



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105390726 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201510519984. 9

(22) 申请日 2015. 08. 21

(30) 优先权数据

62/040178 2014. 08. 21 US

14/746178 2015. 06. 22 US

(71) 申请人 庄臣及庄臣视力保护公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 F. A. 弗里特施 S. 马哈德范

D. B. 奥特斯 R. B. 普格

J. D. 里亚尔 A. 托纳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 胡斌

(51) Int. Cl.

H01M 10/04(2006. 01)

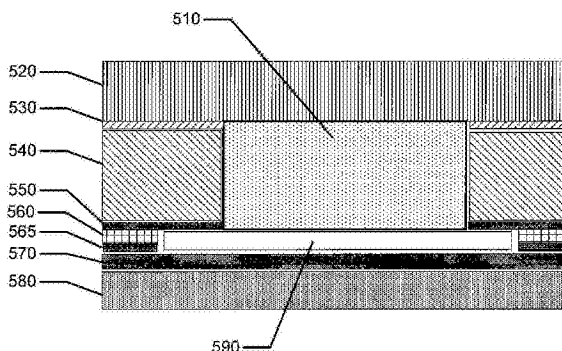
权利要求书2页 说明书27页 附图14页

(54) 发明名称

用于生物医疗装置的生物相容性可再充电通电元件

(57) 摘要

本发明题为用于生物医疗装置的生物相容性可再充电通电元件。本发明描述了形成生物相容性通电元件的方法和设备。在一些实施例中,形成生物相容性通电元件的方法和设备涉及形成包括活性阴极化学物质的腔。阴极和阳极的活性元件用生物相容性材料的层合叠堆密封。在一些实施例中,该方法和设备的使用领域可包括需要通电元件的任何生物相容性装置或产品。



1. 一种生物相容性通电元件,包括:
 - 间隙隔离层;
 - 第一孔,所述第一孔位于所述间隙隔离层中;
 - 阴极隔离层,其中所述阴极隔离层附接到所述间隙隔离层;
 - 第二孔,所述第二孔位于所述阴极隔离层中,其中所述第二孔与所述第一孔对准,并且其中所述第二孔小于所述第一孔,使得当所述第一孔与所述第二孔对准时,存在暴露于所述第一孔中的阴极隔离层的脊;
 - 分隔物层,其中所述分隔物层被放置在所述间隙隔离层中的所述第一孔内并粘附到阴极隔离层的所述脊;
 - 腔,所述腔位于所述第二孔的侧面和所述分隔物层的第一表面之间,其中所述腔填充有阴极化学物质;
 - 第一集流体,所述第一集流体涂覆有阳极化学物质;
 - 第二集流体,其中所述第二集流体与所述阴极化学物质电连接;和
 - 电解质,所述电解质包含电解质化学物质。
2. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质、阳极化学物质和电解质化学物质与所述通电元件的多个充电循环和放电循环一致。
3. 根据权利要求 2 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含锂盐。
4. 根据权利要求 3 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含磷酸铁锂。
5. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述阳极化学物质包含嵌入的金属原子。
6. 根据权利要求 5 所述的生物相容性通电元件,其中所述阳极化学物质包含嵌入的锂原子。
7. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含铅、镍、锂、钴、锌、钠、钒、银或硅中的一种或多种。
8. 根据权利要求 7 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含磷酸铁锂。
9. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含羧甲基纤维素钠。
10. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含人造石墨和炭黑中的一种或多种。
11. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含丁苯橡胶中的一种或多种。
12. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述电解质包含六氟磷酸锂。
13. 根据权利要求 1 所述的生物相容性通电元件,其中所述生物相容性通电元件电连接至生物医疗装置内的电活性元件。
14. 根据权利要求 13 所述的生物相容性通电元件,其中所述生物医疗装置是眼科装置。
15. 根据权利要求 14 所述的生物相容性通电元件,其中所述眼科装置是接触镜片。

16. 一种生物相容性通电元件,包括:
阴极隔离层;
第一孔,所述第一孔位于所述阴极隔离层中;
第一集流体,所述第一集流体涂覆有阳极化学物质,其中所述第一集流体附接到所述阴极隔离层的第一表面,并且其中第一腔形成于所述第一孔的侧面和涂覆有阳极化学物质的所述第一集流体的第一表面之间;
分隔物层,其中所述分隔物层在分隔物前体混合物被分配到所述腔中之后在所述第一腔内形成;
第二腔,所述第二腔位于所述第一孔的侧面和所述分隔物层的第一表面之间,其中所述第二腔填充有阴极化学物质;
第二集流体,其中所述第二集流体与所述阴极化学物质电连接;和
电解质,所述电解质包含电解质化学物质。
17. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质、阳极化学物质和电解质化学物质与所述通电元件的多个充电循环和放电循环一致。
18. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含锂盐。
19. 根据权利要求 18 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含磷酸铁锂。
20. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阳极化学物质包含嵌入的金属原子。
21. 根据权利要求 20 所述的生物相容性通电元件,其中所述阳极化学物质包含嵌入的锂原子。
22. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含铅、镍、锂、钴、锌、钠、钒、银或硅中的一种或多种。
23. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含羧甲基纤维素钠。
24. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含人造石墨和炭黑中的一种或多种。
25. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述阴极化学物质包含丁苯橡胶中的一种或多种。
26. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述电解质包含六氟磷酸锂。
27. 根据权利要求 26 所述的生物相容性通电元件,其中所述分隔物前体混合物包含聚(偏二氟乙烯)、聚二甲基硅氧烷、N, N- 二甲基乙酰胺(DMAc)和甘油中的一种或多种。
28. 根据权利要求 27 所述的生物相容性通电元件,其中所述分隔物包含浓度为从所述分隔物前体混合物中的甘油的浓度减少至少 90% 的甘油。
29. 根据权利要求 16 所述的生物相容性通电元件,其中所述生物相容性通电元件电连接至生物医疗装置内的电活性元件。
30. 根据权利要求 29 所述的生物相容性通电元件,其中所述生物医疗装置是眼科装置。
31. 根据权利要求 30 所述的生物相容性通电元件,其中所述眼科装置是接触镜片。

用于生物医疗装置的生物相容性可再充电通电元件

[0001] 相关专利申请的交叉引用

本专利申请要求 2014 年 8 月 21 日提交的美国临时专利申请 62/040178 的权益。

技术领域

[0002] 本文描述了形成生物相容性通电元件的方法和设备。在一些实施例中,形成生物相容性通电元件的方法和设备涉及在通电元件中形成分隔物元件。包括阳极、阴极和电解质的活性元件可与所形成的分隔物元件电化学连接并与其相互作用。活性元件可被构造成使得电池可在多个使用步骤或循环中被放电并再充电。在一些实施例中,所述方法和设备的使用领域可包括需要通电元件的任何生物相容性装置或产品。

背景技术

[0003] 近来,医疗装置的数量开始快速增长并且其功能不断完善。这些医疗装置可包括例如植入式起搏器、监测和 / 或测试生物功能的电子药丸、具有活性部件的外科装置、接触镜片、输注泵和神经刺激器。前述许多医疗装置的功能增加和性能增强已经理论化并得以发展。然而,为了实现理论化的增加的功能,这些装置中的许多现在都需要自备通电机构,该机构与这些装置的尺寸和形状要求以及新的通电部件的能量要求相容。

[0004] 一些医疗装置可包括诸如半导体器件的部件,所述部件执行多种功能并且可结合到许多生物相容性和 / 或植入式装置中。然而,此类半导体部件需要能量,因此,通电元件也应该优选地被包括在此类生物相容性装置中。生物相容性装置的外形和相对较小的尺寸为各种功能的限定产生了新的且具有挑战性的环境。在许多实施例中,重要的是提供安全、可靠、紧凑和高性价比装置来为生物相容性装置内的半导体部件供电。因此,存在对形成可植入生物相容性装置内或其上的生物相容性通电元件的新实施例的需要,其中电池元件结构为通电元件的化学组分提供了增强的容纳度,并能更好地控制容纳在通电元件中的化学组分的量。

发明内容

[0005] 因此,本发明公开了用于形成生物相容性通电元件的方法和设备,由于形成了可大量包含电池化学物质的结构,所述方法和设备可提供制造优势。同样,该结构设计也可对存在于电池元件中的通电元件数量进行内部控制。

[0006] 一个大体方面包括生物相容性通电元件,其还可包括间隙隔离层。生物相容性通电元件还可包括位于间隙隔离层中的至少第一孔。生物相容性通电元件还可包括阴极隔离层,其中阴极隔离层附接至间隙隔离层。生物相容性通电元件还可包括位于阴极隔离层中的至少第二孔,其中第二孔与第一孔对准,并且其中第二孔小于第一孔,使得当第一孔与第二孔对准时,阴极隔离层的脊暴露于第一孔中。生物相容性通电元件还可包括分隔物层,其中分隔物层置于间隙隔离层中的第一孔内,并粘附到阴极隔离层的脊。生物相容性通电元件还可包括位于第二孔的侧面和分隔物层的第一表面之间的腔,其中腔填充有阴极化学物

质。生物相容性通电元件还可包括涂覆有阳极化学物质的第一集流体。生物相容性通电元件还可包括第二集流体,其中第二集流体与阴极化学物质电连接。生物相容性通电元件还可包括电解质,该电解质包含电解质化学物质。

[0007] 具体实施可包括生物相容性通电元件,其中阴极化学物质、阳极化学物质和电解质化学物质与通电的多个充电循环和放电循环一致。物相容性通电元件还可包括其中阴极化学物质包括锂盐的实例。生物相容性通电元件可包括磷酸铁锂。生物相容性通电元件还可包括嵌入金属原子。生物相容性通电元件还可包括嵌入锂原子。生物相容性通电元件还可包括铅、镍、锂、钴、锌、钠、钒、银或硅中的中的一种或多种。生物相容性通电元件还可包括羧甲基纤维素钠。生物相容性通电元件还可包括其中阴极化学物质包括人造石墨和炭黑中的中的一种或多种的实例。生物相容性通电元件还可包括其中阴极化学物质包括丁苯橡胶中的中的一种或多种的实例。生物相容性通电元件还可包括六氟磷酸锂。生物相容性通电元件可包括其中生物相容性通电元件电连接至生物医疗装置内的电活性元件的实例。生物相容性通电元件还可包括其中生物医疗装置是眼科装置的实例。在一些实例中,眼科装置可以是接触镜片。

[0008] 生物相容性通电元件还可包括其中电解质包括六氟磷酸锂的实例。生物相容性通电元件还可包括其中分隔物前体混合物包括聚(偏二氟乙烯)、聚二甲基硅氧烷、N,N-二甲基乙酰胺中的中的一种或多种的实例。附加实例还可包括甘油。生物相容性通电元件可被包括在生物医疗装置内。

[0009] 一个大体方面包括生物相容性通电元件,其可包括在眼科装置中,其中眼科装置是接触镜片。生物相容性通电元件还可包括如下生物相容性通电元件,所述生物相容性通电元件包括阴极隔离层;位于阴极隔离层中的至少第一孔;涂覆有阳极化学物质的第一集流体,其中第一集流体附接至阴极隔离层的第一表面,并且其中第一腔形成于第一孔的侧面和涂覆有阳极化学物质的第一集流体的第一表面之间;分隔物层,其中在分隔物前体混合物被分散到腔中之后,分隔物层形成于第一腔内;第一孔的侧面和分隔物层的第一表面之间的第二腔,其中第二腔填充有阴极化学物质;第二集流体,其中第二集流体与阴极化学物质电连接;以及电解质。具体实施方式可包括生物相容性通电元件,其中阴极化学物质、阳极化学物质和电解质化学物质与通电元件的充电循环和放电循环一致。

附图说明

[0010] 图 1A 至图 1D 示出了与接触镜片的示例性应用一致的生物相容性通电元件的示例性方面。

[0011] 图 2 示出了示例性电池设计的单个电池的示例性尺寸和形状。

[0012] 图 3A 示出了具有示例性阳极和阴极连接部的第一独立式封装的生物相容性通电元件。

[0013] 图 3B 示出了具有示例性阳极与阴极连接部的第二独立式封装的生物相容性通电元件。

[0014] 图 4A 至图 4N 示出了形成用于生物医疗装置的生物相容性通电元件的示例性方法步骤。

[0015] 图 5 示出了示例性的完全成形的生物相容性通电元件。

[0016] 图 6A 至图 6F 示出了生物相容性通电元件结构形成的示例性方法步骤。

[0017] 图 7A 至图 7F 示出了用另选电镀方法使生物相容性通电元件结构形成的示例性方法步骤。

[0018] 图 8A 至图 8H 示出了形成具有水凝胶分隔物的用于生物医疗装置的生物相容性通电元件的示例性方法步骤。

[0019] 图 9A 至图 9C 示出了利用另选分隔物处理实施例的生物相容性通电元件结构形成的示例性方法步骤。

具体实施方式

[0020] 在本申请中公开了形成三维生物相容性通电元件的方法和设备。通电元件内的分隔物元件可用新颖的方法形成,并且可包括新型材料。在下述部分中,给出了各种实施例的详细描述。优选的和另选的两个实施例的描述仅为示例性实施例,各种修改和更改对于本领域的技术人员而言可为显而易见的。因此,示例性实施例不限制本申请的范围。三维生物相容性通电元件被设计成用于活生物体的机体中或其附近。

[0021] 术语

在下文的说明和权利要求书中,可用到各种术语,它们将采用以下定义:

如本文所用的“阳极”是指电流通过其流进极化的电气装置的电极。电流的方向通常与电子流的方向相反。换句话讲,电子从阳极流进例如电路中。

[0022] 如本文所用的“粘结剂”是指能够表现出对机械变形的弹性反应并且与其他通电元件部件化学相容的聚合物。例如,粘结剂可包括电活性材料、电解质、聚合物等。

[0023] 如本文所用的“生物相容性”是指在具体的应用中以合适的宿主反应执行的材料或装置。例如,生物相容性装置对生物系统不具有毒性或有害作用。

[0024] 如本文所用的“阴极”是指电流通过其流出极化的电气装置的电极。电流的方向通常与电子流的方向相反。因此,电子流进极化的电气装置的阴极并流出例如所连接的电路。

[0025] 如本文所用的“涂层”是指薄的形式的材料沉积物。在一些用途中,该术语将指代基本上覆盖基底表面的薄沉积物,该沉积物在表面上形成。在其他更特殊的用途中,该术语可用于描述在表面的更小区域中的小且薄的沉积物。

[0026] 如本文所用的“电极”可指能量源中的有效质量。例如,其可包括阳极和阴极之一或二者。

[0027] 如本文所用的“通电的”是指能够提供电流或能够在其内储存电能的状态。

[0028] 如本文所用的“能量”是指使物理系统做功的能力。通电元件的许多用途可涉及能够执行电动作的能力。

[0029] 如本文所用的“能量源”或“通电元件”或“通电装置”是指能够提供能量或将逻辑或电气装置置于通电状态的任何装置或层。通电元件可包括电池。电池可由碱性类型的电池化学物质形成,并且可为固态电池或湿电池。

[0030] 如本文所用的“填充物”是指不与酸或碱性电解质反应的一种或多种通电元件分隔物。一般来讲,填充物可包括基本上水不溶性的材料,诸如炭黑;煤粉;石墨;金属氧化物和氢氧化物,诸如硅、铝、钙、镁、钡、钛、铁、锌和锡的那些氧化物和氢氧化物;金属碳酸盐,

诸如钙和镁的那些碳酸盐；矿物质，诸如云母、蒙脱土、高岭石、绿坡缕石和滑石；合成的和天然的沸石，诸如波特兰水泥；沉淀金属硅酸盐，诸如硅酸钙；中空或实心聚合物或玻璃微球、薄片和纤维；等等。

[0031] 如本文所用的“膜”是指可用作覆盖物或涂层的材料薄层；在层合结构中该膜通常近似于具有顶部表面、底部表面及主体的平面层；其中主体通常比该平面层薄得多。

[0032] 如本文所用的“功能化的”是指使层或装置能够执行包括例如通电、激活和 / 或控制的功能。

[0033] 如本文所用的“模具”是指可以用于由未固化的制剂形成三维物体的刚性或半刚性物体。一些优选的模具包括两个模具部件，所述两个模具部件在彼此相对时限定三维物体的结构。

[0034] 如本文所用的“功率”是指单位时间内做的功或传递的能量。

[0035] 如本文所用的“可再充电”或“可再通电”是指恢复到具有更大做功本领的状态的能力。多种用途可涉及恢复到能够以某一速率在特定的恢复时间段内流动的能力。

[0036] 如本文所用的“再通电”或“再充电”是指恢复到具有更大做功本领的状态。多种用途可涉及使装置恢复到使电流以某一速率在特定的恢复时间周期内流动的能力。

[0037] 如本文所用的并有时称为“从模具释放”的“释放”意指三维物体与模具完全分离，或者只是松散地附接到模具，使得可通过轻轻晃动而移除。

[0038] 如本文所用的“堆叠的”是指将至少两个部件层紧邻彼此放置，使得其中一层的一个表面的至少一部分接触第二层的第一表面。在一些实施例中，不论用于粘附或者用于其他功能的涂层可驻留在通过该涂层彼此接触的两个层之间。

[0039] 如本文所用的“迹线”是指能够将电路部件连接在一起的通电元件部件。例如，当基底为印刷电路板时，电路迹线可包括铜或金，并且在柔性电路中通常可为铜、金或印刷膜。一种特殊类型的“迹线”为集流体。集流体是具有电化学相容性的迹线，这使得集流体适合用于在电解质的存在下引导电子流向阳极或流出阴极。

[0040] 本文展示的方法和设备涉及形成用于包括在扁平或三维生物相容性装置之内或之上的生物相容性通电元件。一种特定类型的通电元件可为以层形式制造的电池。层还可被归类为层合物层。以这种方式形成的电池可被归类为层状电池。

[0041] 根据本公开，还可有关于如何组装和配置电池的其他实例，其中一些会在以下部分中描述。然而，对于许多这些实例，存在可独立进行描述的电池的所选参数和特性。在下述部分中，将重点描述一些特性和参数。

[0042] 具有生物相容性通电元件的示例性生物医疗装置构造

可包括本公开的通电元件、电池的生物医疗装置的实例可以是电活性调焦接触镜片。参见图 1A，此类接触镜片插入件的实例可被示为接触镜片插入件 100。在接触镜片插入件 100 中，可存在电活性元件 120，该电活性元件可响应于控制电压来适应聚焦特性变化。用于提供那些控制电压信号以及提供其他功能诸如根据外部控制信号控制环境感测的电路 105 可由生物相容性电池元件 110 供电。如图 1A 所示，电池元件 110 可作为多个主要件，在此例中是三个件，并且可包括各种电池化学元件构型，如所讨论的那样。电池元件 110 可具有各种互连特征结构，以将可示出为在互连件区域 114 下方的件接合在一起。电池元件 110 可连接至电路元件，该电路元件可具有自身的基底 111，互连特征结构 125 可位于该基

底上。可为集成电路形式的电路 105 可电连接和物理连接至基底 111 及其互连特征结构 125。

[0043] 参见图 1B, 接触镜片 150 的剖面浮雕 (cross sectional relief) 可包括接触镜片插入件 100 及其所讨论的组成。接触镜片插入件 100 可被包封到接触镜片水凝胶 155 的裙边中, 裙边可形成包封插入件并为用户的眼睛提供与接触镜片 150 的舒适接触面。

