



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116615793 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 18

(21) 申请号 202180078545.2

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

(22) 申请日 2021.11.19

11323

专利代理师 权鲜枝 刘宁军

(30) 优先权数据

2020-194683 2020.11.24 JP

(51) Int.Cl.

H01G 11/12 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.05.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/042686 2021.11.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/113913 JA 2022.06.02

(71) 申请人 株式会社丰田自动织机

地址 日本爱知县

(72) 发明人 近藤悠史 大森修 河合智之

片山丈嗣 山下裕介

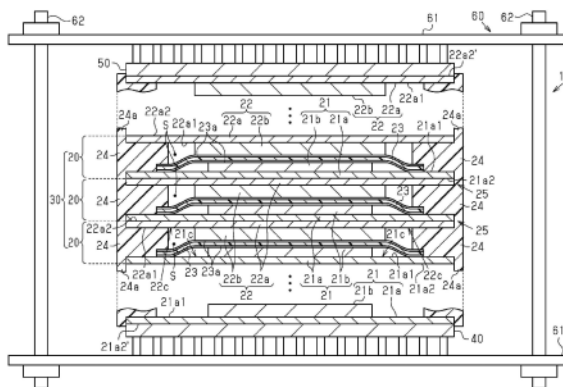
权利要求书1页 说明书16页 附图3页

(54) 发明名称

蓄电装置

(57) 摘要

一种蓄电装置(10),具备蓄电单元(20),蓄电单元(20)具备正极(21)、负极(22)、隔离物(23)以及设置在正极(21)与负极(22)之间并且液密地收纳液体电解质的收纳室(S)。具备将蓄电单元(20)串联层叠多个而成的单元堆叠体(30),单元堆叠体(30)的相对于层叠方向的侧面被树脂制的密封部(24)覆盖。位于单元堆叠体(30)的最外层的终端正极集电体(21a')和终端负极集电体(22a')由热传导率为100W/m·K以上的高热传导材料构成。具备冷却终端正极集电体(21a')的正极冷却部(40)和冷却终端负极集电体(22a')的负极冷却部(50)。液体电解质是含有草酸盐化合物的液体电解质。



1. 一种蓄电装置,具备蓄电单元,所述蓄电单元具备:
正极,其是在正极集电体的第1面粘接正极活性物质层而成的;
负极,其是在负极集电体的第1面粘接负极活性物质层而成的,以使所述负极活性物质层与所述正极的所述正极活性物质层相对的方式配置;
隔离物,其配置在所述正极活性物质层与所述负极活性物质层之间;以及
收纳室,其设置在所述正极与所述负极之间并且液密地收纳液体电解质,所述蓄电装置的特征在于,
所述液体电解质是含有草酸盐化合物的液体电解质,
具备将所述蓄电单元串联层叠多个而成的单元堆叠体,
所述单元堆叠体的相对于层叠方向的侧面被树脂制的包覆部覆盖,
所述正极集电体和所述负极集电体分别具备位于所述单元堆叠体的最外层的终端集电体,
所述终端集电体中的至少一方由热传导率为 $100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上的高热传导材料构成,
具备对由所述高热传导材料构成的所述终端集电体进行冷却的冷却部。
2. 根据权利要求1所述的蓄电装置,其中,
所述草酸盐化合物是用通式(1) $\text{A}^+[\text{BX}_{4-2n}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^-$ (式中的 A^+ 是碱金属的阳离子, X 是卤素原子, n 是1或2)表示的草酸盐化合物。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的蓄电装置,其中,
满足所述正极活性物质层的单位面积重量为 $55\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上、以及所述负极活性物质层的单位面积重量为 $25\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上中的至少一方。
4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的蓄电装置,其中,
所述隔离物粘接于所述正极活性物质层和所述负极活性物质层。
5. 根据权利要求1所述的蓄电装置,其中,
在所述包覆部设置有使所述收纳室内产生的二氧化碳向所述单元堆叠体的外部透过的透过壁部,
所述透过壁部由密度小于 $930\text{kg}/\text{m}^3$ 的低密度聚乙烯树脂构成。
6. 根据权利要求5所述的蓄电装置,其中,
所述透过壁部设置在所述包覆部的整周。

蓄电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及蓄电装置。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了通过将单独制作的多个蓄电单元串联层叠而构成的扁平型的蓄电装置。上述蓄电单元具备：正极，其是在由树脂构成的正极集电体的单面的中央部形成正极活性物质层而成的；负极，其是在由树脂构成的负极集电体的单面的中央部形成负极活性物质层而成的，以使负极活性物质层与正极的正极活性物质层相对的方式配置；以及隔离物，其配置在正极与负极之间。

[0003] 而且，上述蓄电单元具备配置在正极与负极之间且比正极活性物质层和负极活性物质层靠外周侧的包括热塑性树脂的密封部。密封部保持正极集电体与负极集电体的间隔来防止集电体间的短路，并且将正极集电体与负极集电体之间液密地封闭而在正极集电体与负极集电体之间形成容纳液体电解质的密闭空间。

[0004] 专利文献2~5公开了使用添加有双草酸硼酸锂(LiBOB)的非水电解质的技术。在使用了包含LiBOB的液体电解质的情况下，分解生成物的覆膜形成在负极活性物质的表面，该覆膜发挥作为负极活性物质的保护膜的作用。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：特开2017-16825号公报

[0008] 专利文献2：特开2002-184460号公报

[0009] 专利文献3：特开2002-110235号公报

[0010] 专利文献4：特开2009-245828号公报

[0011] 专利文献5：特开2014-035952号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的问题

[0013] 基于专利文献2~5，本发明的发明人们确认了在液体电解质中添加了草酸盐化合物的结果是，蓄电装置的寿命提高。但是，本发明的发明人们开展了进一步研究，结果发现了如下问题：当蓄电装置的温度成为例如180℃以上的高温时，作为草酸盐化合物的分解生成物的负极活性物质表面的覆膜会与液体电解质产生发热反应，蓄电装置的温度会进一步上升。

[0014] 特别是，在通过将单独制作的多个蓄电单元串联层叠而构成的扁平型的蓄电装置的情况下，由于各蓄电单元内的液体电解质的容纳室变窄，所以液体电解质中的与负极活性物质表面的接触部分相对变大。因此，基于负极活性物质表面的覆膜与液体电解质的发热反应的温度上升变得进一步显著。

[0015] 本发明是鉴于这样的实际情况而完成的，其目的在于抑制使用了含有草酸盐化合

物的液体电解质的蓄电装置的温度上升。

[0016] 用于解决问题的方案

[0017] 达到上述目的的蓄电装置具备蓄电单元,所述蓄电单元具备:正极,其是在正极集电体的第1面粘接正极活性物质层而成的;负极,其是在负极集电体的第1面粘接负极活性物质层而成的,以使所述负极活性物质层与所述正极的所述正极活性物质层相对的方式配置;隔离物,其配置在所述正极活性物质层与所述负极活性物质层之间;以及收纳室,其设置在所述正极与所述负极之间并且液密地收纳液体电解质,在所述蓄电装置中,所述液体电解质是含有草酸盐化合物的液体电解质,具备将所述蓄电单元串联层叠多个而成的单元堆叠体,所述单元堆叠体的相对于层叠方向的侧面被树脂制的包覆部覆盖,所述正极集电体和所述负极集电体分别具备位于所述单元堆叠体的最外层的终端集电体,所述终端集电体中的至少一方由热传导率为 $100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上的高热传导材料构成,具备对由所述高热传导材料构成的所述终端集电体进行冷却的冷却部。

[0018] 根据上述构成,由树脂制的包覆部将串联层叠多个蓄电单元而成的单元堆叠体的外表面中的、相对于层叠方向的侧面覆盖。由此,抑制了通过单元堆叠体的侧面进行的单元堆叠体内的液体电解质与单元堆叠体的外部之间的传热,使单元堆叠体的外表面中的与外部的传热部分限于位于层叠方向的端面的终端集电体。而且,由高热传导材料构成终端集电体,并且设置有对由高热传导材料构成的终端集电体进行冷却的冷却部。

[0019] 因此,在高温环境下使用蓄电装置的情况下,能够通过包覆部抑制外部气体的热传递到单元堆叠体内的液体电解质。另外,即使液体电解质的温度上升,也会通过由高热传导材料构成的终端集电体及冷却部,使该热向外部放出,从而能够抑制液体电解质的过度的温度上升。由此,能够抑制达到使基于液体电解质中含有的草酸盐化合物而形成的负极活性物质层的表面的覆膜与液体电解质产生发热反应的温度这种程度的蓄电装置的温度上升,并且能够抑制由该发热反应造成的蓄电装置的进一步的温度上升。

