



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102024917 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201010286369. 5

(22) 申请日 2010. 09. 15

(30) 优先权数据

61/244, 205 2009. 09. 21 US

12/874, 037 2010. 09. 01 US

(73) 专利权人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道龙仁市

(72) 发明人 赵银泚

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 郭鸿禧 王青芝

(51) Int. Cl.

H01M 2/02 (2006. 01)

H01M 10/00 (2006. 01)

H01M 4/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101471451 A, 2009. 07. 01, 权利要求 1, 说明书第 10 页第 5 行至第 12 页第 7 行, 图 1 和图 5.

CN 1728432 A, 2006. 02. 01, 全文.

JP 特开 2004-63325 A, 2004. 02. 26, 全文.

审查员 张钰

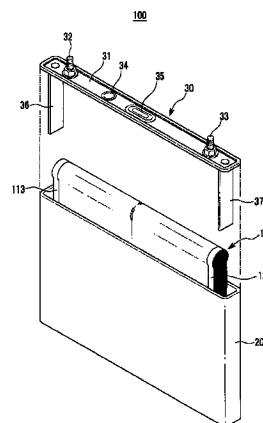
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

可充电电池和用于可充电电池的电极组件

(57) 摘要

本发明涉及一种可充电电池和用于可充电电池的电极组件, 该可充电电池通过将电极组件的体积变化容纳在壳体中而可以使用具有高体积膨胀率的负极活性材料。根据本发明的可充电电池包括 : i) 电极组件, 包括以凝胶卷形状卷绕的正极板、负极板和分隔件, 从而具有平坦部分和设置在平坦部分两侧的弯曲部分 ; ii) 壳体, 用来容纳电极组件 ; 以及 iii) 盖组件, 与壳体结合来封闭和密封壳体并电连接到电极组件。当将与设置在平坦部分的分隔件的表面垂直的方向设置为第一方向时, 沿第一方向测量的平坦部分的厚度小于沿第一方向测量的弯曲部分的最大厚度。



1. 一种可充电电池,所述可充电电池包括:

电极组件,电极组件具有正极板、负极板以及置于正极板和负极板之间的分隔件,其中,卷绕电极组件从而限定出具有在电极组件的两个侧端部处的两个弯曲部分和置于两个弯曲部分之间的平坦部分的第一剖面形状,其中,平坦部分的厚度尺寸小于任一弯曲部分的厚度尺寸,其中,每个弯曲部分限定位于第二方向的最外部分中的第一最外弯曲部分和将第一最外弯曲部分互连到平坦部分的第二最外弯曲部分,所述第二方向平行于电极组件的平坦部分,其中,每个弯曲部分限定出一个中心点,该中心点限定第一最外弯曲部分的曲率中心,其中,第二最外弯曲部分的曲率大于第一最外弯曲部分的曲率;

壳体,具有用来容纳电极组件的内部;

盖组件,位于壳体上。

2. 如权利要求1所述的可充电电池,其中,电极组件的平坦部分距离壳体的内壁比弯曲部分距离壳体的内壁远,以在电极组件的充电过程中容纳电极组件的平坦部分的膨胀。

3. 如权利要求1所述的可充电电池,其中,平坦部分的厚度尺寸和弯曲部分的厚度尺寸是沿垂直于电极组件的平坦部分的第一方向测量的。

4. 如权利要求3所述的电池,其中,所述两个弯曲部分沿垂直于第一方向的第二方向间隔开。

5. 如权利要求4所述的可充电电池,其中,平坦部分具有的沿第二方向延伸的长度小于两个弯曲部分的中心点之间的距离。

6. 如权利要求1所述的可充电电池,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,正极活性材料层和负极活性材料层形成在电极组件的平坦部分和弯曲部分上。

7. 如权利要求1所述的可充电电池,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,正极活性材料层和负极活性材料层仅形成在电极组件的平坦部分中。

8. 如权利要求1所述的可充电电池,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,并且正极活性材料层和负极活性材料层形成为穿过平坦部分在两个弯曲部分的两个中心点之间延伸。

9. 如权利要求1所述的可充电电池,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,负极活性材料层包括在电极组件的充电过程中具有高于10%的体积膨胀率的材料。

10. 如权利要求9所述的可充电电池,其中,所述负极活性材料包括选自于由硅、氧化硅材料和硅-碳复合物组成的组中的至少一种。

11. 一种用于可充电电池的电极组件,所述电极组件具有正极板、负极板以及置于正极板和负极板之间的分隔件,其中,卷绕正负电极板和分隔件从而得到的卷绕的电极组件限定出具有第一弯曲部分、第二弯曲部分以及置于第一弯曲部分和第二弯曲部分之间的平坦部分的第一剖面形状,其中,平坦部分的厚度尺寸小于第一弯曲部分和第二弯曲部分的厚度尺寸,其中,第一弯曲部分和第二弯曲部分限定位于第二方向的最外部分中的第一最外弯曲部分和将第一最外弯曲部分互连到平坦部分的第二最外弯曲部分,所述第二方向平行于电极组件的平坦部分,其中,每个弯曲部分限定出一个中心点,每个中心点限定第一最外弯曲部分的曲率中心,其中,第二最外弯曲部分的曲率大于第一最外弯曲部分的曲率。

12. 如权利要求 11 所述的电极组件,其中,平坦部分的厚度尺寸和弯曲部分的厚度尺寸是沿垂直于电极组件的平坦部分的第一方向测量的。

13. 如权利要求 12 所述的电极组件,其中,第一和第二弯曲部分沿垂直于第一方向的第二方向间隔开。

14. 如权利要求 13 所述的电极组件,其中,平坦部分具有的沿第二方向延伸的长度小于两个弯曲部分的中心点之间的距离。

15. 如权利要求 11 所述的电极组件,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,正极活性材料层和负极活性材料层形成在电极组件的平坦部分和两个弯曲部分上。

16. 如权利要求 11 所述的电极组件,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,正极活性材料层和负极活性材料层仅形成在电极组件的平坦部分中。

