



Patent Translate

Powered by EPO and Google

Notice

This translation is machine-generated. It cannot be guaranteed that it is intelligible, accurate, complete, reliable or fit for specific purposes. Critical decisions, such as commercially relevant or financial decisions, should not be based on machine-translation output.

DESCRIPTION JP2003130998A

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Pertains] The present invention relates to a gamma ray generation method and apparatus (gamma ray source) used in various fields such as non-destructive testing of various materials and products, and gamma cameras for medical use, utilizing the high penetrating power of gamma rays.

【発明の属する技術分野】本発明は、ガンマ線の高い透過性を利用した各種物質、製品等の非破壊検査、医療用のガンマカメラ等種々の分野で使用されているガンマ線発生方法及び装置（ガンマ線源）に関する。

[0002]

[Conventional Technology] There are currently three types of gamma-ray sources in use: nuclear reactors, accelerators, and gamma-ray emitting radionuclides.

【従来の技術】現在使用されているガンマ線源には、原子炉、加速器利用、そしてガンマ線放出核種の３種類がある。

[0003]

The first type of reactor utilizes gamma rays generated by nuclear fission within the reactor, while the second type of accelerator uses charged particle beams accelerated by the accelerator to collide with a target, thereby generating gamma rays.

第１の原子炉は、原子炉内での核分裂によって発生するガンマ線を利用するものであり、第２の加速器利用は、加速器によって加速された荷電粒子線をターゲットに衝突させ、ガンマ線を発生させるものである。

The final gamma-ray emitting radionuclides utilize gamma rays emitted from radionuclides such as Co-60, which emit gamma rays during their decay process.

最後のガンマ線放出核種は、崩壊過程でガンマ線を放出するCo-60等の核種から放射されるガンマ線を利用するものである。

[0004]

[Problems the invention aims to solve] Conventional gamma-ray sources have the problem that, in the case of nuclear reactors, they are large and have significant limitations in their use.

【発明が解決しようとする課題】従来のガンマ線源の課題としては、原子炉の場合は大型であり、利用上の制限が大きい。

Using accelerators requires large-scale accelerators and is not something that can be easily utilized.

加速器利用の場合は大型の加速器が必要であり、簡単に利用できるものではない。

While the third type of gamma-ray emitting radionuclide is small and easy to handle when

used as a mobile radiation source, it has drawbacks such as low usable gamma-ray intensity and the risk of radiation exposure to those handling it, which limits its potential uses.

第3のガンマ線放出核種は移動線源として扱う場合は、小型で扱いやすいが、利用できるガンマ線強度が小さいことや、取り扱う人の放射線被曝等の問題もあり、利用目的が制限される欠点がある。

[0005]

Therefore, the present invention aims to provide a gamma-ray generation method and apparatus that have few limitations in use and are easy to handle.

そこで、本発明では利用上の制限が少なく、取り扱いやすいガンマ線発生方法及び装置を提供することを目的とする。

[0006]

[Means for Solving the Problems] In order to achieve the above objective, the present invention utilizes the non-thermonuclear fusion reaction of the following equation (1) that occurs in the boron mixture in molten lithium as the gamma ray generation process.

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明では、ガンマ線発生過程として、溶融リチウム内のボロン混合物でおこる下記（１）式の非熱核融合反応を利用する。

[0007]

$11\text{B} + 1\text{H} \rightarrow 12\text{C} + \gamma$ (1) Gamma rays are emitted when a hydrogen ion beam is irradiated.

$11\text{B} + 1\text{H} \rightarrow 12\text{C} + \gamma$ （１）水素イオンビームを照射することにより、 γ 線が放出される。

[0008]

Equation (1) shows that a non-thermonuclear fusion reaction between one atom of ^{11}B , an isotope of boron (on the left side), and one atom of hydrogen (H) produces a carbon atom (^{12}C) and gamma rays on the right side.

(1) 式は、左辺のボロン（ホウ素）の同位体の一種 ^{11}B の1原子と水素 H の1原子の非熱核融合反応により、右辺の炭素原子（ ^{12}C ）と γ 線が生成することを示している。

[0009]

Since this reaction terminates immediately upon stopping irradiation with a hydrogen ion beam, gamma ray generation can be easily controlled. Furthermore, because there is no

radiation emission when not in use, it is possible to provide a gamma ray source that is easy to handle and has few limitations on its use.

