



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118872121 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202380027793.3

(22) 申请日 2023.03.15

(30) 优先权数据

2022-045012 2022.03.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/009994 2023.03.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/182087 JA 2023.09.28

(71) 申请人 松下新能源株式会社

地址 日本

(72) 发明人 中井涌基 桥本哲

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 韩丁

(51) Int.Cl.

H01M 10/0587 (2006.01)

H01M 4/13 (2006.01)

H01M 4/64 (2006.01)

H01M 10/0566 (2006.01)

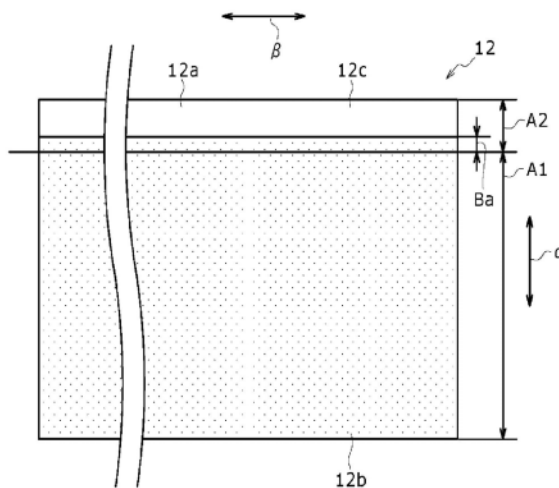
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

非水电解质二次电池

(57) 摘要

非水电解质二次电池包括：卷绕型的电极体，将正极板和负极板(12)隔着隔离件卷绕而成；和外装罐，容纳电极体。负极板(12)包括负极芯体(12a)、和形成在负极芯体的表面的负极混合剂层(12b)。在负极芯体的极板宽度方向的一侧端部，沿着极板长边方向形成芯体露出部，芯体露出部与外装罐电连接。负极芯体的表面包括：作为极板宽度方向的一侧端部以外的区域的第1区域(A1)、和作为一侧端部的区域的第2区域(A2)，在将第1区域的算术平均粗糙度设为Ra1且将第2区域的算术平均粗糙度设为Ra2时， $Ra1 > Ra2$ 。



1. 一种非水电解质二次电池,具备:
卷绕型的电极体,将带状的正极板和带状的负极板隔着隔离件卷绕而成;和
外装罐,容纳所述电极体以及非水电解液,
所述负极板包括:
负极芯体;和
负极混合剂层,形成在所述负极芯体的表面,
在所述负极芯体的极板宽度方向的一侧端部,沿着极板长边方向形成芯体露出部,
所述芯体露出部与所述外装罐电连接,
所述负极芯体的表面包括作为所述极板宽度方向的所述一侧端部以外的区域的第1区域、和作为所述一侧端部的区域的第2区域,
在将所述第1区域的算术平均粗糙度设为 $Ra1$ 且将所述第2区域的算术平均粗糙度设为 $Ra2$ 时, $Ra1 > Ra2$ 。
2. 根据权利要求1所述的非水电解质二次电池,其中,
 $Ra1/Ra2 \geq 1.2$ 。

非水电解质二次电池

技术领域

[0001] 本公开涉及非水电解质二次电池。

背景技术

[0002] 自以往以来,已知有具备将正极板和负极板隔着隔离件卷绕而成的电极体、和容纳有电极体以及电解液的外装罐的锂离子电池等圆筒形非水电解质二次电池。在该二次电池中,焊接于负极板的金属箔制的芯体的极板长边方向一部分的集电接片与成为负极端子的外装罐连接。另一方面,近年来,还已知有去除与负极板连接的集电接片,并将在负极板的极板宽度方向端部沿着极板长边方向形成的芯体露出部和外装罐电连接的构造(参照专利文献1)。根据该构造,能够将电流在极板中流动的最大距离从以往的情况下的极板长边方向的端部与集电接片的距离变更成极板高度,因而能够降低电阻。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利申请公开第2020/0144676号说明书

发明内容

[0006] 在专利文献1所公开的结构中,需要在负极芯体涂敷负极混合剂浆料,使得在负极板的极板宽度方向的端部形成芯体露出部。另一方面,为了提高负极混合剂浆料的涂敷性,考虑了在与专利文献1所公开的结构同样的结构中使负极芯体表面具有亲水性的比较例的二次电池。

[0007] 图5是在比较例的电极体的示意放大剖视图中示出负极混合剂的塌陷的图。通过使负极芯体具有亲水性,在涂敷时,在负极芯体81的表面,负极混合剂浆料容易扩展。由此,在负极板80中,有产生负极混合剂浆料相比于负极混合剂层82的涂敷预计区域A的端部而朝向极板宽度方向的端部E探出的塌陷83的担忧,负极混合剂层82是隔着隔离件(未图示)而与正极板90的正极混合剂层91对置的区域。若产生该塌陷83,则在负极板80的极板宽度方向的端部,变得比标准的负极混合剂层厚度D1小,并且形成隔着隔离件与正极板90对置的薄壁部(由图5的箭头C表示的区域部分)。由此,相对于负极混合剂而正极混合剂变得过剩,从而有Li析出的担忧。

