

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ミュオンを原料原子と結合させ、励起した原子核を得て、前記原料原子よりも有効核電荷又は原子番号の小さい原子に核変換する工程を有するミュオンを用いた核変換システム。

【請求項 2】

励起した炭素 12 原子核をヘリウムに変換する工程を有する請求項 1 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

【請求項 3】

原料原子に炭素 12 を用いる核変換システムであって、炭素 12 を含む炭素材料の炭素 12 原子核とミュオンを結合させ、励起した炭素 12 原子核を生成する特徴を有する請求項 2 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

10

【請求項 4】

ホウ素・ホウ素 11 と水素をミュオン核融合させたのちに、励起した炭素 12 原子核を生成する特徴を有する請求項 2 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のミュオンを用いた核変換システムを用いるミュオン核融合システムであって、

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融合燃料物質の原子・粒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、ミュオン触媒核融合システムであって、

20

前記核融合燃料物質は固体ではない水素化ホウ素若しくは気体の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、前記水素化ホウ素にミュオンを照射・投入する工程を有する、ミュオン触媒核融合システム。

【請求項 6】

前記ミュオンを照射・投入された前記水素化ホウ素を圧縮する工程を有する 請求項 5 に記載のミュオン触媒核融合システム。

【請求項 7】

窒素・窒素 15 と水素をミュオン核融合させたのちに、励起した原子核を生成しその後ヘリウムを生成させる特徴を有する請求項 1 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

【請求項 8】

30

窒素・窒素 15 と水素を結合させたアザンにミュオンを照射・投入する工程を有する請求項 7 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

【請求項 9】

ミュオンを減速可能な加速器又はミュオン減速器を用いてミュオンを減速させたのち、前記ミュオンを、核変換を行う原料物質の原子に投入・結合させる工程を有するミュオンを用いた請求項 1 に記載の核変換システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の核変換システムを有する輸送機器。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の核変換システムを有する発電装置。

40

【請求項 12】

ミュオンを減速する減速手段として電場又はレーザー航跡場を生成可能な特徴を有する核変換システムであって、ターゲット原子・原料原子にパルスレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成可能な特徴を有する請求項 9 に記載の核変換システム。

【請求項 13】

ミュオンを減速する減速手段として焦電体をミュオン減速のための手段に用いる請求項 9 に記載の核変換システム。

【請求項 14】

ミュオンを減速する減速手段としてキャパシタ又はキャパシタ内の電場をミュオン減速のための手段に用いる請求項 9 に記載の核変換システム。

50

【請求項 15】

電気二重層部・電気二重層キャパシタ・電気二重層内部の電場をミュオン減速のための手段に用いる請求項 15 に記載の核変換システム。

【請求項 16】

請求項 9 に記載の核変換システムを備えた宇宙構造物であって、宇宙線を受けて宇宙線由来のミュオンを生成する宇宙ミュオン生成部を備え、前記宇宙ミュオン生成部より得たミュオンを減速し、原料原子に照射投入し、原料原子と結合させる手段を備えた宇宙構造物核変換システム。

【請求項 17】

請求項 9 に記載の核変換システムであって、磁気容器にミュオンを配置・投入・閉じ込める特徴を有する核変換システム。

10

【請求項 18】

重力又は引力又は力により質量の異なるニュートリノを検出する特徴を備えたニュートリノ検出器を用いるニュートリノ通信システム。

【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】

20

【0002】

非特許文献 1 のようにミュ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 に増え、+ 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。

30

【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]

40

【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】**

50

【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ーオン触媒核融合の系において、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ー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、ミュー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】

ミュー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ー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ー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。

10

【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ー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。

20

【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ありトラップが起きる。）

30

【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の電荷をもつミューオンを補足した+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. ミューオンは生成後の+3のヘリウムにトラップされるよりは、ミュー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. ミュー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し、陽子とホウ素による核融合反応をミューオンが触媒する。

40

【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、ミューオンと陽子をホウ素のターゲットに照射しミュー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

50

+ 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ーオンを強く補足・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 系ミューオン触媒核融合システムでは負電荷のミューオンはヘリウムに補足されやすい。

【 0 0 1 4 】

* 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。

10

【 0 0 1 5 】

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。

既存のミュー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 2 5 0 度）を用いるが、それに対し液体リチウムは融点が摂氏 1 8 0 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ー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 2 0 7 0 度であり、沸点は 4 0 0 0 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ー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ー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。前記ミュー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。）

20

【 0 0 1 6 】

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ー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 】

【 0 0 1 7 】

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。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】図 1 はホウ素と陽子を用いたミューオン触媒核融合システム 1 F - S Y 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 1 1、陽子と窒素 1 5、陽子と窒素 1 5、陽子と酸素 1 7・酸素 1 8 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。）

40

【 図 3 】図 3 はリチウムと陽子を用いたミューオン触媒核融合システム 1 F - S Y 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 を持ちいたミューオン触媒核融合方式と本願陽子と B や Li を用いたミュー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、

50

図 4 下段は本願の陽子と B、L i による方式)

【図 5】図 5 は本願 1 F - S Y S を含む核融合反応炉 1 R や核融合応用推進器 1 T H 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 1 F - S Y 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 L i を採取保管し前記核融合反応させ H e 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・アルカン・アザンを用いるミュオン触媒核融合システム 1 F - S Y S / 1 E X P - S Y S の説明図・想定図である。(図 1 における陽子を照射する部分を除き、ターゲット T 1 をジボラン・アルカン・アザンにしたシステムの説明図である)

10

【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 1 F - S Y 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 1 F - S Y S - M P 1 の説明図である。

【図 9】図 9 は圧縮部・加熱部を有する系 1 F - S Y S の 1 つの例である。(レーザー照射系を備えてもよい)

【図 10】M E R I T 式加速器・M E R I T 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)

20

【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と、ミュオン核融合・ミュオン核変換システムの説明図。(ミュオンの減速部を含む)

【図 14】可動なミュオン標的は水素原子・陽子又はヘリウム原子を含む中間子・ミュオンの生成システムの説明図。

30

【図 15】円形加速器を移動するヘリウム原子(又は水素原子・正電荷粒子)をミュオン標的として用いる中間子・ミュオンの生成システムの説明図。

【図 16】中間子生成システムを用いた核融合システム・核変換システム・原子製造システムの説明図。

【図 17】本願実施形態の一つとして、宇宙ミュオンや高速ミュオンを減速しターゲット部 T 1 原子へ照射・投入・結合し核変換・核融合を試みる説明図。(A) 地上側のターゲット T 1 について、天球側・宇宙側・上空側をカバーするドーム状の減速器アレイで高速宇宙ミュオンを減速し T 1 へ照射し核変換を試みる例。(B) 直接原料原子・分子の標的 T 1 にレーザーを照射しミュオンを減速可能な電場を形成しミュオンを減速させ T 1 のミュオン核融合・ミュオン核変換を試みる例。

40

【図 18】直接原料原子・分子の標的 T 1 にパルスレーザーを照射しミュオンを減速可能な電場を形成しミュオンを減速させ T 1 の原子にミュオンを結合させミュオン核融合・ミュオン核変換を試みる例の説明図。

【図 19】電場形成した素子をミュオンの減速器に用いる構成の説明図。(A) 電場形成した素子を用いミュオンを減速する際の説明図。(A) はターゲット部 T 1 に入射したミュオンが磁場 B により回転しターゲット部の原子内を移動できてもよい構成。(B) 焦電体・焦電体のアレイを用い減速用の電場を形成し電場によりミュオンを減速する際の説明図。(B) は焦電体の端を温度変化させ焦電体に電場を生じさせ当該電場をミュオン減速を行う手段として用いる構成。

【図 20】電場形成を行う素子の説明図。(A) 電極と絶縁体・誘電体を用いたキャパシ

50

タ素子を用いる場合。(B1)電気二重層キャパシタ型の素子を用いる場合。(B2)電気二重層部分を含む素子の説明図。

【図21】宇宙線から中間子・ミュオンを生成する部分を備えた輸送機器・構造物3の説明図。

【図22】ミュオン原子核捕獲反応を考慮したミュオンを用いる核変換・核融合システムの想定に関する説明図。(A)炭素材料中の炭素12にミュオンが結合しミュオン原子核捕獲反応を起こし10-20MeVでもよい励起エネルギーを持つホウ素12原子核(12B*)に変化したのち、12B*から隣の炭素12原子核に励起エネルギー移動が起き、励起した炭素12(12C*)が生じてその後ヘリウムに変換され、隣の炭素12に励起エネルギーが移動してを繰り返して、炭素12の炭素材料中の炭素12原子核がミュオンを用いてヘリウムに変換されることの想定の説明図。(B1)窒素15を含むアザンにミュオンを結合させミュオン原子核捕獲反応させて炭素15に変化しその後炭素15の半減期経過後に窒素15を生成する場合の説明図。(B2)窒素15のミュオン核融合の説明図。(B1では窒素15が炭素15に変換されえうるが、炭素15の有効核電荷・Zは窒素15よりも低く、核融合反応が継続すると考え併せて記載した)

10

【図23】窒素15を含むアンモニアにミュオンを照射投入した際のミュオン原子核捕獲反応を考慮したミュオンを用いる核変換・核融合システムの想定に関する説明図。

【図24】ホウ素11を含む水素化ホウ素(水素化ホウ素アニオンとリチウムカチオンの系)にミュオンを照射投入した際のミュオン原子核捕獲反応を考慮したミュオンを用いる核変換・核融合システムの想定に関する説明図。

20

【図25】ニュートリノ通信システム1NUT-COMとミュオン通信システム1MU-COMの説明図。

【図26】質量の異なるニュートリノを分離する部分2MS-NUT-GRAVを有するニュートリノ通信システム1NUT-COMの説明図。

【図27】ミュオンM1をコイル2COILを備えた容器4D-MUCF・4T-MUCF内のターゲットT1に照射させ磁場により閉じ込め移動させる構成の説明図。

【図28】図28の左上の図1は深共晶溶媒等を作動液体に用いた真空ポンプ4RFPを用いた系1の説明図である。(ポンプ実施例1としてスプレングルポンプ式を用いている例)図28の右上の図2は系1の説明図である。(ポンプ実施例2として食品用ポンプに用いる系1の説明図である。ここでポンプの形式は液封ポンプ、ロータリーポンプ等の作動液体を用いるポンプでよい。)図28の左下の図3は低真空用ポンプRP、高真空ポンプFPを含む真空排気系と本願真空ポンプ4RFP・系1との比較図であって、組合せの説明図である。図28の右下の図4は一般的な液封ポンプ、ロータリーポンプ説明図である。(例えば作動液体・液封・液封環・シール部にNADES、イオン液体ILを利用)

30

【図29】図29は環状真空容器4Dのコイルの1つの説明図である。(環状真空容器:ドーナツ・環状の真空槽・プラズマ容器4D、4D-T、4D-ST、4D-Hを含む。コイル4C-EDL)

【図30】図30は環状真空容器の説明図である。(環状真空容器の回転手段4ROTを備えてよい。)

【図31】図31はモーターとベアリングを回転手段4ROTに用いた真空容器の説明図(4ROTはモーター・ロケットモータ)

40

【図32】図32は推進装置を備えた真空容器の説明図(推進装置4ROT-TH)

【図33】図33(A)は円柱のチューブ状真空容器(4T、4T-IN)を前記円柱の円周方向・シータ方向へ回転させるときの説明図(磁気ミラー型、磁場反転配位型等に用いる円筒チューブ状真空容器を回転させたときの例)、(B)はシリンダ状容器4T・4T-MUCF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

50

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 >

3 : 輸送機器

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いてもよい。

1 G E N R : 発電部（核融合システム 1 F - S Y S や核変換システム 1 E X P - S Y S により得たエネルギーを電力に変換する部分）

* 図 5 には明記されていないが、1 E X P - S Y S、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。推進手段。移動手段。（1 T H は、3 が宇宙船の場合アルファ線・ガンマ線・光子・粒子などの粒子ビーム放出部でもよい。3 が航空機の場合 1 G E N R で得た電力を用いて推進剤や空気取り込みし加

10

20

30

40

50

熱・圧縮・3の後方へ噴出を行う推進剤噴出部でもよいし電力駆動のプロペラ部でもよい。3が船舶の場合1GENRで得た電力を用いてプロペラの回転や水流の生成をできる部分。3がアームを持つロボットないしは陸上を移動する車両の場合は1GENRで得た電力で駆動できてもよい車輪・タイヤ・モータ若しくはロボットのモータ・アーム部でよい。）

1TH-NZ：1THのノズル部。核融合後の生成物EX1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。*1TH-NZとは別に、1R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。

10

<図6>ジボランB2H6を用いた系

BH1：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B1。ジボランであるT1、F1。ジボランのターゲット。ジボラン、BH1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P1が不要になる。

<図7>

1F-SYS-RAM：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）

RAM：ラムジェット式で圧縮する際のラム圧発生装置部。

20

PBH1：圧縮されたBH1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。

FP：核融合反応部、ミュオン照射部。

FEEDC：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He除去部、ジボラン燃料供給部等

HX：熱交換器

ENEX：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。

PUMP：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）

30

M1：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）

EX1：核融合後に生成した（除去必要な）ヘリウム。

【0024】

<その他>本願では核燃料物質（例：B、Li）の原子核の正電荷が核融合後生成物（例：He）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NaBH4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NaBH4中のNaにトラップされるはずである。）

40

【0025】

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。

【0026】

<<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に

50

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_2H_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・循環させミュー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

【 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)

20

【 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 $NaBH_4$ 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。

30

【 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

40

50

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。また中性子を発生しにくい系も考案したい。

< 解決手段 > ミュ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オン触媒核融合系を提案する。

10

【 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。

20

【 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。

30

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。

40

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。

【 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

50

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。

* 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 M P 1 やガスであるとみられる M P 1 2 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。

【 0 0 3 9 】

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 - 1 1 B 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 M P 1 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。

【 0 0 4 0 】

< 飛翔中ミュオン触媒核融合 >

ミュオニック水素原子 M P 1 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 H X 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・運動エネルギーは水を供給した蒸気発生器からタービン発電機 1 P P に伝達され蒸気タービン発電機 1 P P を回転・稼働させ電力を生じさせて良い。

【 0 0 4 1 】

図 8 において、ミュオニック水素原子 M P 1 の源になる部分 M P 1 若しくは中性粒子ビーム入射装置 N B I ・粒子加速器 A 1 から水素化ホウ素（B 2 H 6 等）にて満たされた進路又は経路 S 1 を通りノズル部 N Z を通り、ターゲット部 T 1 ・ラム部 R A M に向かって M P 1 や M P 1 とホウ素の混合物 M P 1 - X M B は進んでいく。その際に、ミュオニック水素原子 M P 1 は進路 S 1 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体液体の水素化リチウムの表面に M P 1 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 T 1 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よい。（但し図 8 や上記のような M P 1 ・ M P 1 2 と水素化ホウ素の混合体・混合流体・混合気体 M P 1 - X M B 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。）

【 0 0 4 2 】

記号等 < 図 8 >

1 F - S Y S - M P 1、1 F - S Y S - M P 1 - R A M：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

10

20

30

40

50

ミュオニック水素原子 M P 1 :

A M P 1 : ミュオニック水素原子生成照射部 (粒子加速器 A 1 、 中性粒子ビーム照射装置 N B I 等、 M P 1 や M P 1 2 を生じ、入射・投入できるもの。)

S 1 : 経路 S 1 (M P 1 と水素化ホウ素の混合有)

M P 1 - X M B : M P 1 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 Z A の原料原子核と第 2 の原子番号 Z A A 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。

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 。

10

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。)

20

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・混合物の部分に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・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。)

30

N Z : ノズル部

1 P P : 蒸気タービン発電機

H X : 熱交換器、蒸気発生部、蒸気パイプ・冷却パイプ

1 B K T : 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 R A M 或いは反応容器部、F E E D を詰め込み・ラムする容器部分 R A M、反応容器の壁面があるとき、R A M 部や容器壁面内にブランケット 1 B K T が配置されていてもよい。

40

A E C : アルファ線エネルギー変換装置 (アルファ線を受け取って電力に変換する装置。A E C には酸化チタンなどのアルファ線を用いてラジカルを生成し水を (光触媒反応のように) 分解し水素と酸素を得て水素・化学エネルギーの形で系の外にエネルギーを提供・出力してもよい。* A E C は a l p h a - v o l t a i c - c e l l でもよい。* A E C 部分はアルファ線のエネルギーを受け止め (制動放射の、) シンクトロン放射光の光子を生じさせてもよい。当該放射光の光子のエネルギーを用いて化学物質を化学反応・光化学反応させてもよい。当該光子を加熱したい部分に照射して物質の製造や推進剤・蒸気の加熱・噴射をしてもよい。当該放射光の光子の波長を長波長側に波長変換する手段を用い長波長側の光子に変換し、前記長波長側の光子を光電変換素子にて受光させ光電変換して電力を得て系の外に出力してもよいし、前記長波長側の光子が光触媒にて光触媒反応可能な

50

エネルギーを持つ光子ならば水から水素と酸素を生成させる光触媒反応を起こさせて水素エネルギーに変換してもよい。前記長波長側の光子を二酸化炭素・窒素の分子内の結合を解離可能・光化学反応な光子の波長とすれば二酸化炭素を解離させ炭素・炭素化合物・窒素化合物等の化学物質のエネルギーとして変換し系の外に出力してもよい。

【 0 0 4 3 】

< 請求項 1 > 核融合燃料は陽子 (P 1) とホウ素 (B 1) 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 (M 1) と陽子 (P 1) 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 (M P 1 - X M B) 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 (N B I) 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 (M P 1 - X M B) は第 1 の加圧手段 (P U M P) 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 (M P 1 - X M B) は第 1 の加圧手段 (P U M P) 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 (M P 1 - X M B) は第 2 の加圧手段 (P U M P) 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 P M P 1 - X M B 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、1 S Y S - M P 1)

10

20

< 請求項 2 > 第 2 の加圧手段はラムジェットのラム部 (R A M) 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、1 S Y S - M P 1 - R A M)。

【 0 0 4 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 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。)

30

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。

< < 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。

($p + 11B \rightarrow 3 \times 4He + 8.7MeV$)

40

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

50

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 B_2H_6 等・水素化窒素 NH_3 等を用いる。ミューオン又はミュオニック水素を照射投入してもよい。

【0045】

<窒素15を用いる系>

陽子と窒素15を核融合させ炭素12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15と陽子から炭素12とヘリウム4を生じる反応が公知である。)

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

本願では水素分子と窒素15のみからなる窒素15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ー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 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 NH_3 を用いてよい。(アザン、ジアザンを用いてよい。)ミューオン又はミュオニック水素を照射投入してもよい。

<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15と水素から成るアンモニア ${}^{15}NH_3$ にミューオンを照射して、アンモニア ${}^{15}NH_3$ 分子内の窒素15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15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。(${}^{15}N$ 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、 $p + {}^{15}N$ から ${}^{12}C$ と 4He を生成する核融合反応を起させてよい)

【0046】

<窒素15を含む有機化合物・有機分子の利用>

例えば、炭素と窒素15と水素からなる有機化合物 $CHN_{{}^{15}}$ があり、その化合物は窒素15と水素間での結合している化合物 $CHN_{{}^{15}}$ であってよい。もしくは化合物 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ であってよい。前記有機化合物 $CHN_{{}^{15}}$ にミュオンを照射し、ミュオンが $CHN_{{}^{15}}$ 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(${}^{15}N$)を含む液体・気体・流体になるメチルアミン $CH_3 - {}^{15}NH_3$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 $CHN_{{}^{15}}$ 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 Z_A 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 Z_B について、原子番号 Z_B は原子番号 Z_A 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 Z A 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 Z B は 6) であって前記原子番号 Z B は原子番号 Z A 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 C H N 15 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】

10

<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、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。

20

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

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).

30

(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 I I (2003).]

40

【0048】

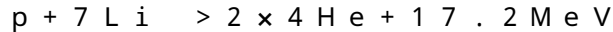
<リチウムを用いる系>

<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

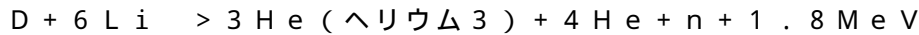
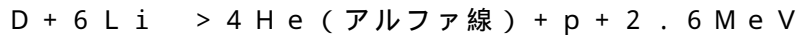
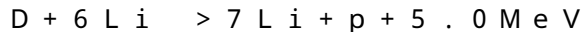
50

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 (6Li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、6LiD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FEEDであるリチウム6と重水素Dの化合物は加熱手段RAMH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・FEED及び・又はその格納容器(反応システム内でFEED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FEED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(6LiD)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。)

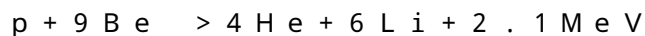


*リチウム7よりも断面積の大きいリチウム6と重水素を化学結合(イオン結合)させ原料物質FEEDとし、前記原料物質FEEDを加熱手段RAMHにより加熱されてもよい、ターゲット部T1、FP、PBH1、PMP1-XMBに配置し、ミュオン(・ミュオニック原子)を前記配置された前記FEEDに照射・投入することにより、ミュオンを用いた核融合を促すこと(そして核融合システム・核融合炉・核融合反応器につなげる事)はできうるかもしれない。前記のように、断面積の大きいリチウム6と重水素を化学結合させ原料物質FEEDとした発明・考案の場合、断面積はリチウム7やホウ素11、窒素15、酸素18と水素・重水素を核融合・ミ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できる利点がある。

【0049】

<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BeH2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。



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うる。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。

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 5 0 】

< 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 1 8 ・酸素 1 7 が優位かもしれない。他に窒素 1 5 やホウ素 1 1 が優位である。酸素 1 8 ・窒素 1 5 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。炭素も資源量が多い。

原子番号が大きくなるほどミュー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（負ミュー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 1 5（ $Z = 7$ ）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。

10

（ $Z = 1$ から $Z = 10$ 程度であれば負ミュー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。負ミュー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 1 8、窒素 1 5 やホウ素 1 1 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。

【 0 0 5 1 】

< フッ素を用いる系 >

実験系において、フッ素 1 9（ $Z = 9$ ）と陽子から酸素 1 6（ $Z = 8$ ）とヘリウムを生成する核融合系を用いてよい。フッ素 1 9 と陽子の結合したフッ化水素にミュー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。）

20

【 0 0 5 2 】

< 酸素を用いる系 >

酸素 1 8 と陽子から窒素 1 5 とヘリウムを生成する核融合系を用いてよい。酸素 1 8 と陽子の結合した酸化水素、水 H_2O （液体、気体、蒸気、流体の水 H_2O ）にミューオンを照射する事もできる。該ケースでは窒素 1 5 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 1 5 と陽子を前記のように反応させ炭素 1 2 とヘリウムを生じる核融合反応に用いてもよい。

30

酸素 1 8 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。酸素 1 7 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。

40

< 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ー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。ミュー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ーオンを照射・投入してもよい。

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 PUMP・RAM 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

50

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。）

（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 1 2 にミュオンを照射するとホウ素 1 1 となり、その後再度到達したミュオンによりホウ素 1 1 と水素原子・陽子との反応も期待できる。）

10

＜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。

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。

20

【 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。）

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。）

30

例えば図 9 の圧縮部 R A M 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】

40

【 0 0 5 5 】

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 F E E D 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 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核融合システムの説明図である。

【実施例 4】

【 0 0 5 6 】

50

本願の1つの形態として、図9は原料物質F E E Dの加熱手段R A M Hや圧縮手段R A Mを備えた、ミューオン・ミュオニック原子をF E E D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R A M H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、ミューオン・ミュオニック原子をF E E D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。

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F E E Dが格納された容器に照射しF E E D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F E E Dのある一点F P、T 1、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F E E D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、ミューオン・ミュオニック原子をF E E D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F E E D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T 1に配置し、前記重水素化リチウム6にミューオン(・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T 1・F E E D部は加熱手段R A M Hを用いて加熱されていてもよい。(加熱手段R A M Hを用いてF E E Dを熔融させ、液体にするよう加温されていてもよい。)

*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、ミューオン(・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、ミュー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。

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できる利点がある。

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。

【0058】

記号等

< 図9 >

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。)

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

10

20

30

40

50

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・混合物の部分に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。

(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。)

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。

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

【0059】

<請求の範囲>

<請求項N B 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、核融合反応する最も原子番号の大きい原料原子の原子番号Z A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Z Bについて、原子番号Z Bは原子番号Z A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N B 2>核融合する第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N B 1に記載の核融合システム。

<請求項N B 3>第1の原子番号Z Aの原子はホウ素11・窒素15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N B 1に記載の核融合システム。

<請求項N B 4>原子核にミュオンが結合・付加した原子・粒子若しくはミュオニック原

10

20

30

40

50

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 N B 5 > 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 N B 6 >

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 N B 1 に記載のミューオン触媒核融合システム。

< 請求項 M M F 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、)

核融合する原料原子は (又は第 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核融合システム。

< 請求項 M M F 2 >

前記第 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 M M F 1 に記載の記載の核融合システム。

< 請求項 M M F 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、(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 M M F 1 に記載の記載の核融合システム。

< 請求項 M M F 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 (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 M H F 1 >

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 M H F 2 >

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 1 1 を含むジボラ

10

20

30

40

50

ン、陽子と窒素 15 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。

【0060】

< 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 2023 - 151787 及び特願 2023 - 174791 及び特願 2023 - 196029 に対し次の項目を追加した。

< 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。

10

< 解決手段 > 円形加速器(固定磁場強収束加速器 F F A G 加速器、M E R I T リング・M E R I T 加速器 * M E R I T : 多重エネルギー回復内部標的法、M u l t i p l e x E n e r g y R e c o v e r y I n t e r n a l T a r g e t) 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12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。

< 発明を実施するための形態 >

【0061】

20

< 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。

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。

30

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。

【0062】

< 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、ダウンタイム低減 >

円形加速器 2 M U - A C C - R I N G (F F A G 加速器 2 M U - F F A G 、 M E R I T リング・M E R I T 加速器 2 M U - M E R I T - R I N G) において、(特に M E R I T 型リングにおいて、)楔型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 M U - D I S K - T G T (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 M U - W E D G E - D I S K - T G T) とすることで M E R I T 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。

40

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

50

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 - FFAG、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。

（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。

図 10 では真空にした粒子加速器・円状加速器・FFAG・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・FFAG・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 S P 1 から C S P 2 までの断面部 CS。）

<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 11 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。）

<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

10

20

30

40

50

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10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。

【0065】

図12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12では2系統あるが、複数系統でもよい）

図12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12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12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。

【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: Multiplex 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 M 1 ・粒子加速器に用いてよい。

【 0 0 6 8 】

M E R I T 方式では M E R I T 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 1 0、図 1 1、図 1 2、図 1 3 の M U O N C A P T U R E T R A N S P O R T S O L E N O I D ）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 1 F - S Y S のターゲット部 T 1 （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 F P 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 M U - M O V A B L E - T G T、楔形回転標的部 M U - W E D G E - D I S K - T G T 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 1 0 ・図 1 1 ・図 1 2 ・図 1 3 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。

【 0 0 6 9 】

< 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（L a s e r W a k e F i e l d A c c e l e r a t i o n、L W F A ）、レーザーの持つポンデロモータティブ力を用いるもの）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・L W F A 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。

【 0 0 7 0 】

< 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 >

○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 2 0 2 2 - 1 2 3 1 6 1 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 1 W I R E であって、第 1 電極（1 0 6 ）と第 2 電極（1 0 2 ）の間に電圧（V G S ）を印加する事によりキャリア導入部（1 0 4 ）を材料部分（1 0 1 ）に形成させ、前記キャリア導入部（1 0 4 ）を含む前記材料部分（1 0 1 ）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（1 0 1 ）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

【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。

20

<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。

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。

30

その為、本願核融合システム・粒子加速器・パイオン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・動作の為に電力源・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>

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。

40

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・FFAG・MERITリング中の粒子の照射部を通過可能・可動であってよい。

50

【実施例 6】

【0073】

< 実施例 M T 1 > 図 1 0 ・ 図 1 1 ・ 図 1 2 ・ 図 1 3 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・MERIT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 1 2 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 1 3 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 1 0 >

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 M U : 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 M U - A C C - R I N G : 円状加速器、粒子加速器

2 M U - F F A G : F F A G 加速器

2 M U - M E R I T - R I N G : M E R I T 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。)

2MU - F F A G - C S ・ 2 M U - A C C - R I N G - C S ・ 2 M U - M E R I T - R I N G - C S : 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。

円形加速器・M E R I T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。

C S : 点C S P 1と点C S P 2間の断面部C S

< 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 M U - G E N - R O T - T G T : 加速器内にM O V E、I N S E R T、E J E C T可能な可動ミュオン標的部ユニット・システム。

M U O N C A P T U R E T R A N S P O R T S O L E N O I D : ミュオン捕獲運搬ソレノイド

< 図 1 1 >

2 T G T - E X C H A N G E : 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 T G T - E X C H A N G E - A R M : 交換部のアーム部・ロボットアーム

2 T G T - E X C H A N G E - A X I S : 交換部の回転軸

2 T G T - E X C H A N G E - M O T : 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。T G T E X C A N G E R O B O T / A R M : (J U K E B O X M A C H I N E L I K E)

< 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。

C H A I N - C A T C H E R : 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M U - M O V A B L E - T G Tをロボットアームなど機械により取り換え可能な部分。

C h a i n - S o w - a n d - T G T : チェーンソーのミュオン標的T G T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。(図13において、ミュオンの減速器M U D E C Eでミュオンを減速できてもよい。)

【 0 0 7 5 】

< 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M U - M O V A B L E - T G T ・ M U - W E D G E - D I S K - T G T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)

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

10

20

30

40

50

・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）。

< 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（M U - M O V A B L E - T G T ・ M U - W E D G E - D I S K - T G T ）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 M U - M O V A B L E - T G T の標的部を、M E R I T リング・F F A G 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）。

< 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（L W F A ）・レーザーの持つポンデロモータティブ力を用いた加速器（・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）。

【 0 0 7 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 、特願 2 0 2 3 - 1 5 1 7 8 7 、特願 2 0 2 3 - 1 7 4 7 9 1 、特願 2 0 2 3 - 1 9 6 0 2 9 、特願 2 0 2 3 - 1 9 6 3 2 7 に対し次の項目を追加した。（本願は考案であって実証が必要である）

< < ミュオン核融合システム・ミュオン核変換システムの原料・燃料物質に関する記載 > > >

< 発明を実施するための形態 >

< 電気陰性度：原子が電子を引き寄せる強さの相対的な尺度の視点 >

原子核が電子・負電荷をひきつける尺度に電気陰性度がある。アレンの電気陰性度によれば、ヘリウム原子と比較してフッ素電子のほうが電気陰性度が高く、より電子やミュオンをひきつけやすい事が期待できる。そのため、アレンの電気陰性度によればフッ化水素にミュオンを照射し核融合してヘリウムが生成される場合は電気陰性度の面からミュオンは核融合後に生成されたヘリウムよりはフッ化水素のフッ素に引き寄せられやすい可能性があり、その観点でフッ化水素（液体・気体の流体のフッ化水素でもよい）にミュオンを投入し核融合を促すことも本願発明では実施できる。

< 有効核電荷の視点 >

有効核電荷について、1 S 軌道の感じる有効核電荷・電荷は、[ヘリウム H e : 1 . 6 8 8 、水素 H : 1 . 0 0 0 、リチウム L i : 2 . 6 9 1 、ベリリウム B e : 3 . 6 8 5 、ホウ素 B : 4 . 6 8 0 、炭素 C : 5 . 6 7 3 、窒素 N : 6 . 6 6 5 、酸素 : 7 . 6 5 8 、フッ素 F : 8 . 6 5 0 、ネオン N e : 9 . 6 4 2 、ナトリウム N a : 1 0 . 6 2 6 、カリウム K : 1 8 . 4 9 0 、ルビジウム R b : 3 6 . 2 0 8 、セシウム C s : R b 以上の大きさ] である。

10

20

30

40

50

有効核電荷の点ではホウ素や窒素（と水素）を含む系にミュオンを投じてヘリウムを生成する核融合反応が起きる場合は、核融合燃料のホウ素や窒素の有効核電荷が核融合生成物のヘリウムの有効核電荷よりも大きい特徴を持ち、ミュオンはヘリウムよりは有効核電荷の大きいホウ素や窒素に引き寄せられると期待できるので、本願核融合システムで用いてよい。

核融合反応系について、本願発明では核融合燃料の原子核の有効核電荷が核融合後生成物の原子核の有効核電荷より大きい核融合反応系を用いてよい。（核融合により生成する原子核の有効核電荷よりも大きい有効核電荷を持つ核融合に用いる原料原子を有する核融合反応系を用いてよい。）

<鎖状や高分子構造をもつ分子でのミュオン核融合の視点>

<鎖状や高分子の水素化ホウ素>

ホウ素原子は水素化物として鎖状・高分子の構造をとるかもしれない。また水素とベリリウムとホウ素の化合物があることは上記で述べており用いてよい。ボラン・水素化ホウ素は本願発明においてミュオン核融合燃料に用いてよい。（ボラン・水素化ホウ素の例：B H 3、B 2 H 6、B 2 H 2、B 2 H 4、B 4 H 1 0、B 5 H 9、B 5 H 1 1、B 6 H 1 0、B 6 H 1 2、B 1 0 H 1 4、B 1 8 H 2 2）

ミュオン触媒核融合において、触媒反応を持続させ、一つあたりのミュオンに対してのホウ素と水素のミュオン触媒核融合回数を大きくする必要があると考えられ、一つの分子内で多くの核融合回数を稼げたほうが有利と考えるので、本願発明では好ましくはホウ素の連結数の長い鎖状・高分子の水素化ホウ素をミュオン触媒核融合に用いることができる。

*ホウ素には水素化ホウ素のアニオン（例：ドデカボーレート d o d e c a b o r a t e、化学式 [B 1 2 H 1 2] 2 - ）が存在する。他方当該ドデカボーレートのアニオンの対になるカチオンはリチウムやナトリウムやセシウムなどであろうが、有効核電荷の観点では、ホウ素の有効核電荷より大きなセシウムやナトリウムカチオンを用いてしまうとホウ素ではなくナトリウムにトラップされてミュオン核融合が停止してしまう恐れがあるので、水素化ホウ素アニオンに例えばリチウムカチオンを結合させて良い。

当該物質の製造について、以下の 2 L i B 3 H 8 や L i 2 [B 1 2 H 1 2] の反応式を想定する。

$5 \text{ Na B H } 4 + \text{ B F } 3 \rightarrow 2 \text{ Na B } 3 \text{ H } 8 + 3 \text{ Na F } + 2 \text{ H } 2$ 、 $2 \text{ Na B } 3 \text{ H } 8 \rightarrow \text{ N A } 2 [\text{ B } 1 2 \text{ H } 1 2]$ （Naを用いた既存の製造例）

$5 \text{ L i B H } 4 + \text{ B F } 3 \rightarrow 2 \text{ L i B } 3 \text{ H } 8 + 3 \text{ L i F } + 2 \text{ H } 2$ 、 $2 \text{ L i B } 3 \text{ H } 8 \rightarrow \text{ L i } 2 [\text{ B } 1 2 \text{ H } 1 2]$ （Liを用いる例。実証・検討が必要）

また水素化ホウ素リチウム L i B H 4 を本願発明のミュオン核融合燃料に用いてよい。

<鎖状や高分子の水素化窒素・アザン>

窒素原子は水素化物として鎖状・高分子の構造をとるかもしれない。本願発明ではアザンをミュオン核融合の燃料物質に用いてよい。（アザンの例：N H 3、N 2 H 4、N 3 H 5、N 4 H 6、N 5 H 7、N 6 H 8、N 7 H 9、N 8 H 1 0、N 9 H 1 1、N 1 0 H 1 2、及びそれ以上の窒素数のアザン）

*水素分子 H 2（H 2の融点は摂氏マイナス 2 5 9 度、沸点は摂氏マイナス 2 5 2 . 7 度）と窒素分子 N 2（N 2の融点は摂氏マイナス 2 0 9 度、沸点は摂氏マイナス 1 9 5 度）では摂氏 2 0 9 以下では窒素分子は固体であって水素分子は気体となり N 2 と H 2 が混合しにくい恐れがある。（窒素分子と水素分子を共に液体の状態で互いを近接させて核融合促す構成をとりにくいかもしれない。）他方本願では水素と窒素の化合物を用いることができ、化合物分子内で窒素原子と水素原子が結合・混合されているので、窒素原子と水素原子とミュオンを用いた核融合反応を化合物・アザン分子内で起こすことが可能になる利点がある。

ホウ素の場合もホウ素単体の融点は摂氏 2 0 7 6 度であるため、摂氏 2 0 7 6 度では気体である水素分子とは混合させて共存させられない。そこで本願では水素とホウ素が化学結合した水素化ホウ素としてそこへミュオンを投入することで水素とホウ素を分子内で近接させ核融合反応を起こさせる意図がある。

10

20

30

40

50

<炭化水素のミュオン核融合の視点>

12Cと1HからなるメタンCH₄にミュオンを照射すると炭素12に結合している水素が核融合して窒素13となり、次いで水素が融合して酸素14となり次いで水素が核融合してフッ素15となりフッ素15は短い寿命(1.1zsec、10の21乗秒、zepto秒)の後に陽子を一つ放出(陽子放出)して酸素14へ崩壊しうる。*酸素14は再度水素と核融合可能であれば、酸素14とフッ素15まで前記のように核融合し、フッ素15は前記のように陽子を放出しての酸素14に戻るサイクル反応を起こせる可能性があるので、炭素12と水素を用いる核融合燃料を本願ミュオン核融合システムに用いてもよい。

13Cと1Hからなるメタンにミュオンを照射すると炭素13に水素が核融合して窒素14となり、次いで水素が融合して酸素15となり次いで水素が核融合してフッ素16となる。フッ素16は短い寿命(21zsec、10の21乗秒)にて陽子を放出して酸素15となるので再度水素原子と核融合して陽子放出・崩壊してを繰り返させることができる。

メタンは液化する事も可能であり、液化することでメタン分子が気体の場合よりは近接できるのでミュオン触媒反応をより起こしやすくする事が期待できる。例えば12Cと1Hからなる液化したメタンCH₄にミュオンを照射する核融合システムを検討してもよい。

(同位体の核種の表において、炭素12に水素を結合させて横方向・Zが1増える方向に元素の種類を変えていくと不安定な核種であるフッ素15に到達し、フッ素15から酸素14へ崩壊しては水素と核融合してを繰り返す系になると想定し、その系をミュオン核融合に用いてよい。)

*水素分子にミュオンを照射すると安定で寿命の長く有効核電荷が燃料の水素よりも大きなヘリウム・アルファ線が生成し、ヘリウムにミュオンがトラップされることによりミュオン触媒核融合反応が停止する。

他方、本願では例えば水素とホウ素や窒素の燃料からヘリウムを核融合にて生成させるときに、有効核電荷はホウ素や窒素の燃料のほうがヘリウムよりも大きくミュオンを燃料であるホウ素や窒素にトラップさせ触媒反応を持続させようとする意図がある。

そして水素と炭素12を燃料にミュオン核融合させる場合も炭素12に水素原子を2回核融合させ酸素14とし、酸素14と水素をミュオン核融合させてフッ素15を生成させ、フッ素15は崩壊して酸素14よりも有効核電荷が小さい水素を陽子として放出させることで、酸素14と水素原子とのミュオン触媒核融合反応を持続させようとする意図がある。

<炭素の利用>

炭素12にミュオンを照射して核融合反応・核破碎反応・核変換を促してもよい。

炭素12は3つのアルファ線・ヘリウム原子核(ベリリウム8とヘリウム)から生成されるが、ミュオン・素粒子を照射することでその逆である炭素12から3つのアルファ線への分解反応を起こさせることができうるなら前記反応を用いてよい。本願において炭素とミュオンを用いた核融合反応を用いて核融合システムもしくは原子炉システムを構成してよい。本願において鎖状や高分子の炭素化合物をミュオン核融合燃料に含んでいてもよい。炭素12からなるグラファイトなどである。

<ミュオンを炭素12に照射した際の視点>

○炭素12にミュオンを照射するとミュオンと炭素12中の陽子が弱い相互作用により中性子に代わり原子番号Zが一つ減ってホウ素12になりうる。

ホウ素12は2つの崩壊モードがあり主流(99.4%)の負のベータ崩壊では炭素12を生じて、(0.6%)の負のベータ崩壊でアルファ線1つとベリリウム8を生じ、ベリリウム8は短い半減期で2つのアルファ線を生じる。そのため炭素12にミュオンを照射すると正のベータ崩壊によりベリリウム8を経由して2つのアルファ線を生成しつつエネルギーを放出しうるので、本願では炭素12にミュオンを投入する核融合システム又は核変換システム・実験システムを実施・構成してよい。

○ベリリウム8はその原子核に2つのヘリウム粒子の構造があるかもしれず、(崩壊して

10

20

30

40

50

）ヘリウム粒子になることで安定化する。炭素 12 はその原子核に 3 つのヘリウム粒子の構造があるかもしれず、何らかのエネルギー・手段を加えて 3 つのヘリウム粒子とエネルギーを放出させることで安定化するために崩壊するかもしれない。（陽子とホウ素の核融合後にヘリウムを放出してヘリウムに崩壊しつつエネルギーを放出するのと同様に炭素が崩壊して結合エネルギーを出す）というイメージである。

*ヘリウム 3 から（ベリリウム 8 を経由し）炭素 12 を生成するにはホイル状態となる必要がある。ホイル状態とは炭素 12 原子核の励起エネルギー 7.65 MeV に存在する状態である。

*負ミューオンは原子核のクーロン場に捕捉されミュオニック原子を形成する。原子番号 Z 、質量数 A をもつ原子核 $N(Z, A)$ において負ミューオンが原子核に捕獲されると、原子核内の素過程としてミューオンが陽子と結びつき中性子とニュートリノ・電子ニュートリノ・ミューニュートリノが形成される。

*ミューオンの静止質量エネルギー 106 MeV の殆どはニュートリノが運動エネルギーとして持ち去って、原子核励起エネルギーとして $10 - 20 \text{ MeV}$ 程度が残され则认为られている。

*原子番号 Z の原子核のミュオニック原子核の捕獲反応では、 $Z - 1$ の原子核の複合核励起状態（ 20 から 10 MeV ）から複数個の中性子放出が起こり、 $Z - 1$ 原子核の同位体が生成する。

炭素 12 原子にミューオンが捕捉・捕獲された場合、ホウ素 12 となり、ホウ素 12 の原子核を 20 から 10 MeV 励起しうる。もしくは炭素原子を 20 から 10 MeV 励起しうる。

（ホウ素 12 は 20 ミリ秒で炭素 12 になるかベリリウム 8 を経て 2 つのアルファ線に崩壊する。）

ここでミューオンが炭素 12 に捕捉され炭素 12 がミューオンの静止質量エネルギーをもとに 10 MeV 以上励起された場合、炭素 12 のホイル状態への励起エネルギー 7.65 MeV を超えるエネルギーが炭素原子核に与えられる。そして励起した炭素 12 は、（その後 3 つのヘリウムに分解する方向に進むならば、）炭素原子核は結合していた時のエネルギーとガンマ線、そして 3 つのアルファ線・ヘリウム原子核を生成し出力するかもしれない。*ホウ素 11 と陽子を核融合させた場合、高エネルギー化した・励起した炭素 12 を経て 3 つのヘリウム 4 と 8.7 MeV のエネルギーを生じうる。本願において炭素 12 にミューオンを照射し炭素 12 をホイル状態へと励起したのち励起した炭素は 3 つのヘリウム 4 と 8.7 MeV （ $3.76 + 2 * 2.26 [\text{MeV}]$ ）のエネルギーを生じうる。

上記の想定から、本発明では、ミューオンを核融合燃料・核変換燃料である炭素原子核（炭素 12）に照射すると 3 つのアルファ線とエネルギー（ガンマ線）が生じうるミューオン核融合システム・ミューオン核変換システムを構成・実施してよい。

<炭素 13 の視点>

自然界の炭素には炭素 12 と炭素 13・炭素 14 が含まれる。炭素 13 にミューオンを照射するとミューオンと炭素 13 中の陽子が弱い相互作用により中性子に代わり原子番号 Z が一つ減ってホウ素 13 になりうる。ホウ素 13 は 2 つの崩壊モードがあり主流（ 99.7% ）の負のベータ崩壊では炭素 13 を生じて、（ 0.2% ）の正のベータ崩壊で炭素 12 を生じる。炭素 12 については前述の通り。

○炭素 13 に陽子を結合した炭化水素化合物にミューオンを照射し炭素 13 に陽子を核融合させ窒素 14 とガンマ線と 7.54 MeV のエネルギーを生じうるので本願核融合システム・核変換システムに用いてよい。*炭素同士の核融合工程において、起きにくいかもしれないが、2 個の炭素 12 をミューオン核融合させマグネシウム 24 とガンマ線とエネルギー 13.3 MeV を生じうる。そして 13.3 MeV は炭素 12 のホイル状態への励起エネルギー 7.65 MeV を超えるので、そのエネルギーを励起に用いられるなら、炭素 12 をホイル状態としミューオンが存在する状態とでき、そして励起した炭素 12 は、（その後 3 つのヘリウムに分解する方向に進むならば、）炭素原子核は結合していた時のエネルギーとガンマ線、そして 3 つのアルファ線・ヘリウム原子核を生成し出力するか

10

20

30

40

50

もしれない。

(しかし、この炭素同士の反応ではマグネシウム等の炭素よりZの大きい原子が生じてミュオンをトラップしそうに感じられる。ここでマグネシウム等の炭素よりもZの大きい原子が生じにくければ、ミュオン照射されてミュオニック炭素原子になり励起した炭素12は、(その後3つのヘリウムに分解する方向に進むならば、)炭素原子核は結合していた時のエネルギーとガンマ線、そして3つのアルファ線・ヘリウム原子核を生成し出力するかもしれない。炭素12からなる炭素同素体・黒鉛・グラフェン・ダイヤモンドと炭素12を窒素14に置換された六方晶窒化炭素と炭素を含まない窒化ホウ素BNそれぞれにミュオンを照射した場合、炭素12の有無や炭素12の近接有無に由来するに違いが起きるかもしれない。)

10

<近接した炭素原子と励起した炭素原子との視点>

ミュオンを照射された炭素12は励起した炭素原子 $^{12}\text{C}^*$ となり3つのアルファ線に崩壊した場合には、その励起エネルギー(又はミュオンと励起エネルギー)を次の・隣り合う炭素12原子に移していくことで励起した炭素12原子($^{12}\text{C}^*$)を次々・連続して励起・生成しては $^{12}\text{C}^*$ をヘリウム4へ崩壊させてを繰り返すことで、炭素12のヘリウムへの核変換によるエネルギーを取り出し続けられるかもしれない。

例えば、炭素12の炭素鎖を含み水素を含む炭化水素分子(アルカン・パラフィン、アルケン・オレフィン、ポリアセチレン)の高分子があって、その高分子にミュオンを照射した場合、炭素12とミュオンが結合し基底状態より励起したミュオニック炭素12原子が生じてその後、ホイール状態以上のエネルギーを持つことで3つのヘリウム4を生成することで核変換しエネルギーを生じうるので本願の核変換システム及びそれを応用したエネルギー生成システム・発電システムに用いてよい。

20

炭素12の炭素鎖を含む炭化水素分子高分子はミュオン照射を受け分子内の炭素12はミュオンと結合し励起された炭素 $^{12}\text{C}^*$ を生成しヘリウムに崩壊した時、当該高分子内の隣り合う炭素12原子にミュオンや炭素原子励起のためのエネルギーを移せるならば、(ミュオンを核変換のための触媒のように用いて)当該高分子内の隣り合う炭素12を次々とヘリウムに核変換する反応(分子内でのミュオン触媒核変換反応)を行わせることができる。○例えばボラン・メタン等気体分子の代わりに当該高分子を用いたとき、物理的距離の離れた他の(メタン等)気体分子・液体分子間でミュオンを移動させるよりも、当該高分子内で炭素原子が結合して近接しているためミュオン(又はミュオンと炭素原子の励起エネルギー)を次の原子に移動させる距離を減らせる構成となるメリットがあり、本願発明では一つの分子内で多くの核変換回数を稼げたほうが有利と考えるので、炭素12を含む、炭素鎖・水素を含む炭化水素分子の高分子にミュオンを照射して核変換を促してもよい。

30

仮に励起した炭素12($^{12}\text{C}^*$)が励起子のようなものであるとすれば、(光合成での励起子の分子間・分子内のエネルギー移動のように、共鳴エネルギー移動(フェルスター機構)又は電荷移動(デクスター機構)における励起子の励起エネルギー移動のように)近接した励起原子と基底原子間で共鳴・エネルギー交換により励起した状態を伝え移動(・量子力学的にトンネル)させるように、隣り合う炭素原子へ励起エネルギーと励起した炭素12の状態を伝えていき、炭素12をヘリウム4に核変換していくかもしれない。(例えばフェルスター機構ではドナーとアクセプターの原子間・分子間の距離6乗に反比例してフェルスター共鳴エネルギー移動効率・FRET効率が変わり、距離が小さいほどFRET効率は増加する。本願のミュオンを受けて励起したドナーの炭素12(の $^{12}\text{C}^*$)が他のアクセプターの炭素12に励起エネルギーを移動させるとすれば、その距離は小さいほど効率が良くなる期待がある。)本願の一つの実施形態として、前記距離を短くするため、炭素12同士を結合させ分子として炭素12間の距離を短くし、前記分子にミュオンを照射してもよい。

40

<炭素と水素を用いる構成>

例えば、(以下反応ができるかどうか不明であり、単純に核融合して原子核内の中性子と陽子の数が増えるという仮定であるが、)炭素13(^{13}C)に重水素D(^2H)を

50

結合させ、ミュオン核融合できた場合、窒素 15 ($^{15}\text{N}7$) を生じうる。窒素 15 もまた水素と反応し核融合させることが期待でき、本願発明の核融合システムに利用してよい。

炭素 12 ($^{12}\text{C}6$) に三重水素 T ($^3\text{H}1$) を結合させ、ミュオン核融合できた場合、窒素 15 ($^{15}\text{N}7$) を生じるので用いられてもよい。例えば化合物としてメタン・脂肪族飽和炭化水素 ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, n は炭素数) の炭素原子に炭素 13 を用いており、水素原子に重水素を用いているミュオン核融合燃料 (炭素 13 と重水素からなる脂肪族飽和炭化水素) [($^{13}\text{C}6$) n ($^2\text{H}1$) $2n+2$]、[($^{13}\text{C}6$) n ($^2\text{H}1 + ^1\text{H}1$) $2n+2$] を本願ミュオン核融合システムに用いてよい。

炭素 13 と重水素からなるメタン・脂肪族飽和炭化水素は分子内の n 個の炭素 13 とミュオン核融合して窒素 15 を生じて、その後窒素 15 が分子内に残る水素原子と核融合しうるから、本願ミュオン核融合システムに用いてよい。窒素 15 と陽子は核融合して炭素 12 とヘリウム 4 とエネルギーを生じうる。

炭素 14 と水素・陽子からなるメタン・脂肪族飽和炭化水素 [($^{14}\text{C}6$) n ($^1\text{H}1$) $2n+2$] は分子内の n 個の炭素 14 と水素がミュオン核融合して窒素 15 を生じて、その後窒素 15 が分子内に残る水素原子と核融合しうるから、本願ミュオン核融合システムに用いてよい。

< 請求の範囲の例 >

< 請求項 N C T 1 >

炭素 12 にミュオンを投入・照射しヘリウム 4 に変換する特徴を有する核変換システム。

< 請求項 N C T 2 >

請求項 N C T 1 に記載の核変換システムにて生じるエネルギーを用いた発電システム。

< 請求項 N C T 3 >

炭素原子にミュオンを投入する特徴を有する核変換システム。

< 請求項 N C T 4 >

ミュオンを用いた核変換システムであって、核変換するときに核変換の原料となる原子 A の原子番号 Z または ($1s$ 軌道の) 有効核電荷は、前記原子の核変換後に生成される原子 X の原子番号 Z または ($1s$ 軌道の) 有効核電荷よりも大きい特徴を有する核変換システム。

< 請求項 C M F 1 >

炭素原子にミュオンを投入する特徴を有する核融合システム。

< 請求項 C M F 2 >

炭素と水素の化合物または分子にミュオンを投入する特徴を有するミュオン核融合システム。

< 請求項 C M F 3 >

炭素と水素の化合物または分子にミュオンを投入し炭素原子核を他の原子核に変換する特徴を有するミュオン核変換システム。

< 請求項 A C M 1 > ミュオンを用いて原子 A と原子 B を核融合させ、原子 X を生じるミュオン核変換システム。 < 請求項 A C M 2 > ガリウム 68、銅 63、銀 107、金 197、白金 195 (など) を前記原子 A と原子 B とミュオンを用いて原子 X を生成したのちに原子 X から得る、または原子 X を崩壊させて得られた原子 Y から得る、特徴を有する請求項 A C M 1 に記載の核変換システム。 < 請求項 A C M 3 > 請求項 A C M 2 に記載の核変換システムを用いて製造された原子。

