[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01D 53/22 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580031515.7

[43] 公开日 2007 年 8 月 22 日

[11] 公开号 CN 101022878A

[22] 申请日 2005.8.26
[21] 申请号 200580031515.7
[30] 优先权
[32] 2004. 9.20 [33] US [31] 10/945,783
[86] 国际申请 PCT/US2005/030431 2005.8.26
[87] 国际公布 WO2006/033773 英 2006.3.30
[85] 进入国家阶段日期 2007.3.19
[71] 申请人 益达科技有限责任公司
地址 美国俄勒冈州
[72] 发明人 戴维·J·埃德伦德
切斯特·B·弗罗斯特
R·托德·史蒂倍克

[74] 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司
代理人 陶贻丰 郑 霞

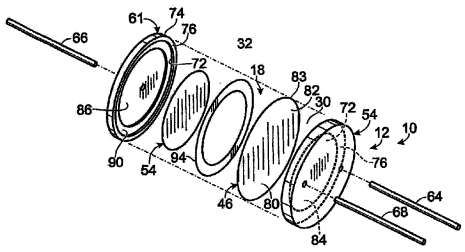
权利要求书 6 页 说明书 23 页 附图 4 页

[54] 发明名称

氢纯化装置、部件和包括该装置、部件的燃料处理系统

[57] 摘要

氢纯化装置、其部件和包含其的燃料处理器以及燃料电池系统。 氢纯化装置包括含有分离组件(20)的封闭物(12)，如压力容器，适于在压力条件下接收含有氢气的混合气体流(24)以及适于由此生成含有纯的或者至少基本上纯的氢气(34)的流。在某些实施方案中，封闭物不用密封垫密封。 分离组件包括至少一个氢渗透和/或氢选择性膜(46)，以及在某些实施方案中，氢选择性膜永久性地和直接固定到封闭物。 在某些实施方案中，膜被直接焊接、扩散结合或铜焊到封闭物上。 在某些实施方案中，部分氢选择性膜形成了部分密封的封闭物，以及在某些实施方案中，由氢选择性膜和封闭物的消耗的部分形成界面。



1. 氢纯化装置，包括:

密封的封闭物，界定了具有内室的压力容器，其中所述装置被设计成将含有氢气和其他气体的混合气体流接收进入所述室，以及以由此生成含有至少基本上纯的氢气的富氢渗透流和含有至少相当大部分的其他气体的副产物流；以及

氢选择性膜，该膜永久性地和直接固定到所述封闭物以由此形成密封，以及在所述室内延伸以将所述室分成混合气体区和渗透区，其中所述膜包括设成接触所述混合气体流的混合气体面和通常与所述混合气体面相对的渗透面，其中所述膜被设成选择性地允许所述混合气体流的第一部分从所述混合气体区穿过所述膜到所述渗透区，以及设成选择性地禁止所述混合气体流的第二部分从所述混合气体区穿过所述膜到所述渗透区，以及其中所述渗透流由所述混合气体流的所述第一部分形成，所述副产物流由所述混合气体流的所述第二部分形成。

2. 如权利要求 1 所述的装置，进一步包括由所述氢选择性膜和所述封闭物的消耗的部分形成的界面。

3. 如权利要求 2 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述消耗的部分与所述封闭物的消耗的部分形成混合物。

4. 如权利要求 3 所述的装置，其中所述氢选择性膜被焊接到所述封闭物以在所述膜和所述封闭物之间形成密封。

5. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述氢选择性膜的部分被铜焊到所述封闭物以在所述膜和所述封闭物之间形成密封。

6. 如权利要求 2 所述的装置，其中所述氢选择性膜被扩散结合到所述封闭物以在所述膜和所述封闭物之间形成密封。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述装置包括在所述封闭物的所述渗透区内的膜支撑体且被设成支撑所述氢选择性膜的所述渗透面。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其中所述封闭物包括所述渗透区内的第

一室且被设成容纳所述膜支撑体。

9. 如权利要求 7 所述的装置，其中所述膜支撑体适于允许穿过所述氢选择性膜的所述混合气体流的所述第一部分流过所述支撑体。

10. 如权利要求 7 所述的装置，其中所述封闭物和所述膜支撑体界定了其间的过渡段，以及其中所述装置还包括至少一个垫子，它被设成横跨所述过渡段以及设成防止所述氢选择性膜的所述渗透面接触所述过渡段。

11. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述至少一个垫子不在所述氢选择性膜和所述封闭物之间形成不透气的密封。

12. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述至少一个垫子包括处于低于 30％压缩的状态下的密封垫。

13. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述至少一个垫子包括倾斜的内部周边区，当使用所述装置时，所述倾斜的内部周边区适于使所述膜的起皱最小化。

14. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述封闭物包括一对端板，所述氢选择性膜焊接到所述一对端板。

15. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述封闭物包括一对端板，各端板包括外部周边，内部周边以及在所述内部周边和所述外部周边之间延伸的密封区，以及其中所述氢选择性膜还从所述内室至少部分横跨所述端板的所述密封区而延伸。

16. 如权利要求 15 所述的装置，其中所述氢选择性膜包括外部周边区，所述外部周边区至少延伸到所述端板的所述外部周边。

17. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述氢选择性膜包括外部周边区，以及所述装置包括在所述外部周边区和所述封闭物之间的连续密封。

18. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述氢选择性膜是通常平面的膜，它的横截面积大于由所述膜延伸过的所述封闭物的内部周边所划界的横截面积。

19. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述封闭物具有界定了所述室的内部周边，以及其中所述氢选择性膜还包括延伸到所述封闭物的所述内部

周边的外部的外部周边区。

20. 如权利要求 19 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述外部周边区延伸到所述封闭物的外部。

21. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述封闭物包括一对端板和外壳，所述氢选择性膜永久性地和直接固定到所述外壳上以在所述膜和所述外壳之间形成气密的密封，以及其中所述外壳还永久性地和直接地固定到所述一对端板。

22. 如权利要求 21 所述的装置，其中所述外壳由所述一对端板分别地形成。

23. 如权利要求 21 所述的装置，其中所述装置包括由所述氢选择性膜和所述外壳的消耗的部分形成的界面。

24. 如权利要求 23 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述消耗的部分与所述外壳的所述消耗的部分形成混合物。

25. 如权利要求 24 所述的装置，其中所述氢选择性膜为下述至少之一：焊接到所述外壳和扩散结合到所述外壳。

26. 如权利要求 21 所述的装置，其中一部分所述氢选择性膜铜焊到所述外壳以由此形成所述密封。

27. 如权利要求 21 所述的装置，其中所述装置包括膜支撑体，它适于支撑所述氢选择性膜的所述渗透面。

28. 如权利要求 27 所述的装置，其中所述膜支撑体包括外部周边，以及所述外壳与所述膜支撑体交迭以防止所述膜的所述渗透面接触所述膜支撑体的所述外部周边。

29. 氢纯化装置，包括：

密封的封闭物，界定了具有内室的压力容器，其中所述密封的封闭物无密封垫，以及其中所述装置被设成将含有氢气和其他气体的混合气体流接收进入所述室，以及以由此生成含有至少基本上纯的氢气的富氢渗透流和含有至少相当大部分的其他气体的副产物流；以及

氢选择性膜，该膜至少基本上设置在所述室内，其中所述氢选择性膜

与封闭物一起形成气密性密封以将所述内室分成混合气体区和渗透区，其中所述气密性密封不用可压缩的密封垫来形成，其中所述氢选择性膜包括设成接触所述混合气体流的混合气体面和通常与所述混合气体面相对的渗透面，其中所述渗透流由穿过所述氢选择性膜到所述渗透面的所述混合气体流的部分形成，以及所述副产物流由不穿过所述氢选择性膜的所述混合气体流的部分形成，以及其中部分所述氢选择性膜形成部分所述密封的封闭物。

30. 如权利要求 29 所述的装置，其中所述氢选择性膜的部分形成所述密封的部分。

31. 如权利要求 30 所述的装置，其中所述氢选择性膜包括外部周边区且所述外部周边区形成所述密封的部分。

32. 如权利要求 30 所述的装置，其中所述密封完全由金属形成。

33. 如权利要求 30 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述部分是所述膜的消耗部分。

34. 如权利要求 33 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述消耗部分与所述封闭物的消耗部分形成混合物。

35. 如权利要求 34 所述的装置，其中所述氢选择性膜被焊接到所述封闭物以形成所述密封的部分。

36. 如权利要求 33 所述的装置，其中所述氢选择性膜被扩散结合到所述封闭物以形成所述密封的部分。

37. 如权利要求 30 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述部分被铜焊到所述封闭物以形成所述密封的部分。

38. 如权利要求 30 所述的装置，其中所述封闭物由包括密封区的至少两个部件形成，其中所述至少两个部件在所述密封区被固定到一起以与所述氢选择性膜一起形成所述密封。

39. 如权利要求 38 所述的装置，其中所述氢选择性膜包括横跨至少部分所述密封区的外部周边区。

40. 如权利要求 39 所述的装置，其中所述氢选择性膜的所述外部周边

区延伸到所述封闭物的外部。

41. 如权利要求 29 所述的装置，其中所述封闭物包括设成支撑所述氢选择性膜的所述渗透面的膜支撑体。

42. 如权利要求 41 所述的装置，其中所述膜支撑体适于允许渗透过所述氢选择性膜的所述混合气体流的所述部分流过所述支撑体。

43. 如权利要求 41 所述的装置，其中所述封闭物和所述膜支撑体界定了其间的过渡段，以及其中所述装置还包括至少一个垫子，它被设成横跨所述过渡段以及设成防止所述氢选择性膜的所述渗透面接触所述过渡段。

44. 如权利要求 43 所述的装置，其中所述至少一个垫子并不在所述氢选择性膜和所述封闭物之间形成不透气的密封。

45. 如权利要求 44 所述的装置，其中所述至少一个垫子包括处于低于 30％压缩的状态下的密封垫。

46. 如权利要求 43 所述的装置，其中所述至少一个垫子包括倾斜的内部周边区，当使用所述装置时，所述倾斜的内部周边区适于使所述膜的起皱最小化。

47. 如权利要求 29 所述的装置，其中所述封闭物包括一对端板，以及所述装置包括在所述一对端板和所述氢选择性膜之间的密封。

48. 如权利要求 47 所述的装置，其中所述膜的至少部分和所述封闭物被消耗以形成所述密封。

49. 如权利要求 29 所述的装置，其中所述封闭物包括框架，所述氢选择性膜永久性地和直接固定到所述框架上以在其间形成气密性密封而无需使用可压缩密封垫。

50. 如权利要求 49 所述的装置，其中所述封闭物还包括一对端板，所述框架固定到所述一对端板上。

51. 氢纯化装置，包括:

