

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-214293

(P2000-214293A)

(43) 公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード* (参考)

G 2 1 F 9/28

5 2 5

G 2 1 F 9/28

5 2 5 D

9/06

5 3 1

9/06

5 3 1

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-14030

(22) 出願日

平成11年1月22日 (1999.1.22)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000221018

東芝エンジニアリング株式会社

神奈川県川崎市幸区堀川町66番2

(72) 発明者 稲見 一郎

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100087332

弁理士 猪股 祥晃 (外1名)

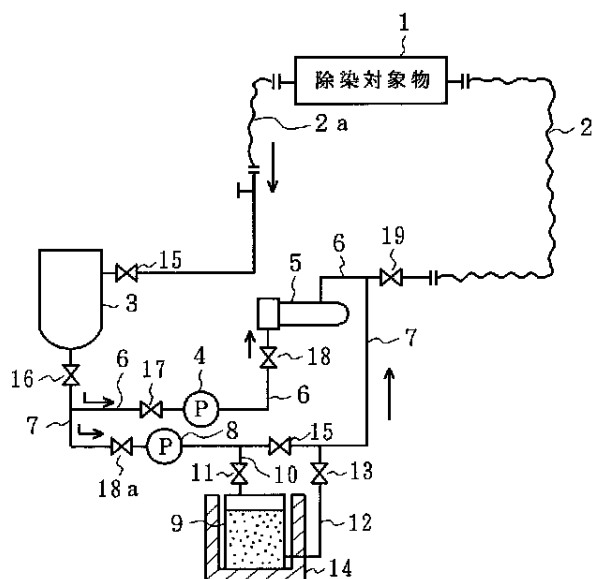
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射能汚染除去方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】化学除染後の不溶解物残渣を効率よく取除き、放射線被曝の低減に寄与する。

【解決手段】除染対象物1内に付着した放射性同位元素を有機酸または酸化剤と有機酸等の化学除染液により化学除染した後、除染対象物1内の残留不溶解物を磁気捕集する。化学除染後に残留する不溶解物残渣は機械的に除去するが、配管など複雑形状で開口が小さいところは水洗し、水洗時に生じるホットスポット部には磁気捕集ブローブを挿入して不溶解残渣のニッケルフェライトを捕集する。不溶解残渣の主成分はニッケルフェライトであり、強磁性を有するため、容易に磁気捕集ブローブに付着する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 配管、機器、設備等の除染対象物内に付着した放射性同位元素を有機酸または酸化剤と有機酸により化学除染した後、前記除染対象物内の残留不溶解物を磁気捕集して除去することを特徴とする放射能汚染除去方法。

【請求項2】 前記残留不溶解物の磁気捕集に先立って、予め水流、気流またはその両者による前記不溶解物の集積工程を設けることを特徴とする請求項1記載の放射能汚染除去方法。

【請求項3】 前記残留不溶解物の磁気捕集工程に先立って、予め超音波による不溶解物の粉碎工程を設けることを特徴とする請求項1記載の放射能汚染除去方法。

【請求項4】 前記残留不溶解物の磁気捕集工程に先立って、予め前記超音波による不純物の粉碎工程と前記水流、気流またはその両者による前記残留不溶解物の磁気捕集工程を設けることを特徴とする請求項1記載の放射能汚染除去方法。

【請求項5】 保持部材にゴム、ブラシ等の磁性体を取付けてなることを特徴とする放射能汚染除去装置。

【請求項6】 複数の永久磁石を細線に数珠つなぎしてなることを特徴とする放射能汚染除去装置。

【請求項7】 筒状カバー内に細線を挿入し、この細線を鉄心としてコイルを巻回し、このコイルに導線を接続して電磁石と消磁装置とを兼備してなることを特徴とする放射能汚染除去装置。

【請求項8】 前記磁性体、前記永久磁石の端部または前記筒状カバー内にテレビカメラおよび照明装置を設けてなることを特徴とする請求項5ないし7記載の放射能汚染除去装置。

【請求項9】 前記テレビカメラで監視する際にカメラからの信号を光ファイバによって電送することを特徴とする請求項8記載の放射能汚染除去装置。

【請求項10】 前記磁性体または前記永久磁石あるいは前記電磁石に磁氣的に捕捉された不溶解物を前記磁性体または前記永久磁石あるいは前記電磁石から剥離して回収する回収装置を前記磁性体または前記永久磁石あるいは前記電磁石を包囲して設けてなることを特徴とする請求項5ないし7記載の放射能汚染除去装置。

【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等の放射性物質を取扱う施設において放射性同位元素に汚染された機器、設備の補修並びに取扱いを容易ならしめることを目的とする放射能汚染除去方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】放射能に汚染された機器、設備等から放射能を除去する技術として機械的に剥したり、剥した後

り、大型機器、配管である場合に用いられる化学除染がある。

【0003】これらの技術は既に確立されたものとして広く用いられているが、例えば吸引洗浄の場合、水中では水を同時に吸い込むため、この水をろ過するフィルタと、フィルタを通った水を戻すためのノズルもしくは貯水するためのタンクといった付帯設備が必要になる。

