

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-109013

(P2004-109013A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

G 2 1 F 9/00

G 2 1 H 3/00

F I

G 2 1 F 9/00

G 2 1 H 3/00

N

H

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-273921 (P2002-273921)

(22) 出願日 平成14年9月19日 (2002.9.19)

(71) 出願人 000209706

池上 栄胤

兵庫県宝塚市雲雀丘2-12-50

(71) 出願人 501235688

池上 さやか

兵庫県宝塚市雲雀丘2-12-50

(74) 代理人 100074907

弁理士 加藤 正信

(72) 発明者 池上 栄胤

兵庫県宝塚市雲雀丘2-12-50

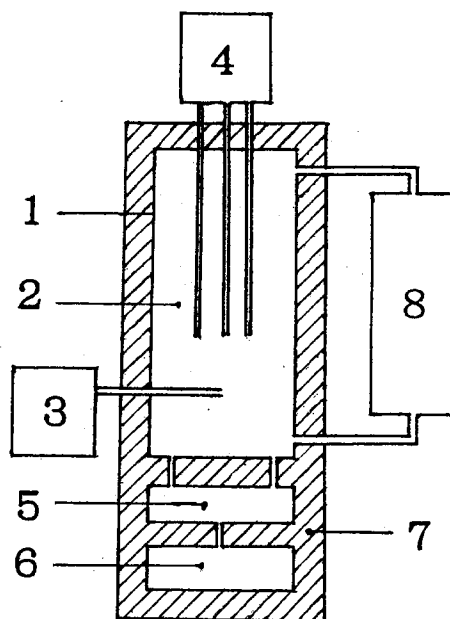
(54) 【発明の名称】 放射能崩壊促進方法及び放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置

(57) 【要約】

【課題】 今日まで放射性廃棄物の放射能消滅方法は未だ発明されていない。又資源的に豊富なウランウム238やトリウムを直接核燃料とする方法は実用レベルにない。このため加速器粒子線を使用した放射能変換法などが研究されているが多大の設備とエネルギーを要し実用の見通しはない。そこで、放射性廃棄物や自発核分裂物質の崩壊半減期を人為的に大幅に短縮させるとともに、その崩壊エネルギーを利用することを目的とする。

【解決手段】 液体金属リチウム等の熔融金属を触媒溶剤として、これにストロンチウム90やセシウム137等の放射性物質あるいはプルトニウム、ウランウムやトリウム等の自発性核分裂物質を溶解し、該触媒溶剤中の熱力学的力によって上記目的を達成するものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体金属リチウム等の溶融金属又は合金からなる触媒溶剤に、人口又は天然の放射性物質を溶解し、該触媒溶剤中の熱力学的力によって崩壊半減期を大幅に短縮することを特徴とする放射能崩壊促進方法。

【請求項2】

液体金属リチウム等の溶融金属又は合金からなる触媒溶剤を、循環させるポンプ及び該触媒溶剤追加供給器と同純化器を装着した反応容器及び触媒溶剤循環用配管に加えて、人口又は天然の放射性物質の注入装置と非放射性反応生成物を分離回収する装置よりなる放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置。

10

【請求項3】

反応容器と触媒溶剤循環用配管の外周側に冷却手段と断熱手段を設け、該冷却手段により発生した熱を利用する熱利用手段を設けたことを特徴とする請求項2記載の放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置。

【請求項4】

放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置を高熱源ループとし、配管、循環ポンプ及び冷却器よりなる系を低熱源ループとし、該高温熱源と低温熱源の間に熱電物質を挟み外部負荷に接続して電力を取出す熱電変換器より構成される熱電発電システムを有することを特徴とする請求項2又は3の何れかに記載の放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置。

【請求項5】

前記高熱源ループの熱利用手段としてのタービンを回転させるための水／蒸気系統からなり触媒溶剤と水／蒸気間の熱交換手段は熱交換器によるか又は触媒溶剤系統と水／蒸気系統の間にもう一つの独立した熱輸送媒体の系統を設けたことを特徴とする請求項2～4の何れか一つに記載の放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体金属リチウム等の溶融金属を触媒溶剤としてこれに溶解したストロンチウム90 (^{90}Sr) やセシウム137 (^{137}Cs) 等の放射性廃棄物あるいは人口のプルトニウム、(Pu) 天然ウランウム(U) やトリウム(Th) 等の自発核分裂物質の崩壊半減期を大幅に短縮する方法及びその崩壊エネルギーを利用するエネルギー発生装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来から今日まで放射性廃棄物の放射能消滅方法は未だ発明されていない。

