

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-38009

(P2014-38009A)

(43) 公開日 平成26年2月27日(2014.2.27)

(51) Int.Cl.

G 2 1 F 9/28 (2006.01)

F I

G 2 1 F 9/28 5 2 1 A

G 2 1 F 9/28 Z

G 2 1 F 9/28 5 2 2 A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-179643 (P2012-179643)
 (22) 出願日 平成24年8月13日 (2012.8.13)

(71) 出願人 501241645
 学校法人 工学院大学
 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 4 番 2 号
 (71) 出願人 711010116
 川上 勇
 群馬県渋川市八木原 7 8 1 番地 2
 (71) 出願人 512211442
 株式会社 日本中性子光学
 埼玉県和光市南 2 - 3 - 1 3 和光理研イ
 ンキュベーションプラザ 4 0 7
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳

最終頁に続く

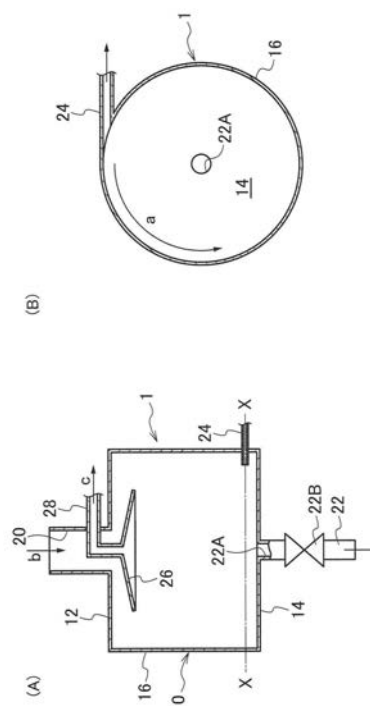
(54) 【発明の名称】 放射性物質除去装置および放射性物質除去方法

(57) 【要約】

【課題】被汚染物から放射性物質を効果的に除去できる放射性物質除去装置および放射性物質除去方法の提供。

【解決手段】上面 1 2 と底面 1 4 と側壁面 1 6 とを有する円筒状容器 1 0 と、円筒状容器 1 0 の側壁面 1 6 に設けられ、円筒状容器 1 0 の側壁面 1 6 内側に対して接線方向に水を噴出して側壁面 1 6 内側に沿った水流を形成するノズル 2 4 と、汚染土砂を水流中に投入するために上面 1 2 に設けられた土砂投入口 2 0 と、汚染土砂に含まれる雲母等の微粒子成分を捕集して排出するために、円筒状容器 1 0 の内部における中心部に設けられた捕集部 2 6 と、前記汚染土砂のうち、微粒子成分が除去された残余物を排出するために底面 1 4 に設けられた土砂排出管 2 2 と、を有する放射性物質除去装置である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上面と底面と円筒状の側壁面とを有する円筒状容器と、
前記円筒状容器の側壁面に設けられ、前記円筒状容器の内部に、前記側壁面に対して接線方向に水を噴出して前記側壁面に沿った水流を形成するノズルと、
前記上面に設けられ、放射性物質で汚染された被汚染物を前記水流中に投入する投入口と、
前記円筒状容器における中心部に設けられた微粒子成分捕集部と、
前記底面に設けられ、前記被汚染物のうち、前記微粒子成分が除去された残余物を排出する残余物排出部と、
を有する放射性物質除去装置。

10

【請求項 2】

前記円筒状容器の底面は下方に向かって縮小する円錐状である請求項 1 に記載の放射性物質除去装置。

【請求項 3】

前記円筒状容器の底面は平板状である請求項 1 または 2 に記載の放射性物質除去装置。

【請求項 4】

前記投入口は前記円筒状容器の上面の中央部に設けられている請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の放射性物質除去装置。

【請求項 5】

前記微粒子成分捕集部の取入口は、下方に向かって拡大する円錐形状である請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の放射性物質除去装置。

