



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103401011 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201310273456. 0

(56) 对比文件

(22) 申请日 2008. 04. 04

CN 1108005 A , 1995. 09. 06, 说明书第 8 页  
倒数第 1-2 段 - 第 10 页第 1-2 段, 图 1-6.

(30) 优先权数据

11/800, 994 2007. 05. 08 US

US 2004/0197608 A1 , 2007. 10. 07, 全文 .

(62) 分案原申请数据

200880015047. 8 2008. 04. 04

US 2008/0171255 A1 , 2008. 07. 17, 全文 .

(73) 专利权人 瑞莱昂公司

审查员 梁锦娟

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 斯科特·A·斯平克 戴维·R·洛特

马修·M·莱特 埃里克·J·瑞安

迪内希·S·叶穆尔

约翰·M·费希尔

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 王允方

(51) Int. Cl.

H01M 8/24(2006. 01)

H01M 8/02(2006. 01)

H01M 8/04(2006. 01)

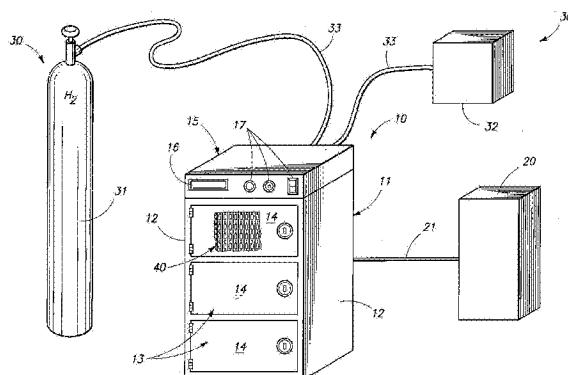
权利要求书2页 说明书21页 附图23页

(54) 发明名称

质子交换薄膜燃料电池堆叠和燃料电池堆叠  
模块

(57) 摘要

本发明揭示一种质子交换薄膜燃料电池堆叠和新颖的质子交换薄膜燃料电池模块,且其中所述质子交换薄膜燃料电池堆叠包含多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块,且所述燃料电池堆叠模块通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起。



1. 一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包括：

多个串联布置的质子交换薄膜燃料电池模块；

各质子交换薄膜燃料电池模块包括：

框架，所述框架具有内部和外部周边边缘以及第一和第二侧，且其中所述内部周边边缘界定相对于所述第二侧的内部腔；

集电隔板，其安装在所述框架的所述第一侧上；

质子交换薄膜，其具有阳极侧和阴极侧；

第一导电多孔层，其相对于所述阳极侧并置；

第二导电多孔层，其相对于所述阴极侧并置；

导电散热片，其相对于所述第二导电多孔层并置；且

其中所述框架界定空气通路，所述空气通路在所述内部与外部周边边缘之间延伸且与其所述内部腔连通，且其中所述质子交换薄膜、所述第一和第二导电多孔层以及所述导电散热片有效地封闭于所述内部腔中以使所述框架的第二表面和所述导电散热片均接触相邻质子交换薄膜燃料电池模块的框架的集电隔板；

其中所述多个串联布置的质子交换薄膜燃料电池模块通过相邻于各相邻质子交换薄膜燃料电池模块的阴极侧而定位的各质子交换薄膜燃料电池模块的阳极侧而与另一质子交换薄膜燃料电池模块相关联以形成所述质子交换薄膜燃料电池堆叠。

2. 根据权利要求 1 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠，其中所述空气通路为水平定向或其中所述空气通路为垂直定向。

3. 根据权利要求 1 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠，其中所述框架的所述第一侧与所述相邻质子交换薄膜燃料电池模块的框架的第二侧自对准。

4. 根据权利要求 1 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠，其中所述框架包括形成于其中的在所述框架的所述第一侧和所述框架的所述第二侧之间的燃料空气通路，其与形成于所述相邻质子交换薄膜燃料电池模块的框架的第一侧和第二侧之间的另一燃料空气通路处于流体流动关系。

5. 根据权利要求 1 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠，其中所述导电散热片是波纹或折叠散热片、挤压金属散热片、机加工金属散热片或铸件金属散热片。

6. 一种包括权利要求 1 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠的质子交换薄膜燃料电池堆叠电力系统。

7. 根据权利要求 6 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠电力系统，其进一步包括：另一质子交换薄膜燃料电池堆叠以及数字控制系统，所述数字控制系统经配置以控制所述质子交换薄膜燃料电池堆叠和所述另一质子交换薄膜燃料电池堆叠。

8. 一种质子交换薄膜燃料电池堆叠系统，其包括：

多个串联布置的质子交换薄膜燃料电池模块；

各质子交换薄膜燃料电池模块包括：

框架，所述框架具有通常相对的第一和第二主表面以及外部周边定义的表面和内部腔定义的表面，所述外部周边定义的表面和所述内部腔定义的表面的每一者在所述第一和第二主表面之间延伸以定义所述框架的宽度；

集电隔板，其邻近于所述框架的所述第一主表面而安装；

质子交换薄膜，其具有阳极侧和阴极侧；  
第一导电多孔层，其相对于所述阳极侧并置；  
第二导电多孔层，其相对于所述阴极侧并置；以及  
导电散热片，其相对于所述第二导电多孔层并置；

其中所述框架的宽度足以有效地嵌套接收所述质子交换薄膜、所述第一和第二导电多孔层以及所述第一和第二主表面之间的导电散热片，以使所述框架的所述第二主表面和所述导电散热片均接触各相邻质子交换薄膜燃料电池模块的框架的集电隔板；

其中所述多个串联布置的质子交换薄膜燃料电池模块通过相邻于各相邻质子交换薄膜燃料电池模块的阴极侧而定位的各质子交换薄膜燃料电池模块的阳极侧而与另一质子交换薄膜燃料电池模块相关联以形成质子交换薄膜燃料电池堆叠。

9. 根据权利要求 8 所述的质子交换薄膜燃料电池堆叠系统，其中所述内部腔定义的表面经配置以将所述质子交换薄膜、所述第一和第二导电多孔层以及所述导电散热片自动对准，且其中所述框架进一步包括自对准特征，所述自对准特征经配置以将所述框架与各相邻质子交换薄膜燃料电池模块的框架自动对准。

## 质子交换薄膜燃料电池堆叠和燃料电池堆叠模块

### [0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本案是分案申请。该分案的母案是申请日为 2008 年 4 月 4 日、申请号为 200880015047.8、发明名称为“质子交换薄膜燃料电池堆叠和燃料电池堆叠模块”的发明专利申请案。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠和一种燃料电池堆叠模块，且更具体来说，涉及一种由多个串连电连接的燃料电池堆叠模块组成的质子交换薄膜燃料电池堆叠，所述燃料电池堆叠模块通过减少的压缩力耦合在一起，且在小于所述减少的压缩力的压力下实现最佳电性能。

### 背景技术

[0004] 燃料电池是一种电化学装置，其将氢气、燃料源和通常得自环境空气的氧气进行反应以产生电、水和热。基本过程是高度有效的，且以纯氢为燃料的燃料电池大体上无污染。此外，由于燃料电池可被组装为具有各种大小的模块，因此已开发出电力系统以产生广阔范围的电功率输出。由于这些属性的结果，燃料电池电力系统很有希望作为用于大量应用的环境友好且可行的电来源。

[0005] 多种已知燃料电池技术中的一者是质子交换薄膜 (PEM) 燃料电池。PEM 燃料电池操作所根据的基本电化学过程在此项技术中充分地被理解且知道。典型的单个 PEM 燃料电池产生约 0.45 到约 0.70 伏 DC 的有用电压，但大多数燃料电池在约 0.60 伏 DC 下操作以便从其提取最大效率。为了实现有用电压，通常将若干个别燃料电池串联地电组合或耦合。在一个常见配置中，若干个别燃料电池以燃料电池堆叠的形式串联地电耦合。在堆叠配置中，一个燃料电池的阳极电耦合到另一燃料电池的阴极，以便串联连接所述两个燃料电池。任何数目的燃料电池可类似地堆叠在一起以实现所需的输出电压和电流。通常，这些个别燃料电池由导电双极隔板分离。此外，个别燃料电池放置于两个端板之间且对其施加相当大的压缩力，以便有效将其密封且实现相应燃料电池之间的操作上有效的欧姆电连接。

[0006] 除了所提到的相对低操作温度 PEM 燃料电池以外，已开发出上文的固体氧化物燃料电池 (SOFC)。SOFC 是直接从化学反应产生电的燃料电池，但不同于 PEM 燃料电池，SOFC 通常由固体陶瓷材料组成。此类现有技术 SOFC 装置中所采用的材料的选择在较大程度上由此类装置所经历的高操作温度 (600–800 摄氏度) 规定。鉴于致使基于陶瓷的电解质变为电离活性所需的极高操作温度，SOFC 装置不需要使用昂贵的催化剂 (铂)，而如上文论述的 PEM 燃料电池需要如此。由于这些高操作温度的结果，对于 SOFC 可采用各种各样的在 PEM 燃料电池中无法正常使用的燃料。因此，SOFC 装置可采用例如甲烷、丙烷、丁烷、发酵气、气化生物燃料等燃料。在典型的 SOFC 装置中，由例如氧化锆等材料形成的基于陶瓷的电解质夹在多孔的导电阴极层与多孔的导电阳极层之间。这些阴极和阳极层通常是出于其结构刚性和高温容限而选择的陶瓷气体扩散层。所选的电解质必须不透空气 (氧气) 且必须电绝

缘,使得从阳极侧上的氧化反应产生的电子受迫行进通过外部电路,之后到达 SOFC 的阴极侧。在典型的 SOFC 装置中,金属或导电互连件以串联布置电耦合相应电池。如果采用陶瓷互连件,那么其必须极端稳定,因为其暴露于处于高温下的 SOFC 的氧化侧和还原侧两者。

[0007] 从上文论述应了解,制造此类 SOFC 装置的成本是显著的。此外,为了致使此类装置操作,必须采用相当显著且复杂的设备平衡布置来以可控制方式将 SOFC 装置加热直到操作温度,且随后将装置维持在可接受的温度范围内。相比之下,PEM 燃料电池不需要 SOFC 装置中所采用的极高温度以便致使电解质(通常为 Nafion)变为电离活性。此外,这些高温已规定针对阳极和阴极使用耐热陶瓷材料。制造这些组件的成本是显著的。在典型的 PEM 燃料电池装置中,其设计者已持续努力采用较低成本组件,且简化任何设备平衡要求以便减少其成本且使每产生的功率瓦特的成本对于谨慎的市场应用来说更加可接受。

[0008] 虽然传统的 PEM 燃料电池堆叠已以某种程度的成功来操作,但若干缺点持续分散其有用性。这些缺点中的第一者是传统堆叠设计的个别组件的高制造成本。这些高成本组件中的首要组件是对于其而采用的双极板。为了节约成本,许多燃料电池堆叠制造商已尝试将若干功能组合到双极板中。现代的双极板是精确制造的组件,其执行若干功能,包含燃料管理、冷却、电传导和气体分离。此功能组合的结果是必须牺牲许多区域中的性能以便节省成本。此布置的实例参见第 5,252,410 号和第 5,863,671 号美国专利,其教示以引用的方式并入本文中。

[0009] 影响传统燃料电池堆叠的另一主要成本或因素是贡献于使此类装置操作所需的压力压缩的成本或因素。为了实现质子交换薄膜、气体扩散层和 / 或双极板之间的操作上有效的电传导性,必须在传统堆叠的端板之间施加大量力。通常,这些压缩力超过每平方英寸 100 磅。为了实现此压缩力水平,常常需要昂贵的、重的且复杂的组件。此力的施加通常压缩堆叠内的相同组件,对于多孔的那些组件,此相同的力可能减少其多孔性。可归因于传统燃料电池堆叠设计或布置的又一缺点是热管理。因为燃料电池在产生电的同时产生热,所以过量热常常在堆叠内的中心和其它位置中产生并累积。已开发出若干复杂的技术和设计以管理这些热点,但结果是所得燃料电池堆叠系统的较高制造成本和较大复杂性。

[0010] 对与现有技术力压缩布置的成本和复杂性相关联的问题的一种提出的解决方案已揭示于第 6,716,549 号美国专利中,所述专利的教示以引用的方式并入本文中。此提出的解决方案涉及用金属涂覆传统的刚性碳气体扩散层的表面,使得所得金属化气体扩散层保持其多孔性。碳气体扩散层的所得金属化表面形成与邻近金属集电极的欧姆接触,而无需在没有金属层的情况下通常将需要的高压缩力。虽然此解决方案解决了与力压缩相关联的某些问题,但其仍需要使用刚性的碳气体扩散层,其已变得越来越昂贵且难以采购。因此,长期需要对现在此项技术中揭示的现有技术高力压缩质子交换薄膜燃料电池堆叠的较低成本且较高性能的替代物。

[0011] 现有技术充分具有尝试解决这些和其它问题的其它现有技术燃料电池装置的许多实例。官方注意涉及第 5,470,671 号、第 5,482,792 号美国专利和第 2006/0134498 号美国申请公开案,其教示均以引用的方式并入本文中。

[0012] 避免伴随现有技术装置和在此之前利用的实践的缺点的质子交换薄膜燃料电池堆叠和相关联的质子交换薄膜燃料电池堆叠模块是本申请案的标的物。

## 发明内容

[0013] 本发明的第一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块，所述模块通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起。

[0014] 本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：第一和第二端板，其以大体上平行间隔关系而安置；以及多个重复的空气冷却的燃料电池堆叠模块，其定位在所述第一与第二端板之间且串联电耦合在一起，且其中所述相应端板通过向所述相应燃料电池堆叠模块中的每一者施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力而以可密封方式将所述相应燃料电池堆叠模块耦合在一起，且其中所述质子交换薄膜燃料电池堆叠具有在所述第一与第二端板之间测量的改变小于约 10% 的操作温度分布。

[0015] 本发明的再一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块，其包含质子交换薄膜，其具有阳极侧和阴极侧；第一气体扩散层，其相对于所述阳极侧并置；第二气体扩散层，其相对于所述阴极侧并置；导电散热片，其具有导热质量且相对于所述第二气体扩散层并置；以及集电隔板，其相对于所述第一气体扩散层成欧姆电接触而并置，且其中多个燃料电池堆叠模块串联电连接，且进一步安装在第一与第二端板之间以形成燃料电池堆叠，且其中第一燃料电池模块的所述集电隔板相对于所述第一端板并置，且其中远端的第二燃料电池模块的散热片相对于所述第二端板以受力关系而定位，且其中所述第一和第二端板向所述多个质子交换薄膜燃料电池堆叠模块中的每一者提供小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。

[0016] 本发明的又一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块，其通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起，且其中所述相应燃料电池堆叠模块进一步包括框架，所述框架具有内部和外部周边边缘以及第一和第二侧，且其中所述内部周边边缘界定内部腔，且其中所述相应框架以操作定向自对准且配合地嵌套在一起，且其中所述相应框架各自界定空气通路，所述空气通路在所述内部与外部周边边缘之间延伸且与其内部腔连通。

[0017] 此外，本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块，其包含：质子交换薄膜，其具有阳极侧和阴极侧；第一气体扩散层，其相对于所述阳极侧并置；第二气体扩散层，其相对于所述阴极侧并置；导电散热片，其相对于所述第二气体扩散层并置；框架，其具有内部和外部周边边缘以及第一和第二侧，且其中所述内部周边边缘在所述框架内界定内部腔，且其中所述质子交换薄膜、所述第一和第二气体扩散层以及所述散热片封闭在所述内部腔内；以及第一集电隔板，其安装在所述框架的第一侧上，且相对于所述第一气体扩散层并置，以便形成燃料电池堆叠模块，且其中多个燃料电池堆叠模块定位在第一与第二端板之间，且进一步串联电耦合在一起，且其中所述相应端板在所述相应燃料电池堆叠模块中的每一者上施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。

[0018] 本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块，其各自界定内部腔且通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起；以及质子交换薄膜相对于至少一个陶瓷气体扩散层以操作定向而放置，且接纳在所述相应燃料电池堆叠模块的所述腔内。

[0019] 本发明的再一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：第一和第二端

板，其以大体上平行间隔关系而安置；以及多个重复的空气冷却的燃料电池堆叠模块，其定位在所述第一与第二端板之间且串联电耦合在一起，且所述燃料电池堆叠模块进一步具有在所述第一与第二端板之间测量的操作上有效的传导性，所述操作上有效的传导性是在小于施加于所述多个所述燃料电池堆叠模块中的每一者的压缩力的压力下实现的，且所述燃料电池堆叠模块进一步具有在所述第一与第二端板之间测量的大体上均匀的操作上有效的温度分布。

[0020] 本发明的又一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块，其包含：质子交换薄膜，其具有阳极侧和阴极侧；第一导电陶瓷层，其相对于所述阳极侧并置；第二导电陶瓷层，其相对于所述阴极侧并置；导电散热片，其相对于所述第二导电陶瓷层并置；框架，其具有内部和外部周边边缘以及第一和第二侧，且其中所述内部周边边缘界定内部腔，且其中所述相应框架各自界定空气通路，所述空气通路在所述内部与外部周边边缘之间延伸且与其内部腔连通，且其中所述质子交换薄膜、第一和第二导电陶瓷层以及所述导电散热片封闭在所述内部腔内；以及集电隔板，其安装在所述框架的第一侧上且相对于所述第一导电陶瓷层并置。

[0021] 本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：第一端板和相对的第二端板；多个燃料电池堆叠模块，其安装在所述第一与第二端板中的每一者之间，且其中所述燃料电池堆叠模块中的每一者进一步包含：质子交换薄膜，其具有阳极侧和阴极侧；第一导电陶瓷扩散层，其相对于所述阳极侧并置；第二导电陶瓷气体扩散层，其相对于所述阴极侧并置；导电散热片，其相对于所述第二陶瓷气体扩散层并置，且其中所述散热片界定多个流体通路，所述流体通路准许空气源穿过其中且到达所述第二陶瓷气体扩散层；框架，其具有第一和第二侧以及内部和外部周边边缘，且其中所述内部周边边缘界定内部腔，且其中所述质子交换薄膜、所述第一和第二陶瓷气体扩散层以及所述散热片封闭在所述内部腔内，且其中所述框架界定各自相对于第一陶瓷气体扩散层以流体流动关系而安置的燃料和排放气体通路，且其中所述框架进一步界定相对于所述散热片以流体流动关系而定向的空气通路，且其中所述框架进一步具有延伸到所述内部腔中且大体上外接所述框架的内部周边边缘的安装凸缘，且其中所述质子交换薄膜以可密封方式附接到所述安装凸缘；第一集电隔板，其安装在所述框架的第一侧上，且相对于第一气体扩散层并置；以及第二集电隔板，其相对于所述第二端板并置，且其中第一燃料电池模块的第一集电隔板相对于所述第一端板并置，且其中第二集电隔板相对于邻近于所述第二端板而定位的第二燃料电池模块的散热片并置，且其中所述第一和第二端板向所述多个燃料电池模块中的每一者提供小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。

[0022] 本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：多个框架，其各自具有内部和外部周边边缘以及第一和第二侧，且其中所述内部周边边缘界定内部腔，且其中所述相应框架以操作定向自对准且配合地嵌套在一起，且其中所述相应框架各自界定空气通路，所述空气通路在所述内部与外部周边边缘之间延伸且与其内部腔连通，且其中所述相应框架中的每一者进一步界定燃料气体通路，所述燃料气体通路相对于至少部分由所述框架中的每一者的第一侧界定的多个燃料气体通道以流体流动关系而耦合，且其中所述燃料气体通道中的每一者以流体流动关系而耦合到所述框架的所述内部腔，且其中所述相应燃料电池堆叠模块的个别燃料气体通路各自相对于彼此以流体流动关系而耦合，且其

