

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6799528号
(P6799528)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月25日 (2020. 11. 25)

(51) Int. Cl.

F I

CO2F 1/28 (2006.01)
 BO1J 20/26 (2006.01)
 CO2F 1/42 (2006.01)
 BO1J 20/34 (2006.01)
 BO1D 17/022 (2006.01)

CO2F 1/28 T
 BO1J 20/26 J
 CO2F 1/42 D
 CO2F 1/28 N
 BO1J 20/34

請求項の数 22 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-507445 (P2017-507445)
 (86) (22) 出願日 平成27年9月17日 (2015. 9. 17)
 (65) 公表番号 特表2017-533075 (P2017-533075A)
 (43) 公表日 平成29年11月9日 (2017. 11. 9)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/050736
 (87) 国際公開番号 W02016/044620
 (87) 国際公開日 平成28年3月24日 (2016. 3. 24)
 審査請求日 平成30年9月14日 (2018. 9. 14)
 (31) 優先権主張番号 62/052, 295
 (32) 優先日 平成26年9月18日 (2014. 9. 18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 517039025
 アクアフレスコ, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ O2
 143, サマービル, デイン ストリ
 ート 28
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹
 (74) 代理人 100181674
 弁理士 飯田 貴敏
 (74) 代理人 100181641
 弁理士 石川 大輔
 (74) 代理人 230113332
 弁護士 山本 健策

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 廃水再生のための媒体、システム、および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

使用ポイントの出口に流体連通しており、処理のために前記使用ポイントから水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃水流を受容するように構成されている入口と、前記使用ポイントの入口に流体連通しており、濾液を前記使用ポイントに送出するように構成されている出口とを有するハウジングと、

前記ハウジング内に位置決めされ、親油性フォーム基材および前記親油性フォーム基材上の疎水性コーティングを含み、前記廃水流から疎水性成分を分離して、水および界面活性剤を含む濾液を生成するように構成されている濾過媒体と、

を含む濾過ユニット、
 を含み、

前記疎水性コーティングが、1 μm から 5 μm の平均直径を有する堆積された粒子を含み、

前記親油性フォーム基材が、400 μm から 1000 μm の間の平均孔径を有する、
 廃水処理システム。

【請求項 2】

前記使用ポイントが、衣類洗濯機、食器洗浄機、洗車機、または油抽出操作のうちの 1 つである、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記使用ポイントが、石油化学プラント、軍用廃水処理プラント、水道水処理プラント

、食品加工廃水処理システム、航空宇宙水処理システム、およびホテル廃水リサイクルシステムのうちの1つである、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

前記濾過ユニットが、前記濾過媒体の上流で前記ハウジング内に位置決めされた固形分フィルターと、前記濾過媒体の下流で前記ハウジング内に位置決めされたイオン交換フィルターとをさらに含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項5】

親油性ポリマーを含むフォーム基材と、
前記フォーム基材上の疎水性コーティングと
を含み、

10

前記疎水性コーティングが、 $1\text{ }\mu\text{m}$ から $5\text{ }\mu\text{m}$ の平均直径を有する堆積された粒子を含み、

前記フォーム基材が、 $400\text{ }\mu\text{m}$ から $1000\text{ }\mu\text{m}$ の間の平均孔径を有する、
廃水濾過媒体。

【請求項6】

前記親油性ポリマーが、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレン(PE)、ポリウレタン(PU)、ポリスチレン(PS)、ポリ乳酸(PLA)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリカーボネート(PC)、フッ素をベースにしたポリマー、塩素をベースにしたポリマー、シリコン、ナイロン、アクリル、セルロース、およびこれらの複合体からなる群から選択される、請求項5に記載の濾過媒体。

20

【請求項7】

前記フォーム基材が、 0° から 90° の間の油接触角を有する、請求項5に記載の濾過媒体。

【請求項8】

前記フォーム基材が、 20 mN/m から 70 mN/m の間の臨界表面張力を有する、請求項5に記載の濾過媒体。

【請求項9】

前記疎水性コーティングが、 90° から 180° の間の水接触角を有する、請求項5に記載の濾過媒体。

【請求項10】

30

前記疎水性コーティングが、ハロゲンをベースにしたポリマー、ポリエチレングリコール(PEG)、両性イオンポリマー、糖、タンパク質脂質、グラフェン、およびカーボンナノチューブからなる群から選択される、請求項5に記載の濾過媒体。

【請求項11】

水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃棄物流を分離する方法であって、
前記疎水性物質の大部分を、親油性ポリマーベースのフォームフィルターに吸収させること、および

前記フォームフィルター上への吸収から前記水および界面活性剤の大部分を拒絶して、
水および界面活性剤を含む濾液流を生成すること

を含み、

40

前記親油性ポリマーベースのフォームフィルターが、親油性フォーム基材上の疎水性コーティングを含み、

前記疎水性コーティングが、 $1\text{ }\mu\text{m}$ から $5\text{ }\mu\text{m}$ の平均直径を有する堆積された粒子を含み、

前記親油性ポリマーベースのフォームフィルターが、 $400\text{ }\mu\text{m}$ から $1000\text{ }\mu\text{m}$ の間の平均孔径を有する、
方法。

【請求項12】

廃棄物流を濾過しリサイクルさせる方法であって、
使用ポイントからの、水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃棄物流を、親油性が

50

リマーベースのフォーム基材および前記親油性ポリマーベースのフォーム基材上の疎水性コーティングを含む濾過媒体に通して、水、界面活性剤、および低減された疎水性物質部分を含む濾液を生成すること、および

前記濾液をリサイクルさせて、前記使用ポイントで再使用すること
を含み、

前記疎水性コーティングが、 $1\text{ }\mu\text{m}$ から $5\text{ }\mu\text{m}$ の平均直径を有する堆積された粒子を含み、

前記親油性ポリマーベースのフォーム基材が、 $400\text{ }\mu\text{m}$ から $1000\text{ }\mu\text{m}$ の間の平均孔径を有する、
方法。

10

【請求項 13】

前記濾液と補給水の供給源とを混合して混合物を生成し、その後、前記使用ポイントで再使用することをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記混合物が、10 体積%またはそれ未満の補給水を含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記廃棄物流を濾過媒体に通すことが、前記廃棄物流を前記濾過媒体を通してポンプ送出することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 16】

濾液の単一バッチを、7 カ月から 8 カ月の期間にわたり、前記使用ポイントに繰り返しリサイクルさせる、請求項 15 に記載の方法。

20

【請求項 17】

親油性ポリマーベースのフォーム基材および前記親油性ポリマーベースのフォーム基材上の疎水性コーティングを有する、飽和濾過媒体を再生する方法であって、

前記飽和濾過媒体を圧縮して、吸収された疎水性物質を除去し、再生された濾過媒体を生成すること、
を含み、

前記疎水性コーティングが、 $1\text{ }\mu\text{m}$ から $5\text{ }\mu\text{m}$ の平均直径を有する堆積された粒子を含み、

前記親油性ポリマーベースのフォーム基材が、 $400\text{ }\mu\text{m}$ から $1000\text{ }\mu\text{m}$ の間の平均孔径を有する、
方法。

30

【請求項 18】

濾過媒体を製造するための方法であって、

親油性フォーム基材を、有機溶媒を含む溶液に浸漬して、膨潤フォームを生成すること、

前記膨潤フォームを $1\text{ }\mu\text{m}$ から $5\text{ }\mu\text{m}$ の平均直径を有する疎水性微粒子でコーティングして、コーティングされたフォームを生成すること、および

前記コーティングされたフォームを加熱して、前記濾過媒体を生成すること
を含み、

40

前記親油性フォーム基材が、 $400\text{ }\mu\text{m}$ から $1000\text{ }\mu\text{m}$ の間の平均孔径を有する、
方法。

【請求項 19】

前記有機溶媒が、ジクロロメタンまたはトルエンを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記親油性フォーム基材が P U を含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

前記疎水性微粒子が P T F E を含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 22】

加熱することが、 80 から 150 の範囲の温度で実施される、請求項 18 に記載の

50

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願への相互参照)