20

【請求項 6】

前記ノズルから噴出される水の圧力は 5 MPa 以上である請求項 1 に記載の放射性物質除去装置。

【請求項 7】

円筒状容器の内部において、前記円筒状容器の側壁面内側に沿った水流を形成し、
放射性物質を除去しようとする被汚染物を、前記円筒状容器の上面に設けた投入口から前記水流に投入し、前記被汚染物に含まれる微粒子成分を前記円筒状容器の内部における中心部において捕集、排出し、
前記被汚染物のうち、前記微粒子成分が除去された残余を前記円筒状容器の底面に設けた排出部から排出する
放射性物質除去方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性物質除去装置および放射性物質除去方法に係り、特に放射性物質で汚染された被汚染物から放射性物質を除去する放射性物質除去装置および放射性物質除去方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

原子力発電所の事故により飛散した放射性物質による土壌汚染が各地で問題になっている。現状では、水中に溶けている放射性セシウムを除去する方法は確立されているが、放射性物質で汚染された土砂から放射性物質を除去する方法は確立されていない。

【0003】

そこで、放射性物質で汚染された土砂については、表面を削り取って除去する方法が取られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0004】

しかしながら、前記方法によれば、放射性物質で汚染された土砂だけでなく、汚染されていない土砂まで削り取られるから、保管すべき被汚染物の量が膨大になる。

【0005】

本発明は、上記問題を解決すべく成されたものであり、放射性物質で汚染された土砂のような被汚染物から放射性物質を効果的に除去できる放射性物質除去装置および放射性物質除去方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様は、上面と底面と円筒状の側壁面とを有する円筒状容器と、前記円筒状容器の側壁面に設けられ、前記円筒状容器の内部に、前記側壁面に対して接線方向に水を噴出して前記側壁面に沿った水流を形成するノズルと、前記上面に設けられ、放射性物質で汚染された被汚染物を前記円筒状容器に投入する投入口と、前記円筒状容器の中心部に設けられた微粒子成分捕集部と、前記底面に設けられ、前記被汚染物から前記微粒子成分が除去された残余物を排出する残余物排出部と、を有する放射性物質除去装置に関する。

【0007】

前記放射性物質除去装置においては、放射性物質で汚染された土壌等の被汚染物は、投入口から円筒状容器に投入されると、ノズルから噴出された高圧水によって、円筒状容器の側壁面に沿って強く攪拌される。したがって、土砂の各成分には水流からの遠心力が加わる。土砂中の石英や長石等、粒径の大きな成分は、水流によって粉碎されにくく、前記水流によって大きな遠心力を受けて側壁面に向かって移動する。一方、雲母や植物石、粘土鉱物などの微粒子成分は円筒状容器内部における中心部に集まる。

【0008】

したがって、微粒子成分は、円筒状容器の内部における中心部に設けられた微粒子成分捕集部で捕集され、外部に排出される。

【0009】

一方、微粒子成分が除去された残余の成分は、残余成分排出部から外部に排出される。

【0010】

ここで、放射性セシウムのような放射性物質は、被汚染物の成分のうち、主に雲母や植物石、粘土鉱物のような微粒子成分と結合する。したがって、被汚染物に含まれる放射性物質の多くが、微粒子成分に移行して微粒子成分捕集部で捕集され排出される。したがって、放射性物質が効果的に除去される。

【0011】

したがって、残余物排出部から排出された残余物に含まれる放射性物質の量は、放射性物質が除去される前の被汚染物に含まれていた放射性物質の量と比較してはるかに少なく、保管の必要も無くなる。

【0012】

本発明の第2の態様は、本発明の第1または第2の態様の放射性物質除去装置において前記円筒状容器の底面が下方に向かって縮小する円錐状であるものに関する。

【0013】

前記放射性物質除去装置においては、円筒状容器の底面が下方に向かって縮小する円錐状であるので、ノズルから噴出された高圧水は、側壁面内側に沿って回転しつつ、残余物排出部に向かう下降流を形成する。

【0014】

したがって、円筒状容器の底面が平板状であるものと比較して残余物が残余物排出部からより効果的に排出される。

【0015】

本発明の第3の態様は、本発明の第1または第2の態様の放射性物質除去装置において、前記円筒状容器の底面が平板状であるものである。

【0016】

前記放射性物質除去装置においては、円筒状容器の底面が平板状であるから、底面が円錐状であるものと比較して円筒状容器の作成が容易である。

【0017】

本発明の第4の態様は、本発明の第1～第3の何れかの態様の放射性物質除去装置において、投入口が前記円筒状容器の上面の中央部に設けられているものに関する。

【0018】

円筒状容器内部においては、ノズルから噴出された高圧水による水流によって形成される水流に作用する遠心力のため、水面高さは、中心部が低く、外周部が高くなる。したがって、円筒状容器の上面の中央部に投入口を設けた場合には、上面の外周面に投入口を設けた場合と比較して円筒状容器の高さをより低くすることができる。

