

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7258736号
(P7258736)

(45)発行日 令和5年4月17日(2023.4.17)

(24)登録日 令和5年4月7日(2023.4.7)

(51)国際特許分類		F I			
G 2 1 G	1/10 (2006.01)	G 2 1 G	1/10		
A 6 1 N	5/10 (2006.01)	A 6 1 N	5/10		A
G 2 1 K	5/08 (2006.01)	G 2 1 K	5/08		R

請求項の数 4 (全11頁)

(21)出願番号	特願2019-227126(P2019-227126)	(73)特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	令和1年12月17日(2019.12.17)	(73)特許権者	317015294 東芝エネルギーシステムズ株式会社 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
(65)公開番号	特開2021-96147(P2021-96147A)	(74)代理人	110001092 弁理士法人サクラ国際特許事務所
(43)公開日	令和3年6月24日(2021.6.24)	(72)発明者	和田 怜志 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内
審査請求日	令和4年3月3日(2022.3.3)	(72)発明者	宮寺 晴夫 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内
		(72)発明者	宮本 真哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放射性同位体製造方法および放射性同位体製造装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射性同位体製造装置を第1運転状態で運転する第1運転ステップと、
反応容器内の照射対象に放射線を照射する照射ステップと、
所定の時間が経過の後に、前記放射線の照射を停止する照射停止ステップと、
前記放射性同位体製造装置を第1運転状態より高い圧力および温度の第2運転状態で運
転する第2運転ステップと、
生成物を回収する回収ステップと、
を有し、

前記第1運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の溶融温度以下であ
り、前記反応容器内の圧力は第1の圧力値であり、

前記第2運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の溶融温度より高い
温度であり、前記反応容器内の圧力は前記第1の圧力値より高い第2の圧力値であり、

前記回収ステップは前記第1運転状態および前記第2運転状態それぞれにおいて、前記
放射線の照射により前記反応容器内の前記照射対象が変換された生成物の蒸気を表面に吸
着させるためのエアロゾルを流路に供給させ、前記生成物を表面に吸着させた前記エアロ
ゾルを所定の温度まで冷却して前記生成物を回収するステップを有する、

ことを特徴とする放射性同位体製造方法。

【請求項2】

前記所定の温度は、前記生成物の溶融温度以下の温度であることを特徴とする請求項1

10

20

に記載の放射性同位体製造方法。

【請求項 3】

前記所定の時間は、前記生成物の半減期の 5 倍以上であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の放射性同位体製造方法。

【請求項 4】

照射対象を保持する保持容器と、

前記保持容器を収納し、照射窓が形成された反応容器と、

前記保持容器内の前記照射対象を加熱する加熱部と、

前記反応容器にガスを供給するガス供給部と、

放射線の照射により前記反応容器内の前記照射対象が変換された生成物の蒸気を表面に吸着させるためのエアロゾルを流路に供給するエアロゾル供給部と、

10

前記反応容器から流出する前記生成物を表面に吸着させた前記エアロゾルを所定の温度まで冷却して前記生成物を回収する冷却部と、

前記加熱部、前記ガス供給部、前記エアロゾル供給部、および前記冷却部について、第 1 運転状態での運転、放射線の照射、第 2 運転状態での運転の進行を制御する進行制御部と、

を備え、

前記第 1 運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の溶融温度以下であり、前記反応容器内の圧力は第 1 の圧力値であり、

前記第 2 運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の溶融温度より高い温度であり、前記反応容器内の圧力は前記第 1 の圧力値より高い第 2 の圧力値である、

20

ことを特徴とする放射性同位体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、放射性同位体製造方法および放射性同位体製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在のがん治療では、外科手術、抗がん剤治療、陽子線や重粒子線を用いた放射線療法が用いられている。これらの治療法に加え、アルファ線を用いたがん治療が注目されている。これは、アルファ線の飛程が短いことから、アルファ線がん治療は標的となるがん細胞を選択的に攻撃することができ、正常細胞への影響が小さいことによる。

30

【0003】

アルファ線を用いたがん治療の線源としては、アスタチン - 211 は半減期が短く、すみやかに安定核に崩壊することから、最も期待されている放射性同位体である。アスタチン - 211 は着目されている一方で半減期の短さ等の制約条件により、研究レベルの提供量しか流通しておらず、薬事法認可取得後の市場を支えるレベルの放射能量（数十 GBq / 日）単位の製造・供給は実現していない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2019 / 088113 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

