



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 JP2005321366A

Lithium chemical fusion reaction generation method and lithium chemical fusion energy generation device

リチウム化学核融合反応発生法及びリチウム化学核融合エネルギー発生装置

[0001]

The present invention relates to a method for generating chemical fusion reactions and a chemical fusion energy generator, and more particularly to a method for generating lithium chemical fusion reactions utilizing lithium chemical fusion and secondary nuclear reactions targeting a liquid consisting mainly of molten metallic lithium as a fusion material, as well as a lithium chemical fusion energy generator.

本発明は化学核融合反応発生法及び化学核融合エネルギー発生装置、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するリチウム化学核融合及び二次核反応を利用したリチウム化学核融合反応発生法並びにリチウム化学核融合エネルギー発生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 the following: Japanese Patent Publication No. 2003-270372 "Method for generating a non-rebounding non-thermonuclear fusion reaction and apparatus for generating non-rebounding thermal energy", Japanese Patent Publication No. 2002-207092 "Method for generating a molten lithium nuclear fusion reaction and apparatus for supplying nuclear fusion energy", Japanese Patent Publication No. 2003-066176 "Method for generating non-thermonuclear fusion power and apparatus for generating non-thermonuclear fusion power", Japanese Patent Publication No. 2003-130976 "Nuclear fusion reaction apparatus", Japanese Patent Publication No. 2003-130977 "Method for generating a molten lithium nuclear fusion reaction and apparatus for generating molten lithium nuclear fusion energy", and Japanese Patent Application No. 2003-282261 "Method for generating enhanced nuclear fusion and apparatus for generating enhanced nuclear fusion energy". Furthermore, the theory behind these inventions, based on the second law of thermodynamics, is disclosed in Non-Patent Document 1. These prior art inventions demonstrate that practical-level non-thermonuclear fusion can be achieved using existing means, and examples of energy device configurations utilizing this are shown.

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開

２００３－２７０３７２号「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」、

特開２００２－２０７０９２号「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」、特開２００３－０６６１７６号「非熱核融合発電方法および非熱核融合発電装置」、特開

２００３－１３０９７６号「核融合反応装置」、特開２００３－１３０９７７号「溶融リチウム核

融合反応生成方法および溶融リチウム核融合エネルギー発生装置」特願２００３－２８２２６１号

「増進核融合発生方法および増進核融合エネルギー発生装置」を発明した。また、これ等の発明

の熱力学第二法則に立脚した理論は非特許文献１に開示されている。これ等の先願発明では既存

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。

[0003]

[Patent Document 1] Japanese Unexamined Patent Publication No. 2002-207092 [Patent

Document 2] Japanese Unexamined Patent Publication No. 2003-066176 [Patent Document 3]

Japanese Unexamined Patent Publication No. 2003-130976 [Patent Document 4] Japanese

Unexamined Patent Publication No. 2008-130977 [Patent Document 5] Japanese Unexamined

Patent Publication No. 2003-270372

〔特許文献1〕 特開2002-207092号公報 〔特許文献2〕 特開2003-066176号
公報 〔特許文献3〕 特開2003-130976号公報 〔特許文献4〕 特開
2008-130977号公報 〔特許文献5〕 特開2003-270372号公報

[0004]

[Non-Patent Document 1] Bulletin of Institute of Chemistry, Uppsala University, September
2002, written by Hidetane Ikegami et al., [http://www. inst. kemi. uu. se/Bulletin/Bulletinen_1.](http://www.inst.kemi.uu.se/Bulletin/Bulletinen_1.pdf)
pdf [Non-Patent Document 2] White Dwarfs (North-Holland, Amsterdam, 1958) E. Written by
Schatzman

〔非特許文献1〕 B u l l e t i n o f I n s t i t u t e o f C h e m i s t r y ,
U p p s a l a U n i v e r s i t y , S e p t e m b e r 2 0 0 2 池上栄胤 他著,
[http://www. inst. kemi. uu.](http://www.inst.kemi.uu)

se/Bulletin/Bulletinen__1. pdf [非特許文献2] White
Dwarfs (North-Holland, Amsterdam, 1958) E.
Schatzman 著

[0005]

The aforementioned prior art inventions have the following issues that have not been completely resolved for practical application. In other words, the aforementioned prior art inventions disclose a new principle of nuclear fusion, now called chemical fusion, in which a deuteron or proton beam with an energy of 50 keV (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 10^1 times or more. However, in the liquid metallic lithium, a chemical reaction competing with the chemical fusion reaction may produce lithium hydride, which may lead to a decrease in the nuclear fusion rate due to the degradation of the molten metallic lithium.

