

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年6月14日 (14.06.2007)

PCT

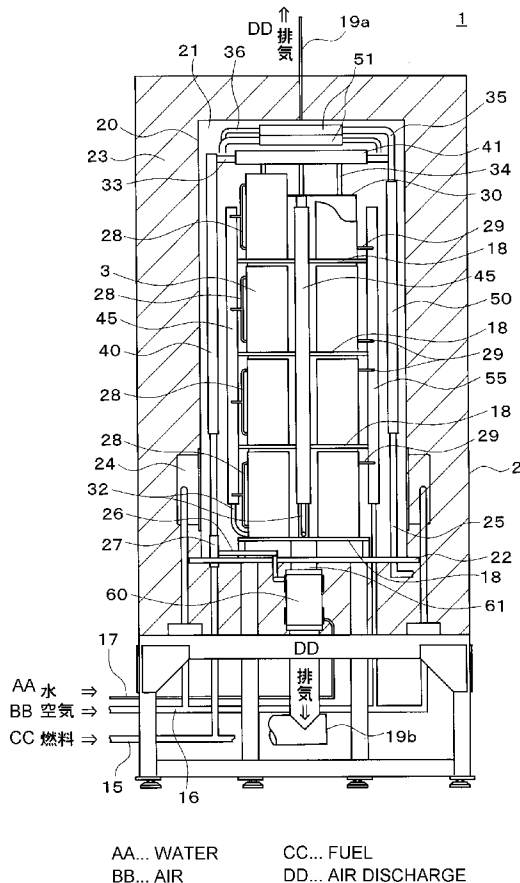
(10) 国際公開番号
WO 2007/066619 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/06 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/324178
- (22) 国際出願日: 2006年12月4日 (04.12.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-350415 2005年12月5日 (05.12.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP). 関西電力株式会社 (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) [JP/JP]; 〒5308270 大阪府大阪市北区中之島3丁目6番16号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平田勝哉 (HIRATA, Katsuya) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP). 宮澤隆 (MIYAZAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP). 村上直也 (MURAKAMI, Naoya) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP). 千歳範壽 (CHITOSE, Norihisa) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 清水千春 (SHIMIZU, Chiharu); 〒1040061 東京都中央区銀座8丁目16番13号 中銀・城山ビル4階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池



(57) Abstract: It is possible to provide a highly-efficient fuel cell having a uniform temperature in the layering direction of the fuel cell stacks layered in the vertical direction. In order to achieve the object, the fuel cell (1) includes a plurality of generation cells (7) and separators (10) which are alternately layered and fixed on a table (18) to constitute a fuel cell stack (3). A plurality of the fuel cell stacks (3) are layered at least in the height direction at the center of a generation reaction chamber (21). A fuel reformer (30) is arranged in the height direction in the vicinity of the fuel cell stacks (3). An introduction pipe (34) of a non-reformed fuel gas is connected to the upper end of the fuel reformer (30) and a discharge pipe (32) of the reformed fuel gas is connected to the lower end.

(57) 要約: 本発明の課題は、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度を均一化した高効率の燃料電池を提供することである。かかる課題を解決するため、本発明に係る燃料電池(1)においては、複数の発電セル(7)とセパレータ(10)を交互に積層し、架台18上に固定して構成した燃料電池スタック(3)を発電反応室(21)の中央付近に少なくとも高さ方向に複数積層する。これら燃料電池スタック(3)に近接して高さ方向に燃料改質器(30)を配置する。この燃料改質器(30)上端部に未改質燃料ガスの導入管(34)が接続され、下端部に改質された燃料ガスの排出管(32)が接続される。

WO 2007/066619 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

燃料電池

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池スタックを高さ方向に複数積層した燃料電池に関し、特に、燃料電池スタックの積層方向における温度分布を均一化した燃料電池に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、燃料の有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する燃料電池は、高効率でクリーンな発電装置として注目されており、特に、固体酸化物形燃料電池は発電効率が高く、且つ、他の燃料電池と比べて作動温度が高いため排熱を有効に利用できるなどの多くの利点を有することから、第三世代の発電用燃料電池として研究開発が進められている。

[0003] この固体酸化物形燃料電池は、酸化物イオン導電体から成る固体電解質層を両側から空気極層と燃料極層で挟み込んだ積層構造を有し、発電時には、反应用ガスとして空気極層側に酸化剤ガス(酸素)が、また燃料極層側に燃料ガス(H_2 、 CO 等)が供給される。

[0004] 発電セル内において、空気極層側に供給された酸素(例えば空気)は、空気極層内の気孔を通して固体電解質層との界面近傍に到達し、この部分で空気極層から電子を受け取って酸化物イオン(O^{2-})にイオン化される。この酸化物イオンは、燃料極層に向かって固体電解質層内を拡散移動して燃料極層との界面近傍に到達し、この部分で、燃料ガスと反応して燃料極層に電子を放出すると共に、 H_2O 、 CO_2 等の反応生成物を排ガスとして発電セルの外に放出する。電極反応で生じた電子は、別ルートの外部負荷にて起電力として取り出すことができる。

[0005] この発電セル単体では出力が極めて小さいため、通常はこの発電セルを多数直列状態に積層して高出力化した燃料電池スタックを用いているが、より高出力を得たい場合は、この燃料電池スタックを複数接続(積層)して用いることが行われている。