中所述框架进一步界定相对于至少部分由所述框架的第一侧界定的多个排放气体通道以流体流动关系耦合，且其中所述个别排放气体通道以流体流动关系而耦合到所述框架的所述内部腔，且其中所述相应燃料电池堆叠模块的个别排放气体通路各自相对于彼此以流体流动关系而耦合；安装凸缘，其与所述框架中的每一者的内部周边边缘一体制成且相对于所述框架中的每一者的每一侧成大体上共面定向而安置，且其中所述安装凸缘延伸到所述框架中的每一者的内部腔中且界定与所述框架的内部腔连通的孔，且其中所述安装凸缘具有第一和第二侧以及由所述第一与第二侧之间的距离界定的厚度尺寸；第一气体扩散层，其具有面向内部和面向外部的表面且定位在所述框架的所述内部腔内，且其中所述第一气体扩散层的所述面向外部的表面相对于所述框架的所述第一侧成大体上共面定向而定向，且具有大体上类似于所述安装凸缘的所述厚度尺寸的厚度尺寸，且其中所述第一气体扩散层大体上堵塞由所述安装凸缘界定的所述孔；质子交换薄膜，其接纳在所述框架的所述内部腔内，且相对于所述安装凸缘以贴靠密封关系而安置，且其中所述质子交换薄膜具有相对于所述第一气体扩散层的所述面向内部的表面并置的阳极侧和相对的阴极侧；第二气体扩散层，其定位在所述框架的内部腔内且相对于所述质子交换薄膜的所述阴极侧并置；导电散热片，其具有面向内部和面向外部的表面且接纳在所述框架中的每一者的内部腔内，且其中其面向内部的表面相对于所述第二气体扩散层并置，且其中所述散热片的所述面向外部的表面相对于所述框架中的每一者的第二侧成大体上共面定向而定向，且进一步相对于由所述框架界定的所述空气通路以流体流动关系而定向，且其中所述散热片具有大于约 10 毫米的厚度尺寸；集电隔板，其安装在所述框架中的每一者的第一侧上，且进一步至少部分与所述第一气体扩散层成欧姆电接触而定位，且其中所述导电散热片与邻近燃料电池堆叠模块的集电隔板成欧姆电接触而安置，且其中所述集电隔板与所述框架配合地耦合且相对于所述框架自对准，且其中所述集电隔板进一步是无孔的大体上光滑的金属板，所述金属板粘结到所述框架的第一侧，以便有效地密封由所述框架的第一侧界定的所述多个燃料气体和排放气体通道；以及第一和第二端板，其相对于彼此以预定间隔关系而安置，且其中所述多个框架位于所述第一与第二端板之间且相对于所述第一和第二端板以受力关系而安置，且其中所述相应第一和第二端板向所述相应框架中的每一者施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。

[0023] 本发明的又一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：多个质子交换薄膜，其各自具有阳极侧和阴极侧；第一多孔导电陶瓷层，其相对于所述质子交换薄膜中的每一者的阳极侧并置；以及第二多孔导电陶瓷层，其相对于所述质子交换薄膜中的每一者的阴极侧并置，且其中所述质子交换薄膜燃料电池堆叠具有小于约 200 摄氏度的操作温度。

[0024] 本发明的再一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠，其包含：多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块，其通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起，且其中所述相应燃料电池堆叠模块进一步包括具有内部和外部周边边缘的框架，且其中所述内部周边边缘界定内部腔，且其中所述相应框架各自界定具有横截面积的空气通路，且所述空气通路在所述内部与外部周边边缘之间延伸且进一步与其内部腔连通，且其中具有有效操作温度的质子交换薄膜接纳在所述框架中的每一者的内部腔内，且其中具有导热质量的导电散热片接纳在所述相应框架的内部腔内，且进一步相对于由所述

框架界定的所述空气通路以流体流动关系而定向,且耗散在操作期间由所述质子交换薄膜产生的热能,且其中所述质子交换薄膜燃料电池堆叠的所述相应质子交换薄膜的操作温度在彼此的小于约百分之十以内。

[0025] 本发明的又一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块,其包含:质子交换薄膜,其具有阳极侧和阴极侧,且其中所述阳极和阴极侧各自具有有源区域表面,且其中所述质子交换薄膜的阳极侧或阴极侧中的至少一者的有源区域表面和/或具有相对于其至少成部分覆盖关系而定向的区的燃料电池组件大体上没有用于容纳反应气体流的预定通路。

[0026] 本发明的再一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠,其包含:多个质子交换薄膜,其各自具有阳极侧和阴极侧,且其中所述阳极和阴极侧中的每一者具有有源区域表面,且其中所述质子交换薄膜的阳极侧的有源区域表面和具有相对于所述阳极侧的所述有源区域表面成至少部分覆盖关系的区的燃料电池堆叠组件均大体上没有用于容纳反应气体流的预定通路;多个第一气体扩散层,其分别相对于所述阳极侧中的每一者并置;多个第二气体扩散层,其分别相对于所述阴极侧中的每一者并置;以及多个集电隔板,其分别相对于所述第一气体扩散层中的每一者成欧姆电接触并置。

[0027] 下文将更详细描述本发明的这些和其它方面。

## 附图说明

[0028] 下文参看以下附图来描述本发明的优选实施例。

[0029] 图1是采用本发明的特征的燃料电池电力系统的示意性表示。

[0030] 图2是本发明的质子交换薄膜燃料电池堆叠的一种形式的透视图。

[0031] 图3是如图2所见的质子交换薄膜燃料电池堆叠的形式的分解透视图。

[0032] 图4是本发明的质子交换薄膜燃料电池堆叠的另一形式的分解透视图。

[0033] 图5是形成本发明的特征的质子交换薄膜燃料电池堆叠模块的一种形式的片段分解透视图。

[0034] 图6是从与图5中所见的位置相对的位置取得且形成本发明的特征的相同质子交换薄膜燃料电池堆叠模块的片段分解透视图。

[0035] 图7是本发明的质子交换薄膜燃料电池堆叠的另一形式的透视图。

[0036] 图8是形成本发明的特征的质子交换薄膜燃料电池堆叠模块框架的一种形式的透视侧视立面图。

[0037] 图9是形成本发明的特征的质子交换薄膜燃料电池堆叠模块框架的另一形式的透视侧视立面图。

[0038] 图10是形成本发明的特征的质子交换薄膜燃料电池堆叠模块框架的又一形式的透视侧视立面图。

[0039] 图11是从与图9中所见的位置相对的位置取得的质子交换薄膜燃料电池堆叠模块框架的第二透视侧视立面图。

[0040] 图12是形成本发明的特征的质子交换薄膜燃料电池堆叠的又一形式的透视图。

[0041] 图13是由网状金属泡沫制成且形成本发明的特征的散热片的一种形式的俯视平面图。

- [0042] 图 14 是如图 13 所见的相同散热片的侧视立面图。
- [0043] 图 15 是如图 13 所见且以不同尺寸制造的相同散热片的第二侧视立面图。
- [0044] 图 16 是形成本发明的特征的波纹金属散热片的透视侧视立面图。
- [0045] 图 17 是形成本发明的特征的挤压铝散热片的透视侧视立面图。
- [0046] 图 18 是形成本发明的特征的冲压的弹性网状散热片的透视侧视立面图。
- [0047] 图 19 是形成本发明的特征的具有多个冷却通道的散热片的透视侧视图立面图。
- [0048] 图 20 是形成本发明的特征的如图 19 中说明但具有可变大小设计的冷却通道的散热片的侧视立面图。
- [0049] 图 21 是形成本发明的特征的质子交换薄膜燃料电池堆叠的又一形式的透视侧视立面图。
- [0050] 图 22 是定位在陶瓷气体扩散层之间的质子交换薄膜的显著夸大的分解横向垂直截面图,所述陶瓷气体扩散层各自具有涂覆于其的催化剂层。
- [0051] 图 23 是定位于一对陶瓷气体扩散层之间的质子交换薄膜电极组合件的显著放大的分解横向垂直截面图。
- [0052] 图 24 是展示定位于两个陶瓷气体扩散层之间的质子交换薄膜电极组合件的显著放大的分解横向垂直截面图,且其中一个气体扩散层大于另一气体扩散层。
- [0053] 图 25 是形成本发明的特征的具有气体扩散层的质子交换薄膜电极组合件的显著放大的横向垂直截面图,所述气体扩散层具有涂覆于其的金属化涂层。
- [0054] 图 26 是如图 25 中所见的布置的显著放大的分解横向垂直截面图。
- [0055] 图 27 是在本发明的一种形式中使用的烧结金属网的透视分解的显著放大的横向垂直截面图。

### 具体实施方式

[0056] 现在参看图 1,质子交换薄膜 (PEM) 燃料电池堆叠电力系统在其中大体上由标号 10 指示。如在此较大简化的视图中所见,PEM 燃料电池堆叠电力系统 10 包含透气的外壳或柜体 11,其可安装在支撑表面 (未图示) 上。外壳 11 包含多个侧壁 12,其界定个别的隔间,且进一步支撑子机架,所述子机架大体上由标号 13 指示且支撑并另外至少部分封闭将在下文更详细论述的新颖的质子交换薄膜燃料电池堆叠。外壳 11 可进一步支撑个别可移动门 14,所述门允许操作者 (未图示) 取用个别隔间以用于修理或替换下文将描述的个别质子交换薄膜燃料电池堆叠。再者,燃料电池堆叠电力系统 10 包含数字控制系统,其大体上由标号 15 指示且通常安装在外壳 11 上但也可相对于外壳 11 在远处定位。控制燃料电池堆叠系统 10 的操作的数字控制系统 15 是此项技术中众所周知的。官方注意特定涉及第 6,387,556 号美国专利,其教示以引用的方式并入本文中。数字控制系统 15 可尤其包含字母数字显示器 16,其向操作者提供关于燃料电池堆叠电力系统 10 的操作特征和性能的信息,且进一步可包含其它控制件 17,例如开关、拨盘和类似物,其允许操作者 (未图示) 控制燃料电池堆叠电力系统 10 的操作。

[0057] 如图 1 所见的发明 10 预期一电布置,借此如下文将描述的质子交换薄膜燃料电池堆叠可被去活且从外壳或柜体 11 移除,同时如将描述的其余质子交换薄膜燃料电池堆叠保持操作且继续服务负载 20,如图 1 所见。此性能特征是此项技术中众所周知的,且在此之

前已在模块化燃料电池中采用，所述模块化燃料电池更完整地描述于例如第 6,030,718 号和第 6,468,682 号美国专利等参考中，所述美国专利的教示以引用的方式并入本文中。如图 1 所见，电缆 21 电耦合质子交换薄膜燃料电池电力系统 10 与待服务的电负载 20。质子交换薄膜燃料电池电力系统 10 如本申请案中较早描述通过众所周知的方式产生电。如下文将描述的质子交换薄膜燃料电池堆叠被供应来自大体上由标号 30 指示的源的反应燃料气体。反应燃料气体的源 30 也可为加压氢气瓶 31，其将处于压力下的纯氢提供到质子交换薄膜燃料电池电力系统 10。再者，反应燃料气体的源 30 可包含氢产生器、燃料处理器或重整器 32，其可将富含氢的重整流或大体上纯氢提供到质子交换薄膜燃料电池电力系统 10。如图 1 所见，反应燃料气体的源 30 中的每一者可借助于大体上由标号 33 指示的氢气递送导管而耦合到燃料电池电力系统 10。

[0058] 形成本发明的特征的一种可能形式的质子交换薄膜燃料电池堆叠在图 4 中大体上由标号 40 指示。如图 4 中最佳所见，此形式的质子交换薄膜燃料电池堆叠 40 包含第一端板 41 和第二端板 42。第一端板 41 具有大体上由标号 43 指示的主体。主体包含面向内部的表面 44 和相对的面向外部的表面 45。再者，主体由周边边缘 46 界定。例如如图 4 中所见，应了解系杆孔 50 形成于主体 43 中且在其面向内部的表面 44 与面向外部的表面 45 之间延伸。如应了解，系杆孔可操作以穿过其接纳如下文将描述的系杆，且允许分别将第一端板 41 和第二端板 42 朝向彼此推动，以便在下文将更详细论述的燃料电池模块框架上施加压缩力。在此方面，第一端板 41 的主体 43 进一步在其中形成有大体上由标号 51 指示的燃料气体通路和大体上由标号 52 指示的排放气体通路。燃料气体通路 51 和排放气体通路 52 在面向内部的表面 44 与面向外部的表面 45 之间延伸。燃料气体通路 51 允许来自源 30 的将供应到质子交换薄膜燃料电池堆叠 40 的合适燃料气体的通过。排放气体通路允许可能包含未使用燃料气体和水蒸气的组合的排放气体以有效方式从质子交换薄膜燃料电池堆叠 40 逸出。如图 4 所见，第二端板 42 类似地具有主体 53，其由面向内部的表面 54 和面向外部的表面 55 界定。第二端板 42 的主体 53 也具有周边边缘 56。位于围绕周边边缘 56 的预定位置处的是系杆孔 57，其分别在面向内部的表面 54 与面向外部的表面 55 之间延伸。系杆孔 57 可操作以接纳下文将论述的合适系杆。

[0059] 如图 4 中所见，将了解此形式的质子交换薄膜燃料电池堆叠 40 包含多个大体上由标号 60 指示的系杆。这些多个系杆或耦合件在本发明的此形式中分别包含第一系杆 61、第二系杆 62、第三系杆 63 和第四系杆 64。所述多个系杆各自具有可操作以啮合第二端板 42 的面向外部的表面 55 的第一末端 65 以及可操作以由合适螺母 67 啮合的相对的带螺纹第二末端 66，所述螺母 67 相对于第一端板 41 的面向外部的表面 45 处于力传递啮合中。在如图 4 所见的本发明的所描绘形式中，将了解系杆 60 可操作以分别穿过第一端板 41 和第二端板 42 的系杆孔 50 和 57 而被接纳。系杆 60 还可操作以穿过下文将更详细描述的多个燃料电池堆叠模块框架而被接纳。如将了解，通过相对于相应系杆 60 中的每一者收紧螺母 67，第一端板 41 和第二端板 42 被朝向彼此拉动，且组合地向相应燃料电池堆叠模块中的每一者施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力，如下文将更详细描述。在本发明的替代形式（其未说明，但将从图 4 的研究中了解到）中，个别系杆或耦合件 60 个别地与相应的第一端板 41 和第二端板 42 协作且将所述端板连接在一起。然而，在本发明的此形式中，个别的第一端板 41 和第二端板 42 在某种程度上从图 4 所见的视图放大。在本发明的此形式中，

所述多个系杆或耦合件 60 不穿过相应燃料电池堆叠模块，如下文将相对于本发明的所述形式而描述，而是相对于所述燃料电池堆叠模块位于外部。在本发明的此未说明的形式中，第一端板 41 和第二端板 42 仍向相应燃料电池堆叠模块中的每一者施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。

[0060] 现在参看图 7，展示另一形式的质子交换薄膜燃料电池堆叠，且其大体上由标号 70 指示。在本发明的此形式中，质子交换薄膜燃料电池堆叠 70 类似地具有第一端板 71 和第二端板 72。如所述图中所见，第一端板具有由周边边缘 74 界定的主体 73。再者，主体具有面向外部的表面 75。如同所描述的本发明的较早形式，主体 73 具有形成于其中的燃料气体通路 76 和排放气体通路 77。燃料气体通路 76 允许将燃料气体的源 30 供应到质子交换薄膜燃料电池堆叠 70。排放气体通路 77 允许可能包含未使用燃料气体以及水蒸气的排放气体从本发明的此形式 70 逸出。如图 7 中所见，第二端板 72 具有主体 80。主体具有面向外部的表面 81 和相对的面向内部的表面 82。再者，主体 81 由周边边缘 83 界定。如图 7 中说明，具有第一末端 85 和相对的第二末端 86 的第一可释放耦合件 84 分别个别地附接到第一端板 71 和第二端板 72。第二且相对的耦合件 88 也可提供于燃料电池堆叠 70 的相对侧上，且类似地附接到第一端板 71 和第二端板 72。耦合件 84 进一步具有可移动的闩组合件 87，且其可操作以在完全啮合或闭合时致使第一端板 71 和第二端板 72 强制地一起移动，进而在如下文将更详细论述的个别燃料电池堆叠模块上施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。如图中所见，分别具有相对末端 85 和 86 的耦合件 84 与相应的第一端板 71 和第二端板 72 协作且强制地将第一端板 71 和第二端板 72 连接在一起，且不穿过相应的燃料电池模块，如下文将描述。此布置还便于在故障或失灵的情况下容易修理和替换个别的燃料电池模块。当然，此耦合布置大大便于以此之前不可能的方式对燃料电池堆叠进行维护。

[0061] 现在参看图 3，展示本发明的另一形式且其大体上由标号 90 指示。如本发明的此形式中所见，质子交换薄膜燃料电池堆叠 90 具有第一端板 91 和相对的第二端板 92。第一端板具有主体 93，其由面向外部的表面 94 和相对的面向内部的表面 95 界定。再者，主体 93 由外接的周边边缘 96 界定。如所说明，燃料气体通路 100 在面向外部的表面 94 与面向内部的表面 95 之间延伸，且提供燃料气体的源 30 可通过燃料气体接头 106 进入燃料电池堆叠 90 所借助的方式。排放气体通路 101 也在面向外部的表面 94 与面向内部的表面 95 之间延伸，且提供任何未使用燃料气体和 / 或水蒸气可在操作期间通过排放气体接头 107 退出质子交换薄膜燃料电池堆叠 90 所借助的方式。如本发明的此形式中所见，多个扣件接纳孔 102 形成于面向内部的表面 95 和周边边缘 96 中。这些扣件接纳孔 102 可操作以啮合由相应质子交换薄膜燃料电池堆叠模块支承且相对于所述模块向外延伸的弹性扣件，如下文将描述。再者，且如图 3 所见，第一端板 91 包含一对弹性闩或扣件部件 103，其通常相对于面向内部的表面 95 向外延伸，且沿着主体 93 的周边边缘 96 安装。这些个别扣件或闩部件 103 具有远端 104，其包含啮合部分 105，所述啮合部分 105 可操作以用可释放方式啮合如下文将描述的邻近的并置燃料电池堆叠模块，以便相对于其施加足够的压缩力以便实现本发明的益处。

[0062] 仍参看图 3，将看到第二端板 92 具有主体 110，所述主体 110 具有面向外部的表面 111 和相对的面向内部的表面 112。如图 3 的分解图中说明，主体 110 也由外部周边边缘 113 和相对的内部周边边缘 114 界定。内部周边边缘 114 至少部分界定内部腔 115，其可操

作以接纳导电散热片，如下文将更详细论述。再者，如图 3 所见，应了解，多个空气通路 116 形成于主体 110 中，且在外部周边边缘 113 与内部周边边缘 114 之间延伸。所述多个空气通路 116 允许合适的冷却空气通过其中且啮合下文详细论述的导电散热片，所述导电散热片接纳在内部腔 115 内以完成本发明的特征。在第二端板 92 上且更具体来说在其面向内部的表面 112 的周边边缘 113 上安装相对于其大体上通常向外延伸的多个弹性扣件 117。所述多个扣件具有远端 118，其形成用于啮合邻近燃料电池堆叠模块的啮合部分 119，如下文将更详细描述。所述多个弹性扣件 117 与邻近燃料电池堆叠模块的啮合（如下文将描述）产生足够压缩力以便实现本发明的若干益处，如下文将更详细论述。

[0063] 现在参看图 12，展示质子交换薄膜燃料电池堆叠的又一替代形式，且其大体上由标号 130 指示。如其中所见，此形式的质子交换薄膜燃料电池堆叠分别具有第一端板 131 和第二端板 132，且其如在本发明的先前形式中可操作以在下文将描述的燃料电池堆叠模块上施加压缩力以便致使质子交换薄膜燃料电池堆叠 130 操作。在本发明的此形式中，第一端板 131 具有主体 133，其具有面向外部的表面 134 和相对的面向内部的表面 135。再者，主体 133 由外接的周边边缘 136 界定。如图 12 中所见，多个弹性扣件 140 与周边边缘 136 一体制成且具有远啮合部分 141，所述远啮合部分 141 弹性地以可释放方式啮合如下文将描述的邻近燃料电池堆叠模块，进而以可释放方式以相对于其的强制啮合附接第一端板 131。如图 12 中进一步说明，第二端板 132 类似地具有主体 142，其由面向外部的表面 143 和相对的面向内部的表面 144 界定。应了解，主体 142 在其总体设计上非常类似于关于上文紧接段落中描述的本发明的较早描述形式所描述的设计。在本发明的此形式中，主体 142 具有外部周边边缘 145，其类似地在其中形成有多个空气通路 146，所述空气通路 146 允许冷却空气源通过其中且相对于在随后的段落中将详细描述的导电散热片成除热接触。在本发明的本形式中，且如图 12 所见，应了解，提供燃料气体歧管 150 且其跨越于第一端板 131 与第二端板 132 之间。燃料气体歧管 150 可操作以通过燃料气体接头 152 将反应燃料气体的源 30 递送到相应燃料电池模块，以致使其实以如下文将更详细描述的方式个别地操作。再者，在本发明的此形式 130 中，提供排放气体歧管 151 且其相对于相应质子交换薄膜燃料电池堆叠模块成流体接纳关系而耦合，如下文将更详细论述，以通过排放气体接头 153 移除任何未使用的燃料气体和 / 或水蒸气。在本发明的此形式中，如在本发明的先前形式中，应了解，第一端板 131 和第二端板 132 以可释放方式扣紧到定位位于其间的邻近燃料电池堆叠模块。此扣紧布置产生压缩力，所述压缩力施加于如下文描述的相应燃料电池堆叠模块以便致使 PEM 燃料电池堆叠 130 完全操作。

[0064] 现在参看图 21，展示质子交换薄膜燃料电池堆叠的又一替代形式且其在其中大体上由标号 160 指示。如在本发明的此形式中所见，本发明包含第一端板 161 和第二端板 162，其以类似于上文论述的本发明的先前形式中描述的端板的方式操作。在此方面，第一端板 161 由具有面向外部的表面 164 和相对的面向内部的表面 165 的主体 163 界定。主体还由面向外部的周边边缘 166 界定。如所说明，燃料气体通路 170 和排放气体通路 171 形成于主体 163 中且分别在面向外部的表面 164 与面向内部的表面 165 之间延伸。如较早论述，燃料气体通路可操作以将反应燃料气体的源 30 递送到燃料电池堆叠模块，如下文将描述，以便致使 PEM 燃料电池堆叠 160 操作。类似地，排放气体通路 171 可操作以移除未使用燃料气体和可能作为 PEM 燃料电池堆叠 160 的操作的副产品产生的水蒸气，如将在本申请案