前記各先願発明では実用化する上で完全解消していない以下の課題がある。即ち、前記各先願発明では核子あたり 50 keV（キロ電子ボルト）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^{13} 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、それによる溶融金属リチウムの劣化に伴う核融合レートの減速がおこる可能性がある。

[0006]

Therefore, the object of the present invention is to provide a practical method for generating a chemical fusion reaction and a chemical fusion energy generation device that eliminates chemical reactions that compete with the chemical fusion reaction and maintains the complete metallicity of metallic 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、金属リチウムの完全な金属性を保持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。

[0007]

To achieve the aforementioned objectives, the present invention accelerates lithium ions extracted from an ion source or generated by discharge in a reaction vessel and injects them into the surface of a liquid target such as molten metallic lithium or a lithium alloy. This enhances the chemical fusion reaction through thermodynamic forces within the liquid metallic lithium without inducing competing chemical reactions, and indirectly enhances secondary nuclear reactions caused by slow neutrons produced in fusion. Furthermore, the invention is characterized by further strengthening the reaction by mixing metallic fusion material into the liquid target to increase the Gibbs energy (chemical potential) difference before and after the fusion reaction.

本発明は前記課題を達成するためにイオン源より引出すか反応槽内の放電で生じたりチウムイオンを加速して溶融金属リチウムまたはリチウム合金等の液体標的表面に注入し、競合化学反応を誘発することなく上記液体金属リチウム内の熱力学的力によって化学核融合反応を増進し、核融合で生ずる低速中性子による二次核反応も間接的に増進せしめるのに加えて、上記液体標的中に金属性核融合物質を混入させ核融合反応前後の G i b b s エネルギー（化学ポテンシャル）差を大きくして、さらに反応を強化することを特徴とする。

[0008]

Furthermore, the system comprises a liquid target consisting of elements that generate positive or negative lithium ions and a liquid fusion material such as molten metallic lithium or a metallic lithium alloy, and a reaction vessel surrounding the liquid target, the walls of which are covered with a neutron absorber such as metallic lithium or a lithium compound and a gamma-ray shielding material. The system is characterized by promoting the lithium chemical fusion reaction through thermodynamic forces within the liquid target, and also promoting secondary nuclear reactions caused by the slow neutrons released in fusion and the neutron absorber such as metallic lithium or a lithium compound on the reaction vessel walls.

さらに、正または負のリチウム・イオンを生成する要素と溶融金属リチウムまたは金属リチウム合金等の液体核融合物質からなる液体標的と、壁面を金属リチウムまたはリチウム化合物等の中性子吸収剤およびガンマ線遮蔽材で覆った上記液体標的を囲む反応容器とより成り、液体標的内の熱力学的力によってリチウム化学核融合反応を増進し、核融合で放出される低速中性子と反応容器壁面の金属リチウムまたはリチウム化合物等の中性子吸収剤が惹き起こす二次核反応も増進せしめることを特徴とする。

[0009]

According to the present invention, since metallic lithium is the main component of the nuclear fusion reaction, accelerated lithium ions can be reacted in a clean vacuum with a liquid target consisting of a nuclear fusion material such as molten metallic lithium or a lithium alloy, and the chemical nuclear fusion reaction can be enhanced by the thermodynamic forces in the liquid. Therefore, it provides a safe and stable energy supply, and is easy and convenient to handle.

