

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4983859号
(P4983859)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 3 D 99/00 (2010.01)	F 2 3 D 99/00
F 2 3 D 17/00 (2006.01)	F 2 3 D 17/00 A
F 2 3 C 13/00 (2006.01)	F 2 3 C 99/00 3 0 6
H 0 1 M 8/04 (2006.01)	H 0 1 M 8/04 J
C 0 1 B 3/32 (2006.01)	C 0 1 B 3/32 A
請求項の数 4 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2009-129750 (P2009-129750)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成21年5月29日 (2009.5.29)		カシオ計算機株式会社
(62) 分割の表示	特願2004-85037 (P2004-85037)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
原出願日	平成16年3月23日 (2004.3.23)	(72) 発明者	小椋 直嗣
(65) 公開番号	特開2009-264733 (P2009-264733A)		東京都青梅市今井3-10-6 カシオ計
(43) 公開日	平成21年11月12日 (2009.11.12)		算機株式会社青梅事業所内
審査請求日	平成21年6月26日 (2009.6.26)	審査官	山城 正機
		(56) 参考文献	特開2003-083515 (JP, A)
			)
			特開2002-213710 (JP, A)
			)
			特開2000-344503 (JP, A)
			)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 燃焼器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1流路及び第2流路を形成した燃焼器本体と、
 前記第1流路に形成された燃料用燃焼触媒と、
 前記第2流路に形成された水素用燃焼触媒と、を備え、
 前記燃焼器本体は、複数の基板で構成され、
 前記水素用燃焼触媒は、前記第2流路内の前記基板の中央に相当する位置に形成され、
 前記燃料用燃焼触媒が前記第1流路に形成された面積は、前記水素用燃焼触媒が前記第2流路に形成された面積よりも小さいことを特徴とする燃焼器。

【請求項2】

前記第1流路に燃料を取り込む燃料取込口を前記燃焼器本体に形成し、前記第2流路に水素を取り込む水素取込口を前記燃焼器本体に形成したことを特徴とする請求項1に記載の燃焼器。

【請求項3】

前記第1流路に空気を取り込む第1空気取込口を前記燃焼器本体に形成し、前記第2流路に空気を取り込む第2空気取込口を前記燃焼器本体に形成したことを特徴とする請求項1又は2に記載の燃焼器。

【請求項4】

燃料と水の反応を起こさせる反応器に前記燃焼器本体を一体化して設けたことを特徴とする請求項1から3の何れか一項に記載の燃焼器。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料と水素を燃焼させて燃焼熱を発する燃焼器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年では、高いエネルギー利用効率を実現できる燃料電池についての研究・開発が盛んにおこなわれている。燃料電池は、燃料と大気中の酸素とを電気化学的に反応させて化学エネルギーから電気エネルギーを直接取り出すものであり、将来性に富む有望な電源であると位置付けられている。燃料電池に用いる燃料としては水素が挙げられるが、常温で気体であることによる取り扱い・貯蔵に問題がある。そこで、アルコール類及びガソリンといった液体燃料を用いれば液体燃料を貯蔵するためのシステムが比較的小型になるが、水を加えた燃料を改質させることによって発電に必要な水素を生成する必要がある。

10

【0003】

燃料と水から水素を生成するためには、蒸発器により燃料と水を気化させた後、蒸発器から供給された燃料と水の混合気を改質反応器により水素に改質する。改質反応器を加熱するために、改質反応器の加熱室に、蒸発器を加熱する燃焼器からの燃焼ガスを供給して燃焼ガスの未燃焼成分を燃焼したり、燃料電池スタックのオフガスを供給して燃焼させたりすることが行われている（例えば、特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-18357号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このように特許文献1の加熱室では、燃焼ガスの未燃焼成分を燃焼するばかりではなく、水素分離膜で水素と分離されたアノードオフガスを燃焼触媒で燃焼させていることによって改質原料の未反応分が発生しないことになっている。つまりアノードオフガスは改質反応器で改質されなかった燃料成分を有し、この燃焼成分は燃焼器で燃焼する燃料成分と一致することになるので加熱室で燃焼される成分は単一種となる。

30

ところで、改質された水素は化学反応を起こし燃料電池のアノード極とカソード極の間をプロトンとして移動する際に電気を発生するが、一部の水素は上記化学反応しないまま残存することがある。水素を燃焼するのに適した燃焼触媒は、燃料を燃焼するのに適した燃焼触媒と組成成分比や組成成分自体が異なり、更には、水素の燃焼速度が、燃料の燃焼速度と異なる。この残存した水素を燃焼して得られた燃焼熱を改質器に供給しようとする、特許文献1の加熱室では、十分水素が燃焼されなかったり、水素と燃料を同一箇所の同一種の燃焼触媒で燃焼させたりしているため、水素と燃料の両方を効率的に燃焼させることが難しい。

40

【0006】

そこで、本発明は、上記のような問題点を解決しようとしてなされたものであり、水素と燃料の両方を効率的に燃焼させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

以上の課題を解決するために、請求項1に記載の発明の燃焼器は、第1流路及び第2流路を形成した燃焼器本体と、前記第1流路に形成された燃料用燃焼触媒と、前記第2流路に形成された水素用燃焼触媒と、を備え、前記燃焼器本体は、複数の基板で構成され、前記水素用燃焼触媒は、前記第2流路内の前記基板の中央に相当する位置に形成され、前記燃料用燃焼触媒が前記第1流路に形成された面積は、前記水素用燃焼触媒が前記第2流路に形成された面積よりも小さいことを特徴とする。

50

【0014】

請求項1に記載の発明によれば、第1流路に燃料を流せば、燃料が燃焼し、第2流路に水素を流せば、水素が燃焼する。このように、燃料用燃焼触媒と水素用燃焼触媒とを別々の第1流路、第2流路に形成したので、燃料と水素を別々の第1流路、第2流路に流せば、水素と燃料を別々に燃焼させることができ、水素と燃料の両方を効率的に燃焼させることができる。また、酸化反応速度の早い水素を酸化させ水素用燃焼触媒が燃焼器本体を構成する基板の中央に形成されているから、熱効率が良くなる。

【0015】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の燃焼器において、前記第1流路に燃料を取り込む燃料取込口を前記燃焼器本体に形成し、前記第2流路に水素を取り込む水素取込口を前記燃焼器本体に形成したことを特徴とする。

10

【0016】

請求項2に記載の発明によれば、燃料取込口から取り込まれた燃料が第1流路を流れている時に燃料が燃料用燃焼触媒により燃焼する。水素取込口から取り込まれた水素が第2流路を流れている時に水素が水素用燃焼触媒により燃焼する。