[0006] ところで、複数の燃料電池スタックを高さ方向に積層して密閉容器に収容した燃料

電池では、両端の燃料電池スタックからの放熱が他の燃料電池スタックに比べて顕著であるため、両端の燃料電池スタックの温度が中段部分の燃料電池スタックに比べて低下し、且つ、自然対流の影響で容器内雰囲気は下部より上部が高温となるため、上下両端の燃料電池スタックでは、上端部の燃料電池スタックに比べて下端部の燃料電池スタックが温度が低くなる傾向が見られる。温度が低い部分の燃料電池スタックは、高温部分の燃料電池スタックに比べて発電性能が低下しているため、燃料電池としての性能は低下してしまうことになる。

発明の開示

- [0007] 本発明は、係る問題に鑑みて成されたもので、高さ方向に複数積層された燃料電池スタックの積層方向の温度を均一化を図った高効率の燃料電池を提供することを目的としている。
- [0008] 上記目的を達成するため、本発明は、複数の発電セルとセパレータを交互に積層し、電氣的絶縁性の固定部材上に固定して燃料電池スタックを構成し、発電反応室に収容すると共に、運転時、前記燃料電池スタックに改質された燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給して発電反応を生じさせる燃料電池において、前記燃料電池スタックは、前記発電反応室の中央付近において少なくとも高さ方向に複数積層されると共に、これら燃料電池スタックに近接して高さ方向に燃料改質器が配置され、当該燃料改質器の上端部に未改質燃料ガスの導入管が接続され、下端部に改質された燃料ガスの排出管が接続されることを特徴としている。
- [0009] 前記燃料電池においては、前記燃料改質器を、最上段の燃料電池スタックから最下段の燃料電池スタックに至るまで近接して配置することが望ましい。
- [0010] また、前記燃料電池においては、前記発電反応室に、高さ方向に延びる燃料熱交換器が設けられ、当該燃料熱交換器の下端部に外部からの未改質燃料ガスが導入される燃料ガス供給管が接続されると共に、上端部に前記未改質燃料ガスの導入管が接続される構成とすることが可能である。
- [0011] また、前記燃料電池においては、各燃料電池スタックに、スタック内に空気を供給するための空気分配管が接続されており、且つ、高さ方向中央より上側の燃料電池

スタックにおいては、前記空気分配管がスタック下端部に接続されると共に、下側の燃料電池スタックにおいては、前記空気分配管がスタック上端部に接続される構成とすることが可能である。

- [0012] さらに、前記燃料電池においては、前記発電反応室の最下段の燃料電池スタックに対向する部位に、当該燃料電池スタックを昇温するための予熱バーナを配設することが可能である。
- [0013] 本発明は、発電反応に使用されなかった残余のガスを発電セルの外周部より放出するシールレス構造の固体酸化物形燃料電池に適用することが可能である。
- [0014] 本発明によれば、高さ方向に複数積層された燃料電池スタックに近接して高さ方向に燃料改質器が配置され、その上端部のガス入口より改質器内部に燃料ガスが供給されるので、当燃料改質器における改質反応時の吸熱量は改質器上部において最も多く、下方に向かって減少する。この吸熱により、主として改質器上部に近接する燃料電池スタックの温度を低下させることができる。これにより、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化され、発電効率を高めることができる。
- [0015] また、本発明においては、燃料改質器が、最上段の燃料電池スタックから最下段の燃料電池スタックに至るまで近接して配置されているため、改質反応の吸熱による燃料電池スタックの温度低下は最上段において最も多く、最下段において最も少なくなり、よって、最上段と最下段の燃料電池スタックの温度差が緩和され、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化される。
- [0016] また、本発明においては、高さ方向に延びる燃料熱交換器の下端部より導入された燃料ガスが上方に流通する過程で燃料電池スタックの輻射熱により昇温され、高温の燃料ガスとなって上記燃料改質器のガス入口に供給されるため、燃料改質器において安定した改質反応が行われる。
- [0017] また、本発明によれば、高さ方向中央より上側の燃料電池スタックにおいては、空気分配管を介して燃料電池スタック下端部より空気が供給されると共に、下側の燃料電池スタックにおいては、空気供給管を介して燃料電池スタック上端部より空気が供給されるため、燃料電池スタック内において、空気は燃料電池スタック列の高さ方向

中央部分から上下方向に流通することになり、その過程で昇温された空気により中段部に比べて温度の低い両端部の燃料電池スタックが昇温される。これにより、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化される。

- [0018] また、本発明においては、特に温度の低い最下段の燃料電池スタックが予熱バーナの輻射熱を効率的に受熱するため、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化されると共に、この最下段の燃料電池スタックの昇温速度が向上し、燃料電池の起動時間が短縮される。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]図1は、本発明に係る燃料電池の内部概略構成を示す上面図である。
[図2]図2には、本発明に係る燃料電池の内部概略構成を示す側面図である。
[図3]図3は、燃料電池スタックの要部概略構成を示す説明図である。
[図4]図4は、燃料電池スタックへの反应用ガスの供給形態を示す説明図である。

符号の説明

- [0020] 1 燃料電池(固体酸化物形燃料電池)
3 燃料電池スタック
7 発電セル
10 セパレータ
15 燃料ガス供給管
18 架台
21 発電反応室
24 予熱バーナ
29 空気分配管
30 燃料改質器
32 排出管
34 導入管
40 燃料熱交換器
50 空気熱交換器

