



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102013508 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201010266866. 9

(56) 对比文件

(22) 申请日 2010. 08. 27

CN 1653638 A, 2005. 08. 10, 说明书第 9 页第 3 段到第 14 页倒数第 2 段、附图 4-15.

(30) 优先权数据

61/240, 095 2009. 09. 04 US

12/721, 381 2010. 03. 10 US

审查员 焦延峰

(73) 专利权人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 谷口俊辅

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

11018

代理人 周艳玲 罗正云

(51) Int. Cl.

H01M 8/24(2006. 01)

H01M 8/10(2006. 01)

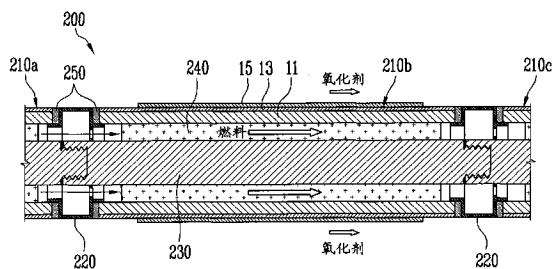
权利要求书2页 说明书12页 附图12页

(54) 发明名称

用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构

(57) 摘要

一种用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构包括沿纵向方向串联组合的多个管型或平管型固体氧化物燃料电池。所述组合式电池结构包括第一电池和第二电池,其各自均具有第一电极、第二电极和该第一电极与第二电极之间的电解质层。所述组合式电池结构进一步包括连接所述电池的支撑构件。所述支撑构件可包括穿过所述第一电池的中空部分的第一子支撑构件以及穿过所述第二电池的中空部分的第二子支撑构件。在所述组合式电池结构中,所述第一子支撑构件的一端被固定地联接到所述第二子支撑构件的一端。因此,所述第一电池和第二电池沿反应物流动的方向彼此相连。



1. 一种用于固体氧化物燃料电池的电池组,包括:

至少两个单元电池,每个单元电池包括第一电极、第二电极和位于该第一电极和该第二电极之间的电解质层,并具有中空部分;

延伸穿过每个单元电池中的所述中空部分并沿纵向方向串联连接所述单元电池的支撑构件;以及

在相邻的单元电池之间的连接器,其中所述连接器沿所述支撑构件将所述相邻的单元电池连接在一起,

其中所述支撑构件包括实心杆,并且

其中所述连接器被配置为响应来自所述相邻的单元电池的应力而变形。

2. 根据权利要求1所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括与所述单元电池的所述第二电极的每一个接触的集流体。

3. 根据权利要求1所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括中空管。

4. 根据权利要求3所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括在所述中空管的侧壁中的至少一个开口。

5. 根据权利要求1所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括在所述至少两个单元电池的每一个与所述连接器之间的密封构件。

6. 根据权利要求1所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括选自自由不锈钢、镍和镍合金组成的组中的材料。

7. 根据权利要求1所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括在所述单元电池与所述支撑构件之间的多孔构件。

8. 根据权利要求7所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述多孔构件包括选自自由金属毡、金属网及其组合物组成的组中的材料。

9. 根据权利要求1所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括延伸通过所述单元电池的至少两个子支撑构件,其中所述至少两个子支撑构件相互附接。

10. 根据权利要求9所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述至少两个子支撑构件的每一个包括在第一端的凸螺纹联接部和在第二端的凹螺纹联接部,并且其中所述至少两个子支撑构件通过一个子支撑构件的所述凸螺纹联接部与另一个子支撑构件的所述凹螺纹联接部的接合而相互附接。

11. 根据权利要求9所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述至少两个子支撑构件的每一个进一步包括从该子支撑构件的端部沿径向突出的环。

12. 根据权利要求11所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述环暴露于外部。

13. 根据权利要求11所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述环包括至少一个孔,用于允许流体流过所述环。

14. 根据权利要求9所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中在所述电池组的第一端的第一端部单元电池的所述子支撑构件包括在第一端的凸螺纹联接部,与所述第一端部单元电池相邻的第二单元电池的所述子支撑构件包括在第一端的凸螺纹联接部和在第二端的凹螺纹联接部,其中所述第一端部单元电池和所述第二单元电池的所述子支撑构

件通过所述第一端部单元电池的所述子支撑构件的所述凸螺纹联接部与所述第二单元电池的所述子支撑构件的所述凹螺纹联接部的接合而相互附接。

15. 根据权利要求 14 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括在所述第一端部单元电池的所述子支撑构件的第二端上的端盖和在所述电池组的第二端的第二端部单元电池的所述子支撑构件的所述第一端上的端部连接器。

16. 根据权利要求 15 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括将在所述电池组的所述第一端处的所述第一端部单元电池连接到第一歧管的第一端部连接器。

17. 根据权利要求 16 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述第一端部连接器进一步将所述第一端部单元电池连接到第二歧管。

18. 根据权利要求 16 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括中空管,所述第一端部连接器包括与所述支撑构件的所述中空管连通的中空管。

19. 根据权利要求 1 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括将在所述电池组的第一端处的第一端部单元电池连接到第一歧管的第一端部连接器。

20. 根据权利要求 19 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,进一步包括将在所述电池组的第二端处的第二端部单元电池连接到第三歧管的第二端部连接器。

21. 根据权利要求 20 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括中空管,所述第二端部连接器包括与所述支撑构件的所述中空管连通的中空管。

22. 根据权利要求 21 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述支撑构件包括在所述中空管的侧壁中的至少一个开口。

23. 根据权利要求 9 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中每个子支撑构件在每一端均包括凸螺纹联接部,并且其中每个所述子支撑构件通过相邻的子支撑构件的所述凸螺纹联接部与凹螺纹转接器的接合而相互附接。

24. 根据权利要求 9 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中每个子支撑构件在每一端均包括凹螺纹联接部,并且其中每个所述子支撑构件通过相邻的子支撑构件的所述凹螺纹联接部与凸螺纹转接器的接合而相互附接。

25. 根据权利要求 9 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中每个所述子支撑构件包括在第一端的至少一个切槽和在第二端的至少一个突起,所述至少一个突起被配置为装配在所述至少一个切槽内,并且其中每个所述子支撑构件通过一个子支撑构件的所述至少一个突起与另一子支撑构件的所述至少一个切槽的接合而相互附接。

26. 根据权利要求 25 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中每个子支撑构件进一步包括被配置为将所述至少一个突起固定在所述至少一个切槽中的固定构件。

27. 根据权利要求 25 所述的用于固体氧化物燃料电池的电池组,其中所述至少一个突起和所述至少一个切槽被配置为防止所述至少一个突起在所述至少一个切槽内的基本旋转运动。

## 用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 9 月 4 日递交到美国专利商标局的临时专利申请 No. 61/240, 095 和于 2010 年 3 月 10 日递交到美国专利商标局的非临时申请 No. 12/721, 381 的优先权和权益, 其全部内容通过引用合并于此。

### 技术领域

[0003] 本发明的各实施例涉及用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构 (也称为用于固体氧化物燃料电池的电池组)。

### 背景技术

[0004] 固体氧化物燃料电池 (SOFC) 具有无污染、高效发电等优点。SOFC 用在静态发电系统、小型电源和车辆电源中。SOFC 电池可被制造为管型电池、平管型电池或平板型电池。管型或平管型电池可为阴极支撑电池、分段式串联电池、阳极支撑电池或类似物。

[0005] 目前, 阳极支撑 SOFC 电池被频繁使用于范围在 1 至 10KW 的小型 SOFC 系统。另一方面, 阴极支撑 SOFC 电池或分段式串联电池被频繁使用于范围在 100KW 或以上的大型 SOFC 系统。

### 发明内容

[0006] 在本发明的各实施例中, 用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构 (“SOFC 组合式电池结构”) 用于容易地使用多个阳极支撑 SOFC 电池来制造大型 SOFC 系统。

[0007] 在其他实施例中, SOFC 组合式电池结构可抗热应力和机械应力 (其典型地在串联组合的多个阳极支撑 SOFC 的情况下产生), 使得能够简化歧管设计, 并防止集流阻抗增大。

[0008] 根据本发明的各实施例, 一种用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构包括第一电池和第二电池, 每个电池具有第一电极、第二电极和位于该第一电极和该第二电极之间的电解质层。该组合式电池结构进一步包括用于连接所述第一电池和所述第二电池的支撑构件。所述支撑构件可包括穿过所述第一电池的中空部分的第一子支撑构件以及穿过所述第二电池的中空部分的第二子支撑构件。所述第一子支撑构件的一端被固定地联接到所述第二子支撑构件的一端。

[0009] 在一个实施例中, 所述支撑构件包括穿过所述单元电池的实心杆。当所述支撑构件包括子支撑构件时, 所述第一子支撑构件和所述第二子支撑构件的每一个可包括实心杆。

[0010] 在一个实施例中, 所述支撑构件包括穿过所述单元电池的中空管。当所述支撑构件包括子支撑构件时, 所述第一子支撑构件和所述第二子支撑构件每一个都可包括中空管。所述中空管可具有在两端之间的多个开口或孔。

[0011] 第一支撑构件和第二支撑构件可由不锈钢、镍或镍合金形成。

[0012] 所述第一子支撑构件的一端可包括第一联接部, 所述第二子支撑构件的一端可包

括第二联接部。所述第一联接部和所述第二联接部可直接彼此联接。可替换地,该组合式电池结构可包括用于将所述第一子支撑构件的一端连接到所述第二子支撑构件的一端的转接器。

[0013] 该组合式电池结构可包括在所述单元电池的所述第一电极与所述支撑构件之间的多孔构件。所述多孔构件可包括金属毡、金属网或其组合。

[0014] 该组合式电池结构可包括用于连接所述第一单元电池和所述第二单元电池的连接器。所述连接器可接触所述第一子支撑构件或第二子支撑构件。所述连接器可被配置为响应所述第一电池和 / 或所述第二电池的应力而弹性变形。所述连接器可被连接到所述第一单元电池和第二单元电池的至少一个。

[0015] 该组合式电池结构可进一步包括在至少一个单元电池与所述连接器之间的密封构件。例如,所述密封构件可位于所述第一单元电池与所述连接器之间和 / 或所述第二单元电池与所述连接器之间。

[0016] 该组合式电池结构可包括与所述第二电极接触的集流体。

[0017] 所述第一电极可采用任意形状,例如,圆形、椭圆形或多边管形。所述第一电极可为阳极,所述第二电极可为阴极。

[0018] 所述单元电池的没有彼此相连的端部(未连接端部)可打开。在一些实施例中,电池组的所述未连接端部之一可打开,其他所述未连接端部可闭合。

[0019] 该组合式电池结构可进一步包括在所述第一电池和所述第二电池之间并沿纵向方向串联连接到所述第一电池和所述第二电池的至少一个第三电池。

[0020] 根据本发明的其他实施例,一种用于固体氧化物燃料电池的组合式电池结构包括第一子电池和第二子电池。所述第一子电池包括第一电极,其具有用于形成管形支架的第一电极、在所述第一电极上的第二电极以及在所述第一电极和所述第二电极之间的电解质层。杆形第一子支撑构件沿纵向方向穿过所述第一电极的内部。所述第二子电池包括第二电极,其具有用于形成管形支架的第一电极、在所述第一电极上的第二电极以及在所述第一电极和所述第二电极之间的电解质层。杆形第二子支撑构件沿纵向方向穿过所述第一电极的内部。所述第一子支撑构件的一端被固定地连接到所述第二子支撑构件的一端,使得所述第一电池和所述第二电池沿纵向方向串联连接。

