



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104854726 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201380065836.3

(22)申请日 2013.10.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104854726 A

(43)申请公布日 2015.08.19

(30)优先权数据

61/714,714 2012.10.16 US

61/737,068 2012.12.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.06.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/065086 2013.10.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/062702 EN 2014.04.24

(73)专利权人 安布里公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 大卫·J·布拉德韦尔

亚历克斯·T·瓦伊 崔建怡

布莱恩·内尔特纳

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 郑霞

(51)Int.Cl.

H01M 2/02(2006.01)

H01M 2/04(2006.01)

(56)对比文件

DE 3239964 A1,1984.05.03,

CN 102498589 A,2012.06.13,

审查员 张瑞雪

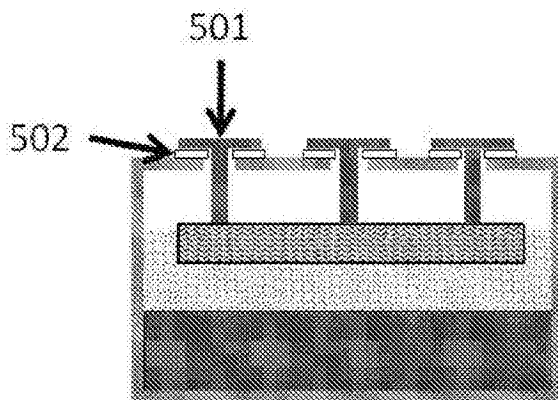
权利要求书2页 说明书17页 附图17页

(54)发明名称

电化学储能装置和外壳

(57)摘要

本公开内容提供了电化学电池、电化学电池外壳,以及用于组装电化学电池的方法。所述电池外壳可以包括容器、容器盖组装件和电导体。所述容器可以包括空腔,该空腔从空腔孔径延伸到所述容器中。所述盖组装件可以密封所述空腔,并且可以包括导电容器盖和导电法兰。所述容器盖可以覆盖所述空腔孔径并且可以包括延伸穿过所述容器盖的导体孔径。所述法兰可以覆盖所述导体孔径并且可以与所述容器盖电隔离。所述导体可以连接至所述法兰,并且可以穿过所述导体孔径延伸到所述空腔中。所述导体可以与所述容器盖电隔离。



1. 一种电化学电池,包括:
 - a. 容器,其包含从腔室孔径延伸到所述容器内的腔室;
 - b. 布置在所述腔室内的电化学电池单体,其中所述电化学电池单体包含布置在负电极与正电极之间的电解质,且其中所述负电极和所述正电极中的至少一个在高于250℃的操作温度下是液态;
 - c. 将所述电池单体密封在所述腔室内的容器盖组装件,所述容器盖组装件包括导电容器盖和导电法兰,其中所述容器盖覆盖所述腔室孔径并且包括贯穿所述容器盖的导体孔径,并且其中所述法兰:(i) 在所述腔室外部,(ii) 覆盖所述导体孔径,(iii) 与所述容器盖电隔离,并且(iv) 包括凸起,其用于垂直地堆叠所述电化学电池至另一电化学电池和/或电气地将所述电化学电池连接到所述另一电化学电池;以及
 - d. 延伸穿过所述导体孔径并且电耦合至所述电池单体和所述法兰的电导体,其中所述导体与所述容器盖电隔离。
2. 如权利要求1所述的电池,进一步包括电耦合至所述液态金属负电极的集流体,其中所述集流体连接至所述导体,该导体连接至所述组装件中的顶部法兰,该顶部法兰与所述容器盖电隔离。
3. 如权利要求1所述的电池,其中:
 - a. 所述导体孔径是贯穿所述容器盖的多个导体孔径中的一个;
 - b. 所述法兰是分别覆盖所述导体孔径并与所述容器盖电隔离的多个导电法兰中的一个;以及/或者
 - c. 所述导体是分别电耦合至所述电池单体和所述法兰、分别延伸穿过所述导体孔径并且与所述容器盖电隔离的多个电导体中的一个。
4. 如权利要求1所述的电池,进一步包括布置在所述法兰与所述容器盖之间并电隔离所述法兰与所述容器盖的垫圈。
5. 如权利要求4所述的电池,其中所述垫圈包含介电材料。
6. 如权利要求1所述的电池,其中容器盖包括连接至基部的装配环,该基部固定地和/或牢固地连接至所述容器,并且所述导体孔径贯穿所述装配环,并且其中所述法兰用多个螺栓或紧固件可拆卸地连接至所述装配环。
7. 如权利要求1所述的电池,其中所述容器盖组装件气密地或非气密地将所述电池单体密封在所述腔室内。
8. 如权利要求1所述的电池,其中所述容器是所述电池的电极。
9. 如权利要求1所述的电池,其中所述电池能够储存至少25Wh的能量。
10. 如权利要求1所述的电池,其中所述孔径的面积与所述容器的面积的比率小于0.1。
11. 如权利要求1所述的电池,其中所述电池是气密地或非气密地密封的。
12. 如权利要求1所述的电池,其中所述电池包括少于15个螺栓或紧固件。
13. 一种电化学电池外壳,包括:
 - a. 容器,其包含从腔室孔径延伸到所述容器内的腔室;
 - b. 布置在所述腔室内的电化学电池单体,其中所述电化学电池单体包含布置在负电极与正电极之间的电解质,且其中所述负电极和所述正电极中的至少一个在高于250℃的操作温度下是液态;

c. 密封所述腔室的容器盖组装件, 所述容器盖组装件包括导电容器盖和导电法兰, 其中所述容器盖覆盖所述腔室孔径并且包括贯穿所述容器盖的导体孔径, 并且其中所述法兰: (i) 在所述腔室外部, (ii) 覆盖所述导体孔径, (iii) 与所述容器盖电隔离, 并且 (iv) 包括凸起, 其用于垂直地堆叠所述电化学电池外壳至另一电化学电池外壳和/或电气地将所述电化学电池外壳连接到所述另一电化学电池外壳; 以及

d. 连接至所述法兰并且穿过所述导体孔径延伸到所述腔室内的电导体, 其中所述导体与所述容器盖电隔离。

14. 如权利要求13所述的外壳, 其中:

a. 所述导体孔径是贯穿所述容器盖的多个导体孔径中的一个;

b. 所述法兰是分别覆盖所述导体孔径并与所述容器盖电隔离的多个导电法兰中的一个; 以及/或者

c. 所述导体是分别连接至所述法兰、分别延伸穿过所述导体孔径并且与所述容器盖电隔离的多个电导体中的一个。

15. 如权利要求14所述的外壳, 进一步包括位于所述腔室内并且连接至所述导体的集流体。

16. 如权利要求13所述的外壳, 进一步包括布置在所述法兰与所述容器盖之间并且电隔离所述法兰与所述容器盖的垫圈。

17. 如权利要求16所述的外壳, 其中所述垫圈包含介电材料。

18. 如权利要求13所述的外壳, 其中所述容器盖固定地和/或牢固地连接至所述容器, 并且所述法兰可拆卸地连接至所述容器盖。

19. 如权利要求18所述的外壳, 其中所述容器盖包括连接至基部的装配环, 并且所述导体孔径贯穿所述装配环, 并且其中所述法兰用多个紧固件可拆卸地连接至所述装配环。

20. 如权利要求19所述的外壳, 其中啮合所述装配环的紧固件部分与所述装配环电隔离。

21. 如权利要求19所述的外壳, 其中所述紧固件通过介电材料与所述法兰电隔离。

22. 如权利要求13所述的外壳, 进一步包括附接在所述容器的内侧壁表面上的绝缘鞘套。

23. 如权利要求13所述的外壳, 其中所述容器具有圆形横截面几何形状和矩形横截面几何形状中的一个。

24. 如权利要求13所述的外壳, 其中所述腔室孔径具有腔室孔径直径, 并且其中所述导体孔径具有比所述腔室孔径直径小两(2)倍的导体孔径直径。

25. 如权利要求13所述的外壳, 其中所述容器盖组装件气密地密封所述腔室。

电化学储能装置和外壳

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请要求提交于2012年10月16日的美国临时专利申请序列号61/714,714以及提交于2012年12月13日的美国临时专利申请序列号61/737,068权益,上述每个申请均通过引用而全文并入于此。

背景技术

[0003] 电池是能够将储存的化学能转化为电能的装置。电池用于许多家庭和工业应用。在一些情况下,电池是可再充电的,以使得电能(例如,从诸如机械能等非电类型的能量转化而来)能够以化学能的形式储存在电池中(即,给电池充电)。

发明内容

[0004] 本公开内容提供可以在电网内或作为独立系统的一部分使用的储能装置(例如,电池)和外壳。所述电池可以从电力生产源充电,以备后期在有电能消耗需求时放电。

[0005] 本公开内容中的储能装置有助于缓解有关可再生能源的至少一部分问题。可再生能源可以是间歇性的,其中能量供应和需求可以不是逐时间匹配的(例如,在即时或接近即时的时间框架内)。例如,太阳能只有在太阳照射时产生,风能只有在风吹时产生。进一步,任何给定时间的需求是工业、商业、社区和家庭活动的函数。使用本文中描述的电池和电池外壳可以提供一种用于平衡间歇性电能供应与需求的方法。

[0006] 本公开内容提供用于在升高的温度下引导电流通过金属壁、同时将泄漏或电流路径与所述壁之间的电接触降至最小的系统。在一些情况下这是通过使用与云母、蛭石、玻璃、钎焊陶瓷或其他高温介电密封材料配对的法兰连接而实现的,并且可以使用电绝缘的紧固件(例如,螺栓、夹具)或通过密封件与金属法兰表面的机械和/或化学粘合而获得保证。馈通体(feed-through)组装件可以密封在金属壁上的适当开口上(例如,通过牢固的焊接)。在一些情况下,所述馈通体组装件在电极之间均匀地分配电流。

[0007] 本文提供的螺栓式法兰组装件可以提供压缩力,该压缩力可足以密封储能装置外壳的腔室。在一些情况下,使用法兰组装件还可以提供一种适合使用云母或蛭石垫圈作为密封剂和电隔离材料的几何体。在一些实现方式中,密封表面的几何体从所密封的外壳(容器)的几何体上解耦。在一些情况下,所述外壳的尺寸和形状可能不决定所述密封件的尺寸和形状。

[0008] 一方面,电化学单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳并与所述外壳电隔离,其中所述电化学单体能够储存和/或吸收至少25Wh的能量。在一些实施方式中,所述电化学单体包括与所述集流体相邻的液态金属阳极。在一些实施方式中,所述液态金属包括镁。

[0009] 另一方面,电池包括多个上述电化学单体,其中所述电池能够储存至少100kWh的能量。

[0010] 另一方面,电池外壳包括导电容器和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过

所述容器上的开孔伸出所述外壳并与所述容器电隔离,其中所述外壳能够封闭能储存和或吸收至少25Wh的能量的电化学单体。在一些实施方式中,所述外壳能够气密地(hermetically)密封所述电化学单体。

[0011] 另一方面,电化学单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳并与所述外壳电隔离,其中所述开孔的面积与所述外壳的面积之比小于0.1。在一些实施方式中,所述单体包括与所述集流体相邻的液态金属阳极。在一些实施方式中,所述液态金属包括锂。在一些实施方式中,所述单体能够储存和或吸收至少25Wh的能量。

[0012] 另一方面,电池外壳包括导电容器和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述容器上的开孔伸出所述容器并与所述容器电隔离,其中所述开孔的面积与所述容器的面积之比小于0.1,并且其中所述外壳能够封闭能储存和或吸收至少25Wh的能量的电池。

[0013] 另一方面,电化学储能装置包括外壳、液态金属电极、与所述液态金属电极接触的集流体以及多个与所述集流体电连通并穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳的导体。在一些实施方式中,电流基本上遍及所述液态金属电极均匀地分布。在一些实施方式中,所述液态金属电极沿表面与电解质接触并且流过所述表面的电流是均匀的。在一些实施方式中,流过所述表面某区域的电流的最大密度小于流过所述表面的电流的平均密度的约150%。在一些实施方式中,流过所述表面某区域的电流的最小密度大于流过所述表面的电流的平均密度的约50%。

[0014] 另一方面,电池外壳包括导电容器、多个容器开孔和多个与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述容器开孔并与所述导电容器电隔离,其中所述外壳能够封闭包括与所述集流体接触的液态金属电极的电化学单体。在一些实施方式中,电流基本上遍及所述液态金属电极均匀地分布。在一些实施方式中,所述液态金属电极沿表面与电解质接触并且流过所述表面的电流是均匀的。在一些实施方式中,流过所述表面某区域的电流的最大密度小于流过所述表面的电流的平均密度的约150%。在一些实施方式中,流过所述表面某区域的电流的最小密度大于流过所述表面的电流的平均密度的约50%。

[0015] 另一方面,电化学储能装置包括液态金属阳极和阴极,其中所述电化学储能装置能够储存和或吸收至少25Wh的能量并且气密地或非气密地密封。在一些实施方式中,所述装置能够储存至少100kWh的能量。在一些实施方式中,所述电化学储能装置包括含有锂的液态阳极。在一些实施方式中,当所述电化学储能装置与空气在1巴(bar)的压力和500℃的温度下接触时,氧气转移到所述电化学装置中的速率小于0.5mL每小时。在一些实施方式中,所述电化学储能装置包括少于15个螺栓或紧固件。在一些实施方式中,所述电化学储能装置不包括螺栓或紧固件。

[0016] 另一方面,电化学单体的编组(compilation),所述编组中的单个单体包括充电状态的液态锂阳极,其中所述编组能够储存和或吸收至少25Wh的能量并且所述单体中的每一个都气密地密封。在一些实施方式中,所述编组能够储存至少100kWh的能量。

[0017] 另一方面,电池外壳包括导电容器、容器开孔和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述容器开孔并与所述导电容器电隔离,其中所述外壳能够气密地密封能够储存和或吸收至少25Wh的能量的电池。在一些实施方式中,所述外壳能够气密地密封能储存至少100kWh的能量的电池。在一些实施方式中,所述电池包括与所述集流体相邻的液态金属

阳极。

[0018] 另一方面,一种储能装置,包括:与第二电化学单体相邻的第一电化学单体,所述第一和第二单体中的每一个包括导电外壳和与集流体电连通的导体,其中所述导体与所述外壳电隔离并穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳使得所述导体接触所述储能装置的相邻电化学单体的外壳。在一些实施方式中,第一和/或第二电化学单体包括与所述集流体相邻的液态金属阳极。在一些实施方式中,当第一和第二单体为堆叠配置时,所述导体接触所述储能装置的相邻电化学单体的外壳。在一些实施方式中,第一和第二单体能够储存和或吸收至少25Wh的能量。在一些实施方式中,所述储能装置包括一叠1到10个电化学单体。在一些实施方式中,所述储能装置包括一叠11到50个电化学单体。在一些实施方式中,所述储能装置包括一叠51到100个或更多电化学单体。

[0019] 另一方面,电池外壳包括导电容器和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述容器上的开孔伸出所述外壳并与所述容器电隔离,其中当第一和第二外壳为堆叠配置时,第一外壳的导体接触第二外壳的容器。在一些实施方式中,所述外壳能够气密地密封包含液态金属电极的电化学单体。在一些实施方式中,所述外壳能够气密地密封能储存和或吸收至少25Wh的能量的电化学单体。

