



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106099170 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201610515020.1

(22)申请日 2012.12.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106099170 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(30)优先权数据
2011-266641 2011.12.06 JP

(62)分案原申请数据
201210518764.0 2012.12.06

(73)专利权人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川县厚木市

(72)发明人 细谷邦雄 木村邦夫

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 何欣亭 姜甜

(51)Int.Cl.
H01M 10/052(2010.01)
H01M 10/0587(2010.01)
H01M 4/38(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开平10-270068 A,1998.10.09,
CN 1848483 A,2006.10.18,
CN 1753235 A,2006.03.29,
CN 201387909 Y,2010.01.20,
US 6461759 B1,2002.10.08,
审查员 陈晨

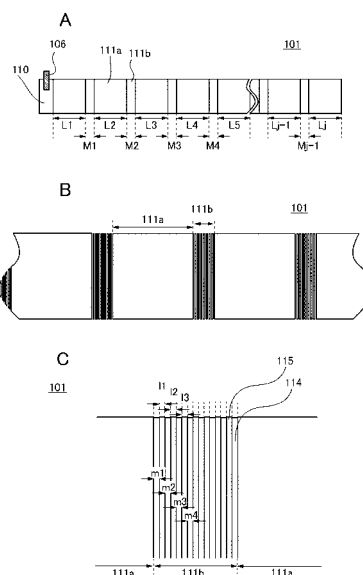
权利要求书3页 说明书19页 附图15页

(54)发明名称

方形锂二次电池

(57)摘要

本发明的一个方式提供一种不降低充放电容量且可靠性高的方形锂二次电池。本发明的一个方式是一种方形锂二次电池,包括:卷绕体,在该卷绕体中集合片夹着第二隔离体而卷绕,该集合片包含夹着第一隔离体而重叠的正极片及负极片,正极片及负极片在各自的集电体的双面具有活性物质混合剂层,正极片和负极片中的至少一个的一面或双面的活性物质混合剂层包括具有多个开口部的区域及没有开口部的区域,具有多个开口部的区域覆盖集合片的至少弯曲部。



1. 一种电池,包括:

正极片;

负极片;以及

置于所述正极片与所述负极片之间的隔离体,

其中,所述正极片包括正极集电体和具有正极活性物质的层,其中所述具有正极活性物质的层设置在所述正极集电体的表面上,

其中,卷绕所述正极片、所述负极片及所述隔离体,以致所述正极片、所述负极片及所述隔离体的每一个包含第一弯曲部,

其中,所述正极片的所述第一弯曲部包含未设置有所述具有正极活性物质的层的第一区域、未设置有所述具有正极活性物质的层的第二区域以及设置有所述具有正极活性物质的层的第三区域,并且

其中,所述第三区域位于所述第一区域与所述第二区域之间。

2. 根据权利要求1所述的电池,

其中,卷绕所述正极片、所述负极片及所述隔离体,以致所述正极片、所述负极片及所述隔离体的每一个包含所述第一弯曲部、第三弯曲部以及位于所述第一弯曲部与所述第三弯曲部之间的第二弯曲部,

其中,所述正极片的所述第一弯曲部和所述正极片的所述第三弯曲部彼此重叠,

其中,所述正极片的所述第二弯曲部包含未设置有所述具有正极活性物质的层的第四区域和未设置有所述具有正极活性物质的层的第五区域,并且

其中,所述正极片的所述第三弯曲部包含未设置有所述具有正极活性物质的层的第六区域和未设置有所述具有正极活性物质的层的第七区域。

3. 一种电池,包括:

正极片;

负极片;以及

置于所述正极片与所述负极片之间的隔离体,

其中,所述负极片包括负极集电体和具有负极活性物质的层,其中所述具有负极活性物质的层设置在所述负极集电体的表面上,

其中,卷绕所述正极片、所述负极片及所述隔离体,以致所述正极片、所述负极片及所述隔离体的每一个包含第一弯曲部,

其中,所述负极片的所述第一弯曲部包含未设置有所述具有负极活性物质的层的第一区域、未设置有所述具有负极活性物质的层的第二区域以及设置有所述具有负极活性物质的层的第三区域,并且

其中,所述第三区域位于所述第一区域与所述第二区域之间。

4. 根据权利要求3所述的电池,

其中,卷绕所述正极片、所述负极片及所述隔离体,以致所述正极片、所述负极片及所述隔离体的每一个包含所述第一弯曲部、第三弯曲部以及位于所述第一弯曲部与所述第三弯曲部之间的第二弯曲部,

其中,所述负极片的所述第一弯曲部和所述负极片的所述第三弯曲部彼此重叠,

其中,所述负极片的所述第二弯曲部包含未设置有所述具有负极活性物质的层的第四

区域和未设置有所述具有负极活性物质的层的第五区域,并且

其中,所述负极片的所述第三弯曲部包含未设置有所述具有负极活性物质的层的第六区域和未设置有所述具有负极活性物质的层的第七区域。

5. 根据权利要求2或权利要求4所述的电池,

其中,所述第二区域与所述第四区域之间的第一间隙,大于所述第一区域与所述第二区域之间的第二间隙和所述第四区域与所述第五区域之间的第三间隙。

6. 一种电池,包括:

正极片;

负极片;以及

置于所述正极片与所述负极片之间的隔离体,

其中,卷绕所述正极片、所述负极片及所述隔离体,以致所述正极片、所述负极片及所述隔离体的每一个包含弯曲部,

其中,所述正极片和所述负极片中的一个的所述弯曲部包含多个开口部,

其中,所述多个开口部中的一个在长边方向的长度比设置于相邻的所述开口部之间的区域的长度短,并且

其中,所述多个开口部越接近于所述弯曲部中的曲率半径最小的部分越致密地配置。

7. 根据权利要求6所述的电池,

其中,所述多个开口部在所述长边方向的长度的每一个都相同。

8. 根据权利要求6所述的电池,

其中,设置于相邻的所述开口部之间的区域的长度的每一个都相同。

9. 根据权利要求6所述的电池,

其中,所述正极片和所述负极片中的所述一个包含具有活性物质的层,并且

其中,所述多个开口部被设置在所述层。

10. 根据权利要求6所述的电池,

其中,所述正极片和所述负极片中的另一个的所述弯曲部包含开口部。

11. 根据权利要求6所述的电池,

其中,所述正极片和所述负极片中的所述一个包含具有第二开口部的第二弯曲部,并且

其中,包含所述多个开口部的所述弯曲部及具有所述第二开口部的所述第二弯曲部彼此重叠。

12. 根据权利要求6所述的电池为方形电池。

13. 根据权利要求6所述的电池为方形锂二次电池。

14. 一种包括卷绕体的方形电池,在该卷绕体中,集合片以在其内侧设置有第二隔离体的方式卷绕,该集合片中正极片及负极片以夹着第一隔离体的方式彼此重叠,

其中,在所述正极片及所述负极片的每一个中,活性物质混合剂层设置在集电体的双面上,

其中,所述正极片和所述负极片中的至少一个的一面或双面上的所述活性物质混合剂层包含具有多个开口部的区域及没有开口部的区域,

其中,所述具有多个开口部的区域覆盖所述集合片的至少弯曲部,

其中,所述多个开口部中的一个在长边方向的长度比设置于相邻的所述开口部之间的区域的长度短,并且

其中,所述多个开口部越接近于所述弯曲部中的曲率半径最小的部分越致密地配置。

15.根据权利要求14所述的方形电池,其中所述多个开口部沿着与所述集合片的长边方向垂直的方向的所述集合片的全长设置。

16.根据权利要求14所述的方形电池,其中在所述具有多个开口部的区域中以相等的间隔配置所述多个开口部。

17.根据权利要求14所述的方形电池,其中所述负极片中的所述活性物质混合剂层包含硅。

18.根据权利要求14所述的方形电池,其中所述正极片和所述负极片的每一个中的所述活性物质混合剂层设置在所述正极片和所述负极片的每一个中所包含的所述集电体的上表面及底面上。

19.根据权利要求14所述的方形电池,其中所述第一隔离体及所述第二隔离体为连续片。

20.一种包括根据权利要求14所述的方形电池的电器设备。

方形锂二次电池

[0001] 本申请是如下发明专利申请的分案申请：

[0002] 申请号：201210518764.0；申请日：2012年12月6日；发明名称：方形锂二次电池。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种方形锂二次电池。

背景技术

[0004] 近年来，随着环境技术的提高，对于其环境负担比现有的发电方式小的发电装置（例如，太阳光发电）的研发非常活跃。对发电技术进行开发的同时，也对锂二次电池、锂离子电容器、空气电池等蓄电装置进行开发。

[0005] 尤其是，混合动力汽车（HEV）、电动汽车（EV）或插电式混合动力汽车（PHEV）等新一代清洁能源汽车或者手机、智能手机、笔记本电脑等便携式信息终端、便携式音乐播放机、数码相机等小型消费类产品蓄电池等，随着半导体产业的发展迅速扩大锂二次电池的需要，对于现代信息社会作为能够充电的能源的供应源的锂二次电池是不可缺少的。尤其是当用于电动汽车或家电时，希望更高容量、高输出的方形锂二次电池。

[0006] 方形锂二次电池由于包括多次卷绕重叠正极、隔离体、负极的长薄片的卷绕体，所以在因卷绕产生的弯曲部具有脆弱性。也就是说，弯角部的活性物质混合剂层（active material mixture layer）产生裂缝、剥离、滑落等，分离的活性物质穿过隔离体，有导致正极与负极之间的短路之虞。于是，在专利文献1或专利文献2中，以卷绕体中产生曲率半径小的弯曲的部分不形成活性物质混合剂层的方式预先去除或剥离，来形成卷绕体。

[0007] 用于卷绕型锂二次电池的负极通过在薄片状的集电体的双面形成负极活性物质混合剂层来制造。作为现有的负极活性物质，使用能够吸留和释放成为载流子的离子（以下，称为载体离子）的材料石墨（黑铅）。就是说，混炼作为负极活性物质的石墨、作为导电助剂的碳黑及作为粘结剂的树脂形成浆料，在集电体上涂布该浆料，然后干燥来制造负极。

[0008] 相对于此，当作为负极活性物质使用硅或掺杂有磷的硅时，与碳相比，可以吸留大约4倍的载体离子，相对于碳（黑铅）负极的理论容量的372mAh/g，硅负极的理论容量则大得多，即为4200mAh/g。因此，从二次电池的大容量化的观点来看是最适当的材料，目前以高容量化为目的而对作为负极活性物质使用硅的锂二次电池的研究开发盛行。

[0009] 但是，当载体离子的吸留量增大时，产生如下问题：充放电循环中的伴随载体离子的吸留和释放的体积变化大，使集电体与硅之间的密接性降低，从而充放电导致电池特性的劣化。再者，有时，有如下重大的问题：因硅变坏而剥离或微粉化导致不能维持电池的功能。

[0010] 于是，例如，在专利文献3中，在由表面粗糙的铜箔等构成的集电体上作为负极活性物质以柱状或粉末状形成由微晶或非晶硅构成的层，在该由硅构成的活性物质层上设置由其导电性比硅低的黑铅等的碳材料构成的层。由此，由于即使由硅构成的活性物质层剥离也可以通过由黑铅等碳材料构成的层集电，所以可以降低电特性的劣化。

[0011] [专利文献1] 日本专利申请公开平7-153490号公报；

[0012] [专利文献2] 日本专利申请公开平10-270068号公报；

[0013] [专利文献3] 日本专利申请公开2001-283834号公报。

[0014] 但是，如专利文献1或专利文献2的记载，在方形锂二次电池中，以仅在产生曲率半径小的弯曲的部分不形成活性物质混合剂层的方式形成卷绕体，在电极制造技术上实际上是很困难的。为了以仅在产生曲率半径小的弯曲的部分不形成活性物质混合剂层的方式形成卷绕体，需要预测成为弯曲部的只有几mm的区域而去除或剥离活性物质层。但是，从电极制作时的位置控制的精度的观点来看，将去除或剥离了的区域准确地配置在卷绕体的该部分是困难的。这是因为构成重叠正极、隔离体及负极的长薄片的集电体或活性物质混合剂层的厚度的制造偏差或手工进行卷绕工序等的缘故。

[0015] 此外，专利文献1或专利文献2所公开的方形锂二次电池由于在产生曲率半径小的弯曲的部分不形成活性物质混合剂层，所以这相应地导致放电容量的降低。由此，不能充分利用卷绕体的电极表面的面积。

[0016] 另外，如专利文献3的记载，当为了实现二次电池的高容量化作为负极活性物质使用硅时，因载体离子的嵌入而硅膨胀至4倍左右。由此，由于既定的应力集中且一直施加到卷绕体的产生曲率半径小的弯曲的部分，所以有可能产生严重的活性物质混合剂层的剥离。因此，难以防止负极活性物质的变坏，维持电池的可靠性是很困难的。再者，当剥离了的活性物质穿过隔离体而使正极与负极之间产生短路时，因产生的热而二次电池内的电解液分解并汽化导致起火，从而显著损害安全性。

发明内容

[0017] 于是，本发明的一个方式提供一种可靠性高而不降低充放电容量的方形锂二次电池。

[0018] 为了解决上述问题，发明人发现如下事实：通过在用于方形锂二次电池的卷绕体的电极片中，在活性物质混合剂层的既定的部分形成多个开口部，可以缓和在卷绕体的产生曲率半径小的弯曲的部分产生的应力。于此同时，还发现如下事实：通过采用上述结构，可以抑制因方形锂二次电池的充放电而导致的电极片的劣化。

[0019] 就是说，本发明的一个方式是一种方形锂二次电池，包括：卷绕体，在该卷绕体中集合片夹着第二隔离体而卷绕，该集合片包含夹着第一隔离体而重叠的正极片及负极片，正极片及负极片在各自的集电体的双面具有活性物质混合剂层，正极片和负极片中的至少一个的一面或双面的上述活性物质混合剂层包括具有多个开口部的区域及没有开口部的区域，具有多个开口部的区域覆盖集合片的至少弯曲部。

[0020] 例如，将具有多个开口部的区域设置在电极片的活性物质混合剂层，还在长边方向上左右延伸相当于其长度L的5%以上且20%以下的长度的部分，这可以形成剩余部分。由此，可以允许分别在左侧和右侧的5%以上且20%以下的范围内的弯曲部位置偏离。除了上述范围以外还可以设定剩余部分的范围，以由具有多个开口部的区域覆盖集合片的至少弯曲部的方式加上剩余部分即可。

