(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-145337
(P2017-145337A)
(43)公開日　平成29年8月24日(2017.8.24)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
C10L 1/04	(2006.01)	C10L	1/04	4G140
C10G 2/00	(2006.01)	C10G	2/00	4H129
C10G 45/58	(2006.01)	C10G	45/58	
C01B 3/24	(2006.01)	C01B	3/24	

審査請求 未請求　請求項の数 14　ＯＬ　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2016-28905(P2016-28905)
(22)出願日　平成28年2月18日(2016.2.18)

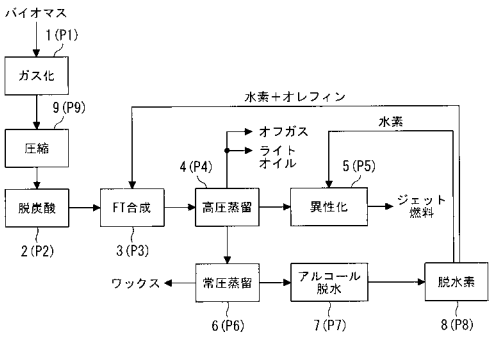
（出願人による申告）平成２４年度～平成２７年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマスエネルギー技術研究開発／戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業（次世代技術開発）／革新的噴流床ガス化とＡｎｔｉ－ＡＳＦ型ＦＴ合成によるバイオジェット燃料製造システムの研究開発」委託研究、産業技術力強化法第１９条の適用を受ける特許出願

(71)出願人　514030104
三菱日立パワーシステムズ株式会社
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号
(74)代理人　100092978
弁理士　真田　有
(72)発明者　上妻　富明
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内
(72)発明者　篠田　克彦
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】バイオジェット燃料の製造方法及び製造設備

(57)【要約】
【課題】バイオマス資源からバイオジェット燃料を製造するに際し、製造設備に係る設置スペースの省スペース化や設置コストの抑制を図りながらバイオジェット燃料の回収率を向上させることができるようにする。
【解決手段】ガス化工程Ｐ１と、ガスをＦＴ合成するＦＴ合成工程Ｐ３と、合成された炭化水素系材料を蒸留してオフガスとライトオイルと燃料原料成分を含む残留成分とを各々分離する第１蒸留工程Ｐ４と、オフガスとライトオイルと燃料原料成分を含む残留成分とを、第１蒸留工程Ｐ４により分離された残留成分から、固形分と、燃料原料成分とを、常圧状態で分離する第２蒸留工程Ｐ６と、第１蒸留工程Ｐ４及び／又は第２蒸留工程Ｐ６で分離された燃料原料成分を異性化する異性化工程Ｐ５と、を備え、少なくとも異性化工程Ｐ５を経てジェット燃料を得る。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
バイオマス資源をガス化するガス化工程と、
前記ガス化工程により生成されたガスをＦＴ合成するＦＴ合成工程と、
前記ＦＴ合成工程により合成された炭化水素系材料を蒸留して、少なくとも炭素原子が４以下の炭化水素系材料及び／又は不活性ガスを含むオフガスと、炭素原子が５以上８以下の炭化水素系材料のライトオイルと、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分を含む残留成分とを、各々分離する第１蒸留工程と、
前記第１蒸留工程により分離された前記残留成分から、固形分と、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分とを、常圧状態で分離する第２蒸留工程と、
前記第１蒸留工程及び／又は前記第２蒸留工程で分離された前記燃料原料成分を異性化する異性化工程と、を備え、
少なくとも前記異性化工程を経てジェット燃料を得る
ことを特徴とする、バイオジェット燃料の製造方法。
【請求項２】
前記第１蒸留工程は、常圧より高い高圧状態で前記炭化水素系材料を蒸留し前記燃料原料成分を分離する高圧蒸留工程であって、
前記異性化工程では、前記高圧蒸留工程により分離された前記燃料原料成分のうち、オレフィンをパラフィン化する異性化によりジェット燃料を得る
ことを特徴とする、請求項１記載のバイオジェット燃料の製造方法。
【請求項３】
前記第１蒸留工程は、常圧状態で前記炭化水素系材料を蒸留し前記燃料原料成分を含む残留成分を分離する常圧蒸留工程であって、
前記第２蒸留工程は、前記残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得る
ことを特徴とする請求項１に記載のバイオジェット燃料の製造方法。
【請求項４】
前記第１蒸留工程の後に、前記第１蒸留工程の残留成分のうちオレフィンをパラフィン化する前記異性化工程を行い、
前記第２蒸留工程は、前記異性化工程で前記パラフィン化された残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得る
ことを特徴とする請求項３に記載のバイオジェット燃料の製造方法。
【請求項５】
前記第２蒸留工程によりワックスを分離された前記第２燃料原料成分から水素を取り出す脱水素工程を備え、
前記脱水素工程により取り出された水素を前記ＦＴ合成工程及び前記異性化工程の少なくとも何れか一方に還流する
ことを特徴とする、請求項１～４の何れか１項に記載のバイオジェット燃料の製造方法。
【請求項６】
前記第２蒸留工程の後に、前記第２蒸留工程により分離された前記第２燃料原料成分からアルコールを脱水してオレフィン化するアルコール脱水工程を備えている
ことを特徴とする、請求項１～５の何れか１項に記載のバイオジェット燃料の製造方法。
【請求項７】
前記ガス化工程の後に、前記ガス化工程により生成されたガスから炭酸成分を除去する脱炭酸工程を備えている
ことを特徴とする、請求項１～６の何れか１項に記載のバイオジェット燃料の製造方法。
【請求項８】
バイオマス資源をガス化するガス化処理部と、
前記ガス化処理部により生成されたガスをＦＴ合成するＦＴ合成処理部と、
前記ＦＴ合成処理部により合成された液体炭化水素を蒸留して、少なくとも炭素原子が

