



(10) 授权公告号 CN 112470314 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 29

(21) 申请号 201980048871.1

(22) 申请日 2019.07.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112470314 A

(43) 申请公布日 2021.03.09

(30) 优先权数据  
2018-141502 2018.07.27 JP  
2018-201989 2018.10.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.01.21

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2019/029460 2019.07.26

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/022489 JA 2020.01.30

(73) 专利权人 京瓷株式会社  
地址 日本京都府

(72) 发明人 新地崇大 内林溪

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021  
专利代理师 吴克鹏

(51) Int.Cl.  
H01M 8/026 (2016.01)  
H01M 8/0265 (2016.01)  
H01M 8/1226 (2016.01)  
H01M 8/2428 (2016.01)  
H01M 8/243 (2016.01)  
H01M 8/2483 (2016.01)  
H01M 8/2484 (2016.01)  
H01M 8/1231 (2016.01)

(56) 对比文件  
JP 2011249242 A, 2011.12.08  
JP 2017062979 A, 2017.03.30

审查员 陈珍

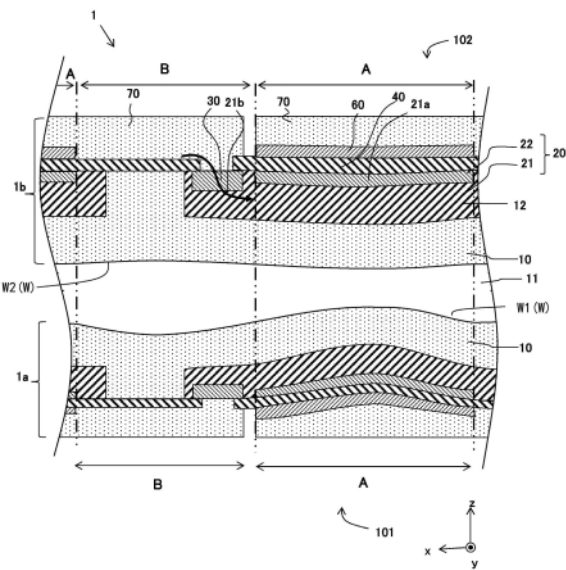
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

燃料电池单元及电池单元堆装置

(57) 摘要

本发明的电池单元具备:支承基板,其为具有第一主面和与该第一主面相反侧的第二主面的平板状且具有纵长方向的柱状,且在内部具有气体流路;以及多个元件部,其被相互分离地配置在第一主面上及第二主面上,且至少层叠有燃料极、固体电解质膜和空气极。电池单元具有与气体流路相比位于上述第一主面侧的第一部位和与上述气体流路相比位于上述第二主面侧的第二部位。第一部位与第二部位的结构为非对称。



1. 一种电池单元,其具备:

支承基板,所述支承基板为具有第一主面和与该第一主面相反侧的第二主面的平板状且具有纵长方向的柱状,且在内部具有气体流路;以及

多个元件部,所述多个元件部至少层叠有燃料极、固体电解质膜和空气极,在所述第一主面上所述多个元件部被相互分离地配置,在所述第二主面上所述多个元件部被相互分离地配置,

所述电池单元具有与所述气体流路相比位于所述第一主面侧的第一部位、和与所述气体流路相比位于所述第二主面侧的第二部位,

所述第一部位与所述第二部位的结构为非对称,所述第一部位与所述第二部位符合从下述(a)~(c)中选择的任意一个:

(a) 在所述支承基板的沿着所述气体流路的截面视图中,所述第二部位的气体流路壁的全长小于所述第一部位的气体流路壁的全长;

(b) 在所述支承基板的沿着所述气体流路的截面视图中,所述第二部位的各所述元件部中的所述燃料极与所述固体电解质膜的界面的长度之和小于所述第一部位的各所述元件部中的所述燃料极与所述固体电解质膜的界面的长度之和;

(c) 所述第二部位中的所述支承基板的气孔率低于所述第一部位中的所述支承基板的气孔率。

2. 根据权利要求1所述的电池单元,其中,

在所述截面视图中,所述第一部位的所述气体流路壁为波状。

3. 根据权利要求1所述的电池单元,其中,

所述支承基板的从所述气体流路起至所述第二主面为止的长度大于从所述气体流路起至所述第一主面为止的长度。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的电池单元,其中,

多个所述元件部在所述第一主面上及所述第二主面上沿着所述纵长方向被各自分离地排列,

所述电池单元具备电连接部,所述电连接部将被分别配置在相邻的所述元件部之间的、一个所述元件部的燃料极与另一个所述元件部的空气极进行电连接。

5. 根据权利要求4所述的电池单元,其中,

在所述第一主面和所述第二主面中的至少一个主面上,沿着所述纵长方向排列的所述多个元件部中的至少一个元件部,在与所述主面上的所述多个元件部所排列的方向正交的方向上被配置在与其他元件部不同的位置。

6. 一种电池单元堆装置,其具备:

电池单元堆,所述电池单元堆在所述支承基板的主面彼此对置的方向上排列有多个如权利要求1~5中任一项所述的电池单元;以及

固定构件,所述固定构件将所述电池单元堆中的所述电池单元的纵长方向上的一端侧固定。

7. 一种电池单元堆装置,其具备:

电池单元堆,所述电池单元堆在所述支承基板的主面彼此对置的方向上排列有多个如权利要求1~3中任一项所述的电池单元;以及

固定构件,所述固定构件将所述电池单元堆中的所述电池单元的纵长方向上的一端侧固定,

其中,至少一个所述电池单元的所述第二主面面对所述电池单元堆的中心的位置侧。

## 燃料电池单元及电池单元堆装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池单元及电池单元堆装置。

### 背景技术

[0002] 以往,已知下述的燃料电池单元,其具备“气体流路被设置于内部且不具有电子传导性的多孔质的支承基板”、“分别设置于支承基板的表面中的相互分离的多个位置、且燃料极、固体电解质膜及空气极层叠而成的多个发电元件部”、和“分别设置于1组或多组相邻的发电元件部之间、且将相邻的发电元件部的一个燃料极与另一个空气极进行电连接的、1个或多个电连接部”(例如,参照专利文献1)。以下,有时将燃料电池单元简单称为电池单元。这样的构成也被称作“横条纹型”。通过使燃料气体由该电池单元内部的气体流路的一端导入,使包含氧的气体由该电池单元外部的一端流入,从而能够进行发电。

[0003] 电池单元堆装置具备歧管、和多个电池单元即电池单元堆(例如,参照专利文献2)。各电池单元以从歧管向上方延伸的方式被歧管支承。经由歧管对各电池单元的各气体流路分配气体。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2012-38718号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2017-201601号公报

### 发明内容

[0008] 本发明的电池单元具备:支承基板,其为具有第一主面和与该第一主面相反侧的第二主面的平板状且具有纵长方向的柱状,且在内部具有气体流路;和多个元件部,其被相互分离地配置在上述第一主面上和上述第二主面上,且至少层叠有燃料极、固体电解质膜和空气极。本发明的电池单元具有与上述气体流路相比位于上述第一主面侧的第一部位和与上述气体流路相比位于上述第二主面侧的第二部位,上述第一部位与上述第二部位的结构为非对称。

### 附图说明

[0009] 图1A是示出电池单元的一例的立体图。

[0010] 图1B是示出在凹部内埋设有燃料极、互连器的状态的一例的俯视图。

[0011] 图2是图1A所示的电池单元的截面图的一例。

[0012] 图3是用于说明图1A所示的燃料电池单元的工作状态的一例的图。

[0013] 图4是图1A所示的电池单元的截面图的一例。

[0014] 图5是示出图1A的支承基板的一例的立体图。

[0015] 图6A是图5的截面图。

[0016] 图6B是示出图6A的在第一凹部内形成有各层的状态的一例的截面图。

[0017] 图7是示出电池单元的一例的立体图。

[0018] 图8是电池单元堆装置的一例的示意说明图。

### 具体实施方式

[0019] 以下,针对本发明的电池单元,以燃料电池单元为例进行说明。

[0020] (燃料电池单元)

[0021] 图1A示出本实施方式的燃料电池单元1。电池单元1在沿x轴方向具有纵长方向的柱状且平板状的支承基板10的上下面各面上,在纵长方向上隔开规定间隔地排列有被串联地电连接的多个形状相同的发电元件部A。支承基板10的上下面为相互平行的两侧的主面(平面)。图1A中示出在一个主面具有4个发电元件部A的例子。将一个主面设为第一主面,将另一个主面设为第二主面。该电池单元1为所谓的“横条纹型”。

[0022] 从上方观察该电池单元1时的形状例如为纵长方向的边长为5cm~50cm且与纵长方向正交的宽度方向即y轴方向的长度为1cm~10cm的长方形。该电池单元1的厚度为1mm~5mm。以下,一边参照图1A、以及该电池单元1的图1A所示的电池单元1的纵长方向上的截面图即图2,一边对该电池单元1的详细情况进行说明。