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 以下、図1～図4に基づいて本発明の実施形態を説明する。
- [0022] 図1、図2は本発明が適用された固体酸化物形燃料電池の内部概略構成を示し、図3は燃料電池スタックの要部概略構成を示し、図4は燃料電池スタックへの反応用ガスの供給形態を示している。
- [0023] 図1、図2において、符号1は固体酸化物形燃料電池(燃料電池モジュール)である。符号2はモジュール缶体、符号20は内部缶体で、このモジュール缶体2と内部缶体20の間に断熱材23が介装されている。内部缶体20は、缶内(すなわち、発電反応室21)を気密状態に保持している。この発電反応室21のほぼ中央に積層方向を縦にして複数の燃料電池スタック3が配設されている。
- [0024] 燃料電池スタック3は、図3に示すように、固体電解質層4の両面に燃料極層5と空気極層6を配した発電セル7と、燃料極層5の外側の燃料極集電体8と、空気極層6の外側の空気極集電体9と、各集電体8、9の外側のセパレータ10とを単位セルとして、これら単位セルを複数積層すると共に、この単位セルによる積層体を電氣的絶縁を施した部材(図示せず)により固定してユニット化したものである。
- [0025] ここで、固体電解質層4はイットリアを添加した安定化ジルコニア(YSZ)等で構成され、燃料極層5はNi等の金属あるいはNi-YSZ等のサーメットで構成され、空気極層6は LaMnO_3 、 LaCoO_3 等で構成され、燃料極集電体8はNi等のスポンジ状の多孔質焼結金属板で構成され、空気極集電体9はAg等のスポンジ状の多孔質焼結金属板で構成され、セパレータ10はステンレス等で構成されている。
- [0026] セパレータ10は、発電セル7間を電氣的に接続すると共に、発電セル7に反応用ガスを供給する機能を有し、燃料ガスマニホールド13より供給される燃料ガスをセパレータ10の外周面から導入してセパレータ10の燃料極集電体8に対向するほぼ中央部から吐出する燃料ガス通路11と、空気マニホールド14より供給される空気をセパレータ10の外周面から導入してセパレータ10の空気極集電体9に対向する面のほぼ中央から吐出する空気通路12を備えている。
- 尚、上述した燃料ガスマニホールド13と空気マニホールド14は、何れも各燃料電池スタック3の内部に形成されており、スタック内において、燃料マニホールド13は、

後述する燃料バッファタンク45の燃料分配管28に接続され、空気マニホールド14は後述する空気バッファタンク55の空気分配管29に接続されている。

[0027] また、この燃料電池スタック3は、発電セル7の外周部にガス漏れ防止シールを設けないシールレス構造であり、運転時には、図3に示すように、燃料ガス通路11および空気通路12を通してセパレータ10の略中心部から発電セル7に向けて吐出される反应用ガス(燃料ガスおよび空気)を、発電セル7の外周方向に拡散させながら燃料極層5および空気極層6の全面に行き渡らせて発電反応を生じさせると共に、発電反応で消費されなかった残余のガス(排ガス)を発電セル7の外周部から外に自由に放出するようになっている。

[0028] 本実施形態は、上記構成の燃料電池スタック3が発電反応室21内のほぼ中央付近に平面視において縦横2列に配置されると共に、架台18を間に介在して高さ方向に4段積み上げ、合計16基が一体的に配置されることにより、高出力型の燃料電池モジュール1が構成されている。

尚、図2に示すように、発電反応室21の上部と下部の中央には、各燃料電池スタック3より発電反応室21内に放出された高温の排ガスを外部に排出するための排気管19a、19bが設けられている。

[0029] また、発電反応室21内には、平面視において縦横2列に配設された各々燃料電池スタック3の対向側面間にそれぞれ改質触媒を充填した扁平箱形の翼部30a、30b、30c、30dを有する十字型の燃料改質器30が最上段の燃料電池スタック3から最下段の燃料電池スタック3に近接する位置まで配設され、上記複数の燃料電池スタック3と共に底部のスタック台22上に固定されている。

[0030] このように、本実施形態では、燃料改質器30を燃料電池スタック3からの輻射熱を効率良く受熱でき、且つ、最も高温となる部位に配置すると共に、自然対流の影響で下部より高温雰囲気となる発電反応室21内の上部に位置する各翼部30a～30dの上端部に各々燃料ガス導入用のガス入口31が設けられ、各翼部30a～30dの下端部に改質ガス排出用の排出管32が設けられる構成と成されている。

[0031] そして、発電反応室21内において、これら燃料電池スタック3と燃料改質器30の周囲に、側部燃料熱交換器40、燃料バッファタンク45、側部空気熱交換器50、空気

バッファタンク55等が燃料電池スタック3の高さ方向に沿って立設されている。側部燃料熱交換器40の下端部には、モジュール缶体2の底部より導入される燃料供給管15が接続され、側部空気熱交換器50の下端部には後述するバーナ24の冷却ジャケットからの温空気配管25が接続されている。

[0032] また、上記側部燃料熱交換器40と上記側部空気熱交換器50は、省スペース化を図り、且つ、各燃料電池スタック3からの輻射熱を効率良く受熱できるように何れも平板型と成され、中央の燃料電池スタック3に対して距離を置いた内部缶体20側に配置されていると共に、スタック側の面にフィン(図示せず)を配設して熱交換性能の向上が図られている。

