



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103035922 B

(45)授权公告日 2019.02.19

(21)申请号 201210370329.8

(22)申请日 2012.09.27

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103035922 A

(43)申请公布日 2013.04.10

(30)优先权数据  
2011-223327 2011.10.07 JP

(73)专利权人 株式会社半导体能源研究所  
地址 日本神奈川县

(72)发明人 川上贵洋 等等力弘笃 小国哲平  
长多刚 山崎舜平

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
31100

代理人 顾敏

(51)Int.Cl.

H01M 4/62(2006.01)

H01M 4/131(2010.01)

H01M 10/0525(2010.01)

(56)对比文件

CN 101710619 A, 2010.05.19, 摘要, 权利要求1, 说明书第27段, 实施例4.

CN 101841066 A, 2010.09.22, 权利要求2, 说明书第40-42段, 实施例1.

US 2011/0121240 A1, 2011.05.26, 摘要, 说明书第42-44段, 权利要求1、8、13.

审查员 付花荣

权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54)发明名称

蓄电装置

(57)摘要

所公开的发明提供一种减少了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层及包括该正极活性物质层的蓄电装置。所公开的发明是一种蓄电装置,包括:包括正极活性物质层的正极;以及包括负极活性物质层的负极,其中,所述正极活性物质层包括多个粒子状的正极活性物质 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ (例如 $x=0.5$ )以及其一部分至少与所述多个正极活性物质连接的多层石墨烯,并且,所述多层石墨烯包括重叠为层状的多层石墨烯,该多层石墨烯包括:由碳原子构成的多个六元环;由碳原子构成的七元环以上的多元环;以及与构成所述六元环或所述七元环以上的多元环的碳原子的一个或多个键合的氧原子。

1. 一种正极,包括:

多个粒子状的 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 以及多层石墨烯,

其中 $x$ 大于0且小于1,

其中,所述多个粒子状的 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 的至少一部分被一个多层石墨烯覆盖,

其中,所述多个粒子状的 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 至少一部分被袋状的多个多层石墨烯保持,

其中,所述多层石墨烯的一部分包括开口部,在所述开口部中露出选自所述多个粒子状的 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 中的多个粒子,

其中所述多层石墨烯具有维持被所述一个多层石墨烯覆盖的所述多个粒子之间键合的功能,

在所述多层石墨烯中多个石墨烯重叠为层状,

并且,其中所述多层石墨烯中氧所占的比率为3原子%以上且10原子%以下。

2. 根据权利要求1所述的正极,其中所述多个粒子状的 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 中的部分与一个多层石墨烯至少部分地密接并被该一个多层石墨烯覆盖。

3. 根据权利要求1所述的正极,其中所述多个多层石墨烯覆盖所述多个粒子并至少部分包裹所述多个粒子。

4. 一种正极,包括:

第一粒子、第二粒子状以及多层石墨烯,

其中,所述第一粒子和所述第二粒子材料均由 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 表示,

其中, $x$ 大于0且小于1,

其中,所述第一粒子和所述第二粒子被一个多层石墨烯覆盖,

其中,所述第一粒子和第二粒子被袋状的多个多层石墨烯保持,

其中,所述多层石墨烯的一部分包括开口部,在所述开口部中露出所述第一粒子和第二粒子,

其中所述多层石墨烯具有维持所述第一粒和所述第二粒子之间键合的功能,

在所述多层石墨烯中多个石墨烯重叠为层状,

并且,其中所述多层石墨烯中氧所占的比率为3原子%以上且10原子%以下。

5. 根据权利要求4所述的正极,其中所述多个多层石墨烯覆盖并至少部分包裹所述第一粒子和所述第二粒子。

6. 根据权利要求1或4所述的正极,

其中 $x$ 为0.5,

并且 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 表示为 $0.5\text{Li}_2\text{MnO}_3-0.5\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ ,即 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 。

7. 根据权利要求1或4所述的正极,其中所述多个多层石墨烯包括第一多层石墨烯和第二多层石墨烯,

其中所述第一多层石墨烯和第二多层石墨烯相互结合形成网状,

所述多个粒子被保持在由所述第一多层石墨烯和第二多层石墨烯形成的袋状内部。

8. 根据权利要求1或4所述的正极,其中所述多个石墨烯分别包括由碳原子构成的六元环;由碳原子和一个或多个氧原子构成的七元环以上的多元环;以及与构成所述六元环或所述多元环的碳原子的一个或多个键合的氧原子。

9. 根据权利要求1或4所述的正极,其中在所述多个石墨烯的每一个中,在平面方向上由碳原子构成的多个六元环与由碳原子构成的七元环以上的多个多元环连接。

10. 一种蓄电装置,包括:

根据权利要求1或4所述的正极;以及  
负极。

11. 一种电器设备,其包括根据权利要求10所述的蓄电装置。

## 蓄电装置

### 技术领域

[0001] 所公开的发明的一个方式涉及一种蓄电装置。

[0002] 另外,本说明书中的蓄电装置是指具有蓄电功能的所有元件或所有装置。

### 背景技术

[0003] 近年来,随着人们对环境技术的意识的提高,对于其环境负担比传统的发电方式小的发电装置(例如,太阳光发电装置)的研发非常活跃。在对发电装置进行开发的同时进行了蓄电装置(或也称为蓄电设备)的研发。

[0004] 作为蓄电装置的一个例子,可以举出二次电池,例如锂离子二次电池(也称为锂离子蓄电池、锂离子电池等)(参照专利文献1)。锂离子二次电池具有高能量密度且适于小型化,因此已经广泛普及。

[0005] 在锂离子二次电池中,作为正极使用锂金属氧化物,作为负极使用石墨等碳材料。作为锂离子二次电池的正极活性物质,例如可以举出包含至少含有碱金属和过渡金属的复合氧化物的正极活性物质。

[0006] 在锂离子二次电池中,当进行充电时,正极材料中的锂成为锂离子,经过电解液移动到负极材料的碳材料内。通常,当活性物质的体积相同时,离子能够离开和进入的材料的比例越高,能够离开和进入活性物质的离子的数量越多,因此可以增大电池的容量。

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开2011-29000号公报

[0008] 当将专利文献1所示的正极活性物质用于锂离子二次电池时,需要用来提高导电性混合的导电助剂及通过使活性物质彼此粘结或使活性物质与集电体粘结来维持电极结构的粘合剂。通过在正极集电体上设置包含正极活性物质、导电助剂及粘合剂的正极活性物质层,制造锂离子二次电池的正极。

[0009] 然而,若在正极活性物质层中含有导电助剂及粘合剂,则成为降低正极活性物质层的单位重量的放电容量的原因。再者,正极活性物质层所包含的粘结剂在与电解液接触时会溶胀,结果导致正极变形、容易被破坏。

### 发明内容

[0010] 鉴于上述问题,所公开的发明的一个方式的课题之一是提供一种减少了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层。

[0011] 所公开的发明的一个方式的课题之一是通过使用减少了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层提供一种可靠性及耐久性高的蓄电装置。

[0012] 所公开的发明的一个方式的课题之一是得到一种放电容量大且具有优良的特性的蓄电装置。

[0013] 在所公开的发明的一个方式中,作为正极活性物质,使用 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ ,例如 $x=0.5$ 的固溶体 $0.5\text{Li}_2\text{MnO}_3-0.5\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ ,即 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_{2.0x}[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 是放电容量大的正极活性

物质材料。因此,作为正极活性物质包含 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 的蓄电装置能够得到较大的放电容量。

[0014] 然而,即使使用这样放电容量大的 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 作为正极活性物质,当形成正极活性物质层时,除了正极活性物质 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 以外,还需要用来提高导电性的导电助剂以及通过使活性物质彼此粘结或使活性物质与集电体粘结来维持电极结构的粘合剂。

[0015] 如上所述,若在正极活性物质层中含有导电助剂及粘合剂,则成为降低正极活性物质层的单位重量的放电容量的原因。再者,正极活性物质层所包含的粘结剂在与电解液接触时会溶胀,结果导致正极变形、容易被破坏。

[0016] 因此,以下说明那样,为了形成正极活性物质层,使用包括多层的石墨烯的多层石墨烯。由此,可以减少导电助剂及粘合剂的含量。

[0017] 石墨烯是指石墨中的水平层,即由碳原子构成的六元环在平面方向上连接而成的碳层,尤其两层以上且一百层以下的该碳层被叠层时,在本说明书中称为多层石墨烯。石墨烯具有化学稳定性和良好的电特性。