【 0077 】

< < < ミュオン標的、中間子生成装置に関する記載 > > >

< 課題 > ミュオン標的に炭素原子を用いた炭素素材・バルクの炭素からなる標的を用いると炭素原子が高エネルギーの陽子照射を経て高度に放射化される問題がある。またベリリウムやリチウムを前記標的に用いた場合も同様に問題があるかもしれない。ミュオン標的が放射化しにくくなる系を考案したい。またミュオン標的がロックアウト反応し標的内の原子核が変換されアルファ線等になって抜けていき空隙が増えてもろくなり利用できなく

10

20

30

40

50

なり標的の交換が必要であるが、標的の交換の負荷・工数を減らすシステムを考案したい。

< 解決手段 1 > < 発明を実施するための形態 > < 実施例 >

< ミュオン標的を構成する同位体の選別 >

ミュオンを生成するために標的となる原子番号 Z の原子核に陽子（又はアルファ線やヘリウム等の原子核・粒子）を入射・衝突させる。この際に、原子核は衝撃を与えられて原子核から構成要素である陽子や中性子が飛び出てくるはずである。その後は何らかの放射性のある同位体になることで標的もしくは標的となる原子核を含む部分は（高度に）放射化されうる。（ミュオン生成時のミュオン標的の放射化、ロックアウト反応）

例えばミュオン標的に炭素を用いた場合、単一の同位体を選別するプロセスを経ていない場合は、標的は炭素 12 と炭素 13 と炭素 14 を含むうる。炭素 12（自然界存在比およそ 98.9%）に加速された陽子を打ち込むことでロックアウトされ、（原子核のロックアウト反応によりアルファ粒子が叩き出されて、）ベリリウム 8 とアルファ線が生じうる。ベリリウム 8 は 8.19×10 のマイナス 17 乗秒の半減期で 2 つのアルファ線に崩壊しうる。また炭素 13（自然価存在比 1.1%）は同様に陽子を打ち込むことで核が破碎され、ベリリウム 9 とアルファ線が生じうる。ベリリウム 9 はミュオン標的上に生成された場合、引き続き標的に照射された陽子と衝突しロックアウト反応がおきうる。さらに炭素 14 が含まれている場合、陽子を打ち込むことで核が破碎され、ベリリウム 10 とアルファ線が生じうる。ベリリウム 10 は半減期 100 万年以上の同位体である。

炭素 14 を含むミュオン標的に陽子を衝突させ、ミュオンを生成させつつ、炭素 14 原子核が陽子によりロックアウトされ 1 つのヘリウム原子核・アルファ線とベリリウム 10 が生成するとした場合、ミュオン標的は長期にわたり放射化されうると想定される。もし前記想定が実際にミュオン標的にて起きるのならば、炭素を用いるミュオン標的において、ベリリウム 10 のような放射性の同位体が生じないように、ミュオン標的を構成する同位体の比率や原子核の種類を人工的に制御する必要がある。例えば前記想定が実際に起きるならば炭素を用いたミュオン標的について、炭素 12 のみ（あるいはロックアウト後に放射性同位体の生じない炭素同位体のみ）とすることで、炭素を用いたミュオン標的の放射化の度合いを低減できるかもしれない。

炭素 12 のみからなるミュオン標的は炭素 12 と炭素 13 と炭素 14 を含むミュオン標的と比べ放射化される度合いに違いが出るかもしれないので、ミュオン標的の同位体を単一の種類になるよう同位体を選別する事が必要かもしれない。＊例えば炭素を用いたミュオン標的は炭素 12 のみから構成されるグラフィイトや炭素同素体による標的でもよい。炭素を用いたミュオン標的は炭素 14 を含まないミュオン標的であってもよい。＊また標的は陽子が照射される部分が可動であってもよく、陽子線が照射される部分が図 10 の円軌道に沿って回転可能な薄い円板の標的部のように、可動な標的であってもよい。（本願の上記考案によれば、炭素を用いたミュオン標的について、半減期が 100 万年を超えるベリリウム 10 を陽子衝突による核破碎反応により生じさせないようにするためには、炭素 14 を分離し炭素 12 のみからなるミュオン標的を用いる事が有用であると推測され、本発明では炭素 12 のみを用いるミュオン標的を用いることができる。）

< ミュオン標的上での核変換 >

ロックアウト反応の他に、核融合を起こしうる高エネルギーの陽子（或いはアルファ線、その他原子核のビームライン）を標的部の原子核と衝突させた時に衝突による核融合反応が起きた場合、核融合により新たな核種・同位体がミュオン標的部に生成されうる。

例えば炭素 13 よりロックアウト反応によりベリリウム 9 が生じて、その後ベリリウム 9（断面積大きい）が照射された陽子と衝突し核融合しアルファ線とリチウム 6 を生じたり重水素とアルファ線を生じえる。リチウム 6 はさらに次に到達する陽子により同核融合しうる。

例えば炭素 12 が照射された陽子と衝突し核融合し、窒素 13 生じたり重水素とアルファ線を生じえる。リチウム 6 はさらに次に到達する陽子により同核融合しうる。

炭素やベリリウム・ホウ素・リチウム等を含むバルクな塊上の固体の標的を用いるとノッ

10

20

30

40

50

クアウト反応により核破砕が起きアルファ線を放出しながら固体部分が抜け落ちてもらう虞がある。

< 解決手段 2 > < 発明を実施するための形態 > < 実施例 >

炭素標的などの場合、その固体部分が陽子の衝突により叩き出されて抜け落ちうる。そこで炭素ではなく、より原子番号 Z が小さい原子（本願の一つの形態では水素原子・陽子。他の形態ではヘリウム原子・アルファ線）をミュオン標的に用いる系を考案する。

< 陽子・陽子ビーム・水素原子やヘリウム原子をミュオン標的の原子核に用いる系 >

上記固体標的の有するロックアウト反応により固体部分が抜け落ちる（そしてもろくなり・機械強度が下がり、標的の交換が必要である）課題を解決することと、標的が放射化する問題を解決するため、陽子と炭素原子ではなく陽子と水素原子（陽子）若しくはヘリウム原子を衝突点 2 C L P にて衝突させる系を図 1 4 等に記載する。

10

陽子・ヘリウムのような原子番号 Z が小さく軽い原子同士の為、核破砕反応しない期待を持つ粒子の衝突系であって、衝突による核融合をしても陽子同士がヘリウム原子核になる系で（ヘリウム同士の場合はベリリウム 8 に核融合して短い半減期で崩壊しヘリウムに戻る系で、）炭素を用いたミュオン標的のように標的上でロックアウト反応や衝突による核融合を経て元の原子核（炭素 1 2）から別の原子核を生じない系であって、なおかつターゲット部がロックアウト反応により叩き出されて空隙を生じて機械的・物理的にもろくなって壊れる事のない期待をする標的 M U - P - H E - O R B I T - T G T を図 1 4 に記載する。ヘリウム標的・陽子標的へ、加速されたヘリウム・陽子が衝突した後に生成した・残っているヘリウム原子核は加速器を通じて再利用・回収可能（固定磁場強集束 F F A G 方式・M E R I T リング方式の場合、エネルギーを回復・再加速可能）である標的 M U - P - H E - O R B I T - T G T を有するミュオン生成システム 2 M U を図 1 4 に記載する。）

20

図 1 4 では第 1 の加速器 2 M U - A C C - R I N G にて陽子線を加速・循環させており、第 2 の加速器 2 H E - A C C - R I N G にて（イオン化された）水素又はヘリウムを粒子加速器でもよい部分内で加速・循環・ループさせ、2 M U - A C C - R I N G と 2 H E - A C C - R I N G の粒子軌道の交差点 2 C L P にて交差させ衝突させ、ミュオンを生成させようとしている。

（図 1 4 では第 1 の加速器（2 M U - F F A G、2 M U - A C C - R I N G、2 M U - M E R I T - R I N G、図 1 5 の 2 H E - F F A G - 1 S T）に陽子（・ヘリウム・粒子）を投入し円軌道・螺旋軌道を描かせながら外周側に陽子（・ヘリウム・粒子）が加速されながら循環しており、第 2 の加速器（2 H E - A C C - R I N G、2 H E - F F A G、図 1 5 の 2 H E - F F A G - 2 N D）には標的部 M U - P - H E - O R B I T - T G T として陽子又はヘリウムイオンを投入し加速循環させており、円軌道・ループした軌道を描きながら第 2 の加速器内を循環している。そして第 1 の加速器と第 2 の加速器の軌道が交差させる部分 2 C L P にて 2 M U - A C C - R I N G の陽子と 2 H E - A C C - R I N G の陽子・ヘリウムとを衝突させ中間子（パイオン、K 中間子）を生成させ、その後パイオンからミュオンを生成させようとしている。）

30

図 1 4 の系では水素原子又はヘリウム原子にミュオンを生成可能なレベルに加速された陽子線（or ヘリウム・粒子）を衝突させる。図 1 4 では陽子と陽子の衝突により核融合が起きるか、若しくは水素とヘリウム原子核の衝突による核融合が起きて、水素同士では核破砕反応による新たな核破砕由来原子核が生成しなくても済み、また水素とヘリウムではヘリウム原子核は魔法数 2 の安定な原子核であり核破砕されにくい期待があり、新たな核破砕由来原子核生成しなくても済むかもしれない。

40

（水素やヘリウムをミュオン標的に用いる場合、炭素をミュオン標的に用いる場合のように核破砕反応後・陽子による核融合後に生成したベリリウム 1 0 のような半減期の長い放射性同位体が生じにくくなり、その結果放射化しにくくなることを水素やヘリウムをミュオン標的に対して期待している。また固体の標的ではなく加速器で加速された陽子・ヘリウムのビームであるためロックアウト反応により叩き出された標的がもろくなる事が起きない可能性がある。）

50

図 15 ではターゲットになるリング 2 H E - F F A G - 2 N D にイオン除去部（イオン取り出し部。イオン取入れ部兼ねてもよい）2 E X T E J を備えさせている。イオン除去部 2 E X T E J は加速器内で意図しない重元素のイオンが生じている場合に除去する部分である。例えば水素とヘリウムが存在するべき加速器の軌道に炭素等の原子番号 Z の大きな原子が生成された場合にそれを原子番号 Z ・電荷 Z C や質量の大きさ M S により分離可能・除去可能な装置 2 E X T E J を備えさせて良い。例えば 2 H E - F F A G - 2 N D の軌道に沿って移動するイオンに電場や磁場をかけて質量や正電荷 Z の大きさによってイオンを分離してよい。（2 E X T E J はイオン化して電場磁場により質量を分離・分析する質量分析装置の質量分離機能部を持っていたよい。）装置 2 E X T E J により加速器内の粒子の交換や不純物管理を行い、固体ディスクミュオン標的に必要な交換工程を減らしたい意図があり、本願の中間子生成装置を連続稼働させたい意図がある）

10

<ヘリウム・ヘリウムビーム・ヘリウム 4 をミュオン標的の原子核に用いる系（核破碎反応しにくいと期待する安定なヘリウム原子核をターゲットに用いる例）>

ヘリウム 4（アルファ線粒子）は魔法数 2 の安定同位体である。図 14・図 15 では第 1 の加速器 2 M U - A C C - R I N G ・ 2 H E - F F A G - 1 S T にて陽子線・粒子線を加速循環させており、第 2 の加速器 2 H E - A C C - R I N G ・ 2 H E - F F A G - 2 N D にて水素又はヘリウム・粒子線を粒子加速器でもよい部分内で加速させ、2 M U - A C C - R I N G と 2 H E - A C C - R I N G（2 H E - F F A G - 1 S T と 2 H E - F F A G - 2 N D）の粒子軌道の交差点 2 C L P にて衝突させ、中間子・ミュオン（素粒子・粒子）を生成させようとしているが、この際に 2 M U - A C C - R I N G は陽子の他にヘリウムを用いてもよく、ヘリウム 4 を 2 M U - A C C - R I N G と 2 H E - A C C - R I N G 内で循環させ交差点部 2 C L P にて交差・衝突させミュオンを生成させることを試みてもよい。（前記交差する際の角度は本願では指定しないが、例えば直角・直交して衝突させる事も想定される）

20

ヘリウム 4 を 2 つ衝突させると不安定なベリリウム 8 が生成されうるが、その後、短い半減期（10 のマイナス 17 乗秒）を経過したのち、2 つのヘリウム 4（アルファ線）となりえて、2 つのヘリウム 4 が衝突による核融合を起こしたとしても（ベリリウム 8 は）短い時間（10 のマイナス 17 乗秒）で再度アルファ線に戻ろうとするため新たな核種が生じにくい期待がある。

ヘリウム 4 そのものが安定な粒子であり、それら同士を 1 対 1 で衝突させても核破碎破碎や核融合により新たな核種が生じにくいのではないかという視点から、本願の 1 つの形態ではヘリウム原子核、ヘリウム 4 同士を（粒子加速器をもちいて）加速させ衝突させメソン・中間子・パイ中間子・K 中間子を生成しその後ミュオン等の粒子を生成させてよく、そのミュオンをミュオン核融合や放射性核種の核変換（長寿命の放射性同位体の核変換）に用いてよい。

30

○本願の一つの実施形態によれば第 1 の M E R I T 方式でもよい加速器 2 M U - A C C - R I N G にヘリウム 4 を加速・循環させており、第 2 の M E R I T 方式でもよい加速器 2 H E - A C C - R I N G にヘリウム 4 を加速・循環させており、2 M U - A C C - R I N G と 2 H E - A C C - R I N G の粒子軌道の交差点 2 C L P にて衝突させ、中間子・ミュオンを生成させてもよい。（2 つの粒子の軌道は交差してもよい。一つの実施形態では 2 つの粒子軌道は直交してもよい。）この場合ヘリウム 4 とヘリウム 4 が衝突型の核融合を起こす場合であっても生成する原子は半減期・寿命の短いベリリウム 8 であり、ベリリウム 8 は崩壊して再度 2 つのヘリウム 4 となると考えると、新たな元素（放射性を持つ元素）が生じにくい可能性があり、本願ではヘリウム 4 を用い、ヘリウム 4 同士を衝突させベリリウム 8 となるような粒子衝突系を用いる中間子・素粒子の生成装置を提案する。* 中間子を含む素粒子の生成に本願の 2 C L P と 2 H E - F F A G - 1 S T と 2 H E - F F A G - 2 N D と陽子・ヘリウムを含む粒子衝突型の装置を用いてよい。（中間子のほか、ターゲットに粒子を衝突させ何らかの素粒子を生成する実験系に本願衝突系を含む装置を用いてよい。）

40

* 図 14 や図 15 の構成ではヘリウム同士を加速器内でイオン化させて衝突させる構成の

50

ため固体物質のターゲットの場合でみられるターゲットの機械的高度の低下・寸法変化などの問題（固体ディスク標的の場合に見られた標的の交換問題）は生じにくい効果も期待する。＊ミュオン核融合において核融合後にヘリウムを生成する場合は当該ヘリウムをミュオン標的原子に用いてよい。

<<リチウムの同位体を制御したターゲット部>>

リチウム7と陽子の核融合により生成するベリリウム8の半減期寿命の短さに着目した場合、リチウム7と陽子を衝突させる系も候補となりうるかもしれない。例えばリチウム7と陽子を衝突させベリリウム8を衝突型の核融合により生成したとき、ベリリウム8は半減期が短く（10のマイナス17乗秒）、2つのアルファ線・ヘリウム4を生成することはコッククロフト・ウォルトンらによって行われており公知である。この反応に注目し、天然のリチウム（リチウム7を92.5%、リチウム6は7.5%である）のうちリチウム7の存在比を増したターゲット部、（もしくはリチウム6を取り除いて／リチウム7を取り出して）リチウム7のみからなるターゲット部をミュオン・中間子生成装置に用いてもよい。（例えば図10のように可動可能なディスク型MU-DISK-TGTでもよいリチウム7のみからなるミュオン標的を用いてもよい。図14図15の加速器2HE-FFAG-1STと2HE-FFAG-2NDのイオンを陽子とリチウム7イオンとし両者を2CLPにて衝突させてもよい）

10

＊リチウム6のみをミュオン標的に用いリチウム6に陽子を照射し衝突により核融合した場合、半減期が53日と長いベリリウム7が生じうる。ベリリウム7は次の陽子の衝突が可能な時間内に標的部に残るため、陽子とベリリウム7は衝突しうる。ベリリウム7を含む標的部が再度陽子の照射を受けた場合、ホウ素8が生じたり、炭素9等へ（寿命の長い生成物が徐々に陽子と核融合を進めて）重元素側の放射性の生成物を生成し標的に蓄積しうるかもしれない。他方リチウム7のみを含む標的の場合は陽子と核融合しベリリウム8を生じてその後短時間（10のマイナス17乗秒）でアルファ線になることで、（リチウム7ミュオン標的からヘリウムの形で揮発・離脱して除去されて残らなければ）上記の寿命の長いベリリウム7等の生成物が生じにくいかもしれない。

20

<<衝突による核融合で生成した原子核の寿命が短い（例：10のマイナス17乗秒）ミュオン標的原子の利用>>

○本願の一つの実施形態では、原子番号Zが4のベリリウム8（ $8\text{Be}4$ ）を生み出すパターンとしてヘリウム4を2つ衝突させる場合（ $4\text{He}2 + 4\text{He}2 \rightarrow 8\text{Be}4$ ）とリチウム7（ $7\text{Li}3$ ）に陽子（ $1\text{H}1$ ）を衝突させる場合（ $7\text{Li}3 + 1\text{H}1 \rightarrow 8\text{Be}4$ ）が考えられ、本願ではベリリウム8の寿命に着目した場合その2つのパターンを用いて2つの粒子同士を衝突させ、ミュオン生成や核融合に用いてよい。

30

○本願の一つの実施形態では、陽子とヘリウムを衝突させる系を用いてもよい。陽子とヘリウム4を衝突し仮に単純に核融合したとするとリチウム5が生成するがその半減期は短く、崩壊後はヘリウム4と陽子を生成するので再度それをリサイクルして中間子・ミュオン生成装置の衝突に用いることができる。

陽子とヘリウム3を用いた場合もリチウム4が生じるがその半減期は短く、崩壊後はヘリウム3と陽子を生成するので再度それをリサイクルして中間子・ミュオン生成装置の衝突に用いることができる。

40

<請求の範囲の例><請求項PHE1>

第1の加速器2MU-ACC-RINGにて陽子線を加速循環させており、第2の加速器2HE-ACC-RINGにて水素又はヘリウムを粒子加速器でもよい部分内で加速させ、2MU-ACC-RINGと2HE-ACC-RINGの粒子軌道の交差点2CLPにて衝突させ、中間子・ミュオンを生成させる特徴を有する粒子生成システム。

<請求項PHE2>

陽子と陽子又は陽子とヘリウム又はヘリウムとヘリウムを衝突させてミュオンを生成し、前記ミュオンを用いてミュオン核融合させる特徴を有する、請求項PHE1に記載の中間子の粒子生成システムを用いたミュオン核融合システム。

<請求項PHE3>

50

リチウム7からなるミュオン標的若しくは粒子の衝突標的を用いた、中間子・ミュオンを生成させる特徴を有する粒子生成システム。

【実施例7】

【0078】

本願の実施例・実施形態の想定図として図14から図17に説明図を記載する。

<図の説明>

<図14>

第1の加速器2MU-ACC-RINGにて陽子線・ヘリウムを加速循環させており、第2の加速器2HE-ACC-RINGにて水素又はヘリウムを粒子加速器でもよい部分内で加速させ、2MU-ACC-RINGと2HE-ACC-RINGの粒子軌道の交差点2CLPにて衝突させ、中間子・ミュオンを生成させる特徴を有する粒子生成システムの説明図。陽子と陽子又は陽子とヘリウム又はヘリウムとヘリウムを衝突させてもよい。(第1の加速器2MU-ACC-RINGにて陽子線を加速循環させており、第2の加速器2HE-ACC-RINGにて水素又はヘリウムを粒子加速器でもよい部分内で加速させ、2MU-ACC-RINGと2HE-ACC-RINGの粒子軌道の交差点2CLPにて衝突させ、中間子・ミュオンを生成させる特徴を有する粒子生成システムの説明図。陽子と陽子又は陽子とヘリウム又はヘリウムとヘリウムを衝突させてもよい。)

10

<図15>

本願実施形態の一つとして、ヘリウム・陽子をターゲット部とする中間子生成のための衝突実験系の説明図。(B)にループした2つの経路2HE-FFAG-1STと2HE-FFAG-2NDを備えた中間子生成のための衝突実験系。

20

*2つの経路2HE-FFAG-1STと2HE-FFAG-2NDはFFAG若しくはMERIT方式の加速器や加速器内の粒子の軌道でもよい。MERIT方式の場合、2つの加速器の経路内をヘリウム・水素の原子が衝突したのちエネルギー低下した場合であっても再度加速器内でエネルギー再生し・再加速し、再度の中間子生成(若しくは何らかの粒子、素粒子、原子核)の生成を行わせたい意図がある。

<図16>

本願実施形態の一つとして、ミュオン核融合や核種の変換に用いる例(A)と、元素の変換・核変換後の製品原子核製造に用いる例(B)の説明図。

<図17>

本願実施形態の一つとして、宇宙ミュオンSM1や高速ミュオンを減速しターゲット部原子に照射投入結合する工程を含む例。

30

(A)天球・上空をカバーするドーム状の減速器アレイ・減速器2MUDECEで高速宇宙ミュオンを減速し、捕獲部2CAPにて捕獲し、減速したミュオンをT1へ照射し核変換を試みる例。(B)直接原料原子・分子の標的T1にレーザーを照射し宇宙ミュオンの減速用の強度を持つ電場2LASER-EF・レーザー航跡場を形成し、前記電場を用いて宇宙ミュオンを減速させ、減速したミュオンを原料原子と結合させミュオン核融合・ミュオン核変換を試みる例。

【0079】

<符号の説明>

40

<図13>

(A)可動なミュオン標的の例(負ミュオン減速部含む)

MU-MOVABLE-TGT:可動なミュオン標的

2MUCAP:ミュオンを捕獲し移動させるデバイス。ミュオンの加速部、ソレノイドなど。

MUDECE-ELEMENT:速度を持つ負ミュオンを減速する向きに配置した減速部・減速素子(レーザー航跡場応用加速器を用いた減速部でもよい。)

MUDECE(MDC):MUDECE-ELEMENTを含む減速器。ミュオンの減速器(レーザー航跡場を用いる加速器でもよい加速器2ACや加速器A1を減速用に用いてもよい)

50

< 図 1 4 >

2 MU : ミュオン生成装置

2 MESON : 中間子生成装置

2 PARTICLE - COLLIDER : 粒子衝突装置、粒子衝突による中間子・素粒子生成装置

2 MU - ACC - RING : 陽子・水素（又はヘリウム）をイオン・ビームとして加速・循環・移動する加速器。第 1 の加速器。

2 MU - FFAG : FFAG 式の 2 MU - ACC - RING。

2 MU - MERIT - RING : MERIT リング式の 2 MU - ACC - RING。

2 HE - ACC - RING : ヘリウム（又は陽子・水素）をイオン・ビームとして加速・循環・移動する加速器。及び加速器の軌道。第 2 の加速器。

2 HE - FFAG : FFAG 式の 2 HE - ACC - RING。

2 MU - FFAG - CS、2 MU - ACC - RING - CS、2 MU - MERIT - RING - CS : 第 1 の加速器の断面部

MU - MOVABLE - TGT : 可動標的。ミュオン標的の原子は可動。

MU - P - HE - ORBIT - TGT : 可動である、水素やヘリウム（のイオン・ビーム・加速器中の軌道）からなるミュオン標的。加速器を加速・循環・移動するヘリウムや水素である中間子や素粒子ミュオンを生成させるための標的。

2 CLP : 加速された粒子イオン・ビームの軌道の交差点・衝突点、又は交差部分・衝突部分。

ヘリウムと水素、ヘリウムとヘリウム、水素と水素の衝突する部分（2 CCP）。衝突により中間子・素粒子が生成されうる箇所。* 第 1 の加速器 2 MU - ACC - RING・2 HE - FFAG - 1 ST にて陽子線・粒子線（ヘリウム）を加速循環させており、第 2 の加速器 2 HE - ACC - RING・2 HE - FFAG - 2 ND にて水素又はヘリウム・粒子線を粒子加速器でもよい部分内で加速させ、2 MU - ACC - RING と 2 HE - ACC - RING（2 HE - FFAG - 1 ST と 2 HE - FFAG - 2 ND）の粒子軌道の交差点 2 CLP にて衝突させ、中間子・ミュオン（・素粒子・粒子）を生成させようとする時の前記交差・衝突させる部分。

< 図 1 5 >

2 AC : 加速空洞、加速手段。

* レーザー航跡場の加速空洞を用いてもよく、レーザーはレーザーデバイスや粒子加速器・アルファ線を用いたシンクロトロン放射光（放射光）の光子・レーザーを用いてもよい。

2 MGF : 磁石、イオン・ビーム・荷電粒子の偏向手段・収束手段。偏向電磁石等の偏向磁石、ビームを飛び散らぬよう絞り収束する四重極電磁石などの収束磁石。

2 ISRC : イオン源 He (or、H / p)。イオン入射部。イオン化する装置やイオンを加速して入射する装置を含んでよい。

2 EXTEJ : イオン除去部。イオン取入れ部、イオン取り出し部であってもよい。

EX - ION : 2 HE - FFAG - 2 ND（加速器の軌道）を移動・循環するイオンのうち、2 EXTEJ で取り除くイオン。質量分析で用いるイオンの質量の違いによる分離方法を用いてよい。イオンを電荷・磁場によりイオンの電荷に対して質量の違いがあることを利用して異なる質量のイオンを分離してよい。

2 HE - FFAG - 1 ST : 第 1 の加速器。FFAG 型のヘリウムを加速循環する円形加速器等。

2 HE - FFAG - 2 ND : 第 2 の加速器。FFAG 型のヘリウムを加速循環する円形加速器等。

2 CLP : 2 つの He・粒子・ビームが衝突する部分

< 図 1 6 >

2 MU、2 MESON - GENERATOR、2 PARTICLE - COLLIDER : ミュオン生成手段、中間子生成手段、粒子衝突手段。

MUON - CAPTURE - TRANSPORT - SOLENOID : パイオンやK中間子等の中間子よりミュオンを捕捉し輸送する手段。パイオンを磁場により捕捉し、パイオンを移動させ、パイオンがミュオンに変化しつつミュオンを輸送するソレノイド。

MUDECE : ミュオンを減速する手段。負ミュオン減速器。低速ミュオン生成部。MUDECEをMUON - CAPTURE - TRANSPORT - SOLENOID部分に備えさせてもよい。パルス電源と減速セルを組み合わせた負ミュオンの減速器は検討されており公知でありそれを用いてもよい。より低速に減速できる負ミュオン減速器を用いると好ましい。加速器・中間子生成部を用いて生成した負ミュオンのエネルギーは約300 keV (= 8 MeV / c) 以上で例えばそれを30 keV以下に減速できると好ましい。レーザ航跡場とそれを用いた加速空洞・加速部を逆向き・減速する向きに配置可能ならば配置して負ミュオンの減速に用いてもよい。

10

1F - SYS : ミュオンを用いた核融合システム

1EXP - SYS : ミュオンを用いた実験システム、核変換システム (LLFP・MAの核変換システム)

FP : 核融合部、ミュオン核融合部、核融合部炉心の一部。

NCTP : 核変換部、ミュオン核変換部、核変換炉心の一部。

Muonic - Atom - Generator : 原子核A (or、B) に負ミュオンを結合させミュオニック原子A (or、B) を生成する部分。

MA1 : ミュオニック原子A (or、B)。(ターゲットに照射される原子A / B)

FUSIONED - T1 - AB - X : 原子X。原子核AとBがミュオンによる核融合・核変換して生成された原子X。

20

T1 - AB : 原子核AとBの結合した化合物・混合物からなるミュオンのターゲットT1部。

原子Aと原子BはZの異なるものでもいい。Zの同じものでもいい。例えば原子Aと原子Bが同一の炭素12であってもよい。T1 - ABは原子核AとBの結合した化合物・混合物。T1 - ABは原子Bに原子Aを衝突させ原子Aと原子Bの混合物・もしくはAとBを近傍に配置したのもでもいい。

FUSIONED - T1 - MA1B - X : 原子X。ミュオニック原子Aと原子Bをミュオンによる核融合・核変換させて生じた原子X。原子Xから原子Yを放射性崩壊工程を経て生じさせても良い。

30

T1 - B : 原子核B (or A) のターゲット。T1 - Bはミュオン・ミュオニック原子照射部は移動可能なT1・T1 - B。(T1 - Bは移動可能なT1のフィルム面や固体液体面でもよい。元素によっては気体やプラズマ・ビームでもよい) T1 - Bは原子X除去工程で表面を除去可能でもよい。

(図11の固体の可動なディスク型でもよいミュオン標的MU - DISK - TGTを砥石MU - DISK - GRINDING - DEVICEで研磨するように、ミュオン核変換で標的T1上で原子Aと原子Bから原子Xを製造したのちに原子Xを砥石や研磨・切削手段により除去・回収できてよい。)

T1 - IN : 原子供給工程・手段。原子AとBの供給部。

T1 - OUT : 原子除去工程・手段。原子Xの除去部。

40

< 図17 >

(A) 地上側に配置されたT1から見て、天球・上空側をカバーするドーム状の減速器アレイで高速宇宙ミュオンを減速しT1へ照射し核変換試みる例。

SM1 : 上空から飛来する宇宙ミュオン (宇宙線ミュオン、宇宙線ミュオン粒子)。高速宇宙ミュオンSM1。地球大気 (大気圏) に宇宙線が衝突し大気分子と宇宙船粒子の衝突により宇宙線パイオン・中間子が発生し、その中間子から宇宙線ミュオンが生じる。宇宙線パイオンは高度20 km程度で生じえて、高度5 km以下ではミュオンが降り注ぐ。(図17 (A) のシステムを有する航空機の輸送機器3は宇宙ミュオンを受け取る高度にある。宇宙ミュオンを航空機3は核変換に利用できる。他に地上付近・海上の輸送機器3も宇宙ミュオンを受け取る事はできる。)

50

宇宙線：宇宙空間を高エネルギーで飛び交っている粒子。

MDC - LASER：ミュオン減速器がレーザー航跡場を用いる加速器を減速器に用いる場合に前記加速器のレーザー光源・レーザー生成部。光源は既存のレーザーデバイスを用いてよい。光源は放射光を用いてもよい。

MDC：減速器。

2MUDECCE：減速器。ミュオンの減速器（加速器を減速用に用いてもよい）（レーザー航跡場を用いる加速器でもよい加速器2ACやA1を減速用に用いてもよい）

2MUDECCE - ARRAY：2MUDECCEのアレイ。2MUDECCEに光子・レーザーを分配していてもよい。また2MUDECCE駆動のための電気・電力・信号やレーザー等の回路を含んでもよい。

10

2MUCAP：MUON CAPTURE TRANSPORT Device、ミュオンを捕獲し移動させるデバイス。ソレノイドなど。

T1：ターゲット、FEED。一つの実施形態によれば、システム1F - SYS / 1EXP - SYSは、既存公知の水素H・重水素D・三重水素Tやリチウム6等のミュオン触媒核融合用の核燃料原子・原料原子を（又は原料原子同士を）減速器2MUDECCEにて減速したミュオンを結合させて用いる構成においてミュオン触媒核融合・核変換させようとしてもよい。また本願記載の水素・ホウ素・炭素・窒素等の核融合・核変換の原料原子・燃料原子を図13（B）や（A）等のシステム1F - SYS / 1EXP - SYSで用いてもよい。

図17の宇宙ミュオンを減速する構成・システム・装置は輸送機器3に搭載されていてもよい。宇宙ミュオンを用いてミュオン核変換できる場合、大型の加速器を不要にできるので、輸送機器3に搭載する際も輸送機器3の大きさをミュオン生成用の大型加速器をなくすことができればコンパクトにできる利点がある。なお宇宙ミュオンのミュオン減速器をコンパクトにするためレーザー航跡場を用いる加速器でもよい加速器2ACやA1を減速用に用いてもよい。（電子・負電荷の粒子をレーザー航跡場でGeV級に加速する構成が公知であり、その応用として同負電荷の粒子である負ミュオンの減速用途を本願は想定する。）

20

また、輸送機器3にコンパクトにミュオン・中間子の生成部や高速なミュオンの減速部を搭載する目的でレーザー航跡場を用いる加速器でもよい加速器2ACやA1にて中間子生成用の装置2MUや2MESON - GENERATOR、2PARTICLE - COLLIDERを構成してもよい。

30

（B）直接原料原子・分子の標的T1にレーザーを照射しミュオンを減速させT1のミュオン核融合・ミュオン核変換を試みる例

2LASER - PLASMA：T1をプラズマ化させレーザー航跡場を形成する際のレーザーとT1により生成されたプラズマ部。

2LASER - EF：レーザーとT1による電場、T1内に形成したレーザー航跡場。

T1, FEED：核変換・核融合させたいターゲット原子、原料原子・燃料原子。

2LASER：レーザー源。

MDC - LASER：レーザー利用型の減速器に用いるレーザ（当該図ではレーザーは外部からのエネルギーによりレーザーを生成してもよいし、核融合・核変換によるアルファ線やガンマ線などのもつエネルギーを用いて光子・ガンマ線を生成しそれをレーザー生成に用いてよい。AECはアルファ線エネルギーの変換部で、当該図では電力ではなくアルファ線の制動放射による光子のエネルギーとして取り出す事可能）

40

【0080】

<ミュオンの速度>

宇宙線にミュオンが含まれており、そのエネルギーはGeV領域で宇宙ミュオンの速度は高速である。（光速に近い）（地上・公知の加速器・ミュオン生成部にて生成するミュオンより宇宙ミュオンは高速であると思われる。ミュオン粒子が光速 c で運動するとして単純に計算すると、2.2マイクロ秒の時間におよそ660m進むとされる。宇宙ミュオンはエネルギーが高すぎて物質を通り抜けてしまう。）

50

本願で用いるミュオンは原料原子と結合させたいため、原料原子を高速で素通りさせてしまう構成よりは低速で結合させる構成とすることが好ましい。例えば本願で用いるミュオンは宇宙ミュオンよりは低速である必要があるかもしれない。ミュオンは炭素 12 等のミュオンを照射し結合させ核変換させたい原子に低速で・結合できる速度で照射・投入してよい。

地表では、1 秒間に 1 m² の面積をおよそ 170 個程度の宇宙由来の高速なミュオン粒子が通過している。高速なミュオンは（想定であるが、）ミュオン触媒核融合でミュオンが触媒となってホウ素や炭素や窒素等の本願の核変換対象の原子核を核変換・核融合させたくとも宇宙ミュオンは高速で通り抜けてしまうので、自然な・高速な宇宙ミュオンでは本願にて意図するミュオン触媒核融合・ミュオン触媒核変換が起きにくいかもしれない。そこで本願ではミュオン触媒核変換・ミュオン触媒核融合を起こせるほどに低速な（公知の中間子生成可能な地上の装置で生成可能な中間子・パイオン等から得た）減速されてもよいミュオンを用いてよい。

10

<宇宙ミュオン減速器によるミュオン核変換システム>本願ではミュオンを中間子生成装置から得るが、その後ミュオンを減速する装置部 M U D E C E（2 M U D E C E、2 M U D E C E - A R R A Y）を用いて減速してミュオン触媒核変換・核融合を行わせたい原子に投入してよい。）そして宇宙ミュオンをもし減速可能であれば、本願発明のミュオン触媒核変換・核融合システムに用いてもよい。

○負ミュオンをパルス電源と減速セルを組み合わせたミュオン減速器は検討されており公知である。飛行船のような巨大な（ミュオン減速のための物理的な距離の取りやすい）航空機・飛行船を空中に浮かべて、その航空機内に規模の大きなミュオン減速機を構成・搭載してミュオンを減速させ、ミュオンをソレノイドなどで捕獲・輸送してミュオン触媒核変換のターゲット部に照射し、前記核変換を促してもよく、その核変換により生じたエネルギーで航空機を推進させ、航空機のエネルギー・電力を発電部（アルファ線のエネルギーを熱に変換し水を沸かして蒸気タービンを動かす形式の発電部 1 P P やアルファ線のエネルギーを電力・エネルギーに変換する部分 A E C）を用いて生成供給してもよい。

20

<ミュオン減速用のレーザー航跡場とそれを用いた加速空洞・加速部の要件>

○レーザー航跡場とそれを用いた加速空洞・加速部により電子（負ミュオン）を加速可能だが、その加速部を（可能ならば進行する負ミュオンを減速する向きに配置し）負ミュオンの減速部（M U D E C E（2 M U D E C E、2 M U D E C E - A R R A Y））に用いてもよい。レーザー航跡場を用いた加速器はヘリウムのレーザー標的等をプラズマ化しレーザー照射による電場を生成するプラズマデバイス部を有する。当該レーザー航跡場加速器の電場強度は既存の磁石や高周波による電場・磁場を生成する加速器よりも高くなり、既存の高周波や電磁石を粒子加速に用いた加速器よりも加速器を小型にできうと期待されている。

30

（図 17 の（A）のように、2 M U D E C E を小型化にすることで地上から見て空中の全方向・天球をカバーする宇宙ミュオン減速器アレイ 2 M U D E C E - A R R A Y を構成できるかもしれない。そして 2 M U D E C E - A R R A Y を含む核変換システム 1 E X P - S Y S やそれを含む発電部 1 G E N R を含む輸送機器 3 を構成してもよい。ターゲット部 T 1 をドーム状に覆うようなミュオン減速器アレイを構成することでランダムに空中から地上側に向けて様々な角度で 2 M U D E C E - A R R A Y や T 1 に向かって飛翔・飛来（例：図 17 の（A）の 2 つの宇宙ミュオン）する宇宙ミュオンを予め設置された前記減速器アレイにより減速し、減速したミュオンを回収しターゲット部 T 1 に投入・照射することが本願発明では可能になりうる。）

40

○ミュオンは重元素・Z の大きい原子に弱い相互作用でトラップされ核と反応・崩壊するので、レーザー航跡場とそれを用いた加速空洞・加速器部のプラズマの原子元素は Z が低いものが好ましく考えられ、例えばヘリウムを用いてもよい。（レーザー航跡場を用いた加速器のプラズマに鉄等の重元素を用いると鉄は Z が大きくミュオンがトラップされる弱い相互作用で鉄などの重元素の Z を減らす反応に負ミュオンが消費されて減速できない・目的とする核変換の用途に使えない恐れがあるかもしれない。そのため本願の一つの形

50

態ではヘリウムなどのミュオンと弱い相互作用しにくい原子のプラズマを用いるレーザー航跡場とそれを用いた加速空洞・加速部、あるいはミュオン減速部 2 M U D E C E - を用いてよい。)

< Z の低い原料原子 (例: Z = B, C, N, O, F, Ne . . .) へのレーザー照射によるレーザー航跡場の生成と、レーザー航跡場を生成したその場での高速宇宙ミュオン又は加速器原子衝突由来の高速ミュオンの低速化と、当該低速化されたミュオンを用いたミュオン核変換反応の促進の視点> レーザー航跡場のレーザーデバイスに用いるレーザーを照射するレーザー標的の気体のリソース (プラズマのリソース、プラズマの原子) に前記ヘリウムのレーザー標的の代わりに、本願で主張するホウ素や炭素や窒素等のミュオン核変換を起こす原子であって Z が小さい・弱い相互作用を起こしにくいと期待される Z の原子を含む物質 (例: Z = B, C, N, O, F, Ne . . . さらに H, He, Li, Be。例えばボラン、アザン、メタン、炭素 12) を用いてよい。さらにレーザーデバイス内で原子 (例: Z = B, C, N, O, F, Ne . . .) のプラズマを生んでプラズマ波そして高強度電場のレーザー航跡場が生まれ、当該レーザー航跡場が宇宙から大気・地上側へと飛来する高速の宇宙ミュオンを減速できれば、前記レーザー航跡場を生じるプラズマの原子 (例: Z = B, C, N, O, F, Ne . . .) に減速されたミュオンを結合させミュオン核融合・ミュオン核変換を起こせるかもしれないので当該の特徴を有する構成を本願のミュオン核変換システムに用いてよい。

10

○図 9 ではレーザーをレーザー標的及び核融合・核変換の原料原子を含むターゲット T 1 (T 1 は本願で主張するホウ素や炭素や窒素等のミュオン核変換を起こす原子であって Z が小さい・弱い相互作用を起こしにくいと期待される Z の原子を含む物質、例えば Z = B, C, N, O, F, Ne . . . さらに H, He, Li, Be。例えばボラン・ジボラン、アザン、メタン、炭素 12) に照射してよい構成であり、図 9 のように、T 1 にレーザー航跡場を起こせるレーザーをレーザー源・レーザー生成装置 (2 L A S E R) から照射して T 1 にて T 1 に飛来する宇宙ミュオンを (レーザーと原子・プラズマによる電場で) 減速して低速ミュオンとして、当該低速ミュオンを当該 T 1 部の原料原子に結合させ T 1 の原料原子を核融合・核変換するように促してもよい。

20

○図 17 の (B) のように、ターゲット T 1 にレーザー源 2 L A S E R ・ M D C - L A S E R からレーザーを照射して、T 1 にプラズマ (2 L A S E R - P L A S M A) を生成し、高強度の電場 2 L A S E R - E F、レーザー航跡場 2 L A S E R - E F を生成・形成し、前記電場 2 L A S E R - E F により、T 1 に入射し 2 L A S E R - E F に入射した高速ミュオン又は高速宇宙ミュオン S M 1 を減速し、(T 1 の 2 L A S E R - E F 内部又は近傍にて) 低速ミュオン・減速ミュオンとし、前記減速ミュオンを T 1 に含まれるミュオンを結合させたい原料原子に結合させ、ミュオンが結合したことにより T 1 の原料原子はミュオン核変換反応やミュオン核融合を引き起こしうるので、本願発明では当該の構成を用いてよい。

30

ターゲット原子 T 1 にレーザーを照射し高速ミュオン・高速宇宙ミュオン S M 1 やミュオン M 1 を減速させる電場を形成し、高速ミュオンを減速させ低速ミュオンに変えて、低速ミュオンをターゲット原子 T 1 の核変換・核融合に用いてよい。

< 請求の範囲の例 >

40

< 請求項 M U D E C 1 >

ミュオンを減速する工程を備え、ミュオンを核変換させるターゲット原子・原料原子に結合可能とする特徴を有する、ターゲット原子・原料原子の核変換システム。

< 請求項 M U D E C 2 >

ターゲット原子・原料原子にレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成する特徴を有するターゲット原子・原料原子の核融合又は核変換を行う請求項 M U D E C 1 に記載の核変換システム。

< 請求項 M U D E C 3 >

ミュオンを前記電場又はレーザー航跡場にて減速可能な請求項 M U D E C 2 に記載の核変換システム。

50

< 請求項 M U D E C 4 >

核変換させたいターゲット原子・原料原子にレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成し、宇宙ミュオン・宇宙線ミュオン若しくは宇宙側から地上側に飛来する宇宙線により生じたミュオンを減速させ、前記減速されたミュオンを核変換させたいターゲット原子・原料原子に結合可能な特徴を有する、請求項 M U D E C 2 に記載の核変換システム。

< 請求項 D L A L 1 >

ミュオンを減速する工程又は減速手段を備え、ミュオンを核変換させるターゲット原子・原料原子に結合可能とする特徴を有する、ターゲット原子・原料原子の核変換システム。

< 請求項 D L A L 2 >

ミュオンを電場又はレーザー航跡場又は加速器にて減速可能な請求項 D L A L 1 に記載の核変換システム。

10

< 請求項 D L A L 3 >

ターゲット原子・原料原子にレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成する特徴を有するターゲット原子・原料原子の核融合又は核変換を行う請求項 D L A L 1 に記載の核変換システム。

< 請求項 D L A L 4 >

核変換させたいターゲット原子・原料原子にレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成し、宇宙ミュオン若しくは宇宙側から地上側に飛来する宇宙線に由来するミュオンを減速させ、前記減速されたミュオンを核変換させたいターゲット原子・原料原子に結合可能な特徴を有する、請求項 D L A L 1 に記載の核変換システム。

20

< 請求項 D L A L 5 >

ミュオンを用いた核変換システムであって、核変換するときに核変換の原料となる原子 A の原子番号 Z または (1 S 軌道の) 有効核電荷は、前記原子の核変換後に生成される原子 X の原子番号 Z または (1 S 軌道の) 有効核電荷よりも大きい特徴を有する請求項 D L A L 1 (又は請求項 D L A L 2) に記載の核変換システム。

< 請求項 D L A L 6 >

炭素・炭素 1 2 を含むターゲット原子にミュオンを投入・照射する特徴を有する請求項 D L A L 2 に記載の核変換システム。

< 請求項 D L A L 7 >

窒素・窒素 1 5 を含むターゲット原子にミュオンを投入・照射する特徴を有する請求項 D L A L 2 に記載の核変換システム。

30

< 請求項 D L A L 8 > ホウ素を含むターゲット原子にミュオンを投入・照射する特徴を有する請求項 D L A L 2 に記載の核変換システム。

< 請求項 D L A L 9 > 請求項 D L A L 5 に記載の核変換システムにて生じるエネルギーを用いた発電システム。

< 請求項 D L A L 1 0 > 第 1 の加速器 (2 M U - A C C - R I N G) にて水素又はヘリウムを加速循環させており、第 2 の加速器 (2 H E - A C C - R I N G) にて水素又はヘリウムを加速循環させており、第 1 の加速器と第 2 の加速器の粒子軌道の交差点 2 C L P にて水素又はヘリウムを衝突させ中間子生成させる特徴を有する粒子生成システムを用いミュオンを生成し前記核変換に用いる請求項 D L A L 1 に記載の核変換システム。

40

< 請求項 D L A L 1 1 > 核分裂生成物を核変換する特徴を有する請求項請求項 D L A L 1 (又は請求項 D L A L 2) に記載の核変換システム。

< 請求項 D L A L 1 2 > 核分裂生成物を核変換する請求項 1 ・請求項 D L A L 1 0 に記載の核変換システムであって、核分裂生成物を有する建物の区画に向けてミュオンのビームを照射する特徴を有する核変換システム。

【 0 0 8 1 】

< < ミュオンを用いた核種・原子核の変換装置 > >

< 課題 >

或る原子 X の資源量が限られている場合に人工的に原子 X (例えばガリウム等の産業で用いる原子や 1 1 族原子) を製造したいかもしれない。原子 X の製造には核融合が用いられ

50

うるが核融合のうち磁気閉じ込め式などでは高温のプラズマに原子を閉じ込めて熱により核融合させる必要があり、よりZが大きく重い原子核同士を核融合するにはより過酷な高温にする事が必要かもしれない。

< 解決手段 >

他方、ミュオン核融合ではZの大きな原子核であってもミュオンが原子核に結合し衝突や近接する事による核融合を起こしやすくなる可能性がある。そこで本願ではミュオン生成装置やミュオンの減速手段や原子A・Bや原子Aと原子Bが結合した化合物とミュオンを結合させてミュオン核融合させ原子Xを製造することを考案する。

< 発明を実施するための形態 > < 実施例 >

< 望みの原子核を作る例として周期表の11族原子やガリウム原子核を生成しようとする例 > 実証はされていないが、例えば、図16の(B)のように、原子Aと原子Bを核融合反応させ別の原子核Xを生成させることや、原子核Xが変化・崩壊することで別の原子核Yを生成することが可能かもしれない。

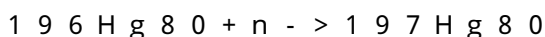
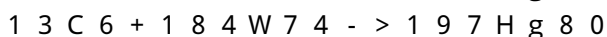
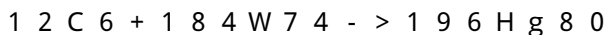
(前記のように陽子やヘリウムを中間子生成のターゲットに用いるなどして、ミュオンの生成時にターゲットが放射化されにくい等が可能になると、ミュオン標的のターゲットが核の廃棄物になりづらくなり、ミュオン生成を行う環境負荷・コストを低減でき、その結果ミュオン核融合のほかに、放射性廃棄物へミュオン照射を行い放射性でない原子への変換を行う実験や、既存の元素同士とミュオンを組み合わせる核融合・核分裂・核破砕等を行わせて原子核の変換も可能になるかもしれない。

*、ミュオン生成装置・加速器の駆動には電力エネルギーが必要であり、例えばその電力は再生可能エネルギー(太陽光発電所)や核融合発電所の電力を用いる想定である。以下の例はアイデアであって、実証はされていない。

< 金Au > 例えば、炭素12や炭素13にタングステン184を結合させた炭化タングステン(具体的にはフィルム状の、ミュオン照射される部分がフィルム・シートを送り出すように移動できて可動である炭化タングステントarget)にミュオンを照射し、タングステンと炭素のミュオン核融合・核変換が起きるかどうかが実験し、その後、核融合・核変換で生じうる水銀(水銀196・水銀197)原子や金原子を生成することを試みてよい。*なお炭化タングステンのほかに窒素15とタンタル181を用いた窒化タンタルを用いてもよい。

*その後水銀196に中性子を照射させ水銀197としたのち、水銀197の電子捕獲のステップを経て金197を合成することを試みてよい。*もしくはタングステン184と炭素13からなる炭化タングステン(他に窒素15とタンタル181からなる窒化タンタル等)をターゲット部T1-ABとし、そこへミュオンを照射し水銀197の生成を試みてその後水銀197が電子捕獲ECにより金197に変化するかを試す系(実験系)を実施してもよい。

(以下の式の反応。12C6:炭素12、13C6:炭素13、196Hg80:水銀196、197Hg80:水銀197、184W74:タングステン184、15N7:窒素15、181Ta73:タンタル181、n:中性子、197Au79:金197、EC:電子捕獲反応の工程。ECは原子核内の陽子が軌道電子を吸収して中性子となり、同時に電子・ミューニュートリノを放出する反応・現象)



また炭素原子や窒素原子(原子A)にミュオンを結合させミュオニック炭素原子として当該原子Aを加速させタングステン原子に衝突させ核融合を促してもよい。(もしくはタングステんにミュオンを照射してミュオニックタングステン原子とし、そこに炭素原子を加速衝突させてもいい。ミュオンに炭素12に照射して炭素が崩壊する場合は、タングステン側に照射してよい。炭素とタングステンの代わりに窒素とタンタルを用いてもよい。

)
 $(12\text{C}6 + \text{負ミューオン}) + 184\text{W}74 \rightarrow 196\text{Hg}80$
 $12\text{C}6 + (184\text{W}74 + \text{負ミューオン}) \rightarrow 196\text{Hg}80$
 $13\text{C}6 + (184\text{W}74 + \text{負ミューオン}) \rightarrow 197\text{Hg}80$
 $196\text{Hg}80 + n \rightarrow 197\text{Hg}80$
 $197\text{Hg}80 \rightarrow \text{EC} \rightarrow 197\text{Au} + \text{電子} \cdot \text{ミューニュートリノ}$

粒子衝突後に原子核Xを生じ、その後原子BやAが原子核Xに衝突して望みではない原子Dを生じないようにするために、衝突部は可動式・フロー式の原材料供給部・製品原子の回収部となるよう、ターゲット原子のフィルム材・液体などにミュオンを含む粒子を衝突させる図16の(B)のような構成でもよい。ターゲット表面に生成された原子Xを除去する(砥石・レーザー照射による表面の加熱・弾き飛ばし・除去工程等)工程を用いて原子Xを回収できてもよい。

10

<銀Agの生成>Auの場合と同様に、原子AとBに、炭素12(12C6)とモリブデン95(95Mo42)をミュオンを用いて核融合させカドミウム107を生成し、その後カドミウム107を半減期6.5時間を目安に保持して電子捕捉させるか、又はミュオンと陽子の反応によりZを1つ減らしてカドミウムから銀107(107Ag47)にする事が考えられる。

同様に銀109を炭素12とモリブデン97をミュオンを用いて核融合させカドミウム109を生成し、その後カドミウム109を半減期を目安に保持して電子捕捉させるか、又はミュオンと陽子の反応によりZを1つ減らしてカドミウムから銀109にする事が考えられる。(炭素12を用いる時、金の場合タングステンと水銀であったが銀の場合元素周期表の周期・族が一つ下のモリブデンとカドミウムを用いる。ニオブ93(93Nb41)と窒素14(14N7)を用いてカドミウム107(107Cd48)生成を試みてもよい。)

20

<銅Cuの生成>Auの場合と同様に、原子AとBに、炭素12とクロム53をミュオンを用いて核融合させ亜鉛65を生成し、その後亜鉛65を半減期243日を目安に保持して陽電子を放出する正のベータ崩壊をさせるか、又はミュオンと陽子の反応によりZを1つ減らして亜鉛から銅63にする事が考えられる。*他の例としてホウ素10とマンガン55をミュオンを用いて核融合させ亜鉛65を生成し、その後亜鉛65を半減期を目安に保持して正のベータ崩壊させるか、又はミュオンと陽子の反応によりZを1つ減らして亜鉛から銅にする事が考えられる。