[0020] 另一方面,电化学储能装置包括阳极、阴极、电解质、正集流体和负集流体,其中所述负集流体与所述阳极接触并且所述正集流体与所述阴极接触,其中所述电解质置于所述阳极和阴极之间,并且其中电化学储能装置能够储存和或吸收至少25Wh的能量并且包括少于15个螺栓或紧固件。在一些实施方式中,所述装置能够储存至少100kWh的能量。在一些实施方式中,所述电化学储能装置包括少于5个螺栓或紧固件。在一些实施方式中,所述电化学储能装置不包括螺栓或紧固件。在一些实施方式中,所述电化学储能装置包括与所述集流体相邻的液态金属阳极。

[0021] 另一方面,电化学单体的编组,所述编组中的单个单体包括充电状态的液态锂阳极,其中所述编组能够储存和或吸收至少25Wh的能量并且所述电池中的每一个包括少于10个螺栓或紧固件。在一些实施方式中,所述编组能够储存至少100kWh的能量。

[0022] 另一方面,气密地密封具有液态金属阳极的电化学储能装置的电池外壳,该电化学储能装置能够储存和或吸收至少25Wh的能量,其中所述电池外壳包括少于10个螺栓或紧固件。在一些实施方式中,所述外壳能够气密地密封能储存至少100kWh的能量的电化学储能装置。

[0023] 另一方面,电化学单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳并用垫圈与所述外壳电隔离,其中当所述外壳被密封时所述垫圈上的力为至少5,000psi。在一些实施方式中,当所述外壳被密封时所述垫圈上的力为至少10,000psi。在一些实施方式中,所述垫圈使用法兰和不多于10个的螺栓或紧固件附接。在一些实施方式中,所述垫圈是粘性的并且所述单体不包括螺栓或紧固件。

[0024] 另一方面,电池外壳包括导电容器和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述容器上的开孔伸出所述容器并用垫圈与所述容器电隔离,其中当所述电池外壳被密封时垫圈上的力为至少5,000psi。在一些实施方式中,当所述外壳被密封时所述垫圈上的力为至少10,000psi。在一些实施方式中,所述垫圈使用法兰和不多于10个的螺栓或紧固件附接。在一些实施方式中,所述外壳能够封闭能储存和或吸收至少25Wh的能量的电化学电池。

在一些实施方式中,所述外壳能够气密地或非气密地密封所述电池。

[0025] 另一方面,一种电化学电池外壳,包括:(a) 容器,其包含从腔室开孔延伸到所述容器内的腔室;(b) 密封所述腔室的容器盖组装件,所述容器盖组装件包括导电容器盖和导电法兰,其中所述容器盖覆盖所述容器开孔并包含贯穿所述容器盖的导体开孔,并且其中所述法兰覆盖导体开孔并与所述容器盖电隔离;以及(c) 连接至所述法兰并穿过所述导体开孔延伸到所述腔室内的电导体,其中所述导体与所述容器盖电隔离。

[0026] 在一些实施方式中,(a) 所述导体开孔是贯穿所述容器盖的多个导体开孔中的一个;(b) 所述法兰是分别覆盖所述导体开孔并与所述容器盖电隔离的多个导电法兰中的一个;以及/或者(c) 所述导体是分别连接至法兰、分别延伸穿过所述导体开孔并与所述容器盖电隔离的多个电导体中的一个。在一些实施方式中,所述外壳进一步包括在所述腔室内并与所述导体连接的集流体。在一些实施方式中,所述外壳进一步包括布置在所述法兰与所述容器盖之间并电隔离所述法兰与所述容器盖的垫圈。在一些实施方式中,所述垫圈包含介电材料。在一些实施方式中,所述容器盖固定地和/或牢固地连接至所述容器,并且所述法兰可拆卸地连接至所述容器盖。在一些实施方式中,所述容器盖包括连接至基部的装配环,并且所述导体开孔贯穿所述装配环,并且其中法兰用多个紧固件可拆卸地连接至所述装配环。在一些实施方式中,啮合所述装配环的紧固件部分与所述装配环电隔离。在一些实施方式中,所述紧固件通过介电材料与所述法兰电隔离。在一些实施方式中,所述外壳进一步包括附接在所述容器的内侧壁表面上的绝缘鞘套。在一些实施方式中,所述容器具有圆形横截面几何形状和矩形横截面几何形状中的一个。在一些实施方式中,所述腔室开孔具有腔室开孔直径,并且其中所述导体开孔具有比所述腔室开孔直径小约两(2) 倍的导体开孔直径。在一些实施方式中,所述容器盖组装件气密地密封所述腔室。

[0027] 另一方面,一种电化学电池,包括:(a) 容器,其包含从腔室开孔延伸到所述容器内的腔室;(b) 布置在所述腔室内的电化学电池单体;(c) 将所述电池单体密封在所述腔室内的容器盖组装件,所述盖组装件包括导电容器盖和导电法兰,其中所述容器盖覆盖所述腔室开孔并包括贯穿所述容器盖的导体开孔,并且其中所述法兰覆盖所述导体开孔并与所述容器盖电隔离;以及(d) 延伸穿过所述导体开孔并电耦合至所述电池单体和所述法兰的电导体,其中所述导体与所述容器盖电隔离。在一些实施方式中,所述电池单体包含布置在液态金属负电极与液态准金属正电极之间的液态电解质。在一些实施方式中,所述电池进一步包括电耦合至所述液态金属负电极的集流体,其中所述集流体连接至所述导体,该导体连接至组装件中的顶部法兰,该法兰与所述单体盖电隔离。

[0028] 在一些实施方式中,(a) 所述导体开孔是贯穿所述容器盖的多个导体开孔中的一个;(b) 所述法兰是分别覆盖所述导体开孔并与所述容器盖电隔离的多个导电法兰中的一个;以及/或者(c) 所述导体是分别电耦合至所述电池单体和所述法兰、分别延伸穿过所述导体开孔并与所述容器盖电隔离的多个电导体中的一个。在一些实施方式中,所述电池进一步包括布置在所述法兰与所述容器盖之间并电隔离所述法兰与所述容器盖的垫圈。在一些实施方式中,所述垫圈包含介电材料。在一些实施方式中,所述容器盖包括连接至基部的装配环,该基部固定地和/或牢固地连接至容器,并且所述导体开孔贯穿所述装配环,并且其中所述法兰用多个螺栓或紧固件可拆卸地连接至所述装配环。在一些实施方式中,所述容器盖组装件将所述电池单体气密地或非气密地密封在所述腔室内。

[0029] 另一方面,电化学单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳并用气密地密封所述电化学单体的密封件与所述外壳电隔离。在一些实施方式中,所述密封件通过将陶瓷钎焊在金属基底上而形成。在一些实施方式中,所述密封件通过机械地和/或化学地结合的玻璃或玻璃-陶瓷复合材料而形成。在一些实施方式中,所述密封件在不同材料之间形成。在一些实施方式中,所述密封件在所述电化学单体的操作温度下受压。在一些实施方式中,所述密封件在至少两个平面中的两个表面之间形成。在一些实施方式中,所述密封件由至少两种不同材料形成,其中至少一种能够抵抗因与包含在所述电化学单体内的材料接触而引起的降解。

[0030] 另一方面,一种密封电化学单体的方法,包括:(a) 在外壳与嵌入该外壳的物品之间涂抹密封剂材料,其中所述密封剂在密封剂材料为可塑、粘稠或可流动的温度下进行涂抹,并且其中所述外壳和所述物品具有不同的热膨胀系数;以及(b) 将温度降至所述密封剂材料为不可塑、非粘稠或不可流动的温度,从而在所述外壳与所述物品之间创建处于压缩压力下的密封件。在一些实施方式中,所述密封剂材料是硼硅酸盐玻璃。在一些实施方式中,所述外壳具有大于所述物品的热膨胀系数。在一些实施方式中,所述密封件能够抵抗诸如钠(Na)、锂(Li)或镁(Mg)等反应性金属蒸气。在一些实施方式中,所述密封剂材料是基于硫属元素化物的化合物。在一些实施方式中,所述硫属元素化物具有化学式 CaAl_2S_4 。

[0031] 另一方面,电化学电池包括作为第一集流体的导电外壳和与第二集流体电连通的导体,其中所述导体穿过所述外壳上的开孔伸出所述外壳并与所述外壳电隔离。在一些实施方式中,所述电化学电池包括与第一集流体或第二集流体相邻的液态金属阳极。

[0032] 在一些实施方式中,所述液态金属包括锂。

[0033] 另一方面,一种包括如本文所描述的多个电化学单体的电池,其中所述电池能够储存至少25Wh的能量。在一些实施方式中,所述电池能够储存至少100kWh的能量。

[0034] 通过以下详细描述,本公开内容的附加方面和优点将会对于本领域技术人员变得显而易见,其中仅仅示出和描述了本公开内容的说明性实施方式。如将会意识到的,本公开内容能够实现其他和不同的实施方式,并且其若干细节都能够在不偏离本公开内容的情况下在各个明显方面进行修改。因此,附图和说明书将被认为在本质上是说明性的而非限制性的。

[0035] 援引并入

[0036] 本说明书中所提及的所有出版物、专利和专利申请均通过引用而并入于此,程度犹如具体地和个别地指出要通过引用而并入每一个别出版物、专利或专利申请。

附图说明

[0037] 在所附权利要求书中具体阐述了本发明的新颖特征。通过参考对在其中利用到本发明原理的说明性实施方式加以阐述的以下详细描述和附图(本文中也称为“附图”或“图”),将会获得对本发明的特征和优点的更好的理解,在附图中:

[0038] 图1是电化学单体(A)和电化学单体(B和C)的编组(即,电池)的示意图;

[0039] 图2是电池外壳的横截面示意图,所述电池外壳具有导体,该导体穿过外壳中的孔径而与集流体电连通。

[0040] 图3是电化学单体的横截面示意图。

- [0041] 图4是单体盖组装件的实施方式的横截面示意图。
- [0042] 图5是具有馈通体的电化学反应单体的横截面示意图,所述馈通体用介电密封组件而与外壳电绝缘。
- [0043] 图6A和图6B示出了集流体可以结合至共用的单体盖组装件中并且本发明可以随任何大小的单体使用。
- [0044] 图7是电化学反应电池的截面示意图。
- [0045] 图8是图7中所示电池的容器盖的第一端的透视示意图;
- [0046] 图9是图7中所示电池的容器盖的第二端的透视示意图;
- [0047] 图10是图7中所示电池的法兰的第一端的透视示意图;
- [0048] 图11是图7中所示电池的法兰的第二端的透视示意图;
- [0049] 图12是图7中所示电池的容器盖组装件的分解透视示意图;
- [0050] 图13电化学反应电池外壳的替代实施方式的部分分解透视示意图;
- [0051] 图14是图13中所示电池外壳的截面示意图;
- [0052] 图15是可以包括多个替代实施方式电化学反应电池外壳的电化学反应电池堆的截面示意图。
- [0053] 图16是图15中所示电池堆的俯视示意图;
- [0054] 图17和图18是一个单体的导电馈通体连接至另一单体的基部的示意图;
- [0055] 图18是电化学反应单体的密封件的横截面示意图。
- [0056] 图19是密封的电化学反应单体的分解示意图。
- [0057] 图20是电化学反应单体的密封件的组件的俯视示意图。
- [0058] 图21是具有凹陷的导电馈通体的电化学反应单体的密封件的横截面示意图。
- [0059] 图22是具有凹陷的导电馈通体的电化学反应单体的密封件的分解示意图。
- [0060] 图23是具有凹陷的导电馈通体的电化学反应单体的密封件的组件的俯视示意图。

具体实施方式

[0061] 虽然本文已经示出和描述了本发明的各个实施方式,但对于本领域技术人员显而易见的是,这样的实施方式只是以示例的方式提供的。本领域技术人员将在不偏离本发明的情况下想到许多更改、改变和替代。应当理解,可以采用对本文所描述的本发明实施方式的各种替代方案。

[0062] 本公开内容提供了电化学反应储能装置(或电池)和电化学反应电池外壳。电化学反应电池可以包括密封(例如,气密密封)于电化学反应电池外壳内的电化学反应单体。

电化学反应单体和外壳

[0064] 本文所使用的术语“单体(cell)”一般是指电化学反应单体。单体可以包括材料‘A’制成的负电极和材料‘B’制成的正电极,表示成A||B。正电极和负电极可以由电解质分隔开。

[0065] 本文所使用的术语“模块”一般是指通过例如将一个单体的单体外壳与相邻单体的单体外壳机械地连接起来而并联地附接在一起的单体(例如,在大致水平的封装平面中连接在一起的单体)。模块可以包括多个并联的单体。模块可以包括任何数目的单体(例如,2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20或更多个)。在一些情况下,模块包括9、12或16个单体。在一些情况下,模块能够储存约700瓦时的能量并且/或者能够递送约

175瓦的功率。

[0066] 本文所使用的术语“封装包”一般是指通过不同的电连接(例如,垂直地)附接的模块。封装包可以包括任何数目的模块(例如,1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20或更多个)。在一些情况下,一个封装包包括3个模块。在一些情况下,封装包能够储存约2千瓦时的能量并且/或者递送约0.5千瓦的功率。

[0067] 本文所使用的术语“芯体”一般是指通过不同的电连接(例如,通过串联和/或并联)附接的多个模块或封装包。芯体可以包括任何数目的模块或封装包(例如,1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20或更多二宫)。在一些情况下,所述芯体还包括允许该芯体以受控的方式高效储存并返回电能的机械、电气和热系统。在一些情况下,芯体包括12个封装包。在一些情况下,芯体能够储存约25千瓦时的能量并且/或者递送约6.25千瓦的功率。

[0068] 本文所使用的术语“荚舱(pod)”一般是指通过不同的电连接(例如,通过串联或并联)附接的多个芯体。荚舱可以包括任何数目的芯体(例如,1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20或更多个)。在一些情况下,荚舱包含与适当的旁通电子电路并联连接的芯体,从而使得芯体能够被断开,而同时继续允许其他芯体储存和返回能量。在一些情况下,荚舱包括4组芯体。在一些情况下,荚舱能够储存约100千瓦时的能量并且/或者递送约25千瓦的功率。

[0069] 本文所使用的术语“系统”一般是指通过不同的电连接(例如,通过串联或并联)附接的多个芯体或荚舱。系统可以包括任何数目的芯体或荚舱(例如,2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20或更多个)。在一些情况下,系统包括20个荚舱。在一些情况下,系统能够储存约2兆瓦时的能量并且/或者递送约500千瓦的功率。

[0070] 本文所使用的术语“电池”一般是指串联和/或并联连接的一个或多个电化学单体。电池可以包括任何数目的电化学单体、模块、封装包、芯体、荚舱或系统。

[0071] 本公开内容的电化学单体可以包括阳极、与所述阳极相邻的电解质以及与所述电解质相邻的阴极。在一些示例中,电化学单体是液态金属电池单体。液态金属电池单体可以包括布置于负液态(例如,熔融)金属电极与正液态准金属电极之间的液态电解质隔膜。在一些实施方式中,液态金属电池单体具有熔融碱金属(例如,锂)阳极、电解质以及熔融金属(例如,铅、铅-铈合金)阴极。

