

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-501421

(P2017-501421A)

(43) 公表日 平成29年1月12日 (2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 2 1 F 9/06 (2006.01)	G 2 1 F 9/06 5 1 1 A	
G 2 1 F 9/12 (2006.01)	G 2 1 F 9/06 5 1 1 F	
	G 2 1 F 9/06 G	
	G 2 1 F 9/06 5 2 1 A	
	G 2 1 F 9/06 5 6 1	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-549613 (P2016-549613)
(86) (22) 出願日 平成27年1月7日 (2015.1.7)
(85) 翻訳文提出日 平成28年4月25日 (2016.4.25)
(86) 国際出願番号 PCT/CN2015/070290
(87) 国際公開番号 W02015/103983
(87) 国際公開日 平成27年7月16日 (2015.7.16)
(31) 優先権主張番号 201410010846.3
(32) 優先日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
(33) 優先権主張国 中国 (CN)

(71) 出願人 507061421
清▲華▼大学
中国北京市▲海▼淀区清▲華▼大学, 1
0 0 0 8 4
(74) 代理人 110001210
特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(72) 発明者 李 俊峰
中華人民共和国北京市海淀区清▲華▼大学
(72) 発明者 王 建▲龍▼
中華人民共和国北京市海淀区清▲華▼大学
(72) 発明者 ▲趙▼ ▲樹▼理
中華人民共和国北京市海淀区清▲華▼大学

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射性廃水の処理方法及び装置

(57) 【要約】

放射性廃水をディスクチューブ型逆浸透 (D T R O) 膜モジュールで処理することにより、高除染係数と高濃縮倍率の効果を同時に得ることができる放射性廃水の処理方法及び装置を提供する。前記方法では、放射性廃水を順に第一段膜モジュールと第二段の膜モジュールに通し、第二段の清水を取得し、第一段の膜モジュールから送り出される第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、濃縮液を得る。

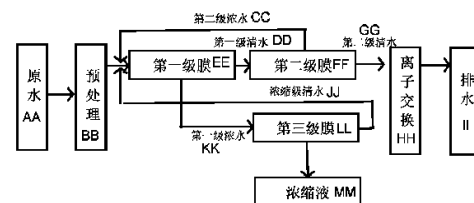


図 1 / FIG.1

AA RAW WATER
BB PRETREATMENT
CC SECOND-LEVEL CONCENTRATED WATER
DD FIRST-LEVEL CLEAR WATER
EE FIRST-LEVEL MEMBRANE
FF SECOND-LEVEL MEMBRANE
GG SECOND-LEVEL CLEAR WATER
HH ION EXCHANGE
II DISCHARGE WATER
JJ CONCENTRATED CLEAR WATER
KK FIRST-LEVEL CONCENTRATED WATER
LL THIRD-LEVEL MEMBRANE
MM CONCENTRATED SOLUTION

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射性廃水をディスクチューブ型逆浸透膜モジュールで処理し、
除染係数が 500 以上であり、濃縮倍率が 25 倍以上に制御することを特徴とする、
放射性廃水の処理方法。

【請求項 2】

前記放射性廃水を第一段の膜モジュールと第二段の膜モジュールとの順に通過させ、
前記第二段の膜モジュールから第二段の清水を取得し、
前記第一段の膜モジュールから得られた第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、濃縮液を得ることを特徴とする、
請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水を、前記第一段の膜モジュールに送り返されることを特徴とする、
請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第三段の膜モジュールから送り出される濃縮された清水を、前記第一段の膜モジュールに送り返すことを特徴とする、
請求項 2 又は 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第二段の膜モジュールから送り出される第二段の清水の放射活性が 1 Bq/L より大きいと、前記第二段の清水を細かい処理、好ましくはイオン交換処理又は電気透析処理に送ることを特徴とする、
請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の方法。

20

【請求項 6】

前記第三段の膜モジュールから送り出される濃縮された清水を、濃縮液を排出せずに第一段の膜モジュールに送り返して再処理し、濃縮液の塩類含有量が 125 g/L に達するまで排出することを特徴とする、
請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記放射性廃水は、
ディスクチューブ型逆浸透膜モジュールに給送される前、砂ろ過、限外ろ過又は pH 調節の前処理を行うことを特徴とする、
請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の方法。

30

【請求項 8】

前記放射性廃水は、
前記膜モジュールに給送される前、その pH が 6 ～ 8 に調節されることを特徴とする、
請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記放射性廃水は、
処理前の塩類含有量が 5 g/L を超えていないことを特徴とする、
請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の方法。

40

【請求項 10】

第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュールと、
放射性廃水を供給するための給水ポンプと、を備え、
第一段の膜モジュールの清水出口は、第二段の膜モジュールの入口に接続され、
第一段の膜モジュールの濃縮水出口は、第三段の膜モジュールの入口に接続されている、

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の方法に用いられる放射性廃水の処理装置。

【請求項 11】

50

前記第二段の膜モジュールの濃縮水出口は、
前記第一段の膜モジュールの入口に接続されていることを特徴とする、
請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記第三段の膜モジュールの清水出口は、
前記第一段膜モジュールの入口に接続されていることを特徴とする、
請求項 10 又は 11 に記載の装置。

【請求項 13】

それぞれ第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型の逆浸透膜モジュールに用いられる第一段、第二段、第三段の高圧ポンプと、
第一段、第二段、第三段の循環ポンプと、をさらに備えることを特徴とする、
請求項 10 乃至 12 のいずれかに記載の装置。

10

【請求項 14】

第二段の清水を処理するための細かい処理装置、好ましくはイオン交換装置又は電気透析装置をさらに備えることを特徴とする、
請求項 10 乃至 13 のいずれかに記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放射性廃水の処理に関し、具体的には、ディスクチューブ型逆浸透膜技術により放射性廃水を処理する方法及び装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

原子力産業の分野による放射性廃水については、凝集沈殿、砂ろ過、珪藻土ろ過、限外ろ過、選択的イオン交換、逆浸透膜処理、蒸発、及び電気透析は、いずれもそれらを処理するためによく用いられる方法である。

【0003】

処理方法毎にその適用範囲と技術特性を有する一方、現在の研究は主として、原子炉心が溶融した場合において異なる処理方法による放射性廃水に対する除染効率を検討し、スループット及びプロセス特性と睨み合わせて、適用する放射性廃水の処理技術を選定することに注目している。