４以下の炭化水素系材料及び／又は不活性ガスを含むオフガスと、炭素原子が５以上８以下の炭化水素系材料のライトオイルと、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分を含む残留成分とを、各々分離する第１蒸留処理部と、
前記第１蒸留処理部により分離された前記残留成分から、固体分と、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分とを、常圧状態で分離する第２蒸留処理部と、
前記第１蒸留処理部及び／又は前記第２蒸留処理部で分離された前記燃料原料成分を異性化する異性化処理部と、を備え、
少なくとも前記異性化処理部を経て、ジェット燃料を得る
ことを特徴とする、バイオジェット燃料の製造設備。
【請求項９】
前記第１蒸留処理部は、常圧より高い高圧状態で液体炭化水素を蒸留し前記燃料原料成分を分離する高圧蒸留処理部であって、
前記異性化処理部では、前記高圧蒸留処理部により分離された前記燃料原料成分のうち、オレフィンをパラフィン化する異性化によりジェット燃料を得る
ことを特徴とする、請求項８に記載のバイオジェット燃料の製造設備。
【請求項１０】
前記第１蒸留処理部は、常圧状態で前記炭化水素系材料を蒸留し前記燃料原料成分を含む残留成分を分離する常圧蒸留処理部であって、
前記第２蒸留処理部は、前記残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得る
ことを特徴とする請求項８に記載のバイオジェット燃料の製造設備。
【請求項１１】
前記異性化処理部では、前記第１蒸留処理部で分離された残留成分のうちオレフィンをパラフィン化する異性化を行い、
前記第２蒸留処理部は、前記異性化処理部で前記パラフィン化された残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得る
ことを特徴とする請求項１０に記載のバイオジェット燃料の製造設備。
【請求項１２】
前記第２蒸留処理部によりワックスを分離された前記第２燃料原料成分から水素を取り出す脱水素処理部を備え、
前記脱水素処理部により取り出された水素を前記ＦＴ合成処理部及び前記異性化処理部の少なくともいずれか一方に還流する
ことを特徴とする、請求項８～１１の何れか１項に記載のバイオジェット燃料の製造設備。
【請求項１３】
前記第２蒸留処理部の後に、前記第２蒸留処理部により分離された前記第２燃料原料成分からアルコールを脱水するアルコール脱水処理部を備えている
ことを特徴とする、請求項８～１２の何れか１項に記載のバイオジェット燃料の製造設備。
【請求項１４】
前記ガス化処理部の後に、前記ガス化処理部により生成されたガスから炭酸成分を除去する脱炭酸処理部を備えている
ことを特徴とする、請求項８～１３の何れか１項に記載のバイオジェット燃料の製造設備。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、バイオジェット燃料の製造方法及び製造設備に関するものである。
【背景技術】
【０００２】

近年、燃料価格の高騰対策や地球環境負荷低減、さらには燃料確保の容易化を目指して、木材や藻類などのバイオマス資源を原料にした航空機向けバイオジェット燃料を製造する技術開発が進められており、バイオジェット燃料の需要拡大が期待されている。

例えば、特許文献１，２には、バイオマスから液体燃料を製造する技術が記載されている。バイオマスから液体燃料を製造するには、例えば特許文献１に記載されるように、バイオマスをガス化する工程と、ガス化されたものを合成反応させ液体燃料を得る工程とを実施する。

【０００３】

特許文献３には、天然ガスから液体燃料を製造する技術が記載されている。この技術では、天然ガスから液体燃料を製造するには、調製工程により天然ガスから不必要な成分を除去し、これをフィッシャー・トロプシュ合成工程で処理して液体炭化水素を合成し、その後、異性化工程（水素化分解／水素異性化工程）により液体炭化水素を長鎖炭化水素に異性化し、さらに、蒸留工程によって中間留分を得て、中間留分から液体燃料を取り出すこととされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特表２０１０－５３５２８２号公報

【特許文献２】特表２０１０－５２９２７４号公報

【特許文献３】特表２０１５－５０４９３４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところで、バイオジェット燃料を製造する場合、製造コストを如何に抑えるかが重要な課題である。このためには、バイオマス資源から燃料を製造する際に、製造過程で得られた燃料以外の成分の内、有効利用できるものは可能な限り利用して廃棄分を削減させ、バイオジェット燃料の回収率を向上させることが有効である。この点、上記の従来技術には、改善検討の余地がある。

【０００６】

このような観点から、本発明の案出過程で、図４に示すようなバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備についての一つの案が創案されている。

図４に示すように、製造設備は、ガス化処理部１１、圧縮処理部１２、ＦＴ合成処理部１３、異性化処理部１４、第１常圧蒸留処理部１５、第２常圧蒸留処理部１６、脱水素処理部１７を有している。製造方法では、これらの各処理部１１～１６によって、ガス化工程Ｐ１１、圧縮工程Ｐ１２、ＦＴ合成工程Ｐ１３、異性化工程Ｐ１４、第１常圧蒸留工程Ｐ１５、第２常圧蒸留工程Ｐ１６をこの順に実施する。

【０００７】

さらに説明すると、バイオマス資源がガス化工程Ｐ１１に供給されると、バイオマス資源をいわゆる蒸し焼きにしてガス化する。次に、これで得られたガスが圧縮工程Ｐ１２に送られて圧縮される。

