



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112219300 A

(43) 申请公布日 2021.01.12

(21) 申请号 201980037548.4

(22) 申请日 2019.04.16

(30) 优先权数据

1806344.6 2018.04.18 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.12.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2019/051073 2019.04.16

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/202303 EN 2019.10.24

(71) 申请人 智能能源有限公司

地址 英国莱斯特郡

(72) 发明人 S·朗利 J·科尔

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 金德善

(51) Int.Cl.

H01M 8/0228 (2006.01)

H01M 8/0258 (2006.01)

H01M 8/0263 (2006.01)

H01M 8/0267 (2006.01)

H01M 8/2483 (2006.01)

H01M 8/124 (2006.01)

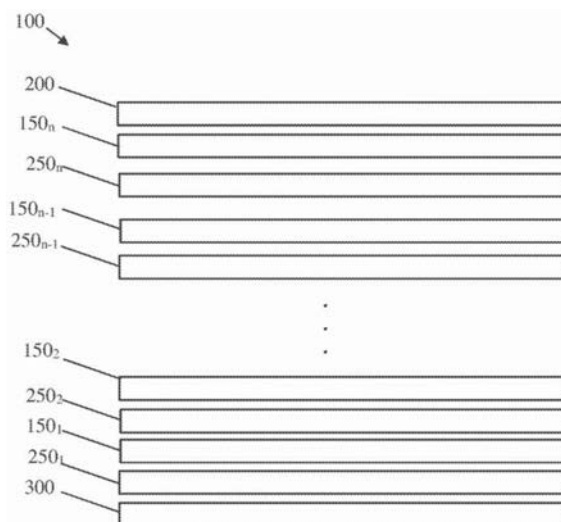
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于燃料电池堆组件的热管理端板

(57) 摘要

燃料电池堆组件(100)具有正极端板(200)和负极端板(300)。端板(200,300)可由具有绝缘端板盖(210、310)和绝缘端板歧管(230、330)的中心结构元件(220、320)形成。多个阴极板(150)和多个燃料电池组件(250)可被排列在具有阴极板(150)和燃料电池组件(250)的交替模式的堆中,其中正极端板(200)和负极端板(300)被提供在阴极板和燃料电池组件的堆的任一端。



1. 负极端板(300),所述负极端板(300)包括:
中心结构元件(320),所述中心结构元件(320)具有顶面(322)和底面(321);
负极端板盖(310),所述负极端板盖(310)覆盖所述顶面(322);以及
负极端板歧管(330),所述负极端板歧管(330)覆盖所述底面(321)。
2. 权利要求1所述的负极端板,其中:
所述中心结构元件(320)由铝形成。
3. 权利要求1所述的负极端板,其中:
所述中心结构元件(320)由对位芳族聚酰胺合成纤维或碳纤维复合材料形成。
4. 权利要求1所述的负极端板,其中:
所述负极端板盖(310)、负极端板歧管(330)、或两者均由电绝缘材料形成。
5. 权利要求4所述的负极端板,其中:
所述电绝缘材料是PC-ABS共混物、PET、玻璃填充PET、PA6、玻璃填充PA6、PBT、PEI、或它们的混合物。
6. 权利要求4所述的负极端板,其中:
所述电绝缘材料是玻璃填充的PET。
7. 前述权利要求中任一项所述的负极端板,其中:
所述负极端板盖(310)和负极端板歧管(330)经由多个卡扣夹通过所述中心结构元件(320)的部分可释放地彼此接合。
8. 前述权利要求中任一项所述的负极端板,其中:
所述中心结构元件(320)形成有肋芯结构或蜂窝结构,所述肋芯结构或蜂窝结构具有从所述顶面(321)延伸到所述底面(322)形成的空隙。
9. 前述权利要求中任一项所述的负极端板,其中:
所述负极端板歧管(330)提供有助状结构,以提供从第一侧边缘(331)到相对侧边缘(332)的气流通道。
10. 权利要求9所述的负极端板,其中所述气流通道形成为正弦波状的气流通道。
11. 正极端板(200),所述正极端板(200)包括:
中心结构元件(220),所述中心结构元件(220)具有顶面(221)和底面(222);
正极端板盖(210),所述正极端板盖(210)覆盖所述顶面(221);以及
正极端板歧管(230),所述正极端板歧管(230)覆盖所述底面(222)。
12. 权利要求11所述的正极端板(200),其中:
所述中心结构元件(220)由铝形成。
13. 权利要求11所述的正极端板(200),其中:
所述中心结构元件(220)由对位芳族聚酰胺合成纤维或碳纤维复合材料形成。
14. 权利要求11所述的正极端板(200),其中:
所述正极端板盖(210)、正极端板歧管(230)、或两者均由电绝缘材料形成。
15. 权利要求14所述的正极端板(200),其中:
所述电绝缘材料是PC-ABS共混物、PET、玻璃填充PET、PA6、玻璃填充PA6、PBT、PEI、或它们的混合物。
16. 权利要求14所述的正极端板(200),其中:

