

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6049176号
(P6049176)

(45) 発行日 平成28年12月21日(2016.12.21)

(24) 登録日 平成28年12月2日(2016.12.2)

(51) Int.Cl. F 1
GO 1 T 1/167 (2006.01)
 GO 1 T 1/167 C
 GO 1 T 1/167 E
 GO 1 T 1/167 K

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-204235 (P2012-204235)	(73) 特許権者	505374783 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地 1
(22) 出願日	平成24年9月18日(2012.9.18)	(73) 特許権者	591058792 日本金属化学株式会社 東京都練馬区旭町3-12-19
(65) 公開番号	特開2013-83636 (P2013-83636A)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公開日	平成25年5月9日(2013.5.9)	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
審査請求日	平成27年6月22日(2015.6.22)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(31) 優先権主張番号	特願2011-217998 (P2011-217998)	(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
(32) 優先日	平成23年9月30日(2011.9.30)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体が収容される、外部の放射線を遮蔽可能な測定室と、
 前記測定室に取り付けられた放射線検出器と、
 前記測定室に設けられたガス供給口およびガス排出口と、
 不活性ガス供給系と、
 放射性物質の吸着剤を充填した吸着剤容器と、
 前記不活性ガス供給系と前記測定室のガス供給口とを接続する供給配管と、
 前記測定室のガス排出口と前記吸着剤容器とを接続する排出配管と、
 前記吸着剤容器を通過した不活性ガスを前記測定室のガス供給口へ戻す循環配管と、
 前記測定室の前段に設けられた前処理室とを有し、
 前記前処理室は、被検体の放射線量を測定する第1の予備モニター室と、被検体にエア
 を吹き付けるエアジェット室と、エア吹き付け後の被検体の放射線量を測定する第2の予
 備モニター室とを有する
 ことを特徴とする放射線測定装置。

10

【請求項2】

前記測定室は、放射線検出器を夫々有した複数のブロックと、被検体を載置するテー
 ブルと、このテーブルを駆動する駆動機構とを備えていることを特徴とする請求項1に記載
 の放射線測定装置。

【請求項3】

20

前記前処理室の上流側および下流側に、被検体を搬送するコンベアを配置した屈曲したエルボを夫々設けたことを特徴とする請求項1に記載の放射線測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放射線測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

福島第一原子力発電所事故により多量の放射性物質が外部環境に放出され、放射性物質による汚染が深刻な問題になっている。そこで、人体に対する安全性を考慮して各種の放射線測定が行われている。特に、放射線量の高い食品を人間が食べると内部被爆による健康被害の原因となるため、食品の放射線量を簡便かつ迅速に測定できる装置が要望されている。

10

【0003】

このような放射線測定装置には、食品を細かく刻んだりすることなく、食品そのままの状態、あるいは食品を梱包した状態で放射線を測定できることが望まれる。こうした用途には、たとえば特許文献1に記載されているような小型の家庭用放射線メータを用いるよりも、人体用のいわゆるホールボディカウンターと同様に、比較的大型の放射線測定装置を用いることが適している。

【0004】

しかし、現状ではすでに外部環境へ放出された放射性物質によるバックグラウンドレベルが高いため、測定すべき食品などの被検体の放射線量を正確に測定することが困難になっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4448944号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、バックグラウンドの放射線量を減少させて、被検体の放射線量をより正確に測定することができる放射線測定装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、被検体が収容される、外部の放射線を遮蔽可能な測定室と、前記測定室に取り付けられた放射線検出器と、前記測定室に設けられたガス供給口およびガス排出口と、不活性ガス供給系と、放射性物質の吸着剤を充填した吸着剤容器と、前記不活性ガス供給系と前記測定室のガス供給口とを接続する供給配管と、前記測定室のガス排出口と前記吸着剤容器とを接続する排出配管と、前記吸着剤容器を通過した不活性ガスを前記測定室のガス供給口へ戻す循環配管と、前記測定室の前段に設けられた前処理室とを有し、前記前処理室は、被検体の放射線量を測定する第1の予備モニター室と、被検体にエアを吹き付けるエアジェット室と、エア吹き付け後の被検体の放射線量を測定する第2の予備モニター室とを有することを特徴とする放射線測定装置が提供される。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、バックグラウンドの放射線量を減少させて、被検体の放射線量をより正確に測定することができる放射線測定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明に係る放射線測定装置の構成図。