10

【0019】

本発明の第5の態様は、本発明の第1～第4の何れかの態様の放射性物質除去装置において、微粒子成分捕集部の取入口が下方に向かって拡大する円錐形状であるものに関する。

【0020】

前記放射性物質除去装置においては、微粒子成分捕集部の取入口が下方に向かって拡大する円錐形状とされているから、円筒状容器の中心部に集まった微粒子成分をより効果的に捕集できる。

【0021】

本発明の第6の態様は、本発明の第1の態様に係る放射性物質除去装置において、前記ノズルから噴出される水の圧力を5MPa以上としたものである。

20

【0022】

前記放射性物質除去装置においては、ノズルから噴出される水の圧力を5MPaとしているが、この圧力は、土砂中で雲母や粘土鉱物が大きな粒子を形成していたときに、これを粉砕して微粒子成分とするのに十分な圧力である。

【0023】

本発明の第7の態様は、円筒状容器の内部において、前記円筒状容器の側壁面内側に沿った水流を形成し、放射性物質を除去しようとする被汚染物を、前記円筒状容器の上面に設けた投入口から前記水流に投入し、前記被汚染物に含まれる微粒子成分を前記円筒状容器の内部における中心部において捕集し、前記被汚染物のうち、前記微粒子成分が除去された残余を前記円筒状容器の底面に設けた排出部から排出する放射性物質除去方法に関する。

30

【0024】

第1の態様のところで述べたように、前記放射性物質除去方法によれば、ノズルから噴出された水によって形成される水流によって円筒状容器の側壁面に沿った流れが形成される。したがって、被汚染物に含まれる成分のうち、石英や長石などの粒径の大きな成分は、雲母などの微粒子成分と比較して前記流れからの遠心力をより強く受ける。これにより、粒径の大きな成分は、円筒状容器の側壁面近傍に、微粒子成分は円筒形容器の中心部に集まる。したがって、円筒形容器の中心部に集まった微粒子成分を捕集して配すつすることにより、被汚染物に含まれる放射性物質は除去される。

40

【発明の効果】

【0025】

以上説明したように本発明によれば、被汚染物から放射性物質を効果的に除去できる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1(A)は、実施形態1の放射性セシウム除去装置を軸線に沿って切断した断面を示す断面図であり、図1(B)は、実施形態1の放射性セシウム除去装置を図1(A)においてノズルを含む平面X-Xで切断した断面を示す断面図である。

【図2】図2(A)は、実施形態1の放射性セシウム除去装置を軸線に沿って切断した断

50

面を示す断面図であり、図 2 (B) は、実施形態 1 の放射性セシウム除去装置を図 1 (A) においてノズルを含む平面 X-X で切断した断面を示す断面図である。

【図 3】図 3 は、実施形態 1 の放射性セシウム除去装置で土壌から雲母、植物石、および粘土鉱物を除去した残りの部分を示す拡大写真である。

【図 4】図 4 は、実施形態 1 の放射性セシウム除去装置で雲母、植物石、および粘土鉱物を除去する前の土壌の様子を示す拡大写真である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

1. 実施形態 1

以下、本発明の放射性物質除去装置に包含される放射性セシウム除去装置の一例につき、図面を用いて詳細に説明する。

【0028】

<構成>

図 1 (A) および図 1 (B) 示すように、実施形態 1 に係る放射性セシウム除去装置 1 は、平板状の上面 12 と平板状の底面 14 と円柱面上の側壁面 16 とを有する円筒状容器 10 と、本発明の投入口の一例であって上面 12 の中央部に設けられた土砂投入口 20 と、本発明の残余物排出部の一例であって底面 14 の中央部に接続された土砂排出管 22 と、側壁面 16 における底面 14 近傍に設けられたノズル 24 と、本発明の微粒子成分捕集部の一例であって、円筒状容器 10 の内部における中心部に設けられた捕集部 26 と、を有する。