30

<ガリウムGa>原子AとBに、炭素13と鉄58を用いてミュオン核融合させゲルマニウム71を生成させ、その後ゲルマニウム71を(半減期270.8日の)電子捕獲ECプロセスによりガリウム71に変換することを試みてよい。(ガリウム71はニュートリノ検出にも用いられた原子)

原子AとBに、窒素14とマンガン55を用いてミュオン核融合させゲルマニウム69を生成させ、その後ゲルマニウム69を(半減期39.05時間の正のベータ崩壊プロセスによりガリウム71に変換することを試みてよい。

<白金Ptの生成>原子AとBに、ホウ素11とタングステン184を用いてミュオン核融合させ金195を生成し、その後金195を半減期186.01日を目安に保持して電子捕捉させるか、又はミュオンと陽子の反応によりZを1つ減らして金195を白金195(195Pt78)にする事が考えられる。(なお白金195(195Pt78)に水素2・重水素(2H1)をミュオン核融合させ金197(197Au79)となるかもしれない)

40

<放射性元素の変換例>

本願システムの一つの実施形態では、核分裂型原子炉等の駆動により生じた高レベルの廃棄物廃棄物・原子をより低レベルの放射性原子に変換する用途に利用してもよい。本願システムを用いて、79Se、93Zrなど、数千年以上の長寿命を持つ核分裂生成物(Long-Lived-Fission-Product:LLFP)、Am、Cm、Npというマイナーアクチノイド(Minor-Actinide:MA)にミュオンを照射

50

してよい。

○高エネルギー廃棄物による立ち入り困難区画・廃炉処理中の原子炉内・原子炉・核燃料デブリを含む原子炉へミュオン照射を行い廃棄物内の原子核を核変換してよい。本願・本考案はアイデアであり実際に実施できるか否かは不明であるが、ミュオン生成部を用いてミュオンを生じさせ、前記ミュオンを事故などで放射性廃棄物が堆積し立ち入りのできない原子炉や燃料デブリを含む建物区画（・原子炉内の核燃料デブリ部・建屋）に向けて（前記区画より遠隔地でもよい中間子生成発射場より）照射して、燃料デブリのLLFP等を核変換することを試みてよい。＊廃炉・LLFP類の放射性レベルを核の変換により下げたいときにミュオンを用いたが、ミュオン生成によりミュオン標的部が放射化される問題があるかもしれない。そこでヘリウム（ほかに水素、リチウム7）を標的とすることで本願装置のミュオン標的部は放射化されずとなり、ミュオンを用いたLLFP・MA等の変換やミュオン核融合を行う際のミュオン標的の放射化問題を解決できるかもしれない。本願はミュオン標的の放射化問題解決のために、粒子の衝突時に水素・ヘリウムを標的にする方式を提案する。またリチウム7を標的にする方式を提案する。

10

【0082】

<<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、特願2023-151787、特願2023-174791、特願2023-196029、特願2023-196327、特願2024-058388に対し次の項目を追加した。（本願は考案であって実証が必要である）

20

<課題><発明が解決しようとする課題>

ミュオンを減速する装置を検討する。天然の宇宙線由来の宇宙ミュオンを減速する構成を大面積に減速したい。加速器により加速された粒子を衝突させる等の人工的な装置手段で得た中間子から得たミュオンを減速したい。

<解決手段><課題を解決するための手段>

本願明細書及び図18から図20に解決手段に関する考案を記載する。また宇宙線や宇宙ミュオンを減速して核変換に用い、前記核変換によるエネルギーを推進や発電のエネルギー源に用いる輸送機器3・構造物3を図21記載する。

【0083】

<発明を実施するための形態、図面の説明>

<実施の想定例1>

30

<イオン化冷却>イオン化冷却を用いて負ミュオンを減速してよい。イオン化冷却は、適切に準備されたミュオンビームが適切な材料（吸収体）を通過し、イオン化によって運動量を失う・減速することに基づく。原子番号Zが低い原子である水素やリチウムを用いた吸収体の利用が好ましい。液体水素と水素化リチウムの両方の吸収体による冷却が次の文献1によれば公知である。（文献1：国際ミュオンイオン化冷却実験MICE collaboration、Nature volume 578, pages 53-59（2020））

ソレノイド冷却・減速チャネルの一部を構築して運用し、液体水素と水素化リチウム吸収体の両方を使用したミュオンのイオン化冷却・減速を行う。

＊吸収体に原子番号Zが低い原子であって本願でミュオンを結合させて核変換を促す窒素15と水素を含むアザンやホウ素と水素を含むボラン等（炭素12等）のミュオン核融合・核変換させたいターゲット部T1を用いてもよいかもしれない。

40

＊ミュオンを水素イオンと結合させミュオニック原子にして減速させて良い。ミュオンを水素よりも重いホウ素や窒素等の原子に結合させてミュオニックホウ素原子・ミュオニック窒素原子MP1・MA1等とし（MP1・MA1を減速させ）、その後水素を含む燃料物質ターゲット部T1に投入してもよい。（図16のBの構成で原子Aのミュオニック原子MA1を形成し・何らかの電場（磁場）による手段によりMA1を減速してよく、その後MA1を核融合・核変換用の原子Bを含んでもよいターゲット部T1-Bに照射・投入・衝突させミュオン核融合・核変換させてよい。

<摩擦冷却>＊負のミュオンの照射を受けるターゲット部T1にカーボン膜を配置し、そ

50

のカーボン膜をミュオンが速度を持って通り抜ける際に摩擦により減速（摩擦減速・摩擦冷却）されてもよい。摩擦冷却用（摩擦減速用）の、炭素 12 を含むカーボン膜（又は、炭素 12 からなる摩擦冷却用のカーボン膜）で減衰させて良いし、そのカーボン膜内で減速されたミュオンが炭素 12 と結合してよく、その後炭素 12 がミュオン核変換されてもよい。

*カーボン膜のほかに水素化ホウ素等の低 Z で T 1・F E E D となりうる固体・液体部も検討されうる。Z の低い水素等元素を含み イオン化冷却効果も併用されうる。

<減速空洞を用いた減速器>

粒子加速器・線形加速器をミュオン減速に用いてよい。次の参考文献に記載のパルス電源と減速セルを用いる構成は公知であり本願でミュオン減速部に利用してもよい。（参考文献：物性研究のための負ミュオン減速器、大森千広、下村浩一郎、大谷将司、河村成肇、高柳智弘 Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan July 31 - August 3, 2019, Kyoto, Japan、PASJ 2019 FRPI 008）

<パルスレーザーを用いるミュオン減速器>

パルスレーザーを用いたレーザー航跡場を用いるミュオン減速器 2 M U D E C E と核変換システム 1 E X P - S Y S を図 1 8 に示す。

図 1 8 は慣性閉じ込め方式のレーザー照射による慣性とし込め式核融合炉の構成と類似している。

ただし、図 1 8 では宇宙から降り注ぐミュオンや加速器・パイオン生成部由来のミュオンを受け減速させるために、慣性閉じ込め方式の全方位（対照的な方位）からのレーザー照射ではなく、高速なミュオンを受け止める方向となるようターゲット部にレーザー照射する構成でもよい。

例えば図 1 8（A）は宇宙・空中・上空から地上側へ高速宇宙ミュオンが入射する際に、レーザー航跡場で負ミュオン減速するために、地上部に配置した半球ドーム型のレーザー照射部よりパルスレーザーを中央ターゲット部 T 1 に照射しミュオンを減速するように、（（B）の飛来するミュオンと向かい合うように）レーザー照射し・レーザー航跡場形成・ミュオン減速を試みる構成である。

また図 1 8 の例は宇宙ミュオンの使用に限定しているわけではない。図 1 8 では加速器・加速粒子衝突の工程を用いて生成された人工的なミュオン M 1 を減速してターゲット T 1 に投入してもよい。人工的なミュオンをターゲット部に照射できるようにしつつ、前記ミュオンが減速できるようにターゲット部にレーザーを照射してよい。）

*本願の一つの形態ではレーザー航跡場若しくは電場を形成可能なパルスレーザーをターゲット部 T 1 に照射可能な構成を実施できれば良い。前記 T 1 は核融合・核変換可能なターゲットでもよい。一つの形態によれば原子番号 Z の小さい原子、例えば炭素・窒素・ホウ素・水素を T 1 に用いた核融合・核変換システムでもよい。

*例えば水素原子（H、D、T）同士のミュオン触媒核融合反応では、ヘリウムが生じてミュオンがヘリウムにトラップされ触媒核融合反応が停止するものの、自然界の宇宙線・宇宙ミュオンを手に入れて利用するエネルギーに対して水素同士の核融合にて生じるエネルギーが上回る・収支がペイする場合にはエネルギー源としての利用ができるかもしれないので、図 1 8 等の宇宙ミュオンを減速する部分を有するシステム 1 E X P - S Y S やそれを含む構造物 3・輸送機器 3 において水素原子同士の核融合を試みる事も本願では実施してもよい。

（*電場にて減速する構成を述べているが、磁場により高速ミュオンの軌道を変えることができるならば変えてもいい。減速用の電場と減速・軌道変更用の磁場を組み合わせるターゲット部 T 1 にミュオンを投入してよい。）

図 1 8（A）：宇宙・空中・上空側から地上側へ高速宇宙ミュオンが入射する際に、地上部に配置した半球ドーム型のレーザー照射部よりパルスレーザーを宇宙・空中・上空側の中央ターゲット部 T 1 に照射し、ターゲット部をプラズマ化させ、宇宙・空中・上空側に

向いているレーザー航跡場・電場を生成しミュオンの減速に用いる減速器 2 M U D E C E の説明図。またミュオン生成装置 M 1 にて生成された高速なミュオン M 1 F が T 1 に入射し T 1 にてレーザー航跡場・電場を形成し M 1 F を減速し M 1 L としたのち T 1 の原子と結合させてもよい。

図 1 8 (B) : 当該図 1 8 (A) のターゲット部 T 1 へのレーザー照射部 M D C L からのパルスレーザー入射の説明図と、ミュオンの入射・減速の図及びプラズマ 2 L A S E R - P L A S M A 及びレーザー航跡場 L W F ・電場 2 L A S E R - E F 形成の説明図。

図 1 8 (C) : 当該図 1 8 (A) の減速器 2 M U D E C E を連続して横方向に配置し減速器のアレイとして構成した場合の説明図。* 宇宙ミュオンは 60 cm^2 あたり 1 秒に 1 個空中・地上に到達し、例えば $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ の面積には毎秒 1.6×10^8 の 8 乗個のミュオンが到達しうる。そこで当該面積をカバーするように減速器 2 M U D E C E を配置した構成を想定した。* 当該アレイは地上・海上や空中・宇宙の輸送機器 3 に備えさせてもよい。水深の浅い箇所ではミュオンが到達しうるから潜水艦や水中の 3 に搭載できてもよい。

10

* 本願の一つの実施形態では、システムはパルスレーザーを照射可能なシステムであって宇宙ミュオン・高速なミュオンが照射されるシステムであればよい。

< 電場を生成する素子を用いたミュオン減速器 >

電場を用いる例として Z の小さい原子から構成された電場生成可能な素子 (電気二重層生成部を含んでもよい) を図 2 0 に示す。図 2 0 のデバイスは、電場をパルスのように電源部にて電極 2 E R 間にパルス電圧・電位差を印加できてもよい。本願の一つの実施形態として図 1 9 (A) の構成は図 2 0 のデバイスを用いて行ってもよい。

20

* 図 2 0 に電場形成した素子の例を示す。図 2 0 に記載のシステムにおいて、電極や絶縁体層等にミュオンが入射する場合、入射する箇所にはミュオンをトラップしにくい・弱い相互作用しにくい、原子番号 Z の小さい原子からなる減速器・減速用の素子を用いてよい。

A : 一つの形態として、絶縁性の高いダイヤモンド等絶縁体 2 L Z I とカーボン電極 2 E R (又は金属リチウム、又は金属リチウムの網目状・グリッド状の電極・金属リチウム集電体と炭素電極を組み合わせたもの) を交互に積層し電圧を印加して構成された減速素子 2 F D E L E 。又はパルス電源とシート型の減速セル素子を用いた構成。(例 1 : 電極に炭素電極やリチウム金属電極を用い、絶縁体部に絶縁体圧の高いダイヤモンドを (数百ナノメートル、数マイクロメートルの厚みで堆積し) 用いてよい。そして前記の絶縁体をはさんだ前記電極からなるキャパシタ部を直列に接続した素子 2 F D E L E - L A M (直列接続したキャパシタ部、直列接続の積層キャパシタ) を構成してもよい。前記素子 2 F D E L E - L A M の上下電極にパルス電圧を印加してもよい。又は素子 2 F D E L E - L A M の各素子 2 F D E L E の電極に個別に電圧を印加してもよい。例 2 : 絶縁体 2 L Z I はガスないしは液体であって、前記 Z の低い炭素・水素等の原子からなる絶縁性のある溶媒・流体 (当該液体の例として、例えば炭素と水素から成る絶縁耐圧がヘリウムや空気より高いベンゼンが例として挙げられる) 。例 3 : 絶縁体はポリエチレン等の前記 Z の低い原子からなる高分子。) (例 : 絶縁体は真空。* ダイヤモンドより絶縁体圧が低く、素子が大きくなる虞有)

30

前記 2 F D E L E 、前記素子 2 F D E L E - L A M は減速部でもよいし、ミュオン減速部であって減速したミュオン M 1 ・ M 1 L を結合させるターゲット部を兼ねてもよい。ミュオンを減速させつつミュオンが結合しうるために核変換させたいターゲット T 1 ・ F E E D となる原子やその化合物分子を前記 2 F D E L E 、前記素子 2 F D E L E - L A M に含ませて良く、例えば絶縁体の層は炭素 1 2 や水素や窒素 1 5 等の本願主張の核融合・核変換を起こしうる原子を含んでいてよい。

40

(また以下 B ではアザン等の溶媒、アザンなどの溶媒に電解質を含ませた溶媒を絶縁部兼減速器兼ターゲット T 1 ・ F E E D とするために、電気二重層と電気二重層電場を用いるキャパシタ素子を用い前記素子の電気二重層部や電解液・電極を構成する原子分子は T 1 ・ F E E D となってもよい構成である)

50

B：一つの形態として、図20の(B1)に記載の電気二重層キャパシタのような電気二重層を用いるキャパシタ素子2FDELE-EDLを用いてよい。(イオン化冷却の箇所では吸収体にミュオンを吸収通過させているが、該項目Bでは電気二重層を形成するイオン部・電場部にミュオンを吸収又は通過させミュオンを減速させようとしている。該項目Bでは吸収体を電気二重層を形成するデバイスまたは電気二重層まわりのイオンや原子分子としている。)

例えば活性炭等の多孔質な炭素微粒子を分散させたペーストを塗布し製膜して得た多孔質膜2ER-MPIを電極2ER上に形成し、当該多孔質膜2ER-MPIに電解液2ELYTを含ませて図20の(B2)のような電気二重層キャパシタ型の素子2FDELE-EDLを構成してよい。当該素子2FDELE-EDLの2つの電極2ER間に電位差をかけて多孔質膜2ER-MPIに電気二重層2EDLを形成される。電気二重層の部分は絶縁体でありキャパシタの誘電体層に相当する。電気二重層2EDLの部分は電場が形成されうるためミュオン減速の電場に用いることを試みてよい。

10

<電解質>2EDLには電解液2ELYTに含まれる電解質のイオンが配列しており、(2EDLの該電場にてミュオンが減速できると仮定した場合には、)前記イオンの原子と該電場で減速されたミュオンが結合し前記イオンの原子が核変換・核融合しうるので、電解質のイオンは本願記載のミュオン核融合・ミュオン核変換を行うと想定する原子分子から構成されていてよい。例えば電解質に窒素15と水素を含むイオンを用いてよいし、ホウ素と水素を含むイオンを用いてよい。

窒素15と水素を含むアンモニアや窒素15と水素と炭素12を含むアンモニウムカチオンとフッ素アニオンを含む塩を電解質にも用いてもよい。

20

(フッ素とホウ素からなるテトラフルオロボレートBF4アニオンを用いた場合に、前記アニオンのホウ素とフッ素を核融合させフッ素よりZの大きい原子ができた場合には当該Zの大きい原子によりミュオンがトラップされかねないので、アニオンについてZの大きくなならない原料原子・分子を用いてよい。またカチオンについてもZの大きくなならない原料原子・分子を用いてよい。他方、BF4アニオンを用いてもミュオンが負イオンのBF4アニオンにトラップされにくい場合も想定され、その場合はBF4アニオンはZの小さいBとFからなるアニオンでありミュオンをトラップしにくい可能性もあり、電解質のアニオンに利用できるかもしれないので本願では利用できてよい。電解質にZの低いアニオンとカチオンからなる塩、例：テトラエチルアンモニウムとテトラフルオロボレートBF4等を用いてよい。) *電解液2ELYTはイオン液体に用いられるカチオン・イオンを含んでもよい。

30

*2ELYTの電解質に単純な塩としてフッ化リチウムLiFを用いてもよい。水素化リチウムLiHを溶かせる溶媒には水素化リチウムを溶かして電解質に用いてよい。

*核融合・核変換前後で原料原子よりも生成する原子の原子番号Zが低下する系(水素同士の核融合によりヘリウムが生じるZが増加する系の逆、窒素15と水素やホウ素と水素が核融合してヘリウムを生成する系、炭素12がヘリウムへ核変換する系)について考慮すると、素子2FDELE-EDLは多孔質電極2ER-MPIに炭素12を用い、電解液2ELYT側に水素と窒素15を含むアザンの溶媒にLiFを溶解させた系が想定される。(リチウムとフッ素はイオンの形でアザン溶媒中を分散しており、フッ素はアザン中の水素と核融合してアルファ線となりうる。)電解液に水素化リチウムを溶かせるジエチルエーテル等の場合、リチウムカチオンとヒドリドアニオンの状態で溶媒内にイオンとして存在できうる。水素化リチウムをアンモニアに反応させるとリチウムアミドを生成する。

40

*リチウムアミドLiNH₂は液体アンモニアに可溶であり、LiNH₂はリチウムカチオンLi⁺とアミノアニオンNH₂⁻からなる。液体のアンモニア(・液体のアザン)にリチウムアミドLiNH₂を溶解させたものを絶縁体・電解液2ELYTに用いてもよい。

炭素電極とアザン溶媒を用いる素子系(2FDELE-EDL)について、アザン溶媒の電解質にLiFを用いるとき、(金属リチウムや炭素の集電体を用いる場合であって)炭

50

素電極の炭素やアザン溶媒側の水素と窒素の原子よりも電解質 LiF のフッ素原子は Z や有効核電荷が大きいのでミュオンがトラップされる虞がある（素子系の最も大きい Z の原子はフッ素となり、フッ素が水素と核融合しヘリウムに変換されない場合にはミュオンがフッ素にとどまり核変換反応が停止する虞がある）。他方、本願の一つの形態として、電解質に LiF の代わりに LiNH_2 を用いた場合、素子系内には窒素よりも Z の大きい原子を用いないのでミュオンがトラップされにくい・核変換が継続して起きることを期待する。（当該 LiNH_2 のアニオン部 NH_2 の N にミュオンが結合しても N と H の間で核融合させることを期待できる。）

< 電極 > 2EDL は多孔質膜 $2\text{ER} - \text{MPI}$ と電解液 2ELYT に接しており、 2EDL にてミュオンを減速したのち炭素 12 で構成された多孔質膜 $2\text{ER} - \text{MPI}$ にミュオンが到達すれば炭素 12 をミュオン核変換できるかもしれないので本願で多孔質膜 $2\text{ER} - \text{MPI}$ は炭素 12 からなる炭素電極を用いてよい。

10

電極 2ER は集電体として作動させる目的で金属リチウムのグリッド電極や導電性の高い炭素材料（例：カーボンナノチューブ）を含んでよい。（ 2ER には弱い相互作用によりミュオンをトラップしやすい Z の大きい鉄・銅・銀・金などは利用しにくい虞がある。本願の実施形態の一つでは Z の低い集電体として金属リチウム・炭素材料を用いている。ただし、電極を細線かつグリッド状に備えさせ素子に飛来・入射する宇宙ミュオン SM1 ・高速でもよいミュオン $\text{M1} \cdot \text{M1F}$ と確率的に接触・トラップしにくい構造であれば 2ER の集電体に銅・銀等を用いることも可能かもしれないので本願の別の実施形態では集電体・グリッド電極部は金属リチウム・炭素材料に限定しているわけではない。）

20

< 電解液 > 2EDL は電解液 2ELYT に接しており、 2EDL にてミュオンを減速したのち電解液や 2EDL 近傍の分子原子の原子に減速したミュオン M1L が到達し結合できれば、当該原子や原子同士をミュオン核変換・核融合できるかもしれない。そこで例えば電解液 2ELYT は窒素 15 や水素を含むアザン・ヒドラジンを含んでいてもよい。また電解液 2ELYT は窒素 15 と水素や炭素 12 からなる有機溶媒を用いてもよい。

* 水素原子と酸素原子のミュオン核融合が起きうる場合には 2ELYT は水を用いてよいし、 2ELYT は酸素を含む溶媒を用いてよい。（ 2ELYT はアザンなどの核融合反応を起こしやすい期待のある溶媒を用いてよい）

（他の例として Z の小さい原子からなる有機分子を用いた有機電解液・有機溶媒）

$2\text{ER} - \text{MPI}$ の機能部として、前記多孔質膜の上下に電極を配置し前記電極間に電圧を印加して構成された減速素子。

30

核変換後の生成物が核変換前の生成物よりも小さい Z を持つ材料で素子を構成。（例：（ B ）のデバイスにおいて、 H 、 Li 、 B 、 C 、 N 、 O 、 F 、 Ne 。炭素電極、アザン溶媒、 LiF 電解質を溶かした溶媒、電解質溶かした溶媒に浸した多孔質膜電極に電圧印加して電気二重層を生成。前記電気二重層生成した多孔質膜をさらにレイヤー上に重ねてミュオン減速部とする）

（絶縁体 $2\text{FDELE} - \text{EDL} - \text{MPI}$ 。多孔質炭素電極 $2\text{ER} \cdot 2\text{ER} - \text{MPI}$ に電解液電解質添加したもの。 $2\text{FDELE} - \text{EDL} - \text{MPI}$ の例として窒素・窒素 15 や水素等の前記ミュオン核融合・核変換の原料原子となる原子を含む電解液 2ELYT を含んでよい。）

40

例： $\text{LiF} \cdot \text{LiNH}_2$ 等の電解質を溶解させた水・アザン等の Z の小さい原子分子からなる電解液 2ELYT を２つの炭素 12 多孔質電極部 $2\text{ER} - \text{MPI}$ ではさみ、多孔質電極内に電解液を浸し、キャパシタ素子 $2\text{FDELE} - \text{EDL}$ を構成し、当該素子 $2\text{FDELE} - \text{EDL}$ の２つの多孔質電極間に電源部を用い電圧を印加し、該多孔質電極膜と電解液の界面に電気二重層を形成し、該電気二重層部に生じる電場をミュオン減速用の電場に用いることを試みてよい。

前記素子 $2\text{FDELE} - \text{EDL}$ を直列に層状・多段式に積層・接続し素子積層体 $2\text{FDELE} - \text{EDL} - \text{LAM}$ を構成してよい。

素子積層体 $2\text{FDELE} - \text{EDL} - \text{LAM}$ の前記積層方向に横断・横切る・入射する高速なミュオン M1 を素子積層体 $2\text{FDELE} - \text{EDL} - \text{LAM}$ を横切るときに減速させるよ

50

うに構成してよい・試みてよい。＊電気二重層型の素子 2 F D E L E - E D L - L A M は一つの例であり、単純に減速用の電場が減速セル・素子により形成できるならばそれを用いてよい。

図 20 は電場形成した素子の例（太陽電池風な面型素子の例）（図 20 の多孔質電極 2 E R - M P I は炭素粒子を固めた電極でもよい。2 E R - M P I は活性炭のような多孔質・表面積の大きい電極。2 E R - M P I は電気二重層キャパシタの電極のようなもの）

C : そのほかに、焦電体を温度変化させ電場を生じさせ核融合用の燃料原子・イオンをターゲットに加速させ衝突核融合させる焦電核融合に関連して、（若しくは X 線を得るために焦電体で電子（負ミュオン）を加速させ X 線発生用のターゲット部に衝突させ制動放射により X 線や粒子線を生じさせる X 線源のデバイスに関連して）焦電体を加熱・冷却することで高温側と低温側に電圧差・分極（・電場）を生じるがその分極 P・電場 2 P Y R - E F をミュオンの減速電場として用いて減速器 2 M U D E C E を得ることを試みることもできる。（図 19 の（B）の焦電体デバイス 2 F D E L E - P Y R 箇所。）

10

（公知例ではポリフッ化ビニリデン P V D F 等が Z の小さい炭素・水素・フッ素から構成できる焦電体である。）

図 19（B）：冷却時 - Z 面は負に帯電し電子・ミュオンを T 1 部に加速。＊焦電体 2 P Y R 内部で + Z と - Z の間で温度変化による電場を形成し、2 P Y R 内部の前記電場を用いて 2 P Y R に入射するミュオンを減速することを試みてもよく、その際に 2 P Y R は減速したミュオンと結合する T 1、F E E D となりえる。

＊ 2 P Y R は Z の低い物質でできた焦電体でもよい。（例：ポリフッ化ビニリデン）

20

図 19（A）：電場形成した素子を用いる構成。パルスレーザーとプラズマ・レーザー航跡場を用いた減速器をアレイ・面型に配列してよい。または加速器をミュオンの減速させる方向にアレイ・面型に配列して減速器アレイとしてよい。

電場形成した素子は、電場を生じる減速セル、絶縁体・誘電体・焦電体（・強誘電体・圧電体）と電場を生じる手段（絶縁体・誘電体のキャパシタ素子の場合の絶縁体・誘電体と電極・電位の変化制御手段、焦電体デバイスの場合の温度変化制御手段、電極・電位の変化制御手段）を有してよい。

T 1 - 2 B M U : 磁場 B に巻きつくような回転運動（サイクロトロン運動）するミュオンとそれの触れ合う T 1 の箇所（ミュオンと T 1 の反応面積を増やすためミュオンを磁場 B を印加して回転させ T 1 内でミュオンをかき混ぜる）

30

例えばミュオンが一定の箇所に入射・静止し（その後電子が熱運動で動くように熱運動などで）ミュオンが拡散して周囲の核変換材料を核変換させる場合、周囲の原料と反応してしまうとミュオンは反応可能な原子と接触できなくなり核変換が停止・減速する虞がある。そこで磁場 B を 2 C O I L にてターゲット T 1 や T 1 に照射中のミュオンに印加してミュオンをサイクロトロン運動（回転運動）をさせ、（T 1 に照射する前から回転させてもよく）T 1 内でミュオンを磁場により回転させることで、ミュオンは T 1 - 2 B M U 部のように T 1 内を回転・移動しながら核変換の原料となる原子と結合し核変換反応を持続してさせる。

【 0 0 8 4 】

< 宇宙線からミュオンを得ることの可能な輸送機器 3・宇宙船 3・宇宙構造物・居住区 3 >

40

図 21 に宇宙線を受けて中間子・ミュオンを生成し利用可能な輸送機器 3・宇宙船 3・宇宙構造物 3 の説明図を記載する。前記機器 3・構造物 3 は図 18 から図 20 に記載のミュオンの減速器アレイを備えてよい。

＊輸送機器 3 に加速器を搭載し、当該加速器を用いて粒子を加速・衝突させ中間子・パイオン・ミュオンを生成してミュオンを用いた核変換システムに用いてもよい。

＊他方、当該加速器は宇宙空間で建造する際に精密な加速器の部品を部材打ち上げする際に精密な構造を守りつつ（地上から宇宙へ）輸送するためコストがかかるかもしれない。そこで本願の一つの実施形態では宇宙線を用いて宇宙船内にてミュオンを生成させミュオンを減速回収しターゲット T 1 に投入する核変換システム 1 E X P - S Y S を構成するこ

50

とを試みてよい。

この時 1 E X P - S Y S は (例えば月面の太陽光の届かない箇所でも駆動する動力源であって、) 宇宙線を用いた原子力電池・ミュオン核融合電池・ミュオン核変換電池の動作を想定する。

当該宇宙線 (C O S R A Y 1) を輸送機器又は構造物 3 において宇宙線受部にて受けて宇宙線ミュオン変換部 2 M U - C O S R A Y にて中間子・パイオン・ミュオンを生成させ、前記ミュオンを (減速器 2 M U D E C E にて減速して) 回収し、前記ミュオンをターゲット T 1 に輸送・照射してよい。

* イメージとしては、(太陽光発電で用いる自然の日光を大面積の太陽電池・光電変換素子で受け止めて電気回路で集めて電力として用いるように、) 例えば大型の宇宙居住区に、大面積でもよい天然の宇宙線を受け止める宇宙線ミュオン変換部 2 M U - C O S R A Y と、当該変換部より生じたミュオンを減速する減速器アレイ部を備えさせて、(大面積の宇宙線・ミュオンを捕まえる網のようなものと、ミュオンを減速して回収する回路のようなものを用いて、) 宇宙線より低速なミュオンをハーベストしてターゲット T 1 に照射し核変換や発電に用い、構造物 3 の電力供給・推進に用いる。

* 公知の加速器を用いたミュオン生成装置については数センチメートルのビームあたりに毎秒 1 千から 1 億個のミュオンを生成しうる。他方地上・上空では宇宙線由来のミュオンは掌に毎秒 1 つ降り注いでおり、手のひら 1 千個分の面積・ゾーンにわたりミュオンの減速部アレイとミュオンの捕獲部・捕獲回路とターゲットへのミュオン投入部を構成できれば毎秒 1 千個のミュオンを加速器を用いずに核変換に利用できるかもしれないので、本願では宇宙線や宇宙ミュオンを大面積に利用・減速・捕獲する系を提案する。当該ミュオンを本願の核変換システム (核融合・核変換による発電用途、L L F P の核変換用途) に利用してよい。

* 宇宙線と衝突する標的部・ミュオン標的部 (S M R 1、2 M U - C O S R A Y) を宇宙線・人工衛星・宇宙探査機・宇宙構造物等の輸送機器 3 に備えさせて良く、当該標的部は気体 (ヘリウム・水素原子、大気酸素・窒素原子を含む) を含んでもよい。当該標的部は水等の液体を含んでもよい。

< 宇宙線源 > 宇宙線 (加速された陽子・ヘリウムイオン等) の源として太陽系外・太陽系内から飛来する宇宙線を用いてよい。(現在高エネルギー・高速の宇宙線の一部の起源については超新星衝撃波又は超新星爆発、超新星残骸等に起因すると考えられている。太陽系外の超新星などの天体の活動により生成し飛来する宇宙線を用いてよい。)

太陽系の外であってもミュオン・中間子を生成できうる高エネルギーな天然の宇宙線が得られるならば、太陽系外を航行可能な探査ロボット・探査船 3 に図 2 1 に記載の宇宙線 C O S R A Y 1 を宇宙線中間子パイオンミュオン生成部 S M R 1 にて受けて粒子衝突させ中間子ミュオンを生成し、高速でもよい前記ミュオン M 1 ・ M 1 F を減速器 2 M U D E C E にて減速し、減速されてもよいミュオン M 1 ・ M 1 L 得て、前記ミュオン M 1 ・ M 1 L をミュオン核融合・ミュオン核変換用のターゲット部 T 1 に照射・投入しターゲット部原子・分子をミュオン核融合・ミュオン核変換させる核変換システム 1 E X P - S Y S ・核融合システム 1 F - S Y S を構成・実施してよい。

この時、太陽や恒星の日光の届かない太陽系外宇宙空間であっても、当該核変換システム 1 E X P - S Y S ・核融合システム 1 F - S Y S は宇宙線を用いた原子力電池・ミュオン核融合電池・ミュオン核変換電池として動作することを想定する。

前記システム 1 E X P - S Y S を搭載した太陽系外をゆく探査ロボット 3 の動作時間を延長できるようにする。探査ロボット 3 は図 2 1 や図 5 のように例えば炭素や窒素等を有する地球型惑星・天王星型惑星・氷型惑星・ガス型惑星等天然天体や小惑星より燃料となる窒素や水素・炭素・ホウ素などの核融合・核変換に必要な原子・T 1 ・F E E D を採取してもよい。

(M E R I T リングを用いて負ミュオン 1 個を生成にするに必要なエネルギーは 5 G e V / 1 負ミュオン以上とされる。* パンアレン帯内に 5 G e V 以上の加速された陽子・宇宙線が存在する場合には、宇宙ミュオン生成に用いることができる。パンアレン帯 (ヴァン

10

20

30

40

50

・アレン帯)の内側の陽子の多い帯に何らかの陽子衝突ミュオン標的を備えた電子計算機・制御部などは放射線に対し遮蔽された人工衛星的なものを配置して、ヴァン・アレン帯の内側の陽子を宇宙線として衝突させ得た宇宙ミュオンSM1を当該人工衛星でのミュオン核変換・核融合に用いてよいし、当該宇宙船から他の宇宙空間や地上側に向けて当該宇宙ミュオンをビームなどの形態で照射・利活用できてもよい。))

*バンアレン帯の内側・内帯に陽子が多いとすれば、バンアレン帯の陽子をミュオン標的とし、バンアレン帯の陽子に人工的に加速された陽子やヘリウムを加速衝突可能な加速器部分を搭載した人工衛星・宇宙構造物をバンアレン帯の宇宙空間に配置し、バンアレン帯の陽子をミュオン標的として用い粒子衝突により中間子・ミュオンを生成してもよい。

【0085】

<ミュオン・宇宙線の取り除かれた容器の利用>

宇宙線・ミュオンを取り除いた・減衰させた箇所で計算機や処理装置・記憶装置を動作させて良い。減速器2MUDEC Eを用いて宇宙線・ミュオンを減速させ減少させた箇所・取り除いた箇所(LM1Z:ミュオン減衰・除去区画)で計算機や処理装置・記憶装置を動作させて良い。

(*宇宙ミュオンの到達を防ぐよう地中の原子によりミュオンをトラップさせうる、地中に、若しくは地下660m以下の地中に計算機を配置することで計算機の素子へのミュオンの影響を低減できるかもしれない。地中を取り囲む地球の地面は高Zな原子(ケイ素や鉄など)を含んでおりミュオンを減衰させるので高Zな物質・地面でできた地下の区画に計算機・電子計算機・量子計算機を設置して動作させて良い。)

トランジスタ等半導体素子で構成された処理部と記憶部、電子計算機はミュオンの影響を受けうるのでミュオンを減少させてよい。(量子状態にある素子・量子ゲートを含む計算回路を用い演算する量子計算機もミュオンの影響を受けうるのでミュオンを減少させてよい。)ミュオン・宇宙線の取り除かれた箇所LM1Zに計算機計算・処理部・記憶部を配置することによりミュオンが計算機素子や計算機計算・処理部や記憶部に干渉・破壊することを防ぐ)

<3次元若しくは大型化した処理部・計算部へのLM1Zの利用>

半導体素子や量子ゲート素子を3次元に積層した場合、半導体・量子ゲートデバイスがミュオンの衝突ターゲットになる領域が高さ方向に増大することで、当該3次元積層素子を含むコンピュータシステム(サーバー)は、ミュオン等の宇宙線によるエラーを受けやすくなる虞がある。そこで、ミュオンを遮蔽・減少させるために、ミュオンを減少させたLM1Zに素子を3次元に積層した処理部や記憶部を含むコンピュータシステムを配置して動作させて良い。

<ミュオンを用いない実験環境>

(*宇宙ミュオンの到達を防ぐようカミオカンデのように大深度、地下660m以下の地中に配置されたレーザーによる慣性核融合発電部は宇宙ミュオンが到達しにくく用いにくい事が予想できる。他方地上・空中に配置したレーザーによる慣性核融合発電部は宇宙ミュオンが到達できミュオンを核融合に用いることが可能かもしれない。ミュオンを減速・減衰させミュオンの到達を防ぐように、地球や月等天体の地中・Zの大きな原子から構成された地面の地中660mないし当該地殻の地中にて計算機・電子計算機・量子計算機を設置し稼働させて良い。)

【0086】

<炭素12の核変換の補足事項、炭素13等の炭素12の核変換を阻害しうる原子核による反応減速>

*地球上の天然の炭素は約98.9%の炭素12と1.07%の炭素13と微量の炭素14を含む。本願の一つの形態では天然の炭素に含まれる同位体存在比と比べて或る同位体の存在比が高く他の同位体の存在比が低いターゲットT1を用いてよい。

(例:炭素材料のT1について炭素12・炭素13の存在比が大きく炭素12・炭素13の存在比が少ないT1。炭素13が天然存在比1.07%よりも多い・少ない比率で含まれる炭素材料等。)

10

20

30

40

50

<ミュオンと弱い相互作用して炭素原子核内の陽子が中性子に代わる場合>

炭素 1 2・炭素 1 3・炭素 1 4 は弱い相互作用で核内の陽子がミュオンと結びつき中性子に変わり、ミュオンの寿命よりも長い同位体の半減期・寿命を有するホウ素 1 2 原子核 (1 2 B、半減期 2 0 . 2 0 ミリ秒)、ホウ素 1 3 (1 3 B、半減期 1 7 . 1 6 ミリ秒) やホウ素 1 4 (1 4 B、半減期 1 2 . 3 6 ミリ秒) を生成する可能性がある。

ホウ素 1 3 は 1 7 . 1 6 ミリ秒で約 9 9 . 7 4 % の確率で炭素 1 3 に崩壊し、約 0 . 2 6 % の確率で炭素 1 2 に崩壊する。ホウ素 1 4 は 1 2 . 3 6 ミリ秒で約 9 9 . 7 4 % の確率で炭素 1 3 に崩壊し、約 0 . 2 6 % の確率で炭素 1 2 に崩壊する。

炭素 1 2 についてもミュオンと炭素 1 2 原子核の相互作用によりミュオンが炭素 1 2 原子核内の陽子と結びつき中性子とニュートリノが形成され、炭素 1 2 原子核はホウ素 1 2 原子核になりうる。ホウ素 1 2 は 2 0 . 2 0 ミリ秒の半減期で約 9 9 . 4 % の確率で炭素 1 2 となり、約 0 . 6 0 % の確率でベリリウム 8 (その後 2 つのヘリウム 4) となり崩壊・変換される。

10

<ミュオンと結合し励起した炭素原子核が崩壊するとき>

ミュオンが炭素 1 2 原子核と結合し励起した炭素 1 2 C * になりその後 3 つのヘリウムに核変換されうる。本願の一つの形態では、炭素 1 2 原子からなる炭素材料にミュオンを照射・結合させて炭素 1 2 原子核をミュオンに変換することを試みてよい。

炭素 1 2 と炭素 1 3 は基底状態では安定な原子核である。炭素 1 4 は半減期約 5 7 0 0 年でベータ崩壊して窒素 1 4 原子に崩壊する。

ミュオンが炭素 1 2 原子核と結合したとき、炭素原子核はミュオン原子核捕獲反応により炭素 1 2 原子核はホウ素 1 2 原子核に変わり、さらにミュオンが寿命を迎えた場合、ミュオンの静止質量エネルギー 1 0 6 M e V (若しくは静止質量エネルギーの一部 1 0 - 2 0 M e V) をホウ素 1 2 原子核・炭素 1 2 原子核に与え、(前記励起した原子核に隣接する炭素原子核にも励起エネルギーを移動させ、) 炭素 1 2 原子核を励起してヘリウム (・他の原子核) に変換できるので、ミュオンを炭素 1 2 原子核に照射・結合させて炭素 1 2 原子核をミュオン核変換させてもよい。

20

炭素原子は励起され複数のヘリウム原子核 (3 つの原子核) に核変換される事を本願では想定している。

* 炭素 1 2 原子核は 3 つのボーズ粒子であるアルファ粒子からなるスピン整数倍のボーズ粒子であり、炭素 1 2 原子核は基底状態から 7 . 5 M e V 付近にホイル状態を持つとされる。(基底状態より 9 . 9 3 M e V の箇所にも励起状態を持つ) ホイル状態は 3 つのアルファ粒子がボーズ・アインシュタイン凝縮した状態であると考えられている。* 本願ではミュオンと結合した励起された炭素 1 2 原子核 (1 2 C *) はホイル状態かそれよりもエネルギーの高い励起状態に励起されており、前記励起後に 3 つのヘリウム原子に核変換される想定である。

30

* 炭素 1 3 原子核はスピン 0 の 3 つのアルファ粒子にスピン 1 / 2 のフェルミ粒子の中性子が一つ不純物として含まれており、炭素 1 3 原子核をホイル状態かそれよりもエネルギーの高い励起状態に励起するために必要な励起エネルギーは炭素 1 2 の場合と比べ大きくなる可能性がある。ただし、炭素 1 3 は炭素 1 2 よりも炭素からアルファ線に変換するときにエネルギーを生じる可能性もあり本願は炭素 1 3 を用いないことに限定するわけではない。

40

本願の一つの形態では、所定の炭素同位体原子からなる炭素材料にミュオンを照射・結合させて所定の炭素同位体原子核をミュオンに変換することを試みてよい。

炭素 1 3 の量は自然界では炭素 1 2 より少ない。炭素 1 3 をヘリウムを単位として分割できたとするとヘリウム 4 が 2 つとヘリウム 5 となる。(ヘリウム 5 は中性子を放出してヘリウム 4 に崩壊する。) 中性子は炭素等減速材にて減速されえて、中性子はベータ崩壊する。炭素 1 3 にミュオンを結合させる実験を行う場合、炭素 1 3 を自然の炭素材中の炭素 1 3 の存在比より高めた炭素材料を T 1 用いてよい。

* 炭素 1 4 原子核は 3 つのアルファ粒子とスピン 1 / 2 の中性子 2 つを含む粒子である。本願は炭素 1 4 についても利用をしないことに限定するわけではない。例えば放射化した

50

炭素材料中の放射性原子に炭素 14 が含まれている場合にその炭素 14 をミュオンを照射し炭素 14 を励起してアルファ線・粒子に核変換・分解できれば放射性原子炭素 14 を炭素材料中より減らすことができ、炭素 14 の放射性廃棄物の削減を試みることができるかもしれない。そこで本願の一つの形態では、ミュオンを炭素 14 に照射してもよい。本願ではミュオンを炭素・炭素同位体に照射してもよい。

* 本願の一つの形態では、炭素 12 (炭素 12・炭素 13 等炭素同位体) からなってもよい、核変換原料原子のターゲット T1 にごく微量のミュオン触媒核融合・ミュオン触媒核変換の反応の触媒毒となる原子をドーピングしてもよいかもしれない。

例えば炭素同位体からなるターゲット (炭素同位体からなる炭素材料のターゲット T1 に) に Z の大きいトラップポイントとして有効核電荷の大きい鉄 Fe やタングステン W や鉛 Pb、ビスマス Bi のような Z の大きい原子核を意図的に・ごくごく微量ドーピングする等も想定される。

* 炭素同位体 (炭素 12・炭素 13・炭素 14) のいずれかの (核変換され易い) 同位体原子の割合を炭素材料のターゲット T1 で高めつつ、前記触媒毒のような原子 (ミュオン照射により核変換されにくい炭素同位体でもよい) をブレンドして炭素材料を製造してもよい。

* ミュオン照射により核変換されにくい炭素同位体の割合を減少させ (触媒毒となる量は残しつつ、又は触媒毒となる高 Z の原子をドーピング)、ミュオン照射により核変換されやすい同位体の割合を増加させた炭素材料ターゲット T1 を構成してよい。

* * 本願の一つの形態・想定では、炭素 12 (又は所定の核変換されやすい炭素同位体 A) のみではミュオンが炭素 12 (又は炭素同位体 A) に結合しヘリウムに変換される反応が連鎖されうるが、炭素 13 (所定の炭素同位体と別の核変換されにくい炭素同位体 B) をそこにブレンドすることにより反応が減速・停止されるかもしれない。

炭素 13 (前記同位体 B) とミュオンは結合しても励起エネルギーが高いなどの観点で炭素からヘリウムへの変換が起きにくいかもしれない。

例えば炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 99% で炭素 13 (前記同位体 B) が 1% の炭素ターゲット T1 にミュオンを照射投入した場合に炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 99 個に対し炭素 13 (前記同位体 B) が 1 個の割合で T1 にはあって、(炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 99 個と炭素 13 (前記同位体 B) が 1 個の計 100 個の集団について、) ミュオン触媒核変換反応は運よく炭素 13 (前記同位体 B) に最後に到達するとき炭素 12 (又は炭素同位体 A) を 99 個だけヘリウムに崩壊させうる。

同様に炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 99.9% で炭素 13 (前記同位体 B) が 0.1% の場合、ミュオン触媒核変換反応は運よくミュオンが炭素 13 (前記同位体 B) に最後に到達するとき炭素 12 (又は炭素同位体 A) を 999 個だけヘリウムに崩壊させうる。

(同様に炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 99.99% で炭素 13 が 0.01% の場合、炭素 12 (又は炭素同位体 A) を 9999 個だけヘリウムに崩壊させうる。)

炭素ターゲット T1 に含まれるミュオン核変換 (ミュオン触媒核変換) の原料原子・核変換燃料原子である炭素 12 (又は炭素同位体 A) と、ミュオン核変換 (ミュオン触媒核変換) の触媒毒原子の炭素 13 (前記同位体 B) の割合を制御することで炭素 T1 内でのミュオン核変換 (ミュオン触媒核変換) の触媒反応数・反応のサイクル数を変えることができるかもしれないので、本願では炭素ターゲットに含まれる炭素 12 (又は炭素同位体 A) の割合と炭素 13 (前記同位体 B) の割合を制御できてよい。

天然の炭素 12 (又は炭素同位体 A) と炭素 13 (前記同位体 B) の存在比に対し炭素 12 (又は炭素同位体 A) の存在比を増加させたものをターゲット部 T1 に用いてもよい。

例えば炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 98.9% 以上含まれる (例: 炭素 12 (又は炭素同位体 A) が 99.9% 以上、99.99% 以上含まれる) ターゲット T1 を用いてよい。

炭素 12 をヘリウムで分割すると 3 つのヘリウム 4

炭素 13 をヘリウムで分割すると 2 つのヘリウム 4 と 1 つのヘリウム 5、ヘリウム 5 はごく短時間に中性子とヘリウム 4 に崩壊。

10

20

30

40

50

炭素 14 をヘリウムで分割すると 2 つのヘリウム 4 と 1 つのヘリウム 6 (又はヘリウム 4 とヘリウム 5 が 2 つ)、806 ミリ秒後にヘリウム 6 は 99.999% リチウム 6 に崩壊し残りの%はヘリウム 4 に崩壊。

* 本願の一つの形態・想定では、炭素 14 は崩壊して Z の大きい窒素 14 に変化し、窒素 14 はミュオンをトラップしうるので、炭素を用いるターゲット部 T1 において、含まれていない又は含まれる量が少ないことが好ましい。

地球上での自然界に存在する炭素 14 は超微量で、その存在比率は炭素 12 のわずか 10 億分の 1 程度である。しかし炭素 14 はミュオントラップ後に何らかの形でベータ崩壊する方向に向かうと安定同位体の窒素 14 となり、窒素 14 は有効核電荷が炭素より大きいのでミュオンをトラップしミュオン触媒核変換・核融合反応を停止させうるので、好ましくは炭素 14 を取り除いた炭素 12 を含むターゲット部 T1 を用いることが好ましい。

* 他方、炭素から炭素 14 を完全に排除してしまうと炭素 12 (前記同位体 A) のミュオンを用いた核変換反応 (ミュオン核変換反応) が起こりすぎてしまう場合も考えられる。そこで炭素 12 (前記同位体 A) に意図的に炭素 13 (前記同位体 B) や炭素 14 をごく微量 (・自然界に存在比率よりは少ない量を) 含ませてターゲット T1 部を構成してよい。炭素 12 (前記同位体 A) を含む T1 部に炭素 13 (前記同位体 B) や炭素 14 をごく微量含ませて、炭素 13 (前記同位体 B) や炭素 14 を核変換反応をしすぎないように途中で止めるような触媒反応の連鎖反応停止用原子 (・触媒毒的な原子) として用いてもよい。

仮にターゲット T1 は炭素 12 (前記同位体 A) のみからなる場合は (炭素 12 (前記同位体 A) がミュオンと結合しヘリウムに変換されるならば、) T1 のすべての炭素 12 (前記同位体 A) が核変換反応しエネルギーを放出しうるかもしれない。他方、T1 の炭素 12 (前記同位体 A) に炭素 13 (前記同位体 B) ・炭素 14 を所定の割合ブレンドすることで核変換反応のサイクル数を大きくなりすぎないように制御できるのかもしれない。

【0087】

< 他の核融合方式との組み合わせ >

* レーザーによる慣性閉じ込め核融合炉や磁気閉じ込め式の核融合炉等他の核融合の方式に、本願記載の電場 (・レーザー航跡場・レーザー) を用いミュオンを減速させ核融合燃料原子部に投入可能とした構成を組み合わせて核融合・核変換を行えるようにしてもよい。

< LLFP 等の物質の核変換に用いる場合 >

核変換によりエネルギーを生じさせる場合、前述のように手のひらに 1 秒 1 つミュオンは到達しておりそれを利用して核変換を試みる。他方、核分裂路の廃棄物 LLFP の核変換やミュオンを用い何らかの原子核同士を核融合して別の原子核に変換する場合、必要となるミュオン数が増大する。宇宙空間や地上において宇宙線や宇宙ミュオンを用いて広大な土地・面積にかけて核変換のプラントを備え核変換してもよい。

他方、地上・宇宙において天然の宇宙線・宇宙ミュオンを得るだけでは原子核変換する量が少なすぎる懸念もある。例えば地上において 1 km 四方の宇宙ミュオン捕獲装置を用いて毎秒 10 の 8 乗個のミュオンを得てもそれを 1 年 (365 * 24 * 3600 秒) かけても 1 モル (6.02 * 10 の 23 乗個) の原子を核変換する個数には届かない。そのため地上ないし宇宙空間で宇宙ミュオンに頼らず宇宙ミュオンよりも多いミュオンを単位時間・面積当たりに生成できるミュオン生成装置があると好ましい。例えば図 15 の構成で 2HE-FFAG-1ST と 2HE-FFAG-2ND の粒子加速部について、円形加速器の他にレーザー航跡場を用いる粒子加速器・加速空洞部を用いてプロトン・ヘリウムを加速してミュオン標的に衝突させ中間子・ミュオンを生成してもよい。

【0088】

< 発明の効果 > 上記で述べた事に加え次のように記載する。

* 炭素 12 にミュオンが結合し核変換反応が起きうる場合に、炭素 12 のみであれば効率的 (爆発的・連鎖反应的) に炭素 12 の核変換反応が起きうるが、本願の考案によれば爆発的に核変換することを防ぎ発電用に制御して反応をさせたいときに、反応の制御停止点

となる原子の導入・ドーピングを行うことができるようになる。

仮に炭素 12 や窒素 15 と水素原子にミュオンを投入した場合に核変換反応が起きてその反応が置きすぎてしまう場合に備えて、その反応を制御する手段として反応を停止させる原子（核変換しにくい又は高 Z でミュオンをトラップできる原子）を導入できるようになり、安全に核変換システムを運用できるようになる。（原子核分裂炉における核燃料と制御棒の関係のように、核変換原料原子の核変換を核変換を阻害する原子のドーピングにより制御できる）

* レーザー航跡場・レーザー又はレーザーとプラズマを用いたミュオン減速器とそれを用いた核変換システムを提案する。

* 宇宙ミュオンを用いてミュオン核変換システムを駆動させたいときに宇宙ミュオンを大面積にわたり減速して捕獲しターゲット部に照射する減速素子として、日光を大面積に受け電力を得る太陽電池のような 2 次元の面上にわたり電子部品に注目し、宇宙ミュオンを大面積に減速し得る面型デバイスを生産する意図で絶縁体キャパシタ素子や電気二重層部を持つキャパシタ素子、焦電体・誘電体によりミュオン減速電場を形成する素子を提案する。

10

* 宇宙線や宇宙ミュオンを用いる宇宙船・航空機や輸送機器は加速器を搭載しなくともミュオンを用いることが可能かもしれない。加速器と人工的にミュオンを生成するエネルギーを消費せずとも宇宙ミュオンを減速して利用できるならミュオン核融合・核変換のエネルギー収支を大幅に改善できるかもしれない。

* 他方、LLFP 等の放射性廃棄物の核変換の用途では人工的なミュオン生成装置は必要であり、例えば 10 の 16 乗個のミュオンを毎秒生成しうる MERIT リング方式が開発されている。

20

本願は宇宙ミュオンのみを利用する発明ではない。本願は人工的に生じさせたミュオンを用いてもよい。宇宙ミュオンが自然現象で増減し利用できない場合や宇宙ミュオンの到達しない場所でも核変換システムを稼働させるためにミュオン生成装置を用いることも重要である。

そして宇宙ミュオン及びミュオン生成装置のミュオンはどちらも高速なミュオンであり、ミュオンを減速し薄い領域・限られたターゲット T1 の領域にてターゲット原子とミュオンを結合させるために、本願の考案する減速器を用いミュオンを減速しミュオン核変換に用いる事を試みてもよいかもしれない。