50

【図 2】本発明に係る放射線測定装置の測定室の斜視図。

【図 3】本発明に係る、前処理室を備えた放射線測定装置の構成図。

【図 4】本発明に係る放射線測定装置の前処理室に含まれるエアジェット室の斜視図。

【図 5】本発明に係る他の放射線測定装置の測定室の説明図。

【図 6】本発明に係る、前処理室を備えた他の放射線測定装置の構成図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0011】

[第 1 の実施形態]

図 1 は本発明に係る放射線測定装置 10 の構成図、図 2 は放射線測定装置の測定室の斜視図である。

【0012】

測定室 11 は外部の放射線を遮蔽可能になっており、その内部にコンベア（図示せず）上に載置されて被検体（図示せず）が収容される。測定室 11 の内部の大きさは、測定しようとする被検体の大きさに応じて適宜設計される。測定室 11 の壁面は鋼板 111 上に高密度ポリエチレン 112、鉛 113 および無酸素銅 114 を積層した構造になっており、鋼板 111 が測定室 11 の外面側、無酸素銅 114 が測定室 11 の内面側になる。図 2 に示すように、測定室 11 の壁面のうち互いに対向する 2 つの側壁 11a、11b は横方向にスライドできるようになっている。被検体は、コンベア 27 により外部から一方の側面を通して測定室 11 内へ搬入され、測定室 11 内から他方の側面を通してコンベア 28 により外部へ搬出される。なお、コンベア 27、28 は、スライドする側壁 11a、11b に干渉しないように構成されている。

【0013】

測定室 11 の内壁面には放射線検出器 12 が取り付けられている。放射線検出器 12 は 1 個でもよいが、複数個取り付けることが好ましい。放射線検出器 12 は、 γ 線を検出するためのヨウ化ナトリウムシンチレータと光電子増倍管とを組み合わせたものでもよいし、 α 線、 β 線を検出するためのガイガーミュラー計数管でもよいし、これらの両者を用いてもよい。複数個の放射線検出器 12 を取り付けることにより、被検体のどの位置から放射線が放射されているのかを知ることができる。測定室 11 内には、上部にガス供給口 13 が、下部にガス排出口 14 が設けられている。

【0014】

測定室 11 の上部のガス供給口 13 には供給配管 15 が接続され、供給配管 15 には不活性ガス供給系 16 が接続されている。不活性ガス供給系 16 から供給される不活性ガスは、供給配管 15 を通してガス供給口 13 から測定室 11 内へ入り、ダウンフローを形成する。不活性ガス供給系 16 からガス供給口 13 までの供給配管 15 の途中には、バルブ V9、V1、V2 が順次設けられ、バルブ V2 からガス供給口 13 までの間の供給配管 15 にはガス流量計（G1）17 および放射線メータ（R1）18 が接続されている。放射線メータ 18 は、測定室 11 内へ入る不活性ガス中の放射線量を測定するものである。

【0015】

測定室 11 内の下部のガス排出口 14 には排出配管 19 が接続され、排出配管 19 の末端は吸着剤容器 21 内の下部まで挿入されている。吸着剤容器 21 内には吸着剤 22 として活性炭が収容されている。排出配管 19 の途中にはポンプ 20 が設けられている。ポンプ 20 には、たとえばマグネットポンプを用いることが好ましい。測定室 11 内のガス排出口 14 からポンプ 20 の作用により排出された不活性ガスは、吸着剤容器 21 内の吸着剤 22 の空隙を通過し、その間に測定室 11 から出た不活性ガス中に含まれる放射性物質が吸着される。ガス排出口 14 とポンプ 20 との間の排出配管 19 にはバルブ V4 が設けられ、ポンプ 20 と吸着剤容器 21 との間の排出配管 19 にはバルブ V5 が設けられている。