【0017】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の燃焼器において、前記第1流路に空気を取り込む第1空気取込口を前記燃焼器本体に形成し、前記第2流路に空気を取り込む第2空気取込口を前記燃焼器本体に形成したことを特徴とする。

【0018】

20

請求項3に記載の発明によれば、第1空気取込口から第1流路に空気が取り込まれ、燃料に空気が混合し、燃料を燃焼させることができる。一方、第2空気取込口から第2流路に空気が取り込まれ、水素に空気が混合し、水素を燃焼させることができる。

【0019】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3の何れか一項に記載の燃焼器において、燃料と水の反応を起こさせる反応器に前記燃焼器本体を一体化して設けたことを特徴とする。

【0020】

請求項4に記載の発明によれば、燃料や水素の燃焼熱が反応器に伝播し、反応器において燃料と水の反応が効率よく起こる。

なお、反応器における燃料と水の反応とは、化学変化を伴う化学反応のみならず、状態変化を伴う反応も含む意味である。

30

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、燃料と水素を別々に燃焼させることができ、水素と燃料の両方を効率的に燃焼させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】第1の実施形態における発電装置1のブロック図である。

【図2】反応装置10の斜視図である。

【図3】図2の面IIIに沿った断面図である。

40

【図4】図3の面IVに沿った断面図である。

【図5】第2の実施形態における上基板11の接合面の平面図である。

【図6】第3の実施形態における上基板111の接合面の平面図である。

【図7】第4の実施形態における発電装置201のブロック図である。

【図8】反応装置210の斜視図である。

【図9】図8の面IXに沿った断面図である。

【図10】図8の面Xに沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下に、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。但し、以

50

下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

【0030】

〔第1の実施の形態〕

図1は、発電装置1のブロック図である。

発電装置1は、燃料と水を貯留した燃料容器2と、燃料容器2から供給された燃料と水から水素を生成する超小型反応炉であるマイクロリアクタ3と、マイクロリアクタ3で生成された水素の電気化学反応により電気エネルギーを生成する燃料電池4と、を備える。

【0031】

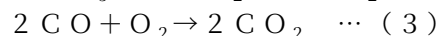
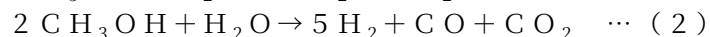
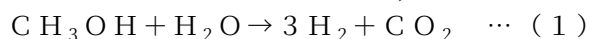
発電装置1は、デジタルカメラ、携帯電話機、ノート型パーソナルコンピュータ、腕時計、PDA、電子計算機、その他の電子機器に搭載されたものである。特に、マイクロリアクタ3及び燃料電池4は電子機器本体に内蔵され、燃料容器2は電子機器本体に対して着脱可能に設けられている。燃料容器2が電子機器本体に装着された場合、燃料容器2内の燃料及び水がポンプによってマイクロリアクタ3に供給されるようになっている。

【0032】

燃料容器2内に貯留された燃料は、メタノール、エタノール等のアルコール類やガソリンといった水素元素を含む化合物が適用可能である。本実施形態では、燃料としてメタノールを用いている。燃料と水は別々で燃料容器2に貯蔵されても良いし、混合された状態で燃料容器2に貯蔵されても良い。

【0033】

マイクロリアクタ3は、燃料容器2から供給された燃料及び燃料電池4から供給された水素を酸化させることにより燃焼熱を発する燃焼器5、6と、燃料容器2から供給された燃料と水を気化させる反応器としての気化器7と、化学反応式(1)、(2)に示すように気化器7から供給された燃料と水の混合気を水素に改質する反応器としての改質器8と、化学反応式(3)に示すように改質器8で生成された生成物の混合気中の一酸化炭素を酸化させることによって一酸化炭素を除去する一酸化炭素除去器9と、を備える。なお、本発明に係る燃焼器を燃焼器5、6に適用している。



気化器7は、燃料と水を効率的に気化するために100～120℃に加熱することが好ましく、改質器8は、上記改質反応を効率的に引き起こすために250℃以上に加熱することが好ましく、一酸化炭素除去器9は、上記一酸化炭素除去反応を効率的に引き起こすために150～180℃に加熱することが好ましい。

【0034】

改質器8及び燃焼器6は一体化して設けられており、燃焼器6で発生した燃焼熱が改質器8に伝導して改質器8における反応に用いられ、気化器7及び燃焼器5は一体化して設けられており、燃焼器5で発生した燃焼熱が気化器7に伝導して気化器7における蒸発に用いられるよう設けられている。

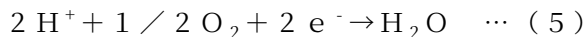
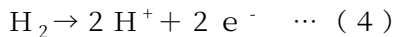
【0035】

なお、燃焼器5、6と燃料容器2との間に燃焼燃料用気化器を設け、燃料容器2から燃料が該気化器に供給され、その燃料が該気化器で気化し、気化した燃料が燃焼器5、6に供給されても良い。

【0036】

燃料電池4は、触媒微粒子を担持した燃料極と、触媒微粒子を担持した酸素極と、燃料極と酸素極との間に介在されたフィルム状の固体高分子電解質膜と、を備える。燃料電池4の燃料極には、一酸化炭素除去器9から生成物の混合気が供給され、燃料電池4の酸素極には、外部から空気が供給される。燃料極においては、電気化学反応式(4)に示すように、混合気中の水素が燃料極の触媒微粒子の作用を受けて水素イオンと電子とに分離する。水素イオンは固体高分子電解質膜を通じて酸素極に伝導し、電子は燃料極により取り

出される。酸素極においては、電気化学反応式（５）に示すように、酸素極に移動した電子と、空気中の酸素と、固体高分子電解質膜を通過した水素イオンとが反応し、水が生成される。



【００３７】

燃料電池４の燃料極では、効果的に発電させるために継続的に水素が供給されることになり、燃料極に水素が滞留している時間が制限されるため全ての水素が上記のように反応するわけではなく、反応しない水素もある。未反応の水素は二酸化炭素等の生成物とともに燃料極から排気されるが、燃料電池４の燃料極が流路を介して燃焼器５，６に通じており、排気された水素が燃焼器５，６に供給されるよう設けられている。

10

【００３８】

燃料の燃焼に適した触媒の成分が水素の燃焼に適した触媒の成分と異なったり、燃料の燃焼反応速度が水素の燃焼反応速度と異なったりするため、燃焼器５，６は燃料の燃焼であっても水素の燃焼であっても不完全燃焼を抑えるよう設計されている。

【００３９】

図２、図３、図４を用いて、燃焼器６と改質器８を一体化した反応装置１０について詳細に説明する。図２は、反応装置１０の斜視図であり、図３は、図２の面IIIに沿った断面図であり、図４は、図３の面IVに沿った断面図である。

