(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103165935 B
(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201210505799.0

(22)申请日 2012.11.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103165935 A

(43)申请公布日 2013.06.19

(30)优先权数据
2011-269095 2011.12.08 JP

(73)专利权人 索尼公司
地址 日本东京

(72)发明人 藤木聪 柳原明日辉 细谷洋介 李国华

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 李丙林 张英

(51)Int.Cl.
H01M 10/0525(2010.01)
H01M 4/13(2010.01)
H01M 4/36(2006.01)

(56)对比文件
CN 101828286 A,2010.09.08,
US 8003252 B2,2011.08.23,
CN 101834309 A,2010.09.15,
CN 101740811 A,2010.06.16,
CN 102171867 A,2011.08.31,

审查员 胡明军

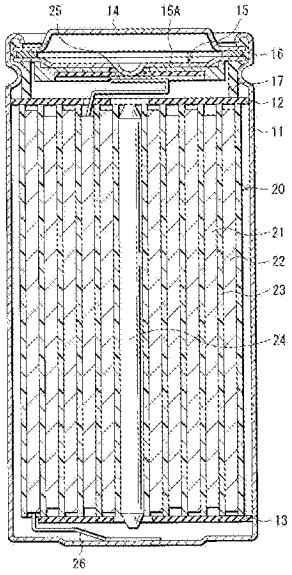
权利要求书4页 说明书26页 附图6页

(54)发明名称

电极、二次电池、电池组、电动车辆以及电力储存系统

(57)摘要

本发明提供了电极、二次电池、电池组、电动车辆以及电力储存系统。所述二次电池包括：正极；所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。



CN 103165935 B

1.一种二次电池,包括:

正极,所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层;

负极;和

电解液,

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质,所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中,且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中,并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径,

所述平均粒径是指中值直径,所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

2.根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述正极活性物质层包含第一层和第二层,所述第一层包含所述球状活性物质,且所述第二层包含所述扁平状活性物质。

3.根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述球状活性物质的平均圆形度大于所述扁平状活性物质的平均圆形度。

4.根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述球状活性物质具有等于或大于0.6的平均圆形度,且所述扁平状活性物质具有等于或小于0.2的平均圆形度。

5.根据权利要求1所述的二次电池,其中

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于0.1微米且小于30微米,并且

所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径大于0.01微米且小于1微米。

6.根据权利要求2所述的二次电池,其中,所述第一层的厚度小于所述第二层的厚度。

7.根据权利要求1所述的二次电池,其中,所述球状活性物质、所述扁平状活性物质或两者包含由下式(1)至下式(5)表示的化合物中的一种或多种:

$LiCo_aM1_{1-a}O_2\cdots(1)$

其中M1包含Mg、Al和Ba中的一种或多种,且a满足$0<a\leq 1$;

$Li_{1+b}Ni_cCo_{1-c-d}M2_dO_2\cdots(2)$

其中M2包含Mg、Al、Mn和Ba中的一种或多种,且b至d满足$0\leq b<0.1$和$0<c+d<1$;

$Li_{1+e}(Mn_fNi_gCo_{1-f-g-h}M3_h)_{1-e}O_2\cdots(3)$

其中M3包含Mg、Al、Zn、Ti和V中的一种或多种,且e至h满足$0.05\leq e<0.25$、$0.5\leq f<0.7$、$0\leq g<(1-f)$和$0.001\leq h<0.05$;

$LiM4PO_4\cdots(4)$

其中M4包含Fe、Mn和Co中的一种或多种;以及

$Li_iMn_{2-j}M5_jO_kF_m\cdots(5)$

其中M5包含Co、Ni、Mg、Al、B、Ti、V、Cr、Fe、Cu、Zn、Mo、Sn、Ca、Sr和W中的一种或多种,且i至k和m满足$0.9\leq i\leq 1.1$、$0\leq j\leq 0.6$、$3.7\leq k\leq 4.1$和$0\leq m\leq 0.1$。

8.根据权利要求2所述的二次电池,其中

所述第一层包含第一粘合剂,

所述第一层中所述第一粘合剂的含量相对于所述球状活性物质和所述第一粘合剂的总含量的比率大于0.5重量%且小于5重量%,

所述第二层包含第二粘合剂，且

所述第二层中所述第二粘合剂的含量相对于所述扁平状活性物质和所述第二粘合剂的总含量的比率大于2重量％且小于10重量％。

9.根据权利要求1所述的二次电池，其中，所述二次电池是锂离子二次电池。

10.根据权利要求1所述的二次电池，其中，构成所述球状活性物质和所述扁平状活性物质的正极材料为含锂化合物。

11.一种二次电池的正极，包括：

在正极集电体上的正极活性物质层；

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径，

所述平均粒径是指中值直径，所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

12.一种电池组，包括：

二次电池；

控制所述二次电池的使用状态的控制部；和

根据所述控制部的指令切换所述二次电池的使用状态的开关部，

所述二次电池包括：

正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；

负极；和

电解液，

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径，

所述平均粒径是指中值直径，所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

13.一种电动车辆，包括：

二次电池；

将从所述二次电池供应的电力转换为驱动力的转换部；

根据所述驱动力运行的驱动部；和

控制所述二次电池的使用状态的控制部，

所述二次电池包括：

正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；

负极；和

电解液，

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径，

所述平均粒径是指中值直径，所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

14.一种电力存储系统，包括：

二次电池；

供应有来自所述二次电池的电力的一个或多个电气装置；和

控制从所述二次电池到所述一个或多个电气装置的电力供应的控制部，

所述二次电池包括：

正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；

负极；和

电解液，

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径，

所述平均粒径是指中值直径，所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

15.一种电动工具，包括：

二次电池；和

供应有来自所述二次电池的电力的可动部，

所述二次电池包括：

正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；

负极；和

电解液，

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径，

所述平均粒径是指中值直径，所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

16.一种电子装置，包括：

二次电池作为电力供应源，

所述二次电池包括：

正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；

负极；和

电解液，

所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径，

所述平均粒径是指中值直径，所述扁平状是指在沿着所述正极集电体的表面的方向上具有主轴的椭圆形状。

电极、二次电池、电池组、电动车辆以及电力储存系统

技术领域

[0001] 本发明涉及包含在集电体上的活性物质层的电极，并涉及使用所述电极的二次电池。本发明还涉及使用所述二次电池的电池组、电动车辆、电力存储系统、电动工具和电子装置。

背景技术

[0002] 近年来，已经广泛使用了各种电子装置如手机和个人数字助理(PDA)，且已经需要进一步降低电子装置的尺寸和重量并实现它们的长寿命。因此，已经开发了电池，特别是能够提供高能量密度的小且轻质的二次电池作为电源。近年来，已经考虑了将这种二次电池应用于可包括例如可附着且可拆卸地安装在电子装置等、电动车辆如电动汽车、电力存储系统如家用电力服务器和电动工具如电锯上的电池组的各种其他应用。

[0003] 作为二次电池，已经提议了通过使用各种充放电原理获得容量的二次电池。具体地，认为使用电极反应物如锂离子的插入(嵌入，insertion)和提取(脱嵌，extraction)的二次电池是有希望的，因为这种二次电池提供比诸如铅电池和镍镉电池的电池更高的能量密度。

[0004] 二次电池包括正极、负极和电解液。正极包括在正极集电体上的正极活性物质层。正极活性物质层包含有助于充放电反应的正极活性物质。作为正极活性物质，例如，可以通常使用锂复合氧化物如$LiCoO_2$、$LiNiO_2$和$LiMn_2O_4$，磷酸锂化合物如$LiFePO_4$等。

[0005] 正极通常通过下列程序形成。首先，将正极活性物质和材料如正极粘合剂分散到有机溶剂中，由此获得浆料。随后，将所述浆料涂布在正极集电体上，然后对所得物进行干燥以形成正极活性物质层。最后，利用例如辊压机等对正极活性物质层进行压缩成型。

[0006] 正极的构造大大影响二次电池的性能。因此，已经对正极的构造进行了各种研究。例如，为了获得优异的充放电特性，使用具有微小粒径的锂金属磷酸盐化合物($Li_xA_yPO_4$，其中A是元素如Fe，且x和y满足$0<x<2$和$0<y\leq 1$)，或具有预定的X射线衍射特性的化合物($LiMPO_4$，其中M是元素如Fe)(例如，参见日本专利第4190930号和日本未审查专利申请公开(PCT申请的译文)第2008-541364号)。为了提高过充电特性等，例如，形成了包含多个层的正极活性物质层，或使得各个层中正极活性物质的组成相互不同(例如，参见日本未审查专利申请公开第2007-035589号、第2009-245827号和第2001-338639号)。为了提高制备电极时的处理性，例如，将锂锰复合氧化物($Li_aMn_bO_4$，其中a和b满足$1\leq a\leq 1.2$和$1.5\leq b\leq 2$)用作正极活性物质，且使用正极活性物质的第二颗粒(投影图像)的圆形度(例如，参见日本未审查专利申请公开第2002-274853号)。应注意，除了正极活性物质的圆形度之外，还使用负极活性物质如天然石墨(粒状体)的圆形度(例如，参见日本未审查专利申请公开第2007-242282号)。

发明内容

[0007] 正极活性物质层相对于正极集电体的粘附特性和电池特性如负荷特性随正极活

性物质的粒径而变化。因此，正极活性物质层的剥落的抑制和电池特性的提高处于所谓的权衡关系。

[0008] 期望提供一种能够抑制活性物质层的剥落和提高电池特性两者的电极、二次电池、电池组、电动车辆、电力存储系统、电动工具和电子装置。

[0009] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种电极，所述电极包含在集电体上的活性物质层。所述活性物质层包含各自为二次粒子(二次颗粒，secondary particle)的球状活性物质(spherical active material)和各自为二次粒子的扁平状活性物质(planular active material)。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子(一次颗粒，初级粒子，primary particle)的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。此处，“平均粒径”是指中值直径(D50)。

[0010] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种二次电池，所述二次电池包括：正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0011] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种电池组，所述电池组包括：二次电池；控制所述二次电池的使用状态的控制部；和根据所述控制部的指令切换所述二次电池的使用状态的开关部。所述二次电池包括：正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0012] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种电动车辆，所述电动车辆包括：二次电池；将从所述二次电池供应的电力转换为驱动力的转换部；根据所述驱动力运行的驱动部；和控制所述二次电池的使用状态的控制部。所述二次电池包括：正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0013] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种电力存储系统，所述电力存储系统包括：二次电池；供应有来自所述二次电池的电力的一个或多个电气装置；和控制从所述二次电池到所述一个或多个电气装置的电力供应的控制部。所述二次电池包括：正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次

粒子的平均粒径。

[0014] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种电动工具，所述电动工具包括：二次电池；和供应有来自所述二次电池的电力的可动部。所述二次电池包括：正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0015] 根据本发明的一个实施方式，提供了一种电子装置，所述电子装置包括二次电池作为电力供应源。所述二次电池包括：正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；负极；和电解液。所述活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质。所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远距所述正极集电体的区域中。所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0016] 根据本发明实施方式的电极和二次电池，在活性物质层(正极活性物质层)中，位于更靠近集电体(正极集电体)的区域中的球状活性物质的一次粒子的平均粒径(D50)大于位于更远离集电体的区域中的扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径(D50)。因此，实现了活性物质层的剥落的抑制和电池特性的提高两者。另外，在根据本发明实施方式的电池组、电动车辆、电力存储系统、电动工具和电子装置中获得了类似的效果。

[0017] 应理解，上述一般说明和下列详细说明两者都是例示性的且旨在提供所要求的发明的进一步说明。

附图说明

[0018] 包括附图以提供公开内容的进一步理解并将附图并入说明书中且构成本说明书的一部分。所述附图示出了实施方式且与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0019] 图1是示出包括根据本发明实施方式的电极的二次电池(圆柱型)的构造的横截面图。

[0020] 图2是示出图1中所示的螺旋卷绕电极体的放大部分的横截面图。

[0021] 图3是示意性示出图2中所示的正极的构造的放大部分的横截面图。

[0022] 图4是示出包含根据本发明实施方式的电极的另一种二次电池(层压膜型)的构造的透视图。

[0023] 图5是沿线V-V所截取的图4中所示的螺旋卷绕电极体的横截面图。

[0024] 图6是示出二次电池的应用例(电池组)的构造的方框图。

[0025] 图7是示出二次电池的应用例(电动车辆)的构造的方框图。

[0026] 图8是示出二次电池的应用例(电力存储系统)的构造的方框图。

[0027] 图9是示出二次电池的应用例(电动工具)的构造的方框图。

[0028] 图10是示出试验二次电池(硬币型)的构造的横截面图。

具体实施方式

[0029] 在下文中将参考附图对本发明的优选实施方式进行详细说明。以下列顺序给出说明。

[0030] 1.电极和二次电池

[0031] 1-1.锂离子二次电池(圆柱型)

[0032] 1-2.锂离子二次电池(层压膜型)

[0033] 2.二次电池的应用

[0034] 2-1.电池组

[0035] 2-2.电动车辆

[0036] 2-3.电力存储系统

[0037] 2-4.电动工具

[0038] [1.电极和二次电池]

[0039] [1-1.锂离子二次电池(圆柱型)]

[0040] 图1至图3示出了使用根据本发明实施方式的电极的二次电池的横截面构造。图2示出了图1中所示的螺旋卷绕电极体20的放大部分,且图3示意性示出了图2中所示的正极21的放大部分。

[0041] [二次电池的一般构造]

[0042] 本实施方式的二次电池是其中通过作为电极反应物的锂(锂离子)的插入和提取而获得负极22的容量的锂离子二次电池(在下文中简称为"二次电池")。此处,例如,将根据本发明实施方式的电极用作正极21。

[0043] 本实施方式中所述的二次电池可以是例如图1中所示的所谓的圆柱型二次电池。在二次电池中,在具有基本上中空圆柱体形状的电池壳11内容纳螺旋卷绕电极体20以及一对绝缘板12和13。所述螺旋卷绕电极体20可以由例如正极21和负极22构造,所述正极21和负极22利用其间的隔膜23层压并螺旋卷绕。

