(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6812357号
(P6812357)

(45)発行日　令和3年1月13日(2021.1.13)　(24)登録日　令和2年12月18日(2020.12.18)

(51)Int.Cl.		F I		
C02F 1/42	(2006.01)	C02F	1/42	D
C02F 1/24	(2006.01)	C02F	1/24	B
C02F 1/28	(2006.01)	C02F	1/28	H
B01D 17/00	(2006.01)	C02F	1/28	D
B01J 41/04	(2017.01)	B01D	17/00	503B

請求項の数 5　(全 18 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2017-549205 (P2017-549205)
(86)(22)出願日　平成28年3月17日 (2016.3.17)
(65)公表番号　特表2018-516158 (P2018-516158A)
(43)公表日　平成30年6月21日 (2018.6.21)
(86)国際出願番号　PCT/US2016/022890
(87)国際公開番号　WO2016/149506
(87)国際公開日　平成28年9月22日 (2016.9.22)
審査請求日　平成31年3月11日 (2019.3.11)
(31)優先権主張番号　62/134,259
(32)優先日　平成27年3月17日 (2015.3.17)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

前置審査

(73)特許権者　591163214
ドナルドソン　カンパニー，インコーポレイティド
アメリカ合衆国　ミネソタ　５５４４０－１２９９，　ミネアポリス，　ピー．オー．　ボックス　１２９９，　ウエスト　ナインティフォース　ストリート　１４００
(74)代理人　100076428
弁理士　大塚　康徳
(74)代理人　100115071
弁理士　大塚　康弘
(74)代理人　100112508
弁理士　高柳　司郎
(74)代理人　100116894
弁理士　木村　秀二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水中炭化水素精製アニオン交換システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

アニオン交換樹脂と、水中炭化水素乳濁液供給源と流体連通する注入口と、水透過水排出口と、炭化水素排出口とを含むアニオン交換ステージと、

前記水透過水排出口と流体連通し、前記アニオン交換ステージの下流にあり、高容量材料を含む高容量炭化水素吸収剤ステージであって、前記水中炭化水素乳濁液が２５００ｐｐｍの水中５％バイオディーゼルブレンド乳濁液であるとき、前記高容量材料が材料１グラムあたり７５０ｍｇの炭化水素より高い飽和容量を有する前記高容量炭化水素吸収剤ステージと、

前記高容量炭化水素吸収剤ステージの下流にある研磨吸収剤ステージであって、前記研磨吸収剤ステージが研磨材料を含み、前記水中炭化水素乳濁液が２５００ｐｐｍの水中５％バイオディーゼルブレンド乳濁液であり、２ｐｐｍの炭化水素の目標クリーン度を有するとき、前記研磨材料が材料１グラムあたり２５ｍｇの炭化水素より高い研磨容量を有する前記研磨吸収剤ステージと、を含む、水中炭化水素精製システム。

【請求項２】

前記炭化水素吸収剤ステージが活性炭を含む、請求項１に記載のシステム。

【請求項３】

エンジン燃料ラインに流体接続されかつ水排出口を有する燃料および水分離器システムと、

請求項１および２のいずれか一項に記載の水中炭化水素精製システムと、を備え、

前記水中炭化水素精製システムの前記注入口が前記水排出口と流体連通する、エンジン燃料および水分離システム。

【請求項４】

油／水リザーバ容器と、

請求項１に記載の水中炭化水素精製システムと、を備え、

前記水中炭化水素精製システムの前記注入口が前記油／水リザーバ容器に流体接続される、油／水分離器システム。

【請求項５】

アニオン交換樹脂を含むアニオン交換要素に水中炭化水素乳濁液を通過させて、前記乳濁液を分解し、かつ実質的に水である透過水から炭化水素相を分離させるステップと、

前記透過水を前記アニオン交換要素から除去するステップと、

前記透過水を高容量炭化水素吸収剤材料と接触させ、排出流を形成するステップであって、前記水中炭化水素乳濁液が２５００ｐｐｍの水中５％バイオディーゼルブレンド乳濁液であるとき、前記高容量炭化水素吸収剤材料が材料１グラムあたり７５０ｍｇの炭化水素より高い飽和容量を有する、ステップと、

前記排出流を研磨材料と接触させ、研磨された水流を形成するステップであって、前記水中炭化水素乳濁液が２５００ｐｐｍの水中５％バイオディーゼルブレンド乳濁液であり、２ｐｐｍの炭化水素の目標クリーン度を有するとき、前記研磨材料が材料１グラムあたり２５ｍｇの炭化水素より高い研磨容量を有する、ステップと、を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、水中炭化水素精製システム、特に、水中炭化水素乳濁液を分解し、かつ水から炭化水素を除去または分離するシステムに関する。

【背景技術】

【０００２】

燃料中の水汚染は、それがエンジンの性能および動作に影響を与える場合に懸念される。水汚染は、例えば、燃料フィルターのつまり、燃料枯渇、空洞化および腐食を通したエンジン要素の損傷、ならびに微生物増殖の促進を含む種々の問題を生じる可能性がある。

【０００３】

燃料中の水汚染の量を低減するために、種々のデバイスが使用されている。例として、デバイスを合体および分離することを利用して、最初に、乳化された水をより大きい液滴中に合体させ、かつ次に、拡大化した液滴を燃料流から除去する。除去または排水された水中炭化水素分散体または乳濁液流は、燃料分離器システムからのこのような水から排出される。除去または排水された水中炭化水素乳濁液流は、燃料分離器システムからのこのような水からの排出物である。

【０００４】

圧縮空気中の水および油汚染は、パイプラインバルブおよび機械の腐食、化学物質、医薬品および食品パッケージプロセスにおける油など、それが全圧縮空気システムに影響を与えるために懸念される。例として、デバイスを合体および分離することを利用して、最初に、圧縮空気中の乳化された水ならびに油および水液滴をより大きい液滴中に合体させ、かつ次に、拡大化した液滴を圧縮空気流から除去する。除去または排水された水中炭化水素分散体または乳濁液流は、圧縮空気分離器システムからのこのような「油／水凝縮物」からの排出物である。

【０００５】

近年、炭化水素流体の燃焼によって生じる大気汚染を低減させることに焦点を当てた努力がなされてきた。硫黄は、直接、ディーゼル燃料の燃焼によって引き起こされる汚染の要因になる。ディーゼル燃料は、ディーゼルエンジン排気ガス規制に適合するため、硫黄の量が低減されるように精製された。しかしながら、これらの低硫黄ディーゼル燃料は他の添加剤の使用を必要とした。例として、エンジン用ディーゼル燃料の十分な潤滑性を維

持するため、低硫黄ディーゼル燃料に界面活性剤が添加されていた。界面活性剤は、水と炭化水素との間の表面張力を低下させるため、水中炭化水素乳濁液または分散体を安定化させる効果も有する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本開示は、水中炭化水素精製システム、特に、他の態様の中でも、水中炭化水素乳濁液を分解し、かつ水から炭化水素を除去するシステムに関する。

【０００７】

多くの実施形態において、水中炭化水素精製システムは、塩基性または強塩基性アニオン交換樹脂と、注入口と、水透過水排出口と、炭化水素排出口とを有するアニオン交換段階を有する水中炭化水素精製システムを含む。注入口は、水中炭化水素乳濁液供給源と流体連通する。

【０００８】

さらなる実施形態において、エンジン燃料および水分離システムは、エンジン燃料ラインに流体接続され、かつ水排水口を有する燃料および水分離器システムを含み、本明細書に記載される水中炭化水素精製システムは、水排水口と流体連通する。

【０００９】

さらなる実施形態において、油／水分離器システムは、油／水リザーバ容器と、油／水リザーバ容器に流体接続される、本明細書に記載の水中炭化水素精製システムとを含む。

【００１０】

なおさらなる実施形態において、方法は、塩基性または強塩基性アニオン交換樹脂を有するアニオン交換要素に水中炭化水素分散体または乳濁液を通過させて、乳濁液を分解し、かつ実質的に水である透過水から炭化水素を分離させるステップと、次いで透過水をアニオン交換要素から除去するステップとを含む。