的操作阶段中更详细描述。在某些方面类似于上文描述的本发明的其它形式，多个扣件接纳孔 172 形成于面向内部的表面 165 和主体 163 的周边边缘 166 中，且可操作以接纳相对于下文将描述的个别燃料电池堆叠模块通常向外延伸的弹性扣件。如图 21 所见，第二端板 162 也由主体 173 界定，且主体 173 具有面向外部的表面和相对的面向内部的表面 175。如应了解，面向内部的表面至少部分界定用于接纳导电散热片（未图示）的腔。再者，主体具有面向外部的周边边缘 176，其具有形成于其中的多个空气通路 177。空气通路 177 允许冷却空气源到达至少部分由面向内部的表面 175 界定的腔内所含有的导电散热片，且相对于所述散热片成除热关系。这类似于如图 3 所见的本发明的较早形式。再次，本发明的此形式 160 以类似于上文论述的本发明的较早形式的方式操作，借此以允许致使质子交换薄膜燃料电池堆叠 160 完全操作的方式产生压缩力的方式，将个别的第一端板 161 和第二端板 162 扣紧到如下文将描述的邻近燃料电池模块。

[0065] 现在参看图 2 和随后图式，将了解，呈如已经识别的各种形式 40、70、90、130、160 且可并入在 PEM 燃料电池堆叠电力系统 10 中的质子交换薄膜燃料电池堆叠包含多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块，其大体上由标号 180 指示。所述多个燃料电池堆叠模块 180 安置于在此之前论述的第一端板 41 与第二端板 42 之间、第一端板 71 与第二端板 72 之间、第一端板 91 与第二端板 92 之间、第一端板 131 与第二端板 132 之间以及第一端板 161 与第二端板 162 之间，且通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起。此压缩力可借助于各种端板 41 和 42、71 和 72、91 和 92、131 和 132 及 161 和 162 以及耦合件组合件（例如多个系杆 60 和可释放的耦合件 84）来施加。再者，如下文将描述的其它扣紧布置也将产生压缩力。应了解，燃料电池堆叠模块 180 中的每一者包括框架。在此方面，本发明预期至少五个不同的质子交换薄膜堆叠模块框架，其在下文将仅称为“框架”。在此方面，相应的框架包含如图 3 中最佳所见的第一形式 181、如图 5 和 9 中最佳所见的第二形式 182、如图 8 中最佳所见的第三形式 183、如图 10 中最佳所见的第四形式 184 以及如图 21 中最佳所见的第五形式 185。在随后的段落中，应了解，相同标号分别指代呈个别框架形式 181 到 185 的相同结构。从随后的论述将了解，相应的框架形式具有细微变化，其对如所描述的本发明的各种形式提供优点。在随后的段落中将更详细论述这些特征。在本发明的此形式中，相应框架中的每一者是由热塑性可注射模制塑料制成的，但其它材料也可能合适。

[0066] 图 8 到 10 中分别展示呈其各种形式 181 到 185 的相应质子交换薄膜燃料电池堆叠框架。分别相对于框架的各种形式 181 到 185，将了解相应的框架 181 到 185 各自具有主体 200。主体 200 由第一侧 201 和相对的第二侧 202 界定。第一和第二侧通过具有给定宽度尺寸的外部周边边缘 203 安置成预定间隔关系。再者，主体 200 具有内部周边边缘 204，其界定内部腔 205。如参看图 2 和随后图式最佳所见，将了解，空气通路 206 形成于周边边缘 203 中，且分别在内部周边边缘 203 与外部周边边缘 204 之间延伸。此空气通路 206 与其内部腔 205 连通。从研究框架的各种形式 181 到 185 中应了解，框架是大体上自对准的，如下文将更详细描述。本发明的此特征大大有利于本发明的有效组装。

[0067] 框架的各种形式 181 到 185 分别各自具有安装凸缘 210，其与主体 200 的内部周边边缘 204 一体制成且延伸到框架的内部腔 205 中。安装凸缘 210 具有相对于框架的第一侧 201 安置成大体上共面定向的第一侧 211，以及第二侧 212。厚度尺寸 213（图 5）界定于安装凸缘 210 的第一侧 211 与第二侧 212 之间。再者，安装凸缘界定内部周边边缘 214（图

3), 其界定与框架 180 的内部腔 205 连通的孔 215。框架的若干形式 181 到 185 中的每一者分别在其中形成有燃料气体通路 220, 其延伸通过框架 180 的相应主体 200 且与框架的内部腔 205 连通。在此方面, 相应燃料气体通路 220 具有第一末端 221(图 5), 其相对于较早描述的由本发明的各种形式 40、70、90 和 160 的端板 41、42、71、72、91、92、131、132、161、162 界定的燃料气体通路 51、76、100、170 成流体流动连通而耦合。因此, 提供到由本发明的各种形式的端板界定的燃料气体通路的反应燃料气体的源 30 将进而通过端板且沿着形成于框架 180 中的大体同轴对准的燃料气体通路 220 行进, 且接纳在框架的内部腔 205 内。应了解, 且在本发明的一种形式中, 相应框架 181 到 185 的燃料气体通路 220 的第二末端 222 相对于邻近框架的燃料气体通路 220 的第一末端 221 成流体流动关系而定位。再者, 且如图中最佳所见, 多个燃料气体通道 223(图 5) 形成于主体 200 的第一侧 201 中, 且其耦合相对于框架 181 到 185 的内部腔 205 成流体流动关系的燃料气体通路 220 且耦合到由安装凸缘 210 的内部周边边缘 214 界定的孔 215。再者, 通过对例如图 5 等图式的研究将认识到, 主体 200 的第一侧 201 进一步在其中形成有排放气体通路 224, 其具有第一末端 225 和相对的第二末端 226。类似于上文论述, 排放气体通路 224 的第一末端 225 相对于较早揭示的如在相应端板 41、71、91、131、161 中界定的排放气体通路 52、77、101、171 成流体流动关系而耦合。类似地, 第二末端 226 相对于邻近主体 200 的第一末端 225 成流体流动关系而耦合。图 5 中将看到, 多个排放气体通道 227 形成于主体 200 的第一侧 201 中, 进而相对于排放气体通路 224 成流体流动关系而耦合内部腔 205 和孔 215。如将了解, 相应燃料电池堆叠模块 180 的燃料气体通路 220 和排放气体通路 224 在本发明的一种可能形式中相对于彼此成流体流动关系而耦合。

[0068] 现在参看图 12, 应了解在如其中所见的本发明的形式 130 中, 燃料气体通路 230 可替代地形成于框架 180 的外部周边边缘 203 中, 以便相对于燃料气体歧管 150 成流体流动关系而耦合。类似地, 排放气体通路(未图示)可替代地形成于框架 180 的外部周边边缘 203 中, 以便相对于排放气体歧管 151 成流体流动关系而耦合。现在参看图 10, 且在本发明的另一替代形式中, 排放气体通路 231 可以一方式形成于框架 180 的外部周边边缘 203 中, 使得由质子交换薄膜燃料电池堆叠形成且可能包含未使用燃料气体和作为燃料电池堆叠的操作的副产品形成的水蒸气的排放气体可被排放到周围环境。在如图 4 所见的本发明的一种可能形式 40 中, 框架 180 中的邻近于第一端板 41 而定位的一者不包含孔 215。而是, 框架 180 的第一侧 201 大体上是连续的且由邻近端板强制地啮合。这类似于如图 3 所见的本发明的形式 90 的情况, 且其中第二端板 92 看上去很类似于定位于其间的框架 180。第一端板 91 和第二端板 92 具有大体上连续的面向外部的表面 94, 且不界定与其内部腔 115 连通的孔 215。

[0069] 如例如参看图 9 和 11 最佳所见, 且在本发明的一种形式中, 框架的各种形式 181 到 185 可包含多个对准腔 240(图 11), 其形成于框架 180 的第一侧 201 中的预定位置中且可操作以配合地接纳或嵌套多个阳对准部件 241, 所述阳对准部件 241 支承在相对于其并置的邻近框架 180 的第二侧 202 上且另外相对于所述第二侧 202 向外延伸。应了解, 通路可能但确实需要延伸通过 241 与 242(未图示)之间。第一阳对准部件 241 可操作以呈摩擦配合的性质接纳或配合地嵌套在个别对准腔 240 内。阳对准部件的此种伸缩接纳在个别对准腔 240 内有利于相应框架 181 到 185 相对于彼此的自对准。此大大有利于如本文

描述的个别质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 的准确且快速组装。将认识到,采用 O 形环密封件 244 以便将邻近燃料电池堆叠模块的相应燃料气体通路 220 和排放气体通路 224 密封在一起。在本发明的某些形式中,如例如图 4 中所见,所述多个系杆或耦合件 61 到 64 分别穿过个别地同轴对准的对准腔和阳对准部件而被接纳,以便允许特定形式的质子交换薄膜燃料电池堆叠 40 的端板 41 和 42 强制联合或耦合在一起。在如图 3 所见的本发明的替代形式 90 中,为了安装在主体 200 的第二侧 202 上且相对于第二侧 202 通常向外延伸的多个弹性扣件 242 而消除了较早提到的对准腔 240 和阳对准部件 241。所述多个弹性扣件 242 个别地同轴对准,以便以搭扣配合的性质接纳在形成于邻近框架 181 到 185 的主体 200 的第一侧 201 中的多个扣件接纳孔 243 内。可取用个别弹性扣件 242 以便借助于部分延伸通过如图 3 所见的外部周边边缘 203 的多个扣件接纳孔 243 而释放邻近燃料电池模块。当利用本发明的此形式时,个别框架 181 到 185 可以下方式组装:个别框架 180 相对于彼此施加适当量的力,以便实现本发明的益处,且不使用例如关于本发明的某些形式描述的耦合件。因此,所述多个弹性扣件 242 和扣件接纳孔 243 在其相对于彼此成操作关系定向时组合地为相应框架 180 提供相同自对准特征,且进一步可操作以啮合邻近框架的扣件接纳孔 243 以便提供适当的配合关系以便实现本发明的益处。

[0070] 现在参看图 21,通过比较所述视图与图 3 的视图将了解,在框架 180 的此形式 185 中,如主体 200 界定的相应空气通路 206 的数目和横截面积可变化以便实现在操作期间从质子交换薄膜燃料电池堆叠 160 的操作上有效的热耗散。在如图 21 所见的本发明的当前形式 160 以及如图所见的本发明的其它形式中,应了解,质子交换薄膜燃料电池堆叠 160 当在操作期间 PEM 燃料电池堆叠 160 产生最佳量的电功率时具有操作上有效的温度。在所揭示的本发明中,个别质子交换薄膜燃料电池模块 180 各自被维持在相对于相同质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 内所含有的任何其它燃料电池模块 180 小于约 10% 以内的操作温度。

[0071] 现在参看图 3 和随后图式,如本文揭示的质子交换薄膜模块 180 中的每一者包含密封部件 250,其以可密封方式附接到框架 181 到 185 的主体 200 中的每一者的第一侧 201,且邻近于其外部周边边缘 203 而定位。分别相对于个别框架 181 到 185 成大体密封关系且对准而定位的是大体上由标号 251 指示的集电隔板。集电隔板 251 通常是通常由导电金属制成的无孔的大体上光滑的板。与相应框架 181 到 185 配合地协作且相对于相应框架 181 到 185 大体上自对准的集电隔板 251 具有第一面向内部的表面 252 和相对的第二面向外部的表面 253。当相对于主体 200 的第一侧 201 适当定位时,面向内部的表面 252 分别相对于相应(和示范性)燃料气体通道 223 和排放气体通道 227(图 11)成覆盖关系而安置且大体上密封所述燃料气体通道 223 和排放气体通道 227,进而将反应或燃料气体 30 和任何未使用反应气体和/或水蒸气限制于那些通道区 223、221。如图所见,集电隔板 251 由周边边缘 254 界定且在本发明的某些形式中,集电隔板具有导电突出部 255,其相对于所述框架 181 到 185 中的每一者的主体 200 的外部周边边缘 203 向外延伸以用于允许移除电或进一步允许从其传输电信号。这将例如允许由图 1 所见的数字控制系统 15 监视本发明。在本发明的其它形式中,一个或一个以上集电隔板 251 上的导电突出部 255 可用于将燃料电池堆叠 40、70、90、130、160 电学分段,如以引用的方式并入本文中的第 6,703,155 号美国专利中教示。在如图 5 所见的本发明的一种形式中,可沿着周边边缘 252 形成多个对准孔 256

以便容纳阳对准部件 241 或邻近框架 181 到 185 的多个弹性扣件 242 以穿过其中。在本发明的某些形式中，相同的集电隔板 251 将具有形成于其中的燃料气体通路 257 以及排放气体通路 258 两者，其将相对于形成于邻近主体 200 中的燃料气体通路 220 和排放气体通路 224 大体上同轴对准。

[0072] 质子交换薄膜燃料电池模块 180 中的每一者在适当定向上包含且封闭大体上由标号 270 指示的第一多孔气体扩散层。在本发明的一种可能形式中，第一气体扩散层至少部分包括多孔导电陶瓷材料层，其选自基本上由以下各项组成的群组：二硼化钛、二硼化锆、二硅化钼、二硅化钛、氮化钛、氮化锆、碳化钒、碳化钨及其复合物、层压物和固溶体。通常选择的多孔导电陶瓷材料具有小于约 60 微欧 - 厘米的电阻率，具有位于大于约 5 格利 - 秒到小于约 2000 格利 - 秒的范围内的磁导率，且进一步具有约 0.5 到约 200 微米的孔大小。另外，第一多孔气体扩散层 270 具有主体 271，其具有相对于主体 200 的第一侧 201 成大体共面定向而定位的面向外部的表面 272，以及第二面向内部的表面 273。应了解，主体 271 具有近似等于界定于安装凸缘 210 的第一侧 211 与第二侧 212 之间的厚度尺寸 213 的厚度尺寸。再者，主体 271 经大小设计以便大体上堵塞由安装凸缘 210 的内部周边边缘 214 界定的孔 215。应认识到，如上文论述的形成于框架 181 到 185 的第一侧 201 上的燃料气体通道 223 将燃料气体源 30 递送到第一气体扩散层 270。将第一多孔导电气体扩散层 270 的面向外部的表面 272 放置成抵靠着以可密封方式安装在第一侧 201 上的集电隔板 251 的面向内部的表面 252 成欧姆电接触。

[0073] 现在参看图 6，本发明包含外接阳极密封件 280，其接纳在框架的内部腔 205 内，且沿着其配合且抵靠着安装凸缘 210 的第二侧 212 以可密封接触而搁置。阳极密封件 280 可由压敏粘合剂或其它密封和粘结构件形成，其形状将大体上符合安装凸缘 210 的第二侧 212 的形状。

[0074] 如图 3 到 6 所示，本发明还包含 PEM 薄膜电极组合件 (MEA)，其大体上由标号 310 指示。PEM MEA 是此项技术中众所周知的且关于其组成物和操作的进一步论述不再说明，而是应注意 PEM 燃料电池通常具有小于约 200 摄氏度的操作温度。此外，所属领域的技术人员将容易认识到 PEM MEA 在操作期间产生水作为副产品。长久以来已经知道，必须存在某些量的水以致使 MEA 完全操作。此外，如果存在过多的水，那么 MEA 将不会最佳地操作。如图 23 所示，MEA 包括质子交换薄膜 290，其具有第一阳极侧 291 且具有相对的第二阴极侧 292。再者，MEA 由大体上由标号 293 指示的有源区域界定。将阳极电极催化剂层 295 涂覆于薄膜 290 的阳极侧 291 的有源区域 293。将阴极电极催化剂层 296 涂覆于薄膜 290 的阴极侧 292 的有源区域 293。这些电极催化剂层 295 和 296 的可能组成物是此项技术中众所周知的，且阳极和阴极电极催化剂层的相对组成物可有所不同。而且，如图 3 到 7 中所示，MEA 还包含周边边缘 294，其在有源区域 293 外部且以可密封方式抵靠着阳极密封件 280 搁置，且进而以可密封方式将 MEA 或质子交换薄膜紧固到安装凸缘 210。如上文揭示的施加于燃料电池堆叠模块 180 中的每一者的小于每平方英寸约 60 磅的压缩力抵靠着阳极密封件 280 向安装凸缘 210 施加质子交换薄膜密封力，其位于每平方英寸约 5 到约 50 磅的范围内。

[0075] 在本发明的某些形式中，第一多孔导电气体扩散层 270 可为多孔碳层或板。再者，在如图 25 和 26 所见的本发明的另一可能形式中，第一多孔导电气体扩散层 270 可进一步

包含涂覆于第二面向外部的表面 272 的多孔金属化层 275。此层揭示于第 6,716,549 号美国专利中，其教示以引用的方式并入本文中。在此方面，此多孔金属涂层或层 275 选自基本上由以下各项组成的金属群组：铝、钛、镍、铁、不锈钢、锰、锌、铬、铜、锆、银和钨及其合金、氮化物、氧化物和碳化物。在图 25 所示的本发明的形式中，具有金属涂层 275 的第一气体扩散层 270 相对于 MEA310 的阳极侧 311 并置。金属涂层 275 允许多孔气体扩散层 270 与集电隔板 251 形成有效的欧姆电接触。

[0076] 在如图 22 所见的本发明的一种可能形式中，第一多孔导电气体扩散层 270 可包含粘结或涂覆到其表面（这里说明为第一面向内部的表面 273）的电极或催化剂层 274。在此情况下，质子交换薄膜 290 的阳极侧 291 随后相对于粘结或涂覆到第一传导气体扩散层 270 的催化剂层 274 并置。同样，在如图 26 所见的本发明的形式中，将催化剂层 274 涂覆于多孔气体扩散层 270 的一个表面，因此在所述多孔气体扩散层 270 上将多孔金属涂层 275 涂覆于相对表面。质子交换薄膜 290 的阳极侧 291 随后相对于催化剂层 274 并置。

[0077] 现在参看图 3 和随后图式，将了解，相应的燃料电池堆叠模块 180 进一步包含第二气体扩散层，其大体上由标号 300 指示且定位在相应框架 181 到 185 的内部腔 205 内，且相对于质子交换薄膜 310 的阴极侧 312 并置。第二气体扩散层 300 通常是由可类似于形成第一多孔气体扩散层 270 的材料的导电陶瓷材料制成的，但第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 的组成物可有所不同。第二气体扩散层 300 具有主体 301，其具有相对于 MEA310 的阴极侧 312 成并置关系放置的第一面向内部的表面 302，以及相对的第二或面向外部的表面 303。再者，主体由周边边缘 304 界定。如图 22 和 26 中所见，在本发明的某些形式中，可首先将催化剂层 305 涂覆于面向内部的表面 302。随后，可将质子交换薄膜 290 粘结在第一气体扩散层 270 与第二气体扩散层 300 之间。在如图 23 所见的本发明的形式中，质子交换薄膜 290 具有涂覆于其相对的阳极侧 291 和阴极侧 292 的催化剂层 295，且此后可将第一多孔气体扩散层 270 和第二多孔气体扩散层 300 粘结到催化剂层 295。图 24 展示本发明的另一形式，且其中第二多孔气体扩散层 300 具有比第一多孔导电陶瓷气体扩散层 270 的大小大的大小。在此情况下，第二气体扩散层 300 的大小使得其完全堵塞框架 181 到 185 的内部腔 205，而第一气体扩散层 270 经大小设计以完全堵塞由 MEA 安装凸缘 210 的内部周边边缘 214 界定的较小孔 215。

[0078] 在如图 25 和 26 最佳所见的本发明的再一可能形式中，多孔导电陶瓷气体扩散层 270 和 300 分别涂覆有个别催化剂层 305 以及分别多孔金属涂层 275 和 306。金属涂层 306 类似于较早相对于涂覆于第一陶瓷导电层 270 的涂层或金属化层 275 揭示的涂层。在组装时，与邻近于其定位的催化剂层组合的质子交换薄膜 290 包括薄膜电极组件 310，其随后接纳在相应框架 200 的内部腔 205 内。在完全组装时，第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 分别位于抵靠着质子交换薄膜 290 分别的相对阳极侧 291 和阴极侧 292 成欧姆电接触。

[0079] 如较早在 PEM 燃料电池的操作期间提到，水作为副产品产生。在先前现有技术装置中，已设想出各种方案和布置以便有效管理质子交换薄膜所产生的水，以便从任何所得燃料电池提供最佳电输出。在此之前已被采用的一种布置是向定位在 MEA 的阳极或阴极侧上的气体扩散层提供各种材料涂层，以便向气体扩散层给予较大或较小程度的疏水性。通过这样做，设计者已尝试在质子交换薄膜中保持足够量的水，以便最大化燃料电池的操作。