そして、側部燃料熱交換器40と側部空気熱交換器50は、燃料電池スタック3の周囲において燃料改質器30の各翼部30a～30dに対向するようにそれぞれ4基配置され、且つ、平面視、縦2列の燃料電池スタック3、および平面視、横2列の燃料電池スタック3を挟んで、側部燃料熱交換器40と側部空気熱交換器50が対向するように、それぞれが燃料電池スタック3の周方向に交互に配置されている。

[0033] これら熱交換器類40、50と燃料電池スタック3との間には、上記した燃料バッファタンク45と空気バッファタンク55が配設されている。燃料バッファタンク45は平面視、縦横2列に配置された燃料電池スタック3の各列の中央に位置され、空気バッファタンク55は各隅部に位置されている。

[0034] また、燃料電池スタック3の上方には、水平方向に上部燃料熱交換器41と上部空気熱交換器51が配設されている。これらもフィン付き平板型の熱交換器である。

[0035] 上部燃料熱交換器41は、上述した側部燃料熱交換器40の下流側の熱交換器であり、その入口が配管33により側部燃料熱交換器40の上端部に接続されると共に、出口が導入管34により上述した燃料改質器30の各ガス入口31に接続されている。尚、燃料改質器30の排出管32は上述した燃料バッファタンク45の下端部に接続されている。

上部空気熱交換器51は、上述した側部空気熱交換器50の下流側熱交換器であり、その入口が配管35により側部空気熱交換器50の上端部に接続されると共に、出口が配管36により上述した空気バッファタンク55の上端部に接続されている。

[0036] 上記燃料バッファタンク45の出口は複数の燃料分配管28により、また、空気バッファタンク55の出口は複数の空気分配管29により、それぞれ各燃料電池スタック3に接続されている。

燃料バッファタンク45からの燃料分配管28は各々燃料電池スタック3の上端部と下端部に接続され、空気バッファタンク55からの空気分配管29は、上側2段の燃料電池スタック3においてはスタック下端部に接続され、下側2段の燃料電池スタック3においてはスタック上端部に接続されている。

[0037] また、内部缶体20の下部側面には、各燃料電池スタック3と対向する4基の起動用の予熱バーナ24(例えば、赤外線バーナ)が配設され、各燃料電池スタック3が予熱バーナ24からの輻射熱を受熱できるようになっている。

これは、下方に位置する燃料電池スタック3の昇温速度を向上し、起動時間を短縮するためであり、スタックが予熱バーナ24の輻射熱を直接的に効率良く受熱できるよう、側部燃料熱交換器40および側部空気熱交換器50は、その下端が予熱バーナ24よりも上方に位置する長さに形成されており、これにより、バーナ前面にこれら熱交換器40、50が位置しないようにしている。

本実施形態では、これらバーナ24の側面と背面に冷却ジャケット(図示せず)を設けると共に、空気供給管16によりジャケット内部に外部空気を導入してバーナ本体を冷却することにより、バーナ本体が過度の高温に加熱されるのを防止している。この冷却ジャケットからの冷却空気(温空気)は温空気配管25を介して上述した側部空気熱交換器50に導入されるようになっている。

[0038] 他方、内部缶体20の下方には、水蒸気発生器60が配設されている。

この水蒸気発生器60は、燃料改質用の高温水蒸気を得るための熱交換器であって、水蒸気の発生には高温よりも寧ろ多量の熱量を必要とすることから、発電反応室21から隔離し、且つ、上述した熱交換器40、50より外側の低温部位となる下部排気管19b内に配設されている。

尚、本実施形態では、発電反応室21内から外部に排出される排ガスを熱源として効率良く利用できるように、下部排気管19bの口径を上部排気管19aより大きくして下部排気管19bより多量の排ガスが排出されるようになっている。

- [0039] この水蒸気発生器60には水供給管17が接続され、この水供給管17からの外部供給水が水蒸気発生器60の水流路内において発電反応室21から排出される高温排ガスと熱交換されて水蒸気を発生する。水蒸気出口側は水蒸気配管26により発電反応室21内において燃料供給管15の燃料混合部27に接続されている。
- [0040] また、上記水蒸気発生器60の水流路内には多数のセラミックビーズが充填されている。セラミックビーズを充填することにより、水蒸気のハンチングが防止され、発電反応室21内に安定した水蒸気量を供給することができると共に、熱伝導率の高いアルミナ製ビーズ等を用いることにより、水蒸気発生器60の熱交換性を向上することができる。
- [0041] また、下部排気管19b内であって、水蒸気発生器60の排ガス入口部分61にハニカム燃焼触媒が配置されている。本実施形態では、この燃焼触媒により排ガス中の未燃メタンを燃焼させ、その燃焼ガスを水蒸気発生器60の熱源に利用している。燃焼触媒としては、ハニカム触媒の他、燃焼触媒塗料を塗布しても良い。
- [0042] 上記構成の燃料電池1において、運転時には、外部燃料ガス(例えば、都市ガス)が燃料供給管15を介して発電反応室21内に導入されると共に、発電反応室21内において水蒸気発生器60からの高温水蒸気と燃料混合部27において合流し、混合ガスとなって燃料電池スタック3周辺の各側部燃料熱交換器40に下方より導入される。混合ガスは、これら側部燃料熱交換器40内を上方に流通する過程で対向する燃料電池スタック3からの輻射熱を受熱して昇温されると共に、より雰囲気温度が高いスタック上部に誘導され、上部燃料熱交換器41において、さらに昇温されて高温の混合ガスとなる。
- [0043] この高温の混合ガスは燃料改質器30の上端部において、各翼部30a～30dの端部のガス入口31より改質器内部に導入される。中央部に比べて輻射熱が多く得られる各翼部30a、30b、30c、30dの各端部に上記ガス入口31を設けることにより、各燃料電池スタック3からの輻射熱を効率的に受熱できる。導入ガスは各翼部30a～30d内を下方に流通する過程で改質触媒による改質反応が行われる。この改質反応は吸熱反応であって、改質反応に必要な熱は、燃料電池スタック3からの輻射熱を回収して得られる。改質反応による吸熱量は温度の高い