所述电绝缘材料是玻璃填充的PET。

17. 权利要求11至16中任一项所述的正极端板(200), 其中:

所述正极端板盖(210)和正极端板歧管(230)经由多个卡扣夹通过所述中心结构元件(220)的部分可释放地彼此接合。

18. 权利要求11至17中任一项所述的正极端板(200), 其中:

所述中心结构元件(220)形成有肋芯结构或蜂窝结构, 所述肋芯结构或蜂窝结构具有从所述顶面(222)延伸到所述底面(221)形成的空隙。

19. 前述权利要求中任一项所述的正极端板(200), 其中:

所述正极端板歧管(230)提供有肋状结构, 以提供从第一侧边缘(231)到相对侧边缘(232)的气流通道。

20. 权利要求19所述的正极端板(200), 其中所述气流通道形成为具有从所述第一侧边缘(231)到所述相对侧边缘(232)的直壁的气流通道。

21. 燃料电池堆组件(100), 其包括:

权利要求11至20中任一项所述的正极端板(200);

权利要求1至10中任一项所述的负极端板(300); 以及

多个阴极板(150₁至150_n)和多个燃料电池组件(250₁至250_n), 所述多个阴极板(150₁至150_n)和所述多个燃料电池组件(250₁至250_n)被排列在具有阴极板和燃料电池组件的交替模式的堆中;

其中所述正极端板(200)和所述负极端板(300)被提供在阴极板和燃料电池组件的堆的任一端上。

22. 权利要求21所述的燃料电池堆组件(100), 其中:

所述第n个阴极板(150_n)与所述正极端板(200)相邻; 以及

所述负极端板(300)与所述第一燃料电池组件(250₁)相邻。

23. 权利要求21所述的燃料电池堆组件(100), 其中所述燃料电池堆组件在所述正极端板(200)和所述负极端板(300)之间处于压缩力作用下。

24. 权利要求21所述的燃料电池堆组件(100), 其中:

所述正极端板(200)和所述负极端板(300)每个提供有气流通道,

所述正极端板(200)的气流通道形成为从所述第一侧边缘(231)到所述相对侧边缘(232)具有直壁的气流通道,

所述负极端板(300)的气流通道形成为从所述第一侧边缘(331)到所述相对侧边缘(332)具有正弦波状的气流通道。

用于燃料电池堆组件的热管理端板

技术领域

[0001] 本公开属于燃料电池堆组件的端板的领域。特别地，本公开涉及用于向燃料电池堆组件提供热绝缘的装置和方法。

背景技术

[0002] 常规的电化学燃料电池将燃料和氧化剂转化为电能和反应产物。典型的燃料电池包括多个层，其包括被夹在阳极和阴极中间的离子转移膜以形成膜电极组件或MEA。

[0003] 将膜和电极层夹在中间的是用于将流体燃料输送至阳极的阳极流体流场板，以及用于将氧化剂输送至阴极并去除反应副产物的阴极流体流场板。流体流场板常规地被制造为具有在板的表面上形成的流体流道(如在呈现给多孔电极的表面中的凹槽或通道)。

