



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104823321 B

(45)授权公告日 2017.07.14

(21)申请号 201380062314.8

(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 104823321 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(30)优先权数据
61/714,004 2012.10.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.05.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/065045 2013.10.15

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/062676 EN 2014.04.24

(73)专利权人 CYMBET公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 斯图尔特·K·莎士比亚

斯坦利·J·斯塔尼斯洛斯基

马修·E·弗拉特兰德

斯蒂芬·W·唐尼 摩根·J·托马

(74)专利代理机构 北京德恒律治知识产权代理
有限公司 11409

代理人 章社杲 李伟

(51)Int.Cl.
H01M 10/0585(2006.01)
H01M 2/10(2006.01)

(56)对比文件
US 2009/0057136 A1,2009.03.05,
US 2009/0208671 A1,2009.08.20,
US 2002/0197535 A1,2002.12.26,
US 6280875 B1,2001.08.28,
CN 1945881 A,2007.04.11,

审查员 王翠莲

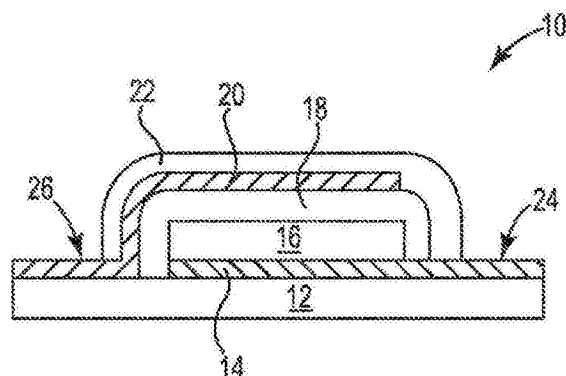
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

包含玻璃或陶瓷基底的薄膜电池

(57)摘要

一种薄膜电池,包括玻璃或陶瓷基底,该基底的热膨胀系数(CTE)为约7ppm/K至约10ppm/K;连续的金属或金属氧化物阴极集流体,其厚度小于约3 μm,该阴极集流体位于该玻璃或陶瓷基底之上;阴极材料层在阴极集流体之上,该阴极材料层包含锂过渡金属氧化物,该锂过渡金属氧化物是厚度为约10 μm至约80 μm的连续膜;位于该阴极材料层之上的LiPON电解质层,其厚度为约0.5 μm至约4 μm;以及具有任意阳极材料的阳极集流体。对该电池的制造和使用方法进行了描述。



1. 一种薄膜电池,包括:
 - a) 玻璃或陶瓷基底,其热膨胀系数为7ppm/K至10ppm/K;
 - b) 连续金属或金属氧化物阴极集流体,其厚度小于3 μm ,所述阴极集流体位于所述玻璃或陶瓷基底之上;
 - c) 包含锂过渡金属氧化物的阴极材料层,所述锂过渡金属氧化物是厚度为10 μm 至80 μm 的连续膜,所述阴极材料层位于所述阴极集流体之上;
 - d) 厚度为0.5 μm 至4 μm 的LiPON电解质层,其覆盖于所述阴极材料层之上;以及
 - e) 阳极集流体。
2. 根据权利要求1所述的薄膜电池,其中,所述基底为玻璃。
3. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述玻璃或陶瓷基底的厚度为20 μm 至50 μm 。
4. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述阴极材料层包含锂过渡金属氧化物,所述锂过渡金属氧化物选自自由LiCoO₂、LiFePO₄、LiMnO₂、LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O₂及其混合物组成的组。
5. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述阴极材料层中的唯一的锂过渡金属氧化物是LiCoO₂。
6. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述阴极材料层的厚度为15 μm 至50 μm 。
7. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述阴极材料层在500 $^{\circ}\text{C}$ 至800 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下退火。
8. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述阴极材料层在650 $^{\circ}\text{C}$ 到750 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下退火。
9. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述金属或金属氧化物阴极集流体选自自由铜、铝、镍、铁、金、银、铂、钼、钛、锰、铟、金属合金、氧化物及其组合所组成的组。
10. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述金属或金属氧化物阴极集流体中的金属的热膨胀系数为6ppm/K至12ppm/K。
11. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述金属或金属氧化物阴极集流体中的金属的热膨胀系数为7ppm/K至10ppm/K。
12. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述金属或金属氧化物阴极集流体为铟锡氧化物。
13. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述金属或金属氧化物阴极集流体为铂。
14. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述金属或金属氧化物阴极集流体为铝。
15. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,所述电池进一步包括阳极。
16. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述玻璃或陶瓷基底有两个主要表面,其中,所述玻璃或陶瓷基底上的两个主要表面都具有电池单元阵列。
17. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述玻璃或陶瓷基底包含金属氧化物,所述金属氧化物选自硅、铝、硼、钠、钾、钙、镁、锌、锰和钴的氧化物。
18. 根据权利要求1或2所述的薄膜电池,其中,所述电池被配置为提供0.5mAh至20mAh