30

【0004】

放射性廃水の処理技術は、放射性廃水の除染係数を上昇させて、排出水における放射性核種の濃度を可能な限り低くし、そして放射性濃縮液の体積を可能な限り小さくすることが肝心になっている。現在国内外の技術的条件では、放射性廃水の膜処理システムは比較的高い除染係数を有するが、その非常に低い濃縮倍率（一般に 5～10 だけである）により幅広い使用が制限されている。同時に、一般的な逆浸透膜処理システムは、流入水に対する厳しい要求によりその使用もひどく制限され、珪藻土ろ過等の前処理を採用すれば、固体廃棄物の発生量が大きく増加してしまうことになる。

【0005】

40

本発明は、高い耐汚染性を有するディスクチューブ型逆浸透膜モジュールを使用することにより、複雑な前処理プロセスを簡略化でき、そしてディスクチューブ型逆浸透膜モジュールの最適な組合せによる処理によって、高効率処理と高倍率濃縮を同時に実現した。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】中国特許出願公開第 1037, 45759 号明細書

【0007】

【非特許文献 1】ワン、ジャンロン他、“膜プロセスを用いた放射能汚染水処理の研究結果”、科学環境記録 (Acta Scientiae Circumstantiae)、2013 年 10 月 31 日、第

50

33巻、第10号、第2640-2652頁

【非特許文献2】ツァオ、ジュアン、“放射能汚染水処理における逆浸透の適用”、中国核研究技術中間報告、2009年11月30日、第1巻、第120-122頁

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、一つの目的として、放射性廃水をディスクチューブ型逆浸透（DTRO）膜モジュールで処理し、除染係数が500以上であり、濃縮倍率が25倍以上に制御する放射性廃水の処理方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の方法の一実施態様では、放射性廃水を第一段の膜モジュールと第二段の膜モジュールとの順に通過させ、第二段の膜モジュールから第二段の清水を取得し、第一段の膜モジュールから得られた第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、濃縮液が得られるようにしてもよい。

【0010】

本発明の方法によれば、第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水と第三段の膜モジュールから送り出される濃縮された清水とをともに第一段の膜モジュールに送り返して再処理することができる。

【0011】

さらに、本発明の方法では、放射性廃水は膜モジュールに給送される前、砂ろ過、限ろ過又はpH調節の前処理を行うことができ、pHの調節を行う場合、放射性廃水のpHを6～8に調節することができる。

【0012】

さらに、本発明の方法では、放射性廃水は処理前の塩類含有量が5g/Lを超えないことが好ましい。

【0013】

本発明は、もう一つの目的として、第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュールと、放射性廃水を供給する給水ポンプとを備え、第一段の膜モジュールの清水出口は第二段の膜モジュールの入口に接続され、第一段の膜モジュールの濃縮水出口は第三段の膜モジュールの入口に接続されている、本発明にかかる放射性廃水の処理方法に用いられる放射性廃水の処理装置を提供する。

【0014】

また、第二段の膜モジュールの濃縮水出口及び第三段の膜モジュールの清水出口はいずれも第一段の膜モジュールの入口に接続されている。

【0015】

さらに、前記放射性廃水の処理装置は、それぞれ第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュールに用いられる第一段、第二段、第三段の高圧ポンプと第一段、第二段、第三段の循環ポンプとをさらに備える。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施態様による放射性廃水の処理方法のプロセスフローチャートである。

【図2A】本発明の一実施態様による放射性廃水の処理装置の構造模式図である。

【図2B】本発明の一実施態様による放射性廃水の処理装置の実物図である。

【図3A】本発明に用いられるディスクチューブ型逆浸透膜モジュールの流路の模式図である。

【図3B】本発明に用いられるディスクチューブ型逆浸透膜モジュールの流路の実物図である。

【図4】比較例2のプロセスフローチャートである。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0017】

放射性廃水の処理は、例えばコークス化廃水、製薬廃水、紡績／捺染廃水、石油／化学工業廃水、ごみ埋立地浸出水のような一般廃水の処理と異なり、その原因としては、1) 放射性核種イオンの排出質量濃度は非常に低く、一般廃水処理技術の能力を超えており、環境への排出には10 Bq/Lの放射活性が要求され、 ^{90}Sr 及び ^{137}Cs を例とすれば、各々に対応する核種質量濃度はそれぞれ $2.0 \times 10^{-13} \text{ mg/L}$ 及び $3.0 \times 10^{-13} \text{ mg/L}$ であること、2) 二次放射性廃棄物の発生量に対する要求は一般廃水処理よりもはるかに高く、放射性廃水の処理では、放射性廃棄物の最小化は重要な原則となること、及び、3) 放射性条件での装置の操作性と保全性を考慮する必要があることである。

10

【0018】

上記した放射性廃水の処理上の特殊な要求に鑑みて、本発明者は、非常に低い放射性核種イオンの排出質量濃度を保証するとともに、発生する放射性廃棄物の量を最も少なくした本発明の放射性廃水の処理方法及び装置を設計して完成した。

【0019】

本願では、放射活性に加え、(原水の放射活性)／(清水の放射活性)に従って算出される「除染係数」も放射性核種イオンの排出質量濃度の評価に用いられる。本願で使用される「濃縮倍率」は、(原水の体積)／(濃縮液の体積)に従って算出される発生する放射性廃棄物の量を評価するためのものである。

20

【0020】

本発明の放射性廃水の処理方法によれば、放射性廃水をDTR O膜モジュールにより処理した後、除染係数が少なくとも500に達し、そして濃縮倍率が少なくとも25倍に達しており、生活排水の排出基準である10 Bq/Lに達した上に、放射性廃棄物の発生量が可能な限り少ないことも確保した。これは本発明の方法が従来技術に関連する廃水の処理方法と顕著に異なっていることがキーとなっている。従来技術による廃水の処理方法では、濃縮倍率というパラメータを全く考慮していないか、または排出基準と濃縮倍率を同時に達成するために複雑なプロセス及び装置を採用せざるを得ないようになってしまう。本発明はDTR O膜モジュールで放射性廃水を処理することにより、簡単に操作しやすいプロセス及び装置によって放射性廃水を排出基準に達させるとともに、放射性廃棄物の発生量が最も少なくすることの実現に成功した。

30

【0021】

本発明の方法の一実施態様では、三段DTR O膜モジュールで放射性廃水を処理する。図1は、三段DTR O膜モジュールで放射性廃水を処理する例示的なプロセスフローチャートである。

【0022】

図1に示されるように、放射性廃水を順に第一段の膜モジュールと第二段の膜モジュールに通し、第二段の清水を取得し、第一段の膜モジュールから送り出される第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、濃縮液を得る。第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水及び第三段の膜モジュールから送り出される濃縮された清水は、第一段の膜モジュールに送り返されて再処理を行なってもよい。

