



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 JP2004109013A

Method for accelerating radioactive decay and energy generation device by accelerating radioactive decay

□

[0001] [Technical Field to Which the Invention Belongs] The present invention relates to a method for significantly shortening the decay half-life of radioactive waste such as strontium-90 (NER1Sr) and cesium-137 (NER2Cs), or spontaneous fission materials such as artificial plutonium (Pu), natural uranium (U), and thorium (Th), which are dissolved in a molten metal such as liquid metallic lithium as a catalytic solvent, and to an energy generating device that utilizes the decay energy thereof. [0002] [Prior Art] Until today, no method has been invented for the decontamination of radioactive waste. Furthermore, methods using the abundant resources of uranium-238 and thorium directly as nuclear fuel are not yet at a practical level.

[0003] [Problems to be Solved by the Invention] For this reason, radioactivity conversion methods using accelerator particle beams have been studied, but they require a lot of equipment and energy and there is no prospect of practical application. [0004] Therefore, the present invention aims to provide a method and apparatus that kills two birds with one stone

by using a molten metal such as liquid metallic lithium as a catalytic solvent to dissolve radioactive waste such as strontium-90 and cesium-137, or spontaneously fissile materials such as plutonium, uranium, and thorium, and by significantly shortening the decay half-life through the thermodynamic forces in the catalytic solvent described later, and utilizing the decay energy. [0005] [Means for Solving the Problems] In order to achieve the above objective, the present invention, corresponding to claim 1, is characterized in that a liquid metallic lithium or a molten metal or alloy with similar catalytic activity is used as a catalytic solvent to dissolve an artificial or natural radioactive substance in it, and the decay half-life is significantly shortened by the thermodynamic force in the catalytic solvent, thereby eliminating the radioactivity and converting energy. [0006] The invention corresponding to claim 2 is a radioactive decay acceleration system comprising a reaction vessel equipped with a pump for circulating the catalyst solvent, an additional catalyst solvent supply and a purifier, and piping for circulating the catalyst solvent, in addition to an injection device for artificial or natural radioactive material and a device for separating and recovering non-radioactive products, characterized in that the half-life of the artificial or natural radioactive material dissolved in the solvent in the reaction vessel is significantly shortened, and the radioactivity disappears and energy is converted. [0007] The invention corresponding to claim 3 is characterized in that, in claim 2, a cooling means and an insulating means are provided on the outer circumference of a reaction vessel and circulation piping system filled with a catalytic solvent that generates heat due to the radioactive decay of artificial or naturally

injected radioactive material, and a heat utilization means is provided for extracting and utilizing the heat generated by the cooling means.

【０００１】 【発明の属する技術分野】 本発明は、液体金属リチウム等の溶融金属を触媒溶剤としてこれに溶解したストロンチウム⁹⁰（⁹⁰Sr）やセシウム¹³⁷（¹³⁷Cs）等の放射性廃棄物あるいは人口のプルトニウム、（Pu）天然ウランウム（U）やトリウム（Th）等の自発核分裂物質の崩壊半減期を大幅に短縮する方法及びその崩壊エネルギーを利用するエネルギー発生装置に関する。【０００２】 【従来の技術】 従来から今日まで放射性廃棄物の放射能消滅方法は未だ発明されていない。又資源的に豊富なウランウム²³⁸やトリウムを直接核燃料とする方法は実用レベルにない。【０００３】 【発明が解決しようとする課題】 このため加速器粒子線を使用した放射能変換法などが研究されているが多大の設備とエネルギーを要し実用の見通しはない。【０００４】 そこで、本発明では液体金属リチウム等の溶融金属を触媒溶剤としてこれにストロンチウム⁹⁰やセシウム¹³⁷等の放射性廃棄物あるいはプルトニウム、ウランウムやトリウム等の自発核分裂物質を溶解し、後述する前記触媒溶剤中の熱力学的力によって崩壊半減期を大幅に短縮し、その崩壊エネルギーを利用する一石二鳥の方法とその装置を提供することを目的とする。【０００５】 【課題を解決するための手段】 本発明は、前記目的を達成させるため、請求項１に対応する発明は、液体金属リチウムまたはそれと同様の触媒作用のある溶融金属又は合金を触媒溶剤として、それに人口又は天然の放射性物質を溶解し、該触媒溶剤中の熱力学的力により崩壊半減期を大幅に短縮して、放射能を消滅し、エネルギー転換させることを特徴とする。【０００６】 請求項２に対応する発明は前記触媒溶剤を循環する

