

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 8/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510009355.8

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100337356C

[22] 申请日 2005.2.17

[21] 申请号 200510009355.8

[30] 优先权

[32] 2004. 4. 29 [33] KR [31] 29961/04

[73] 专利权人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金周龙 金亨俊 李东勋 安圣镇

曹诚庸 殷莹讚 权镐真

[56] 参考文献

WO 01/75567A1 2001.10.11

WO 03/021702A1 2003.3.13

US 2002/0006535A1 2002.1.17

审查员 刘 颖

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 葛 青 李晓舒

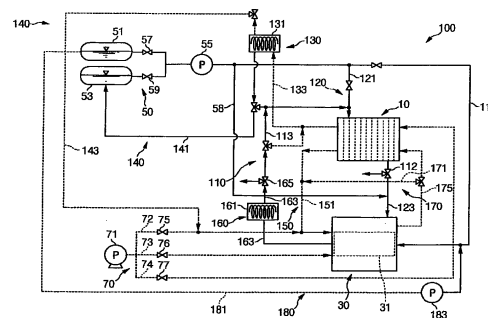
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 15 页

[54] 发明名称

燃料电池系统

[57] 摘要

一种燃料电池系统，包括：重整器，利用化学催化反应和热能从含有氢的燃料产生氢气；至少一个电力发生器，通过所述氢气与氧气的电化学反应产生电能；燃料供给组件，将燃料供给给重整器；氧气供给组件，将氧气供给给所述至少一个电力发生器；以及热交换器，与重整器和所述至少一个电力发生器连接，并且在系统的初始运行过程中向所述至少一个电力发生器供给重整器的热能，从而预热所述至少一个电力发生器。



1、一种燃料电池系统，包括：

重整器，利用化学催化反应和热能从含有氢的燃料产生氢气；

至少一个电力发生器，通过所述氢气与氧气的电化学反应产生电能；

燃料运送组件，将燃料运送给重整器；

氧气运送组件，将氧气运送给所述至少一个电力发生器；以及

热交换器，与重整器和所述至少一个电力发生器连接，并且在系统的初始运行过程中向所述至少一个电力发生器运送重整器的热能，从而预热所述至少一个电力发生器。

2、如权利要求1所述的燃料电池系统，其中所述重整器包括利用燃料和氧气的氧化反应产生热能的反应器。

3、如权利要求2所述的燃料电池系统，其中燃料运送组件包括：

存储燃料的第一罐；

连接到第一罐的泵；以及

第一运送管线，将所述第一罐和反应器互连。

4、如权利要求3所述的燃料电池系统，其中氧气运送组件包括用于引入空气的空气泵；所述系统还包括使该空气泵和反应器互连的第二运送管线。

5、如权利要求1所述的燃料电池系统，其中所述重整器包括通过燃料和氧气的氧化反应产生热能的反应器；

所述至少一个电力发生器包括多个电力发生器，通过以相邻结构安装这些电力发生器形成一堆叠；并且，

其中所述堆叠包括安装在相邻电力发生器之间的通道组件，并且所述通道组件具有供热能通过的通道。

6、如权利要求5所述的燃料电池系统，其中所述热交换器包括：

喷嘴部件，与所述通道的一端相连，从而使所述反应器和所述通道互连；以及

回收部件，与所述通道的另一端相连，从而与喷嘴部件连通。

7、如权利要求6所述的燃料电池系统，其中还包括使所述反应器和喷嘴部件互连的第三运送管线。

8、如权利要求 5 所述的燃料电池系统，其中通道组件为板形式的高温传导部件。

9、如权利要求 8 所述的燃料电池系统，其中该高温传导部件由从铝、铜和钢中选取的传导材料制成。

10、如权利要求 5 所述的燃料电池系统，其中每个电力发生器包括：
膜电机组件；和

连接在所述膜电机组件的相对侧上的分隔件；

其中所述通道组件在相邻分隔件中形成所述通道。

11、一种燃料电池系统，包括：

重整器，利用化学催化反应和热能从含有氢的燃料产生氢气；

至少一个电力发生器，通过所述氢气与氧气的电化学反应产生电能；

燃料供送组件，将燃料供送给重整器；

氧气供送组件，将氧气供送给所述至少一个电力发生器；

第一热交换器，在系统的初始运行过程中供送重整器的热能以预热所述至少一个电力发生器；以及

第二热交换器，在所述至少一个电力发生器中循环燃料，以便减少在正常运行过程中在所述至少一个电力发生器中产生的热量，并且向重整器供送在循环通过所述至少一个电力发生器时被加热的预热燃料。

12、如权利要求 11 所述的燃料电池系统，其中所述至少一个电力发生器包括：

水排放部件，用于排出在氢和氧的化合反应中产生的高温水，和以未反应状态被包含在该水中的氧气；

氢气排放部件，用于排出未与氧气反应的氢气；

其中所述重整器包括通过燃料和氧气的氧化反应产生热能的第一反应器。

13、如权利要求 12 所述的燃料电池系统，还包括：

第三热交换器，用来冷凝通过水排放部件排出的包含有未反应氧气的水，从而产生水和氧气；以及

第一循环部分，将第三热交换器产生的水供送给燃料供送组件，将氧气供送给第一反应器。

14、如权利要求 13 所述的燃料电池系统，还包括第二循环部分，用于

将从氢气排放部件排出的未反应氢气输送给第一反应器。

15、如权利要求 12 所述的燃料电池系统，还包括第三热交换器，用于蒸发从第一反应器排出的排气。

16、如权利要求 15 所述的燃料电池系统，其中该第三热交换器包括用于加热排气的加热器，所述加热器和第一反应器通过一输送管线互连。

17、如权利要求 12 所述的燃料电池系统，其中所述重整器包括：

第二反应器，利用热能蒸发燃料-水混合物；

第三反应器，从所蒸发的燃料混合物中通过蒸发重整催化反应产生氢气；以及

用于减小该氢气中一氧化碳浓度的至少一个附加反应器。

18、如权利要求 17 所述的燃料电池系统，还包括第一辅助燃料输送组件，用于将一氧化碳浓度减小的氢气输送给第一反应器。

19、如权利要求 18 所述的燃料电池系统，其中所述第一辅助燃料输送组件包括用于将从重整器向电力发生器输送氢气的第二输送管线与从电力发生器向第一反应器输送未反应氢气的第三输送管线互连起来的第一输送管线。

20、如权利要求 18 所述的燃料电池系统，其中还包括第二辅助燃料输送组件，用于另外将燃料输送给第一反应器。

21、如权利要求 20 所述的燃料电池系统，其中所述第二辅助燃料输送组件包括将第二辅助燃料输送组件与第一反应器互连起来的一输送管线、以及与该输送管线相连的泵。

燃料电池系统

技术领域

本发明涉及一种燃料电池系统，尤其是一种具有提高整个系统的燃料效率的结构的燃料电池系统。

背景技术

燃料电池是用来产生电力的系统。在燃料电池中，氧与包含在诸如甲醇、乙醇和天然气的烃类材料中的氢之间的化学反应能直接转化成电能。

根据在燃料电池中使用的电解质类型，将燃料电池划分为不同类型：磷酸盐燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池和聚合物电解质（polymer electrolyte）燃料电池或者碱性燃料电池。虽然每个不同类型的燃料电池使用相同的原理，但所使用的燃料、催化剂和电解质的类型、以及驱动温度不同。

最近推出了一种聚合物电解质膜燃料电池（PEMFC）。与其它燃料电池相比，PEMFC 具有优良的输出特性、低操作温度以及快速启动和响应的特性。PEMFC 可用作汽车电源，在家庭、建筑和电子器件中用作电源。因此 PEMFC 具有广泛的应用范围。

PEMFC 的基本组件是堆叠、重整器、燃料罐和燃料泵。堆叠形成燃料电池的主体。燃料泵将存储在燃料罐中的燃料供给重整器。重整器重整燃料以产生氢气，并将氢气供给堆叠。因此，PEMFC 通过运行燃料泵将燃料罐中的燃料送到重整器。燃料在重整器中被重整以产生氢气，该氢气与堆叠中的氧气反应从而产生电能。

在上述燃料电池系统中，堆叠构建成包括几个至几十个利用薄膜电极组件（MEA）实现的单元小室，分隔件设置在薄膜电极组件的两侧。在 MEA 中，阳极电极和阴极电极彼此相对设置，其间夹置着电解质层。而且，分隔件利用公知的双极板实现，并且分隔件用来分隔每个 MEA。分隔件也用来提供通道，燃料反应所需的氢气和氧气经过该通道被供给 MEA 的阳极电极和阴极电极。另外，分隔件作用于串联连接各 MEA 的阳极电极和阴

极电极的导体。因此经由分隔件将氢气输送给阳极电极，将氧气输送给阴极电极。氢气的氧化反应在阳极电极中发生，氧气的还原反应在阴极电极中发生。在该过程中通过电子的运动发电。也产生了热量和湿气。

在上述燃料电池系统中，必须将堆叠连续保持在合适的温度以确保电解质层的稳定性，并防止性能下降。为此，传统的燃料电池系统通常包括空冷冷却装置以利用比从所述堆叠辐射的热量冷的空气冷却所述堆叠。通常也使用以水来降低堆叠温度的水冷冷却装置。

但是，使用这种空冷或者水冷系统的传统燃料电池的缺点在于在冷却堆叠之后被加热的空气或水被简单排放。这样极大地浪费了能源。

另外，输送给阴极电极的空气中只有一部分发生反应，而其余部分作为在发电过程中生成的潮湿高温蒸汽被排放。当水被从堆叠排放到温度较低的大气中时，水与大气接触从而产生凝结。因此，水从电子器件外壳逃逸，从而使用户感到不适。

而且，在传统的燃料电池系统中，重整器和堆叠经常在首次启动系统时要预热。实施这一预热使用的能量降低了系统的总效率。

最后，传统燃料电池系统使用通过对堆叠发电所需的燃料单独加热和气化来经由重整器产生氢气的结构。在重整器中将燃料加热到所需温度使用的能量再次使系统的总效率降低。

发明内容

在本发明的一示例性实施例中提供了一种燃料电池系统，该燃料电池系统具有将在发电过程中产生的热量和水再次用作驱动系统的能量源的结构，从而提高了整个系统的性能和效率。

在本发明的一示例性实施例中，一种燃料电池系统包括：重整器，利用化学催化反应和热能从含有氢的燃料产生氢气；至少一个电力发生器，通过所述氢气与氧气的电化学反应产生电能；燃料输送组件，将燃料输送给重整器；氧气输送组件，将氧气输送给电力发生器；以及第一热交换器，与重整器和电力发生器连接，并且在系统的初始运行过程中输送重整器的热能以预热电力发生器。

所述重整器包括利用燃料和氧气的氧化反应产生热能的第一反应器。燃料输送组件包括存储燃料的第一罐、以及连接到第一罐的第一泵。第一

罐和第一反应器通过第一输送管线互连。

氧气输送组件包括用于引入空气的空气泵。该空气泵和第一反应器通过第二输送管线互连。

设置多个电力发生器，通过以相邻结构安装所述电力发生器形成一堆叠。而且，所述堆叠包括安装在相邻电力发生器之间的通道组件，并且所述通道组件具有供热能通过的通道。

第一热交换器包括：喷嘴部件，与所述通道的一端相连，从而使第一反应器和所述通道互连；回收部件，与所述通道的另一端相连，从而与喷嘴部件连通。第一反应器和喷嘴部件通过第三输送管线互连。

通道组件为板形式的高温传导部件。该高温传导部件由从铝、铜和钢中选取的传导材料制成。

每个电力发生器包括膜电极组件和安装在所述膜电极组件的相对侧上的分隔件。所述通道组件在相邻分隔件中形成通道。

在另一方面，一种燃料电池系统包括：重整器，利用化学催化反应和热能从含有氢的燃料产生氢气；至少一个电力发生器，通过所述氢气与氧气的电化学反应产生电能；燃料输送组件，将燃料输送给重整器；氧气输送组件，将氧气输送给电力发生器；以及第二热交换器，在电力发生器中循环燃料，以便减少在正常运行过程中在电力发生器中产生的热量，并且向重整器输送在循环通过电力发生器时被加热的预热燃料。