さらに、生成されたガスは、ＦＴ合成工程Ｐ１３に送られて、液体燃料合成工程としてフィッシャー・トロプシュ（ＦＴ）反応によりガス中の一酸化炭素と水素から触媒反応を用いて液体炭化水素を合成する。合成された液体炭化水素は異性化工程Ｐ１４に送られて原子配列を変化して別の分子に変換する異性化が行われる。

【０００８】

この異性化された液体炭化水素は、第１常圧蒸留工程Ｐ１５に送られて常圧（大気圧又はこれよりもやや高い圧力）で蒸留され、蒸留されたガス分のうちのオフガスと、蒸留された液体分のうちのライトオイルが除去される。

蒸留された液体炭化水素は、第２常圧蒸留工程Ｐ１６に送られて常圧（大気圧又はこれよりもやや高い圧力）で蒸留され、ジェット燃料とワックス分とに分離されて、ジェット

燃料が得られる。
【０００９】
また、第１常圧蒸留工程Ｐ１５で分離された残りの成分は、脱水素工程Ｐ１７に送られて水素及びオレフィンが取り出されて、上流のＦＴ合成工程Ｐ１３及び異性化工程Ｐ１４に送られて、ＦＴ合成や異性化に用いられる。
【００１０】
このようにして、製造工程で発生した水素及びオレフィンを上流に戻して再循環させることによって有効利用して、バイオジェット燃料の回収率を向上させることが考えられる。
【００１１】
図４に示す個々の処理工程は既存の処理工程であり、工程順に従い全ガス量を処理して次工程へと順に処理が進むように個々の処理設備を並べると、大型化・大容量化を招く設備があり、製造設備に係る設置スペースの増大やコストの増大を招くことになる。したがって、かかる技術では、バイオジェット燃料の回収率の向上を図ることができる反面、設備コストが増大し、このことが製造コストを抑える上での阻害要因になっている。
そこで、バイオジェット燃料の製造方法や製造設備の更なる改善を進め、製造設備に係る設置スペースの増大やコストの増大を抑えながらバイオジェット燃料の回収率を向上させることができるようにして、バイオジェット燃料の製造コストを抑えようにすることが求められている。
【００１２】
本発明は、バイオマス資源からバイオジェット燃料を製造するに際し、製造設備に係る設置スペースの省スペース化や設置コストの抑制を図りながらバイオジェット燃料の回収率を向上させることができるようにした、バイオジェット燃料の製造方法及び製造設備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】
【００１３】
（１）上記の目的を達成するために、本発明のバイオジェット燃料の製造方法は、バイオマス資源をガス化するガス化工程と、前記ガス化工程により生成されたガスをＦＴ合成するＦＴ合成工程と、前記ＦＴ合成工程により合成された炭化水素系材料を蒸留して、少なくとも炭素原子が４以下の炭化水素系材料及び／又は不活性ガスを含むオフガスと、炭素原子が５以上８以下の炭化水素系材料のライトオイルと、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分を含む残留成分とを、各々分離する第１蒸留工程と、前記第１蒸留工程により分離された前記残留成分から、固形分と、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分とを、常圧状態で分離する第２蒸留工程と、前記第１蒸留工程及び／又は前記第２蒸留工程で分離された前記燃料原料成分を異性化する異性化工程と、を備え、少なくとも前記異性化工程を経てジェット燃料を得ることを特徴としている。
【００１４】
（２）前記第１蒸留工程は、常圧より高い高圧状態で前記炭化水素系材料を蒸留し前記燃料原料成分を分離する高圧蒸留工程であって、前記異性化工程では、前記高圧蒸留工程により分離された前記燃料原料成分のうち、オレフィンをパラフィン化する異性化によりジェット燃料を得ることが好ましい。
【００１５】
（３）前記第１蒸留工程は、常圧状態で前記炭化水素系材料を蒸留し前記燃料原料成分を含む残留成分を分離する常圧蒸留工程であって、前記第２蒸留工程は、前記残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得ることが好ましい。
【００１６】
（４）この場合、前記第１蒸留工程の後に、前記第１蒸留工程の残留成分のうちオレフィンをパラフィン化する前記異性化工程を行い、前記第２蒸留工程は、前記異性化工程で前記パラフィン化された残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得るこ

