



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103620852 B

(45) 授权公告日 2015.06.10

(21) 申请号 201380001745.3

(22) 申请日 2013.03.15

(30) 优先权数据

10-2012-0041474 2012.04.20 KR

10-2012-0125636 2012.11.07 KR

10-2012-0127014 2012.11.09 KR

10-2013-0014723 2013.02.08 KR

10-2013-0028289 2013.03.15 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013.12.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2013/002144 2013.03.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/157744 KO 2013.10.24

(73) 专利权人 LG 化学株式会社

地址 韩国首尔

(72) 发明人 权盛振 安淳昊 金东明 金基雄

金永焄 尹成汉 柳胜民

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 戚传江 谢丽娜

(51) Int. Cl.

H01M 10/04(2006.01)

(56) 对比文件

KR 20030066960 A, 2003.08.14, 摘要、权利要求 1-6、说明书第 2 页倒数第 5 段 - 第 6 页第 6 段、附图 1-7.

KR 20030066960 A, 2003.08.14, 摘要、权利要求 1-6、说明书第 2 页倒数第 5 段 - 第 6 页第 6 段、附图 1-7.

US 2011/0287304 A1, 2011.11.24, 摘要、说明书第 7-127 段、附图 1-2.

审查员 刘永欣

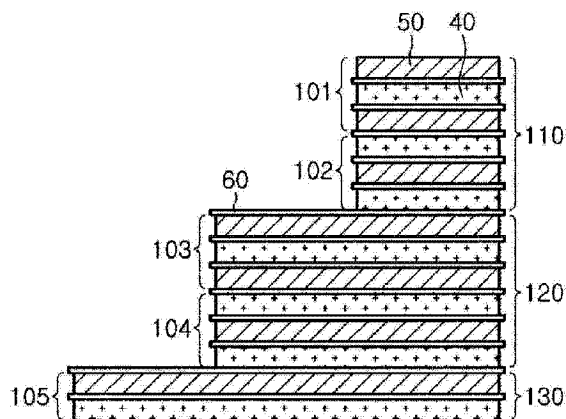
权利要求书4页 说明书20页 附图7页

(54) 发明名称

电极组件、以及电池单元和包括其的装置

(57) 摘要

本发明涉及电极组件、和电池单元、电池组和包括其的装置,该电极组件包括具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元的组合,并且被以电极单元之间形成阶梯的方式被层叠,并且被形成使得在具有不同面积的电极单元之间的界面处不同极性的电极彼此面对。



CN 103620852 B

1. 一种电极组件,包括具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元的组合,所述两种或更多种类型的电极单元被堆叠为使得在所述电极单元之间形成阶梯部分,

其中,正电极和负电极被形成为在所述电极单元之间的界面处彼此面对,

在所述电极单元之间的界面处所述负电极的厚度与面对所述负电极的所述正电极的厚度的比率大于 1.0 且小于 1.5,

其中,在具有不同面积的所述电极单元之间的界面处所述负电极的每单位面积的可逆容量与面对所述负电极的所述正电极的每单位面积的可逆容量的比率不小于 1,并且

当在充电条件 (A) 和放电条件 (B) 下,在 25℃ 下已经执行了 500 次充电和放电循环时,电容量是在单次充电和放电循环后的电容量的 60% 或更大,并且,所述电极组件的总厚度变化率是 15% 或更小:

充电条件 (A):在电池在 1C 的恒流模式中被充电到 4.2V 或 4.35V 后,所述恒流模式被转换为恒压模式,并且在电流流动直到充电的电流变为电池的最小容量的 1/20 后完成充电;以及

放电条件 (B):1C 的放电电流在所述恒流模式中流动,并且当电压达到 3V 时完成放电。

2. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,在所述电极单元之间的所述界面处彼此面对的所述正电极和所述负电极被配置得彼此平衡。

3. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,在具有不同面积的所述电极单元之间的所述界面处,具有相对小面积的电极单元的正电极面对具有相对大面积的电极单元的负电极。

4. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 1:

$$\text{等式 1: } N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1},$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

N_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的每单位面积的可逆容量,

P_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量,并且

P_{n+1} 是面积上第 n+1 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量。

5. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 1-1:

$$\text{等式 1-1: } 1 \leq N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1},$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

N_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的每单位面积的可逆容量,

P_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量,并且

P_{n+1} 是面积上第 n+1 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量。

6. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 2:

$$\text{等式 2: } N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+2},$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

N_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量,

N_{n+1} 是面积上第 n+1 大的所述电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量,

P_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量,

P_{n+1} 是面积上第 n+1 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量,并且

P_{n+2} 是面积上第 n+2 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

7. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 2-1:

$$\text{等式 2-1: } 1 \leq N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+2}$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

N_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量,

N_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量,

P_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量,

P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量,并且

P_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

8. 根据权利要求 7 所述的电极组件,其中,在面积上第 n 大的所述电极单元和面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元之间设置面积上第 $n+2$ 大的所述电极单元,并且

满足等式 3,

$$\text{等式 3: } N_n/P_{n+2} \leq N_{n+1}/P_{n+2}$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

N_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量,

N_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量,

P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的每单位面积的可逆容量,并且

P_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

9. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 4:

$$\text{等式 4: } dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1}$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

dN_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dP_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述正电极的厚度,并且

dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度。

10. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 4-1:

$$\text{等式 4-1: } 0.5 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq 2$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

dN_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dP_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述正电极的厚度,并且

dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度。

11. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 5:

$$\text{等式 5: } dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2}$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

dN_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dP_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述正电极的厚度,

dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度,并且

dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度。

12. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,满足等式 5-1:

$$\text{等式 5-1: } 0.5 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2} \leq 2$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

dN_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dP_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述正电极的厚度,

dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度, 并且

dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度。

13. 根据权利要求 11 所述的电极组件, 其中, 在面积上第 n 大的所述电极单元和面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元之间设置面积上第 $n+2$ 大的所述电极单元, 并且满足等式 6,

$$\text{等式 6 : } dN_n/dP_{n+2} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2}$$

其中, n 是不小于 1 的整数,

dN_n 是面积上第 n 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述负电极的厚度,

dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度, 并且

dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的所述电极单元的所述正电极的厚度。

14. 根据权利要求 1 所述的电极组件, 其中, 所述正电极具有在 10% 至 30% 的范围中的孔隙率, 并且

所述负电极具有在 15% 至 50% 的范围中的孔隙率。

15. 根据权利要求 1 所述的电极组件, 其中, 所述电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的组合, 并且

在所述电极单元之间的所述界面处所述负电极的每单位面积的可逆容量与面对所述负电极的所述正电极的每单位面积的可逆容量的比率彼此相同, 或者随着在所述电极单元之间的接触面积减小而增大。

16. 根据权利要求 1 所述的电极组件, 其中, 所述电极单元包括: 一个或更多个单电极; 一个或更多个单元电池, 所述单元电池包括至少一个正电极、至少一个负电极和至少一个隔膜; 或者, 其任何组合。

17. 根据权利要求 16 所述的电极组件, 其中, 所述单元电池选自由果冻卷型单元电池、堆叠型单元电池、层压与堆叠型单元电池和堆叠与折叠型单元电池构成的组。

18. 根据权利要求 16 所述的电极组件, 其中, 所述电极组件具有下述结构: 其中, 使用长片型分离膜来缠绕构成所述电极单元的所述单电极和所述单元电池的一些或全部。

19. 根据权利要求 16 所述的电极组件, 其中, 在所述单元电池的两个最外表面上设置的电极的极性相同。

20. 根据权利要求 16 所述的电极组件, 其中, 在所述单元电池的两个最外表面上设置的电极的极性不同。

21. 根据权利要求 1 所述的电极组件, 其中, 所述电极单元的截面具有四边形形状、至少一个角具有弯曲形状的四边形形状或在至少一个或更多个边处具有弯曲形状的形状。

22. 根据权利要求 1 所述的电极组件, 其中, 所述电极组件包括具有不同截面形状的电极单元的组合。

23. 根据权利要求 1 所述的电极组件, 其中, 所述电极组件包括具有相同截面形状的电

极单元的组合。

24. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元包括一个或更多个电极片,并且,具有相同极性的所述电极片被连接。

25. 根据权利要求 24 所述的电极组件,其中,所述电极片具有不同大小。

26. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元被堆叠以具有所述电极单元的面积向上减小的布置。

27. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元被堆叠以具有所述电极单元的面积向上增大的布置。

28. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元被堆叠为使得具有最大面积的电极单元被布置在所述电极组件的中层中。

29. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元被堆叠以具有在平面方向上的相应的电极单元的中点一致的布置。

30. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元被堆叠以具有在平面方向上的相应的电极单元的中点以特定间隔隔开的布置。

31. 根据权利要求 1 所述的电极组件,其中,所述电极单元被堆叠以具有相应的电极单元的一个角一致的布置。

32. 一种电池单元,其中,在电池外壳中安装了权利要求 1 的所述电极组件。

33. 根据权利要求 32 所述的电池单元,其中,所述电池外壳是袋型外壳。

34. 根据权利要求 32 所述的电池单元,其中,所述电池外壳被形成为具有与所述电极组件的形状对应的形状。

35. 根据权利要求 32 所述的电池单元,其中,所述电池单元是锂离子二次电池。

36. 一种包括一个或更多个权利要求 32 的所述电池单元的装置。

37. 根据权利要求 36 所述的装置,其中,所述装置的系统部件位于所述电池单元内的剩余空间中。

38. 根据权利要求 37 所述的装置,其中,所述装置是便携电话、便携计算机、智能电话、智能板、机动车辆或者能量存储装置。

电极组件、以及电池单元和包括其的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电极组件、电池单元和包括其的装置，并且更具体地，涉及包括具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元的组的电极组件，其中，该电极单元被堆叠为使得形成阶梯，正电极和负电极在电极单元之间的界面处面对。

背景技术

[0002] 近来，因为移动装置的技术发展和对其增大的需求，对于可充电电池（或二次电池）的需求已经迅速增大，并且因此，具有高能量密度和高操作电压以及良好的充电和使用期限特性的二次锂电池已经被广泛用作各种电子产品以及各种移动装置的能源。

[0003] 通常，二次锂电池具有其中电极组件和电解液被密封在电池外壳内的结构，并且可以根据外观被分类为圆柱电池、棱柱电池或袋型电池等，并且可以根据其中使用的电解液的类型而被分类为锂离子电池、锂离子聚合物电池或锂聚合物电池等。因为近来的减小移动装置的大小的趋势，对于薄棱柱电池和袋型电池的需求已经在上升，并且具体地说，对于容易变形的、轻型袋型电池的兴趣已经增加。

[0004] 在电池外壳中容纳的电极组件可以根据电极组件的形状被划分为果冻卷型（jelly-roll type）电极组件（或涡卷型电极组件）、堆叠型电极组件、堆叠与折叠型电极组件（或复合型电极组件）。通常，果冻卷型电极组件指的是通过下述方式制作的电极组件：在被用作集流器的金属箔上涂敷电极活性材料，将其压制，将其切割为具有期望宽度和长度的带形，通过使用分离膜来划分负电极和正电极，并且以螺旋方式来缠绕它。堆叠型电极组件指的是通过下述方式制作的电极组件：垂直地堆叠负电极、隔膜和正电极。堆叠与折叠型电极组件指的是通过下述方式制作的电极组件：通过拉长片形分离膜卷起或折叠具有一个或更多个电极或由负电极 / 隔膜 / 正电极构成的电极层压物的隔膜的连续单层。

[0005] 然而，通常以堆叠具有相同大小的单元电池或独立电极的方式来制作迄今已有的现有技术的电极组件，这使得在形状上的自由度变差，导致大量设计限制。

[0006] 因此，为了实现各种设计，已经提出了通过堆叠具有不同大小的电极或单元电池而制造具有阶梯部分的电池的方法。然而，通过下述方法来制造迄今已经提出的具有阶梯部分的电池：其中，正电极板和负电极板被切割为具有期望的面积，以允许单元电池具有不同的面积，并且堆叠所切割的正电极板和所切割的负电极板。此时，因为在每一个阶梯部分中的面积可控，但是阶梯部分的厚度限于每一个阶梯部分的厚度的倍数，所以在设计电池的厚度方向上的设计自由度受限。