【0004】また、水の抵抗があるため、比較的吸引口近辺のものに限って回収される。気中吸引では対象物が湿っていると捕集効率が落ちたり、排気側でのフィルタが必要になる。例えば散水洗浄の場合、水中では効果が著しく減ずるため、通常水のない状態で行われるが、供給される水が溜まらないように排出するためのノズルやドレン口が必須である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】BWR一次系配管、機器に付着している放射能には外部から水に分散して運ばれてきて沈積するソフトクラッドと、母材から成長した酸化皮膜のハードクラッドとがある。放射能はハードクラッドの方に高い密度で存在する。化学除染を行わずに機械洗浄だけでBWR一次系配管等に付着した放射能の除去を行ったとしても、洗浄対象である機器、配管等に生成したハードクラッドに対しては洗浄力が著しく低下し、効果が期待できない。

【0006】また、化学除染ではハードクラッドもかなり溶解できるが、ニッケルフェライトのように酸化物の化学形態によっては溶解速度の極めて小さいものもあり、完全にすべてを溶解しようとするか酸濃度を上げたり、強酸を用いたりしなければならず、母材の健全性が損なわれる。多少なりとも放射能が除去できればよい場合なら従来技術によって目的が達成できるが、ほぼ完全に近い形で放射能を除去し、かつ母材の健全性を維持できる技術が要求される。

【0007】そのためには化学除染でソフトクラッドの溶解とハードクラッドの一部溶解と残りの不溶解物を機械的に剥離させることが有効である。しかし、従来実施されていた吸引洗浄、散水洗浄、ブラシ洗浄といった洗浄方法には付随する付帯設備が必要であり、かつ形状が限定されていたため、接近できない部分が生じる課題がある。

【0008】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、高い除染係数を得なければならない場合においても母材に悪影響を及ぼすことなく、化学除染後の不溶解残渣を効率よく取り除き、放射線被曝低減に寄与する放射能汚染除去方法およびその除去装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に対応する発明は、配管、機器、設備等の除染対象物内に付着した放射性同位元素を有機酸または酸化剤と有機酸により化学除

染した後、前記除染対象物内の残留不溶解物を磁気捕集して除去することを特徴とする。

【0010】化学除染方法において、ハードクラッドと呼ばれる放射能を取込んだ酸化皮膜とその上に沈積したソフトクラッドと呼ばれる鉄の酸化物を溶解する。ハードクラッドの組成は生成条件によって異なるが、マグネタイト、ヘマタイトといった鉄酸化物は比較的溶解しやすく、図14に示したようにニッケルやクロムと鉄の複合酸化物の一部は溶解しにくい。図14は化学除染の前後におけるクラッド付着密度を対比して示している。

【0011】しかし、ハードクラッドが単一化合物で構成されていることはなく、溶解しやすい酸化鉄(Fe_2O_3)と、溶解しにくいニッケルフェライト(NiFe_2O_4)のような酸化物とが混在している。したがって、除染後に溶解しやすい酸化物(Fe_2O_3)が溶け出した後は、皮膜構造が欠陥だらけになり、付着性が失われた状態になる。

【0012】この状態で外力を加えることにより、洗浄対象物から不溶解残分を容易に剥離させれば完全な放射能除去が達成できる。不溶解物が強磁性のニッケルフェライト(NiFe_2O_4)が主体であることに着目し、磁力で捕集除去できる。

【0013】化学除染時に温度を上げる、時間を延長する、サイクル数を増やす、除染剤濃度を高くするなど化学除染の条件次第では不溶解分をなくすることができるが、反面、再使用品への健全性の担保や廃棄物量、工程遅延、コスト高などのデメリットがある。

【0014】しかし、化学除染後に請求項1の発明方法を実施することにより図15に示したように除染効果を高めることができる。図15は除染対象物に配管を使用した場合の除染前、化学除染後、本発明実施後の配管表面線量当量率を対比して示している。また、磁力では水、空気といったユーティリティやポンプ、配管といった設備が不要であるという効果がある。

【0015】請求項2に対応する発明は、前記残留不溶解物の磁気捕集に先立って、予め水流、気流またはその両者による前記不溶解物の集積工程を設けることを特徴とする。請求項2の発明によれば、磁力で化学除染後の不溶解物を捕集除去するにあたり予め1箇所または複数箇所にこれら不溶解物を寄せ集めることで効率的に不溶解物を除去できる。

【0016】請求項3に対応する発明は、前記残留不溶解物の磁気捕集工程に先立って、予め超音波による不溶解物の粉碎工程を設けることを特徴とする。請求項3の発明によれば、化学除染後に残留する不溶解物が比較的大きい状態で機器、配管から剥離した場合、超音波による不溶解物の粉碎を行い、磁力への負担を軽減して捕集除去を容易に達成できる。

【0017】請求項4に対応する発明は、前記残留不溶解物の磁気捕集工程に先立って、予め前記超音波による

不純物の粉碎工程と前記水流、気流またはその両者による前記残留不溶解物の磁気捕集工程を設けることを特徴とする。

【0018】請求項4の発明によれば、請求項3記載の作用により粉碎されて微小化した不溶解物を請求項2の作用により1箇所もしくは複数箇所に寄せ集めて捕集除去の効率化を図ることができる。

【0019】請求項5に対応する発明は、ゴム、ブラシ等の保持部材に磁性体を取付けてなることを特徴とする。請求項5の発明によれば、捕集プローブの磁力発生源として永久磁石を用いて形状に変形性を持たせることができる。