ポンプ及び触媒溶剤追加供給器と同純化器を装着した反応容器と触媒溶剤循環用配管に加えて人口又は天然の放射性物質の注入装置と非放射性生成物を分離回収する装置よりなる放射能崩壊促進装置システムであり、該反応容器中で溶剤に溶解した人口又は天然の放射性物質の半減期が大幅に短縮され、放射能が消滅してエネルギー転換することを特徴とする。【0007】請求項3に対応する発明は請求項2において人口又は天然の注入放射性物質の放射能崩壊で発熱する触媒溶剤を満たした反応容器と循環配管システムの外周側に冷却手段と断熱手段を設け、該冷却手段により発生した熱を取出し利用する熱利用手段を設けたことを特徴とする。

[0008] The invention corresponding to claim 4 is characterized in that it comprises a thermoelectric power generation system comprising a high heat source loop consisting of a pump and piping that extracts and circulates the heat generated by radioactive decay using a coolant or a catalyst solvent that also functions as a coolant, a low heat source loop consisting of piping, a circulation pump and a cooler, and a thermoelectric converter that inserts a thermoelectric material between the high-temperature heat source and the low-temperature heat source and connects to an external load to extract power. [0009] The invention corresponding to claim 5 is characterized in that, in claims 2 to 4, a heat exchanger is provided between the water/steam system that rotates the turbine as a means of heat utilization of the high heat source loop and the water/steam system as a means of heat exchange, or an independent intermediate loop is provided between the catalytic solvent, which is a coolant for the high heat source loop, and the water/steam system, using a single metal or alloy or conductive liquid that is stable with respect to the catalytic solvent and

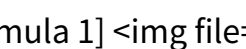
water as a heat transport medium. [0010] [Function] Each claim, particularly claims 1 and 2, describes an invention that dissolves an artificial or natural radioactive substance in a catalytic solvent such as liquid metallic lithium, and utilizes the fact that when the Gibbs energy ΔG decreases during alpha decay, beta decay, heavy cluster decay, or spontaneous fission of the radioactive substance in an ionic state immersed in a sea of mobile electrons in the solvent, thermodynamic forces promote the decay. The thermodynamic force referred to here corresponds to the condensation force described in the inventor's prior application (Japanese Patent Application No. 2002-067220), but strictly speaking they are not the same thing, and the two are closely related in the following way. [0011] Generally, the depth of the Gibbs energy is reflected in the material's intrinsic condensation force through the intermolecular and atomic bond energies within the material. However, if the Gibbs energy deepens further through chemical reactions or other means, and the substance becomes even more stable, a collective force emerges that governs the entire collection of particles (atoms and molecules) in the substance, and the reaction rate increases significantly. In this invention, this collective force is defined as a thermodynamic force. [0012] The above-mentioned collective force also controls the nuclear reaction, as discussed in the prior art, and the resulting effect of increasing the nuclear reaction rate has already been experimentally confirmed. This invention is based on the principle that radioactive decay is accelerated in a manner similar to such reaction mechanisms. [0013] Here, we will explain using strontium-90 (^{90}Sr , half-life 28.8 years), a typical radioactive substance, as an example.

【0008】 請求項4に対応する発明は請求項2又は3において放射能崩壊によって発生する熱を冷却材または冷却材兼用触媒溶剤により取出し循環するポンプ及び配管よりなる高熱源ループと、配管、循環ポンプ及び冷却器よりなる低熱源ループと、当該高温熱源と低温熱源の間に熱電物質をはさみ外部負荷に接続して電力を取り出す熱電変換器より構成される熱発電システムを有することを特徴とする。 【0009】 請求項5に対応する発明は請求項2～4において高熱源ループの熱利用手段としてのタービンを回転させる水／蒸気系統との間に熱交換手段としての熱交換器を設けるか又は高熱源ループの冷却材である触媒溶剤と水／蒸気系統の遮断を確実なものとするため前記触媒溶剤と水／蒸気系統の間に前記触媒溶剤および水に対して安定な単体金属あるいは合金又は導電性液体を熱輸送媒体とする独立中間ループを設けた熱発電システムを有することを特徴とする。 【0010】 【作用】 各請求項特に請求項1及び2に対応する発明は液体金属リチウム等の触媒溶剤中に人口又は天然の放射性物質を溶解し、該溶剤中の移動電子の海の中に漬けこまれたイオン状態の放射性物質が α 崩壊、 β 崩壊又は重クラスター崩壊あるいは自発核分裂する際のGibbsエネルギー ΔG が減少する場合は、熱力学的力が崩壊を促進することを利用する。ここで言う熱力学的力とは本発明者の先願（特願2002-067220）で述べている凝縮力に相当するものであるが、厳密には同一のものではなく両者は次のような関係で密接に結ばれている。

【0011】 一般にGibbsエネルギーの深さは、物質中の原子・分子間結合エネルギーを介して、物質固有の凝縮力に反映されている。しかし、Gibbsエネルギーが化学反応などで、より深まり物質が更に安定化する場合は、物質中の粒子（原子・分子）集団全体を支配する集団力が出現し、反応速度が大幅に増大する。この集団力のことを本発明では熱力学的力と定義してい

る。【0012】 上記集団力が核反応をも支配することが前記先願発明で議論され、それによる核反応レート増大効果が既に実験的に確認されている。本発明は、このような反応機構と同様に放射能崩壊が促進されるとした原理に基づいている。【0013】 ここでは典型的放射性物質であるストロンチウム90 (^{90}Sr 、半減期28.8年) を例にとり説明する。

When ^{90}Sr is injected into liquid metallic lithium as strontium oxide (SrO), ^{90}Sr becomes an ionic state in the liquid through the following reaction.

