

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99808459. X

[43] 公开日 2001 年 8 月 15 日

[11] 公开号 CN 1308780A

[22] 申请日 1999. 6. 10 [21] 申请号 99808459. X

[30] 优先权

[32] 1998. 6. 12 [33] US [31] 60/089, 169

[86] 国际申请 PCT/US99/13132 1999. 6. 10

[87] 国际公布 WO99/65099 英 1999. 12. 16

[85] 进入国家阶段日期 2001. 1. 10

[71] 申请人 AEP 艾姆泰克股份有限公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 威廉姆·尼古拉斯·劳利斯

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

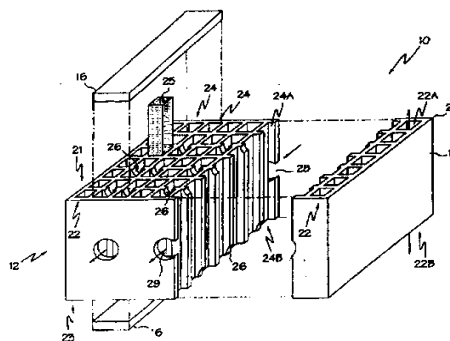
代理人 谷惠敏 李 辉

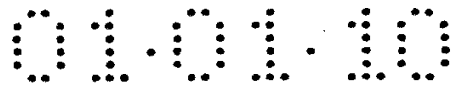
权利要求书 8 页 说明书 8 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 陶瓷燃料电池

[57] 摘要

提供了一种蜂窝陶瓷燃料电池,其中包括(i)其中含有氧化锆的、氧化钇稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷,(ii)氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷,(iii)设置在氧化铈陶瓷燃料电池的燃料供给通道中的铜金属陶瓷阳极,或(iv)在燃料电池的陶瓷体中形成的特殊布置的通道间沟道。按照本发明的一个实施例,提供了一种陶瓷燃料电池,包括:氧化剂供给通道,设置在氧化剂供给通道中的阴极,燃料供给通道,设置在燃料供给通道中的阳极,置于阴极和阳极之间稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。该陶瓷可以由氧化钇或氧化铈稳定化并且可以包括氧化锆。含有本发明陶瓷组分的燃料电池能在或低于约 650℃ 的温度下工作。因此,如果不重整的有机燃料用于本发明,也没有陶瓷体熏黑的问题。根据本发明的一定实施例,氧化锆涂层置于稳定化的陶瓷体和阳极之间。而且,本发明的陶瓷电极(例如,由 LXM 组成,其中 L 是 La, M 是 MnO<sub>3</sub>, X 是 Pb、Sr、Ca 或 Ba)设有银涂覆层。阳极也可以包括铜金属陶瓷。知识产权出版社出版





## 权 利 要 求 书

1. 一种陶瓷燃料电池，包括：

氧化剂供给通道；

5 设置在所述氧化剂供给通道中的阴极；

燃料供给通道；

设置在所述燃料供给通道中的阳极；以及

置于所述阴极和所述阳极之间的氧化钇稳定化的氧化铋氧离子导电陶瓷，其中所述氧化钇稳定化的陶瓷包括  $ZrO_2$ 。

10

2. 如权利要求 1 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧化钇稳定化的陶瓷包括  $x$  摩尔% $Bi_2O_3$ ， $y$  摩尔% $Y_2O_3$  和  $z$  摩尔% $ZrO_2$ ，其中  $x$  是约 70 至约 80 的值， $y$  是约 20 至约 30 的值，以及  $z$  是约 1 至约 5 的值。

15

3. 如权利要求 1 所述的陶瓷燃料电池，还包括置于所述氧化钇稳定化的陶瓷和所述阳极之间的氧化锆涂层。

4. 如权利要求 1 所述的陶瓷燃料电池，其中所述陶瓷电极材料确定所述阴极和所述阳极中的至少一个，其中所述陶瓷电极材料的特征在于陶瓷成分 LXM，其中 L 是镧 (La)，M 是锰酸盐 ( $MnO_3$ )，以及 X 是铅 (Pb)。

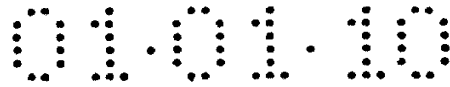
20

5. 如权利要求 4 所述的陶瓷燃料电池，还包括设置在所述陶瓷电极材料上的银涂覆层。

25

6. 如权利要求 5 所述的陶瓷燃料电池，其中所述银涂覆层还包括混合在其中的玻璃，其中选择所述玻璃来增强所述银涂覆层与所述陶瓷电极材料之间的粘合力。

30



7. 如权利要求 1 所述的陶瓷燃料电池，其中所述阳极包括铜金属陶瓷。

5 8. 如权利要求 7 所述的陶瓷燃料电池，其中所述铜金属陶瓷包括 CuO 和氧化铋陶瓷的粉末混合物。

9. 如权利要求 1 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧离子导电陶瓷包括：

10 以第一、第二组基本上平行的通道形式限定所述氧化剂供给通道和所述燃料供给通道的氧离子导电陶瓷体，其中

每个所述通道限定相对的通道端，

所述第一组通道的所述相对端是开口的，

所述第二组通道的所述相对端是封闭的，

15 所述第二组通道包括在相邻的所述第二组通道之间的所述陶瓷体中形成的通道间沟道，以及

所述通道间沟道布置成贴近所述相对通道端的选定端，以

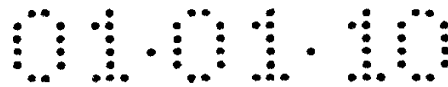
及

20 连接到所述第二组通道的输入口和输出口，其中所述第二组通道、所述输入口、所述输出口和所述通道间沟道布置成确定从所述输入口经过所述第二组通道和所述通道间沟道延伸到所述输出口的流动通路。

25 10. 如权利要求 9 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道布置成使所述流动通路在经过所述通道间沟道的通道之后反向。

