

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6112932号
(P6112932)

(45) 発行日 平成29年4月12日 (2017. 4. 12)

(24) 登録日 平成29年3月24日 (2017. 3. 24)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/2485 (2016. 01)

H O 1 M 8/24

S

H O 1 M 8/24 (2016. 01)

H O 1 M 8/24

R

H O 1 M 8/0202 (2016. 01)

H O 1 M 8/02

B

B 2 3 K 26/21 (2014. 01)

B 2 3 K 26/21

G

H O 1 M 8/12 (2016. 01)

B 2 3 K 26/21

N

請求項の数 4 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-70504 (P2013-70504)
 (22) 出願日 平成25年3月28日 (2013. 3. 28)
 (65) 公開番号 特開2014-194877 (P2014-194877A)
 (43) 公開日 平成26年10月9日 (2014. 10. 9)
 審査請求日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)

(73) 特許権者 000004547
 日本特殊陶業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
 (74) 代理人 100114605
 弁理士 渥美 久彦
 (72) 発明者 熊谷 亮佑
 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本
 特殊陶業株式会社 内
 (72) 発明者 尾関 敦史
 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本
 特殊陶業株式会社 内
 (72) 発明者 山本 享史
 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本
 特殊陶業株式会社 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池関連部品及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 つ以上の貫通孔を有する複数枚の板状ワークが積層配置されてなり、前記貫通孔の周囲に形成されるレーザー溶接痕が閉じた経路となるよう、閉回路形状の溶接部位に沿って前記板状ワーク同士がレーザー溶接されてなる燃料電池関連部品であって、

前記レーザー溶接痕は、複数本の分割レーザー溶接痕により構成されるとともに、前記分割レーザー溶接痕は全体として前記貫通孔を包囲する閉回路形状をなし、かつ互いに前記貫通孔の中心に対して点対称となる複数箇所で交差していることを特徴とする燃料電池関連部品。

【請求項 2】

前記板状ワークにおいて、複数本の前記分割レーザー溶接痕が平面視で対称な位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池関連部品。

【請求項 3】

前記分割レーザー溶接痕の端部は、前記閉回路形状の外側に曲がっているとともに、その曲がった端部には、前記分割レーザー溶接痕同士が所定角度で交差するオーバーラップ領域が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料電池関連部品。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池関連部品を製造する製造方法であって、

前記閉回路形状の溶接部位における一部を露呈させる第 1 開口部を有する第 1 治具部材

と固定治具部材との間に複数枚の前記板状ワークを挟み込んだ状態で固定した後、前記第 1 治具部材における前記第 1 開口部に沿って前記溶接部位にレーザーを照射して溶接する第 1 の溶接工程と、

前記閉回路形状の溶接部位において、少なくとも前記第 1 開口部による溶接部位以外の溶接部位を露呈させる第 2 開口部を有する第 2 治具部材を前記第 1 治具部材に代えて前記固定治具部材に装着した後、前記第 2 治具部材における前記第 2 開口部に沿って前記溶接部位にレーザーを照射して溶接する第 2 の溶接工程と

を含むことを特徴とする燃料電池関連部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、燃料電池に用いられる複数枚の板状ワークを積層配置し、それら板状ワーク同士をレーザー溶接することで製造される燃料電池関連部品及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、燃料電池として、例えば固体電解質層（固体酸化物層）を備えた固体酸化物形燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell；S O F C）が知られている。この燃料電池は、発電の最小単位である燃料電池セルを複数積層してなる燃料電池セルスタックを備えている。燃料電池セルは、空気極、燃料極及び固体電解質層を有して構成され、発電反応により電力を発生する。また、燃料電池セルスタックには、燃料電池セルに加えて、コネクタプレート、セパレータ等が設けられ、それらが複数個ずつ積層されている。

20

【0003】

コネクタプレートは、ステンレスなどの導電性材料によって形成されており、燃料電池セルの厚み方向の両側に一対配置される。各コネクタプレートにより板厚方向での燃料電池セル間の導通が確保される。また、セパレータは、鉄やアルミニウムなどの金属材料によって形成されており、矩形状の開口部を中央に有する略矩形枠状をなしている。セパレータは、燃料電池セル間において、反応ガス（酸化剤ガスや燃料ガス）が供給される空気室や燃料室を区画するための仕切り板として機能する。そして、セパレータの開口部の内側に燃料電池セルが配置されている。

30

【0004】

上述したように燃料電池セルスタックは、コネクタプレート、セパレータなどの金属製の板状部材を複数積層して製造されており、金属製板状部材の接合は、レーザー溶接によって行われている。また、燃料電池セルスタックにおいて、反応ガスの供給通路や排出通路を構成する複数の貫通孔がコネクタプレートやセパレータなどに形成されており、それら貫通孔の気密性を確保するために、各貫通孔の周囲に沿って閉回路形状にレーザー溶接が行われる。

【0005】

特許文献 1 には、2 枚の板状ワークを保持し、各ワークの外周部に沿って閉回路形状に溶接するための溶接用治具装置が開示されている。特許文献 1 の溶接用治具装置では、板状ワークを配置する第 1 治具部材と、板状ワークの形状に対応した開口部が形成されるとともに、第 1 治具部材と板状ワークの外周端部を挟持する第 2 治具部材と、第 2 治具部材の開口部に配置され、板状ワークを押え付ける第 3 治具部材とを備える。なお、第 3 治具部材は、ネジなどの固定部材を用いて第 1 治具部材に固定される。溶接用治具装置において、第 2 治具部材の開口部の内壁面と、第 3 治具部材の外壁面との間に隙間を設け、その隙間を介して板状ワークの溶接部位が露出されるようになっている。

40

【0006】

そして、溶接用治具装置を用いて 2 枚の板状ワークをレーザー溶接する場合、閉回路形状の溶接部位に沿ってレーザーが照射される。ここでは、図 1 1 に示すように、貫通孔 200 の周囲において溶接部位の気密性を確実に確保するため、閉回路形状のレーザー溶接

