



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I667055 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：104141719

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 11 日

(51)Int. Cl. : **B01D11/02 (2006.01)****C02F1/46 (2006.01)****B09C1/00 (2006.01)****G21F9/28 (2006.01)**

(30)優先權：2014/12/16 日本

2014-254458

(71)申請人：吉田英夫 (日本) YOSHIDA, HIDEO (JP)

日本

日商森田宮田工業股份有限公司 (日本) MORITA MIYATA CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：吉田英夫 YOSHIDA, HIDEO (JP)；須山泰敬 SUYAMA, YASUHIRO (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

TW 200831154A

審查人員：傅俊中

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：13 共 58 頁

(54)名稱

土壤等之除污方法及土壤等之除污系統

METHOD FOR DECONTAMINATING SOIL AND THE LIKE AND SYSTEM FOR
DECONTAMINATING SOIL AND THE LIKE

(57)摘要

本發明提供一種土壤等之除污方法及土壤等之除污系統，其可在現場可靠且迅速地對例如被放射性物質污染的田地等的土壤或水進行精密的除污並提高除污效率，同時在除污後的土壤中添加土壤活性劑而改良土壤，將其迅速地送回至原來的田地而促進農耕的恢復；另一方面，將附著或沉積在土壤中的放射性物質從土壤中精密地分離、濃縮，由此，實現減少污染土壤的體積與對放射性物質的安全處理，並且實現對放射性銫、氙的除污，消除由氙的內部放射所引起的不安，並且實現對除污裝置合理且安全的廢棄處理。

該土壤等之除污方法中，將被放射性物質污染的除污對象物導入於洗提溶劑而溶出，從該洗提溶劑中分離放射性物質。除污對象物包含污染土壤和污染水，採集此等中的一者或兩者並導入至洗提溶劑中。將溶出於洗提溶劑的放射性物質與除污對象物進行固液分離。回收已去除放射性物質的固液分離後的土壤，同時將固液分離後的包含洗提溶劑與污染水的分離液導入至電解槽並電解。使放射性物質等的金屬離子析出於陰極。在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氙的氫。將氫移動到電解槽的外部並捕獲。

[Problem to be Solved]

To provide a decontamination method and system for soil and the like for decontaminating soil of, for example, fields, and water contaminated with radioactive materials reliably and rapidly on site, aiming to perform decontamination with precision and improved efficiency. According to the present invention, the decontaminated soil is improved by adding soil activators, and then the improved soil is returned to the

original field readily to promote the restart of farming. Further, according to the present invention, the radioactive materials adhering to or deposited on the soil are separated from the soil and then concentrated precisely. According to the invention, a reduction in the volume of the contaminated soil and a safe treatment of the radioactive materials are achieved. Further, according to the invention, decontamination of radioactive cesium and tritium is achieved, thereby relieving anxiety of internal exposure to the radiation of tritium. Further, the decontamination apparatus can be disposed of efficiently and safely.

[Solving Means]

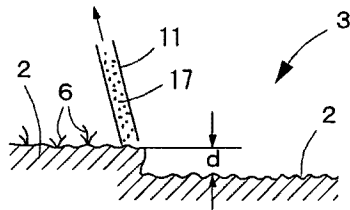
An object to be decontaminated contaminated with radioactive material is introduced into the eluting solvent and dissolved, and the radioactive material is separated from the eluting solvent. The object to be decontaminated includes the contaminated soil and the contaminated water. One or both of them are collected and introduced into the eluting solvent. The radioactive materials dissolved into the eluting solvent and the object area to be decontaminated are separated into solid and liquid. The soil after solid-liquid separation and from which the radioactive material is removed is collected, and the eluting solvent after solid-liquid separation and a separated liquid containing contaminated water are introduced into the electrolysis tank and electrolyzed. The decontamination method for soil and the like includes depositing metal ions such as the radioactive materials on the cathode. Hydrogen containing tritium generated in electrolysis is collected in the electrolysis tank. The hydrogen is moved to the outside of the electrolysis tank and trapped.

指定代表圖：

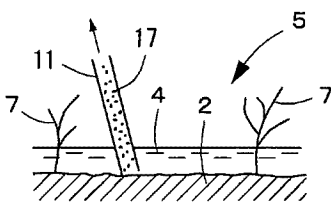
圖 4

本發明之土壤除污作業步驟

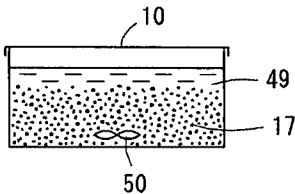
(a) 採集污染土壤



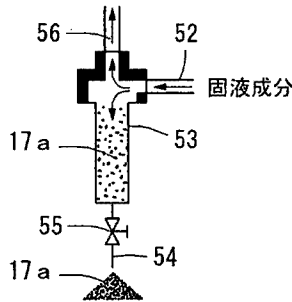
(b) 採集除污土壤、氙水



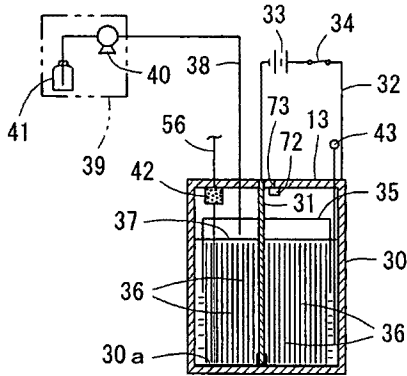
(c) 以碳酸水溶出、攪拌放射性銫、
氙



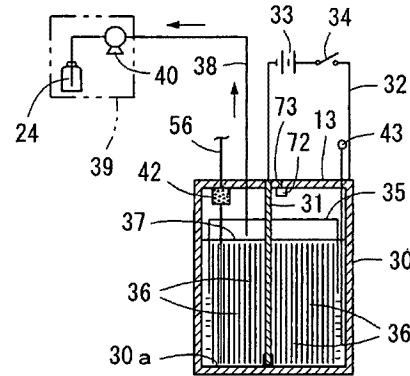
(d) 固液分離除污土壤及污染水



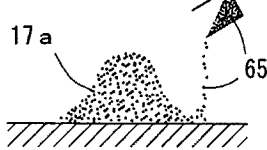
(e) 電解分離液；放射性銫、銻、
重金屬於陰極析出；捕集溶出氙
之氙



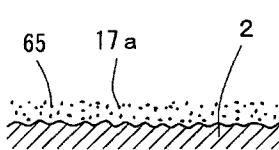
(f) 將捕集之氙充填至氣體儲罐



(g) 添加土壤活性劑



(h) 將除污土壤、改良土壤送回原來田地



符號簡單說明：

- 2 . . . 表土
- 3 . . . 田地
- 4 . . . 污染水
- 5 . . . 水田
- 6 . . . 雜草
- 7 . . . 水稻或雜草
- 10 . . . 分離槽
- 11 . . . 吸入軟管
- 13 . . . 電解槽
- 17 . . . 污染土壤(除
污對象物)
- 17a . . . 除污土壤
- 24 . . . 水
- 30 . . . 密閉容器
- 30a . . . 絕緣披覆
- 31 . . . 陰極
- 32 . . . 引線
- 33 . . . 電源
- 34 . . . 開關
- 35 . . . 捕集容器
- 36 . . . 析出構件
- 37 . . . 分離液
- 38 . . . 捕獲管
- 39 . . . 氙氣充填裝
置
- 40 . . . 抽吸泵
- 41 . . . 氣體儲罐
- 42 . . . 吸附過濾器
- 43 . . . pH 感測器
- 49 . . . 洗提溶劑(碳
酸水)
- 50 . . . 攪拌葉片
- 52 . . . 固液導管
- 53 . . . 固液分離過
濾器
- 54 . . . 排出管
- 55 . . . 排出閥

- 56 . . . 分離液導管
- 65 . . . 土壤活性劑
- 72 . . . 安全閥
- 73 . . . 氧排出管
- d . . . 抽吸或採集深度

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

土壤等之除污方法及土壤等之除污系統

METHOD FOR DECONTAMINATING SOIL AND THE LIKE
AND SYSTEM FOR DECONTAMINATING SOIL AND THE
LIKE

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種土壤等之除污方法以及土壤等之除污系統，例如可在現場確實且迅速地對被放射性物質污染之田地等的土壤和水進行除污，實現精密的除污並提高除污的效率，同時在除污後的土壤中添加土壤活性劑而改良土壤，將其迅速地送回至原來的田地而促進農耕的恢復；另一方面將附著或沉積在土壤中的放射性物質從土壤中精密地分離、濃縮，由此，實現減少污染土壤的體積與對放射性物質的安全處理，同時實現對放射性銫、氙的除污，消除由氙的內部放射所引起的不安，並且實現對除污裝置合理且安全的廢棄處理。

【先前技術】

【0002】

因 2011 年 3 月發生的東日本大地震所致的東京電力福島第 1 核電廠的事故，造成了有害的放射性物質大面積地飛散，污染城市和田地、山林、海洋、湖沼、河流等，以及放射性物質附著或沉積在人和動植物上而使生命暴露於危險中，且使農業和林業、畜牧業、漁業等各種產業活動停止造成了巨大災害。

【0003】

當這樣的產業活動復興與恢復時，從生活環境以及產業活動區域中除去放射性物質是不可或缺的，尤其對農業從事者而言，田地土壤的除污成為緊要的課題。

然而，就田地的土壤的除污而言，由於田地的分佈區域較廣，除平地以外還分散地遍佈在鄉村或山間，因而在通過人力對此進行處理需要大量的時間和勞力，且效率差，而且加上如近來農業從事者的高齡化而使其變得極為困難。

【0004】

作為應對此種土壤的污染處理或除污處理的方法，有使放射性廢棄物溶解於溶劑中後，從溶劑中分離放射性物質，從而對鹵化放射性廢棄物進行除污的方法，此時，將鹵化物溶解於作為溶劑的水中而使得溶液中的稀土類元素沉澱並進行回收，另外，作為從溶劑中分離非放射性物質的方案，有使溶劑蒸發或冷卻從而使非放射性物質析出沉澱的方案(例如參照專利文獻 1)。

【0005】

然而，在上述除污方法中，存在如下問題：使鹵化物溶解於水中而回收放射性物質的方法其回收率較低，另外，使溶劑蒸發或者冷卻的方法需要加熱裝置或冷卻設備，而使設備變得大型且昂貴。

【0006】

另外，作為污染土壤的除污方法，有如下的方法：挖出被有害的化學物質污染之土壤並投入至加熱裝置的漏斗中，一邊對該土壤進行氮氣清洗排除氧一邊進行加熱，從而使土壤中的污染物脫附並分離(例如參照專利文獻 2)。

【0007】

然而，該除污方法存在有如下問題：在將污染土壤移動至經隔離的除污裝置，並將除污完畢的土壤送回至原來的位置的情況下，移動會花費精力和時間，另外，污染土壤不僅是表層土而需要較深地挖掘時，因需要適當的挖掘設備而變得昂貴且大型，而且除污裝置需要氮氣清洗裝置或加熱裝置、分離器等而變得大型且昂貴。

【0008】

進一步地，作為被放射性銫污染的土壤的除污方法，有如下的方法：將被污染的土壤收容在供水箱中，向該箱中吹入高分壓的二氧化碳氣體並供給氫離子，在液相中提取土壤顆粒表面的銫離子後，將該溶液移動至敞開於大氣的分離槽而使二氧化碳氣體釋放到大氣中，使液相的 pH 升高而使銫以外的鹼土類金屬等共存離子以碳酸鹽或者氫氧化物的方式析出、分離，從而將殘留在液相中的銫濃縮分離(例如參照非專利文獻 1)。

【0009】

然而，上述土壤的除污方法存在如下問題：由於將供水箱的上清液相送入至分離槽，因而在該液相中比重較大的銫的含量較少，因此，銫的濃縮分離效率較差，而且銫會滯留於供水箱的下部而助長對土壤的附著或沉積，除污的效果非常低，因而難以實現除污後的土壤的使用，並無實用性。

【0010】

另外，作為被放射性銫污染的土壤的另一種除污方法，有如下的方法：將被污染的土壤收容在反應槽中並加水，在該反應槽中設置正負的電極，對該電極施加電壓而在陰極側析出放射性銫離子，使土壤或其它的附著物沉積在陽極側，而從污染土壤中分離、收集

放射性銫，從而實現將污染物的體積大幅減小(例如參照非專利文獻 2)。

【0011】

然而，上述土壤的除污方法存在如下問題：由於將土壤與其它附著物一起收容在反應槽中，因而需要施加高電壓且電解效率較差，而且析出於陰極側的放射性銫離子含有夾雜物而分離精度較低，另外除污後的土壤也含有其它附著物，因而需要進行其分離處理較花費精力，無法實現迅速的使用。

【0012】

作為解決這樣的問題的方法，申請人開發了一種土壤等之除污方法及土壤等之除污系統，並且對其已經進行了提案：將被放射性物質污染的除污對象物導入至酸性的洗提溶劑中而溶出，並從該洗提溶劑濃縮並分離放射性物質，其中，上述除污對象物包含污染土壤與污染水，採集該等中的一者或兩者而導入至洗提溶劑，使在洗提溶劑中溶出的放射性物質與上述除污對象物固液分離，從洗提溶劑中分離的土壤經固液分離後回收之，實現污染土壤的體積減小與不含放射性物質的土壤的再次使用以及農耕的恢復，同時電解並濃縮將固液分離後之放射性物質溶出的洗提溶劑，使析出於電極的放射性銫離子吸附於吸附劑從而回收，將上述吸附了放射性銫離子的吸附劑密閉地收納於容器中，將該容器適當保管於保管設備從而實現放射性物質的安全處理(例如參照專利文獻 3)。

【0013】

該已經提案的土壤等之除污方法意在去除影響較大的放射性銫，因而沒有意圖對除了放射性銫以外的放射性物質，例如氚(^3H)

或氚水(HTO^6)進行除污。

上述氚是作為氫的放射性同位素而質量數為 3 的氚，與氧結合而以氚水(HTO^6)的形式混合存在於水中，在水圈中以氣相、液相、固相的狀態廣泛地分散於蒸氣、降水、地下水、河川水、湖沼水、海水、飲料水、生物中。