改質器上部において多く、改質器下方に向かって減少するため、この吸熱量の変化により、燃料電池スタック3の高さ方向の熱的バランスを均一化することができる。

[0044] 燃料改質器30で改質された水素リッチな燃料ガスは、下流部(下部)の各排出管32より排出され、配管を介して燃料バッファタンク45に導入・貯留された後、各燃料電池スタック3(詳しくは、燃料ガスマニホールド13)に分配される。

ここで、燃料バッファタンク45内の燃料ガスは、図4に示すように、それぞれ各燃料電池スタック3の上端部および下端部から供給される。このように、燃料ガスをスタック上下(スタック両端)より供給することで、ガス流通過程での圧損差を緩和し、各発電セル7へ等分配された燃料ガスを安定的に供給することができる。これにより、各発電セルの発電性能を均一にし、発電効率を向上できる。

[0045] 一方、外部空気は、空気供給管16を介してバーナ24の冷却ジャケットに供給され、バーナ本体を冷却すると共に、冷却ジャケットを経由した冷却空気(温空気)は温空気配管25を介して燃料電池スタック3周辺の各側部空気熱交換器50に下方より導入される。

冷却空気は、各側部空気熱交換器50内を上方に流通する過程でそれぞれ対向する燃料電池スタック3からの輻射熱を効率良く受熱して昇温されると共に、スタック上部において、上部空気熱交換器51にてさらに昇温された後、配管を介して空気バッファタンク55に導入・貯留され、そこから、各燃料電池スタック3(詳しくは、空気マニホールド14)に分配される。

ここで、空気バッファタンク55内の空気は、図4に示すように、温度の高い燃料電池モジュール1の中央部より供給(上側2段のスタックは下端部から、下側2段のスタックは上端部から供給する)され、そこから上下方向に流通する過程で昇温された空気が比較的温度の低いスタック両端側を昇温する。これにより、スタックの高さ方向の温度を均一化できる。

[0046] また、この空気バッファタンク55には、上端より上部空気熱交換器51からの温空気が導入され、下端からは空気供給管16からの外部空気が導入されているため、この予熱空気と外部空気との供給割合でスタック温度をコントロールすることも可能である。

- [0047] 各燃料電池スタック3に供給された反应用ガス(燃料ガス、空気)の流れは図3に示した通りである。
- [0048] 以上のように本発明では、高さ方向に複数列状に配置された燃料電池スタック3に近接して高さ方向に燃料改質器30が配置され、その上端部より燃料ガスが供給されるので、当燃料改質器30における改質反応時の吸熱量は改質器上部において最も多く、下部に向かって減少する。この吸熱により、最上段の燃料電池スタック3と最下段の燃料電池スタック3の温度差が少なくなり、高さ方向に積層された燃料電池スタック3の積層方向の温度が均一化される。
- [0049] また、高さ方向中央より上側の燃料電池スタック3においては、空気分配管29を介して燃料電池スタック下端部より空気が供給されると共に、下側の燃料電池スタック3においては、空気供給管29を介して燃料電池スタック上端部より空気が供給されるので、燃料電池スタック内において、空気は燃料電池スタック列の高さ方向中央部分から上下方向に流通することになり、その過程で昇温された空気が比較的温度の低い両端部の燃料電池スタックを昇温する。これにより、高さ方向に積層された燃料電池スタック3の積層方向の温度が均一化される。
- [0050] また、内部缶体20の下部側面に予熱バーナ24が配設されているため、この予熱バーナ24の輻射熱により温度の低い最下段の燃料電池スタック3が重点的に昇温される。これにより、最上段の燃料電池スタックと最下段の燃料電池スタック3の温度差が少なくなり、高さ方向に積層された燃料電池スタック3の積層方向の温度が均一化されると共に、この最下段の燃料電池スタック3の昇温速度が速くなり、燃料電池モジュール1の起動時間が短縮される。
- [0051] 上記した作用効果により、列状に配置された燃料電池スタックの高さ方向の温度分布が均一化され、高効率の燃料電池モジュール1を提供することができる。
- [0052] 以上、本実施形態の燃料電池モジュール1は、燃料電池スタック3を平面方向に4基配置し、さらに縦方向に4段積み上げた構成を説明したが、積層段数は4段に限るものではなく、また、平面方向の配置も4基に限るものではない。