[Chemical Formula 1]  Here, Li^+ and Sr^{2+} are monovalent

lithium ions and divalent strontium ions, respectively. ^{90}Sr has a half-life of

28.8 years and is converted to yttrium-90 (^{90}Y) by the following reaction

equation. [0014] [Chemical Formula 2]  Here, MeV is an energy of 1 million electron

volts, and β^- and $\bar{\nu}$ are an electron and an antineutrino,

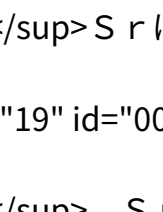
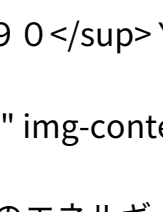
respectively. [0015] When the decay of the above reaction equation (2) occurs in liquid

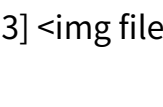
metallic lithium, the Gibbs energy difference ΔG between Sr^{2+} and Y^{3+} ions becomes about 0.8 eV, and the decay acceleration $\exp(-\Delta G/kT)$ is more than

10^8 times at a temperature $T=450\text{K}$. Therefore, the half-life is significantly shorter than 28.8 years, and decay may occur almost instantaneously. Here, k is the

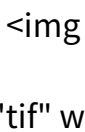
Boltzmann constant. [0016] The generated yttrium 90 is radioactive and has a half-life of 64

hours, and undergoes beta decay to become non-radioactive zirconium 90 (⁹⁰Zr).

⁹⁰Sr を酸化ストロンチウム SrO として液体金属リチウム中に注入すると、次の反応で ⁹⁰Sr は該液体中でイオン状態となる。【化 1】  ここで、Li⁺、Sr²⁺ は夫々 1 価のリチウムイオン、2 価のストロンチウムイオンである。 ⁹⁰Sr は 28.8 年の半減期で次の反応式によりイットリウム 90 (⁹⁰Y) になる。【0014】 【化 2】  ここで MeV は 100 万電子ボルトのエネルギーであり、β⁻、ν⁻ は夫々電子及び反ニュートリノである。【0015】 上記反応式 (2) の崩壊が、液体金属リチウムの中で起こる場合は、Sr²⁺ と Y³⁺ イオンの Gibbs エネルギー差 ΔG が 0.8 eV 程度になり、崩壊促進度 exp (-ΔG / kT) は温度 T = 450 K では 10⁸ 倍以上もあり、そのため 半減期は 28.8 年に比べ大幅に短く殆ど一瞬に崩壊する可能性がある。ここに、k はボルツマン常数である。【0016】 生成したイットリウム 90 は放射性で 64 時間の半減期で、ベータ崩壊によって非放射性的ジルコニウム 90 (⁹⁰Zr) となる。

[Chemical Formula 3] 

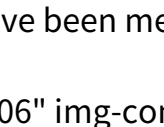
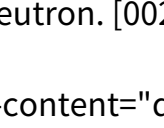
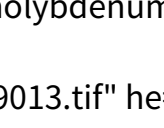
drawing" img-format="tif" wi="148"/> [0017] However, when reaction equation (3) occurs in liquid metallic lithium, the Gibbs energy difference between the Y^{3+} ion and the Zr^{4+} ion is 0.2 eV, and the decay of $^{90}_{38}Sr \rightarrow ^{90}_{39}Y \rightarrow ^{90}_{40}Zr$ is also considerably shortened to promote decay. Ultimately, the decay half-life of $^{90}_{38}Sr \rightarrow ^{90}_{39}Y \rightarrow ^{90}_{40}Zr$ in liquid lithium is effectively determined by the reaction rate in the above reaction equation (1). [0018] Similar decay acceleration can be applied not only to cesium-137 ($^{137}_{55}Cs$), a typical radioactive substance alongside $^{90}_{38}Sr$, but also to the range of radioactive decay that can be applied depending on the selection of the radioactive compound and catalyst solvent. Furthermore, injecting radioactive materials in their elemental form is also effective in reducing the volume of reaction products. [0019] According to reaction equations (2) and (3), 2.83 MeV of energy is generated by the decay of $^{90}_{38}Sr$, of which approximately 40%, or 1.2 MeV, is absorbed by liquid metallic lithium as electron energy. In the inventions corresponding to claims 3 to 5, this is used as an energy source. The energy generated by the $^{90}_{38}Sr$ treatment is about 1.5% of that of the same weight of uranium-235 ($^{235}_{92}U$), which is comparable to nuclear fuel, but it has the decisive advantages of having no residual radioactivity and an extremely simple reactor. [0020] Radioactive decay acceleration can also be applied to heavy cluster decay and nuclear fission.