的使用周期容量。

19. 根据权利要求16所述的薄膜电池,其中,所述电池单元阵列被配置为提供0.5mAh至500mAh的使用周期容量。

20. 根据权利要求16所述的薄膜电池,其中,所述电池单元阵列被配置为提供5mAh至100mAh的使用周期容量。

包含玻璃或陶瓷基底的薄膜电池

[0001] 优先权声明

[0002] 本申请要求于2012年10月15日提交的序列号为61/714004,题为“THIN FILM BATTERIES COMPRISING A GLASS SUBSTRATE”的美国临时申请的优先权,该申请的全部内容均结合于此作为参考。

技术领域

[0003] 该发明涉及薄膜固态储能设备领域,更具体地,涉及薄膜固态电池的应用构造。

背景技术

[0004] 电子器件已经被结合到诸如计算机、移动电话、跟踪系统、扫描仪、助听器、遥感器等许多便携式设备中。便携式设备的一个缺陷在于需要包括该设备的供电装置。便携式设备通常使用电池作为供电装置。电池必须有足够的容量来为设备供电,其至少要维持设备在使用中的时长。足够的电池容量会导致供电装置相对设备本身显得极不协调地笨重和/或庞大。因此,期望有更小和更轻的储能器件(即,供电装置)。

[0005] 固态薄膜电池便是这种类型的储能器件。美国专利第5,314,765、5,338,625、5,445,906、5,512,147、5,561,004、5,567,210、5,569,520、5,597,660、5,612,152、5,654,084以及5,705,293号中描述了薄膜电池的实例,这些实例均结合于此作为参考。美国专利第5,338,625号描述了一种薄膜电池,具体是一种薄膜微电池,以及制备该薄膜电池的方法,该薄膜电池可应用为电子设备的备用或第一集成电源。

[0006] 薄膜电池尤喜以硅为基底来制造,至少在某种程度上是由于这种材料的可靠性以及小机电设备制造商(包括集成电路制造商)对硅晶的熟悉度。对设备尤其是小型设备而言,仍然需要加快可靠供电装置的供应。

发明内容

[0007] 一种薄膜电池,包括:玻璃或陶瓷基底,其热膨胀系数(CTE)为约7ppm/K至约10ppm/K;连续金属或金属氧化物阴极集流体,其厚度约小于3 μm ,该阴极集流体位于玻璃或陶瓷基底之上;包含锂过渡金属氧化物的阴极材料层,锂过渡金属氧化物是厚度为约10 μm 至约80 μm 的连续膜,阴极材料层位于阴极集流体之上;位于阴极材料层之上的LiPON电解质层,其厚度为约0.5 μm 至约4 μm ;以及具有任意阳极材料的阳极集流体。

[0008] 典型的固态薄膜电池采用很薄的阴极材料层,因为这样的材料更厚的话易于在电池制造或预期使用周期早期在材料内部形成裂纹,从而导致电池的灾难性故障。惊奇地发现,当LiCoO₂阴极材料结合具有约7ppm/K至约10ppm/K CTE的玻璃或陶瓷、连续金属或金属氧化物阴极集流体以及LiPON电解质层使用时,可以采用厚的LiCoO₂阴极材料层。上述固态电池结构表现为抵制阴极材料层的破裂,并且,即使出现裂纹,导致灾难性故障的可能性也要小得多。当不受理论限制时,认为玻璃或陶瓷基底、金属或金属氧化物阴极集流体和阴极材料层(覆层)间的相互作用可减少初始破裂,而LiPON电解质层则以某种方式扮演“修复”

角色,或当上述环境中的阴极材料层中裂纹发生时,转而减缓或阻止电池的灾难性故障。

[0009] 防止固态薄膜电池的灾难性故障特别重要。基于薄膜电池在小型设备或具有不容易替换电池设计的设备中使用的一些固有性质,固态薄膜电池故障的灾难性效应远超过电池本身的价值。诸如硬币式或纽扣式电池等传统电池毁坏时可以简易地替换掉。然而,如上所述的产品中的固态薄膜电池通常是整体固定连接到例如电路板或与一个或多个设备诸如集成电路、电源、天线、显示设备或多设备的组合整体结合在一起的。当固态薄膜电池失效时,替换电池通常不是一种商业上可行的选择。整个电池和设备组合产品会因此报废,意味着损失远远高于固态薄膜电池本身的经济价值。

[0010] 由于所述电池包含厚阴极,使得高能量密度的电池得以提供,这对于在小尺寸和可靠性都受到高度重视的电子设备中使用而言,是有利的。

附图说明

[0011] 结合于本申请并作为本申请的一部分的附图示出了本发明的几个方面,并且结合几个具体实施方式的描述用于解释本发明的原理。以下是对这些附图的简要描述:

[0012] 图1示出了本发明一个实施方式中电池的横截面。

[0013] 图2示出了本发明一个实施方式中双面电池的横截面。

[0014] 图3示出本发明一个实施方式中电池的横截面。

[0015] 图4示出了本发明的一个实施方式,其中,采用单个阳极集流体联合单个玻璃或陶瓷基底以提供一种双电池。

具体实施方式

[0016] 下面所述的本发明的实施方式并不旨在将本发明穷尽或限制为以下详细描述中所公开的确切形式。更确切的说,所选择和所描述的实施方式的目的便于本领域其他技术人员对本发明的原理和实践了解和理解。