[0021] 多个开口部优选设置在与集合片的长边方向正交的方向的全长。

[0022] 此外，优选在具有多个开口部的区域中以相等的间隔配置有多个开口部。

[0023] 或者,也可以是多个开口部越接近于集合片的至少弯曲部中的曲率半径最小的部分,彼此的间隔越短。

[0024] 此外,多个开口部也可以越接近于集合片的至少弯曲部中的曲率半径最小的部分,越致密地配置。

[0025] 负极片所具有的活性物质混合剂层也可以为黑铅,并优选包含硅或具有赋予导电性的杂质如磷的硅。

[0026] 此外,正极片或负极片各自具有的活性物质混合剂层优选也设置在正极片或负极片各自具有的集电体的上表面及底面。

[0027] 另外,优选由石墨烯覆盖负极活性物质。石墨烯是指包括 sp^2 键且其厚度为1原子层的碳分子片。石墨烯包括单层石墨烯及多层石墨烯。此外,石墨烯也可以包含2原子%以上且11原子%以下的氧,优选包含3原子%以上且10原子%以下的氧。

[0028] 负极活性物质混合剂层可以采用包括共通部及从共通部突出的多个凸部的结构。在负极活性物质混合剂层中能够提高突起物的密度,而可以扩大其表面积。从而,可以制造充放电容量大的方形锂二次电池。

[0029] 如上所述,通过使用上述结构时,可以在维持高放电容量的同时制造可靠性高的方形锂二次电池。

[0030] 另外,在锂二次电池中,通过活性物质表面与电解液接触,电解液及活性物质起反应,而在活性物质的表面形成膜。该膜被称为SEI(Solid Electrolyte Interface:固体电解质界面),并被认为是减轻活性物质与电解液的反应且进行稳定化上需要的。但是,当该膜的厚度厚时,载体离子不容易吸留在电极中,而导致活性物质与电解液之间的载体离子的传导性的下降以及电解液的消耗等问题。于是,通过使用石墨烯覆盖负极活性物质,可以抑制该膜的厚度的增加,可以抑制载体离子的传导性的下降以及电解液的消耗。

[0031] 本发明的一个方式可以提供不发生电极间的短路且可靠性高的方形锂二次电池。另外,可以提供高容量的方形锂二次电池。

附图说明

[0032] 图1A和图1B是说明卷绕体的图;

[0033] 图2A至图2D是说明现有的卷绕体的图;

[0034] 图3A至图3C是说明电极片的图;

[0035] 图4A和图4B是说明电极片的图;

[0036] 图5A至图5D是说明电极片的截面的图;

[0037] 图6A和图6B是说明电极片的截面的图;

[0038] 图7A至图7C是说明电极片的图;

[0039] 图8是说明电极片的图;

[0040] 图9A至图9C是说明正极片的图;

[0041] 图10A至图10D是说明负极片的图;

[0042] 图11是说明方形锂二次电池的图;

[0043] 图12是说明电器设备的图;

[0044] 图13A至图13C是说明电器设备的图;

[0045] 图14A和图14B是说明电器设备的图。

[0046] 本发明的选择图为图3A至图3C。

具体实施方式

[0047] 以下,参照附图对实施方式进行说明。但是,实施方式可以以多个不同方式来实施,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被变换为各种各样的形式而不脱离本发明的宗旨及其范围。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0048] 实施方式1

[0049] 在本实施方式中,参照图1A、图1B、图3A至图3C以及图4A和图4B对在卷绕体中相当于集合片中弯曲部的活性物质混合剂层的区域形成多个开口部的方形锂二次电池的电极片的结构进行说明。在此,电极片是指正极片及负极片。

[0050] 锂二次电池是指作为载体离子使用锂离子的二次电池。另外,作为能够代替锂离子的载体离子,可以举出钠、钾等碱金属离子、钙、锶、钡等碱土金属离子、铍离子或镁离子等。

[0051] 图1A是示意性地示出内置在方形锂二次电池中的卷绕体100的图。为了容易理解,抽出正极片等而图示。卷绕体100采用使夹着隔离体102而重叠正极片101、隔离体102及负极片103而成的集合片104卷绕的结构。当卷绕集合片104时,还夹着与隔离体102不同的隔离体105而卷绕集合片104。正极片101、隔离体102、隔离体105及负极片103为长度长且带状的薄片。在图1A中示出隔离体102及隔离体105为彼此不同的薄片,但是也可以作为隔离体102及隔离体105使用连续片。正极片101的一端与正极导线(positive electrode lead)106连接,而负极片103的一端与负极导线107连接。通过各导线分别与电池的正极端子及负极端子连接,可以从电池的外部充电及向电池的外部放电。

[0052] 图1B是图1A所示的卷绕体100的截面示意图。图1B示出与图1A中的卷绕体100的各片所具有的面垂直的面的截面。正极片101、隔离体102、隔离体105及负极片103为长度长且带状的薄片,分别具有柔性。由此,如图1B所示,可以夹着与隔离体102不同的隔离体105将由夹着隔离体102的正极片101及负极片103构成的集合片104卷绕。

[0053] 参照图2A至图2D说明现有的卷绕体的结构。图2A相当于图1A所示的正极片101,图2B相当于隔离体102,图2C相当于负极片103,图2D相当于隔离体105。图2A所示的正极片101具有在带状的正极集电体110上设置正极活性物质混合剂层111的结构。在正极片101的左侧端部不设置正极活性物质混合剂层111,正极集电体110被露出。在该露出部分设置正极导线106,与正极集电体110电连接。由正极活性物质混合剂层111覆盖其他的正极集电体110的部分。此外,未图示的正极片101的背面也是同样的。注意,当在正极片101表面设置正极导线时,也可以不在背面设置正极导线。

[0054] 此外,负极片103也具有与正极片101同样的结构。正极片101或负极片103如上所述那样在集电体的几乎整体上具有活性物质混合剂层。因此,在因卷绕产生的弯曲部中发生活性物质混合剂层的剥离、剥脱,从而因电极间的短路损害安全性。

[0055] (电极片的结构)

[0056] 图2A至图2D示出了现有的例子,而参照图3A至图3C说明本实施方式。在此,说明正

极片的例子,负极片也可以具有同样的结构。另外,正极片与负极片一起被称为电极片。

[0057] 图3A是本实施方式中的正极片101的示意图。设置在正极集电体110上的正极活性物质混合剂层111被分离成没有开口部的区域111a及具有多个开口部的区域111b。在正极片101的长边方向上交替地配置这些没有开口部的区域111a及具有多个开口部的区域111b。没有开口部的区域111a为在正极集电体110上以平面状设置有薄膜状的正极活性物质混合剂层的区域。另一方面,如图3B及图3C所示,在具有多个开口部的区域111b中在设置在正极集电体110上的正极活性物质混合剂层中设置有多个开口部114。另外,在相邻的开口部114之间设置有由正极活性物质混合剂层构成的岛状的图案115。换言之,具有多个开口部的区域111b为具有在正极集电体110上部分地不设置正极活性物质混合剂层的部分的区域,且为在正极集电体110上部分地设置有正极活性物质混合剂层的区域。此外,具有多个开口部的区域111b为包括正极集电体110被露出的部分的区域。多个开口部114在与正极片101的长边方向正交的方向上设置在正极片101的全长。

[0058] 如图3C所示,以开口部114的正极片101的长边方向的长度为 m ,将 k 个开口从左侧依次定义为 m_1 、 m_2 、 m_3 、 \dots 、 m_k 。另外,以设置有夹在某个开口部与相邻的其他开口部之间的正极活性物质混合剂层的区域(换言之,岛状的图案115)的长度为 l ,将 $k-1$ 个岛状的图案的长度从左侧依次定义为 l_1 、 l_2 、 l_3 、 \dots 、 $l_{(k-1)}$ 。

[0059] 此时, m_1 至 m_k 可以分别设计为任意的长度。尤其是, m_1 至 m_k 优选全都是相同的长度。后面详细说明下述内容,而以将具有多个开口部的区域111b精确地仅对应于集合片中的因卷绕产生的弯曲部的方式形成具有多个开口部的区域111b是极为困难的。因此,设置剩余部分以允许位置的稍微偏离是本实施方式的特征之一。从而,由于以严密地进行位置的控制是很困难的情况为前提,所以通过使多个开口部114的长度相等可以补充位置的稍微偏离。

[0060] 由于同样的理由,可以将 l_1 至 $l_{(k-1)}$ 设定为任意的长度,尤其是优选为相等的长度。此外,在具有多个开口部的区域111b中开口部114的长度 m 及正极活性物质混合剂层的长度 l 优选为满足 $m < l$ 的关系。这是因为当 m 大于 l 时难以具有充分的放电容量的缘故。另一方面,当 $m \ll l$ 时,因卷绕集合片而在具有多个开口部的区域111b中部分地设置的正极活性物质混合剂层与相邻的正极活性物质混合剂层接触,有可能发生劣化。因此, m 的长度优选为相邻的正极活性物质混合剂层彼此不接触的程度的长度。

[0061] 另外,如图3A所示,当夹着具有多个开口部的区域111b排列 j 个没有开口部的区域111a时,将正极片101的长边方向的没有开口部的区域111a的长度从左侧依次设定为 L_1 、 L_2 、 \dots 、 L_j 。在卷绕体的卷绕中,当卷绕一圈时,理论上增加卷绕体的厚度,该厚度等于集合片及隔离体的厚度。由此,没有开口部的区域111a的配置的间隔不是相等的间隔,而是需要扩大间隔,该间隔等于卷绕体的厚度。同样地,将具有多个开口部的区域111b的长度从左侧依次设定为 M_1 、 M_2 、 \dots 、 $M_{(j-1)}$ 。此时,在卷绕体100中,以由 M_1 至 $M_{(j-1)}$ 各个长度完全覆盖因卷绕集合片产生弯曲部分的方式设定 M_1 至 $M_{(j-1)}$ 。由于越增加卷绕数越增加卷绕体的厚度,卷绕了的集合片的弯曲部分的曲率半径大,所以优选使具有多个开口部的区域111b的长度 M 按 M_1 、 M_2 、 \dots 、 $M_{(j-1)}$ 的顺序延长。由此,即使在每个集合片的卷绕数或每个电池的制造中因卷绕产生位置的偏差,也在集合片中的因卷绕产生的弯曲部设置有具有剩余的多个开口部的区域111b,所以可以补充该偏差。

[0062] 图4A是说明卷绕体100中的集合片104的剩余部分的图,并对应于图1B。如图4A所示,因卷绕集合片104而在集合片中形成不弯曲部120(或大致平坦的部分)及弯曲部121。在本实施方式所示的具有开口部的活性物质混合剂层的形成是为了防止因卷绕产生的弯曲部121中的活性物质混合剂层的剥离、剥脱,所以在该部分设定具有多个区域111b。但是,如上所述,可以考虑在卷绕工序中具有多个开口部的区域111b的位置偏离集合片中的弯曲部121的情况。例如,集电体或活性物质混合剂层的厚度的制造偏差或因卷绕的强度不同产生各片之间的间隙的差异等相当于上述情况。为了允许上述制造上的偏差,预先在具有多个开口部的区域111b中设置剩余部分123。通过设置剩余部分123,可以使因卷绕集合片产生的弯曲部121容纳在包括剩余部分123的具有多个开口部的区域111b的范围(覆盖弯曲部的部分122)内。

[0063] 具体而言,例如使具有多个开口部的区域111b在长边方向上左右延伸相当于其长度L的5%以上且20%以下的长度,而可以形成剩余部分123。由此,可以允许在左侧和右侧上在5%以上且20%以下的范围内的弯曲部121的位置偏离。还可以设定除了上述范围以外的剩余部分123的范围,可以根据卷绕体的形状在弯曲部121加上剩余部分123。由此,如图4B所示,以包括集合片中的弯曲部的方式配置具有多个开口部的区域111b。注意,太宽的剩余部分123导致放电容量的大的损失。由此,优选考虑到卷绕工序中的位置偏离的程度来设定适当的范围。

[0064] 关于因卷绕而在集合片中产生的弯曲,越接近于卷绕体的中心部,即最内周,其曲率半径越小。从而,越接近于卷绕体的中心部,发生卷绕体的制造工序中的集电体上的活性物质混合剂层的剥离、剥脱越变得明显。由此,越接近于最内周,越使图3C所示的开口部的长度m及活性物质混合剂层的长度l变小是有效的。另外,越接近于最外周越减少开口部的数量,而可以增加活性物质混合剂层的长度l。此外,越接近于最外周,越使图3C所示的卷绕体的具有多个开口部的区域111b的长度M延长。这是因为越接近于最外周,越受到因卷绕发生的位置偏离的影响。

[0065] 接着,参照图5A至图5D及图6A和图6B说明正极片的截面结构。图5A至图5D示出正极片的具有多个开口部的区域111b中的长边方向(就是说,与开口的长边方向正交的方向)的截面结构的一个例子。图5A至图5D所示的截面都在正极集电体110的双面(在图5A至图5D中正极集电体110的上下)包括正极活性物质混合剂层111。正极活性物质混合剂层111被分成多个岛状的图案115,在该岛状的图案115之间存在有正极集电体110露出的开口部114。在图5A至图5D中,夹着开口部114以相等的间隔配置由正极活性物质混合剂层111构成的岛状的图案115。但是,如上所述,岛状的图案115及开口部114的配置不局限于相等的间隔。

[0066] 在图5A中,岛状的图案115的截面的侧壁形成为大致垂直。针对于此,在图5B中,岛状的图案115的侧壁具有倾斜角,所谓斜坡形状。通过将岛状的图案115的侧壁形成为斜坡形状,可以提高与作为基底的正极集电体的密接性。再者,如图5D所示,岛状的图案的上端部具有圆形,且下端部具有尾巴的形状(下端部的内侧具有凸面),可以缓和因卷绕集合片时及充放电时的活性物质的膨胀收缩导致的对于弯角部的应力集中。另一方面,在图5C中示出岛状的图案115的形状为倒梯形。通过使岛状的图案的形状为倒梯形,可以扩大开口部114的面积,并可以缓和因卷绕导致的对于岛状的图案的应力。注意,图5A至图5D所示的截面形状只是一个例子而已,不局限于此。

[0067] 另外,在图5A至图5D中,形成在正极集电体的一个面上的岛状的图案及形成在另一个面上的岛状的图案的位置关系为隔着正极集电体彼此对置的关系,但是各个位置关系不局限于此。也可以部分地重叠正极集电体的一个面上的岛状的图案与另一个面上的岛状的图案或者彼此不重叠。