【0029】

図 1 (A) および図 1 (B) に示すように、土砂排出管 22 は、円筒状容器 10 の底面 14 の中心部に開口し、土砂排出口 22A を形成すると共に、途中には土砂排出管 22 を開閉するための開閉弁 22B が介装されている。

【0030】

図 1 (A) および図 1 (B) に示すように、ノズル 24 は、全体として管状であって、底面 14 に対して平行であって、側壁面 16 の形成する円周に対して接線方向に延在する。ノズル 24 は、他端において高圧水ポンプ（図示せず）に接続されている。ノズル 24 から噴出される水の流量は、捕集部 26 からの排水を凝集処理する都合上、なるべく少ないのが好ましいが、円筒状容器 10 の内部で土砂から雲母や、植物石、粘土鉱物等を分離するのに十分な回転速度が得られる程度の流量が好ましい。また、ノズル 24 の内径は、噴出すべき水の圧力および流量に応じて適宜設定できるが、0.5mm～2mm程度が好ましい。

【0031】

図 1 (A) に示すように、捕集部 26 は、下方に向かって拡大する円錐状であって円筒状容器 10 の中心部における上面 12 の近傍に位置する。捕集部 26 の頂部には外部に連通する排出管 28 が接続され、捕集部 26 で捕集された微粒子成分は、排水とともに排出管 28 から外部に排出される。排出管 28 は、排水中の微粒子成分を凝集、沈殿させて除去する廃水処理槽（図示せず）に連通している。

【0032】

<作用>

先ず、土砂投入口 20 から円筒状容器 10 の内部に、放射性セシウムで汚染された土砂を投入する。

【0033】

次いで、放射性セシウム除去装置 1 においてノズル 24 から水を噴出させる。ノズル 24 における水の噴出圧は特に制限は無いが 3MPa 以上が好ましく、特に 5MPa 以上が好ましい。但し、あまり噴出圧が高いと高圧水ポンプ等におけるエネルギー消費が過大になるから、噴出圧は 100MPa 以下が好ましい。また、水の噴出圧が 5MPa のときの水量は、毎分 10～20リットル程度が好ましいが、ノズル 24 の内径に応じて適宜設定できる。

10

20

30

40

50

【0034】

図4に示すように、土砂は、通常、石英や長石等の粒子の表面に、雲母、植物石、およびトルマリンのような粘土鉱物等の微粒子が付着した構造を有している。土砂には、更に、雲母等が単独で混合している。したがって、ノズル24からの水流によって発生するキャビテーション効果と粒子同士が衝突する粒子衝突効果とにより、図3に示すように粒子表面の微粒子や土砂に混合していた雲母等は石英や長石の粒子から分離される。一方、粒子を構成する石英や長石は水流によっては殆ど細分化しない。

【0035】

ノズル24から噴出された水は、図1(B)において矢印aで示すように、側壁面16の内側の面に沿って円周状の流れを形成するから、水流中の粒子、微粒子、雲母はそれぞれ水流とともに図1(B)の矢印(a)の方向に回転し、遠心力を受ける。ここで、石英や長石等の粒子は、雲母や植物石、粘土鉱物等の微粒子よりも遥かに重量が大きいから、受ける遠心力も大きい。したがって、石英や長石等の粒子は円筒状容器10の側壁面16近傍に集まる。一方、雲母等の微粒子は円筒状容器10の中心に集まり、捕集部26で捕集される。

10

【0036】

ノズル24から円筒状容器10には一定の流量で水が供給されるから、図1(A)において矢印cで示すように、微粒子や雲母を含む水は、捕集部26で捕集されて雲母排出管28を通して外部の廃水処理槽に排出される。廃水処理槽においては、排水中の雲母や植物石、粘土鉱物が凝集剤によって沈殿除去される。

20

【0037】

一方、石英や長石の粒子は、底面14の周縁部に集まる。石英や長石の粒子が底面14上にある程度溜まったところで開閉弁22Bを開けると、底面14上に溜まった粒子は水と共に土砂排出口22Aから土砂排出管22を通して円筒状容器10の外部に排出される。

【0038】

なお、放射性セシウム除去装置1においては、円筒状容器10に所定量の土砂を投入後、ノズル24から水を噴出させて放射性セシウムの除去を行ってもよく、土砂を連続的に投入しながら放射性セシウムの除去を行ってもよい。

