



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 JP2007163393A

Recoil lithium chemical fusion energy generation method and apparatus

[0001]

The present invention relates to a method and apparatus for generating recoil lithium chemical fusion energy, and more particularly to a method and apparatus for generating recoil lithium chemical fusion energy induced by recoil ions in a target consisting of a liquid fusion material mainly composed of molten metallic lithium, which is targeted by ion implantation.

本発明は反跳リチウム化学核融合エネルギー発生法及び装置、特に、溶融金属リチウムを主体とする核融合物質からなる液体を標的とし、イオン注入で生ずる標的中の反跳イオンが誘発する反跳リチウム化学核融合エネルギー発生法及び装置に関するものである。

[0002]

Currently, practical nuclear fusion has not yet been achieved. For these reasons, the present inventors have invented Patent Document 1 (Method for generating a non-rebounding non-thermonuclear fusion reaction and apparatus for generating non-rebounding thermal energy), Patent Document 2 (Method for generating a molten lithium nuclear fusion reaction and apparatus for supplying nuclear fusion energy), Patent Document 3 (Method for generating a non-thermonuclear fusion power generation and apparatus for generating a non-thermonuclear fusion power generation), Patent Document 4 (Nuclear fusion reactor), Patent Document 5 (Method for generating a molten lithium nuclear fusion reaction and apparatus for generating molten lithium nuclear fusion energy), and Patent Document 6 (Method for generating enhanced nuclear fusion and apparatus for generating enhanced nuclear fusion energy).

現在実用レベルの核融合はまだ実現していない。このようなことから本発明者は、特許文献 1（無反跳非熱核融合反応生成方法及び無反跳熱エネルギー発生装置）、特許文献 2（溶融リチウム核融合反応発生方法及び核融合エネルギー供給装置）、特許文献 3（非熱核融合発電方法および非熱核融合発電装置）、特許文献 4（核融合反応装置）、特許文献 5（溶融リチウム核融合反応生成方法及び溶融リチウム核融合エネルギー発生装置）、特許文献 6（増進核融合発生方法及び増進核融合エネルギー発生装置）を発明した。

[0003]

Furthermore, the theory based on the second law of thermodynamics for these inventions is disclosed in Non-Patent Document 1, and experimental verification of this theory is disclosed in No. 3 of Non-Patent Document 2 and in Non-Patent Document 3.

また、これらの発明の熱力学第二法則に立脚した理論は非特許文献 1 に、又この理論の実験的検証は非特許文献 2 の中の No. 3 および非特許文献 3 に開示されている。

These documents demonstrate that practical-level non-thermonuclear fusion can be achieved using existing methods, and they show examples of energy device configurations that utilize this technology.

これらの文献では既存の手段によって実用レベルの非熱核融合の達成が可能であり、これを利用したエネルギー装置の構成例が示されている。

特開 2 0 0 3 - 2 7 0 3 7 2 号公報

特開 2 0 0 3 - 2 7 0 3 7 2 号公報

特開 2 0 0 2 - 2 0 7 0 9 2 号公報

特開 2 0 0 2 - 2 0 7 0 9 2 号公報

特開 2 0 0 3 - 0 6 6 1 7 6 号公報

特開 2 0 0 3 - 0 6 6 1 7 6 号公報

特開 2 0 0 3 - 1 3 0 9 7 6 号公報

特開 2 0 0 3 - 1 3 0 9 7 6 号公報

特開 2 0 0 3 - 1 3 0 9 7 7 号公報

特開 2 0 0 3 - 1 3 0 9 7 7 号公報

特開 2 0 0 5 - 0 4 9 2 4 6 号公報

特開 2 0 0 5 - 0 4 9 2 4 6 号公報

Japan Journal of Applied Physics 40, 6092 (2001) 池上栄胤 著

Japan Journal of Applied Physics 40, 6092 (2001) 池上栄胤 著

Bulletin of Institute of Chemistry, Uppsala University, September 2002 池上栄胤 他著, [http :
//www. inst. kemi. uu. se/Bulletin/Bulletinen_1. pdf](http://www.inst.kemi.uu.se/Bulletin/Bulletinen_1.pdf)

Bulletin of Institute of Chemistry, Uppsala University, September 2002 池上栄胤 他著, [http :
//www. inst. kemi. uu. se/Bulletin/Bulletinen_1. pdf](http://www.inst.kemi.uu.se/Bulletin/Bulletinen_1.pdf)

Progress of Theoretical Physics Supplement 154. 251 (2004) 池上栄胤 他著

[0004]

The aforementioned documents have the following issues that have not been completely resolved for practical application.