[0044] 参考本公开的概念, 电池元件可以二维形式形成, 如图 1C 的另一个实例中所描述。在该图示中, 可存在电池单元的两个主要区域, 即电池部件 165 和第二电池部件的区域以及电池化学元件 160 的区域。扁平元件可连接至电路元件 163, 在图 1C 中的实例中该电路元件可包括两个主要电路区域 167。电路元件 163 可在电触点 161 和物理触点 162 处连接至电池元件。如本公开所描述的, 该扁平结构可弯曲成三维锥形结构。在此过程中, 第二电触点 166 和第二物理触点 164 可用于连接三维结构并使其保持物理稳定。参见图 1D, 可找到该三维锥形结构 180 的图示。其中也可找到物理触点和电触点 181, 并且该图示可视为所得结构的三维视图。该结构可包括模块化电气和电池部件, 所述部件将与镜片插入件一起结合到生物相容性装置中。

[0045] 分段式电池方案

参见图 2, 针对用于接触镜片类型实例的示例性电池元件描述了不同类型的分段式电池方案的实例。分段部件可相应地为圆形 271、正方形 272 或矩形。在矩形实例中, 矩形可以是小矩形形状 273, 较大矩形形状 274, 或者大的矩形形状 275。

[0046] 扁平电池元件的定制形状

在生物相容性电池的一些实例中, 电池可成形为扁平元件。参见图 3A, 描述了具有阳极连接部 311 和阴极连接部 312 的电池元件的矩形轮廓 310 的实例。参见图 3B, 描述了具有阳极连接部 331 和阴极连接部 332 的电池元件的圆形轮廓 330 的实例。

[0047] 在一些扁平形式电池的实例中, 可将电池形式的轮廓配置成在尺寸和几何形状上与定制产品贴合。除矩形或圆形轮廓的实例外, 还可形成定制的“自由形式”或者“自由形状”轮廓, 这可以最优化电池构型以装配在给定的产品内。

[0048] 在可变光学的示例性生物医疗装置实例中, 扁平轮廓的“自由形式”实例可为弧形形式。自由形式可具有以下几何形状, 当它形成三维形状时, 其可采用装配在接触镜片的限制范围内的锥形、环形裙边的形式。显然, 在医疗装置具有限制性 2D 或 3D 形状要求的情况下, 可形成类似的有利几何形状。

[0049] 电池的生物相容性方面

作为一个实例, 根据本公开的电池可具有关于安全性和生物相容性的重要方面。在一些实例中, 用于生物医疗装置的电池必须满足并优于典型应用场景的要求。在一些实例中, 可在设计方面考虑到与应力事件相关。例如, 可需要考虑用户在插入或取出镜片期间打碎镜片的情况下电子接触镜片的安全性。又如, 可能在设计方面应考虑用户眼睛被异物袭击的可能性。可在开发设计参数和约束条件时考虑到的应力条件的其他实例可涉及, 作为非限制性实例, 用户在具有挑战性的环境如水下环境或高海拔环境中佩戴镜片的可能性。

[0050] 形成装置的材料、生产装置用到的材料数量以及用于将装置与其在身体上或体内的周围环境隔离的封装件都会影响此类装置的安全性。在一个实例中, 起搏器可为一种典型类型的生物医疗装置, 其可包括电池并且可被植入用户体内较长时间。因此, 在一些实例

中,此类起搏器可通常用焊接、密封的钛外壳进行封装,或在其他实例中,多个包封层。新兴的动力生物医疗装置可为封装,特别是电池封装,带来新的挑战。这些新型装置可比现有的生物医疗装置小得多,例如,电子接触镜片或药丸摄影机可显著小于起搏器。在此类实例中,可用于封装的体积和面积可大大降低。

[0051] 微电池的电气要求

设计考虑的另一个领域可涉及装置对电池装置的电气要求。为了能用作医疗装置的电源,合适的电池可能需要在不连接或没有外部电源供电模式下操作时满足系统全部的电气要求。新兴的不连接或没有外部电源供电的生物医疗装置领域可包括例如视力矫正接触镜片、健康监测设备、药丸摄影机以及一些新型装置。集成电路(IC)技术的最近进展可允许医疗装置在极低的电流水平进行有意义的电气操作,例如,待机电流仅为皮安级并且工作电流仅为微安级。IC的进展也允许非常小的装置。

[0052] 用于生物医疗应用的微电池可能需要满足许多同步的、挑战性的需求。例如,可能需要微电池具有将合适的工作电压递送至相结合的电路的能力。工作电压可受到多个因素的影响,包括:IC工艺“节点”、从电路到其他装置的输出电压、以及具体的电流消耗目标(这还可与所需的装置寿命相关)。

[0053] 至于IC工艺,其节点通常可通过晶体管的最小特征尺寸进行区分,诸如其“所谓的”晶体管通道。该物理特征结构以及IC制造的其他参数诸如栅极氧化厚度可与针对在给定工艺节点中制造的场效应晶体管(FET)的开启电压或阈值电压所得的评级标准相关联。例如,在最小特征尺寸为0.5微米的节点中,场效应晶体管开启电压通常为5.0V。然而在最小特征尺寸为90nm的节点中,场效应晶体管开启电压可为1.2V、1.8V和2.5V。IC铸造厂可提供数字区块的标准单元,例如,已经表征并额定用于特定的电压范围的逆变器和触发器。设计者选择IC工艺节点主要基于若干因素,包括数字装置的密度、模拟/数字混合信号装置、泄漏电流、布线层、特殊装置诸如高电压场效应晶体管的可用性。考虑到可从微电池获取功率的电气部件的这些参数方面,特别是就可用电压和电流来说,微电池电源与所选的工艺节点及IC设计的要求相匹配是重要的。

[0054] 在一些实例中,由微电池供电的电路可连接至其他装置。在非限制性实例中,微电池供电的电路可连接至致动器或换能器。取决于应用,这些可包括发光二极管(LED)、传感器、微电子机械系统(MEMS)泵或许多其他此类装置。在一些实例中,此类被连接装置可能需要比一般IC工艺节点更高的工作电压条件,例如,变焦镜片可能需要35V来启动。因此,当设计此类系统时,电池提供的工作电压是关键考虑因素。在此类考虑因素的一些实例中,镜片驱动器从1V的电池产生35V电压的效率可明显低于其从2V的电池产生35V电压的效率。还考虑到微电池的操作参数,另外的要求例如芯片尺寸可能明显不同。

[0055] 通常可用开路电压、负载电压和截止电压来评定单个电池单元。开路电压是具有无限大的负载电阻的电池单元产生的电势。负载电压是在合适的、通常还是指定的负载阻抗跨电池终端放置时电池所产生的电势。截止电压通常是电池的大部分已放电时的电压。截止电压可表示电压或放电程度,低于该电压或放电程度时电池应停止放电以避免有害影响,诸如过度放气。截止电压不仅受电池本身的影响,通常还可受电池所连接电路的影响,例如电子电路的最低工作电压。在一个实例中,碱性电池的开路电压可为1.6V,负载电压可在1.0V至1.5V的范围内,截止电压可为1.0V。给定微电池单元设计的电压可取决于采用

的电池化学物质的其他因素。因此,不同的电池化学物质可具有不同的电池电压。

[0056] 可将电池串联来增加电压值;然而,该组合权衡尺寸、内电阻以及电池复杂性。也可将电池以并联构型组合以减小电阻,增大其容量,然而,此类组合应从尺寸、储存寿命进行权衡。

[0057] 电池容量可为电池递送电流,或做功一段时间的能力。电池容量可通常以单位诸如微安-小时表示。可递送 1 微安电流持续 1 小时的电池具有 1 微安-小时的容量。通常可以通过增加电池装置内反应物的质量(因而增大体积)来增加容量,然而应该认识到,生物医疗装置在可用体积方面可受到明显约束。电池容量也可受电极和电解质材料的影响。

[0058] 根据电池所连接的电路的要求,电池可提供一定的值范围内的源电流。在启动使用之前的储存过程期间,大约皮安至纳安级的泄漏电流可能流过电路、互连器及绝缘体。在启动操作期间,电路可消耗流到样品传感器、运行计时器的静态电流,并执行此类低电耗功能。静态电流消耗可为大约纳安至毫安级。电路还可具有甚至更高的峰值电流需求,例如当写入闪存存储器或通过射频(RF)通信时。该峰值电流可扩大至几十毫安或更大。微电池装置的电阻和阻抗对于设计考虑也可重要的。

[0059] 储存寿命通常是指电池在存放时能够持续带电并仍保持可用操作参数的时长。由于若干原因,储存寿命对于生物医疗装置可尤为重要。电子装置可取代非动力装置,例如电子接触镜片的引入。由于消费者、供应链、和其他要求,这些现有市场空间中的产品可已建立了储存寿命要求,例如三年。通常情况下,期望的是新产品不改变此类规格。也可根据包括微电池的生物装置的配送方法、库存方法和使用方法来设定储存寿命要求。因此,用于生物医疗装置的微电池可具有特定的储存寿命要求,例如储存寿命可以年数来测量。

[0060] 在一些实施例中,三维生物相容性通电元件可以再充电。例如,还可以在三维表面上制作感应线圈。然后感应线圈可通过射频(“RF”)卡(fob)通电。感应线圈可连接到三维生物相容性通电元件,以在向感应线圈施加 RF 时使通电元件再充电。在另一个实例中,还可在三维表面上制作光伏,并连接到三维生物相容性通电元件。当暴露于光或光子时,光伏将产生电子以对通电元件再充电。

[0061] 在一些实例中,电池可用于为电气系统提供电能。在这些实例中,电池可电连接至电气系统的电路。电路与电池之间的连接部可归类为互连器。由于若干因素,对于生物学微电池,这些互连器可变得越来越具有挑战性。在一些实例中,动力生物医疗装置可非常小,从而使得用于互连器的面积和体积很小。尺寸和面积的限制可影响互连器的电阻与可靠性。

[0062] 在其他方面,电池可包含可在高温下沸腾的液体电解质。该限制可直接与使用焊料互连器的需求相竞争,焊料互连器可例如需要相对较高的温度,例如 250 摄氏度来进行熔融。虽然在一些实例中电池化学物质,包括电解质以及用于形成基于焊料的互连器的热源,可在空间上相互隔离,但就新兴的生物医疗装置而言,小尺寸可阻碍电解质和焊点通过间隔足够距离来减少热传导。

[0063] 互连器

互连器可允许电流流至与外部电路连接的电池以及从其流出。。此类互连器可与电池内部和外部的环境交接,并可越过这些环境之间的边界或密封。这些互连器可被视为迹线,其与外部电路连接,穿过电池密封件,然后连接至电池内部的集流体。同样地,这些互连器

可具有若干要求。在电池外部,互连器可类似于典型的印刷电路迹线。它们可焊接到或以其他方式连接到其他迹线。在一个实例中,当电池是独立于包括集成电路的电路板的单独物理元件时,可允许电池互连器连接到外部电路。可通过焊料、导电胶带、导电油墨或导电环氧树脂、或是其他方式形成此连接。互连器迹线可需要能够存在于电池外部环境中,例如,在氧气存在的情况下不发生腐蚀。

[0064] 由于互连器穿过电池密封件,互连器与密封件共存并允许密封变得尤为重要。除了密封件与电池封装件之间需要粘合外,密封件与互连器之间也需要进行粘合。在电池中存在电解质及其他材料的情况下,可能需要保持密封完整性。通常可为金属的互连器可称之为电池封装中的失效点。电势和 / 或电流的流动可增加电解质沿着互连器“蠕变”的趋势。因此,互连器可能需要进行工程改造以保持密封完整性。

[0065] 在电池内部,互连器可与集流体交接或可实际上形成集流体。就这一点而言,互连器可能需要满足如本文所述的集流体的要求,或可能需要形成与此类集流体的电连接。

[0066] 一类候选的互连器和集流体是金属箔。此类箔在 25 微米或更薄的厚度下可用,这使得它们适合用于极薄的电池中。还可寻求具有低表面粗糙度及低污染的此类箔,这两个因素对于电池性能可为重要的。箔可包括锌、镍、黄铜、铜、钛、其他金属以及各种合金。

[0067] 电解质

电解质是电池的促进电极的化学材料之间发生化学反应的部件。典型的电解质可对电极具有电化学活性,例如,从而允许发生氧化和还原反应。在一些实例中,这种重要的电化学反应可能给形成生物相容性装置带来挑战。例如,氢氧化钾 (KOH) 可为碱性电池中的常用电解质。但是该物质在高浓度下具有高 pH,并且可与各种活组织发生不良的相互作用。另一方面,在一些实例中,可以使用可具有较低电化学活性的电解质;然而,这些材料通常会导致电性能的降低,诸如电池电压降低及电池电阻增大。因此,生物医学微电池的设计和工程改造的一个关键方面可为电解质。期望的是电解质具有足够活性来满足电气要求,同时在体内或身体上使用时也具有相对安全性。

[0068] 可使用各种测试方案测定电池组分,特别是电解质对活细胞的安全性。这些结果结合电池封装件的测试可实现满足要求的电池系统的工程设计。例如,当开发动力式接触镜片时,可在人角膜细胞模型上测试电池电解质。这些测试可包括关于电解质浓度、暴露时间和添加剂的实验。此类测试的结果可指示细胞代谢以及其他生理学方面。测试也可包括对动物和人进行的体内测试。

[0069] 在本发明使用的电解质可包括浓度为大约 0.1% 至 25% 的氯化锌、乙酸锌、乙酸铵和氯化铵。具体浓度可取决于电化学活性、电池性能、储存寿命、密封完整性和生物相容性。

[0070] 在一些实例中,可在电池系统的组合物中应用几类添加剂。添加剂可混合到电解质底料中,以改变电解质的特性。例如,胶凝剂诸如琼脂可降低电解质从封装件泄漏的能力,从而增强安全性。也可在电解质中添加抗蚀剂,例如,来通过减少锌阳极在电解质中的不期望溶解来延长储存寿命。作为非限制性例子,抗蚀剂可包括 Triton[®] QS-44 和醋酸铟。这些抑制剂可对电池的安全特性带来有利或不利的影 响。例如,可添加润湿剂或表面活性剂,以允许电解质润湿分隔物或允许电解质被填充至电池封装件中。同样,这些润湿剂对安全性可为有利的或不利的。添加表面活性剂至电解质可增大电池的电阻抗,所以应采用实现期望润湿特性或其他特性的表面活性剂的最小浓度。示例性表面活性剂可包括浓度为

0.01%至2%的 Triton® X-100、Triton® QS44 和 Dowfax® 3B2。

[0071] 电解质制剂的一个例子可为：20%的氯化锌、500ppm的 Triton® QS-44、200ppm作为醋酸铟提供的正三价铟离子，以及平衡水。

[0072] 还出现了可明显提高生物医学微电池的安全特性的新型电解质。例如，一类固体电解质可固有地抗泄漏，同时还提供合适的电性能。

[0073] 使用“盐水”电解质的电池通常用作船用储备电池。鱼雷、浮标和应急灯可使用此类电池。储备电池是活性材料、电极和电解质在使用前相互分开的电池。由于这种分开，电池的自放电大大减少，并且储存寿命显著延长。盐水电池可设计为来自多种电极材料，包括锌、镁、铝、铜、锡、二氧化锰和氧化银。电解质可以是实际的海水，例如，在接触时从海洋灌入电池的水，或可为特制的盐水制剂。这类电池可在接触镜片中特别有用。盐水电解质可具有比传统的电解质诸如氢氧化钾和氯化锌更优异的生物相容性。接触镜片被保存在“润湿溶液”中，“润湿溶液”通常是氯化钠，或许与其他盐和缓冲剂的混合物。这类溶液已经证明是与锌阳极和二氧化锰阴极结合的电池电解质。其他的电解质和电极组合也是可行的。使用“盐水”电池的接触镜片可包含基于氯化钠、润湿溶液的电解质，或者甚至是一种类似于泪液的特制电解质。此类电池可以例如被润湿溶液激活，对眼睛保持一个开口，并且在暴露于人泪液的情况下继续工作。

[0074] 除了使用更类似于泪液的电解质，或实际上使用泪液作为电解质带来的生物相容性方面的优势之外或代替这种优势，储备电池还可用于满足接触镜片产品的储存寿命需求。典型接触镜片的规定储存寿命是3年或者更长。这对于具有小且薄的封装件的电池来说是挑战性的要求。接触镜片中使用的储备电池可具有类似于图3中所示电池的设计，但是可能无法在制造时添加电解质。电解质可保存在接触镜片内的安瓿中并连接至电池，或围绕电池的盐水可用作电解质。在接触镜片和电池封装件内，可设计阀或端口来将电解质与电极分开，直到用户激活镜片。在类似于激活荧光棒可通过简单地紧缩接触镜片的边缘进行激活时，电解质可流入电池并且在电极之间形成离子通道。这可涉及电解质的一次性转移或可暴露电池以供电解质的持续扩散。

[0075] 一些电池系统可在化学反应期间使用或消耗电解质。因此，在封装系统中设计一定体积的电解质可为必要的。该电解质可以“寄放”在各种位置，包括分隔物或贮存器中。

[0076] 在一些实例中，电池系统的设计可包括可用于限制电池系统的放电容量的一个或多个部件。例如，可能需要设计阳极、阴极或电解质材料以及材料的量，使得它们其中的一者可首先在电池系统的反应过程中耗尽。在此类实例中，阳极、阴极或电解质中一者的耗尽可降低有问题的放电的可能性并且使副作用在较低放电电压下不发生。这些有问题的反应可以产生例如可能不利于安全性及其他因素的过多的气体或副产物。

[0077] 模块化的电池部件

在一些实例中，可根据本公开的一些方面和实例来形成模块化的电池部件。在这些实例中，模块化电池组件可为与生物医疗装置的其他部分分开的部件。在眼科接触镜片装置的实例中，此类设计可包括与介质插入件的其余部分分开的模块化电池。形成模块化电池部件有许多优点。例如，在接触镜片的实例中，模块化电池部件可以在单独的、非集成的过程中形成，这可以缓解处理刚性的、三维成型光学塑料部件的需要。此外，制造的来源可更加灵活，并且可与生物医疗装置中的其他部件的制造以更并行的模式进行。另外，模块化电池

部件的制造过程可脱离三维成形装置的特性。例如,在需要最终为三维形式的应用中,可以将模块化的电池系统制成平面或大致二维的透视图,然后成形为适当的三维形状。由于电池部件可在组装之前进行分类,所以模块化电池部件可独立于生物医疗装置的其余部分进行测试,并产生损耗。所得的模块化电池部件可用于各种介质插入件构造中,这些构造不具有可于其上形成电池部件的合适刚性区域,并且在另一个实例中,模块化电池部件的使用可有利于使用不同选项的制造技术而非原本使用的技术,诸如基于卷的技术(卷对卷),基于片的技术(片对片)、印刷、光照以及“刮压”处理。在模块化电池的一些实例中,此类装置的离散容纳方面可导致附加的材料被添加到整个生物医疗装置构造。当可用空间参数需要最小化的溶液厚度或体积时,此类影响可为模块化电池溶液的使用设定限制。

[0078] 电池形状要求可至少部分地由将使用该电池的应用决定。传统的电池形状因数可为圆柱形形状或矩形棱柱形状,它们由金属制得,并且可适用于需要大量电能持续长时间的产品。这些应用可足够大,使得它们可包含大形状因数电池。在另一个实例中,平面固态电池可为通常在刚性硅或玻璃上形成的薄的矩形棱柱形状。在一些实例中,这些平面固态电池可使用硅晶片加工技术形成。在另一种类型的电池形状因数中,可用薄箔或塑料来容纳电池化学物质来形成小袋构造的小功率、柔性电池。这些电池可被制成扁平的,并且可被设计成在弯曲至适度的平面外曲率时起作用。