又資源的に豊富なウランウム238やトリウムを直接核燃料とする方法は実用レベルにない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

このため加速器粒子線を使用した放射能変換法などが研究されているが多大の設備とエネルギーを要し実用の見通しはない。

40

【0004】

そこで、本発明では液体金属リチウム等の溶融金属を触媒溶剤としてこれにストロンチウム90やセシウム137等の放射性廃棄物あるいはプルトニウム、ウランウムやトリウム等の自発核分裂物質を溶解し、後述する前記触媒溶剤中の熱力学的力によって崩壊半減期を大幅に短縮し、その崩壊エネルギーを利用する一石二鳥の方法とその装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前記目的を達成させるため、請求項1に対応する発明は、液体金属リチウムま

50

たはそれと同様の触媒作用のある溶融金属又は合金を触媒溶剤として、それに人口又は天然の放射性物質を溶解し、該触媒溶剤中の熱力学的力により崩壊半減期を大幅に短縮して、放射能を消滅し、エネルギー転換させることを特徴とする。

【0006】

請求項2に対応する発明は前記触媒溶剤を循環するポンプ及び触媒溶剤追加供給器と同純化器を装着した反応容器と触媒溶剤循環用配管に加えて人口又は天然の放射性物質の注入装置と非放射性生成物を分離回収する装置よりなる放射能崩壊促進装置システムであり、該反応容器中で溶剤に溶解した人口又は天然の放射性物質の半減期が大幅に短縮され、放射能が消滅してエネルギー転換することとを特徴とする。

【0007】

請求項3に対応する発明は請求項2において人口又は天然の注入放射性物質の放射能崩壊で発熱する触媒溶剤を満たした反応容器と循環配管システムの外周側に冷却手段と断熱手段を設け、該冷却手段により発生した熱を取出し利用する熱利用手段を設けたことを特徴とする。

【0008】

請求項4に対応する発明は請求項2又は3において放射能崩壊によって発生する熱を冷却材または冷却材兼用触媒溶剤により取出し循環するポンプ及び配管よりなる高熱源ループと、配管、循環ポンプ及び冷却器よりなる低熱源ループと、当該高温熱源と低温熱源の間に熱電物質をはさみ外部負荷に接続して電力を取り出す熱電変換器より構成される熱電発電システムを有することとを特徴とする。

【0009】

請求項5に対応する発明は請求項2～4において高熱源ループの熱利用手段としてのタービンを回転させる水／蒸気システムとの間に熱交換手段としての熱交換器を設けるか又は高熱源ループの冷却材である触媒溶剤と水／蒸気システムの遮断を確実なものとするため前記触媒溶剤と水／蒸気システムの間前記触媒溶剤および水に対して安定な単体金属あるいは合金又は導電性液体を熱輸送媒体とする独立中間ループを設けた熱電発電システムを有することとを特徴とする。

【0010】

【作用】

各請求項特に請求項1及び2に対応する発明は液体金属リチウム等の触媒溶剤中に人口又は天然の放射性物質を溶解し、該溶剤中の移動電子の海の中に漬けて置かれたイオン状態の放射性物質が α 崩壊、 β 崩壊又は重クラスター崩壊あるいは自発核分裂する際の $Gibbs$ エネルギー ΔG が減少する場合は、熱力学的力が崩壊を促進することを利用する。ここで言う熱力学的力とは本発明者の先願（特願2002-067220）で述べている凝縮力に相当するものであるが、厳密には同一のものではなく両者は次のような関係で密接に結ばれている。

【0011】

一般に $Gibbs$ エネルギーの深さは、物質中の原子・分子間結合エネルギーを介して、物質固有の凝縮力に反映されている。しかし、 $Gibbs$ エネルギーが化学反応などで、より深まり物質が更に安定化する場合は、物質中の粒子（原子・分子）集団全体を支配する集団力が出現し、反応速度が大幅に増大する。この集団力のことを本発明では熱力学的力と定義している。

