

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 8/10 (2006.01)

H01M 8/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310100538.1

[45] 授权公告日 2006 年 9 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1276537C

[22] 申请日 2003.10.16

[21] 申请号 200310100538.1

[30] 优先权

[32] 2002.10.28 [33] KR [31] 65923/2002

[71] 专利权人 韩国电力公社

地址 韩国首尔

[72] 发明人 刘永成 林希天 朴振雨 朴相眩

审查员 黄宇晴

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 丁香兰

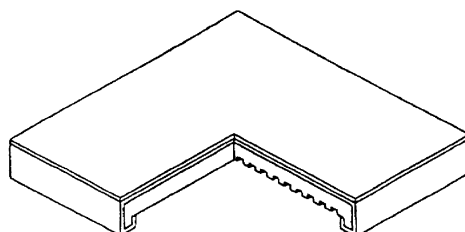
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 9 页

[54] 发明名称

具有气体通道的固体氧化物燃料电池

[57] 摘要

本发明的固体氧化物燃料电池是四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的支撑体型或自立型单电池，通过在单电池的内部和/或外部形成具有直线形结构或棋盘形结构的气体通道，可以使用没有另外形成有气体通道或通道台的分离板，而且可以达到在单电池的空气极和燃料极上反应气体顺畅流动的效果。



1. 固体氧化物燃料电池，其特征为：该电池是由燃料极、电解质、空气极构成的，其中单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲，而且单电池的內部和/或外部具有形成气体通道的结构。

2. 如权利要求 1 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述单电池是端部垂直向下弯曲的燃料极支撑体型单电池，其中用电解质致密地覆盖燃料极支撑体的整个平板部分的上面、整个或部分弯曲部分和支撑部分，在所述电解质覆盖的部分的上部覆盖多孔性的空气极，由此构成具有 3 层膜的多孔性燃料极支撑体型单电池，而且在单电池的內部和/或外部具有形成气体通道的结构。

3. 如权利要求 2 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，在所述燃料极支撑体上形成的气体通道为直线形结构或棋盘形结构。

4. 如权利要求 2 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述向下弯曲部分和燃料极支撑体上形成的气体通道的棋盘形结构的断面构造具有发挥气体通路作用的以直角形或是由钝角和锐角构成的梯形的突出部分；或以方形、多边形和/或圆形组合的复合形式的突出部分。

5. 如权利要求 1 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述单电池是端部垂直向下弯曲的多孔性空气极支撑体型单电池，其中用电解质致密地覆盖多孔性空气极支撑体的整个平板部分的下面和整个或部分弯曲部分和支撑部分，在所述电解质覆盖的部分的下部覆盖多孔性的燃料极，由此构成具有 3 层膜的多孔性空气极支撑体型单电池，而且在单电池的內部和/或外部具有形成气体通道的结构。

6. 如权利要求 5 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述空气极支撑体上形成的气体通道是直线形结构或棋盘形结构。

7. 如权利要求 5 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述向下弯曲部分和空气极支撑体上形成的气体通道的棋盘形结构的断面构造具有发挥气体通路作用的以直角形的或是由钝角和锐角构成的梯形的突出部分；或以方形、多边形和/或圆形组合的复合形式的突出部

分。

8. 如权利要求 1 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述单电池是电解质支撑体型单电池，该电解质支撑体型单电池的端部垂直向下弯曲的平板部分的下部覆盖燃料极，电解质的上部覆盖空气极，是由 3 层膜构成的电解质支撑体型单电池，而且在单电池的內部和/或外部形成气体通道。

9. 如权利要求 8 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述电解质支撑体上形成的气体通道是直线形结构或棋盘形结构。

10. 如权利要求 8 所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，所述向下弯曲部分和电解质支撑体上形成的气体通道的棋盘形结构的断面构造具有发挥气体通路作用的以直角形的或是由钝角和锐角构成的梯形的突出部分；或以方形和/或圆形组合的复合形式的突出部分。

11. 如权利要求 1 至 7 任一项所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，在所述四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的支撑体上，涂敷氧化锆类、二氧化铈类、氧化铈类、钙钛矿类中的 1 种或 1 种以上的电解质，然后热处理，制造厚 5 至 50 μm 的致密薄膜的电解质层，在被所述电解质覆盖部分的上部覆盖空气极，或在被所述电解质覆盖部分的下部覆盖燃料极，由此构成具有 3 层膜的支撑体型单电池。

12. 如权利要求 8 至 10 中任一项所述的固体氧化物燃料电池，其特征在于，使用颗粒大小为 10 至 100 μm 的氧化锆类、二氧化铈类、氧化铈类、钙钛矿类中的 1 种或 1 种以上的固体氧化物电解质原料粉末，制造四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的厚度 50 至 2000 μm 的电解质板，在电解质平板部分的下部覆盖燃料极，在电解质的上部覆盖空气极，由此构成具有 3 层膜的电解质支撑体型单电池。

具有气体通道的固体氧化物燃料电池

5 技术领域

本发明涉及具有气体通道的固体氧化物燃料电池。具体地说，本发明涉及的固体氧化物燃料电池是四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的电极支撑体型或电解质支撑体型，而且电池的內部和/或外部具有气体通道。

10

背景技术

一般，燃料电池是在阴极和阳极中注入气体燃料和空气，分别利用发生的电化学反应，并利用电解质进行离子传导，通过外部电路进行电子传导，也就是在符合电极和电解质特性的条件下，只要保持燃料和空气的注入，可以连续不断地得到电能能量生成装置。