11. 如权利要求 9 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道限定在所述陶瓷体的端面。

30 12. 如权利要求 9 所述的陶瓷燃料电池，其中在所述第二组通道的相邻通道中的通道间沟道限定在所述陶瓷体的相对端面。



13. 一种陶瓷燃料电池，包括：

氧化剂供给通道；

设置在所述氧化剂供给通道中的阴极；

5 燃料供给通道；

设置在所述燃料供给通道中的阳极； 以及

置于所述阴极和所述阳极之间的氧化铈稳定化的氧化铋氧离子导电陶瓷。

10 14. 如权利要求 13 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧化铈稳定化的陶瓷包括  $x$  摩尔% $\text{Bi}_2\text{O}_3$  和  $y$  摩尔% $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ，其中  $x$  是约 80 至约 90 的值以及  $y$  是约 10 至约 20 的值。

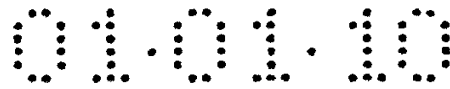
15 15. 如权利要求 13 所述的陶瓷燃料电池，其中所述陶瓷电极材料确定所述阴极和所述阳极中的至少一个，其中所述陶瓷电极材料的特征在于陶瓷成分  $\text{LXM}$ ，其中  $\text{L}$  是镧 ( $\text{La}$ )， $\text{M}$  是锰酸盐 ( $\text{MnO}_3$ )，以及  $\text{X}$  是铅 ( $\text{Pb}$ )。

20 16. 如权利要求 15 所述的陶瓷燃料电池，还包括设置在所述陶瓷电极材料上的银涂覆层。

25 17. 如权利要求 16 所述的陶瓷燃料电池，其中所述银涂覆层还包括混合在其中的玻璃，其中选择所述玻璃来增强所述银涂覆层与所述陶瓷电极材料之间的粘合力。

18. 如权利要求 13 所述的陶瓷燃料电池，其中所述阳极包括铜金属陶瓷。

30 19. 如权利要求 18 所述的陶瓷燃料电池，其中所述铜金属陶瓷包括  $\text{CuO}$  和氧化铋陶瓷的粉末混合物。



20. 如权利要求 19 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧化铈陶瓷包括氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。

5           21. 如权利要求 13 所述的陶瓷燃料电池，其中：  
所述氧离子导电陶瓷布置成限定多个氧化剂供给通道和多个燃料供给通道，

所述氧化剂供给通道定向成基本上平行于所述燃料供给通道，以及

10           所述氧化剂供给通道中的选定通道限定成与所述燃料供给通道中的相对应通道相邻。

22. 如权利要求 13 所述的陶瓷燃料电池，其中：

15           所述陶瓷燃料电池包括多个氧化剂供给通道和多个燃料供给通道；

所述氧离子导电陶瓷布置成限定多个基本上平行的纵向通道；以及

所述纵向通道中所选定的通道限定所述氧化剂供给通道并且剩余的所述纵向通道限定所述燃料供给通道。

20           23. 如权利要求 13 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧离子导电陶瓷包括：

以第一、第二组基本上平行的通道形式限定所述氧化剂供给通道和所述燃料供给通道的氧离子导电陶瓷体，其中

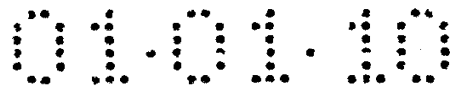
25           每个所述通道限定相对的通道端，

所述第一组通道的所述相对端是开口的，

所述第二组通道的所述相对端是封闭的，

所述第二组通道包括在相邻的所述第二组通道之间的所述陶瓷体中形成的通道间沟道，以及

30           所述通道间沟道布置成贴近所述相对通道端的选定端，



连接到所述第二组通道的输入口和输出口，其中所述第二组通道、所述输入口、所述输出口和所述通道间沟道布置成确定从所述输入口经过所述第二组通道和所述通道间沟道延伸到所述输出口的流动通路。

5

24. 如权利要求 23 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道布置成使所述流动通路在经过所述通道间沟道的通道之后反向。

10

25. 如权利要求 24 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道限定在所述陶瓷体的端面。

26. 如权利要求 25 所述的陶瓷燃料电池，其中在所述第二组通道的相邻通道中的通道间沟道限定在所述陶瓷体的相对端面。

15

27. 一种陶瓷燃料电池，包括：

氧化剂供给通道；

设置在所述氧化剂供给通道中的阴极；

燃料供给通道；

设置在所述燃料供给通道中的铜金属陶瓷阳极；以及

20

置于所述阴极和所述阳极之间的氧化铈氧离子导电陶瓷。

28. 如权利要求 27 所述的陶瓷燃料电池，其中所述铜金属陶瓷阳极包括 CuO 和氧化铈陶瓷的粉末混合物。

25

29. 如权利要求 28 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧化铈陶瓷包括氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。

30. 如权利要求 28 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧化铈陶瓷包括氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。

30



31. 如权利要求 27 所述的陶瓷燃料电池，其中所述阴极包括陶瓷电极材料，所述陶瓷电极材料的特征在于陶瓷成分 LXM，其中 L 是镧 (La)，M 是锰酸盐 ( $MnO_3$ )，以及 X 是铅 (Pb)。

5           32. 如权利要求 31 所述的陶瓷燃料电池，其中所述阴极还包括设置在所述陶瓷组分和所述氧化剂供给通道之间的银涂覆层。

10           33. 如权利要求 32 所述的陶瓷燃料电池，其中所述银涂覆层还包括混合在其中的玻璃，其中选择所述玻璃来增强所述银涂覆层与所述陶瓷组分之间的粘合力。

34. 如权利要求 27 所述的陶瓷燃料电池，其中所述氧离子导电陶瓷包括：

15           以第一、第二组基本上平行的通道形式限定所述氧化剂供给通道和所述燃料供给通道的氧离子导电陶瓷体，其中

          每个所述通道限定相对的通道端，

          所述第一组通道的所述相对端是开口的，

          所述第二组通道的所述相对端是封闭的，

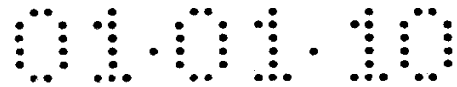
20           所述第二组通道包括在相邻的所述第二组通道之间的所述陶瓷体中形成的通道间沟道，以及

          所述通道间沟道布置成贴近所述相对通道端的选定端，

25           连接到所述第二组通道的输入口和输出口，其中所述第二组通道、所述输入口、所述输出口和所述通道间沟道布置成确定从所述输入口经过所述第二组通道和所述通道间沟道延伸到所述输出口的流动通路。