[0007] 而且，上述的现有技术仅提出了可以通过切割负电极板和正电极板以具有期望大小，来形成具有不同大小的单元电池，并且堆叠所切割的负电极板和所切割的正电极板来改变设计的思想，并且未提出可以允许制造具有实际上可用的电池特性的电池的具体方法。例如，在具有阶梯部分的电池的情况下，虽然构成电池并且具有不同大小的每一个单元电池无错误地操作，但是因为下述问题，通常不能实际上使用该电池：不可能根据当堆叠电池时构成每一个阶梯部分的单元电池的配置来操作这些电池，电池容量与具有相同体积的

其他电池作比较显著地低,或者在阶梯部分之间的界面处出现严重的肿胀,因此,严重地缩短产品使用期限。然而,未考虑到上述问题而配置了这些现有的具有阶梯部分的电池。

[0008] 因此,需要一种电极组件,该电极组件能够在根据电池单元被应用到的装置的形状而实现各种设计的同时显示大容量特性,并且需要开发使用该电极组件的电池。

发明内容

[0009] 【技术问题】

[0010] 本发明的一个方面提供了一种能够在其中实现各种设计的电极组件、电池以及包括其的装置,所述电极组件包括几个优点,诸如更薄并且具有良好的电容量特性。

[0011] 【技术解决方案】

[0012] 根据本发明的一个方面,提供了一种电极组件,该电极组件包括具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元的组合,其中,电极单元被堆叠为使得形成阶梯,并且,电极单元被形成为使得具有不同极性的电极,即,正电极和负电极在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对。

[0013] 根据本发明的一个方面,在 25°C 下经受 500 次充电和放电循环的电极组件可以具有在单次充电和放电循环后的电容量水平的 60% 以上的电容量水平,并且,电极组件的总厚度变化比率可以不大于 15%。为此,在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对的正电极和负电极可以被配置得彼此平衡。

[0014] 在一个实施例中,在具有不同面积的电极单元之间的界面处,具有相对大面积的电极单元的负电极和具有相对小面积的电极单元的正电极可以彼此面对。因此,在所示的实施例中,注意,因为在具有不同面积的电极单元之间的界面处的负电极大于相邻的正电极,所以负电极的一部分将在界面处暴露。

[0015] 根据本发明的实施例的电极组件可以被配置为满足等式 1:

$$[0016] \quad \text{等式 1: } N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1},$$

[0017] 其中, n 是不小于 1 的整数, N_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, P_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量,并且 P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

[0018] 当根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元时,电极组件可以被配置为满足等式 2:

$$[0019] \quad \text{等式 2: } N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+2},$$

[0020] 其中, n 是不小于 1 的整数, N_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, N_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, P_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量, P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量,并且 P_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

[0021] 当根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元,并且在面积上第 n 大的电极单元和面积上第 $n+1$ 大的电极单元之间设置面积上第 $n+2$ 大的电极单元时,电极组件可以被配置为满足等式 3:

$$[0022] \quad \text{等式 3: } N_n/P_{n+2} \leq N_{n+1}/P_{n+2}$$

[0023] 其中, n 是不小于 1 的整数, N_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, N_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量, 并且 P_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

[0024] 根据本发明的实施例的电极组件可以被配置为满足等式 4 :

[0025] 等式 4 : $dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1}$

[0026] 其中, n 是不小于 1 的整数, dN_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的厚度, dP_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的厚度, 并且 dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的厚度。

[0027] 当根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元时, 电极组件可以被配置为满足等式 5 :

[0028] 等式 5 : $dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2}$

[0029] 其中, n 是不小于 1 的整数, dN_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的厚度, dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的厚度, dP_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的厚度, dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的厚度, 并且 dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的厚度。

[0030] 当根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元, 并且在面积上第 n 大的电极单元和面积上第 $n+1$ 大的电极单元之间设置面积上第 $n+2$ 大的电极单元时, 电极组件可以被配置为满足等式 6 :

[0031] 等式 6 : $dN_n/dP_{n+2} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2}$,

[0032] 其中, n 是不小于 1 的整数, dN_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的厚度, dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的厚度, dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的厚度, 并且 dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的厚度。

[0033] 在包括在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对的正电极和负电极的、根据本发明的实施例的电极组件中, 负电极的厚度与正电极的厚度的比率可以在大约 0.5 至大约 2 的范围中, 例如, 在大约 0.6 至大约 1.9、大约 0.8 至大约 1.5 或大约 1.0 至大约 1.5 的范围内, 并且更具体地, 可以是大约 1.0、大约 1.1、大约 1.2、大约 1.3 或大约 1.4。

[0034] 在包括在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对的正电极和负电极的、根据本发明的实施例的电极组件中, 负电极的每单位面积的可逆容量与正电极的每单位面积的可逆容量的比率可以不小于大约 1, 例如, 可以在大约 1 至大约 2、大约 1 至大约 1.5、大约 1 至大约 1.2、大约 1 至大约 1.1、大约 1.5 至大约 2、大约 1 至大约 1.09、大约 1.02 至大约 1.2、大约 1.02 至大约 1.09 或大约 1.05 至大约 1.09 的范围内, 并且更具体地, 可以是大约 1.05、大约 1.06、大约 1.07、大约 1.08 或大约 1.09。

[0035] 根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的组合, 并且在该情况下, 在电极单元之间的界面中的负电极的每单位面积的可逆容量与正电极的每单位面积的可逆容量的比率可以彼此相同, 或者随着在电极单元之间的接触面积减小而增大。

[0036] 同时, 在本发明的实施例中, 电极单元可以包括 : 一个或更多个单电极 ; 一个或更多个单元电池, 包括至少一个正电极、至少一个负电极和至少一个隔膜 ; 或者, 其任何组合。

在该情况下,单元电池可以选自由果冻卷型单元电池、堆叠型单元电池、层压与堆叠型单元电池与堆叠与折叠型单元电池构成的组。在单元电池中,在两个最外表面上设置的两个电极的极性可以相同或不同。

[0037] 而且,优选的是,根据本发明的实施例的电极组件可以具有下述结构:其中,可以使用长片型分离膜来缠绕构成电极单元的电极和单元电池的一些或全部。

[0038] 同时,根据本发明的实施例的电极单元可以具有各种截面形状。例如,根据本发明的实施例的电极单元的截面可以具有四边形形状、至少一个角具有弯曲形状的四边形形状、梯形或在至少一个或更多个边处具有弯曲形状的形状。

[0039] 而且,根据本发明的实施例的电极组件可以包括具有不同截面形状的电极单元的组合,或者可以包括具有相同截面形状的电极单元的组合。

[0040] 同时,根据本发明的实施例的电极单元可以包括一个或更多个电极片,并且在该情况下,可以连接具有相同极性的电极片。在该情况下,电极片可以具有相同大小,或者可以根据电极单元的面积而具有不同的大小。

[0041] 同时,在根据本发明的实施例的电极组件中,可以以各种布置来堆叠具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元。可以不特别限制用于堆叠电极单元的方法。例如,电极单元可以被堆叠为具有电极单元的面积向上减小的布置,或者相反,电极单元可以被堆叠为具有电极单元的面积向上增大的布置。替代地,电极单元可以被堆叠为使得具有最大面积的电极单元被布置在电极组件的中层中。

[0042] 而且,在根据本发明的实施例的电极组件中,电极单元可以被堆叠以具有在平面方向上的相应的电极单元的中点一致的布置,可以被堆叠以具有在平面方向上的相应的电极单元的中点以特定间隔隔开的布置,或者可以被堆叠以具有相应的电极单元的一个角一致的布置。

[0043] 根据本发明的另一个方面,提供了一种电池单元,其中,在电池外壳中安装了根据本发明的实施例的上述电极组件。在此,电池外壳可以是袋型外壳,但是本发明不限于此。而且,可以将形成外壳形成为具有与电极组件的形状对应的形状。而且,根据本发明的实施例的电池单元可以是锂离子二次电池或锂离子聚合物二次电池。

[0044] 根据本发明的另一个方面,提供了一种包括一个或更多个该电池单元的装置。该装置的系统部件可以位于电池单元内的剩余空间中。装置可以是便携电话、便携计算机、智能电话、智能板、上网本、轻型机动车辆(LEV)、机动车辆、混和机动车辆、插电式混和机动车辆或能量存储装置。

[0045] 根据本发明,该装置的系统部分可以位于电池单元的额外空间中。

[0046] **【有益效果】**

[0047] 根据本发明的实施例,电极组件可以通过使用两种或更多种的电极单元的组合而具有比现有的电极组件更多样的设计,并且具有市售的电容量和耐久特性。

[0048] 而且,因为根据本发明的实施例的电极组件可以实现在具有不同面积的电极单元之间的界面处的正电极和负电极之间的平衡,以在保持容量和耐久性特性的同时,相对自由地控制构成每个阶梯部分的电极单元的厚度以及面积,所以设计自由度很优越。结果,因为当安装装置时的设计因素导致产生的死空间可以被最小化以实现优越的空间利用。

附图说明

- [0049] 图 1 是根据本发明的第一实施例的电极组件的侧视图；
- [0050] 图 2 是根据本发明的第二实施例的电极组件的侧视图；
- [0051] 图 3 是根据本发明的第三实施例的电极组件的侧视图；
- [0052] 图 4 是根据本发明的第四实施例的电极组件的侧视图；
- [0053] 图 5 是根据本发明的第五实施例的电极组件的侧视图；
- [0054] 图 6 是根据本发明的第六实施例的电极组件的部署视图；
- [0055] 图 7 是图示根据本发明的实施例的电极片的配置的视图；
- [0056] 图 8 是图示根据本发明的实施例的堆叠电极单元的示例的视图；
- [0057] 图 9 是根据本发明的实施例的电池单元的透视图；
- [0058] 图 10 是根据本发明的另实施例的电池单元的透视图；
- [0059] 图 11 是示出在示例 1 和 2 与比较示例 1 和 2 的电极组件的 500 次充电和放电循环后的电容量和厚度变化的图形。
- [0060] 图 12 是示出随着在电极单元之间的界面处的负电极与正电极的可逆容量比率的能量密度变化的图形。
- [0061] 图 13 是示出随着在电极单元之间的界面处的负电极 / 正电极的厚度比率的能量密度变化的图形。
- [0062] 图 14 至 16 是图示层压与堆叠型单元电池的实现示例的示意图。
- [0063] < 附图标记的说明 >
- [0064] 10, 20, 30 : 电极片
- [0065] 40, 40' : 正电极
- [0066] 50, 50' : 负电极
- [0067] 60, 60' : 隔膜
- [0068] 70 : 片材型隔膜
- [0069] 100 : 电极组件
- [0070] 110, 120, 130, 201, 220, 310, 320, 330, 410, 420, 510, 520, 530 : 电极单元
- [0071] 710, 810, 810' : 电极单元主体
- [0072] 820, 820' : 电极结构主体
- [0073] 900 : 电池单元
- [0074] 910 : 电池外壳
- [0075] 920, 930 : 电极引线

具体实施方式

[0076] 以下, 将参考附图详细描述本发明的实施例。然而, 下面的附图是说明性附图, 提供其来帮助理解仅作为本发明的实施例的本发明, 并且本发明的范围不限于此。可能放大、缩小或省略一些部件以容易理解本发明。

[0077] 根据本发明的实施例的一种电极组件包括具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元的组合, 其中, 电极单元被堆叠为使得形成阶梯, 并且具有不同极性的电极, 即。正电极和负电极, 被形成为在具有不同面积的电极单元之间的界面处面对。