燃料电池是高效率的发电方式，具有排出的公害物质非常少的优点。根据电池使用的电解质种类，其运转温度、电极材料、应用领域等是多种多样的。

其中可称为第3代的燃料电池是固体氧化物燃料电池(Solid Oxide Fuel Cell: SOFC)，该固体氧化物燃料电池是通过将反应气体平稳地流向单电池的两个电极面，同时保持与分离板的电接触和两种反应气体之间的密封性，引导发生氧或氢离子向致密的固体电解质层传导的现象，把在电极层上发生的电化学反应所生成的电动势应用于发电的装置。

具体地说，SOFC是高效率、低公害的发电方式，其中把热化学稳定的金属化合物作为电解质，在该电解质上面附着有燃料极和空气极，燃料气体可以用氢、甲烷、丙烷、丁烷等的任一种，氧化剂可以利用空气或氧气。

现有技术中已知的固体氧化物燃料电池材料，其中燃料极使用 Ni

和 YSZ 金属陶瓷的混合物, 电解质使用氧化锆($\text{ZrO}_2 + 8\text{Y}_2\text{O}_3$)类、二氧化铈(CeO_2)类、氧化铋(Bi_2O_3)类、钙钛矿类中的 1 种或 1 种以上的电解质粉末, 空气极使用 LaSrMnO_3 (LSM), 分离板或连接器使用 $\text{Cr-5Fe-1Y}_2\text{O}_3$ 、Ni 基金属、不锈钢、 LaSrCrO_3 , 集电体和密封材料使用玻璃或玻璃-陶瓷, 把它们相互层叠构成组件, 并将该组件与其周围的装置结合构成发电系统。

目前使用的单电池是以电解质在中间, 一边形成燃料极(阴极), 另一边形成空气极(阳极)的方式, 其所具有的多孔性结构使各自的电极层容易发生电化学反应, 适合用作中间层的电解质具有使燃料气体和氧化气体互不相通的致密结构。

已开发的 SOFC 用单电池的形式一般以筒型和平板型为主, 其中筒型是先开发的, 但由于其制造方法困难, 存在实用性的问题。另一方面如附图 1a 所示, 平板型的单电池一般用分离板 8 分离供给单电池 4 的燃料气体和氧化气体, 此时分离板 8 的电阻必须小, 以使所生成的电容易流动。

此外如图 1b 所示, 在制作组件时, 把平板型的单电池放在分离板之间, 用密封材料或密封玻璃保持密封, 使沿分离板双方的通道流动的 2 种气体相互不交叉, 同时必须在单电池的两个电极层平稳地供给气体。特别是在分离板和单电池之间彼此不接触的残余部分, 必须用具有气密性和绝缘性的材料例如陶瓷-玻璃做成绝缘层以至板状形式, 使气体密封。

广泛使用的上述分离板材料是金属和陶瓷材料, 特别是必须使用导电性好并能保持气密性的致密材料, 另外, 由于固体氧化物燃料电池的运转温度是高温, 因此, 所述材料必须具有例如在 400 至 1000℃ 的抗氧化性。此外, 作为燃料气体的氢气等在单电池的燃料极一侧的面(分离板的上面), 作为氧化剂的空气在单电池的空气极一侧的面(分离板的下面), 分离板在中间用以分离供给单电池的各自反应气体, 同时产生的电必须容易流动, 因此, 与不容易加工且制作成本高的陶瓷材料相比, 使用金属材料的分离板对 SOFC 发电系统的实用性是有利的。但是, 越

是高温或运转时间越长,金属分离板的空气极一侧表面越易发生金属氧化反应,因此,组件性能降低,不利于单电池的耐久性。

然而,由于金属材料分离板与陶瓷材料不同,具有容易加工制作成各种各样形式的优点,因此被广泛用于开发中温型(约 500~850℃)的 SOFC 组件中。可是,由于在 SOFC 运转温度下金属材料分离板具有比单电池的热膨胀系数(一般约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)大 1.2 倍至 2 倍左右的值,所以在启动和关闭 SOFC 发电装置时,也就是从常温到高温或从高温到常温的温度变化(也就是热循环)时,存在诱发更大的热应力的缺点。最近,随着具有更优良性能 SOFC 技术的单电池的开发,即使在更低的温度(中温型)下也能得到与已有电池相同的性能。因此,与陶瓷材料相比,金属材料分离板的使用变得更为广泛。

另一方面,金属材料或陶瓷材料等分离板原来的用途是气体的流动和电的接触,其中为了使注入的反应气体平稳地流动,分离板通常具有通道结构。特别是陶瓷材料由于是通过粉末冲压成型的,制作工艺并不复杂,而金属分离板,由于不是冲压成型,而主要是加工成型的,所以在加工燃料电池的必须结构即气体通道时,需要更长的加工时间和更多的加工费用,因此,具有增加分离板的制造费用或增加整个 SOFC 组件的制造费用的缺点。

附图 2 是表示现有(本发明人已申请的)的四方单电池四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的单电池(图 2a),以及用它制作的内部多通道型组件结构(图 2b)的图示。

如图 2 的单电池 4 和组件 11 的结构,分离板 8 上形成气体通道 6 的槽之间放置通道台 7,使单电池 4 结合,通过密封材料的槽 12,使单电池 4 和分离板 9 的密封部分简化,为了消除热应力,用多孔性绝缘板 10 密封,也就是用陶瓷绝缘毡和密封玻璃进行密封,按此顺序连续层叠,根据最终要求的电压(电量)把单电池 4 和构成要素等垂直层叠,制成燃料电池组件 11。

因此,与图 1 所示的现有的用单纯平板型单电池的情况相比,图 2 所示的另一现有的单电池中,由于具有富余空间(密封槽),可以插入密

封材料,用将必须要气体密封的部分分离的方式,可以进一步改善密封条件。因此,可以提高密封功能,并作为热循环使把整个组件一面再升温及一面冷却,从而可以制造对温度的变化具有优良耐久性的组件。