[0008] 另一方面,为了防止塌陷83的发生,考虑了使负极芯体81的表面整体的亲水性下降。然而,在该情况下,负极混合剂层82与负极芯体81的密接性下降,有负极混合剂层82相对于负极芯体81的剥离强度下降的担忧。

[0009] 本公开的非水电解质二次电池的目的在于,在负极板的极板宽度方向端部沿着极板长边方向形成芯体露出部的结构中,抑制负极混合剂的塌陷,并且提高负极混合剂层相对于负极芯体的剥离强度。

[0010] 本公开涉及的非水电解质二次电池具备:卷绕型的电极体,将带状的正极板和带状的负极板隔着隔离件卷绕而成;和外装罐,容纳电极体以及非水电解液,负极板包括:负

极芯体;和负极混合剂层,形成在负极芯体的表面,在负极芯体的极板宽度方向的一侧端部,沿着极板长边方向形成芯体露出部,芯体露出部与外装罐电连接,负极芯体的表面包括作为极板宽度方向的一侧端部以外的区域的第1区域、和作为一侧端部的区域的第2区域,在将第1区域的算术平均粗糙度设为 $Ra1$ 并且将第2区域的算术平均粗糙度设为 $Ra2$ 时, $Ra1 > Ra2$ 。

[0011] 根据本公开涉及的非水电解质二次电池,在负极板的极板宽度方向端部沿着极板长边方向形成芯体露出部的结构中,能够抑制负极混合剂的塌陷,并且能够提高负极混合剂层相对于负极芯体的剥离强度。

附图说明

[0012] 图1是实施方式的一个例子的非水电解质二次电池的沿着轴向的剖视图。

[0013] 图2是将构成实施方式的一个例子的非水电解质二次电池的电极体的一部分展开来对构造进行说明的立体图。

[0014] 图3是在实施方式中对负极芯体的表面的算术平均粗糙度相互不同的第1区域和第2区域进行说明的示意展开图。

[0015] 图4是为了确认实施方式的效果而示出从涂敷机将负极混合剂浆料涂敷于实验例的负极芯体的方法的侧视图。

[0016] 图5是在比较例的电极体的示意放大剖视图中示出负极混合剂的塌陷的图。

具体实施方式

[0017] 以下,参照附图对本发明涉及的实施方式详细地进行说明。在以下的说明中,具体的形状、材料、数值、方向等是用于使本发明的理解容易的例示,能够与非水电解质二次电池的规格匹配地适当变更。此外,以下,关于成为“大致”的术语,例如除完全相同的情况以外,还以包括可视为实质上相同的情况的意思来使用。进一步地,以下在包括多个实施方式、变形例的情况下,从当初就设想了将它们的特征部分适当地组合来使用。

[0018] 图1是实施方式的非水电解质二次电池10的沿着轴向的剖视图。图2是将构成非水电解质二次电池10的电极体14的一部分展开来对构造进行说明的立体图。如图1所例示的那样,非水电解质二次电池10具备卷绕型的电极体14、非水电解质(未图示)和外装罐15以及封口体16。以下,有时将非水电解质二次电池10简单记载为二次电池10。

[0019] 卷绕型的电极体14具有带状的正极板11、带状的负极板12和带状的隔离件13,正极板11和负极板12隔着隔离件13而被卷绕成涡卷状。以下,有时将电极体14的轴向一侧称为“上”,将轴向另一侧称为“下”。非水电解质包含非水溶剂和溶解于非水溶剂的电解质盐。非水电解质不限于液体电解质,也可以是使用了凝胶状聚合物等的固体电解质。

[0020] 参照图2,正极板11比负极板12以及隔离件13更向上方突出,负极板12比正极板11以及隔离件13更向下方突出。正极板11在作为正极芯体11a的极板宽度方向的一侧端部的上端部,未设置正极混合剂层11b的正极芯体露出部11c沿着极板长边方向 β 遍及极板长度的全长地形成。

[0021] 此外,负极板12在作为极板宽度方向 α 的一侧端部的下端部,在负极芯体12a中未设置负极混合剂层12b的负极芯体露出部12c沿着极板长边方向遍及极板长度的全长地形成。

成。因此,电极体14的上端部由正极芯体露出部11c构成,电极体14的下端部由负极芯体露出部12c构成。

[0022] 非水电解质包含非水溶剂和溶解于非水溶剂的电解质盐。对于非水溶剂,例如可以使用酯类、醚类、腈类、酰胺类以及它们的2种以上的混合溶剂等。非水溶剂可以含有由氟等卤素原子将这些溶剂的氢原子的至少一部分取代后的卤素取代体。另外,非水电解质不限于液体电解质,也可以是使用了凝胶状聚合物等的固体电解质。对于电解质盐,可使用 LiPF_6 等锂盐。