【００１１】

本発明の実施形態の１つ以上の詳細は、以下の添付の図面および記載において明らかにされる。本発明の他の特徴、対象および利点は、記載および図面からならびに特許請求の範囲から明白となるであろう。

【００１２】

本開示は、添付の図面と関連して、以下の本開示の種々の実施形態の詳細な記載を考慮することにより、より詳細に理解され得る。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】水中炭化水素精製システムの概略図である。

【図２】別の水中炭化水素精製システムの概略図である。

【図３】スキマー型水中炭化水素精製システムの概略図である。

【図４】別のスキマー型水中炭化水素精製システムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

本明細書に提示された概略図は必ずしも一定の縮尺ではない。図面中で使用される同様の数字は、同様の構成要素、ステップなどを参照する。しかしながら、所与の図中の構成要素を参照するための数字の使用は、別の図中において同一の数字でラベリングされた構成要素を限定するように意図されないことが理解されるであろう。加えて、構成要素を参照するための異なる数字の使用は、異なる数字付けされた構成要素が同一または同様であることが不可能であることを示すように意図されない。

【００１５】

以下の詳細な記載において、本明細書の一部を形成し、かつ実例としてデバイス、システムおよび方法のいくつかの特定の実施形態が示される添付の図面が参照される。他の実施形態が考えられ、かつ本開示の範囲または趣旨を逸脱することなく作成され得ることが

理解されるべきである。したがって、以下の詳細な記載は限定の意味で解釈されるべきではない。

【００１６】

別途指定されない限り、本明細書に使用される全ての科学用語および技術用語は、一般に当該技術分野において使用される意味を有する。本明細書に提供される定義は、多くの場合、本明細書に使用される特定の用語の理解を容易にするためのものであり、かつ本開示の範囲を限定するような意味はない。

【００１７】

本明細書および添付の特許請求の範囲において使用される場合、単数形「１つの（ａ）」、「１つの（ａｎ）」および「その（ｔｈｅ）」は、内容が明らかに他を規定しない限り、複数形の指示対象を有する実施形態を含む。

【００１８】

本明細書および添付の特許請求の範囲において使用される場合、内容が明らかに他を規定しない限り、「または」という用語は、一般に「および／または」を含む意味で利用される。

【００１９】

本明細書において使用される場合、「有する」、「有している」、「含む」、「含んでいる」、「含んでなる」、「含んでなっている」などは、それらの非限定的な意味で使用され、かつ一般に「含むが、限定されない」ことを意味する。「からなる」および「から本質的になる」という用語は、「含んでなる」などに包括されることが理解されるであろう。

【００２０】

本明細書で参照されるいずれの方向、例えば、「上部」、「底部」、「左」、「右」、「上方」「下方」、「上」、「下」ならびに他の方向および配向は、本明細書中、図面の参照において明快さのために記載され、実際のデバイスもしくはシステムまたはデバイスもしくはシステムの使用を限定するものではない。本明細書に記載されるデバイス、物品またはシステムの多くは、いくつかの方向および配向で使用されてよい。

【００２１】

「炭化水素」という用語は、炭素ベースの飽和または不飽和分子から主に形成される油または燃料材料を意味する。

【００２２】

「水中炭化水素乳濁液」という句は、水が連続相であり、かつ炭化水素が分散されているかまたは不連続相である乳濁液を意味する。本明細書に記載される「水中炭化水素乳濁液」は、５マイクロメートルより大きいか、または５マイクロメートル～２５マイクロメートルの平均径を有する炭化水素液滴を含む。本明細書に記載される「水中炭化水素乳濁液」は、熱力学的に安定ではない。本明細書に記載される「水中炭化水素乳濁液」は、数度の動力学的安定性を有する。５～１５マイクロメートルの炭化水素液滴は、有意な動力学的安定性を有する。

【００２３】

「乳濁液」という用語は、液体液滴が第２の液体中に分散され、かつ２種の液体が非混和性である流体系を意味する。

【００２４】

「吸収」という用語は、水からの炭化水素の除去プロセスを意味し、水からの炭化水素の吸収、吸着および同様の除去機構が含まれる。

【００２５】

「高容量炭化水素吸収剤材料」および「高容量材料」という句は、意図されたクリーン度まで水をクリーンにする必要はないが、その代わりに高い飽和容量を導く特性を有する材料を意味する。例えば、２５００ｐｐｍの水中Ｂ５乳濁液または分散体（Ｂ５＝５％バイオディーゼルブレンド）でチャレンジした場合、これらの材料の飽和容量は、好ましくは、材料１グラムあたり７５０ｍｇより高い炭化水素であるか、または材料１グラムあた

り１０００ｍｇより高い炭化水素である。好ましい飽和容量は、チャレンジ流体濃度および構成によって異なるであろう。

【００２６】

「研磨炭化水素吸収剤材料」および「研磨材料」という句は、広範囲の入ってくるチャレンジ水濃度において意図されたクリーン度まで水を精製することができる材料を意味する。好ましくは、これらの材料は、意図された目標クリーン度において高い装填特徴を有する。例えば、２５００ｐｐｍの水中Ｂ５乳濁液または分散体で、２ｐｐｍの目標クリーン度でチャレンジした場合、これらの材料は、材料１グラムあたり２５ｍｇより高いか、または材料１グラムあたり５０ｍｇより高い炭化水素の好ましい装填または研磨容量を有する。好ましい装填特徴は、チャレンジ流体濃度および構成ならびに目標クリーン度次第である。

【００２７】

本開示は、水精製システム、特に、他の態様の中でも、水中炭化水素乳濁液を分解し、かつ水から炭化水素を除去または分離するシステムを記載する。特に、アニオン交換樹脂は、乳濁液を分解し、かつ実質的に水である透過水から炭化水素を分離させる。次いで、透過水は、炭化水素を吸着し、かつ研磨された水流を形成するための炭化水素吸収剤段階を通過し得る。研磨された水流は、５ｐｐｍ未満の炭化水素、または２ｐｐｍ未満の炭化水素、または１ｐｐｍ未満の炭化水素を有することができる。炭化水素は、ガスもしくはディーゼル（バイオディーゼルを含む）、または天然ガスもしくはプロパンもしくは油などの燃料を含む。多くの実施形態において、アニオン交換樹脂は、塩基性または強塩基性アニオン交換樹脂である。多くの実施形態において、吸収剤段階は活性炭である。本開示はそのように限定されないが、本開示の種々の態様の認識は、以下に提供された実施例の考察を通して得られるであろう。

【００２８】

燃料投入システムに関する燃料クリーン度必要条件は、信頼性の高いエンジン性能を保証するために必要とされている。大きい程度において、燃料ろ過は、研摩粒子および不溶性水の制御と関連する燃料クリーン度必要条件を満たすことの原因となる。これらのフィルターは、燃料流からの混入水の少なくとも一部を合体することができ、かつ水中燃料分散体または乳濁液廃液流を形成することができる。

【００２９】

燃料は、アニオン性界面活性剤を含み得る。さらに、水への燃料（特に、バイオディーゼルなどのバイオ燃料）の暴露により、追加的なアニオン性界面活性剤の形成がもたらされる。このプロセスの一例は、アニオン性界面活性剤（例えば、石けん）を形成する、バイオディーゼル製造プロセスからのカルボン酸と、溶解した金属イオンとの反応である。これらの石けんは、カルボン酸よりも水溶性であり、かつ少なくとも５００ｐｐｍの炭化水素含有量を有する燃料中炭化水素乳濁液を促進および安定化させることができる。