可是用图 2a 的单电池,制作图 2b 那样的组件的情况下,必须添加放置通道台 7 和分离板 8 的通道结构。这种分离板的通道结构使分离板的制造费用提高,存在使 SOFC 组件制作成本上升的缺点。因此图 2b 的单电池 4 如果要从制作成型时就具有通道结构,在制作组件时,可以直接使用没有燃料极或空气极通道结构的单纯板状分离板,这样在制造 SOFC 组件时,可以使用相对便宜的分离板。

10 图 2 中未说明的符号 1 是燃料极,2 是电解质,3 是空气极,13 是燃料极集电体,14 是空气极集电体,15 是多通道。

发明内容

本发明的目的是提供一种单电池的內部和/或外部具有气体通道的固体氧化物燃料电池。

15 本发明另外一个目的是提供一种在制造 SOFC 组件时,无须在分离板上制作燃料极或空气极通道,可以利用经济便宜的分离板的固体氧化物燃料电池。

本发明另外一个目的是提供一种在制造 SOFC 组件时,无须在分离板上制作燃料极或空气极通道,可以减小分离板厚度的固体氧化物
20 燃料电池。

本发明另外一个目的是提供一种在制造 SOFC 组件时,可以制作大小与现有组件相同,具有更高输出组件的固体氧化物燃料电池。

本发明另外一个目的是提供一种具有适用于单电池的长期性能的通道部分的燃料极或空气极,从而使高温削波(clip)电阻提高,而提高
25 单电池寿命的固体氧化物燃料电池。

本发明的固体氧化物燃料电池的单电池的特征为:由燃料极(阴极)、电解质、空气极(阳极)构成,该单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲,而且所述单电池的內部和/或外部具有气体通道。

30 本发明的单电池的特征为:具有在四个端部或对置的二个端部的断

面为∩字型向下弯曲的多孔性燃料极(阴极)或空气极(阳极)支撑体上, 涂敷厚 5 至 50 μm 的致密电解质薄膜的电极支撑体型结构; 或者具有厚 50 至 2000 μm 的固体氧化物电解质呈∩字型向下弯曲的结构, 在该结构的上部或下部上各自用多孔性空气极(阳极)或燃料极(阴极)覆盖而构成 3 层膜或 3 层以上的多层膜结构, 该单电池的內部和/或外部具有气体通道。

在用本发明的单电池情况下, 在加工分离板的通道时, 可以除去上下两面中的一面以至两面, 在现有的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池中, 由于可以去除在组件层叠时使用的通道台和分离板的通道加工, 所以具有以比较低的成本制作分离板, 以及使分离板厚度减小的优点。

附图说明

[图 1]

图 1a 和 1b 为现有平板型、自立型结构的 SOFC 单电池和用它制作的晶格排列方式的组件结构的示意图。

[图 2]

图 2a 和 2b 为表示现有的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池和用它制作的内部多通道方式的组件结构的示意图。

[图 3]

图 3a 至 3d 为本发明的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池的燃料极(阴极)支撑体中, 形成有直线形结构或棋盘形结构反应气体通道的单电池的示意图。

[图 4]

图 4a 和 4b 为用于表示在图 3 的单电池中, 用电解质全部或局部包围各支撑体的弯曲部分的形式示意图。

[图 5]

图 5a 至 5d 为本发明的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池的空气极(阳极)支撑体中, 形成有直线形

结构或棋盘形结构反应气体通道的单电池的示意图。

[图 6]

图 6a 至 6d 为本发明的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的单电池的电解质支撑体中，形成有直线形结构
5 或棋盘形结构反应气体通道的单电池的示意图。

标号说明

- 1: 燃料极(阴极)
- 2: 电解质
- 10 3: 空气极(阳极)
- 4: 单电池
- 6: 气体通道
- 7: 通道台
- 8: 分离板
- 15 10: 多孔性绝缘板
- 12: 密封材料的槽
- 31: 平板部分
- 32: 弯曲部分
- 33: 支撑部分

20

具体实施方式

下面参照附图对本发明的实施例进行详细的说明。

在本发明中，图 3 为表示在本发明的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的单电池支撑体上，形成有反应气体通道的单电池的切掉一侧端部的示意图。其中图 3a 为在四个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的燃料极(阴极)支撑体型单电池中，燃料极(阴极)支撑体上的反应气体通道形成直线形的结构。图 3b 为在四个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲的燃料极(阴极)支撑体型单电池中，燃料极(阴极)支撑体上的反应气体通道形成棋盘形的结构。图 3c 为在对置的二个端部的断面
25

为∩字型向下弯曲的燃料极(阴极)支撑体型单电池中,燃料极支撑体上的反应气体通道形成直线形的结构。图3d为在对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的燃料极(阴极)支撑体型单电池中,燃料极(阴极)支撑体上的反应气体通道形成棋盘形的结构。

5 图4为表示图3各单电池中弯曲部分2维断面的示意图,图4a为用电解质包围整个支撑体弯曲部分情况下的示意图,图4b为用电解质包围部分支撑体弯曲部分情况下的示意图。

图5为在本发明的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池空气极支撑体上,形成有反应气体通道的单
10 电池切掉一侧端部的示意图。图5a为在四个端部的断面为∩字型向下弯曲的空气极(阳极)支撑体型单电池中,用直线形结构形成反应气体通道的单电池。图5b为在四个端部的断面为∩字型向下弯曲的空气极(阳极)支撑体型单电池中,用棋盘形结构形成反应气体通道的单电池。图5c为在对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的空气极(阳极)支撑体型单
15 电池中,用直线形结构形成反应气体通道的单电池。图5d为在对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的空气极(阳极)支撑体型单电池中,用棋盘形结构形成反应气体通道的单电池。