【0012】

上記集団力が核反応をも支配することが前記先願発明で議論され、それによる核反応レート増大効果が既に実験的に確認されている。本発明は、このような反応機構と同様に放射能崩壊が促進されるとした原理に基づいている。

【0013】

ここでは典型的放射性物質であるストロンチウム90（ ^{90}Sr 、半減期28.8年）を例にとり説明する。 ^{90}Sr を酸化ストロンチウム SrO として液体金属リチウム中に注入すると、次の反応で ^{90}Sr は該液体中でイオン状態となる。

10

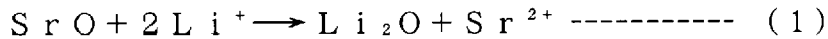
20

30

40

50

【化 1】

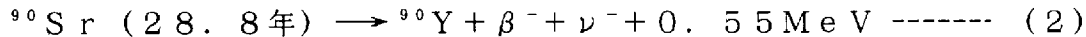


ここで、 Li^+ 、 Sr^{2+} は夫々 1 価のリチウムイオン、2 価のストロンチウムイオンである。 ^{90}Sr は 28.8 年の半減期で次の反応式によりイットリウム 90 (^{90}Y) になる。

【0014】

【化 2】

10



ここで MeV は 100 万電子ボルトのエネルギーであり、 β^- 、 ν^- は夫々電子及び反ニュートリノである。

【0015】

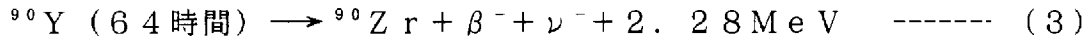
上記反応式 (2) の崩壊が、液体金属リチウムの中で起こる場合は、 Sr^{2+} と Y^{3+} イオンの Gibbs エネルギー差 ΔG が 0.8 eV 程度になり、崩壊促進度 $e \times P (-\Delta G / kT)$ は温度 $T = 450 \text{ K}$ では 10^8 倍以上もあり、そのため半減期は 28.8 年に比べ大幅に短く殆ど一瞬に崩壊する可能性がある。ここに、 k はボルツマン常数である。

20

【0016】

生成したイットリウム 90 は放射性で 64 時間の半減期で、ベータ崩壊によって非放射性のジルコニウム 90 (^{90}Zr) となる。

【化 3】



【0017】

しかし、反応式 (3) が液体金属リチウム内で発生する場合の Gibbs エネルギー差も Y^{3+} イオンと Zr^{4+} イオン間で 0.2 eV あり崩壊促進のため ^{90}Y から ^{90}Zr の崩壊も可成り短縮される。

30

結局、 ^{90}Sr から ^{90}Y から ^{90}Zr の液体リチウム中での崩壊半減期は事実上、上記反応式 (1) の反応速度で決まる可能性がある。

【0018】

同様の崩壊促進は ^{90}Sr と並ぶ典型的放射性物質であるセシウム 137 (^{137}Cs) に適用できるばかりでなく、放射性物質の化合物や触媒溶剤の選定次第で放射能崩壊の適用範囲を広げることができる。又反応生成物の減量のため放射性物質を単体の形で注入するのも有効である。

40

【0019】

反応式 (2) 及び (3) により ^{90}Sr の崩壊で 2.83 MeV のエネルギーが発生するが、このうち約 40% の 1.2 MeV は電子エネルギーとして液体金属リチウムに吸収される。

請求項 3～5 に対応する発明では、これをエネルギー源として利用する。

^{90}Sr 処理で発生するエネルギーは同重量のウラン 235 (^{235}U) の 1.5% 程度となり、核燃料に匹敵するが、残存放射能が皆無で、反応装置が極度に簡単という決定的利点がある。

【0020】

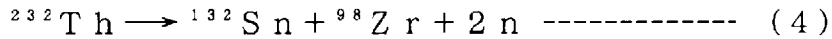
放射能崩壊促進は重クラスター崩壊や核分裂にも適用することができる。しかも、核燃料