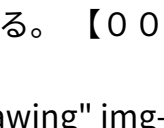
【化 3】  【0 0 1 7】 しかし、反応式（3）が液体金属リチウム内で発生する場合の G i b b s エネルギー差も Y^{+3} イオンと Zr^{+4} イオン間で 0.2 e V あり崩壊促進のため $^{90}Y \rightarrow ^{90}Zr$ の崩壊も可成り短縮される。結局、 $^{90}Sr \rightarrow ^{90}Y \rightarrow ^{90}Zr$ の液体リチウム中での崩壊半減期は事実上、上記反応式（1）の反応速度で決まる可能性がある。

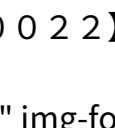
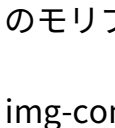
【0 0 1 8】 同様の崩壊促進は ^{90}Sr と並ぶ典型的放射性物質であるセシウム 137 (^{137}Cs) に適用できるばかりでなく、放射性物質の化合物や触媒溶剤の選定次第で放射能崩壊の適用範囲を広げることができる。又反応生成物の減量のため放射性物質を単体の形で注入するのも有効である。【0 0 1 9】 反応式（2）及び（3）により ^{90}Sr の崩壊で 2.83 Me V のエネルギーが発生するが、このうち約 40% の 1.2 Me V は電子エネルギーとして液体金属リチウムに吸収される。請求項 3～5 に対応する発明では、これをエネルギー源として利用する。 ^{90}Sr 処理で発生するエネルギーは同重量のウラン 235 (^{235}U) の 1.5% 程度となり、核燃料に匹敵するが、残存放射能が皆無で、反応装置が極度に簡単という決定的利点がある。

【0 0 2 0】 放射能崩壊促進は重クラスター崩壊や核分裂にも適用することができる。

Furthermore, it enables the nuclear fission of all thorium, uranium, and plutonium isotopes, including not only uranium-235 (NER31U) and plutonium-239 (NER32Pu), which are nuclear fuel materials, but also thorium-232 (NER33Th) and uranium-238 (NER34U), which cannot be directly used as nuclear fuel materials. These elements are thought to undergo spontaneous

fission as shown in reaction equations (4), (5), and (6), respectively, with half-lives (Th: approximately 10^1 years, U: approximately 10^1 years, Pu: approximately 10^1 years) that are far longer than the lifetime of the universe (approximately 10^1 years). In fact, reaction equations (5) and (6) have been measured. [0021] [Chemical Formula 4]  Here, Sn is tin and n is an emitted neutron. [0022] [Chemical Formula 5]  Here, ¹⁰⁰Mo is molybdenum with mass numbers 100 and 103. [0023] [Chemical Formula 6]  Here Ru is ruthenium.

しかも、核燃料物質であるウランウム²³⁵ (²³⁵U) やプルトニウム²³⁹ (²³⁹Pu) のみならず核燃料物質として直接利用することのできないトリウム²³² (²³²Th)、ウランウム²³⁸ (²³⁸U) を含む全てのトリウム、ウランウム、プルトニウムのアイソトープの核分裂を可能にする。これらの元素は宇宙創成寿命 (約 10^{10} 年) より遥かに長い半減期 (Th: 約 10^{20} 年、U: 約 10^{16} 年、Pu: 約 10^{12} 年) で夫々反応式 (4)、(5)、(6) のような自発核分裂をされると考えられる。事実反応式 (5)、(6) は実測されている。【0021】 【化4】  ここで Sn は錫であり、n は放出中性子であ