图6为在本发明的四方单电池的四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池的电解质中存在反应气体通道的单电池切掉
20 一侧端部的示意图。图6a为在四个端部的断面为∩字型向下弯曲的电解质支撑体型单电池中,在电解质支撑体中反应气体通道形成直线形结构的单电池。图6b为在四个端部的断面为∩字型向下弯曲的电解质支撑体型单电池中,在电解质支撑体中反应气体通道形成棋盘形结构的单电池。图6c为在对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的电解质支撑体型单
25 电池中,在电解质支撑体中反应气体通道形成直线形结构的单电池。图6d为在对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的电解质支撑体型单电池中,在电解质支撑体中反应气体通道形成棋盘形结构的单电池。

下面是为使具有本技术领域一般知识的人容易实施本发明而进行的详细说明。参照附图,利用最适宜的实施例对本发明的目的、作用

和效果进行详细说明，并且进一步用更适宜的实施例说明本发明其他的目的和特征。

用实施例对本发明进一步详细说明如下。

实施例 1：四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲，
5 具有反应气体通道的燃料极(阴极)支撑体型单电池

所谓在本发明中使用的弯曲型的通道结构单电池，如图 2a 所示，是在平板部件 31 的四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲，而且在相对厚的燃料极支撑体上，具有燃料气体容易流动的通道的单电池。

10 此单电池由弯曲部分 32 和支撑体 33 构成，厚约 1 至 2mm 的多孔性燃料极(阴极)1 和用厚 5 至 $50\mu\text{m}$ 致密电解质 2 薄膜覆盖支撑体 33 上面和整个端部，在被电解质 2 覆盖部分的上部覆盖多孔性空气极(阳极)3，所以是由中部为电解质 2、下部为燃料极(阴极)1、上部为空气极(阳极)3 构成的 3 层膜的单电池。

15 此时最终可以如图 3a、图 3b、图 3c、图 3d 那样制造单电池，例如尺寸为 $50\times 50\text{mm}$ 、厚约 1.7mm、向下弯曲的端部高度约 3.5mm、内侧高度 1.8mm 弯曲部分宽度方向厚约 2mm。

这种制造方法是在 1 次烧结体的燃料极支撑体上，用众所周知的釉浆涂敷法和化学蒸镀法，涂敷氧化锆(ZrO_2)类、二氧化铈(CeO_2)类、
20 氧化铋(Bi_2O_3)类、钙钛矿类中的 1 种或 1 种以上的电解质，在约 1250°C 进行 1 次至几次反复热处理后，最终在 1450°C 至 1600°C 烧结，制造约 5 至 $50\mu\text{m}$ 厚致密的电解质层的方法。

如图 4a 所示，可以用致密的电解质层包围整个弯曲部分，也可以如图 4b 所示，把致密的电解质层涂敷在燃料支撑体的上部表面和支撑
25 体弯曲部分的侧面，这样 SOFC 运转时，能够防止从多孔性支撑体直接泄漏燃料气体，可以增加密封效果。

而各个弯曲部分和通道的结构例如直线形结构或棋盘形结构可以变化成各种各样的形式。也就是在直线形结构中，不是单纯的直角结构，也可以是钝角或锐角组合成的梯形，在棋盘形结构中，也可以把

突出部分作成方形、多角形和/或圆形等各种各样的形式。

在电解质层的上面用含 20% 石墨粉的 LSM($\text{La}_{0.85}\text{Sr}_{0.15}\text{MnO}_3$) + YSZ 组成的粉末涂膏, 通过丝网印刷覆盖空气极(阳极), 干燥后在 1100℃ 进行热处理, 最终制成图 3a 或图 4a 所示的 3 层结构的燃料极(阴极)支撑体型
5 结构的 SOFC 单电池。

为了制作组装组件, 重要的是把各单电池做成具有相同尺寸, 弯曲部分的尺寸和高度可以用使各个单电池与分离板接触后密封的方法进行再加工。特别是用晶格排列方式粘接单电池构成组件的一层时(图 1b), 必须将各单电池的厚度和弯曲部分的高度作成相同尺寸。

10 本实施例中最终单电池尺寸约为 50×50mm 的情况下, 弯曲部分的端部高度约为 3.5mm、内侧高度为 1.8mm、单电池内侧的气体通道的槽(凹陷部分)深约 1mm 左右, 该条件是由制造单电池时的冲压模具尺寸、热处理温度或烧结温度来决定的。

用本发明的单电池, 为了使内侧通道的气体分布保持一定, 和进行电接触, 使用集电层和集电体。而由于使用多孔性金属薄片(毡片)和丝网, 容易与分离板接触。

实施例 2: 四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲, 并具有反应气体通道的空气极(阳极)支撑体型单电池

首先为了制造空气极(阳极)支撑体, 在 LSM($\text{La}_{0.85}\text{Sr}_{0.15}\text{MnO}_3$) 组成的
20 粉末中混合球形石墨粉, 采用众所周知的冲压成型和热处理条件, 最终制成约 40% 的多孔性空气极(阳极)支撑体。

这样的空气极(阳极)支撑体被制成图 5a、图 5b、图 5c、图 5d 所示形式, 尺寸约 50×50mm, 厚度约为 1.7mm, 向下弯曲的端部的高度约 3.5mm, 内侧的高度为 1.8mm, 弯曲部分宽度方向的厚度约为
25 3mm。

在所述空气极(阳极)支撑体的整个下面形成致密的电解质层, 然后再在电解质层的下面, 以燃料极(阴极)成分即以重量比约 50: 50 混合 NiO 粉末和 8YSZ($\text{ZrO}_2 + 8$ 摩尔%的 Y_2O_3) 的粉末, 并以 20% 的石墨粉为基本原料, 用与实施例相同的印刷法, 最终制成图 5a、图 5b、图 5c、