前記各文献では、実用化する上で完全解決していない次の課題がある。

In other words, the aforementioned literature discloses a new principle of nuclear fusion, now called chemical fusion, in which a deuteron or proton beam with an energy of about 10 (kiloelectron volts) or less per nucleon is injected into a liquid target mainly composed of molten metallic lithium, and the thermodynamic forces in the liquid increase the nuclear fusion rate by more than 10^1 times. However, in the liquid metallic lithium, chemical reactions competing with the chemical fusion reaction produce lithium hydride, which degrades the

liquid activity of the molten metallic lithium and reduces the degree of enhancement of the chemical fusion reaction.

即ち、前記各文献には核子あたり 10（キロ電子ボルト）程度あるいはそれ以下のエネルギーの重陽子または陽子ビームを溶融金属リチウムを主体とする液体標的に注入し、該液体中の熱力学的力によって核融合レートを 10^{10} 倍以上増進する化学核融合反応と呼ばれるようになった新原理の核融合方法が開示されているが、該液体金属リチウム中で化学核融合反応と競合する化学反応が水素化リチウムを生成して溶融金属リチウムの液体活性が劣化し化学核融合反応の増進度が減殺される。

[0005]

The thermodynamic forces referred to here are the collective dynamics specific to the reaction medium that become apparent through effects such as the extension of adsorption time and the enhancement of spontaneous chemical reactions in the solution.

ここで言う熱力学的力とは吸着時間の延長効果や溶液中の自発性化学反応の増進効果で顕在化してくる反応媒体特有の集団的ダイナミクスのことである。

[0006]

When injected ions collide with atoms in the liquid target, they form fused atoms. Within these fused atoms, the colliding nuclei are confined to an extremely small space of less than 10^{-12} m (pm), and interact at ultra-high density with zero-point energies of a few keV, potentially inducing nuclear reactions via tunneling.

注入イオンは衝突点で液体標的中の原子と融合原子を形成するが、融合原子内では、衝突原子核同志がpm（ピコメートルすなわち 10^{-12} m）以内の極小空間に閉じ込められ数keVの零点エネルギーで超高密度の相互作用をなし、トンネル効果による核反応を誘発する可能性が生ずる。

If the chemical energy released in the atomic reaction for fusion atom formation (called Gibbs

energy) is large, the lifetime of fusion atom formation is extended by the enormous enhancement factors described later.

該融合原子形成の原子反応で放出される化学エネルギー（G i b b s エネルギーと呼ぶ）が大きい場合は、融合原子形成の寿命が後述する莫大な増進因子で延長される。

As a result, the confinement time of the interacting nuclei is extended, and this factor increases the nuclear reaction rate.

その結果、相互作用をしている原子核の閉じ込め時間も延長され、その因子で核反応レートも増大するのである。

[0007]

Chemical fusion is the realization, on Earth, of the nuclear fusion that occurs in ultra-high-density white dwarfs and supernovae, which have a density equivalent to 1 million times that of thermonuclear fusion plasma inside the sun, through this mechanism.

このような機構で、太陽内部の熱核融合プラズマ密度の100万倍に相当する超高密度の白色矮星や超新星でおこっている核融合を地上で実現したのが化学核融合である。

[0008]

Therefore, the object of the present invention is to provide a practical method for generating a chemical fusion reaction and a chemical fusion energy generator in which most of the injected ions induce lithium chemical fusion by eliminating chemical reactions that compete with the chemical fusion reaction and ensuring the complete metallicity of lithium.