35. 如权利要求 34 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道布置成使所述流动通路在经过所述通道间沟道的通道之后反向。

30           36. 如权利要求 34 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道



限定在所述陶瓷体的端面。

37. 如权利要求 34 所述的陶瓷燃料电池，其中在所述第二组通道的相邻通道中的通道间沟道限定在所述陶瓷体的相对端面。

5

38. 一种陶瓷燃料电池，包括：

限定第一、第二组基本上平行的通道的氧离子导电陶瓷体，其中

每个所述通道限定相对的通道端，

所述第一组通道的所述相对端是开口的，

10

所述第二组通道的所述相对端是封闭的，

所述第二组通道包括在相邻的所述第二组通道之间的所述陶瓷体中形成的通道间沟道，以及

所述通道间沟道布置成贴近所述相对通道端的选定端；

设置在所述第一组通道中的各个第一电极；

15

设置在所述第二组通道中的各个第二电极；以及

连接到所述第二组通道的输入口和输出口，其中所述第二组通道、所述输入口、所述输出口和所述通道间沟道布置成确定从所述输入口经过所述第二组通道和所述通道间沟道延伸到所述输出口的流动通路。

20

39. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，其中：

所述输入口连接到燃料供给并且所述第一组通道连接到氧化剂供给，使所述的各个第一电极包括阴极并且所述的各个第二电极包括阳极。

25

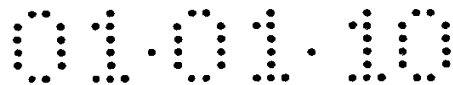
40. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，其中：

所述输入口连接到氧化剂供给并且所述第一组通道连接到燃料供给，使所述各个第一电极包括阳极并且所述各个第二电极包括阴极。

30

41. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道





布置成使所述流动通路在经过所述通道间沟道的通道之后反向。

42. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，其中所述通道间沟道限定在所述陶瓷体的端面。

5

43. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，其中在所述第二组通道的相邻通道中的通道间沟道限定在所述陶瓷体的相对端面。

10

44. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，还包括布置在所述第一、第二组基本上平行的通道中的湍流诱导插件。

45. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，还包括导管组件，该导管组件限定成：

15

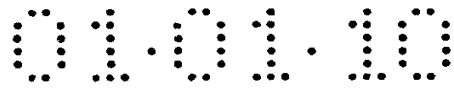
连接到所述陶瓷体的第一端面的输入导管，其中所述输入导管确定与所述第一组通道相连通的第一导管输入；

连接到所述陶瓷体的相对端面的输出导管，其中所述输出导管确定与所述第一组通道相连通的第一导管输出；

20

连接到所述陶瓷体的相对侧面的侧面导管，其中所述侧面导管确定与所述输入口相连通的第二导管输入和与所述输出口相连通的第二导管输出。

46. 如权利要求 38 所述的陶瓷燃料电池，其中所述侧面导管和所述输出导管包括整体的导管组件。



# 说明书

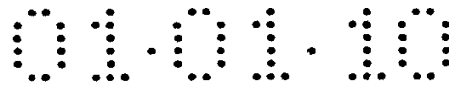
## 陶瓷燃料电池

5            本发明涉及燃料电池，具体地说，涉及陶瓷蜂窝状燃料电池，该  
电池包括置于氧化剂供给阴极和燃料供给阳极之间的氧离子导电陶  
瓷。

10           固体电解质燃料电池包括氧离子导电的固体电解质。多孔阴极和  
多孔阳极形成在电解质的相对侧上。氧化剂，例如氧气或空气引入到  
在电解质阴极侧上的氧化剂供给通道。燃料，例如氢气或天然气引入  
15           到在电解质阳极侧上的燃料供给通道。氧化剂供给通道中的氧分子在  
阴极离解并且吸收电子形成氧离子。然后这些离子通过离子导体扩散  
到阳极，剩下缺乏电子的阴极进入表面。离开阳极的氧离子必须失去  
20           电子形成氧分子，由此剩下具有多余电子的阳极出口表面。以此方式，  
燃料电池利用电解质的氧离子导电性来起电流源的作用。

许多燃料电池必须在高于 800°C 并且高至 1000°C 的温度下工作。  
25           天然气和甲烷在这些高温下容易导致在燃料供给通道内的黑烟。结  
果，在把天然气引入燃料供给通道之前经常必须把它重整成基本上纯  
的氢气。因此，需要不易熏黑并且不需要对天然气供给进行重整的燃  
料电池。

并且人们一直致力于通过优选阴极、阳极和电解质材料或结构来  
25           降低制造成本和提高上述燃料电池的效率。例如，美国专利 5,807,642  
(Xue 等) 教导了包括材料添加剂的钛酸钡锶陶瓷体，添加剂起热膨  
胀系数改良剂或烧结处理助剂的作用。美国专利 5,731,097 (Miyashita  
等) 涉及固体电解质燃料电池，包括通过氧离子激活能粘合在一起并  
且朝阳极降序排列的第一和第二氧离子导电膜。美国专利 No.5,712,055  
30           (Khandkar 等) 教导了在燃料电池中电解质材料的多级布置。每个这



些专利参考文献的公开在此引用供参考。虽然每个上述方案类似于其它传统燃料电池方案，欲意提供最佳燃料电池布置，但现有技术中仍存在对改进燃料电池布置的需要。

5           通过本发明满足该需要，其中提供一种陶瓷燃料电池，包括：(i) 包括  $ZrO_2$  的、氧化钇稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷，(ii) 氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷，(iii) 设置在氧化铈陶瓷燃料电池的燃料供给通道中的铜金属陶瓷阳极，或 (iv) 在燃料电池的陶瓷体中形成的特殊布置的通道间沟道。

10

按照本发明的一个实施例，提供一种陶瓷燃料电池，包括：氧化剂供给通道，设置在氧化剂供给通道中的阴极，燃料供给通道，设置在燃料供给通道中的阳极，置于阴极和阳极之间的氧化钇稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。该陶瓷包括  $ZrO_2$ 。氧化锆涂层可以置于氧化钇稳定化的陶瓷和阳极之间。氧化钇稳定化的陶瓷最好包括 x 摩尔 %  $Bi_2O_3$ ，y 摩尔 %  $Y_2O_3$  和 z 摩尔 %  $ZrO_2$ ，其中 x 是约 70 至约 80 的值，y 是约 20 至约 30 的值，以及 z 是约 1 至约 5 的值。

