明　細　書

発明の名称 ： 水素の製造方法及び炭化水素混合物の処理方法

技術分野

[0001]　本発明は、水素の製造方法及び炭化水素混合物の処理方法に関する。

背景技術

[0002]　近年、燃料電池自動車等の水素エネルギー利用技術の開発や実用化が進み、水素の精製、貯蔵、輸送技術の開発が精力的に進められている。例えば、特許文献１では、ナフサ等の化石燃料を水素化触媒の存在下において、水素化することにより水素化芳香族化合物（有機ハイドライド）を得た後、脱水素触媒の存在下において、水素化芳香族化合物の脱水素を実施し、この脱水素で得られた水素を回収する水素精製方法について検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００６－０５２１１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　従来、クリーンエネルギー供給適地から、クリーンエネルギー需要地にエネルギーを輸送する媒体として、水素誘導体の一形態であるアンモニアや無機・有機ハイドライド等の水素キャリアが検討されている。これらの水素キャリアを用いる場合、当該物質の製造・輸送・水素製造時にエネルギーロスがあるだけでなく、一連のプロセスで、水素キャリアの劣化やロスが発生するため、大きなコストがかかる上に実質的な環境価値は限定的なものになる。また、この一連のプロセスにかかわるすべての設備が新規に必要なものになり、巨額の投資が必要になるため、社会実装が進まないという現実がある。

[0005]　上記の事情を鑑みて、本発明の一側面は、水素キャリアを輸送する工程を含む水素の製造方法において、新規な水素の製造方法を提供することを目的

とする。本発明の他の一側面は、水素キャリアを輸送する工程を含む水素の製造方法において、既存の設備を利用し、且つ、水素キャリアの劣化及びロスの問題を低減しつつ、エネルギー効率が優れる水素の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面は、例えば、以下の［１］～［２６］を含む。

［１］ 芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る水素化工程と、

前記水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程と、

前記輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する脱水素工程と、

を含む、水素の製造方法。

［２］ 前記水素化工程が、前記混合物から前記芳香族化合物の割合が多くなるように分離することと、

前記芳香族化合物に対して水素化することと、

前記水素化された芳香族化合物を、前記芳香族化合物を分離した前記混合物の残部と混合することと、

を含む、［１］に記載の水素の製造方法。

［３］ 前記水素化がクリーン水素を用いて行われる、［１］又は［２］に記載の水素の製造方法。

［４］ 前記水素化工程の前に、

水を電気分解して水素を得るＡ工程、

メタンを水蒸気改質して、水素と二酸化炭素を生成することと、生成した二酸化炭素を分離して地下貯留することと、を含むＢ工程、及び

メタンを含むガスを熱分解して水素を得るＣ工程

からなる群より選ばれる少なくとも一種の工程を更に備え、

前記水素化工程が、Ａ～Ｃ工程のいずれかの工程で得た前記水素を用いて水素化を行う工程である、［１］～［３］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［５］　前記不飽和炭化水素化合物がオレフィンである、［１］～［４］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［６］　前記水素化炭化水素化合物が、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の９０体積％留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ　１３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、前記炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下である、［１］～［５］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［７］　前記水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ８６のＥｎｄ　Ｂｏｉｌｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、ベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、前記炭化水素混合物におけるシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の総質量濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分の１以上である、［１］～［５］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［８］　水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の５体積％留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、前記炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下である、［１］～［５］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［９］　前記脱水素工程が、接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程である、［１］～［８］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［１０］　前記脱水素工程が、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程

であり、

前記脱水素工程の後に、前記水素を、膜分離、吸着分離、及び深冷分離からなる群より選ばれる少なくとも一種の分離処理によって精製する分離工程を更に備える、［１］～［９］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［１１］　前記脱水素工程が、前記輸送された水素化炭化水素化合物と、前記輸送された水素化炭化水素化合物以外のその他の水素化炭化水素化合物と、から水素を回収する工程であり、

前記回収される水素のうち、前記輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合を算出する算出工程と、

前記脱水素工程の後に、前記回収される水素を、前記質量割合に基づいて分ける工程と、を更に備える、［１］～［１０］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［１２］　前記脱水素工程が、前記水素と共に、エチレン、プロピレン、ベンゼン、トルエン、キシレン及び固体炭素からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む混合物を製造する工程である、［１］～［１１］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［１３］　芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る水素化工程と、

前記水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程と、

を含む、炭化水素混合物の処理方法。

［１４］　前記水素化工程が、前記混合物から前記芳香族化合物の割合が多くなるように分離することと、

前記芳香族化合物に対して水素化することと、

前記水素化された芳香族化合物を、前記芳香族化合物を分離した前記混合物の残部と混合することと、

を含む、［１３］に記載の炭化水素混合物の処理方法。

［１５］　前記水素化がクリーン水素を用いて行われる、［１３］又は［１４］に記載の炭化水素混合物の処理方法。

［１６］　前記水素化工程の前に、

水を電気分解して水素を得るＡ工程、

メタンを水蒸気改質して、水素と二酸化炭素を生成することと、生成した二酸化炭素を分離して地下貯留することと、を含むＢ工程、及び

メタンを含むガスを熱分解して水素を得るＣ工程

からなる群より選ばれる少なくとも一種の工程を更に備え、

前記水素化工程が、Ａ～Ｃ工程のいずれかの工程で得た前記水素を用いて水素化を行う工程である、［１３］～［１５］のいずれかの一つに記載の炭化水素混合物の処理方法。

［１７］　前記不飽和炭化水素化合物がオレフィンである、［１３］～［１６］のいずれかの一つに記載の炭化水素混合物の処理方法。

［１８］　前記水素化炭化水素化合物が、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の９０体積％留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ　１３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、前記炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下である、［１３］～［１７］のいずれかの一つに記載の炭化水素混合物の処理方法。