[0023] 正极板11具有正极芯体11a、和形成在正极芯体11a的两面的正极混合剂层11b。对于正极芯体11a,能够使用铝、铝合金等在正极板11的电位范围内稳定的金属箔、将该金属配置于表层的膜等。

[0024] 正极混合剂层11b优选包含正极活性物质、导电剂以及粘接剂。将包含正极活性物质、导电剂、粘接剂以及N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)等溶剂的正极混合剂浆料涂敷于正极芯体11a的两面之后,进行干燥以及压制,由此制作正极板11。

[0025] 作为正极活性物质,能够例示出含有Co、Mn、Ni等过渡金属元素的含锂过渡金属氧化物。对含锂过渡金属氧化物不特别限定,但优选由通式 $\text{Li}_{1+x}\text{MO}_2$ (式中, $-0.2 < x \leq 0.2$,M包括Ni、Co、Mn、Al中的至少1种)表示的复合氧化物。

[0026] 作为上述导电剂的例子,可列举出乙炔黑(AB)、科琴黑等炭黑(CB)、石墨等碳材料等。作为上述粘接剂的例子,可列举出聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏氟乙烯(PVdF)等氟系树脂、聚丙烯腈(PAN)、聚酰亚胺(PI)、丙烯酸系树脂、聚烯烃系树脂等。此外,也可以将这些树脂与羧甲基纤维素(CMC)或其盐、聚环氧乙烷(PEO)等并用。它们既可以单独地使用1种,也可以将2种类以上组合而使用。

[0027] 负极板12具有负极芯体12a和形成在负极芯体12a的两面的表面的负极混合剂层12b。对于负极芯体12a,例如可使用铜等金属的箔、将该金属配置于表层的膜等。

[0028] 图3是在实施方式中对负极芯体12a的表面的算术平均粗糙度相互不同的第1区域A1和第2区域A2进行说明的示意展开图。负极芯体12a的两面的表面包括作为极板宽度方向 δ 的一侧端部(图2的下端部,图3的上端部)以外的区域的第1区域A1、和作为极板宽度方向一侧端部的区域的第2区域A2。如上述那样,在负极板12的极板宽度方向一侧端部形成有负极芯体露出部12c,因而第2区域A2是负极芯体露出部侧端部的区域。在图4中,通过点状部示出了负极混合剂层12b。在图4的例子中,负极混合剂层12b探出到相比于第1区域A1稍微靠第2区域A2侧的位置。该探出的部分的极板宽度方向 α 的长度Ba是指负极混合剂层12b的相比于预计涂敷部而探出的部分的长度即塌陷宽度。

[0029] 而且,在将第1区域A1的算术平均粗糙度设为Ra1且将第2区域A2的算术平均粗糙度设为Ra2时, $\text{Ra1} > \text{Ra2}$ 。Ra1以及Ra2优选满足 $\text{Ra1}/\text{Ra2} \geq 1.2$ 的关系。此外,Ra1以及Ra2优选满足 $\text{Ra1}/\text{Ra2} \leq 2.0$ 的关系。由此,在负极板12的极板宽度方向端部沿着极板长边方向 β 而形成有负极芯体露出部12c的结构中,能够抑制负极混合剂的塌陷,并且能够提高负极混合剂层12b相对于负极芯体12a的剥离强度。对此,之后详细进行说明。

[0030] 负极混合剂层12b优选包含负极活性物质以及粘接剂。例如,将包含负极活性物质、粘接剂以及水等的负极混合剂浆料涂敷在负极芯体12a的两面之后,进行干燥以及压制,由此制作负极板12。

[0031] 作为负极活性物质,只要能够可逆地吸藏、放出锂离子,则不特别限定,例如能够使用天然石墨、人造石墨等碳材料、Si、Sn等与锂进行合金化的金属、或包含它们的合金、复合氧化物等。对于负极混合剂层12b所包含的粘接剂,例如可使用与正极板11的情况同样的树脂。在用水系溶剂来制备负极混合剂浆料的情况下,能够使用苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)、CMC或其盐、聚丙烯酸或其盐、聚乙烯醇等。它们既可以单独地使用1种,也可以将2种以上组合而使用。

[0032] 对于隔离件13,可使用具有离子透过性以及绝缘性的多孔性片材。作为多孔性片材的具体例,可列举出微多孔薄膜、织布、无纺布等。作为隔离件13的材质,优选为聚乙烯、聚丙烯等烯烃树脂。隔离件13的厚度例如是 $10\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 。随着电池的高容量化/高输出化,隔离件13处于薄膜化的倾向。隔离件13例如具有 $130^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ 程度的熔点。

