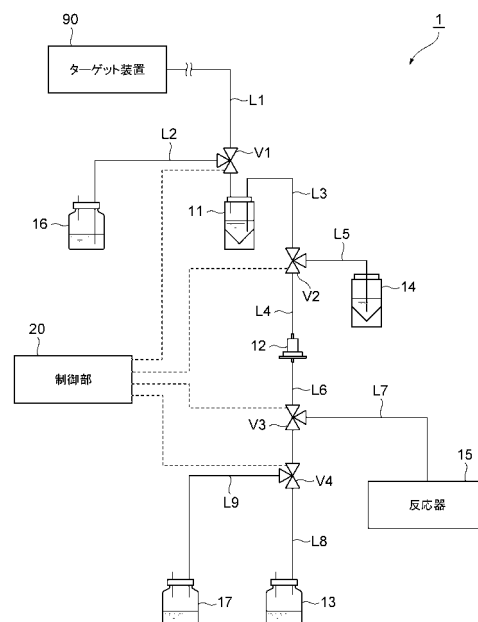




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射性物質を含む処理液を収容する収容容器と、
前記収容容器に対してすすぎ液を導入するすすぎ液導入部と、
導入された液体に含まれる前記放射性物質を選択的に捕集可能な捕集部と、
前記収容容器に収容された液体を前記捕集部に導入する導入ラインと、
前記捕集部で捕集された前記放射性物質を抽出する抽出試薬を前記捕集部に導入する抽出試薬導入部と、
前記抽出試薬により抽出された前記放射性物質を導入して所定の化学反応を行う反応部と、
を有する、放射性薬剤合成装置。

10

【請求項 2】

前記放射性薬剤合成装置の制御を行う制御部をさらに備え、
前記制御部は、
前記収容容器に収容された前記処理液を前記捕集部に対して導入した後であって前記抽出試薬導入部により前記抽出試薬を前記捕集部に導入する前に、前記すすぎ液導入部により前記収容容器に対して前記すすぎ液を導入するステップと、前記導入ラインにより前記収容容器内の液体を前記捕集部に導入するステップと、を行うように制御する、請求項 1 に記載の放射性薬剤合成装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性薬剤合成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、放射性同位元素を含むターゲット液を用いて放射性薬液を合成する装置が記載されている。この装置では、ターゲット液収容容器に収容されたターゲット液から放射性核種イオンを捕捉し、反応容器へ流し込む構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2007-319254 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の方法では、微量ながら放射性物質が収容容器に残存する場合がある。そのため、ターゲット液に含まれる放射性物質の回収効率に改善の余地があった。

【0005】

本発明は上記を鑑みてなされたものであり、放射性物質の回収効率が高められた放射性薬剤合成装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る放射性薬剤合成装置は、放射性物質を含む処理液を収容する収容容器と、前記収容容器に対してすすぎ液を導入するすすぎ液導入部と、導入された液体に含まれる前記放射性物質を選択的に捕集可能な捕集部と、前記収容容器に収容された液体を前記捕集部に導入する導入ラインと、前記捕集部で捕集された前記放射性物質を抽出する抽出試薬を前記捕集部に導入する抽出試薬導入部と、前記抽出試薬により抽出された前記放射性物質を導入して所定の化学反応を行う反応部と、を有する。

【0007】

50

上記の放射性薬剤合成装置によれば、放射性物質を含む処理液を収容する収容容器に対してすすぎ液導入部によってすすぎ液を導入可能とされている。そして、収容容器に収容された液体は導入ラインを介して捕集部に導入されて、捕集部において放射性物質が選択的に捕集され、捕集された放射性物質は抽出試薬によって抽出されて、反応部へ導入される。このように、収容容器に対してすすぎ液を導入するすすぎ液導入部を有していることで、収容容器に残存する放射性物質等をすすぎ液に混合することができる。そして、当該すすぎ液も捕集部に導入されることで、すすぎ液に放射性物質が含まれている場合にこの放射性物質も捕集部において捕集することができる。したがって、処理液に含まれる放射性物質を捕集部における捕集効率が高めることができるため、処理液に含まれる放射性物質の回収効率を高めることができる。