[0004] 在正常运行条件下，质子交换膜燃料电池的典型单电池将提供0.5至1.0伏之间的输出电压。为了有效运行，许多应用和电气装置需要高压。这些升高的电压常规地通过串联连接多个单个电池以形成燃料电池堆而获得。为了减小堆的整体体积和重量，采用双极板布置以给一个电池提供阳极流体流场板，并给相邻电池提供阴极流体流场板。在板的每一侧提供合适的流场，在一侧承载燃料(例如氢气、或富氢气体)，并在另一侧承载氧化剂(例如空气)。双极板既不透气又导电的，且从而确保反应气体的有效分离，同时在电池之间提供导电的互联。流体常规地通过公共歧管的方式递送到每个流体流场板，歧管沿堆的高度向下行进，歧管由每个连续的板中的对齐孔形成。单燃料电池的面积可以从几平方厘米到几百平方厘米不等。堆可以由使用双极板串联的几个电池到几百个电池组成。两个集电器板(在整个燃料电池堆的每一端各一个)用于提供与外部电路的连接。

[0005] 组装燃料电池堆有许多重要的考虑因素。首先，必须正确定位单个层或板，以确保气流通道和歧管处于正确对齐。其次，相邻板之间的接触压力用于在歧管和气体流动通道中的各个元件之间形成气密密封。常规地，气密性密封包括位于板的预定面的表面上的可压缩垫圈。因此，为了确保适当的气密密封，必须对堆中的所有板施加适当的压缩力，其正交于堆中的板的表面平面，以确保所有垫圈和密封表面均被适当压缩。第三，压缩力对于确保相邻层之间的良好电气连通性至关重要。在堆的外端，通常部署基本上刚性的端板，用于合适压缩力的施加，以将堆保持在其组装状态。

[0006] 为了燃料电池堆的最佳性能，横跨每个燃料电池的MEA的压缩必须足够高，以避免由于欧姆损耗而产生的较高的接触电阻和较低的效率。还期望横跨每个燃料电池的表面提供每个MEA的均匀压缩，以避免形成施加在MEA上的剪切应力，该剪切应力将由于MEA的针刺穿孔(pin-holing)而导致电池故障。贯穿燃料电池堆的压缩的均匀性对于电池堆的电气性能很重要，这受到贯穿电池堆的电气变化的限制，其中在一对端板之间承受数吨的压缩力时，堆中可以包含数十个或数百个燃料电池。重要的是无论在横向上跨过每个板的宽度还是纵向上沿着每个板的每个流动通道的长度都避免在制造和组装工艺期间引入任何变化或避免形成非均匀部件厚度，因为这些变化可在具有数十或数百个重复的部件层的贯穿燃料电池堆中导致均匀性问题。