[0072] 为了保持电极处于液态,可以将电池单元加热至任何合适的温度。在一些实施方式中,将电池单体加热至约200℃、约250℃、约300℃、约350℃、约400℃、约450℃、约500℃、约550℃、约600℃、约650℃或约700℃的温度。可以将电池单体加热到至少约200℃、至少约250℃、至少约300℃、至少约350℃、至少约400℃、至少约450℃、至少约500℃、至少约550℃、至少约600℃、至少约650℃或至少约700℃的温蒂。在一些情况下,将电池单体加热至200℃与约500℃之间、约200℃与约700℃之间或者约300℃与450℃之间。

[0073] 本公开内容的电化学单体可以适于在充电(或储能)模式和放电(或能量耗尽)模式之间循环。在一些示例中,电化学单体可以是完全充电的、部分充电的或完全放电的。

[0074] 在一些实现中,在充电模式期间,从外部功率源(例如,发电机或电网)接收的电流可以致使准金属阴极中的金属原子放出一个或多个电子,从而溶解到电解质中成为带正电荷的离子(即,阳离子)。同时,同种阳离子迁移穿过电解质,并且可以在阳极接受电子,从而

致使其转变成中性的金属种类,增加该电极的质量。活性金属种类从阴极的移除和活性金属向阳极的添加储存了电势能。在能量释放模式期间,电负荷耦合至电极。先前在阳极添加中的金属种类可以从金属电极释放(例如,通过熔化),并作为离子而穿过电解质。这些电解质中的离子与阴极发生合金化反应,伴随着通过电子经过外部电路/负荷的外部匹配的流动而实现的离子流动。这样的电化学促进的金属合金化反应将先前储存的电势能释放至电负荷。

[0075] 在充电状态中,阳极可以包括阳极材料而阴极可以包括阴极材料。在放电期间(例如,当电池耦合至负荷时),阳极材料产生一个或多个电子以及所述阳极材料的阳离子。阳离子穿过电解质迁移至阴极材料并与阴极材料反应以形成金属或金属合金。在充电期间,所述合金分解以产生阳极材料的阳离子,该阳离子会迁移至阳极。

[0076] 本公开内容的电化学单体可以包括可适合于各种用途和操作的外壳。电池外壳可被配置用于将电极电耦合至开关,该开关连接至外部功率源和电负荷。电池单体外壳例如可以包括电耦合至开关和/或另一单体外壳的导电容器的第一极,以及电耦合至开关和/或另一单体外壳的导电容器盖的第二极。所述容器可以是电池单体的电极。电池单元可以布置在电池容器的空腔内。所述电极中的一个接触和/或与电池容器的端壁电连通。陶瓷鞘套可以将电池单体的其余部分与电池容器的其他部分电绝缘。导体将所述电极中的第二个耦合至容器盖,该容器盖可以将电池单体密封(例如,气密或非气密密封)在所述空腔内。

[0077] 电池和外壳

[0078] 本文所使用的电池可以包括多个电化学单体。参考图1,电化学单体(A)是包括阳极和阴极的单元。所述单体可以包括电解质并被密封在本文所描述的外壳内。在一些情况下,电化学单体可以堆叠(B)以形成电池(即,电化学单体的编组)。单体可以布置成并联、串联或者既并联又串联(C)。单体可以制成为可不同于所描绘的不同形状和几何结构。

[0079] 本公开内容的电化学单体可以能够储存(和/或吸收)适当大量的能量。在一些情况下,单体能够储存(和/或吸收)约1Wh、约5Wh、约25Wh、约50Wh、约100Wh、约500Wh、约1kWh、约1.5kWh、约2kWh、约3kWh或约5kWh。在一些情况下,电池能够储存(和/或吸收)的至少约1Wh、至少约5Wh、至少约25Wh、至少约50Wh、至少约100Wh、至少约500Wh、至少约1kWh、至少约1.5kWh、至少约2kWh、至少约3MWh或至少约5MWh。应当认识到,储存于电化学单体和/或电池中的能量的量可能少于吸收到该电化学单体和/或电池中的能量的量(例如,由于低效率和损耗)。

[0080] 单体的编组(即,电池)可以包括任何合适数目的单体,诸如至少约2个、至少约5个、至少约10个、至少约50个、至少约100个、至少约500个、至少约1000个、至少约5000个、至少约10000个等。在一些示例中,电池包括1个、2个、3个、4个、5个、6个、7个、8个、9个、10个、15个、20个、30个、40个、50个、60个、70个、80个、90个、100个、200个、300个、400个、500个、600个、700个、800个、900个、1000个、2000个、5000个、10,000个、20,000个、50,000个、100,000个、500,000个或1,000,000个单体。

[0081] 本公开内容的电池可以能够储存适当大量的能量,用于随电网(即,电网规模电池)或者其他负荷或用途来使用。在一些情况下,电池能够储存(和/或吸收)约5kWh、约25kWh、约50kWh、约100kWh、约500kWh、约1MWh、约1.5MWh、约2MWh、约3MWh或约5MWh。在一些情况下,电池能够储存(和/或吸收)至少约5kWh、至少约25kWh、至少约50kWh、至少约

100kWh、至少约500kWh、至少约1MWh、至少约1.5MWh、至少约2MWh、至少约3MWh或至少约5MWh。

[0082] 在一些情况下,所述单体和单体外壳是可堆叠的。可以堆叠任何数目的单体。单体可以并排堆叠、堆叠于彼此之上,或者同时以这两种方式堆叠。在一些情况下,堆叠至少约10个、50个、100个或500个单体。在一些情况下,100个单体的堆能够储存至少50kWh的能量。第一堆单体(例如,10个单体)可以电连接至第二堆单体(例如,另外10个单体),以增加电连通的单体的数目(例如,在这种情况下为20个)。在一些情况下,所述储能装置包括一叠1个到10个、一叠11个到50个、一叠51个到100个或更多个电化学单体。

[0083] 单体盖组装件

[0084] 电化学单体可被容纳于容器内,该容器可以包括容器盖。在一些情况下,所述容器是所述电化学单体的电极。容器盖例如可以利用密封件或垫圈(例如,环状介电垫圈)将电池容器与容器盖电隔离。这样的垫圈可以由相对较硬的电绝缘材料构建而成,举例而言,所述电绝缘材料诸如为玻璃、二氧化硅、氧化铝、氮化硼、氮化铝或者包括氧化锂、氧化钙、氧化钡、氧化钪、二氧化硅、氧化铝、氮化锂的其他氧化物,或者其他陶瓷。所述垫圈可能受到容器盖与电池容器之间相对较高的压缩力(例如,大于10,000psi),以便提供除了电隔离之外的密封。为了让介电垫圈受到这样高的压缩力,紧固件可以具有相对较大的直径,并且可以紧密地排列在一起。这样大直径的紧固件可能是昂贵的,并且因此可能显著增加建造相对较大直径电池容器的成本。此外,随着介电垫圈的直径被增大以适应大直径电池容器,所述垫圈可能变得越来越脆弱和难以操作。

[0085] 参考图2,电池包括导电外壳201和与集流体203电连通的导体202。导体可以与外壳电隔离,并且可以经外壳中的孔径穿过所述外壳突出,以使得当第一单体与第二单体堆叠起来时第一单体的导体接触第二单体的外壳。

[0086] 在一方面,单体外壳包括导电容器和与集流体电连通的导体。所述导体可以经容器中的孔径穿过所述外壳而突出,并且与所述容器电隔离。当第一外壳和第二外壳堆叠起来时,第一外壳的导体接触第二外壳的容器。

[0087] 在一些情况下,所述导体经其从外壳和/或容器突出的孔径的面积相对于外壳和/或容器的面积较小。在一些情况下,孔径的面积与外壳的面积之比为约0.001、约0.005、约0.01、约0.05、约0.1、约0.15、约0.2、约0.3、约0.4或约0.5。在一些情况下,孔径的面积与外壳的面积之比小于0.001、小于0.005、小于0.01、小于0.05、小于0.1、小于0.15、小于0.2、小于0.3、小于0.4或小于0.5。

[0088] 在一方面,单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体。所述导体经外壳中的孔径穿过外壳而突出,并且可以与外壳电隔离。孔径的面积与外壳的面积之比可以小于约0.1。

[0089] 在一方面,单体外壳包括导电容器和与集流体电连通的导体。所述导体经容器中的孔径穿过容器突出,并且与所述容器电隔离。孔径的面积与容器的面积之比可以小于0.1。所述外壳可以能够封闭单体,该单体能够储存和或吸收至少25Wh的能量。

[0090] 在一些情况下,用垫圈或密封件将导体与外壳电隔离。图3示出了可以焊接到容器305上的单体盖组装件301。至少一个导电馈通体(即,导体)穿过所述盖组装件,并与液态阳极302电连通。在一些实施方式中,集流体是导电泡沫,其中所述阳极包括液态金属(例如,

锂、镁、钠)。所述阳极与熔盐电解质304相接触,该电解质与液态金属阴极303相接触。在一些实施方式中,所述液态金属阴极包括铅铋。

[0091] 图4示出了导体401、外壳孔径以及用于将所述导体与所述外壳402电隔离并密封电化学单体的关联结构。在一些实施方式中,至少一个螺栓403将所述组装件保持在合适位置。所述螺栓可以与外壳电连通并与导电馈通体电绝缘。在一些实施方式中,所述螺栓压紧顶部法兰404与底部法兰405。底部法兰在一些情况下焊接至单体盖。电绝缘垫片或垫片组装件406可以将螺栓与顶部法兰绝缘。在一些情况下,介电垫圈407将顶部法兰与底部法兰绝缘。在一些情况下,可以使用介电鞘套(未示出)来防止螺栓接触顶部法兰。在一些情况下,馈通导体具有负极性(例如,与阳极电连通),而螺栓和外壳具有正极性(例如,与阴极电连通)。

[0092] 当被密封时,施加到垫圈的力可以为约1,000psi、约2,000psi、约5,000psi、约10,000psi、约15,000psi或约30,000psi。在一些情况下,施加到垫圈的力可以为至少1,000psi、至少2,000psi、至少5,000psi、至少10,000psi、至少15,000psi或至少30,000psi。

[0093] 在一些情况下,单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体。导体可以经外壳中的孔径穿过外壳而突出,并且通过垫圈而与外壳电隔离。垫圈上的力可以为至少1,000psi、至少5,000psi、至少10,000psi等。

[0094] 单体外壳可以包括导电容器和与集流体电连通的导体。导体可以经容器中的孔径穿过外壳而突出,并且可以通过垫圈而与容器电隔离。垫圈上的力可以为至少1,000psi、至少5,000psi、至少10,000psi等。

[0095] 较少的螺栓和紧固件

[0096] 螺栓和紧固件可能大幅增加电池和/或外壳的成本。在一些情况下,电池或电池外壳包括较少的螺栓或紧固件。在一些实施方式中,电池或外壳包括约50个、约40个、约30个、约20个、约10个、约5个或者约2个螺栓或紧固件。电池或电池外壳可以不包括螺栓或紧固件。在一些实施方式中,电池或外壳包括少于50个、少于40个、少于30个、少于20个、少于10个、少于5个或者少于2个螺栓或紧固件。在其他实施方式中,可以将介电密封材料机械地和/或化学地粘附至单体盖和馈通引线的表面,从而允许系统在无需单体上的任何螺栓或紧固件的情况下实现密闭的气密密封。还可以向馈通体的顶部施加压力,诸如通过单体堆叠或向单体的顶部添加重物来施加压力,从而提高所述密封的性能和耐久性。

[0097] 电池可以包括阳极、阴极、电解质、正集流体和负集流体。负集流体可以与阳极相接触,而正集流体与阴极相接触。电池可以能够储存和或吸收至少25Wh的能量,并包括少于10个螺栓或紧固件。

[0098] 在一些情况下,单体的编组能够储存至少25Wh、200Wh、300Wh、400Wh、500Wh、600Wh、700Wh、800Wh、900Wh、1,000Wh、2,000Wh、3,000Wh、4,000Wh、4,000Wh、5,000Wh、6,000Wh、7,000Wh、8,000Wh、9,000Wh、10,000Wh、20,000Wh、30,000Wh、40,000Wh或50,000Wh的能量,并且所述单体中的每一个包括少于20个、15个、14个、13个、12个、11个、10个、9个、8个、7个、6个、5个、4个、3个、2个或1个螺栓或紧固件。在一些示例中,可以将单体组件彼此焊接起来。

[0099] 单体外壳可以能够气密地密封能够储存和或吸收至少25Wh的能量的单体。所述外壳包括少于20个、15个、14个、13个、12个、11个、10个、9个、8个、7个、6个、5个、4个、3个、2个

或1个螺栓或紧固件。

[0100] 单体盖组装件可以使用粘合密封件以代替法兰和垫圈。在一些情况下,粘合密封件从电化学单体外壳消除了螺栓。如图5中所示,导电馈通体501与外壳电隔离,并且所述外壳由安置于馈通体和外壳之间的粘合密封材料502所密封。

[0101] 在一些情况下,对于通过不使用螺栓的粘合介电密封件密封的单体,小于1psi的压力可以是保持气密性密封的全部所需。在一些情况下,所述压力的至少一部分可以由电池中堆叠于彼此之上的一个或多个电化学单体的重量来供应。所述粘合密封材料可以包括玻璃密封件或钎焊陶瓷,诸如含Cu-Ag钎焊合金的氧化铝或其他陶瓷-钎焊组合。

[0102] 使用粘合材料而非螺栓和法兰来密封电化学单体可以减小容器盖可能延伸高出外壳的高度(“顶部空间”)。在堆叠的电池配置下,可能期望减小顶部空间,以使相对较多的电池体积可以包含阳极和阴极材料(即,更高的储能容量)。在一些情况下,顶部空间的宽度(如从馈通体的顶部到阳极的顶面所测量的)是电池的宽度(如从馈通体的顶部到外壳的底面所测量的)的一小部分。在一些实施方式中,所述顶部空间是电池的高度的约5%、约10%、约15%、约20%或约25%。在一些实施方式中,所述顶部空间是电池的高度的至多约5%、至多约10%、至多约15%、至多约20%或至多约25%。

[0103] 在一些实施方式中,阳极材料和阴极材料的组合体积是电池的体积(例如,由诸如运输容器等电池的最外层外壳所定义)的约50%、约60%、约70%、约80%、约90%或约95%。在一些实施方式中,阳极材料和阴极材料的组合体积是电池的体积的至少50%、至少约60%、至少约70%、至少约80%、至少约90%或至少约95%。

[0104] 在一些情况下,使用几个或仅一个导电馈通体可能导致电极中的不均匀电流分布。如本文所描述,多个导电馈通体可以更均匀地分布电极中的电流。

[0105] 在一方面,电化学储能装置包括外壳、液态金属电极、与所述液态金属电极相接触的集流体,以及多个与所述集流体电连通并经外壳中的孔径穿过所述外壳而突出的导体。在一些实施方式中,电流在整个液态金属电极中基本上均匀地分布。