无论在此之前采用的方案和方法如何,气体扩散层已被设计以便保持恰好足够的水以将薄膜维持在最佳水合状态,且同时从薄膜移除过量的水以便防止薄膜被水淹没且关闭燃料电池的电产生。

[0080] 在如本申请案中论述的布置中,应了解多孔导电陶瓷气体扩散层 270 和 300 是由大体上表征为亲水材料(即,其具有吸附、吸收或通过水的亲合性)的多孔陶瓷材料制成的。鉴于这些材料的亲水性质,曾预期水管理问题将从多孔导电陶瓷材料的使用中产生。通过未被完全了解的机制,已惊人地发现,在例如第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 中采用的这些相同的多孔陶瓷材料以某种方式保持足够的水,以便维持质子交换薄膜 290 最佳水合,同时允许气体穿过其中。鉴于在此之前在固体氧化物燃料电池(SOFC)中已利用陶瓷材料的方式,由多孔导电陶瓷气体扩散层 270 和 300 保持某些量的水以致使燃料电池操作是非常新颖的且出乎预期的。此外,本发明关于陶瓷阳极和阴极气体扩散层的初始测试已展示操作温度范围的出乎预期的增加。虽然具有碳气体扩散层的相同 PEM 薄膜将具有近似 46°C 的最大操作温度,但具有陶瓷气体扩散层的相同薄膜可操作直达 54°C,而没有由质子交换薄膜的脱水引起的热流失。此出乎预期的特征允许燃料电池系统 10 在较高环境温度条件下操作。如本发明的背景技术中所提到,SOFC 装置已采用多孔导电陶瓷材料来制造其阳极和阴极。然而,在 SOFC 装置的操作中,鉴于高操作温度(600 到 900°),水无法也无需由与其一起采用的陶瓷气体扩散层保持。另外,虽然必须需要某些量的水以致使质子交换薄膜 290 操作,但并不必须需要水以致使 SOFC 中使用的陶瓷电解质操作,而是 SOFC 的操作的高温度致使电解质电离传导。

[0081] 现在参看图 27,在本发明的一种可能形式中,提供替代的导电气体扩散层 320 且其可分别代替如较早描述的第一导电陶瓷气体扩散层 270 和第二导电陶瓷气体扩散层 300。在本发明的此形式中,导电气体扩散层 320 可包括多个具有减小的多孔性的烧结金属丝网,所述金属丝网一体式接合在一起以便提供借助于通常分别在第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 的制造中利用的导电且多孔的陶瓷材料而提供的优点。如所述视图中所见,所述多个金属丝网 321 具有减小的多孔性且以常规方式烧结,进而变为可与如较早描述的质子交换薄膜 290 组合使用的单式物体。在本发明的另一可能形式中,导电气体扩散层 320 可涂覆有催化剂层,且随后与质子交换薄膜 290 组合,如较早相对于图 25 到 26 所见。

[0082] 现在参看图 22 到 27,质子交换薄膜 290、电极或催化剂层 274、295、296 或 305 以及气体扩散层 270 或 300 的粘结或并置组合常称为薄膜电极扩散组合件(MEDA)313。所属领域的技术人员现在可了解,在本发明的各种形式的每一者中,第一或第二气体扩散层 270 和 / 或 300 中的至少一者包括一材料或组成物,其中导电性建立于第一或第二气体扩散层 270 和 / 或 300 与燃料电池堆叠模块 180 的紧邻于气体扩散层 270 和 / 或 300 的组件之间,使得导电性大体上与施加于相应燃料电池堆叠模块 180 中的每一者的压缩力无关。本发明的此特征允许施加大体上小于通常施加于现有技术装置的力的压缩力。以稍微不同的方式陈述,采用由相应燃料电池堆叠模块 180 或由相对端板施加的压缩力以用于将相应组件密封在一起,维持组件之间的热接触,且 / 或对产品提供刚性,且其基本上不用于维持操作上有效的导电性。另外,将注意,施加于气体扩散层 270 和 300 的减少的压缩力改进了相应的气体扩散层质量输送能力,因为通常在现有技术堆叠布置中施加的高压缩力往往使多孔材

料碎裂，进而阻碍穿过其的质量输送。

[0083] 因此，在本发明的一种形式中，提供质子交换薄膜燃料电池堆叠模块 180 且其包含具有第一阳极侧 311 和第二阴极侧 312 的薄膜电极组合件 310，且其中阳极侧 311 和阴极侧 312 各自具有有源区域表面 293。在本发明的此形式中，如例如图 5 所见，MEA290 的阳极侧 311 和阴极侧 312 中的至少一者的有源区域表面 293 和 / 或例如各自具有相对于有源区域表面 293 以至少部分覆盖关系而定向的区的第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 和 / 或集电隔板 251 等燃料电池组件大体上没有用于容纳反应气体流的预定通路。鉴于在此之前提供的许多现有技术参考的较早教示，本发明的此特征是非常独特的。明确地说，应注意，阳极侧 291 或阴极侧 292 的有源区域表面或相关联的陶瓷气体扩散层 270、300 大体上没有用于容纳反应气体流的预定通路。类似地，邻近的电流传导隔板没有沿着其面向内部或面向外部的表面延伸的预定气体通路。

[0084] 如参看图 3 和随后图式最佳所见，本发明进一步包含导电散热片 330，其具有导热质量且接纳在框架的内部腔 205 内，且相对于第二气体扩散层 300 成欧姆电接触而并置。如图所见，散热片 330 相对于由框架界定的空气通路 206 成流体流动关系而定向。在如图所见的布置中将看到，散热片 330 可采用各种形式。举例来说，如图 13、14 和 15 所见，散热片 330 可包括网状导电金属泡沫 331。具有网状金属泡沫散热片的空气冷却燃料电池揭示于第 6,939,636 号美国专利中，其教示以引用的方式并入本文中。再者，如图 16 和 19 中所见，散热片 330 可包括各种形式的波纹或折叠金属散热片 332。在本发明的一种可能形式中，波纹散热片可如图所示由实心材料制造，或在替代方案中，可由金属网制造。此外且现在参看图 17，本发明的散热片 330 可包括挤压铝板 333。此外，如图 18 所见，散热片 330 可包括冲压的弹性网状金属散热片 334。再者，散热片 330 可包括散热片的这些相同形式 331 到 334 中的一者或一者以上的组合。上文描述的散热片 330 中的每一者包含具有向内面向的表面 341 的主体 340，所述向内面向的表面 341 相对于第二导电陶瓷气体扩散层 300 并置且抵靠着第二导电陶瓷气体扩散层 300 成欧姆电接触而定位。再者，相应散热片 331 到 334 具有第二向外面向的表面 342，其分别相对于相应框架 181 到 185 的第二侧 202 成大体上共面定向而定位。第二向外面向的表面 342 与邻近燃料电池堆叠模块 180 的集电隔板 251 成欧姆电接触而放置，因此电耦合燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 内的燃料电池堆叠模块 180 中的每一者。应了解，如果组合使用两个或两个以上散热片形式 331 到 334，那么最外的散热片仍将具有分别与相应框架 181 到 185 的向外面向的表面 202 大体上共面的向外面向的表面。因此，相应散热片封闭在相应框架 181 到 185 的内部腔 205 内。相应散热片 330 进一步具有周边边缘 343 和分别在向内面向的表面 341 与向外面向的表面 342 之间测量的厚度尺寸。在如图 14 所见的本发明的一种形式中，散热片 33 的厚度尺寸是从大于约 10 毫米到小于约 100 毫米。再者，散热片 340 中的每一者的主体具有第一末端 344 和第二末端 345。相应散热片 330 的主体 340 中的每一者界定多个空气通路 346，其允许冷却空气穿过其中以利于移除在操作期间由质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 产生的热能和湿气。如从图中将了解，所述多个空气通路 346 相对于分别由相应框架 181 到 185 界定的空气通路 206 成流体流动关系而定向。如从图 14 和 15 的研究应了解，散热片 330 的热质量和 / 或厚度可改变，以便实现燃料电池模块 180 中的每一者的大体上均匀的操作温度。

[0085] 在如图所见的布置中应了解,燃料电池堆叠模块 180 中的每一者具有在位于同一燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 内的任何其它燃料堆叠模块 180 的小于约 10% 以内的操作温度。此外,在如图所示的布置中应了解,燃料电池堆叠模块 180 中的每一者的个别散热片 330 的导热质量为燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 内的相应燃料电池堆叠模块 180 中的每一者提供显著不同程度的冷却,使得所述多个燃料电池堆叠模块 180 中的任一者的所得操作温度与所述多个燃料电池堆叠模块 180 中的任何其它者的操作温度相差小于约 10%。在如图所见的布置中应了解,个别模块 180 可具有具可变导热质量的导电散热片 330。更具体来说,朝向质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 的中心部分逐渐向内定位的那些模块 180 通常将具有比那些例如较靠近端板 41 和 42 定位的燃料电池堆叠模块 180 大的导热质量。相应燃料电池堆叠模块 180 的此导热质量变化有利于作为质子交换薄膜燃料电池堆叠的操作的副产品的热能的有效耗散。此外,如图 19 和 20 最佳所见的本发明的另一可能形式波纹或折叠金属散热片 332 沿着散热片的长度可能具有或不具有空气通路的横截面尺寸变化。折叠金属散热片 332 由界定多个通路 346 的导电衬底形成,所述通路 346 当在其第一末端 344 与第二末端 345 之间测量这些通路时具有各种横截面尺寸。如图 20 所示的散热片的形式中所见,应注意到,在第一末端 344 处开始的所述多个空气通路 346 大体来说具有比位于相对第二末端 345 处的相同空气通路 346 宽的横截面尺寸。所述多个通路的此横截面尺寸变化可相对于相应通路 346 提供至少第一空气冷却速度 351 和第二空气冷却速度 352。应了解,这些第一和第二冷却空气速度各自相对于散热片 330 沿着其长度分别提供在第一末端 344 与第二末端 345 之间测量的显著不同程度的冷却。因此,本发明的散热片 330 不仅提供用于在任何燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 内的个别燃料电池堆叠模块 180 之间维持小于约 10% 的大体上恒定操作温度的手段,而且进一步提供用于无论质子交换薄膜燃料电池堆叠 10 内燃料电池堆叠模块 180 的位置如何均以大体上均匀方式显著冷却每一模块以为相应燃料电池模块中的每一者提供最佳操作效率的手段。

[0086] 此外且现在参看图 21 且如较早论述,相同质子交换薄膜燃料电池堆叠布置 160 进一步提供了如相应框架 181 界定的空气通路 206 可具有可变的横截面面积。因此,应了解,本发明不仅提供用于改变相应导电散热片 330 中的每一者的导热质量的手段,而且借助于改变空气通路 206 的数目和横截面尺寸而提供可变量的空气,以便分别为质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 提供操作上有效且大体上均匀的操作温度。

### [0087] 操作

[0088] 相信本发明的所描述实施例的操作是容易明白的且在此点简要概述。

[0089] 在其最广义方面的一者中,本发明涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160,其包含多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块 180,所述燃料电池堆叠模块 180 通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力而以可密封方式安装在一起。在如图所见的布置中,燃料电池堆叠模块 180 各自具有在位于同一质子交换薄膜燃料电池堆叠内的燃料电池堆叠模块 180 中的任何其它者的小于约 10% 以内的操作温度。此压缩力向安装凸缘 210 施加质子交换薄膜密封力,其位于约 5 磅 PSI 到约 50 磅 PSI 的范围内。在如各图中所见的布置中,质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 具有在第一与第二端板 41、42;71、72;91、92;131、132;161 与 162 之间测量的操作上有效的传导性,且所述操作上有效的传导性是在小于由第一和第二端板施加的压缩力的压力下实现的。这确实是相对于在

在此之前揭示的现有燃料电池堆叠来说为独特的,且其中这些现有技术装置的端板施加相当大的压缩力以利于适当的操作上有效的传导性,且进一步实现定位于其间的个别质子交换薄膜燃料电池组件的适当密封。另外,这些现有技术装置遭受与 PEM 堆叠的各种部分中不适当热累积及其操作上有效的传导性的可变性(鉴于不适当的水合)相关联的问题以及此项技术中众所周知的其它问题。

[0090] 在如图所见的布置中,质子交换薄膜 290 的阳极侧 291 具有有源区域 293。在本发明的一种可能形式中,质子交换薄膜 290 的有源区域 293 或相对于其成至少部分覆盖关系而定位的集电隔板 251 两者大体上没有用于容纳反应气体流 30 的预定通路。这确实是相对于先前质子交换薄膜燃料电池堆叠来说为独特且新颖的,其中在此之前已利用相当精细的预定通路来管理反应气体流且优化这些现有技术装置的性能。

[0091] 本发明的另一方面涉及质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160,其包含相对于彼此成大体上平行间隔关系而安置的第一和第二端板 41、42;71、72;91、92;131、132;161 和 162;且多个重复的空气冷却的燃料电池堆叠模块 180 定位于第一与第二端板之间,且其串联电耦合在一起,且其中相应端板通过向相应燃料电池堆叠模块 180 中的每一者至少部分施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力而以可密封方式将相应燃料电池堆叠模块 180 耦合在一起,且其中质子交换薄膜燃料电池堆叠具有在第一与第二端板之间测量的改变小于约 10% 的操作温度分布。如较早说明,质子交换薄膜燃料电池堆叠具有在第一与第二端板之间测量的操作上有效的传导性,其是在小于由相应质子交换模块 180 经历的压缩力的压力下实现的。

[0092] 本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块 180,其包含:质子交换薄膜 290,其具有阳极侧 291 和阴极侧 292;第一气体扩散层 270,其相对于阳极侧 291 并置;第二气体扩散层 300,其相对于阴极侧 292 并置;导电散热片 330,其具有导热质量且相对于第二气体扩散层 300 并置;以及集电隔板 251,其相对于第一气体扩散层 270 成欧姆电接触而并置。在如各图所见的布置中,所述多个燃料电池堆叠模块 180 串联电连接,且进一步安装在第一与第二端板 41、42;71、72;91、92;131、132;161 与 162 之间以形成燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160。在所述图式中,第一燃料电池模块 180 的集电隔板 251 相对于第一端板并置,且其中远端的第二燃料电池模块 180 的散热片 330 相对于第二端板以受力关系而定位。第一和第二端板向所述多个质子交换薄膜燃料电池堆叠模块中的每一者提供小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。

[0093] 本发明的再一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160,其包含多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块 180,且所述燃料电池堆叠模块 180 通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起,且其中相应燃料电池堆叠模块 180 进一步包括框架 181 到 185,其分别具有内部周边边缘 204 和外部周边边缘 203 以及第一侧 201 和第二侧 202。内部周边边缘 204 界定内部腔 205,且其中相应框架 181 到 185 以操作定向自对准且配合地嵌套在一起。相应框架 181 到 185 各自界定空气通路 206,所述空气通路 206 在内部周边边缘与外部周边边缘之间延伸且与其内部腔连通。

[0094] 在本发明的再一方面中,提供一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块 180 且其进一步包含具有阳极侧 291 和阴极侧 292 的质子交换薄膜 290,以及相对于阳极侧 291 并置的第一气体扩散层 270。在此布置中,提供第二气体扩散层 300 且其相对于阴极侧 292 并置。

再者，导电散热片 330 相对于第二气体扩散层 300 并置。再者，提供分别具有内部周边边缘 204 和外部周边边缘 203 以及第一侧 201 和第二侧 202 的框架 181 到 185。在此布置中，内部周边边缘 204 分别在个别框架 181 到 185 内界定内部腔 205。再者，质子交换薄膜 290、分别第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 以及散热片 330 封闭在内部腔 205 内。再者，第一集电隔板 251 分别安装在相应框架 181 到 185 的第一侧 201 上。集电隔板 251 相对于第一气体扩散层 270 并置，以便形成燃料电池堆叠模块 180。在如图所见的布置中，多个燃料电池堆叠模块 180 定位在第一与第二端板 41、42；71、72；91、92；131、132；161 与 162 之间且进一步串联电耦合在一起，且其中相应端板在相应燃料电池堆叠模块 180 中的每一者上施加小于每平方英寸约 60 磅的压缩力。在如各图所见的布置中，第一气体扩散层 270 和第二气体扩散层 300 分别至少部分包括多孔导电陶瓷材料层。此陶瓷材料层选自基本上由以下各项组成的群组：二硼化钛、二硼化锆、二硅化钼、二硅化钛、氮化钛、氮化锆、碳化钒、碳化钨及其复合物、层压物和固溶体。

[0095] 本发明的另一方面涉及一种质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160，且其包含多个重复的串联电耦合的燃料电池堆叠模块 180，所述燃料电池堆叠模块 180 每一者界定内部腔 205 且进一步通过小于每平方英寸约 60 磅的压缩力以可密封方式安装在一起。再者，提供质子交换薄膜 290 且其相对于至少一个陶瓷气体扩散层 270 或 300 以操作定向而放置，且其进一步接纳在相应燃料电池堆叠模块 180 的腔 205 内。

[0096] 在本发明的再一方面中，质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160 包含以大体上平行间隔关系而安置的第一和第二端板 41、42；71、72；91、92；131、132；161 和 162，且多个重复的空气冷却的燃料电池堆叠模块 180 定位在第一与第二端板之间且串联电耦合在一起，且其进一步具有在第一与第二端板之间测量的操作上有效的传导性，所述操作上有效的传导性是在小于施加于所述多个所述燃料电池堆叠模块 180 中的每一者的压缩力的压力下实现的，且其进一步具有在第一与第二端板之间测量的大体上均匀的操作上有效的温度分布。

[0097] 在本发明的再一方面中包含一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块 180。模块 180 封闭具有阳极侧 291 和阴极侧 292 的质子交换薄膜 290；且第一导电陶瓷层 270 相对于阳极侧并置。在本发明的此形式中，提供第二导电陶瓷层 300 且其相对于阴极侧并置；且导电散热片 330 相对于第二导电陶瓷层并置。在本发明的此形式中，提供框架 181 到 185 且其分别具有内部周边边缘 204 和外部周边边缘 203。再者，框架 181 到 185 具有第一侧 201 和第二侧 202，且其中内部周边边缘 204 界定内部腔 205。在本发明的此形式中，相应框架 181 到 185 各自界定空气通路 206，所述空气通路 206 分别在内部周边边缘 204 与外部周边边缘 203 之间延伸且与其内部腔 205 连通。质子交换薄膜 290、分别第一导电陶瓷层 270 和第二导电陶瓷层 300 以及导电散热片 330 各自大体上封闭在内部腔 205 内。再者，在本发明的此形式中，集电隔板 251 安装在框架 181 到 185 的第一侧 201 上，且其相对于第一导电陶瓷层 270 并置。

[0098] 在本发明的再一方面中，提供一种质子交换薄膜燃料电池堆叠 40、70、90、130 和 160，且其包含各自具有阳极侧 291 和阴极侧 292 的多个质子交换薄膜 290 以及相对于质子交换薄膜 290 中的每一者的阳极侧 291 并置的第一多孔导电陶瓷层 270。再者，在本发明的此形式中，第二多孔导电陶瓷层 300 相对于质子交换薄膜 290 中的每一者的阴极侧 292 并

置,且其中质子交换薄膜燃料电池堆叠具有小于约 200 摄氏度的操作温度。

[0099] 在本发明的再一形式中,提供一种质子交换薄膜燃料电池堆叠模块 180 且其包含具有阳极侧 291 和阴极侧 292 的质子交换薄膜 290,且其中阳极侧 291 和阴极侧 292 各自具有有源区域表面 293。在本发明的一种形式中,质子交换薄膜 290 的阳极侧 291 或阴极侧 292 中的至少一者的有源区域表面 293 和 / 或例如分别第一陶瓷气体扩散层 270 或第二陶瓷气体扩散层 300 和 / 或集电隔板 251 等燃料电池组件具有相对于其至少成部分覆盖关系而定向的区,且其大体上没有用于容纳反应气体流 30 的预定通路。

[0100] 在如提供的本发明的每一形式中,质子交换薄膜燃料电池模块 70 各自包含分别具有面向内部的表面 341 和面向外部的表面 342 的导电散热片 330,其分别接纳在框架 181 到 185 中的每一者的内部腔 205 中,且其中面向内部的表面 341 相对于第二气体扩散层 300 并置,且散热片 330 的面向外部的表面 342 分别相对于框架 181 到 185 中的每一者的第二侧 202 以大体上共面定向而定向。再者,散热片相对于分别由相应框架 181 到 185 界定的空气通路 206 以流体流动关系而定向。再者,散热片 330 具有大于约 10mm 的厚度尺寸以及导热质量,所述导热质量可在个别质子交换薄膜燃料电池堆叠模块 180 之间变化,以便提供分别在第一与第二端板 41、42 ;71、72 ;91、92 ;131、132 ;161 与 162 之间测量的操作上均匀的温度。

[0101] 因此,将看到,描述一种质子交换薄膜燃料电池堆叠电力系统 10,且其提供优于在此之前已利用的常规质子交换薄膜燃料电池堆叠的各种各样的优点。本发明是空气冷却的,容易制造和组装,且在小于将个别质子交换薄膜模块 180 密封在一起所必要的压力量的压力下实现操作上有效的传导性,且进一步提供用于以成本有效方式产生电力且在此之前并不可能的方便手段。