50

痕 201 には、始点 S1 及び終点 E1 間にオーバーラップ領域 R1 が設けられている。従来では、1 回のレーザー溶接によって閉回路形状のレーザー溶接痕 201 が形成されており、レーザー溶接痕 201 のオーバーラップ領域 R1 としては、例えば閉回路の半分程度の長さにはわたって確保されている。従って、レーザー溶接痕 201 の始点 S1 及び終点 E1 は互いに離れた位置となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2011 - 161450 号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところが、上述したレーザー溶接を行う場合には、図 11 に示されるように、レーザー溶接痕 201 における始点 S1 と終点 E1 との間のオーバーラップ領域 R1 は、閉回路形状の溶接部位において一方の側（図 11 では右側）に偏って配設される。このため、レーザー溶接痕 201 のオーバーラップ領域 R1 は、レーザー溶接による熱歪みが大きくなっていると考えられる。また、燃料電池セルスタックにおいて、被レーザー溶接物であるセパレータは、100 μm 程度の薄いシート状の部材である。このため、レーザー溶接時には、セパレータが熱歪みの大きな箇所に向かって牽引され、貫通孔が歪んだ形状になってしまうことが考えられる。この場合、燃料電池セルスタックにおいて、セパレータの貫通孔内に反応ガスなどの流体が流れるときには、不均一な乱れが発生し、結果として電池性能に悪影響を及ぼしてしまうといった問題が生じる。

20

【0009】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、貫通孔の周囲においてレーザー溶接痕を対称に形成することにより、貫通孔が歪んだ形状になることを防止してその貫通孔を流れる流体の乱れを抑制することができる燃料電池関連部品を提供することにある。また、別の目的は、上記燃料電池関連部品を製造するのに好適な燃料電池関連部品の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

30

そして上記課題を解決するための手段（手段 1）としては、1 つ以上の貫通孔を有する複数枚の板状ワークが積層配置されてなり、前記貫通孔の周囲に形成されるレーザー溶接痕が閉じた経路となるよう、閉回路形状の溶接部位に沿って前記板状ワーク同士がレーザー溶接されてなる燃料電池関連部品であって、前記レーザー溶接痕は、複数本の分割レーザー溶接痕により構成されるとともに、前記分割レーザー溶接痕は全体として前記貫通孔を包囲する閉回路形状をなし、かつ互いに前記貫通孔の中心に対して点対称となる複数箇所を交差していることを特徴とする燃料電池関連部品がある。

【0011】

従って、手段 1 に記載の発明によると、貫通孔の周囲において、複数本の分割レーザー溶接痕によって閉回路形状をなすレーザー溶接痕が形成されている。これら分割レーザー溶接痕は、互いに貫通孔の中心に対して点対称となる複数箇所を交差しているので、溶接部位における熱歪みが貫通孔の中心に対して対称となる。このため、燃料電池関連部品において、熱歪みに起因する力が釣り合うことにより、貫通孔が歪んだ形状になることが防止される。この結果、貫通孔内に反応ガスなどの流体が流れるときに従来のような不均一な乱れが抑制され、電池性能への悪影響を回避することができる。

40

【0012】

板状ワークにおいて、複数本の分割レーザー溶接痕が平面視で対称な位置に設けられていてもよい。この場合、溶接部位における熱歪みが板状ワークにおける対称な位置で発生するため、各貫通孔が歪んだ形状になることを防止することができ、各板状ワークを確実に溶接することができる。

50

【0013】

分割レーザー溶接痕の端部は、閉回路形状の外側に曲がっていると同時に、その曲がった端部には、分割レーザー溶接痕同士が所定角度で交差するオーバーラップ領域が設けられていてもよい。このようにすると、貫通孔の周囲において溶接部位が確実に閉じた形状となるため、燃料電池関連部品において、貫通孔の周囲の気密性を確実に確保することができる。

【0014】

燃料電池関連部品を構成する板状ワークとしては、コネクタプレート、フレーム部材、セパレータなどを挙げることができる。燃料電池で用いられるセパレータは、厚さが500 μm 以下であり強度が弱いため、レーザー溶接による歪みが生じ易いが、本発明のように貫通孔の中心に対して点対称となるように複数箇所ではレーザー溶接痕を交差させることで、貫通孔が歪んだ形状になることを防止することができる。

10

【0015】

また、上記課題を解決するための別の手段（手段2）としては、手段1に記載の燃料電池関連部品を製造する製造方法であって、前記閉回路形状の溶接部位における一部を露呈させる第1開口部を有する第1治具部材と固定治具部材との間に複数枚の前記板状ワークを挟み込んだ状態で固定した後、前記第1治具部材における前記第1開口部に沿って前記溶接部位にレーザーを照射して溶接する第1の溶接工程と、前記閉回路形状の溶接部位において、少なくとも前記第1開口部による溶接部位以外の溶接部位を露呈させる第2開口部を有する第2治具部材を前記第1治具部材に代えて前記固定治具部材に装着した後、前記第2治具部材における前記第2開口部に沿って前記溶接部位にレーザーを照射して溶接する第2の溶接工程とを含むことを特徴とする燃料電池関連部品の製造方法がある。

20

【0016】

手段2に記載の発明によると、第1の溶接工程と第2の溶接工程とによって、レーザー溶接を2回に分けて行うことにより、貫通孔の周囲における閉回路形状の溶接部位に沿って板状ワーク同士が溶接される。この場合、各板状ワークに形成されるレーザー溶接痕は、複数本の分割レーザー溶接痕により構成される。また、分割レーザー溶接痕が全体として貫通孔を包囲する閉回路形状となるようにレーザー溶接痕を形成することができる。また、第1治具部材の第1開口部や第2治具部材の第2開口部の形状及び配置により、貫通孔の中心に対して点対称となる複数箇所では各分割レーザー溶接痕の端部を交差させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】一実施の形態における燃料電池を示す概略斜視図。

【図2】図1のA-A線断面図。

【図3】燃料電池セルを示す概略断面図。

【図4】セパレータにおけるレーザー溶接痕を示す平面図。

【図5】貫通孔の周囲のレーザー溶接痕を示す拡大平面図。

【図6】溶接システムの概略構成を示す構成図。

【図7】溶接治具装置を示す上面図。

40

【図8】第1治具部材における第1開口部を示す拡大断面図。

【図9】別の実施の形態におけるレーザー溶接痕を示す説明図。

【図10】別の実施の形態におけるレーザー溶接痕を示す説明図。

【図11】従来技術におけるレーザー溶接痕を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明を燃料電池に具体化した一実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0019】