【００４０】

20

反応装置１０はシリコン結晶、アルミニウム、ガラス、セラミック等の中から選択された一又は複数の材料で形成された三枚の基板１１，１２，１３を備え、これら三枚の基板１１～１３を積み重ねて接合したものが反応装置１０の本体となる。ここで、燃焼器６の本体は、上側の上基板１１と、挟持された中基板１２とから構成され、改質器８の本体は、下側の下基板１３と、中基板１２とから構成され、中基板１２が燃焼器６及び改質器８の両方に共通している。基板１１～１３は合板であっても良いし、多層基板であっても良いし、単板であっても良い。

【００４１】

図３に示すように、下基板１３における中基板１２との接合面側（図３において下基板１３の上面）には、葛折り状の溝が形成されており、この溝は下基板１３と中基板１２との接合前にサンドブラスト法等を施すことによって形成されたものである。この溝を覆うようにして下基板１３を中基板１２に接合することによって、溝が接合面に沿った葛折り状の反応用マイクロ流路１４となる。反応用マイクロ流路１４は一端部から他端部にかけて一様な幅、一様な深さを有しながら延在しており、その幅及び深さが２mm以下、望ましくは１．８mm以下が望ましい。この反応用マイクロ流路１４は、改質器８の流路である。

30

【００４２】

図２に示すように、反応用マイクロ流路１４の一端部が取込口１７として下基板１３の側面に面しており、反応用マイクロ流路１４の他端部が排出口１８として反対側の側面に面している。取込口１７には管等を介して気化器７に接続され、気化器７で気化した燃料と水の混合気が取込口１７から反応用マイクロ流路１４に流入する。排出口１８には管等を介して一酸化炭素除去器９に接続され、混合気が反応用マイクロ流路１４から排出口１８を通じて一酸化炭素除去器９に供給される。

40

【００４３】

反応用マイクロ流路１４の壁面、特に下基板１３に形成された溝の底及び側面には、改質用触媒１６が形成されている。改質用触媒１６は、メタノールと水を水素と二酸化炭素に改質する（上記化学反応式（１）参照）触媒であって、担体としてのアルミナに銅及び酸化亜鉛を担持させたCu/ZnO系触媒（Cu/ZnO/Al₂O₃）である。

【００４４】

図３に示すように、上基板１１における中基板１２との接合面側（図３において上基板

50

11の下面)には、溝が形成されており、この溝は上基板11と中基板12との接合前にサンドブラスト法等を施すことによって形成されたものである。この溝を覆うようにして上基板11を中基板12に接合することによって、溝が接合面に沿った燃焼用マイクロ流路15となる。燃焼用マイクロ流路15は一樣な幅、一樣な深さを有し、その幅及び深さが2mm以下、望ましくは1.8mm以下が望ましい。この燃焼用マイクロ流路15は、燃焼器6の流路である。

【0045】

図4に示すように、燃焼用マイクロ流路15は分岐しており、5つの端部を有する。燃焼用マイクロ流路15の5つの端部のうち、第1端部～第4端部がそれぞれ取込口19～22として上基板11の側面に面しており、第5端部が排出口23として反対側の側面に面している。空気取込口19には管等を介して外部に通じており、空気(酸化剤として酸素を含む。)が空気取込口19から燃焼用マイクロ流路15に流入する。燃料取込口20には管等を介して燃料容器2に通じており、燃料容器2の燃料が燃料取込口20から燃焼用マイクロ流路15に流入する。水素取込口21には管等を介して燃料電池4の燃料極に通じており、燃料電池4の燃料極から水素等が水素取込口21から燃焼用マイクロ流路15に流入する。空気取込口22には管等を介して外部に通じており、外部の空気が空気取込口22から燃焼用マイクロ流路15に流入する。排出口23には管等を介して外部に通じており、生成物が燃焼用マイクロ流路15から排出口23を通じて外部に排出される。

【0046】

燃焼用マイクロ流路15の経路について説明する。合流部24においては、燃料取込口20から合流部24までの燃料経路25と、空気取込口19から合流部24までの空気経路26と、合流部24から合流部32までの燃料経路27とが合流している。合流部30においては、水素取込口21から合流部30までの水素経路29と、空気取込口22から合流部30までの空気経路28と、合流部30から合流部32までの水素経路31とが合流している。合流部32においては、合流部24から合流部32までの燃料経路27と、合流部30から合流部32までの水素経路31と、合流部32から排出口23までの混合経路33とが合流している。なお、燃焼用マイクロ流路15のうち、水素経路31及び混合経路33が葛折り状に形成されている。

【0047】

合流部30から合流部32までの水素経路31のうちその中間部(図4において塗りつぶした領域)の壁面には、水素用燃焼触媒34が形成され、合流部32から排出口23までの混合経路33の壁面には、燃料用燃焼触媒35が形成されている。水素用燃焼触媒34は、アルミナ(Al_2O_3)を担体として白金(Pt)を担持させたものであり、水素の酸化(燃焼)に適するよう白金の担持量が1wt%以下、好ましくは0.1～0.5wt%が望ましい。燃料用燃焼触媒35は、アルミナを担体として白金を担持させたものであり、燃料(メタノール)の酸化に適するよう白金の担持量が3～6wt%であるのが望ましい。このように水素用燃焼触媒34及び燃料用燃焼触媒35は互いに組成成分比が異なる。

【0048】

なお、合流部24から合流部32までの燃料経路27の壁面に、燃料燃焼用触媒が形成されても良い。また、燃料経路27に燃料用燃焼触媒が形成されている場合には、混合経路33に燃料用燃焼触媒35が形成されていなくても良い。即ち、燃料経路27と混合経路33の少なくとも一方に、燃料用燃焼触媒が形成されていれば良い。

【0049】

図3に示すように、下基板13の下面には、所定形状にパターンニングされた薄膜ヒータ36が形成されている。薄膜ヒータ36は、その電気的特性(例えば、抵抗率)が温度に依存する発熱抵抗体、発熱半導体等の電熱材料からなる。薄膜ヒータ36に電力を供給すれば、薄膜ヒータ36が発熱するが、薄膜ヒータ36の電気抵抗率は温度に依存するため薄膜ヒータ36の電流・電圧等を測定すれば、薄膜ヒータ36に接している改質器8の温度、すなわち、改質器8の反応用マイクロ流路14の温度が算出でき、改質器8での改質