そこで、本発明の課題は、化学核融合反応と競合する化学反応を排除して、リチウムの完全な金属性を保証することにより、注入イオンの殆どがリチウム化学核融合を誘発する実用可能な化学核融合反応発生法および化学核融合エネルギー発生装置を提供することにある。

[0009]

The present invention's method for generating recoil lithium chemical fusion energy is characterized by injecting inert gas or light deuterium ions or molecular ions generated by a discharge in a reaction vessel whose inner surface is lined with a neutron-absorbing material such as metallic lithium, boron, or a compound of lithium or boron, into a liquid target consisting mainly of molten metallic lithium, thereby generating recoil ions with an energy of several kiloelectron volts per atomic mass unit, which is in the nuclear stopping power region. A chemical fusion reaction is then induced between the recoil ions and the target atoms by thermodynamic forces within the liquid target, and secondary nuclear reactions are induced in the neutron-absorbing material and the liquid target by the slow neutrons released by the fusion.

本発明の反跳リチウム化学核融合エネルギー発生法は、内面を金属リチウムやボロンまたはリチウムやボロンの化合物等の中性子吸収材で覆った反応槽内の放電で生じた不活性ガスまたは軽重水素のイオン、あるいは分子イオンを溶融金属リチウムを主体とする核融合物質からなる液体標的に注入して核的阻止能領域である原子質量単位あたり数キロ電子ボルトのエネルギーの反跳イオンを発生し、反跳イオンと標的の原子との間で、上記液体標的内の熱力学的力によって化学核融合反応を

誘発させ、上記核融合で放出される低速中性子により上記中性子吸収材および上記液体標的に二次核反応を誘発せしめることを特徴とする。

[0010]

Furthermore, the recoil lithium chemical fusion energy generator of the present invention comprises means for generating positive or negative atomic or molecular ions, a liquid target consisting mainly of molten metallic lithium as a fusion material, a reaction vessel surrounding the liquid target whose inner surface is covered with a neutron-absorbing material such as metallic lithium, boron, or a compound of lithium or boron, and means for accelerating the ions to a speed that generates recoil ions with an energy of several kiloelectron volts per atomic mass unit, which is in the nuclear stopping power region, and injecting them into the liquid target. A chemical fusion reaction is induced between the recoil ions and the target atoms by thermodynamic forces within the liquid target, and a secondary nuclear reaction is induced in the neutron-absorbing material and the liquid target by the slow neutrons emitted by the fusion.

また、本発明の反跳リチウム化学核融合エネルギー発生装置は、正または負の原子イオンあるいは分子イオンを生成する手段および溶融金属リチウムを主体とする核融合物質からなる液体標的と、内面を金属リチウムやボロンまたはリチウムやボロンの化合物等の中性子吸収材で覆った、上記液体標的を囲む反応槽と、上記イオンを、核的阻止能領域である原子質量単位あたり数キロ電子ボルトのエネルギーの反跳イオンを発生するような速度に加速して上記液体標的に注入する手段とよりなり、反跳イオンと標的の原子との間で、上記液体標的内の熱力学的力によって化学核融合反応を誘発させ、上記核融合で放出される低速中性子により上記中性子吸収材および上記液体標的に二次核反応を誘発せしめることを特徴とする。

[0011]

Furthermore, the present invention is characterized in that the liquid target contains a chemical fusion reaction inducing substance other than metallic lithium.

また、本発明においては、上記液体標的に金属リチウム以外の化学核融合反応誘発物質が混入されていることを特徴とする。

[0012]

Furthermore, the present invention is characterized by stirring or flowing the liquid target or by mixing a target temperature adjusting substance into the liquid target.

また、本発明においては、上記液体標的を攪拌または流動させるかあるいは上記液体標的に標的温度調整物質を混入することを特徴とする。

[0013]

According to the present invention, since the main component of a nuclear fusion reaction is metallic lithium, ions of an inert gas or a mixed gas with light deuterium are accelerated and injected into a liquid target consisting of a nuclear fusion material such as molten metallic

lithium or a lithium alloy in a clean vacuum. The resulting recoil ions react with atoms in the liquid target, and the lithium chemical nuclear fusion reaction can be enhanced by the thermodynamic forces in the liquid.

本発明によれば、核融合反応の主体は殆ど金属リチウムであるからクリーンな真空中で溶融金属リチウムまたはリチウム合金等の核融合物質からなる液体標的に不活性ガス又は軽重水素との混合ガスのイオンを加速して注入して生じた反跳イオンを液体標的の原子と反応させ、液体中の熱力学的力によってリチウム化学核融合反応を増進させることができる。

Therefore, it provides a safe and stable energy supply, and is easy and convenient to handle.