[0033] 在图1所示的例子中,通过外装罐15和封口体16而构成了容纳电极体14以及非水电解质的金属制的电池壳体。在电极体14的下侧设置有下列集电板17,在电极体14的上侧设置有所上集电板18。

[0034] 具体地,二次电池10在电极体14的轴向的外(下)侧具有由镍、镍合金等构成的金属制的下侧集电板(负极集电板)17。电极体14的负极芯体露出部12c与圆板状的下侧集电板17接合,下侧集电板17与外装罐15的底板部15a的内表面接合。

[0035] 在将电极体14配置在外装罐15内之前的状态下,在下侧集电板17的成为上表面的面,在将负极芯体露出部12c按压的状态下从下侧集电板17的外侧照射激光,由此将负极芯体露出部12c与下侧集电板17接合。之后,将电极体14以及下侧集电板17配置在外装罐15内,朝向下侧集电板17的中心部的底面,从外装罐15的底板部15a外侧照射激光,由此在底板部15a的内表面接合下侧集电板17。由此,负极芯体露出部12c与外装罐15电连接。

[0036] 另一方面,二次电池10在电极体14的轴向的外侧(上侧)具有由铝、铝合金等金属构成的上侧集电板18(正极集电板),在该轴向的上侧具有圆环状的绝缘板19。上侧集电板18是圆板状,在中心部具有贯通孔。

[0037] 电极体14的正极芯体露出部11c利用与负极芯体露出部12c的接合同样的方法,通过激光焊接而被接合于上侧集电板18的下表面。具体地,在将电极体14配置在外装罐15内之前的状态下,在上侧集电板18的成为下表面的面,在将正极芯体露出部11c按压的状态下从上侧集电板18的外侧照射激光,由此将正极芯体露出部11c与上侧集电板18接合。

[0038] 二次电池10还具备封口体16、和由铝、铝合金等金属构成的连接引线29。连接引线29的下端部通过焊接等与上侧集电板18的上表面接合。连接引线29穿过绝缘板19的贯通孔而向封口体16侧延伸,连接引线29的上端部通过焊接等而被连接在作为封口体16的底板的过滤器22的下表面。构成封口体16的顶板的端子板26与过滤器22电连接,端子板26成为正极端子。此外,负极芯体露出部12c经由下侧集电板17而电连接的外装罐15成为负极端子。

[0039] 二次电池10还具备配置在外装罐15与封口体16之间的树脂制的垫片27。垫片27被外装罐15和封口体16夹持,使封口体16相对于外装罐15绝缘。垫片27具有用于保持电池内部的气密性的密封材料的作用、和作为将外装罐15和封口体16绝缘的绝缘材料的作用。外装罐15在轴向的一部分具有环状的沟槽部21。

[0040] 例如将外装罐15的筒部15b的侧面部向径向内侧旋压加工而使其向径向内侧凹陷,由此能够形成沟槽部21。沟槽部21在其上表面支承封口体16。封口体16将外装罐15的开

口部封口。

[0041] 封口体16具有从电极体14侧依次将过滤器22、下阀体23、绝缘构件24、上阀体25以及端子板26层叠的构造。构成封口体16的各构件例如具有圆板形状或圆环形状,除绝缘构件24以外的各构件相互电连接。下阀体23和上阀体25在各自的中央部被连接,在各自的周缘部之间隔着绝缘构件24。

[0042] 若二次电池10的内压因异常发热而上升,则例如下阀体23断裂,由此,上阀体25向端子板26侧膨胀而从下阀体分离,由此将两者的电连接切断。若内压进一步上升,则上阀体25断裂,从端子板26的开口26a排出气体。通过该气体的排出,能够防止二次电池10的内压过度地上升从而二次电池10破裂。

[0043] 根据上述的非水电解质二次电池10,负极芯体12a的两面的表面包括作为极板宽度方向一侧端部以外的区域的第1区域A1、和作为负极芯体露出部侧端部即极板宽度方向一侧端部的区域的第2区域A2。此外,在将第1区域A1的算术平均粗糙度设为 $Ra1$ 且将第2区域A2的算术平均粗糙度设为 $Ra2$ 时, $Ra1 > Ra2$ 。由此,使负极混合剂浆料相对于负极芯体12a的涂敷预计部与未涂敷预计部之间的作为液体的易扩展性的润湿性变化,能够将未涂敷预计部中的润湿性抑制得较小。