【0020】請求項6に対応する発明は、複数の永久磁石を細線に数珠つなぎして筒状カバー内に挿着してなることを特徴とする。請求項6の発明によれば、捕集プローブの磁力発生源として電磁石を用い、プローブに付着した不溶解物をプローブから剥す場合に無電圧状態にすることで回収を容易に行うことができる。

【0021】請求項7に対応する発明は、筒状カバー内に細線を挿入し、この細線を鉄心としてコイルを巻回し、このコイルに導線を接続して電磁石と消磁装置とを兼備してなることを特徴とする。請求項7の発明によれば、請求項6の作用をさらに効率よく進めるために電磁石の通電を止めた後の残留磁場を消去する。

【0022】請求項8に対応する発明は、前記磁性体、前記永久磁石の端末部または前記筒状カバー内にテレビカメラおよび照明装置を設けてなることを特徴とする。請求項8の発明によれば、不溶解物捕集プローブに監視装置としてテレビカメラと照明装置を具備させ、捕集対象を的確に確認し、確実に捕捉することができる。

【0023】請求項9に対応する発明は、前記テレビカメラで監視する際にカメラからの信号を光ファイバによって電送することを特徴とする。請求項9の発明によれば、請求項8と同じ作用を小型化した装置で行うことができる。その結果、狭隘な隙間にもプローブを挿入することができる。

【0024】請求項10に対応する発明は、前記磁性体または前記永久磁石あるいは前記電磁石に磁氣的に捕捉された不溶解物を前記磁性体または前記永久磁石あるいは前記電磁石から剥離して回収する回収装置を前記磁性体または前記永久磁石あるいは前記電磁石を包囲して設けてなることを特徴とする。

【0025】請求項10の発明によれば、上記のように捕集した化学除染後の残留不溶解物をプローブにより取除き、廃棄物として回収処分する装置を一体化させた構成で、回収作業に費やす時間、被曝を低減することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】図1および図2を参照しながら請求項1の発明に対応する放射能汚染除去方法の第1の実

施の形態を説明する。

【0027】図1は本実施の形態に係る放射能汚染除去方法を説明するための除染、廃液浄化系統図である。図1中、符号1は除染対象物で、例えばBWRの炉心外配管である。

【0028】除染対象物1に化学除染用の入口側仮設ライン2と出口側仮設ライン2aを接続し、出口側仮設ライン2aと入口側仮設ライン2との間に除染液タンク3、循環ポンプ4および電気ヒータ5が順次接続される仮設の除染ライン6を接続して化学除染ループを構成する。

【0029】また、除染液タンク3の出口側から分岐して前記仮設ライン2の入口側に接続して除染廃液浄化ライン7を設け、この除染廃液浄化ライン7に廃液移送ポンプ8およびイオン交換樹脂塔9を接続する。イオン交換樹脂塔9は入口ノズル10および入口弁11と出口ノズル12および出口弁13を介して除染廃液浄化ライン7にパイパス接続されている。イオン交換樹脂塔9は遮へい容器14内に収納され、放射線遮へいされている。なお、図1中符号15から18、18a、19はそれぞれ弁を示している。

【0030】つぎに図2により図1に示した除染ライン6および除染廃液浄化ライン7を使用してBWRの炉心外配管を除染対象物1として化学除染処理する放射能汚染除去方法の第1の実施の形態を説明する。なお、図2は炉心外配管を除染する場合の工程図を示している。

【0031】すなわち、原子炉停止後、本設または仮設の弁により除染対象物1の系統を隔離（系統隔離）し、保有水を排出（水ドレン）する。弁やドレンノズル、ベントノズルから化学除染用仮設ライン2、2aを取合い（除染仮設ラインとの接続）、仮設の化学除染ループを構成する。

【0032】この化学除染ループに水張りをを行い、循環ポンプ4によりループ内の水を循環しながら電気ヒータ5で所定温度に昇温し（循環、昇温）、除染タンク3から除染液を除染ライン6を通して除染対象物1に流入し循環させながら化学除染を行う。この時、除染廃液浄化ライン7の弁18aは閉じておく。

【0033】化学除染終了後に除染ライン6の弁17を閉じ、弁18を開き、イオン交換樹脂塔9に除染廃液を通水してイオン交換樹脂塔9において溶解により溶解放射能を除去して廃液浄化を行う。除染廃液を浄化または分解浄化して脱塩水に近い水質まで純度を高め、その水をドレン（水ドレン）する。その後、除染対象物1内に残留した不溶解物を磁氣的に捕集して除去（残留不溶解物の磁気捕集）して、不溶解物回収を行う。

【0034】本実施の形態によれば、配管、機器、設備等の除染対象物内に付着した放射性同位元素を有機酸または酸化剤と有機酸等の化学除染剤により化学的に溶解除去した後、残留不溶解物を磁氣的に除去することにより、高い除染係数を得なければならない場合において

も、母材に悪影響を及ぼすことなく放射能を除去することができる。

【0035】つぎに、図3により請求項2の発明に対応する放射能汚染除去方法の第2の実施の形態を説明する。なお、図3中において図2と同一工程には同一工程を記載して、重複する工程の説明は省略し、異なった工程のみを説明する。本実施の形態が第1の実施の工程と異なる点は、廃液浄化後の水ドレン工程と残留不溶解物の磁気捕集工程との間に水、空気などによる不溶解物の集積工程を設けたことにある。