［１９］　前記水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ８６のＥｎｄ　Ｂｏｉｌｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、ベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、前記炭化水素混合物におけるシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分の１以上である、［１３］～［１７］のいずれかの一つに記載の炭化水素混合物の処理方法。

［２０］　水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の５体積％留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、前記炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下である、［１３］～［１７］のいずれかの一つに記載の炭化水素混合物の処理方法。

［２１］　水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程と、

前記輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する脱水素工程と、

を含む、水素の製造方法。

［２２］　前記水素化炭化水素化合物が、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の９０体積％留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ　１３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、前記炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下である、［２１］に記載の水素の製造方法。

［２３］　前記水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ８６のＥｎｄ　Ｂｏｉｌｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、ベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、前記炭化水素混合物におけるシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の総質量濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分の１以上である、［２１］に記載の水素の製造方法。

［２４］　水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の５体積％留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、前記炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下である、［２１］に記載の水素の製造方法。

［２５］　前記脱水素工程が、接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用い

て行われる工程である、［２１］～［２４］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［２６］　前記脱水素工程が、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程であり、

前記脱水素工程の後に、前記水素を、膜分離、吸着分離、及び深冷分離からなる群より選ばれる少なくとも一種の分離処理によって精製する分離工程を更に備える、［２１］～［２５］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［２７］　前記脱水素工程が、前記輸送された水素化炭化水素化合物と、前記輸送された水素化炭化水素化合物以外のその他の水素化炭化水素化合物と、から水素を回収する工程であり、

前記回収される水素のうち、前記輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合を算出する算出工程と、

前記脱水素工程の後に、前記回収される水素を、前記質量割合に基づいて分ける工程を更に備える、［２１］～［２６］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

［２８］　前記脱水素工程が、前記水素と共に、エチレン、プロピレン、ベンゼン、トルエン、キシレン及び固体炭素からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む炭化水素混合物を製造する工程である、［２１］～［２７］のいずれか一つに記載の水素の製造方法。

発明の効果

[0007]　本発明の一側面によれば、水素キャリアを輸送する工程を含む水素の製造方法において、新規な水素の製造方法を提供することができる。また、本発明の他の一側面によれば、水素キャリアを輸送する工程を含む水素の製造方法において、既存の設備を利用し、且つ、水素キャリアの劣化及びロスの問題を低減しつつ、エネルギー効率が優れる水素の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、本発明の一実施形態に係る水素製造設備を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。以下の説明では、同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0010] ［水素製造設備］

図１は、本発明の一実施形態に係る水素製造設備を示す構成図である。図１に示す水素製造設備１００は、第一の場所側と第二の場所側とに分かれており、第一の場所側に水素化設備１０を有し、第二の場所側に脱水素化設備２０を有する。

[0011] 水素化設備１０は、第一の場所側に存在する。水素化設備１０は、処理装置１１と、水素化装置１２と、水素生成装置１３と、を備える。

[0012] 炭化水素混合物は、移送管Ｌ１１を通じて処理装置１１に移送される。炭化水素混合物としては、原油、ナフサ等が挙げられる。処理装置１１は、移送管Ｌ１２を通じて水素化装置１２に供給される処理油の性状を調整するものである。処理装置１１は、蒸留装置又は分解反応設備であってもよく、これらの組み合わせであってもよい。

[0013] 処理装置１１が蒸留装置である場合、蒸留は、例えば、蒸留塔の塔頂圧力が１～１５００ｋＰａ、塔底部の温度が１５０～４００℃の条件で行ってもよい。また、処理装置１１は、複数の蒸留塔の組み合わせであってもよい。

[0014] 処理装置１１が分解反応装置である場合、分解反応は、例えば、４００℃以上の熱を用いた熱分解反応、触媒又はそれに準ずる固体を用いた反応の条件で行ってもよい。処理装置１１は、複数の反応装置の組み合わせであってもよく、反応装置の前段又は後段、若しくはその両方に蒸留塔を備えてもいてもよい。

[0015] 処理油は芳香族化合物又は不飽和炭化水素化合物、若しくはその両方を含む混合物である。芳香族化合物としては、ベンゼン、トルエン、キシレン、

ナフタレン、フィナントレン、アントラセン等が挙げられる。不飽和炭化水素化合物としては、ヘキセン、ヘプテン、オクテン等が挙げられる。

[0016] 処理油としては、例えば、蒸留装置を用いて製造される炭素数５～１２の炭化水素を含むナフサ（ガソリン原料）、炭素数１０～１２の炭化水素を含むケロシン（灯油）、炭素数１２～２０の炭化水素を含むディーゼル（軽油）、バキュームガスオイル（減圧軽油）、炭素数２０以上のレジデュー（重油）が挙げられ、それらの任意の組み合わせの混合物でもよい。分解反応によって製造される処理油は、それぞれ分解ナフサ、分解ケロシン、分解ディーゼル、分解減圧軽油、分解レジデューと呼ばれ、それらの任意の組み合わせの混合物でもよい。

[0017] 処理油は、分離操作を通じて水素化装置１２において最大の水素飽和を確保するために蒸留された製品であってもよい。例えば、処理油が軽油又は減圧軽油である場合、処理油は芳香族化合物（例えば、多環芳香族化合物）の割合が多くなるように分離されてもよい。芳香族化合物の割合が多くなることで、水素化装置１２において最大の水素飽和を達成しやすくなると共に、水素化処理の効率が向上し、スループットを最小限に抑えることができる。処理油からの芳香族化合物の分離は、蒸留装置により行われてもよい。

[0018] 芳香族化合物以外にも、水素化を効率よく行う観点から、沸点が１００℃以上である化合物を分離してもよい。例えば、処理油がナフサである場合、炭素数６～１０の炭化水素混合物の割合が多くなるように分離されてもよい。