この反応は水素イオンビームの照射の停止で即座に終了するので、容易にガンマ線発生が制御が可能であり、使用しないときには放射線の放出が無いため、利用上の制限が少なく、取り扱い易いガンマ線源を提供することが可能である。

[0010]

In the invention corresponding to claim 1, a non-thermonuclear fusion reaction is induced by irradiating the surface of a molten alloy or mixture of boron and a metal that acts as a catalyst for nuclear fusion reactions with a hydrogen ion beam.

請求項 1 に対応する発明では、ボロンおよび核融合反応の触媒作用を持つ金属との合金又は混合の溶融体の表面に水素イオンビームを照射することにより非熱核融合反応を誘発する。

During this process, gamma rays are generated according to equation (1), and these are used as a gamma-ray source.

その際に（１）式に従いガンマ線が発生するが、これをガンマ線源として利用する。

[0011]

In the invention corresponding to claim 2, in the gamma-ray generation method of the invention corresponding to claim 1, the amount of gamma rays generated changes according to the irradiation amount of the hydrogen ion beam, so the amount of gamma-ray beam generated can be controlled by adjusting the amount of hydrogen ion beam irradiated per unit time.

請求項 2 に対応する発明では、請求項 1 に対応する発明のガンマ線発生方法において、照射する水素イオンビームの照射量に従い発生するガンマ線量が変わることになるため、単位時間に照射する水素イオンビームの量を調節することにより発生するガンマ線ビームの発生量を制御できるようにするものである。

[0012]

In the invention corresponding to claim 3, in the gamma-ray generation method of the invention corresponding to claim 1, the distribution of the generated gamma-ray amount changes according to the spatial distribution of the irradiation amount of the hydrogen ion beam. Therefore, by controlling the distribution of the irradiated hydrogen ion beam as needed, the distribution of the generated gamma-ray beam can be controlled.

請求項 3 に対応する発明では、請求項 1 に対応する発明のガンマ線発生方法において、照射する水素イオンビームの照射量の空間分布に従い発生するガンマ線量の分布も変わることになるため、照射する水素イオンビームの分布を必要に応じて制御することにより、発生するガンマ線ビームの発生量分布を制御できるようにするものである。

[0013]

The invention corresponding to claim 4 comprises a sealed container containing a molten alloy or mixture of boron and a metal that acts as a catalyst for nuclear fusion reactions, with hydrogen gas sealed in the space within the container; an electrode disposed in the space within the sealed container; and a power supply that applies a voltage between the electrode and the molten alloy or mixture of boron and a metal that acts as a catalyst for nuclear fusion reactions, wherein a hydrogen ion beam generated by a discharge occurring between the electrode and the molten alloy or mixture of boron and a metal that acts as a catalyst for nuclear fusion reactions is irradiated onto the surface of the molten alloy or mixture of boron and a metal that acts as a catalyst for nuclear fusion reactions to generate gamma rays by a non-thermonuclear fusion reaction.

請求項 4 に対応する発明は、ボロンおよび核融合反応の触媒作用を持つ金属との合金又は混合の溶融体が収容され、且つ空間部に水素ガスが封入された密閉容器と、この密閉容器の前記空間部に配設された電極と、この電極と前記ボロンおよび核融合反応の触媒作用を持つ金属との合金又は混合

の溶融体との間に電圧を印加する電源とを備え、前記電極と前記ボロンおよび核融合反応の触媒作用を持つ金属との合金又は混合の溶融体との間で発生する放電により生成される水素イオンビームを前記ボロンおよび核融合反応の触媒作用を持つ金属との合金又は混合の溶融体の表面に照射して非熱核融合反応によりガンマ線を発生させる。

[0014]

The invention corresponding to claim 5 is a gamma-ray generator according to the invention corresponding to claim 4, wherein the power supply is a variable power supply, and the amount of hydrogen ion beam irradiated per unit time is adjusted by changing the voltage or current to control the intensity of the generated gamma rays.