所述氧气输送组件包括用于引入空气的空气泵。该空气泵和电力发生器通过第四输送管线互连。

设置多个电力发生器，通过以相邻结构安装所述电力发生器形成一堆叠。所述堆叠包括安装在相邻电力发生器之间的通道组件，并且所述通道组件具有供热能通过的通道。

第二热交换器包括：喷嘴部件，与所述通道的一端相连，从而使所述燃料输送组件和所述通道互连；回收部件，与所述通道的另一端相连，从而与喷嘴部件连通。

所述燃料输送组件包括：第一罐，存储包含氧的液体燃料；第二罐，存储水；以及第一泵，分别与所述第一罐和第二罐相连。所述第一和第二罐与喷嘴部件通过第五输送管线互连。

重整器包括：第一反应器，通过燃料和氧气的氧化反应来产生热能；

第二反应器，利用所述热能蒸发燃料-水的混合物；以及第三反应器，通过蒸发重整催化反应从蒸发的混合物中产生氢气。所述回收部件和所述第二反应器通过第六输送管线相连。

所述通道组件为高温传导部件，包括通道，并且介于相邻电力发生器之间。

每个所述电力发生器包括膜电极组件和安装在所述膜电极组件的相对侧上的分隔件。所述通道组件在相邻分隔件中形成通道。

所述重整器还包括至少一个用于减少氢气中所含一氧化碳浓度的反应器。

所述重整器包括：第四反应器，利用水气转换催化反应（aqueous gas conversion catalytic reaction）来实现氢气中所含一氧化碳浓度的首次减少；第五反应器，利用选择氧化催化反应（selective oxidation catalytic reaction）来实现氢气中所含一氧化碳浓度的二次减少。所述第五反应器和电力发生器通过第七输送管线互连。

每个反应器包括板形主体、形成在该主体的上表面上以允许流体流过的流道、以及与各流道相连的通道孔。重整器具有通过所述主体的组合形成的叠置结构。所述重整器包括与最上部主体相连的盖。

所述电力发生器包括水排放部件，用于排出在氢和氧的化合反应中产生的高温水，以未反应状态被包含在该水中的氧气，并且所述电力发生器还包括氢气排放部件，用于排出未与氧气反应的氢气。重整器包括通过燃料和氧气的氧化反应产生热能的第一反应器。

所述燃料电池系统还包括：第三热交换器，用来冷凝通过水排放部件排出的包含有未反应氧气的水，从而分别产生水和氧气；以及第一循环部分，将第三热交换器产生的水输送给燃料输送组件，将氧气输送给第一反应器。

第三热交换器包括：冷凝器，与水排放部件相连；以及第八输送管线，与水排放部件和冷凝器连接。第一循环部分包括使冷凝器和燃料输送组件互连的第九输送管线、以及使冷凝器与第一反应器互连的第十输送管线。

所述燃料电池系统还包括第二循环部分，用于将从氢气排放部件排出的未反应氢气输送给第一反应器。第二循环部分包括使氢气排放部件与第一反应器互连的第十一输送管线。

在本发明的另一方面，一种燃料电池系统包括：重整器，利用化学催化反应和热能从含有氢的燃料产生氢气；至少一个电力发生器，通过所述氢气与氧气的电化学反应产生电能；燃料供给组件，将燃料供给给重整器；氧气供给组件，将氧气供给给电力发生器；第一热交换器，在系统的初始运行过程中供给重整器的热能以预热电力发生器；以及第二热交换器，在电力发生器中循环燃料，以便减少在正常运行过程中在电力发生器中产生的热量，并且向重整器供给在循环通过电力发生器时被加热的预热燃料。

所述电力发生器包括水排放部件，用于排出在氢和氧的化合反应中产生的高温水，和以未反应状态被包含在该水中的氧气，并且所述电力发生器还包括氢气排放部件，用于排出未与氧气反应的氢气。重整器包括通过燃料和氧气的氧化反应产生热能的第一反应器。

所述燃料电池系统还包括：第三热交换器，用来冷凝通过水排放部件排出的包含有未反应氧气的水，从而分别产生水和氧气；以及第一循环部分，将第三热交换器产生的水供给给燃料供给组件，将氧气供给给第一反应器。

所述燃料电池系统还包括第二循环部分，用于将从氢气排放部件排出的未反应氢气供给给第一反应器。

所述燃料电池系统还包括第四热交换器，用于蒸发从第一反应器排出的排气。该第四热交换器包括用于加热排气的加热器，所述加热器和第一反应器通过第十二供给管线互连。

所述重整器包括：第二反应器，利用热能蒸发燃料-水混合物；第三反应器，从所蒸发的燃料混合物中通过蒸发重整催化反应产生氢气；以及至少一个用于减小该氢气中一氧化碳浓度的反应器。

所述燃料电池系统还包括第一辅助燃料供给组件，用于将一氧化碳浓度减小的氢气供给给第一反应器。该第一辅助燃料供给组件包括第十三供给管线，用于将从重整器向电力发生器供给氢气的供给管线与从电力发生器向第一反应器供给未反应氢气的供给管线互连起来。

所述燃料电池系统还包括第二辅助燃料供给组件，用于另外将燃料供给给第一反应器。该第二辅助燃料供给组件包括：第十四供给管线，将燃料供给组件与第一反应器互连起来；第二泵，与该第十四供给管线相连。

在又一方面，一种燃料电池系统包括：至少一个电力发生器，通过氢

气与氧气的电化学反应产生电能；燃料供送组件，将燃料供送给电力发生器；氧气供送组件，将氧气供送给电力发生器；以及第五热交换器，经过外部负载循环燃料，以便减少外部负载产生的热量。

所述第五热交换器包括冷却板，该冷却板具有通道并且与负载接触。燃料供送组件和所述通道通过第十五供送管线互连。

所述燃料电池系统还包括重整器，通过化学催化反应利用热能从燃料产生氢气，所述重整器安装在所述电力发生器和燃料供送组件之间并且与所述电力发生器和燃料供送组件相连。

所述燃料电池系统使用聚合物电解质膜燃料电池方法或者直接甲醇燃料电池方法。

附图说明

参照结合附图的下述详细说明，本发明的更完整的评价以及其它优点将变得明了，同时也得到更深入理解。在附图中相同的附图标记指代相同或者相似的部件，其中：

图 1 是根据本发明一示例实施例的燃料电池系统的示意图；

图 2 是图 1 中的重整器的分解透视图；

图 3 是以装配状态示出的图 1 中的重整器的透视图；

图 4 是图 1 中的堆叠的分解透视图；

图 5 是根据本发明的一修改示例的堆叠的分解透视图；

图 6 是图 1 中的第一热交换器和相关元件的示意图；

图 7 是图 6 中的喷嘴部件和回收部件的分解透视图；

图 8 是图 1 中的第二热交换器和相关元件的示意图；

图 9 是图 1 中的第三热交换器和相关元件的示意图；

图 10 是图 1 中的第一循环部分和相关元件的示意图；

图 11 是图 1 中的第二循环部分和相关元件的示意图；

图 12 是图 1 中的第四热交换器和相关元件的示意图；

图 13 是图 1 中的第一辅助燃料供送组件和相关元件的示意图；

图 14 是图 1 中的第二辅助燃料供送组件和相关元件的示意图；

图 15 是根据本发明另一示例性实施例的燃料电池系统的示意图。

具体实施方式

现在将参照附图详细描述根据本发明的示例性实施例。

图1是根据本发明一示例性实施例的燃料电池系统的示意图。

在该实施例中，用于发电的燃料要包括包含氢气的燃料，诸如甲醇、乙醇或者天然气。在下文中，使用所述燃料，假定为液体形式，也许还和水混合。

而且，在根据本发明一示例性实施例的燃料电池系统100中，要与包含在燃料中的氢气反应的氧气可以是存储在独立存储容器中的纯氧气，或者只简单地为空气中所包含的氧气。在下文中，假定使用空气中所包含的氧气。

参见图1，燃料电池系统100包括：用于从燃料产生氢气的重整器30；堆叠10，用于将氢气和空气中所包含的氧气的化学反应能量转化成电能从而发电；燃料供给组件50，用于将燃料供给给重整器30；以及氧气供给组件70，用于将空气供给给堆叠10。

在带有上述基础结构的燃料电池系统100中，使用聚合物电极膜燃料电池（PEMFC）方法，其中由重整器30产生氢气，将氢气供给给堆叠10从而通过在氧气和氢气之间的电化学反应产生电能。

燃料供给组件50包括：第一罐51，用于存储液体燃料；第二罐53，用于存储水；以及第一泵55，与第一罐51和第二罐53连接。燃料供给组件50还可包括：第一阀57，安装在使第一罐51和第二罐53互连的管线上；以及第二阀59，安装在使第二罐53和第一泵55互连的管线上。第一阀57和第二阀59是传统的两路阀，可利用第一泵55的泵送力来选择开闭其所在的管线。

氧气供给组件70包括使用小泵送力实现空气吸入的空气泵71。

图2是重整器30的分解透视图，图3是在装配状态下示出的重整器30的透视图。

参照图1-3，重整器30利用化学催化反应来产生氢气，并且减小氢气中含有一氧化碳浓度。重整器30通过蒸汽重整、部分氧化或者自然反应的催化反应从液体燃料生成氢气。而且，重整器30使用诸如水气转化方法或者选择氧化方法的催化反应、或者使用分离层的精炼氢气的方法来减小氢气中所包含的一氧化碳浓度。

在示例性实施例中，重整器 30 包括顺序叠置的第一至第五反应器 31-35，这些反应器通过液体燃料与氧气之间的氧化反应产生热能，利用该能量通过上述化学催化反应从混合燃料生成氢气，并且减小氢气中的一氧化碳浓度。

更具体地，重整器 30 包括：第一反应器 31，用于产生化学催化反应所需的反应热；第二反应器 32，用于利用由第一反应器 31 产生的热能蒸发混合燃料；第三反应器 33，用于通过重整（SR）催化反应从蒸发的混合气体中产生氢气；第四反应器 34，用于通过水-气转换（WGS）催化反应来产生额外的氢气，并且实现氢气中所含一氧化碳浓度的首次减少；第五反应器 35，用于通过优选的 CO 氧化（PROX）催化反应实现氢气中所含一氧化碳浓度的二次减少。

在该示例实施例中，重整器 30 构建成第一反应器 31 位于中央，第三反应器 33 和第四反应器 34 顺序叠置在第一反应器 31 的一侧面上，第二反应器 32 和第五反应器 35 顺序叠置在第一反应器 31 的另一侧面上。流道 31a-35a 和通道孔 31d、31e、32c、32d、33b-33d、34b 和 34c 形成在各第一至第五反应器 31-35 的上侧面上（图 2 和图 3 中），从而使流体流过。而且，可将盖 36 安装在远离第三反应器 33 的第四反应器 34 的一侧面上。第一至第五反应器 31-35 可以是具有预定长度和宽度的四边形板，可由具有导热性的金属制成，诸如铝、铜和钢。

第一反应器 31 是加热元件，该加热元件产生生成氢气所需的热能，并且预热整个重整器 30。第一反应器 31 通过液体燃料与空气之间的氧化催化反应进行燃烧。

第一反应器 31 包括四边形板形式的第一主体 31p。第一流道 31a 在第一主体 31p 中形成，以使燃料和空气流动。第一流道 31a 具有起始端和终止端，并且形成在与第二反应器 33 相邻的第一主体 31p 的一侧上。而且，催化剂层（未示出）形成在第一流道 31a 中，用于实现对于燃料和空气的氧化反应的催化操作。

而且，第一进入孔 31b 形成在第一反应器 31 的第一主体 31p 中，通过该进入孔 31b 将液体燃料和空气供送给第一流道 31a。第一排出孔 31c 也形成在第一反应器 31 的第一主体 31p 中，通过该排出孔 31c 将在经过第一流道 31a 时经过氧化并且燃烧的燃烧后气体排出。第一进入孔 31b 与第一流道

31a的起始端相连,第一排出孔31d与第一流道31a的终止端相连。而且,第一通道孔31d和第二通道孔31e形成在第一排出孔31c的区域中。第一进入孔31b通过第一输送管线111与燃料输送组件50的第一罐51相连,并且通过第二输送管线72与氧气输送组件70的空气泵71相连。第三阀75安装在第二输送管线72上。

第二反应器31接收输送的混合燃料,来产生氧气。第二反应器32接收来自第一反应器31的热能来蒸发混合气体。

第二反应器32包括四边形板形式的第二主体32p。第二流道32a形成在第二主体32p中,从而使混合燃料流动。第二流道32a具有起始端和终止端,并且形成在与第一反应器31相邻的第二主体32p的一侧面上。催化剂层(未示出)形成在第二流道32a中,用来加快混合燃料的蒸发。

而且,第二进入孔32b形成在第二反应器32的第二主体32p中,通过该第二进入孔32b将混合燃料输送给第二流道32a。第二进入孔32b与第二流道32a的起始端相连。而且与第一反应器31的第一通道孔31d连通的第三通道孔32c形成在第二主体32p中,与第一反应器31的第二通道孔31e连通并且连接到第二流道32a的第四通道孔32d形成在第二主体32p中。

