

(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2001-349971
(P2001-349971A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 2 1 B 1/00

G 2 1 B 1/00

Z

Y

G 2 1 D 5/12

G 2 1 D 5/12

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-173524(P2000-173524)

(22) 出願日 平成12年6月9日 (2000. 6. 9)

(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

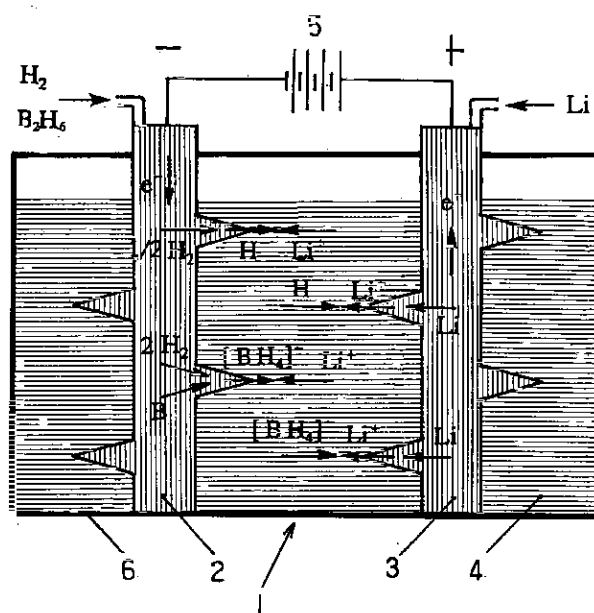
弁理士 加藤 正信

(54) 【発明の名称】 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】 LiH 等のイオン性水素化物の電極界面近傍の局在溶融箇所で、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。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の He を介して取出し、核融合反応生成物の He からは燃料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】イオン性水素化物の電極界面近傍の局在溶解箇所、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】イオン性水素化物は水素化リチウムまたは水素化リチウムホウ素およびこれらの混合物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】電極は、水素、リチウムあるいはジボランが透過するかこれらと結合または吸着する多孔性材質からなり、電極表面は無数の針状突起でおおわれている構造または鋸歯状に形成して高密度のイオン・電子プラズマを生成させる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】イオン性水素化物を混合物としたり、イオン性水素化物に絶縁体または半導体膜を挿入或いは磁界をかけることにより、イオン性水素化物の融点と導電性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。

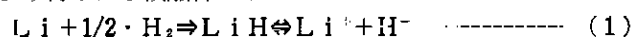
【請求項5】イオン性水素化物の電極界面近傍の局在溶解箇所、高密度のイオン・電子プラズマを生成し、これら高密度のイオン・電子プラズマによって原子核間のクーロン障壁を減殺するとともに、前記イオン性水素化物の原子核間に働く凝縮力によって原子核同志を反応距離に近接させて核融合反応を誘発させる核融合反応装置を炉心として、前記核融合反応装置で発生される熱エネルギーを冷媒のヘリウムを介して取出し、核融合反応生成物のヘリウムからは燃料物質を分離して炉心にもどし再利用することを特徴とする核融合エネルギー供給装置。

【請求項6】核融合反応装置には冷却用高圧ヘリウム配管が敷設されていることを特徴とする請求項5記載の核融合エネルギー供給装置。

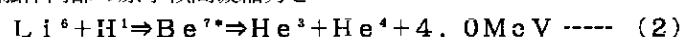
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、局在溶解状態の水素化リチウム(LiH)や水素化リチウムホウ素(LiBH₄)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



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を



【化3】

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】

【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】

【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解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、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】

【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。

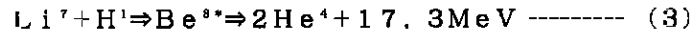
【0006】リチウムと水素は次の化学式(1)で水素化リチウム(LiH)を生成する。

【化1】

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。

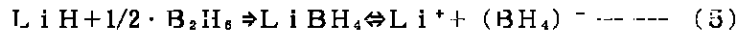
【0007】

【化2】



ここで Be^{7*} 、 Be^{8*} は夫々 Be^7 、 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はメガ電子ボルトである。