[0078] 在此,‘面积’指的是在与堆叠电极单元的方向垂直的方向上的电极单元的表面面积。

[0079] 而且,‘电极单元’指的是根据本发明的实施例的构成具有阶梯的电极组件的一层的基本单元,并且,电极单元的每一个可以包括:诸如负电极或正电极的电极;包括至少一个正电极、至少一个负电极和至少一个隔膜的一个或更多个单元电池;或者,其组合。

[0080] 同时,术语“单元电池”是包括所有电极层压物的概念,该电极层压物包括至少一个负电极、至少一个正电极和至少一个隔膜,并且,不特别限制用于在单元电池中堆叠负电极、正电极和隔膜的方法。例如,在本发明的实施例中,术语‘单元电池’可以被理解为涵盖包括全部下述电极层压物的概念:根据通过使用隔膜来划分片材型负电极和片材型正电极,并且以螺旋的方式缠绕的果冻卷方案制作的电极层压物;根据依序堆叠一个或更多个负电极、一个或更多个隔膜和一个或更多个正电极的堆叠方案制作的电极层压物;或者,根据在拉长片材型分离膜上设置电极和/或通过堆叠一个或更多个正电极、隔膜和负电极而形成的电极层压物,并且将其折叠的堆叠与折叠方案制作的电极层压物。

[0081] 同时,根据本发明的实施例,在如正电极/隔膜/负电极/隔膜/正电极、负电极/隔膜/正电极/隔膜/负电极的单元电池中,在单元电池的两个最外表面上设置的电极可以具有相同的极性,或者,在如正电极/隔膜/负电极或正电极/隔膜/负电极/隔膜/正电极/隔膜/负电极的单元电池中,在单元电池的两个最外表面上设置的电极可以具有相反的极性。

[0082] 同时,在本发明中,应当明白,以堆叠方式制造的电极层压物是包括下述电极层压物的概念:通过层压至少一个正电极、至少一个负电极和至少一个隔膜以形成电极单元主体,并且然后堆叠这些电极单元主体的方法(以下称为“层压与堆叠方法”)制造的电极层压物;以及通过依序堆叠正电极、隔膜和负电极的典型方法制造的电极层压物。

[0083] 同时,在通过层压与堆叠方法来制造电极层压物的情况下,如果电极单元主体包括至少一个正电极、至少一个负电极和至少一个隔膜,则可以使用该电极单元主体,并且,不特别限制电极单元主体的配置。

[0084] 然而,从处理简单性和经济可行性的视点两者看,当通过层压与堆叠方法来制造电极层压物时,期望电极单元主体被配置为包括由第一电极/隔膜/第二电极/隔膜,或隔膜/第一电极/隔膜/第二电极构成的基本结构。在这一点上,第一电极和第二电极可以分别是具有相反极性的正电极和负电极,并且,电极单元主体可以包括一个或两个或更多个基本结构。

[0085] 同时,通过层压与堆叠方法制造的电极层压物可以仅由包括上述基本结构的电极单元主体构成,或者可以包括具有该基本结构的电极单元主体和具有不同结构的电极结构主体的组合。

[0086] 图 14 至 16 图示通过层压与堆叠方法制造的电极层压物的各个示例。

[0087] 在图 14 中,图示了层压与堆叠型电极层压物,其由电极单元主体 710 构成,电极单元主体 710 具有隔膜 60/负电极 50/隔膜 60/正电极 40 的基本结构。虽然图 14 图示隔膜/负电极/隔膜/正电极的基本结构,但是可以彼此交换正电极和负电极的位置,因此提供了隔膜/正电极/隔膜/负电极的基本结构。同时,如图 14 中所示,在电极单元主体具有隔膜/负电极/隔膜/正电极的基本结构的情况下,因为可以在堆叠的电极主体的最外侧

处在没有隔膜的情况下暴露正电极,所以在考虑到容量的电极设计方面,可能期望使用涂敷一个表面的正电极作为正电极,其中,未在最外侧的暴露表面上涂敷活性材料。同时,虽然图 14 图示电极单元主体仅具有一个基本结构,但是本发明不限于此,并且可以将重复地堆叠至少两个基本结构的配置用作一个电极单元主体。

[0088] 在图 15 中,图示电极层压物,其中,堆叠具有隔膜 60/ 负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40 的基本结构的电极单元主体 810 和具有隔膜 60/ 负电极 50/ 隔膜 60 的结构电极结构主体 820。当如图 15 中所示堆叠具有隔膜 60/ 负电极 50/ 隔膜 60 的结构电极结构主体时,可以防止正电极 40 暴露到外侧,并且,可以增大电容量。类似于此,在电极单元主体的最外侧处设置负电极的配置的情况下,可以在其上堆叠由隔膜 / 正电极 / 隔膜构成的电极结构主体,使得可以最大地使用负电极的容量。

[0089] 在图 16 中,图示电极层压物,其中,堆叠具有负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40/ 隔膜 60 的基本结构的电极单元主体 810' 和具有负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40/ 隔膜 60/ 负电极 50 的结构电极结构主体 820'。当如图 16 中所示在电极层压物的最外表面上堆叠具有负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40/ 隔膜 60/ 负电极 50 的结构电极结构主体 820' 时,可以防止正电极被暴露到外侧,并且可以增大电容量。

[0090] 如图 15 和 16 中所示,通过层压与堆叠方法制造的电极层压物可以与具有上述基本结构的电极单元主体一起,使用单电极、隔膜或具有来自上述电极单元主体的不同布置和配置的单元电池的组合。具体地说,当堆叠具有基本结构的电极单元主体时,在防止正电极暴露到外侧的方面和 / 或在增强电池容量的方面,可以在电极层压物的一个最外表面和 / 或两个最外表面上设置单电极、涂敷一个表面的电极、隔膜或具有来自上述单元主体的不同布置和配置的单元电池。虽然图 15 和 16 图示在电极层压物的上侧布置具有不同结构的电极结构主体,但是本发明不限于此,并且如果必要,则可以在电极层压物的下侧布置具有不同结构的电极结构主体,或者,可以在电极层压物的上侧和下侧两者中布置具有不同结构的电极结构主体。

[0091] 同时,在本发明的实施例中,术语“堆叠与折叠”通常指的是通过在拉长片材型分离膜上设置电极和 / 或通过堆叠一个或更多个正电极、隔膜和负电极形成的电极层压物并且折叠它们的方法。在此,不特别限制折叠方法,并且,应当明白折叠方法具有覆盖在本领域中公知的任何折叠方法的概念,例如:以 Z 字形来折叠片材型分离膜的方法(称为 Z 折叠形或折叠屏幕型);设置通过在片材型分离膜的一个表面上堆叠一个或更多个负电极和正电极并且在其间插入隔膜而形成的电极层压物并且缠绕和卷起它们的方法;或者,在片材型分离膜的两个表面上交替地设置电极并且缠绕和卷起片材型分离膜的方法。在本公开中,为了说明方便,根据果冻卷方法制作的单元电池被称为果冻卷型单元电池,根据堆叠方法制作的单元电池被称为堆叠型单元电池,并且根据堆叠与折叠方法制作的单元电池被称为‘堆叠与折叠型单元电池’。

[0092] 在根据本发明的实施例的电极组件中,堆叠具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元,使得形成阶梯,因此与现有技术作比较实现具有各种形状的电池。在本发明的实施例中,在电极单元的面积上的差别可以大得当堆叠电极单元时形成阶梯,并且可以考虑到电池的期望设计等而被自由地调整,而不被特别限制。例如,在本发明的一个实现示例中,当比较在电极组件中包括的两个电极单元时,如果具有相对大面积的电极单元是大约

100%，则具有相对小面积的电极单元可以具有在大约 20% 至大约 95% 的范围内，优选地在大约 30% 至大约 90% 的范围内的面积。

[0093] 同时，在根据本发明的实施例的电极组件中，相应的电极单元的厚度可以相同或不同，并且不被特别限制。例如，在本发明的实施例中，具有相对大面积的电极单元可以具有小于具有相对小面积的电极单元的厚度的厚度，或者可以具有更大的厚度。

[0094] 同时，在根据本发明的实施例的电极组件中，因为具有不同极性的电极被设置为在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对，所以可以甚至在电极单元之间的界面处存储电力，并且结果，增大了电容量。在该情况下，‘面对’指的是设置在面对方向上，并且在该情况下，不要求两个面对的电极接触，并且‘面对’具有包括下述情况的概念：其中，可以在两个电极之间插入诸如隔膜和 / 或片材型分离膜的两个部件。

[0095] 同时，优选的是，根据本发明的实施例的电极组件可以被形成使得具有较大面积的电极单元的负电极和具有较小面积的电极的正电极在具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元之间的界面处面对。这是因为，如果在具有不同面积的电极单元之间的界面上设置具有较大面积的电极单元的正电极，则可能从具有较大面积的电极单元的正电极沉淀锂，以缩短电池的使用期限或使得电池的稳定性变差。

[0096] 根据本发明的实施例的一种电极组件包括具有不同面积的电极单元，并且可以通过将相应的电极单元配置得彼此不同而以各种方式来实现。然而，应当注意，难以仅通过制造具有彼此不同的面积的电极单元并且堆叠所制造的电极单元来制造具有市售容量和耐久性特性的电极组件，并且在厚度方向上设计自由度很有限，因为电极单元的厚度限于单元电池或单元电极的厚度的倍数。因此，本发明人已经对制造具有市售功率效率和结构稳定性，同时具有在厚度方向上具有良好的设计自由度的电极组件进行了研究，并且已经发现可以通过控制在具有不同面积的电极单元之间的界面处的平衡来生产在容量、耐久性和在厚度方向上的设计自由度上良好的电极组件。

[0097] 此时，控制在具有不同面积的电极单元之间的界面处的平衡指的是在电极单元之间的界面处彼此面对的正电极和负电极被设计为使得稳定地保持功率效率和电池稳定性，并且可以例如通过控制在界面处的正电极和负电极的容量或厚度等来实现。更具体地，期望设计在电极单元之间的界面处彼此面对的正电极和负电极，使得已经在 25℃ 下经受 500 次充电和放电循环的本发明的电极组件相对于在单次充电和放电循环后的电容量具有不小于 60% 的电容量，并且电极组件的总厚度变化比率不大于 15%。

[0098] 在这一点上，电容量 (electrical capacity) 指的是在下面的充电条件 (A) 和充电条件 (B) 下测量的电容量。同时在充电和放电循环之间提供 10 分钟的暂停。

[0099] 充电条件 (A)：在电池在 1C 的恒流模式中被充电到 4.25V 或 4.35V 后，恒流模式被转换为恒压模式，并且在电流流动直到充电电流量变为电池的最小容量的 1/20 后完成充电。

[0100] 放电条件 (B)：1C 的放电电流在恒流模式中流动，并且，当电压达到 3V 时完成放电。

[0101] 同时，电极组件的厚度变化比率指的是 (在 500 次充电和放电循环后的电极组件的总厚度 / 在单次充电和放电循环后的电极组件的总厚度) × 100。

[0102] 同时，在研究后，本发明人已经发现可以通过下述设计来在具有不同面积的电极

单元之间的界面处平衡该电极单元：其中，在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对的负电极和正电极的每单位面积的可逆容量满足特定条件。

[0103] 更具体地，当面积上第 n 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量是 N_n ，面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量是 N_{n+1} ，面积上第 n 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量是 P_n ，并且面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量是 P_{n+1} 时，可以形成本发明的电极组件，使得该电极组件被配置为满足下面的等式 1。

[0104] 等式 1： $N_n/P_n \leq N_{n+1}/P_{n+1}$ ，

[0105] 其中， n 是不小于 1 的整数。

[0106] 在这一点上，负电极的每单位面积的可逆容量指的是被定义为每单位面积的负电极的充电容量 [mAh/cm^2] \times 负电极的效率 [%] 的值，每单位面积的负电极的充电容量指的是被定义为负电极活性材料的加载量 [g/cm^2] \times 负电极的每单位重量的充电容量 [mAh/g] 的值，并且，负电极的效率指的是被定义为（负电极的放电容量与负电极的充电容量的比率） $\times 100$ 的值。而且，正电极的每单位面积的可逆容量指的是被定义为正电极活性材料的加载量 [g/cm^2] \times 正电极的每单位重量的充电容量 [mAh/g] - 负电极的每单位面积的可逆容量 [mAh] 的值。