[0106] 在一些实施方式中,液态金属电极沿着一个表面(和/或界面)与电解质相接触,并且跨所述表面(和/或界面)流过的电流是均匀的。流过所述表面(和/或界面)的任何部分的电流不会偏离平均电流太多。在一些实施方式中,跨所述表面(和/或界面)的某一区域流过的电流的最大密度小于约105%、小于约115%、小于约125%、小于约150%、小于约175%、小于约200%、小于约250%或小于约300%的跨所述表面(和/或界面)流过的电流的平均密度的。在一些实施方式中,跨所述表面(和/或界面)的某一区域流过的电流的最小密度大于约50%、大于约60%、大于约70%、大于约80%、大于约90%或大于约95%的跨所述表面(和/或界面)流过的电流的平均密度。

[0107] 图6图示了多个导电馈通体。所述电化学储能装置和/或外壳可以包括任何数目的导电馈通体(例如,2个、3个、4个、5个、6个、7个、8个、9个、10个、11个、12个、13个、14个、15个、16个、17个、18个、19个、20个或更多个)。在一些情况下,所述导电馈通体是隔开的(图板A)。在一些情况下,所述导电馈通体共享公共的上部(图板B)。

[0108] 单体的气密密封

[0109] 气密地密封的电池或电池外壳可以防止不合适的量的空气、氧气和/或水进入所述电池(例如,一定的量,使得电池保持其至少80%的储能容量达至少1年、至少2年、至少5

年、至少10年或至少20年)。

[0110] 在一些情况下,当电池与处于1巴的压力和400°C到700°C的温度下的空气接触时,向电池中的氧气、氮气和水蒸气的传递速率小于约每小时0.25mL。在一些实施方式中,在10年的时期内泄漏到单体中的氧气、氮气或水蒸气的摩尔数小于单体内的活性金属材料的摩尔数的10%。

[0111] 在一方面,电池包括阳极和阴极。电池能够储存至少10Wh的能量,并且被气密地或非气密地密封。阳极和阴极中的至少一个可以是液态金属。在一些情况下,阳极是液态金属(例如,锂、镁、钠)。

[0112] 在一方面,一组电池能够储存至少10Wh的能量,并且所述电池中的每一个都被气密地或非气密地密封。

[0113] 一方面,电池外壳包括导电容器、容器孔径以及与集流体电连通的导体。所述导体可以穿过容器孔径并与导电容器电隔离。所述外壳可以能够气密地密封能够储存至少100kWh的能量的电池。

[0114] 电化学单体、电池和电池外壳的实施方式

[0115] 图7图示了根据本发明实施方式的电化学单体20。单体20包括至少一个被密封(例如,气密地密封)于电化学单体外壳24内的电化学单体22。单体外壳24包括单体容器26、容器盖组装件28以及一个或多个电导体30(例如,导体棒)。单体外壳24还可以包括绝热和/或电绝缘鞘套32、第一(例如,负)集流体34和第二(例如,正)集流体36。

[0116] 电池单体22可被配置成液态金属电池单体。电池单体22例如可以包括轴向布置于液态第一(例如,负)电极与液态第二(例如,正)电极之间的液体隔离物38。

[0117] 在一些情况下,电化学电池偏离图7中的电化学电池。例如,顶部电极40可以被包含在顶部集流体(例如,泡沫)34内。在该实施方式中,盐层与泡沫34的底部和侧面发生接触,并且泡沫中的顶部金属被保持远离侧壁32或26,从而允许所述单体在无需绝缘鞘套32的情况下运行。在一些情况下,使用石墨鞘套来防止阴极沿着侧壁‘爬行’,这可以防止单体发生短路。

[0118] 隔离物38可以是离子导电的液态电解质。液态电解质的一个示例是一种或多种离子导电熔盐的液态溶液,举例而言,所述熔盐诸如为氟化物盐、氯化物盐、溴化物盐、碘化物盐或其组合。第一电极40可以是液态(例如,熔融)金属。可以用作第一电极40的材料的示例包括但不限于钠(Na)、钾(K)、锂(Li)、钙(Ca)、钡(Ba)、镁(Mg)或其组合。第一电极40的液态金属可以包含所列示例中的一种或多种。第二电极42可以是液态金属或准金属。可以用作第二电极42的材料的示例包括但不限于锑(Sb)、铅(Pb)、锡(Sn)、铋(Bi)、碲(Te)、硒(Se)或其组合。第二电极42可以包含上面所列金属或准金属中的一种或多种。隔膜、第一电极和第二电极材料和/或配置的其他示例已在美国专利申请公开第2008/0044725号、第2011/0014503号、第2011/0014505号和第2012/0104990号中公开,上述文献中的每一个均通过引用而全文并入于此。然而,本发明并不限于任何特定电池单体配置和/或材料。

[0119] 电池容器26可由导电材料构建而成,举例而言,所述导电材料诸如为钢、铁、不锈钢、石墨、镍、镍基合金、钛、铝、钼、钨或导电玻璃等。单体容器还可以包括结构组件,以及由不同的金属或电绝缘涂层制成的较薄衬里,举例而言,诸如,具有石墨衬里的钢容器,或者具有氮化硼涂层的钢容器等。电池容器26可以具有可在第一容器端(例如,边缘)44与第二

容器端(例如,边缘)46之间轴向延伸的横截面几何形状。所述横截面几何形状例如可以是如图13中所示的圆形、如图16中所示的矩形(例如,正方形),或者任何其他可基于电池20的设计要求而选择的形状。电池容器26包括由容器(底)端壁50和容器侧壁52所限定的空腔48。所述空腔48可以从位于第一容器端44的空腔孔径54轴向地延伸到电池容器26中并达到位于第二容器端46的容器侧壁50。空腔48还可以在容器侧壁52的相对侧之间横向地延伸。

[0120] 容器盖组装件28可以包括导电容器盖56、一个或多个导电法兰58以及一个或多个电绝缘垫圈60(例如,环形介电垫圈)。

[0121] 参考图8和图9,容器盖56可以由导电材料构造而成,举例而言,所述导电材料诸如为钢、铁、铜、不锈钢、石墨、镍、镍基合金、钛、铝、钼、钨或导电玻璃等。容器盖56可以在第一盖端62与第二盖端64之间轴向延伸。容器盖56可以包括导电基部66以及一个或多个导电安装环68(也称为“馈通法兰”)。所述基部可以在第一盖端62与基部端70之间轴向延伸,该基部端轴向地位于第一盖端62与第二盖端64之间。基部66可以包括一个或多个安装环孔径72,所述安装环孔径72可以在第一该盖端62与基部端70之间轴向地延伸穿过基部66。安装环68分别与安装环孔径72配合,并且连接(例如,焊接、粘合或用其他方式紧固)至基部66。安装环68可以在第一盖端62与第二盖端64之间轴向延伸。安装环68中的每一个包括第一导电孔径74,该第一导电孔径74可以在第一盖端62与第二盖端64之间轴向延伸穿过。第一导电孔径74具有例如比空腔孔径54(见图7)的直径小至少2倍(例如,约2倍与6倍之间)的直径。安装环68中的每一个还可以包括一个或多个围绕相应的第一导体孔径74周向布置的螺纹紧固件孔径76。紧固件孔径76从第一盖端62轴向延伸到相应的安装环68中。

[0122] 参考图10和图11,法兰58中的每一个由导电材料构建而成,举例而言,所述导电材料诸如为钢、铁、不锈钢、石墨、镍、镍基合金、钛、铝、钼、钨或导电玻璃等。法兰58中的每一个可以从第一法兰端78轴向延伸至第二法兰端80。法兰58中的每一个可以包括导电基部82和导电法兰环84。基部82可以在第一法兰端78与第二法兰端80之间轴向延伸。基部82包括螺纹导体孔径86,该螺纹导体孔径86可以从第二法兰端80轴向延伸到基部82中并达到基部端壁88。法兰环84可以围绕基部82周向延伸。法兰环84还可以在第二法兰端90与第二法兰环端92之间轴向延伸。第一法兰环端90可以从第一法兰端78偏移第一轴向距离,并且/或者第二法兰环端92可以从第二法兰端80偏移第二轴向距离。法兰环84可以包括围绕基部82周向布置的多个紧固件孔径94。紧固件孔径94在第一法兰环端90与第二法兰环端92之间轴向延伸穿过法兰环84。

[0123] 参考图7和图12,垫圈60由介电材料构建而成,举例而言,所述介电材料诸如为玻璃、钎焊陶瓷、高温固力特(thermiculite)、氮化铝、云母和/或蛭石。垫圈60中的每一个包括第二导体孔径96,该第二导体孔径96可以在第一垫圈端98与第二垫圈端100之间轴向延伸穿过。第二导体孔径96具有基本上等于或小于第一导体孔径74的中相应的一个的直径的直径。

[0124] 参考图7,导体30可由导电材料构建而成,举例而言,所述导电材料诸如为钢、铁、不锈钢、石墨、镍、镍基合金、钛、铝、钼或钨等。导体30在第一导体端102与第二导体端104之间轴向延伸。导体30中的每一个可以包括与第一导体端102相邻的螺纹端区域106。

[0125] 参考图7,鞘套32可由绝热和/或电绝缘材料构建而成,举例而言,所述材料诸如为氧化铝、二氧化钛、二氧化硅、氧化镁、氮化硼,或者包括氧化钙、三氧化二铝、二氧化硅、氧

化锂、氧化镁等的混合氧化物。鞘套32具有可以在第一鞘套端(顶部)108与第二鞘套端(底部)110之间轴向延伸的环形横截面几何形状。

[0126] 作为备选,所述鞘套可以用于防止容器的腐蚀以及/或者防止阴极材料沾湿侧壁,并且可以由导电材料构造而成,所述导电材料诸如为钢、不锈钢、钨、钼、镍、镍基合金、石墨或钛等。所述鞘套可以非常薄并且可以是涂层。所述涂层可以仅覆盖所述壁的内侧,并且/或者还可以覆盖所述容器的内侧的底部。

[0127] 参考图7和图12,第一集流体34由导电材料构建而成,举例而言,所述导电材料诸如为镍-铁(Ni-Fe)泡沫、多孔钢盘、多层波纹钢、多层延展的金属筛等。第一集流体34可被配置成可以在第一集流体端112与第二集流体端114之间轴向延伸的板。第一集流体34具有小于空腔孔径54的直径并大于第一导体孔径74的直径的集流体直径。其他集流体配置的示例已在美国专利公开第2011/0014503号、第2011/0014505号和第2012/0104990号中公开,上述文献通过引用而全文并入于此。本发明并不限于任何特定的第一集流体配置。

[0128] 第二集流体36可被配置成单体容器26的一部分。例如,在图7中所示的实施方式中,容器端壁50被配置成第二集流体36。作为备选,所述集流体可以与电池容器分立,并且例如电连接至所述电池容器。这样的集流体布置的示例已在前述美国专利公开第2011/0014503号、第2011/0014505号和第2012/0104990号中公开,上述文献通过引用而全文并入于此。本发明并不限于任何特定的第二集流体配置。

[0129] 图13和图14图示了备选实施方式电化学电池外壳120。在这样的情况下,鞘套在一些情况下可以被排除。相比于图7和图12的电池外壳24,电池外壳120的法兰58中的每一个包括与导体30中的相应一个直接连接(例如,焊接、胶接、熔接、粘合和/或以其他方式紧固)的法兰环122。电池外壳120的垫圈60中的每一个可以附加地包括多个接收紧固件116的紧固件孔径124。紧固件116中的每一个可以通过电绝缘套管126和电绝缘垫片128而与法兰环122电隔离。套管126和垫片128各自是由电介质构造而成,举例而言,所述电介质诸如为云母或蛭石等。电池外壳120还可以包括一个或多个流体端口130(例如,快速连接气体接头),所述流体端口130将流体(例如,惰性气体)导入和/或导出密封的空腔48。

[0130] 图15和图16图示了另一备选实施方式电化学电池外壳132。相比于图7和图12的电池外壳24,电池外壳132的法兰58中的每一个包括可以在第一法兰环端90与第二法兰端80之间轴向延伸的基部134。法兰58中的每一个还可以包括凸起136(例如,凸台),该凸起136连接至基部134和/或法兰环84,并且可以轴向延伸至第一法兰端78。如图15中所示,这样的凸起136可以用于垂直地堆叠和/或电气地互连多个电池外壳132。

[0131] 图17图示了减少本文所描述的电化学单体和/或电池的零件数目的实施方式(例如,允许多个电化学单体的组装件使用单一预组装零件)。在一些情况下,第一电化学单体1701的导体连接至第二电化学单体1702的外壳(例如,正集流体),并且/或者由与该外壳相同的一块金属形成。在一些情况下,第一电化学单体的顶部直接连接至(例如,焊接或螺栓连接至)位于第一电化学单体顶部上的第二电化学单体的底部,或者由与该第二电化学单体底部相同的一块金属形成。所述单体可以如图17中的图板A中所示那样组装。如图中所见,包括外壳部分的多个零件1703和容器盖组装部件1704被一个摞一个地放在(例如,焊接在)一起,以形成多个电化学单体。当从零件组装所述单体时,可以将负集流体1705、正集流体1706和电解质1707插入和/或填充到所述电化学单体中。负集流体1705可以包括(例如,

容纳、包含)负电极。例如,负集流体1705可以是包含位于负集流体1705的孔隙中的负电极材料(例如,锂)的多孔材料。

[0132] 所述电化学单体可以通过在两个表面之间放置密封剂材料而气密地和/或电气地密封。

[0133] 在一方面,电化学单体包括导电外壳和与集流体电连通的导体,其中所述导体经外壳中的孔径穿过外壳突出,并且通过气密地密封所述电化学单体的密封件而与所述外壳电隔离。

[0134] 参考图18,可以将密封剂1800安置在和/或放置于电化学单体的外壳1801与另一物品1802(例如,导电馈通体)之间。图19示出了两个表面1900可以是金属。在一些情况下,密封件和/或密封剂1901是陶瓷、玻璃或玻璃-陶瓷复合材料。图20示出了组装件的每个层的俯视图,其中电化学单体外壳2000位于左侧,密封件2001位于中间,而物品2002(例如,导电馈通体)位于右侧。

[0135] 在一些情况下,所述表面由不同的材料(即,不相同的材料,诸如两种不同金属表面)制成。所述材料可以具有不同的热膨胀系数。所述不同材料可以嵌入和/或凹入彼此之中(例如,一种材料在诸如平坦表面和边缘等至少两个平面上包围另一材料)。图21示出了导电馈通体2100嵌入电化学单体2101的外壳中的实施方式。在一些情况下,所述馈通体从所述外壳沿着两个平面密封,包括沿着水平平面2102和沿着边缘2103(即,垂直平面)。

[0136] 在一些情况下,馈通体凹入外壳中并且在所有各侧都与所述外壳电绝缘,但只沿着一个平面密封。例如,可以在水平方向上将水平夹片(例如,由陶瓷材料制成)放置在馈通体与外壳之间,并且可以沿着垂直方向安置密封剂。在一些实施方式中,在垂直方向上(例如,沿着边缘)将垂直环(例如,由陶瓷材料制成)放置在馈通体与外壳之间,并且可以沿着水平方向安置密封剂。图22示出了馈通体、外壳和密封件、沿着两个平面(例如,垂直面和水平面)的水平夹片2201和/或垂直环2200的3维分解视图。