そのため安全かつ安定したエネルギー供給ができ、その取扱いも容易で簡便である。

[0014]

(Theoretical basis for the present invention)

(本発明の理論的根拠)

[0015]

Generally, implanted ions repeatedly collide with atoms in the liquid target material, but a large portion of the acceleration energy is transferred to the target atom in the first collision in the form of recoil energy.

一般に注入イオンは液体標的物質の原子と衝突を繰り返すが、加速エネルギーの多くの部分は一次衝突の標的原子に反跳エネルギーの形で移行する。

Let m_i and m_t be the masses of the implanted ions and the atoms of the target substance, respectively, and let E_0 be the implantation energy of the ions. Then the recoil energy E_r is determined by the conservation of momentum and energy and is expressed by equation 1.

注入イオンおよび標的物質の原子の質量をそれぞれ m_i 、 m_t とし、イオンの注入エネルギーを E_0 とすると反跳エネルギー E_r は運動量とエネルギーの保存則により決まり、数1で表わされる。

[0017]

For example, if an argon ion (NER6A) collides with an atom (NER7Li) of the target material, $E_r = 0.51E_0$ (NER8).

一例としてアルゴン⁴⁰Aのイオンが標的物質の原子の⁷Liに衝突した場合は $E_r = 0.51E_0$ となる。

Since the recoil energy in secondary and subsequent collisions is small (less than 1/4 of the energy of the injected argon), the contribution induced by recoil lithium atoms generated in secondary and subsequent collisions can be ignored in nuclear fusion reactions where the reaction probability decreases exponentially with decreasing collision energy.

二次以降の衝突における反跳エネルギーは注入アルゴンのエネルギーの $1/4$ 以下と小さいから衝突エネルギーの減少で指数函数的に反応確率が減少する核融合反応では二次以降の衝突で生じた反跳リチウム原子が誘発する寄与は無視できる。

[0018]

Aside from the pycnonuclear reaction, which astrophysicists believe occurs before the explosion of ultra-dense white dwarfs and supernovae, there have been no theoretical or experimental reports of a mechanism similar to chemical fusion reactions prior to Non-Patent Document 1.

化学核融合反応と同様のメカニズムは、宇宙物理学者が超高密度の白色矮星や超新星爆発前に発生していると考えている零点振動核反応（pycnonuclear reaction）以外には、前記非特許文献 1 以前は理論的にも実験的にも報告例が全くない。

On the other hand, cold fusion is hydrogen-hydrogen nuclear fusion in a solid where no liquid

activity exists, and is similar to hydrogen-hydrogen nuclear fusion in a gas plasma, and it goes without saying that it is unrelated to chemical fusion.

一方常温核融合は液体活性の存在しない固体中の水素-水素核融合でありガスプラズマ中の水素-水素核融合と同様の水素-水素核融合であって化学核融合とは無縁である事というまでもない。

[0019]

Here, we will describe in detail the recoil lithium chemical fusion reaction of the present invention, using the fusion reaction shown in Equation 2 as an example.

ここでは化学核融合反応のうち、本発明の反跳リチウム化学核融合反応を数2の核融合反応を例にとり詳述する。

[0021]

Here, $^{12}\text{C}^*$ and $^8\text{Be}^*$ are reaction intermediate excited nuclei, 20.90 MeV is the reaction generation energy, and MeV is one million electron volts.

ここで $^{12}\text{C}^*$ と $^8\text{Be}^*$ は反応中間生成励起核で、20.90 MeVは反応発生エネルギーであり、単位MeVは100万電子ボルトである。

[0022]

In this case, all the generated energy is released in the form of the kinetic energy of the produced helium atoms (^4He ions, alpha particles).

この場合の発生エネルギーは全て生成ヘリウム原子 ^4He イオン（アルファ線）の運動エネルギーの形で放出される。

In this reaction, when the recoil Li ion energy is 40 keV (kiloelectron volts), the Coulomb barrier penetration factor, which is proportional to the fusion reaction rate, is small at 4.3×10^{-48} , and the reaction probability is so small that it is impossible to observe using conventional means.