【0016】

10

20

30

40

50

吸着剤容器 21 の上部には循環配管 23 が取り付けられ、循環配管 23 はバルブ V9 とバルブ V1 との間の供給配管 15 に接続されている。吸着剤容器 21 を通過した不活性ガスは、循環配管 23 および供給配管 15 を通してガス供給口 13 から測定室 11 内へ戻される。循環配管 23 の途中には、放射線メータ (R2) 24 が接続されている。放射線メータ 24 は、吸着剤容器 21 から出た不活性ガス中の放射線量を測定するものである。吸着剤容器 21 と放射線メータ 24 との間の循環配管 23 にはバルブ V6 が設けられ、放射線メータ 24 と供給配管 15 との間の循環配管 23 にはバルブ V7 が設けられている。

【0017】

放射線メータ 24 とバルブ V7 との間の循環配管 23 にはベント配管 25 が接続されており、ベント配管 25 にはバルブ V8 が設けられている。吸着剤容器 21 から出た不活性ガス中の放射線量が低く、排気しても問題ない場合には、ベント配管 25 を通して外部へ排気されることもある。

10

【0018】

なお、バルブ V1 とバルブ V2 との間の供給配管 15 と、バルブ V4 とポンプ 20 との間の排出配管 19 との間には接続配管 26 が接続され、接続配管 26 にはバルブ V3 が設けられている。吸着剤容器 21 内に収容されている吸着剤 22 は、含有水分があると放射性物質を吸着する性能を著しく低下させ、放射線測定装置 10 の正常な稼働に支障を来す。そのため吸着剤容器 21 内に新規に吸着剤 22 を装荷した場合には、前もって吸着剤 22 に含有される水分を除去し、吸着剤 22 の性能を賦活化する必要がある。吸着剤 22 の性能賦活化に必要な水分除去のためバルブ V2、V4 および V7 を閉じ、バルブ V9、V1、V3、V5、V6、及び V8 を順次開けて、不活性ガス供給系 16 から供給される不活性ガスを供給配管 15、接続配管 26、ポンプ 20、排出配管 19 を経由して吸着剤容器 21 内に導入し、吸着剤容器 21 内の吸着剤 22 の空隙を通過させる。これにより吸着剤 22 内に吸蔵蓄積している水分が、不活性ガス側に移動混入し、吸着剤 22 内の水分が離脱除去される。この水分混入不活性ガスは、循環配管 23 およびベント配管 25 を通して外部へ排気放出される。

20

【0019】

第 1 の実施形態の放射線測定装置による測定は以下のようにして行われる。バルブ V3、V8 を閉じ、バルブ V9、V1、V2、V4～V7 を開け、ポンプ 20 を作動させて、不活性ガス供給系 16 の不活性ガスを、測定室 11 および吸着剤容器 21 を通過させ、再び測定室 11 に戻るように循環させる。この間に、放射線メータ 18、24 で測定される放射線量が目標値 (たとえば 10 ベクレル) 以下になったら、バックグラウンドの放射線量が低下したことがわかる。この状態で、測定室 11 内の圧力を外気が混入しないように外気圧 (大気圧) より若干高くして、バルブ V2 及びバルブ V4 を閉じ、不活性ガス供給系 16 およびポンプ 20 を停止する。1つの側壁 11a を横方向にスライドさせて開け、コンベア 27 により被検体を測定室 11 内へ搬入して、被検体を測定室 11 内に設置した後、側壁 11a を横方向にスライドさせて閉じる。この状態で、測定室 11 に取り付けられた放射線検出器 12 による放射線量の測定を行う。

30

【0020】

第 1 の実施形態の放射線測定装置によれば、バックグラウンドの放射線量を低下させることができるので、被検体から放射される放射線量を高精度に測定することができる。放射線量が許容値以下であれば被検体を良品ラインへ送り、放射線量が許容値を超えていれば被検体をラインから排除することができる。

40

【0021】

[第 2 の実施形態]

被検体が食品を梱包材 (たとえば段ボール箱) で梱包したものである場合、梱包材に放射性物質で汚染された汚染物質 (土壌など) が付着していると、汚染物質から放射される放射線量も加算されるため、図 1 および図 2 に示した本発明の放射線測定装置だけでは梱包材の内容物 (食品) から放射される放射線量の測定精度を上げるのが困難になる。

【0022】

50

このような場合には、測定室の前段に、梱包材から汚染物質を除去する前処理室を設けることが好ましい。この前処理室は、汚染物質を除去するためのエアジェット室を含んでいる。