[0023] 图2是图1A所示的燃料电池单元1的纵长方向上的截面图的一部分。换言之,是沿着气体流路11的截面图的一部分。

[0024] 支承基板10是不具有电子传导性即绝缘性的、包含多孔质材料的柱状且平板状的烧成体。在支承基板10的内部,在宽度方向上隔开规定间隔地设置有沿纵长方向延伸的多个贯通孔、即气体流路11。图1A所示的支承基板10具有6个气体流路11。将暴露于在支承基板10的内部流动的气体的表面作为气体流路壁W。

[0025] 本实施方式中,支承基板10在主面的多个位置分别具有第一凹部12。各第一凹部12是被由支承基板10的材料形成的底壁、与遍布整周地由支承基板10的材料形成且在周向上闭合的侧壁所划定的长方体状凹陷。在周向上闭合的侧壁是沿着纵长方向的2个侧壁与沿着宽度方向的2个侧壁。图2中的下侧的主面为第一主面101,上侧的主面为第二主面102。

[0026] 支承基板10包含“过渡金属氧化物或过渡金属”和绝缘性陶瓷。作为“过渡金属氧化物或过渡金属”,可以为NiO(氧化镍)或Ni(镍)。过渡金属能够作为促进燃料气体的改性反应的催化剂、即烃系气体的改性催化剂来发挥作用。

[0027] 绝缘性陶瓷可以为MgO(氧化镁)或“ $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ (镁铝尖晶石)与MgO(氧化镁)的混合物”。另外,作为绝缘性陶瓷,可以使用CSZ(氧化钙稳定化氧化锆)、YSZ(氧化钇稳定化氧化锆,有时也称作8YSZ)、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ (氧化钇)。

[0028] 通过支承基板10包含“过渡金属氧化物或过渡金属”,从而包含改性前的残存气体成分的气体通过上述催化剂作用而能够促进改性前的残存气体成分的改性。而且,通过支承基板10包含绝缘性陶瓷,从而能够确保支承基板10的绝缘性。其结果,能够确保相邻的燃料极间的绝缘性。

[0029] 支承基板10的厚度可以为1mm~5mm。以下,使该结构成为大致上下对称,为了简化说明,仅针对支承基板10的上表面侧的构成进行说明。对于支承基板10的下面侧而言,虽然一部分形状不同,但也具有类似的构成。

[0030] 如图2所示那样,在位于支承基板10的第二主面102的各第一凹部12内填充埋设有

燃料极集电部21的整体。因此,各燃料极集电部21为长方体状。在各燃料极集电部21的上表面即外侧面有第二凹部21a。如图1B所示那样,各第二凹部21a是被由燃料极集电部21的材料形成的底壁、与在周向上闭合的侧壁所划定的长方体状凹陷。在周向上闭合的侧壁之中,沿着纵长方向即x轴方向的2个侧壁为支承基板10的一部分,沿着宽度方向即y轴方向的2个侧壁为燃料极集电部21的一部分。

[0031] 各第二凹部21a中填充埋设有燃料极活性部22。各燃料极活性部22为长方体状。燃料极20包含燃料极集电部21和燃料极活性部22。燃料极20、即、燃料极集电部21和燃料极活性部22是具有电子传导性的多孔质烧成体。各燃料极活性部22的沿着宽度方向即y轴方向的2个侧面和底面在第二凹部21a内与燃料极集电部21接触。

[0032] 在各燃料极集电部21的上表面即外侧面的除了第二凹部21a以外的部分有第三凹部21b。各第三凹部21b是被作为燃料极集电部21的底壁、与在周向上闭合的侧壁所划定的长方体状凹陷。在周向上闭合的侧壁之中,沿着纵长方向即x轴方向的2个侧壁为支承基板10的一部分,沿着宽度方向即y轴方向的2个侧壁为燃料极集电部21的一部分。

[0033] 在各第三凹部21b中填充埋设有作为导电性致密体的互连器30。各互连器30为长方体状。互连器30为具有电子传导性的致密烧成体。各互连器30的沿着宽度方向的2个侧面和底面在第三凹部21b内与燃料极集电部21接触。

[0034] 对于燃料极20(即,燃料极集电部21和燃料极活性部22)的上表面即外侧面、互连器30的上表面即外侧面、和支承基板10的第二主面102而言,各表面成为了一个面。

[0035] 燃料极活性部22例如可以含有NiO(氧化镍)和YSZ(氧化钇稳定化氧化锆)。或者,也可以含有NiO(氧化镍)和GDC(掺杂钆的氧化铈)。燃料极集电部21例如可以含有NiO(氧化镍)和YSZ(氧化钇稳定化氧化锆)。或者,也可以含有NiO(氧化镍)和 $Y_2O_3$ (氧化钇),还可以含有NiO(氧化镍)和CSZ(氧化钙稳定化氧化锆)。燃料极活性部22的厚度可以为 $5\mu m \sim 30\mu m$ 。燃料极集电部21的厚度、即第一凹部12的深度为 $50\mu m \sim 500\mu m$ 。

[0036] 燃料极集电部21为电子传导性。燃料极活性部22具有电子传导性和氧化性离子(氧离子)传导性。燃料极活性部22中的“具有氧化性离子传导性的物质相对于除了气孔部分以外的总体积而言的体积比例”多于燃料极集电部21中的“具有氧化性离子传导性的物质相对于除了气孔部分以外的总体积而言的体积比例”。

[0037] 互连器30例如可以含有 $LaCrO_3$ (铬酸镧)。或者,可以含有 $(Sr,La)TiO_3$ (掺杂有镧的钛酸锶)。互连器30的厚度可以为 $10\mu m \sim 100\mu m$ 。气孔率可以为10%以下。

[0038] 在支承基板10的、沿纵长方向即发电元件部A的排列方向延伸的外周面中,除了多个互连器30的中央部以外的整面可以被固体电解质膜40覆盖。固体电解质膜40是具有离子传导性且不具有电子传导性的致密烧成体。固体电解质膜40例如可以含有YSZ(氧化钇稳定化氧化锆)。或者,也可以含有LSGM(镓酸镧)。固体电解质膜40的厚度可以为 $3\mu m \sim 50\mu m$ 。

[0039] 支承基板10的、沿纵长方向延伸的外周面的整面被由互连器30和固体电解质膜40构成的致密层覆盖。该致密层具有不易使流过致密层的内侧的空间的燃料气体与流过致密层的外侧的空间的空气混合的气体密封功能。

[0040] 如图2所示那样,本实施方式中,固体电解质膜40覆盖了作为燃料极集电部21和燃料极活性部22的燃料极20的上表面、互连器30的上表面中的纵长方向的两侧端部、以及支承基板10的主面。

[0041] 空气极60隔着未图示的防反应膜而位于固体电解质膜40的与各燃料极活性部22相接的位置的上表面。防反应膜是致密的烧成体。空气极60是具有电子传导性的多孔质烧成体。从上方观察防反应膜和空气极60时的形状是与燃料极活性部22大致相同的长方形。

[0042] 防反应膜例如可以含有 $(\text{Ce}, \text{Gd})\text{O}_2$  (掺杂钐的氧化铈、GDC)。防反应膜的厚度可以为 $3\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 。空气极60例如可以含有 $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Co}, \text{Fe})\text{O}_3$  (镧锶钴铁氧体、LSCF)。空气极60也可以含有 $(\text{La}, \text{Sr})\text{FeO}_3$  (镧锶铁氧体、LSF)、 $\text{La}(\text{Ni}, \text{Fe})\text{O}_3$  (镧镍铁氧体、LNF)、 $(\text{La}, \text{Sr})\text{CoO}_3$  (掺杂钴酸镧、LSC)等。空气极60可以具有包含LSCF的内侧层即第一层和包含LSC的外侧层即第二层这两层结构。空气极60的厚度可以为 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 。

[0043] 若安装防反应膜,则在制作电池单元时或工作中的电池单元内,固体电解质膜40内的YSZ与空气极60内的Sr变得不易发生反应,因而变得不易在固体电解质膜40与空气极60的界面形成电阻大的反应层。

[0044] 如图2所示那样,燃料极20、固体电解质膜40和空气极60层叠而得的层叠体与“发电元件部A”对应。发电元件部A可以含有防反应膜。在支承基板10的第二主面,在纵长方向上隔开规定间隔地配置有多个(在本方式中为4个)发电元件部A。

[0045] 在相邻的发电元件部A之间,以跨越发电元件部A的空气极60与互连器30的方式,空气极集电部70位于空气极60、固体电解质膜40以及互连器30的上表面。空气极集电部70是具有电子传导性的多孔质烧成体。从上方观察空气极集电部70时的形状为长方形。