[0079] 在电池可用于可变光学镜片的本发明中的电池应用的一些实例中,形状因数可能需要三维曲率的电池部件,其中曲率半径可为大约 8.4mm。此类曲率的性质可被视为相对陡峭,并且作为参考可近似于在人指尖上发现的曲率类型。相对陡峭的曲率性质给制造方面带来了挑战。在本发明的一些实例中,模块化电池部件可被设计成使得其可按照平面、二维的方式来制造,然后被形成到相对高曲率的三维形式中。

[0080] 电池模块厚度

在设计生物医疗应用的电池部件时,可在各种参数中进行权衡,以平衡技术、安全性和功能性要求。电池部件的厚度可为重要且限制性的参数。例如,在光学镜片应用中,装置可供用户佩戴舒适的能力关键取决于整个生物医疗装置的厚度。因此,将电池设计得更薄是关键、有利的方面。在一些实例中,电池厚度可由顶片和底片、隔离件片的组合厚度以及粘合剂层厚度确定。实际制造方面可使膜厚度的某些参数达到可用片存料的标准值。此外,膜可具有最小厚度值,所述最小厚度值可基于涉及化学相容性、不透湿性/不透性、表面光洁度以及可沉积在膜层上的涂层的相容性的技术考虑来指定。

[0081] 在一些实例中,精加工电池部件的期望或目标厚度可为小于 220 μm 的部件厚度。在这些实例中,该预期厚度可由示例性眼科镜片装置的三维几何形状决定,其中该电池部件可能需要装配在由满足终端用户舒适度、生物相容性以及可接受约束条件的水凝胶镜片形状限定的可用体积内。该体积及其对电池部件厚度需求的影响可根据装置总厚度规格以及涉及装置宽度、锥角和内径的装置规格而变化。所得电池部件设计的另一个重要设计考虑可涉及相对于可由该设计产生的所得化学能,在给定电池部件设计中活性电池化学物质与材料的可用体积。然后所得化学能可针对功能性生物医疗装置的电气需求在其目标寿命和工作条件进行平衡。

[0082] 电池模块的柔性

与电池设计和使用基于电池的能量源的相关装置的设计有关的另一方面是电池部件

的柔性。柔性电池形式可赋予许多优点。例如,柔性电池模块可有助于前面提及的以二维扁平形式制造电池形式的能力。形式的柔性可允许二维电池随后被形成到适当的三维形状中,以装配在生物医疗装置诸如接触镜片中。

[0083] 在可由电池模块中的柔性赋予的益处的另一个实例中,如果电池和之后的装置为柔性的,则存在装置使用方面的优势。在一个实例中,接触镜片形式的生物医疗装置可有利于基于介质插入件的接触镜片的插入/移除,这可更接近标准的、非填充型水凝胶接触镜片的插入/移除。

[0084] 挠曲的次数对电池的工程改造可为重要的。例如,可仅从平面形式到适于接触镜片的形状挠曲一次的电池可与能够进行多次挠曲的电池具有明显不同的设计。电池的挠曲不仅是能够机械性地进行挠曲。例如,虽然电极可在物理上能够挠曲而不断裂,但是电极的机械和电化学性质可被挠曲改变。挠曲引起的变化可立刻显现,例如电阻的改变,或者挠曲也可引起仅在长期储存寿命测试中显现的变化。

[0085] 电池模块宽度

可存在可利用本公开的生物相容性通电元件或电池的大量应用。一般来讲,电池宽度要求可在很大程度上取决于其应用。在示例性情况下,接触镜片电池系统对模块化电池部件的宽度可具有限制的规格要求。在其中装置具有由电池部件供电的可变光学功能的眼科装置的一些实例中,装置的可变光学部分可占据直径约 7.0mm 的中心球形区域。示例性电池元件可被视为 3 维物体,它作为环状的锥形裙边围绕中心光学件装配并被形成到截短的锥形环中。如果刚性插入件的所需最大直径为 8.50mm,并可标出与某一直径球体(例如直径大约为 8.40mm)相切,然后该几何构造可确定所允许的电池宽度是多少。可存在可用于计算所得几何构造的所需规格的几何模型,所述几何构造在一些实例中可被称为压入环带扇区的锥形截头。

[0086] 扁平电池的宽度可由电池元件的两个特征结构:活性电池部件宽度和密封件宽度决定。在一些关于眼科装置的实例中,目标厚度可在 0.100mm 至 0.500mm (每边)之间,并且活性电池部件目标宽度可大致为 0.800mm。其他生物医疗装置可具有不同的设计约束,但可以相似方式应用柔性扁平电池元件的原理。

[0087] 腔作为电池部件设计中的设计元素

在一些实例中,可采用分割活性电池化学物质区域的方式来设计电池元件。将活性电池部件分成离散区段有很多优势。在一个非限制性实例中,分立和较小元件的制造可促进这些元件的生产。包括许多较小元件的电池元件的功能可得到改善。可将各种缺陷分割开,并且在一些情况下可隔离无功能性元件以减少功能损失。这在可发生电池电解质损失的实例中可为相关的。各个部件的隔离可能会有为了限制整个电池元件小区段的功能损失而造成电解质从电池的关键区域泄漏出来的缺陷,然而通过该缺陷产生的电解质损失可为配置为单独电池的电池空出一块显著较大的区域。虽然从整体角度来看较小的电池可使活性电池化学物质体积降低,但是围绕每个较小电池的材料网可导致整体结构的加强。

[0088] 电池元件的内部密封件

在生物医疗装置中使用的电池元件的一些实例中,电池的化学作用涉及水溶液化学,其中水或水分是控制的重要成分。因此,结合延缓或阻止水分离开或进入电池主体的密封机制是重要的。可设计防潮层来使内部水分水平处于设计的水平,在一定公差范围内。在

一些实例中,防潮层被分为两个部分或部件:封装件和密封件。

[0089] 封装件可指外壳的主要材料。在一些实例中,封装件可包括批量材料。水蒸气传输速率(WVTR)可为一项性能指标,结合ISO、ASTM标准控制测试程序,包括测试期间的环境条件操作水平。理想情况下,良好电池封装件的WVTR可为“0”。WVTR接近0的示例性材料可为玻璃或金属箔。另一方面,塑料对水分可为固有多孔的,并且不同类型的塑料可显著不同。工程材料、层合物或共挤出物通常可为常见封装材料的混合物。

[0090] 密封件可为两个封装表面之间的界面。密封表面的连接连同封装一起完成了外壳。在许多实例中,密封设计的性质可因为在采用ISO或ASTM标准进行测量时由于样品尺寸或表面积与这些测试过程不兼容而存在困难,所以难以对密封件的WVTR进行表征。在一些实例中,测试密封完整性的实际方法可为针对一些限定条件进行的实际密封设计的功能性测试。密封性能可根据密封材料、密封厚度、密封长度、密封宽度以及对封装基底的密封粘附性或紧密性而不同。

[0091] 在一些实例中,密封件可通过焊接法形成,这可涉及热处理、激光处理、溶剂处理、摩擦处理、超声波处理或电弧处理。在其他实例中,密封件可通过使用粘合密封剂形成,诸如胶水、环氧树脂、丙烯酸类树脂、天然橡胶和合成橡胶。其他的实例可得自垫圈型材料的使用,所述垫圈材料可由软木、天然橡胶和合成橡胶、聚四氟乙烯(PTFE)、聚丙烯和有机硅形成,仅举一些非限制性实例进行说明。

[0092] 在一些实例中,可根据本发明的电池设计成具有指定的操作寿命。操作寿命可通过测定水分渗透的实际量来估算,水分渗透的实际量可用特殊电池系统获得,然后估算这种水分泄漏可何时造成电池寿命结束状况。例如,如果电池保存在潮湿的环境中,那么电池内部和外部的局部压力差将被最小化,从而导致水分损失速率减小,因此电池的寿命可延长。保存在特别干燥和热的环境中的相同示例性电池可因为水分损失的强大驱动作用而具有显著降低的预期寿命。

[0093] 电池元件分隔物

本发明所述类型的电池可利用分隔物材料,所述分隔物可以物理的方式并以电的方式将阳极和阳极集流体部分与阴极和阴极集流体部分开。分隔物可为水和溶解的电解质组分可透过的隔膜,然而其通常可为非导电的。尽管很多可商购获得的分隔物材料可为本领域中的技术人员所熟知的,但是本公开的新形状因数可对分隔物的选择、加工和处理工作提出独特的约束。

[0094] 由于本发明的设计可具有超薄型材,选择可限于通常可用的最薄的分隔物材料。例如,约25微米厚的分隔物可为所需的。可具有优势的一些实例可为约12微米厚。可存在许多可接受的市售分隔物,包括微纤维化的微孔聚乙烯单层和/或聚丙烯-聚乙烯-聚丙烯(PP/PE/PP)三层分隔物隔膜诸如由Celgard(Charlotte, NC)生产的那些。分隔物材料的可取实例可为具有12微米厚度的Celgard M824 PP/PE/PP三层隔膜。用于本发明实例中的分隔物材料的另选实例可包括具有再生纤维素诸如如玻璃纸的分隔物隔膜。

[0095] 尽管PP/PE/PP三层分隔物隔膜可由于其聚烯烃特性而具有有利的厚度和机械性质,但为了使其在本发明的实例中可用,它们也具有一些必须克服的缺点。PP/PE/PP三层分隔物材料的卷筒存料或片状存料可具有许多皱褶或其他形式的误差,这不利于适用于本文所述电池的微米级公差。此外,聚烯烃分隔物可能需要被切割至超精公差以用于包括在

本设计中,因此这意味着将激光切割作为形成具有严格公差的所需形状的分立集流体的优选方法。由于这些分隔物的聚烯烃特性,可用于微制造的特定切割激光器可采用将不切割聚烯烃的激光波长,例如 355nm。聚烯烃不明显地吸收激光能量,并且因此为不可烧蚀的。最后,聚烯烃分隔物对用于本文所述的电池中的含水电解质可不为固有可润湿的。

[0096] 然而,可存在克服聚烯烃型隔膜的这些固有局限性的方法。为了向高精度切割激光器提供微孔分隔物隔膜以用于将部件切割成弧区段或其他有利的分隔物设计,所述隔膜可能需要为平坦且无褶皱的。如果不满足这两个条件,那么所述分隔物隔膜可无法被完全切割,因为切割光束可能由于入射激光能量的散焦或以其他方式散射而受抑制。另外,如果所述分隔物隔膜不平坦并且无褶皱,分隔物隔膜的形状精度和几何公差可无法完全实现。优选地,当前实例的分隔物的容许公差可例如相对于特征长度和 / 或半径为 +0 微米和 -20 微米。可有利地存在 +0 微米和 -10 微米的更严格公差,以及进一步的 +0 微米和 -5 微米的公差。可通过将分隔物库存材料临时层合到具有合适低挥发性液体的浮法玻璃载体来将材料制成平坦且无褶皱的。由于分隔物隔膜的脆弱性以及从粘合剂层释放分隔物隔膜可需要的处理时间量,低挥发性液体可比临时粘合剂优选。此外,在一些实例中,已观察到使用液体比使用粘合剂更容易在浮法玻璃上获得平坦且无褶皱的分隔物隔膜。在层合之前,分隔物隔膜被制成不含颗粒。这可通过超声清洗分隔物隔膜以分离任何表面粘附颗粒来实现。在一些实例中,分隔物隔膜的处理可在诸如层流罩或至少 10000 级的洁净室的合适的低粒子环境中进行。此外,浮法玻璃基底可通过用合适的溶剂冲洗、超声波清洗和 / 或用洁净室擦拭巾擦拭而制成不含颗粒。

[0097] 尽管多种低挥发性液体可用于将微孔聚烯烃分隔物隔膜层合到浮法玻璃载体的机械目的,但是可对所述液体作具体要求以有利于随后激光切割出分立的分隔物形状。一个要求可为液体具有足够低的表面张力以吸入到分隔物材料的孔中,这可以通过目测检查轻松确认。在一些实例中,当液体填满所述材料的微孔时,分隔物材料从白色转变为半透明的外观。期望的是选择对将暴露在所述分隔物的制备和切割操作中的工人为温和且“安全”的液体。期望的是选择蒸汽压可足够低的液体,使得在处理的时间范围(大约 1 天)内不发生明显的蒸发。最后,在一些实例中,液体可具有足够的溶解力来溶解有利的紫外线吸收剂,这可促进激光切割操作。在一个实例中,已观察到阿伏苯宗紫外线吸收剂溶于苯甲酸苄酯溶剂中形成的 12%(w/w) 溶液可满足上述要求,并且可使其自身有助于以高精度和低公差来激光切割聚烯烃分隔物,而无需过多的切割激光束穿过次数。在一些实例中,分隔物可使用该方法利用 8W 355nm 纳秒二极管泵浦固体激光器切割,其中激光可具有如下设置:低功率衰减(例如 3% 的功率),1 到 10mm/s 的中等速度,以及仅 1 到 3 次激光束穿过次数。尽管此紫外线吸收油性组合物已经被证明是有效的层合和切割加工助剂,但是本领域的技术人员也可设想其他油性制剂并且其使用不受限制。

[0098] 在一些实例中,分隔物可在固定到浮法玻璃上进行切割。将分隔物固定到浮法玻璃载体上进行激光切割的一个优势可为,可从一个分隔物存料片切割出非常高数量密度的分隔物,非常类似于可密集地排列在硅晶片上的半导体芯。这种方法可以提供半导体加工中所固有的规模经济和并行处理优势。此外,可最小化废弃分隔物隔膜的生成。一旦分隔物已被切割,可通过一系列采用可混溶剂的萃取步骤来去除油性加工助剂流体,在一些实例中可用高挥发性溶剂诸如异丙醇来进行最后的萃取。分立的分隔物一旦被萃取便可无

限期地储存在任何合适的低粒子环境中。

[0099] 如前面提到的,聚烯烃分隔物隔膜可固有地疏水,并且可能需要制成对用于本发明的电池中的含水表面活性剂为可润湿的。一种使分隔物隔膜可润湿的方法可为氧等离子体处理。例如,分隔物可在各种功率设定和氧气流量的 100% 氧等离子体中处理 1 到 5 分钟。虽然这种方法可暂时改善可润湿性,但众所周知的是等离子体表面改性提供暂态效应,该暂态效应可无法持续足以供电解质溶液充分润湿的时间。另一种改善分隔物隔膜可润湿性的方法可为通过在隔膜上掺入合适的表面活性剂来处理表面。在一些情况下,表面活性剂可与分隔物隔膜的孔内剩余的亲水性聚合物涂层结合使用。

[0100] 另一种使通过氧化等离子体处理赋予的亲水性更加持久的方法是利用合适的亲水性有机硅烷进行后续处理。这样,氧等离子体可用于在微孔分隔物的整个表面区域上激活功能基团并赋予功能基团。然后有机硅烷可共价结合和 / 或非共价粘附到经等离子体处理的表面。在使用有机硅烷的实例中,微孔分隔物的固有孔隙率可不明显地改变,单层表面覆盖率也可为可能和可取的。结合聚合物涂层掺入表面活性剂的现有技术方法可需要严格控制施加到隔膜上的涂层的实际量,并且随后可经受过程可变性。在极端情况下,分隔物的孔可变得被封闭,从而在电化学电池操作期间不利地影响分隔物的效用。本公开中所用的示例性有机硅烷可为(3-氨基丙基)三乙氧基硅烷。其他亲水性有机硅烷可为本领域技术人员所熟知的并且可不受限制地使用。

[0101] 用于制备可被含水电解质润湿的分隔物隔膜的另一方法可为在电解质制剂中掺入合适的表面活性剂。在用于制备可润湿性分隔物隔膜的表面活性剂选择中的一个考虑可为,表面活性剂可具有的对电化学电池内的一个或多个电极活性的影响,例如通过增加电池的电阻抗。在一些情况下,特别是就含水电解质中的锌阳极而言,表面活性剂可具有有利的抗腐蚀性质。众所周知,锌可与水经过缓慢的反应释放出氢气,而这是不期望的。本领域的技术人员已知多种表面活性剂可将所述反应的速率限制到有利的水平。在其他情况下,表面活性剂可与锌电极表面强烈地相互作用而使电池性能可能受阻。因此,在选择适当的表面活性剂类型和负载水平时需要十分小心,以确保可获得分隔物可润湿性,而不有害地影响电池的电化学性能。在一些情况下,可使用多种表面活性剂,一种用于赋予分隔物隔膜可润湿性,并且另一种用于促进对锌阳极的抗腐蚀性质。在一个实例中,没有对分隔物隔膜进行亲水处理,并且一种或多种表面活性剂以足以实现分隔物隔膜的可润湿性的量被添加到电解质制剂中。

[0102] 可通过将分立的分隔物直接置于组件内设计的腔、凹坑、或结构中来将其整合到层状微电池中。有利地,此凹坑可通过隔离件形成,该隔离件具有可为分隔物形状的几何偏离的切口。此外,该凹坑可具有在组装期间分隔物置于其上的凸缘或阶梯。所述凸缘或阶梯可任选地包括保持所述分立分隔物的压敏粘合剂。有利地,压敏粘合剂可与示例性层状微电池的其他元件的构造和堆叠中所用的压敏粘合剂相同。

[0103] 压敏粘合剂

在一些实例中,包括本发明的层状微电池的多个部件可通过还用作密封剂的压敏粘合剂 (PSA) 保持到一起。尽管存在大量可商购获得的压敏粘合剂制剂,但是此类制剂几乎总是包括使它们不适用于生物相容性层状微电池的组分。压敏粘合剂中不期望的组分的实例可包括:低分子量可过滤组分、抗氧化剂例如 BHT 和 / 或 MEHQ、增塑油、杂质、包含例如不饱

和化学键、残留溶剂和 / 或单体、聚合引发剂片段、极性增粘剂的氧化不稳定部分等等。

[0104] 在另一方面,合适的 PSA 可表现出以下特性。它们能够被施用于层状部件以实现大约 2 到 20 微米的薄层。同样,它们可优选地包含最小达到零的不期望的或非生物相容性的组分。另外,它们可具有足够的粘附性和内聚性,以便将层状电池的部件粘结在一起。并且,在电池内提供电解质的强力密封的同时,它们能够流入本构造的装置中固有的微米级特征结构中。在合适的 PSA 的一些实例中,PSA 可对水蒸气具有低渗透性,以甚至在电池长时间经受极端湿度的情况下,维持电池内所需的含水电解质组合物。PSA 可对电解质组分诸如酸、表面活性剂和盐具有良好的耐化学性。它们对水浸的效应可为惰性的。合适的 PSA 可具有低氧气透过性,以使直接氧化速率最小化,该直接氧化可为锌阳极的一种自放电形式。并且,它们可有利于对氢气的有限透过性,氢气可在含水电解质中从锌阳极缓慢释放。有限的氢气透过性这一性质可避免内部压力积聚。