然而，即使攝取了氚，其也均等地分佈在體內且生物半衰期較短(2.3 年)，能量也較低，因而可認為是毒性最少的放射性核種之一，從對於生物的影響的方面考慮通常被人們輕視。

【0014】

雖然上述氚會放射較弱的 β 射線，但是該放射線在細胞內僅到達 $1\mu\text{m}$ ，因而在隨著血液在全身循環流動期間，基本上不攻擊遺傳基因 DNA，不過當氚被攝入細胞中並進入細胞核中時，由於距離 DNA 的距離變近，因而會與放射性銫同樣地攻擊 DNA。

在上述 DNA 中存在有大量的氫，由於氚的化學性質與氫相同，因而即使由氚替換了氫，DNA 也正常發揮作用。

然而人們指出了如下問題：氚在放射了放射線之後變化為氦 He 時，變化為氦的部分的 DNA 會被破壞，從而導致遺傳基因發生故障，該故障將成為風險，會使得癌變的發生率變高。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0015】

[專利文獻 1]日本專利特開平 10-213697 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開平 5-192648 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開 2014-41066 號公報

[非專利文獻]

【0016】

[非專利文獻 1]第 1 次 環境放射能清除污染研究發表會 摘要集 環境放射能清除污染學會 第 21 頁「僅以二氧化碳清洗、修復放射性銫污染土壤的安全安心之可移動型裝置的構築」丁子哲治、高田英治、布袋昌干(富山高等專業學校)、原正憲(富山大學)

[非專利文獻 2]第 1 次 環境放射能清除污染研究發表會 摘要集 環境放射能清除污染學會 第 92 頁「利用電解的放射性物質清除污染技術之提案」上田佑子、渡邊 功、戶井田英基、本田克久(愛媛大學農學部環境先端技術中心)

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

【0017】

本發明解決了這樣的問題，其目的在於提供一種土壤等之除污方法及土壤等之除污系統，例如其可在現場可靠且迅速地對被放射性物質污染的田地等的土壤或水進行除污，實現精密的除污與除污的效率提高，並且在除污後的土壤中添加土壤活性劑而改良土壤，再將其迅速地送回至原來的田地而促進農耕的恢復，另一方面，從土壤中精密地分離、濃縮附著或沉積在土壤的放射性物質，以實現污染土壤的體積減小與放射性物質的安全處理，並且實現對放射性銫、氙的除污，消除由氙的內部放射引起的不安，並且實現除污裝置的合理且安全的廢棄處理。

(解決問題之技術手段)

【0018】

第 1 發明是一種土壤等之除污方法，其將被放射性物質污染的除污對象物導入至洗提溶劑中而溶出，並從該洗提溶劑分離出放射性物質，上述除污對象物包含污染土壤與污染水，採集該等中的一者或兩者並導入至洗提溶劑中，使在洗提溶劑中溶出的放射性物質與上述除污對象物固液分離，回收固液分離後的已去除了放射性物質的土壤，並且將固液分離後的包含洗提溶劑與污染水的分離液導入於電解槽並電解，使包含放射性物質的金屬離子析出於陰極；其中，在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氙的氫，將該氫移動到電解槽的外部並捕獲，實現對氫中所含的氙的除污，消除由氙的內部放射而引起的不安。

【0019】

第 2 發明中，使電解槽密閉來進行電解，以便確實地捕集因電解而產生的氫。

第 3 發明中，在電解時滯留於電解槽內的氧的壓力達到既定值以上時，從電解槽排出上述氧，以便確保電解的安全。

第 4 發明中，在陰極的周圍設置從該陰極通電的一個或複數個析出構件，使放射性物質等的金屬離子析出於上述陰極與析出構件，從而可精密地去除分離液中的放射性銫或其它放射性物質、重金屬等金屬離子，從而進行除污。

第 5 發明中，將分離液在導入至電解槽前導入吸附過濾器，利用該過濾器來吸附放射性物質等的金屬離子，從而特別通過吸附過濾器與電解槽而合理地吸附放射性物質等的金屬離子，實現提高電解槽的電解時間。

第 6 發明中，將氫填充於氣體儲罐並保管，從而阻止氫中所含

的氙的洩漏並且安全地進行保管。

【0020】

第 7 發明中，由於在使用過的電解槽的內部留存並保管陰極和析出構件、析出於此等的放射性物質等之金屬離子、捕集氫的捕集器、分離液的殘液及吸附過濾器，因而可消除分別保管此等的不合理之處，合理、安全、容易並廉價地進行保管。

第 8 發明中，於上述污染水混合存在氙水，因此透過捕集對含有氙水的污染水或分離液進行電解而產生的氫，可將氙水中所含的氙去除並且除污。

第 9 發明中，放射性物質中包含放射性銫與氙，將反應性強並且半衰期比較長的放射性銫、以及被認為是半衰期較短並且毒性最少的放射性核種之一而被輕視的氙設為除污對象，可將各種放射性物質進行除污。

【0021】

第 10 發明是一種土壤等之除污系統，其具備：分離槽，其可收容被放射性物質污染之除污對象物與洗提溶劑，並且可使放射性物質溶出於該洗提溶劑；固液分離過濾器，其可將溶出於洗提溶劑的放射性物質與上述除污對象物進行固液分離；電解槽，其收容固液分離後的包含洗提溶劑與污染水的分離液並可進行電解，上述除污對象物包含污染土壤和污染水，可回收去除了放射性物質且固液分離後的土壤，同時可使包含放射性物質的金屬離子析出於陰極的上述土壤等之除污系統中，在上述電解槽內設置可捕集氫的捕集器，可將因電解而產生的包含氙的氫捕集於上述捕集器，將該氫移動到電解槽的外部並且捕獲，從而實現對氫中所含的氙的除污，消

除由氫的內部放射所引起的不安。

【0022】

第 11 發明中，電解槽具備中空의密閉容器，在該容器的中央部設置陰極，同時對該密閉容器施加正電位而製成陽極，實現在密閉容器內的電解，並且可防止產生的氫發生洩漏，從而安全地電解。

第 12 發明中，在電解槽內的捕集器的上方空間設置安全閥，滯留於電解槽內的氧的壓力達到既定值以上時，可由電解槽排出上述氧，實現電解時的安全。

第 13 發明中，在捕集器的下方圍繞上述陰極而設置一個或複數個析出構件，可使放射性物質等的金屬離子析出於上述陰極和析出構件，從而精密且高效地進行放射性物質等的金屬離子的析出。

第 14 發明中，將捕獲管的一端設置於捕集器內，將另一端設置於氫氣填充裝置，該氫氣填充裝置具備有可將捕集器內的氫進行抽吸的抽吸泵以及可將上述氫壓入氣體儲罐的填充裝置，將氫從捕集器抽吸出，從而安全地填充於氣體儲罐。

【0023】

第 15 發明中，在電解槽內設置可將分離液中的放射性物質等的金屬離子吸附的吸附過濾器，從而合理地吸附與電解槽一起的放射性物質等之金屬離子，並且可容易將使用過的電解槽進行保管

第 16 發明中，於密閉容器內的底部進行絕緣被覆，可阻止源自密閉容器內的底部的氧的產生，而安全地將氫捕集。

第 17 發明中，在除污對象物的採集地設置可移動的除污車輛，在該車輛上搭載上述分離槽和電解槽、固液分離過濾器和可生成洗提溶劑的二氧化碳氣體儲罐、以及供水箱和氫氣填充裝置，在除污

對象物的採集地有機且合理地對包含氙的放射性物質進行除污。
(對照先前技術之功效)

【0024】

第 1 發明中，由於在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氙的氫，將該氫移動到電解槽的外部並捕獲，因而可實現對氫中所含之氙的除污，消除由氙的內部放射引起的不安。

第 2 發明中，由於使電解槽密閉來進行電解，因而能可靠地捕集因電解而產生的氫。

第 3 發明中，在電解時滯留於電解槽內的氧的壓力達到既定值以上時，從電解槽排出上述氧，因而可確保電解的安全。

第 4 發明中，在陰極的周圍設置從該陰極通電的一個或複數個析出構件，使放射性物質等的金屬離子析出於上述陰極與析出構件，因此可精密地去除分離液中的放射性銫或其它放射性物質、重金屬等的金屬離子，從而除污。

第 5 發明中，將分離液在導入至電解槽前導入吸附過濾器，利用該過濾器來吸附放射性物質等的金屬離子，因此可通過劃分為吸附過濾器與電解槽，從而合理地吸附放射性物質等的金屬離子，實現提高電解槽的電解時間。

【0025】

第 6 發明中，由於將氫填充於氣體儲罐並保管，從而可阻止氫中所含的氙的洩漏，從而安全地進行保管。

第 7 發明中，由於在使用過的電解槽的內部留置並保管陰極和析出構件、析出於此等的放射性物質等之金屬離子、捕集氫的捕集器、分離液的殘液及吸附過濾器，因而可消除分別保管此等的不合

理之處，合理、安全、容易並廉價地進行保管。

第 8 發明中，於上述污染水混合存在氙水中，因而通過捕集對包含氙水的污染水或分離液進行電解而產生的氫，從而可將氙水中所含的氙去除並且除污。

第 9 發明中，放射性物質中包含放射性銫與氙，因而可將反應性強並且半衰期比較長的放射性銫、以及被認為是半衰期比較短並且毒性最少的放射性核種之一而被輕視的氙設為除污對象，從而將各種放射性物質進行除污。

【0026】

第 10 發明中，在電解槽內設置可捕集氫的捕集器，可將因電解而產生的包含氫的氫捕集於上述捕集器，將該氫移動到電解槽的外部並且捕獲，因而可實現氫中所含的氫的除污，消除由氫的內部放射引起的不安。

第 11 發明中，電解槽具備中空的密閉容器，在該容器的中央部設置陰極，並且對該密閉容器施加正電位而作為陽極，因而可實現在密閉容器內的電解，同時防止產生的氫的洩漏，從而可安全地電解。

第 12 發明中，在電解槽內的捕集器的上方空間設置安全閥，在電解時滯留於電解槽內的氧的壓力達到既定值以上時，從電解槽排出上述氧，因而可實現安全電解。

第 13 發明中，在捕集器的下方圍繞上述陰極而設置一個或複數個析出構件，可使放射性物質等的金屬離子析出於上述陰極和析出構件，因而可精密且高效地進行放射性物質等的金屬離子的析出。

【0027】

第 14 發明中，將捕獲管的一端設置於捕集器內，將另一端設置於氫氣填充裝置，該氫氣填充裝置具備有可抽吸捕集器內的氫的抽吸泵以及可將上述氫壓入氣體儲罐的填充裝置，因此可將氫從捕集器抽吸出，從而安全地填充於氣體儲罐。

第 15 發明中，在電解槽內設置了可將分離液中的放射性物質等的金屬離子進行吸附的吸附過濾器，因此可與電解槽一同合理地吸附放射性物質等的金屬離子，並且容易將使用過的電解槽進行保管。

第 16 發明中，由於密閉容器內的底部進行了絕緣被覆，因而可阻止源自密閉容器內的底部的氧的產生，安全地將氫捕集。

第 17 發明中，在除污對象物的採集地設置可移動的除污車輛，在該車輛搭載了上述分離槽和電解槽、固液分離過濾器和可生成洗提溶劑的二氧化碳氣體儲罐、以及供水箱和氫氣填充裝置，因此可在除污對象物的採集地有機且合理地對包含氫的放射性物質進行除污。

【圖式簡單說明】**【0028】**

圖 1 所示為搭載了本發明的除污設備的除污車輛的除污作業狀況的正視圖。

圖 2 是放大顯示圖 1 的除污車輛的正視圖。

圖 3 是圖 2 的俯視圖。

圖 4(a)至(h)是表示根據本發明之土壤的除污作業步驟的說明圖。

圖 5 是表示根據本發明之土壤的除污作業的狀況的說明圖，表示將所污染的土壤與污染水導入分離槽前的狀況。

圖 6 是表示根據本發明之除污作業的狀況的說明圖，表示將所污染的土壤導入到製作出碳酸水的分離槽，將放射性銫溶出並分離的狀況。

圖 7 是根據本發明之除污作業的狀況的說明圖，表示了分離槽中分離放射性銫，將碳酸水與污染土壤導入到固液分離過濾器與電解槽的狀況。

圖 8 是表示根據本發明之除污作業的狀況的說明圖，表示在電解槽中將分離液進行電解，使放射性銫離子等的金屬離子析出於陰極，將包含氫的氫捕集並捕獲的狀況。

圖 9 是表示根據本發明之除污作業的狀況的說明圖，表示將除污土壤回收，並將氫填充於氣體儲罐的狀況。

圖 10 是表示根據本發明之除污作業的狀況的說明圖，表示在分離液之電解後，乾淨地調製分離液並返還到分離槽的狀況。

圖 11 表示了根據本發明之使用過後之電解槽的保管狀況。

圖 12 放大顯示根據本發明之使用過後之電解槽的保管狀況。

圖 13 表示了根據本發明之氫氣填充後的氣體儲罐的保管狀況。

【實施方式】

【0029】

以下，當對將本發明應用於田地、水田、濕地等的土壤及汙染水的除污的圖示的實施形態進行說明時，在圖 1 至圖 13 中，1 為被放射性物質污染了的除污對象地，其中包含具有表土 2 的田地 3、將表土 2 浸漬在污染水中 4 而成的水田 5 或含有大量的水的濕地

等，本發明可應對此兩者的除污，上述表土 2 為具有一定的濕氣、或乾燥且硬化之污染土壤。圖中，6 為生長於田地 3 的表土 2 的雜草，7 為生長於污染水中 4 的表土 2 的水稻或雜草。

【0030】

將除污車輛 9 停放在接近上述除污對象地 1 的農用道路 8 或空地，從分離槽 10 送出吸入軟管 11，從該軟管 11 的前端抽吸並採集混合存在有既定的污染土壤或者氚水(HTO⁶)的污染水 4。圖中，d 為田地 3 之表土 2 的抽吸或採集深度，相當於作為放射性物質的鈾的浸透深度，在實施形態中採集 5cm 以上的表土 2。