【0023】

図3は前処理室を備えた放射線測定装置の構成図、図4は放射線測定装置の前処理室に含まれるエアジェット室の斜視図である。

【0024】

放射線測定装置10の測定室11の前段に設けられる前処理室30は、第1の予備モニター室40、エアジェット室50、および第2の予備モニター室60を接続することによって構成されている。第1の予備モニター室40の入口には開閉ゲート31、第1の予備モニター室40とエアジェット室50の間には開閉ゲート32、エアジェット室50と第2の予備モニター室60の間には開閉ゲート33、第2の予備モニター室60の出口には開閉ゲート34が設けられている。

10

【0025】

第1の予備モニター室40内にはコンベア41が設けられ、第1の予備モニター室40の内壁面には複数の放射線検出器42が取り付けられている。第1の予備モニター室40内には、上部にガス供給口43、下部にガス排出口44が設けられている。第1の予備モニター室40でも、図1を参照して説明した測定室11の場合と同様に、不活性ガスを循環させ、吸着剤に不活性ガス中の放射性物質を吸着させることにより、バックグラウンドの放射線量を低下させることができる。

20

【0026】

エアジェット室50内にはコンベア51が設けられ、エアジェット室50の内壁面には複数のエアジェットノズル52が取り付けられている。エアジェットノズル52は、コンベア51上に載せられた被検体（食品を梱包材で梱包したもの）にエアを吹き付けて、梱包材に付着している汚染物質を吹き飛ばして除去するためのものである。

【0027】

第2の予備モニター室60は、第1の予備モニター室40と同様な構造を有し、同様な機能をもつ。第2の予備モニター室60内にはコンベア61が設けられ、第2の予備モニター室60の内壁面には複数の放射線検出器62が取り付けられている。第2の予備モニター室60内には、上部にガス供給口63、下部にガス排出口64が設けられている。

30

【0028】

なお、図3では、第1の予備モニター室40および第2の予備モニター室60にバックグラウンドの放射線量を減少させる機構は設けているが、このような機構は必須ではない。

【0029】

第2の実施形態の放射線測定装置による測定は以下のようにして行われる。第1の予備モニター室40の入口の開閉ゲート31を開けて、外部から食品を梱包材で梱包した被検体（図示せず）を搬入し、第1の予備モニター室40内のコンベア41上に被検体を載せる。放射線検出器42により、搬入されたままの被検体から放射される放射線量を測定する。

40

【0030】

次に、開閉ゲート32を開けて、第1の予備モニター室40からエアジェット室50へ被検体を搬入し、エアジェット室50内のコンベア51上に被検体を載せる。この状態で、複数のエアジェットノズル52から被検体の梱包材にエアを吹き付けることにより、梱包材に付着している汚染物質を吹き飛ばす。汚染物質を吹き飛ばすために用いられたエアは、図示しない吸着剤容器へ送られて吸着剤による放射性物質の吸着が行われる。

【0031】

次いで、開閉ゲート33を開けて、エアジェット室50から第2の予備モニター室60へ被検体を搬入し、第2の予備モニター室60内のコンベア61上に被検体を載せる。放射線検出器62により、汚染物質を吹き飛ばした後の被検体から放射される放射線量を測

50

定する。

【0032】

第2の予備モニター室60の放射線検出器62で測定された放射線量が、第1の予備モニター室40の放射線検出器42で測定された放射線量よりも低くなって、測定室11での測定に可能なレベルになれば、エアジェット室50で汚染物質が十分に吹き飛ばされたと判断できる。この場合、開閉ゲート34を開けて第2の予備モニター室60から被検体を搬出する。この時点で、第1の実施形態で説明したように、測定室11内のバックグラウンドのレベルは十分に低下している。そこで、測定室11の側壁11aを開けて、被検体を測定室11内に搬入し、被検体から放射される放射線量を測定する。

【0033】

一方、第2の予備モニター室60の放射線検出器62で測定された放射線量が十分に低くない場合には、被検体をラインから排除するか、または被検体から汚染物質を除去する処理を行った後に被検体を再び前処理室30で上記と同様に前処理する。

【0034】

第2の実施形態の放射線測定装置によれば、被検体の梱包材に汚染物質が付着していてもそれを除去することができ、その後は第1の実施形態と同様にバックグラウンドの放射線量を低下させることができるので、被検体から放射される放射線量を高精度に測定することができる。