图 5d 所示空气极(阳极)支撑体结构的 SOFC 单电池。

特别是把图 5a、图 5b、图 5c、图 5d 所示的气体通道作成直线形或棋盘形的结构，此时的通道结构在直线形的结构中也可以不是单纯直角形结构，而是钝角和锐角组合的梯形，在棋盘形的结构中，也可以把突出部分作成方形、多角形和/或圆形等各种各样的形式。这些是在成型时由冲压模具的形式确定。其他制作步骤与实施例 1 相同。

实施例 3：四个端部或对置的二个端部的断面为 $\cap$ 字型向下弯曲，并具有反应气体通道的电解质支撑体型单电池

在制作电解质支撑体型或自立型单电池中，把氧化锆(ZrO_2)类、二氧化铈(CeO_2)类、氧化铋(Bi_2O_3)类、钙钛矿类中的 1 种或 1 种以上的固体氧化物电解质原料粉末作成尺寸为 10 至 $100\ \mu\text{m}$ 粗颗粒后使用这些粗颗粒成型出图 6a、图 6b、图 6c、图 6d 所示形式，然后进行烧结，最终制成尺寸约为 $50\times 50\text{mm}$ ，厚度约为 1mm，向下弯曲的端部内侧高度约 2mm，端部厚度约为 1 至 2mm 的电解质板。

此时在成型原料粉时，内侧根据冲压模具的形式，槽(凹陷部分)的宽度和深度分别成型为约 1~0.5mm，可以制成图 6a 和图 6b 那样的具有直线形结构的通道，或图 6b 和图 6d 那样的具有棋盘形结构的通道。如上所述这样的通道结构在直线形的结构中也可以不是单纯直角形结构，而是钝角和锐角组合的梯形，在棋盘形的结构中，也可以把突出部分作成方形、多角形和/或圆形等各种各样的形式。

其中，用一般的方法制造的燃料极的成分即以重量比约 50: 50 混合 NiO 粉和 8YSZ(ZrO_2+8 摩尔%的 Y_2O_3)的粉末，并以 20%的石墨粉为基本原料，制成燃料极膏。把它印刷以至涂敷在所制成的电解质板下面，特别是把它分别印刷以至涂敷在反应气体通道的突出部分(凸起部分)或槽(凹陷部分)，干燥后在 1300 至 1450°C 的温度下热处理后制成燃料极。与实施例 1 相同，再印刷涂覆空气极材料的 LSM($\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$)+YSZ 膏，干燥后在 1100°C 的温度左右进行热处理，制成了具有通道结构的电解质支撑体型或自立型结构的 SOFC 单电池。其他步骤与实施例 1 和 2 相同。

发明的效果

本发明的燃料电池在层叠组件时，简化了分离板上的通道结构，具有减小分离板的厚度和降低费用的优点。因此在相对的同样尺寸的组件中，由于可以层叠更多的单电池，而得到更大的输出。特别是在
5 制造四个端部或对置的二个端部的断面为∩字型向下弯曲的单电池时，通过把与支撑体(例如空气极、电解质、燃料极)对应的部分成型为有通道的形式，可以不另外在分离板上加工燃料和空气反应气体流动通道。

本发明的技术可以克服在现有的 SOFC 开发中成为阻碍的分离板的高制作费用的缺点，具有可以制作便宜的 SOFC 组件的效果。

10 本发明整体地改善了单电池的形式，可以使 SOFC 组件的价格降低，此外通过使用更多的分离板，使组件尺寸小型化，结果具有提高寿命和耐久性，并使运转条件容易的效果。

本说明书所公开的各种可能实施的实施例，不过是为了帮助本领域的技术人员容易理解本发明。但本发明的技术思想并不限于这些实
15 施例。在不偏离本发明思想的范围内，可以进行多种变化和变更。