30

< 産業上の利用可能性 > 上記で述べた事に加え次のように記載する。

本願の考案を用いた炭素 12 を用いたミュオン核変換システムや、窒素 15 等と水素を用いたミュオン核融合・核変換システムは、太陽や恒星のような星の日光の届かない恒星間の暗闇の中でも、宇宙空間の宇宙船からミュオンを得てミュオン核変換に用いたり宇宙船内部に搭載されたミュオン生成部とミュオン減速器を用いてミュオン核変換によりエネルギーを得ることができ、恒星間を航行する宇宙船や探査ロボットの動力源にすることができるかもしれない。（宇宙太陽光発電ではエネルギーを得難い日光の届かない箇所でのエネルギー源になりうるかもしれない。）

また宇宙空間の天体に比較的多く存在してもよい炭素や窒素等の低 Z 原子の資源を探し出し、該原子を採取・回収し、該原子の核変換を行い、宇宙船・構造物の動力源・電力や推進装置の動力源にできるかもしれない。

40

アルファ線を推進剤に用いて宇宙船 3 は推進してよい。またアルファ線を AEC 部（図 21 のアルファ線のエネルギーを光子ガンマ線エネルギーに変換する部分 AEC）を用いガンマ線・光子を生成し、当該光子を宇宙船 3 の後方に放出しその反作用・反動により宇宙船 3 を推進させることで宇宙船 3 を光子を推進剤とする場合の速度・高い速度まで加速推進できる可能性もあり、宇宙船の動力源及び推進の動力として用いられるかもしれない。恒星間を宇宙船 3 が移動すると仮定したとき、アルファ線や光子を推進剤に用いて目的の宇宙空間に推進・移動し到着する。目的の宇宙空間に近づき宇宙船 3 は減速する必要があるときにも宇宙船 3 のアルファ線や光子を放出する推進装置部を宇宙船 3 の前方に放出しその反作用・反動により宇宙船 3 を減速させるよう推進させることで宇宙船 3 を減速さ

50

せブレーキングする際の動力や推進減として本願のシステムは用いられうるかもしれない。

目的地までの宇宙船 3 の加速と減速に必要な核変換原料・燃料を計算し、目的地の中継点近傍で一度減速し核変換用の原料原子を現地の天体から採取し、再度加速しを繰り返して、目的の宇宙空間へ推進する宇宙船や探査ロボットの形態も想定されうる。

【 0 0 8 9 】

< 図面の簡単な説明 > < 符号の説明 >

< 図 1 8 > * レーザーによる慣性閉じ込め型核融合炉について、ミュオン減速をレーザーパルスを用いたレーザー航跡場によるミュオン減速とかけ合わせる構成（パルス式レーザー慣性閉じ込め核融合炉のターゲット部を B や C や N 等の Z の小さい原子核として用いる系）* M D C - L A S E R (M D C L) レーザー源、パルスレーザー源 * 公知のレーザー航跡場加速器用レーザー源

10

(A) 1 F - S Y S : 核融合システム。1 E X P - S Y S : 核変換システム。

M D C L : ターゲット部 T 1 へのレーザー照射部

T 1 ・ F E E D : ターゲット部 T 1 、原料原子。(図 1 8 の場合、レーザー航跡場を形成するためのプラズマのもとになるガス・分子・原子を兼ねてよい)

2 M U D E C E : ミュオン減速器、粒子の減速器

(B) 2 L A S E R - E F : レーザーにより形成されたレーザー航跡場 L W F ・電場 2 L A S E R - E F 形成。ミュオンを減速する電場。

2 L A S E R - P L A S M A : レーザを T 1 に照射することにより生じたプラズマ。T 1 を含んでよく、プラズマでもある T 1 にミュオンが減速後に結合してもよい。

20

S M 1 : 宇宙ミュオン、宇宙ミュオン源

M 1 : ミュオン、ミュオン源

M 1 F : 高速なミュオン

M 1 L : 減速されたミュオン

(C) 広い面積にわたりレーザー航跡場を用いた減速器のアレイによりミュオンを減速し（捕獲し）T 1 に照射結合させる説明図。

M 1 、S M 1 、M 1 F : 高速ミュオン源（S M 1 を用いる場合、手のひら 1 千個分面積などにわたる）

2 M U D E C E - A R R A Y : 減速器のアレイ。M 1 L : 減速されたミュオン。T 1 : ターゲット

30

(パルス式レーザー慣性閉じ込め核融合炉のターゲット T 1 部がミュオンが到達可能な T 1 部であるとき、パルス式レーザによりミュオン減速を行う電場形成されミュオンが電場により減速された場合には、ミュオンと T 1 部原子が結合することにより T 1 部原子間のミュオン核融合も併せて行われる可能性がある)

< 図 1 9 >

(A) 2 M D C E - 2 D F D : 2 M U D E C E の一つの形態として電場形成した面型素子（大面積アレイも可）。当該部分は電場や磁場を形成できてもよい。

2 M U D E C E : 減速器。ミュオン減速器

P W S P : 電源部。2 M D C E - 2 D F D へ電圧・電位差を印加する。又は電場をかける手段。（電場や磁場を形成させるときの電源）（焦電体の場合のように温度変化で電場を形成させる場合も温度を起こさせるための電源。温度変化源）

40

2 M U C A P : ミュオンの捕獲部。

L M 1 Z : ミュオン減衰・除去された区画。2 M U D E C E にてミュオン減衰させ 2 M U C A P でミュオンを捕獲除去回収され、宇宙線・ミュオンが到達しない・しにくい箇所。（L M 1 Z はミュオン減速器と捕獲部から形成してもよいし、天然には高 Z の原子を含む地面内部の地中深くの区画でもよい）

T 1 : ターゲット

T 1 - 2 C O I L B : T 1 にコイルで磁場を印加する場合の箇所。

2 C O I L : ターゲット部 T 1 やミュオンに磁場 B を印加させる手段。コイル。

50

T 1 - 2 B M U : T 1 - 2 B M U : 磁場 B に巻きつくような回転運動 (サイクロトロン運動) するミュオンとそれの触れ合う T 1 の箇所 (ミュオンと T 1 の反応面積を増やすためミュオンを磁場 B を印加して回転させ T 1 ないでミュオンをかき混ぜる)

(B) 2 F D E L E - P Y R : 焦電体デバイス (焦電体を温度変化させて焦電体に電場を生じさせ、電場をミュオン減速に用いる時の素子。1つの実施形態では、電極にて焦電体・誘電体ではさんだキャパシタ素子の一つの形態ともいえるかもしれない。該 2 F D E L E - P Y R は面型・大面積に配置可能な素子でもよい。)

V O L T - C : G N D / 電圧制御部

T 1 : ターゲット。F E E D 。 (V O L T - C で制御されたターゲット T 1 の電極部 2 E R でもよい。)

10

2 P Y R - E F : 焦電体による電場。当該部でミュオン減速されてもよい。

2 P Y R : 焦電体。* 2 P Y R はミュオンのターゲット T 1 になる場合もある。P : 分極。

2 P Y R - P E F : 焦電体内部電場。当該部でミュオン減速されてもよい。

2 E R : 電極部

T E M P - C : 温度変化手段、ヒーター・クーラー部

- Z 面 : 焦電体の厚み・高さ z 方向について、ターゲット方向、図面上方向。+ Z 面 : ヒーター側方向・図面下方向の Z。

< 図 2 0 >

2 M U D E C E : 当該図でキャパシタ素子を用いて構成したミュオン減速器

20

(A) 絶縁体キャパシタに電圧印加し絶縁体に電場形成 (ミュオンをトラップしにくい低 Z 原子で構成された)

2 E R : 電極 (例) 低 Z 原子からなる電極。炭素電極、リチウム金属電極

2 L Z I : 絶縁体 (例) 低 Z 原子からなる絶縁体。炭素絶縁体、ダイヤモンド、炭化水素溶媒等

2 E R や 2 L Z I はミュオンをトラップしにくい低 Z 原子でできていてよい。また 2 E R や 2 L Z I はキャパシタ素子となり電場を形成してミュオンを減速させたときに減速したミュオンと結合するターゲット T 1 部にもなりうるので、例えば炭素 1 2 や窒素 1 5 と水素などのミュオン核変換・ミュオン核融合を起こしうる原料原子を 2 E R や 2 L Z I に含ませていてよい。(例えば 2 L Z I は炭素 1 2 を含む絶縁体、2 E R は金属リチウムを集電体やメッシュ電極・ブスバー・母線として含む炭素 1 2 よりなる炭素系電極)

30

* 2 E R は他の回路に接続できてよい。例えば 2 E R はミュオン減速や利用の支障とならないよう減速部から引き出されて (減速器機能部より離れた) 銅やアルミニウムの電線・回路・ブスバーと接続されていてもよい。

2 F D E L E : 電場形成した素子、2 L Z I を 2 E R ではさんで形成されるキャパシタ素子。* 当該キャパシタ素子を複数用いる場合は該素子を電気回路的に直列に接続してよい。

* キャパシタ素子を大面積に配置し宇宙ミュオンを減速する説明図。素子がキャパシタ型シート状デバイスであり、太陽電池風な面型素子となることを期待する構成。

2 F D E L E - L A M : 素子 2 F D E L E の積層体。(2 F D E L E を電氣的に直列に高さ方向・積層方向に接続)

40

P W S P : 電源部。キャパシタ素子 2 F D E L E や 2 F D E L E - L A M に電位差・電圧をかけてキャパシタ素子内に電場を形成する電源部。

(B 1) 電気二重層キャパシタ E D L C に電圧印加し電場形成 (ミュオンをトラップしにくい低 Z 原子で構成された)

2 E R : 電極

2 F D E L E - E D L - M P I : 電気二重層部を含む部分。多孔質な膜の界面に電気二重層を形成し該電気二重層部を絶縁体・誘電体 (に相当する部分) とする部分。多孔質電極。

P W S P : 電源部。パルス電源部。

50

2 E Rや2 F D E L E - E D L - M Pはミュオンをトラップしにくい低Z原子でできてよい。また2 E Rや2 F D E L E - E D L - M Pはキャパシタ素子となり電場を形成してミュオンを減速させたときに減速したミュオンと結合するターゲットT 1部にもなりうる。例えば炭素1 2や窒素1 5と水素などのミュオン核変換・ミュオン核融合を起こしうる原料原子を2 E Rや2 F D E L E - E D L - M Pに含ませていてよい。

2 F D E L E - E D L：電場形成した素子、2 F D E L E - E D L - M P Iを2 E Rではさんで形成されるキャパシタ素子・電気二重層キャパシタ素子。

2 F D E L E - E D L - L A M：素子2 F D E L E - E D Lの積層体（2 F D E L E - E D Lを電氣的に直列に高さ方向・積層方向に接続）。

（B 2）E D L C部の拡大図

2 E R - M P I：多孔質膜、多孔質電極（E G：多孔質炭素電極）、電気二重層キャパシタの多孔質電極。

2 E D L：電極部に形成された電気二重層

2 E R - M P I - M I C R O；2 E R - M P Iの拡大部、多孔質電極部。

2 E L Y T：電解液（電解質含）

<図2 1>宇宙線からミュオンを生成しミュオンを減速して核変換及び輸送機器駆動エネルギーに用いる宇宙船・宇宙建造物の説明図。

3：輸送機器3、エネルギー供給対象3（航空機、宇宙船、宇宙建造物、人工衛星、宇宙基地、宇宙居住区、月面基地・月面裏側基地、日光到達しない箇所の建造物を含む）

C O S R A Y 1：宇宙線

2 M U - C O S R A Y：宇宙線を受けて中間子・パイオン・ミュオン生成する部分。ミュオン生成源。S M R 1。アレイ状の2 M U - C O S R A Yでもよく、2 M U D E C Eにミュオンが投入できる構成でもよい。

S M 1：宇宙ミュオン。宇宙線により生成されたミュオン。

A 1：粒子加速器。粒子生成器・照射器M 1：ミュオン系、P 1：陽子系。

M A 1：ミュオニック原子生成部。人工的なミュオン（ミュオニック原子）をミュオニック原子にして減速してもよい。

M 1 F：高速なミュオン（S M 1や高速なM 1）

2 M U D E C E：* M U D E C Eミュオン減速器、減速器アレイ2 M U D E C E - A R R A Yでもよい。

（2 M U D E C Eはミュオンを捕獲して移動させる部分2 M U C A Pを含んでもよい。）

M 1 L：減速されたミュオン

T 1 - H A R V E S T E R：T 1を他の惑星・衛星・天体から収穫する手段、T 1の入手先。外部からの燃料採取手段（小惑星、天然天体）

F E E D C 1：燃料F 1（F E E D）、ターゲットT 1の供給部。* T 1・F 1の格納容器・燃料貯蔵部、ターゲット自動取り換え装置、T 1・核融合／核変換燃料の供給系。

1 R：核変換・核融合の反応炉。1 F - S Y S：核融合システム。1 E X P - S Y S：核変換システム。

T 1、F 1：核変換させたい原子のターゲット部。フィード部。核変換燃料部。核変換の反応部・炉心部。

T 1部ではミュオンとT 1を結合させミュオン核変換を促す。

H E 1：T 1にて核変換が起き生成された生成物。例として高エネルギーのヘリウム・アルファ線。

A E C：アルファ線エネルギー変換部。アルファ線のエネルギーを他のエネルギーに変換する部分。A E Cは進行波型直接エネルギー変換器T W D E C / T r a v e l i n g - W a v e D i r e c t E n e r g y C o n v e r t e rでもよい。A E Cは発生する粒子の運動エネルギーを電気エネルギーに変換する直接エネルギー変換器でもよい。

例：高エネルギー（高い運動エネルギー）を持つアルファ線の進行方向を（曲げる手段、コイル2 C O I Lの磁場などで）曲げてシンクロトロン放射光・制動放射を起こさせ、放射光・ガンマ線・光子（光エネルギー）に変換する部分。（*アルファ線は薄い紙でもそ

10

20

30

40

50

の進行を止められる。そこで紙・シートのようなアルファ線を止める部分で止めて制動放射を起こさせてもよい。低 Z の原子からなるシート部分でアルファ線を止めて光子を生成させてもよい。アルファ線を停止させたときにガンマ線を生成しそれが炉を放射化させることを防ぎたいので放射化しにくい原子（低 Z 原子）を用いてアルファ線を止めてもよい。）

* アルファ線と物質原子の相互採用により、原子をアルファ線衝突の励起作用により励起してよいし電離作用（イオン化作用）により原子の電子をはじき出して原子をイオン化させて良い。アルファ線が原子によって散乱される現象を起こしてもよい。

* ガンマ線と物質の相互作用にて光子エネルギーが 1.022 MeV 以上の時電子対生成が起きうる（陽電子と電子の対を生成しうる）ので電子対生成・陽電子生成を AEC 部できてもよい。

AEC 部で光電効果を用いてエネルギー変換させてもよい・高速電子（光電子）を生成してもよい。

コンプトン効果を起こして、物質内電子にガンマ線がぶつかって電子が散乱される結果コンプトン電子を生成してもよい。

* 光核反応により AEC 部や反応路 1R 構成する材料の核種が放射性元素に変換されることは避けたいが、高 Z の原子核は光核反応で中性子を出して放射性原子核になるパスが多くできるので使用を控えて低 Z の原子核を用いてもよいかもしれない。（ただし、高 Z 原子のほうがガンマ線の吸収・遮蔽能力は高くできるので高 Z の原子を利用しないことに限定するわけではない。）

* T1 で核変換が起きアルファ線が生成するときにコイル 2COIL 磁場にてアルファ線の進行方向をまげて放射光・ガンマ線・光子の生成を促してもよい。

1PRPLT：推進剤。加速推進時に 3 の後方に噴射放出される推進剤。光子やアルファ線等。また電気推進時やロケット推進を行う場合はその推進剤。（大気中を推進する場合は 1TH がジェット推進器やプロペラモータが噴出する大気・空気）

1TH：推進手段。（アルファ線を放出する推進機、光子を噴出する推進機、電気推進器等。プロペラモータ、ジェットエンジン等）1TH-NZ：ノズル（1TH や 1TH-Z は推進剤を噴出するときの噴出方向をかえることができてもよい。例えば 3 の加速時は 3 の後方に推進剤を噴出させ、3 の減速時は 3 の前方に噴射させる）

1GENR：発電部。HE1 のヘリウムのエネルギーを用いて発電する部分。

3SYS：3 のシステム（電力電気系統、制御系統、3 の制御部含んでよい）。1GENR から電力供給を受けてよい。3SYS から 3 に属する装置・箇所に電力を供給してよい。

< 図 6 > 図 6 にはジボランを (B) 用いた核融合反応系 (A) と炭素 (C) や窒素 (D) を用いたを用いた核変換系の想定図を記載している。

M1：ミュオン生成投入・導入手段（適切な速度の負ミュオン）

(A) において水素とホウ素 11 からなるジボランに負ミュオンを照射しジボラン中のホウ素 11 と水素をミュオン核融合させ励起した炭素 12 原子核 ($^{12}\text{C}^*$) に核変換したのち、炭素 12 が 3 つのヘリウムに変換される。

(C) の (C1) において、炭素 12 からなるグラファイト・黒鉛やダイヤモンドなどの炭素材料について、ミュオンが炭素材料中の炭素 12 と結合し励起した炭素 12 原子核 ($^{12}\text{C}^*$) を生じた後 3 つのヘリウムに変換される工程を示している。

(D) においては、窒素 15 と水素を含むアザン・ヒドラジンに負ミュオンを照射しアザン中の窒素 15 と水素をミュオン核融合させ炭素原子核 ($^{12}\text{C}^*$) と 1 つのアルファ線に核変換する。（その後残された炭素 $^{12}\text{C}^*$ は炭素とミュオンの核変換で 3 つのヘリウムに変換される。）

(C2) と (C3) はアルカン分子内でミュオンを照射した際の想定図であり、実際にどのように反応が起きるかは確認できていないが、アルカン内の炭素 12 と水素がミュオン核融合しうる。炭素 12 原子にミュオンが結合した場合 3 つのヘリウム原子に核変換されうる。水素原子と炭素原子では有効核電荷・ Z は炭素原子のほうが大きい。

10

20

30

40

50

*メタンでの炭素 - 水素の核融合反応例ではガンマ線と窒素 13 や窒素 14 を生じえて、窒素 13・窒素 14 は炭素より有効核電荷・Z が大きく、ミュオンを炭素より窒素 13・窒素 14 のほうがトラップしやすく、炭素 - 水素の核融合反応例ではミュオン核融合反応を阻害しうる虞がある。*他方、ホウ素 11 と水素や窒素 15 と水素をミュオン核融合させる場合や、炭素 12 原子核を励起した 3 つのヘリウムにミュオン核変換する場合は反応式ではガンマ線の放出はなく、(窒素 15 の場合に炭素 12 を生成するが炭素 12 が励起して 3 つのヘリウムに変換されるならば)ヘリウムを生成し放出する特徴があり、ミュオン核融合・核変換反応が持続して起きる可能性があり、本願で用いてよい。

【0090】

< 請求の範囲の例 >

10

< 請求項 12C1 >

励起した炭素 12 原子核をヘリウムに変換する工程を有するミュオンを用いた核変換システム。

< 請求項 12C2 >

炭素 12 原子核とミュオンを結合させ、励起した炭素 12 原子核を生成する特徴を有する請求項 12C1 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

< 請求項 12C3 >

ホウ素と水素をミュオン核融合させたのちに、励起した炭素 12 原子核を生成する特徴を有する請求項 12C1 に記載のミュオンを用いた核変換システム。

< 請求項 12C4 >

20

請求項 12C3 に記載のミュオンを用いた核変換システムを用いるミュオン核融合システムであって、

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融合燃料物質の原子・粒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、ミュオン触媒核融合システムであって、

前記核融合燃料物質は固体ではない水素化ホウ素若しくは気体の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、前記水素化ホウ素にミュオンを照射・投入する工程を有する、ミュオン触媒核融合システム。

< 請求項 12C5 > 前記ミュオンを照射・投入された前記水素化ホウ素を圧縮する工程を有する 請求項 12C4 に記載のミュオン触媒核融合システム。

30

< 請求項 DECE1 >

ミュオンを減速する工程又は減速手段を備え、ミュオンを核変換させるターゲット原子・原料原子に結合可能とする特徴を有する、ターゲット原子・原料原子の核変換システム。

< 請求項 DECE2 > ミュオンを電場・磁場又は電磁場・光子・レーザー航跡場又は加速器にて減速可能な請求項 DECE1 に記載の核変換システム。< 請求項 DECE3 > ターゲット原子・原料原子にパルスレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成可能な特徴を有するターゲット原子・原料原子の核融合又は核変換を行う請求項 DECE1 に記載の核変換システム。

< 請求項 DECE4 > 焦電体をミュオン減速のための手段に用いる請求項 DECE1 に記載の核変換システム。< 請求項 DECE5 > キャパシタ・キャパシタ内の電場をミュオン減速のための手段に用いる請求項 DECE1 に記載の核変換システム。< 請求項 DECE6 > 電気二重層部・電気二重層キャパシタ・電気二重層内部の電場をミュオン減速のための手段に用いる請求項 DECE1 に記載の核変換システム。

40

< 請求項 DECE7 > 宇宙ミュオン若しくは宇宙側から地上側に飛来する宇宙線に由来するミュオンを減速させ、前記減速されたミュオンを核変換させたいターゲット原子・原料原子に結合可能な特徴を有する、請求項 1 に記載の核変換システム。

< 請求項 MUCYCB1 >

減速したミュオンをターゲット部 T1 にて磁場で回転運動・サイクロトロン運動させ T1 部でミュオンと T1 部の原子を移動・混合する特徴を有する核変換システム。

< 請求項 MULCP1 > ミュオンを減速・減衰させた箇所で電子計算機及び量子計算機・

50

処理装置・記憶装置を稼働させる特徴を持つコンピュータシステム。＜請求項MULCP2＞ミュオン減速器・ミュオン減速器のアレイを用いてミュオンを減速し除去・減衰させた箇所で電子計算機及び量子計算機・処理装置・記憶装置を稼働させる特徴を持つコンピュータシステム。＜請求項MULCP3＞鉄やケイ素を含む高Z・高い有効核電荷を有する原子を含む地面を用いてミュオンを遮蔽した地下空間において電子計算機・量子計算機・処理装置・記憶装置を稼働させる特徴を持つコンピュータシステム。

＜請求項CSMUSP1＞

宇宙線よりミュオンを生成し、前記ミュオンを減速させてターゲット部T1に投入する特徴を持つ核変換システムを搭載した輸送機器であって、宇宙線を輸送機器にて受けることで宇宙線よりミュオンを生成する特徴を有する輸送機器。

10

＜請求項MTSPSP1＞

ミュオンを用いた核融合又は核変換により生じたアルファ線から光子を得て、前記光子を推進剤として、宇宙輸送機器の加速、減速を行う輸送機器。

＜請求項1＞

ミュオンを原料原子と結合させ、励起した原子核を得て、前記原料原子よりも有効核電荷又は原子番号の小さい原子に核変換する工程を有するミュオンを用いた核変換システム。

＜請求項2＞励起した炭素12原子核をヘリウムに変換する工程を有する請求項1に記載のミュオンを用いた核変換システム。

＜請求項3＞原料原子に炭素12を用いる核変換システムであって、炭素12を含む炭素材料の炭素12原子核とミュオンを結合させ、励起した炭素12原子核を生成する特徴を有する請求項2に記載のミュオンを用いた核変換システム。

20

＜請求項4＞ホウ素・ホウ素11と水素をミュオン核融合させたのちに、励起した炭素12原子核を生成する特徴を有する請求項2に記載のミュオンを用いた核変換システム。

＜請求項5＞請求項4に記載のミュオンを用いた核変換システムを用いるミュオン核融合システムであって、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融合燃料物質の原子・粒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、ミュオン触媒核融合システムであって、前記核融合燃料物質は固体ではない水素化ホウ素若しくは気体の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、前記水素化ホウ素にミュオンを照射・投入する工程を有する、ミュオン触媒核融合システム。

＜請求項6＞前記ミュオンを照射・投入された前記水素化ホウ素を圧縮する工程を有する請求項5に記載のミュオン触媒核融合システム。

30

＜請求項7＞窒素・窒素15と水素をミュオン核融合させたのちに、励起した原子核を生成しその後ヘリウムを生成させる特徴を有する請求項1に記載のミュオンを用いた核変換システム。

＜請求項8＞窒素・窒素15と水素を結合させたアザンにミュオンを照射・投入する工程を有する請求項7に記載のミュオンを用いた核変換システム。

＜請求項9＞ミュオンを減速可能な加速器又はミュオン減速器を用いてミュオンを減速させたのち、前記ミュオンを、核変換を行う原料物質の原子に投入・結合させる工程を有するミュオンを用いた請求項1に記載の核変換システム。

＜請求項10＞請求項9に記載の核変換システムを有する輸送機器。

40

＜請求項11＞請求項10に記載の核変換システムを有する発電装置。

＜請求項12＞ミュオンを減速する減速手段として電場又はレーザー航跡場を生成可能な特徴を有する核変換システムであって、ターゲット原子・原料原子にパルスレーザーを照射し電場又はレーザー航跡場を生成可能な特徴を有する請求項9に記載の核変換システム。

＜請求項13＞ミュオンを減速する減速手段として焦電体をミュオン減速のための手段に用いる請求項9に記載の核変換システム。

＜請求項14＞ミュオンを減速する減速手段としてキャパシタ又はキャパシタ内の電場をミュオン減速のための手段に用いる請求項9に記載の核変換システム。

＜請求項15＞電気二重層部・電気二重層キャパシタ・電気二重層内部の電場をミュオン

50

減速のための手段に用いる請求項 15 に記載の核変換システム。

< 請求項 16 > 請求項 9 に記載の核変換システムを備えた宇宙構造物であって、宇宙線を受けて宇宙線由来のミュオンを生成する宇宙ミュオン生成部を備え、前記宇宙ミュオン生成部より得たミュオンを減速し、原料原子に照射投入し、原料原子と結合させる手段を備えた宇宙構造物。

< 請求項 17 > 炭素 12 からなる炭素材料にミュオンを結合させることでミュオンが触媒となって核変換反応を連鎖的に発生可能である際に、ミュオンを用いた核変換反応が炭素 12 よりは起きにくい原子、又は炭素 13 原子、又は炭素よりも有効核電荷・原子番号 Z が高くミュオンをトラップ可能な原子を前記炭素材料にドーピングしている特徴を有する請求項 3 に記載の核変換システム。

10

【0091】

< 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、特願 2023 - 151787、特願 2023 - 174791、特願 2023 - 196029、特願 2023 - 196327、特願 2024 - 058388、特願 2024 - 065053 に対し次の項目を追加した。(本願は考案であって実証が必要である)

図 22 にミュオン原子核捕獲反応を考慮したミュオンを用いる核変換・核融合システムの想定に関する説明図を記載する。

本願では炭素 12 からなる炭素材料にミュオンを照射させ、励起した炭素 12 原子核を得てヘリウムに核変換させる想定であるが、図 22 はその説明図である。

(A) 炭素材料中の炭素 12 にミュオンが結合しミュオン原子核捕獲反応を起こし 10 - 20 MeV でもよい励起エネルギーを持つホウ素 12 原子核 (12B*) に変化したのち、12B* から隣の炭素 12 原子核に励起エネルギー移動が起き、励起した炭素 12 (12C*) が生じてその後ヘリウムに変換され、隣の炭素 12 に励起エネルギーが移動してを繰り返して、炭素 12 の炭素材料中の炭素 12 原子核がミュオンを用いてヘリウムに変換されることの想定の説明図。

20

炭素 12 にミュオンが結合し原子核捕獲反応し励起したホウ素 12 原子核を生成し、その後隣り合う炭素 12 原子に励起エネルギーを伝えながらヘリウムに変換する事があるかもしれないので、炭素 12 を含む炭素材料にミュオンを照射投入してヘリウムに変換する核変換システム 1EXP - SYS を構成してよい。

(B1) 窒素 15 を含むアザンにミュオンを結合させミュオン原子核捕獲反応させて炭素 15 に変化しその後炭素 15 の半減期経過後に窒素 15 を生成する場合の説明図。

30

(B2) 窒素 15 のミュオン核融合の説明図。(B1 では窒素 15 が炭素 15 に変換されえうが、炭素 15 の有効核電荷・Z は窒素 15 よりも低く、核融合反応が継続すると考え併せて記載した)

注：本願明細書の段落番号 0076 の<炭素の利用>、<ミュオンを炭素 12 に照射した際の視点>、<近接した炭素原子と励起した炭素原子との視点>の箇所にて炭素 12 原子核とミュオンが結合して炭素 12 原子が励起され隣の炭素 12 原子に励起エネルギーを励起エネルギー移動により移動させ炭素 12 をヘリウムに変換する(図 22)ことを記載している。図 6 の(C1)では励起した炭素 12 の状態・励起エネルギーが隣の炭素 12 に移動していく事を記載しているが、その具体的な例として図 22 を記載した。図 6 では炭素 12 にミュオンが結合してホウ素 12 となることは書かれていないが図 6 では少なくともミュオンにより炭素 12 原子が励起され、その後隣の炭素 12 原子に励起エネルギーが移動して当該隣の炭素 12 原子が励起されヘリウム原子に変換されていることが図示されている。図 22 では図 6 に記載のメカニズムの 1 つの例を図 22 の(A)に記載している。)

40

< 請求の範囲の例 >

< 請求項 MUFRET1 > 炭素 12 原子からなる炭素材料にミュオンを結合させ炭素 12 をヘリウム・アルファ線に核変換する核変換システム。

< 請求項 MUFRET2 > 炭素 12 原子をミュオンと結合させてミュオン原子核捕獲反応を起こし、炭素 12 原子内の陽子を中性子に変換しつつミュオンの静止エネルギーの一部

50

を原子核励起エネルギーとした励起したホウ素 12 原子核を得て、前記励起したホウ素 12 原子核の励起エネルギーを前記励起したホウ素 12 原子の隣に位置する前記炭素材料内の炭素 12 原子核に移動させ炭素 12 原子核を励起しヘリウムに変換する請求項 M U F R E T 1 に記載の核変換システム。

< 請求項 M U F R E T 3 > 励起した炭素 12 原子核から隣の炭素 12 原子核へ励起エネルギーの移動又は励起状態の移動・連鎖を伴う、請求項 M U F R E T 1 に記載の核変換システム。

窒素・ホウ素と水素によるミュオン核融合の場合についても、図 22 と同様にミュオン原子核捕獲反応を考慮して、本願の 1 つの実施形態・想定例として図 23 に窒素 15 を含むアンモニアにおける系のミュオン核融合・ミュオン核変換の想定図を記載し、図 24 にホウ素 11 を含む水素化ホウ素・水素化ホウ素アニオン (L i B H 4) を含む系のミュオン核融合・ミュオン核変換の想定図を記載する。

10

【 0 0 9 2 】

< ミュオン除去部 L M 1 Z を用いた中性微子・ニュートリノ検出器部 >

減速器 2 M U D E C E を用いて宇宙線・ミュオンを減速させ減少させた箇所・取り除いた箇所 (L M 1 Z : ミュオン減衰・除去区画) でニュートリノ検出器 2 N U T D E T を配置してよい。

本願のミュオンを用いる核融合・核変換システムはミュオンの元になる中間子・パイオンをシステム近くにて生成する場合はパイオン生成・崩壊によるミューニュートリノを生じうる。パイ中間子はすぐに崩壊してミュオンとミュオンニュートリノになる。

20

また核融合・核変換システムはミュオンをターゲット部 T 1 の原子に投入しその後 T 1 の原子がミュオン原子核捕獲反応を起こすことにより、ニュートリノを生じうる。

ミュオンの静止質量エネルギー 1 0 6 M e V のエネルギーをミュオンを捕獲する原子核に与えうる。そして一般には 1 0 - 2 0 M e V を原子核の励起エネルギーに用い、残りのエネルギー (約 8 0 M e V) を持つ高エネルギー方向なニュートリノを生じうる。)

本願のシステムも含むミュオンを用いるシステムはニュートリノを人工的に発生させる。本願ミュオン発生装置・中間子発生装置やミュオンと原子核の結合可能な標的部 T 1 が稼働する場合、自然環境よりも偏った電子ニュートリノやミューニュートリノの発生源となりえて、T 1 を含む輸送機器や発電部を含む構造物 3 はニュートリノの発生源になりうる。

30

* 本願では T 1 含むシステムの応用例として恒星間の暗闇を移動可能な宇宙探査ロボット 3 を想定しているが、宇宙探査についてロボットとの通信が必要である。遠方にはなれるほど電波は電磁波・光子で減衰するかもしれない。

他方ニュートリノは弱い力や重力と作用して減衰するゆえに大規模な検出器で検出するべき粒子であるが、当該ニュートリノを生成する 3 はニュートリノで遠隔地と通信できるかもしれないのでニュートリノ通信機部を持つ 3 について記載する。

遠方の宇宙空間の構造物・探査ロボット 3 と地球 (・太陽系内の構造物) との間で、ニュートリノを用いた通信システム 1 N U T - C O M を構成してよい。

ニュートリノを用いた通信 1 N U T - C O M に関して、1 N U T - C O M のニュートリノ送信部 1 N U T - T X は中間子やミュオンの発生と崩壊によるニュートリノ発生部でよく、ニュートリノが振動する質量を持つ粒子であれば、波に振動を持たせるように、1 N U T - T X はニュートリノの振動やニュートリノの粒子のオンオフに情報を内包させて良い。

40

1 N U T - C O M のニュートリノ受信部 1 N U T - R X はミュオン減速器 2 M U D E C E で減速させミュオンを除去・減衰した L M 1 Z に配置したニュートリノ検出器 2 N U T D E T を用いてニュートリノを検出してよい。

< 公知の例 1 チェレンコフ検出器 >

世界最大の水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置であるカミオカンデ・スーパーカミオカンデのように、地中又は宇宙線やミュオンの減衰・除去された箇所に超純水タンクと光電子増倍管を含む検出器を設置し、ニュートリノの衝突の標的とし、当該標的により生じるチ

50

ェレンコフ光を光電子増倍管で検出してよい。(スーパーカミオカンデのガドリニウム塩を前記純水標的にドーブして超新星爆発に由来する高エネルギーなニュートリノについて分離する機構・ニュートリノエネルギーフィルタ機構(電波通信におけるフィルタ回路のようなものか)を搭載してもよい。

例えば送信部 1 N U T - T X で生じさせるニュートリノのエネルギーを予め指定しておき、受信部 1 N U T - R X で受け取るニュートリノのエネルギーレベルを(前記ガドリニウムのドーブで受け取るエネルギーレベルを限定できるように)限定・セレクト・フィルタし送信部で設定されたエネルギーレベルのニュートリノを受信部にて受信してよい。

エネルギーレベルの分解能を持たせることで通信情報のチャネルを増やせるので用いてもよい。光ファイバー通信において異なる波長の光を 1 本の光ファイバで伝送する波長多重伝送方式と同様に、ニュートリノを用いた通信方式において、異なるエネルギーレベルのニュートリノを同一のニュートリノの飛翔・通信する経路において伝送し、前記異なるエネルギーレベルを(例えば図 2 5 のように、高エネルギーのニュートリノを検出する外殻のガドリニウムドーブ純水検出部 2 N U D E T - H I E にて光電子増倍管 P M T の 2 P M T - H I E にて光・チェレンコフ光を検出し、その後残されて飛翔する低エネルギーニュートリノを純水検出部 2 N U D E T - L O W E にて P M T の 2 P M T - L O W E にて光を検出してよい。)

10

< 公知の例 2 : ラジオケミカル法 >

ガリウムを用いたニュートリノ検出器 2 N U T D E T (塩化ガリウム水溶液の大容積タンクを用いる G A L L E X、G N O : G a l l i u m N e u t r i n o O b s e r v a t o r y、液体ガリウムを用いる S A G E : S o v i e t - A m e r i c a n G a l l i u m E x p e r i m e n t) は公知であり当該ガリウム利用型 2 N U T D E T を(減速器で宇宙線やミュオンが減速されてよい、半導体素子や検出器に高エネルギー粒子の入射することを防ぐようにした箇所でもよい) L M 1 Z に配置して検出してよい。

20

7 1 G a + 反ニュートリノ - > 7 1 G e + 電子の反応により 7 1 G e を得て、7 1 G e を別途化学的分析器等により検出してニュートリノ検出。(ただし原子の変換を行いその変換された原子の個数をカウントするため情報通信で情報を多く扱うには公知の例 2 のままでは処理速度が遅い虞があり、公知の例 1 のほうが情報処理速度面では良いかもしれない)

* 図 2 5 ではニュートリノを用いた通信システム 1 N U T - C O M は送信部 1 N U T - T X は宇宙船・探査ロボット 3 でもよいし、潜水艦 3 でもよい。海中深くをゆく潜水艦 3 にミュオンを生成し崩壊させニュートリノを生じる部分(加速器を用いて中間子・ミュオンを生成する部分)やミュオン核融合・核変換システムを搭載しミュオン発生・崩壊をさせニュートリノを生成する部分を送信部 1 N U T - T X としてよい。潜水艦 3 (潜水ロボット 3) が日本海溝など深い箇所を航行しつつ潜水艦から発せられた情報・信号(暗号化されていてもよい)を含むニュートリノを近傍の受信機 1 N U T - R X にて受信することで潜水艦からの情報を得ることができる。* 本願の送信部 1 N U T - T X と受信部 1 N U T - R X は宇宙・空中・海上・海中・地上・地中に配置してよい。

30

また、地中内部の(・ L M 1 Z の・)海中の潜水艦 3・輸送機器 3・構造物 3 側にニュートリノ送信機 1 N U T - T X に加え受信機 1 N U T - R X を搭載できれば、地上側の送信機と受信機に対しニュートリノを用いた通信ができるようになり、遠い宇宙や海中での通信や地中での通信が可能になりうる。

40

< 図 2 5 > ニュートリノを用いた通信システム 1 N U T - C O M の説明図

符号説明、

1 N U T - C O M : ニュートリノ通信システム

1 N U T - T X : ニュートリノ送信部。1 N U T - C O M の T X 部。

1 N U T - H i g h : 高エネルギーニュートリノ

1 N U T - L o w : 低エネルギーニュートリノ

2 M U D E C E : 減速器

2 M U C A P : ミュオン捕獲部

50

2 M U T R A P : ミュオンのトラップ部。宇宙線のトラップ部、除去部。

L M 1 Z : ミュオン減衰・除去区画。(構造物 3 や輸送機器 3 内で宇宙線やミュオンの侵入により記憶装置や処理装置などのコンピュータ・制御部を妨害する・誤動作させる・破壊することを避ける意図で輸送機器 3 L M 1 Z 内にコンピュータ・記憶装置・処理装置を L M 1 Z に配置してよい。また 3 の通信装置や検出装置を宇宙線やミュオンの影響による誤動作・停止・破壊を避けるために 3 の L M 1 Z 内に通信装置・入力装置・出力装置・センサ・検出器・電波検出器・粒子検出器・ニュートリノ検出器を配置してよい。)

1 C O M P U T E R : コンピュータ、計算機、電子計算機、量子コンピュータ

1 M E M O R Y : 記憶装置

1 P R O C E S S O R : 処理装置

1 N E T W O R K : 通信網

1 N U T - R X : ニュートリノ受信部。1 N U T - C O M の R X 部。

2 P M T - H I E : 高エネルギー粒子、高エネルギーニュートリノ検出部

2 P M T - L O W E : 低エネルギー粒子、低エネルギーニュートリノ検出部

2 S E N S E : センサ。粒子検出用センサ

2 P M T - C N T : 信号カウンタ部、信号検出部

2 P M T - C O N : P M T 制御部

2 N U T D E T - C O N : 制御部。検出器制御部

1 N U T : ニュートリノ・中性微子

1 N U T - B E A M : ニュートリノビーム

1 N U T - T X : ビームでもよい中性微子送信部

1 N U T - R X : 中性微子受信部

2 M U - B Y - N U T : ニュートリノをミュオンに変換する部分。2 M U : ミュオン生成部

1 M U - T X : ミュオン送信部

1 M U - R X : ミュオン受信部。

2 M U D E C E : ミュオン減速器

2 P M T : 光電子増倍管。

2 S E N S E : センサ。粒子検出用センサ。

T 1 : ミュオンや粒子の標的。粒子を衝突又は結合等作用させる標的部。(ミュオンによる原子の核変換をできてもよい。核変換や粒子の崩壊により生じたエネルギーを 2 S E N S E で検出できてよい。)

* 図 2 5 ではニュートリノ振動を考慮していないが、前記振動を考慮して、ニュートリノのエネルギーのほかにユートリの振動で生じる・(フレーバーが入れ替わりした) 電子・ミュー・タウのニュートリノの種類に分けてニュートリノ検出可能な検出器 2 N U D E T - E L E N 、 2 N U D E T - M U N 、 2 N U D E T - T A U N を 2 N U D E T - H I E や 2 N U D E T - L O W E の箇所に備えていてもよい。例えばカナダのサドベリーニュートリノ天文台 S N O の重水素を含む水をニュートリノと衝突させる標的に用いたニュートリノ検出器は公知であり、重水素の中性子をニュートリノが陽子に変換しそれを検出することで、電子ニュートリノを選択的に検出できるのでそれを電子ニュートリノ検出部に用いてよい。

[* 例えば、荷電カレント相互作用では重水素原子核の中性子を陽子に置換する。ニュートリノは該反応により吸収され電子が発生する。例えば太陽ニュートリノのエネルギーはミュオンやタウレプトンの質量より小さく、そのため電子ニュートリノのみがこの反応に寄与する。放出される電子はニュートリノのエネルギー 5 - 1 5 M e V 程度のほとんどを持ち出して検出器部にて検出可能である。(荷電カレント相互作用は 2 N U D E T - E L E N 、 2 N U D E T - L O W E に用いられうる。) * 他方、中性カレント相互作用では重水素の重水素原子核を陽子と中性子に分解させる。陽子と中性子を検出する。ニュートリノは少しエネルギーを失いつつ維持され、すべて・3 種 (電子・ミュー・タウ) のフレーバーのニュートリノが同じようこの相互作用に寄与する。重水素の中性子に対する反応断

10

20

30

40

50

面積は小さく、中性子が重水素の原子核に捕獲されるときには約 6 MeV のエネルギーのガンマ線・光子が発生する。一部の中性子は SNO のアクリル容器を通過して軽水に入り、軽水の中性子捕獲反応断面積は非常に大きいため直ちに捕獲される。この反応で約 2 MeV のエネルギーのガンマ線が発生するが、これは検出器のエネルギー閾値以下なので観測できない。コンプトン散乱し加速された電子はチェレンコフ放射を通じて検出することができる。（中性カレント相互作用は 2NUDET-MUN 、 2NUDET-TAUN 、 2NUDET-HIE に用いられうる。）（中性カレント相互作用で重水とニュートリノが反応し生じる中性子を軽水式のカミオカンデのようなチェレンコフ検出器似て検出可能である）]

* 公知文献によれば、弾性散乱相互作用では、ニュートリノは原子中の電子と衝突し、エネルギーを電子に分け与える。3種類すべてのニュートリノが中性の Z ボソンの交換を通じてこの相互作用に寄与することができ、電子ニュートリノは電荷を持つ W ボソンの交換によっても寄与することができる。このため弾性散乱相互作用は電子ニュートリノによるものが支配的であり、スーパーカミオカンデ検出器ではこのチャンネルを通じて太陽ニュートリノの観測が可能になっている。

弾性散乱相互作用は相対論的なビリヤードに相当し、このため生成された電子は通常、ニュートリノが（太陽又はニュートリノの発生源から）進行してきた方向を指し示す。この相互作用は原子中の電子で起こるため、重水と軽水の両方で同じ割合で発生する。本願ではニュートリノの発生源にミュオンを標的 $T1$ と結合させる核変換システムを用いるが、弾性散乱相互作用を用いて、ニュートリノが宇宙空間や地球上のどの方向から来たかを検出する事に役立てられうるのでニュートリノ検出器やニュートリノ通信装置において用いてよい。

< $\text{SNO} + \text{システム}$ でのシンチレータ >

重水素の代わりに直鎖アルキルベンゼン・テルル 130 （2重ベータ崩壊する原子核）を標的又はシンチレータとして用いるニュートリノ検出器部を用いてよい。

< ミュオンを用いた通信システム >

上記 1NUT-COM ではニュートリノを通信に用いているが、その代わりにミュオンとミュオン受信部 1MU-RX （ミュオン減速器 2MUDECE ・ミュオン捕獲部 2MUCAP ・ターゲット部 $T1$ ）とミュオン発信部 1MU-TX （ミュオン生成器 2MU ）を用いたミュオン通信システム 1MU-COM を構成してもよい。

< 重元素を用いた検出器・トラップ部 >

現在シリコン Si や鉄 Fe よりも高 Z な鉛 Pb やヨウ素 I を含んでよいペロブスカイト半導体材料がペロブスカイト太陽電池（光電変換素子）の分野で研究・開発されている。

当該ペロブスカイト半導体の高 Z な鉛原子は負ミュオンを強くトラップしたり、ニュートリノ・高質量のニュートリノ・粒子等と衝突しうる可能性やガンマ線など光子を高 Z な原子により吸収しやすい可能性があり、本願の一つの形態ではミュオンやニュートリノや粒子光子をトラップ・吸収して検出する検出器に用いてよい。本願の一つの形態では LM1Z を形成したい目的で（ミュオン・宇宙線の侵入を阻む目的で）高 Z な原子から構成されていてもよい、（絶縁体・半導体・金属の部分の有してもよい）ミュオン捕獲遮断部 2MUTRAP を用いてよい。

< ニュートリノ・中性微子に質量がある場合の質量・重力・万有引力によるニュートリノ検出器 >

図 26 のように、質量の大きな点とニュートリノ粒子との質量・重力による相互作用を用いたニュートリノ検出器を（可能ならば）構成してよい。

電子・ミュー・タウの3種ニュートリノは重力により分離されうる（何らかの変化をしよう）と考え、本願では太陽や中性子星やブラックホールのような天体近傍を電子・ミュー・タウの3種が混合したニュートリノビームが直進するときに、（さながらマススペクトル質量分析装置のように）天体近傍にて質量の重さに応じてニュートリノ軌道・ビーム軌道が段階的に変わり、軌道の代わり方から（2種類以上の）ニュートリノを分離する装置も記載する。

10

20

30

40

50

(以下記載の検出器はニュートリノと同じく、仮説上粒子のニュートラリーノのような重力と弱い相互作用を行い電磁気力と作用しない粒子の検出実験についても同様である) タウニュートリノ(振動で生じてもよい)は電子・ミューニュートリノよりも質量が大きい予想がされている。ニュートリノの作用しうる重力と弱い力のうち、重力の作用に注目し、タウニュートリノの質量による重力を検出しニュートリノの通信システムに用いてもよい。(タウニュートリノの質量・重力を検出できるか否か実証が必要である。)

* 1 N U T - R X - G R A Vを用いて遠方の宇宙探査ロボット3とニュートリノ通信(探査信号の受信、ニュートリノ放送の受信)を行う装置・システムを構成してよい。

図26のように、宇宙構造物・探査ロボット3のニュートリノ送信部1 N U T - T Xにて(自然界で生じる強度より高い・人為的な電子・ミュー・タウの中性微子混合でもよい、)ニュートリノを送信し、受信部箇所にてニュートリノを重力を用いる分離部2 M S - N U T - G R A Vを用いて質量ごとにニュートリノを分離し、該分離後にニュートリノが進行すると期待する軌道に沿って配置した個別の検出器によりニュートリノ検出・受信する。

10

* ニュートリノ通信では広大な宇宙空間に3 N R Xを移動・配置して3 N R Xのニュートリノ検出部2 N U D E T - T A U N等にてニュートリノ・粒子を検出する必要がある。広大な宇宙空間で遠方の3からヒント無しに送られるニュートリノを検出するのは難しい可能性がある。

そこでニュートリノ検出のヒントになりうる情報(大まかなニュートリノ到来箇所を見積もる情報)を3は3 N R Xや地球・宇宙の基地に電波にて知らせることができてよい。例えば3はニュートリノ送信部・通信部のほかに電波送信部・通信部を備えてよく、3の電波通信部からの電波ないしは3からの情報を3 N R X・3 N R X - E L E N・3 N R X - M U N・3 N R X - T A U Nは受信できてよい。3は3の姿勢や航行の状態、ニュートリノ送信部の向いている方向・3の座標、3の軌道等の情報を、3 N R Xへ送信・通信・放送できてよい。* 3の放出する通信用ニュートリノを受信部の3 N R Xにて検出するときに役立つ情報を送信・通信・放送できてよい。)

20

太陽・恒星・中性子星・ブラックホールのような大質量部1 M S S T A R(質量を持つ点1 M A S S - P O I N T)を用い3種の質量の異なるニュートリノを1 M S S T A R間で働く重力の大きさの違いにより進行する軌道の違い。距離の違い・差分(d E M・d E T))を生じさせ、ニュートリノを質量ごとに分離し、分離後の各質量のニュートリノについて分離後の進行する軌道の先に配置した検出器(2 N U D E T - E L E N、2 N U D E T - M U N、2 N U D E T - T A U N)を用いてニュートリノを検出することにより、電子・ミュー・タウのニュートリノを検出してもよい。

30

* 例えば図26のように、宇宙空間において太陽系最大の質量を持つ太陽(1 M S S T A R)の近傍を通るように人工的に3種のニュートリノを生成可能なニュートリノ送信部(1 N U T - T X)を設置し、前記送信部1 N U T - T Xから太陽の近傍を通る際に質量を持つ3種のニュートリノがニュートリノ分離部2 M S - N U T - G R A Vにて重力・引力を受け質量の違いに応じてその進行する軌道を変え(軌道の差分d E T・d E Mを生じて)ニュートリノの種類ごとに分離されうるのでその仕組みを用いて質量の異なるニュートリノを検出してよい。* 電子は負電荷1とスピン $1/2$ を持つフェルミ粒子であり、加速された電子の軌道を曲げた場合には制動放射光・光子を生じる。ニュートリノはスピン $1/2$ を持つフェルミ粒子である。加速されたニュートリノが軌道を曲げられる事を用いてニュートリノを検出してよい。ニュートリノはスピン $1/2$ を持つフェルミ粒子である。ニュートリノは重力により影響されうるビリヤードの球のようにふるまうとすると、重力の強い点の方向に引き寄せられニュートリノの軌道が変わりうる。軌道を変えたニュートリノを検出するよう検出器を配置してよい。

40

大質量の天体・恒星1 M S S T A Rを用いる代わりに、可能ならば、慣性閉じ込めレーザー核融合において物質を一点に高密度に圧縮するように、(さながら太陽の中心を作る、中性子星の中心をつくるように)密度・質量の大きい点1 M A S S - P O I N Tを作り(点1 M A S S - P O I N Tをレーザーや加速粒子による慣性閉じ込めにて作り、又は加速

50

された粒子の衝突点を用いて作り)、当該 1 MASS - POINT とニュートリノの質量との間での万有引力を生じさせニュートリノ検出(・ニュートリノ分離・ニュートリノの質量ごとに異なる物理的応答の生成・検出)に用いてもよい。ニュートリノ送信部はニュートリノを生成する為の加速器等の装置を駆動する電力・動力源として核融合炉・核変換システム・宇宙太陽光発電システムを備えていてもよい。

< 図 26 > 記号説明、

3 N T X - L E M T : ニュートリノ送信部を備えた宇宙構造物 3 N T X (ニュートリノは質量の異なるものを送信できてもよい。) 2 M S - N U T - G R A V や 3 N R X にてニュートリノ振動と重力・引力の影響を考慮して通信に好ましい質量・エネルギー・種類のニュートリノ(又は複数種類のニュートリノの集団)を送信できてもよい。3 N R X では 3 N T X から送信されたニュートリノが振動により変わりつつ、かつ 2 M S - N U T - G R A V の重力を受けることも考慮して、ニュートリノの質量やエネルギーを測定しうる。(ニュートリノが重力・引力を受け・振動しているときのニュートリノを 3 N R X で測定してよい。) 3 N T X から放出されるニュートリノはニュートリノビーム 1 N U T - B E A M であってもよい。3 N T X からレプトン・ニュートリノが放出されてもよい。

10

1 N U T - E M T - M I X : 質量の違う・数タイプ・3 タイプのニュートリノが含まれていてもよいニュートリノの集団部・軌道部。

1 N U T - B E A M : ビームの 1 N U T 。

1 N U T - L E P T O N : レプトンの 1 N U T 。

2 M S - N U T - G R A V : 重力・引力(力)により質量の異なるニュートリノを分離する部分。

20

1 N U T E - O R B I T ・ 1 N U T M - O R B I T ・ 1 N U T T - O R B I T : 2 M S - N U T - G R A V にて重力・引力(力)により軌道に違いが生じた電子(1 N U T E)・ミュー(1 N U T M)・タウ(1 N U T T)のニュートリノ 1 N U T の軌道。