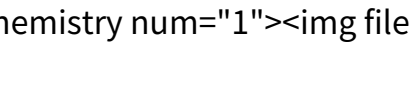
本発明によれば核融合反応の主体は金属リチウムだけであるから加速リチウムイオンをクリーンな真空中で溶融金属リチウムまたはリチウム合金等の核融合物質からなる液体標的と反応させ、液体中の熱力学的力によって化学核融合反応を増進させることができる。そのため安全かつ安定したエネルギー供給ができ、その取扱いも容易で簡便である。

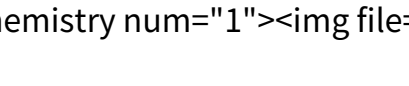
[0010]

Aside from similar nuclear fusion occurring in ultra-high-density white dwarfs, which have been known since Non-Patent Document 2, there have been no reported examples of chemical nuclear fusion reactions, either theoretically or experimentally, prior to Non-Patent Document 1. Here, we will describe in detail the lithium chemical fusion reaction of the present invention, using the fusion reaction in formula 1 as an example.

化学核融合反応は非特許文献 2 以来公知の超高密度の白色矮星中で発生している類似の核融合以外には、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。ここでは化学核融合反応のうち、本発明のリチウム化学核融合反応を化 1 式の核融合反応を例にとり詳述する。

[0011]

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

 ここに $^{12}\text{C}^*$ と $^8\text{Be}^*$ は反応中間状態の励起核で 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。

[0012]

In this case, all the generated energy is released in the form of the kinetic energy of the generated atoms ${}^4\text{He}$ or alpha rays.

この場合の発生エネルギーは全て生成原子 ${}^4\text{He}$ 又は α 線の運動エネルギーの形で放出される。

In this reaction, when the ${}^6\text{Li}$ ion energy is 40 keV (kiloelectron volts), the Coulomb barrier penetration factor is small at 4.3×10^{-48} , and the reaction probability is so small that it is impossible to observe using conventional methods.

この反応では、 ${}^6\text{Li}$ イオンエネルギーが 40 keV（キロ電子ボルト）の場合、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 atomic transmutation reaction shown in formula 2 occurs incidentally to the nuclear fusion reaction shown in formula 1.

しかし、このエネルギー領域では化 1 式の核融合反応に以下に示す化 2 式の原子変換反応が付随的に発生する。

[0014]

Therefore, in the nuclear fusion reaction of molten metallic lithium, the reaction enhancer is enormous due to the thermodynamic force determined by the Gibbs energy change $\Delta G_r \approx -4.7 \text{ eV}$ in the atomic transmutation reaction of equation 2 and the liquid target temperature T .

このため溶融金属リチウムの核融合化 1 式では化 2 式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莫大な値の反応増進因子

[0016]

This is what is expected.

が期待される。

Here, k_B is the Boltzmann constant, and the Gibbs energy change ΔG_r in the second atomic transmutation reaction is derived from the bond energies G_f of lithium and carbon, respectively.

ここで k_B は Boltzmann 常数であり、原子変換反応化 2 式における Gibbs エネルギー変化 ΔG_r はリチウムと炭素それぞれの結合エネルギー G_f から

[0018]

It is calculated by [this method].

によって算出される。

For example, at an absolute temperature $T = 460 \text{ K}$ (Kelvin), the value of the enhancement factor equation 3 reaches 10^{12} at $k_B T = 0.040 \text{ eV}$.

例えば絶対温度 $T = 460 \text{ K}$ （ケルビン）では $k_B T = 0.040 \text{ eV}$ で増進因子化3式の値は 10^{12} に達する。

Therefore, nuclear fusion reaction 1 is generated at a large rate that cancels out the aforementioned penetration factor through atomic transmutation reaction 2.

そのため核融合反応化1式は原子変換反応化2式を通じて前記の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 the carbon atom in the intermediate atom of the atomic transmutation reaction equation 2 may bond with lithium with an energy of approximately 2.0 eV , the value of the Gibbs energy change equation 4 becomes -6.7 eV , and the enhancement factor can also be 10^{72} .

さらに、原子変換反応化 2 式の間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 4 式の値は -6.7 eV となり、増進因子は 10^{72} にもなり得る。

[0019]

The fact that the aforementioned thermodynamic forces also govern nuclear fusion reactions has been discussed in the aforementioned prior application (Japanese Patent Application Publication No. 2008-270372), and the resulting effect of increasing the nuclear fusion reaction rate has already been experimentally confirmed and disclosed in Non-Patent Document 1.