15

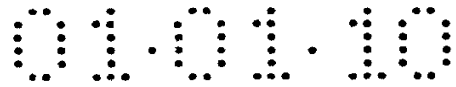
按照本发明的另一实施例，提供一种陶瓷燃料电池，包括：氧化剂供给通道，设置在氧化剂供给通道中的阴极，燃料供给通道，设置在燃料供给通道中的阳极，以及置于阴极和阳极之间的氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。氧化铈稳定化的陶瓷最好包括 x 摩尔 %  $Bi_2O_3$  和 y 摩尔 %  $Nb_2O_5$ ，其中 x 是约 80 至约 90 的值以及 y 是约 10 至约 20 的值。

20

25

优选地，阴极或阳极中的一个包括陶瓷电极，或两个都包括陶瓷电极。陶瓷电极材料的特征在于陶瓷成分 LXM，其中 L 是镧 (La)，M 是锰酸盐 ( $MnO_3$ )，以及 X 是铅 (Pb)。银层设置在陶瓷电极材料上并且包括混合在其中的玻璃，其中选择玻璃来增强银层与陶瓷电极材料之间的粘合力。

30



在本发明的一些实施例中，阳极包括铜金属陶瓷。铜金属陶瓷可以包括 CuO 和氧化铈陶瓷的粉末混合物。氧化铈陶瓷可以包括氧化铈稳定化的氧化铈氧离子导电陶瓷。

5

氧离子导电陶瓷可以布置成限定多个氧化剂供给通道和多个燃料供给通道。氧化剂供给通道可以定向成基本上平行于燃料供给通道并且所选的氧化剂供给通道最好限定成与相对应的燃料供给通道相邻。更具体地，氧离子导电陶瓷可以布置来限定多个基本上平行的纵向通道并且所选的纵向通道可以限定成氧化剂供给通道并且剩余的纵向通道限定成燃料供给通道。

10

而且，限定氧化剂供给通道和燃料供给通道的氧离子导电陶瓷体可以呈第一、第二组基本上平行的通道形式，其中 (i) 每个通道限定相对的通道端，(ii) 第一组通道的相对端是开口的；(iii) 第二组通道的相对端是封闭的，(iv) 第二组通道包括在相邻的第二组通道之间的陶瓷体中形成的通道间沟道，以及 (v) 通道间沟道布置成贴近所选定的相对通道端。输入口和输出口连接到第二组通道，其中第二组通道、输入口、输出口和通道间沟道布置成确定从输入口经过第二组通道和通道间沟道延伸到输出口的流动通路。通道间沟道优选限定在陶瓷体的相对端面。

15

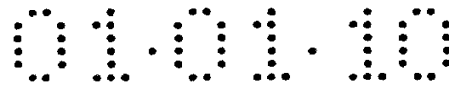
20

按照本发明的另一实施例，提供一种陶瓷燃料电池，包括：氧化剂供给通道，设置在氧化剂供给通道中的阴极，燃料供给通道，设置在燃料供给通道中的铜金属陶瓷阳极，置于阴极和阳极之间的氧化铈氧离子导电陶瓷。铜金属陶瓷阳极优选包括 CuO 和氧化铈陶瓷的粉末混合物。

25

按照本发明的再一实施例，提供一种陶瓷燃料电池，它包括限定第一、第二组基本上平行通道的氧离子导电陶瓷体，其中 (i) 每个通

30



道限定相对的通道端，(ii) 第一组通道的相对端是开口的；(iii) 第二组通道的相对端是封闭的，(iv) 第二组通道包括在相邻的第二组通道之间的陶瓷体中形成的通道间沟道，以及(v) 通道间沟道布置成贴近所选定的相对通道端。各个第一电极设置在第一组通道中并且各个第二电极设置在第二组通道中。输入口和输出口连接到第二组通道。第二组通道、输入口、输出口和通道间沟道布置成确定从输入口经过第二组通道和通道间沟道延伸到输出口的流动通路。优选地，输入口连接到燃料供给并且第一组通道连接到氧化剂供给，使各个第一电极包括阴极并且各个第二电极包括阳极。另一方面，输入口可以连接到氧化剂供给并且第一组通道可以连接到燃料供给，使各个第一电极包括阳极并且各个第二电极包括阴极。

燃料电池还可以包括导管组件，该组件限定：(i) 连接到陶瓷体的第一端面的输入导管，其中输入导管确定与第一组通道相连通的第一导管输入；(ii) 连接到陶瓷体的相对端面的输出导管，其中输出导管确定与第一组通道相连通的第一导管输出；(iii) 以及连接到陶瓷体的相对侧面的侧面导管，其中侧面导管确定与输入口相连通的第二导管输入和输出口相连通的第二导管输出。侧面导管和输出导管可以包括整体的导管组件。

因此，本发明的目的是提供陶瓷燃料电池，其制造便宜并且具体改进了工作特性。在此根据本发明实施例的描述，本发明的其它目的将显而易见。

当结合下面附图进行阅读时能更好地理解本发明优选实施例的如下详细描述，其中相同结构用相同的标号表示，其中：

图 1 是根据本发明的陶瓷燃料电池的选定部分的三维示意图；

图 2 是根据本发明的陶瓷燃料电池和导管组件的三维分解示意图。

图 3 是根据本发明的陶瓷燃料电池的选定部分的横截面示意图；

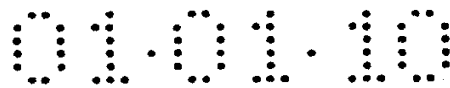
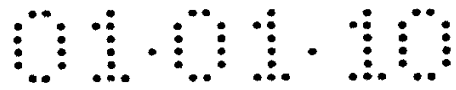