10

20

30

40

50

反応温度をモニタリングすることが可能となっている。なお、図2では、図を見やすくするために薄膜ヒータ36の図示を省略する。燃焼器6は、熱効率の観点から改質器8の改質反応の主たる熱源として利用され、薄膜ヒータ36は、改質器8が所定の温度になるように微調整するための補助熱源として利用される。特に発電装置1の発電初期時に迅速に改質器8を所定の温度に到達させたり、或いは燃焼器6が定常状態の燃焼を引き起こしたりするために薄膜ヒータ36の温度を制御することが好ましい。

【0050】

図1に示した気化器7と燃焼器5とからなる反応装置50も、反応装置10とほぼ同様に構成されているので、反応装置50については反応装置10のいずれかの部分と同一の部分に対して同一の符号を付し、同一の部分についての説明は省略する。異なる部分としては、反応装置10の場合、反应用マイクロ流路14の壁面に改質用触媒16が形成されているが、反応装置50の場合、反应用マイクロ流路14の壁面には触媒が形成されていない。更に、反応装置50の場合、反应用マイクロ流路14の取込口17が管を介して燃料容器2に接続され、反应用マイクロ流路14の排出口18は管を介して反応装置10つまり改質器8の取込口17に接続されている。なお、気化器7の反应用マイクロ流路14の壁面には、燃焼器5や薄膜ヒータ36等の熱を効率よく吸収し、放熱するために燃料や水に対して不活性で気化反応以外の化学反応を引き起こさない熱伝導性の良い金属又は合金を有する薄膜が形成されていてもよい。

【0051】

なお、反応装置10及び反応装置50は、ガラス等の断熱材からなる断熱パッケージ内に収容されている。

【0052】

次に、反応装置10及び反応装置50の作用について説明する。

燃料電池4の燃料極から水素等が燃焼器5、6の水素取込口21に流入し、燃料容器2から燃料が燃焼器5、6の燃料取込口20に流入し、外部から空気が燃焼器5、6の空気取込口19、22に流入する。燃焼用マイクロ流路15においては、水素取込口21からの水素等と空気取込口22からの空気が合流部30で混合され、その混合気が水素経路31を流れている間、合流部32に到達する前に水素用燃焼触媒34に接することによって水素が燃焼し（酸化し）、燃焼熱が発する。また、燃料取込口20からの燃料と空気取込口19からの空気が合流部24で混合し、これら燃料と空気の混合気が水素経路31を流れてきた混合気と合流部32で混合され、その混合気が混合経路33を流れている時に燃料用燃焼触媒35に接することによって、混合気中の燃料が燃焼し（酸化し）、燃焼熱が発し、これら水素燃焼及び燃料燃焼による排気ガスが排出口23から排出される。なお、薄膜ヒータ36が発熱することによって、燃料や水素の反応速度が向上する。

【0053】

気化器7の取込口17に取り込まれた燃料容器2から燃料と水が気化器7の反应用マイクロ流路14を流動している時に燃焼器5の燃焼用マイクロ流路15において発生した燃料や水素の燃焼熱によって気化する。気化した燃料と水の混合気は排出口18から排出され、改質器8の取込口17に流入する。燃料と水の混合気は、改質器8の反应用マイクロ流路14を流動している時に燃焼器6の燃焼用マイクロ流路15において発生した燃料の燃焼熱や水素の燃焼熱と改質用触媒16の作用を受けて、水素に改質される（上記化学反応式（1）、（2）参照）。

【0054】

以上のように本実施形態によれば、水素用燃焼触媒34と燃料用燃焼触媒35が燃焼用マイクロ流路15のうち別々の経路31、33に形成されており、水素経路31には燃料が流れずに水素等と空気が流れるので、水素が水素用燃焼触媒34によって効率よく燃焼する。また、水素が燃焼して水に化学変化した状態で合流部32で燃料の混合するから、燃料が混合経路33を流れている時は燃料に水素が混合されていないから、燃料用燃焼触媒35によって燃料が効率よく燃焼する。以上のように、水素と燃料を別々に燃焼させているので、水素と燃料の両方を簡単に完全燃焼させることができる。したがって、燃料電

池 4 の燃料極から燃焼器 5、6 に供給される水素の量がそれぞれ気化器 7、改質器 8 での反応を引き起こすのに十分でなくても、燃焼器 5、6 には燃料容器 2 から燃焼するための燃料が供給されるので、気化器 7、改質器 8 は反応を引き起こすのに十分な温度に設定することができ、また、燃料電池 4 の燃料極から燃焼器 5、6 に燃焼するための水素が供給されるので、燃料容器 2 からの燃料の消費量を抑えることができる。

【0055】

〔第 2 の実施の形態〕

図 5 を用いて第 2 の実施形態における反応装置について説明する。この反応装置が第 1 の実施形態の反応装置 10、50 と異なる点は、燃焼器 5、6 の空気取入口 19 及び空気経路 26 が設けられていないことである。その他については、第 1 の実施の反応装置 10、50 と同じであるため、第 2 の実施形態の反応装置については第 1 の実施形態の反応装置 10 のいずれかの部分と同一の部分に対して同一の符号を付し、同一の部分についての説明は省略する。ここで、図 5 は、第 2 の実施形態における反応装置の上基板 11 における中基板 12 との接合面側を示した平面図である。

【0056】

この第 2 の実施形態の反応装置では、空気取入口 22 から取り込まれる空気中の酸素が水素の酸化に要する量よりも過剰となっており、過剰に取り込まれ水素の燃焼に用いられなかった空気と燃料が合流部 32 で合流して混合経路 33 を流動しているときに燃料用燃焼触媒 35 よって反応し、燃焼熱が発する。

【0057】

なお、第 2 の実施形態の反応装置を第 1 の実施の反応装置 10、50 に置き換えて用いることができる。第 2 の実施形態の反応装置を反応装置 50 に置き換えて用いる場合には、反应用マイクロ流路 14 の壁面に改質用触媒 16 が形成されていない。

【0058】

第 2 の実施形態でも、水素と燃料を別々の経路 31、33 の燃焼触媒 34、35 で燃焼させているので、水素と燃料の両方を簡単に完全燃焼させることができる。

【0059】

〔第 3 の実施の形態〕

図 6 を用いて第 3 の実施形態における反応装置について説明する。

第 1 の実施の反応装置 10、50 では、水素と燃料が同じ燃焼用マイクロ流路 15 を流れているが、第 3 の実施形態の反応装置では、水素と燃料が別々のマイクロ流路を流れる。第 3 の実施形態の反応装置については第 1 の実施形態の反応装置 10、50 のいずれかの部分と同一の部分に対して同一の符号を付し、同一の部分についての説明は省略する。ここで、図 6 は、第 2 の実施形態における反応装置の上基板 111（第 1 の実施形態における上基板 11 に対応する）の中基板 12 との接合面を示した平面図である。