とも好ましい。
【００１７】
（５）前記第２蒸留工程によりワックスを分離された前記第２燃料原料成分から水素を取り出す脱水素工程を備え、前記脱水素工程により取り出された水素を前記ＦＴ合成工程及び前記異性化工程の少なくとも何れか一方に還流することが好ましい。
【００１８】
（６）前記第２蒸留工程の後に、前記第２蒸留工程により分離された前記第２燃料原料成分からアルコールを脱水してオレフィン化するアルコール脱水工程を備えていることが好ましい。
【００１９】
（７）前記ガス化工程の後に、前記ガス化工程により生成されたガスから炭酸成分を除去する脱炭酸工程を備えていることが好ましい。
【００２０】
（８）また、本発明のバイオジェット燃料の製造設備は、バイオマス資源をガス化するガス化処理部と、前記ガス化処理部により生成されたガスをＦＴ合成するＦＴ合成処理部と、前記ＦＴ合成処理部により合成された液体炭化水素を蒸留して、少なくとも炭素原子が４以下の炭化水素系材料及び／又は不活性ガスを含むオフガスと、炭素原子が５以上８以下の炭化水素系材料のライトオイルと、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分を含む残留成分とを、各々分離する第１蒸留処理部と、前記第１蒸留処理部により分離された前記残留成分から、固体分と、炭素原子が８以上３２以下の炭化水素系材料の燃料原料成分とを、常圧状態で分離する第２蒸留処理部と、前記第１蒸留処理部及び／又は前記第２蒸留処理部で分離された前記燃料原料成分を異性化する異性化処理部と、を備え、少なくとも前記異性化処理部を経て、ジェット燃料を得ることを特徴としている。
【００２１】
（９）前記第１蒸留処理部は、常圧より高い高圧状態で液体炭化水素を蒸留し前記燃料原料成分を分離する高圧蒸留処理部であって、前記異性化処理部では、前記高圧蒸留処理部により分離された前記燃料原料成分のうち、オレフィンをパラフィン化する異性化によりジェット燃料を得ることが好ましい。
【００２２】
（１０）前記第１蒸留処理部は、常圧状態で前記炭化水素系材料を蒸留し前記燃料原料成分を含む残留成分を分離する常圧蒸留処理部であって、前記第２蒸留処理部は、前記残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得ることが好ましい。
【００２３】
（１１）この場合、前記異性化処理部では、前記第１蒸留処理部で分離された残留成分のうちオレフィンをパラフィン化する異性化を行い、前記第２蒸留処理部は、前記異性化処理部で前記パラフィン化された残留成分から前記燃料原料成分を分離してジェット燃料を得ることが好ましい。
【００２４】
（１２）前記第２蒸留処理部によりワックスを分離された前記第２燃料原料成分から水素を取り出す脱水素処理部を備え、前記脱水素処理部により取り出された水素を前記ＦＴ合成処理部及び前記異性化処理部の少なくともいずれか一方に還流することが好ましい。
【００２５】
（１３）前記第２蒸留処理部の後に、前記第２蒸留処理部により分離された前記第２燃料原料成分からアルコールを脱水するアルコール脱水処理部を備えていることが好ましい。
【００２６】
（１４）前記ガス化処理部の後に、前記ガス化処理部により生成されたガスから炭酸成分を除去する脱炭酸処理部を備えていることが好ましい。
【発明の効果】

【００２７】
本発明によれば、第１蒸留工程又は第２蒸留工程によって燃料原料成分を分離してから、異性化工程において異性化するので、異性化をする際に予め不要な成分が除去されており、異性化反応を促進することができる。これにより、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができる。
また、燃料原料成分のみ異性化工程に供給されるので、異性化装置の省スペース化を図ることができる。これにより、バイオジェット燃料の製造設備の省スペース化が可能となる。
【００２８】
また、第２蒸留工程により分離された燃料原料成分以外の残留成分から脱水素工程により水素を取り出して、ＦＴ合成工程又は異性化工程の少なくともいずれか一方に還流して使用するので、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができる。
さらに、第１蒸留工程において、高圧蒸留を行なうようにすれば、装置のコンパクト化を図ることができると共に、異性化の促進にも寄与する。
また、第２蒸留工程により分離された残留成分をアルコール脱水して脱水素工程に送るようにすれば、油水が分離されて脱水素を促進させることができ、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができる。
さらに、ガス化工程により生成されたガスから炭酸成分を除去したうえでＦＴ合成工程に送るようにすれば、ＦＴ合成工程以降の工程において、処理を阻害する余分な成分が送られないようになり、処理効率を向上させることができる。
【図面の簡単な説明】
【００２９】
【図１】第１実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図である。
【図２】第２実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図である。
【図３】第３実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図である。
【図４】本発明の案出過程で創案されたバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００３０】
以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。なお、以下に示す実施形態はあくまでも例示に過ぎず、以下の実施形態で明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。以下の実施形態の各構成は、それらの趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができるとともに、必要に応じて取捨選択することができ、あるいは適宜組み合わせることが可能である。
【００３１】
〔第１実施形態〕
図１を参照して第１実施形態を説明する。
なお、図１は本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図であり、図１中の各ブロックは製造設備の各処理部を示すと共に、製造方法の各工程を示す。
【００３２】
図１に示すように、本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造設備は、ガス化処理部１、圧縮処理部９、脱炭酸処理部２、ＦＴ合成処理部３、第１蒸留処理部４、異性化処理部５、第２蒸留処理部６、アルコール脱水処理部７、及び脱水素処理部８を有している。本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法では、これらのうちの各処理部１～５，９によって、ガス化工程Ｐ１、圧縮工程Ｐ９、脱炭酸工程Ｐ２、ＦＴ合成工程Ｐ３、第１蒸留工程Ｐ４、異性化工程Ｐ５をこの順に実施して、バイオジェット燃料を製造する。