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先願発明（特開 2008-270372）で議論され、それによる核融合反応レート増進効果が既に実験的に確認されており、上記非特許文献 1 に開示されている。

For example, deuterium ion implantation at 10 keV (kiloelectron volts) and 20 keV at the

melting point of metallic lithium has been observed to increase the fusion reaction rate by approximately 10^{14} times and 10^1 times, respectively.

例えば、金属リチウムの融点における 10 keV （キロ電子ボルト）及び 20 keV の重水素イオン注入で、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。

[0020]

If ${}^7\text{Li}$ is present in the accelerating ions and liquid target, along with the fusion reaction equation 1,

加速イオンおよび液体標的に ${}^7\text{Li}$ が混入している場合は、核融合反応化 1 式と共に

[0022]

Furthermore, a fusion reaction of ^6Li occurs.

ならびに ^6Li の核融合反応が発生する。

Here, n is a slow neutron.

ここに n は低速中性子である。

[0023]

As described in the aforementioned prior application (Japanese Patent Publication No. 2003-

270372), slow neutrons released in nuclear fusion are absorbed by neutron absorbers such as metallic lithium or lithium or boron compounds, so this secondary nuclear reaction also generates energy.

核融合で放出された低速中性子は、前記先願（特開 2 0 0 3 - 2 7 0 3 7 2）で解説されているように金属リチウムまたはリチウムあるいはボロン化合物等の中性子吸収材に吸収されるので、この二次核反応もエネルギーを発生する。

These nuclear fusion and secondary nuclear reactions can be immediately stopped by ceasing lithium-ion injection, 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 fewer restrictions on its use.

これらの核融合と二次核反応は、リチウムイオンの注入中止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。

[0024]

When a small amount of substance X is mixed into a liquid target, and lithium is formed into a molten alloy, the atomic transmutation associated with nuclear fusion shown in the following chemical equation 7 occurs, and the Gibbs energy change before and after the reaction is as shown in the following chemical equation 8.

液体標的に少量の物質 X を混入して、リチウムを溶融合金とすることによって次の化 7 式に示される核融合に付随する原子変換が発生する場合は反応前後の G i b b s ネルギー変化は次の化 8 式に示されるようになる。

[0027]

Between the Gibbs energy changes shown in equations 4 and 8 above, the following equation 9

上記化 4 式と化 8 式に示される G i b b s ネルギー変化の間に次の化 9 式

[0029]

If the relationship holds, the degree of chemical fusion is enhanced as shown in the following equation 10. However, the intermediate excited nuclei generated in the above atomic transmutation reaction equation 7 instantly split into helium, so the released X does not disappear but is alloyed with lithium again.

の関係が成立する場合は、化学核融合の増進度が次の化 10 式に示すように向上するが、上記原子変換反応化 7 式で生成した中間励起核は瞬時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。

[0031]

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

具体例の一つとして、触媒Xとしてボロンの場合を考える。

Boron does not combine with lithium below 300°C, but dissolves in Li and forms an alloy.

ボロンは300°C以下ではリチウムと化合することはなく、Li中に溶けて合金化する。

In the case of the chemical fusion reaction of alloyed lithium, the Gibbs energy change shown in equation 8 is approximately 2 eV higher in absolute value than the value shown in equation 4 when alloying with boron is not performed, and the degree of enhancement of the atomic transmutation reaction shown in equation 7 is more than 10^1 times greater than the atomic transmutation reaction shown in equation 2.

合金化したリチウムの化学核融合反応の場合の化 8 式で示される G i b b s ネルギー変化はボロンとの合金化をしない場合の化 4 式に示される値より 2 e V 程度絶対値が増加し、上記化 7 式に示される原子変換反応の増進度は化 2 式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 degree of enhancement of chemical fusion reactions also increases accordingly.