【００３０】

安定な水中炭化水素乳濁液をアニオン交換材料と接触させることにより、石けんのカルボン酸アニオン部分が塩化物などの水溶性アニオンと交換され得、例えば、（塩化ナトリウムなどの）金属塩化物が形成し、効果的に石けん材料が水中炭化水素乳濁液（または分散体）から除去され得る。石けん材料が除去または低減されると、水中炭化水素乳濁液が脱安定化し、それらの比重の差異に基づいて水および燃料相が分離する。

【００３１】

図１は、水中炭化水素精製システム１０の概略図である。水中炭化水素精製システム１０は、アニオン交換樹脂２６と、水中炭化水素乳濁液供給源から水中炭化水素乳濁液１２を受け取るように構成された注入口２１とを含むアニオン交換段階２０を含む。アニオン交換樹脂２６は、水中炭化水素乳濁液１２を分解し、それらの比重の差異に基づいて水および燃料相が分離することを促進する。実質的に炭化水素の流れ２４および実質的に水透過水の流れ２２は、アニオン交換段階２０を出る。炭化水素吸収剤段階４０は、アニオン交換段階２０の下流で液体連通し得る。透過水２２は炭化水素吸収剤段階４０に入り得、

かつ精製水流４２は炭化水素吸収剤段階４０を出ることができる。

【００３２】

図２は、別の水中炭化水素精製システム１１の概略図である。多くの実施形態において、水中炭化水素精製システム１１は、アニオン交換樹脂２６と、水中炭化水素乳濁液供給源から水中炭化水素乳濁液１２を受け取るように構成された注入口２１とを含むアニオン交換段階２０を含む。アニオン交換樹脂２６は、水中炭化水素乳濁液１２を分解し、それらの比重の差異に基づいて水および燃料相が分離することを促進する。実質的に炭化水素の流れ２４および実質的に水透過水の流れ２２は、アニオン交換段階２０を出る。高容量炭化水素吸収剤段階３０は、アニオン交換段階２０の下流で液体連通し得る。研磨炭化水素吸収剤段階４０は、高容量炭化水素吸収剤段階３０の下流で液体連通し得る。透過水２２は、高容量炭化水素吸収剤段階３０と、次いで研磨炭化水素吸収剤段階４０とに入り得、かつ精製水流４２は研磨炭化水素吸収剤段階４０を出ることができる。

【００３３】

多くの実施形態において、水中炭化水素分散体供給源は、水を合体させ、かつ水中炭化水素乳濁液流を形成することができる燃料フィルター要素である。燃料フィルター要素は、例えば、車両エンジンなどのディーゼルエンジンで使用されるものなどの燃料システムの一部を形成する。

【００３４】

この水中炭化水素乳濁液流は、水中に懸濁された炭化水素液体液滴を有し得る。この水中炭化水素乳濁液は、熱力学的に安定し得ないが、動力学的安定性を示し得る。水中に懸濁されたこれらの炭化水素液体液滴は、５マイクロメートルより大きいか、または５～２５マイクロメートルの範囲の平均液滴径または直径を有し得る。炭化水素は、５００ｐｐｍより多い、または少なくとも１０００ｐｐｍもしくは少なくとも５，０００ｐｐｍの炭化水素の量で水中炭化水素乳濁液流に存在し得る。

【００３５】

水中炭化水素乳濁液流は、界面活性剤を含み得る。界面活性剤は、１ｐｐｍ以上、または１０ｐｐｍ以上、または５０ｐｐｍ以上、または１００ｐｐｍ以上などのいずれかの乳濁液安定化量で水中炭化水素乳濁液中に存在し得る。いくつかの場合、界面活性剤は、１～１００ｐｐｍまたは５～５０ｐｐｍの量で水中炭化水素乳濁液中に存在し得る。

【００３６】

水中炭化水素乳濁液流は、界面活性剤を含み得、アニオン性界面活性剤を含み得る。アニオン性界面活性剤は、分子の極性部分がアニオン性官能基（または複数のアニオン性官能基）を含有する界面活性剤である。アニオン性官能基には、カルボキシレート、スルフェート、スルホネートおよびホスフェートが含まれる。アニオン性界面活性剤としては、例えば、ラウリル硫酸アンモニウム、ドデシル硫酸ナトリウム、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ラウリン酸ナトリウム、ラウレス硫酸ナトリウム、ラウロイルサルコシン酸ナトリウム、ミレス硫酸ナトリウム、パレス硫酸ナトリウム、ステアリン酸ナトリウム、ラウリル硫酸カリウムおよび他の線形アルキルベンゼンスルホン酸塩および第一アルキルベンゼンスルホン酸塩が含まれる。他のアニオン性界面活性剤としては、例えば、ペルフルオロブタンスルホン酸、ペルフルオロノナン酸、ペルフルオロオクタンスルホン酸、ペルフルオロオクタン酸の塩が含まれる。

【００３７】

カルボン酸の塩、特に、バイオ燃料成分としてのディーゼル燃料または燃料および油添加剤パッケージに見い出されるものが界面活性剤の役割を果し得る。これらには、ミリスチン酸、ペンタデシル酸、パルミチン酸、マルガリン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸およびα－リノール酸の塩が含まれる。追加的な不飽和度を有する分子も含まれる。

【００３８】

いくつかの実施形態において、水中炭化水素精製システム１０、１１は、抗菌剤を含むことができる。例えば、アニオン交換段階２０、研磨炭化水素吸収剤段階４０または高容

量炭化水素吸収剤段階３０の１つ以上が抗菌剤を含むことができる。抗菌剤は、微生物の成長を抑制するか、または微生物を死滅させるいずれかの有用な材料または化合物でもあり得る。例示的な抗菌剤には、銀、銅、（例えば、第四級アミンなどの）有機殺生剤、オゾンまたは紫外線が含まれる。

【００３９】

図３は、スキマー型水中炭化水素精製システム１００の概略図である。この水中炭化水素精製システム１００は、アニオン交換樹脂２６と、水中炭化水素乳濁液供給源（油／水リザーバ容器など）から水中炭化水素乳濁液１２を受け取るように構成された注入口２１とを含むアニオン交換段階２０を含む。アニオン交換樹脂２６は、水中炭化水素乳濁液１２を分解し、それらの比重の差異に基づいて水および燃料相が分離することを促進する。実質的に炭化水素の流れ２４をアニオン交換段階２０の上部からすくい取ることができ、実質的に水透過水の流れは、アニオン交換段階２０の底部において、チャネル１０４を介してアニオン交換段階２０を出て、かつ炭化水素吸着段階４０中に流入する。炭化水素吸収剤段階４０は、チャネル１０４を介してアニオン交換段階２０の下流で液体連通する。透過水は、チャネル１０４から炭化水素吸収剤段階４０に入り、かつ精製水流４２が炭化水素吸収剤段階４０を出る。

【００４０】

図４は、別のスキマー型水中炭化水素精製システム１０１の概略図である。多くの実施形態において、この水中炭化水素精製システム１０１は、アニオン交換樹脂２６と、水中炭化水素乳濁液供給源（油／水リザーバ容器など）から水中炭化水素乳濁液１２を受け取るように構成された注入口２１とを含むアニオン交換段階２０を含む。アニオン交換樹脂２６は、水中炭化水素乳濁液１２を分解し、それらの比重の差異に基づいて水および燃料相が分離することを促進する。実質的に炭化水素の流れ２４をアニオン交換段階２０の上部からすくい取ることができ、実質的に水透過水の流れは、アニオン交換段階２０の底部において、チャネル１０４を介してアニオン交換段階２０を出て、かつ高容量炭化水素吸着段階３０中に流入する。高容量炭化水素吸収剤段階３０は、チャネル１０４を介してアニオン交換段階２０の下流で液体連通する。研磨炭化水素吸収剤段階４０は、高容量炭化水素吸収剤段階３０の下流で液体連通する。透過水は、チャネル１０４から高容量炭化水素吸収剤段階３０に、次いで研磨炭化水素吸着剤段階４０に入り、かつ精製水流４２が炭化水素吸収剤段階４０を出る。