3 N R X - E L E N / - M U N / - T A U N : ニュートリノ検出器つき宇宙構造物 3 (- E L E N : 電子、 - M U N : ミュー、 - T A U N : タウのニュートリノを表す添字。)

* 2 M S - N U T - G R A V から離れるほどに 2 M S - N U T - G R A V でニュートリノが軌道変化し分離されていく時の軌道・距離の変動 $d E M$ ・ $d E T$ が大きくとれる可能性があり(電子ニュートリノの軌道 1 N U T E - O R B I T に対するミューニュートリノの軌道 1 N U T M - O R B I T の距離差分 $d E M$ ・ タウニュートリノの軌道 1 N U T T - O R B I T の差分 $d E T$)、広大な宇宙空間内を用いて差分を大きくとる目的で宇宙空間を移動可能な輸送機器 3 に検出器を備えさせニュートリノ観測宇宙船・人工衛星・構造物 3 N R X とし、距離差分を稼いで電子・ミュー・タウのニュートリノを(位置距離の差分を大きくとって)分解して検出してよい。)

30

3 N R X はニュートリノ検出のため、宇宙線やミュオンを減衰させる箇所 L M 1 Z や粒子の減速器を備えてよく 3 N R X の L M 1 Z 内にセンサ・検出器を配置してニュートリノ検出試みてよい。

< 請求の範囲の例 > 重力(又は引力又は力により)質量の異なるニュートリノを検出する特徴を備えたニュートリノ検出器を用いるニュートリノ通信システム。

< 粒子を衝突させる特徴を有する中間子・粒子の生成装置 >

40

正ミュオンは正電荷の粒子である。本願の 1 つの形態では、ミュオン標的に衝突させる粒子やミュオン標的に正ミュオンを用いてよい。(2 C L P にて粒子衝突後に寿命により崩壊しうる)正ミュオンをミュオン標的に用いることで炭素ミュオン標的で問題となったミュオン標的の放射化リスクを低減したい意図がある。(図 14 ・ 図 15 の、2 H E - F F A G - 1 S T と 2 H E - F F A G - 2 N D の加速された粒子の軌道の交差する箇所でもよい粒子衝突部 2 C L P にて衝突させる粒子や標的に正ミュオン・ミュオン・レプトンを用いてよい。)

正電荷の粒子同士を衝突させて良い。例えば標的の陽子・原子核に高エネルギーの陽電子を衝突させてもよい。

(ホウ素 11 や窒素 15 と水素の核融合や励起された炭素 12 原子核のヘリウムへの核変

50

換時に、ヘリウムアルファ線はエネルギーを持ちアルファ線より陽電子と電子対を生成可能なレベルのガンマ線を放出するので陽電子生成に前記アルファ線を用いてよい。陽電子と電子を加速器・加速手段により加速させ粒子衝突させクォーク中間子ミュオン) レーザ航跡場にて加速された電子と、加速された陽電子を衝突させ中間子・ミュオンを生成試みてよい。

例えば正ミュオンと負ミュオンを加速し衝突させるミュオンコライダーを用いて粒子・中間子・ミュオンを生成できてよい。

レプトンを加速し衝突させて高エネルギーな粒子・Z/Wボソン・ボソン・中間子を生成できてよい。

* 逆運動学法により水素やミュオン・正ミュオンを標的として、衝突原子・粒子を照射し粒子衝突を起こして中間子・粒子を生成し、又は核破碎反応を起こそうとしてもよい。ミュオン中間子生成用のミュオン標的に水素標的を用いてよい。

10

< 正ミュオンによる核破碎による核変換 >

放射性廃棄物の原子核やLLFPに正ミュオン(又は陽電子・正の粒子)を加速して照射して核の破碎を促してLLFPよりも質量・原子番号Z・中性子数Nの小さい原子核を製造してよい。LLFPに陽電子を加速して照射して核の破碎を促してLLFPよりも質量・原子番号Z・中性子数Nの小さい原子核を製造してよい。

正の電荷をもつ粒子として陽子・アルファ線・陽電子・正ミュオンがあげられる。静止質量は陽子938MeV、アルファ線3.72GeV、陽電子0.511MeV、正ミュオン105.6MeVで、正ミュオンは陽電子よりも質量は大きく正ミュオンを寿命になる前に加速させ炭素や窒素、酸素原子核の標的に投入・衝突させることで前記原子核が核破碎され中性子数が減少したりZが減少した(リチウム等の)原子が生じつつ中間子・ミュオンが生じるかもしれない。* 例えば窒素や酸素原子は宇宙線により核破碎されてベリリウム7(7Be、7Beは半減期53日後に電子捕獲ECによりリチウム7となる)やベリリウム10(10Be、10Beは半減期10の6乗年後にホウ素10となる)に核変換される。

20

(* 負ミュオンと正ミュオンは加速器粒子衝突や宇宙線宇宙ミュオンに同じ割合含まれるが負ミュオンだけでなく正ミュオンも何らかの利用用途があれば好ましいと考える。そこで例えば正ミュオンを核破碎やミュオンパイオン生成用の衝突粒子・標的粒子に用いてもよい。

30

* 放射化された炭素材料ミュオン標的(炭素12・炭素13・炭素14に加えて放射性廃棄物の原子核を含みうる)に、加速された正ミュオンを入射衝突させた場合、正ミュオンが放射性廃棄物の原子核を核破碎する事で、放射化された標的内の放射性原子核を低減させる可能性がある。

例えば寿命の長い放射性同位体のベリリウム10に正電荷の陽子を衝突させようとするると陽子とベリリウムが衝突型核融合してより重い原子核となり炭素14等を生じるうかもしれない。他方、ベリリウム10原子核と衝突しても核融合しないとみられる正ミュオンを加速して原子核に衝突させることでベリリウム10のような高寿命の放射性同位体を物理的に破碎し低Zな・安定な・放射性のない原子核に核破碎することを試みてよい。* 例えば正ミュオンを放射性同位体の(炭素ミュオン標的に生成されたものでもよい)炭素14・ベリリウム10原子核に衝突させ前記原子核より1つの中性子を放出できた場合、安定同位体の炭素13やベリリウム9原子核に変換できうる。ミュオン標的が放射化されたとしても当該核破碎反応を用いて放射化された標的を安定同位体へ変換することもできるかもしれない。

40

* 炭素12原子核にミュオンを照射して(原子核を励起して)ヘリウムに変えることを試みてよい。

< 核破碎による原子製造 >

炭素や酸素等の原子核に正ミュオン・ミュオンを照射して他の原子核に変えることを試みてよい。また或る原子核Aに加速された高エネルギーの正ミュオン・ミュオンを照射し原子核Aと正ミュオンを衝突させて核破碎反応を行い製品となる原子核Xを製造してよい。

50

加速器等を用い 100 MeV 以上の高エネルギーにまで加速した陽子を標的原子（水銀、鉛、ビスマス、鉛、タングステン、タンタル、ウラン、炭素等）に入射すると、高エネルギー陽子が標的中の原子核と衝突し、そのエネルギーで標的の原子核をばらばらにする。当該原子核より中性子、中間子などの2次粒子が放出される反応を核破砕反応と呼ぶ。

本願の一つの実施の例では、陽子の代わりに正ミュオンをビスマスや鉛、水銀等核破砕ターゲットに加速・照射・衝突させて原子核Aを核破砕反応させを原子核Xに変換することを試みてよい。*陽子衝突による核破砕と比べ正ミュオン衝突による核破砕が起きる場合、原子核に陽子が衝突しての核融合反応（原子核に衝突用の陽子を追加・置き去りにする反応）が起きない期待がある。正ミュオンにより衝突される原子核Aの陽子や中性子を衝突により破砕しばらばらにして飛ばす時は該原子核A内に正ミュオンが追加・置き去りになっても正ミュオンはその後陽電子とニュートリノに崩壊するのみで（陽電子・レプトンが原子核Aに置き去りになりその後陽電子は原子の電子と結合し光子を放って対消滅する特徴があり）原子核Aに陽子・中性子が残らない特徴・利点がある。

*例えばある陽子数Z・原子番号Zで中性子数Nの原子核AのNを核破砕反応にて1又は数個減らしたいときに陽子Pを原子Aに照射したとき、原子核から中性子1つが叩き出されて高速中性子として出た場合、原子Aには陽子Pが残り原子AのZは1増えてNは1減る事になり、Zが1増えた原子核に変換しうる（例えば水銀HgがタリウムTl、亜鉛ZnがガリウムGa、スズSnがアンチモンSb、ヒ素AsがセレンSeに変わる）。他方、陽子の代わりに正ミュオンを用いたとき、陽子の時のように原子AのZが増えないならば、水銀やヒ素は中性子数を1個・数個減らした水銀原子核になりうる。）

*スズ114は仮に核破砕反応により中性子を1つ除くことができればスズ113となり、その後半減期113日の正のベータ崩壊でインジウム115を得うる。

ヒ素75は仮に核破砕反応により中性子を1つ除くことができればヒ素74になり、その後半減期17.7日で66%は正のベータ崩壊でゲルマニウム74となり、残りは負のベータ崩壊でセレン74となる。ヒ素75は仮に核破砕反応により中性子を2個除ければヒ素73となり半減期80日で電子捕獲によりゲルマニウム73を生成しうる。

このほか、ミュオン照射による核破砕反応で水銀198の中性子を一つ減らして水銀197とするなども想定される。*加速されたミュオン（又はレプトン・陽電子の形態もあるが）を用いた核破砕反応により原子核Aの中性子数を減らして（その後ゲルマニウムなどの希少な）原子核Xを得ることを試みてよい。さらに、原子核AはLLFPの原子核であってもよく、LLFP原子核Aをより放射線を出す能力（放射能）の低い原子核Xに変換することを試みてよい。LLFPのパラジウム107にミュオンを衝突させ核破砕反応させパラジウム106等に変換することを試みてよい。（LLFP例：107Pd、135Cs、93Zr、79Se、126Sn）*同位体は同位体分離技術（レーザー同位体分離技術）により分離されうる。

（*また（減速されてもよい）ミュオンを原子核Aに結合させミュオン原子核捕獲反応させ原子核Aを核変換してよい。ミュオン原子核捕獲反応時にミュオンの静止質量エネルギーを原子核Aに与えて原子核Aを励起させて原子核Aの励起や崩壊を促してもよい。）

<ミューニュートリノや他の粒子の崩壊からミュオンを得る構成、1NUT-COMの1NUT-RXにニュートリノとミュオンの変換部を備える構成>

*高エネルギーの粒子ビーム・ニュートリノビームをニュートリノからミュオンを生成せうる部分2MU-BY-NUT（図25）に照射し、その後2MU-BY-NUTからミュオンを生じさせ、前記ミュオンをT1に照射し、T1にてニュートリノからミュオンを発生させそのミュオンをミュオンを用いた核変換システム・核融合システムに用いてよい。

*ミューニュートリノを送信部1NUT-TXから受信部1NUT-RXの検出器2MU-BY-NUTに送信させる実験は公知である。DUNEという米国の実験装置ではミューニュートリノを送信し送信先の検出部で電子・ミュー・タウのニュートリノを検出している。引用文献：Deep Underground Neutrino Experiment（DUNE）、PIP-II Cutaway of Earth I

10

20

30

40

50

Illustration、Image Number: 19-0078-01、米国エネルギー省、Fermi Research Alliance, LLC) 他の公知の例として、レオン・レーダーマンらにより米国ニューヨーク近郊にあるブルックヘブン研究所BNLのAGS加速器を用いて行ったニュートリノビームを用いて2種のニュートリノがあることを調べた「2種ニュートリノ実験」とよばれた実験があり、前記実験では送信部1NUT-TXにてニュートリノビームを生成しニュートリノビームより受信部1NUT-RXにて中間子・ミュオンを生成させているが、本願システムでもニュートリノビーム1NUT-BEAMからミュオンを生成し該ミュオンをターゲット部T1に照射・投入・結合させミュオン核融合・ミュオン核変換を起こすよう促してもよい。〔2種ニュートリノ実験: AGS加速器により150億電子ボルトに加速された陽子の塊を、ベリリウムの標的に打ち込み、打ち込まれた陽子は、ベリリウム原子核をバラバラにし、それを構成していた陽子や中性子を飛び出させるだけでなく、パイオン・中間子を作り出す。パイオンは高エネルギーで飛びながらミュオンとニュートリノに崩壊する。ベリリウムとその原子核崩壊による中性子とパイオンとミュオンとニュートリノの集団からなるビームからニュートリノだけを取り出すため、該ビームを厚さ10メートルに及ぶ鋼鉄の塊に照射しBeの陽子・中性子、パイオン・ミュオン等を鉄内でブロックさせ、ニュートリノだけを鋼鉄壁部からすり抜けさせ高エネルギーのニュートリノビームを得る。鋼鉄壁を超えたところにスパークチェンバーの標的部2MU-BY-NUT(放電箱2MU-BY-NUT、チャンバー部2MU-BY-NUT)をおき、(ごくまれにニュートリノは反応し)、スパークチェンバーとスパークチェンバー間に挟んだアルミニウムの板と反応したニュートリノが、スパークチェンバーに記録された。ニュートリノからは逆に電子や陽電子がつけられることも知られ、AGS加速器による高エネルギーニュートリノビームからはアルミの原子核と反応した時に実験でミュオンと反ミュオンが生成された。〕

本願においてもパイオンからミュオンを得る場合にミューニュートリノが生成されえて、該ミューニュートリノをビーム1NUT-BEAMとして受信部(2MU-BY-NUT、1NUT-RX)まで送信し、ミューニュートリノをニュートリノからミュオンへ変換する標的部2MU-BY-NUTに照射し2MU-BY-NUTにてミュオンを生成させミュオンをターゲット部T1に(減速して)投入結合できるようにしてよい。

1NUT-TXのニュートリノビーム1NUT-BEAMを2MU-BY-NUTにてミュオンに変換し、2MU-BY-NUTから得たミュオンを1NUT-RXのT1やミュオン検出部・センサ2SENSE・2PMTを用いてニュートリノに基づくミュオンを検出し、ニュートリノ送信部1NUT-TXからのニュートリノ信号検出・受信し、通信系1NUT-COMに用いてよい。

(ミューニュートリノビーム、タウニュートリノビーム等のニュートリノビーム1NUT-BEAMを1NUT-TXから放出してよく、1NUT-TXから2MU-BY-NUTへ1NUT-BEAMを照射・投入してよい。)

*放電箱内(又は2MU-BY-NUT内)におかれたホウ素(11B)や窒素(15N)と水素等原子(若しくは低Z・Zが大きすぎない原子)のT1に前記ニュートリノ・ニュートリノビーム1NUT-BEAMから得た負ミュオン(ミュオン)を照射してもよい。

【0093】

<結び>本願では次に記載する事項の実施を試みてよい・行ってよい。

<ミュオン核融合、ミュオン核変換>

本願ではミュオン・負ミュオンをターゲットT1部であるホウ素11と水素からなる水素化ホウ素や窒素15と水素からなるアンモニア(アザン)に照射・投入しミュオン核融合させる系について開示した。(核融合に用いる燃料原子・原料原子よりも有効核電荷又は原子番号Zの小さい原子に核変換する工程を有するミュオンを用いた核変換システムとして窒素15・ホウ素11と水素の核融合例を開示した。)

T1である流体でもよいホウ素11と水素を含む原料物質にミュオンを照射・投入し3つのアルファ線とエネルギーを得る系を開示した。T1である流体・固体でもよい窒素15

10

20

30

40

50

と水素から成る原料物質・アンモニアにミュオンを照射・投入し1つの炭素12原子核と1つのアルファ線とエネルギーを得る系を開示した。本願の1つの形態によれば、本願の核融合システム1F-SYSでは窒素15やホウ素11と水素をミュオンを照射・投入しミュオン核融合させることを試みてよい。(本願図1、図23、図24等)

<P-11B・PB>*例えばT1に水素とホウ素11からなる水素化ホウ素を用いてよい。

*T1に水素化ホウ素リチウムLiBH₄(図24。NH₄BH₄のアンモニウムの代わりにリチウムを用いる)を用いてよく、用いる場合はホウ素11Bにミュオンが引き寄せられ水素とホウ素のミュオン核融合が起き、その後ヘリウムが生成される。その後ヘリウムやカチオンのLiよりは隣接する他のLiBH₄のBがZが大きいので、ミュオンはBにトラップされミュオン触媒核融合が進むことを期待する。

*T1に水素化ホウ素ベリリウム・ベリリウムボロハイドライドBe(BH₄)₂を用いてよく、用いる場合はホウ素11Bにミュオンが引き寄せられ水素とホウ素のミュオン核融合が起き、その後ヘリウムが生成され、ミュオンはヘリウムやBeよりは隣接する他のBe(BH₄)₂のBにトラップされミュオン触媒核融合が進むことを期待する。(BeにトラップされBeと水素のミュオン核融合が起きリチウム6とHeを生じる可能性もある。またリチウム6とHのミュオン核融合が起きる可能性もある。リチウム6と水素が単純に結合した場合ベリリウム7となり7Beは半減期53.22日でリチウム7に崩壊しうる)

<P-15N・PN>*T1に水素と窒素15からなるアンモニア・アザンやリチウムアミドLiNH₂を用いた場合、水素と窒素のミュオン核融合が起きる事を期待できるのでミュオン核融合システムに用いてよい。(NH₄BH₄も同様)(水素と窒素15にミュオンを照射投入して窒素15と水素を核融合させ、励起した酸素16原子核を経てその後ヘリウムに核変換してよい。)

*水素化ホウ素アンモニウム・アンモニウムボロハイドライドNH₄BH₄を用いてよい。NH₄BH₄の場合該NH₄BH₄分子内で内で最もZや有効核電荷の大きな窒素15に負ミュオンが引き寄せられ窒素15と水素のミュオン核融合が起きることを期待する。その後炭素12とヘリウムを生じて、負ミュオンは隣接するNH₄BH₄分子の窒素15にトラップされ窒素15と水素で再度ミュオン触媒核融合する可能性がありT1に用いてもよい。

(NH₄BH₄分子内を用いる場合、窒素15にミュオンがトラップされる想定でありNよりZの大きなホウ素にトラップされにくい想定である。NH₄BH₄では窒素と水素の核融合燃料としての利用を期待でき用いてもよい。窒素15やホウ素11は水素と核融合しうる。)

<P-18O、CNO、P-19F>本願ではT1に酸素17・酸素18・フッ素19と水素を用いてT1にミュオンを投入して核融合を起こすことを試みて良い。(水素と酸素17、水素と酸素18、水素とフッ素19を原料・T1部としたミュオン核融合を試みてよい)(CNOサイクル反応において核融合後にヘリウムを放出しうる反応、例えば窒素15・酸素17・酸素18・フッ素19と水素の反応を用いてミュオン核融合を試みてよい。)

*本願発明では水素とリチウム・ベリリウムのほかに、水素とホウ素11・窒素15・酸素17・酸素18・フッ素19をターゲットT1に用いてミュオン核融合・ミュオン核変換することを試みてよい。

<P-18O、P-15N>例えば、仮に、本願考案が実際に動作する場合、酸素18と水素からなる水H₂Oについてミュオンを照射した場合、2つある水素のうち1つの水素と酸素18がミュオン核融合して窒素15とヘリウムと3.98 MeVを生じうる。その後窒素15が水素とミュオン核融合反応した場合、炭素12とヘリウムと4.96 MeVを生じうる。(合計で1つの水分子から炭素12と2つのヘリウムと8.94 MeVのエネルギーが生じうる。1分子内のOとHからNを経由して核融合反応を多く稼げて高出力になりうる可能性がある)

< D - 1 4 N > 例えば、窒素 1 4 と重水素 (D 、水素 2) からなるアンモニア N D 3 にミュオンを照射・投入しミュオン核融合させて (励起した酸素 1 6 原子核を経て) ヘリウムと炭素 1 2 とエネルギーを得る事を試みてよい。 (なお窒素 1 4 と重水素・ D - 1 4 N の核融合にてヘリウムと炭素が生じるか否かは実証していない。 * 水素とホウ素 1 1 が核融合して励起した炭素 1 2 原子核を経てアルファ線となることや、水素と窒素 1 5 が核融合して励起した酸素 1 6 の状態を取り炭素 1 2 とアルファ線を生成しているように見えるので、中性子数と陽子数を P - 1 5 N と同様に P = 8 と N = 8 にそろえることで P - 1 5 N と同様に核融合すると想定して記載している。 D - 1 4 N は 1 つの例である)

* 水素・重水素や酸素 1 8 は海水より得られる。また酸素 1 8 や窒素 1 5、窒素 1 4 は大気より得る想定である。

10

* 例えば重水素からなるリチウムアミド L i N D 2 のターゲット T 1 にミュオンを照射してミュオン核融合を促してもよい。窒素 1 4 と重水素からなるリチウムアミド L i N D 2 にミュオンを照射・投入し窒素 1 4 と重水素のミュオン核融合により炭素 1 2 とアルファ線を得てその後炭素 1 2 と重水素の核融合により窒素 1 4 を得てもよい。この L i N D 2 の反応では L i N D 2 の N D 2 アニオン内で最初に 1 4 N が D と核融合し炭素 1 2 を生成しその後炭素 1 2 はアニオン内の残りの D と核融合し無害で大気中に返せる窒素 1 4 を生成できるメリットがある。 (なお炭素 1 2 より窒素 1 4 のほうがミュオンが引き寄せられる場合、炭素 1 2 と D の核融合を起こす前により Z の大きい T 1 部の L i N D 2 の N にミュオンがトラップされ、N と D のミュオン触媒核融合反応が連鎖して起きる期待もある。 Z や有効核電荷は L i や B よりも N や O や F のほうが大きい特徴もある。)

20

* 重水素と窒素 1 4 (及び水素・陽子と酸素 1 8 や窒素 1 5) は地球や宇宙内で存在比が多いので自然より採取しやすい期待があり核融合燃料 F E E D の候補として記載する。

< T - 1 6 O > 例えば、三重水素 T は重水素と比べ入手しやすく、T は半減期も短いので参考ではあるが、三重水素と酸素 1 6 からなる水 T 2 O にミュオンを照射して、(酸素 1 8 と水素からなる水 H 2 O と同様に) ミュオン核融合させ、1 つの水分子 T 2 O から炭素 1 2 と 2 つのヘリウムと 8 . 9 4 M e V のエネルギー生成を試みてよい。

< D - 1 0 B > 例えば重水素とホウ素 1 0 をミュオン核融合させてヘリウムを得る事を試みてよい。

本願の 1 つの実施形態では原料原子として B ・ N ・ O ・ F 等原子と水素・ D ・ T を含む (・ 結合させた) 核変換原料部 T 1 ・ F E E D 又はターゲット T 1 にミュオンを照射・投入し、該原料原子よりも有効核電荷・Z の小さいヘリウム等の原子を生成する核融合・核変換反応系を用いてよい。

30

* ミュオンを気体分子 (H 2、分子 D T、N H 3 等) に照射したとき、気体分子内の隣り合う原子同士をミュオン核融合させうる。

【 0 0 9 4 】

< 他の核変換 >

本願の 1 つの実施形態では炭素に水素をミュオン核融合させてもよい。炭素 1 3 に重水素を結合させ窒素 1 5 を得てもよい。 (窒素 1 5 は次いで水素と反応し炭素 1 2 を生成する可能性がある)

酸素に水素をミュオン核融合させて良い。トリプルアルファサイクルにてヘリウムから炭素を生成してよく、炭素とヘリウムから酸素を生成してよい。

40

本願の 1 つの実施形態では原子を生成する 1 つの形態では、ネオン N e よりも Z の大きい原子をミュオンを用いて他の原子核と結合・核融合させてもよい。

* 本願の 1 つの実施形態では、Z が大きくなりミュオンがトラップされることや Z が多くクーロン障壁がより大きい可能性があり実現するか不明ではあるが、(L i、B、N、F の核融合例からの類推で) 例えばナトリウム 2 3 (2 3 N a) についてナトリウム 2 3 に水素を結合させて、水素化ナトリウム N a H とし、前記 N a H をターゲット T 1 とし、ミュオンを T 1 に照射し水素とナトリウムを核融合・核変換させることを試みてよいし、アルミニウム 2 7 に水素を結合させた水素化アルミニウム A l H 3 の T 1 にミュオンを照射しアルミニウム 2 7 と水素をミュオン核融合させてもよい。

50

(Z が奇数の原子である)リチウム・ホウ素・窒素・フッ素・ナトリウム・アルミニウムや、リン・塩素・カリウム・スカンジウム・バナジウム・マンガン・コバルト・銅の原子と水素原子(1つの形態では重水素DやT)をミュオンを用いて核融合・核変換させてよい。

次に想定の実験例を記載する。(注: 4He はヘリウム4)

<核融合の想定例。 Z が大きいほどクーロン障壁大きい>

Proton-Lithium - 7 : $1\text{p} + 7\text{Li} \rightarrow 4\text{He} + 17.2\text{ MeV}$ 、

Proton-Boron - 11 : $1\text{p} + 11\text{B} \rightarrow 3 \times 4\text{He} (= 8\text{Be} + 4\text{He}) + 8.7\text{ MeV}$ 、

Proton-Nitrogen - 15 : $1\text{p} + 15\text{N} \rightarrow 12\text{C} + 4\text{He} + 5.0\text{ MeV}$ 、

Proton-Fluorine - 19 : $1\text{p} + 19\text{F} \rightarrow 16\text{O} + 4\text{He} + 8.114\text{ MeV}$ 、

<核変換の想定例(原子核を核融合させる場合)>

注: 上記LiからFまでの反応を手本に、単純にヘリウム1個分ずつスライドするようにした反応の想定例であり以下NaからCuまでは起きうるか実証していない。核子1つ当たりの結合エネルギーはFeやNiで最大であること考慮し、以下ではNiを超える銅までの組み合わせを記載した。

Proton-Sodium - 23 : $1\text{p} + 23\text{Na} \rightarrow 20\text{Ne} + 4\text{He}$ 、

Proton-Aluminum - 27 : $1\text{p} + 27\text{Al} \rightarrow 24\text{Mg} + 4\text{He}$ 、

Proton-Phosphorus - 31 : $1\text{p} + 31\text{P} \rightarrow 28\text{Si} + 4\text{He}$ 、

Proton-Chlorine - 35 : $1\text{p} + 35\text{Cl} \rightarrow 32\text{S} + 4\text{He}$ 、

Proton-Potassium - 39 : $1\text{p} + 39\text{K} \rightarrow 36\text{Ar} + 4\text{He}$ 、

Proton-Scandium - 43 : $1\text{p} + 43\text{Sc} \rightarrow 40\text{Ca} + 4\text{He}$ 、

Proton-Vanadium - 47 : $1\text{p} + 47\text{V} \rightarrow 44\text{Ti} + 4\text{He}$ 、

Proton-Manganese - 51 : $1\text{p} + \text{Mn}51 \rightarrow 48\text{Cr} + 4\text{He}$ 、

Proton-Cobalt - 55 : $1\text{p} + \text{Co}55 \rightarrow 52\text{Fe} + 4\text{He}$ 、

Proton-Copper - 59 : $1\text{p} + \text{Cu}59 \rightarrow 56\text{Ni} + 4\text{He}$

* 負ミュオンの場合、 Z が大きくなる程弱い相互作用で核と結合し寿命を迎える恐れがある。* Z が大きいほどクーロン障壁大きい。

* Z が奇数の原子に限らず、酸素18等の原子と水素の核融合についてもアルファ線を放出させる核融合反応を前の段落で述べており、偶数の Z の原子でも核融合反応例があるので、本願の1つの実施形態では Z が奇数の原子番号を用いることに限定しない。

* 本願ではある原子番号 Z の原子A(例: ホウ素11や窒素15や窒素14等)に別の原子B(例: 水素原子、D等)をミュオン核融合させて原子Aの原子番号 Z よりも Z が低い原子X(例: アルファ線や原子Aよりも Z の小さい原子。窒素15と水素の場合のアルファ線と炭素12)の生じるミュオン核融合反応系を用いてよい。

<炭素原子の核変換>

ホウ素11と水素原子核が核融合し励起した炭素12の原子核(12C^*)となりその後 12C^* から3つのアルファ線となる。

本願の1つの形態によれば、図22の(A)のように、炭素原子核同士が結合して得られた炭素材料($-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-$)について、ミュオンがミュオン原子核捕獲反応により炭素材料の炭素原子核に結合し、ミュオン原子核捕獲反応により炭素原子核をホウ素原子核に変換したときに、ミュオンの静止質量エネルギー(静止エネルギー)106MeVの一部10-20MeVをホウ素原子核(もとは炭素原子核)に与えて前記励起したホウ素原子核B*を作り、該ホウ素原子核B*に隣接する炭素原子核がある場合には、隣接する炭素原子核に該ホウ素原子核B*の励起エネルギー(原子核を励起させるエネルギー)が移動・伝達して隣接する炭素原子核を励起し、励起した隣接する炭素原子核C*を形成した場合には励起した炭素C*をヘリウム・アルファ線に崩壊させうるので、核変換システム1EXPSYSにおいて炭素原子同士が結合した炭素材料にミュオンを照射・投入し炭

素原子をヘリウム原子へ変換するミュオン核変換を起こすことを試みてよい。(本願図 2 (A) 等)

* 本願の 1 つの形態によれば、炭素 12 原子核にミュオンを照射・結合させて、ミュオンがミュオン原子核捕獲反応により炭素 12 原子核に結合し、ミュオンの静止質量エネルギー(静止エネルギー) 106 MeV の一部を前記原子核に与えて励起した原子核を作り、前記励起した原子核から前記励起した原子核よりも原子番号の小さい原子(ヘリウム)に核変換してよい。

* 本願の 1 つの形態によれば、(例えば炭素 13 でもよい)炭素原子核同士が結合して得られた炭素材料の T1 にミュオンを照射・投入し、ミュオンがミュオン原子核捕獲反応により炭素材料の炭素原子核に結合し、ミュオン原子核捕獲反応により炭素原子核をホウ素原子核に変換したときに、ホウ素原子核が励起してホウ素原子に隣接する炭素原子核内の(3 つの)アルファ線の構造が解き放たれアルファ線・ヘリウムに核変換する反応を起こすよう試みてよい。(例えば炭素 13 からなる炭素材料にミュオンを照射して炭素 13 がアルファ線に核変換されてよい)

* 本願の 1 つの形態によれば、炭素原子核(炭素 13 等炭素同位体を含んでもよい)同士が結合して得られた炭素材料の T1 に正ミュオンを照射・投入し、(その後、例えば正ミュオンの崩壊により正ミュオンから高エネルギーの陽電子を生成し、前記陽電子を炭素原子核・炭素 13 原子核に衝突させ)炭素原子核・炭素 13 原子核を励起させ、炭素原子核をアルファ線(及び粒子・中性子)に核変換させてよい。(例えば励起した該炭素 13 原子核をアルファ線と中性子に核変換させ、その後該中性子はベータ崩壊を起こした場合には、該中性子は陽子と電子と中性微子とエネルギーを放出しうるので当該核変換を起こすことを核変換システムは試みてよい。)

* 本願の 1 つの形態によれば、炭素原子核(炭素 13 等の炭素同位体を含んでもよい)同士が結合して得られた炭素材料について、ミュオンを照射しミュオンの静止エネルギーを炭素原子核に与え、原子核を励起して、炭素原子核をアルファ線・粒子(・中性子)に核変換させ、その後中性子はベータ崩壊を起こした場合には粒子・陽子・電子・中性微子とエネルギーを放出しうるので核変換システム 1 EX P - S Y S は炭素材料・炭素原子核にミュオンを照射し核変換を試みてよい。

(* 原料原子よりも有効核電荷又は原子番号の小さい原子に核変換する工程を有するミュオンを用いた核変換システムとして炭素 12 原子核・炭素 13 原子核・炭素原子核が複数化学結合され含まれる炭素材料の核変換・核のヘリウムへの崩壊の考案を開示した。なお炭素 12 ・炭素 13 等炭素原子の核変換は実証されていない。* ホウ素 11 と陽子の核融合や C N O サイクル反応にて出現しえる窒素 15 と水素の核融合反応式等は公知である。)

* 本願では炭素原子からなる材料・炭素材料・炭素原子核にミュオンを照射し炭素原子核にミュオンを結合させ炭素原子核を核変換してよい。炭素 12 ・炭素 13 等炭素原子核にミュオンを照射・結合させて前記炭素原子核よりも有効核電荷又は原子番号の小さい原子に核変換してよい。

* なお正ミュオンを炭素 12 原子・炭素 13 原子に結合させ、(又は炭素原子核周りの電子に結合させ、)ミュオンの寿命中にミュオン持つエネルギーや、ミュオン寿命後に生じる正ミュオンの静止エネルギーを炭素原子核に与えて、炭素原子核を励起させ、その後の炭素原子核を核変換等に用いることを試みてよい。正ミュオンが静止して崩壊した際に 50 から数十 MeV のエネルギーを陽電子のエネルギーとして放出しうる。そのエネルギーを陽電子と原子核の衝突に用い、陽電子のエネルギーにて原子核を励起して、核破碎・核変換に用いてもよい。

* 正ミュオンでは高エネルギーの陽電子が生成され、前記陽電子が原子核を核破碎とした時、原子核内の中性子を弾き飛ばす可能性がある。* 負ミュオンの場合は原子核を励起し中性子とアルファ線に核変換しうる。

* 正ミュオンを用いて高エネルギーの陽電子を得て該陽電子にて炭素 13 を励起しアルファ線と中性子・陽子・粒子に核変換できれば、(核変換後の中性子のベータ崩壊、)質量

10

20

30

40

50

欠損によりエネルギーを得られるかもしれない。

ミュオンを照射するターゲット T 1 部の炭素材料内の炭素 1 3 (又は炭素 1 2 等炭素同位体等のようなミュオン照射によりヘリウムに変換される原子核) の割合を自然界に存在する炭素 1 3 (又は炭素 1 2 等炭素同位体等のようなミュオン照射によりヘリウムに変換される原子核) の存在比比率よりも多くすることで炭素 1 3 (又は炭素 1 2 等炭素同位体等のようなミュオン照射によりヘリウムに変換される原子核) を含む炭素材料の前記核変換・質量欠損・エネルギー生成が多く起きるかもしれない。(中性子はベータ崩壊しうる。また中性子はホウ素のような中性子を吸収しやすい原子により吸収されうる。)

* ミュオンを炭素材料中の炭素原子に照射結合させて炭素 1 3 が反応する場合には炭素 1 3 の割合を増加させて良く、炭素 1 2 等の同位体が反応する場合には炭素 1 2 の割合を増加させて良い。(例えば炭素 1 2 等の炭素原子は 3 つのアルファ線の構造を持ち、該原子核が励起されたときにヘリウム原子に変換されうる)

* 正ミュオンは例えばミュオニオメタン CH_3Mu 等の化合物を形成でき、その後寿命後に崩壊し炭素原子 (炭素 1 2 原子) や水素原子に原子核励起のエネルギーを与えうるかもしれない。

* 正ミュオンには公知の減速方法も存在する。高速でもよい正ミュオン (宇宙ミュオンにも含まれる) は、熱したタングステン W や酸化ケイ素・ケイ酸粉末・シリカエアロゲル (正ミュオン用の減速部・冷却部) に照射・経由することで、正ミュオンを減速可能であることは公知である。正ミュオンを減速・捕獲後にターゲット部 T 1 にある原子に正ミュオンを照射して T 1 にて核変換が起きるか否か実験してよい。

(例えば中間子生成装置から生成された高速な正ミュオン、又は正の宇宙ミュオンを、シリカエアロゲルにより構成された減速器アレイ (図 1 9 の (A) の 2 M D C E - 2 D F D を例えばシリカエアロゲルシートとしたもの) にて減速捕獲し、ミュオニウムとしたのち、正ミュオンを T 1 部に照射・投入してよい。) (なお宇宙ミュオンには正負ミュオンが含まれている。正 / 負のミュオンを宇宙ミュオンより分離できてもよい。)

[* 注 : ばらばらの核子・陽子・中性子を原子核に集め核融合させると質量欠損しエネルギー ($E = mc^2$) を放出するという核融合の基本概念によれば、ホウ素 1 1 と水素や窒素 1 5 と水素のミュオン核融合については核融合エネルギーを生じえると発明者は考えている。他方、実証できていないが、炭素同位体・炭素 1 3 ・炭素 1 4 のような原子核においても励起した炭素の原子核を経てヘリウム・中性子・粒子に崩壊又は核変換して、場合によっては質量欠損しうるかもしれないので、この工程も本願の 1 つの形態では利用してよい。)]

本願の 1 つの実施形態では炭素原子 (・炭素の同位体) にミュオンを投入照射しヘリウムに変換するミュオンを用いた核変換を試みてよい。

炭素 (3 つのヘリウムの構造含む) や酸素 (4 つのヘリウムの構造含む) の同位体を含むターゲットにミュオン・正ミュオンを照射投入してよい。ミュオンを結合させ原子核を励起させヘリウム又は原子番号 Z の小さい原子核に変換することを試みてよい。

(炭素 1 3 の) 炭素の例で記載した内容に類似して、酸素 1 7 等の酸素同位体にミュオンを照射した際に、4 つのヘリウム単位と中性子・粒子に変換される可能性がある。

(類似して、同位体について炭素は 3 つ、酸素は 4 つ、ネオンは 5 つ、マグネシウムは 6 つ、ケイ素は 7 つ、硫黄は 8 つ、アルゴンは 9 つ、カルシウムは 1 0、チタンは 1 1、クロムは 1 2、鉄は 1 3、ニッケルは 1 4、亜鉛は 1 5 のヘリウムの構造を含むのでそれら原子について正ミュオン・ミュオンを照射して核変換の有無を調べる実験をしてよい。

(アルファ反応においてヘリウムとの核融合で形成される $Z = 6$ から $Z = 28$ までの原子核についてミュオンを照射投入し核変換するか調べる実験システムを構成してよい。)

核子 1 つあたりの結合エネルギー・核結合エネルギーは鉄・ニッケル ($56 \text{ Fe} - 62 \text{ Ni}$) 付近で最大である。ニッケルより高 Z の原子では核子 1 つあたりの結合エネルギーが低下する。正ミュオンを照射して Ni より高 Z 側の原子に正ミュオンを衝突させた場合、核破碎・核分裂反応により高 Z の原子核がより低 Z の原子核に分割・核変換され、核変換後に質量欠損があるなどした場合にはエネルギー生成起きる事も期待する。)

10

20

30

40

50

* 本願の 1 つの形態によれば、Z が偶数の原子核であってアルファ線の単位に分割可能な炭素や酸素やそれ以上の Z の原子核（例：炭素、酸素）へミュオンを照射・結合させ励起し他の Z の低い原子核（炭素の場合のアルファ線や、酸素の時の炭素 12 とアルファ線）に核変換させる事を（変換可能な原子核について）試みて良い。

* 負ミュオンの場合、原子核の Z が大きいほど負ミュオンが弱い相互作用を受け寿命が短くなり原子核の陽子と結合しミュオン原子核捕獲反応しやすいはずである。

他方、正ミュオンの場合、正電荷のため（T1 が高 Z な原子であっても）原子核内の陽子とは結合しにくいかもしれない。

パイオンより正ミュオンが生成される。加速器よりパイオン・ミュオンを生成しタングステン・酸化ケイ素の正ミュオン減速器部にて正ミュオンを減速した後正ミュオンビームとして取り出して炭素ターゲット部 T1 に照射してよい。

10

< L L F P の変換、原子 A の原子 X への変換 >

L L P F 等の高 Z の原子を核変換してもよい。原子 A に原子 B をミュオン投入しミュオン核融合させ原子 X を製造してよい。

L L F P ・放射性原子等の核変換において負ミュオン・正ミュオンを L L F P に照射して核変換を促してよい。

例えばミュオンは放射化した炭素ミュオン標的に結合しミュオン原子核捕獲反応により炭素ミュオン標的内の原子核を 1 つ Z の低い原子核に変換しつつ、ミュオン静止エネルギーを原子核に与え原子核を励起し、原子核によっては励起後に別の原子核に変換できるかもしれないので（放射化されたミュオン標的の放射性原子核・炭素原子核などをヘリウムに変換できるかもしれないので）ミュオン照射してよい。

20

また減速されてもよい正ミュオンは寿命により崩壊し高エネルギーの陽電子を生成し、陽電子は炭素ミュオン標的内の原子核に衝突し原子核を励起させヘリウムなどに核変換できる可能性があり本願にて放射化されたミュオン標的の放射性廃棄物の核変換・放射性廃棄物の除去システムに用いてよい。* 他に加速された正ミュオンは中間子ミュオンを生成しうるかもしれないので正ミュオンをミュオン標的に照射してよい。

（正ミュオンは炭素ミュオン標的内の原子核を核破碎反応し Z の小さい原子核・中性子・陽子・粒子に変換したり、中間子の生成もできうるのでミュオン標的又は核変換用の T1 部に用いてよい。）

正ミュオン（正のレプトン）を亜鉛・カドミウム・鉛・ビスマス・水銀などの高 Z の原子核に照射し、核破碎して、Z が小さい原子核へ変換してよい。（循環する水銀蒸気に正ミュオンを照射し中性子をひとつつつ飛ばして行くことで水銀原子核の中性子数を減少・制御し、197Hg を得ることができればその後 197Hg を 197Au に電子捕獲で変換することを試みてよい。水銀 198 等から水銀 197 を得て金 197 を、カドミウム 110 等からカドミウム 109 を得て銀 109 を、亜鉛 64 から亜鉛 63 を得て銅 63 を得ることを試みてよい。）

30

【0095】

< ミュオン・中間子の生成装置 >

ミュオンを生成するために F F A G ・ M E R I T リングなどの方式でもよい粒子加速器を用いて可動なミュオン標的（標的粒子・標的原子）に衝突用の陽子・粒子を照射・衝突させ中間子・ミュオンを生成する系を開示した。

40

例えば薄い円盤や薄いチェーンソーの刃・チップ部分でもよい可動なミュオン標的を開示した。

（またチェーンソーの刃・ソーチェーン・チップ部分をミュオン標的として前記ミュオン標的をチェーンソーの刃・チップのようにチェーンで送り出してはチェーンキャッチャー部で回収し刃部分のミュオン標的を回収したりミュオン標的メンテナンスする方式を開示した。チェーンソー方式では陽子など照射を受け高温になりうる箇所 2 C L P からベアリング部を離れさせるようにすることもできるかもしれない。（図 13 の（C）のようにソーチェーンの刃・チップ部にミュオン標的をつける事で、陽子ビームがチップ部標的に衝突しミュオン生成しつつ加熱される箇所 2 C L P ・ M U - M O V A B L E - T G T 部をソ

50

ーチェーンの両端ペアリングから離れた箇所に設置できる。)

なお前記ミュオン標的メンテナンス中の、陽子・ヘリウム・陽電子・正ミュオン等の照射を受け中間子ミュオンを生成していない標的部は、前記のミュオンを用いた核破碎・変換されるT1となってミュオン標的上の放射性物質を核変換・除去するようにしてよい。例えば中間子を生成し中間子(正パイオン、負パイオン)から正ミュオンと負ミュオンを生成可能なミュオン生成装置について、正ミュオンと負ミュオンを分離できてよく、核融合用に負ミュオンを取り出して核融合用T1に照射してよく、並列して正ミュオンを前記ミュオン標的部に照射しミュオン標的部の放射性同位体の核変換してよい。負ミュオン核融合発電と放射化物質核変換を併せて行うシステムであってもよい。

また該ミュオン標的は炭素を用いた場合に、放射化による高寿命高レベルの放射化されたミュオン標的となり放射化された廃棄物が出る恐れがあったが、それを防ぐため、リチウム7のみからなるミュオン標的や水素・ヘリウム・正ミュオン・陽電子・粒子を用いたミュオン標的(若しくはそれらを衝突粒子・標的に用いる系)を開示した。

また陽電子と電子又は負ミュオン・ミュオンと正ミュオン・反ミュオンを粒子衝突させて(レプトンを衝突させて)粒子・中間子・ミュオンを生成してよい。

正ミュオン・陽電子を加速して標的に衝突させて中間子・ミュオンを生成させて良い。

また正ミュオン・陽電子を加速して原子核に衝突させて核破碎反応を行ってよい。

例えば炭素を用いたミュオン標的が陽子照射により炭素と陽子で核融合する可能性があるとき、陽子の代わりに炭素原子核と結合しないレプトンの正ミュオン(陽電子)を照射衝突させ中間子ミュオンを生成試みてよい。ミュオン標的をT1に用いて放射性物質生成したT1の核変換を行ってもよい。

【0096】

<ミュオン減速器、ミュオン減衰部>

さらに、天然の宇宙線や宇宙線由来の宇宙ミュオンを用いる場合について検討し、宇宙ミュオンや加速器応用粒子衝突由来の高速なミュオンを減速する減速器2MUDEC(焦電体利用型・キャパシタ型、電気二重層キャパシタ型、レーザー航跡場型、パルスレーザー・プラズマ型)についても検討を行い考案を開示した。

*宇宙ミュオンを減速して水素分子・水素に照射し、水素同士のミュオン触媒核融合に用いてよい。(水素、D、Tを含むプラズマを磁場により閉じ込め、ミュオンを照射し磁気閉じ込め核融合を促してもよい)宇宙線や宇宙ミュオンを利用できる場合、水素原子同士で問題であったヘリウムが生成し反応が止まる場合であっても、ミュオン生成にエネルギーは不要となりミュオンを減速し水素燃料に照射し核融合させられるエネルギー収支がペイする場合には宇宙ミュオン触媒核融合発電に用いることができるかもしれない。

【0097】

<ニュートリノに関する宇宙構造物、通信システム、電子・量子計算機>

さらに減速器を用いてもよいミュオン・粒子・宇宙線を減衰させた箇所・容器について開示し、電子計算機・量子計算機1COMPUTERの記憶装置1MEMORYや処理装置1PROCESSORのエラーを低減させる宇宙線・ミュオンを減衰させる容器LM1Zとして開示した。ニュートリノ測定時に前記ミュオン減速器を用いることでニュートリノ検出器を地上のみでなく減速器をもちいてミュオン減速した箇所で検出することを開示した。

ニュートリノビームを用いてミュオン・粒子を生成可能な箇所2MU-BY-NUTにニュートリノビームを照射し、2MU-BY-NUTにてミュオンを生成しミュオンをターゲット部に結合させミュオン核融合・核変換に用いることを開示した。

ニュートリノをミュオン・中間子生成時に発生させ、それを質量の大きい点や天体を用いてニュートリノを質量又はフレーバー(電子・ミュー・タウの質量違いの3種)毎に質量の違いを重力で振り分けて分離することと、当該分離後にニュートリノ検出することでエネルギー・ニュートリノ質量の分割型の通信を行うことを開示した。

宇宙や加速器で生成させたミュオンを用いて動力や電力やアルファ線噴射型推進部及び光子を放射する反動で推進する宇宙船3・宇宙構造物3・宇宙探査ロボット3を開示した

。

また 3 はニュートリノ通信を行えてもよい。

【0098】

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。

【0099】

<他の核融合方式との組み合わせ>

* レーザーによる慣性閉じ込め核融合炉や磁気閉じ込め式の核融合炉等他の核融合の方式に、本願のシステムを組み合わせる核融合・核変換を行えるようにしてもよい。

<磁場閉じ込め型核融合炉のトカマク型・ヘリカル型・ミラー型・スフェマロック型・FRC型容器にT1を搭載しT1へミュオン照射しミュオン核融合させる構成>

例えば図27ではトロイダル方向に複数配置したTFコイルでもよいコイル2COIL若しくはステラレータ・ヘリカル型のコイル2COILを備えた容器4D-MUCF内のターゲットT1にミュオン生成部M1からミュオンを照射する構成の説明図である。

容器4D-MUCFの容器やコイルについては、国際熱核融合実験炉ITERのTFコイルを備えたドーナツ・環状容器やステラレータ型のヴェンデルシュタイン7-X(ドイツ)又は大型ヘリカル装置LHD(日本)のドーナツ・環状の容器と同じ容器やコイルを備える容器4D-MUCFでもよい。

例えばプラズマのT1部を持つ4D-MUCFはITERの装置と同様に、炉・炉壁・容器には、炉壁、ブランケット、ダイバータ、容器・真空容器・圧力容器を備えてよい。(真空や圧力を保てるよう設計されたポート部。開口部・窓部を備えて良い。例えば炉壁にはミュオンを容器外部や容器に取り付けたミュオン生成照射部M1より容器内のT1に導入できてよい。)4D-MUCFはITERの装置と同様に、磁場閉じ込め関連部として、センターソレノイドコイルCSコイル、トロイダルフィールドコイルTFコイル、ポロイダルフィールドコイル、コイル・電線・導線(超電導線等でもよい)を備えてよい。4D-MUCFはITERの装置と同様に、プラズマ加熱装置、高周波加熱装置、中性粒子入射装置、イオンビーム入射装置を備えてよい。4D-MUCFは電力供給系、冷却系(炉壁関連やコイル)、T1燃料供給系、燃料回収系、核融合生成物回収系、真空排気装置、ポンプ、圧力調整装置、バルブ類、各種センサー類 および 制御機器類、コンピュータ、電源、遠隔操作炉壁交換装置又はロボットを備えてよい。

また、4D-MUCFは回転可能な容器4D-MUCF-ROTの場合は図31のような軸受4B・支持部を備えてよいし容器回転部4ROTを備えてもよい。容器回転のため推進させる回転部・推進部4ROT・4ROT-THは重量のある容器を十分な推進力にて推せるように化学ロケット推進部・水素燃焼ロケット部や、レーザーを用いた固体燃料の加熱蒸発アブレーションによる推進機の4ROT・4ROT-THを用いてよい。)

容器4D-MUCFを含む核融合・核変換システムは容器4D-MUCFのT1にミュオンを照射可能な手段を備えて良い。4D-MUCF含むシステムはミュオン減速部や捕獲部を備えてもよい。

容器4D-MUCF内のT1が流体の場合、流体の圧力調整部や容器を介した冷却部・温度調整部、T1の循環ポンプ、T1の供給部と核融合生成物EX1の回収部を設けてよい。

容器4D-MUCF内のT1がプラズマの場合はプラズマの加熱装置、中性粒子入射装置、イオンビーム入射装置を備えてよい。

* 4D-MUCFの炉壁4D-IN(あるいは容器4D-MUCF)は継ぎ目のない、金属の板や塊を叩き出して・打ち出して・鍛造して作り出した継ぎ目のない容器や炉壁を用いてよい。(流体の1が加熱され膨張する圧力に耐えたり、T1がプラズマの場合プラズマ保持のための真空の圧力に耐えたり、容器が回転・内部T1膨張・加圧させられても引張に耐えるよう金属の打ち出し・鍛造による継ぎ目のない鍛造品により作られてもよい。

)

4 D - M U C F は、その容器や炉壁に、T 1 の核融合で生じたアルファ線のエネルギーを変換できる A E C を備えていてもよい。

* プラズマを用いる磁場閉じ込め核融合炉において F E E D の水素とホウ素 1 1 をプラズマ化して熱により運動させ衝突させ核融合させようとする、D T 燃料を用いた核融合と比較してクーロン障壁が高く反応しにくくなり、より高温での核融合を行う必要が生じるが、該プラズマの 1 1 B と P を含む F E E D に (P - 1 1 B 反応、P - 1 5 N 反応、D - 1 4 N 反応、C N O サイクル反応内の核融合反応、そのほかに中性子やガンマ線が出るものもあるが、D - T 反応、D - D 反応、D - 3 H e 反応、D - 6 L i 反応、陽子 - 陽子反応、アルファ反応、トリプルアルファ反応、炭素燃焼過程、ケイ素燃焼過程、高 Z 原子同士の核融合反応など核融合を起こせる可能性がある核燃料 F E E D に) ミュオンを照射しプラズマとミュオンをドーナツ環状真空容器 4 D 内 (容器内の磁場の籠) に閉じ込めることで原子同士 (1 1 B と P) の核融合を促そうとすることもできる。

10

またすでに述べたようにミュオン核融合はプラズマより低温である F E E D であってもミュオン核融合を試みることができ、アンモニアや水素化ホウ素を流体として容器内部に充填した環状の 4 D や 4 D - M U C F にミュオンを照射してミュオン核融合反応を促してもよい。

* ドーナツ状真空容器 4 D にイオンであるホウ素とプロトンをプラズマの形態で磁場にて容器内に閉じ込め 4 D のトロイダル方向に循環させてよい。

20

* 液体アンモニア・液体水素化ホウ素の入ったドーナツ状容器は内部で核融合反応起きたときに加熱され高圧になりうる。4 D や 4 D - M U C F は高圧に耐える強度のいる・継ぎ目のない金属、圧力容器であってもよい。例えば金属板や金属塊を打ち出して・鍛造して容器 4 D や 4 T や 4 D - M U C F や 4 T - M U C F を作り出してよい。

* ミュオン核融合において、プラズマよりも低温の気体・液体・固体の温度でのミュオン核融合も試みてよい。

そして気体・液体・固体の温度域ではミュオン核融合しにくいとなった場合には核融合させたい (高 Z 側の・クーロン障壁大きい) 原子同士をプラズマ温度で核融合可能な真空容器内に投入し、ミュオンを照射し (他にプラズマ加熱のため C S コイルや中性粒子ビームなどでプラズマ加熱・プラズマに点火して) より反応しやすい条件でミュオン核融合させることを試みてよい。