[0137] 图23示出了组装件的每一层的俯视图,包括从左至右依次为:电化学单体外壳2300、水平夹片2301、导电馈通体2302以及位于最右侧的垂直环2303。在一个实施方式中,所述组装件的各层具有如图所示的相对尺寸。具体而言,外壳2300可以具有内径为1.00任意单位(用符号 Φ 表示)且第二直径为1.5的空,以及4.00(例如,4英寸)的外径。外壳2300的基部可以由金属制成并且是约0.5厚。在一些情况下,水平夹片2301具有0.6的内径和1.5的外径,以及0.05的厚度。在一些实施方式中,导电馈通体2303具有1.38的直径和0.2的厚度。在一些情况下,垂直环2303具有1.38的内径、1.5的外径,以及0.2的厚度。

[0138] 如果外壳和馈通体是由具有不同热膨胀系数的不同材料制成,则可能在密封件上建立起压缩力。在一些实施方式中,外壳具有比馈通体更大的热膨胀系数。当在高温下膨胀时,可以将密封件置于所述材料之间。当冷却时,所述材料的体积可以收缩(例如,外侧外壳的收缩多于内侧馈通体)以在密封件上建立压缩力。所述力可以是任何合适的力(例如,适合于气密地密封所述电化学单体)。在一些情况下,所述力为约1,000psi、约2,000psi、约5,000psi、约10,000psi或约20,000psi。在一些情况下,所述力为至少1,000psi、至少2,000psi、至少5,000psi、至少10,000psi或至少20,000psi。

[0139] 在一方面,用于密封电化学单体的方法包括(a)在外壳与凹入该外壳中的物品之间涂敷密封剂材料,其中所述密封剂是在该密封剂可塑、粘稠和/或可流动的温度下涂敷

的,并且其中所述外壳和所述物品具有不同的热膨胀系数;以及(b)将温度降低至所述密封剂材料不是可塑、粘稠并且/或者可流动的(即,凝固或硬化)的温度,从而在所述外壳与所述物品之间创造出处于压缩力下的密封件。在一些实施方式中,所述密封件在电化学单体的操作温度下受压。

[0140] 所述密封剂可以是任何合适的材料。在一些情况下,通过将陶瓷钎焊到金属衬底上形成而所述密封件。在一些实施方式中,通过使陶瓷和/或玻璃凝固而形成所述密封件。在一些实施方式中,所述密封件由机械地和/或化学地结合的玻璃或玻璃-陶瓷复合材料形成。

[0141] 在一些情况下,密封剂材料是诸如硼硅酸盐玻璃(或其他密封专用玻璃)等可再流动材料。在这样的实施方式中,可以通过在单体的顶部周围滑动硼硅酸盐玻璃管作为水平垫片来建立气密的密封。在将可再流动材料插入镶嵌空间中之后,将其加热至例如约700℃到800℃可以允许硼硅酸盐玻璃的流动以形成玻璃密封。所述密封在电池操作温度下可以是稳定的。在一些情况下,所述玻璃密封有合适的厚度以气密地密封所述单体并且对于剪切应力有弹性。在一些实施方式中,所述单体在熔化之后被缓慢、均匀地冷却,以使得所述密封均匀地形成,而没有裂纹、脱层等。

[0142] 在一些情况下,可以使用不止一种密封剂材料。在一些实施方式中,所述密封由至少两种不同材料形成,其中至少一种能够抵抗因与包含在电化学单体内的材料的接触而引起的劣化。在一些实施方式中,所述密封能够抵抗诸如钠(Na)、锂(Li)或镁(Mg)等反应性金属蒸气。在一些情况下,所述密封是硫属元素化物密封(例如,包含诸如 CaAl_2S_4 等chalcogen)。在一些实施方式中,密封剂材料是基于硫属元素化物的化合物。在一些情况下,所述硫属元素化物具有化学式 CaAl_2S_4 。

[0143] 本公开内容的系统、装置和方法可以与其他系统、装置和/或方法相结合或由其修改,诸如通过引用而全文并入于此的美国专利公开第2012/0104990号(“Alkali Metal Ion Battery with Bimetallic Electrode”)中描述的电池和电池组件。

[0144] 本公开内容的储能装置可以用于电网规模场景或独立使用场景。本公开内容的储能装置可以在一些情况下用于为诸如踏板车、摩托车、轿车、卡车、火车、直升机、飞机等载具供能,以及为诸如机器人等其他机械设备供能。

[0145] 本领域技术人员将会认识到,所述电池外壳组件可以由除了上文提供的示例之外的材料制成。所述导电电池外壳组件中的一个或多个可以例如由除了钢之外的金属和/或由一种或多种导电复合材料构建而成。在另一示例中,一种或多种电绝缘组件可以由除了上述的玻璃、云母和蛭石之外的电介质构建而成。本发明因此并不限于任何特定的电池外壳材料。

[0146] 应当理解,本文所使用的术语是为了描述特定实施方式而使用的,并且不旨在限制本发明的范围。应当注意,本文所使用的单数形式“一个”、“一种”等包括复数指代,除非上下文另有明确规定。此外,除非另有定义,本文使用的所有技术和科学术语均具有与本发明所属领域普通技术人员的通常理解相同的含义。

[0147] 尽管本文已经示出和描述了本发明的优选实施方式,但对于本领域技术人员显而易见的是,这样的实施方式只是以示例的方式提供的。本领域技术人员现将在不偏离本发明的情况下想到许多变化、改变和替代。应当理解,在本发明的实践中,可以采用对本文所