17. 如权利要求 11 所述的电极组件,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,并且正极活性材料层和负极活性材料层形成为穿过平坦部分在两个弯曲部分的两个中心点之间延伸。

18. 如权利要求 11 所述的电极组件,其中,正极板包括正极活性材料层,负极板包括负极活性材料层,负极活性材料层包含在电极组件的充电过程中具有高于 10% 的体积膨胀率的材料。

19. 如权利要求 18 所述的电极组件,其中,所述负极活性材料包括选自于由硅、氧化硅材料和硅 - 碳复合物组成的组中的至少一种。

## 可充电电池和用于可充电电池的电极组件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可充电电池。更具体地讲,本发明涉及一种具有形状被改善了的电极组件的可充电电池。

### 背景技术

[0002] 与不能再次充电的一次电池不同,可充电电池可被反复充放电。低容量可充电电池用于诸如移动电话、笔记本电脑和摄像机之类的紧凑电子设备,大容量可充电电池广泛地用于驱动混合动力汽车的发动机等的电源。

[0003] 可充电电池包括具有正极板和负极板以及置于正极板和负极板之间的分隔件的电极组件。该可充电电池还包括将壳体封闭和密封并电连接到电极组件的盖组件。在棱柱形可充电电池的情况下,电极组件以凝胶卷(jelly roll)形状卷绕,以包括平坦部分和设置在平坦部分的两端的弯曲部分,平坦部分位于紧邻壳体的内壁处。

[0004] 在上述可充电电池的充电/放电过程中,电极组件的体积变化。例如,在锂离子电池中,负极板的负极活性材料在充电过程中纳入锂离子使得负极活性材料的体积膨胀,在放电过程中排出锂离子使得体积缩小。如所描述的,当充电/放电循环重复时,电极组件重复膨胀和缩小。

[0005] 然而,除袋型壳体以外的大多数壳体是由金属形成的刚性体,从而这样的壳体不能适应电极组件的体积膨胀。因此,已经提出包括降低电极组件的容量来匹配壳体的内部容量或改变电极组件的螺旋卷绕结构在内的各种方法来解决电极组件的体积膨胀。

[0006] 然而,当电极组件的容量降低时,可充电电池的充电/放电容量也降低,从而可充电电池的性能劣化。此外,当电极组件的螺旋卷绕结构改变时,电极组件的形状和制造工艺复杂,从而可充电电池的产率变差。

### 发明内容

[0007] 本发明致力于提供一种可充电电池,该可充电电池具有改善电极组件的形状来在壳体中容纳电极组件的体积膨胀以提高充电/放电容量和输出性能的优点。

[0008] 根据本发明示例性实施例的可充电电池包括:i) 电极组件,包括以凝胶卷形状卷绕的正极板、负极板和分隔件,从而具有平坦部分和设置在平坦部分两侧的弯曲部分;ii) 壳体,用来容纳电极组件;以及iii) 盖组件,与壳体结合来封闭和密封壳体并电连接到电极组件。

[0009] 当将垂直于设置在平坦部分的分隔件的表面的方向设定为第一方向时,沿第一方向测量的平坦部分的厚度小于沿第一方向测量的弯曲部分的最大厚度。

[0010] 弯曲部分可包括位于垂直于第一方向的第二方向的最外部分的第一最外弯曲部分,当将第一最外弯曲部分的曲率中心设定为第一中心点时,沿第二方向测量的平坦部分的宽度可以小于在一对第一中心点之间的距离之内的一对第一中心点的间隔。

[0011] 弯曲部分还可包括连接第一最外弯曲部分和平坦部分的第二最外弯曲部分。第二

最外弯曲部分的曲率可大于、等于、或者小于第一最外弯曲部分的曲率。

[0012] 正极板可包括第一集流体和正极活性材料层, 负极板可包括第二集流体和负极活性材料层。正极活性材料层和负极活性材料层可形成在平坦部分和弯曲部分上。

[0013] 可选择地, 正极活性材料层和负极活性材料层可交替地形成在电极组件中。正极活性材料层和负极活性材料层可形成在除弯曲部分之外的平坦部分中, 或者可形成在平坦部分中以及平坦部分和第一中心点之间。

[0014] 负极活性材料层可包括具有体积膨胀率高于 10% 的负极活性材料。负极活性材料可包括选自硅、氧化硅材料和硅-碳复合物中的至少一种。

[0015] 平坦部分可设置为离开壳体的内壁一定距离。所述壳体可具有棱柱形形状。

[0016] 在另一应用中, 前述需求通过一种用于可充电电池的电极组件得以满足, 所述电极组件具有正极板、负极板及置于正极板和负极板之间的分隔件。在该应用中, 卷绕正负极板和分隔件, 使得得到的卷绕电极组件限定出具有第一弯曲部分、第二弯曲部分以及置于第一弯曲部分和第二弯曲部分之间的平坦部分的第一剖面形状。在该应用中, 平坦部分具有小于第一弯曲部分和第二弯曲部分的宽度尺寸的宽度尺寸。

[0017] 根据本发明的示例性实施例, 用来容纳电极组件的体积膨胀的空间设置在壳体中, 使得负极板可由具有高体积膨胀率和优异效率的负极活性材料制成。因此, 可提高可充电电池的容量和能力密度, 从而提高了输出效率。

#### 附图说明

[0018] 图 1 是根据本发明第一示例性实施例的可充电电池的分解透视图。

[0019] 图 2 是示出图 1 的可充电电池的结合状态的剖视图。

[0020] 图 3 是图 1 的可充电电池的电极组件的分解透视图, 示出了处于展开状态的正极板、负极板和分隔件。

[0021] 图 4 是图 1 的可充电电池的电极组件的侧视图。

[0022] 图 5 是图 1 的电极组件和壳体的剖视图。

[0023] 图 6 是根据本发明第二示例性实施例的可充电电池的电极组件的侧视图。

[0024] 图 7 是根据本发明第三示例性实施例的可充电电池的电极组件的侧视图。

[0025] 图 8 是根据本发明第四示例性实施例的可充电电池的电极组件的剖视图。

[0026] 图 9 是根据本发明第五示例性实施例的可充电电池的电极组件的剖视图。

#### 具体实施方式

[0027] 下面将参照附图更充分地描述本发明, 在附图中示出了本发明的示例性实施例。如本领域的技术人员将知晓的, 在全部不脱离本发明的精神和范围的情况下, 所描述的实施例可以以多种不同的方式进行修改。在整个说明书中, 相同的标号始终表示相同的组成元件。

