

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公 開 特 許 公 報(A)

(11)特許出願公開番号  
特開2024-138214  
(P2024-138214A)

(43)公開日  
令和6年10月8日(2024. 10. 8)

(51)Int. Cl.  
G 2 1 B 3/00 (2006. 01)  
G 2 1 B 1/00 (2006. 01)

F I  
G 2 1 B 3/00  
G 2 1 B 1/00

A

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 7 O L 公開請求 (全 29 頁)

(21)出願番号	特願2023-196327(P2023-196327)	(71)出願人	714009083
(22)出願日	令和5年11月19日(2023. 11. 19)		西沢 克弥
(31)優先権主張番号	特願2023-150635(P2023-150635)		長野県上田市吉田 5 1 5 番地 2
(32)優先日	令和5年9月18日(2023. 9. 18)	(72)発明者	西沢 克弥
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		長野県上田市吉田 5 1 5 番地 2
(31)優先権主張番号	特願2023-174791(P2023-174791)		
(32)優先日	令和5年10月6日(2023. 10. 6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

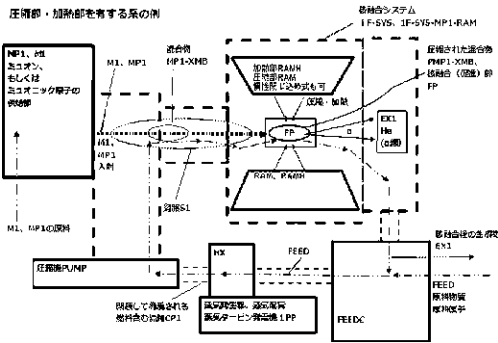
(54)【発明の名称】 ミュオン標的、パイオンミューオン発生部、ミューオン核融合システム

(57)【要約】

【課題】公知のミューオン触媒核融合において、水素・重水素D・三重水素T等の核融合燃料物質では核融合後の生成物質であるヘリウムにミューオン（ミューオン）が付着・捕捉・トラップされ触媒核融合が停止する課題があった。ミューオンが核融合燃料物質でなく核融合後の生成物質に補足されミューオン触媒核融合反応が進みにくい問題を解決したいと考えた。

【解決手段】ミューオンを用いた核融合において核融合燃料物質・原料物質に第1の原子番号Z Aの原料原子と第2の原子番号Z A Aの原料原子を化学結合させて含む系を開示する。リチウム6と重水素を含む水素化リチウム、若しくは陽子とホウ素11を含むジボラン、陽子と窒素15を含むアンモニアを用いるミューオン触媒核融合系を提案する。また加熱手段・圧縮手段を備えたミューオンを用いる核融合系を提案する。ミューオン生成部についても開示する。

【選択図】図9



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

原料原子を含む原料物質を用いた核融合システムであって、  
前記原料物質にミューオンを照射・投入する工程を有する核融合システムであって、  
原料原子は第 1 の原子番号  $Z$   $A$  の原料原子を 2 つ以上含む、または、第 1 の原子番号  $Z$   $A$  の原子と第 2 の原子番号  $Z$   $A$   $A$  の原料原子をそれぞれ 1 つ以上含む原料原子であって、  
核融合する第 1 の原子番号  $Z$   $A$  の原料原子と第 2 の原子番号  $Z$   $A$   $A$  の原料原子は化学結合・共有結合・イオン結合して前記原料物質に含まれている特徴を持つ請求項 1 に記載の核融合システム。

**【請求項 2】**

第 1 の原子番号  $Z$   $A$  の原子はホウ素 1 1・窒素 1 5 であって、第 2 の原子番号  $Z$   $A$   $A$  の原料原子は水素・陽子である、若しくは、前記第 1 の原子番号  $Z$   $A$  の原子はリチウム 6 であって、第 2 の原子番号  $Z$   $A$   $A$  の原料原子は重水素である、請求項 1 に記載の記載の核融合システム。

**【請求項 3】**

前記第 1 の原子番号  $Z$   $A$  の原子は炭素であって、第 2 の原子番号  $Z$   $A$   $A$  の原料原子は水素・陽子である、請求項 1 に記載の核融合システム。

**【請求項 4】**

原料原子を含む原料物質を用いた核融合システムであって、  
前記原料物質にミューオンを照射・投入する工程を有する核融合システムであって、原料物質はリチウム 6 と重水素の化学結合した重水素化リチウムを用いる核融合システム。

**【請求項 5】**

原料物質  $F$   $E$   $E$   $D$  の加熱手段  $R$   $A$   $M$   $H$  を備えた核融合システムであって、ミューオン・ミュオニック原子を原料物質  $F$   $E$   $E$   $D$  に照射・投入する工程を含む核融合システム。

**【請求項 6】**

加熱手段  $R$   $A$   $M$   $H$  はレーザー・イオンビーム・粒子ビーム・中性粒子ビーム・原料原子を含むイオンビームもしくは中性粒子ビーム・ミュオンとイオン・原料原子を結合した粒子ビームを原料物質  $F$   $E$   $E$   $D$  に照射する事で行う加熱を用いる、  
若しくは、電波・ミリ波・マイクロ波・電場地場による加熱・電磁誘導による加熱を原料物質  $F$   $E$   $E$   $D$  に用いる、特徴を有する請求項 5 に記載の核融合システム。

**【請求項 7】**

回転可能な円板型のミュオン標的、若しくは、回転可能な・可動可能な標的部と前記標的部を挿入可能な円状の粒子加速器・FFGA加速器・MERITリングを備えたパイオン生成部を用いるミュオン生成部。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、原子力に関連する考案・発明である。本発明はミューオン触媒核融合システムに関するものである。（アイデアによる出願であって、実証が必要である）

**【背景技術】****【0002】**

非特許文献 1 のようにミューオン触媒核融合方式（ミュオン触媒核融合）が公知である。

**【0003】**

重水素  $D$  や三重水素  $T$  を含む水素分子を液体とし、そこへミューオン（ミュオン）を投入しミュオンが核融合の触媒のようにふるまい核融合反応をさせる。しかし水素分子では核融合後の原子核の電荷が水素原子の  $+1$  からヘリウム原子の  $+2$  が増え、 $+2$  の電荷をもつ核・ヘリウム核・アルファ粒子核によりミューオンがクーロン力的に捕捉・トラップされて前記ミュオン触媒核融合が停止する（反応しにくくさせる）課題があった。

**【0004】**

非特許文献 2 によれば、陽子とホウ素を用いる熱核融合方式が公知である。熱核融合炉で

10

20

30

40

50

はD - T、D - D反応で核融合炉を放射化させうる高エネルギーの中性子線が問題になっており、その解決の例として中性子を放出しない、しにくい、陽子とホウ素を用いる系（P - 11B系、陽子ホウ素系）が検討されている。前記P - 11B系を熱核融合炉で行う場合、熱核融合を起こさせる温度がD - T系より10倍高温にする必要がある課題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【非特許文献1】高エネルギー加速器研究機構KEK、ミュオン触媒核融合[インターネット、WEBページ、URL：<https://www2.kek.jp/ims/mssl/muon-tour/fusion.html>、令和5年9月18日閲覧]

10

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献2】核融合科学研究所NIFS、先進的核融合燃料を使った核融合反応の実証 - 中性子を生成しない軽水素ホウ素反応を利用したクリーンな核融合炉への第一歩 - [インターネットWEBページ、URL：<https://www.nifs.ac.jp/news/researches/230309-01.html>、令和5年9月18日閲覧]

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0007】

解決しようとする問題点は、水素原子・水素分子を用いるミュオン触媒核融合の系において、ミュオンがクーロン力的に捕捉・トラップされて前記ミュオン触媒核融合が停止する（反応しにくくさせる）問題である。また、ミュオン核融合において重水素Dや三重水素T等を用いる系では核融合炉や核融合システムの部材を放射化する虞のある中性子が発生するが、中性子の発生しない系があってもよいかもしれない。

【課題を解決するための手段】

【0008】

ミュオン触媒核融合において核融合前の燃料物質である水素原子にミュオンを近づけて核融合させたいが、核融合後の原子核のヘリウム原子核は核融合前の水素原子核よりも電荷が増えてミュオンを捕捉しやすくなる。そこで本発明ではその電荷の変化を逆にする系として、陽子とホウ素を用いる系を実施例1として図1に開示する。またそれを搭載した宇宙船3・輸送機器3の想定例を図5に記載する。

30

【0009】

図5の意図として恒星間惑星間を航行する宇宙船や宇宙探査ロボット3は太陽光・恒星の光の届かない、惑星間・恒星間においても宇宙船に搭載された燃料を用いて発電や推進する事が求められる。その動力源として、宇宙の真空環境を用い、粒子加速器を稼働させミュオンや陽子を生成させ核融合炉・核融合推進器を構成出来ればと考えた背景がある。

【0010】

また中性子が出る可能性はあるものの、本発明の別の視点での実施例（実施例2）として、陽子ホウ素を用いる系に限定しない例として、陽子とリチウムを用いる系等も開示する。リチウムの系を開示する意図としては、リチウムは融点がホウ素より低く、加熱して液体リチウムにしやすい。他方ホウ素を用いる系はホウ素の融点として摂氏2000度超える高温に加熱する必要がある。

40

【0011】

本発明は、陽子ホウ素による核融合反応系（P - 11B系）において、核融合燃料となるホウ素の原子核の電荷が+5であり、核融合後に生じるヘリウムの電荷が+3であることに着目する。P - 11B系はホウ素からヘリウムへと核融合反応する時に原子核の電荷が減少する系である。（\*他方、D - T系は先述のように核融合後に電荷が増加する系で

50

ありトラップが起きる。)

【0012】

本願の図1では次の反応を想定している。(実証されていない)

1. +1の電荷をもつ陽子が-1の電荷をもつミュオンを補足した+5の電荷をもつホウ素原子核(ホウ素を含むミュオン分子)に入射し核融合反応する・反応を促す。

2. 核融合により、1個の陽子と1個ホウ素から+3の電荷をもつ3個のヘリウム・アルファ線とエネルギーが生成される。

3. ミュオンは生成後の+3のヘリウムにトラップされるよりは、ミュオンの周囲に多量にバルクに存在する+5の電荷をもつホウ素にトラップされることを好む(電氣的に引き寄せられる)と考える。

4. ミュオンはヘリウムよりはホウ素近傍に留まるようになり、ミュオンをトラップしホウ素は(ミュオン分子化し陽子が電氣的に接近しやすく核融合しやすくなり)入射した陽子により核融合してを繰り返す、陽子とホウ素による核融合反応をミュオンが触媒する。

【0013】

本発明又は考案では、陽子ホウ素による核融合反応系(P-11B系)において、核融合燃料となるホウ素が電荷が5(+5)であり、核融合後に生じるヘリウムの電荷が3(+3)であるから、ミュオンと陽子をホウ素のターゲットに照射しミュオン触媒核融合を起させようとする系(図1)を提案する。

\*本願はアイデアの段階であり実証はされていないが、P-11B系では燃料はホウ素の+5の電荷をもっており生成後のヘリウムの+2の電荷よりは負電荷のミュオンを強く補足・トラップしやすい系であると仮定して出願を行う。\*この逆の系、公知の水素・D-T系ミュオン触媒核融合システムでは負電荷のミュオンはヘリウムに補足されやすい。

【0014】

\*本願考案・発明は陽子ホウ素の核融合の系を例として示したが、発明の範囲を限定しないように、より一般的に本発明の条件を開示すると、原子核が融合する際に生成した物質の電荷が核融合燃料となる原子の電荷より小さい系であれば良いかもしれない。\*例えば図2に記載のような反応式の系が考えられる。図2の例のようにホウ素BやリチウムLiを用いる系であってもよい。

【0015】

本願のホウ素やリチウムは常温より加熱し液体として用いてよい。例えば液体リチウムを用いてよい。

既存のミュオン触媒核融合系では冷却された液体水素(融点は摂氏マイナス250度)を用いるが、それに対し液体リチウムは融点が摂氏180度程度であるので、液体水素に比べ液体リチウムのほうが液体化してミュオンのターゲット部に用いたいときに液体化しやすい利点があるかもしれない。

ホウ素についても融点は摂氏2070度であり、沸点は4000度でリチウムと比べ温度は高いものの液体ホウ素としてミュオンと陽子が照射されるターゲット部に用いることができる。ターゲット部ではミュオン触媒核融合が原子核の電荷が+5のホウ素や+3のリチウムを核融合燃料として用い起きることを期待している。前記ミュオン触媒核融合後に原子核の電荷が+2であるヘリウム・アルファ線が生成され系より放出される。(ホウ素と陽子を用いる系は図1、陽子・中性子とリチウムを用いる系は図3に開示する。)

【0016】

本発明は原子核が前記核融合する際に生成した物質(図1のHe、アルファ線)の電荷が核融合燃料となる原子(図1のB)の電荷より小さい系をミュオン触媒核融合システムに用いることを最も主要な特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

10

20

30

40

50

本発明は、P - 1 1 B系の持つ中性子を放出しない核融合システムであって、核融合時に放射化された物質が出にくい可能性があるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1はホウ素と陽子を用いたミュオン触媒核融合システム1F - SY Sの説明図である。

【図2】図2は原子核が核融合する際に、核融合により生成した物質の原子核の電荷が、核融合燃料となる原子の原子核の電荷より小さい特徴を持つ、核融合反応系の例である。（図2は説明の資料であって、図2に記載のすべての例が本願発明に用いられるわけではないが、該特徴を持つ反応系の例として記載する。例えば図2のグループAにおいて陽子とリチウム、陽子とホウ素11、陽子と窒素15、陽子と窒素15、陽子と酸素17・酸素18等を用いる系の反応式を記載する。グループBにはリチウム6・リチウム7と陽子・D・中性子・ヘリウム3の反応式を記載する。グループCには炭素に関連する反応式を記載する。炭素については炭素同士が核融合反応する例も記載する。）