【００４１】

ハウジング１０２は、水中炭化水素精製システム１００、１０１を含み得る。多くの実施形態において、水中炭化水素分散体供給源は、油／水リザーバ容器である。これらの実施形態の多くにおいて、油／水リザーバ容器は圧縮器システムの一部分を形成する。いくつかの実施形態において、ハウジング１０２はアニオン交換樹脂２６を含む。

【００４２】

いくつかの実施形態において、水中炭化水素精製システム１００、１０１は、抗菌剤を含むことができる。例えば、アニオン交換段階２０、炭化水素吸収剤段階４０または高容量炭化水素吸収剤段階３０の１つ以上が抗菌剤を含むことができる。抗菌剤は、微生物の成長を抑制するか、または微生物を死滅させるいずれかの有用な材料または化合物でもあり得る。例示的な抗菌剤には、銀、銅、（例えば、第四級アミンなどの）有機殺生剤、オゾンまたは紫外線が含まれる。

【００４３】

別の例示的な実施形態において、水中炭化水素精製システムは、水透過性層または要素などの膜によって分離されたアニオン交換樹脂の容積および水中炭化水素乳濁液の容積を含み得る。水および水溶性成分は膜を通って拡散する。時間が経過すると、水溶性界面活性剤は膜を通って拡散し、アニオン交換樹脂と接触する。乳濁液が接触する乳濁液を分解することまたはアニオン交換樹脂の容積を通って流動することに関して、これは同様の効果を有し得る。

【００４４】

多くの実施形態において、水中炭化水素乳濁液は、少なくとも５００ｐｐｍ、または少なくとも１０００ｐｐｍ、または少なくとも５，０００ｐｐｍの炭化水素を有する。透過水は、５００ｐｐｍ未満、または２５０ｐｐｍ未満、または１００ｐｐｍ未満の溶解した炭化水素を有する。研磨された水流は、５ｐｐｍ未満の炭化水素、または２ｐｐｍ未満の炭化水素、または１ｐｐｍ未満の炭化水素を含む。

【００４５】

アニオン交換

「アニオン交換樹脂」という用語は、アニオン交換のための官能基を含有する物質または材料を意味する。アニオン交換はビーズの形態であり得る。好ましくは、アニオン交換樹脂は、（好ましくは水酸化物またはハロゲンの形態で）塩基性アニオン交換樹脂である。これらの実施形態の多くにおいて、アニオン交換樹脂は強塩基性である。

【００４６】

アニオン（またはアニオン性）交換樹脂の例としては、限定されないが、Ｄｏｗ Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｃｏｍｐａｎｙによって製造されるＤＯＷＥＸ ＭＡＲＡＴＨＯＮ Ａ、ＤＯＷＥＸ ＭＡＲＡＴＨＯＮ Ａ ＭＢ、ＤＯＷＥＸ ＭＡＲＡＴＨＯＮ Ａ ＬＢ、ＤＯＷＥＸ ＭＡＲＡＴＨＯＮ Ａ２、ＤＯＷＥＸ １１、ＤＯＷＥＸ ＳＢＲ－Ｐ、ＤＯＷＥＸ ＳＢＲ、ＤＯＷＥＸ ＳＡＲ、ＤＯＷＥＸ ＭＳＡ－１、ＤＯＷＥＸ ＭＳＡ－２、ＤＯＷＥＸ ＭＯＮＯＳＰＨＥＲＥ ５５０Ａ、ＤＯＷＥＸ ＳＢＲ－ＰＣ、ＤＯＷＥＸ ＳＢＲ Ｃ、ＤＯＷＥＸ ＭＳＡ－１Ｃ、ＤＯＷＥＸ ＭＡＲＡＴＨＯＮ ＷＢＡ、ＤＯＷＥＸ ＷＧＲ－２、ＤＯＷＥＸ ＭＷＡ－１、ＤＯＷＥＸ ＩＦ－５９ ＰＳもしくはＤＯＷＥＸ ＭＯＮＯＳＰＨＥＲＥ ６００ＢＢ、Ｒｏｈｍ＆Ｈａａｓによって製造されるＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ９５８ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ４０４ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ４１０ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＪＥＴ ４６００ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＪＥＴ ４２００ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ６７、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲ９６、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ４２００ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ４０２ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ９００ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ９１０ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ４５８ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ４７８ＲＦ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ６７ＲＦ、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ９６ＲＦ、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ４５８ＲＦ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＲＦ１４、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ ＩＲＡ９６ＳＢ、ＡＭＢＥＲＪＥＴ ４４００ Ｃ１、ＡＭＢＥＲＪＥＴ ４４００ ＯＨもしくはＡＭＢＥＲＳＥＰ ９００ ＯＨ、またはＰｕｒｏｌｉｔｅによって製造されるＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ２００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ３００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ４００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ４２０Ｓ、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ５００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ５００Ｐ、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ５０５、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ５１０、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ６００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ８５０、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ８６０、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ８７０、ＰＵＲＯＬＩＴＥ ＳＧＡ４００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ ＳＧＡ６００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ５０１ＰもしくはＰＵＲＯＬＩＴＥ Ｓ１０８が含まれる。

【００４７】

アニオン性交換樹脂は、強塩基性樹脂、好ましくは第四級アンモニウム官能基を含有するポリスチレンであり得る。強塩基アニオン交換樹脂は、水中燃料乳濁液を安定化させる石けんが表面活性剤を除去して、金属塩を残すためのアニオン交換中に交換される有機アニオンであるため、驚くべきことに効率的である。多くの実施形態において、これらの強塩基アニオン交換樹脂は、第四級アンモニウム、ジビニルベンゼンと架橋したマクロ多孔性ポリスチレンである。これらの強塩基アニオン交換樹脂のアクリレート型も有用である。これらの樹脂は商業的に入手可能である。強塩基樹脂は、有機酸を石けんから分離し、金属塩を残すそれらの能力のために好ましいことができる。いくつかの実施形態において、ＰＵＲＯＬＩＴＥ Ａ１００およびＡ０３などの弱塩基樹脂が有用となる可能性がある。

【００４８】

強塩基性アニオン交換樹脂は、テトラアルキルアンモニウムヒドロキシド基などの第四級アンモニウム基を含有するスチレン－ジビニルベンゼンコポリマーも含み得る。この種の代表的な製品は、ＤＯＷＥＸ　１－Ｘ１０、ＤＯＷＥＸ　２－ＸＢ、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－４１０、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－４０１５、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－４００、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　Ａ－２６、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－９３、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－９４、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－９００、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ－９０４、ＤＯＷＥＸ　ＭＳＡ－１、ＤＯＷＥＸ　ＳＡ－２などの商標名で市販されている。

【００４９】

アニオン性交換樹脂は、アミノまたはトリメチルアミン官能性を所有し得、かつ石けんに見られるカルボン酸イオンを結合するために適切であり得る。架橋された有機ポリマーをベースとする樹脂の非限定的な例としては、ＤＯＷＥＸ　ＭＯＮＯＳＰＨＥＲＥ　６６、ＤＯＷＥＸ　ＭＯＮＯＳＰＨＥＲＥ　７７、ＤＯＷＥＸ　ＭＡＲＡＴＨＯＮ　Ｗｂａ、ＤＯＷＥＸ　ＭＡＲＡＴＨＯＮ　Ｗｂａ－２、ＤＯＷＥＸ　ＵＰＣＯＲＥ　ＭＯＮＯ　Ｗｂ－５００、ＤＯＷＥＸ　６６、ＤＯＷＥＸ　Ｍ－４３、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　Ｆｐａ５３、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＦＰＡ５５、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　ＩＲＡ６７、ＡＭＢＥＲＬＩＴＥ　Ｉｒａ９６、ＰＵＲＯＬＩＴＥ　Ａ－１００、ＰＵＲＯＬＩＴＥ　Ａ－１０３、ＰＵＲＯＬＩＴＥ　Ａ８４７、ＤＩＡＩＯＮ　ＷａｌＯ、ＤＩＡＩＯＮ　Ｗａ２１ｊ、ＤＩＡＩＯＮ　Ｗａ３０、ＳＥＰＡＢＥＡＤ　ＦＰ－ＤＡ、ＬＥＷＡＴＩＴ　ＭＯＮＯＰＬＵＳ　Ｍｐ６４およびＬＥＷＡＴＩＴ　Ｖｐ　Ｏｃ　１０７２が含まれる。