40

【0023】

図1には原水の前処理が示されているが、これは必需な工程ではない。複雑な限外ろ過プロセスによる廃水の前処理を行わなければ、前処理された廃水を逆浸透処理に送ることができないような従来技術の多くの放射性廃水の処理プロセスと異なり、本発明に用いられる膜モジュールは、DTR O膜モジュールであるため、原水に対するいかなる前処理を行わずに、放射性廃水を直接的に処理しても、要求される排出基準に達していることができる。本発明の方法では、前処理プロセスを省くと、処理装置を簡略化でき、処理コストを大きく低下させることができるのは明らかである。

【0024】

50

原水の前処理を行う場合、砂ろ過、限外ろ過又はpH調節のような操作を使ってもよく、これは当業者が実情に応じて決定しやすいものである。pHの調節を行おうとすると、放射性廃水のpHを6～8に調節することが好ましい。当該pHでは、DTR O膜モジュールの逆浸透処理の効果が最も高くなる一方、DTR O膜モジュールが長い耐用年数を有するのを保証できる。

【0025】

同様に、図1には第二段の清水に対するイオン交換が示されているが、当該工程は実情に応じて選択できるものである。実は、原子力施設から正常に排出される放射性廃水について、放射活性は一般に1000Bq/L乃至10000Bq/L（総β）であり、それらを本発明の方法にかかる二段DTR O膜モジュールで処理すれば、第二段の清水の放射活性が10Bq/Lよりも低くなっていることが多く、生活排水の排出基準に合致している。ひいては、意外に漏洩した放射性廃水、例えば2011年の日本福島原発事故による放射活性が50000Bq/Lと高くなったような高放射性廃水についても、本発明の二段DTR O膜モジュールで処理すれば、第二段の清水の放射活性が10Bq/L（例えば後述の実施例1）に達することも可能である。

10

【0026】

ただし、排出される汚水をできるだけ天然水のバックグラウンドに近くさせようとする場合には、第二段の膜モジュールから送り出される第二段の清水をさらなる細かい処理に送ることができる。本発明の方法では、第二段の膜モジュールから送り出される第二段の清水の放射活性が1Bq/Lより大きいと、第二段の清水に対して細かい処理を行う。細かい処理は、イオン交換処理又は電気透析処理が好ましい。本発明の方法で処理される放射性廃水は放射活性が50000Bq/Lと高くても、さらなる細かい処理によれば、やはり天然水のバックグラウンドに近い水を得ることができ、その放射活性が約0.5Bq/Lとなる。

20

【0027】

また、本発明の方法にかかる二段DTR O膜モジュールで処理された第二段の清水は非常に清浄なものとなっているため、それに対してさらなるイオン交換処理を行うと、用いられるイオン交換樹脂は長期間に使用でき、一般に2～3年使用した後に取り替えればよく、それにより、廃棄樹脂の発生量を顕著に低減し、プロセス全体の処理コストを低下させた。最終的に取り出された廃棄樹脂は第三段の膜モジュールから排出された濃縮液と一緒に固化処理することができる。

30

【0028】

従来技術による一部のDTR O膜モジュールを用いた水処理方法は、水質要求の上昇に従ってDTR O膜モジュールの段数を増加するものである。しかし、本発明の放射性廃水の処理方法では、決して単に水質の向上を図るために無制限に清水処理膜モジュールの段数を増加してはいけなく、これは、清水処理膜モジュールの増加に従って濃縮液の量も増加し、濃縮液の総量の増加により濃縮倍率が必然的に低下し、それにより多くの廃棄物に対する固化処理が必要になってしまうためである。また、濃縮水処理膜モジュールの段数を増加すれば、まず、増加された濃縮水処理膜モジュールによる流出水の放射性濃度が非常に高く、不適切に還流させると、流出水の放射活性が増加し、その次の生産プロセスで制御しにくくなり、処理コストが上昇してしまうためである。除染係数と濃縮倍率を同時に考慮して、清水、及び濃縮水処理膜モジュールの段数を合理的に配置しなければならない。本発明の方法のうち細かい処理工程を含まない一実施態様では、除染係数は500乃至5000となることが可能であり、そして濃縮倍率は少なくとも25倍となることが可能である。第三段の膜モジュールから送り出される濃縮された清水を、濃縮液を排出せずに第一段の膜モジュールに送り返して再処理を行い、濃縮液の塩類含有量が125g/Lに達したら、排出するようにすることができる。

40

【0029】

本発明の方法は三段DTR O膜モジュール、即ち、二段の直列接続される清水処理膜モジュール及び一段の濃縮水処理膜モジュールが好ましく、そのうち、第三段の膜モジュール

50

ルから排出される濃縮水はD T R O膜モジュールにおける濃縮水の最大値に達することができ、濃縮段数を増加しても、濃縮倍率をさらに上昇させることにはならない。

【0030】

また、従来技術には、D T R O膜モジュールは特に高濃度汚水の処理に適用されることが教示されている。しかし、本発明者は、原水の塩類含有量の上昇に従って、処理のエネルギー消費もそれに応じて増加してしまうことに気づいたため、放射性廃水の処理前の塩類含有量は5 g / Lを超えないことが好ましい。

【0031】

本発明は、さらに本発明の方法に用いられる放射性廃水の処理装置も提供する。図2 A及び図2 Bはそれぞれ、本発明の一つの実施態様による放射性廃水の処理装置の構造模式図及び実物図である。図2 A及び図2 Bにおいて、放射性廃水の処理装置は、第一段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュール1、第二段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュール10、第三段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュール9と、放射性廃水を供給するための給水ポンプ8とを備え、第一段の膜モジュール1の清水出口は第二段の膜モジュール10の入口に接続され、第一段の膜モジュール1の濃縮水出口は第三段の膜モジュール9の入口に接続され、第二段の膜モジュール10の濃縮水出口及び第三段の膜モジュール9の清水出口はいずれも第一段の膜モジュール1の入口に接続されている。図中にはさらに、それぞれ第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュールに用いられる第一段の高圧ポンプ7及び第一段の循環ポンプ4と、第二段の高圧ポンプ6及び第二段の循環ポンプ3と、第三段の高圧ポンプ5及び第三段の循環ポンプ2とが示されている。