本出願は、2014年9月18日に出願され、そしてWASTEWATER REGENERATION DEVICEと題する米国仮特許出願番号第62/052,295号の優先権の利益を主張しており、この仮特許出願は、すべての目的のためにその全体が本明細書中に参考として本明細書によって援用される。

【0002】

(発明の分野)

1つまたは複数の態様は、一般に、濾過およびリサイクルデバイス、システム、および方法を含む廃水再生に関する。より詳細には、1つまたは複数の態様では、廃水流の水および界面活性剤成分から疎水性廃棄物成分を分離するのに、濾過プロセスを使用する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

(要旨)

態様は、一般に、濾過デバイスが廃物流から疎水性廃棄物成分を分離する、様々な水処理システムおよび方法に関する。少なくとも一部の態様では、水およびその他の成分、例えば界面活性剤を、次に再使用してもよい。

【0004】

1つまたは複数の態様によれば、廃水処理システムが提供される。廃水処理システムは、濾過ユニットおよび濾過媒体を含んでもよい。濾過ユニットは、使用ポイントの出口に流体連通しており、処理のために使用ポイントから廃水流を受容するように構成されている入口と、使用ポイントの入口に流体連通しており、濾液を使用ポイントに送出するように構成されている出口とを有するハウジングを含んでもよい。濾過媒体は、ハウジング内に位置決めされてもよい。濾過媒体は、親油性フォーム基材および親油性フォーム基材上の疎水性コーティングを含んでもよい。濾過媒体は、廃水流から疎水性成分を分離して、水および界面活性剤を含む濾液を生成するように構成されていてもよい。

【0005】

1つまたは複数の態様によれば、使用ポイントは、衣類洗濯機、食器洗浄機、洗車機、または油抽出操作の1つであってもよい。使用ポイントは、石油化学プラント、軍用廃水処理プラント、水道水処理プラント、飲料水精製システム、航空宇宙水処理システム、およびホテル廃水リサイクルシステムの1つであってもよい。界面活性剤は、洗浄剤を含んでもよい。システムは、システムのパラメーターを測定するように構成されている少なくとも1つのセンサーと、少なくとも1つのセンサーと通信状態にあり、かつ少なくとも1つのセンサーから受信された入力信号に応答して濾過ユニットの動作を制御するための出力信号を生成するように構成されている制御器とを含む、制御システムをさらに含んでもよい。濾過ユニットは、濾過媒体の上流でハウジング内に位置決めされた固形分フィルターと、濾過媒体の下流でハウジング内に位置決めされたイオン交換フィルターとをさらに含んでもよい。システムは、濾液と混合される補給水の供給源をさらに含んでもよい。

【0006】

1つまたは複数の態様によれば、廃水濾過媒体が提供される。廃水濾過媒体は、親水性ポリマーを含むフォーム基材；およびフォーム基材上の疎水性コーティングを含んでもよい。

【0007】

1つまたは複数の態様によれば、フォーム基材は、400 μm から1000 μm の間の平均孔径を有していてもよい。フォーム基材は、600 μm から700 μm の間の平均孔

10

20

30

40

50

径を有していてもよい。親油性ポリマーは、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリエチレン（PE）、ポリウレタン（PU）、ポリスチレン（PS）、ポリ乳酸（PLA）、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ABS）、ポリカーボネート（PC）、ハロゲンベースにしたポリマー、フッ素をベースにしたポリマー、塩素をベースにしたポリマー、シリコン、ナイロン、アクリル、セルロース、およびこれらの複合体からなる群から選択されてもよい。親油性ポリマーは、PUであってもよい。フォーム基材は、 0° から 90° の間の油接触角を有していてもよい。フォーム基材は、 0° から 10° の間の油接触角を有していてもよい。フォーム基材は、 20 mN/m から 70 mN/m の間の臨界表面張力を有していてもよい。フォーム基材は、 20 mN/m から 40 mN/m の間の臨界表面張力を有していてもよい。疎水性コーティングは、 90° から 180° の間の水接触角を有していてもよい。疎水性コーティングは、フッ素をベースにしたポリマー、塩素をベースにしたポリマー、ポリエチレングリコール（PEG）、両性イオンポリマー、糖、タンパク質脂質、グラフェン、およびカーボンナノチューブからなる群から選択されてもよい。疎水性コーティングは、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）を含んでいてもよい。疎水性コーティングは、 $1\text{ }\mu\text{m}$ から $5\text{ }\mu\text{m}$ の平均直径を有する、堆積された粒子を含んでいてもよい。

10

【0008】

1つまたは複数の態様によれば、水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃棄物流を分離する方法が提供される。方法は、疎水性物質の大部分を、親油性ポリマーベースのフォームフィルターに吸収させること；およびフォームフィルター上への吸収から水および界面活性剤の大部分を拒絶して、水および界面活性剤を含む濾液流を生成することを含んでいてもよい。

20

【0009】

1つまたは複数の態様によれば、廃棄物流は、洗濯、食器洗い、洗車、または石油化学的操作からの雑排水を含んでいてもよい。

【0010】

1つまたは複数の態様によれば、廃棄物流を濾過しリサイクルさせる方法が提供される。方法は、使用ポイントからの、水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃棄物流を、親油性ポリマーベースのフォーム基材および疎水性コーティングを含む濾過媒体に通して、水、界面活性剤、および低減された疎水性物質部分を含む濾液を生成すること；および濾液をリサイクルさせて、使用ポイントで再使用することを含んでいてもよい。

30

【0011】

1つまたは複数の態様によれば、方法は、濾液と補給水の供給源とを混合して混合物を生成し、その後、使用ポイントで再使用することをさらに含んでいてもよい。混合物は、10体積%またはそれ未満の補給水を含んでいてもよい。廃棄物流を濾過媒体に通すことは、廃棄物流を濾過媒体を通してポンプ送出することを含んでいてもよい。濾液の単一バッチを、7から8カ月の期間にわたり、使用ポイントに繰り返しリサイクルさせてもよい。

【0012】

1つまたは複数の態様によれば、親油性ポリマーベースのフォーム基材および疎水性コーティングを有する、飽和濾過媒体を再生する方法が、提供される。方法は、飽和濾過媒体を圧縮して、吸収された疎水性物質を除去し、かつ再生された濾過媒体を生成することを含んでいてもよい。

40

【0013】

1つまたは複数の態様によれば、方法は、除去された疎水性物質を捕捉し、処理することをさらに含んでいてもよい。方法は、飽和濾過媒体を圧縮することの5から10サイクル後に、濾過媒体を取り換えることをさらに含んでいてもよい。

【0014】

1つまたは複数の態様によれば、濾過媒体を製造するための方法が提供される。方法は、親油性フォーム基材を、有機溶媒を含む溶液に浸漬して、膨潤フォームを生成すること

50

；膨潤フォームを疎水性微粒子でコーティングして、コーティングされたフォームを生成すること；およびコーティングされたフォームを加熱して、濾過媒体を生成することを含んでいてもよい。

【0015】

1つまたは複数の態様によれば、有機溶媒は、ジクロロメタンまたはトルエンを含んでいてもよい。親油性フォーム基材は、PUを含んでいてもよい。疎水性微粒子は、PTFEを含んでいてもよい。疎水性微粒子は、1 μ mから5 μ mの平均粒径を有していてもよい。加熱は、80 から150 の範囲の温度で実施されてもよい。

【0016】

さらに他の態様、実施形態と、およびこれらの例示的な態様および実施形態の利点とについて、以下に詳細に論じる。さらに、前述の情報および以下の詳細な記述は共に、様々な態様および実施形態の単なる例示的な実施例であり、特許請求の範囲に記載された態様および実施形態の性質および特徴を理解するための概要または枠組みを提供することが意図されることが理解される。したがって、これらおよびその他の目的は、本明細書に開示される本発明の利点および特徴と共に、以下の記述および添付図面を参照することによって明らかにされよう。さらに、本明細書に記述される様々な実施形態の特徴は、相互に排他的ではなく、様々な組合せおよび順列で存在できることが理解される。