アスタチン - 211 の大量製造にはビスマス - 209 に大電流の加速したヘリウムイオン（アルファ線）を照射する必要がある。しかし、大電流のアルファ線をビスマス - 209 ターゲットに照射するとターゲットが融解し、生成したアスタチン - 211 が放出してしまう恐れがある。照射の後工程では、ターゲットを加熱し分離する乾式蒸留分離手法がよく用いられるが、照射中のターゲットからアスタチン - 211 が放出されない条件で照

50

射し、回収する方法が開発されてきた。しかし、溶解しない程度に照射するには照射するアルファ線の電流量に制約がかかる。一度の照射電流が限られた状態では、短半減期のアスタチン - 211 を大容量発生させ分離回収することは困難である。

【0006】

そこで、本発明の実施形態は、放射性同位体を効率的に製造することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の目的を達成するため、本実施形態に係る放射性同位体製造方法は、放射性同位体製造装置を第1運転状態で運転する第1運転ステップと、反応容器内の照射対象に放射線を照射する照射ステップと、所定の時間が経過の後に、前記放射線の照射を停止する照射停止ステップと、前記放射性同位体製造装置を第1運転状態より高い圧力および温度の第2運転状態で運転する第2運転ステップと、生成物を回収する回収ステップと、を有し、前記第1運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の熔融温度以下であり、前記反応容器内の圧力は第1の圧力値であり、前記第2運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の熔融温度より高い温度であり、前記反応容器内の圧力は前記第1の圧力値より高い第2の圧力値であり、前記回収ステップは前記第1運転状態および前記第2運転状態それぞれにおいて、放射線の照射により前記反応容器内の前記照射対象が変換された生成物の蒸気を表面に吸着させるためのエアロゾルを流路に供給させ、前記生成物を表面に吸着させた前記エアロゾルを所定の温度まで冷却して前記生成物を回収するステップを有する、ことを特徴とする。

10

20

【0008】

また、本実施形態に係る放射性同位体製造装置は、照射対象を保持する保持容器と、前記保持容器を収納し、照射窓が形成された反応容器と、前記保持容器内の前記照射対象を加熱する加熱部と、前記反応容器にガスを供給するガス供給部と、放射線の照射により前記反応容器内の前記照射対象が変換された生成物の蒸気を表面に吸着させるためのエアロゾルを流路に供給するエアロゾル供給部と、前記反応容器から流出する前記生成物を表面に吸着させた前記エアロゾルを所定の温度まで冷却して前記生成物を回収する冷却部と、前記加熱部、前記ガス供給部、前記エアロゾル供給部、および前記冷却部について、第1運転状態での運転、放射線の照射、第2運転状態での運転の進行を制御する進行制御部と、を備え、前記第1運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の熔融温度以下であり、前記反応容器内の圧力は第1の圧力値であり、前記第2運転状態においては、前記照射対象の温度は前記照射対象の熔融温度より高い温度であり、前記反応容器内の圧力は前記第1の圧力値より高い第2の圧力値である、ことを特徴とする。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態に係る放射性同位体製造装置の構成を示す概念的な系統図である。

【図2】実施形態に係る放射性同位体製造方法の手順を示すフロー図である。

【図3】実施形態に係る放射性同位体製造方法における状態の時間的な経緯を概念的なグラフである。

【図4】実施形態に係る放射性同位体製造方法における第1の運転状態を示す概念的な系統図である。

40

【図5】実施形態に係る放射性同位体製造方法における第1の運転状態により製造される同位体の生成の時間的な変化を示すグラフである。

【図6】実施形態に係る放射性同位体製造方法における第2の運転状態を示す概念的な系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る放射性同位体製造方法および放射性同位体製造装置について説明する。ここで、互いに同一または類似の部分には、共通の符号を付して、重畳する説明は省略する。

50

【 0 0 1 1 】

図 1 は、実施形態に係る放射性同位体製造装置の構成を示す概念的な系統図である。

【 0 0 1 2 】

放射性同位体製造装置 1 0 0 は、保持容器 1 0、反応容器 2 0、加熱部 3 0、ガス供給部 4 0、冷却部 6 0、排気部 7 0、進行制御部 8 0、およびガス供給部 4 0 から排気部 7 0 に至るたとえば配管あるいはダクト等の流路 9 0 を有する。