【0036】すなわち、本実施の形態は、廃液浄化工程後の水ドレン工程に引き続いて、配管、機器等の除染対象物1内に残留した不溶解物を水流、気流またはその両者のエネルギーで除染対象物1内の所定箇所に寄せ集め、その後に磁力により残留不溶解物の磁気捕集を行う。本実施の形態によれば、不溶解物を除染対象物内の少なくとも1箇所に寄せ集めることによって、効率的に不溶解物を除去できる。

【0037】つぎに図4により請求項3の発明に対応する放射能汚染除去方法の第3の実施の形態を説明する。なお、図4中、図2と同一工程には同一工程を記載して重複する工程との説明は省略し、異なった工程のみを説明する。本実施の形態は第2の実施の形態において、水、空気などの不溶解物の集積工程の代りに、超音波による不溶解物の粉碎工程を設けたことにある。

【0038】すなわち、本実施の形態は、廃液浄化工程後の水ドレン工程に引き続いて、除染対象物1内に残留した不溶解物を超音波照射により小さく粉碎し、その後に磁力により除去する。本実施の形態によれば、化学除染後に残留する不溶解物が比較的大きい状態で除染対象物1内に剥離した場合、超音波による不溶解物の粉碎を行い、磁力への負担を軽減して捕集除去を容易に行うことができる。

【0039】つぎに図5により請求項4の発明に対応する放射能汚染除去方法の第4の実施の形態を説明する。なお、図5中、図2と同一工程には同一工程を記載して重複する工程の説明は省略し、異なった工程のみを説明する。

【0040】本実施の形態は、第1の実施の形態において、第3の実施の形態における超音波による不溶解物の粉碎工程と、第2の実施の形態における水、空気などによる不溶解物の集積工程を付加したことにある。

【0041】すなわち、廃液浄化工程後の水ドレン工程に引き続いて、除染対象物1内に残留した不溶解物を超音波により小さく粉碎し、粉碎された不溶解物を水流、気流またはその両者のエネルギーで除染対象物1内の所定の箇所に寄せ集め、その後、磁力により不溶解物を除去する。本実施の形態によれば、粉碎されて微小化した不溶解物を1箇所または数箇所に寄せ集めて捕集除去の効率を向上させることができる。

【0042】つぎに図6(a), (b)により請求項5の発明に対応する放射能汚染除去装置の第1の実施の形態を説明する。本実施の形態は前記放射能汚染除去方法の第1から第4の実施の形態における残留不溶解物の磁気捕集工程において、除染対象物内の残留不溶解物を磁気捕集するための第1の例として放射能汚染除去装置で、図5(a)に示したように長尺保持部材20の先端部に残留不溶解物の捕集ブロープの磁力発生源としてゴム製板状磁石21を取付けたことにある。このゴム製板状磁石21は永久磁石に変形成を付与したものである。

【0043】しかして、図2から図5に示す残留不溶解物の磁気捕集工程において、長尺棒状保持部材20に取付けたゴム製板状磁石21を除染対象物内に挿入する。ゴムは弾性、柔軟性および可撓性を有するため、除染対象物の隅々まで挿入することができ、これによって、除染対象物内に残留する不溶解物は強磁性のニッケルフェライトを主体として、ゴム製板状磁石21に吸着して不溶解物を回収することができる。

【0044】図6(b)は第1の実施の形態において、第2の例として示す放射能汚染除去装置を示したもので、この例では第1の例におけるゴム製板状磁石21の代りに磁性を有する細線で形成した磁性ブラシ22を取付けたことにある。

【0045】この第2の例による作用効果は、第1の例における作用効果の他に細管や弁箱等の細部とか狭域部にまで磁性ブラシ22を入り込ませることができるので、より確実に不溶解物を除去することができる。

【0046】つぎに図7および図8(a)～(c)により請求項6の発明に対応する放射能汚染除去装置の第2の実施の形態を説明する。本実施の形態は、図7に示したように、可撓性筒状カバー23内に細線24によって複数の永久磁石25を数珠つなぎにし、細線24の端末部に下端ストッパ26と、永久磁石25の上部を固定する上端ストッパ27を取付けたことにある。

【0047】永久磁石25は中央部に貫通孔が形成された円形短管状磁石で、その貫通孔に細線24を挿通して数珠つなぎする。複数の永久磁石25の両端部に設けた上下両端ストッパ26, 27は永久磁石25の脱落を防止したり、永久磁石25の間隔を調節し保持するためのもので、任意に移動自在となっている。不溶解物は永久磁石25を介してカバー23の表面に磁氣的に付着する。

【0048】しかして、本実施の形態によれば、不溶解物の捕集時にはビニールなどのカバー23で養生することで不溶解物が直接磁石に吸着することを防止できる。永久磁石25を介してカバー23に付着捕集した不溶解物は永久磁石25を数珠つなぎした細線24をカバー23から引抜くことによって、カバー23の表面から脱落し、別途回収することができる。

【0049】つぎに図7における細線24に永久磁石25を数珠つなぎする場合の永久磁石25の配置例を図8(a)