[0046] 空气极集电部70例如可以含有 $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Co}, \text{Fe})\text{O}_3$  (镧锶钴铁氧体、LSCF),也可以含有 $(\text{La}, \text{Sr})\text{CoO}_3$  (掺杂钴酸镧、LSC)。另外,空气极集电部70可以含有Ag(银)、Ag-Pd(银钯合金)。空气极集电部70的厚度可以为 $50\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 。空气极集电部70的气孔率可以为20~60%。

[0047] 相邻的发电元件部A经由具有电子传导性的“空气极集电部70和互连器30”而被电连接。在支承基板10的上表面配置的多个(在本方式中为4个)发电元件部A被串联地电连接。将包括具有电子传导性的“空气极集电部70和互连器30”的、“发电元件部A”以外的部分作为“电连接部B”。

[0048] 有时将支承基板10中的气体流路11侧作为“内侧”,将支承基板10中的配置有发电元件部A的一面侧作为“外侧”。

[0049] 如图3所示那样,通过在支承基板10的气体流路11内从支承基板10的纵长方向上的一端即第一端向另一端即第二端流过氢气等燃料气体,并且在支承基板10的上下面、尤其是各空气极集电部70上从第一端向第二端流过空气等“包含氧的气体”,从而凭借在固体电解质膜40的两侧面间产生的氧分压之差而产生电动势。进而,若将该结构体连接于外部的载荷,则引起下述(1)、(2)式所示的化学反应,流过电流而成为发电状态。

[0050]  $(1/2) \cdot \text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$  (于:空气极60) … (1)

[0051]  $\text{H}_2 + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$  (于:燃料极20) … (2)

[0052] 在发电状态下,如图2所示,在相邻的发电元件部A之间,电流如粗箭头所示那样流过。其结果,从电池单元1整体导出电力。具体而言,在图3中,经由最靠前侧的发电元件部A的互连器30与最里侧的发电元件部A的空气极60而导出电力。各电池单元1可以具有用于将表侧与背侧串联地电连接的集电构件(未图示)。

[0053] 另外,在制作使多个电池单元1组合而得的电池单元堆的情况下,有时在电池单元

1的两侧,温度环境不同。与此相伴,在一个主面侧与另一个主面侧,反应速度不同,因此,产生容易局部发生劣化的部分。即,电池单元1的耐久性有可能降低。

[0054] 本发明的电池单元1具有与气体流路11相比位于第一主面101侧的第一部位1a、和与气体流路11相比位于第二主面102侧的第二部位1b,第一部位1a与第二部位1b的结构为非对称。

[0055] 作为第一部位1a与第二部位1b的结构为非对称的一例,如图2所示的实施方式那样,在支承基板10的沿着气体流路11的截面视图中,气体流路壁W的全长在位于图2的下侧的第一主面101侧的第一部位1a与位于图2的上侧的第二主面102侧的第二部位1b可以不同。本实施方式中,第二主面102侧的气体流路壁W2的全长小于第一主面101侧的气体流路壁W1的全长。

[0056] 在制成使多个电池单元1组合而得的电池单元堆的情况下,能够以使气体流路壁W2的全长小的第二主面102面对温度高的一侧,使气体流路壁W1的全长大的第一主面101面对温度低的一侧的方式配置电池单元1。通过使第一主面101面对温度低而不易引起上述反应的一侧,从而能够提高燃料气体碰撞第一主面101侧的气体流路壁W1的概率,因此,燃料气体变得易于被纳入支承基板10,在温度低的一侧变得易于引起上述反应。通过使第二主面102面对温度高而容易引起反应的一侧,从而能够降低燃料气体碰撞第二主面102侧的气体流路壁W2的概率,因此,燃料气体变得不易被纳入支承基板,在温度高的一侧变得不易引起上述反应。因此,变得不易产生局部发生劣化的部分,作为电池单元整体而言,耐久性变得不易降低。

[0057] 图2的实施方式中,在上述的截面视图中,第一主面101侧的气体流路壁W为波状。通过该构成,能够提高燃料气体碰撞第一主面101侧的气体流路壁W1的概率,因此,燃料气体变得易于被纳入支承基板10,在温度低的一侧变得易于引起上述反应。需要说明的是,如本实施方式那样,第二主面102侧的气体流路壁W2也同样可以为波状。波状是指在上述的截面视图中气体流路壁W为蜿蜒行进的形状。

[0058] 气体流路壁W的全长能够通过测定图2中所示那样的沿着气体流路11的截面照片中的气体流路壁W的长度而算出。气体流路壁W的全长并非气体流路11延伸的方向上的直线长度,而是指沿着气体流路壁W的长度。图2的实施方式中,第一主面101侧的气体流路壁W1是大于第二主面102侧的气体流路壁W2且蜿蜒行进的波状,因此,第一主面101侧的气体流路壁W1的全长变得大于第二主面102侧的气体流路壁W2的全长。

[0059] 需要说明的是,本实施方式中,第一主面101侧的气体流路壁W1为波状,但例如也可以为弧状。

[0060] 第一主面101侧的气体流路壁W1的全长可以大于位于第一主面101与第二主面102的中间的气体流路壁W的全长。通过该构成,能够从靠近第一主面101的气体流路壁W1大量纳入燃料气体,变得易于在第一主面101侧引起上述反应。位于第一主面101与第二主面102的中间的气体流路壁W的全长能够由与图2中的截面正交的方向上的沿着气体流路11的截面(与各主面平行且沿着气体流路11的截面)来确定。第二主面102侧的气体流路壁W2的全长可以大于位于第一主面101与第二主面102的中间的气体流路壁W的全长。

[0061] 图2的实施方式中,在支承基板10的沿着气体流路11的截面视图中,第一主面101侧的各发电元件部A中的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和、与第二主面102侧



的各发电元件部A中的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和可以不同。本实施方式中,第二主面102侧的各发电元件部A中的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和小于第一主面101侧的各发电元件部A中的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和。

[0062] 在制成使多个电池单元1组合而得的电池单元堆的情况下,能够以使燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和小的第二主面102面对温度高的一侧,使燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和大的第一主面101面对温度低的一侧的方式配置电池单元1。通过该构成,也变得不易产生容易局部发生劣化的部分,作为电池单元1整体而言,耐久性变得不易降低。

[0063] 第一主面101侧的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和为:以如图2所示那样的沿着气体流路11的截面照片为基础,测定第一主面101侧的各发电元件部A的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度,将各个长度相加而得的值。第二主面102侧的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和也同样。燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度并非气体流路11延伸的方向上的直线的长度,而是指沿着该界面的长度。图2的实施方式中,第一主面101侧的界面大于第二主面102侧的界面且为突出至气体流路侧的形状,因此,第一主面101侧的界面的长度大于第二主面102侧的界面的长度。

[0064] 需要说明的是,图2中示出下述例子:第一部位1a的气体流路壁W1的全长与第二部位1b的气体流路壁W2的全长不同,并且第一主面101侧的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和不同于第二主面102侧的燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和,但是,也可以仅流路壁的全长、以及燃料极20与固体电解质膜40的界面的长度之和中的任一个在第一部位1a与第二部位1b不同。

[0065] 作为第一部位1a与第二部位1b的结构为非对称的一例,如图4所示的实施方式那样,第一部位1a中的支承基板10的气孔率与第二部位1b中的支承基板10的气孔率可以不同。本实施方式中,位于图4的下侧的第二部位1b中的支承基板10的气孔率低于位于图4的上侧的第一部位1a中的支承基板10的气孔率。需要说明的是,图4中,支承基板10的第一主面101位于上侧,支承基板10的第二主面102位于下侧。图4中,示出支承基板10内部的气孔10c。

[0066] 在制成使多个电池单元1组合而得的电池单元堆的情况下,能够以使气孔率低的一侧即第二主面102面对温度高的一侧,使气孔率高的一侧即第一主面101面对温度低的一侧的方式配置电池单元1。第一主面101侧的支承基板10的气孔率高于第二主面102侧的支承基板10的气孔率,因此,燃料气体变得易于透过支承基板10而到达第一主面101侧的燃料极20,进而,变得易于在第一主面101侧的发电元件部A中引起上述反应。即,通过使支承基板10的第一主面101面对温度低而不易引起反应的一侧,从而变得易于引起上述反应。通过使第二主面102面对温度高而易于引起反应的一侧,从而在温度高的一侧变得不易引起上述反应。因此,变得不易产生容易局部发生劣化的部分,作为电池单元整体而言,耐久性变得不易降低。

[0067] 支承基板10的气孔率能够利用以下记载的方法进行分析。首先,以将支承基板10的宽度方向的长度四等分的方式画出三根沿着支承基板10的纵长方向即气体流路11的分割线。接下来,分别确定在宽度方向上最靠近各个切割线的气体流路11。接下来,获得三个包括所确定的三个气体流路11各自的支承基板10的截面。接下来,利用扫描型电子显微镜