10

【図3】図3はリチウムと陽子を用いたミュオン触媒核融合システム1F - SY Sの説明図である。リチウムに対し陽子・中性子・重水素を照射投入する例を（A）に、リチウム6と重水素を化学的に結合させた（イオン結合させた）重水素化リチウム6を用いた例を（B）に記載する。

【図4】図4は既存のDやTを持ちいたミュオン触媒核融合方式と本願陽子とBやLiを用いたミュオン触媒核融合方式の比較説明図である。（図4上段D、Tによる方式、図4下段は本願の陽子とB、Liによる方式）

20

【図5】図5は本願1F - SY Sを含む核融合反応炉1Rや核融合応用推進器1THとその応用例。\*例えば、空中・宇宙空間・惑星間・恒星間を推進・移動する宇宙船3・探査ロボット3に1F - SY Sが搭載されていてよい。宇宙船3は加速器によりミュオン・陽子・中性子を生成し核燃料のBやLiを採取保管し前記核融合反応させHeアルファ線等を3の後方に放出した反作用により推進させる宇宙船があってもよい。\*3は宇宙船に限らず各種輸送機器、航空機・宇宙機、船舶・潜水艦、車両・自動車、ロボット、各種産業機械、宇宙探査ロボットでもよい。

【図6】図6はジボラン・水素化ホウ素を用いるミュオン触媒核融合システム1F - SY Sの説明図である。（図1における陽子を照射する部分を除き、ターゲットT1をジボランにしたシステムの説明図である）

30

【図7】図7はラムジェット方式で加圧されるジボラン・水素化ホウ素部分を用いるミュオン触媒核融合システム1F - SY Sの説明図である。

【図8】図8は圧縮部でジボラン等水素化ホウ素とミュオニック水素原子を混合し圧縮する系1F - SY S - MP1の説明図である。

【図9】図9は圧縮部・加熱部を有する系1F - SY Sの1つの例である。

【図10】MERIT式加速器・MERITリングに、ミュオン発生用可動ミュオン標的・回転型ミュオン標的を挿入し標的を回転させ可動とし標的に粒子ビームを受けさせてパイオンミュオンを生成させようとする場合の説明図。（回転する円板の断面は薄い、楔形のように外周部が薄くなるものでもよい）

40

【図11】円板型の可動なミュオン標的を機械により交換する際の説明図。

【図12】片方取り出し口を休止し可動なミュオン標的部を加速器から抜去・移動させミュオン標的部を別のミュオン標的に取り換える場合の説明図。

【図13】可動なミュオン標的を用い、ミュオン標的の交換とミュオン標的への粒子衝突・パイオンミュオン生成を並行して行う装置・例の説明図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1は実施例1である。ミュオン触媒核融合の前記トラップ問題に着目し、図1のM1やT1、B1に記載のように、ホウ素を用いるミュオン触媒核融合システムを考案した。図1の実際に利用する形態として太陽光の届かない惑星間・恒星間を移動する宇宙船

50

や探査ロボット 3 の形態を図 5 に記載する。

【実施例 1】

【0020】

図 1 は、燃料 F 1 やターゲット部 T 1 にホウ素を用いる本発明装置・システムの実施例の説明図である。\* 本系はミューオンや陽子を用いるため、加速器等設備が必要になる点もある。加速器の駆動には真空を要する。宇宙空間に加速器を配置する場合は宇宙空間の真空を用いてよい。

【実施例 2】

【0021】

図 2 は、燃料 F 1 やターゲット部 T 1 にリチウムを用いる本発明装置・システムの実施例の説明図である。リチウムはホウ素より融点が高い。

【産業上の利用可能性】

【0022】

ホウ素やリチウム等の資源を確保する必要があるものの、核融合による電源を作る事ができるかもしれない。本願発明は真空の必要な加速器などを用い、噴射速度が高くなると想定されるアルファ線を生じるので、図 5 のように真空である宇宙空間を航行する宇宙船の推進装置に用いてもよいかもしれない。

【符号の説明】

【0023】

< 図 1、図 3 >

1 F - S Y S : ホウ素と陽子を用いる核融合反応を利用したミューオン触媒核融合システムの説明図。

M 1 : ミューオン生成手段、ミューオンを核融合燃料ターゲット T 1 に投入照射する手段。例：ミューオン生成可能な粒子加速器を用いた系

P 1 : 陽子生成手段、陽子を核融合燃料ターゲット T 1 に投入照射する手段。例：陽子を加速しターゲットに打ち込み・照射可能な粒子加速器。ホウ素陽子核融合反応系における核融合燃料の要素。N 1 : 中性子生成手段、中性子を核融合燃料ターゲット T 1 に投入照射する手段。例：中性子を加速しターゲットに打ち込み・照射可能な粒子加速器。A 1 : 粒子加速器 A 1 。

T 1 : 核融合燃料を含むターゲット部。核融合燃料 T 1、F 1。

B 1 : T 1 のうちホウ素を用いる部分。ホウ素ターゲット。ホウ素は溶融していてもよい。

L 1 : T 1 のうちリチウムを用いる部分。リチウムターゲット。リチウムは溶融した液体リチウムでもよい。

E X 1 : 核融合後の生成物 E X 1。図 1 や図 3 等においては核融合後に生成するヘリウム H e ・アルファ線。

< 図 5 >

1 R : 核融合炉である 1 F - S Y S。1 F - S Y S を含む核融合炉。アルファ線のエネルギーを電力エネルギーに変換する発電部が備えられててもよい。

\* 図 5 には明記されていないが、1 F - S Y S、1 R により生じた核融合由来の電力を、ミューオン発生部 M 1 や陽子発生部 P 1 に供給し、ミューオンや陽子を発生させることに用いてよい。該電力を本発明のシステムやシステム各部の駆動に用いてよい。

1 T H : 1 F - S Y S を含む核融合応用推進装置、推力発生装置。

1 T H - N Z : 1 T H のノズル部。核融合後の生成物 E X 1 がエネルギー持つヘリウム、アルファ線であるときに前記アルファ線を放出するノズル部。推力偏向装置・ノズルでもよい。該アルファ線を推進剤に照射し、推進剤を加熱させ噴射してもよい。\* 1 T H - N Z とは別に、1 R で生じた電力を用いてイオン推進器や光子レーザーを放出した反動で推進する推進装置を稼働してもよい。

< 図 6 > ジボラン B 2 H 6 を用いた系

B H 1 : ホウ素を含む物質であって、水素化ホウ素・ジボラン・ボランである B 1。ジボ

10

20

30

40

50

ランである T 1、F 1。ジボランのターゲット。ジボラン、B H 1 は気体、液体、流体、( 固体 ) でもよい。( 流体を用いた図 7 の構成も可能である ) 図 6 の系では水素・陽子を含むジボランを用いるので図 1 等に記載の陽子導入部 P 1 が不要になる。

< 図 7 >

1 F - S Y S - R A M : 核融合システム。( 公知のラムジェット部を持つ核融合燃料流体がクローズドループ系にて循環する系に、本願ジボランを用いる系を適用した場合の想定図 )

R A M : ラムジェット式で圧縮する際のラム圧発生装置部。

P B H 1 : 圧縮された B H 1 部。圧縮されたジボラン流体部を持つミュオンのターゲット部。

F P : 核融合反応部、ミュオン照射部。

F E E D C : システム内を循環するジボラン流体内のヘリウムを除去したり、余剰な物質を除去し、必要な物質、燃料となるジボランを追加する部分。フィードのコントロール部。燃料供給系、燃料制御系。ヘリウム H e 除去部、ジボラン燃料供給部等

H X : 熱交換器

E N E X : 図中にはないが、アルファ線・核融合エネルギーを基に発電する装置部、発電部。システム内に含まれていてよい。

P U M P : 圧縮機、ポンプ。システム内の流体を加圧し、圧縮し、循環させる。モーターなどで駆動される。( 発電部より電力を得て駆動される )

M 1 : ミュオン発生部、ミュオン照射部。( 発電部より電力を得て駆動される )

E X 1 : 核融合後に生成した ( 除去必要な ) ヘリウム。

【 0 0 2 4 】

< その他 > 本願では核燃料物質 ( 例 : B、L i ) の原子核の正電荷が核融合後生成物 ( 例 : H e ) よりも大きくなっている系を用いることで、負電荷をもつミュオンを核燃料物質の原子の原子核にとどめるようとしている。核融合生成物より核融合燃料にミュオンが位置するほうがクーロン力・電荷・電場・電氣的に安定となる意図を持っている。

\* 例えばホウ素の系に、ホウ素よりも原子番号 Z が大きい不純物がある場合、本願の考えに従うならば、ホウ素より Z の大きい不純物はミュオンをトラップし反応を停止させるかもしれない。( 例えばジボランの原料にされる水素化ホウ素ナトリウム N a B H 4 を考えると、ナトリウムは Z がホウ素より大きく、本願の考えによればミュオンは N a B H 4 中の N a にトラップされるはずである。 )

【 0 0 2 5 】

本願の考案、本発明の実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行なうことができる。

【 0 0 2 6 】

< < 優先権を主張した出願による追記部分 > > 先の出願、特願 2 0 2 3 - 1 5 0 6 3 5 に対し次の項目を追加した。

【 0 0 2 7 】

図 1 において陽子をホウ素に照射しているが、図 6 に示すように、予めホウ素と陽子・水素原子が結合したボラン、ジボラン B 2 H 6、水素化ホウ素をターゲット部 T 1 に利用してよい。例えば液化した、液体のジボランを核融合燃料 F 1 またはターゲット T 1 部に用いてよい。図 6 の系では水素・陽子を含むジボランを用いるので図 1 等に記載の陽子導入部 P 1 が不要になる利点があるかもしれない。

【 0 0 2 8 】

図 7 に、ジボランを加圧・圧縮・循環させミュオンを照射し核融合させようとする系 1 F - S Y S - R A M を記載する。( 図 7 は図 6 の実施例・実施形態の 1 つである。 ) 図 7 は公知のラムジェット部を持つ核融合燃料流体がクローズドループ系にて循環する系に、本願ジボランを用いる系を適用した場合の想定図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

図 7 の 1 F - S Y S - R A M 系内にあるジボランは圧縮機 P U M P により加圧、圧縮され循環している。加圧された流体のジボランは圧縮装置部 R A M によりさらに圧縮され、圧縮された B H 1 部 ( P B H 1 部 ) を形成する。

ミューオン照射部 M 1 より P B H 1 にミューオンが照射され、核融合を促す。(ジボランは圧縮されているため密度が高くなり、ミューオンと接触・近接・触れ合いやすくなり、前記触媒核融合反応が起きやすいことを期待している。)

## 【 0 0 3 0 】

図 7 の系 1 F - S Y S - R A M では陽子とホウ素を水素とホウ素の結合したジボランとして共にシステムに供給できる利点がある。

陽子導入部 P 1 が不要である上に、系への燃料の追加や系からの H e の除去 ( デガス ) も可能である。(ヘリウム H e 除去部、ジボラン燃料供給部等、フィードコントロール部 F E E D C を利用)

## 【 0 0 3 1 】

またホウ素より原子番号が大きい不純物の混入しやすさを考慮すると、固体ホウ素よりも、精製可能な気体のジボランのほうがよいかもしれない。(固体ホウ素は固体結晶として生成・精製・精錬が必要。)

本願段落 0 0 2 4 で水素化ホウ素ナトリウム N a B H 4 を例として述べたように、本願は核融合燃料の原子番号より大きな原子番号の原子・核融合後生成物 E X 1 あるいは燃料中不純物の存在を存在を好まないと考えられる。

## 【 0 0 3 2 】

また本願の図 1、図 3、図 6、図 7 等の系ではミューオンの進む先には核融合燃料の原子番号より大きな原子番号の原子・核融合後生成物 E X 1・不純物の存在を想定していない。例えばホウ素 B より原子番号の大きな大気分子原子 (例えば窒素 N や酸素 O) が存在しない前提である。仮に窒素 N が存在する場合、トラップされるかもしれない。本願構成は燃料とするホウ素 (あるいはリチウムなどの他の候補元素・原子) よりも大きな原子番号の原子を避けるように配慮する必要があるかもしれない。

## 【 0 0 3 3 】

< 書類名 > 特許請求の範囲

< 請求項 1 > 核融合反応によって生成した原子・粒子の原子核の電荷が、核燃料物質の原子の原子核の電荷より小さい特徴を持つ、核融合反応系を用いる、ミューオン触媒核融合システム。

< 請求項 2 > 前記核融合燃料はホウ素又はリチウムを含み、前記核融合反応によって生成した原子・粒子はヘリウム・アルファ線である、請求項 1 に記載のミューオン触媒核融合システム。

< 請求項 3 > 前記燃料は液体又は流体の状態である請求項 2 に記載のミューオン触媒核融合システム。

< 請求項 4 > 核融合反応によって中性子を生じにくい特徴を持つ系であって、前記核融合燃料はホウ素・水素化ホウ素を用い、前記核融合反応によって生成した原子・粒子はヘリウム・アルファ線である、請求項 1 に記載のミューオン触媒核融合システム。

< 書類名 > 要約書

< 要約 > < 課題 > 公知のミューオン触媒核融合において、水素・重水素 D・三重水素 T 等の核融合燃料物質でなく核融合後の生成物質であるヘリウムにミューオンが付着・捕捉・トラップされ触媒核融合が停止する課題があった。ミューオンが核融合燃料物質でなく核融合後の生成物質に補足されミューオン触媒核融合反応が進みにくい問題を解決したいと考えた。また中性子を生じにくい系も考案したい。