上述除污車輛 9 為基於公知的除污吸引車而構成，在其車身搭載有分離槽 10、供水箱 12、電解槽 13、以既定壓力填充有二氧化碳的儲氣瓶 14 以及可吸入固體、液體及氣體的吸入泵 15。

【0031】

其中，分離槽 10 由可開蓋之箱形的容器構成，在其上部以可轉動的方式設置有可供吸入軟管 11 捲繞的圓筒狀的捲盤 16，該捲盤 16 經由復進簧(recoil spring)(省略圖示)，於圖 3 上轉動可能之逆時針方向被施力，而可在其表面捲繞吸入軟管 11。

【0032】

並且，在將污染土壤 17 抽吸時將吸入軟管 11 向外側拉出，利用其拉伸力使捲盤 16 朝向圖 3 上的時針方向轉動，從而可陸續送出吸入軟管 11。

上述吸入軟管 11 的一端連通至分離槽 10 的內部，可將從其前端部抽吸進來的污染土壤 17 或者污染水 4 導入至分離槽 10 內。在上述吸入軟管 11 的基端部設置有開關閥 18，在另一端部設置有用

於防止吸入異物的過濾器 19。

圖中，20 是在捲盤 16 的外側設置於同心圓上之圓筒狀的軟管引導器，並且在其接線部設置有軟管插入孔 21。22 是設置於分離槽 10 的後端部的軟管鉗，23 是有底的軟管支承部。

【0033】

上述供水箱 12 由可開蓋的箱形之容器所構成，且與上述分離槽 10 鄰接設置，在其內部收容有乾淨的水 24，其可對上述分離槽 10 與電解槽 13 進行定量供給。在該情形時，較理想為在供水箱 12 的表面設置有加熱器，實現防止水 24 的凍結。

在上述供水箱 12 的底部設置有開關閥 25、26，此等連接供水管 27、28 的一端，其中供水管 27 的另一端配管於分離槽 10 內的上部，另外供水管 28 的另一端連接於設置在電解槽 13 之底部的開關閥 29。

【0034】

上述電解槽 13 具備不銹鋼板製的圓筒狀的密閉容器 30，其容積為約 1.8L，在其表面被覆鉛從而可遮蔽放射線，可相對於車體或相鄰構件而絕緣設置。

另外，在密閉容器 30 內的底面設置絕緣被覆 30a，阻止源自該部的氧的產生。此時，從除了絕緣被覆部 30a 以外的側壁內表面產生的氧可沿著側壁內表面向上移動，並且可滯留於密閉容器 30 內上部的捕集器 35 的上方空間。

尚且，較佳為在電解槽 13 的外表面裝載加熱器(省略圖示)從而能夠加熱，期望能促進銻離子、重金屬離子等的電泳。

【0035】

棒狀的陰極 31 貫通於上述密閉容器 30 的中央並垂直設置之，該陰極 31 與作為陽極的密閉容器 30 之間設置引線 32，該引線 32 連接著 DC 電源 33 與開關 34。

上述陰極 31 的下端部設置於密閉容器 30 的底部正上方，在該密閉容器 30 內的陰極 31 的中高位置處設置有捕集氫氣的圓筒狀之捕集容器 35。上述捕集容器 35 由一端已開口之深底的圓筒狀之容器形成，將其開口部設為朝下而設置。

【0036】

在上述捕集容器 35 的內側下方，一個或複數個析出構件 36 圍繞陰極 31 並相互接近地設置，且這些析出構件 36 以電連接於陰極 31 的方式設置。

實施形態的析出構件 36 係利用金屬網製的鼓狀物或金屬板、金屬棒等而構成，在電解時可沒入於從後述的固液分離過濾器送入之分離液 37 中。

【0037】

上述儲氣瓶 14 設立在由供水箱 12 與電解槽 13 劃分而成的閒置空間中而設置，在其上端部設置有開關閥 44，該開關閥 44 連接有氣體導管 45，該氣體導管 45 的另一端連接在設置於分離槽 10 的底部的開關閥 39。

另外，在上述氣體導管 45 的上游部插入有三通閥 47，該三通閥 47 連接有氣體導管 48 的一端，其另一端連接在電解槽 13 的下部表面，從而可供給二氧化碳。

【0038】

在上述捕集容器 35 內的上部之分離液 37 的液面上，設置捕獲

管 38 的一端，該管 38 的另一端將捕集容器 35 與密閉容器 30 貫通，並連接於外部的氫氣填充裝置 39。

上述氫氣填充裝置 39 具有抽吸泵 40 以及可填充氫氣的氣體儲罐 41，在該儲罐 41 的開口部裝卸捕獲管 38 的端部，平時具有可進行閉閥的開關閥(省略圖示)。

圖中，42 是在密閉容器 30 內的上部設置之沸石等的吸附過濾器，可吸附從後述的固液分離過濾器導入的分離液 37 中的放射性物質、重金屬等。43 是可測定密閉容器 30 內的分離液 37 之酸性濃度的 pH 感測器。

【0039】

上述分離槽 10 在供水後，可從氣體儲罐 14 經由氣體導管 45 供給二氧化碳，作為放射性銫的洗提溶劑，可利用該二氧化碳製作既定酸性濃度的碳酸水(H_2CO_3) 49。

在實施形態中將分離槽 10 的碳酸水 49 的酸性濃度設定為 pH 3~7，用作電解槽 13 的電解液。圖中，50 是設置於分離槽 10 的底部之攪拌用的葉片。

在上述分離槽 10 的底部設置開關閥 51，該開關閥 51 連接固液導管 52 的一端，該導管 52 的另一端連接於縱長筒狀的固液分離過濾器 53。

【0040】

上述固液分離過濾器 53 是垂直設置的，在其內部具有旋轉筒(省略圖示)，在該旋轉筒的內部設置有離心分離機(省略圖示)。

而且，從上述分離槽 10 導入的固液成分之中，因其等的比重差而使得重的土壤 17 移動到旋轉筒的外側，使混合存在有放射性

銫離子或氘水的碳酸水 49 移動到旋轉筒的內側，從而可將此等進行固液分離，使得自放射性物質與碳酸水分離的土壤 17a 沉降並堆積於上述分離過濾器 53 內的下方，而可從外部回收；另一方面，可將混合存在有放射性銫、銿、重金屬等的分離液 37 送出到電解槽 13。

【0041】

在上述固液分離過濾器 53 的下部，以向下方突出的方式設置有排出管 54，在該管 54 上以可開關的方式設置有排出閥 55，可經由該排出閥 55 的開閥來回收上述土壤 17a。

因此，如果在固液導管 52 上設置複數個固液分離過濾器 53，則可高精度且高效地將土壤 17a 與包含放射性銫離子、氘水的碳酸水 49 分離。

【0042】

在上述固液分離過濾器 53 的上端部的中央處連接著分離液導管 56 的一端，其另一端部通過開關閥 57 連接於上述吸附過濾器 42，將該管端部設置於密閉容器 13 內的底部。

而且，在電解槽 13 的陰極 31 與複數個析出構件 36 上析出放射銫、銿、重金屬等的金屬離子，另外將因電解而產生的氫捕集於捕集容器 35 後，停止上述離心分離機，可將電解槽 13 內的不包含放射性物質之乾淨的碳酸水 49 通過回流管(省略圖示)送回至分離槽 10。

【0043】

另一方面，上述吸入泵 15 連接著一對環狀導管 58、59，在該環狀導管 58、59 的另一端連接四通閥 60，在該四通閥 60 的兩個埠

連接著一端開放於大氣的通氣管 61、以及一端設置在分離槽 10 內的連通管 62。

上述四通閥 60 可通過切換桿 63 來切換配管埠，其切換位置設定為中立位置與排出位置以及吸入位置，平時是設定於中立位置，可控制連接於四通閥 60 的通氣管 61 與連通管 62 的導通、以及設置在分離槽 10 的吸入軟管 11 的吸入以及排出動作。

【0044】

採集上述污染土壤 17 來向分離槽 10 導入的情況下，驅動吸入泵 15，如圖 6 那樣將切換桿 63 從中立位置切換為吸入位置，將環狀導管 58、59 連通於連通管 62 而將分離槽 10 內設為負壓，從吸入軟管 11 的前端部吸入污染土壤 17，將其導入到分離槽 10，從而浸沒於碳酸水 49 中。

而且，利用碳酸水 49 將導入於上述分離槽 10 的污染土壤 17 進行二質子酸清洗，將放射性銫離子、銩、重金屬等的金屬離子進行電離，可將此等與污染土壤 17 和碳酸水 49 等一起送出到固液分離過濾器 53 或電解槽 13。

【0045】

此時，驅動吸入泵 15，如圖 7 那樣將切換桿 63 從吸入位置切換為排出位置，將環狀導管 58、59 與通氣管 61 連通於連通管 62，將開關閥 18、46 進行閉閥，並且將開關閥 51、57 進行開閥，從通氣管 61 吸入大氣，將其從環狀導管 58、59 送出到連通管 62，從而將分離槽 10 內進行加壓。

【0046】

並且，將分離槽 10 內的混合存在有分離後的土壤 17 和放射性

鉍離子、鋇、重金屬等的金屬離子以及碳酸水 49 等的泥狀液送出到固液導管 52，從該導管 52 導入到固液分離過濾器 53 中，從而將上述泥狀液進行固液分離，將包含有分離後的放射性物質、重金屬等的金屬離子、碳酸水 49 等的分離液 37 送出到電解槽 13。

此時，上述分離液 37 在導入電解槽 13 之前導入於吸附過濾器 42，由該過濾器 42 吸附分離液 37 中的放射性物質、重金屬等的金屬離子，將通過該過濾器 42 後的分離液 37 導入到電解槽 13 並且實行電解。

【0047】

上述電解槽 13 的電解如圖 8 那樣，將開關 34 設為 ON 而將陰極 31 與作為陽極的密閉容器 30 進行通電，使得在陰極 31 產生氫，在作為陽極的密閉容器 30 產生氧。

在上述氫中存在有微量的氬，使包含該氬的氫的氣泡沿著陰極 31 以及析出構件 36 而上浮，上述氣泡到達分離液 37 的液面時將其捕集於捕集器 35。

並且，通過驅動抽吸泵 40 將所捕集之包含氬的氫進行抽吸，將其導向捕獲管 38 並注入於氣體儲罐 41，將該氣體儲罐 41 填充為大氣壓左右。

【0048】

另一方面，從密閉容器 30 內的側面產生氧，其氣泡沿著側壁上升，移動到密閉容器 30 內上部的捕集器 35 的上方空間而滯留。在此情況下，在密閉容器 30 內的底面形成絕緣被覆 30a，因此自該部不產生氧。

在上述密閉容器 30 內的上部安裝安全閥 72，該安全閥 72 平時

是閉閥，在密閉容器 30 內滯留了既定氣壓以上的氧時，可進行開閥，經由上述氧排出管 73 釋放到外部。

【0049】

另外，上述電解中，使通過吸附過濾器 42 並殘留下來的放射性物質、重金屬等的金屬離子在分離液 37 中進行電泳，使其析出於陰極 31 以及施加於與陰極 31 相同的電位的析出構件 36。

如此將密閉容器 30 內的分離液 37 進行電解，使放射性物質、重金屬等的金屬離子析出於陰極 31 和析出構件 36，另一方面將包含氫的氫填充於氣體儲罐 41，從分離液 37 中去除包含放射性物質的金屬離子和氫氣，調整為包含碳酸水 49 之乾淨的水。

【0050】

按照將包含上述經淨化的碳酸水 49 的分離液 37 送回到分離槽 10 而活用的方式進行操作，在該情況下如圖 10 那樣驅動吸入泵 15，將切換桿 63 從排出位置切換至吸入位置，將開關閥 18、46 進行閉閥，並且將開關閥 51、57 進行開閥，從而將分離槽 10 內的包含碳酸水 49 的泥水經由連通管 62 吸出，使分離槽 10 內形成負壓；另一方面，將電解槽 13 內乾淨的分離液 37 由分離液導管 56 吸出，將其導向固液導管 52，從而導入到分離槽 10。

【0051】

另一方面，將所回收的除污後的土壤 17a 進行曬乾或者加熱乾燥，在乾燥後通過添加既定量的土壤活性劑 65 並混合，將所採集的土壤 17 進行除污並且改質。

作為上述土壤活性劑 65，包含堆肥等有機肥料、菌根菌或者包含氮、磷、鉀的各種化學肥料，將改質了的土壤 17 送回到所採集

的原來的田地，從而實現著除污土壤 17 的體積減小。圖中，64 是可測定分離槽 10 內的碳酸水 49 的酸性濃度的 pH 感測器，66 是除污作業者。

在實施形態中，作為上述土壤活性劑 65，使用經過滅火器的未使用期限後的含有磷酸二氫銨或硫酸銨的粉末狀的滅火劑，而實現其有效利用。

【0052】

另一方面，在電解槽 13 的陰極 31 或析出構件 36 上，為了藉由電解而蓄積既定量的放射性物質，因而以分離液 37 的電解處理量為基準，需要對使用過後之電解槽 13 進行廢棄和替換。

其中，關於使用過後之電解槽 13 的廢棄，將開關閥 57 從密閉容器 30 取下，將分離液導管 56 在中間部切斷而與固液分離過濾器 53 分離。

此時，吸附過濾器 42 也同樣需要廢棄和替換，但是吸附過濾器 42 設置於密閉容器 30 內，因而與電解槽 13 同時期進行廢棄並且替換。

【0053】

另外，通過切斷引線 32 從而實現與電極 33 或開關 34 一起再利用，也同樣實現 pH 感測器 43 的再利用。

進一步，切斷捕獲管 38 的中間部，實現抽吸泵 40 及其噴出管的再利用，並且切斷供水管 28 的端部，實現開關閥 29、26 與供水管 28 的剩餘部分的再利用。