【００５０】

炭化水素吸収材料

炭化水素吸収材料には、炭化水素を吸収することができるいずれの材料も含まれる。例示的な炭化水素吸収材料としては、ポリマー材料、活性炭または両方が含まれる。水中炭化水素組成物またはアニオン交換段階からの透過水は、研磨炭化水素吸収材料と接触する前に最初に高容量炭化水素吸収材料と接触し得る。炭化水素吸収要素の全寿命は、研磨炭化水素吸収材料の上流に高容量炭化水素吸収材料を有することにより長くし得ることが見出された。

【００５１】

平衡濃度と炭素装填との間の関係は、吸着等温線によって記載することができる。吸着の最も広く使用されるモデルの３つは、Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ、ＬａｎｇｍｕｉｒおよびＢＥＴ等温線である。これらの中で、経験的なＦｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温式は、広範囲のチャレンジ条件および装填量における活性炭の装填挙動を最も良好に記載する。Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温式は、

【数１】

$$q = \frac{x}{m} = K_f c_e^{\frac{1}{n}}$$

であり、式中、ｑは、吸着剤１グラムあたりの吸着物質のミリグラムでの吸着剤装填（ｘ／ｍ）であり、c_eは、溶液中の平衡吸着物質濃度であり、かつK_fおよび１／ｎは、吸着物質、吸着剤および温度に依存する等温式パラメータである。

【００５２】

Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温式は、特定の目標平衡吸着物質濃度における吸着剤装填を決定するために使用することができる。平衡吸着物質濃度（c_e）が、入ってくる吸着物質濃度（c_o）に等しい場合、材料は使い尽くされている。これらの条件下の装填容量は、飽和容量またはq_{sat}と呼ばれる。材料の飽和容量は、異なる入ってくる吸着物質濃度によって変化する。高い飽和容量を有する材料は、高容量炭化水素吸収剤材料または高容量材料と呼ばれる。

【００５３】

ほとんどの精製用途において、成分を残す目標吸着物質濃度（c_t）は、入ってくる吸着物質濃度より低い。この場合、意図された目標吸着物質濃度において、Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温式から決定された吸着剤装填は研磨容量またはq_tであるとみなされる。材料の研磨容量は、異なる入ってくる吸着物質濃度および目標吸着物質濃度によって変化する。研磨容量は、一般に飽和容量より低い。高い研磨容量を有する材料は、研磨炭化水素吸収剤材料または研磨材料と呼ばれる。

【００５４】

好ましくは、高容量炭化水素吸収剤材料は研磨炭化水素吸収剤材料より高い飽和容量（q_{sat}）を有し、かつ研磨炭化水素吸収剤材料は高容量炭化水素吸収剤材料より高い研磨容量（q_t）を有する。飽和容量（q_{sat}）および研磨容量（q_t）は、同一の入ってくる吸着物質濃度によって決定される。

【００５５】

高容量材料と、それに続いて研磨材料の別個の部分とを含む水中炭化水素精製システムは、単一材料の同サイズのシステムを上回る増加した寿命を有する。特に、高容量の材料と、それに続いて研磨材料の別個の部分とを含むフィルターハウジングは、単一材料の同サイズのフィルターハウジングを上回る増加した寿命を有することができる。高容量材料および研磨材料は互いに直列流配向で配置され、研磨材料が高容量材料の下流にある。

【００５６】

活性炭は、極めて高い表面積および非常に多孔性の構造を有する微粒炭素である。そのため、その吸着容量は特に高く、特に炭化水素に関して特に顕著である。活性炭は、非常に多孔性の構造を有する炭素（ほとんど＞９０％）から主になる。加えて、活性炭の内部表面積は５００～２０００m^2／ｇ炭素であり、これは活性炭の高い吸着容量を説明する。

【００５７】

「高容量」活性炭は、（本明細書中、研磨炭化水素吸収材料と呼ばれる）活性炭の参照試料よりも少なくとも２５％、または少なくとも５０％、または少なくとも７５％高い、飽和における装填（q_{sat}）を有する。一般に、高容量炭化水素吸収剤材料は研磨炭化水素吸収剤材料より高い飽和容量（q_{sat}）を有する。

【００５８】

いくつかの実施形態において、高容量炭化水素吸収ポリマー材料には、炭化水素吸収ポリマーポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリエステルおよびそれらの組合せが含まれる。これらの吸収ポリマー材料は、不織布層、ナノ繊維層、スポンジまたはポリマーフォーム要素または層の形態であり得る。他の実施形態において、高容量炭化水素吸収材料は活性炭である。いくつかの実施形態において、高容量炭化水素吸収材料は、高容量炭化水素吸収ポリマー材料および高容量炭化水素吸収活性炭材料の両方を含む。

【００５９】

高容量炭化水素吸収材料は、１種以上または２種以上の異なるタイプまたは種類の高容量炭化水素吸収材料を含む。２種以上の高容量炭化水素吸収材料は、単一体積内で一緒に混合され得るか、または仕切りもしくはスペーサー要素によって互いから分離され得、それらは互いに直列流配向であり得る。

【００６０】

いくつかの実施形態において、高容量炭化水素吸収材料は、２種以上の高容量炭化水素吸収活性炭材料を含む。２種以上の高容量炭化水素吸収活性炭材料は、単一体積内で一緒に混合され得るか、または仕切りもしくはスペーサー要素によって互いから分離され得、それらは互いに直列流配向であり得る。

【００６１】

いくつかの実施形態において、高容量炭化水素吸収材料は、２種以上の高容量炭化水素吸収ポリマー材料を含む。２種以上の高容量炭化水素吸収ポリマー材料は、単一体積内で一緒に混合され得るか、または仕切りもしくはスペーサー要素によって互いから分離され得、それらは互いに直列流配向であり得る。

