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

特許第3825986号

(P3825986)

(45)発行日　平成18年9月27日(2006.9.27)　(24)登録日　平成18年7月7日(2006.7.7)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G21F | 9/06 | (2006.01) | G21F | 9/06 | 521A |
| CO2F | 1/28 | (2006.01) | CO2F | 1/28 | ZABD |
| CO2F | 1/32 | (2006.01) | CO2F | 1/32 | |
| G21F | 9/10 | (2006.01) | G21F | 9/10 | E |
| G21F | 9/12 | (2006.01) | G21F | 9/12 | 501C |

請求項の数 4　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2001-103298(P2001-103298)
(22)出願日　平成13年4月2日(2001.4.2)
(62)分割の表示　特願平8-59329の分割
原出願日　平成8年3月15日(1996.3.15)
(65)公開番号　特開2001-318190(P2001-318190A)
(43)公開日　平成13年11月16日(2001.11.16)
審査請求日　平成15年3月12日(2003.3.12)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100077816
弁理士　春日　譲
(72)発明者　松尾　俊明
茨城県日立市大みか町七丁目２番１号
株式会社　日立製作所　電力・電機開発本部内
(72)発明者　西　高志
茨城県日立市大みか町七丁目２番１号
株式会社　日立製作所　電力・電機開発本部内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】放射性洗濯廃液の処理方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

界面活性剤を含む可溶性有機物成分及び前記界面活性剤の少なくとも一部がアルカリ土類金属イオンと反応することで生成した浮遊粒子状成分を含む放射性洗濯廃液の処理方法において、

前記放射性洗濯廃液を４０℃以上に加熱すること、

その後、前記放射性洗濯廃液中に含まれる浮遊粒子状成分を、活性炭との接触により吸着させてから、その活性炭を含む放射性洗濯廃液をろ過することにより前記浮遊粒子状成分を前記活性炭と共に分離除去すること、

前記ろ過後のろ液中に含まれる可溶性有機物成分を分解除去することを特徴とする放射性洗濯廃液の処理方法。

【請求項２】

請求項１記載の放射性洗濯廃液の処理方法において、前記可溶性有機物成分の分解除去を紫外線照射により行うことを特徴とする放射性洗濯廃液の処理方法。

【請求項３】

界面活性剤を含む可溶性有機物成分及び前記界面活性剤の少なくとも一部がアルカリ土類金属イオンと反応することで生成した浮遊粒子状成分を含む放射性洗濯廃液の処理装置において、

前記放射性洗濯廃液を４０℃以上に加熱する装置と、

前記加熱された放射性洗濯廃液に対して活性炭を添加し、前記放射性洗濯廃液中に含ま

れる浮遊粒子状成分を吸着させてから、その活性炭を含む放射性洗濯廃液をろ過することにより前記浮遊粒子状成分を前記活性炭と共に分離除去する装置と、
前記ろ過後のろ液中に含まれる可溶性有機物成分を分解除去する装置とを有することを特徴とする放射性洗濯廃液の処理装置。
【請求項４】
請求項３記載の放射性洗濯廃液の処理装置において、前記可溶性有機物成分を分解除去する装置は紫外線照射装置を備えることを特徴とする放射性洗濯廃液の処理装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、原子力発電所から排出される放射性洗濯廃液の処理方法に係わり、特に、石鹸廃液・洗剤廃液等を含む廃液を処理する放射性洗濯廃液の処理方法及び処理装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
一般に、原子力発電所では、発電所作業者が作業のあと石鹸で手洗いするとき又はシャワー・入浴で石鹸・シャンプーを使って身体を洗うときに発生する石鹸廃液（＝シャワードレイン）、及び発電所作業者の汚れた衣類等を家庭用洗濯洗剤を用いて洗濯するときに洗い・すすぎ等で発生する洗剤廃液、すなわち界面活性剤等を含む放射性廃液（以下適宜放射性洗濯廃液という）が発生する。
この洗濯廃液は、放射性液体廃棄物として処理されることとなるが、その処理においては、廃棄物の減容の観点から、廃液中に含まれるＣＯＤ成分（界面活性剤等の可溶性有機物成分及び後述する浮遊粒子状成分を含む有機物成分）のみを廃液から分離し、それだけを廃棄物として回収し処理するのが合理的である。このような洗濯廃液の処理に関する公知技術としては、例えば、特公昭６０－３８６８０号公報がある。
この公知技術は、洗濯廃液中に活性炭を添加して界面活性剤等を物理吸着させた後、界面活性剤等が吸着した活性炭と液とを遠心薄膜乾燥器で分離することにより、洗濯廃液から界面活性剤等を除去するものである。
【０００３】
一方、活性炭と液との分離に関しては、近年、効率化の点等から、ろ過による分離方法が採用されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記公知技術の方法に対し、ろ過による活性炭・液の分離を適用する場合には、以下の課題が生じることになる。
すなわち、上記洗濯廃液には、人体の垢・脂に含まれるカルシウム・マグネシウム等のアルカリ土類金属イオンが含まれており、これと界面活性剤とが反応することで、直径２０μｍ程度の浮遊粒子状成分が生成する。したがって、洗濯廃液には、原則として、この浮遊粒子状成分と、浮遊粒子状成分と反応せずに余った界面活性剤等が含まれている。そして、特に浮遊粒子状成分の量が多く洗濯廃液が濁っているような場合には、活性炭粒子と浮遊粒子状成分との比重差により、ろ布・ろ紙の上に先に活性炭粒子が沈降して活性炭層を形成した後、その上から浮遊粒子状成分が沈降して活性炭層をすきまなく覆ってしまう。これにより、洗濯廃液の液相部分がろ布・ろ紙を通過しにくくなってろ布あるいはろ紙の目詰まりが起こり、廃液処理速度が低下してろ過処理が著しく遅延したり、ろ過が正常に機能せずＣＯＤ成分の分離除去が十分に行えない場合がある。
【０００５】
一方、洗濯廃液において、人体の垢・脂に含まれるカルシウム・マグネシウム等のアルカリ土類金属イオンとこれに反応させる界面活性剤等の量がほぼ過不足なく適正であった場合や、予め他の手段によって可溶性有機物成分のみが除去されていた場合等には、界面活性剤等が含まれず、ＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分のみが含まれる場合がある。このよ