10

【0008】

ここで、前記放射性薬剤合成装置の制御を行う制御部をさらに備え、前記制御部は、前記収容容器に収容された前記処理液を前記捕集部に対して導入した後であって前記抽出試薬導入部により前記抽出試薬を前記捕集部に導入する前に、前記すすぎ液導入部により前記収容容器に対して前記すすぎ液を導入するステップと、前記導入ラインにより前記収容容器内の液体を前記捕集部に導入するステップと、を行うように制御する態様とすることができる。

【0009】

上記のように、収容容器に収容された処理液を捕集部に対して導入した後であって抽出試薬導入部により抽出試薬を捕集部に導入する前に、すすぎ液導入部による収容容器に対してすすぎ液を導入するステップと、導入ラインにより収容容器内の液体を捕集部に導入するステップと、が制御部によって行われることで、収容容器に処理液が残存する場合に、すすぎ液を収容容器に導入して当該液を捕集部に導入することで、すすぎ液と共に処理液を捕集部に導入することができる。したがって、処理液に含まれる放射性物質をより多く回収することができる。また、抽出試薬による放射性物質の抽出を一度行うことによって、処理液と共に導入された放射性物質と、すすぎ液に混合されて導入された放射性物質と、を抽出することができるので、抽出作業を2回行わなくても、放射性物質の回収効率を高めることができる。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、放射性物質の回収効率が高められた放射性薬剤合成装置が提供される。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】放射性薬剤合成装置の概略構成図である。

【図2】放射性薬剤合成装置による処理の手順について説明するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

40

【0013】

図1は、本発明の一実施形態に係る放射性薬剤合成装置の概略構成図である。図1に示す放射性薬剤合成装置1は、放射性物質を含むターゲット液（処理液）から放射性物質を抽出し、放射性薬剤を合成する装置である。放射性物質は、サイクロトロンで加速された高エネルギー陽子をターゲット液に照射することによる核反応によって生成される。放射性物質がターゲット液中に含まれた状態で放射性薬剤合成装置1に導入されて、放射性薬剤合成装置1において、放射性物質が抽出され、放射性薬剤が合成される。放射性物質としては、例えば、 ^{18}F イオン（放射性フッ素）が挙げられる。また、ターゲット液としては、例えば ^{18}O 水、及び、 ^{68}Zn 、 ^{65}Ni など金属元素を含む酸性溶液等が挙げられる。

50

【0014】

放射性薬剤合成装置1は、放射性物質を含むターゲット液を収容する収容容器11と、放射性物質を捕集可能な捕集部としてのイオン交換カラム12と、イオン交換カラム12を通過したターゲット液を回収する再利用用回収容器13とを有する。また、放射性薬剤合成装置1は、放射性物質を抽出するための抽出試薬を収容する試薬容器14と、放射性物質を導入し放射性薬剤の合成を行う反応器15と、を有する。さらに、放射性薬剤合成装置1は、収容容器11をすすぐためのすすぎ液を収容するすすぎ液容器16と、イオン交換カラム12を通過したすすぎ液を回収するすすぎ液回収容器17と、を有する。また、放射性薬剤合成装置1は、液体の移動に係る制御を行う制御部20を有する。

【0015】

収容容器11には、サイクロトロンに対するターゲット装置90に対して接続されるラインL1が接続される。ラインL1は、ターゲット装置90において保持されるターゲット液を回収して収容容器11に対して収容するためのラインである。

【0016】

収容容器11の上流側には、すすぎ液容器16が設けられていて、ラインL1とは異なるラインL2により、収容容器11と接続されている。すすぎ液は、例えば、脱イオン水を用いることができる。後段にイオン交換カラム12が設けられているため、すすぎ液としてイオンが含まれない水を用いる態様とすることができる。ただし、すすぎ液は、ターゲット液に含まれる放射性物質の種類、捕集部の構成等に応じて適宜変更することができる。放射性物質と共に捕集部に捕捉されるような成分が含まれない液体をすすぎ液として選択することができる。

【0017】

ラインL1及びラインL2の切り替えをバルブV1によって行うことができる。バルブV1の切り替えによって、ターゲット装置90からのターゲット液またはすすぎ液容器16からの溶液を収容容器11に導入することができる。すすぎ液容器16及びラインL2は、すすぎ液を収容容器11に導入するためのすすぎ液導入部としての機能を有する。