[0007] 此外,为了燃料电池堆的最佳性能,必须使堆内的燃料电池之间的温度变化最小化,并且对于商业应用而言,与运行环境和气候的宽范围温度兼容性是必要的。

[0008] 因此,需要用于燃料电池堆的改进的端板,其可以提供用于商业应用的必要功能。本公开针对这些和其它重要需求。

发明内容

[0009] 本公开提供了用于燃料电池堆组件的端板的方面,端板包括具有顶面和底面的中心结构元件、覆盖顶面的端板盖以及覆盖底面的端板歧管。端板可具有由铝形成的中心结构元件。端板可具有由对位芳族聚酰胺合成纤维或碳纤维复合材料形成的中心结构元件。端板可具有由电绝缘材料形成的端板盖、端板歧管、或两者。电绝缘材料是PC-ABS共混物、PET、玻璃填充的PET、PA6、玻璃填充的PA6、PBT、PEI、或它们的混合物。端板盖和端板歧管可经由多个卡扣夹(snap clip)通过中心结构元件的部分可释放地彼此接合。中心结构元件可以形成有肋芯结构(rib-and-core)或蜂窝状结构,肋芯结构或蜂窝状结构具有从顶面延伸到底面形成的空隙。端板歧管可提供有肋状结构,以提供从第一侧边缘到相对侧边缘的气流通道。在一些实施方案中,端板可以是具有正极端板歧管的正极端板,正极端板歧管具有形成为笔直的气流通道的气流通道。在其它实施方案中,端板可以是具有负极端板歧管的负极端板,负极端板歧管具有形成为正弦波状气流通道的气流通道。

[0010] 本公开提供了燃料电池堆组件的方面,燃料电池堆组件包括如本文所述的正极端板、如本文所述的负极端板、被排列在具有阴极板和燃料电池组件的交替模式的堆中的多个阴极板和多个燃料电池组件。正极端板和负极端板可以被提供在阴极板和燃料电池组件的堆的任一端上。堆中的最终阴极板可以与正极端板相邻。负极端板可以与第一燃料电池组件相邻。燃料电池堆组件可以在正极端板和负极板之间处于压缩力作用下。燃料电池堆组件可具有提供有气流通道的气流通道。正极端板的气流通道可形成为具有从第一侧边缘到相对侧边缘的直壁的气流通道,且负极端板的气流通道可形成为从第一侧边缘到相对侧边缘的正弦波状气流通道。可以直接从每个端电池或经由被布置在每个端电池和相邻端板之间的集电器板实现集电。

[0011] 如所附权利要求书中所定义,一般描述和以下详细描述仅是示例性和说明性的,并且不限制本公开。鉴于如本文所提供的本公开的详细描述,本公开的其它方面对于本领域技术人员将是显而易见的。

附图说明

[0012] 当结合附图阅读时,将进一步理解本发明内容以及以下详细描述。为了示例本公开,在附图中示出本公开的示例性实施方案;然而,本公开不限于所公开的具体方法、成分和装置。在附图中,相同的附图标记在所有不同的视图中指示相应的部分。所有标注和注释通过引用并入本文,就如同在本文中进行充分阐述一样。另外,附图不一定按比例绘制。在附图中:

[0013] 图1示例了本公开的燃料电池组件的部件的分解侧视图的方面;

[0014] 图2示例了本公开的正极端板的部件的分解侧视图的方面;和

[0015] 图3示例了本公开的负极端板的部件的分解侧视图的方面。

具体实施方式

[0016] 通过参考以下结合附图和实例的详细描述,可以更容易地理解本公开,并且附图和示例构成本公开的一部分。应当理解,本公开不限于本文描述和/或示出的具体装置、方法、应用、条件或参数,并且本文所使用的术语仅出于通过实例描述特定示例的目的,并非意图在限制要求保护的公开。而且,如在包括所附权利要求书的说明书中所用,单数形式“一个”、“一种”和“该”包括复数,并且除非上下文明确指出,否则对特定数值的引用至少包括该特定值。如本文所用,术语“多个”是指多于一个。当表达值的范围时,另一示例包括来自一个特定值和/或至另一特定值。类似地,当通过使用先行词“约”将值表示为近似值时,将理解的是,特定值形成另一示例。所有范围都是包含性的和可组合的。

[0017] 应当理解,为清楚起见,本文在单独的示例的上下文中描述的本公开的某些特征也可以以单个示例性实施方案来组合提供。相反,为简洁起见,在单个示例性实施方案的上下文中描述的本公开的各种特征也可以单独地或以任何子组合方式提供。此外,在范围内陈述的值的引用包括该范围内的每个值。