うな場合でも、上記従来方法による活性炭添加を行うと、上記同様の課題がやはり生じる。

【０００６】

本発明の第１の目的は、洗濯廃液から浮遊粒子状成分を分離・除去する手順を設けることにより、廃液処理速度の低下を防止しかつＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる、放射性洗濯廃液の処理方法及び処理装置を提供することにある。

【０００７】

本発明の第２の目的は、ＣＯＤ成分として可溶性有機物成及び浮遊粒子状成分を含む洗濯廃液から、浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を分離・除去することにより、廃液処理速度の低下を防止しかつＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる、放射性洗濯廃液の処理方法及び処理装置を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

上記第１及び第２の目的を達成するために、本発明によれば、界面活性剤を含む可溶性有機物成分及び前記界面活性剤の少なくとも一部がアルカリ土類金属イオンと反応することで生成した浮遊粒子状成分を含む放射性洗濯廃液の処理方法において、前記放射性洗濯廃液を４０℃以上に加熱すること、その後、前記放射性洗濯廃液中に含まれる浮遊粒子状成分を、活性炭との接触により吸着させてから、その活性炭を含む放射性洗濯廃液をろ過することにより前記浮遊粒子状成分を前記活性炭と共に分離除去すること、前記ろ過後のろ液中に含まれる可溶性有機物成分を分解除去することを特徴とする放射性洗濯廃液の処理方法が提供される。

すなわち、放射性洗濯廃液にＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分の両方が含まれている場合には、従来考え得る常温での活性炭添加→ろ過という方法では、ろ紙・ろ布の上に形成された活性炭層の上を浮遊粒子状成分が覆って目詰まりが起こったり、また、例えば紫外線照射で可溶性有機物成分を分解しようとする場合に浮遊粒子状成分による廃液の濁りで紫外線吸収効率が悪くなったりする結果、廃液処理速度を低下させ、またＣＯＤ成分を十分に分離除去できなかった。

これに対して本発明においては、放射性洗濯廃液を４０℃以上に加熱し、その後、放射性洗濯廃液中に含まれる浮遊粒子状成分を、活性炭との接触により吸着させてから、その活性炭を含む放射性洗濯廃液をろ過することにより浮遊粒子状成分を活性炭と共に分離除去する。

ここで、この手順における加熱→吸着についてのメカニズムは以下の通りである。

一般に、活性炭の吸着効果は、ヘンリーの法則にしたがって温度が低いほど大きくなる。しかし、放射性洗濯廃液中に含まれる、界面活性剤がカルシウムイオンやマグネシウムイオンといったアルカリ土類金属イオンと反応して生成した浮遊粒子状成分の吸着に関しては、必ずしもこの依存性が該当しない。すなわち、浮遊粒子状成分は、例えば２０℃程度の室温においてはほとんど活性炭に吸着されない。これは、浮遊粒子状成分は、その大きさが活性炭の細孔の径（せいぜい１ｎｍ程度）よりもはるかに大きいこと；また、界面活性剤の疎水基（Ｒ基）部分を内側に、カルシウムイオン等を外側（水溶液側）に向けた球状のミセル構造となっており表面に正の電荷を帯びていること；とにより、活性炭の細孔にほとんど拡散しないからと考えられる。

そこでこの浮遊粒子状成分を含む放射性洗濯廃液を４０℃以上に加熱することにより、疎水基を部分的に解離させて上記ミセル構造を部分的に破壊し界面活性剤の疎水基（Ｒ基）を水溶液側に露出させ、そのうえで活性炭と接触させることにより、この露出部分を介し、浮遊粒子状成分同士や浮遊粒子状成分と活性炭とを凝集吸着させることができる。よって、この凝集吸着した活性炭をろ過で除去すれば、ろ液側には可溶性有機物成分のみが残ることになる。

また、本発明では、ろ過後のろ液中に含まれる可溶性有機物成分は分解除去される。

以上のようにして、浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を含む放射性洗濯廃液から両成分を分離除去することができる。よって、従来に比し、浮遊粒子状成分を除去で

き、かつ、可溶性有機物成分を除去する際における浮遊粒子状成分による妨害が起こることがないので、廃液処理速度が低下することなくＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。

【００１０】

好ましくは、前記放射性洗濯廃液の処理方法において、前記可溶性有機物成分の分解除去を紫外線照射により行う。

【００２３】

また、上記第１及び第２の目的を達成するために、本発明によれば、界面活性剤を含む可溶性有機物成分及び前記界面活性剤の少なくとも一部がアルカリ土類金属イオンと反応することで生成した浮遊粒子状成分を含む放射性洗濯廃液の処理装置において、前記放射性洗濯廃液を４０℃以上に加熱する装置と、前記加熱された放射性洗濯廃液に対して活性炭を添加し、前記放射性洗濯廃液中に含まれる浮遊粒子状成分を吸着させてから、その活性炭を含む放射性洗濯廃液をろ過することにより前記浮遊粒子状成分を前記活性炭と共に分離除去する装置と、前記ろ過後のろ液中に含まれる可溶性有機物成分を分解除去する装置とを有することを特徴とする放射性洗濯廃液の処理装置が提供される。

【００２４】

好ましくは、前記放射性洗濯廃液の処理装置において、前記可溶性有機物成分を分解除去する装置は紫外線照射装置を備えている。

【００３２】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しつつ説明する。

本実施形態の第１の実施形態を図１～図７により説明する。

本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図を図１に示す。図１において、廃液処理装置は、原子力発電所から発生する、石鹸・洗剤等の界面活性剤の一部分が、人体中の例えば汗に含まれるカルシウムと反応して生成した浮遊粒子状成分（例えばラウリン酸カルシウムを含む脂肪酸アルカリ土類金属塩）と、界面活性剤の残り部分等の可溶性有機物成分とが含まれた洗濯廃液が廃液供給ポンプ５を介して供給される廃液槽１と、この廃液槽１に活性炭を供給するために設けられ、供給調節機構（図示せず）を内蔵し、複数回の分割供給が可能である活性炭供給機２と、廃液槽１内を撹拌する廃液撹拌機３と、廃液槽１を加熱する廃液加熱器６と、廃液槽１の下流側に接続されたろ過装置７と、廃液槽１とろ過装置７との間に設けられたバルブ４と、廃液槽１内の液相の透明度を検出し対応する信号を出力する廃液透明度計１０と、廃液槽１内の液相をサンプリングする廃液サンプラー１２と、この廃液サンプラー１２でサンプリングした液の有機物濃度を検出し対応する信号を出力する有機物濃度測定器１１と、廃液透明度計１０及び有機物濃度測定器１１からの信号がそれぞれ入力され、これらの検出結果に応じ、活性炭供給機２に内蔵された供給調節機構の動作を制御する制御信号を出力し、活性炭供給機２から廃液槽１内へ供給される活性炭の供給量・供給回数を制御するコントローラ１３とを有している。

