高温水添油を得る。結果を表 3 に示す。

[0178] (4) 常圧蒸留工程

表 2 に示す性状の原油と高温水添工程で得られた高温水添油とを 99 : 1 の質量比で混合して、常圧蒸留用原料油を得る。続いて、常圧蒸留用原料油を常圧蒸留ユニットに投入し、塔頂温度を管理しながら沸点範囲 60 ~ 160℃ の範囲で蒸留を行って、ナフサ留分を得る。また、塔頂温度を管理しながら沸点範囲 160 ~ 350℃ の灯軽油留分を得る。

[0179] (5) スチームクラッキング工程

管状反応器（反応管）を有する熱分解装置を用いて、常圧蒸留工程で得られたナフサ留分、灯軽油留分を、リアクター出口反応温度 790℃、反応圧力 0.15 MPa、反応管滞留時間 0.25 秒の条件でスチームと共に反応させる。反応後の生成物（生成油及び生成ガス）を回収し、その性状を求める。得られた生成物の化学品収率と、原油由来のナフサ分からの化学品収率との差分をとって、高温水添工程で得られた高温水添油由来の化学品収率の結果を表 5 に示す。

[0180] (実施例 2)

低温水添工程における低温水添処理温度を 190℃ に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0181] (実施例 3)

低温水添工程における低温水添処理温度を 200℃ に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0182] (実施例 4)

低温水添工程における低温水添処理温度を 210℃ に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0183] (実施例 5)

低温水添工程における低温水添処理温度を 250℃ に変更する以外は、実

施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0184] (実施例 6)

低温水添工程における低温水添処理温度を 300℃に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0185] (実施例 7)

常圧蒸留工程において原油と高温水添油の混合比を 99.5 : 0.5 に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0186] (実施例 8)

常圧蒸留工程において原油と高温水添油の混合比を 98 : 2 に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0187] (比較例 1)

低温水添工程を経ずに、熱分解工程で得られた熱分解油を高温水添工程の原料として用いる以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0188] (比較例 2)

低温水添工程における低温水添処理温度を 150℃に変更する以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0189] (比較例 3)

高温水添工程を経ずに、低温水添工程で得られた低温水添油を高温水添油の代わりに常圧蒸留用原料油の一部として用いる以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0190] (比較例 4)

低温水添工程および高温水添工程を経ずに、熱分解工程で得られた熱分解油を低温水添油の代わりに常圧蒸留用原料油の一部として用いる以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0191] 実施例 1 ~ 8、比較例 1 ~ 4 における、熱分解工程、低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、スチームクラッキング工程における結果を表 1 ~ 5 に示す。なお、金属分を除いた熱分解生成物全量に対する化成品収率（質量％）とは、熱分解工程で得られる第一のガス分、熱分解油及び残渣分の合

計量に対する、化成品（エチレン、プロピレン、ブタジエン、ブテン類、イソプレン、シクロペンタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、インデン、メチルスチレン）の合計量の割合を示す。

表2に示す通り、比較例1～2、4では、実施例1～8に比べて、高温水添処理に供する原料油（低温水添工程後の低温水添油）が熱交換器の汚れを生じさせるため、長期間の運転に適していないことが分かる。また、表4に示す通り、比較例3では、実施例1～8に比べて、常圧蒸留工程に供する常圧蒸留用原料油が熱交換器の汚れを生じさせるため、長期間の運転に適していないことが分かる。さらに表5に示す通り、比較例3～4では、実施例1～8に比べて、化成品の収率が低く、化成品を効率的に製造できない。

[0192] [表1]

熱分解工程		実施例 1
熱分解温度(°C)		500
生成物 比率	第一のガス分(質量%)	15
	熱分解油(質量%)	50
	残渣分(質量%)	35
熱分解油 性状	IBP(°C)	90
	T10(°C)	164
	T50(°C)	312
	T70(°C)	384
	T90(°C)	475
	EBP(°C)	601
	窒素分(質量 ppm)	5700
	硫黄分(質量 ppm)	8950
	塩素分(質量 ppm)	17
	ジエン価	16
ヨウ素価	208	
全酸価	5.5	

[0193]

[表2]

	比較例 1	比較例 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	比較例 3	比較例 4	比較例 (参考) 原油
低温水添工程	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	3	4	--
低温水添温度(°C)	--	150	180	180	200	210	250	300	180	180	180	--	--
窒素分(質量 ppm)	5700	5000	5300	5400	5300	5200	4500	2500	5500	5500	5500	5700	800
シエン値	16	14	13	12	12	11	6	4	13	13	13	16	3
白ウ素値	208	171	155	150	145	140	110	58	155	155	155	208	28
全酸価	5.5	5.2	4.5	4.1	3.0	2.8	1.3	0.3	4.5	4.5	4.5	5.5	0.1
熱交換係劣れ評価	x	x	○	○	○	○	○	○	○	○	○	x	--
汚れによる温度低下幅(°C)	10	10	4	4	3	3	3	2	4	4	4	10	--

[0194] [表3]

高温水添工程	比較例	比較例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	比較例	比較例
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	3	4
高沸点油(質量%)	30	38	38	38	38	38	38	37	38	38	38	39
低沸点油(質量%)	61	62	62	62	62	62	62	63	62	62	62	61
窒素分(質量 ppm)	5700	5600	5500	5400	5300	5200	4500	2500	5500	5500	5500	5700
硫黄分(質量 ppm)	8950	8900	8800	8700	8600	8300	6600	3000	8800	8800	8800	8950
塩素分(質量 ppm)	17	17	17	16	16	15	10	2	17	17	17	17
第2の成分(質量%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
高温水添油(質量%)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
窒素分(質量 ppm)	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
硫黄分(質量 ppm)	450	450	450	450	450	430	430	410	450	450	450	450
塩素分(質量 ppm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

