



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 JP2001349971A

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Pertains] The present invention relates to a nuclear fusion reaction method using a hydride such as lithium hydride (LiH) or lithium boron hydride (LiBH₄) in a localized molten state as an electrolyte, and to an apparatus for supplying nuclear fusion energy obtained by the nuclear fusion reaction. The term "localization" used above is a physics term meaning "being limited to a specific location on a microscopic scale."

【発明の属する技術分野】本発明は、局在溶融状態の水素化リチウム（L i H）や水素化リチウムホウ素（L i B H₄）等、水素化物を電解質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。なお、上記「局在」とは物理学上の用語で、「微視的規模で場所が限定されている」という意味である。

[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 by simple means. Furthermore, the aim is to provide environmentally friendly, clean energy that does not produce radioactive waste.

本発明は簡便な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 utilizes the property that ionic hydrides such as lithium hydride and lithium boron hydride are insulators in solid form, but localized molten portions near the electrode interface

become conductive electrolytes. This property is used to compress positive and negative ions near the electrode interface to generate a high-density ion-electron plasma, which then concentrates free electrons at the cathode. This high-density ion-electron plasma reduces the Coulomb barrier between atomic nuclei, and the condensation force acting between the atomic nuclei of the ionic hydride brings the atomic nuclei closer together to the reaction distance, 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、水素化リチウムや水素化リチウムホウ素等のイオン性水素化物が固体では絶縁体であるが、電極界面近傍の局在溶融部分が導電性電解質となる性質を利用して電極界面近傍で陰陽イオンを圧縮して高密度のイオン・電子プラズマを生成し、陰極では自由電子を集結させ、これら高密度のイオン・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、イオン性水素化物の原子核間に働く凝縮力によって、原子核同士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, to control the density of hydrogen, lithium, and boron ions and electrons in the

electrodes and ionic hydrides, the electrolyte components are adjusted, the electrodes are made of a porous material that allows hydrogen and other fuels to permeate or adsorb, the electrode surface is made into a structure with countless needle-like protrusions or a sawtooth pattern to achieve high ion density, and the applied voltage is either DC, AC, or pulsed.

さらに、電極およびイオン性水素化物中の水素、リチウム、ホウ素のイオンおよび電子の密度制御のため、電解質成分の調整や電極を水素等の燃料物を透過または吸着する多孔性材質としたり、高いイオン密度を図って電極表面を無数の針状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を特徴とする。

[0005]

[Mechanism of Action] In this invention, the target nuclear fusion reactions occur between the atomic nuclei of the constituent elements of ionic hydrides. This includes all combinations of stable isotopes of hydrogen-hydrogen, hydrogen-lithium, and hydrogen-boron, as well as reactions induced by secondary particles generated in the nuclear fusion reactions of this

invention, such as He3. However, for the sake of explanation, we will focus on hydrogen-lithium and hydrogen-boron.

【作用】本発明において、対象となる核融合反応は、イオン性水素化物の成分元素原子核間で起こるもので、水素－水素、水素－リチウム、水素－ホウ素の安定同位体の全ての組み合わせに加えて、He3等の本発明の核融合反応で発生する二次粒子が誘発するものも対象となるが、説明の便宜上水素－リチウムと水素－ホウ素について説明する。

[0006]

Lithium and hydrogen combine to form lithium hydride (LiH) according to the following chemical formula (1).

リチウムと水素は次の化学式（１）で水素化リチウム（LiH）を生成する。

LiH has a higher density than metallic Li and is stable in the atmosphere.

LiHはLi金属に比べ密度が大で、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。

[0007]

Here, $\text{Be}7^*$ and $\text{Be}8^*$ represent the excited nuclei of $\text{Be}7$ and $\text{Be}8$, respectively, and the reaction energy on the right side of the equation is emitted as gamma rays or the kinetic energy of the produced nuclei.

ここで $\text{Be}7^*$ 、 $\text{Be}8^*$ は夫々 $\text{Be}7$ 、 $\text{Be}8$ の励起原子核を表しており、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。

[0008]

Next, boron and hydrogen react in the chemical reaction shown in chemical formula (4) below to produce diborane B_2H_6 .