[0044] 电池壳11具有其中电池壳11的一端关闭且其另一端打开的中空结构。电池壳11可以由例如铁、铝、其合金等形成。应注意,电池壳11的表面可以镀有金属材料如镍。设置所述一对绝缘板12和13以便在其间夹入螺旋卷绕电极体20并且以便相对于其螺旋卷绕周面垂直延伸。

[0045] 在电池壳11的开口端部处,通过用垫圈17填塞而连接电池盖14、安全阀机构15和正温度系数装置(PTC装置)16。将电池壳11密闭地密封。所述电池盖14可以由例如与电池壳11类似的材料形成。所述安全阀机构15和所述PTC装置16设置在所述电池盖14的内侧。所述安全阀机构15通过所述PTC装置16而电连接至所述电池盖14。在所述安全阀机构15中,在内压例如因内部短路、外部加热等而变为特定水平以上时,盘状板15A反转而切断所述电池盖14和所述螺旋卷绕电极体20之间的电连接。所述PTC装置16防止了由大电流造成的异常生热。对所述PTC装置16进行构造,使得随着温度上升,其电阻增大。所述垫圈17可以由例如绝缘材料形成。例如所述垫圈17的表面可以涂布有沥青。

[0046] 可以在螺旋卷绕电极体20的中心处插入中心销24。可以将正极21连接至例如由导电材料如铝形成的正极引线25,并且可以将负极22连接至例如由导电材料如镍形成的负极引线26。例如,可以将正极引线25焊接至安全阀机构15,并电连接至电池盖14。例如,可以将负极引线26焊接至电池壳11,并电连接至电池壳11。

[0047] [正极]

[0048] 如图2中所示，正极21可以由例如正极集电体21A和设置在正极集电体21A(的一个或两个面)上的正极活性物质层21B构成。正极集电体21A可以由例如，导电材料如铝、镍和不锈钢形成。

[0049] 所述正极活性物质层21B包含一种或多种能够插入(嵌入)和提取(脱嵌)锂离子的正极材料作为正极活性物质。所述正极活性物质层21B可以进一步包含其他材料如正极粘合剂和正极导电剂。

[0050] 如图3中所示，正极活性物质层21B在更靠近正极集电体21A的区域中包含多种球状正极材料(作为二次粒子的球状活性物质211)且在更远离正极集电体21A的区域中包含多种扁平状正极材料(作为二次粒子的扁平状活性物质212)。

[0051] 更具体地，正极活性物质层21B可以包括例如含有球状活性物质211的下层21B1(厚度为T1)且可以包括含有扁平状活性物质212的上层21B2(厚度为T2)。应注意，正极活性物质层21B可具有不限于两层而可包含三层以上的多层结构。换言之，下层21B1和上层21B2各自可以由多层形成。可替换地，可以在上层21B2上层压一层或多层其他层。

[0052] 下层21B1位于更靠近正极集电体21A的区域中且与正极集电体21A邻近。如上所述，包含在下层21B1中的球状活性物质211各自为多个一次粒子的聚集体(二次粒子)。图3省略了构成球状活性物质211的一次粒子的视图。应注意，如上所述，下层21B1可与球状活性物质211一起包含其他材料如正极粘合剂和正极导电剂。

[0053] 上层21B2位于更远离正极集电体21A的区域中且与下层21B1邻近。如上所述，包含在上层21B2中的扁平状活性物质212各自为多个一次粒子212X的聚集体(二次粒子212Y)。为了简化图，图2示出了仅用于扁平状活性物质212的一部分的一次粒子212X的聚集状态。上述用词“扁平状”是指在沿正极集电体21A的表面的方向上具有主轴(长轴)的基本上椭圆形状。扁平形状的主轴(长轴)不必与正极集电体21A的表面平行。应注意，如上所述，上层21B2可以与扁平状活性物质212一起包含其他材料如正极粘合剂和正极导电剂。

[0054] 应注意，包含在下层21B1中的球状活性物质211的一次粒子的平均粒径D1大于包含在上层21B2中的扁平状活性物质212的一次粒子212X的平均粒径D2。本文中所述的“平均粒径”是所谓的中值直径(D50)。中值直径(D50)可以例如通过下述确定：利用例如通过扫描电子显微镜(SEM)等拍摄的观察图像测量多个一次粒子的主要直径(μm)，然后计算主要直径(大直径，major diameter)的平均值。

[0055] 正极活性物质层21B具有上述构造的一个原因如下。具有小粒径的一次粒子易于聚集而形成二次粒子，且二次粒子倾向于容易因外力而变形。当使用包含这些具有小粒径的一次粒子的正极材料时，电池特性如负荷特性因锂离子的扩散速度增加而提高。然而，正极材料的比表面积增大。因此，当正极粘合剂的量不足时，正极材料之间的粘合力不足，且正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性不足。在这种情况下，当在制造二次电池的过程中对正极活性物质层21B进行压缩成型时，因在沿正极集电体21A的表面的方向上延伸的力的影响而将二次粒子压碎。因此，二次粒子变形而具有扁平形状。因此，正极活性物质层21B易于从正极集电体21A剥落。应注意，可以企图提高正极粘合剂的量以便提高正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性，从而抑制正极活性物质层21B的剥落。然而，当正极活性物质的含量相对于正极粘合剂的含量相对下降时，过量的正极粘合剂

防止了锂离子的扩散，且电池特性相应下降。

[0056] 另一方面，当使用包含具有大粒径的一次粒子的正极材料时，不会将电池特性提高至达到与使用包含上述具有小粒径的一次粒子的正极材料的情况中相同的水平。然而，正极材料的比表面积下降，因此，即使以少量的正极粘合剂也确保了正极材料之间的粘合力。除此以外，确保了正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性。另外，具有大粒径的一次粒子难以因外力而变形。因此，在正极活性物质层21B的压缩成型时具有大粒径的一次粒子不易被压碎。因此，即使当不使用大量正极粘合剂时也确保了正极集电体21A和正极活性物质层21B之间的粘附特性。因此，抑制了正极活性物质层21B的脱落，且还抑制了由过量的正极粘合剂引起的电池特性的下降。

[0057] 考虑到上述情况，包含下层21B1和上层21B2的正极活性物质层21B提供了由上述具有小粒径的一次粒子产生的优势，且还提供了由具有大粒径的一次粒子产生的优势。换言之，在位于更靠近正极集电体21A的区域中的下层21B1中存在包含具有大粒径的一次粒子的球状活性物质211。在这种情况下，通过利用难以变形的球状活性物质211的性能，即使利用少量的正极粘合剂也确保了正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性。因此，抑制了正极活性物质层21B的剥落。除此以外，在位于更远离正极集电体21A的区域中的上层21B2中存在包含具有小粒径的一次粒子212X的扁平状活性物质212。在这种情况下，通过利用其中锂离子容易扩散的扁平状活性物质212的性能而提高了电池特性诸如负荷特性。因此，实现了正极活性物质层21B的剥落的抑制和电池特性的提高两者。

[0058] 球状活性物质211中的一次粒子的平均粒径D1没有特别限制，只要平均粒径D1大于扁平状活性物质212中的一次粒子212X的平均粒径D2即可。然而，特别地，优选的是，平均粒径D1满足0.1μm<D1<30μm，因为球状活性物质211更加不太可能变形。另一方面，扁平状活性物质212中的一次粒子212X的平均粒径D2没有特别限制，只要平均粒径D2小于球状活性物质211中的一次粒子的平均粒径D1即可。然而，特别地，优选的是，平均粒径D2满足0.01μm<D2<1μm，因为进一步提高了锂离子的扩散特性。

[0059] 此处，关注集中在平均圆形度以便限定正极材料的形状。“平均圆形度”是显示由正极材料的轮廓(contour)限定的形状如何接近于具有与所述形状相同的面积的真圆(true circle)的指数。换言之，随着其平均圆形度变得越大，正极材料的形状变得更接近于真圆(球形状)。随着其平均圆形度变得越小，正极材料的形状变得距真圆越远，即变为扁平形状。平均圆形度可以例如利用得自National Institutes ofHealth(NIH)，Bethesda，MD，USA的图像分析软件如“ImageJ”来计算。

[0060] 在球状活性物质211和扁平状活性物质212中，球状活性物质211的外形更接近于真圆。因此，球状活性物质211的平均圆形度C1大于扁平状活性物质212的平均圆形度C2。

[0061] 球状活性物质211的平均圆形度C1没有特别限制，只要平均圆形度C1大于扁平状活性物质212的平均圆形度C2即可。然而，举例来说，优选的是，平均圆形度C1为0.6以上，因为球状活性物质211变得更难以变形。另一方面，扁平状活性物质212的平均圆形度C2没有特别限制，只要平均圆形度C2小于球状活性物质211的平均圆形度C1即可。然而，特别地，优选的是，平均圆形度C2为0.2以下，因为进一步提高了锂离子的扩散特性。

[0062] 应注意，包含球状活性物质211的下层21B1的厚度T1优选小于包含扁平状活性物质212的上层21B2的厚度T2。为此的一个原因是，如上所述，在正极活性物质层21B中，基本

上有助于电池特性的部分是包含具有小粒径的一次粒子212X的上层21B2。因此，因为厚度T2相对大于厚度T1，所以更加提高了电池特性。

[0063] 构成球状活性物质211和扁平状活性物质212的正极材料优选为含锂化合物，因为由此获得了高能量密度。含锂化合物的实例包括包含锂和过渡金属元素作为构成元素的锂复合氧化物以及包含锂和过渡金属元素作为构成元素的磷酸锂化合物(锂磷酸盐化合物)。具体地，过渡金属元素优选包含一种或多种元素如钴、镍、锰和铁，因为由此获得了更高的电压。

[0064] 特别地，构成球状活性物质211和构成扁平状活性物质212的正极材料中的一种或两者可包含例如由下式(1)至下式(5)表示的一种或多种化合物：

[0065] $LiCo_aM1_{1-a}O_2\cdots(1)$

[0066] 其中M1包含Mg、Al和Ba中的一种或多种，且a满足$0<a\leq 1$；

[0067] $Li_{1+b}Ni_cCo_{1-c-d}M2_dO_2\cdots(2)$

[0068] 其中M2包含Mg、Al、Mn和Ba中的一种或多种，且b至d满足$0\leq b<0.1$和$0<c+d<1$；

[0069] $Li_{1+e}(Mn_fNi_gCo_{1-f-g-h}M3_h)_{1-e}O_2\cdots(3)$

[0070] 其中M3包含Mg、Al、Zn、Ti和V中的一种或多种，且e至h满足$0.05\leq e<0.25$、$0.5\leq f<0.7$、$0\leq g<(1-f)$和$0.001\leq h<0.05$；

[0071] $LiM4PO_4\cdots(4)$

[0072] 其中M4包含Fe、Mn和Co中的一种或多种；以及

[0073] $Li_iMn_{2-j}M5_jO_kF_m\cdots(5)$

[0074] 其中M5包含Co、Ni、Mg、Al、B、Ti、V、Cr、Fe、Cu、Zn、Mo、Sn、Ca、Sr和W中的一种或多种，且i至k和m满足$0.9\leq i\leq 1.1$、$0\leq j\leq 0.6$、$3.7\leq k\leq 4.1$和$0\leq m\leq 0.1$。

[0075] 由式(1)至式(3)表示的化合物各自为具有层状盐型晶体结构的锂复合氧化物。详细地，由式(1)表示的化合物是钴基锂复合氧化物如$LiCoO_2$和$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$。由式(2)表示的化合物是镍-钴基锂复合氧化物如$Li_{1.03}Ni_{0.77}Co_{0.20}Al_{0.03}O_2$。由式(3)表示的化合物是锰-镍-钴基锂复合氧化物如$Li_{1.13}(Mn_{0.6}Ni_{0.2}Co_{0.2})_{0.87}Al_{0.01}O_2$。由式(4)表示的化合物是具有橄榄石晶体结构的磷酸锂化合物如$LiFePO_4$、$LiMnPO_4$和$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$。由式(5)表示的化合物是具有尖晶石晶体结构的锂复合氧化物如$LiMn_2O_4$。应注意，式(5)中的“i”的值是完全放电状态中的值。

[0076] 下层21B1可包含仅一种正极材料，或可包含两种以上正极材料作为球状活性物质211。这同样适用于上层21B2中的扁平状活性物质212。此外，球状活性物质211的正极材料和扁平状活性物质212的正极材料可以相同，或可以相互不同。当球状活性物质211和扁平状活性物质212各自包含两种以上正极材料时，所述正极材料的一部分可以相同。

[0077] 应注意，正极活性物质层21B可包含除了上述正极材料以外的其他正极材料作为正极活性物质。上述“其他正极材料”的实例包括氧化物、二硫化物、硫属元素化物和导电聚合物。氧化物的实例包括氧化钛、氧化钒和二氧化锰。二硫化物的实例包括二硫化钛和二硫化钼。硫属元素化物的实例包括硒化铌。导电聚合物的实例包括硫磺、聚苯胺和聚噻吩。

[0078] 正极粘合剂可包括例如合成橡胶和聚合物材料中的一种或多种。合成橡胶的实例包括苯乙烯丁二烯基橡胶、氟基橡胶和乙烯丙烯二烯。聚合物材料的实例包括聚偏氟乙烯和聚酰亚胺。

[0079] 在正极活性物质层21B中的正极粘合剂的含量没有特别限制。然而，具体地，优选的是，对每个层适当设定正极粘合剂的含量以获得与下层21B1和上层21B2相关的上述优势。

[0080] 特别地，当包含球状活性物质211的下层21B1包含正极粘合剂时，下层21B1中正极粘合剂的含量相对于全部固体(球状活性物质211和正极粘合剂)的含量的比率W1优选满足0.5重量%<W1<5重量%。一个原因在于，这进一步提高了正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性。比率W1以表达式W1(重量%)=(正极粘合剂的重量/球状活性物质211的重量)×100计算。应注意，当下层21B1还包含其他固体材料如正极导电剂时，固体材料如正极导电剂也包括在“全部固体”中。

[0081] 此外，当包含扁平状活性物质212的上层21B2包含正极粘合剂时，上层21B2中正极粘合剂的含量相对于全部固体(扁平状活性物质212和正极粘合剂)的含量的比率W2优选满足2重量%<W2<10重量%。一个原因在于，进一步提高了锂离子的扩散特性。比率W2以表达式W2(重量%)=(正极粘合剂的重量/扁平状活性物质212的重量)×100计算。应注意，当上层21B2还包含其他固体材料如正极导电剂时，固体材料如正极导电剂也包括在“全部固体”中。