[0028] 图 1 是根据本发明第一示例性实施例的可充电电池 100 的分解透视图, 图 2 是示出图 1 的可充电电池 100 的结合状态的剖视图。

[0029] 参照图 1 和图 2, 第一示例性实施例的可充电电池 100 包括电极组件 10、其内安装电极组件 10 的壳体 20 和结合到壳体 20 来密封和封闭壳体 20 的盖组件 30, 其中, 电极组

件 10 由以凝胶卷形状卷绕的正极板 11、负极板 12 和分隔件 13 形成。在第一示例性实施例中,可充电电池 100 的壳体 20 按棱柱形形状形成。

[0030] 图 3 是图 1 的可充电电池 100 的电极组件的分解透视图,示出了处于展开状态的正极板 11、负极板 12 和分隔件 13。

[0031] 参照图 3,正极板 11 包括由薄金属箔形成的第一集流体 111 和形成在第一集流体 111 上的正极活性材料层 112。正极活性材料层 112 在宽度上小于第一集流体 111,正极未涂覆区域 113 沿正极板 11 的长度方向位于正极板 11 的一个侧端。正极未涂覆区域 113 是没有涂覆正极活性材料的区域。在此,正极活性材料层 112 包含锂,并且第一示例性实施例的可充电电池 100 是锂离子电池。

[0032] 负极板 12 包括由薄金属箔形成的第二集流体 121 和形成在第二集流体 121 上的负极活性材料层 122。负极活性材料层 122 形成得在宽度上小于第二集流体 121,负极未涂覆区域 123 沿负极板 12 的长度方向位于负极板 12 的另一侧端。负极未涂覆区域 123 是没有涂覆负极活性材料的区域。

[0033] 将正极板 11 和负极板 12 螺旋卷绕并插入作为绝缘体的分隔件 13,从而形成电极组件 10。在这种情况下,将分隔件 13 形成得在宽度上小于第一集流体 111 和第二集流体 121,从而使正极未涂覆区域 113 暴露于以凝胶卷形状卷绕的电极组件 10 的一个侧端,并使负极未涂覆区域 123 暴露于电极组件 10 的另一侧端。

[0034] 再次参照图 1 和图 2,盖组件 30 包括由薄板形成的盖板 31、正极端子 32 和负极端子 33。正极端子 32 和负极端子 33 设置在盖板 31 中。

[0035] 在盖板 31 中,设置电解质溶液通过其注入的电解质注入孔和密封并封闭电解质注入孔的密封盖 34。正极端子 32 和负极端子 33 通过绝缘垫片与盖板 31 绝缘。此外,形成有凹槽的排气孔构件 35 形成在盖板 31 中,从而排气孔构件 35 可根据预定的内部压力水平而断裂。

[0036] 正极引线接线片 36 和负极引线接线片 37 设置在壳体 20 中。正极引线接线片 36 内部地附于电极组件 10 的正极未涂覆区域 113 以电连接到正极板 11 和正极端子 32,负极引线接线片 37 附于负极未涂覆区域 123 以电连接到负极板 12 和负极端子 33。绝缘构件 38 设置在盖板 31 和正极引线接线片 36 之间以及盖板 31 和负极引线接线片 37 之间。

[0037] 图 4 是图 1 的可充电电池 100 的电极组件 10 的侧视图,图 5 是图 1 的可充电电池 100 的电极组件 10 和壳体 20 的剖视图。

[0038] 参照图 4 和图 5,将处于卷绕状态的电极组件 10 沿一个方向压制平坦。具体来说,由于电极组件 10 的中心部分比其侧边部分被压制得多,所以电极组件 10 没有紧密地附于壳体 20 的内壁。

[0039] 更具体地说,电极组件 10 包括具有恒定厚度的平坦部分 14 和形成在平坦部分 14 的两侧的弯曲部分 15,弯曲部分 15 是正极板 11、负极板 12 和分隔件 13 按圆形弯曲 180 度而沿相反的方向行进的部分。在这种情况下,将与位于平坦部分 14 中的分隔件 13 的一边垂直的方向设定为第一方向(图 4 的 y 轴方向),沿第一方向测量的平坦部分 14 的厚度  $t_1$  小于沿第一方向测量的弯曲部分 15 的最大厚度  $t_2$ 。

[0040] 因此,电极组件 10 的侧边形成得像哑铃,处于挤压状态的平坦部分 14 距离壳体 20 的内壁有预定的间隙(参照图 5 中的 g),而不是紧密附于壳体 20 的内壁。

[0041] 当锂离子电池充电时,负极活性材料层 122 纳入锂离子,从而发生体积膨胀。在这种情况下,由于平坦部分 14 比弯曲部分 15 具有更多量的负极活性材料,所以平坦部分 14 的体积膨胀率比弯曲部分 15 的体积膨胀率大。因此,平坦部分 14 和壳体 20 之间的空间容纳平坦部分 14 的体积膨胀。

[0042] 也就是说,当可充电电池 100 充电时,平坦部分 14 膨胀同时填充平坦部分 14 和壳体 20 之间的空间,当可充电电池 100 放电时,平坦部分 14 缓慢收缩而恢复到初始形状。如所描述的,将平坦部分 14 的厚度  $t_1$  设定得小于弯曲部分 15 的最大厚度  $t_2$ ,使得平坦部分 14 的体积膨胀不受壳体 20 的干扰。

[0043] 结果,第一示例性实施例的可充电电池 100 在体积膨胀率大于 10% 的高效负极活性材料的应用中是有利的。负极活性材料层 122 包括硅、氧化硅材料和硅-碳复合物中的至少一种负极活性材料。