[0068] 图6A和图6B是说明正极片101的长度方向及垂直方向的截面的模式图。在图6A中,在正极片101中,在正极集电体110的双面设置有正极活性物质混合剂层111。在没有开口部的区域111a中,在正极集电体110的整个面上设置有正极活性物质混合剂层111,在具有多个开口部的区域111b中部分地设置有正极活性物质混合剂层111,来形成岛状的图案。针对于此,在图6B中,除了正极集电体110的双面之外,与其垂直的方向的双面,即也在上表面及下表面设置有正极活性物质混合剂层111。通过采用该结构,有效地使用正极集电体110的上表面及下表面,可以增大正极活性物质混合剂层111的表面积。在图6A和图6B所示的任一结构中,在上表面及下表面也形成有开口部,由此可以缓和或抑制因卷绕产生的弯曲部中的应力的集中或因充放电产生的活性物质混合剂层的剥离或剥脱。

[0069] 如上所述,示出图5A至图5D及图6A和图6B示出正极片的截面结构,但是不局限于正极片,负极片也可以采用同样的结构。尤其是,当作为负极活性物质混合剂层使用因充放电产生较大的体积膨胀及收缩的硅等材料时,采用同样的结构是极为有效的。

[0070] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合而实施。

[0071] 实施方式2

[0072] 在本实施方式中,参照图7A至图7C说明与实施方式1所示的电极片的形状或结构不同的形状或结构的电极片的例子。

[0073] 图7A是与图3B同一的图,示出实施方式1所示的电极片的形状或结构。在具有多个开口部的区域111b中,在电极片的长边方向上以相等的间隔配置多个开口部114。针对于此,在图7B中,在具有多个开口部的区域111b中,不使多个开口部114的排列的间隔为相等的间隔,以越接近于该区域的中央越致密的方式排列,且以越接近于该区域的外侧越粗疏的方式排列。通过上述那样配置具有多个开口部的区域111b内的开口部,可以在与实施方式1相比进一步扩大用来补充卷绕工序中的位置偏离的剩余部分的同时,抑制活性物质混合剂层的面积的减小,所以可以维持放电容量。

[0074] 在图7C中,在电极片的端部并列配置的一些开口部114具有较短的长度并配置在具有多个开口部的区域111b的外侧。通过采用上述结构,与图7A所示的电极片的形状或结构相比,可以附加补充卷绕工序中的位置偏离的剩余部分。此外,当在卷绕时对电极片的卷绕面施加垂直方向以外的压力时,也可以借助于附加的剩余部分的结构缓和应力,从而可以抑制从集电体的活性物质混合剂层的剥离或剥脱。

[0075] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合而实施。

[0076] 实施方式3

[0077] 在本实施方式中,参照图8说明与实施方式1或2所说明的电极片不同的形状或结构的电极片的一个例子。

[0078] 图8示出本实施方式中的电极片的长边方向上的截面结构。在电极片的具有多个开口部的区域111b中,在对应于开口部114的露出的正极集电体110的部分设置有集电体的槽116。另一方面,不在与正极活性物质混合剂层111接触的正极集电体110中形成槽。由此,

开口部114中的正极集电体110的表面比由正极活性物质混合剂层111构成的岛状的图案115中的正极集电体110的表面更靠内侧。像这样,通过在活性物质混合剂层的开口部114中设置集电体的槽,因卷绕工序及活性物质混合剂层的膨胀收缩导致的应力集中在槽116的底面端部,所以可以抑制正极活性物质混合剂层111的从集电体的剥离或剥脱。

[0079] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合而实施。

[0080] 实施方式4

[0081] 在本实施方式中,说明实施方式1或2所说明的方形锂二次电池的结构及其制造方法。

[0082] (正极片及其制造方法)

[0083] 首先,说明正极片及其制造方法。图9A是正极片101的截面图。在正极片101中在正极集电体110上形成正极活性物质混合剂层111。正极活性物质混合剂层111包括开口部114及岛状的图案115。

[0084] 作为正极集电体110的材料可以使用不锈钢、金、铂、锌、铁、铜、铝、钛等的金属及它们的合金等的导电性高的材料。另外,作为正极集电体110的材料,优选使用添加有硅、钛、钼、钨等提高耐热性的元素的铝合金。另外,正极集电体110也可以使用与硅起反应形成硅化物的金属元素形成。作为与硅起反应形成硅化物的金属元素,可以举出锆、钛、钪、钒、铌、钽、铬、钼、钨、钴、镍等。正极集电体110可以适当地使用箔状、板状(薄片状)、网状、冲孔网金属(punching metal)状、冲压网金属(expanded metal)状等形状。

[0085] 作为正极活性物质混合剂层111的材料,可以使用 LiFeO_2 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 V_2O_5 、 Cr_2O_5 、 MnO_2 等的化合物。

[0086] 或者,也可以使用橄榄石型结构的含锂复合氧化物(通式为 LiMPO_4 (M为Fe(II)、Mn(II)、Co(II)、Ni(II)中的一种以上))。作为材料可以使用通式 LiMPO_4 的典型例子的锂化合物,诸如 LiFePO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ ($a+b$ 为1以下, $0<a<1$, $0<b<1$)、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Co}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_c\text{Co}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ ($c+d+e$ 为1以下, $0<c<1$, $0<d<1$, $0<e<1$)、 $\text{LiFe}_f\text{Ni}_g\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ ($f+g+h+i$ 为1以下, $0<f<1$, $0<g<1$, $0<h<1$, $0<i<1$)等。

[0087] 或者,也可以使用通式为 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ (M为Fe(II)、Mn(II)、Co(II)、Ni(II)中的一种以上, $0\leq j\leq 2$)等的含锂复合氧化物。作为材料可以使用通式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ 的典型例子的锂化合物,诸如 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ ($k+l$ 为1以下, $0<k<1$, $0<l<1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q$ 为1以下, $0<m<1$, $0<n<1$, $0<q<1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u$ 为1以下, $0<r<1$, $0<s<1$, $0<t<1$, $0<u<1$)等。

[0088] 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,正极活性物质混合剂层111也可以含有碱金属(例如,钠、钾等)、碱土金属(例如,钙、锶、钡等)、铍或镁代替上述锂化合物及含锂复合氧化物中的锂。

[0089] 另外,正极活性物质混合剂层111不局限于与在正极集电体110的双面直接接触地形成的情况。也可以在正极集电体110与正极活性物质混合剂层111之间使用金属等导电材料形成如下功能层:以提高正极集电体110与正极活性物质混合剂层111的密接性为目的的

密接层；用来缓和正极集电体110的表面的凹凸形状的平坦化层；用来放热的放热层；以及用来缓和正极集电体110或正极活性物质混合剂层111的应力的缓和应力层；等等。

[0090] 图9B是正极活性物质混合剂层111的截面图，该正极活性物质混合剂层111具有能够吸留和释放载体离子的粒子状的正极活性物质117以及覆盖多个该正极活性物质117且内部填充有该正极活性物质117的石墨烯118。不同的石墨烯118覆盖多个正极活性物质117的表面。另外，正极活性物质117也可以部分露出。

[0091] 在此，石墨烯狭义地是指石墨的水平层，即由碳构成的六元环在平面方向上连接而成的碳层，换言之是指具有 sp^2 键的一原子层的碳分子的薄片。尤其是，该碳层的2层以上且100层以下的叠层被称为多层石墨烯。但是，多层石墨烯也包括在石墨烯的范畴内。包含在石墨烯中的氧为3原子%以上且10原子%以下。

[0092] 石墨烯具有化学稳定性和良好的电特性。石墨烯具有高导电性是因为由碳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。但是，在垂直于石墨烯的平面的方向上离子难以移动。

[0093] 正极活性物质117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117中移动，所以正极活性物质117的粒径优选小。

[0094] 另外，即使石墨层不覆盖正极活性物质117表面也能获得充分的特性，但是通过一起使用被石墨层覆盖的正极活性物质及石墨烯，载流子在正极活性物质之间跳动而使电流流过，所以是优选的。

[0095] 图9C是图9B的正极活性物质混合剂层111的一部分的截面图。正极活性物质混合剂层111包括正极活性物质117以及覆盖该正极活性物质117的石墨烯118。在截面图中，观察到线状的石墨烯118。由一个石墨烯或多个石墨烯包裹多个正极活性物质。换言之，多个正极活性物质存在于一个石墨烯中或多个石墨烯之间。另外，有时石墨烯是袋状，多个正极活性物质被包裹在其内部。另外，有时一部分正极活性物质不被石墨烯覆盖而露出。

[0096] 至于正极活性物质混合剂层111的厚度，在20mm以上且100mm以下的范围内选择所希望的厚度。另外，优选的是，适当地调整正极活性物质混合剂层111的厚度，以避免裂纹和剥离的产生。

[0097] 另外，正极活性物质混合剂层111还可以具有石墨烯的体积的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如碳纳米纤维等已知的粘合剂。

[0098] 在正极活性物质117中，有的由于用作载流子的离子的吸留而发生体积的膨胀。因此，随着充放电正极活性物质层变脆，正极活性物质层的一部分受到破坏，结果会使锂二次电池的可靠性降低。但是，即使随着充放电正极活性物质的体积膨胀，因为石墨烯覆盖正极活性物质的周围，所以石墨烯也能够防止正极活性物质的分散或正极活性物质层的破坏。就是说，石墨烯具有即使随着充放电正极活性物质的体积增减也维持正极活性物质之间的结合的功能。由此，通过组合石墨烯与所述实施方式1至3的电极片，可以制造可靠性高的方形锂二次电池。

[0099] 另外，石墨烯118与多个正极活性物质接触，并用作导电助剂。此外，石墨烯118具有保持能够吸留和释放载体离子的正极活性物质117的功能。因此，不需要将粘合剂混合到正极活性物质层中，可以增加每正极活性物质层中的正极活性物质量，从而可以提高方形

锂二次电池的放电容量。

[0100] 接着,说明正极活性物质混合剂层111的制造方法。

[0101] 首先,形成包含粒子状的正极活性物质以及氧化石墨烯的浆料。接着,在正极集电体110的双面涂敷该浆料。此时,由于在具有多个开口部的区域111b的开口部114不设置正极活性物质混合剂层111,所以对开口部114选择性地不涂敷浆料。此外,不对后面焊接正极导线的区域等进行正极活性物质混合剂层111的涂敷。然后,在通过在还原气氛中的加热进行还原处理焙烧正极活性物质的同时,使包含在氧化石墨烯中的氧脱离,在石墨烯中形成间隙。此外,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。

[0102] 通过上述步骤,可以在正极集电体110上形成任意的图案形状的正极活性物质混合剂层111。其结果是,正极活性物质混合剂层的导电性得到提高。由于氧化石墨烯包含氧,所以在极性溶剂中带负电。因此,氧化石墨烯彼此分散。所以浆料所包含的正极活性物质不容易凝集,由此可以降低由焙烧引起的正极活性物质的粒径的增大。因而,电子容易在正极活性物质中迁移,而可以提高正极活性物质混合剂层的导电性。

[0103] 在正极集电体110上形成正极活性物质混合剂层111,然后使用辊压机对其进行滚压,而制造正极片101。

[0104] (负极片及其制造方法)

[0105] 接着,参照图10A说明负极片及其制造方法。

[0106] 如图10A所示,负极片103包括负极集电体112、设置在负极集电体112的双面上的负极活性物质混合剂层113。

[0107] 负极集电体112例如由金属等导电性高的材料构成。作为导电性高的材料,例如可以使用不锈钢、铁、铝、铜、镍或钛。另外,作为负极集电体112,可以适当地使用箔状、板状(薄片状)、网状、冲孔网金属状、冲压网金属状等形状。

[0108] 负极活性物质混合剂层113设置在负极集电体112的双面。作为负极活性物质混合剂层113,使用能够吸留和释放作为载流子的离子的负极活性物质。作为负极活性物质,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。也可以对硅掺杂磷等的赋予导电性的元素。作为负极活性物质,与黑铅相比,锗、硅、锂、铝的理论容量大。如果吸留容量大,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方形锂二次电池的小型化。

[0109] 在本实施方式中,也可以使用对上述负极活性物质添加导电助剂及粘合剂,而将其进行粉碎、混合、焙烧来制造的负极活性物质混合剂层113。

[0110] 另外,作为负极片103的制造方法的其他例子,在负极片103中,与正极片101同样地,可以在负极活性物质混合剂层113中引入石墨烯。由此,对于随着充放电的负极活性物质的膨胀收缩也具有维持负极活性物质之间的结合的功能。此外,石墨烯也具有导电助剂的功能。

[0111] 当作为负极活性物质使用黑铅时,对黑铅的粉末混合溶解聚偏氟乙烯等偏氟乙烯类聚合物等的NMP(N-甲基吡咯烷酮)作为粘合剂,而形成浆料。接着,在负极集电体112的一个面或双面涂敷该浆料使其干燥。与正极片的制造同样,在该涂敷工序中,由于不在具有多个开口部的区域的开口部设置负极活性物质混合剂层,所以对开口部选择性地不涂敷浆料。当仅对负极集电体112的一个面进行该涂敷工序时,通过再次使用同一方法来在另一个

面形成负极活性物质混合剂层。然后,使用辊压机对其进行滚压,而制造负极片103。

[0112] 另一方面,当作为负极活性物质使用硅时,由于因载体离子的吸留而硅膨胀至大约4倍,所以在负极集电体112上将硅仅形成成为薄膜状,这容易导致负极活性物质混合剂层的剥离。由此,作为硅的形状,需要使用薄膜形状以外的粒子状、晶须状、纳米线状等的形状。

[0113] 以下,参照图10A至图10D说明作为负极活性物质使用粒子状及晶须状的负极活性物质的例子。

[0114] 图10A是负极片103的截面图。在负极片中,在负极集电体112的双面上形成负极活性物质混合剂层113。另外,负极活性物质混合剂层113至少包含负极活性物质,此外还可以包含粘合剂、导电助剂及石墨烯。正极活性物质混合剂层113包括开口部130及岛状的图案131。

[0115] 图10B示出负极活性物质混合剂层113的一部分的平面图。负极活性物质混合剂层113由粒子状的负极活性物质132以及覆盖多个负极活性物质132且负极活性物质132在其内部的石墨烯133构成。当俯视负极活性物质混合剂层113时,多个负极活性物质混合剂层113表面由不同的石墨烯133覆盖。另外,也可以在一部分中露出有负极活性物质132。