【００６２】
いくつかの実施形態において、高容量炭化水素吸収材料は、高容量炭化水素吸収ポリマー材料および高容量炭化水素吸収活性炭材料を含む。高容量炭化水素吸収ポリマー材料および高容量炭化水素吸収活性炭材料は、単一体積内で一緒に混合され得るか、または仕切りもしくはスペーサー要素によって互いから分離され得、それらは互いに直列流配向であり得る。これらの実施形態において、高容量炭化水素吸収ポリマー材料は、全高容量炭化水素吸収材料の１０～９０重量％を表し得、かつ高容量炭化水素吸収活性炭材料は、全高容量炭化水素吸収材料の９０～１０重量％を表し得る。高容量炭化水素吸収ポリマー材料は、全高容量炭化水素吸収材料の２５～５０重量％を表し得、かつ高容量炭化水素吸収活性炭材料は、全高容量炭化水素吸収材料の７５～５０重量％を表し得る。高容量炭化水素吸収ポリマー材料は、全高容量炭化水素吸収材料の７５～５０重量％を表し得、かつ高容量炭化水素吸収活性炭材料は、全高容量炭化水素吸収材料の２５～５０重量％を表し得る。
【００６３】
多くの実施形態において、研磨炭化水素吸収剤材料は活性炭である。いくつかの実施形態において、研磨炭化水素吸収材料は、２種以上の研磨炭化水素吸収活性炭材料を含む。２種以上の研磨炭化水素吸収活性炭材料は、単一体積内で一緒に混合され得るか、または仕切りもしくはスペーサー要素によって互いから分離され得、それらは互いに直列流配向であり得る。
【００６４】
高容量炭化水素吸収材料および研磨炭化水素吸収剤材料が異なる材料であることが理解される。例えば、炭化水素吸収材料および炭化水素吸収剤材料の両方が活性炭であり得るが、それらは、異なる吸収特性を有する異なる種類の活性炭である。一般に、研磨活性炭は高容量炭化水素吸収剤材料より高い研磨容量（q_t）を有する。
【００６５】
いくつかの実施形態において、水中炭化水素精製システムは、研磨炭化水素吸収剤材料と比較して、ほぼ等しい重量または体積量の高容量炭化水素吸収剤材料を有する。高容量炭化水素吸収剤材料は、（水中炭化水素精製システムに含まれる）全吸収剤材料の４５～５５重量％を表し、かつ研磨炭化水素吸収剤材料は、全吸収剤材料の約５５％～４５％である。
【００６６】
いくつかの実施形態において、研磨炭化水素吸収剤材料と比較して、より高い重量％の高容量炭化水素吸収剤材料を有することは、水精製システムにおける全炭化水素の寿命を改善することが知られている。これらの実施形態のいくつかにおいて、高容量炭化水素吸収剤材料は、全吸収剤材料の５５重量％～９５重量％を表し、かつ研磨炭化水素吸収剤材料は、全吸収剤材料の約４５％～５％である。
【００６７】
他の実施形態において、高容量炭化水素吸収剤材料と比較して、より高い重量％の研磨炭化水素吸収剤材料を有することは、水精製システムにおける全炭化水素の寿命を改善することが知られている。これらの実施形態のいくつかにおいて、高容量炭化水素吸収剤材料は、全吸収剤材料の１５重量％～４５重量％を表し、かつ研磨炭化水素吸収剤材料は、全吸収剤材料の約８５重量％～５５重量％である。
【００６８】
いくつかの実施形態において、水中炭化水素精製システムは、約２／３の高容量炭化水素吸収剤材料および１／３の研磨炭化水素吸収剤材料を有する。高容量炭化水素吸収剤材料は、（水中炭化水素精製システムに含まれる）全吸収剤材料の６０～７５重量％を表し、かつ研磨炭化水素吸収剤材料は、全吸収剤材料の約４０％～２５％である。
【００６９】
本明細書で使用される場合、「垂直」、「水平」、「上」、「下」、「左」、「右」、「上方」および「下方」、「時計回り」および「逆時計回り」ならびに他の同類語などの

用語は、図面に示される相対位置を参照する。一般に、物理的な実施形態は異なる配向を有し得、そのような場合、用語は、デバイスの実際の配向に変更された相対位置を参照するように意図される。

【００７０】

開示された系および構造のいくつかの利点を以下の実施例によってさらに例示する。本実施例において記載された特定の材料、量および寸法、ならびに他の条件および詳細は、本開示を過度に限定するものであると解釈されるべきではない。

【実施例】

【００７１】

実施例１

水中燃料乳濁液は、５００ｍＬの蒸留水中に２．０ｍＬのＢ５ディーゼル燃料（５％バイオディーゼル）を粉砕することによって調製した。追加の１．０Ｌの蒸留水を乳濁液に添加した。この乳濁液の底部１．０Ｌを試験用に回収した。乳濁液中の炭化水素液滴は、６．４マイクロメートルの平均径を有する、２．８～１２マイクロメートルの直径であることが視覚的に決定された。

【００７２】

ＧＣ－ＭＳ試験を使用して、以下の通り、この乳濁液の炭化水素含有量を決定した。乳濁液（５．０ｍＬ）の試料を５Ｎ　ＨＣｌ（０．５ｍＬ）と組み合わせ、１時間にわたりヘキサン（２．０ｍＬ）で抽出した。ヘキサン試料を１：１０に希釈し、標準的ＧＣ－ＭＳ法によって実行した。ＭＳシグナルは積分され、ヘキサデカン（Ｃ１６）標準の校正と比較した。乳濁液試料は８１５ｐｐｍ炭化水素を含有した。これは溶解および乳化炭化水素の両方を含む。

【００７３】

アニオン交換樹脂を含有する試料は、バイアル中の１．０ｇの樹脂を１０ｍＬの乳濁液で置き換えることによって調製した。試験された樹脂試料は、Ｐｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ５００、Ｐｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ１００およびＰｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ１０３であった。対照として、アニオン交換樹脂を含有しない試料が調製された。翌日、Ｐｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ１００およびＰｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ１０３樹脂からの水試料は、明確に乳濁液を含有しなかった。

【００７４】

（上記のように実行された）ＧＣ－ＭＳ実験により、対照試料（アニオン交換樹脂を含まないもの）の炭化水素含有量は、ガラスバイアルへの沈殿／吸着のため、２６７ｐｐｍまで減少していたことが見出された。Ａ１００およびＡ１０３樹脂試料は可視の乳濁液を含有しなかった。Ａ１００およびＡ１０３試料は、それぞれ１９ｐｐｍの炭化水素を含有し、これら主に溶解した炭化水素であった。これらの試料に関して、わずかな「油膜」が水試料の上部に観察され、これは、（その低密度によって予期されるように）乳濁液が分解した後、燃料相が表面に移動していたことを示す。

【００７５】

Ａ５００樹脂を使用する試料は、乳濁液を完全に分解しなかった。水試料の炭化水素含有量は対照より低かったが、なお可視の乳濁液を含有した。結果は表１に報告される。

【００７６】

【表１】

表 1: イオン交換水試料中の炭化水素含有量

試料	炭化水素含有量 (ppm)[a]
チャレンジ水	815
対照試料 (イオン交換樹脂を含まない)	267
A100 (1.0 g)	19
A103 (1.0 g)	19
A500 (1.0 g)	157

[a] ヘキサデカン(C16)標準に対する

【００７７】

実施例２

第２の実施例において、水中濃縮燃料（Ｂ５）乳濁液を強塩基アニオン交換樹脂に暴露した。水中燃料乳濁液の炭化水素濃度は約１００，０００ｐｐｍであった。強塩基アニオン交換樹脂の追加により、燃料および水の別個の相への明白な分離が生じる。

【００７８】

実施例３

ガラスカラムに（Ｐｕｒｏｌｉｔｅ　Ｃｏｒｐ．Ｂａｌａ　Ｃｙｎｗｙｄ，ＰＡから入手可能な）１０ｇのＰｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ５００アニオン交換樹脂を装填した。水中炭化水素乳濁液（炭化水素含有量＝４６９７ｐｐｍ；炭化水素＝Ｂ５または５％バイオディーゼル）を、アニオン交換床を通して排出させた。炭化水素含有量は、床の後、４９４ｐｐｍであると測定された。分離効率は８９％である。

【００７９】

実施例４

ガラスカラムに１０ｇのＰｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ１０３アニオン交換樹脂を装填した。水中炭化水素乳濁液（炭化水素含有量＝３６７１ｐｐｍ；炭化水素＝Ｂ５または５％バイオディーゼル）を、アニオン交換床を通して排出させた。炭化水素含有量は、床の後、６２６ｐｐｍであると測定された。分離効率は８３％である。

【００８０】

実施例５

ガラスカラムに１０ｇのＰｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ５００アニオン交換樹脂を装填した。１リットルの水中炭化水素乳濁液（初期炭化水素含有量＝４１０７ｐｐｍ；炭化水素＝Ｂ５または５％バイオディーゼル）を調製した。水中炭化水素乳濁液を、アニオン交換床を通して排出させた。最初の２００ｍＬに対する初期効率は７７％であった（９４９ｐｐｍが床を出る）。最後の２００ｍＬに対する最終効率は９２％であった（２２３ｐｐｍが床を出る）。実験中、流速は低下し、アニオン交換床の上部に明確な燃料層が形成した。