～(c)により説明する。図8(a)は永久磁石25のN極とS極とを合わせ、各永久磁石25, 25間に絶縁板28を介在させた例を示している。図8(b)は永久磁石25のN極にはN極を、S極にはS極を対向させて、各永久磁石25, 25の間に隙間9を生じさせた例を示している。図8(c)は図8(a)に示した永久磁石25を2個組合せたものを1単位として、図8(b)の例のように永久磁石25を配列した例を示している。

【0050】しかして、これらの例のように1個の永久磁石25の大きさと捕集対象の不純物がどのような形状の箇所に位置しているかによって、装置全体の柔軟性を任意に変えることができる。

【0051】つぎに図9により請求項7の発明に対応する放射能汚染除去装置の第3の実施の形態を説明する。本実施の形態は図9に示すように、長尺円筒状カバー23内に細線24に接続した長尺コイル30を挿入し、このコイルに導線31を接続して磁石装置と消磁装置とを兼備したことにある。

【0052】すなわち、細線24を鉄心の代用とし、これにコイル30を巻回し、導線31に通電することで電磁石となる。この電磁石にカバー23を被せることにより、不溶解物はカバー23に捕集される。捕集された不溶解物は導線31への通電を止めることによりカバー23から脱落し、別途回収される。

【0053】ニッケルフェライトはフェリ磁性といわれる強磁性体であるため、磁化したり、電磁石の残留磁場により剥離し難いこともある。そこで、電磁石に消磁装置を備えることにより不溶解物の回収を容易に行うことができる。

【0054】つぎに図10により請求項8, 9の発明に対応する放射能汚染除去装置の第4の実施の形態を説明する。本実施の形態は第3の実施の形態において、図10に示すようにカバー23の先端部に保護カバー32を取付け、この保護カバー32内に小型テレビカメラ33を設け、このテレビカメラ33を取り囲んで環状光源34を配置し、環状光源34とテレビカメラ33に複合ケーブル35を接続したことにある。テレビカメラ33は例えばCCDカメラである。複合ケーブル35は電源および信号用ケーブルを一体化したものである。

【0055】本実施の形態によれば、対象となる残留不溶解物の堆積箇所をテレビカメラ33と環状光源34の共同使用により的確に把握しながら残留不溶解物を捕集し除去することができる。

【0056】つぎに図11により本発明に係る放射能汚染除去装置の第1から第4の実施の形態において、実際のバルブ36内の残留不溶解物38と、配管37内に残留する配管内不溶解物39の除去方法を説明する。

【0057】すなわち、化学除染後、弁蓋を開放したバルブ36内に可撓性筒状カバー23内に細線24に多数個の永久磁石25を数珠つなぎして構成した磁気ブロープ40を挿

入し、底部狭域部に堆積した残留不溶解物38を捕集する。バルブ36から配管37内に磁気プローブ40を延ばすことにより、配管37内の配管内残留不溶解物39も容易に除去できる。

【0058】この方法によれば、磁気による捕集のため、バルブ36および配管37内が乾燥状態であっても、水が入った状態でも、湿った不溶解物が残存していても確実に捕集できる。

【0059】つぎに図12および図13(a), (b), (c)により請求項10の発明に対応する第5の実施の形態を説明する。本実施の形態は図11に示したバルブ36内の残留不溶解物38を磁気プローブ40から剥離して回収する回収装置41を図12に示すように磁気プローブ40を包囲するようにしてバルブ36の内部に設けたことにある。

【0060】すなわち、バルブ36内の残留不溶解物38を捕集した磁気プローブ40をカバー23ごと円筒状回収装置41をガイドとして矢印方向に引抜き、回収装置下端部42を閉鎖する。ついで、回収装置上端部43を開放して数珠つなぎされた永久磁石25をカバー23から引抜く。これにより残留不溶解物38は回収装置41内に剥離されて回収される。

【0061】磁気捕集装置が永久磁石の場合や、無通電状態の電磁石でも、残留磁場がある場合、強磁性の不溶解物は引抜かれる磁気プローブ40の磁力に引かれてカバー23の表面を引抜き方向に移動する。

【0062】図13(a)は図12において、回収装置41の回収装置上端部43の上端開口を覆うようにして可撓性筒状カバー23の上端部を折り返した形状の折り返し部44を設けたことにある。図13(b)は回収装置上端部43を絞り込んだ絞り込み部45を可撓性筒状カバー23の上端部外面に接続して回収装置上端部43の上端開口を覆ったことにある。

【0063】回収装置41内に回収された残留不溶解物38は可撓性筒状カバー23と共に固体廃棄物として廃棄することができる。回収装置41そのものをディスポーザブルタイプにすれば廃棄は容易となり、汚染防止にも役立つことになる。

【0064】図15は上記各実施の形態において、配管を除染した際の効果を除染前、化学除染後と対比して示したものである。図中a点からd点とは、配管内の各側定40点の4例を示している。図15から明らかなように、本発明例では著しい除染効果を有することが認められる。

【0065】なお、本発明に係る放射能汚染除去装置を、化学除染中に除染液を通水するイオン交換樹脂塔の圧力損失を不溶解物が増長させるような場合に、イオン交換樹脂塔の前段で残留不溶解物を除去するカートリッジの代替として仮設配管の途中に設けることができる。

【0066】

【発明の効果】本発明方法によれば、化学除染後に残留する不溶解物を、配管、バルブなどの開口が狭い部分で

も効率よく除去でき、放射線被曝の低減に寄与できる。また、磁気による捕集除去のため、汚染対象物の乾、湿、水の有無に関係なく捕集でき、捕集手段も選択肢が限定されない。