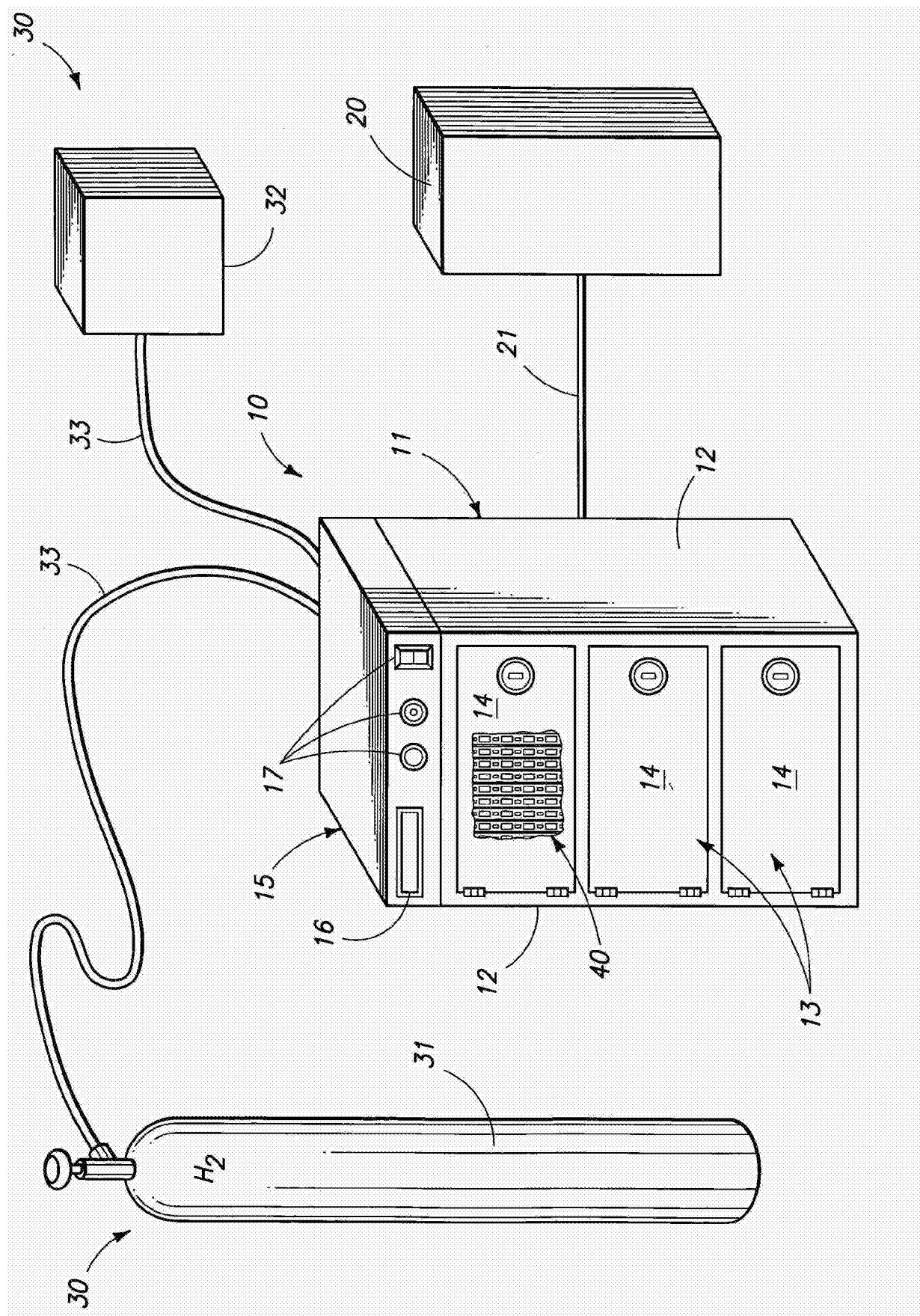


图 1

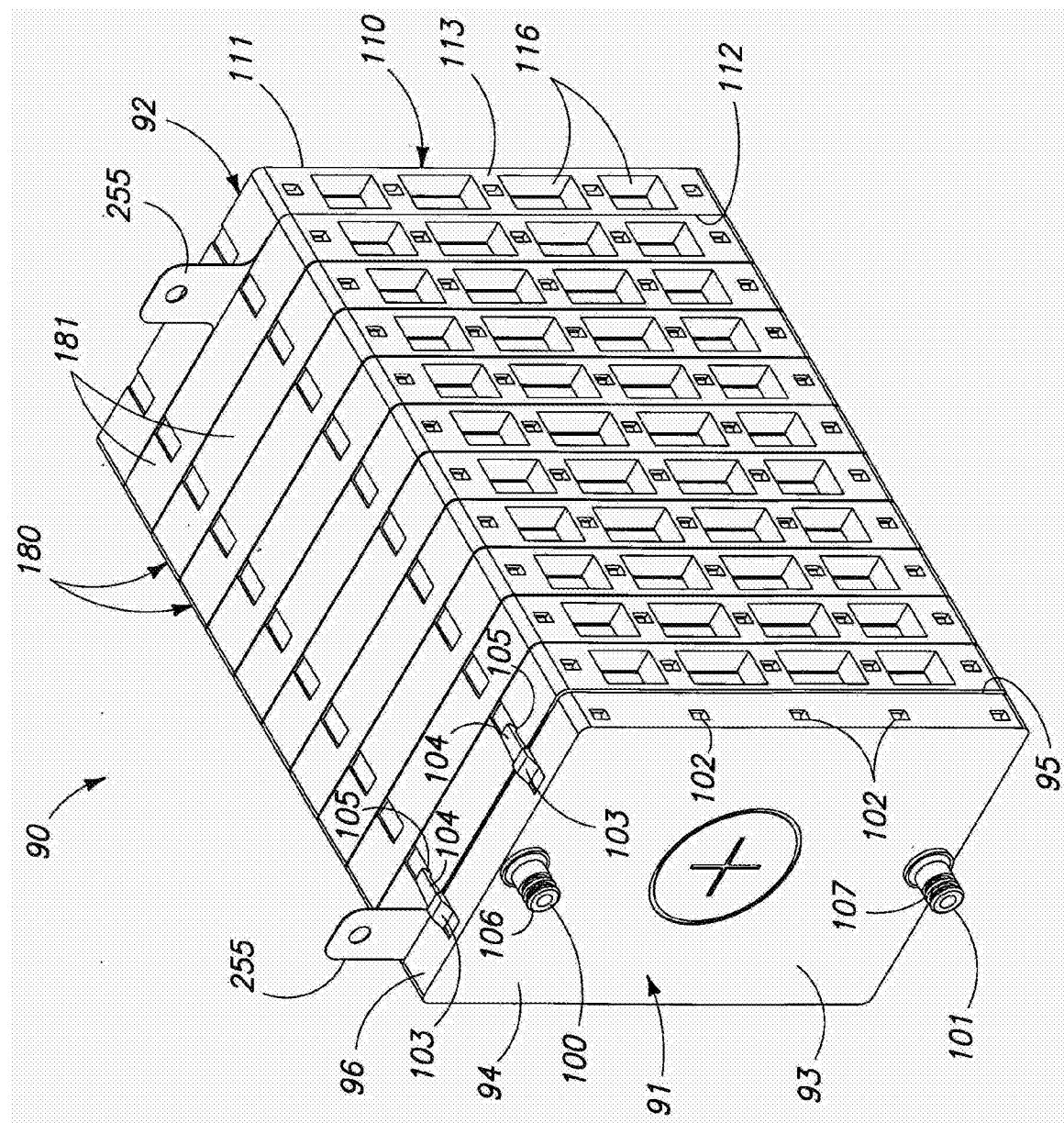


图 2

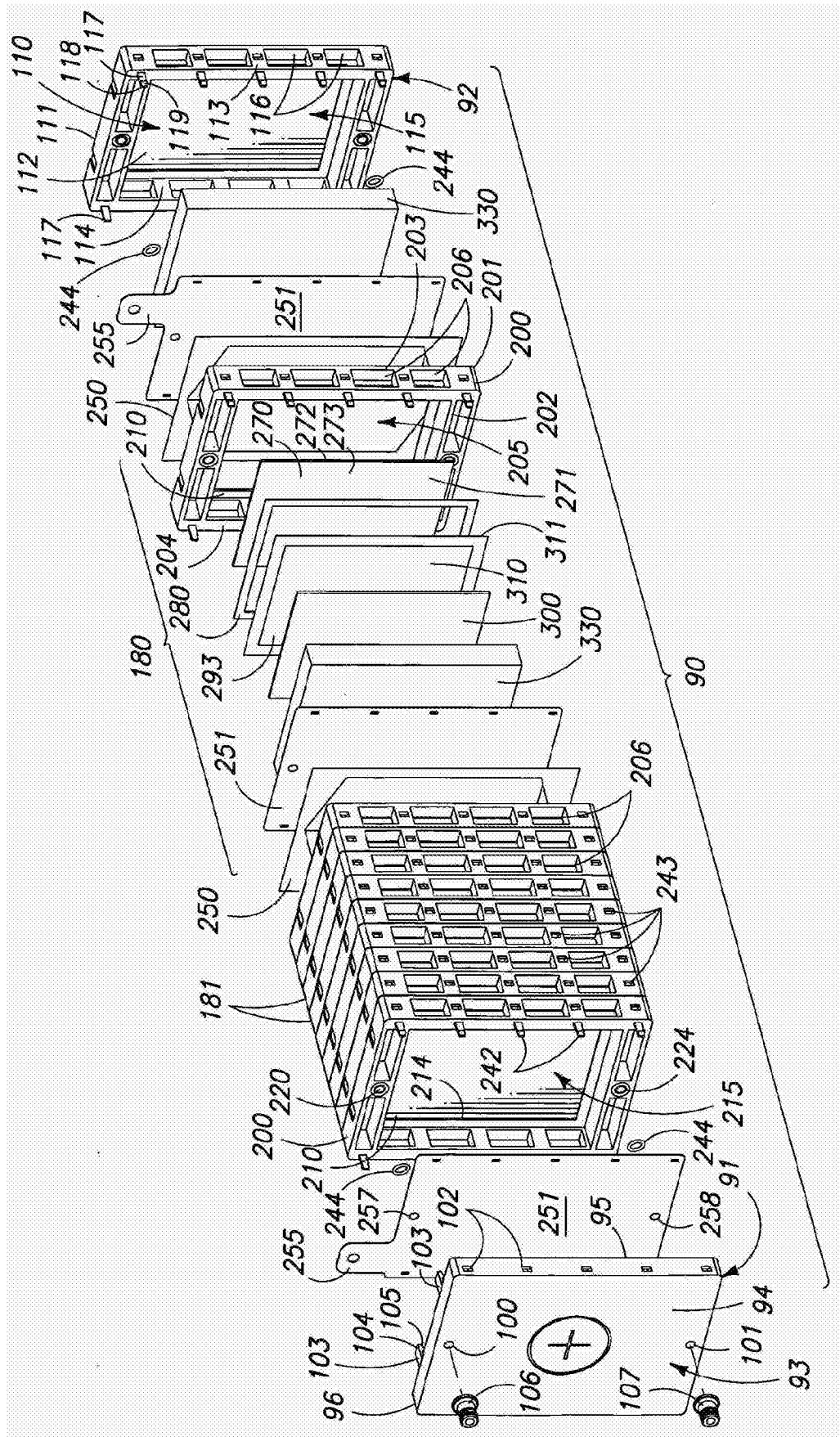


图 3

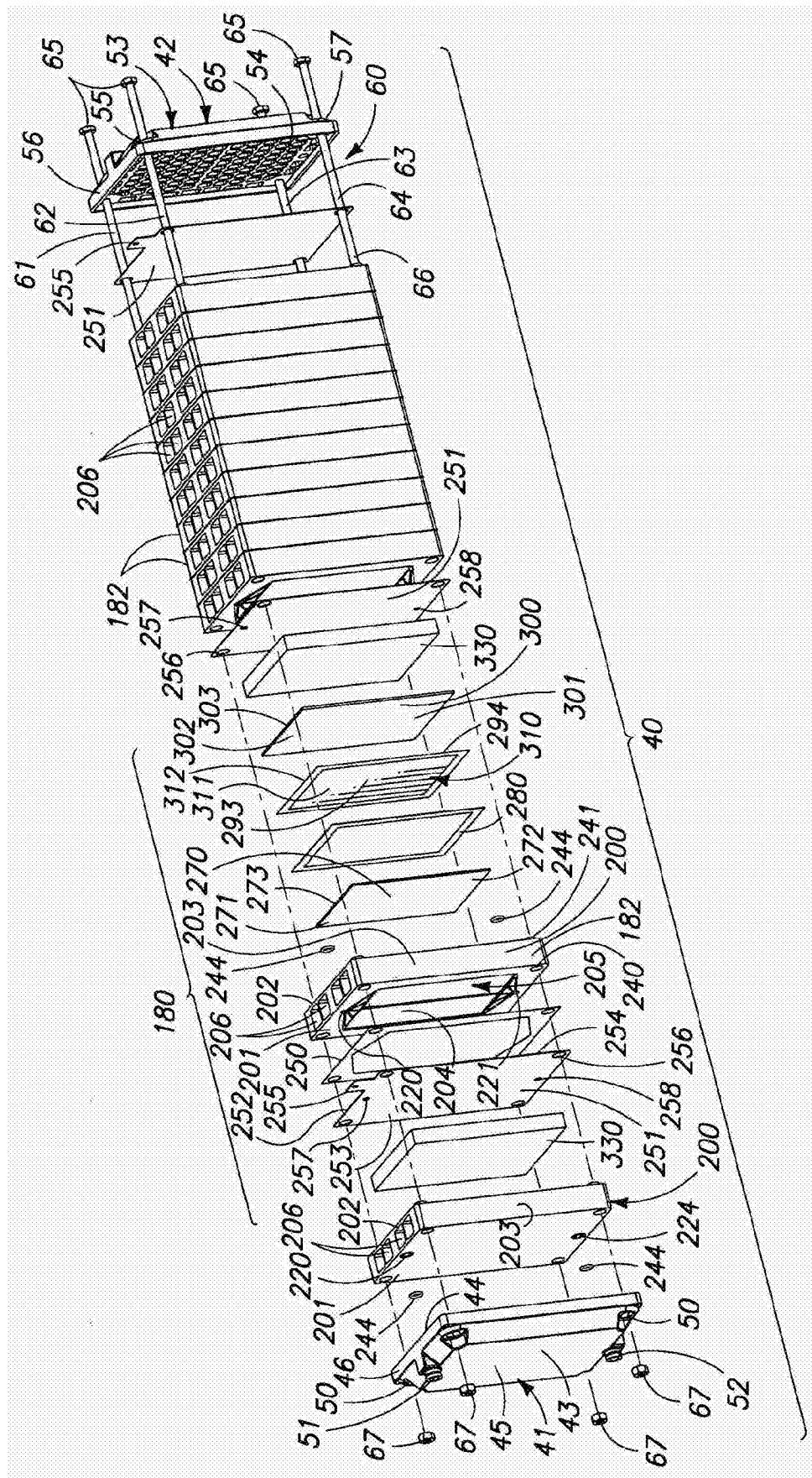


图 4

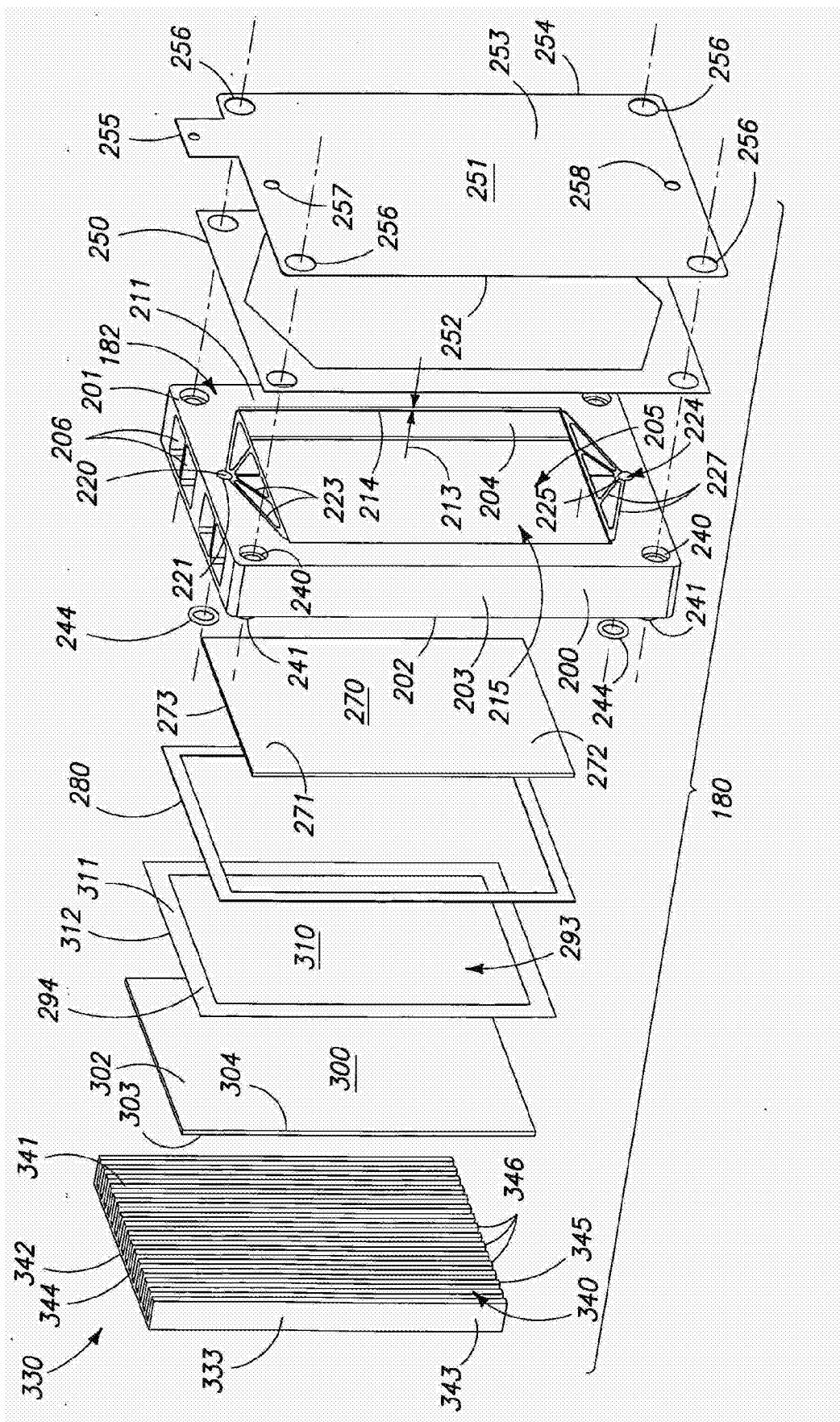


图 5

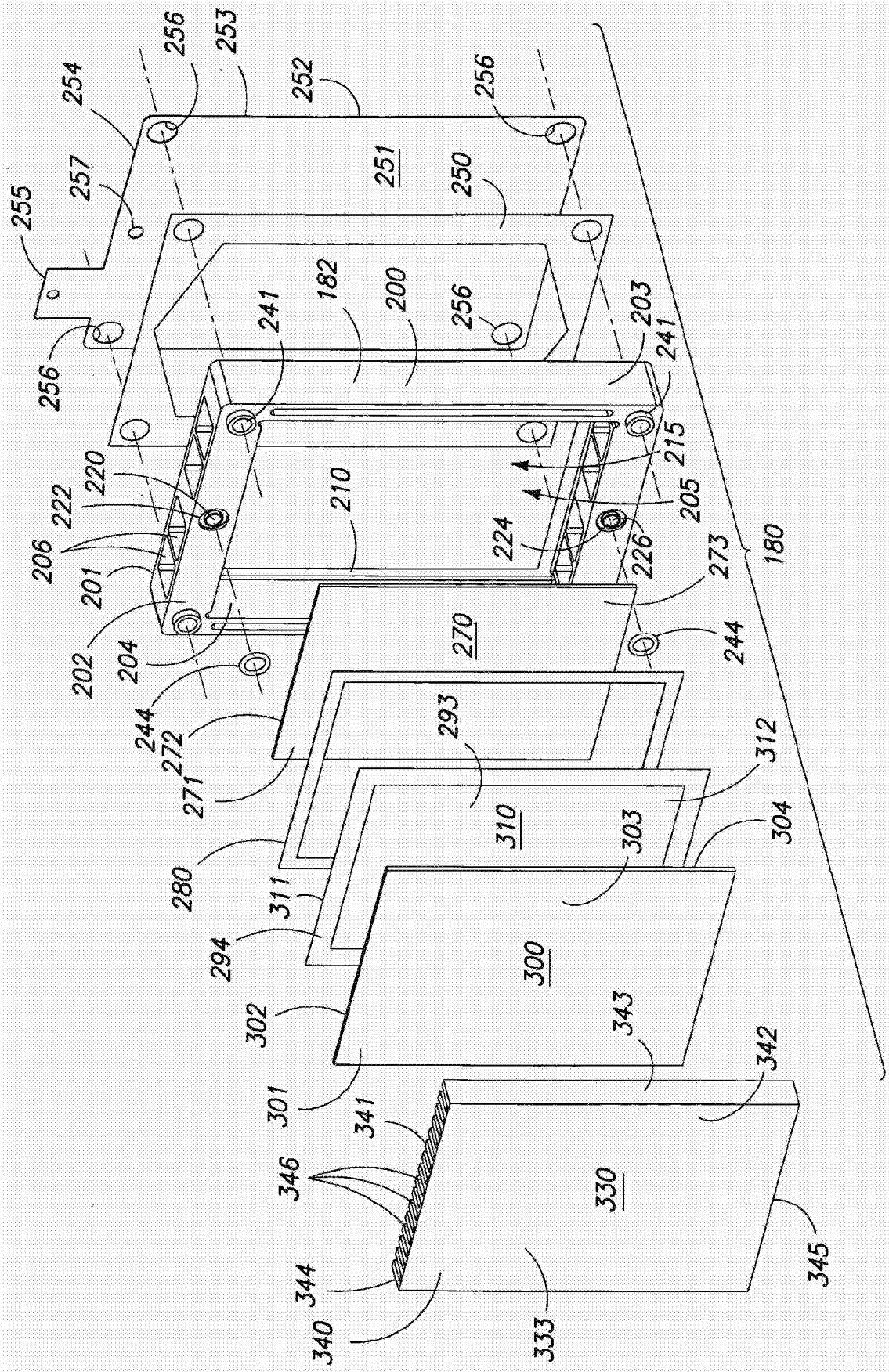


图 6

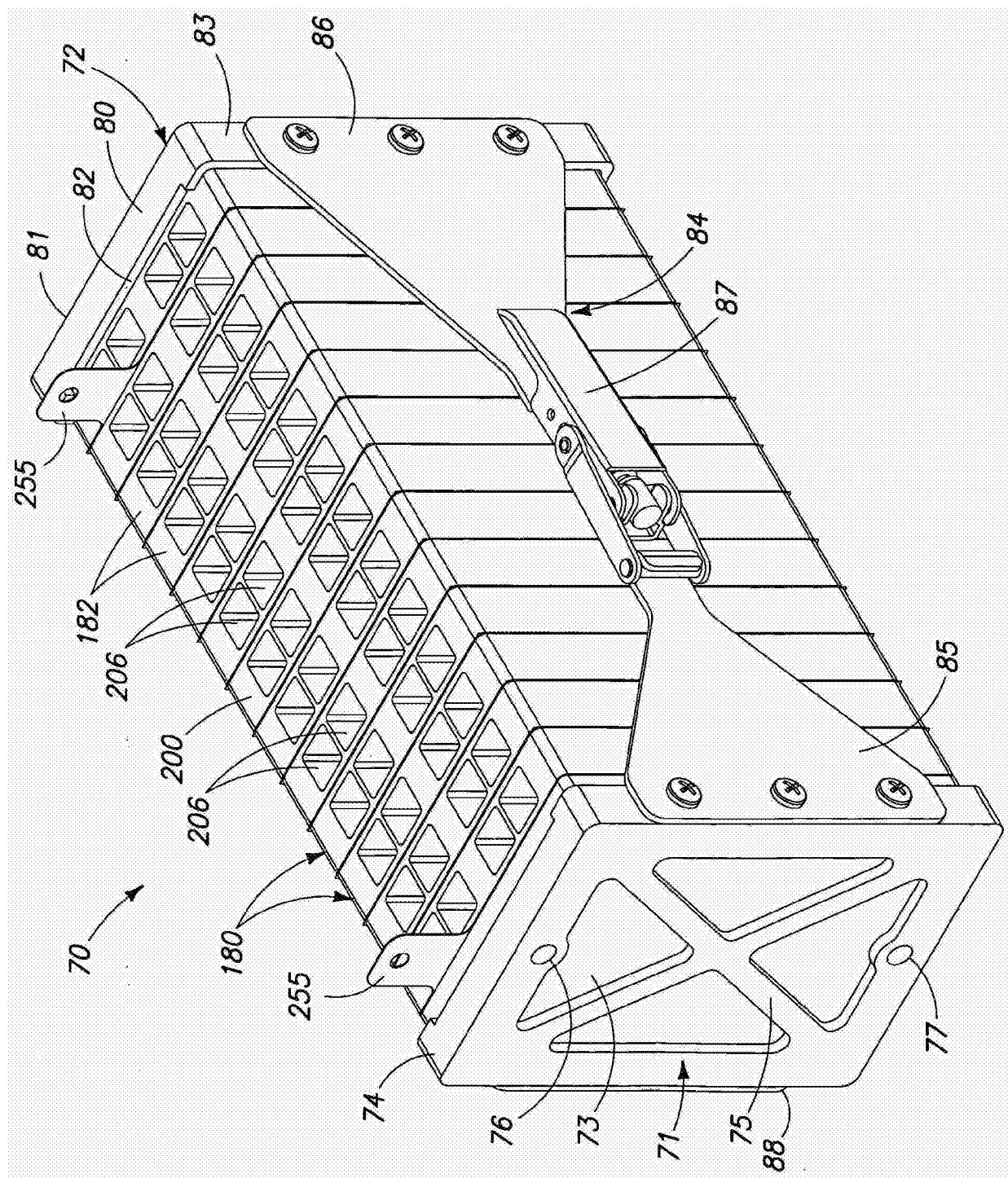