描述的本发明实施方式的各种替代方案。以下权利要求旨在限定本发明的范围,并因此涵盖这些权利要求及其等效项的范围内的方法和结构。

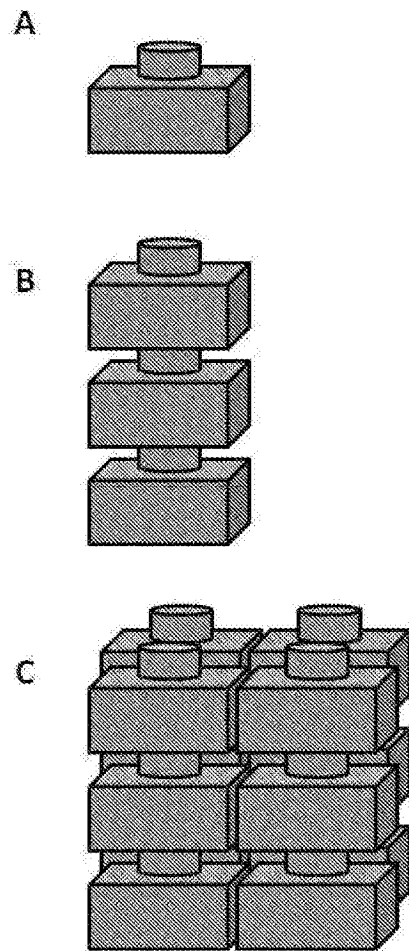


图1

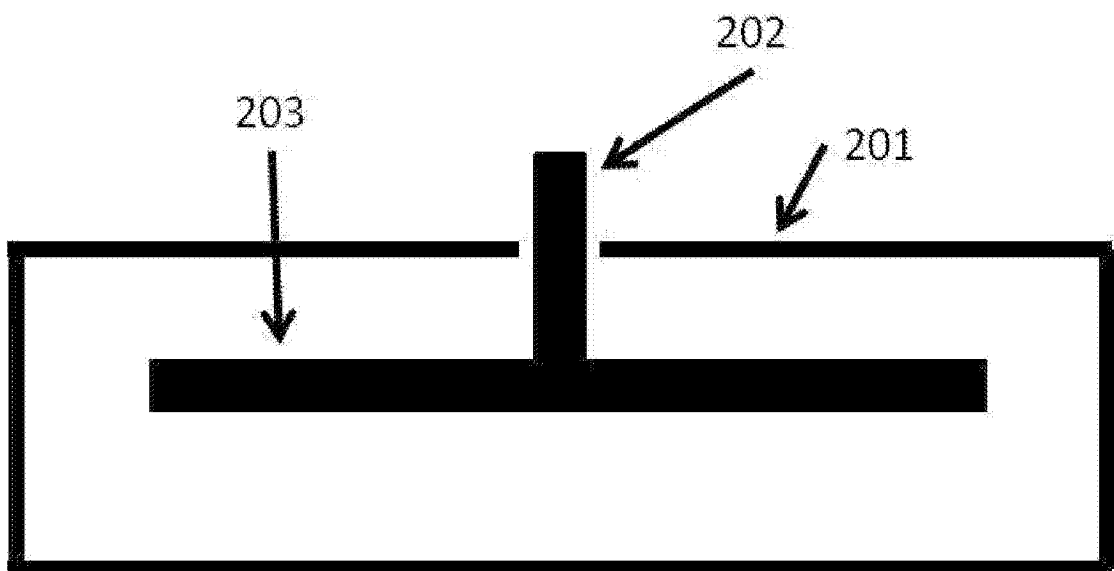


图2

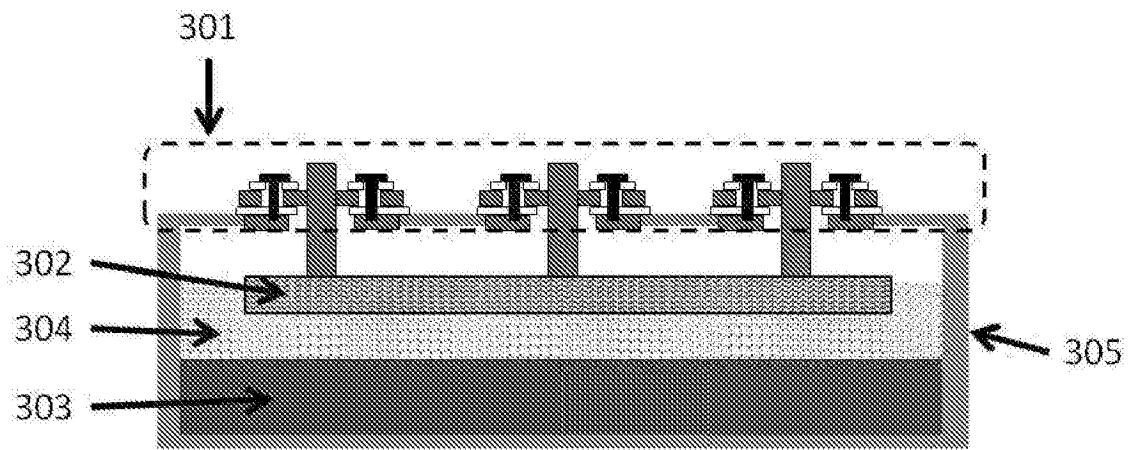


图3

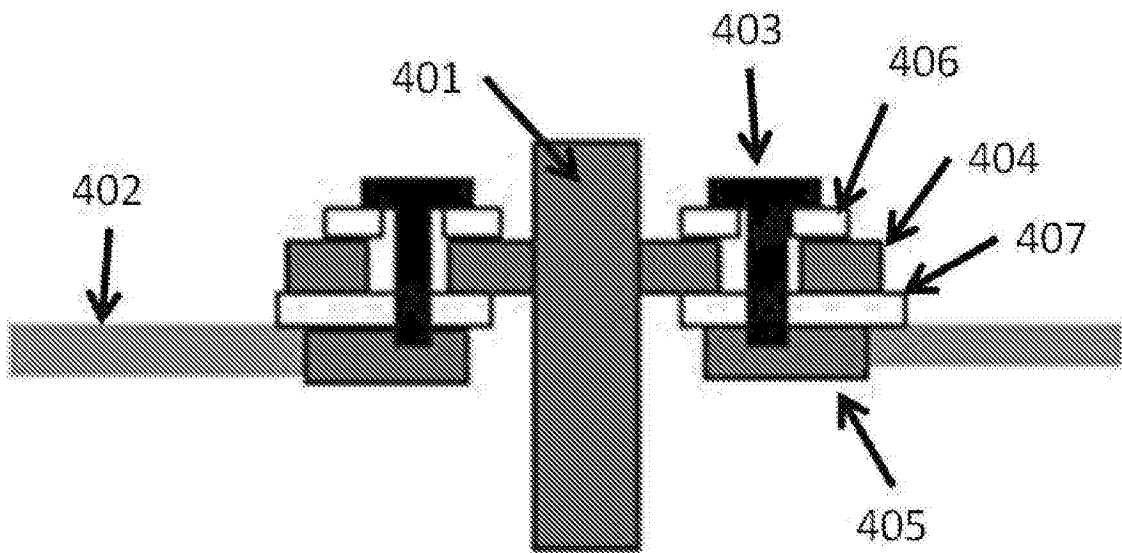


图4

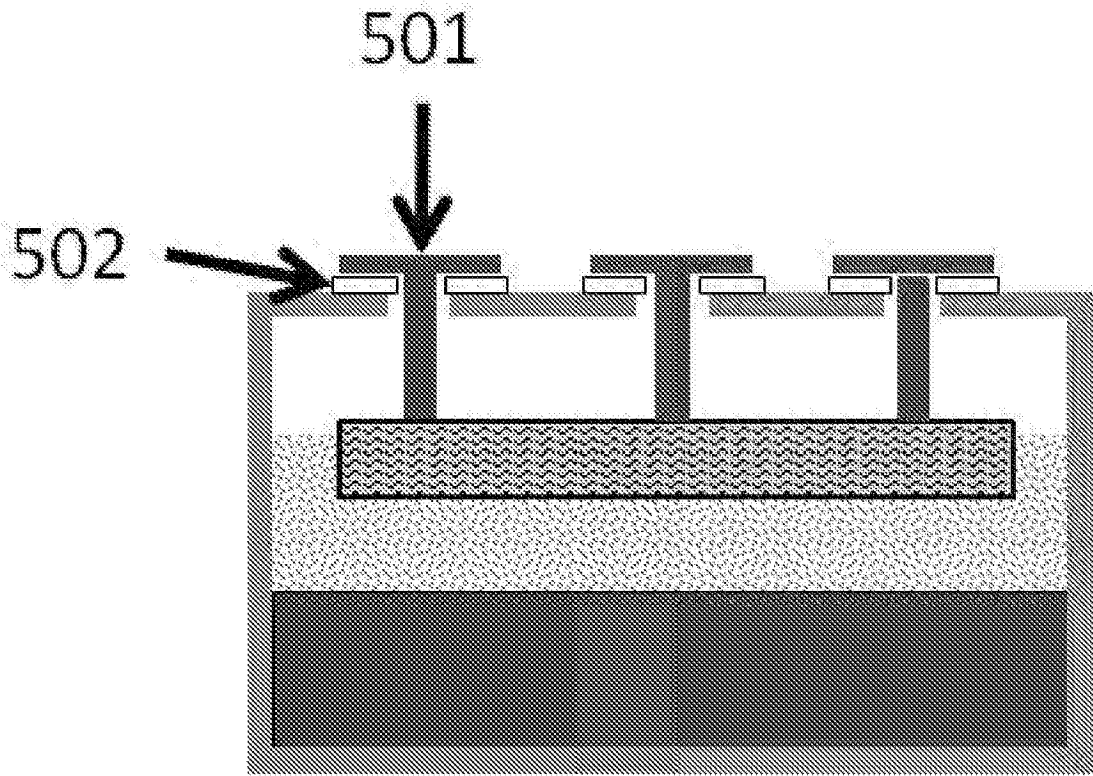


图5

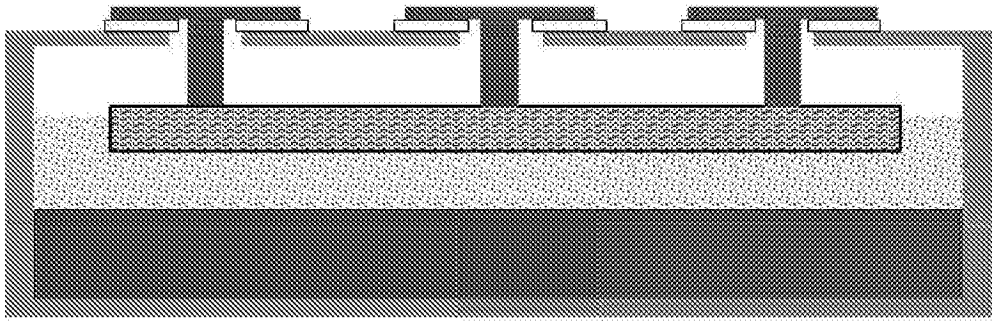
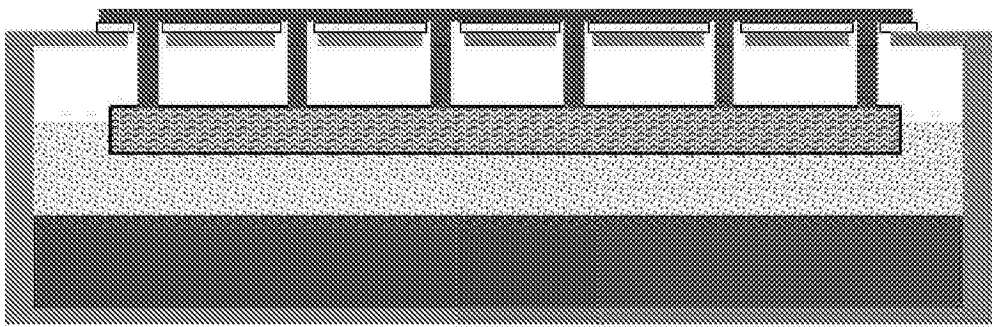
A**B**