取得所得的截面的图像。接下来,进行二值化处理以使得能够区分所取得的图像中气孔10c的部分与并非气孔10c的部分。接下来,算出各截面中的、第一主面101侧的支承基板10的区域中气孔10c所占的比例、以及第二主面102侧的支承基板10的区域中气孔10c所占的比例。接下来,由各截面中算出的气孔10c所占的比例算出第一部位1a中的支承基板10的平均气孔率及第二部位1b中的支承基板10的平均气孔率。

[0068] 对调整支承基板10的第一主面101侧与第二主面102侧的气孔率的方法进行说明。作为方法之一,可以通过在支承基板的成形体10g的第二主面102的表面涂布烧结助剂,然后进行烧成而实现。第二主面102侧的支承基板10变得比第一主面101侧致密,即,与第一主面101侧的支承基板10相比,可以使第二主面102侧的支承基板10的气孔率变低。

[0069] 如图4的实施方式那样,支承基板10的从气体流路11起至第一主面101为止的长度与从气体流路11起至第二主面102为止的长度可以不同。本实施方式中,支承基板10的从气体流路11起至第二主面102为止的长度大于从气体流路11起至第一主面101为止的长度。

[0070] 即,在制成使多个电池单元1组合而得的电池单元堆的情况下,能够以使第二主面102面对温度高的一侧,使第一主面101面对温度低的一侧的方式配置电池单元1。从气体流路11起至第一主面101为止的支承基板10的长度小于从气体流路11起至第二主面102为止的支承基板10的长度,因此,燃料气体变得易于透过支承基板10而到达第一主面101侧的燃料极20,进而,变得易于在第一主面101侧的发电元件部A中引起上述反应。即,通过使支承基板10的第一主面101面对温度低而不易引起反应的一侧,从而变得易于引起上述反应。通过使第二主面102面对温度高而易于引起反应的一侧,从而在温度高的一侧变得不易引起上述反应。因而,变得不易产生容易局部发生劣化的部分,作为电池单元整体而言,耐久性变得不易降低。

[0071] 从气体流路11起至第一主面101为止的长度以及从气体流路11起至第二主面102为止的长度能够利用以下记载的方法进行分析。首先,以将支承基板10的宽度方向的长度四等分的方式画出三根沿着支承基板10的纵长方向即气体流路11的分割线。接下来,分别确定在宽度方向上最靠近各个分割线的气体流路11。接下来,获得三个包括所确定的三个气体流路11各自的支承基板10的截面。接下来,利用扫描型电子显微镜取得所得的截面的图像。接下来,在所取得的图像中确定包含气孔10c的支承基板10的区域。接下来,算出各截面中的、第一主面101侧的支承基板10的区域的面积的值以及第二主面102侧的支承基板10的区域的面积的值。接下来,由在各截面中算出的值算出第一部位1a中的支承基板10的平均面积值以及第二部位1b中的支承基板10的平均面积值。将第一部位1a中的支承基板10的平均面积值与第二部位1b中的支承基板10的平均面积值的比率视为从支承基板10的气体流路11起至各个主面为止的长度的比率。

[0072] 需要说明的是,图4中示出下述例子:第一部位1a的支承基板10的气孔率与第二部位1b的支承基板10的气孔率不同,并且从气体流路11起至第一主面101为止的长度与从气体流路11起至第二主面102为止的长度不同的例子,但也可以仅支承基板10的气孔率、以及从气体流路11起至主面为止的长度中的任一个在第一部位1a与第二部位1b不同。

[0073] 在电池单元1在平板状的支承基板10的第一主面101上具有第一发电元件部A1,在第二主面102上具有第二发电元件部A2的情况下,第一发电元件部A1与第二发电元件部A2也可以配置在非对称的位置。即,第一发电元件部A1与第二发电元件部A2也可以不配置在

对称的位置。

[0074] 接下来,针对图1所示的“横条纹型”的电池单元1的制造方法的一例,一边参照图5、图6A及图6B,一边简单进行说明。图5、图6A及图6B中,各构件的符号的末尾的“g”表示该构件为“烧成前”。

[0075] 首先,制作具有图5所示的形状的支承基板的成形体10g。该支承基板的成形体10g例如可以使用在支承基板10的材料、例如包含NiO和MgO的粉末中添加粘结剂等而得的浆料,并利用挤出成形、切削等手法来制作。

[0076] 以下针对将支承基板10的气体流路壁的形状设为波状的方法进行说明。作为方法之一,在通过挤出成形制成支承基板的成形体10g时,还可以通过使用所谓的柱塞式挤出机,投入具有所期望的密度差的支承基板的成形体10g的材料并进行挤出成形来实现。即,在密度高的部分比较容易烧结,因此,在该部分朝向内部进一步收缩,气体流路的气体流路壁面变得更靠近内侧。另一方面,在密度比较低的情况下,比较不易烧结,气体流路的气体流路壁面变得比较靠近外部侧。

[0077] 接下来,如图6B所示那样,在形成于支承基板的成形体10g的上下面的各第一凹部分内分别配置燃料极集电部的成形体21g。接下来,在形成于各燃料极集电部的成形体21g的外侧面的各第二凹部分别配置燃料极活性部的成形体22g。另外,各燃料极集电部的成形体21g以及各燃料极活性部22g例如使用在燃料极20的材料、例如包含Ni和YSZ的粉末中添加粘结剂等而得的浆料,并利用印刷法等来进行配置。

[0078] 接下来,在形成于各燃料极集电部的成形体21g的外侧面中的“除了埋设有燃料极活性部的成形体22g的部分以外的部分”的各第三凹部,分别配置互连器的成形体30g。各互连器的成形体30g例如使用在互连器30的材料、例如LaCrO<sub>3</sub>的粉末中添加粘结剂等而得的浆料,并利用印刷法等来进行配置。

[0079] 接下来,在支承基板的成形体10g的沿纵长方向延伸的外周面中除了配置有多个互连器的成形体30g的各个部分的中央部以外的整面,设置固体电解质膜的成形膜。固体电解质膜的成形膜例如使用在固体电解质膜40的材料、例如YSZ的粉末中添加粘结剂等而得的浆料,并利用印刷法、浸渍法等。

[0080] 接下来,在固体电解质膜的成形体的与各燃料极的成形体接触的位置的外侧面设置防反应膜的成形膜。各防反应膜的成形膜例如使用在防反应膜的材料、例如GDC的粉末中添加粘结剂等而得的浆料,并利用印刷法等。

[0081] 然后,对如上所述地设置有各种成形膜的状态的支承基板的成形体10g进行烧成。此时,通过使第一主面101侧的温度高于第二主面102侧的温度,从而使得第一主面101侧中的密度高的部分的支承基板10变得更容易烧结,在该部分朝向内部进一步收缩,气体流路11的气体流路壁面变得更靠近内部侧。由此,第一主面101侧的气体流路壁W1与第二主面102侧的气体流路壁W2相比,能够形成明显蜿蜒行进的波状。例如,将第一主面101侧设为1500℃,将第二主面102侧设为1450℃,烧成3小时。另外,燃料极20与固体电解质膜40的界面也随着支承基板10的因烧结所致的形状变形而一部分朝向气体流路11侧突出。

[0082] 需要说明的是,在燃料极20与固体电解质膜40的界面也想要制成使一部分朝向气体流路侧突出的形状的情况下,也可以通过制作具有该形状的成形体来实现。

[0083] 接下来,在各防反应膜的外侧面形成空气极的成形膜。各空气极的成形膜例如使

用在空气极60的材料、例如LSCF的粉末中添加粘结剂等而得的浆料,并利用印刷法等来进行设置。

[0084] 接下来,对于各组相邻的发电元件部A,以跨越一个发电元件部A的空气极的成形膜与另一个发电元件部A的互连器30的方式,在空气极的成形膜、固体电解质膜40以及互连器30的外侧面,设置空气极集电部的成形膜。

[0085] 可以使用在空气极集电部70的材料、例如LSCF的粉末中添加粘结剂等而得的浆料并利用印刷法等,在空气极的成形膜等的外侧面设置达到所期望的形状(厚度)的空气极集电部的成形膜。

[0086] 然后,将如上所述地形成有成形膜的状态的支承基板10例如在空气中于1050℃烧成3小时。由此,得到图1所示的电池单元。

[0087] 需要说明的是,如图7所示那样,在第一主面101及第二主面102中的至少一个主面上,沿纵长方向即x轴方向排列的多个发电元件部A中的至少1个发电元件部A可以在与主面上的多个发电元件部A所排列的方向正交的方向上配置于与其他发电元件部A不同的位置。换言之,在第一主面101及第二主面102中的至少一个主面上,多个发电元件部A中的至少1个发电元件部A的宽度方向即y轴方向的位置可以与其他发电元件部A错开。多个发电元件部A的y轴方向的位置可以各自不同。