次に、ホウ素と水素は下記化学式（４）に示す化学反応でジボラン B_2H_6 を作る。

[0009]

When diborane (B_2H_6) combines with lithium hydride (LiH), it reacts in the chemical formula (5) to form a double hydride $LiBH_4$, which has a lower melting point than LiH .

【０００９】ジボラン（ B_2H_6 ）は水素化リチウム（ LiH ）と結合すると化学式（５）に示す反応で、 LiH より融点が高い二重水素化物 $LiBH_4$ を作る。

Therefore, the melting point of the ($LiH + LiBH_4$) mixture can be adjusted in a range of approximately $250^{\circ}C$ to $670^{\circ}C$ by changing the mixing ratio.

したがって、（ $LiH + LiBH_4$ ）混合物では混合比で略 $250^{\circ}C$ から $670^{\circ}C$ の範囲で融点の調整ができる。

[0010]

Since the Li-H and B-H ion spacings in LiBH_4 are similar to those in LiH , in addition to the nuclear reaction equations (2) and (3) above, the nuclear fusion reaction shown in equation (6) below also occurs.

LiBH_4 中の Li-H および B-H イオン間隔は LiH 中のイオン間隔と同程度であるため上記核反応式(2)、(3)に加えて次の(6)式に示す核融合反応も起こる。

[0011]

Generally, the rate $R(T)$ at which two atomic nuclei with number densities n_1 and n_2

respectively and relative kinetic energy E undergo a nuclear fusion reaction at temperature T is given by the following formula (1).

【0011】一般に、数密度が夫々 n_1 、 n_2 で相対運動エネルギー E の2個の原子核が温度 T で核融合反応を起こすレート $R(T)$ は下記数式(1)で与えられる。

However, $\delta = 0$ between different types of nuclei and $\delta = 1$ between the same types of nuclei, and $E_G \gg E_S \gg E$ is assumed.

但し異種原子核間では $\delta = 0$ 、同種原子核間では $\delta = 1$ で、 $E_G \gg E_S \gg E$ としている。

[0012]

In this case, the heat generation efficiency P of the nuclear fusion reaction is given by $P = R(T) \cdot Q$ as the reaction energy Q .

この場合、核融合反応による発熱効率 P は、反応エネルギー Q として $P = R(T) \cdot Q$ で与えられる。

A detailed derivation of the above formula (1) is disclosed, for example, in the following document.

上記数式（1）の詳細な導出は例えば次の文献に開示されている。

S. Ichimura, Rev.

S. Ichimura, Rev.

Mod.

Mod.

Phys.65,255(1993) S. Ichimura, J. Phys. Soc. Jpn 60,1437(1991)

[0013]

In equation (1) above, h is Planck's constant, and r^* shown in equation (2) is the nuclear Bohr radius corresponding to the reduced mass μ of two types of atomic nuclei with charges z_1 and z_2 .

上記数式（１）において、 h はプランク常数であり、数式（２）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。

The S factor is the thermal average of $S(E)$, which is linked to the fusion reaction cross-section $\sigma(E)$ by equation (3).

そして、S 因子は核融合反応断面積 σ （E）と数式（３）で結ばれている S （E）の熱平均である。

[0014]

The exponential function on the right-hand side of equation (3) above comes from the probability that two atomic nuclei penetrate the Coulomb barrier and approach the reaction distance, and E_G is the Gamow energy, which is expressed by equation (4).

上記数式（３）の右辺の指数関数は、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からきており、 E_G はガモフ・エネルギーで数式（４）で表される。

[0015]

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 (5).

【0015】上記数式（1）中のES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（5）で表される。

[0016]

In the case of the present invention, the shielding distance D is $D \approx (a_B a)^{1/2}$, where a_B is the Bohr radius a_B and the Wigner-Seitz radius a , and a is the electron number density n_e , which can be expressed by formula (6).