請求項5に対応する発明は、請求項4に対応する発明のガンマ線発生装置において、前記電源を可変電源として、電圧又は電流を変更することにより、単位時間に照射する水素イオンビームの量を調節して発生するガンマ線の強度を制御する。

[0015]

The invention corresponding to claim 6 is a gamma-ray generator according to the invention corresponding to claim 4, wherein a hydrogen gas supply means for supplying hydrogen gas into the sealed container is provided, and the emission distribution of the generated gamma rays is controlled by adjusting the spatial density distribution of the irradiated hydrogen ion beam by adjusting the hydrogen gas pressure supplied from this hydrogen gas supply means.

請求項 6 に対応する発明は、請求項 4 に対応する発明のガンマ線発生装置において、前記密閉容器内に水素ガスを供給する水素ガス供給手段を設け、この水素ガス供給手段より供給される水素ガス圧を調節することにより、照射する水素イオンビームの空間的な密度分布を調節して発生するガンマ線の放射分布を制御する。

[0016]

[Embodiments of the Invention] Embodiments of the present invention will be described below with reference to the drawings.

【発明の実施の形態】 以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

[0017]

Figure 1 is a configuration diagram showing a first embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 1 は、本発明によるガンマ線発生装置の第 1 の実施の形態を示す構成図である。

In Figure 1, 4 is a sealed container, in which a boron mixed molten material 1 is contained. A pair of electrodes 2 are arranged in the space above the liquid surface, and hydrogen gas 6 is sealed inside.

図 1 において、4 は密閉容器で、この密閉容器 4 内にボロン混合溶融体 1 が収容され、その液面上方の空間部に一対の電極 2 が配設されると共に、水素ガス 6 が封入されている。

[0018]

A power supply 5 located outside the container and a switch 12 for turning the power supply 5 on and off are connected between the electrode 2 and the boron mixed molten material 1.

電極 2 とボロン混合溶融体 1 との間に容器外部に設けられた電源 5 及びこの電源 5 のオン、オフを行うスイッチ 12 が接続されている。

In the diagram, arrow 7 indicates the flow of hydrogen ions, and arrow 3 indicates the flow of generated gamma rays.

図中で7の矢印は水素イオンの流れを示しており、矢印3は発生したガンマ線の流れを示している。

[0019]

Next, the operation of this embodiment will be described.

次に本実施の形態の作用について説明する。

[0020]

In Figure 1, when the switch 12 is closed, a voltage generated by the power supply 5 is applied between the boron mixed molten material 1 inside the sealed container 4 and the electrode 2

positioned above it, causing a discharge to occur in the hydrogen gas 6 sealed inside the sealed container 4.

図 1 において、スイッチ 1 2 を閉じると、密閉容器 4 内のボロン混合溶融体 1 とその上方に配置した電極 2 との間に電源 5 より発生した電圧が印加され、密閉容器 4 内に封入した水素ガス 6 中で放電が発生する。

At this time, some or most of the hydrogen gas 6 is ionized by the discharge to become hydrogen ions.

このとき放電により水素ガス 6 の一部、又はほとんどが電離して水素イオンとなる。

[0021]

Hydrogen ions are accelerated by the electric field between electrode 2 and boron mixed molten material 1, forming a hydrogen ion flow 7.

水素イオンは、電極 2 とボロン混合溶融体 1 との間の電界により加速されて、水素イオンの流れ 7 を形成する。

This flow of hydrogen ions 7 reaches the surface of the boron-mixed molten material 1, inducing the non-thermonuclear fusion reaction of equation (1).

この水素イオンの流れ 7 は、ボロン混合溶融体 1 の表面に達して、（１）式の非熱核融合反応が誘起される。

The gamma rays γ generated by this reaction are emitted upward, forming a stream 3 of generated gamma rays.

この反応により発生するガンマ線 γ は上方に放出され、発生ガンマ線の流れ 3 を形成する。

[0022]

If switch 12 is opened at this time, the discharge stops and the hydrogen ion flow 7 disappears, so the generated gamma ray flow 3 also disappears, making it easy to control the generation of gamma rays.

このときスイッチ 1 2 を開けば、放電が停止して水素イオンの流れ 7 は消失するので、発生ガンマ線の流れ 3 も消失し、ガンマ線の発生を容易に制御可能となる。

[0023]

Figure 2 is a configuration diagram showing a second embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 2 は、本発明によるガンマ線発生装置の第 2 の実施の形態を示す構成図である。

In Figure 2, 4 is a sealed container, in which the boron mixed molten material 1 is contained. A

pair of electrodes 2 are placed in the space above the liquid surface, and hydrogen gas 6 is sealed inside.