[0088] 一般而言,产生上述反应的发电元件部A的温度较高。因此,若沿着支承基板10的宽度方向上的中央部来排列发电元件部A,则电池单元1的宽度方向的中央部的温度变得特别高。通过至少1个发电元件部A的宽度方向的位置与其他发电元件部A错开,从而在宽度方向上温度分布变得不易产生偏重。进而,变得不易产生容易局部发生劣化的部分,作为电池单元1整体而言,耐久性变得不易降低。

[0089] (电池单元堆装置)

[0090] 图8为电池单元堆装置的示意说明图。图8的电池单元堆装置80具备电池单元堆81和固定构件82。电池单元堆81具有多个电池单元1,各电池单元1沿支承基板10的主面彼此对置的方向排列有多个。固定构件82是将电池单元1的纵长方向上的一端侧固定的构件。固定构件82在内部具有用于贮存供于电池单元1的气体流路11的燃料气体的气体贮存空间。电池单元堆装置80具备向气体贮存空间供给燃料气体的燃料气体供给管83。

[0091] 各电池单元1之间配置有梳齿状连接构件84。这样的电池单元堆装置80能够将所排列的所有电池单元1利用连接构件84来串联地进行电连接,能够高效地得到所期望的发电量。电池单元1的根数根据所期望的发电量适当进行调整即可。

[0092] 各电池单元1例如利用例如玻璃等绝缘性粘接剂等被固定于固定构件82。固定构件82只要利用具有耐热性的材质进行制作即可,例如可以由包含硅、铁、氧化钛、氧化铝等的金属或具有耐热性的陶瓷等材质来制作。

[0093] 另外,如图8所示的电池单元堆装置80的电池单元堆81那样,在列状地配置有多个电池单元1的情况下,电池单元1的排列方向即z轴方向上的电池单元堆81的中心的温度变得比较高。因此,在使用图2、图4所示的实施方式中的电池单元1来组成图8所示的电池单元堆装置80的情况下,能够以使第二主面102面对排列方向上的电池单元堆81的中心81C的位置侧的方式,即,使第一主面101面对与电池单元堆81的中心的中心位置相反侧的方式,配置电池单元1。通过这样的构成,从而变得不易产生容易局部发生劣化的部分,电池单元1整体

的耐久性变得不易降低。

[0094] 如图8所示那样,例如,电池单元堆81中位于最左侧的电池单元1的第二主面102面对电池单元堆中心81C的位置侧,换言之,该电池单元1的第一主面101面对与电池单元堆中心81C的位置侧相反侧。

[0095] (燃料电池模组)

[0096] 本发明的燃料电池模组通过将如上所述的电池单元堆装置80收纳在收纳容器内而构成。由此,能够制成耐久性高的燃料电池模组。

[0097] 需要说明的是,本发明并不限于以上的实施方式,在技术方案所记载的范围内能够进行各种改进、改变。例如,在上述方式中使用所谓的被称为横条纹型的电池单元进行了说明,但也可以使用在支承基板上设置多个通常被称为纵条纹型的发电元件部而成的纵条纹型的电池单元。另外,在上述的说明中,作为“电池单元”、“电池单元堆装置”、“模组”及“模组收纳装置”的一例,示出了燃料电池单元、燃料电池单元堆装置、燃料电池模组及燃料电池装置,但作为其他例子,也可以分别为电解池单元、电解池单元堆装置、电解模组及电解装置。

[0098] 附图标记说明

|        |     |         |
|--------|-----|---------|
| [0099] | 1   | 电池单元    |
| [0100] | 1a  | 第一部位    |
| [0101] | 1b  | 第二部位    |
| [0102] | A   | 元件部     |
| [0103] | B   | 电连接部    |
| [0104] | 10  | 支承基板    |
| [0105] | 101 | 第一主面    |
| [0106] | 102 | 第二主面    |
| [0107] | 11  | 气体流路    |
| [0108] | W   | 气体流路壁   |
| [0109] | 20  | 燃料极     |
| [0110] | 40  | 固体电解质膜  |
| [0111] | 60  | 空气极     |
| [0112] | 70  | 空气极集电部  |
| [0113] | 80  | 电池单元堆装置 |
| [0114] | 81  | 电池单元堆   |
| [0115] | 81C | 电池单元堆中央 |
| [0116] | 82  | 固定构件    |