[0107] 同时，负电极活性材料的加载量指的是在负电极集流器上涂敷的负电极活性材料的每单位面积的重量，并且正电极活性材料的加载量指的是在正电极集流器上涂敷的正电极活性材料的每单位面积的重量。而且，可以通过下面的方法来测量正电极和负电极的充电容量、放电容量与每单位重量的可逆容量。

[0108] 1) 正电极的每单位重量的充电容量

[0109] 在作为半电池形成用于评估的正电极后，由锂金属形成对置电极，在 0.1C 的恒流下将该半电池充电，并且，当操作电极电势达到 4.25V 时测量电容量。然后，将测量的电容量除以正半电池的活性材料的重量，以获得正电极的每单位重量的充电容量。

[0110] 2) 负电极的每单位重量的充电容量

[0111] 在作为半电池形成用于评估的负电极后，由锂金属形成对置电极，在 0.1C 的恒流下将该半电池充电，并且，当操作电极电势达到 1.6V 时测量电容量。然后，将测量的电容量除以负半电池的活性材料的重量，以获得负电极的每单位重量的充电容量。

[0112] 3) 负电极的每单位重量的放电容量

[0113] 在作为半电池形成用于评估的负电极后，由锂金属形成对置电极，在 0.1C 的恒流下将该半电池充电，并且，在操作电极电势达到 1.6V 后，在 0.1C 的恒流下将该半电池放电，并且当操作电极电势是 0V 时测量电容量。然后，将测量的电容量除以负半电池的活性材料的重量，以获得负电极的每单位重量的充电容量。

[0114] 4) 负电极的每单位重量的可逆容量

[0115] 将在使用上述方法测量的充电容量和放电容量之间的差除以负半电池的活性材料的重量，以获得负电极的每单位重量的可逆容量。

[0116] 同时，根据本发明人的研究，在由具有不同面积的电极单元构成的电极组件的情况下，虽然相应的电极单元被设计为正常地操作，但是当在电极单元之间的界面中的可逆容量比率不满足等式 1 时，显示难以在电极组件中实现商业上可行的容量和耐久性特性。

在具有相同面积的所有现有电极组件中完全没有预期这些结果,并且示出应当考虑在制造现有的电极组件的过程中还没有考虑的新的要素,以便允许制造由具有不同面积的电极单元构成的电极组件。而且,当满足等式 1 时,因为电极单元的每一个的厚度在限定的范围内相对自由地可控,所以可以创新地增强在厚度方向上的设计自由度。

[0117] 同时,当在本发明的电极组件中考虑经济可行性和单位体积的能量密度时,根据本发明的实施例的电极组件可以被配置为满足等式 1-1,优选地满足等式 1-2。

[0118] 然而,本发明不限于上面的值。

[0119] 等式 1-1 : $1 \leq N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1}$

[0120] 等式 1-2 : $1 \leq N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq 1.2$

[0121] 在等式 1-1 和 1-2 中, n 、 M_n 、 P_n 和 P_{n+1} 的定义与在等式 1 中的那些相同。

[0122] 同时,当根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的组合时,该电极组件优选地被配置为满足等式 2。

[0123] 等式 2 : $N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+2}$

[0124] 在等式 2 中, n 是不小于 1 的整数, N_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, N_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, P_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量, P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量, 并且, P_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

[0125] 同时,当本发明的电极组件中考虑经济可靠性和单位体积的能量密度时,本发明的电极组件优选地被配置为满足等式 2-1。

[0126] 等式 2-1 : $1 \leq N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+2}$

[0127] 等式 2-2 : $1 \leq N_n/P_n \leq N_n/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+1} \leq N_{n+1}/P_{n+2} \leq 1.2$

[0128] 在等式 2-1 和 2-2 中, n 、 N_n 、 N_{n+1} 、 P_n 和 P_{n+1} 的定义与在等式 2 中的那些相同。

[0129] 同时,当根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的组合,并且在面积上第 n 大的电极单元和面积上第 $n+1$ 大的电极单元之间设置面积上第 $n+2$ 大时,该电极组件更优选地被配置为同时满足等式 2 和 3。

[0130] 等式 3 : $N_n/P_{n+2} \leq N_{n+1}/P_{n+2}$

[0131] 在等式 2 中, n 是不小于 1 的整数, N_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, N_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的每单位面积的可逆容量, P_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量, 并且, P_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的每单位面积的可逆容量。

[0132] 根据本发明人的研究,当在电极组件中包括的正电极和负电极的可逆容量被设计为满足上述条件时,虽然不同地改变每一个电极单元的面积和厚度,但是也可以获得具有优越的功率效率和结构稳定性的电极组件,即,当已经在 25°C 下已经执行 500 次充电和放电循环时的电容量相对于在单次充电和放电循环后的电容量是 60% 或更多,并且,电极组件的总厚度变化比率是 15% 或更小的电极组件。

[0133] 同时,根据本发明的实施例的电极组件可以被设计为使得负电极的每单位面积的可逆容量与正电极的每单位面积的可逆容量的比率不小于 1, 并且优选地是大约 1 至大约 2、大约 1 至大约 1.5、大约 1 至大约 1.1、大约 1 至大约 1.09、大约 1.5 至大约 2、大约 1.02

至大约 1.09、大约 1.05 至大约 1.09、大约 1.05、大约 1.06、大约 1.07、大约 1.08 或大约 1.09。根据本发明人的研究,发现在满足在界面处负电极的每单位面积的可逆容量与面对负电极的正电极的每单位面积的可逆容量的比率是 1 或更大的范围内,在相对自由地改变电极单元的面积或厚度等的同时,可以获得市售的电池容量和耐久性。然而,当在界面处负电极的每单位面积的可逆容量与面对负电极的正电极的每单位面积的可逆容量的比率小于 1 时,发现产生肿胀,并且因此,电池稳定性和电极效率锐减。

[0134] 同时,在本发明的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的组的情况下,电极组件被设计为使得在电极单元之间的界面处的负电极的每单位面积的可逆容量与正电极的每单位面积的可逆容量的比率彼此相同,或者随着在电极单元之间的接触面积减小而增大。即,在电极组件包括具有最大面积的电极单元(为了方便,称为第一电极单元)、具有中等面积的电极单元(为了方便,称为第二电极单元)和具有最小面积的电极单元(为了方便,称为第三电极单元)的情况下,期望在第二电极单元和第三电极单元之间的界面处设置的正电极和负电极的每单位面积的可逆容量的比率等于或大于在第一电极单元和第二电极单元之间的界面处设置的正电极和负电极的每单位面积的可逆容量的比率。当具有不同面积的电极单元的数量增大时,产生在电极单元之间的两个或更多个的界面,并且当在该两个或更多个界面中的平衡未被控制时,可能因为结构变形而降低电池稳定性和性能。根据本发明人的研究,在电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的组的情况下,当如上所述配置在电极单元之间的界面中设置的正电极和负电极的每单位面积的可逆容量的比率时,可以尽可能地抑制因为结构变形导致的在电池稳定性和性能上的降低。

[0135] 同时,平衡在具有不同面积的电极单元之间的界面中的正电极和负电极的另一种方法是设计电极组件,使得在具有不同面积的电极单元之间的界面处彼此面对的正电极和负电极的厚度的比率满足特定范围。例如,在根据本发明的实施例的电极组件中,在电极单元之间的界面处负电极的厚度与面对负电极的正电极的厚度的比率(即,负电极的厚度/正电极的厚度)在大约 0.5 至大约 2 的范围中,优选地在大约 0.7 至大约 1.8 的范围中,并且更优选地在大约 1.0 至大约 1.4 的范围内。当在电极单元之间的界面处彼此面对的负电极和正电极的厚度的比率小于 0.5 时,在负电极中的可以接收正电极的锂离子的位置不足,并且因此,锂离子可能沉淀,从而与设计的容量相比显示低性能和低容量,并且当该比率超过 2 时,在负电极中的可以在初始充电中接收锂离子的位置增加,使得可逆容量增大,实际容量与设计的容量相比更低,使用过量的负电极使得作为容量与电池密度的效率的能量密度降低,降低涂敷力,并且负电极活性材料可能脱层。

[0136] 同时,可以通过使用离子研磨装置(截面抛光机(CP))切割电极组件以暴露截面,并且使用 SEM 设备来扫描暴露的截面,来测量正电极和负电极的厚度。此时,正电极和负电极的厚度指示包括电极集流器和电极涂敷部分的全部的厚度。例如,在电极的单个表面上涂敷电极涂敷部分的单表面电极的情况下,电极的厚度指示涂敷部分和电极集流器的厚度的和,并且在电极的两个表面上涂敷电极涂敷部分的双表面电极的情况下,即,在由涂敷部分/集流器/涂敷部分构成的电极的情况下,电极的厚度指示两个涂敷部分和集流器的厚度的和。

[0137] 更具体地,根据本发明的实施例的电极组件优选地被配置为满足等式 4。

[0138] 等式 4 : $dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1}$

[0139] 其中, n 是不小于 1 的整数, dN_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的厚度, dP_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的厚度, 并且 dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的厚度。

[0140] 同时, 当在电极组件中考虑经济可行性和单位体积的能量密度时, 根据本发明的实施例的电极组件优选地被配置为满足等式 4-1, 更优选的是, 电极组件可以被配置为满足等式 4-2, 并且更优选的是, 电极组件可以被配置为满足等式 4-3。

[0141] 等式 4-1 : $0.5 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq 2$

[0142] 等式 4-2 : $0.6 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq 1.9$

[0143] 等式 4-3 : $1.0 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq 1.5$

[0144] 在等式 4-1、4-2 和 4-3 中, dN_n 、 dP_n 和 dP_{n+1} 的定义与在等式 4 中的那些相同。

[0145] 同时, 在根据本发明的实施例的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元的情况下, 电极组件可以被配置为满足等式 5。

[0146] 等式 5 : $dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2}$

[0147] 其中, n 是不小于 1 的整数, dN_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的厚度, dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的厚度, dP_n 是面积上第 n 大的电极单元的正电极的厚度, dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的厚度, 并且 dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的厚度。

[0148] 同时, 当在电极组件中考虑经济可行性和单位体积的能量密度时, 根据本发明的实施例的电极组件可以优选地被配置为满足等式 5-1, 更优选的是, 电极组件可以被配置为满足等式 5-2, 并且更优选的是, 电极组件可以被配置为满足等式 5-3。

[0149] 等式 5-1 : $0.5 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2} \leq 2$

[0150] 等式 5-2 : $0.6 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2} \leq 1.9$

[0151] 等式 5-3 : $1.0 \leq dN_n/dP_n \leq dN_n/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+1} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2} \leq 1.5$

[0152] 在等式 5-1、5-2 和 5-3 中, dN_n 、 dN_{n+1} 、 dP_n 和 dP_{n+1} 的定义与在等式 5 中的那些相同。

[0153] 而且, 在本发明的电极组件包括具有不同面积的三种或更多种类型的电极单元, 并且在面积上第 n 大的电极单元和面积上第 $n+1$ 大的电极单元之间设置面积上第 $n+2$ 大的电极单元的情况下, 根据本发明的实施例的电极组件优选地被配置为同时满足等式 5 和 6。

[0154] 等式 6 : $dN_n/dP_{n+2} \leq dN_{n+1}/dP_{n+2}$

[0155] 在等式 6 中, n 是不小于 1 的整数, dN_n 是面积上第 n 大的电极单元的负电极的厚度, dN_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的负电极的厚度, dP_{n+1} 是面积上第 $n+1$ 大的电极单元的正电极的厚度, 并且 dP_{n+2} 是面积上第 $n+2$ 大的电极单元的正电极的厚度。