## 附图说明

[0021] 图 1A 为根据本发明一实施例的 SOFC 组合式电池结构的示意性主视图。

[0022] 图 1B 为根据本发明一实施例的管型 SOFC 单元电池的剖视图。

[0023] 图 1C 为根据本发明另一实施例的平管型 SOFC 单元电池的剖视图。

[0024] 图 2 为根据本发明一实施例的组合式电池结构的放大的局部剖视图。

[0025] 图 3A 为图 2 中所示的子支撑构件的剖视图。

[0026] 图 3B 为图 2 中所示的连接器的剖视图。

[0027] 图 3C 为图 2 和 3B 中所示的连接器的主视图。

[0028] 图 4 为包括图 2 的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。

[0029] 图 5 为包括根据本发明另一实施例的包含子支撑构件的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。

- [0030] 图 6 为图 5 的组合式电池结构中所示的子支撑构件的剖视图。
- [0031] 图 7 为根据本发明另一实施例的包含子支撑构件的组合式电池结构的局部剖视图。
- [0032] 图 8 为图 7 的组合式电池结构中所示的子支撑构件的剖视图。
- [0033] 图 9A 至 9C 为例示出制造具有图 7 的组合式电池结构的 SOFC 组的过程的剖视示意图。
- [0034] 图 10 为包括根据本发明又一实施例的包含子支撑构件的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。
- [0035] 图 11 为图 10 的组合式电池结构中所示的子支撑构件的剖视图。
- [0036] 图 12 为根据本发明再一实施例的包含子支撑构件的组合式电池结构的局部剖视图。
- [0037] 图 13 为图 12 的组合式电池结构中所示的子支撑构件的剖视图。
- [0038] 图 14A 至 14C 为例示出制造具有图 12 的组合式电池结构的 SOFC 组的过程的剖视示意图。
- [0039] 图 15 为包括根据本发明又再一实施例的包含子支撑构件的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。
- [0040] 图 16 为图 15 的组合式电池结构中所示的子支撑构件的剖视图。
- [0041] 图 17A 为例示出根据本发明一实施例的两个子支撑构件与转接器的连接的剖视示意图。
- [0042] 图 17B 为例示出根据本发明另一实施例的两个子支撑构件与转接器的连接的剖视示意图。
- [0043] 图 18 为例示出根据本发明再一实施例的两个子支撑构件的连接剖视图。

### 具体实施方式

[0044] 下文中,将参照附图描述本发明的示例性实施例。在以下描述中,已知功能和结构的详细论述可被省略。在附图中,相似的元件由相似的附图标记表示,部件的尺寸可为了清晰而被夸大。

[0045] 本文所用的术语“歧管”表示具有用于流体的平稳供应、分配或排放的流动路径的结构。参照附图及其在本说明书中的相关描述,为了便于例示,形成歧管的壳体或边界壁由附图标记表示并被称为歧管。

[0046] 图 1A 为根据本发明一实施例的 SOFC 组合式电池结构的示意性主视图。图 1B 和图 1C 为 SOFC 单元电池的剖视图,该 SOFC 单元电池可用在图 1A 的组合式电池结构中。参照图 1A,组合式电池结构 100 包括沿组合式电池结构 100 的纵向方向彼此相连的多个管型或平管型 SOFC 电池 10。实心支撑构件 30 从组合式电池结构 100 的一端向组合式电池结构 100 的另一端穿过组合的 SOFC 电池 10。多个 SOFC 电池 10 被串联连接并由支撑构件 30 机械和 / 或物理地稳定。本文所用的“串联连接”表示其中管型或平管型 SOFC 电池 (各自具有长度) 沿纵向方向彼此相连的结构。连接器 20 可设置在相邻的 SOFC 电池之间。

[0047] 在一个实施例中,支撑构件 30 可穿过相应的 SOFC 电池 10 的中空部分。可替换地,支撑构件 30 可被分为多个子支撑构件,其中每个 SOFC 电池包括子支撑构件,且这些子支撑

构件沿纵向方向彼此相连,由此连接相邻的 SOFC 电池。提供有子支撑构件的 SOFC 电池的每一个可被称为 SOFC 子电池。SOFC 子电池变为构成组合式电池结构的单元电池结构。

[0048] SOFC 电池 10 的每一个包括第一电极 11、第二电极 15 和在该第一电极 11 和第二电极 15 之间的电解质 13。第一电极 11 为阳极或阴极。当第一电极 11 为阳极时,第二电极 15 为阴极。当第一电极 11 为阴极时,第二电极 15 为阳极。电解质 13 为用于传递氧离子或质子的离子导电氧化物材料。SOFC 电池 10 变为通过分别供应到阳极和阴极的氢和氧的电化学反应而在其中产生电和水的单元。

[0049] 在一个实施例中,多孔 Ni/YSZ 金属陶瓷可用作第一电极 11 的材料。多孔混合导电氧化物可用作第二电极 15 的材料。氧化钇稳定二氧化锆 (YSZ) 可用作电解质 13 的材料。

[0050] 在一个实施例中,支撑构件 30 穿过的 SOFC 电池可为具有大致圆形截面的管型 SOFC 电池 10a(如图 1B 所示)或者具有大致椭圆形截面的平管型 SOFC 电池 10b(如图 1C 所示)。当电池为管型 SOFC 电池 10a 时,支撑构件 30 可穿过每个 SOFC 电池 10a 的中空部分 2a,如图 1B 所示。当电池为平管型 SOFC 电池 10b 时,电池可包括三个中空部分,支撑构件 30 可穿过中心中空部分 2b,如图 1C 所示。

[0051] 根据一些实施例,组合式电池结构包括串联连接的多个阳极支撑 SOFC 电池。然而,组合式电池结构也可包括多个管型或平管型阴极支撑 SOFC 电池、分段式串联电池或类似物。

[0052] 图 2 为根据另一实施例的组合式电池结构的局部剖视图。图 3A 为图 2 的组合式电池结构中的支撑构件(包括子支撑构件)的剖视图。图 3B 为图 2 的组合式电池结构中的连接器的剖视图。图 3C 为图 2 和图 3B 中所示的连接器的主视图。参照图 2,组合式电池结构 200 包括沿燃料流动方向彼此相连的多个子电池 210a、210b 和 210c。连接器 220 被设置在相邻的子电池之间。密封构件 250 可被提供在每个子电池与连接器 220 之间。

[0053] 每个子电池 210a、210b 和 210c 包括用于形成管型或平管型阳极支撑主体的第一电极 11、形成在第一电极 11 的外周表面上的实心电解质 13、形成在实心电解质 13 上的第二电极 15 以及穿过第一电极 11 的中空部分的至少两个连接的子支撑构件 230。多孔构件 240 可被提供在支撑构件 230 与第一电极 11 之间。

[0054] 如图 3A 所示,子支撑构件 230 具有某一长度的杆形主体 231。主体 231 可为不具有内部余隙空间的实心杆,并可具有大致圆形截面或大致多边形(即,内嵌或外接在圆中的多边形)截面。主体 231 的一端可具有凹螺纹联接部 233,主体 231 的另一端可具有凸螺纹联接部 235。通过将一个子支撑构件的凹螺纹联接部 233 与另一子支撑构件的凸螺纹联接部 235 相连而连接子支撑构件 230。子支撑构件 230 可由不锈钢、镍、镍合金或类似物制成。

[0055] 连接器 220 可被设置为避免组合式电池结构 200 中的相邻的 SOFC 电池之间的直接接触。连接器 220 可由导电金属材料形成。在一个实施例中,如图 3B 和图 3C 所示,连接器 220 包括盘形的第一部分 221a 和从第一部分 221a 的边缘沿厚度方向延伸的第二部分 221b。

[0056] 第一部分 221a 的面积类似于子电池的截面面积。第一孔 223 被提供在第一部分 221a 的中心。子支撑构件 230 可被纵向地插入通过第一孔 223。多个第二孔 224 被提供在第一孔 223 周围并沿厚度方向穿过第一部分 221a。多个第二孔 224 允许流体流过第一部分

221a。

[0057] 突起 221e 沿与第二部分 221b 延伸的方向相反的方向从第一部分突出。突起 221e 被插入两个相邻的第一子电池的中空部分。突起 221e 可为在第一部分 221a 的侧部处的多个第二孔 224 的周围的圆环。该圆环可为实线或虚线。

[0058] 第二部分 221b 的至少一部分的厚度小于子支撑构件 230 的厚度。第二部分具有被弯曲以插入两个相邻子电池的第二个的中空部分的一端 221d。弯曲部分可包括台阶部 221c。台阶部 221c 可面对第二子电池的一侧（沿纵向方向）。如果第二部分 221b 的至少一部分的厚度比子支撑构件 230 薄，则当压缩应力在组合式电池结构 200 的操作期间被施加在电池与支撑构件之间时，连接器 220 弹性反应，由此减小在组合式电池结构 200 中产生的不希望的热应力。

[0059] 多孔构件 240 可具有其中流体可沿支撑构件 230 的外周表面流动的多孔结构。多孔构件 240 由具有良好导电率的材料形成，使得子支撑构件 230 电连接到各个子电池中的第一电极 11。多孔构件 240 可由镍毡、金属毡（由除镍以外的金属制成）、金属网或类似物形成。

[0060] 密封构件 250 密封子电池和连接器。密封构件 250 可包括 PYREX®、陶瓷 / 玻璃复合物、Thermiculite® #866，等。在另一实施例中，子电池与连接器之间的边界部分可使用钎焊技术直接连接。

[0061] 下文中，将描述制造根据本发明的各实施例的组合式电池结构中的子电池的过程。首先，混合有 40vol% 的镍 (Ni) 的氧化钇稳定二氧化锆 (YSZ) 粉末通过将活性碳、有机粘结剂和水添加到 YSZ 粉末而被控制，控制后的浆料被挤压成型。在将挤压成型的浆料干燥之后，阳极支撑管通过在大约 1300°C 下烧结该干燥的浆料而制备。

[0062] 随后，YSZ 粉末被制备为电解质浆料，且该电解质浆料使用浆料涂覆技术被浸涂在阳极支撑管上。涂覆在阳极支撑管上的电解质浆料在室温下干燥，然后在大约 1400°C 下烧结。

[0063] 然后，(La, Sr)MnO<sub>3</sub> (LSM) 粉末被制备为阴极浆料，该阴极浆料被浸涂在阳极支撑管的电解质层上。涂覆在阳极支撑管的电解质层上的阴极浆料被干燥，然后在约 1200°C 下烧结。制成的 SOFC 电池具有大约 20mm 的外径、大约 16mm 的内径和大约 300mm 的长度。

[0064] SOFC 子电池然后通过制备由不锈钢形成的子支撑构件 230、用镍毡包围子支撑构件 230、然后将子支撑构件 230 插入 SOFC 电池的中空部分中而制成。

[0065] 图 4 为包括图 2 的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。参见图 4，根据本发明各实施例的 SOFC 组通过制备单独的组合式电池结构以及堆叠多个所制备的组合式电池结构而制造。这里，单独的组合式电池结构通过将多个管型或平管型子电池 210a、210b、210c 和 210d 的子支撑构件 230 彼此相连而形成。在每个组合式电池结构中，连接器 220 可被插入子电池之间，且 SOFC 电池与连接器 220 之间的边界可由密封构件密封。