原料油性状

生成物比率

高温水添油性状

[0196] [表5]

スチレン-ムクラッキング工程	比較例 1	比較例 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	比較例 3	比較例 4
エチレン	10	10	10	18	18	18	10	19	10	10	18	18
プロピレン	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
ブタジエン、ブチン類	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
イソプレン、シクロペンタジエン	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ベンゼン、トルエン、キシレン、 エチルベンゼン、スチレン	10	10	18	18	18	18	10	10	10	18	18	18
インデン、メチルスチレン	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
重質留分	17	17	17	17	18	18	18	17	17	17	17	17
軽質留分	21	21	21	21	20	20	20	20	21	21	21	21
金属分を除いた熱分解生成物全量 に対する化成品比率(質量%)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	19	19

[0197] (実施例 9)

熱分解工程で得られた熱分解油 50 質量%および高温水添工程で得られた高温水添油（軽質分と重質分）からなるリサイクル油 50 質量%を含む原料油を用いて、低温水添工程で低温水添処理を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0198] (実施例 10)

熱分解工程で得られた熱分解油 20 質量%および高温水添工程で得られた高温水添油（軽質分と重質分）からなるリサイクル油 80 質量%を含む原料油を用いて、低温水添工程で低温水添処理を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0199] 実施例 9 及び 10 における低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、スチームクラッキング工程における結果を表 6～9 に示す。

表 6～9 に示す通り、低温水添工程における熱分解油とリサイクル油の混合比を変更しても、高温水添処理に供する原料油（低温水添工程後の低温水添油）は熱交換器の汚れを抑制し、常圧蒸留工程に供する常圧蒸留用原料油は熱交換器の汚れを抑制し、化成品を効率的に製造できるため、長期間の運転に適しており、製造コストを低減できることが分かる。

[0200] [表6]

低温水添工程	実施例 9	実施例 10
熱分解油(質量%)	50	20
リサイクル油(質量%)	50	80
低温水添温度(°C)	180	180
窒素分(質量 ppm)	2800	1100
ジエン価	7	3.4
ヨウ素価	81	36
全酸価	2.4	1.1
熱交換器汚れ評価	○	○
汚れによる温度低下幅(°C)	3	2

[0201]

[表7]

高温水添工程		実施例 9	実施例 10
原料油性状	高沸点油(質量%)	28	22
	低沸点油(質量%)	72	78
	窒素分(質量 ppm)	2800	1100
	硫黄分(質量 ppm)	4600	2100
	塩素分(質量 ppm)	9	5
生成物比率	第2のガス分(質量%)	4	3
	高温水添油(質量%)	96	97
高温水添油性状	窒素分(質量 ppm)	28	24
	硫黄分(質量 ppm)	405	360
	塩素分(質量 ppm)	2	1

[0202] [表8]

常圧蒸留工程	実施例 9	実施例 10
原油(質量%)	99	99
熱分解油(質量%)	0	0
低温水添油(質量%)	0	0
高温水添油(質量%)	1	1
熱交換器汚れ評価	○	○
汚れによる温度低下幅(°C)	3	2

[0203] [表9]

スチームクラッキング工程		実施例 9	実施例 10
生成物比率	エチレン	18	17
	プロピレン	12	12
	ブタジエン、ブテン類	8	8
	インブレン、シクロペンタジエン	3	3
	ベンゼン、トルエン、キシレン、 エチルベンゼン、スチレン	17	18
	インデン、メチルスチレン	4	4
	重質留分	15	15
	軽質留分	23	23
金属分を除いた熱分解生成物全量 に対する化成品比率(質量%)		26	27

[0204] (実施例11)

熱分解油を分留して 18 質量%の高沸点油を除去した原料油（低沸点油 75 質量%、高沸点油 25 質量%）を用いて低温水添工程を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

低温水添工程に用いた原料油の性状を表 10 に示す。

[0205]（実施例 1 2）

熱分解油を分留して 10 質量%の高沸点油を除去した原料油（低沸点油 67 質量%、高沸点油 33 質量%）を用いて低温水添工程を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

低温水添工程に用いた原料油の性状を表 10 に示す。

[0206]（実施例 1 3）

熱分解油温度を 400℃として熱分解工程を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。低温水添工程に用いた原料油の性状を表 10 に示す。

[0207]（実施例 1 4）

熱分解油温度を 700℃として熱分解工程を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。低温水添工程に用いた原料油の性状を表 10 に示す。

[0208]

[表10]

熱分解工程		実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14
熱分解温度(°C)		500	500	400	700
生成物 比率	第一のガス分(質量%)	15	15	2	18
	熱分解油(質量%)	50	50	59	48
	残渣分(質量%)	35	35	39	34
熱分解油 性状	IBP(°C)	90	90	92	88
	T10(°C)	158	160	163	143
	T50(°C)	273	291	334	297
	T70(°C)	336	359	407	369
	T90(°C)	396	430	500	442
	EBP(°C)	430	475	620	590
	窒素分(質量 ppm)	5500	5500	5600	5700
	硫黄分(質量 ppm)	7700	7800	8700	8800
	塩素分(質量 ppm)	38	38	17	17
	ジエン価	16	16	17	12
ヨウ素価	210	209	220	160	
全酸価	7.2	6.4	7.9	3.1	
熱分解油から高沸点油をカットした割合(質量%)		18	10	-	-

生成物比率は各熱分解温度による熱分解後の生成物比率、実施例11、12の熱分解油性状は高沸油除去後の熱分解油性状を示す。

[0209] 実施例11～14における低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、スチームクラッキング工程における結果を表11～14に示す。