【0017】

(図面の簡単な説明)

図面において、同様の参照符号は、種々の表示全体を通して同じ部分を一般に指す。また図面は、必ずしも縮尺通りではなく、代わりに本発明の原理を例示することに一般に力点が置かれており、本発明の制限を定めるものではない。明瞭にする目的で、全ての構成要素が全ての図面において標識されていないかも知れない。以下の記述では、本発明の様々な実施形態について、下記の図面を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、従来の廃水発生システムの概略図である。

【0019】

【図2】図2は、本発明の1つまたは複数の実施形態による方法およびシステムによってもたらされた水使用の可能な減少のグラフ表示である。

【0020】

【図3】図3は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、廃水を分離し、リサイクルさせるためのシステムの概略図である。

【0021】

【図4】図4は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、廃水を分離し、リサイクルさせ、分離した油を利用するためのシステムの概略図である。

【0022】

【図5】図5は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、分離メカニズムの概略図である。

【0023】

【図6】図6は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、濾過媒体の特性の概略図である。

【0024】

【図7】図7は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、濾過媒体選択の間に考慮されるパラメータを示すグラフである。

【0025】

【図8】図8は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、コーティングされた、およびコーティングされていない濾過媒体の、走査型電子顕微鏡(SEM)画像を表す。

【0026】

【図9】図9は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、コーティング粗さと疎水性

10

20

30

40

50

との間の関係を示すグラフである。

【0027】

【図10】図10は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、濾過媒体をコーティングするための方法の概略図である。

【0028】

【図11】図11は、本発明の1つまたは複数の実施形態による、濾過ユニットの概略図である。

【0029】

【図12】図12は、添付される実施例で論じられる、本発明の1つまたは複数の実施形態による、フィルターの多数の再生サイクルでの油の取込み速度を示すグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0030】

(詳細な説明)

水不足は、何十億の人々に影響を及ぼす難題となっている。水利用の効率は、廃水の再生を容易にすることによって改善されてもよい。例えば家庭での水消費量の20%超を占める洗濯および食器洗いの適用例では、典型的なクリーニングプロセスは、かなりの量の水および洗浄剤を利用して、結果として生じる廃水流の1%未満を構成する量の疎水性廃棄物(油脂または染み)を除去する。図1は、先行技術のシステム100の例を示す。汚れおよび油を含有する汚損物品110を、食器洗浄機または洗濯機などの使用ポイント130で水および洗浄剤の溶液120と混合する。雑排水140とも呼ばれる、得られた廃水流140が、生成される。

20

【0031】

1つまたは複数の実施形態によれば、開示されたシステム、方法、およびデバイスは、全屋内生活用水消費量を少なくとも20%低減させ、環境への家庭用洗浄剤の放出を著しく低減させることができる。様々な実施形態は、図2に示されるように、衣類および皿などの水を大量に用いるクリーニング動作を繰り返し行うのに必要な、投入された水および洗浄剤の量を、著しく低減させることができる。水、界面活性剤、および/または熱は、全て、高効率を目的に再使用され得る。有益なことに、開示されたシステムおよび方法は一般に、熱および/または圧力を加えることを伴う従来のプロセスに比べ、より低いエネルギー要件を伴う。少なくとも一部の実施形態では、開示されたデバイス、システム、および方法は、最大約95%またはそれを超える、水および/または界面活性剤の節約を伴ってもよい。開示されたデバイス、システム、および方法は、様々な負荷要件を満たすように設置し、規模を合わせることが容易である。本明細書に記述される実施形態は、環境に優しい。特に洗濯に関する実施形態では、見た目、感触、およびテクスチャーに関して得られる洗濯の品質が、従来の技法に伴うものと同じであり、見分けることが可能な相違はない。

30

【0032】

1つまたは複数の実施形態によれば、廃水流から疎水性化合物を選択的に除去し、再使用のための流れの中で、水および洗浄剤などの任意の界面活性剤をリサイクルさせる、濾過デバイスが提供される。例えば油状廃棄物物質は、洗濯機の廃水から選択的に除去されてもよく、次いで洗浄剤を含むプロセス水を、さらなる使用に向けてリサイクルさせてもよい。一部の実施形態では、相分離フィルターを実装してもよい。フィルター媒体は一般に、水の拒絶および油の吸収として特徴付けることができる。濾過デバイスは、雑排水(または他のプロセス水)再生に使用され得る、再生式油選択的ポリマーフィルター媒体を含んでいてもよい。少なくとも一部の実施形態では、フィルター媒体は、コーティングされたフォームであってもよい。

40

【0033】

1つまたは複数の実施形態によれば、水をリサイクルさせるための、開示されたデバイス、システム、および方法は、石油化学工業に関連したものなどの水圧破碎操作、軍用廃水処理プラント、水道水処理プラント、飲料水精製システム、航空宇宙水処理システム、

50

食器洗いおよび洗濯に関連したものなどのホテル廃水リサイクルシステム、食器洗いおよび洗濯を含むものに関連する家庭用水リサイクルシステム、委託洗濯サービス、商用コインランドリー、および洗車を含むがこれらに限定することのない、様々な処理システムおよびプロセスにおける廃水処理のプラットフォーム技術として実装されてもよい。

【0034】

開示されたフィルター媒体は、固体および塩のフィルターなどの追加のフィルターも含んだ濾過ユニットまたはシステムに組み込まれてもよい。例えば、糸くずトラップなどの前処理が、開示された濾過プロセスに先駆けて行われてもよい。同様に、イオン交換操作などの後処理を、開示された濾過プロセスの後に続けてもよい。様々な実施形態では、前および/または後処理ユニットの操作は、フィルター媒体とともにハウジングに含まれているか、またはそれと流体連通して分離していてもよい。濾過ユニットは、廃水の完全なまたはほぼ完全な再生を可能にしてもよい。洗濯および食器洗いの場合、開示された技術では、水および洗剤の単一バッチを、最長約7または8カ月間、クリーニング操作に繰り返し使用することができると推測される。この特定の例では、開示された濾過ユニットは、1人当たり1カ月に、屋内水消費量の20%超および洗剤1kg超を節約することができる。開示された濾過ユニットの利点には、高度に油選択的であり、再生可能であり、安価で、規模を縮小拡大可能であり、実装するのが容易であることが含まれるが、これらに限定するものではない。軍用、商用洗濯、ホテルおよびレストラン、航空宇宙、食品加工、洗車、石油化学、および都市水処理を含むがこれらに限定されない分野での、廃水再生および水精製に、広範な用途がある。

【0035】

図3は、1つまたは複数の実施形態による、雑排水再生用システム300の概略を示す。疎水性廃棄物を含有する汚れた物品310を、使用ポイント330で、水および洗剤またはその他の界面活性剤の供給源320でクリーニングし、または処理する。雑排水(または廃水)340が、洗濯、食器洗い、洗車、採掘、食品加工、工業用クリーニング、石油化学加工、および都市廃水処理を含むがこれらに限定されない、家庭用および工業プロセスを含んでいてもよい使用ポイント330から発生する。廃水340は、様々な疎水性化合物(例えば、人体排出物、調理油、ガソリン、油脂、およびエンジン油)、親水性化学物質(例えば、塩、糖、アルコール)、界面活性剤(例えば、洗剤またはその他の適用例に特異的な界面活性剤)、および固形分(例えば、汚れ、粒子懸濁体、および糸くず)を含む。廃水中に存在する界面活性剤のタイプは、特定の適用例に依存する。可能なアニオン性界面活性剤には、ドデシル硫酸ナトリウム(SDS)、ナトリウムスルホコハク酸ジオクチル、パーフルオロオクタンスルホネート、およびパーフルオロオクタノエートが含まれるが、これらに限定するものではない。カチオン性界面活性剤には、オクテニジン二塩酸塩、塩化セチルピリジニウム、塩化ジメチルジオクタデシルアンモニウムが含まれるが、これらに限定するものではない。両性イオン界面活性剤には、コカミドプロピルヒドロキシスルタイン、コカミドプロピルベタイン、およびホスファチジルコリンが含まれるが、これらに限定するものではない。非イオン性界面活性剤には、オクタエチレングリコールモノドデシルエーテル、デシルグルコシド、およびラウリン酸グリセリルが含まれるが、これらに限定するものではない。