【0032】

本発明の方法に用いられるディスクチューブ型逆浸透(D T R O)膜モジュールは公知のものであるが、従来技術では主にごみ埋立地浸出水の処理に用いられている。上記したように、放射性廃水の処理の特殊な要求のため、従来のD T R O膜モジュールで他の廃水を処理する方法及び装置をそのまま放射性廃水の処理に移植してはならず、これも逆に、従来技術はいまでもD T R O膜モジュールを放射性廃水の処理に用いることができない原因を実証した。

【0033】

図3 A及び3 Bはそれぞれ本発明に用いられるディスクチューブ型膜モジュールの流路の模式(作動原理)図及び実物図を示している。図面から、ディスクチューブ型膜モジュールは主に、ろ過膜シート2、案内盤5、中心タイロッド、耐圧ブッシング6、二つのエンドフランジ8、各種のシール部材、及び接続ボルト等の部品で構成されることが分かる。ろ過膜と案内盤を積層し、中心タイロッド及びエンドフランジで固定してから耐圧ブッシングに置けば、ディスクチューブ型膜モジュールを形成する。

【0034】

図3 Aに示されるように、原料液はろ過膜シート2の積層体と耐圧ブッシング6との間の隙間を通過してから、原水通路1を介して底部の案内盤5に入り、処理される液体は最も短い距離でろ過膜シート2を迅速に貫流し、続いて膜の他の面に180°反転してから次のろ過膜に流れ、それにより、膜の表面には案内盤の円周→円心→円周→円心の接線流ろ過が形成され、濃縮液は最後に給送エンドフランジ8から流れ出す。原料液はろ過膜を貫流すると同時に、透過液は中心収集管7を介して絶えず排出される。濃縮液と透過液は案内盤に取り付けられたOリング3により離間されている。

【0035】

給水ポンプ、D T R O膜モジュールに用いられる高圧ポンプ及び循環ポンプは本分野でよく用いられる様々なポンプ、例えばプランジャポンプ、遠心ポンプ等であってもよい。ただし、本発明においては、高圧ポンプは高揚程、低流量の要求を満たし、循環ポンプは逆に、低揚程、高流量の要求を満たす必要がある。

【0036】

本発明にかかる放射性廃水の処理装置の操作手順としては、まず原水給水ポンプを起動し、第一段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第一段の高圧ポンプと循環ポン

プ（周波数変換制御）を起動し、圧力を2.5乃至7MPa（具体的な圧力は放射性原水の濃度に基づいて決定される）に調節し、第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第二段の高圧ポンプと循環ポンプ（周波数変換制御）を起動し、圧力を2.5乃至7MPa（具体的な圧力は放射性原水の濃度に基づいて決定される）に調節し、最後に、第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第三段の高圧ポンプと循環ポンプ（周波数変換制御）を起動し、圧力を2.5乃至7MPa（具体的な圧力は放射性原水の濃度に基づいて決定される）に調節する。

【0037】

以下、実施例により例を挙げて本発明を説明するが、これらの実施例はなんら本発明を制限するものではない。

【0038】

実施例に用いられる装置は下記のようなものである。

【表1】

名称	パラメータ
第一段、第二段、第三段のDTRO膜モジュール	DTG139ABS39、6.3m ²
第一段、第二段の循環ポンプ	BM3A-12NE 0.75KW ／400／50／3
第三段の循環ポンプ	BM3A-9NE 0.75KW／ 400／50／3
第一段、第二段の高圧ポンプ	11.0L／M@1450RPM
第三段の高圧ポンプ	1.6L／M@1450RPM
給水ポンプ	グルンドフォスのCRN-2型ポンプ、1m ³ ／h、揚程33m
イオン交換樹脂	Rohm&Haas社のAmberlite IRN77陽イオン樹脂及びIRN78陰イオン樹脂、陰イオン樹脂と陽イオン樹脂との割合2：1、樹脂床の容積200L
総β放射活性の測定装置	LSC-LB7超低バックグラウンド液体シンチレーションスペクトロメータ

【0039】

実施例1

原水給水ポンプを起動し、塩類含有量5g／L、総β放射活性50000Bq／L（原発や原子力施設による放射性廃水の濃度が達しうる最大レベル）の廃水10トンを図2Bに示される装置に送り込んで処理を行う。

【0040】

第一段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第一段の高圧ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数50Hz）を起動し、3分間遅延して第一段の循環ポンプを起動し、第一段の高圧ポンプの出口圧力を5.5MPaに達させるように第一段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第二段の

高圧ポンプを起動し、3分間遅延して第二段の循環ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数50Hz）を起動し、第二段の高圧ポンプの出口圧力を3.5MPaに達させるように第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第三段の高圧ポンプを起動し、3分間遅延して第三段循環ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数30Hz）を起動し、第三段の高圧ポンプの出口圧力を7MPaにするように第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。

【0041】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は500Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は10Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は5000となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.4立方メートル（塩類含有量125g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は25倍となる。

10

【0042】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.6トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.5Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は100000となる。

【0043】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は1.2立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万元/立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは12万元となる。

20

【0044】

実施例2

実施例1で用いられる装置及び操作条件で、塩類含有量5g/L、総β放射活性10000Bq/Lの廃水10トン进行处理する。

【0045】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は100Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は2Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は5000となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.4立方メートル（塩類含有量125g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は25倍となる。

30

【0046】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.6トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.1Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は100000となる。

【0047】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は1.2立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万元/立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは12万元となる。

40

【0048】

実施例3

実施例1で用いられる装置及び操作条件で、塩類含有量5g/L、総β放射活性5000Bq/Lの廃水10トン进行处理する。

【0049】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は50Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は1Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は5000となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.4立方メートル（塩類含有量125g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は25倍となる。

50

【0050】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.6トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.05Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は100000となる。

【0051】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は1.2立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万円/立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは12万円となる。

【0052】

実施例4

実施例1で用いられる装置及び操作条件で、塩類含有量5g/L、総β放射活性1000Bq/Lの廃水10トン进行处理する。

【0053】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は10Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は0.2Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は5000となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.4立方メートル（塩類含有量125g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は25倍となる。

【0054】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は1.2立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万円/立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは12万円となる。

【0055】

実施例5

原水給水ポンプを起動し、塩類含有量1g/L、総β放射活性10000Bq/Lの廃水10トンを図2Bに示される装置に送り込んで処理を行う。

【0056】

第一段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第一段の高圧ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数45Hz）を起動し、3分間遅延して第一段の循環ポンプを起動し、第一段の高圧ポンプの出口圧力を2.2MPaに達させるように第一段膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第二段の高圧ポンプを起動し、3分間遅延して第二段の循環ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数45Hz）を起動し、第二段の高圧ポンプの出口圧力を2.2MPaに達させるように第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第三段の高圧ポンプを起動し、3分間遅延して第三段の循環ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数30Hz）を起動し、第三段の高圧ポンプの出口圧力を5.5MPaにするように第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。