【0067】本発明装置によれば、本発明方法と相俟って不溶解物を効果的に回収除去することができ、原子力発電所一次系配管、大型機器の放射能除去効率が高まり、保守点検や改造工事における被曝低減が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る放射能汚染除去方法の第1の実施の形態を説明するための除染、廃液浄化系統図。

【図2】図1においてBWRの炉心外配管を除染する場合の例を示す工程図。

【図3】本発明方法の第2の実施の形態を説明するための工程図。

【図4】本発明方法の第3の実施の形態を説明するための工程図。

【図5】本発明方法の第4の実施の形態を説明するための工程図。

【図6】(a)は本発明に係る放射能汚染除去装置の第1の実施の形態の第1の例を示す立面図、(b)は同じく第2の例を示す立面図。

【図7】本発明に係る放射能汚染除去装置の第2の実施の形態を示す斜視図。

【図8】(a)は図7において永久磁石の第1の配置例を示す模式図、(b)は同じく第2の配置例を示す模式図、(c)は同じく第3の配置例を示す模式図。

【図9】本発明に係る放射能汚染除去装置の第3の実施の形態を示す斜視図。

【図10】本発明に係る放射能汚染除去装置の第4の実施の形態を示す斜視図。

【図11】図7から図10における装置の使用例を説明するための斜視図。

【図12】本発明に係る放射能汚染除去装置の第5の実施の形態を示す斜視図。

【図13】(a)は図12における回収装置の上部の第1の例を示す縦断面図、(b)は同じく第2の例を示す縦断面図。

【図14】従来例と本発明とを説明するための化学除染前後のクラッド化学形態を示す棒線図。

【図15】本発明の除染効果を除染前、化学除染後と対比して示す棒線図。

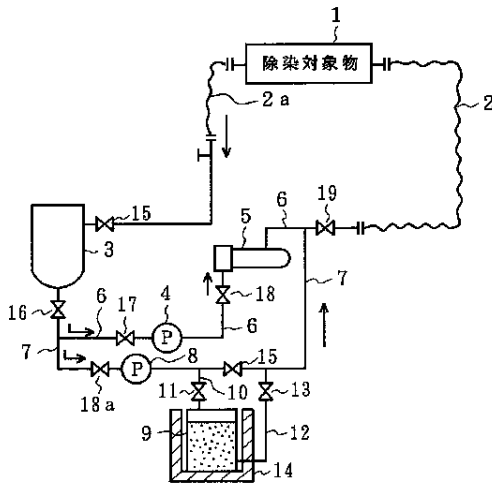
【符号の説明】

1…除染対象物、2…入口側仮設ライン、2a…出口側仮設ライン、3…除染液タンク、4…循環ポンプ、5…電気ヒータ、6…除染ライン、7…除染廃液浄化ライン、8…廃液移送ポンプ、9…イオン交換樹脂塔、10…入口ノズル、11…入口弁、12…出口ノズル、13…出口弁、14…遮へい容器、15～19…弁、20…長尺棒状保持部材、21…ゴム製板状磁石、22…磁性ブラシ、23…可撓性

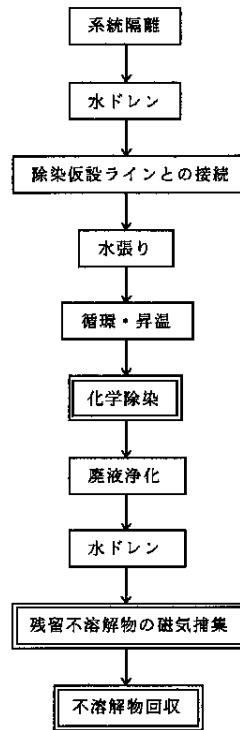
筒状カバー、24…細線、25…永久磁石、26…下端ストッパ、27…上端ストッパ、28…絶縁板、29…隙間、30…コイル、31…導線、32…保護カバー、33…テレビカメラ、34…環状光源、35…複合ケーブル、36…バルブ、37…配*

*管、38…残留不溶解物、39…配管内残留不溶解物、40…磁気プローブ、41…回収装置、42…回収装置下端部、43…回収装置上端部、44…折り返し部、45…絞り込み部。