< 解決手段 > ミューオン触媒核融合において原子核が核融合する際に、核融合により生成した物質の原子核の電荷が、核融合燃料となる原子の原子核の電荷より小さい特徴を持つ、核融合反応系を用いる。具体的には核融合燃料に陽子とホウ素、若しくは陽子水を水素分子としてホウ素とともに含むジボランを用いるミューオン触媒核融合系を提案する。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 4 】

< < 優先権を主張した出願による追記部分 > > 先の出願、特願 2 0 2 3 - 1 5 0 6 3 5 及び特願 2 0 2 3 - 1 5 1 7 8 7 に対し次の項目を追加した。

## 【 0 0 3 5 】

< 図 8 : 図 5 の P 1 と M 1 をミュオニック水素として同一の射線・ライン上で併せて・混ぜてターゲット部に導入する場合 >

本願では図 5 のように、陽子 P 1 とミュオン M 1 を同一の射線・ライン上で併せて・混ぜてターゲット部 T 1 に照射することができる。図 5 のように粒子加速器 A 1 を用いて、燃料の陽子 P 1 と触媒となるミュオン M 1 を同一の射線・ライン上で併せて・混ぜてホウ素を含むターゲット部 T 1 に照射することができる。

10

## 【 0 0 3 6 】

また、本願では図 5 のように粒子加速器 A 1 若しくは中性ビーム入射装置 N B I を用いて、燃料の陽子 P 1 と触媒となるミュオン M 1 ( ミュオン M 1 ) が結合して形成された電氣的に中性であるミュオニック水素原子 M P 1 ( 場合によりミュオニック水素原子 2 つからなる電氣的に中性なミュオニック水素分子 M P 1 2 も ) をターゲット部 T 1 の水素化ホウ素に照射・投入することができる。( 又は M P 1 や M P 1 2 を水素化ホウ素と混ぜ込んでターゲット部に吹き込み圧縮することができる。 )

そしてミュオニック水素原子 M P 1 をターゲット部 T 1 の加圧された水素化ホウ素に照射・投入している際に、投入中の経路又はターゲット部 T 1 近傍にて、ミュオニック水素原子 M P 1 と水素化ホウ素が加圧され、( さらにガス流体の内部で M P 1 と水素化ホウ素、M P 1 2 と水素化ホウ素は加圧により混ぜられることもでき、 ) ミュオニック水素原子と水素化ホウ素の混合体 M P 1 - X B H が形成される。

20

ミュオニック水素原子と水素化ホウ素の混合体 M P 1 - X B H はラム部 ( R A M ) に加圧輸送され、ラム部にてさらに加圧・圧縮され圧縮された混合物 P M P 1 - X M B となる。ラム部で圧縮されたミュオニック水素原子 M P 1 ・ M P 1 2 と水素化ホウ素の混合体 M P 1 - X B H ( 圧縮された混合物 P M P 1 - X M B ) はミュオン触媒反応時の温度やミュオンと陽子・ホウ素の体積当たりの密度を増加され、ミュオン触媒核融合反応を促す事につながる。

またラムジェット方式でラム部を用いて前記混合体 M P 1 - X M B を加圧・圧縮し高温にすることもできて、ミュオニック水素原子 M P 1 ・ M P 1 2 と水素化ホウ素の混合体 M P 1 - X B H はミュオン触媒反応時の温度やミュオンと陽子・ホウ素の体積当たりの密度を増加する事に加えて、温度の高い、分子や粒子の運動の盛んな条件でミュオン触媒反応を行わせることができる。本願ではミュオニック水素原子を用いミュオン触媒反応時の温度やミュオンと陽子・ホウ素の体積当たりの密度やミュオンと陽子やホウ素の熱運動を増加させ、ミュオン触媒核融合反応を促す。

30

## 【 0 0 3 7 】

ミュオン単体 ( ミュオンビーム線 ) をホウ素の表面やリチウムの表面、あるいは水素化ホウ素のガス・流体の表面に照射した場合、負に帯電し、ミュオン同士で反発してしまい、ミュオンを一点に集めたり圧縮出来なくなる恐れがあるので、本願図 8 のようにミュオンを陽子ホウ素燃料の陽子と組みわせ電荷を中性子にして、前記圧縮しミュオンと陽子ホウ素燃料を一か所に高密度に集め、より多くのミュオンと燃料を近接させミュオン触媒核融合を促す。

40

\* ミュオンの持つ負電荷の問題でミュオン同士では電氣的に反発して一か所に圧縮しにくい虞があるが、ミュオンを ( ホウ素陽子核融合にて燃料でもある ) 陽子・水素原子核と結合させミュオニック水素原子 M P 1 ( 又は M P 1 2 ) として電氣的に中和することで、前記電氣的に反発することなく、圧縮することができるようになる。

## 【 0 0 3 8 】

水素化リチウムは融点が高く、通常は固体または液体で存在する。水素化ホウ素よりは水素化リチウムは気体にしにくい点がある。水素化リチウムや固体のホウ素では前記のように常温常圧では固体の為、常温常圧でガスである水素化ホウ素と比較して混ぜ合わせにく

50

く、ラム部に圧送して圧縮することも難しいかもしれない。他方MP1やガスであるとみられるMP12とガスである水素化ホウ素は加圧等の手段、混合手段を用い、混ぜ合わせ、その後ラム部に向け加圧・圧送しさらに圧縮・断熱加熱することが可能である。

#### 【0039】

公知のD-T反応ではミュオンが最大2個必要であるのに対し、リチウムと陽子では4つ、ホウ素では6つミュオンが必要になり、限られた空間内にミュオンと陽子・ホウ素を圧縮して閉じ込めることが必要かもしれない。公知のD-T反応系より、本願で検討するp-11B反応系のほうがミュオンと核融合燃料を混ぜて一か所に閉じ込めて高密度にして核融合燃料と反応させる必要があるかもしれない。

そこで、本願では電氣的に中性な前記ミュオニック水素原子MP1と水素化ホウ素を用い、それらを混合し、圧縮し、一か所に閉じ込めて高密度にしてミュオン触媒核融合（若しくはミュオンによりアシストされた核融合）を起させることを試みる。

#### 【0040】

< 飛翔中ミュオン触媒核融合 >

ミュオニック水素原子MP1は通常の陽子電子からなる水素原子よりもボーア半径が小さく・クーロン障壁が低く（又は量子力学的にトンネリングしやすく）他の原子に向けて飛翔し、他の原子と衝突・近接した際に核融合（飛翔中ミュオン触媒核融合）反応しやすい事が期待される。速度を持ちホウ素と衝突したミュオニック水素原子はその後エネルギーをもつアルファ線を生成するがそのアルファ線のエネルギーを用いて水素化ホウ素を加熱し、その水素化ホウ素が熱交換器HXを通るときに外部の蒸気発生器等に熱エネルギーを伝えて、該熱エネルギー・運動エネルギーは蒸気発生器からタービン発電機1PPに伝達され蒸気タービン発電機1PPを回転・稼働させ電力を生じさせて良い。

#### 【0041】

図8において、ミュオニック水素原子MP1の源になる部分MP1若しくは中性粒子ビーム入射装置NBI・粒子加速器A1から水素化ホウ素（B2H6等）にて満たされた進路又は経路S1を通りノズル部NZを通り、ターゲット部T1・ラム部RAMに向かってMP1やMP1とホウ素の混合物MP1-XMBは進んでいく。その際に、ミュオニック水素原子MP1は進路S1上にある水素化ホウ素と反応してもよい。\*固体のホウ素、溶融したホウ素や固液体の水素化リチウムの表面にMP1を入射した場合、その表面で核融合反応が起きエネルギーが生じることが期待でき本願の一つの例として固体や液体のホウ素や水素化リチウム・リチウムをターゲットT1とした際にミュオン触媒核融合を促進させることができてもよい。（但し図8や上記のようなMP1・MP12と水素化ホウ素の混合体・混合流体・混合気体MP1-XMBを圧縮し高密度・高温にして核融合を促す事はできないかもしれない。）

#### 【0042】

記号等<図8>

1F-SYS-MP1、1F-SYS-MP1-RAM：ミュオニック水素原子と燃料の混合物を用いる核融合システム

ミュオニック水素原子MP1：

AMP1：ミュオニック水素原子生成照射部（粒子加速器A1、中性粒子ビーム照射装置NBI等、MP1やMP12を生じ、入射・投入できるもの。）

S1：経路S1（MP1と水素化ホウ素の混合有）

MP1-XMB：MP1と水素化ホウ素・ジボランの混合物。若しくは水素とホウ素・（炭素・）窒素・酸素・フッ素等の混合物。若しくは核融合に必要な第1の原子番号ZAの原料原子核と第2の原子番号ZAAの原料原子核が化学結合された化合物を含む部分・混合物部分。

PMP1-XMB：RAM等の圧縮手段により圧縮（及び又は加熱）された混合物MP1-XMB、若しくはRAM等の圧縮手段により圧縮（及び・又は加熱）された混合物MP1-XMB。

RAM：ラム部などの圧縮手段。レーザー照射により（RAM部がレーザー閉じ込め・慣

10

20

30

40

50

性閉じ込め式の場合、前記レーザーの光の波長は光子の運動量がより大きく取れるように青色・紫外線・X線・ガンマ線側の短波長を用いてよく、核融合位燃料ペレットを照射し閉じ込めを行う慣性閉じ込め型核融合が公知であるが、本願においても圧縮部RAM部にてレーザーでターゲット部・混合物を圧縮してもよい。（レーザー閉じ込め式の慣性閉じ込め核融合にミュオン投入プロセスを加えてもよい。）

ラム部はレーザー、イオンビーム、原料原子を含むイオンビームを複数の発射部から原料原子を含む部分に収束させるよう照射してもよい（図9）。（Zピンチや磁化標的型など慣性型で原料原子を圧縮可能、慣性によりとじ込み可能なものでもよい。）

RAM部にてレーザーないしはラムジェットの機構などを用いて核融合に必要な燃料となる原料原子、原料原子同士を化学結合させた化合物・混合物の部分をレーザー等により圧縮・加熱しつつミュオンを照射することで、化合物分子内若しくは化合物・混合物の分子運動・原子運動は圧縮加熱により大きくでき、その結果、ミュオンと結合した粒子・粒子同士がより熱運動により接近しやすくなり、接近による核融合・ミュオン核融合・ミュオン触媒核融合を起しやすくする意図があるほか、核融合後に触媒となるミュオンが、（リリースされ次の原料原子に近接・捕捉されを繰り返す、）次の触媒反応を起しやすくする狙いもある。

（極低温に冷却された液体の水素・DT・DD・TTにミュオンを照射しても温度が低く熱運動による原料原子の接近効果は低い虞があるが、レーザーやラムジェット部等で圧縮・加熱された部分にミュオン・ミュオニック原子・ミュオニック水素を投入する場合は圧縮や熱運動による近接効果が期待できる。）

NZ：ノズル部

1PP：蒸気タービン発電機

HX：熱交換器、蒸気発生部、蒸気パイプ・冷却パイプ

1BKT：中性子やガンマ線等核融合反応によりエネルギーを持ちつつ飛翔する粒子を受取り熱エネルギー等に変換しエネルギー利用できる部分・ブランケットがあってもよい。核反応を怒る部分の近くにRAM或いは反応容器部、FEEDを詰め込み・ラムする容器部分RAM、反応容器の壁面があるとき、RAM部や容器壁面内にブランケット1BKTが配置されていてもよい。

【0043】

<請求項1>核融合燃料は陽子（P1）とホウ素（B1）を含み、前記核融合燃料がミュオンを用いてミュオン触媒核融合反応又はミュオンを用いた核融合反応により核融合したのちに生成した原子・粒子はヘリウム・アルファ線である、ミュオン触媒核融合システムであって、前記核融合燃料は水素化ホウ素を用いる、ミュオン触媒核融合システムであって、ミュオン（M1）と陽子（P1）が結合し電氣的に中和されたミュオニック水素原子を前記水素化ホウ素に投入・入射させ、ミュオニック水素原子と水素化ホウ素の混合物（MP1-XMB）を形成する特徴を持つ、ミュオン触媒核融合システムであって、ミュオニック水素原子の照射手段（NBI）を用いて、ミュオニック水素原子を前記水素化ホウ素に投入・入射する特徴を持つ、ミュオン触媒核融合システムであって、前記混合物（MP1-XMB）は第1の加圧手段（PUMP）により加圧される特徴を持つミュオン触媒核融合システムであって、前記混合物（MP1-XMB）は第1の加圧手段（PUMP）により混合される特徴を持つミュオン触媒核融合システムであって、前記混合物（MP1-XMB）は第2の加圧手段（PUMP）により第1の加圧手段による圧力よりも高い圧力になるように圧縮され（圧縮された混合物PMP1-XMBとなって）加熱される特徴を持つミュオン触媒核融合システム（図8、1SYS-MP1）。

<請求項2>第2の加圧手段はラムジェットのラム部（RAM）を用いた圧縮部にて行われる特徴を有する、請求項1に記載のミュオン触媒核融合システム（図8、1SYS-MP1-RAM）。

【0044】

<<優先権を主張した出願による追記部分>>先の出願、特願2023-150635及

び特願 2 0 2 3 - 1 5 1 7 8 7 及び特願 2 0 2 3 - 1 7 4 7 9 1 に対し次の項目を追加した。

< < 原子番号 Z の減少する系の例 > >

本願ではホウ素 1 1 を用いる系の他に、窒素 1 5 を用いる系も開示する。（出願時点ではミュオンを用いてホウ素 1 1 や窒素 1 5 を用いた核融合が起きるかは確認が必要である。前記系は核融合システムの系でもよいし、物理学の原子核に関する実験系・実験システムでもよい。）