【0035】

[第3の実施形態]

平成24年4月の食品新基準で放射線の基準値が小さくなったことにより、例えば汚染された土地ではバックグラウンドが高くなり、小さな値を測定するのに時間がかかっていた。こうしたことから、放射線の測定前にバックグラウンドをできるだけ下げておく必要がでてきた。

【0036】

図5は放射線測定装置の一構成である測定室71を示し、図5(A)は測定室の展開図、図5(B)は組立直前の状態の図を示す。他の構成は、第1の実施形態の場合と同様である。

【0037】

測定室は、左右または上下方向に移動可能な4つのブロック72a, 72b, 72c, 72dより構成されている。各ブロック72a~72dの壁面は、第1の実施形態と同様、鋼板上に高密度ポリエチレン、鉛および無酸素銅を積層した構造になっている。また、各ブロック72a~72dの互いの接合面は階段状に形成されている。ブロック72aは、放射線検出器73、被検体74を載置するテーブル75、このテーブル75の下部に取り付けられた駆動軸76、及びこの駆動軸76を駆動するモーター77を備えている。ここで、駆動軸76およびモーター77より駆動機構が構成されている。前記ブロック72b~72dにも、放射線検出器73が設けられている。なお、図中の符号78は、エアジェットノズルを示す。

【0038】

こうした構成の放射線測定装置の測定室71における放射線測定は次のように行う。まず、被検体の放射線を測定した後、図5(A)に示すように、ブロック72b~72dを左右または上下方向に動かして被検体を取り出し、被検体が載置されていた領域をエアジェットノズル78により洗浄し、放射物質を除去する。つづいて、別な被検体74をテーブル75上に載置した後、ブロック72b~72dを移動して図5(B)に示すような状態にする。さらに、各ブロック72a~72dを左右又は上下に動かして微調整をし、測定室71を組み立てる。この後、モーター77で駆動軸76を回転することにより被検体74を回転しつつ、放射線検出器73により被検体74の放射線を検出する。

【0039】

第3の実施形態の放射線測定装置によれば、測定室71を4つのブロック72a~72dにより組み立て、これらのブロック72a~72dを展開した状態でエアジェットによ

10

20

30

40

50

り洗浄する構成にすることにより、測定室 7 1 内に残存する放射物質を予め除去できるので、次の被検体 7 4 から放射される放射線量をより高精度に測定することができる。

【0040】

[第4の実施形態]

本実施形態は、第2の実施形態において、図6に示すように、前処理室30の上流側および下流側に、夫々被検体を搬送するコンベア（図示せず）を配置した内部が空洞の湾曲したエルボー81a、81bを取り付けたことを特徴とするもので、その他の構成は第2の実施形態と同様である。ここで、エルボーの湾曲部は85°～95°程度に湾曲していることが、被検体の搬送、および外部からの放射線が前処理室に入るのを回避する点で好ましい。

10

【0041】

第4の実施形態の放射線測定装置によれば、前処理室30の上流側および下流側に湾曲したエルボー81a、81bを夫々取り付けたことにより、第2の実施形態の装置と比べ、放射線が外から直進して前処理室30に入ることを回避できるので、被検体から放射される放射線量をより高精度に測定することができる。