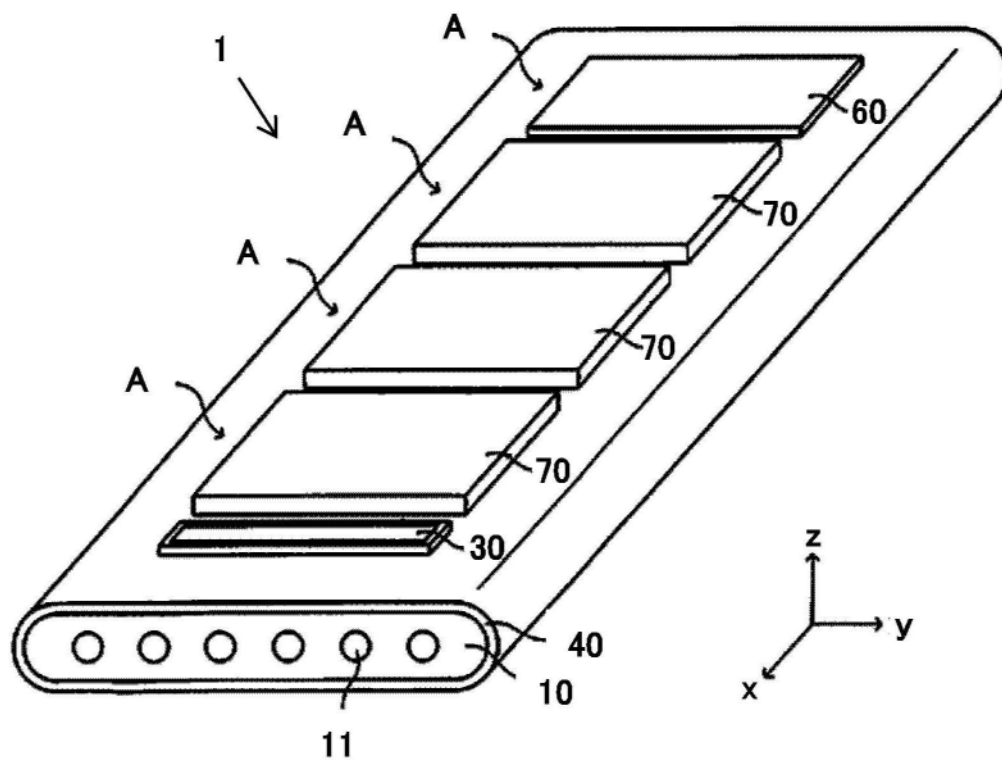


图1A

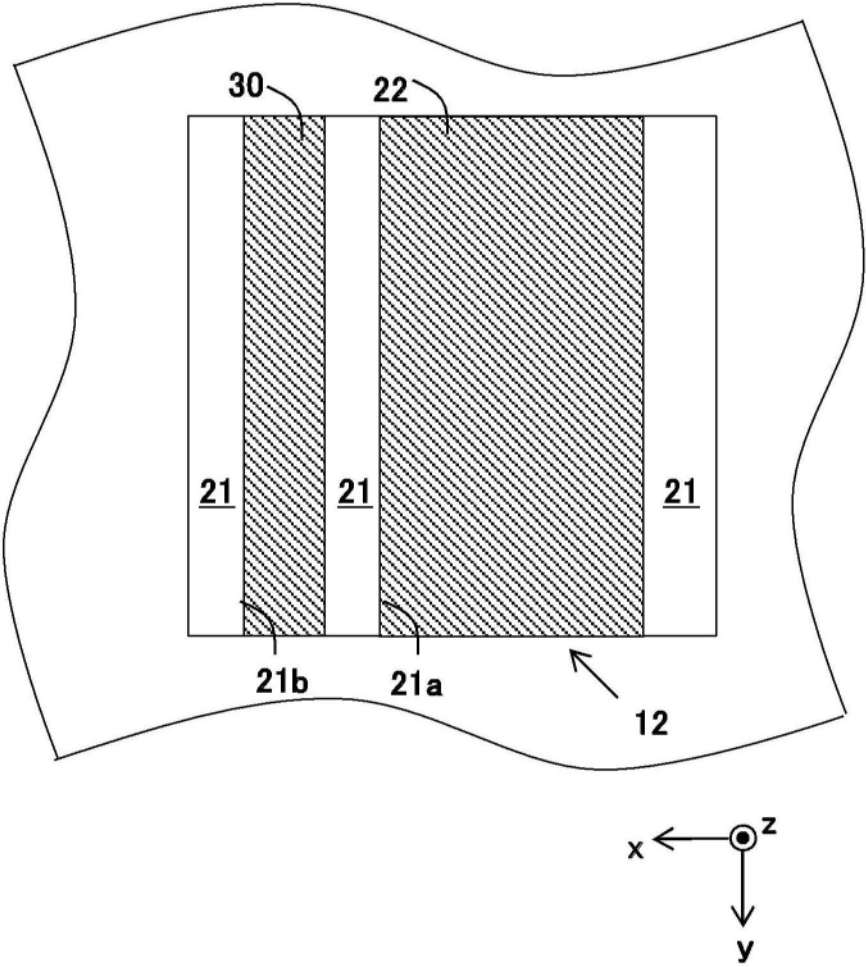


图1B

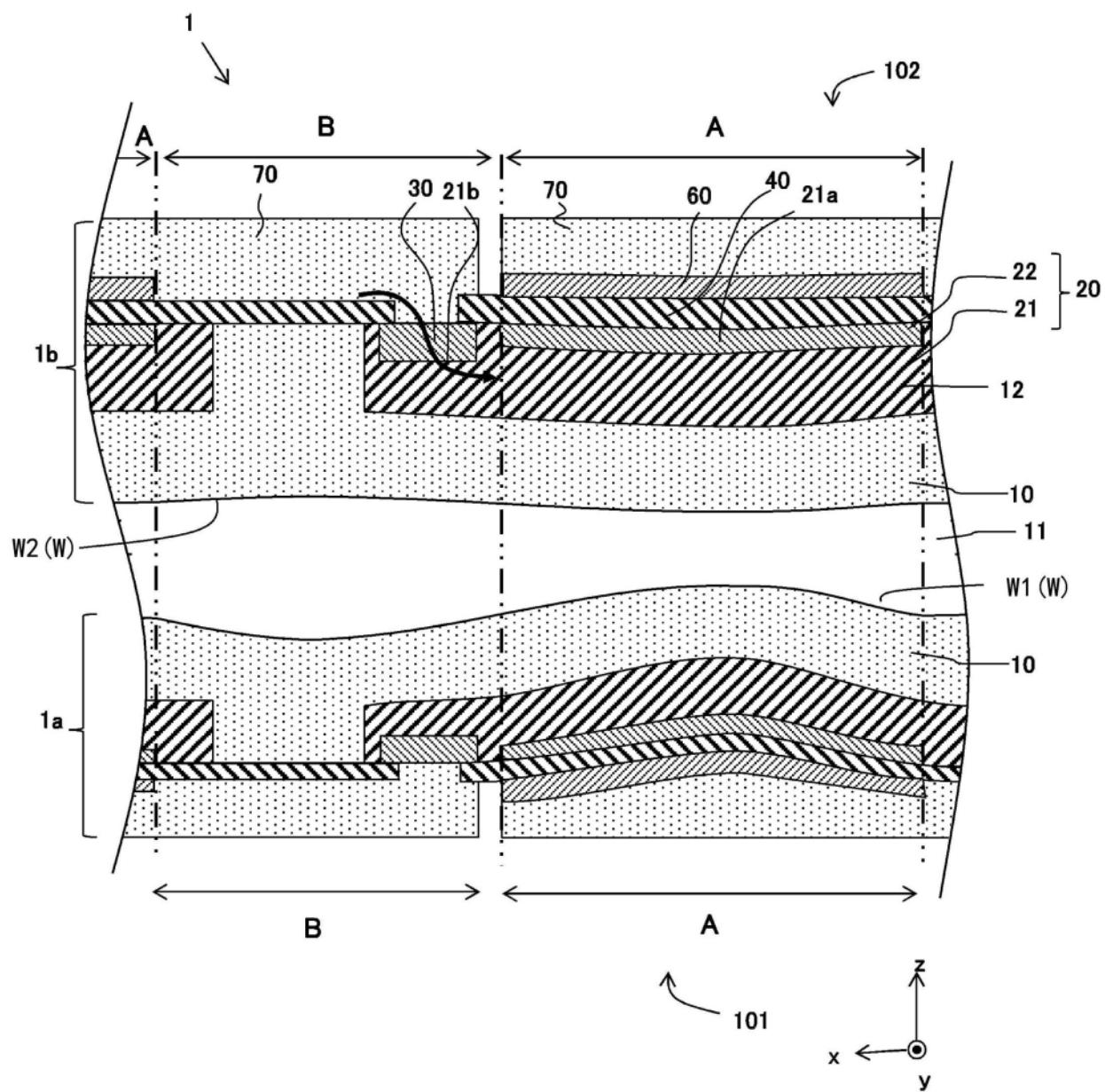


图2