如上所述,第三反应器33通过SR催化反应从蒸发混合气体生成氢气。第三反应器33包括四边形形式的第三主体33p。第三流道33a形成在该第三主体33p中,从而使混合燃料流动。第一流道33a具有起始端和终止端,并且形成在与第四反应器34相邻的第三主体33p的一侧面上。而且,催化剂层(未示出)形成在第三流道33a中,用来加快在蒸发混合燃料上进行的重整反应操作。

为了接收来自第二反应器32的蒸发混合燃料,在第三反应器33的第三主体33p中形成与第一反应器31的第二通道孔31e连通的第五通道孔33b、与第三流道33a的终止端连接的第六通道孔33c、以及与第一反应器31的第一通道孔31d连通的第七通道孔33d。

如上所述,第四反应器34通过WGS催化反应产生氢气(除了在第三反应器33中产生的氢气以外),并且实现氢气中所含一氧化碳浓度的首次减少。

第四反应器34包括四边形板形式的第四主体34p。第四流道34a形成在第四主体34p中,从而使氢气流动。第四流道34a具有起始端和终止端,

并且形成在与盖 36 相邻的第四主体 34p 的一侧面上。并且，催化剂层（未示出）形成在第四流道 34a 中，用于加快氢气的转化反应。

而且在第四反应器 34 的第四主体 34p 中形成与第三反应器 33 的第六通道孔 33c 连通的第八通道孔 34b、与第四流道 34a 的终止端连接并且与第三反应器 33 的第七通道孔 33d 连通的第九通道孔 34c。

第五反应器 35 通过空气与在第四反应器 34 中产生的氢气的选择 PROX 催化反应来实现氢气中所含一氧化碳浓度的二次减少。

第五反应器包括四边形板形式的第五主体 35p。第五流道 35a 形成在第五主体 35p 中，从而使在第四反应器 34 中生成的氢气流动。第五流道 35a 具有起始端和终止端，并且形成在与第二反应器 32 相邻的第五主体 35p 的一侧面上。催化剂层（未示出）形成在第五流道 35a 中，用来加快上述选择氧化反应。

而且，在第五反应器 35 的第五主体 35p 中形成用于将空气供送到第五流道 35a 的第三进入孔 35b、以及用于将最终生成的氢气供送到堆叠 10 的第二排出孔 35c。第三进入孔 35b 与第五流道 35a 的起始端相连，第二排出孔 35c 与第五流道 35a 的终止端相连。第三进入孔 35b 通过第七供给管线 73 与氧气供给组件 70 的空气泵 71 相连。第四阀 76 安装在第七供给管线 73 上。而且，第二排出孔 35c 通过氢气供给通道 175 与堆叠 10 相连。

分别为四边形板的第一至第五反应器 31-35 的第一至第五主体 31p-35p 的形式是这些部件的可形成形状中的一个示例。允许第一至第五主体 31p-35p 堆叠的其它结构也是可以使用的。

图 4 是堆叠 10 的分解透视图。

参见图 1 和 4，堆叠 10 包括至少一个电力发生器 11，用于通过由重整器 30 生成的氢气与空气中包含的氧气的氧化/还原反应来产生电能。每个电力发生器 11（在多于一个的情况下）通过将膜电极组件（MEA）12 置于两个分隔件 16 之间形成发电的最小单元小室。多个这样的单元小室结合形成了具有堆叠结构的示例性实施例的堆叠 10。压板 13 安装到多个电力发生器 11 的相对最外层上。但是在本发明中，在配置中没有设置压板 13 的情况下，位于所述相对最外层上的分隔件 16 可代替压板 13 使用。当使用压板 13 时，压板 13 可具有除了与所述多个电力发生器 11 挤压在一起以外的功能。即，如下文所解释的，压板 13 可作用使得分隔件 16 具有一特定的功能。

阳极电极和阴极电极安装在每个 MEA12 的相对表面上,并且电解质层位于该阳极电极与阴极电极之间。阳极电极实施氢气的氧化反应,转化的电子被向外吸引,从而由穿过电解质层向阴极电极移动氢离子的电子流产生电流。阴极电极实施氢离子、电子和氧气的转化反应,实现向水的转化。而且,所述电解质层向阴极电极移动在阳极电极中产生的氢离子。

每个分隔件 16 用作将 MEA12 的氧化/还原反应所需的氢气和空气供送到阳极和阴极的路径。每个分隔件 16 也用作串联连接相应阳极电极和阴极电极的导体。具体地说,每个分隔件 16 提供流道 17 来在紧密接触相应 MEA12 中阳极电极的表面上形成路径,用来将氢气输送到阳极,在紧密接触相应 MEA12 中阴极电极的表面上形成路径,用来将空气输送到阴极。

压板 13 包括:用于将氢气输送到相应分隔件 16 的氢气路径的第一灌输部件 13a;第二灌输部件 13b,用于将空气供给给相应分隔件 16 的空气路径;第一排放部件 13c,用于排出在相应 MEA12 的阳极电极中发生反应之后残余的氢气;以及第二排放部件 13d,用于在相应 MEA12 的阴极中氢和氧的结合反应产生的氢气和水的反应之后排出残余的空气。

第一灌输部件 13a 可通过氢气供给通道 175 连接。第二灌输部件 13b 可通过第四供给管线 74 连接到氧气供给组件 70 的空气泵 71。第五阀 77 安装在第四供给管线 74 上。

具有上述的结构堆叠 10 也可包括通道组件 21,该通道组件 22 包括至少一个通道 22。通道组件 21 位于相邻电力发生器 22 之间。在一个实施例中,通道组件 21 包括高温传导部件 23,为位于两个或三个电力发生器 11 之间的板的形式。高温传导部件 23 由热传导金属材料制成,能容易地传递在电力发生器 11 中产生的热量。所述金属材料的示例包括铝、铜和钢。

图 5 是根据本发明一修改示例的堆叠的分解透视图。

参见图 5,在根据本发明一修改示例的该堆叠中,具有至少一个通道 22 的通道组件 21 形成在电力发生器 11 的分隔件 16 中。每个通道组件 21 包括在相邻分隔件 16 中形成的凹槽 22a。当相邻分隔件 16 紧密接触时,凹槽 22a 结合从而形成通道 22。

在本发明的燃料电池系统 100(图 1)中,在重整器 30 中产生的热能被供给给堆叠 10 的电力发生器 11(图 4 和 5)以提高性能和热效率。用于进行操作以便预热电力发生器 11 的第一热交换器 110(图 1)位于燃料电池

系统 100 中。

图 6 是第一热交换器 110 的示意图。

参见图 1、2 和 4 至 6，第一热交换器 110 具有用来将液体燃料和空气供送到重整器 30 的第一反应器 31 的结构，从而将通过氧化反应生成的热能提供给堆叠 10 的电力发生器 11。即，第一热交换器 110 将从第一反应器 31 排出的较高温度的排气供给电力发生器 11，从而预热电力发生器 11。

第一热交换器 110 通过第一输送管线 111 与第一罐 51 和第一反应器 31 的第一进入孔 31b 连接，并且通过第二输送管线 72 与空气泵 71 和第一进入孔 31b 连接。

第一热交换器 110 包括：喷嘴部件 114，用于向电力发生器 11 喷洒从第一反应器 31 发出的排气；以及回收部件 117，用于在排气通过电力发生器 11 之后回收排气。

图 7 是图 6 中喷嘴部件 114 和回收部件 117 的分解透视图。

参见图 4 至 7，喷嘴部件 114 将从第一反应器 31 发出的排气供给堆叠 10 的通道组件 21，从而预热与通道组件 21 紧密接触的电力发生器 11。喷嘴部件 114 与通道部件 21 的通道 22 连接。喷嘴部件 114 包括多个与通道 22 连通的喷嘴孔 115，并且为一端开口、相对端封闭的管子形式。喷嘴孔 115 从喷嘴部件 114 突出以能以紧密接触的方式插入通道 22。开口的喷嘴部件 114 的端部是被输送排气所通过的入口 116。入口 116 与第一反应器 31 的第一排出孔 31c 的连接。

回收部件 117 收集利用喷嘴部件 114 的操作穿过通道组件 21 的排气，将排气排放到系统 100 的外部或者将排气供给第一反应器 31。回收部件 117 与通道组件 21 的通道 22 连接。回收部件 117 包括多个与通道 22 连接的回收孔 118，并且为一端开口、相对端封闭的管子形式。回收孔 118 从回收部件 117 突出以能以紧密接触的方式在与插入喷嘴孔 115 的端部相对的端部处插入通道 22 中。开口的回收部件 117 的所述端部是出口 119，排气通过该出口排出。出口 119 与第六阀 112 连接，如图 1 所示。

具有上述结构的燃料电池系统 100 在电力发生器 11 通过第一热交换器 110 预热的状态下实现普通操作。在电力发生器 11 中，电能通过氢气与空气中的氧气之间的电化学反应产生。氢气和氧气之间在电力发生器 11 中的化学反应还额外产生热量。

在本发明的示例性实施例中,液体燃料和水的混合物在堆叠10中循环,从而减少了在电力发生器11中产生的热量。第二热交换器120设置用来向重整器30提供在冷却堆叠10时被加热的混合燃料。

图8是第二热交换器120和相关元件的示意图。

参见图1和8,第二热交换器120通过第五供给管线121连接燃料供给组件50和堆叠10的通道组件21,并且通过第六供给管线123连接通道组件21和重整器30的第二反应器32。

第二热交换器120包括:喷嘴部件114,用于向电力发生器11喷洒从第一罐51发出的液体燃料和从第二罐53发出的水的混合物;以及回收部件117,用于在该混合物通过电力发生器11之后回收该混合物,并将该混合物供给第二反应器32。

参见图6至7,喷嘴部件114将排气供给堆叠10的通道组件21,从而减少在电力发生器11中产生的热量。喷嘴部件114与通道部件21的通道22连接。喷嘴部件114包括多个与通道22连通的喷嘴孔115,并且为一端开口、相对端封闭的管子形式。喷嘴孔115从喷嘴部件114突出以能以紧密接触的方式插入通道22。开口的喷嘴部件114的端部是供给燃料混合物所通过的入口116。入口116与第一罐51和第二罐53通过第五供给管线121连接。

回收部件117收集利用喷嘴部件114的操作穿过通道组件21的混合气体,将该混合气体排放到第二反应器32。回收部件117与通道组件21的通道22连接。回收部件117包括多个与通道22连接的回收孔118,并且为一端开口、相对端封闭的管子形式。回收孔118从回收部件117突出以能以紧密接触的方式在与插入喷嘴孔115的端部相对的端部处插入通道22中。开口的回收部件117的所述端部是出口119,混合气体通过该出口供给到重整器30的第二反应器32。出口119通过第六供给管线123与第二反应器32的第二进入孔32b相连。

在具有上述结构的本发明的燃料电池系统100运行期间,电力发生器11中氢气和氧气的接触反应产生高温湿气,没有与氢气发生反应的含有湿气的空气被从堆叠10的第二排放部件13d排出。

在本发明的示例实施例中包括第三热交换器130,用来冷凝以与未反应空气混合的状态通过堆叠10的第二排放部件13d发出的湿气,并且生成独

立状态的水和空气。

图 9 是第三热交换器 130 和相关元件的示意图。

参见图 1 和 9, 第三热交换器 130 包括用于进行水冷凝的冷凝器 131。第二排放部件 13d 和冷凝器 13 由第八供送管线 133 连接。冷凝器 131 冷凝包含高温湿气的未反应空气, 从而产生水和空气。将由冷凝器 131 产生的水和空气通过第一循环部分 140 分别供送到燃料供送组件 50 和重整器 30。

图 10 是第一循环部分 140 和相关元件的示意图。

参见图 1 和 10, 第一循环部分 140 包括第九供送管线 141, 该第九供送管线 141 将冷凝器 131 和燃料供送组件 50 的第二罐 53 互连, 用来将水供给第二罐 53。第一循环部分 140 还包括第十供送管线 143, 该第十供送管线 143 将冷凝器 131 和第一反应器 31 的第一进入孔 31b 互连, 用来将空气供给重整器 30 的第一反应器 31。

在具有上述结构的本发明的燃料电池系统 100 的运行过程中, 在电力发生器 11 中反应之后残余的氢气被从堆叠 10 的第一排放部件 13c 排出。

在本发明的该示例性实施例中包括第二循环部分 150, 以便将未反应的氢气供给重整器 30 的第一反应器 31。

图 11 是第二循环部分 150 和相关部件的示意图。

参见图 1 和 11, 第二循环部分 150 包括第十一供送管线 151, 该第十一供送管线 151 将堆叠 10 的第一排放部件 13c 和第一反应器 31 的第一进入孔 31b 互连。