[0017] 参见图1,薄膜电池10包括玻璃或陶瓷基底12;阴极集流体14处于玻璃或陶瓷基底12之上;阴极16处于阴极集流体14之上;电解质18将阴极16与阳极集流体20隔开;封装层22盖住了电池,优选为阴极触点24和阳极触点26提供通道的构造。在电池制造中可选择将阳极(此处未示出)作为电解质18和阳极集流体20之间的一层。在本发明的一个优选实施方式中,薄膜电池单元起初设计为无阳极,但有阴极层,以作为锂离子源。在对本实施方式的薄膜电池单元充电时,在电解质和阳极集流体之间金属锂经电镀形成阳极。可选地,可通过在可容纳层(未示出)中置入阳极材料而形成阳极层,从而形成阳极。在美国专利第5,314,765、5,338,625、5,445,906、5,512,147、5,561,004、5,567,210、5,569,520、5,597,660、5,612,152、5,654,084、5,705,293、6,906,436、6,986,965、7,931,989、7,776,478和7,939,205号,以及美国公开号2009/0214899和2007/0012244中描述了薄膜电池的实例,其均被结合到此处作为参考以达成本发明的所有目的,尤其是涉及电池单元组件的构造方法和材料选择以及包含薄膜电池的设备的实施方式的方面。为本发明之目的,“电池”或“电池单元”是指材料的建构,这些材料包括阴极集流体、阴极、电解质、阳极和阳极集流体的所有元素,或者涉及包括除阳极以外的其他上述材料的建构,此种情形下,阳极可在电池充电过程中通过电镀或置入而生成。

[0018] 电池是建构在玻璃或陶瓷基底上,该基底的CTE为约7ppm/K至约10ppm/K。为本发明之目的,热膨胀系数(CTE)根据ASTM C372-94(2012)确定,并在25°C-800°C的温度范围下测定。在一个实施方式中,玻璃或陶瓷基底的CTE为约7ppm/K至约8.5ppm/K。

[0019] 在一个实施方式中,基底是由具有预期CTE特性的钠钙硅酸盐玻璃和硼硅酸盐玻璃制得的玻璃基底。在一个优选的实施方式中,所述玻璃是经过钢化(tempered)而提高了断裂强度的玻璃。如美国专利第4,218,230号所述,玻璃可通过任意恰当的方法来钢化,包括加热和/或加压钢化或化学钢化,本申请将该专利结合于此作为参考。在一个实施方式中,基底是包含金属氧化物的陶瓷基底,该金属氧化物选自硅、铝、硼、钠、钾、钙、镁、锌、锰和钴的氧化物。在一个实施方式中,陶瓷基底是无定形陶瓷(amorphous ceramic)。在一个实施方式中,基底是含铝量大于约99%的无定形陶瓷。

[0020] 为本发明之目的,基底被定义为支撑结构,该支撑结构不是电池单元的功能部分,也不是绝缘保护膜。在一个实施方式中,玻璃或陶瓷基底是电池唯一的基底材料。仅用玻璃作为基底有利于提供在整个电池中具有兼容CTE特性的电池组件,并且可通过去除不必要的层而减小整个电池构造的厚度。

[0021] 在优选的实施方式中,电池构造中的非活性元件(即,诸如基底和保护性封装的不参与电池本身反应的元件)做成薄的以提供具有高能量密度的电池。因此,在优选的实施方式中,玻璃或陶瓷基底的厚度小于100 μm 。在另一种优选的实施方式中,玻璃或陶瓷基底的厚度为约20 μm 至约50 μm 。在一个优选的实施方式中,电池具有厚度小于100 μm 的保护性封装,或优选厚度为约20 μm 至约50 μm 的保护性封装。

[0022] 电池包含一连续金属或金属氧化物阴极集流体,该阴极集流体位于玻璃或陶瓷基底之上,其厚度小于约3 μm 。在本发明的实施方式中,该金属或金属氧化物阴极集流体的厚度约为0.1-2 μm ,或优选为约0.5-1 μm 。在具体实施方式中,金属或金属氧化物阴极集流体选自铜、铝、镍、铁、金、银、铂、钼、钛、锰、钨、金属合金、氧化物及其任意组合。

[0023] 在一个实施方式,金属或金属氧化物阴极集流体中的金属具有约6ppm/K至约12ppm/K的CTE。在另一个实施方式中,金属或金属氧化物阴极集流体中的金属的CTE为约7ppm/K到10ppm/K。发现阴极集流体与基底的CTE及所报道的阴极材料本身的CTE都匹配的实施方式,具有制造和性能上的优势。

[0024] 在某些实施方式中,导电的玻璃质材料(glassy material)如铟锡氧化物被用作阴极集流体。铟锡氧化物不仅具有导电的优点,而且具有与玻璃或陶瓷基底和锂金属氧化物阴极相似的CTE。在一个实施方式中,金属或金属氧化物阴极集流体的金属是铂。