【００８１】

実施例６

水中炭化水素乳濁液を、約５０００ｐｐｍより多い炭化水素を有するダイズベースのバイオディーゼル燃料（Ｂ１００または１００％バイオディーゼル）から調製した。乳濁液を、いくつかの形態の塩基性アニオン交換樹脂を有するバイアルに配置した。バイアルは１８時間にわたり静置された。塩基性アニオン交換樹脂を含有する乳濁液試料は１８時間後に透明であり、これは、乳濁液が分離したことを示す。乳濁液ブランク（対照試料）は、なお乳濁液を含有していた。Ｂ２０（２０％バイオディーゼル）の乳濁液は、強酸カチオン交換樹脂（Ｄｏｗｅｘ　ＤＲ－２０３０）によって分離されなかった。結果を表２に報告する。

【００８２】
【表２】

表２

イオン交換樹脂	炭化水素	形態	視覚による乳濁液の分解の有無
Purolite A100	B100	弱塩基アニオン	有
Purolite A103	B100	弱塩基アニオン	有
Purolite A500	B100	強塩基アニオン (Cl^-型)	有
Dowex DR-2030	B20	強酸カチオン (H^+型)	無

【００８３】
実施例７
圧縮器上で、空気－油分離器からの水凝縮物を回収した。水は、炭化水素乳濁液により、白色でありかつ不透明であった。炭化水素は、この圧縮器システムにおいて（Ｇａｒｄｎｅｒ　Ｄｅｎｖｅｒから入手可能な）ＡＥＯＮ　４０００であった圧縮器油からである可能性が高い。ＡＥＯＮ　４０００は、種々の商業的販売業者から入手可能な専有の添加剤パッケージを含有する、水素化処理された鉱物油である。水凝縮物（水中炭化水素乳濁液）は、バイアル中にＰｕｒｏｌｉｔｅ　Ａ５００アニオン交換樹脂とともに配置された。１８時間後、乳濁液は分離し、水は視覚的に透明であった。水凝縮物のみを含有する対照試料は、この間に分離しなかった。
【００８４】
実施例８　－　高容量／研磨２相炭化水素吸収剤段階
Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温曲線定数、K_fおよび１／ｎは、吸着物質と吸着剤との間の相互作用の範囲を示す適合定数である。本実施例において、フィルターは、ディーゼル炭化水素を水から除去するために設計される。典型的な実験において、様々な材料の吸着剤特性を次のように決定した。種々の質量のそれぞれの材料（５０ｍｇ～５００ｍｇ）は、２０ｍＬの水中Ｂ５ディーゼル燃料分散体でチャレンジされた（典型的に、１０００～２５００ｐｐｍの炭化水素含有量）。試料を一晩で平衡化し、それぞれの試料の平衡炭化水素濃度をｎ－ヘキサデカン（Ｃ１６）標準と比較して、ＧＣ－ＭＳ（ガスクロマトグラフィー－質量分析）を使用して決定した。データは、経験的Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温式の線形化形態を使用して仕上げた。
【数２】

$$\log_{10} q = \log_{10} \frac{x}{m} = \log_{10} K_f + \frac{1}{n} \log_{10} c_e$$

式中、ｑは、炭化水素／ｇ吸着剤（ｘ／ｍ）のｍｇでの吸着剤装填であり、c_eは、水中平衡炭化水素濃度であり、K_fおよび１／ｎは、材料依存性および温度依存性の等温パラメータである。ディーゼル燃料などの多成分吸着物質において、等温パラメータは、最初の水中燃料分散体濃度に依存する傾向があった。様々な材料の等温定数および容量値を表３（２５００ｐｐｍの水中Ｂ５ディーゼル燃料分散体でチャレンジされた材料）および表４（１０００ｐｐｍの水中Ｂ５ディーゼル燃料分散体でチャレンジされた材料）に表す。
【００８５】

【表３】

表 3: 2500ppm の水中 B5 ディーゼル燃料分散体でチャレンジされた材料の Freundlich 等温定数

	Freundlich 等温定数		材料容量 (mg 炭化水素/ グラム 材料)	
材料	Log K_f	1/n	研磨, q_t (c_e = 2 ppm)	飽和, q_{sat} (c_e = 2500ppm)
Norit GCN 1240	1.29	0.43	26.4	568
Silcarbon K48	0.00	0.86	1.8	854

【００８６】

【表４】

表 4: 1000ppm の水中 B5 ディーゼル燃料分散体でチャレンジされた材料の Freundlich 等温定数

	Freundlich 等温定数		材料容量 (mg 炭化水素/ グラム 材料)	
材料	Log K_f	1/n	研磨, q_t (c_e = 2 ppm)	飽和, q_{sat} (c_e = 1000ppm)
Chemviron Carbsorb 28FB	1.54	0.40	45.7	561
ポリウレタンフォーム (Restek; カタログ番号 22957)	−2.69	2.08	0.0[a]	3686

[a] ポリウレタンフォームは、Freundlich 等温パラメータによると、2ppm まで水を精製できない。

【００８７】

Ｎｏｒｉｔ ＧＣＮ １２４０は、Ｃａｂｏｔ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ（Ｂｏｓｔｏｎ，ＭＡ）から商業的に入手可能である。

【００８８】

Ｓｉｌｃａｒｂｏｎ Ｋ４８は、Ｓｉｌｃａｒｂｏｎ Ａｋｔｉｖｋｏｈｌｅ ＧｍｂＨ（Ｋｉｒｃｈｈｕｎｄｅｍ，Ｇｅｒｍａｎｙ）から商業的に入手可能である。

【００８９】

Ｃｈｅｍｖｉｒｏｎ Ｃａｒｂｏｓｒｂ ２８ＦＢは、Ｃｈｅｍｖｉｒｏｎ Ｃａｒｂｏｎ（Ｆｅｌｕｙ，Ｂｅｌｇｉｕｍ）から商業的に利用可能である。

【００９０】

実施例８Ａ

高容量炭素（Ｓｉｌｃａｒｂｏｎ Ｋ４８）および研磨炭素（Ｎｏｒｉｔ ＧＣＮ １２４０）の吸着剤特性は、上記の等温実験を行なうことによって決定した。２５００ｐｐｍの水中Ｂ５ディーゼル燃料分散体チャレンジのための等温パラメータは表１に提示される。本実施例の目標クリーン度は２ｐｐｍである。

【００９１】

観察されるように、Ｓｉｌｃａｒｂｏｎ Ｋ４８炭素は、より高い飽和容量を有するのに対し、Ｎｏｒｉｔ ＧＣＮ １２４０炭素は、２ｐｐｍの排出口炭化水素濃度を目標とする場合、より高い装填容量を有する。したがって、Ｓｉｌｃａｒｂｏｎ Ｋ４８高容量

段階と、それに続いてＮｏｒｉｔ　ＧＣＮ　１２４０研磨段階とを含む水中炭化水素精製システムは、Ｎｏｒｉｔ　ＧＣＮ　１２４０研磨炭素のみを有する等しい質量系よりも長い寿命を有するであろう。

【００９２】

第１の段階が高容量材料を使用し、かつ第２の段階が研磨材料を使用する２段階に吸収剤床を分割することにより、水精製フィルターの寿命を増加させることができる。計算結果では、２５００ｐｐｍの初期炭化水素濃度を有する５０ｍＬの水試料で床が連続的にチャレンジされる場合、このような寿命の増加が確認される。このモデルにおいて、水および炭素は、次のフィルター段階に移される前または要素を出る前に、Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温式に従って完全に平衡化することが可能となる。高容量材料および研磨材料のＦｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温パラメータは、水中ディーゼル燃料分散体チャレンジを使用する等温実験に基づく（表１）。このモデルは全ての実施例で使用された。本実施例において、両材料は活性炭であった。