以下ホウ素 1 1 や窒素 1 5 の例は本発明の表現しようとする考案の 1 つの例である。

本願図 2 のグループ A のように原子番号 Z が 3（リチウム）から 9（フッ素）までの元素について検討している。

10

< < ホウ素 1 1 を用いる系 > >

陽子とホウ素 1 1 を核融合させ 3 つのヘリウム 4（アルファ線）とエネルギーを生じる核融合反応が公知である。

$(p + {}^{11}\text{B} \rightarrow 3 \times {}^4\text{He} + 8.7 \text{ MeV})$

ホウ素原子と水素原子が化学的に結合している分子を核融合反応をさせる前の原料物質・核融合燃料に用いてよい。例えば水素化ホウ素、ボラン、ジボランを用いてよい。水素とホウ素 1 1 の化合した水素化ホウ素を用いた場合、分子内で結合しているため、予め前記原子同士を接近させることができる。

ホウ素と陽子を近接させミュオンを照射する時にホウ素は単体では固体（高温に加熱しても液体）であり、ホウ素に水素原料を吹き込んでもホウ素の固体表面に水素が触れ合うことになりミュオン触媒核融合も固体ホウ素の表面で起こる可能性があった。そこで本願では予め核融合反応の原料となる陽子とホウ素 1 5 を化学結合・共有結合により近接させた水素化ホウ素のバルクな流体・気体・液体を原料物質に用いることで、核融合反応に関わる第一の原料原子（陽子）と第二の原料分子（ホウ素 1 1、後述の窒素 1 5 のケースも同様）を近接しやすい配置に、若しくは予め 2 つの原料原子を混合した状態かつ近接した状態で配置できるため好ましくは水素化ホウ素  $\text{B}_2\text{H}_6$  等・水素化窒素  $\text{NH}_3$  等を用いる。ミュオン又はミュオニック水素を照射投入してもよい。

20

【0045】

< < 窒素 1 5 を用いる系 > >

陽子と窒素 1 5 を核融合させ炭素 1 2 とヘリウム 4（アルファ線）とエネルギーを生じる核融合反応が公知である（自然界では恒星において CNO サイクル反応において窒素 1 5 と陽子から炭素 1 2 とヘリウム 4 を生じる反応が公知である。）

30

$(p + {}^{15}\text{N} \rightarrow {}^{12}\text{C} + {}^4\text{He} + 5.0 \text{ MeV})$

本願では水素分子と窒素 1 5 のみからなる窒素 1 5 分子とを混合させ液状の混合物又は気体状の混合物又は流体の混合物とし、その混合物に前記ミュオンを用いた前記核融合を起そうとしてよく、核融合システムに用いてよい。

また前記水素化ホウ素の例と同じように、アンモニア  $\text{NH}_3$  のような窒素原子と水素原子が化学的に結合している分子を核融合反応をさせる前の原料物質・核融合燃料に用いてよい。例えば窒素化水素、アザン、アンモニア  $\text{NH}_3$  を用いてよい。（アザン、ジアザンを用いてよい。）ミュオン又はミュオニック水素を照射投入してもよい。

40

< アザン、アンモニア分子の利用、流体・気体のアンモニアの利用 >

例えば窒素 1 5 と水素から成るアンモニア  $\text{NH}_3$  にミュオンを照射して、アンモニア  $\text{NH}_3$  分子内の窒素 1 5 原子と水素原子に対し（それら原子の電子に対し）ミュオンが結合置換し、前記原子の半径を短くして・短縮して、窒素 1 5 原子と水素原子の原子核を近接させ両原子核を核融合させるよう促して核融合反応を起させようとしてよい。（ ${}^{15}\text{N}$  と P を含む気体・液体・流体のアンモニア分子内で、ミュオンを用い、 $p + {}^{15}\text{N}$  から  ${}^{12}\text{C}$  と  ${}^4\text{He}$  を生成する核融合反応を起させてよい）

【0046】

< 窒素 1 5 を含む有機化合物・有機分子の利用 >

例えば、炭素と窒素 1 5 と水素からなる有機化合物  $\text{CHN}_{15}$  があり、その化合物は窒素

50

15と水素間での結合している化合物CHN15であってよい。もしくは化合物CHN15分子内で核融合燃料・原料原子の窒素15と水素が近接する特徴を持つ分子構造を有する化合物CHN15であってよい。前記有機化合物CHN15にミュオンを照射し、ミュオンがCHN15内の窒素15と水素を前記近接させた核融合した場合、化合物内で炭素12が生じるが、炭素12より化合物のバルク内で周囲に存在する別の窒素15にミュオンが結合することでミュオンによる触媒反応が継続する事を意図する。(例えば簡単な化合物の例として、窒素15(15N)を含む液体・気体・流体になるメチルアミンCH3-15NH3がある。)

ボラン類やアンモニアはガスであるが毒性や腐食作用があり、ガスをタンクに圧縮する必要もあって、取り扱いに注意する必要があるが、有機化合物であって窒素15に水素を近接して配置可能な化合物・有機化合物、炭素-窒素15-水素化合物CHN15ならば、ボラン・アンモニアよりは腐食性・毒性低く、(ボンベに圧縮・液化して封入せずに)かつ気体・液体状の物質CHN15として、(例えるなら揮発性のオイル、炭化水素燃料のような、液体の原料物質CHN15を)タンクに格納し需要のある地域・発電システム部に燃料物質CHN15を運搬できる。そして、その後核融合システム・リアクター・反応炉に供給する際に、液体の化合物CHN15を加熱し、加熱されることで粘度等物性の変った液体若しくは加熱されることでガス・蒸気となった物質CHN15を、圧縮部を持つ反応器内部で循環させたり圧縮させることが可能になる。核融合燃料の液体でもよい前記化合物CHN15を用いることで毒性や腐食性をボラン・アンモニアより抑えながら揮発油・オイルのように市中運搬できれば発電システム部に輸送しやすいかもしれない。

なお、化合物CHN15は、化合物内の原子について、核融合反応する最も原子番号の大きい原料原子の原子番号ZAと、核融合反応によって生成した原子・粒子のうち最も原子番号の大きい前記生成した原子の原子番号ZBについて、原子番号ZBは原子番号ZA以下の番号の大きさである特徴を有してよく、

窒素15を用いるケースでは、原料原子である窒素15は原子番号7(前記原子番号ZAは7)であり、窒素15と陽子が反応し生じる炭素12は原子番号6(前記原子番号ZBは6)であって前記原子番号ZBは原子番号ZA以下の番号の大きさである特徴を有している。

窒素15を用いるケースでは、炭素12が核融合反応により生成しても元の化合物CHN15内に(有機化合物の、例えば炭素骨格部として)含まれる炭素12と原子核の正電荷は同じであり、生成後の炭素12よりは原子核の正電荷がより正である別の窒素15に向けてミュオンが動き回り窒素15に捕捉されて炭素12とヘリウムを生じて窒素15に再捕捉されを繰り返し、ミュオンによる触媒された核融合反応が持続して起きる想定をしている。

#### 【0047】

##### < 断面積 >

原子核の反応の断面積の観点(\*参考文献B)では、\*水素1-H-1:33.22バーンであり、\*1-H-2:4.70\*リチウム6:942.1\*リチウム7:1.22\*ベリリウム9:7.33\*ホウ素11:5.96\*窒素15:5.35バーンである。他にフッ素9:4.23、炭素12:5.57である。窒素15とホウ素11の断面積は5から6バーンの間である。他方リチウム7の断面積は1程度で前記窒素・ホウ素のケースより断面積が小さいので、断面積の観点ではホウ素11や窒素15を用いることが好ましいかもしれない。

[\*参考文献B:日本原子力開発機構WEBページ[https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j33/J33\\_J.html](https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j33/J33_J.html)、インターネット、閲覧日令和5年11月17日。各表の中性子についてMT1のMaxwellian Averageより引用。実際のミュオンと原子を用いた系では断面積は違う虞はあるものの、同位体間での同一条件でのバーン値の比較よりミュオン核融合時の断面積について考察するために記載する。

○参考文献B:JENDL-3.3 - JAEA Nuclear Data Center

10

20

30

40

50

K. Shibata, T. Kawano, T. Nakagawa, O. Iwamoto, J. Katakura, T. Fukahori, S. Chiba, A. Hasegawa, T. Murata, H. Matsunobu, T. Ohsawa, Y. Nakajima, T. Yoshida, A. Zukeran, M. Kawai, M. Baba, M. Ishikawa, T. Asami, T. Watanabe, Y. Watanabe, M. Igashira, N. Yamamuro, H. Kitazawa, N. Yamano and H. Takano: "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3," J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125 (2002).

(Eds.) T. Nakagawa, H. Kawasaki and K. Shibata: "Curves and Tables of Neutron Cross Sections in JENDL-3.3 (Part I and II)," JAERI-Data/Code 2002-020, Part I, Part II (2002). (Ed.) K. Shibata: "Descriptive Data of JENDL-3.3 (Part I and II)," JAERI-Data/Code 2002-026, Part I, Part II (2003).]

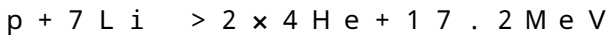
10

#### 【 0 0 4 8 】

< リチウムを用いる系 >

< リチウム 7 >

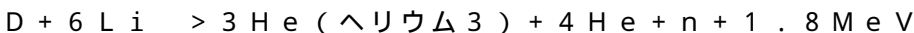
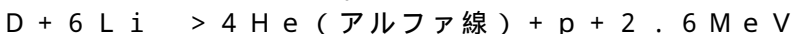
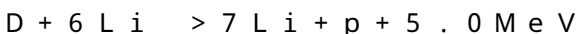
リチウム 7 と陽子を用いる系は断面積が低い特徴があり、気体分子にしにくい・固体液体で存在する特徴があり、リチウムイオン電池等の材料に用いられ資源量が限られているものの、本願の 1 つの例として開示する。リチウムを用いる場合、リチウム 7 と水素から成る水素化リチウムが利用されうる。液体の水素化リチウム表面にミュオンを照射する。



< リチウム 6 >

リチウム 6 (  $6 \text{Li}$  と本願では表記 ) と重水素 D を用いる場合 ( 重水素化リチウム 6 、  $6 \text{LiD}$  を用いる場合 ) は、リチウム 6 の核融合反応の断面積がリチウム 7 よりも大きく核融合反応に有利であると推測する。この場合、原料物質 F E E D であるリチウム 6 と重水素 D の化合物は加熱手段 R A M H により加熱されてよく、例えばレーザー・電波・電磁波により加熱されていてもよい。もしくは混合物・F E E D 及び・又はその格納容器 ( 反応システム内で F E E D を保持する容器・部分 ) は電気抵抗式ヒータ・電気による加熱手段等の加熱手段により加熱されて、混合物 F E E D はバルクの液体の状態になっていてもよい。\*ミュオン照射可能なバルクの液体である重水素化リチウム 6 (  $6 \text{LiD}$  ) でもよい。なお下記のように重水素 D とリチウム 6 を用いる場合はアルファ線・ヘリウム 4 や陽子・中性子などを生じる反応が起きうる。( 図 2 のグループ B にリチウムに関連する反応式を記載する。 )

20



\*リチウム 7 よりも断面積の大きいリチウム 6 と重水素を化学結合 ( イオン結合 ) させ原料物質 F E E D とし、前記原料物質 F E E D を加熱手段 R A M H により加熱されてもよい、ターゲット部 T 1、F P、P B H 1、P M P 1 - X M B に配置し、ミュオン ( ・ミュオニック原子 ) を前記配置された前記 F E E D に照射・投入することにより、ミュオンを用いた核融合を促すこと ( そして核融合システム・核融合炉・核融合反応器につなげる事 ) はできうるかもしれない。前記のように、断面積の大きいリチウム 6 と重水素を化学結合させ原料物質 F E E D とした発明・考案の場合、断面積はリチウム 7 やホウ素 1 1、窒素 1 5、酸素 1 8 と水素・重水素を核融合・ミュオン核融合に用いる場合よりも大きくでき、より核融合しやすくできる利点がある。

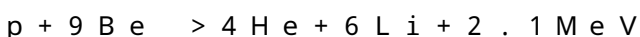
30

40

#### 【 0 0 4 9 】

< ベリリウムを用いる系 >

本願の 1 つの例として開示する。ベリリウム 9 と陽子を核融合反応させる系を用いてよい。ミュオンを照射するときに照射される原料物質として水素化ベリリウム B e H 2 を用いてよい。水素化ベリリウムは固体であり融点近くで分離するため核融合システムにて流体として用いにくい、用いることのできない点がある。



50

$$p + 9Be > d + 2 \times 4He + 0.6MeV$$

ベリリウム9は天然のベリリウムの安定な同位体でありベリリウムの100パーセントを占めているので同位体の分離工程は不要にできる。ベリリウム9は(天然に多くの比率で存在するリチウム同位体の)リチウム7に比べ(他にホウ素11、窒素15に比べ)断面積が大きい特徴を持ち、断面積の観点では本願システム利用時に優位であるかもしれない。

ベリリウムボロンハイドライドBe(BH4)2はホウ素とベリリウムと水素・陽子からなる化合物であり、ホウ素11やベリリウム9と水素原子とを化学結合させ近接させた状態で配置可能な化合物・無機化合物・無機ポリマー化合物であり、本願の一つの形態として用いることもできる。該物質は液体固体などで利用されうる。

10

ホウ素11(Z=5)の反応ではヘリウム(Z=2)、ベリリウム9(Z=4)の反応ではリチウム(Z=3)とヘリウム・重水素が生じるが、その二つの反応で生じた最終生成物ZB群(ヘリウム、リチウム、重水素、ZBは3)は核融合原料原子ZA群(ホウ素11、ベリリウム9、水素、ZAは11や9)であるので、最終生成物の正電荷3のリチウム6よりは核融合原料原子ZA群の原子により正電荷の大きい原子核があるので負ミュオンは核融合原料原子に捕捉されやすくなると推測でき、利用されうる。