30

* しかし、プラズマでもミュオンでも接近可能な距離を狭まることはできるうるがさらに近接させたい場合があるかもしれない。

そこでミュオンを T 1 原子核に結合させ原子同士を近接しやすくした上で、該 T 1 にレーザー又はイオンビームを照射し (慣性閉じ込め手段 2 I C F) により F E E D 部分を圧縮し慣性閉じ込めして、F E E D 内の核融合させたい原子を高密度に閉じ込め原子核同士を接近させ核融合させて良い。

< 筒状容器 >

例えば、図 3 4 (C) はシータ方向に回転可能な容器 4 T - M U C F に減速器 2 M U D E C E を取り付けて減速器部でミュオンを受け取り減速しミラー型・タンデムミラー型・F R C 型 (スフェマロック型) 等の筒状・チューブ状の容器 4 T - M U C F の炉心部・ターゲット T 1 部にミュオンを投入照射し T 1 部の原子をミュオン核融合・ミュオン核変換させるシステム 1 E X P - S Y S の説明図であり該システムは T 1 で核融合後に生じた荷電粒子・アルファ線等を A E C 部にてエネルギー変換し電磁波や電気磁気のエネルギーとして取り出したり、荷電粒子をそのままシステム外に噴射し推進する説明図である。

40

* 磁場によりミュオンを閉じこめ、ミュオンを磁場内・磁場内の T 1 部で移動・回転させ又はそのバイアスをかけて良い。

< 荷電粒子による直接発電部 A E C >

4 D - M U C F で P - 1 1 B や P - 1 5 N 等のアルファ線を生じる反応 (または D - 3 H e のアルファ線とプロトンの生じる反応) が起きる場合に、アルファ線・プロトン・荷電粒子のエネルギーを回収できてよく例えばアルファ線の運動エネルギーを回収するために

50

静電場を用いたビーム直接発電機・プラズマ直接発電機、変動電磁場を用いるペニオトロン型コンバータ・ジャイロトロン型コンバータ・進行波型コンバータ、磁場・電磁誘導を用いるピックアップコイル・誘導型MHD発電に用いてよい。

* 図27(C)のミラー型・プラズマを電位の壁で閉じ込めるタンデムミラー型・FRC型・開放単型磁気閉じ込め装置の筒状容器部4T-MUCF(又は回転可能容器4T-MUCF-ROT)にて進行波型直接エネルギー変換器(TWDEC)・プラズマ直接発電機・ペニオトロン型(ペニオトロン)・ジャイロトロン型コンバータのAECを用いてもよい。

AECより生じた電磁波エネルギー・光子を光電変換素子や発電部・発電装置1GENRで受けて電力に変換してよい。またアルファ線を光触媒あるいはアルファ線の照射を受けて光電変換作用により起電力や光触媒作用を生じる素子・材料部を用いてもよい。

アルファ線を直接酸化チタンに入射させ光触媒反応にて水から水素を得ようとしたり、アルファ線エネルギーから化学反応の熱や光を得てもよい。例えば、結合エネルギーを超える波長の短い光子をAEC経由で生成し該光子を窒素や酸素や二酸化炭素、金属酸化物に照射し、化学反応を経て製品となる物質・化学燃料に変換してもよい)

ガスタービン式の火力発電と同様に、AECより得たエネルギーをボイラーに投入し水蒸気を得て蒸気タービンを回転させ発電に用いてよい。

4D-MUCFは、T1の核融合で生じたアルファ線を荷電粒子をTFコイル等の磁場により閉じ込めてサイクロトロン円運動させT1内でミュオン核融合が生じつつあるミュオンを磁場により動かしたり攪拌したり円運動により攪拌したりしてよい。

* 本願図19の磁場を印加したT1内でミュオンが磁場・磁力線に沿って円運動することを記載している。(図19ではミュオン触媒核融合させるT1部について磁気を使って磁場T1-2BMUに沿ってミュオンを保持し・磁場で閉じ込め・移動させ、T1にミュオンが静止せずに磁場によって移動させかき混ぜる構成を記載している。)

* トカマク型においてプラズマやプラズマ電流はトーラス状・ドーナツ・環状構造のトロイダル方向に向けて流れたり移動・回転することができ、また中心コイルにより導体であるプラズマに電磁誘導によりプラズマ電流を流したり、TFコイルによりトロイダル方向に一周してもいプラズマやミュオンを保持する事ができるので4D-MUCFのコイルにトカマク型のTFコイル・CSコイル・ポロイダルコイルを用いてよい。

* CSコイルを含む4Dの形態を持つ4D-MUCFはプラズマ電流を流しT1・FEED部を加熱しうるので1つの形態では用いてよい。

<ステラレータ型磁気容器>

* ヘリカル型・ステラレータ型ではトロイダル磁界とヘリカル磁界とによって螺旋状(ヘリカル)の磁気容器にプラズマないしは荷電粒子(電子・イオン・ミュオン)を閉じ込める事ができるので4D-MUCFのコイルにヘリカル型・ステラレータ型にも用いられる螺旋状の磁気容器を形成しうるコイル2COILを備えさせて良い。

* ステラレータ型コイルを用いることで、ステラレータ型コイルにより形成された磁気容器以内にプラズマのT1や液体・気体・流体(固体)のターゲットT1を配置しT1内を含む磁気容器の磁場の向き(2MFC、2MCF-ORBIT、4MU-ORBIT)にミュオンを保持しミュオンをトロイダル方向(2MFC-ORBITの矢印方向)に移動・回転・循環させうる(図27の(C)や(A)のミュオンが矢方向に回転する図のように)ので用いてよい。ヘリカル型の4D-MUCFである容器4D-MUCF-HにT1・FEEDを装填して磁場を形成し磁気嘔気を形成しミュオンをFEEDに照射してよい。ミュオンをステラレータの磁場容器・磁気の籠にて保持してよい。

* ヘリカル型のコイルと磁気容器が好ましい場合もあるかもしれない。トカマク型で単純トロイダル磁場のみでは、プラズマ閉じ込め時に、外側で磁界が弱くなるため、粒子ドリフトによる上下方向の荷電分離が生じ、それによって出来る垂直方向の電界が本来のトロイダル磁界に加わり、荷電粒子に外向きの運動を行わせ、その結果として粒子が系外に飛び出す。それを防ぐ手だてとして、中心コイルに電流を流しプラズマ電流で磁場をひねって螺旋状の磁気容器を形成し電子イオン・プラズマを磁気容器内に保持する。他方、ヘリ

10

20

30

40

50

カル・ステラレータ型では（磁気容器を生成するコイルを用いて）螺旋状（ヘリカル）の磁気容器にプラズマを閉じ込めることが考えられた。前記ステラレータ型ではCSコイル不要・電流不要で螺旋状磁気容器が形成できその中にミュオンを閉じ込め可能となり、閉じ込めに必要な電流のうちCSコイルの分は減らせる利点があるのでステラレータ型・ヘリカル型の磁気閉じ込め核融合炉の容器とコイルを本願ミュオン核融合のターゲットT1・FEED部の容器に用いてよく、そこへミュオンを照射しミュオン核融合・核変換を試みてもよい。）

*ミュオンを減速してT1へ照射投入してもT1から拡散する等して他の場所に逃げてしまう可能性がないとは言えないので、ミュオンがT1を含む容器から逃げ出ないようにするために磁気容器にてミュオンを保持してもよい。磁気容器内にはプラズマのT1・FEEDほかに固体・流体・液体・気体のT1・FEEDを内包してよい。

10

< T1を含む磁気容器内にあって・磁場にあってミュオンを移動させる構成 >

プラズマは中性分子・イオン・電子の荷電粒子の流体である。前記プラズマに電子・イオンの代わりに負ミュオンや正ミュオンを照射投入しTFコイルが作るトロイダル方向への磁場内に保持し1周・循環できる可能性があり、前記循環させる途中でT1・FEEDと接触衝突させ核融合反応を促すことが可能かもしれないので、4Dのようなドーナツ・環状・トラス上の容器のTFコイルの作る磁場・磁力線に沿ってミュオンを投入し磁力線の軌道にのせてトラスのトロイダル方向に一周・回転・循環させつつ核融合燃料FEEDと接触させて良い。

例えば、ターゲットT1部の液体アンモニア（15NとH）等の燃料FEEDにミュオンを照射してミュオン容器4D-MUCFのコイル2COIL（ステラレータのコイル2COIL-STR）の磁気容器内で保持しトロイダル方向に移動・回転させつつミュオンをT1に触れさせる構成としてよい。その場合4D-MUCFは核融合反応により加熱され加圧されても圧力に耐えてよい、圧力容器でもよい磁場閉じ込めミュオン触媒核融合炉容器となる。（例えば11Bと陽子又は15Nと陽子を含むプラズマをT1としてもよい。その場合4D-MUCFは真空容器の磁場閉じ込めミュオン触媒核融合炉容器となる。）

20

（なお、15Nと陽子による核融合をした場合、ヘリウムと炭素12が生じそれを除去する部分が必要である。液体のアンモニアの容器が回転している場合（4D-MUCF-ROT）、ヘリウムや炭素12が生じた場合に液体アンモニアと固体と推定される炭素12と気体のヘリウムが得られそれが回転する容器内で遠心分離されて除去されやすくなる恐れがありその機構を核融合反応後生成物の除去回収機構に用いてよい。図7から図9のように公知の例でループ内をFEED循環させFEED内のHeを除去してよい。）

30

* 4D-MUCFの構成では核融合の触媒であるミュオンをT1の中で磁場により回転・移動させ、未反応のT1の方向に動かすことで触媒であるミュオンを核変換生成物のヘリウム等（例えばP-15N反応の場合ヘリウムに加え炭素12）に埋もれさせないようにする（未反応のT1により触れさせ反応させようとする）意図を持つ。

* もしミュオンがT1に照射された後動かない場合、ミュオンは核融合で生成したヘリウムなどに囲まれ触媒核融合が減速停止する恐れがあるが、TFコイル等の磁場の中にミュオンが閉じ込められ磁場Bにより円運動移動できるときはミュオンがT1をヘリウム等にミュオン核変換核融合しつつ未反応・フレッシュなT1に向けて磁場により動かされ、ミュオンが排ガスのヘリウム等に覆われる事を防ぐ。

40

（LiBH4やNH3の場合のように有効核電荷が大きい原子を含むT1のいる方向に磁場の力でミュオンを回転移動させ動かして、有効核電荷が大きい原子（LiBH4のBやNH3のN）にミュオンがトラップされ触媒核融合反応し、その反応が続くようにしたい意図がある。）

* また容器が回転できる構成では容器内の流体は遠心力を受け、もしくは回転により容器内の流体が攪拌されうる。

* 容器内のT1を混合攪拌するように、容器に燃料を入力し回収するポートと燃料供給加圧経路を備えさせポンプにて加圧してT1にFEED流体を圧送しつつポンプ圧力で攪拌混合も試みてよい（液体や気体のT1を含む容器の壁面にバッフル板／邪魔板を配置し乱

50

流を発生させるよう試みてもよい。なおプラズマ容器の場合プラズマ面に飛び出ようような邪魔板はプラズマと接触して利用しにくいので利用しなくともよい。)

【0100】

*また、容器4D-MUCFや4D-MUCFの炉壁4D-INは高Zな鉄等含む高強度・安価な素材を用いる。負ミュオンは高Zな素材にトラップされうる。他方容器4D-MUCFのコイルによる磁気容器内に負ミュオン・ミュオンを保持させればT1・FEED部より高Zな炉壁4D-IN部にミュオンが拡散し4D-INの高Z原子にミュオンがトラップされT1と接触せずに崩壊・消失することを防げるかもしれない。そこで本願では(ミュオンが炉壁など高Zな素材に到達しないように)磁気容器にてミュオンを閉じ込めT1と結合させることを試みてよい。

10

【0101】

<実施の想定例>

*図27において、*例えば固体や流体の水素化ホウ素化合物、液体アンモニア、LiNH₂、LiBH₄等の核融合燃料や炭素材料の核変換原料をFEEDをT1として、FEED・T1を4D-MUCF内部に充填・配置して、M1にてミュオンをT1・FEEDに照射しミュオン核融合試みてよい。*4D-MUCFは流体や固体のT1を搭載したT1が加熱され蒸気圧を生じてよい圧力変化にも耐えうる容器であってもよい。

*図27(C)は回転している容器にミュオン減速器2MUDECCEを取り付けて置き、回転する容器の減速器部に高速でもよいミュオンを照射し、容器は減速器にて入射してきたミュオンを減速し捕獲し容器内のT1に照射移動させる構成の説明図であって、ドーナツ・環状容器4Dや筒状容器4Tについて、ドーナツのトロイダル方向に回転した容器4D-MUCF-ROTYや筒のシータ方向に回転した容器4T-ROTYであってもよい。*2MUDECCEを容器4D-MUCFや4Tに取付配置することで回転する容器4Dや4Tはミュオンを受け取って減速可能。*図27(A)・(B)はドーナツ状容器4Dにミュオン照射部M1とその容器4Dとの接続部を取り付けた際の説明図。

20

*4D-MUCFは真空容器であってもよく4D-MUCFはプラズマのT1を格納し磁場により閉じ込めし保持してもよい。

(先の出願の容器4D、4D-T、4D-ST、4D-ST、4D-H、4D-SH、回転可能な4D-ST-ROTY、4D-SH-ROTY、ヘリカル型4D-H、筒状4D-Tであってもよい。)

30

圧力容器4D-MUCFの容器内部に固体・液体流体のターゲットT1部を充填または配置してミュオンをターゲットT1部に照射してよい。(例えば液体アンモニア、水素化ホウ素、NH₄BH₄やLiND₂等のFEED)

4D-MUCFは磁気閉じ込め式核融合炉と同じく、磁場により荷電粒子をドーナツ状容器4D-MUCF内に閉じ込めてプラズマ4PZのように容器4D-MUCFに保持しうる。

水素とホウ素の核融合で生じうるアルファ線やミュオンのような荷電粒子をドーナツ状容器内のコイルの磁場によりトロイダル方向に回転させるように保持可能である。

*アルファ線のエネルギーをコイル・磁場(又は容器内に設置した電場磁場によるアルファ線の運動エネルギーを電磁場により電気エネルギーに変える変換機)により構成されたAECにより回収できてもよい。

40

(図27は磁気閉じ込め型の核融合炉においてプラズマのほかに水素化ホウ素やアンモニア等のT1・FEEDとなる素材で満たしミュオンを当該T1部に照射可能とし、4D-MUCF内に照射されたミュオンが2COILの磁場により4D-MUCFのドーナツのトロイダル方向に閉じ込め可能で、核融合により生じたアルファ線もコイルにより閉じ込め可能であり、AECの一部要素であるコイルによりアルファ線のエネルギーを回生し発電に用いても良い構成の説明図である)

【0102】

<<以下の項目では、プラズマの核融合燃料を磁気閉じ込めする核融合炉とその容器4D、4T等に関する以下の出願を引用し説明する>>

50

磁気閉じ込め用のコイル 2 C O I L (・ 4 C - E D L) や真空容器 4 D 及び容器壁面 4 D - I N は回転可能でもよい構成である)

< 優先権を主張した出願による追記部分 > 先の出願、特許出願、特願 2 0 2 3 - 1 7 4 0 3 7 を以下のように引用し援用する。また特許出願特願 2 0 2 3 - 1 7 4 0 3 7 について追加の記載を優先権を主張して行う。

< 書類名 > 特願 2 0 2 3 - 1 7 4 0 3 7 の明細書

< 発明の名称 > 真空装置、真空容器

< 技術分野 >

< 0 0 0 1 >

本考案・本願は真空装置、真空機器、真空ポンプ、真空容器に関する。作動液体を用いたポンプと真空容器を開示する。(本願は実証が必要である)

< 背景技術 >

< 0 0 0 2 >

(1) < 真空ポンプ > 真空ポンプにはスプレングルポンプ (水銀を用いて大気を排出するポンプ) 、水銀拡散ポンプ、拡散ポンプ、油回転ポンプ (作動液体に油を用いるもの、ローター・シリンダー・カム・ペーンの摺動部を油・流体にて潤滑・シーリングする物) 、液封式ポンプ (液封式圧縮機、水封式ポンプ、羽根車をモータ等動力で駆動し作動液体による液体リングを形成する物) 、渦巻ポンプ (渦巻ポンプを用いてスプレングルポンプの様に液体を循環させ真空槽内部の大気を取り込んで排出するポンプでもよい) が存在する。(図 4)

< 0 0 0 3 >

液封ポンプ・液封真空ポンプの作動液・作動流体は前記ポンプの到達可能な真空度・圧力 (T o r r ・ P a) の上限を決定する。特許文献 1 に記載のように、液封真空ポンプでは回転する流体環が互いに相対する羽根室同士を密封し、ガスに必要な圧力エネルギーを伝達するために必要であって、前記環の液体の蒸気圧が、達成し得る吸引圧力レベルの最低値を制限する。例えば水や油を用いるときはその液体の蒸気圧に制限される。また同様に、スプレングルポンプ等においても用いる液体金属・水銀の蒸気圧により到達可能な (真空の) 圧力が決定される。作動液体として水銀を用いたポンプが古くから公知であり白熱電球の製造等で用いられている。

< 0 0 0 4 >

真空ポンプの作動液・作動流体の蒸気圧は低いことが好ましいかもしれない。公知の方法として、特許文献 1 のように、(出願時点では高価であるが、) 蒸気圧が低い特徴を持つイオン液体を用いた液封ポンプが公知である。

< 先行技術文献 >

< 特許文献 >

< 0 0 0 5 >

< 特許文献 1 > 特表 2 0 0 8 - 5 3 0 4 4 1

< 非特許文献 >

< 0 0 0 6 >

< 非特許文献 1 > インジウムコーポレーション社、「ガリウムの特徴と利点」各金属の温度と蒸気圧関係。インターネット、令和 5 年 4 月 1 2 日閲覧、<https://www.indium.com/products/metals/gallium/#image-4>

< 非特許文献 2 > 「V a p o r P r e s s u r e M a p p i n g o f I o n i c L i q u i d s a n d L o w - V o l a t i l i t y F l u i d s U s i n g G r a d e d I s o t h e r m a l T h e r m o g r a v i m e t r i c A n a l y s i s 」 2 0 1 9 , 3 (2) , 4 2 ; <https://doi.org/10.3390/chemengineering3020042>

< 発明の概要 >

< 発明が解決しようとする課題 >

< 0 0 0 7 >

本願において解決しようとする問題点は、(実用的又は安価な、) 蒸気圧の低い、前記真空ポンプの作動液体を考案することである。

< 0 0 0 8 >

(2) 本願は水・油・水銀の代わりに天然深共晶溶媒 N A D E S やガリウム・ガリウム合金・溶融した錫・溶融金属を用いた真空ポンプ・スプレングルポンプ (ガイスラー・スプレングルポンプの水銀をガリウムや D E S ・ N A D E S 等別の物質に置き換えたもの) を開示する。

また水を含む内容物 N を真空引きする際にポンプ 4 R F P に水分が取り込まれる恐れがある。そこで水分を除去する部分や水分を取り込みにくい・取り込んだ水分を分離しやすい作動流体の提案 (D E S 利用時の疎水性 D E S 利用、或いは同様にイオン液体利用時の疎水性イオン液体の利用) を記載する。

10

< 課題を解決するための手段 >

< 0 0 0 9 >

(3) < 解決手段としての液体金属の作動流体への利用 > 本願はガリウム・ガリウム合金・溶融した錫・溶融金属を前記作動液体に用いた真空ポンプを開示する。例えば図 1 のスプレングルポンプ式の真空ポンプ 4 R F P に前記ガリウム・ガリウム合金・ガリウムインジウム錫 G a I n S n ・溶融した錫・溶融金属を用いてよい。

非特許文献 1 においてもガリウム及びインジウムの蒸気圧は水銀より低い。水銀を用いたポンプでは水銀の蒸気圧より高い真空に到達できないが、ガリウムの場合その蒸気圧は水銀より低く、前記ガリウムをポンプに用いることでより高い真空に到達させることを意図している。前記ガリウム・ガリウム合金・ガリウムインジウム錫 G a I n S n ・溶融した錫・溶融金属を用いた液封ポンプ・ロータリーポンプでもよい。

20

< 0 0 1 0 >

水銀と液体のガリウム・金属ガリウムを比較すると金属ガリウムは溶融時に蒸気圧が低く、ガリウムを作動流体に用いた真空ポンプは水銀を用いた場合よりも高真空に真空引きできうる。そこで本願では作動流体に液体ガリウムを用いたスプレングルポンプや、その他作動流体を用いる真空ポンプを含む、真空ポンプ 4 R F P を開示する。(* ただし、公知のようにガリウム資源量の制約があるため、本願ではこの開示とは別にイオン液体や D E S を用いたポンプ 4 R F P も開示している。)

30

< 0 0 1 1 >

(4) < 解決手段としてのイオン液体並びに深共晶溶媒の利用 > また前記作動液体にイオン液体・深共晶溶媒を用いた場合も開示する。液封ポンプ、ロータリーポンプにおいては真空ポンプ用オイルを用いるが、そのオイルをイオン液体・深共晶溶媒に置き換えた系 (1、1 I L、1 D E S) を開示する。

イオン液体はオイルよりも蒸気圧が低い場合 (1 0 のマイナス 2 から 3 乗パスカルクラスの場合)、イオン液体を用いた前記ポンプは所謂ロータリーポンプ用の合成油・真空用オイルを用いた場合 (0 . 1 パスカル) より高い真空度への到達をできる事を期待する。

D E S のうち N A D E S は合成油・合成真空用オイルより生物・環境への影響が小さくなることを期待して食品用途の真空ポンプへの利用を開示する。

40

< 0 0 1 2 >

液封ポンプ等で作動流体に用いる水をイオン液体・深共晶溶媒に置き換え真空度を向上させた前記ポンプにつながる可能性がある。またスプレングルポンプ等の真空ポンプにおいて作動流体に用いる水銀をガリウム合金系、ガリウムに置き換えることで蒸気圧が低下し、真空度を向上させた前記ポンプにつながる可能性がある。

< 0 0 1 3 >

< イオン液体の利用 >

非特許文献 2 によればイオン液体の蒸気圧は 3 7 3 から 5 2 3 ケルビンで 1 0 の - 3 乗から 2 7 パスカルの範囲にある。この値は水による液封ポンプの水の蒸気圧 (水温摂氏 1 5 度で 1 0 の 3 乗パスカル) やロータリーポンプのオイルの蒸気圧 (1 0 の - 1 乗、 0

50

・ 1 パスカル) よりは低くできる範囲にある。そのため、イオン液体をロータリーポンプ・液封ポンプの作動流体に用いることで到達可能な圧力を低減できうる。本願では図 1 や図 3 等の真空ポンプ 4 R F P にイオン液体を用いる系を開示する。

(注：水が作動液体である液封ポンプは到達圧力が 1 0 の 3 乗パスカル程度である。水が作動液体である液封ポンプは水の蒸気圧による制限がある。水温摂氏 1 5 度で 1 0 の 3 乗パスカルである。) (注：ロータリーポンプの作動流体は潤滑油部分。図 4 のシール部等)

< 0 0 1 4 >

< 深共晶溶媒 D E S、天然深共晶溶媒 N A D E S の利用 >

本願では前記作動液体に深共晶溶媒 D E S ・天然深共晶溶媒 N A D E S を用いてよい。非特許文献 2 によれば深共晶溶媒の蒸気圧は液封ポンプの到達可能な圧力よりは低いかもしれない。非特許文献 2 には N A D E S な C h o l i n e c h l o r i d e : u r e a (1 : 2) R e l i n e の他に、N A D E S ではないが人工な D E S の C h o l i n e c h l o r i d e : e t h y l e n e g l y c o l (1 : 2) E t h a l i n e、C h o l i n e c h l o r i d e : g l y c e r o l (1 : 2) がある。それら N A D E S、D E S の蒸気圧は 3 1 3 - 4 3 3 ケルビンの範囲で 2 - 1 6 1 パスカルであり、上記水の蒸気圧 (1 0 の 3 乗パスカル) より低いといえる。その為、本願で開示する 1 D E S の 4 R F P ポンプが液封ポンプ、ロータリーポンプ等であって、その作動液体に水の代わりに N A D E S ・ D E S 用いたとき、水より低い圧力・高い真空 (2 . 1 2 - 1 6 1 . 9 5 パスカル) に到達可能である効果を期待する。

< 0 0 1 5 >

* イオン液体にはイミダゾリウムカチオン等の人工的な有機カチオンと、[B F 4 -]、[T f O -]、[T f 2 N - (T F S I アニオン)]、[P F 6 -] 等のアニオンは人体になじみのない物質であることは考慮する。イオン液体の製造コストが高い可能性があることも考慮すると図 2 の食品用の用途で、液封ポンプやロータリーポンプの作動流体に用いるにはイオン液体より、人体に関わりのある物質、(天然に存在しうる、) 塩化コリン・尿素等の系を用いる N A D E S のほうが好ましいと考えるため、本願では N A D E S を用いたポンプ 4 R F P を用いる図 2 の系を開示する。

< 0 0 1 6 >

本願では食品の用途に水を用いた液封ポンプ・ロータリーポンプより低い圧力に到達できるようにしつつ、人造油を用いたロータリーポンプの可食できない・人体に適合しないオイルミストの発生をさせない系として、塩化コリン (ビタミン B 2 複合体の一つ) と尿素 (尿中に含まれる有機物) の混合物 C h o l i n e c h l o r i d e : u r e a (1 : 2) R e l i n e を本願で開示する 1 D E S の 4 R F P ポンプが液封ポンプ、ロータリーポンプ等であって、その作動液体に水の代わりに N A D E S ・ D E S 用いてよい。

< 0 0 1 7 >

前記作動液体に用いる場合、ポンプが大型になるほど大量の作動液体を要することが推定され、作動液体のコストを低減することが必要になる。金属ガリウムを作動液体に用いる場合資源量に制限があるガリウムに利用が必要になる。またイオン液体・D E S も低コストであると好ましい。前記イオン液体はカチオンとアニオンからなる塩であり、極性が高く、合成時に副生物の塩や水分などを取り込むなどでそれらを分離する等により高価になる虞がある。

一方で深共晶溶媒 D E S は水素結合ドナー性の物質 D とアクセプター性の物質 A を混合・加熱することで形成出来、前記物質 D と A をあらかじめ生成・精製しておき混合することで溶媒にして前記作動流体として利用する。

< 0 0 1 8 >

(5) そのため D E S は前記イオン液体よりも精製や不純物・水分の混入を抑えられるならば低価格化につながり、前記 D E S を作動液体に用いた真空ポンプは低価格・低環境負荷・作動液体の蒸気圧が非特許文献 2 図 4 のように水銀などより低く、到達可能な真空度を水銀を用いたポンプ、拡散ポンプ、油回転ポンプ、水を用いた液封式ポンプ、水を用い

た渦巻ポンプよりも低くできるかもしれない。

< 0 0 1 9 >

(6) 環境負荷を低くし、大量生産にも貢献するかもしれない天然深共晶溶媒 N A D E S が存在する。(例 : 塩化コリン・クエン酸の系) 前記 D E S ・ N A D E S を真空ポンプの作動液体として用いてよい。例えば尿素と塩化コリンの D E S (共晶温度 1 2 、モル比で尿素 2 : 塩化コリン 1) が存在し、温度 1 2 以上の環境では真空ポンプの前記作動流体に用いてよい。

< 0 0 2 0 >

* 深共晶溶媒 (D e e p E u t e c t i c S o l v e n t : D E S) : 水素結合ドナー性の化合物と水素結合アクセプター性の化合物を一定比率で混ぜ合わせ室温で液体となる溶媒。蒸気圧が低い・難燃性・熱安定性・電気化学的安定性が高い・電位窓が広い・任意の物質を溶かしやすい等の特徴を有しイオン液体より安価な場合もある。天然に得られ環境負荷が低いとみられる天然深共晶溶媒も存在する。それらを用いてよい。

< 0 0 2 1 >

(7) また水分や二酸化炭素など大気等気体を含む容器から真空ポンプにて排気するときに、前記作動流体・D E S ・N A D E S が取り込みした・吸収した・含んだ前記水分・二酸化炭素等を除去する部分 4 R F P - R E F I を真空ポンプ・真空排気システムに備えさせて良い。例えば水分を吸収しやすいイオン液体・N A D E S を乾燥させる部分を装置・真空ポンプ・真空排気システムに備えてよい。

< 0 0 2 2 >

(8) 本願図 2 のように、食品用途で食品 F D の乾燥・フリーズドライ・フリーズドライ食品製造に前記 N A D E S を作動液体に用いた真空ポンプを用いてよい。冷凍・凍結された食品 F D F を真空ポンプを動作させフリーズドライ食品 F D F D R Y を製造してよい。前記 N A D E S は天然に得られうる物質であって、食品用 (若しくは医療用・生物へ提供されるサービス用の) 真空ポンプの作動流体に適しているかもしれない。フリーズドライにおいては水分を含む食品 F D を凍結し凍結した食品 F D F を得て、前記 F D F を減圧下・真空下に置き水分を昇華・除去することで乾燥させ製品となる食品 F D F D R Y を製造する。(喫食時は水分を与え用いる)

< 0 0 2 3 >

(9) 前記フリーズドライ時、作動流体 (N A D E S 等。イオン液体でも同様) は食品から昇華・除去された水分を含むことが想定され、水分除去のために作動流体中の水分など不純物除去部分 4 R F P - R E F I を作動流体の流路 (真空ポンプ 4、真空排気システム 4 P) に備えてよい。また作動流体がポンプや真空容器内に漏洩しないよう防止する手段を備えてよい。(例えば逆流を防止する弁・作動流体のトラップ部。)

< 0 0 2 4 >

(1 0) 作動流体が水分を吸収しやすい時、前記フリーズドライ時は作動流体が水分を含みやすくなり水分など不純物除去部分 4 R F P - R E F I が必要になりうる。他方、作動流体は水分を取り込みやすい場合、前記フリーズドライ時の様に水分を除去する際に作動流体への水分吸収と真空・減圧による水分除去の双方を行い、フリーズドライすることが可能かもしれない。

< 0 0 2 5 >

食品用ポンプでは作動流体に水を用いる渦巻ポンプやゴム・インペラ・ベーン・ピストン・ギヤによるポンプ・容積式ポンプが用いられる。他方油回転ポンプ・ロータリーポンプは動作時に食用ではない・真空用途に合成された油のミストを放出しミストを嫌う製造装置・製造ラインでは利用を避ける。また真空容器内も油の蒸気混入の恐れがある (例えば別の油を用いる方式の油拡散ポンプにおいても、真空容器内への油蒸気の影響を考え、有機半導体デバイス製造用にはターボ分子ポンプなどのドライポンプが利用される) ので、前記油・油蒸気は食品用途に利用しにくいかもしれない。

他方本願の (特に栄養強化剤に用いられる、一般に安全であると認められる塩化コリンと、柑橘類など果実・食品に含まれうるクエン酸を用いる) N A D E S は真空容器に到達し

10

20

30

40

50

うる作動流体の蒸気（非特許文献 2 図 4 のように N A D E S ・ D E S ・ イオン液体は低い蒸気であり、例えば真空容器中に存在する N A D E S は微量となりうる）が前記の様に安全・又は食用のものであり、真空容器内に食品を配置し食品の加工・製造に用いる用途では体内に微量に取り込んでもよい（少量ならば食べても問題ない）作動流体の蒸気を発する真空ポンプとして提供できるかもしれない。

< 0 0 2 6 >

（ 1 1 ）食用の化学物質であっても食塩等は過剰に製品に混入すると有害であるのと同様に、定期メンテナンスされていない等で装置の破損し N A D E S が真空容器や製造ライン・製品に大量に混入することは好ましくない・避けなければいけない。

例えば急性毒性について、塩化コリンは $L D 5 0 = 3 4 0 0 \text{ mg / kg}$ （ラット）であり、N A D E S のうち非特許文献 2 に記載の R e l i n e 塩化コリン尿素混合物に含まれる尿素は $L D 5 0 = 1 4 3 0 0 \text{ mg / kg}$ （経口 ラット）である。N A D E S の他の構成例としてクエン酸水和物は $L D 5 0 = 5 , 0 4 0 \text{ mg / kg}$ （経口 マウス）である。身の回りにある物質の例として食塩は $L D 5 0 = 4 . 0 \text{ g / kg}$ （経口 マウス）である。食塩と同等に N A D E S も急性毒性を有しており、塩化コリン・尿素からなる N A D E S を用いた真空ポンプ 4 P も食塩と同程度に大量摂取しないようにする事が望まれる。例えば（真空容器内での作動流体の蒸気での今夕ではなくて）製造ラインにて塩化コリン・尿素からなる N A D E S を用いた真空ポンプ 4 P が何らかの事故により破損・N A D E S が漏洩し食品に混入する事は避けるべきである。

< 0 0 2 7 >

本願の真空ポンプ 4 P において作動流体量を監視するセンサ 4 R F P - S E N とコンピュータ又は制御部 4 P C O N を備えさせ、作動流体・N A D E S のポンプ内の残存量・溶液量の監視・モニタリングや作動流体中の水分を検出するセンサ手段として用いてよい。また前記作動流体・N A D E S のポンプ内の残存量・溶液量・水分の含有状態等センシングデータは 4 P C O N に備えさせた出力装置・無線通信装置にて外部に出力・通信・伝達してよく、例えば漏洩時・液量の継続的減少検知したとき・水分異常時はブザーで通知する・無線ビーコンで周囲に知らせる・無線通信を介してインターネット・社内ネットワーク経由で管理者にモニタリング情報や漏洩・異常の発生・疑いを伝達するなどしてよい）

< 0 0 2 8 >

（ 1 2 ）食品分野に限らず、金属製品・部品の真空焼き入れなど製品の加工用途や半導体・電子部品製造分野のポンプに用いてよいし、製造ラインでの搬送用の吸引・減圧ポンプ（製品を吸引し持ち運ぶ・チャックする）や家電・ロボット・機械装置・医療機器を駆動する用途に用いてよい。

< 0 0 2 9 >

図 3 は本願のポンプを単体で真空槽・真空容器・真空引きする部分に接続して用いた例や他のポンプを組み合わせ用いた場合の説明図である。

< 発明の効果 >

< 0 0 3 0 >

本願のポンプ・真空排気系について、実施例の 1 つの例として、天然に（安価に）存在する環境負荷・蒸気圧が低い N A D E S 溶媒を真空ポンプの作動流体に用いた場合、真空蒸着・電子部品製造・理化学機械器具に加え、食品用途に利用可能な真空ポンプが提供可能な利点がある。

< 図面の簡単な説明 >

< 0 0 3 1 >

< 図 1 > 図 2 8 の左上の図 1 は深共晶溶媒等を作動液体に用いた真空ポンプ 4 R F P を用いた系 1 の説明図である。（実施例 1、ポンプの例としてスプレングルポンプ式を用いている例）

< 図 2 > 図 2 8 の右上の図 2 は系 1 の説明図である。（実施例 2、例として食品用ポンプに用いる系 1 の説明図である。ここでポンプの形式は液封ポンプ、ロータリーポンプ等の作動液体を用いるポンプでよい。）

10

20

30

40

50

<図3>図28の左下の図3は低真空用ポンプRP、高真空ポンプFPを含む真空排気系と本願真空ポンプ4RFP・系1との比較図であって、組合せの説明図である。

<図4>図28の右下の図4は一般的な液封ポンプ、ロータリーポンプ説明図である。(本願では例えば作動液体・液封・液封環・シール部にNADES、イオン液体ILを利用)

<図5>図29は環状真空容器のコイル4C-EDLの説明図である。(環状真空容器：ドーナツ・環状の真空槽・プラズマ容器4D、4D-T、4D-ST、4D-Hを含む)

<図6>図30は環状真空容器の説明図である。(環状真空容器の回転手段4ROTを備えてよい。)

10

<図7>図31はモーターとベアリングを回転手段に用いた真空容器の説明図

<図8>図32は推進装置を備えた真空容器の説明図(推進装置4ROT-TH)

<図9>図33は円柱のチューブ状真空容器4T-INを前記円柱の円周方向・シート方向へ回転させるときの説明図(磁気ミラー型、磁場反転配位型等に用いる円筒チューブ状真空容器を回転させたときの例)

<発明を実施するための形態>

<0032>

<DESを用いる系>作動流体にDES、NADESを用いることで公知の元素・資源量の限られる液体金属を用いる場合と比べ、低コスト・低環境負荷に構成・提供する。(図1、図2の4RFP)<イオン液体を用いる系>作動流体にDES、NADESと比べ蒸気圧の低いイオン液体を用いた真空ポンプを構成・提供する。(図1、図3の4RFP)

20

<ガリウムを用いる系>イオン液体よりも蒸気圧が低く高真空化可能であると期待できる作動流体としてガリウムを用いる。その例としてスプレングルポンプでの例を開示する。(図1、図3の4RFP)

<0033>

作動流体のガリウムを熔融させるために作動流体を用いる4RFPにはガリウムを加熱するヒータ・加温手段・熔融手段を内蔵してよい。作動流体のイオン液体・DESにおいても液の温度を制御し、温度・粘度を制御するため、作動流体を用いる4RFPには作動流体を加熱するヒータ・加温手段・熔融手段を内蔵してよい。また加熱後に冷却し温度調整する目的で冷却フィン・ヒートシンク・ラジエータ・熱交換機、ファン、ペルチェ素子、温度調節用装置があってもよい。

30

<0034>

ガリウムはアルミニウム製のヒートシンク・配管・冷却部を脆弱化させるため、銅やその他ガリウムによる腐食又は合金化・熔融に耐性のある金属を用いる事が好ましい。

<実施例1>

<0035>

図1、図2、図3は本願の実施例である。

<0036>

<図1のポンプ例>図1はスプレングルポンプにおいて本考案を適用したときのポンプ4RFPと真空排気系1の説明図・説明例である。作動流体を水銀からDES、NADES溶媒(或いは本願の別の実施形態ではガリウム、ガリウムを含む流体金属)に置き換えた系(1, NADES時: 1DES、ガリウム含有液体金属時: 1LM)の例である。

40

<0037>

真空排気される真空容器4はスプレングルポンプ型の4RFPと接続され、4RFPは液体タンクFTよりB部分において容器4の気体を巻き込みながら流れ落ち・移動して、真空排気を行う。流れ落ちた・移動した作動流体は流体受けで受け止め、(4RFP-REFIにて作動流体中の水分・不純物を除去し、)ポンプ・動力にてタンクFTに戻され再度流れ落ちてを繰り返し容器4を真空排気する。

<0038>

50

<図2の食品ポンプ例>図2は各種作動液を用いる真空ポンプ（油回転ポンプ・ロータリーポンプ、液封式ポンプ、渦巻ポンプ、他に拡散ポンプ）において作動液体を油類からDES、NADES溶媒に置き換えた系（1, 1DES）の説明図であって、その利用例の一つとしてフリーズドライ食品を製造する際に食品の内容物Nを真空凍結乾燥機にて冷凍し真空引きを行って水分を除去しているときの真空排気系（1, 1DES）の説明図である。用途としてはフリーズドライの味噌汁、インスタント（ソリュブル・粉末）コーヒー・飲料類、凍み豆腐・寒天、米飯・おかず・弁当の類、レーション類、宇宙食の製造、医薬品用・医療用などである。例えば図4の液封ポンプの液封環にDES・NADESを用いる。

<0039>

10

食品用に用いる時、作動液体のDES、NADESの食品製造ラインへの漏洩やポンプの動作異常を察知するため、入力装置・センサ4RFP-SENを持つコントローラ部4PCONを前記ポンプ4RFPは備えていてもよい。また4RFPはRFP-REFIを備え、該部分にて作動流体中の水分・不純物を除去できてよい。

<0040>

上記凍結真空乾燥、真空乾燥の他に、蒸留（ウイスキー・焼酎蒸留酒、各種食品薬品、化学薬品）、真空濃縮、調理や乾燥、保温、冷却、脱臭用途、吸引・吸着・ガス収集、に用いてよく、成型（パック成型）、液体充填、ガスの置換、脱気・脱泡、真空蒸着・スパッタリング・化学蒸着CVD、真空断熱容器の真空引き、酸化防止等用いてよい。

<0041>

20

<図3の例>図3は粗びきポンプ、フォアポンプを含む真空排気系と本考案を適用したときの真空ポンプ4RFP・真空排気系1との比較図であって、組合せの説明図である。4RFPは各種作動液を用いる真空ポンプ（油回転ポンプ・ロータリーポンプ、液封式ポンプ、渦巻ポンプ、他に拡散ポンプ）において作動液体を油類からDES、NADES溶媒に置き換えたポンプ（4RFP）である。

<産業上の利用可能性>

<0042>

本願のNADESを用いる真空ポンプ4RFPは食品や医薬品の用途に利用できる。

<符号の説明>

<0043>

30

<図1等>

1：深共晶溶媒DES・天然深共晶溶媒NADES等を作動液体として用いる真空ポンプ4RFPを含む真空排気系。

1LM：1のうちガリウムを含む作動液体を作動液体として用いる真空ポンプ4RFPを含む真空排気系。

1IL：1のうちイオン液体を作動液体として用いる真空ポンプ4RFPを含む真空排気系。

1DES：1のうち深共晶溶媒DES・天然深共晶溶媒NADESを作動液体として用いる真空ポンプ4RFPを含む真空排気系。

4：真空容器、（4D：ドーナツ状真空容器、4D-T：トカマク核融合炉に用いられる様な、ドーナツ状・トラス型の真空容器、4T：チューブ・円筒状真空容器。）

40

*核融合炉用・実験用の真空容器は真空排気すべき容積が大きく、真空排気するためのポンプの廃棄速度が大きく、到達可能な蒸気圧が低い方が良くもしいない。そこで本願では公知のオーソドックスなロータリーポンプ+油拡散ポンプやターボ分子ポンプの構成に加えて、イオン液体IL、DES・NADES、ガリウム・ガリウム合金、流体金属LMを作動流体に用いた真空排気ポンプ4P、4RFPを開示する。

4P：真空ポンプ。（真空容器4又は真空排気したい部分に対し真空引きするポンプ）

4RP：低真空ポンプ、粗びきポンプ（RP：油回転ポンプ等。この箇所は次の4RFPでもよい。）

4FP：高真空ポンプ、主ポンプ（DP：拡散ポンプ、TMP：ターボ分子ポンプ、クラ

50

イオンプンプ、チタンゲッターポンプ等。この箇所は次の４ＲＦＰでもよい。）

４ＲＦＰ：作動流体を用いるポンプ。スプレングルポンプ、油回転、液封、渦巻ポンプ。

４ＲＦＰの作動流体は流体・流体金属（例：ガリウムを含む）・イオン液体・深共晶溶媒・天然深共晶溶媒。

４ＲＦＰ－ＬＭ：液体ガリウム、又は液体のガリウム含有合金・金属を用いた高真空ポンプ４ＦＰ又はポンプ４ＲＦＰ。本願実施例の１つ。

液体金属ＬＭ：ガリウム・ガリウム含有金属・ガリウム合金の他に、公知にはリチウムＬｉ、スズＳｎ、リチウム鉛合金等があり核融合炉の内壁・ブランケットの液体金属ブランケットに用いられるものもある。冷却に用いられるナトリウムＮａや、ガリウムＧａより低融点だが水分大気との接触で発火の恐れのあるナトリウムカリウム合金ＮａＫ等もある。リチウム鉛は核融合炉において生じた中性子をリチウムに捕捉させトリチウムＴを生じさせる。

４ＲＦＰ－ＩＬ：（蒸気圧が１０の－３乗であってもよい、）イオン液体の作動流体を用いた高真空ポンプ４ＦＰ又はポンプ４ＲＦＰ。本願実施例の１つ。

４ＲＦＰ－ＤＥＳ：ＤＥＳ又はＮＡＤＥＳを作動流体に用いた真空ポンプ。本願実施例の１つ。

４ＲＦＰ－ＲＥＦＩ：イオン液体・深共晶溶媒の精製部・水分除去部または液入れ替え部。作動流体の品質を保つ部分。

４ＲＦＰ－ＲＥＦＩ－ＤＥＳ：ＤＥＳの精製部・水分除去部または液入れ替え部。

ＤＥＳの精製部・水分除去部または液入れ替え部に関連して、ＤＥＳは親水性ＤＥＳと疎水性ＤＥＳがあり、本願では双方用いてよい。例えば疎水性ＤＥＳは水相と接触すると相分離する（参考文献：Ｊ．Ｐｈｙｓ．Ｃｈｅｍ．Ｂ 2022, 126, 2, 513-527）ので、ポンプ作動中に内部に取り込んだ水分を疎水性ＤＥＳと分離できうる。ポンプ４ＲＦＰで吸引したい物質の特性（親水性物質、疎水性物質、表面張力等）に合わせて親水ＤＥＳ、疎水ＤＥＳを作動流体に用いてよい。

（ＤＥＳは混合物を液化するまで加熱して室温に戻すか、混合物に水を加えて凍結乾燥するか、または混合物を粉碎して時間の経過とともに液化するペーストを形成することによって調製される。ＤＥＳは前記のように精製・乾燥されてよい。）

イオン液体・高分子化イオン液体やＤＥＳには加熱等温度変化により含んでいた水を吐き出し・除去してよい。

４ＡＯＳ：４を大気開放する場合の接続先大気・空間。（４ＡＯＳは外部でよく、大気であったり、宇宙空間であるかもしれない。）

４ＭＰ：圧力計、真空計。ブルドン管圧力計、（マノメータ、）ダイヤフラム真空計、ペローズ真空計、マクラウド真空計、半導体技術を用いた圧力センサ素子、ピラニ真空計、電離真空計等の測定装置・素子。

< 図 2 >

４ＲＦＰ：作動流体を用いるポンプ。スプレングルポンプ、油回転、液封、渦巻ポンプ。

作動流体：流体・流体金属・イオン液体・深共晶溶媒

４ＲＦＰ－ＲＥＦＩ：イオン液体・深共晶溶媒の生成部・水分除去部。作動流体の物質としての性能・性質・状態維持するための手段、作動流体のメンテナンス部。

４ＰＣＯＮ：ポンプ制御部・コンピュータ（センサ等入力装置・記憶装置・処理装置・出力装置・通信装置など備えてよい。例えばスマートフォン・無線接続式コンピュータでもよい）

４ＲＦＰ－ＳＥＮ：センサ。作動流体の水分量・不純物量・液体の濁り具合等を測定する手段・センサを備えてよい。

Ｎ、ＦＤ、ＦＤＦ、ＦＤＦＤＲＹ：真空引きされる内容物Ｎ、その例としてフリーズドライ食品・内容物

４ＡＯＳ：４を大気開放する場合の接続先大気Ａｉｒ、または、接続先が宇宙空間Ｏｕｔｅｒ Ｓｐａｃｅの真空である場合の宇宙空間Ｓｐａｃｅ。

４ＭＰ：圧力計、真空計

< 図 3 >

1：真空ポンプを用いた系。深共晶溶媒 D E S・天然深共晶溶媒 N A D E S・イオン液体・ガリウムを含む流体金属を用いた真空ポンプ、真空排気系。

4：容器、真空容器。真空蒸着機・スパッタ装置の真空槽や、真空管、各種理化学機械器具、電子顕微鏡など真空応用測定機器、各種真空機器の真空槽・真空引きされる部分でもよい。

4 D：環状の真空容器。4 D - T：ドーナツ状真空容器、4 D - Tは粒子加速器やプラズマを用いる核融合炉などの大型実験装置のの容器でもよい。ダイバータ 4 P - D Vに排気ポートと 4 Pを連結してよい。例えば容積の大きい加速器やトカマク系核融合炉の真空容器の真空引きに用いてよい。本願ポンプ 4 R F P、4 R F P - N A D E Sは（本願の考案が実際に可能である場合には）作動流体により、液封ポンプ、ロータリーポンプ風に（安価かつ）大流量にて真空排気可能になるかもしれない。

10

4 P：真空ポンプ・真空排気システム、

4 R P：ラフポンプ。4 F P：フォアポンプ。

4 R F P：流体金属・イオン液体・深共晶溶媒を用いるポンプ（本願ポンプ）

4 A O S：外部大気・宇宙空間への開放先、

4 M P：圧力計、真空計

V A L V：バルブ V A L V E

< 0 0 4 4 >

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。

20

< 0 0 4 5 >

< 書類名 > 要約書

< 要約 > < 課題 > 真空ポンプの作動流体を考案する。作動流体には水銀のように蒸気圧の高い液体金属や、生体に適合しない合成油等の作動流体があり、蒸気圧が低い作動流体や生体に適合し環境負荷の低い作動流体を検討した。

< 解決手段 > 作動流体にガリウム・ガリウムを含む液体金属を提案する。またイオン液体、深共晶溶媒 D E S・天然深共晶溶媒 N A D E Sを作動流体に用いた真空ポンプを開示する。

30

< 選択図 > 図 2

< 書類名 > 図面

< 図 1、図 2、図 3、図 4 >

< 請求の範囲 >

< 請求項 P D E S 1 > 作動流体に深共晶溶媒 D E Sを含む真空ポンプ。

< 請求項 P D E S 2 > 作動流体に天然深共晶溶媒 N A D E Sを含む請求項 P D E S 1に記載の真空ポンプ。

< 請求項 P D E S 3 > ロータリーポンプの作動流体に天然深共晶溶媒 N A D E Sを含む請求項 P D E S 2に記載の真空ポンプ。

40

< 請求項 P D E S 4 > 液封ポンプの作動流体に天然深共晶溶媒 N A D E Sを含む請求項 P D E S 2に記載の真空ポンプ。

< 請求項 P D E S 5 > 請求項 P D E S 2に記載の真空ポンプを用いた真空引き・減圧工程を経て製造・加工された食品・医薬品・化学物質・包装・容器。

< 請求項 P I L 1 > ロータリーポンプの作動流体にイオン液体を用いる真空ポンプ。

（< 請求項 P I L 2 > 液封ポンプの作動流体にイオン液体を用いるの真空ポンプ。）

< 請求項 P L M 1 > 作動流体にガリウム・ガリウム合金を含む真空ポンプ。

< 請求項 P L M 2 > スプレングルポンプの作動流体・液体金属部にガリウム・ガリウム合金を含む請求項 P L M 1に記載の真空ポンプ。

< 請求項 P L M 1 > 請求項 P L M 1に記載の真空ポンプを用いる半導体製造装置・真空容

50

器。

< 0 0 4 6 >

以下に真空容器（４Ｄ、４Ｔ等）に関連する考案を記載する。

< 書類整理番号 > R 5 F - R Y U - S - E

< 発明の名称 > 真空容器、プラズマ容器、熱核融合炉

< 技術分野 >

< F 0 0 0 1 >

本願発明は真空容器、プラズマを保持する容器に関する。本願は、原子力に関連する考案・発明である。（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 >

< F 0 0 0 2 >

真空は食品の加工、真空蒸着等の分野に用いられ利用がされている。真空容器内で加工や操作を行いたい物質・物体を配置して利用する。あるいは大気による酸化防止や電子・イオン・荷電粒子の利用の為、ガラス製真空管・白熱電球・理化学機器のように真空そのものをつくりたい場合もある。蒸着装置等で、地上において真空引きを行った真空容器・真空槽は地上の大気圧に耐えるよう設計され金属製の重量感のある容器が多い。（他方、後述の核融合が天然に起きている太陽・恒星の位置する宇宙空間は高真空である。）

< F 0 0 0 3 >

真空容器内は真空ポンプ（４Ｐ、４ＲＰ＋４ＦＰ、４ＲＦＰ）により真空引きされ利用される。（本願の形態では、ガリウムなど金属、イオン液体など作動流体を用いたものが４Ｐに用いられうる。油拡散ポンプ、ロータリーポンプも用いてよい。また真空容器内への不純物混入を防ぐ目的でターボ分子ポンプ等ドライな高真空用ポンプを用いてよい。）

< F 0 0 0 4 >

真空容器、真空ポンプ、真空機器の１つの分野として真空管や粒子加速器、プラズマの容器がある。

プラズマ４ＰＺに核融合燃料となる重水素Ｄ・三重水素Ｔ等を含ませて磁気・磁場により閉じ込め核融合を起こそうという試みは公知である。核融合反応の為、核燃料になる原子核を含むプラズマの形で加熱し、原子核同士を熱運動させ、原子核同士のクーロン力による反発に打ち勝って接近させ、核融合させる熱核融合方式（熱核反応方式）がある。（なお熱核融合の他に、レーザーによる慣性閉じ込め核融合や、ミュオン触媒核融合がある。）

< F 0 0 0 5 >

熱核融合方式では原子核同士を熱運動で近接させるために高温を必要とする。前記高温は１億度以上の温度が必要で、その温度ではプラズマ状態の物質を非接触に容器の中に閉じ込め続けることが必要である。