産業上の利用可能性

- [0053] 本発明によれば、燃料電池スタックを高さ方向に複数積層した燃料電池において、

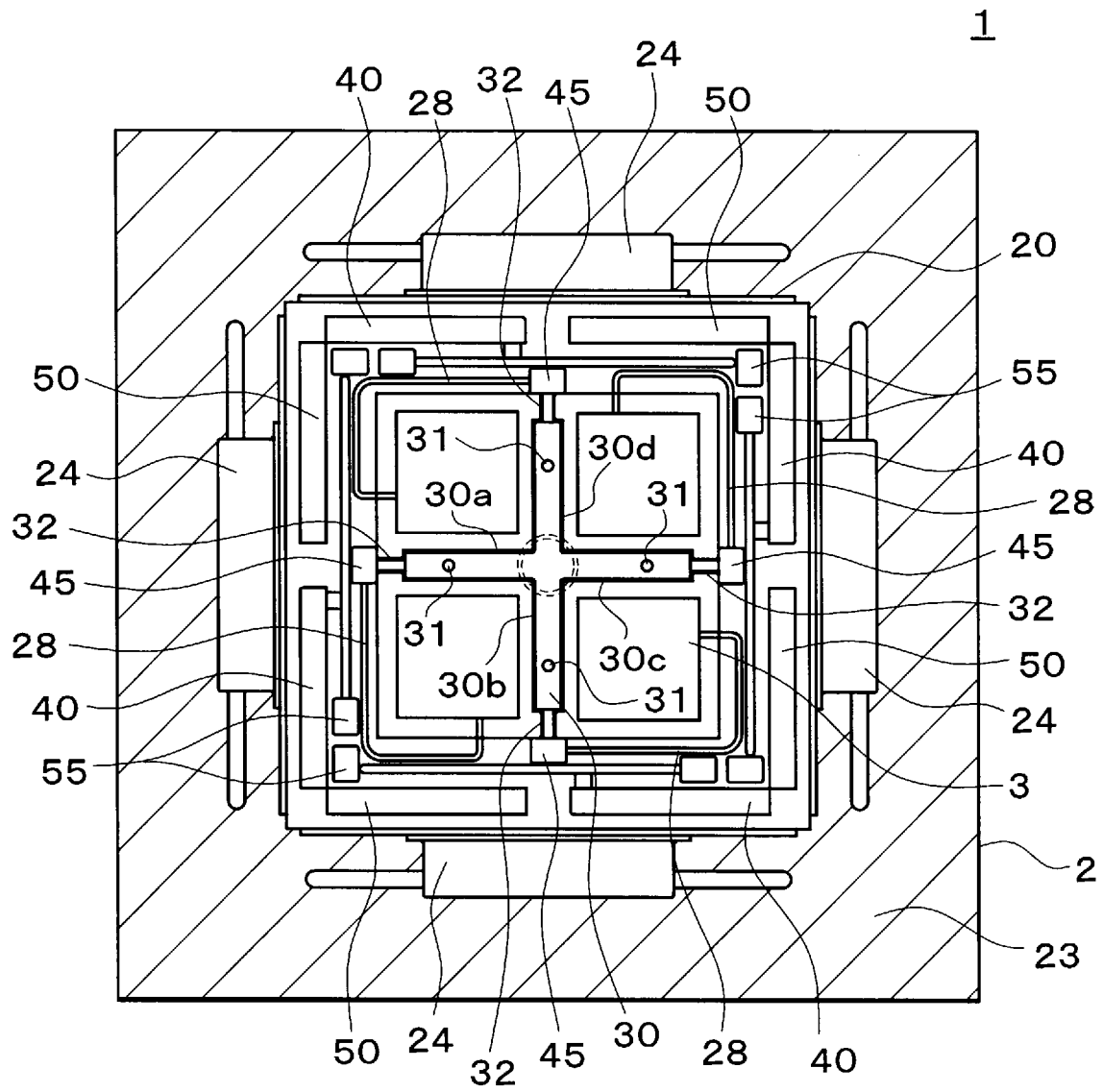
燃料電池スタックの積層方向における温度分布を均一化することができる。

請求の範囲

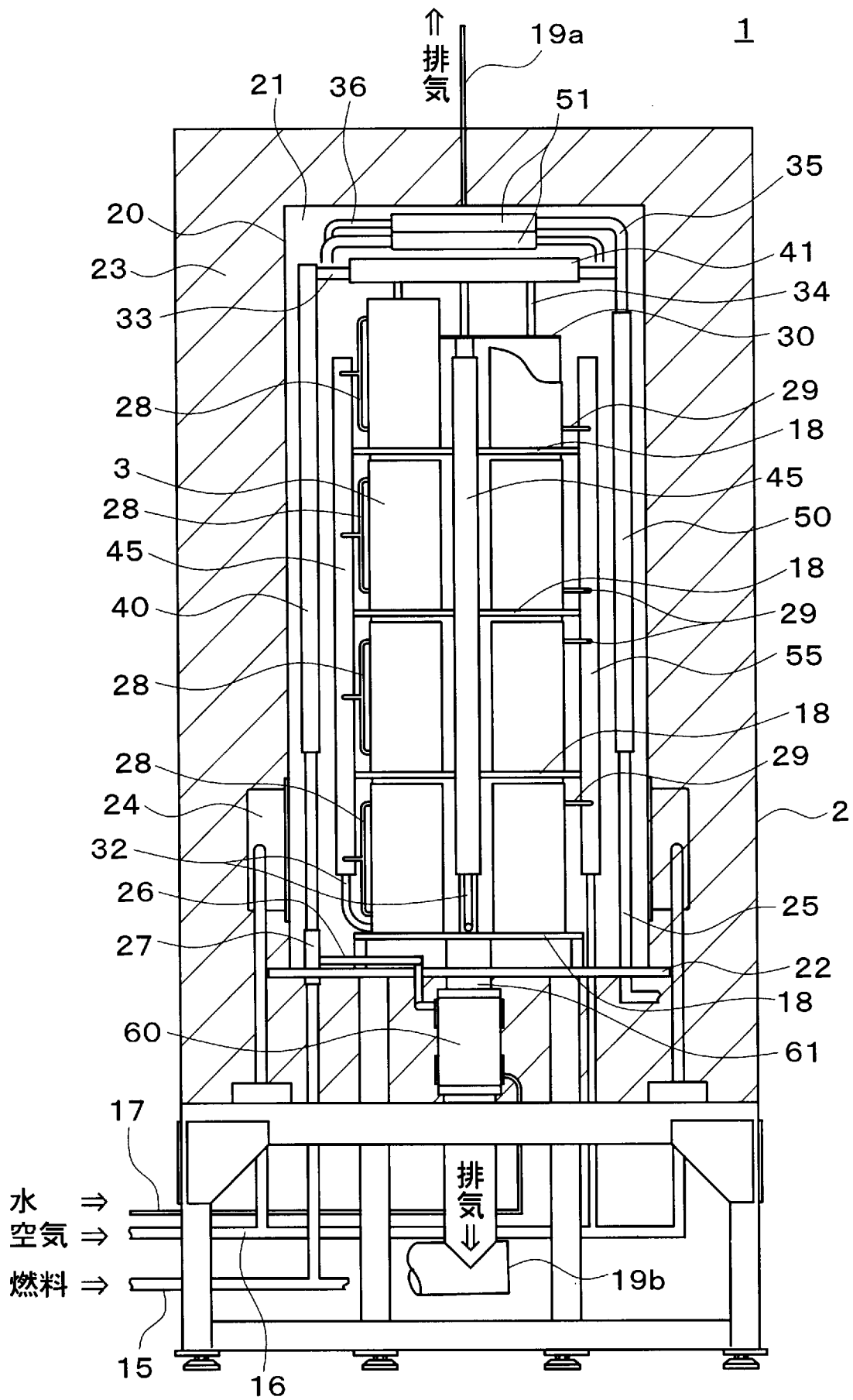
- [1] 複数の発電セルとセパレータを交互に積層し、架台に固定して燃料電池スタックを構成し、発電反応室に収容すると共に、運転時、前記燃料電池スタックに改質された燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給して発電反応を生じさせる燃料電池において、
前記燃料電池スタックは、前記発電反応室の中央付近において少なくとも高さ方向に複数積層されると共に、これら燃料電池スタックに近接して高さ方向に燃料改質器が配置され、当該燃料改質器の上端部に未改質燃料ガスの導入管が接続され、下端部に改質された燃料ガスの排出管が接続されることを特徴とする燃料電池。
- [2] 前記燃料改質器は、最上段の燃料電池スタックから最下段の燃料電池スタックに至るまで近接して配置されることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [3] 