[0116] 图10C是示出图10B的负极活性物质混合剂层113的一部分的截面图。图10C示出负极活性物质132以及在俯视负极活性物质混合剂层113时覆盖负极活性物质132的石墨烯133。在截面图中,观察到线状的石墨烯133。同一石墨烯或多个石墨烯与多个负极活性物质132重叠,或者多个负极活性物质132由同一石墨烯或多个石墨烯围绕。另外,石墨烯133呈现袋状,有时其内部内包有多个负极活性物质。另外,石墨烯133具有局部开放部,有时在该区域中露出有负极活性物质132。

[0117] 至于负极活性物质混合剂层113的厚度,在20mm以上且100mm以下的范围内选择所希望的厚度。

[0118] 另外,负极活性物质混合剂层113也可以包括体积为石墨烯的体积的0.1倍以上且10倍以下的乙炔黑粒子或以一维扩散的碳粒子(碳纳米纤维等)等已知的导电助剂以及聚偏氟乙烯等已知的粘合剂。

[0119] 另外,也可以对负极活性物质混合剂层113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混合剂层113表面形成锂层的方法。或者,可以通过在负极活性物质混合剂层113表面设置锂箔,对负极活性物质混合剂层113进行锂的预掺杂。尤其是在组装锂二次电池之后在正极片101的正极活性物质混合剂层111中生成石墨烯118时,优选对负极活性物质混合剂层113进行锂的预掺杂。

[0120] 在负极活性物质132中,有的由于载体离子的吸留而发生体积的膨胀。因此,由于充放电负极活性物质层变脆弱,该负极活性物质层的一部分损坏,而使锂二次电池的可靠性(例如,循环特性等)降低。但是,由于根据本发明的一个方式的锂二次电池的负极的负极活性物质132的周围由石墨烯133覆盖,因此即使负极活性物质132因充放电而导致体积发生膨胀,也可以通过石墨烯133防止负极活性物质132粉末化及负极活性物质混合剂层113的损坏。也就是说,根据本发明的一个方式的锂二次电池的负极中含有的石墨烯133具有如下功能:即使随着充放电负极活性物质132的体积发生膨胀收缩,也能够保持负极活性物质132之间的粘结。因此,通过使用负极片103可以提高锂二次电池的耐久性。

[0121] 也就是说,当形成负极活性物质混合剂层113时不需要使用粘合剂,因此可以增加固定重量(一定体积)的负极活性物质层中的负极活性物质量。因此,可以增大每单位电极重量(电极体积)的充放电容量。

[0122] 另外,由于石墨烯133具有导电性并且接触于多个负极活性物质132,因此也能够用作导电助剂。即,在形成负极活性物质混合剂层113时不需要使用导电助剂,因此可以增加固定重量(一定体积)的负极活性物质层中的负极活性物质量。因此,可以增大每单位电极重量(电极体积)的充放电容量。

[0123] 另外,石墨烯133由于负极活性物质混合剂层113中形成有高效且充分的传导通路(载体离子的传导通路),因此负极活性物质混合剂层113及负极片103具有良好的导电性。因此,具有负极片103的方形锂二次电池可以与理论容量相当的高效地利用负极活性物质132的容量,由此可以充分提高放电容量。

[0124] 另外,由于石墨烯133还具有能够进行载体离子的吸留及释放的负极活性物质的功能,因此可以提高负极片103的充电容量。

[0125] 下面,对图10B及图10C所示的负极活性物质混合剂层113的制造方法进行说明。

[0126] 首先,形成包含粒子状的负极活性物质132以及氧化石墨烯的浆料。具体而言,使用粒子状的负极活性物质132及包含氧化石墨烯的分散液(dispersion liquid)进行混炼形成浆料。

[0127] 接着,在负极集电体112上涂敷上述浆料。与上述黑铅的情况同样,不对具有多个开口部的区域的开口部进行浆料的涂敷。接着,进行一定时间的真空干燥去除涂敷于负极集电体112上的浆料中的溶剂。然后,使用辊压机进行滚压加工。

[0128] 然后,使用电能将氧化石墨烯电化学还原来生成石墨烯133。通过上述工序,可以在负极集电体112的双面上形成负极活性物质混合剂层113,由此可以制造负极片103。

[0129] 接着,说明图10D所示的负极的结构。

[0130] 图10D是示出在负极集电体112上形成有负极活性物质混合剂层134的负极片的截面图。负极活性物质混合剂层134包括:包括凹凸状的表面的负极活性物质135;以及覆盖该负极活性物质135表面的石墨烯136。

[0131] 凹凸状的负极活性物质135包括共同部135a以及从共同部135a突出的凸部135b。凸部135b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,负极活性物质135使用能够进行载体离子(典型的是锂离子)的吸留及释放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135a及凸部135b。或者,也可以使用不同的材料构成共同部135a及凸部135b。

[0132] 当图10D所示的负极使用硅作为负极活性物质135时,由于负极活性物质135的周围由石墨烯136覆盖,因此即使因充放电而导致负极活性物质135的体积发生膨胀,也能够防止负极活性物质135粉末化及负极活性物质混合剂层134的损坏。

[0133] 另外,当负极活性物质层的表面与构成锂二次电池的电解液接触时,电解液与负极活性物质发生反应,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),其能够缓和负极与电解液之间的反应而保持稳定。但是,当该膜的厚度较厚时,载体离子不容易被负极吸留,而出现电极与电解液之间的载体离子的传导性降低、消耗电解液等问题。

[0134] 通过使用石墨烯136覆盖负极活性物质混合剂层134表面,可以抑制该膜的厚度的增加,从而可以抑制充放电容量的下降。

[0135] 另外,作为凹凸状的负极活性物质135的其他结构,可以采用如下结构:在负极集电体112上以覆盖作为负极集电体112的一部分形成的凸部的方式设置负极活性物质,形成具有凹凸状的表面的负极活性物质。

[0136] 下面,说明图10D所示的负极活性物质混合剂层134的制造方法。

[0137] 通过利用印刷法、喷墨法、CVD法等将凹凸状的负极活性物质135设置在负极集电体112的双面上。或者,在利用涂敷法、溅射法、蒸镀法等设置膜状的负极活性物质之后,选择性地去除该膜状的负极活性物质,来在负极集电体112的双面上设置凹凸状的负极活性物质135。在此,不通过上述方法等对具有多个开口部的区域的开口部130进行负极活性物质135的形成。或者,在整个面上暂时形成负极活性物质135之后,通过蚀刻等的方法去除成为开口部130的部分的负极活性物质135,可以形成开口部。

[0138] 接着,在凹凸状的负极活性物质135上涂敷含有氧化石墨烯的分散液。作为涂敷含有氧化石墨烯的分散液的方法,可以适当地使用实施方式1中说明的方法。另外,也可以将氧化石墨烯涂敷在开口部130内。此时,由于作为岛状的图案131被分离的负极活性物质135彼此粘结,所以可以提高凹凸状的负极活性物质135的强度。

[0139] 接着,在去除含有氧化石墨烯的分散液中的溶剂之后,使用电能将氧化石墨烯电化学还原来生成石墨烯136。

[0140] 如此,通过使用含有氧化石墨烯的分散液生成石墨烯,可以在凹凸状的负极活性物质135表面覆盖厚度均匀的石墨烯136。

[0141] 另外,通过利用作为原料气体使用硅烷、氯化硅烷、氟化硅烷等的LPCVD法,可以在负极集电体112上设置使用硅形成的凹凸状的负极活性物质135(以下称为硅晶须)。

[0142] 硅晶须也可以具有非晶结构。当将具有非晶结构的硅晶须用作负极活性物质混合剂层134时,因为能够耐受因载体离子的吸留及释放而发生的体积变化(例如,缓和由于体积膨胀引起的应力),所以能够防止因反复充放电导致硅晶须的粉末化及负极活性物质混合剂层134的损坏,因此能够制造循环特性得到进一步提高的锂二次电池。

[0143] 或者,硅晶须也可以具有晶体结构。在此情况下,具有优越的导电性及优越的载体离子迁移率的晶性的结晶结构广泛接触于集电体。因此,可以进一步提高负极整体的导电性,并能够进行高速充放电,从而可以制造充放电容量进一步提高的方形锂二次电池。

[0144] 或者,硅晶须也可以包括具有晶性的区域的芯及设置为覆盖该芯的非晶区域的外壳。

[0145] 非晶质构造的外壳具有如下特征,即能够耐受因载体离子的吸留及释放而发生的体积变化(例如,缓和由于体积膨胀引起的应力)。另外,晶性的芯具有优越的导电性及优越的载体离子迁移率,并且每单位质量的载体离子的吸留速度及释放速度很快。因此,通过将具有芯及外壳的硅晶须用作负极活性物质混合剂层113,能够进行高速的充放电,并且能够制造提高充放电容量及循环特性的方形锂二次电池。

[0146] (卷绕体及其制造方法)

[0147] 通过夹着隔离体102重叠如上所述那样制造的正极片101及负极片103,形成集合片。然后,夹着与隔离体102不同的隔离体105卷绕集合片来制造卷绕体100。

[0148] 另外,隔离体102及隔离体105也可以为连续的薄片。作为隔离体102、隔离体105使用绝缘多孔体。作为隔离体102、隔离体105的典型例子,例如可以由如下物质形成:纸、无纺布、玻璃纤维、陶瓷或者使用如尼龙(聚酰胺)、维尼纶(Vinylon)(聚乙烯醇类纤维)、聚酯、丙烯酸树脂、聚烯烃、聚氨酯的合成纤维等。注意,需要选择在电解液中不溶解的材料。

[0149] 在该卷绕工序中,以分别设置在正极片101及负极片103中的具有多个开口部的区域位于集合片的弯曲部的方式进行卷绕。通过将集合片及隔离体卷在芯板上进行卷绕工序,在卷绕结束之后,去除芯板形成扁平状的卷绕体。在此,由于分别设置在正极片101及负极片103中的具有多个开口部的区域具有剩余部分,所以即使在设计范围内因卷绕发生位置偏离,也由具有多个开口部的区域覆盖弯曲部。因此,由于通过集合片所具有的开口部可以缓和因弯曲产生的应力,所以可以提供可靠性高的方形锂二次电池。

[0150] (方形锂二次电池)

[0151] 下面,参照图11说明方形锂二次电池的结构的一个方式。

[0152] 在方形锂二次电池300中,兼用作外装罐的正极端子305及负极端子306被由聚丙烯等形成的垫片311绝缘密封。在外装罐中封入上述卷绕体,而注入电解液。如上所述,卷绕体是夹着隔离体304重叠正极片302与负极片303形成集合片,并且夹着隔离体301卷绕该集合片而形成的,可以使用其他实施方式所示的电极片。虽然未图示,但是焊接于正极片302的一端部的正极导线与正极端子305电连接,而焊接于负极片303的一端部的负极导线与负极端子306电连接。在外装罐的内部充满有从注入液口310注入的电解液,并且由绝缘板307或间隔物308密封。另外,也可以将外装罐用作负极端子,而使正极和负极彼此调换。

[0153] 作为电解液的溶质,使用具有载体离子的材料。作为电解液的溶质的典型例子,可以举出 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等锂盐。

[0154] 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,作为电解液的溶质也可以使用以碱金属(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。

[0155] 此外,作为电解液的溶剂,使用能够输送载体离子的材料。作为电解液的溶剂,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(EC)、碳酸丙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯(DEC)、 γ -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,当作为电解液的溶剂使用凝胶化的高分子材料时,如防漏液性等的安全性得到提高。并且,能够实现方形锂二次电池的薄型化及轻量化。作为凝胶化的高分子材料的典型例子,可以举出硅胶、丙烯酸树脂胶、丙烯腈胶、聚氧化乙烯、聚氧化丙烯、氟类聚合物等。另外,通过电解质的溶剂使用一个或多个具有阻燃性及非挥发性的离子液体(室温熔融盐),即使因锂二次电池的内部短路或过充电等而内部温度上升也可以防止锂二次电池的破裂或发火等。

[0156] 另外,也可以使用具有硫化物类或氧化物类等无机材料的固态电解质或者具有PEO(聚氧化乙烯)类高分子材料的固态电解质代替电解液。当使用固态电解质时,不需要设置隔离体。另外,由于可以使电池整体固态化,所以没有漏液的担忧而显著提高安全性。

[0157] 外装罐(正极端子)305或负极端子306可以使用具有抗腐蚀性的镍、铝、钛等金属、这些金属的合金或这些金属与其他金属的合金(不锈钢等)形成。尤其是为了防止因二次电池的充放电产生的由电解液导致的腐蚀,优选将腐蚀性金属镀上镍等。

[0158] 在垫片311中设置有排气阀309。排气阀309用来当电池的内压上升而超过既定的阈值时,将电池内部的气体排出到电池外部。此外,虽然未图示,但是设置作为随着温度升高其电阻增大的热感电阻元件的PTC元件(Positive Temperature Coefficient:正温度系数),由电阻的增大控制电流而防止异常发热也是有效的。作为PTC元件,可以使用钛酸钡(BaTiO_3)类半导体陶瓷等。

[0159] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合而实施。

[0160] 实施方式5

[0161] 根据本发明的一个方式的方形锂二次电池能够用作利用电力驱动的各种各样的电器设备的电源。

[0162] 作为根据本发明的一个方式的方形锂二次电池的电器设备的具体例子,可以举出电视机、显示器等显示装置、照明装置、台式或笔记本个人计算机、文字处理机、再现存储在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、便携式CD播放器、收音机、磁带录音机、音响、台钟、挂钟、无绳电话子机、步话机、便携无线设备、手机、车载电话、便携式游戏机、计算器、便携式信息终端、电子笔记本、电子书阅读器、电子翻译器、声音输入器、摄像机、数字静态照相机、电动剃须刀、微波炉等高频加热装置、电饭煲、洗衣机、吸尘器、热水器、电扇、电吹风、空调设备诸如空调器、加湿器及除湿器、洗碗机、烘碗机、干衣机、烘被机、电冰箱、电冷冻箱、电冷藏冷冻箱、DNA保存用冷冻器、手电筒、链锯等工具、烟探测器、透析装置等医疗设备等。再者,还可以举出工业设备诸如引导灯、信号机、传送带、自动扶梯、电梯、工业机器人、蓄电系统、用于使电力均匀化或智能电网的蓄电装置。另外,利用来自锂二次电池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(EV)、兼具内燃机和电动机的混合动力汽车(HEV)、插电式混合动力汽车(PHEV)、使用履带代替这些的车轮的履带式车辆、包括电动辅助自行车的电动自行车、摩托车、电动轮椅、高尔夫球车、小型或大型船舶、潜水艇、直升机、飞机、火箭、人造卫星、太空探测器、行星探测器、宇宙飞船等。

