



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 JP2002207092A

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Pertains] The present invention relates to a nuclear fusion reaction method using molten metallic lithium as nuclear fuel and catalytic solvent, and to an apparatus for supplying nuclear fusion energy obtained by the nuclear fusion reaction.

【発明の属する技術分野】 本発明は、溶融金属リチウムを核燃料および触媒溶剤として行なう核融合反応方法および、該核融合反応により得られる核融合エネルギーを供給する装置に関する。

[0002]

[Problems the invention aims to solve] From the past to the present, a high-density ion-electron plasma sufficient for practical use in nuclear fusion reactions has yet to be realized.

【発明が解決しようとする課題】 従来から今日まで核融合反応の実用に十分な高密度のイオン・電子プラズマは未だ実現していない。

The present invention aims to provide a nuclear fusion reaction method that generates the high-density ion-electron plasma using existing means. Furthermore, the aim is to provide environmentally friendly, clean energy that does not produce radioactive waste.

本発明は既存の手段によって前記高密度のイオン・電子プラズマを発生する核融合反応方法を提供することを目的とする。さらに、放射性廃棄物を排出しない環境にやさしいクリーンエネルギーを提供することを目的とする。

[0003]

[Means for Solving the Problems] As a means of achieving the above problems, the present invention is characterized by filling a box-shaped electrode with molten metallic lithium and injecting negative or positive hydrogen ions accelerated by a gas discharge plasma or extracted from an ion source into its surface to generate a high-density liquid ion-electron plasma, thereby reducing the Coulomb barrier between atomic nuclei and bringing the

atomic nuclei closer together to the reaction distance through the condensation force acting between them, thereby inducing a nuclear fusion reaction.

【課題を解決するための手段】 上記課題を達成する手段として本発明は、溶融金属リチウムを箱状電極中に満たしこの表面にガス放電プラズマで加速又はイオン源から引出した水素の負又は正イオンを注入して高密度の液体イオン・電子プラズマを生成し、これら高密度の液体イオン・電子プラズマによって原子核間のクーロン障壁を減殺すると共に、原子核間に働く凝縮力によって、原子核同志を反応距離に近接させ、核融合反応を誘発させることを特徴とする。

[0004]

Furthermore, the method is characterized by adjusting the components mixed into the molten lithium, using a porous material for the electrodes that allows fusion fuel materials such as hydrogen to permeate or adsorb, creating a structure of countless protrusions or sawtooth on the electrode surface to increase the density of electrons and ions, applying a voltage that is both DC and AC or pulsed, and injecting slow electrons along with hydrogen ions.

さらに、溶融リチウムに混入する成分の調整や電極を水素等の核融合燃料物質を透過または吸着する多孔性材質としたり、電子およびイオンの高密度化を図って電極表面を無数の突起構造または鋸歯状とし、印加電圧を直流交流両用或いはパルス化すること、さらに、水素イオンと共に低速電子を注入することを特徴とする。

[0005]

[Mechanism of Action] Lithium and hydrogen produce lithium hydride (LiH) in the following chemical formula (1).

【作用】 リチウムと水素は次の化学式（１）で水素化リチウム（L i H）を生成する。

LiH has a higher density than Li metal and is stable even in dry air.

L i HはL i 金属に比べ密度が大で、乾燥大気中でも安定である。

The Li⁺ ionic radius is smaller than the H⁻ ionic radius, and the two ions partially overlap in space.

Li⁺イオン半径はH⁻イオン半径より小さく両イオンは空間的に一部重なり合っている。

Therefore, if the two ions are brought even closer together, and the electron shielding effect and the internuclear condensation force within the molten body are increased to reduce the internuclear Coulomb barrier, the nuclear fusion reactions shown in the following nuclear reaction equations (2) and (3) will occur.

したがって、両イオンを更に近接せしめ原子核間クーロン障壁を減殺するように電子遮蔽効果と溶融体内部の原子核間凝縮力を増大せしめれば次の核反応式（２）および（３）の核融合反応が起こる。

[0006]

Here, the reaction energy on the right-hand side of the equation is released as gamma rays and the kinetic energy of the product nuclei.

ここで式の右辺の反応エネルギーはガンマ線や生成核の運動エネルギーとして放出される。

MeV stands for megaelectronvolt.