在具有上述结构的本发明的燃料电池系统 100 的运行过程中, 通过第二循环部分 150 再次供给重整器 30 的第一反应器 31 的未反应氢气中的一部分进行反应, 其余氢气以未反应状态被排出。

在本发明的该示例性实施例中包括第四热交换器 160, 用来加热排放气体并且向外排出该气体。

图 12 是第四热交换器 160 和相关元件的示意图。

参见图 1 和 12, 第四热交换器 160 包括加热器 161, 用于加热排放气体。加热器 161 和第一反应器 31 的第一排放孔 31c 通过第十二供送管线 163 互连。加热器 161 与安装在第十二供送管线 163 上的第十一阀 165 连接。

本发明的燃料电池系统 100 包括第一和第二辅助燃料供送组件 170 和 180, 分别用于进一步增加在重整器 30 的第一反应器 31 中产生的热能。

图 13 是第一辅助燃料供送组件 170 和相关元件的示意图, 图 14 是第二辅助燃料供送组件 180 和相关元件的示意图。

参见图 1 和 13, 第一辅助燃料供送组件 170 构建成使得从重整器 30 的第五反应器 35 供送到堆叠 10 的第一灌输部件 13a 的氢气被再次供送给第一反应器 31。

第一辅助燃料供送组件 170 包括第十三供送管线 171, 用于使氢气供送管线 175 和第二循环部分 150 的第十一供送管线 151 互连, 该氢气供送管线 175 连接第五反应器 35 的第二排出孔 35c 和堆叠 10 的第一灌输部件 13a。

参见图 1 和 14, 第二辅助燃料供送组件 180 构建成使得存储在燃料供送组件 50 的第一罐 51 中的液体燃料直接被供送给第一反应器 31。

第二辅助燃料供送组件 180 包括第十四供送管线 181, 该第十四供送管线将燃料供送组件 50 的第一罐 51 和第一反应器 31 的第一进入孔 31b 互连, 并且第二辅助燃料供送组件 180 还包括安装在第十四供送管线 181 上的第二泵 183。

下面将详细描述根据带有上述结构的示例实施例的燃料电池系统 100 的运行。

在燃料电池系统 100 的初始运行过程中, 第一泵 55 运行, 从而将存储在第一罐 51 中的液体燃料通过第一供送管线供送给第一反应器 31。同时, 空气泵 71 运行, 从而将空气通过第二供送管线 72 供送给第一反应器 31。液体燃料和空气通过第一反应器 31 的第一进入孔 31b 被供送到第一流道 31a。

接着, 液体燃料和空气沿着第一反应器 31 的第一流道 31a 移动以便进行催化氧化反应。因此, 预定温度的反应热通过这种氧化反应在第一反应器 31 中产生。因此, 在第一反应器 31 中产生的热能被传递给第二反应器 32、第三反应器 33、第四反应器 34 和第五反应器 35, 从而预热整个重整器 30。

在这一运行过程中, 将在第一反应器 31 中生成的燃烧气体通过第一排出孔 31 放出。因此, 排气保持相对较高的温度, 并且通过第三供送管线 113 被喷入喷嘴部件 114 的入口 116 中。

随后, 将排气通过喷嘴部件 114 的喷嘴孔 115 反射到通道部件 21 的通道 22。因此, 当排气通过通道 22 时, 排气自身的热量被传递给分隔件 16,

从而预热电力发生器 11。

接着,将通过通道 22 的排气经由回收部件 117 排放到燃料电池系统 100 的外部,或者供送给重整器 30 的第一反应器 31。

在以该方式完成对重整器 30 和电力发生器 11 的预热之后,第一泵 55 运行,从而将存储在第一罐 51 中的液体燃料和存储在第二罐 53 中的水通过燃料供送管线 58 供送到第二反应器 32。第二反应器 32 接收在第一反应器 31 中产生的热量,从而被预热到预定温度。

在上述操作之后,液体燃料和水的混合物在流经第二反应器 32 的第二流道 32a 的同时被其加热蒸发。蒸发的燃料混合物顺序通过第二反应器 32 的第四通道孔 32d、第一反应器 31 的第二通道孔 31e、第三反应器 33 的第五通道孔 33b,从而流过第三反应器 33 的第三流道 33a。因此,第三反应器 33 从蒸发的燃料混合物中通过蒸发重整催化反应产生氢气。即,混合燃料的分解反应和一氧化碳的变性反应(degeneration reaction)同时在第三反应器 33 的蒸发重整催化反应中出现,因此产生包含一氧化碳和氢的氢气。在这一过程中,第三反应器 33 难以完全实现一氧化碳的变性反应,因此生成包含少量一氧化碳作为次产物的氢气。

接着,氢气通过第三反应器 33 的第六通道孔 33c 和第四反应器 34 的第八通道孔 34b 沿着第四反应器 34 的第四流道 34a 流动。因此,第四反应器 34 通过水气转化催化反应产生另外的氢气,并且实现了在氢气中包含的一氧化碳浓度的首次减少。

随后,通过第四反应器 34 的第四流道 34a 的氢气经由第四反应器 34 的第九通道孔 34c、第三反应器的第七通道孔 33d、第一反应器 31 的第一通道孔 31d、以及第二反应器 32 的第三通道孔 32c 流入第五反应器 35 的第五流道 35a。

同时,空气泵 71 运行,从而将空气通过第七供送管线 73 喷入第五反应器 35 的第三进入孔 35b。因此,第五反应器 35 通过选择氧化催化反应实现氢气中所包含的一氧化碳浓度的二次减少。

接着,将氢气通过气体供送管线 175 供送给堆叠的第一灌输部件 13a。同时,空气泵 71 运行,从而将空气通过第四供送管线 74 供送给堆叠 10 的第二灌输部件 13b。因此,将氢气经由分隔件 16 的空气路径供送给 MEA12 的阳极电极。另外,将空气经由分隔件 16 的空气路径供送给 MEA12 的阴

极电极。

因此，通过在阳极电极处的氧化反应将氢气分解为电子和质子（氢离子）。另外，质子穿过电解质层向阴极电极移动，并且由于电子不能穿过该电解质层，因此电子穿过分隔件 16 朝向 MEA12 的相邻阴极电极移动。在该运行中电子流产生电流。而且，通过移动的质子、电子和氢的还原反应另外产生出水和热量。在电力发生器 11 中产生的热量被通过分隔件 16 传递给通道组件 21。在该过程中，第一泵 55 运行，从而将存储在第一罐 51 中的液体燃料和存储在第二罐 53 中的水通过第五输送管线 121 供给给喷嘴部件 114 的入口 116。

接着，液体燃料和水的混合物被通过喷嘴部件 114 的喷嘴孔 115 供给给通道部件 21 的通道 22。因此，混合燃料通过通道 22 以减少由电力发生器 11 产生的热量。接着，通过通道 22 的混合燃料由回收部件 117 收集。同时，混合燃料冷却电力发生器 11，并且并加热到预定温度。

随后，将预热后的混合燃料通过第六输送管线 123 供给给第二反应器 32。混合燃料通过喷嘴部件 114 在第一泵 55 的泵送力的作用下被喷洒到通道组件 21 中，并且由回收部件 117 收集以供送给第二反应器 32 的第二进入孔 32b。接着，重整器 30 利用上述连续操作产生氢气，并且将氢气供给给堆叠 10 的第一灌输部件 13a。

在电力发生器 11 发电的过程中，通过分隔件 16 供给给 MEA12 的部分空气发生反应，剩余的空气通过第二排放部件 13d 以包含高温湿气的状态排出，该高温湿气由氢和氧结合反应产生。

接着，包含未反应空气的湿气通过第八输送管线 133 被供给给冷凝器 131。因此，湿气通过经由冷凝器 131 而被转化为水。水通过第九输送管线 141 返回到第二罐 53，并且空气通过第十输送管线 143 返回到第一反应器 31。

而且，通过分隔件 16 供送到 MEA12 的阳极电极的部分氢气在电力发生器 11 发电的过程中发生反应，剩余氢气未反应，并且通过第一排放部件 13c 排出。

接着，未反应的氢气通过第十一输送管线 151 被供给给第一反应器 31。此时，被再次供给给第一反应器 31 的未反应氢气中的一部分发生反应，剩余部分以未反应状态通过第一反应器 31 的第一排出孔 31c 被排出。因此，

排气通过第十二输送管线 163 被输送给加热器 161, 以便被加热。加热后的排气通过第十一阀 165 排放到燃料电池系统 100 的外部。

另外, 将从重整器 30 的第五反应器 35 被输送给堆叠 10 的第一灌输部件 13a 的氢气通过第十三输送管线 171 再次输送给第一反应器 31。因此, 在燃料电池系统 100 的重整器 30 上起作用的热能进一步增加。而且作为另外一种增加在重整器 30 上起作用的热能的方法, 可运行第二泵 183, 从而将存储在第一罐 51 中的液体燃料通过第十四输送管线 181 输送给第一反应器 31。

图 15 是根据本发明另一示例实施例的燃料电池系统的示意图。相同的附图标记指代与图 1 所示部件相同的部件。

根据本发明另一示例实施例的燃料电池系统 200 使用图 1 所示燃料电池系统的基础结构, 但构建用来减小由诸如膝上型计算机或移动电话的电子器件的负载 199 产生的热量。负载 199 安装在电子器件中, 并且包括应用燃料电池系统 200 中产生的电能的中央处理单元 (CPU)、各种电路元件等。

燃料电池系统 200 包括循环存储在燃料输送组件 50 的第一罐 51 和第二罐 53 中的液体燃料、水和/或液体燃料与水的混合物(下文中简称“燃料”)的第五热交换器 190。所述燃料穿过负载 199 循环, 从而减少在负载 199 处产生的热量。燃料电池系统 200 应用聚合物电极膜燃料电池 (PEMFC) 方法, 其中氢气通过重整器 30 产生, 该氢气被输送给电力发生器 11, 以便通过与氧进行电化学反应来产生电能。可选地, 燃料电池系统 200 可使用直接甲醇燃料电池 (DMFC) 方法, 其中将燃料直接输送给电力发生器 11 来产生电力。DMFC 方法的燃料电池可将重整器 30 从燃料电池系统 200 中去除, 这与使用 PEMFC 方法时不同。在下文中, 假定燃料电池系统 200 使用 PEMFC 方法。应该明白, 本发明在产生电力的方法上没有限制。

第五热交换器 190 包括具有通道 191 的冷却板 193, 该冷却板接触负载 199。燃料输送组件 50 和通道 191 通过第十五输送管线 195 互连。

在该示例性实施例的燃料电池系统 200 中, 存储在第一罐 51 和第二罐 53 中的燃料通过第十五输送管线 195 被输送给通道 191。在负载 199 中产生的热量传递到冷却板 193。因此, 燃料在流过通道 191 时冷却冷却板 199。而且将在冷却负载 199 时被加热的燃料输送给电力发生器 11 和重整器 30。

本发明的燃料电池系统具有在系统的初始运行过程中能预热重整器和堆叠的结构，因此整个系统的热效率提高。

而且，在正常运行过程中，发电所需的燃料用来减少由堆叠产生的热量，从而冷却堆叠，并且预热后的燃料被输送给重整器。因此，系统的冷却效率提高，冷却堆叠时的热损失减少，利用堆叠的放热满足了重整器运行的预热需求。

另外，从堆叠排出的未反应空气作为水和蒸气回收，该水和蒸气用作产生氢气的燃料。因此，不会从堆叠泄漏水，系统的整个热效率提高，燃料罐的容量减小，从而整个系统更紧凑。

最后，由于从堆叠排出的未反应氢气用作重整器的能量源，因此整个系统的热效率额外提高。

虽然已经结合特定的示例性实施例详细描述了本发明的实施例，但应该明白本发明不局限于所公开的示例性实施例，相反本发明旨在覆盖包括在本发明所附权利要求限定的精神和范围内的各种修改和/或等效设置。

