



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 JP2002116274A

[0001]

[Technical Field to Which the Invention Pertains] The present invention relates to a method for carrying out a nuclear fusion reaction using a molten salt or molten metal as a catalytic solvent, and 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、溶融塩又は溶融金属を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 produces virtually no 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、放射性廃棄物を殆ど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 cathode with a molten salt or molten metal containing or dissolved fusion material, and injecting ions accelerated by a gas discharge plasma into its surface to generate a high-density 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、核融合物質を成分とするか溶解する溶融塩または溶融金属を箱状陰極中に満たしこの表面にガス放電プラズマで加速したイオンを注入して高密度のイオン・電子プラズマを生成し、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、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 molten salt components, using a porous material for the electrodes that allows for the permeation or adsorption of fusion materials such as hydrogen, increasing the density of electron ions to create a structure of countless protrusions or sawtooth on the electrode surface, and applying a DC, AC, or pulsed voltage.

さらに、溶融塩成分の調整や電極を水素等の核融合物質を透過または吸着する多孔性材質とし、電子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を特徴とする。

[0005]

[Mechanism of Action] In this invention, the target nuclear fusion reactions include all combinations of stable isotopes of hydrogen-hydrogen, hydrogen-lithium, hydrogen-beryllium, hydrogen-boron, hydrogen-carbon, hydrogen-nitrogen, hydrogen-oxygen, and hydrogen-fluorine, as well as those induced by secondary particles generated in the nuclear fusion reactions of this invention, such as ^3He . However, for the sake of explanation, we will focus on hydrogen-lithium and hydrogen-hydrogen.

【作用】本発明において、対象となる核融合反応は、水素－水素、水素－リチウム、水素－ベリリウム、水素－ホウ素、水素－炭素、水素－窒素、水素－酸素、水素－フッ素の安定同位体の全ての組み合わせに加えて、 ^3He 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－水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（L i H）を生成する。

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

L i HはL i 金属に比べ密度が大で、大気中でも安定である。

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

L i ⁺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, 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。

[0008]

Next, between hydrogen atoms, i.e., 1H (proton) and 2H (deuteron), a nuclear fusion reaction occurs in equation (6) which produces n (neutron), in addition to equations (4) and (5).

次に、水素同志すなわち 1H （陽子）と 2H （重陽子）の間では次の（４）式および（５）式に加えて n （中性子）発生（６）式の核融合反応が起こる。

[0009]

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

【0009】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近傍の緩衝エネルギー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。

[0010]

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。

[0011]

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).

【0011】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。

[0012]

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 .

【0012】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。

[0013]

In the above formula (1), E_S is the shielding energy of the internuclear Coulomb barrier reduction by the electron ensemble around the 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。

[0014]

In the case of the present invention, the shielding distance D is $D \approx (a_B a)^{1/2}$, where a 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 (5).

【0014】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（５）で表される。

[0015]

In equation (1), the reaction cross-section increases by 20 to 30 orders of magnitude or more due to the condensation forces between atomic nuclei in the molten material.

【0015】数式（1）における反応断面積は、溶融物質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。

[0016]

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 1 Gbar (gigabar), 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1 G b a r（ギガバール）の超高圧下のL iと金属化したHの混合流体をつく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 promising technical means to generate ultra-high voltage of 1 Gbar 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 1 G b a r の超高圧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。

[0017]

In this invention, considering that a high-density electron-ion plasma is obtained in a molten salt in the atmosphere, in addition to the degree of increase shown in the aforementioned reference literature, ions are accelerated in a gas discharge plasma to make the reaction cross-section significantly larger than the value in the thermal energy region of the ions, and then injected into the molten salt or molten metal with energy in the buffer region to realize a nuclear fusion reaction.