MeVはメガ電子ボルトである。

[0007]

Generally, when the implanted ion energy per nucleon is below 100 keV, known as the Lindhardt region, and especially in the buffer energy region of 1 keV to 5 keV, which is a feature of this application, the nuclear stopping effect on the ion range in the material becomes significant. As a result, ions collide head-on with atomic nuclei without exciting the atoms, and some of the colliding ions undergo nuclear fusion reactions.

一般に、核子当りの注入イオンエネルギーがリントハルト領域と呼ばれる 100 keV 以下、特に本出願の特徴である 1 keV ないし 5 keV の緩衝エネルギーと呼ぶ領域では物質中のイオン飛程に対する核阻止効果が顕著となりイオンが原子を励起することなく原子核と正面衝突をする結果、衝突イオンの一部が核融合反応を起こすようになる。

[0008]

In this case, the reaction cross-section is given by the following formula (1).

この場合の反応断面積は下記数式（１）で与えられる。

[0009]

Except for the cross-sectional area factor $S(E)$ on the right side of the above formula (1), the other elements are the probability that the two atomic nuclei penetrate the Coulomb barrier and approach the reaction distance, and E_G is the Gamow energy, which is expressed by the following formula (2).

【0009】上記数式（1）の右辺の断面積因子 $S(E)$ 以外は、二つの原子核がクーロン障壁を貫いて反応距離に近接する確率であり、 E_G はガモフ・エネルギーで次の数式（2）で表される。

[0010]

In the above formula (2), r^* shown in formula (3) is the nuclear Bohr radius corresponding to the reduced mass μ of two types of atomic nuclei with charges z_1 and z_2 .

【0010】上記数式（2）において、数式（3）で示される r^* は電荷が z_1 、 z_2 の2種の原子核の換算質量 μ に対応する核ボーア半径である。

[0011]

In the above formula (1), E_S is the shielding energy of the internuclear Coulomb barrier reduction by the electron ensemble around the atomic nucleus, and is expressed by the following formula (4).

上記数式（１）中の E_S は原子核周辺の電子集団による原子核間クーロン障壁減殺の遮蔽エネルギーで次の数式（４）で表される。

[0012]

In the case of the present invention, the main part of the shielding distance D is expressed by

formula (5) with Bohr radius a_B and Wigner-Seitz radius $a_e = (3/4\pi n_e)^{1/3}$ (n_e is the electron number density).

【0012】本発明のような場合の遮蔽距離 D の主要部は、ボーア半径 a_B とウィグナー・ザイツ半径 $a_e = (3/4\pi n_e)^{1/3}$ (n_e は電子数密度) で数式 (5) で表される。

[0013]

The effective value of the reaction cross-section in formula (1) increases by 20 to 30 orders of magnitude or more in molten metal due to the condensation force between atomic nuclei.

【0013】数式 (1) における反応断面積の実効値は、溶融金属中では原子核間の凝縮力で 20桁ないし 30桁以上にも増大する。

[0014]

Examples of condensation-induced nuclear fusion reactions are thought to be nuclear reactions within white dwarfs involved in the supernova process that occurs in nature.

凝縮力で誘発した核融合反応の例は、自然界で起きている超新星過程にかかわる白色矮星内の核反応と考えられている。

Furthermore, a similar reaction is theoretically possible by creating a mixed fluid of Li and metallized H under ultra-high pressure of several Gbars (gigabars), and the degree of increase in the reaction cross-section is disclosed in the following document.

そして、同様な反応は原理的には数 G b a r （ギガバール）の超高压下の L i と金属化した H の混合流体をつくれれば可能とされ反応断面積の増大度が次の文献に開示されている。

S. Ichimaru and H. Kitamura, Physics of Plasmas 6, 2649 (1999); S. Ichimaru, Physics Letters A266, 167 (2000). However, there are currently no technical means to generate ultra-high pressures of several Gbars steadily in a space of practical size.

S.Ichimaru and H.Kitamura, Physics of Plasmas 6, 2649 (1999)S.Ichimaru, Physics Letters A266, 167 (2000)しかしながら実用規模の大きさの空間で数G b a r の超高压を定常的に発生させる技術手段は目下のところ期待できない。

[0015]

In this invention, considering that a high-density liquid ion-electron plasma can be obtained in molten metal at room temperature and atmospheric pressure, the theoretical treatment of the degree of increase in the nuclear fusion reaction of lithium in ultra-high-pressure metallic hydrogen shown in the above-mentioned reference literature is extended to molten metallic lithium at atmospheric pressure. In addition, in order to make the reaction cross-section significantly larger than the value in the thermal energy region of the ions, hydrogen ions are accelerated in a gas discharge plasma or extracted from an ion source and injected into the molten metal with energy in the buffer region to realize the nuclear fusion reaction.