【0018】

イオン交換カラム12は、イオン交換樹脂により構成されるカラムであり、ターゲット液に含まれる放射性物質イオンを吸着して捕捉し、ターゲット液を通過させる機能を有する。すなわち、イオン交換カラム12には、放射性物質を捕集する捕集部としての機能を有する。イオン交換樹脂の種類等は、捕捉対象の放射性物質の種類に応じて選択される。放射性物質（放射性物質イオン）を含む液体をイオン交換カラム12に通過させることで、放射性物質を選択的に捕捉することができる。なお、放射性物質を選択的に捕捉するための捕集部は上記のイオン交換カラム12に限定されず、溶媒分離等の他の手法を用いて放射性物質を分離して捕集する構成としてもよい。

【0019】

収容容器11とイオン交換カラム12との間は、ラインL3、バルブV2及びラインL4がこの順で設けられている。ラインL3及びラインL4は、収容容器11に収容された液体をイオン交換カラム12に導入する導入ラインとしての機能を有する。

【0020】

また、バルブV2には、ラインL5を介して放射性物質を抽出するための抽出試薬を収容する試薬容器14が接続されている。抽出試薬は、イオン交換カラム12に対して流すことで、イオン交換カラム12に吸着した放射性物質を分離させるための試薬である。イオン交換カラム12の種類等に基づいて抽出試薬を選択することができる。試薬容器14及びラインL5は、抽出試薬をイオン交換カラム12に導入する抽出試薬導入部としての機能を有する。

【0021】

ラインL3及びラインL5の切り替えをバルブV2によって行うことができる。バルブV2の切り替えによって、収容容器11からの液体または試薬容器14からの抽出試薬をイオン交換カラム12に導入することができる。

【0022】

イオン交換カラム12の下流にはラインL6が接続されていて、バルブV3及びラインL7を介して反応器15が接続されている。反応器15は、放射性物質及びその他の原料を導入して放射性薬剤の合成を行う装置である。反応器15には、放射性物質以外の原料及び不活性ガス等を導入するためのラインも別途接続される。反応器15及びラインL7は、抽出試薬により抽出された放射性物質を導入して所定の化学反応を行う反応部としての機能を有する。

【0023】

バルブV3には、ラインL8が接続される。ラインL8には、再利用用回収容器13が接続される。また、ラインL8にはバルブV4を介して、ラインL9が接続されている。ラインL9には、すすぎ液回収容器17が接続される。

10

【0024】

再利用用回収容器13は、イオン交換カラム12を通過したターゲット液を回収する容器である。すなわち、収容容器11に収容されたターゲット液をイオン交換カラム12に対して導入する際に、イオン交換カラム12に吸着されなかったターゲット液を再利用用回収容器13で回収する。回収された液体は、サイクロトロンからの陽子線を照射するターゲット液として再利用される。

【0025】

すすぎ液回収容器17は、イオン交換カラム12を通過したすすぎ液を回収する容器である。すなわち、収容容器11に収容されたすすぎ液をイオン交換カラム12に対して導入する際に、イオン交換カラム12に吸着されなかったすすぎ液をすすぎ液回収容器17で回収する。

20

【0026】

バルブV3及びバルブV4の切り替えによって、イオン交換カラム12を通過した液体を反応器15、再利用用回収容器13、及びすすぎ液回収容器17のいずれかへ流し込むことができる。

【0027】

制御部20は、上記で説明したバルブV1～V4の切り替え等を制御する機能を有する。バルブV1～V4を切り替えることで、上記の各液体等を所望のライン及び容器へ移動させることができる。

30

【0028】

なお、図1には示されていないが、各ラインにおける液体の移動を制御するための送液ポンプ等の送液手段が別途設けられていてもよい。送液手段としては、例えば、ペリスタルティックポンプ等を設けもよいし、送液用シリンジ等を設ける構成としてもよい。また、液体の移動速度（流速）を制御するための流速制御手段に係る構成が別途設けられていてもよい。送液手段、流速制御手段等が別途設けられている場合、制御部20がこれらの制御を行ってもよい。