图 4 是根据本发明的另一陶瓷燃料电池的选定部分的横截面示意图。

5 图 1-4 中示出了根据本发明的陶瓷燃料电池 10。陶瓷燃料电池 10 包括挤压的多孔陶瓷结构，也可以称为蜂窝陶瓷体 20。陶瓷体 20 由氧离子导电陶瓷形成并且限定第一组通道 22 和基本上平行于第一组通道 22 的第二组通道 24。在图 1 中，第一组通道 22 位于陶瓷体 20 的相对侧面 12、14 并且与侧面 12、14 之间相邻的第二通道对 24 交替。各组通道 22、24 内的每个通道限定相对的通道端。第一组通道 22 的相对端 22A、22B 是开口的。第二组通道 24 的相对端 24A、24B 被密封件或端板 16 封闭（在图 1 中仅示出其中两个）。然而，第二组通道 24 包括通道间沟道 26 并且连接到在陶瓷体中形成的输入口 28 和输出口 29。正如实施本发明的人所理解的那样，本发明的陶瓷体不一定是如图 1 所示的蜂窝型。

15 通道间沟道 26 布置在相邻的第二组通道 24 之间并且紧靠选定的相对通道端 24A、24B。第二组通道 24、输入口 28、输出口 29、通道间沟道 26 和端板 16 布置成确定从输入口 28 经过第二组通道 24 和通道间沟道 26 延伸到输出口 29 的流动通路。在示意实施例中，相邻的第二组通道 24 中的通道间沟道 26 定位在陶瓷体 20 的相对端面 21、23。以此方式，通道间沟道 26 布置成使流动通路在经过通道间沟道的通道之后反向。湍流诱导插件 25，例如湍流网布置在通道 22、24 中，以便通过消除通道 22、24 内的层流来提高装置效率。

25 各个第一电极 30 设置在第一组通道 22 中并且各个第二电极 40 设置在第二组通道 24 中（见图 3 和 4）。如果第一组通道 22 连接到导管组件 50 的氧化剂供给管线 52（这将在下面参照图 2 详细描述）并且输入口 28 连接到导管组件 50 的燃料供给管线 54，各个第一电极 30 将起阴极作用，各个第二电极 40 将起阳极作用。另一方面，如果 30 第一组通道连接到燃料供给并且输入口连接到氧化剂供给，那么各个



第一电极起阳极作用以及各个第二电极起阴极作用。

5 图 2 中示出了根据本发明的导管组件 50。导管组件 50 确定氧化剂供给管线或第一导管输入 52、燃料供给管线或第二导管输入 54、输入导管 56、输出导管 58 和侧面导管 60。如上所述，由本发明能够预料氧化剂供给管线 52 和燃料供给管线 54 可以转换，一个变成另一个，这样它们的布置与图 2 所示的相反。

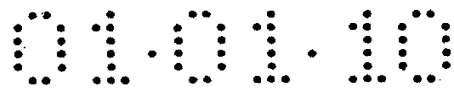
10 输入导管 56 连接到陶瓷体 20 的第一端面 23，使第一导管输入 52 与第一组通道 22 相连通。类似地，输出导管 58 连接到陶瓷体 20 的相对端面 21，使输出导管 58 限定的第一导管输出 62 也与第一组通道 22 相连通。以此方式，来自气体供给的气体从第一导管输入 52 经过第一组通道 22，输出到第一导管输出 62。

15 侧面导管 60 连接到陶瓷体 20 的相对端口面 27。该连接使端面导管 60 限定与陶瓷体 20 的输入口 28 相连通的第二导管输入 54 和与陶瓷体 20 的输出口 29 相连通的第二导管输出 64。优选地，端面导管 60 和输出导管 58 包括整体的导管组件。设置加热元件 66 以使燃料电池 10 在适当的工作温度。

20 如图 2 所示，输入导管 56 布置成其内部空间只直接与在第一端面 23 处的开口通道相连通。类似地，输出导管 58 布置成其内部空间只直接与在第二端面 21 处的开口通道相连通。最后，侧面导管 60 布置成使第二导管输入 54 只直接与输入口 28 相连通并且使第二导管输出 56 只直接与输出口 29 相连通。第二组通道 24 的相对端 24A、24B 被端板 16 密封，端板 16 是由以 Vitrifunctions, Inc. Of Pittsburgh, PA 提供的产品标号为 2012 和 572 的玻璃混合物为特征的组分形成。选择每个玻璃成分的特定比例，以便产生热膨胀系数与陶瓷体 20 的热膨胀系数相匹配的组分。输入导管 56、输出导管 58 和侧面导管 60 也由上述玻璃混合物密封。输入导管 56、输出导管 58 和侧面导管 60 由

25

30



金属合金如 Inconel®合金或 SS-430 不锈钢构成。

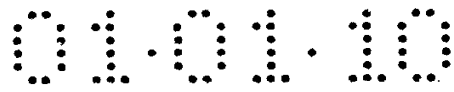
5 现在具体参照图 3 和 4，示出了根据本发明的陶瓷燃料电池 10 的横截面示意图。参照图 1 的上述第一组通道 22 在图 3、4 中表示成氧化剂供给通道 22。参照图 1 的上述第二组通道 24 在图 3、4 中表示成燃料供给通道 24。因为第一电极 30 设置在氧化剂供给通道 22 中，所以第一电极 30 包括阴极，并且因为第二电极 40 设置在燃料供给通道 24 中，所以第二电极 40 包括阳极。

10 在图 3 的实施例中，氧离子导电陶瓷体 20 由氧化铈稳定化的氧化铋氧离子导电陶瓷构成，氧化铈稳定化的氧化铋氧离子导电陶瓷包括 x 摩尔% $\text{Bi}_2\text{O}_3$  和 y 摩尔% $\text{Nb}_2\text{O}_5$  和 z 摩尔% $\text{ZrO}_2$ ，优选地，x 是约 80 至约 90 的值以及 y 是约 10 至约 20 的值。虽然未重整的天然气或甲烷燃料供给也能使用氧化铈稳定化的氧化铋陶瓷，但由于该陶瓷耐氢还原，该陶瓷特别适合氢燃料供给使用，只要极小的电流保持在阴极 15 30 和阳极 40 之间的陶瓷体 20 中。对于图 3 的氧化铈稳定化的氧化铋陶瓷燃料电池，阴极 30 通常包括具有银涂层 32 的陶瓷电极，如下将详细描述。阳极 40 通常包括铜金属陶瓷电极，也如下将详细描述。