【0016】本発明のような場合の遮蔽距離Dは、ボーア半径 a_B とウィグナー・ザイツ半径 a で $D = (a_B a)^{1/2}$ となり、 a は電子数密度 n_e で数式（6）で表される。

[0017]

Furthermore, the ΔF at the end of equation (1) is the condensation force between atomic nuclei in the molten material, and is calculated using the ionic sphere model by the following equation (7).

【0017】また、数式（１）における最後尾の ΔF は、溶融物質内の原子核間の凝縮力でイオン球模型の扱いで、次の数式（７）により算出されている。

(See the cited references above) ΔF is the difference in Coulomb chemical potential before and after the reaction, and in the case of nuclear fusion reactions, when $\Delta F < 0$, the reaction rate increases by 20 to 30 orders of magnitude or more through the $\exp(-\Delta F/T)$ factor in equation (1).

（前記引用文献参照） ΔF は反応前後のクーロン化学ポテンシャルの差であり、核融合反応の場合、 $\Delta F < 0$ で数式（１）の $\exp(-\Delta F/T)$ 因子を通じて、反応レートは20桁ないし30桁以上にも増大する。

[0018]

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 H under ultra-high pressure of 6 Mbar (megabars).

そして、同様な反応は原理的には 6 M b a r （メガバール）の超高圧下の L i と H の混合流体をつくれば可能とされている。

In this case, the heat generation efficiency of the reaction at a density of 6.8 g/cm^3 and a temperature of 280°C for the mixed fluid is close to that of current nuclear power generation.

この場合の混合流体の密度 $6.8 \text{ (g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{)}$ 、温度 280°C での反応による発熱効率は現行の原子力発電効率に近い。

(See the cited references above) However, there are currently no technical means to generate an ultra-high voltage of 6 Mbar on a steady basis in a space of practical size.

(前記引用文献参照) しかしながら実用規模の大きさの空間で 6 M 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。

[0019]

In this invention, considering that a mixed fluid with a density of about 1/9 of the above is obtained from molten lithium hydride (LiH) at atmospheric pressure, we employ a so-called needle-thousand-needle structure electrode, which has an exceptionally high ion density compared to a flat plate electrode, in order to increase this density tenfold.

本発明では上記の 1 / 9 程度の密度の混合流体が大気圧中の溶融水素化リチウム（LiH）で得られていることを考慮して、これを 10 倍増大させるべく、平板電極に比べてイオン密度が破格に大きくなるいわゆる針千本構造の電極を採用する。

This process increases the density of ions and electrons around the electrode interface, thereby enabling a nuclear fusion reaction.

そして、これによって電極界面周辺でイオンおよび電子の高密化を図り、核融合反応を実現するものである。

[0020]

[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: cathode 2, anode 3, ionic hydride 4, power supply 5, and electrolytic cell 6.

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、陰極 2、陽極 3、イオン性水素化物 4、電源 5、電解槽 6 の各構成要素で構成されている。

[0021]

Cathode 2 and anode 3 have the same structure for fuel material replenishment, with the cathode made of a porous material that is permeable to hydrogen or diborane, and the anode made of a porous material that is permeable to lithium.

陰極 2 および陽極 3 は燃料物質補給型の同一構造をしており、陰極は水素やジボランを、陽極はリチウムを夫々透過しやすい多孔質材料で製作されている。

Furthermore, the surfaces of both electrodes are covered with countless needle-like protrusions, forming what is known as a thousand-needle structure.

そして、これら両電極表面は無数の針状突起でおおわれており、いわゆる針千本構造に形成されている。

[0022]

However, due to the high electric field generated at the needle-shaped tip of cathode 2, the Li^+ ions in the ionic hydride are strongly attracted to cathode 2.

しかして、陰極 2 の針状尖端部で発生する高電界のためイオン性水素化物内の Li^+ イオンは陰極 2 へ強力に引き寄せられる。

Meanwhile, the adsorbed hydrogen within the electrode accumulates at the tip of cathode 2 to become H⁻ ions.