[0105] 考虑到这些要求,聚异丁烯 (PIB) 可为一种可商购获得的材料,其可被配制到满足许多(如果不是全部的话)要求的 PSA 组合物中。此外,PIB 可为一种具有极低吸水性和低透氧性的极好阻隔密封剂。可用于本发明实例中的 PIB 实例可为 BASF 公司的 Oppanol[®] B15。Oppanol[®] B15 可溶解在诸如甲苯、十二烷、溶剂油等碳氢化合物溶剂中。一种示例性 PSA 组合物可包括溶于溶剂混合物中的 30% Oppanol[®] B15 (w/w),该溶剂混合物包括 70% (w/w) 甲苯和 30% 十二烷。在一些实例中,基于 PIB 的 PSA 的粘附性和流变性可通过共混不同分子量等级的 PIB 来确定。通常的方法可为使用大部分低摩尔质量的 PIB,例如 Oppanol[®] B10 来影响润湿、粘性和粘附性,并且使用少部分高摩尔质量的 PIB 来影响韧性和抗流动性。因此,可在本发明的范围内设想并实施任何数量的 PIB 摩尔质量等级的共混。此外,只要可满足上述要求,便可将增粘剂添加到 PSA 制剂。由于增粘剂本身的性质,增粘剂赋予 PSA 制剂极性性质,因此它们需要被小心使用以便不会不利地影响 PSA 的阻隔性。此外,增粘剂在一些情况下可为氧化不稳定的并且可包括可滤去 PSA 的抗氧化剂。因为这些原因,在用于生物相容性层状微电池的 PSA 中使用的示例性增粘剂可包括所有或大部分氢化烃树脂增粘剂,诸如得自 Eastman Chemical Corporation 的 Regalrez 系列增粘剂。

[0106] 生物相容性电池模块中附加封装件和基底的考虑

可存在大量有关封装和基底的考虑,这些考虑可决定用于生物相容性层状微电池中使用的封装设计的所需特性。例如,封装可有利地主要基于箔和 / 或膜,其中这些封装层可尽可能薄,例如 10 到 50 微米。另外,封装可在储存寿命期间为水分增益或损耗提供足够的扩散阻隔。在许多可取的实例中,封装可对氧气进入提供足够的扩散阻隔,以限制锌阳极通过直接氧化而降解。

[0107] 在一些实例中,封装可提供有限的供氢气透过的路径,氢气可由于锌直接还原水而释放。并且,封装可有利地充分容纳以及分离电池的内容物,使得暴露给用户的电势可最小化。

[0108] 在本公开中,封装构造可包括以下类型的功能部件:顶部封装层和底部封装层、PSA 层、隔离层、互连区域、注料口和次级封装件。

[0109] 在一些实例中,顶部封装层和底部封装层可包括金属箔或聚合物膜。顶部封装层和底部封装层可包括多层膜构造,该多层膜构造包含多个聚合物层和 / 或阻隔层。此类膜构造可称为共挤出阻隔层合膜。具体用于本发明中的市售共挤出阻隔层合膜的一个实例

可为 3M Scotchpak 1109 背衬, 其由 PET 载体网、气相沉积铝阻隔层和聚乙烯层组成, 构成 33 微米的总平均膜厚度。许多其他类似的多层阻隔膜可为可用的并且可用于本发明的另选实例中。

[0110] 在包括 PSA 的设计构造中, 封装层表面粗糙度是相当重要的, 因为 PSA 同样需要密封相对的封装层面。表面粗糙度可由用于生产箔和膜的制造过程产生, 例如, 采用轧制、挤出、压印和 / 或压延等的过程。如果表面太粗糙, 则当所需 PSA 厚度近似于表面粗糙度 Ra 时, PSA 可能不能以均一厚度施加。此外, 如果相对面的粗糙度可近似于 PSA 层的厚度, 则 PSA 不能抵靠相对面充分密封。在本公开中, 具有小于 10 微米的表面粗糙度 (Ra) 的封装材料可为可接受的实例。在一些实例中, 表面粗糙度值可为 5 微米或更小。并且, 在另外的实例中, 表面粗糙度可为 1 微米或更小。表面粗糙度值可通过多种方法测量, 包括但不限于诸如白光干涉法、触针式轮廓仪等测量技术。在表面计量学领域可存在许多实例, 表面粗糙度可通过许多另选参数来描述, 并且本文所讨论的平均表面粗糙度 (Ra) 值可旨在代表上述制造过程中固有的特征结构类型。

[0111] 集流体和电极

在锌 - 碳电池和勒克朗谢电池的一些实例中, 阴极集流体可为烧结碳棒。这种类型的材料在本公开的薄电化学电池中可能面临技术障碍。在一些实例中, 印刷的碳墨可用于薄电化学电池替代烧结碳棒来用于阴极集流体, 并且在这些实例中, 可形成所得装置而不会对所得的电化学电池造成显著损害。通常, 所述碳墨可直接施用于可包括聚合物膜, 或在一些情况下金属箔的封装材料。在封装膜可为金属箔的实例中, 碳墨可能需要保护下面的金属箔不被电解质化学降解和 / 或腐蚀。此外, 在这些实例中, 碳墨集流体可能需要提供从电化学电池内部到电化学电池外部的电导通, 这意味着围绕碳墨或穿过碳墨进行密封。由于碳墨的多孔性, 在没有巨大挑战的情况下这不是能轻易实现的。碳墨还可施用于具有有限且相对小厚度例如 10 到 20 微米的层。在总内封装厚度可仅为约 100 到 150 微米的薄电化学电池的设计中, 碳墨层的厚度可占电化学电池总内部体积的相当一部分, 因此不利地影响电池的电性能。此外, 整个电池, 特别是集流体的薄特性可意指集流体的小横截面积。由于迹线的电阻随迹线长度而增加并随横截面而减少, 所以可直接在集流体厚度和电阻之间进行权衡。碳墨的整体电阻率可不足以满足薄电池的电阻要求。同样还考虑了填充有银或其他导电金属的油墨, 以降低电阻和 / 或厚度, 但是它们可引入新挑战, 诸如与新型电解质不相容。考虑到这些因素, 在一些实例中, 期望的是通过将薄金属箔用作集流体, 或将薄金属膜施加到下面的聚合物封装层充当集流体来实现本公开的高效和高性能的薄电化学电池。此类金属箔可具有显著更低的电阻率, 因此允许它们以比印刷碳墨小得多的厚度满足电阻要求。

[0112] 在一些实例中, 顶部封装层和 / 或底部封装层中的一层或多层可充当溅镀的集流体金属或金属叠堆的基底。例如, 3M Scotchpak 1109 背衬可通过使用被用作阴极集流体的一个或多个金属化层的物理气相沉积 (PVD) 而被金属化。用作阴极集流体的实例金属叠堆可为 Ti-W (钛 - 钨) 粘合剂层和 Ti (钛) 导体层。用作阳极集流体的示例性金属叠堆可为 Ti-W 粘合剂层、Au (金) 导体层和 In (铟) 沉积层。PVDF 层的厚度总共可优选地小于 500nm。如果使用多个金属层, 则电化学性和阻隔性可能需要与电池相容。例如, 铜可被电镀到籽晶层的顶部以上生出厚的导体层。可在铜上电镀附加层。然而, 铜可与某些电解质,

特别是在锌的存在下,电化学不相容。因此,如果铜用作电池中的层,则它可能需要与电池电解质充分隔离。另选地,铜可被排除或被其他金属替代。

[0113] 在一些其他实例中,顶部封装箔和 / 或底部封装箔也可用作集流体。例如,25 微米的黄铜箔可用作锌阳极的阳极集流体。黄铜箔可任选地在电镀锌之前电镀。在优选的实施例中,阴极集流体封装箔可包括钛箔、哈氏合金 C-276 箔、铬箔和 / 或钽箔。在某些设计中,一种或多种封装箔可经过精密冲裁、压印、蚀刻、纹理化或激光加工或其他方式处理,以为最终的电池封装件提供所需的形式、表面粗糙度、和 / 或几何形状。

[0114] 阳极和阳极抗蚀剂

本发明的层状电池的阳极可优选地包括锌。在传统的锌碳电池中,锌阳极可采用壳的物理形式,在该壳中可容纳电化学电池的内容物。对于本公开的电池而言,锌壳可为一个实例,但也可存在实现超小电池设计所需的其他物理形式的锌。

[0115] 电镀锌在许多行业中可具有使用实例,例如,用于金属零部件的保护性涂层或美观涂层。在一些实例中,电镀锌可用于形成本发明的电池中所用的薄且适形的阳极。此外,电镀锌可根据设计意图被图案化成似乎无限多的构型。图案化电镀锌的一种简单方式可为使用光掩模或物理掩模处理。电镀掩模可通过各种方法制成。一种方法可为通过使用光掩模。在这些实例中,可将光致抗蚀剂施加到导电基底,所述基底上可随后被镀锌。所需的电镀图案然后可通过光掩模被投射到光致抗蚀剂,从而导致光致抗蚀剂的所选区域的固化。可利用合适的溶剂和清洗技术来移除未固化的光致抗蚀剂。结果可为可接收电镀锌处理的导电材料的图案化区域。尽管该方法可为待电镀的锌的形状或设计提供益处,但该方法需要使用可用的可光图案化材料,而这些材料对整体电池封装构造可具有约束特性。因此,可能需要用于图案化锌的新颖和新型方法来实现本公开的薄微电池的一些设计。

[0116] 图案化锌阳极的一种另选方式可为采用物理掩模应用。物理掩模可通过在膜中切出所需孔制成,所述膜具有所需的阻隔性质和 / 或封装性质。另外,膜可具有施加到其一侧或两侧上的压敏粘合剂。最后,膜可具有施加到一侧或两侧的粘合剂上的保护性剥离衬垫。该剥离衬垫可起到如下双重作用:在孔切割期间保护粘合剂以及在电化学电池组装的具体加工步骤期间,特别是如下文所述的阴极填充步骤期间保护粘合剂。在一些实例中,锌掩模可包括约 100 微米厚的 PET 膜,可在所述 PET 膜的两侧施加约 10-20 微米膜厚度的压敏粘合剂。两个 PSA 层可被具有低表面能表面处理的 PET 剥离膜覆盖,并且可具有 50 微米的近似厚度。在这些实例中,多层锌掩模可包括 PSA 和 PET 膜。如本文所述的 PET 膜和 PET/PSA 锌掩模构造可有利地用精密纳秒激光微加工设备诸如牛津激光 E 系列激光微加工工作站处理,以在掩模中形成超精确孔,从而有利于电镀。实质上,一旦已制成了锌掩模,剥离衬垫的一侧可被移除,并且带有孔的掩模可层合到阳极集流体和 / 或阳极侧的封装膜 / 箔。这样,PSA 在孔的内边缘处形成密封,从而在电镀期间促进对锌的清洗和精确掩蔽。

[0117] 可放置锌掩模,然后可对一种或多种金属材料进行电镀。在一些实例中,锌可被直接电镀到电化学相容的阳极集流体箔诸如黄铜上。在阳极侧封装件包括已在其上施加籽晶金属化层的一层或多层聚合物膜的另选的设计实例中,锌和 / 或用于沉积锌的电镀溶液可能与下面的籽晶金属化层无法化学相容。缺乏相容性的表现可包括膜开裂、腐蚀和 / 或在与电池电解质接触时加剧的 H₂ 释放。在这种情况下,可将附加的金属施加到籽晶金属,以在系统中实现更好的整体化学相容性。尤其适用于电化学电池构造的一种金属可为铜。

可作为电池级锌中的合金剂而被广泛使用,其主要功能是在电解质的存在下为锌提供抗腐蚀性。在一些实例中,钢可被成功地沉积在各种籽晶金属化层诸如 Ti-W 和 Au 上。所述籽晶金属化层上所得的 1-3 微米钢膜可为低压力和低粘附性的。这样,阳极侧封装膜和具有钢顶层的附接集流体可为适形且耐用的。在一些实例中,可将锌沉积到经过钢处理的表面上,所得的沉积层可能非常不均一和为结节状的。这种效应可出现在较低电流密度设置中,例如 20 安培每平方英尺 (ASF)。如在显微镜下所看到的,可观察到在下面的平滑钢沉积层上形成锌的结节。在某些电化学电池设计中,锌阳极层的垂直空间容量可至多达约 5-10 微米最大值,但在一些实例中,较低电流密度可用于锌电镀,并且所得的结节状生长物可生长得高于最大的阳极垂直容量。结节状锌生长物可源于钢的高的超电势与钢氧化物层的存在的组合。

[0118] 在一些实例中,较高电流密度 DC 电镀可克服锌在钢表面上的相对较大结节状生长模式。例如,100ASF 电镀条件可产生结节状锌,但是与 20ASF 的电镀条件相比,锌结节的尺寸可明显减小。此外,在 100ASF 电镀的情况下结节数量可大大增加。当满足约 5-10 微米的垂直空间容量时,所得的锌膜可最终聚结成大体均匀的层,仅有一些残留的结节状生长特征结构。

[0119] 电化学电池中的钢的另一个益处可为氢气的减少,这可为发生在包含锌的水性电化学电池中的缓慢过程。可将钢有利地施加到一个或多个阳极集流体,阳极本身作为共电镀合金组分或作为电镀锌上的表面涂层。对于后一种情况,钢表面涂层可有利地通过电解质添加剂诸如三氯化钢或醋酸钢原位施加。当此类添加剂可以小浓度添加到电解质中时,钢可自发地电镀到暴露的锌表面以及暴露的阳极集流体部分上。

[0120] 锌,以及类似的常用于市售原电池中的阳极,通常可见为片形式、棒形式和糊料形式。微型生物相容性电池的阳极可具有类似形式例如薄箔,或可如前所述进行电镀。此阳极的特性可与现有电池中的阳极明显不同,这是因为机械加工和电镀过程所造成的污染物或表面光洁度的差异。因此,电极和电解质可需要进行特殊的工程改造以满足容量、阻抗和储存寿命要求。例如,可能需要特殊电镀工艺参数、镀液组合物、表面处理剂和电解质组合物来优化电极性能。

[0121] 阴极混合物

可存在许多与本公开的概念一致的阴极化学混合物。在一些实例中,阴极混合物,作为用于形成电池阴极的化学制剂的术语,可以糊料或浆料施用并且可包括二氧化锰、一些形式的导电性碳诸如碳黑或石墨以及其他可选组分。在一些实例中,这些可选组分可包括一种或多种粘结剂、电解质盐、抗蚀剂、水或其他溶剂、表面活性剂、流变改性剂,以及其他导电性添加剂诸如导电性聚合物。一旦配制并适当混合后,阴极混合物便可具有所需的流变特性,允许其被分配到分隔物和 / 或阴极集流体的所需部分上,或者以类似的方式刮压通过筛网或漏印板。在一些实例中,阴极混合物可先干燥,稍后再进行电池组装步骤,而在其他实例中,阴极可包含一些或所有电解质组分,并且可只部分干燥至选定的水分含量。

[0122] 可用于阴极混合物中的二氧化锰可优选地为电解二氧化锰 (EMD),因为这种类型的二氧化锰相对于其他形式诸如天然二氧化锰或化学二氧化锰提供有益的附加能量容量。此外,本发明的电池中所用的 EMD 可需要具有可有利于形成可沉积或可印制阴极混合糊料 / 浆料的粒度和粒度分布。特别地,该 EMD 可被加工以去除被认为相对于其他特征结构大的

显著大颗粒组分,所述其他特征结构诸如电池内部尺寸、分隔物厚度、分配顶端直径、漏印板开口尺寸或筛网尺寸。在一些实例中,EMD 平均粒径可为 7 微米,其中可包含最高至约 70 微米颗粒的大粒子内容物。在另选的实例中,该 EMD 可被过筛,进一步研磨或以其他方式分离或加工以将大颗粒内容物限制到低于特定阈值,例如 25 微米或更小。可用于减小 EMD 粒度的一种方法可为可获得亚微米颗粒的喷射研磨。其他可用于减小大粒度的方法可包括在使用前进行阴极混合物糊料的球磨或 3- 辊磨。

[0123] 阴极混合物糊料的一个重要方面可为聚合物粘结剂。该粘结剂可在阴极混合物糊料中用作若干功能。粘结剂的主要功能可为在 EMD 粒子与碳粒子之间形成足够的粒子间电网络。粘结剂的第二功能可为促进与阴极集流体的电接触。粘结剂的第三功能可为影响阴极混合物糊料的流变性质以用于有利地分配和 / 或漏印 / 筛选。另外,粘结剂的第四功能可为增强电解质在阴极内的摄取和分布。粘结剂聚合物的选择以及待使用的具体量对于本公开电化学电池中阴极的有益功能可为至关重要的。如果粘结剂聚合物在待使用的电解质中溶解度很高,该粘结剂的主要功能(即电连续性)可受到极大影响,最终导致电池丧失功能。相反,如果粘结剂聚合物在待使用的电解质中不可溶,那么 EMD 的部分可与电解质离子绝缘,导致电池性能下降,诸如容量减小、开路电压降低和 / 或内电阻增大。最后,需要小心权衡粘结剂聚合物的选择和要使用的量,这可能需要通过仔细试验来确定,在一些实例中使用实验设计方法来确定。可用于本公开的粘结剂聚合物的实例包括聚乙烯吡咯烷酮、聚异丁烯、橡胶三嵌段共聚物包括苯乙烯末端嵌段诸如由 Kraton Polymers 制造的那些嵌段共聚物、苯乙烯 - 丁二烯胶乳嵌段共聚物、聚丙烯酸、羟乙基纤维素、羧甲基纤维素等。

[0124] 阴极还可包括除了其他候选材料之外的二氧化银或羟基氧化镍。此类材料可提供增大的容量和在相对于二氧化锰放电期间更少的负载电压减小,这均是电池中所需的性质。基于这些阴极的电池可具有存在于行业和文献中的现有实例。采用二氧化银阴极的新型微电池可包括生物相容性电解质,例如由氯化锌和 / 或氯化铵构成而不是由氢氧化钾构成的电解质。

[0125] 电池架构和制造

电池架构和制造技术可为紧密相关的。如已在说明书的前面部分中所讨论,电池具有以下元件:阴极、阳极、分隔物、电解质、阴极集流体、阳极集流体和封装件。巧妙设计可尝试容易地组合这些元件来制造子组件。在其他实例中,经优化的设计可具有双重用途部件,诸如将金属封装件兼作集流体使用。从相对体积和厚度的角度来看,这些元件除了阴极以外可几乎全部为相同体积。在一些实例中,由于阴极和阳极二者在机械密度、能量密度、放电效率、材料纯度以及粘结剂、填充物和导电剂的存在方面的显著差异,所以电化学系统可需要阴极体积为阳极体积的约二 (2) 到十 (10) 倍。在这些实例中,各种部件的相对尺度可近似以下元件厚度:阳极集流体 = $1\mu\text{m}$; 阴极集流体 = $1\mu\text{m}$; 电解质 = 隙间液体(有效地 $0\mu\text{m}$); 分隔物 = 如期望那样薄或厚,其中设计的最大厚度可为约 $15\mu\text{m}$; 阳极 = $5\mu\text{m}$; 以及阴极 = $50\mu\text{m}$ 。对于元件的这些实例,需要提供足够保护以在使用环境中维持电池化学物质的封装件可具有约 $50\mu\text{m}$ 的设计最大厚度。

[0126] 在一些实例中,可根本不同于大的棱形构造诸如圆柱形或矩形,并且可不同于基于晶片的固态构造,此类实例可使用制成各种构型的网或片而呈“袋”状构造,电池元件布置在此构造内。此容纳构造可具有两个膜或一个弯曲在另一侧上的膜,膜的任一构型可形

成两个大致平坦的表面,然后所述膜可被密封到周边以形成容器。此薄但宽的形状因数可使电池元件本身薄且宽。此外,这些实例可能适用于涂布、凹版印刷、丝网印刷、喷涂或其他类似制造技术。