20 在图 4 的实施例中，氧离子导电陶瓷体 20 由氧化钇稳定化的氧化铋氧离子导电陶瓷构成。氧化钇稳定化的陶瓷最好包括 x 摩尔% $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ，y 摩尔% $\text{Y}_2\text{O}_3$  和 z 摩尔% $\text{ZrO}_2$ ，其中 x 是约 70 至约 80 的值，y 是约 20 至约 30 的值，以及 z 是约 1 至约 5 的值。该陶瓷组分也能在或低于约 650°C 的温度下工作。因此，如果如甲烷或天然气的燃料 25 用于本发明中，陶瓷体 20 没有熏黑的问题。而且，氧化钇稳定化的氧化铋氧离子导电陶瓷在通常的工作条件下在天然气或甲烷中显示极好的相稳定性。

30 对于图 3 的氧化钇稳定化的氧化铋陶瓷燃料电池，阴极 30 通常包括具有银涂覆层 32 的陶瓷电极，如下详细描述。阳极 40 通常包括





铜金属陶瓷电极，也如下详细描述。除非氢用作燃料供给，阳极 40 也可以包括具有银涂覆层 32 的陶瓷电极。在本发明的一些实施例中，氧化锆涂层 36 置于氧化钇稳定化的陶瓷体 20 和阳极 40 之间，尤其是在氢用作燃料供给的情况下。

5

银层 32 设置在阴极 30 上并且也可以设置在阳极 40 上，以便降低这些电极的电阻率。然而，应当注意在氢用作燃料供给的情况下，不优选采用银涂覆层阳极 40。在本发明的特定实施例中，银涂覆层 32 还包括混合在其中的玻璃 34。选择玻璃 34 来增强银涂覆层 32 与下面的电极之间的粘合力。用于形成银涂覆层、含有适当玻璃组分的银胶从 Electrosience Laboratories, Inc. 购买，其产品标号为 9901。

10

上述铜金属陶瓷电极组分包括 CuO 和氧化铈稳定化的氧化铈陶瓷的混合物。另一方面，铜金属陶瓷包括 CuO 和氧化锆粉末的粉末混合物。因为铜金属陶瓷的烧结温度比氧化钇稳定化的陶瓷低，因此这些铜金属陶瓷组分特别适合氧化钇稳定化的陶瓷体 20 使用。选择形成铜金属陶瓷电极的各个粉末的比例，使所得组分在还原时包括至少 35% 体积的铜。根据本发明的一定实施例，可以去除在氧化钇稳定化的陶瓷体 20 和阳极 40 之间插入的氧化锆涂层 36，特别是在阳极组分包括铜金属陶瓷时。

15

20

根据本发明适当的陶瓷电极组分的另一例子的特征在于导电陶瓷成分 LXM，其中 L 是镧 (La)，M 是锰酸盐 (MnO<sub>3</sub>)，以及 X 最好是铅 (Pb)，也可以是从锶 (Sr)、钙 (Ca) 和钡 (Ba) 中选择的组分。该陶瓷电极特别适合与图 3 和 4 所示的银涂覆层 32 一起使用。