図1、図2に示されるように、本実施の形態の燃料電池1は、固体酸化物形燃料電池（SOFC）である。燃料電池1は、発電の最小単位である燃料電池セル11を複数積層し

50

てなる燃料電池セルスタック 10 を備えている。燃料電池セルスタック 10 は、縦 180 mm × 横 180 mm × 高さ 80 mm の略直方体状をなしている。また、燃料電池セルスタック 10 は、同燃料電池セルスタック 10 を厚さ方向に貫通する 8 つの貫通孔 40 を有している。なお、燃料電池セルスタック 10 の四隅にある 4 つの貫通孔 40 に締結ボルト 41 を挿通させ、燃料電池セルスタック 10 の下面から突出する締結ボルト 41 の下端部分にナット（図示略）を螺着させる。また、残り 4 つの貫通孔 40 にガス流通用締結ボルト 42 を挿通させ、燃料電池セルスタック 10 の上面及び下面から突出するガス流通用締結ボルト 42 の両端部分にナット 43 を螺着させる。その結果、燃料電池セルスタック 10 において複数の燃料電池セル 11 が固定される。

【0020】

10

図 2，図 3 に示されるように、燃料電池 1 は、燃料電池セル 11 と、集電体 66 と、コネクタプレート 51，60 とを積層配置することによって構成されている。燃料電池セル 11 は、空気極フレーム 52、絶縁フレーム 53、セパレータ 54、燃料電池セル本体 55 及び燃料極フレーム 56 を順番に積層することによって構成されている。

【0021】

コネクタプレート 51，60 は、耐熱性及び導電性に優れたステンレス鋼などの金属材料によって略矩形板状に形成され、燃料電池セル 11 の上端部及び下端部に配置されている。コネクタプレート 51，60 の厚さは、0.8 mm 程度である。コネクタプレート 51，60 は、燃料電池セル 11 内にガス流路を形成するとともに、隣接する燃料電池セル 11 同士を導通させるようになっている。詳述すると、隣接する燃料電池セル 11 同士の間に位置するコネクタプレート 51，60 は、いわゆるインターコネクタとなり、隣接する燃料電池セル 11 同士を区画するようになっている。なお、本実施の形態のコネクタプレート 60 は、下側に隣接する燃料電池セル 11 のコネクタプレート 51 を兼ねている。また、燃料電池セルスタック 10 の上端部に配置されたコネクタプレート 51 は上側エンドプレート 12 となり、燃料電池セルスタック 10 の下端部に配置されたコネクタプレート 60 は下側エンドプレート 13 となっている。両エンドプレート 12，13 は、燃料電池セルスタック 10 を挟持しており、燃料電池セルスタック 10 から出力される電流の出力端子となっている。なお、エンドプレート 12，13 となるコネクタプレート 51，60 は、インターコネクタとなるコネクタプレート 51，60 よりも肉厚になっている。

20

【0022】

30

図 2，図 3 に示される空気極フレーム 52 は、厚さが 1 mm 程度であり、ステンレスなどの導電性材料によって略矩形棒状に形成されている。よって、空気極フレーム 52 の中央部には、同空気極フレーム 52 を厚さ方向に貫通する矩形状の開口部 61 が設けられている。また、絶縁フレーム 53 は、厚さ 0.5 mm のマイカシートによって略矩形棒状に形成されている。よって、絶縁フレーム 53 の中央部には、同絶縁フレーム 53 を厚さ方向に貫通する矩形状の開口部 63 が設けられている。さらに、燃料極フレーム 56 は、厚さが 2 mm 程度であり、ステンレス鋼などの金属材料によって略矩形棒状に形成されている。よって、燃料極フレーム 56 の中央部には、同燃料極フレーム 56 を厚さ方向に貫通する矩形状の開口部 62 が設けられている。

【0023】

40

本実施の形態のセパレータ 54 は、100 μ m 程度の厚さの金属箔（金属板）によって形成された金属製セパレータである。金属製セパレータは、主として鉄を主成分とする金属材料によって形成され、3 重量%のアルミニウムを含んでいる。そして、セパレータ 54 の表面にはアルミナの被膜が形成されている。また、セパレータ 54 は、厚さ方向に貫通する矩形状の開口部 64 を中央部に有する略矩形棒状をなしている。さらに、セパレータ 54 は、銀を含むろう材を用いて燃料電池セル本体 55（固体電解質層 81）の外周部にろう付けされている。

【0024】

本実施の形態の燃料電池セル本体 55 は、固体電解質層 81、空気極 82 及び燃料極 83 を備え、発電反応により電力を発生するようになっている。固体電解質層 81 は、例え

50

ばイットリア安定化ジルコニア（ＹＳＺ）などのセラミック材料によって形成され、厚さ 0.01 mm の矩形板状をなしている。また、固体電解質層 8 1 は、セパレータ 5 4 の下面に固定されるとともに、セパレータ 5 4 の開口部 6 4 を塞ぐように配置されている。固体電解質層 8 1 は、酸素イオン伝導性固体電解質体として機能するようになっている。

【0025】

空気極 8 2 は、固体電解質層 8 1 の上面の中央部に貼付され、燃料電池セルスタック 1 0 に供給された空気（酸化剤ガス）に接するようになっている。一方、燃料極 8 3 は、固体電解質層 8 1 の下面全体に貼付され、同じく燃料電池セルスタック 1 0 に供給された燃料ガスに接するようになっている。即ち、空気極 8 2 及び燃料極 8 3 は、固体電解質層 8 1 の両側に配置されている。空気極 8 2 は、セパレータ 5 4 の開口部 6 4 内に配置され、セパレータ 5 4 と接触しないようになっている。また、燃料極 8 3 は、ニッケルとイットリア安定化ジルコニアとの混合物（Ni - YSZ）によって形成され、厚さ 0.8 mm の平面視矩形状をなしている。

【0026】

なお、本実施の形態の燃料電池セル 1 1 では、燃料極フレーム 5 6 の開口部 6 2、及びコネクタプレート 6 0 等により、セパレータ 5 4 の下方に燃料室 1 5 が形成されるようになっている。燃料室 1 5 内には、固体電解質層 8 1 及び燃料極 8 3 が収容されている。また、本実施の形態の燃料電池セル 1 1 では、コネクタプレート 5 1、空気極フレーム 5 2 の開口部 6 1、及び、絶縁フレーム 5 3 の開口部 6 3 等により、セパレータ 5 4 の上方に空気室 1 6 が形成されるようになっている。そして、空気極 8 2 の表面側には、ニッケル合金等の金属材料からなる集電体 6 6 が設置されるようになっている。その結果、空気極 8 2 及びコネクタプレート 5 1 は、集電体 6 6 を介して電氣的に接続されるようになる。