[0127] 在这些具有薄但宽的形状因数的“袋状”电池实例中,可存在内部部件诸如阳极、分隔物和阴极的多种布置。在由两个膜形成的闭合区域内,这些基本元件可为在相同平面上并列的“共平面”,或者在相对平面上面对面的“共面”。在共平面布置中,阳极、分隔物和阴极可沉积在相同表面上。在共面布置中,阳极可沉积在表面 1 上,阴极可沉积在表面 2 上,分隔物可置于二者之间,或沉积在其中一侧上,或作为自身的分隔物元件插入。

[0128] 另一类型的实例可被分类为层合组件,这可涉及使用网或片形式的膜来逐层构建电池。片可使用粘合剂粘结到彼此,所述粘合剂诸如压敏粘合剂、热活化粘合剂或基于化学反应的粘合剂。在一些实例中,片可通过焊接技术诸如热焊接、超声波焊接等粘结。片可使自身适用于标准行业惯例,如卷对卷(R2R)或片对片组装。如前文所述,阴极的内部体积可能需要基本上大于电池中的其他活性元件。电池构造的大部分可能需要形成该阴极材料的空间,并支撑起在电池挠曲期间迁移。电池构造中可占厚度预算大部分的另一部分是分隔物材料。在一些实例中,片形式的分隔物可为层合处理提供有利的解决方案。在其他实例中,可通过将水凝胶材料分配到层中来充当分隔物而形成分隔物。

[0129] 在这些层合的电池组件实例中,成形产品可具有阳极片,所述阳极片可为封装层和阳极集流体以及阳极层基底的组合。成形产品还可具有任意的分隔物隔离件、阴极隔离件片和阴极片。阴极片可为封装层与阴极集流体层的组合。

[0130] 电极与集流体之间的紧密接触对于减小阻抗和增大放电容量而言是至关重要的。如果电极的部分不与集流体接触,则阻抗可由于随后通过电极导通(与集流体相比通常导电性较小)而增加,或电极的一部分可变成完全断开。在纽扣电池和圆柱形电池中,通过机械力夹紧壳、将糊料压入壳中或通过类似方式来实现紧密性。波形垫圈或类似的弹簧可用于市售电池中以保持电池内的力;然而,这些波形垫圈或弹簧将增加微型电池的总厚度。在典型的贴片电池中,分隔物可充满电解质,跨电极放置,并且通过外部封装件向下压。在层状共面电池中,存在增加电极紧密性的若干方法。可将阳极直接电镀到集流体上而不使用糊料。该方法固有地获得高水平的紧密性和导电性。然而,阴极通常为糊料。虽然阴极糊料中存在的粘结剂材料可提供粘附力和内聚力,但仍需要机械压力以确保阴极糊料与阴极集流体保持接触。当封装件挠曲且电池老化并放电时,例如当水分通过薄且小的密封件离开封装件时,这可能是特别重要的。可通过在阳极与阴极之间引入适形分隔物和/或电解质来在层状共面电池中实现对阴极的压缩。例如,凝胶电解质或水凝胶分隔物可压缩在组件上并且不会如液体电解质那样轻易的离开电池。一旦电池被密封,电解质和/或分隔物可随后抵靠阴极推回。在组装层状叠堆之后可进行压印步骤,从而向叠堆中引入压缩。

[0131] 示例性示出的对生物相容性通电元件的处理 - 放置的分隔物

参见图 4A 至图 4N,示出了可涉及处理生物相容性通电元件的步骤的实例。一些示例性步骤的处理可见于各附图中。在图 4A 中,可示出 PET 阴极隔离件 401 和 PET 间隙隔离件 404 的组合。PET 阴极隔离件 401 可通过施加例如可为大致 3 密耳厚的 PET 403 膜而形成。在 PET 层的任一侧上可存在 PSA 层,或者可覆盖有可为大致 1 密耳厚的聚偏二氟乙烯(PVDF)剥离层 402。PET 间隙隔离件 404 可由大致 3 密耳厚的 PVDF 层 409 形成。可存在可

为大致 0.5 密耳厚的封盖 PET 层 405。在一些实例中,在 PVDF 层 409 与封盖 PET 层 405 之间可为 PSA 层。

[0132] 接着参见图 4B,可通过激光切割处理在间隙隔离层中切出腔 406。接下来在图 4C 中,可将切割后的 PET 间隙隔离层层合 408 至 PET 阴极隔离层。接着参见图 4D,可通过激光切割处理切出阴极隔离件孔 410。该切割步骤的对准可为与之前 PET 间隙隔离层中切割后的特征结构对齐。在图 4E 中,用于最终分隔物层的 Celgard 层 412 可粘结至载体 411。接着参见图 4F, Celgard 材料可被切割成尺寸介于之前两个激光切割孔的尺寸之间,并且约为 PET 间隙隔离件孔的尺寸,从而形成预切割分隔物 420。接着参见图 4G,拾取和放置工具 421 可用于拾取和放置 Celgard 的分立件到生长装置上的其所需位置中。在图 4H 中,放置的 Celgard 件 422 被紧固到适当位置,然后移除 PVDF 剥离层 423。接着参见图 4I,生长装置结构可被粘结到阳极 425 的膜。阳极可由已电沉积有锌阳极膜的阳极集流体膜构成。

[0133] 接着参见图 4J,阴极浆料 430 可被放置到所形成的间隙中。在一些实例中可使用刮刀 431 将阴极混合物分布在整个工件上,并在此过程中填充形成的电池装置的间隙。填充后,可将剩余的 PVDF 剥离层 432 移除,从而可得到图 4K 所示的结构。在图 4L 中,整体结构可经受干燥处理,该处理可使阴极浆料 440 也收缩到 PET 层顶部的高度。接着参见图 4M,可将阴极膜层 450 (其上可已具有阴极集流体膜)粘结到生长结构。在最后的图 4N 示意图中,可执行激光切割过程来移除侧区域 460 并产生电池元件 470。可存在对在本公开的意图内可用的材料和厚度目标的多种更改、删除和改变。

[0134] 在图 5 中可详细地示出示例性处理的结果。在一个实例中,可定义以下参考特征结构。阴极化学物质 510 可定位成与阴极和阴极集流体 520 接触。压敏粘合剂层 530 可将阴极集流体 520 保持并密封到 PET 隔离层 540。在 PET 隔离层 540 的另一侧可为另一 PSA 层 550,该 PSA 层将 PET 隔离层 540 密封并粘附到 PET 间隙层 560。另一 PSA 层 565 可将 PET 间隙层 560 密封并粘附到阳极和阳极集流体层。可将镀锌层 570 电镀到阳极集流体 580 上。分隔物层 590 可位于该结构内,以执行如本公开中已定义的相关功能。在一些实例中,可在该装置的处理过程中加入电解质,在其他实例中,该分隔物可已包含电解质。

[0135] 对生物相容性通电元件的示例性处理示意图 - 沉积的分隔物

在图 6A 至图 6H 中,示出了可涉及处理生物相容性通电元件的步骤的实例。一些示例性步骤的处理可见于各附图中。可存在对在本公开的意图内可用的材料和厚度目标的多种更改、删除和改变。

[0136] 在图 6A 中可示出了层状构造 600。层状结构可由两个层状构造剥离层 602 和 602a,每端各一个层;位于层状构造剥离层 602 和 602a 之间的两个层状构造粘合剂层 604 和 604a;以及位于层状构造粘合剂层 604 和 604a 之间的层状构造芯 606 构成。可以制作或购买层状构造剥离层 602 和 602a 以及粘合剂层 604 和 604a,诸如可商购获得的具有主要衬垫层的压敏粘合剂转移胶带。层状构造粘合剂层 604 可为厚度大约 1-3 毫米的 PVDF 层,并且覆盖层状构造芯 606。层状构造芯 606 可包含热塑性聚合物树脂,诸如聚对苯二甲酸乙二酯,其例如可为大致 3 毫米厚。接着参见图 6B,可通过激光切割处理在层状构造中切出用于阴极凹坑 608 的孔。此过程可形成阴极隔离层。

[0137] 接下来,在图 6C 中,可从层状构造移除底部层状构造剥离层 602,从而暴露层状构造粘合剂层 604。然后可使用层状构造粘合剂层 604 粘附阳极连接箔 610,以覆盖阴极凹坑

608 的底部开口。接着参见图 6D, 可通过粘附掩蔽层 612 来保护阳极连接箔 610 的暴露的底层。掩蔽层 612 可为可商购获得的具有主要衬垫的 PSA 转移胶带。接下来, 在图 6E 中, 可将阳极连接箔 610 电镀上连贯的金属 614, 例如锌, 该金属涂布阳极连接箔 610 的位于阴极凹坑内的暴露部分。接着参见图 6F, 在电镀后将阳极集电掩蔽层 612 从阳极连接箔 610 的底部移除。在后述章节会讨论的一些例子中, 可将不同于金属的材料涂覆到腔中, 所述材料诸如石墨的沉积物、嵌入有金属或半导体层的石墨。

[0138] 图 7A 至图 7F 可示出进行图 6A 至图 6F 所示的方法步骤的另选模式。图 7A 至图 7B 可示出类似于图 6A 至图 6B 所示的过程。层状结构可包括两个层状构造剥离层 702 和 702a, 每端各一个层; 位于层状构造剥离层 702 和 702a 之间的两个层状构造粘合剂层 704 和 704a; 以及位于层状构造粘合剂层 704 和 704a 之间的层状构造芯 706。可制作或购买层状构造剥离层以及粘合剂层, 诸如可商购获得的具有主要衬垫层的压敏粘合剂转移胶带。层状构造粘合剂层可为厚度大约 1-3 毫米的聚偏二氟乙烯 (PVDF) 层, 并覆盖层状构造芯 706。层状构造芯 706 可包含热塑性聚合物树脂, 诸如聚对苯二甲酸乙二酯, 该树脂可例如为大致 3 毫米厚。接着参见图 7B, 可通过激光切割处理在层状构造中切出用于阴极凹坑 708 的腔。在图 7C 中, 可获得阳极连接箔 710, 并且在左侧施加有保护掩蔽层 712。接下来, 在图 7D 中, 可将阳极连接箔 710 电镀上连贯的金属层 714, 例如锌。接着参见图 7E, 通过将图 7B 的层状构造粘附到图 7D 的电镀层 714 可将图 7B 和图 7D 的层状构造结合, 以形成图 7E 所示的新的层状构造。可将图 7B 的剥离层 702a 移除, 以便暴露图 7B 的粘合剂层 704a, 以粘附到图 7D 的电镀层 714 上。接下来参见图 7F, 可将阳极保护掩蔽层 712 从阳极连接箔 710 的底部移除。

[0139] 图 8A 至图 8H 可示出将通电元件实施到生物相容性层状结构的过程, 该层状结构有时在本文中称为层状组件或层合组件, 类似于例如图 6A 至图 6F 以及图 7A 至图 7F 中所示的层状结构。接着参见图 8A, 水凝胶分隔物前体混合物 820 可沉积在层合组件的表面上。在一些实例中, 如图所示, 可将水凝胶分隔物前体混合物 820 施加在剥离层 802 上。接下来, 在图 8B 中, 可将水凝胶分隔物前体混合物 820 刮压 850 到阴极凹坑中, 同时将该混合物从剥离层 802 清除。术语“刮压”一般是指使用平整工具或刮擦工具在表面上涂擦, 并且使流体材料在表面上方移动并进入它们所在的腔中。可使用类似术语“刮刀”式装置或者平整化装置的设备来进行刮压过程, 所述平整化装置诸如可由多种材料制成的刀刃、刀锋等, 所述材料的化学性质可与将要移动的材料一致。

[0140] 可将图 8B 所示的过程进行数次, 以确保涂布阴极凹坑, 并增加所得特征结构的厚度。接下来, 在图 8C 中, 可干燥水凝胶分隔物前体混合物, 以便使材料从水凝胶分隔物前体混合物蒸发, 所述材料通常可为各种类型的溶剂或稀释剂; 然后, 可将所分配和施加的材料固化。在一些实例中, 将图 8B 和图 8C 中示出的过程组合来进行重复也可为可行的。在一些实例中, 水凝胶分隔物前体混合物可通过暴露于热来固化, 而在其他实例中则可通过暴露于光子能量来进行固化。在其他实例中, 固化可涉及暴露于光子能量和热两者。可存在固化水凝胶分隔物前体混合物的多种方式。

[0141] 固化的结果可为使水凝胶分隔物前体材料形成到阴极凹坑壁以及接近阳极或阴极特征结构的表面区域, 所述特征结构在本实例中可为阳极特征结构。将该材料粘附到腔的侧壁可用于分隔物的隔离功能。固化的结果可为形成脱水聚合的前体混合物浓缩物 822,

可仅将其视为电池的分隔物。接着参见图 8D, 阴极浆料 830 可沉积在层状构造剥离层 802 的表面上。接下来, 在图 8E 中, 可将阴极浆料 830 刮压到阴极凹坑中以及脱水聚合的前体混合物浓缩物 822 上。可将阴极浆料移动到其在腔中的所需位置, 同时在很大程度上将其从层状构造剥离层 802 清理干净。可将图 8E 的过程进行数次, 以确保阴极浆料 830 涂布在脱水聚合的前体混合物浓缩物 822 的顶部。接下来, 在图 8F 中, 可将阴极浆料干燥, 以在脱水聚合的前体混合物浓缩物 822 顶部上形成隔离的阴极填充物 832, 该填充物将阴极凹坑的剩余部分填满。

[0142] 接着参见图 8G, 可将电解质制剂 840 添加到隔离的阴极填充物 832 上, 并且使隔离的阴极填充物 832 与脱水聚合的前体混合物浓缩物 822 水合。接下来, 在图 8H 中, 可通过移除剩余的层状构造剥离层 802 并将阴极连接箔 816 按压就位来将该阴极连接箔 816 粘附到剩余的层状构造粘合剂层 804。所得放置可使水合阴极填充物 842 被覆盖, 并且建立到阴极填充物 842 的电接触, 作为阴极集流体和连接方式。

[0143] 图 9A 至 9C 可示出图 7D 中所示的所得层合组件的另选实例。在图 9A 中, 可获得阳极连接箔 710, 并且在一侧施加有保护掩蔽层 712。可按照类似于先前附图中描述的方式将阳极连接箔 710 镀上连贯的金属层 714, 例如锌。接着参见图 9B, 可不使用如图 8E 所示的刮压方法来施加水凝胶分隔物 910。可通过多种方式来施加水凝胶分隔物前体混合物, 例如可通过物理粘附来粘附混合物的预制膜, 或者, 可通过旋涂工艺来分配该水凝胶分隔物前体混合物的稀释混合物, 然后将其调整到所需厚度。另选地, 可通过喷涂或任何其他等效处理来施加材料。

[0144] 接下来, 在图 9C 中, 示出了形成水凝胶分隔物节段的处理, 所述水凝胶分隔物节段可用作围绕分隔物区域的容纳构造。该处理可形成限制材料流动或扩散的区域, 所述材料诸如所形成的电池元件的内部结构外的电解质。因此, 可形成各种类型的此类阻挡特征结构 920。在一些实例中, 阻挡特征结构可对应于分隔物层的高度交联区域, 该区域在一些实例中可通过在阻挡特征结构 920 的期望区域中增加对光子能量的暴露而形成。在其他实例中, 在水凝胶分隔物材料固化前将材料添加到该水凝胶分隔物材料, 以形成区域性差别的部分, 该部分一经固化就变成阻挡特征结构 920。。在其他实例中, 可在固化前或固化后通过多种技术来移除水凝胶分隔物材料的区域, 所述多种技术包括例如对采用掩蔽来限定区域范围的层进行化学蚀刻。移除材料的区域本身可形成阻挡特征结构, 或者, 可将材料添加回空隙来形成阻挡特征结构。可通过若干方法进行不透水段的处理来形成空隙, 所述方法包括图像输出处理、增加交联、重光定量 (heavy photodosing)、回填, 或者省略水凝胶粘附。在一些实例中, 示出为由图 9C 的处理所得类型的层状构造或组件可形成为不具有阻挡特征结构 920。

[0145] 聚合电池元件分隔物

在一些电池设计中, 可能由于多种原因而不使用分立的分隔物(如先前部分所述), 诸如成本、材料的可用性、材料的质量, 或一些作为非限制性实例的材料选项的处理复杂性。在这种情况下, 例如已在图 8A 至图 8H 的过程中示出的浇铸分隔物或现场成型分隔物可提供所需的优点。尽管淀粉或糊料分隔物已成功商用于 AA 和其他形式的勒克朗谢电池或碳锌电池中, 但此类分隔物可在某种程度上不适合用于层状微电池的某些实例。需要特别注意用于本公开电池中的任何分隔物的几何结构的均匀性和一致性。可能需要精确控制分

隔物的体积,以有助于随后准确加入已知的阴极体积并随后实现一致的放电容量和电池性能。

[0146] 用于实现均匀的、机械上坚固的现场成型分隔物的方法可为使用可紫外光固化的水凝胶制剂。多种水不可透过的水凝胶制剂在各个行业例如接触镜片行业可为已知的。接触镜片行业中常见的水凝胶的实例可为聚(甲基丙烯酸羟乙酯)交联的凝胶,或简称为pHEMA。对于本公开的多种应用,pHEMA可具有用于勒克朗谢电池和锌碳电池的许多有吸引力的性质。在水合状态下,pHEMA通常可保持大约30-40%的水含量,同时保持大约100psi或更大的弹性模量。此外,本领域的技术人员可通过引入附加的亲水性单体(例如甲基丙烯酸)或聚合物(例如聚乙烯吡咯烷酮)组分来调整交联水凝胶的模量和水含量性质。这样,可通过配置来调整水含量,或更具体地,水凝胶的离子渗透性。

[0147] 在一些实例中,特别有利的是,可浇铸且可聚合的水凝胶制剂可包含一种或多种有助于加工的稀释剂。稀释剂可被选择成为挥发性的,使得可浇铸的混合物可被刮压到腔中,然后允许干燥足够的时间来移除挥发性溶剂组分。干燥后,可通过暴露于适当波长的光化辐射来引发本体光聚合,诸如对于选定的光引发剂诸如CGI 819使用420nm的蓝色紫外光。挥发性稀释剂可有助于提供所需的应用粘度,以便有助于在腔中浇铸可聚合材料的均匀层。挥发性稀释剂,特别是强极性单体被加入制剂中的情况下,也可提供有利的表面张力降低效应。对实现在腔中浇铸可聚合材料的均匀层而言重要的另一个方面可为应用粘度。常见的小摩尔质量活性单体通常不具有非常高的粘度,其粘度通常可仅为几个厘泊。为了给可浇铸且可聚合的分隔物材料提供有益的粘度控制,可选择已知与所述可聚合材料相容的高摩尔质量聚合物组分加入制剂中。可适合加入示例性制剂中的高摩尔质量聚合物的实例可包括聚乙烯吡咯烷酮和聚环氧乙烷。

[0148] 在一些实例中,如前所述,可浇铸、可聚合的分隔物可有利地被施加到设计的腔中。在另选的实例中,在聚合时可没有腔。相反,可浇铸、可聚合的分隔物制剂可被涂覆在含有电极的基底上,例如图案化的镀锌黄铜,并且随后使用光掩模暴露于光化辐射,以便在目标区域选择性地聚合分隔物材料。然后可通过暴露于适当的清洗溶剂来移除未反应的分隔物材料。在这些实例中,分隔物材料可被指定为可光图案化的分隔物。