[0025] 在一个实施方式中,金属或金属氧化物阴极集流体的金属是铝。铝具有相对低的熔点,认为其在特定实施方式中,提供了连接阴极材料层与基底方面具有优越的性能。

[0026] 相比粉末/丝网印刷的阴极材料,本发明所用的阴极材料层是连续膜。这种类型的阴极材料使固体电池(即,用固态LiPON电解质层的电池)具有优势,因为它们为固态电解质提供了均匀的表面。对于这样的薄膜阴极材料,要制造所想要的相对较大的层厚度是具有挑战性的。因此,本发明整体上提供了重大的制造和性能优势。

[0027] 本发明采用相对于传统固态薄膜电池构造更厚阴极材料层,即厚度为约10 μm 至约80 μm 。所述阴极材料层包含至少一种锂过渡金属氧化物,并位于阴极集流体之上。在优选的实施方式中,阴极包含锂过渡金属氧化物,该锂过渡金属氧化物选自由LiCoO₂、LiFePO₄、

LiMnO₂、和LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O₂及其混合物组成的组。在一个特别优选的实施方式中, LiCoO₂是阴极中唯一的锂过渡金属氧化物。在本发明的实施方式中, 阴极材料层的厚度为约15μm至约50μm。

[0028] 在一个实施方式中, 阴极材料层被退火 (annealed) 至约500℃至约800℃。在另一个实施方式中, 阴极材料层被退火至约650℃至约750℃。

[0029] LiPON电解质层位于阴极材料层之上, 其厚度为约0.5μm至约4μm。如此处使用, LiPON通常是指锂磷氮氧化物材料, 例如Li₃PO₄N, 其他实例中, 为了提高锂离子穿过电解质的迁移率而结合了更高比例的氮。

[0030] 在本发明的一个实施方式中, 除了上述LiPON层之外, 可能提供多个电解质层。题为“THIN-FILM BATTERIES WITH SOFT AND HARDELECTROLYTE LAYERS AND METHOD”的美国专利第7,776,478号描述了一个优选的多层电解质构造的实例, 为实现本发明的目的, 将其结合于此作为参考。

[0031] 提供一种可由导电材料制得的阳极集流体, 该导电材料诸如铜、钛、铝、镍、铁、金、银、铂、钼、锰、金属合金、导电陶瓷、诸如大量掺杂多晶硅的导电半导体, 以及此类其他材料。在本发明的实施方式中, 阳极集流体的厚度约为0.5-3μm。

[0032] 如上面提到的, 在某些实施方式中, 阳极在制造过程中以及在初充电前作为制造层而生成, 例如通过金属沉积生成。阳极可由金属制得, 如镍、铝、硅、锡、锂和/或它们的合金。在本发明的实施方式中, 阳极的厚度约为1-3μm。

[0033] 在本发明的一个优选实施方式中, 阳极并非在制造过程的初期就将其作为电池构造的一部分来提供, 而是仅在电池的初充电中产生。由于阴极材料包含含锂化合物, 在电池组装后阳极可形成锂金属层作为活性阳极, 例如, 通过电池的第一次充电来形成。由于金属锂在初充电之前尚未存在 (并且未熔化), 所以有时被称为“无锂”设计。该设计具有在经历高温 (>180℃) 模块装配和包装过程后仍可存活的优势。在其他实施方式中, 设置了阳极嵌入结构, 例如设置石墨层, 而锂离子可嵌入到该阳极嵌入结构中, 从而形成功能性阳极。

[0034] 电池优选地具有封装层, 该封装层将整个电池单元包住, 只设置了阳极集流体和阴极集流体的接触通道, 以便电池工作。

[0035] 封装是必要的, 这是为了保护电池材料不暴露于水汽、氧气及其他环境污染物。尤其是, 锂随时会与其他元素和化合物发生反应。由于薄膜电池元件对外在环境元素敏感, 电池构造应在电池生产后与外界隔离。对该电池的构造赋予的额外保护, 尤其是与封装相结合的保护, 是极具优势的。最终的封装材料优选有机材料, 诸如硅树脂 (硅酮)、聚酰亚胺、环氧树脂或其他此类聚合物。在本发明的一个实施方式中, 封装材料的厚度为约0.5μm至约10μm。在另一个实施方式中, 封装材料的厚度为约8μm至约10μm。在本发明的一个实施方式中, 最外层为氮化硅, 其厚度约为0.5-1μm, 该氮化硅提供了额外的密封保护, 并且可与集成电路封装材料相容。该最外层还可以作为防止擦伤和搬运损毁的物理屏障。

[0036] 在本发明的一个实施方式中, 电池设置一层或多层相同或不同柔性材料, 以适应充/放电循环过程中电池内部发生的尺寸变化。在一个实施方式中, 薄膜固态电池具有厚度为约0.5μm至约10μm的柔性层, 该柔性层由肖氏A硬度 (Shore A hardness) 为约10至约100的材料制成。在一个实施方式中, 薄膜固态电池具有一厚度为约0.5μm至约10μm柔性层, 该柔性层由肖氏00硬度 (Shore 00 hardness) 为约10至约90的材料制成。