一方、電極内の吸着水素はH-イオンとなるように陰極2の尖端部に集まってくる。

In this case, given the electrode applied voltage V , the radius of curvature of the needle tip R , and the ion charge z , the pressure p generated between opposing cations is expressed by the following equation (8).

この場合、電極印加電圧 V 、針尖端の曲率半径 R 、イオン電荷 z とすると、対向陰陽イオン間に発生する圧力 p は次の式（8）で表される。

[0023]

To achieve $p=6$ Mbar and $n=0.53 \times 10^{24} \text{ cm}^{-3}$ with $z=1$ Li and H ions, $R=0.1 \text{ }\mu\text{m}$ and $V=6 \text{ kV}$ are

sufficient. This generates a high-density electron and ion plasma, inducing the nuclear fusion reactions shown in the nuclear reaction equations (2) and (3) above.

$z = 1$ の Li^+ 、 H -イオンで $p = 6 \text{ Mbar}$ 、 $n = 0.53 \times 10^{24} \text{ cm}^{-3}$ を実現するには $R = 0.1 \mu$ (ミクロン)、 $V = 6 \text{ kV}$ で充分で、これで高密度の電子、イオンプラズマが出現し、前記核反応式 (2) および (3) に示す核融合反応が誘発する。

[0024]

The free electron density n_{ee} , which is concentrated at the tip of the cathode needle, is given by the following equation, where $k\epsilon$ is the relative permittivity and t is the thickness of the electron layer.

陰極針先端部に集結する自由電子密度 n_{ee} は $k\epsilon$ を比誘電率とし、 t を電子層の厚さとして次式で与えられる。

In the example above, assuming a relative permittivity of 13, this value is close to the number

of electrons supplied by Li^+ and H^- ions. Therefore, in this invention, the effect of aggregated free electrons is also involved, making the reaction more likely to occur, and the electrode surface can be a sawtooth surface, which is easy to manufacture.

上記の例ではこの値は比誘電率を 1.3 として、 Li^+ 、 H^- イオンが供給する電子数に近い値になるから本発明では集結自由電子の効果もかかわり反応が起こりやすくなり、電極表面も製作容易な鋸歯状面でもよいことになる。

[0025]

Since cathode 2 and anode 3 have the same structure, the replenishment fuel material can be shared, and power supply 5 can be used in combination with AC or DC. It is also possible to increase the voltage at the needle tip to create a pulsed high-voltage power supply.

陰極 2 と陽極 3 は同一構造なので、補給燃料物質も共通にして電源 5 を交流ないしは直流と併用にすることも可能であり、針尖端部の高電圧化を図ってパルス型高圧電源とすることも可能である。

[0026]

In the above description of the embodiments of the present invention, it is assumed that the ionic hydride is mixed with lithium hydride or lithium boron hydride (LiBH_4) which is added for melting point adjustment. However, some or all of the LiBH_4 may be replaced with another molten substance such as LiAlH_4 for materials science reasons.

なお、上記本発明の実施態様の説明ではイオン性水素化物を水素化リチウムまたは融点調整用に混入する水素化リチウムホウ素 (LiBH_4) との混合を想定しているが、 LiBH_4 の一部または全部を材料学上の理由で LiAlH_4 のような別の溶融物質に置換してもよい。

[0027]

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 5, 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 5、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。

[0028]

The reactor core 10 is cooled by helium, which is used as a refrigerant. High-pressure helium piping for cooling is laid vertically and horizontally within the fusion apparatus 1 shown in Figure 1.

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。

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, so no radioactive waste is discharged.

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排出されない。

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 1 2 までを除く核融合炉圧力容器 1 3 から給水ポンプ 2 0 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。

[0029]

[Effects of the Invention] According to the present invention, by utilizing the high ion and electron density and strong internuclear condensation force at the interface between the localized molten hydride and the electrode, 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、局在熔融水素化物と電極の界面の高いイオン・電子密度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。

[0030]

Furthermore, this invention has the characteristic of 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 virtually does not produce any 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。

This is because the combustion product is helium gas, which is considered a safe refrigerant.

燃焼生成物は安全冷媒として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。