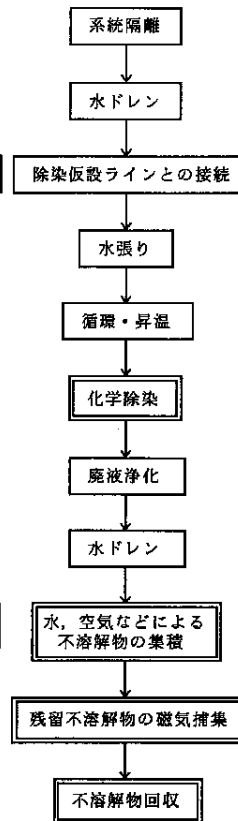
【図1】



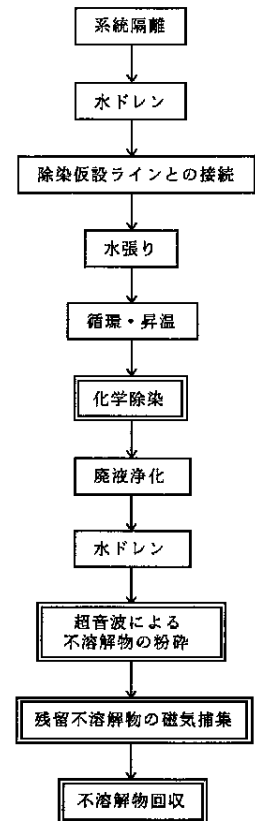
【図2】



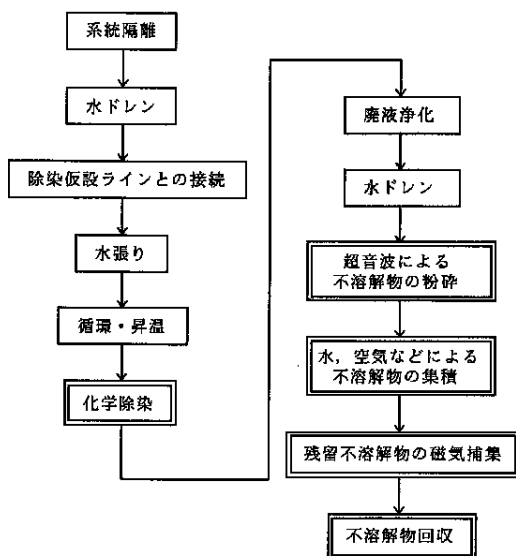
【図3】



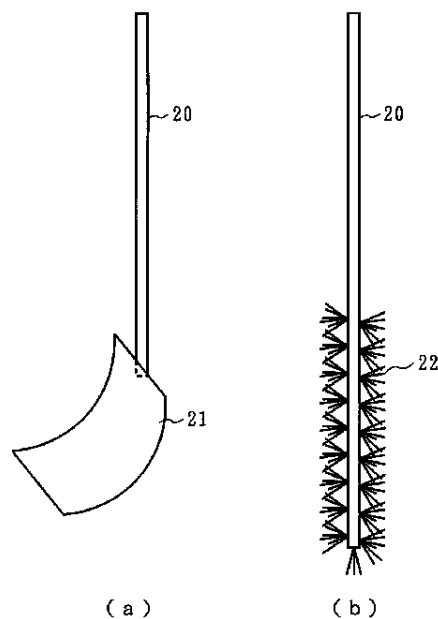
【図4】



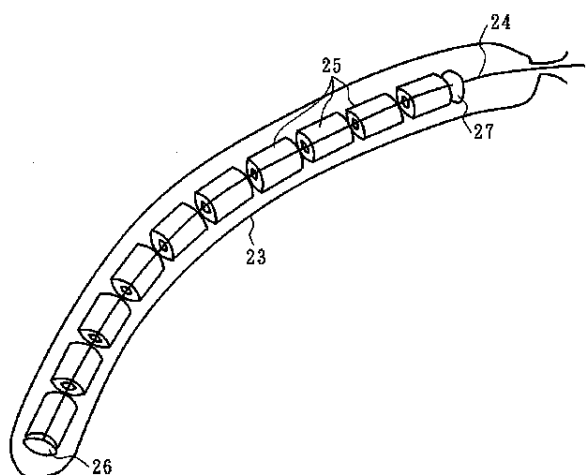
【図5】



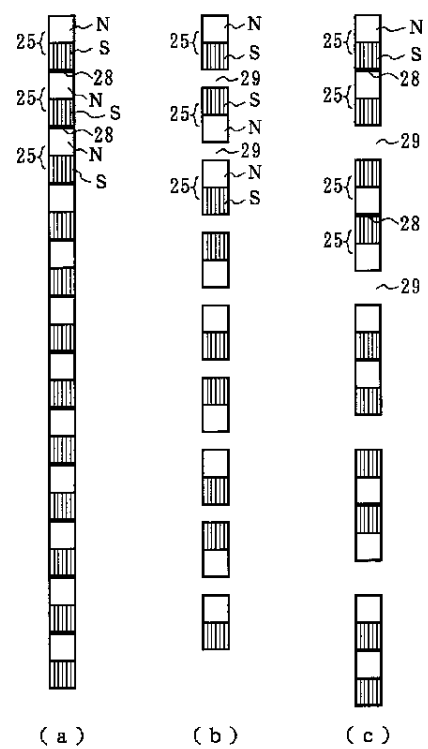
【図6】



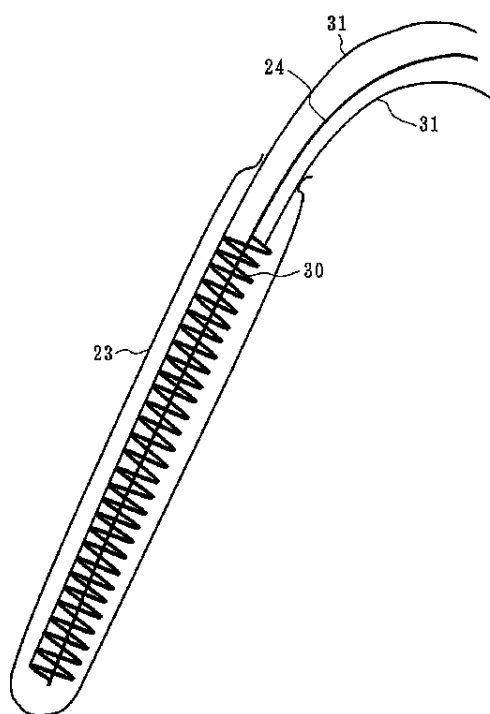
【图7】



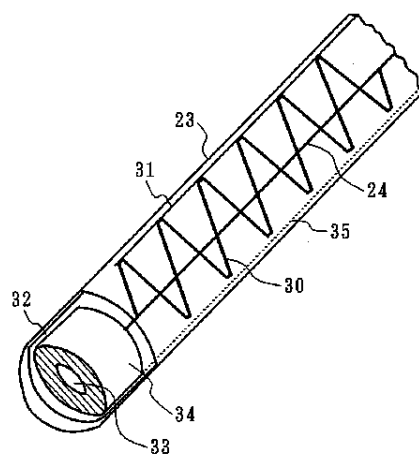
【图 8】



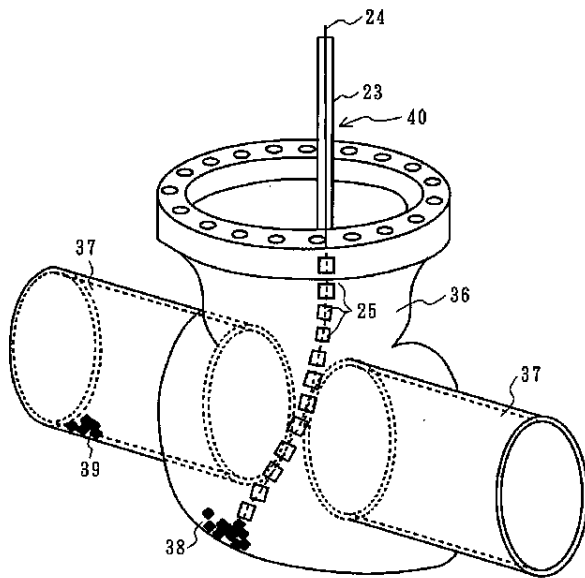