[0037] 在一个实施方式中,薄膜固态电池具有一厚度为约 $0.5\mu\text{m}$ 至约 $10\mu\text{m}$ 柔性层,该柔性层由屈服伸长率(percent elongation at yield)为至少30的材料制成,而在另一个实施方式中约为30至100之间。屈服伸长率通过根据ASTM D638-02a作测试而确定,其测试速度为50mm/分。

[0038] 设置柔性层对于具有所述相对厚的阴极层(即,该阴极层具有厚度约 $10\mu\text{m}$ 至 $80\mu\text{m}$ 的连续膜)的实施方式尤为具有优势。值得注意的是,更厚的阴极膜层会经历局部尺寸变化,这可能对刚性电池结构造成不利影响。

[0039] 在一个实施方式中,所设置的柔性层的材料是感光性聚合物材料。在一个实施方式中,所设置的柔性层的材料是感光性聚酰亚胺材料。在一个实施方式中,所设置的柔性层的材料是硅酮聚合物材料,诸如来自Dow Corning的HIPEC®Q3-6646半导体保护涂层。

[0040] 在某些实施方式中,本发明的电池包括一吸气剂层(getter layer)。美国专利第5,654,084号对吸气剂层有概括描述,吸气剂层是指,旨在与环境中有毒物质的至少一种成分发生反应或者将其吸收掉,以协助阻止有毒物质渗透阻挡层的层。例如,含有钛、钽、磷、钡、铟、铷、钛锆合金、钴氧化物、碳、肼、亚硫酸钠或其他此类物质的层可以用来减少水或氧穿过电池的保护层。

[0041] 在本发明的一个实施方式中,电池有一个约 12cm^2 至约 1000cm^2 的封印区(footprint area)。在一个实施方式中,用于这种应用的电池可以例如具有一个 12cm^2 至约 50cm^2 的封印区。在一个实施方式中,某种程度上更小一些的电池更令人满意,在这样的实施方式中,优选地,电池具有一个不大于约 50cm^2 的封印区。

[0042] 在另一个优选实施方式中,更小的电池更令人期待。在这样的实施方式中,优选地,电池具有一个不大于约 13cm^2 的封印区。在其他实施方式中,电池具有不大于约 12cm^2 、 11cm^2 、 10cm^2 、 9cm^2 、 8cm^2 、 7cm^2 、 6cm^2 、 5cm^2 、 cm^2 、 3cm^2 、 2cm^2 或 1cm^2 的封印区。在一个实施方式中,电池具有不大于约 13cm^2 、 12cm^2 、 11cm^2 、 10cm^2 、 9cm^2 、 8cm^2 、 7cm^2 、 6cm^2 、 5cm^2 、 cm^2 、 3cm^2 、 2cm^2 或 1cm^2 的封印区,且封印区最小为约 0.025cm^2 。

[0043] 优选地,不包括基底和外面保护层(即,未电连接到电池单元的层),电池的总厚度不超过约 $200\mu\text{m}$;更优选地,不超过 $120\mu\text{m}$;再更优选地,不超过 $100\mu\text{m}$;最优选地,不超过 $50\mu\text{m}$ 。

[0044] 在一个优选的实施方式中,在可再充电的多元电池阵列(multi-cell battery array)中多个电池之间相互电连接,其中,至少两个薄膜电池单元并行电连接在一起作为单个电池电源。阵列优选地进一步包括测试逻辑,以判定电池单元是否具有与整个电池单元阵列电压的差异超过预定比例的电池电压,或是否具有低于特定截止阈值的绝对电压;以及如果电池单元具有与整个电池单元阵列电压的差异超过特定比例的电池电压,或具有低于特定截止阈值的绝对电压,则切断这些电池单元与电池单元阵列的连接的逻辑。在这样的实施方式中,单个故障会破坏单个电池单元但不会破坏本发明中电池单元阵列的功能,这是因为单个故障仅影响一个单元,剩余的多个单元仍然运行。因此切断识别出来的电池单元是为了防止电池单元阵列的其余部分深度放电。通过设置至少具有两个单元、优选至少四个单元的阵列,提供电力过剩的供电装置,从而即使有多个单体故障,整个电池单元构造也仍然可以产生运行所需的电力。

[0045] 对于充电和/或断开阵列中的电池的体系,在2012年8月16日提交的,申请序列号

为13/587,469,题为“MULTI-CELL THIN FILM MICROBATTERY ARRAY”的美国专利中有进一步描述,其公开的内容结合于此作为参考。

[0046] 在并排式构造中可以布局多电池阵列,以便电池大体上在XY方向上沿面取向。这种大体上的面阵列可以使用半导体晶片制造中的处理工艺来在单个基底上制造。通过使用以下所述的技术,电池阵列的子群可能被从大规模批量生产中分离。电池阵列可以布局为近于方阵。其他微电池单元构造,包括矩形、三角形、五边形、圆形或其他形状将被理解。同样地,阵列中的每个电池单元可以近于方形,或者可选择矩形、三角形、五边形、圆形或其他形状。