[0018] 石墨烯具有高导电性是因为由碳原子构成的六元环在平面方向上连接。就是说,石墨烯在平面方向上具有高导电性。此外,由于石墨烯是薄片状,并在层叠的石墨烯中在平行于平面的方向上有间隔,因此在该区域中离子能够移动。然而,在垂直于石墨烯的平面的方向上离子难以移动。

[0019] 另外,在本说明书中石墨烯是指包括 $\text{sp}^2$ 键且其厚度为1原子层的碳分子片。此外,石墨烯具有柔性。另外,薄片状的石墨烯的形状是矩形、圆形、其他任意的形状。

[0020] 多层石墨烯包括两层以上且一百层以下的石墨烯。另外,每一个石墨烯以平行于基体的表面的方式层叠。另外,在多层石墨烯中氧所占的比率为3atomic%以上且10atomic%以下。多层石墨烯是薄片状或网眼状(网状)。

[0021] 在石墨烯中,六元环的一部分的碳-碳键断裂而成多元环。在石墨烯中,该多元环构成间隔,并且在该区域中离子能够移动。在多层石墨烯中,相邻的石墨烯之间的距离大于0.34nm且为0.5nm以下。因此,与石墨相比,在石墨烯之间离子更容易移动。

[0022] 多层石墨烯是薄片状或网眼状。在此,网眼状包括二维形状及三维形状的双方。由一个多层石墨烯或多个多层石墨烯使多个粒子状的正极活性物质的至少一部分彼此连接。或者,多个粒子状的正极活性物质的至少一部分与一个多层石墨烯或多个多层石墨烯密接并被该一个多层石墨烯或多个多层石墨烯覆盖。就是说,多个粒子状的正极活性物质的至少一部分保持在一个多层石墨烯或多个多层石墨烯之间。此外,有时多层石墨烯是袋状,并且多个粒子状的正极活性物质的至少一部分被保持在其内部。另外,有时多层石墨烯的至少一部分包括开口部,在该区域中露出粒子状的正极活性物质。多层石墨烯能够防止使粒子状的正极活性物质分散,或者能够防止正极活性物质层受到破坏。因此,多层石墨烯具有这样的功能:即使粒子状的正极活性物质由于充放电体积增减,也能够维持粒子状的正极活性物质之间的键合。

[0023] 另外,在正极活性物质层中,由于多个粒子状的正极活性物质与多层石墨烯接触,所以电子能够通过多层石墨烯移动。就是说,多层石墨烯具有导电助剂的功能。

[0024] 由此,通过在正极活性物质层中包括多层石墨烯,可以减少正极活性物质层中的

粘合剂及导电助剂的含量。

[0025] 此外,由于可以减少粘结剂的含量,所以可以提高耐久性。由此,可以提供可靠性及耐久性高的蓄电装置。

[0026] 此外,可以减少正极活性物质层中的粘结剂及导电助剂的含量,因此,可以增加正极活性物质层所包含的正极活性物质的量。由此,可以得到放电容量大且特性优良的蓄电装置。

[0027] 另外,在所公开的发明的一个方式中,当将多层石墨烯不仅用于正极活性物质层还用于负极活性物质层时,可以得到与上述正极活性物质层的效果同样的效果。因此,也可以减少负极活性物质层中的粘结剂及导电助剂的含量,因此,可以增加负极活性物质层所包含的负极活性物质的量。由此,可以得到可靠性及耐久性更高、放电容量更大且特性更优良的蓄电装置。

[0028] 所公开的发明的一个方式是一种蓄电装置,包括:包括正极活性物质层的正极;以及包括负极活性物质层的负极,其中,所述正极活性物质层包括多个粒子状的正极活性物质 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 以及其一部分至少与所述多个正极活性物质连接的多层石墨烯,并且,所述多层石墨烯包括重叠为层状的多层石墨烯,该多层石墨烯包括:由碳原子构成的六元环;由碳原子构成的七元环以上的多元环;以及与构成所述六元环或所述七元环以上的多元环的碳原子的一个或多个键合的氧原子。

[0029] 所公开的发明的一个方式是一种蓄电装置,包括:包括正极活性物质层的正极;以及包括负极活性物质层的负极,其中,所述正极活性物质层包括多个粒子状的正极活性物质 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 以及其一部分至少与所述多个正极活性物质连接的多层石墨烯,并且,所述多层石墨烯包括重叠为层状的多层石墨烯,该多层石墨烯包括:由碳原子构成的六元环;由碳原子及氧原子构成的七元环以上的多元环;以及与构成所述六元环或所述七元环以上的多元环的碳原子的一个或多个键合的氧原子。

[0030] 所公开的发明的一个方式是一种蓄电装置,包括:包括正极活性物质层的正极;以及包括负极活性物质层的负极,其中,所述正极活性物质层包括多个粒子状的正极活性物质 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 以及其一部分至少与所述多个正极活性物质连接的多层石墨烯,并且,所述多层石墨烯包括重叠为层状的碳层,在该碳层中,由碳原子构成的多个六元环与由碳原子构成的七元环以上的多个多元环在平面方向上连接,该碳层包括与所述六元环或所述七元环以上的多元环中的碳原子的一个或多个键合的氧原子。

[0031] 所公开的发明的一个方式是一种蓄电装置,包括:包括正极活性物质层的正极;以及包括负极活性物质层的负极,其中,所述正极活性物质层包括多个粒子状的正极活性物质 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 以及其一部分至少与所述多个正极活性物质连接的多层石墨烯,并且,所述多层石墨烯包括重叠为层状的碳层,在该碳层中,由碳原子构成的多个六元环与由碳原子及氧原子构成的七元环以上的多个多元环在平面方向上连接,该碳层包括与所述六元环或所述七元环以上的多元环中的碳原子键合的氧原子。

[0032] 在所公开的发明的一个方式中,所述 $x$ 为0.5,并且,所述 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ 为 $0.5\text{Li}_2\text{MnO}_3-0.5\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ ,即 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 。

[0033] 在所公开的发明的一个方式中,所述负极活性物质层包括负极活性物质以及其一部分至少与所述负极活性物质连接的多层石墨烯。

[0034] 根据所公开的发明的一个方式可以提供一种减少了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层。

[0035] 根据所公开的发明的一个方式,通过使用减少了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层可以提供一种可靠性及耐久性高的蓄电装置。

[0036] 根据所公开的发明的一个方式可以得到一种放电容量大且具有优良的特性的蓄电装置。

#### 附图说明

[0037] 图1A至图1C是说明多层石墨烯的图;

[0038] 图2A至图2C是说明正极的图;

[0039] 图3A至图3E是说明负极的图;

[0040] 图4是说明蓄电装置的图;

[0041] 图5是说明电器设备的图。

#### 具体实施方式

[0042] 以下,参照附图对本说明书所公开的发明的实施方式进行说明。但是,本说明书所公开的发明可以以多种不同形式实施,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式和详细内容可以在不脱离本说明书中公开的发明的宗旨及其范围的情况下被变换为各种形式。因此,本发明不应该被解释为仅限于本实施方式所记载的内容中。注意,在以下示出的附图中,相同部分或具有相同功能的部分用相同的符号表示,并且省略对它们的重复说明。

[0043] 注意,为了容易理解说明,附图等所示的各结构的位置、大小及范围等有时不表示实际上的位置、大小及范围等。因此,所公开的发明不一定局限于附图等所公开的位置、大小及范围等。

[0044] 另外,本说明书等中的“第一”、“第二”、“第三”等的序数是为了避免结构要素的混同而附记的,而不是用于在数目方面上进行的限制。

[0045]  $\langle x[\text{Li}_2\text{MnO}_3] - (1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2] \rangle$

[0046] 在本实施方式中,作为正极活性物质,使用放电容量大的  $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3] - (1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ , 例如  $x=0.5$  的固溶体  $0.5\text{Li}_2\text{MnO}_3 - 0.5\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ , 即  $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 。以下说明  $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$  的合成方法。