【0036】

フォームベースフィルター350は、プロセス廃水から疎水性化合物を除去し、それと共に、残存する水および界面活性剤のさらなる使用を可能にし、流れ320としてリサイクルさせる。フィルター媒体は、処理される様々な廃水流の組成に基づいて、特異的に調整されてもよい。

【0037】

開示されたフィルター媒体は、半閉ループプロセス内での廃水のリサイクルおよび再使用を可能にする。水、洗剤(またはいくつかのその他の界面活性剤)、および疎水性廃棄物を主に含む廃水は、疎水性廃棄物を取り込み、かつ洗剤および親水性化合物を濾液として放出する選択的フィルターを通過する。次いで濾液は、その後続く、界面活性剤

および水の混合物を利用するプロセスを何回かリサイクルすることができる。そのようなプロセスには、洗濯、洗車、食品加工、および石油化学プロセスが含まれるが、これらに限定するものではない。濾過された水性混合物を、クリーニングまたは洗濯などの別の使用回りにリサイクルさせるとき、水および/または洗浄剤および/または漂白剤などのその他の化学物質を添加して、フィルターの寿命におけるリサイクルプロセスの間に、そのような化合物の任意の部分の損失を補充し、またはその他の手法で置き換えてもよい。例えば、洗濯の適用例では、補給水の量を、濯ぎサイクルで使用される水の量によって決定してもよい。新鮮な濯ぎ水は、リサイクル水中の小分子の蓄積を制限するために、補給水として使用されてもよい。したがって、パージ流（即ち、貯蔵タンクから排出された水）を設定して、一部の実施形態で添加される濯ぎ水の量に相関させまたはその量に一致させてもよい。したがって、いくらかの水を、半閉ループプロセスからパージし、濯ぎサイクルで使用されるような新鮮な補給水で置き換えることができる。同様に、洗浄剤および/またはその他の化学物質を、リサイクルの間で補ってもよい。これらの化合物の量を、プロセスが容易になるようにモニターしてもよい。一部の実施形態では、添加は、リサイクルされる流れのこれらの成分の総量の10%またはそれ未満を構成する。一部の実施形態では、添加は、リサイクルされる流れのこれらの成分の総量の5%またはそれ未満を構成する。1種または複数の成分を補うことを介した補充が行われる実施形態では、プロセスは、半閉ループプロセスとして記述することができる。

10

【0038】

図4は、1つまたは複数の実施形態によるシステム400の概略を示しており、捕捉された疎水性廃棄物360は、収集され、分離後にさらなる化学的処理370を用いて、または用いずにバイオ燃料またはその他のエネルギー源380として使用されるか、またこのシステムでは補給水390の供給源も設けられている。一部の実施形態によれば、フォーム媒体350は、飽和後にハウジングから直接外に取り出される。次いで疎水性廃棄物または濃縮水を、この媒体から抽出してもよい。媒体は、例えば、プレスシステム360で圧縮されて、さらなる処理のために廃油を放出してもよい。再生された媒体を、元の濾過ユニットハウジング内に充填して、さらなる濾過プロセスに供する。他の実施形態では、濾過媒体は、フィルターユニット内の所定位置で再生されてもよい。

20

【0039】

図5に示されるように、濾過プロセス500の間に、疎水性廃棄物は、濾過媒体の内部に捕捉され、一時的に貯蔵される。洗濯の実施例では、洗浄剤を添加し、水溶液中の洗浄剤によって半安定化されたミセルまたは油滴を形成することによって、油および油脂がクリーニングステップ510の間に衣類から除去される。洗浄剤および廃棄物がフィルター媒体中に移動するにつれ、油および油脂は、分離ステップ520の間に水性相から分離し、吸収ステップ530の間にフィルター媒体上へ吸収される。廃棄物およびフィルター媒体の極性は、疎水性廃棄物が水性相に比べてフィルター媒体に対して大きい親和性を有するように調節される。したがって媒体は、廃棄物を捕捉し一時的に貯蔵する。一方、水および洗浄剤（両親媒性として一般に分類され、構造の一部は親水性で構造の一部は疎水性である。）ならびにその他の親水性化合物は、フィルターを通過して、濾液を形成する。

30

【0040】

疎水性および親油性は共に、フィルター媒体の望ましい特性である。一部の実施形態では、フィルター媒体は、フォームまたはその他の構造であってもよい。少なくとも一部の実施形態では、フィルター媒体はポリマーで作製されていてもよい。しかし、高度に疎水性であるポリマーは、しばしば疎油性でもある。1つまたは複数の実施形態によれば、この障害は、疎水性（水を拒絶する）粒子層でコーティングされた親油性ベースのフォームを使用することにより、2つの特性を組み合わせることによって、克服することができる。

40

【0041】

1つまたは複数の実施形態によれば、図6に示すように、フィルター媒体600は、コーティング620で覆われたフォーム基材610を含む。フォーム基材610またはベー

50

スは、１つまたは複数のタイプの親油性ポリマーから形成されてもよい。コーティング 620 は、１種または複数の親水性化合物によって形成されてもよい。図 6 に示されるように、コーティング 620 は水 640 を拒絶し（表面に対して高接触角を有する状態が示されている。）、一方、フォーム基材は疎水性廃棄物 630 を吸収する（低接触角を有する状態が示されている。）。

【0042】

１つまたは複数の実施形態によれば、濾過媒体の主な特性は、疎水性、親油性、および孔径である。疎水性は、フォーム材料の水接触角によって測定することができる。90°から180°の間の水接触角は疎水性と見なされ、これは１つまたは複数の好ましい実施形態による接触角である。一部の実施形態によれば、70°から90°の間の接触角も許容される。親油性は、ベースのフォーム材料の油接触角によって決定することができる。１つまたは複数の実施形態によれば、この接触角は、0°から90°の間である。好ましい実施形態によれば、この接触角は、10°未満であり、そして0°に近づく。

10

【0043】

親油性は、ポリマー材料の臨界表面張力によって決定することもできる。臨界表面張力が液体の表面張力よりも高い場合のみ、液体は表面を濡らす。この設計では、フィルター媒体の臨界表面張力は、油相を吸収しかつ親水性材料にはそれほど好ましくならないように、油よりも高く水よりも低いことが望まれる。ポリマーの臨界表面張力は、親油性を実現するために、油の臨界表面張力（約20 mN/mである。）を超える。一部の実施形態によれば、フィルター材料の臨界表面張力は20 mN/mから70 mN/mの間であり、好ましくは20 mN/mから40 mN/mの間である。種々の材料の臨界表面張力の例を、図7に示す。

20

【0044】

親油性特性に関して選択されることに加え、基材ポリマーは、少なくとも一部ではその油容量に基づいて、即ち平衡状態でポリマーのグラム当たり捕捉することができる油の量に基づいて、選択される。油容量に影響を及ぼすパラメーターには、ポリマーの表面エネルギー、およびフォーム媒体の多孔率が含まれる。表面エネルギーの定義は、方程式： $W = A$ （式中、 W は界面エネルギーまたは表面エネルギーであり、 A は2つの基材間の表面積であり、 A は表面積である。）に従う。 γ_s と臨界表面張力（ γ_c ）との間の関係は、下記の通りである： $\gamma_c = (\gamma_L^{1/2} - \gamma_s^{1/2})^2$ （式中、 γ_L は液体表面張力である。）。この系における最も好ましい状態は、界面エネルギーが最小限に抑えられた状態である。したがってフィルターのベース材料は、廃棄物とよりも水とのより低い拡がりパラメーターを有するなど、好ましい特性を有するべきであり、したがって廃棄物成分はフィルター媒体の内部に浸透し滞留し易くなりすることを好み、それによってそれらの水との相互作用または界面エネルギーが最小限に抑えられる。