具有一对端板的密封的封闭物，界定了具有内室的压力容器，其中所述装置被设成将含有氢气和其他气体的混合气体流接收进入所述室，以及以由此生成含有至少基本上纯的氢气的富氢渗透流和含有至少相当大部

分的其他气体的副产物流；以及

被支撑在所述室内的氢选择性膜，其中所述氢选择性膜包括设成接触所述混合气体流的混合气体面和通常与所述混合气体面相对的渗透面，其中所述渗透流由穿过所述氢选择性膜到所述渗透面的所述混合气体流的部分形成，以及所述副产物流由不穿过所述氢选择性膜的所述混合气体流的部分形成；以及

其中所述封闭物包括由永久性地和直接固定到一起以形成密封的所述膜的部分和所述一对端板形成的界面。

52. 如权利要求 51 所述的装置，其中所述一对端板中的每一个包括内部周边，外部周边以及在所述内部周边和所述外部周边之间延伸的密封区，以及其中至少一部分所述膜还从所述内室中延伸出所述一对端板的所述内部周边以及在所述一对端板的所述密封区之间延伸。

53. 如权利要求 52 所述的装置，其中所述膜的至少一部分延伸到所述封闭物的外部。

54. 如权利要求 51 所述的装置，其中所述膜通过焊接和扩散结合中的至少其中一种固定到所述端板。

55. 如权利要求 51 所述的装置，其中所述装置还包括膜支撑体，它被设成支撑所述氢选择性膜的所述渗透面。

56. 如权利要求 55 所述的装置，其中所述膜支撑体包括外部周边，以及其中所述装置还包括至少一个垫子，其设成与所述膜支撑体的所述外部周边交迭以防止所述氢选择性膜的所述渗透面接触所述膜支撑体的所述外部周边。

57. 如权利要求 56 所述的装置，其中所述至少一个垫子包括下述至少之一：在所述膜和所述第二端板之间不形成不透气的密封的密封垫、处于小于 30％压缩的状态的密封垫，以及可渗透气体的材料。

氢纯化装置、部件和包括该装置、部件的燃料处理系统

发明领域

本发明通常涉及氢气的纯化，且更具体地说，涉及氢纯化装置、部件和包括该装置、部件的燃料处理和燃料电池系统。

发明背景

纯化的氢可用于制备许多产品，包括金属、食用油脂、半导体、微电子。纯化的氢还是许多能量转换装置的重要的燃料源。例如，燃料电池利用纯化的氢和氧化剂来产生出电势。各种工艺和装置都可以产生由燃料电池消耗的氢气。然而许多氢生产工艺产生了不纯的氢流，这种不纯的氢流还可以称为是含有氢气和其他气体的混合气体流。在将这种流输送至燃料电池或燃料电池堆之前，可以纯化该混合气体流，例如以除去不良杂质。

发明概述

本发明的公开内容涉及氢纯化装置、氢纯化装置的部件以及包括氢纯化装置的燃料处理和燃料电池系统。该氢纯化装置包括形成压力容器的封闭物，该封闭物含有分离组件，其适于在压力条件下接收含有氢气和其他气体的混合气体流以及适于由此生成含有纯的或者至少基本上纯的氢气。在某些实施方案中，封闭物不用密封垫密封。分离组件包括至少一个氢渗透和/或氢选择性膜，以及在某些实施方案中，氢选择性膜永久性地和直接地固定到封闭物。在某些实施方案中，膜被直接焊接、扩散结合或铜焊到封闭物上。在某些实施方案中，一部分氢选择性膜形成了一部分密封的封闭物，以及在某些实施方案中，自氢选择性膜和封闭物的消耗的部分形成界面。

对于本领域的那些熟练技术人员，当参考以下的详细描述和附图页时，本发明公开内容的许多其他特征将变得显而易见，其中引入了本发明内容的原理的优选实施方案仅以示例公开。

附图简述

图 1 是氢纯化装置的示意图。

图 2 是氢纯化装置的示意性截面图，阐述了包括氢选择性膜的分离组件的实施例。

图 3 是根据本发明内容构建的氢纯化装置的示意性截面图。

图 4 是详细显示了图 3 中的装置的部分氢选择性膜、膜支撑体和渗透侧端板的不完整的截面图。

图 5 是根据本发明内容构建的另一种氢纯化装置的示意性截面图。

图 6 是详细显示了图 5 中的装置的部分氢选择性膜、膜支撑体、膜垫和渗透侧端板的不完整的截面图。

图 7 是详细显示了含有图 6 的膜垫的变化形式的氢纯化装置的不完整的截面图。

图 8 是示意性地详细显示了通过将膜焊接到氢纯化装置的封闭物而形成的周边密封的不完整的截面图。

图 9 是示意性地详细显示了通过将膜扩散结合到氢纯化装置的封闭物而形成的密封的不完整的截面图。

图 10 是示意性地详细显示了通过将膜铜焊到氢纯化装置的封闭物而形成的密封的不完整的截面图。

图 11 是根据本发明内容构建的另一种氢纯化装置的分解等轴视图。

图 12 是根据本发明内容构建的另一种氢纯化装置的示意性截面图。

图 13 是根据本发明内容构建的另一种氢纯化装置的示意性截面图。

图 14 是根据本发明内容构建的包括隔热的加热组件的氢纯化装置的分解等轴视图。

图 15 是燃料处理系统的示意图，它包括根据本发明内容构建的燃料处理器和氢纯化装置。

图 16 是燃料处理系统的示意图，它包括与根据本发明内容的与氢纯化装置集成的燃料处理器。

图 17 是另一种燃料处理器的示意图，它包括根据本发明内容构建的集成氢纯化装置。

图 18 是燃料电池系统的示意图，它包括根据本发明内容构建的氢纯化装置。

详细描述和本公开内容的最佳实施方式

图 1 示意性地阐释了一种氢净化装置，该装置通常以 10 标示。装置 10 包括界定了内室 18 的主体或封闭物 12，其中分离组件 20 设置在内室中。含有氢气 26 和其它气体 28 的混合气体流 24 在压力条件下被输送至内室。更具体地说，混合气体流被输送至内室的混合气体区 30 且与分离组件 20 接触。分离组件 20 包括至少一种氢选择性膜和/或氢渗透膜 46，且在压力条件下接收混合气体流时适于由其产生含有氢气纯度大于混合气体流的可渗透的或富氢的流 34 以及至少含有至少相当大部分的其他气体的副产物流。流 34 一般含有纯氢气或者至少基本上纯的氢气。但是，在本发明的范围之内流 34 至少开始还可以包括载气部分，或残气部分（在渗透区添加至少一个用于残气的入口）。

在示例中，穿过分离组件的第一部分混合气体流进入内室的渗透区 32。这部分混合气体流生成富氢渗透流 34，没穿过分离组件的第二部分混合气体流生成至少含有至少主要部分的其它气体的副产物流 36。可以单独或共同存在于副产物流中的这些“其他气体”的示例可以包括二氧化碳、一氧化碳、未反应的生成混合气体流的原料流、水、氮和甲醇中的之一和更多。前述实施例并不一定存在于所有的混合气体流中，因为存在于特定混合气体流中的“其他气体”组分往往可以根据一些因素而改变，如生成混合气体流的工艺，生成混合气体流的反应物，混合气体流生成过程

中的操作条件等。副产物流 36 通常含有一部分存在于混合气体流中的氢气。本发明范围还包括，分离组件还适于收集或以另外的方式保留至少主要部分的其它气体，一旦分离组件被替换、更新或者以另外的方式再装载时，这部分气体会被作为副产物流会而除去。

图 1 中，流 24，34 和 36 旨在示意性地表示流 24，34 和 36 中的每一个可包括多于一股的流入或流出装置 10 的实际气流。例如，装置 10 可以接收多股原料流 24，在接触分离组件 20 之前被分为多股流的单股流 24，或者被输送至室 18 的简单的单股气流。类似地，渗透气体流 34 和混合气体流 36 可以分别以单股气流或者以两股或两股以上的气流被收回。

一般是在高温和/或高压下操作装置 10。例如，可以在环境温度至 700 ℃或更高温度的范围内的(选定)温度下操作装置 10。在一些实施方案中，选定温度可以在 200 ℃至 500 ℃范围之内。在其他实施方案中，选定温度可以在 250 ℃至 400 ℃范围之内。还有些实施方案中，选定温度可以为 400 ℃ ± 25 ℃、400 ℃ ± 50 ℃ 或 400 ℃ ± 75 ℃。可以在约 50 psi 至约 1000 psi 或者更高压力的范围内的(选定)压力下操作装置 10。在很多实施方案中，选定压力可以在 50 psi 至 250 psi 或 500 psi 范围之内，在另一些实施方案中，选定压力可以低于 300 psi 或者低于 250psi，还有些实施方案中，选定压力为 175 psi ± 25 psi、175 psi ± 50 psi 或 175 psi ± 75 psi。

因此，封闭物 12 通常是压力容器，它被设计成能经受住上述的高温和/或高压。另外，封闭物必须充分密封以用于合适地操作氢纯化装置。应该理解，就像这里参考封闭物所使用的，术语“密封的”指封闭物的气密性或完整性，或者指封闭物包含气流并阻止那些气流和/或其他气流经由除过以下讨论的预期的口进入和/或离开封闭物的能力，这类口如入口 64、产物口 66 和副产物口 68。而且，应该理解，当在本文用于引用类似温度或压力的操作参数时，术语"选定的"是指界定的或预先确定的阈值或范围值，其中装置 10 和任何相关联的部件被设计成以这些选定值或在这些选定值内进行操作。这些选定的操作参数可以根据诸如使用相应结构的特定应用场合，存在于其内的流体流的组成，相应装置的结构和组成，使

用者的优选，规章和/或安全要求等类的因素来界定或预先确定。再进一步阐述，选定的操作温度可以是高于或低于一个特定温度的操作温度，其在特定温度范围内，或者在自特定温度所界定的容差范围内，例如在特定温度的5%、10%等之内。