【 0 0 1 3 】

保持容器 1 0 は、照射対象を保持するものであり、上部が開放された外形が直方体形状の容器である。

【 0 0 1 4 】

反応容器 2 0 は、保持容器 1 0 を収納する、照射窓 2 1 および接続部を除いて密閉状態を形成可能な容器である。

【 0 0 1 5 】

照射窓 2 1 は、保持容器 1 0 の上部に形成されており、たとえばアルファ線などの放射線を通過させるためのウィンドウである。特に放射線としてアルファ線を用いる場合は、開口であり、放射線源となる放射線照射装置 1 側とリークタイトに結合可能に形成されている。

【 0 0 1 6 】

放射線照射装置 1 は、たとえば加速器であり、保持容器 1 0 内の照射対象に放射線を照射可能な位置に設置されているが、必ずしも、常時その位置に設置されていなくとも、その位置まで移動可能であってもよい。

【 0 0 1 7 】

照射窓 2 1 を使用しない場合に、これを閉止するために、窓カバー 2 2 が設けられている。窓カバー 2 2 は、閉止状態において、リークタイトに形成されている。

【 0 0 1 8 】

加熱部 3 0 は、ヒータ 3 1、温度計 3 2、および温度制御部 3 3 を有する。ヒータ 3 1 は、保持容器 1 0 を効率的に加熱するため、反応容器 2 0 内に設置されている。ヒータ 3 1 は、電気ヒータであり、図示しない電源から電力を供給される。なお、ヒータ 3 1 は、たとえば、水蒸気あるいはその他のガスによる加熱方式でもよい。この場合、伝熱管が反応容器 2 0 内に収納され、図示しない加熱源により加熱された加熱用のガスが伝熱管内を通過する。

【 0 0 1 9 】

温度計 3 2 は、保持容器 1 0 内の照射対象の温度を計測する。なお、温度計 3 2 は、保持容器 1 0 の温度を計測することでもよい。

【 0 0 2 0 】

温度制御部 3 3 は、温度計 3 2 からの温度信号を受けて、ヒータ 3 1 による加熱量を制御する。

【 0 0 2 1 】

加熱部 3 0 は、照射対象の温度を、その融点あるいはそれ以上に上昇させる加熱容量を有する。アスタチン製造のために、ビスマスを照射対象とする場合は、ビスマスの融点は、約 2 7 1 である。なお、ビスマスの沸点は、約 1 5 6 4 であるので、気化させずに溶融させる温度の範囲は広く、融点に相当の余裕をとることができる。

【 0 0 2 2 】

ガス供給部 4 0 は、ガスポンベ 4 1、調節弁 4 2、および圧力調節器 4 3 を有する。ガス供給部 4 0 は、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の流体の流れの最上流となる。

【 0 0 2 3 】

ガスポンベ 4 1 は、キャリアガスたとえばヘリウムなどの担体となるガスを圧縮状態で保管する。

【 0 0 2 4 】

調節弁 4 2 は、開度変化によって、ガスポンベ 4 1 から反応容器 2 0 側に流入するガス

10

20

30

40

50

の流量を変化させる。

【 0 0 2 5 】

圧力調節器 4 3 は、調節弁 4 2 の下流側の流路 9 0 の圧力、すなわち実質的には反応容器 2 0 内の圧力を測定するとともに、別途、進行制御部 8 0 から出力される圧力設定値となるように、調節弁 4 2 に開度指令を出力する。圧力調節器 4 3 は、たとえば、P I 制御回路を有する。

【 0 0 2 6 】

エアロゾル供給部 5 0 は、反応容器 2 0 の出口側の流路 9 0 に接続されている。エアロゾル供給部 5 0 は、放射線の照射により保持容器 1 0 内の照射対象が変換された生成物の蒸気を、表面に吸着させるエアロゾルを収納し、流路 9 0 内に供給する。エアロゾルの供給は、たとえば自然落下方式でもよく、この場合は、エアロゾル供給部 5 0 は、流路 9 0 の上方に設けられる。

10

【 0 0 2 7 】

冷却部 6 0 は、反応容器 2 0 の下流側であって、エアロゾル供給部 5 0 との取り合い部分よりさらに下流側の流路 9 0 に設けられている。冷却部 6 0 は、冷却容器 6 1、冷却管 6 2、回収管 6 3、および止め弁 6 4 を有する。