[0047] (a) 原料的混合

[0048] 首先,作为锂(Li)源使用碳酸锂( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ),作为锰(Mn)源使用二氧化锰( $\text{MnO}_2$ ),作为镍(Ni)源使用氧化镍( $\text{NiO}$ ),作为钴(Co)源使用氧化钴( $\text{Co}_3\text{O}_4$ ),以预定的摩尔比进行称量。

[0049] 使用湿式球磨机对称量的上述原料进行粉碎并混合分散。作为溶剂使用丙酮,使用氧化锆球直径  $\phi$  为3mm的球磨机,在旋转数为400rpm,旋转时间为2小时的条件下进行粉碎并混合分散,制造包含上述混合原料的浆料。

[0050] (b) 干燥及成形

[0051] 在50℃下在上述制造的浆料中使丙酮挥发并干燥。在压力为14.7MPa下对干燥的

混合原料进行加压,将其成形为颗粒状。

[0052] (c) 焙烧

[0053] 将成形的颗粒放入氧化铝坩埚,在大气气氛下、焙烧温度为950℃、焙烧时间为5小时的条件下进行焙烧。

[0054] 作为将所得到的 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 用作正极活性物质得到正极的方法的例子,有如下方法。对焙烧的颗粒进行粉碎,与导电助剂及粘合剂一起混合。在混合后,再次进行焙烧,得到包含正极活性物质、导电助剂以及粘合剂的正极活性物质层。

[0055] 通过使用包括像这样得到的正极活性物质层正极,可以得到放电容量大的蓄电装置。然而,若在正极活性物质层中含有导电助剂及粘合剂,则成为降低正极活性物质层的单位重量的放电容量的原因。再者,正极活性物质层所包含的粘结剂在与电解液接触时会溶胀,结果导致正极变形、容易被破坏。

[0056] 在本实施方式中,由一个多层石墨烯或多个多层石墨烯使多个粒子状的正极活性物质的至少一部分彼此连接。或者,本实施方式的多个粒子状的正极活性物质的至少一部分与一个多层石墨烯或多个多层石墨烯密接并被该一个多层石墨烯或多个多层石墨烯覆盖。就是说,多个粒子状的正极活性物质的至少一部分保持在一个多层石墨烯或多个多层石墨烯之间。此外,有时多层石墨烯是袋状,并且多个粒子状的正极活性物质的至少一部分被保持在其内部。换言之,多层石墨烯具有键合多个粒子状的正极活性物质的功能。

[0057] 另外,有时多层石墨烯的一部分包括开口部,在该区域中露出粒子状的正极活性物质。多层石墨烯能够防止使粒子状的正极活性物质分散,或者能够防止正极活性物质层受到破坏。因此,多层石墨烯具有这样的功能:即使粒子状的正极活性物质由于充放电体积增减,也能够维持粒子状的正极活性物质之间的键合。

[0058] 如上所述,由于多层石墨烯使多个粒子状的正极活性物质键合,所以可以减少包含在正极活性物质层中的粘合剂的量。

[0059] 此外,由于可以减少粘结剂的含量,所以可以提高包括上述正极活性物质层的蓄电装置的耐久性。

[0060] 另外,在正极活性物质层中,由于多个粒子状的正极活性物质与多层石墨烯接触,所以电子能够通过多层石墨烯移动。就是说,多层石墨烯具有导电助剂的功能。

[0061] 因此,通过使用多层石墨烯,可以减少包含在正极活性物质层中的导电助剂的量。

[0062] 以上所述根据本实施方式可以提供可靠性及耐久性高的蓄电装置。

[0063] 以下说明多层石墨烯、包括保持在多层石墨烯中的正极活性物质的正极以及包括该正极的蓄电装置。

[0064] 〈多层石墨烯〉

[0065] 在本实施方式中,参照图1A至图1C说明多层石墨烯的结构及制造方法。

[0066] 图1A是多层石墨烯101的截面示意图。在多层石墨烯101中多个石墨烯103以彼此大致平行的方式重叠。此时,石墨烯103的层间距离105大于0.34nm且为0.5nm以下,优选为0.38nm以上且0.42nm以下,更优选为0.39nm以上且0.41nm以下。此外,在多层石墨烯101中包括两层以上且一百层以下的石墨烯103。

[0067] 图1B是图1A所示的石墨烯103的透视图。石墨烯103是长度为几 $\mu\text{m}$ 的薄片状,并有些部分包括间隙107。该间隙107具有离子能够移动的路径的功能。由此,在图1A所示的多层



石墨烯101中,离子能够不仅在与石墨烯103的表面平行的方向上即石墨烯103之间的间隙移动,而且在与多层石墨烯101的表面垂直的方向上即分别设置在石墨烯103中的间隙107中移动。

[0068] 图1C示出图1B所示的石墨烯103的分子示意图。在石墨烯103中由碳原子113构成的六元环111向平面方向扩展,并且在一部分中形成六元环的一部分的碳键合被切断的多元环,即七元环、八元环、九元环及十元环等。该多元环相当于图1B所示的间隙107,由碳原子113构成的六元环111键合的区域相当于图1B的阴影区域。此外,有时多元环只由碳原子113构成。或者,有时由碳原子113及氧原子115构成。或者,有时多元环的碳原子113与氧原子115键合。

[0069] 在多层石墨烯101中的氧所占的比率为2atomic%以上且11atomic%以下,优选为3atomic%以上且10atomic%以下。氧的比率越低,多层石墨烯的导电性越高。此外,氧的比率越高,石墨烯中的用作离子路径的间隙越多。

[0070] 构成一般的石墨的石墨烯的层间距离为0.34nm,并且层间距离的偏差少。另一方面,在多层石墨烯中,在由碳原子构成的六元环的一部分包含氧原子。或者,多层石墨烯包括由碳原子或碳原子及氧原子构成的七元环以上的多元环。即,由于包含氧原子,所以在多层石墨烯中,每个石墨烯的层间距离比石墨长。由此,在石墨烯的每个层之间,在与石墨烯的表面平行的方向上离子容易移动。另外,石墨烯由于包括间隙,通过该间隙在石墨烯的厚度方向上离子容易移动。

[0071] 另外,通过对多层石墨烯添加锂、钠、钾等碱金属,可以提高导电率,即 $1 \times 10^5 \text{S/cm}$ 以上。这一点有利于在蓄电装置的正极或负极中用作导电助剂的情况。

[0072] 接着,以下说明多层石墨烯的制造方法。

[0073] 首先,形成包含氧化石墨烯的溶液。

[0074] 在本实施方式中,使用被称为Hummers法的氧化法形成氧化石墨烯。该Hummers法是如下方法,即对单晶石墨粉末添加过锰酸钾的硫酸溶液、过氧化氢水等而引起氧化反应,以形成氧化石墨溶液。氧化石墨因石墨的碳被氧化而包括羰基、羧基、羟基等的官能团。因此,多个石墨烯之间的层间距离比石墨长。接着,对氧化石墨溶液施加超声波振动,劈开层间距离长的氧化石墨,以形成氧化石墨烯。此外,也可以使用市售的氧化石墨烯。

[0075] 另外,氧化石墨烯在具有极性的溶液中由于上述氧带负电,所以不容易发生不同的多层石墨烯之间的凝集。

[0076] 接着,将包含氧化石墨烯的溶液设置在基体上。作为在基体上设置包含氧化石墨烯的溶液的方法,有涂敷法、旋涂法、浸渍法、喷射法以及电泳法等。此外,也可以组合上述多种方法。例如,在采用浸渍法将包含氧化石墨烯的溶液设置在基体上之后,与旋涂法同样使基体回转,能够提高包含氧化石墨烯的溶液的厚度的均匀性。

[0077] 接着,通过还原处理,从设置在基体上的氧化石墨烯使氧的一部分脱离。作为还原处理,在真空或惰性气体(氮或稀有气体等)等的还原气氛下,以 $150^\circ\text{C}$ 以上,优选以 $200^\circ\text{C}$ 以上的温度进行加热。加热温度越高以及加热时间越长氧化石墨烯的还原性越高,从而得到高纯度(即,碳以外的元素的浓度低)的多层石墨烯。

[0078] 另外,由于在Hummers法中使用硫酸对石墨进行处理,所以氧化石墨还与砷基等键合,该砷基等的分解(脱离)在 $300^\circ\text{C}$ 左右的温度下开始。由此,优选在 $300^\circ\text{C}$ 以上的温度下进