【0042】

なお、第4の実施形態では、湾曲したエルボーを用いた場合について述べたが、これに限らず、1回または2回以上90度に屈曲した部材を用いてもよい。

【符号の説明】

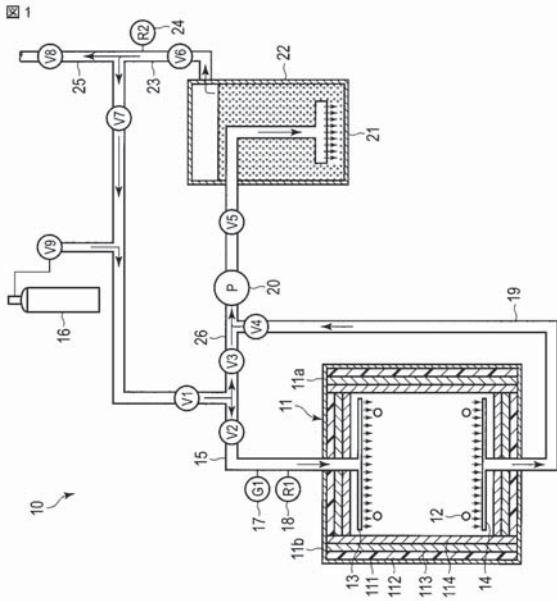
【0043】

10…放射線測定装置、11、71…測定室、11a、11b…側壁、12、73…放射線検出器、13…ガス供給口、14…ガス排出口、15…供給配管、16…不活性ガス供給系、17…ガス流量計、18…放射線メータ、19…排出配管、20…ポンプ、21…吸着剤容器、22…吸着剤、23…循環配管、24…放射線メータ、25…ベント配管、26…接続配管、27、28…コンベア、30…前処理室、31、32、33、34…開閉ゲート、40…第1の予備モニター室、41…コンベア、42…放射線検出器、43…ガス供給口、44…ガス排出口、50…エアジェット室、51…コンベア、52、78…エアジェットノズル、60…第2の予備モニター室、61…コンベア、62…放射線検出器、63…ガス供給口、64…ガス排出口、72a～72d…ブロック、74…被検体、75…テーブル、76…駆動軸、77…モーター、81a、81b…エルボー。