【0054】

通過這樣操作，將使用過的電解槽 13 的周圍構件取下而形成

為圓筒狀，在其密閉容器 30 的內部殘留下陰極 31 與複數個析出構件 36、析出於此等之上的包含放射性物質的金屬離子、捕集器 35 與分離液 37 的殘液、吸附過濾器 42、安全閥 72，從而將電解槽 13 以立式姿勢堆積，將其保管於混凝土製的安全保管設備 67。該狀況如圖 11 以及圖 12 那樣。

【0055】

另一方面，撤去使用過的電解槽 13 後，將新型的電解槽 13 絕緣處理並設置在除污車輛 9 的同位置，將一端連接於固液分離過濾器 53 的分離液導管 56，其另一端連接於開關閥 57，另外將捕獲管 38 的一端裝載於密閉容器 30 內，將其另一端連接於抽吸泵 40，將其噴出管插入至新的氣體儲罐 41。

進一步，在陰極 31 的上端部連接引線 32，將其另一端連接密閉容器 30，將 pH 感測器 43 安裝於密閉容器 30，從而進行替換。

【0056】

另外，在保管充填了氫氣的氣體儲罐 41 的情況下，設置與上述保管設備 67 同樣的保管設備 69，如圖 13 那樣在該設備 69 內將氣體儲罐 41 以橫向堆積狀態保管。在此情況下，在氣體儲罐 41 的開口部設置平時可進行閉閥的閥門(省略圖示)，防止了所填充的氫氣的洩漏。

此外，圖中，70、71 是設置於除污車輛 9 的車體下部的供水管 27、28 用的供水泵。

【0057】

如此構成的土壤等之除污方法以及土壤等之除污系統需要除污車輛 9，該除污車輛 9 是改良了以往的除污吸引車，在其車體搭

載有分離槽 10 和供水箱 12、電解槽 13 和填充了二氧化碳的氣體儲罐 14、可將土壤或草木、田地的滯留水等進行抽吸的吸入泵 15、以及固液分離過濾器 53、土壤活性劑 65、吸附過濾器 42 等。其狀況如圖 2、圖 3 那樣。

【0058】

其中，分離槽 10 由可開蓋的箱形的容器構成，在其上部以可轉動的方式設置有可供吸入軟管 11 捲繞的圓筒狀的捲盤 16，該捲盤 16 經由復進簧(省略圖示)而在朝向轉動可能之逆時針方向被施力，可在其表面捲繞吸入軟管 11。

並且，在將污染土壤抽吸時將吸入軟管 11 向外側拉出，利用其拉伸力使捲盤 16 朝圖 3 上的順時針方向轉動，從而可陸續送出吸入軟管 11。

【0059】

上述吸入軟管 11 的一端連通於分離槽 10 的內部，可將從其前端部抽吸進來的污染土壤 17 導入至分離槽 10 內，在其基端部設置有開關閥 18，在另一端部設置有用於防止吸入異物的過濾器 19。

將上述供水箱 12 以可開蓋的箱形之容器構成，且與上述分離槽 10 鄰接設置，從而可在其內部收容可向上述分離槽 10 和電解槽 13 供給之定量的乾淨的水 24。

在上述供水箱 12 的底部設置開關閥 25、26，於此等連接供水管 27、28 的一端，其中將供水管 27 的另一端設置在分離槽 10 內的上部，將供水管 28 的另一端連接於設置在電解槽 13 的底部之開關閥 29，在這些供水管 27、28 上設置供水泵 70、71。

【0060】

上述電解槽 13 具備不銹鋼板製的圓筒狀之密閉容器 30，其容積為約 1.8L，在其表面被覆鉛從而可遮蔽放射線，可相對於車體或相鄰構件而絕緣設置。而且，將上述電解槽 13 設置在除污車輛 9 的裝貨平台的前部空間，與氣體儲罐 14 或供水箱 12 相鄰設置。

棒狀的陰極 31 貫通於上述密閉容器 30 的中央並垂直設置之，該陰極 31 與作為陽極的密閉容器 30 之間設置引線 32，該引線 32 連接著 DC 電源 33 與開關 34。

【0061】

將上述陰極 31 的下端部設置在密閉容器 30 的底部正上方，在該密閉容器 30 內的陰極 31 的中高位置處設置有捕集氫氣之圓筒狀的捕集容器 35。上述捕集容器 35 形成為一端開口的深底之圓筒狀，使開口部朝下並設置於密閉容器 30 內。

另外，在密閉容器 30 內的上部安裝吸附過濾器 42，該過濾器 42 連接分離液導管 56，將其下端部設置於密閉容器 30 內的底部的正上方，並且在密閉容器 30 內的上部安裝安全閥 72，將其排出管 73 開口在容器 30 的外部。

進一步，在上述捕集容器 35 的內側，一個或複數個析出構件 36 圍繞陰極 31 並相互接近地設置，將此等電連接於陰極 31，且將各析出構件 36 進行電解時沒入於分離液 37 中。

【0062】

在上述捕集容器 35 內的上部之分離液 37 的液面上，設置捕獲管 38 的一端，將該管 38 的另一端貫通捕集容器 35 與密閉容器 30，從而連接外部的氫氣填充裝置 39。

上述氫氣填充裝置 39 具備抽吸泵 40 以及可填充氫氣的氣體儲

罐 41，在該儲罐 41 的開口部設置著平時是閉閥並且可裝卸捕獲管 38 的端部的開關閥(省略圖示)，該氫氣填充裝置 39 係與電解槽 13 鄰接設置。

【0063】

使上述氣體儲罐 14 相鄰於電解槽 13 以垂直的方式設置，在其上端部設置開關閥 44，該開關閥 44 連接氣體導管 45，將該氣體導管 45 的另一端連接設置在分離槽 10 之底部的開關閥 46。

將上述氣體導管 45 插入三通閥 47，該三通閥 47 連接氣體導管 48 的一端，其另一端連接於電解槽 13 的下部表面，可將二氧化碳選擇性地向供水箱 12 或電解槽 13 供給。

上述分離槽 10 在供水後，可從氣體儲罐 14 經由氣體導管 45 供給二氧化碳，利用該二氧化碳製成放射性銫的洗提溶劑，可製作既定酸性濃度的碳酸水(H_2CO_3) 49。

【0064】

在上述分離槽 10 的底部設置開關閥 51，該開關閥 51 連接固液導管 52 的一端，該導管 52 的另一端連接於縱長筒狀的固液分離過濾器 53。

將上述固液分離過濾器 53 垂直設置，在其內部所具備的旋轉筒(省略圖示)的內部具有離心分離機(省略圖示)，使從上述分離槽 10 導入的固液成分之中的土壤 17 移動到旋轉筒的外側，使包含混合存在有銫離子、氫水的碳酸水 49 的輕污染流體移動到旋轉筒的內側，從而可將此等進行固液分離。

【0065】

如此，在上述除污車輛 9 中，合理且緊密地設置分離槽 10 和

供水箱 12、小形槽 13 和氣體儲罐 14、吸入泵 15 和固液分離過濾器 49、可捲繞在分離槽 10 的上部的吸入軟管 11 等，因此實現其小形化、輕型化以及低廉化，在山間的梯田或農地的狹隘的農道上也可移動，並發揮其機動性，在土壤 17 的採集上不需要使用重型設備，並且利用上述搭載機器來進行一連串的除污作業。

【0066】

接着，在利用上述除污車輛 9 將被放射性物質污染之污染土壤 17 與污染水 4 進行除污的情況下，存在有在現場無法準備乾淨的水 24 的情況，因而預先在供水箱 12 中收容既定量的乾淨的水 24，在分離槽 10 中也一併收容既定量的水 24，將該除污車輛 9 移動到除污對象地 1 的田地 3 或水田 5、山林或休耕地、湖沼，停車於相鄰的農道 8 等。該狀況如圖 1 那樣。另外，除污作業前的分離槽 10 與供水箱 12、電解槽 13、吸入泵 15 的狀況如圖 5 那樣。

【0067】

而且，開始除污作業時，經由氣體導管 45 將填充於氣體儲罐 14 的二氧化碳送入到分離槽 10 的水 24 中，驅動攪拌裝置 50 將二氧化碳與水 24 進行攪拌，基於 pH 感測器 42 來製作既定酸性濃度的碳酸水 49。在實施形態中將碳酸水 49 的酸性濃度設定為 pH 3~6。

在此情況下，將二氧化碳加壓至大氣壓或其以上，使其溶解於水 24，進而促進其溶解度、促進碳酸水 49 的酸性濃度的升高。另外，在實施形態中，作為銻的洗提溶劑，使用了由二氧化碳與水 24 得到的弱酸性的碳酸水 49，因此不需要使用昂貴且操作危險的草酸等強酸，即可安全地進行後述的除污作業。

【0068】

如此製作碳酸水 49 後，將吸入軟管 11 從分離槽 10 抽出，作業者 66 保持吸入軟管 11 向既定的除污作業位置移動。另外，在其前後驅動吸入泵 15，將其切換桿 63 切換為吸入位置，利用通氣管 61 和連通管 62 將分離槽 10 內的空氣吸出，可從吸入軟管 11 的前端抽吸。此狀況如圖 6 那樣。

【0069】

在這樣的狀況下，將吸入軟管 11 的前端安置於被污染之田地 3 的表層土 2 的正上方，另外在水田 5 或濕地帶的情況下沒入於污染水 4 中，抽吸正下方的污染土壤 17 或污染水 4 以及混合存在於污染水 4 中的氘水。該狀況如圖 1 以及圖 4(a)、圖 4(b)那樣。

並且，從吸入軟管 11 的前端抽吸污染水 4 或氘水、污染土壤 17，將此等導入於吸入軟管 11 而移動向分離槽 10。該狀況如圖 6 那樣。

【0070】

上述抽吸到的土壤 17 或污染水 4、氘水等為混合存在，並且被導入於吸入軟管 11 且移動到分離槽 10 的上部，自該軟管 11 的開口端落入到分離槽 10 內的碳酸水 49 中且沒入。該狀況如圖 6 那樣。

因此，附著或沉積於土壤 17 或污染水 4 的放射性銫離子被碳酸水 49 清洗而溶出，將該離子從土壤 17 或污染水 4 分離並混合存在於碳酸水 49 中。

在此情況下，伴隨著土壤 17 或污染水 4 的導入，使得碳酸水 49 的酸性濃度緩慢降低，該變化利用 pH 感測器 42 進行確認，根據需要從氣體儲罐 14 供給二氧化碳，從而將酸性濃度維持於一定。

【0071】

此後，抽吸既定量的污染土壤 17 或污染水 4，然後暫時停止抽吸，將其等在分離槽 10 中攪拌既定時間，使銫離子充分地溶出於碳酸水 49 後，將開關閥 18 進行閉閥，使吸入軟管 11 捲繞於捲盤 16 並捲回，暫時結束污染土壤 17 或污染水 4 的抽吸作業。

【0072】

接著，將開關閥 51 進行開閥，將切換桿 63 從吸入位置切換為排出位置。

如此操作時，則從通氣管 61 吸入大氣，將大氣經由環狀管 58、59 送出到連通管 52，從分離槽 10 內的上部吹出並對分離槽 10 進行加壓。

由此，將污染土壤 17 或污染水 4、氘水與分離出的銫離子一同地從開關閥 51 送出到固液導管 52，將這些固液成分導入固液分離過濾器 53。

【0073】

關於上述固液分離過濾器 53，係藉切換桿 63 的切換操作與前後起動離心分離機；向其旋轉筒中導入上述固液成分，根據其等的比重差而使得污染土壤 17 移動到旋轉筒的外側；使不包含上述土壤 17 的碳酸水 49 移動到旋轉筒的內側，從而將此等進行固液分離。此時，附著於土壤 17 的碳酸水 49 利用離心分離作用與放射性銫離子一起從土壤 17 分離。

因此，將放射性銫離子的大致總量和氘水與碳酸水 49 一起地設為分離液 37 而送出到分離液導管 56，而不含放射性銫離子的土壤 17a 則沉降並堆積到上述分離過濾器 49 的下方。該狀況如圖 7 那樣。

【0074】

將上述分離液 37 導入分離液導管 56，並移動到電解槽 13 上的吸附過濾器 42，利用該過濾器 42 吸附放射性物質、重金屬等的金屬離子並流到密閉容器 30 內，浸沒內部的陰極 31 和析出構件 36。

如此將分離液 37 導入至電解槽 13，然後停止吸入泵 15 的驅動並且將開關閥 57 進行閉閥。另外，利用 pH 感測器 43 確認分離液 37 中的酸性濃度，根據需要將二氧化碳補給至電解槽 13，調整碳酸水 49 的酸性濃度，並且使裝載於電解槽 13 的外部的加熱器(省略圖示)進行發熱而促進放射性銫離子的電泳。該狀況如圖 7 那樣。

【0075】

此後，將開關 34 設為 ON，對電極 30、31 間進行通電而使分離液 37 進行電解，在作為陽極的密閉容器 30 產生氧，在陰極 31 產生氫。

其中，從密閉容器 30 內的側面產生氧，其氣泡沿著側壁向上移動，移動到捕集器 35 的上方空間並滯留。此時，在密閉容器 30 內的底面設置有絕緣被覆部 30a，因此不從該絕緣被覆部 30a 產生氧，從而可安全地捕集氫。

如此，在捕集器 35 的上方空間滯留既定氣壓的氧時，則安全閥 72 自動動作並開閥，上述氧經由排出管 73 被釋放到外部。

【0076】

另外，關於上述產生的氫，其氣泡沿著陰極 31 或析出構件 36 在分離液 37 中上浮，移動到其液面上從而被捕集到捕集器 35 內。

並且，伴隨著上述氫的捕集而將捕集器 35 內的空氣擠出，將氫濃縮為一定濃度後，啟動抽吸泵 40，將捕集器 35 內的氫進行抽

吸而導入至捕獲管 38，將其注入並填充到裝載在捕獲管 38 的端部的氣體儲罐 41 中。該狀況如圖 8 那樣。

【0077】

另一方面，利用分離液 37 的電解，使得溶出於碳酸水 49 的放射性物質、重金屬等的金屬離子向陰極 31 以及周圍的析出構件 36 側進行電泳，在此等上析出而附著。在此情況下，由於析出構件 36 按照圍繞陰極 31 的方式密集地設置，故精密且可靠地析出上述金屬離子等，吸附分離液 37 中的夾雜物並清潔化。該狀況如圖 8 那樣。