30

【0045】

拡がりパラメーターは、下記の方程式： $S = \gamma_s - (\gamma_L + \gamma_{sl})$ （式中、 S は拡がりパラメーターであり、 γ_s は臨界表面張力であり、 γ_L は液体表面張力であり、 γ_{sl} は液体と固体との間の表面直力である）に従う表面張力、したがって界面エネルギーに関係する。ある特定の実施形態によれば、 S は、フィルター媒体と油との間で正の値を有し、フィルター媒体と水との間で負の値を有する。

40

【0046】

フォームの孔径は、高い油取込み容量に関して最適化される。孔径は、例えばSEM画像の解析によって決定されてもよい。油を保持するための高い容量は、開示されたフォームフィルター媒体の、別の有益な特徴である。フィルター材料の熱力学的特性に加え、フィルターの孔径が重要である。600 μmよりも大きい孔径は、高い油容量であることを実証した。１つまたは複数の実施形態によれば、平均孔径は、400 μmから1000 μmの範囲にある。１つまたは複数の好ましい実施形態によれば、平均孔径は600 μmから700 μmの範囲にある。

【0047】

50

一部の好ましい実施形態では、フォーム基材用の材料には、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリエチレン（PE）、ポリウレタン（PU）、ポリスチレン（PS）、ポリ乳酸（PLA）、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ABS）、ポリカーボネート（PC）、フッ素/塩素をベースにしたポリマー、シリコン、ナイロン、アクリル、セルロース、およびこれらの材料の複合体が含まれるが、これらに限定するものではない。材料は、ポリマーまたは非ポリマーであってもよい。フォーム基材は、フォームの1つまたは複数の個別の薄片を含んでいてもよい。あるいは、フォーム基材は、複数の充填されたフォーム薄片を含んでいてもよい。1つまたは複数の実施形態によれば、フォーム基材は、Thermowell Product Co., Inc. から FROST KING（登録商標）のブランド名で市販されているウレタンフォームを含む。

10

【0048】

1つまたは複数の実施形態によれば、フィルター媒体は、高温の下で起泡剤と混合されたポリマー材料を押し出すことによって形成される。圧力および温度が低下すると、フォームが形成される。

【0049】

フォーム基材上へのコーティングの付与を通じた、フォームの追加の表面変性は、フィルター媒体の選択性を改善する。特に、水を拒絶するコーティングは、疎水性廃棄物除去の効率を高めるために付与される。コーティングは、界面活性剤含有廃水进行处理するときの、廃棄物除去の効率を増大させる、選択障壁（水の拒絶および油の吸収）を提供する。

【0050】

20

コーティングは、粒子コーティングを含んでいてもよい。コーティング材料は、疎水性の尺度としての役割をする高い水接触角を有する材料から選択される。コーティングは、フッ素/塩素をベースにしたポリマー、ポリエチレングリコール（PEG）、両性イオンポリマー、糖、タンパク質、および脂質を含むがこれらに限定されない化学物質を使用して形成されてもよい。グラフェンまたはカーボンナノチューブなどの無機化合物も、同様に作用することが示されている。

【0051】

コーティングの物理的特性、例えばコーティングの粗さも、その水および界面活性剤を拒絶する際の効力に寄与する。コーティングの粒子サイズは、水性相の拒絶を行う微視的表面の粗さを決定する。コーティングされたフォーム繊維の粗さは、フィルター媒体の疎水性特性を高める。図9のSEM画像を通して示されるように、コーティングの導入は、コーティングのないベースポリマーに比べ、フォームの表面の粗さを増大させる。望まれる粗さは、コーティングを形成するよう堆積された粒子のサイズを制御することによって実現されてもよい。1つまたは複数の実施形態によれば、堆積されたコーティング粒子は、1 μmから5 μmの直径を有し、より短い直径がより好ましい。増大した表面粗さは、図9のグラフに示されるようにかつWenzelモデルおよびCassie-Baxterモデルを含む様々なモデルを通して実証されるように、疎水性を高める。例えばWenzelモデルは、下記の方程式（1）：

30

【数1】

$$\cos\theta^* = r\cos\theta$$

40

（式中、 θ^* は観察された接触角であり、 r は粗さの比（実際の面積と見掛けの面積との比）であり、 θ はヤング接触角である。）

によって、粗さが水接触角をどのように増大させるかについて記述する。方程式（1）は、粗さと接触角との間の関係を実証し、粗さが増大するにつれて、疎水性の尺度である観察される接触角も増大することを示している。

【0052】

1つまたは複数の実施形態によれば、図10に示されるように、フォームをコーティングするための方法1000が提供される。1つまたは複数の実施形態によれば、コーティ

50

ング法のステップ1010は、ジクロロメタンまたはトルエンなどのフォーム材料との相互作用パラメーターが低い（高親和性）有機媒体に、ベースのフォームを漬けることを含んでいてもよい。フォームは、ステップ1020中、漬けている間に膨潤し、フォームの孔サイズとフォーム繊維の張力との増大を引き起こす。ステップ1030中、フッ素化ポリマーで構成される直径が最大5 μm の粒子が散乱し、濡れたフォーム上にラビング処理される。散乱およびラビング処理は、全ての面が粒子で均一にコーティングされるまで進められる。次いでフォームを80 ~ 150 の間の熱で処理して、ステップ1040中に有機溶媒を気化させる。加熱により、フォームはステップ1050中にその当初のサイズを収縮させ、コーティングされたフォームを生成する。

【0053】

1つまたは複数の実施形態によれば、図11に示されるように、濾過媒体1120を含む濾過ユニット1100が提供される。ユニット1100は、フィルター媒体1120に流入液を差し向ける入口1170を含んだハウジング1150を含む。追加の任意選択のフィルターが、ユニット1100に含まれる。これらのフィルターは、濾過媒体1120の上流に糸くずフィルター1110またはその他の固形分除去フィルターと、濾過媒体1120の下流にイオン交換フィルター1130とを含んで、軟化のために、水流からの塩などの残存するイオン種を除去する。これらのフィルターは、糸くず、疎水性化合物、および親水性化合物を除去するよう連続して位置決めされていてもよい。ユニット1100内の（あるいは、代替として、ユニット1100の外側に位置決めされた）ポンプ1160は、ユニット1100を通る液体の流量を制御する。0.1 ~ 0.5 Lの実験室規模のシステムの場合、流量は分当たり約5 ~ 10 mLである。フィルター内部の廃水の滞留時間は10分程度である。エネルギー消費は、主に流体輸送（ポンプ送出）からである。消費量は、一般にシステムのサイズに応じて変化する。輸送される水のキログラムごとに、推定5 ~ 10 ジュールが消費されることになる。

【0054】

水貯蔵タンク1190および廃棄物収集タンク1195も、濾過ユニット1100に関連付けられる。水の出口1190は、フィルター入口1170に流体によって接続される。イオン交換フィルター1130は、カチオン、 $\text{R}^-\text{SO}_3^-\text{H}^+$ 、およびアニオン、 $\text{R}_4\text{N}^+\text{OH}^-$ の官能的構造を持つ脱イオン化樹脂などが、既存の商用供給元から購入される。糸くずトラップ1110も商業的に購入される。

【0055】

濾過ユニットの出口は、使用ポイントの入口、例えば洗濯機に接続されて、水および洗浄剤を再び使用することが可能になる。フィルターは、モニタリングおよび制御システム1140に基づいて時々再生されることになる。システム1140は、濁度、電導度などのパラメーターを測定する。モニタリングおよび制御システム1140は、洗濯機からの水流入、フィルターを通る流量、衛生的にされ貯蔵タンクに貯蔵される水の量、新しい洗濯サイクルに向けて元の洗浄機にポンプ送出された水の量、排出され取り換えられた水の量などを含むがこれらに限定することのない、濾過ステップのいずれかまたは全てを自動化するのに使用されてもよい。フィルターの再生も自動化されてもよい。制御システムは、システムのパラメーター（上記にて論じたパラメーターなど）を測定するよう構成されている1つまたは複数のセンサーと、センサーと通信し、かつセンサーから受信された入力信号に応答して濾過ユニットの動作（上記にて論じた動作など）を制御するための出力信号を生成するように構成されている制御器とを含んでいてもよい。