図 2 において、4 は密閉容器で、この密閉容器 4 内にボロン混合溶融体 1 が収容され、その液面上方の空間部に一対の電極 2 が配設されると共に、水素ガス 6 が封入されている。

[0024]

A variable power supply 8, located outside the container, is connected between the electrode 2 and the boron-mixed molten body 1. This variable power supply 8 can be energized in a way that allows for free adjustment of voltage or current.

電極 2 とボロン混合溶融体 1 との間に容器外部に設けられた可変電源 8 が接続され、この可変電源 8 は電圧又は電流を自由に変更可能に通電できるものである。

In the diagram, arrow 7 indicates the flow of hydrogen ions, and arrow 3 indicates the flow of generated gamma rays.

図中で 7 の矢印は、水素イオンの流れを示しており、矢印 3 は発生したガンマ線の流れを示している。

[0025]

Next, I will explain the function of the actual form.

次に本実の形態の作用について説明する。

[0026]

In Figure 2, when a voltage is applied from a variable power supply 8 between the boron mixed molten material 1 inside the sealed container 4 and the electrode 2 positioned above it,

a discharge occurs in the hydrogen gas 6 sealed inside the sealed container 4. This discharge causes some or all of the hydrogen gas 6 to ionize into hydrogen ions.

図 2 において、密閉容器 4 内のボロン混合溶融体 1 とその上方に配置した電極 2 の間に可変電源 8 より電圧を印加すると、密閉容器 4 内に封入した水素ガス 6 中で放電が発生し、この放電により水素ガス 6 の一部、又はほとんどが電離して水素イオンとなる。

[0027]

Hydrogen ions are accelerated by the electric field between electrode 2 and boron mixed molten material 1, forming a hydrogen ion flow 7.

水素イオンは、電極 2 とボロン混合溶融体 1 との間の電界により加速されて、水素イオンの流れ 7 を形成する。

This flow of hydrogen ions 7 reaches the surface of the boron-mixed molten material 1, inducing the non-thermonuclear fusion reaction of equation (1).

この水素イオンの流れ 7 は、ボロン混合溶融体 1 の表面に達して、（１）式の非熱核融合反応が誘起される。

The gamma rays γ generated by this reaction are emitted upward, forming a stream 3 of generated gamma rays.

この反応により発生するガンマ線 γ は上方に放出され、発生ガンマ線の流れ 3 を形成する。

[0028]

At this time, changing the voltage or current of the variable power supply 8 changes the discharge current, which allows you to adjust the amount of hydrogen ions flowing 7 onto the surface of the boron mixed molten material 1.

このとき可変電源 8 の電圧又は電流を変更すると放電電流が変化し、ボロン混合溶融体 1 の表面への水素イオンの流れ 7 の量を調節することができる。

[0029]

As can be seen from equation (1), one atom of ^{11}B undergoes a non-thermonuclear fusion reaction with one hydrogen atom, producing a carbon atom (^{12}C) and gamma rays γ . This shows that the amount of gamma ray flow 3, i.e., the amount of gamma rays generated, can be controlled in proportion to the flow of hydrogen ions.

(1) 式から分かるように水素 1 個に対して ^{11}B の 1 原子が非熱核融合反応し、炭素原子 (^{12}C) とガンマ線 γ が生成するので、水素イオンの流れに比例してガンマ線の流れ 3 の量、すなわちガンマ線発生量を制御できることを示している。

[0030]

Therefore, the present invention makes it possible to obtain a gamma-ray source that can generate an optimal amount of gamma rays according to the purpose, has fewer restrictions on use, and is easy to handle.

従って、本発明により、目的に応じて最適なガンマ線発生量を得ることができ、利用上の制限が少なく、取り扱いやすいガンマ線線源を得ることができる。

[0031]

Figure 3 is a configuration diagram showing a third embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図3は、本発明によるガンマ線発生装置の第3の実施の形態を示す構成図である。

In Figure 3, 4 is a sealed container, in which a boron mixed molten material 1 is contained. A

pair of electrodes 2 are arranged in the space above the liquid surface, and hydrogen gas 6 is sealed inside.

図3において、4は密閉容器で、この密閉容器4内にボロン混合溶融体1が収容され、その液面上方の空間部に一対の電極2が配設されると共に、水素ガス6が封入されている。

[0032]

A power supply 5, located outside the container, is connected between the electrode 2 and the boron-mixed molten material 1.