[0163] 另外,在上述电器设备中,作为用来供应大部分的耗电量的主电源,可以使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池。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进行对电器设备的电力供应的不间断电源,可以使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池。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电力供应同时进行的将电力供应到电器设备的辅助电源,可以使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池。

[0164] 图12示出上述电器设备的具体结构。在图12中,显示装置8000是使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8004的电器设备的一个例子。具体地说,显示装置8000相当于电视广播接收用显示装置,包括壳体8001、显示部8002、扬声器部8003及方形锂二次电池8004等。根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8004设置在壳体8001的内部。显示装置8000既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在方形锂二次电池8004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,通过将根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8004用作不间断电源,也可以利用显示装置8000。

[0165] 作为显示部8002,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(数字微镜装置:Digital

Micromirror Device)、PDP(等离子体显示面板:Plasma Display Panel)及FED(场致发射显示器:Field Emission Display)等。

[0166] 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信息显示装置的显示装置包括在显示装置中。

[0167] 在图12中,安镶型照明装置8100是使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8103的电器设备的一个例子。具体地说,照明装置8100包括壳体8101、光源8102及方形锂二次电池8103等。虽然在图12中例示方形锂二次电池8103设置在镶有壳体8101及光源8102的天花板8104的内部的情况,但是方形锂二次电池8103也可以设置在壳体8101的内部。照明装置8100既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在方形锂二次电池8103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,通过将根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8103用作不间断电源,也可以利用照明装置8100。

[0168] 另外,虽然在图12中例示设置在天花板8104的安镶型照明装置8100,但是根据本发明的一个方式的方形锂二次电池既可以用于设置在天花板8104以外的例如侧壁8105、地板8106或窗户8107等的安镶型照明装置,又可以用于台式照明装置等。

[0169] 另外,作为光源8102,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。

[0170] 在图12中,具有室内机8200及室外机8204的空调器是使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8203的电器设备的一个例子。具体地说,室内机8200包括壳体8201、送风口8202及方形锂二次电池8203等。虽然在图12中例示方形锂二次电池8203设置在室内机8200中的情况,但是方形锂二次电池8203也可以设置在室外机8204中。或者,也可以在室内机8200和室外机8204的双方中设置有方形锂二次电池8203。空调器既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在方形锂二次电池8203中的电力。尤其是,当在室内机8200和室外机8204的双方中设置有方形锂二次电池8203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,通过将根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8203用作不间断电源,也可以利用空调器。

[0171] 另外,虽然在图12中例示由室内机和室外机构成的分体式空调器,但是也可以将根据本发明的一个方式的方形锂二次电池用于在一个壳体中具有室内机的功能和室外机的功能的一体式空调器。

[0172] 在图12中,电冷藏冷冻箱8300是使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8304的电器设备的一个例子。具体地说,电冷藏冷冻箱8300包括壳体8301、冷藏室门8302、冷冻室门8303及方形锂二次电池8304等。在图12中,方形锂二次电池8304设置在壳体8301的内部。电冷藏冷冻箱8300既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在方形锂二次电池8304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,通过将根据本发明的一个方式的方形锂二次电池8304用作不间断电源,也可以利用电冷藏冷冻箱8300。

[0173] 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功率。因此,通过将根据本发明的一个方式的方形锂二次电池用作来辅助商业电源不能充分供应的电力的辅助电源,当使用电器设备时可以防止商业电源的总开关跳

闸。

[0174] 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(称为功率使用率)低的时间段中,将电力蓄积在方形锂二次电池中,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8300,在气温低且不进行冷藏室门8302或冷冻室门8303的开关的夜间,将电力蓄积在方形锂二次电池8304中。并且,在气温高且进行冷藏室门8302或冷冻室门8303的开关的白天,将方形锂二次电池8304用作辅助电源,由此可以抑制白天的电力使用率。

[0175] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合而实施。

[0176] 实施方式6

[0177] 接着,参照图13A至图13C对作为电器设备的一个例子的便携式信息终端进行说明。

[0178] 图13A和图13B是能够进行对折的平板终端。图13A是打开状态,并且平板终端包括壳体9630、显示部9631a、显示部9631b、显示模式切换开关9034、电源开关9035、省电模式切换开关9036、卡子9033以及操作开关9038。

[0179] 在显示部9631a中,能够将其一部分用作触摸屏的区域9632a,并且能够通过触摸所显示的操作键9638来输入数据。此外,在显示部9631a中,作为一个例子示出一半的区域只有显示功能且另一半的区域具有触摸屏的功能的结构,但是不局限于该结构。也可以采用显示部9631a的整个区域具有触摸屏的功能的结构。例如,能够使显示部9631a的整个面显示键盘按钮来将其用作触摸屏,并且将显示部9631b用作显示屏面。

[0180] 此外,在显示部9631b中也与显示部9631a同样,能够将显示部9631b的一部分用作触摸屏的区域9632b。此外,通过使用手指、触屏笔等触摸触摸屏上的显示有键盘显示切换按钮9639的位置,能够在显示部9631b上显示键盘按钮。

[0181] 此外,也可以对触摸屏的区域9632a和触摸屏的区域9632b同时进行触摸输入。

[0182] 另外,显示模式切换开关9034能够选择切换竖屏显示和横屏显示等显示方向并能够切换黑白显示、彩色显示。省电模式切换开关9036能够根据由平板终端所内置有的光传感器检测出的使用时的外光的光量而将显示亮度设定为最适合的亮度。平板终端除了光传感器以外还可以内置有陀螺仪、加速度传感器等检测倾斜度的传感器等其他检测装置。

[0183] 此外,虽然图13A示出显示部9631b与显示部9631a的显示面积相同的例子,但是不局限于此,一个的尺寸可以与另一个的尺寸不同,并且它们的显示质量也可以有差异。例如可以采用一个与另一个相比能够进行高精度的显示的显示面板。

[0184] 图13B是盖合状态,平板终端包括壳体9630、太阳能电池9633、充放电控制电路9634、电池9635以及DCDC转换器9636。此外,在图13B中,示出作为充放电控制电路9634的一个例子具有电池9635、DCDC转换器9636的结构,并且电池9635具有在上述实施方式中所说明的方形锂二次电池。

[0185] 此外,平板终端能够对折,因此不使用时能够合上壳体9630。因此,能够保护显示部9631a、显示部9631b,所以能够提供一种耐久性良好且可靠性从长期使用的观点来看也良好的平板终端。

[0186] 此外,图13A和图13B所示的平板终端还能够具有如下功能:显示各种各样的信息(静态图像、动态图像、文字图像等);将日历、日期或时刻等显示在显示部上;对显示在显示

部上的信息进行触摸操作或编辑的触摸输入;通过各种各样的软件(程序)控制处理等。

[0187] 通过利用安装在平板终端的表面的太阳能电池9633,能够将电力供应到触摸屏、显示部或图像信号处理部等。另外,可以将太阳能电池9633设置在壳体9630的单面或双面,由此可以高效地对电池9635进行充电。另外,当作为电池9635使用根据本发明的一个方式的方形锂二次电池时,有可以实现小型化等的优点。

[0188] 另外,参照图13C所示的框图对图13B所示的充放电控制电路9634的结构和工作进行说明。图13C示出太阳能电池9633、电池9635、DCDC转换器9636、转换器9637、开关SW1至SW3以及显示部9631,电池9635、DCDC转换器9636、转换器9637以及开关SW1至SW3对应图13B所示的充放电控制电路9634。

[0189] 首先,说明利用外光使太阳能电池9633发电时的工作的例子。使用DCDC转换器9636对太阳能电池所产生的电力进行升压或降压以使它成为用来给电池9635充电的电压。并且,当利用来自太阳能电池9633的电力使显示部9631工作时使开关SW1成为导通,并且,利用转换器9637将其升压或降压为显示部9631所需要的电压。另外,当不在显示部9631进行显示时,可以使SW1成为截止且使SW2成为导通而给电池9635充电。

[0190] 此外,虽然作为发电单元的一个例子示出了太阳能电池9633,但是不局限于此,也可以使用压电元件(piezoelectric element)或热电转换元件(珀尔帖元件(peltier element))等其他发电单元给电池9635充电。例如,也可以采用:以无线(非接触)的方式收发电力来进行充电的非接触电力传输模块;或组合其他充电单元进行充电的结构。

[0191] 另外,只要具备上述实施方式所说明的方形锂二次电池,则当然不局限于图13A至图13C所示的电器设备。

[0192] 本实施方式能够与其他实施方式适当地组合而实施。

[0193] 实施方式7

[0194] 再者,参照图14A和图14B说明电器设备的一个例子的移动体。

[0195] 可以将实施方式1至3所说明的方形锂二次电池用于控制电池。通过利用插件技术或非接触供电从外部供应电力来可以给控制电池充电。另外,当移动体为铁路用电动车辆时,可以从架空电缆或导电轨供应电力来进行充电。

[0196] 图14A和图14B示出电动汽车的一个例子。电动汽车9700安装有方形锂二次电池9701。方形锂二次电池9701的电力由控制电路9702调整输出而供应到驱动装置9703。控制电路9702由具有未图示的ROM、RAM、CPU等的处理装置9704控制。

[0197] 驱动装置9703是由单个直流电动机、单个交流电动机或电动机和内燃机的组合而构成的。处理装置9704根据电动汽车9700的驾驶员的操作信息(加速、减速、停止等)、行车信息(爬坡、下坡等,或者行车中的车轮受到的负荷等)等的输入信息,向控制电路9702输出控制信号。控制电路9702利用处理装置9704的控制信号调整从方形锂二次电池9701供应的电能控制驱动装置9703的输出。当安装交流电动机时,虽然未图示,但是还安装有将直流转换为交流的逆变器。

[0198] 通过利用插件技术从外部供应电力来可以给方形锂二次电池9701充电。例如,从商业电源通过电源插座给方形锂二次电池9701进行充电。通过AC/DC转换器等转换装置将来自外部的电力转换为具有恒定电压值的直流定电压来进行充电。通过安装根据本发明的一个方式的方形锂二次电池作为方形锂二次电池9701,可以有助于缩短充电时间等并改进

便利性。此外,通过充放电速度的提高,可以有助于电动汽车9700的加速力的提高,而且还可以有助于电动汽车9700的性能的提高。另外,当通过提高方形锂二次电池9701的特性来能够进行方形锂二次电池9701本身的小型轻量化时,可以实现车辆的轻量化,也可以减少耗油量。

[0199] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合而实施。

[0200] 附图标记说明

[0201] 100 卷绕体;101 正极片;102 隔离体;103 负极片;104 集合片;105 隔离体;106 正极导线;107 负极导线;110 正极集电体;111 正极活性物质混合剂层;111a 没有开口部的区域;111b 具有多个开口部的区域;112 负极集电体;113 负极活性物质混合剂层;114 开口部;115 岛状的图案;116 槽;117 正极活性物质;118 石墨烯;120 不弯曲部;121 弯曲部;122 覆盖弯曲部的部分;123 剩余部分;130 开口部;131 岛状的图案;132 负极活性物质;133 石墨烯;134 负极活性物质混合剂层;135 负极活性物质;135a 共同部;135b 凸部;136 石墨烯;300 方形锂二次电池;301 隔离体;302 正极片;303 负极片;304 隔离体;305 正极端子;306 负极端子;307 绝缘板;308 间隔物;309 排气阀;310 注入液口;311 垫片;8000 显示装置;8001 壳体;8002 显示部;8003 扬声器部;8004 方形锂二次电池;8100 照明装置;8101 壳体;8102 显示部;8103 光源;8104 天花板;8105 侧壁;8106 地板;8107 窗户;8200 室内机;8201 壳体;8202 送风口;8203 方形锂二次电池;8204 室外机;8300 电冷藏冷冻箱;8301 壳体;8302 冷藏室门;8303 冷冻室门;8304 方形锂二次电池;9033 卡子;9034 开关;9035 电源开关;9036 开关;9038 操作开关;9630 壳体;9631 显示部;9631a 显示部;9631b 显示部;9632a 区域;9632b 区域;9633 太阳能电池;9634 充放电控制电路;9635 电池;9636 DCDC转换器;9637 转换器;9638 操作键;9639 按钮;9700 电动汽车;9701 方形锂二次电池;9702 控制电路;9703 驱动装置;9704 处理装置。