[0018] 图1示出了本公开的燃料电池堆组件的分解组件的示意性侧视图。正极端板200和负极端板300被提供在燃料电池堆组件100的任一端上。当组装时,在正极端板200和负极端板300之间施加压缩力,以用足够的力将内层压缩在一起用于最佳电气性能。内层包括设置在阴极板和燃料电池组件的交替层中的多个阴极板 150_1 至 150_n 和燃料电池组件 250_1 至 250_n 。阴极板 150_n 与正极端板200相邻,而负极端板300与第一燃料电池组件 250_1 相邻。可以直接从端电池 250_1 和 250_n 、或经由被布置在端电池中的每个与相邻端板200、300之间的集电器板(未示出)实现集电。集电器板的使用可以避免欧姆损耗并改善性能。

[0019] 已经观察到,对于常规的端板,在没有阴极空气再循环以在顶部和底部燃料电池(第一个燃料电池组件 250_1 和第 n 个燃料电池组件 250_n 内的燃料电池)上维持适当的温度的情况下,燃料电池堆组件不能在低环境温度下运行。确定了顶部和底部燃料电池的温度问题是由于端板缺乏与周围环境温度的热绝缘而造成的过冷或过热导致的。常规的端板由铸造或机加工的金属材料形成的,这些金属材料用合适的聚合化合物包覆成型(overmoulded)以提供合适的电绝缘。可替代地,常规的端板可以形成为模塑的聚合物增强层压板。这种已知的端板可以向外提供来自相邻的燃料电池的过量的热通量。特别地,顶部燃料电池可经历过冷(由于在两侧被阴极板 150_n 和 150_{n-1} 环绕),其中仅阴极板 150_{n-1} 经历来自另一相邻燃料电池组件 250_{n-1} 的加热。阴极板 150_n 可提供过冷,因为它不会被另一个相邻的燃料电池加热,而是与正极端板200热接触。因此,当在燃料电池堆中利用常规的正极端板时,顶部燃料电池可能会过冷。相反,在某些运行环境中,底部燃料电池 250_1 可能会过热,因为它仅与一个阴极板相邻,并且从负极端板300接收一些有限的冷却作用。

[0020] 在一方面,本公开提供了用于如图1中所示的燃料电池堆组件中的正极端板200和负极端板300的改进设计。通过实验已经发现,通过利用由多个部件而不是包覆成型的(overmolded)金属件形成的端板,可以横跨燃料电池组件 250_1 和 250_n 上实现更均匀的温度分布。

[0021] 图2示出了本公开的正极端板200的分解侧视图的示意性方面。正极端板200可以由中心结构元件220形成,中心结构元件220在顶面221上被正极端板盖210覆盖,并且在底面222上被正极端板歧管230覆盖。正极端板歧管230在组装的燃料电池堆组件中与第 n 个阴

极板 150_n 相邻。中心结构元件220由足够刚性的材料形成,以提供结构强度以承受组装的燃料电池堆上的整体压缩力。在某些实施方案中,结构元件220可以由诸如铝的轻质金属形成。在其它实施方案中,可以使用诸如对位芳族聚酰胺合成纤维或碳纤维复合材料的刚性材料,只要强度/重量性能足以为整个燃料电池堆组件提供期望的功率(power)/质量密度。正极端板盖210和正极端板歧管230由诸如塑料的电绝缘材料形成。在某些实施方案中,正极端板盖210和正极端板歧管230通过中心结构元件220的部分经由多个卡扣夹可释放地彼此接合。这种接合可以帮助组装过程,使得在期望的压缩力的施加之前,当燃料电池堆组装部件被分层堆放在一起时,正极端板200可以将其自身保持在一起。

[0022] 在一些实施方案中,正极端板盖210和正极端板歧管230由塑料或聚合树脂材料形成。合适的材料可以承受燃料电池堆组件内的运行温度,并且与氢气兼容,并且可以是PC-ABS共混物、PET、玻璃填充的PET、PA6、玻璃填充的PA6、PBT、PEI、或它们的混合物。在某些实施方案中,正极端板盖210和正极端板歧管230中的一个或二者可以由玻璃填充的PET(包括DuPont USA Performance Polymers出售的RYNITE®)形成。