[0019] ナフサは、例えば、ペンタン、ヘキサン、オクタン等の鎖状アルカン；エチレン、プロピレン、ブテン等の鎖状アルケン（オレフィン）；シクロヘキサン等の環状アルカン；ベンゼン、トルエン等の芳香族炭化水素を含む。ナフサの沸点範囲は、例えば、３０～２００℃であってもよい。

[0020] ケロシンは、例えば、デカン、ドデカン、テトラデカン等の鎖状アルカン；シクロドデカン等の環状アルカン；ナフタレン等の芳香族炭化水素を含む。ケロシンの沸点範囲は、例えば、１５０～２７５℃であってもよい。

[0021] ディーゼルは、例えば、ドデカン、ヘキサデカン、オクタデカン等の鎖状アルカン；フィナントレン、アントラセン等の芳香族炭化水素を含む。ディーゼルの沸点範囲は、例えば、２５０～３５０℃であってもよい。

[0022] レジデューは、例えば、エイコサン、トリアコンタン、ペンタコンタン等の鎖状アルカン；アスファルテン等の芳香族炭化水素を含む。レジデューの沸点は、例えば、３５０℃以上であってもよい。

[0023] 減圧軽油は、炭素数２０～４０の炭化水素を含む。減圧軽油の沸点は、３５０～５５０℃であってもよい。減圧残渣は炭素数４０以上の炭化水素を含む。減圧残渣の沸点は５５０℃以上であってもよい。

[0024] 減圧軽油は、例えば、エイコサン、ドコサン、トリアコンタン、イソエイコサン、イソドコサン等の鎖状アルカン；シクロヘキサデカン、シクロオクタデカン等の環状アルカン；フィナントレン、アントラセン、ベンゾピレン等の芳香族炭化水素を含む。

[0025] 処理装置１１には、移送管Ｌ１２と移送管Ｌ１３とが接続されている。移送管Ｌ１２は処理油を移送し、移送管Ｌ１３はその他の留分を移送する。

[0026] 処理油は、移送管Ｌ１２を通じて水素化装置１２に移送される。水素化装置１２は、移送管Ｌ１２を通じて移送される処理油（芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物）を、移送管Ｌ１４を通じて移送される水素を用いて水素化し、水素化炭化水素化合物（例えば、水素化ナフサ）を得る装置である。移送管Ｌ１４を通じて移送される水素は、水素生成装置１３で生成されたものである。水素化炭化水素化合物は、輸送手段Ｔ１により第二の場所に輸送され、水素化装置１２における副生成物や不純物は移送管Ｌ１５を通じて排出される。すなわち、輸送手段Ｔ１により第一の場所から第二の場所に輸送される水素化炭化水素化合物は、水素キャリアである。

[0027] 処理油の水素化は、２５０℃超の環境下で行われる。水素化を２５０℃超で行うことにより、水素化反応を促進させると共に、後続の設備での製品中に含まれることが許容されない不純物（窒素や硫黄など）を完全に除去できる。処理油の水素化は、温度が２５０～４００℃の条件で行ってもよく、圧

力が２～２０ＭＰａの条件で行ってもよい。処理油の水素化は、触媒存在下で行ってもよく、触媒としてはニッケル等の金属をアルミナ等の単体に担持させたものであってもよい。

[0028] 処理油の水素化で用いられる水素は、クリーン水素であってもよい。クリーン水素とは、環境に配慮した方法で生産された水素であり、製造工程において温室効果ガス等の有害物質の大気放出量を低減した水素を意味する。このクリーン水素の製造における炭素強度は、例えば、３．０ｋｇ－CO_2／ｋｇ－H_2以下であってもよい。

[0029] クリーン水素は、水を電気分解して生じるグリーン水素であってもよく、水蒸気改質（スチームメタン改質）等により水素と二酸化炭素との混合物を得て、混合物から二酸化炭素を分離して地下貯留したブルー水素であってもよく、天然ガス等の炭化水素（例えば、メタン）を含むガスを熱分解することによって生じたターコイズ水素であってもよい。処理油の水素化で用いられる水素は、これらのクリーン水素の組み合わせであってもよい。これらの水素製造時の電力負荷変動対応のために蓄電池を使用するものであってもよい。すなわち、水素生成装置１３は、水を電気分解して生じるグリーン水素を生成する装置であってもよく、水蒸気改質（スチームメタン改質）等により水素と二酸化炭素との混合物を得て、混合物から二酸化炭素を分離して地下貯留したブルー水素を生成する装置であってもよく、天然ガス等の炭化水素（例えば、メタン）を含むガスを熱分解することによって生じたターコイズ水素を生成する装置であってもよい。処理油の水素化で用いられる水素は、これらのクリーン水素の組み合わせであってもよい。これらの水素製造時の電力負荷変動対応のために蓄電池を使用するものであってもよい。また、これらの水素製造時の電力は、炭素強度の低い電力（例えば、再生可能エネルギー由来の電力）であってもよい。

[0030] 処理油の水素化をクリーン水素を用いて行うことにより、第二の場所で製品を製造する目的で脱水素反応を行う時に生成する副生水素もクリーン水素であるとみなすことができるため高付加価値品となる。これら一連の工程は

、第一の場所から第二の場所に原油及びその誘導体を輸送し、第二の場所おいて、輸送された原油及びその誘導体から燃料、化学品原料等を製造する目的で処理する工程と実質的に同等であるため、水素の運搬の目的で消費されるエネルギーは、従来の工程でも必要なエネルギーであり、実質的にコストがかからない。処理油の水素化で用いられる水素は、輸送前に炭素強度３．０ｋｇ－CO_2／ｋｇ－H_2以下の手法で製造された水素を含むものであってもよい。