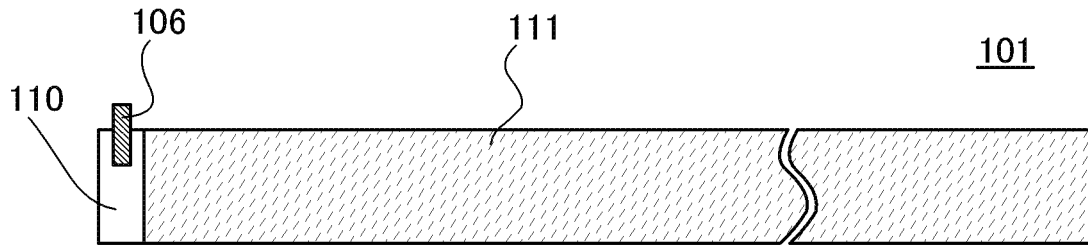


图 2A

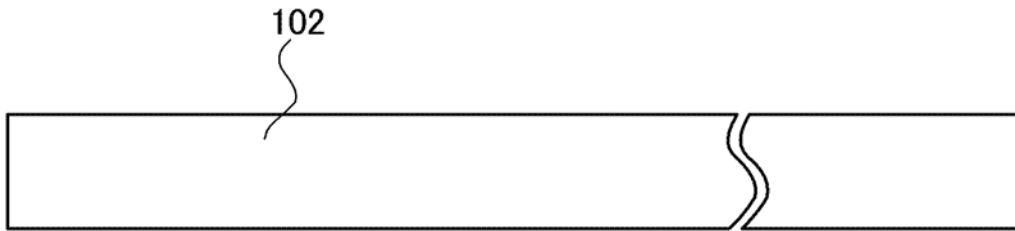


图 2B



图 2C

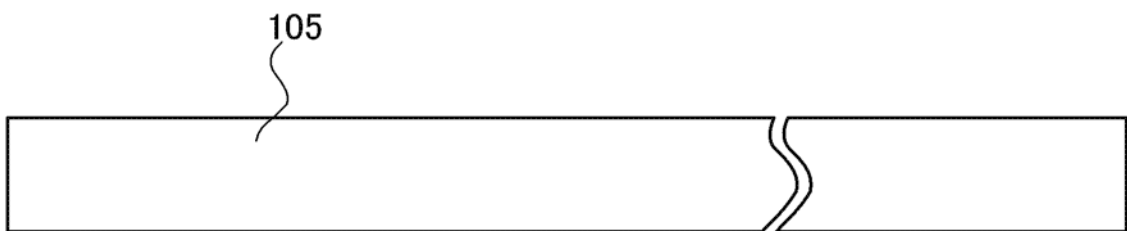


图 2D

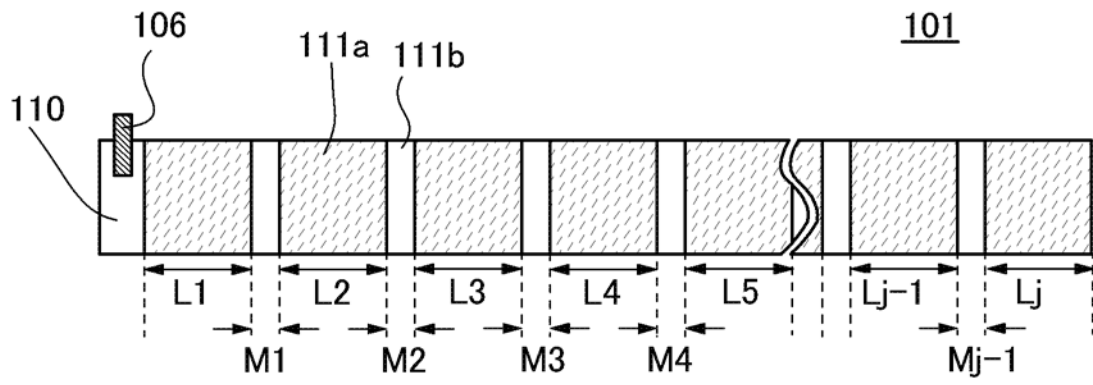


图 3A

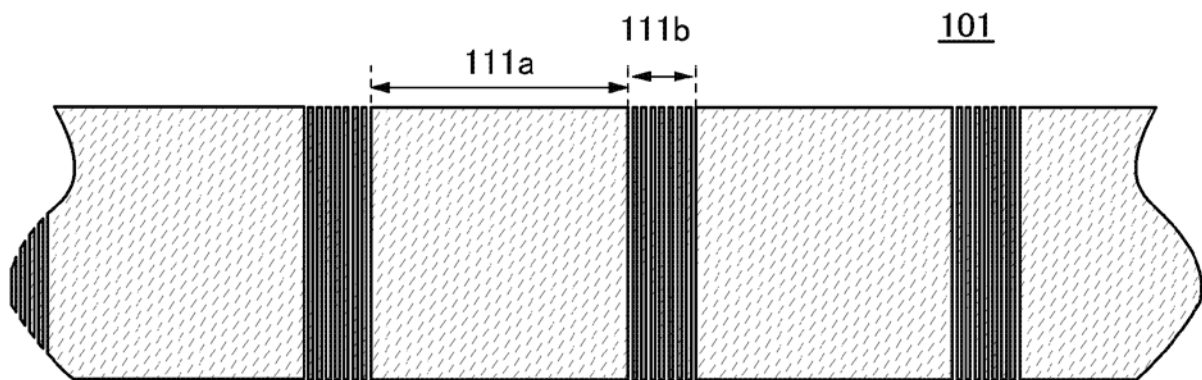


图 3B

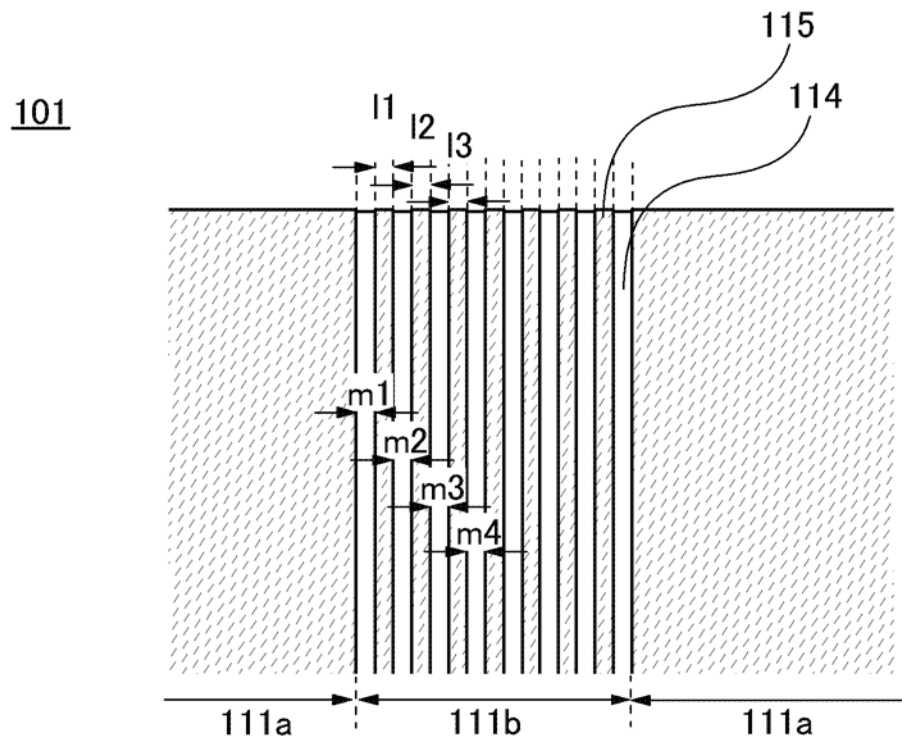


图 3C

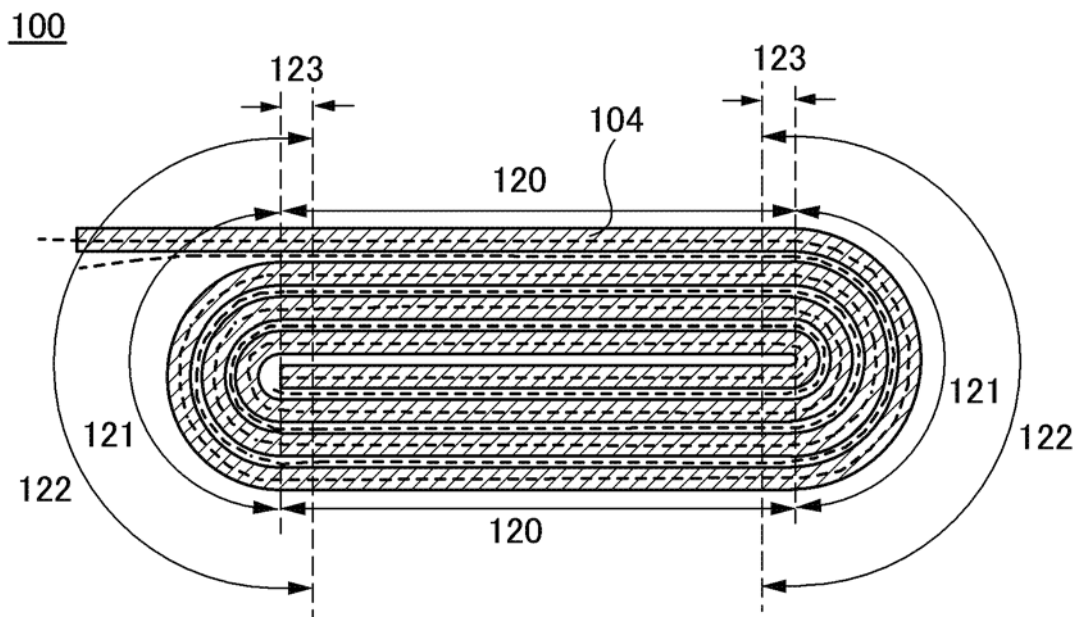


图 4A

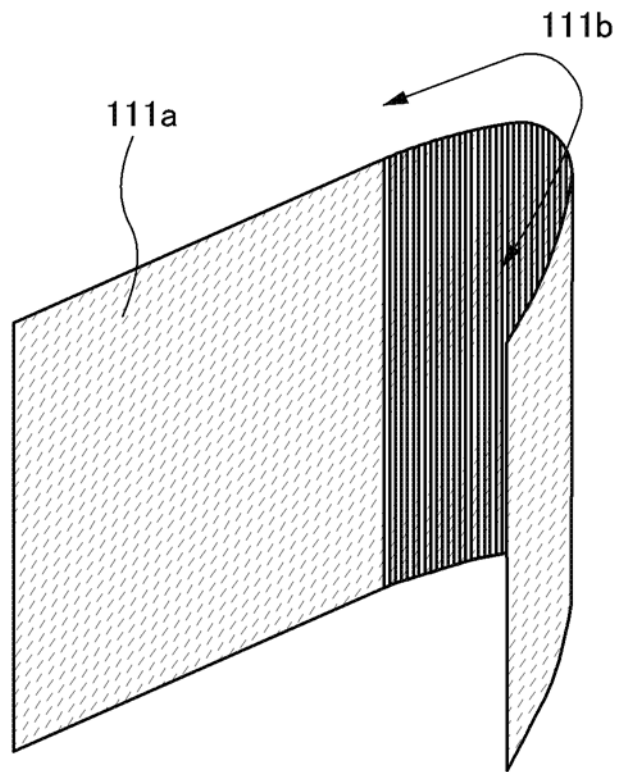


图 4B

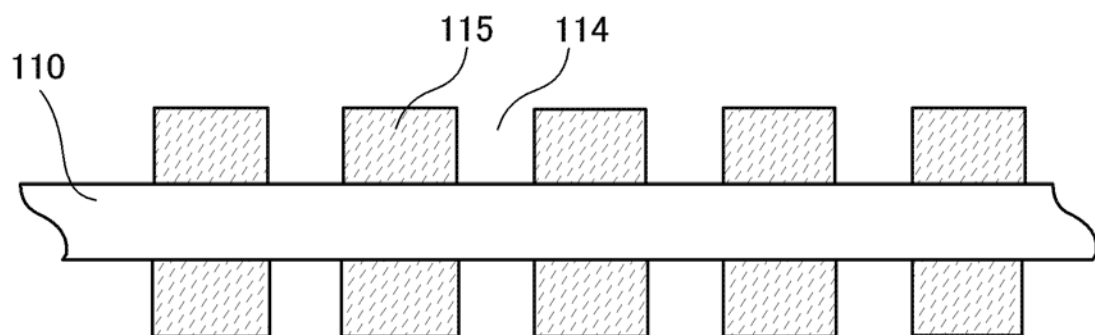


图 5A

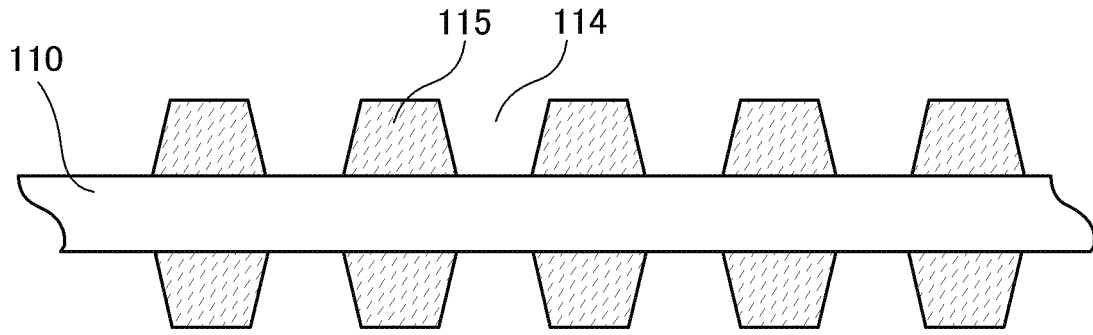


图 5B