[0149] 一次电池实例

在一些处理具有沉积分隔物的生物相容性通电元件的例子中,可形成一次电池。典型的一次电池的特征可在于其单次使用的性质。在与层状处理一致的实例中,电池可形成为具有如下特征,并且元件示于以下表格中。

[0150]

元件	材料
阴极集流体	钛箔
阴极电极(浆料)	包含电解二氧化锰和碳的浆料
分隔物	水凝胶
阳极电极	电沉积锌
阳极集流体	黄铜箔
层合物	具有粘合剂的聚对苯二甲酸乙二酯芯
电解质	ZnCl ₂ /NH ₄ Cl 底料

可有许多符合本发明的阴极化学物质制剂。作为非限制例子,制剂可在石墨混合物中包含电解二氧化锰。在一个例子中,可将喷射研磨的电解二氧化锰(JMEMD)和得自Timcal

的KS6石墨(TIMCAL TIMREX® KS6 原人造石墨)按80%JMEMD与20%KS6的重量比混合形成粉末混合物。可以多种方式进行混合。例如,可通过将上述两种粉末长时间地研磨约数分钟到数小时来混合JMEMD和KS6。在一些例子中,可将所得的粉末混合物与溶于甲苯溶液的10%聚异丁烯(PIB)混合。可将聚异丁烯级的B50与甲苯按大致10份PIB B50比90份甲苯(按重量计)混合形成10%的PIB溶液。可将10%的PIB与附加量的甲苯混合,再与JMEMD/K6粉末混合配制成用于阴极处理的浆料。混合伊始,这些材料可为约1.5份的PIB B50/甲苯溶液。然后,可向其中添加约2.3份的甲苯。最后,添加4.9份的JMEMD/KS6粉末来完成混合。这可得到如下混合物,所述混合物含有约1.7%的PIB、45%的JMEMD和11%的KS6,其余部分为甲苯。可持续进行混合,直至形成具有糊状稠度的均一浆料。可改变系统中溶剂(在一个例子中是甲苯)的量,以影响所形成的浆料的特性,而在其他例子中,浆料中PIB B50的相对含量可不同于本实例。

[0151] 继续说明一次电池的例子,可以本公开所讨论的方式由前体混合物形成水凝胶分隔物。在一个例子中,可通过混合甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA)、乙二醇二甲基丙烯酸酯(EGDMA)及聚乙烯吡咯烷酮(PVP)形成前体混合物。可将其他诸如光引发剂的成分添加到混合物中。示例性的光引发剂可为购自包括Irgacure® 819的商业制剂的苯基双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)-氧化磷,在本文中也可称作“CGI 819”。还存在多种可以不同的量使用以达到混合物所需的流变特性的溶剂。在非限制性例子中,2-丙醇可用作合适的溶剂。

[0152] 许多关于生物相容性通电装置元件(诸如阴极和阴极浆料)的综述性讨论都有与一次电池元件相关的例子,并且可预计这些各种元件的变化形式和例子包括本说明书中其他一次电池元件的例子。

[0153] 在一些例子中,可通过将锌电沉积到阳极集流体材料上形成锌阳极。在其他例子中,如前所讨论的,电沉积可通过层合结构发生在阳极集流体材料的仅暴露部分之间。可有许多沉积阳极材料的方式,例如,层合或金属包覆;并且,其他电池系统可采用除锌以外的其他化学物质,作为非限制性例子,诸如银。

[0154] 电池可包括各种类型的电解质制剂。电解质中可包括氢氧化物的碱溶液。然而,在生物相容性电池的一些例子中,可利用低碱性电解质制剂。本发明使用的电解质可包括氯化锌、乙酸锌、乙酸铵、氯化铵及质量浓度为大约0.1%至30%的类似盐类。另外,可将表面活性剂添加到电解质制剂中以(例如)改善润湿或减少腐蚀。示例性表面活性剂可包括浓度为0.01%至2%的Triton™ X-100、Triton™ QS44和Dowfax™ 3B2。例如,可将Triton™ X-100添加到氯化锌、氯化铵溶液中。电解质制剂的一个例子可为:20%的氯化锌、500ppm的Triton® QS-44、200ppm作为醋酸铟提供的正三价铟离子,以及平衡水。

[0155] 二次电池实例

已描述于本公开的结构和制造工艺可大体上用于二次电池的生产。可有许多涉及二次电池元件的考虑,其可不同于针对一次电池元件进行的考虑。电池元件的充电过程可导致电池元件的膨胀和收缩,因此在一些实施例中可调整特征结构和容纳层的尺寸以及电池的组成。当电极离子在充电循环以及随后的放电循环期间围绕装置运动时,使用电解质的胶凝化聚合物层可获得占据膨胀和收缩方面的一部分的层。如在先前的一些论述中所提及,在一些情况下,气体也可能在通电装置中逐渐形成。可具有多种结构装置以适应气体在装

置中的积聚,包括气体从装置中扩散的能力以及胶状聚合物层适应由气体形成而造成的体积膨胀的一部分的能力。

[0156] 在二次电池中,根据该装置是在充电还是在放电,阳极层和阴极层的名称可发生变换,并且可被视为第一电极和第二电极。因此,结合电池单元是否正被充电使得其被视为电解槽或是否其正被放电使得其被视为原电池来参考阳极和阴极可为有用的。因此,当被称为电极作原电池的阴极时,第一电极结构将用于自发地接收来自外部连接电路的电子。同样,电解槽的阴极在物理上为二次电池中的第二电极,该第二电极从外部充电元件接受电子。

[0157] 尽管在一些实例中,使用氧化锌和氧化锰电极的那类电池可用作二次电池,但是还有二次电池的许多更为常见的实例。在一般的二次电池中,锂离子可构成储存能量的化学物质。可有许多在锂离子电池中形成电极的方式。在根据本发明的这一类装置中,有许多可存在于原电池阳极中的嵌锂化合物。例如,阴极浆料可包括锂镍锰钴氧化物、锂锰氧化物和磷酸铁锂等等。

[0158] 第二电极可为原电池的阳极,并且在一些实例中,可由石墨或其他形式的碳形成或可涂覆有石墨或其他形式的碳。在其他例子中,可使用各种形式的沉积硅。采用针对原电池所讨论的电镀锌的相似方式,可将硅电镀到整个基底的区域或平坦层。电镀硅可形成于集流体金属接触层上,该层在一些实例中可具有铂、钛或薄层硅的表面涂层。作为非限制性例子,在包括 SiCl_4 、 SiHCl_3 、 SiBr_4 、 $\text{Si}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$ 或 $\text{Si}(\text{OOCCH}_3)_4$ 的非水介质中可电镀电极材料。在其他实例中,石墨或硅层可被溅射沉积至集流体表面,从而以与图 7D 所示相类似的方式来形成第二电极区。

[0159] 可采用与先前有关层合处理的讨论一致的方式将电极形成到金属片上。这些电极和金属片可形成基极层,即,在形成腔的层合层下方。同样,在形成阴极且将电池填充电解质之后,可用其他集流体覆盖层合结构。

[0160] 要形成电解质溶液,通常可将锂盐溶解在非水溶剂系统中。因此,这些非水溶剂系统可与多种粘合剂层以不同的方式相互作用,同时由于电池装置中密封的完整性很重要,因此根据非水溶剂使用的需要可替换选择的粘合剂系统。在掺入了聚合物电解质的锂聚合物装置中胶凝形式的聚合物电解质是为人熟知的。在某些类型的二次电池中,可由诸如 PVDF 或聚(丙烯腈)的聚合物形成聚合的分隔物,对于这种类型的二次电池可采用从用液体前体填充腔入手来形成分隔物的方法。在一些实例中,可使用水凝胶形成前体,其中聚合物和与锂电池一致的常规盐进行胶合。

[0161] 例如,在非限制性实例中,分隔物前体可在非水溶剂中与六氟磷酸锂混合,该非水溶剂诸如作为非限制实例的碳酸亚乙酯、碳酸二甲酯和碳酸二乙酯。所得胶凝化层可通过过量的溶剂来形成,以允许产生如前所述的与水凝胶前体处理相关的收缩。

[0162] 在特定的非限制实例中,基于腔的层合结构可被形成,如已在先前层合处理的论述中所述,其中底层可为集流体,石墨或硅层已附接到该集流体上。如前所述,粘附到集流体的层合层可具有形成于其中的腔。在非限制性实例中,可通过将约二比一比例的聚偏氟乙烯(PVDF)和聚二甲基硅氧烷(PDMS)混合到包含 N,N-二甲基乙酰胺(DMAc)和甘油的容积混合物中来形成铸膜液。DMAc 与丙三醇的比例是可变的并可影响特性诸如所得分隔物层的孔隙率。可使用过量的溶剂混合物来得到腔中所得层的收缩,从而形成薄的分隔物层。

在一些例子中,特别是在高水平溶剂的例子中,可改变层合结构的粘合系统,来优化其与DMAc-丙三醇溶剂系统的一致性。在进行了将浇铸溶液刮压进入限定腔的刮压处理之后,可将所得的结构在室温或高温下干燥一段时间。其他分配浇铸溶液的方式可与本文描述的方法一致。然后,可将该结构浸入室温水浴 20-40 小时以允许丙三醇从分隔物层溶解出来,得到具有所需孔隙率的层。然后可将所得结构在真空环境中干燥 20-40 小时。

[0163] 在一些例子中,可通过将所得分隔物层暴露于电解质溶液来处理。在非限制性实例中,在碳酸亚乙酯(EC)/碳酸二甲酯(DMC)和碳酸甲乙酯(EMC)的约 1/1/1 混合物中的 1 摩尔六氟磷酸锂溶液可被形成并分散于腔中。在其他一些例子中,在腔中形成阴极以后可发生阴极暴露于电解质。

[0164] 在一个不同类型的例子中,可采用如图 4A 至图 4N 所概述的方式形成层合结构。可将分隔物,诸如 Celgard 膜,切割成间隙隔离层中一定大小的特征结构然后置于层合结构中,而非将分隔物填充到腔中。也可将放置的分隔物先暴露于电解质中进行处理,再进一步用“阴极浆料”进行处理。

[0165] 所得结构现已准备好接受采用阴极浆料的处理。可使用许多包含不同类型锂化合物的阴极浆料,但是其他不同于锂的化学物质类型也是可用的。在一个非限制性例子中,可使用基于磷酸铁锂(LiFePO₄)的浆料。在一些例子中,可通过首先在去离子水中混合羧甲基纤维素钠形成磷酸铁锂浆料。然后可将包含磷酸铁锂和导电剂(诸如人造石墨与炭黑)的粉末添加至所得混合物中并继续混合。接下来,可通过添加丁苯橡胶并且充分混合来形成进一步精炼的浆料。然后可将该浆料以如本公开所述的方式(诸如通过使用刮压处理)加工成腔结构。可调节浆料的流变特性以优化基于橡皮扫帚的填充(filing)过程的完整性,例如通过添加或移除溶剂,或通过调节所添加的丁苯橡胶的相对量。然后可将所得填充结构在真空环境中干燥 20-40 小时。

[0166] 在一些例子中,可通过将所得阴极和分隔物层暴露于电解质溶液来处理。在非限制性实例中,在碳酸亚乙酯(EC)/碳酸二甲酯(DMC)和碳酸甲乙酯(EMC)的约 1/1/1 混合物中的 1 摩尔六氟磷酸锂溶液可被形成并分散于腔中。在一些例子中,可在压力处理或真空处理的协助下将电解质添加到阴极,以促进电解质混合物扩散到层中。

[0167] 可在从层合结构移除剥离层后,将第二集流体层附接到层合结构。粘附的集流体可接触沉积的浆料并提供所述金属集流体与所述电解质注入的阴极之间的电接触,从而得到电池结构。

[0168] 生物医疗装置可例如为植入式电子装置,诸如起搏器和微能源采集器、用于监测和/或测试生物功能的电子药丸、具有活性部件的外科装置、接触镜片、微型泵、去纤颤器、支架等。

[0169] 已描述了具体实例以示出生物相容性通电元件的成形、成形方法和成形装置的示范实施例,其中所述通电元件包括分隔物。这些实例用于所述举例说明,而无意以任何方式限制权利要求书的范围。因此,说明书旨在涵盖对于本领域技术人员可能显而易见的全部实施例。