在氢纯化装置10的实施方案中，其中在高温操作下操作装置，需要向装置施加热以将装置加热到选定的操作温度和/或将装置维持在此温度下或者维持在此温度的选定范围内。例如，可以通过适当的加热组件42提供热。图1示意性地阐述了加热组件42的示例。应该理解，加热组件42可以采用任何适当的形式，包括混合气体流24本身。其它合适的加热组件的示例包括电阻加热器、燃烧器或产生热排气流的其它燃烧区、具有混合气体流24之外的加热流体流的热交换器、电加热器（释热元件、带等）中的一个或多个。当使用燃烧器或者其它燃烧室时，燃料流被消耗。副产物流36可以形成全部的或者部分的此燃料流。例如，氢纯化装置可以被设计成产生包含尽可能最少量氢气的副产物流，由此使纯化的氢气产量最大。另外或可替换地，氢纯化装置可以被设计成产生包含充足氢气的副产物流以便为燃烧器组件提供需要的燃料来将氢纯化装置维持在期望的操作温度下。

在图1中42'处示意性说明加热组件可以将加热的流体流传输至装置10的外部，例如在环绕封闭物或至少部分环绕封闭物的外壳中，其通过延伸进封闭物或穿过封闭物内的通道的气流，或通过譬如利用电阻加热器或其它能够辐射或者传导电产生的热的设备的传导来传输。可以通过单独的加热组件或者通过两个或更多个热源提供所需的加热。

如上所述，分离组件20包括一种或更多种氢渗透膜和/或氢选择性膜46。膜可以由任何适于使用在操作环境和参数中的材料形成，其中在该操作环境和参数下操作氢纯化装置10，以及其允许氢渗透或以其他方式穿过膜，同时阻止混合气体流的其他组分穿过膜。换句话说，膜应该由在装置10所经受的操作温度和压力下，尤其是当暴露于混合气体流、产物和副产物流时，和/或当在加热/加压的使用设置和未加热/减压的非使用设置之间循环时，化学稳定和热稳定的材料形成。

用于膜 46 的合适材料的实例包括钯和钯合金，尤其是这些金属和金属合金的薄膜。钯合金已经被证明是非常有效的，尤其是含有 35 wt%~45 wt% 铜的钯，例如含有 40 wt% 铜的膜。这些膜一般由厚约 0.001 英寸的薄的箔形成。但是在本发明公开内容的范围内，膜可以由氢渗透和/或氢选择性材料形成，包括不同于上述讨论的金属和金属合金，以及非金属材料和化合物，而且这些膜的厚度可以大于或者小于上述的厚度。例如，膜可以做的更薄些，相应地氢流量就有所增加。降低膜厚度的合适办法包括辊压、溅射（sputtering）和蚀刻。美国专利 US6152995 就公开了一种合适的蚀刻工艺，为了所有的目的，该专利的全部公开内容在此引入作为参考。美国专利 US6221117 和 US6319306 中公开了各种膜，膜构型和膜制备方法，为了所有的目的，该专利的全部公开内容在此引入作为参考。

图 2 示出了膜 46 合适构型的示例。如图所示，膜 46 包括混合气体面 48 和渗透面 50，其中混合气体面 48 的取向使其能与混合气体流 24 接触，渗透面 50 一般与混合气体面 48 相对。在 46’，膜 46 被示出为箔或膜。在 46’，膜被下面的支架 54 支撑，如网状物或多孔的金属筛网（screen），或陶瓷材料或其他多孔材料。在 46 ’’’，膜涂覆于或形成于或以其他方式结合到多孔构件 56 上。应该理解，上述讨论的膜结构已经示意性地阐释在图 2 中，但其并不旨在表示本发明范围内的所有可行的结构。

例如，尽管图 2 所示膜 46 具有平面构型，但是在本发明公开内容的范围内，膜 46 也可以具有非平面构型。例如，膜 46 的形状可至少部分由在其上支撑和/或形成膜的支撑体 54 或构件 56 的形状所界定。同样地，膜 46 可以有凹的、凸的或其它非平面构型，尤其是当在高温下操作装置 10 时。作为另一个实施例，膜 46 可以具有管状构型。

如上所述，封闭物 12 界定了设有分离组件 20 的内室 18。在图 2 所示的实施方案中，封闭物 12 包括一对由外壳 62 连接的端板 60。应该理解，图 2 已经示意性地阐述了装置 10 以显示装置的通常部件的代表性例子，而并不限定其几何形状、外形和尺寸。例如，端板 60 一般比外壳 62 的壁厚，但这并不是必需的。同样地，端板 60 的厚度可以大于、小于或等于端板间的距离。作为又一个例子，为了说明的目的，膜 46 的厚度被

夸大了。

图 2 中，可以看到混合气体流 24 通过入口 64 被传输至室 18，富氢（或渗透）流 34 通过一个或更多个出口或产物口 66 排出装置 10 外，副产物流通过一个或更多个副产物口 68 排出装置 10 外。这些口显示为延伸穿过不同的端板以说明封闭物 12 上的下述特定位置可以改变，其中从该位置，气流输送至装置 10 或排出装置 10 外。在本发明的范围内，还包括一股和更多股气流可以通过外壳 62 和/或端板的周边缘被输送和收回。

本发明的进一步范围中，端口 64，66 和 68 可以包括或者流量调节和/或耦合结构与流量调节和/或耦合结构相关联。这些结构的示例包括一个或更多个阀、流量和压力调节器、连接器或其他配件、和/或其他能将装置 10 与上下游部件固定地或选定性地流动连接的管道装置。为了说明的目的，图 2 中通常以 70 标示这些流量调节和/或耦合结构。为了简便，结构 70 并没有示于每一个实施方案中。但是应该理解，用于装置 10 的特定实施方案的一些或所有端口可以包括任何或全部这样的结构，如果有的话，每个端口并不需要具有相同的结构 70，有些实施方案中两个或更多个端口可以共享或共用结构 70，例如共同的收集或输送管道、减压阀、流体流量阀等。

膜 46 可以任何合适的方式安装、支撑、固定和/或设置在室 18 内。例如，在图 3 中，装置 10 包括具有原料侧端板 59 和渗透侧端板 61 的封闭物。此阐释的结构用在图 3－11 所示的实施例中，虽然在本发明的范围内，封闭物可以由任何合适数目的部件形成，这些部件一起界定了用于这里描述的压力驱动分离过程的压力容器。如图 3 所示，每个端板包括内周边 72 和外周边 74 以及在内周边和外周边之间延伸的密封区 76。如所阐述的，密封区在内周边和外周边之间线性延伸。可以使用其他合适的构型而不背离本发明公开内容的范围。密封区 76 提供了潜在的或可能的用于膜 46 和端板 59 和 61 之间的密封的位置。应该理解，就像这里参考封闭物所使用的，术语“密封”指防止封闭物的部件之间和/或封闭物和膜之间潜在的气体渗漏路径的结构。

端板 59 包括入口 64 和副产物口 68，而端板 61 包括出口或产物口 66。

如上所述，并不要求所阐述的口的方向和位置且其在本发明的范围内可以改变。所述的端板 59 包括室或凹陷区 84，其界定了允许混合气体流 24 接触并沿着膜 46 的混合气体面 48 流动的气体流动路径，由此产生混合气体流对膜的更大接触，这样允许混合气体流中更多的氢气流到封闭物的渗透区。在阐述的实施方案中，端板 61 包括室或凹陷区 86，它被设计成容纳膜支撑体 54 并提供用于渗透过膜的部分混合气体流的气体流动路径。端板 61 还可以包括如图 6 所示的第二室和凹陷区 90，它被设计成容纳至少一个膜垫 94，该膜垫将在下面进一步说明。并不是所有的实施方案都要求这些室，虽然优选地，封闭物的渗透区界定或以其他方式包括用于膜的合适的支撑体以及合适的气体流动路径，穿过该气体流动路径，渗透的氢气可以流动以及从膜流出。类似地，优选封闭物的混合气体区包括用于部分混合气体流的合适的气体流动路径，该混合气体流渗透过膜以被收集和从封闭物移除，如通过产物口 66。

在以下说明中，封闭物 12 描述成由端板 59 和 61 形成，其中各端板包括由膜 46 横跨的室或气体流动区。换句话说，膜从气密性密封以及端板的至少其中一个或其他封闭物部分而延伸，以将封闭物分成渗透区和混合气体区。在本发明内容的范围内，封闭物的渗透区和混合气体区可以由端板形成，分别形成的外壳连接并延伸到所述端板，其中此外壳界定了封闭物的相应侧的至少一部分气体流动区。由端板形成封闭物，不需要分开的外壳，其益处在于此封闭物具有较少的界面（界面形成在封闭物的邻接部分之间），而界面需要被密封以避免气体渗漏。包括端板 59 和 61 的封闭物 12 可以由下述任何合适的材料形成，该材料在装置 10 的高的操作温度和/或压力下化学性能稳定和热稳定，尤其在长期的时间段和/或重复的加热和冷却循环条件下。例如，端板可以由不锈钢、Monel™ 合金、Incoloy™ 合金等形成。其他合适的材料和构型公开于美国专利 US6569227，基于所有目的，由此其完整的公开内容在此引入作为参考。

不像常规的氢纯化装置，在它们当中，膜整体位于和支撑在封闭物的内室中，而根据本发明公开内容的装置 10 包括至少一个膜 46，它永久性地和直接安装到封闭物以由此形成气密性密封，如通过至少在端板 59 和

61之间延伸。此构型的示例示意性地阐述在图3和5中。膜46包括中心区80和外部周边区82。中心区还可以称为氢渗透区以及指部分氢选择性膜，该膜延伸到端板的内部周边的内部以及将封闭物的内室分成渗透区和混合气体区。优选地，在使用氢纯化装置期间，如果不是全部的话，至少相当大部分膜的中心区接触混合气体流以及适于帮助将混合气体流分成产物流和副产物流。

膜46的外部周边区82指部分延伸出或延伸到端板内部周边的外部的膜。如上所述，外部周边区从端板（或外壳）的内部周边延伸并朝向端板的外部周边。换句话说，膜的横截面积（取自平行于它的延长长度的平面）大于室的横截面积（取自同一个平面）。在图3和5阐述的实施例中，膜46 的外部周边区延伸到端板的外部周边，其中膜包括延伸到端板外部周边的外部周边或边缘。边缘可能最合适地显示在图 4 和 6 中，在这里以83标示。在本发明公开内容的范围内，膜46的外部周边区可以仅在端板的内部周边和外部周边之间延伸一半（即仅仅部分地穿过密封区），或者膜的外部周边区可以延伸出端板的外部周边（即封闭物的外部）。换句话说，在膜平面或沿着膜的表面测得的膜的横截面积超过了内室的横截面积，其中膜延伸过内室。

如上所述，装置10利用一个或更多个膜46经由压力驱动分离过程以将混合气体流分成产物流和副产物流。这样，混合气体流趋于在比产物流离开封闭物的压力高的压力下，被输送到接触膜的渗透面。趋向于非常薄的膜通常需要在其渗透面上被支撑，抵抗此压力，如通过支撑体。示例性的膜支撑体示意性地在图3－6中的54处阐述。