图6

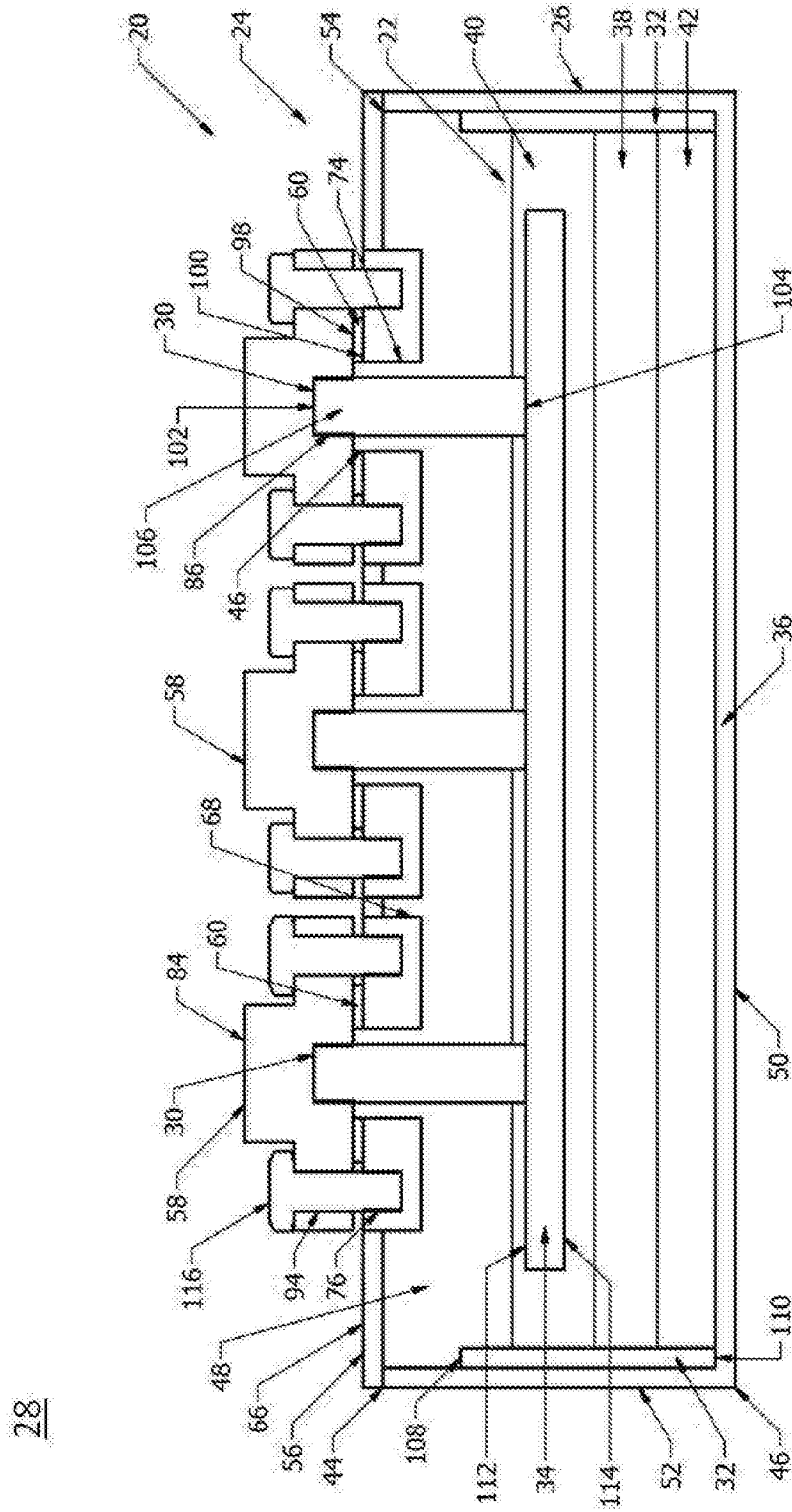


图7

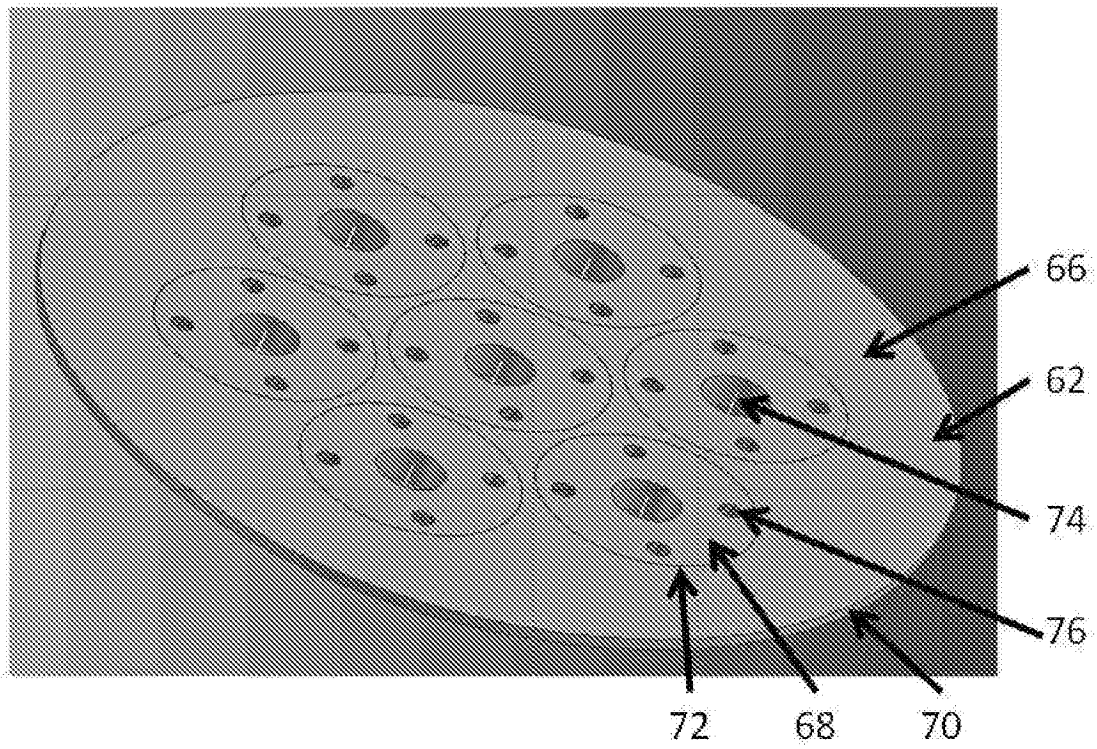
56

图8

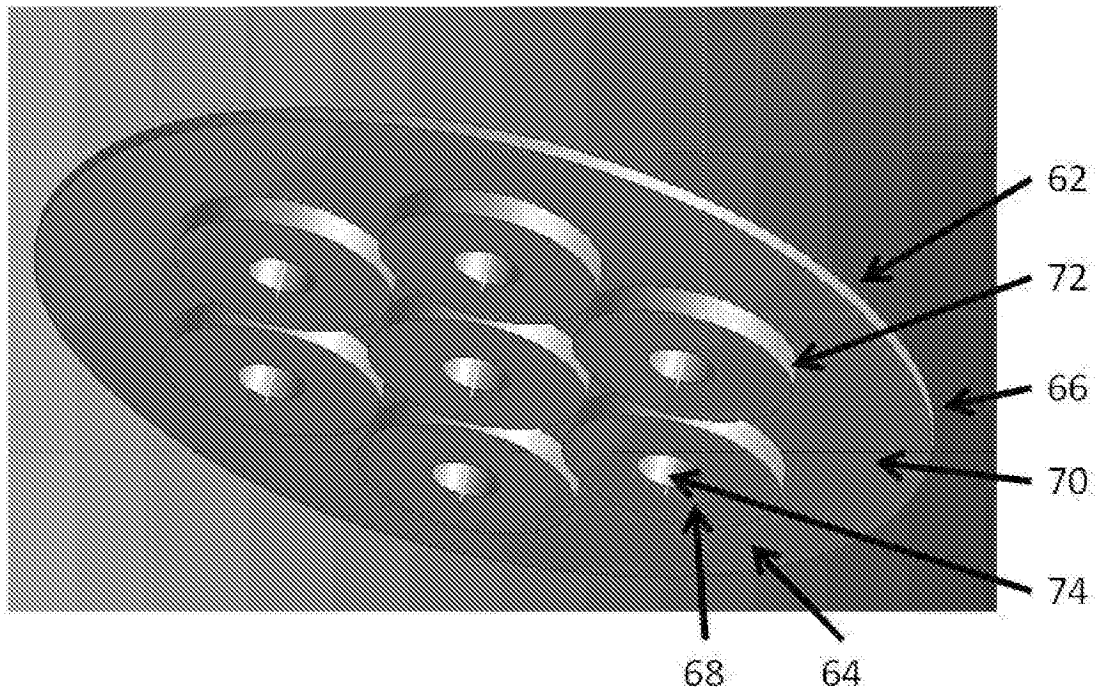
56

图9

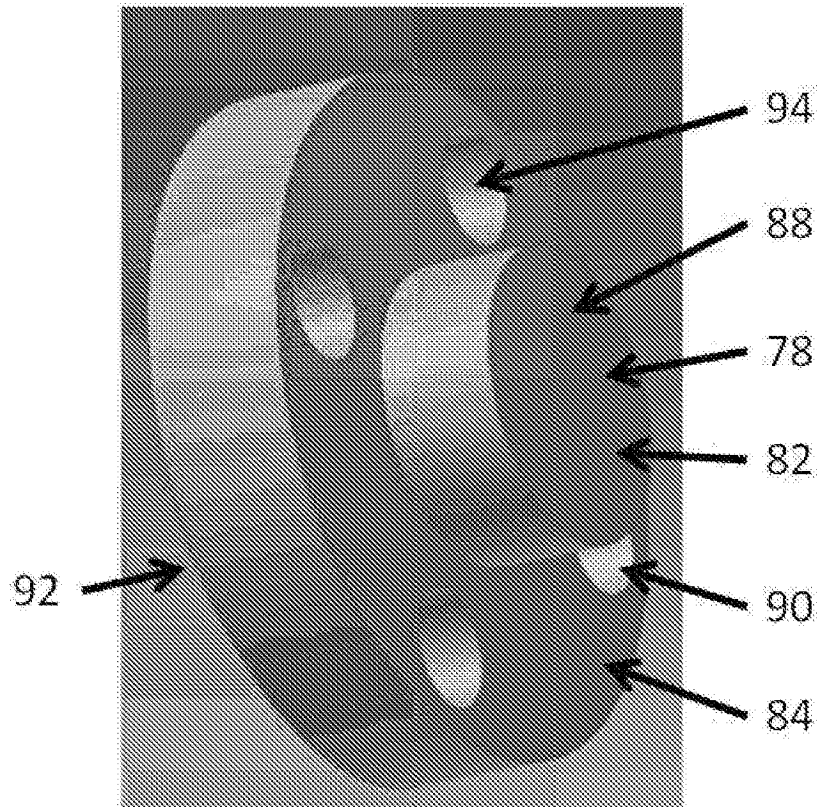
58

图10

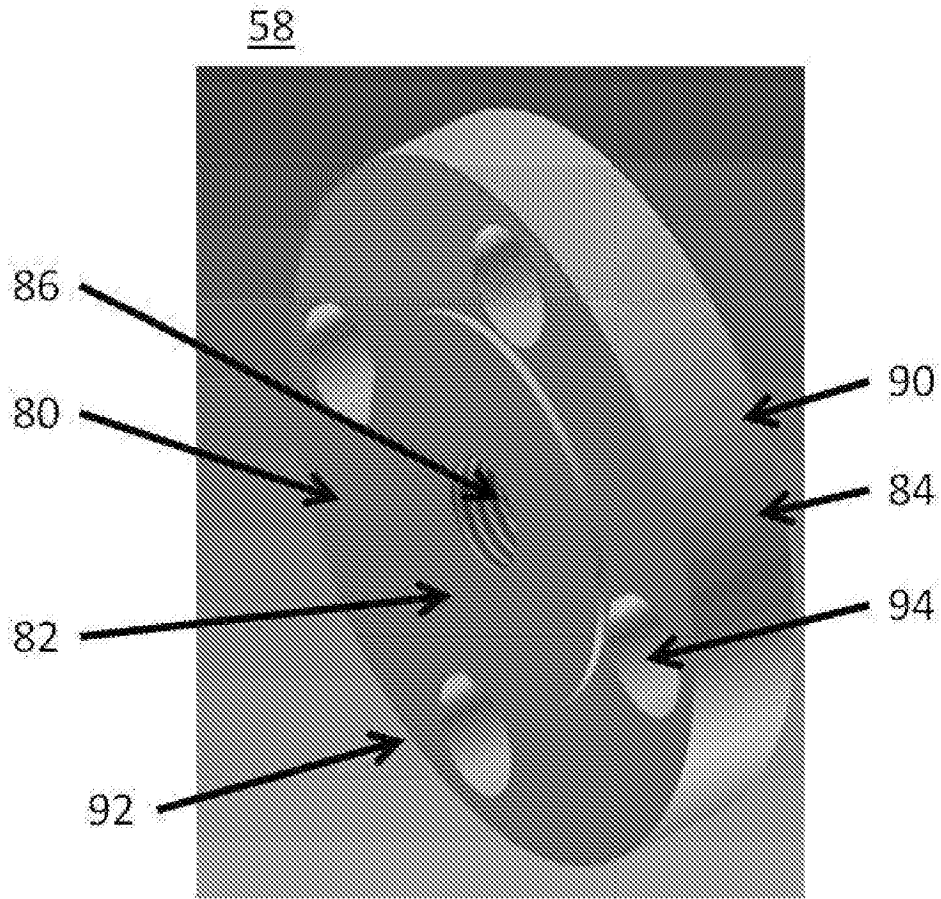


图11

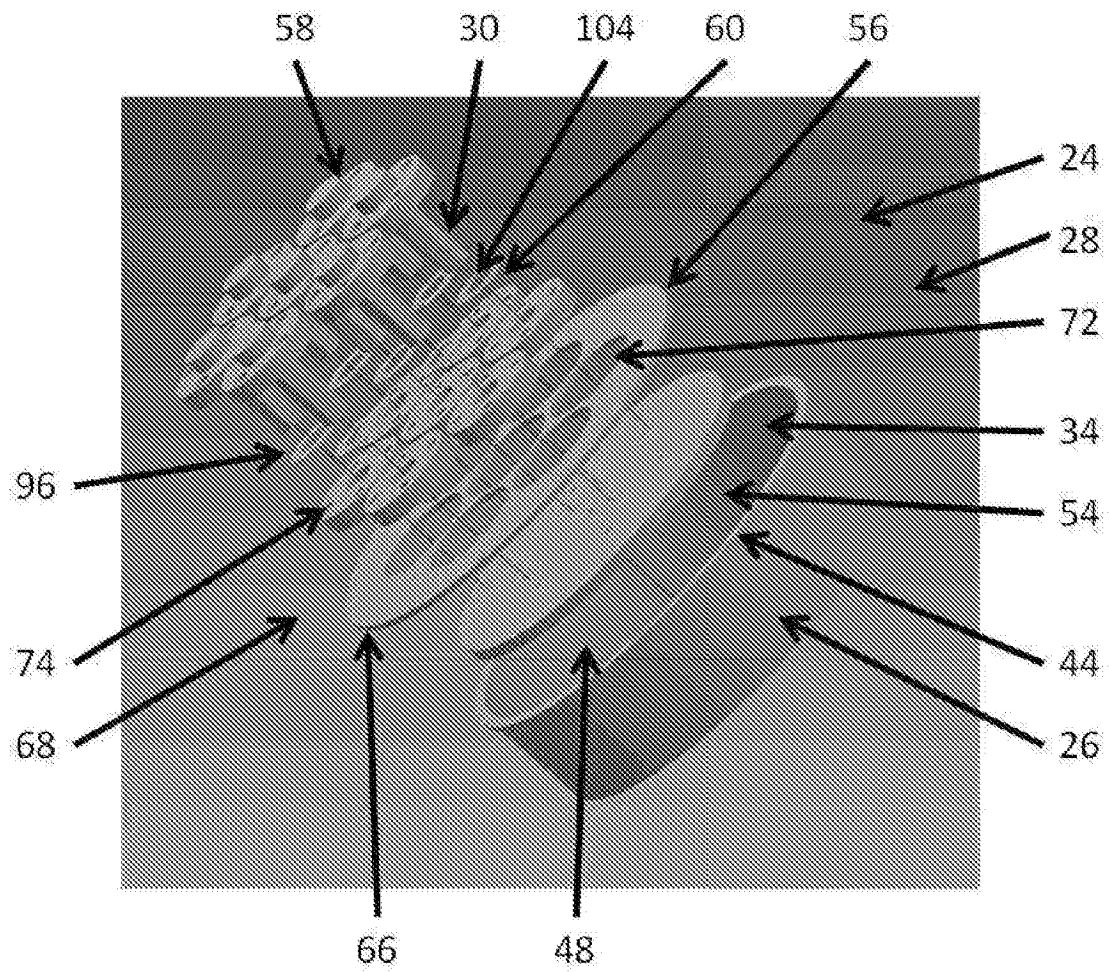


图12

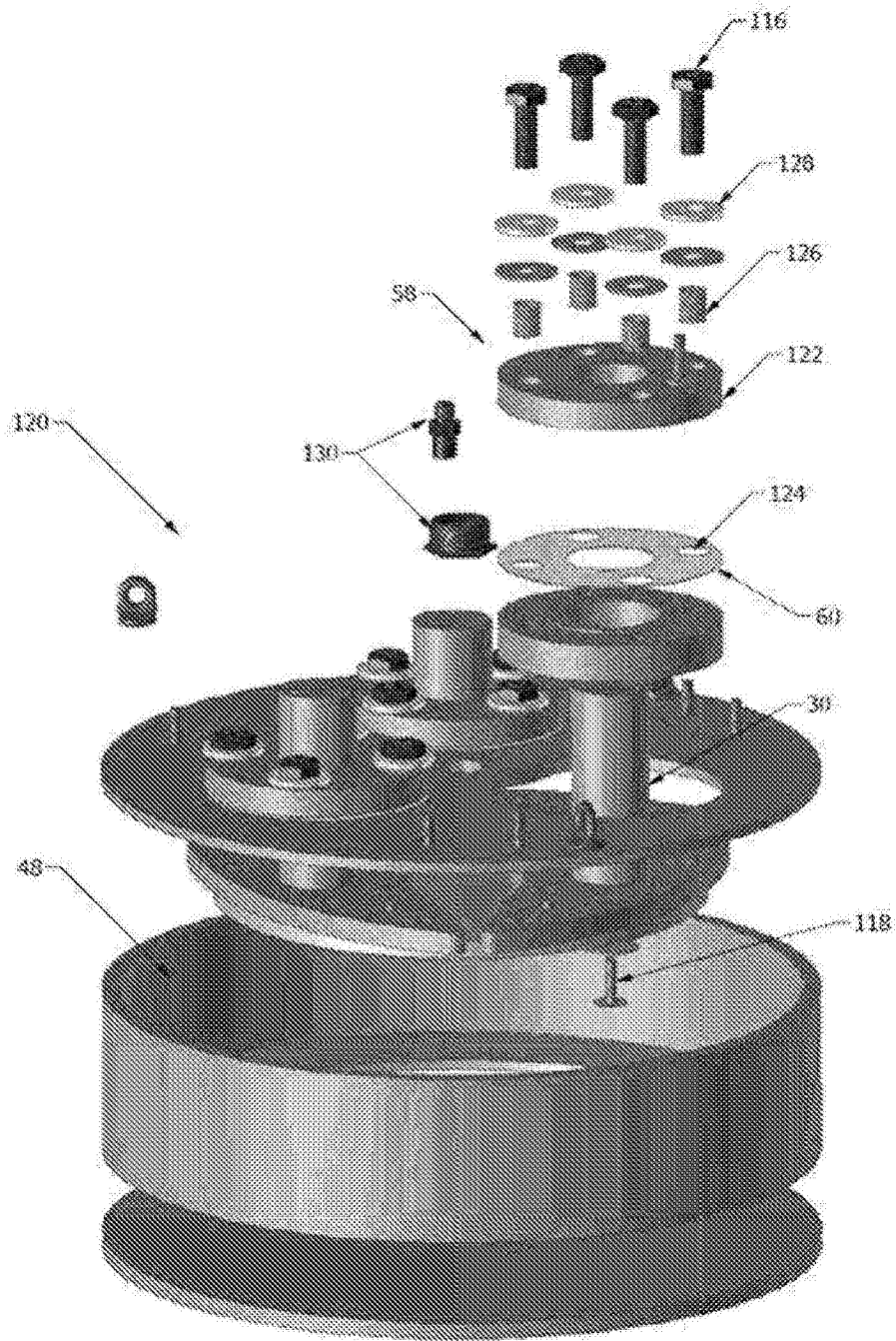


图13

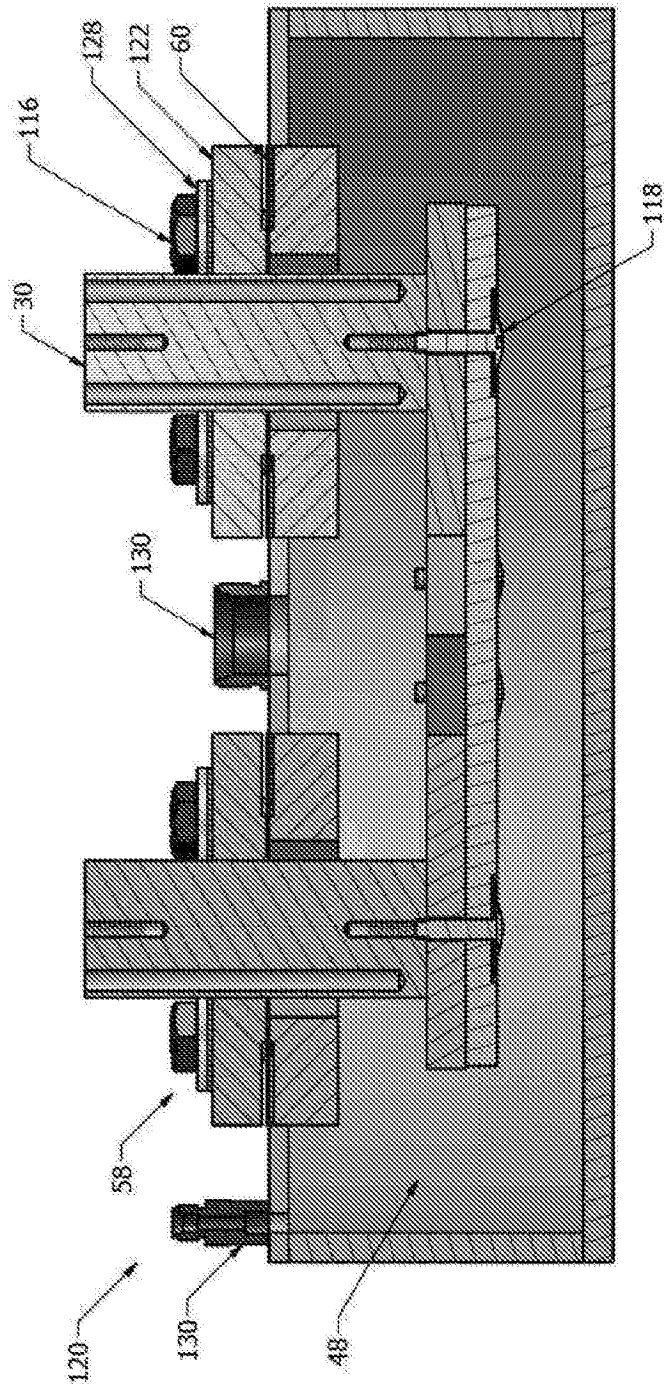


图14