（例えば、資源量の豊富であるとみられるＤとＴを核融合させる場合１から数億度、ホウ素と水素イオン・陽子を用いた場合その１０倍の温度とされる）

< F 0 0 0 6 >

前記非接触で容器内にプラズマ４ＰＺを閉じ込める場合に、超伝導体を用い磁場の籠を用い、導体でもあるプラズマを閉じ込める方式が公知であり、閉じた環の、ドーナツ状のトロイダル方向（ＴＦ方向に）にコイル（４Ｃ、超伝導体コイル４Ｃ－ＳＣ、本願提示のコイル４Ｃ－ＥＤＬ）を並べ配列させ、その内部に環状のプラズマが保持される。そして該閉じ込め方式にはトカマク型とヘリカル型がある。（トロイダル方向にコイルを並べドーナツ状に連なるＴＦコイルＴＦ－ＣＯＩＬとして、ＴＦコイル内にプラズマを保持させる。）

トカマク型については、中央コイルＣＳ－ＣＯＩＬにより前記プラズマに電流を流して保持しようとする特徴を持つ物（国際熱核融合実験炉ＩＴＥＲやＪＴ－６０ＳＡ、非特許文献１）が公知である。ヘリカル型では、中央コイル・プラズマ電流が不要であってトロイダル方向にねじれた・らせんのコイル（４Ｃ、４Ｃ－ＳＣ、４Ｃ－ＥＤＬ）を配置し、ヘリカルなプラズマ４ＰＺ（ヘリカル・螺旋状にねじれたプラズマ４ＰＺ－Ｈ）を用いるヘ

10

20

30

40

50

リカル型（非特許文献2、LHD）あるいはステラレータ型（非特許文献3、W7-X）が公知である。

< F 0 0 0 7 >

ヘリカル・ステラレータ型はコイルをねじる或いはプラズマ4PZにねじれた磁場をかけることでプラズマ内の高速なイオン・荷電粒子が磁場のねじれ・磁場の弱い所から逃げてしまいがちであるかもしれない。同様にトカマク型もトロイダル方向に並べられたコイルはドーナツの中心内周方向はコイルの半円部分が集まるが外周方向に行くほどコイルの半円部分が開いており（図6の4C-EDL、4C-EDL-1から4C-EDL-5のようにドーナツ外周部では隣り合うコイル間での隙間が開き、磁場の籠に隙間ができ、）イオン・粒子が逃げやすいかもしれない。磁気により閉じ込める場合、前記高速なイオン・粒子が逃げやすい事を解決する必要がある。

10

< F 0 0 0 8 >

そして前記磁場を生じるコイル4Cは強い磁場を生じるコイル4Cが望ましいかもしれない、公知の例では超伝導体を用いている。超伝導体は（実用を考えるとピン止めなど考慮したり銅などの安定化部材が必要であって）冷却が必要であるものの、高磁場を生じることができる。

非特許文献4によれば、既存の方式ではニオブNb（ニオブスズ等）を含む超伝導体・コイルが用いられており、ニオブの放射化による保管期間が長いことや高速な中性子のスパッタリングによる性能低下が起きる。そのため超伝導体の線材からなるコイル4C-SCを前記中性子から保護しなければいけない。（この点は高温超伝導体において放射化しにくい期待のあるバナジウムV系線材やマグネシウムホウ素MgB2線材がある。ただ、高温超電導体の場合、安定化材に放射化後の半減期が100年程度の銅を用いるため、銅の半減期より上限が決まるかもしれない。）

20

< F 0 0 0 9 >

コイル4Cは小型軽量可能であると好ましい。また強い磁場であっても使えるもの、例えば超伝導状態では磁場の強度が高いと超伝導体は磁場を通さない性質から、実用上磁場を通すためにピン止め点となるドーパントを材料中に添加配置するなどして磁場を通せる点を作るなどし、冷却や常伝導体に戻るときなど考慮し、超伝導体に固有の要求性能をクリアするように電線・コイル4C・4C-SCが設計・製造される。可能であれば、好ましくは、複雑でなくシンプルな系で低抵抗の電線、かつ放射化せず軽量化出来て資源も豊富な元素からなる線材・コイル4C・4C-EDLがよい。（小型軽量であると、コンパクトでコイルや真空容器・真空槽の分解整備、部品交換、コイル交換がしやすくなる利点が生まれる）

30

< 先行技術文献 >

< 非特許文献 >

< F 0 0 1 0 >

< 非特許文献1 > 量子科学技術研究開発機構QST[「JT-60/JT-60SA概説図」、インターネット、令和5年10月1日閲覧、URL、<https://www.qst.go.jp/site/jt60/4903.html>]

< 非特許文献2 > 核融合科学研究所NIFS[「ヘリカル核融合炉設計研究」、インターネット、令和5年10月1日閲覧、URL、<https://ferp.nifs.ac.jp/intro/pg28.html>]

40

< 非特許文献3 > マックス プランク ゲゼルシャフトIPP[「Wendelstein 7-X」、インターネット、令和5年10月1日閲覧、URL、<https://www.ipp.mpg.de/w7x>]

< 非特許文献4 > 西村新、西嶋茂宏「5. 中性子環境下における課題」J. Plasma Fusion Res. Vol. 83, No. 1 (2007) 50-54

< 発明の概要 >

< 発明が解決しようとする課題 >

< F 0 0 1 1 >

50

次に複数の課題とその解決案・考案を記載する。

< 発明が解決しようとする課題 1 : 磁場を生じるコイル・電線材 >

解決しようとする問題点は、球状トカマク型核融合炉（及びヘリカル型・ステラレータ型の炉、環状の真空容器にプラズマ 4 P Z を閉じ込める核融合炉）において中性子遮蔽がなくとも核融合用プラズマ 4 P Z を保持させるコイル 4 C (4 C - E D L) を考案することである。（参考資料として内閣府資料 <https://www8.cao.go.jp/cstp/siryo/haihu13/siryos5-2.pdf> によれば、球状トカマク炉はコイル部の中性子遮蔽が難しく、超伝導コイルが利用しにくいという課題があった。）

< F 0 0 1 2 >

超伝導コイルあるいは 4 C - E D L は中性子にさらされ、中性子の衝突を受ける。高エネルギーの中性子が一つの原子に衝突したとき、該原子はスパッタされ・弾き出されその後原子空孔が残る。常温などの温度の高い場合、（4 C - E D L のように冷却をせず常温で駆動する場合）は、常温下の熱エネルギーで分子原子が振動したり結晶・材料内を動くことができ、原子空孔が集合しクラスター（原子サイズのボイド）を形成し、熱により原子空孔が集まり、原子配列の乱れが回復し、電線材・コイルをバルクで見ると抵抗率は或る程度回復しうる。（参考文献 1・非特許文献 4 : J . P l a s m a F u s i o n R e s . V o l . 8 3 , N o . 1 (2 0 0 7) 5 0 5 4)

< F 0 0 1 3 >

超伝導コイルはニオブスズ N b 3 S n、ニオブチタン N b T i、N b 3 A l 等の超伝導材とアルミニウム、銅等の安定化材と絶縁材・樹脂を用いているが、それらは 4 K ケルビン程度の極低温下に冷却されている。4 K の低温下では、熱エネルギーにより原子空孔が自由に動けないので、欠損部が癒えない（金属原子が熱運動により移動し欠損部を埋めるように動けない）。そのため冷却された超伝導コイル内部に用いるアルミや銅の部分は中性子照射により高抵抗化し、回復しにくい。

< F 0 0 1 4 >

超伝導コイルのニオブスズなど超伝導材についても中性子により結晶格子の一部が弾き飛ばされていき長範囲規則性が壊され始め大きく劣化する。最終的には当初の超伝導体の機能を失う。（参考文献 1 の図 5 のように中性子放射継続により臨界電流 I_c が低下し、図 6 によれば臨界温度 T_c が低下していく。）* 参考文献 1 によれば J T 6 0 S A では、超伝導マグネットへの中性子負荷を低減することを目的として、中性子を吸収しやすいホウ素を添加した樹脂で厚さ 1 0 c m で覆うことが検討されている。

< F 0 0 1 5 >

鉄よりも重い重元素の N b を含む超伝導線材が放射化された場合、その保管・管理時間が長いことも問題である。（放射化後の減衰に N b は 1 0 万年、銅 C u は約 1 0 0 年必要。）

< 発明が解決しようとする課題 1 に対する課題を解決するための手段 1 > (図 5 の 4 C - E D L)

< F 0 0 1 6 > < 放射化に耐え低抵抗になる期待を持つコイル 4 C - E D L >

それら課題に対して、本願は特許第 7 1 5 7 8 9 2 号（特願 2 0 2 2 - 1 2 3 1 6 1 号）に記載の導線・電線（1 W I R E）を用いたコイル 4 C - E D L（本願図 5）を用いる。4 C - E D L は鉄よりも軽い元素、炭素やアルミニウムで構成可能であれば、放射化しにくくできうるかもしれない。（また、4 C - E D L は前記減衰が 1 0 0 年で済む可能性がある銅 C u を用いてもよい）

< F 0 0 1 7 >

4 C - E D L はカーボンナノチューブ C N T や銅・アルミニウムが利用されうる。< F > 核融合反応に重水素 D と三重水素 T を用いる場合高エネルギー・高速の中性子が発生し、前記中性子はカーボンナノチューブやアルミニウムなどの電気導体材料の結晶に欠陥を生じかねない。そこで真空容器内部に中性子を軽減する仕組みがあると好ましい。例えば 4 D - T や 4 D - H の真空槽の壁、炉壁に液体金属をめぐることは公知であるが、本願で

10

20

30

40

50

も液体金属を炉壁に配置してよい。＜F＞真空容器のプラズマに接する側の炉壁４D-I Nに導体を張り巡らせて（全面を覆ったり）もよい、液体金属を張り巡らせてよい。＜F＞導体面を持つ前記４D-I Nはプラズマに対し回転可能でもよい。

＜F 0 0 1 8＞

特許第７１５７８９２号（特願２０２２-１２３１６１号）においては、材料部分１０１（特願２０２２-１２３１６１号の図１、或いは本願図５に示す材料部分１０１）にCNTや銅の他に鉄を用いてもよいとの記載があるが、本願の核融合炉、中性子により放射化されうる用途では、中性子にさらされ寿命の長い放射性廃棄物につながる鉄等の重元素の利用は好ましくない可能性がある。そこで本願では例えば４C-EDLの材料部分１０１にCNT等の炭素材料、アルミニウム、銅を用いてよい。（他に、例えば鉄よりも軽い金属又は導体になりうる元素としてリチウム、（ベリリウム）、炭素、ナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、（珪素）、アルミニウム、カリウム、カルシウム、チタン、バナジウム等があり、本願では４C-EDLに用いる材料部分は放射化しやすさや放射後の保存期間を考慮して前記元素から選択できる。）

10

＜F＞さらには、前記核融合後に生じた高速な中性子により導線材料の原子がスパッタされる問題を考慮すると、銅やアルミニウム等の金属製の材料部分１０１を４C-EDLに用いてよい。ゲート部１０６もスパッタされうるので銅アルミなどを持ちいてよい。絶縁体部分はイオン液体やイオン液体を含む絶縁体・スペーサ層でもよい。＜F＞（炭素材料、CNT等の場合、共有結合性の炭素の配列に中性子が衝突しスパッタされ、材料のキャリア導電性、キャリア移動度等が低下する場合には、別途コイルを取り換えやすい真空容器・核融合炉としてもよい。コイル交換時は、コイルが小型であれば取り換えやすい・整備しやすいので小型な核融合炉が望まれる）

20

＜F 0 0 1 9＞

（核融合燃料にDやTの他に陽子とホウ素等を用いてよい。陽子とホウ素からなる核融合反応系では、資源に限りの無いD-T系よりも高い温度が必要だが、中性子を考慮しなくてよいので炉やコイルの材料の放射化、放射線による材料の原子分子スパッタリング、結晶や分子構造の欠落発生による、電気導体・絶縁体等電氣的物性低下や強度機械的性能低下が小さくなる期待がある。）

＜F 0 0 2 0＞

本願は特許第７１５７８９２号（特願２０２２-１２３１６１）または本願図５に記載のトランジスタの絶縁体１０５と、材料部分１０１（銅、銅膜、カーボンナノチューブや多孔質膜等）とゲート部分１０６（銅、銅膜、カーボンナノチューブ、多孔質膜に堆積した銅膜等）により構成されるキャパシタ部分が、ゲート電極１０６に印加される電圧VGSにより、充電可能な導線・電線（1WIRE）をコイル４C-EDLに用いる。＜F＞前記キャパシタが充電されることにより、１０５と１０１の部分（１０６と１０５と１０１の部分）に電気二重層が形成され、電気二重層の電荷を打ち消すように前記材料部分１０１にキャリアが導入されキャリア導入部分１０４が形成される。＜F＞１０４は１０１よりもキャリアが増加しており電気伝導性が向上する。そして１０４を含む導線1WIREの導電性が向上する。

30

＜F＞前記導電性の向上は超伝導現象ではなくトランジスタのキャリア導入・キャリア増幅を用いており、コイルの電線材料を超伝導体にするための極低温への冷却が不要になる。＜F＞1WIREの１０１部・１０４部に銅（銅の膜、多孔質膜に銅膜を堆積したもの）を用いている場合、（トランジスタのキャリア導入は常温においても行うことができ、）常温では前記中性子の照射によるスパッタリングが１０１・１０４部に起きてても、熱エネルギーにより原子空孔が自由に動けるので、中性子の照射による原子配列の欠損部が常温下での熱により回復可能になり、導線コイル４C-EDLが中性子にさらされたとしても性能低下を抑えることができる利点が生じる。そのため本願考案では超伝導体のコイル４C-SCの代わりに、前記４C-EDLを用いる。＜F＞本願は特許第７１５７８９２号（特願２０２２-１２３１６１号）を引用して参照する。

40

＜F 0 0 2 1＞＜複雑な形の為のコイル４C-EDL＞

50

複雑な形状・ねじれた形状を持つコイルを用いるヘリカル型・ステラレータ型の核融合炉においてもコイル 4 C - E D L を用いてよい。

< F 0 0 2 2 > < 回転手段 4 R O T によりトロイダル方向に回転可能な T F コイル 4 C - E D L 又はヘリカルコイル 4 C - E D L >

ヘリカル型・ステラレータ型ではコイルのねじれ（それによるヘリカルプラズマ・ねじられプラズマ内の高速粒子・高速イオンが飛び出やすい、磁場の籠の磁力の弱い部分の発生する等）により粒子（高速イオン）が逃げやすい課題があるかもしれない。高速イオンの逃げやすさの問題はトカマク型の C S コイルのリングとリングの間においても問題であるかもしれない。（本願図 6 左図（A）の 4 C - E D L、4 C - E D L - 1 から 4 C - E D L - 5 のドーナツ外周側に向けてコイル間の間隔と磁場の間隔が開く問題）そこで本願では真空容器及び / 又はコイル 4 C - E D L 及び / 又はコイル 4 C - E D L により作られる磁場の籠を回転手段 4 R O T により回転させ、磁気・磁場による籠を静止したものでなく動的・回転する磁場の籠として、高速イオンを逃がさないようにしようと試みる。また後述のように、4 D - I N が導体であり前記回転するとき、プラズマの変形を制御・抑制することも試みる。

10

< F 0 0 2 3 >

超伝導材にはニオブスズのようなタイプの他に、それらと比べ高温で動く、高温超伝導体が存在する。例えば銅酸化物系の特殊なセラミックからなるもの（イットリウム - バリウム - 酸素 - 銅の系）が公知である。超高磁場中でも既存ニオブスズなどより高温で動作する事が求められる。

20

< F 0 0 2 4 >

超伝導体は高磁場に耐える物を選ぶ必要がある。他方、特許第 7 1 5 7 8 9 2 号に記載の導線・導体・導体素子によるコイル 4 C - E D L はトランジスタを電線としても用いており、トランジスタのキャリア導入効果を用い（冷却・ピン止め・中性子による耐性・超伝導から常伝導になったときの銅などの安定化材等の考慮が必要な）超伝導現象を用いていない事で、高磁場においても超伝導由来の制約なく低抵抗な電線を構成出来るかもしれない。（しかし前記コイルの冷却については、本願では銅線 2 W I R E やコイル 4 C - E D L の冷却をしないことに限定しているわけではない。4 C - E D L には明確に図示・指定されていないが、必要に応じて、銅線の冷却と同様に 4 C - E D L の冷却システムが備えられていてもよい。もし必要ならば水冷或いは何らかの冷却液体・流体を用いてコイルを冷却できてよい。）

30

< F 0 0 2 5 >

また M O S F E T ・ M I S F E T トランジスタの形態の為、絶縁層に電荷を蓄えて稼働し、電流を常に流し続けるわけではなく、消費電力も限定的であるかもしれない。

< F 0 0 2 6 >

コイルの冷却も 4 ケルビン或いは液体窒素までの冷却は必要ないので、冷却関連部分を無くしたり冷却しなければいけない温度を高温にすることができ、熱核融合炉のプラズマを真空容器（4 D - T、4 D - H）等の内部に保持する電線・コイルを小型化することに貢献しうる。

< F 0 0 2 7 >

例えば 4 C - E D L は小型でも導電性高く高磁場を生じることができれば装置を小型化でき、装置をトロイダル方向に広がったドーナツ状の形から、球形・樽型・林檎形状（本願図 5、図 6）の球状のトカマク型又は球状のヘリカル型・ステラレータ・ヘリオトロン型、あるいは小型で球形に近い形状・配置の真空容器・（プラズマを磁気で閉じ込める）核融合炉を構築するときに役立つかもしれない。

40

< F 0 0 2 8 >

< 発明が解決しようとする課題 2：熱核融合用のプラズマの磁気閉込、高速イオンの漏れの防止 >

解決しようとする問題点は、熱核融合用のプラズマの磁気閉込を安定に行うことを見つける事である。高速イオンの漏れを防ぐ方法をみつけることである。

50

< 4 D - I N に対し 4 P Z が回転することで 4 P Z の変形を抑える事 >

< F > 参考文献 (<https://www.jaea.go.jp/02/press2006/p07012601/hosoku.html> の図 2 - 2) によればトカマク型核融合炉・球状トカマク型核融合炉について真空容器のプラズマ側の内壁面 4 D - I N が導体であってプラズマ 4 P Z が回転する際に、プラズマの変形を抑制しプラズマを容器内に安定に保持できうる事が公知である。

< F > 公知の方法ではプラズマ 4 P Z の回転は中性子ビームによりプラズマ 4 P Z を推して 4 P Z を回転させる方法が公知である。本願では中性子ビームで推す方法とは別にプラズマ 4 P Z を回転させる方法を考案したいと考えた。

< 磁場を生じる T F コイル・ 4 C - E D L の間では磁場強度が低く、コイルのあるところとないたところで磁場強弱が生じて、高速イオンの漏洩を防ぐ手段 >

磁場を生じる T F コイル・ 4 C - E D L の間では磁場強度が低く、高速イオンが逃げうる。そこでコイルよりも内径側・内部に強磁性体部品・フェライト鋼を配置して磁場の強弱を軽減し磁力線をまっすぐにしてイオンを逃げにくくすることが公知である。(参考文献 <https://www.jaea.go.jp/02/press2006/p07012601/hosoku.html> の図 3 - 1、図 3 - 2)

< F 0 0 2 9 >

< 発明が解決しようとする課題 2 に対する課題を解決するための手段 2 >

(4 P Z の変形を抑える手段：図 6 の 4 R O T と 4 R O T による 4 D - I N の回転)

その課題に対して、本願は炉である容器 4 D - T・4 D - H が回転する方式を提案する。4 D - I N を回転手段 4 R O T を用いてを回転させ、4 D - I N からみたプラズマ 4 P Z の回転・移動を導体の炉壁 4 D - I N (実施例として 4 D - I N を持つ真空容器 4 D・4 D - S T・4 D - H 等) の回転で制御・実現する事を試みる・行う。

< F > (4 D - I N は例えば真空容器 4 D・4 D - S T・4 D - H 等の真空容器のプラズマ 4 P Z に向かい合う導体の内壁面 4 D - I N。4 D - I N は真空容器 4 D のボディに設置・配置・一体化・付属しており真空容器 4 D 等が回転することで 4 D - I N も回転する。4 D - I N は 4 P Z に対し相対的に動くため、回転する 4 D - I N からみると 4 P Z は回転しているに見える)

< F 0 0 3 0 >

(高速イオンの漏洩を防ぐ手段：図 6 の 4 R O T と 4 R O T による 4 C - E D L の回転、回転する磁気の籠による高速イオン漏洩防止)

本願ではトカマク型・ヘリカル型・ステラレータ型 (4 D、4 D - T、4 D - S T、4 D - H) において、図 6 の 4 R O T により 4 C - E D L (4 C - E D L による T F 方向にドーナツ状に連なるコイル・トカマク型の T F コイル、あるいはヘリカル型・ステラレータ型の T F 方向に配置されているコイル 4 C - E D L) が (トロイダル方向、T F 方向に) 回転できてよい。4 C - E D L が生じる磁気・磁場・磁場の籠が回転可能でもよい。

< F > ヘリカル型 (ステラレータ・ヘリオトロン) においては (ねじれたコイルを用い) プラズマ電流が不要であるが、ねじれたコイル部・ねじれたヘリカルプラズマよりヘリウム粒子・高速イオン等が飛散しやすい。本願では容器・コイル 4 C - E D L (磁場の籠) を回転させ、ヘリカル・トカマク双方の方式でプラズマ・イオンを安定して保持しようとする。

< F > 静止した T F コイルによる磁場の籠では磁場の強弱のある箇所が生じやすい。他方、本願では、実証は必要なものの、磁場の強弱部分が (動的であって一箇所にとどまらず) 回転でき、強弱部分が時間平均でみると均一にならされ、磁場の強弱を軽減し高速イオンの漏洩を防止できるのでないかという考案である。(高速イオンの漏れの原理について発明者は把握できていない。コイルの回転による時間変化よりも短い時間内のメカニズムにてイオンの漏れが起きる・イオンの漏れが支配される場合はコイル回転による方法は適用できないかもしれない。) < F > (また 4 P Z 変形防止目的で 4 D - I N を回転させるときに、4 D には 4 D - I N と 4 C - E D L が固定されていれば 4 D - I N と 4 C - E D L は同じく回転できる。4 D - I N の回転でプラズマ変形抑制を試みるが、それに付随

10

20

30

40

50

してコイル 4 C - E D L も回転できてよい。本願の一つの実施形態によれば 4 C - E D L を回転させるかどうか、4 D - I N を回転させるかどうかは限定されない。4 D - I N を回転させることで核融合炉の 4 P Z の変形抑制ができるならば 4 D - I N の回転をまず行ってよい。）

< F 0 0 3 1 >

4 R O T による 4 C - E D L の回転は、トカマク型の T F コイルのリング間やヘリカル型のヘリカルコイル・ステラレータコイルにおいて高速イオンがコイル間の隙間・磁気の籠の弱い部分より漏洩することを防ぐ為、磁気の籠であるコイル側を回転させ、内部プラズマを保持しようとする目的がある。

< F 0 0 3 2 >

10

(プラズマを制御・操作する部分)

なお容器側を回転させる方法に加えて、公知のように、中性子ビームによりプラズマ 4 P Z を推す方法と組み合わせてもよい。またプラズマの加熱に関しても公知の方法・手段を用いてよい。図 7 のプラズマ系補器 4 P - D E V I C E にはプラズマを目的の条件にする装置・手段が搭載されてよく、例えばプラズマ 4 P Z の回転手段 (例 : 中性子ビーム照射部) 、4 P Z の加熱手段 (例 : 電波利用等のプラズマ加熱手段 R F) 、4 P Z への燃料供給手段 (D や T や B や陽子を核融合燃料として導入する) 、4 P Z を加熱するコイル等、4 P Z の状態を計測する測定装置でもよい。(4 P - D E V I C E は広義にはプラズマを維持する装置でよく、真空装置を真空に維持する装置も含んでよく、真空容器内の真空度を測定する測定部や真空排気系・真空ポンプ 4 P ・4 F P ・4 R P 等を含んでもよい。)

20

< F 0 0 3 3 >

< 発明が解決しようとする課題 3 : 熱核融合用のプラズマの磁気閉込について C S コイル不要な方法 >

(例 : 図 6 の 4 R O T にヘリカル型・ステラレータ型磁場を用いる場合。*ヘリカルプラズマをとる回転するコイル 4 C - E D L と回転する 4 D - I N の併用。)

解決しようとする問題点は、球状トカマク型核融合炉について中央コイル C S コイルがない場合でも炉をスタートさせるプラズマの電流ないしプラズマの動きを生じさせることである。C S コイルがない場合トカマク型ではプラズマ電流が流せずプラズマの制御・スタートに課題があるかもしれない。球状トカマク型に加えヘリカル型・ステラレータ型核融合炉についてもプラズマを (電磁誘導にて) 加熱する事の出来る C S コイルを用いないのでプラズマを制御・スタートさせることが必要である。

30

< F 0 0 3 4 >

その課題に対して、球状トカマク型核融合炉容器 4 D - S T やヘリカル型容器 4 D - H について、本願は 4 R O T でコイル 4 C - E D L が回転する方式を提案する。(プラズマの変形防止・変形制御には回転する 4 D - I N を用いてよい。)

* 本願の 1 つの形態では、4 C - E D L は図 5 のようにトランジスタのキャリア導入を用いて導電性を向上させたものでよく、超伝導タイのように冷却不要であって導電性を高く取れコイルや真空容器を小型化できる (ベータの大きい装置にできる・容易な) ことを意図している。

< F 0 0 3 5 >

40

プラズマの加熱には公知のようにプラズマ加熱用のビーム装置・加熱用ビーム等を (4 P - D E V I C E 部に配置して 4 P Z を加熱するように) 利用してよい。(* 公知のように、電波 R F を炉内のプラズマに照射してプラズマ電流を起こす事を併用してもよい。)

< F > さらに、トカマク型でなくヘリカル型・ステラレータ型の磁場・コイルを用い、それらを回転させてよい。トカマク型に比べ、ヘリカル型においては (ねじれたコイルを用い、プラズマにひねりが加えられるので) プラズマ電流が不要であるが、プラズマの閉じ込めがしにくい虞がある。それに対して本願ではプラズマが炉に対して (トロイダル方向へ) 回転することで安定に保持させようとする。

< F 0 0 3 6 >

通常トカマク型核融合炉では中央コイル C S コイルを用いて T F コイルのドーナツ型

50

のトロイダル磁場中に保持されたプラズマに環状に1方向に巡るプラズマ電流を生じさせ、核融合炉をスタートし、磁場によりプラズマを閉じ込め支持する。そしてプラズマを高温に加熱し核融合を起そうとする。

< F > 他方、球状トカマク炉は中央コイルがない分、小型化しプラズマも高圧・高温にできる。しかし炉のプラズマに電流や動く向きを与え（プラズマに磁場を生じさせ）プラズマを炉に磁氣的に閉じ込めて支持させるという運転開始時のステップ（スタートさせるステップ）の時にプラズマに電流を与える中央コイル C S - C O I L がないので、核融合炉をスタートできない虞があった。< F > その課題に対して、本願は球状トカマク型の炉、ヘリカル型・ステラレータ型のコイル・容器がトロイダル方向に回転する方式を提案する。

10

< F 0 0 3 7 >

* 真空容器 4 D - S T を回転させると、内部プラズマは静止しつつ、装置がドーナツ環状のプラズマ 4 P を囲むように回転する。この時、装置から見てプラズマ 4 P は相対的に一方方向に流れ回転しているように見える。この流れているように見える状態をトカマク式（或いはヘリカル式・ステラレータ式）の 4 P の磁気閉じ込めに用いる。

< F 0 0 3 8 >

図 8 について、宇宙空間の場合、地上より容器を回転させやすいことを狙う意図がある。核融合炉及びその容器 4 D - T について、真空容器は地上で用いる場合大気圧に耐える必要があり強度を保つため炉や容器、装置は大型、重くなりがちである。その炉・容器・装置を回転させようとする場合、特に本考案実証の為試験炉を用いて我々が取れる最大の速度まで回転させたくする時、地上ではベアリングを用いて回したり、回転で到達させたい速度が超伝導ベアリングを用いて容器を浮上させ真空内で空気抵抗少なく回転させるなども想定されるが、それでは炉が重く回しにくい。

20

< F 0 0 3 9 >

他方、本願発明は必ずしも宇宙空間で用いるわけではない。

例えば図 7 のベアリングとモータにより回転させる構成で、コイルや真空容器が小型軽量化できる場合、容器・コイルを回転させやすくなる事が期待できその場合、地上等地球圏出会っても利用しやすいかもしれない。

（ 4 C - E D L は超伝導体でなく軽量の導線を用いたとしても、地上の大気圧に耐える真空容器の要求の為容器が重量大いかもしれない）

30

< F 0 0 3 9 >

また、トカマク型核融合炉内部で加熱されたプラズマ・荷電粒子はトロイダル方向に加速し（例えば秒速 1 0 0 k m ~ の速度で）移動し、プラズマの荷電分離・電荷分離が起きる（ <https://www.qst.go.jp/site/jt60/5248.html> ）。そのときに回転する導体を持つ 4 D - I N があることでプラズマの変形を抑制できる（ <https://www.jaea.go.jp/02/press2006/p07012601/hosoku.html> の図 1 - 2 の変形は、図 2 - 2 のように環状の容器 4 D - T ・ 4 D - S T ・ 4 D - H の壁面が導体で覆われているときに図 2 - 3 ののろくろと手を使って粘土の器にたとえたプラズマを成型しプラズマ変形を抑えようとする図のように）プラズマの変形を抑制できるかもしれない。

40

< F 0 0 4 0 >

回転する容器 4 D - T の真空槽・内壁 4 D - I N に導体を張り巡らせて回転している場合、移動する 4 D - I N の導体壁面に対しプラズマの電荷分離部が相互作用しうる。前記相互作用（電磁誘導・電気磁氣的プラズマと回転する炉の内壁導体との相互作用）によりプラズマに生じた電荷分離を吸収・中和・打ち消す電磁誘導電流を生じさせ）、プラズマの変形を電気・磁気の相互作用により抑制しようとする。

< F > この電荷分離・プラズマ変形を 4 D - I N で抑制するという点では、導体面を持つ前記 4 D - I N はプラズマに対し回転可能でもよい。例えば容器に固定された、容器壁面であって導体（金属板等導体）の 4 D - I N をプラズマに対し回転可能でもよい。< F > あるいは真空容器真空槽 4 D - T は固定だが、導体の面 4 D - I N が（ 4 D - I N が液体

50

金属であって壁面を流れることができて)プラズマに対し回転可能でもよい。

< F 0 0 4 1 > 本願の1つの実施形態ではコイル・磁場の籠の回転と、4 D - I Nの回転の両方を4 R O T (モータギヤ、軸受けなど用いて)を図7のように実施出来る。ただし、4 D - I Nのみ回転させたい、4 C - E D Lを回転させたい、若しくは4 D - I Nと4 C - E D Lの回転速度差を持たせて回転させたい場合、それぞれ別に回転させる機構を備えてもよい。

< 発明の効果 >

< F 0 0 4 2 >

本発明の核融合炉は、コイル4 C - E D Lを持ちいることでカーボンナノチューブC N Tなどのキャリア密度の低い高いキャリア移動度の炭素系材料であってもキャリアをM I S F E Tや電気二重層トランジスタのキャリア導入メカニズムを用いてキャリア導入しコイルを用いてコイルを低抵抗にして大電流・高磁場を生成し、4 C - E D Lは超伝導を用いないので超伝導が起きる低温まで冷却が要らず、超伝導を壊さないようなピン止めなど不要であって、高磁場小型軽量のプラズマを保持するコイル4 C - E D Lを構成することができる。

< F 0 0 4 3 >

またコイル4 C - E D Lや導体を持つ容器の壁面4 D - I Nをプラズマ4 P Zに対し(トロイダル方向に)回転させることでプラズマの形状を制御し、プラズマの変形を抑制する事を試みる。

< 図面の簡単な説明 >

< F 0 0 4 4 >

< 図5 > 図5は環状真空容器のコイル4 C - E D Lの説明図である。(環状真空容器：ドーナツ・環状の真空槽・プラズマ容器4 D、4 D - T、4 D - S T、4 D - Hを含む)

< 図6 > 図6は環状真空容器の説明図である。(環状真空容器の回転手段4 R O Tを備えてよい。)

< 図7 > 図7はモーターとベアリングを回転手段に用いた真空容器の説明図

< 図8 > 図8は推進装置を備えた真空容器の説明図(推進装置4 R O T - T H)

< 図9 > 図9は円柱のチューブ状真空容器を前記円柱の円周方向・シータ方向へ回転させるときの説明図(磁気ミラー型、磁場反転配位型等に用いる円筒チューブ状真空容器4 Tを回転させたときの例。図9において磁気閉じ込めのコイルは4 C - E D Lを用いてよい。)

< 発明を実施するための形態 >

< F 0 0 4 5 >

例えば図7において、小型で回転可能なコイル4 C - E D Lを用いた磁気閉じ込めプラズマ容器(トカマク型4 D - T・4 D - S T及びヘリカル・ステラレータ型4 D - Hの核融合炉)を軸受け4 Bや回転用モータ4 R O Tにより容器コイルを回転させプラズマの変形や高速イオンの漏洩防止を試みる。< F > 図7の構成、本発明の1つの形態では回転するコイルへのスリップリング・接触式給電部S L R・ワイヤレスな給電部S L Rを備えさせる。またスリップリングS L Rに接続された前記電気二重層トランジスタ・M I S F E Tトランジスタによるキャリア導入によりキャリア増幅可能な電線によるコイル4 C - E D Lのゲート駆動回路E X C 1と前記4 C - E D Lを備えた、トロイダル方向に回転可能な、図6の左図(A)のようにコイルがトロイダル方向に配置されたドーナツ・環状の真空槽(及び磁気の籠、ドーナツ型プラズマ4 P Z)を持つ。< F > このような構成とすることで、核融合炉・プラズマ容器(トカマク型、ヘリカル型。4 D - T、4 D - H、4 D - S T、4 D - S H)をコンパクトに実現し、地上・空中・水上海中・宇宙空間での建物・構造物・発電所・輸送機械・人工衛星・宇宙船の核融合炉・発電部に使用する想定である。

< 実施例1 >

< F 0 0 4 6 >

図5のように核融合目的のプラズマを磁気閉じ込めで保持する真空容器(トカマク型：

10

20

30

40

50

4 D - T , 球状トカマク型 : 4 D - S T、ヘリカル型 : 4 D - H、球状ヘリカル型 4 D - S H) は図 5 に示すゲート 1 0 6 や絶縁体 1 0 5 と材料部分 1 0 1 やキャリア導入部 1 0 4 を含むコイル 4 C - E D L を備えていてよい。

< F 0 0 4 7 >

図 5 には特願 2 0 2 2 - 1 2 3 1 6 1 号図面に記載のように、材料部分 1 0 1 (例 : カーボンナノチューブ等炭素を含む材料、あるいは多孔質膜などに金属膜、銅膜を堆積させた部分) と、材料部分 1 0 1 に電気二重層トランジスタ・M I S F E T (金属 - 絶縁体 - 半導体 - 電界効果トランジスタ) のゲート電圧が印加された時のキャリア導入部 1 0 4 と、ソース電極 1 0 2、ドレイン電極 1 0 3 と、ゲート電極 1 0 6 と、絶縁体 1 0 5 (電気二重層トランジスタではイオン液体含む層) が記載されており、前記 1 0 1 から 1 0 6 ま

10

< F 0 0 4 7 >

図 5 のように 4 C - E D L はトランジスタ部分を含む為、ソース 1 0 2 - ドレイン 1 0 3 間の電圧印加部 V D S の他にゲート 1 0 6 を駆動する回路・電圧印加部 V G が必要である。4 C - E D L は例えば V D S や V G S を含んでもよい外部回路 E X C 1 に接続されている。

< F 0 0 4 8 >

図 6・図 7 のように図 5 の容器はトロイダル方向に回転できてよい。回転する方法は限定されないが、例えば図 7 のようにベアリングとモータを用いて回転させてもよいし、図 8 のようにイオン推進・光子セイル・レーザー推進・光子を放出する反動による推進を行える推進装置 4 R O T - T H を容器 4 D 等に備えさせ、推進装置を動作させ容器を推進回転させてよい。

20

< F 0 0 4 9 >

図 7 は軸受け 4 B と回転手段 4 R O T を用いて (地上空中宇宙空間に限定せず) 容器・コイル 4 C - E D L を回転させる場合の説明図である。回転の回転手段 4 R O T にモータと軸受けベアリング 4 B・ギヤなど伝達部 4 R O T G を用いる例である。図 7 は図 6 の 1 つの具体例である。

< F 0 0 5 0 >

図 6 において真空容器・真空槽のプラズマ側の内壁 4 D - I N は導体の面でもよく、導体を用いた 4 D - I N が回転する事で (例えば前記電荷分離を起こし変形しようとする 4 P Z に対し、回転する導体である面 4 D - I N とが電氣的・電気及び磁氣的に相互作用し、あるいは電磁誘導により) プラズマ 4 P Z の変形を抑制・制御できてよい。

30

< 実施例 2 >

< F 0 0 5 1 >

例えば本願の 1 つの実施形態として、ベアリング不要に回転できる (宇宙空間の真空により回転時の空気抵抗による回転速度の限界・減少が生じにくい) 人工衛星兼プラズマ容器 (核融合炉部分) を含む真空容器の実施例を図 8 に示す。図 8 において容器の回転はロケット推進器・イオン推進器により推進剤 P H N U を噴射させその反動で推進させ回転させてもよいし、光子セイルにて光子 P H N U を反射させたり・光子 P H N U の噴射の反動により推進する。< F > 該衛星は図示はしていないが副電源として宇宙用の太陽電池や、他の人工衛星からのエネルギー供給手段、例えばミリ波やレーザー等によりワイヤレス電力伝送でエネルギーを受け取り核融合炉を起動させる電力としてよいし、該人工衛星の核融合炉で発電して得られた電力をミリ波やレーザー等によりワイヤレス電力伝送で別の宇宙機や宇宙構造物、あるいは公知の宇宙太陽光発電と同様に電波レーザーを用いて地球等へ送電してもよい。< F > 地上での地面と固定される核融合炉・真空容器の場合、地震対策で耐震性を考慮する必要がある。他方宇宙空間の人工衛星ではその考慮は不要である。他方、太陽風等宇宙固有の障害に備える必要はある。

40

< F 0 0 5 2 >

50

(該例は例えば太陽光、恒星からの光により宇宙太陽光発電等ができない、月・衛星・惑星の夜間の部分、或いは惑星間・恒星間を航行する宇宙船の発電部・エネルギープラント・宇宙船の原動機・発電機部分・動力炉に用いる事も想定している。＜F＞地上の海中や月面・ガス型惑星(木星型惑星)に含まれるかもしれない重水素Dや三重水素Tを採取して真空容器4D・4D-T・4D-ST・4D-Hに投入加熱し核融合を起こすことを試みてもよい。高エネルギーの中性子の発生を回避するためホウ素陽子を持ちいた核融合反応系を用いてもよい。)

< F 0 0 5 3 >

容器4D-STは、高真空宇宙空間に浮かぶドーナツ型のプラズマを保持する真空槽・真空容器4Dには導体を張り巡らした壁面4D-INが備えられており、前記容器4D-ST(4D-IN)はモーター、ロケット推進、光子セイル・レーザー推進器やイオン推進器、光子を放射してその反動で推進する機構により(プラズマ4PZに対し相対的に)回転してよい。

10

< F 0 0 5 4 >

*例えば4D-STをその容器の強度の許す限りロケットやレールガン推進を超える速度でトロイダル方向に回転させるため、光子セイル・レーザー推進器や光子を放射してその反動で推進する機構により回転してよい。

< F 0 0 5 5 >

*4D-STの内部のコイル4C-EDLが作る磁場はトカマク型又はステラレータ・ヘリカル型でよい。

20

< F 0 0 5 6 >

*4D-INは導体を含んでよい。4D-INはプラズマの変形を回転により抑えるため、導体を含んでよい4D-INが導体であるとき、容器4D-T(4D-ST等)が回転する時真空容器内部に閉じ込められたプラズマの変形を抑える意図も持つ。

< F 0 0 5 7 >

*4D-STが回転する時であって内部プラズマ4Pを回転させていない場合、回転する容器4D-STからみてプラズマ4Pは回転しているように見ることができ、本願ではその回転を(核融合炉動作時のプラズマが変形する問題に対して)プラズマの変形抑制に用いる。＜F＞具体的には前記回転により、導体を張り巡らされていてもよい容器の壁面4D-INはプラズマの周りを回転し、導体がプラズマの周りを回転することでプラズマの変形が回転する導体の変形でならされ、抑制され、プラズマの形が制御されうる。

30

< F 0 0 5 8 >

<産業上の利用可能性>本願は地上においても、あるいは宇宙開発時・太陽光の届かない遠方の宇宙空間用宇宙船・探査船・探査ロボットにおいても核融合を促すプラズマ容器に用いることができるかもしれない。

< F 0 0 5 9 >

< 符号の説明 >

< 図5 >

< コイル >

101:材料部分(導体、半導体などの電気の導体になる部分。104が形成される部分)

40

102:ソース電極

103:ドレイン電極

104:MISFET・金属絶縁体半導体トランジスタ構造の素子において絶縁体105を挟むゲート電極106と材料部分101にからなるキャパシタ部分にゲート電圧(VGS)を印加された時に材料部分101にキャリア導入された部分104が形成され、ソース102とドレイン103の間に存在する104の導電性が101よりも高くなる事を電線・導線・コイル4C-EDLに用いる。

105:絶縁体

106:ゲート電極、ゲート部

50

EXC1: 102と103と106の接続先である外部回路・電源回路・電圧印加回路。ゲート・ソース間に印加するゲート電圧VGSやソース・ドレイン間に印加するソースドレイン電圧VDSの電圧印加部が含まれる。EXC1の電圧VGSやVDSはコンピュータなどの制御部とインバータ回路・電力ドライバ回路により制御され、電線1WIREや1WIREからなるコイル4C-EDLに電流を導通させ磁場を生じさせる。

1WIRE: 104と101と102と103と106等のトランジスタ部を含む電線

1COVER: 1WIREが被覆電線である場合の電線被覆部。中性子遮蔽の為、ホウ素B10を含有してもよい。

4C-EDL: 1WIREからなるコイル。

< 容器 >

4D、4D-T、4D-H、4T: 真空容器。4C-EDL: 1WIREからなるコイルを備え、前記コイルによって磁場(の籠)を作りプラズマ4PZを真空容器内に閉じ込め・保持する。

4D-IN: 真空容器内の壁面4D-IN・プラズマに向かいあう部分4D-IN。公知の例では4D-INは例えば大気圧に耐えるステンレス鋼真空容器の金属面や、流体金属ブランケット(流体のリチウム鉛合金)の面。本願では導体であることが要求される。(図8のように宇宙空間の真空を用いる場合、真空容器内面4D-INは重量・厚さのある金属厚板・隔壁の面でなくともよいかもしれない。)

4PZ: プラズマ。核融合燃料となるD、Tやヘリウム、陽子ホウ素等を含んでよい。

本願図5には記載していないが、特許第7157892号(特願2022-123161)の図8に記載のように、上記104を含む102と103と106を持つ3端子素子(1-3TER)である1WIREについて、VGSを印加する部分(ゲート電圧の印加を可能にする抵抗等各種素子・あるいは制御部)を3端子の1WIREに内蔵し、ソース102とドレイン103のみが電線1WIREの両端に現れる2端子素子1-2TERとしてコイル4C-EDLに用いてもよい。真空容器・核融合炉用のコイルを交換する際に1-2TERのほうがゲート電極の取り外し不要で(あついはゲートの取り扱いの考慮が不要)ため、コイルや電線部の交換時の労力を低減する。

< 図7等 >

<< 4D-INが4PZに対して回転可能な真空容器及び核融合炉と核融合炉による発電システム >>

< 真空容器 >

4D: 真空容器、ドーナツ状又は環状真空容器

4D-T: トカマク型核融合炉の環状・トーラス型真空容器

4D-ST: 球状トカマク型核融合炉の環状・トーラス型真空容器

4D-H: ヘリカル型・ステラレータ型の環状・トーラス型真空容器

4D-SH: 球状に近いヘリカル型・ステラレータ型の環状・トーラス型真空容器 4D-H

4D-ST-ROT: 回転する4D-ST

4D-SH-ROT: 回転する4D-SH

4D-IN: プラズマに向かい合う、導体を含んでよい内壁、内壁の面。4D-INは公知ではステンレス鋼を用いた内壁は公知である。また流体金属で覆う場合はその面が4D-INに該当しうる。プラズマと向かい合う、非接触に最近接する金属の面。環状のプラズマ4PZを非接触にかつ最近接して囲む環状・トーラス状の金属面4D-INでもよい。* 考案者の想定では薄い金属板や金属箔からなるトーラス面持つ炉壁・構造物等を想定する。スパッタリング影響を考慮し原子番号Zの大きい導体金属(高いZのWやPbか、液体金属LiPb等をまとう4D-IN)を搭載してもよい

* 容器はクライオスタット部備えてよい。

< 発電部、電力 >

4D-B: 核融合炉のブランケット等。回転可能な4D-INとは異なり、プラズマ(或いはプラズマから照射される中性子)から見て4D-INの背後に固定・静止されたブラ

10

20

30

40

50

ンケット 4 D - B でもよい。4 D - B は熱交換器 H X や外部の発電機 4 P P と冷却流体の流路・パイプのループで結ばれており 4 D - B を 4 D - I N のように回転させる場合、複雑な形状・機構になる恐れがあり、4 D - I N の後方に 4 D - B を配置する恒星を図 7 に記載している。4 D - B は図では一部しか記載されていないが、4 P Z を含む 4 D - I N の背後を取り囲むトーラス型の部分でもよい。

ブランケットは高速中性子のエネルギーを受けとめて（リチウム等から T の製造を行う反応をさせつつ）熱エネルギーに変換し、熱エネルギーを熱交換器 H X 部で冷却水・流体等で熱交換・冷却し、冷却水を加熱して蒸気を生成し蒸気タービン発電機を駆動するなどして、核融合炉の中性子・粒子の持つエネルギーを熱エネルギーそして電力に変換する。）
* 本願はプラズマの変形抑制や磁気閉じ込めのコイルに関する出願のため、ブランケットで行われるリチウムやベリリウム等と中性子によるトリチウム T の増殖などに関する系の詳細は省略する。

10

S T E A M : 蒸気発生部

4 P P : 発電部等 P O W E R - P L A N T 。公知の核融合発電・火力発電・核分裂型原子力発電所のボイラや原子炉・炉・ブランケットなど、熱源のエネルギーにて冷却水を加熱し H X で熱交換し蒸気を蒸気発生部で発生させ、蒸気を蒸気タービンに送り、蒸気タービンを回転させ、蒸気タービンに連動する発電機・タービン発電機を回転・駆動させ、電力を得る部分。

P W G R I D : 電力網、回路

< 回転手段 >

4 R O T : 4 D - I N ・真空容器の回転手段

4 R O T G : 4 R O T がモータである時、モータで駆動される動力を 4 D - I N や容器の回転させた部分に伝達する為のベルトやギアなどの動力伝達部品

4 B : 軸受け、ベアリング

4 A X S (4 A X S - D) : 回転軸、環状構造物・トーラス体のトロイダル方向への回転軸。ドーナツの中心軸、回転軸。

< プラズマ系 >

4 P - D E V I C E : プラズマ系補器 4 P - D E V I C E 。(プラズマ回転手段として中性子ビーム発射・照射部分。プラズマ加熱手段としてプラズマへの電波照射部 R F 等。4 P Z への核燃料・イオンの供給部、プラズマを制御・維持するための手段を備えてよい。例えばプラズマの為の真空を維持するための真空ポンプ、プラズマの状態を測定したり容器内の真空度・環境を測定する測定器部分含んでよい。)

20

30

N B I : 中性子粒子入射装置。4 P - D E V I C E に含まれてよい。

4 H E A T : プラズマ 4 P 、4 P A を加熱する部分。4 P - D E V I C E に含まれてよい。例えば公知の核融合分野での加熱装置、レーザー装置、粒子ビーム（中性粒子入射加熱用イオンビーム）、高周波加熱・マイクロ波加熱・ミリ波電波による加熱装置・手段。

4 P Z : プラズマ（4 P M F 含む）

4 P M F : プラズマイオン（ヘリウム H e 3 、重水素 D 、3 重水素 T 、リチウム、ホウ素等、4 D のフィード 4 F E E D ）プラズマの元である元素・原子・イオン。核燃料、核反応・核融合を起こすための燃料物質（ヘリウム H e 3 、リチウム、重水素 D 、3 重水素 T 、陽子、ホウ素等）であってよい。

40

< 排気系（4 P - D E V I C E に含む）>

4 P : 真空排気ポンプ。

4 P - D V : ダイバータ。ダイバータ板を備えてよい。4 P - D V は真空容器に備えられる。プラズマに向かい合い（対向し）プラズマから核融合後生成物（ヘリウム）を容器外に排出・排気する。真空排気ポンプで真空引きされる真空容器の排気ポートを含んでよい。導体の 4 D - I N と同じく導体であってもよい。

< コイル系等 >

4 C - E D L : コイル。例えば電気二重層トランジスタ等のトランジスタを用いた導線・電線を用いてもよいコイルであって、M I S F E T トランジスタにおいてキャリア導入さ

50

れる材料部分 101 はカーボンナノチューブ CNT、炭素系材料、銅・アルミでもよい導線を用いたコイル。(図 7 ではトーラス型容器のトロイダル方向に 4C - EDL、4C - EDL - 1、4C - EDL - 2、4C - EDL - 3、4C - EDL - 4、4C - EDL - 5 の 6 つのコイルが例として記載されている。しかし実際の例ではコイルの個数は限定されず配置される。) * 図 7 では 4D - IN を図示する部分は 4C - EDL が配置されてもよい記載になっているが、それは例であって、4D - IN を回転させコイル 4C - EDL を固定し回転させない場合は例えば固定されたブランケット部 4D - B の近傍にコイル 4C - EDL を配置してよい。

EXC1 : 外部回路、2 端子の線 1WIRE やコイルに VDS や VGS を印加する部分。
EXC1 - SOTODUKE : コイルドライバ、コイルオンオフ部、ゲートドライバなど可。

10

SRL : スリップリング部。カップリング部。回転部へのワイヤレス給電、スリップリング等の電力伝達部。* 回転する 4C - EDL に静止した回路からの電力等を伝達する部分。* 4D - B や 4D - IN を流体パイプや熱交換器で冷却する場合には流体のカップリング部・スリップリング部が必要になりえる。また 4D - B と 4D - IN が回転する場合 4D - B に冷却流体・冷却水蒸気を通すスリップリング・カップリングやパイプが必要になりえる。* 図 7 では 4D - IN は回転可能で、4D - B は固定された構成を記載している。

TF - COIL : トロイダルコイル。(主にトカマク型の物) トーラス型容器のトロイダル方向に配置されたコイル。4C - EDL による。軽量であると好ましい。TF - COIL はプラズマを取り囲んで回転できてよい。球状トカマクの場合装置が小型軽量化され装置回転させやすくなる。

20

TF - COIL - H : ヘリカル型の(トロイダル方向に磁場を形成する)コイル。

PF - COIL : ポロイダルコイル。ポロイダル方向の磁場を作るコイル。トカマク型やヘリカル型において用いる。

CS - COIL : 中央コイル。トカマク型において用い、4PZ にプラズマ電流を生成し、またプラズマを加熱する際に用いる。

< 図 6 >

* 図 6 左図(a) はトーラスまたは球状トカマク型の真空容器を真上から見た図(トロイダル方向が円周方向の図)であり、右図(b) は左図の A - A ダッシュ面の断面図であって、八角形樽型・林檎型の容器が記載されている。

30

* 図 6 中コイル(4C - EDL、4C - EDL - 1 から 4C - EDL - 5) は 6 つ図示されているが、コイルは複数個、トロイダル方向に敷き詰めるように配置してよい。* 図 6 中コイル 4C - EDL はトカマク型の TF コイルや、ヘリカル・ヘリオトロソ・ステラレータ型のコイルの配置のように、複数又はねじれたコイル 4C - EDL を配置して構成されてよい。

< 図 8 >

図 8 は、回転時のベアリングの不要な点・大気圧に耐える真空容器やシンクポンプの不要な点から、人工衛星 3 (または宇宙船 3、宇宙機 3) に本願の真空容器、プラズマの磁気閉じ込め容器 4D (4D - T、4D - ST、4D - H、4D - SH。あるいは 4T) を搭載し、(または前記容器が宇宙機を兼ねていてもよい)

40

3 : 宇宙機、宇宙船、人工衛星、宇宙構造物(空中構造物)

3SAT : 宇宙機のシステム部、宇宙機の制御部(及びその付属動力炉でもある核融合炉 4D、4T の制御部)、人工衛星として機能させるための諸設備を備えてよい。例: コンピュータ、原子時計、無線通信装置、姿勢制御装置(スラスタ・リアクションホイール)、電池、電気回路等備えてよい。