[0020] 优选所述草酸盐化合物是用通式(1) $\text{A}^+[\text{BX}_{4-2n}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^-$ 表示的草酸盐化合物。通式(1)中的 A^+ 是碱金属的阳离子,X是卤素原子,n是1或2。

[0021] 根据上述构成,草酸盐化合物的分解生成物的覆膜会形成于负极活性物质的表面,基于此,能更显著地得到提高蓄电装置的寿命的效果。

[0022] 优选满足所述正极活性物质层的单位面积重量为 $55\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上、以及所述负极活性物质层的单位面积重量为 $25\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上中的至少一方。

[0023] 根据上述构成,能够增大蓄电装置的能量密度。

[0024] 优选所述隔离物粘接于所述正极活性物质层和所述负极活性物质层。

[0025] 根据上述构成,能提高隔着隔离物相对的正极活性物质层与负极活性物质层之间的热传导的效率。由此,在单元堆叠体的层叠方向上热易于传递,能够使单元堆叠体内的热高效地向终端集电体和冷却部移动并向外部放出。

[0026] 优选在所述包覆部设置有使所述收纳室内产生的二氧化碳向所述单元堆叠体的外部透过的透过壁部,所述透过壁部由密度小于 $930\text{kg}/\text{m}^3$ 的低密度聚乙烯树脂构成。

[0027] 在将结构中包含草酸根离子的草酸盐化合物添加到液体电解质的情况下,由于源自草酸根离子的二氧化碳的产生,收纳液体电解质的收纳室的内压有时会上升。收纳室的内压的上升成为使蓄电装置的温度上升的原因。

[0028] 根据上述构成,在包覆部设置有使用了具有使二氧化碳透过的性质的低密度聚乙烯树脂的透过壁部。由此,在收纳室内产生了源自构成草酸盐化合物的草酸根离子的二氧化碳的情况下,能够通过透过壁部将收纳室内的二氧化碳向单元堆叠体的外部排出。其结果是,能够抑制收纳室的内压的上升,并且能够抑制基于收纳室的内压的上升的蓄电装置的温度上升。

[0029] 优选所述透过壁部设置在所述包覆部的整周。

[0030] 根据上述构成,能使二氧化碳从包覆部的内周面的周向上的任何位置透过,能够抑制所产生的二氧化碳没有排出而继续积存在拐角部分等收纳室内的一部分。

[0031] 发明效果

[0032] 根据本发明,能够抑制使用了含有草酸盐化合物的液体电解质的蓄电装置的温度上升。

附图说明

[0033] 图1是蓄电装置的截面图。

[0034] 图2是变更例的单元堆叠体的周缘部的局部截面图。

[0035] 图3是变更例的蓄电装置的截面图。

[0036] 图4是示出放电时的单元堆叠体的温度变化的坐标图。

具体实施方式

[0037] 以下,根据附图来说明将本发明具体化的一实施方式。

[0038] 图1所示的蓄电装置10例如是叉车、混合动力汽车、电动汽车等各种车辆的电池所使用的蓄电模块。蓄电装置10例如是锂离子二次电池等二次电池。蓄电装置10也可以是双电层电容器。在本实施方式中,例示蓄电装置10为锂离子二次电池的情况。

[0039] 如图1所示,蓄电装置10构成为包含在层叠方向上堆叠(层叠)多个蓄电单元20而成的单元堆叠体(cellstack)30(层叠体)。以下,将多个蓄电单元20的层叠方向简称为层叠方向。各蓄电单元20具备正极21、负极22、隔离物23以及密封部24。

[0040] 正极21具备正极集电体21a和设置在正极集电体21a的第1面21a1的正极活性物质层21b。在从层叠方向观看的俯视(以下简称为俯视。)时,正极活性物质层21b形成在正极集电体21a的第1面21a1的中央部。俯视时的正极集电体21a的第1面21a1的周缘部成为未设置正极活性物质层21b的正极未涂布部21c。正极未涂布部21c以俯视时包围正极活性物质层21b的周围的方式配置。

[0041] 负极22具备负极集电体22a和设置在负极集电体22a的第1面22a1的负极活性物质层22b。在俯视时,负极活性物质层22b形成在负极集电体22a的第1面22a1的中央部。俯视时的负极集电体22a的第1面22a1的周缘部成为未设置负极活性物质层22b的负极未涂布部22c。负极未涂布部22c以俯视时包围负极活性物质层22b的周围的方式配置。

[0042] 正极21和负极22以使正极活性物质层21b和负极活性物质层22b在层叠方向上相互相对的方式配置。也就是说,正极21和负极22相对的方向与层叠方向一致。负极活性物质层22b形成为比正极活性物质层21b大一圈,在俯视时,正极活性物质层21b的形成区域的整体位于负极活性物质层22b的形成区域内。

[0043] 正极集电体21a具有作为与第1面21a1相反的一侧的面的第2面21a2。正极21是在正极集电体21a的第2面21a2未形成正极活性物质层21b和负极活性物质层22b中的任何一者的单极结构的电极。负极集电体22a具有作为与第1面22a1相反的一侧的面的第2面22a2。负极22是在负极集电体22a的第2面21a2未形成正极活性物质层21b和负极活性物质层22b中的任何一者的单极结构的电极。

[0044] 隔离物23是配置在正极21与负极22之间来将正极21与负极22隔离从而防止由两极的接触导致的短路、并且使锂离子等电荷载体通过的构件。

[0045] 隔离物23例如是包含吸收保持液体电解质的聚合物的多孔性片或无纺布。作为构成隔离物23的材料,例如可举出聚丙烯、聚乙烯、聚烯烃、聚酯等。隔离物23可以具有单层结构或多层结构。多层结构例如可以具有粘接层、作为耐热层的陶瓷层等。

[0046] 如图1所示,在本实施方式中,使用了在两侧的表面设置有粘接层23a的片状的隔离物23。设置在隔离物23的一个表面(纸面下侧的表面)的粘接层23a粘接于正极集电体21a的第1面22a1和正极活性物质层21b。设置在隔离物23的另一个表面(纸面上侧的表面)的粘接层23a粘接于负极活性物质层22b。

[0047] 密封部24配置在正极21的正极集电体21a的第1面22a1与负极22的负极集电体22a的第1面22a1之间且比正极活性物质层21b和负极活性物质层22b靠外周侧,并粘接于正极集电体21a和负极集电体22a双方。密封部24通过将正极集电体21a与负极集电体22a之间绝缘来防止集电体间的短路。

[0048] 在俯视时,密封部24形成为沿着正极集电体21a和负极集电体22a的周缘部延伸并且包围正极活性物质层21b和负极活性物质层22b的周围的框状。密封部24配置在正极集电体21a的第1面21a1的正极未涂布部21c与负极集电体22a的第1面22a1的负极未涂布部22c之间。

[0049] 在蓄电单元20的内部形成有由框状的密封部24、正极21以及负极22划分的收纳室S。收纳室S是被框状的密封部24、正极21以及负极22包围的液密的密闭空间。在收纳室S收纳有正极活性物质层21b、负极活性物质层22b、隔离物23以及液体电解质。此外,隔离物23的周缘部分设为埋在密封部24中的状态。密封部24通过将正极21与负极22之间封闭,能抑制收纳室S中收纳的液体电解质向外部的透过。

[0050] 收纳室S是在正极集电体21a的第1面21a1和负极集电体22a的第1面22a1的面方向上扩展并且层叠方向的长度短的扁平形状。例如在将收纳室S的层叠方向的长度设为L、将收纳室S的容积设为V时,上述长度L与上述容积V的比率(V/L)优选为0.025以上,更优选为0.035以上。另外,上述比率(V/L)例如为0.4以下。

[0051] 收纳室S的层叠方向的长度L例如为400 μm 以上、1000 μm 以下,优选为500 μm 以上、750 μm 以下。收纳室S的容积V例如为25cc以上、150cc以下,优选为40cc以上、120cc以下,进一步优选为50cc以上、100cc以下。此外,上述长度L是正极集电体21a的第1面21a1与负极集电体22a的第1面22a1之间的距离。

[0052] 单元堆叠体30具有使多个蓄电单元20以正极集电体21a的第2面21a2与负极集电体22a的第2面22a2接触的方式叠合而成的结构。由此,构成单元堆叠体30的多个蓄电单元20被串联连接。