50

物質であるウラニウム ^{235}U （ ^{235}U ）やプルトニウム ^{239}Pu （ ^{239}Pu ）のみならず核燃料物質として直接利用することのできないトリウム ^{232}Th （ ^{232}Th ）、ウラニウム ^{238}U （ ^{238}U ）を含む全てのトリウム、ウラニウム、プルトニウムのアイソトープの核分裂を可能にする。これらの元素は宇宙創成寿命（約 10^{10} 年）より遥かに長い半減期（ Th ：約 10^{20} 年、 U ：約 10^{16} 年、 Pu ：約 10^{12} 年）で夫々反応式（4）、（5）、（6）のような自発核分裂をすると考えられる。事実反応式（5）、（6）は実測されている。

【0021】

【化4】

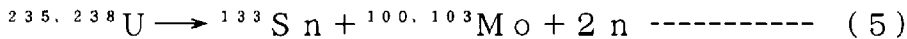


10

ここで Sn は錫であり、 n は放出中性子である。

【0022】

【化5】

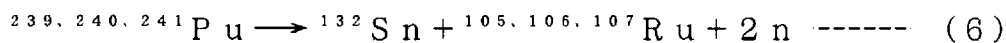


20

ここで $^{100}, ^{103}\text{Mo}$ は質量数100及び103のモリブデンである。

【0023】

【化6】



ここで Ru はルテニウムである。

【0024】

自発核分裂は崩壊確率が極度に小さく、現在は単なる一部の研究者の学術的興味の対象に過ぎない。しかし、トリウム、ウラニウムやプルトニウムを酸化物又は弗化物として液体金属リチウム中に注入すると還元され、リチウム中で単体金属として溶融するから、該液体金属中の熱力学的力によって崩壊促進度 $e \times P$ （ $-\Delta G/kT$ ）が起こる。反応式（4）、（5）、（6）の核反応における $Gibbs$ エネルギー変化 ΔG は夫々4.8eV、4.7eV、5.5eVで500℃の高温で崩壊促進度は夫々 10^{27} 倍、 10^{30} 倍、 10^{35} 倍になり、リチウム中で溶融直後に自発核分裂をする可能性がある。

30

【0025】

本発明の自発核分裂促進で放出される反応エネルギーは通常核分裂と同じ約200MeVであるが、次のような全く異なる特徴を有している。即ち、

（1） 中性子によって誘発される通常核分裂によるエネルギー発生は危険を伴う連鎖反応によるものであるが、本発明では連鎖反応は起こらず、トリウム、ウラニウムやプルトニウムの注入加減による反応制御が容易にできる。

40

（2） 核分裂片の核種は通常核分裂に比べ格段に少ない。

（3） 核分裂片を含む反応残留放射能の多くは先のストロンチウム90やセシウム137の消滅と同様の崩壊促進により、液体金属中で消滅し、同時にエネルギーを発生する。

（4） 核分裂で放出される中性子は液体金属リチウム中で減速された上でリチウムに吸収される。

（5） 中性子を吸収したリチウムは α 線、 β 線、 γ 線を放出するが残留放射能は生じない。

【0026】

50

これを要するに本発明の自発核分裂促進における液体金属リチウムは次の機能を兼備していることになる。

- (1) 自発核分裂促進の触媒溶剤。
- (2) 核分裂残留放射能の崩壊促進の触媒溶剤。
- (3) 中性子減速・吸収剤。
- (4) エネルギー発生装置の反応芯部（炉心）冷却材。

【0027】

自発核分裂促進における核分裂物質のトリウム、ウラニウムやプルトニウムの化合物あるいは単体の注入方式及び核分裂生成物の回収方法及び装置は、先に説明したストロンチウム90やセシウム137の処理と同様なので、以下に放射能崩壊促進及び自発核分裂促進共通のエネルギー発生について説明する。 10