上記構成における処理手順及び作用効果を、図２～図７により説明する。

まず最初に、原子力発電所から発生し予め貯槽１４内に貯留されていた洗濯廃液が、廃液供給ポンプ５によって廃液槽１に供給され、廃液は廃液槽１の中で廃液加熱器６により例えば６０℃になるように加熱される。次に、コントローラ１３からの制御信号で活性炭供給機２の供給調節機構が駆動され活性炭が添加されるが、活性炭は一度に全部添加するのではなく、この時点では全量のうちの一部だけ添加するにとどめる。すなわち、添加の際には、廃液透明度計１０により浮遊粒子状成分による廃液の濁りを測定し、対応する検出信号がコントローラ１３に入力される。コントローラ１３は、この検出信号に基づき、浮遊粒子状成分が活性炭に吸着して濁りがなくなったところで、活性炭供給機２の供給調節機構の駆動を停止する制御信号を出力し、活性炭の添加を止めるようにする。

【００３３】

ここで、この加熱による浮遊粒子状成分の吸着（凝集吸着）原理について、図２（ａ）～

（ｃ）により説明する。なお、説明の便宜上、アルカリ土類金属の一例としてカルシウムを、脂肪酸の一例としてラウリン酸を例にとって説明する。
図２（ａ）～（ｃ）において、浮遊粒子状成分（この場合ラウリン酸カルシウム）は、通常の室温では、図２（ａ）に示すような単体の会合状態にあり、界面活性剤の疎水基（Ｒ基）部分を内側に、カルシウムを外側（水溶液側）に向けた球状のミセル構造となって表面に正の電荷を帯びている。これにより、従来の室温による活性炭添加という方法では、ろ紙・ろ布の上に形成された活性炭層を浮遊粒子状成分が覆って目詰まりが起こっていた。
しかしながら、このような状態に対して加熱を行うと、図２（ｂ）に示すように、疎水基が部分的に解離してミセル構造が部分的に破壊され、界面活性剤の疎水基（Ｒ基）が水溶液側に露出するようになる。
これにより、この状態で活性炭を添加することで、図２（ｃ）に示すように、疎水基の露出部分を介し、浮遊粒子状成分同士や浮遊粒子状成分と活性炭とを凝集吸着させることができる。
なお、以上はアルカリ土類金属の一例としてカルシウムを、脂肪酸の一例としてラウリン酸を用いて説明したが、上記の挙動は、他のアルカリ金属（例えばマグネシウム等）や、他の脂肪酸（例えばミリスチン酸、カプリル酸、カプリン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リミノレイン酸）でも同様である。

【００３４】

また、このような凝集吸着が起こって濁りがなくなるまでの間（例えば廃液温度に応じて１０分程度～数時間）、廃液撹拌機３による撹拌は継続する。

【００３５】

以上のような浮遊粒子状成分の凝集吸着が終了すると、活性炭供給機２より残りの活性炭が添加される。このとき廃液温度は室温程度にまで冷却（放置し自然冷却、若しくは別途冷却手段を設けてもよい）する。そして、廃液サンプラー１２で廃液槽１から廃液をサンプリングし有機物濃度測定器１１に送液する。そして有機物濃度測定器１１により廃液中の可溶性有機物成分濃度を測定し、対応する信号がコントローラ１３に入力される。コントローラ１３は、この検出信号に基づき、可溶性有機物成分の濃度が所定濃度まで低下したら、活性炭の添加を止める。

【００３６】

その後、バルブ４が開かれて廃液がろ過装置７に流される。
ここで、本実施形態の最も大きな作用効果である、ろ過時の挙動原理に関して、図３（ａ）～（ｃ）により説明する。
図３（ａ）は、通常の室温で廃液に活性炭を添加した状態を表しており、単体の会合状態（図２（ａ）参照）にある浮遊粒子状成分（例えばラウリン酸カルシウムを含む脂肪酸アルカリ土類金属塩）と活性炭粒子とは、廃液中に均一に分散している。
このような状態でろ過を行うと、図３（ｂ）に示すように、活性炭粒子と浮遊粒子状成分との比重差により、ろ布・ろ紙の上に先に活性炭粒子が沈降して活性炭ケーキ層を形成した後、その上から浮遊粒子状成分が沈降して活性炭層ケーキ層をすきまなく覆ってしまう。よって、このケーキ層を廃液の液相が通過しようとしても、通過時に浮遊粒子状成分を捕捉し通過しにくくなることから、ろ布・ろ紙の目詰まりが起こり差圧が急上昇し、廃液処理速度が低下していた。
これに対して、本実施形態では、浮遊粒子状成分が活性炭に凝縮吸着している状態で（図２（ｃ）参照）ろ過を行うことから、図３（ｃ）に示されるように、活性炭ケーキ層中に浮遊粒子状成分が均一に分散され、全体で大きな１つのケーキ層を形成する。

【００３７】

以上により、本実施形態においては、ろ過装置７で、従来のようにろ布・ろ紙の目詰まりが起こることがなく、迅速にろ過処理を行うことができる。このことを図４及び図５に示す。
図４は、ろ過装置７におけるろ過液量とこのときにろ紙・ろ布前後に発生する差圧を実測

しその結果を従来方法の結果と比較して示したものである。図４中に破線で示したように、従来方法では目詰まりが発生して（図３（ｂ）に相当）あるろ過液量から差圧が急激に増加するが、実線で示される本実施形態（図３（ｃ）に相当）ではそのようなことがなく、ろ過液量にほぼ比例した差圧を示している。
また図５は、ろ過装置７における廃液処理速度の測定結果を従来方法の結果と比較して示したものである。なお横軸には廃液温度（従来では２０℃、本実施形態では６０℃）をとり、縦軸は処理速度の相対値をとって表している。図５に示されるように、本実施形態の処理方法における廃液処理速度は、従来方法の約２．５倍に達していることがわかる。