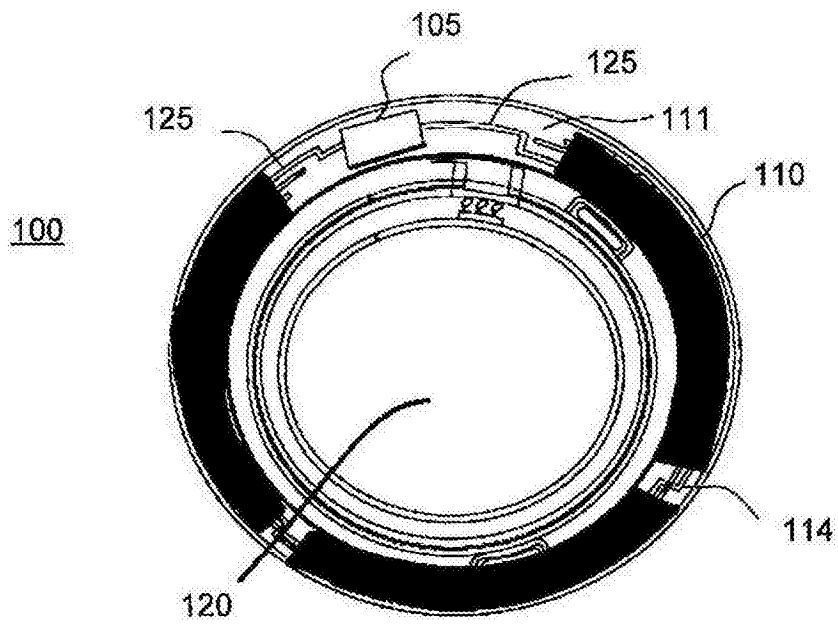


图 1A

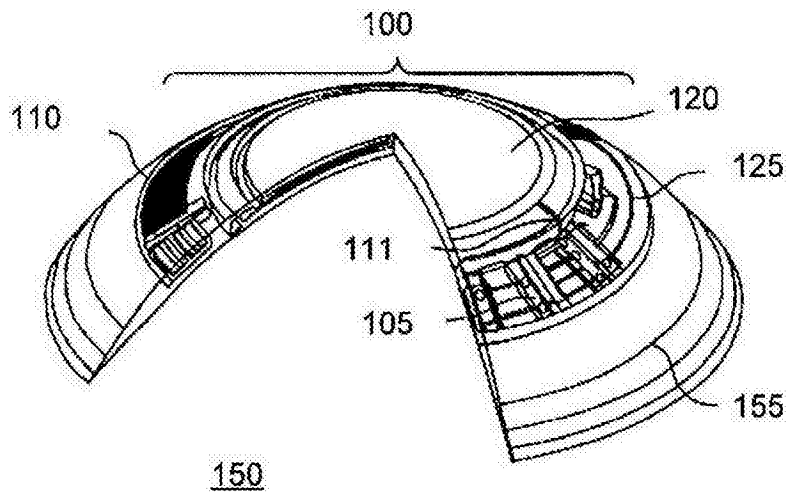


图 1B

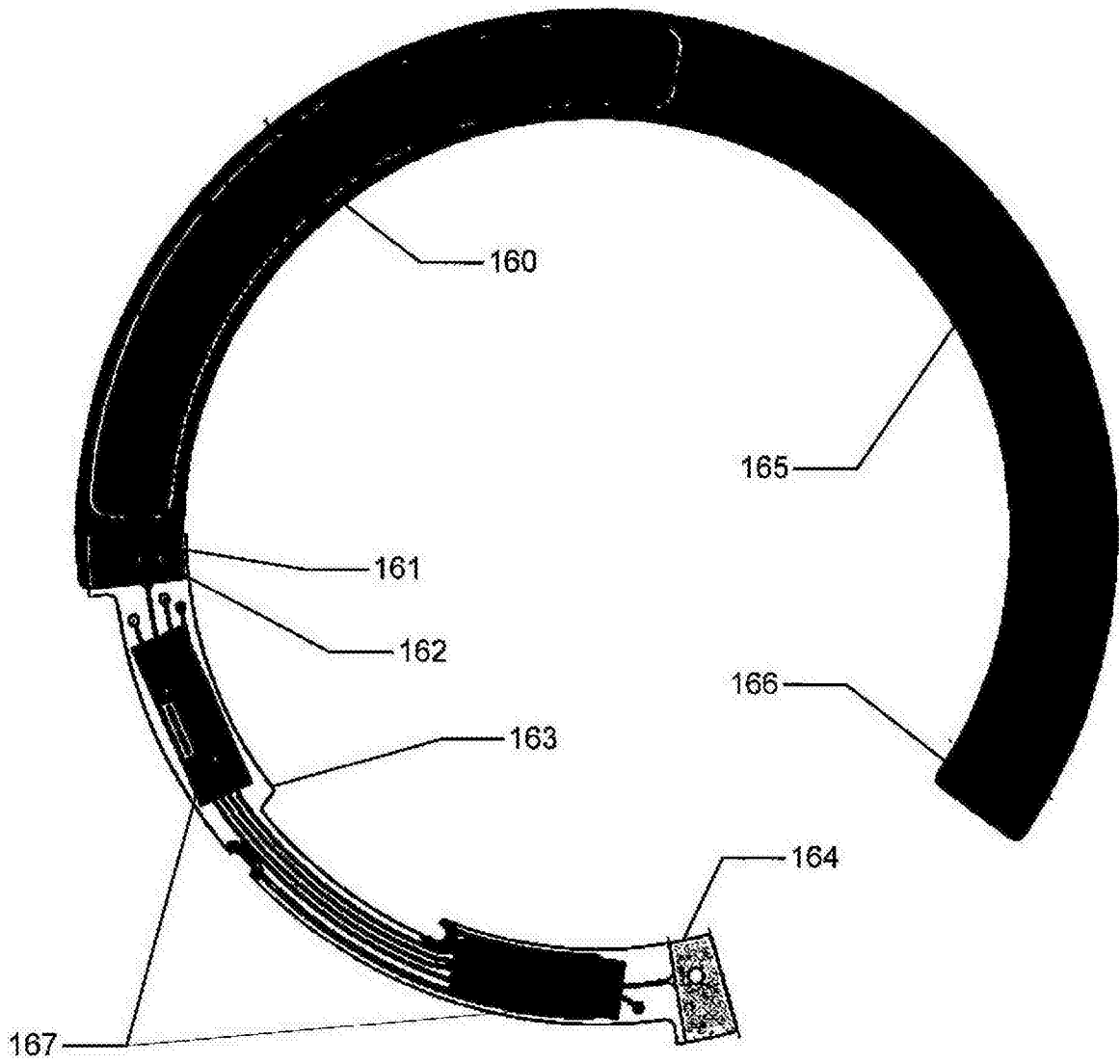


图 1C

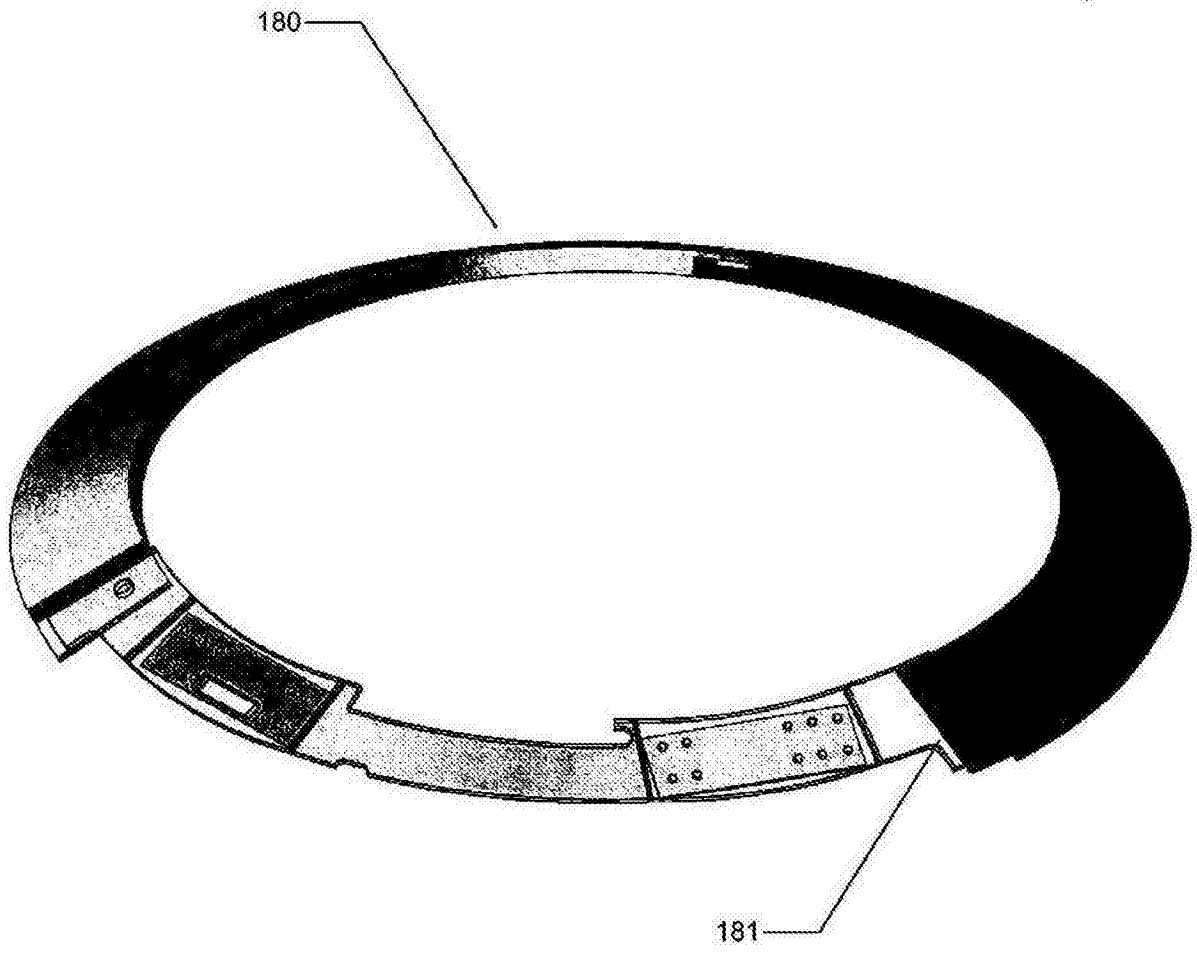


图 1D

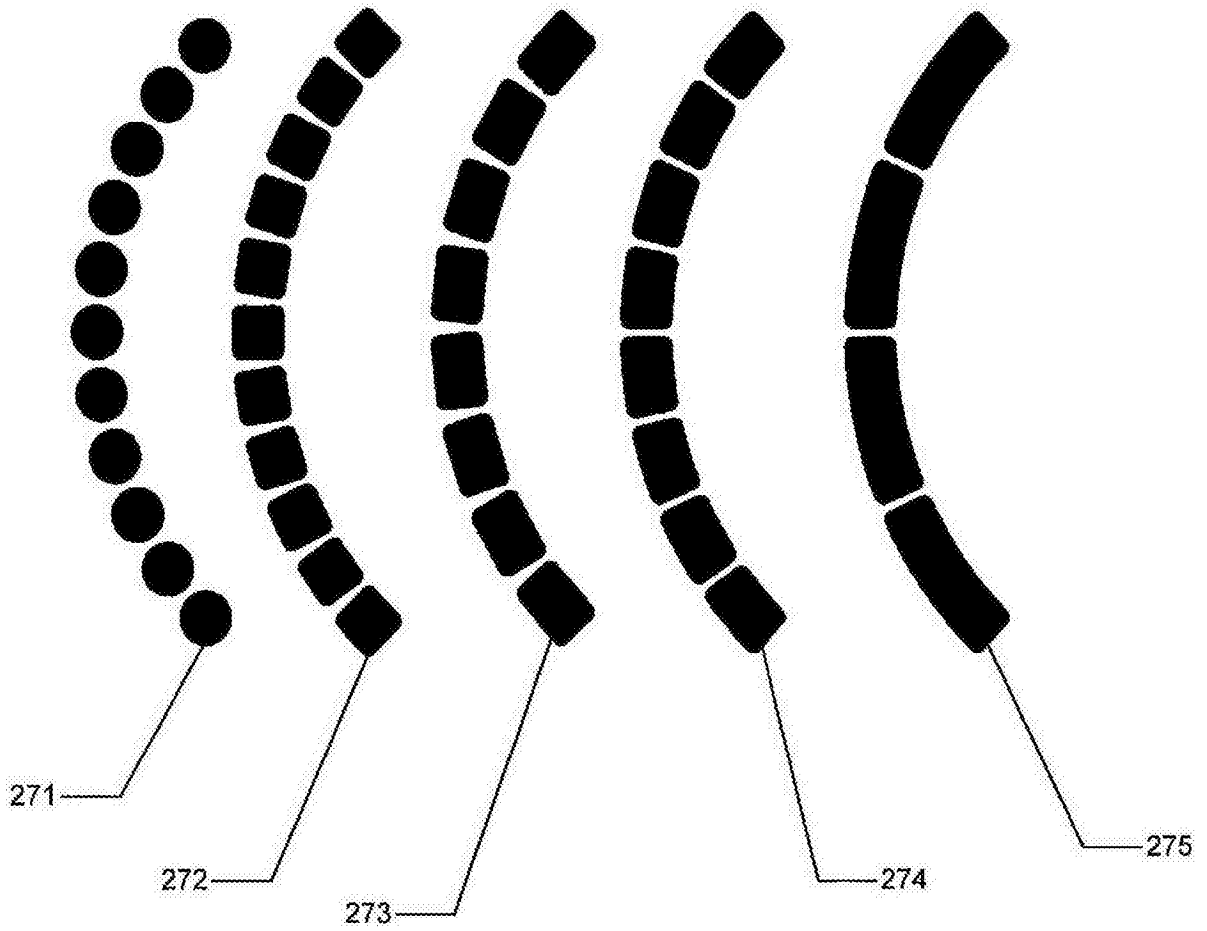


图 2

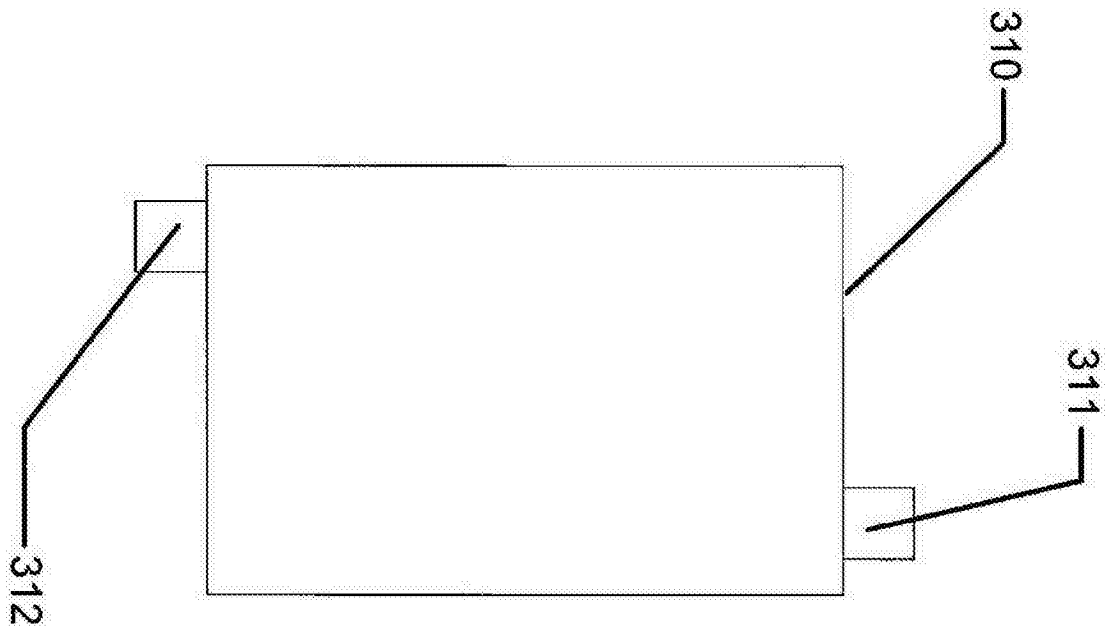


图 3A

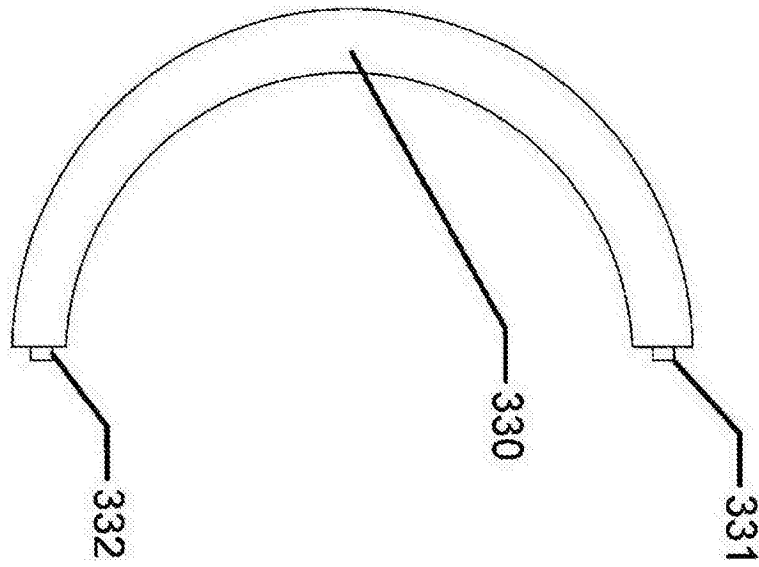
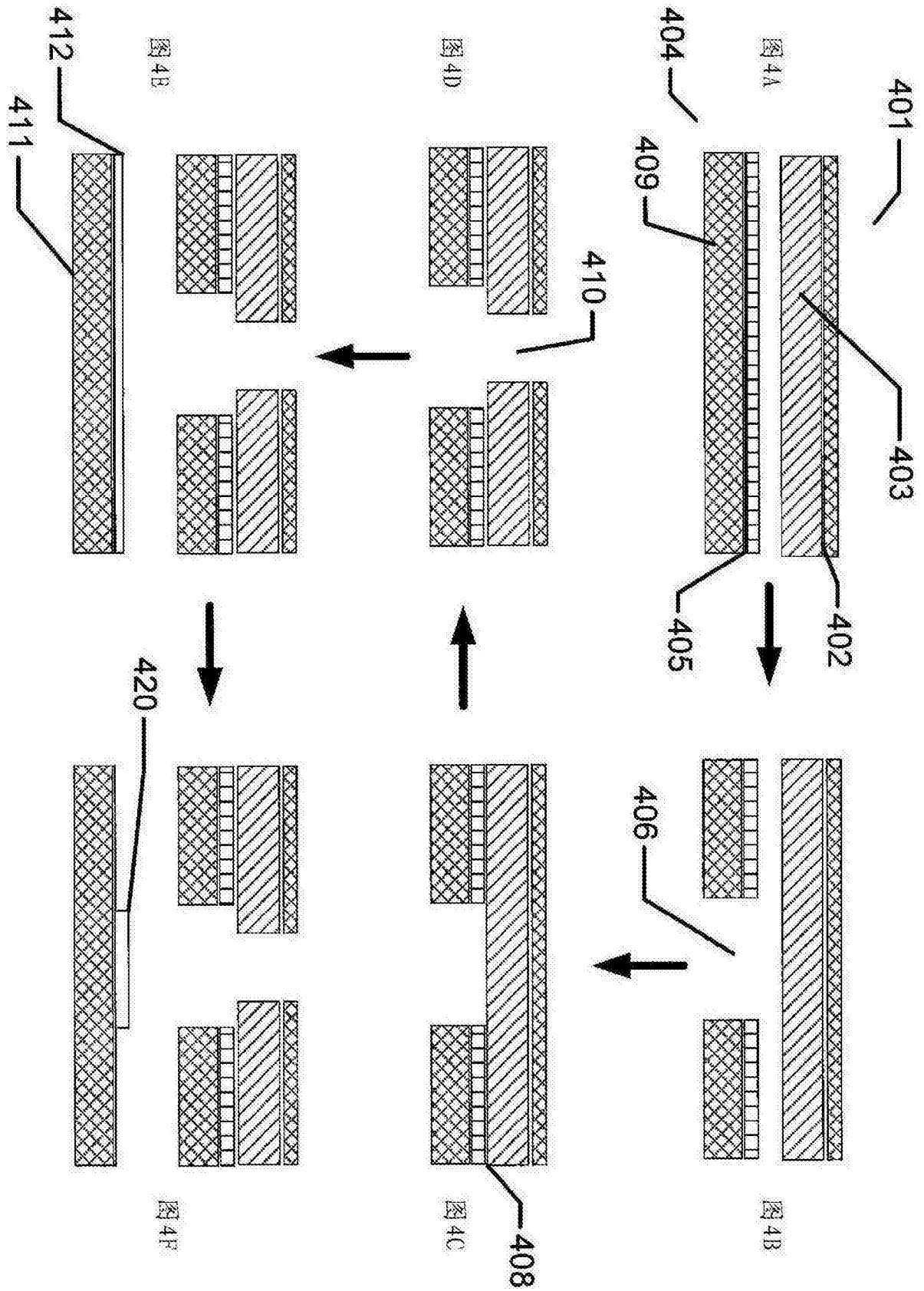
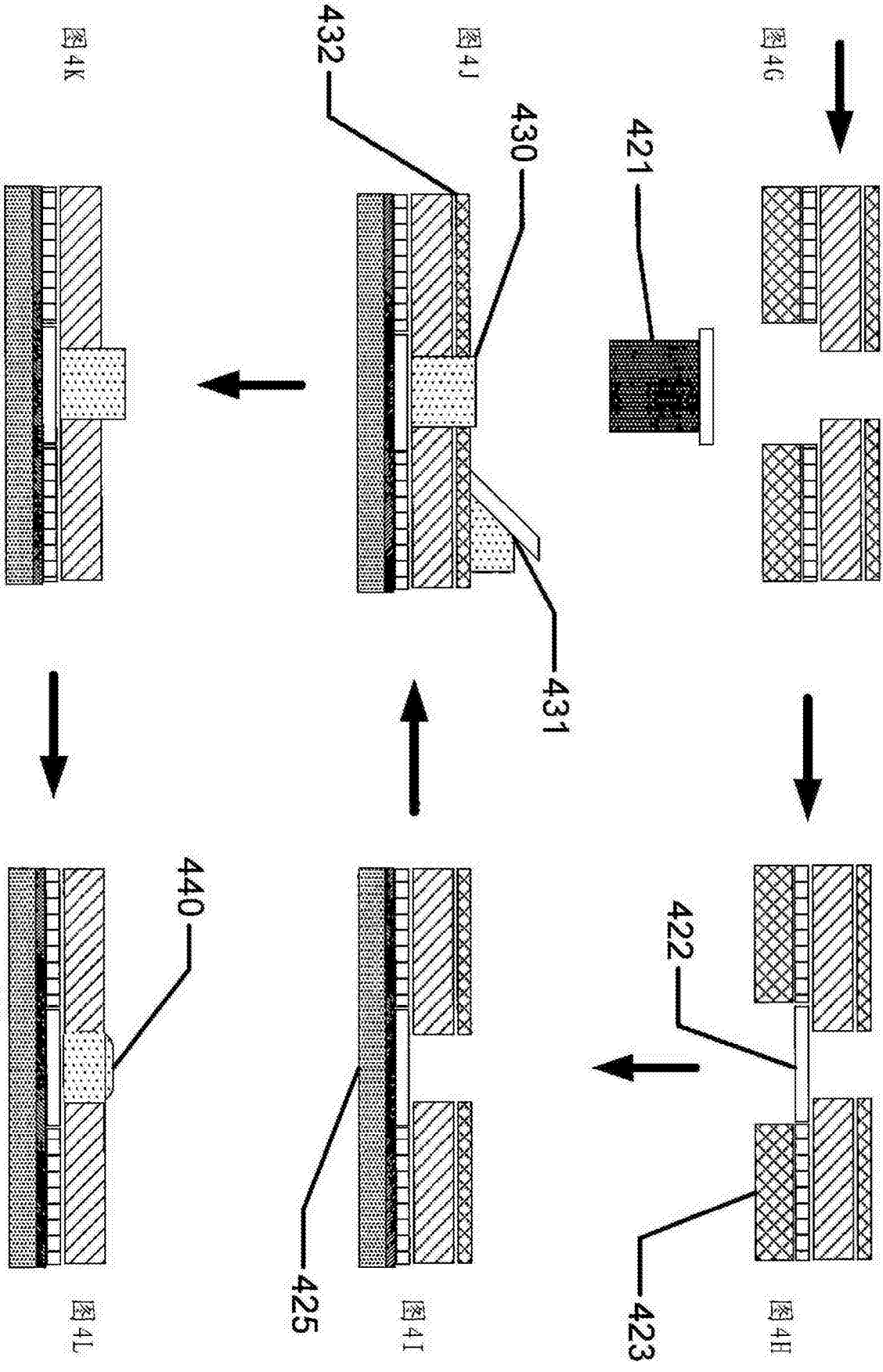
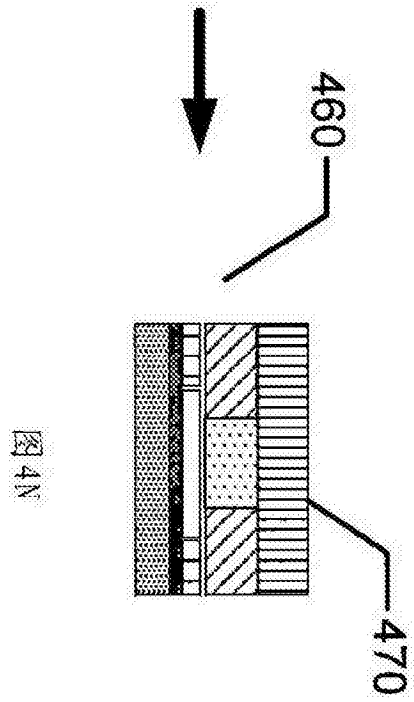
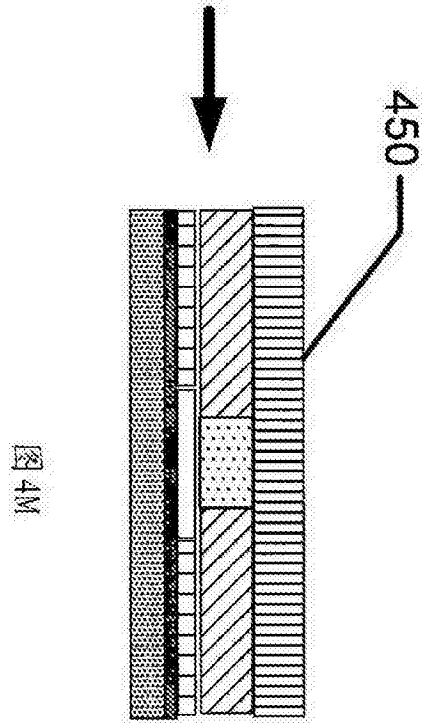