[0066] 为了形成阴极集流体，银 (Ag) 丝可被卷绕在每个子电池的第二电极上。可替换地，（使用等离子体喷射技术）在其上涂覆有 La<sub>0.9</sub>Sr<sub>0.1</sub>CoO<sub>3</sub> 粉末的多孔阴极集流体可形成在每个子电池的第二电极上。由不锈钢和 Ni 基耐热合金形成的金属丝或网可用作阴极集流体的材料。在一个实施例中，例如，Ag 丝 250 用作阴极集流体，子支撑构件 230 用作阳极集流体。

[0067] 组合式电池结构（例如，具有四个相连的子电池 210a、210b、210c 和 210d 的结构）的一端可通过第一端部连接器 270a 被连接到第一歧管 280a。组合式电池结构的另一端可通过第二端部连接器 270b 被连接到第二歧管 280b。在这种实施例中，两个端部连接器 270a 和 270b 将组合式电池结构连接到两个歧管 280a 和 280b，使得流体能够流动通过其中，同时允许连接的子支撑构件 230 穿过子电池以被固定到两个歧管 280a 和 280b。

[0068] 在一个实施例中，每个端部连接器 270a 和 270b 包括连接到子支撑构件 230 的杆形主体 271，以及以带的形式围绕主体的在主体与歧管之间提供支撑的屏障部分 272。至少一个开口 273 被提供在屏障部分中以允许燃料流动通过屏障部分。主体可被插入歧管中的开口中。突起 274 可被提供到屏障部分的至少一个表面。连接器 220 或者歧管 280a 或 280b 的拐角可接触主体与突起之间的屏障部分。在一个实施例中，端部连接器 270a 或 270b 和歧管 280a 或 280b 可通过分立的绝缘构件 275 或绝缘涂层而彼此电绝缘。

[0069] 包括多个组合式电池结构的电池组可被配置为使得至少一个组合式电池结构的阴极集流体金属丝 260 被连接到至少一个其他组合式电池结构的子支撑构件 230。在这种实施例中，第一组合式电池结构的金属丝 260（例如，经由端部连接器）被电连接（例如，通过物理接触）到两个歧管中的至少一个 280a 或 280b，由此将金属丝 260 与第二组合式电池结构的子支撑构件 230 电连接。

[0070] 下文中，将参照附图描述根据本发明各实施例的 SOFC 组的操作。如图 2 和图 4 所示，燃料从第一歧管 280a 流动通过端部连接器中的开口以进入组合式电池结构。然后，燃料通过穿过在子支撑构件 230 与每个子电池的第一电极 11 之间延伸的多孔构件 240 而流动通过子电池至第二歧管 280b。氧化剂围绕组合式电池结构的外部循环。空气中的氧气可用作氧化剂。燃料可包括甲烷、丙烷、丁烷或类似物。

[0071] 在每个组合式电池结构中，通过氢（燃料）与氧（氧化剂）的电化学反应而产生电。这里，氢经由每个子电池的第一电极与子支撑构件之间的通道被供应到第一电极。氧被供应到每个子电池的外表面上的第二电极。也就是，流入组合式电池结构中的燃料在大约 600 至 1000°C 的大气温度下被重整，并被转变为包含氧的重整物。借助于阳极催化剂，供应到第一电极的氢在高温下被结合到氧离子，由此生成水和电子。同时，借助于阴极催化剂并在高温下，供应到第二电极的氧被结合到通过连接到 SOFC 组的外部电路或负载（未示出）已从第一电极被移动的电子，并因而转变为氧离子。氧离子通过穿过电解质而被移动到第二电极。由氢与氧离子的反应生成的水与未反应的燃料一同沿子支撑构件 230 和第一电极之间的燃料流动方向被排放到第二歧管 280b。由氢与氧离子在第一电极处的反应生成的电子将电能供应到负载，同时移向第二电极。分别在每个子电池的第一电极和第二电极（阳极和阴极）处产生的电化学反应由如下反应公式 1 表示。

[0072] 反应公式 1

[0073] 阳极： $H^2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$

[0074] 阴极： $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$

[0075] 图 5 为包括根据本发明的又一实施例的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。图 6 为图 5 的 SOFC 组中的子支撑构件的剖视图。参见图 5，SOFC 组通过堆叠或布置多个组合式电池结构而制造。这里，每个组合式电池结构通过将多个子电池 211a、211b、211c 和 211d

的相应的子支撑构件 230a 相连而将多个子电池 211a、211b、211c 和 211d 相连形成。图 5 所示的 SOFC 组基本上等同于图 4 所示的 SOFC 组,不同之处在于图 5 的组具有不同于图 4 的组的串联连接结构。具体而言,在图 4 中,第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝被串联连接到第二组合式电池结构的端部连接器。相比而言,在图 5 中,第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝被串联连接到第二组合式电池结构的子支撑构件 230a。

[0076] 如图 6 所示,子支撑构件 230a 具有某一长度的杆形主体 231a。杆形主体 231a 可为没有内部空间的实心杆。杆形主体 231a 的一端具有凹螺纹联接部 233,杆形主体 231a 的另一端具有凸螺纹联接部 235。为了连接两个子支撑构件 230a,第一子支撑构件的凸螺纹联接部 235 被联接到第二子支撑构件的凹螺纹联接部 233。子支撑构件 230a 具有某一厚度的环 237,该环从主体 231a 的一端沿径向延伸。在一些实施例中,环 237 从具有凹螺纹联接部 233 的主体 231a 的端部延伸。环 237 包括多个开口 238,用于允许燃料流过环 237。

[0077] 返回参见图 5,在 SOFC 组的一些实施例中,多个组合式电池结构通过阴极集流体金属丝 260 连接。具体而言,第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝 260 被连接到至少一个第二组合式电池结构的子支撑构件 230a。也就是,第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝 260 被电连接(例如,通过物理接触)到第二组合式电池结构的子支撑构件 230a 的环 237。

[0078] 图 7 为根据本发明再一实施例的组合式电池结构 300 的局部剖视图。图 8 为可在图 7 的组合式电池结构中使用的子支撑构件 330 的剖视图。参见图 7,组合式电池结构 300 包括沿燃料流动方向彼此相连的多个子电池 310a、310b 和 310c。连接器 220 被设置在相邻的子电池之间。多个子电池通过其相应的子支撑构件 330 的连接沿纵向方向彼此相连。每个子电池可具有设置在子支撑构件 330 与第一电极 11 之间的多孔构件 240。密封构件 250 可被提供在每个子电池与连接器 220 之间。

[0079] 如图 8 所示,根据本发明的一些实施例,子支撑构件 330 包括具有某一长度的大致管形主体 331。主体 331 具有中空部分 332,并可具有大致圆形截面或大致多边形(即,内嵌或外接在圆中的多边形)截面。主体 331 的一端可具有凹螺纹联接部 333,主体 331 的另一端可具有凸螺纹联接部 335。相邻的子支撑构件可通过将第一子支撑构件的凹螺纹联接部 333 与第二子支撑构件的凸螺纹联接部 335 联接而连接。凹螺纹联接部 333 被提供在管形主体 331 的内表面上,凸螺纹联接部 335 被提供在主体 331 的外表面上。子支撑构件 330 可由具有某一强度的固体材料(例如,不锈钢)形成。

[0080] 图 9A 至图 9C 描绘了使用图 7 的组合式电池结构制造 SOFC 组的过程的各个步骤。首先,如图 9A 所示,第一子电池 310a、第二子电池 310b 和第三子电池 310c 被制备,连接器 220 被连接到每个子电池的一端。密封构件 250 被提供在每个子电池与连接器 220 之间。每个子电池和连接器 220 可使用钎焊技术或类似技术而彼此相连。

[0081] 随后,如图 9B 所示,相邻的子电池 310a、310b 和 310c 的子支撑构件 330 通过将一子支撑构件 330 的凸螺纹联接部 335 拧到相邻的子支撑构件 330 的凹螺纹联接部 333 中而彼此相连。然后,第四子电池 310d 被制备,第四子电池 310d 的子支撑构件 330a 的凸螺纹联接部 335 被联接到第三子电池 310c 的子支撑构件 330 的凹螺纹联接部 333。凹螺纹联接部可从第四子电池 310d 的子支撑构件 330a 省略,第四子电池 310d 的端部可由盖 390 闭合,盖 390 的厚度确定距支撑构件 330a 的距离。

[0082] 第一子电池 310a 中的子支撑构件 330 的凸螺纹联接部 335 可被连接到与第一歧管 380a 固定地连接的端部连接器 370 的凹螺纹联接部 333a。端部连接器 370 可具有大致管形主体 371, 用于将燃料供应到子支撑构件 330 的中空部分 332。

[0083] 随后, 如图 9C 所示, SOFC 组通过适当地堆叠或布置多个组合式电池结构而制造, 每个组合式电池结构具有沿燃料流动方向彼此相连的第一至第四子电池 310a、310b、310c 和 310d。多个组合式电池结构可通过端部连接器 370 被固定地连接到歧管。

[0084] 在一些实施例中, 端部连接器 370 的大致管形主体 371 可位于第一歧管 380a 与第二歧管 380b 之间, 使得燃料可通过从第二歧管 380b 流动到第一歧管 380a 而被供应到每个组合式电池结构。第一歧管 380a 和第二歧管 380b 可在组合式电池结构的一侧形成两级结构。

[0085] 然后, 阴极集流体 360 通过将 Ag 丝卷绕在每个组合式电池结构的每个子电池 310a、310b、310c 和 310d 的第二电极上而形成。多个组合式电池结构通过第一歧管 380a 中的端部连接器 370 被串联电连接。

[0086] 下文中, 将参照附图描述根据本发明各实施例的 SOFC 组的操作。参见图 9C, 燃料经由端部连接器 370 的管形主体 371 从第二歧管 380b 供应到每个组合式电池结构的子支撑构件 330 的中空部分 332。当燃料到达第四子电池 310d (位于每个组合电池的一端) 的子支撑构件 330a 的中空部分的端部时, 燃料然后沿相反方向流动并穿过子电池的子支撑构件 330a 和 330 与第一电极之间的多孔构件 240。

[0087] 供应到每个组合式电池结构的大部分燃料在高温下被转变为包含氢的重整物。氢被分配和供应 (经由多孔构件 240) 到相应的子电池 310a、310b、310c 和 310d 的第一电极。

[0088] 供应到第一电极的氢与供应到第二电极的氧 (来自空气) 电化学反应, 由此生成电和水。电被供应到与 SOFC 组的阳极和阴极相连的外部负载 (未示出)。水与任何未反应的燃料一同沿燃料流动方向被排放到第一歧管 380a。

[0089] 图 10 为示出包括根据本发明又一实施例的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。图 11 为在图 10 所示的组合式电池结构中使用的子支撑构件的剖视图。参见图 10, 根据本发明的各实施例, SOFC 组通过适当地布置多个组合式电池结构而制造。这里, 每个组合式电池结构通过连接多个子电池 311a、311b、311c 和 311d 的相应的子支撑构件 330b 而形成。图 10 所示的 SOFC 组基本上等同于图 9 所示的 SOFC 组, 不同之处在于图 9 的组具有不同于图 10 的组的串联连接结构。具体而言, 在图 9 中, 第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝被串联连接到第二组合式电池结构的端部连接器。相比而言, 在图 10 中, 第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝被串联连接到第二组合式电池结构的子支撑构件 330b。

[0090] 如图 11 所示, 子支撑构件 330b 包括具有中空部分 332 的大致管形主体 331a。主体 331a 的一端具有凹螺纹联接部 333, 主体 331a 的另一端具有凸螺纹联接部 335。为了连接相邻的子支撑构件 330b, 一个子支撑构件的凸螺纹联接部 335 被拧到相邻的子支撑构件的凹螺纹联接部 333 中。