【００３８】

上記ろ過装置７でのろ過処理により、残渣としてろ紙・ろ布上に残る、浮遊粒子状成分を凝集吸着した活性炭及び可溶性有機物成分が吸着した活性炭が固体廃棄物として処理される。ろ液側のドレイン液相は、残留放射性の度合い応じた処理が施される。
ここにおいて、本実施形態においてはまた、浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分との両方を活性炭添加によって除去できることから、廃液中のＣＯＤ成分を十分に分離除去し、ＣＯＤ成分濃度を著しく低下させることができる。このことを図６及び図７に示す。
図６は、エネルギー分散型Ｘ線分析装置を用いて、ろ過装置７でのろ過でろ過残渣として回収された活性炭表面の元素分析を行い、活性炭に凝集吸着した浮遊粒子状成分に含まれるカルシウムを定量分析した結果を表した図である。図中、横軸は各元素の特性線の波長を表し、縦軸は特性線の強度を対数相対値表示したものである。
図６に示されるように、特性線の強度は、活性炭の主成分であるＣについでＣａが大きく、活性炭表面に、カルシウムを含有する浮遊粒子状成分が確かに吸着されていることがわかる。
図７は、ろ液装置７のろ液側におけるＣＯＤ成分濃度の実測しその結果を、従来方法の結果と比較して示したものである。図７に示されるように、従来方法ではＣＯＤ濃度が４０ｐｐｍから１５ｐｐｍにしか下がらなかったのに比し、本実施形態では１ｐｐｍにまで著しく低下させることができることがわかる。

【００３９】

以上説明したように、本実施形態によれば、浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を含む洗濯廃液から、加熱後の１回目の活性炭添加で浮遊粒子状成分を凝縮吸着した後、２回目の活性炭添加で可溶性有機物成分を吸着させ、これら活性炭をろ過装置７でろ過し除去するので、浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分との両方を除去することができる。したがって、従来に比し、浮遊粒子状成分を除去できることと、かつ、可溶性有機物成分を除去する際における浮遊粒子状成分による妨害が起こることがないこととによって、廃液処理速度を向上させるとともにＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。また、活性炭の総使用量を必要最小限に出来るので、二次廃棄物の発生量を抑制できる効果もある。

【００４０】

なお、上記実施形態では、廃液温度を６０℃としたが、これに限られない。すなわち、前述した図５に併せて示すように、本願発明者等は、廃液温度４０℃、５０℃、８０℃についても廃液速度が従来よりも向上したことを実測した。４０℃で従来の約１．６倍の速度向上が得られ、また廃液の温度が上昇するに従いろ過速度が大きくなる傾向を示していることから、廃液温度は４０℃以上であれば足りると判断した。
また上記実施形態においては、浮遊粒子状成分の凝集吸着終了後、廃液温度を室温程度にまで冷却したが、例えば６０℃程度の高温のままでも可溶性有機物吸着にあまり影響はないという結果を本願発明者等は得たので、必ずしも冷却しなくても、同様の効果を得ることができる。
さらに上記実施形態においては、まず最初に加熱・１回目活性炭添加で浮遊粒子状成分凝集吸着→冷却・２回目活性炭添加で可溶性有機物成分吸着としたが、この逆、すなわちまず最初に室温・１回目活性炭添加で可溶性有機物成分吸着→加熱・２回目活性炭添加で浮遊粒子状成分凝集吸着としてもよい。この場合も、同様の効果を得る。

また上記実施形態においては、活性炭を活性炭供給機２から添加したが、これに限られない。すなわち、少なくとも活性炭と廃液とを接触させれば足りるので、例えば複数の層状に形成した活性炭層に廃液を通じる方法等でも良い。この場合も同様の効果を得る。
さらに上記実施形態では、廃液槽１内の液相の透明度を廃液透明度計１０で検出し、有機物濃度を有機物濃度測定器１１で検出したが、これに限られず、ろ過装置７からのろ液側の透明度及び有機物濃度を検出する構成も考えられる。

【００４１】

本発明の第２の実施形態を図８により説明する。図８は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。この図８に示される廃液処理装置が第１の実施形態と異なる主要な点は、廃液透明度計１０が省略され、これに伴いコントローラ１３には有機物濃度測定器１１からの検出信号のみが入力されていることである。すなわち、１回目の活性炭添加は、廃液の濁りを目視して活性炭供給機２の供給調節機構をマニュアル操作する等によって行われる。その他の構成及び処理手順は、第１の実施形態とほぼ同様である。
本実施形態によっても、第１の実施形態とほぼ同様の効果を得る。

【００４２】

本発明の第３の実施形態を図９により説明する。図９は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１及び第２の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。この図９に示される廃液処理装置が第１の実施形態と異なる主要な点は、有機物濃度測定器１１が省略され、これに伴いコントローラ１３には廃液透明度計１０からの検出信号のみが入力されていることである。すなわち、２回目の活性炭添加は、廃棄物発生量の抑制と活性炭添加の制御の容易さのバランスを考え、活性炭供給機２の供給調節機構をマニュアル操作する等によって行われる。例えば、浮遊粒子状成分除去後に大量の可溶性有機物成分が残っている場合には１回目活性炭添加後の残りを一度に添加し、浮遊粒子状成分除去後に少量の可溶性有機物成分しか残っていない場合には１回目活性炭添加後の残りを複数回に分けて添加する。
その他の構成及び処理手順は、第１の実施形態とほぼ同様である。
本実施形態によっても、第１の実施形態とほぼ同様の効果を得る。

【００４３】

本発明の第４の実施形態を図１０により説明する。図１０は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１～第３の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。この図１０に示される廃液処理装置が第３の実施形態と異なる主要な点は、廃液透明度計１０及びコントローラ１３が省略されていることである。すなわち、２回目の活性炭添加に加え、１回目の活性炭添加も、廃液の濁りを目視して活性炭供給機２の供給調節機構をマニュアル操作する等によって行われる。
その他の構成及び処理手順は、第３の実施形態とほぼ同様である。
本実施形態によっても、第３の実施形態とほぼ同様の効果を得る。
本発明の第５の実施形態を図１１により説明する。図１１は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１～第４の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。この図１１に示される廃液処理装置が第４の実施形態と異なる主要な点は、ろ過装置７のろ液側に、例えば水銀ランプ等の紫外線照射装置などで構成される可溶性有機物成分分解装置５０９が設けられていることと、活性炭供給機５０２は、複数回の分割供給可能に構成されていないことである。