【0050】

<資源量など>

宇宙や地球圏の資源量の観点では魔法数8の酸素の酸素18・酸素17が優位かもしれない。他に窒素15やホウ素11が優位である。酸素18・窒素15は大気中窒素に含まれ、酸素や窒素蒸留プロセスにより大気中の酸素・窒素より他の同位体と分離できる。

20

原子番号が大きくなるほどミュオンが弱い相互作用により電子とニュートリノに崩壊する(負ミュオンの寿命が減少する)などの作用もあり、リチウム(Z=3)よりもZの大きくなる窒素15(Z=7)ではその影響を考慮したいため、本願ではリチウムを用いない事に制限しない。

(Z=1からZ=10程度であれば負ミュオンの寿命はマイクロ秒近くで済むため、前記核融合反応で触媒として働く時間もマイクロ秒程度を保持できるならば、Z=10までの原子を本願システムの原料原子の候補に用いられうる。あるいはZ=20まで等。負ミュオンの寿命が考慮されうる。)

本願で好ましくはZ=9から3までの元素を検討し、リチウム6、酸素18、窒素15やホウ素11を例として開示し、それらと第2の原料となる陽子・重水素を化学結合させた化合物を用いた例を開示した。

30

【0051】

<フッ素を用いる系>

実験系において、フッ素19(Z=9)と陽子から酸素16(Z=8)とヘリウムを生成する核融合系を用いてよい。フッ素19と陽子の結合したフッ化水素にミュオンを照射する事もできる。(フッ化水素は毒性が高い点がある。)

【0052】

<酸素を用いる系>

酸素18と陽子から窒素15とヘリウムを生成する核融合系を用いてよい。酸素18と陽子の結合した酸化水素、水H2O(液体、気体、蒸気、流体の水H2O)にミュオンを照射する事もできる。該ケースでは窒素15が得られるが(反応式は本願図2のグループA)、この後に窒素15と陽子を前記のように反応させ炭素12とヘリウムを生じる核融合反応に用いてもよい。

40

酸素18は0.2パーセント存在する。例えば金星においては二酸化炭素の大気として存在し、月や火星金星小惑星の岩石(酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化鉄等を含みうる)には金属元素(珪素、アルミニウム、鉄等)と化合した酸素原子が含まれており、資源として得やすい可能性があり、宇宙空間を航行する際に採取できるかもしれない。酸素の同位体についても公知の分離プロセスにより望みの酸素同位体を大気中酸素や天体の酸素と化合した物質(酸化珪素等を含む岩石等を還元し得られた酸素)から分離してよい。酸

50

素 17 と陽子を用いてもよい。

#### 【 0 0 5 3 】

< < 原子番号 Z は減少しないが原料原子が他の原料原子と化学結合している例 > >

本願の一つの例として、核融合反応する前記原子番号 Z B は原子番号 Z A 以上の場合・大きい場合であって、原料となる第一の原料原子 Z A と第二の原料原子 Z B を同一の化合物分子に備えさせた例を開示する。

< 炭素を用いる系 >

実験系において、陽子と炭素を含む炭化水素にミュオンを照射してもよい。炭素原子と水素原子が化学的に結合している分子を核融合反応をさせる前の原料物質・核融合燃料に用いてよい。例えば炭化水素、メタン等炭素と水素を含む有機化合物を用いてよい。ミュオン又はミュオニック水素をメタン等炭素と水素を含む有機化合物にミュオンを照射・投入してもよい。

10

前記炭素を用いる系、前記メタン等炭化水素・有機物を用いる系は図 7・図 8 のような圧縮部 P U M P ・ R A M にて（気体・流体の）前記メタン等炭化水素・有機物を圧縮してよく、前記圧縮された箇所（ターゲット部 T 1、F P、P B H 1、P M P 1 - X M B ）にミュオン又はミュオニック水素原子等のミュオンを投入し前記箇所にてミュオン核融合を促すようにしてよい。

メタン・プロパン等の炭化水素ガスを用いる場合、既存のガスの運搬・輸送・貯蔵インフラを用いることができる。ガスの配管・パイプライン・バルブ・ポンプなどを流用できる。（他方、アンモニア、水素化ホウ素等ガスは専用のインフラ・配管・ポンプが必要にある恐れがある。）

20

（負ミュオンが原子核に接近すると負ミュオンは原子核中の陽子と弱い相互作用を起こし、原子核中の陽子が中性子に変わり、原子番号が一つ小さい原子核へと変換される。炭素 12 にミュオンを照射するとホウ素 11 となり、その後再度到達したミュオンによりホウ素 11 と水素原子・陽子との反応も期待できる。）

< 炭素炭素同士の核融合、炭素燃焼、Z が炭素以上の原子との核融合反応 >

図 9 等のように炭素原子同士が結合した有機化合物の原料物質 F E E D について、R A M や R A M H 等の加熱・圧縮手段を用いて F E E D を加熱（・圧縮）しつつ、F E E D にミュオン・ミュオニック原子を照射投入し、炭素原子同士をミュオンを用いて前記核融合反応させるように促してもよい。また実験の目的で、若しくは核変換・より原子番号 Z の大きい元素を人工的に合成する目的で、ミュオニック原子の内炭素原子をもちいたミュオニック炭素原子を別の原子に衝突させて核融合を促してもよい。

30

炭素同士の核融合の他に、酸素燃焼過程の酸素同士の核融合、ケイ素燃焼過程、より原子番号 Z が大きい元素同士の核融合反応を本願の系で試みてもよい。

#### 【 0 0 5 4 】

< 原料物質 F E E D を加熱若しくは圧縮可能な系 >

図 8 の構成よりもさらに R A M 部（R A M H 部）で圧縮・加熱可能な構成として図 9 に（複数の）レーザー・イオンビーム・マイクロ波等の発射元より、ターゲット部に照射を行いターゲット部にある F E E D を加熱可能な系を開示する。（レーザーやイオンビームにより圧縮出来てもよい。）

40

図 9 は原料物質 F E E D の圧縮部・加熱部を有する系 1 F - S Y S の例である。（図は例であって図に記載された実験系・反応系・装置・構造・配置に限定されない。例えば図 8 や図 9 ではクローズドサイクル内を F E E D が循環する構成であるが、閉じた容器・バッチ式の容器に F E E D を格納してよく、加熱部 R A M H を F E E D を格納した容器・反応部に備えており、F E E D を加熱部 R A M H にて加熱しながら F E E D に対しミュオン・ミュオニック原子を照射投入してよい。レーザー閉じ込め慣性型核融合のように F E E D を格納した容器に（複数光源部でもよい光源部から）レーザーを照射し、レーザーにて閉じ込め・レーザーにより加熱してよい。電磁波であるレーザー・ミリ波・マイクロ波、電磁誘導、粒子ベースのイオンビーム、粒子ビームを F E E D が格納された容器に照射し F E E D を加熱してよい。）

50



例えば図9の圧縮部RAMはレーザー照射・イオンビーム照射できてよい。レーザー圧縮できてよい。またレーザー・光子・電磁波・電場磁場・電波・ビームによる加熱ができてよい。

【実施例3】

【0055】

本願の1つの形態として、図7・図8・図9は分子内に原料原子を含む原料物質FEEDを用いた核融合システムであって、前記原料物質にミュオンを照射・投入する工程を有する核融合システムであって、原料原子は第1の原子番号ZAの原料原子を2つ以上含む、または、第1の原子番号ZAの原子と第2の原子番号ZAAの原料原子をそれぞれ1つ以上含む原料原子であって、核融合する第1の原子番号ZAの原料原子と第2の原子番号ZAAの原料原子は化学結合・共有結合・イオン結合して前記原料物質に含まれている特徴を持つ核融合システムの説明図である。

10

【実施例4】

【0056】

本願の1つの形態として、図9は原料物質FEEDの加熱手段RAMHや圧縮手段RAMを備えた、ミュオン・ミュオニック原子をFEEDに照射投入する工程を含む核融合システムの説明図である。前記加熱手段RAMHは例えばレーザー加熱やイオンビーム加熱やマイクロ波・ミリ波、電場磁場、電磁誘導による加熱手段を用いてよい。

図9は例えば（複数光源部でもよい光源部から）レーザーを照射し、レーザーにて閉じ込める慣性核融合システム、或いはレーザーにより加熱してよい核融合システムであって、ミュオン・ミュオニック原子をFEEDに照射投入する工程を含む核融合システムの説明図である。

20

もしくは、図9は、電磁波であるレーザー・ミリ波・マイクロ波、電磁誘導、粒子ベースのイオンビーム、粒子ビーム、ミリ波をFEEDが格納された容器に照射しFEEDを加熱する（場合により、例えばイオンビームを一点に向け放つことでイオンビームがFEEDのある一点FP、T1、に向けて複数照射されており、一点に向けて進むイオンビームがFEEDを圧縮する・詰め込む・ラムする形になることで圧縮する、圧縮と加熱を行う）核融合システムであって、ミュオン・ミュオニック原子をFEEDに照射投入する工程を含む核融合システムの説明図である。

【実施例5】

【0057】

本願の1つの形態として、本願図3の下部分の（B）は原料物質FEEDに重水素化リチウム6を固体又は液体・熔融した状態で（原料原子が熱により運動でき原料原子同士が接近しやすくなると考える場合、好ましくは液体・熔融状態とし、）ターゲット部T1に配置し、前記重水素化リチウム6にミュオン（・ミュオニック原子）を照射・投入する系の説明図である。図3の（B）において重水素化リチウム6はT1・FEED部は加熱手段RAMHを用いて加熱されていてもよい。（加熱手段RAMHを用いてFEEDを熔融させ、液体にするよう加温されていてもよい。）

30

\*リチウム7よりも断面積の大きいリチウム6と重水素を化学結合させ原料物質FEEDとし、前記原料物質FEEDを加熱手段RAMHにより加熱されてもよい、ターゲット部T1、FP、PBH1、PMP1-XMBに配置し、ミュオン（・ミュオニック原子）を前記配置された前記FEEDに照射・投入することにより、ミュオンを用いた核融合を促し、核融合システム・核融合炉・核融合反応器につなげる意図がある。

40

断面積の大きいリチウム6と重水素を化学結合させ原料物質FEEDとした場合、断面積はリチウム7やホウ素11、窒素15、酸素18と水素・重水素を核融合・ミュオン核融合に用いる場合よりも大きくでき、より核融合しやすくて利点がある。

リチウム7とリチウム6では断面積の観点でリチウム6のほうが好ましく、リチウム6と重水素を用いる事が好ましい。リチウム7を用いる場合断面積が小さい課題があるので、本願の一つの例ではリチウム6と重水素に利用を限定して断面積を大きくし、断面積が小さい課題を解決するように試みてよい。

50

## 【 0 0 5 8 】

記号等

&lt; 図 9 &gt;

P M P 1 - X M B : R A M 等の圧縮手段により圧縮（及び又は加熱）された混合物 M P 1 - X M B、若しくは R A M 等の圧縮手段により圧縮（及び・又は加熱）された混合物 M P 1 - X M B。

R A M : ラム部などの圧縮手段。レーザー照射により（ R A M 部がレーザー閉じ込め・慣性閉じ込め式の場合、前記レーザーの光の波長は光子の運動量がより大きく取れるように青色・紫外線・X 線・ガンマ線側の短波長を用いてよく）核融合位燃料ペレットを照射し閉じ込めを行う慣性閉じ込め型核融合が公知であるが、本願においても圧縮部 R A M 部にレーザーでターゲット部・混合物を圧縮してもよい。（レーザー閉じ込め式の慣性閉じ込め核融合にミュオン投入プロセスを加えてもよい。）

10

ラム部はレーザー、イオンビーム、原料原子を含むイオンビームを複数の発射部から原料原子を含む部分に収束させるよう照射してもよい（図 9）。（Z ピンチや磁化標的型など慣性型で原料原子を圧縮可能、慣性によりとじ込め可能なものでもよい。）

R A M 部にてレーザーないしはラムジェットの機構などを用いて核融合に必要な燃料となる原料原子、原料原子同士を化学結合させた化合物・混合物の部分をレーザー等により圧縮・加熱しつつミュオンを照射することで、化合物分子内若しくは化合物・混合物の分子運動・原子運動は圧縮加熱により大きくでき、その結果、ミュオンと結合した粒子・粒子同士がより熱運動により接近しやすくなり、接近による核融合・ミュオン核融合・ミュオン触媒核融合を起しやすくする意図があるほか、核融合後に触媒となるミュオンが、（リリースされ次の原料原子に近接・捕捉されを繰り返す、）次の触媒反応を起しやすくする狙いもある。

20

（数ケルビンの極低温に冷却された液体の水素・D T・D D・T T にミュオンを照射しても温度が低く熱運動による原料原子の接近効果は低い虞があるが、レーザーやラムジェット部等で圧縮・加熱された部分にミュオン・ミュオニック原子・ミュオニック水素を投入する場合は圧縮や熱運動による近接効果が期待できる。）

R A M H : 加熱手段。（ラム部に含まれてもよい。例えばレーザーやマイクロ波などの、遠隔で電磁波・光子により物質に照射可能であり物質を加熱可能な手段。例えば水・酸化水素とミュオンを用いる系では水はマイクロ波加熱可能である。他に物質は電磁氣的に誘導加熱されてもよい。）

30

例えば炭化水素を原料物質に用いて図 8 と図 9 の構成でミュオンを用いて炭化水素内の化学結合して近接している炭素原子と水素原子に核融合を促す場合、図 8 より図 9 のほうが、レーザー等による原料加熱が可能なので原料物質中の原子・粒子の運動がレーザー等加熱手段により高温になるにつれ盛んになりミュオン触媒核融合を促進する効果があるかもしれない。（レーザー加熱、もしくはイオンビームもしくは中性粒子ビーム・N B I、原料原子を含むイオンビームもしくは中性粒子ビーム・N B I、ミュオンとイオン・原料原子を結合した粒子ビーム、ミリ波、マイクロ波等の加熱手段でもよい。）