[0156] 如上, 控制在电极单元之间的界面中的正电极和负电极的厚度的方法的有利之处在于: 与控制可逆容量的比率的方法作比较, 它在设计上简单。然而, 在使用的电极的规格根据电极单元而被改变的情况下, 正电极和负电极可能不会通过厚度的比率而被平衡。因此, 在该情况下, 期望根据控制正电极和负电极的可逆容量的比率的方法来设计电极组件。然而, 当在每一个电极单元中使用的电极的规格彼此相同时, 或者当电极的规格不同, 但是负电极活性材料的充电容量是正电极活性材料的充电容量的大约 1.5 至 3 倍, 优选地是大约 1.8 至 2.5 倍时, 可以通过在上述范围中设计正电极和负电极的厚度而容易地在电极单

元之间的界面处平衡正电极和负电极。

[0157] 同时,在根据本发明的实施例的电极组件中包括的正电极的每一个和负电极的每一个被设计为在电极单元之间的界面处平衡,并且不特别限制电极的每一个的涂敷部分的厚度、孔隙率和加载量。

[0158] 例如,可以考虑所使用的电极活性材料的类型和实现的电池容量等来适当地选择根据本发明的实施例的电极组件中包括的正电极和负电极的厚度。例如,在根据本发明的实施例的电极组件中,正电极的厚度可以在大约 50 μm 至大约 150 μm 、大约 80 μm 至大约 140 μm 或大约 100 μm 至大约 150 μm 的范围内,并且负电极的厚度可以在大约 80 μm 至大约 200 μm 、大约 100 μm 至大约 200 μm 或大约 100 μm 至大约 150 μm 的范围内。

[0159] 而且,在根据本发明的实施例的电极组件中包括的正电极和负电极中,每单位面积的涂敷量(可以被称为加载量)不被特别限制,并且可以考虑所使用的电极活性材料的类型和实现的电池容量等而被适当地选择。例如,在本发明中,正电极活性材料的每单位面积的涂敷量可以在大约 10mg/cm²至大约 30mg/cm²、大约 10mg/cm²至大约 25mg/cm²或者大约 15mg/cm²至大约 30mg/cm²的范围内,并且负电极活性材料的每单位面积的涂敷量可以在大约 5mg/cm²至大约 20mg/cm²、大约 5mg/cm²至大约 15mg/cm²或者大约 10mg/cm²至大约 20mg/cm²。

[0160] 而且,在正电极和负电极中,不特别限制孔隙率,并且可以根据所使用的电极活性材料的类型和实现的电池容量等来适当地选择孔隙率。例如,在本发明中,正电极的孔隙率可以在大约 10%至大约 30%、大约 15%至大约 30%或大约 10%至大约 25%的范围内,并且负电极的孔隙率可以在大约 15%至大约 50%、大约 20%至大约 50%或大约 15%至大约 40%的范围内。

[0161] 根据本发明人的研究,当在电极组件中包括的正电极和负电极的厚度被设计为满足上述条件时,虽然每一个电极单元的面积和/或厚度不同地改变,但是可以获得具有优越的功率效率和结构稳定性的电极组件,即,当已经在 25°C 下执行已经 500 次充电和放电循环时的电容量相对于在单次充电和放电循环后的电容量是 60%或更大,并且电极组件的总厚度变化比率是 15%或更小的电极组件。

[0162] 同时,在根据本发明的实施例的电极组件中包括的电极单元可以被不同地组合。以下,将参考附图详细描述根据本发明的实施例的电极单元的配置。图 1 至 4 图示了用于示出在根据本发明的实施例的电极组件中的电极单元的配置的各个实施例。

[0163] 图 1 图示电极组件,该电极组件包括由堆叠型单元电池构成的电极单元的电极组件。如图 1 中所示,根据本发明的实施例的电极组件可以包括具有不同面积的三种类型的电极单元 110、120 和 130,并且在该情况下,电极单元可以包括通过下述方式形成的堆叠型单元电池:堆叠正电极 40、负电极 50,并且在其间插入隔膜 60。在该情况下,相应的电极单元可以被配置为单个单元电池 105,如电极单元 130,或者可以被配置为具有相同面积的两个或更多个单元电池 101 和 102 和 103 和 104 的组合,如电极单元 110 和电极单元 120。同时,在图 1 中,图示构成电极单元的所有单元电池是堆叠型单元电池的情况,但是本发明不限于此。即,在本发明的实施例中,电极单元可以由除了堆叠型单元电池之外的果冻卷型单元电池、堆叠与折叠单元电池构成,可以由这些单元电池和电极的组合,以及不同类型的单元电池的组合构成。

[0164] 例如,图 2 图示包括由果冻卷型单元电池和电极构成的电极单元的电极组件。如图 2 中所示,根据本发明的实施例的电极组件可以包括例如具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元 210 和 220,并且在该情况下,具有相对小面积的电极单元 210 可以由果冻卷型单元电池 201 和单电极 202 构成,并且具有相对大面积的电极单元 220 可以由果冻卷型单元电池 203 构成。在该情况下,通过下述方式形成果冻卷型单元电池 201 和 203:将负电极片材 50' 和正电极片材 40' 在其间插入隔膜 60' 的情况下缠绕。在该情况下,考虑到电池稳定性,执行缠绕,使得负电极片材位于外侧上,并且单电极 202 是正电极。然而,本发明不限于此,并且,可以使用通过缠绕使得正电极片材位于外侧而形成的果冻卷型单元电池,并且在该情况下,暴露部分包括未涂敷正电极活性材料的未涂敷部分。

[0165] 同时,图 2 图示由果冻卷型单元电池和单电极的组合构成的电极单元和由单个果冻卷型单元电池构成的电极单元,但是本发明不限于此,并且可以通过将堆叠型单元电池和 / 或堆叠与折叠型单元电池与单电极组合来配置电极单元,或者,通过组合两种或更多种类型的单元电池来配置电极单元。

[0166] 例如,如图 3 中所示,可以通过组合堆叠型单元电池和堆叠与折叠型单元电池来实现根据本发明的实施例的电极组件。如图 3 中所示,根据本发明的实施例的电极组件可以包括具有不同面积的三种类型的电极单元 210、320 和 330,并且在该情况下,具有最小面积的电极单元 310 和具有最大面积的电极单元 330 可以由堆叠型单元电池构成,并且具有中等面积的电极单元 320 可以由堆叠与折叠型单元电池构成。其中,具有最小面积的电极单元 310 可以由具有负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40/ 隔膜 60/ 负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40 的结构堆叠型单元电池构成,并且具有最大面积的电极单元 330 可以由具有负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40/ 隔膜 60/ 负电极 50/ 隔膜 60/ 正电极 40/ 隔膜 60/ 负电极 50 的结构堆叠型单元电池构成。以这种方式,在单元电池的两个最外表面上设置的电极可以不同或可以相同,并且单个单元电池可以包括一个或更多个正电极和 / 或一个或更多个负电极。同时,具有中等面积的电极单元 320 可以由通过下述方式形成的堆叠与折叠型单元电池构成:堆叠由片材型分离膜 70 缠绕的、包括负电极、正电极和隔膜的电极层压物。

[0167] 同时,图 4 图示被配置为单电极的电极单元的示例。如图 4 中所示,根据本发明的实施例的电极组件可以包括被配置为单电极的电极单元 420 和由一个或更多个单元电池 401 和 402 构成的电极单元 410。

[0168] 如上,在根据本发明的实施例的电极组件中,单电极单元可以被配置为单电极、一个或更多个单元电池或其组合,并且在该情况下,例如在本领域中一般使用的堆叠型单元电池、果冻卷型单元电池、堆叠与折叠型单元电池和 / 或其组合的各种单元电池可以被用作上述单元电池而不受限制。同时,除了在图 1 至图 4 中所示的单元电极之外,可以存在各种电极单元的组合,并且,可以明白这样的修改被包括在本发明的范围内。

[0169] 同时,根据本发明的实施例的电极组件可以具有下述结构:其中,使用单个片材型分离膜来缠绕一些或全部单电极和构成电极单元的单元电池。图 5 图示具有下述结构的电极组件的实现示例:其中,通过片材型分离膜来覆盖构成电极单元的单电极和单元电池的一些或全部。如图 5 中所示,使用片材型分离膜 70 来覆盖构成电极单元 510、520 和 530 的单元电池 501、502、503、504、505、506 和 507,通过片材型分离膜 70 来限制电池膨胀,改善了电池稳定性。同时,在图 5 中,片材型分离膜可以不存在于由虚线指示的部分中。

[0170] 同时,图 5 图示片材型分离膜以 Z 字形方式覆盖单元电池 501、502、503、504、505、506 和 507,但是本发明不限于此,并且可以不同地实现使用片材型分离膜缠绕单电极和/或单元电池的方法。

[0171] 例如,如图 6 中所示,可以通过下述方式来制作根据本发明的实施例的电极组件:在片材分离膜 70 上以适当间隔布置具有不同面积的单元电池 601、602、602、603、604、605、606 和 607,并且卷起片材型分离膜 70。

[0172] 而且,虽然未示出,但是可以通过下述方式来制作根据本发明的实施例的电极组件:在片材型分离膜的一个表面上以特定间隔布置正电极,在相反的表面上以特定间隔布置负电极,并且随后卷起片材型分离膜。或者,可以通过下述方式来制作根据本发明的实施例的电极组件:制备两个片材型分离膜,在一个片材型分离膜上以特定布置来堆叠负电极,在另一个片材型分离膜上以特定布置堆叠正电极,并且随后卷起两个片材型分离膜。此外,可以存在各种方法,用于通过根据期望制作的电极组件的形状等,使用片材型分离膜来缠绕电极单元中的一些或全部,并且应当明白,这样的修改属于本发明的范围。

[0173] 同时,不特别限制在根据本发明的实施例的电极组件中包括的正电极、负电极和隔膜的材料,并且可以使用在本领域中抑制的正电极、负电极和隔膜而不受限制。例如,通过下述方式来形成负电极:在由铜、镍、铝或包括其一种或更多种类型的合金制成的负电极集流器上涂敷负电极活性材料,诸如锂金属、锂合金、碳、石油焦炭、活性碳、石墨、硅化合物、锡化合物、钛化合物或者它们的合金等。而且,可以通过下述方式来形成正电极:在由铝、镍、铜或包括其一种或更多种类型的组合制成的正电极集流器上涂敷正电极活性材料,诸如锰酸锂、钴酸锂、镍酸锂、磷酸铁锂或包括其一种或更多种的化合物和混合物。在该情况下,构成涂敷了电极活性材料的单个单元电池的正电极和负电极的面积可以相同或不同。例如,图 1 的单元电池示出使用电极活性材料涂敷的负电极和正电极的面积相同的情况,并且图 3 的单元电池示出使用电极活性材料涂敷的负电极和正电极的面积不同的情况。而且,电极活性材料可以被涂敷在集流器的两个表面上,或者可以仅被涂敷在集流器的一个表面上,以便形成未涂敷部分等。

[0174] 同时,隔膜可以是由聚乙烯、聚丙烯或其组合制成的具有微孔结构的多层膜,或者,可以使用用于凝胶型聚合物电解质或固体聚合物电解质的聚合物膜,诸如聚偏氟乙烯、聚环氧乙烷、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸或聚偏氟乙烯六氟丙烯共聚物,但是不特别限制本发明。

[0175] 而且,在根据本发明的实施例的电极组件中,电极单元可以具有一个或更多个电极片。通常,当电极单元被配置为单电极时(例如,在图 4 中的 420),它可以仅具有一个电极片,并且当电极单元被配置为包括单元电池时,它可以包括负电极片和正电极片两者。具有相同极性的电极片被电连接。同时,在本发明的实施例中,不特别限制电极片的面积和布置位置等。