る。【0022】【化5】ここで¹⁰⁰Mo、¹⁰³Moは質量数100及び103のモリブデンである。【0023】【化6】ここでRuはルテニウムである。

[0024] Spontaneous fission has an extremely low decay probability and is currently only a subject of academic interest for a few researchers. However, when thorium, uranium, or plutonium are injected into liquid metallic lithium as oxides or fluorides, they are reduced and melt as elemental metals in the lithium, causing a decay acceleration $\exp(-\Delta G/kT)$ due to the thermodynamic forces in the liquid metal. The Gibbs energy changes ΔG in the nuclear reactions of reaction equations (4), (5), and (6) are 4.3 eV, 4.7 eV, and 5.5 eV, respectively. At a high temperature of 500°C, the decay accelerations become 10^4 NER 3x, 10^4 NER 44x, and 10^4 NER 45x, respectively, suggesting the possibility of spontaneous fission immediately after melting in lithium. [0025] The reaction energy released by the spontaneous fission enhancement of the present invention is about 200 MeV, the same as in normal fission, but it has the following completely different characteristics. In other words, (1) While conventional nuclear fission induced by neutrons generates energy through a dangerous chain reaction, in the present invention, no chain reaction occurs, and the reaction can be easily controlled by adjusting the injection amount of thorium, uranium, or plutonium. (2) The number of nuclides in the fission fragments is significantly less than in normal fission. (3) Much of the reaction residual radioactivity containing fission fragments disappears in the liquid metal through

decay acceleration similar to that of strontium-90 and cesium-137, simultaneously releasing energy. (4) The neutrons released by nuclear fission are slowed down in liquid metallic lithium and then absorbed by lithium. (5) Lithium that has absorbed neutrons emits alpha, beta, and gamma rays, but does not produce residual radioactivity. [0026] In short, the liquid metallic lithium in the spontaneous fission promotion of the present invention has the following functions. (1) A catalytic solvent that promotes spontaneous nuclear fission. (2) A catalytic solvent that accelerates the decay of residual radioactivity from nuclear fission. (3) Neutron moderators and absorbers. (4) Coolant for the reaction core (reactor core) of the energy generating device. [0027] The injection method of thorium, uranium, and plutonium compounds or individual elements as fissile material in the promotion of spontaneous nuclear fission, and the method and apparatus for recovering fission products are the same as those for the treatment of strontium-90 and cesium-137 described earlier, so the energy generation common to both the promotion of radioactive decay and the promotion of spontaneous nuclear fission will be described below.

【0024】 自発核分裂は崩壊確率が極度に小さく、現在は単なる一部の研究者の学術的興味の対象に過ぎない。しかし、トリウム、ウラニウムやプルトニウムを酸化物又は弗化物として液体金属リチウム中に注入すると還元され、リチウム中で単体金属として溶融するから、該液体金属中の熱力学的力によって崩壊促進度 $\exp(-\Delta G/kT)$ が起こる。反応式(4)、(5)、(6)の核反応における Gibbs エネルギー変化 ΔG は夫々 4.3 eV、4.7 eV、5.

5 e Vで500℃の高温で崩壊促進度は夫々 10^{27} 倍、 10^{30} 倍、 10^{35} 倍になり、リチウム中で溶融直後に自発核分裂をする可能性がある。

【0025】 本発明の自発核分裂促進で放出される反応エネルギーは通常の核分裂と同じ約200 MeVであるが、次のような全く異なる特徴を有している。即ち、（１） 中性子によって誘発される通常の核分裂によるエネルギー発生は危険を伴う連鎖反応によるものであるが、本発明では連鎖反応は起こらず、トリウム、ウラニウムやプルトニウムの注入加減による反応制御が容易にできる。（２） 核分裂片の核種は通常の核分裂に比べ格段に少ない。（３） 核分裂片を含む反応残留放射能の多くは先のストロンチウム90やセシウム137の消滅と同様の崩壊促進により、液体金属中で消滅し、同時にエネルギーを発生する。（４） 核分裂で放出される中性子は液体金属リチウム中で減速された上でリチウムに吸収される。（５） 中性子を吸収したリチウムはα線、β線、γ線を放出するが残留放射能は生じない。【0026】 これを要するに本発明の自発核分裂促進における液体金属リチウムは次の機能を兼備していることになる。（１） 自発核分裂促進の触媒溶剤。（２） 核分裂残留放射能の崩壊促進の触媒溶剤。（３） 中性子減速・吸収剤。（４） エネルギー発生装置の反応芯部（炉心）冷却材。【0027】 自発核分裂促進における核分裂物質のトリウム、ウラニウムやプルトニウムの化合物あるいは単体の注入方式及び核分裂生成物の回収方法及び装置は、先に説明したストロンチウム90やセシウム137の処理と同様なので、以下に放射能崩壊促進及び自発核分裂促進共通のエネルギー発生について説明する。