【0078】

如此，以既定時間將氫填充於氣體儲罐 41 的同時，放射性物質、重金屬等的金屬離子將析出於陰極 31 以及析出構件 36，在電解槽 13 內蓄積既定量的放射性物質，而需要進行該電解槽 13 的廢棄和替換。

【0079】

因此，驅動吸入泵 15，將切換桿 63 切換向吸入位置，將開關閥 18、46 進行閉閥，並且將開關閥 51、57 進行開閥，從而將分離槽 10 內的包含碳酸水 49 的泥水經由連通管 62 而吸出，使分離槽 10 內形成為負壓；另一方面，將電解槽 13 內之清潔的分離液 37 吸出到分離液導管 56，將其從固液分離過濾器 53 經由固液導管 52 而回流到分離槽 10，實現其有效利用。該狀況如圖 10 那樣。

【0080】

另一方面，設置於電解槽 13 內的吸附過濾器 42 為了吸附放射性物質、重金屬等的金屬離子，並蓄積既定量的放射性物質，因而

將使用過的吸附過濾器 42 與電解槽 13 一同保管於保管設備 67。

另外，將填充了既定量的氫之填充完畢的氣體儲罐 41 從捕獲管 38 拔出，並將其保管於保管設備 69。

【0081】

另一方面，通過上述固液分離在固液分離過濾器 53 中貯存既定量的分離後的土壤 17a，在對下次使用不造成妨礙的情況下，從固液分離過濾器 53 回收土壤 17a。

在該情況下，將排出閥 54 進行開閥將土壤 17a 從排出管 54 落下。並且，將所回收的上述土壤 17a 進行乾燥，向其中添加既定的土壤活性劑 65，將上述土壤 17 進行改良或改質。

關於上述土壤活性劑 65，可選擇並使用堆肥等有機肥料、菌根菌、或含有氮、磷、鉀的各種化學肥料，將其添加於上述土壤 17a 並混合，散佈回採集該土壤的田地 3。該狀況如圖 4(g)、圖 4 (h)那樣。

【0082】

在實施形態中，作為上述土壤活性劑 65，使用經過了滅火器的滅火劑的未使用期限後之含有磷酸二氫銨或者硫酸銨的粉末狀滅火劑，將其製成進行了親水化處理的肥料，從而實現其有效利用。

因此，關於採集了污染土壤 17 的田地 3，通過將改良或改質了的土壤 17a 進行散佈，使土壤恢復到原狀以上並且變得肥沃，因此與僅將污染土壤除污而送回到原來的田地 3 的情況相比，可迅速地恢復農業。

【0083】

另一方面，使清潔的分離液 37 回流至分離槽 10，根據需要將

供水箱 12 內的新型的水 24 向分離槽 10 內補給，從氣體儲罐 14 供給二氧化碳而製作了碳酸水 49 之後，將吸入軟管 11 抽出並且驅動吸入泵 15，從而恢復對污染土壤 17 或污染水 4 以及混合存在於其中的氚水進行抽吸或採集。

【0084】

並且，與上述同樣地將污染土壤 17 或污染水 4、氚水等導入至分離槽 10，使得包含該等放射性物質的金屬離子溶出於碳酸水 49，將該固液分離液經由固液分離導管 56 來導入於固液分離過濾器 53，利用該過濾器 53 將土壤 17a 與包含放射性物質、金屬離子的洗提溶劑進行固液分離，將分離出的土壤 17a 貯留於固液分離過濾器 53，將包含放射性物質、金屬離子、碳酸水 49 的分離液 37 導入至吸附過濾器 42，吸附分離液 37 中的放射性銫、重金屬等。

【0085】

在如此實施形態中，在電解槽 13 內將分離液 37 的殘液與析出於陰極 31 或析出構件 36 的放射性物質和金屬離子、吸附過濾器 42 和安全閥 72 等一併保管，因而與將此等解體並分別保管的情況相比，可合理、緊湊、安全地進行保管，並且可預防由放射線照射引起的事故。

【0086】

另一方面，撤去使用過的電解槽 13 後，將新的電解槽 13 進行絕緣處理並設置在除污車輛 9 的同位置，在固液分離過濾器 53 上連接分離液導管 56 的一端，將其另一端連接於開關閥 57，另外將捕獲管 38 的一端設置於密閉容器 30 內，將其另一端連接於抽吸泵 40，將其噴出管插入於新的氣體儲罐 41。

進一步，在陰極 31 的上端部連接引線 32，將其另一端連接於密閉容器 30，將 pH 感測器 43 安裝於密閉容器 30 並替換。如此，在電解槽 13 的替換之時，再利用了沒有被放射性物質污染的構件，因此可將其合理且廉價地替換。

【0087】

另外，將填充了氫的氣體儲罐 41 安全保管於保管設備 69。該狀況如圖 13 那樣。在此情況下，微量混合存在於氫中的氚的半衰期為 12.32 年，比較短，因而在半衰期經過前嚴格保管，經過半衰期後變化為氦 3 (^3He)，因而可將其進行再利用或者釋放到大氣。

【0088】

如此，在實施形態中，將除污車輛 9 移動到除污對象地 1，在該除污對象地 1 中採集污染土壤 17 或污染水 4，利用搭載於除污車輛 9 的設備對該污染土壤 17 或污染水 4 迅速進行除污，將除污的土壤 17a 改質而送回原來的田地 3，這一連串的除污作業是在除污對象地 1 進行的，因而可高效且迅速地進行這種除污作業，可將農耕迅速地恢復，並且實現污染土壤 17 的體積減小。

而且，在實施形態中不限於污染了的土壤 17，也可適用於存在有污染了的水 4 的水田 5 或濕地帶進行除污，因此具有可在廣闊區域採用該除污作業的實用性效果。

【0089】

另外，在該實施形態中，除了放射性銫之外，還將混合存在於從除污對象地 1 採集的污染水 4 中的氚水與土壤 17 進行固液分離，將利用電解槽 13 將該分離液 37 電解而產生的氫進行捕集，將該氫捕獲而填充於氣體儲罐 41，將微量存在於氫中的氚封入於氣體儲罐

41，從而安全地保管於保管設備 67，因而可防止基於氙的照射。因此，可消除由氙的內部放射導致的 DNA 的破壞以及由遺傳基因的故障導致的癌症的不安。

【0090】

進一步，在該實施形態中，將使用過的電解槽 13 或吸附過濾器 42 與分離液 37 的殘液封入密閉容器 30 中，將此等安全地保管，因而可防止源自電解槽 13 或吸附過濾器 42 的放射線照射，可將此等合理且安全地保管。

(產業上之可利用性)

【0091】

如此，本發明的土壤等之除污方法及土壤等之除污系統可在現場可靠且迅速地對例如被放射性物質污染的田地等的土壤或水進行除污，實現精密的除污與提高除污的效率，並且在除污後的土壤中添加土壤活性劑而改良土壤，將其迅速地送回至原來的田地而促進農耕的恢復；另一方面，可將附著或沉積於土壤的放射性物質從土壤精密地分離/濃縮，實現污染土壤的體積減小和放射性物質的安全處理，並且實現對放射性銫或氙的除污，消除由氙的內部放射引起的不安，並且實現除污裝置的合理且安全的廢棄處理。

【符號說明】

【0092】

- 1 除污對象地
- 2 表土
- 3 田地
- 4 污染水

- 5 水田
- 6 雜草
- 7 水稻或雜草
- 8 農用道路
- 9 除污車輛
- 10 分離槽
- 11 吸入軟管
- 12 供水箱
- 13 電解槽
- 14 二氧化碳氣體儲罐
- 15 抽吸汞
- 16 捲盤
- 17 污染土壤(除污對象物)
- 17a 除污土壤
- 18 開關閥
- 19 過濾器
- 20 軟管引導器
- 21 軟管插入孔
- 22 軟管鉗
- 23 軟管支承器
- 24 水
- 25 開關閥
- 26 開關閥
- 27 供水管

28	供水管
29	開關閥
30	密閉容器
30a	絕緣披覆
31	陰極
32	引線
33	電源
34	開關
35	捕集容器
36	析出構件
37	分離液
38	捕獲管
39	氫氣充填裝置
40	抽吸汞
41	氣體儲罐
42	吸附過濾器
43	pH 感測器
44	開關閥
45	氣體導管
46	開關閥
47	三通閥
48	氣體導管
49	洗提溶劑(碳酸水)
50	攪拌葉片

51	開關閥
52	固液導管
53	固液分離過濾器
54	排出管
55	排出閥
56	分離液導管
57	開關閥
58	環狀導管
59	環狀導管
60	四通閥
61	通氣管
62	連通管
63	切換桿
64	pH 感測器
65	土壤活性劑
66	除污作業員
67	保管設備
69	保管設備
70	供水汞
71	供水汞
72	安全閥
73	氧排出管
d	抽吸或採集深度

I667055

發明摘要

※ 申請案號：104141719

※ 申請日：104/12/11

※ I P C 分類：

B01D 11/02 (2006.01)**C02F 1/46** (2006.01)**B09C 1/00** (2006.01)**G21F 9/28** (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

土壤等之除污方法及土壤等之除污系統

METHOD FOR DECONTAMINATING SOIL AND THE LIKE
AND SYSTEM FOR DECONTAMINATING SOIL AND THE LIKE

【中文】

本發明提供一種土壤等之除污方法及土壤等之除污系統，其可在現場可靠且迅速地對例如被放射性物質污染的田地等的土壤或水進行精密的除污並提高除污效率，同時在除污後的土壤中添加土壤活性劑而改良土壤，將其迅速地送回至原來的田地而促進農耕的恢復；另一方面，將附著或沉積在土壤中的放射性物質從土壤中精密地分離、濃縮，由此，實現減少污染土壤的體積與對放射性物質的安全處理，並且實現對放射性銫、氙的除污，消除由氙的內部放射所引起的不安，並且實現對除污裝置合理且安全的廢棄處理。

該土壤等之除污方法中，將被放射性物質污染的除污對象物導入於洗提溶劑而溶出，從該洗提溶劑中分離放射性物質。除污對象物包含污染土壤和污染水，採集此等中的一者或兩者並導入至洗提溶劑中。將溶出於洗提溶劑的放射性物質與除污對象物進行固液分離。回收已去除放射性物質的固液分離後的土壤，同時將固液分離後的包含洗提溶劑與污染水的分離液導入至電解槽並電解。使放射性物質等的金屬離子析出於陰極。在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氙的氫。將氫移動到電解槽的外部並捕獲。

【英文】**[Problem to be Solved]**

To provide a decontamination method and system for soil and the like for decontaminating soil of, for example, fields, and water contaminated with radioactive materials reliably and rapidly on site, aiming to perform decontamination with precision and improved efficiency. According to the present invention, the decontaminated soil is improved by adding soil activators, and then the improved soil is returned to the original field readily to promote the restart of farming. Further, according to the present invention, the radioactive materials adhering to or deposited on the soil are separated from the soil and then concentrated precisely. According to the invention, a reduction in the volume of the contaminated soil and a safe treatment of the radioactive materials are achieved. Further, according to the invention, decontamination of radioactive cesium and tritium is achieved, thereby relieving anxiety of internal exposure to the radiation of tritium. Further, the decontamination apparatus can be disposed of efficiently and safely.

[Solving Means]

An object to be decontaminated contaminated with radioactive material is introduced into the eluting solvent and dissolved, and the radioactive material is separated from the eluting solvent. The object to be decontaminated includes the contaminated soil and the contaminated water. One or both of them are collected and introduced into the eluting solvent. The radioactive materials dissolved into the eluting solvent

and the object area to be decontaminated are separated into solid and liquid. The soil after solid-liquid separation and from which the radioactive material is removed is collected, and the eluting solvent after solid-liquid separation and a separated liquid containing contaminated water are introduced into the electrolysis tank and electrolyzed. The decontamination method for soil and the like includes depositing metal ions such as the radioactive materials on the cathode. Hydrogen containing tritium generated in electrolysis is collected in the electrolysis tank. The hydrogen is moved to the outside of the electrolysis tank and trapped.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

2	表土	3	田地
4	污染水	5	水田
6	雜草	7	水稻或雜草
10	分離槽	11	吸入軟管
13	電解槽	17	污染土壤(除污對象物)
17a	除污土壤	24	水
30	密閉容器	30a	絕緣披覆
31	陰極	32	引線
33	電源	34	開關
35	捕集容器	36	析出構件
37	分離液	38	捕獲管
39	氫氣充填裝置	40	抽吸汞
41	氣體儲罐	42	吸附過濾器
43	pH 感測器	49	洗提溶劑(碳酸水)
50	攪拌葉片	52	固液導管
53	固液分離過濾器	54	排出管
55	排出閥	56	分離液導管
65	土壤活性劑	72	安全閥
73	氧排出管	d	抽吸或採集深度