图 3B







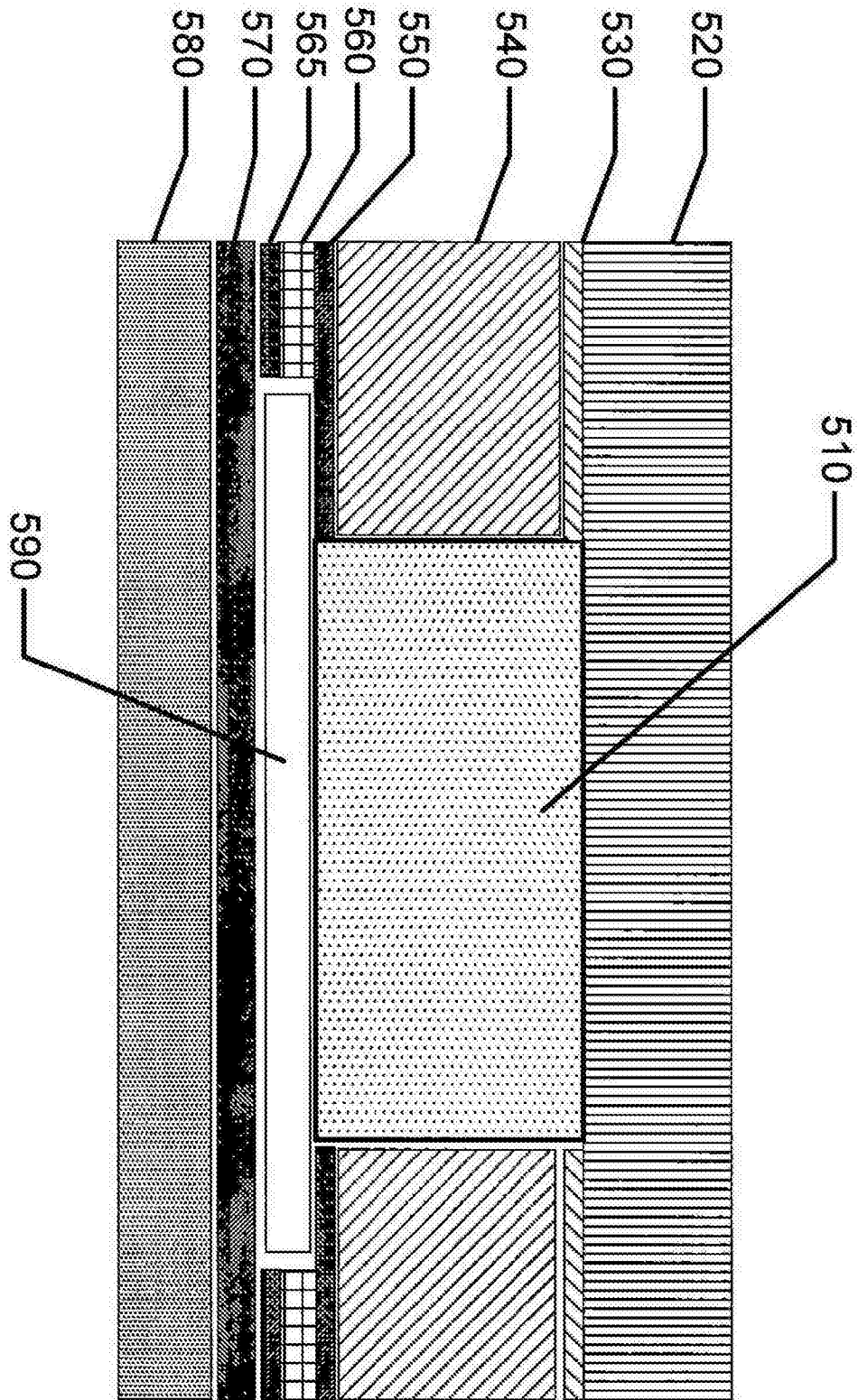
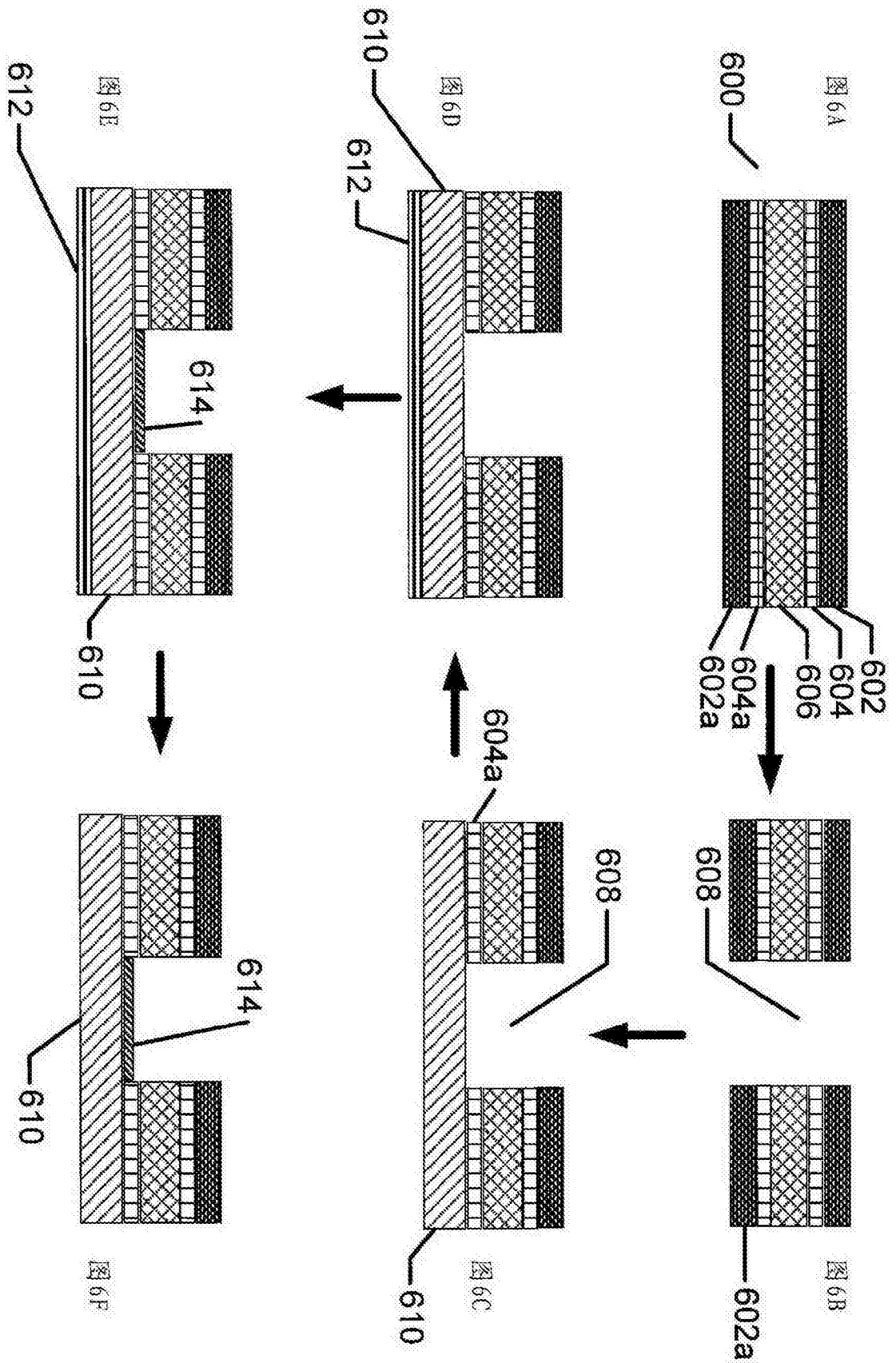
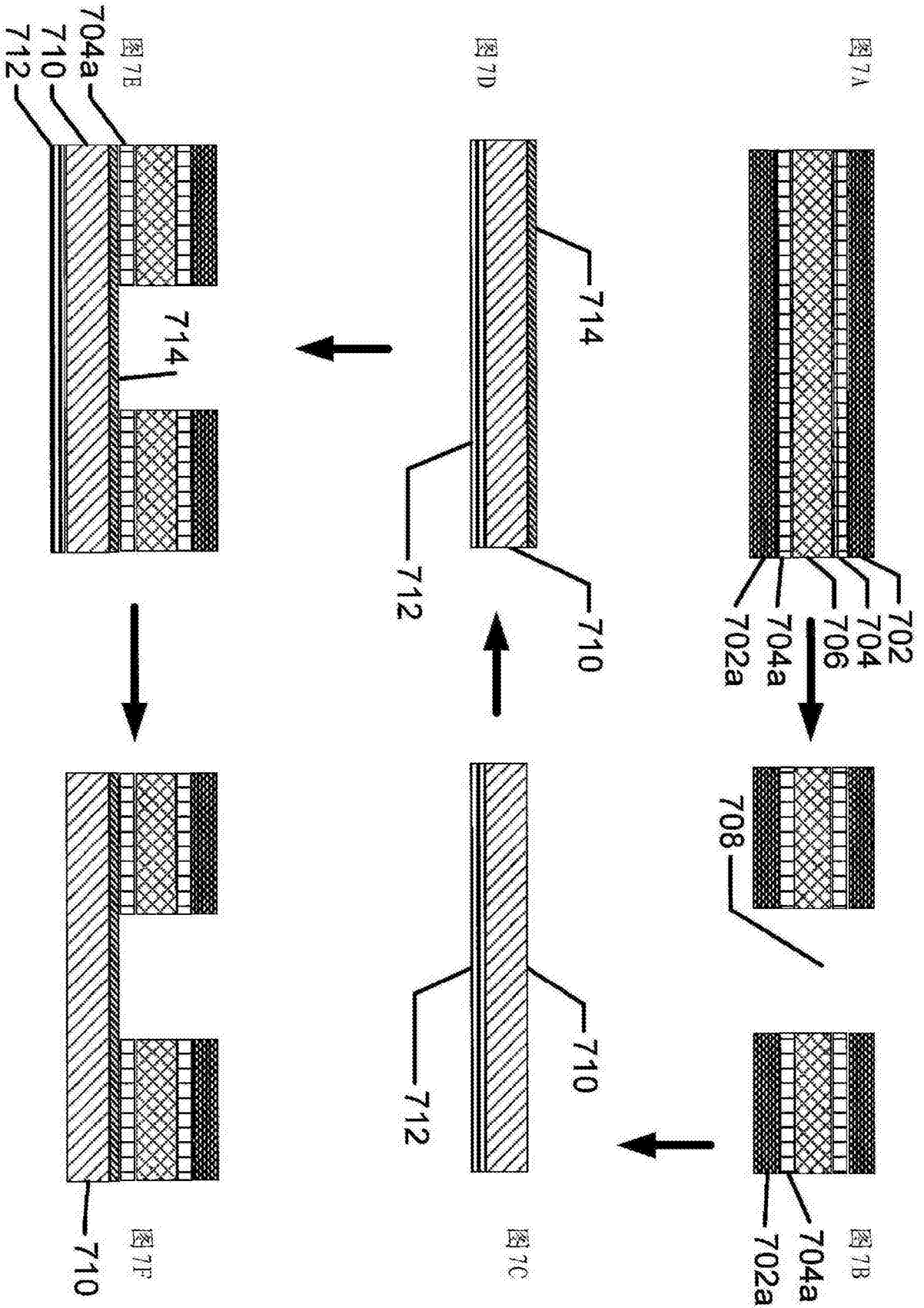
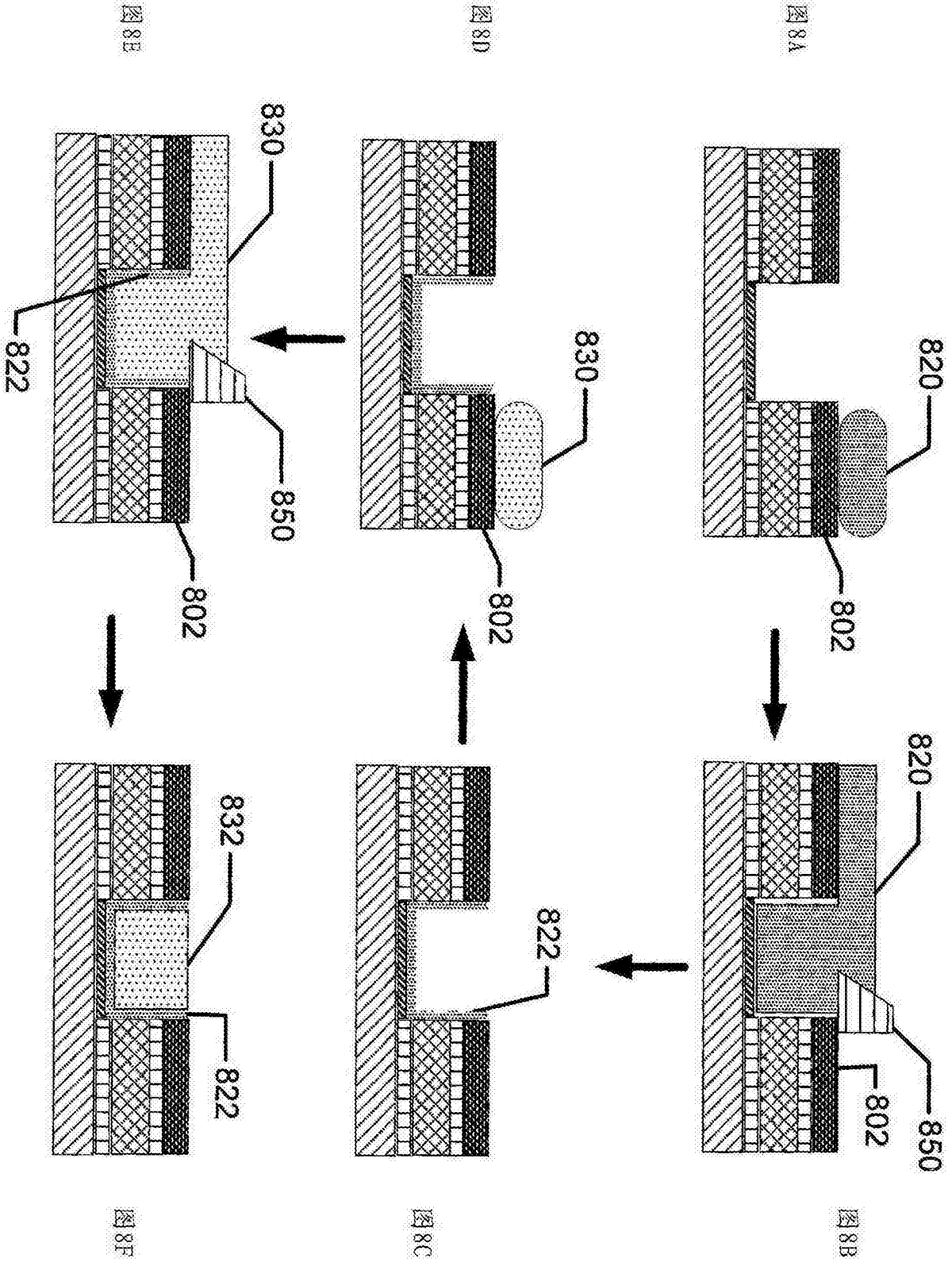


图 5







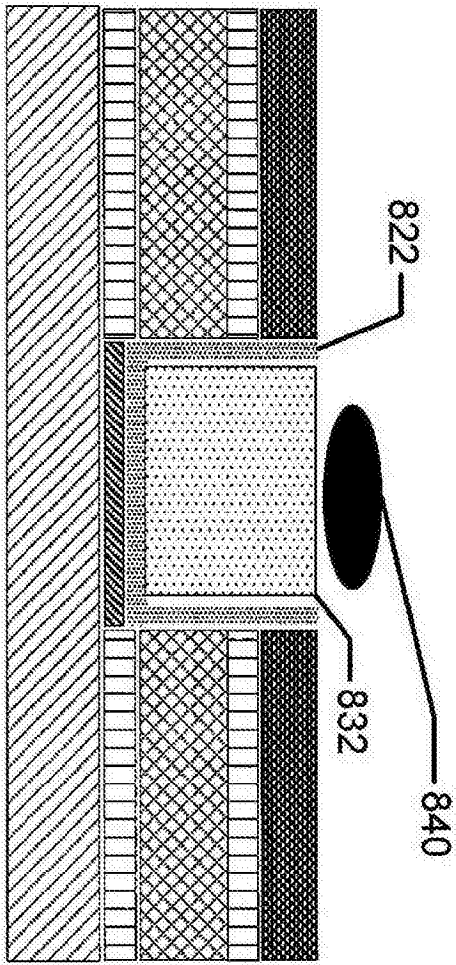


图 8G

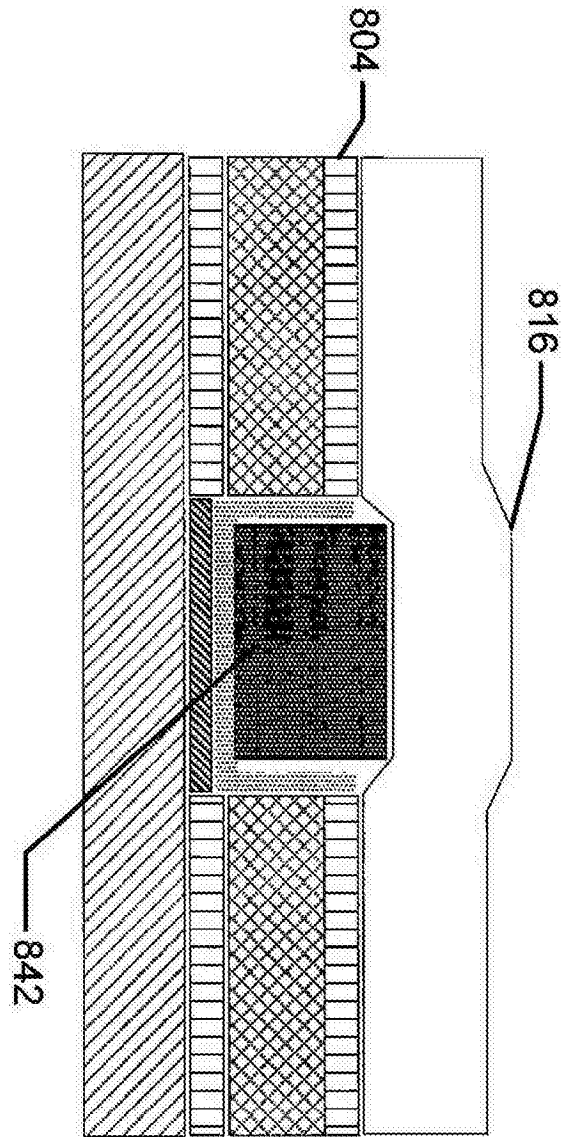


图 8H