本発明では高密度の液体イオン・電子プラズマが常温常圧の溶融金属中で得られることを考慮して、前記引用文献で示されている超高压金属水素中のリチウムの核融合反応増大度の理論的扱いを

常圧の溶融金属リチウムに拡張することに加えて反応断面積をイオンの熱エネルギー領域の値より大幅に大きくするために水素イオンをガス放電プラズマ中で加速又はイオン源より引出し、緩衝領域のエネルギーで該溶融金属中に注入し核融合反応を実現するものである。

[0016]

[Embodiments of the Invention] Embodiments of the nuclear fusion reaction generation method and nuclear fusion energy supply device according to the present invention will be described with reference to Figures 1 and 2.

【発明の実施の形態】 本発明にかかる核融合反応発生方法および核融合エネルギー供給装置の実施の形態について図1と図2を参照して説明する。

Figure 1 is a schematic diagram of the main components of a nuclear fusion reactor 1 that implements the method of the present invention, and consists of the following components: anode 2, cathode 3, molten lithium 4, hydrogen and deuterium gas supply port 5, lithium supply port 6, insulating material 7, reaction vessel 8, and power supply 9.

図 1 は本発明方法を実施する核融合反応装置 1 の要部の概略配置図であって、陽極 2、陰極 3、熔融リチウム 4、水素、重水素ガス補給口 5、リチウム補給口 6、絶縁材 7、反応槽 8、電源 9 の各構成要素で構成されている。

However, the electrode replenishment structure, ion source filament, and low-energy electron source near the molten lithium surface will be simplified.

ただし、電極の補給構造やイオン源フィラメント、熔融リチウム表面近傍の低速電子源等は簡略する。

[0017]

Negative hydrogen ions generated in the ion source or discharge plasma are accelerated by buffer energy and injected into the molten lithium surface without disturbing its atomic state.

イオン源又は放電プラズマ中で発生する水素の負イオンは緩衝エネルギーに加速され溶融リチウム表面の原子状態を乱すことなく注入される。

On the other hand, lithium atoms in the anode, along with ions, generate a high-density liquid plasma on the molten metal surface, and according to equation (4), this increases the reaction cross-section in equation (1) with a shielding energy E_S of 200 eV or more.

一方、陽極内のリチウム原子は溶融金属表面でイオンと共に高密度液体プラズマを発生して数式（４）によれば200 eV以上の遮蔽エネルギー E_S で数式（１）の反応断面積を大きくする。

[0018]

Although the reaction cross-section obtained by substituting this shielding energy and $E = 1.8$ keV, which corresponds to the hydrogen ion injection energy of 2 keV, into equation (1) is very small, the degree of increase in the effective cross-section of nuclear fusion of molten lithium with hydrogen is 10^3 or more in the example of the present invention, and the effective cross-

section of the nuclear fusion reaction shown in the nuclear reaction equations (2) and (3) in molten lithium becomes much larger than in the case of uranium fission.

数式（１）に、この遮蔽エネルギーと水素イオンの注入エネルギー 2 k e V に対応する $E = 1.8 \text{ k e V}$ を代入して得られる反応断面積は非常に小さいが、溶融リチウムの水素との核融合の実効断面積増大度は本発明の例では 1 0 3 0 以上となり、溶融リチウム中の前記核反応式（２）および（３）に示す核融合反応の実効断面積がウラニウム核分裂の場合に比べ遥かに大きくなる。

[0019]

If you want to avoid nuclear fusion reactions that produce neutrons, simply do not mix deuterium with hydrogen gas.

中性子発生をする核融合反応を避けたい場合は水素ガスに重水素を混入しなければよい。

[0020]

The structure of anode 2 and cathode 3, as well as the ion acceleration mechanism, are similar to those of glow discharge or ion extraction from a low-speed ion source. It is also possible to increase the density of the molten lithium surface plasma and convert the power supply 9 to AC or pulsed.