[0044] 在负极芯体12a的表面,相对于液体的润湿性根据其表面粗糙度而变化,存在如下倾向,即,表面粗糙度越小则液体所接触的比表面积越低,因而润湿性变低,表面粗糙度越大则润湿性变高。在本公开的结构中,使用该特性来使表面粗糙度在作为涂敷预计部的第1区域A1和作为未涂敷预计部的第2区域A2中不同。具体地,为了仅提高需要负极混合剂浆料的密接性的涂敷预计部即第1区域A1的润湿性,增大了其表面粗糙度。此外,为了降低想要抑制负极混合剂浆料的扩展的未涂敷预计部即第2区域A2的润湿性,使其表面粗糙度小于第1区域A1。因此,能够抑制第2区域A2中的负极混合剂浆料的扩展,从而抑制负极混合剂的塌陷,并且能够提高第1区域A1中的负极混合剂层12b相对于负极芯体12a的剥离强度。在图3中,如上述那样,示出了负极板12中的负极混合剂层12b的从涂敷预计部探出的部分的长度即塌陷宽度为 Ba 的情况,根据本实施方式,能够减小或消除塌陷宽度 Ba 。

[0045] 因此,在负极板12的负极混合剂层12b中,能够抑制与正极板11对置的部分的厚度小于标准的厚度的情况,因而能够抑制正极相对于负极混合剂而变得过剩的情况。

[0046] 此外,在 $Ra1$ 以及 $Ra2$ 满足 $Ra1/Ra2 \geq 1.2$ 的关系的情况下,第1区域A1与第2区域A2的表面粗糙度之差变大,能够显著地兼顾负极混合剂的塌陷的抑制和负极混合剂层12b相对于负极芯体12a的剥离强度的提高。

[0047] 本公开的发明者在以下的表1所示的条件下,制作了与实施方式的负极板12对应的实验例1和与比较例对应的实验例2-4这合计4种负极板以及将它们裁断而得到的试验片,并对各负极板12中的负极混合剂向未涂敷预计部的塌陷宽度 Ba 和负极混合剂层的剥离强度进行了评价。

[0048] [表1]

[0049]

	算术平均粗糙度 Ra		接触角 (度)		塌陷宽度 (mm)	剥离强度 (极板密接性)
	第2区域	第1区域	第2区域	第1区域		
实验例1	0.18	0.26	73	42	1.7	7.37
实验例2	0.18	0.18	73	73	1.7	6.03
实验例3	0.26	0.26	42	42	2.0	7.37
实验例4	0.26	0.18	42	73	2.0	6.03

[0050] [实验例1]

[0051] 在实验例1中,如表1所示,制作了作为未涂敷预计部的第2区域A2的算术平均粗糙度Ra2为0.18且作为涂敷预计部的第1区域A1的算术平均粗糙度Ra1为0.26的电解铜箔来作为负极芯体。因此, $Ra1/Ra2=1.44$ 。

[0052] [表面粗糙度测定]

[0053] 实验例1的表面粗糙度测定通过以下的设备、测定条件而实施了测定。

[0054] -装置:作为株式会社三丰制的表面粗糙度测定机的SJ-210(0.75mN型)

[0055] -触针直径:2.0 μ m

[0056] -遵循标准:JIS B 0601(1994)

[0057] -测定长度:4.0mm

[0058] -截止值:0.8mm

[0059] -测定方向:与作为极板卷绕方向的极板长边方向垂直

[0060] [接触角测定(润湿性评价)]

[0061] 使用以下的设备实施了实验例1的接触角测定。

[0062] -装置:协和界面科学株式会社制的DMs-401

[0063] -使用溶剂:纯水

[0064] -使用针:口径22G,针尖90度

[0065] 使用上述的设备,通过以下的步骤来测定了第1区域A1、第2区域A2各自的接触角。

[0066] (1) 设置摄像机和负极芯体(铜箔),使得能够从与作为极板卷绕方向的极板长边方向垂直的方向确认角度。

[0067] (2) 从注射器分别向第1区域A1、第2区域A2滴下1.5 μ L的纯水。

[0068] (3) 对液滴刚刚触地后的两端部接触角度进行测定。

[0069] [负极混合剂浆料的制作]

[0070] 通过以下的步骤制作了负极混合剂浆料。作为负极活性物质,使用将95质量份的石墨粉末和5质量份的硅氧化物混合后的物质。然后,将100质量份的负极活性物质、1.2质量份的作为粘合剂的苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)和1质量份的作为增粘剂的羧甲基纤维素(CMC)混合。而且,使该混合后的产物分散到水中,从而制备了负极混合剂浆料。

[0071] [塌陷宽度评价试验]

[0072] 图4是示出从涂敷机40向实验例的负极芯体42涂敷负极混合剂浆料的方法的侧视图。使用如上述那样制作的负极混合剂浆料,通过涂敷机(die coater)40来在实验例1的负极芯体42涂敷负极混合剂浆料,使得涂敷机40的涂敷端成为涂敷预计部与未涂敷预计部的分界,并进行干燥,从而制作了具有负极混合剂层43的负极板41。

[0073] 然后,根据涂敷机40的浆料喷出部宽度(涂敷预计宽度)L1与实际涂敷宽度L2之

差,分别计算出了在负极芯体42的两侧的塌陷宽度Ba1。具体地,作为(塌陷宽度Ba1) = { (实际涂敷宽度L2) - (涂敷预计宽度L1) } / 2来进行计算。