【0057】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は200Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は4Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は2500となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.2立方メートル（塩類含有量50g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は50倍となる。

【0058】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.8トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.2Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は50000となる。

【0059】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は

10

20

30

40

50

0.6立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万円／立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは6万円となる。

【0060】

実施例6

実施例5で用いられる装置及び操作条件で、塩類含有量1g/L、総β放射活性5000Bq/Lの廃水10トン进行处理する。

【0061】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は100Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は2Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は2500となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.2立方メートル（塩類含有量50g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は50倍となる。

10

【0062】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.8トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.1Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は50000となる。

【0063】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は0.6立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万円／立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは6万円となる。

20

【0064】

実施例7

実施例5で用いられる装置及び操作条件で、塩類含有量1g/L、総β放射活性1000Bq/Lの廃水10トン进行处理する。

【0065】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は20Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は0.4Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は2500となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.2立方メートル（塩類含有量50g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は50倍となる。

30

【0066】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は0.6立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万円／立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは6万円となる。

【0067】

実施例8

原水給水ポンプを起動し、塩類含有量0.1g/L、総β放射活性5000Bq/Lの廃水10トンを図2Bに示される装置に送り込んで処理を行う。

【0068】

第一段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第一段の高圧ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数40Hz）を起動し、3分間遅延して第一段の循環ポンプを起動し、第一段の高圧ポンプの出口圧力を2.2MPaに達させるように第一段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第二段の高圧ポンプを起動し、3分間遅延して第二段の循環ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数40Hz）を起動し、第二段の高圧ポンプの出口圧力を2.2MPaに達させるように第二段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を完全に開き、第三段の高圧ポンプを起動し、3分間遅延して第三段の循環ポンプ（周波数変換制御、変換用周波数30Hz）を起動し、第三段の高圧ポンプの出口圧力を3.5MPaにするように第三段の膜モジュールの濃縮水出口弁を調節する。

40

【0069】

50

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は125 Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は10 Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は500となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.1立方メートル（塩類含有量10 g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は100倍となる。

【0070】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.9トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.5 Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は10000となる。

【0071】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は0.3立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万元/立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは3万元となる。

【0072】

実施例9

実施例8で用いられる装置及び操作条件で、塩類含有量0.1 g/L、総β放射活性1000 Bq/Lの廃水10トン进行处理する。

【0073】

処理を経た後、第一段の膜モジュールから排出される清水の総β放射活性は25 Bq/Lになり、第二段の膜モジュールから排出される清水の放射活性は2 Bq/Lになったため、二段膜システムの除染係数は500となり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は0.1立方メートル（塩類含有量10 g/L）となり、これにより、プロセス全体における放射性廃水の濃縮倍率は100倍となる。

【0074】

第二段の膜モジュールから排出される清水をイオン交換装置に送り込んでさらなる処理を行うと、得られうる清水の総体積は9.9トンとなり、そして最終の清水の総β放射活性は0.1 Bq/Lとなり、これにより、プロセス全体の除染係数は10000となる。

【0075】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は0.3立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万元/立方メートルとして算出すれば、廃水の濃縮後の処理コストは3万元となる。

【0076】

比較例1

第一段のDTRO膜モジュールから送り出される濃縮水を、第三段のDTRO膜モジュールを通してさらなる処理を行うことなく、そのまま濃縮液とすること以外、実施例5と同様にして、塩類含有量1 g/L、総β放射活性10000 Bq/Lの放射性廃水10トン进行处理する。

【0077】

処理を経た後、各段の流出水の総β放射活性は、第一段の膜モジュールでは200 Bq/L、第二段の膜モジュールでは4 Bq/L、イオン交換装置では0.2 Bq/Lになったため、第一段の膜モジュールの除染係数は50となり、第二段の膜モジュールの除染係数は50となり、プロセス全体の除染係数は50000となる。

【0078】

ただし、当該プロセスにより処理した後に排出された清水の総体積は9トンとなり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は1立方メートルとなるため、濃縮倍率は10倍となる。

【0079】

セメント固化の体積増加率は一般に3であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は3立方メートルとなり、固化体の処理コストを10万元/立方メートルとすれば、廃水の濃縮後の処理コストは30万元となる。処理コストは実施例5の5倍となることは明らか

10

20

30

40

50

である。

【0080】

比較例 2

図 4 に示されるフローチャートに基づいて、塩類含有量 1 g/L 、総 β 放射活性 10000 Bq/L の放射性廃水 10 トンを処理し、そのうち、4 つの D T R O 膜モジュールを二つずつ直列接続して二組の第一段と第二段の膜モジュールを構成し、この二組の膜モジュールを並列接続し、そして、この二組の膜モジュールにおける第一段膜モジュールから送り出される濃縮水を、第三段 D T R O 膜モジュールを通してさらなる処理を行うのではなく、そのまま濃縮液とすることになる。

【0081】

処理を経た後、各段の流出水の総 β 放射活性は、第一段の膜モジュールでは 200 Bq/L 、第二段の膜モジュールでは 4 Bq/L 、イオン交換装置では 0.2 Bq/L になったため、第一段の膜モジュールの除染係数は 50 となり、第二段の膜モジュールの除染係数は 50 となり、プロセス全体の除染係数は 50000 となる。

【0082】

ただし、当該プロセスにより処理した後に排出された清水の総体積は 9 トンとなり、セメント固化を行う必要がある濃縮液の体積は同様に 1 立方メートルとなるため、濃縮倍率は 10 倍となる。

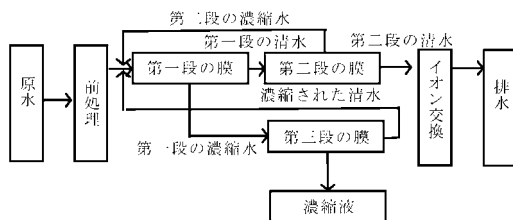
【0083】

セメント固化の体積増加率は一般に 3 であるから、固化する必要がある廃棄物の体積は 3 立方メートルとなり、固化体の処理コストを 10 万円/立方メートルとすれば、廃水の濃縮後の処理コストは 30 万円となる。処理コストはやはり実施例 5 の 5 倍となることは明らかである。