【図9】



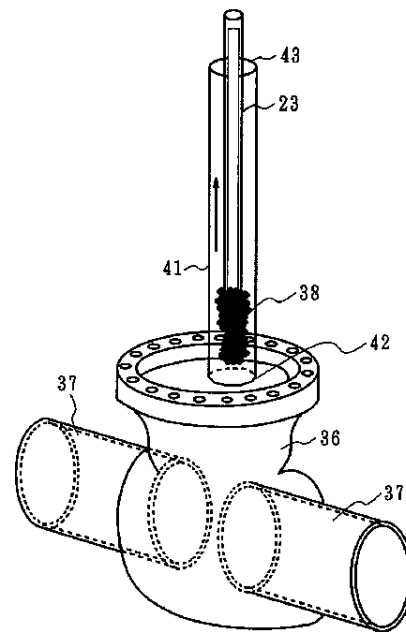
【図 10】



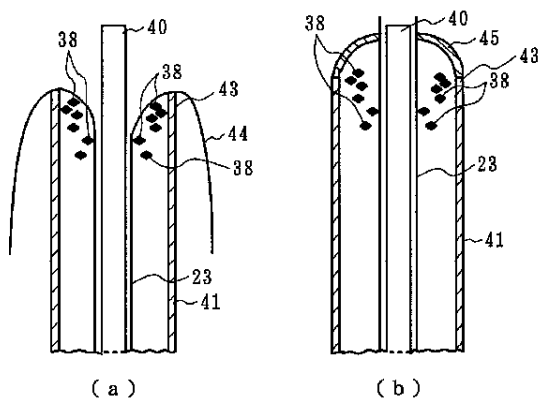
【図11】



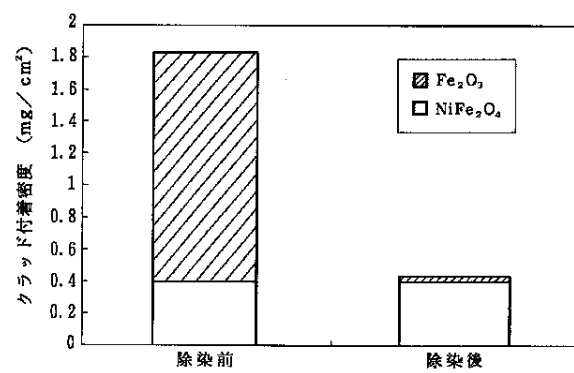
【図12】



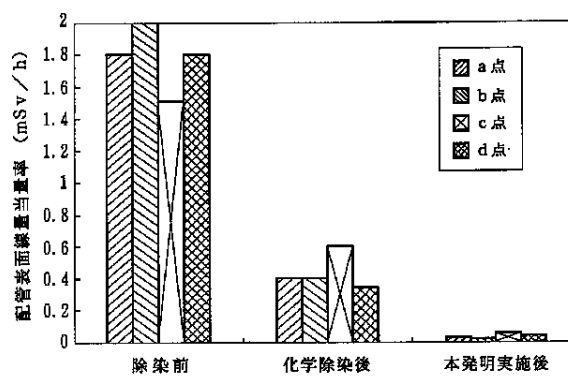
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 松田 伸久
神奈川県川崎市幸区堀川町66番の2 東芝
エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 廣瀬 恵美子
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内