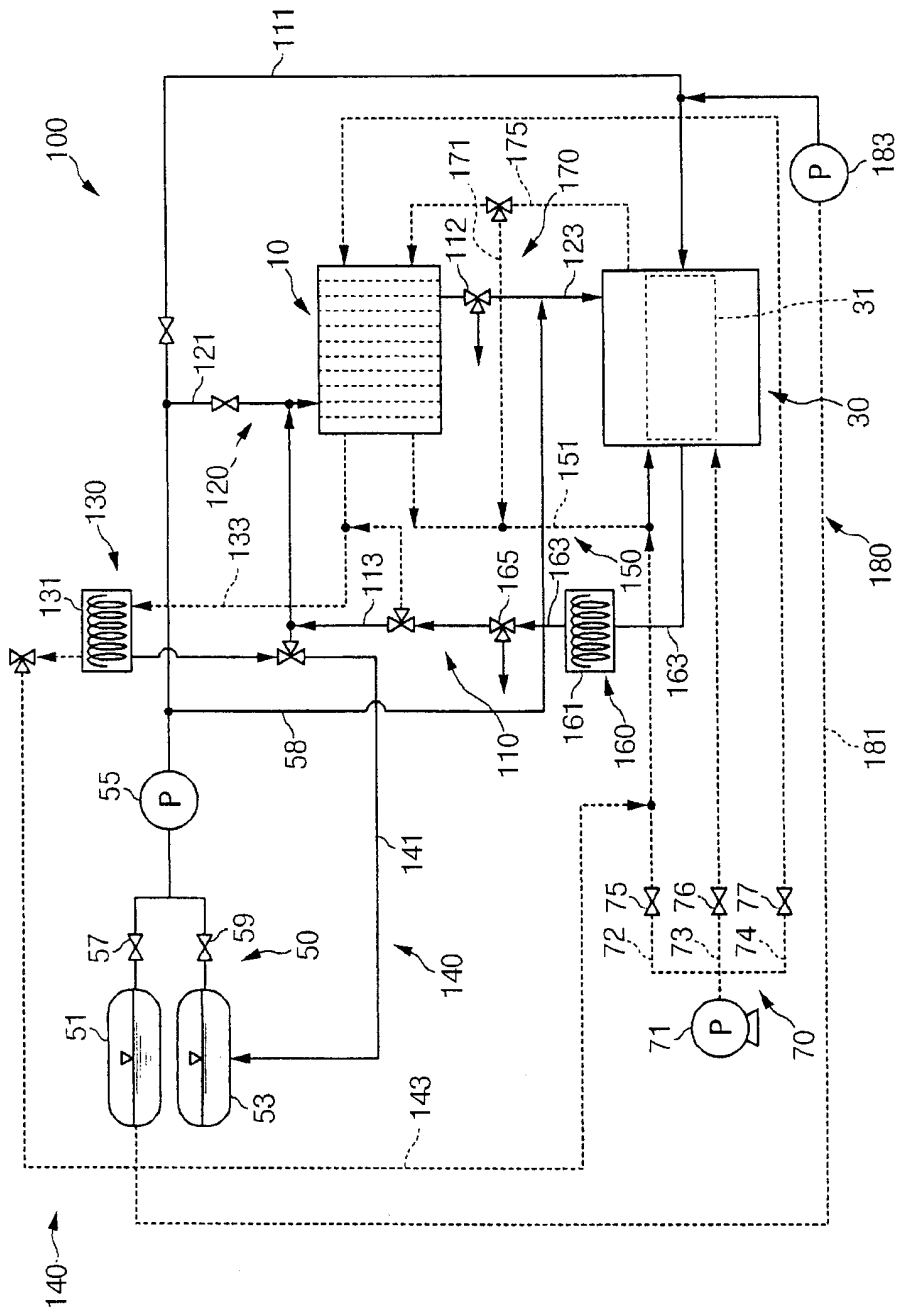


图 1

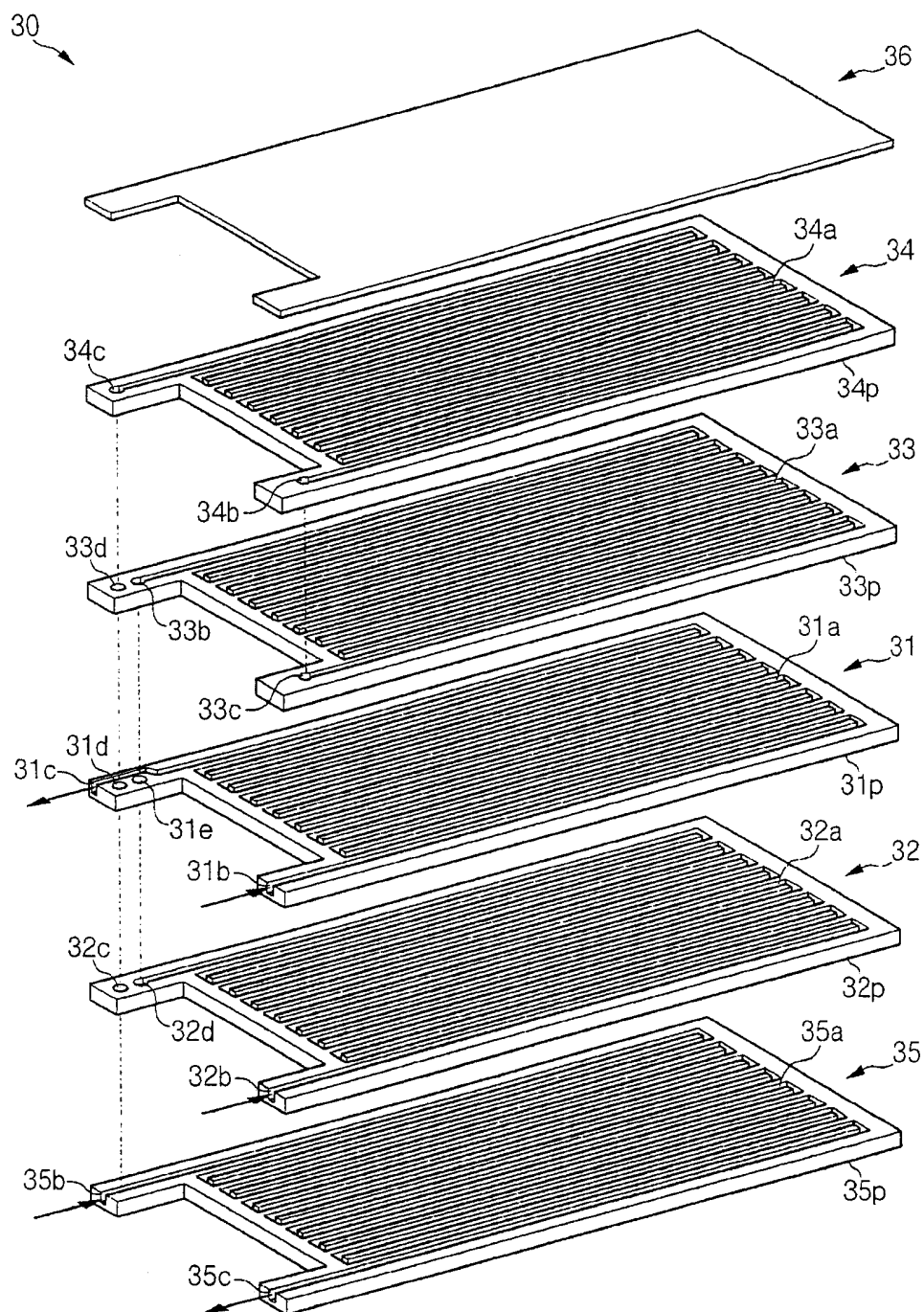


图 2

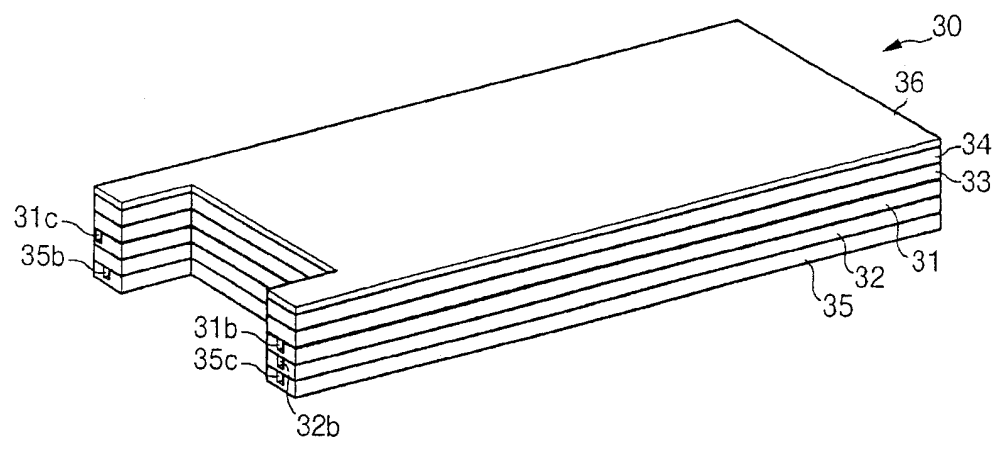