[0210] [表11]

低温水添工程	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14
低温水添温度(°C)	180	180	180	180
窒素分(質量 ppm)	5200	5300	5400	5500
ジエン価	12	12	13	9
ヨウ素価	127	140	164	119
全酸価	4.5	4.5	6.5	2.5
熱交換器汚れ評価	○	○	○	○
汚れによる温度低下幅(°C)	2	2	5	3

[0211]

[表12]

高温水添工程		実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14
原料油性状	高沸点油(質量%)	24	31	45	34
	低沸点油(質量%)	76	69	55	66
	窒素分(質量 ppm)	5200	5300	5400	5500
	硫黄分(質量 ppm)	8300	8500	8500	8600
	塩素分(質量 ppm)	17	17	17	17
生成物比率	第2のガス分(質量%)	6	6	5	5
	高温水添油(質量%)	94	94	95	95
高温水添油性状	窒素分(質量 ppm)	29	29	34	34
	硫黄分(質量 ppm)	430	430	490	490
	塩素分(質量 ppm)	2	2	2	2

[0212] [表13]

常圧蒸留工程	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14
原油(質量%)	99	99	99	99
熱分解油(質量%)	0	0	0	0
低温水添油(質量%)	0	0	0	0
高温水添油(質量%)	1	1	1	1
熱交換器汚れ評価	○	○	○	○
汚れによる温度低下幅(°C)	4	4	4	4

[0213] [表14]

スチームクラッキング工程		実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14
生成物比率	エチレン	18	18	18	18
	プロピレン	12	12	11	11
	ブタジエン、ブテン類	8	8	8	8
	イソブレン、シクロペンタジエン	3	3	3	3
	ベンゼン、トルエン、キシレン、 エチルベンゼン、スチレン	17	17	17	17
	インデン、メチルスチレン	4	4	4	4
	重質留分	16	16	17	17
	軽質留分	22	22	21	21
金属分を除いた熱分解生成物全量 に対する化成品比率(質量%)		22	21	25	26

[0214] (実施例15)

熱分解油を蒸留して18質量%の高沸点油を除去した原料油50質量%および高温水添工程で得られた高温水添油からなるリサイクル油50質量%を

含む原料油を用いて、低温水添工程で低温水添処理を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0215] (実施例 16)

熱分解油を蒸留して 10 質量%の高沸点油を除去した原料油 20 質量%および高温水添工程で得られた高温水添油からなるリサイクル油 80 質量%を含む原料油を用いて、低温水添工程で低温水添処理を行う以外は、実施例 1 と同様にして化成品の製造を行う。

[0216] 実施例 15、16 における熱分解工程、低温水添工程、高温水添工程、常圧蒸留工程、スチームクラッキング工程における結果を表 15～19 に示す。

[0217] [表15]

熱分解工程		実施例 15	実施例 16
熱分解温度(°C)		500	500
生成物 比率	第一のガス分(質量%)	15	15
	熱分解油(質量%)	50	50
	残渣分(質量%)	35	35
熱分解油 性状	IBP(°C)	90	90
	T10(°C)	158	160
	T50(°C)	273	291
	T70(°C)	336	359
	T90(°C)	396	430
	EBP(°C)	430	475
	窒素分(質量 ppm)	5500	5500
	硫黄分(質量 ppm)	7700	7800
	塩素分(質量 ppm)	38	38
	ジエン価	16	16
ヨウ素価	210	209	
全酸価	7.2	6.4	
熱分解油から高沸点油をカットした割合(質量%)		18	10

生成物比率は 500°C による熱分解後の生成物比率、実施例 15、16 の熱分解油性状は高沸点油除去後の熱分解油性状を示す。

[0218]

[表16]

低温水添工程	実施例 15	実施例 16
低温水添温度(°C)	180	180
窒素分(質量 ppm)	2600	1100
ジエン価	6	3
ヨウ素価	66	32
全酸価	2	1
熱交換器汚れ評価	○	○
汚れによる温度低下幅(°C)	2	2

[0219] [表17]

高温水添工程		実施例 15	実施例 16
原料油性状	高沸点油(質量%)	16	14
	低沸点油(質量%)	84	86
	窒素分(質量 ppm)	2600	1100
	硫黄分(質量 ppm)	4300	1900
	塩素分(質量 ppm)	9	4
生成物比率	第2のガス分(質量%)	5	5
	高温水添油(質量%)	95	95
高温水添油性状	窒素分(質量 ppm)	14	13
	硫黄分(質量 ppm)	220	190
	塩素分(質量 ppm)	0	0

[0220] [表18]

常圧蒸留工程	実施例 15	実施例 16
原油(質量%)	99	99
熱分解油(質量%)	0	0
低温水添油(質量%)	0	0
高温水添油(質量%)	1	1
熱交換器汚れ評価	○	○
汚れによる温度低下幅(°C)	2	1

[0221]

[表19]

スチームクラッキング工程		実施例 15	実施例 16
生成物比率	エチレン	18	17
	プロピレン	12	12
	ブタジエン、ブテン類	8	8
	イソプレン、シクロペンタジエン	3	3
	ベンゼン、トルエン、キシレン、 エチルベンゼン、スチレン	17	18
	インデン、メチルスチレン	4	4
	重質留分	15	15
	軽質留分	23	23
	金属分を除いた熱分解生成物全量 に対する化成品比率(質量%)		27