[0031] 水素化炭化水素化合物は、ヘキサン、オクタン、デカン、ドデカン、ヘキサデカン、オクタデカン等の鎖状アルカン；シクロヘキサン、シクロドデカン等の環状アルカン等を含む。水素化炭化水素化合物は、一般的に市場に流通する炭化水素化合物と同等の化合物であるため、有機ハイドライドを製造する場合と比較して、水素キャリアを製造する設備を新たに設ける必要がなく、既存の設備を利用することが可能である。なお、水素キャリアを製造するために、既存の設備のみを利用してもよく、必要に応じて新規の設備を利用してもよい。

[0032] 移送管Ｌ１２を通じて供給される処理油が原油に由来するレジデューを含む場合、水素化装置１２で得られる水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ Ｄ１１６０の９０体積%留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ １３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下であってもよい。また、このような水素化炭化水素化合物を水素化設備１０で処理することにより、水素利用装置２２で必要とされる水素の量が減少し、脱水素装置２１及び水素生成装置２３から供給する水素の量を削減できる。例えば、水素利用装置２２が水素化脱硫装置である場合、供給される油には不飽和化合物、硫黄やその他の不純物が非常に少ないため、水素利用装置２２から留出する製品の仕様を満たすために必要な水素の量を少なくすることができるうえ、装置の運転過酷度を低減できる。その結果、脱水素装置２１から発生するクリーン水素（移送管Ｌ２１を通じて排出され

れる水素）を系外により多く供給できるだけでなく、脱水素装置２１から得られる製品（移送管Ｌ２２を通じて排出される製品）の炭素強度を下げることができる。

[0033] 移送管Ｌ１２を通じて供給される処理油がナフサ又は分解ナフサである場合、水素化装置１２で得られる水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ Ｄ８６のＥｎｄ Ｂｏｉｌｉｎｇ Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、炭化水素混合物におけるベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の総質量濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分の１以上であってもよい。また、このような水素化炭化水素化合物を水素化設備１０で処理することにより、水素利用装置２２で必要とされる水素の量が減少し、脱水素装置２１及び水素生成装置２３から供給する水素の量を削減できる。例えば、水素利用装置２２が水素化脱硫装置である場合、供給される油には不飽和化合物、硫黄やその他の不純物が非常に少ないため、水素利用装置２２から留出する製品の仕様を満たすために必要な水素の量を少なくすることができるうえ、装置の運転過酷度を低減できる。その結果、脱水素装置２１から発生するクリーン水素（移送管Ｌ２１を通じて排出されれる水素）を系外により多く供給できるだけでなく、脱水素装置２１から得られる製品（移送管Ｌ２２を通じて排出される製品）の炭素強度を下げることができる。

[0034] 移送管Ｌ１２を通じて供給される処理油が減圧軽油又はそれと同等の分解軽油である場合、水素化装置１２で得られる水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ Ｄ１１６０の５体積％留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下であってもよい。また、このような水素化炭化水素化合物を水素化設備１０で処理することにより、水素利用装置２２で必要とされる水素の量が減少し、脱水素装置２１及び水素生成装置２３から

供給する水素の量を削減できる。例えば、水素利用装置２２が水素化脱硫装置である場合、供給される油には不飽和化合物、硫黄やその他の不純物が非常に少ないため、水素利用装置２２から留出する製品や仕様を満たすために必要な水素の量を少なくすることができるうえ、装置の運転過酷度を低減できる。その結果、脱水素装置２１から発生するクリーン水素（移送管Ｌ２１を通じて排出されれる水素）を系外により多く供給できるだけでなく、脱水素装置２１から得られる製品（移送管Ｌ２２を通じて排出される製品）の炭素強度を下げることができる。

[0035] 水素化装置１２において、処理油は、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理等の処理を受けてもよい。脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理を第一の場所で行うことにより、第二の場所で得られるクリーン水素の量を向上させると共に、第二の場所で製品を製造する際に消費するエネルギーを最小化でき、全体のエネルギー効率を最大化できる。

[0036] 脱硫処理では、処理油から硫黄化合物（例えば、チオフェン、ベンゾチオフェン）が除去される。処理油から硫黄化合物の除去を第一の場所で行うことにより、第二の場所で得られるクリーン水素の量を向上させると共に、エネルギー効率を最大化できる。脱硫処理は、例えば、温度が３００～４００℃、圧力が３～１０ＭＰａの条件で行われる。脱硫処理では、コバルト－モリブデン触媒、ニッケル－モリブデン触媒を用いて、硫黄化合物が硫化水素に変換される。脱硫処理で生じた硫化水素は、例えば、アミンに吸収して除去されてもよい。

[0037] 脱窒処理では、処理油から窒素化合物（例えば、ピリジン、キノリン）が除去される。処理油から窒素化合物の除去を第一の場所で行うことにより、第二の場所で得られるクリーン水素の量を向上させると共に、エネルギー効率を最大化できる。脱窒処理は、例えば、温度が３００～４５０℃、圧力が３～１０ＭＰａの条件で行われる。脱窒処理では、コバルト－モリブデン触媒、ニッケル－モリブデン触媒を用いて、窒素化合物がアンモニアに変換される。脱窒処理で生じたアンモニアは、例えば、水に吸収して除去されても

よい。

[0038] 脱金属処理では、処理油から金属化合物が除去される。処理油から金属化合物の除去を第一の場所で行うことにより、第二の場所で得られるクリーン水素の量を向上させると共に、エネルギー効率を最大化できる。脱金属処理は、例えば、温度が３５０～４５０℃、圧力が５～１５ＭＰａの条件で行われる。脱金属処理では、例えば、コバルト－モリブデン触媒を用いて、金属化合物を分解した後、吸着除去される。