前記発電反応室には、高さ方向に延びる燃料熱交換器が設けられ、当該燃料熱交換器の下端部に外部からの未改質燃料ガスが導入される燃料ガス供給管が接続されると共に、上端部に前記未改質燃料ガスの導入管が接続されることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [4] 各燃料電池スタックには、燃料電池スタック内に酸化剤ガスを供給するための空気分配管が接続されており、且つ、高さ方向中央より上側の燃料電池スタックにおいては、前記空気分配管が燃料電池スタック下端部に接続されると共に、下側の燃料電池スタックにおいては、前記空気分配管が燃料電池スタック上端部に接続されることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [5] 前記発電反応室の最下段の燃料電池スタックに対向する部位に、予熱バーナが配設されていることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [6] 前記燃料電池は、発電反応に使用されなかった残余のガスを発電セルの外周部より放出するシールレス構造の固体酸化物形燃料電池であることを特徴とする請求項1

に記載の燃料電池。

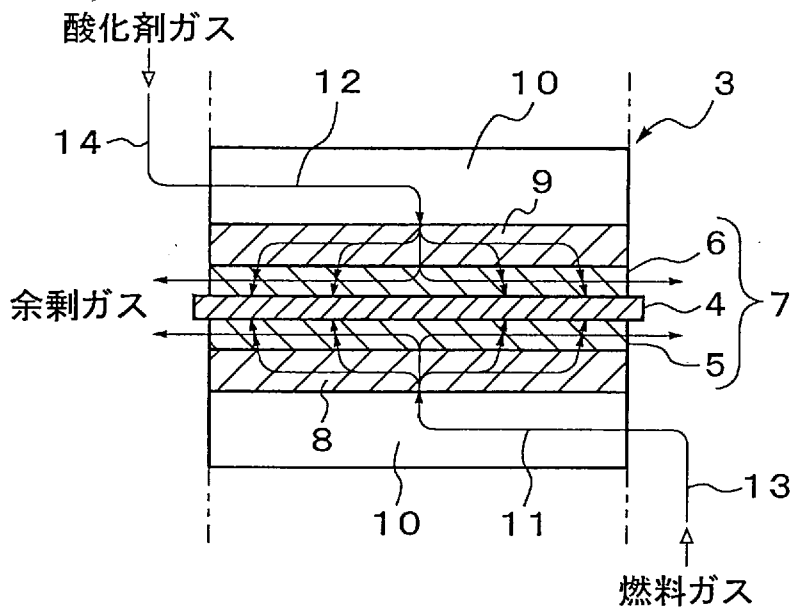
[図1]