25

已参照优选实施例详细描述了本发明，显然能进行各种改型和变化，而不脱离附属权利要求限定的本发明范围。

说明书附图

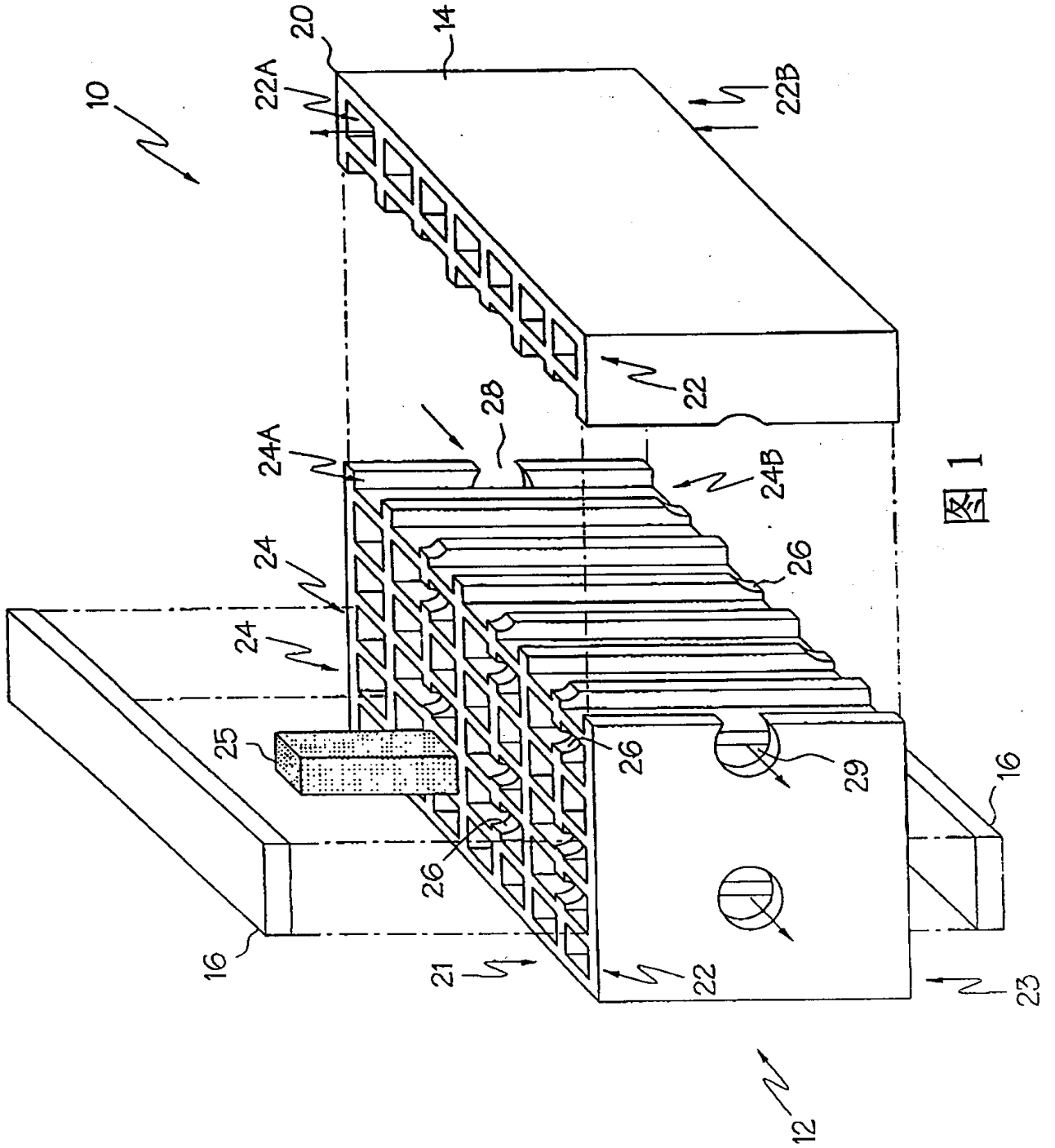


图 1