【0027】

さらに、図 2 に示されるように、燃料電池セルスタック 1 0 は、各燃料電池セル 1 1 の燃料室 1 5 に燃料ガスを供給する燃料供給経路 7 0 と、燃料室 1 5 から燃料ガスを排出する燃料排出経路 7 1 とを備えている。燃料供給経路 7 0 は、ガス流通用締結ボルト 4 2 の中心部において軸方向に沿って延びる燃料供給孔 7 2 と、燃料供給孔 7 2 及び燃料室 1 5 を連通させる燃料供給横孔 7 3 とによって構成されている。また、燃料排出経路 7 1 は、ガス流通用締結ボルト 4 2 の中心部において軸方向に沿って延びる燃料排出孔 7 4 と、燃料排出孔 7 4 及び燃料室 1 5 を連通させる燃料排出横孔 7 5 とによって構成されている。よって、燃料ガスは、燃料供給孔 7 2 及び燃料供給横孔 7 3 を順番に通過して燃料室 1 5 に供給され、燃料排出横孔 7 5 及び燃料排出孔 7 4 を順番に通過して燃料室 1 5 から排出される。

【0028】

また、燃料電池セルスタック 1 0 は、各燃料電池セル 1 1 の空気室 1 6 に空気を供給する空気供給経路（図示略）と、空気室 1 6 から空気を排出する空気排出経路（図示略）とを備えている。空気供給経路は、燃料供給経路 7 0 と略同様の構造を有しており、ガス流通用締結ボルト 4 2 の中心部において軸方向に沿って延びる空気供給孔（図示略）と、空気供給孔及び空気室 1 6 を連通させる空気供給横孔（図示略）とによって構成されている。また、空気排出経路は、燃料排出経路 7 1 と略同様の構造を有しており、ガス流通用締結ボルト 4 2 の中心部において軸方向に沿って延びる空気排出孔（図示略）と、空気排出孔及び空気室 1 6 を連通させる空気排出横孔（図示略）とによって構成されている。よって、空気は、空気供給孔及び空気供給横孔を順番に通過して空気室 1 6 に供給され、空気排出横孔及び空気排出孔を順番に通過して空気室 1 6 から排出される。

【0029】

燃料電池セルスタック 1 0 において、空気極フレーム 5 2、燃料極フレーム 5 6、セパレータ 5 4、コネクタプレート 5 1、6 0 などの平板状の金属部材（板状ワーク）は、レーザー溶接によって各々接合されている。図 4 には、セパレータ 5 4 側から見た燃料極フレーム 5 6 との溶接部位を示している。

【0030】

図4に示されるように、セパレータ54には中央部の開口部64（貫通孔）に加えて、縁部に複数の貫通孔40aが形成されている。空気極フレーム52、燃料極フレーム56及びコネクタプレート51、60にも、同じ位置に複数の貫通孔40aが形成されている（図3参照）。各貫通孔40aは、締結ボルト41やガス流通用締結ボルト42を挿通させる貫通孔40（図1及び図2参照）の一部を構成するものであり、円形状の貫通孔と楕円形状の貫通孔とを含む。

【0031】

図4に示されるように、セパレータ54の外周部には、燃料極フレーム56との接合するために、レーザー溶接によるレーザー溶接痕100が形成されている。さらに、セパレータ54における各貫通孔40aの周囲にも、レーザー溶接によるレーザー溶接痕110が形成されている。外周部に形成されるレーザー溶接痕100は、複数本（本実施の形態では4本）の分割レーザー溶接痕101a、101b、101c、101dにより構成されるときに、それらは全体として閉回路形状をなしている。

【0032】

図4及び図5に示されるように、各貫通孔40aの周囲に形成される各レーザー溶接痕110は、2本の分割レーザー溶接痕111a、111bにより構成されるときに、それらは全体として貫通孔40aを包囲する閉回路形状をなしている。さらに、レーザー溶接痕110における分割レーザー溶接痕111a、111bは、互いに貫通孔40aの中心に対して点対称となる2箇所で交差している。また、セパレータ54や燃料極フレーム56において、レーザー溶接痕110の分割レーザー溶接痕111a、111bは、平面視で対称な位置に設けられている。

【0033】

レーザー溶接痕110の各分割レーザー溶接痕111a、111bの端部は、閉回路形状の外側に曲がっているとともに、その曲がった端部には、分割レーザー溶接痕111a、111b同士が所定角度（例えば45°程度の角度）で交差するオーバーラップ領域R1が設けられている。

【0034】

また、図4に示されるように、セパレータ54の外周部に形成されるレーザー溶接痕100においても、分割レーザー溶接痕101a～101dの端部には、分割レーザー溶接痕同士が所定角度で交差するオーバーラップ領域R1が設けられている。これらオーバーラップ領域R1の溶接痕（分割レーザー溶接痕101a～101dの端部）は、閉回路形状に対して内側に曲がっている。このように、オーバーラップ領域R1の溶接痕を曲げて分割レーザー溶接痕101a～101d、111a、111bの端部を確実に交差させることにより、閉回路形状をなす溶接部位の気密性が確保される。これにより、貫通孔40aから溶接部位を介して反応ガス等の漏れが生じないようになっている。

【0035】

なお、図示しないがコネクタプレート51、60等にも燃料極フレーム56などの他の部材と接合するために、レーザー溶接によるレーザー溶接痕100、110が同様に形成されている。

【0036】

上記のように構成した燃料電池1において、例えば、その燃料電池1を稼働温度に加熱した状態で、燃料供給経路70から燃料室15に燃料ガスを導入するとともに、空気供給経路から空気室16に空気を供給する。その結果、燃料ガス中の水素と空気中の酸素とが固体電解質層81を介して反応（発電反応）し、空気極82を正極、燃料極83を負極とする直流の電力が発生する。なお、本実施の形態の燃料電池セルスタック10は、燃料電池セル11を複数積層して直列に接続しているため、空気極82に電氣的に接続される上側エンドプレート12が正極となり、燃料極83に電氣的に接続される下側エンドプレート13が負極となる。