この反応では、反跳⁶Li イオンエネルギーが 40 keV（キロ電子ボルト）の場合、核融合反応レートに比例するクーロン障壁の貫通因子は 4.3×10^{-48} と小さく通常の観測手段では不可能なほどに反応確率は小さい。

However, in this energy range, the following atomic transmutation reaction (Equation 3) occurs incidentally with the nuclear fusion reaction (Equation 2).

しかし、このエネルギー領域では数 2 の核融合反応に以下に示す数 3 の原子変換反応が附随的に発生する。

[0024]

Therefore, in a nuclear fusion reaction of molten metallic lithium with a reaction number of 2, a reaction enhancer is expected, represented by the enormous value shown in equation 4, due to the Gibbs energy change $\Delta G_r = -4.7 \text{ eV}$ in the atomic transmutation reaction shown in equation 3 and the thermodynamic force determined by the liquid target temperature T .

このため溶融金属リチウムの核融合反応数 2 では数 3 の原子変換反応における G i b b s エネルギー変化 $\Delta G_r = -4.7 \text{ eV}$ と液体標的溫度 T で決まる熱力学的力による数 4 で示す莫大な値の反応増進因子が期待される。

[0026]

Here, k_{B} is the Boltzmann constant, and the Gibbs energy change ΔG_r in the atomic transmutation reaction number 3 is calculated from the formation energies G_f of lithium and carbon respectively using equation 5.

ここで k_B はボルツマン (Boltzmann) 常数であり、原子変換反応数 3 における Gibbs エネルギー変化 ΔG_r はリチウムと炭素それぞれの生成エネルギー G_f から数 5 によって算出される。

[0028]

For example, at an absolute temperature $T = 460 \text{ K}$ (Kelvin), close to the melting point of metallic lithium, $k_B T = 0.040 \text{ eV}$, and the enhancement factor value shown in equation 4 reaches 10^{51} .

例えば金属リチウムの融点に近い絶対温度 $T = 460 \text{ K}$ (ケルビン) では $k_B T = 0.040 \text{ eV}$ で数 4 で示す増進因子の値は 10^{51} に達する。

Therefore, fusion reaction number 2 occurs at a large rate that cancels out the aforementioned minute penetration factor through atomic transmutation reaction number 3.

そのため核融合反応数 2 は、原子変換反応数 3 を通じて前記の微細な貫通因子を相殺する大きなレートで発生する。

Furthermore, considering the possibility that carbon, an intermediate product atom in the atomic transmutation reaction number 3, might bond with lithium at an energy of approximately 2.0 eV, the value of the number 5 Gibbs energy change becomes -6.7 eV, and the enhancement factor can also be as high as 10^{72} .

さらに、原子変換反応数 3 の中間生成原子の炭素が、リチウムと約 2.0 eV のエネルギーで結合する可能性を考慮すると Gibbs エネルギー変化の数 5 の値は -6.7 eV となり、増進因子は 10^{72} にもなり得る。

[0029]

As discussed in Patent Document 1, the fact that the aforementioned thermodynamic forces also govern nuclear fusion reactions has been confirmed by observation of alpha particles

(helium ions) generated in nuclear reactions, and is disclosed in Non-Patent Documents 2 and 3.

このように前記熱力学的力が、核融合反応をも支配することは前述の特許文献1で議論され、それによる核融合反応レート増進効果が核反応で発生したアルファ線（ヘリウムイオン）の観測で確認されており、上記非特許文献2及び3に開示されている。

[0030]

For example, in mixed ion implantation of deuterium atoms and molecules at acceleration energies of 10 keV (kiloelectron volts) and 20 keV at the melting point of metallic lithium, an increase in the nuclear fusion reaction rate of approximately 10^{14} times and 10^{12} times, respectively, has been observed.

例えば、金属リチウムの融点における加速エネルギー 10 keV（キロ電子ボルト）及び 20 keV の重水素原子分子混合イオン注入で、それぞれ 10^{14} 倍、 10^{12} 倍程度の核融合反応レートの増進が観測されている。

[0031]

In natural lithium, where the liquid target is not enriched ${}^6\text{Li}$, the abundance of ${}^7\text{Li}$ is 93%, and fusion reactions shown in Equations 6 and 7 occur along with the fusion reaction shown in Equation 2.