[0222] 上記の実施例から、本発明によって、廃タイヤ類を含む廃材から化成品を効率良く製造可能であることが確認される。

符号の説明

[0223] 1…熱交換器、2…熱分解炉、3…無酸素ガス供給源、4…循環路、5…油分回収装置、6…廃材、7…分解装置、8…外部加熱手段、9…流量計、10…ダンパ、11…送風機、12…乾留塔、13…回収タンク、14…熱風炉、15…排風機、16…排ガス処理装置、100…システム、110…熱分解ユニット、111…第一分離ユニット、112…微粉化ユニット、115…低温水添ユニット、120…高温水添ユニット、125…常圧蒸留ユニット、130…スチームクラッカー、S1…廃材、S2…第一のガス分、S3…熱分解油、S4…残渣分及び金属分の混合物、S5…残渣分、S6…金属分、S7…粉末状の炭化物、S8…低温水添油、S9…第二のガス分、S10…高温水添油、S11…スチームクラッキング原料油、S12…生成ガス、S13…生成油、S14…重質留分、S15…リサイクル油（高温水添油）、60…熱交換器汚れ評価の測定装置、61…テストピース、62…入口、63…出口

請求の範囲

- [請求項1] 廃タイヤ類を含む廃材の破碎物の熱分解により、第一のガス分と、熱分解油と、残渣分とを得る熱分解工程と、
- 前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添工程と、
- 前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添工程と、
- 前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する分離工程と、
- 前記ナフサ留分及び／又は前記他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油をスチームクラッキング処理して、化成品を得るスチームクラッキング工程と、を備え、
- 前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記熱分解油の量が40質量%以上である、
- 化成品の製造方法。
- [請求項2] 前記熱分解工程における熱分解温度が350℃以上750℃以下である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項3] 前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記第一のガス分の量が25質量%以下である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項4] 前記熱分解工程において、前記第一のガス分、前記熱分解油及び前記残渣分の合計量に対する、前記熱分解油の量が80質量%以下である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項5] 前記熱分解油の10%留出温度が90℃以上、90%留出温度が3

50℃以上である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項6] 前記高温水添工程における前記原料油が、前記熱分解油の少なくとも一部または前記熱分解油を分留して得られる留分の一部を含有する、請求項1に記載の製造方法。

[請求項7] 前記熱分解油を蒸留によって沸点が350℃を超える高沸点油の少なくとも一部を除去した後、前記低温水添工程の原料油の一部として用いる、請求項1に記載の製造方法。

[請求項8] 前記高温水添工程において、前記原料油が、沸点が350℃以下の低沸点油と沸点が350℃を超える高沸点油とを含有し、前記高沸点油の含有量が、前記原料油の全量基準で50質量%以下である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項9] 前記高温水添工程で得られた高温水添油の少なくとも一部を含みリサイクル油を前記低温水添工程の原料油の一部として用いる、請求項1に記載の製造方法。

[請求項10] 前記低温水添工程において、前記原料油中の前記リサイクル油および前記熱分解油の合計量に対する、前記リサイクル油の量が、10質量%超99質量%以下である、請求項9に記載の製造方法。

[請求項11] 前記高温水添工程が、水素化触媒の存在下で前記原料油を水素化する工程である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項12] 前記水素化触媒が、Ni系触媒を含有する、請求項11に記載の製造方法。

[請求項13] 前記高温水添工程において、前記常圧蒸留用原料油中の窒素分が2000質量ppm以上であり、前記ナフサ留分中の窒素分が25質量ppm以下である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項14] 前記分離工程において、前記常圧蒸留用原料油中の前記高温水添油および前記原油の合計量に対する、前記高温水添油の量が、0.001質量%以上9質量%以下である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項15] 前記低温水添油のジエン価が13.0gI₂/100g未満である

、請求項1に記載の製造方法。

- [請求項16] 前記低温水添油のヨウ素価が $160\text{ g I}_2/100\text{ g}$ 未満である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項17] 前記低温水添油の全酸価が、 5.0 mg KOH/g 未満である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項18] 前記スチームクラッキング工程において、前記ナフサ留分の少なくとも一部が軽質ナフサである、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項19] 前記化成品が、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ブテン類、イソプレン、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン、インデン、およびメチルスチレンからなる群から選択される少なくとも1種である、請求項1に記載の製造方法。
- [請求項20] 前記廃材が、廃ゴム類及び廃プラスチック類の少なくとも一方を更に含む、請求項1～19のいずれか一項に記載の製造方法。
- [請求項21] 合成ゴムの原料の少なくとも一部として請求項19に記載の製造方法により得られたブタジエンを用いる重合反応によって、合成ゴムを得る重合工程を含む、合成ゴムの製造方法。
- [請求項22] 請求項21に記載の製造方法により得られた合成ゴムを含む、タイヤ。
- [請求項23] タイヤの原料の少なくとも一部として請求項21に記載の製造方法により得られた合成ゴムを用いる加硫反応によって、タイヤを得る加硫工程を含む、タイヤの製造方法。
- [請求項24] 廃タイヤ類を含む廃材を用いて、化成品を製造する際に用いる、管理装置を用いて実行される化成品の管理方法であって、
前記管理方法は、前記管理装置を用いて、前記化成品に対し、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて、マスバランス方式を用いたリニューアブル生成物としての価値を割り当てる方法であり、

前記管理方法は、前記化成品が得られることを確認する工程（V）を含み、

前記工程（V）は、下記工程（V-1）、下記工程（V-2）、下記工程（V-3）、下記工程（V-4）、下記工程（V-5）、及び下記工程（V-6）を含み、

前記工程（V-1）が、前記廃材の熱分解により熱分解油を得る熱分解ユニットに投入した前記廃材から、前記熱分解油が生成されることを確認する工程であり、

前記工程（V-2）が、前記熱分解油の少なくとも一部を含有する原料油に、180℃以上350℃以下で低温水素化処理を施して、低温水添油を得る低温水添ユニットに投入した前記熱分解油から、前記低温水添油が生成されることを確認する工程であり、