【００４４】

すなわち、廃液処理手順は以下のようになる。
まず最初に、原子力発電所から発生し予め貯槽１４内に貯留されていた洗濯廃液が、廃液供給ポンプ５によって廃液槽１に供給され、廃液は廃液槽１の中で廃液加熱器６により例えば６０℃になるように加熱される。そして活性炭供給機５０２から活性炭が一度に全部添加され、浮遊粒子状成分の凝集吸着が起こって濁りがなくなるまでの間、廃液撹拌機３

により撹拌を継続する。
その後、バルブ４が開かれて廃液がろ過装置７に流される。ろ過装置７でのろ過処理により、残渣としてろ紙・ろ布上に残る、浮遊粒子状成分を凝集吸着した活性炭のみが分離され、固体廃棄物として処理される。一方、ろ液側に流出した液相は、可溶性有機物成分分解装置５０９に供給されて可溶性有機物成分が分解除去された後、流出側のドレイン液相は残留放射性の度合いに応じた処理が施される。
その他の特記しない構成は、第４の実施形態とほぼ同様である。
本実施形態によっても、第４の実施形態とほぼ同様の効果を得る。
【００４５】
本発明の第６の実施形態を図１２により説明する。本実施形態は、活性炭添加を行わずに浮遊粒子状成分を除去する場合の実施形態である。
図１２は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１～第５の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。図１２において、廃液処理装置は、第１～第５の実施形態と同様の洗濯廃液が廃液供給ポンプ５を介して供給される廃液槽１と、廃液供給ポンプ５と廃液槽１との間に設けられ、浮遊粒子状成分を分離除去する機能を備え、例えば脱脂綿で構成された浮遊粒子状成分除去装置６０８と、廃液槽１の下流側に接続され、例えば水銀ランプ等の紫外線照射装置で構成された可溶性有機物成分分解装置５０９とを有している。
【００４６】
上記構成における廃液処理手順は以下の通りである。
まず最初に、原子力発電所から発生し予め貯槽１４内に貯留されていた洗濯廃液が、廃液供給ポンプ５によって廃液槽１に供給されるが、その途中で洗濯廃液中の浮遊粒子状成分が浮遊粒子状成分除去装置６０８によって分離除去され、ＣＯＤ成分として可溶性有機物成分のみが含まれる廃液が廃液槽１に供給される。
その後、バルブ４が開かれて廃液が可溶性有機物成分分解装置５０９に供給され、可溶性有機物成分が分解除去される。また可溶性有機物成分分解装置５０９の流出側のドレイン液相は残留放射性の度合い応じた処理が施される。
【００４７】
以上説明したように、本実施形態によれば、浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を含む洗濯廃液から、浮遊粒子状成分除去装置６０８で浮遊粒子状成分を分離除去した後、可溶性有機物成分分解装置５０９で可溶性有機物成分を分解除去するので、洗濯廃液から浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分との両方を除去することができる。したがって、従来に比し、浮遊粒子状成分を除去できることと、かつ、可溶性有機物成分を除去する際における浮遊粒子状成分による妨害が起こることがない（この場合は、可溶性有機物成分分解装置５０９において紫外線照射で可溶性有機物成分を分解するときに、浮遊粒子状成分による廃液の濁りで紫外線吸収効率が悪くなることがない）こととによって、廃液処理速度を向上させるとともにＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。
【００４８】
本発明の第７の実施形態を図１３により説明する。本実施形態は、活性炭添加を可溶性有機物成分除去のみに用いる場合の実施形態である。
図１３は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１～第６の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。図１３において、廃液処理装置は、第１～第６の実施形態と同様、洗濯廃液が廃液供給ポンプ５を介して供給される廃液槽１、廃液槽１内を撹拌する廃液撹拌機３、廃液槽１の下流側に接続されたろ過装置７、及び廃液槽１とろ過装置７との間に設けられたバルブ４と、第６の実施形態と同様の浮遊粒子状成分除去装置６０８と、第５の実施形態と同様の活性炭供給機５０２とを有する。
【００４９】
上記構成における廃液処理手順は以下の通りである。
まず最初に、原子力発電所から発生し予め貯槽１４内に貯留されていた洗濯廃液が、廃液

供給ポンプ５によって廃液槽１に供給されるが、その途中で洗濯廃液中の浮遊粒子状成分が浮遊粒子状成分除去装置６０８によって分離除去され、ＣＯＤ成分として可溶性有機物成分のみが含まれる廃液が廃液槽１に供給される。
そして活性炭供給機２から活性炭が一度に全部添加され、可溶性有機物成分を吸着させる。この吸着の間（例えば１０分程度～数時間）、廃液撹拌機３により撹拌を継続する。
その後、バルブ４が開かれて廃液がろ過装置７に流される。ろ過装置７でのろ過処理により、残渣としてろ紙・ろ布上に残る、可溶性有機物成分を吸着した活性炭が分離され、固体廃棄物として処理される。一方、ろ液側に流出したドレイン液相は残留放射性の度合いに応じた処理が施される。

【００５０】

以上説明したように、本実施形態によれば、浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を含む洗濯廃液から、浮遊粒子状成分除去装置６０８で浮遊粒子状成分を分離除去した後、廃液槽１内で活性炭に可溶性有機物成分を吸着させるので、洗濯廃液から浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分との両方を除去することができる。したがって、従来に比し、浮遊粒子状成分を除去できることと、かつ、可溶性有機物成分を除去する際における浮遊粒子状成分による妨害が起こることがないこととによって、廃液処理速度を向上させるとともにＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。