【0060】

第 3 の実施形態の反応装置においては、図 6 に示すように、上基板 111 の接合面には、第 1 マイクロ流路 133 のために形成された溝 133a と、第 2 マイクロ流路 131 のために形成された溝 131a と、が形成されている。図 2 に示された上基板 11 の代わりに上基板 111 を中基板 12 に接合して、溝 131a、133a を中基板 12 で覆うことによって、溝 131a、133a がマイクロ流路 131、133 となる。なお、燃焼器本体は、上基板 111 と中基板 12 とを接合したものである。

【0061】

第 1 マイクロ流路 133 は、分岐して 3 つの端部を有する。第 1 マイクロ流路 133 の 3 つの端部のうち、第 1 端部、第 2 端部がそれぞれ取入口 119、120 として上基板 111 の側面に面しており、第 3 端部が排出口 123 として反対側の側面に面している。第 1 空気取入口 119 には管等を介して外部に通じており、空気が第 1 空気取入口 119 から第 1 マイクロ流路 133 に流入する。燃料取入口 120 には管等を介して燃料容器 2 に通じており、燃料が燃料取入口 120 から第 1 マイクロ流路 133 に流入する。第 1 マイクロ流路 133 の合流部 124 においては、第 1 空気取入口 119 から合流部 124 まで

の経路と、燃料取込口１２０から合流部１２４までの経路と、合流部１２４から排出口１２３までの経路とが合流している。第１マイクロ流路１３３のうち合流部１２４から排出口１２３までの経路は葛折り状に設けられており、その経路の壁面に燃料用燃焼触媒１３５が形成されている。第１空気取込口１１９から流入した空気と、燃料取込口１２０から流入した燃料は合流部１２４で混合され、その混合気が排出口１２３に到達するまでに燃料が燃料用燃焼触媒１３５に接触することによって燃料が燃焼する。排出口１２３には管等を介して外部に通じており、生成物が排出口１２３から外部に排出される。

【００６２】

第２マイクロ流路１３１は、第１マイクロ流路１３３に交わらず、分岐して３つの端部を有する。第２マイクロ流路１３１の３つの端部のうち、第１端部、第２端部がそれぞれ取込口１２１、１２２として上基板１１１の側面に面しており、第３端部が排出口１３２として反対側の側面に面している。水素取込口１２１には管等を介して図１に示された燃料電池４の燃料極に通じており、水素等が水素取込口１２１から第２マイクロ流路１３１に流入する。第２空気取込口１２２には管等を介して外部に通じており、外部の空気が第２空気取込口１２２から第２マイクロ流路１３１に流入する。第２マイクロ流路１３１の合流部１３０においては、水素取込口１２１から合流部１３０までの経路と、第２空気取込口１２２から合流部１３０までの経路と、合流部から排出口１３２までの経路とが合流している。第２マイクロ流路１３１のうち合流部１３０から排出口１３２までの経路は上基板１１１の中央部を通っており、水素用燃焼触媒１３４がその経路のうち中央部の壁面に形成され、その部分において第２マイクロ流路１３１の幅が他の部分よりも広く形成されている。第２空気取込口１２２から流入した空気と、水素取込口１２１から流入した水素等は合流部１３０で混合され、その混合気が排出口１３２まで流動している時に水素が水素用燃焼触媒１３４に接触することによって水素が燃焼する。排出口１３２には管等を介して外部に通じており、生成物が排出口１３２から外部に排出される。

【００６３】

なお、第３の実施形態の反応装置を第１の実施の反応装置１０、５０に置き換えて用いることができる。

【００６４】

以上のように本実施形態によれば、水素用燃焼触媒１３４と燃料用燃焼触媒１３５が別々のマイクロ流路１３１、１３３に形成されている。そして、第１マイクロ流路１３３には水素が流れずに燃料と空気が流れるので、燃料が効率よく燃焼し、第２マイクロ流路１３１には燃料が流れずに水素等と空気が流れるので、水素が効率よく燃焼する。以上のように、水素と燃料を別々に燃焼させているので、水素と燃料の両方を簡単に完全燃焼させることができる。

【００６５】

また、酸化反応速度の早い水素を酸化させ水素用燃焼触媒１３４が上基板１１１の中央に形成されているから、熱効率が良くなる。

【００６６】

〔第４の実施の形態〕

図７を用いて、第４の実施形態における発電装置２０１について説明する。図７は、第４の実施形態における発電装置２０１のブロック図である。

【００６７】

発電装置２０１は、燃料と水を貯留した燃料容器２０２と、燃料容器２０２から供給された燃料と水から水素を生成するマイクロリアクタ２０３と、マイクロリアクタ２０３で生成された水素の電気化学反応により電気エネルギーを生成する燃料電池２０４と、を備える。

【００６８】

発電装置２０１は、デジタルカメラ、携帯電話機、ノート型パーソナルコンピュータ、腕時計、ＰＤＡ、電子計算機、その他の電子機器に搭載されたものである。特に、マイクロリアクタ２０３及び燃料電池２０４は電子機器本体に内蔵され、燃料容器２０２は電子

機器本体に対して着脱可能に設けられている。燃料容器 202 が電子機器本体に装着された場合、燃料容器 202 内の燃料及び水がポンプによってマイクロリアクタ 203 に供給されるようになっている。

【0069】

燃料容器 202、燃料電池 204 は、それぞれ、第 1 の実施形態における燃料容器 2、燃料電池 4 と同様に設けられている。

【0070】

マイクロリアクタ 203 は、燃料容器 202 から供給された燃料を酸化させることにより燃焼熱を発する第 1 燃焼器 295、296 と、燃料電池 204 から供給された水素を酸化させることにより燃焼熱を発する第 2 燃焼器 205、206 と、燃料容器 202 から供給された燃料と水を気化させる反応器としての気化器 207 と、化学反応式 (1)、(2) に示すように気化器 207 から供給された燃料と水の混合気を水素に改質する反応器としての改質器 208 と、化学反応式 (3) に示すように改質器 208 で生成された生成物の混合気中の一酸化炭素を酸化させることによって一酸化炭素を除去する一酸化炭素除去器 209 と、を備える。なお、改質器 208 及び燃焼器 206、296 は一体化して設けられており、燃焼器 206、296 で発生した燃焼熱が改質器 208 に伝導して改質器 208 における反応に用いられ、気化器 207 及び燃焼器 205、295 は一体化して設けられており、燃焼器 205、295 で発生した燃焼熱が気化器 207 に伝導して気化器 207 における蒸発に用いられるよう設けられている。

【0071】

図 8、図 9、図 10 を用いて、燃焼器 206、296 と改質器 208 を一体化した反応装置 210 について説明する。図 8 は、反応装置 210 の斜視図であり、図 9 は、図 8 の面 IX に沿った接合面における断面図であり、図 10 は、図 8 の面 X-X に沿った接合面における断面図である。なお、本発明に係る反応装置を反応装置 210 に適用している。