膜支撑体应该延伸过相当大部分膜的中心区，如果不是延伸过中心区的全部的话，以及应该由多孔性的或以其他方式可渗透气体的结构形成，任何穿过膜的气体可以流过此结构，如流动到产物口 66。优选地，气体可以在平行的和横向的方向上流过支撑体。例如，支撑体54可以由一种或更多种网状物、陶瓷、或多孔的金属材料形成。在实施中，已经证明包括筛网组件的支撑体是最有效的，筛网组件包括两个或更多个筛网，如可以是（但并不要求是）烧结或以其他方式固定在一起的。例如，可以设置

细的网状物或多孔的金属筛网以直接接触膜，其中此筛网本身靠一个或更多个较粗的筛网支撑。

在图 3 中，膜支撑体 54 显示为容纳进端板 61 的凹陷区或室 86。室 86 的尺寸设计成容纳和定位膜支撑体从而端板的密封区 76 和膜支撑体的膜接触面 87 大体彼此共面。此构型示意性地阐述在图 4 中。正如所显示的，膜支撑体的外边缘和外部周边 88 面对端板的内部周边。在本发明公开内容的范围内，这些周边部分可以彼此直接相邻和/或在端板（或外壳）的内部周边和膜支撑体的外部周边之间有间隙，通常是小的间隙。不管端板是否包括尺寸设计成容纳支撑体的室，膜支撑体都会设置在封闭物的内室中，因此膜支撑体将包括外部周边，其邻接或延伸到接近封闭物的端板（或外壳）的内部周边。

因为端板 61 的密封区 76 和膜支撑体 54 的膜接触面 87 优选设置成大体或完全共面的关系，所以在膜支撑体的外部周边和端板的内部周边之间形成密封、间隙或其他过渡或过渡区 92。如图 4 所示，膜延伸过此过渡区。在操作氢纯化装置的过程中，大概在装置的热和压力循环过程中更显著，这些部分的偏差和/或接触可能会造成膜内的渗漏，如刺穿、压皱、弱化或以其他方式破坏膜。应该理解，洞、切口或膜内的其他孔提供流动路径，其他气体可以经由流动路径穿过膜，并由此降低产物氢流的纯度。因此，优选地，此过渡区尽可能地光滑和小以降低破坏膜的可能性。

图 5 和 6 验证了根据本发明公开内容的氢纯化装置 10 可以（但并不要求）包括至少一个膜垫 94，它适于在过渡区和膜之间延伸以阻止膜直接接触过渡区。这样，垫 94 可以描述成延伸到接触膜的渗透面 50，以及进一步延伸到接触膜支撑体和渗透侧端板的密封区。垫 94 可以描述成延伸过一部分膜支撑体和延伸过一部分渗透侧端板的密封区。

垫 94 可以包括任何合适的结构，它被设计成横跨封闭物和膜支撑体之间的过渡区以阻止膜的渗透面接触过渡区。例如，大概最佳地显示在图 6 中，垫 94 用于横跨或“软化”过渡区 92 以及阻止膜 46 接触过渡区。垫 94 可以由在操作环境下热稳定和化学性能上稳定的任何合适的材料形成，在氢纯化装置中，垫暴露于该操作环境，这降低了膜被弄皱、刺破或

通过接触过渡区以其他方式被破坏的可能性。

不像密封垫或用于常规气体纯化装置的其他结构，这要求在膜和相邻的结构之间形成气密的或不可渗透气体的密封，垫 94 并不要求形成这样的密封。事实上，装置 10 的操作并不受垫 94 是否在膜和封闭物或支撑体之间形成任何形式的气密性密封的影响。因此，在本发明公开内容的范围内，垫并不在膜 46 和封闭物 12 或支撑体 54 之间形成不可渗透气体的密封。这样，垫 94 不需要由可压缩材料形成，或者如果由可压缩材料形成，不需要受到大量的压缩。

例如，垫 94 可以由可渗透气体的材料或不可渗透气体的材料形成。因此，垫可以是或可以不是氢选择性的或可渗透氢的。作为另一个实施例，垫可以由在仅受到轻微压缩，如 20％的压缩或更低（通常可压缩的密封垫需要至少 30%的压缩，优选接近 60％的压缩以形成不可渗透气体的密封）的条件下的密封垫形成。用于垫 94 的这种密封垫的示例性的、非排他的实施例是石墨密封垫，如以商品名 GRAFOIL™ 由 Union Carbide 销售的。作为实际的实施例，当使用 5 密耳（mil）GRAFOIL™ 密封垫并压缩到 4 密耳时，提供了对膜的所期望的保护，尽管此压缩度应该不足以提供气密性的密封。作为又一个实施例，垫 94 可以由金属形成，可以由刚性材料形成，和/或由不可压缩材料形成（即，如果有的话，当组装进装置时，不止边缘都不减少厚度的材料）。如果使用金属垫，合适材料的示例性（非排他的）实施例包括铝、铜和/或钢。

在图 6 中，垫 94 显示为设置在凹陷区或室 90 内，该室的尺寸设计成容纳和定位垫，从而其覆盖过渡区和将垫的膜接触面 95 定位成与渗透侧端板的密封区 76 共面的关系。在这种构型中，应该理解包括垫会补偿膜支撑体的膜接触面和渗透侧端板的密封区的共面定位。根据本发明公开内容，并不要求所有的装置 10 都有垫 94 和/或室 90 。

垫 94 可以具有任何合适的构型和厚度。在示例中，垫覆盖了过渡区，但并不沿着膜的大部分中心区延伸。因为在使用装置 10 的过程中，膜可能被推向膜支撑体，因而垫 94 应该优选地相对薄以便不提供陡峭的边缘，使用过程中，在此种边缘周围，膜会弯曲。垫接触膜可以促进使用可压缩

垫，即使垫没有被压缩形成气密性密封。作为又一个实施例，垫可以包括倾斜的或倾面的内部周边 96，如图 7 所示。此倾斜结构可以降低膜变皱或因为接触（反复地）垫而以其他方式受到破坏的可能性，如在装置的加压和减压过程中。

膜 46 可以通过任何合适的方法和/或结构固定到封闭物 12。例如，膜 46 可以永久性地并直接固定到封闭物 12，如固定到端板 59 和 61 的其中一个或两个上。正如这里参考安装膜所使用的，术语“永久性地”指使用合适的方法将膜安装到封闭物上，从而一旦安装了膜，要使膜脱离封闭物就要求切割、去除一部分或者以其他方式破坏至少一部分膜或封闭物。另外，正如这里参考安装膜所使用的，术语“直接地”指将膜安装到封闭物上而无需利用使膜与封闭物互连的中间结构。例如，安装到框架上的膜，其本身被支撑在封闭物的内室中，并不直接安装到封闭物上。作为更直接的实施例，根据本发明的公开内容永久性地和直接安装的膜将封闭物 12 的内室 18 分成混合气体区 30 和渗透区 32，内室 18 是氢纯化装置的主要压力容器。如这里更详细的讨论，膜直接与封闭物交界以为封闭物提供气密性的密封，这并不要求使用密封垫或其他可压缩的密封构件以形成此密封。

通过在膜和封闭物之间形成具有气密性密封的界面，膜 46 直接并永久性地固定到封闭物。该界面永久性地且直接将膜 46 安装到封闭物上并在膜和封闭物之间提供气密性的密封。凭借“气密性”，意味着混合气体流被防止从封闭物内室的混合气体区到封闭物的外部，除非经由渗透侧端板内界定的口，和/或到内室的渗透区，除非通过氢选择性膜本身。换句话说，安装方法优选在膜和封闭物之间形成密封，这防止了在封闭物的混合气体区和渗透区之间，以及在这些区和封闭物的外部之间出现渗漏通道。

将膜 46 永久性地和直接安装到封闭物的合适方法的示例，但不排他的，是通过破坏性的结合方法，其中膜和封闭物中的至少一个，如果不是两个的话，的部分被消耗以在膜和封闭物之间形成气密性密封。正如这里参考气密性密封所使用的，术语“被消耗”指改变了膜和封闭物的一个或

更多个物理和/或化学特性以在其间形成密封或结合，包括由消耗部分的膜和/或封闭物形成混合物（alloy），和/或在膜和封闭物之间互相扩散原子。破坏性结合方法的示例包括焊接和扩散结合。在合适的安装方法的另一个实施例中，通过铜焊将膜和封闭物永久性地和直接固定在一起以形成气密性密封。这些示例中的每一个都将在下面更详细地讨论并分别示意性地阐述在图 8－10 中。其他用于永久性地和直接将膜 46 安装到封闭物 12 的示例性的合适方法包括激光焊接、锡焊、低温铜焊以及类似方法。

图 8 中，通过将膜 46 焊接到封闭物的密封区，如端板 59 和 61 的密封区而形成界面 100。焊接过程在膜 46 的消耗部分 102 和端板 59 和 61 的消耗部分 104 和 106 之间形成密封 108，正如在图 8 中有些示意性的描述。在焊接过程中，混合物 109 由膜和端板的消耗部分形成。任何合适的焊接方法都可以用于将膜 46 焊接到端板 59 和 61（或到封闭物的一个或更多个其他部分）。虽然并不要求，在本发明公开内容的范围内，焊接过程可向混合物 109 中引入至少一种额外的金属或其他组分。例如，可以使用钨极隋性气体（TIG）焊接（tungsten inert gas welding）。在 TIG 方法中，将线（如镍铬合金（Nichrome）线和/或蒙乃尔合金（Monel）线）引入凹槽或焊接接头 57。在焊接过程中，液相由线和部分膜和封闭物形成。包含的额外组分促进了线、膜和封闭物的固化团的相容性和稳定性。虽然界面 100 阐述为接近膜 46 和封闭物 12 的外部周边区，但是在本公开内容的范围内，界面可以延伸到接近膜 46 和封闭物 12 的内部周边区，沿着密封区 76 的一个或更多个部分，和/或任何其他合适的位置以在膜和封闭物之间形成密封或结合。换句话说，界面通常至少部分地在封闭物，如端板 59 和 61，的焊接部分的外部周边和内部周边之间延伸。虽然并不要求，通过焊接法形成的界面优选终止于封闭物的内部周边前（即并不延伸进内室）。

在图 9 中，界面 110 通过膜 46 扩散结合到端板 59 和 61 而形成。扩散结合在膜 46 的消耗部分 112 和端板 59 和 61 的消耗部分 114 和 116 之间形成密封 118 而并不形成这些部分的液相。应该理解，正如这里参考膜所使用的，术语“扩散结合”指材料的原子和/或分子相互扩散以被结合