[0091] 具有某一厚度的环 337 从主体 331a 的一端沿径向延伸。在一些实施例中, 环 337 从主体的具有凹螺纹联接部 333 的端部延伸。多个开口 338 被提供在环 337 中以允许流体流过环 337。环 337 与以上参照图 6 描述的环 237 基本相同, 多个开口 338 可在位置上对应于图 3C 所示的连接器 220 中的第二孔 224。

[0092] 第四子电池 311d 的子支撑构件 330c 基本等同于图 9B 所示的第四子电池 310d 的子支撑构件 330a, 不同之处在于图 10 所示的子支撑构件 330c 包括从端部延伸的环 337 (与在子支撑构件 330b 中一样)。

[0093] 返回参见图 10, 根据本发明的各实施例, 在 SOFC 组中, 至少一个组合式电池结构的阴极集流体 360 被电连接到至少一个其他的组合式电池结构的至少一个子支撑构件 330b 的环 337。

[0094] 图 12 为根据本发明再一实施例的组合式电池结构的局部剖视图。图 13 为可在图 12 的组合式电池结构使用的子支撑构件的剖视图。参见图 12, 组合式电池结构 400 包括沿燃料流动方向彼此相连的多个子电池 410a、410b 和 410c。连接器 220 可被设置在相邻的子电池之间。多个子电池通过其相应的子支撑构件 430 的连接而彼此相连。每个子电池可具有设置在子支撑构件 430 与第一电极 11 之间的多孔构件 240。密封构件 250 可被提供在每个子电池与连接器 220 之间。

[0095] 如图 13 所示, 根据本发明的各实施例, 子支撑构件 430 可包括具有某一长度的大致管形主体 431。主体 431 具有中空部分 432 和沿主体 431 的长度的多个开口 436。开口可通过切除主体 431 的一些部分而形成。主体的一端具有凹螺纹联接部 433, 主体的另一端具有凸螺纹联接部 435。相邻的子支撑构件可通过将一个子支撑构件的凸螺纹联接部 435 拧到相邻的子支撑构件的凹螺纹联接部 433 中而彼此相连。子支撑构件 430 可由诸如不锈钢等固体材料形成。

[0096] 图 14A 至图 14C 描绘了制造具有图 12 的组合式电池结构的 SOFC 组的过程的各个步骤。首先, 如图 14A 所示, 第一子电池 410a、第二子电池 410b、第三子电池 410c 和第四子电池 410d 被制备, 连接器 220 被连接到每个子电池的一端。每个子电池和连接器 220 可使用密封构件或钎焊技术被合适地连接。

[0097] 随后, 如图 14B 所示, 相邻的子电池 410a、410b、410c 和 410d 的子支撑构件 430 彼此相连。然后, 第一端部连接器 470a (包括固定连接的第一歧管 480a) 的凸螺纹联接部 475 被连接到第四子电池 410d 的子支撑构件 430 的凹螺纹联接部 433。第一端部连接器 470a 可具有大致管形的主体, 用于将燃料供应到每个子电池的子支撑构件 430 的中空部分 432。

[0098] 然后, 第二端部连接器 470b (被插入第二歧管 480b 的开口 481 中) 的凹螺纹联接部 473 被连接到第一子电池 410a 的子支撑构件 430 的凸螺纹联接部 435。第二端部连接器 470b 包括: 用于排放离开组合式电池结构的流体的大致管形内主体 471、大致围绕内主体 471 的外主体 478 (大致形成双管)、用于在内主体 471 与外主体之间连接连接器 477 以及在连接器中用于允许流体穿过连接器的多个开口 (未示出)。第二端部连接器 470b 的连接器 477 的结构基本类似于以上参照图 3B 描述的连接器 220 的结构。

[0099] 在第一子电池 410a 的子支撑构件 430 被连接到第二端部连接器 470b 之后, 第二端部连接器 470b 通过固定构件 490 被固定到第二歧管 480b。固定构件 490 可为具有螺纹内周界的环。第二端部连接器 470b 可在其外表面上具有凸螺纹联接部 476, 固定构件 490 的螺纹内周界可被连接到第二端部连接器 470b 的凸螺纹联接部 476。

[0100] 随后, 如图 14C 所示, SOFC 组通过适当地堆叠或布置多个组合式电池结构而制造, 每个组合式电池结构具有沿燃料流动方向彼此相连的第一至第四子电池 410a、410b、410c 和 410d。多个组合式电池结构可分别经由第一端部连接器 470a 和第二端部连接器 470b 被

连接到第一歧管 480a 和第二歧管 480b。

[0101] 在一些实施例中,第一端部连接器 470a 和第二端部连接器 470b 将第一歧管 480a 和第二歧管 480b 连接到每个组合式电池结构,使得燃料从第一歧管 480a 供应到组合式电池结构,且反应产物(例如水和未反应的燃料)被排放到第二歧管 480b。

[0102] 阴极集流体 460 被提供在每个组合式电池结构的每个子电池 410a、410b、410c 和 410d 的第二电极上。在一些实施例中,第一组合式电池结构的阴极集流体 460(其可为 Ag 丝)被连接到至少一个第二组合式电池结构的至少一个端部连接器 470a 或 470b。也就是,第一组合式电池结构的阴极集流体 460 被连接到第二组合式电池结构的端部连接器 470a 和 470b,由此形成串联连接的 SOFC 组。

[0103] 下文中,将参照附图描述根据本发明各实施例的 SOFC 组的操作。参见图 14C,燃料(经由第一端部连接器 470a 的管形主体 471)被从第一歧管 480a 供应到每个组合式电池结构的子支撑构件 430 的中空部分 432。大部分燃料从中空部分 432 通过开口 436 流动到子支撑构件 430 的外表面,然后流动通过多孔构件 240。其余的供应燃料通过子支撑构件 430 的中空部分 432 流动到第二歧管 480b。

[0104] 组合式电池结构中的燃料被转变为包含氢的重整物,氢被供应到每个子电池 410a、410b、410c 和 410d 的第一电极。供应到第一电极的氢与供应到第二电极的来自空气的氧电化学反应,由此生成电和水。电被供应到与 SOFC 组的阳极和阴极相连的外部负载(未示出)。水与任何未反应的燃料一同沿燃料流动方向被排放到第二歧管 480b。

[0105] 图 15 为包括根据本发明又一实施例的组合式电池结构的 SOFC 组的剖视图。图 16 为在图 15 所示的组合式电池结构中使用的子支撑构件的剖视图。参见图 15,SOFC 组通过堆叠或布置多个组合式电池结构而制造。这里,每个组合式电池结构通过连接多个子电池 411a、411b、411c 和 411d 的相应的子支撑构件 430a 而形成。图 15 的 SOFC 组基本上等同于图 14C 所示的 SOFC 组,不同之处在于图 14C 的组具有不同于图 15 的组的串联连接结构。具体而言,在图 14C 中,第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝被串联连接到第二组合式电池结构的端部连接器。相比而言,在图 15 中,第一组合式电池结构的阴极集流体金属丝被串联连接到第二组合式电池结构的子支撑构件 430a。

[0106] 如图 16 所示,子支撑构件 430a 具有某一长度的大致管形主体 431a。子支撑构件 430a 可由具有某一强度的固体导电材料形成。子支撑构件 430a 可由不锈钢、镍、镍合金或类似物制成。主体 431a 具有中空部分 432 和沿主体长度的多个开口 436。多个开口 436 可通过去除主体 431a 的一些部分而形成。主体 431a 的一端具有凹螺纹联接部 433,主体 431a 的另一端具有凸螺纹联接部 435。为了连接相邻的子支撑构件,第一子支撑构件的凸螺纹联接部 435 被拧到相邻的子支撑构件的凹螺纹联接部 433。

[0107] 多个开口 436 可沿主体 431a 的长度以规则或不规则的间隔布置。多个开口 436 可具有任何适当的形状和/或尺寸,可提供任何适当数量的开口,只要子支撑构件的强度不被降低到不再有用的点即可。

[0108] 子支撑构件 430a 可具有某一厚度的环 437,该环从主体 431a 的一端沿径向延伸。在一些实施例中,环 437 从主体 431a 的具有凹螺纹联接部的端部延伸。多个开口 438 被提供在环 437 中以允许流体流过环 437。

[0109] 返回参见图 15,在 SOFC 组中,第一组合式电池结构的阴极集流体 460 可被连接到

至少一个第二组合式电池结构的至少一个子支撑构件 430a 的环 437。也就是,第一组合式电池结构和第二组合式电池结构之间的电连接节点可形成在第二组合式电池结构的子支撑构件 430a 的环 437 处。

[0110] 图 17A 和图 17B 为用于连接相邻的子支撑构件的可替代机构的剖视图。在根据本发明各实施例的组合式电池结构中,相邻子支撑构件的连接在上文被描述为包括将第一子支撑构件的凸螺纹联接部拧到第二子支撑构件的凹螺纹联接部。然而,如图 17A 所示,每个子支撑构件的两端可具有凹螺纹联接部,相邻的子支撑构件可使用凸螺纹转接器 50a 连接。凸螺纹转接器在主体 51a 的相对侧具有两个凸螺纹联接部 53a 和 53b,主体 51a 具有与子支撑构件相同的截面形状。这里,第一子支撑构件 30a 的凹螺纹联接部 33a 被拧到凸螺纹转接器 50a 的第一凸螺纹联接部 53a,第二子支撑构件 30b 的凹螺纹联接部 33b 被拧到凸螺纹转接器 50a 的第二凸螺纹联接部 53b。这导致两个子支撑构件 30a 和 30b 沿纵向方向彼此相连。如图所示,两个子支撑构件 30a 和 30b 面对彼此,且凸螺纹转接器介于两个子支撑构件 30a 和 30b 之间。

[0111] 可替代地,如图 17B 所示,每个子支撑构件的两端可具有凸螺纹联接部,相邻的子支撑构件可使用凹螺纹转接器 50b 连接。凹螺纹转接器 50b 包括具有螺纹内表面 55 的大致管形主体 51b。这里,第一子支撑构件 30c 的凸螺纹联接部 35a 被拧到凹螺纹转接器 50b 的螺纹表面 55 的第一侧,第二子支撑构件 30d 的凸螺纹联接部 35b 被拧到凹螺纹转接器 50b 的螺纹表面 55 的第二侧。这导致两个子支撑构件 30c 和 30d 沿纵向方向彼此相连。如图所示,两个子支撑构件 30c 和 30d 面对彼此,且凹螺纹转接器介于两个子支撑构件 30c 和 30d 之间。

[0112] 图 18 为示出用于连接相邻的子支撑构件的再一机构的剖视图。如图 18 所示,杆形子支撑构件可包括具有突起 37a 的第一端和具有切槽 37b 的第二端。突起 37a 被成形为配合在切槽 37b 内。相邻的子支撑构件可通过将第一子支撑构件 30e 的突起 37a 配合到第二子支撑构件 30f 的切槽 37b 中而连接。突起 37a 可具有大致圆形截面或大致多边形(即,内嵌或外接在圆中的多边形)截面。切槽 37b 可具有能将突起 37a 紧密插入其中的大致凹入形状。

[0113] 在一些实施例中,第一子支撑构件 30e 可具有至少一个第二突起 39a,第二子支撑构件 30f 可具有至少一个第二切槽 39b,其中第二突起 39a 配合在第二切槽 39b 中以防止突起 37a 在切槽 37b 内旋转。