图 3

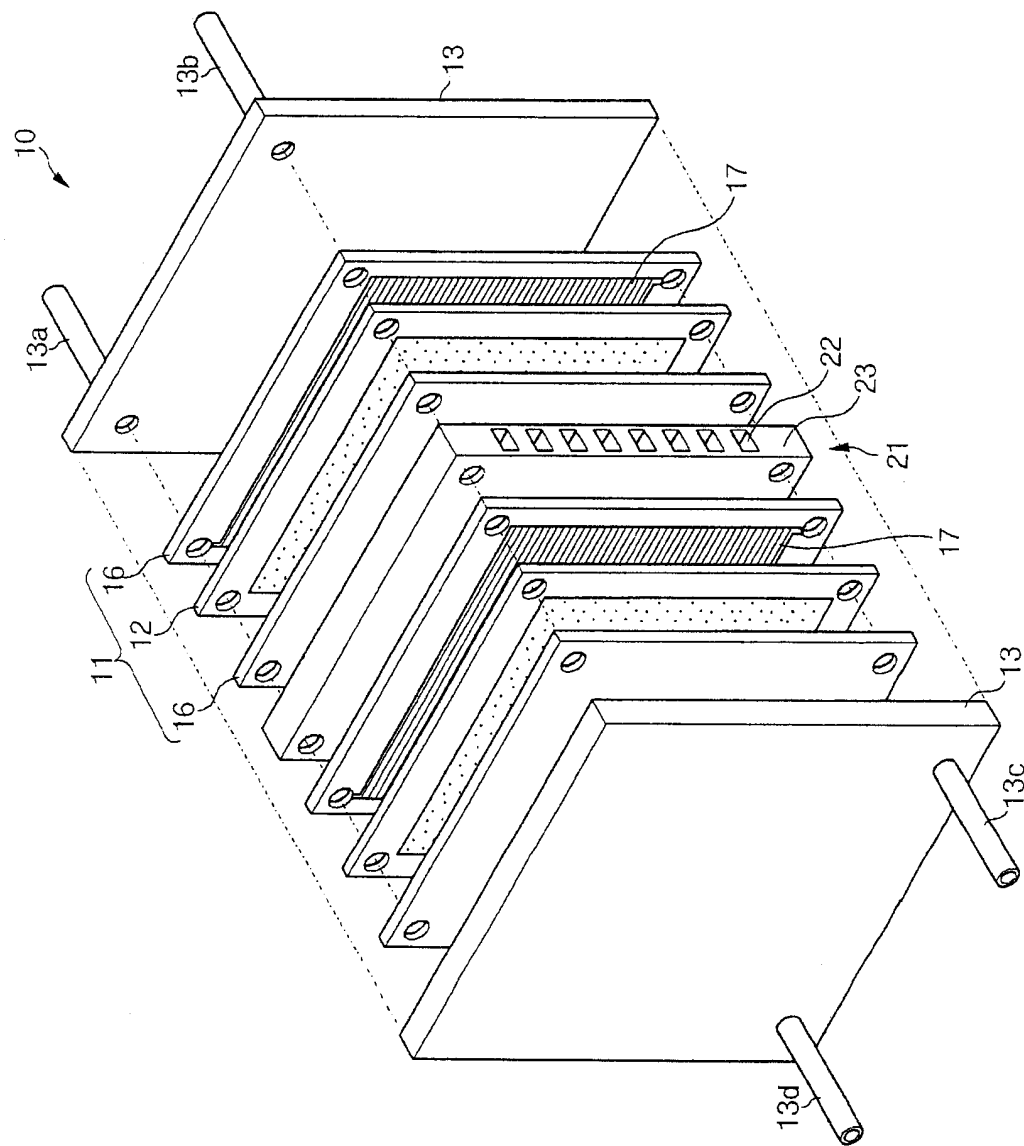
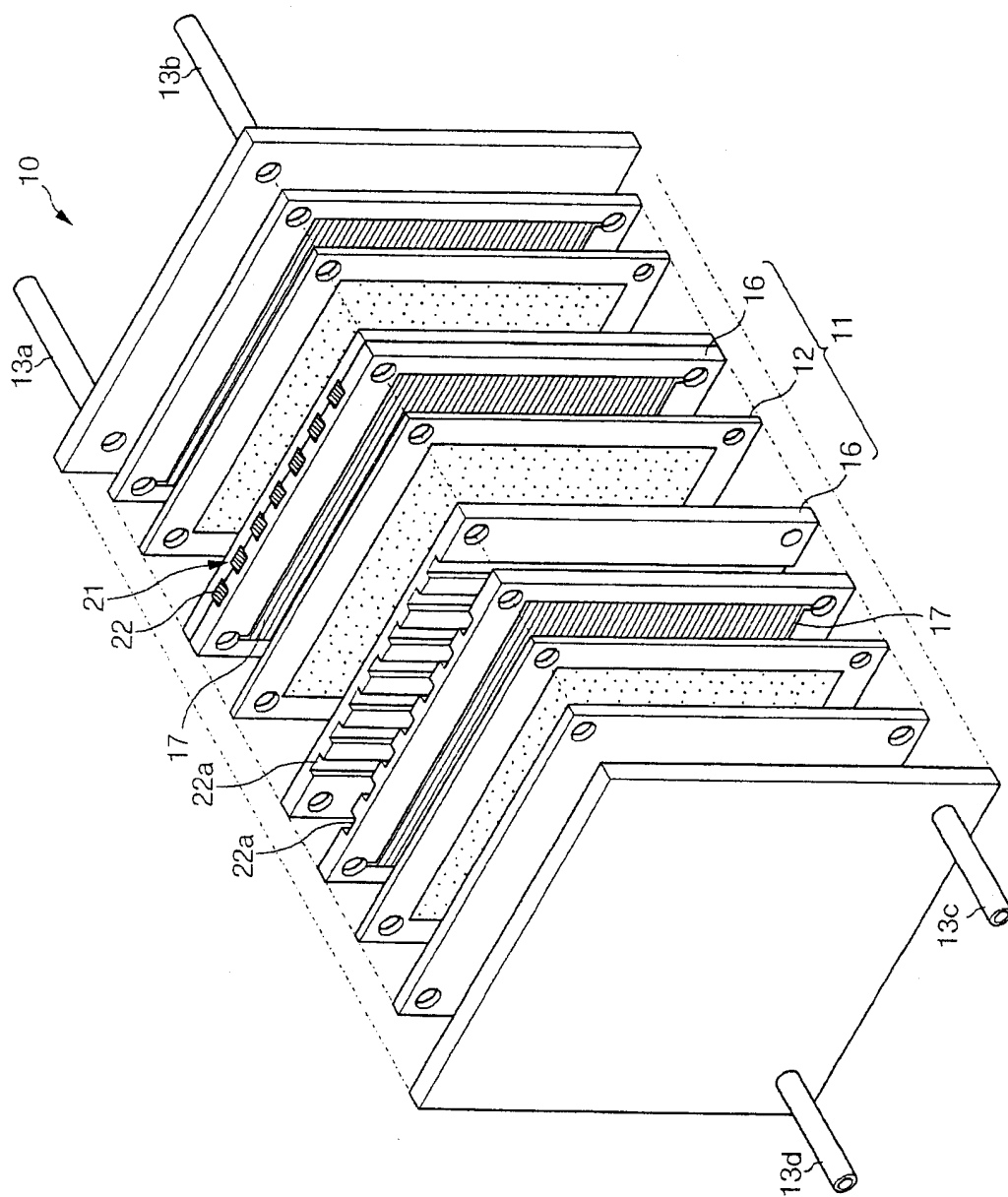
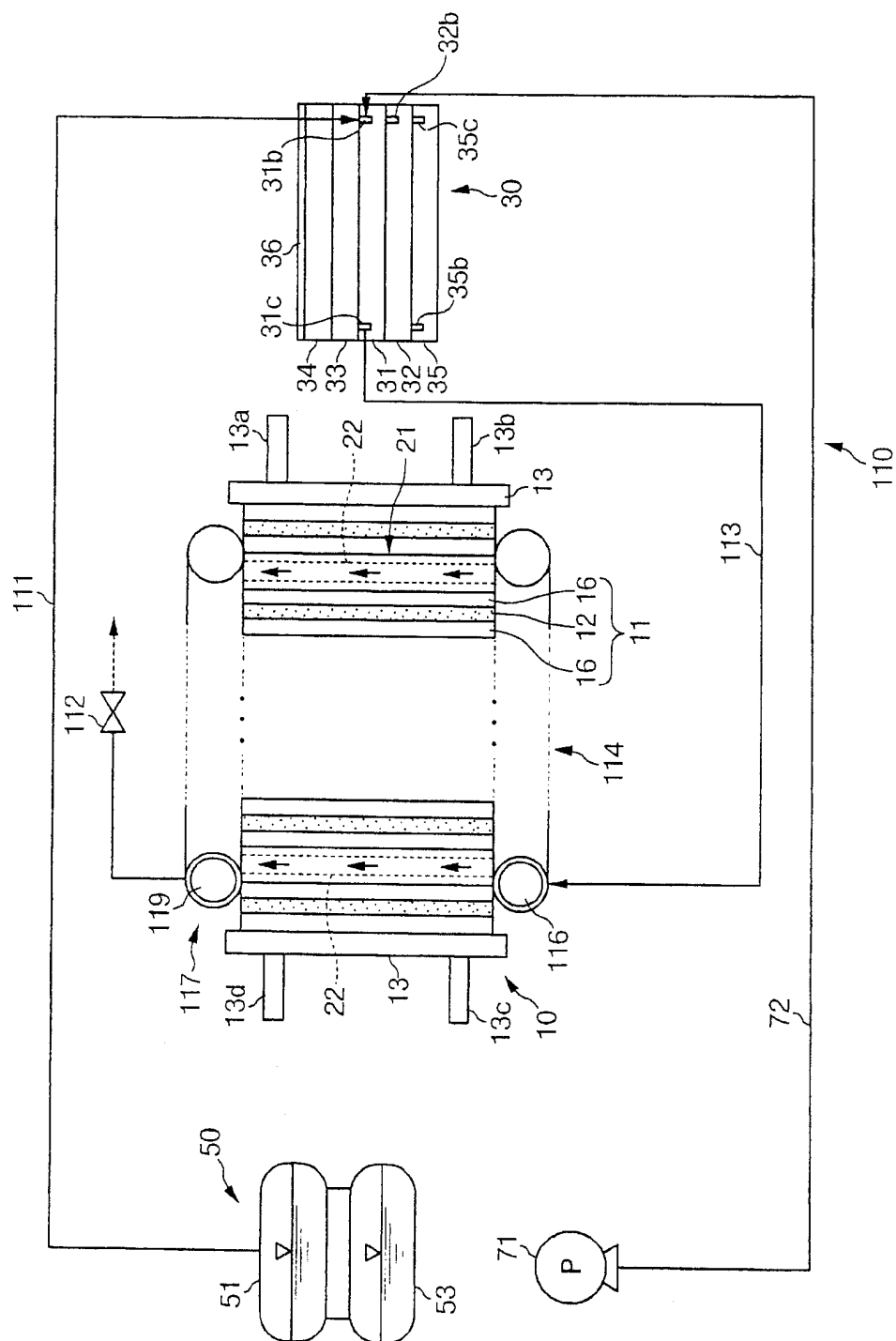