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

圖式

圖 1

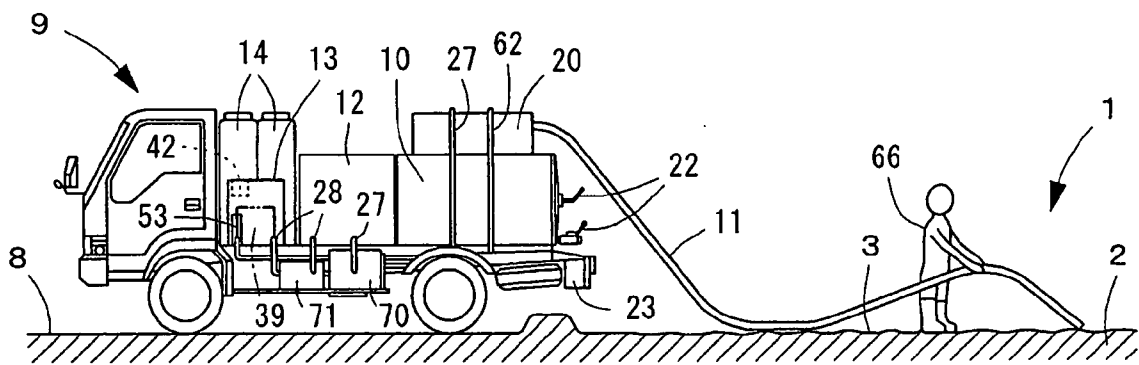


圖 2

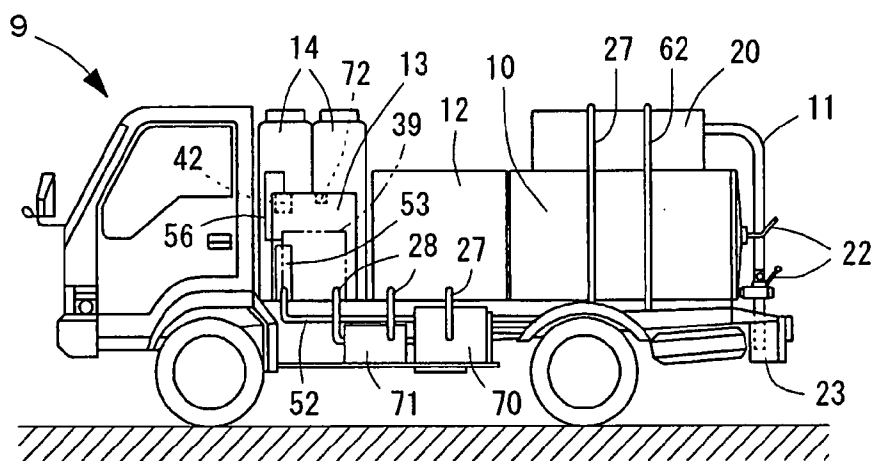


圖 3

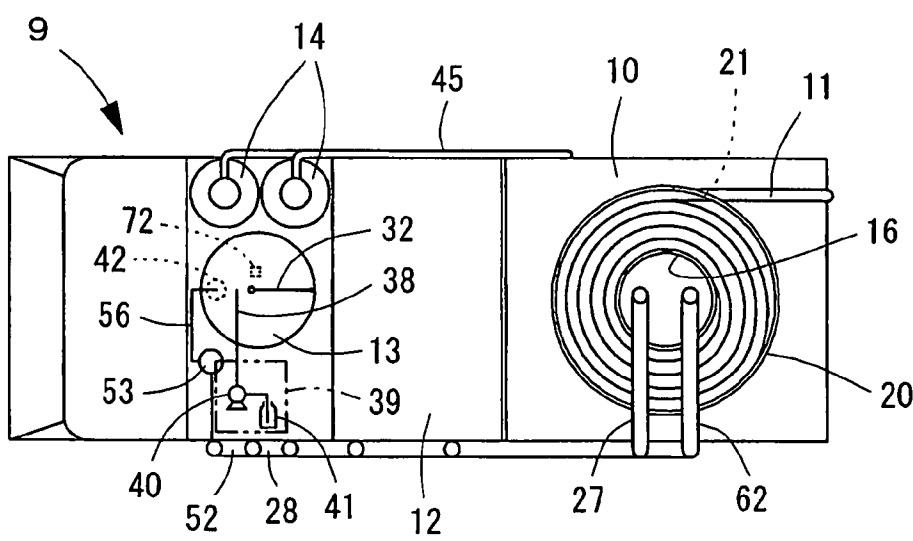
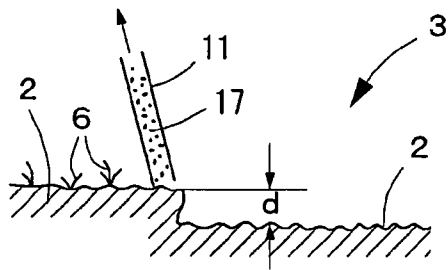


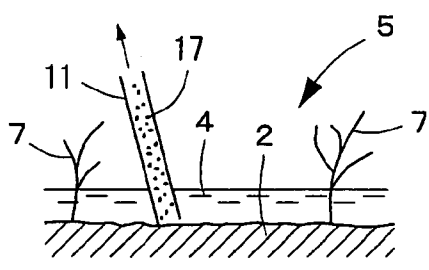
圖 4

本發明之土壤除污作業步驟

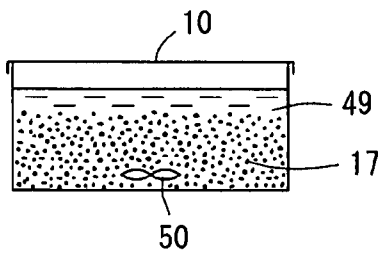
(a) 採集污染土壤



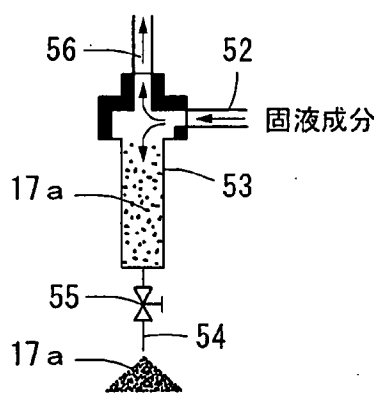
(b) 採集除污土壤、氙水



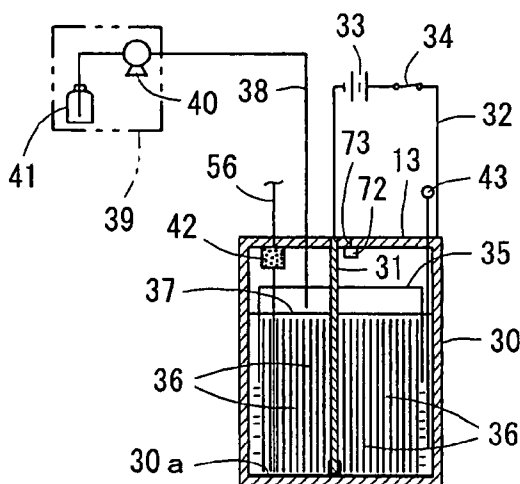
(c) 以碳酸水溶出、攪拌放射性銫、
氣



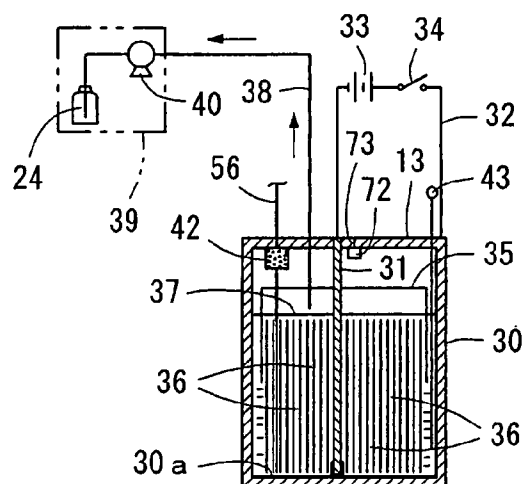
(d) 固液分離除污土壤及污染水



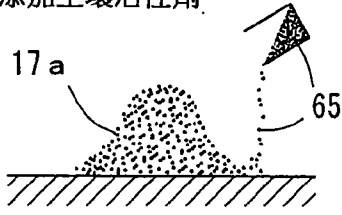
(e) 電解分離液；放射性銫、鋇、
重金屬於陰極析出；捕集溶出氙
之氫



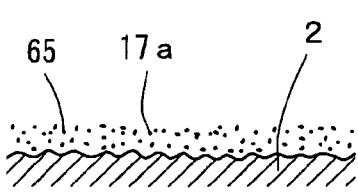
(f) 將捕集之氫充填至氣體儲罐



(g) 添加土壤活性劑



(h) 將除污土壤、改良土壤送回原來田地



污染土壤及污染水導入前

圖 5

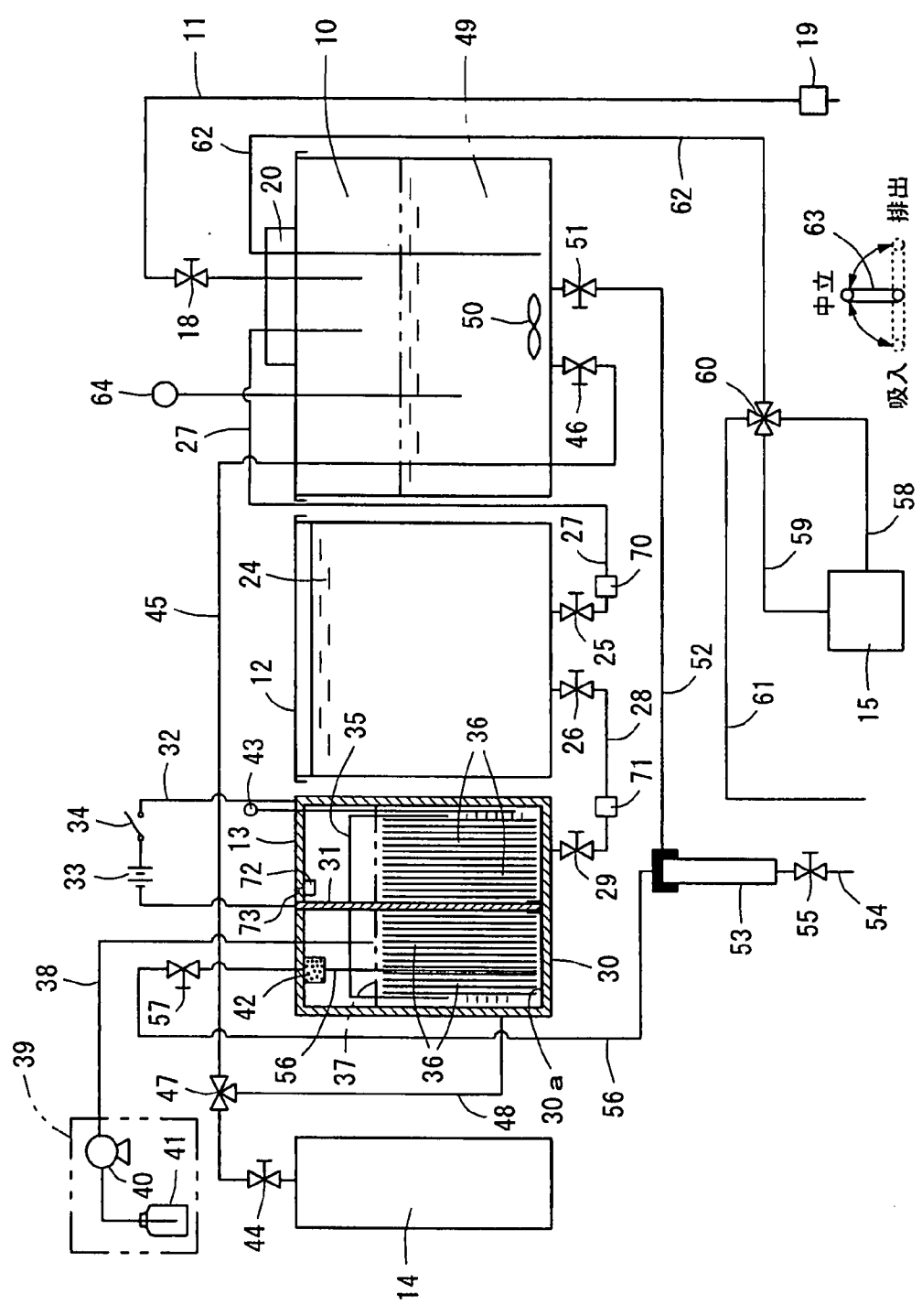
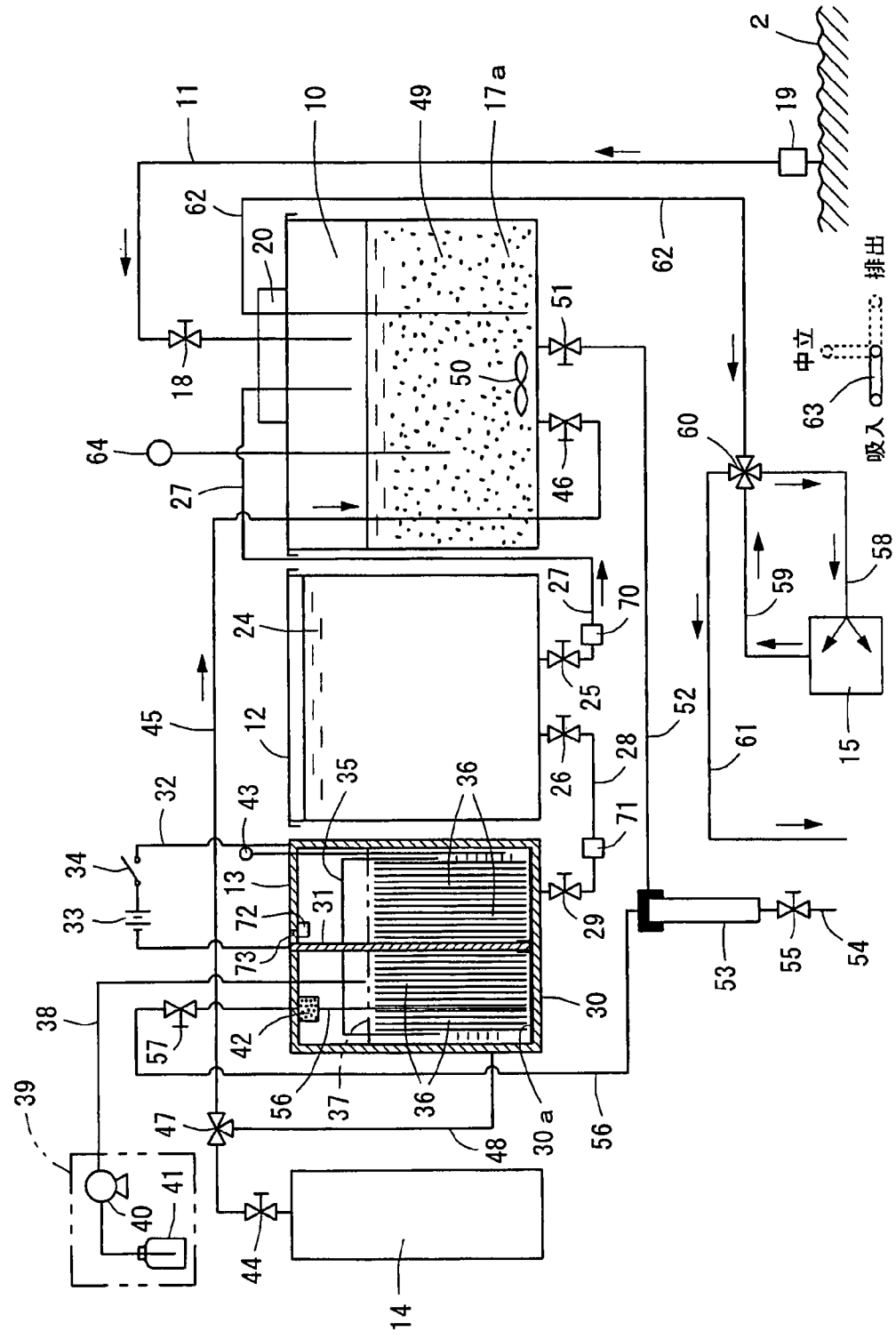
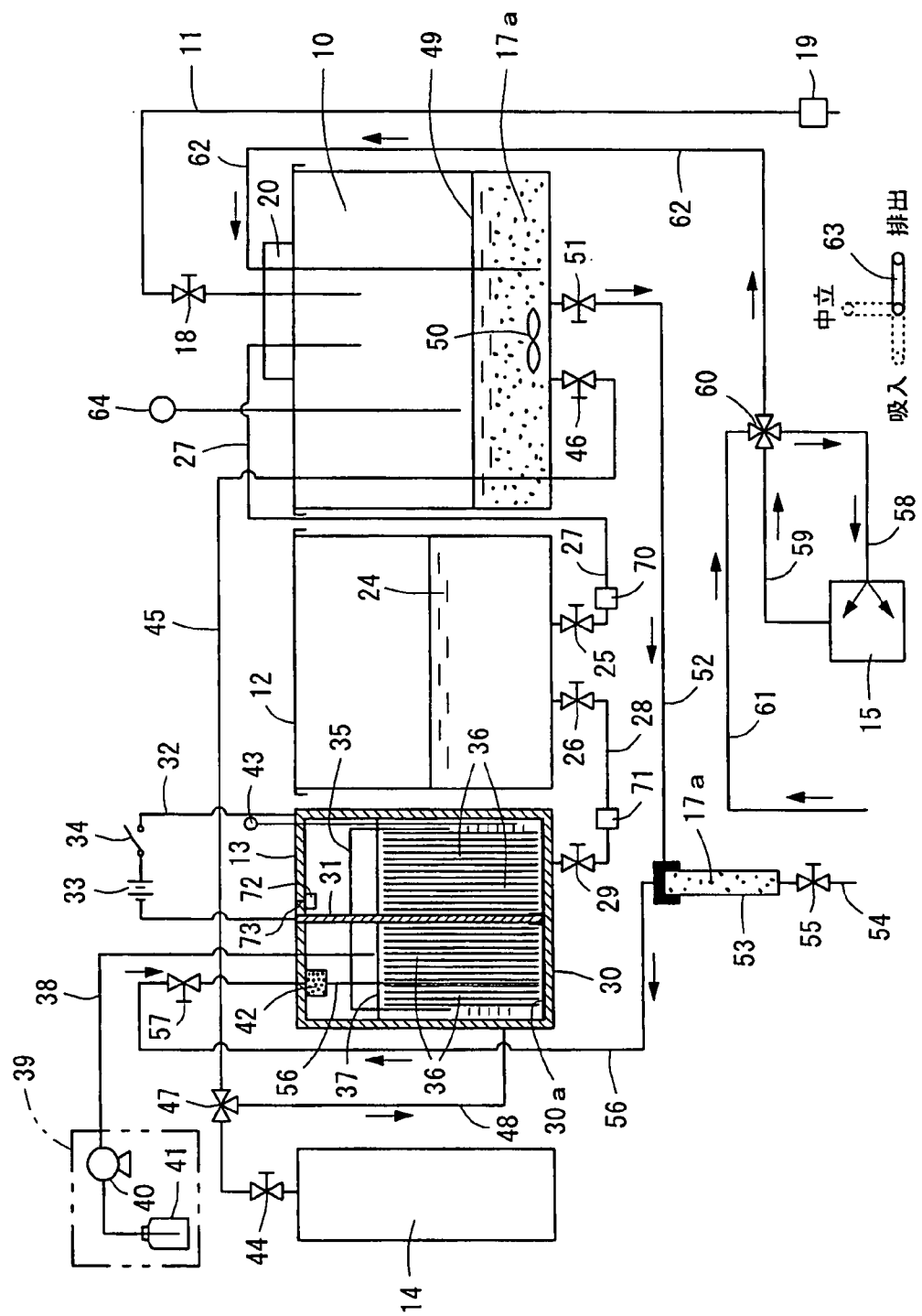