行氧化石墨烯的还原。

[0079] 在上述还原处理中,相邻的石墨烯彼此键合而成为更巨大的网眼状或薄片状。另外,在该还原处理中,由于氧脱离而在石墨烯内形成间隙。再者,石墨烯以平行于基体表面的方式彼此重叠。其结果,形成离子能够移动的多层石墨烯。

[0080] 通过上述工序,可以制造导电性高且在与表面平行的方向上以及在与表面垂直的方向上离子能够移动的多层石墨烯。

[0081] 为了将多个粒子状的正极活性物质 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 保持在多层石墨烯中,进行如下工序。在对氧化石墨烯进行还原处理之前,形成包含粒子状的正极活性物质 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 以及氧化石墨烯的浆料。接着,在基体或正极集电体上涂敷该浆料之后,通过还原气氛的加热进行还原处理,焙烧正极活性物质 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 的同时,使包含在氧化石墨烯中的氧脱离,在石墨烯中形成间隙。另外,氧化石墨烯所包含的氧不一定全部被还原,氧的一部分残留在石墨烯中。通过上述工序,可以在基体或正极集电体上形成包括正极活性物质 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 及多层石墨烯的正极活性物质层。其结果,提高正极活性物质层的导电性。

[0082] 此外,作为在制造的多层石墨烯中保持多个粒子状的正极活性物质的其他方法,还有如下方法。对上述焙烧的正极活性物质 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 的颗粒进行粉碎,其与制造的多层石墨烯一起混合。在混合后,再次进行焙烧,可以得到包括正极活性物质 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ 及多层石墨烯的正极活性物质层。

[0083] 〈正极〉

[0084] 图2A是正极311的截面图。在正极311中,在正极集电体307上形成正极活性物质层309。

[0085] 另外,活性物质是指有关作为载流子的离子的嵌入及脱嵌的物质。因此,区别“活性物质”与“活性物质层”。

[0086] 正极集电体307可以使用铂、铝、铜、钛、不锈钢等导电性高的材料形成。此外,正极集电体307可以适当地采用箔状、板状、网状等形状。

[0087] 图2B示出正极活性物质层309的平面图。正极活性物质层309包括:能够嵌入和脱嵌载体离子的粒子状的正极活性物质321的上述 $x[\text{Li}_2\text{MnO}_3]-(1-x)[\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2]$ ,例如 $\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.53}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{O}_2$ ;以及覆盖多个该正极活性物质321并其内部包裹有该正极活性物质321的至少一部分的多层石墨烯323。不同的多层石墨烯323覆盖多个正极活性物质321的表面。另外,正极活性物质321也可以部分露出。

[0088] 正极活性物质321的粒径优选为20nm以上且100nm以下。另外,由于电子在正极活性物质321中移动,所以正极活性物质321的粒径优选小。

[0089] 另外,即使碳膜不覆盖正极活性物质321的表面也能获得充分的特性,但是通过一起使用被碳膜覆盖的正极活性物质以及多层石墨烯,电子在正极活性物质之间跳动地传导,所以是优选的。

[0090] 图2C是示出图2B的正极活性物质层309的一部分的截面图。正极活性物质层309包含正极活性物质321以及覆盖该正极活性物质321的多层石墨烯323。在截面图中,观察到线状的多层石墨烯323。由一个多层石墨烯或多个多层石墨烯323使多个粒子状的正极活性物质321的至少一部分彼此连接。或者,多个粒子状的正极活性物质321的至少一部分被多层

石墨烯323密接而覆盖。即,由一个多层石墨烯323或多个多层石墨烯323保持多个正极活性物质321的至少一部分。另外,有时多层石墨烯323是袋状,多个正极活性物质321的至少一部分被保持在其内部。另外,有时多层石墨烯323的一部分包括开口部,在该区域中露出正极活性物质321。

[0091] 将正极活性物质层309的厚度设定为20 $\mu\text{m}$ 以上且100 $\mu\text{m}$ 以下。优选的是,适当地调节正极活性物质层309的厚度,以避免裂纹和剥离的发生。

[0092] 另外,在本实施方式中,由于将多层石墨烯323用于正极活性物质层309,所以可以减少混合在正极活性物质中的导电助剂及粘合剂的量。因此,可以减少乙炔黑(AB)粒子或碳纳米纤维等导电助剂的添加量或已知的粘合剂的添加量。

[0093] 另外,正极活性物质321有时由于用作载流子的离子的嵌入而发生体积膨胀。因此,由于充放电正极活性物质层309变脆,正极活性物质层309的一部分受到破坏,其结果会使蓄电装置的可靠性降低。然而,通过使用多层石墨烯323覆盖正极活性物质321的周围,即使正极活性物质321的体积膨胀,也能够防止正极活性物质321的分散或正极活性物质层309的破坏。就是说,多层石墨烯323具有即使由于充放电正极活性物质321的体积增减也维持正极活性物质321之间的键合的功能。

[0094] 另外,多层石墨烯323与多个正极活性物质321接触,并用作导电助剂。此外,多层石墨烯323具有保持能够嵌入和脱嵌载体离子的正极活性物质321的功能。因此,能够减少混合到正极活性物质层309中的粘合剂的量,可以增加每单位正极活性物质层309中的正极活性物质的量。从而可以提高蓄电装置的放电容量。

[0095] 接着,对正极活性物质层309的制造方法进行说明。

[0096] 首先,形成包含粒子状的正极活性物质321以及氧化石墨烯的浆料。接着,将该浆料涂在正极集电体307上,然后与上述多层石墨烯323的制造方法同样利用还原气氛下的加热进行还原处理。在焙烧正极活性物质321的同时,使氧化石墨烯所包含的氧脱离,从而在石墨烯中形成间隙。另外,氧化石墨烯所包含的氧不一定全部被还原,氧的一部分残留在石墨烯中。通过上述步骤,可以在正极集电体307上形成正极活性物质层309。其结果,正极活性物质层309的导电性得到提高。

[0097] 由于氧化石墨烯包含氧,所以在极性溶剂中带负电。其结果,氧化石墨烯彼此分散。所以浆料所包含的正极活性物质321不容易凝集,由此可以抑制由焙烧引起的正极活性物质321的粒径的增大。因而,电子容易在正极活性物质321中移动,而可以提高正极活性物质层309的导电性。

[0098] 〈负极〉

[0099] 图3A是负极205的截面图。在负极205中,在负极集电体201上形成负极活性物质层203。

[0100] 另外,活性物质是指有关作为载流子的离子的嵌入及脱嵌的物质。因此,区别“活性物质”与“活性物质层”。

[0101] 负极集电体201可以使用铜、不锈钢、铁、镍等导电性高的材料形成。此外,负极集电体201可以适当地采用箔状、板状、网状等形状。

[0102] 作为负极活性物质层203,使用能够嵌入和脱嵌作为载流子的离子的负极活性物质211。作为负极活性物质211的典型例子,可以举出锂、铝、黑铅、硅、锡以及锗等。或者,也

可以举出含有选自锂、铝、黑铅、硅、锡以及锗中的一种以上的化合物。另外,也可以单独使用每个负极活性物质层203作为负极而不使用负极集电体201。作为负极活性物质211,与黑铅相比,锗、硅、锂、铝的理论容量大。如果嵌入容量大,则小面积也能够充分进行充放电,从而实现制造成本的缩减及以锂离子二次电池为典型的金属离子二次电池的小型化。

[0103] 另外,当获得锂离子二次电池以外的金属离子二次电池时,作为该金属离子二次电池的载体离子,可以举出:钠或钾等的碱金属离子;钙、锶或钡等的碱土金属离子;铍离子;镁离子等。

[0104] 在本实施方式中,作为负极活性物质层203,对上述负极活性物质211添加导电助剂及粘合剂,也可以使用粉碎、混合、焙烧来制造的负极活性物质层。

[0105] 此外,作为负极205的制造方法的其他例子,在负极205中,与正极311同样,使多层石墨烯保持负极活性物质211,可以减少负极活性物质层203中的粘合剂及导电助剂的含量。以下说明将多层石墨烯用于负极活性物质层203的例子。