[0023] 在某些实施方案中,通过减小结构元件220与正极端板盖210之间的接触面积,并减小结构元件220与正极端板歧管230之间的接触面积,来增加热绝缘。通过在结构元件220中创建肋芯结构或蜂窝状结构,肋芯结构或蜂窝状结构具有从顶面221延伸到底面222形成的空隙,来去除结构元件220内的大部分松散材料(bulk material),可减少接触面积。在结构元件220中包含空隙减少来自燃料电池堆组件和最顶部的燃料电池组件 250_n 的外部环境的热通量传输路径。

[0024] 正极端板歧管230可提供有肋状结构以提供流体流动通道,以及正极端板歧管230与结构元件220之间的减少的接触面积。从正极端板歧管230的一侧边缘231向相对侧边缘232提供气流。在一些实施方案中,为了减少散热并避免最顶部燃料电池组件 250_n 的过冷,可以提供直壁的气流通道,以允许最快的气流穿过正极端板歧管230和相邻的阴极板 150_n 并避免过多的散热。

[0025] 图3示出了本公开的负极端板300的分解侧视图的示意性方面。负极端板300可由中心结构元件320形成,中心结构元件320在顶面322上被负极端板盖310覆盖,并在底面321上被负极端板歧管330覆盖。负极端板歧管330在组装的燃料电池堆组件中与第一燃料电池组件 250_1 相邻。中心结构元件320由足够刚性的材料形成,以提供结构强度以承受组装的燃料电池堆上的整体压缩力。在某些实施方案中,结构元件320可以由诸如铝的轻质金属形成。在其它实施方案中,可以使用诸如对位芳族聚酰胺合成纤维或碳纤维复合材料的刚性材料,只要强度/重量性能足以为整个燃料电池堆组件提供期望的功率/质量密度。负极端板盖310和负极端板歧管330由诸如塑料的电绝缘材料形成。在某些实施方案中,负极端板盖310和负极端板歧管330通过中心结构元件320的部分经由多个卡扣夹可释放地彼此接合。这种接合可以帮助组装过程,使得在期望的压缩力的施加之前,当燃料电池堆组装部件被分层堆放在一起时,负极端板300可以将其自身保持在一起。

[0026] 在一些实施方案中,负极端板盖310和负极端板歧管330由塑料或聚合树脂材料形成。合适的材料可以承受燃料电池堆组件内的运行温度,并且与氢气兼容,并且可以是PC-ABS共混物、PET、玻璃填充的PET、PA6、玻璃填充的PA6、PBT、PEI、或它们的混合物。在某些实施方案中,负极端板盖310和负极端板歧管330中的一个或二者可以由玻璃填充的PET(包括

DuPont USA Performance Polymers出售的RYNITE®)形成。

[0027] 在某些实施方案中,通过减小结构元件320与负极端板盖310之间的接触面积,并减小结构元件320与负极端板歧管330之间的接触面积,来增加热绝缘。通过在结构元件320中创建肋芯结构或蜂窝状结构,肋芯结构或蜂窝状结构具有从顶面321延伸到底面322形成的空隙,来去除结构元件320内的大部分松散材料,可减少接触面积。在结构元件320中包含空隙减少来自燃料电池堆组件和第一燃料电池组件250₁的外部环境的热通量传递路径。

[0028] 负极端板歧管330可提供有肋状结构以提供流体流动通道,以及负极端板歧管330和结构元件320之间的减小的接触面积。从负极端板歧管330的一侧边缘331向相对侧边缘332提供气流。在一些实施方案中,为了增加散热并避免第一燃料电池组件250₁的过热,可以提供正弦波状的气流通道,以减慢气流穿过负极端板歧管330和相邻的燃料电池组件250₁并避免过多的热量积聚(heat buildup)。在与本申请同一天提交的题为“用于燃料电池的冷却板”的共同在审英国专利申请中提供了合适的正弦波形气流通道的进一步描述,其全部内容通过引用并入本文。