[0114] 在一些实施例中,至少一个固定构件 60 穿过突起 37a 和切槽 37b,以防止第一子支撑构件 30e 和第二子支撑构件 30f 彼此分离。固定构件 60 可为销,并可具有形成在固定构件 60 一端的头部。这里,头部可大于固定构件 60 的主体。固定构件 60 的穿过第一子支撑构件 30e 和第二子支撑构件 30f 的端部可沿子支撑构件的纵向弯曲并附着到子支撑构件的表面。

[0115] 本发明的各实施例提供许多重要的优点。第一,在阳极支撑 SOFC 电池中使用的管型阳极支撑构件一般由诸如多孔 Ni-YSZ 金属陶瓷等材料形成,阳极支撑 SOFC 电池一般由于材料机械强度、高内阻、由大面积造成的产量减少等的限制而被制造为长度为 30cm 或更短的电池。然而,在本发明的各实施例中,多个管型阳极支撑 SOFC 电池使用 SOFC 电池的子支撑构件沿纵向方向连接。这使得能够生产具有大约 120cm 或更长长度的 SOFC 组合式电

池结构。

[0116] 第二,当多个阳极支撑 SOFC 电池沿纵向方向被简单地组合时(即,与本发明的各实施例相比),阳极支撑 SOFC 电池的连接易于被连接的电池之间的温度分布(或温差)或者被在连接处产生的对歧管的机械应力破坏。然而,在本发明的各实施例中,多个阳极支撑 SOFC 电池使用 SOFC 电池的子支撑构件沿燃料流动方向连接。这使得能够生产不会被热应力或机械应力破坏的 SOFC 组合式电池结构。进一步,本发明的各实施例使得能够简易设计和制造大尺寸 SOFC 系统。

[0117] 第三,当大尺寸的 SOFC 系统使用多个阳极支撑 SOFC 电池被简易制造时(即,与本发明的各实施例相比),由于大量 SOFC 电池而很难设计用于将燃料分配和供应到每个 SOFC 电池的歧管。然而,根据本发明的各实施例,SOFC 组合式电池结构具有沿纵向方向连接的多个 SOFC 电池,从而通过考虑减少 SOFC 电池的数量而使得能够简化歧管设计。因此,可易于实现对每个 SOFC 电池的燃料的均匀供应。

[0118] 第四,当多个阳极支撑 SOFC 电池沿纵向方向简单地连接以增加长度时(即,与本发明的各实施例相比),SOFC 电池之间的电阻增大,外部集流非常困难。然而,根据本发明的各实施例,导电支撑构件(或多个子支撑构件)穿过管型或平管型 SOFC 电池的中空部分。这使得能够容易实现外部集流,而不会增大 SOFC 电池之间的电阻。

[0119] 尽管已经结合特定示例性实施例对本发明进行了描述,但本领域普通技术人员可以理解,在不背离由所附权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下,可以对所描述的实施例进行某些修改。