[0176] 例如,在相应的电极单元中提供的电极片的面积可以相同或不同。在现有技术中,因为在电极组件中包括的电极单元的面积相同,所以一般使用具有相同面积的电极片。作为比较,在本发明的情况下,因为包括具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元,所以在每个电极单元中优化的电极片的大小可以不同。因此,在根据本发明的实施例的电极组件中,可以更有益的是,根据电极单元的面积来选择具有不同面积的电极片,以便最大化电

容量。

[0177] 而且,在本发明的实施例中,可以在不同位置设置电极片。例如,可以设置电极片,使得具有相同极性的电极片的一些或全部彼此重叠。在现有技术电极组件的情况下,通常,具有相同极性的电极片全部被设置为彼此重叠,以便在被插入电池外壳内后便利电极片的电连接。然而,在该情况下,如果增大堆叠的电极的数量,则电极片的厚度增大,从而在电极片之间的粘结度变差。当将电极片设置为使得它们的仅一些而不是全部彼此重叠时,可以相当大地减小上述问题。

[0178] 具体地说,当如根据本发明的实施例的电极组件,使用具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元时,可以根据电极单元的面积而使用具有不同面积的电极片,并且将其布置为使得仅其一些彼此重叠,以在最大化电容量的同时增强电极片的粘结度。图 7 图示可以适用于根据本发明的实施例的电极组件的电极片的实现示例。如图 7 中所示,在根据本发明的实施例的电极组件中,根据电极单元而使用具有不同面积的电极片 10、20 和 30,并且可以将其布置为使得仅其一些彼此重叠。

[0179] 根据本发明的实施例的电极单元的形状可以相同或不同。例如,根据本发明的实施例的电极单元可以具有四边形形状,诸如矩形形状、正方形形状、梯形形状、平行四边形形状或菱形形状等,或者可以具有带有倒角或圆角的类四边形形状,或者可以具有一个或更多个边被配置为曲线的形状。此外,可以存在具有各种其他形状的电极单元,并且应当明白,这样的修改属于本发明的范围。

[0180] 同时,根据本发明的实施例的电极组件可以通过堆叠具有相同形状的电极单元来形成,或者可以通过组合如图 10 中所示的具有不同形状的电极单元来形成。以这种方式,因为电极单元被形成为具有各种形状,所以可以实现具有各种形状的电池设计,并且可以增强空间利用率。

[0181] 同时,在根据本发明的实施例的电极组件中,可以堆叠具有不同面积的两种或更多种类型的电极单元,以具有各种布置。不特别限制用于堆叠电极单元的方法。例如,如图 8(A)、(B) 和 (D) 中所示,电极单元可以被堆叠为具有电极单元的面积从下侧向上侧(或向上)缩小的布置。如图 8(E) 中所示,电极单元可以被堆叠为具有电极单元的面积从下侧向上侧增大的布置。而且,如图 8(C) 中所示,电极单元可以被堆叠为使得在电极组件的中层布置具有最大面积的电极单元。

[0182] 而且,在根据本发明的实施例的电极组件中,例如,如图 8(A) 中所示,电极单元可以被堆叠为具有阶梯布置,其中,相应的电极单元的每一个的一个角一致。如图 8(B) 中所示,电极单元可以被堆叠为具有金字塔型布置,其中,在平面方向上的相应的电极单元的中点一致。而且,如图 8(D) 中所示,电极单元可以被堆叠以具有下述布置:其中,在平面方向上的相应的电极单元的中点以特定间隔或不规则地分离。此外,可以不同地修改堆叠布置,并且应当明白,这样的修改属于本发明的范围。

[0183] 以下,将描述根据本发明的实施例的电池单元。图 9 和 10 图示根据本发明的实施例的电池单元。如图 9 和 10 中所示,在根据本发明的实施例的电池单元 900 中,根据本发明的实施例的电极组件 100 被安装在电池外壳 910 中。

[0184] 在该情况下,电池外壳 910 可以是袋型外壳,并且可以具有与电极组件的形状对应的形状,但是本发明不限于此。

[0185] 同时,该袋型外壳可以由层压片材制成,并且在该情况下,该层压片材可以包括:形成最外部分的外树脂层;防止材料的渗透的阻挡金属层;以及,用于密封的内树脂层,但是本发明不限于此。

[0186] 而且,电池外壳可以具有下述结构:其中,用于电连接电极组件的电极单元的电端子的电极引线 920 和 930 暴露到外侧。虽然未示出,但是绝缘膜可以附接到电极引线 920 和 930 的上和下表面,以便保护电极引线 920 和 930。

[0187] 而且,电池外壳可以具有与电极组件的形状对应的形状。可以通过将电池外壳本身变形来形成电池外壳的形状。在该情况下,电池外壳的形状和大小可能不必然对应于电极组件的形状和大小。即,电池外壳可以具有足以防止因为推力现象(thrust phenomenon)导致的内部短路的形状和大小。同时,电池外壳的形状不限于此,并且可以根据需要使用具有各种形状和大小的电池外壳。

[0188] 根据本发明的实施例的电池单元 100 可以是锂离子电池或锂离子聚合物电池,但是本发明不限于此。

[0189] 可以单独使用根据本发明的实施例的电池单元 100,或者,可以使用包括一个或更多个电池单元 100 的电池组。根据本发明的实施例的电池单元和/或电池组可以有益地用在各种装置中,例如便携电话、便携计算机、智能电话、智能板、上网本、轻型机动车辆(LEV)、电动汽车、混和电动汽车、插电式混和电动汽车和能量存储装置等。在本领域中已知这些装置的结构及其制作方法,因此,将省略其详细说明。

[0190] 同时,当在上述装置中安装电池单元或电池组时,可以在因为电池单元或电池组的结构而形成的剩余空间中定位装置的系统部件。在本发明的实施例中,因为电池单元或电池组形成为具有不同大小的电极组件 1,所以电极组件 1 本身被形成为具有阶梯。因此,当电池外壳根据电极的形状而被形成并且被安装在装置中时,形成了在传统的棱柱或椭圆电池单元或电池组中未提供的剩余空间。

[0191] 当在剩余空间中安装装置的系统部件时,可以灵活地布置装置的系统部件和电池单元或电池组,以增强空间利用率并且减小装置的整体厚度或体积以实现超薄设计。

[0192] 用于执行本发明的模式

[0193] 以下,将通过具体示例来详细描述本发明,然而,可以明白,下面的示例仅被提供用于描述本发明的实施例,并且不意欲将本发明限制到下面的示例的范围。

[0194] 制造示例 1:正电极 A

[0195] LiCoO_2 被用作正电极活性材料,并且聚偏氟乙烯(PVDF)被用作粘结剂,正电极活性材料和粘结剂被溶解在 N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)中,并且然后被混和以制备正电极糊状物。正电极糊状物被涂敷在具有 $15\ \mu\text{m}$ 厚度的铝箔集流器的两个表面上,在 150°C 下在炉中被干燥,并且被压制以制造正电极 A。所制造的正电极 A 具有 $100\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 21% 和 335mAh 的可逆容量。

[0196] 制造示例 2:正电极 B

[0197] 使用与在制造示例 1 中相同的方法来制造正电极 B,除了正电极的厚度变为 $110\ \mu\text{m}$ 。所制造的正电极 B 具有 $110\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 21% 和 375mAh 的可逆容量。

[0198] 制造示例 3:负电极 A

[0199] 自然石墨和人造石墨的混合物材料被用作负电极活性材料,并且,丁苯橡胶(SBR)

和羧甲基纤维素 (CMC) 碳被用作粘结剂。负电极活性材料和粘结剂被溶解在蒸馏水中, 并且被混和以制备负电极糊状物。在如此获得的负电极糊状物被涂敷在具有 $10\ \mu\text{m}$ 的厚度的铜箔集流器的两个表面上后, 涂敷有该糊状物的铜箔集流器在 100°C 下在炉中被热处理, 并且被压制以制造负电极 A。所制造的负电极 A 具有 $105\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 27% 和 348mAh 的可逆容量。

[0200] 制造示例 4 : 负电极 B

[0201] 使用与在制造示例 3 中相同的方法来制造负电极 B, 除了负电极的厚度变为 $108\ \mu\text{m}$ 。所制造的负电极 B 具有 $108\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 27% 和 359mAh 的可逆容量。

[0202] 制造示例 5 : 负电极 C

[0203] 使用与在制造示例 3 中相同的方法来制造负电极 C, 除了负电极的厚度变为 $118.8\ \mu\text{m}$ 。所制造的负电极 C 具有 $118.8\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 27% 和 400mAh 的可逆容量。

[0204] 制造示例 6 : 负电极 D

[0205] 使用与在制造示例 3 中相同的方法来制造负电极 D, 除了负电极的厚度变为 $90\ \mu\text{m}$ 。所制造的负电极 D 具有 $90\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 27% 和 294mAh 的可逆容量。

[0206] 制造示例 7 : 负电极 E

[0207] 使用与在制造示例 3 中相同的方法来制造负电极 E, 除了负电极的厚度变为 $140\ \mu\text{m}$ 。所制造的负电极 E 具有 $140\ \mu\text{m}$ 的厚度、孔隙率 27% 和 465mAh 的可逆容量。

[0208] 示例 1

[0209] 在通过将正电极 A 和负电极 A 切割为具有 $100\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 A 而制造的大面积电极单元上堆叠通过将正电极 A 和负电极 A 切割为具有 $80\text{mm}\times 120\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 A 而制造的小面积电极单元, 来制造电极组件。

[0210] 示例 2

[0211] 在通过将正电极 A 和负电极 A 切割为具有 $100\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 A 而制造的大面积电极单元上堆叠通过将正电极 A 和负电极 B 切割为具有 $80\text{mm}\times 120\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 B 而制造的小面积电极单元, 来制造电极组件。

[0212] 比较示例 1

[0213] 在通过将正电极 A 和负电极 B 切割为具有 $100\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 B 而制造的大面积电极单元上堆叠通过将正电极 B 和负电极 C 切割为具有 $80\text{mm}\times 120\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 B 而制造的小面积电极单元, 来制造电极组件。

[0214] 比较示例 2

[0215] 在通过将正电极 A 和负电极 D 切割为具有 $100\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 D 而制造的电极单元上堆叠通过将正电极 A 和负电极 A 切割为具有 $80\text{mm}\times 120\text{mm}$ 的大小、在其间插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 A 而制造的电极单元, 来制造电极组件。

[0216] [表 1]

[0217]

项目	大面积电极单元			小面积电极单元			在界面处的 N/P 厚度 比率	在界面处的 N/P 可逆容 量比率
	正电极	负电极	N/P 厚度 比率	正电极	负电极	N/P 厚度 比率		
示例 1	A	A	1.05	A	A	1.05	1.05	1.03
示例 2	A	A	1.05	A	B	1.08	1.05	1.03
比较示例 1	A	B	1.08	B	D	1.08	0.98	0.957
比较示例 2	A	D	0.90	A	A	1.05	1.08	0.878

[0218] 实验示例 1

[0219] 当将电极组件充电和放电 500 次时,测量由示例 1 和 2 与比较示例 1 和 2 制造的电极组件的电容量和厚度变化。

[0220] 此时,在下面的充电和放电条件下测量电容量,并且,在充电和放电循环期间设置 10 分钟的暂停。

[0221] (1) 充电条件:在电池在 1C 的恒流模式中被充电到 4.25V 或 4.35V 后,恒流模式被转换为恒压模式,并且在电流流动直到充电电流变为电池的最小容量的 1/20 后完成充电。

[0222] (2) 放电条件:1C 的放电电流在恒流模式中流动,并且,当电压达到 3V 时完成放电。

[0223] 每当完成单次充电和放电循环时,通过测量电极组件的总厚度来计算电极组件的厚度变化比率。

[0224] 在图 11 中示出测量结果。如图 11 中所示,可以看出,根据本发明制造的示例 1 和 2 的电极组件即使在 500 次充电和放电循环后,与在单次充电和放电循环后的电容量作比较,也具有不小于 80% 的优越的电容量,并且,具有不大于 10% 的厚度变化比率,而比较示例 1 和 2 的电极组件在 400 次循环和 500 次循环之间经历突然的电容量变化和厚度变化。