[0053] 在此,在单元堆叠体30中,由在层叠方向上相邻的两个蓄电单元20形成将相互接

触的正极集电体21a和负极集电体22a视为一个集电体的疑似的双极电极25。疑似的双极电极25包含：集电体，其是正极集电体21a与负极集电体22a叠合而成的结构；正极活性物质层21b，其形成在该集电体的一侧的面；以及负极活性物质层22b，其形成在该集电体的另一侧的面。

[0054] 各蓄电单元20的密封部24具有比正极集电体21a和负极集电体22a的各缘部向外侧延伸的外周部分24a。从层叠方向观看时，外周部分24a是比正极集电体21a和负极集电体22a的各缘部向与层叠方向正交的方向突出的。在层叠方向上相邻的蓄电单元20由于各自的密封部24的外周部分24a彼此被粘接而实现了一体化。

[0055] 因而，单元堆叠体30的周面、即相对于层叠方向的侧面的整体被密封部24覆盖。在本实施方式中，由密封部24构成了将单元堆叠体30的相对于层叠方向的侧面覆盖的包覆部。此外，作为将相邻的密封部24彼此粘接的方法，例如可举出热熔接、超声波熔接或红外线熔接等公知的熔接方法。

[0056] 在此，如图1所示，将位于单元堆叠体30的层叠方向上的最外层的正极集电体21a和负极集电体22a分别设为作为终端集电体的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'。在终端正极集电体21a'的第2面21a2'装配有对终端正极集电体21a'进行冷却的正极冷却部40。另外，在终端负极集电体22a'的第2面22a2'装配有对终端负极集电体22a'进行冷却的负极冷却部50。

[0057] 正极冷却部40和负极冷却部50例如对终端正极集电体21a'进行冷却以使其成为60℃以下。正极冷却部40和负极冷却部50的具体构成没有特别限定，能够使用蓄电装置的冷却所使用的公知的冷却部。作为公知的冷却部，例如可举出具有散热片等提高传热效率的结构并通过与冷却用介质之间进行热交换而对冷却对象进行冷却的冷却部。

[0058] 在本实施方式中，正极冷却部40和负极冷却部50构成为还作为通电板发挥功能。即，正极冷却部40和负极冷却部50由热传导率高且具有导电性的材料构成，并且分别电连接到终端正极集电体21a'的第2面21a2'和终端负极集电体22a'的第2面22a2'。通过分别设置在正极冷却部40和负极冷却部50的端子进行蓄电装置10的充放电。作为构成正极冷却部40和负极冷却部50的材料，例如能够使用与构成后述的正极集电体21a和负极集电体22a的材料相同的材料。

[0059] 蓄电装置10具备约束单元堆叠体30的约束构件60。约束构件60在单元堆叠体30的层叠方向上对蓄电单元20彼此相对的区域、特别是俯视时设置有正极活性物质层21b的范围与设置有负极活性物质层22b的范围重叠的区域赋予约束载荷。

[0060] 约束构件60的具体构成不作特别限定，只要是能够对单元堆叠体30赋予约束载荷的构成即可。在图1中，作为一个例子图示出约束构件60，约束构件60具备以夹住单元堆叠体30的方式配置在单元堆叠体30的层叠方向的两端的板状的约束板61、以及将约束板61彼此紧固的包括螺栓和螺母的紧固构件62。通过紧固构件62，约束板61彼此被向相互接近的方向施力，从而对单元堆叠体30赋予层叠方向的约束载荷。

[0061] 接下来，对正极集电体21a、负极集电体22a、正极活性物质层21b、负极活性物质层22b、液体电解质以及密封部24的详细内容进行说明。

[0062] <正极集电体和负极集电体>

[0063] 正极集电体21a和负极集电体22a是在锂离子二次电池的放电或充电的期间用于

使电流持续流过正极活性物质层21b和负极活性物质层22b的化学惰性的电导体。

[0064] 构成终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的材料是热传导率为 $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以上的高热传导材料。作为上述高热传导材料,例如可举出银、铜、金、铝等金属材料。另外,上述高热传导材料的热传导率例如为 $500\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以下。

[0065] 从向正极冷却部40和负极冷却部50的热传导的观点出发,终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'优选俯视时的面积(以下简称为面积。)大且厚度薄。

[0066] 从上述的观点出发,终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的面积例如为 1m^2 以上,优选为 1.3m^2 以上。另外,终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的面积例如为 2.5m^2 以下,优选为 2.2m^2 以下。

[0067] 终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的厚度例如为 0.003mm 以上,优选为 0.005mm 以上,更优选为 0.01 以上。另外,终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的厚度例如为 0.06mm 以下,优选为 0.05mm 以下,更优选为 0.04mm 以下。

[0068] 作为构成终端正极集电体21a'以外的正极集电体21a(以下,记载为一般正极集电体。)和终端负极集电体22a'以外的负极集电体22a(以下,记载为一般负极集电体。)的材料,例如能够使用金属材料、导电性树脂材料、导电性无机材料等。

[0069] 作为上述金属材料,例如可举出铜、铝、镍、钛、不锈钢(例如由JISG4305:2015规定的SUS304、SUS316、SUS301、SUS304等)。作为上述导电性树脂材料,例如可举出在导电性高分子材料或非导电性高分子材料中根据需要添加有导电性填料的树脂等。

[0070] 构成一般正极集电体和一般负极集电体的材料的热传导率没有特别限定,优选为 $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以上。另外,关于一般正极集电体和一般负极集电体,也优选由上述高热传导材料构成。

[0071] 从向终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的热传导的观点出发,一般正极集电体和一般负极集电体优选面积大且厚度薄。

[0072] 从上述的观点出发,一般正极集电体和一般负极集电体的面积例如优选为 1m^2 以上,更优选为 1.3m^2 以上。另外,一般正极集电体和一般负极集电体的面积例如优选为 2.5m^2 以下,更优选为 2.2m^2 以下。

[0073] 一般正极集电体和一般负极集电体的厚度例如优选为 0.003mm 以上,更优选为 0.005mm 以上,进一步优选为 0.01 以上。另外,一般正极集电体和一般负极集电体的厚度例如优选为 0.06mm 以下,更优选为 0.05mm 以下,进一步优选为 0.04mm 以下。

[0074] 一般正极集电体和一般负极集电体的面积和厚度优选与终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'同样地构成。

[0075] 正极集电体21a和负极集电体22a中的一方或双方也可以具备包含1个以上的层的多个层,所述1个以上的层包含前述的金属材料或导电性树脂材料。正极集电体21a和负极集电体22a中的一方或双方的表面也可以由公知的保护层包覆。正极集电体21a和负极集电体22a中的一方或双方的表面也可以通过镀敷处理等公知的方法被进行过表面处理。作为上述表面处理,例如可举出铬酸盐处理、磷酸铬酸盐处理。

[0076] 正极集电体21a和负极集电体22a可以分别独立地具有例如箔、片、膜、线、棒、网状或包层(c1ad)材料等形态。在是箔、片、膜的情况下的厚度例如为 $1\sim 100\mu\text{m}$ 。

[0077] 本实施方式的正极集电体21a和负极集电体22a是由铝箔构成了一般正极集电体,

由铝箔构成了终端正极集电体21a'，由铜箔构成了一般负极集电体，由铜箔构成了终端负极集电体22a'。

[0078] <正极活性物质层和负极活性物质层>

[0079] 正极活性物质层21b包含能吸纳和放出锂离子等电荷载体的正极活性物质。作为正极活性物质，只要采用具有层状岩盐结构的锂复合金属氧化物、尖晶石结构的金属氧化物、聚阴离子系化合物等能作为锂离子二次电池的正极活性物质使用的物质即可。另外，也可以同时使用2种以上的正极活性物质。在本实施方式中，正极活性物质层21b包含作为聚阴离子系化合物的橄榄石型磷酸铁锂(LiFePO₄)。

[0080] 负极活性物质层22b只要是能吸纳和放出锂离子等电荷载体的单质、合金或化合物即可，能没有特别限定地使用。例如，作为负极活性物质，可举出Li、或者是碳、金属化合物、能与锂合金化的元素或其化合物等。作为碳，可举出天然石墨、人造石墨、或者是硬碳(难石墨化性碳)或软碳(易石墨化性碳)。作为人造石墨，可举出高取向性石墨(graphite)、中间相碳微球等。作为能与锂合金化的元素的例子，可举出硅(silicon)和锡。在本实施方式中，负极活性物质层22b包含作为碳系材料的石墨。

[0081] 正极活性物质层21b和负极活性物质层22b(以下也简称为活性物质层。)各自根据需要还能包含用于提高电传导性的导电助剂、粘结剂、电解质(聚合物基体、离子传导性聚合物、液体电解质等)、用于提高离子传导性的电解质支持盐(锂盐)等。活性物质层中包含的成分、该成分的配混比没有特别限定，能适当参照关于锂离子二次电池的以往公知的见解。