液体標的が濃縮 ${}^6\text{Li}$ ではない天然リチウムでは、 ${}^7\text{Li}$ の存在比率が93%で、数2の核融合反応と共に数6及び数7に示す核融合反応が発生する。

[0034]

Here, n is a slow neutron.

ここで n は低速中性子である。

[0035]

As explained in Patent Document 1, the slow neutrons released in nuclear fusion are absorbed by neutron absorbers such as metallic lithium or boron or lithium-boron compounds, and by the liquid target lithium, so this secondary nuclear reaction also generates energy.

核融合で放出された低速中性子は、前記特許文献 1 で解説されているように金属リチウムまたはボロン或いはリチウム、ボロン化合物等の中性子吸収材および前記液体標的リチウムに吸収されるので、この二次核反応もエネルギーを発生する。

These fusion and secondary nuclear reactions can be stopped immediately by ceasing ion injection or by the resulting rise in target temperature, allowing for easy control of energy generation. Furthermore, since there is no energy or radiation emission when not in use, it is possible to provide an easy-to-handle energy source with few limitations on its use.

これらの核融合反応と二次核反応はイオンの注入中止あるいは反応に伴う標的溫度上昇で即座に停止するので、容易にエネルギー発生が制御が可能であり、使用しないときにはエネルギー及び放射線の放出がないため、利用上の制限が少なく取り扱い易いエネルギー源を提供することが可能である。

[0036]

When substance X is mixed into a molten lithium target to form a molten alloy of lithium, the nuclear fusion reaction induced by recoiling lithium ions is accompanied by the atomic transmutation shown in the following equation 8.

溶融リチウム標的に物質 X を混入して、リチウムを溶融合金にすると、反跳リチウムイオンが誘発する核融合反応には次の数 8 に示される原子変換が連動して発生する。

In this case, the change in Gibbs energy before and after the transformation is shown in the following equation 9.

この場合の変換前後の G i b b s エネルギー変化は次の数 9 に示されるようになる。

[0039]

Between the Gibbs energy changes shown in equations 5 and 9 above, the following equation 10 holds true.

上記数 5 と数 9 に示される G i b b s エネルギー変化の間に次の数 1 0 が成立する。

[0041]

If this relationship holds, the degree of enhancement of the chemical fusion reaction increases as shown in the following equation 11. However, the carbon intermediate excited

nuclei produced in the above atomic transmutation reaction number 8 split into helium within 10⁻²⁴ seconds, so the freed X does not disappear but alloys with lithium again.

この関係が成立する場合は、化学核融合反応の増進度が次の数 1.1 に示すように向上するが、上記原子変換反応数 8 で生成した炭素の中間生成励起核は 10⁻¹⁸秒以内にヘリウムに分裂するので、遊離した X は消失することなく再びリチウムと合金化する。

In other words, this substance X will function as a catalyst.

つまりこの物質 X は触媒としての機能をもつことになる。

[0043]

As a concrete example, let's consider the case where boron is mixed with lithium as catalyst X.

具体例の一つとして、ボロンを触媒 X としてリチウムに混入する場合を考える。

[0044]

Boron does not combine with lithium below 300°C, but dissolves in lithium, becoming metallic and forming an alloy.

ボロンは300°C以下でリチウムと化合はせず、リチウム中に溶けて金属性を持つようになり合金化する。

The Gibbs energy change shown in equation 9 for the chemical fusion reaction of lithium-boron alloy is approximately 2 eV higher in absolute value than the value shown in equation 5 for elemental lithium, and the degree of enhancement of the atomic transmutation reaction shown in equation 8 is more than 10^1 times greater than the atomic transmutation reaction shown in equation 3.

リチウム-ボロン合金の化学核融合反応の場合の数 9 で示される G i b b s エネルギー変化はリチウム単体の場合の数 5 に示される値より 2 e V 程度絶対値が増加し、上記数 8 に示される原子変換反応の増進度は数 3 に示される原子変換反応に比べ 10^{20} 倍以上大きくなる。

Consequently, the rate of enhancement of chemical fusion reactions increases by the same multiple.

これにともなって化学核融合反応の増進度も同じ倍数だけ大幅に増大する。

When the recoiling Li ion is a molecular ion, C_2 , which acts as a CX, is generated, resulting in an autocatalytic effect.