[0047] 电池单元阵列可以,例如,具有约 12cm^2 至约 1000cm^2 的封印区。在一个实施方式中,电池单元阵列可以,例如,具约 12cm^2 至约 50cm^2 的封印区。在一个实施方式中,某种程度上更小的电池单元阵列更令人满意,在这样的实施方式中,优选地,该电池单元阵列具有不大于约 50cm^2 的封印区。

[0048] 在另一个优选实施方式中,更小的电池单元阵列更令人期待。在这样的实施方式中,优选地,电池单元阵列具有不大于约 13cm^2 的封印区。在其他实施方式中,电池单元阵列具有不大于约 12cm^2 、 11cm^2 、 10cm^2 、 9cm^2 、 8cm^2 、 7cm^2 、 6cm^2 、 5cm^2 、 4cm^2 、 3cm^2 、 2cm^2 或 1cm^2 的封印区。在一个实施方式中,电池单元阵列具有不大于约 13cm^2 、 12cm^2 、 11cm^2 、 10cm^2 、 9cm^2 、 8cm^2 、 7cm^2 、 6cm^2 、 5cm^2 、 4cm^2 、 3cm^2 、 2cm^2 或 1cm^2 的封印区,且最小封印区为约 0.025cm^2 。

[0049] 此外,阵列还可以排布成个体电池单元的垂直或堆叠构型,或电池单元的水平垂直阵列的结合。在公开号为2011/0183183,题为“BATTERY ARRAYS, CONSTRUCTIONS AND METHOD”的美国专利申请中描述了堆叠电池阵列,这些内容结合于此作为参考。如上面所述,阵列的个体电池可以是除方形外的其他形状。

[0050] 图2示出了本发明的一个实施方式中,双电池单元阵列的单元设置于玻璃或陶瓷基底的两个主要表面。具体地,双面玻璃或陶瓷基底电池阵列100由具有第一主要表面104和第二主要表面106的玻璃或陶瓷基底102来构建。第一阴极集流体108位于第一主要表面104之上,第二阴极集流体110位于第二主要表面106之上。第一阴极112位于第一阴极集流体108之上,第二阴极114位于第二阴极集流体110之上。LiPON电解质116位于第一阴极112和第一阳极集流体120之间并将二者隔开。LiPON电解质118位于第二阴极114和第二阳极集流体122之间并将二者隔开。封装材料124和126分别保护两侧的电池单元构造。为使电池获得电连接而设置的连接阴极集流体的通道可在封装材料124和126之外的部分获得。为使电池获得电连接而设置的连接阳极集流体120和122的通道可藉由通孔124和126获得。

[0051] 在这个实施方式中,阴极材料的有效厚度是相对应基底的两倍;伴随着容量的增大,任何附加的基底厚度都被避免了。与单面构造相比,该构造提高了电池的能量密度。此外,基底/阴极材料特性的任何不匹配都会由于对称而得到补偿。

[0052] 图4示出了本发明的另一个实施方式,其中,单个阳极集流体联合单个玻璃或陶瓷基底提供双电池单元。如图4所示,这种双电池单元被复制在玻璃或陶瓷基底的第二主要表面,以使单个玻璃或陶瓷基底可用于承载四个电池单元。在一些实施方式中,该双电池单元仅设置于玻璃或陶瓷基底的一个侧面。在其他实施方式中,如示出的,四单元构造设置于多元阵列中,处于水平构造、垂直构造或者其二者的结合。

[0053] 现在转移到对图4的实施方式的详细描述。薄膜电池400包括具有阴极集流体414

和415的玻璃或陶瓷基底412,阴极集流体414和415分别位于玻璃或陶瓷基底412的两个主要表面之上;阴极416和417分别位于阴极集流体414和415之上;电解质层418和419将阴极416和417与阳极集流体420和421隔开;次级电解质层422和423将阳极集流体420和421与次级阴极424和425隔开;次级阴极集流体426和427位于阴极424和425之上。

[0054] 封装层428和429将电池单元覆盖住,优选地,设计为为阴极触点430和431与阳极触点432和433提供通道。

[0055] 可以选择性的在电池制造过程中设置阳极(未示出),其可设置为电解质层418与阳极集流体420和421之间的层,此外,还可以设置为阳极集流体420和421与次级电解质层422和423之间的层。在本发明的一个优选实施方式中,所述薄膜电池起初并未设置阳极,而阴极416、417和次级阴极414和425作为锂离子源。如本实施方式所示,一旦对薄膜电池单元充电,在分别在电解质和阳极集流体之间,金属里被电镀而形成四个阳极。可选择地,在为形成阳极层而设置的阳极容纳层(未示出)中置入阳极材料以形成阳极。