【0037】

次に、燃料電池1の製造方法を説明する。

【 0 0 3 8 】

先ず、燃料電池セル 1 1 を、従来周知の手法に従って形成する。具体的には、燃料極 8 3 となるグリーンシート上に固体電解質層 8 1 となるグリーンシートを積層し、焼成する。さらに、固体電解質層 8 1 上に空気極 8 2 の形成材料を印刷した後、焼成する。この時点で、燃料電池セル本体 5 5 が形成される。

【 0 0 3 9 】

次に、ステンレスや鉄などの所定の金属材料からなる金属板を打ち抜くことにより、コネクタプレート 5 1 , 6 0、空気極フレーム 5 2、燃料極フレーム 5 6 及びセパレータ 5 4 を形成する。また、マイカシートを所定形状に形成することにより、絶縁フレーム 5 3 を形成する。具体的には、市販のマイカシート（マイカと成形用樹脂との複合体からなるシート）を切断して他の部材（空気極フレーム 5 2 や燃料極フレーム 5 6 など）と略同じ形状に形成する。

10

【 0 0 4 0 】

次に、セパレータ 5 4 と燃料極フレーム 5 6 とをレーザー溶接により接合する。このレーザー溶接は図 6 に示す溶接システム 1 2 0 を用いて行われる。本実施の形態の溶接システム 1 2 0 は、溶接治具装置 1 2 1 と、溶接治具装置 1 2 1 の上方に配置されるレーザー照射装置 1 2 2 と、溶接治具装置 1 2 1 を載置してその溶接治具装置 1 2 1 を水平方向に二次元的に移動させる X - Y テーブル 1 2 3 とを備えている。

【 0 0 4 1 】

本実施の形態の溶接治具装置 1 2 1 は、貫通孔 4 0 a を有する複数枚の板状ワーク（セパレータ 5 4 や燃料極フレーム 5 6 ）を積層状態で保持し、貫通孔 4 0 a の周囲に形成されるレーザー溶接痕 1 0 0 , 1 1 0 が閉じた経路となるよう閉回路形状の溶接部位に沿って板状ワーク同士を溶接するための治具装置である。

20

【 0 0 4 2 】

図 6 及び図 7 に示されるように、本実施の形態の溶接治具装置 1 2 1 は、第 1 治具部材 1 3 1 と、第 2 治具部材 1 3 2 と、第 1 治具部材 1 3 1 及び第 2 治具部材 1 3 2 を交互に装着可能に構成された固定治具部材 1 3 3 とを備える。固定治具部材 1 3 3 は、第 1 治具部材 1 3 1 または第 2 治具部材 1 3 2 との間にセパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 を挟み込んだ状態で固定する。固定治具部材 1 3 3 には、第 1 治具部材 1 3 1 及び第 2 治具部材 1 3 2 のうち、いずれかの外周部をクランプするクランプ構造 1 3 5 が設けられている。クランプ構造 1 3 5 は、各治具部材 1 3 1 , 1 3 2 の外周部における各コーナー部及び各辺の中間点となる位置に対応して 8 箇所設けられている。また、各治具部材 1 3 1 , 1 3 2 の外周部には、各コーナー部及び各辺の中間点となる位置に、クランプ構造 1 3 5 によってクランプされる凹部 1 3 6 がそれぞれ設けられている。さらに、各治具部材 1 3 1 , 1 3 2 の中央部には、作業者が手で持つための取っ手 3 7 が設けられている。

30

【 0 0 4 3 】

第 1 治具部材 1 3 1 は、矩形板状に形成された治具部材であり、閉回路形状の溶接部位における一部を露呈させる第 1 開口部 1 4 1 を有する。第 2 治具部材 1 3 2 は、矩形板状に形成された治具部材であり、閉回路形状の溶接部位において、少なくとも第 1 開口部 1 4 1 による溶接部位以外の溶接部位を露呈させる第 2 開口部 1 4 2 を有する。つまり、第 1 治具部材 1 3 1 の第 1 開口部 1 4 1 は、閉回路形状のレーザー溶接痕 1 0 0 , 1 1 0 を構成する一方の分割レーザー溶接痕 1 0 1 a , 1 0 1 c , 1 1 1 a を形成するための開口部であり、第 2 治具部材 1 3 2 の第 2 開口部 1 4 2 は、他方の分割レーザー溶接痕 1 0 1 b , 1 0 1 d , 1 1 1 b を形成するための開口部である。

40

【 0 0 4 4 】

図 8 に示されるように、第 1 治具部材 1 3 1 に形成される第 1 開口部 1 4 1 は、レーザー L 1 の照射側となる上側に向けて徐々に開口面積が大きくなるようテーパ状に形成されている。第 2 治具部材 1 3 2 に形成される第 2 開口部 1 4 2 も同様に、レーザー L 1 の照射側となる上側に向けて徐々に開口面積が大きくなるようテーパ状に形成されている。

50

【 0 0 4 5 】

そして、上記溶接治具装置 1 2 1 を用いてセパレータ 5 4 と燃料極フレーム 5 6 とを溶接する場合には、先ず第 1 治具部材 1 3 1 を用いた溶接工程を行う。具体的には、固定治具部材 1 3 3 上において、セパレータ 5 4 と燃料極フレーム 5 6 とを位置合わせした状態で積層配置する。さらに、第 1 治具部材 1 3 1 を固定治具部材 1 3 3 にセットした後、クランプ構造 1 3 5 によって第 1 治具部材 1 3 1 の外周部をクランプすることで、第 1 治具部材 1 3 1 と固定治具部材 1 3 3 との間にセパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 を挟み込んだ状態で固定する。

【 0 0 4 6 】

その後、レーザー照射装置 1 2 2 を用い、所定の照射条件（例えば、出力が 0 . 3 k W 、ビーム径が 0 . 0 6 m m 程度）にてレーザー L 1 を照射する。なお、レーザー照射装置 1 2 2 としては、例えば炭酸ガスレーザーやファイバーレーザーなどの照射装置が用いられる。また、このレーザー L 1 の照射時において、X - Y テーブル 1 2 3 を水平方向に移動させることにより、第 1 治具部材 1 3 1 における第 1 開口部 1 4 1 に沿ってセパレータ 5 4 の溶接部位にレーザー L 1 を照射してセパレータ 5 4 と燃料極フレーム 5 6 とをレーザー溶接する（第 1 の溶接工程）。