[0225] 实验示例 2

[0226] 通过相应地将正电极 A 和负电极 E 切割为具有 80mm×120mm 的大小、插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 E 来制造小面积电极单元。

[0227] 然后,使用与在制造示例 3 中的方法相同的方法来制造负电极 1 至 8,除了负电极的厚度如在表 2 中所示改变。在表 2 上找到所制造的负电极 1 至 8 的可逆容量。然后,通过分别切割正电极 A 和负电极 1 至 8 以具有 100mm×150mm 的大小、插入隔膜并且堆叠正电极 A、隔膜和负电极 1 至 8 来制造大面积电极单元。

[0228] 其后,分别在大面积电极单元 1 至 8 上堆叠小面积电极单元,以制造电极组件 1 至 8。

[0229] [表 2]

[0230]

项目	大面积负电极	负电极的厚度 (μm)	孔隙率(%)	可逆容量(mAh)	在界面处的可逆容量比率	在界面处的厚度比率
电极组件 1	负电极 1	40	27	105	0.31	0.4
电极组件 2	负电极 2	50	27	141	0.42	0.5
电极组件 3	负电极 3	80	27	251	0.75	0.8
电极组件 4	负电极 4	110	27	360	1.07	1.1
电极组件 5	负电极 5	140	27	465	1.39	1.4
电极组件 6	负电极 6	170	27	574	1.71	1.7
电极组件 7	负电极 7	200	27	682	2.04	2.0
电极组件 8	负电极 8	220	27	753	2.25	2.2

[0231] 在下面的充电条件和放电条件下,在单个循环中充电和放电如上制造的电极组件后,测量电容量和电压,并且将所测量的电容量乘以电压以计算电能。然后,将所计算的电能值除以电极组件的体积以计算每单位体积的能量密度。

[0232] (1) 充电条件:在电池在 1C 的恒流模式中被充电到 4.25V 或 4.35V 后,恒流模式被转换为恒压模式,并且在电流流动直到充电电流变为电池的最小容量的 1/20 后完成充电。

[0233] (2) 放电条件:1C 的放电电流在恒流模式中流动,并且,当电压达到 3V 时完成放电。

[0234] 在单个充电和放电循环之间给出 10 分钟的暂停时间。

[0235] 图 12 是示出基于测量值,在电极单元之间的界面处的负电极和正电极的每单位面积的可逆容量比率与能量密度,并且图 13 是示出在电极单元之间的界面处的负电极和正电极的每单位面积的厚度比率与能量密度。

[0236] 从图 12,可以看出,当在电极单元之间的界面处的负电极与正电极的每单位面积的可逆容量比率在 1 至 1.5,并且特别是在 1 至 1.2 的范围中时,每单位体积的能量密度很高。同时,如图 12 中所示,即使当在界面处的每单位面积的可逆容量比率不大于 1 时,可以获得市售的能量密度,但是如在实验示例 1 中所示,因为在重复充电和放电循环的同时电容量突然减小并且厚度突然改变,所以该情况不适合于商业化。

[0237] 而且,从图 13,可以看出,当在电极单元之间的界面处的负电极与正电极的厚度比率在 0.5 至 2 的范围内时,每单位体积的能量密度是作为市售水平的 300Wh/l 或更大,当活性材料层的厚度比率在 0.6 至 1.9 的范围内时,每单位体积的能量密度是 350Wh/l 或更大并且很好,并且当活性材料层的厚度比率在 0.8 至 1.5、特别是 1.0 至 1.5 的范围内时,每单位体积的能量密度是 400Wh/l 或更大并且很好。