[0082] 应注意，比率W1和W2之间的大小关系没有特别限制。然而，特别地，优选的是，W1小于W2，因为进一步提高了正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性，且进一步提高了锂离子的扩散特性。

[0083] 正极导电剂可以是例如一种或多种例如碳材料的材料。碳材料的实例包括石墨、炭黑、乙炔黑和科琴黑(注册商标)。应注意，正极导电剂可以是金属材料或导电聚合物，只要所述正极导电剂是具有导电性的材料即可。

[0084] [负极]

[0085] 负极22可以由例如负极集电体22A和设置在负极集电体22A的一个或两个表面上的负极活性物质层22B构成。

[0086] 所述负极集电体22A可以由例如导电材料如铜、镍和不锈钢形成。优选将所述负极集电体22A的表面粗糙化，因为由于所谓的锚固效应而提高了负极活性物质层22B相对于负极集电体22A的粘附特性。在这种情况下，至少在与负极活性物质层22B相对的区域中将负极集电体22A的表面粗糙化可以是足够好的。粗糙化方法的实例包括通过电解处理形成微粒的方法。电解处理是通过在电解槽中经由电解方法在负极集电体22A的表面上形成微粒以提供粗糙度(asperity)的方法。通过电解方法形成的铜箔通常称作“电解铜箔”。

[0087] 负极活性物质层22B包含一种或多种能够插入和提取锂离子的负极材料作为负极活性物质。负极活性物质层22B可还包含其他材料如负极粘合剂和负极导电剂。应注意，负极粘合剂和负极导电剂的细节可以例如分别与正极粘合剂和正极导电剂的细节类似。负极活性物质层22B的可充电容量优选例如大于正极21的放电容量以便防止在充放电时锂金属无意地析出。

[0088] 负极材料可以为例如碳材料。为此的一个原因是，在碳材料中，在锂离子的插入和提取时的其晶体结构变化非常小，因此，碳材料提供高能量密度和优异的循环特性。另一个原因是碳材料也用作负极导电剂。碳材料的实例包括可石墨化碳、其中(002)面的间距等于或大于0.37nm的非石墨化碳和其中(002)面的间距等于或小于0.34nm的石墨。更具体地，碳

材料的实例包括热解碳、焦炭、玻璃状碳纤维、有机高分子化合物烧成体、活性炭和炭黑。在上述之中，焦炭的实例包括沥青焦、针状焦和石油焦。所述有机高分子化合物烧成体是其中在合适的温度下将高分子化合物如酚醛树脂和呋喃树脂烧成(碳化)的材料。除了上述材料以外，所述碳材料可以是在等于或低于约1000°C的温度下进行了热处理的低结晶性碳或无定形碳。应注意，所述碳材料的形状可以是纤维状、球状、粒状和鳞片状中的任一种。

[0089] 此外，负极材料可以是例如包含一种或多种金属元素和准金属元素作为构成元素的材料(金属类材料)，因为由此获得了高能量密度。所述金属类材料可以为单质、合金或者化合物，可以为它们中的两种以上，或者可以在所述材料的部分或全部中具有其一种或多种相。应注意，除了由两种以上金属元素构成的材料之外，“合金”还包括包含一种以上金属元素和一种以上准金属元素的材料。此外，“合金”可包含非金属元素。其结构的实例包括固溶体、共晶(低共熔混合物)、金属间化合物和其中其两种以上共存的结构。

[0090] 上述金属元素和准金属元素可以为例如能够与锂形成合金的一种或多种金属元素和准金属元素。其具体实例包括Mg、B、Al、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pb、Bi、Cd、Ag、Zn、Hf、Zr、Y、Pd和Pt。具体地，Si和Sn中的一种或两者是优选的，因为Si和Sn具有高的插入和提取锂离子的能力，因此提供了高能量密度。

[0091] 包含Si和Sn中的一种或两者的材料可以为Si或Sn的单质、合金或化合物；其两种以上；或者在所述材料的部分或全部中具有其一种或多种相的材料。应注意，“单质”仅指通常含义的单质(在其中可以包含少量杂质)且不一定指100%纯度的单质。

[0092] Si的合金可以为例如包含一种或多种元素如Sn、Ni、Cu、Fe、Co、Mn、Zn、In、Ag、Ti、Ge、Bi、Sb和Cr作为除了Si以外的构成元素的材料。Si的化合物可以为例如包含C或O作为除了Si以外的构成元素的材料。应注意，Si的化合物可以包含一种或多种对于Si的合金所述的元素作为除了Si以外的构成元素。

[0093] Si的合金和化合物的实例包括SiB_4、SiB_6、Mg_2Si、Ni_2Si、$TiSi_2$、$MoSi_2$、$CoSi_2$、$NiSi_2$、$CaSi_2$、$CrSi_2$、Cu_5Si、$FeSi_2$、$MnSi_2$、$NbSi_2$、$TaSi_2$、VSi_2、WSi_2、$ZnSi_2$、SiC、Si_3N_4、Si_2N_2O、SiO_v($0<v\leq 2$)和LiSiO。应注意，SiO_v中的v可以在$0.2<v<1.4$的范围内。

[0094] Sn的合金的实例包括包含一种或多种元素如Si、Ni、Cu、Fe、Co、Mn、Zn、In、Ag、Ti、Ge、Bi、Sb和Cr作为除了Sn以外的构成元素的材料。Sn的化合物的实例包括包含C或O作为构成元素的材料。应注意，Sn的化合物可以包含例如一种或多种对于Sn的合金所述的元素作为除了Sn以外的构成元素。Sn的合金和化合物的实例包括SnO_w($0<w\leq 2$)、$SnSiO_3$、LiSnO和Mg_2Sn。

[0095] 此外，作为包含Sn的材料，例如，包含Sn作为第一元素且除此以外还包含第二构成元素和第三构成元素的材料是优选的。第二构成元素可以为例如元素如Co、Fe、Mg、Ti、V、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn、Ga、Zr、Nb、Mo、Ag、In、Ce、Hf、Ta、W、Bi和Si中的一种或多种。第三构成元素可以为例如元素如B、C、Al和P中的一种或多种。在包含Sn的材料包含第二构成元素和第三构成元素时，获得了高电池容量、优异的循环特性等。

[0096] 具体地，包含Sn的材料优选为包含Sn、Co和C的材料(含SnCoC的材料)。关于含SnCoC的材料的组成，例如，C含量可以为9.9质量%以上至29.7质量%以下，且Sn和Co的含量的比率(Co/(Sn+Co))可以为20质量%以上至70质量%以下，因为这种组成范围提供了高能量密度。

[0097] 所述含SnCoC的材料包括含有Sn、Co和C的相。所述相优选为低结晶或无定形的。所述相是能够与Li发生反应的反应相，且通过所述相的存在，获得了有利的特性。在将CuKα射线用作特定X射线且扫描速度为1°/分钟的情况下，通过X射线衍射获得的相的衍射峰的半带宽优选在2θ的衍射角处为1.0°以上。一个原因是，这使得锂离子更平稳地插入和提取，且降低了与电解液的反应性。应注意，除了低结晶性相或无定形相之外，所述含SnCoC的材料还可以包括含有各构成元素的单质或构成元素的一部分的相。

[0098] 可以通过比较在与锂发生电化学反应前后的X射线衍射图而容易地确定通过X射线衍射获得的衍射峰是否对应于能够与锂发生反应的反应相。例如，当在与锂发生电化学反应之前的衍射峰位置与电化学反应之后的衍射峰位置不同时，所述衍射峰对应于能够与锂发生反应的反应相。在这种情况下，例如，在2θ=20°至50°的范围内可以检测到低结晶性反应相或无定形反应相的衍射峰。这种反应相可以包括例如上述构成元素且认为主要因碳的存在而变为低结晶或无定形的。

[0099] 在含SnCoC的材料中，作为构成元素的碳的一部分或全部优选与作为其他构成元素的金属元素或准金属元素结合，因为抑制了例如锡等的凝聚和结晶。可以通过例如X射线光电子能谱(XPS)确定元素的结合状态。在市售的装置中，例如，可以使用Al-Kα射线或Mg-Kα射线作为软X射线。在部分或全部碳与元素如金属元素和准金属元素结合的情况下，在低于284.5eV的区域中观察到碳的1s轨道(C1s)的合成波的峰。应注意，进行能量校准而使得在84.0eV处获得金原子的4f轨道(Au4f)的峰。在这种情况下，通常，由于在材料表面上存在表面污染碳，所以将表面污染碳的C1s的峰限定在284.8eV，且将其用作能量基准。在XPS测量中，以包含表面污染碳的峰和含SnCoC的材料中的碳的峰的形式获得C1s的峰的波形。因此，例如，可以通过利用市售的软件进行分析而将表面污染碳的峰和含SnCoC的材料中的碳的峰分离。在波形分析中，将在更接近于最小结合能的区域中的主峰的位置用作能量基准(284.8eV)。

[0100] 应注意，含SnCoC的材料可还包含例如一种或多种元素如Si、Fe、Ni、Cr、In、Nb、Ge、Ti、Mo、Al、P、Ga和Bi。

[0101] 除了含SnCoC的材料之外，包含Sn、Co、Fe和C的材料(含SnCoFeC的材料)也是优选的。所述含SnCoFeC的材料的组成可以可选地设定。例如，在其中将Fe的含量设定为小的组成中，C的含量可以为9.9质量%以上至29.7质量%以下，Fe的含量可以为0.3质量%以上至5.9质量%以下，Sn和Co的含量的比率(Co/(Sn+Co))可以为30质量%以上至70质量%以下。另外，例如，在其中将Fe的含量设定为大的组成中，C的含量可以为11.9质量%以上至29.7质量%以下，Sn、Co和Fe的含量的比率((Co+Fe)/(Sn+Co+Fe))可以为26.4质量%以上至48.5质量%以下，且Co和Fe的含量的比率(Co/(Co+Fe))可以为9.9质量%以上至79.5质量%以下。一个原因是，在这种组成范围内，获得了高能量密度。所述含SnCoFeC的材料的物理性质(如半带宽)与上述含SnCoC的材料类似。

[0102] 除了上述材料以外，负极材料可以是例如金属氧化物、高分子化合物等。金属氧化物的实例包括氧化铁、氧化钌和氧化钼。高分子化合物的实例包括聚乙炔、聚苯胺和聚吡咯。

[0103] 负极活性物质层22B可以通过例如涂布法、气相法、液相法、喷涂法、烧成法(烧结法)、或两种以上这些方法的组合形成。所述涂布法可以是例如在将粒状负极活性物质与材

料如负极粘合剂混合之后，将混合物分散在溶剂如有机溶剂中，并用所得物对负极集电体进行涂布的方法。所述气相法的实例包括物理沉积法和化学沉积法。具体地，其实例包括真空蒸发法、溅射法、离子镀法、激光烧蚀法、热化学气相沉积法、化学气相沉积(CVD)法和等离子体化学气相沉积法。所述液相法的实例包括电镀法和化学镀法(无电电镀法)。所述喷涂法可以是例如其中以熔融状态或半熔融状态对负极活性物质进行喷涂的方法。所述烧成法可以是例如其中在通过涂布法对负极集电体进行涂布之后，在高于材料如负极粘合剂的熔点的温度下进行热处理的方法。作为烧成法，可以使用已知的技术。这种方法的实例包括大气烧成法、反应烧成法和热压烧成法。

[0104] 在二次电池中，如上所述，为了防止在充电中间锂金属无意地析出在负极22上，能够插入和提取锂离子的负极材料的电化学当量大于正极的电化学当量。此外，当在完全充电状态时的开路电压(即，电池电压)等于或大于4.25V时，即使使用相同的正极活性物质，每单位质量的锂离子提取量也大于其中开路电压为4.20V的情况。因此，根据其调节正极活性物质和负极活性物质的量。由此，可以获得高能量密度。

[0105] [隔膜]

[0106] 隔膜23将正极21与负极22隔开，并使锂离子通过，同时防止由两个电极的接触所造成的电流短路。所述隔膜23可以为例如由合成树脂或陶瓷制成的多孔膜。所述隔膜23可以是其中层压两种以上多孔膜的层压膜。合成树脂的实例包括聚四氟乙烯、聚丙烯和聚乙烯。

[0107] 特别地，隔膜23可包括例如由上述多孔膜制成的基底材料层和设置在所述基底材料层的一个或两个表面上的高分子化合物层。一个原因是，这提高了隔膜23相对于正极21和负极22的粘附特性并因此抑制了螺旋卷绕电极体20的变形(distortion)。由此，抑制了电解液的分解反应并抑制了浸渍基底材料层的电解液的液体泄漏。因此，即使重复充放电，二次电池的电阻也不太可能增加，并抑制了电池的膨胀。

[0108] 高分子化合物层可包含例如聚合物材料如聚偏氟乙烯，因为这种聚合物材料具有优异的物理强度且电化学稳定。然而，聚合物材料可以是除了聚偏氟乙烯以外的材料。例如，可以通过下述形成高分子化合物层：制备其中溶解了聚合物材料的溶液，然后利用所述溶液涂布基底材料层的表面，随后对所得物进行干燥。应注意，可以将所述基底材料层浸泡在所述溶液中，且随后对其进行干燥。

[0109] [电解液]

[0110] 隔膜23浸渍有作为液体电解质的电解液。电解液包含溶剂和电解质盐且可还包含其他材料如添加剂。

[0111] [溶剂]

[0112] 溶剂包含一种或多种非水溶剂如有机溶剂。

[0113] 非水溶剂的实例包括碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸亚丁酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、γ-丁内酯，γ-戊内酯、1,2-二甲氧基乙烷、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、四氢吡喃、1,3-二氧戊环、4-甲基-1,3-二氧戊环、1,3-二噁烷、1,4-二噁烷、乙酸甲酯、乙酸乙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯、异丁酸甲酯、三甲基乙酸甲酯、三甲基乙酸乙酯、乙腈、戊二腈、己二腈、甲氧基乙腈、3-甲氧基丙腈、N,N-二甲基甲酰胺、N-甲基吡咯烷酮、N-甲基噁唑烷酮、N,N'-二甲基咪唑烷酮、硝基甲烷、硝基乙烷、环丁砜、磷酸三甲酯和