圖 6 製作碳酸水、污染土壤及污染水的導入、分離、分



分離絕後、固液分離碳酸水及污染土壤、導入分離液至電解槽

圖 7



$$\infty$$

於電解槽電解分離液、鉍離子、金屬離子於陰極析出、捕集、捕獲含有氫之氫

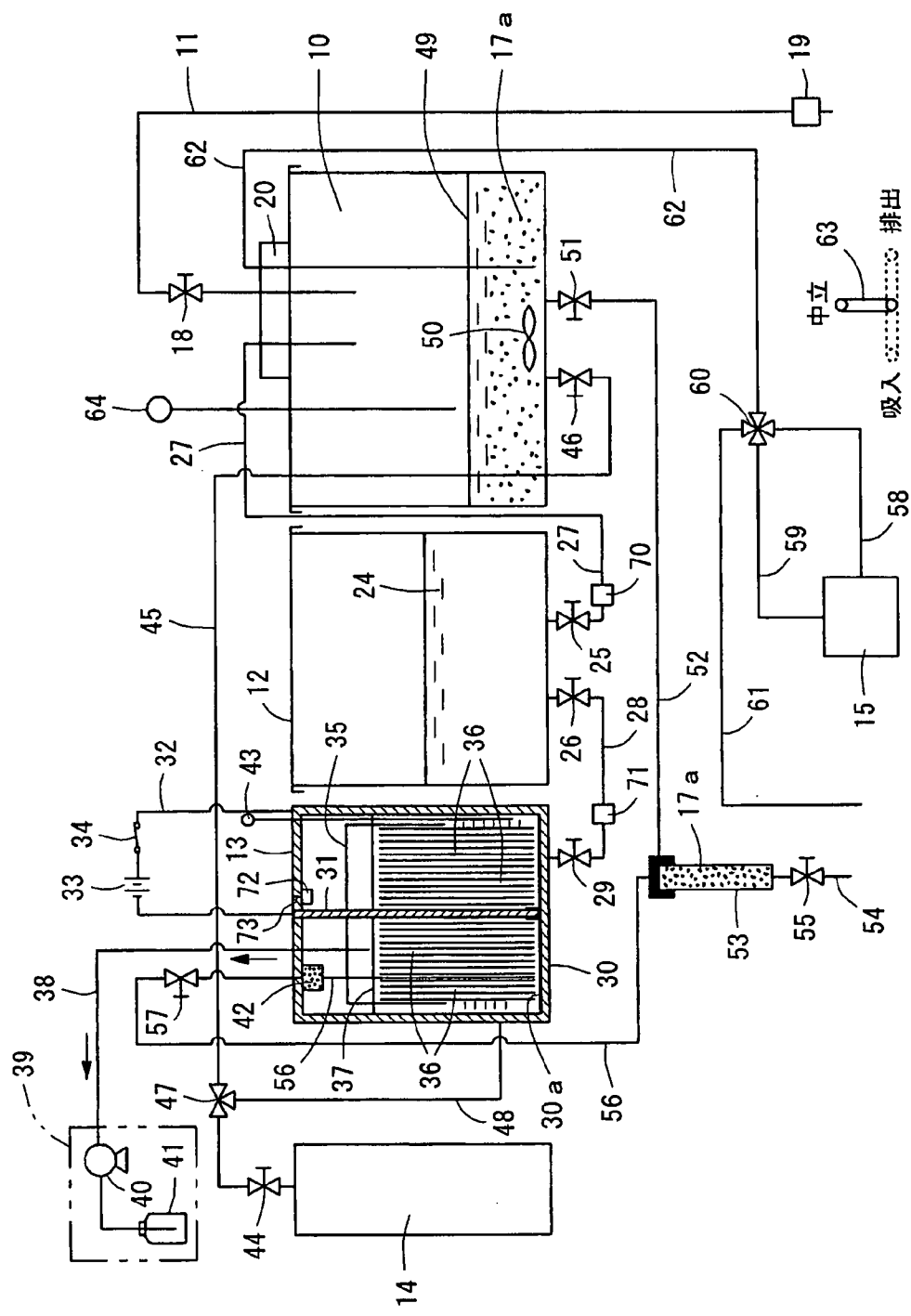
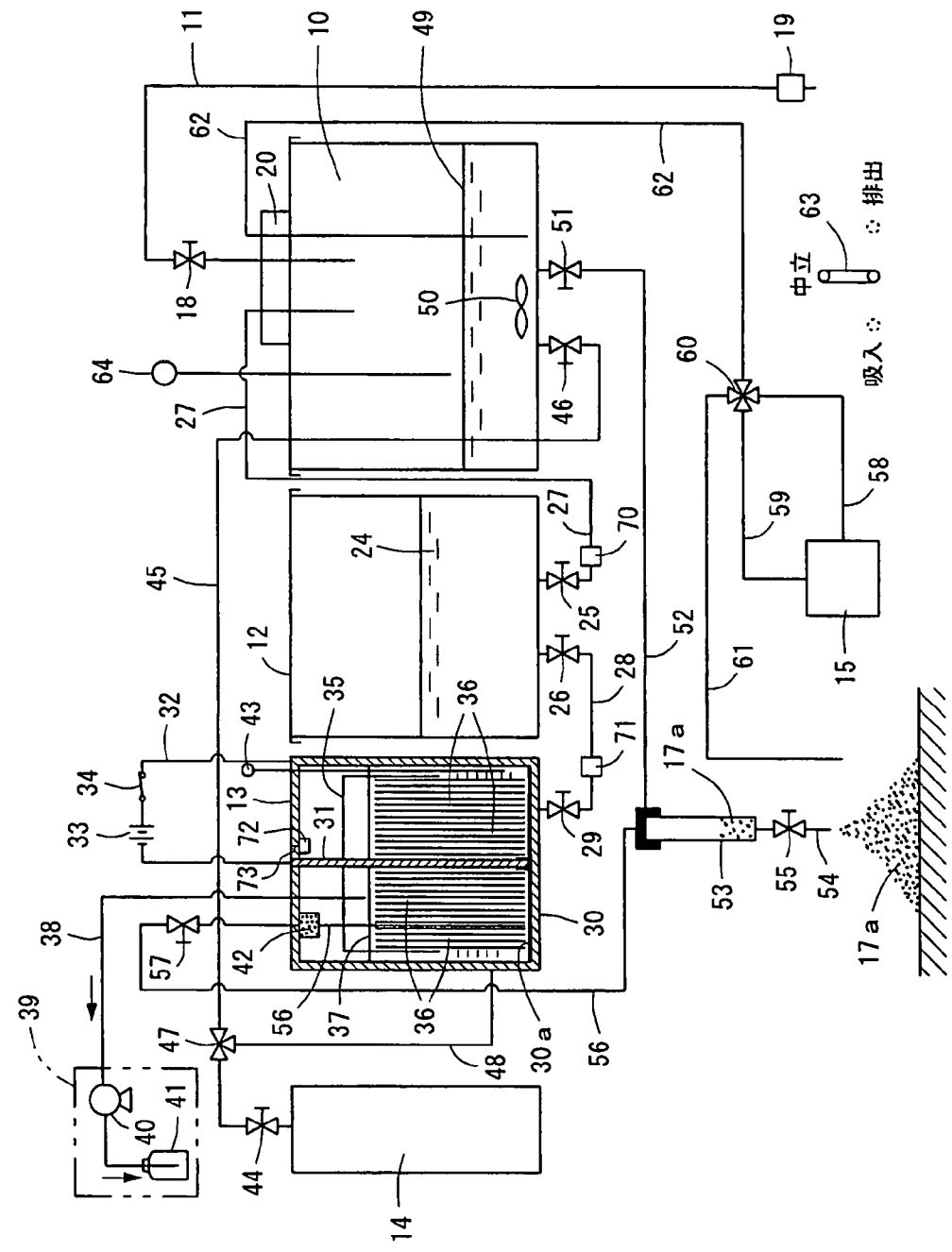