图 7

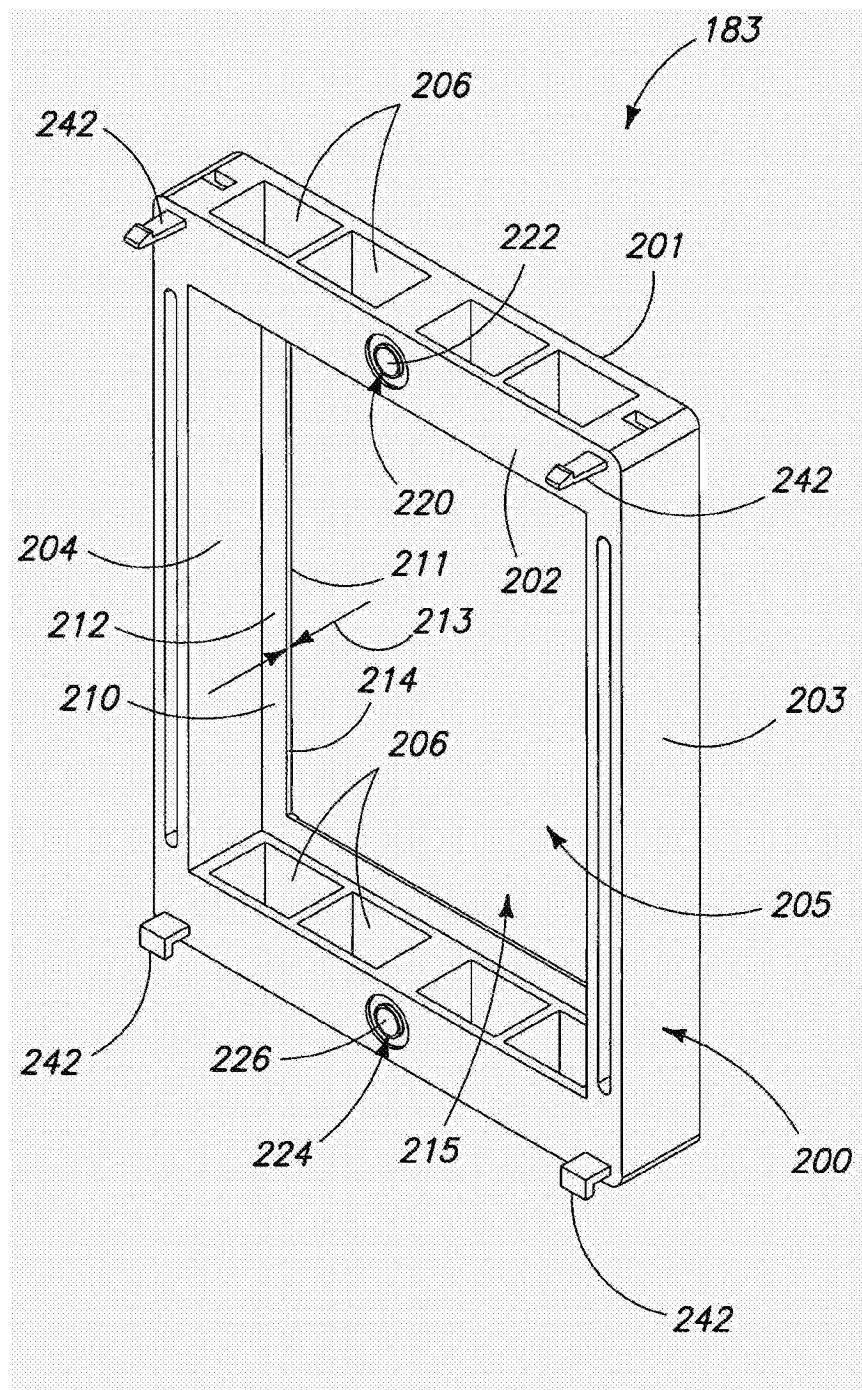


图 8

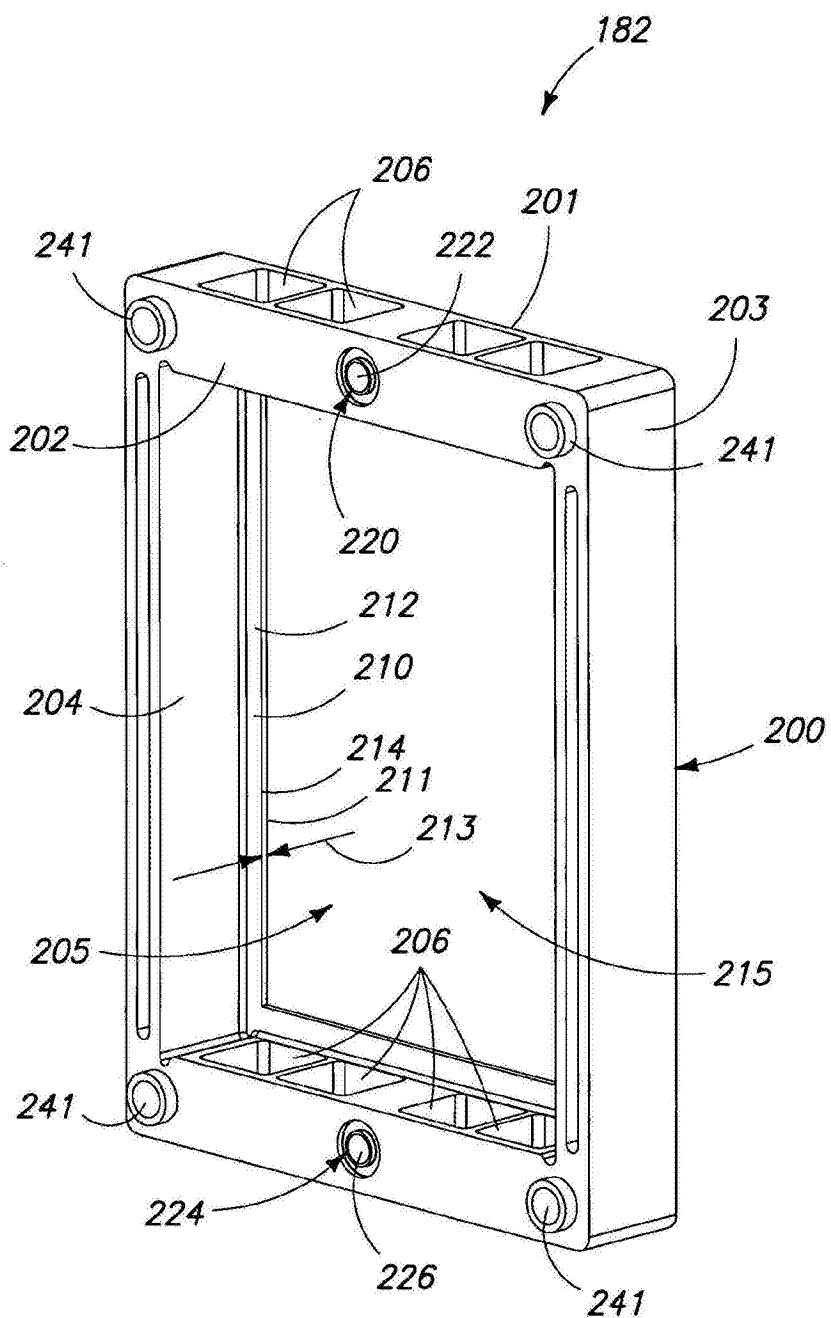


图 9

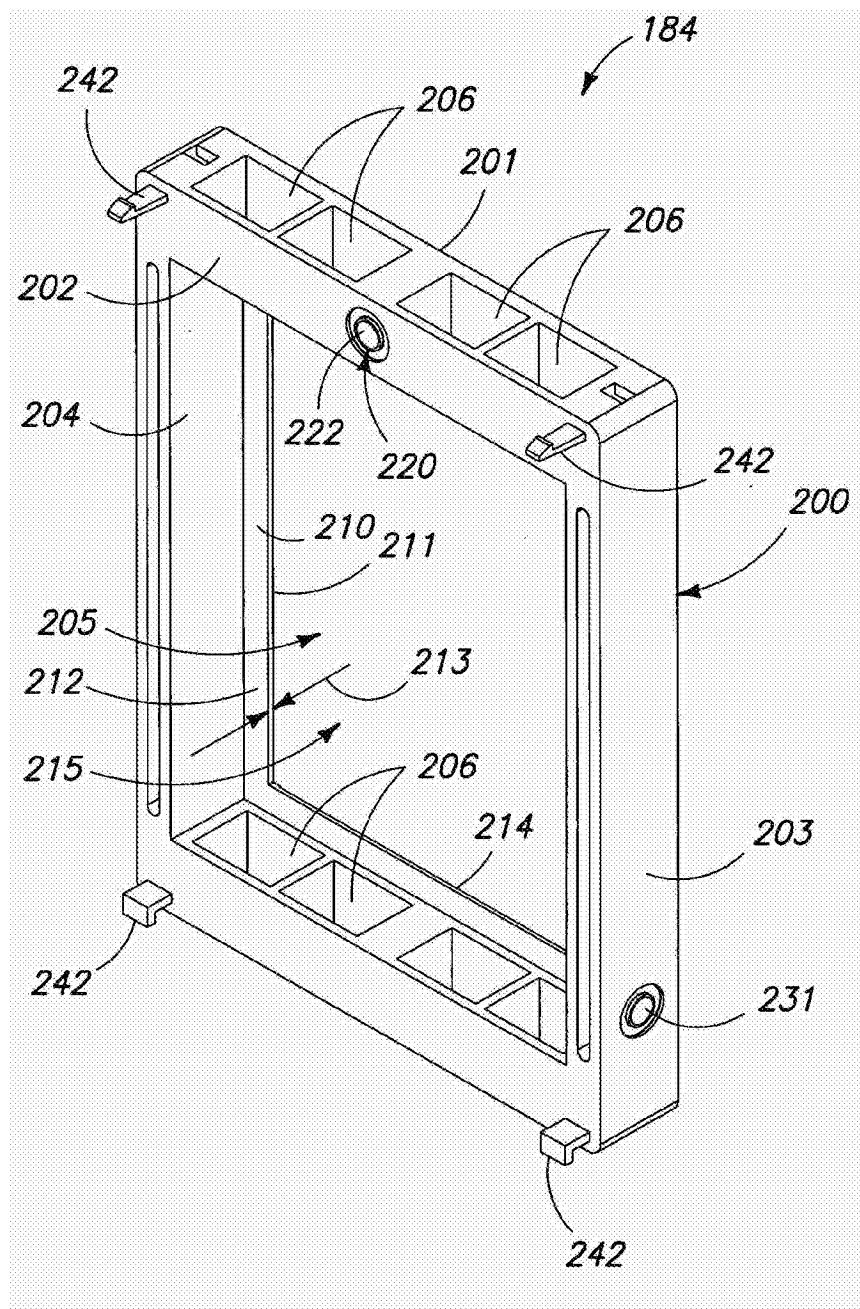


图 10

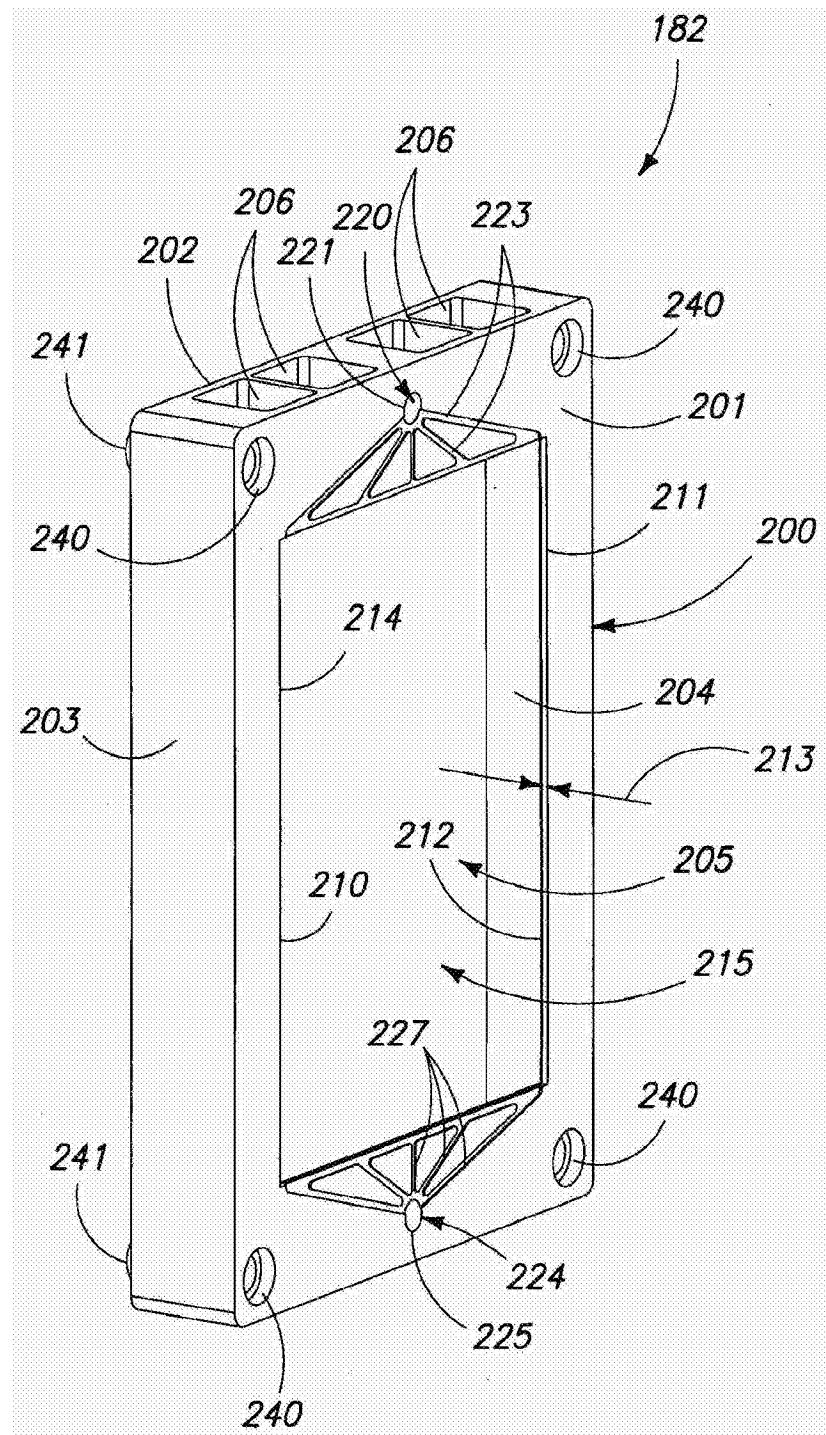


图 11

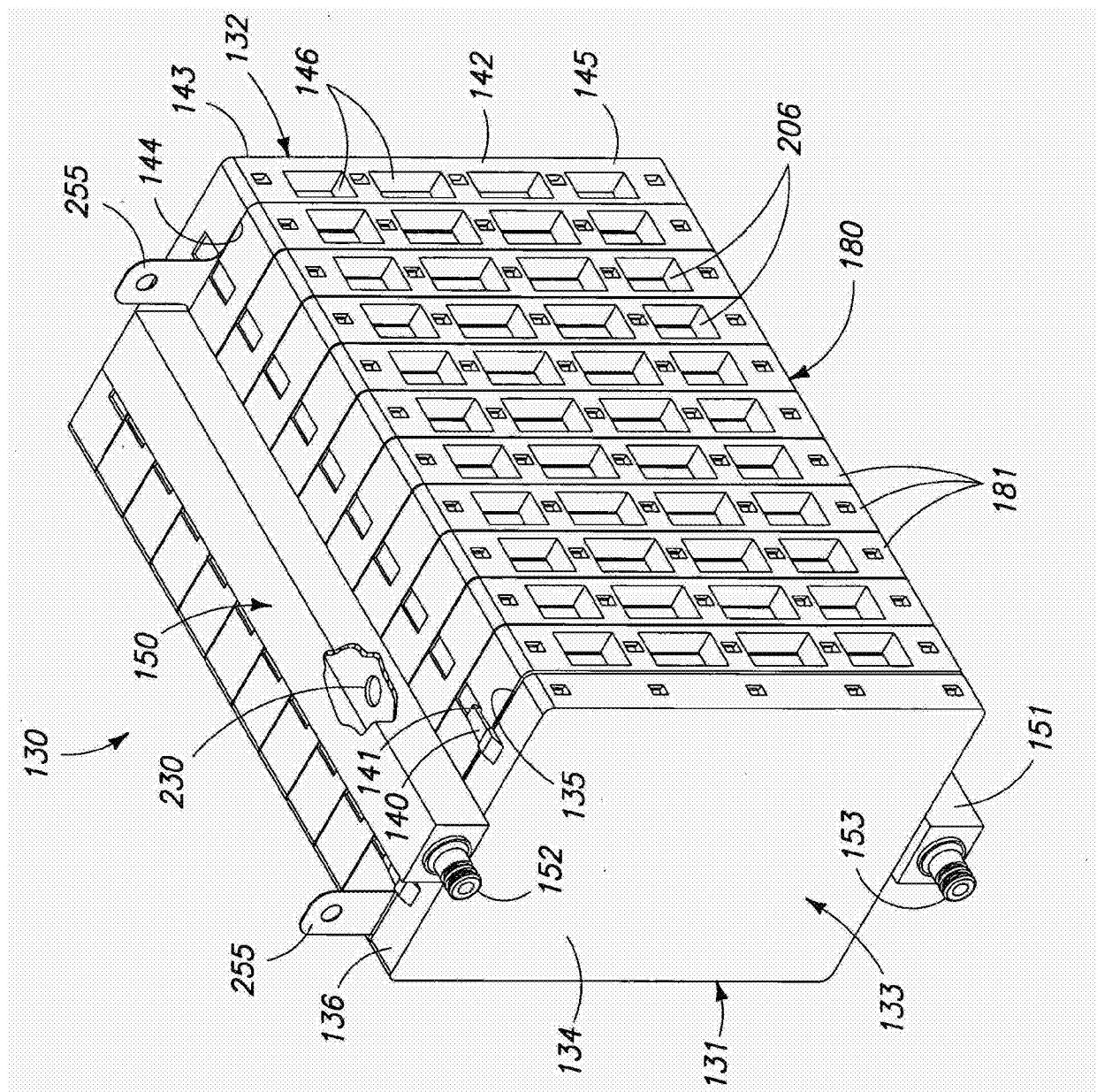


图 12

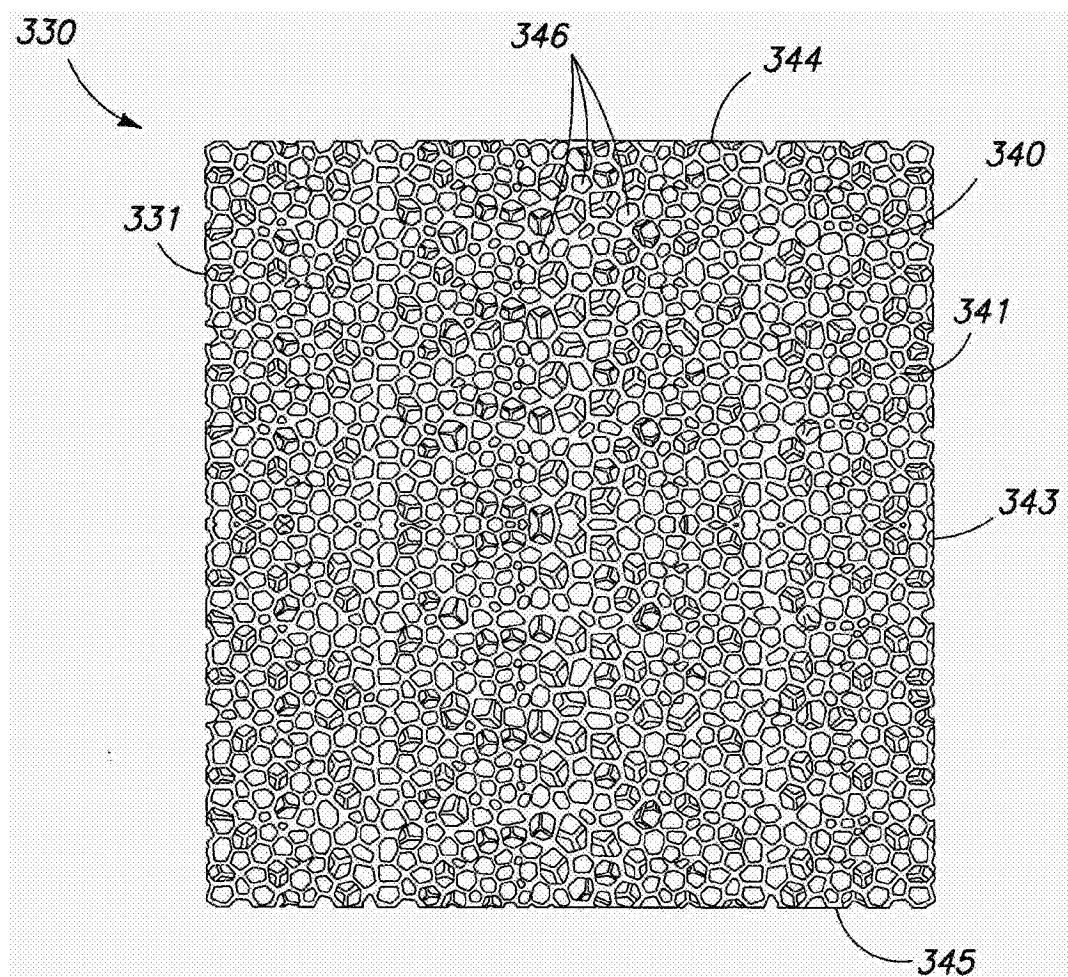


图 13

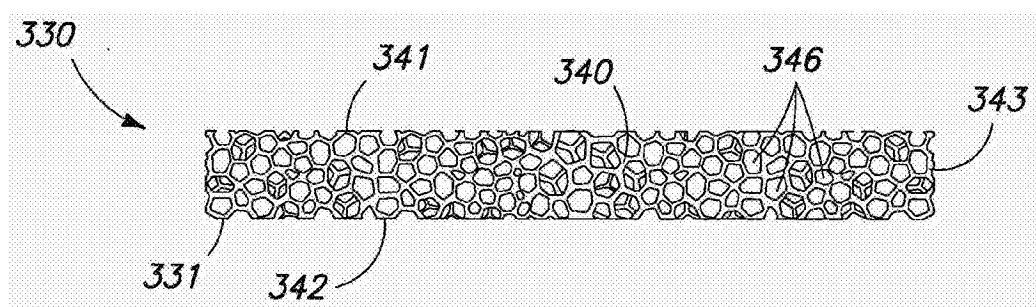