的过程。虽然界面 110 沿着密封区 76 的相当大部分延伸，如果不是沿着全部延伸的话，但在本公开内容的范围内，界面可以在膜的外部周边区和封闭物之间，和/或任何其他合适位置，沿着密封区 76 的任何一个或更多个部分形成，以在膜 46 和封闭物 12 之间形成密封或结合。扩散结合和焊接都会造成破坏性结合过程之前不存在的混合物和其他组分。

图 10 阐述了通过铜焊法在膜 46 和封闭物 12 之间形成气密性密封。在铜焊法中，封闭物和膜都不被消耗。相反，铜焊材料 126 形成了液相，其固化时在膜和封闭物之间，如在端板 59 和 61 的密封区之间，形成气密性密封 128。正如这里所使用的，术语“铜焊”指通过使铜焊材料在这些部件之间流动来连接部件。可以使用任何合适的铜焊材料，但优选地材料转变成液态的温度比膜和端板低。铜焊材料在膜 46 和端板 59 和 61（或封闭物的其他部分）之间形成气密性密封 128。虽然密封 128 显示在膜和封闭物的外部周边区之间，但是在本公开内容的范围内，密封 128 可以位于沿着密封区 76 的任何一个或更多个部分位置，以及任何其他的合适位置，以在膜和封闭物之间形成密封或结合。

图 8－10 的示例可描述成提供膜 46 的例子，膜本身形成一部分密封的封闭物。由此，意味着压力容器部分由膜所界定，而不是膜仅被支撑在密封的封闭物（压力容器）的内室中。描述此关系的另一种方式是膜形成一部分密封的封闭物的气密性密封。

虽然上述密封显示成在膜 46（如外部周边区 82）和封闭物 12 之间的连续密封，但是在本公开内容的范围内，可以使用两个或更多个独立的或不连续的密封。例如，第一气密性密封可以形成于膜 46 和封闭物的第一部分，如端板 59 和 61 的第一个之间。其后，第二气密性密封可以形成于端板 59 和 61 的第二个和膜和/或端板的第一个之间。例如，膜 46 可以永久性地和直接安装到端板其中之一的密封区和/或安装到封闭物的内表面，其后端板或封闭物的其他部分可以固定在一起以密封压力容器。然而优选地，膜和封闭物之间的气密性密封在单独的步骤中形成，在此步骤中，膜永久性地和直接安装到封闭物以形成这里描述的气密性密封。

虽然前述的示例描绘了膜延伸到端板 59 和 61 的密封区的外部周边，

或延伸到其外，但并不要求膜完全延伸过密封区。膜延伸到或甚至延伸出其直接地或永久性地固定到的部分封闭物的密封区的外部周边的好处在于，可以由封闭物的外部或外面部分形成密封，其中此密封至少部分朝封闭物的内部延伸。

图 11 稍微示意性地阐述了氢纯化装置 10 的实施例，该装置包含形成具有内室 18 的压力容器的封闭物 12，内室 18 被至少一个氢选择性膜 54 分成混合气体区 30 和渗透区 32，膜 54 横跨内室并直接和永久性地固定到封闭物以由此界定气密性的密封。上述可以存在于根据本发明公开内容的装置 10 中的元件和子元件的示例也图示在图 11 中。显示在图 11 中的实施方案可以包括这里描述的任何变化和/或任选结构，而不背离本公开内容的范围。

上述氢纯化装置的构型和其单个部件以及这里已经示意性描述的并不旨在表示本公开内容的范围内每一种可能的构型。类似地，为了说明的目的，已经放大了所示膜、支撑体、封闭物等的厚度和其他尺寸且并不旨在精确表示这些部件的相对尺寸。例如，已经放大了膜的厚度。类似地，为了说明的目的，已经简化了端板的形状和相对尺寸。正如此处更详细讨论的，端板的外部周边，如紧接密封区 76 处可以倾斜或以其他方式构建以改进气密性的密封。例如，端板可以包括倾斜区或凹槽，如图 8－10 所示。此任选区可以具有任何合适的形状，该形状可以构建成当通过焊接或铜焊将膜 46 固定到封闭物 12 时有利于形成强的密封。

根据本发明公开内容构建的氢纯化装置 10 的又一实施例显示在图 12 和 13 中且通常以 210 标示。除非以其他方式具体指明，装置 210 可以选择性地包括任何元件、子元件以及如这里阐释的、描述的和/或引入的其他装置的变化。这些前述部件的示例（非排他的）显示在图 12 和 13 中。类似于前述的实施例，装置 210 包括界定了具有内室 18 的压力容器的封闭物 12，该内室 18 被至少一个氢选择性膜 46 分成混合气体区 30 和渗透区 32，膜 46 直接和永久性地固定到封闭物以由此形成气密性的密封。

封闭物 12 的示例包括一对端板 59 和 61，以及外壳或外壳部分 214。外壳 214 在端板之间延伸并与端板界定封闭物的内室 18。外壳还可以指

形成一部分封闭物的压力容器的框架。在示例中，膜 46 永久性地和直接安装到外壳，其又永久性地和直接安装到封闭物的邻近部分，如端板 59 和 61。前述形成气密性密封的破坏性的和其他方法可以用于将膜固定到外壳和将外壳固定到端板。因此，在膜和外壳和/或端板之间以及在壳和端板之间诸如通过上述的破坏性结合方法形成了气密性密封。这些密封在图 12 中通常以 218 标示。

在图 12 和 13 中，膜 46 永久性地且直接安装到外壳的渗透面 216，依靠膜支撑体 54 将此膜支撑在其渗透面 50 上。在本发明公开内容的范围内，膜 54 可以永久性地且直接固定到壳和/或封闭物的另一部分的混合气体面。在本发明公开内容的范围内，可以利用两个或更多个外壳。外壳 214 可以由任何合适的材料形成，该材料在氢纯化装置使用的操作环境中是稳定的。壳 214 可以由与封闭物的其他部分相同的材料形成，但这并不要求。因此，替代地，壳 214 可以由与端板不同的材料形成。

外壳部分 214 将端板彼此分开并由此界定至少一部分封闭物的压力容器和内室。在图 12 显示的示例中，外壳部分或框架 214 具有内部周边或内表面 222，它相对于端板的其中一个（图 13）或两个（图 12）伸入封闭物的内室。在这两个示例中，外壳的内部周边 222 小于膜支撑体的外部周边或边缘 88。以不同的术语所表达的，外壳部分与膜支撑体 54 交迭。此结构不仅提供无密封垫的氢纯化装置（即并不要求可压缩的密封垫或其他密封垫以在膜和封闭物之间形成密封而将封闭物的内室分成混合气体区和渗透区的氢纯化装置）的另一个实施例，而且提供下述结构，该结构内的封闭物和直接接触膜的膜支撑体之间没有过渡区。

使用外壳的一个可能的好处在于至少一个端板可以（当不是要求的）形成不具有室或凹陷区，其用于气体在端板的平面方向上横向流动。相反地，外壳部分界定了至少相当大部分的封闭物内室的各渗透区或混合气体区，如果不是全部的话。因此，在本发明公开内容的范围内，外壳 214 的尺寸定成或以其他方式选择外壳 214 使其具有一定厚度（以端板之间的距离度量），这提供了选定的或期望的气体流动区，例如混合气体区 30 或渗透区 32。图 13 示意性地证明了增加外壳部分的厚度（即外壳部分的混

合气体面和渗透面之间的距离)会增大封闭物的气体流动路径或区域的其中之一的尺寸，例如对于混合气体区所示。权衡此可能的制造好处，即不在端板的至少其中一个内形成此室或气体流动通道，这一事实是包括有外壳部分增加了用于封闭物的外部密封的数目。更具体地说，包括有外壳部分还要求两个外部密封件，一个在壳和第一个端板之间，一个在壳和第二个端板之间。因为任何密封提供了可能的气体渗透路径，因此应该小心以确保密封无渗漏。

如上所述，氢纯化装置 10 通常在高温和高压下操作。这些压力要求封闭物是可以经受住这些力的耐用的压力容器，这些力起到促使封闭物的部件彼此离开的作用，它们通常是好几百磅力。此封闭物还必须能够经受住其所经历的热循环和压力循环，如当其在使用时被反复加热和加压，然后当不使用时冷却并减压。

如上所述，当期望加热氢纯化装置到高温时，可以使用各种加热组件。虽然并不要求，但还可以期望使该装置隔热，以减少热需求量和/或保护相邻的结构、操作者不接触封闭物的外表面。图 14 提供了隔热的加热组件 300 的示例，该组件可以与含有根据本发明公开内容的封闭物 12 的氢纯化装置 10 一起使用。正如这里所使用的，术语“氢纯化组件”用来指这里描述和/或阐述的结合有加热组件 42 的氢纯化装置 10 中的其中一个，如，但不限于，参考图 14 描述和阐述的隔热的加热组件 300。也在本发明公开内容的范围内，可以使用没有随后描述的隔热加热组件 300 的氢纯化装置 10 和/或封闭物 12 。

如所显示的，氢纯化装置 10 定位在示例性的一对加热组件 42 之间，其具体以 322 表示且包括导热结构 323。导热结构 323 由非常适合于导热的材料形成并适于纳入热源 324，如容纳进材料内的空穴 328 的电加热器 326。其他热源可以用于代替或补充所示的电加热器。此受热的结构将热分配在横跨相对的氢纯化装置的封闭物 12 的外面或表面 330。导热结构可以由任何合适的导热材料形成，该材料在封闭物 12 外部的操作环境下，如在用于将封闭物和其包含物加热到期望温度的高温下，是热稳定和化学性能稳定的。合适材料的示例是铝，虽然可以使用其他的材料。

在阐述的实施例中，面330和导热结构的相应表面332具有共面构型以使这些结构可以跨至少相当大部分重叠表面而直接彼此相接。在本公开内容的范围内，导热结构和/或端板的外部可以包括或连接到合适的底座，该底座将这些部件彼此相对定位和/或促使这些结构在一起。

图14中还显示了隔热罩或外罩350，它尺寸定成容纳装置10和加热组件322（若有的话）。外罩350可以由任何合适的隔热材料形成，如耐高温陶瓷，优选封闭氢纯化装置和任选地，封闭加热组件或多个加热组件（如组件42或322）的至少一部分以减少加热需求量来维持在期望的温度（即降低热损耗），并提供外表面352，该外表面处于较低的温度，且优选地，处于不会损坏与其接触的物体的温度。在示例中，外罩350形成包括内室354的两个半部352，内室354容纳装置10和组件322。可以使用其他构型，如包括多于两个部件的构型，以铸造或其他方式形成在氢纯化装置周围的整体结构、不同尺寸的部件等。