[0074] [剥离强度试验]

[0075] 通过以下的步骤,对负极混合剂层43相对于负极芯体42的剥离强度进行了评价。在剥离强度试验中,使用了株式会社A&D制的TENSILON万能试验机RTC1210。

[0076] (1) 将上述的负极板41裁断,制作宽度为15mm且长度为80mm的试验片。

[0077] (2) 将两面胶带贴附在试验片的一个面的负极混合剂层43,并固定于表面平滑的不锈钢基板。

[0078] (3) 将固定有试验片的不锈钢基板设置为水平。

[0079] (4) 将试验片的长边方向上的负极芯体42的一端固定于万能试验机的可动夹具,进行设定而使得将干燥后的负极混合剂层43沿相对于不锈钢基板的基板面为90°的方向剥离。

[0080] (5) 以20mm/min的速度使负极混合剂层43从负极芯体42剥离。

[0081] (6) 读取在试验片中使负极混合剂层43剥离了30mm以上时的最大拉伸强度的数值,计算剥离强度(N/m)。

[0082] [实验例2]

[0083] 在实验例2中,如表1所示,制作了第2区域A2、第1区域A1的算术平均粗糙度Ra2、Ra1均为0.18的电解铜箔来作为负极芯体。因此,Ra1/Ra2=1.00。在实验例2中,除此以外的结构以及条件与实验例1同样。

[0084] [实验例3]

[0085] 在实验例3中,如表1所示,制作了第2区域A2、第1区域A1的算术平均粗糙度Ra2、Ra1均为0.26的电解铜箔来作为负极芯体。因此,Ra1/Ra2=1.00。在实验例3中,除此以外的结构以及条件与实验例1同样。

[0086] [实验例4]

[0087] 在实验例4中,如表1所示,制作了第2区域A2的算术平均粗糙度Ra2为0.26但第1区域A1的算术平均粗糙度Ra1为0.18的电解铜箔来作为负极芯体。因此,Ra1/Ra2=0.69。在实验例4中,除此以外的结构以及条件与实验例1同样。

[0088] [试验结果]

[0089] 在表1中示出了各实验例中的塌陷宽度Ba、剥离强度的实验结果。根据表1的实验结果可知,在与比较例对应的实验例2中,负极芯体的第1、第2区域A1、A2这两者中的算术平均粗糙度Ra1、Ra2小到0.18,由此能够将塌陷宽度Ba抑制得较小,但负极混合剂层的剥离强度下降。

[0090] 在与另一比较例对应的实验例3中,第1、第2区域A1、A2这两者中的算术平均粗糙度Ra1、Ra2大到0.26,负极混合剂层的剥离强度变高,但塌陷宽度Ba变大。在与另一比较例对应的实验例4中,第1区域A1的算术平均粗糙度Ra1小于第2区域A2的算术平均粗糙度Ra2,由此塌陷宽度Ba变大,负极混合剂层的剥离强度变低。

[0091] 另一方面,根据表1的实验结果能够确认到,在与实施方式对应的实验例1中,第1区域A1的算术平均粗糙度Ra1大于第2区域A2的算术平均粗糙度Ra2,因而能够将塌陷宽度Ba抑制得较小,并且能够增大负极混合剂层的剥离强度。

[0092] 10 非水电解质二次电池(二次电池);11 正极板;11a 正极芯体;11b 正极混合剂层;11c 正极芯体露出部;12 负极板;12a 负极芯体;12b 负极混合剂层;12c 负极芯体露出部;13 隔离件;14 电极体;15 外装罐;15a 底板部;15b 筒部;16 封口体;17 下侧集电板;18 上侧集电板;19 绝缘板;21 沟槽部;22 过滤器;23 下阀体;24 绝缘构件;25 上阀体;26 端子板;27 垫片;29 连接引线;40 涂敷机;41 负极板;42 负极芯体;43 负极混合剂层;80 负极板;81 负极芯体;82 负极混合剂层;83 塌陷;90 正极板;91 正极混合剂层。