[0106] 图3B是负极活性物质层203的平面图。负极活性物质层203包括:能够嵌入和脱嵌载体离子的粒子状的负极活性物质211;以及覆盖多个该负极活性物质211并其内部包裹有该负极活性物质211的至少一部分的多层石墨烯213。不同的多层石墨烯213覆盖多个负极活性物质211的表面。另外,负极活性物质211也可以部分露出。

[0107] 图3C是示出图3B的负极活性物质层203的一部分的截面图。负极活性物质层203包含负极活性物质211以及保持该负极活性物质211的多层石墨烯213。在截面图中,观察到线状的多层石墨烯213。由一个多层石墨烯213或多个多层石墨烯213包裹多个负极活性物质211的至少一部分。即,在一个多层石墨烯213或多个多层石墨烯213之间包裹有多个负极活性物质211。另外,有时多层石墨烯213是袋状,多个负极活性物质211的至少一部分被包裹在其内部。另外,有时多层石墨烯213的一部分包括开口部,在该区域中露出负极活性物质211。

[0108] 至于负极活性物质层203的厚度,在20 $\mu\text{m}$ 以上100 $\mu\text{m}$ 以下的范围内选择所希望的厚度。

[0109] 另外,负极活性物质层203还可以包含多层石墨烯的体积的0.1倍以上且10倍以下的乙炔黑粒子、一维地展宽的碳粒子(碳纳米纤维等)或已知的粘合剂。

[0110] 另外,也可以对负极活性物质层203进行锂的预掺杂。作为锂的预掺杂的方法,也可以使用利用溅射法在负极活性物质层203表面形成锂层的方法。或者,可以通过在负极活性物质层203的表面上设置锂箔,对负极活性物质层203进行锂的预掺杂。

[0111] 另外,负极活性物质211有时由于用作载流子的离子的嵌入而发生体积膨胀。因此,由于充放电负极活性物质层203变脆,负极活性物质层203的一部分受到破坏,其结果会使蓄电装置的可靠性降低。然而,通过使用多层石墨烯213覆盖负极活性物质211的周围,即使负极活性物质211的体积膨胀,也能够防止负极活性物质211的分散或负极活性物质层203的破坏。就是说,多层石墨烯213具有即使由于充放电负极活性物质211的体积增减也维持负极活性物质211之间的键合的功能。

[0112] 例如,负极活性物质的一个例子的硅的体积因用作载流子的离子的嵌入而增加到四倍左右。因此,由于充放电负极活性物质211变脆,负极活性物质层203的一部分受到破坏,其结果会使蓄电装置的可靠性降低。然而,通过使用多层石墨烯213覆盖负极活性物质

211的周围,即使硅的体积膨胀,也能够防止负极活性物质层203的破坏。

[0113] 另外,多层石墨烯213与多个负极活性物质211接触,并用作导电助剂。此外,多层石墨烯213具有保持能够嵌入和脱嵌载体离子的负极活性物质211的功能。因此,不需要将粘合剂混合到负极活性物质层203中,可以增加每单位负极活性物质层203中的负极活性物质的量,从而可以提高蓄电装置的放电容量。

[0114] 接着,对图3B及图3C所示的负极活性物质层203的制造方法进行说明。

[0115] 首先,形成包含粒子状的负极活性物质以及氧化石墨烯的浆料。接着,将该浆料涂在负极集电体201上,然后与上述多层石墨烯的制造方法同样利用还原气氛下的加热进行还原处理,由此,在焙烧负极活性物质211的同时,使氧的一部分从氧化石墨烯脱离,从而在多层石墨烯中形成间隙。另外,氧化石墨烯所包含的氧不一定全部被还原,氧的一部分残留在多层石墨烯中。通过上述步骤,可以在负极集电体201上形成负极活性物质层203。

[0116] 在图3D中说明包括凹凸状的表面的负极活性物质221以及覆盖该负极活性物质221的表面的多层石墨烯223的负极205的结构。

[0117] 作为上述那样的包括凹凸状的表面的负极活性物质221的例子,例如可以举出利用蚀刻等在其表面上形成有凸部的硅。以下说明上述那样包括凹凸状的表面的负极活性物质221的例子。

[0118] 图3D是示出在负极集电体201上形成有负极活性物质层203的负极205的截面图。负极活性物质层203包括:包括凹凸状的表面的负极活性物质221;以及覆盖该负极活性物质221的表面的多层石墨烯223。

[0119] 凹凸状的负极活性物质221包括共同部221a以及从共同部221a突出的凸部221b。凸部221b适当地具有圆柱状或角柱状等柱状、圆锥状或角锥状的针状等的形状。另外,凸部的顶部可以弯曲。另外,与负极活性物质211同样,负极活性物质221使用能够进行作为载流子的离子,典型的是锂离子的嵌入和脱嵌的负极活性物质形成。另外,可以使用相同的材料构成共同部221a及凸部221b。或者,也可以使用不同的材料构成共同部221a及凸部221b。

[0120] 如上所述,作为图3D的负极活性物质221的例子可以举出硅。凸部221b对硅层进行蚀刻来形成即可。在形成凸部221b之后,形成覆盖凸部221b及共同部221a的多层石墨烯223。

[0121] 另外,如图3E所示,也可以以覆盖包括凹凸状的表面的负极集电体201的方式形成负极活性物质层203。在图3E中,负极集电体201包括共同部201a及从共同部201a突出的凸部201b。凸部201b适当地具有圆柱状或角柱状等柱状、圆锥状或角锥状的针状等的形状。另外,凸部的顶部可以弯曲。上述凸部201b对负极集电体201的材料层进行蚀刻等形成即可。

[0122] 以覆盖包括共同部201a及凸部201b的负极集电体201的方式形成的负极活性物质221也包括共同部221a及凸部221b。再者,在形成凸部221b之后,形成覆盖凸部221b及共同部221a的多层石墨烯223。

[0123] 另外,当负极活性物质层203的表面与电解质接触时,电解质与负极活性物质起反应,而在负极的表面上形成膜。该膜被称为SEI(Solid Electrolyte Interface:固体电解质界面),并且该膜被认为为了缓和电极与电解质之间的反应使其稳定而需要的。然而,当该膜的厚度厚时,载体离子不容易嵌入在负极中,而导致电极与电解质之间的载体离子的传导性的下降以及电解质的消耗等问题。

[0124] 通过使用多层石墨烯213覆盖负极活性物质层203的表面,可以抑制该膜的厚度的增加,从而可以抑制放电容量的下降。

[0125] 〈蓄电装置〉

[0126] 图4是锂离子二次电池的截面图。

[0127] 锂离子二次电池400包括:由负极集电体401及负极活性物质层403构成的负极405;由正极集电体407及正极活性物质层409构成的正极411;以及夹在负极405与正极411之间的隔离体413。另外,隔离体413含有电解质415。此外,负极集电体401与外部端子417连接,并且正极集电体407与外部端子419连接。外部端子419的端部埋入垫片421中。就是说,外部端子417和外部端子419被垫片421绝缘。

[0128] 作为正极集电体407及正极活性物质层409,可以分别适当地使用上述正极集电体307及正极活性物质层309。

[0129] 作为负极集电体401及负极活性物质层403,可以适当地使用上述负极集电体201及负极活性物质层203来形成。

[0130] 作为隔离体413,使用绝缘多孔材料。作为隔离体413的典型例子,可以举出纤维素(纸)、聚乙烯、聚丙烯等。

[0131] 作为电解质415的溶质使用包含作为载体离子的锂离子的材料。作为电解质的溶质的典型例子,可以举出 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等锂盐。

[0132] 另外,当载体离子是锂离子以外的碱金属离子、碱土金属离子、铍离子或者镁离子时,作为电解质415的溶质也可以使用碱金属(例如,钠、钾等)、碱土金属(例如,钙、锶、钡等)、铍或镁代替上述锂盐中的锂。

[0133] 此外,作为电解质415的溶剂,使用能够输送载体离子的材料。作为电解质415的溶剂,优选使用非质子有机溶剂。作为非质子有机溶剂的典型例子,可以使用碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、 $\gamma$ -丁内酯、乙腈、乙二醇二甲醚、四氢呋喃等中的一种或多种。此外,当作为电解质415的溶剂使用凝胶化的高分子材料时,包括漏液性的安全性得到提高。并且,能够实现锂离子二次电池400的薄型化及轻量化。作为凝胶化的高分子材料的典型例子,可以举出硅胶、丙烯酸胶、丙烯腈胶、聚氧化乙烯、聚氧化丙烯、氟类聚合物等。