R A M、R A M H はレーザー照射・イオンビーム照射できてよい。レーザー圧縮できてよい。またレーザー加熱できてよい。

40

P U M P : 圧縮機、ポンプ、モーター

F E E D : 原料物質（例：水素化ホウ素、（炭化水素）、窒素化水素、酸化水素等。）（重水素化リチウムなど液体・固体のターゲットでもよい。核融合反応させる原料となる物質。）

F E E D C : フィードのコントロール部。フィード・原料物質供給部、燃料供給部等、ヘリウム等核融合後の生成物の除去部も含んでよい。

F P : 核融合（促進）部

## 【 0 0 5 9 】

&lt; 請求の範囲 &gt;

&lt; 請求項 N B 1 &gt;

50

原料原子を含む原料物質を用いた核融合システムであって、  
前記原料物質は流体・気体・液体の原料物質を用いる核融合システムであって、  
前記原料物質にミューオンを照射・投入する工程を有する核融合システムであって、  
原料原子は第１の原子番号ＺＡの原料原子を２つ以上含む、または、第１の原子番号ＺＡの原子と第２の原子番号ＺＡＡの原料原子をそれぞれ１つ以上含む原料原子であって、  
核融合反応する最も原子番号の大きい原料原子の原子番号ＺＡと、核融合反応によって生成した原子・粒子のうち最も原子番号の大きい前記生成した原子の原子番号ＺＢについて、  
原子番号ＺＢは原子番号ＺＡ以下の番号の大きさである特徴を持つ核融合システム。

<請求項ＮＢ２>核融合する第１の原子番号ＺＡの原子と第２の原子番号ＺＡＡの原料原子は化学結合・共有結合・イオン結合して前記原料物質に含まれている特徴を持つ請求項  
ＮＢ１に記載の核融合システム。

10

<請求項ＮＢ３>第１の原子番号ＺＡの原子はホウ素１１・窒素１５であって、第２の原子番号ＺＡＡの原料原子は水素・陽子である請求項ＮＢ１に記載の核融合システム。

<請求項ＮＢ４>原子核にミューオンが結合・付加した原子・粒子若しくはミュオニック原子を前記核融合燃料物質に投入・入射させる特徴を持つ、ミューオン触媒核融合システム

。  
<請求項ＮＢ５>ミューオンまたはミュオニック原子を前記核融合燃料物質に投入・入射させた後、前記核融合燃料物質は加圧手段により加圧される特徴を持つミューオン触媒核融合システム。

<請求項ＮＢ６>

20

ミューオンまたはミュオニック原子を前記核融合燃料物質に投入・入射させた後、前記核融合燃料物質は加圧手段により混合される特徴を持つ請求項ＮＢ１に記載のミューオン触媒核融合システム。

<請求項ＭＭＦ１>

原料原子を含む原料物質を用いた核融合システムであって、  
前記原料物質にミューオンを照射・投入する工程を有する核融合システムであって、  
(原料原子は第１の原子番号ＺＡの原料原子を２つ以上含む、または、第１の原子番号ＺＡの原子と第２の原子番号ＺＡＡの原料原子をそれぞれ１つ以上含む原料原子であって、  
)

核融合する原料原子は(又は第１の原子番号ＺＡの原料原子と第２の原子番号ＺＡＡの原料原子は)化学結合・共有結合・イオン結合して前記原料物質に含まれている特徴を持つ核融合システム。

30

<請求項ＭＭＦ２>

前記第１の原子番号ＺＡの原子はホウ素１１・窒素１５であって、第２の原子番号ＺＡＡの原料原子は水素・陽子である、若しくは、前記第１の原子番号ＺＡの原子はリチウム６であって、第２の原子番号ＺＡＡの原料原子は重水素である、請求項ＭＭＦ１に記載の記載の核融合システム。

<請求項ＭＭＦ３>

前記第１の原子番号ＺＡの原子は炭素であって、第２の原子番号ＺＡＡの原料原子は水素・陽子である、(前記原料物質はメタン・炭化水素・炭素と水素の結合を含む有機化合物である、)請求項ＭＭＦ１に記載の記載の核融合システム。

40

<請求項ＭＭＦ４>

原料原子を含む原料物質を用いた核融合システムであって、  
前記原料物質にミューオンを照射・投入する工程を有する核融合システムであって、原料物質はリチウム６と重水素の化学結合した(液体の)重水素化リチウムを用いる核融合システム。

<請求項ＭＨＦ１>

原料物質ＦＥＥＤの加熱手段ＲＡＭＨを備えた核融合システムであって、ミューオン・ミュオニック原子を原料物質ＦＥＥＤに照射・投入する工程を含む核融合システム。

<請求項ＭＨＦ２>

50

加熱手段 R A M H はレーザー・イオンビーム・粒子ビーム・中性粒子ビーム・原料原子を含むイオンビームもしくは中性粒子ビーム・ミュオンとイオン・原料原子を結合した粒子ビームを原料物質 F E E D に照射する事で行う加熱を用いる、若しくは、電波・ミリ波・マイクロ波・電場地場による加熱・電磁誘導による加熱を原料物質 F E E D に用いる、特徴を有する請求項 M H F 1 に記載の核融合システム。

< 書類名 > 要約書

< 要約 > < 課題 > 公知のミュオン触媒核融合において、水素・重水素 D ・三重水素 T 等の核融合燃料物質では核融合後の生成物質であるヘリウムにミュオン（ミュオン）が付着・捕捉・トラップされ触媒核融合が停止する課題があった。ミュオンが核融合燃料物質でなく核融合後の生成物質に補足されミュオン触媒核融合反応が進みにくい問題を解決したいと考えた。

10

< 解決手段 > ミュオンを用いた核融合において核融合燃料物質・原料物質に第 1 の原子番号 Z A の原料原子と第 2 の原子番号 Z A A の原料原子を化学結合させて含む系を開示する。リチウム 6 と重水素を含む水素化リチウム、若しくは陽子とホウ素 1 1 を含むジボラン、陽子と窒素 1 5 を含むアンモニアを用いるミュオン触媒核融合系を提案する。また加熱手段・圧縮手段を備えたミュオンを用いる核融合系を提案する。

【 0 0 6 0 】

< 優先権を主張した出願による追記部分 > 先の出願、特願 2 0 2 3 - 1 5 0 6 3 5 及び特願 2 0 2 3 - 1 5 1 7 8 7 及び特願 2 0 2 3 - 1 7 4 7 9 1 及び特願 2 0 2 3 - 1 9 6 0 2 9 に対し次の項目を追加した。

20

< 書類名 > 要約書

< 要約 > < 課題 > ミュオン核融合炉を停止せずにミュオン標的を取り換えやすくしたい。（標的交換時のダウンタイムを減らしたい。標的寿命を増やしたい。）またミュオン生成部・加速器を小型化したい。

< 解決手段 > 円形加速器（F F G A 加速器、M E R I T リング・M E R I T 加速器）において楔形又は薄い円板・板の（挿入可能な）可動な標的を用いる。可動な標的は取り換え装置により交換可能でもよいし、可動な標的部とミュオン捕獲用ソレノイド・ミュオン取り出し部を 2 つ以上備えさせ可動な標的部を加速器の外周から内周側に向けて出し入れ・前後移動（図 1 2 の M O V E の箇所）できてよい。可動標的に陽子粒子ビームを照射させパイオンミュオンを生成させてよい。

30

< 発明を実施するための形態 >

【 0 0 6 1 】

< 課題 > 発明が解決しようとする課題

< ミュオン標的の放射化と取り換え保守やミュオン生成できないダウンタイム低減の課題 >

ミュオンを発生させる際に加速された高エネルギー陽子ビームを炭素やリチウムのミュオン発生用ターゲット部に照射し、パイオン・パイ中間子、ミュオンを生成させる。この際に陽子ビーム照射を受けるパイオン・ミュオン発生用ターゲット部・ミュオン標的は使用するにつれ劣化・放射化し交換が必要である。標的はヒトの接近しにくいレベルに高度に放射化する。

40

ミュオン標的の交換はミュオン発生装置やミュオン核融合システムを停止させる課題があった。そこで標的部が回転することで照射された時間を回転可能なディスクの他の部分に分散・平均化させる回転型ミュオン標的が開発されている。

ミュオン核融合システムにおいてもミュオン標的の取り換えや保守をミュオン核融合システム駆動時にミュオン生成部を停止しないで行えると（・ミュオン生成できないダウンタイム低減できると）商業的に（ミュオン核融合発電所が例えばミュオン標的交換の為、半年に一回、三週間等スパンで発電停止せずに済み）好ましいかもしれない。

【 0 0 6 2 】

< 解決手段 > 課題を解決するための手段、発明を実施するための形態

< 回転ミュオン標的 M U - D I S K - T G T によるミュオン標的長寿命化、ダウンタイム

50

低減＞

円形加速器 2 MU - ACC - RING (FFGA 加速器 2 MU - FFGA、MERIT リング・MERIT 加速器 2 MU - MERIT - RING) において、(特に MERIT 型 リングにおいて、) 楔形に飛び出るよう配置されたミュオン標的部であって、外周の細い・鋭利な(鋭利な形で・楔形に飛び出た)薬研車型の回転標的部、若しくは外周部が細く・薄く・鋭い回転鋸のようになったレコード盤・ディスク形状の回転標的部 MU - DISK - TGT (図 10・図 11・図 12 の、外周の先端が鋭利になった細く薄い円板、或いは、楔形になった楔形回転ミュオン標的 MU - WEDGE - DISK - TGT) とすることで MERIT 式の楔形ミュオン標的(固定式のミュオン標的)の放射化を抑える・平均化させミュオン標的の寿命を延ばし、放射化を遅らせ、ミュオン標的を利用可能な時間を増加させる事を試みる。

10

例えば、図 10・図 11・図 12 の、円板の片側の断面が外周方向に向けて薄くなる楔形・三角形でもよい(薄い円板でもよい)回転ミュオン標的 MU - WEDGE - DISK - TGT・MU - DISK - TGT と、回転ミュオン標的を回転させるモータなど回転手段・ベアリングなど回転支持手段を備えた可動ミュオン標的ユニット(2 MU - GEN - ROT - TGT)を構成してよく、加速器の外周部の粒子の軌道に向けて前記ミュオン標的部 MU - MOVABLE - TGT・MU - DISK - TGT を加速器(2 MU - FFGA、2 MU - ACC - RING、2 MU - MERIT - RING)の粒子ビームの軌道部に挿入(・引き抜き)できてもよい回転ミュオン標的部 2 MU - GEN - ROT - TGT をミュオン生成装置 2 MU の標的部・パイオンミュオン生成部に備えさせて良い。

20

(円状加速器をドーナツ形状に見立てて、ドーナツの外周側の粒子の循環する部分・MERIT リングの楔の飛び出し部にポロイダル方向に回転鋸のような回転ミュオン標的を挿入・引き抜き・MOVE 可能な、リングに回転鋸にて切れ込みをいれ、若しくは引き抜きするような動作を行える回転標的が図 10 や図 12 の 2 MU - MERIT - RING に挿入・抜き差しできてよい。)

図 10 のように、楔形回転ミュオン標的 MU - WEDGE - DISK - TGT、若しくは薄型の板状の可動部を持つ回転ミュオン標的 MU - WEDGE - DISK - TGT (標的 MU - WEDGE - DISK - TGT は回転可能でよく、標的の形状は MERIT 方式の粒子ビームが標的に命中したのちに粒子が MERIT リング・円形加速器内部で再度エネルギー回復できる形状・楔形・リング部に飛び出た部分が薄い形状・薄板形状でもよい

30

図 10 では真空にした粒子加速器・円状加速器・FFGA・MERIT リングの円状・ドーナツ状のトロイダル方向に垂直になるように粒子の通過する外周側を切断する回転鋸のように前記(楔形形状・薄くなる部分を持つ形状の)回転ミュオン標的 MU - WEDGE - DISK - TGT が加速器断面の外周側一部に(加速され外周部を周回する粒子ビームの軌道に衝突するように)挿入され回転可能になっている。図 10・図 11・図 12・図 13 において真空を維持しながら粒子加速器の動作と回転または可動なミュオン標的の挿入・移動(MOVE)ができてよく、可動なミュオン標的の取り換え(EXCHANGE・SET)ができてよい。

回転にはモータ(MU - TGT - MOT)やベアリング(MU - TGT - BRG)を用いる。軸(AXIS - TGT - BRG)に取り付けられた楔形回転ミュオン標的 MU - WEDGE - DISK - TGT は円状加速器・FFGA・MERIT リングの外周部(リングドーナツの外周側の一部を横切るように回転している。\*図 10 の断面図 CS 部、点 C SP 1 から C SP 2 までの断面部 CS。)

40

＜ミュオン標的の放射化時の取り換え・放射化部の除去＞

また、楔形回転ミュオン標的図 11 の右図のように放射化した際にその放射化された先端を切除・切削・切断して放射化された部分を取り除き、放射化の弱い部分を再度リサイクルして利用してよい。また無人化の為機械・ロボットを用いてよい。