【００５１】

なお上記実施形態においては、廃液槽１を加熱しなかったが、撹拌機３による撹拌中、必要に応じて廃液加熱器（図示せず）で廃液を加熱してもよい。
本発明の第８の実施形態を図１４により説明する。本実施形態は、上記第１～第７の実施形態とは異なり、ＣＯＤ成分として、可溶性有機物成分が含まれず主として浮遊粒子状成分のみが含まれている洗濯廃液から、その浮遊粒子状成分を分離除去する実施形態であり、先に述べた第５の実施形態を変形したものである。
図１４は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１～第７の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。この図１４に示される廃液処理装置が先に述べた第５の実施形態と異なる主要な点は、ろ過装置７のろ液側の可溶性有機物成分分解装置５０９が省略されていることである。
すなわち、廃液処理手順は以下のようになる。
まず最初に、原子力発電所から発生し、予め可溶性有機物成分が除去される等によってＣＯＤ成分として主として浮遊粒子状成分のみが含まれる形で貯留されている貯槽１４内の洗濯廃液が、廃液供給ポンプ５によって廃液槽１に供給され、廃液は廃液槽１の中で廃液加熱器６により例えば６０℃になるように加熱される。そして活性炭供給機２から活性炭が一度に全部添加され、浮遊粒子状成分の凝集吸着が起こって濁りがなくなるまでの間、廃液撹拌機３により撹拌を継続する。
その後、バルブ４が開かれて廃液がろ過装置７に流される。ろ過装置７でのろ過処理により、残渣としてろ紙・ろ布上に残る、浮遊粒子状成分を凝集吸着した活性炭のみが分離され、固体廃棄物として処理される。ここで、本実施形態の洗濯廃液にはＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分しか含まれていないので、このろ過によってＣＯＤ成分の分離・除去は終了したことになる。そしてろ液側のドレイン液相は、残留放射性の度合い応じた処理が施される。
その他の特記しない構成は、第５の実施形態とほぼ同様である。

【００５２】

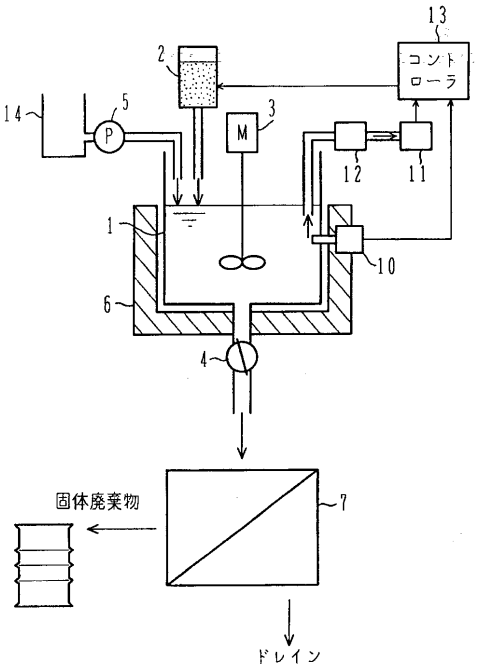
以上において、本実施形態の対象であるＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分のみを含む洗濯廃液に対し、従来方法である室温での活性炭添加を行ったとしても、既に第１の実施形態で説明したように、浮遊粒子状成分はほとんど吸着せず活性炭ケーキ層の上を覆うことから、廃液処理速度を低下させ、また分離除去を十分に行うことができない。
しかし本実施形態によれば、加熱後に活性炭を添加することで浮遊粒子状成分を凝縮吸着させ、これら活性炭をろ過装置７でろ過し除去するので、ＣＯＤ成分である浮遊粒子状成分を除去することができる。したがって、従来に比し、廃液処理速度を向上させるとも

にＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。
【００５３】
本発明の第９の実施形態を図１５により説明する。本実施形態も、上記第８の実施形態同様、ＣＯＤ成分として、可溶性有機物成分が含まれず主として浮遊粒子状成分のみが含まれている洗濯廃液から、その浮遊粒子状成分を分離除去する実施形態であり、先に述べた第６の実施形態を変形したものである。
図１５は、本実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。第１～第８の実施形態と同等の部材には同一の符号を付す。この図１５に示される廃液処理装置が先に述べた第６の実施形態と異なる主要な点は、バルブ４の下流側に接続された可溶性有機物成分分解装置５０９が省略されていることである。
【００５４】
すなわち、廃液処理手順は以下の通りである。
まず最初に、原子力発電所から発生し予め貯槽１４内に貯留されていた洗濯廃液が、廃液供給ポンプ５によって廃液槽１に供給されるが、その途中で洗濯廃液中の浮遊粒子状成分が浮遊粒子状成分除去装置６０８によって分離除去され、ＣＯＤ成分として可溶性有機物成分のみが含まれる廃液が廃液槽１に供給される。ここで、本実施形態の洗濯廃液にはＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分しか含まれていないので、この浮遊粒子状成分の除去によってＣＯＤ成分の分離・除去は終了したことになる。
その後、バルブ４が開かれてドレイン液相が導出され、残留放射性の度合いに応じた処理が施される。
【００５５】
以上説明したように、本実施形態によれば、ＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分のみを含む洗濯廃液から、浮遊粒子状成分除去装置６０８で浮遊粒子状成分を分離除去することができる。したがって、上記第８の実施形態と同様の効果を得ることができる。
【００５６】
【発明の効果】
以上のように本発明によれば、放射性洗濯廃液にＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分のみが含まれている場合には、第１の手順において、例えば、吸着工程で廃液を加熱することで浮遊粒子状成分を活性炭に吸着させた後にろ過工程で活性炭を含む放射性洗濯廃液をろ過したり、廃液を例えば脱脂綿等の浮遊粒子捕捉手段に通じて捕捉除去させるので、浮遊粒子状成分を分離除去することができる。よって、従来のように廃液処理速度が低下することなく、ＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。
また放射性洗濯廃液にＣＯＤ成分として浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分の両方が含まれている場合には、第１の手順で浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を含む放射性洗濯廃液から、第１の手順で浮遊粒子状成分を分離除去した後、他の手順で可溶性有機物成分を除去するか、若しくは、第１の手順で浮遊粒子状成分と可溶性有機物成分との両方を除去するので、浮遊粒子状成分及び可溶性有機物成分の両方を含む放射性洗濯廃液から両成分を分離除去することができる。よって、従来に比し、浮遊粒子状成分を除去でき、かつ、可溶性有機物成分を除去する際における浮遊粒子状成分による妨害が起こることがないので、廃液処理速度が低下することなくＣＯＤ成分を十分に分離除去することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図２】浮遊粒子状成分の凝集吸着原理を表す図である。
【図３】ろ過時の挙動原理を表す図である。
【図４】ろ過装置におけるろ過液量とこのときにろ紙・ろ布前後に発生する差圧を実測し従来方法と比較して示した図である。
【図５】ろ過装置における廃液処理速度を従来方法と比較して示した図である。
【図６】エネルギー分散型Ｘ線分析装置を用いて、活性炭に凝集吸着した浮遊粒子状成分