[0134] 此外,作为电解质415,可以使用 $\text{Li}_3\text{PO}_4$ 等的固体电解质。

[0135] 作为外部端子417及外部端子419,可以适当地使用不锈钢板、铝板等金属构件。

[0136] 在本实施方式中,虽然作为锂离子二次电池400示出纽扣型锂离子二次电池,但是,可以采用密封型锂离子二次电池、圆筒型锂离子二次电池、方型锂离子二次电池等各种形状的锂离子二次电池。此外,也可以采用层叠有多个正极、多个负极、多个隔离体的结构以及卷绕有正极、负极、隔离体的结构。

[0137] 锂离子二次电池的记忆效应小,能量密度高且容量大。另外,锂离子二次电池的输出电压高。由此,能够实现小型化及轻量化。此外,因充放电的反复导致的劣化少,所以能够长期间地使用该锂离子二次电池,而可以缩减成本。

[0138] 接着,说明本实施方式所示的锂离子二次电池400的制造方法。

[0139] 利用上述制造方法制造正极411及负极405。

[0140] 接着,将正极411、隔离体413及负极405浸渍在电解质415中。接着,在外部端子417

上依次层叠负极405、隔离体413、垫片421、正极411及外部端子419,并且使用“硬币嵌合器(coin cell crimper)”使外部端子417与外部端子419嵌合,来可以制造硬币型锂离子二次电池。

[0141] 另外,也可以将间隔物及垫圈插在外端子417与负极405之间或在外端子419与正极411之间来进一步提高外部端子417与负极405之间的连接性或外部端子419与正极411之间的连接性。

[0142] 〈电器设备〉

[0143] 根据所公开的发明的一个方式的蓄电装置可以用作利用电力驱动的各种各样的电器设备的电源。

[0144] 作为使用根据所公开的发明的一个方式的蓄电装置的电器设备的具体例子,可以举出:显示装置;照明装置;台式或笔记本型个人计算机;再现储存在DVD(Digital Versatile Disc:数字通用光盘)等记录介质中的静态图像或动态图像的图像再现装置;移动电话;便携式游戏机;便携式信息终端;电子书阅读器;摄像机;数码相机;微波炉等高频加热装置;电饭煲;洗衣机;空调器等空调设备;电冷藏箱;电冷冻箱;电冷藏冷冻箱;DNA保存用冷冻器;以及透析装置等。另外,利用来自蓄电装置的电力通过电动机推进的移动体等也包括在电器设备的范畴内。作为上述移动体,例如可以举出:电动汽车;兼具内燃机和电动机的混合动力汽车(hybrid vehicle);以及包括电动辅助自行车的电动自行车等。

[0145] 另外,在上述电器设备中,作为用来供应大部分的耗电量的蓄电装置(也称为主电源),可以使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置。或者,在上述电器设备中,作为当来自上述主电源或商业电源的电力供应停止时能够对电器设备进行电力供应的蓄电装置(也称为不间断电源),可以使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置。或者,在上述电器设备中,作为与来自上述主电源或商业电源的对电器设备的电力供应同时将电力供应到电器设备的蓄电装置(也称为辅助电源),可以使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置。

[0146] 图5示出上述电器设备的具体结构。在图5中,显示装置5000是使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5004的电器设备的一个例子。具体地说,显示装置5000相当于电视广播接收用显示装置,包括框体5001、显示部5002、扬声器部5003和蓄电装置5004等。根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5004设置在框体5001的内部。显示装置5000既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5004中的电力。因此,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5004用作不间断电源,也可以使用显示装置5000。

[0147] 作为显示部5002,可以使用半导体显示装置诸如液晶显示装置、在每个像素中具备有机EL元件等发光元件的发光装置、电泳显示装置、DMD(Digital Micromirror Device:数字微镜装置)、PDP(Plasma Display Panel:等离子体显示屏)及FED(Field Emission Display:场致发射显示器)等。

[0148] 另外,除了电视广播接收用以外,用于个人计算机或广告显示等的所有信息显示的显示装置包括在显示装置中。

[0149] 在图5中,安镶型照明装置5100是使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5103的电器设备的一个例子。具体地说,安镶型照明装置5100包括框体5101、光源5102和蓄

电装置5103等。虽然在图5中例示蓄电装置5103设置在镶有框体5101及光源5102的天花板5104的内部的情况,但是蓄电装置5103也可以设置在框体5101的内部。安镶型照明装置5100既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5103中的电力。因此,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5103用作不间断电源,也可以使用安镶型照明装置5100。

[0150] 另外,虽然在图5中例示设置在天花板5104的安镶型照明装置5100,但是根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置既可以用于设置在天花板5104以外的例如墙5105、地板5106或窗户5107等中的安镶型照明装置,又可以用于台式照明装置等。

[0151] 另外,作为光源5102,可以使用利用电力人工性地得到光的人工光源。具体地说,作为上述人工光源的一个例子,可以举出白炽灯泡、荧光灯等放电灯以及LED或有机EL元件等发光元件。

[0152] 在图5中,包括室内机5200及室外机5204的空调器是使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5203的电器设备的一个例子。具体地说,室内机5200包括框体5201、送风口5202和蓄电装置5203等。虽然在图5中例示蓄电装置5203设置在室内机5200中的情况,但是蓄电装置5203也可以设置在室外机5204中。或者,也可以在室内机5200和室外机5204的双方中设置有蓄电装置5203。空调器既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5203中的电力。尤其是,当在室内机5200和室外机5204的双方中设置有蓄电装置5203时,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5203用作不间断电源,也可以使用空调器。

[0153] 另外,虽然在图5中例示由室内机和室外机构成的分体式空调器,但是也可以将根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置用于在一个框体中具有室内机的功能和室外机的功能的一体式空调器。

[0154] 在图5中,电冷藏冷冻箱5300是使用根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5304的电器设备的一个例子。具体地说,电冷藏冷冻箱5300包括框体5301、冷藏室门5302、冷冻室门5303和蓄电装置5304等。在图5中,蓄电装置5304设置在框体5301的内部。电冷藏冷冻箱5300既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5304中的电力。因此,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置5304用作不间断电源,也可以利用电冷藏冷冻箱5300。

[0155] 另外,在上述电器设备中,微波炉等高频加热装置和电饭煲等电器设备在短时间内需要高电力。因此,通过将根据所公开的一发明的个方式的蓄电装置用作辅助商业电源不能充分供应的电力的辅助电源,可以防止当使用电器设备时商业电源的总开关跳闸。

[0156] 另外,在不使用电器设备的时间段,尤其是在商业电源的供应源能够供应的总电量中的实际使用的电量的比率(称为电力使用率)低的时间段中,将电力蓄积在蓄电装置中,由此可以抑制在上述时间段以外的时间段中电力使用率增高。例如,至于电冷藏冷冻箱5300,在气温低且不进行冷藏室门5302或冷冻室门5303的开关的夜间,将电力蓄积在蓄电装置5304中。并且,在气温高且进行冷藏室门5302或冷冻室门5303的开关的白天,将蓄电装置5304用作辅助电源,由此可以抑制白天的电力使用率。