[0039] 水素化装置１２において、処理油は、高温高圧の水素ガスと接触し、水素化分解（ハイドロクラッキング）されてもよい。水素化分解により、Ｃ－Ｃ結合が切断され、低分子量の炭化水素を生成することができる。水素化分解は、減圧軽油の水素化と同時に行われてもよい。

[0040] 水素化分解は、温度が３５０～４５０℃、圧力が７～２０ＭＰａの条件で行われる。水素化分解は、例えば、ニッケル－モリブデン触媒、コバルト－モリブデン触媒を用いて行われてもよい。

[0041] 第一の場所で行われる水素化までのプロセスは、石油プラントにおける既存の設備を用いて実施することができる。そのため、水素化設備１０は、既存の設備であってもよく、一部又は全部が新規の設備であってもよい。

[0042] 水素化装置１２で生成した水素化炭化水素化合物は、輸送手段Ｔ１により第一の場所から第二の場所に輸送される。水素化装置１２で生成した水素化炭化水素化合物は、第一の場所から第二の場所に輸送される前及び／又は後に、貯槽容器に仮貯蔵されてもよい。輸送手段Ｔ１としては、船、ディーゼル機関車、鉄道、トラック等が挙げられる。水素化炭化水素化合物の輸送は、常温・常圧下で行ってもよく、常温・加圧下で行ってもよく、低温・常圧下で行ってもよく、低温・加圧下で行ってもよい。第一の場所は、例えば、クリーン水素生産場所であってもよい。第二の場所は水素消費場所であってもよく、水素化炭化水素化合物から生成される有価物を使用、消費する場所であってもよい。第一の場所は、第二の場所よりもクリーン水素の生産コストが安い地域、国等であってもよい。第二の場所は、クリーン水素の需要が

高い地域かつ、第一の場所よりも水素化炭化水素化合物から生成される石油・石油化学製品消費量が多い、又は石油・石油化学の製造設備が整っている地域、国等であってもよい。

[0043] 輸送手段Ｔ１により輸送される水素化炭化水素化合物は、第二の場所における脱水素化設備２０に輸送される。脱水素化設備２０は、脱水素装置２１を備える。

[0044] 脱水素装置２１は、水素化炭化水素化合物から水素を製造・回収する装置である。製造・回収される水素は主生成物であってもよく、副生成物であってもよい。脱水素装置２１は、接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置であってもよく、これらの装置の組み合わせであってもよい。脱水素装置２１が接触改質装置である場合、脱水素装置２１の前に、エチレン製造装置、水素化分解装置、熱分解装置、及び触媒分解装置のうちのいずれかの装置が設けられていてもよい。なお、接触改質は、熱分解及び触媒分解とは区別され、熱分解とは触媒を用いることなく高温（例えば、４８０～５６５℃）で水素化炭化水素化合物を分解する方法であり、触媒分解とは触媒を用いて特定の炭化水素化合物を低温（例えば、４９５～５６５℃）で効率的に分解する方法である。水素化炭化水素化合物からの水素の製造・回収は、接触改質装置よりも熱分解装置又は触媒分解装置により行うことにより、製造されるオフガス中の水素含有量が増加し、効率よく水素を製造することができる。

[0045] 脱水素装置２１が、接触改質装置である場合、水素化炭化水素化合物は、プラチナ、レニウム等を担持したアルミナ触媒の存在下で、温度４５０～５５０℃、圧力０．５～７ＭＰａの条件で改質され、芳香族化合物と水素が生成する。接触改質装置で生成する芳香族化合物としては、ベンゼン、トルエン、キシレン等が挙げられる。ナフサ留分の水素化炭化水素化合物を第一の場所で製造した後、第二の場所で接触改質を行うこれら一連の工程は、原油由来のナフサを原料として第二の場所でベンゼン、トルエン、キシレン等を製造する工程と同等であるため、水素キャリアの輸送の目的で消費されるエ

ネルギーは実質的には生じていない。そのため、第２の場所で、ベンゼン等の副生成物として水素を製造するコストは新たに生じず、水素需要地において安価に水素を供給できる。

[0046] 脱水素装置２１が、エチレン製造装置である場合、水素化炭化水素化合物は、高温の水蒸気と反応して、エチレンと水素とその他の副生成物が生成する。エチレン製造は、例えば、温度が８００～９００℃、圧力が０．１～０．３ＭＰａの条件で行われる。ナフサ留分の水素化炭化水素化合物を第一の場所で製造した後、第二の場所でエチレン製造装置で処理を行うこれら一連の工程は、原油由来のナフサを原料として第二の場所でエチレンを製造する工程と同等であるため、水素キャリアの輸送の目的で消費されるエネルギーは、実質的に生じていない。そのため、エチレン等の副生成物として水素を製造するコストは生じず、水素需要地において安価に水素を供給できる。

[0047] 脱水素装置２１が、熱分解装置である場合、残渣分を含む水素化炭化水素化合物は、高温で分解されて、水素と共に炭化水素ガス及び固体炭素等の炭素材料が生成する。熱分解は、例えば、温度が４８０～８００℃、圧力が０．１～０．３ＭＰａの条件で行われる。炭化水素ガスとしては、メタン、エタン、プロパン、エチレン、プロピレン等が挙げられる。炭素材料は、水素化炭化水素化合物と比べて高付加価値品として市場で流通するため、熱分解設備の収益性を改善する。また、残渣分を含む水素化炭化水素化合物を第一の場所で製造した後、第二の場所で熱分解設備で炭素材料を製造するこれら一連の工程は、原油由来の残渣分を原料として第二の場所で炭素材料を製造する目的で行われている工程と同等であるため、水素キャリアの輸送の目的で消費されるエネルギーは、実質的に生じていない。そのため、炭素材料の副生成物として水素を製造するコストは生じず、水素需要地において安価に水素を供給できる。