回転ミュオン標的の場合、固定標的・厚さのある回転標的よりも、楔形・薄くなった部分近くを放射化することになり、陽子イオンビームが照射される箇所の厚さ・ボリュームを

50

小さくでき、放射化された放射性廃棄物の低減につながることを期待する。

<ミュオン生成動作時・加速器動作中に、ミュオン標的放射化の進もうとする回転ミュオン標的のビーム照射される部分の切削・メンテナンス、放射化される部分を砥石研磨除去するシステム。高度に標的が放射化する前にミュオン生成動作時・加速器動作中・装置稼働中に切削・研磨・除去するシステム。> 楔形回転ミュオン標的図 1 1 の右図のように回転標的部はミュオン生成部・加速器・MERITリングの動作中に回転中に砥石・又は標的の一部を研磨・切除可能な装置を円板の照射部に近づけて照射部を研磨・切除してよい。また切削除去装置により放射化した部分を研磨・切除・除去されてもよい。(研磨をし尽くして削れない場合、ディスクの面が稼働中に研磨して形成できない場合、ディスク交換機械・ロボットアームにて新品のディスクに交換してよい。)

10

<宇宙下での利用>

本願では宇宙船の動力部として用いることも想定している。加速器システムについて、真空が必要な部分は宇宙の真空環境を用いてよい。

【0063】

<可動なミュオン標的の取り換えの自動化>

ミュオン発生用楔形回転ミュオン標的の陽子照射放射化後の取り換え、交替システム、ミュオンターゲット取り出し口 1 か所固定時にターゲットを取り換える場合の例として、図 1 0 にミュオン標的を取り換え可能な系を開示する。

【0064】

例えばジュークボックスのようにレコード盤・ディスク(楔形回転ミュオン標的MU - WEDGE - DISK - TGT)をロボットアーム等により取り換え可能な装置・ロボット部(TGT EXCHANGE ROBOT / ARM (JUKE BOX MACHINE LIKE))と、楔形回転ミュオン標的MU - WEDGE - DISK - TGTを複数(回転式拳銃・リボルバーの回転式弾倉のように)モータ等(2TGT - EXCHANGE - MOT)で回転可能な軸(2TGT - EXCHANGE - AXIS)と回転手段2TGT - EXCHANGE - MOTにて回転できる弾倉部・ディスクホルダー・アーム(2TGT - EXCHANGE - ARM)に搭載し、アームを回転させ楔形回転ミュオン標的の取り換えをしてよい。取り換えの自動化をしてよい。

20

【0065】

図 1 2 に、ミュオン発生用楔形回転ターゲットの陽子照射放射化後の取り換え、交替システム、(2 か所ミュオン取り出し口とソレノイド配置し、片方取り出し口休止しそのターゲットを取り換える場合)を記載する。ミュオン取り出し口とソレノイド・核融合燃料へのミュオン照射系が2系統必要になるが、前記交換用回転機構なく、また照射系や核融合反応部のターゲットT1も2系統にでき、発電できないダウンタイムを減らそうとする意図がある。(図 1 2 では2系統あるが、複数系統でもよい)

30

図 1 2 では楔形回転標的部とミュオン捕獲用ソレノイド・ミュオン取り出し部を2つ以上備えさせ可動なミュオン標的部・楔形回転標的部MU - WEDGE - DISK - TGTを加速器の外周から内周側に向けて出し入れ・前後移動・挿入(図 1 2 のMOVEの箇所)可能である。MERITリング内に可動標的部を移動(MOVE)・押出・挿入・引出・引き戻して、楔形回転標的部に陽子ビームが衝突する・しないを前記MOVEステップ・挿入・抜去ステップにより制御し、片方の取り出し口のパイオンミュオン生成をオンオフ制御可能である。図 1 2 の標的部の交換時はMERITリングより完全に引出・引き戻して保守取り換えをする。取り換え等は機械・ロボット(TGT EXCHANGE ROBOT / ARM)を用いて自動化してもよい。

40

【0066】

<課題>

<ミュオンを生じる装置の小型化、小型加速器・小型ミュオン発生器の必要性>

ミュオンを発生させるシステム(加速器・加速空洞・偏向磁石)を小型化する事が好ましい。輸送機器・宇宙機・宇宙船・航空機・車両・船舶・潜水艦や各種設備・ロボット類に前記核融合システムを搭載したい場合、加速器・ミュオン生成装置を含むシステムの大き

50

さを小さくできると好ましい。

#### 【0067】

< 解決手段 > 課題を解決するための手段、発明を実施するための形態

○ミュオン生成部について、大強度ミュオン源として、円形加速器である固定磁場強収束加速器（FFAG加速器、FFAG：Fixed Field Alternating Gradient。一定磁場（静磁場）で勾配磁場形状をもち、その勾配方向を交互に変える磁場形状を有した加速器）を用いた多重エネルギー回復内部標的法：Multiple Energy Recovery Internal Target方式（MERIT方式）が公知である。リング内部で陽子などビーム軌道上に楔型の標的を設置し、ビームを周回・貯蔵・蓄積させ、加速させるのと同時に、ビームを標的に照射することで二次粒子を生成する。そして一度標的に照射したビームのうち、標的と反応を起こさなかったものに対しても、（再度加速し、）エネルギーを回復させ、何度も標的に当て続ける事で、高効率で二次粒子を生成することが可能とされるが、その方式を本願のミュオン生成部M1・粒子加速器に用いてよい。

10

#### 【0068】

MERIT方式ではMERITのリングのリング中心に入射された陽子が内部を加速回転するうちに外側の軌道に遷移し、外側に楔上・薄い板状に飛び出たミュオン標的部に入射しパイオン・ミュオンを生成しつつ、再度加速・エネルギー回復し再度標的衝突、パイオン・ミュオン生成を行う。

生成したパイオン・ミュオンはミュオン捕獲・輸送用のソレノイド（図10、図11、図12、図13のMUON CAPTURE TRANSPORT SOLENOID）に導入・投入しその後前記部分から（必要に応じて加速部・偏向部、或いは各種機器等経てもよく、ミュオンのままでもよく、中性粒子ビームになってもよく、ミュオニック原子にされてもよく）ミュオンを含むものは、ミュオン核融合システム1F-SYSのターゲット部T1（同位体の選択された、水素化リチウム（重水素化リチウム6）、水素化ホウ素、窒素化水素、酸化水素、フッ化水素等、炭化水素等、原料物質）・核融合反応部FPに照射投入する。なお上記のように本願ではミュオン標的に可動なミュオン標的部MU-MOVABLE-TGT、楔形回転標的部MU-WEDGE-DISK-TGTを用いてよい。楔形回転標的部とすることで固定型の楔形標的よりも標的が長寿命化できうる。図10・図11・図12・図13のような構成にすることでミュオン生成装置の小型化と標的・装置の（放射化する時間を伸ばし、）長寿命化を行う意図がある。

20

30

#### 【0069】

< 加速空洞 >

ミュオンを生じるシンクロトロン・円形加速器について、加速を行う加速空洞と、加速された粒子・陽子の軌道を制御する・収束する・曲げる偏向磁石（四重極磁石等）が含まれる。

加速空洞に関しては銅の空洞にニオブをめっき・コートさせ超伝導体とし、超伝導加速空洞を用いることが公知であり、消費電力低減できるので用いてよい。

また高強度レーザーによるプラズマ利用の陽子・イオン・粒子加速方法（レーザープラズマ駆動によるイオン・電子加速、レーザー航跡場加速（Laser Wake Field Acceleration、LWFA）、レーザーの持つポンデロモータイプ力を用いるもの）は公知であってレーザー粒子加速可能な空洞を用いることで加速空洞部分を小型にでき、（輸送機器・宇宙機・航空機・車両・船舶・潜水艦・探査ロボット等移動する機器であって小型できると好ましいものに搭載するミュオン核融合炉のミュオン生成部の加速空洞部に用いるときに好ましいと考えられるので、）前記レーザーによるプラズマ利用の陽子加速方法・LWFA等を用い、レーザー利用型の加速器やミュオン発生部を構成してよい。

40

#### 【0070】

< 偏向磁石 >

< ミュオン捕獲輸送ソレノイド・本願システム内の導体・電線 >

50

○偏向磁石・四重極電磁石・ミュオン捕獲ソレノイド部に、超伝導体を用いてもよい。偏向磁石・四重極電磁石・ミュオン捕獲ソレノイド部に、超伝導体を用いてもよい。

本願システムの導線部・偏向磁石・四重極電磁石・ミュオン捕獲ソレノイド部に、(炭素材料等に導電性を高めて、もしくは導線を銅から炭素系材料にして軽量にしたり、銅の使用量を減らしたり、超伝導の冷却手順・冷却機器を無くしたり、超伝導体のニオブ等の放射化すると半減期の長い物質の使用を控えつつ導電性のある電線を用いたいの問題を回避する目的で、)特願2022-123161に開示のゲート電極に印加される電圧によりトランジスタの絶縁体と材料部分とゲート電極より構成されるキャパシタ部分が充電可能な導線1WIREであって、第1電極(106)と第2電極(102)の間に電圧(VGS)を印加する事によりキャリア導入部(104)を材料部分(101)に形成させ、前記キャリア導入部(104)を含む前記材料部分(101)の導電性を変化可能な素子であって、前記素子の前記材料部分(101)はトランジスタのチャンネル部分を含み前記キャリア導入部(104)は前記チャンネル部分を含んでおり前記素子の前記第1電極(106)はトランジスタのゲート電極(106)であって、前記素子の前記第2電極(102)はトランジスタのソース電極(102)であって、前記素子は前記ゲート電極(106)に印加される前記電圧(VGS)により前記トランジスタの絶縁体(105)と前記材料部分(101)と前記ゲート電極(106)より構成されるキャパシタ部分が充電可能な特徴を持つ、前記素子を用いた導線1WIRE、若しくは、ゲート電極に印加される電圧によりトランジスタの絶縁体と材料部分とゲート電極より構成されるキャパシタ部分が充電可能な導線であって、前記材料部分は、多孔質膜又は前記材料部分の全体積に対して隙間となる空間を持つ又は前記材料部分と前記絶縁体の接触する界面の表面積が前記材料部分の全面積よりも大きい導線1WIREからなる、導線を含む偏向電磁石を本願のミュオン生成部・粒子加速器に用いてもよい。前記1WIREを含む電気回路を本願の粒子加速器・ミュオン生成部・核融合システムは備えてよい。

10

20

#### 【0071】

<ベアリングの磁気浮上方式>

可動ミュオン標的部を動かすときに支持する部分として公知のベアリング・支持手段を用いてよい。もしくはベアリングは寿命を増加させるために磁気浮上式のものを用いてもよい。

本願システムは宇宙空間・宇宙機・宇宙船への利用も検討しているが、宇宙空間では真空・無重力とできる場合があり、前記無重力で(若しくは宇宙空間の無重力を利用しつつも磁気浮上・磁気による搬送・移動・浮上制御・浮上機構を備え、)真空中を回転させる回転ミュオン標的部分を宇宙空間の宇宙機に構成し、図10のようにMERITリングの外周部をポロイダル方向にカットした断面の一部を通過するように挿入され前記回転ミュオン標的部分は回転してよい。

30

<宇宙空間の真空・無重力の利用>

本願システム、本願ミュオン生成部、図10から図13のMERITリング型粒子加速器及び可動なミュオン標的とミュオン捕獲ソレノイド、核融合システム部1F-SYSは宇宙空間の真空・無重力の環境を動作に利用してよく、例えば加速器の加速管・空洞内部は真空引きされ大気圧により押される力に耐えるよう強度を持たせて構築されうるが、その結果鋼材等強度確保の為に用いる重量のある加速器になるかもしれない。

40

他方宇宙空間では予め高真空であり、大気・大気圧がないので加速器を真空に保つ為の強度確保部や真空ポンプが少ない・部品数強度少なく軽量ですみ、宇宙空間に地球から部材を持ち上げる際の部品点数・打上重量を減らしコストダウンできうる。

その為、本願核融合システム・粒子加速器・バイオミュオン生成システム等装置・システムは宇宙空間にて利用されてもよい。また宇宙空間の輸送機器・宇宙機・宇宙基地・宇宙船・探査ロボットの移動・動作の為の電力源・動力源や粒子実験用粒子利用等の為に本願システムが搭載されていてもよい。

#### 【0072】

<回転可能・可動なミュオン標的部分の別の形態>

50



図 10-12 では回転ミュオン標的は円板状としたが、形状はそれに制限されず、図 13 のように、例えばチェーンソーの回転するチップ部分・ソーチェーン部に標的部をつけて可動なミュオン標的部とし、図 10 のように M E R I T リングの外周部をポロイダル方向にカットした断面の一部を通過するようにソーチェーン部が加速器に挿入・循環しチェーンキャッチャー部に戻るようにして、前記ミュオン標的部分は回転してよく、チップ上の前記ミュオン標的部はエネルギーを有するイオン・陽子・粒子の衝突によりパイオン・ミュオンを生じてよい。

放射化の観点で標的部は軽い元素であると好ましくリチウムや炭素など Z の低い元素を用いる。(大きい Z の元素であると放射化した際に半減期が長い等で管理コストが懸念される) チップ部は放射化したとき・放射化の度合いが強くなる前に取り外して、新しい楔形又は薄いチップ状ミュオン標的に取り換えてよい。ミュオン標的は本願粒子加速器・F F G A・M E R I T リング中の粒子の照射部を通過可能・可動であってよい。

#### 【0073】

##### < 実施例 M T 1 >

図 10・図 11・図 12・図 13 は、パイオンミュオンを生成し捕獲しミュオン利用システム・ミュオン核融合システムに対しミュオンを照射投入する粒子加速器・M E R I T リングと、可動な飛び出た・挿入された楔形・薄型の可動ミュオン標的・回転ミュオン標的と、標的にエネルギーを有する粒子・粒子ビームが衝突することで生じるパイオンミュオンの発生部、パイオンミュオン生成部、パイオンミュオンを捕獲して目的部に向け輸送するミュオン捕捉ソレノイドの説明図。

本願ではミュオンを用いた核融合システムの大きさを前記輸送機器に搭載できるよう小型化したいと考えており、円形加速器の加速空洞は超伝導体やレーザー航跡場加速式の加速空洞・レーザーを用いた加速空洞をもちいてよい。