[0044] 上述负极活性材料比使用碳基材料的负极活性材料可纳入和排出更多的锂离子,因此可以制造出具有高容量和高能量密度的可充电电池。例如,已知纯硅具有 4017mAh/g 的高理论容量。然而,由于在充放电过程中上述负极活性材料的体积变化很大,所以难于对它们进行实际应用。

[0045] 第一示例性实施例的可充电电池 100 的电极组件 10 的形状形成为容易容纳壳体 20 中的电极组件 10 的体积变化,从而可没有限制地使用上述负极活性材料。因此,根据第一示例性实施例的可充电电池 100 可通过具有优异效率的负极活性材料来实现高容量和高能量密度,并且可提高输出效率。

[0046] 电极组件 10 的弯曲部分 15 包括位于垂直于第一方向(图 4 的 y 轴方向)的第二方向(图 4 的 x 轴方向)最外面的第一最外弯曲部分 151。第一最外弯曲部分 151 可具有半圆形状。

[0047] 如果第一最外弯曲部分 151 的曲率中心是第一中心点(在图 4 中标记为 C),则平坦部分 14 存在于一对第一中心点 C 之间的距离范围内。也就是说,沿第二方向(图 4 的 x 轴方向)测量的平坦部分 14 的宽度(参照图 4 中的 A)小于这对第一中心点 C 的间距(参照图 4 中的 B)。

[0048] 如果不满足上述条件,则当通过压制电极组件 10 的中心部分来形成平坦部分 14 和弯曲部分 15 时,面对平坦部分 14 的弯曲部分 15 的内部部分会过度变形。因此,集流体会断裂或者活性材料会在该内部部分脱落。然而,通过平坦部分 14 的宽度设定,根据第一示例性实施例的可充电电池 100 的平坦部分 14 和弯曲部分 15 具有优异的形状稳定性。

[0049] 此外,弯曲部分 15 包括连接第一最外弯曲部分 151 和平坦部分 14 的第二最外弯曲部分 152。在第一示例性实施例中,第二最外弯曲部分 152 的曲率与第一最外弯曲部分 151 的曲率相同。通过控制压制电极组件 10 的压制构件(未示出)的宽度,可将第二最外弯曲部分 152 形成为具有与第一最外弯曲部分 151 的曲率相同的曲率、具有第一中心点 C 和压制构件之间的间隙以及具有压制构件的压制深度。

[0050] 图 6 是根据本发明第二示例性实施例的可充电电池的电极组件 101 的侧视图。

[0051] 参照图 6,除了第二最外弯曲部分 153 的曲率大于第一最外弯曲部分 151 的曲率以外,根据第二示例性实施例的可充电电池按与本发明第一示例性实施例的可充电电池 100 的结构相同的结构形成。

[0052] 在第二示例性实施例的可充电电池中,平坦部分 14 的沿第二方向(图 6 的 x 轴方向)的宽度 A1 大于第一示例性示例中的宽度 A,因此,通过扩大围绕平坦部分 14 的壳体 20 的内部空间可更容易地容纳平坦部分 14 的体积变化。

[0053] 图 7 是根据本发明第三示例性实施例的可充电电池的电极组件 102 的侧视图。

[0054] 参照图 7,除了第二最外弯曲部分 154 的曲率小于第一最外弯曲部分 151 的曲率以外,根据第三示例性实施例的可充电电池按与本发明第一示例性实施例的可充电电池 100 的结构相同的结构形成。

[0055] 在第三示例性实施例的可充电电池中,平坦部分 14 的沿第二方向(图 7 的 x 轴方向)的宽度 A2 小于第一示例性示例中的宽度 A,使得容纳平坦部分 14 的体积变化的壳体 20 的内部空间缩小,但是连接到平坦部分 14 的弯曲部分 15 的内部部分轻微弯曲,从而可有效抑制诸如对弯曲部分 15 的电极的损坏或活性材料脱落之类的缺陷。

[0056] 在上述的第一至第三示例性实施例中,如图 3 所示,正极活性材料层 112 沿集流体 111 的长度方向具有与集流体 111 的长度相同的长度,负极活性材料层 122 沿集流体 121 的长度方向具有与集流体 121 的长度相同的长度,并且正极活性材料层 112 和负极活性材料层 122 设置在平坦部分 14 和弯曲部分 15 的整个区域中。可选择地,正极活性材料层 112 和负极活性材料层 122 可交替地形成在电极组件 10 中。

[0057] 图 8 是根据本发明第四示例性实施例的可充电电池的电极组件 103 的剖视图。

[0058] 参照图 8,除了正极活性材料层 112 和负极活性材料层 122 仅设置在平坦部分 14 中以外,根据第四示例性实施例的可充电电池具有与上述第一至第三示例性实施例之一的可充电电池的结构相同的结构。图 8 示例性地示出了具有平坦部分 14 和弯曲部分 15 的电极组件,其中,平坦部分 14 和弯曲部分 15 具有与第一示例性实施例的平坦部分 14 和弯曲部分 15 的形状相同的形状。

[0059] 正极活性材料层 112 和负极活性材料层 122 不设置在弯曲部分,所以可以抑制弯曲部分 15 的体积变化和由此引起的电极变形,从而可改善可充电电池的循环寿命特性。在此,“电极”在概念上包括正极板 11 和负极板 12。

[0060] 图 9 是根据本发明第五示例性实施例的可充电电池的电极组件 104 的剖视图。

[0061] 参照图 9,除了正极活性材料层 112 和负极活性材料层 122 设置在平坦部分 14 的范围内以及平坦部分 14 和第一中心点 C 之间以外,根据第五示例性实施例的可充电电池按与第四示例性实施例的可充电电池的结构相同的结构形成。在第五示例性实施例的可充电电池中,与第四示例性实施例相比,体积变化会发生在弯曲部分 15 中,但是可增大活性材料的体积,从而可以使可充电电池的容量和能力密度增加。