[0028] In the invention corresponding to claim 3, a cooling means is provided on the outer circumference of the reaction vessel and piping, and a means is provided to utilize the heat

generated by this cooling means, so that thermal energy can be effectively utilized. [0029] In the invention corresponding to claim 4, the thermal energy can be directly converted into electrical energy by providing a thermoelectric power generation system comprising a high heat source loop consisting of a pump and piping that extracts and circulates the heat generated by the acceleration of radioactive decay using a coolant or a catalyst solvent, a low heat source loop consisting of piping, a circulation pump and a cooler, and a thermoelectric converter that inserts a thermoelectric material between the high heat source and the low heat source and connects to an external load to extract power. [0030] In the invention corresponding to claim 5, as a means of utilizing the heat of the high heat source loop, which extracts the heat generated by the acceleration of radioactive decay using a coolant or a catalyst solvent that also serves as a coolant, the high heat source and the water/steam system that rotates the turbine are directly connected by a heat exchanger, or an independent intermediate cooling loop is provided between the heat exchanger and the water/steam system to ensure the safety of the cooling system, thereby enabling large-scale power generation. [0031] [Embodiments of the Invention] Embodiments of the radioactive decay acceleration method and the energy generation device by radioactive decay acceleration according to the present invention will be described below with reference to the drawings. Figure 1 is a schematic diagram of the energy generation device by radioactive decay acceleration according to the present invention. The inside of the bottomed cylindrical reaction vessel 1 is filled with a catalyst solvent 2 such as liquid metallic lithium. [0032] A liquid metallic lithium (catalyst solvent) additional supply unit 3 is attached to the reaction

vessel 1, and an externally installed radioactive material injection device 4 is connected to the reaction vessel so that radioactive material can be injected into it. A non-radioactive reaction product recovery device 6 is connected to the outside of the reaction vessel so that non-radioactive products generated in reaction equations (1) to (6) inside the reaction vessel can be discharged and recovered, and a lithium measuring and purifying device 5 is attached to this device to monitor the state of the liquid metallic lithium inside the reaction vessel. The specific gravities of the reaction products, lithium oxide (Li_2O) and zirconium, are four times and twelve times, respectively, that of lithium. Since their solubility in lithium is low, their separation and recovery can be easily performed using current technology. [0033]

According to this embodiment, the reaction vessel 1 is sealed with an insulating material 7 and directly connected to the heat exchange utilization system 8, so it is possible to improve efficiency.

【0028】請求項3に対応する発明では、反応容器及び配管の外周側に冷却手段を設け、この冷却手段により発生した熱を利用する手段を設けたので、熱エネルギーを有効利用できる。

【0029】請求項4に対応する発明では、前記放射能崩壊促進によって発生する熱を冷却材又は冷却材兼用触媒溶剤により取出し循環するポンプ及び配管よりなる高熱源ループと、配管、循環ポンプ及び冷却器よりなる低熱源ループと、当該高熱源と低熱源の間に熱電物質をはさみ外部負荷に接続して電力を取り出す熱電変換器より構成される熱電発電システムとすることにより熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換できる。 【0030】請求項5に対応する発明では、前記放射

能崩壊促進によって発生する熱を冷却材又は冷却材兼用触媒溶剤により取り出す前記高熱源ループの熱利用手段として該高熱源とタービンを回転させる前記水／蒸気系統を熱交換器で直接連結するか又は前記熱交換器と水／蒸気系統との間に独立した中間冷却ループを設けて冷却系統の安全性を確実なものにした大規模発電が実現可能となる。【0031】 【発明の実施の形態】 以下に本発明に係る放射能崩壊促進方法及び放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置の実施の形態を図に基づき説明する。図1は本発明の放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置の概略構成図である。有底筒状の反応容器1の内部は液体金属リチウム等の触媒溶剤2で満たされている。

【0032】 そして、反応容器1には液体金属リチウム（触媒溶剤）追加供給器3が取り付けられ、さらに放射性物質が注入されるように反応容器に外部設置の放射性物質注入装置4が連結され、反応容器内部で反応式（1）～（6）で生じた非放射性生成物を排出回収できるように反応容器外部設置の非放射性反応生成物回収装置6が連結され、さらにこれには反応容器内液体金属リチウムの状態をモニターするようにリチウム計測純化器5が装着されている。反応生成物の酸化リチウム（ Li_2O ）とジルコニウムの比重は夫々リチウムの4倍、12倍もありリチウムに対する溶解度は小さいので、その分離回収は現行の技術で容易に行なうことができる。

【0033】 この実施形態によれば、反応容器1を断熱材7で密閉してこれと熱交換利用システム8を直結したので、効率の向上を図ることが可能である。

Furthermore, by providing a lithium measuring and purifying device 5, impurities contained in lithium can be removed, and the reaction can be carried out smoothly by measuring the temperature of the lithium, etc. Furthermore, in this embodiment, the device can be placed vertically. [0034] Furthermore, in this embodiment, the liquid metallic lithium 2 rapidly