[0082] 导电助剂是为了提高正极21或负极22的导电性而添加的。导电助剂例如是乙炔黑、炭黑、石墨等。

[0083] 作为粘结剂，能够例示聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、氟橡胶等含氟树脂、聚丙烯、聚乙烯等热塑性树脂、聚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺等酰亚胺系树脂、含有烷氧基甲硅烷基的树脂、聚丙烯酸或甲基丙烯酸等丙烯酸系树脂、苯乙烯-丁二烯橡胶、羧甲基纤维素、海藻酸钠、海藻酸铵等海藻酸盐、水溶性纤维素酯交联物、淀粉-丙烯酸接枝聚合物。这些粘结剂可单独使用或使用多种。溶剂或分散介质例如使用水、N-甲基-2-吡咯烷酮等。

[0084] 为了在正极集电体21a和负极集电体22a的表面形成活性物质层，可以使用辊涂法等以往公知的方法。

[0085] 为了提高正极21或负极22的热稳定性，也可以在活性物质层的表面设置上述的耐热层。

[0086] 活性物质层的厚度和单位面积重量没有特别限定，能适当参照关于锂离子二次电池的以往公知的见解。不过，从增大蓄电单元20的能量密度的观点出发，优选使活性物质层的单位面积重量大。

[0087] 具体来说，正极活性物质层21b的厚度例如为250 μm 以上，优选为400 μm 以上。正极活性物质层21b的厚度例如为600 μm 以下。正极活性物质层21b的单位面积重量例如为55 mg/cm^2 以上，优选为70 mg/cm^2 以上。正极活性物质层21b的单位面积重量例如为90 mg/cm^2 以下。另外，从提高正极21的刚性的观点出发，在正极集电体21a是厚度为0.015~0.05mm的箔状的情况下，优选正极活性物质层21b的单位面积重量为55~90 mg/cm^2 ，正极活性物质层21b的密度为1.6~2.1 g/cm^3 。

[0088] 负极活性物质层22b的厚度例如为150 μm 以上,优选为200 μm 以上,更优选为250 μm 以上。负极活性物质层22b的厚度例如为400 μm 以下。负极活性物质层22b的单位面积重量例如为25 mg/cm^2 以上,优选为30 mg/cm^2 以上。负极活性物质层22b的单位面积重量例如为45 mg/cm^2 以下。另外,从提高负极22的刚性的观点出发,在负极集电体22a是厚度为0.005~0.02mm的箔状的情况下,优选负极活性物质层22b的单位面积重量为25~45 mg/cm^2 ,负极活性物质层22b的密度为1.1~1.5 g/cm^3 。

[0089] <密封部(包覆部)>

[0090] 密封部24由密度小于930 kg/m^3 的低密度聚乙烯树脂构成。低密度聚乙烯树脂的密度例如为900 kg/m^3 以上,优选为910 kg/m^3 以上。上述密度是遵循JISK6922的密度。

[0091] 聚乙烯树脂例如按照JISK6922根据密度进行分类。在该分类中,密度超过930 kg/m^3 的聚乙烯树脂被设为中密度聚乙烯。构成密封部24的上述低密度聚乙烯树脂是密度比中密度聚乙烯小的聚乙烯树脂。作为上述低密度聚乙烯树脂,例如可举出高压法低密度聚乙烯、直链状低密度聚乙烯。上述低密度聚乙烯树脂优选是高压法低密度聚乙烯。另外,密封部24的热传导率例如为0.28~0.38 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

[0092] <液体电解质>

[0093] 作为液体电解质,例如可举出包含非水溶剂和溶解在非水溶剂中的电解质盐的液体电解质。作为电解质盐,能够使用 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{FSO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 等公知的锂盐。另外,作为非水溶剂,能够使用环状碳酸酯类、环状酯(ester)类、链状碳酸酯类、链状酯类、醚类等公知的溶剂。此外,也可以将这些公知的溶剂材料组合两种以上使用。

[0094] 液体电解质含有草酸盐(oxalate)化合物。草酸盐化合物是指在结构中包含草酸根离子的化合物。作为草酸盐化合物,例如可举出用通式(1) $\text{A}^+[\text{BX}_{4-2n}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^-$ 表示的化合物。在通式(1)中, A^+ 是锂离子等碱金属的阳离子, X 是氟原子等卤素原子, n 是1或2。

[0095] 作为用通式(1)表示的化合物的具体例子,可举出二氟草酸硼酸锂(LiDFOB)、双草酸硼酸锂(LiBOB)。另外,草酸盐化合物也可以是专利文献2~5中公开的草酸盐化合物。这些草酸盐化合物能单独使用或使用多种。

[0096] 液体电解质中的草酸盐化合物的配混比例在将液体电解质所含有的草酸盐化合物以外的成分的合计质量设为100质量份时,例如优选为0.1~5质量份,更优选为0.3~4质量份,进一步优选为0.5~3质量份,最优选为1~2质量份。

[0097] 蓄电装置10是通过依次经过电极形成工序、蓄电单元形成工序以及单元堆叠体形成工序而制造的。在此,作为一个例子,对由铝箔构成包含终端正极集电体21a'在内的全部正极集电体21a、由铜箔构成包含终端负极集电体22a'在内的全部负极集电体22a的情况进行说明。

[0098] <电极形成工序>

[0099] 电极形成工序具有形成正极21的正极形成工序、以及形成负极22的负极形成工序。

[0100] 正极形成工序没有特别限定,能够使用具备正极集电体21a和正极活性物质层21b的正极21的形成所应用的公知的方法。例如能够在使通过固化而成为正极活性物质层21b的正极复合材料以成为规定厚度的方式附着到作为正极集电体21a的铝箔的第1面21a1后,

进行与正极复合材料相应的固化处理,由此形成正极21。

[0101] 负极形成工序没有特别限定,能够使用具备负极集电体22a和负极活性物质层22b的负极22的形成所应用的公知的方法。例如能够在使通过固化而成为负极活性物质层22b的负极复合材料以成为规定厚度的方式附着到作为负极集电体22a的铜箔的第1面22a1后,进行与负极复合材料相应的固化处理,由此形成负极22。

[0102] <蓄电单元形成工序>

[0103] 在蓄电单元形成工序中,首先,以使正极活性物质层21b和负极活性物质层22b将隔离物23夹在中间相互在层叠方向上相对的方式配置正极21和负极22,并且在正极21与负极22之间且比正极集电体21a和负极集电体22a靠外周侧配置成为密封部24的密封材料、例如上述低密度聚乙烯树脂制的片。

[0104] 之后,将正极21、负极22以及隔离物23与密封材料通过熔接进行粘接,从而形成使正极21、负极22、隔离物23以及密封部24一体化后的组装体。作为密封材料的熔接方法,例如可举出热熔接、超声波熔接或红外线熔接等公知的熔接方法。

[0105] 接下来,将液体电解质通过设置在密封部24的一部分的注入口注入到组装体的内部的收纳室S,之后将注入口封闭。由此,形成蓄电单元20。

[0106] <单元堆叠体形成工序>

[0107] 在单元堆叠体形成工序中,首先,将多个蓄电单元20以使正极集电体21a的第2面21a2与负极集电体22a的第2面22a2面对面的方式重叠来进行层叠。之后,将在层叠方向上相邻的蓄电单元20中的密封部24的外周部分24a彼此粘接,从而将多个蓄电单元20一体化。

[0108] 接下来,将正极冷却部40重叠到在层叠方向的一端配置于最外侧的正极21的正极集电体21a的第2面21a2并以电连接的状态固定到该第2面21a2。同样地,将负极冷却部50重叠到在层叠方向的另一端配置于最外侧的负极22的负极集电体22a的第2面22a2并以电连接的状态固定到该第2面22a2。由此,形成单元堆叠体30。之后,将约束构件60装配到单元堆叠体30。例如,在单元堆叠体30的层叠方向的两端配置约束板61后,利用紧固构件62将约束板61彼此紧固。

[0109] 接下来,对本实施方式的作用进行说明。

[0110] 在本实施方式的蓄电装置10中,作为液体电解质,使用了含有草酸盐化合物的液体电解质。由此,草酸盐化合物的分解生成物的覆膜形成于负极活性物质层22b的表面。该覆膜作为负极活性物质层22b的保护膜发挥功能,从而蓄电装置10的寿命提高。