[0062] 尽管已经结合目前被认为是实用的示例性实施例描述了本发明,但是应该理解,本发明并不局限于公开的实施例,而是与此相反,本发明意图覆盖包括在权利要求书的精神和范围内的各种修改和等同布置。

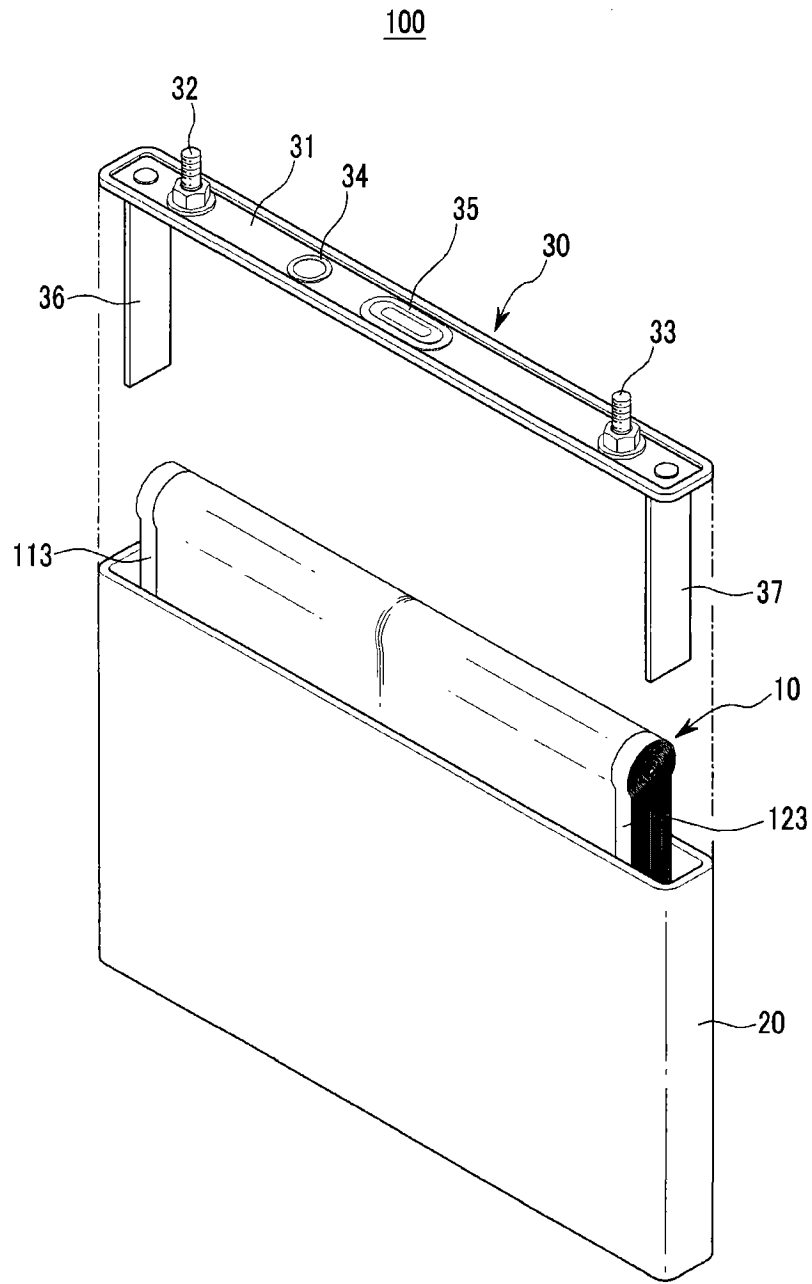