反跳 L i イオンが分子イオンの場合は C X の役をする C_2 が発生し自己触媒効果がある。

[0045]

Next, consider the case where the implanted ions are mixed ions.

次に注入イオンに混合イオンが存在する場合を考える。

For example, when deuterium is mixed with the inert gas helium, a complex ion HeD^{+} is generated, which, in conjunction with the reaction by recoiling lithium in the liquid target lithium, induces the molecular transformation reaction shown in equation 12.

一例として、不活性ガスのヘリウムに重水素が混入していると複合イオン HeD^{+} が発生し、液体標的リチウム中で、反跳リチウムによる反応とあわせて数 1 2 に示される分子変換反応を誘発する。

[0047]

The Gibbs energy change in this reaction is significant at -5.11 eV, so the reaction enhancer

becomes 10^1 NER^2 times stronger, and all the deuterons in this ion undergo chemical fusion with $\text{NER}^2 \text{ Li}$ or $\text{NER}^3 \text{ Li}$.

この反応の G i b b s エネルギー変化は -5.11 eV と著しいので、反応増進因子は 10^{56} 倍にもなるから同イオンの重陽子は全て ^{7}Li 又は ^{6}Li と化学核融合反応をおこす。

Therefore, in this case, even if deuterium is mixed in the inert gas, degradation of the molten lithium metal in the target due to chemical reaction with deuterium can be avoided.

したがって、この場合は不活性ガスに重水素が混入していても標的中の溶融金属リチウムが重水素との化学反応で劣化することは避けられる。

Furthermore, the only fusion product is helium, just as in the case of lithium chemical fusion reactions.

また核融合生成物はリチウム化学核融合反応の場合と同様にヘリウムのみである。

[0048]

The recoil lithium chemical fusion energy generation method and apparatus of the present invention will be described below with reference to the drawings.

以下図面によって本発明の反跳リチウム化学核融合エネルギー発生法及び装置を説明する。

[0049]

Figure 1 is a schematic diagram of an example of the reaction apparatus body 1 of the recoil lithium chemical fusion energy generator of the present invention, equipped with an 8-unit PIG-type ion source, and consists of a molten metallic lithium container 2, a PIG-type ion source 3, a liquid target 4 made of fusion material mainly composed of molten metallic lithium or an alloy thereof, a stirrer 5, an ion accelerating electrode 6, a magnetic pole cathode 7 of the ion source, a permanent magnet 8, an ion source anode 9, an ion beam 10, a

neutron absorber 11 such as metallic lithium, boron, or a compound of lithium or boron covering the inner surface of the container 2, and a steam generation heat exchanger 12.

図1は本発明反跳リチウム化学核融合エネルギー発生装置の反応装置本体1の一例としての8連PIG型イオン源装着の概略構造図であって溶融金属リチウム容器2、PIG型イオン源3、溶融金属リチウム又は同合金を主体とする核融合物質からなる液体標的4、攪拌器5、イオン加速電極6、イオン源の磁極カソード7、永久磁石8、イオン源アノード9、イオンビーム10、容器2の内面を覆った金属リチウムやボロンまたはリチウムやボロンの化合物等の中性子吸収材11及び蒸気発生熱交換器12の各構成要素で構成されている。

However, equipment such as the molten metal lithium preheating system, thermocouples for auxiliary energy extraction, and high-voltage power supplies have been omitted.

ただし、溶融金属リチウム予備加熱システムや補助的エネルギー取り出しの熱電対列等の機器類や高圧電源は省略している。

[0050]

The ion source 3 has a structure in which PIG-type ion sources of inert gases such as argon, neon, and helium, or mixed gases with light deuterium, are arranged in parallel. The ion beam 10 extracted from here is accelerated by the accelerating electrode 6 to a predetermined energy (a magnitude that generates recoil ions with an energy of several kiloelectron volts per atomic mass, which is the nuclear stopping power region described later, for example, several tens of keV), and injected into the molten metallic lithium or lithium alloy of the liquid target 4 to generate recoil lithium ions.