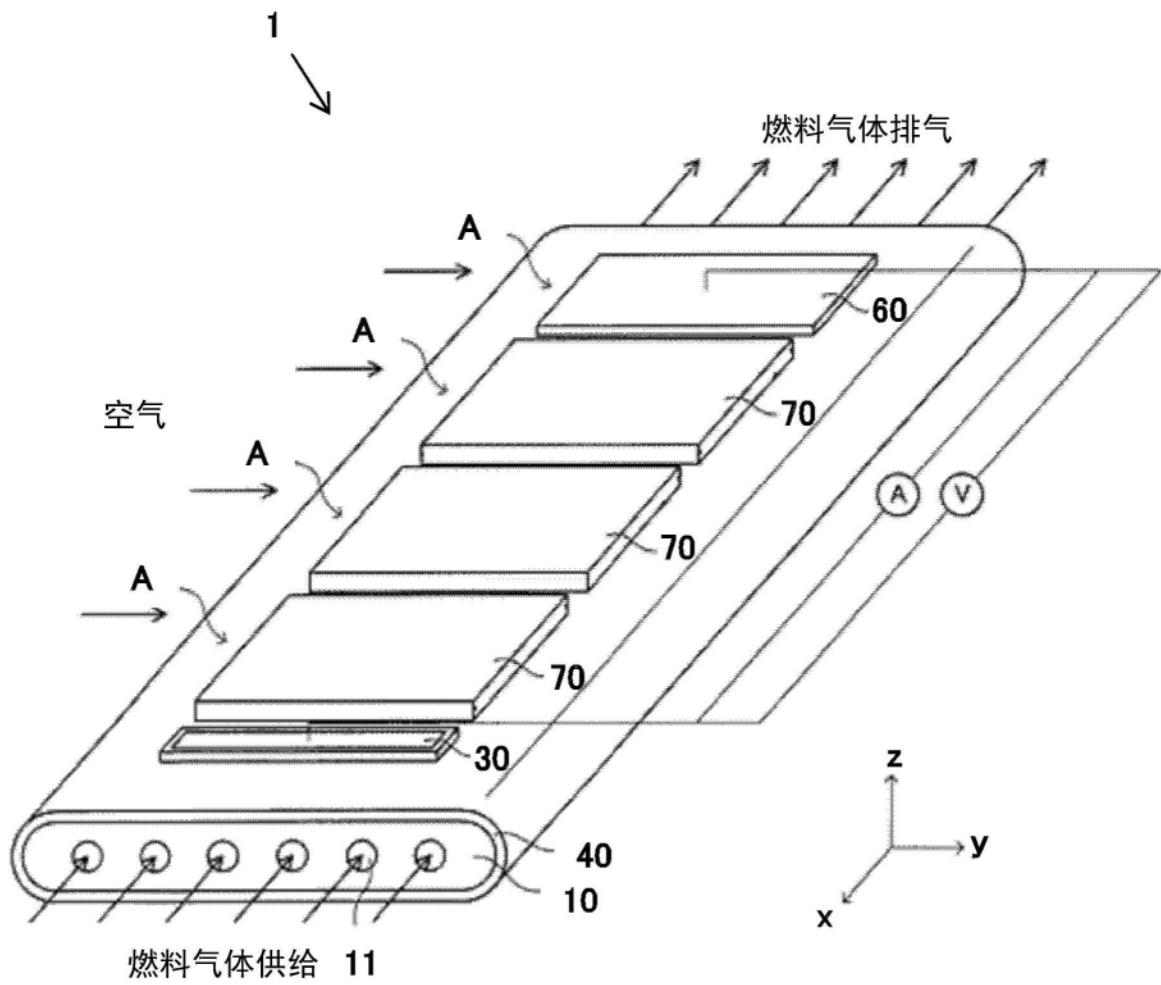


图3

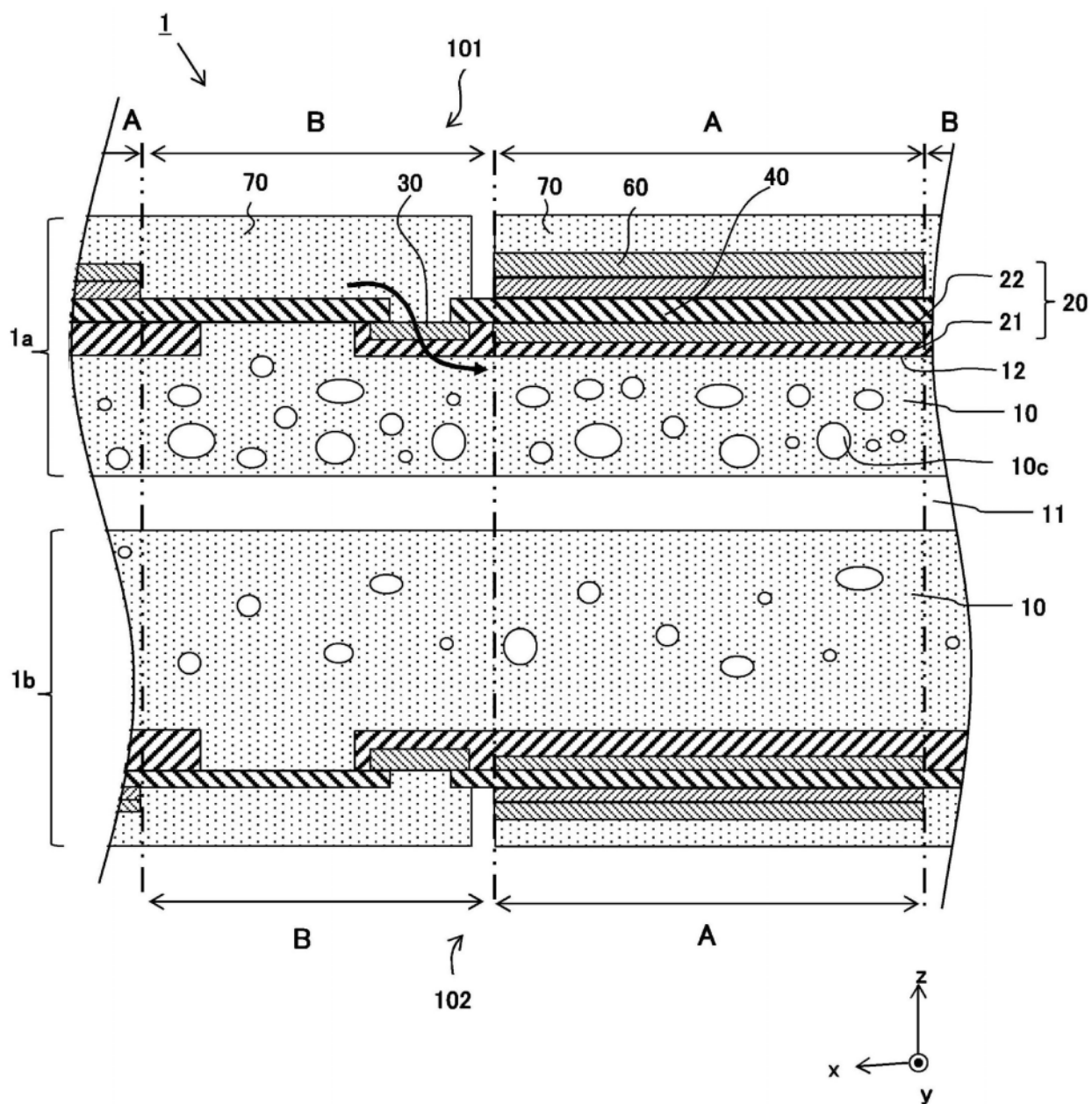


图4

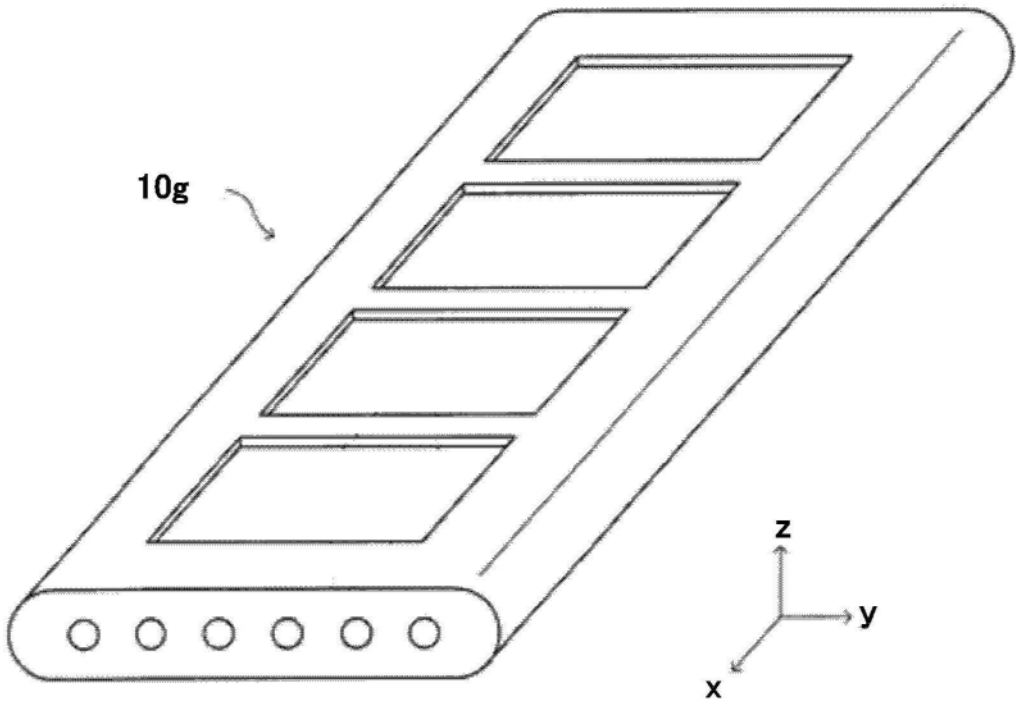


图5

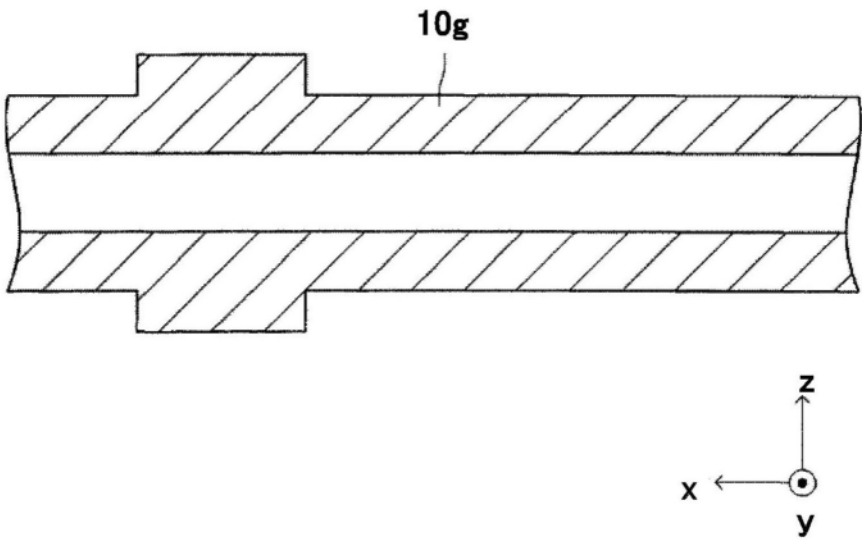