【0008】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。



したがって、($\text{LiH} + \text{LiBH}_4$)混合物では混合比で略250℃から670℃の範囲で融点の調整ができる。

【0010】 LiBH_4 中の $\text{Li}-\text{H}$ および $\text{B}-\text{H}$ イオ



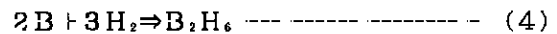
【0011】一般に、数密度が夫々 n_1 、 n_2 で相対運動エネルギー E の2個の原子核が温度 T で核融合反応を

$$R(T) = \frac{2 \cdot 6 \pi r^* n_1 n_2}{(1 + \delta) h} S \cdot \left(\frac{E_c}{E_s} \right)^{1/2} \exp \left[-\pi \left(\frac{E_c}{E_s} \right)^{1/2} - \frac{\Delta F}{T} \right] \text{ ---- (1)}$$

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

【0012】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。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。

【化4】



【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。

【化5】

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。

【化6】

起こすレート $R(T)$ は下記数式(1)で与えられる。

【数1】

S. Ichimura, Rev. Mod. Phys. 65, 255 (1993)

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

【0013】上記数式(1)において、 h はプランク常数であり、

【数2】

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

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。そして、 S 因子は核融合反応断面積 $\sigma(E)$ と数式(3)で

$$\sigma(E) = [S(E)/E] \cdot \exp[-\pi(E_c/E)^{1/2}] \text{ ---- (3)}$$

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_c はガモフ・エネルギーで数式(4)で表される。

【数4】

$$E_c = z_1 z_2 e^2 / r^* \text{ ---- (4)}$$

【0015】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(5)で表される。

【数5】

$$E_s = z_1 z_2 e^2 / D \text{ ---- (5)}$$

【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。

【数6】

$$a = (3/4\pi n_e)^{1/3} \text{ ---- (6)}$$

結ばれている $S(E)$ の熱平均である。

【0014】

【数3】

【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。(前記引用文献参照)

【数7】

$$-\Delta F = 1.057 z_1 z_2 e^2 / a \text{ ---- (7)}$$

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】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6Mbar(メガバール)の超高压下の Li と H の混合流体をつくれば可能とされている。この場合の混合流体の密度6.8($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)、温度280℃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。(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 Mbar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】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熔融水素化リチウム(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。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】

【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、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】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。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】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。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。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】

【数8】

$$p \approx z e V \cdot n^{2/3} / R \text{ ----- (8)}$$

z=1のLi⁺、H⁻イオンでp=6 Mbar、n=0.53×10²⁴ cm⁻³を実現するにはR=0.1 μ(ミクロン)、V=6 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】陰極針尖端部に集結する自由電子密度n_{ee}はkε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。

【数9】

$$n_{ee} \approx k \cdot V / 2 \pi e R t \text{ ----- (9)}$$

上記の例ではこの値は比誘電率を13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】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压電源とすることも可能である。

【0026】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(LiBH₄)との混合を想定しているが、LiBH₄の一部または全部を材料学上の理由でLiAlH₄のような別の熔融物質に置換してもよい。

【0027】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】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压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。

【0029】

【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】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。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。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。

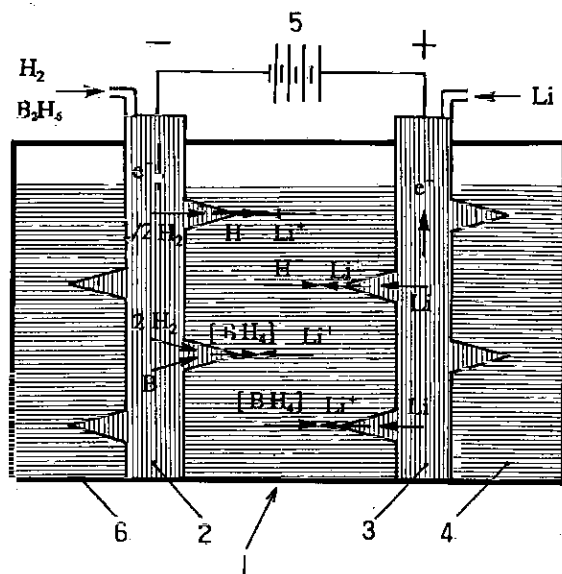
【符号の説明】

- 1 核融合反応装置
- 2 陰極
- 3 陽極
- 4 イオン性水素化物 LiH (+LiBH₄)

- 5 電源
- 6 電解槽
- 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】