【 0 0 2 8 】

冷却容器 6 1 の排気部 7 0 に接続する開口部には、メッシュが設けられている。メッシュの目の細かさは、上流側で供給されたエアロゾルを、排気部 7 0 側に移行させないサイズである。

20

【 0 0 2 9 】

冷却管 6 2 は、冷却容器 6 1 内に配され、図示しない冷却源に接続されており、冷却容器 6 1 内を冷却するための冷却媒体が内部を通過する。

【 0 0 3 0 】

回収管 6 3 は、冷却容器 6 1 の下部に接続し、冷却容器 6 1 内で冷却されて固体状、具体的には、粉体状となった生成物の外部への通路を形成する。回収管 6 3 上には、通常は閉止状態であり生成物の回収時に開となる止め弁 6 4 が設けられている。

【 0 0 3 1 】

冷却部 6 0 は、流入する生成物の温度を、その凝固温度あるいはそれ以下に低下させる冷却容量を有する。生成物がアスタチンの場合、アスタチンの融点は約 3 0 2 、沸点は 3 3 7 であるので、3 0 0 程度より低い温度まで冷却可能とする。

30

【 0 0 3 2 】

排気部 7 0 は、流路 9 0 の冷却部 6 0 の下流側に設けられている。排気部 7 0 は、真空ポンプ 7 1 および排気フィルタ 7 2 を有する。真空ポンプ 7 1 は、ガス供給部 4 0 から最大流量のガスが供給される場合にも、反応容器 2 0 内を負圧に維持できる排気容量を有する。

【 0 0 3 3 】

排気フィルタ 7 2 は、たとえば、高性能フィルタであり、真空ポンプ 7 1 の下流側に設けられており、真空ポンプ 7 1 から流入するガス中の放射性の生成物を吸着させる。

【 0 0 3 4 】

40

進行制御部 8 0 は、図示しないケーブル等の信号授受手段で、加熱部 3 0、ガス供給部 4 0、冷却部 6 0、および排気部 7 0 と接続されている。また、窓カバー 2 2 とともに、開閉状態、開閉指令の各信号の授受を行う。

【 0 0 3 5 】

進行制御部 8 0 は、放射性同位体製造装置 1 0 0 全体の動作の進行を制御する。具体的には、加熱部 3 0、ガス供給部 4 0、冷却部 6 0、排気部 7 0 の、それぞれの動作の起点、終点の指示、圧力あるいは温度などの設定値の出力を行うとともに、それぞれの状態信号を受け、進行状態を監視する。

【 0 0 3 6 】

図 2 は、実施形態に係る放射性同位体製造方法の手順を示すフロ 図である。

50

【 0 0 3 7 】

放射性同位体製造方法においては、まず、放射性同位体製造装置 1 0 0 を、第 1 運転状態で運転する（ステップ S 0 1）。具体的には、開始とともに、進行制御部 8 0 が、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の各部分に指示信号を出力する。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、実施形態に係る放射性同位体製造方法における状態の時間的な経緯を概念的なグラフである。

【 0 0 3 9 】

横軸は、時間である。時間ゼロは、進行制御部 8 0 が、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の各部分に、運転開始の指示信号を出力する時点を示す。

10

【 0 0 4 0 】

運転は、まず、第 1 運転状態の下で行われ、次に、第 2 運転状態の下で行われる。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、第 1 運転状態においては、照射対象温度すなわち温度計 3 2 で測定したたとえばピスマスなどの照射対象の温度は T 1 であり、圧力調節器 4 3 で測定した反応容器内圧力すなわち反応容器 2 0 内の圧力は P 1 である。

【 0 0 4 2 】

ここで、照射対象温度 T 1 の値は、照射対象の融点温度あるいはそれより低い温度である。また、反応容器内圧力 P 1 の値は、反応容器 2 0 内のガスの密度が高すぎると放射線照射の効果を阻害することから、阻害しないとみなされる上限の圧力より低い圧力である。

20

【 0 0 4 3 】

次に、照射対象に放射線を照射する（ステップ S 0 2）。具体的には、進行制御部 8 0 は、窓カバー 2 2 に開指令を出力し、放射線照射装置 1 が、リークタイトに反応容器 2 0 と結合した条件の成立信号を受けて、放射線照射装置 1 に放射線照射指令を出力する。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、実施形態に係る放射性同位体製造方法における第 1 の運転状態を示す概念的な系統図である。図 4 に示すように、照射対象温度 T 1、反応容器内圧力 P 1、かつ放射線照射装置 1 による放射線照射が行われている状態を示す。