【0039】

土砂中の放射性セシウムは、主に土砂中の雲母、植物石、および粘土鉱物と結合している。したがって、円筒状容器10中でこれらの微粒子を土砂から分離することにより、土砂に含まれていた放射性セシウムを除去できる。

30

【0040】

放射性セシウム除去装置1においては、液体サイクロンの原理で雲母や植物石、粘土鉱物などの微粒子を土壌から分離しているから、界面活性剤は不要である。したがって、微粒子を分離するコストが低減され、また、界面活性剤による環境汚染の可能性もない。

【0041】

また、土壌中に粒径約200 μ m以上と粒径の大きな雲母や粘土鉱物粒子が含まれる場合においても、ノズル24からの水流による粒子衝突効果によってこれらの粒子は微細に粉碎されるから、土壌中の石英や長石などの粒子と分離できる。

40

【0042】

また、泡選別によって雲母や植物石、粘土鉱物などの微粒子を分離する場合と比較して処理時間は約1/3と短くなる上、泡選別による分離においては必要であった消泡設備が不要となる。

【0043】

更に、土砂が粘土鉱物を含んでいる場合においても粘土鉱物を効果的に分離することができる。

【0044】

2. 実施形態2

50

以下、本発明の放射性物質除去装置に包含される放射性セシウム除去装置の別の例につき、図面を用いて詳細に説明する。なお、図2において図1と同一の符号は、前記符号が図1において示すのと同じ構成要素を示す。

【0045】

<構成>

図2(A)および図2(B)に示すように、実施形態2に係る放射性セシウム除去装置2においては、円筒状容器10の底面は、平板上ではなく、下方に向かって縮小する円錐面15とされている。そして、円錐面15の下端に土砂排出管22が接続されている。

【0046】

放射性セシウム除去装置2は、上記の点を除いては実施形態1の放射性セシウム除去装置1と同一の構成を有する。

10

【0047】

<作用>

図2(B)において矢印aで示すように、ノズル24から円筒状容器10の側壁面16に沿って円筒状容器10の内部に水を噴出するとともに、図2(A)において矢印bで示すように、放射性セシウムで汚染された土砂を土砂投入口20から投入すると、ノズル24からの水流によって発生するキャビテーション効果と粒子同士が衝突する粒子衝突効果とにより、粒子表面の微粒子や土砂に混合していた雲母等は、石英や長石の粒子と分離される。

【0048】

20

そして、水流からの遠心力によって、石英や長石の粒子のように重い粒子は、円筒状容器10の周壁部に集まり、雲母や植物石、粘土鉱物の微粒子のように軽い粒子は中心部に集まる。

【0049】

ここで、ノズル24からの水流によって、円筒状容器10の内部には円錐面15の壁面に沿って螺旋状の下降流が生じているから、石英や長石の粒子はこの下降流に乗って円錐面15の下端部に向かい、土砂排出管22から排出される。

【0050】

一方、円筒状容器10の中心部には、逆に上昇流が発生するから、円筒状容器10の中心部10に集まった雲母や植物石、粘土鉱物の微粒子は、この上昇流に乗って捕集部26に集まり、図1(A)において矢印cで示すように、上昇流を形成する水流と共に排出管28から外部に排出される。

30

【0051】

放射性セシウム除去装置2は、実施形態1の放射性セシウム除去装置1が有する特長に加え、土砂からの雲母、植物石、および粘土鉱物の分離と排出を連続的に行えるため、土砂の連続処理に特に好適に使用できるという特長を有する。

【0052】

以上、本発明の放射性物質除去装置を放射性セシウムで汚染された土砂の処理に使用する例について説明したが、本発明の放射性物質除去装置は、住宅や道路をブラストで除染した後のブラスト材の再生や、所謂ホットスポットにおける土砂の除染等にも好適に使用される。

40

【実施例】

【0053】

以下、本発明の放射性物質除去装置を放射性セシウム汚染土壌の除染荷使用した例について説明する。本実施例においては、放射性物質除去装置は実施形態1のところで述べた構成を有する放射性セシウム除去装置であって、円筒状容器10の内径が200mm、高さが150mm、内容積が4.7リットルであって、ノズル24の内径が1mmのものを使用した。また、ノズルからの水の噴出圧を5MPa、水量を約12リットル毎分とした。除染結果は以下のとおりであった。