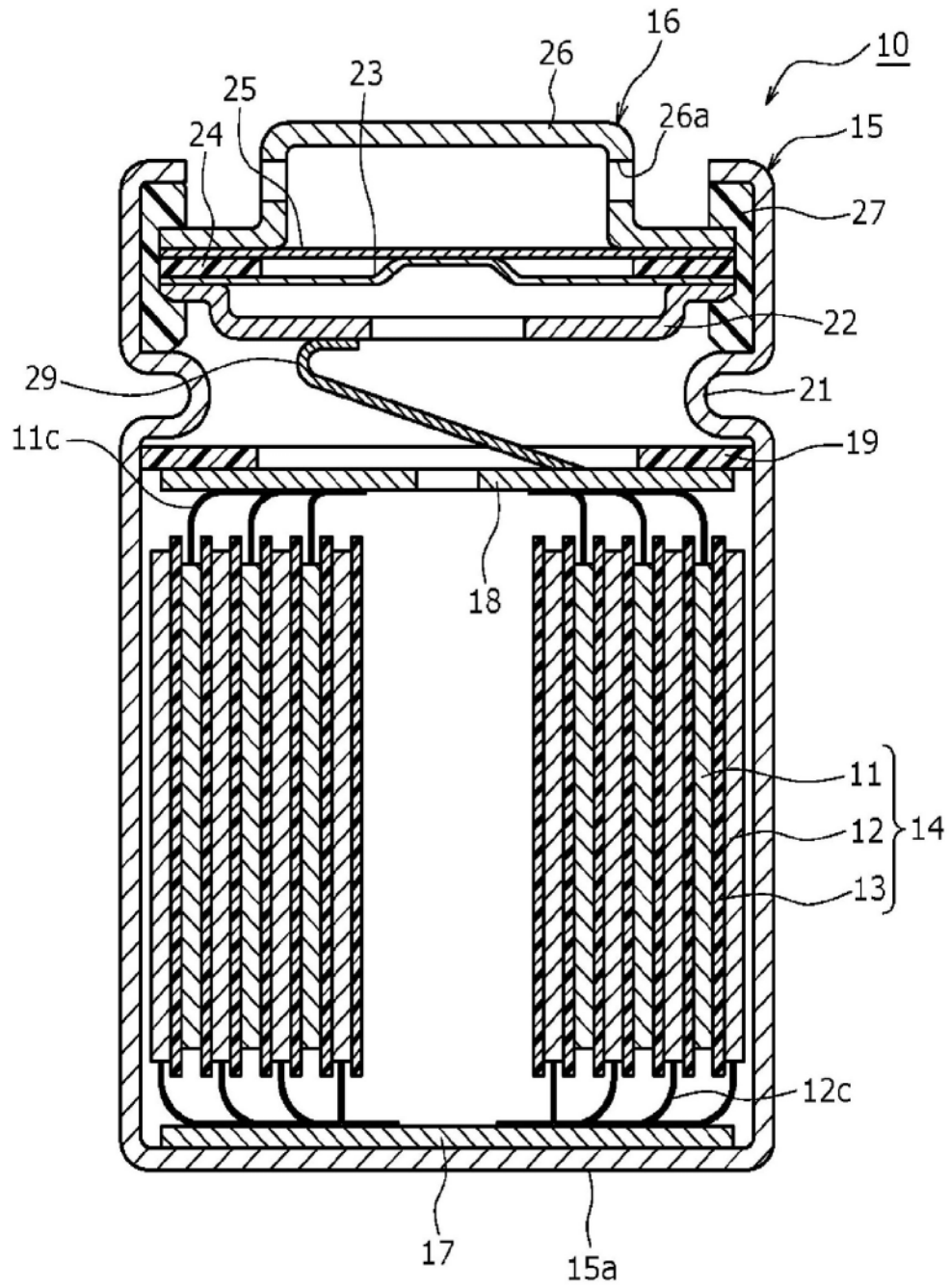


图1

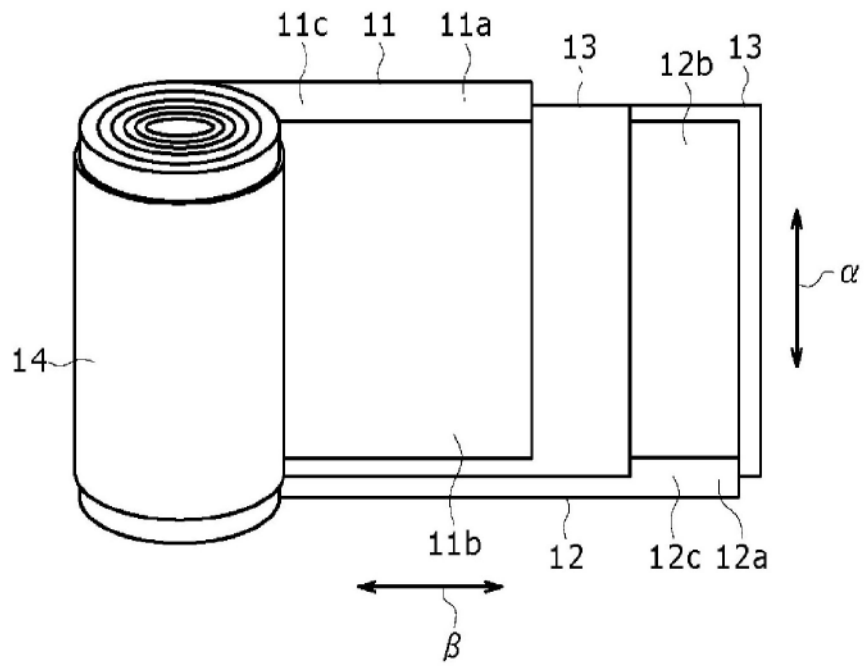


图2

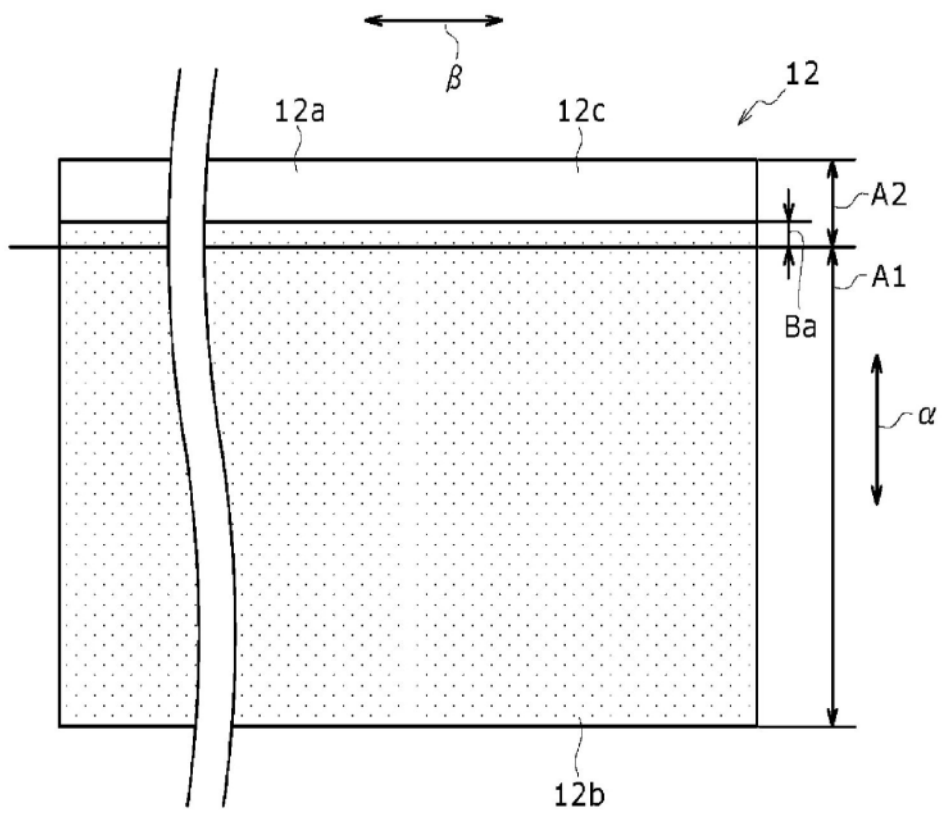