【0072】

反応装置 210 は四枚の基板 211～214 を備え、これら四枚の基板 211～214 を積み重ねて接合したものが反応装置 210 の本体となる。ここで、第 2 燃焼器 206 の本体は、上基板 211 と中基板 212 とから構成され、改質器 208 の本体は、中基板 212、213 から構成され、第 1 燃焼器 296 は中基板 213 と下基板 214 とから構成され、中基板 212 が第 2 燃焼器 206 と改質器 208 に共通し、中基板 213 が第 1 燃焼器 296 と改質器 208 に共通している。

【0073】

中基板 212、213 との接合部には、接合面に沿って葛折り状に設けられたマイクロ流路が設けられており、マイクロ流路の一端部が取入口 217 として中基板 212、213 の側面に形成され、マイクロ流路の他端部が排出口 218 として反対面に形成されている。マイクロ流路の壁面には、Cu/ZnO 系触媒といった改質用触媒が形成されている。また、取入口 217 には管等を介して気化器 207 に接続され、気化器 207 で気化した燃料と水の混合気が取入口 217 からマイクロ流路に流入する。燃料と水の混合気はマイクロ流路を流動している時に上記化学反応式 (1)、(2) のように反応する。排出口 218 には管等を介して一酸化炭素除去器 209 に接続され、生成物の混合気がマイクロ流路から排出口 218 を通じて一酸化炭素除去器 209 に供給される。

【0074】

図 9 に示すように、下基板 214 における中基板 213 との接合面側には、溝 230a が形成されており、この溝 230a は下基板 214 と中基板 213 との接合前にサンドブラスト法等を施すことによって形成されたものである。この溝 230a を覆うようにして下基板 214 を中基板 213 に接合することによって、溝 230a が接合面に沿った第 1 マイクロ流路 230 となる。第 1 マイクロ流路 230 は一様な幅、一様な深さを有し、その幅及び深さが 2 mm 以下、望ましくは 1.8 mm 以下が望ましい。この第 1 マイクロ流路 230 は、第 1 燃焼器 296 の流路である。

【0075】

第1マイクロ流路230は分岐しており、3つの端部を有する。第1マイクロ流路230の3つの端部のうち、第1端部、第2端部がそれぞれ取込口231、232として下基板214の側面に面しており、第3端部が排出口233として反対側の側面に面している。第1空気取込口231には管等を介して外部に通じており、空気（酸化剤として酸素を含む。）が第1空気取込口231から第1マイクロ流路230に流入する。燃料取込口232には管等を介して燃料容器202に通じており、燃料容器202から燃料が燃料取込口232から第1マイクロ流路230に流入する。排出口233には管等を介して外部に通じており、生成物が第1マイクロ流路230から排出口233を通じて外部に排出される。

【0076】

10

第1マイクロ流路230の経路について説明する。合流部234においては、第1空気取込口231から合流部234までの経路235と、燃料取込口232から合流部234までの経路236と、合流部234から排出口233までの経路237とが合流している。なお、第1マイクロ流路230のうち、経路237が葛折り状に形成されている。

【0077】

合流部234から排出口233までの経路237のほぼ全域にわたってその壁面には、燃料用燃焼触媒238が形成されている。燃料用燃焼触媒238は、アルミナを担体として白金を担持させたものであり、燃料（メタノール）の酸化に適するよう白金の担持量が5wt%であるのが望ましい。

【0078】

20

図10に示すように、上基板211の中基板212との接合面には、溝219aが形成されており、この溝219aは上基板211と中基板212との接合前にサンドブラスト法等を施すことによって形成されたものである。この溝219aを覆うようにして上基板211を中基板212に接合することによって、溝219aが接合面に沿った第2マイクロ流路219となる。第2マイクロ流路219は一樣な幅、一樣な深さを有し、その幅及び深さが2mm以下、望ましくは1.8mm以下が望ましい。この第2マイクロ流路219は、第2燃焼器206の流路である。

【0079】

第2マイクロ流路219は分岐しており、3つの端部を有する。第2マイクロ流路219の3つの端部のうち、第1端部、第2端部がそれぞれ取込口220、221として上基板211の側面に面しており、第3端部が排出口222として反対側の側面に面している。第2空気取込口220には管等を介して外部に通じており、空気（酸化剤として酸素を含む。）が第2空気取込口220から第2マイクロ流路219に流入する。水素取込口221には管等を介して燃料電池204の燃料極に通じており、燃料電池204の燃料極から水素等が水素取込口221から第2マイクロ流路219に流入する。排出口222には管等を介して外部に通じており、生成物が第2マイクロ流路219から排出口222を通じて外部に排出される。

30

【0080】

第2マイクロ流路219の経路について説明する。合流部223においては、第2空気取込口220から合流部223までの経路224と、水素取込口221から合流部223までの経路225と、合流部223から排出口222までの経路226とが合流している。なお、第2マイクロ流路219のうち、経路226が葛折り状に形成されている。また、経路226は上基板211の中央部を通っている。

40

【0081】

合流部223から排出口222までの経路226のうちその中間部（図10において塗りつぶした領域）の壁面には、水素用燃焼触媒227が形成されている。水素用燃焼触媒227は、アルミナ（ Al_2O_3 ）を担体として白金（Pt）を担持させたものであり、水素の酸化（燃焼）に適するよう白金の担持量が1wt%以下、好ましくは0.1～0.5wt%が望ましい。

【0082】

50

気化器 207 と燃焼器 206, 296 とからなる反応装置 250 に対しても、本発明に係る反応装置を適用している。反応装置 250 は、反応装置 210 とほぼ同様に構成されているので、反応装置 250 については反応装置 210 のいずれかの部分と同一の部分に対して同一の符号を付し、同一の部分についての説明は省略する。反応装置 250 の場合、気化器 207 の本体が中基板 212, 213 から構成され、第 2 燃焼器 206 の本体が上基板 211 と中基板 212 から構成され、第 1 燃焼器 296 の本体が中基板 213 と下基板 214 から構成される。また、反応装置 250 の場合、気化器 207 のマイクロ流路の壁面には触媒が形成されていない。更に、反応装置 250 の場合、気化器 207 の取込口 217 が管を介して燃料容器 202 に接続され、気化器 207 の排出口 233 が改質器 208 の取込口 217 に接続されている。