イオン源3はアルゴン、ネオン、ヘリウム等の不活性ガスあるいは軽重水素との混合ガスのPIG型のイオン源を並列に集積した構造をしており、ここから引き出したイオンビーム10は加速電極6で所定のエネルギー（後述する核的阻止能領域である原子質量単位あたり数キロ電子ボルトのエネルギーの反跳イオンを発生するような大きさ、例えば数10keV）に加速し、液体標的4の熔融金属リチウム又はリチウム合金に注入し、反跳リチウムイオンを発生せしめる。

As a result, thermodynamic forces cause most of the recoiling lithium ions to induce nuclear fusion reactions on the surface of molten metallic lithium, generating helium ions with an energy release of several MeV.

その結果、熱力学的力によって大部分の反跳リチウムイオンが溶融金属リチウム表層で核融合反応を誘発し、数MeVの放出エネルギーのヘリウムイオンを発生する。

The thermal energy from lithium or lithium alloy heated by helium ions is extracted through a thermocouple or a refrigerant used to cool the reactor, such as liquid lithium.

ヘリウムイオンで加熱されたリチウム又はリチウム合金からの熱エネルギーは熱電対列或いは液体リチウム等の反応装置冷却用冷媒を通じて取り出す。

[0051]

In this invention, since the reaction product is helium, it can be extracted and effectively utilized using a helium recovery system, and no radioactive waste is generated.

本発明では反応生成物がヘリウムであるので、ヘリウム回収システムにより取り出して有効利用することができ放射性廃棄物は生じない。

[0052]

According to the above embodiment, inert gas ions can be introduced into a target metal lithium in a clean vacuum, and the ion beam intensity can be freely controlled, similar to the acceleration energy, by adjusting the gas pressure and applied voltage of the ion source.

上記実施例によれば、不活性ガスイオンをクリーンな真空中の標的金属リチウムに導入することができ、イオン源のガス圧及び印加電圧の調整でイオンビーム強度も加速エネルギーと同様に自由に制御できる。

As a result, the optimal amount of energy generated can be obtained according to the purpose, such as power generation or district heating, and a safe and stable energy source can be provided with fewer restrictions on its use.

この結果、発電あるいは地域暖房等の目的に応じて、最適エネルギー発生量が得られ、利用上の制限が少なく安全且つ安定なエネルギー源を提供することができる。

[0053]

In this invention, instead of introducing an ion source 3, the space inside the reactor body 1 is filled with a dilute gas, and a high-voltage pulse is applied between the ion accelerating electrode 6 and the liquid target 4 mainly composed of molten lithium to simultaneously achieve gas ionization and acceleration.

本発明ではイオン源 3 を導入するかわりに反応装置本体 1 内の空間を稀薄ガスで満たし、イオン加速電極 6 と溶融リチウムを主体とする液体標的 4 の間に高電圧パルスを印加してガスのイオン化と加速を同時に達成することもできる。

[0054]

Furthermore, the inner wall surface of the container 2 may be covered with a gamma-ray shielding material.

なお、上記容器 2 の内壁面は更にガンマ線遮蔽材で覆うようにしても良い。

[0055]

Furthermore, the liquid target may also contain chemical fusion reaction inducing materials other than metallic lithium, or materials for controlling the target temperature.

また、上記液体標的には金属リチウム以外の化学核融合反応誘発物質または標的溫度制御物質を混入しても良い。

[0056]

This is an explanatory diagram of the main body of the recoil lithium chemical fusion energy generator according to the present invention.

本発明の反跳リチウム化学核融合エネルギー発生装置本体の説明図である。

Explanation of the symbols

符号の説明

[0057]

1. Reactor body of the recoil lithium chemical fusion energy generator 2. Molten metal lithium container 3. PIG-type ion source 4. Liquid target 5. Stirrer 6. Ion accelerating electrode 7. Magnetic pole cathode 8. Permanent magnet 9. Anode 10. Ion beam 11. Neutron absorber 12. Steam generation heat exchanger

1 反跳リチウム化学核融合エネルギー発生装置の反応装置本体 2 溶融金属リチウム容器 3
PIG型イオン源 4 液体標的 5 攪拌器 6 イオン加速電極 7 磁極カソード 8 永久磁石 9 アノード
10 イオンビーム 11 中性子吸収材 12 蒸気発生熱交換器