【 0 0 4 7 】

次いで、クランプ構造 1 3 5 によるクランプを解除して第 1 治具部材 1 3 1 を固定治具部材 1 3 3 から取り外し、その第 1 治具部材 1 3 1 の代わりに第 2 治具部材 1 3 2 を固定治具部材 1 3 3 に装着する。その後、レーザー照射装置 1 2 2 からレーザー L 1 を照射するとともに、X - Y テーブル 1 2 3 を水平方向に移動させることで、第 2 治具部材 1 3 2 における第 2 開口部 1 4 2 に沿ってセパレータ 5 4 の溶接部位にレーザー L 1 を照射してセパレータ 5 4 と燃料極フレーム 5 6 とをレーザー溶接する（第 2 の溶接工程）。この後、クランプ構造 1 3 5 によるクランプを解除して第 2 治具部材 1 3 2 を固定治具部材 1 3 3 から取り外す。さらに、レーザー溶接により接合されたセパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 （燃料電池関連部品）を固定治具部材 1 3 3 から取り出す。

【 0 0 4 8 】

以上のようにレーザー溶接工程を 2 回に分けて行うことにより、図 4 に示されるようなレーザー溶接痕 1 0 0 , 1 1 0 がセパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 に形成される。

【 0 0 4 9 】

その後、燃料極フレーム 5 6 等を接合したセパレータ 5 4 を、口ウ付けによって燃料電池セル本体 5 5 の固体電解質層 8 1 に対して固定する。具体的には、固体電解質層 8 1 とセパレータ 5 4 とのそれぞれに口ウ材を配置した後、大気雰囲気下で、例えば 8 5 0 ~ 1 1 0 0 で加熱することで口ウ材を溶融させて、固体電解質層 8 1 とセパレータ 5 4 とを接合する。

【 0 0 5 0 】

また、上記と同様の溶接治具装置 1 2 1 を用いたレーザー溶接工程を行い、燃料極フレーム 5 6 の裏面側にコネクタプレート 6 0 をレーザー溶接する。さらに、コネクタプレート 6 0 (5 1) や空気極フレーム 5 2 などにもレーザー溶接によって同様に接合する。

【 0 0 5 1 】

その後、上記のように接合したコネクタプレート 5 1 、空気極フレーム 5 2 、セパレータ 5 4 、燃料電池セル本体 5 5 、燃料極フレーム 5 6 等や絶縁フレーム 5 3 を複数積層して一体化することにより、燃料電池セルスタック 1 0 を形成する。そして、燃料電池セルスタック 1 0 の四隅にある 4 つの貫通孔 4 0 に締結ボルト 4 1 を挿通させ、燃料電池セルスタック 1 0 の下面から突出する締結ボルト 4 1 の下端部分にナット（図示略）を螺着させる。また、残り 4 つの貫通孔 4 0 にガス流通用締結ボルト 4 2 を挿通させ、燃料電池セルスタック 1 0 の上面及び下面から突出するガス流通用締結ボルト 4 2 の両端部分にナット 4 3 を螺着させる。その結果、燃料電池セルスタック 1 0 において各燃料電池セル 1 1 が固定され、燃料電池 1 が完成する。

【 0 0 5 2 】

従って、本実施の形態によれば以下の効果を得ることができる。

【0053】

(1) 本実施の形態では、セパレータ54や燃料極フレーム56等を溶接するレーザー溶接痕110は、2本の分割レーザー溶接痕111a, 111bにより構成されており、それら分割レーザー溶接痕111a, 111bは互いに貫通孔40aの中心に対して点对称となる複数箇所で見交差している。このようなレーザー溶接痕110を形成する場合、溶接部位における熱歪みが貫通孔40aの中心に対して対称となる。このため、セパレータ54において、熱歪みに起因する力が釣り合うことにより、貫通孔40aが歪んだ形状になることが防止される。この結果、貫通孔40a内に反応ガスが流れるときに従来のような不均一な乱れが抑制され、電池性能への悪影響を回避することができる。

10

【0054】

(2) 本実施の形態では、セパレータ54において、各分割レーザー溶接痕111a, 111bが平面視で対称な位置に設けられている。この場合、溶接部位における熱歪みがセパレータ54における対称な位置で発生するため、各貫通孔40aが歪んだ形状になることを防止することができ、セパレータ54を確実に溶接することができる。

【0055】

(3) 本実施の形態の場合、レーザー溶接痕110を構成する分割レーザー溶接痕111a, 111bの端部は、閉回路形状の外側に曲がっていると同時に、その曲がった端部には、分割レーザー溶接痕同士が所定角度で交差するオーバーラップ領域R1が設けられている。このようにすると、貫通孔40aの周囲において溶接部位が確実に閉じた形状となるため、燃料電池セルスタック10において各貫通孔40(40a)の周囲の気密性を確実に確保することができる。

20

【0056】

(4) 本実施の形態では、被レーザー溶接物となる板状ワークとして、厚さが100μm程度のセパレータ54を含んでいる。このセパレータ54は強度が弱いため、レーザー溶接による歪みが生じ易いが、本実施の形態のように貫通孔40aの中心に対して点对称となるように複数箇所で見分割レーザー溶接痕111a, 111bを交差させることで、貫通孔40aが歪んだ形状になることを防止することができる。

【0057】

(5) 本実施の形態の場合、レーザーL1の溶接部位にある分割レーザー溶接痕111a, 111bがなだらかな曲線形状となっているので、レーザー溶接をスムーズに行うことができ、溶接部位を均一な強度で接合することができる。

30

【0058】

なお、本発明の各実施の形態は以下のように変更してもよい。

【0059】

・上記実施の形態において、各貫通孔40aの周囲に形成されるレーザー溶接痕110は、2本の分割レーザー溶接痕111a, 111bにより構成されていたが、3本以上の複数本の分割レーザー溶接痕によって構成されるものであってもよい。例えば、図9に示されるレーザー溶接痕160のように、3本の分割レーザー溶接痕161a, 161b, 161cにより構成されるものでもよいし、図10に示されるレーザー溶接痕162のように、4本の分割レーザー溶接痕163a, 163b, 163c, 163dにより構成されるものでもよい。図9の分割レーザー溶接痕161a~161cや図10の分割レーザー溶接痕163a~163dも、上記実施の形態と同様に、互いに貫通孔40aの中心に対して点对称となる複数箇所で見交差している。具体的には、図9のレーザー溶接痕160において、分割レーザー溶接痕161a~161cの端部には、分割レーザー溶接痕同士が所定角度で交差するオーバーラップ領域R1が設けられている。そして、このレーザー溶接痕160におけるオーバーラップ領域R1は、貫通孔40aの中心に対して120°の角度間隔で設けられている。また、図10のレーザー溶接痕162において、分割レーザー溶接痕163a~163dの端部には、分割レーザー溶接痕同士が所定角度で交差するオーバーラップ領域R1が設けられている。そして、このレーザー溶接痕162にお