前記工程（V-3）が、前記低温水添油の少なくとも一部を含有する原料油に、前記低温水素化処理よりも高温で水素化処理を施して、第二のガス分と、高温水添油とを得る高温水添ユニットに投入した前記低温水添油から、前記高温水添油が生成されることを確認する工程であり、

前記工程（V-4）が、前記高温水添油の少なくとも一部および原油を含有する常圧蒸留用原料油を常圧蒸留することにより、ナフサ留分と他の留分に分離する常圧蒸留ユニットに投入した前記高温水添油から、前記ナフサ留分と前記他の留分が生成されることを確認する工程であり、

前記工程（V-5）が、前記ナフサ留分及び／又は前記他の留分の少なくとも一部を含有するスチームクラッキング原料油にスチームクラッキング処理を施すスチームクラッカーに投入した前記スチームクラッキング原料油から、前記化成品が得られることを確認する工程であり、

前記工程（V-6）が、前記熱分解ユニット、前記低温水添ユ

ニット、前記高温水添ユニット、前記常圧蒸留ユニット、前記スチームクラッカーの順で処理することにより、前記廃材から前記化成品が得られることを確認する工程であり、

前記管理方法は、リニューアブル生成物としての価値を割り当てる生成物の割合を確認する工程（Z）を含み、

前記工程（Z）は、下記工程（Z-1）、下記工程（Z-2）、下記工程（Z-3）、及び下記工程（Z-4）を含み、

前記工程（Z-1）が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物のうち、リニューアブル生成物として割り当てる生成物を選択する工程であり、

前記工程（Z-2）が、前記スチームクラッカーにより得られる生成物に対する前記工程（Z-1）において選択した生成物が占める割合のうち、リニューアブル生成物として割り当てる割合（P）の値を決定する工程であり、

前記工程（Z-3）が、前記廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合（Q）の値を把握する工程であり、

前記工程（Z-4）が、前記割合（P）の値と、前記含有割合（Q）の値とを比較し、前記割合（P）の値が、前記含有割合（Q）の値以下となるよう確認する工程である、

化成品の管理方法。

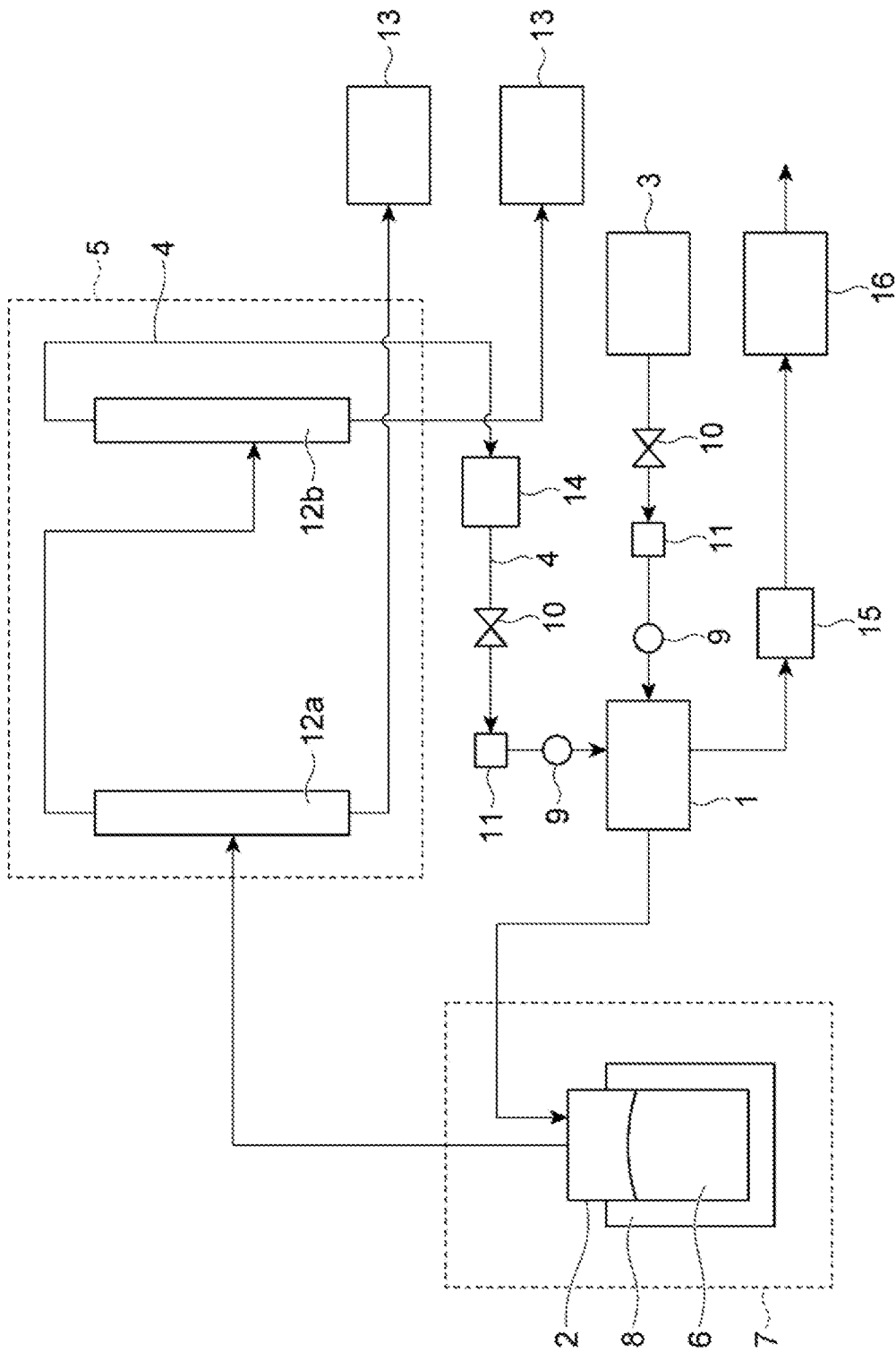
[請求項25] 管理プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を備える前記管理装置であって、