に含まれるカルシウムを定量分析した結果を表した図である。
【図７】ろ液装置７のろ液側におけるＣＯＤ成分濃度の実測しその結果を、従来方法の結果と比較して示した図である。
【図８】本発明の第２の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図９】本発明の第３の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図１０】本発明の第４の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図１１】本発明の第５の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図１２】本発明の第６の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図１３】本発明の第７の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図１４】本発明の第８の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【図１５】本発明の第９の実施形態による放射性洗濯廃液の処理方法を実施する廃液処理装置の全体構成を表す概念図である。
【符号の説明】

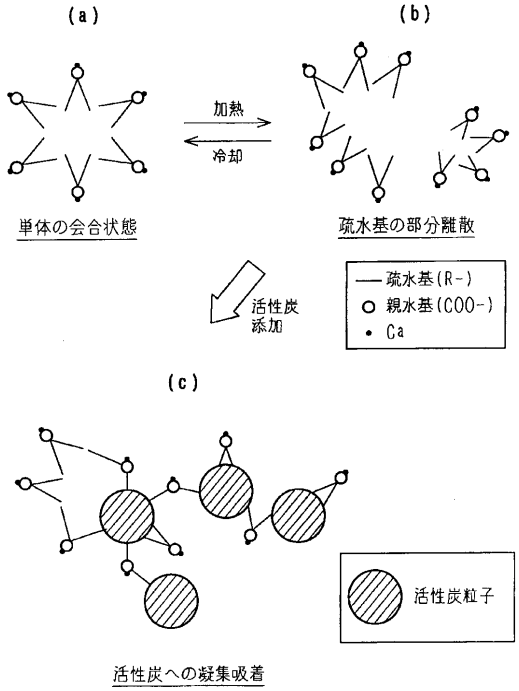
| | |
|---|---|
| １ | 廃液槽 |
| ２ | 活性炭供給機 |
| ３ | 廃液撹拌機 |
| ４ | バルブ |
| ５ | 廃液供給ポンプ |
| ６ | 廃液加熱器 |
| ７ | ろ過装置 |
| １０ | 廃液透明度計 |
| １１ | 有機物濃度測定器 |
| １２ | 廃液サンプラー |
| １３ | コントローラ |
| １４ | 貯槽 |
| ５０２ | 活性炭供給機 |
| ５０９ | 溶解性有機物分解装置 |
| ６０８ | 浮遊粒子状成分除去装置 |