图 4



5



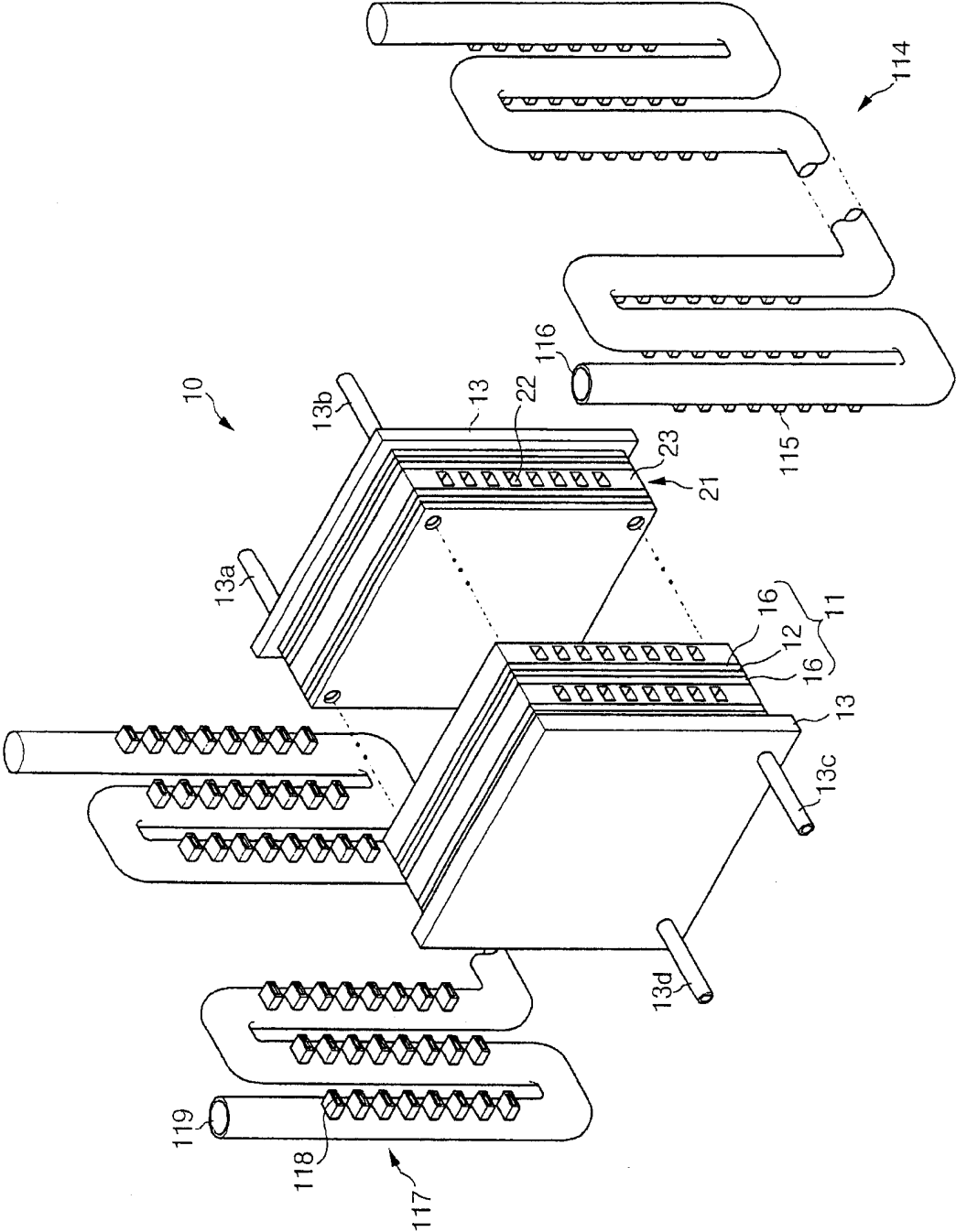


图 7

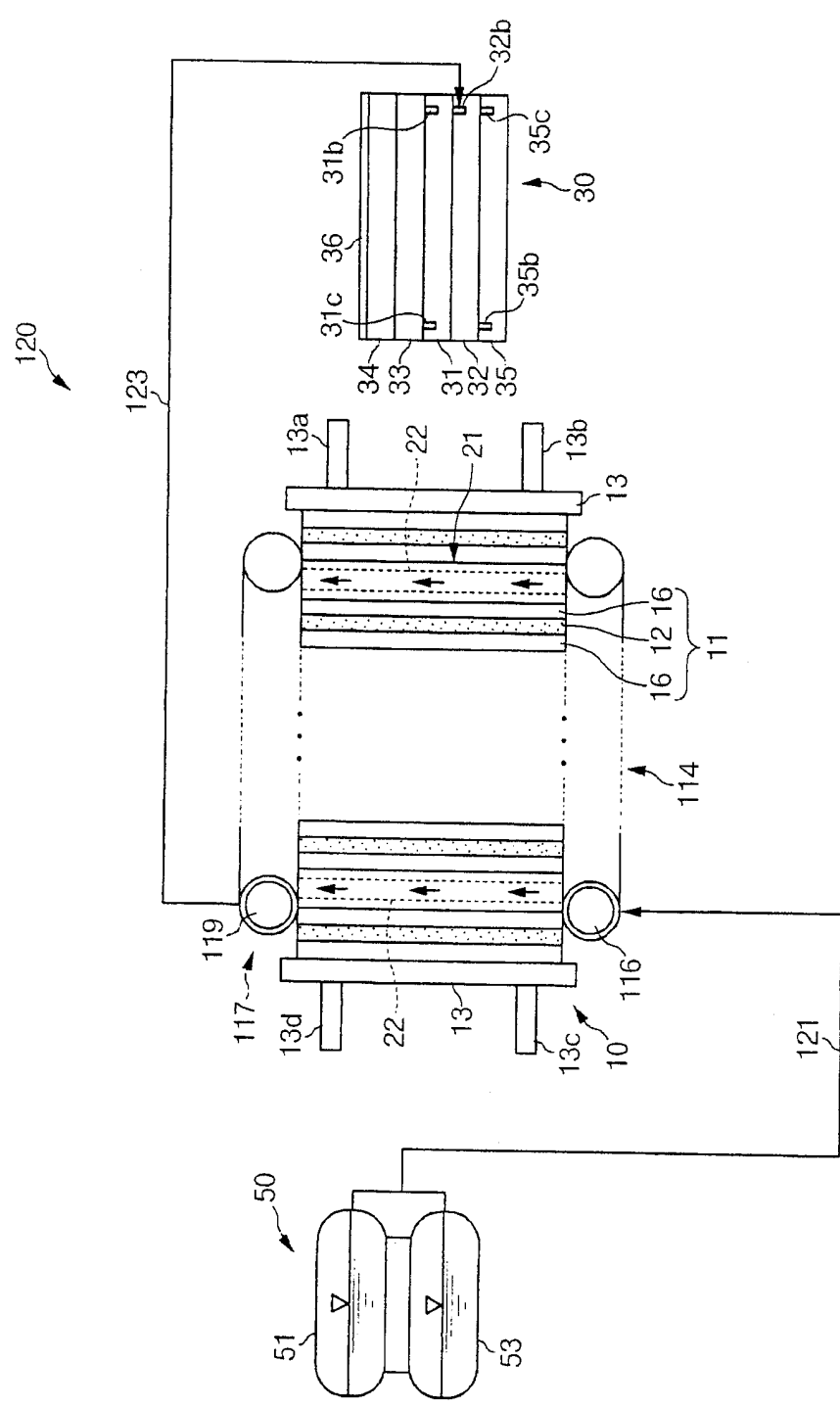
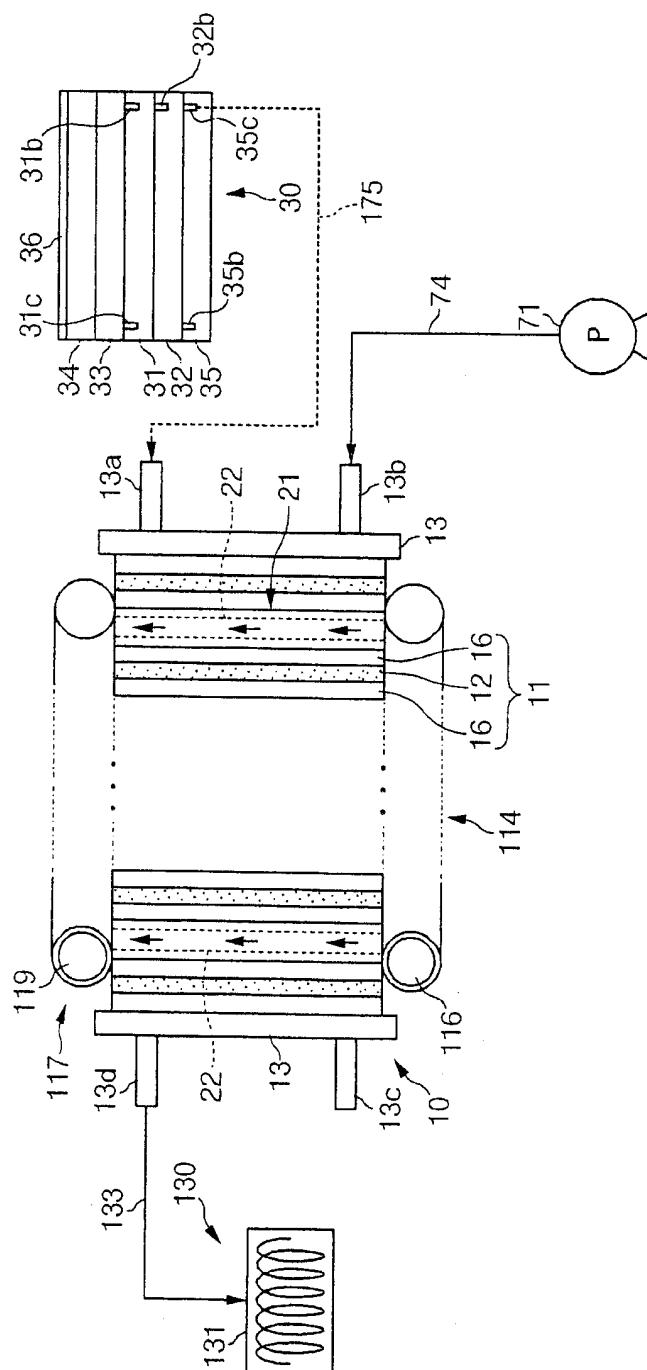


图 8



9
[X]