これにともなって化学核融合反応の増進度も同じように大きくなる。

[0032]

The lithium chemical fusion energy generator of the present invention basically uses a reaction vessel similar to that disclosed in Japanese Patent Application Publication No. 2003-270372, a reflux purification system for fusion materials such as lithium, a helium recovery system for helium produced by fusion, a cooling system, thermal insulation, and a heat

exchange system, in addition to radiation shielding materials for neutrons, gamma rays, beta rays, etc.

本発明のリチウム化学核融合エネルギー発生装置は基本的には特開 2 0 0 3 - 2 7 0 3 7 2 公報に開示されたものと同様の反応容器ならびにリチウム等の核融合物質の還流浄化システム、核融合で生成するヘリウムの回収システム、冷却系、断熱材、熱交換システムに加えて中性子、ガンマ線、ベータ線等の放射線遮蔽材を用いる。

Here, the configuration of the lithium chemical fusion reaction generation method and lithium chemical fusion energy generation apparatus according to the present invention will be described based on the main body diagram of the reaction apparatus.

ここでは反応装置本体図に基き本発明に係るリチウム化学核融合反応発生方法及びリチウム化学核融合エネルギー発生装置の形態を説明する。

[0033]

Figure 1 is a schematic diagram of the main body 1 of the reaction apparatus 1 of the lithium chemical fusion energy generator of the present invention, and is composed of the following components: a molten metal lithium container 2, a molten lithium ion source 3, molten metal lithium or its alloy 4, a thermocouple row 5, an ion accelerating electrode 6, an insulating material 7, a reaction vessel 8, and a high-voltage power supply 9.

図1は本発明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の概略構造図であって溶融金属リチウム容器2、溶融リチウムイオン源3、溶融金属リチウム又は同合金4、熱電対列5、イオン加速電極6、絶縁材7、反応槽8、高圧電源9の各構成要素で構成されている。

However, the structure of the molten metal lithium heating system and thermocouple rows will be simplified.

ただし、溶融金属リチウム加熱システムや熱電対列等の構造は簡略する。

[0034]

The molten lithium ion source 3 has a structure that integrates field evaporation type liquid ion sources. The lithium ions extracted from it are accelerated to a predetermined energy by the accelerating electrode 6 and injected into the target molten metallic lithium or lithium alloy 4 without disturbing the atomic state of the lithium.

溶融リチウムイオン源3は電界蒸発型の液体イオン源を集積した構造をしており、ここから引き出されたリチウムイオンは加速電極6で所定のエネルギーに加速され、標的の溶融金属リチウム又はリチウム合金4にリチウムの原子状態を乱すことなく注入される。

As a result, the thermodynamic force causes most of the injected lithium ions to induce a nuclear fusion reaction on the surface of the molten metallic lithium, generating helium ions with an energy release of several MeV.

その結果、前記熱力学的力によって大部分の注入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 generated energy is extracted through the thermocouple row 5 or the refrigerant used to cool the reactor.

発生エネルギーは熱電対列 5 あるいは反応装置冷却用冷媒を通じて取出される。

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

本発明ではヘリウムが反応生成物であるので、前記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。

[0035]

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

上記実施例によれば、リチウム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、イオン源の印加電圧の調整で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, for example, the method and apparatus described in Japanese Patent Publication No. 2003-270372 can provide an optimal amount of energy generation for purposes such as power generation or district heating, and can offer a safe and stable energy source with fewer restrictions on its use.

この結果、例えば特開 2 0 0 3 - 2 7 0 3 7 2 号公報に記載の方法と装置によって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かつ安定なエネルギー源を提供することができる。

[0036]

A schematic diagram of the main body of the reaction apparatus for the lithium chemical fusion energy generator of the present invention.

本発明の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の概略構造図。

Explanation of the symbols

符号の説明

[0037]

1. Reactor body of the lithium chemical fusion energy generator 2. Molten lithium metal container 3. Molten lithium ion source 4. Molten lithium metal or alloy thereof 5.

Thermocouple row 6. Ion accelerating electrode 7. Insulating material 8. Reactor 9. High-voltage power supply

1 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 溶融リチウムイオン源 4 溶融金属リチウム又は同合金 5 熱電対列 6 イオン加速電極 7 絶縁材 8 反応槽 9 高圧電源