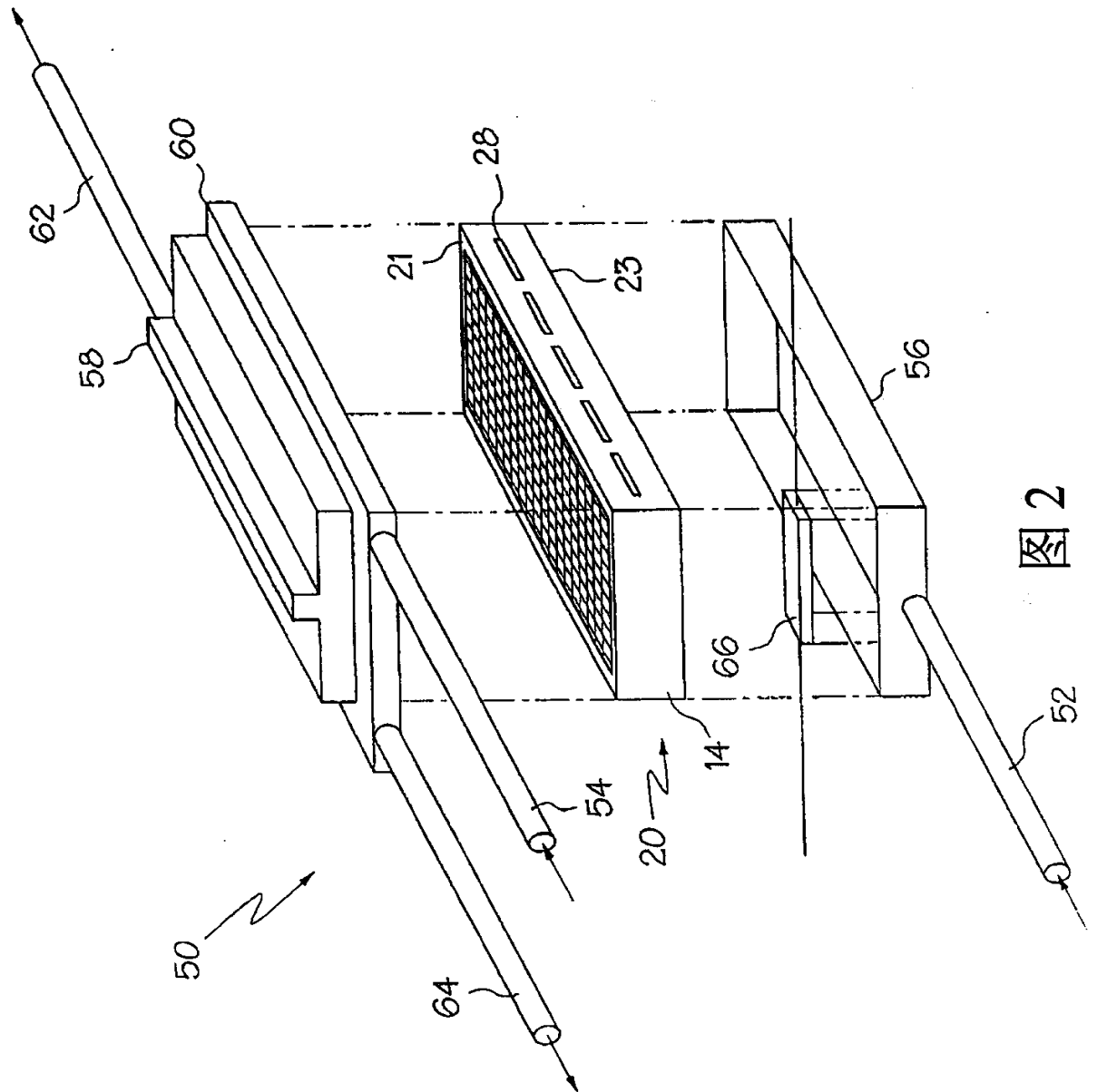


图 2

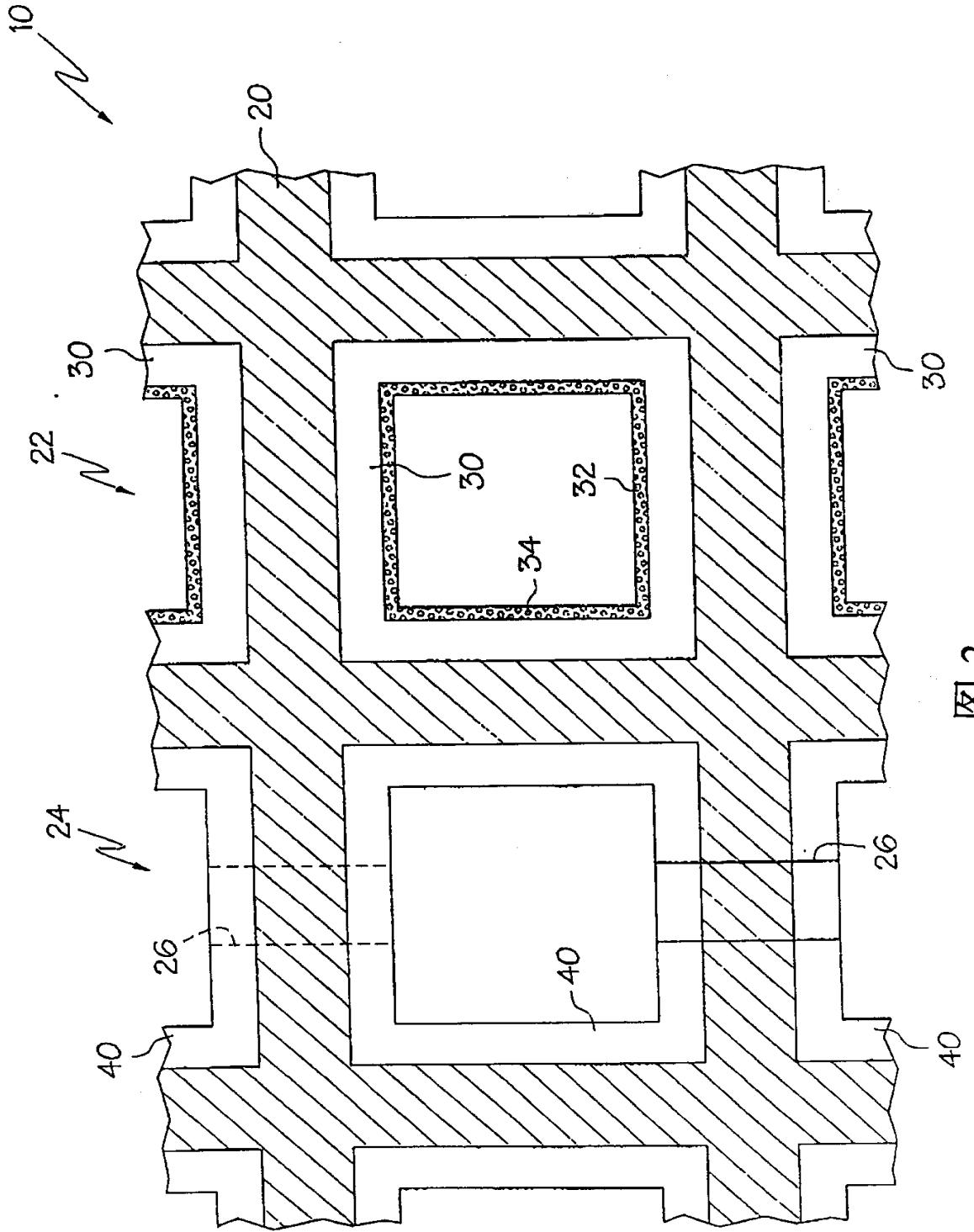


图 3

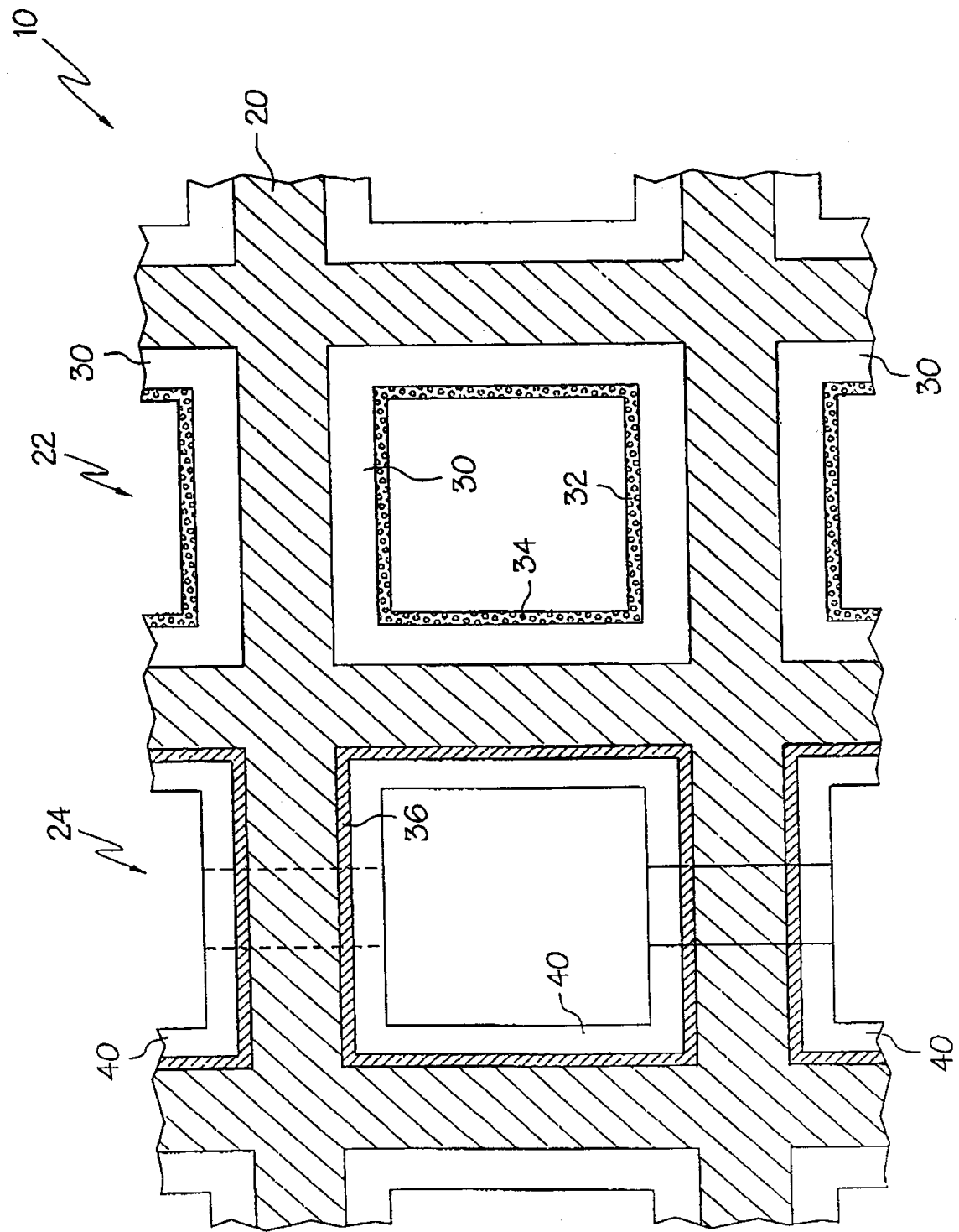


图 4