【0029】

次に、図2を参照しながら、放射性薬剤合成装置1による処理の手順について説明する。以下で説明する液体の移動に係る各処理は、制御部20による制御によって実行される。また、液体を移動させる際には、各所に設けられたポンプ等を適宜動作させるが、ポンプの動作については説明を省略する。

40

【0030】

まず、ターゲット装置90において陽子線が照射されたターゲット液が、ラインL1を経て収容容器11へ移送される（ステップS01）。すなわち、制御部20によりバルブV1を操作して、収容容器11へターゲット液を流す。

【0031】

次に、制御部20によってバルブV1～V4を操作して、収容容器11に収容されたターゲット液をラインL3、L4を経てイオン交換カラム12に導入する（ステップS02）。これにより、ターゲット液に含まれる放射性物質はイオン交換カラム12に捕捉され

50

る。このとき、イオン交換カラム 12 を通過したターゲット液は再利用用回収容器 13 に回収されるように、バルブ V3, V4 が操作される。

【0032】

次に、制御部 20 によってバルブ V1～V4 を操作して、すすぎ液容器 16 に入っているすすぎ液が、ライン L2 を経て収容容器 11 へ移送される（ステップ S03）。前の段階（ステップ S02）において、収容容器 11 に残存したターゲット液がある場合、すすぎ液が収容容器 11 に供給されることですすぎ液と混合されることになる。すなわち、ターゲット液に含まれる放射性物質もすすぎ液に混合されることになる。

【0033】

次に、制御部 20 によってバルブ V1～V4 を操作して、収容容器 11 に収容されたすすぎ液をライン L3、L4 を経てイオン交換カラム 12 に導入する（ステップ S04）。これにより、収容容器 11 においてすすぎ液に対して混合した放射性物質がある場合、イオン交換カラム 12 に捕捉される。このとき、イオン交換カラム 12 を通過したターゲット液はすすぎ液回収容器 17 に回収されるように、バルブ V3, V4 が操作される。

【0034】

次に、制御部 20 によってバルブ V1～V4 を操作して、試薬容器 14 に収容された抽出試薬を用いてイオン交換カラム 12 に捕捉された放射性物質を抽出し、反応液に導入する（ステップ S05）。試薬容器 14 からの抽出試薬をイオン交換カラム 12 に導入することで、イオン交換カラム 12 に捕捉されていた放射性物質が抽出試薬と共に下流側へ流出する。そして、バルブ V3 により、抽出試薬及び放射性物質がライン L6, L7 を経て反応器 15 に流れるように流路が設定される。この結果、抽出試薬及び放射性物質が反応器 15 に流入する。その後、反応器 15 において放射性薬剤を合成するための化学反応等が行われる。

【0035】

上記のように、本実施形態に係る放射性薬剤合成装置 1 によれば、放射性物質を含む処理液としてのターゲット液を収容する収容容器 11 に対してすすぎ液導入部としてのすすぎ液容器 16 及びライン L2 によってすすぎ液を導入可能とされている。そして、収容容器 11 に収容された液体は導入ラインとしてのライン L3, L4 を介して捕集部としてのイオン交換カラム 12 に導入されて、放射性物質が選択的に捕集される。そして、捕集された放射性物質は抽出試薬によって抽出されて、ライン L6, L7 を経て反応器 15 へ導入される。このように、収容容器 11 に対してすすぎ液を導入するすすぎ液導入部を有していることで、収容容器 11 に残存する放射性物質等をすすぎ液に混合することができる。そして、当該すすぎ液も捕集部に導入されることで、すすぎ液に放射性物質が含まれている場合、この放射性物質も捕集部において捕集することができる。したがって、処理液に含まれる放射性物質を捕集部における捕集効率が高めることができるため、処理液に含まれる放射性物質の回収効率を高めることができる。