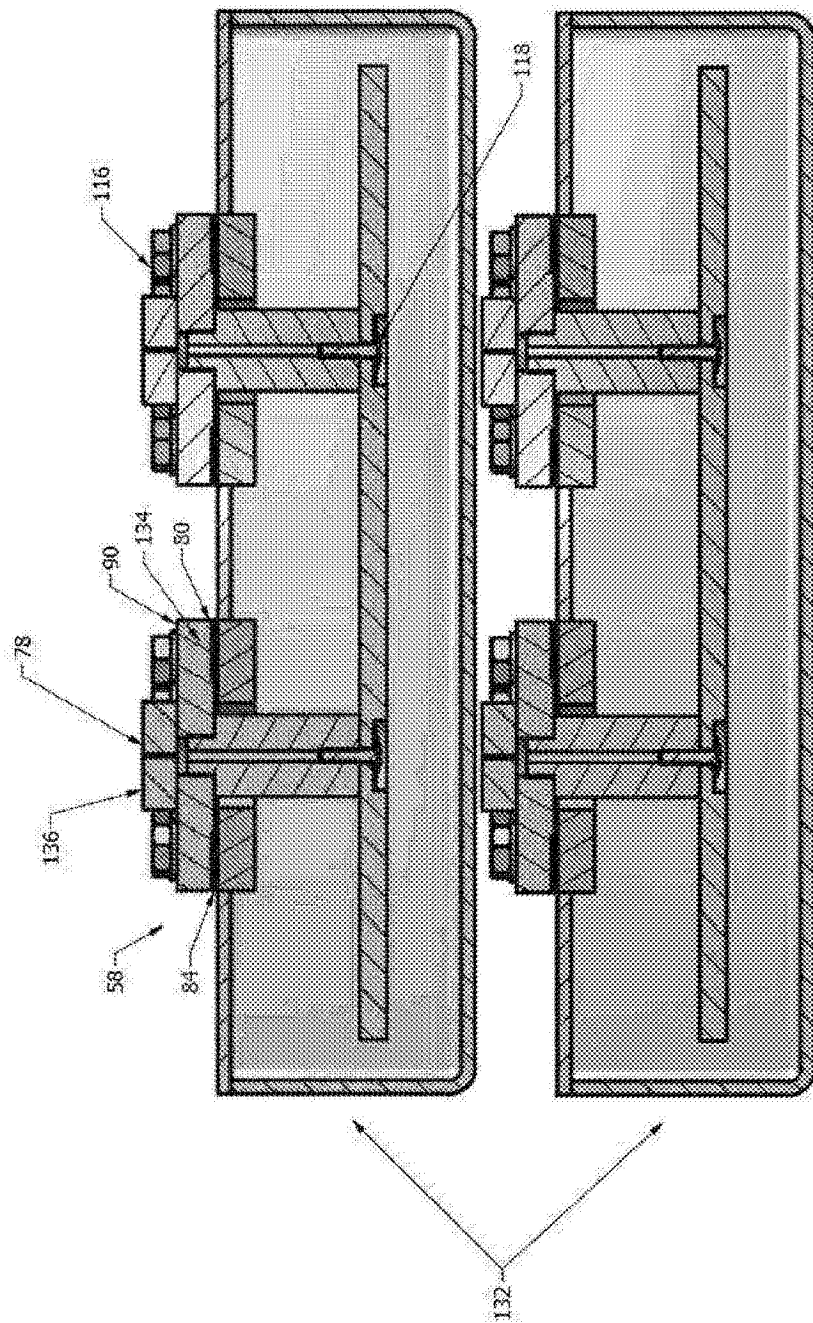


图15

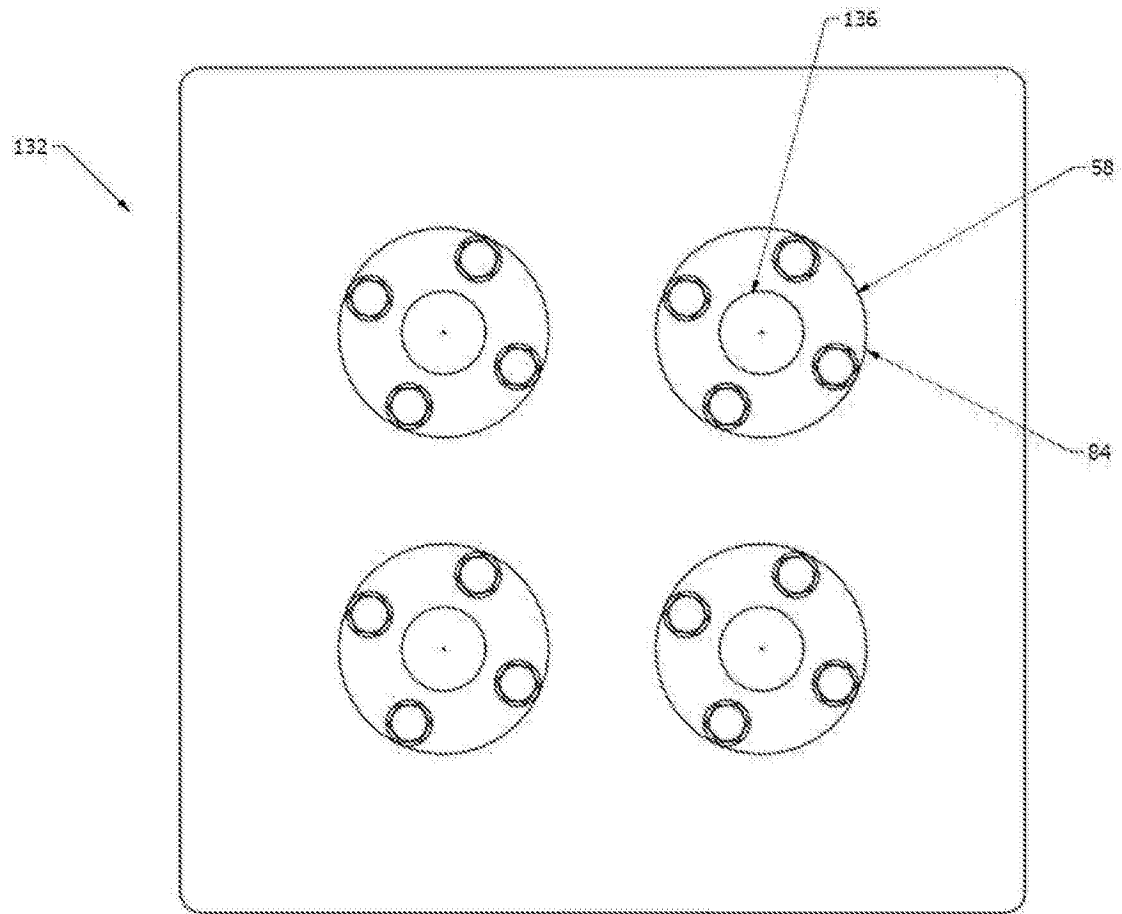


图16

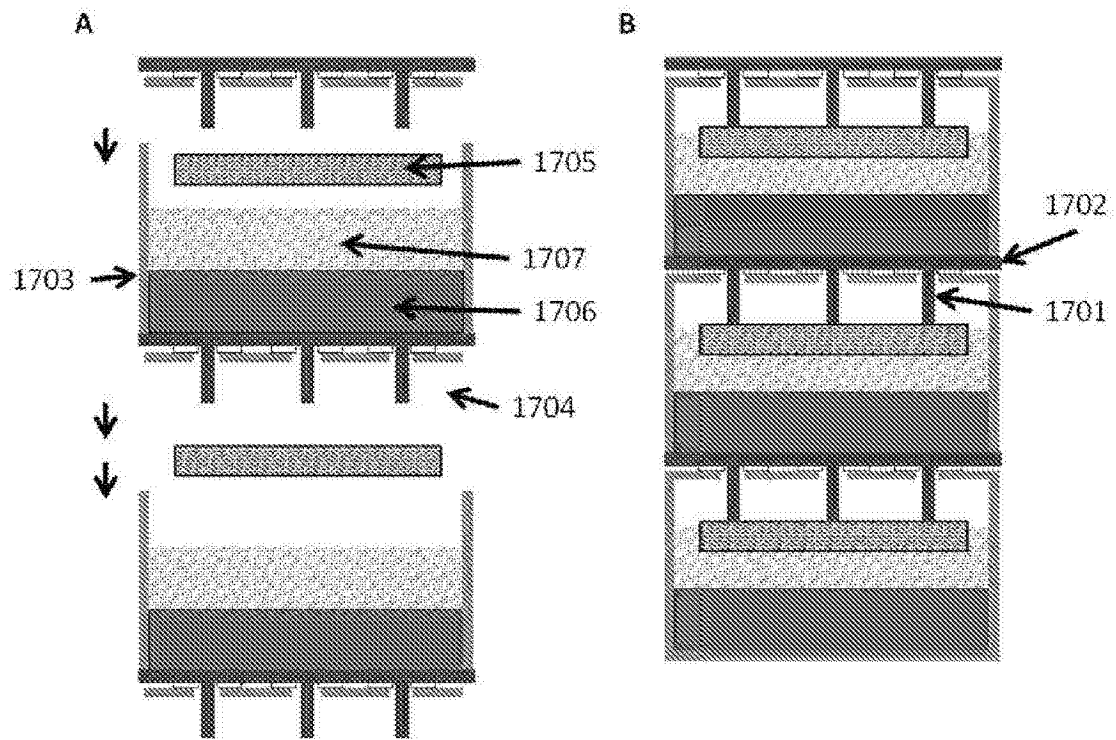


图17

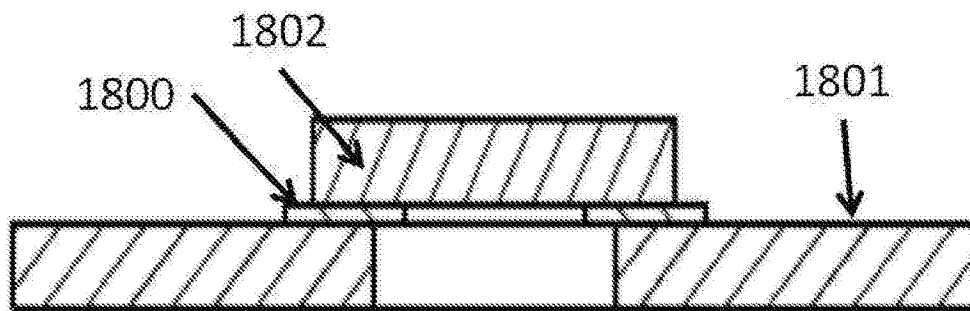


图18

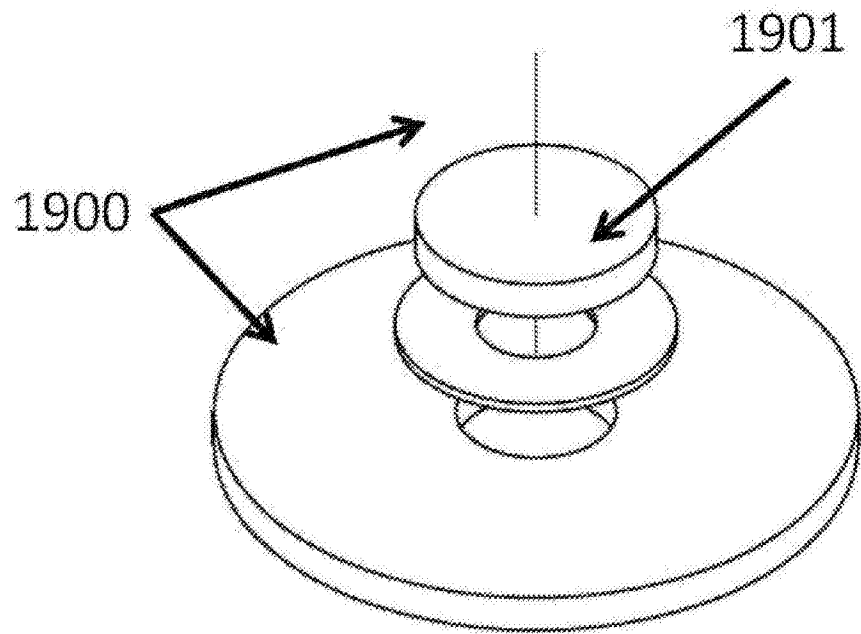


图19

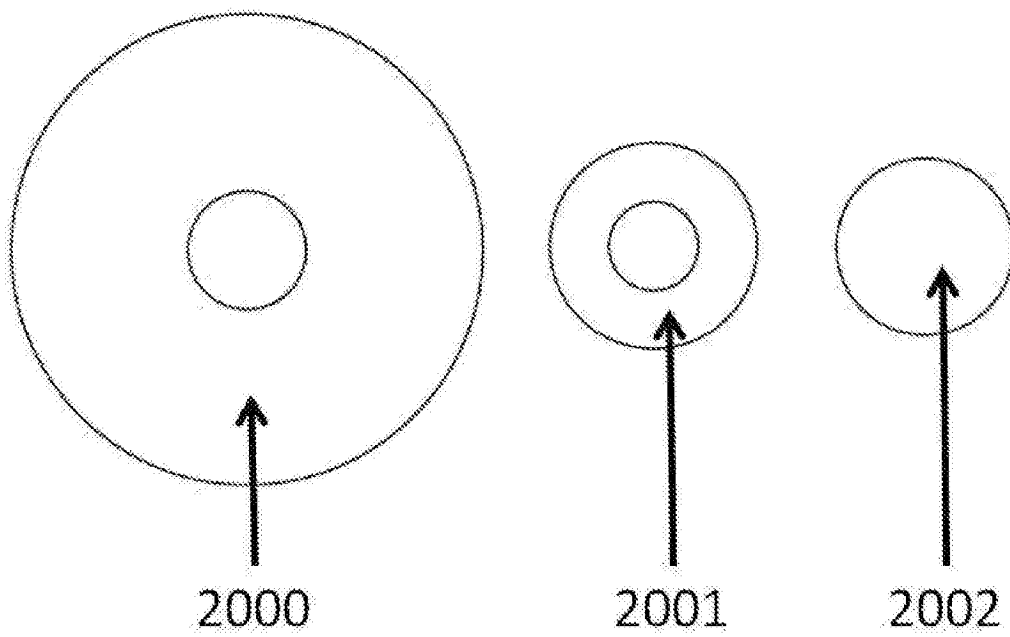


图20

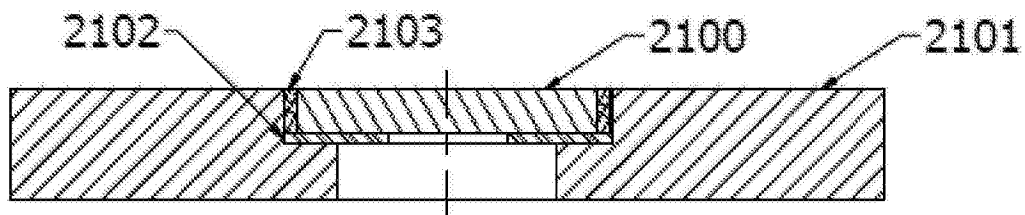


图21

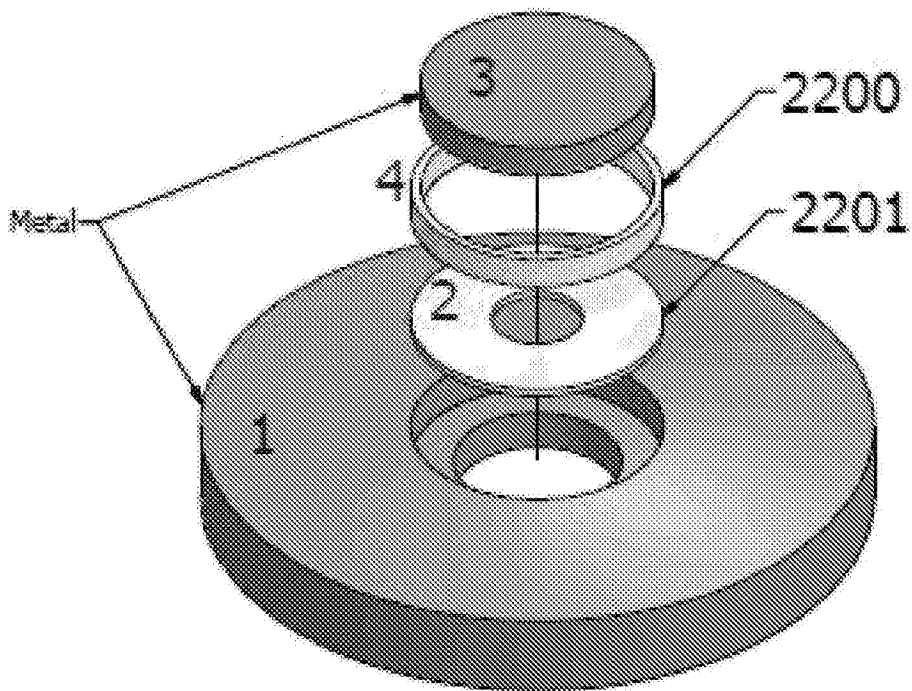


图22

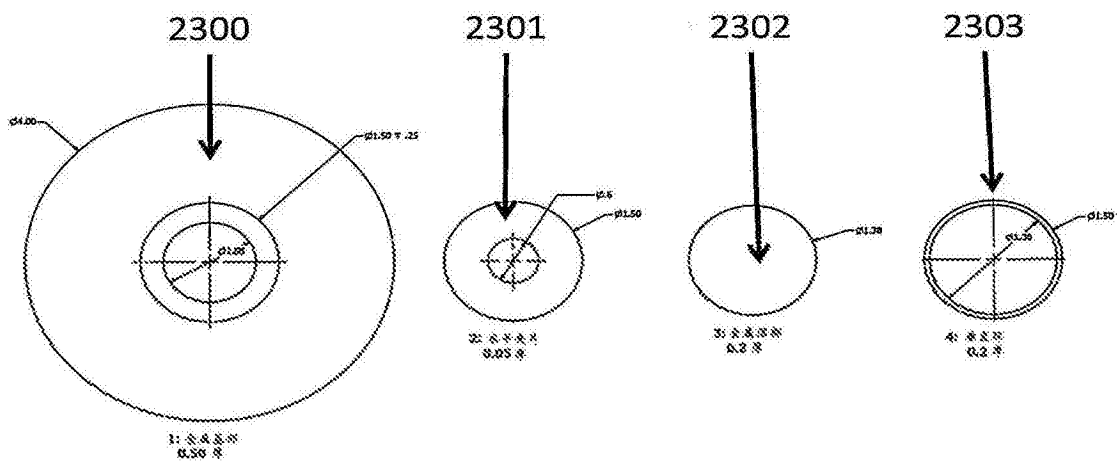


图23