陽極 2 と陰極 3 の構造およびイオン加速機構はグロー放電の場合若しくは低速イオン源のイオン引出しに近いものであり、溶融リチウム表面プラズマ高密化を図って電源 9 を交流ないしはパルス化することも可能である。

Additionally, an auxiliary electron source can be placed near the surface of the molten lithium to simultaneously inject hydrogen ions and electrons at nearly the same velocity.

又、水素イオンと等速に近い電子を同時注入するための補助電子源を溶融リチウム表面近くに置くこともできる。

[0021]

In the above description of the embodiment of the invention, molten lithium is assumed to be on the anode side, but it may also be used to replace it on the cathode side and implant positive hydrogen ions.

なお、上記発明の実施態様の説明では陽極側の溶融リチウムを想定しているが、陰極側に置換して水素の正イオンを注入するようにしてもよい。

[0022]

Next, an embodiment of the fusion energy supply device according to the present invention, which incorporates the fusion reactor 1 described in Figure 1 as the reactor core, will be explained using the fusion power generation device shown in Figure 2 as an example.

次に、図 1 で説明した核融合反応装置 1 を炉心として組み込んだ本発明にかかる核融合エネルギー供給装置の実施の形態について図 2 に示す核融合発電装置を実施例として説明する。

The fusion energy supply device according to the present invention consists of a reactor core 10, a fuel/helium separation pressurizer 11, a helium circulation pump 12, a fusion reactor pressure vessel 13, a containment vessel 14, a steam generator 15, a turbine 16, a generator 17, a condensate pump 18, a feedwater heater 19, and a feedwater pump 20.

本発明にかかる核融合エネルギー供給装置は、炉心 10、燃料・ヘリウム分離加圧器 11、ヘリウム循環ポンプ 12、核融合炉圧力容器 13、格納容器 14、蒸気発生器 15、タービン 16、発電機 17、復水ポンプ 18、給水加熱器 19、給水ポンプ 20 から構成されている。

[0023]

The reactor core 10 is cooled by high-pressure helium piping laid vertically and horizontally within the fusion apparatus 1 shown in Figure 1, using helium as a refrigerant, although pressurized water can also be used as the refrigerant.

炉心 10 は図 1 に示す核融合装置 1 の中に縦横に冷却用高圧ヘリウム配管が敷設されており、ヘリウムを冷媒として炉心を冷却しているが冷媒を加圧水とすることもできる。

In this invention, since helium is a combustion product, the fuel material is separated from this combustion product by the fuel/helium separation pressurizer 11, removed, and returned to the reactor core for reuse, thus no radioactive waste is generated.

本発明ではヘリウムが燃焼生成物であるので、この燃焼生成物から燃料物質を燃料・ヘリウム分離加圧器 11 で分離して取り出し炉心にもどして再利用するため放射性廃棄物は生じない。

Furthermore, all elements from the fusion reactor pressure vessel 13 to the feedwater pump 20, excluding the helium circulation pump 12, are the same as those in a conventional pressurized water reactor power plant.

なお、ヘリウム循環ポンプ 12 までを除く核融合炉圧力容器 13 から給水ポンプ 20 までの各要素は従来型の加圧水型原子炉発電装置と同じである。

[0024]

[Effects of the Invention] According to the present invention, by utilizing the high-density liquid ion-electron plasma and strong internuclear condensation forces in molten metal, it is possible to provide a simpler and more feasible nuclear fusion reaction compared to conventionally considered methods.

【発明の効果】本発明によれば、溶融金属中の高密度の液体イオン・電子プラズマと強い原子核間凝縮力を利用することにより、従来検討された方式に比べ、簡便かつ、実現性の高い核融合反応を提供できるものである。

[0025]

Furthermore, this invention is characterized by being a clean energy source that is completely free from the environmental problems associated with conventional nuclear power generation.

さらに、本発明では従来型原子力発電の環境上の問題が皆無のクリーンエネルギーである特徴を有する。

In other words, the nuclear fusion technology of this invention can be made virtually free of radioactive waste.

即ち、本発明の核融合では事実上放射性廃棄物は排出されないようにできる。

This is because the combustion product is helium gas, which has recently been recognized as a safe refrigerant.

燃焼生成物は近年安全冷媒としても評価されているヘリウムガスだからである。

Therefore, this invention simultaneously solves energy problems and the associated environmental problems.

したがって、本発明はエネルギー問題および、これに付随する環境問題を同時に解決するものである。