图 1



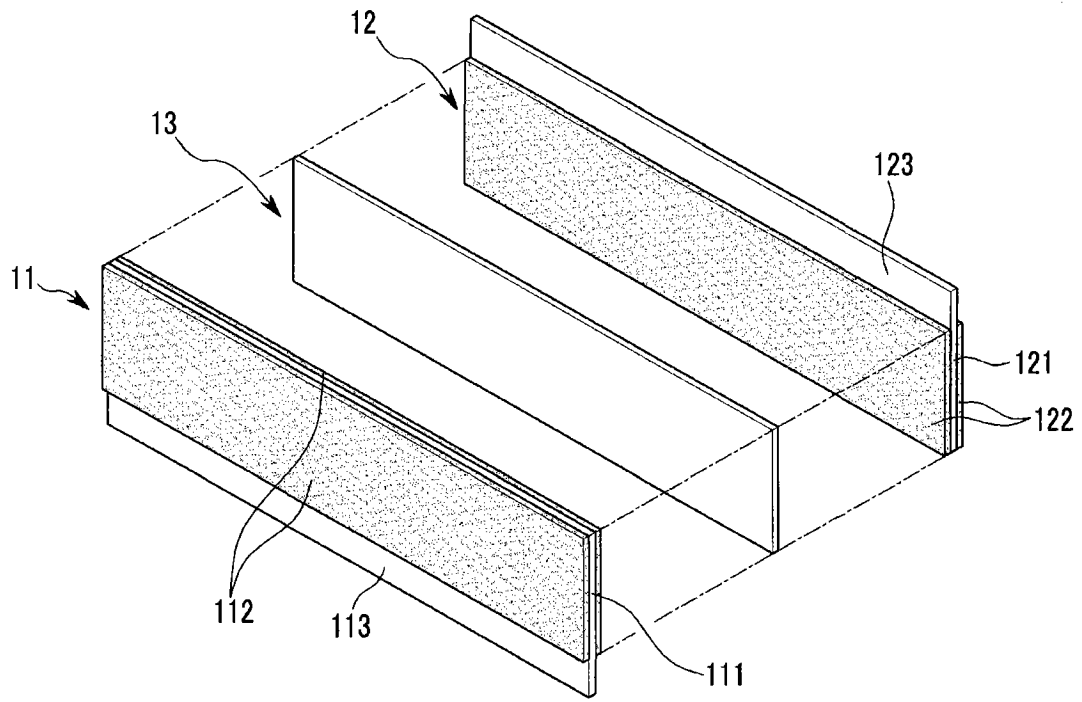


图 3

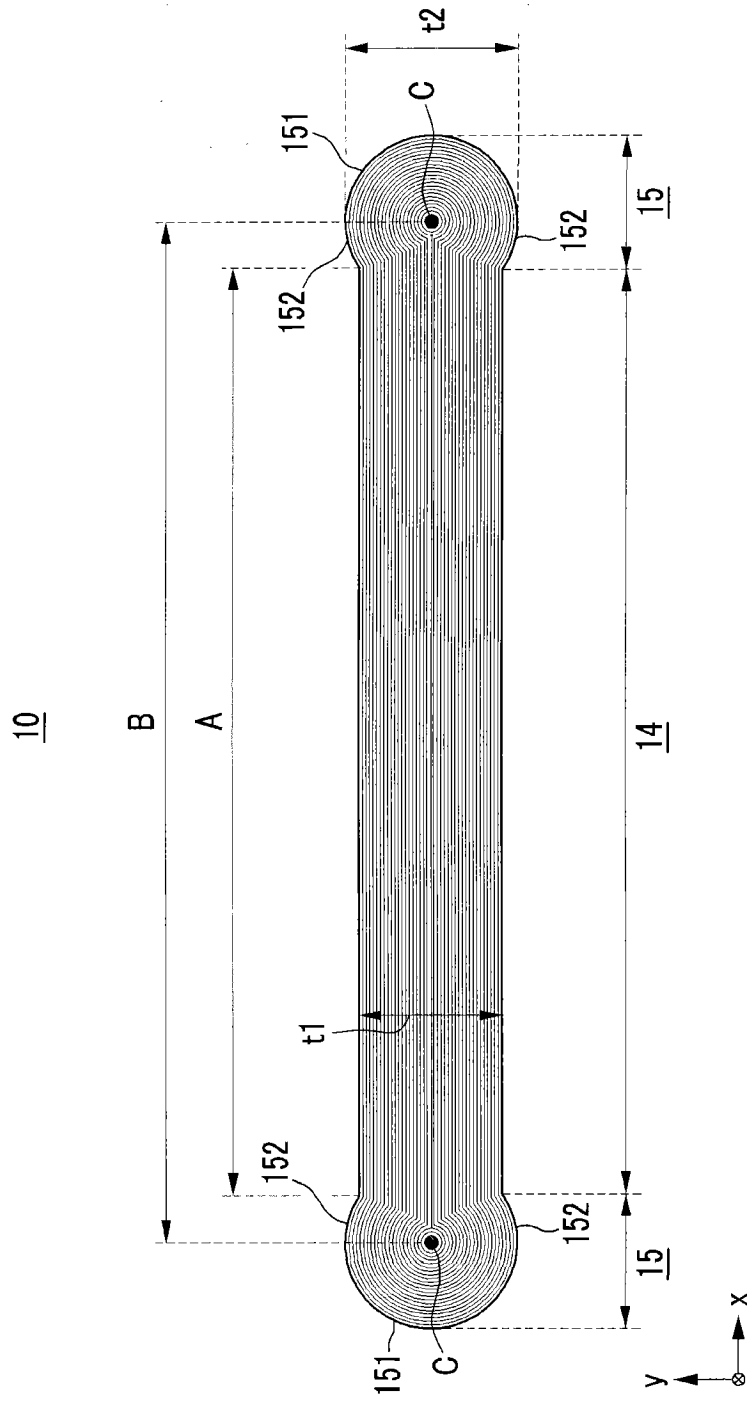