【 0 0 4 5 】

次に、放射線照射が所定時間行われたか否かを判定する（ステップ S 0 3）。具体的には、進行制御部 8 0 が、放射線照射装置 1 による放射線照射が開始された後の時間経過が、所定時間以上となったか否かを判定する。ここで、所定時間は、事前の解析に基づいて設定される。

30

【 0 0 4 6 】

図 5 は、実施形態に係る放射性同位体製造方法における第 1 の運転状態により製造される同位体の生成の時間的な変化を示すグラフである。

【 0 0 4 7 】

横軸は、時間であり相対値である。また、縦軸は存在量であり相対値である。実線 A は、生成物の存在量を示す。破線 B は、生成物の半減期が相対値で 1 0 の場合の、壊変で消滅した量から生成した量を減じた値である。半減期 1 0 に対して 5 0 ないし 6 0 程度の時間経過で、生成物の存在量が一定値に落ち着いている。

40

【 0 0 4 8 】

したがって、所定の時間としては、少なくとも、生成物の半減期の 5 ないし 6 倍程度以上の時間を確保することが好ましい。

【 0 0 4 9 】

所定の時間が経過したと判定されなかった場合（ステップ S 0 3 N O）には、ステップ S 0 2 ないしステップ S 0 3 を繰り返す。

【 0 0 5 0 】

所定の時間が経過したと判定された場合（ステップ S 0 3 Y E S）には、放射線照射を終了する（ステップ S 0 4）。具体的には、進行制御部 8 0 が、放射線照射装置 1 に放

50

射線照射の停止指令を出力する。

【 0 0 5 1 】

次に、第 1 運転状態を停止し、生成物を回収する（ステップ S 0 5）。具体的には、進行制御部 8 0 が、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の各部分に運転停止の指示信号を出力する。また、止め弁 6 4 を開操作可能であることを、運転員に報知する。

【 0 0 5 2 】

運転員は、止め弁 6 4 にたとえば回収容器をリークタイトに接続した上で、止め弁 6 4 を開くことにより、粉体状に固化した生成物、および表面に生成物が付着したエアロゾルを回収することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、このステップ S 0 5 を実施せず、回収を、後述するステップ S 0 7 で一括実施することでもよい。この場合は、第 1 運転状態を停止することなく、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の各部分が運転状態を継続し、次の第 2 の運転状態に移行することになる。

【 0 0 5 4 】

次に、放射性同位体製造装置 1 0 0 を、第 2 運転状態で運転する（ステップ S 0 6）。具体的には、進行制御部 8 0 が、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の各部分に指示信号を出力する。

【 0 0 5 5 】

第 2 運転状態においては、図 3 に示すように、進行制御部 8 0 が、照射対象温度の設定値 T 2 を温度制御部 3 3 に出力し、また、反応容器内圧力の設定値 P 2 を圧力調節器 4 3 に出力し、温度制御部 3 3 および圧力調節器 4 3 は、それぞれの設定値になるように制御動作を行う。

【 0 0 5 6 】

ここで、照射対象温度 T 2 の値は、照射対象の融点温度より高い温度である。また、反応容器内圧力 P 2 の値は、反応容器内圧力 P 1 の値より十分高い圧力である。

【 0 0 5 7 】

図 6 は、実施形態に係る放射性同位体製造方法における第 2 の運転状態を示す概念的な系統図である。図 6 に示すように、照射対象温度 T 2、反応容器内圧力 P 2 で運転されている状態を示す。

【 0 0 5 8 】

第 2 運転状態においては、第 1 運転状態では、固体状であった対象物が溶融することにより、放射線照射により生成された生成物が、対象物から放出される。放出された生成物は、エアロゾルの表面に付着する。

【 0 0 5 9 】

次に、第 2 運転状態を停止し、生成物を回収する（ステップ S 0 7）。具体的には、進行制御部 8 0 が、放射性同位体製造装置 1 0 0 内の各部分に運転停止の指示信号を出力する。また、止め弁 6 4 を開操作可能であることを、運転員に報知する。

【 0 0 6 0 】

運転員は、止め弁 6 4 にたとえば回収容器をリークタイトに接続した上で、止め弁 6 4 を開くことにより、粉体状に固化した生成物、および表面に生成物が付着したエアロゾルを回収することができる。