【0036】

また、放射性薬剤合成装置 1 は、制御部 20 をさらに備え、収容容器 11 に収容された処理液を捕集部に対して導入した後であって抽出試薬導入部により抽出試薬を捕集部に導入する前に、すすぎ液導入部による収容容器に対してすすぎ液を導入するステップ（S03）と、導入ラインにより収容容器内の液体を捕集部に導入するステップ（S04）と、が制御部 20 によって行われる。そのため、収容容器 11 に処理液としてのターゲット液が残存する場合に、すすぎ液を収容容器に導入して当該液を捕集部に導入することで、すすぎ液と共に処理液を捕集部に導入することができる。したがって、処理液に含まれる放射性物質をより多く回収することができる。また、抽出試薬による放射性物質の抽出を一度行うことによって、処理液と共に導入された放射性物質と、すすぎ液に混合されて導入された放射性物質と、を抽出することができるので、抽出作業を 2 回行わなくても、放射性物質の回収効率を高めることができる。

【0037】

また、放射性薬剤合成装置 1 では、収容容器 11 に収容されたターゲット液をイオン交

換カラム 12 に導入する際（ステップ S02）には、イオン交換カラム 12 を通過した液体を再利用用回収容器 13 で回収している。一方、収容容器 11 に導入されたすすぎ液をイオン交換カラム 12 に導入する際（ステップ S04）には、イオン交換カラム 12 を通過した液体をすすぎ液回収容器 17 で回収している。このように、ターゲット液とすすぎ液とを異なる容器で回収する構成とすることで、再利用用回収容器 13 に回収されたターゲット液は、再びターゲット装置 90 で利用可能とすると共に、すすぎ液等のターゲット液と異なる成分の液体がターゲット液と混合することを防ぐことができ、ターゲット液の再利用を好適に行うことができる。

【0038】

本発明は、上述した実施形態を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した様々な形態で実施することができる。また、上述した実施形態に記載されている技術的事項を利用して、実施例の変形例を構成することも可能である。各実施形態の構成を適宜組み合わせ使用してもよい。

10

【0039】

例えば、放射性薬剤合成装置 1 のライン構成は適宜変更することができる。また、ライン構成に応じて、バルブの位置及び機能を適宜変更することができる。また、ライン及びバルブの構成に応じて、制御部 20 が制御する内容も適宜変更することができる。

【0040】

また、捕集部はイオン交換カラム 12 に限定されず、放射性物質を選択的に捕集可能な範囲で適宜変更することができる。

20

【0041】

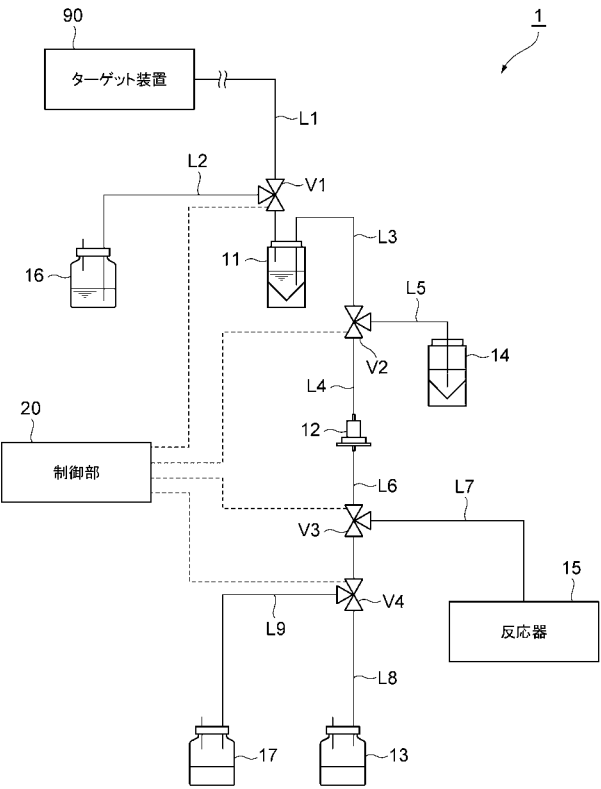
また、収容容器 11 は、ターゲット装置 90 と接続されている構成を説明したが、ターゲット装置 90 と収容容器 11 との間に、別の容器等が設けられていてもよい。

【符号の説明】

【0042】

1…放射性薬剤合成装置、11…収容容器、12…イオン交換カラム、13…再利用用回収容器、14…試薬容器、15…反応器、16…すすぎ液容器、17…すすぎ液回収容器、20…制御部。

【図 1】



【図 2】