generates heat when radioactive material is injected by the radioactive material injection device 4. This energy is quickly transferred to the heat exchange utilization system 8 and effectively used for generating electricity or district heating, etc. At this time, the generated energy can be safely and easily controlled by adjusting the radioactive material injection device 4. Therefore, according to embodiments of the present invention, an optimal amount of energy can be obtained depending on the purpose, and safe, stable energy can be provided with fewer limitations on use and easy handling. [0035] Next, the heat utilization system of the first embodiment will be described with reference to Figure 2. Figure 2 is a flow sheet of a thermoelectric power generation system, in which a liquid metallic lithium coolant heated by a decay acceleration reaction is sent from a reaction vessel 1, which constitutes an energy generation device by accelerating radioactive decay, to a high-temperature part 203 of a thermoelectric element (thermoelectric material) 205 via piping 201, heated thereafter, and then sent via piping to a circulation pump 202, where it returns to the reaction vessel, forming a primary circulation loop. [0036] On the other hand, a secondary heat removal loop for cooling and removing heat from the low-temperature part 204 of the thermoelectric element 205 is composed of piping 206, a circulation pump 207, and a heat dissipation device 208. The thermoelectric element 205 is in close contact with the high-temperature section 203 and the low-temperature section 204, and electricity is generated by the temperature difference between the high-temperature section 203 and the low-temperature section 204. In other words, it directly converts thermal energy into electrical energy. The generated electrical energy is supplied to the load via cable 209. [0037] According to the embodiment shown in

Figure 2, since thermal energy can be directly converted into electrical energy, an extremely simple power generation system can be realized, and an energy supply device that promotes radioactive decay and is economical and reliable can be provided. [0038] Figure 3 is a diagram illustrating the schematic configuration of a heat utilization system according to a second embodiment of the present invention. In this embodiment, an intermediate cooling system 018 is added to two systems, liquid metallic lithium 02 and a water/steam system 08, to form a heat transport system that rotates the turbine 07 with heat generated by radioactive decay. The heat exchanger 05 between the liquid metallic lithium 02 system and the water/steam system 08 is, for example, a shell-and-tube type heat exchanger.

さらに、リチウム計測純化器 5 を設けたので、リチウム中に含まれる不純物を取り除き、リチウムの温度等を計測することにより反応を円滑に行なうことができる。また、この実施形態では装置の縦置きが可能となる。【0034】さらにこの実施形態では放射性物質注入装置 4 による放射性物質注入で液体金属リチウム 2 は急速に発熱するが、このエネルギーは迅速に熱交換利用システム 8 に移行し、発電されたり、地域暖房等に有効利用される。このとき放射性物質注入装置 4 の調整で、発生エネルギーを安全かつ容易に制御できる。したがって、本発明の実施形態によれば、目的に応じて最適なエネルギー発生量を得ることができ、利用上の制限が少なく、取扱い易い安全で安定なエネルギーを提供することができる。【0035】次に図 2 を参照して第 1 実施形態の熱利用システムについて説明する。図 2 は熱電発電システムのフローシートであって、放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置を構成する反応容器 1 から崩壊促進反応により加熱された液

体金属リチウム冷却材が配管 201 を介して、熱電素子（熱電物質）205 の高温部 203 に導かれ当該部を加熱した後循環ポンプ 202 に配管で導かれ、当該ポンプ 202 で反応容器に戻る 1 次系循環ループを形成している。【0036】一方、熱電素子 205 の低温部 204 を冷却除熱する 2 次系除熱ループが配管 206、循環ポンプ 207、放熱装置 208 により構成されている。熱電素子 205 の高温部 203 と低温部 204 との間には熱電素子 205 が密接されていて、高温部 203 と低温部 204 との温度差により電気を発生する。即ち、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。発生した電気エネルギーはケーブル 209 により負荷に供給される。

【0037】図 2 の実施形態によれば、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換できるため、極めて簡素な発電システムを実現でき、経済性や信頼性に富んだ放射能崩壊促進によるエネルギー供給装置を提供することができる。【0038】図 3 は本発明による第 2 実施形態の熱利用システムの概略構成を説明するための図である。本実施形態では液体金属リチウム 02 と水／蒸気系 08 の二つの系統に中間冷却系統 018 を加えて、放射能崩壊促進による熱によってタービン 07 を回す熱輸送系を構成するものであり、液体金属リチウム 02 の系と水／蒸気系 08 間の熱交換器 05 は例えばシェルアンドチューブ方式の熱交換器を使用している。