電極2とボロン混合溶融体1との間には、容器外部に設けられた電源5が接続されている。

[0033]

Furthermore, a hydrogen gas supply port 10 is provided in a part of the sealed container 4, and a hydrogen gas cylinder 11 is connected to this hydrogen gas supply port 10 via a hydrogen gas pressure adjustment valve 9.

また、密閉容器 4 の一部に水素ガス供給口 10 が設けられ、この水素ガス供給口 10 に水素ガスポンプ 11 が水素ガス圧力調整用バルブ 9 を介して接続されている。

The hydrogen gas pressure regulating valve 9 regulates the pressure of the hydrogen gas inside the sealed container 4.

水素ガス圧力調整用バルブ 9 は、密閉容器 4 内の水素ガスの圧力を調節するものである。

In the diagram, arrow 7 indicates the flow of hydrogen ions, and arrow 3 indicates the flow of generated gamma rays.

図中で 7 の矢印は水素イオンの流れを示しており、矢印 3 は発生したガンマ線の流れを示している。

[0034]

Next, the operation of this embodiment will be described.

次に本実施の形態の作用について説明する。

[0035]

In Figure 3, when a voltage generated by the power supply 8 is applied between the boron mixed molten material 1 inside the sealed container 4 and the electrode 2 positioned above it, a discharge occurs in the hydrogen gas 6 sealed inside the sealed container 4.

図 3 において、密閉容器 4 内のボロン混合溶融体 1 とその上方に配置した電極 2 との間に電源 8 より発生した電圧が印加されると、密閉容器 4 内に封入した水素ガス 6 中で放電が発生する。

At this time, some or most of the hydrogen gas 6 is ionized by the discharge to become hydrogen ions.

このとき放電により水素ガス 6 の一部、又はほとんどが電離して水素イオンとなる。

[0036]

Hydrogen ions are accelerated by the electric field between electrode 2 and boron mixed molten material 1, forming a flow of hydrogen ions 7.

水素イオンは、電極 2 とボロン混合溶融体 1 の間の電界により加速されて、水素イオンの流れ 7 を形成する。

This flow of hydrogen ions 7 reaches the surface of the boron-mixed molten material 1, inducing the non-thermonuclear fusion reaction of equation (1).

この水素イオンの流れ 7 は、ボロン混合溶融体 1 の表面に達して、（１）式の非熱核融合反応が誘起される。

The gamma rays γ generated by this reaction are emitted upward, forming a stream 3 of generated gamma rays.

この反応により発生するガンマ線 γ は上方に放出され、発生ガンマ線の流れ 3 を形成する。

[0037]

When the hydrogen gas pressure regulating valve 9 is adjusted, the hydrogen gas pressure inside the sealed container 4 changes.

このとき水素ガス圧力調節バルブ 9 を調節すると、密閉容器 4 内の水素ガス圧力が変わる。

When the hydrogen gas pressure inside the sealed container 4 changes, the discharge state between the electrode 2 and the boron mixed molten material 1 changes, the density (amount) of hydrogen ions generated changes, the amount of hydrogen ion flow 7 formed between the electrode 2 and the boron mixed molten material 1 changes, and as the hydrogen gas pressure changes, the collision frequency between hydrogen gases in the hydrogen ion flow changes, thus changing the discharge state of the kinetic energy of the hydrogen ions.

密閉容器 4 内の水素ガス圧力が変わると、電極 2 とボロン混合溶融体 1 の間の放電状態が変化し、生成される水素イオンの密度（量）が変化し、電極 2 とボロン混合溶融体 1 との間に形成される水素イオンの流れ 7 の量が変わるとともに、水素ガス圧力の変化に伴い水素イオンの流れの中での水素ガス同士の衝突頻度が変化するので、水素イオンの運動エネルギーの放電状態が変化する。

[0038]

In this case, the amount of reaction generated in equation (1) increases exponentially with the energy of the hydrogen ions, as disclosed in the prior application below.