图6A

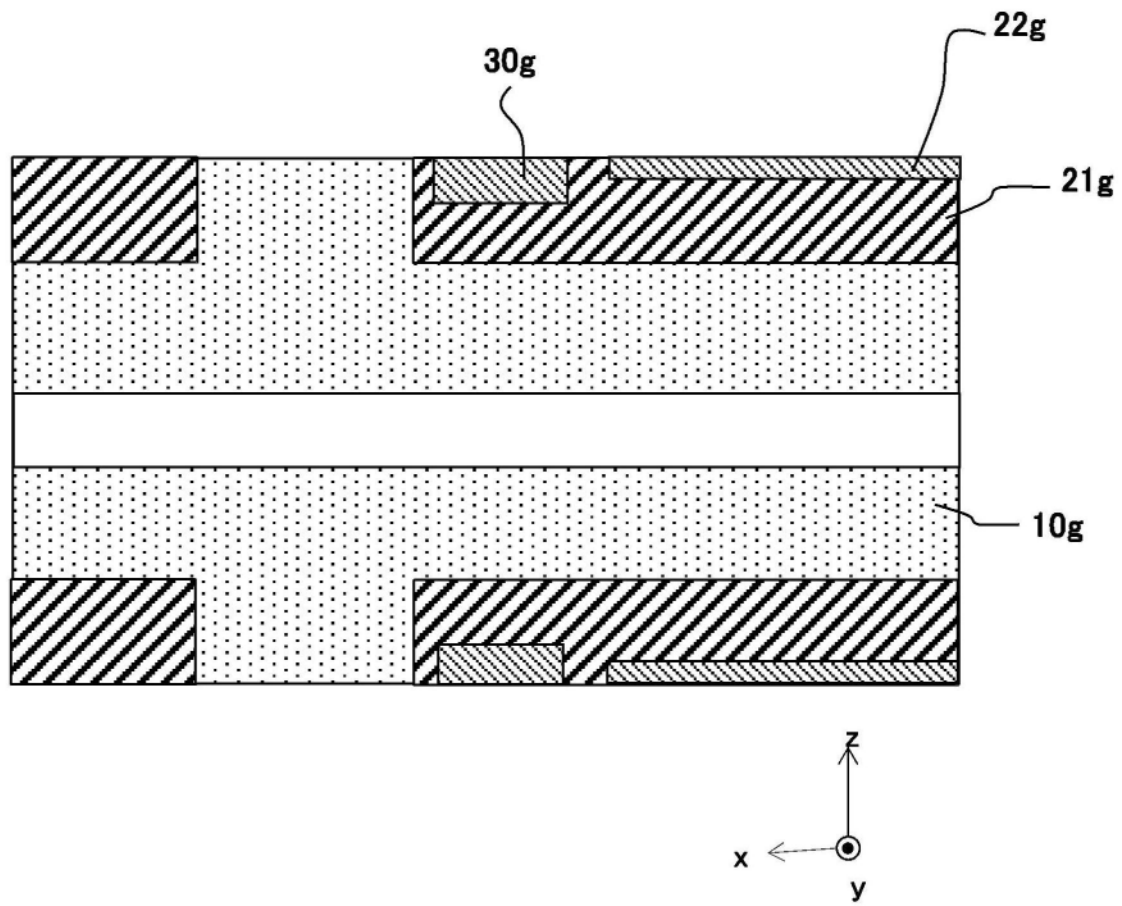


图6B

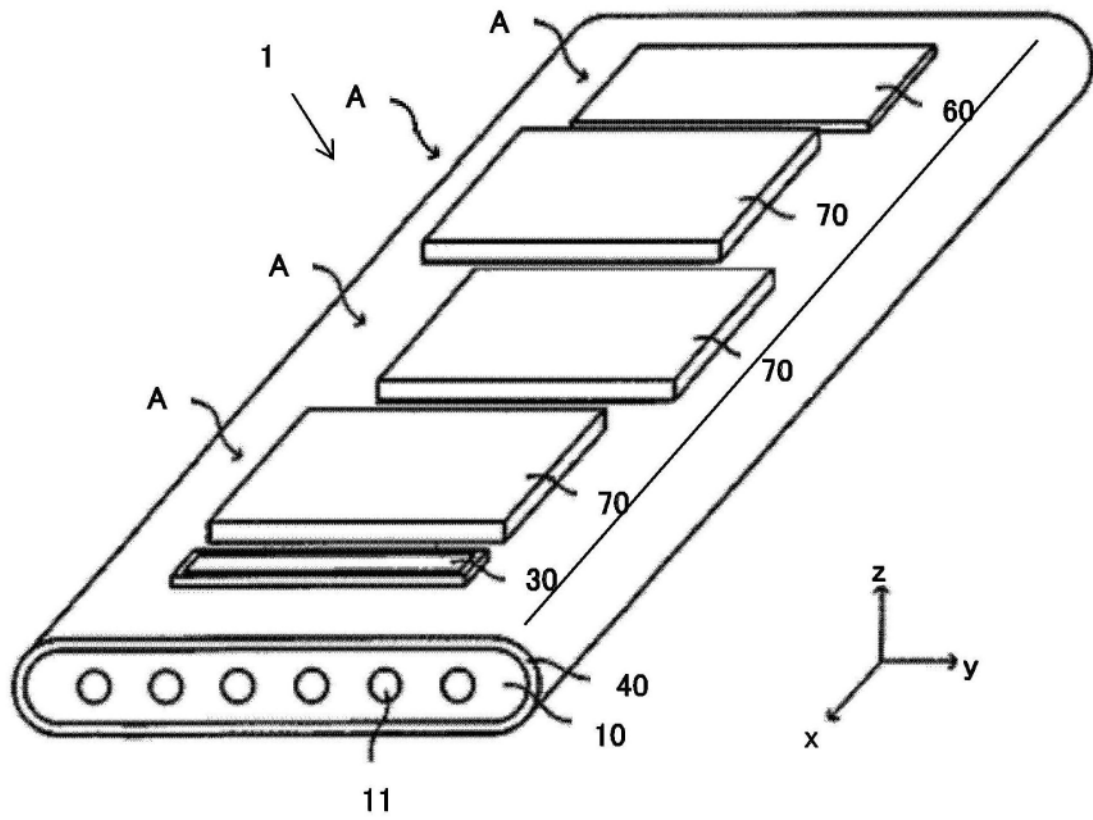


图7

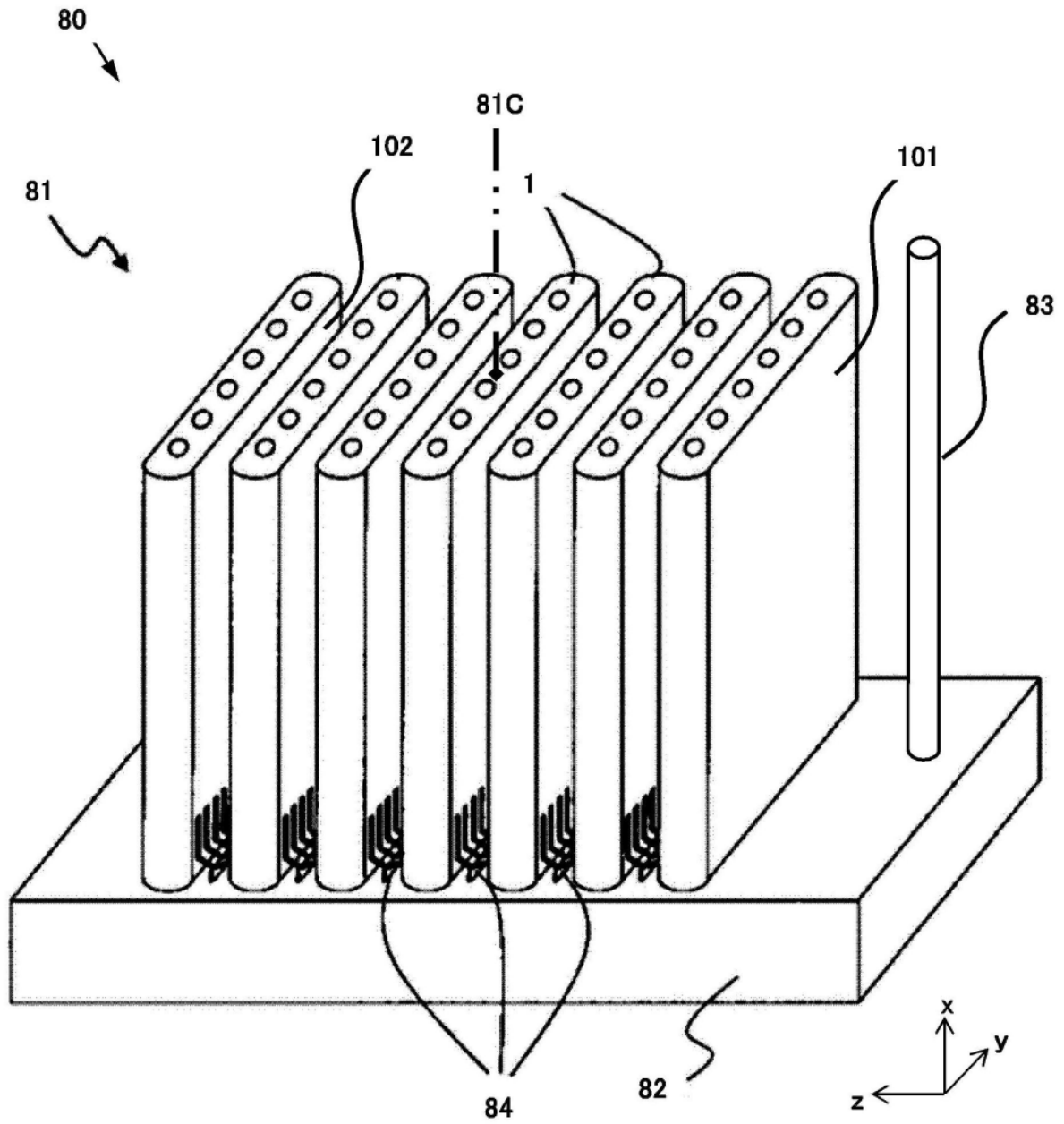


图8