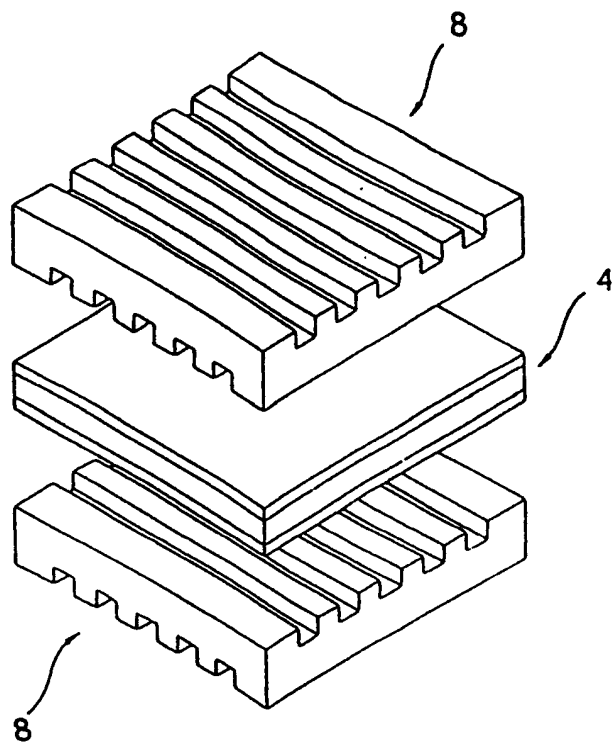


图 1a

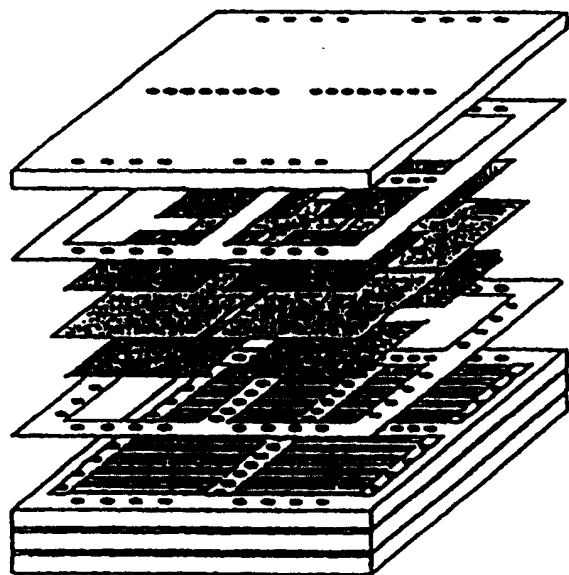


图 1b

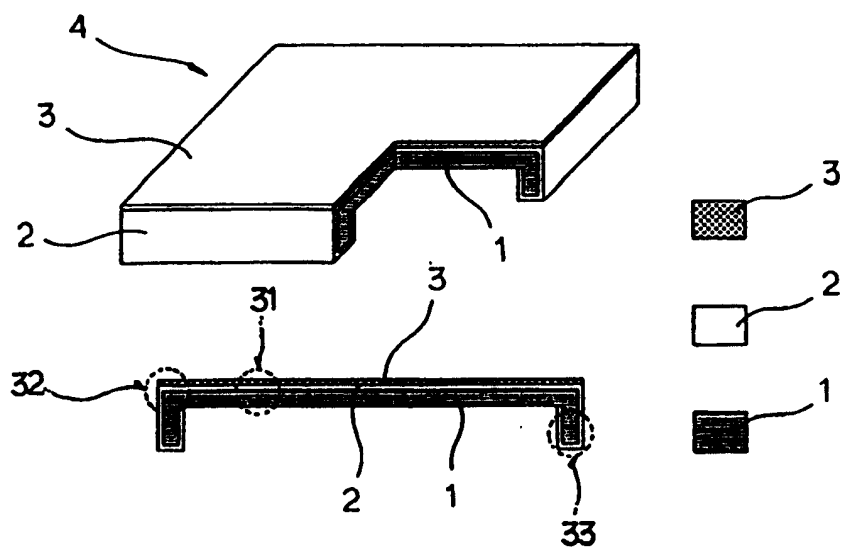


图 2a

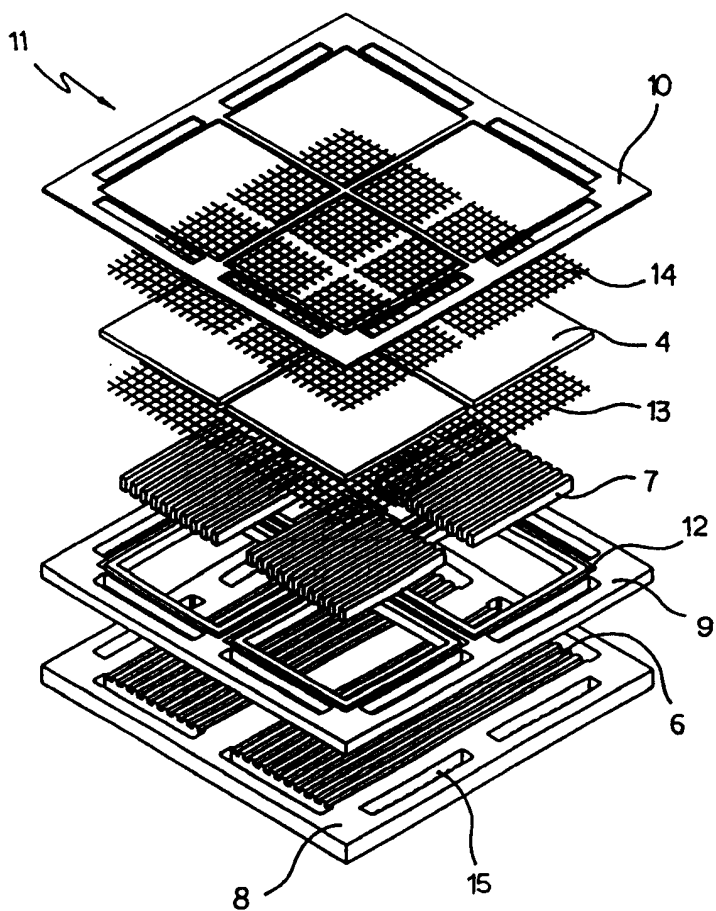


图 2b

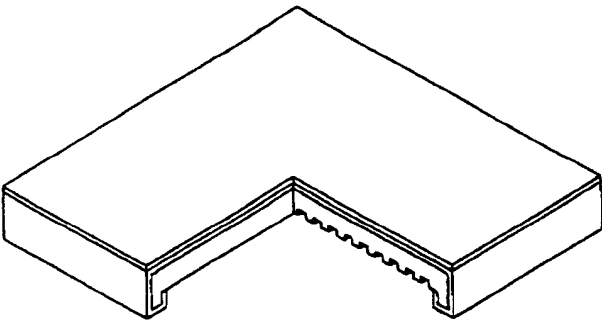


图 3a

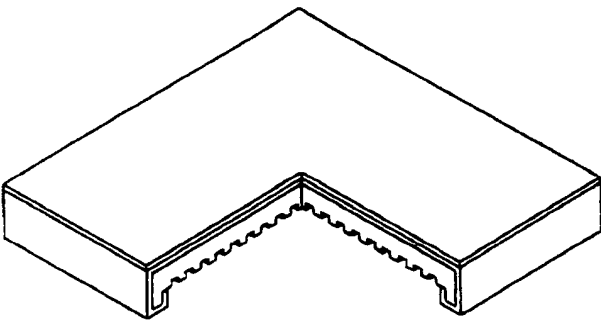


图 3b