4CON : 核融合炉 4D、4T の制御部、通信部など

4ROT - TH : ロケット推進、電気推進、イオン推進・光子セイル推進・レーザ推進・光子を放出する反動による推進を行える推進装置。例えば 4ROT - TH は粒子加速器を用い生じさせた放射光(運動量の高い光子、紫外線・X 線・ガンマ線)を放出できる装置

50

でもよい。またはアルファ線（ヘリウム）・荷電粒子・粒子を放出する反動により推進する装置でもよい。

4 P O W E R - I N : 外部受電部。人工衛星の 3 において、補助電源用として太陽電池部、あるいはレーザーによる信号やエネルギー伝送を行うときの受光部、マイクロ波・ミリ波など電波でエネルギー・信号をやり取りする時のアンテナ・レクテナ部、ワイヤレス電力伝送システムの受電部。核融合を起すためのスタートアップ電力をこの部分で受け取る。核融合燃料も受け取ってよい。人工衛星の回転を外部からレーザー推進・電磁力で止めたい場合もこの部分にレーザー照射したり、コイルによる電磁誘導式ワイヤレス電力伝送又は電氣的回生ブレーキにて回転停止を促してもよい。

4 P O W E R - O U T : 外部への電力伝送部。レーザー、マイクロ波・ミリ波、電磁誘導等の非接触・ワイヤレス電力伝送システムの送電部。（例えば紫外線等を放出できてよい。該衛星 3 は回転部があり、例えばマイクロ波送信部などは面積が大きくなりがちである。他方レーザーは小型化できるので、3 は出力制限されたレーザーによるワイヤレス電力伝送システムの送電部を有してもよい。また本願の 3 は例えば惑星恒星間を航行する船に含まれる又は隣接してもよく、3 と外部の船の受電部 E X - 3 との間で電力のやり取り、送電を行うため電磁誘導式の非接触なワイヤレス電力伝送システムの送電部を有してもよい。）

E X - 3 : 外部の受電部、E x - P l a n e t : 外部の惑星、E X - S a t : 外部の衛星
< 図 9 >

図 9 はチューブ・円筒状真空容器 4 T の導体内壁 4 T - I N をシート方向に回転可能な時の説明図。

4 T - I N : 回転手段 4 R O T により回転可能な導体によるプラズマに対向可能な内壁
4 P Z - F R C : F R C 型における（中空ソーセージ状の・中空ソーセージ状であってトーラス状でもある）プラズマ 4 P Z。図において左右 2 つの 4 P Z が作り出された後 4 P Z - F R C の部分まで加速・移動させられ、2 つの 4 P Z が 1 つのより高温の 4 P Z - F R C になり、そこには N B I により粒子が注入され核融合を起す。しかし 4 P Z - F R C は容器内で回転し不安定になる課題がある。本願は 4 D - I N と同様に 4 T - I N を回転できてよい。

X - P O I N T : セパラトリクス長は 2 つの X - P O I N T の間にある。

4 A X S - 4 T - T H : 円柱のチューブ容器 4 T の円柱の円方向の回転軸（シート方向）
トカマク式：ドーナツ状のプラズマを形成、ドーナツの軸に沿ってプラズマ中に電流を流し（その方向に流れを作り）、そのプラズマ電流が生成する磁場を作って閉じ込め磁場を作る方式。

< F E X 0 0 1 >

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。

< F E X 0 0 2 >

* 例えば本願では環状の真空容器 4 D、4 D - T 等について記載しているが、コイル 4 C - E D L の磁気閉じ込め式の核融合炉・真空容器での利用は環状真空容器（4 D、4 D - T、4 D - H）にとどまらず、磁気閉じ込め型 M C F（トカマク型、球状トカマク型、ヘリカル型、トロイダルマシンの他に、スフェロマック型・逆転磁場配位型 F R C、磁気ミラー型等）に用いる真空容器に設置するコイルに用いてもよい。< F > 核融合燃料に D - T を用いる反応系では、コイルの材料は高速な中性子にさらされスパッタリングとコイルの伝導体としての性能低下（超伝導体の劣化）・放射化が起きるので、それに対抗すべく上記で述べた前記 4 C - E D L を用いてもよい。

< F E X 0 0 3 >

* 超伝導体コイル 4 C - S C は超伝導体の状態が何らかのストレスにより解除され超伝導体でなくなる場合がある。そして超伝導体の時に磁場を作りプラズマを保持していた時か

10

20

30

40

50

ら超伝導状態が解除されるとコイルに負荷がかかる。＜F＞他方、前記コイル4C-E DLは超伝導を用いない（トランジスタのキャリア増幅現象を用いる）ので、4C-E DLはトランジスタ動作ができていれば、プラズマを保持していた時から超伝導状態が解除された時にコイルに負荷がかかるということではなく、（よりシンプルな、より制御しやすい、ごく低温や超伝導体固有のマネジメントが要らないので）ソースドレイン部に電圧VDSを印加しゲート部にVGSを印加・オンにするだけでコイルを動作させ、磁気閉じ込めを行える利点がある。＜F＞（超伝導に由来する冷却や超伝導が解除された時の制御が不要となり、トランジスタのオンオフにより駆動できる（シンプルな）磁気閉じ込めコイルを提供できる利点があるかもしれない。）

＜FEX004＞

10

*FRC型において、プラズマがシート方向へ回転する事で不安定になるとされる。他方、本願のドーナツ・環状の真空容器4Dに関連し、スフェマロック型、逆転磁場配位FRC型や磁気ミラー型のように（環状でない）チューブ・円筒容器4Tを用いるタイプ・核融合炉において、本願の一つの形態として、容器4Tの導体の内壁面4T-IN（4D-INと同様に導体を含む、導体を張り巡らせてもよい容器内壁）を回転・移動可能であってもよい。＜FE＞図9の4Tように、4Tは円筒容器であって円筒容器が前記シート方向（又は円筒容器の円筒の円の底面の円周方向）に回転又は移動できてよい。＜FE＞

但し、本願では導体壁4D-INがトロイダルな遠心力により荷電分離するプラズマ4PZに対し回転することで4PZの変形を抑制・制御し閉じ込めようとするが、FRC型の場合もトカマク型と同じくプラズマに遠心力が生じ（トカマク型と同様とすれば荷電分離が起きるのか、）プラズマが回転し変形する課題がある。＜FE＞ FRC型は円筒容器内に一方向に向かう磁場中に図9のように中空のソーセージ・煙の輪のようなプラズマ4PZ-FRC（プラズマ柱、柱型ではあるがトロイダル方向に電流が生じるトラス型、トカマクと同じくトラス型プラズマ）が閉じ込められるようになりベータ値が1に近い利点がある。しかし、その代わりに本願のトカマク型のように回転可能な導体4D-INで覆うことができない点がある。FRCでは4D-INでなく円筒容器面4T-INをシート方向へを回転させるなどしてもプラズマ変形を抑制できない虞がある。しかし回転可能な導体面を持つ4T-INがFRC型のプラズマと電気磁氣的に作用することも出願時点では否定しないので、本願ではFRC・スフェロマック型等の円筒容器の導体含む壁面4T-INを円筒の底面の円の円周の方向又はシート方向に回転できるものとする。＜FE＞*本願はトカマク型・ヘリカルステラレータ型等の磁気閉じ込め装置に用いられうる。

20

30

＜請求の範囲＞

＜請求項FA1＞プラズマ（4PZ）を磁気により閉じ込める真空容器において、前記真空容器のプラズマに向かい合う部分（4D-IN、4T-IN等容器内壁）がプラズマに対し回転可能な真空容器であって、前記回転を行う回転手段（4ROT）を備えた真空容器であって、前記内壁若しくは前記内壁の面は導体を含む・導体を張り巡らせる・敷き詰めている特徴を有する、真空容器。

＜請求項FA2＞

環状・ドーナツ状・トラス型の真空容器である真空容器（4D、4D-T、4D-ST、4D-H、4D-SH）であって、前記真空容器のプラズマに向かい合う環状・ドーナツ状・トラス型の部分・内壁（4D-IN）がプラズマ（4PZ）に対し回転可能な真空容器であって、前記回転を行う回転手段（4ROT）を備えた真空容器であって、前記部分・内壁は導体を含む・導体を張り巡らせる・導体を敷き詰めている特徴を有する、請求項FA1に記載の真空容器。

40

＜請求項FB1＞プラズマ（4PZ）を取り囲む真空容器（トラス型4D、4D-T、4D-ST、4D-H、4D-SH、円筒型4T）において、プラズマ4PZを磁気により閉じ込めるための磁気の発生手段に、トランジスタの絶縁体105と、材料部分101（銅、銅膜、カーボンナノチューブ）とゲート部分106（銅膜、カーボンナノチューブ等）により構成されるキャパシタ部分が、ゲート電極106に印加される電圧VGSによ

50

り、充電可能な導線・電線（１ＷＩＲＥ）をコイル４Ｃ－ＥＤＬを用いた特徴を持つ、真空容器。

<請求項ＦＣ１>

ヘリカル型・ステラレータ型の核融合炉用いられるコイルが、プラズマに対し回転可能な、核融合炉。

<請求項Ｆ１> プラズマを磁気により閉じ込める真空容器において、プラズマを磁気により閉じ込めるための磁気の発生手段にコイルを用いている真空容器であって、前記コイルはトランジスタの絶縁体（１０５）と、材料部分（１０１）とゲート部分（１０６）により構成されるキャパシタ部分が充電可能な導線・電線（１ＷＩＲＥ）をコイルに用いる特徴を持つ、真空容器。

10

<請求項Ｆ２> プラズマを磁気により閉じ込める真空容器において、前記プラズマに向かい合う真空容器の内壁部がプラズマに対し回転可能な請求項Ｆ１に記載の真空容器。

<請求項Ｆ３> 環状・ドーナツ状・トーラス型の前記内壁若しくは前記内壁の面を有する、請求項Ｆ２に記載の真空容器。

<請求項Ｆ４> 前記コイルが前記プラズマに対して回転可能な真空容器である、請求項Ｆ３に記載の真空容器。

<書類名> 要約書<要約> <課題> 高エネルギー中性子を放射する核融合反応（Ｄ－Ｔ反応等）を起そうとする熱核融合炉のうちコイルなど磁気発生手段を用いた磁気閉じ込め核融合炉に用いられる真空容器において、前記中性子による超伝導体コイルの放射化や性能低下の問題があった。またプラズマの荷電分離による変形の問題がある。

20

<解決手段> 超伝導体コイルの放射化や性能低下の問題についてはトランジスタのキャリア導入の原理を用いたコイル（４Ｃ－ＥＤＬ）を用いる。またプラズマの荷電分離による変形問題についてはプラズマに向かい合う回転可能な導体部（導体で構成された環状の真空容器の内壁部４Ｄ－ＩＮ）を備えさせ、内壁部４Ｄ－ＩＮをプラズマに対し相対的に回転させプラズマ変形を抑制しようとする。<選択図> 図７、図６、図５

<書類名> 図面<図５、図６、図７、図８、図９>

<Ｆ００６０>

先の出願、特願２０２３－１７４０３７に対して優先権主張を行い、先の出願を引用して援用する。また次の引用文献を引用する。

追加引用文献１：米国特許出願公開第２０１５／０３８０１１３号明細書

30

追加引用文献２：特開昭６２－２８４２８８号公報

追加引用文献３：特開昭５８－０６０２８３号公報

追加引用文献４：特許第７１５７８９２号公報

<Ｆ００６１>

* 本願の真空容器は前記回転させる際に回転に耐えうる構造とするため、（継ぎ目の少ない・溶接などで継ぎ目のない箇所を含む）打ち出し加工による導体・金属の容器の壁面４Ｄ－ＩＮを用いてよい。（例えば鉄の鋳物（中華鍋・フライパン、強度のあるもの）は鋳物で作られたり、プレスした板材を打ち延ばして作られ強度を持っているのでその製法による叩かれ打ち延ばされ鉄原子配列をより強くした鉄の容器を用いてよい。鉄の板材をプレスして打ち抜き、打ちぬかれた板をハンマーにて打ち叩いて・打ち出して伸ばして鍋・ポウル上にくぼんだ形に成型する・薄くして軽量化する事が行われている。）４Ｄ－ＩＮ（４Ｄ）を前記プレス板材からの打ち出しによる継ぎ目のない一体品として４Ｄ－ＩＮが回転した際の力に耐えるようにしてよい。また４Ｃ－ＥＤＬ（当該４Ｃ－ＥＤＬの炭素材料カーボンナノチューブ等ＣＮＴは継ぎ目がある線材であり得てプラズマを保持する磁場生成のために電流を流しその結果応力に耐える必要があるが、その応力を耐える部分に前記継ぎ目のない鉄の打ち延ばしたコイル保持容器を用いてよい。

40

<Ｆ００６２>

４Ｄ－ＩＮは（打ち延ばしで形成された後でも）４Ｄ－ＩＮの表面にめっきを施して（その後表面荒さをなくすために）研磨してもよい。４Ｄ－ＩＮは鉄のほか他の素材・合金（鋼）・金属・チタンなどから打ち出して作り出してもよい。（チタンを用いて４Ｄ－ＩＮ

50

を打ち出しにより強度持たせて作り出せる場合、鉄より軽量である可能性がある。チタンは磁性材料ではない場合がある。ステンレスなど合金も磁性はない・少ない場合があり、磁性を考慮して金属・合金を打ち出して成形した容器 4 D や容器壁面部 4 D - I N を形成・製造して本願真空容器・核融合装置に用いてもよい。例えば磁性材料を含まない炉の構造材や炉の圧力容器壁・炉壁 4 D - I N でもよいし、鉄など磁性材料の壁・炉壁材料でもよい)

* 4 D - I N は打ち延ばしで作られたのちに、その打ち出し面の一部を打ちくりぬいて開けてもよい。4 D - I N は打ち出しした鍋・カップ部を穴杓子・ジャーレンのように鍋面に多数の穴を或る距離毎に開けていてもよい。(くりぬき部には燃料の投入用の穴や燃料をターゲット部 T 1 にして粒子やレーザーを打ち込んだりミュオンなどの T 1 の原子の核融合反応・核変換反応を促す粒子やシステムを導入可能な穴とできるので強度を考慮しつつ穴を打ち出し部に開けてもよい。)

10

* いったん打ち出し・鍛造で形成されたリング状の部品を梁の部品として、回転に適した球型の梁・フレーム部品にしてよく、その際に、梁・フレームと別の梁・フレームや他の部品を接合・溶接・締結・組合せして真空容器 4 D ・壁面 4 D ・コイルを応力より保持するコイルホルダ 4 D - C O I L - H O L D E R を形成してよい。

* 本願の T 1 や 4 D ・ 4 T 等を含む核融合炉・核変換炉・核破碎炉において、(公知では核分裂炉の圧力上昇も耐える原子炉の格納容器・圧力容器のように、核融合核変換部は高温になり圧力の上がる系がありえるので、)製造可能な箇所において系の圧力変化に耐えうる打ち出し成形し容器を製造する事も想定する。T 1 を含む容器あるいは 4 T や 4 D はプラズマや加速器用の真空容器や流体固体を格納できる圧力容器でもよい。

20

* 4 D は回転時の強度を持たせるため打ち出して鍛造された継ぎ目のない金属容器でもよい。

< F 0 0 6 3 >

< 真空容器回転手段 4 R O T >

図 3 1 (先の出願の図 7) について、

* プラズマを磁場により閉じ込める熱核融合炉容器 4 D 、 4 D - S T 、 4 D - S H 、 4 D - T 、 4 D - H のプラズマ部 4 P の核融合燃料部 F E E D にミュオンを 4 P - M U 部・M 1 部より照射可能であってもよい。

* 4 D は回転手段 4 R O T により回転可能でもよい。* 回転手段 4 R O T には磁気浮上、ロケット推進等を用いてよい。

30

< 4 D や 4 D - I N の強度 >

* 地上において重量の大きい 4 D - I N となった場合、4 D - I N を回転させるににくいことは依然として残る虞がある。追加引用文献 3 によればトカマク型核融合炉 4 D の故障したモジュール (4 D のうち D 型でもよい T F コイルや容器部含むモジュール) の修理のために、トラス方向に設けた軌道上 (レール上) をモジュール移動出来るようにし、移動機構をトラス方向の移動のため球体及び円筒コ口等で支持する方式は公知である。

地上では可能であれば磁気浮上方式で 4 D や 4 D - I N を浮上させレールに沿って回転させる方法もあるかもしれない。

* 地上では 4 D や 4 D を回転させるににくいとしても、宇宙空間内で 4 D や 4 D - I N がトラス方向に回転手段 4 R O T にて自転・回転させてよい。トラス方向に自転・回転させるために、重量物でもよい 4 D や 4 D - I N にロケット推進機 4 R O T - T H の 4 R O T や固体燃料部にレーザーを照射し固体燃料を気化・プラズマ化させ噴出させ推進に用いる固体燃料レーザー推進式の推進機 4 R O T - T H を 4 R O T を用いてよい。もしくはアルファ線を後方に噴射する推進機 4 R O T - T H (又はイオン推進機・電気推進器 4 R O T - T H) を 4 R O T に用いてよい。(4 R O T - T H はガンマ線など運動量の高い光子の照射を受け推進する光子セイル部であってもよい)

40

< 容器 4 D を浮上させて回転する場合・宇宙空間にて自転させる場合 >

* 重量物の 4 D を例えば化学ロケット回転させその後レーザー推進や高運動量のガンマ線光子セイル等で加速回転させるとしても、軸受け部は加速後の速度に対し軸受けできるも

50

のである必要がある。磁気浮上部や磁気軸受を用いて回転軸を軸受けすることを試みてよい。また宇宙空間にて自転する場合は軸受け不要になりうる。*例えば4Dや4D-INが回転可能な機器3・(4Dやプラズマが回転する核融合用人工衛星3SPINF SAT・)人工衛星3・衛星内のモジュール3・構造物3として図32の4ROT-THを備えた3を記載する。4ROT-THは3の電力で推進動作・稼働してもよいし、外部からレーザー光子等の粒子照射を受けて推進動作しもよい。核融合が起きた場合その結果生成される中性子・陽子・アルファ線を噴出させその反動で3を推進してもよい。

3はレーザーや粒子(光子やミュオン等含む)を粒子やエネルギーの受取部(4POWER-IN、4PIRTICLE-IN、4ROT-TH)にて受け取り、利用し、又は粒子やエネルギーの送信部(4POWER-OUT、4PIRTICLE-OUT、粒子放射型の4ROT-TH)から3の外部に送信してよい。

10

*3の回転する部分や回転する4D・4D-INは高速回転に耐えられるよう強度を持つ構造物で構成されてよく例えば鉄や金属の板・塊を打ち出して・鍛造して継ぎ目のない容器・構造物・フレームを構成し前記フレームに各部品・コイルを搭載し、回転の動作をさせてよい。

*4Dや4D-INの最大の回転速度は回転に用いる推進剤の速度と4D等の遠心力に耐える限界により決まりうる。推進部は光子や高速なアルファ線を放出してよい。4Dや4D-INは金属打ち出し品にて構成されてよい。4Dや4Tは継ぎ目のない材料であってよい。(例えば継ぎ目のないひとつながりの原子結合体である材料、両端の閉じたカーボンナノチューブや窒化ホウ素ナノチューブのような繊維素材を実現できる場合にはそれを用いてよい。)前記回転する3や4Dは自転速度を高くできる場合、その速度を生かして、マストライバのように3から搭載物3LOADを放り投げることも可能かもしれない。

20

4ROT-THにより加速され自転する3から、3の表面に連結部3LINKを用いて連結された搭載物3LOADを連結制御部3LINKにて連結を解いて3LOADを3・3SPINF SAT切り離して遠心力により切り離れた搭載物3LOADを遠方へ放り投げ・放出・発射してよい。4Dや3は物体3LOADをハンマー投げのハンマーのように振り回して遠心力をつけて放り投げる装置・物体投射装置でよく、所謂遠心力で3LOADを放り投げて発射するマストライバ・投石機・カタパルト・物体投射装置3MDの部品でもよい。(例えば真空容器内にてカーボンファイバー製のアームに放り投げる物体を連結させ、該物体を持つアームは回転し、該物体を持つアームが回転したのちに連結を解いてアームから物体をリリースして物体を宇宙・上空に向け放り投げる米国スピンローンチ社の打ち上げ装置・投石機・物体投射装置3MDは公知である。また遠心銃・遠心機関銃という遠心力を用いて物体を投射する物体投射装置3MDは公知である。)

30

*回転する3や4D・4Tには非接触にミュオンを照射できてよい。3は高速回転可能であるが、3に図27の(A)のようにミュオン生成用の加速器部分を直接取り付け付けて回転させようとすると、容器4Dと加速器・ミュオン導入部部分M1の継ぎ手部LM14Dが回転による力に耐えきれず破断する(あるいは4Dと照射部M1の連結体が回転時アンバランスになり崩壊する)恐れがあり、3は回転してもバランスの取れる対称形・トラス・輪・円環状とし、その3の4Dにミュオンを遠隔非接触に照射し投入してよい。4Dや4D-INの内部プラズマ・核融合燃料に粒子やミュオンを照射してよく、その照射のための開口部(ポート)を前記打ち出し鍛造の4D-IN部に備えさせて良く、前記開口部は回転しているので開口部に向けてミュオン・粒子を射出投入できるようミュオンや粒子投入部は制御部・コンピュータやセンサにて粒子投入を制御してよい。

40

<4Dや4TにプラズマのT1を用い、T1をプラズマ化させ加熱・点火する工程の例>中心コイルのない構成の4D(球状トカマク型4D-STやヘリカル型4D-Hでもよい)や4Tについて、FEED・プラズマになる部分に中性粒子ビームやミュオン・粒子投入をして、中性粒子ビームによる加熱やミュオン核融合を起こして、容器4D内のプラズマ4Pをミュオン核融合によるエネルギーで加熱する。加熱後点火に導いてもよい。

点火後は磁場閉じ込めの磁気容器内でT1にて核融合反応が持続するようにミュオンを照射してよいし、核融合反応生成物(燃えた残り・ヘリウム)をプラズマの場合は真空排気

50

装置・ダイバータから取り除いてよい。(T1・FEEDを2EXTJのようなイオンの質量差により分離可能な箇所に通じさせ、該箇所ではリウムと燃料を分離できてもよい。)

* DとT又はヘリウム3(又は無中性子系の水素・ホウ素)等の核燃料ターゲットを容器4D・4T内に導入しミュオンを当該部DT部に照射しミュオン核融合を促し核融合によりプラズマ化又は燃料加熱させる。(必要に応じて、プラズマを加熱したい場合はミュオニック原子でもある中性粒子を中性粒子ビーム照射部よりT1に照射し加熱・プラズマ化・ミュオン核融合促進させプラズマ形成・昇温・点火へと導いてよい)その後加熱された燃料を磁気閉じ込め方式で保持する。

* 本図装置でミュオンはミュオン生成装置2MUのミュオンや宇宙ミュオンを減速器で減速して得て当該燃料部に照射してよい。また3が宇宙空間にある場合は宇宙線を宇宙空間で受けて該宇宙線からミュオンを得てミュオンを減速器で減速し(正負のミュオンは分離できよく分離して)望みのミュオンを低速にしてT1部に投入・照射してよい。ミュオンを宇宙の天然の宇宙線から得ることで核融合システムの入力した電力に対する発電できた電力のエネルギー収支が改良する可能性はある。

< F0064 >

ホウ素や窒素と水素をターゲット部T1とした部分にミュオンを照射し核融合を促してもよい。

水素とホウ素11の核融合反応系は核融合反応後に高エネルギーのアルファ線を放出し中性子は生じにくいので炉心・容器4Dや炉壁4D-INを放射化させうる中性子の影響を減らせる可能性がある。

< F0065 >

ミラー型・タンデムミラー型・スフェマロック型・FRC型の磁場・磁場容器を形成可能な筒状・シリンダ容器4Tについて、4Tはシータ方向に回転可能でもよい。

そして4Tはプラズマのほかに水素化ホウ素(B2H6)、LiBH4やアンモニア・フッ化水素等の燃料の固体液体気体流体を充填格納してよく、例えば液体アンモニアを加圧して格納できる圧力容器4Tであってよい。

< F0066 >

< プラズマの閉じ込めについて、点火、加熱、荷電粒子・ミュオンアルファ線の容器内への保持 >

プラズマの閉じ込めについて、例えばヘリカル型のコイルや磁気容器を用いた容器4D-H・4D-SHについて、プラズマ加熱用のCSコイルは不要でありつつ、プラズマやミュオンを保持する式容器が形成できる可能性があるので、4D-Hや4D-SHを用いてよく、それら4D-H・4D-SHを前記回転手段4ROTにて回転させて良く、さらには4D-H・4D-SHのFEEDを含むプラズマ部に向けて(もしくはプラズマではなくアンモニアや水素化ホウ素などのミュオン核融合液体・気体・流体燃料物質T1・FEEDに向けて)燃料加熱点火用の中性粒子ビーム・中性粒子ビーム入射加熱NBIの粒子や(電氣的に中性な粒子でもあるミュオニック原子の粒子ビームや)加熱用の高周波加熱RF・電磁波・光子やミュオン核融合時のミュオン核融合反応点火用のミュオンビームを照射してFEED部を核融合点火状態まで導くよう試みてよい。* 4D-H・4D-SHに水素化ホウ素を格納しヘリカルコイル・ステラレータ型コイルによる磁気容器を形成し前記磁気容器内でミュオンを閉じ込めミュオンをT1・FEEDと反応させつづけミュオン核融合させ、仮にミュオン核融合しアルファ線・エネルギー放出した場合でもアルファ線は磁気容器内に閉じ込められえて、アルファ線のエネルギーによりT1・FEED部が加熱されミュオン照射と前記アルファ線による加熱により磁気容器容器内のT1・FEEDは核融合を持続することを期待する。* なお、仮に、前記アルファ線の加熱にて、磁気容器内FEED部が熱核融合できるほど高温に達している場合、ミュオン照射しなくとも核融合が持続する状態、(燃料に点火できた状態)になる可能性もあるので、例えばヘリカル型の装置において、ミュオンや粒子照射型加熱部を用いてFEEDを加熱したりミュオン核融合させてよく、その後のアルファ線を磁気容器にて保持しFEEDを核融合後の

10

20

30

40

50

アルファ線エネルギーで加熱する意味でも磁気容器を用いてよい。

*例えばプラズマと真空容器を用いる構成として、中性なミュオニック原子としてミュオニック水素 / ホウ素 1 1 を生成し、前記ミュオニック水素 / ホウ素を 4 D・4 T や 4 D - H・4 D - S H 内のプラズマのホウ素 1 1 / 水素に照射し、プラズマでもありミュオンやミュオニック原子と F E E D を閉じ込めた磁気容器を構成してもよい。仮に水素とホウ素の核融合が起きアルファ線が生じた場合にはアルファ線は磁気容器内で閉じ込められる。

他方、(プラズマ・真空容器の構成ではダイバータでヘリウムを回収するが)磁気容器内のプラズマ 4 P Z にヘリウムが閉じ込められて取り出せない・排出できないと F E E D 部がヘリウムで閉塞してしまい核融合しにくくなる恐れがあるので、他の構成として、圧力容器ないし流体容器の 4 D - H に F E E D の水素化ホウ素を満たし、F E E D にミュオンを結合させミュオン核融合させアルファ線は水素化ホウ素 F E E D 内に排出されその後水素化ホウ素をヘリウムの脱ガス装置に通してヘリウムを除去する構成が好ましいかもしれない。回転する 4 D - S H では磁気容器・磁気籠が回転可能で荷電粒子閉じ込めやすくなったり、ガスのヘリウムと液体の水素化ホウ素・F E E D を遠心分離し又は F E E D を遠心回転させ混合させフレッシュな F E E D を磁気容器・磁気籠の磁力線強い部分に供給できる、F E E D を遠心力で循環させたり動かしたり気液分離できる可能性があり、回転する容器 4 D や 4 D - H 等や 4 T に液体流体の F E E D を格納しコイル 2 C O I L で磁気容器を形成しミュオンを T 1・F E E D 部に投入し核融合させることを促してよい。(ミュオン閉じ込め用磁気容器はコイルにて形成され、磁気容器回転してよい。磁気容器 4 M U - M F・4 M U - O R B I T)

< F 0 0 6 7 >

< 金属シリンダ内へミュオンを導入する場合 >

前記圧力容器は所謂ガスポンベのような厚みのある金属壁を持つ鉄・チタンなど高 Z の金属のシリンダ容器とすれば、シリンダ側面やシリンダの底部、シリンダの蓋部・上部バルブ部等は金属部で封じられており、容器壁面にミュオン入射用窓部を開けにくい虞があり、減速された負ミュオンは厚い金属壁にトラップされ 4 T 内の T 1 に到達できない虞がある。

そこで図 3 3 の (B) のように、4 T の容器内又は壁面 4 T - I N からみて T 1・F E E D で満たされるべき部分にミュオン減速器 2 M U D E C E を備えさせて、4 T の金属壁部 4 T - I N を超えたところにある減速器部 2 M U D E C E に向けてミュオン生成・照射部 2 M U より (金属壁を通過可能な速度の)高速ミュオン (M 1 L) を照射し、その後容器 4 T 内部の減速器部で該高速ミュオンを受取・減速し、その後減速した低速なミュオン (M 1 L) を容器 4 T 内部のターゲット部 T 1 に照射・投入・結合させ、ミュオン核融合・核変換を試みてもよい。(4 T の金属壁を超えて 4 T 内に入り込んだところで高速ミュオンを減速器にて減速して低速ミュオンを得て、その後容器内の T 1 に結合させミュオン核融合・核変換を試みてもよい。なお 4 T に限らず 4 D 等他の容器においても同様にミュオンを T 1 に導入してもよい。)

2 M U D E C E の駆動電力は 4 T の外部から内部に電線を引くなどし接触・非接触の電力伝送により供給してもよい。4 T のミュオンを磁場により閉じ込めるコイルは容器内または容器外に配置されてよい。

*また、図 3 3 の (B) のように、4 T の容器内又は壁面 4 T - I N からみて T 1・F E E D で満たされるべき部分にニュートリノを受け取りミュオンを生成する部分 2 M U - B Y - N U T とミュオン減速器を配置してニュートリノを容器内でミュオンに変換しミュオンを容器内の T 1 に結合させミュオン核融合を促してよい。(なお 4 T に限らず 4 D 等他の容器においても同様に容器内にニュートリノを投入しニュートリノからミュオンを得て該ミュオンを T 1 に導入してもよい。)

この構成の場合、容器 4 T や壁面 4 T - I N は高 Z な金属、例えば鉄・チタン・ニッケル・さびにくいステンレスや高融点材のタングステン W、W C 等を用いる事ができる。

タングステン W や鉛 P b、ビスマス B i、アクチノイド等の重元素であれば容器内部でア

ルファ線等由来のガンマ線を高Z原子が吸収・遮蔽されうる。)

また高Zな金属に限らず炭素材料でできた圧力容器の4 Tを用いてもよい。(例えば液体アンモニア(P - 15 NやD - 14 Nを含むNH₃・ND₃)のポンペを核融合炉の圧力容器とし、その圧力容器内にミュオン減速器やミュオン生成部、ニュートリノなど他の粒子からのミュオン変換部を配置し、高Zな容器内にミュオンを導入することを試みてもよい。)

*筒状・開放端の4 Tに限らず4 Dのようなトーラス・環状・ループ構造の容器や球形・箱型の容器(金属にてT 1を密閉したタンクやポンベ状の容器)においても減速器やミュオン生成部を容器内に配置してT 1に減速したミュオンを投入・結合させて良い。

< F 0 0 6 8 >

10

< 書類名 > 請求の範囲の例

< 請求項 1 > プラズマを磁気により閉じ込める真空容器において、プラズマを磁気により閉じ込めるための磁気の発生手段にコイルを用いている真空容器。

< 請求項 2 > プラズマを磁気により閉じ込める真空容器において、前記プラズマに向かい合う真空容器の内壁部がプラズマに対し回転可能な請求項 1 に記載の真空容器。

< 請求項 3 > 環状・ドーナツ状・トーラス型の前記内壁若しくは前記内壁の面を有する、請求項 2 に記載の真空容器。

< 請求項 4 > 前記コイルが前記プラズマに対して回転可能な真空容器である、請求項 3 に記載の真空容器。

< 請求項 5 > プラズマを磁気により閉じ込める真空容器において、前記プラズマに向かい合う真空容器の内壁部がプラズマに対し回転可能な真空容器。

20

< 請求項 6 > 前記回転可能な、環状・ドーナツ状・トーラス型の前記内壁を有する、請求項 5 に記載の真空容器。

< 請求項 7 > 前記内壁は継ぎ目のない金属又は導体により構成されている請求項 6 に記載の真空容器(であって、前記内壁は金属板・金属塊を打ち出し・鍛造し伸ばして、継ぎ目のない内壁構造物4 D - I Nを形成している特徴を有する真空容器)。

< 請求項 8 > ミュオン生成部・ミュオン減速器とミュオン核融合燃料を格納し、前記燃料T 1に減速されたミュオンを照射・結合・投入可能な容器・圧力容器・金属容器・高Z原子からなる容器。

< 請求項 9 >

30

ミュオンを減速可能な加速器又はミュオン減速器を用いてミュオンを減速させたのち、前記ミュオンを核変換を行う原料物質の原子に投入・結合させる工程を有するミュオンを用いた核変換システムであって、磁気容器にミュオンを配置・投入・閉じ込めする特徴を有する核変換システム。

< 書類名 > 要約書< 要約 > < 課題 > 高エネルギー中性子を放射する核融合反応(D - T反応等)を起そうとする熱核融合炉のうちコイルなど磁気発生手段を用いた磁気閉じ込め核融合炉に用いられる真空容器において、前記中性子による超伝導体コイルの放射化や性能低下の問題があった。またプラズマの荷電分離による変形の問題がある。

< 解決手段 > プラズマの荷電分離による変形問題についてはプラズマに向かい合う回転可能な導体部(導体で構成された環状の真空容器の内壁部4 D - I N)を備えさせ、内壁部4 D - I Nをプラズマに対し相対的に回転させプラズマ変形を抑制しようとする。(超伝導体コイルの放射化や性能低下の問題についてはトランジスタのキャリア導入の原理を用いたコイル(4 C - E D L)を用いる。)< 選択図 > 図30< 書類名 > 図面< 図1 >

40

< F 0 0 6 9 > 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。

【0103】

< 図27 >

4 D - M U C F : トーラス状・環状の容器(プラズマ容器・真空容器でもよいし、固体液

50

体気体の容器・圧力容器でもよい)ドーナツ状容器でもよい。

4 T - M U C F : チューブ状・円筒状の容器(プラズマ容器・真空容器でもよいし、固体液体気体の容器・圧力容器でもよい)シリンダ型容器・箱型容器・筒状容器でもよい。

1 F - S Y S : 核融合システム、1 E X P - S Y S : 核変換システム、1 R : 核融合炉・核変換炉・炉

* 図 27 では I T E R の核融合炉の核融合炉に必要な装置類を付属させて良い。ミュオン核融合炉について図 10 から図 7 や図 21 のような T 1 ・ F E E D の供給系、発電部、熱交換器、A E C、核融合生成物・ヘリウムの除去部のように核融合炉に必要な装置類を容器 4 D - M U C F ・ 4 T - M U C F に付属させて良い。

(A) 環状容器、真上からみた図

T 1 ・ F E E D : 核変換させる原料原子のターゲット、核変換原料。

M 1 : ミュオン、ミュオン源、ミュオン生成部・照射部・T 1 への投入部

M A 1 : ミュオニック原子、ミュオニック原子の生成部・照射部・T 1 への投入部

(4 P - D E V I C E : プラズマである T 1 ・ F E E D へ 4 D ・ 容器 ・ F E E D 部へ原料を投入するデバイス、燃料供給部、核融合炉 1 R を補助する機器)

(4 D - D E V I C E : 液体気体等 T 1 ・ F E E D へ 4 D ・ 容器 ・ F E E D 部へ原料を投入するデバイス、燃料供給部、1 R を補助する機器、)

4 D - I G N I S : 点火装置(C S コイル等熱核融合炉で F E E D を加熱し最初の核融合に導く部分、又は、ミュオン核融合でのミュオン核融合を最初に導くためのミュオン照射部。核融合開始のためのデバイス、点火部。* ミュオン核融合の場合ミュオン照射部、又はミュオン照射時 F E E D を慣性閉じ込めしたり磁気閉じ込めして加熱する部分。中性粒子入射装置や R F ・ 光子による F E E D 加熱部でもよい)

4 P - 2 M U : プラズマへのミュオン照射部。ミュオンを結合させ電荷中性にしたミュオニック原子・粒子の投入部・中性粒子入射装置でもよい。(ミュオン減速器含んでもよい)

4 D - 2 M U : 液体・気体や固体の T 1 ・ F E E D へのミュオン照射部。ミュオンやミュオニック原子・粒子の投入部・中性粒子入射装置でもよい。(ミュオン減速器含んでもよい)

L M 1 4 D : M 1 導入部、容器への接続部

4 D - M U C F : 容器。4 D - M U C F - R O T : 回転可能な容器。

4 D - I N : 容器壁・容器壁面。容器内の F E E D ・ T 1 ・ 核融合部に向かい合う・対向する部分。

4 A X S : 容器のトロイダル方向への回転軸。トロイダル方向に回転させる容器 4 D - M U C F - R O T の場合はトロイダル方向への回転させる際の中心軸。

2 C O I L : 磁気容器形成のためのコイル。ステラレータ型・ヘリカル型でもよい。トロイダル方向に磁場を形成するコイル。(トカマク型のコイル、T F コイルを含んでよく、広くは容器内にミュオン等荷電粒子やプラズマを閉じ込める磁場生成手段)ステラレータ・ヘリカルコイル 2 C O I L - S T R、トカマク型用コイル 2 C O I L - T O K、T F コイル、C S コイル、P F コイル等コイル)

F E E D - M F : 磁気容器内の F E E D ・ T 1

T 1 - 2 B M U : 磁場、ターゲット T 1 内を通過する磁場。

4 M F C - O R B I T : 磁気容器、4 A X S を中心にトロイダル方向へ形成された磁気容器・磁気容器の軌道。

4 M U - O R B I T : ミュオンが磁気容器に保持されて回転する様子、又はミュオン保持している磁気容器、磁気容器に保持されたミュオン。

* 4 D - M U C F は磁気容器内でミュオンや荷電粒子・プラズマを 4 M F C - O R B I T ・ T 1 - 2 B M U

・ 4 M U - O R B I T にて 4 A X S を中心軸として回転させたり当該部にミュオンを閉じ込めしてよい。(c f : また図 10 から図 15 のようにミュオン標的部・粒子標的部を挿入し 4 M U - O R B I T を 4 A X S を中心に周回するプラズマや粒子・ミュオンと標的

10

20

30

40

50

部を衝突させる部分 2 C L P を形成し、前記粒子同士を衝突させてよく衝突により粒子生成してよい)

(B) 環状容器、横図 [A - A ' 区間の断面図]

(C S - C O I L : 必要な場合の C S - C O I L)

4 D - M U C F : 環状容器。 4 D - I N : 容器壁面。(導体でもよい)

2 C O I L : コイル、 T F - C O I L , H e l i c a l - C O I L 。

T 1 - 2 B M U , 4 M U - O R B I T (磁気容器、磁気容器内のミュオン)

4 D - M U C F - R O T : 回転可能な容器。

(C) シリンダ容器 (筒状容器)

1 F - S Y S , 1 E X P - S Y S , 1 R

10

4 T - M U C F : 容器、筒状容器

4 T - M U C F - R O T : 回転可能な容器。

M 1 , M A 1 , M 1 F : 高速なミュオン、又はミュオニック原子

2 M U D E C E : ミュオン減速器、ミュオニック原子の減速器

M 1 L : 減速されたミュオン (・ミュオニック原子)

4 S T A T : 容器の支持部、固定部

(回転させる場合軸受 4 B 、容器回転部 4 R O T)

2 C O I L s - F O R - 4 T : 筒状容器内に磁場容器を形成するためのコイル群 (なおコイルは筒状容器内に磁気容器を形成できる配置や容器の材質であればよい。)

(2 I C F : T 1 部の慣性閉じ込めを行う場合の慣性閉じ込め手段部。レーザーやイオンビームにより T 1 部を圧縮させる部分)

20

A E C : アルファ線エネルギー変換部、荷電粒子直接発電機 (コンバータ)

(必要な場合、 1 T H - N Z ノズル、 1 T H : 推進機)

1 G E N R : 発電部。光電変換素子等 A E C で生じた光や電磁波を用いて発電する部分でもよい。(また可動部は増えるものの、火力発電部のように水を沸騰させ蒸気を生成しタービンを回転させるタービン式発電部でもよい。)

1 P R P L T : 推進剤 (核融合後に生成された粒子・アルファ線、または核融合エネルギーにより生じた光子や粒子やそのエネルギー投入を得て噴射された推進剤)

(A *) 環状容器の磁場とミュオン軌道

4 M U - O R B I T : ミュオンを閉じ込める磁場の軌道 (・磁気容器)

30

2 M U D E C E : 減速器 (回転する 4 D - M U C F - R O T 容器に高速ミュオン M 1 F を遠隔・非接触にて入射させ、当該部で減速し減速したミュオン M 1 L を得ることが可能でもよい)

M 1 - C Y C L B : T 1 内で磁場により回転・移動・円運動・螺旋運動・サイクロトロン運動しているミュオン。

4 D - M U C F - H : ヘリカル型・ステラレータ型の磁気容器を生成可能な容器・ 4 D - M U C F 。

4 D - M U C F : ヘリカル型・トカマク型等磁気容器を生成可能な容器。(トカマク型の場合などでは C S コイルを用いて T 1 ・ F E E D ・プラズマ部を加熱可能であってもよい)

40

< 図 3 3 >

(B) シリンダ状容器 4 T ・ 4 T - M U C F の説明図

4 T , 4 T - M U C F , 4 T - M U C F - R O T : 容器。(該図ではシリンダ容器。 * 形状に制限はなく金属製でもよい圧力容器、 4 D , 4 D - M U C F でもよい)

4 T - I N : 金属でもよい壁面。該図では厚みのある圧力容器金属壁面想定。

2 C O I L s - F O R - 4 T : コイル。磁気容器形成用。

1 N U T - T X : ニュートリノ送信部、ニュートリノビーム送信部

2 M U - B Y - N U T : ニュートリノからミュオンを生成する部分 (例 : ニュートリノを受ける放電箱)

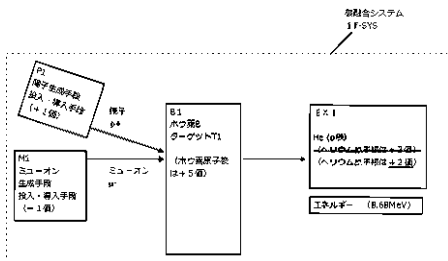
2 M U : ミュオン生成部、 M 1 F : 高速ミュオン

50

2 M U D E C E : ミュオン減速器

T 1 ・ F E E D : 核変換原料、ターゲット部

【図 1】

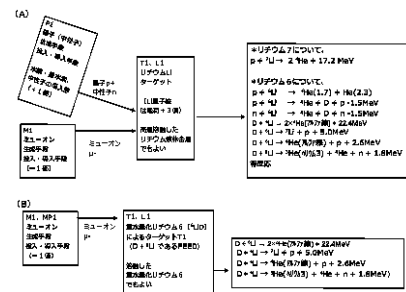


【図 2】

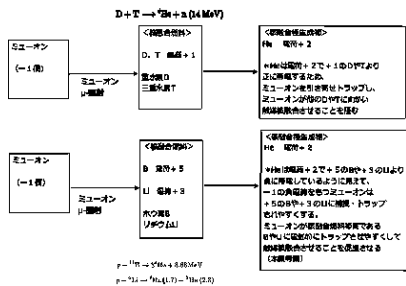
<ミュオンを高い加速電圧に引き上げる反応式>
 $\gamma + \text{鉛} \rightarrow \text{電子} + \text{陽子} + \text{中性子} + \text{D} + \text{重水素}$

グループ A <反応式を考慮した電子束のグループ> 電子束の加速電圧をグループ A 電子束の加速電圧をグループ A $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$	グループ B <反応式を考慮した電子束のグループ> 電子束の加速電圧をグループ B 電子束の加速電圧をグループ B $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$ $p + \gamma \rightarrow p + \gamma + 2.046 \text{ MeV}$
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

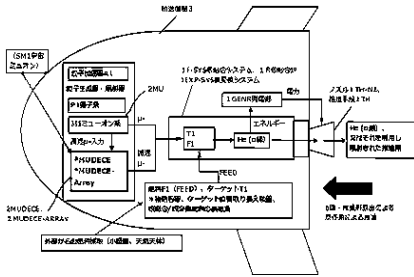
【図 3】



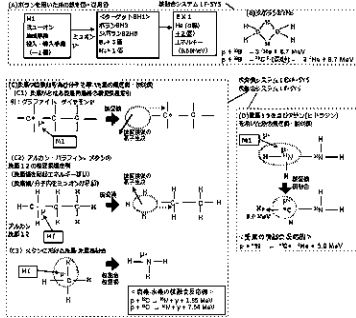
【図 4】



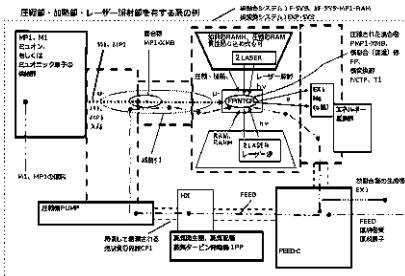
【図 5】



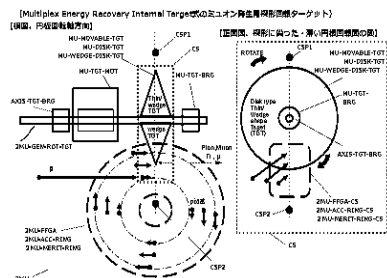
【図 6】



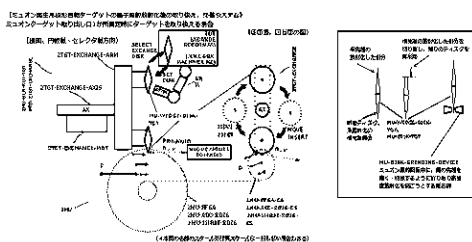
【図 9】



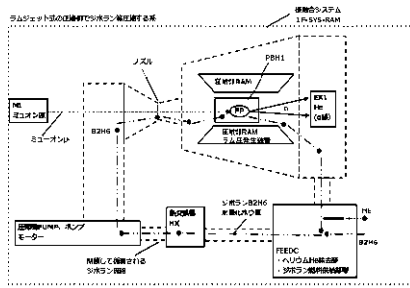
【図 10】



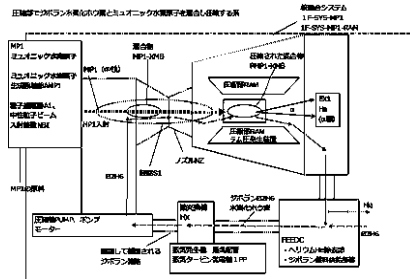
【図 11】



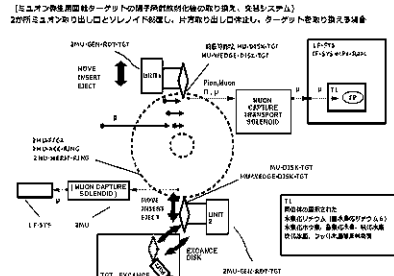
【図 7】



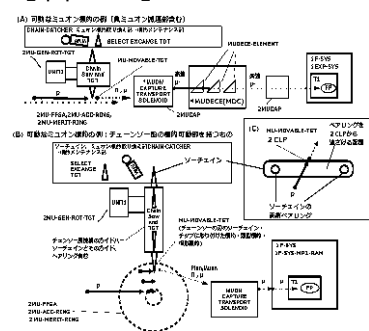
【図 8】



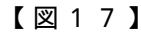
【図 12】



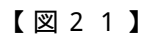
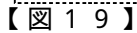
【図 13】



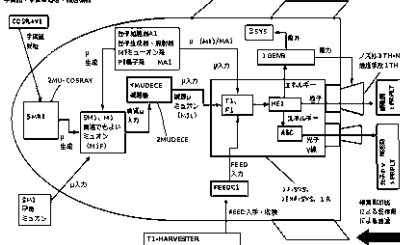
【陽子・水素又はヘリウム原子核を励起させた状態に偏角MU-P-HE-ORBIT-TGTを含む系】



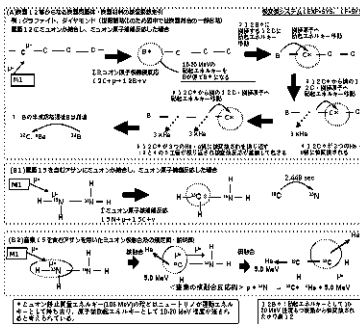
(A) 上空に広がるドーム状の高密度電子雲を消滅推進して1へ移動し完全消滅する所



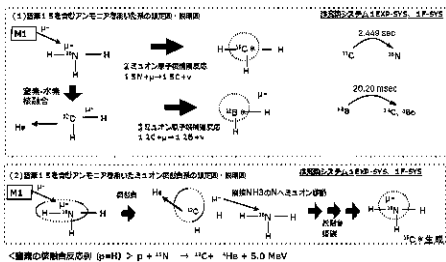
アセチルコリンを生成し、ミオンを放出して、
核分裂及び核分裂産物エネルギーに利用
主成分：主成分：主成分、主成分



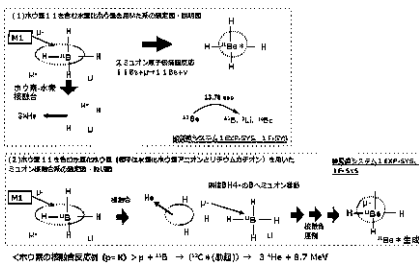
【 図 2 2 】



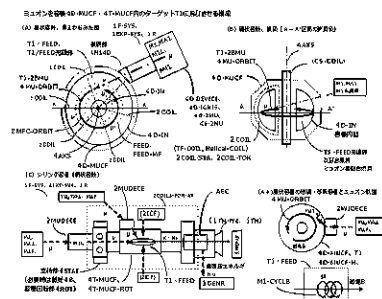
【 図 2 3 】



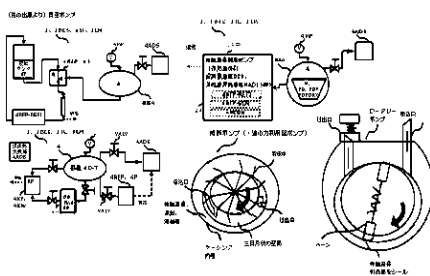
【図 24】



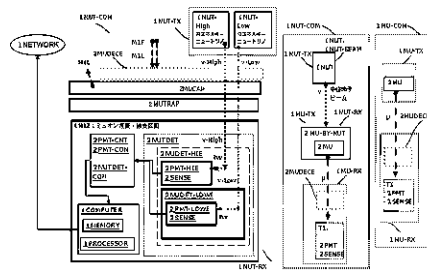
【 図 2 7 】



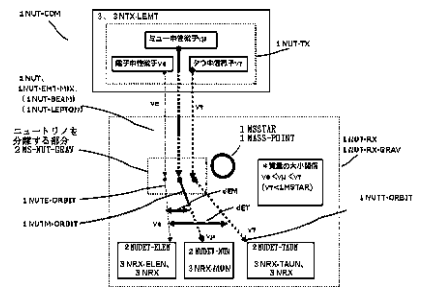
【 図 2 8 】



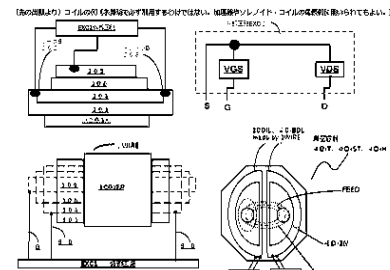
【 図 2 5 】



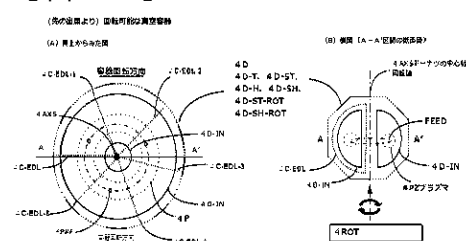
【 図 2 6 】



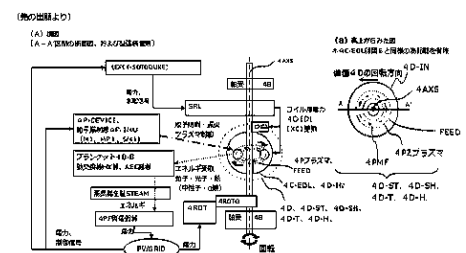
【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2023-196029(P2023-196029)

(32)優先日 令和5年11月17日(2023.11.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2023-196327(P2023-196327)

(32)優先日 令和5年11月19日(2023.11.19)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2024-58388(P2024-58388)

(32)優先日 令和6年3月31日(2024.3.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2024-65053(P2024-65053)

(32)優先日 令和6年4月14日(2024.4.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)