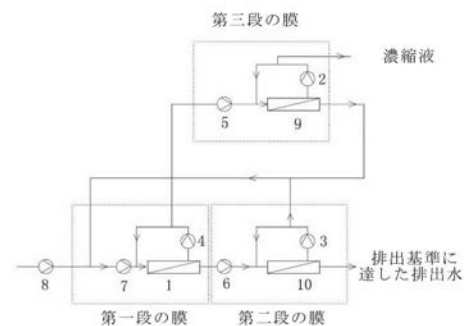
10

20

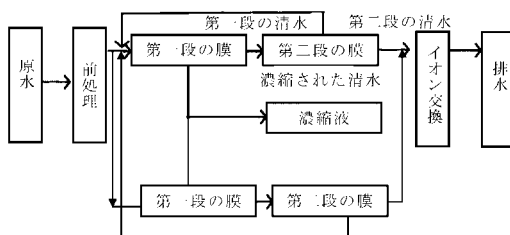
【図 1】



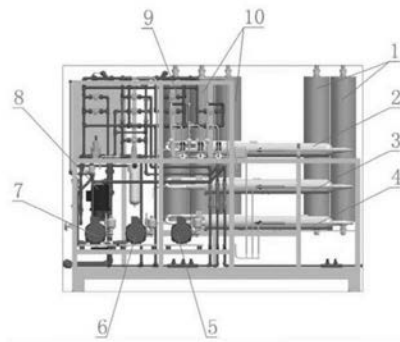
【図 2 A】



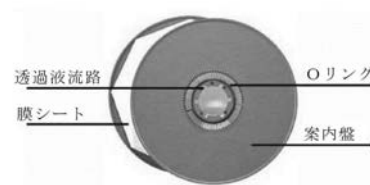
【図 4】



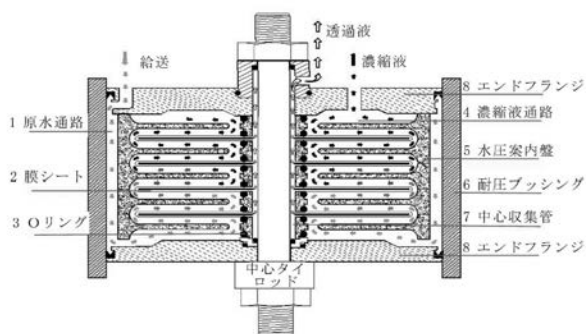
【図 2 B】



【図 3 B】



【図 3 A】



【手続補正書】

【提出日】平成28年4月25日(2016.4.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射性廃水をディスクチューブ型逆浸透膜モジュールで処理し、
除染係数が500以上であり、濃縮倍率が25倍以上に制御することを特徴とする、
放射性廃水の処理方法。

【請求項 2】

前記放射性廃水を第一段の膜モジュールと第二段の膜モジュールとの順に通過させ、
前記第二段の膜モジュールから第二段の清水を取得し、
前記第一段の膜モジュールから得られた第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、
濃縮液を得ることを特徴とする、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水を、前記第一段の膜モジュールに送り返されることを特徴とする、
請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第三段の膜モジュールから送り出される清水を、前記第一段の膜モジュールに送り返すことを特徴とする、

請求項 2 又は 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第二段の膜モジュールから送り出される第二段の清水の放射活性が 1 Bq/L より大きいと、前記第二段の清水を細かい処理、好ましくはイオン交換処理又は電気透析処理に送ることを特徴とする、

請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記第三段の膜モジュールから送り出される清水を、濃縮液を排出せずに第一段の膜モジュールに送り返して再処理し、濃縮液の塩類含有量が 125 g/L に達するまで排出することを特徴とする、

請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記放射性廃水は、

ディスクチューブ型逆浸透膜モジュールに給送される前、砂ろ過、限外ろ過又は pH 調節の前処理を行うことを特徴とする、

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

前記放射性廃水は、

前記膜モジュールに給送される前、その pH が 6 ～ 8 に調節されることを特徴とする、

請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記放射性廃水は、

処理前の塩類含有量が 5 g/L を超えていないことを特徴とする、

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 10】

第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型逆浸透膜モジュールと、

放射性廃水を供給するための給水ポンプと、を備え、

第一段の膜モジュールの清水出口は、第二段の膜モジュールの入口に接続され、

第一段の膜モジュールの濃縮水出口は、第三段の膜モジュールの入口に接続されている

、

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の方法に用いられる放射性廃水の処理装置。

【請求項 11】

前記第二段の膜モジュールの濃縮水出口は、

前記第一段の膜モジュールの入口に接続されていることを特徴とする、

請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記第三段の膜モジュールの清水出口は、

前記第一段膜モジュールの入口に接続されていることを特徴とする、

請求項 10 又は 11 に記載の装置。

【請求項 13】

それぞれ第一段、第二段、第三段のディスクチューブ型の逆浸透膜モジュールに用いられる第一段、第二段、第三段の高圧ポンプと、

第一段、第二段、第三段の循環ポンプと、をさらに備えることを特徴とする、

請求項 10 乃至 12 のいずれかに記載の装置。

【請求項 14】

第二段の清水を処理するための細かい処理装置、好ましくはイオン交換装置又は電気透析装置をさらに備えることを特徴とする、

請求項 10 乃至 13 のいずれかに記載の装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 8 】

本発明の方法によれば、第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水と第三段の膜モジュールから送り出される清水とをともに第一段の膜モジュールに送り返して再処理することができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 0 】

図 1 に示されるように、放射性廃水を順に第一段の膜モジュールと第二段の膜モジュールに通し、第二段の清水を取得し、第一段の膜モジュールから送り出される第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、濃縮液を得る。第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水及び第三段の膜モジュールから送り出される清水は、第一段の膜モジュールに送り返されて再処理を行なってもよい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 6 】

従来技術による一部の D T R O 膜モジュールを用いた水処理方法は、水質要求の上昇に従って D T R O 膜モジュールの段数を増加するものである。しかし、本発明の放射性廃水の水処理方法では、決して単に水質の向上を図るために無制限に清水処理膜モジュールの段数を増加してはいけなく、これは、清水処理膜モジュールの増加に従って濃縮液の量も増加し、濃縮液の総量の増加により濃縮倍率が必然的に低下し、それにより多くの廃棄物に対する固化処理が必要になってしまうためである。また、濃縮水処理膜モジュールの段数を増加すれば、まず、増加された濃縮水処理膜モジュールによる流出水の放射性濃度が非常に高く、不適切に還流させると、流出水の放射活性が増加し、その次の生産プロセスで制御しにくくなり、処理コストが上昇してしまうためである。除染係数と濃縮倍率を同時に考慮して、清水、及び濃縮水処理膜モジュールの段数を合理的に配置しなければならない。本発明の方法のうち細かい処理工程を含まない一実施態様では、除染係数は 5 0 0 乃至 5 0 0 0 となることが可能であり、そして濃縮倍率は少なくとも 2 5 倍となることが可能である。第三段の膜モジュールから送り出される清水を、濃縮液を排出せずに第一段の膜モジュールに送り返して再処理を行い、濃縮液の塩類含有量が 1 2 5 g / L に達したら、排出するようにすることができる。