[0029] 在一些方面,本公开提供了不对称燃料电池堆组件,其具有正极端板和负极端板,正极端板和负极端板具有不同的结构特征,以具有不同的热传递特性。如上所述,负极端板可以利用负极端板歧管,负极端板歧管具有被设计成与正极端板歧管相比从相邻部件有更多散热的气流通道,正极端板歧管具有被设计成使从相邻部件有更少散热的气流通道。发现了这样的实施方案以提供来自运行燃料电池堆组件的散热和与来自周围环境条件的热绝缘的最佳平衡。因此,可以增加潜在的运行温度窗口。

实施例

实施例1:

[0030] 如图3中描绘,本公开的负极端板300被建模(modeled)用于3D FEA热分析。负极端板300由铝中心结构元件320建模,铝中心结构元件320在顶面322上被负极端板盖310覆盖,而在底面321上被负极端板歧管230覆盖。将负极端板盖310和负极端板歧管230建模为玻璃填充的PA6尼龙。为了比较,常规端板被建模用于3D FEA热分析,常规端板由用玻璃填充的PA6尼龙包覆成型的铝铸造然后机加工形成。热损耗从25.27W降低到17.6W。

实施例2:

[0031] 如图3中描绘,本公开的正极端板200被建模用于3D FEA热分析。正极端板200由铝中心结构元件220建模,铝中心结构元件220在顶面221上被正极端板盖210覆盖,而在底面222上被正极端板歧管230覆盖。将正极端板盖210和正极端板歧管230建模为玻璃填充的PA6尼龙。为了比较,常规端板被建模用于3D FEA热分析,常规端板由用玻璃填充的PA6尼龙包覆成型的铝铸造然后机加工形成。热损耗从28.78W降低到20.85W。

[0032] 本领域普通技术人员将理解,可以在本文公开的装置和系统中的部件的制造中使用多种材料。任何合适的结构和/或材料都可以用于本文所述的各种特征,并且本领域技术人员将能够基于各种考虑因素来选择适当的结构和材料,各种考虑因素包括本文所公开的系统的预期用途、其将用于的预期领域以及其打算使用的设备和/辅助设备,以及其它考虑因素。常规的聚合物、金属-聚合物复合材料、陶瓷和金属材料适用于各种部件。被确定适用于本文所述的特征和元件的此后发现和/或开发的材料也将被认为是可接受的。

[0033] 当本文中范围用于物理性质(如分子量)或化学性质(如化学式)时,意图在包括

其中具体示例的范围的所有组合和子组合。

[0034] 在本文件中所引用或所描述的每个专利、专利申请和出版物的公开内容通过引用以其整体并入本文。

[0035] 本领域普通技术人员将理解,可以对本公开的示例进行许多改变和修改,并且可以在不脱离本公开的精神的情况下做出这样的改变和修改。因此,意图是所附权利要求覆盖落入如所附权利要求限定的本公开的真实范围内的所有这样的等同变化。