【００９３】

３５７ｇのＮｏｒｉｔ　ＧＣＮ　１２４０を含むフィルターは、２ｐｐｍの目標濃度を突破する前に６８Ｌの水を精製するであろう。Ｓｉｌｃａｒｂｏｎ　Ｋ４８（高容量）およびＮｏｒｉｔ　ＧＣＮ　１２４０）（研磨）の２段階にフィルターを分割することにより、マルチバッチモデルの最適寿命は、６０重量％の高容量炭素および４０重量％の研磨炭素である。この比率において、２ｐｐｍでの破過前に８２Ｌが精製される。これは、炭化水素吸収剤フィルター寿命の２１％増加である。

【００９４】

実施例８Ｂ

高容量材料の別の実施例において、典型的な研磨炭素は、ポリウレタンフォーム（Ｒｅｓｔｅｋ；カタログ番号２２９５７）と比較された。ポリウレタンおよび研磨炭素は、Ｆｒｅｕｎｄｌｉｃｈ等温パラメータ　Ｌｏｇ　Ｋおよび１／ｎを決定するために、１０００ｐｐｍの水中炭化水素（Ｂ５）分散体でチャレンジされた（表２）。これらの値から、飽和および目標クリーン度（研磨）における装填が計算される。ここで、目標クリーン度は、２ｐｐｍの水中炭化水素である。実験データから、Ｒｅｓｔｅｋポリウレタンは、単独で、意図されたクリーン度まで水を精製することができない（q_t＝０ｍｇ炭化水素／ｇ材料）。それとは対照的に、典型的な研磨炭素は、２ｐｐｍの目標クリーン度においてq_t＝４５．７ｍｇ炭化水素／ｇ炭素の容量を有する。

【００９５】

Ｒｅｓｔｅｋポリウレタンは、研磨炭素より有意に高い飽和容量を有する（Ｒｅｓｔｅｋポリウレタン：q_{sat}＝３６８６ｍｇ炭化水素／ｇ材料；研磨炭素：q_{sat}＝５６１ｍｇ炭化水素／ｇ材料）。したがって、高容量ポリマー段階と、それに続いて研磨炭素とを有する２段階フィルターは、単独で、炭素のフィルターより長い予想寿命を有する。

【００９６】

例えば、マルチバッチ適用（チャレンジ水＝１０００ｐｐｍ水中炭化水素）において、２５０ｇ研磨炭素要素の計算された寿命は、２ｐｐｍの目標濃度を突破する前に１１２Ｌである。５０ｇのＲｅｓｔｅｋポリウレタンと、それに続いて２００ｇの研磨炭素とを使用して設計されたフィルター要素は、破過前に１３２Ｌまでの計算された生涯スコアを有する。これは、炭化水素吸収剤フィルター寿命の１８％増加である。

【００９７】

吸収剤段階の順序は、水中炭化水素精製システムの全寿命を増加させるために重要である。上記の実施例における段階が逆にされる場合（２００ｇの研磨炭素およびそれに続く５０ｇのＲｅｓｔｅｋポリウレタン）、システムの寿命は破過前に８０Ｌに減少する。これは、炭化水素吸収剤フィルター寿命の２９％減少である。

【００９８】

したがって、水中炭化水素精製アニオン交換システムの実施形態が開示される。当業者は、開示されたもの以外の実施形態で本明細書に記載のシステムおよび方法を実施し得る

ことを理解するであろう。開示された実施形態は、限定ではなく例証の目的で提示される。

【図１】

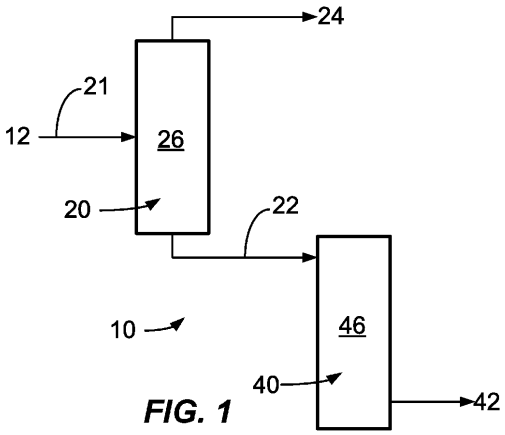


FIG. 1

【図２】

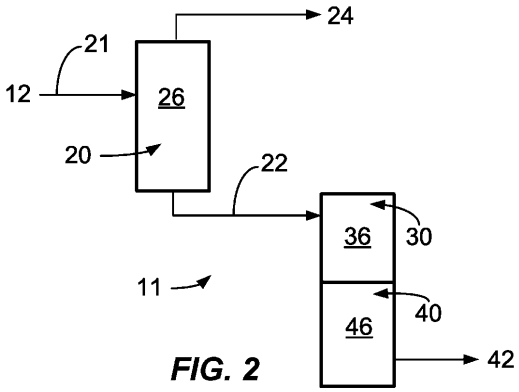


FIG. 2

【図３】

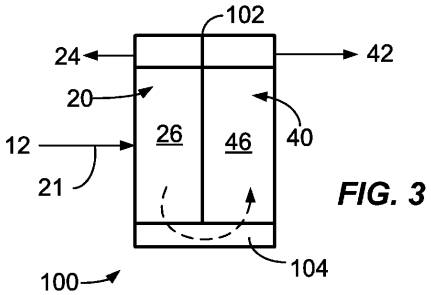


FIG. 3

【図４】

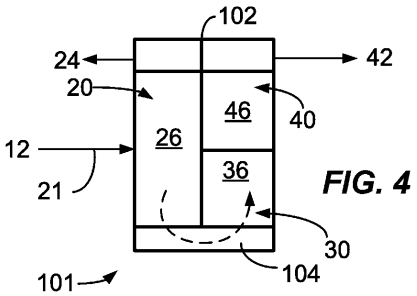


FIG. 4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI	
B01J	***41/14***	***(2006.01)***	B01J	41/04
F23K	***5/12***	***(2006.01)***	B01J	41/14
			F23K	5/12

(72)発明者 モラヴェック, デイヴィス, ビー.
アメリカ合衆国 ミネソタ州 ５５４４０－１２９９, ミネアポリス, ピー. オー. ボックス １２９９, ウエスト ナインティフォース ストリート １４００
(72)発明者 ダラス, アンドリュー, ジェイ.
アメリカ合衆国 ミネソタ州 ５５４４０－１２９９, ミネアポリス, ピー. オー. ボックス １２９９, ウエスト ナインティフォース ストリート １４００
(72)発明者 ブロック, ジョセフ, エム.
アメリカ合衆国 ミネソタ州 ５５４４０－１２９９, ミネアポリス, ピー. オー. ボックス １２９９, ウエスト ナインティフォース ストリート １４００
(72)発明者 ハウザー, ブラッドリー, ジー.
アメリカ合衆国 ミネソタ州 ５５４４０－１２９９, ミネアポリス, ピー. オー. ボックス １２９９, ウエスト ナインティフォース ストリート １４００
(72)発明者 ホール, カレン, イー.
アメリカ合衆国 ミネソタ州 ５５４４０－１２９９, ミネアポリス, ピー. オー. ボックス １２９９, ウエスト ナインティフォース ストリート １４００

審査官 関根 崇

(56)参考文献 特開昭５４－１０４６５４（ＪＰ, Ａ）
特開２００５－１９９２６０（ＪＰ, Ａ）
特開昭４９－０５１７６６（ＪＰ, Ａ）
特表２０１０－５０１７６９（ＪＰ, Ａ）
特開昭５７－０５９０５３（ＪＰ, Ａ）
中国特許出願公開第１４７８７２７（ＣＮ, Ａ）
特表２０１８－５１２９９６（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｃ０２Ｆ １／４２
Ｂ０１Ｄ １７／００、１７／０５
Ｂ０１Ｊ ４１／００
Ｃ０２Ｆ １／２４
Ｃ０２Ｆ １／２８
Ｆ２３Ｋ ５／１２