图 14

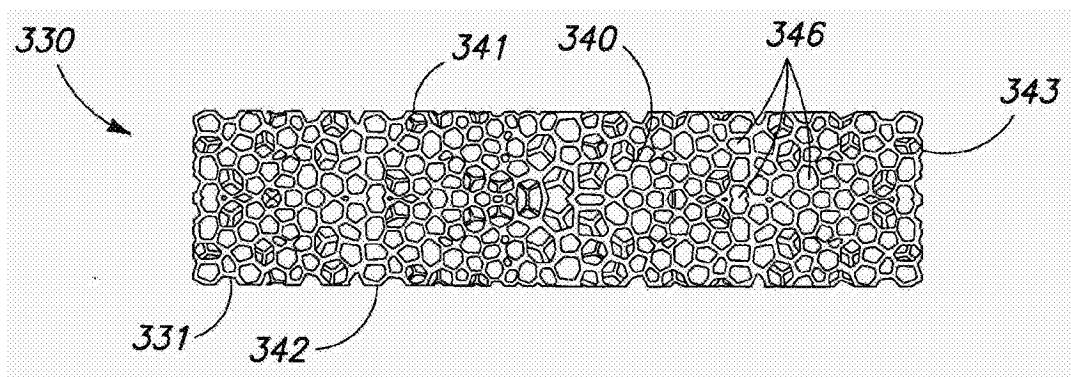


图 15

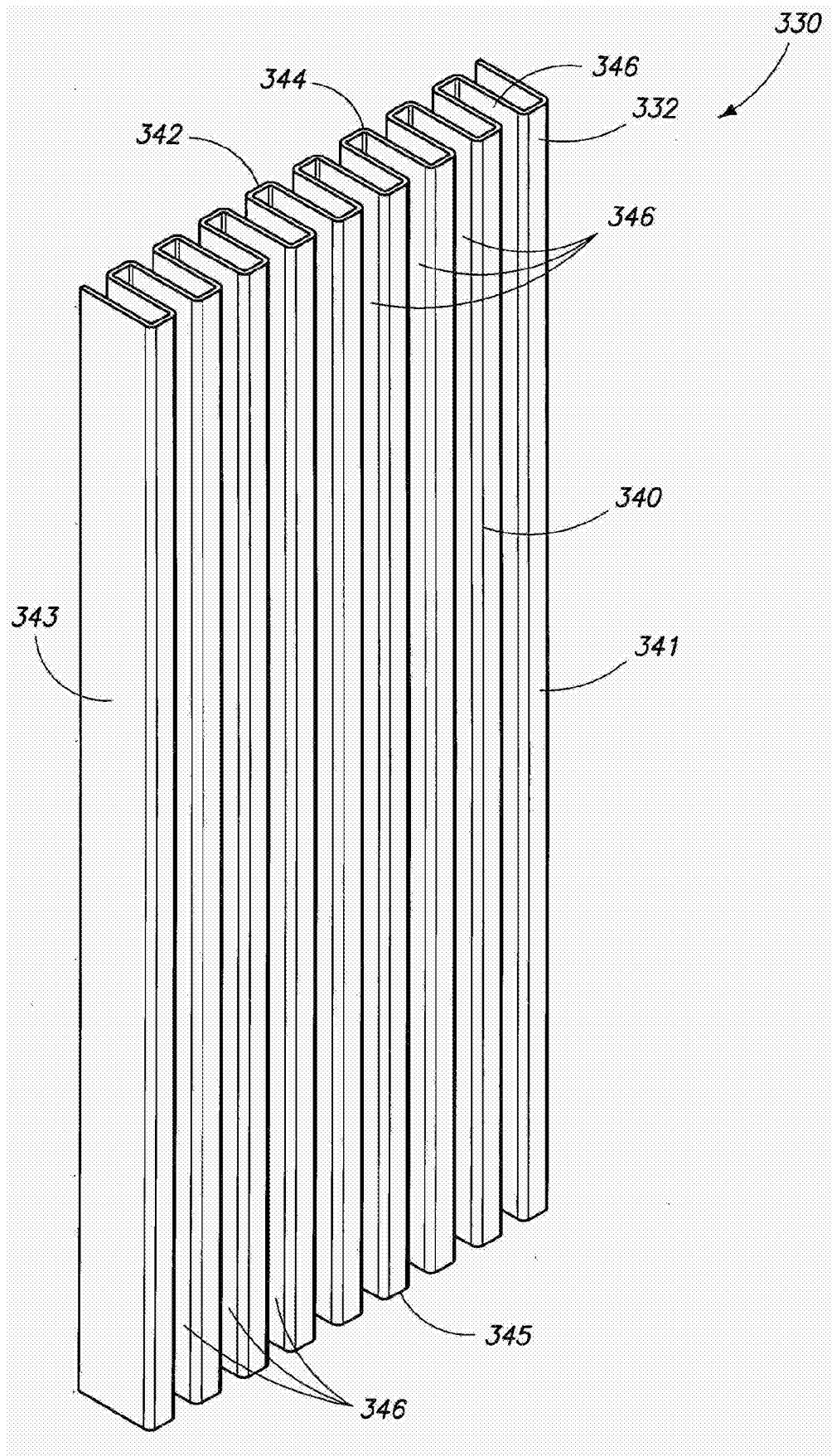


图 16

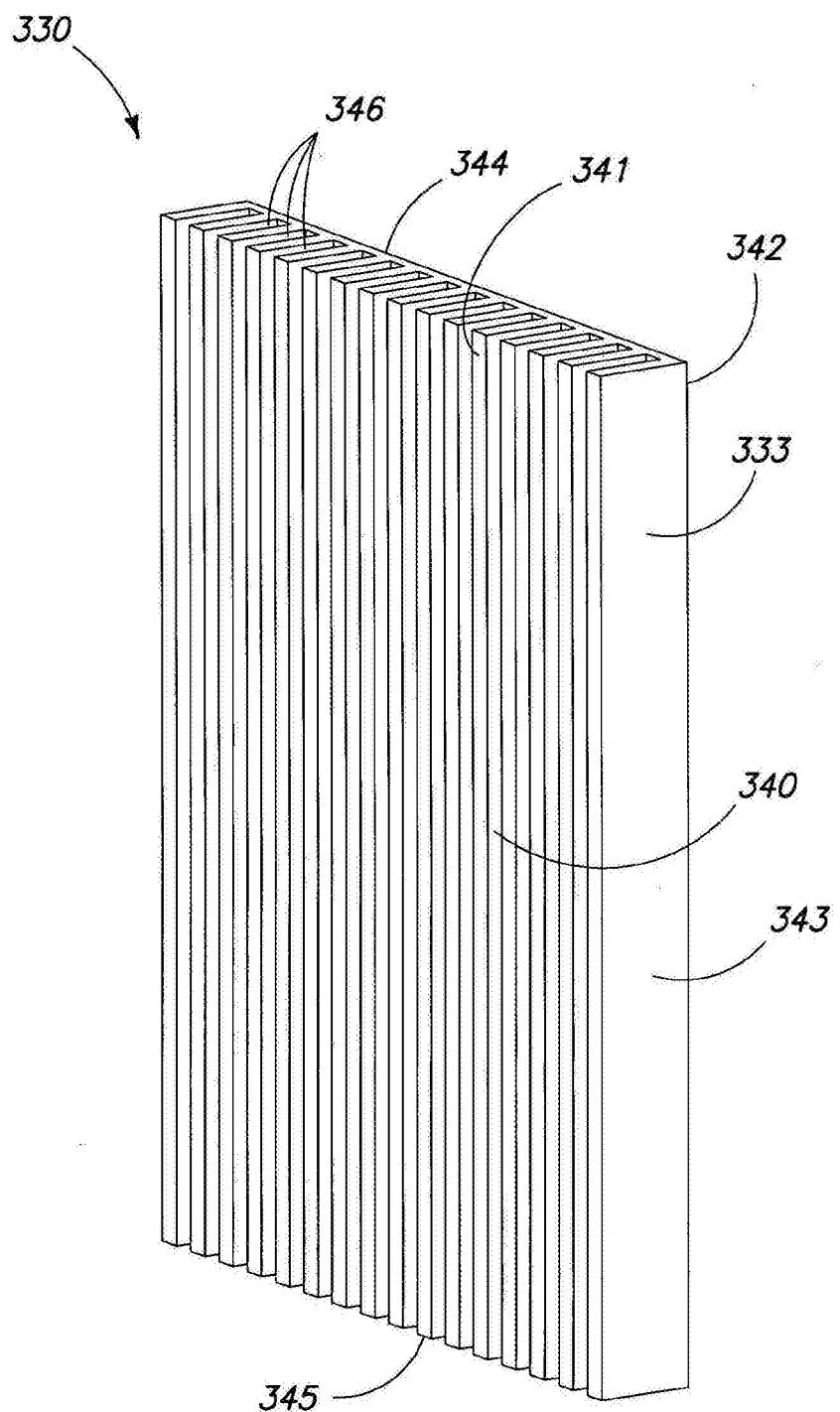


图 17

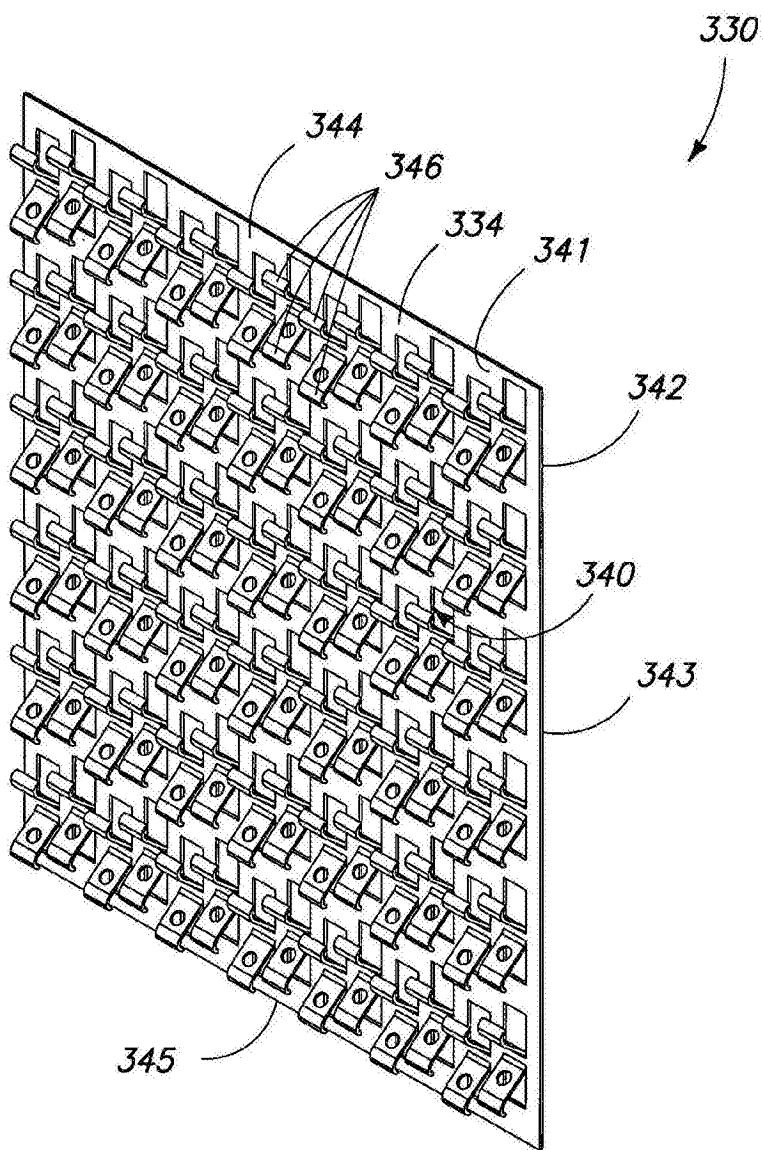


图 18

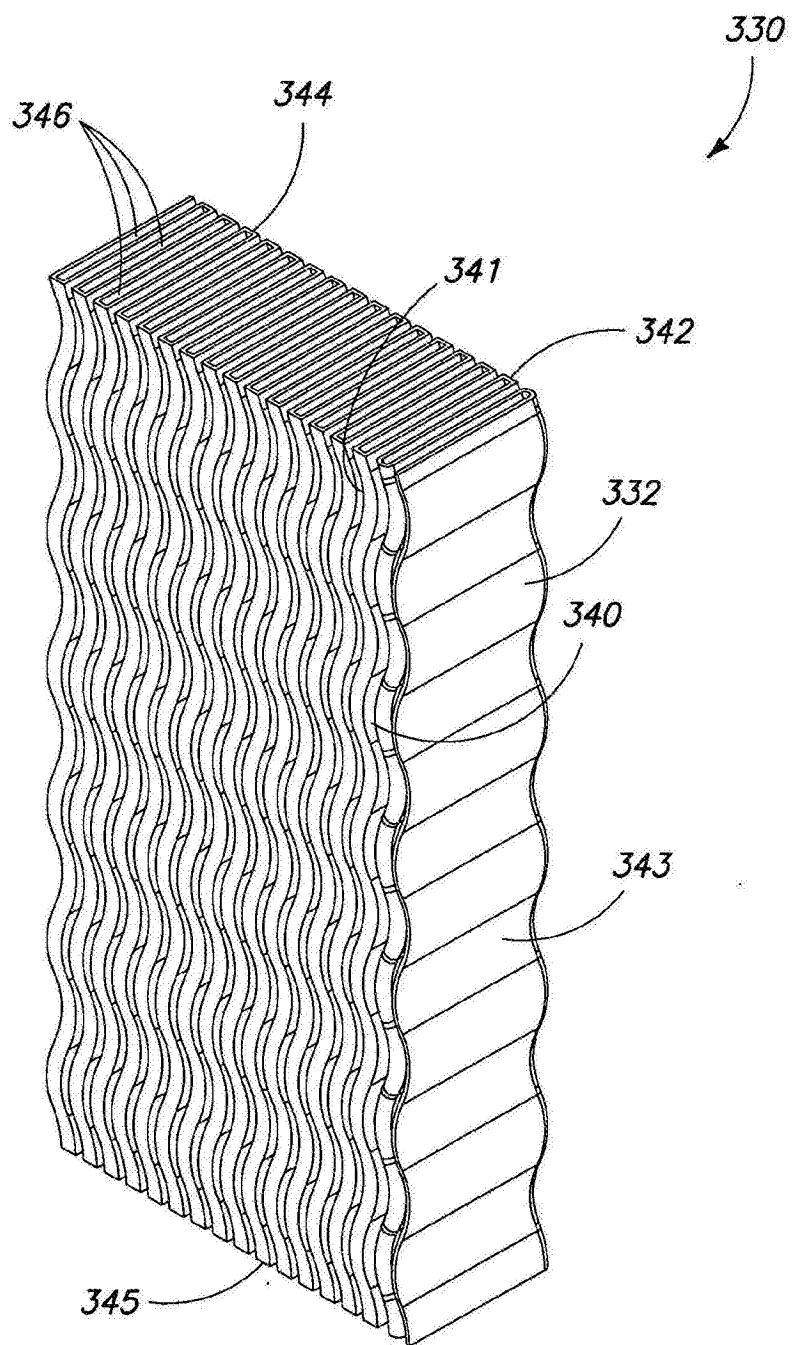


图 19

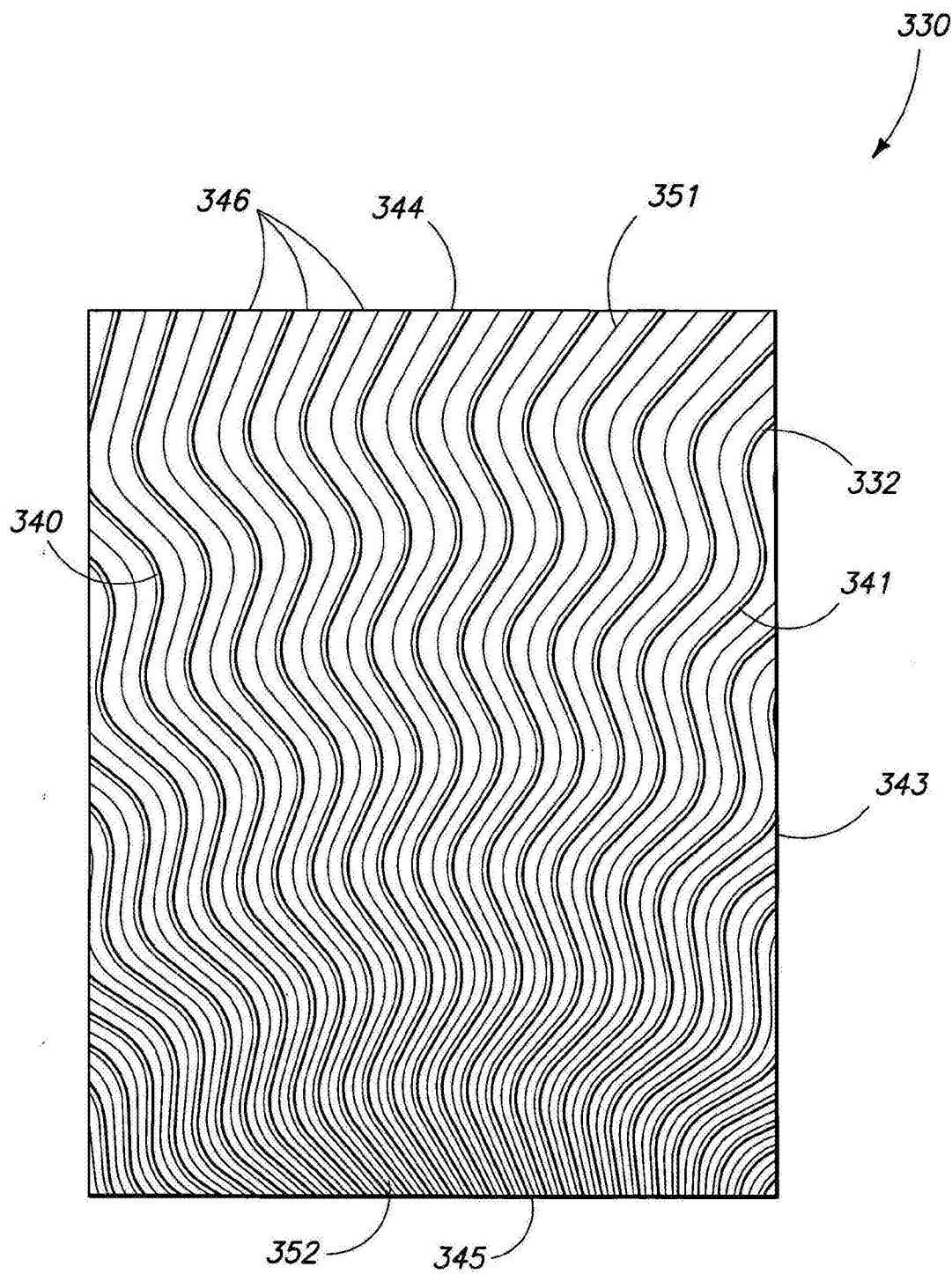


图 20