【図１】

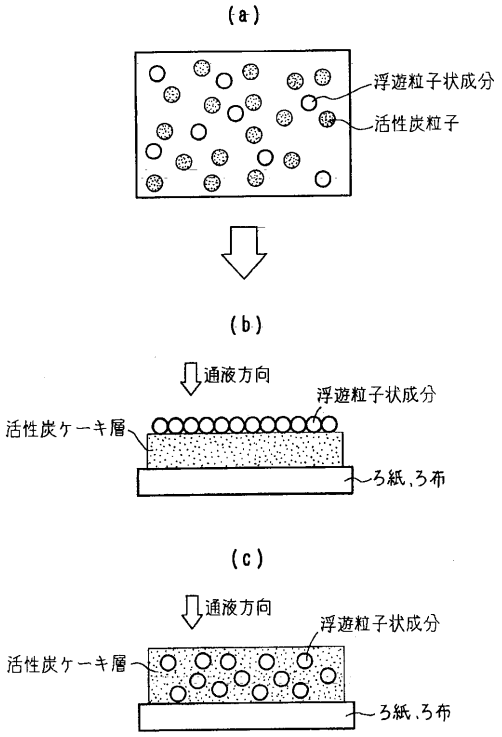



1：廃液槽　10：廃液透明度計
2：活性炭供給機　11：有機物濃度測定器
6：廃液加熱器　12：廃液サンプラー
7：ろ過装置　13：コントローラ

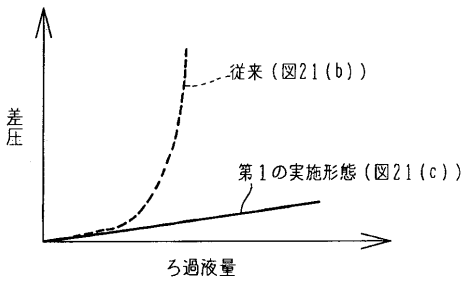
【図２】



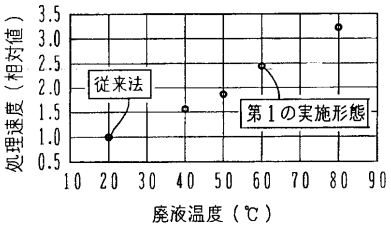

【図３】



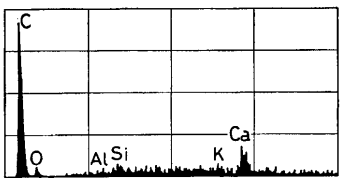

【図４】




【図５】



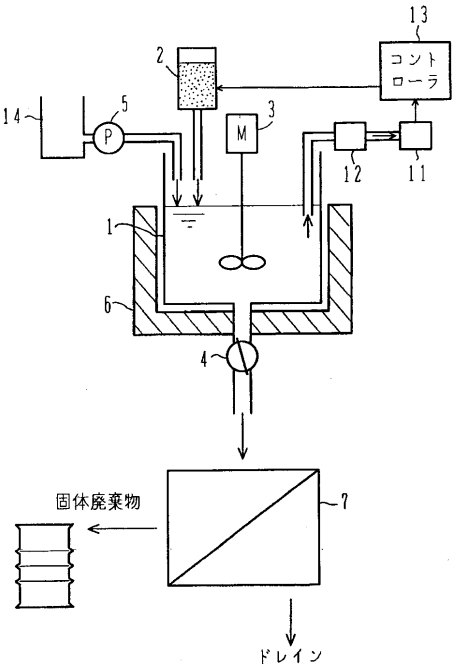

【図６】



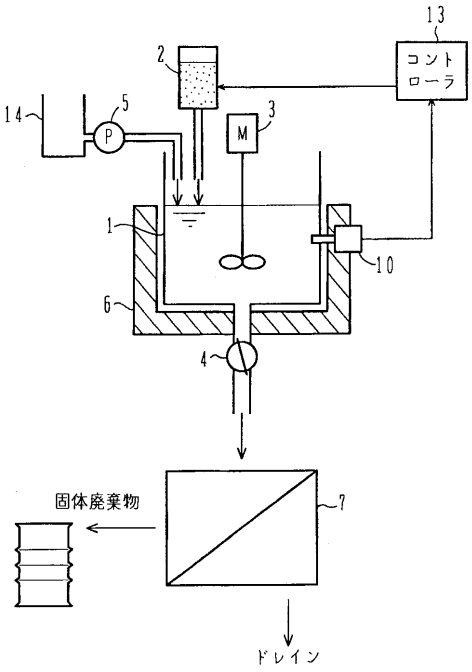
【図７】

| 処理方法 | 従来法 | 第１の実施形態 |
|---|---|---|
| 廃液温度（℃） | 20℃ | 60℃に加熱 |
| 活性炭添加 | １回 | ２回に分割 |
| COD濃度変化（ppm） | 40→15 | 40→1 |

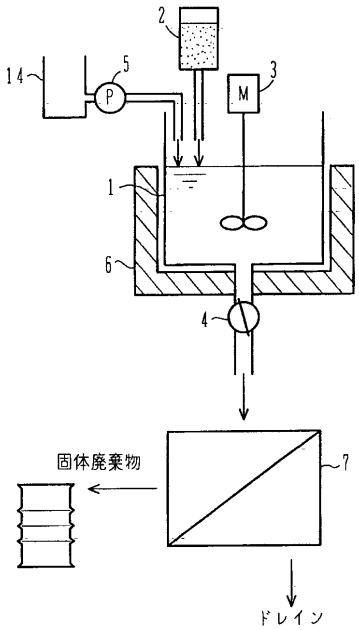
【図８】



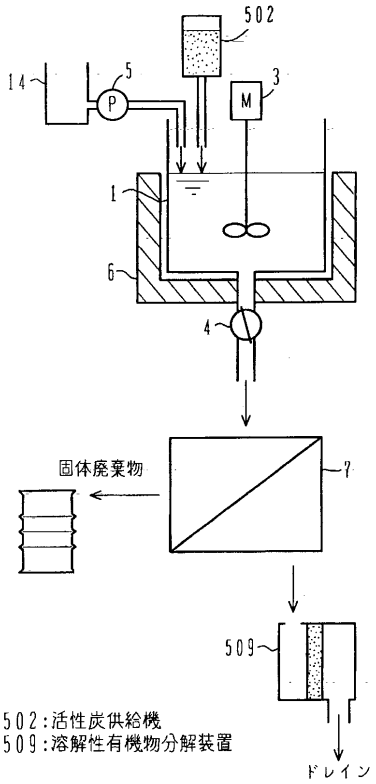

【図９】




【図１０】

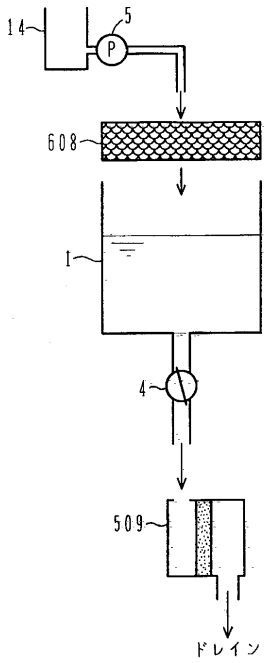


【図１１】



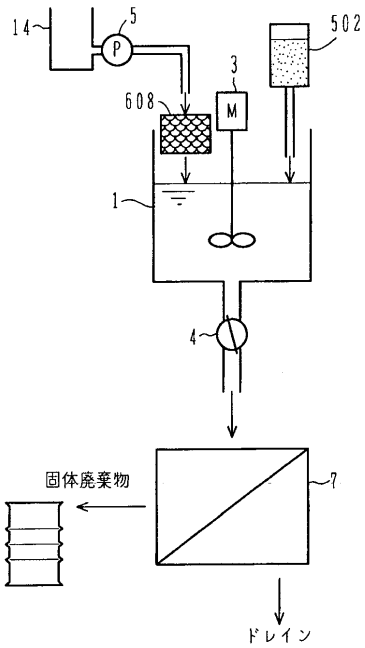

502:活性炭供給機
509:溶解性有機物分解装置

【図１２】

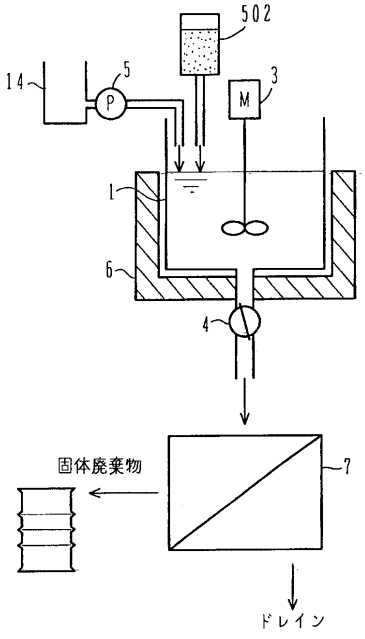



608:浮遊粒子状成分除去装置

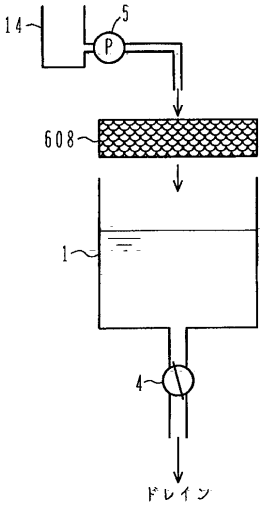
【図１３】




【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(72)発明者　松田　将省
茨城県日立市大みか町七丁目２番１号　株式会社　日立製作所　電力・電機開発本部内
(72)発明者　雪田　篤
茨城県日立市幸町三丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立工場内

審査官　村田　尚英

(56)参考文献　特開平０６－３３１７９２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１９１１９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２９７１９３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１３２７９４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２６０９９７（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－１８３５１２（ＪＰ，Ｕ）
特開平０５－０５２９９２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０１８７９９（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０６４７００（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１１０３９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０４３２９２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３１５６８１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G21F　9/06
C02F　1/28
C02F　1/32
G21F　9/10
G21F　9/12