【0056】

容量に達した後、フィルターを再生し、元の使用に戻してもよい。1つまたは複数の実施形態によれば、再生は、廃棄物抽出のための物理的圧縮ステップを組み込む。物理的圧縮は、フォームが一時的に変形しその体積が収縮するように、フォームに高い力を加える。物理的圧縮は、プレス機の使用を通して実現されてもよい。家庭用品などのより小さい適用例では、プレス機は例えば、シリンジプレスであってもよい。より大きい適用例では、工業規模のフィルタープレスを使用してもよい。フォームにとって主な濾過機構は吸収

10

20

30

40

50

であるので、フォームを物理的に圧縮することによって、緩く結合された疎水性廃棄化合物が、加えられた圧力からの変形によってフォームから放出されることになる。次いでフィルターを元の使用に戻してもよい。フィルターの有用な寿命は、圧縮／再生サイクルが5から10回に及ぶ。濾過媒体を再生するためのその他の技法には、液体抽出、加圧空気、および減圧引きが含まれる。

【0057】

1つまたは複数の実施形態によれば、フィルターから除去された、結果として生じる疎水性廃棄物は、バイオディーゼルまたはエタノールなど、有用な生成物にさらに処理されてもよい。処理は現場で行ってもよく、または濃縮された廃棄生成物および／または使用済みの濾過媒体は、サービス契約の下で処理を行うために他の場所に運搬されてもよい。あるいは、廃棄物は、クレイまたは同様の材料で捕捉され、固体廃棄物として処分されてもよい。

10

【0058】

1つまたは複数の実施形態によれば、効率を目的として本明細書に記述される廃水濾過およびリサイクル技法を組み込むため、既存の使用ポイントを改造してもよい。濾過ユニットを設けてもよい。使用ポイントに関連付けられた廃棄物出口は、濾過ユニットの入口に流体によって接続することができる。濾過ユニットの出口は、使用ポイントの入口に、流体によって接続することができる。あるいは、使用ポイントのシステムは、当初の設備製造業者によって実施され得るように、本明細書で論じられる濾過およびリサイクル手法を組み込むよう設計製作されてもよい。

20

【0059】

これらおよび他の実施形態の機能および利点は、下記の実施例から、より完全に理解されよう。この実施例は、本質的に例示を目的とし、本発明の範囲を限定すると見なすものではない。

【実施例】

【0060】

(実施例1)

【0061】

試験を、ポリウレタン(PU)と、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を含む粒子コーティング(平均粒子サイズ約1 μm)とを含んだフォーム基材を有する濾過媒体上で行った。

30

【0062】

コーティングするためのプロセスは、図10を参照して記述されたものに類似したステップに従って行った。ジクロロメタンを溶媒として使用した。コーティングされたフォームを100℃で加熱して、有機溶媒を除去した。

【0063】

合成された洗濯廃水1Lを、1体積%の植物油および1Mのドデシル硫酸ナトリウム(SDS)で調製した。油相を、視覚検査のために青く染色した。廃水を、磁気攪拌棒で300rpmの速度で攪拌し、均一なエマルジョンを創出した。次いで廃水を、蠕動ポンプによってフィルター媒体にポンプ送出した。フィルターを、4つのフィルターフォームを充填してガラスシリンダー(直径約2cm、長さ8cm)に収容した。フォームで、シリンダー空間を完全に埋めた。濾液をフィルターの出口で収集し、電導度メーターによって電導度を、およびIR分光計によって油含量を試験した。フィルターフォームが飽和に到達するにつれ、即ち濾液の色が青になったら、これらのフォームをフィルターから取り出し、シリンジ内部で圧縮して再生させた。

40

【0064】

試験結果を図12に示す。フォームは、初期の高い油吸収速度を実証し、フォームが飽和に到達するにつれ、吸収速度は遅くなった。第1のサイクルにおけるフォームの最大油容量は、約12g/gフォームであり；一方、洗浄剤の濃度は、濾過プロセスの全体を通して一定のままであった。これは、所望の通りに、洗浄剤がフォームによって除去されな

50

かったことを示す。油を飽和フォームから圧縮した後、ポリマーフォームはその油吸収容量の一部を取り戻し、フォーム油容量の約70%が第2のサイクルで取り戻された。油容量は、繰り返された濾過 - 再生サイクルによって低下した。10回目のサイクルで、フォーム構造は破壊し始め、コーティング粒子はポリマーから脱離してフィルター容器内部で凝集し始めた。

【0065】

試験は、フィルターが界面活性剤 / 水混合物から疎水性廃棄物成分を首尾良く分離できたこと、およびフィルター媒体をいくつかのサイクルを経て再生することができ有益な使用に戻すことができたことの、両方を実証した。

【0066】

(実施例2)

【0067】

商用洗濯サービスからの廃棄物流の試料を収集し、濾過し、分析して、実際の条件下で生成された廃棄物流に関して開示された濾過媒体の有効性を決定した。濁度測定は、未処理の廃水および濾液の両方で光散乱機器で行った。濾液の改善された透明度は、開示された濾過媒体が、実世界の条件下で有効に機能することを示す。

【0068】

廃水の50mL試料を、固体フィルターを通してポンプ送出することにより、過剰な固形分を除去し、次いで濾過媒体を通して5mL / 分の流量でポンプ送出した。濾過媒体での滞留時間は約3分であった。

【0069】

次いで濾液の1mL試料を、濁度に関して試験した、その結果を未処理の試料である廃水と比較した。試料の透明度は濾過後に0から100に増大し、全ての廃棄物成分が除去されたことを示している。

【0070】

濾過媒体によって捕捉された濃縮水も試験し、洗浄剤は濾過媒体によって意図せず捕捉されていないことが決定された。この試験に関するプロトコールは下記の通りであった。フォームを圧縮して濃縮水を除去した。次いで液体濃縮水を、体積が同量のトルエンを有する溶液に入れた。溶液を激しく混合した。トルエン部分を除去し、超音波処理した。残存する洗浄剤は、対照群で生じたようにトルエン相中に沈殿することが公知であり、フォームフィルター内部の液体からは沈殿が形成されず、これは洗浄剤が濾過媒体によって捕捉されず、洗浄剤は濾液中に残存したままであったことを示している。

【0071】

未処理の廃水の組成は、下記：水、洗浄剤、糸くず、固体粒子、および疎水性油滴を含んでいた。濾液の組成は、水および洗浄剤を含んでいた。

【0072】

本発明の一部の例示的な実施形態についてこれまで述べてきたが、前述の内容は単なる例示であって限定ではなく、単なる例として提示されたことが、当業者に明らかにされるべきである。数多くの修正例および他の実施形態が、当業者の範囲内にあり、本発明の範囲内に包含されることが企図される。特に、本明細書に提示された実施例の多くは、方法の動作またはシステムの要素の特定の組合せを含むが、それらの動作およびそれらの要素は、同じ目的を達成するためにその他の方法で組み合わせてもよいことが理解されるべきである。

【0073】

さらに、当業者なら、本明細書に記述されるパラメーターおよび構成は例示的なものであり、実際のパラメーターおよび / または構成は、本発明のシステムおよび技法が使用される特定の適用例に依存することになることを、理解すべきである。当業者なら、通常の実験に過ぎないものを使用して、本発明の特定の実施形態の均等物も認識または確認できるべきである。したがって、本明細書に記述される実施形態は単なる例として提示されること、および任意の添付される特許請求の範囲内およびその均等物の範囲内で；本発明