【手続補正 5】

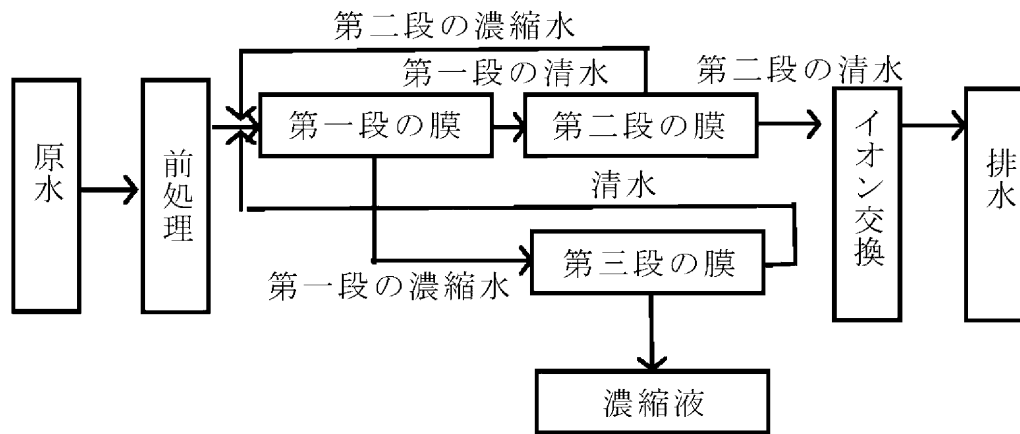
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【図 1】



【手続補正 6】

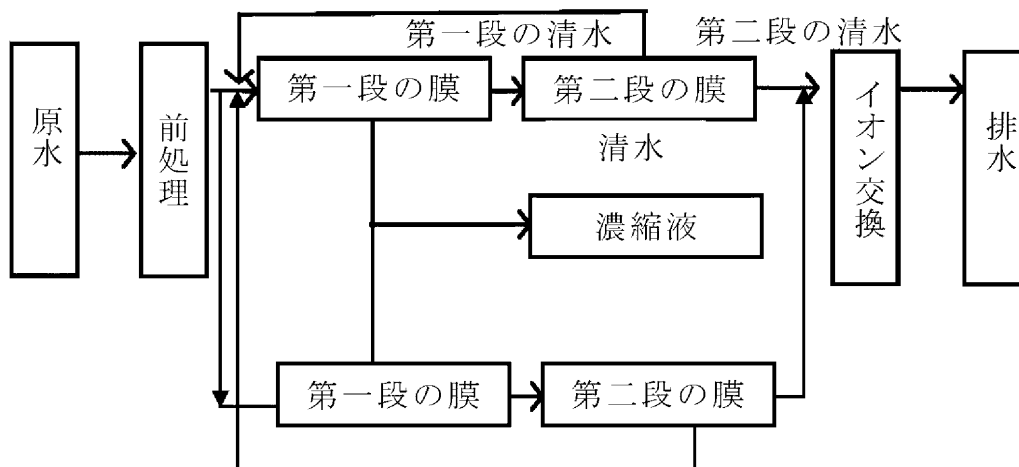
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 4】



【手続補正書】

【提出日】平成28年4月26日(2016.4.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本発明は、一つの目的として、放射性廃水をディスクチューブ型逆浸透（DTRO）膜モジュールで処理し、除染係数が500以上であり、濃縮倍率が25倍以上に制御する放

射性廃水の処理方法を提供する。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

本発明の方法によれば、第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水と第三段の膜モジュールから送り出される清水とをともに第一段の膜モジュールに送り返して再処理することができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

本発明の放射性廃水の処理方法によれば、放射性廃水を D T R O 膜モジュールにより処理した後、除染係数が少なくとも 500 に達し、そして濃縮倍率が少なくとも 25 倍に達しており、生活排水の排出基準である 10 Bq/L に達した上に、放射性廃棄物の発生量が可能な限り少ないことも確保した。これは本発明の方法が従来技術に関連する廃水の処理方法と顕著に異なっていることがキーとなっている。従来技術による廃水の処理方法では、濃縮倍率というパラメータを全く考慮していないか、または排出基準と濃縮倍率を同時に達成するために複雑なプロセス及び装置を採用せざるを得ないようになってしまう。本発明は D T R O 膜モジュールで放射性廃水を処理することにより、簡単に操作しやすいプロセス及び装置によって放射性廃水を排出基準に達させるとともに、放射性廃棄物の発生量が最も少なくすることの実現に成功した。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

図 1 に示されるように、放射性廃水を順に第一段の膜モジュールと第二段の膜モジュールに通し、第二段の清水を取得し、第一段の膜モジュールから送り出される第一段濃縮水を第三段の膜モジュールに送り込み、濃縮液を得る。第二段の膜モジュールから送り出される第二段濃縮水及び第三段の膜モジュールから送り出される清水は、第一段の膜モジュールに送り返されて再処理を行なってもよい。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

ただし、排出される汚水をできるだけ天然水のバックグラウンドに近くさせようとする場合には、第二段の膜モジュールから送り出される第二段の清水をさらなる細かい処理に送ることができる。本発明の方法では、第二段の膜モジュールから送り出される第二段の清水の放射活性が 1 Bq/L より大きいと、第二段の清水に対して細かい処理を行う。細かい処理は、イオン交換処理又は電気透析処理が好ましい。本発明の方法で処理される放射性廃水は放射活性が 50000 Bq/L と高くても、さらなる細かい処理によれば、やはり天然水のバックグラウンドに近い水を得ることができ、その放射活性が約 0.5 Bq/L