二甲亚砜。上述材料提供了例如优异的电池容量、优异的循环特性、优异的保存特性(conservationcharacteristics)等。

[0114] 具体地，溶剂优选为碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯和碳酸甲乙酯中的一种或多种，因为由此获得了例如优异的电池容量、优异的循环特性、优异的保存特性等。在这种情况下，高粘度(高介电常数)溶剂(例如，比介电常数$\varepsilon \geq 30$)如碳酸亚乙酯和碳酸亚丙酯与低粘度溶剂(例如，粘度≤1mPa·s)如碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯和碳酸二乙酯的组合是更优选的。一个原因是，这提高了电解质盐的离解性能和离子迁移率。

[0115] 特别地，溶剂优选包含一种或多种不饱和环状碳酸酯。一个原因是，在充放电时，这主要在负极22的表面上形成稳定的保护膜，由此抑制了电解液的分解反应。“不饱和环状碳酸酯”是指具有一个或多个不饱和碳键(碳碳双键)的环状碳酸酯。不饱和环状碳酸酯的具体实例包括碳酸亚乙烯基酯、碳酸乙烯基亚乙酯(vinylethylene carbonate)和碳酸亚甲基亚乙酯(methylene ethylene carbonate)。不饱和环状碳酸酯在溶剂中的含量没有特别限制。举例来说，其含量可以为例如0.01wt%以上至10wt%以下。应注意，不饱和环状碳酸酯的具体实例不限于下述化合物，且可以为其他化合物。

[0116] 此外，溶剂优选包含一种或多种卤代碳酸酯。一个原因是，在充放电时，这主要在负极22的表面上形成稳定的保护膜，由此抑制了电解液的分解反应。卤代碳酸酯为包括一个或多个卤素作为构成元素的环状碳酸酯或链状碳酸酯。环状卤代碳酸酯的实例包括4-氟-1,3-二氧戊环-2-酮和4,5-二氟-1,3-二氧戊环-2-酮。链状卤代碳酸酯的实例包括碳酸氟甲基甲基酯，碳酸双(氟甲基)酯和碳酸二氟甲基甲基酯。尽管卤代碳酸酯在溶剂中的含量没有特别限制，但是其含量可以为例如0.01wt%以上至50wt%以下。应注意，卤代碳酸酯的具体实例不限于上述化合物，且可以是其他化合物。

[0117] 此外，溶剂优选包含磺内酯(环状磺酸酯)，因为由此进一步提高了电解液的化学稳定性。磺内酯的实例包括丙烷磺内酯和丙烯磺内酯。尽管磺内酯在溶剂中的含量没有特别限制，但是磺内酯含量可以为例如0.5wt%以上至5wt%以下。应注意，磺内酯的具体实例不限于上述化合物，且可以是其他化合物。

[0118] 此外，溶剂优选包含酸酐，因为由此进一步提高了电解液的化学稳定性。酸酐的实例包括羧酸酐、二磺酸酐和羧酸磺酸酐。羧酸酐的实例包括琥珀酸酐、戊二酸酐和马来酸酐。二磺酸酐的实例包括乙烷二磺酸酐和丙烷二磺酸酐。羧酸磺酸酐的实例包括磺基苯甲酸酐、磺基丙酸酐和磺基丁酸酐。尽管酸酐在溶剂中的含量没有特别限制，但是其含量可以为例如0.5wt%以上至5wt%以下。然而，酸酐的具体实例不限于上述化合物，且可以是其他化合物。

[0119] [电解质盐]

[0120] 电解质盐可包含例如一种或多种下面将描述的锂盐。然而，电解质盐可以包括除了锂盐以外的盐(例如除了锂盐以外的轻金属盐)。

[0121] 锂盐的实例包括化合物如$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiClO_4$、$LiAsF_6$、$LiB(C_6H_5)_4$、$LiCH_3SO_3$、$LiCF_3SO_3$、$LiAlCl_4$、Li_2SiF_6、LiCl和LiBr。一个原因是，这提供了例如优异的电池容量、优异的循环特性、优异的保存特性等。

[0122] 特别地，$LiPF_6$、$LiBF_4$、$LiClO_4$和$LiAsF_6$中的一种或多种是优选的，且$LiPF_6$是更优选的，因为由此降低了内阻，且由此获得了更高的效果。

[0123] 电解质盐相对于溶剂的含量优选为0.3mol/kg以上至3.0mol/kg以下，因为由此获得了高离子传导性。

[0124] [二次电池的运行]

[0125] 在二次电池中，例如，在充电时，可以通过电解液将从正极21提取的锂离子插入在负极22中，且在放电时，可以通过电解液将从负极22提取的锂离子插入在正极21中。

[0126] [二次电池的制造方法]

[0127] 二次电池可以例如通过下列程序制造。

[0128] 首先，制造正极21。将正极活性物质与例如正极粘合剂、正极导电剂等混合以制备正极混合物。然后，将所述正极混合物分散在例如有机溶剂等中以获得糊膏状正极混合物浆料。随后，利用所述正极混合物浆料涂布正极集电体21A的两个表面，并对所得物进行干燥。由此，形成包含球状活性物质211的下层21B1。随后，通过与下层21B1类似的程序形成包含扁平状活性物质212的上层21B2。由此，形成包含下层21B1和上层21B2的正极活性物质层21B。随后，在根据需要进行加热的同时，使用例如辊压机等对所述正极活性物质层21B进行压缩成型。在这种情况下，可以将压缩成型重复多次。应注意，可以形成下层21B1并对其进行压缩成型，然后可以形成上层21B2并对其进行压缩成型。

[0129] 此外，通过与上述正极21类似的程序来制造负极22。将负极活性物质与例如负极粘合剂、负极导电剂等混合的负极混合物分散在例如有机溶剂等中以形成糊膏状负极混合物浆料。随后，利用所述负极混合物浆料涂布负极集电体22A的两个表面，并对所得物进行干燥。由此，形成负极活性物质层22B。然后，根据需要对所述负极活性物质层22B进行压缩成型。

[0130] 此外，将电解质盐分散在溶剂中以制备电解液。

[0131] 最后，使用正极21和负极22来对二次电池进行组装。首先，例如通过焊接法等将正极引线25连接至正极集电体21A，并将负极引线26连接至负极集电体22A。随后，利用其间的隔膜23对正极21和负极22进行层压，并将其螺旋卷绕。由此，制造了螺旋卷绕电极体20。然后，将中心销24插入到螺旋卷绕电极体20的中心中。随后，将螺旋卷绕电极体20夹在一对绝缘板12和13之间，并将其容纳在电池壳11中。在这种情况下，例如通过焊接法等将正极引线25的尖端部(端部，end tip)连接至安全阀机构15，并将负极引线26的尖端部连接至电池壳11。随后，将电解液注入到电池壳11内，并利用电解液浸渍隔膜23。随后，在电池壳11的开口端部处，通过用垫圈17填塞而将电池盖14、安全阀机构15和PTC装置16固定。

[0132] [二次电池的功能和效果]

[0133] 根据圆柱型二次电池，在正极活性物质层21B中，包含在下层21B1中的球状活性物质211的一次粒子的平均粒径D1大于包含在上层21B2中的扁平状活性物质212的一次粒子212X的平均粒径D2。在这种情况下，如上所述，在包含具有大粒径的球状活性物质211的下层21B1中，即使当在制造二次电池的过程中对正极活性物质层21B进行压缩成型时，也确保了正极活性物质层21B相对于正极集电体21A的粘附特性。除此以外，在包含具有小粒径的扁平状活性物质212的上层21B2中，提高了电池特性如负荷特性。因此，实现了活性物质层21B的剥落的抑制和电池特性的提高两者。

[0134] 具体地，当球状活性物质211的平均圆形度C1大于扁平状活性物质212的平均圆形度C2时，更具体地，当平均圆形度C1为0.6以上且平均圆形度C2为0.2以下时，获得了进一步

更高的效果。

[0135] 此外，当球状活性物质211的一次粒子的平均粒径D1满足0.1μm<D1<30μm且扁平状活性物质212的一次粒子211X的平均粒径D2满足0.01μm<D2<1μm时，获得了进一步更高的效果。

[0136] 此外，当包含球状活性物质211的下层21B1的厚度T1小于包含扁平状活性物质212的上层21B2的厚度T2时，进一步提高了电池特性。

[0137] [1-2.锂离子二次电池(层压膜型)]

[0138] 图4示出了根据本发明实施方式的另一种二次电池的分解透视构造。图5示出了沿图4中所示的螺旋卷绕电极体30的线V-V所截取的放大横截面图。在该实例下，例如，将根据本发明上述实施方式的电极用作正极33，且在下列说明中，将根据需要使用上述圆柱型二次电池的元件(要素)。

[0139] [二次电池的一般构造]

[0140] 所述二次电池是所谓的层压膜型锂离子二次电池。在所述二次电池中，将螺旋卷绕电极体30容纳在膜状外包装构件40中。螺旋卷绕电极体30包含正极33和负极34，所述正极33和负极34利用其间的隔膜35和电解质层36进行层压，并螺旋卷绕。将正极引线31连接至正极33，并将负极引线32连接至负极34。通过保护带37保护螺旋卷绕电极体30的最外周部。

[0141] 例如，正极引线31和负极引线32可以在相同方向上从外包装构件40的内部引出至外部。正极引线31可以由例如导电材料如铝形成，且负极引线32可以由例如导电材料如铜、镍和不锈钢形成。这些导电材料可以为例如薄板状或网状。

[0142] 所述外包装构件40可以是例如其中依次层压熔融粘合层、金属层和表面保护层的层压膜。在层压膜中，例如，通过熔融粘合、胶粘剂等例如将两片膜的熔融粘合层的相应外周部彼此粘合，使得熔融粘合层面对螺旋卷绕电极体30。所述熔融粘合层的实例包括由材料如聚乙烯和聚丙烯制成的膜。所述金属层的实例包括铝箔。所述表面保护层的实例包括由材料如尼龙和聚对苯二甲酸乙二醇酯制成的膜。

[0143] 特别地，作为外包装构件40，其中依次层压聚乙烯膜、铝箔和尼龙膜的铝层压膜是优选的。然而，所述外包装构件40可以为具有其他层压结构的层压膜、聚合物膜如聚丙烯膜、或金属膜。

[0144] 将胶粘膜41插入到外包装构件40与正极引线31之间以及外包装构件40与负极引线32之间以防止外部空气侵入。胶粘膜41由对于正极引线31和负极引线32具有粘附特性的材料形成。这种材料的实例包括聚烯烃树脂如聚乙烯、聚丙烯、改性聚乙烯和改性聚丙烯。

[0145] 正极33可以包含例如正极集电体33A和设置在正极集电体33A的两个表面上的正极活性物质层33B。负极34可以包含例如负极集电体34A和设置在负极集电体34A的两个表面上的负极活性物质层34B。正极集电体33A、正极活性物质层33B、负极集电体34A和负极活性物质层34B的构造分别与正极集电体21A、正极活性物质层21B、负极集电体22A和负极活性物质层22B的构造类似。此外，隔膜35的构造与隔膜23的构造类似。

[0146] 换言之，正极活性物质层33B包括位于更靠近正极集电体33A的区域中且含有球状活性物质的下层以及位于更远离正极集电体33A的区域中且含有扁平状活性物质的上层。此外，球状活性物质的一次粒子的平均粒径(D50)大于扁平状活性物质的一次粒子的平均

粒径(D50)。

[0147] 电解质层36包含通过高分子化合物保持的电解液且是所谓的凝胶电解质。一个原因是,这提供了高离子传导率(例如,在室温下为1mS/cm以上)且防止了电解液的液体泄漏。所述电解质层36可以进一步包含其他材料如添加剂。

[0148] 高分子化合物的实例包括下述中的一种或多种:聚丙烯腈、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、聚六氟丙烯、聚环氧乙烷、聚环氧丙烷、聚磷腈、聚硅氧烷、聚氟乙烯、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯醇、聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、丁苯橡胶、丁腈橡胶、聚苯乙烯、聚碳酸酯、以及偏二氟乙烯和六氟丙烯的共聚物。特别地,聚偏氟乙烯或偏二氟乙烯和六氟丙烯的共聚物是优选的,且聚偏氟乙烯是更优选的,因为这种高分子化合物是电化学稳定的。

[0149] 电解液的组成与圆柱型二次电池的电解液的组成类似。然而,在作为凝胶电解质的电解质层36中,电解液的溶剂是指不但包括液体溶剂而且包括能够离解电解质盐的具有离子传导性的材料的广泛概念。因此,在使用具有离子传导性的高分子化合物时,在溶剂中也包含高分子化合物。

[0150] 应注意,可以原样使用电解液来代替凝胶电解质层36。在这种情况下,利用电解液对隔膜35进行浸渍。

[0151] [二次电池的运行]

[0152] 在二次电池中,例如,在充电时,可以通过电解质层36将从正极33提取的锂离子插入在负极34中,且在放电时,可以通过电解质层36将从负极34提取的锂离子插入在正极33中。

[0153] [二次电池的制造方法]

[0154] 包含凝胶电解质层36的二次电池可以例如通过下列三种程序制造。

[0155] 在第一程序中,通过与正极21和负极22类似的制造程序制造正极33和负极34。在这种情况下,通过在正极集电体33A的两个表面上形成正极活性物质层33B来制造正极33,并通过在负极集电体34A的两个表面上形成负极活性物质层34B来制造负极34。随后,准备了包含电解液、高分子化合物和溶剂如有机溶剂的前体溶液。之后,利用所述前体溶液涂布所述正极33和所述负极34,从而形成凝胶电解质层36。随后,例如通过焊接法等将正极引线31连接至正极集电体33A,并将负极引线32连接至负极集电体34A。随后,利用其间的隔膜35,对设置有电解质层36的正极33和负极34进行层压,并将其螺旋卷绕以制造螺旋卷绕电极体30。然后,将保护带37粘附至其最外周部。随后,在将螺旋卷绕电极体30夹在两片膜状外包装构件40之间之后,例如通过热熔融粘合法等使所述外包装构件40的外周部粘合而将螺旋卷绕电极体30装入外包装构件40内。在这种情况下,将胶粘膜41插入到正极引线31与外包装构件40之间和负极引线32与外包装构件40之间。