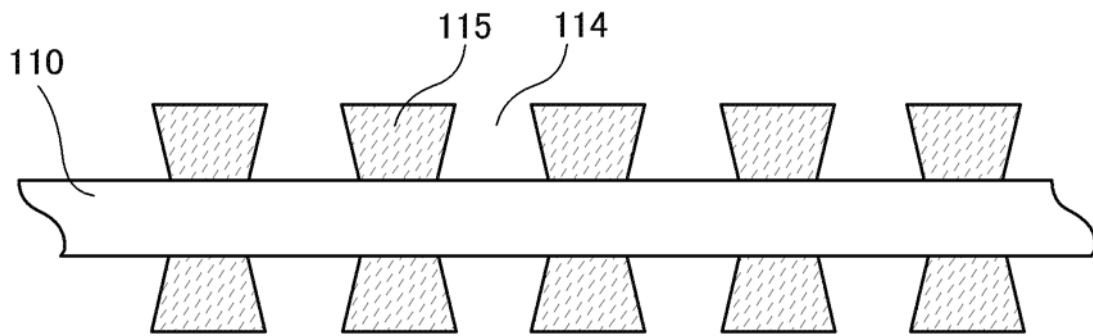


图 5C

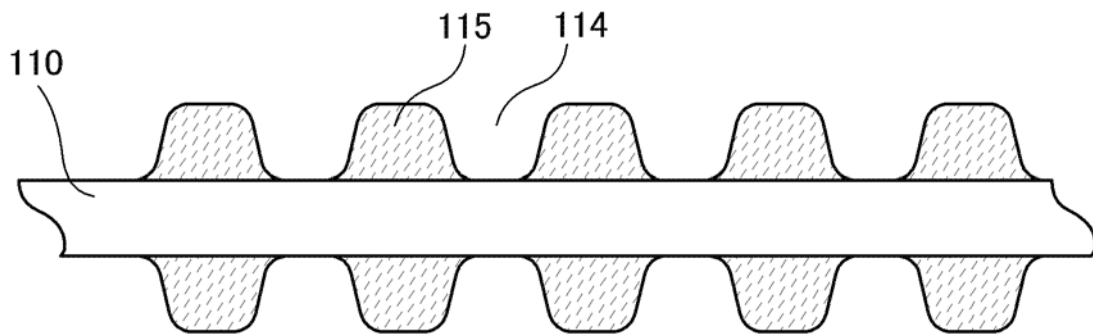


图 5D

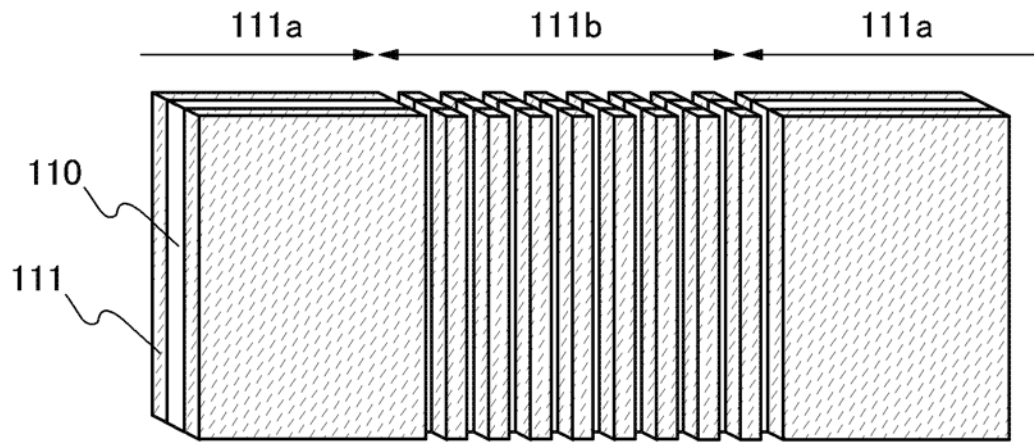


图 6A

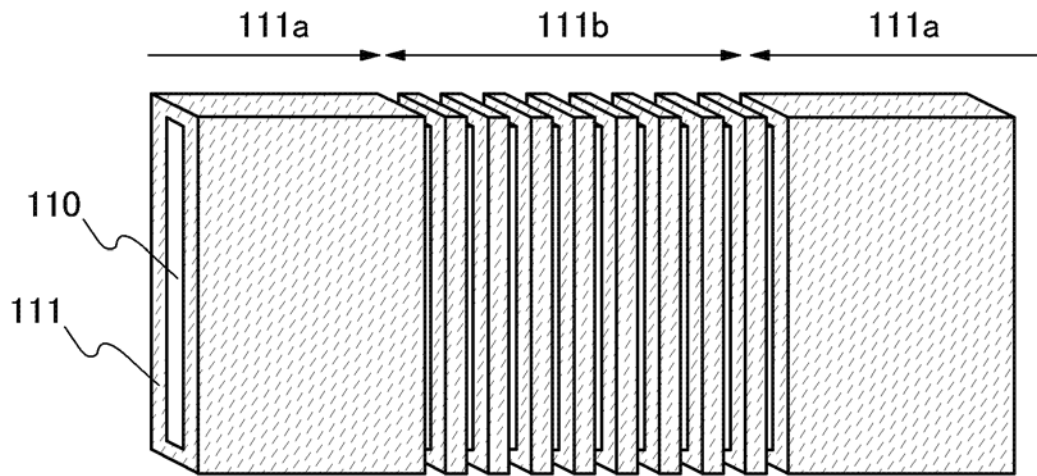


图 6B

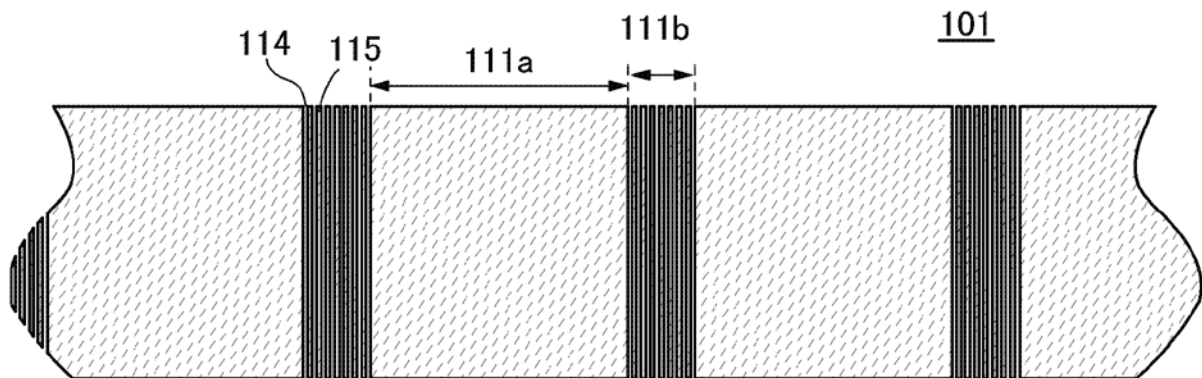


图 7A

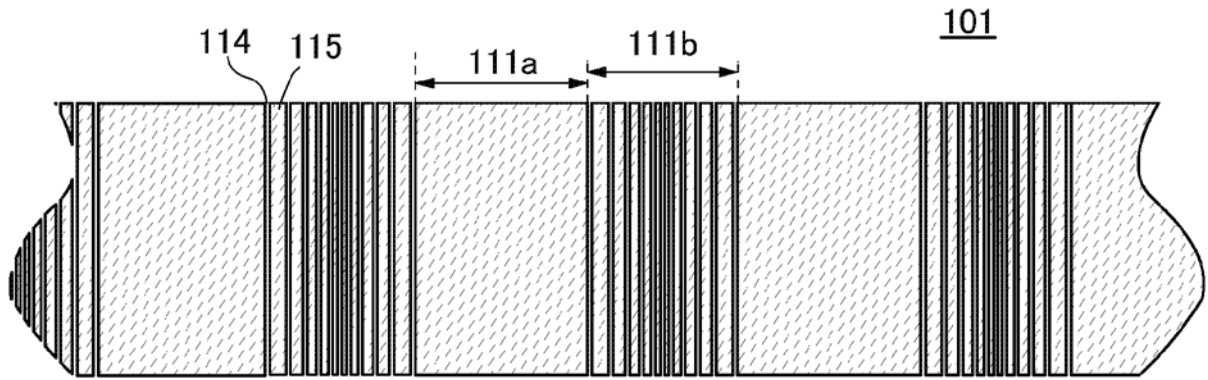


图 7B

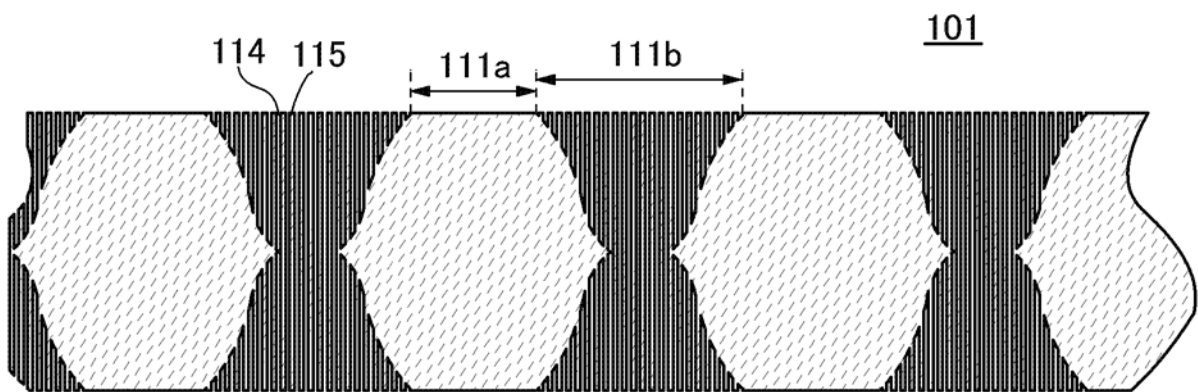


图 7C

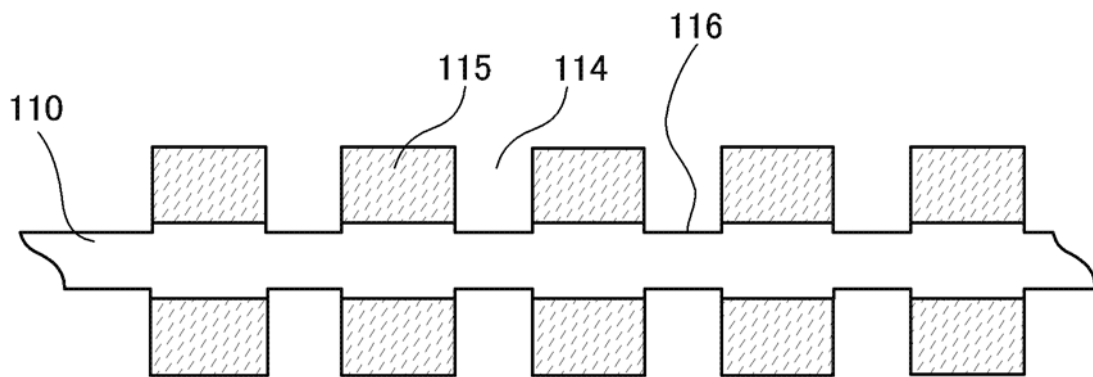


图 8

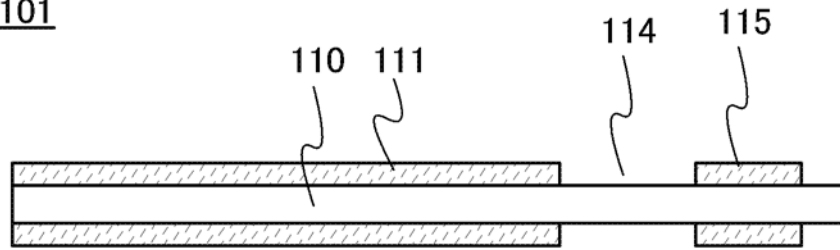
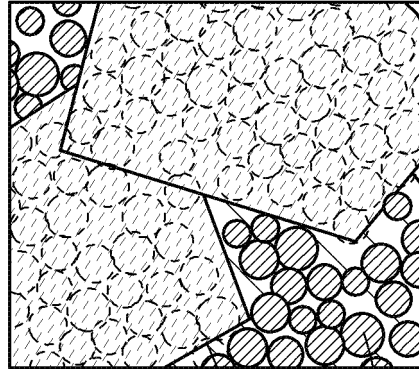
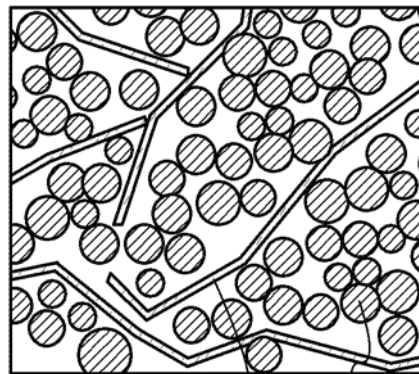
101