10

【0083】

なお、反応装置 210 及び反応装置 250 は、ガラス等の断熱材からなる断熱パッケージ内に収容されている。

【0084】

次に、反応装置 210 及び反応装置 250 の作用について説明する。

燃料電池 204 の燃料極から水素等が第 2 燃焼器 205, 206 の水素取込口 221 に流入し、燃料容器 202 から燃料が第 1 燃焼器 295, 296 の燃料取込口 232 に流入し、外部から空気が燃焼器 205, 206, 295, 296 の取込口 220, 231 に流入する。第 2 マイクロ流路 219 においては、水素等と空気が合流部 223 で混合され、その混合気が第 2 マイクロ流路 219 を流れている時に水素が水素用燃焼触媒 227 に接することによって水素が燃焼し、燃焼熱が発する。また、第 1 マイクロ流路 230 においては、燃料と空気が合流部 234 で混合し、燃料と空気の混合気が第 1 マイクロ流路 230 を流れている時に燃料が燃料用燃焼触媒 238 に接することによって、燃料が燃焼し、燃焼熱が発する。

20

【0085】

燃料容器 202 から燃料と水が気化器 207 の取込口 217 に流入し、燃料と水が気化器 207 のマイクロ流路を流動している時に燃焼器 205, 295 で発生した燃焼熱によって気化する。気化した燃料と水の混合気は気化器 207 の排出口 218 から排出され、改質器 208 の取込口 217 に流入する。燃料と水の混合気は、改質器 208 のマイクロ流路を流動している時に燃焼器 206, 296 で発生した燃焼熱と改質用触媒の作用を受けて、水素に改質される（上記化学反応式（1）、（2）参照）。

30

【0086】

以上のように、水素用燃焼触媒 227 と燃料用燃焼触媒 238 が別々のマイクロ流路 219, 230 に形成されている。そして、第 1 マイクロ流路 230 には水素が流れずに燃料と空気が流れるので、燃料が効率よく燃焼し、第 2 マイクロ流路 219 には燃料が流れずに水素等と空気が流れるので、水素が効率よく燃焼する。以上のように、水素と燃料を別々に燃焼させているので、水素と燃料の両方を簡単に完全燃焼させることができる。

【0087】

また、酸化反応速度の早い水素を酸化させ水素用燃焼触媒 227 が上基板 211 の中央に形成されているから、熱効率が良くなる。

40

【0088】

したがって、燃料電池 204 の燃料極から燃焼器 205, 206 に供給される水素の量がそれぞれ気化器 207、改質器 208 での反応を引き起こすのに十分でなくても、燃焼器 205, 206 には燃料容器 202 から燃焼するための燃料が供給されるので、気化器 207、改質器 208 は反応を引き起こすのに十分な温度に設定することができ、また、燃料電池 204 の燃料極から燃焼器 205, 206 に燃焼するための水素が供給されるので、燃料容器 202 からの燃料の消費量を抑えることができる。

【0089】

なお上記各実施形態では、一酸化炭素除去器 9 には、気化器、改質器のように燃焼器が設けられていないが、同様な構造の燃焼器を設けてもよい。

50

【0090】

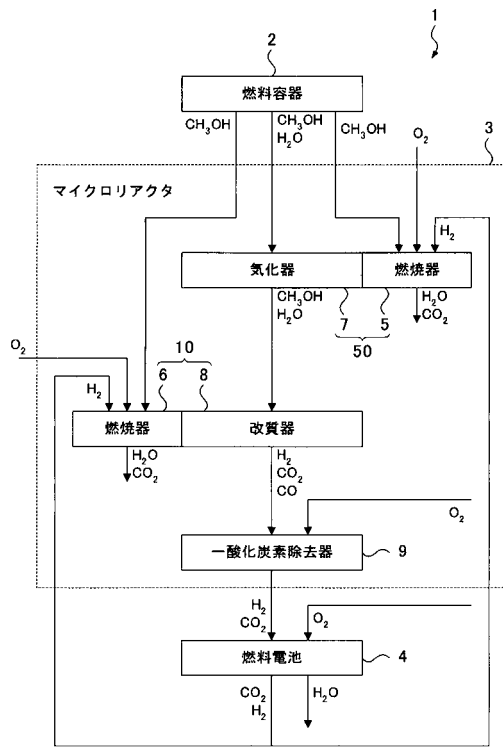
また上記各実施形態では、燃料を燃焼する酸素源として空気取込口から空気を取り込んだが、これに限らず発電装置1内に蓄えられた過酸化マンガン等の酸化剤より生じた酸素をこれら取込口に取込むようにしてもよい。このように外部の空気を取り込む箇所を制限することで燃焼器で燃焼される熱気が空気を熱媒体として外部に漏洩しないようにすることができる。

【符号の説明】

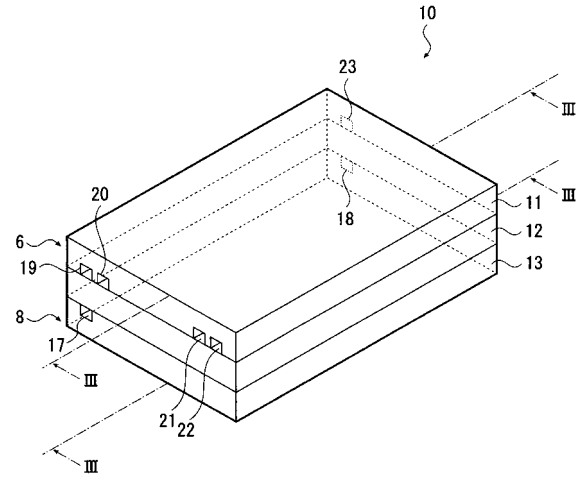
【0091】

5, 6	燃焼器	
7	気化器（反応器）	10
8	改質器（反応器）	
11	上基板（燃焼器本体の一部）	
12	中基板（燃焼器本体の一部）	
15	マイクロ流路（流路）	
19, 22	空気取込口	
20	燃料取込口	
21	水素取込口	
25, 27	燃料経路	
29, 31	水素経路	
33	混合経路	20
34	水素用燃焼触媒	
35	燃料用燃焼触媒	
119	第1空気取込口	
122	第2空気取込口	
120	燃料取込口	
121	水素取込口	
131	第2マイクロ流路（第2流路）	
133	第1マイクロ流路（第1流路）	
134	水素用燃焼触媒	
135	燃料用燃焼触媒	30
207	気化器（反応器）	
208	改質器（反応器）	
210, 250	反応装置	
211	上基板（第2燃焼器本体の一部）	
212	中基板（第2燃焼器本体の一部）	
213	中基板（第1燃焼器本体の一部）	
214	下基板（第1燃焼器本体の一部）	
219	第2マイクロ流路（第2流路）	
220	第2空気取込口	
221	水素取込口	40
227	水素用燃焼触媒	
230	第1マイクロ流路（第1流路）	
231	第1空気取込口	
232	燃料取込口	
238	燃料用燃焼触媒	