[0111] 另外,由树脂制的密封部24(包覆部)将串联层叠多个蓄电单元20而成的单元堆叠体30的外表面中的、相对于层叠方向的侧面覆盖。由此,抑制了通过单元堆叠体30的侧面进行的单元堆叠体30内的液体电解质与单元堆叠体30的外部之间的传热,使单元堆叠体30的外表面中的与外部的传热部分限于位于层叠方向的端面的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'。而且,由高热传导材料构成终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a',并且设置有对终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'进行冷却的正极冷却部40和负极冷却部50。

[0112] 在高温环境下使用蓄电装置10的情况下,能够通过树脂制的密封部24(包覆部)抑制外部气体的热传递到单元堆叠体30内的液体电解质。另外,即使液体电解质的温度上升,也会通过由高热传导材料构成的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'以及正极冷

却部40和负极冷却部50,使该热向外部放出。由此,能够抑制液体电解质的过度的温度上升。其结果是,能够抑制达到使基于液体电解质中含有的草酸盐化合物而形成的负极活性物质层22b的表面的覆膜与液体电解质产生发热反应的温度这种程度的蓄电装置10的温度上升,并且能够抑制由该发热反应造成的蓄电装置10的进一步的温度上升。

[0113] 根据本实施方式,能够得到以下记载的效果。

[0114] (1) 蓄电装置10具备蓄电单元20,蓄电单元20具备:正极21,其具有正极集电体21a和正极活性物质层21b;负极22,其具有负极集电体22a和负极活性物质层22b;隔离物23,其配置在正极活性物质层21b与负极活性物质层22b之间;以及收纳室S,其设置在正极21与负极22之间并且液密地收纳液体电解质。液体电解质是含有草酸盐化合物的液体电解质。

[0115] 具备将蓄电单元20串联层叠多个而成的单元堆叠体30,单元堆叠体30的相对于层叠方向的侧面被树脂制的密封部24覆盖,位于单元堆叠体30的最外层的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'由热传导率为 $100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上的高热传导材料构成。具备对终端正极集电体21a'进行冷却的正极冷却部40和对终端负极集电体22a'进行冷却的负极冷却部50。

[0116] 根据上述构成,草酸盐化合物的分解生成物的覆膜会形成于负极活性物质层22b的表面,从而蓄电装置10的寿命提高。另外,能够抑制达到使基于液体电解质中含有的草酸盐化合物而形成的负极活性物质层22b的表面的覆膜与液体电解质产生发热反应的温度这种程度的蓄电装置10的温度上升,并且能够抑制由该发热反应造成的蓄电装置10的进一步的温度上升。

[0117] (2) 草酸盐化合物是用通式(1) $\text{A}^+[\text{BX}_{4-2n}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^-$ 表示的草酸盐化合物。

[0118] 根据上述构成,草酸盐化合物的分解生成物的覆膜会形成于负极活性物质的表面。该覆膜发挥作为负极活性物质的保护膜的作用。其结果是,蓄电装置10的电池性能提高。

[0119] 根据上述构成,草酸盐化合物的分解生成物的覆膜会形成于负极活性物质层22b的表面,基于此,能更显著地得到使蓄电装置10的寿命提高的效果。

[0120] (3) 正极活性物质层21b的单位面积重量为 $55\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上。负极活性物质层22b的单位面积重量为 $25\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上。

[0121] 根据上述构成,能够增大蓄电装置10的能量密度。

[0122] (4) 隔离物23粘接于正极活性物质层21b和负极活性物质层22b。

[0123] 根据上述构成,能提高隔着隔离物23相对的正极活性物质层21b与负极活性物质层22b之间的热传导的效率。由此,在单元堆叠体30的层叠方向上热易于传递,能够使单元堆叠体30内的热高效地向终端正极集电体21a'、终端负极集电体22a'、正极冷却部40以及负极冷却部50移动并向外部放出。而且,由于隔离物23粘接于正极活性物质层21b和负极活性物质层22b,因而能够抑制充放电时的正极活性物质层21b与负极活性物质层22b的层叠方向的距离变大,能够抑制蓄电单元20的电阻上升。

[0124] (5) 作为包覆部的密封部24的整体是使收纳室S内产生的二氧化碳向单元堆叠体30的外部透过的透过壁部,由密度小于 $930\text{kg}/\text{m}^3$ 的低密度聚乙烯树脂构成。

[0125] 在将结构中包含草酸根离子的草酸盐化合物添加到液体电解质的情况下,由于源自草酸根离子的二氧化碳的产生,收纳液体电解质的收纳室S的内压有时会上升。收纳室S

的内压的上升成为使蓄电装置10的温度上升的原因。

[0126] 根据上述构成,由具有使二氧化碳透过的性质的低密度聚乙烯树脂构成包覆部,从而将包覆部设为了使收纳室S内产生的二氧化碳向单元堆叠体30的外部透过的透过壁部。由此,在收纳室S内产生了源自构成草酸盐化合物的草酸根离子的二氧化碳的情况下,能够通过作为透过壁部的包覆部将收纳室S内的二氧化碳向单元堆叠体30的外部排出。其结果是,能够抑制收纳室S的内压的上升,并且能够抑制基于收纳室S的内压的上升的蓄电装置10的温度上升。

[0127] 另外,上述低密度聚乙烯树脂除了具有使二氧化碳透过的性质之外,还具有水蒸气的透过率低的性质。因此,能够通过作为透过壁部的包覆部抑制水分从外部向收纳室S内侵入。

[0128] (6)将作为包覆部的密封部24的整体设为了使二氧化碳透过的透过壁部。因而,透过壁部位于包覆部的整周。

[0129] 根据上述构成,能使二氧化碳从包覆部的周向上的任何位置透过,能够抑制所产生的二氧化碳没有排出而继续积存在收纳室S的拐角部分等。

[0130] (7)具有使正极21、负极22以及隔离物23反复层叠而成的结构,正极集电体21a中的第1面21a1的相反侧的第2面21a2与负极集电体22a中的第1面22a1的相反侧的第2面22a2接触。

[0131] 在这种情况下,当收纳室S的内压过度上升而收纳室S膨胀时,会有如下可能:正极集电体21a和负极集电体22a变形,正极集电体21a的第2面21a2与负极集电体22a的第2面22a2的接触面积下降而阻力增加。也就是说,收纳室S的内压的上升成为使电池性能下降的主要原因。因此,在这样的构成中应用了上述(5)~(6)的技术的情况下,除了能得到抑制收纳室S的内压上升的效果之外,还得到抑制电池性能下降的效果。

[0132] (8)正极集电体21a是厚度为0.015~0.05mm的箔状,正极活性物质层21b的单位面积重量为55~90mg/cm²,正极活性物质层21b的密度为1.6~2.1g/cm³。

[0133] 根据上述构成,通过设置正极活性物质层21b,箔状的正极集电体21a的刚性变高。因此,在收纳室S的内压上升时,能够抑制正极21以翘曲的方式变形而与相邻的蓄电单元20的负极集电体22a的接触面积变小。由此,能够抑制由上述接触面积变小导致的蓄电单元20间的热传导效率的下降。

[0134] (9)负极集电体22a是厚度为0.005~0.02mm的箔状,负极活性物质层22b的单位面积重量为25~45mg/cm²,负极活性物质层22b的密度为1.1~1.5g/cm³。

[0135] 根据上述构成,关于负极22,能得到与上述(4)同样的效果。

[0136] (10)位于单元堆叠体30的最外层的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'的面积为1m²以上、2.5m²以下,厚度为0.005mm以上、0.05mm以下。也就是说,终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'是厚度相对于面积而言非常小的集电体。因此,能够增大来自正极冷却部40和负极冷却部50的热传导量,能够将单元堆叠体30内高效地冷却。

[0137] (11)一般正极集电体和一般负极集电体的面积是1m²以上、2.5m²以下,厚度是0.005mm以上、0.05mm以下。也就是说,一般正极集电体和一般负极集电体是厚度相对于面积而言非常小的集电体。因此,能够将单元堆叠体30内的热更高效地传递到终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'。

[0138] 此外,本实施方式能够如下变更来实施。本实施方式和以下的变更例能够在技术上不矛盾的范围内相互组合来实施。

[0139] ○由上述低密度聚乙烯树脂构成并使收纳室S内产生的二氧化碳向单元堆叠体30的外部透过的透过壁部也可以是作为密封部24的一部分而部分地设置的构成。作为设置透过壁部的密封部24的一部分,例如可举出层叠方向上的密封部24的一部分、周向上的密封部24的一部分。