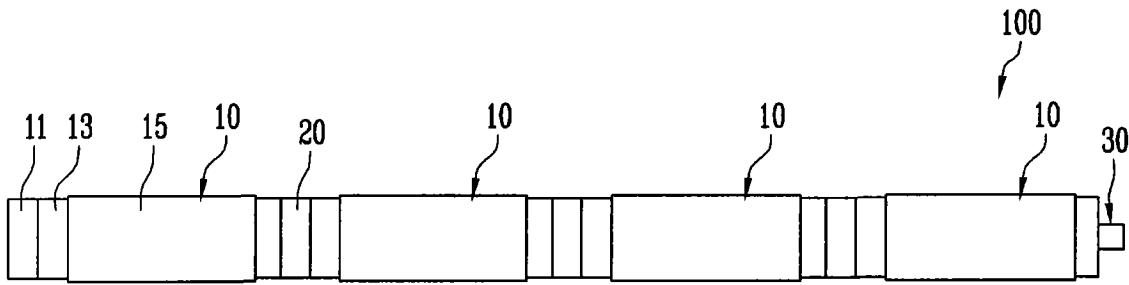


图 1A

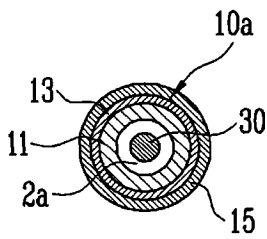


图 1B

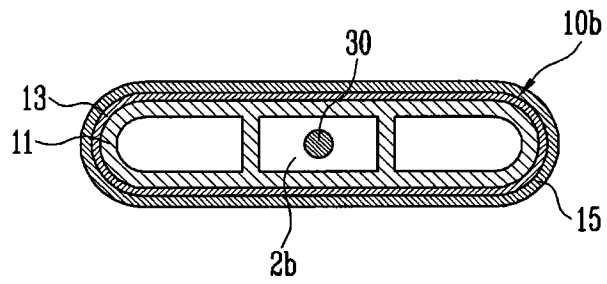


图 1C

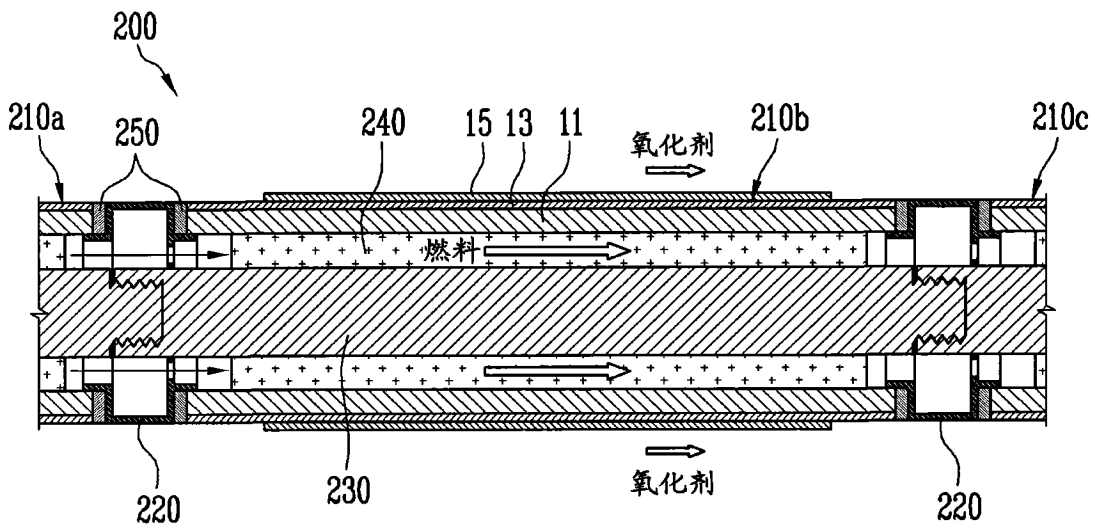


图 2

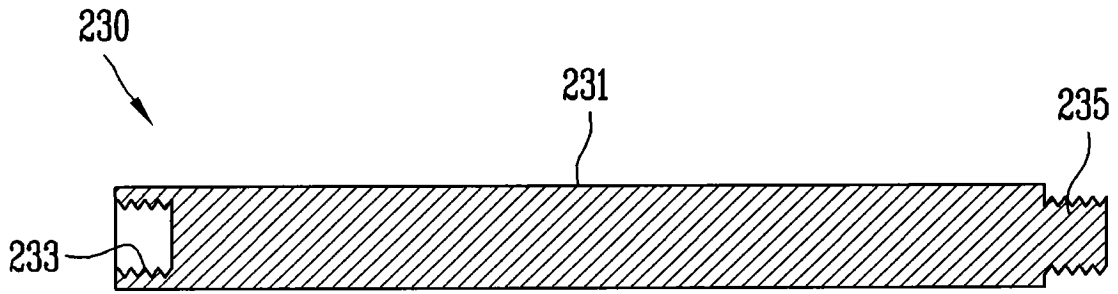


图 3A

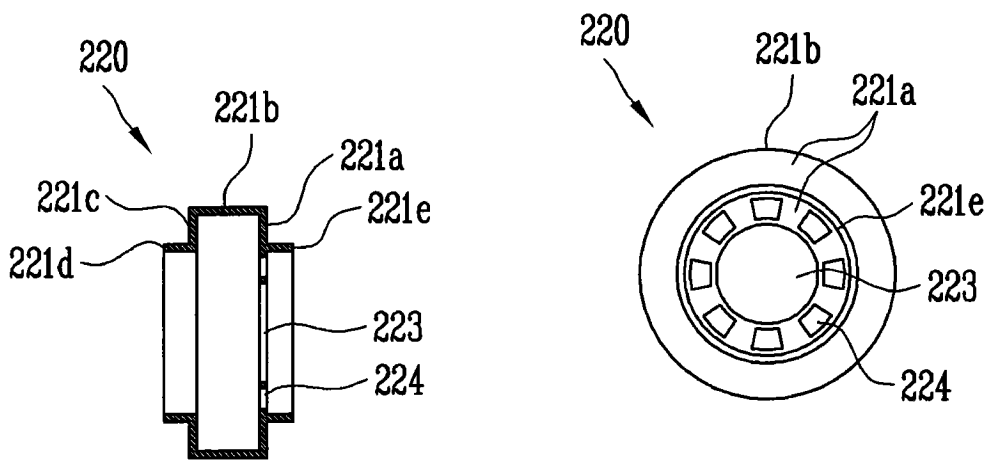


图 3B

图 3C

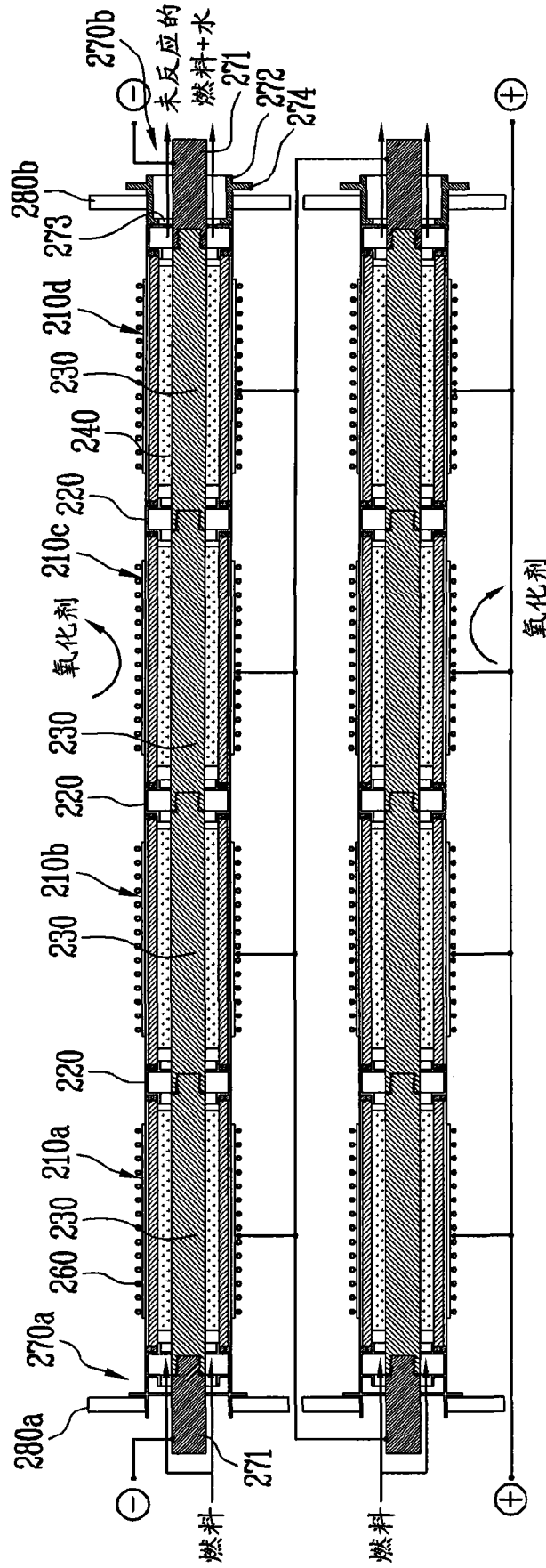


图 4

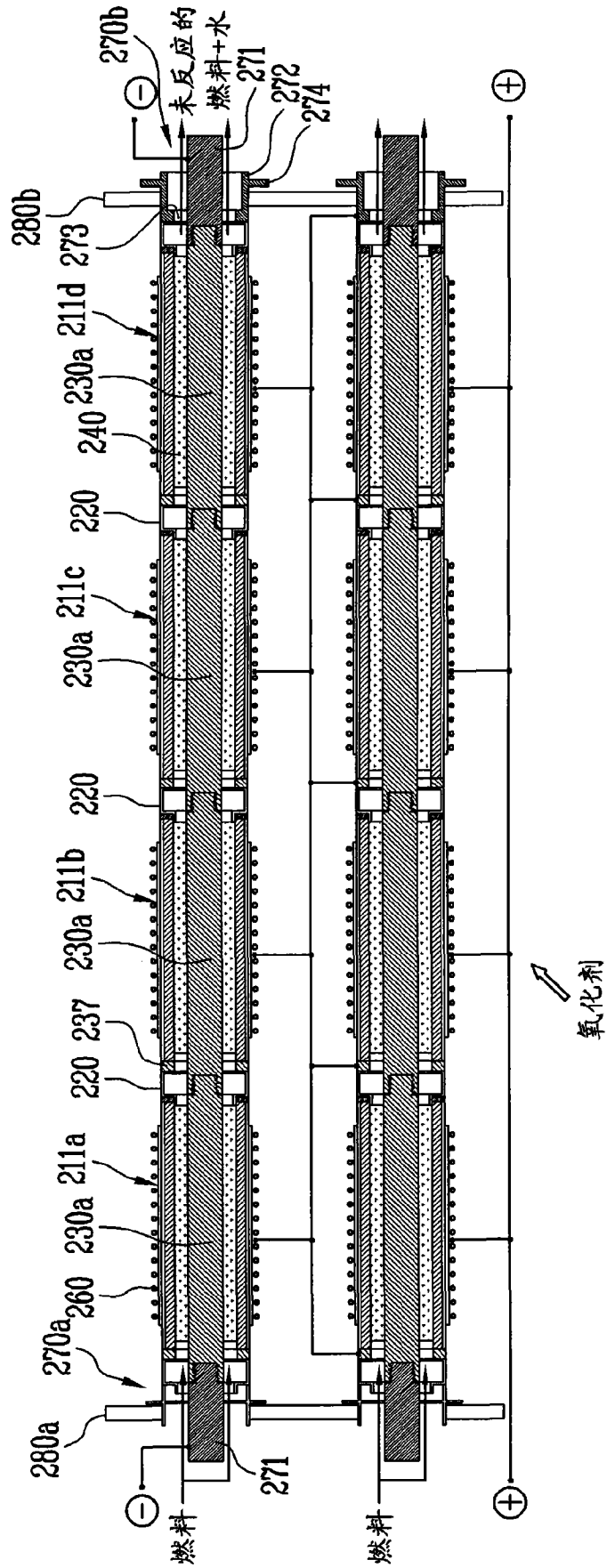


图 5