[0048] 脱水素装置２１が、触媒分解装置である場合、残渣分を含む水素化炭化水素化合物は、触媒で分解されて、水素と共に炭化水素ガス及びガソリン、ディーゼル原料となる炭化水素混合物が生成する。触媒分解は、例えば、温度

が５００～７００℃、圧力が０．１～０．５ＭＰａの条件で行われる。触媒としては、ゼオライト系触媒、白金系触媒、パラジウム系触媒が挙げられる。炭化水素ガスとしては、メタン、エタン、プロパン、エチレン、プロピレン等が挙げられる。また、残渣分を含む水素化炭化水素化合物を第一の場所で製造した後、第二の場所で触媒分解設備で炭素材料を製造するこれら一連の工程は、原油由来の残渣分を原料として第二の場所でガソリン、ディーゼル原料となる炭化水素混合物を製造する目的で行われている工程と同等であるため、水素キャリアの輸送の目的で消費されるエネルギーは、実質的に生じていない。そのため、ガソリン、ディーゼル原料となる炭化水素混合物の副生成物として水素を製造するコストは生じず、水素需要地において安価に水素を供給できる。

[0049] 脱水素装置２１には、移送管Ｌ２１と移送管Ｌ２２とが接続されている。移送管Ｌ２１は、水素を移送し、移送管Ｌ２２は、脱水素により生じた炭化水素化合物（例えば、接触改質反応により生じた芳香族化合物）を移送する。

[0050] 脱水素装置２１の後には、脱水素装置２１から排出される水素及び／又は炭化水素化合物の純度を高めるために分離装置が設けられていてもよい。例えば、脱水素装置２１が接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置である場合、脱水素装置２１の後に、水素の純度を高めるために、膜分離装置、吸着分離装置、及び深冷分離装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の分離装置が設けられていてもよい。なお、従来では、脱水素装置が接触改質装置以外の装置である場合、水素キャリアから得られる水素の量が比較的少ないことから、脱水素装置の後に膜分離装置、吸着分離装置、及び深冷分離装置が設けられることはなかった。

[0051] 脱水素装置２１から得られる水素は、CO_2との逆シフト反応で得られるＣＯと反応させて、フィッシャー・トロプシュ法により合成粗油（炭化水素化合物）を得てもよく、CO_2とサバティエ反応によりメタンを得てもよく、窒

素と反応させて、ハーバー・ボッシュ法によりアンモニアを得てもよく、CO_2との逆シフト反応で得られるＣＯと反応させてメタノールを得てもよく、CO_2と反応させてメタノールを得てもよい。CO_2は、脱水素化設備２０の外部から調達されたものであってもよく、脱水素化設備２０のプロセスで回収されたものであってもよい。

[0052] 脱水素装置２１には、水素化装置を経て輸送される水素化炭化水素化合物（輸送手段Ｔ１で輸送された水素化炭化水素化合物）と、当該輸送される水素化炭化水素化合物以外のその他の水素化炭化水素化合物とが供給され、脱水素装置２１において輸送された水素化炭化水素化合物と、その他の水素化炭化水素化合物とを同時に脱水素してもよい。また、脱水素装置２１に供給される輸送された水素化炭化水素化合物と、その他の水素化炭化水素化合物と、から水素を回収する場合、回収される水素のうち、輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合を算出し、回収される水素を、当該質量割合に基づいて分けてもよい。これにより、例えば、水素化装置１２における水素化がクリーン水素を用いて行われている場合、脱水素装置２１で回収される水素の一部の炭素強度は十分に低くなることから、炭素強度が低い水素（クリーン水素）と、それ以外の水素（グレー水素）とに分けることができる。回収される水素のうちの輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合は、脱水素装置２１に流入、入出する各成分の流量や組成、脱水素装置２１で生じる各反応の反応率等に基づいて算出することができる。

[0053] 製造・輸送・回収した水素がクリーン水素であることを確認するために、製造・輸送・回収の各段階におけるクリーン水素の量がマスバランス管理の下で算出してもよい。具体的には、まず、第一の場所側において、炭化水素混合物の水素化に用いる水素の一部をクリーン水素とすることにより、水素化炭化水素化合物の構成分子の一部がクリーン水素となる。このとき、炭化水素混合物の分子構造上に配置される水素の量、及び、水素化により得られる水素化炭化水素化合物の分子構造上に配置される水素の量から、第一の場

所側におけるクリーン水素の量のマスバランス管理を行う。次いで、第二の場所側において、水素化炭化水素化合物の脱水素の際に回収される水素の一部がクリーン水素となる。このとき、脱水素される水素化炭化水素化合物の分子構造上に配置される水素の量、及び、脱水素により得られる炭化水素混合物の分子構造上に配置される水素の量から、第二の場所側におけるクリーン水素の量のマスバランス管理を行う。このマスバランス管理に基づいて炭素強度が低い水素（クリーン水素）と、それ以外の水素（グレー水素）とに分けることができる。また、マスバランス管理により、クリーン水素の炭素強度が低いという環境価値をアウトプット製品（水素だけでなく、炭化水素化合物）に自由に割り当てることが可能であり、炭素強度が低い製品を提供することができる。

[0054] 第二の場所が水素の消費地である場合、水素を第二の場所で製造することにより、水素を運搬するための余剰なエネルギーやコストが不要となる。また、水素化装置１２における水素化がクリーン水素を用いて行われている場合、脱水素装置２１で回収される水素の炭素強度は十分に低くなるため、第二の場所で回収される水素はクリーン水素となる。

[0055] 移送管Ｌ２２を通じて移送される炭化水素化合物は、水素化炭化水素化合物よりも高付加価値品であるため、第二の場所で消費される。そのため、炭化水素化合物を再度第一の場所に輸送する必要がなく、エネルギーロスが少ない。また、水素化炭化水素化合物を繰り返し水素キャリアとして用いる必要がないため、水素キャリアの劣化及びロスが生じない。