[0156] 在第二程序中,将正极引线31连接至正极33,并将负极引线32连接至负极34。随后,利用其间的隔膜35对正极33和负极34进行层压,并将其螺旋卷绕以制造作为螺旋卷绕电极体30的前体的螺旋卷绕体。然后,将保护带37粘附至其最外周部。随后,在将所述螺旋卷绕体夹在两片膜状外包装构件40之间之后,例如通过热熔融粘合法等将除了一边之外的最外周部粘合以获得袋状外包装构件40。将螺旋卷绕体容纳在袋状外包装构件40中。随后,准备包含电解液、作为高分子化合物的原料的单体、聚合引发剂以及根据需要的其他材料如聚合抑制剂的电解质用组合物。将所述电解质用组合物注入到袋状外包装构件40中,随

后，例如通过热熔融粘合法等将所述外包装构件40密闭地密封。随后，使所述单体热聚合。由此，形成了高分子化合物，因此形成了凝胶电解质层36。

[0157] 在第三程序中，以与上述第二程序类似的方式制造螺旋卷绕体并将其容纳在袋状外包装构件40中，不同之处在于，使用两个表面都涂布有高分子化合物的隔膜35。涂布隔膜35的高分子化合物的实例包括包含偏二氟乙烯作为成分的聚合物(均聚物、共聚物、多元共聚物等)。其具体实例包括聚偏氟乙烯，包含偏二氟乙烯和六氟丙烯作为成分的二元共聚物，以及包含偏二氟乙烯、六氟丙烯和氯三氟乙烯作为成分的三元共聚物。应注意，除了包含偏二氟乙烯作为成分的聚合物之外，还可以使用其他一种或多种高分子化合物。随后，制备了电解液并将其注入到外包装构件40中。然后，例如通过热熔融粘合法等将外包装构件40的开口密闭地密封。随后，在对外包装构件40施加重量的同时对其进行加热，从而可以利用其间的高分子化合物将隔膜35粘附至正极33和负极34。由此，利用电解液对高分子化合物进行浸渍，并因此将高分子化合物凝胶化而形成电解质层36。

[0158] 与第一程序相比，在第三程序中，大大抑制了二次电池的膨胀。此外，不同于第二程序，在第三程序中，材料如作为高分子化合物的原料的单体和溶剂难以残留在电解质层36中。因此，有利地控制了高分子化合物的形成步骤。因此，在正极33与电解质层36之间、在负极34与电解质层36之间和在隔膜35与电解质层36之间获得了足够的粘附特性。

[0159] [二次电池的功能和效果]

[0160] 根据本层压膜型二次电池，正极33的正极活性物质层33B具有与正极活性物质层21B类似的构造。因此，因为与圆柱型二次电池类似的原因，可以实现正极活性物质层33B的剥落的抑制和电池特性的提高两者。其他功能和效果与圆柱型二次电池类似。

[0161] [2.二次电池的应用]

[0162] 接下来，将对上述二次电池的应用例进行说明。

[0163] 二次电池的应用不受特别限制，只要将二次电池用于能够将所述二次电池用作例如驱动电源、用于电力储存的电力储存源等的应用诸如机器、装置、设备、仪器、系统(多个装置等的集合实体)中即可。当将二次电池用作电源时，可以将二次电池用作主电源(优先使用的电源)，或者辅助电源(代替主电源使用的电源，或者通过从主电源切换而使用的电源)。主电源类型不限于二次电池。

[0164] 二次电池的应用的实例包括移动电子装置诸如但不限于摄像机、数码相机、移动电话、笔记本个人计算机、无线电话、立体声耳机、便携式收音机、便携式电视和个人数字助理。它们的其他实例包括：移动生活电器如电动剃须刀；储存装置如备用电源和记忆卡；电动工具如电钻和电锯；用作例如笔记本个人计算机等的电源的电池组；医用电子装置如起搏器和助听器；电动车辆如电动汽车(包括混合动力汽车)；以及电力存储系统如用于储存例如应急用电的家用电池系统等。不用说，二次电池还可以用于除了上述应用以外的其他应用。

[0165] 特别地，二次电池可有效地用于诸如电池组、电动车辆、电力存储系统、电动工具和电子装置的应用。在这些应用中，因为需要优异的电池特性，所以通过使用根据本发明上述实施方式的二次电池可以有效地提高特性。应注意，电池组可以是使用二次电池的电源，如所谓的组装电池。电动车辆可以是使用二次电池作为驱动电源来工作(运转)的车辆。如上所述，电动车辆可以是包括除了二次电池以外的其他驱动源的汽车(诸如混合动力汽

车)。电力存储系统可以是使用二次电池作为电力储存源的系统。例如,在家用电力存储系统中,在作为电力储存源的二次电池中储存电力,且根据需要消耗电力。由此,例如,家用电子产品等变得可用。电动工具可以是使用二次电池作为驱动电源来移动可动部(例如钻头)的工具。电子装置是使用二次电池作为驱动电源(电力供应源)而执行各种功能的装置。

[0166] 将具体给出二次电池的一些应用例的说明。应注意,下面描述的各应用例的构造仅为实例且可以适当修改。

[0167] [2-1.电池组]

[0168] 图6示出了电池组的方框构造。如图6中所示,电池组可以在由材料如塑料材料制成的壳体60中例如包括控制部61、电源62、开关部63、电流测量部64、温度检测部65、电压检测部66、开关控制部67、存储器68、温度检测装置69、电流检测电阻70、正极端子71和负极端子72。

[0169] 控制部61控制整个电池组的运行(包括电源62的使用状态)并可以包括例如中央处理单元(CPU)等。电源62包含一个或多个二次电池(未示出)。电源62可以是例如包括两个以上二次电池的组装电池。二次电池可以以串联、并联、或者它们的组合相互连接。作为实例,电源62包括以两个并联和三个串联的方式连接的六个二次电池。

[0170] 开关部63根据控制部61的指令切换电源62的使用状态(无论电源62是否与外部装置连接)。开关部63可包括例如充电控制开关、放电控制开关、充电二极管、放电二极管等(未示出)。充电控制开关和放电控制开关可以为例如半导体开关如使用金属氧化物半导体的场效应晶体管(MOSFET)。

[0171] 电流测量部64使用电流检测电阻70来测量电流并将测量结果输出至控制部61。温度检测部65使用温度检测装置69来测量温度并将测量结果输出至控制部61。温度测量结果可以用于例如其中控制部61在异常生热时控制充放电的情况或者其中在计算残余容量时控制部61进行校正处理的情况。电压检测部66测量电源62中的二次电池的电压,对测量的电压进行模拟到数字转换(A/D转换),并将所得物供应至控制部61。

[0172] 开关控制部67根据从电流测量部64和电压测量部66输入的信号控制开关部63的运行(操作)。

[0173] 在例如电池电压达到过充电检测电压时,开关控制部67断开开关部63(充电控制开关),从而防止充电电流在电源62的电流通路中流动。由此,使得电源62可以仅通过放电二极管进行放电。应注意,例如,在充电时流过大电流的情况下,开关控制部67阻挡了充电电流。

[0174] 在例如电池电压达到过放电检测电压时,开关控制部67断开开关部63(放电控制开关),从而防止放电电流在电源62的电流通路中流动。由此,使得电源62可以仅通过充电二极管进行充电。应注意,例如,在放电时流过大电流的情况下,开关控制部67阻挡了放电电流。

[0175] 应注意,在二次电池中,例如,过充电检测电压可以为4.20V±0.05V且过放电检测电压可以为2.4V±0.1V。

[0176] 存储器68可以是例如存储器如作为非易失性存储器的EEPROM。存储器68可储存例如由控制部61计算的数值和在制造过程中测得的关于二次电池的信息(例如,初始状态中的内阻)。应注意,在存储器68储存关于二次电池的全部充电容量的信息时,控制部10获得

信息如残余容量。

[0177] 温度检测装置69测量电源62的温度并将测量结果输出至控制部61。温度检测装置69可以为装置如热敏电阻。

[0178] 正极端子71和负极端子72是连接至使用电池组驱动的外部装置(例如,笔记本个人计算机)的端子,或者连接至用于对电池组进行充电而设置的外部装置(例如,电池充电器)的端子。通过正极端子71和负极端子72对电源62进行充放电。

[0179] [2-2.电动车辆]

[0180] 图7示出了作为电动车辆的实例的混合动力汽车的方框构造。如图7中所示,电动车辆可以在由金属制成的壳体73中包括例如控制部74、发动机75、电源76、驱动马达77、差速器78、发电机79、变速器80、离合器81、逆变器(反相器,inverters)82和83以及各种传感器84。除此以外,电动车辆可包括例如与差速器78和变速器80连接的前轮驱动轴85和前轮86、后轮驱动轴87和后轮88。

[0181] 电动车辆使用发动机75和马达77之一作为驱动源来运转。发动机75是主要电源,且可以是例如汽油发动机的发动机。在将发动机75用作动力源的情况下,通过作为驱动部的差速器78、变速器80和离合器81将发动机75的驱动电力(扭矩)例如传输至前轮86或后轮88。应注意,还将发动机75的扭矩传输至发电机79。使用扭矩,发电机79产生交流电力,并通过逆变器83将交流电力转换为直流电力,将由此转换的直流电力储存在电源76中。另一方面,在将作为转换部的马达77用作动力源的情况下,通过逆变器82将从电源76供应的电力(直流电力)转化为交流电力。通过交流电力来驱动马达77。通过作为驱动部的差速器78、变速器80和离合器81将通过马达77由电力转换的驱动力(扭矩)例如传输至前轮86或后轮88。

[0182] 应注意,可以采用下列方案,其中,当通过未示出的制动机构来降低电动车辆的速度时,将速度降低时的阻力作为扭矩传输至马达77,并且所述马达77通过扭矩而产生交流电力。优选的是,将通过逆变器82转化为直流电力的交流电力和新产生的直流电力储存在电源76中。

[0183] 控制部74控制整个电动车辆的运行,且例如可以包括CPU等。电源76包括一个或多个二次电池(未示出)。可以对电源76进行构造而使得可以将电源76连接至外部电源,且可以通过从外部电源接收电力来储存电力。可以将各种传感器84用于例如控制发动机75的旋转次数或者用于控制未示出的节流阀的打开水平(节流打开水平)。各种传感器84可包括例如速度传感器、加速度传感器和发动机速度传感器的传感器。

[0184] 应注意,上述已经给出了作为电动车辆的混合动力汽车的说明。然而,电动车辆可以为通过仅使用电源76和马达77而不使用发动机75而运行的车辆(电动汽车)。

[0185] [2-3.电力存储系统]

[0186] 图8示出了电力存储系统的方框构造。如图8中所示,电力存储系统可以在房屋89如一般住宅和商业建筑的内部包括例如控制部90、电源91、智能仪表92和功率枢纽93。

[0187] 在本实例中,例如,电源91可以连接至设置在房屋89内部的电气装置94,并且可以被设置为连接至停放在房屋89外部的电动车辆96。此外,例如,可以将电源91设置为通过功率枢纽93连接至设置在房屋89内的私人发电机95,并可以通过智能仪表92和功率枢纽93连接至外部集中电力系统97。

[0188] 应注意,电气装置94可包括例如一种或多种家用电器如冰箱、空调、电视和热水

器。私人发电机95可以是例如一个或多个发电机诸如太阳能发电机和风力发电机。电动车辆96可以是例如车辆如电动汽车、电动摩托车和混合动力汽车中的一种或多种。集中电力系统97可以是例如电力系统如热力发电厂、核能发电站、水力发电站和风力发电厂中的一种或多种。

[0189] 控制部90控制整个电力存储系统的运行(包括电源91的使用状态),并且可以包括例如CPU等。电源91包括一个或多个二次电池(未示出)。智能仪表92可以是例如与设置在电力消费者的房屋89内部的网络兼容的电力计量器,并且可以与电力供应器连通。因此,例如,在智能仪表92根据需要与外部连通的同时,智能仪表92控制房屋89中的供应和需求之间的平衡,并使得可进行有效且稳定的能量供应。

[0190] 在电力存储系统中,例如,通过智能仪表92和功率枢纽93将电力从作为外部电源的集中电力系统97储存在电源91中,并通过功率枢纽93从作为独立电源的私人发电机95将电力储存在电源91中。根据需要,根据控制部90的指令将储存在电源91中的电力供应至电气装置94或电动车辆96。因此,电气装置94变得可运行,且电动车辆96变得可充电。换言之,电力存储系统是使用电源91在房屋89中实现电力的储存和供应的系统。

[0191] 电源91中储存的电力在可选的基础上使用。因此,例如,可以在电价便宜时的半夜将电力从集中电力系统97储存在电源91中,并可以在电价昂贵时的白天期间使用储存在电源91中的电力。

[0192] 应注意,可以对每个家庭(家庭单元)设置上述电力存储系统,或者可以对多个家庭(多个家庭单元)设置上述电力存储系统。

[0193] [2-4.电动工具]

[0194] 图9示出了电动工具的方框构造。如图9中所示,电动工具可以是例如电钻且可以在由材料如塑料材料制成的工具主体98中包括例如控制部99和电源100。例如,可以以可运行(可旋转)的方式将作为可动部的钻头部101连接至工具主体98。

[0195] 控制部99控制整个电动工具的运行(包括电源100的使用状态),且可以包含例如CPU等。电源100包括一个或多个二次电池(未示出)。控制部99使得可以根据未示出的运行开关的控制,根据需要将电力从电源100供应至钻头部101,从而运行钻头部101。

[0196] [实施例]

[0197] 将详细描述根据本发明上述实施方式的具体实施例。

[0198] [实施例1至23]

[0199] 制造了图10中所示的试验用二次电池(硬币型锂离子二次电池)。所述二次电池包括利用其间的浸渍有电解液的隔膜55层压的试验电极51和对电极53,并包括利用垫圈56填塞的外壳52和外盖(outer cup)54。将包含正极活性物质的试验电极51容纳在外壳52中,并将包含负极活性物质的对电极53连接至外盖54。