／Lとなる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

従来技術による一部のD T R O膜モジュールを用いた水処理方法は、水質要求の上昇に従ってD T R O膜モジュールの段数を増加するものである。しかし、本発明の放射性廃水の処理方法では、決して単に水質の向上を図るために無制限に清水処理膜モジュールの段数を増加してはいけなく、これは、清水処理膜モジュールの増加に従って濃縮液の量も増加し、濃縮液の総量の増加により濃縮倍率が必然的に低下し、それにより多くの廃棄物に対する固化処理が必要となってしまうためである。また、濃縮水処理膜モジュールの段数を増加すれば、まず、増加された濃縮水処理膜モジュールによる流出水の放射性濃度が非常に高く、不適切に還流させると、流出水の放射活性が増加し、その次の生産プロセスで制御しにくくなり、処理コストが上昇してしまうためである。除染係数と濃縮倍率を同時に考慮して、清水、及び濃縮水処理膜モジュールの段数を合理的に配置しなければならない。本発明の方法のうち細かい処理工程を含まない一実施態様では、除染係数は500乃至5000となることが可能であり、そして濃縮倍率は少なくとも25倍となることが可能である。第三段の膜モジュールから送り出される清水を、濃縮液を排出せずに第一段の膜モジュールに送り返して再処理を行い、濃縮液の塩類含有量が125 g／Lに達したら、排出するようにすることができる。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2015/070290
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G21F 9/06 (2006.01) i; C02F 9/00 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G21F 9, C02F 9		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNKI; CNABS; VEN; CNTXT: reverse osmosis, decontamination, factor, concentrate, multiple, primary, secondary, tertiary, DT 1W RO, disc tube, waste, wastewater, membrane, three+, third+, radio+, radia+, decontamination factor, df		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103745759 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 23 April 2014 (23.04.2014), claims 1-14	1-14
X	WANG, Jianlong et al., "Research Advances in Radioactive Wastewater Treatment Using Membrane Process", ACTA SCIENTIAE CIRCUMSTANTIAE, no. 10, vol. 33, 31 October 2013 (31.10.2013), pages 2640-2652	1-14
X	ZHAO, Juan; "Application of Reverse Osmosis in Radioactive Wastewater Treatment", PROGRESS REPORT ON CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY (VOL.1), 30 November 2009 (30.11.2009), pages 120-122	1, 14
A	CN 202164181 U (XI'AN BALANCE COMPOSITE CO., LTD.), 14 March 2012 (14.03.2012), the whole document	1-14
A	CN 2878362 Y (BEIJING TDR ENVIRON-TECH CO., LTD.), 14 March 2007 (14.03.2007), the whole document	1-14
A	JP 2008076054 A (EBARA CORP.), 03 April 2008 (03.04.2008), the whole document	1-14
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 March 2015 (31.03.2015)		Date of mailing of the international search report 13 April 2015 (13.04.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451		Authorized officer FU, Jing Telephone No.: (86-10) 62085115

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/070290**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013179939 A1 (KURITA WATER IND LTD. et al.), 05 December 2013 (05.12.2013), the whole document	1-14
A	LI, Juan et al., "Application and Characteristics of Two-stage DTRO in Small-scale Treatment of Waste Leachate", JOURNAL OF ANHUI AGRICULTURAL SCIENCES, no. 35, vol. 39, 31 December 2011 (31.12.2011), pages 21926-21928	1-14
A	ZUO, Junfang et al., "Application of DTRO Technology in the Treatment of Landfill Leachate", MEMBRANE SCIENCE AND TECHNOLOGY, no. 2, vol. 31, 30 April 2011 (30.04.2011), pages 110-115	1-14
A	PABBY, A.K.DR et al., "Membrane Techniques for Treatment in Nuclear Waste Processing: Global Experience", MEMBRANE TECHNOLOGY, 30 November 2008 (30.11.2008), pages 9-13	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/070290

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103745759 A	23 April 2014	None	
CN 202164181 U	14 March 2012	None	
CN 2878362 Y	14 March 2007	None	
JP 2008076054 A	03 April 2008	JP 5044178 B2	10 October 2012
WO 2013179939 A1	05 December 2013	TW 201408373 A	01 March 2014
		JP 2013246144 A	09 December 2013

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2015/070290
A. 主题的分类 G21F 9/06(2006.01)i; C02F 9/00(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G21F9, C02F9 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNKI;CNABS;VEN;CNTXT, 碟管, 反渗透, 膜, 放射, 废水, 去污, 因子, 浓缩, 倍数, 一级, 二级, 三级, DT 1W R0, disc tube, waste, wastewater, membrane, three+, third+, radio+, radia+, decontamination factor, df		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103745759 A (清华大学) 2014年 4月 23日 (2014 - 04 - 23) 权利要求1-14	1-14
X	王建龙等. "放射性废水的膜处理技术研究进展" 《环境科学学报》, 第10期卷, 第33卷期, 2013年 10月 31日 (2013 - 10 - 31), 第2640-2652页	1-14
X	赵卷. "反渗透技术在放射性废水处理中的应用" 《中国核科学技术进展报告(第一卷)》, 2009年 11月 30日 (2009 - 11 - 30), 第120-122页	1, 14
A	CN 202164181 U (西安百衡伯仲复合材料有限公司) 2012年 3月 14日 (2012 - 03 - 14) 全文	1-14
A	CN 2878362 Y (北京天地人环保科技有限公司) 2007年 3月 14日 (2007 - 03 - 14) 全文	1-14
A	JP 2008076054 A (EBARA CORP) 2008年 4月 3日 (2008 - 04 - 03) 全文	1-14
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2015年 3月 31日		国际检索报告邮寄日期 2015年 4月 13日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		受权官员 付婧 电话号码 (86-10)62085115

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/070290

C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	WO 2013179939 A1 (KURITA WATER IND LTD等) 2013年 12月 5日 (2013 - 12 - 05) 全文	1-14
A	李娟等. “两级DTRO工艺在小规模垃圾渗滤液处理中的应用及特点” 《安徽农业科学》, 第35期卷, 第39卷期, 2011年 12月 31日 (2011 - 12 - 31), 第21926-21928页	1-14
A	左俊芳等. “碟管式反渗透 (DTRO) 技术在垃圾渗滤液处理中的应用” 《膜科学与技术》, 第2期卷, 第31卷期, 2011年 4月 30日 (2011 - 04 - 30), 第110-115页	1-14
A	Dr Anil Kumar Pabby等. “Membrane techniques for treatment in nuclear waste processing: global experience” 《Membrane Technology》, 2008年 11月 30日 (2008 - 11 - 30), 第9-13页	1-14

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/070290

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103745759	A	2014年 4月 23日	无	
CN	202164181	U	2012年 3月 14日	无	
CN	2878362	Y	2007年 3月 14日	无	
JP	2008076054	A	2008年 4月 3日	JP 5044178 B2	2012年 10月 10日
WO	2013179939	A1	2013年 12月 5日	TW 201408373 A	2014年 3月 1日
				JP 2013246144 A	2013年 12月 9日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G 2 1 F 9/12 5 1 2 A

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US