[0140] 例如设为在层叠方向上使由上述低密度聚乙烯树脂构成的第1树脂层与由其它树脂构成的第2树脂层层叠而成的多层结构的密封部24,将第1树脂层的部分设为透过壁部。另外,在将俯视形状为多边形形状的蓄电单元20层叠而成的单元堆叠体30的情况下,作为相对于层叠方向的侧面,具有3个以上的多个侧面。使构成该多个侧面中的任意一个侧面的密封部24由上述低密度聚乙烯树脂构成而设为透过壁部,使构成其它侧面的密封部24由其它树脂构成。

[0141] 此外,作为上述的其它树脂,例如可举出聚烯烃系树脂。作为聚烯烃系树脂,例如可举出聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、改性聚乙烯(改性PE)、改性聚丙烯(改性PP)、异戊二烯、改性异戊二烯、聚丁烯、改性聚丁烯、聚丁二烯。作为改性聚乙烯,例如可举出酸改性聚乙烯、环氧改性聚乙烯。作为改性聚丙烯,例如可举出酸改性聚丙烯、环氧改性聚丙烯。此外,也可以将这些公知的聚烯烃系树脂组合两种以上使用。另外,聚烯烃系树脂可以是热塑性树脂,也可以是热固化性树脂。在这种情况下,密封部24的热传导率例如也是 $0.17\sim 0.19\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

[0142] ○也可以省略透过壁部。例如也可以由上述低密度聚乙烯树脂以外的树脂构成密封部24的整体。

[0143] ○在上述实施方式中,由密封部24构成了覆盖单元堆叠体30的相对于层叠方向的侧面的包覆部,但也可以与密封部24独立地设置包覆部。例如省略密封部24的外周部分24a,作为包覆部而设置将单元堆叠体30的相对于层叠方向的侧面覆盖的树脂层。构成该树脂层的树脂是与密封部24同样的。另外,在与密封部24独立地设置包覆部的情况下,构成包覆部的树脂可以与构成密封部24的树脂相同,也可以与构成密封部24的树脂不同。

[0144] 此外,在与密封部24独立地设置包覆部的构成中,也能够设置透过壁部。例如对于密封部24,以从密封部24的内表面到达外表面的方式设置由上述低密度聚乙烯树脂构成的第1透过壁部。并且,对于包覆部,以从包覆部的内表面中的透过了第1透过壁部的气体能接触的部分到达包覆部的外表面的方式设置由上述低密度聚乙烯树脂构成的第2透过壁部。在这种情况下,收纳室S内产生的二氧化碳通过第1透过壁部向密封部24的外部透过后,通过第2透过壁部向包覆部的外部透过。

[0145] ○在上述实施方式中形成有由框状的密封部24、正极21以及负极22划分的收纳室S,但形成收纳室S的构成不限于上述实施方式。例如也可以形成有由正极21、负极22、以及作为将单元堆叠体30的相对于层叠方向的侧面覆盖的包覆部的树脂层划分的收纳室S。

[0146] 在这种情况下,作为包覆部的树脂层粘接到正极集电体21a和负极集电体22a的各侧面。正极集电体21a的上述侧面是正极集电体21a的侧缘,例如是正极集电体21a的与第1面21a1和第2面21a2正交的面,负极集电体22a的上述侧面是负极集电体22a的侧缘,例如是负极集电体22a的与第1面22a1和第2面22a2正交的面。

[0147] 另外,在这种情况下,可以设置密封部24,也可以不设置密封部24。作为设置密封

部24的情况,例如可举出不粘接到正极集电体21a和负极集电体22a中的任何一方而粘接到树脂层的密封部、粘接到正极集电体21a和树脂层而不粘接到负极集电体22a的密封部、粘接到负极集电体22a和树脂层而不粘接到正极集电体21a的密封部。也可以将这些密封部组合两种以上使用。

[0148] ○也可以仅使终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'中的一方由高热传导材料构成,使另一方由与一般正极集电体和一般负极集电体同样的材料构成。

[0149] ○在上述实施方式中,作为冷却部设置了正极冷却部40和负极冷却部50,但也可以省略正极冷却部40和负极冷却部50中的一方。不过,在仅使终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'中的一方由高热传导材料构成的情况下,设置冷却部以冷却由高热传导材料构成的终端正极集电体21a'或终端负极集电体22a'。

[0150] ○隔离物23也可以是仅粘接到正极21和负极22中的任意一方的构成,还可以是不粘接到正极21和负极22中的任何一方的构成。

[0151] ○正极集电体21a和正极活性物质层21b的俯视形状没有特别限定。可以是矩形形状等多边形形状,也可以是圆形或椭圆形。关于负极集电体22a和负极活性物质层22b也是同样的。

[0152] ○密封部24的俯视形状没有特别限定,可以是矩形形状等多边形形状,也可以是圆形或椭圆形。

[0153] ○密封部24也可以由多个构件构成。例如也可以是,密封部24由外周部分24a和外周部分以外的部分这2个构件构成,通过将2个构件熔接来构成密封部24。或者,也可以在层叠方向上层叠多个构件来构成密封部24。而且也可以是,密封部24由外周部分24a和外周部分以外的部分这2个构件构成,并且外周部分以外的部分是在层叠方向上层叠多个构件而构成的。

[0154] ○在上述实施方式中,对单元堆叠体30设置有约束构件60,但也可以省略约束构件60。

[0155] ○如图2所示,也可以设为使蓄电单元20中的正极集电体21a的第1面21a1与负极集电体22a的第1面22a1之间的距离按每一部位不同的构成。将在层叠方向上正极活性物质层21b与负极活性物质层22b相对的部分中的正极集电体21a的第1面21a1与负极集电体22a的第1面22a1之间的距离设为第1距离D1。第1距离D1相当于正极活性物质层21b的厚度、负极活性物质层22b的厚度以及隔离物23的厚度的总计厚度。另外,将在层叠方向上密封部24所粘接的部分中的正极集电体21a的第1面21a1与负极集电体22a的第1面22a1之间的距离设为第2距离D2。第2距离D2相当于正极集电体21a的第1面21a1的周缘部与负极集电体22a的第1面22a1的周缘部之间的密封部24的厚度。

[0156] 优选使第2距离D2比第1距离D1小、即比上述密封部24的厚度小。在这种情况下,能够对单元堆叠体30的相对区域中的、设置有正极活性物质层21b的范围与设置有负极活性物质层22b的范围重叠的区域更高效地由约束构件60赋予约束载荷。另一方面,若使第2距离D2相对于第1距离D1过小,则施加到正极集电体21a及负极集电体22a与密封部24的界面的应力会变大,密封部24有可能易于从正极集电体21a和负极集电体22a剥离。

[0157] 从上述的观点出发,第1距离D1和第2距离D2优选满足 $0.6D1 \leq D2 < D1$ 的关系,更优选满足 $0.7D1 \leq D2 \leq 0.95D1$ 的关系,进一步优选满足 $0.8D1 \leq D2 \leq 0.9D1$ 的关系。

[0158] 此外,在如上述那样使第2距离D2小于第1距离D1的情况下,除了设置密封部24之外,还设置作为将单元堆叠体30的相对于层叠方向的侧面覆盖的包覆部的树脂层70。

[0159] ○在正极冷却部40与正极集电体21a之间,为了使两构件间的导电接触良好,也可以配置紧贴于正极集电体21a的导电层。作为导电层,例如可举出包含乙炔黑或石墨等碳的层、包含Au等的镀敷层等具有比正极集电体21a低的硬度的层。另外,也可以在负极冷却部50与负极集电体22a之间配置有同样的导电层。

[0160] ○构成蓄电装置10的蓄电单元20的数量没有特别限定。构成蓄电装置10的蓄电单元20的数量也可以是1。

[0161] ○也可以在正极集电体21a的第2面21a2设置有正极活性物质层21b或负极活性物质层22b。另外,也可以在负极集电体22a的第2面22a2设置有正极活性物质层21b或负极活性物质层22b。

[0162] ○电极也可以是将正极集电体21a和负极集电体22a作为一个集电体的双极电极。作为双极电极的集电体,例如可举出不锈钢箔(例如由JISG4305:2015规定的SUS304、SUS316、SUS301、SUS304等)、铜箔、铝箔、镍箔。另外,也可以使用铜和铝等2种以上的金属的包层材料、铜和铝等2种以上的金属的镀敷材料、贴合2种以上的金属箔而成的集电体。例如在将具有铜层和铝层的铜-铝镀敷材料作为双极电极的集电体使用的情况下,铝层能作为正极集电体21a、铜层能作为负极集电体22a发挥功能。