[0039] Thus, the intermediate cooling system 018 uses a liquid metal or a conductive fluid, receives heat from the liquid metal lithium system via the intermediate heat exchanger 015, and transfers this heat to the water/steam system 08 via the steam generator 016. [0040] In the case of the configuration as in the second embodiment, if there is no intermediate cooling system 018, when the heat transfer tube 05 of the heat exchanger 015 is damaged, the liquid metallic lithium and water react violently, and there is a possibility that the reaction products

will flow into the reaction core 01, etc. In contrast, in this embodiment, there is yet another system between the water/steam system 08 and the liquid metallic lithium system flowing through the reaction core 01, so even if the heat transfer tube 06 is damaged in the steam generator 016, it is possible to prevent the reaction products from reaching the reaction core 01, and reliability can be improved. [0041] [Effects of the Invention] According to the present invention, the following two important results can be expected. (1) By the principle of decay acceleration, the thermodynamic forces generated in a catalytic solvent such as liquid metallic lithium can dramatically shorten the half-life of radioactive waste in the solvent, eliminating its radioactivity or promoting the spontaneous fission of thorium, uranium, and plutonium to create a safe energy source. (2) We can provide an energy generating device that can easily and safely convert the nuclear energy inherent in man-made or naturally occurring radioactive materials into clean energy. [Brief Description of the Drawings] [Figure 1] A schematic diagram of an energy generation device by promoting radioactive decay and spontaneous nuclear fission according to the first embodiment of the present invention. [Figure 2] An explanatory diagram of the heat utilization system according to the first embodiment of the present invention. [Figure 3] An explanatory diagram of the heat utilization system according to the second embodiment of the present invention. [Explanation of Symbols] 1 Reaction vessel 015 Heat exchanger 2 Liquid metallic lithium (catalytic solvent) 016 Heat exchanger (steam generator) 3 Catalytic solvent additional supply unit 017 Circulation pump 4 Radioactive material injection device 018 Intercooling system 5 Lithium measuring purifier 201 Piping 6 Non-radioactive reaction product recovery device 202

Circulation pump 7 Insulation material 203 High temperature section 8 Heat exchange utilization system 204 Low temperature section 01 Reaction core 205 Thermoelectric element 02 Liquid metallic lithium 206 Piping 03 Reaction vessel 207 Circulation pump 04 Circulation pump 208 Heat dissipation device 05 Heat transfer tube 209 Cable 06 Heat transfer tube 07 Turbine 08 Water/steam system 09 Circulation pump 010 Liquid metal lithium supply unit 011, 012 Free liquid level 013, 014 Lithium product separation and recovery unit

【0039】 このように中間冷却系統018は液体金属又は導電性流体を用い、液体金属リチウム系統から、中間熱交換器015により熱を受け、この熱を蒸気発生器016により水／蒸気系08に伝達する。【0040】 第2実施形態のように構成することにより中間冷却系統018がない場合には、熱交換器015の伝熱管05が破損したとき、液体金属リチウムと水が激しく反応し、反応生成物が反応芯部01に流入する等の影響が出る可能性があるのに対し、本実施形態の場合水／蒸気系08と反応芯部01を流れる液体金属リチウム系との間にさらにもう一つの系統が存在するため、蒸気発生器016で伝熱管06の破損が生じても、反応生成物が反応芯部01に至ることを防止でき、信頼性を向上させることができる。【0041】 【発明の効果】 本発明によれば、次の二つの重要な成果が期待される。（１） 崩壊促進原理によって、液体金属リチウム等の触媒溶剤中に発生する熱力学的力で該溶剤中の放射性廃棄物の半減期を飛躍的に短縮し、放射能を消滅させあるいはトリウム、ウラニウム、プルトニウムの自発核分裂を促進して安全なエネルギー源とすることができる。（２） 人口あるいは天然の放射性物質に内在する核エネルギーを容易かつ安全に清浄なエネルギーに転換するエネルギー発生装置を提供できる。【図面の簡単な

説明】 【図 1】 本発明の第 1 の実施形態の放射能崩壊促進及び自発核分裂促進によるエネルギー発生装置の概略構成図。 【図 2】 本発明の第 1 実施形態の熱利用システムの説明図。 【図 3】 本発明の第 2 実施形態の熱利用システムの説明図。 【符号の説明】 1 反応容器
 0 1 5 熱交換器 2 液体金属リチウム（触媒溶剤）
 0 1 6 熱交換器（蒸気発生器） 3 触媒溶剤追加供給器 0 1 7 循環ポンプ 4 放射性物質注入装置 0 1 8 中間冷却系 5 リチウム計測純化器
 2 0 1 配管 6 非放射性反応生成物回収装置 2 0 2 循環ポンプ 7 断熱材 2 0 3 高温部 8 熱交換利用システム 2 0 4 低温部 0 1 反応芯部 2 0 5 熱電素子 0 2 液体金属リチウム 2 0 6 配管 0 3 反応容器 2 0 7 循環ポンプ 0 4 循環ポンプ 2 0 8 放熱装置 0 5 伝熱管 2 0 9 ケーブル 0 6 伝熱管 0 7 タービン 0 8 水／蒸気系 0 9 循環ポンプ 0 1 0 液体金属リチウム供給器 0 1 1、0 1 2 自由液面 0 1 3、0 1 4 リチウム・生成物分離回収装置