[0200] 在制造试验电极51时,将90质量份正极活性物质(球状活性物质)、5质量份正极粘合剂(聚偏氟乙烯:PVDF)和5质量份正极导电剂(2质量份科琴黑(注册商标)和3质量份碳纳米管)混合以制备正极混合物。在这种情况下,根据需要提高正极粘合剂的含量,并相应地降低正极活性物质的含量。球状活性物质的类型、平均粒径D1(μm)和平均圆形度C1如表1中所示。应注意,后面描述球状活性物质的合成程序。随后,将正极混合物分散在有机溶剂(N-甲基-2-吡咯烷酮:NMP)中以制备糊膏状正极混合物浆料。随后,将所述正极混合物浆料涂

布在带状正极集电体(15μm厚的铝箔)上,并且对所得物干燥以形成下层,随后,利用辊压机对下层进行压缩成型。下层的厚度T1(μm)如表1中所示。

[0201] 随后,通过与上述下层类似的形成程序形成了包含扁平状活性物质代替球状活性物质的上层。上层的扁平状活性物质的类型、平均粒径D2(μm)、平均圆形度C2和厚度T2(μm)如表2中所示。应注意,后面将描述扁平状活性物质的合成程序。因此,形成包含下层和上层的正极活性物质层。

[0202] 随后,将正极集电体和正极活性物质层冲孔成圆片状形状(片状形状,pellet-like shape)(直径为15mm)。将以圆片状形状冲孔的锂金属板(直径为16mm)用作对衬底(对基板,opposing substrate)53。

[0203] 在制备电解液时,将电解质盐($LiPF_6$)分散在溶剂(碳酸亚乙酯(EC)和碳酸甲乙酯(EMC))中。在这种情况下,以体积比的溶剂的组成为EC:EMC=50:50,且电解质盐相对于溶剂的含量为1mol/dm^3(=1mol/l)。

[0204] 在组装二次电池时,利用其间的隔膜55(23μm厚的多孔聚烯烃膜)对容纳在外壳52中的试验电极51和容纳在外盖54中的对电极53进行层压。在这种情况下,利用垫圈56填塞外壳52和外盖54。因此,完成了具有20mm直径和1.6mm高度的硬币型二次电池。

[0205] 此处,球状活性物质和扁平状活性物质的合成程序如下。

[0206] 在获得$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$中,将包含磷酸锂(Li_3PO_4)、磷酸锰(II)三水合物($Mn_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$)、磷酸铁(II)八水合物($Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$)的其原材料称重为50g,使得其摩尔比为Li:Mn:Fe:P=1:0.5:0.5:1。之后,将原材料放入纯水(200cm^3=200cc)中,并对所得物进行搅拌以得到原材料浆料。随后,将5g麦芽糖添加至原材料浆料中,然后,在槽中对所得物进行搅拌。随后,对原材料浆料进行充分混合,并通过机械化学方法将其粉碎以获得粉碎的浆料。在这种情况下,利用行星式球磨机将粉碎进行24小时。随后,通过喷雾干燥法对粉碎的浆料进行干燥和粒化(在200°C下抽吸)以获得前体粉末。随后,在惰性气体气氛(100%N_2)下对前体粉末进行烧成。当在600°C下进行烧成3小时时,平均粒径D2为0.09μm,且当在800°C下进行烧成3小时时,平均粒径D1为0.35μm。

[0207] 在获得$LiFePO_4$中,进行与获得$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$类似的合成程序,不同之处在于,对原材料进行调节,从而以Li:Fe:P=1:1:1的摩尔比包含磷酸锂和磷酸铁(II)八水合物。当在600°C下进行烧成3小时时,平均粒径D2为0.1μm,且当在800°C下进行烧成3小时时,平均粒径D1为0.33μm。

[0208] 在获得$LiMnPO_4$中,进行与获得$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$类似的合成程序,不同之处在于,对原材料进行调节,从而以Li:Mn:P=1:1:1的摩尔比包含磷酸锂和磷酸锰(II)三水合物。当在600°C下进行烧成3小时时,平均粒径D2为0.09μm,且当在800°C下进行烧成3小时时,平均粒径D1为0.41μm。

[0209] 在获得$Li_{1.13}(Mn_{0.6}Ni_{0.2}Co_{0.2})_{0.87}Al_{0.01}O_2$中,将硫酸镍($NiSO_4$)、硫酸钴($CoSO_4$)、硫酸锰($MnSO_4$)和铝酸钠($NaAlO_2$)混合。在这种情况下,将混合比(摩尔比)设定为Mn:Ni:Co=60:20:20和Al:(Mn+Ni+Co)=1:86。随后,将混合物分散在水中,并在对所得物进行充分搅拌的同时向其中添加氢氧化钠(NaOH)。因此,获得了锰-镍-钴-铝复合共析出氢氧化物。随后,利用水对共析出物进行洗涤并干燥,随后,向所得物中添加氢氧化锂一水合物的盐以获得前体。在这种情况下,将混合比(摩尔比)设定为Li:(Mn+Ni+Co+Al)=113:87。随后,在空气中

对前体进行烧成，然后将其冷却至室温。当在800°C下进行烧成10小时时，平均粒径D2为0.15μm，且当在850°C下进行烧成20小时时，平均粒径D1为0.43μm。

[0210] 在获得$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$中，将作为其原材料的硫酸钴、硫酸镁和铝酸钠混合。在这种情况下，将混合比(摩尔比)设定为Co:Mg:Al=98:1:1。随后，将混合物分散在水中，然后在对所得物进行充分搅拌的同时向其中添加氢氧化钠。因此，获得了锰-镍-钴-铝复合共析出氢氧化物。随后，利用水对共析出物进行洗涤并干燥，随后，向所得物中添加氢氧化锂一水合物的盐以获得前体。在这种情况下，将混合比(摩尔比)设定为Li:(Co+Mg+Al)=1:1。随后，在空气中对前体进行烧成，然后将其冷却至室温。当在800°C下进行烧成4小时时，平均粒径D2为0.15μm，且当在900°C下进行烧成5小时时，平均粒径D1为0.45μm。

[0211] 在获得$LiCo_{1.03}Ni_{0.77}Co_{0.20}Al_{0.03}O_2$中，将作为其原材料的硫酸镍、硫酸钴和铝酸钠混合。在这种情况下，将混合比(摩尔比)设定为Ni:Co:Al=77:20:3。随后，将混合物分散在水中，然后在对所得物进行充分搅拌的同时向其中添加氢氧化钠。因此，获得了镍-钴-铝复合共析出氢氧化物。随后，利用水对共析出物进行洗涤并干燥，随后，向所得物中添加氢氧化锂一水合物的盐以获得前体。在这种情况下，将混合比(摩尔比)设定为Li:(Ni+Co+Al)=105:100。随后，在氧气流中对前体进行烧成，然后将其冷却至室温。当在700°C下进行烧成10小时时，平均粒径D2为0.13μm，且当在750°C下进行烧成20小时时，平均粒径D1为0.45μm。

[0212] 在获得具有大粒径的$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$中，将作为其原材料的碳酸锂($Li_2CO_3$)、碳酸钴($CoCO_3$)、氢氧化铝($Al(OH)_3$)和碳酸镁($MgCO_3$)混合。在这种情况下，将混合比(摩尔比)设定为Li:Co:Mg:Al=1:0.98:0.01:0.01。随后，在空气中在900°C下将混合物烧成5小时。平均粒径D1为13μm。

[0213] 对二次电池的各种特性进行检验并获得了表3中所示的结果。

[0214] 在检验剥落特性(exfoliation characteristics)时，在完成正极活性物质层之后(在压缩成型之后)，目视确定正极活性物质层是否从正极集电体上剥落。

[0215] 在检验负荷特性时，在室温环境下(在23°C)在0.1C的电流下进行恒流恒压充电(持续20小时)，直至电池电压(相对于锂金属)达到表3中所示的充电电压(V)。之后，在0.1C的电流下对电池进行放电，直至电池电压(相对于锂金属)达到2.5V，并测量0.1C放电容量(mAh/g)。此外，以类似的方式测量3C放电容量(mAh/g)，不同之处在于，将在放电时提供的电流调节为3C。

[0216] [表1]

[0217]

实施例	下层				
	球状活性物质			正极粘合剂	厚度 T1 (μm)
	类型	平均粒径 D1 (μm)	平均圆形度 C1	含量 (重量%)	
1	$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$	0.35	0.7	5	10
2	$LiFePO_4$	0.33	0.8	5	10
3	$LiFePO_4$	0.33	0.8	5	10
4	$LiMnPO_4$	0.41	0.7	5	10
5	$Li_{1.13}(Mn_{0.6}Ni_{0.2}Co_{0.2})_{0.87}Al_{0.01}O_2$	0.43	0.6	5	10
6	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	0.45	0.8	5	10
7	$Li_{1.03}Ni_{0.77}Co_{0.20}Al_{0.03}O_2$	0.43	0.7	5	10
8	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	0.43	0.8	5	10
9	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	13	0.7	5	10
10	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—
16	$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$	0.35	0.7	5	100
17	$LiFePO_4$	0.33	0.7	5	100
18	$LiMnPO_4$	0.41	0.6	5	100
19	$Li_{1.13}(Mn_{0.6}Ni_{0.2}Co_{0.2})_{0.87}Al_{0.01}O_2$	0.43	0.6	5	100
20	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	0.45	0.8	5	100
21	$Li_{1.03}Ni_{0.77}Co_{0.20}Al_{0.03}O_2$	0.43	0.8	5	100
22	$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$	0.09	0.8	15	100
23	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	13	0.8	5	100

[0218] [表2]

[0219]

实施例	上层				
	扁平状活性物质			正极粘合剂	厚度 T2 (μm)
	类型	平均粒径 D2 (μm)	平均圆形度 C2	含量 (重量%)	
1	$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$	0.09	0.2	5	90
2	$LiFePO_4$	0.1	0.1	5	90
3	$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$	0.09	0.1	5	90
4	$LiMnPO_4$	0.09	0.2	5	90
5	$Li_{1.13}(Mn_{0.6}Ni_{0.2}Co_{0.2})_{0.87}Al_{0.01}O_2$	0.15	0.1	5	90
6	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	0.15	0.2	5	90
7	$Li_{1.03}Ni_{0.77}Co_{0.20}Al_{0.03}O_2$	0.13	0.2	5	90
8	$LiFePO_4$	0.09	0.2	5	90
9	$LiMnPO_4$	0.09	0.1	5	90
10	$LiFe_{0.5}Mn_{0.5}PO_4$	0.09	0.1	5	100
11	$LiMnPO_4$	0.1	0.1	5	100
12	$LiMnPO_4$	0.09	0.2	5	100
13	$Li_{1.13}(Mn_{0.6}Ni_{0.2}Co_{0.2})_{0.87}Al_{0.01}O_2$	0.15	0.1	5	100
14	$LiCo_{0.98}Al_{0.01}Mg_{0.01}O_2$	0.15	0.2	5	100
15	$Li_{1.03}Ni_{0.77}Co_{0.20}Al_{0.03}O_2$	0.13	0.2	5	100
16	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—

[0220] [表3]

[0221]

实施例	充电电压(V)	剥落	0.1C放电容量(mAh/g)	3C放电容量(mAh/g)
1	4.25	否	153	112
2	3.65	否	152	122
3	4.25	否	150	116
4	4.25	否	153	109
5	4.60	否	201	142
6	4.25	否	149	122
7	4.25	否	185	138

8	4.25	否	149	115
9	4.25	否	149	105
10	-	是	-	-
11	-	是	-	-
12	-	是	-	-
13	-	是	-	-
14	-	是	-	-
15	-	是	-	-
16	4.25	否	152	31
17	3.65	否	149	56
18	4.25	否	154	15
19	4.60	否	203	82
20	4.25	否	149	78
21	4.25	否	186	98
22	4.25	否	146	52
23	4.25	否	148	65

[0222] 在其中包含在下层中的球状活性物质(一次粒子)的平均粒径D1大于包含在上层中的扁平状活性物质(一次粒子)的平均粒径D2的实施例中,与其中不满足上述条件的实施例相比,获得了更有利的结果。

[0223] 详细地,在其中正极活性物质层包含下层和上层的实施例(实施例1至9)中,在压缩成型之后,与其中正极活性物质层仅包含上层的实施例(实施例10至15)中不同,正极活性物质层不剥落。除此以外,在其中正极活性物质层包含下层和上层的实施例中,获得了与其中正极活性物质仅包含下层的实施例(实施例16至23)中基本相等的0.1C放电容量。另外,3C放电容量显著增大。应注意,在其中正极活性物质剥落的实施例(实施例10至15)中,0.1C放电容量和3C放电容量不可测量。根据这些结果,确认了,当正极活性物质层包含上层和下层时,实现了正极活性物质层的剥落的抑制和电池特性的提高两者。

[0224] 在上文中,已经参考优选实施方式和实施例对本发明进行了说明。然而,本发明不限于优选实施方式和实施例中所述的实例,且可以进行各种修改。例如,本发明的电极可应用于其他应用如电容器。

[0225] 此外,例如,本发明的二次电池可类似地应用于其中负极容量包括来源于锂离子的插入和提取的容量以及根据锂金属的析出和溶解的容量,且电池容量由这些容量的总和表示的二次电池。在这种情况下,将能够插入和提取锂离子的负极材料用作负极活性物质。除此以外,将负极材料的可充电容量设定为小于正极的放电容量。

[0226] 此外,已经参考具有圆柱型或层压膜型电池结构的电池和具有螺旋卷绕结构的电池装置的电池对优选实施方式和实施例进行了说明。然而,本发明的二次电池不限于此,且可类似地应用于例如具有其他电池结构如方型和纽扣型的电池以及其中电池装置具有其他结构如层压结构的电池。

[0227] 此外,已经参考使用锂作为电极反应物的情况对优选实施方式和实施例进行了说明。然而,电极反应物不限于此,且例如可以为其他1族元素如Na和K、2族元素如Mg和Ca、或

其他轻金属如Al。因为可以在与电极反应物类型无关的情况下获得本发明的效果，所以即使改变电极反应物的类型，也可以获得类似的效果。

[0228] 此外，在优选实施方式和实施例中，已经关于平均圆形度描述了由实施例的结果获得的适当范围。然而，其描述并不一定否定平均圆形度可以在上述范围之外的可能性。换言之，上述适当范围仅是在获得本发明效果时特别优选的范围。因此，平均圆形度可以在一定程度上在上述范围之外，只要可以获得本发明的效果即可。这也适用于平均粒径(D50)和粘合剂的含量比。