50

【 0 0 5 4 】

(1) 実施例 1

土砂として、郡山市内で採取されたホットスポット汚染土砂を使用した。土砂質は、砂質土砂であって粒径 0.1 mm 以下の粒子の含有比が 20 % のものを使用した。

土砂の質量は分離前が 380 g であり、放射性セシウム除去装置による分離後が 240 g であった。したがって除去率は 37 % であった。また、放射線量は、分離前が 203,000 Bq / kg であり、分離後は 23,000 Bq であった。したがって、減線率は 89 % であった。

【 0 0 5 5 】

(2) 実施例 2

土砂として、南相馬市で採取された汚染水田表土を用いた。土砂質は、細砂を含む粘性土であって、粒径 0.1 mm 以下の粒子の含有比が野物を用いた。

土砂の質量は分離前が 100 g であり、放射性セシウム除去装置による分離後が 40 g であった。したがって除去率は 60 % であった。また、放射線量は、分離前が 13,410 Bq / kg であり、分離後は 1,060 Bq であった。したがって、減線率は 92 % であった。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

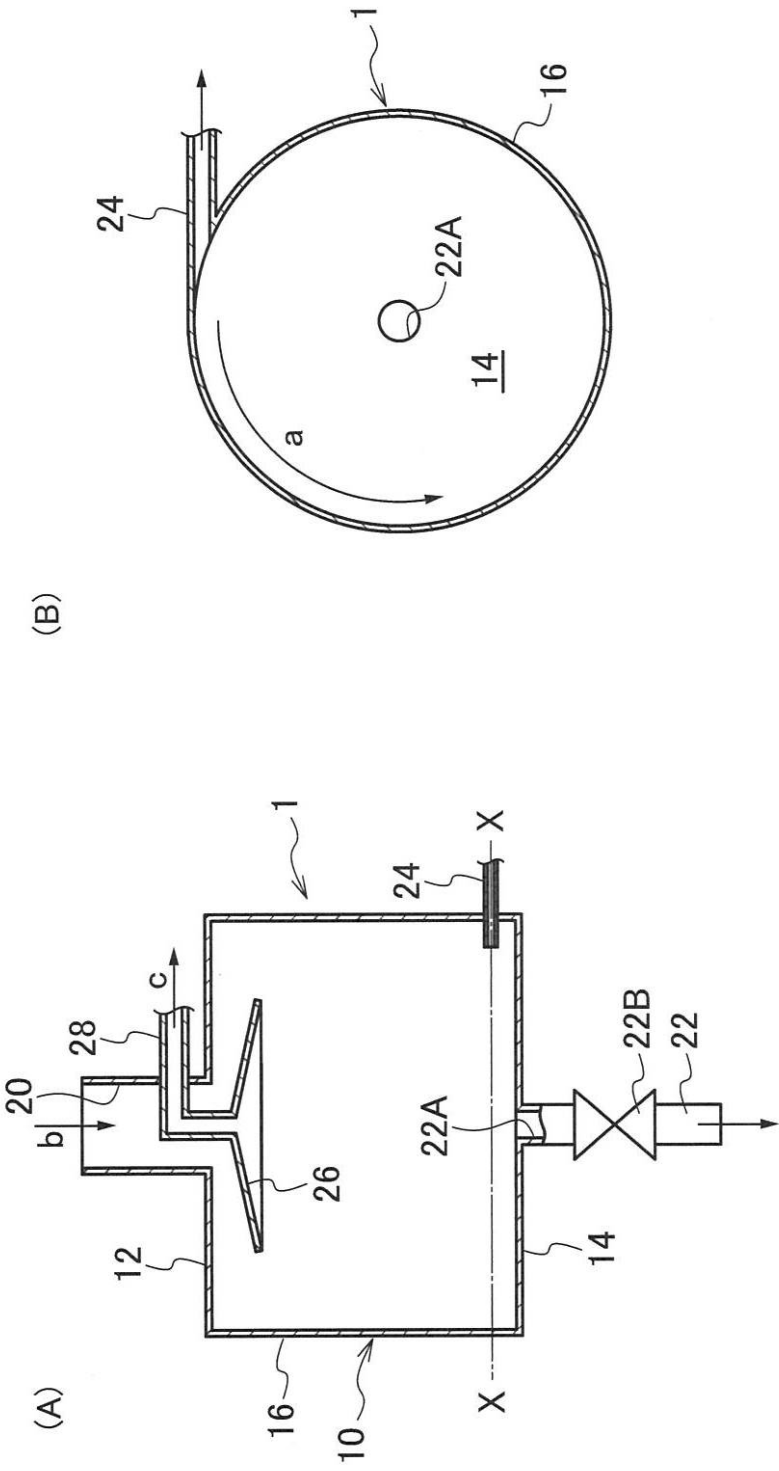
- 1 放射性セシウム除去装置
- 2 放射性セシウム除去装置
- 10 円筒状容器
- 12 上面
- 14 底面
- 15 円錐面
- 16 側壁面
- 20 土砂投入口
- 22 土砂排出管
- 22A 土砂排出口
- 24 ノズル
- 24 底面
- 26 捕集部
- 28 排出管