图14还提供了任选的保持器360的示例，它适于促使密封的氢纯化装置、加热组件322和外罩350在一起。如所显示的，保持器360包括板362，其由任何合适的连接器，优选通过弹簧或其他使板彼此相向偏移的连接器而促使在一起。因为氢纯化装置包括密封的封闭物，它本身设计成抵抗起分开或以其他方式打开封闭物作用的内力，连接器仅促使这些结构彼此物理接触。

根据本发明构建的氢纯化装置10可以连接到或与任何非纯氢气源流体相通。这些源的实施例包括储气装置，如氢化物床或加压罐。另一种源是产生可以回收氢气的废气或废物流的装置。还有另一种源是这里使用的燃料处理器，它指任何适于由含有原料的至少一股给料流产生含有氢气的混合气体流的装置。氢气通常形成由燃料处理器产生的混合气体流的大部分或至少相当大部分。

燃料处理器可以通过各种机制产生混合气体流24。合适的机制的例子包括蒸汽重整（steam reforming）和自热重整（autothermal reforming），其中重整催化剂用于从含有含碳原料和水的给料流中产生氢气。其他产生氢气的合适机制包括含碳原料的经催化的部分氧化和高温

分解（pyrolysis），其中给料流含有含碳原料但不含水。还有另一产生氢气的合适机制是电解，其中原料为水但不包括含碳原料。合适的含碳原料的例子包括至少一种碳氢化合物或醇。合适的碳氢化合物的例子包括甲烷、丙烷、天然气、柴油、煤油、汽油等。合适的醇的例子包括甲醇、乙醇、及多元醇，例如乙二醇和丙二醇。

氢纯化装置10适于接收燃料处理器的混合气体流24，其在图15中示意性显示。如所显示的，燃料处理器以400标示，燃料处理器和氢纯化装置的组合可以指燃料处理系统402。以虚线42还显示了加热组件，其正如所讨论的向装置10提供了热且可以采用各种形式，如这里讨论和/或引用的那些。燃料处理器400可以采用上述任何形式。为了以图形阐述，根据本发明公开内容的氢纯化装置还可以接收来自除了燃料处理器400之外的源的混合气体流24，储气装置示意性地以406阐述以及在产生不同产物流408的过程中产生作为废物流或副产物流的混合气体流24的装置以410显示。应该理解，燃料处理器400的示意性表示意味着包括任何配套的加热组件、原料输送系统、空气输送系统、给料流源或给料流供应等。

燃料处理器通常在高温和/或高压下操作。结果，可以期望将氢纯化装置10与燃料处理器400至少部分地形成为一体，而不是由外部流体输送导管连接装置10和燃料处理器400。图17显示了这种构型的实施例，在此构型中，燃料处理系统包括壳或外罩412，装置10形成了其一部分和/或至少部分在其内延伸。在这种构型中，燃料处理器400可以描述成包括装置10。将燃料处理器或混合气体流24的其他源与氢纯化装置10形成为一体能够使装置更易于以一个单元的形式移动。它还能够使燃料处理器的部件，包括装置10，通过共用的加热组件被加热，和/或至少一些，如果不是全部的话，装置10的热需求量由处理器400产生的热满足。

如上所述，燃料处理器400是任何合适的装置，它产生含有氢气的混合气体流，优选地，混合气体流含有大多数的氢气。为了说明的目的，以下讨论将燃料处理器400描述成适于接收含有含碳原料418和水420的给料流416，如图17所显示的。然而，在本公开内容的范围内，燃料处理器400可以采用如上所述的其他形式，以及给料流416可以具有其他组分，

如仅含有含碳原料或仅含有水。

给料流 416 可以经由任何合适的机制输送到燃料处理器 400。单股给料流 416 显示在图 17 中，但应该理解可以使用多于一股的流，且这些流可以含有相同的或不同的组分。当含碳原料 418 与水混溶时，原料通常与给料流 416 的水组分一起输送，如图 17 中所示。当含碳原料不与水混溶或与水稍微混溶时，这些组分一般以单独的流输送至燃料处理器 400，如图 17 的虚线所示。图 17 中的实线，给料流 416 通过给料流输送系统 417 输送至燃料处理器 400。输送系统 417 包括任何将给料流输送至燃料处理器 400 的适当机制、装置或其组合。例如，输送系统可以包括一个或更多个输送源自供给的流 416 的组分的泵。另外或替代地，系统 417 还可包括一个阀组件以调整源自加压供给的组分的流量。该供给可以位于燃料电池系统的外部，或可以包括在系统中或邻近系统。

如图 17 中通常以 432 所示的，燃料处理器 400 包括一个产氢区，其中混合气体流 24 由给料流 416 产生。正如所述的，产氢区中可以利用多种不同工艺。这种工艺的一个示例即是蒸汽重整，其中区域 432 包括蒸汽重整催化剂 434。或者，区域 432 可以通过自热重整产生流 24，在这种情况下，区域 432 包括合适的自热重整催化剂以及燃料器在适合于自热重整的温度和压力下操作。在蒸汽重整器或自热重整器的情况下，混合气流 24 可以认为是一种重整流。优选地，燃料处理器适于产生基本上纯的氢气，甚至更优选地，燃料处理器适于产生纯氢气。对于本发明公开内容的目的而言，基本上纯的氢气的纯度大于 90％，优选地是纯度大于 95％，更优选地是纯度大于 99％，甚至更优选地是纯度大于 99.5％。美国专利 6,221,117、2001 年 3 月 8 号提交的题为“燃料处理器和系统以及包括其的装置”的美国在审专利申请 09/802,361 以及 2001 年 3 月 19 号提交的题为“氢选择性金属膜模制物和制作该模制物的方法”的美国专利 6,319,306 公开了适当的燃料处理器的示例，其全部公开内容在此引入作为各种用途的参考。

如图 17 所示，燃料处理器 400 还可以包括，但不是必须的，净化区 448。净化区 448 接受来自装置 10 的富氢流 34 并通过降低或去除选定组

分的浓度进一步净化该流。图 17 中，414 表示最终的流，它可以是产物氢流或净化氢流。当燃料处理器 400 不包括净化区 448 时，富氢流 34 形成产物氢流 414。例如，当流 34 用于燃料电池组中时，如果需要，可能损坏电池组的诸如一氧化碳和二氧化碳的组分可从富氢流中除去。一氧化碳的浓度应该低于 10 ppm（百万分之一）以防止控制系统与燃料电池组隔开。优选地，此系统限制一氧化碳的浓度至低于 5 ppm，甚至更理想地是，浓度低于 1 ppm。二氧化碳的浓度可以比一氧化碳浓度大。例如，小于 25%二氧化碳是可以接受的。 优选地，浓度小于 10％，甚至小于 1％。尤其优选地是浓度低于 50 ppm。应该理解，此处提出的可接受的最低浓度是个示例，可以采用除了此处提出的浓度外的浓度且都在本发明的范围之内。例如，特殊用户和制造商可以要求不同于此处描述的最低或最高浓度水平或范围。

区域 448 包括任何适用于去除和降低流 34 中选定组分浓度的结构。例如，当产物流用于质子交换膜（PEM）燃料电池堆或其它装置中时，若流含有大于选定浓度的一氧化碳或二氧化碳，那么它们可能受到损坏，可以期望包括至少一种甲烷催化剂床 450。床 450 将一氧化碳和二氧化碳转化为甲烷和水，这两者都不会损坏 PEM 燃料电池堆。净化区 448 还可以包含另一个产氢区 452，例如另一个重整催化剂床，其将任何未反应的原料转化为氢气。在这样一个实施例中，优选第二个重整催化剂床在甲烷催化剂的上游，以便不会将二氧化碳或一氧化碳再次引入甲烷催化床的下游。

蒸汽重整器一般在 200 ℃和 700 ℃的温度范围和 50 psi 和 1000 psi 压力范围之内操作，尽管此范围之外的温度也在本发明范围内，例如根据所使用燃料处理器的特定类型和结构。任何适当的加热机制或装置都可用于提供热量，例如加热器、燃烧器、燃烧催化剂或类似装置。加热组件可以在燃料处理器外部，或可形成一个燃料室，其中该燃料室为燃料处理器一部分。加热组件的燃料可以由燃料处理器或燃料电池系统提供，也可以由外部能源提供，也可由两者提供。

图 17 中示出的燃料处理器 400 包括含有上述部件的壳 412。也可以称为外罩的壳 412 使得燃料处理器的多个部件作为一个单元而移动。它

还通过提供一个保护性壳体来保护燃料处理器的部件免受损坏，以及降低燃料处理器的加热需求，这是因为燃料处理器的部件可以作为一个单元被加热。壳412可以，但不是必须的，包括隔热材料433，例如固体隔热材料、覆盖隔热材料（blanket insulating material）或一个充气空腔。但是本发明还允许燃料处理器可以不带有外罩或壳。当燃料处理器400包括隔热材料433时，隔热材料可以在外壳的内部、外壳的外部或者两者皆可。隔热材料是在含有上述重整区、分离区和/或净化区的壳的外部时，燃料处理器还可包括在隔热外部的一个外盖或套。

本发明范围还允许燃料处理器400的一个或更多个部件可以延伸出壳外或至少位于壳412的外部。例如图16所示，装置10可以至少部分延伸出壳412。作为示意性地阐述在图17中的另一个实施例，净化区448可以在壳412外部，和/或产氢区432的一部分（例如一个或更多个催化床的部分）可以延伸出壳。

如上所述，燃料处理器400可以用于输送富氢流34或产物氢流414到至少一个能从其产生电流的燃料电池堆。这样的结构中，燃料处理器和燃料电池堆可以称为燃料电池系统。这种系统的实施例示意性地显示在图18中，其中燃料电池堆通常以422标示。燃料电池堆适于由输送至该处的部分产物氢流414产生电流。在所示实施例中，尽管显示和描述出单个燃料处理器400和单个燃料电池堆422，但是应该理解可以使用多于一个的这些部件中的任一个或两个。还应该理解，这些部件已被示意性地图示，且燃料电池系统可以包括在图中未明确示出的附加部件，例如给料泵、空气输送系统、热交换器、加热组件等。