[0157] 根据本实施方式可以获得降低了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层。



[0158] 此外,根据本实施方式,通过使用降低了导电助剂及粘合剂的含量的正极活性物质层,可以提供可靠性及耐久性高的蓄电装置。

[0159] 根据本实施方式可以获得放电容量大且特性良好的蓄电装置。

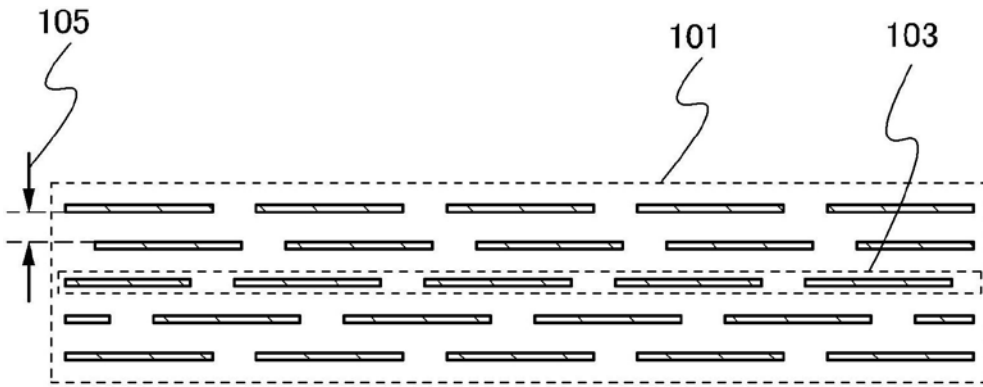


图1A

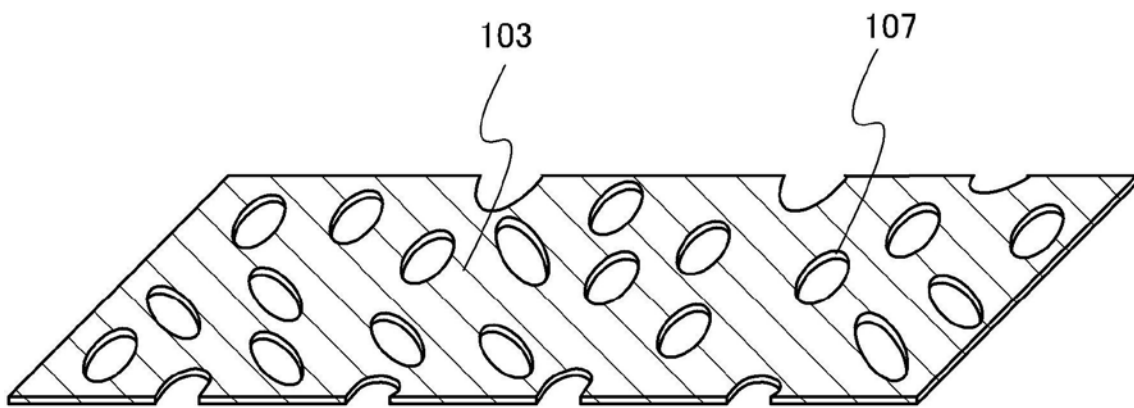


图1B

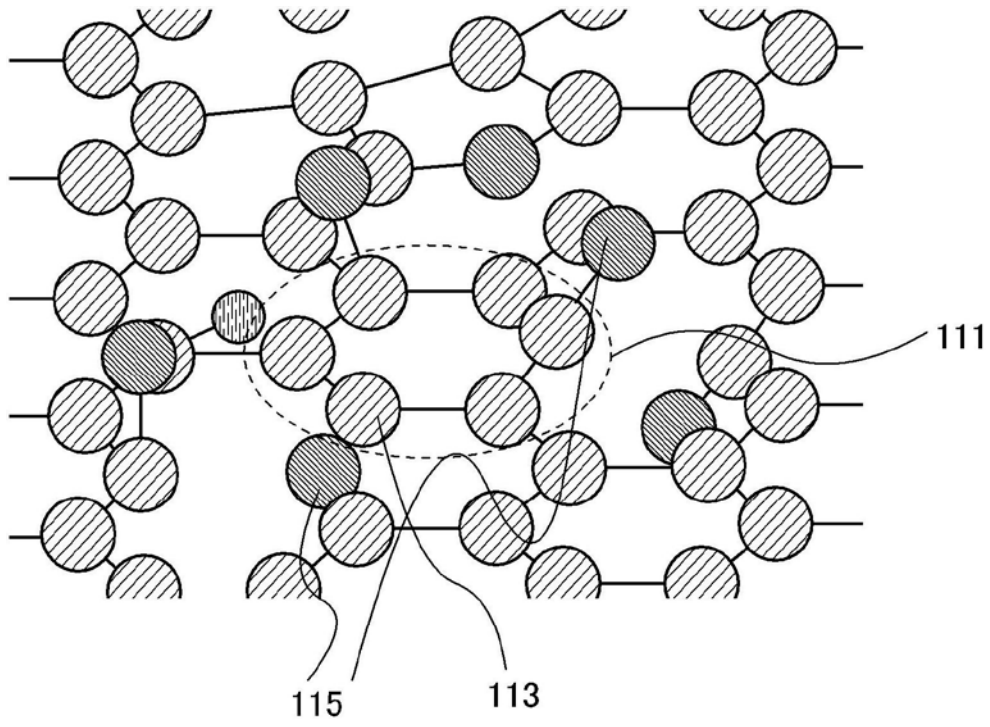


图1C

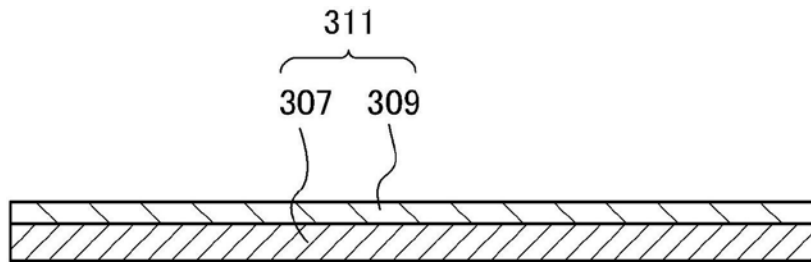
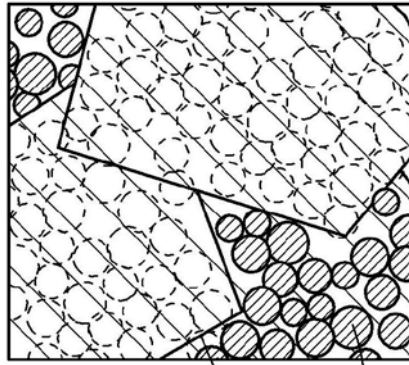
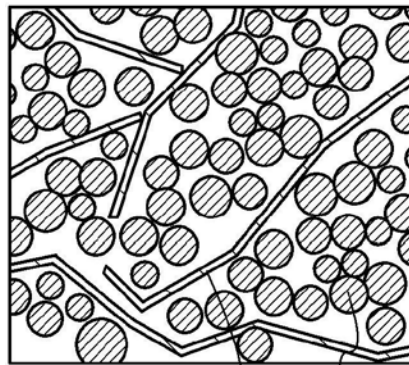