【0028】

請求項3に対応する発明では、反応容器及び配管の外周側に冷却手段を設け、この冷却手段により発生した熱を利用する手段を設けたので、熱エネルギーを有効利用できる。

【0029】

請求項4に対応する発明では、前記放射能崩壊促進によって発生する熱を冷却材又は冷却材兼用触媒溶剤により取出し循環するポンプ及び配管よりなる高熱源ループと、配管、循環ポンプ及び冷却器よりなる低熱源ループと、当該高熱源と低熱源の間に熱電物質をはさみ外部負荷に接続して電力を取り出す熱電変換器より構成される熱電発電システムとすることにより熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換できる。 20

【0030】

請求項5に対応する発明では、前記放射能崩壊促進によって発生する熱を冷却材又は冷却材兼用触媒溶剤により取り出す前記高熱源ループの熱利用手段として該高熱源とタービンを回転させる前記水／蒸気システムを熱交換器で直接連結するか又は前記熱交換器と水／蒸気システムとの間に独立した中間冷却ループを設けて冷却システムの安全性を確実なものにした大規模発電が実現可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下に本発明に係る放射能崩壊促進方法及び放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置の実施の形態を図に基づき説明する。 30

図1は本発明の放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置の概略構成図である。有底筒状の反応容器1の内部は液体金属リチウム等の触媒溶剤2で満たされている。

【0032】

そして、反応容器1には液体金属リチウム（触媒溶剤）追加供給器3が取り付けられ、さらに放射性物質が注入されるように反応容器に外部設置の放射性物質注入装置4が連結され、反応容器内部で反応式（1）～（6）で生じた非放射性生成物を排出回収できるように反応容器外部設置の非放射性反応生成物回収装置6が連結され、さらにこれには反応容器内液体金属リチウムの状態をモニターするようにリチウム計測純化器5が装着されている。反応生成物の酸化リチウム（ Li_2O ）とジルコニウムの比重は夫々リチウムの4倍、12倍もありリチウムに対する溶解度は小さいので、その分離回収は現行の技術で容易に行なうことができる。 40

【0033】

この実施形態によれば、反応容器1を断熱材7で密閉してこれと熱交換利用システム8を直結したので、効率の向上を図ることが可能である。さらに、リチウム計測純化器5を設けたので、リチウム中に含まれる不純物を取り除き、リチウムの温度等を計測することにより反応を円滑に行なうことができる。また、この実施形態では装置の縦置きが可能となる。

【0034】

さらにこの実施形態では放射性物質注入装置4による放射性物質注入で液体金属リチウム2は急速に発熱するが、このエネルギーは迅速に熱交換利用システム8に移行し、発電す 50

れたり、地域暖房等に有効利用される。このとき放射性物質注入装置４の調整で、発生エネルギーを安全かつ容易に制御できる。

したがって、本発明の実施形態によれば、目的に応じて最適なエネルギー発生量を得ることができ、利用上の制限が少なく、取扱い易い安全で安定なエネルギーを提供することができる。

【００３５】

次に図２を参照して第１実施形態の熱利用システムについて説明する。

図２は熱電発電システムのフローシートであって、放射能崩壊促進によるエネルギー発生装置を構成する反応容器１から崩壊促進反応により加熱された液体金属リチウム冷却材が配管２０１を介して、熱電素子（熱電物質）２０５の高温部２０３に導かれ当該部を加熱した後循環ポンプ２０２に配管で導かれ、当該ポンプ２０２で反応容器に戻る１次系循環ループを形成している。

10

【００３６】

一方、熱電素子２０５の低温部２０４を冷却除熱する２次系除熱ループが配管２０６、循環ポンプ２０７、放熱装置２０８により構成されている。熱電素子２０５の高温部２０３と低温部２０４との間には熱電素子２０５が密接されていて、高温部２０３と低温部２０４との温度差により電気を発生する。即ち、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。発生した電気エネルギーはケーブル２０９により負荷に供給される。

【００３７】

図２の実施形態によれば、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換できるため、極めて簡素な発電システムを実現でき、経済性や信頼性に富んだ放射能崩壊促進によるエネルギー供給装置を提供することができる。

20

【００３８】

図３は本発明による第２実施形態の熱利用システムの概略構成を説明するための図である。本実施形態では液体金属リチウム０２と水／蒸気系０８の二つの系統に中間冷却系統０１８を加えて、放射能崩壊促進による熱によってタービン０７を回す熱輸送系を構成するものであり、液体金属リチウム０２の系と水／蒸気系０８間の熱交換器０５は例えばシェランドチューブ方式の熱交換器を使用している。