本発明では高密度の電子・イオンプラズマが大気中の溶融塩で得られていることを考慮して、前記引用文献で示されている増大度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イオンをガス放電プラズマ中で加速し、緩衝領域のエネルギーで溶融塩または溶融金属中に注入し核融合反応を実現するものである。

[0018]

[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, molten salt 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、陰極2、陽極3、熔融塩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 anode replenishment structure and the cathode counterpart will be simplified.

ただし、陽極の補給構造や対陰極は簡略する。

[0019]

Cathode 2 has a fusion material replenishment type structure and is made of a porous material that is permeable to hydrogen and lithium.

陰極 2 は核融合物質補給型の構造をしており、水素やリチウムを透過しやすい多孔質材料で製作されている。

[0020]

However, due to the high electric field generated in the discharge plasma in contact with the molten salt surface inside cathode 2, hydrogen ions (deuterons) in the gas plasma are injected into the molten salt surface.

しかして、陰極 2 の中の溶融塩表面に接している放電プラズマ中で発生する高電界のため、ガスプラズマ中の水素イオン（重陽子）は溶融塩表面に注入される。

On the other hand, electrons in the cathode gather on the surface of the molten salt, where they, along with ions, generate a high-density plasma, which, according to equation (4), increases the reaction cross-section in equation (1) with a shielding energy E_S of 10 eV or more.

一方、陰極内の電子は溶融塩表面に集まり、ここでイオンと共に高密度プラズマを発生して数式（４）によれば 10 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。

[0021]

The reaction cross-section obtained by substituting this shielding energy and $E = (2/3)\text{ keV}$, which corresponds to the deuteron injection energy $E_d = 1\text{ keV}$, into equation (1) is very small, but the degree of increase presented in the aforementioned cited literature is close to 10^3 to 10^4 in the example of the present invention, and the reaction cross-section of the nuclear fusion reaction shown in the nuclear reaction equation (4) in the molten salt becomes comparable to that of uranium fission.

数式（１）に、この遮蔽エネルギーと重陽子の注入エネルギー $E_d = 1\text{ keV}$ に対応する $E = (2/3)\text{ keV}$ を代入して得られる反応断面積は非常に小さいが、前記引用文献に提示されている増大度は本発明の例では 10^3 ないし 10^4 近くなり、溶融塩中の前記核反応式（４）に示す核融合反応の反応断面積がウランウム核分裂の場合に比肩するようになる。

[0022]

In the example above, if you want to avoid the nuclear fusion reaction of chemical formula (6) that generates neutrons, you do not need to mix deuterium into the molten salt.

上記の例で中性子発生をする化学式（６）の核融合反応を避けたい場合は溶融塩に重水素を混入しないでよい。

[0023]

The structure and discharge mechanism of cathode 2 and anode 3 are similar to or comparable to those of a Penning discharge in a magnetic field, and it is also possible to

increase the density of the molten salt surface plasma and make the power supply 9 AC or pulsed.

陰極 2 と陽極 3 の構造および放電機構は磁界中のペンニング放電の場合若しくはこれに近いものであり、溶融塩表面プラズマ高密度化を図って電源 9 を交流ないしはパルス化することも可能である。

[0024]

In the description of the embodiments of the invention above, lithium hydride is assumed as the molten salt, but it may be substituted with a molten salt of another hydrogen compound.

なお、上記発明の実施態様の説明では溶融塩として水素化リチウムを想定しているが、別の水素化合物の溶融塩に置換してもよい。

Furthermore, if the acceleration is changed from hydrogen ions to lithium ions and the injection energy is set to about 3.5 keV, the nuclear reaction equations (2) and (3) described above will occur.

又、加速を水素イオンではなくリチウムイオンにし注入エネルギーを3.5 keV程度にすれば前記核反応式（2）および（3）がおこる。

[0025]

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、核融合炉压力容器 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。

[0026]

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 12 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。

[0027]

[Effects of the Invention] According to the present invention, by utilizing a high-density ion-electron plasma and strong internuclear condensation forces in a molten salt or 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、溶融塩又は溶融金属中の高密度のイオン・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。

[0028]

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 method 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。