前記管理装置が前記管理プログラムを実行することにより請求項24に記載の管理方法を実行する、管理装置。

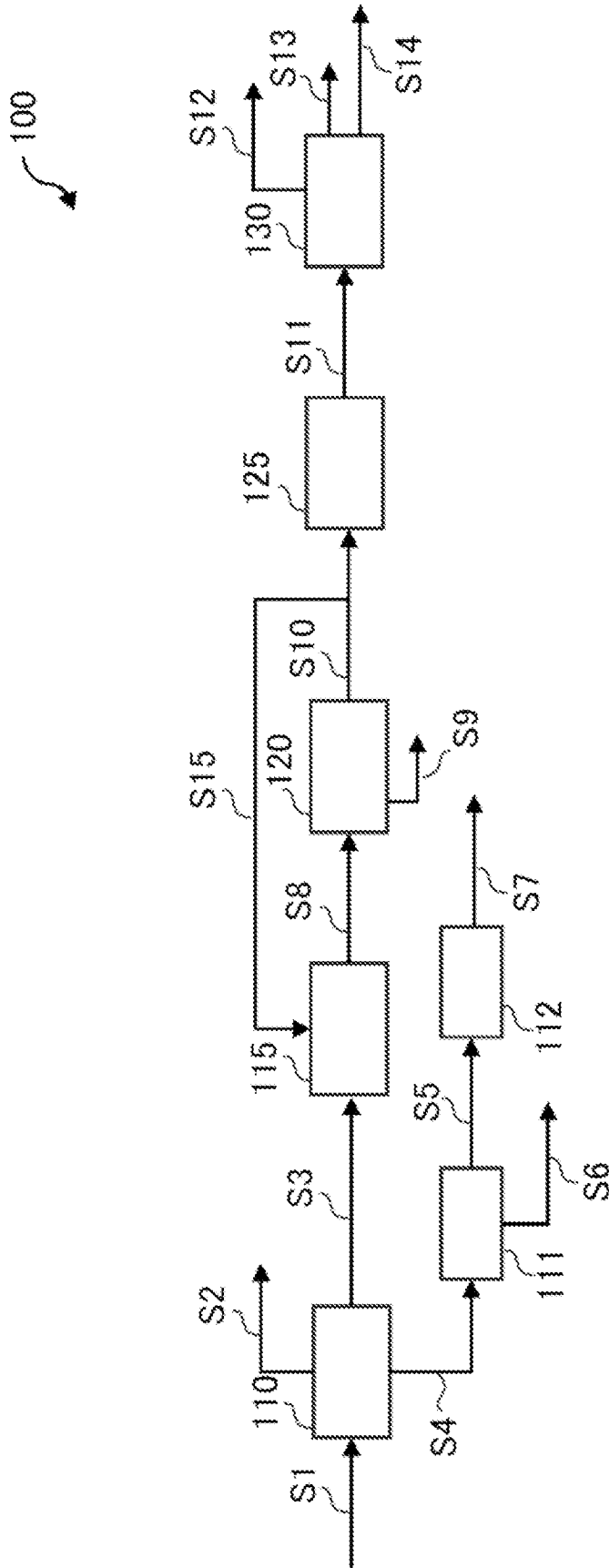
[請求項26] 前記管理方法を実行した後、前記管理方法により取得された、廃タイヤ類を含む廃材に含有されるリニューアブル原料の含有割合に応じて選択した生成物に対するリニューアブル生成物としての価値を割り当てられた結果を、出力する、請求項25に記載の管理装置。

- [請求項27] コンピュータプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、
- 請求項24に記載の管理方法をコンピュータに実行させる管理プログラムを記憶する、記憶媒体。
- [請求項28] 請求項24に記載の管理方法をコンピュータに実行させるための管理プログラム。

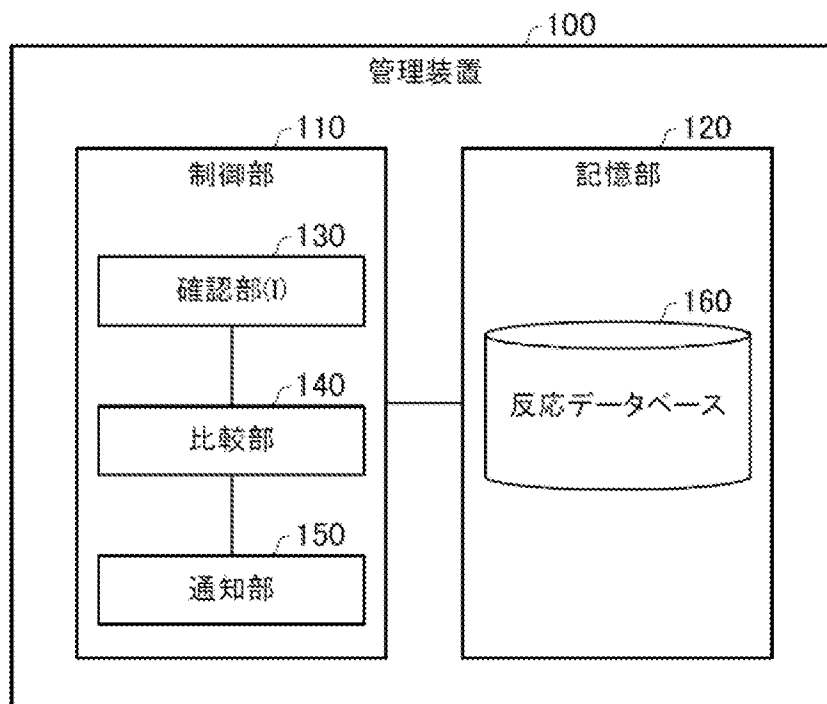
[図1]