【００３９】

このように中間冷却系統０１８は液体金属又は導電性流体を用い、液体金属リチウム系統から、中間熱交換器０１５により熱を受け、この熱を蒸気発生器０１６により水／蒸気系０８に伝達する。

30

【００４０】

第２実施形態のように構成することにより中間冷却系統０１８がない場合には、熱交換器０１５の伝熱管０５が破損したとき、液体金属リチウムと水が激しく反応し、反応生成物が反応芯部０１に流入する等の影響が出る可能性があるのに対し、本実施形態の場合水／蒸気系０８と反応芯部０１を流れる液体金属リチウム系との間にさらにもう一つの系統が存在するため、蒸気発生器０１６で伝熱管０６の破損が生じても、反応生成物が反応芯部０１に至ることを防止でき、信頼性を向上させることができる。

【００４１】

【発明の効果】

本発明によれば、次の二つの重要な成果が期待される。

(１) 崩壊促進原理によって、液体金属リチウム等の触媒溶剤中に発生する熱力学的力で該溶剤中の放射性廃棄物の半減期を飛躍的に短縮し、放射能を消滅させあるいはトリウム、ウラニウム、プルトニウムの自発核分裂を促進して安全なエネルギー源とすることができる。

(２) 人口あるいは天然の放射性物質に内在する核エネルギーを容易かつ安全に清浄なエネルギーに転換するエネルギー発生装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施形態の放射能崩壊促進及び自発核分裂促進によるエネルギー

40

50

発生装置の概略構成図。

【図 2】本発明の第 1 実施形態の熱利用システムの説明図。

【図 3】本発明の第 2 実施形態の熱利用システムの説明図。

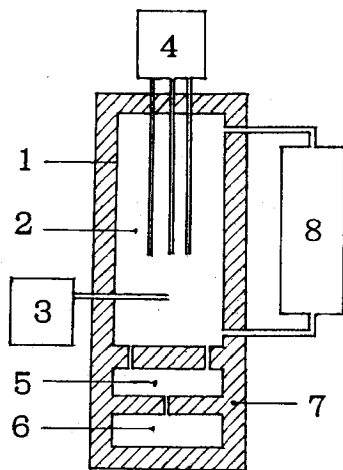
【符号の説明】

1	反応容器	0 1 5	熱交換器
2	液体金属リチウム（触媒溶剤）	0 1 6	熱交換器（蒸気発生器）
3	触媒溶剤追加供給器	0 1 7	循環ポンプ
4	放射性物質注入装置	0 1 8	中間冷却系
5	リチウム計測純化器	2 0 1	配管
6	非放射性反応生成物回収装置	2 0 2	循環ポンプ
7	断熱材	2 0 3	高温部
8	熱交換利用システム	2 0 4	低温部
0 1	反応芯部	2 0 5	熱電素子
0 2	液体金属リチウム	2 0 6	配管
0 3	反応容器	2 0 7	循環ポンプ
0 4	循環ポンプ	2 0 8	放熱装置
0 5	伝熱管	2 0 9	ケーブル
0 6	伝熱管		
0 7	タービン		
0 8	水／蒸気系		
0 9	循環ポンプ		
0 1 0	液体金属リチウム供給器		
0 1 1、0 1 2	自由液面		
0 1 3、0 1 4	リチウム・生成物分離回収装置		

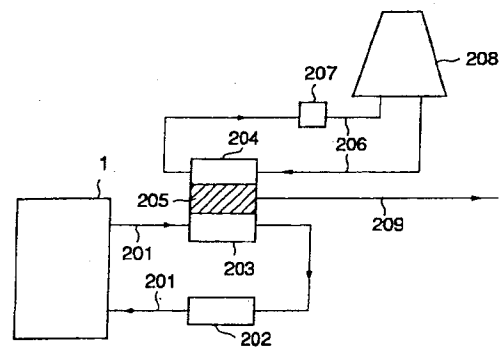
10

20

【図 1】



【図 2】



【図 3】