この場合、（１）式の反応発生量は水素イオンのエネルギーと共に指数関数的に増大することが、下記の先願で開示されている。

[0039]

Japanese Patent Application No. 2001-001056 "Method for generating molten lithium nuclear fusion reaction and nuclear fusion energy supply device", Japanese Patent Application No. 2001-177670 "Nuclear fusion power generation method and nuclear fusion power generation device", and Japanese Patent Application No. 2001-216026 "Non-thermonuclear fusion power generation method and non-thermonuclear fusion power generation device" are used. Due to the influence of these, the amount of reaction in equation (1), which is the reaction between hydrogen ions and boron atoms that reach the surface of the boron mixed molten material 1, changes, and the amount of gamma rays generated can be controlled.

特願2001-001056「溶融リチウム核融合反応発生方法および核融合エネルギー供給装置」、特願2001-177670「核融合発電方法および核融合発電装置」、特願2001-216026「非熱核融合発電方法および非熱核融合発電装置」これらの影響で、ボロン混合溶融体1の表面に達した水素イオンとボロン原子の反応である（1）式の反応の発生量が変化し、ガンマ線発生量を制御できる。

[0040]

Figure 4 is a configuration diagram showing a fourth embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図4は、本発明によるガンマ線発生装置の第4の実施の形態を示す構成図である。

In Figure 4, 4 is a sealed container, in which a boron mixed molten material 1 is contained. A pair of variable electrodes 13 are arranged in the space above the liquid surface, and hydrogen gas 6 is sealed inside.

図 4 において、4 は密閉容器で、この密閉容器 4 内にボロン混合溶融体 1 が収容され、その液面上方の空間部に一対の可変電極 1 3 が配設されると共に、水素ガス 6 が封入されている。

[0041]

A power supply 5, located outside the container, is connected between the movable electrode 13 and the boron-mixed molten material 1.

可動電極 1 3 とボロン混合溶融体 1 との間に容器外部に設けられた電源 5 が接続されている。

In the diagram, arrow 7 indicates the flow of hydrogen ions, and arrow 3 indicates the flow of generated gamma rays.

図中で 7 の矢印は水素イオンの流れを示しており、矢印 3 は発生したガンマ線の流れを示している。

[0042]

Next, the operation of this embodiment will be explained.

次に本実施例の作用について説明する。

[0043]

In Figure 4, when a voltage generated by a power source 5 is applied between the boron mixed molten material 1 inside the sealed container 4 and the movable electrode 13 positioned above it, a discharge occurs in the hydrogen gas 6 sealed inside the sealed container 4.

図4において、密閉容器4内のボロン混合溶融体1とその上方に配置した可動電極13との間に電源5より発生した電圧が印加されると、密閉容器4内に封入した水素ガス6中で放電が発生する。

At this time, some or most of the hydrogen gas 6 is ionized by the discharge to become hydrogen ions.

このとき放電により水素ガス 6 の一部、又はほとんどが電離して水素イオンとなる。

[0044]

Hydrogen ions are accelerated by the electric field between the movable electrode 13 and the boron mixed molten material 1, forming a flow of hydrogen ions 7.

水素イオンは、可動電極 1 3 とボロン混合溶融体 1 の間との電界により加速されて、水素イオンの流れ 7 を形成する。

This flow of hydrogen ions 7 reaches the surface of the boron-mixed molten material 1, inducing the non-thermonuclear fusion reaction of equation (1).

この水素イオンの流れ 7 は、ボロン混合溶融体 1 の表面に達して、（１）式の非熱核融合反応が誘起される。

The gamma rays γ generated by this reaction are emitted upward, forming a stream 3 of generated gamma rays.

この反応により発生するガンマ線 γ は上方に放出され、発生ガンマ線の流れ 3 を形成する。

[0045]

When the movable electrode is moved, the electric field between the movable electrode 13 and the boron mixed molten material 1 changes, and the distribution of the hydrogen ion flow 7 changes.

このとき可動電極を動かすと可動電極 1 3 とボロン混合溶融体 1 との間の電界が変化し、水素イオンの流れ 7 の分布が変化する。

When the distribution of this hydrogen ion flow 7 changes, the distribution of hydrogen ions reaching the surface of the boron mixed melt 1 changes. As a result, the distribution of the reaction (1), which is the reaction between hydrogen ions and boron atoms that reach the surface of the boron mixed melt 1, changes, and consequently, the distribution of gamma ray generation changes.