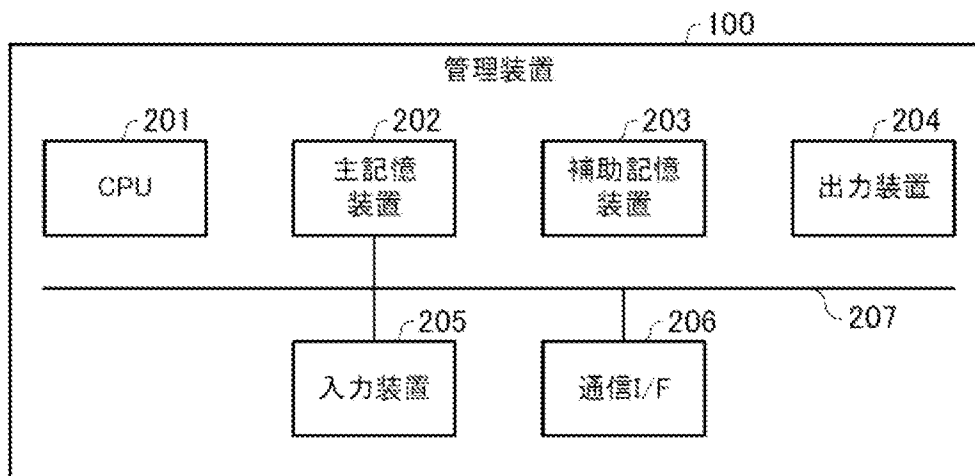
[図2]



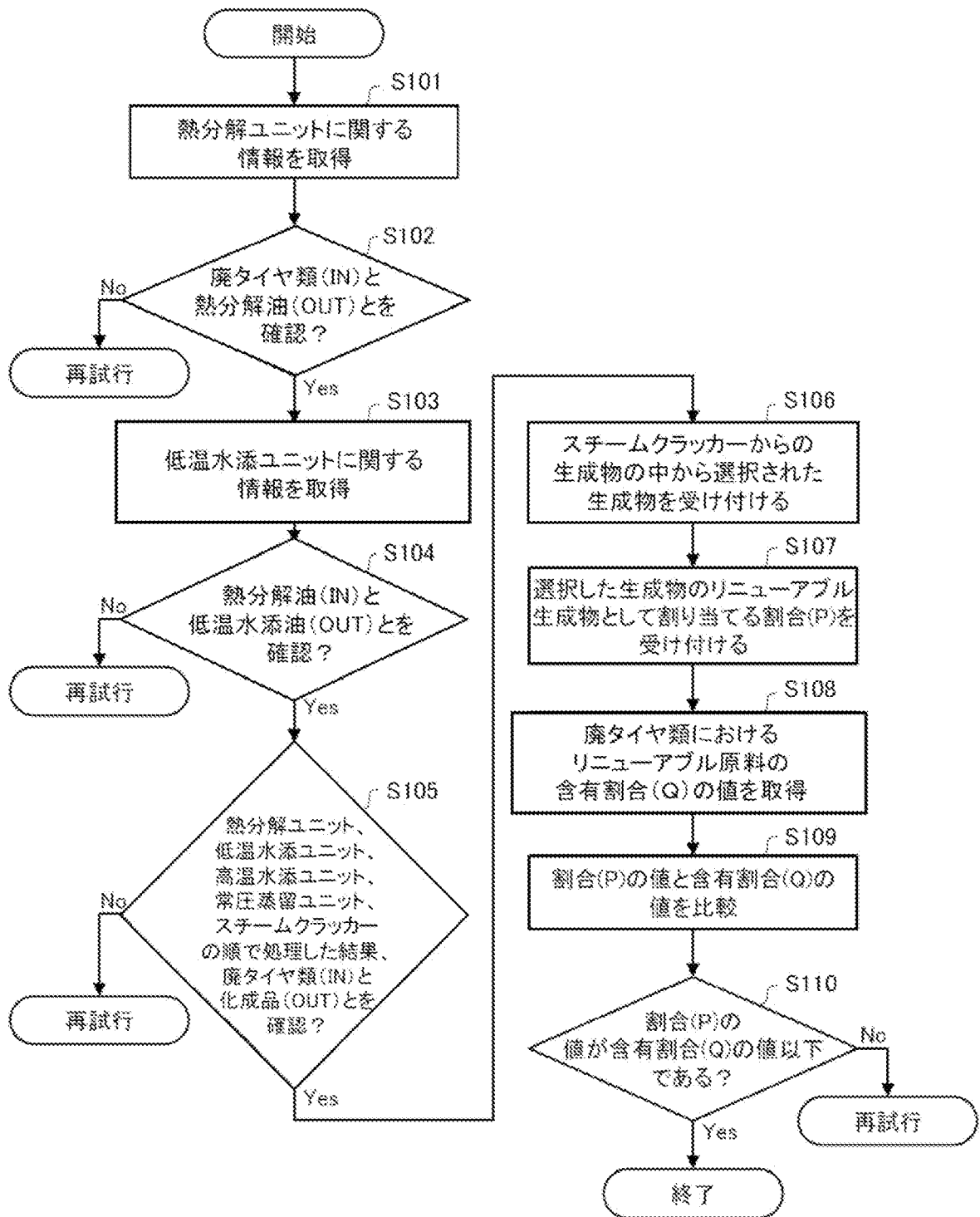
[図3]