10

20

30

40

50

を特に記述されたもの以外の手法で実施してもよいことが理解されよう。

【0074】

本明細書で使用される文言および用語は、説明を目的とするものであり、限定と見なすべきではない。本明細書で使用される場合、「複数の」という用語は、2つまたはそれ超の物品または構成要素を指す。「含む (comprising)」、「含む (including)」、「保持する (carrying)」、「有する (having)」、「含有する (containing)」、および「含む (involving)」という用語は、書き取られた記述中であっても請求項などの中であっても、オープンエンドな用語であり、即ち「～を含むが～に限定されない」ことを意味する。したがって、そのような用語の使用は、その後列挙される物品、およびそれらの均等物、ならびに追加の物品を包含することを意味する。「～からなる」および「～から本質的になる」という移行句のみが、任意の請求項に関してそれぞれクローズドまたは半クローズドの移行句である。請求項の要素を修飾するための、請求項での「第1の」、「第2の」、および「第3の」などの順序を示す用語の使用は、それ自体は、別の請求項の要素または方法の動作が行われる時間的順序に対して1つの請求項の要素のいかなる優先性、先行性、または順序も内包せず、請求項の要素を区別するために、ある名称を有する1つの請求項の要素を、同じ名称を有する別の要素（しかし順序を示す用語の使用のため）と区別するための標識として使用されるだけである。

本発明の実施形態において、例えば以下の項目が提供される。

(項目1)

使用ポイントの出口に流体連通しており、処理のために前記使用ポイントから廃水流を受容するように構成されている入口と、前記使用ポイントの入口に流体連通しており、濾液を前記使用ポイントに送出するように構成されている出口とを有するハウジングと、

前記ハウジング内に位置決めされ、親油性フォーム基材および前記親油性フォーム基材上の疎水性コーティングを含み、前記廃水流から疎水性成分を分離して、水および界面活性剤を含む濾液を生成するように構成されている濾過媒体と、
を含む濾過ユニット、を含む、廃水処理システム。

(項目2)

前記使用ポイントが、衣類洗濯機、食器洗浄機、洗車機、または油抽出操作の1つである、項目1に記載のシステム。

(項目3)

前記使用ポイントが、石油化学プラント、軍用廃水処理プラント、水道水処理プラント、食品加工廃水処理システム、航空宇宙水処理システム、およびホテル廃水リサイクルシステムの1つである、項目1に記載のシステム。

(項目4)

前記界面活性剤が洗浄剤を含む、項目1に記載のシステム。

(項目5)

前記システムのパラメーターを測定するように構成されている少なくとも1つのセンサーと、前記少なくとも1つのセンサーと通信状態にありかつ前記少なくとも1つのセンサーから受信された入力信号に応答して前記濾過ユニットの動作を制御するための出力信号を生成するように構成されている制御器とを含む、制御システムをさらに含む、項目1に記載のシステム。

(項目6)

前記濾過ユニットが、前記濾過媒体の上流で前記ハウジング内に位置決めされた固形分フィルターと、前記濾過媒体の下流で前記ハウジング内に位置決めされたイオン交換フィルターとをさらに含む、項目1に記載のシステム。

(項目7)

前記濾液と混合される補給水の供給源をさらに含む、項目1に記載のシステム。

(項目8)

親油性ポリマーを含むフォーム基材と、

前記フォーム基材上の疎水性コーティングとを含む、廃水濾過媒体。

(項目9)

前記フォーム基材が、400 μmから1000 μmの間の平均孔径を有する、項目8に記載の濾過媒体。

(項目10)

前記フォーム基材が、600 μmから700 μmの間の平均孔径を有する、項目8に記載の濾過媒体。

(項目11)

前記親油性ポリマーが、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレン(PE)、ポリウレタン(PU)、ポリスチレン(PS)、ポリ乳酸(PLA)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリカーボネート(PC)、フッ素をベースにしたポリマー、塩素をベースにしたポリマー、シリコン、ナイロン、アクリル、セルロース、およびこれらの複合体からなる群から選択される、項目8に記載の濾過媒体。

(項目12)

前記親油性ポリマーがPUである、項目8に記載の濾過媒体。

(項目13)

前記フォーム基材が、0°から90°の間の油接触角を有する、項目8に記載の濾過媒体。

(項目14)

前記フォーム基材が、0°から10°の間の油接触角を有する、項目13に記載の濾過媒体。

(項目15)

前記フォーム基材が、20 mN/mから70 mN/mの間の臨界表面張力を有する、項目8に記載の濾過媒体。

(項目16)

前記フォーム基材が、20 mN/mから40 mN/mの間の臨界表面張力を有する、項目15に記載の濾過媒体。

(項目17)

前記疎水性コーティングが、90°から180°の間の水接触角を有する、項目8に記載の濾過媒体。

(項目18)

前記疎水性コーティングが、ハロゲンをベースにしたポリマー、ポリエチレングリコール(PEG)、両性イオンポリマー、糖、タンパク質脂質、グラフェン、およびカーボンナノチューブからなる群から選択される、項目8に記載の濾過媒体。

(項目19)

前記疎水性コーティングが、フッ素をベースにしたポリマーである、項目18に記載の濾過媒体。

(項目20)

前記疎水性コーティングが、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を含む、項目19に記載の濾過媒体。

(項目21)

前記疎水性コーティングが、1 μmから5 μmの平均直径を有する、堆積された粒子を含む、項目8に記載の濾過媒体。

(項目22)

水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃棄物流を分離する方法であって、前記疎水性物質の大部分を、親油性ポリマーベースのフォームフィルターに吸収させること、および

前記フォームフィルター上への吸収から前記水および界面活性剤の大部分を拒絶して、水および界面活性剤を含む濾液流を生成すること

10

20

30

40

50

を含む、方法。

(項目 2 3)

前記廃棄物流が、洗濯、食器洗い、洗車、または石油化学的操作からの雑排水を含む、項目 2 2 に記載の方法。

(項目 2 4)

廃棄物流を濾過しリサイクルさせる方法であって、
使用ポイントからの、水、界面活性剤、および疎水性物質を含む廃棄物流を、親油性ポリマーベースのフォーム基材および疎水性コーティングを含む濾過媒体に通して、水、界面活性剤、および低減された疎水性物質部分を含む濾液を生成すること、および
前記濾液をリサイクルさせて、前記使用ポイントで再使用すること
を含む、方法。

10

(項目 2 5)

前記濾液と補給水の供給源とを混合して混合物を生成し、その後、前記使用ポイントで再使用することをさらに含む、項目 2 4 に記載の方法。

(項目 2 6)

前記混合物が、10 体積%またはそれ未満の補給水を含む、項目 2 5 に記載の方法。

(項目 2 7)

前記廃棄物流を濾過媒体に通すことが、前記廃棄物流を前記濾過媒を通してポンプ送出することを含む、項目 2 4 に記載の方法。

(項目 2 8)

濾液の単一バッチを、7 カ月から 8 カ月の期間にわたり、前記使用ポイントに繰り返しリサイクルさせる、項目 2 7 に記載の方法。

20

(項目 2 9)

親油性ポリマーベースのフォーム基材および疎水性コーティングを有する、飽和濾過媒体を再生する方法であって、
前記飽和濾過媒体を圧縮して、吸収された疎水性物質を除去し、再生された濾過媒体を生成すること、を含む方法。

(項目 3 0)

除去された疎水性物質を捕捉し、処理することをさらに含む、項目 2 9 に記載の方法。

(項目 3 1)

前記飽和濾過媒体を圧縮することの 5 から 10 サイクル後に、濾過媒体を取り換えることをさらに含む、項目 2 9 に記載の方法。

30

(項目 3 2)

濾過媒体を製造するための方法であって、
親油性フォーム基材を、有機溶媒を含む溶液に浸漬して、膨潤フォームを生成すること、
前記膨潤フォームを疎水性微粒子でコーティングして、コーティングされたフォームを生成すること、および

前記コーティングされたフォームを加熱して、前記濾過媒体を生成すること
を含む、方法。

40

(項目 3 3)

前記有機溶媒が、ジクロロメタンまたはトルエンを含む、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 4)

前記親油性フォーム基材が P U を含む、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 5)

前記疎水性微粒子が P T F E を含む、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 6)