[0056] 在本发明的一个实施方式中,通过在阴极材料、电解质和用于在金属保护层与阴极集流体间确定一有界区域的一部分阳极集流体上面覆盖一金属保护层来为电池提供额外的保护,免于元素的干扰。具体地,图3示出了薄膜电池200,包括具有阴极集流体214的玻璃或陶瓷基底212,阴极集流体214位于玻璃或陶瓷基底212之上;阴极216位于阴极集流体214之上;电解质218将阴极216和阳极集流体220隔开;封装层222覆盖了电池单元,优选地,设计为为阴极触点224和阳极触点226提供通道。在电池制造过程中,可以选择性地设置阳极(未示出),其可作为电解质218和阳极集流体220之间的层。金属保护层226设置于封装层222顶上,并在接合部228处以金属对金属密封方式与阴极集流体214密封。通过围绕整个电池边界提供一个完整的金属对金属界线密封,这种金属边缘密封可为电池提供高级防护,阻止元素干扰。第二封装层230包覆电池单元,优选地,设计为为阴极触点224和阳极触点226提供连接通道。这种布局阻止相邻金属层和非金属层的边缘暴露于周围环境,相邻金属层和非金属层边缘会沿金属/非金属界面为周围环境提供到达电池构造中敏感元件的侧向捷径。适合用于本发明的类似构造在公开号为2009/0214899、题为“BATTERY LAYOUT INCORPORATION FULL METAL EDGE SEAL”的美国专利申请中有所描述,其公开的内容结合于此作为参考以实现本发明目的。

[0057] 对技术人员显而易见的是,本发明的电池的实施方式可通过焊盘、孔、其他适合连接的结构或者它们的结合将电池电连接到需要电池电源的设备。可以通过合适的连接系统进行连接,诸如丝焊、焊接、通过导电环氧树脂连接等。

[0058] 本发明的电池可设计为满足各个应用领域的特别供电需求。在一个实施方式中,个体电池具有约0.5mAh至约20mAh的使用周期容量。在一个实施方式中,多电池阵列的使用周期容量为约0.5mAh至约500mAh。在一个实施方式中,多电池阵列的使用周期容量为约5mAh至约100mAh。

[0059] 本发明的电池可通过适合电池尺寸的生产工艺来制造。因此,非常大的电池可通过材料沉积和溅镀工艺来制备,使用丝网技术对于本领域的技术人员来说是不易见的。在一个优选的实施方式中,电池可以使用光刻和蚀刻技术来制造,就如公开号为2008/0032236、题为“METHOD AND APPARATUS FOR SOLID-STATE MICROBATTERY PHOTOLITHOGRAPHY MANUFACTURE, SINGULATION AND PASSIVATION”的美国专利所述,该内

容结合于本发明作为参考。

[0060] 此外,电池的制备可通过激光烧蚀(laser ablation)去除材料,留下想要的那部分电池材料图案,然后用后续层来涂覆该电池材料图案。在一个实施方式中,联合使用了两种或多种丝网技术、光刻和激光烧蚀。多电池单元可以在单个基底上制备,通过诸如激光烧蚀、蚀刻(etching)和/或切割锯(dicing-saw)工艺等分离技术将个体电池或电池阵列的子群从生产批次中分离出来。

[0061] 本发明的电池可用于为需要电池电源的设备供电。

[0062] 在本发明的一个实施方式中,被供电的设备是集成电路或多个集成电路。该电路可选择包括一个或多个处理器、存储器、输入设备、输出设备和天线。在这样的应用中,电池可能很小。

[0063] 在本发明的一个实施方式中,被供电的设备是诸如音乐播放器、电话、电子阅读器、计算机单片机或者便携式计算机等电子器件。设备的性质将决定电池的尺寸。在一个实施方式中,该设备具有显示屏,则电池的尺寸在XY方向与显示屏的尺寸相接近。本发明的电池可通过根据设备的设计需要确定形状并提供高能量密度,提供高级空间效能。

[0064] 本文所引用的所有专利、专利申请(包括临时申请)和出版物都通过参考结合于本发明,如同通常的单独结合。除非另有说明,所有比例和百分比都是指重量比例和百分比,所有分子量皆为平均分子量。前面给出的所有具体描述仅是为了使本发明可以得到清晰的理解。不可由此理解为是对本发明的限制。本发明不限于所示和所描述的确切细节,对本领域的技术人员明显可见的各种变化形式都包含于本发明权利要求所限定的范围。