图2A



323 321

图2B



323 321

图2C

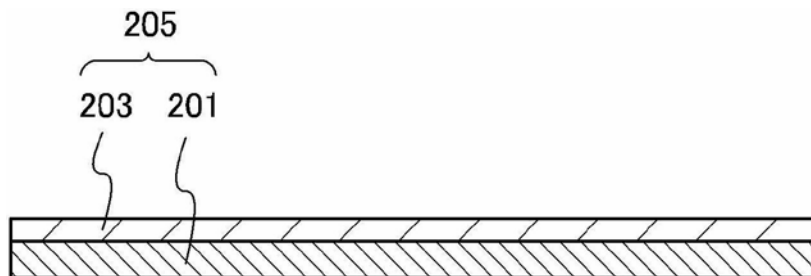


图3A

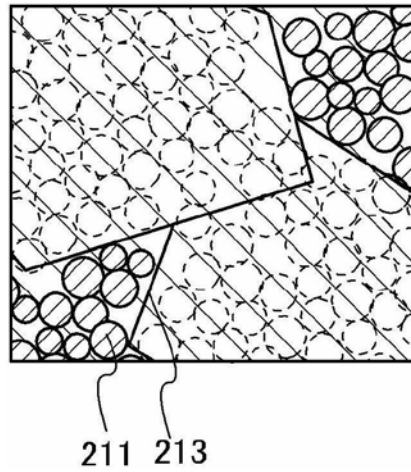


图3B

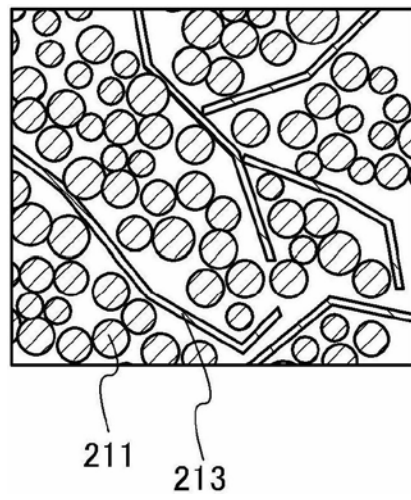


图3C

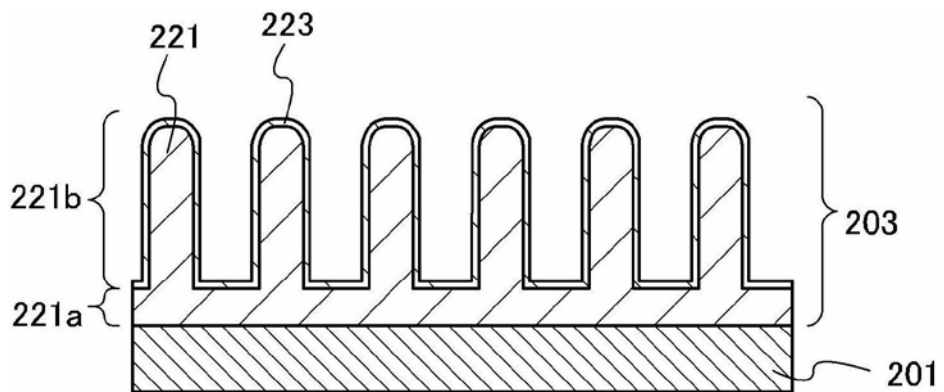


图3D

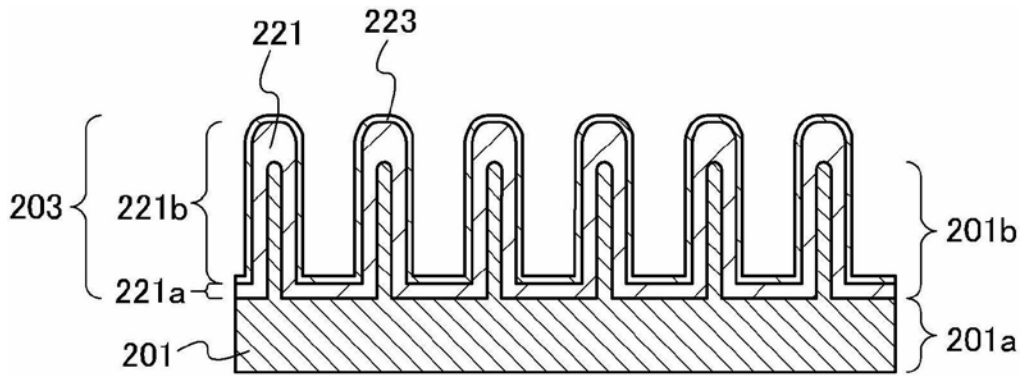


图3E

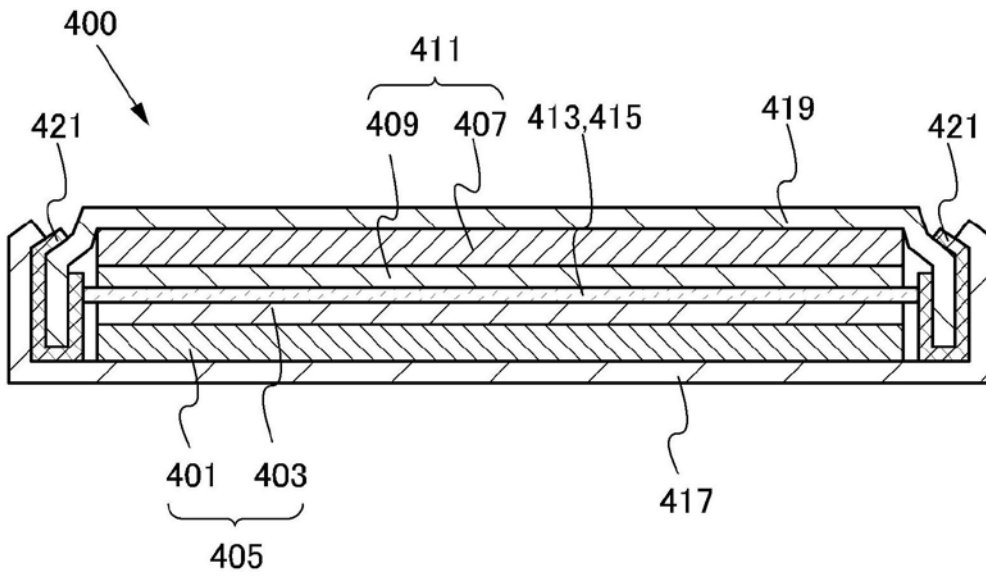


图4

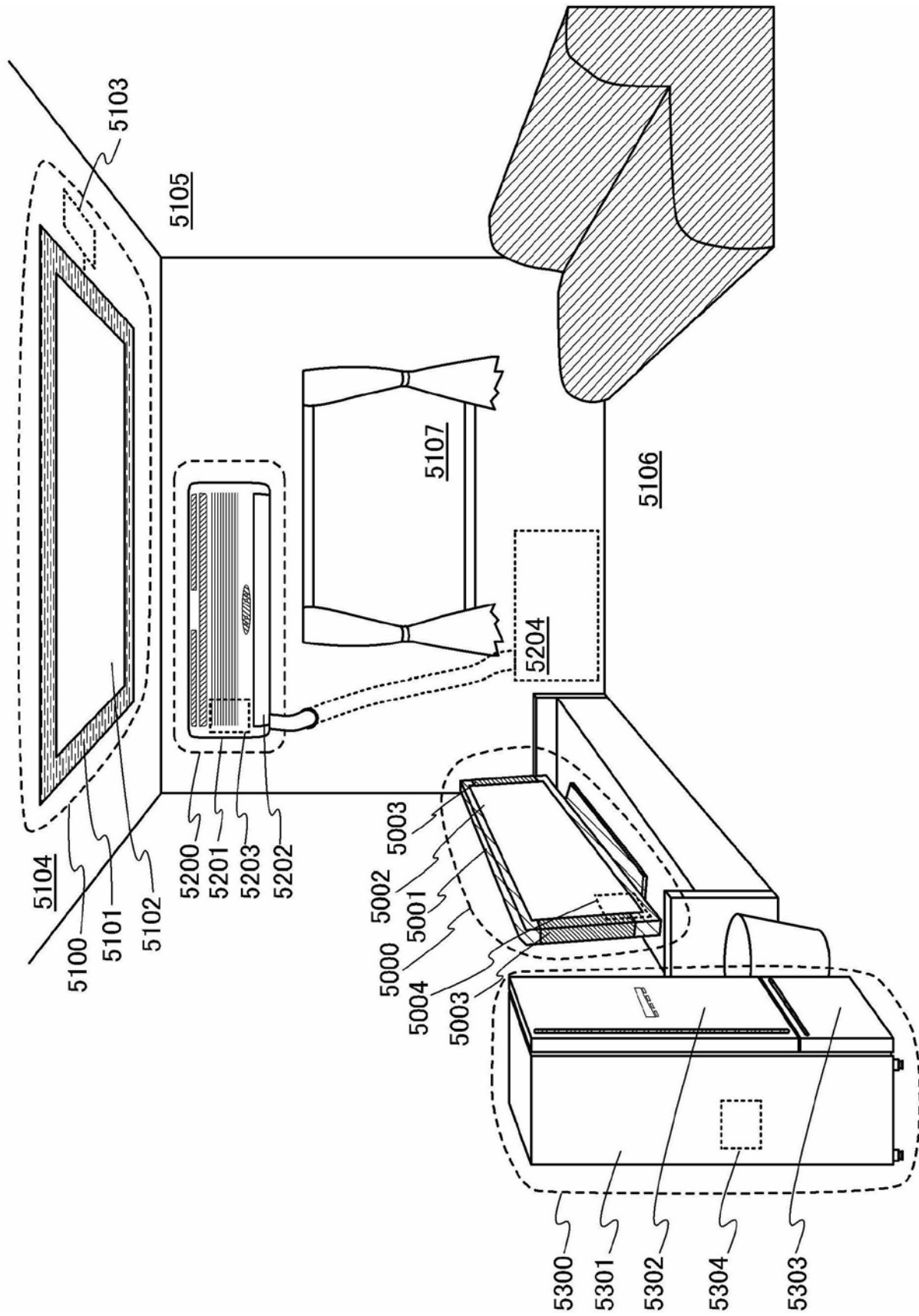


图5