前記疎水性微粒子が、1 μ m から 5 μ m の平均粒径を有する、項目 3 2 に記載の方法。

(項目 3 7)

加熱することが、80 から 150 の範囲の温度で実施される、項目 3 2 に記載の方

50

法。

【図 1】

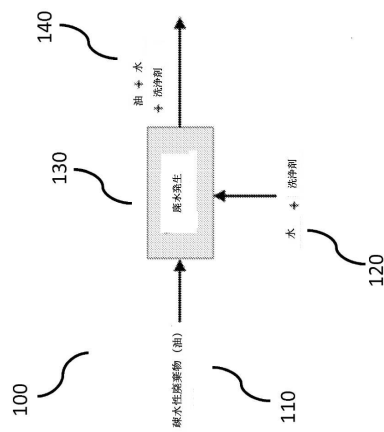


FIG. 1

【図 2】

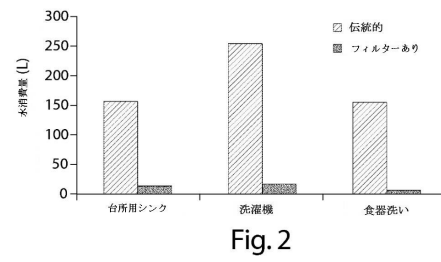


Fig.2

【図 3】

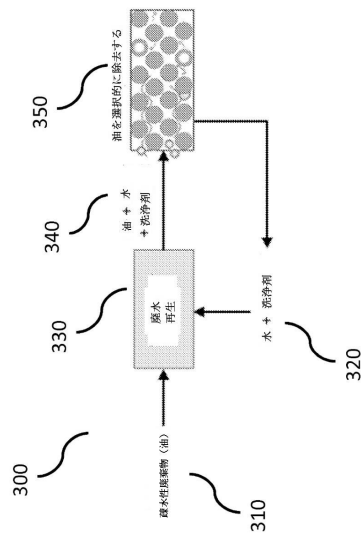


FIG. 3

【図 4】

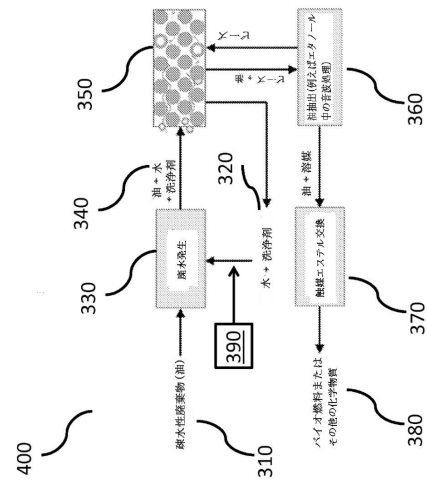


FIG. 4

【図 5】

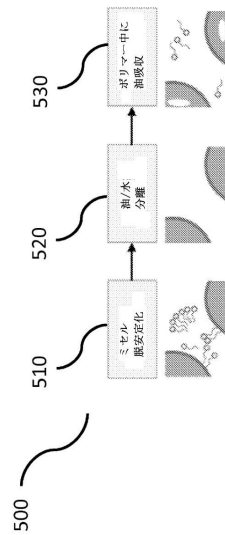


FIG. 5

【図 6】

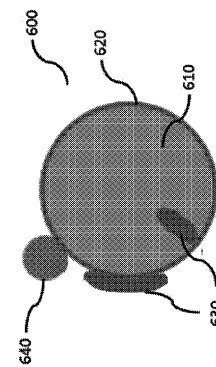


FIG. 6

【図 7】

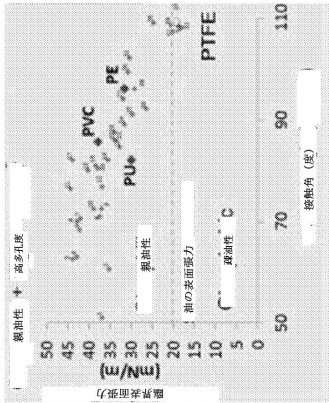


FIG. 7

【図 8】

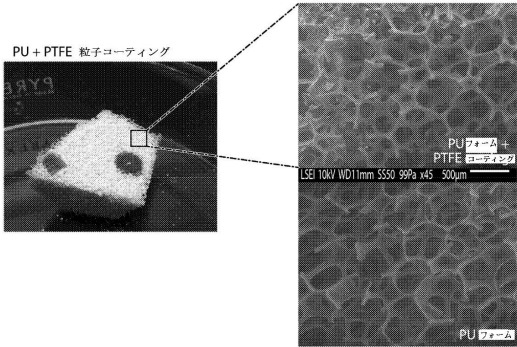


Fig. 8

【図 9】

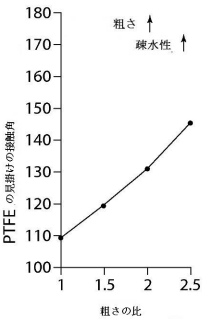


Fig. 9

【図 10】

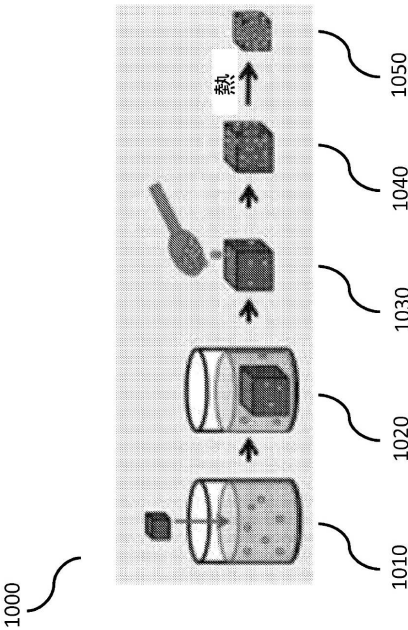
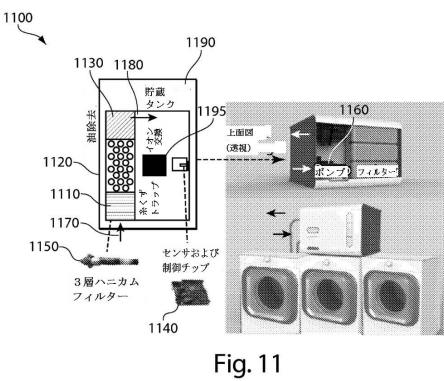


FIG. 10

【図 1 1】



【図 1 2】

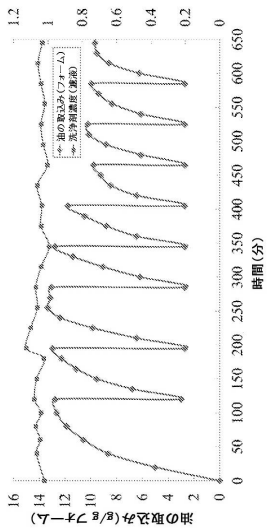


FIG. 12

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 0 1 D 17/022 5 0 2 B

B 0 1 D 17/022 5 0 2 C

(72)発明者 ライ, ツァイ - タ クリストファー

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 3 9, ケンブリッジ, パシフィック ストリート
7 0, アpartment 2 4 8 ビー

(72)発明者 フアン, ティン - ユン サシャ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 3 9, ケンブリッジ, アルバニー ストリート
2 2 4, アpartment 3 7 0

(72)発明者 ルウェイ, アリーナ ユ - シン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 3 0, ジャマイカ ブレイン, パーキンス スク
エア 1 4, アpartment ナンバー 1 2

審査官 山崎 直也

(56)参考文献 欧州特許出願公開第 0 0 0 7 5 6 0 8 (E P, A 1)

特公昭 5 1 - 0 2 7 7 1 0 (J P, B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

C 0 2 F 1 / 2 8

B 0 1 J 2 0 / 0 0 - 2 0 / 2 8

2 0 / 3 0 - 2 0 / 3 4

3 9 / 0 0 - 4 1 / 2 0

B 0 1 D 1 7 / 0 0 - 1 7 / 1 2