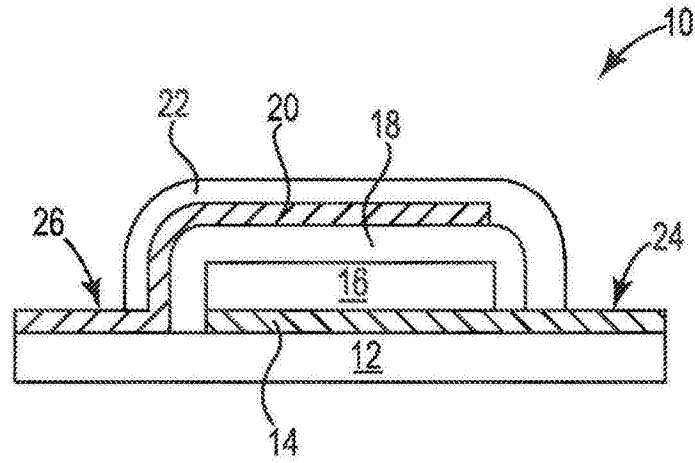


图1

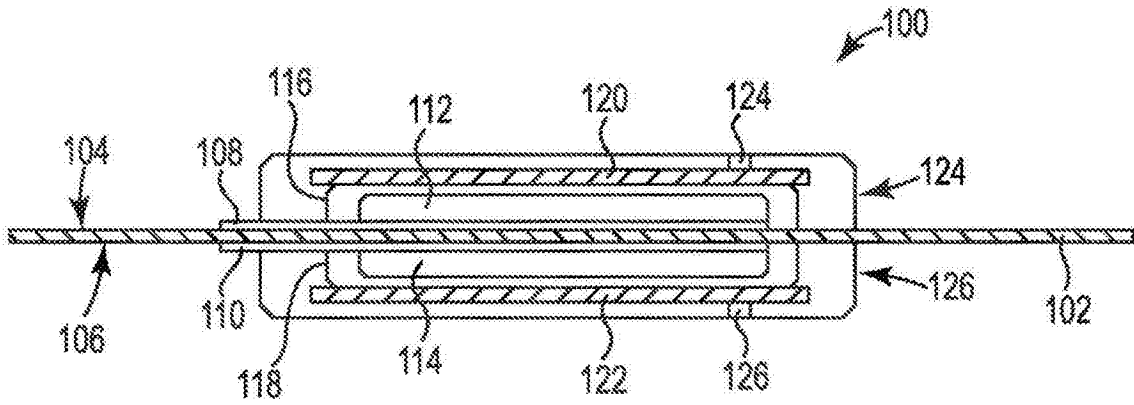


图2

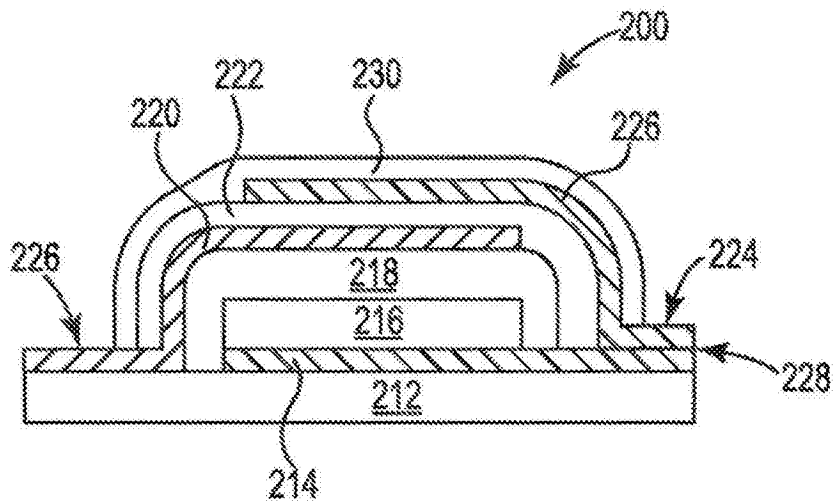


图3

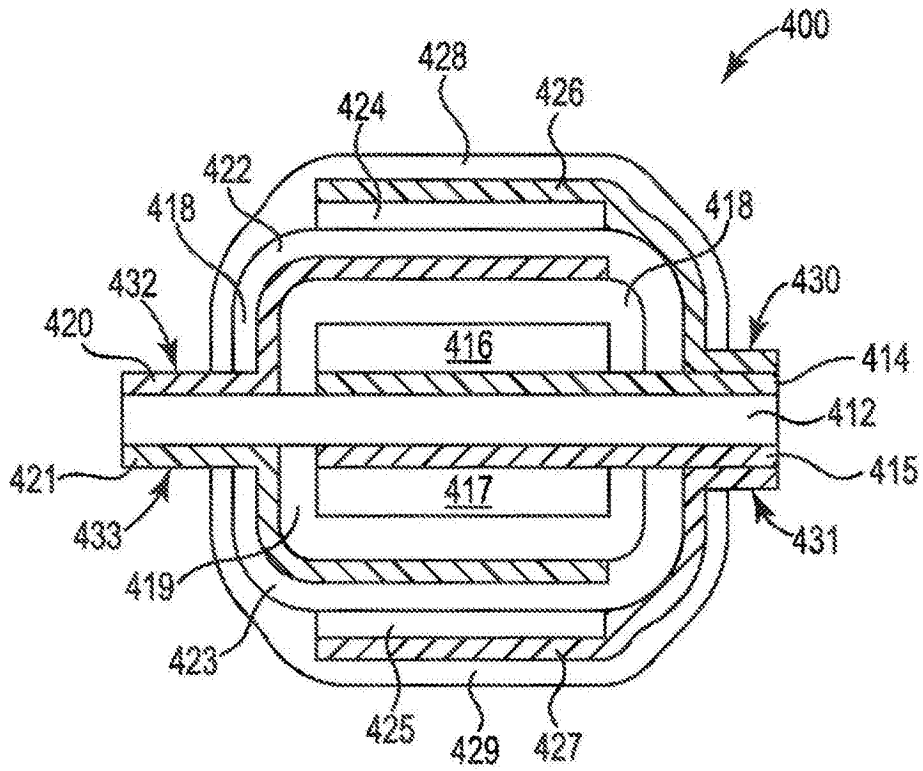


图4