[0229] 可以由本公开内容的上述例示性实施方式来实现至少下列构造。

[0230] (1)一种二次电池，包括：

[0231] 正极，所述正极包含在正极集电体上的正极活性物质层；

[0232] 负极；和

[0233] 电解液，

[0234] 所述正极活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述正极集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述正极集电体的区域中，并且

[0235] 所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0236] (2)根据(1)的二次电池，其中所述正极活性物质层包含第一层和第二层，所述第一层包含所述球状活性物质，且所述第二层包含所述扁平状活性物质。

[0237] (3)根据(1)或(2)的二次电池，其中所述球状活性物质的平均圆形度大于所述扁平状活性物质的平均圆形度。

[0238] (4)根据(1)至(3)中任一项的二次电池，其中所述球状活性物质具有等于或大于约0.6的平均圆形度，且所述扁平状活性物质具有等于或小于约0.2的平均圆形度。

[0239] (5)根据(1)至(4)中任一项的二次电池，其中

[0240] 所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于约0.1微米且小于约30微米，并且

[0241] 所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径大于约0.01微米且小于1微米。

[0242] (6)根据(2)的二次电池，其中所述第一层的厚度小于所述第二层的厚度。

[0243] (7)根据(1)至(6)中任一项的二次电池，其中所述球状活性物质、所述扁平状活性物质或两者包含由下式(1)至下式(5)表示的化合物中的一种或多种：

[0244] $LiCo_aM1_{1-a}O_2\cdots(1)$

[0245] 其中M1包含Mg、Al和Ba中的一种或多种，且a满足$0<a\leq 1$；

[0246] $Li_{1+b}Ni_cCo_{1-c-d}M2_dO_2\cdots(2)$

[0247] 其中M2包含Mg、Al、Mn和Ba中的一种或多种，且b至d满足$0\leq b<0.1$和$0<c+d<1$；

[0248] $Li_{1+e}(Mn_fNi_gCo_{1-f-g-h}M3_h)_{1-e}O_2\cdots(3)$

[0249] 其中M3包含Mg、Al、Zn、Ti和V中的一种或多种，且e至h满足$0.05\leq e<0.25$、$0.5\leq f<0.7$、$0\leq g<(1-f)$和$0.001\leq h<0.05$；

[0250] $LiM4PO_4\cdots(4)$

[0251] 其中M4包含Fe、Mn和Co中的一种或多种；以及

[0252] $Li_iMn_{2-j}M5_jO_kF_m\cdots(5)$

[0253] 其中M5包含Co、Ni、Mg、Al、B、Ti、V、Cr、Fe、Cu、Zn、Mo、Sn、Ca、Sr和W中的一种或多种，且i至k和m满足$0.9 \leq i \leq 1.1$、$0 \leq j \leq 0.6$、$3.7 \leq k \leq 4.1$和$0 \leq m \leq 0.1$。

[0254] (8)根据(2)的二次电池，其中

[0255] 所述第一层包含第一粘合剂，

[0256] 所述第一层中所述第一粘合剂的含量相对于所述球状活性物质和所述第一粘合剂的总含量的比率大于约0.5重量%且小于约5重量%，

[0257] 所述第二层包含第二粘合剂，且

[0258] 所述第二层中所述第二粘合剂的含量相对于所述扁平状活性物质和所述第二粘合剂的总含量的比率大于约2重量%且小于约10重量%。

[0259] (9)根据(1)至(8)中任一项的二次电池，其中所述二次电池是锂离子二次电池。

[0260] (10)一种电极，包括：

[0261] 在集电体上的活性物质层；

[0262] 所述活性物质层包含各自为二次粒子的球状活性物质和各自为二次粒子的扁平状活性物质，所述球状活性物质各自包含在更靠近所述集电体的区域中，且所述扁平状活性物质各自包含在更远离所述集电体的区域中，并且

[0263] 所述球状活性物质的一次粒子的平均粒径大于所述扁平状活性物质的一次粒子的平均粒径。

[0264] (11)一种电池组，包括：

[0265] 根据(1)至(9)中任一项的二次电池；

[0266] 控制所述二次电池的使用状态的控制部；和

[0267] 根据所述控制部的指令切换所述二次电池的使用状态的开关部。

[0268] (12)一种电动车辆，包括：

[0269] 根据(1)至(9)中任一项的二次电池；

[0270] 将从所述二次电池供应的电力转换为驱动力的转换部；

[0271] 根据所述驱动力运行的驱动部；和

[0272] 控制所述二次电池的使用状态的控制部。

[0273] (13)一种电力存储系统，包括：

[0274] 根据(1)至(9)中任一项的二次电池；

[0275] 供应有来自所述二次电池的电力的一个或多个电气装置；和

[0276] 控制从所述二次电池到所述一个或多个电气装置的电力供应的控制部。

[0277] (14)一种电动工具，包括：

[0278] 根据(1)至(9)中任一项的二次电池；和

[0279] 供应有来自所述二次电池的电力的可动部。

[0280] (15)一种电子装置，包括：

[0281] 根据(1)至(9)中任一项的二次电池作为电力供应源。

[0282] 本申请包含与在2011年12月8日向日本专利局提交的日本优先权专利申请JP2011-269095中公开的内容相关的主题，由此通过参考将其全部内容并入本文中。