【 0 0 6 1 】

以上のように、本実施形態によれば、放射性同位体を効率的に製造することができる。

【 0 0 6 2 】

[その他の実施形態]

以上、本発明の実施形態を説明したが、実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。

【 0 0 6 3 】

また、各実施形態の特徴を組み合わせてもよい。また、実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換

10

20

30

40

50

え、変更を行うことができる。

【 0 0 6 4 】

実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

【 0 0 6 5 】

1 ...放射線照射装置、10 ...保持容器、20 ...反応容器、21 ...照射窓、22 ...窓カバー、30 ...加熱部、31 ...ヒータ、32 ...温度計、33 ...温度制御部、40 ...ガス供給部、41 ...ガスポンプ、42 ...調節弁、43 ...圧力調節器、50 ...エアロゾル供給部、60 ...冷却部、61 ...冷却容器、62 ...冷却管、63 ...回収管、64 ...止め弁、70 ...排気部、71 ...真空ポンプ、72 ...排気フィルタ、80 ...進行制御部、90 ...流路、100 ...放射性同位体製造装置

10

20

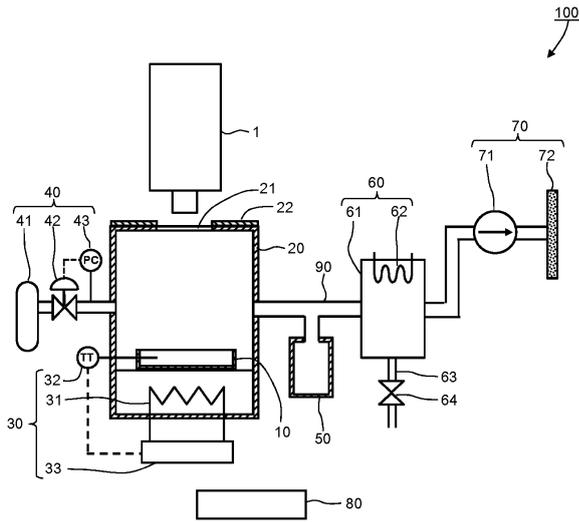
30

40

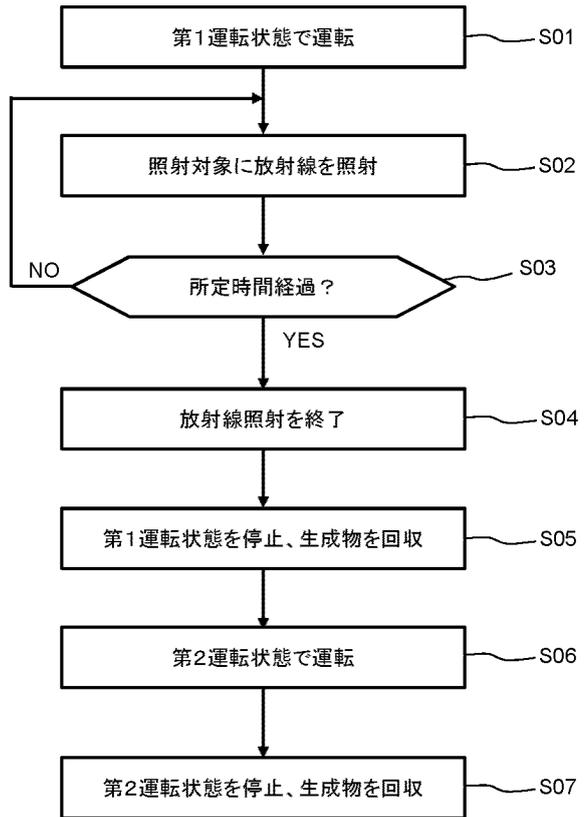
50