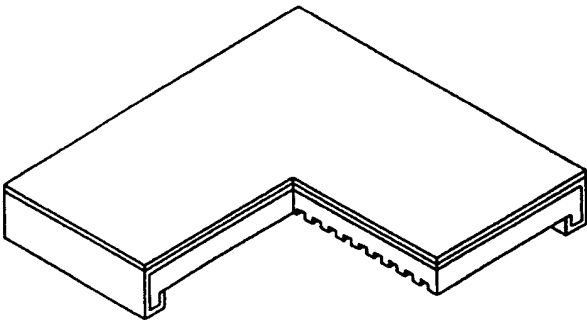


图 3c

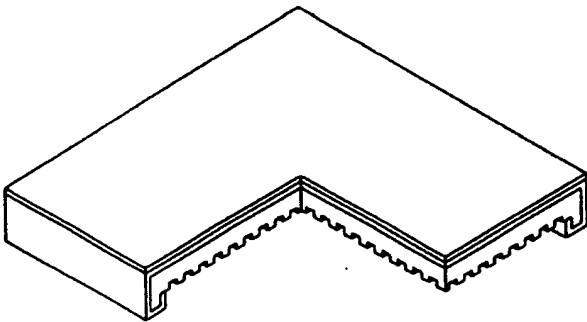


图 3d

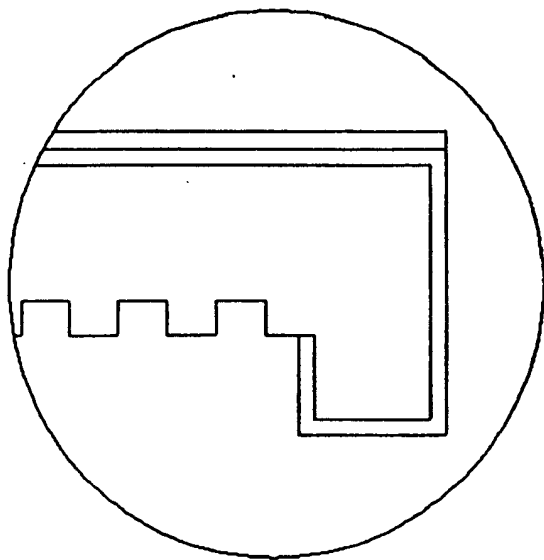


图 4a

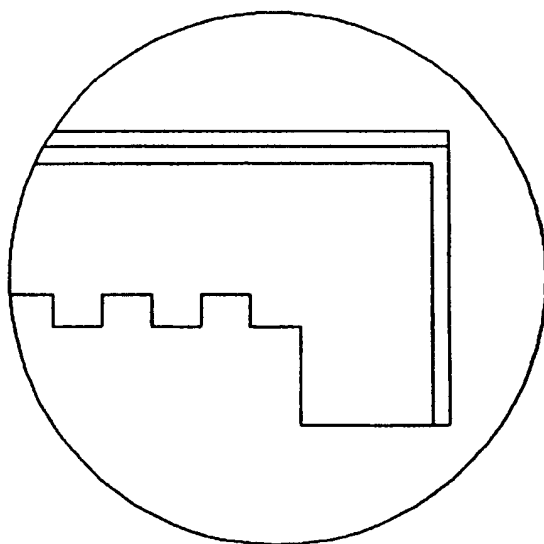


图 4b

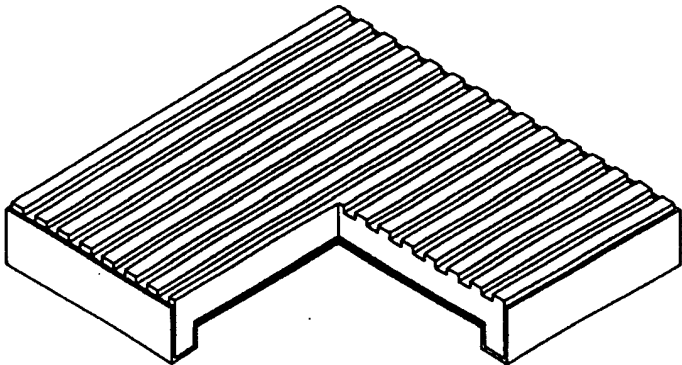


图 5a

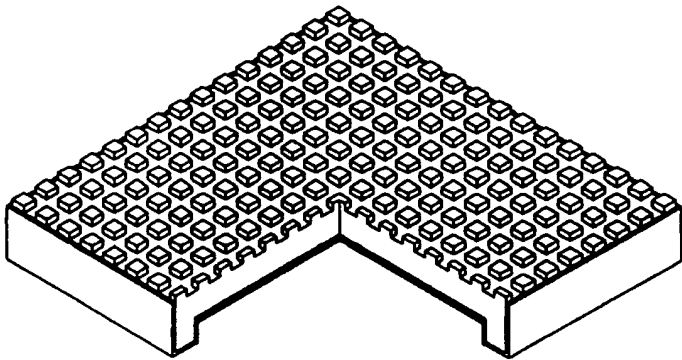


图 5b