40

50

るオーバーラップ領域 R 1 は、貫通孔 4 0 a の中心に対して 9 0 ° の角度間隔で設けられている。

【 0 0 6 0 】

図 9 や図 1 0 のようにレーザー溶接痕 1 6 0 , 1 6 2 を形成した場合でも、熱歪みに起因する力が釣り合うことにより、貫通孔 4 0 a が歪んだ形状になることが防止される。この結果、貫通孔 4 0 a 内に反応ガスが流れるときに従来のような不均一な乱れが抑制され、電池性能への悪影響を回避することができる。また、各分割レーザー溶接痕 1 6 1 a ~ 1 6 1 c , 1 6 3 a ~ 1 6 3 d がなだらかな曲線形状となっているので、レーザー溶接をスムーズに行うことができ、溶接部位を均一な強度で接合することができる。

【 0 0 6 1 】

・上記実施の形態では、セパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 などの板状ワークに形成される各貫通孔 4 0 a は円形状や楕円形状であったが、三角形状や四角形状の多角形状の貫通孔であってもよい。この場合、それら各貫通孔の形状に合わせて、その周囲に形成されるレーザー溶接痕の形状を適宜変更してもよい。

【 0 0 6 2 】

・上記実施の形態では、中央に開口部 6 4 , 6 2 (貫通孔)を有する略矩形枠状のセパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 において、外周部に位置する溶接部位に沿ってレーザー溶接するものであったが、これに限定されるものではない。例えば、セパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 において、外周部に加えて内周部に位置する溶接部位に沿ってレーザー溶接してもよい。

【 0 0 6 3 】

・上記実施の形態では、セパレータ 5 4 及び燃料極フレーム 5 6 などの 2 枚の板状ワークをレーザー溶接するものであったが、3 枚以上の板状ワークを同時にレーザー溶接してもよい。

【 0 0 6 4 】

・上記各実施の形態において、固体酸化物形燃料電池 (S O F C) を構成する部品 (燃料電池関連部品) に本発明を適用するものであったが、他の燃料電池を構成する部品に本発明を適用してもよい。

【 0 0 6 5 】

次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施の形態によって把握される技術的思想を以下に列挙する。

【 0 0 6 6 】

(1) 手段 1 において、前記貫通孔は、流体を通過させる貫通孔であることを特徴とする燃料電池関連部品。

【 0 0 6 7 】

(2) 技術的思想 (1) において、前記流体は、燃料電池の反応ガスであることを特徴とする燃料電池関連部品。

【 0 0 6 8 】

(3) 手段 1 において、複数枚の前記板状ワークのうちのいずれかは、厚さが 5 0 0 μ m 以下のセパレータであることを特徴とする燃料電池関連部品。

【 0 0 6 9 】

(4) 手段 1 において、複数枚の前記板状ワークは、中央に貫通孔を有する枠状に形成され、複数枚の前記板状ワークの外周部及び内周部に位置する前記溶接部位に沿ってレーザー溶接することを特徴とする燃料電池関連部品。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

4 0 a ... 貫通孔

5 1 , 6 0 ... 板状ワークとしてのコネクタプレート

5 2 ... 板状ワークとしての空気極フレーム

5 4 ... 板状ワークとしてのセパレータ

10

20

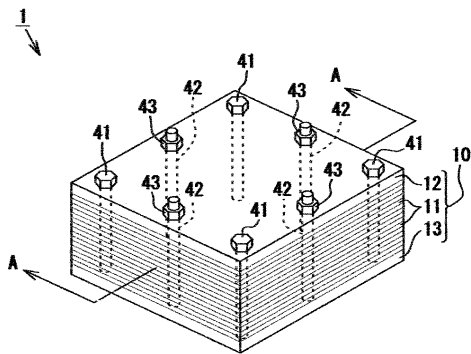
30

40

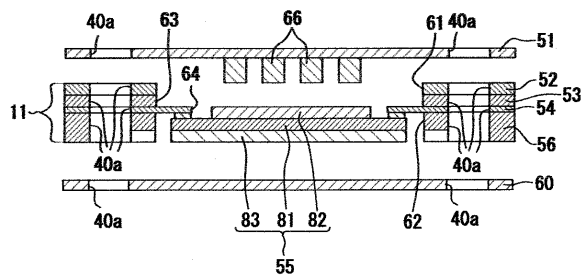
50

- 5 6 ... 板状ワークとしての燃料極フレーム
 1 1 0 , 1 6 0 , 1 6 2 ... レーザー溶接痕
 1 1 1 a , 1 1 1 b , 1 6 1 a ~ 1 6 1 c , 1 6 3 a ~ 1 6 3 d ... 分割レーザー溶接痕
 1 2 1 ... 溶接治具装置
 1 3 1 ... 第 1 治具部材
 1 3 2 ... 第 2 治具部材
 1 3 3 ... 固定治具部材
 1 4 1 ... 第 1 開口部
 1 4 2 ... 第 2 開口部
 L 1 ... レーザー
 R 1 ... オーバーラップ領域