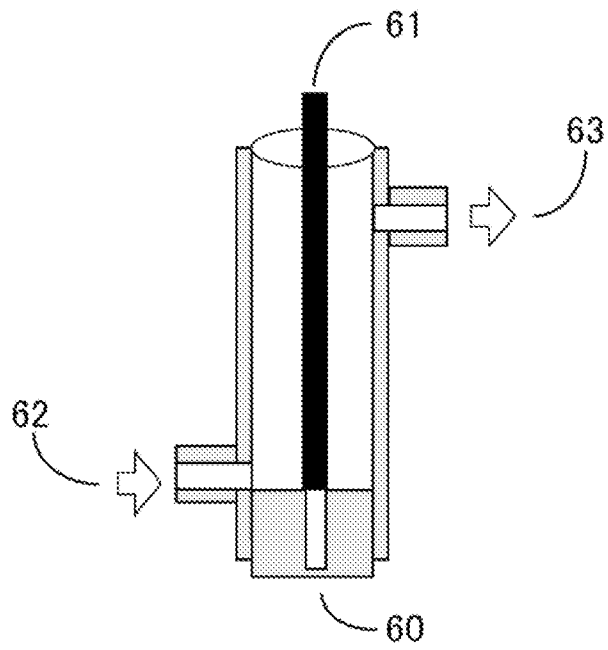
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/026605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10G 69/06(2006.01)i; *C08J 11/12*(2006.01)i; *C10G 1/10*(2006.01)i; *C10G 9/36*(2006.01)i; *C10G 45/06*(2006.01)i;
C10G 45/32(2006.01)i

FI: C10G69/06; C08J11/12; C10G1/10 ZAB; C10G9/36; C10G45/06 Z; C10G45/32

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)

C10G69/06; C08J11/12; C10G1/10; C10G9/36; C10G45/06; C10G45/32

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	JP 11-61147 A (JGC CORP.) 05 March 1999 (1999-03-05)	1-28
A	JP 2019-527271 A (SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES, B.V.) 26 September 2019 (2019-09-26)	1-28
A	JP 2019-527758 A (SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES, B.V.) 03 October 2019 (2019-10-03)	1-28
A	JP 2023-508352 A (CHEVRON U.S.A. INC.) 02 March 2023 (2023-03-02)	1-28
P, A	WO 2023/145545 A1 (ENEOS CORP.) 03 August 2023 (2023-08-03)	1-28

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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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 10 September 2024	Date of mailing of the international search report 17 September 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/026605

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	11-61147	A	05 March 1999	(Family: none)	
JP	2019-527271	A	26 September 2019	US 2019/0233744	A1
				WO 2018/011642	A1
				EP 3484980	A1
				CN 109477006	A
JP	2019-527758	A	03 October 2019	US 2019/0299491	A1
				WO 2018/025104	A1
				EP 3491103	A1
				CN 109563413	A
JP	2023-508352	A	02 March 2023	US 2021/0189252	A1
				WO 2021/133887	A1
				EP 4093838	A1
				KR 10-2022-0117901	A
				CN 114901781	A
WO	2023/145545	A1	03 August 2023	JP 2023-109380	A
				TW 202340434	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C10G 69/06(2006.01)i; C08J 11/12(2006.01)i; C10G 1/10(2006.01)i; C10G 9/36(2006.01)i; C10G 45/06(2006.01)i; C10G 45/32(2006.01)i FI: C10G69/06; C08J11/12; C10G1/10 ZAB; C10G9/36; C10G45/06 Z; C10G45/32		
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（IPC）） C10G69/06; C08J11/12; C10G1/10; C10G9/36; C10G45/06; C10G45/32 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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
A	JP 11-61147 A (日揮株式会社) 05.03.1999 (1999-03-05)	1-28
A	JP 2019-527271 A (サビック グローバル テクノロジーズ ベスローテン フェンノー トシャップ) 26.09.2019 (2019-09-26)	1-28
A	JP 2019-527758 A (サビック グローバル テクノロジーズ ベスローテン フェンノー トシャップ) 03.10.2019 (2019-10-03)	1-28
A	JP 2023-508352 A (シェブロン ユー. エス. エー. インコーポレイテッド) 02.03.2023 (2023-03-02)	1-28
P, A	WO 2023/145545 A1 (ENEOS株式会社) 03.08.2023 (2023-08-03)	1-28
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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 10.09.2024	国際調査報告の発送日 17.09.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 森 健一 4V 9263 電話番号 03-3581-1101 内線 3483	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/026605

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	11-61147	A	05.03.1999	(ファミリーなし)			
JP	2019-527271	A	26.09.2019	US	2019/0233744	A1	
				WO	2018/011642	A1	
				EP	3484980	A1	
				CN	109477006	A	
JP	2019-527758	A	03.10.2019	US	2019/0299491	A1	
				WO	2018/025104	A1	
				EP	3491103	A1	
				CN	109563413	A	
JP	2023-508352	A	02.03.2023	US	2021/0189252	A1	
				WO	2021/133887	A1	
				EP	4093838	A1	
				KR	10-2022-0117901	A	
				CN	114901781	A	
WO	2023/145545	A1	03.08.2023	JP	2023-109380	A	
				TW	202340434	A	