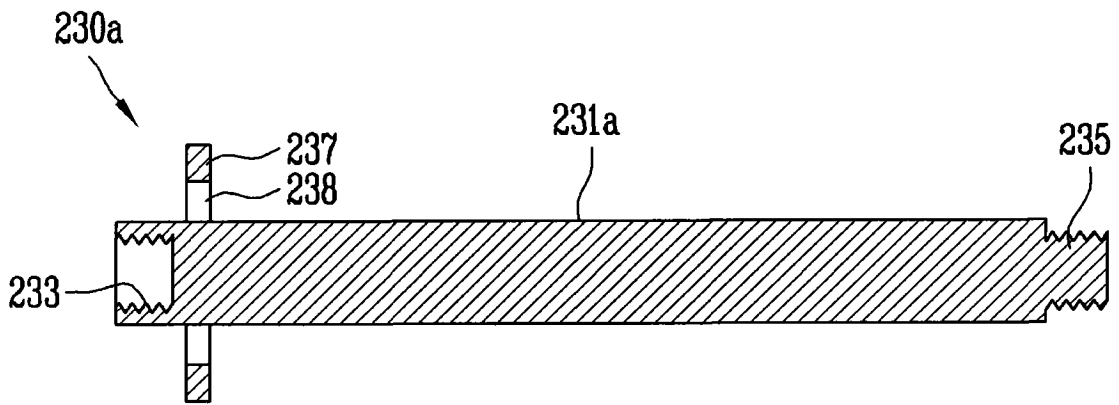


图 6

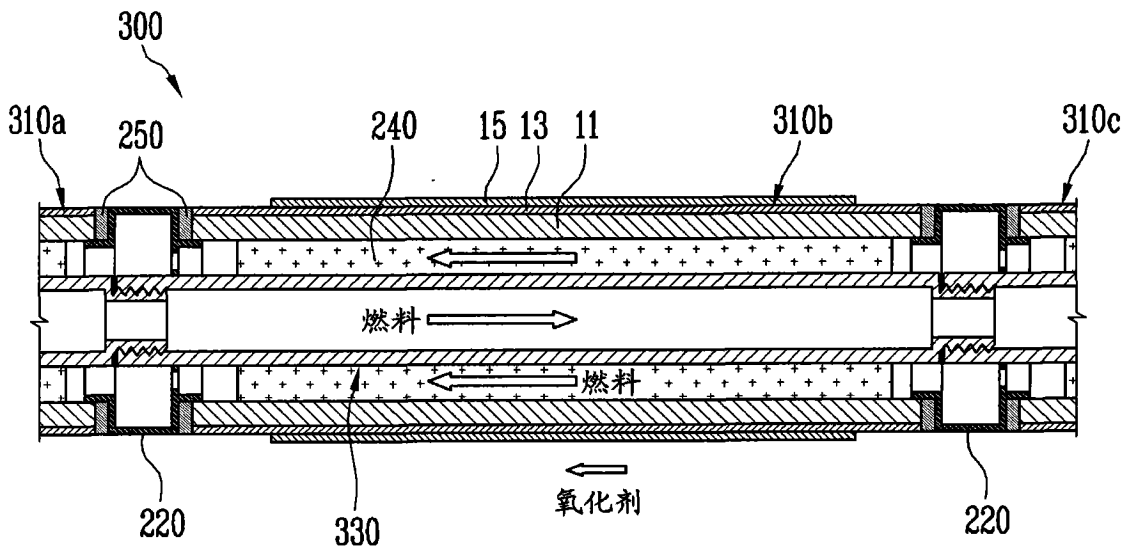


图 7

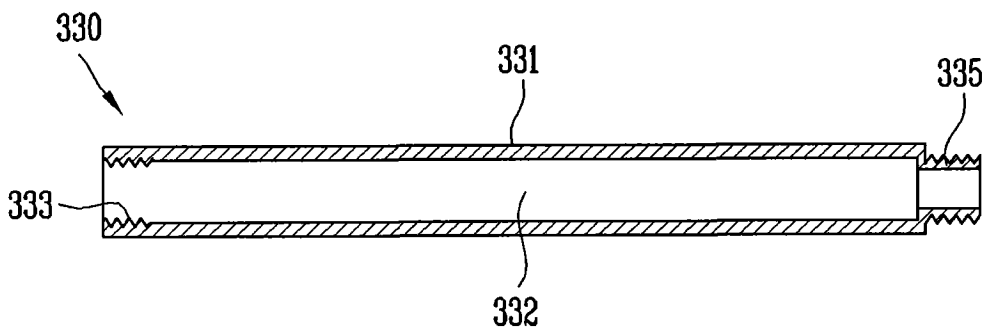


图 8

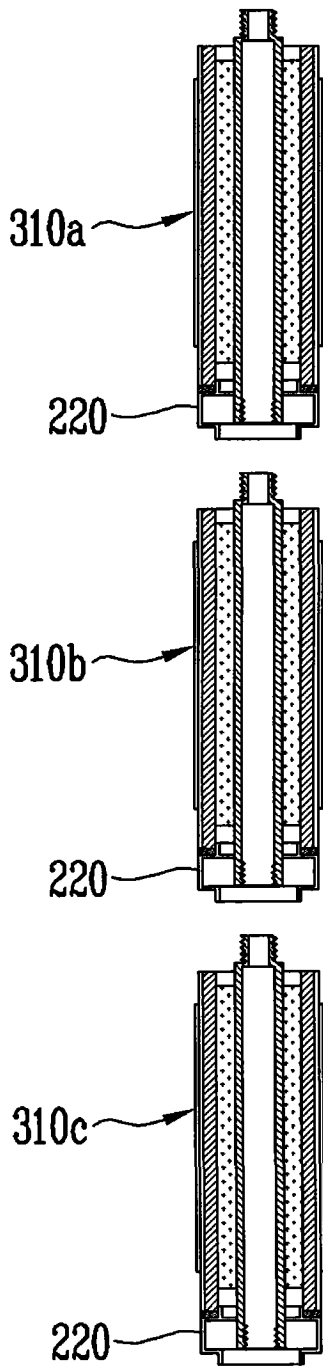


图 9A

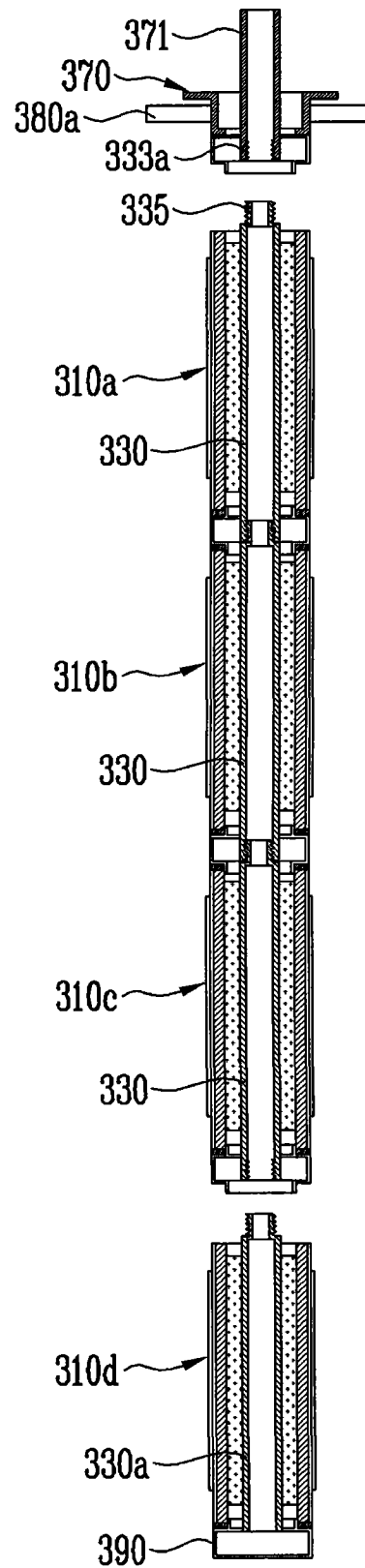


图 9B

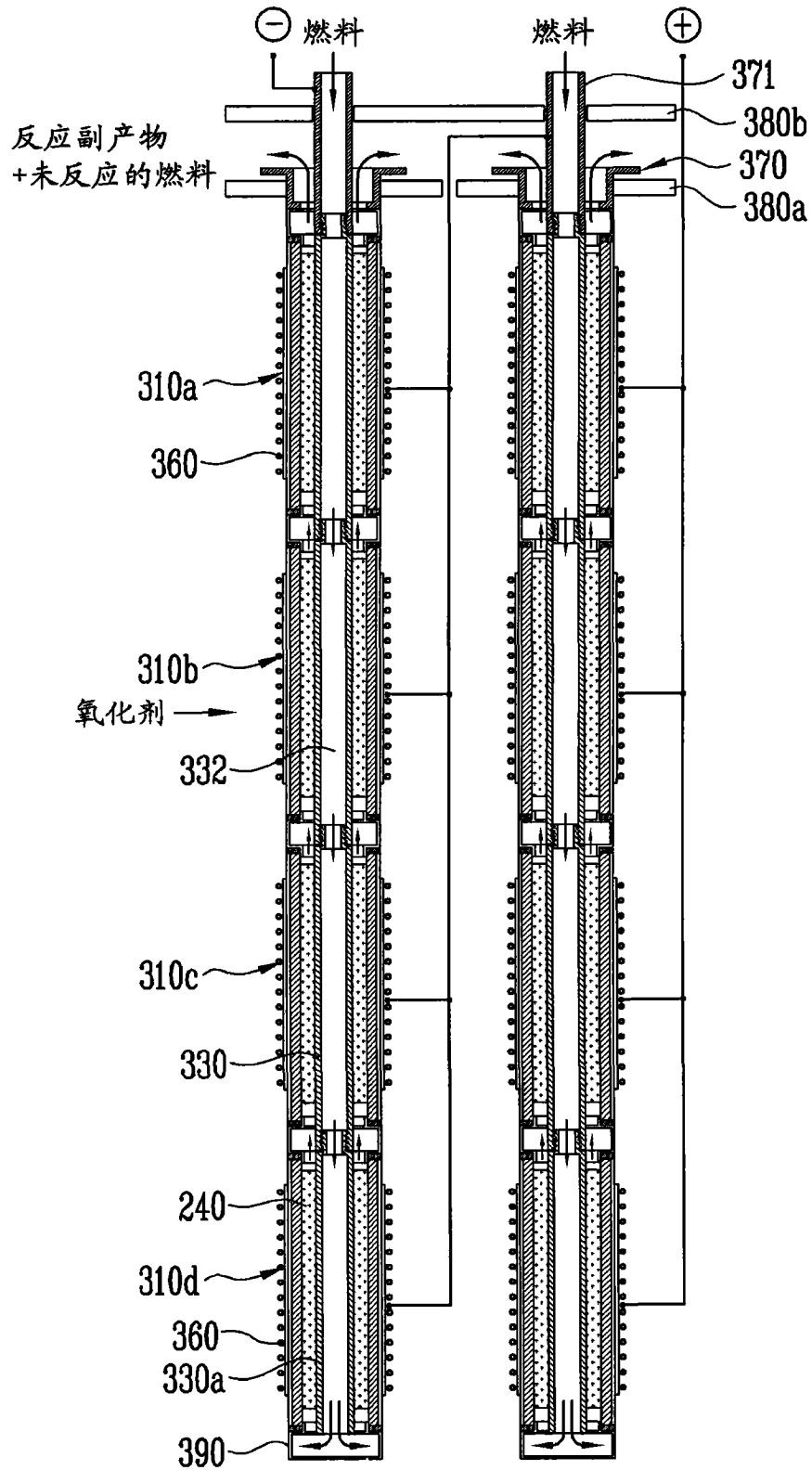


图 9C

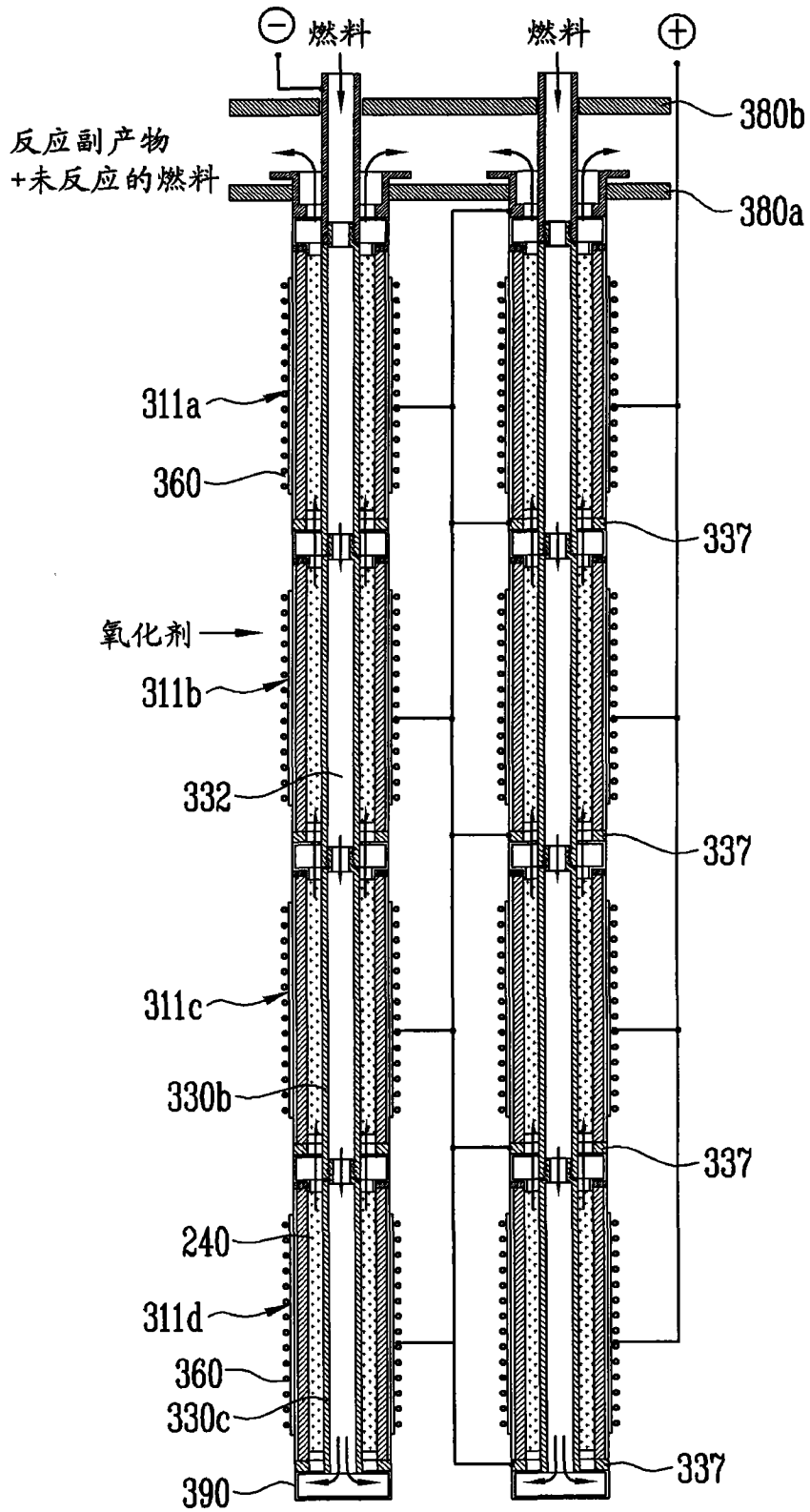


图 10

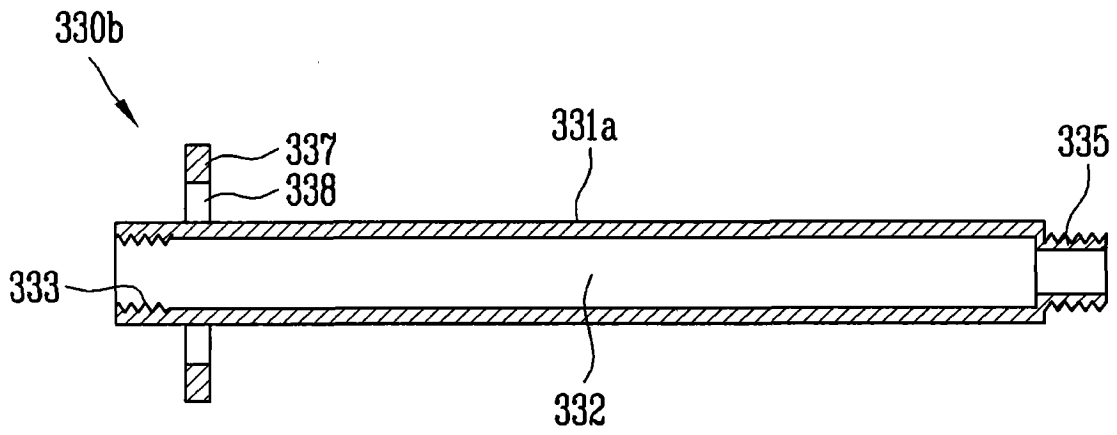


图 11