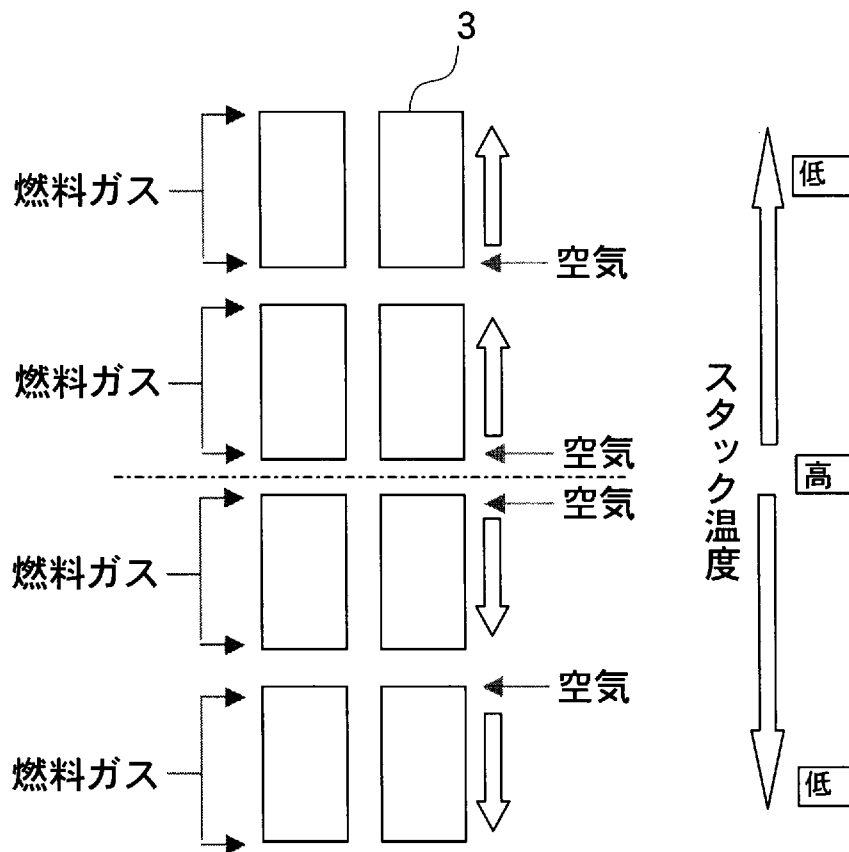
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/324178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/06(2006.01)i, H01M8/02(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)i, H01M8/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M8/06, H01M8/02, H01M8/12, H01M8/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 5-283097 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 29 October, 1993 (29.10.93), Full text (Family: none)	1-2, 4-6 3
Y A	JP 63-232275 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 September, 1988 (28.09.88), Full text (Family: none)	1-2, 4-6 3
Y	JP 2003-346868 A (Kyocera Corp.), 05 December, 2003 (05.12.03), Full text (Family: none)	5

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 February, 2007 (15.02.07)Date of mailing of the international search report
27 February, 2007 (27.02.07)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/324178

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 9-503615 A (Ceramatec, Inc.), 08 April, 1997 (08.04.97), Full text & US 5366819 A1 & EP 724780 A & WO 95/10126 A1	6 1-5
A	JP 8-222262 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Full text (Family: none)	1-6
A	JP 3-40379 A (Asea Brown Boveri AG.), 21 February, 1991 (21.02.91), Full text & US 5079105 A1 & EP 398111 A	1-6
A	JP 8-213041 A (MTU Motoren-und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH.), 20 August, 1996 (20.08.96), Full text & US 5725964 A1	1-6
A	JP 7-272741 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 October, 1995 (20.10.95), Full text (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01M8/06(2006.01)i, H01M8/02(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)i, H01M8/24(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01M8/06, H01M8/02, H01M8/12, H01M8/24			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y A	JP 5-283097 A (石川島播磨重工業株式会社) 1993. 10. 29, 全文 (ファミリーなし)	1-2, 4-6 3	
Y A	JP 63-232275 A (三菱電機株式会社) 1988. 09. 28, 全文 (ファミリーなし)	1-2, 4-6 3	
Y	JP 2003-346868 A (京セラ株式会社) 2003. 12. 05, 全文 (ファミリーなし)	5	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 15. 02. 2007		国際調査報告の発送日 27. 02. 2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 原 賢一	4X 9062 電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 9-503615 A (セラマテック, インコーポレーテッド) 1997. 04. 08, 全文&US 5366819 A1&EP 724780 A&W0 95/10126 A1	6 1-5
A	JP 8-222262 A (三菱重工業株式会社) 1996. 08. 30, 全文 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 3-40379 A (アゼア ブラウン ボヴェリ アクチエンゲゼルシ ヤフト) 1991. 02. 21, 全文&US 5079105 A1&EP 398111 A	1-6
A	JP 8-213041 A (エム・テー・ウー・モトローレンーウント・トウルビ ーネンーユニオン・フリードリッヒスハーフェン・ゲゼルシヤフ ト・ミト・ベシユレンクテル・ハフツング) 1996. 08. 20, 全文 &US 5725964 A1	1-6
A	JP 7-272741 A (三菱重工業株式会社) 1995. 10. 20, 全文 (ファミリーなし)	1-6