燃料电池堆422包括至少一个，通常是多个的，燃料电池424，这些电池适于由传输至此的产物氢流414产生电流。此电流可用于满足至少一个相关联的能耗装置425的能源需求或施加的载荷。装置425的示例包括，但不限于：机动车、旅行车、船、工具、灯具或照明设备、电器(如家用电器或其他电器)、家用、办公用、商业用信号或通信设备等。应该理解装置425在图18中被示意性地阐释，且意味着代表一或更多个装置或者装置的集合，其适用于从燃料电池系统中获取电流。燃料电池堆通常包括

共同结合在共用端面板 423 之间的多个燃料电池，其包括流体输送/除去管道（未示出）。适合的燃料电池的例子包括质子交换膜（PEM）燃料电池和碱性燃料电池。燃料电池堆 422 可以接收所有的产物氢流 414。一些或全部的流 414 可以额外地或可选择地经一个适用的管道被输送，从而用于另一耗氢处理，其被燃烧用作燃料或加热，或被储存以作后用。

工业应用

这里描述的氢纯化装置、部件和燃料处理系统和燃料电池系统适用于产生和/或利用氢气的燃料处理、燃料电池或其他行业。

可以认为，上述公开内容包括多个能独立应用的独特的发明。尽管每个发明公开了其优选形式，但其在此公开和阐释的具体实施例并不认为是限制的意义，因为许多变化是可能的。本发明的主题包括在此公开的不同元件、特征、功能和/或性质的所有新颖的和非显而易见的结合及局部结合。类似地，权利要求中陈述的“一个”或“第一个”或其他等同的陈述应理解为包括一或更多个这样的元件，既不要求也不排除两个或两个以上的这样元件。

可以认为，以下的权利要求会特别指出某些结合与局部结合，其被指向所公开的发明中的一个且其是新颖的和非显而易见的。以其他特征、功能、元件和/或性质的结合与局部结合而实施的发明可以通过修正本权利要求或在本申请或相关申请中的新权利要求中要求保护。这样的修正或新的权利要求，不管他们是否是指不同的发明或相同的发明，与原始权利要求相比他们的范围无论是不同的、拓宽的、变窄的或是等同的，都将被认为是包括在当前所公开的本发明的主题之内。