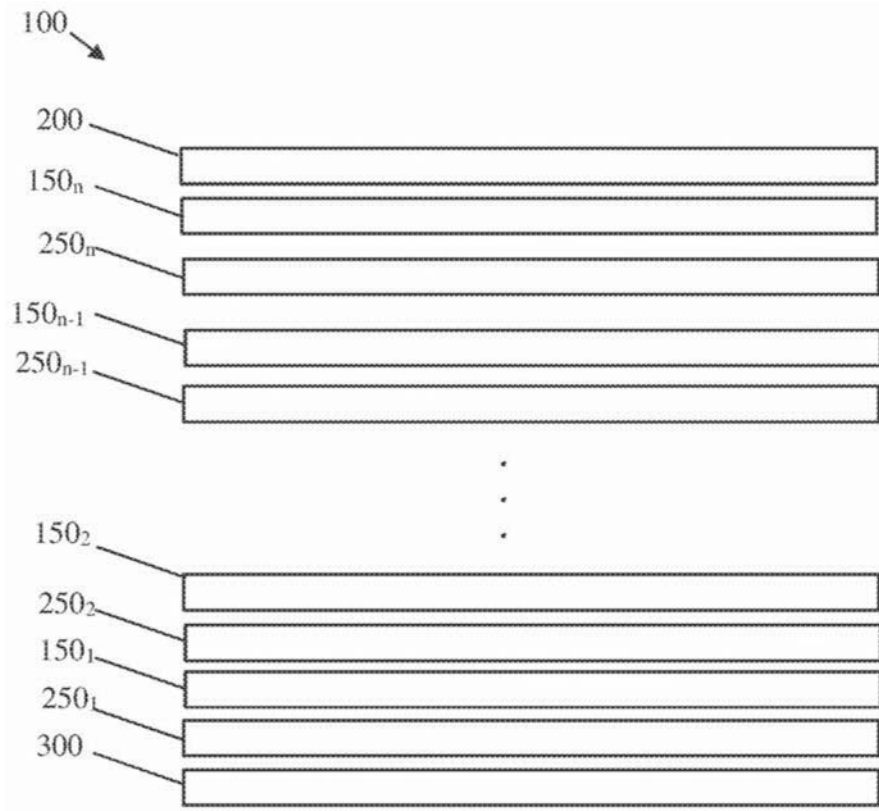


图1

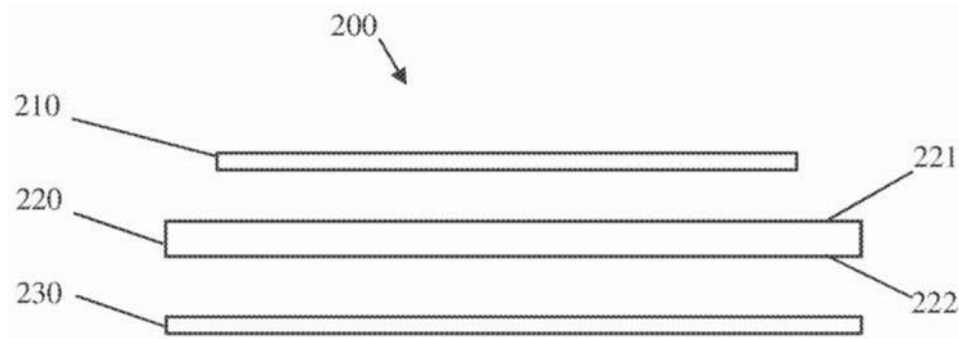


图2

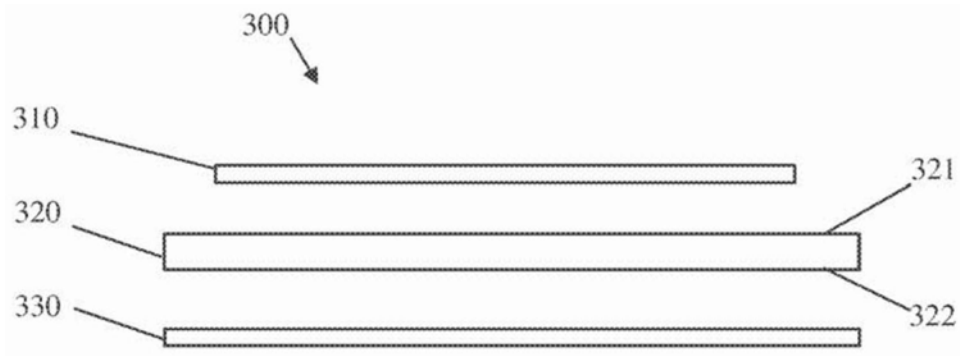


图3