图 9A



118 117

图 9B



118 117

图 9C

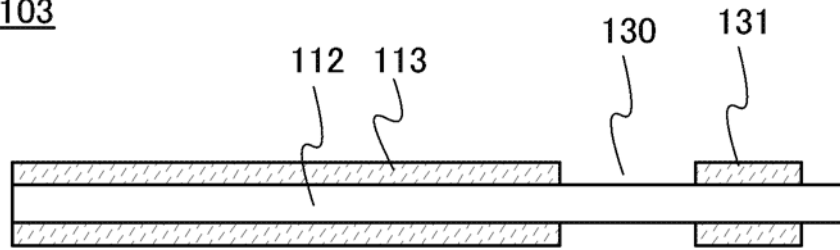
103

图 10A

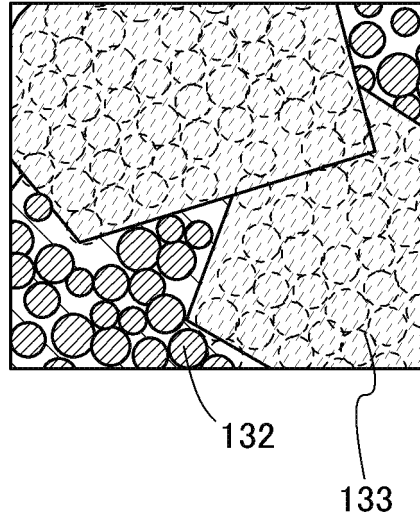


图 10B

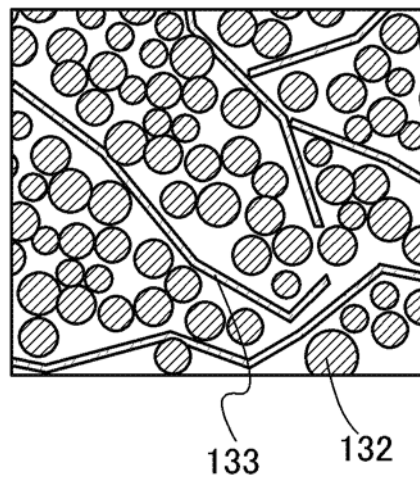


图 10C

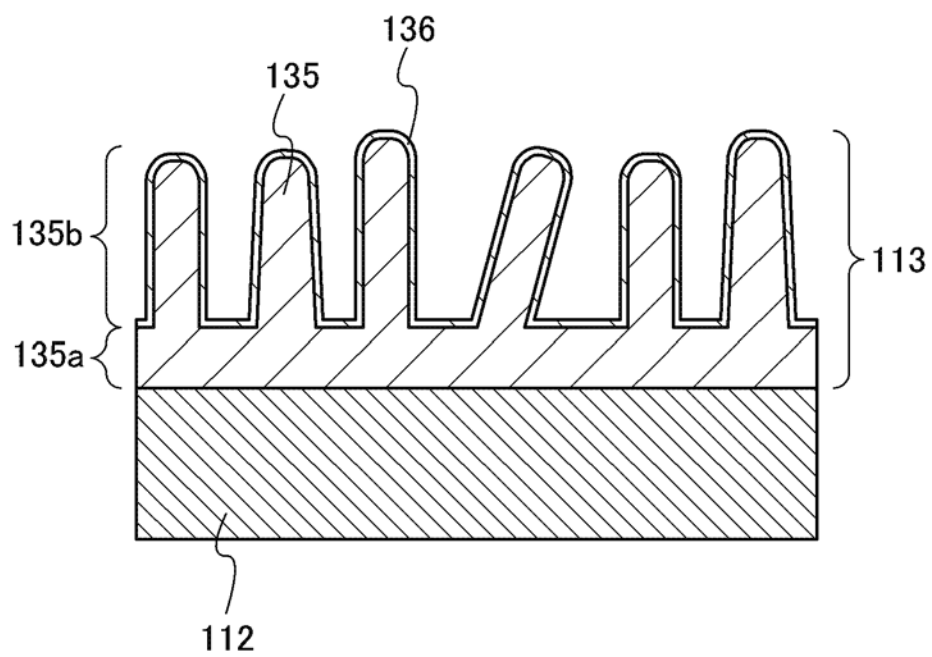


图 10D

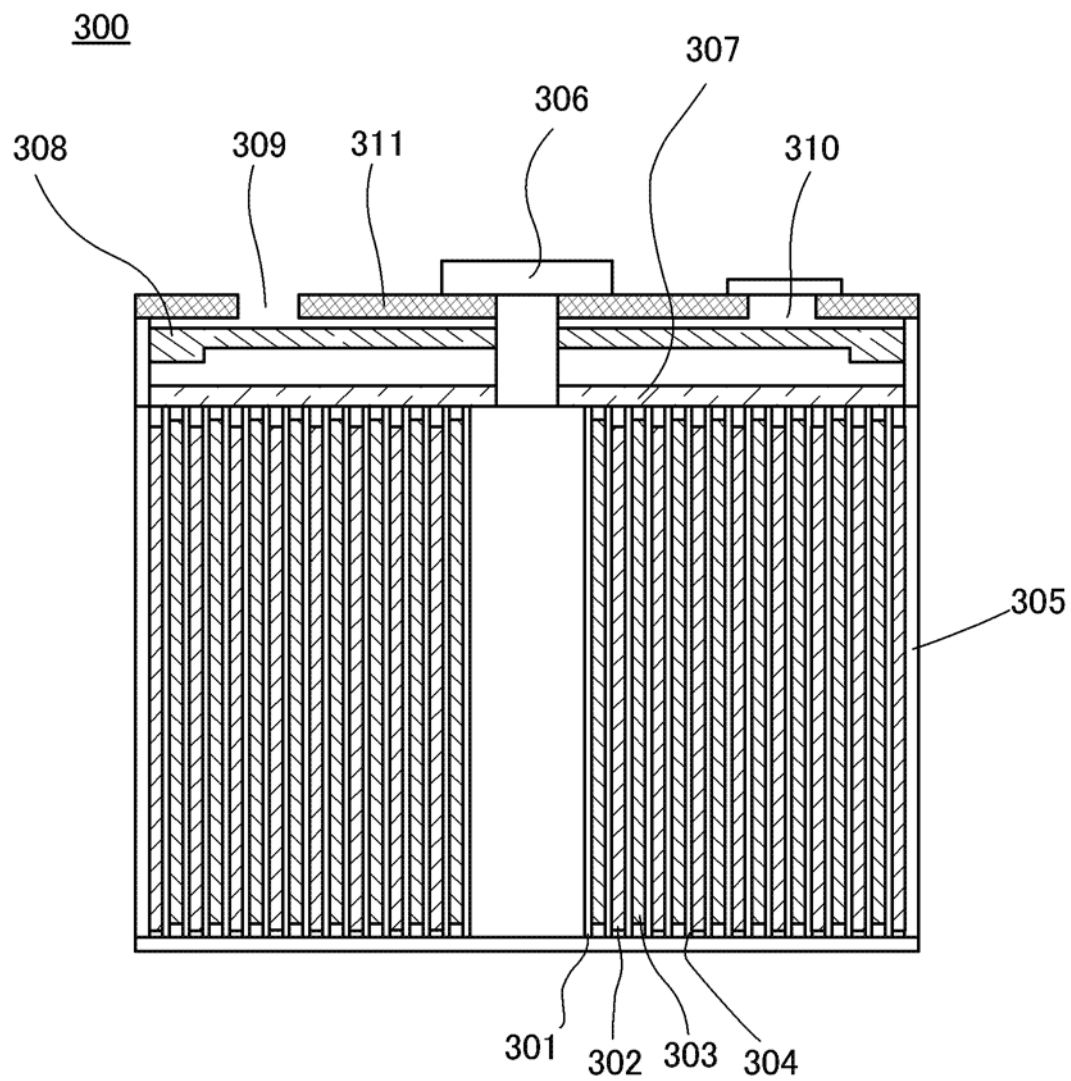


图 11

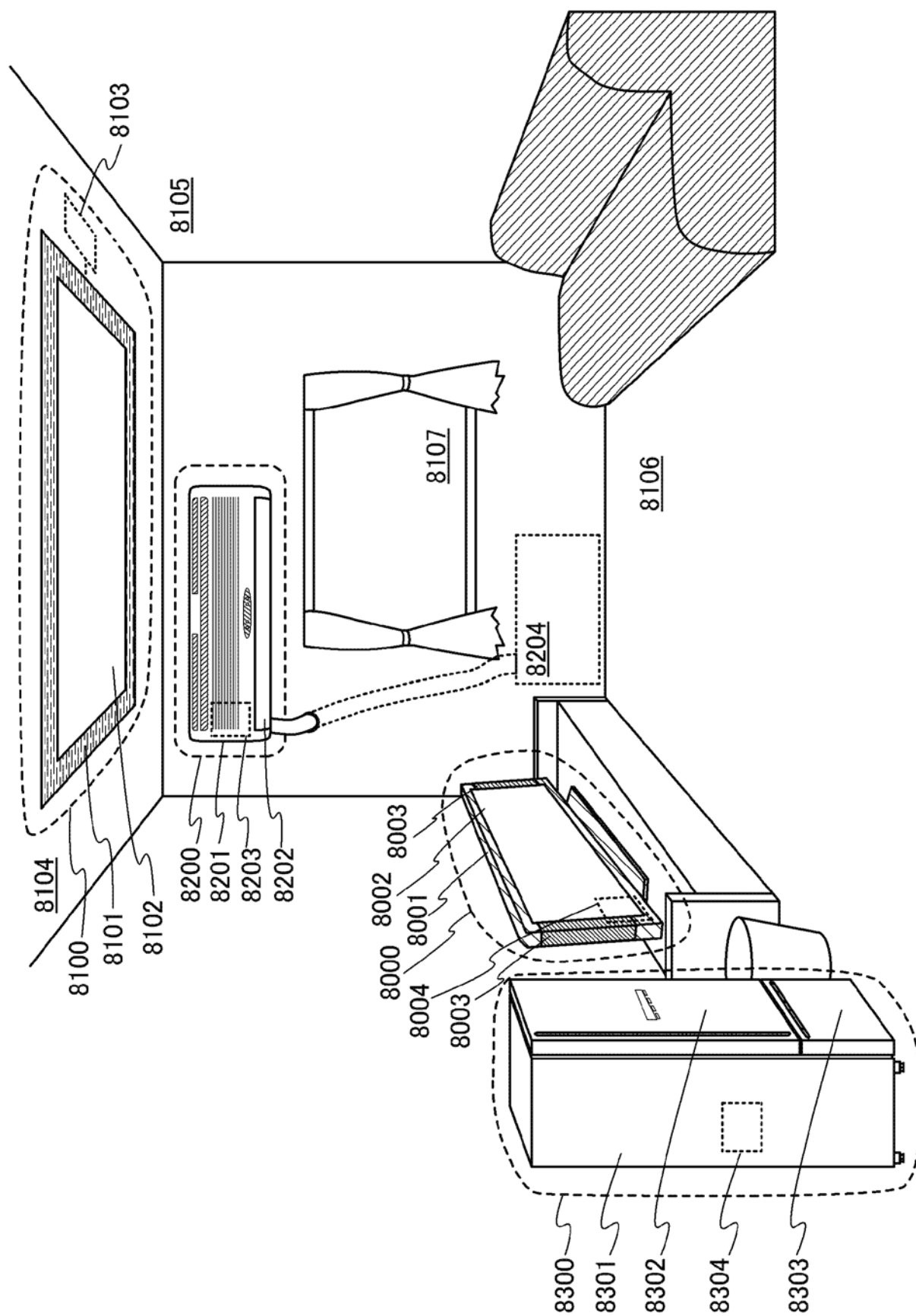


图 12

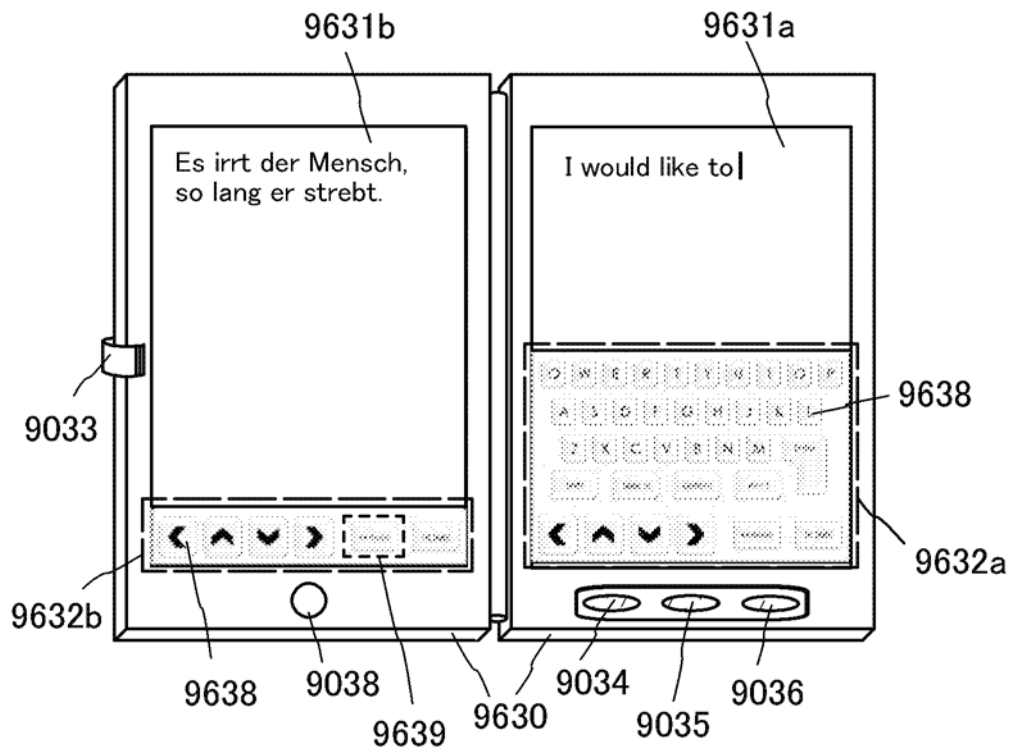


图 13A

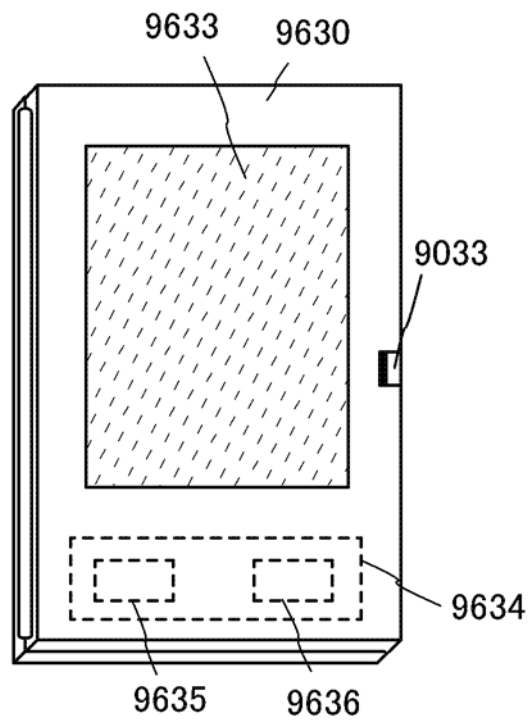


图 13B

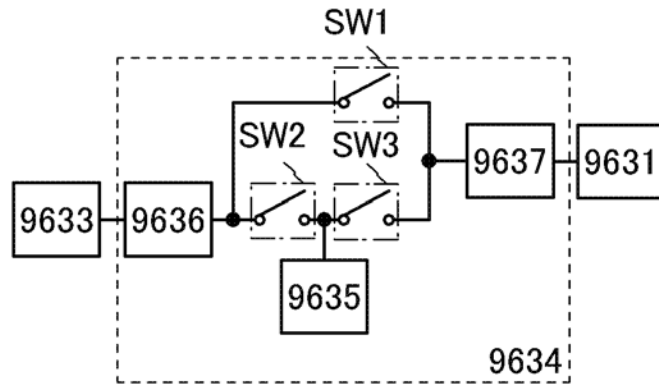


图 13C

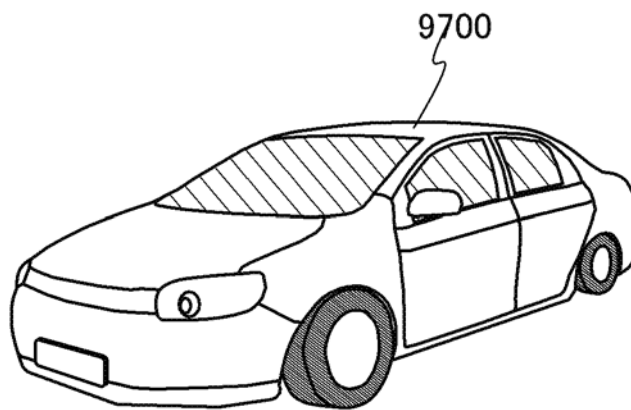


图 14A

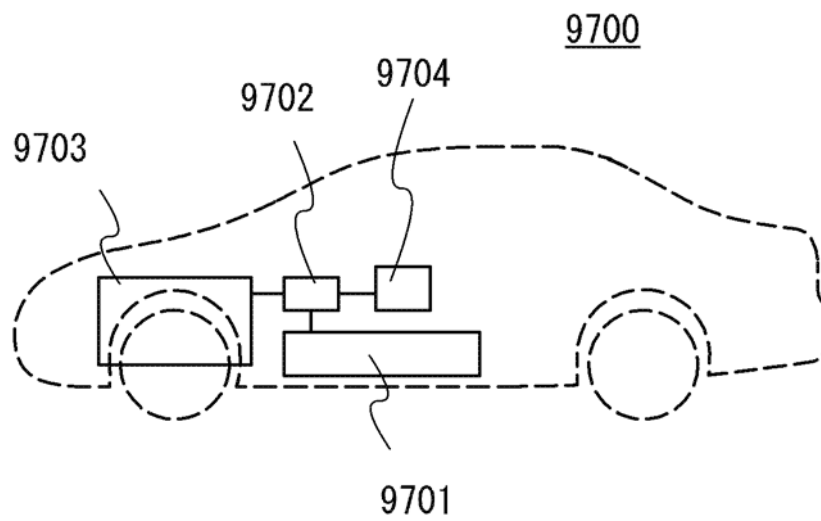


图 14B