圖 9 回收除污土壤、將氫充填至氣體儲罐



10

電解後，乾淨的分離液回歸分離槽

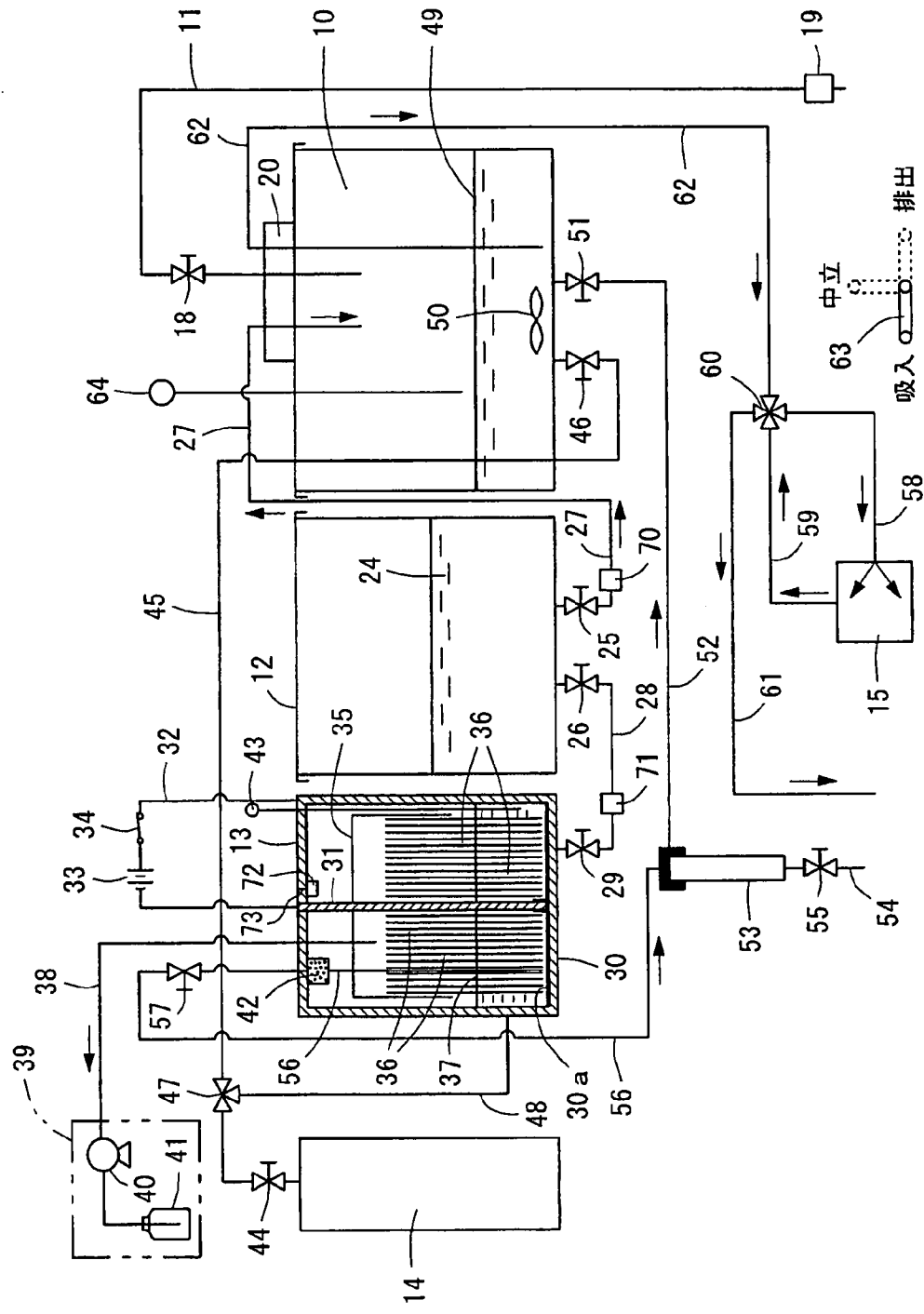


圖 11

使用過後之電解槽的保管

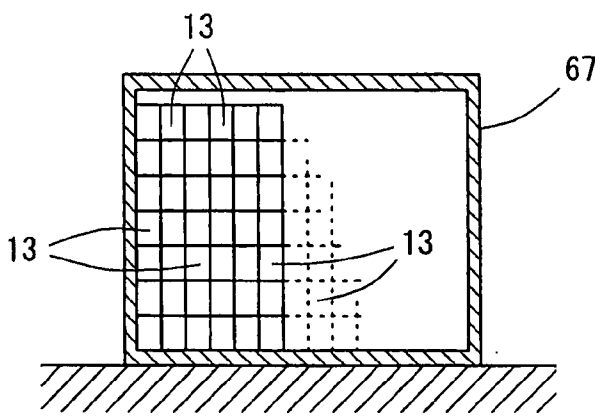


圖 12

使用過後之電解槽的保管

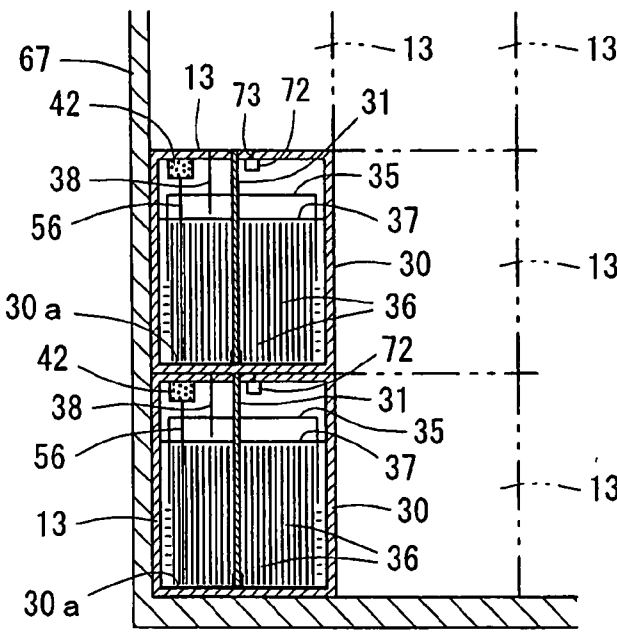
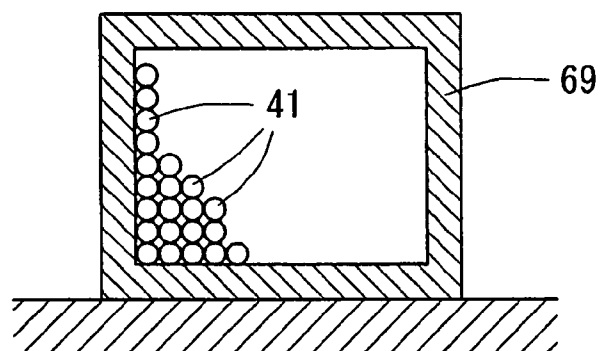


圖 13

充填氫氣後之氣體儲罐的保管



申請專利範圍

替換本

1. 一種土壤等之除污方法，其為採集被氙水污染的污染土壤或污染水並導入至分離槽之碳酸水中，由含有上述土壤與碳酸水與氙水之固液混合成分將不含氙水之土壤固液分離並回收，將包含氙水與碳酸水的分離液導入於電解槽並電解，在電解槽內部捕集因該電解而產生的包含氙的氫，將該氫移動到電解槽的外部並捕獲的除污方法，其特徵在於：

使捕集容器之開口部沒入至分離液中，於該捕集容器內之分離液之液面上方之氫補集空間配置連通於氫氣填充裝置之捕獲管之一端，將捕集空間內之氫氣導入至氫氣填充裝置並填充於氣體儲罐中，將該氣體儲罐保管在有別於使用過之電解槽之保管設備而另外設置之保管設備中。

2. 如請求項 1 之土壤等之除污方法，其中，於下述各步驟結束後，施行於電解槽中之電解：被氙水污染之污染土壤或污染水於除污對象地的採集步驟；分離槽中之碳酸水的製作步驟；上述污染土壤或污染水對分離槽的導入步驟；含有土壤與碳酸水與氙水之固液混合成分的固液分離步驟；固液分離後之含有氙水與碳酸水之分離液對電解槽的導入步驟；由該分離液進行之陰極與析出構件與捕集容器之下半部的浸漬步驟；以及將捕獲管之一端配置於氫補集空間、將另一端連接於氫氣填充裝置的配管步驟。

3. 如請求項 1 之土壤等之除污方法，其中，在使用過的電解槽的內部留置陰極和複數之析出構件、析出於此等的放射性物質等的金屬離子、捕集容器、分離液的殘液、及吸附過濾器，並一併保管在有別於氣體儲罐之保管設備而另外設置之保管設備中。

4. 如請求項 2 之土壤等之除污方法，其中，將連接於使用過之電解槽之外周面的氣體導管、及連接於上述電解槽之上下端面的分離液導管與捕獲管與引線切斷，使上述外周面與上下端平滑形成，將使用過之電解槽以立式姿勢堆積配置於保管設備內。

5. 如請求項 1 之土壤等之除污方法，其中，撤去使用過的電解槽後，於新的電解槽連接未被放射性物質污染之撤去前之分離液導管的一端，並將該分離液導管之另一端連接於撤去前之固液分離過濾器上，將捕獲管之一端連接於新的電解槽的密閉容器，將捕獲管之另一端連接於撤去前之氫氣填充裝置之抽吸泵。

6. 如請求項 1 之土壤等之除污方法，其中，將具備除污設備之除污車輛移動到被氫水污染之污染土壤或污染水的採集地，於該採集地停放除污車輛並作動而吸引採集上述污染土壤或污染水，將採集之污染土壤或污染水導入至除污車輛所搭載的分離槽之碳酸水中，由含有土壤與碳酸水與氫水之固液混合成分將不含氫水之土壤固液分離並回收，並且將包含氫水與碳酸水的分離液導入於除污車輛所搭載的電解槽並電解，在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氫的氫，將該氫移動到電解槽之外部之氫氣填充裝置並填充於氣體儲罐中，保管在有別於使用過之電解槽之保管設備而另外設置之保管設備中。

7. 如請求項 1 之土壤等之除污方法，其中，採集被放射性銫或氫水污染的污染土壤或污染水並導入至分離槽之碳酸水中，由含有土壤與碳酸水與放射性銫或氫水之固液混合成分將不含放射性銫或氫水之土壤固液分離並回收，將包含放射性銫或氫水與碳酸水的分離液導入於電解槽並電解，回收析出於陰極的放射性銫與金屬離

子，並且在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氫的氫，將該氫移動到電解槽之外部之氫氣填充裝置並填充於氣體儲罐中，保管在有別於使用過之電解槽之保管設備而另外設置之保管設備中。

8. 一種土壤等之除污系統，其設置成可採集被氫水污染的污染土壤或污染水並導入至分離槽之碳酸水中，並設置成可由含有上述土壤與碳酸水與氫水之固液混合成分將不含氫水之土壤固液分離並回收，並且設置成可將包含氫水與碳酸水的分離液導入於電解槽並電解，並設置成可在電解槽內捕集因該電解而產生的包含氫的氫，可將該氫移動到電解槽的外部並捕獲的除污系統，其特徵在於：

配置成使捕集容器之開口部沒入至分離液中，於該捕集容器內之分離液之液面上方之氫補集空間配置連通於氫氣填充裝置之捕獲管之一端，設置成可將捕集空間內之氫氣導入至氫氣填充裝置並填充於氣體儲罐中，並可將該氣體儲罐保管在有別於使用過之電解槽之保管設備而另外設置之保管設備中。

9. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，於下述各步驟結束後，可施行於電解槽中之電解：被氫水污染之污染土壤或污染水於除污對象地的採集步驟；上述污染土壤或污染水對分離槽的導入步驟；含有土壤與碳酸水與氫水之固液混合成分的固液分離步驟；固液分離後之含有氫水與碳酸水之分離液對電解槽的導入步驟；由該分離液進行之陰極與析出構件與捕集容器之下半部的浸漬步驟；以及將捕獲管之一端配置於氫補集空間、將另一端連接於氫氣填充裝置的配管步驟。

10. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，在使用過的電解槽的內部留置陰極與所配置之複數之析出構件、析出於此等的放射性

物質等的金屬離子、捕集容器、分離液的殘液、及吸附過濾器，並一併保管在有別於氣體儲罐之保管設備而另外設置之保管設備中。

11. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，將連接於使用過之電解槽之外周面的氣體導管、及連接於上下端面的分離液導管與捕獲管與引線切斷，使上述外周面與上下端平滑形成，可將使用過之電解槽以立式姿勢堆積配置於保管設備內。

12. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，撤去使用過的電解槽後，於新的電解槽連接撤去前之分離液導管的一端，並將該分離液導管之另一端連接於撤去前之固液分離過濾器，將捕獲管之一端連接於新的電解槽的密閉容器，將捕獲管之另一端連接於氫氣填充裝置之抽吸泵，於陰極之上端部連接引線之一端，將引線之另一端連接於劃分電解槽之密閉容器。

13. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，設置成可將具備除污設備之除污車輛移動到被氫水污染之污染土壤或污染水的採集地，並設置成可於該採集地停放除污車輛並作動而吸引採集上述污染土壤或污染水，並設置成可將採集之污染土壤或污染水導入至除污車輛所搭載的分離槽之碳酸水中，並設置成可將含有土壤與碳酸水與氫水之固液混合成分導入至固液分離過濾器，設置成可經由該固液分離過濾器將不含氫水之土壤固液分離並回收，並且，設置成可將包含氫水與碳酸水的分離液導入於除污車輛所搭載的電解槽並電解，設置成可回收析出於陰極的放射性物質等之金屬離子，並且設置成可在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氫的氫，並設置成可將該氫移動到電解槽之外部並捕獲，設置成可將該氫氣填充於外部之氫氣填充裝置之氣體儲罐中，可將填充了氫氣之氣體儲罐保

管在保管設備中。

14. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，設置成可採集被放射性銫或氚水污染的污染土壤或污染水並導入至分離槽之碳酸水中，並設置成可將土壤與碳酸水與放射性銫或重金屬等之金屬離子、含有氚水之固液混合成分導入至固液分離過濾器，並設置成可經由該固液分離過濾器將放射性銫或重金屬等之金屬離子、不含氚水之土壤固液分離並回收，並且設置成可將放射性銫或重金屬等之金屬離子、包含氚水與碳酸水的分離液導入於電解槽並電解，回收析出於陰極的放射性銫、重金屬等之金屬離子，另一方面設置成可在電解槽內部捕集因電解而產生的包含氚的氫，並設置成可將該氫移動到電解槽之外部並捕獲，並設置成可將所捕獲之氫氣填充在設置於外部之氫氣填充裝置之氣體儲罐中，可將填充了氫氣之氣體儲罐保管在保管設備中。

15. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，將上述捕集容器形成為深底之圓筒狀，可於其內側收容陰極與複數之析出構件，並且使其開口側配置成沒入於分離液中，可於該捕集容器內之分離液之液面上方形成氫補集空間。

16. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，將上述捕集容器之外周配置於電解槽之內面附近。

17. 如請求項 8 之土壤等之除污系統，其中，將上述氫氣填充裝置配置成鄰接於電解槽。