图 4

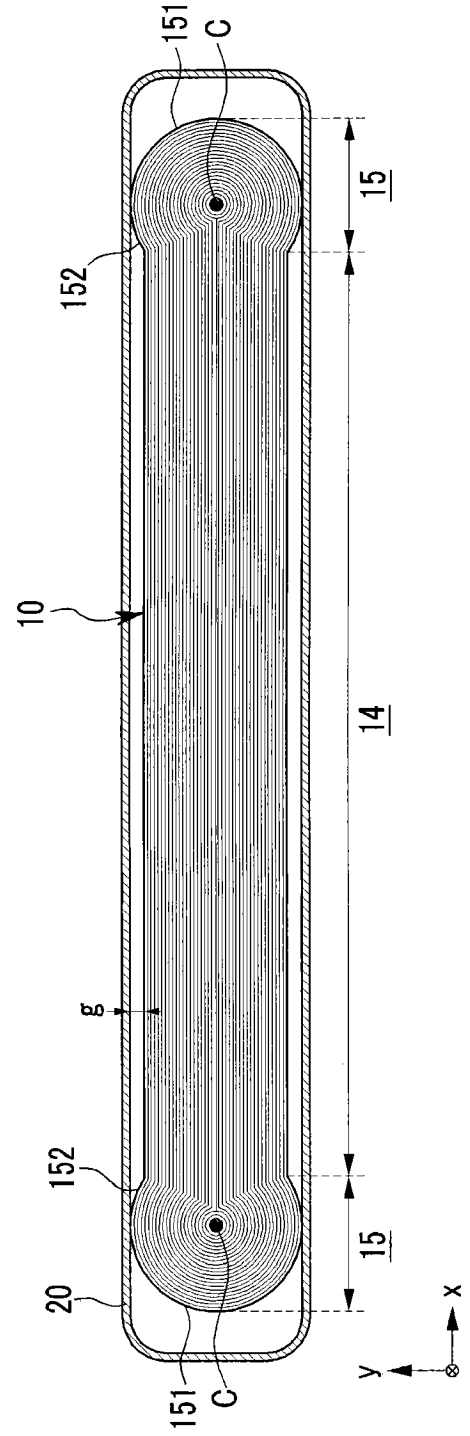


图 5

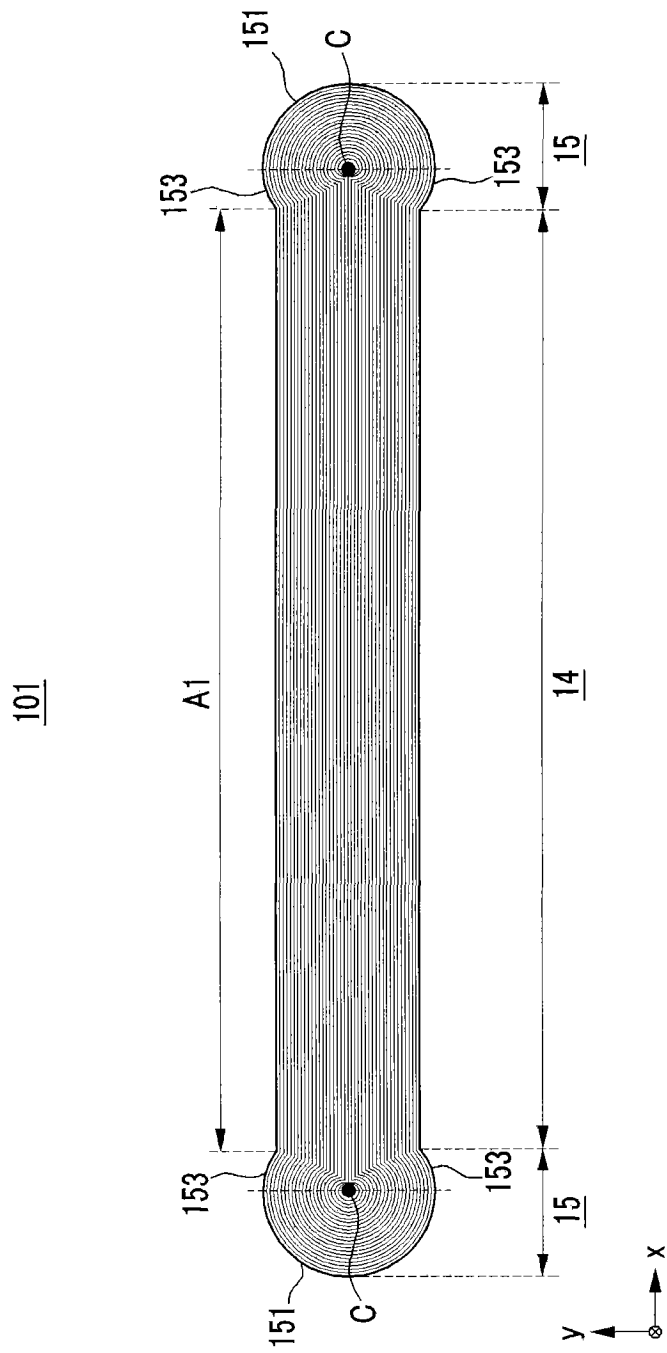


图 6

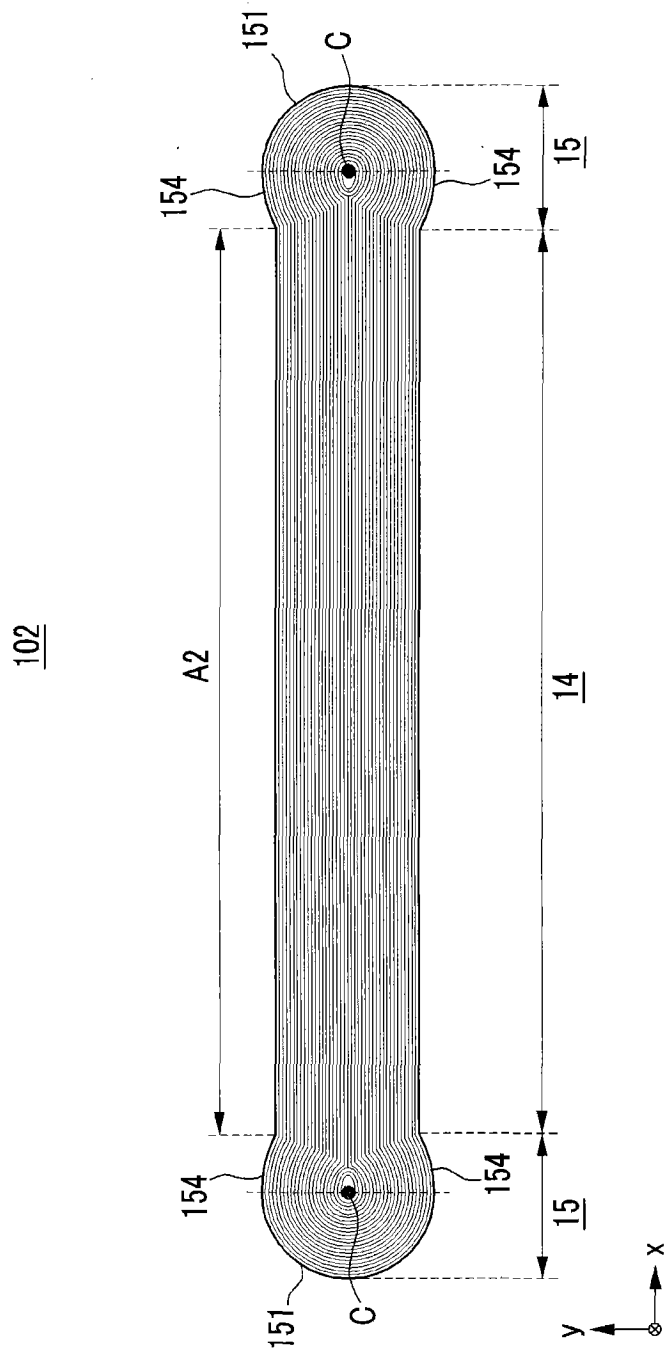