【００３３】
また、第２蒸留処理部６、アルコール脱水処理部７、及び脱水素処理部８を用いて、第２蒸留工程Ｐ６、アルコール脱水工程Ｐ７、及び脱水素工程Ｐ８をこの順で実施して得られる水素を、ＦＴ合成工程Ｐ３及び異性化工程Ｐ５の両方或いは一方に還流する。
【００３４】
以下、さらに各工程を説明する。
ガス化工程Ｐ１では、ガス化処理部１のガス化炉において、供給された木質（薪、木炭、チップ、ペレット他）などのバイオマス資源（以下、単に、バイオマスともいう）を粉砕し、いわゆる蒸し焼き（部分酸化反応など）にしてガス化する。
なお、ガス化とは、ガス化反応器などの装置により、バイオマスから一酸化炭素（ＣＯ）及び水素（H_2）、炭化水素系ガス（C_nH_m）などを含む可燃性混合ガスを発生させることである。
【００３５】
次に、ＦＴ合成前の圧縮工程Ｐ９では、圧縮処理部９において、ガス化工程Ｐ１により得られたガスに脱炭酸ガス工程Ｐ２を実施する前に昇圧して圧縮する。本実施工程では、この圧縮工程Ｐ９で例えば約１ＭＰａまで圧縮することで、後工程のＦＴ合成工程Ｐ３での合成を促進する。
【００３６】
次に、脱炭酸工程Ｐ２では、脱炭酸処理部２において、ガス化工程Ｐ１後に圧縮工程Ｐ１２で圧縮されたガスから炭酸ガスを除去する。炭酸ガスはＦＴ合成工程Ｐ３の化学反応に寄与しない不活性ガスであり、除去することで化学反応に必要なガスの分圧が向上してＦＴ合成工程Ｐ３における反応効率を向上することができる。除去にはアミン法などが使用できる。なお、脱炭酸ガス工程Ｐ２の実施は好ましいが、省略する場合もある。
【００３７】
次に、ＦＴ合成工程Ｐ３では、フィッシャー・トロプシュ法を用いて、脱炭酸工程Ｐ２で炭酸ガスが除去されたガス中の一酸化炭素と水素とから触媒反応を用いて液体炭化水素を合成する。原料としての可燃性混合ガス中の一酸化炭素（ＣＯ）及び水素（H_2）からオレフィン（C_nH_{2n}）の連鎖成長を経て成長（C_8H_{18}～$C_{16}H_{34}$）し、水素（H_2）を取り込んでパラフィン化反応により、ｎ－パラフィン（ｎ－C_nH_{2n+2}）を生成する。
【００３８】
第１蒸留処理部４は、高圧（従来の約１ＭＰａおよそ３倍程度の約３ＭＰａ）状態での蒸留（高圧蒸留）を行なう高圧蒸留処理部である。したがって、第１蒸留処理部４で行なう第１蒸留工程Ｐ４では、高圧蒸留によって、ＦＴ合成工程Ｐ３で合成された液体炭化水素を分別蒸留して、オフガスとライトオイルとを分離除去する。
オフガスとはメタン，エタン，プロパン，ブタンなどの沸点の低い炭化水素ガスや、二酸化炭素などの反応に寄与しない不活性ガスを主成分とするガスである。
【００３９】
この高圧蒸留では、ポンプなどで、例えば１ＭＰａ→３ＭＰａに加圧し、分別蒸留により、C_8H_m以下の軽い成分（C_5H_m～C_8H_m）をライトオイルとして分離除去する。分離除去されたライトオイルはボイラ等の燃料に利用される。
C_8H_m以上の重い燃料成分（C_8H_{18}～$C_{16}H_{34}$）を含む燃料原料成分を中間分留して、ジェット燃料の規格に合うように次工程の異性化工程Ｐ５へと供給する。
さらに燃料原料成分とならなかった残留成分は第２蒸留処理部６に送られて、固体分が分離される。
【００４０】
このため、高圧蒸留によれば、同様の分別蒸留処理能力を備えた常圧蒸留の蒸留処理部（蒸留塔）に比べて、蒸留処理部（蒸留塔）を小型化することができる。
また、蒸留処理部毎に設けられた処理段数は、高圧とすることで蒸留処理部（蒸留塔）を小型化できることから、常圧の蒸留処理部よりも多い処理段数を設置することができる

。このため、より細かく分別蒸留することができ、この蒸留による中間留分としてジェット燃料に利用可能な燃料原料成分のみをより分別して取り出すことができる。

したがって、次工程の異性化工程Ｐ５へと供給する成分を限定して、ジェット燃料の製造工程を効率化するとともに異性化工程Ｐ５での異性処理部５の反応器を小容量化・小型化することができる。

【００４１】

異性化工程Ｐ５では、この第１蒸留工程Ｐ４による高圧蒸留によって取り出された燃料原料成分をジェット燃料となる軽油成分に異性化する。つまり、ＦＴ合成工程Ｐ３のＦＴ反応で生成したｎ－パラフィンをｉｓｏ－パラフィン化し、ジェット燃料規格に合うようにする（下式参照）。

・ｎ－パラフィンのｉｓｏ－パラフィン化

$n-C_2H_6 \rightarrow iso-C_2H_6$

$n-C_3H_6 \rightarrow iso-C_3H_8$

なお、ジェット燃料となる軽油成分は、ケロシン系とワイドカット系に大別されるが、ケロシン（$C_{10}H_m$～$C_{15}H_m$）やナフサ（C_6H_m～C_9H_m）が主成分とされる。

【００４２】

第１蒸留工程Ｐ４では、分別蒸留により、オフガスと、ライトオイルと、異性化工程Ｐ５に送る燃料原料成分が分別されるが、これら以外の残留成分は、第１蒸留処理部４から第２蒸留処理部６に送られる。

第２蒸留処理部６は、常圧（大気圧又はこれよりもやや高い圧力）状態での蒸留（常圧蒸留）を行なう常圧蒸留処理部である。第２蒸留処理部６で行なう第２蒸留工程Ｐ６では、第１蒸留工程Ｐ４からの残留成分を、常圧蒸留することによって、燃料原料成分に比べて更に重い成分であるワックス分（固体分）を分離除去し、次工程（アルコール脱水工程Ｐ７）で再利用可能な第２残留成分を取り出す。