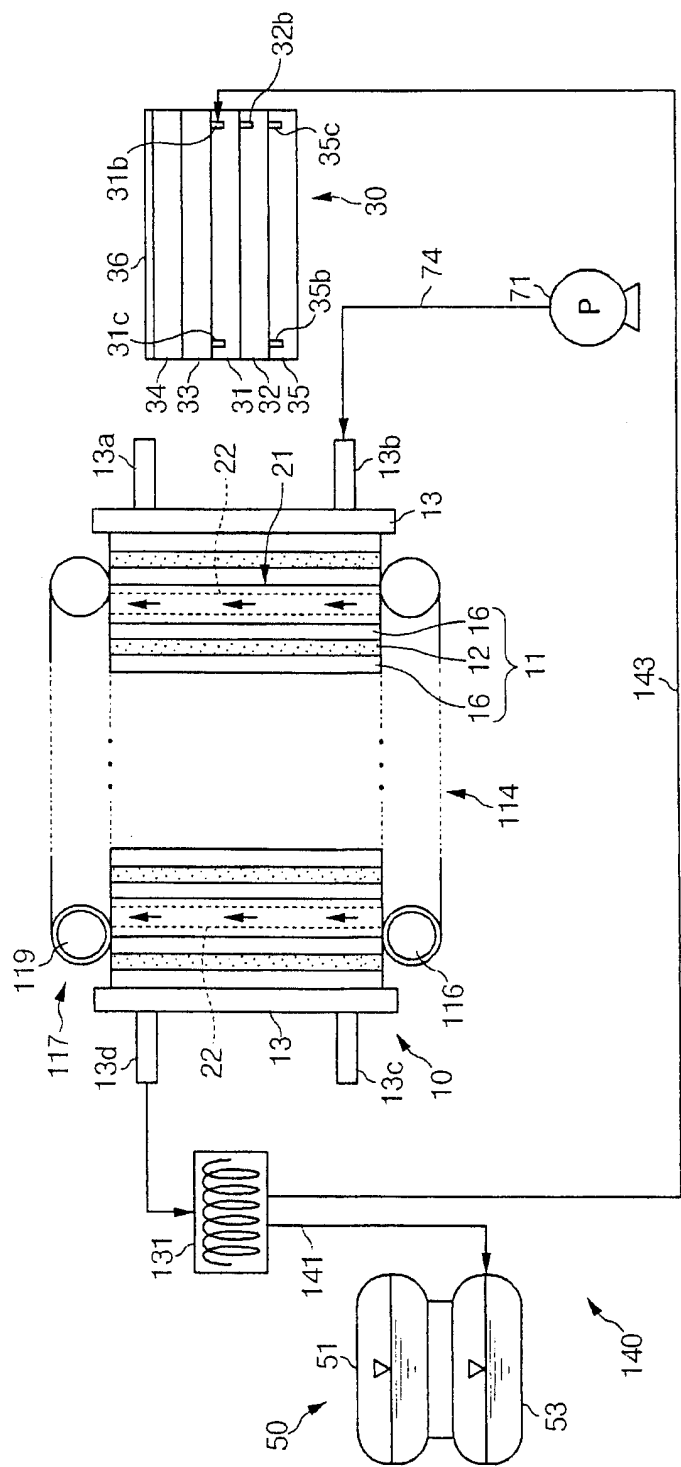


图 10

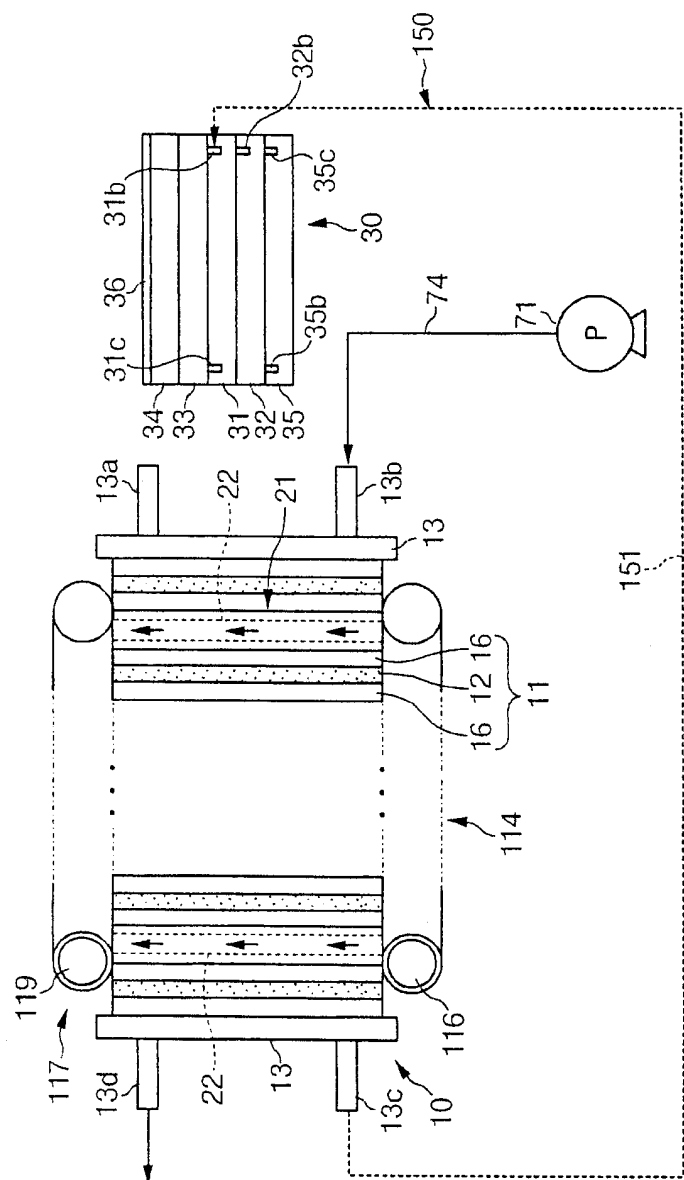


图 11

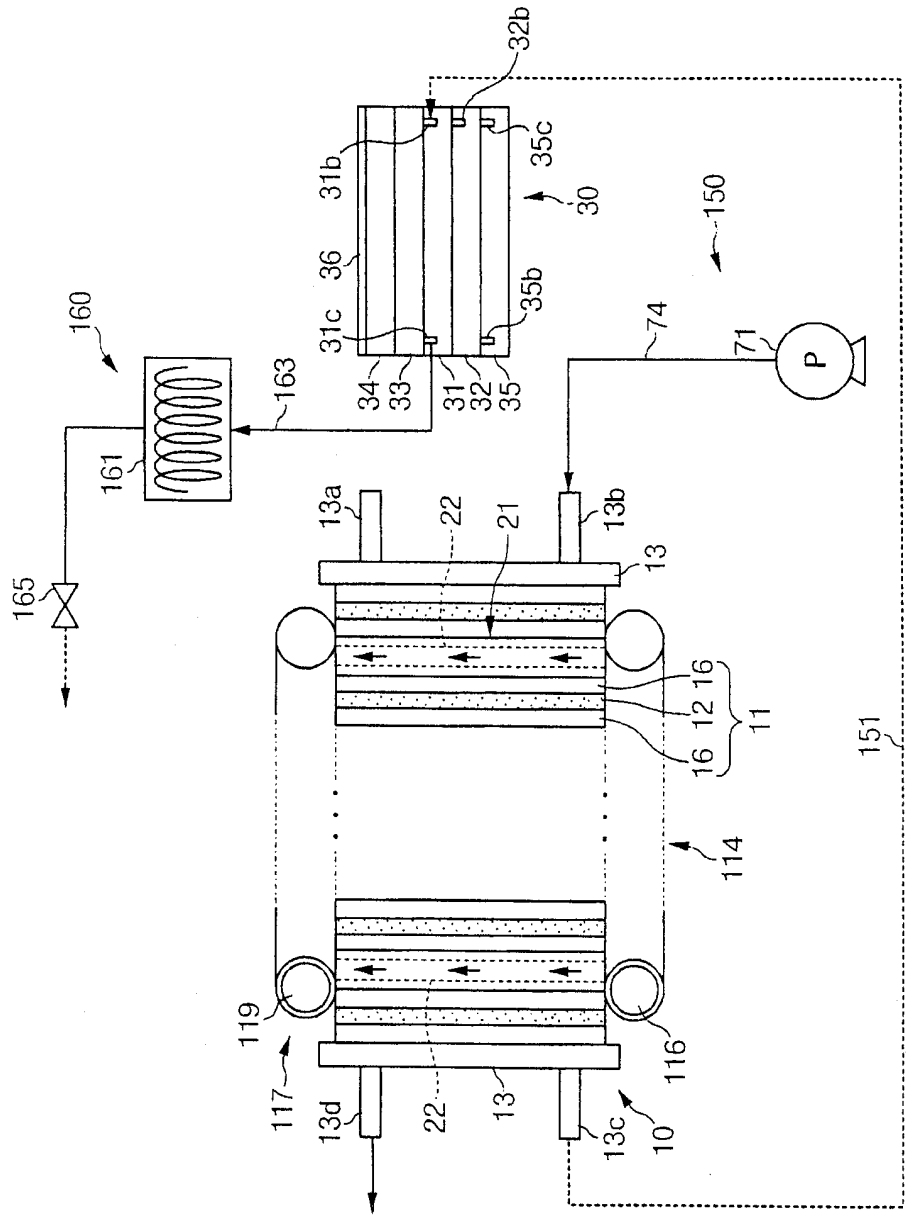


图 12

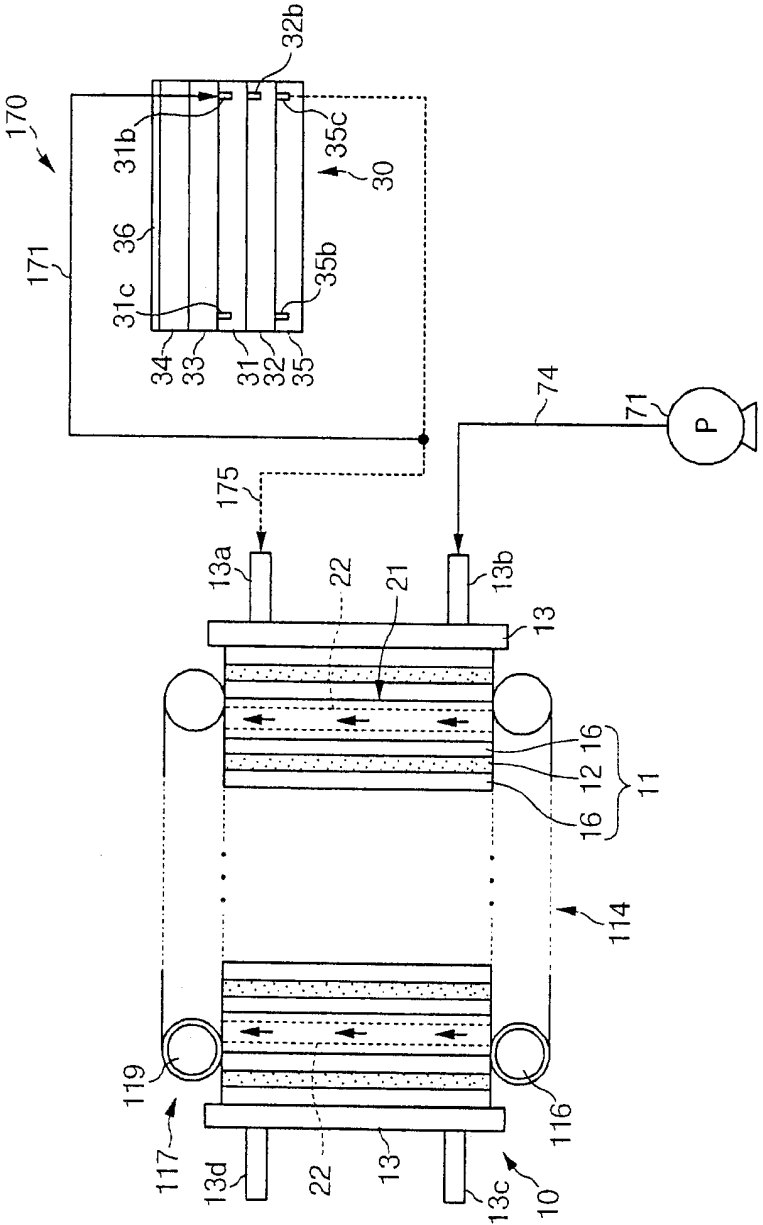


图 13

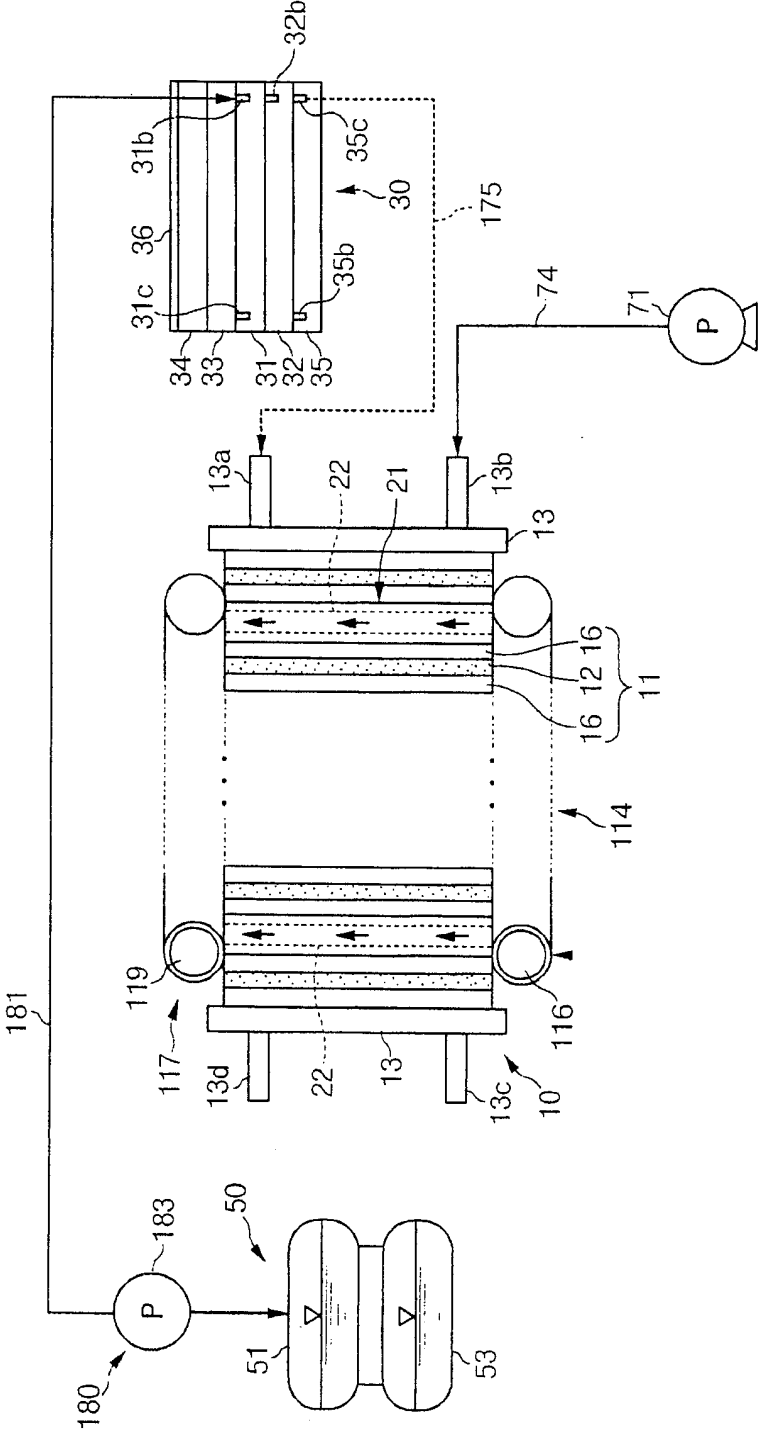


图 14

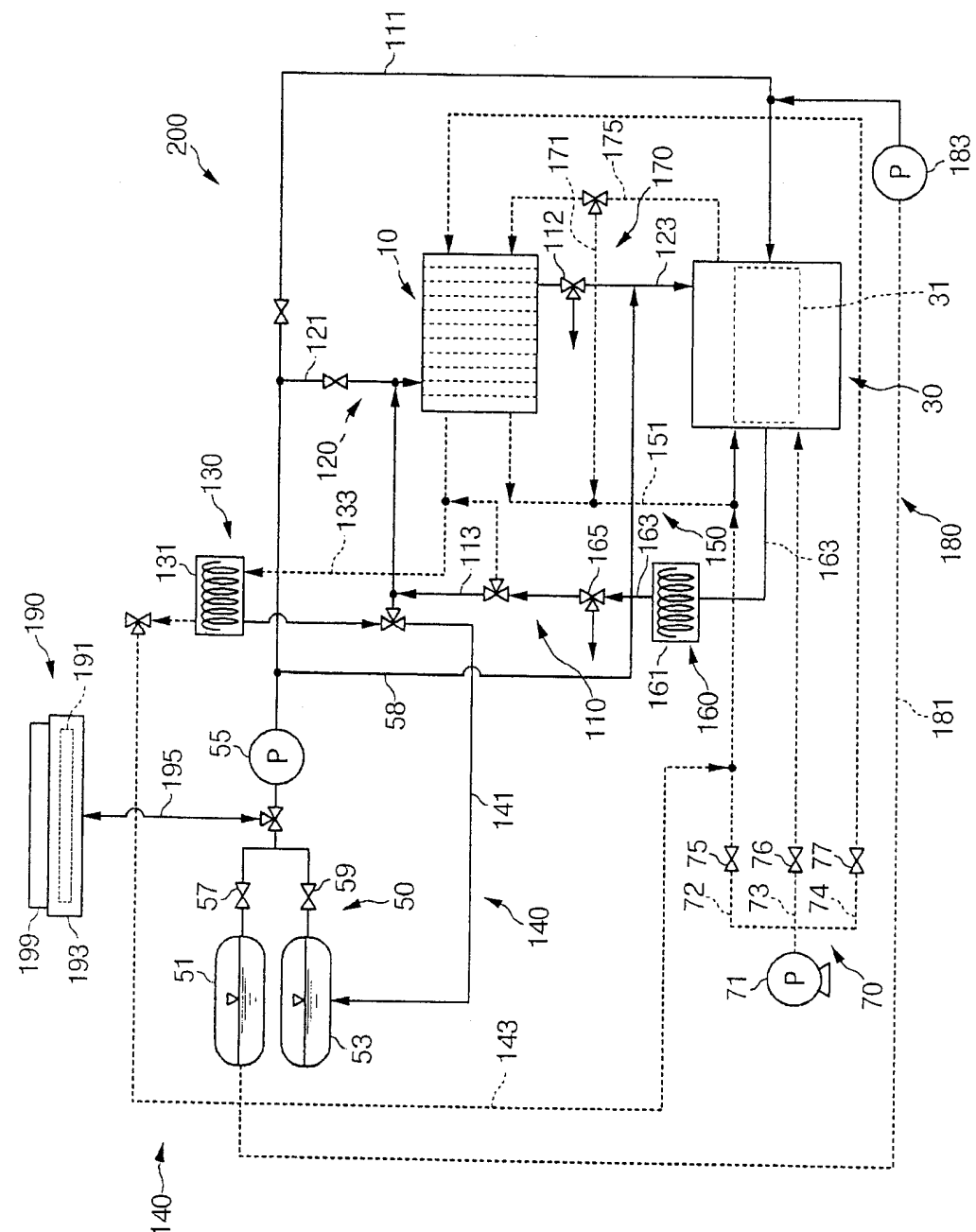


图 15