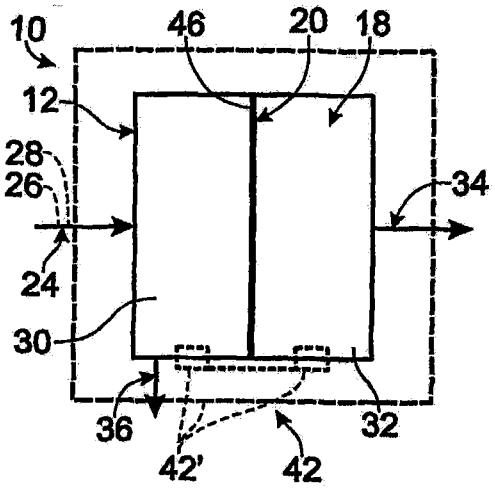


图1

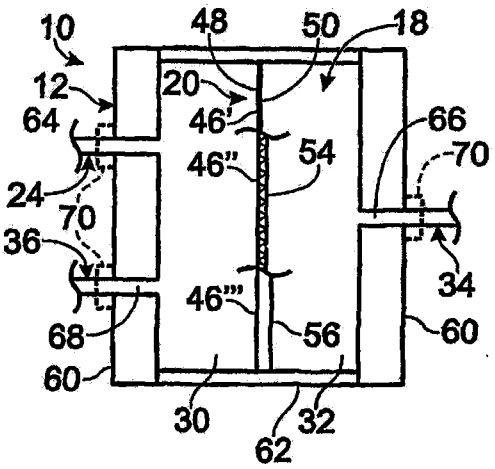


图2

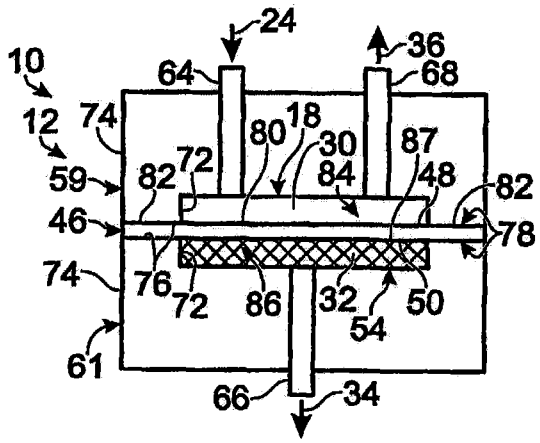


图3

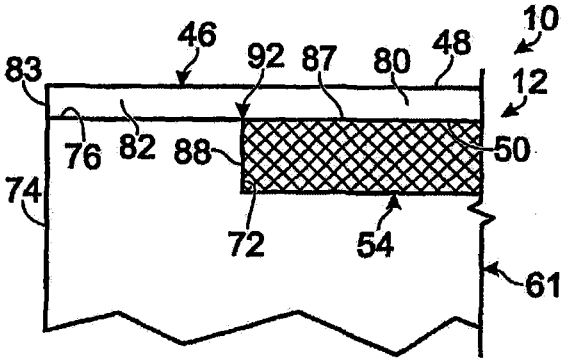


图4

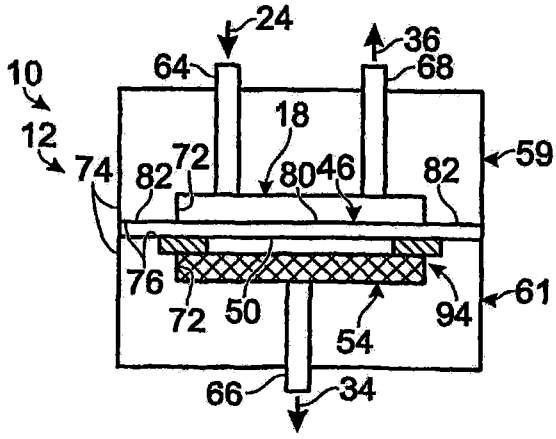


图5

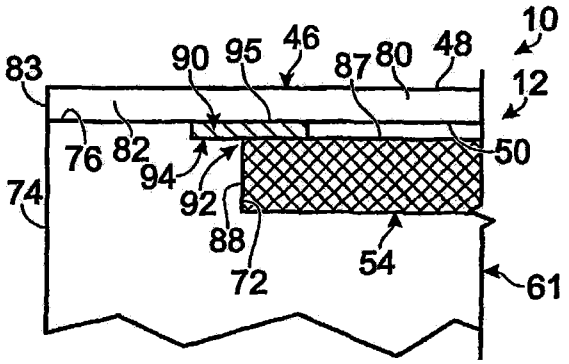


图6

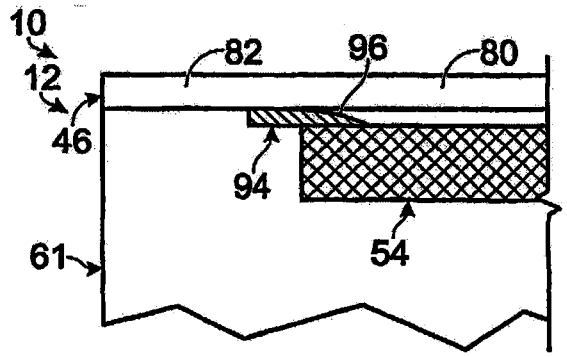


图7

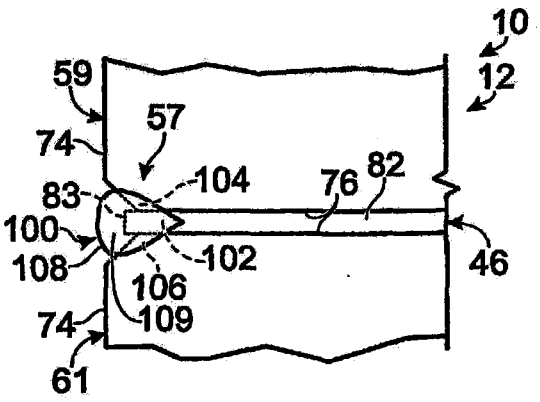


图8

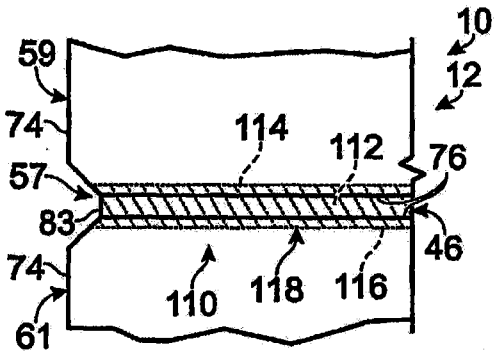


图9

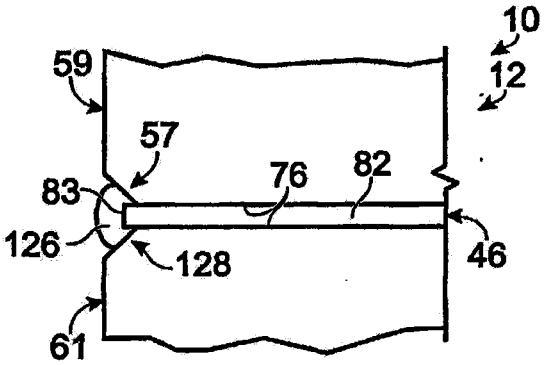


图10

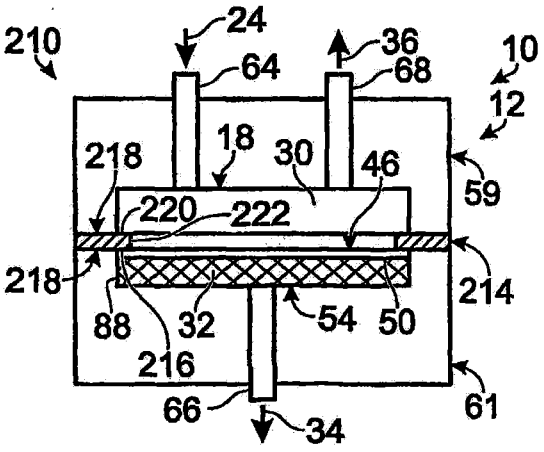


图12

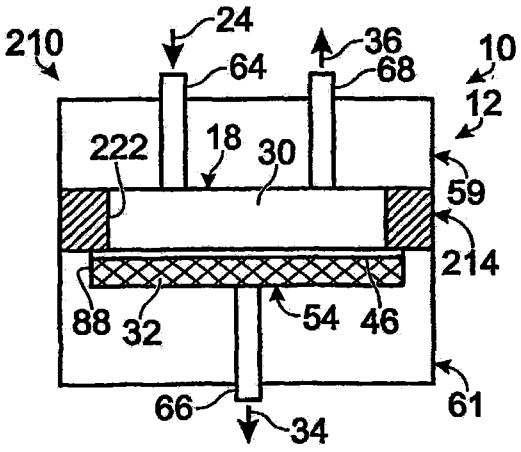


图13

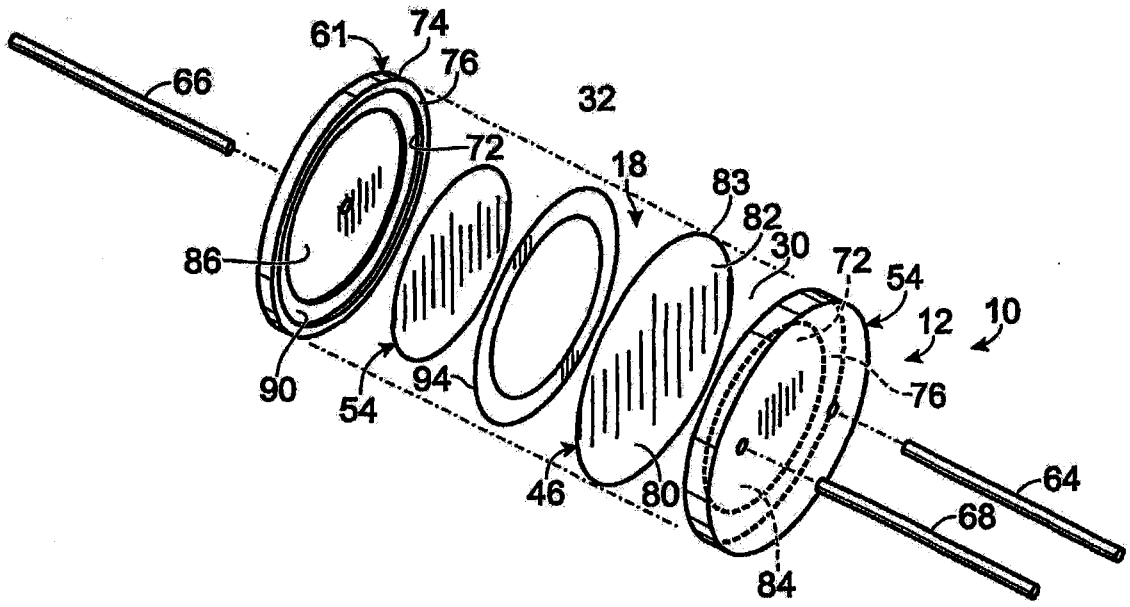

61
74
76
66
32
72
18
83
82
30
72
54
12
10
86
90
54
94
76
64
46
80
68
84

图11

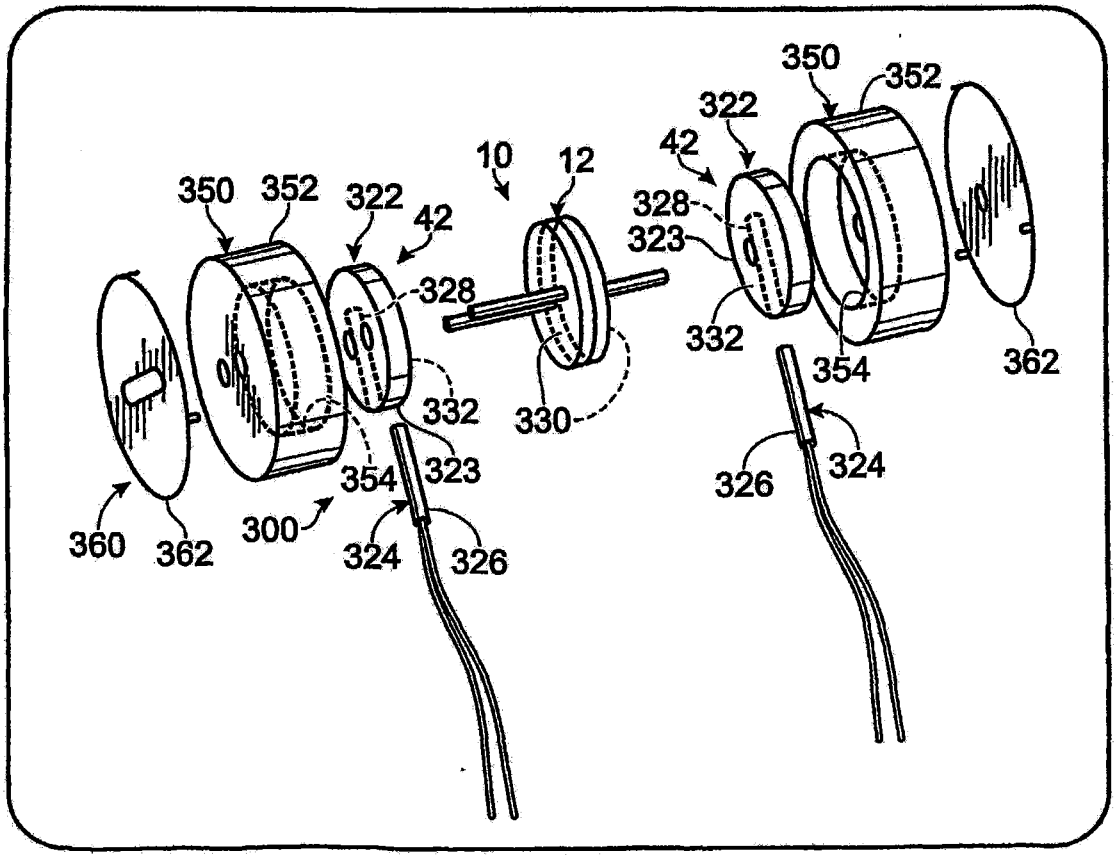

350
352
322
42
10
12
328
323
350
352
322
42
328
332
330
354
323
332
354
362
360
362
300
324
326
326
324

图14

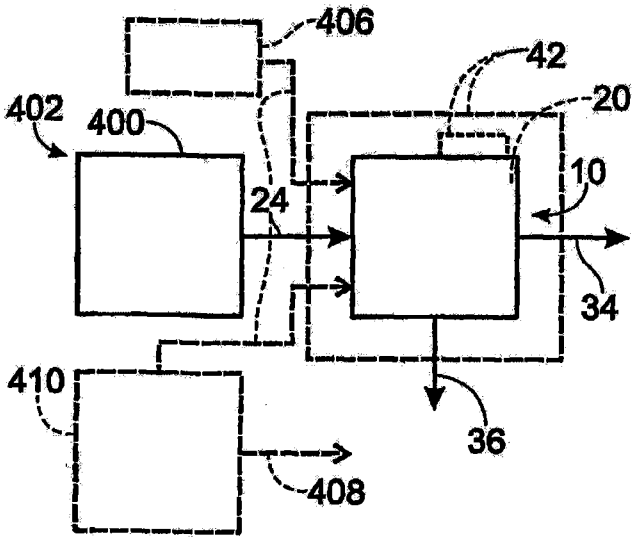


图15

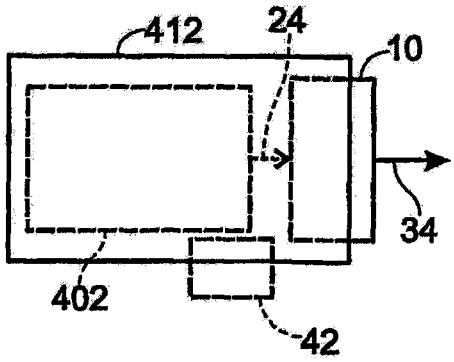


图16

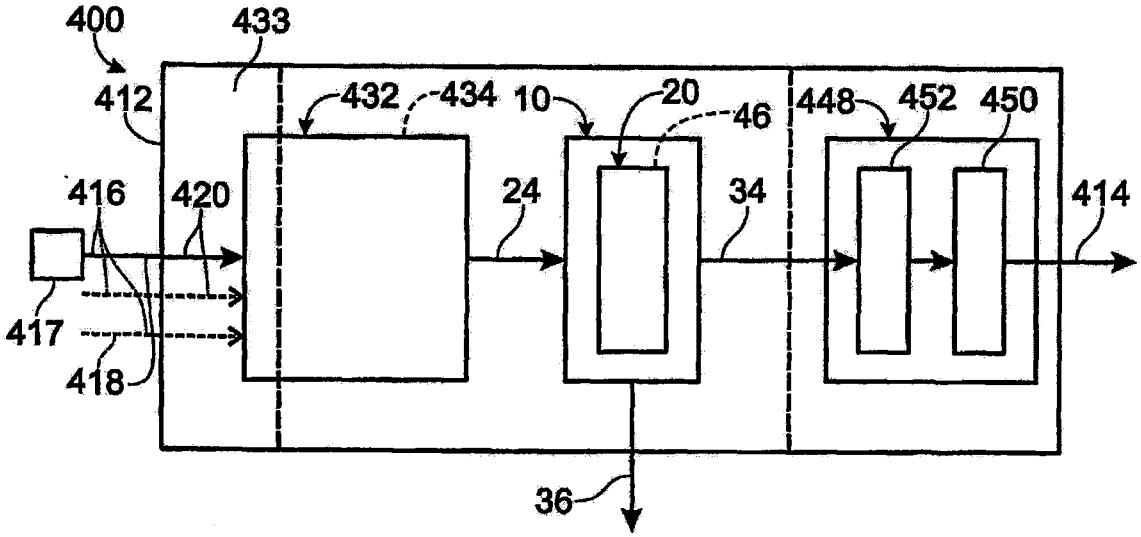


图17

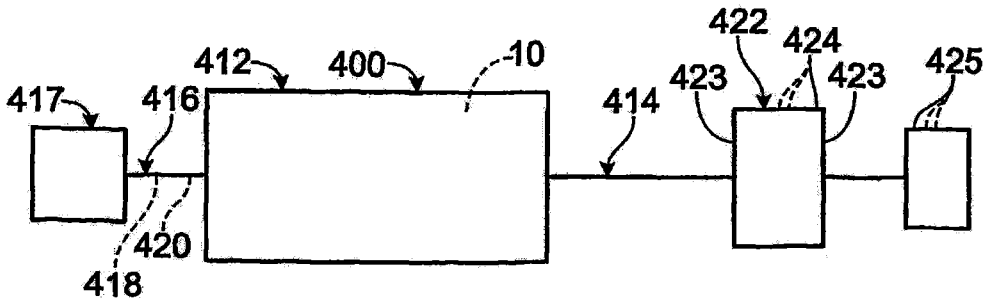


图18