图 7

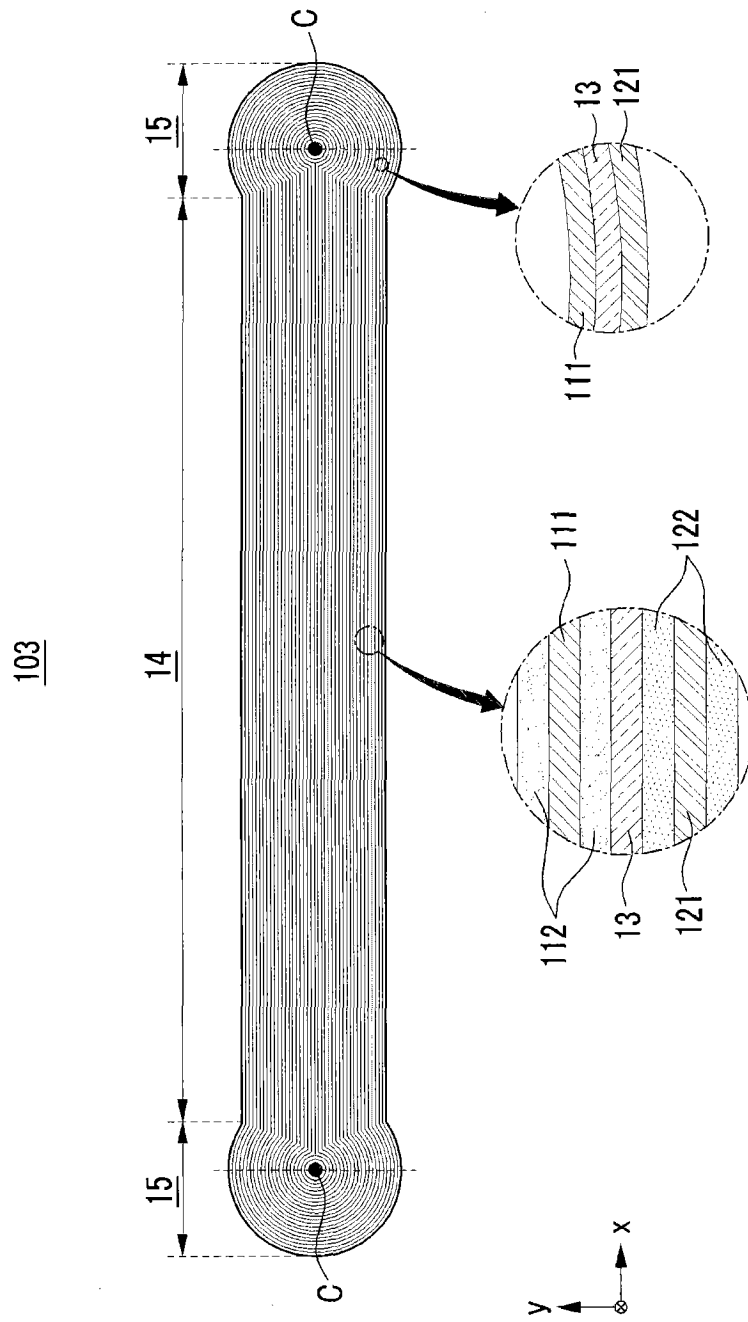


图 8

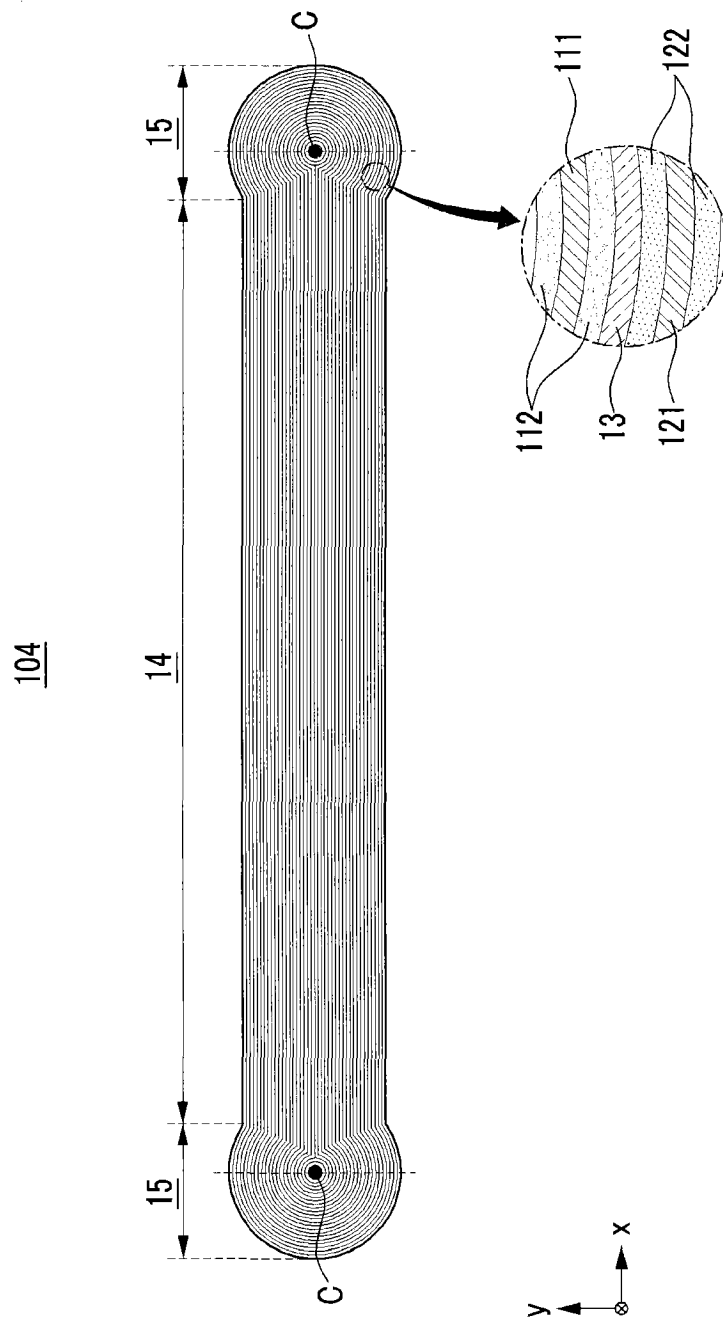


图 9