

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-116274
(P2002-116274A)

(43)公開日 平成14年4月19日(2002.4.19)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 2 1 B 1/00

G 2 1 B 1/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願2000-304908(P2000-304908)

(22)出願日 平成12年10月4日(2000.10.4)

(71)出願人 000209706

池上 栄胤

兵庫県宝塚市雲雀丘2-12-50

(72)発明者 池上 栄胤

兵庫県宝塚市雲雀丘2-12-50

(74)代理人 100074907

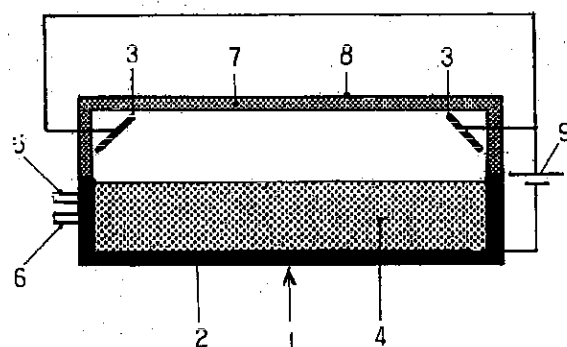
弁理士 加藤 正信

(54)【発明の名称】 溶融塩核融合反応発生方法および核融合エネルギー供給装置

(57)【要約】

【課題】 簡便な手段で高密度のイオン・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と、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。

【解決手段】 陰極内のLiH等の溶融塩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ともに、前記溶融塩内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て核融合反応を誘発させること。そして、前記核融合反応を誘発させる装置を炉心として発生される熱エネルギーを冷媒を介して取出し、核融合反応生成物のHeからは核融合物質を分離して炉心に戻し再利用すること。



【特許請求の範囲】

【請求項１】箱状陰極中の熔融塩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ともに、前記熔融塩内の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て核融合反応を誘発させることを特徴とする核融合反応発生方法。

【請求項２】熔融塩は核融合物質を成分とするか、溶解する塩または金属であり放電プラズマのガスも核融合物質であることを特徴とする請求項１記載の核融合反応発生方法。

【請求項３】陰極は、核融合物質補給型構造でこれらを透過するか結合または吸着する多孔性材質からなり、放電スパッタリング等による陰極汚染防止又は清浄化機能をもつことを特徴とする請求項１または請求項２記載の核融合反応発生方法。

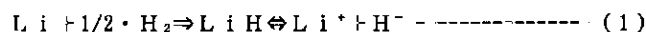
【請求項４】熔融塩温度やガスプラズマに印加する電界あるいは磁界を変えることにより、反応を調整することを特徴とする請求項１または請求項２または請求項３記載の核融合反応発生方法。

【請求項５】箱状陰極中の熔融塩表面に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ともに、前記熔融塩内の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て核融合反応を誘発させる核融合反応装置を炉心として、前記核融合反応装置で発生される熱エネルギーを冷媒を介して取出し、核融合反応生成物のヘリウムからは燃料物質を分離して炉心にもどし再利用することを特徴とする核融合エネルギー供給装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、熔融塩又は熔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



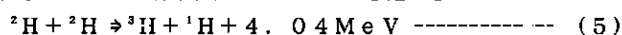
LiHはLi金属に比べ密度が大で、大気中でも安定である。Li⁺イオン半径はH⁻イオン半径より小さく両イオンは空間的に一部重なり合っている。したがって、両イオンを更に近接せしめ原子核間クーロン障壁を減殺するように電子遮蔽効果と溶融体内部の原子核間凝縮力



【化３】

$^7Li + ^1H \Rightarrow 2^4He + 17.3 MeV \text{ ----- (3)}$
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はメガ電子ボルトである。

【０００８】次に、水素同志すなわち¹H（陽子）と²



置に関する。

【０００２】

【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。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】

【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熔融塩または熔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】さらに、熔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たり、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】

【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】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。

【化１】

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】

【化２】

H（重陽子）の間では次の（４）式および（５）式に加えてn（中性子）発生の（６）式の核融合反応が起こる。

【化４】



【化５】

【化6】



【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100keV以下、特に本出願の特徴である1keV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

$$\sigma(E) = [S(E)/E^{1/2}(E+E_s)^{1/2}] \cdot \exp[-\pi(E_s/E+E_s)^{1/2}] \quad \text{----- (1)}$$

【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。

$$E_G = z_1 z_2 e^2 / r^* \quad \text{----- (2)}$$

【0012】上記数式(2)において、

$$r^* = (\hbar / 2\pi)^2 / 2\mu z_1 z_2 e^2 \quad \text{----- (3)}$$

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】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。

$$E_s = z_1 z_2 e^2 / D \quad \text{----- (4)}$$

【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。

$$a = (3 / 4\pi n_e)^{1/3} \quad \text{----- (5)}$$

【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】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。そして、同様な反応は原理的には1Gbar(ギガバール)の超高压下のLi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.Ichimar and H.Kitamura, Physics of Plasmas 6, 2649 (1999)

S.Ichimar, Physics Letters A266, 167 (2000)

しかしながら実用規模の大きさの空間で1Gbar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。

【0017】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

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】この場合の反応断面積は下記数式(1)で与えられる。

【数1】

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】

【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。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、溶融塩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。ただし、陽極の補給構造や対陰極は簡略する。

【0019】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】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。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10eV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】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^{30} ないし 10^{40} 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の核分裂の場合に比肩するようになる。

【0022】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】陰極2と陽極3の構造および放電機構は磁界中のペ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】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。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】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。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。

【0026】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。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。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。

【0027】

【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】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。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。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。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。

【図面の簡単な説明】

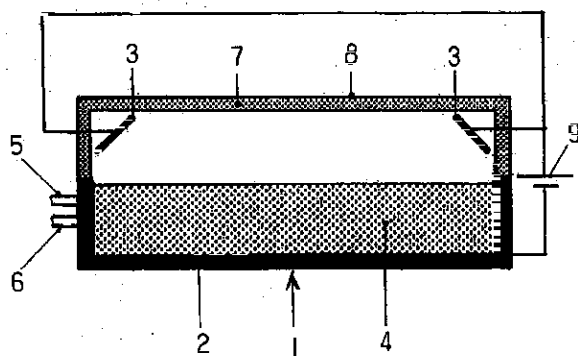
【図1】本発明方法を実施する核融合反応装置の要部の概略配置図。

【図2】本発明にかかる核融合エネルギー供給装置(図では発電装置)の概略説明図。

【符号の説明】

- | | |
|----|--------------|
| 1 | 核融合反応装置 |
| 2 | 陰極 |
| 3 | 陽極 |
| 4 | 溶融塩 |
| 5 | 水素、重水素ガス補給口 |
| 6 | リチウム補給口 |
| 7 | 絶縁材 |
| 8 | 反応槽 |
| 9 | 電源 |
| 10 | 炉心 |
| 11 | 燃料・ヘリウム分離加圧器 |
| 12 | ヘリウム循環ポンプ |
| 13 | 核融合炉圧力容器 |
| 14 | 格納容器 |
| 15 | 蒸気発生器 |
| 16 | タービン |
| 17 | 発電機 |
| 18 | 復水ポンプ |
| 19 | 給水加熱器 |
| 20 | 給水ポンプ |

【図1】



【図2】