また可動ミュオン標的・回転ミュオン標的は機械・ロボットアームにより高度に放射化された標的や部材にヒトが接近しないように無人・機械にて交換できてよい。

標的の放射化・劣化によるミュオン標的取り換えにより粒子加速器や核融合システム・発電システムを止めないように(前記のダウンタイムを減らすように)ミュオン標的は可動であり一点に長期にわたり粒子ビームが照射され続けるのを避け、標的の他の面に粒子ビーム照射が行われ照射部が分散し長く標的が利用可能にする。

##### < 実施例 M T 2 >

図 12 は 2 つの可動標的とミュオン捕獲ソレノイド・ミュオン取り出し口を 2 つ備えさせ、その後 2 つ・2 基の核融合システム・核融合反応炉に向けミュオンを投入し、前記核融合システム内のターゲット T 1・核融合反応点 F P に照射投入しミュオン核融合を促す(あるいは各種のミュオン関連実験やミュオンを物質に照射し放射性廃棄物などの核変換や核融合、ミュオン応用実験可能な)システムの例が記載されている。前記 2 つの内 1 つの取り出し口を休止させその箇所の可動標的を交換・メンテナンスする。図 13 では可動標的をキャッチする部分にて可動標的を交換・メンテナンス可能にする。

#### 【0074】

記号など

##### < 図 10 >

M U - M O V A B L E - T G T : 粒子ビームを受ける部分が可動である(ミュオン)標的部

M U - D I S K - T G T : 粒子ビームを受ける部分が回転可能・可動である円板型でもよい標的部ミュオン標的部

M U - W E D G E - D I S K - T G T : ・可動で前記円板型でもよい標的部ミュオン標的部であって、ビーム照射を受ける部の厚さは薄い・断面形状は円板の外周に向かうほど薄くなる・楔形であるミュオン標的部。

M U - T G T - B R G : 可動時・回転時に可動する部分を支持するためのベアリング等支持手段、A X I S - T G T - B R G : 可動するとき、回転運動する場合はその回転軸

2 M U - G E N - R O T - T G T : ミュオン標的部とミュオン標的を可動にする手段・モ

ーターとベアリングを備えた標的ユニット部。

2 MU：ミュオン生成部 M 1 の例。（標的・加速器・荷電変換ビーム入射部・電荷を調整する部分・陽子粒子ビーム入射部・陽子粒子ビーム加速器部分・ミュオン捕獲ソレノイドなど含んでよい）M 1 でのミュオンを陽子・原子核に結合させ（中性粒子ビーム・）ミュオニック原子 M P 1 を生成できてよい。

2 MU - ACC - RING：円状加速器、粒子加速器

2 MU - FFGA：FFGA 加速器

2 MU - MERIT - RING：MERIT リング型加速器（楔形部分の標的が可動で挿入されてよい。挿入された先端部になるにつれて薄くなる可動なミュオン標的が挿入されてよい。回転可能なディスクの外周部やチェーンソーのチップにミュオン標的部が形成され可動になっていてもよい。円の円周の内周側に陽子粒子ビームを照射しその後該加速器・該リングにより円形加速・螺旋形加速し、外周側に高エネルギー・高速になり遷移し、その後前記可動でもよいミュオン標的に衝突しつつ減速してもエネルギー回復して再度標的に衝突可能でもよい。（粒子は標的衝突により減速して内周方向に移動しても再度加速して外周に遷移し再衝突してよい加速器、粒子がリング内に貯蔵・蓄積・再加速される加速器。）

10

2 MU - FFGA - CS・2 MU - ACC - RING - CS・2 MU - MERIT - RING - CS：前記加速器をドーナツに見立てた時トロイダル方向に垂直な断面、ポロイダル方向切断した断面であって、点 C S P 1 と点 C S P 2 間で切断したときの加速器の断面。

20

円形加速器・MERIT リングの外周側の高エネルギーに加速された粒子ビームが断面 C S に挿入された可動な標的（例えば薄い円板状のミュオン標的）が加速器断面の円の外周方向に挿入され可動できる。

CS：点 C S P 1 と点 C S P 2 間の断面部 CS

< 図 1 2 >

・ミュオン発生用回転ターゲットの陽子照射放射化後の取り換え、交替システム

2 か所の、加速器内部に挿入・抜去・移動可能な可動ミュオン標的部とミュオン取り出し口とミュオン捕獲ソレノイドを配置し、片方取り出し口を休止しミュオン標的部を加速器から抜去・交替させミュオン標的部を取り換える場合の説明図。

2 MU - GEN - ROT - TGT：加速器内に MOVE、INSERT、EJECT 可能な可動ミュオン標的部ユニット・システム。

30

MUON CAPTURE TRANSPORT SOLENOID：ミュオン捕獲運搬ソレノイド

< 図 1 1 >

2 TGT - EXCHANGE：を備えた可動なミュオン標的を機械ロボットにより取り換える装置、ターゲット交換部

2 TGT - EXCHANGE - ARM：交換部のアーム部・ロボットアーム

2 TGT - EXCHANGE - AXIS：交換部の回転軸

2 TGT - EXCHANGE - MOT：交換部のモータ

\* ジュークボックスのレコード取り換え部のような装置でもよい。TGT EXCHANGE ROBOT / ARM：(JUKE BOX MACHINE LIKE)

40

< 図 1 3 >

可動なミュオン標的の例、チェーンソーライクな（又は索道風・ロープウェーとリフト風の）標的を可動にする部分を持つ例。

CHAIN - CATCHER：チェーンソーのチェーンキャッチャー部でもありソーチェーン上のミュオン標的部 MU - MOVABLE - TGT をロボットアームなど機械により取り換え可能な部分。

Chain - Sow - and - TGT：チェーンソーのミュオン標的 TGT の取り付けられたソーチェーン部をガイドするガイドバー部分。

【 0 0 7 5 】

50

< 請求の範囲 >

< 請求項 M T 1 >

回転可能な円板型のミュオン標的、若しくは、回転可能な・可動可能な標的部 MU - MOVABLE - TGT ・ MU - WEDGE - DISK - TGT を備えたミュオン生成部・ミュオン標的部・ミュオン標的・標的であって、

(例えば前記円板の内周部から外周部までの断面部は外周部が厚く・太く、外周部が薄く・細い・鋭利である、もしくは円板の厚さについて円板の中央部は厚く、円板の外周部は薄い特徴を持つ、円板型のミュオン標的を備えたミュオン生成部であって、(円板・車輪の外周部は薄く・尖っている・楔形様に尖っている円板又は薬研車又は回転鋸形状であって)

10

前記円板状のミュオン標的は円状加速器の円の外周部の一点又はその周辺部に陽子ビーム・粒子ビームが照射され、パイオン・パイ中間子やミュオンを生じる事が可能であるミュオン生成部。

< 請求項 M T 2 >

パイオンミュオンを生成可能な、リチウム・炭素(原子番号Zの低い材質)を用いた標的部を有する、請求項 M T 1 に記載のミュオン生成部。

< 請求項 M T 3 >

ミュオン標的部が動的・可動であるミュオン生成部、もしくはミュオン標的部となり放射化する箇所を前記可動させ、放射化する部分を円板・板上で分散可能なミュオン生成部(・ミュオン標的)。

20

< 請求項 M T E X 1 >

ミュオン標的を機械器具により交換可能なミュオン生成部であって、回転可能な円板型のミュオン標的、若しくは、回転可能な・可動可能な標的部(MU - MOVABLE - TGT ・ MU - WEDGE - DISK - TGT)を前記交換可能な加速器(・ミュオン生成部・ミュオン核融合システム)。

< 請求項 M E R M T 1 >

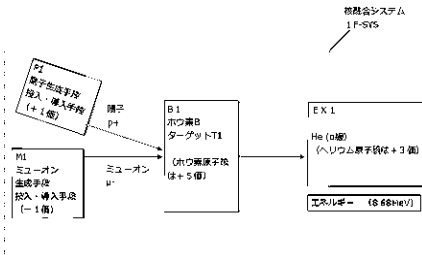
請求項 M T 1 に記載の回転可能な・可動可能な標的部 MU - MOVABLE - TGT の標的部を、MERITリング・FFGARリング・円状加速器・ドーナツ状加速器の円周方向・トロイダル方向に対し、円の外周に対し垂直になるよう外周部を一部切断する断面(・ポロイダル方向に切断した断面・ポロイダル断面)であって、陽子ビーム・粒子ビームの通過する軌道の通過する部分に、前記ミュオン標的を挿入・抜去・配置可能な、加速器(・標的・ミュオン生成部・ミュオン核融合システム・ミュオン核融合システムを搭載した輸送機器)。

30

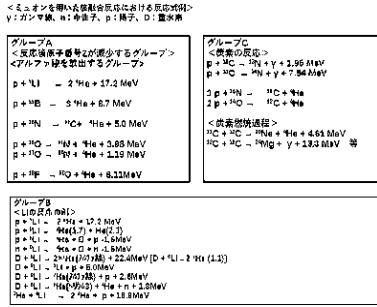
< 請求項 M E R L S R 1 >

(加速器の加速空洞の小型化の目的で、)レーザーによるプラズマ利用の陽子加速方法・レーザープラズマ駆動によるイオン・電子加速・レーザー航跡場加速(LWFA)・レーザーの持つポンデロモータープ力を用いた加速器(・ミュオン生成部・ミュオン核融合システム・ミュオン核融合システムを搭載した輸送機器)。

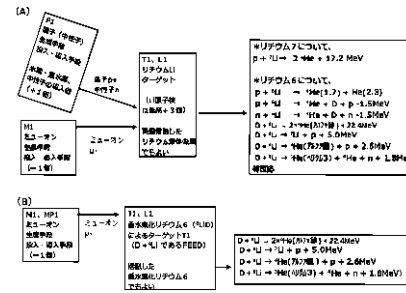
【図 1】



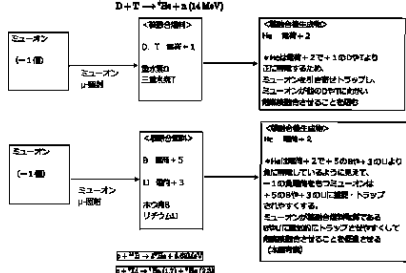
【図 2】



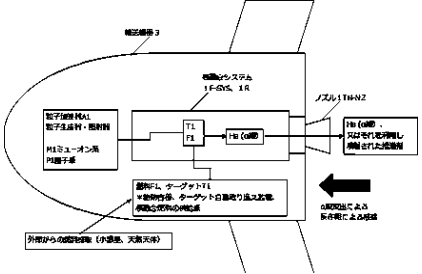
【図 3】



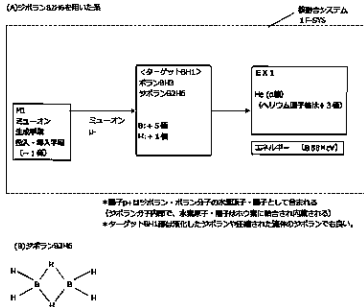
【図 4】



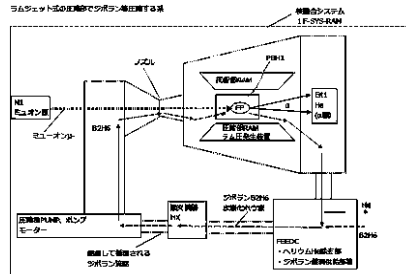
【図 5】



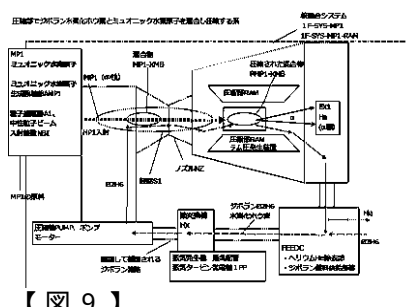
【図 6】



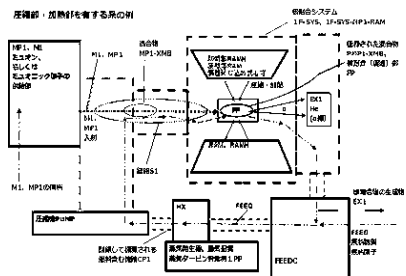
【図 7】



【図 8】

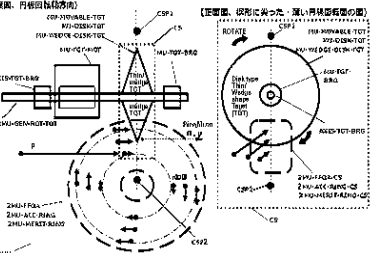


【図 9】



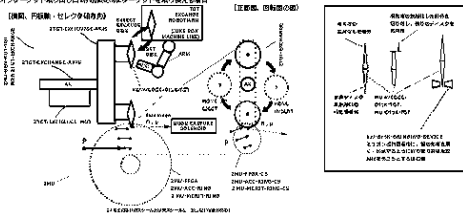
【図 10】

【Multiplex Energy Recovery Internal Target】のミューオン発生角範囲ターゲット



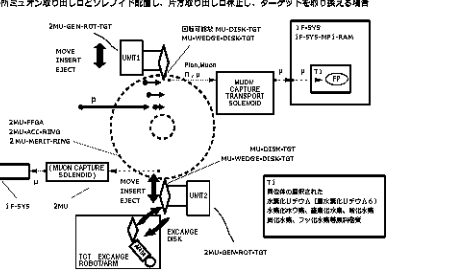
【図 11】

【ミューオン発生角範囲ターゲットの電子線放射体交換の取り換え、交換システム】



【図 12】

【ミューオン発生角範囲ターゲットの電子線放射体交換の取り換え、交換システム】



【図 13】

【可動ミューオン発生角範囲ターゲットの電子線放射体交換の取り換え、交換システム】