[0056] 第二の場所で行われる脱水素化までのプロセスは、水素製造プラントにおける既存の設備を用いて実施することができる。そのため、脱水素化設備２０は、既存の設備であってもよく、一部又は全部が新規の設備であってもよい。

[0057] ［水素の製造方法］

水素製造設備１００を使用して、芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物から最終的に水素を製造する方法について説明する。すなわち

、本発明の一実施形態は、少なくとも以下の工程を含む水素の製造方法である。以下の水素の製造方法は、水素製造設備１００に関する記載を適宜参照することができる。本発明の一実施形態に係る水素の製造方法によれば、芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して深い水素化（飽和水素化）を行い、脱水素化設備２０における水素製造量を最大限高めることができる。

（ａ）芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る水素化工程。

（ｂ）（ａ）工程で得た水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程。

（ｃ）（ｂ）工程で輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する脱水素工程。

[0058] ＜（ａ）工程＞

（ａ）工程は、芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る工程である。（ａ）工程において、芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物は、原油やナフサに由来するものであってもよい。（ａ）工程において、芳香族化合物は、単環の芳香族化合物であってもよく、多環の芳香族化合物であってもよい。（ａ）工程において、不飽和炭化水素化合物は、オレフィンであってもよい。

[0059] （ａ）工程は、混合物から芳香族化合物の割合が多くなるように分離することと、芳香族化合物に対して水素化することと、水素化された芳香族化合物を、芳香族化合物を分離した混合物の残部と混合することと、を含んでもよい。水素の製造方法が、このような（ａ）工程を含むことにより、混合物に対して最大の水素飽和を達成しやすくなり、水素化処理の効率が向上する

と共に、設備投資費用及び設備の運転費用を最小限に抑えることができる。

[0060] （ａ）工程において、水素化に用いられる水素は、クリーン水素であってもよい。そのため、（ａ）工程の前に、水を電気分解して水素を得るＡ工程；メタンを水蒸気改質して、水素と二酸化炭素を生成することと、生成した二酸化炭素を分離して地下貯留することと、を含むＢ工程、及び天然ガス等の炭化水素（例えば、メタン）を含むガスを熱分解して水素を得るＣ工程からなる群より選ばれる少なくとも一種の工程を更に備え、（ａ）工程が、これらのＡ～Ｃ工程のいずれかの工程で得た水素を用いて水素化を行う工程であってもよい。

[0061] ＜（ｂ）工程＞

（ｂ）工程は、水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する工程である。（ｂ）工程は、水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する前及び／又は後に、貯槽容器に仮貯蔵することを含んでもよい。第一の場所は、例えば、クリーン水素生産場所であってもよい。第二の場所は水素消費場所であってもよく、水素化炭化水素化合物から生成される有価物を使用、消費する場所であってもよい。第一の場所は、第二の場所よりもクリーン水素の生産コストが安い地域、国等であってもよい。第二の場所は、クリーン水素の需要が高い地域かつ、第一の場所よりも水素化炭化水素化合物から生成される石油・石油化学製品消費量が多い、もしくは石油・石油化学の製造設備が整っている地域、国等であってもよい。

[0062] ＜（ｃ）工程＞

（ｃ）工程は、輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する工程である。（ｃ）工程は、接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程であってもよい。

[0063] （ｃ）工程が、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程である場合、水素の製造方法は、（ｃ）工程の後に、（ｃ）工程で回収した水素を、膜分

離、吸着分離、及び深冷分離からなる群より選ばれる少なくとも一種の分離処理によって精製する分離工程を更に備えてもよい。

[0064] （ｃ）工程が、輸送された水素化炭化水素化合物と、輸送された水素化炭化水素化合物以外のその他の水素化炭化水素化合物と、から水素を回収する工程である場合、回収される水素のうち、輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合を算出する算出工程と、脱水素工程の後に、回収される水素を、質量割合に基づいて分ける工程と、を更に備えてもよい。

[0065] （ｃ）工程は、水素と共にエチレン、プロピレン、ベンゼン、トルエン、キシレン及び固体炭素からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む炭化水素混合物を製造する工程であってもよい。

[0066] 本発明の他の実施形態は、上述した（ａ）工程を含まず、（ｂ）工程と（ｃ）工程とを含む水素の製造方法である。例えば、ある国内において、（ａ）工程は実施しないものの、（ｂ）工程と（ｃ）工程とを実施する水素の製造方法であり、（ａ）工程は他国において実施してもよい。すなわち、他の実施形態に係る水素の製造方法は、少なくとも以下の工程を含む。他の実施形態に係る水素の製造方法では、図１の第二の場所側の設備を利用して水素を製造する。

（ｂ）水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程。

（ｃ）（ｂ）工程で輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する脱水素工程。

[0067] また、本発明の他の実施形態は、上述した（ｃ）工程を含まず、（ａ）工程と（ｂ）工程とを含む炭化水素混合物の処理方法である。例えば、ある国内において、（ｃ）工程は実施しないものの、（ａ）工程と（ｂ）工程とを実施する炭化水素混合物の処理方法であり、（ｃ）工程は他国において実施してもよい。すなわち、他の実施形態に係る炭化水素混合物の処理方法は、少なくとも以下の工程を含む。他の実施形態に係る炭化水素混合物の処理方法では、図１の第一の場所側の設備を利用して炭化水素混合物を処理する。

（ａ）芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る水素化工程。

（ｂ）（ａ）工程で得た水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程。

符号の説明

[0068] １０…水素化設備、１１…処理装置、１２…水素化装置、１３…水素生成装置、２０…脱水素化設備、２１…脱水素装置、２２…水素利用装置、２３…水素生成装置、Ｔ１…輸送手段、１００…水素製造設備。