【００４３】

アルコール脱水工程Ｐ７では、第２蒸留工程Ｐ６でワックス分（固体分）を分離除去されて残った成分をアルコール脱水して油水分離をする。つまり、第１蒸留工程Ｐ４での高圧蒸留による残留成分から、第２蒸留工程Ｐ６での常圧蒸留によりC_8H_{10}～$C_{16}H_{34}$の燃料原料成分と、ワックス分（固体分）とを除かれた第２残留成分に対して、脱水素処理するにあたり、アルコール脱水処理（純物であるアルコールを酸触媒でオレフィン化）を行い、不純物を、オレフィンを含む油分へと処理することで、脱水素処理における水素の回収率を向上させる。このアルコール脱水処理では、不純物（アルコール）を酸触媒にて脱水し、下式のようにオレフィン化を行なう。

$C_8H_{18}O \rightarrow H_2O + C_8H_{16}$

$C_9H_{20}O \rightarrow H_2O + C_9H_{18}$

【００４４】

そして、水分が分離され、油分だけが脱水素工程Ｐ８に送られて、この油分の中から水素を取り出すと更にオレフィンが抽出される（下式参照）。

$C_8H_{18} \rightarrow H_2 + C_8H_{16}$

$C_9H_{20} \rightarrow H_2 + C_9H_{18}$

$C_{16}H_{34} \rightarrow H_2 + C_{16}H_{32}$

そして、取り出された水素を、ＦＴ合成工程Ｐ３及び異性化工程Ｐ５の両方又は一方に還流する。

抽出されたオレフィンは、ＦＴ合成の反応効率の向上に寄与するものであるため、ＦＴ合成工程Ｐ３にリサイクルして、ジェット燃料の回収率を増加させる。

この脱水素工程Ｐ８では、アルコール脱水処理後の脱水素処理において、水蒸気を加えて吸熱反応のエネルギを供給して脱水素して必要なオレフィンとする。また第２残留成分にある油分をオレフィンとする。この際に水素が製造されるので、従来技術に比べて水素が多く回収されて、水素を異性化反応の原料に利用されることで、ジェット燃料の回収率

を向上させることができる。

【００４５】

第１実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備は、このように構成されているので、以下のような作用及び効果を得ることができる。

第１蒸留工程Ｐ４によって異性化工程Ｐ５に処理工程に必要な燃料分を分離して取り出した後に、燃料分を異性化工程Ｐ５において異性化するので、異性化をする際に予め不要な成分が除去されており、バイオジェット燃料の製造工程で最も重要な異性化反応を促進することができる。これにより、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができるとともに、異性化処理部５を小容量化・小型化することができる。

また、第１蒸留工程Ｐ４では従来のおよそ３倍程度の高圧蒸留処理を行うために、第１蒸留工程部の省スペース化が可能となる。さらに、異性化工程Ｐ５には、ジェット燃料に利用可能な液体燃料成分のみ送られるため、異性化処理部の省スペース化が可能となる。

【００４６】

第１蒸留工程Ｐ４を、高圧蒸留を行なう高圧蒸留工程としているので、ＦＴ合成工程Ｐ３で合成された材料（ガス分及び液分）が圧縮されて容積を縮小された状態で処理でき、装置のコンパクト化を図ることができる。また、高圧蒸留によってより細かく分別蒸留することができ、中間留分としてジェット燃料に利用可能な燃料原料成分を取り出すことができるので、この燃料原料成分を直に異性化工程Ｐ５に送り異性化処理を行なうことができる。高圧蒸留によってより適切に分別蒸留できるので、異性化の促進にも寄与する。

【００４７】

さらに、第２蒸留工程Ｐ６により分離抽出された残留成分から固体成分（ワックス分）を除去し、液体成分である不純物（アルコール）は脱水反応でオレフィン化させた後に、脱水素工程により水素を取り出して、ＦＴ合成工程Ｐ３及び異性化工程Ｐ５に還流して使用するので、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができる。

【００４８】

また、第２蒸留工程Ｐ６により分離された残留成分をアルコール脱水工程Ｐ７でアルコール脱水して脱水素工程Ｐ８に送り、水分を除去し油水が分離抽出されて脱水素を促進させてオレフィンを生成し、ＦＴ合成工程Ｐ３にリサイクルすることができ、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができる。

【００４９】

また、ガス化工程Ｐ１とＦＴ合成工程Ｐ３との間に、脱炭酸工程Ｐ２が設けられているので、ガス化工程Ｐ１により生成されたガスから炭酸成分を除去したうえでＦＴ合成工程Ｐ３に送るようにすれば、ＦＴ合成工程Ｐ３以降の工程において、処理に寄与しない余分な成分が送られないようになり、反応成分の分圧を高めることで、処理効率を向上させることができる。

【００５０】

処理工程順序として、高圧蒸留処理Ｐ４を異性化処理Ｐ５の前に実施することで、異性化処理工程Ｐ５が効率化できる。高圧蒸留処理Ｐ５によれば、次工程の異物化工程Ｐ５のジェット燃料の製造工程を効率化するとともに異性化工程Ｐ５での異性処理部５を小容量化・小型化することができる。

また、高圧化により、高圧蒸留処理部４、異性化処理部５が小容量化し省スペース化することが可能となるとともに、ＦＴ合成工程Ｐ３の反応効率を向上して、バイオジェット燃料の回収率を向上させることができる。

【００５１】

〔第２実施形態〕

図２を参照して第２実施形態を説明する。

なお、図２は本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図であり、図２中の各ブロックは製造設備の各処理部を示すと共に、製造方法の各工程を示す。なお、図２において、図１と同符号は同様なものを示すので、これらは説明を省略又は簡略化する。