[0163] ○在单元堆叠体30中,也可以设为将作为在层叠方向上相邻的蓄电单元20彼此的接触部分的正极集电体21a的第2面21a2与负极集电体22a的第2面22a2粘接的构成。作为将正极集电体21a的第2面21a2与负极集电体22a的第2面22a2粘接的方法,例如可举出使用具有导电性的粘接剂的方法。

[0164] ○如图3所示,蓄电装置10也可以设为具备将多个单元堆叠体30层叠而成的单元堆叠体层叠体31的构成。在单元堆叠体层叠体31中,多个单元堆叠体30以使终端正极集电体21a'与终端负极集电体22a'相对的方式层叠。单元堆叠体层叠体31例如层叠有1~8个单元堆叠体30。在设为具备单元堆叠体层叠体31的蓄电装置10的情况下,约束构件60优选构成为对单元堆叠体层叠体31赋予约束载荷。

[0165] 在图3所示的蓄电装置10中,省略了正极冷却部40和负极冷却部50。并且,在单元堆叠体30彼此的全部层间、以及单元堆叠体30与约束构件60的约束板61之间设置有冷却部80。设置在单元堆叠体30彼此的层间的冷却部80对夹着冷却部80相对的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'双方进行冷却。冷却部80的具体构成除了设置成与夹着冷却部80相对的终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'双方接触这一点之外,是与正极冷却部40和负极冷却部50同样的。此外,在图3所示的例子中,在单元堆叠体30彼此的全部层间设置有冷却部80,但也可以仅在单元堆叠体30彼此的一部分层间设置有冷却部80。

[0166] ○也可以是以使正极冷却部40也作为负极冷却部50发挥功能的方式构成单元堆叠体层叠体31。例如设为将省略了负极冷却部50的单元堆叠体30层叠而成的单元堆叠体层叠体31。并且,以如下方式进行层叠:在单元堆叠体30彼此的层间,使一个单元堆叠体30的正极冷却部40与另一个单元堆叠体30的终端负极集电体22a'接触。在这种情况下,正极冷却部40也作为对相邻的单元堆叠体30的终端负极集电体22a'进行冷却的负极冷却部50发挥功能。同样地,也可以是以使负极冷却部50也作为正极冷却部40发挥功能的方式构成单

元堆叠体层叠体31。

[0167] ○单元堆叠体层叠体31也可以包含终端正极集电体21a'和终端负极集电体22a'均由上述高热传导材料以外的材料构成的单元堆叠体30。

[0168] 实施例

[0169] 实际制作了蓄电装置10并测定了所制作的蓄电装置10的放电中的温度变化。

[0170] <蓄电单元的构成>

[0171] 制作了以下所示的构成的蓄电单元20。

[0172] (正极的材料)

[0173] 正极集电体:厚度为0.050mm的铝箔。

[0174] 正极活性物质层:橄榄石型磷酸铁锂(LiFePO_4)、乙炔黑(AB)以及聚偏氟乙烯(PVdF)的混合物。

[0175] 正极活性物质层的质量比:90:5:5(LiFePO_4 :AB:PVdF)

[0176] 正极活性物质层的单位面积重量:55.5mg/cm²

[0177] 正极活性物质层的密度:2g/cm³

[0178] (负极的材料)

[0179] 负极集电体:厚度为0.015mm的铜箔。

[0180] 负极活性物质层:人造石墨(C)、羧甲基纤维素(CMC)以及苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)混合物。

[0181] 负极活性物质层的质量比:94.8:0.8:4.4(C:CMC:SBR)

[0182] 负极活性物质层的单位面积重量:26.5mg/cm²

[0183] 负极活性物质层的密度:1.3mg/cm²

[0184] (其它材料)

[0185] 隔离物:具有陶瓷层的厚度为18μm的多孔性片。

[0186] 密封部:酸改性聚乙烯

[0187] 液体电解质:在将碳酸亚乙酯和丙酸甲酯以体积比15:85混合而成的混合溶剂中使 $\text{LiN}(\text{FSO}_2)_2$ 以成为1.2M的方式溶解,并且以成为5.7质量%的方式添加碳酸亚乙烯酯、以成为1质量%的方式添加二氟草酸硼酸锂(LiDFOB)而成的液体电解质。

[0188] (蓄电单元的尺寸)

[0189] 正极活性物质层的俯视时的面积:纵780mm×横1024mm

[0190] 正极活性物质层的厚度:277.5μm

[0191] 负极活性物质层的俯视时的面积:纵822mm×横1055mm

[0192] 负极活性物质层的厚度:203.8μm

[0193] 收纳室的容积:29.3cm³

[0194] <单元堆叠体和蓄电装置>

[0195] 通过将所制作的蓄电单元20串联层叠24个而制作了1个单元堆叠体30。使用所制作的单元堆叠体30制作了蓄电装置10。

[0196] 如图3所示,蓄电装置10是层叠有4个单元堆叠体30的结构。在蓄电装置10中的单元堆叠体30彼此的全部层间、以及位于层叠方向的两端的单元堆叠体30与约束构件60之间配置有冷却部80。冷却部80使用了铝制的板材。此外,以下将位于单元堆叠体30彼此的层间

的冷却部80记载为内侧冷却部,将位于单元堆叠体30与约束构件60之间的冷却部80记载为外侧冷却部。

[0197] 另外,在所制作的蓄电装置10装配有用于测定单元堆叠体30的温度的多个第1温度传感器和多个第2温度传感器。第1温度传感器是测定各单元堆叠体30的与内侧冷却部相对的各表面的温度的热敏电阻传感器。第2温度传感器是测定位于层叠方向的两端的各单元堆叠体30的与外侧冷却部相对的各表面的温度的热敏电阻传感器。

[0198] <蓄电装置的温度测定>

[0199] 对所制作的蓄电装置10以3.78A的充电电流进行充电直至任意的蓄电单元20达到3.75V为止。之后,将充电后的蓄电装置10在25℃的温度下放置,从而调整了蓄电装置10的温度,使得各第1温度传感器和各第2温度传感器的测定温度成为25℃。接下来,在25℃的温度下,对充电后的蓄电装置10将开始SOC设为100%并以40A的放电电流进行放电直至放电容量达到50Ah为止。由第1温度传感器和第2温度传感器测定了放电中的蓄电装置10的单元堆叠体30的各部位的温度。将其结果在图4中示出。

[0200] 此外,在图4的坐标图中仅示出了多个第1温度传感器的测定结果中的一个测定结果,但第1温度传感器的测定结果全都是与坐标图所示的第1温度传感器的测定结果同样的。另外,在图4的坐标图中,仅示出了多个第2温度传感器的测定结果中的一个测定结果,但第2温度传感器的测定结果全都是与坐标图所示的第2温度传感器的测定结果同样的。

[0201] 如图4所示,随着放电的进行,蓄电装置10的各单元堆叠体30的温度逐渐上升。放电时的蓄电装置10的温度是,由第1温度传感器测定的蓄电装置10的内侧的温度比由第2温度传感器测定的蓄电装置10的外侧的温度高。

[0202] 如上所述,虽然蓄电装置10的温度随着放电而上升,但是由第1温度传感器测定的蓄电装置10的内侧的温度和由第2温度传感器测定的蓄电装置10的外侧的温度均未超过40℃。根据该结果可知,通过设置冷却部80,能够抑制单元堆叠体30的温度上升。并且可知,在使液体电解质含有草酸盐化合物的情况下,能够抑制达到使基于草酸盐化合物而形成的负极活性物质层22b的表面的覆膜与液体电解质产生发热反应的温度这种程度的蓄电装置10的温度上升。

[0203] 附图标记说明

[0204] S…收纳室、10…蓄电装置、20…蓄电单元、21…正极、21a…正极集电体、21a'…终端正极集电体、21b…正极活性物质层、22…负极、22a…负极集电体、22a'…终端负极集电体、22b…负极活性物质层、23…隔离物、24…密封部、30…单元堆叠体、40…正极冷却部、50…负极冷却部。