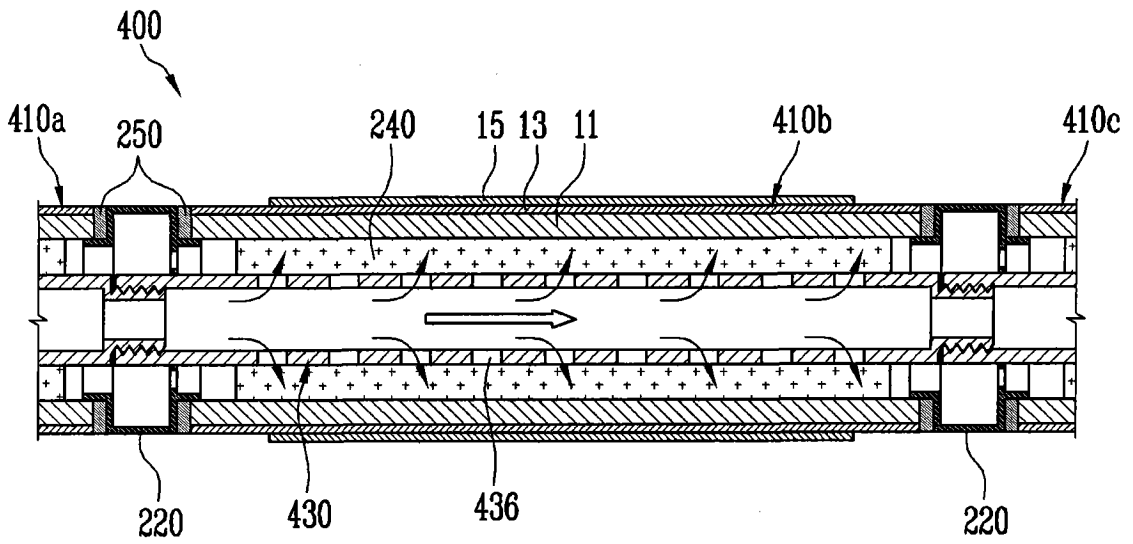


图 12

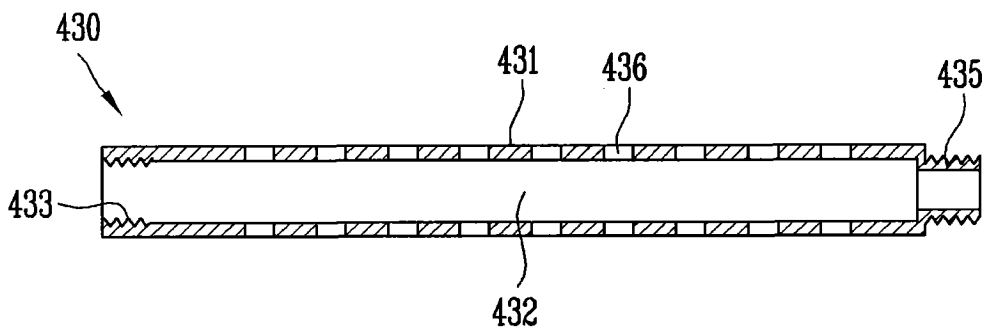


图 13

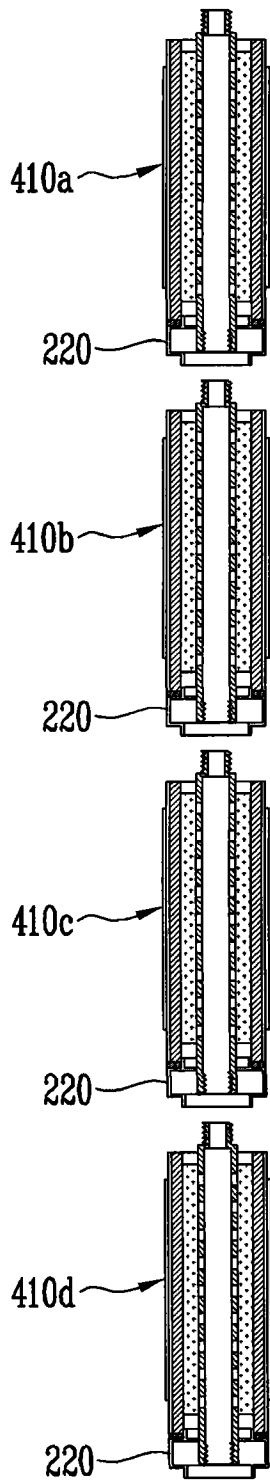


图 14A

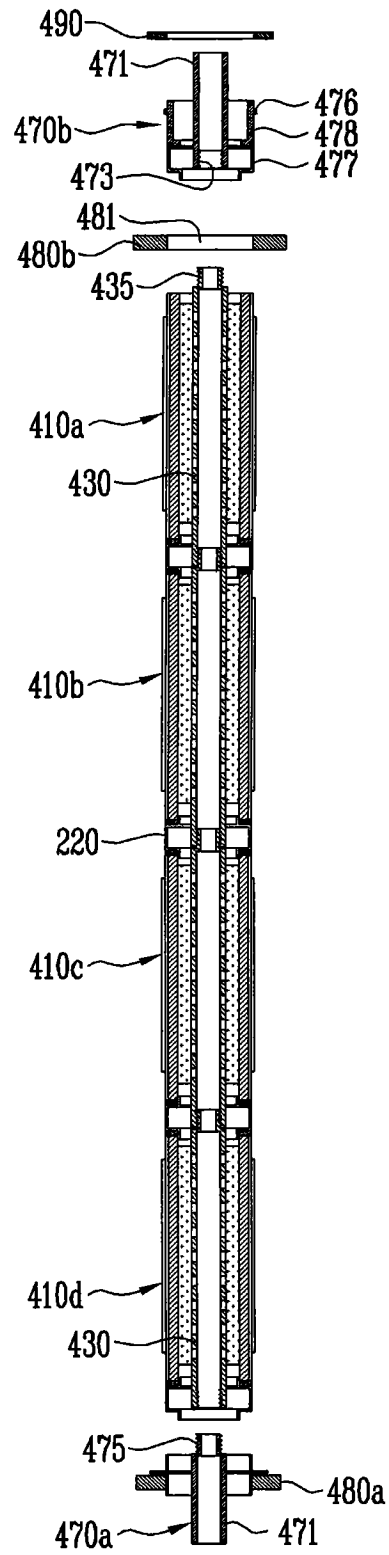


图 14B

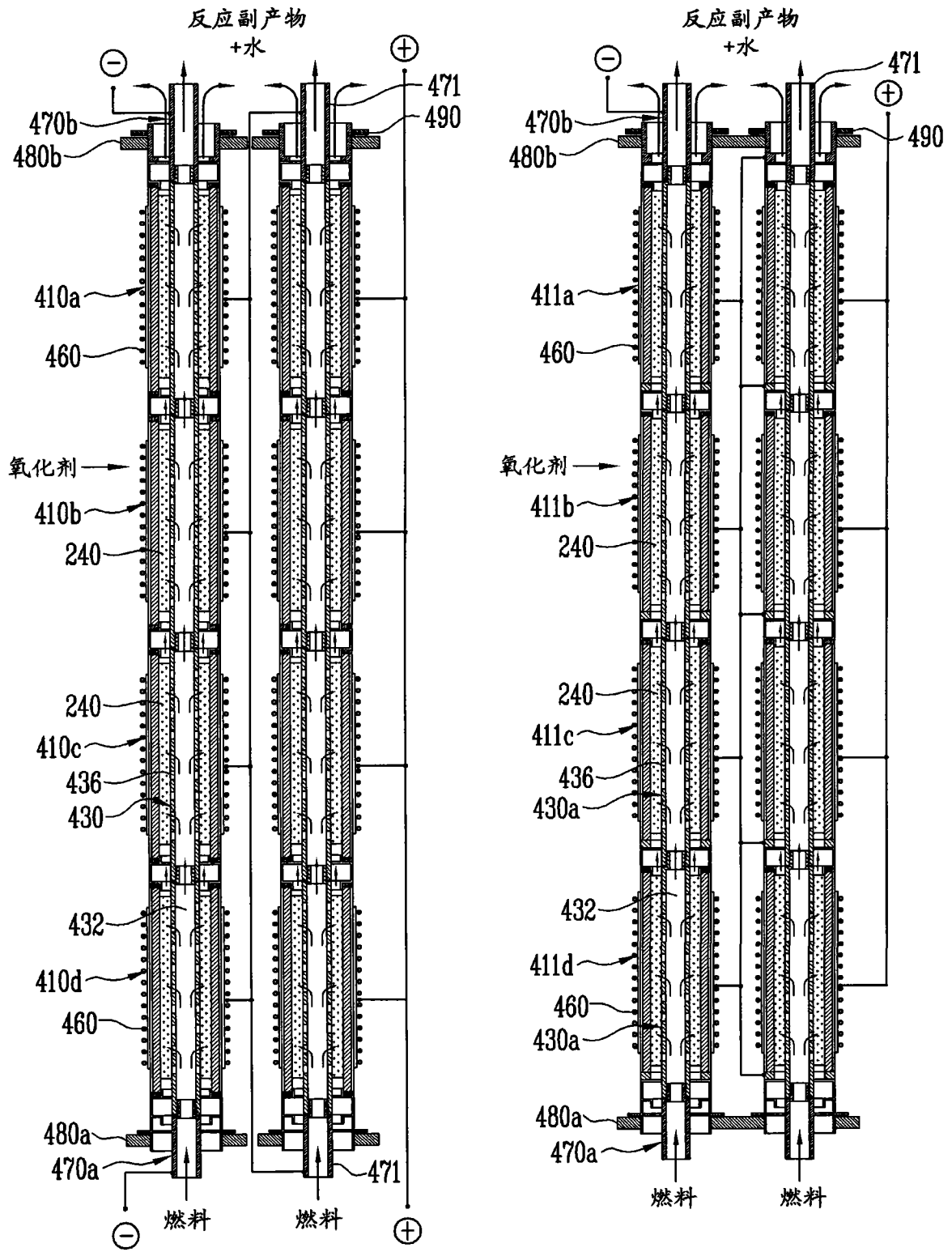


图 14C

图 15

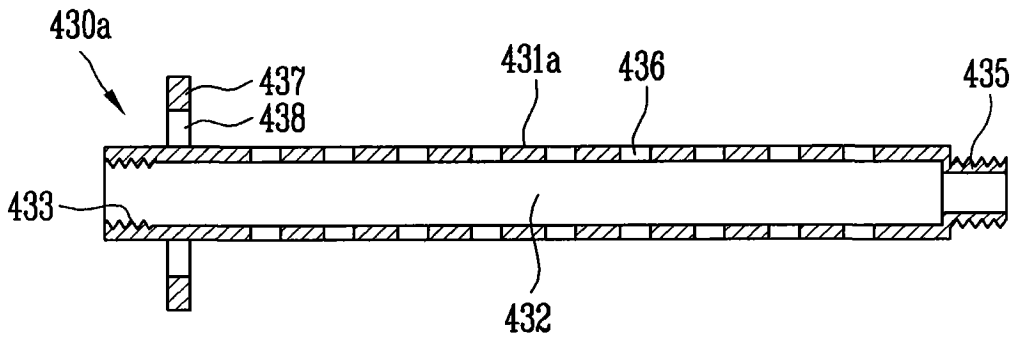


图 16

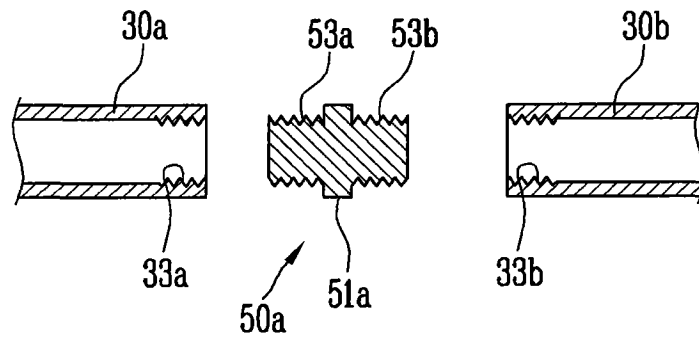


图 17A

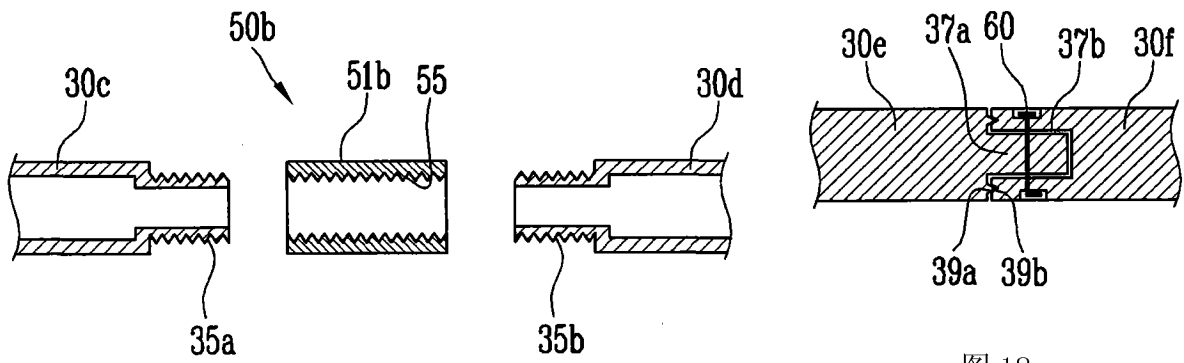


图 18

图 17B