この水素イオンの流れ 7 の分布が変化するとボロン混合溶融体 1 の表面に達する水素イオンの分布が変化することになるため、ボロン混合溶融体 1 の表面に達した水素イオンとボロン原子の反応である（1）式の反応の発生量の分布が変化し、それによりガンマ線発生量の分布が変わることになる。

This property can be used to control the distribution of gamma ray flow.

この性質を利用してガンマ線の流れの分布をも制御できる。

[0046]

Therefore, the present invention makes it possible to obtain an optimal distribution of gamma-ray generation amount according to the purpose, and to obtain a gamma-ray source that has few limitations in use and is easy to handle.

従って、本発明により、目的に応じて最適なガンマ線発生量の分布を得ることができ、利用上の制限が少なく、取り扱いやすいガンマ線源を得ることができる。

[0047]

The gamma rays obtained from the gamma-ray sources described in each of the embodiments above have high penetration power through materials, and can therefore be applied to inspecting internal defects in thick, large structures and diagnosing diseases in large animals.

以上各実施の形態で述べたガンマ線源から得られるガンマ線は、物質に関する透過性が高いため、厚い大型構造物の内部欠陥検査や、大型動物の病気診断に応用することができる。

Furthermore, it can be applied to cancer treatment from a medical perspective.

また、医学的にはガンの治療にも応用できる。

[0048]

Figure 5 is a configuration diagram showing an application example of the gamma-ray generator according to the present invention.

図5は、本発明によるガンマ線発生装置の応用例を示す構成図である。

[0049]

In Figure 5, 21 is a cylindrical reaction vessel that can be evacuated under vacuum, and insulating rings 22 are provided at appropriate locations along the longitudinal direction of this reaction vessel 21.

図5において、21は真空排気可能な筒状の反応容器で、この反応容器21はその長手方向の適宜個所に絶縁リング22が設けられている。

An anode 23 is provided on the upper circumferential surface of such a reaction vessel 22, a boron-mixed liquid lithium 24 is contained in the lower part, a cathode 25 impregnated with the boron-mixed liquid lithium is placed on its circumferential surface, and hydrogen gas is sealed inside the vessel.

このような反応容器22内の上部周面には、陽極23が設けられ、低部にはボロン混合液体リチウム24が収容されると共に、周面にボロン混合液体リチウムを含浸させた陰極25が配設され、且つ容器内に水素ガスが封入されている。

[0050]

The cathode 25 is in contact with the boron-mixed liquid lithium 24 at the bottom of the reaction vessel 21 and is made of a material that allows the liquid lithium to seep into the cathode by capillary action.

上記陰極 2 5 は、反応容器 2 1 の底部でボロン混合液体リチウム 2 4 と接触させてあり、毛細管現象で陰極内に液体リチウムが染み込むような材質で構成されている。

[0051]

Furthermore, a pulse power supply unit 26 is connected between the cathode 25 and the anode 23, a hydrogen injection unit 27 and a helium recovery unit 28 generated by nuclear

fusion with lithium are connected to the top of the reaction vessel 21, and a lithium measurement and purification system 29 is connected to the bottom of the reaction vessel 21.

また、陰極 2 5 と陽極 2 3 との間にはパルス電源装置 2 6 が接続され、反応容器 2 1 の上部に水素注入装置 2 7 とリチウムとの核融合で発生するヘリウム回収装置 2 8 が接続され、さらに反応容器 2 1 の底部にはリチウム計測純化系 2 9 が接続されている。

[0052]

Furthermore, the outer surface of the reaction vessel 21 is configured to supply heat to a heat exchange system 30 and a heat utilization system 31 that utilizes the thermal energy obtained from the heat exchange system 30.

さらに、反応容器 2 1 の外周面には熱交換システム 3 0 とこの熱交換システム 3 0 から得られる熱エネルギーを利用する熱利用システム 3 1 に供給可能になっている。

[0053]

On the other hand, the fusion reaction section below the insulating ring of the reaction vessel 21 is covered with thermal insulation material 33, and the entire perimeter of the reaction vessel 21 is covered with gamma-ray shielding material 32, except for a part of the bottom of the vessel.