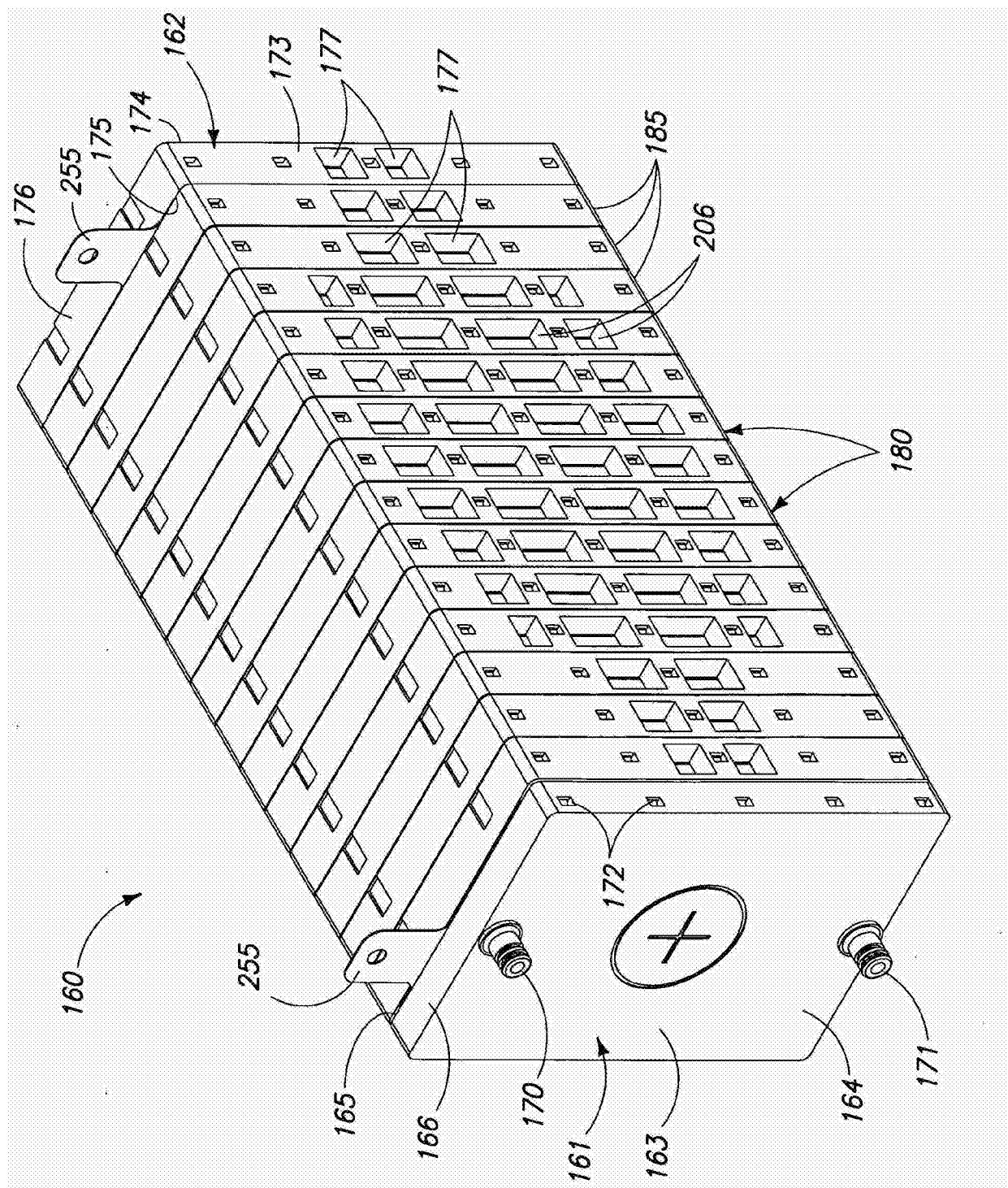


图 21

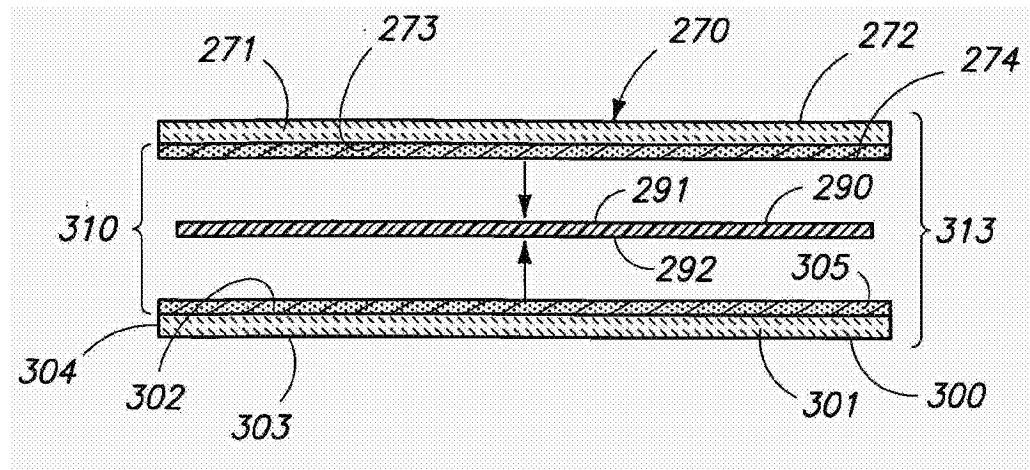


图 22

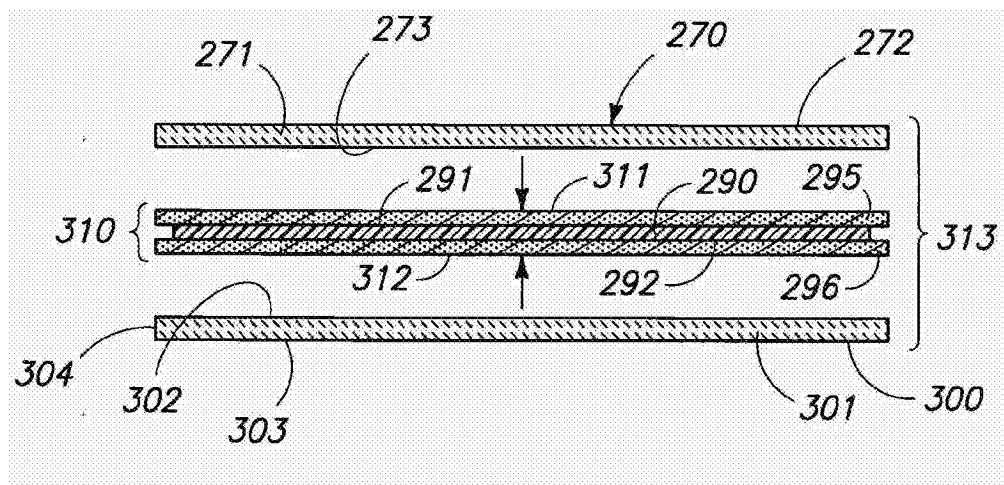


图 23

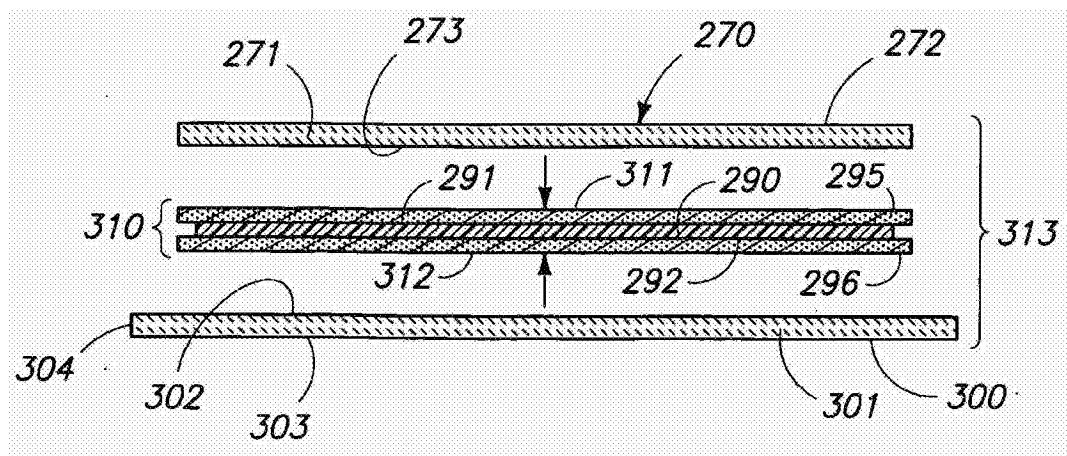


图 24

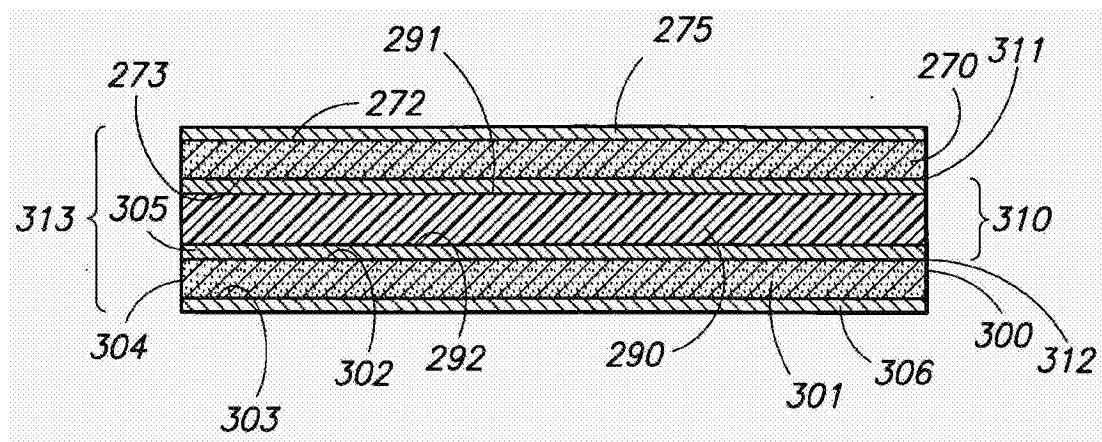


图 25

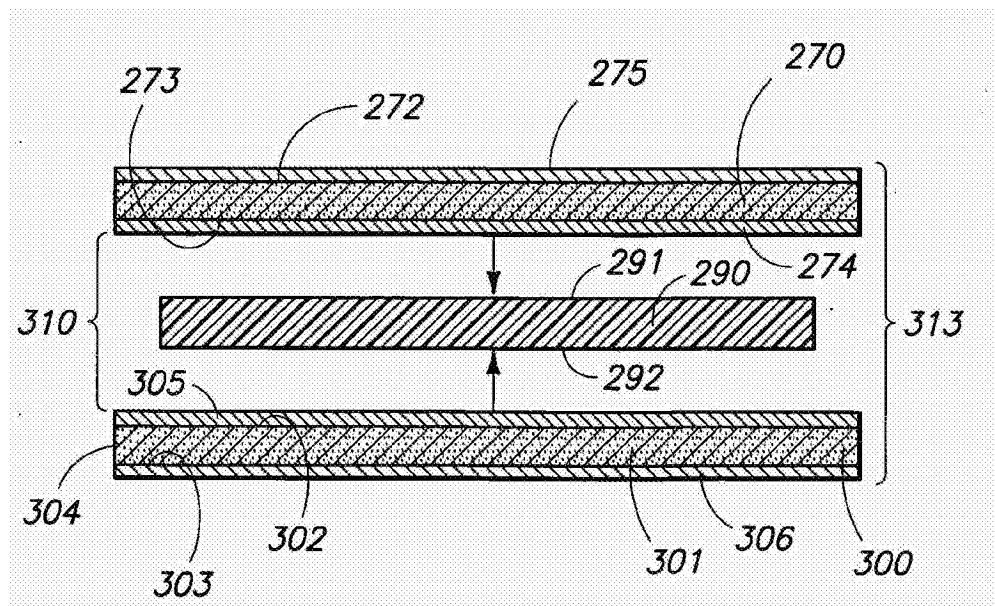


图 26

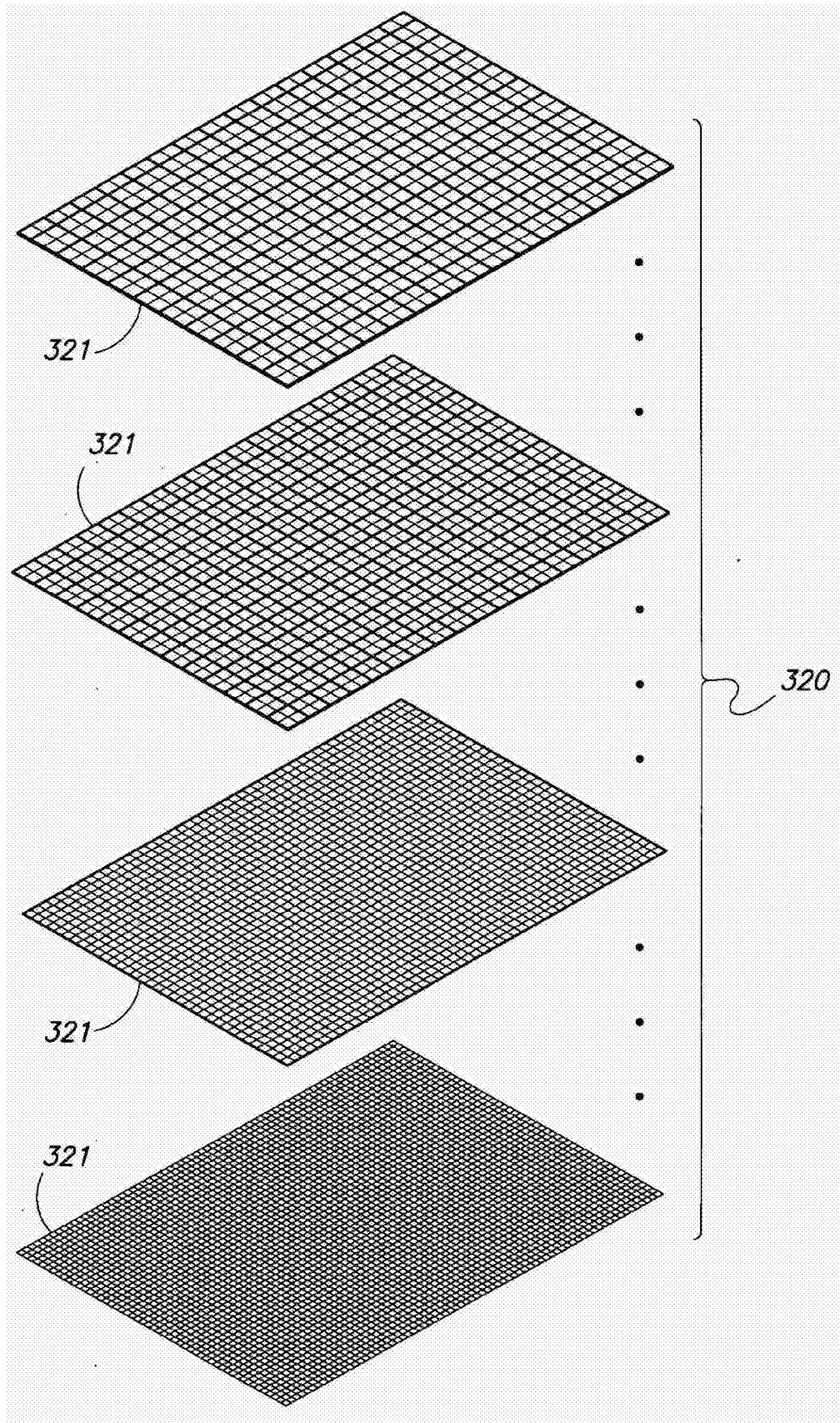


图 27