(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2003－130998
（P2003－130998A）

(43)公開日　平成15年5月8日(2003.5.8)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ	テーマコード（参考）
Ｇ２１Ｋ　5/02		Ｇ２１Ｋ　5/02	Ｚ
Ｇ２１Ｂ　1/00		Ｇ２１Ｂ　1/00	Ｙ

審査請求　未請求　請求項の数6　ＯＬ　（全 6 頁）

(21)出願番号　特願2001－258235(P2001－258235)

(22)出願日　平成13年8月28日(2001.8.28)

(31)優先権主張番号　特願2001－245074(P2001－245074)

(32)優先日　平成13年8月10日(2001.8.10)

(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000209706
池上　栄胤
兵庫県宝塚市雲雀丘２－12－50

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号

(72)発明者　池上　栄胤
兵庫県宝塚市雲雀丘２－12－50

(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦　（外６名）

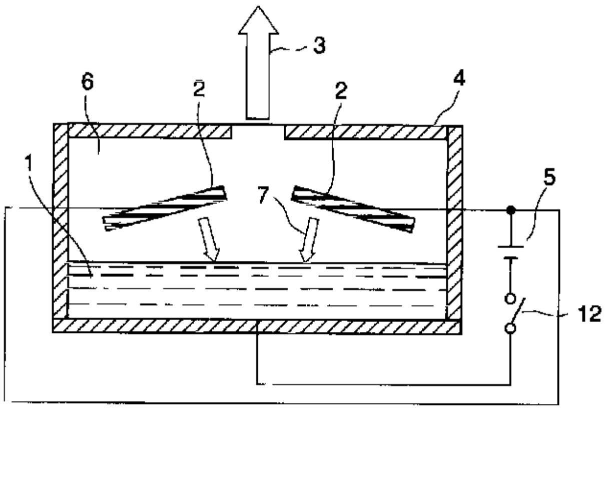
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ガンマ線発生方法及び装置

(57)【要約】

【課題】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可能にすることにある。

【解決手段】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１が収容され、且つ空間部に水素ガス６が封入された密閉容器４と、この密閉容器４の空間部に配設された電極２と、この電極２と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１との間に電圧を印加する電源５とを備え、電極２と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１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１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。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　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して非熱核融合反応を誘発し、その際に発生するガンマ線を利用可能にしたことを特徴とするガンマ線発生方法。

【請求項２】　請求項１記載のガンマ線発生方法において、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ことを特徴とするガンマ線発生方法。

【請求項３】　請求項１記載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ことを特徴とするガンマ線発生方法。

【請求項４】　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ことを特徴とするガンマ線発生装置。

【請求項５】　請求項４記載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ことを特徴とするガンマ線発生装置。

【請求項６】　請求項４記載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ことを特徴とするガンマ線発生装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【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】

【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】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。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】

【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。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。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】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】

【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】

$$^{11}B + {}^{1}H \rightarrow {}^{12}C + \gamma \qquad (1)$$

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】（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】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の制御が可能であり、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】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。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】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化することになるため、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】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

マ線量の分布も変化することになるため、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】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】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】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】

【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】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。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】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。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】次に本実施の形態の作用について説明する。

【0020】図1において、スイッチ12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。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】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。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。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】このときスイッチ12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】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。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】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。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】次に本実の形態の作用について説明する。

【0026】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】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。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。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】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】(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】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】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。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】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】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に水素ガスボンベ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。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。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】次に本実施の形態の作用について説明する。

【００３５】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。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】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。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。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】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。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】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】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】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。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１３が配設されると共に、水素ガス６が封入されている。

【００４１】可動電極１３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。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】次に本実施例の作用について説明する。

【００４３】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中で放電を発生する。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】水素イオンは、可動電極１３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。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。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】このとき可動電極を動かすと可動電極１３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。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。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】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】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。また、医学的にはガンの治療にも応用できる。

【００４８】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。

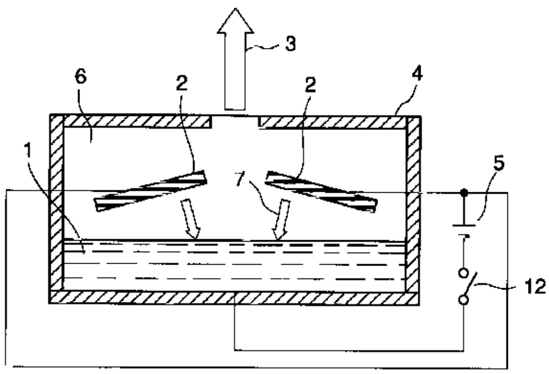
【００４９】図５において、２１は真空排気可能な筒状の反応容器で、この反応容器２１はその長手方向の適宜個所に絶縁リング２２が設けられている。このような反応容器２２内の上部周面には、陽極２３が設けられ、低部にはボロン混合液体リチウム２４が収容されると共に、周面にボロン混合液体リチウムを含浸させた陰極２５が配設され、且つ容器内に水素ガスが封入されている。