图3

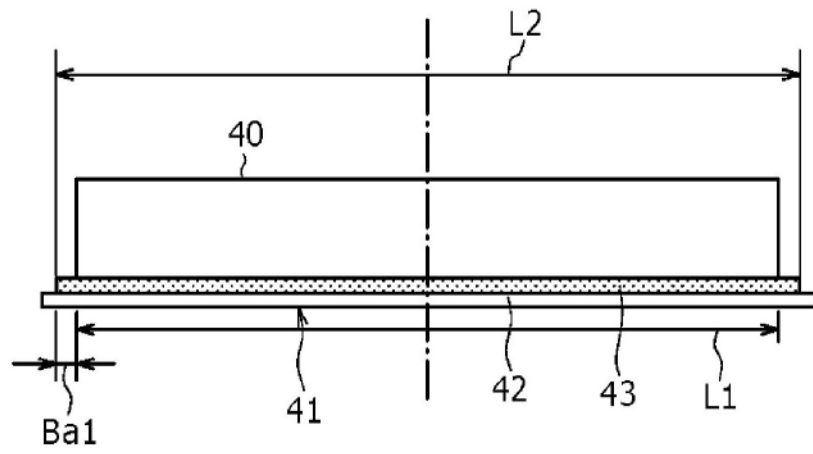


图4

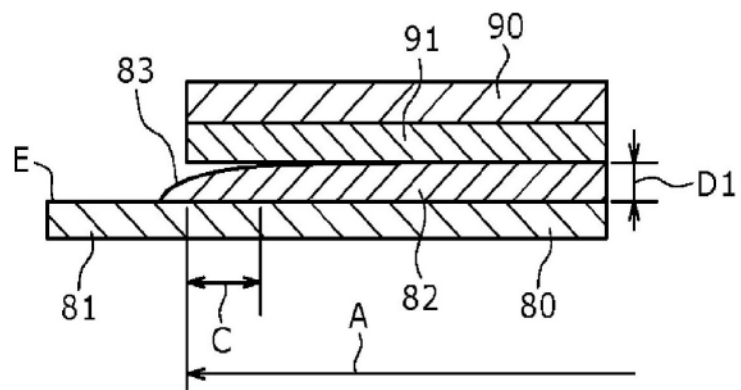


图5