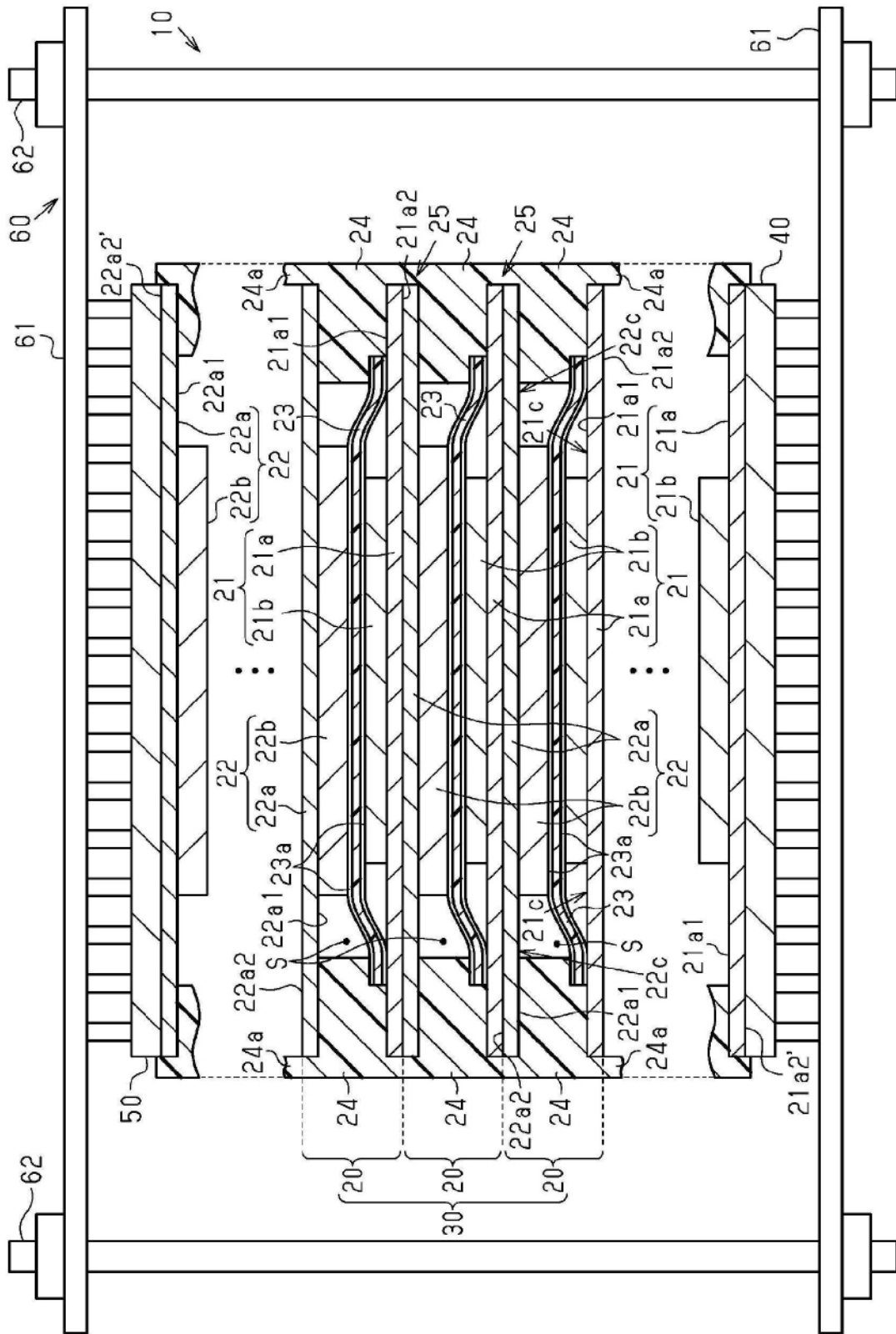


图1

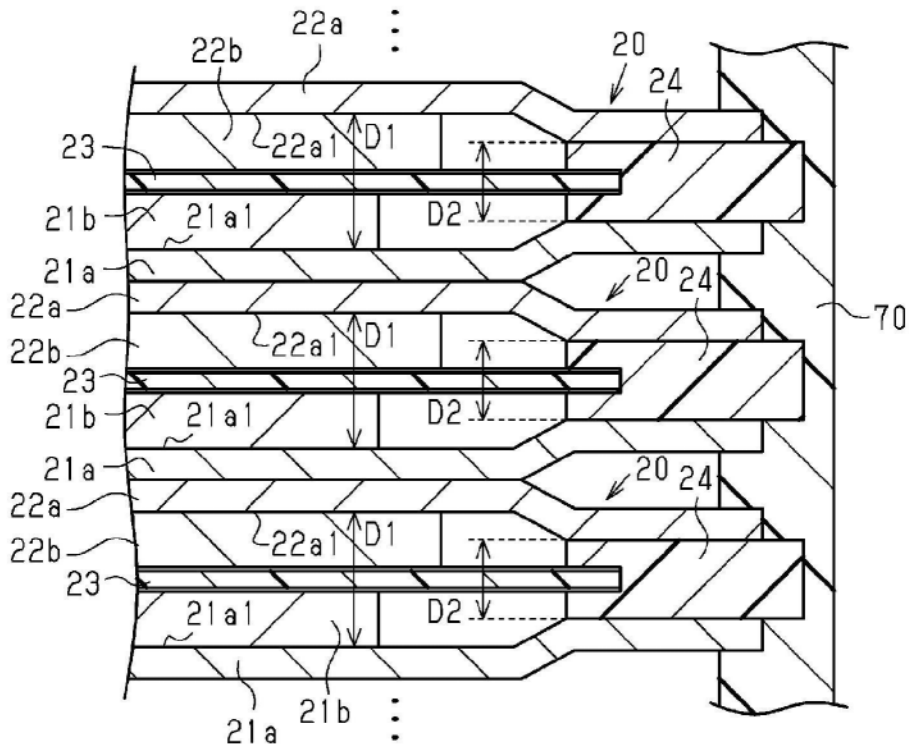


图2

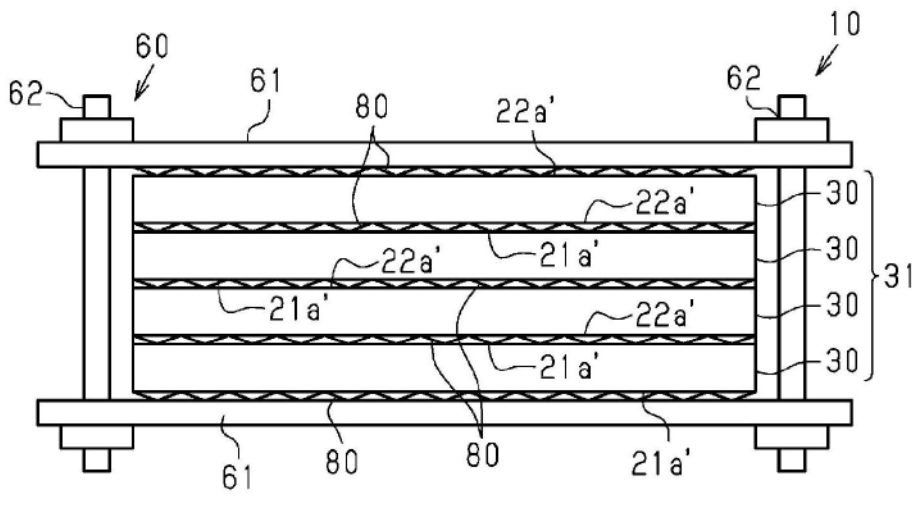


图3

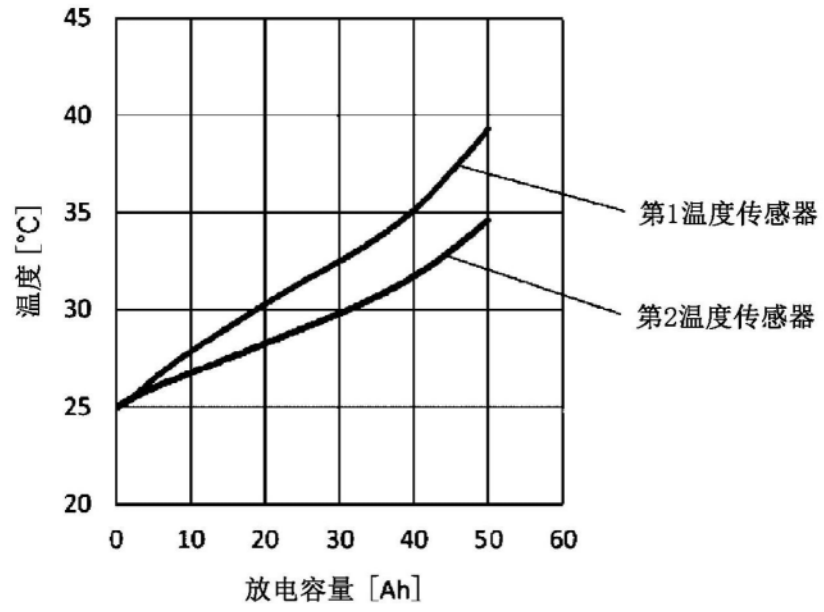


图4