10

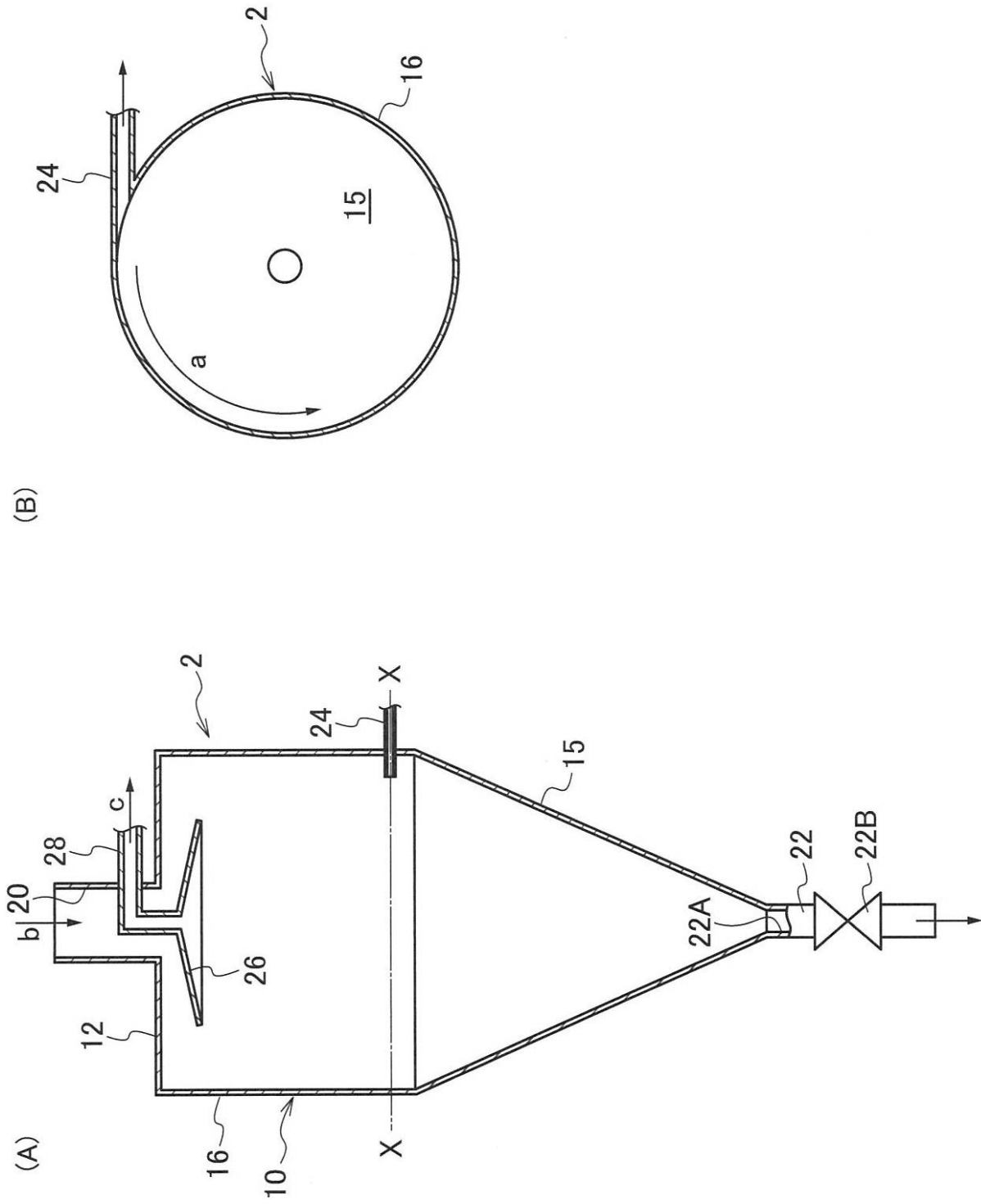
20

30

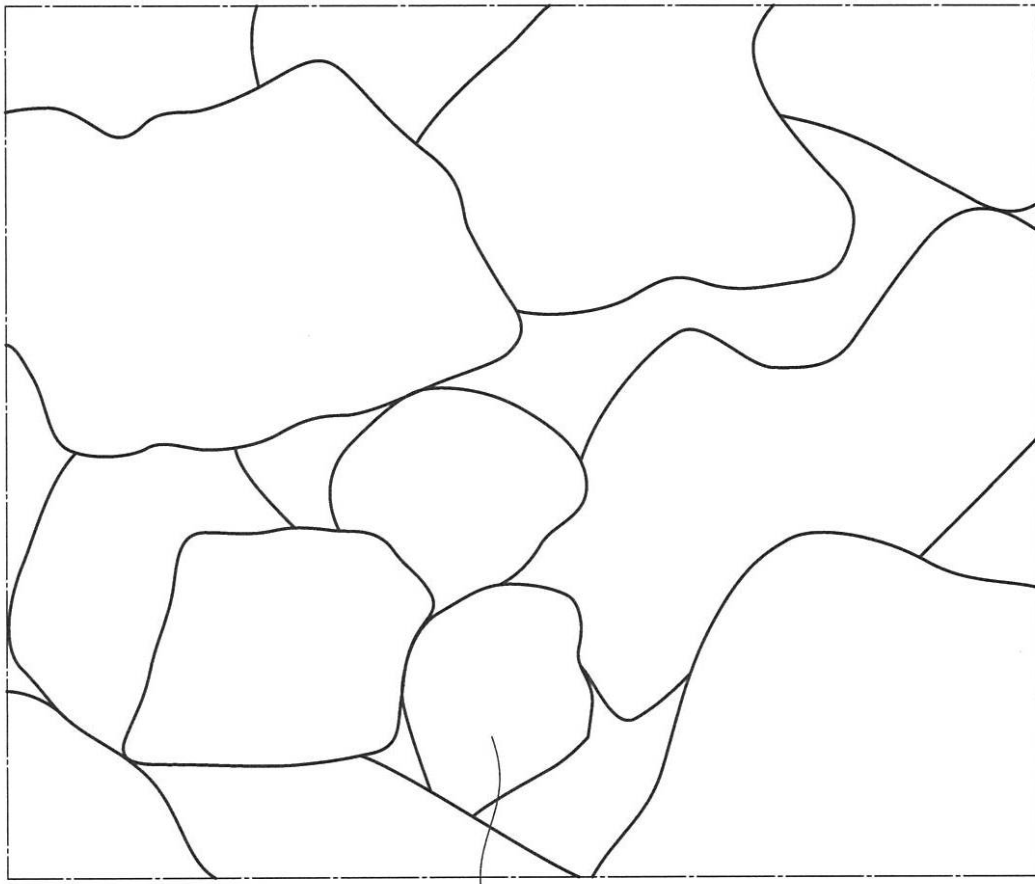
【図 1】



【図 2】



【図 3】



粒子(石英、長石等)

【図 4】



粒子(石英、長石等)

微粒子成分(雲母、植物石、粘土鉱物等)

フロントページの続き

(74)代理人 100099025

弁理士 福田 浩志

(72)発明者 川上 勇

群馬県渋川市八木原 7 8 1 番地 2

(72)発明者 奥村 丈夫

埼玉県和光市南 2 - 3 - 1 3 和光理研インキュベーションプラザ 4 0 7 株式会社日本中性子光
学内

(72)発明者 坂本 哲夫

東京都新宿区西新宿 1 - 2 4 - 2 工学院大学内