請求の範囲

[請求項1] 芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る水素化工程と、

前記水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程と、

前記輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する脱水素工程と、

を含む、水素の製造方法。

[請求項2] 前記水素化工程が、前記混合物から前記芳香族化合物の割合が多くなるように分離することと、

前記芳香族化合物に対して水素化することと、

前記水素化された芳香族化合物を、前記芳香族化合物を分離した前記混合物の残部と混合することと、

を含む、請求項１に記載の製造方法。

[請求項3] 前記水素化炭化水素化合物が、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の９０体積％留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ　１３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、前記炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下である、請求項１又は２に記載の水素の製造方法。

[請求項4] 前記水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ８６のＥｎｄ　Ｂｏｉｌｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、ベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、前記炭化水素混合物におけるシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の総質量濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分

の１以上である、請求項１又は２に記載の水素の製造方法。

[請求項5] 水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の５体積％留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、前記炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下である、請求項１又は２に記載の水素の製造方法。

[請求項6] 前記脱水素工程が、接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程である、請求項１又は２に記載の水素の製造方法。

[請求項7] 前記脱水素工程が、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程であり、

前記脱水素工程の後に、前記水素を、膜分離、吸着分離、及び深冷分離からなる群より選ばれる少なくとも一種の分離処理によって精製する分離工程を更に備える、請求項１又は２に記載の水素の製造方法。

[請求項8] 前記脱水素工程が、前記輸送された水素化炭化水素化合物と、前記輸送された水素化炭化水素化合物以外のその他の水素化炭化水素化合物と、から水素を回収する工程であり、

前記回収される水素のうち、前記輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合を算出する算出工程と、

前記脱水素工程の後に、前記回収される水素を、前記質量割合に基づいて分ける工程を更に備える、請求項１又は２に記載の水素の製造方法。

[請求項9] 芳香族化合物及び不飽和炭化水素化合物を含む混合物に対して水素化と、脱硫処理、脱窒処理、脱金属処理、及び水素化分解からなる群より選ばれる少なくとも一種を含む処理と、を２５０℃超の環境下で行い、水素化炭化水素化合物を得る水素化工程と、

前記水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程と、

を含む、炭化水素混合物の処理方法。

[請求項10] 前記水素化工程が、前記混合物から前記芳香族化合物の割合が多くなるように分離することと、

前記芳香族化合物に対して水素化することと、

前記水素化された芳香族化合物を、前記芳香族化合物を分離した前記混合物の残部と混合することと、

を含む、請求項９に記載の処理方法。

[請求項11] 前記水素化炭化水素化合物が、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の９０体積％留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ　１３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、前記炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下である、請求項９又は１０に記載の炭化水素混合物の処理方法。

[請求項12] 前記水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ８６のＥｎｄ　Ｂｏｉｌｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、ベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、前記炭化水素混合物におけるシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分の１以上である、請求項９又は１０に記載の炭化水素混合物の処理方法。

[請求項13] 水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の５体積％留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、前記炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下である、請求項９又は１０に記載の炭化水素混合物の処理方法。

[請求項14] 水素化炭化水素化合物を第一の場所から第二の場所に輸送する輸送工程と、

前記輸送された水素化炭化水素化合物から水素を回収する脱水素工程と、

を含む、水素の製造方法。

[請求項15] 前記水素化炭化水素化合物が、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の９０体積%留出温度が３６０℃以上、且つ、ＲＶＰ　１３ｐｓｉ以下の炭化水素混合物であり、前記炭化水素混合物に含まれるＮＢＰ３００℃以下の化合物中の芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の１０分の１以下である、請求項１４に記載の水素の製造方法。

[請求項16] 前記水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ８６のＥｎｄ　Ｂｏｉｌｉｎｇ　Ｐｏｉｎｔが２３０℃以下の炭化水素混合物であり、ベンゼン、トルエン、キシレン、及びエチルベンゼンの総質量濃度が、前記炭化水素混合物におけるシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン、及びエチルシクロヘキサンの総質量濃度の１０分の１以下であり、且つ、ヘキサン及びヘプタンを含むパラフィン化合物の総質量濃度が水素化炭化水素混合物の総質量濃度の１０分の１以上である、請求項１４に記載の水素の製造方法。

[請求項17] 水素化炭化水素化合物は、ＡＳＴＭ　Ｄ１１６０の５体積%留出温度が３００℃以上の炭化水素混合物であり、且つ、前記炭化水素混合物に含まれる芳香族化合物の総質量濃度が環状アルカンの総質量濃度の２分の1以下である、請求項１４に記載の水素の製造方法。

[請求項18] 前記脱水素工程が、接触改質装置、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる工程である、請求項１４～１７のいずれか一項に記載の水素の製造方法。

[請求項19] 前記脱水素工程が、エチレン製造装置、熱分解装置、及び触媒分解装置からなる群より選ばれる少なくとも一種の装置を用いて行われる

工程であり、

前記脱水素工程の後に、前記水素を、膜分離、吸着分離、及び深冷分離からなる群より選ばれる少なくとも一種の分離処理によって精製する分離工程を更に備える、請求項１４～１７のいずれか一項に記載の水素の製造方法。

[請求項20] 前記脱水素工程が、前記輸送された水素化炭化水素化合物と、前記輸送された水素化炭化水素化合物以外のその他の水素化炭化水素化合物と、から水素を回収する工程であり、

前記回収される水素のうち、前記輸送された水素化炭化水素化合物から発生する水素の質量割合を算出する算出工程と、

前記脱水素工程の後に、前記回収される水素を、前記質量割合に基づいて分ける工程を更に備える、請求項１４～１７のいずれか一項に記載の水素の製造方法。