一方、反応容器 2 1 の絶縁リングより下方の核融合反応部に対応させて断熱材 3 3 で覆われ、また容器底部側の一部を除いて反応容器 2 1 の全周囲部がガンマ線遮蔽材 3 2 で覆われている。

[0054]

Therefore, in a gamma-ray generator with this configuration, a nuclear fusion reaction occurs when a pulsed discharge is performed by a pulsed power supply unit 26 while hydrogen gas is

sealed into the reaction vessel 21 from the hydrogen injection unit 27, and the gamma rays generated by this reaction are emitted from the bottom of the vessel.

従って、このような構成のガンマ線発生装置において、水素注入装置 27 より反応容器 21 内に水素ガスを封入した状態で、パルス電源装置 26 によりパルス放電を行うことにより、核融合反応が生じ、この反応により発生するガンマ線が容器底部より放出される。

[0055]

Furthermore, the helium generated as a result of the nuclear fusion reaction is removed from the system by the helium recovery device 28.

また、核融合反応の結果発生するヘリウムは、ヘリウム回収装置 28 により系外に排除される。

[0056]

Furthermore, the energy obtained from the nuclear fusion reaction can be easily extracted by the heat exchange system 30 and the heat utilization system 31.

さらに、核融合反応により得られるエネルギーは、熱交換システム 30 及び熱利用システム 31 により容易に取出せる。

[0057]

At this time, the state of lithium is monitored by the lithium measurement and purification system 29, enabling stable operation over long periods of time.

このときリチウムの状態は、リチウム計測純化系 29 によりモニタされ、長時間運転を安定に行うことができる。

[0058]

[Effects of the Invention] As described above, the present invention provides a gamma ray generation method and apparatus that can efficiently generate gamma rays, easily control the generation and stopping of gamma rays and the amount generated, and have few restrictions on use and are easy to handle.

【発明の効果】 以上述べたように本発明によれば、ガンマ線を効率的に発生させ、ガンマ線の発生・停止、その発生量を容易に制御でき、利用上の制限が少なく取り扱い易いガンマ線発生方法及び装置を提供できる。

[0059]

Brief explanation of the drawing

[0060]

Figure 1 is a configuration diagram showing a first embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 1 本発明によるガンマ線発生装置の第 1 の実施の形態を示す構成図。

[0061]

Figure 2 is a configuration diagram showing a second embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 2 本発明によるガンマ線発生装置の第 2 の実施の形態を示す構成図。

[0062]

Figure 3 is a configuration diagram showing a third embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 3 本発明によるガンマ線発生装置の第 3 の実施の形態を示す構成図。

[0063]

Figure 4 is a configuration diagram showing a fourth embodiment of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 4 本発明によるガンマ線発生装置の第 4 の実施の形態を示す構成図。

[0064]

Figure 5 is a configuration diagram showing an application example of the gamma-ray generator according to the present invention.

図 5 本発明によるガンマ線発生装置の応用例を示す構成図。

[0065]

Explanation of the symbols

符号の説明

[0066]

1: Boron mixed molten material 2: Electrode 3: Flow of generated gamma rays 4: Sealed container 5: Power supply 6: Hydrogen gas 7: Flow of hydrogen ions (hydrogen ion beam) 8: Variable power supply 9: Valve for adjusting hydrogen gas pressure 10: Hydrogen supply port 11: Hydrogen gas cylinder 12: Switch 13: Movable electrode 21: Reaction vessel 22: Insulating ring 23: Anode 24: Boron mixed liquid lithium 25: Cathode 26: Pulse power supply device 27: Hydrogen injection device 28: Helium recovery device 29: Lithium measurement and purification system 30: Heat exchange system 31: Heat utilization system 32: Gamma ray shielding material 33: Thermal insulation material

1 : ボロン混合溶融体 2 : 電極 3 : 発生ガンマ線の流れ 4 : 密閉容器 5 : 電源 6 : 水素ガス 7 : 水素イオンの流れ（水素イオンビーム） 8 : 可変電源 9 : 水素ガス圧力調整用バルブ 10 : 水素供給口 11 : 水素ガスボンベ 12 : スイッチ 13 : 可動電極 21 : 反応容器 22 : 絶縁リング 23 : 陽

極 2 4 : ボロン混合液体リチウム 2 5 : 陰極 2 6 : パルス電源装置 2 7 : 水素注入装置 2 8 : ヘリウム回収装置 2 9 : リチウム計測純化系 3 0 : 熱交換システム 3 1 : 熱利用システム 3 2 : ガンマ線遮蔽材 3 3 : 断熱材