【００５２】
図１に示すように、本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造設備は、ガス化処理部１、圧縮処理部９、脱炭酸処理部２、ＦＴ合成処理部３、第１蒸留処理部４Ａ、異性化処理部５、第２蒸留処理部６、アルコール脱水処理部７、及び脱水素処理部８を有している。本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法では、これらのうちの各処理部１～６，９によって、ガス化工程Ｐ１、圧縮工程Ｐ９、脱炭酸工程Ｐ２、ＦＴ合成工程Ｐ３、第１蒸留工程Ｐ４Ａ、第２蒸留工程６、異性化工程Ｐ５をこの順に実施して、バイオジェット燃料を製造する。
【００５３】
また、第１実施形態と同様に、第２蒸留処理部６、アルコール脱水処理部７、及び脱水素処理部８を用いて、第２蒸留工程Ｐ６、アルコール脱水工程Ｐ７、及び脱水素工程Ｐ８をこの順で実施して得られる水素を、ＦＴ合成工程Ｐ３及び異性化工程Ｐ５の両方又は一方に還流する。
【００５４】
本実施形態では、第１蒸留処理部４Ａが、常圧（大気圧又はこれよりもやや高い圧力）状態での蒸留（常圧蒸留）を行なう常圧蒸留処理部となっており、ＦＴ合成により合成された液体炭化水素からオフガス，ライトオイル，ジェット燃料に利用可能な液体燃料成分を含むその他残留成分に分別蒸留している。なお、常圧蒸留処理部では、大型化を避けるために第１実施形態に記載の高圧蒸留処理部のように、処理段数を増加させて細かく分別蒸留することができない。
このため、第１蒸留処理部４Ａで蒸留した後、その他残留成分は、常圧状態での蒸留を行なう第２蒸留処理部６でさらに蒸留することによって、ジェット燃料に利用可能な燃料原料成分のみを分別して取り出すことができる。第２蒸留処理部６の下流に異性化処理部５を配置して、取り出されたジェット燃料に利用可能な液体燃料成分のみを異性化処理部５へ送る。
【００５５】
したがって、本実施形態では、第１蒸留工程Ｐ４Ａで、ＦＴ合成工程Ｐ３で合成された液体炭化水素を分別蒸留して、オフガスとライトオイルとを除去する。そして、残留成分を、第２蒸留工程Ｐ６で分別蒸留することで、ワックス分と再利用可能な成分とを分離除去し、さらに、中間留分としてジェット燃料に利用可能な燃料原料成分を取り出す。
異性化工程Ｐ５では、この第２蒸留工程Ｐ６による蒸留によって取り出された燃料原料成分をジェット燃料となる軽油成分に異性化する。なお、再利用可能な成分は第１実施形態と同様に、常圧蒸留部６からアルコール脱水処理部７、脱水素処理部８の順で処理されて、ＦＴ合成工程Ｐ３にリサイクルする。
【００５６】
第２実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備は、このように構成されているので、第１蒸留工程Ｐ４で高圧蒸留を行なう場合の高圧化に伴う蒸留工程部の省スペース化の効果は得られないが、第２蒸留工程Ｐ６で不純物（アルコール）が再度発生することはほとんどないので、この点を考慮するとアルコール脱水工程Ｐ７が不要となり、工程や設備を簡略化できる効果がある。その他は、第１実施形態と同様の作用及び効果を得ることができる。
【００５７】
〔第３実施形態〕
図３を参照して第３実施形態を説明する。
なお、図３は本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備を示すブロック図であり、図３中の各ブロックは製造設備の各処理部を示すと共に、製造方法の各工程を示す。なお、図３において、図１，図２と同符号は同様なものを示すので、これらは説明を簡略化する。
【００５８】
図３に示すように、本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造設備は、第２実施形態

と同様に、ガス化処理部１、圧縮処理部９、脱炭酸処理部２、ＦＴ合成処理部３、第１蒸留処理部４Ａ、異性化処理部５、第２蒸留処理部６、アルコール脱水処理部７、及び脱水素処理部８を有している。本実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法では、これらのうちの各処理部１～６，９によって、ガス化工程Ｐ１、圧縮工程Ｐ９、脱炭酸工程Ｐ２、ＦＴ合成工程Ｐ３、第１蒸留工程Ｐ４Ａ、異性化工程Ｐ５、第２蒸留工程Ｐ６をこの順に実施して、バイオジェット燃料を製造する。

【００５９】

また、第１，２実施形態と同様に、第２蒸留処理部６、アルコール脱水処理部７、及び脱水素処理部８を用いて、第２蒸留工程Ｐ６、アルコール脱水工程Ｐ７、及び脱水素工程Ｐ８をこの順で実施して得られる水素を、ＦＴ合成工程Ｐ３及び異性化工程Ｐ５の両方または一方に還流する。

【００６０】

本実施形態では、第２実施形態と同様の処理部及び工程を有するが、第１蒸留工程Ｐ４Ａ、異性化工程Ｐ５、第２蒸留工程Ｐ６の順に処理を行なう。つまり、第１蒸留工程Ｐ４Ａで、オフガスとライトオイルとを除去された残留成分を異性化工程Ｐ５で、ジェット燃料となる軽油成分に異性化する。