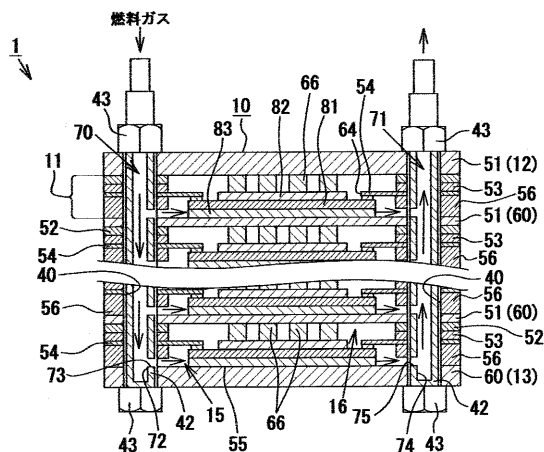
【図 1】



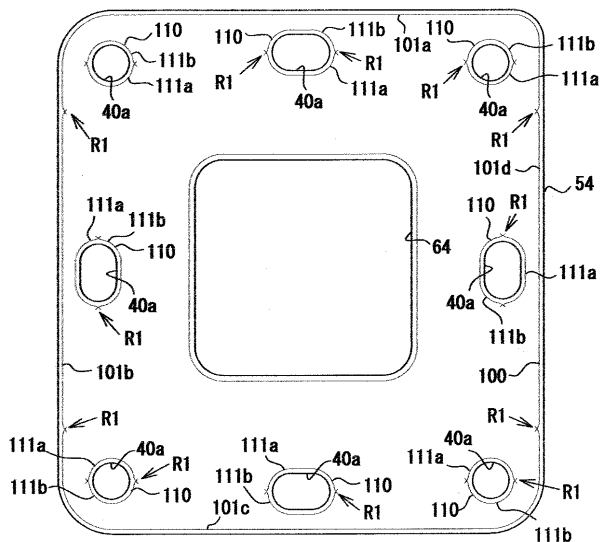
【図 3】



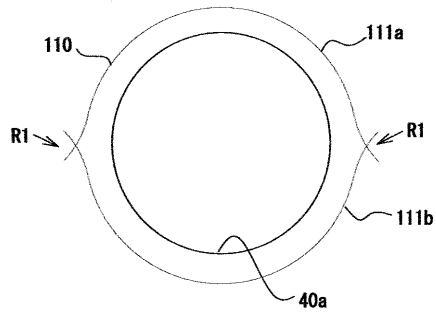
【図 2】



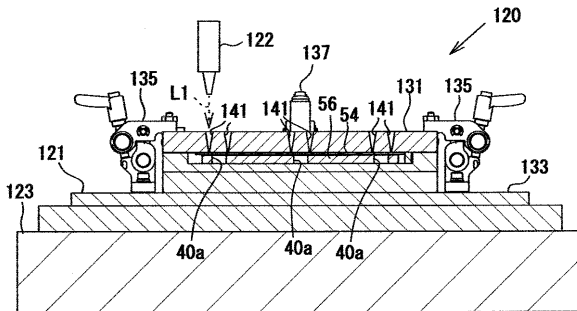
【図 4】



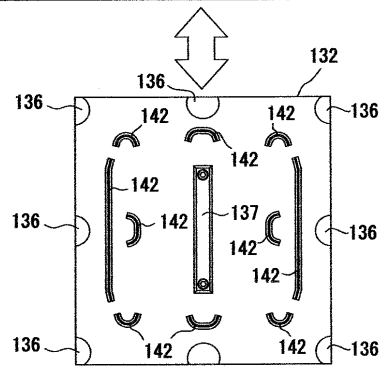
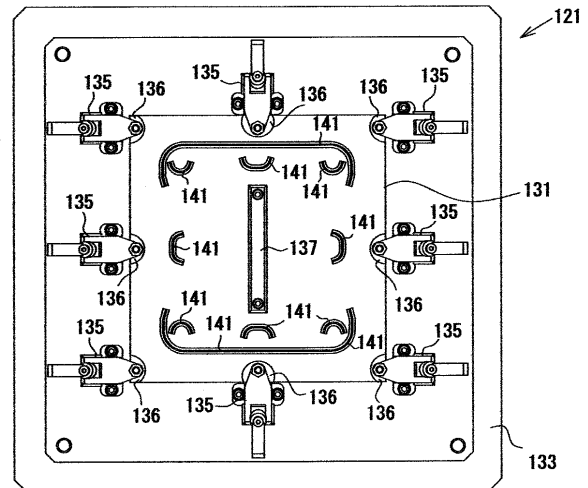
【図 5】



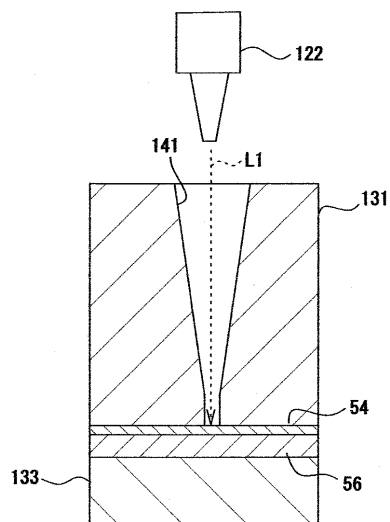
【図 6】



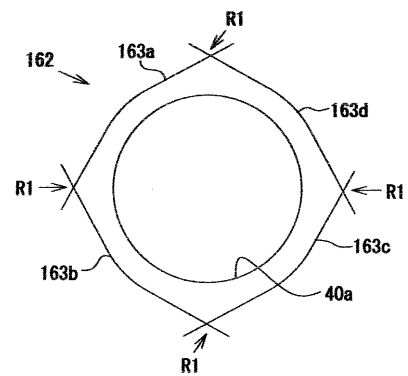
【図 7】



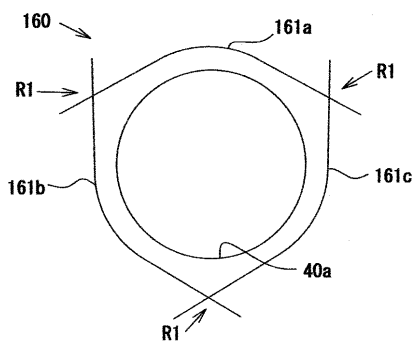
【図 8】



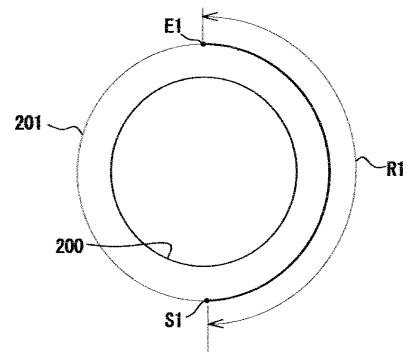
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 M 8/12

審査官 守安 太郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 9 3 8 6 8 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 1 1 2 4 6 (J P , A)

特開平 0 4 - 0 0 0 0 6 8 (J P , A)

特開平 0 7 - 2 2 0 7 4 3 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 1 6 1 4 5 0 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 3 1 1 8 3 8 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 0 0 7 2 3 7 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 0 2 4 8 5 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 8 / 2 4

B 2 3 K 2 6 / 2 1