【００５０】上記陰極２５は、反応容器２１の底部でボロン混合液体リチウム２４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。

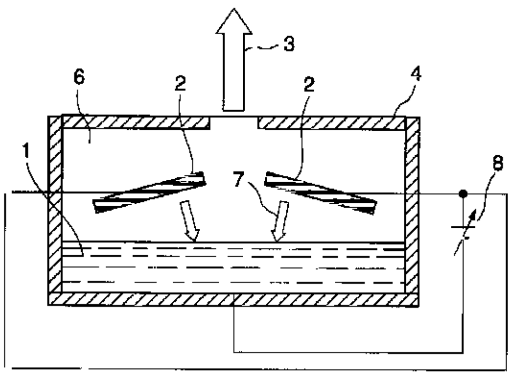
【００５１】また、陰極２５と陽極２３との間にはパルス電源装置２６が接続され、反応容器２１の上部に水素注入装置２７とリチウムとの核融合で発生するヘリウム回収装置２８が接続され、さらに反応容器２１の底部に

はリチウム計測純化系２９が接続されている。
【００５２】さらに、反応容器２１の外周面には熱交換システム３０とこの熱交換システム３０から得られる熱エネルギーを利用する熱利用システム３１に供給可能になっている。
【００５３】一方、反応容器２１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３３で覆われ、また容器底部側の一部を除いて反応容器２１の全周囲部がガンマ線遮蔽材３２で覆われている。
【００５４】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】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】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】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】
【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。
【図面の簡単な説明】
【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。
【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。
【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。
【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。
【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。
【符号の説明】
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
２４：ボロン混合液体リチウム
２５：陰極
２６：パルス電源装置
２７：水素注入装置
２８：ヘリウム回収装置
２９：リチウム計測純化系
３０：熱交換システム
３１：熱利用システム
３２：ガンマ線遮蔽材
３３：断熱材

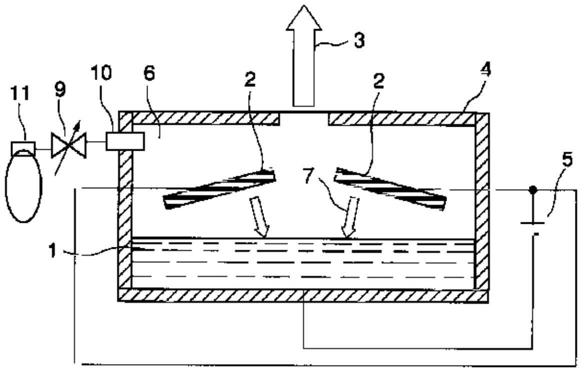
【図１】



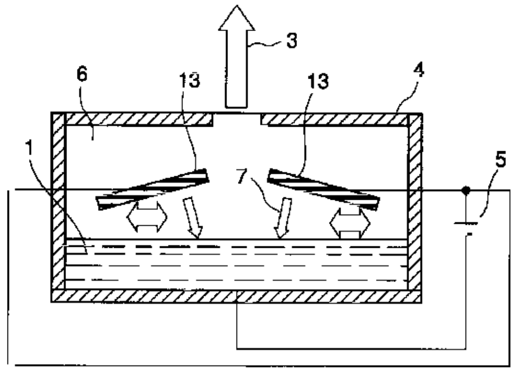
【図２】



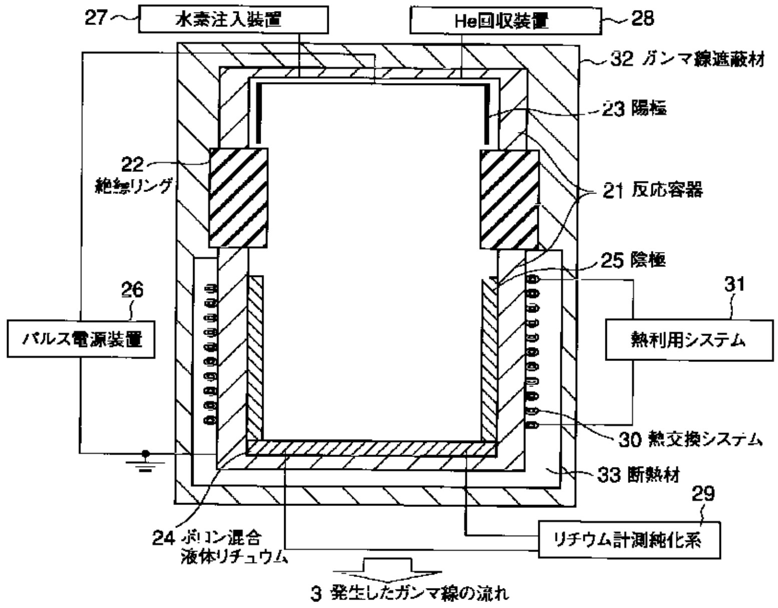
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者　荒木　義雄
神奈川県横浜市磯子区新杉田町８番地　株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者　木村　博信
神奈川県横浜市磯子区新杉田町８番地　株式会社東芝横浜事業所内