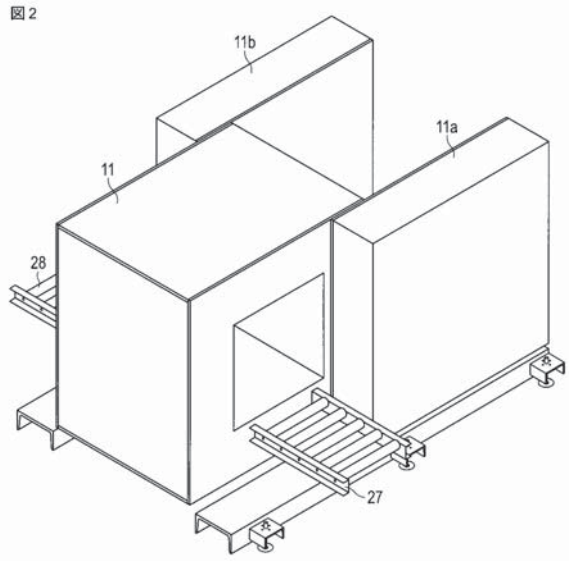
20

30

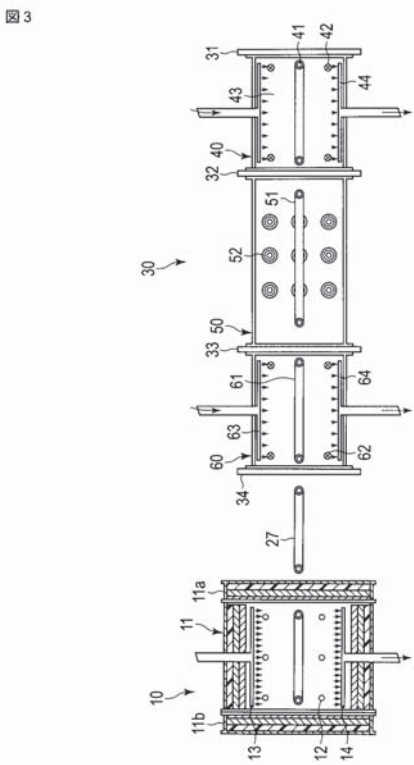
【図 1】



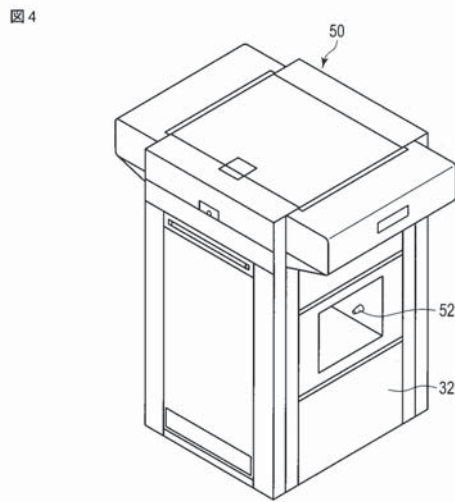
【図 2】



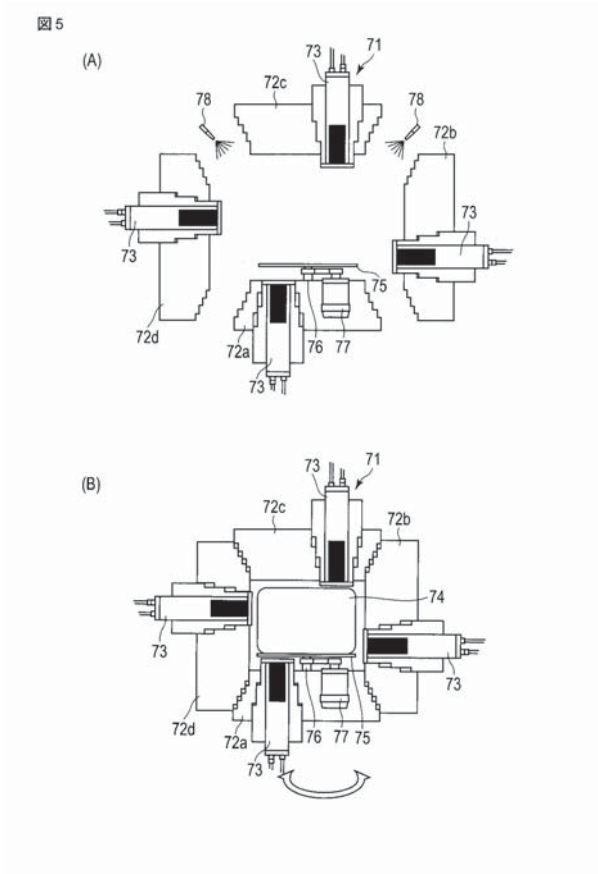
【図 3】



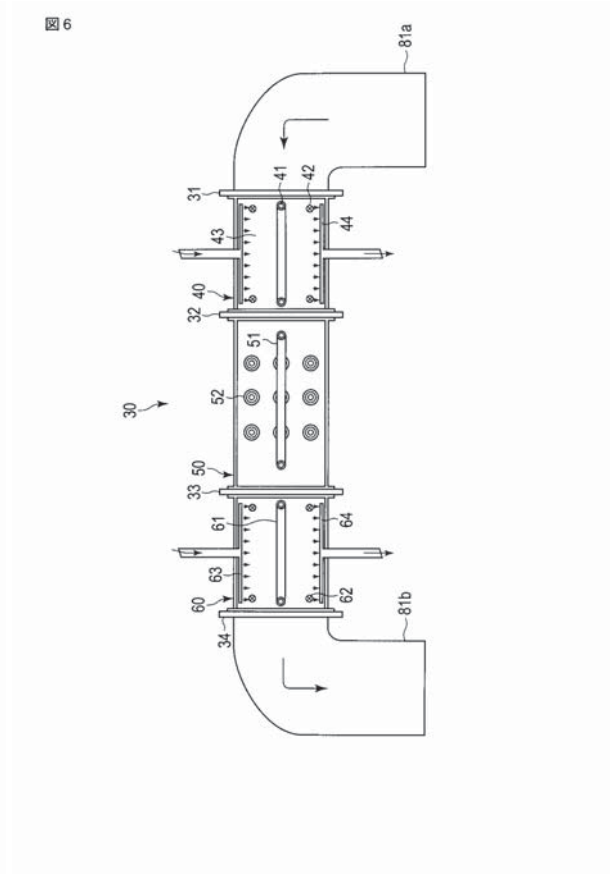
【図 4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 阿部 哲也
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4 独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター
一原子力科学研究所内
- (72)発明者 秦野 歳久
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4 独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター
一原子力科学研究所内
- (72)発明者 平塚 一
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4 独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター
一原子力科学研究所内
- (72)発明者 大間知 聡一郎
埼玉県ふじみ野市亀久保1651 日本金属化学株式会社内

審査官 後藤 孝平

- (56)参考文献 特開平09-218267 (JP, A)
特開2003-050279 (JP, A)
特開2003-337175 (JP, A)
実開昭60-083986 (JP, U)
特開2009-008555 (JP, A)
特開2012-047544 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T 1/167