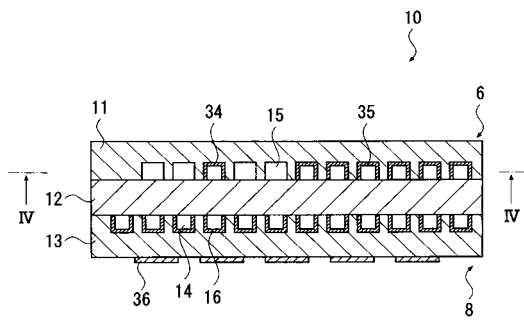
【図 1】



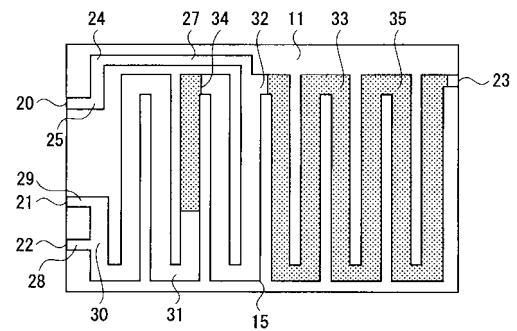
【図 2】



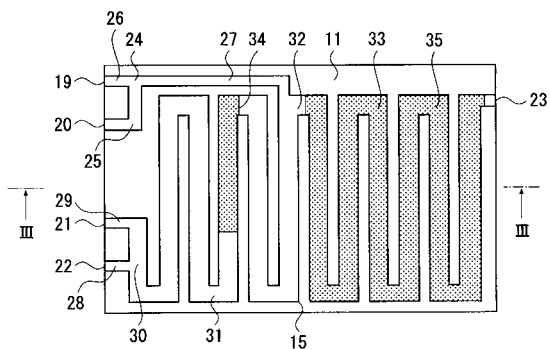
【図 3】



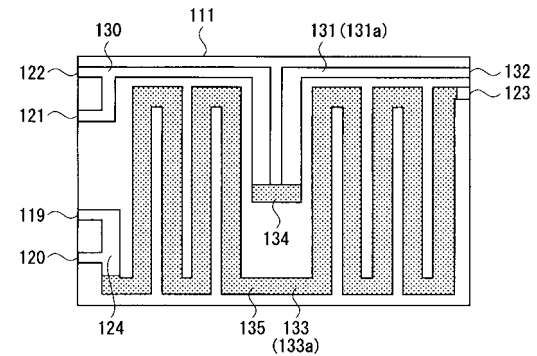
【図 5】



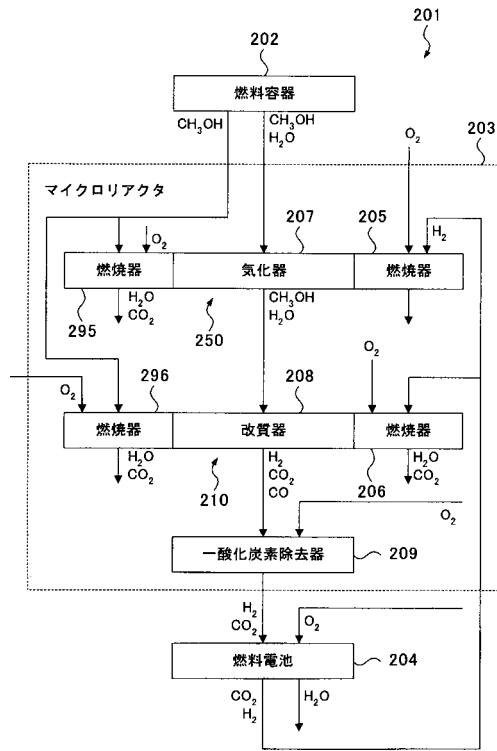
【図 4】



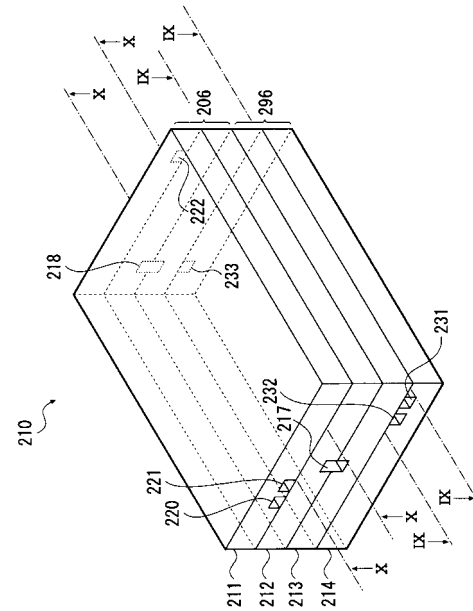
【図 6】



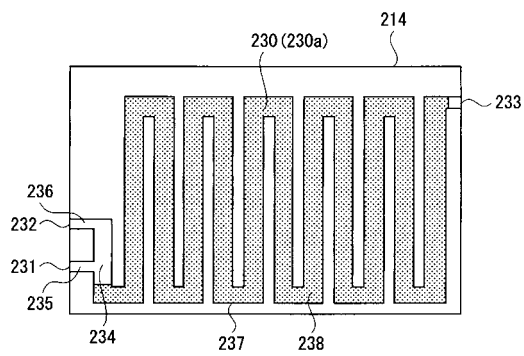
【図 7】



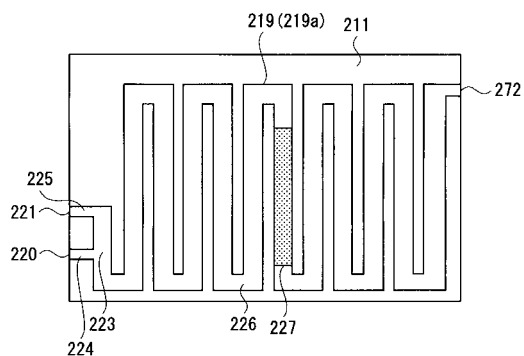
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 0 1 J	23/42	(2006.01)	B 0 1 J	23/42	M
H 0 1 M	8/06	(2006.01)	H 0 1 M	8/06	B
H 0 1 M	8/10	(2006.01)	H 0 1 M	8/10	

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

F 2 3 D	9 9 / 0 0
F 2 3 C	1 3 / 0 0
F 2 3 D	1 7 / 0 0
B 0 1 J	2 3 / 4 2
C 0 1 B	3 / 3 2
H 0 1 M	8 / 0 4
H 0 1 M	8 / 0 6
H 0 1 M	8 / 1 0