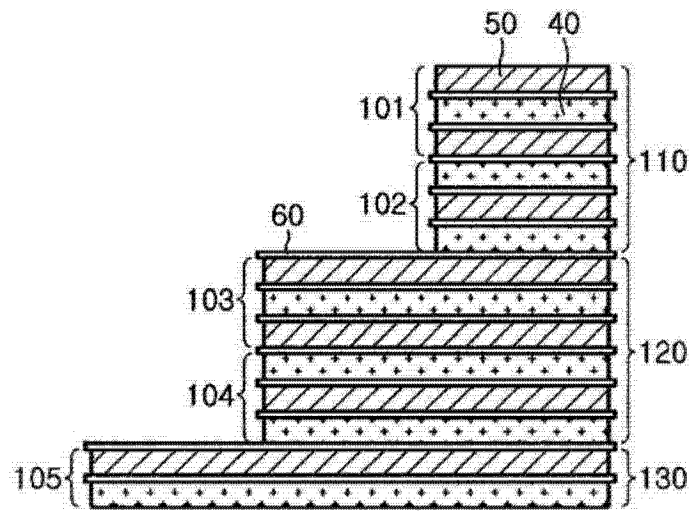


图 1

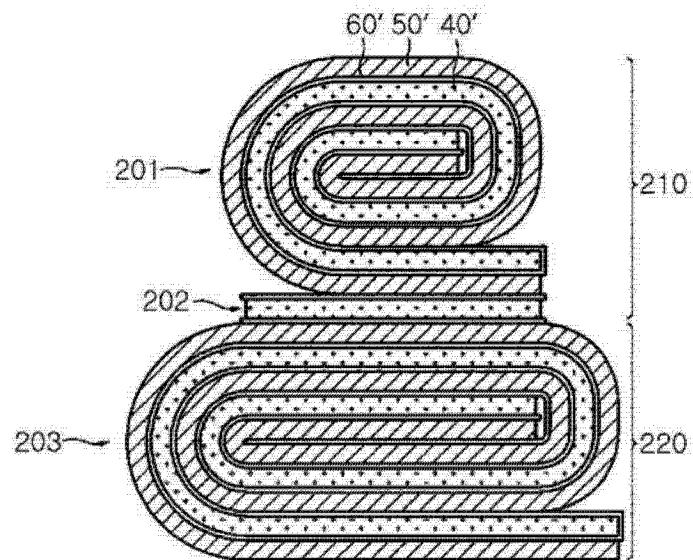


图 2

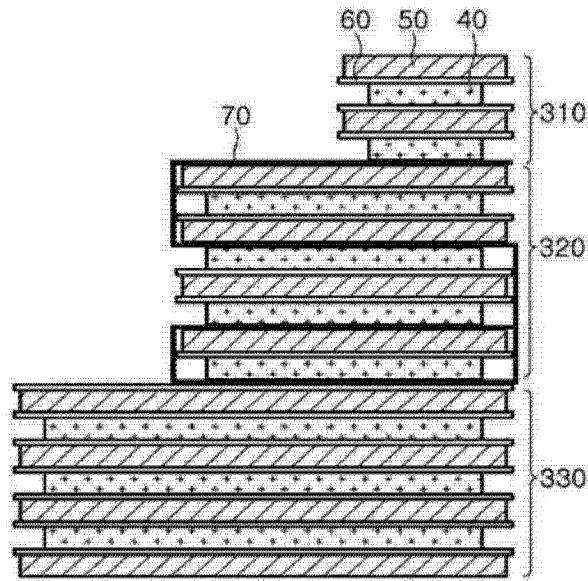


图 3

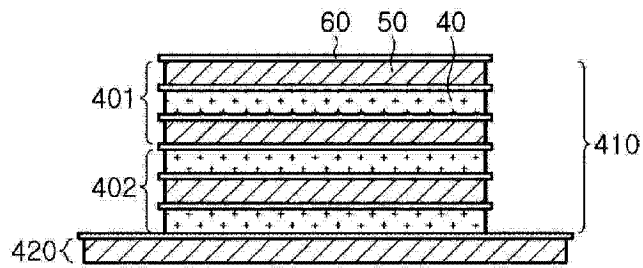


图 4

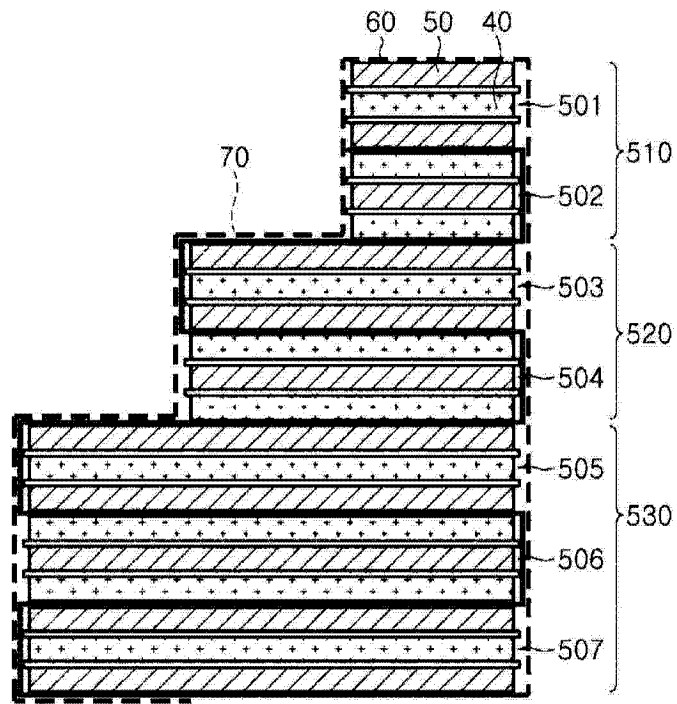


图 5

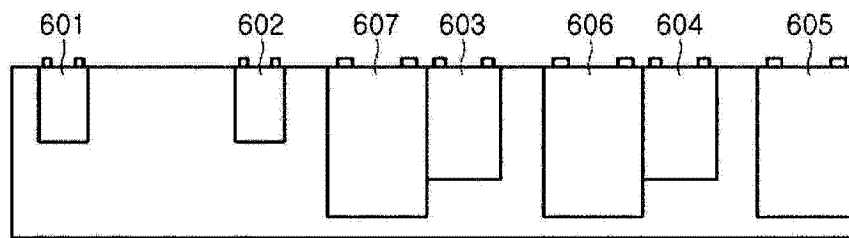


图 6

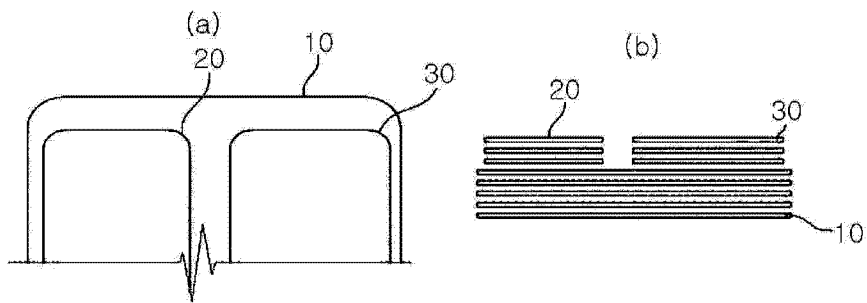


图 7

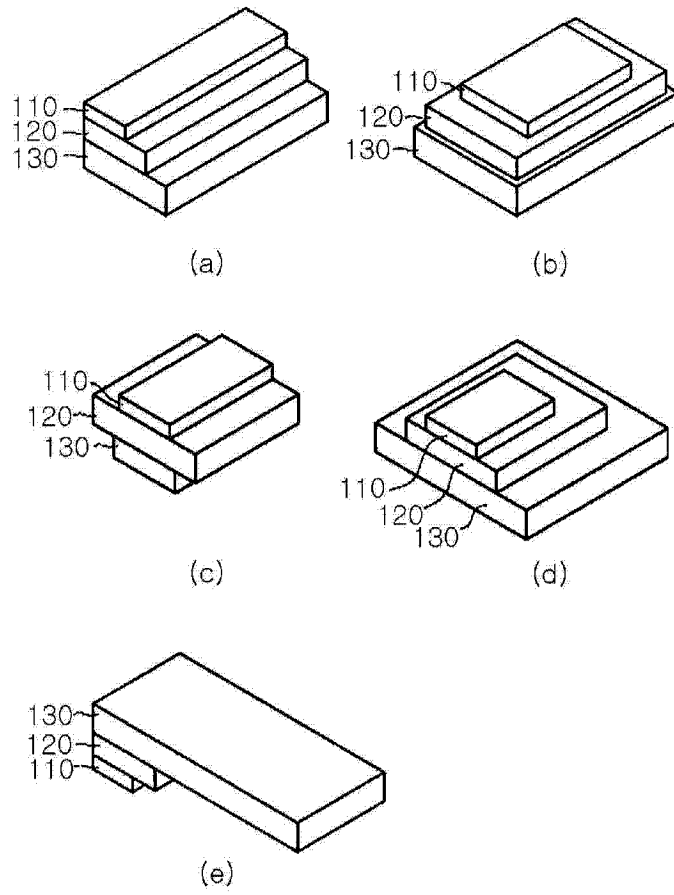


图 8

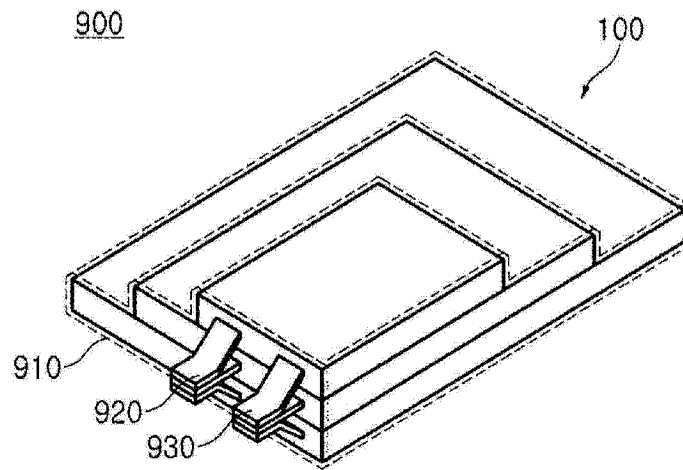


图 9

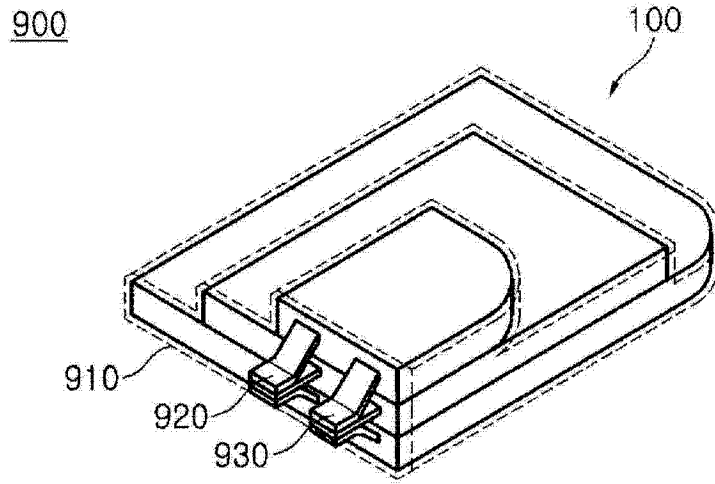


图 10

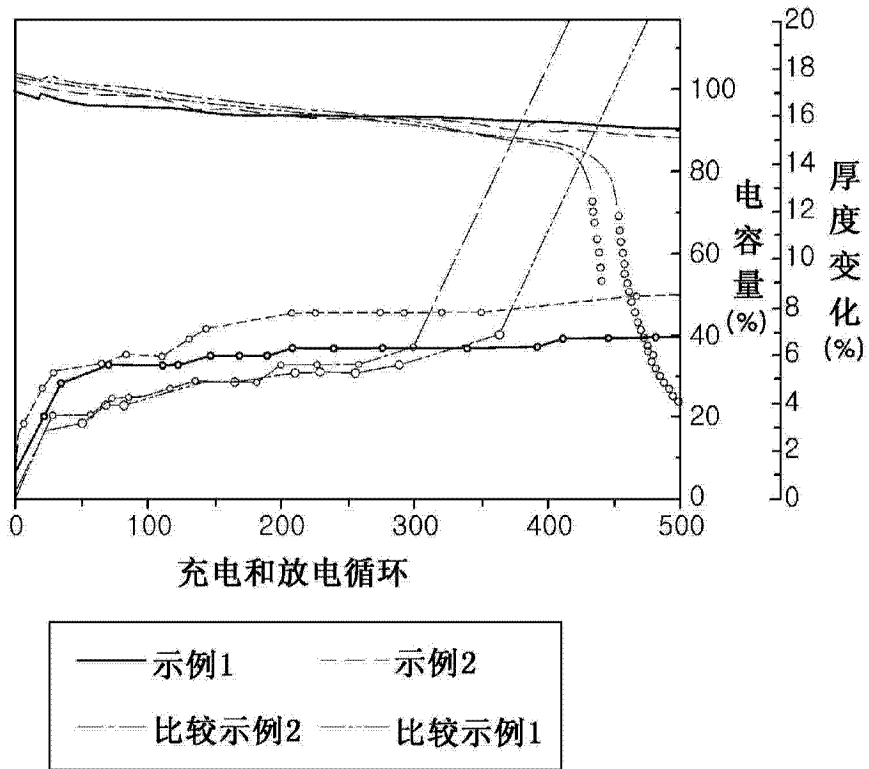


图 11

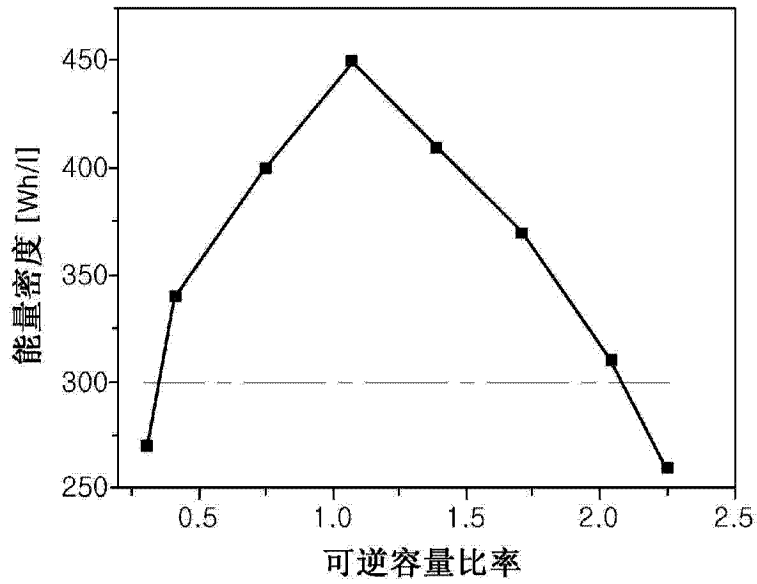


图 12

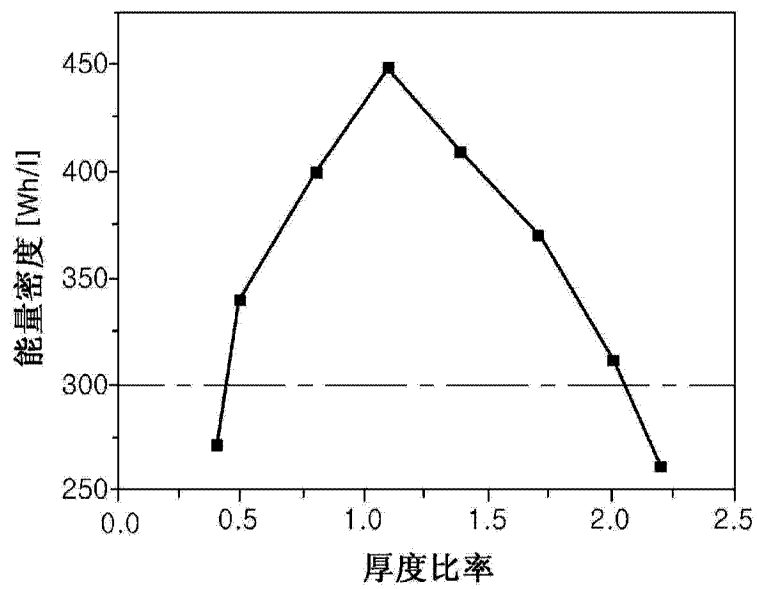


图 13

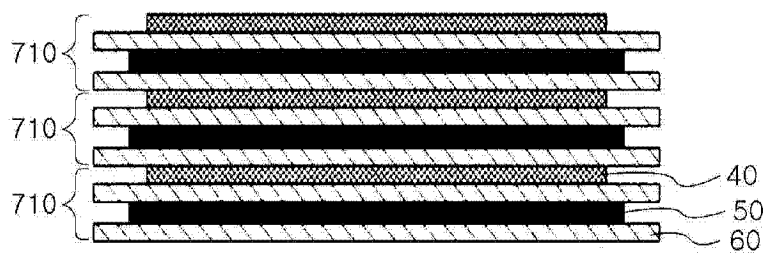


图 14

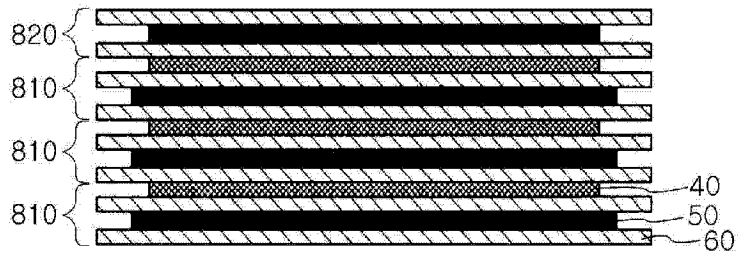


图 15

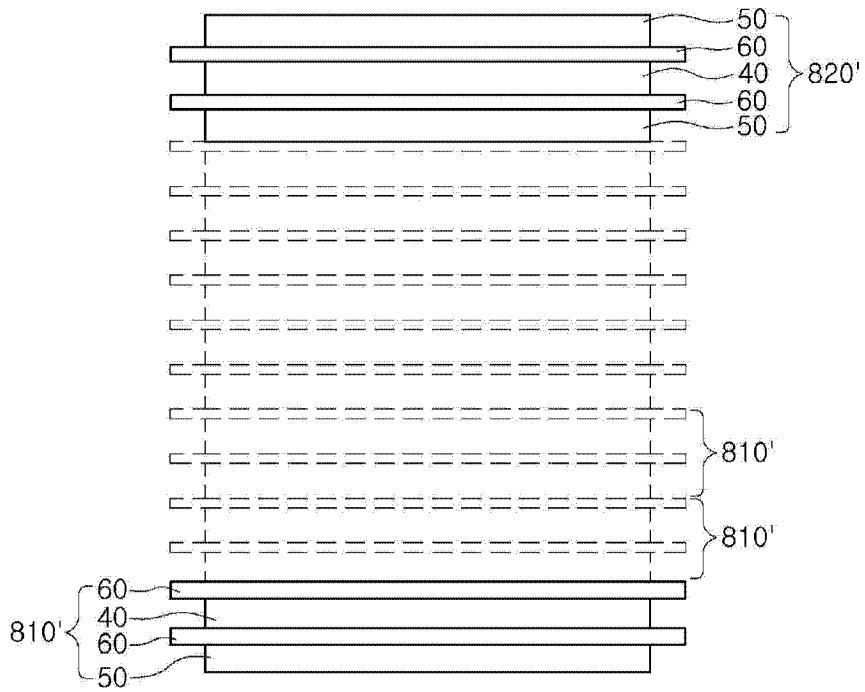


图 16