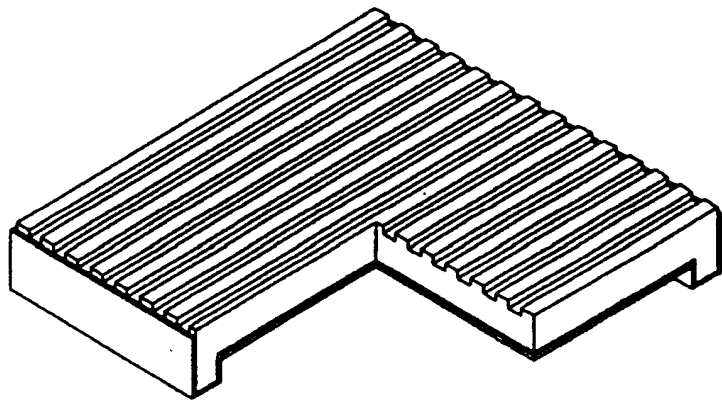


图 5c

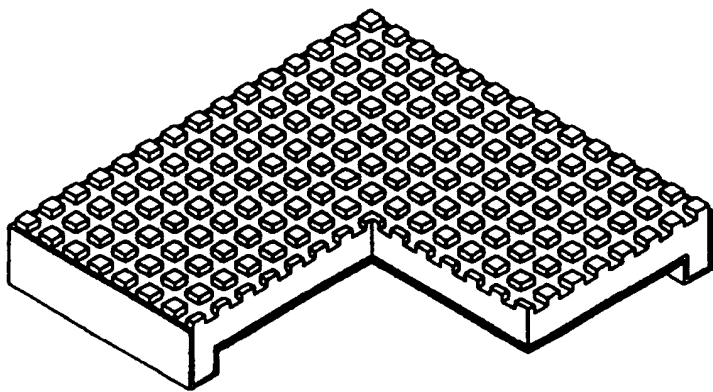


图 5d

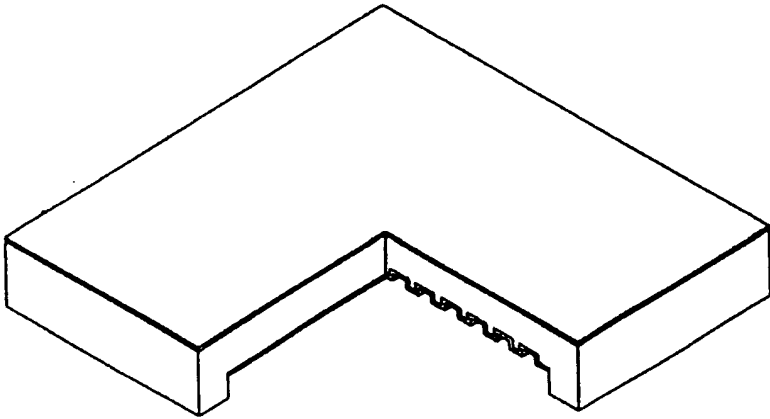


图 6a

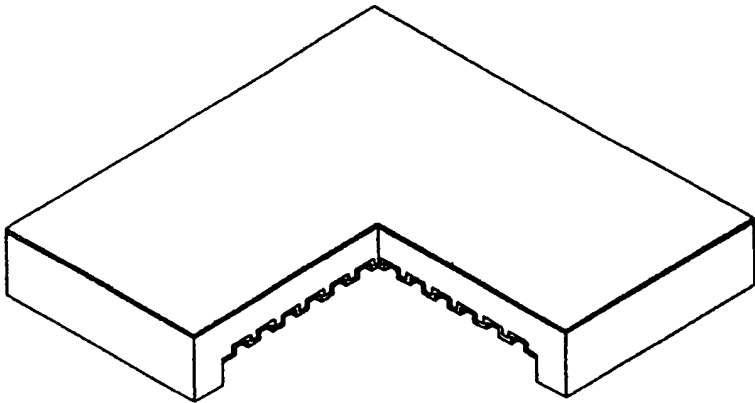


图 6b

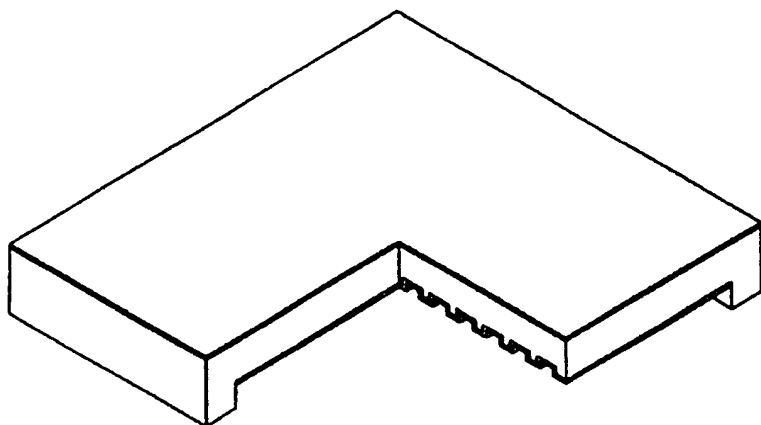


图 6c

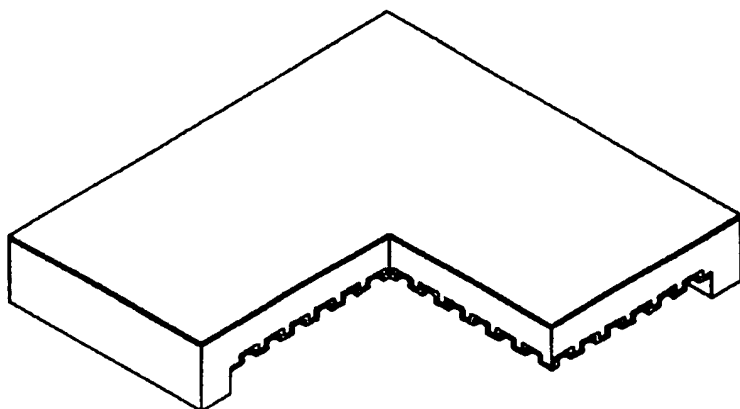


图 6d