【００６１】

なお、第１蒸留工程Ｐ４Ａからの残留成分は、必ずしもジェット燃料に利用可能な燃料原料成分ばかりではなく、ワックス分となる成分も含まれている。そのため、異性化工程Ｐ５によって、残留成分の一部はジェット燃料となる軽油成分に異性化する。その後、第２蒸留工程Ｐ６で、ワックス分を分離除去し、ジェット燃料に利用可能な燃料原料成分のみを分別して取り出す。

【００６２】

第３実施形態に係るバイオジェット燃料の製造方法及び製造設備は、このように構成されているので、第１蒸留工程Ｐ４で高圧蒸留を行なう場合の効果は得られず、また、異性化工程Ｐ５による異性化の効率は低下するものの、これらを除けば、第１実施形態と略同様の作用及び効果を得ることができる。

【００６３】

〔その他〕

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で、かかる実施形態を適宜変更したり、組み合わせたりして実施することができる。

例えば、上記の各実施形態においては、脱炭酸工程Ｐ２，脱炭酸処理部２が備えられ、処理効率を向上させる効果が得られるが、これは省略してもよい。また、上記の各実施形態においては、アルコール脱水工程Ｐ７，アルコール脱水処理部７が備えられ、バイオジェット燃料の回収率を向上させる効果が得られるが、これも省略してもよい。さらに、上記の各実施形態においては、脱水素工程Ｐ８，脱水素処理部８が備えられ、脱水素を促進させているが、これも省略可能である。

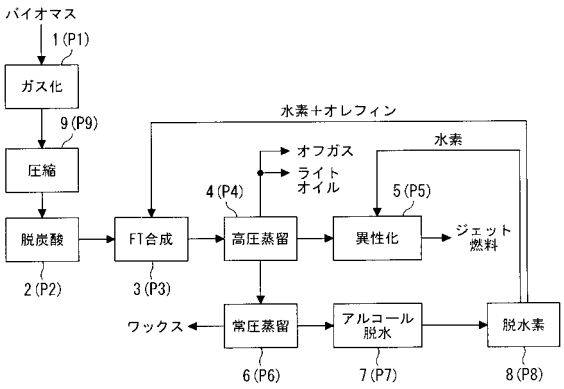
【符号の説明】

【００６４】

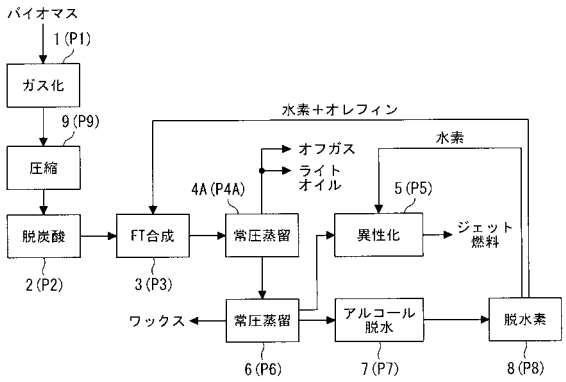
１，１１　ガス化処理部
２　脱炭酸処理部
３，１３　ＦＴ合成処理部
４　第１蒸留処理部（高圧蒸留処理部）
４Ａ，１５　第１蒸留処理部（常圧蒸留処理部）
５，１４　異性化処理部
６，１６　第２蒸留処理部（常圧蒸留処理部）
７　アルコール脱水処理部
８，１７　脱水素処理部
９，１２　圧縮処理部
Ｐ１，Ｐ１１　ガス化工程

Ｐ２　脱炭酸工程
Ｐ３，Ｐ１３　ＦＴ合成工程
Ｐ４　第１蒸留工程（高圧蒸留工程）
Ｐ４Ａ，Ｐ１５　第１蒸留工程（常圧蒸留工程）
Ｐ５，Ｐ１４　異性化工程
Ｐ６，Ｐ１６　第２蒸留工程（常圧蒸留工程）
Ｐ７　アルコール脱水工程
Ｐ８，Ｐ１７　脱水素工程
Ｐ９，Ｐ１２　圧縮工程

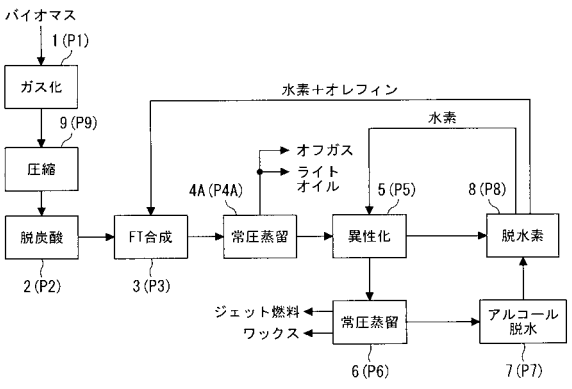
【図１】



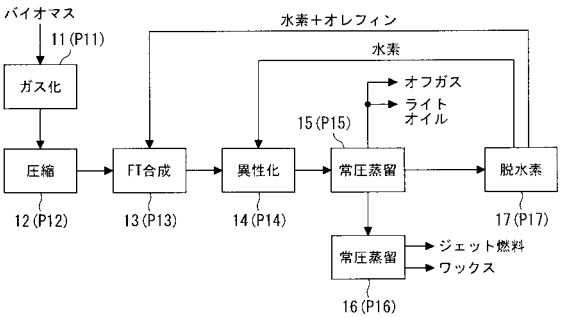
【図２】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(72)発明者　山元　崇
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　藤井　篤
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内

Ｆターム(参考) 4G140 DA04 DB05
4H129 AA03 BA12 BB07 BC43 BC46 DA12 DA20 MA02 MA07 MA11
MA12 MA13 MB11A MB11B MB11C MB19A NA23