[0283] 本领域技术人员应理解，可以根据设计要求和其他因素进行各种修改、组合、亚组合和改变，只要它们在所附权利要求书或其等价物的范围内即可。

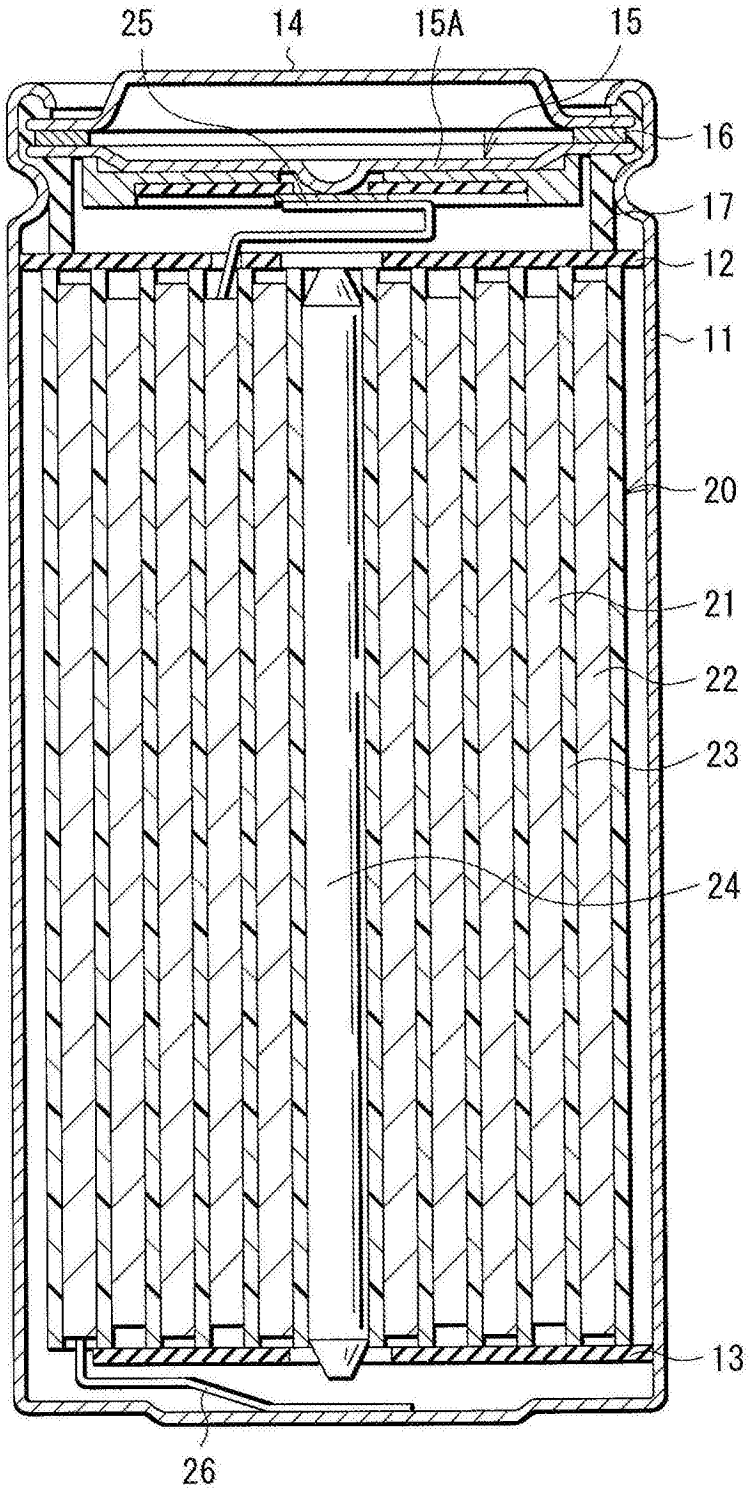


图1

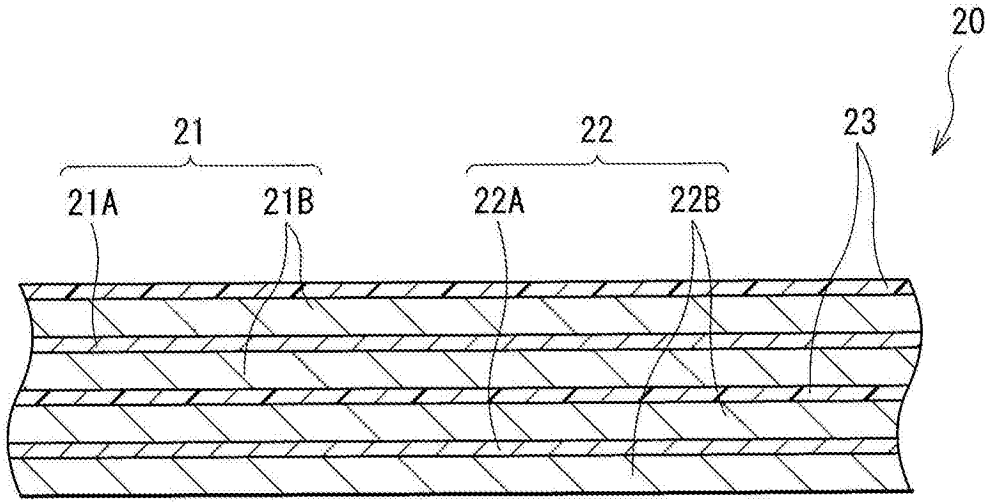

20
21
22
23
21A
21B
22A
22B

图2

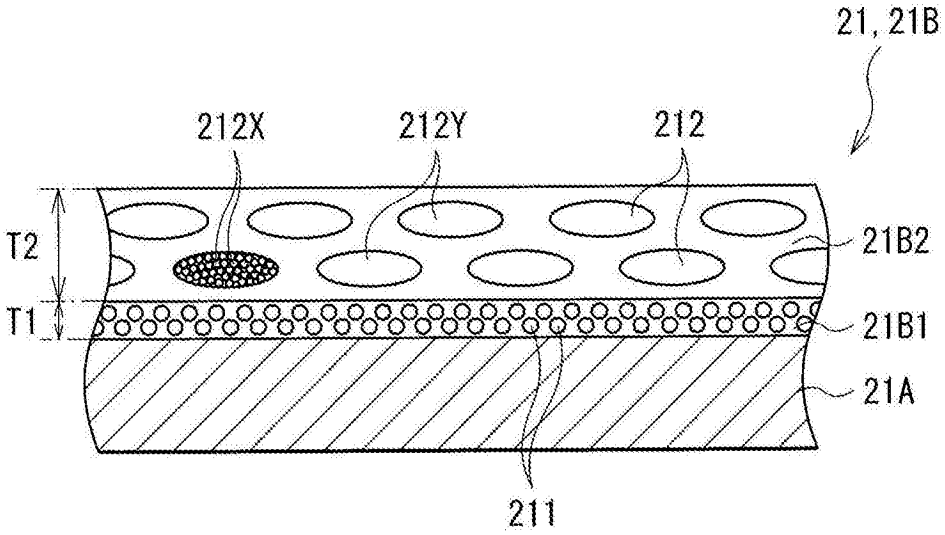

21, 21B
212X
212Y
212
T2
T1
21B2
21B1
21A
211

图3

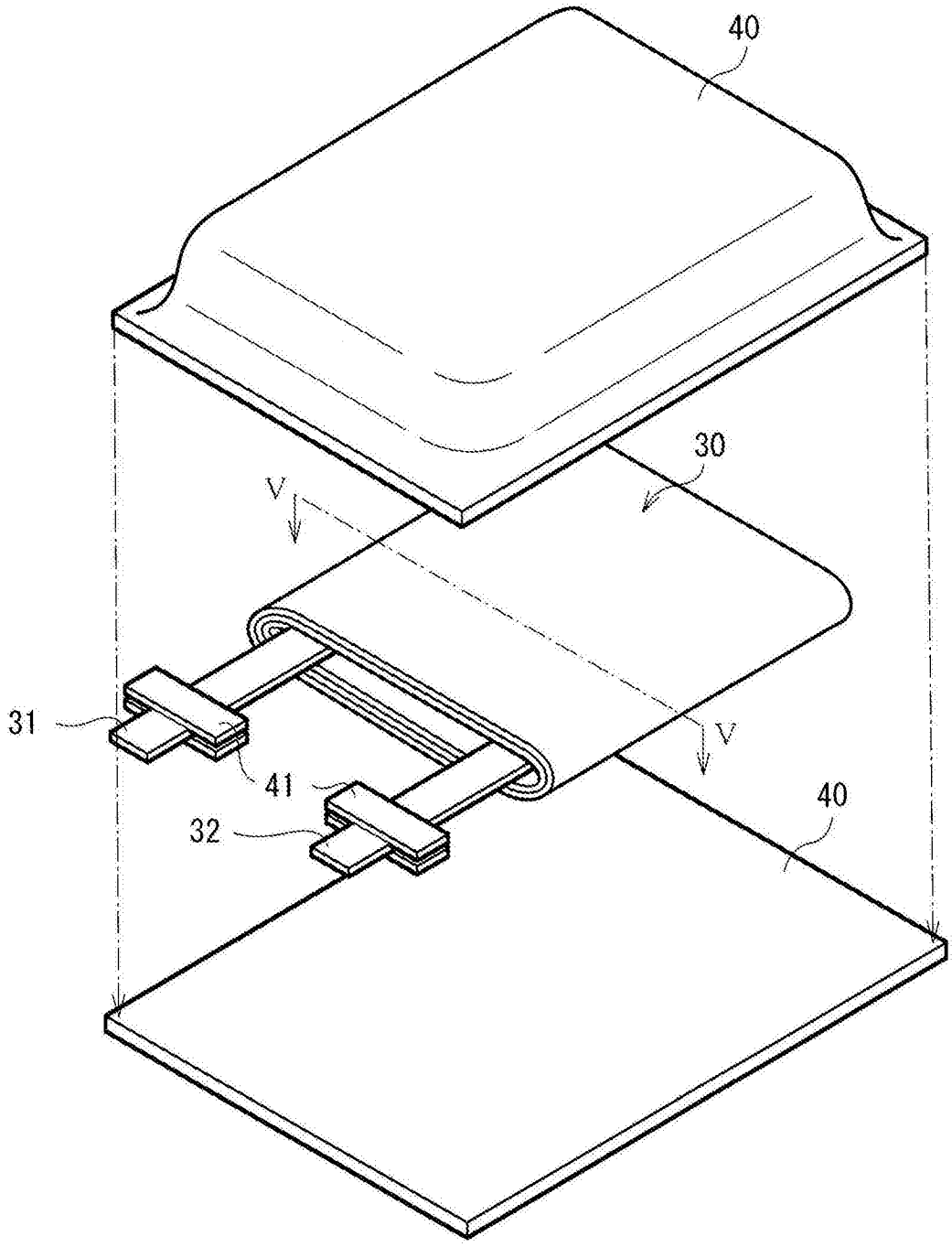


图4

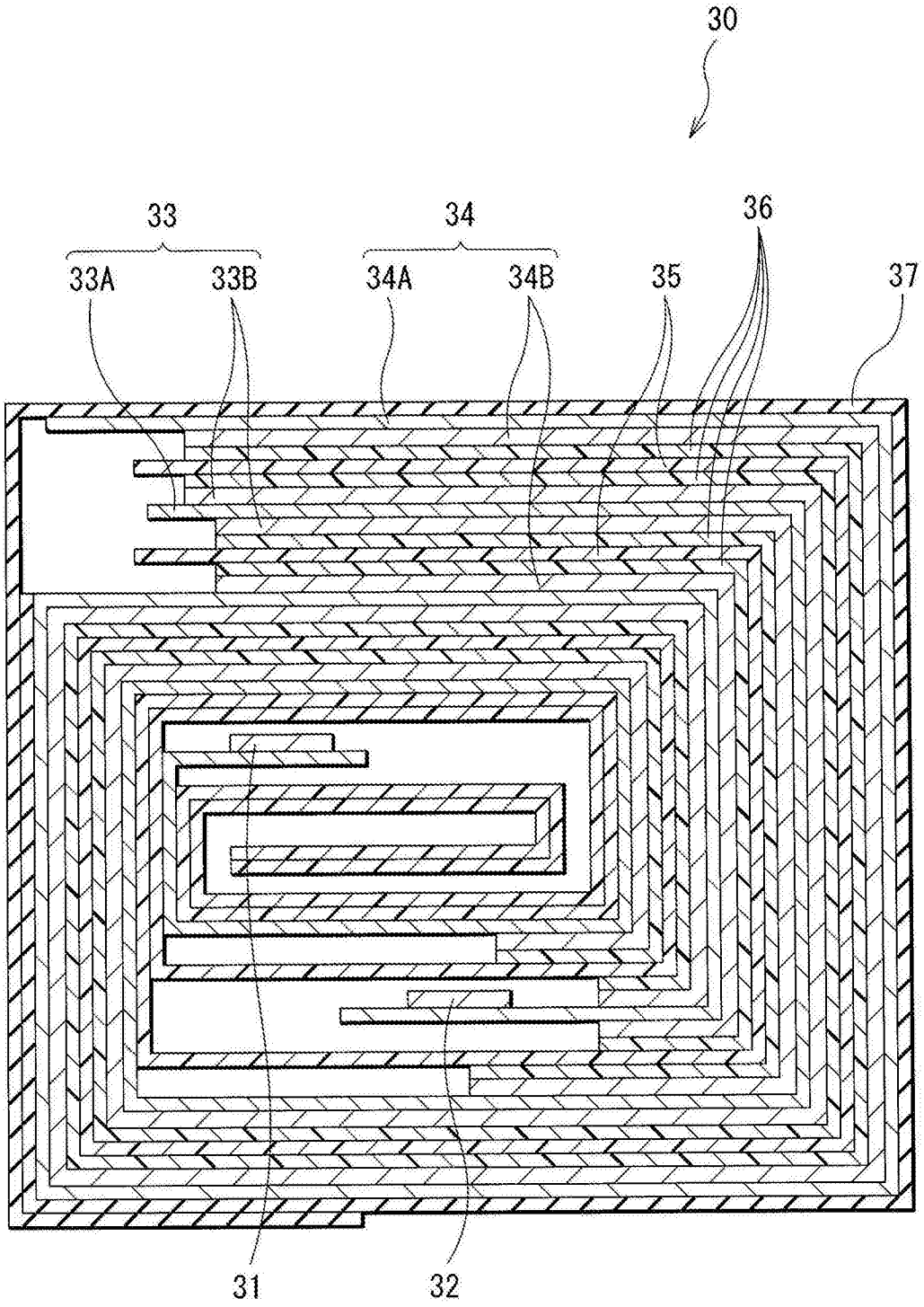


图5

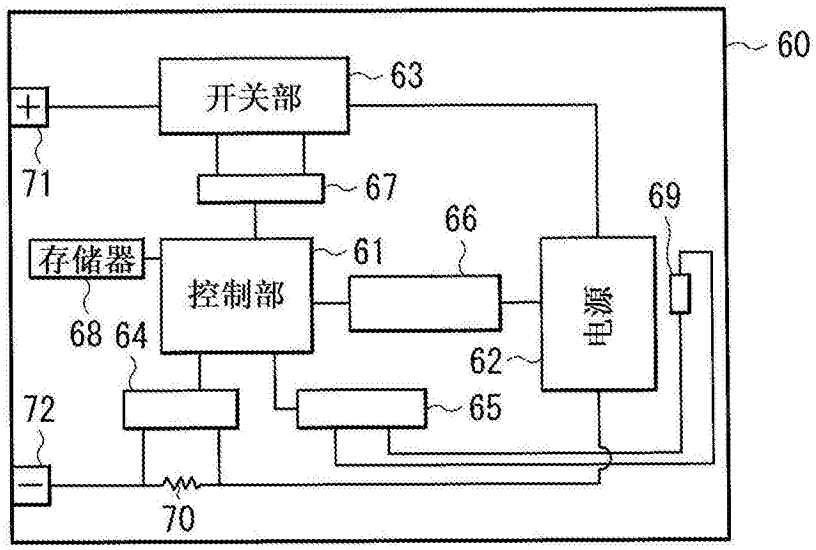

60
开关部
63
+
71
67
69
66
存储器
控制部
61
电源
68
64
62
72
65
−
70

图6

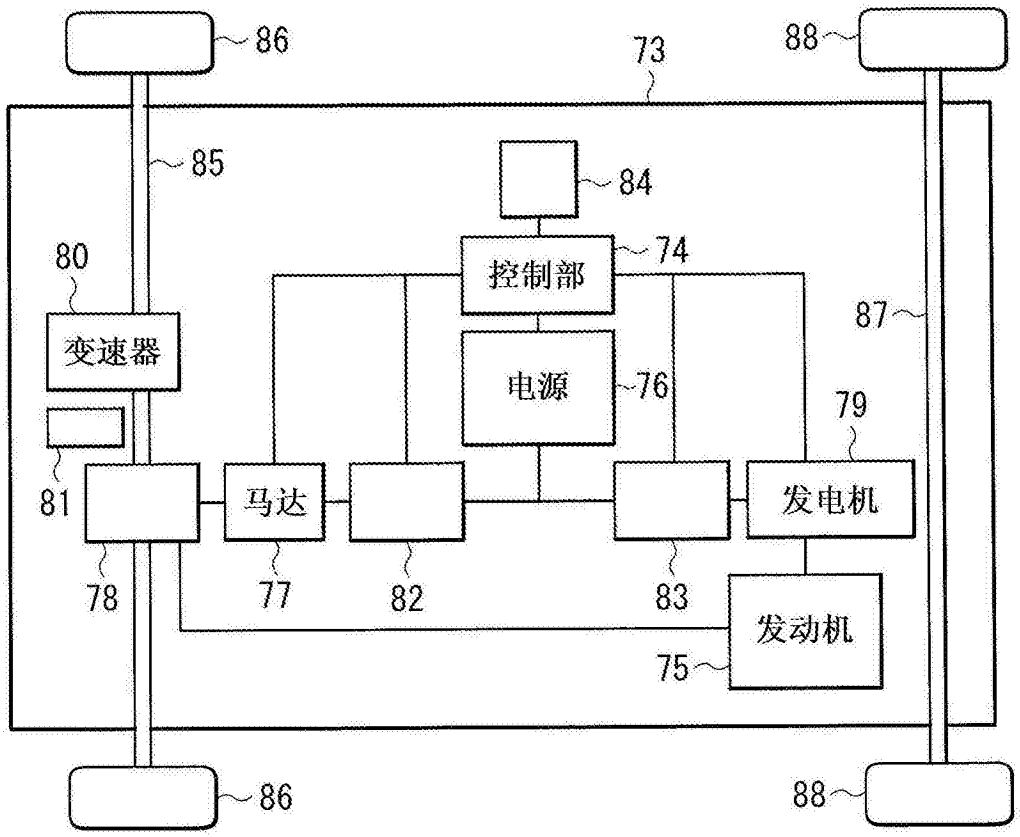

86
73
88
85
84
80
控制部
74
变速器
87
电源
76
79
81
马达
发电机
78
77
82
83
发动机
75
86
88

图7

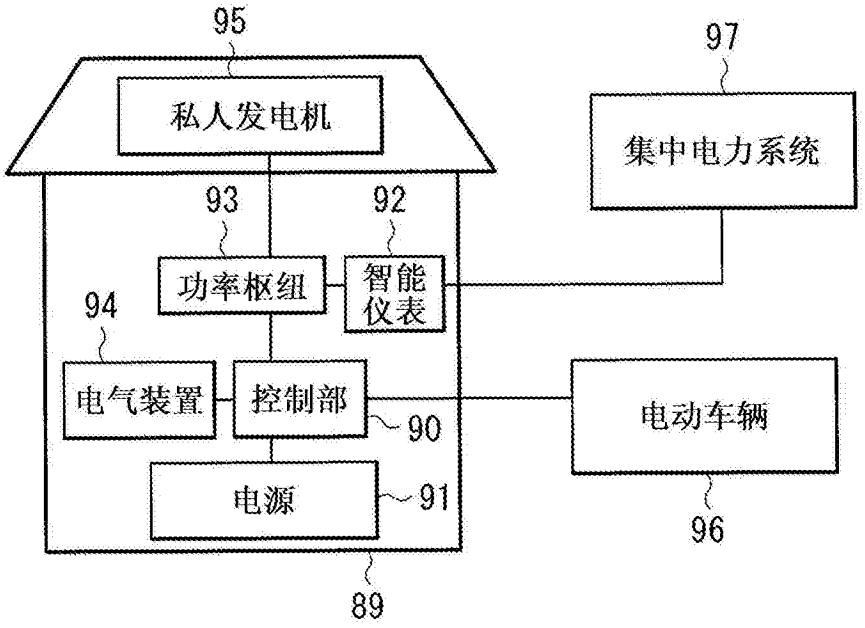

95
私人发电机
97
集中电力系统
93
92
功率枢纽
智能仪表
94
电气装置
控制部
90
电动车辆
电源
91
96
89

图8

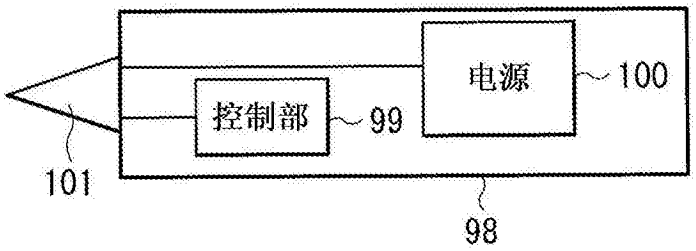

电源
100
控制部
99
101
98

图9

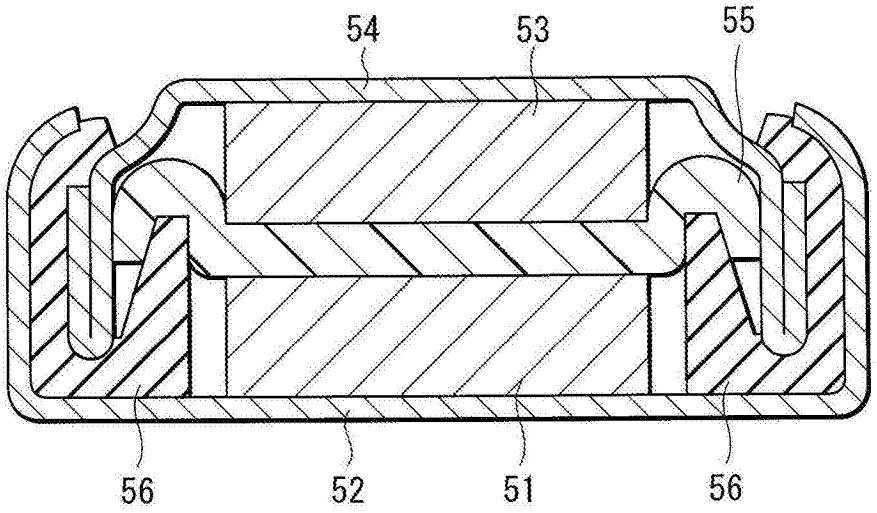

54
53
55
56
52
51
56

图10