【図面】

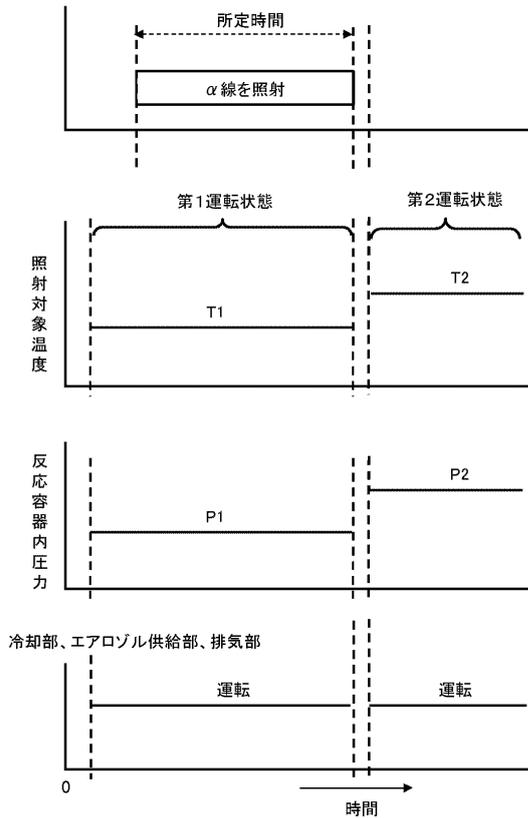
【図 1】



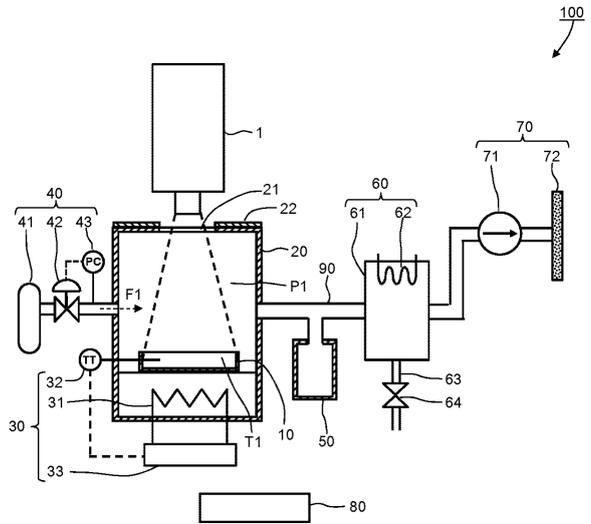
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

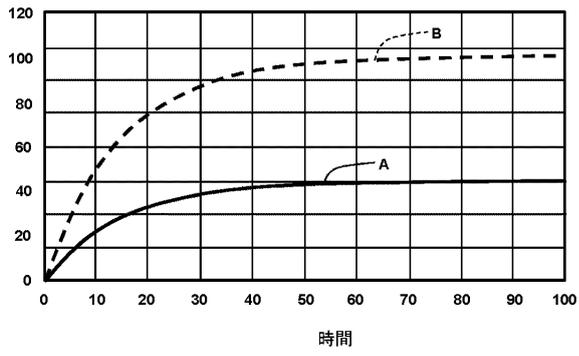
30

40

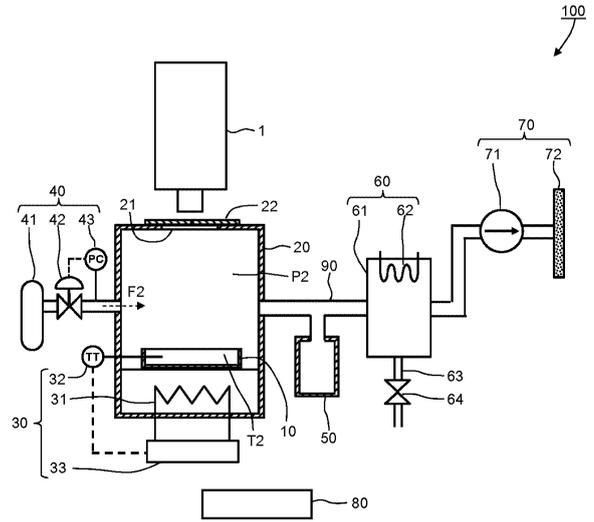
50

【図5】

相対量



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 湯原 勝
神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内
- 審査官 大門 清
- (56)参考文献 特表2018-507397(JP, A)
国際公開第2019/088113(WO, A1)
中国特許出願公開第105148732(CN, A)
国際公開第2019/176505(WO, A1)
国際公開第2019/112034(WO, A1)
佐藤望 et al., 理研におけるAt-211製造, 2016日本放射化学会年会・第60回放射化学討論会研究発表要旨集, 日本, 2016日本放射化学会年会・第60回放射化学討論会実行委, 2016年09月01日, vol.2016-60th, p.50
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G 2 1 G 1 / 0 0 - 1 / 1 2
G 2 1 K 5 / 0 8
A 6 1 N 5 / 1 0